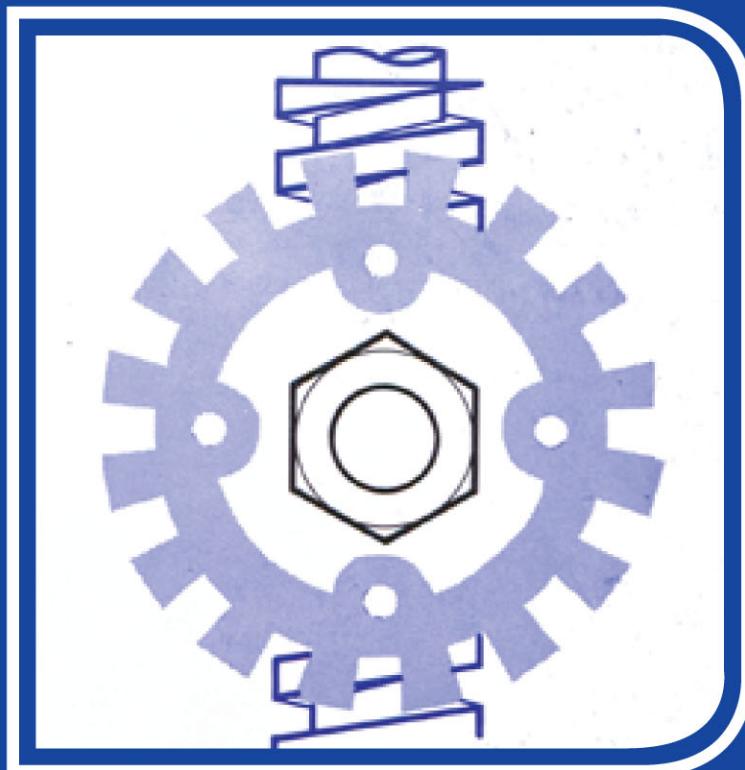




ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΧΑΝΩΝ

Λάζαρου Ε. Λαζαρίδη

ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΥ Ε.Μ.Π.





1954

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ



ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Ο Ευγένιος Ευγενίδης, ο ιδρυτής και χορηγός του «Ιδρύματος Ευγενίδου», πολύ νωρίς προέβλεψε και σχημάτισε την πεποίθηση ότι η άρτια κατάρτιση των τεχνικών μας, σε συνδυασμό με την εθνική αγωγή, θα ήταν αναγκαίος και αποφασιστικός παράγων για την πρόοδο του Έθνους μας.

Την πεποίθησή του αυτή ο Ευγενίδης εκδήλωσε με τη γενναιόφρονα πράξη ευεργεσίας, να κληροδοτήσει σεβαστό ποσό για τη σύσταση Ιδρύματος, που θα είχε ως σκοπό να συμβάλλει στην τεχνική εκπαίδευση των νέων της Ελλάδας.

Έτσι, το Φεβρουάριο του 1956 συστήθηκε το «Ίδρυμα Ευγενίδου», του οποίου τη διοίκηση ανέλαβε η αδελφή του Μαρ. Σίμου, σύμφωνα με την επιθυμία του διαθέτη. Το έργο του Ιδρύματος συνεχίζει από το 1981 ο κ. Νικόλαος Βερνίκος - Ευγενίδης.

Από το 1956 έως σήμερα η συμβολή του Ιδρύματος στην τεχνική εκπαίδευση πραγματοποιείται με διάφορες δραστηριότητες. Όμως απ' αυτές η σημαντικότερη, που κρίθηκε από την αρχή ως πρώτης ανάγκης, είναι η έκδοση βιβλίων για τους μαθητές των Τεχνικών και Επαγγελματικών Σχολών και Λυκείων.

Μέχρι σήμερα, με τη συνεργασία με τα Υπουργεία Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων και Εμπορικής Ναυτιλίας, εκδόθηκαν εκατοντάδες τόμοι βιβλίων, που έχουν διατεθεί σε πολλά εκατομμύρια αντίτυπα. Τα βιβλία αυτά κάλυπταν ή καλύπτουν ανάγκες των Κατωτέρων και Μέσων Τεχνικών Σχολών του Υπ. Παιδείας, των Σχολών του Οργανισμού Απασχολήσεως Εργατικού Δυναμικού (ΟΑΕΔ), των Τεχνικών και Επαγγελματικών Λυκείων, των Τεχνικών Επαγγελματικών Σχολών και των Δημοσίων Σχολών Εμπορικού Ναυτικού.

Μοναδική φροντίδα του Ιδρύματος σ' αυτή την εκδοτική του προσπάθεια ήταν και είναι η συγγραφή και έκδοση βιβλίων ποιότητας, από άποψη όχι μόνον επιστημονική, παιδαγωγική και γλωσσική, αλλά και ως προς την εμφάνιση, ώστε το βιβλίο να αγαπηθεί από τους μαθητές.

Για την επιστημονική και παιδαγωγική αρτιότητα των βιβλίων τα κείμενα υποβάλλονται σε πολλές επεξεργασίες και βελτιώνονται πριν από κάθε νέα έκδοση συμπληρούμενα καταλλήλως.

Ιδιαίτερη σημασία απέδωσε το Ίδρυμα από την αρχή στη γλωσσική διατύπωση των βιβλίων, γιατί πιστεύει ότι και τα τεχνικά βιβλία, όταν είναι γραμμένα σε γλώσσα σωστή και ομοιόμορφη αλλά και κατάλληλη για τη στάθμη των μαθητών, μπορούν να σύμβαλλουν στη γλωσσική κατάρτιση των μαθητών.

Έτσι, με απόφαση που ίσχυσε ήδη από το 1956, όλα τα βιβλία της Βιβλιοθήκης του Τεχνίτη, δηλαδή τα βιβλία για τις τότε Κατώτερες Τεχνικές Σχολές, όπως αργότερα και για τις Σχολές του ΟΑΕΔ, ήταν γραμμένα σε γλώσσα δημοτική, με βάση τη γραμματική του Τριανταφυλλίδη, ενώ όλα τα άλλα βιβλία ήταν γραμμένα στην απλή καθαρεύουσα. Σήμερα ακολουθείται η γραμματική που διδάσκεται στα σχολεία της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Η γλωσσική επεξεργασία των βιβλίων ανατίθε-

ται σε φιλολόγους του Ιδρύματος και έτσι εξασφαλίζεται η ενιαία σύνταξη και ορολογία κάθε κατηγορίας βιβλίων.

Η ποιότητα του χαρτιού, το είδος των τυπογραφικών στοιχείων, τα σωστά σχήματα, η καλαίσθητη σελιδοποίηση, το εξώφυλλο και το μέγεθος του βιβλίου, περιλαμβάνονται και αυτά στις φροντίδες του Ιδρύματος και συμβάλλουν στη σωστή «λειτουργικότητα» των βιβλίων.

Το Ίδρυμα θεώρησε ότι είναι υποχρέωσή του, σύμφωνα με το πνεύμα του ιδρυτή του, να θέση στη διάθεση του Κράτους όλη αυτή την πείρα του των 20 ετών, αναλαμβάνοντας το 1978 και την έκδοση των βιβλίων για τις νέες Τεχνικές Επαγγελματικές Σχολές και τα Τεχνικά και Επαγγελματικά Λύκεια, σύμφωνα πάντοτε με τα εγκεκριμένα Αναλυτικά Προγράμματα του Π.Ι. και του ΥΠΕΠΘ.

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Μιχαήλ Αγγελόπουλος, ομ. καθηγητής ΕΜΠ, Πρόεδρος.

Αλέξανδρος Σταυρόπουλος, ομ. Καθηγητής Πλανεπιστημίου Πειραιώς, Αντιπρόεδρος.
Ιωάννης Τεγόπουλος, καθηγητής ΕΜΠ.

Σταμάτης Παλαιοκρασάς, Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Σύμβουλος Παιδαγωγικού Ινστιτούτου.

Χρήστος Σιγάλας, Δ/ντής Σπ. Δευτ. Εκπαιδεύσεως ΥΠΕΠΘ.

Σύμβουλος εκδόσεων του Ιδρύματος **Κ.Α. Μανάφης**, καθηγ. Φιλ. Σχολής Παν/μίου Αθηνών.

Γραμματέας της Επιτροπής, **Γεώργιος Ανδρεάκος**.

Διατελέσαντα μέλη ή σύμβουλοι της Επιτροπής

Γεώργιος Κακριδής (1955-1959) Καθηγητής ΕΜΠ, Άγγελος Καλογεράς (1957-1970) Καθηγητής ΕΜΠ, Δημήτριος Νιάνιας (1957-1965) Καθηγητής ΕΜΠ, Μιχαήλ Σπετσιέρης (1956-1959), Νικόλαος Βασιώτης (1960-1967), Θεόδωρος Κουζέλης (1968-1976) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, Πλαναγώτης Χατζηιωάνου (1977-1982) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, Αλέξανδρος Ι. Παππάς (1955-1983) Καθηγητής ΕΜΠ, Χρυσόστομος Καβουνίδης (1955-1984) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, Γεώργιος Ρούσσος (1970-1987) Χημ.-Μηχ. ΕΜΠ, Δρ. Θεοδόσιος Παπαθεοδοσίου (1982-1984) Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ, Ιγνάτιος Χατζηευστρατίου (1985-1988) Μηχανολόγος, Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ, Γεώργιος Σταματίου (1988-1990) Ηλεκτρολόγος ΕΜΠ, Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ, Σωτ. Γκλαβάς (1989-1993) Φιλόλογος, Δ/ντής Σπουδών Δευτεροβάθμιας Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ, Εμ. Τρανούδης (1993-1996) Δ/ντής Σπ. Δευτ. Εκπαίδευσεως ΥΠΕΠΘ.



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΧΑΝΩΝ

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

ΑΘΗΝΑ
1998



Α' ΕΚΔΟΣΗ 1978

Β' ΕΚΔΟΣΗ 1985



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η έκδοση αυτή των «Στοιχείων Μηχανών» με προορισμό να χρησιμοποιηθεί από τους Σπουδαστές της β' τάξεως του τμήματος μηχανολόγων του Τεχνικού Λυκείου, καλύπτει απόλυτα το αναλυτικό πρόγραμμα σπουδών που εκπονήθηκε από το Π.Ι.

Σκοπός του βιβλίου είναι να προσφέρει στους σπουδαστές τη γνώση των διαφόρων στοιχείων δομής των μηχανών, καθώς και να τους κατατοπίσει σχετικά με την ορθή λειτουργία κάθε στοιχείου.

Επί πλέον να συμβάλλει στην πληροφόρηση των μαθητών για τη συντήρηση και ορθή επίδειξη των μηχανών κατά την άσκηση του επαγγέλματός τους.

Για το λόγο αυτό και εξωσχολικά το βιβλίο θα τους είναι παντοτεινός βοηθός και σύμβουλος σε κάθε πρόβλημα που περιέχεται στους παραπάνω στόχους.

Η ανάπτυξη των διαφόρων κεφαλαίων είναι μεν περιληπτική αλλά με τα παρατιθέμενα παραδείγματα καταβάλλεται προσπάθεια να γίνεται μεθοδική η εμπέδωση των γνώσεων στο μαθητή, ώστε άνετα αυτές να του γίνουν κτήμα του.

Η παράθεση πινάκων με τεχνικά δεδομένα θεωρήθηκε απαραίτητη, γιατί μόνο με τη χρησιμοποίηση των δεδομένων αυτών στην επίλυση πρακτικών προβλημάτων ο τεχνικός εξοικειώνεται με τα τεχνικά μεγέθη και έτσι μπορεί να τα χειρίζεται δίχως λάθη.

Ορισμένα από τα δεκατρία κεφάλαια που απαρτίζουν το όλο κείμενο είναι περισσότερο ίσως ανεπτυγμένα, αυτό όμως οφείλεται στη φύση και τη σπουδαιότητα των εννοιών που θίγουν.

Ο συγγραφέας σπεύδει να τονίσει ότι θεωρεί τη συμβολή του διδάσκοντος, ο οποίος πρέπει να διαθέτει και πλούσια τεχνική εμπειρία, αποφασιστική στην υλοποίηση των εννοιών του κειμένου από τους μαθητές.

Ευχαριστίες εκφράζονται προς όλους όσους βοήθησαν για την αρτιότερη εμφάνιση του βιβλίου.

Ο Συγγραφέας



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Κάθε μηχανή, μικρή ή μεγάλη που εξυπηρετεί κάποιο σκοπό, αποτελείται από σύνολα που είναι σύνθετα ή απλά και που ονομάζονται **απαρτίες** και **εξάρτηματα**.

Το **εξάρτημα** μπορεί να θεωρηθεί ως **στοιχειώδες τμήμα** της μηχανής, είναι μονοκόμματο και κατασκευασμένο από ορισμένο υλικό.

Η **απαρτία** είναι συνδυασμός από εξαρτήματα σε μια ολοκληρωμένη σύνθεση, με βάση το σχέδιο κατασκευής της μηχανής.

Στην ανάπτυξη που ακολουθεί όλα αυτά τα μέρη με τις συνδέσεις τους και τις συνθέσεις τους περιλαμβάνονται στον όρο **στοιχεία μηχανών**. Η μελέτη των στοιχείων μηχανών απασχολεί ειδικό κλάδο της **μηχανολογίας**.

Τα στοιχεία μηχανών γενικά **ομαδοποιούνται** σε δυο κατηγορίες.

Στην πρώτη ανήκουν τα στοιχεία **γενικού προορισμού** που περιλαμβάνουν:

Μόνιμα και λυδμενα μέσα συνδέσεως, τροχούς τριθής, οδοντοκινήσεις, άξονες και ατράκτους, λυδμενους και σταθερούς συνδέσμους, έδρανα, ελατήρια και πλαίσια μηχανών.

Καθένα από τα στοιχεία αυτά, σ' οποιαδήποτε μηχανή και αν χρησιμοποιηθεί εκτελεί τον ίδιο πάντα προορισμό.

Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν τα **στοιχεία ειδικού προορισμού** που περιλαμβάνουν όσα στοιχεία χρησιμοποιούνται σε ορισμένους μόνο τύπους μηχανών. Τέτοια στοιχεία π.χ. είναι τα **έμβολα, οι βαλβίδες, οι διωστήρες, κλπ.**

Επιδίωξη του κλάδου αυτού της Μηχανολογίας είναι:

— Να γίνει **μορφολογική μελέτη** κάθε στοιχείου: ήτοι θεώρησή του από πλευράς γεωμετρικής συνθέσεως ώστε να παρουσιάζει **μορφή** και **σχήμα** που να προσαρμόζεται απόλυτα με τις λειτουργικές συνθήκες του μηχανισμού και να ικανοποιεί το αίτημα της ασφαλούς λειτουργίας του.

— Να γίνει μετά **τεχνολογική μελέτη** κάθε στοιχείου: ήτοι να γίνει ακριβής υπολογισμός των διαστάσεών του από πλευράς αντοχής των υλικών και εκλογή του πλέον **κατάλληλου** υλικού για την κατασκευή του.

— Να γίνει στη συνέχεια **οικονομική μελέτη** ώστε κάθε στοιχείο να συγκεντρώνει **κατασκευαστικές ανοχές συμβιβαστές** με την όλη συμπεριφορά του ως οργανικού μέλους ενός συνόλου που λέγεται **μηχανή**.

— Να προβλεφθούν τέλος οι πλέον κατάλληλες συνθήκες **ταχύτερης και φθηνότερης** κατασκευής του ώστε το κόστος κάθε εξαρτήματος να ελαχιστοποιηθεί με ταυτόχρονη μεγιστοποίηση **της αξιοποστίας** του μηχανήματος στο οποίον θα τοποθετηθεί.

Σημείωση.

Ο συμβολισμός των μονάδων στο κείμενο ακολουθεί το διεθνές σύστημα (S.I.).

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΣΥΝΔΕΣΕΩΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΜΕΣΑ ΣΥΝΔΕΣΕΩΝ

1.1 Γενικά.

Στις ποικιλώνυμες και αναρίθμητες μηχανουργικές συνθέσεις, το πρώτο πρόγμα που αντιμετωπίζεται είναι η **συναρμογή των επί μέρους στοιχείων ή η σύνδεση μεταξύ τους**.

Κάθε μηχανή περιέχει αναγκαστικά σημαντικό αριθμό από μέσα συνδέσεων. Η σπουδαιότητά τους καθώς και η πολύπλευρη χρησιμότητά τους μας οδηγεί σε μια γενικότερη **τυποποίηση** καθώς και σε μια **μαζική** κατασκευή τους.

Προκύπτει έτσι ολοφάνερα πως από πλευράς **κόστους** βιομηχανικής κατασκευής των μηχανών ο κάθε κατασκευαστής θα πρέπει να προσπαθεί να χρησιμοποιεί τα πλέον τυποποιημένα μέσα συνδέσεων σε ευρύτερη κλίμακα **ως τα πλέον φθηνότερα**.

1.2 Τρόποι συνδέσεως.

Διακρίνονται τρεις ομάδες συνδέσεων:

— **Μη λυόμενες συνδέσεις.**

Στις συνδέσεις αυτές τα συνδεόμενα τεμάχια ενώνονται κατά **μόνιμο τρόπο**. Χαρακτηριστικό στις μη λυόμενες συνδέσεις είναι ότι για να αποσυναρμολογηθούν τα συνδεόμενα μέρη πρέπει να **καταστραφεί** το μέσον που χρησιμοποιήθηκε για την ένωσή τους.

— **Λυόμενες συνδέσεις.**

Στις συνδέσεις αυτές τα συνδεόμενα μέρη ενώνονται κατά τέτοια τρόπο ώστε να είναι εύκολη η αποσυναρμολόγησή τους **χωρίς να καταστρέφεται** το μέσον συνδέσεώς τους. Αποσυναρμολογούνται και συναρμολογούνται τα συνδεόμενα τεμάχια όσες φορές το απαιτεί η ζωή της μηχανής, με δυνατότητα κάθε φορά ελέγχου ενδεχομένων φθορών τους που επιβάλλουν την αντικατάστασή τους.

Αναφέρομε χαρακτηριστικά παραδείγματα των δυο αυτών τρόπων συνδέσεως:

— Όταν ο οδηγός αυτοκινήτου, για να αλλάξει το λάστιχο του τροχού που έπαθε κάποια βλάβη, ξεβιδώνει τους κοχλίες που συνδέουν τον τροχό με το σκελετό του αυτοκινήτου, ούτε ο τροχός ούτε ο σκελετός του αυτοκινήτου παθαίνουν τίποτε. Η σύνδεση αυτή του τροχού με το πλαίσιο του αυτοκινήτου που γίνεται: με κοχλίες, είναι **λυόμενη**.

— Όταν ο λεβητοποιός κατασκευάζει μια δεξαμενή νερού, συνδέει τα ελάσματα μεταξύ τους με καρφιά. Όλοι γνωρίζουμε ότι η δεξαμενή αυτή, όπως κατασκευάσθηκε, δεν είναι δυνατό να αποσυναρμολογηθεί αν δεν καταστραφούν τα καρφιά που συνδέουν τα ελάσματα. Επομένως, η σύνδεση αυτή με τα καρφιά (ή ήλωση) είναι μια **μη λυόμενη σύνδεση**.

Και από τις δυο αυτές κατηγορίες συνδέσεων υπάρχουν πολλά παραδείγματα, μερικά από τα οποία θα αναφέρουμε στη συνέχεια του βιβλίου.

Ανάλογα με το είδος της συνδέσεως που θέλομε να πραγματοποιήσουμε, χρησιμοποιούμε και το **κατάλληλο μέσο συνδέσεως**. Έτσι, για τις **λυόμενες συνδέσεις χρησιμοποιούμε κοχλίες και σφήνες**. Για τις **μη λυόμενες χρησιμοποιούμε καρφιά** (ήλους).

Πρέπει όμως να τονισθεί ότι σε ορισμένες περιπτώσεις για λόγους ευκολίας συναρμολογήσεως επί τόπου μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια μη λυόμενη σύνδεση και μικρός αριθμός μέσων συνδέσεως που κανονικά χρησιμοποιούνται για τις λυόμενες συνδέσεις. Έτσι π.χ. σε ένα ζευκτό στέγης, που αποτελείται από τεμάχια που συνδέονται με μόνιμο τρόπο (μη λυόμενη σύνδεση), χρησιμοποιούνται και κοχλίες **σαν θοηθητικά μέσα στο ενδιάμεσο στάδιο της συναρμογής**.

Εκτός όμως από τους δυο τρόπους που είδαμε παραπάνω, υπάρχει και τρίτος τρόπος συνδέσεως κομματιών. Ο τρόπος αυτός είναι με τις **συγκολλήσεις** που στην πραγματικότητα ανήκουν στις **μη λυόμενες συνδέσεις**. Στις συγκολλήσεις όμως αυτό που επιτυγχάνει τη συγκόλληση είναι η **θερμότητα** και γι' αυτό αυτές εξετάζονται στο μάθημα της Μηχανουργικής Τεχνολογίας.

Σαφή εμπειρία για τα στοιχεία αυτά παίρνει κανείς όταν ασχοληθεί με τη συναρμολόγηση και αποσυναρμολόγηση οποιασδήποτε μικρής ή μεγάλης μηχανής.

Από τα τρία αυτά μέσα συνδέσεως οι **κοχλίες προπορεύονται**, ακολουθούν οι συγκολλήσεις και τελευταία έρχονται τα καρφώματα.

1.3 Ερωτήσεις.

1. Ποια στοιχεία μηχανών χρησιμοποιούνται για να συνδέσουν μεταξύ τους τα διάφορα κομμάτια μιάς μηχανής;
 2. Σε ποιες κατηγορίες ταξινομούνται τα διάφορα είδη συνδέσεων;
 3. Ποια είναι η χαρακτηριστική διαφορά στις λυόμενες και μη λυόμενες συνδέσεις;
 4. Ποια στοιχεία μηχανών χρησιμοποιούνται για τις λυόμενες συνδέσεις;
 5. Ποιο στοιχείο πρόσθετο επεμβαίνει στις συγκολλήσεις για να διαφέρουν αυτές από τις μη λυόμενες συνδέσεις;
-

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΚΑΡΦΙΑ - ΚΑΡΦΟΣΥΝΔΕΣΕΙΣ (ΗΛΟΙ-ΗΛΩΣΕΙΣ)

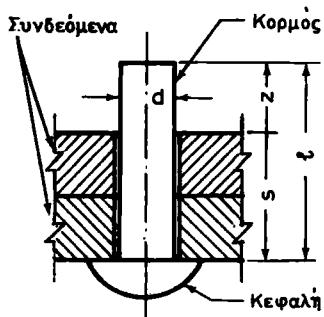
2.1 Καρφιά (ήλοι).

α) Γενικά. Στοιχεία καρφιών.

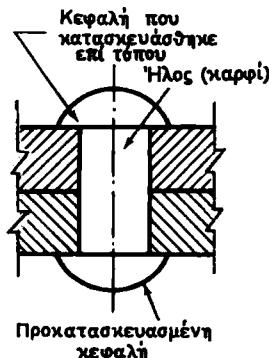
Οι συνδέσεις με καρφιά λέγονται καρφοσυνδέσεις. Η καρφοσύνδεση είναι **μη λυσόμενη σύνδεση**.

Τα καρφιά που χρησιμοποιούνται κάθε φορά για ένα κάρφωμα πρέπει να είναι κατασκευασμένα από το ίδιο υλικό, από το οποίο κατασκευάζονται και τα συνδέσμενα μέρη. Έτσι π.χ. με καρφιά από αλουμίνιο συνδέονται κομμάτια από αλουμίνιο κ.ο.κ.

Τα καρφιά, όταν εξετάζονται μορφολογικά (γεωμετρικά), αποτελούνται από τον **κορμό** και την **κεφαλή** (σχ. 2.1a).



Σχ. 2.1a.



Σχ. 2.1b.

Ο κορμός έχει σχήμα κυλινδρικό με διάμετρο d και είναι αρκετά μακρύς, ώστε όχι μόνο να ξεπερνά τα ελάσματα που πρόκειται να συνδέσει, αλλά και να προχωρεί ακόμα περισσότερο (σχ. 2.1a).

Αν το μήκος του κορμού που αντιστοιχεί στο πάχος των συνδεομένων ελασμάτων, συμβολισθεί με το γράμμα (s), το δε τμήμα που προεξέχει από αυτά με το γράμμα (z), τότε, όπως φαίνεται και από το σχήμα 2.1a, το συνολικό μήκος του κορμού ενός καρφιού ισούται προς:

$$l = s + z$$

Έτσι, αν π.χ. το συνολικό πάχος των δυο συνδεομένων ελασμάτων είναι $s = 10 \text{ mm}$, το δε μήκος του κορμού του ήλου που εξέχει, $z = 12 \text{ mm}$, το συνολικό μήκος του κορμού θα είναι $l = 22 \text{ mm}$.

Το πρόσθετο αυτό μήκος του κορμού **z** χρησιμεύει για να σχηματισθεί επί τόπου η δεύτερη κεφαλή στο καρφί (σχ. 2.1b).

Οι καρφοσυνδέσεις ως προς τον τρόπο κατασκευής τους διακρίνονται:

- Σε μηχανικές που εκτελούνται με μηχανικά μέσα, και
- σ' αυτές που γίνονται με το χέρι.

Στις μηχανικές καρφοσυνδέσεις για το l ισχύει ο τύπος:

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

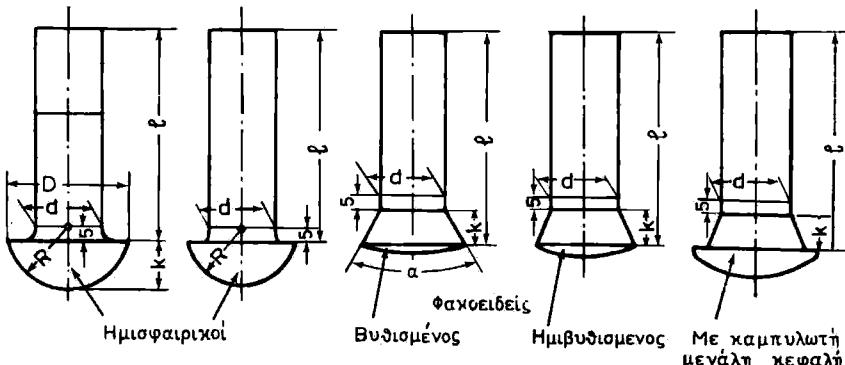
Στις καρφοσυνδέσεις που γίνονται με το χέρι ισχύει ο τύπος:

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

Οι Πίνακες 2.1.1 και 2.1.2 περιέχουν τα κατάλληλα μήκη κορμού σε σχέση με το πάχος των ελασμάτων s για λεβητόκαρφα και για καρφιά σιδηροκατασκευών.

6) Είδη καρφιών.

Όπως φαίνεται από το σχήμα 2.1γ, τα καρφιά διακρίνονται τόσο ως προς τη μορφή της κεφαλής τους, όσο και ως προς το πάχος (διάμετρος d) του κορμού τους.



Σχ. 2.1γ.
Καρφιά διάφορου σχήματος με την ονομασία τους.

Έτσι διαιρούνται:

— Ανάλογα προς τη **μορφή της κεφαλής τους** (σχ. 2.1γ) σε:

- Ημισφαιρικά** (στρογγυλοκέφαλα) που η κεφαλή τους είναι σχεδόν ημισφαιρική.

6) Φακοειδή που η κεφαλή τους είναι λιγότερο καμπυλωτή (όπως είναι οι φακοί).

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1.1

Λεβητόκαρφα. Μήκος κορμού σε σχέση με το πάχος των ελασμάτων.

Αρχική κεφαλή: ημισφαιρική								Διαμορφωμένη κεφαλή: ημισφαιρική												
Αρχική διαμετρ. κορμού d mm	10	12	14	16	18	20	22	d	10	12	14	16	18	20	22	24	27)			
μήκος ελασμάτων s mm	Μήκος κορμού l / mm							s	Μήκος κορμού l / mm.											
6	24							22	45	48	50	52	55	58	62	65				
7	26							24	48	50	52	55	58	60	65	68				
8	26	28						26	50	52	55	58	60	62	68	70	72			
9	28	30	34					28	52	55	58	60	62	65	68	70	72			
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				
15	34	38	40	42	45			40	70	72	76	78	80	85	85	90				
16	36	40	42	45	48	50		42	72	75	75	80	80	85	90	90				
17	38	40	42	45	50	52		44	75	75	80	85	85	90	90	95				
18	38	42	45	48	50	55	55	46		78	80	90	90	90	95	95				
19	40	45	45	48	52	55	58	48		80	85	90	90	95	95	95				
20	42	45	48	50	52	55	60	50		85	90	95	95	95	100	100				

Τα φακοειδή διακρίνονται πάλι σε:

— **θυθισμένα (φρεζάτα)** που η κεφαλή τους έχει τέτοιο σχήμα, ώστε να μπορεί να θυθίζεται, δηλαδή να χωνεύει στο ένα από τα δύο συνδεόμενα κομμάτια, και σε

— **ημιθυθισμένα** που ένα τμήμα μόνο της κεφαλής τους θυθίζεται στο ένα από τα συνδεόμενα, ενώ το υπόλοιπο εξέχει.

γ) Καρφιά με καμπυλωτή κεφαλή.

Η διάμετρος της κεφαλής των ημισφαιρικών καρφιών συμβολίζεται με το γράμμα (D) (σχ. 2.1γ και 2.1δ). Το θυθισμα της κεφαλής των θυθισμένων καρφιών συμβολίζεται με το γράμμα (κ) (σχ. 2.1γ).

Η διάμετρος των κορμών των καρφιών συμβολίζεται, όπως είδαμε, με το γράμμα d (σχ. 2.1γ και 2.1δ).

— Ανάλογα προς τη **διάμετρο του κορμού** τους τα καρφιά διαιρούνται σε δύο κατηγορίες:

α) Στα καρφιά με διáμετρο μικρότερη από 10 mm.

— Τα καρφιά με διáμετρο μικρότερη από 10 mm ($d \leq 10$) διαιρούνται, σύμφωνα με τα γερμανικά πρότυπα D.I.N. σε:

Ημισφαιρικά	(D.I.N. 660, 663, 664)	$d = 1$ ως 9 mm
Βυθισμένα	(D.I.N. 661, 664)	$d = 1$ ως 9 mm
Ημιβυθισμένα	(D.I.N. 662)	$d = 1$ ως 8 mm
Καμπυλωτά με μεγάλη κεφαλή	(D.I.N. 674)	$d = 1,6$ ως 8,4 mm
Πριτσίνια	(D.I.N. 675)	$d = 1,0$ ως 3,0 mm

6) τα καρφιά με διáμετρο από 10 ως 43 mm.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα καρφιά της τελευταίας κατηγορίας (6) χαρακτηρίζονται ως **Λεβητόκαρφα** και χρησιμοποιούνται τόσο για καρφώματα σε λέβητες όσο και για συνδέσεις σιδερένιων κατασκευών (ζευκτά στεγών, δοκοί γεφυρών κλπ.).

Σελ. 8

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1.2 Καρφά σιδηροκατασκευών

Αρχική διáμετρ. κορμού d mm	Αρχική κεφαλή: ημισφαιρική							d	Διαμορφωμένη κεφαλή: ημισφαιρική							
	10	12	14	16	18	20	22		10	12	14	16	18	20	22	(27)
πάχος ελασμά- των s mm	Μήκος ελασμάτων / mm							s	Μήκος ελασμάτων / 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
9	24	26						28	48	48	50	52	55	58	60	65
10	26	28	28					30	50	50	52	55	58	60	62	65
11	26	28	28					32	50	52	55	58	60	62	65	68
12	26	28	30	32				34	52	55	58	60	62	65	68	70
13	28	30	32	32				36	55	58	60	62	65	68	70	72
14	28	30	32	34	36			38	58	60	62	65	68	70	72	75
15	30	32	34	36	38			40	60	62	65	68	70	72	75	78
16	32	34	36	38	38	40		42	62	65	65	68	70	72	75	80
17	32	34	36	38	40	42		44		65	68	70	72	75	78	80
18	34	36	38	40	42	45	48		46		68	70	72	75	78	85
19	36	38	40	42	45	48	48		48		70	72	75	78	80	85
20	38	38	40	42	45	48	50	50			75	78	80	82	85	90

Τα καρφιά με διάμετρο από 10 ως 43 mm ($d > 10$) διαιρούνται σε:

Ημισφαιρικά για καζάνια	(D.I.N. 123) $d = 10$ ως 35 mm
Ημισφαιρικά για σιδηροκατασκευές	(D.I.N. 124) $d = 10$ ως 36 mm
Βυθισμένα	(D.I.N. 302) $d = 10$ ως 36 mm
Ημιβυθισμένα	(D.I.N. 301) $d = 10$ ως 43 mm
Φακοειδή βυθισμένα	(D.I.N. 303) $d = 10$ ως 43 mm

Ανάλογα με το είδος της ηλώσεως που θα προτιμηθεί, εκλέγεται και το σχετικό συνδετικό μέσο (καρφί).

Τα ημισφαιρικά καρφιά χρησιμοποιούνται περισσότερο, επειδή η **σύνδεση με αυτά στοιχίζει φθηνότερα**.

Όταν η κεφαλή των ημισφαιρικών καρφιών εμποδίζει στη χρήση, χρησιμοποιούνται τα βυθισμένα καρφιά. Όπου χρησιμοποιούνται βυθισμένα καρφιά, το πάχος του ελάσματος, μέσα στο οποίο θα βυθισθεί το καρφί, πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το ύψος της κεφαλής (κ) του καρφιού (σχ. 2.1γ).

Τα φακοειδή ημιβυθισμένα δεν χρησιμοποιούνται κατά κανόνα σήμερα. Στη θέση τους χρησιμοποιούνται τα βυθισμένα.

Για να αγοράσουμε ένα καρφί πρέπει να γνωρίζομε τον τύπο του (που δίνεται από το συμβολισμό D.I.N.), τη διάμετρο και το μήκος του κορμού του. Αν πρόκειται π.χ. για ημισφαιρικό καρφί, αυτό έχει συμβολισμό D.I.N. 123, αν πάλι πρόκειται για βυθισμένο, αυτό έχει συμβολισμό D.I.N. 302 κ.ο.κ.

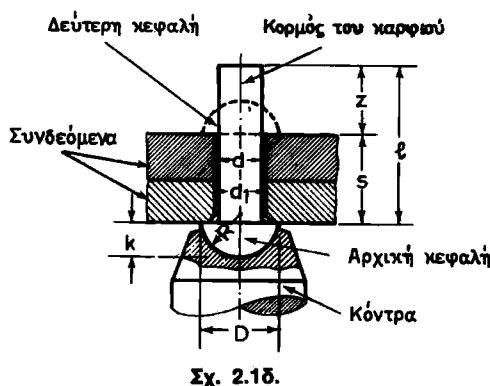
Έτσι, όταν μας ζητηθεί να αγοράσουμε ένα καρφί «20 x 70 D.I.N. 123», σημαίνει ότι θέλομε ένα ημισφαιρικό καρφί με διάμετρο 20 mm και μήκος 70 mm κ.ο.κ.

Όταν αγοράζουμε καρφιά, μετρούμε τη διάμετρο του κορμού σε σημείο του που βρίσκεται τουλάχιστον 5 mm κάτω από την κεφαλή του καρφιού.

Στοιχεία των διαστάσεων των καρφιών θρίσκονται στον Πίνακα 2.1.3.

2.2 Τρύπα του καρφιού (καρφότρυπα).

Στο σημείο που θα γίνει το κάρφωμα, πρώτα ανοίγεται μια τρύπα, είτε με **ζουμπά**, είτε με **τρυπάνι** και μετά εφαρμόζεται το καρφί. Η διάμετρος της τρύπας που συμβολίζεται με το γράμμα (d_1) (σχ. 2.1δ), λαμβάνεται σύμφωνα με



ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1.3.
Διαστάσεις περιφέρων

Διάμετρος κορμού	d	10	12	(14)	16	(18)	20	22	24	27	30	(33)	36
Διάμετρος απός καρφιού	d ₁	11	13	15	17	19	21	23	25	28	31	34	37
Κοχλίας που ταιρίζει 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
Υψος κεφαλής	k	7	9	10	11,5	13	14	16	17	19	21	23	25
Ακτίνα καμπύλ. 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
Υψος κεφαλής	k	6,5	7,5	9	10	11,5	13	14	16	17	19	21	23
Ακτίνα καμπύλ. 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
Υψος κεφαλής	k	3	4	5	6,5	8	10	11	12	13,5	15	16,5	18
Ακτίνα καμπύλ. κεφαλής	R	27	41	58	85	113	124,5	175,5	91	111	114	136	164
Βλεφαρίδες										60°		45°	
Γωνία βυθίσεως	a												

τους κανονισμούς, μεγαλύτερη κατά ένα χιλιοστό (1 mm) από τη διάμετρο (d) του καρφιού που θα δεχθεί.

Η δαπάνη για τη διάνοιξη της τρύπας με ζουμπά είναι θέβαια μικρότερη από τη δαπάνη για τη διάνοιξη της με τρυπάνι. Οι τρύπες όμως που ανοίγονται με το ζουμπά, έχουν το μειονέκτημα ότι δεν είναι απόλυτα κυλινδρικές, και ότι η εσωτερική κυλινδρική επιφάνειά τους παρουσιάζει λεπτές ρωγμές που ελαττώνουν πολύ την αντοχή της συνδέσεως. Για το λόγο αυτό στους λέθητες και στις σιδηροκατασκευές, πάντοτε προβλέπεται οι τρύπες να ανοίγονται με τρυπάνι.

Συνιστάται επίσης οι τρύπες να ανοίγονται **ταυτόχρονα σ' όλα τα ελάσματα** που πρόκειται να συνδεθούν μεταξύ τους.

2.3 Διάταξη καρφοσυνδέσεων (ηλώσεων).

Οι καρφοσυνδέσεις διακρίνονται σε:

- Καρφοσυνδέσεις με **επικάλυψη** (σχ. 2.3a) και σε
- καρφοσυνδέσεις με **αρμοκαλύπτρες** (αρμοκαλύμματα, αρμοκαλύπτρα) (σχ. 2.3b). (Αρμοκαλύπτρα είναι το πρόσθετο έλασμα που καλύπτει τον αρμό συνδέσεως δυο ελασμάτων).

α) Στις ραφές με επικάλυψη, όπως βλέπουμε και στο σχήμα 2.3a, τα ελάσματα 1 και 2 υπερκαλύπτουν κατά ένα ποσοστό το ένα το άλλο και συνδέονται με μια, δυο ή και τρεις σειρές καρφιών. Ο τρόπος αυτός της συνδέσεως είναι απλός· αλλά έχει το μειονέκτημα ότι τόσο τα καρφιά όσο και τα ελάσματα **υποφέρουν σύνθετα** στο τμήμα της επικαλύψεως από διπλές ραφές που συνδέονται με αρμοκαλύπτρες.

β) Στις ραφές με αρμοκαλύπτρες, τα ελάσματα ταιριάζονται μετωπικά, όπως φαίνεται π.χ. στο σχήμα 2.3b, ο δε διαχωριστικός αρμός καλύπτεται με ένα ή δυο ελάσματα, δηλαδή με τις **αρμοκαλύπτρες**. Οι αρμοκαλύπτρες καρφώνονται με τα συνδεόμενα και πραγματοποιούν έτσι τη σύνδεση μεταξύ τους (σχ. 2.3b).

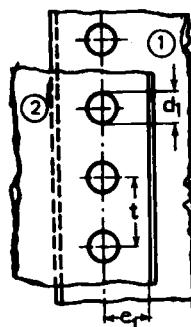
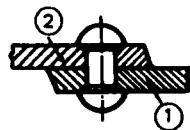
Η καρφοσύνδεση είτε με επικάλυψη είναι, είτε με αρμοκαλύπτρα, μπορεί να έχει μια, δυο ή και περισσότερες σειρές καρφιών, ανάλογα με την αντοχή που θέλομε να παρουσιάζει.

Έτσι οι ραφές διακρίνονται σε ραφές με επικάλυψη απλής ή διπλής σειράς καρφιών και σε ραφές με αρμοκαλύπτρα **απλής ή διπλής σειράς καρφιών**.

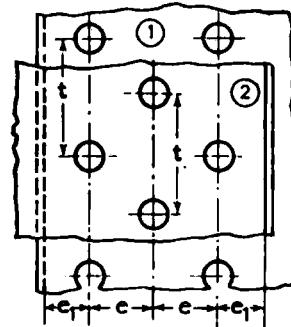
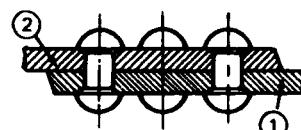
Η απόσταση μεταξύ δυο γειτονικών καρφιών της ίδιας σειράς ονομάζεται **θήμα της ηλώσεως** και συμβολίζεται με το γράμμα (t) (σχ. 2.3a και 2.3b).

Τόσο στις ραφές με αρμοκαλύπτρες όσο και στις ραφές με επικάλυψη, εκτός από το θήμα (t), διακρίνομε και μερικές άλλες αποστάσεις. Αυτές είναι: η απόσταση (θ) μεταξύ δυο παραλήλων σειρών καρφιών και η απόσταση (e₁) της ακραίας σειράς καρφιών από την άκρη του ελάσματος (σχ. 2.3a και 2.3b). Η απόσταση αυτή έχει σημασία τόσο για τη στεγανότητα όσο και για την αντοχή της καρφοσυνδέσεως.

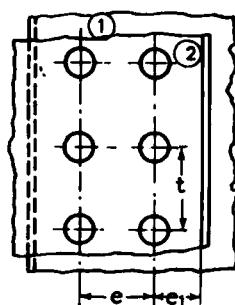
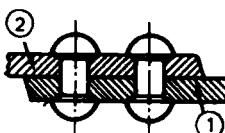
Συνήθως η απόσταση (e₁) λαμβάνεται (ση με 1,5d, όπου (d) η διάμετρος του κορμού του καρφιού. Ιδιαίτερα στις καρφοσυνδέσεις με αρμοκαλύπτρες υπάρχει και η απόσταση (θ₂) του άξονα των καρφιών από τον αρμό. Η (θ₂) λαμβάνεται συνήθως λίγο μικρότερη της (e₁) (σχ. 2.3b).



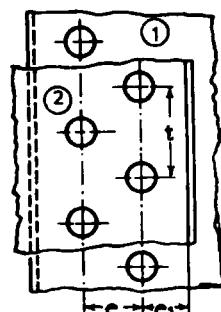
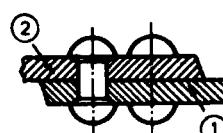
Καρφοσύνδεση (ήλωση) με επικάλυψη απλής σειράς.



Καρφοσύνδεση (ήλωση) με επικάλυψη τριπλής σειράς (ζιγκ-ζαγκ).



Καρφοσύνδεση (ήλωση) με επικάλυψη διπλής σειράς.

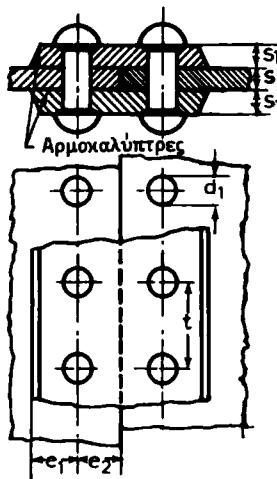


Καρφοσύνδεση (ήλωση) με επικάλυψη διπλής σειράς (ζιγκ-ζαγκ).

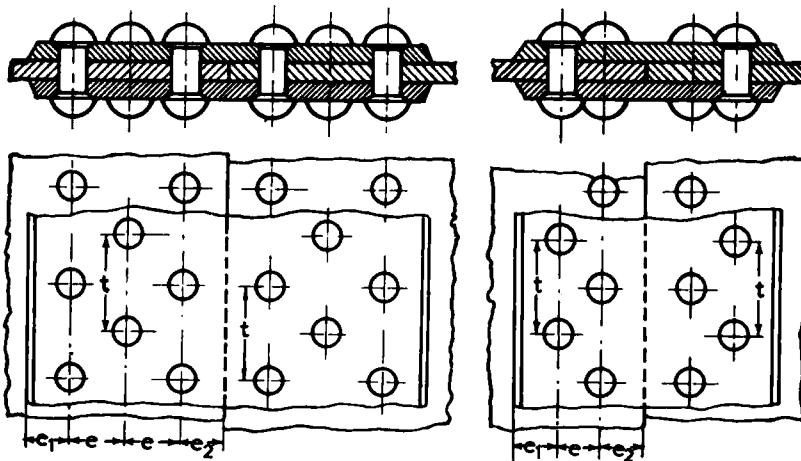
Σχ. 2.3α.

Από όσα ειπώθηκαν ως τώρα, φαίνεται ότι για να γίνει μια καρφοσύνδεση πρέπει να ορισθούν τα βασικά στοιχεία της. Αυτά είναι: η διάμετρος (d) του καρφιού που θα χρησιμοποιηθεί, το βήμα του καρφώματος (t), δηλαδή η απόσταση από καρφί σε καρφί στην ίδια σειρά, και ο αριθμός των σειρών των καρφιών. Στην παράγραφο 2.5 αναφέρεται πώς ορίζονται τα στοιχεία αυτά.

Στον πίνακα 2.3.1 φαίνονται συνοπτικά όλες οι καρφοσυνδέσεις.



Καρφοσύνδεση (ήλωση) με δίπλευρη αρμοκαλύπτρα
απλής σειράς.



Καρφοσύνδεση (ήλωση) τριπλής σειράς ζίγκ-ζάγκ
με διπλή αρμοκαλύπτρα.

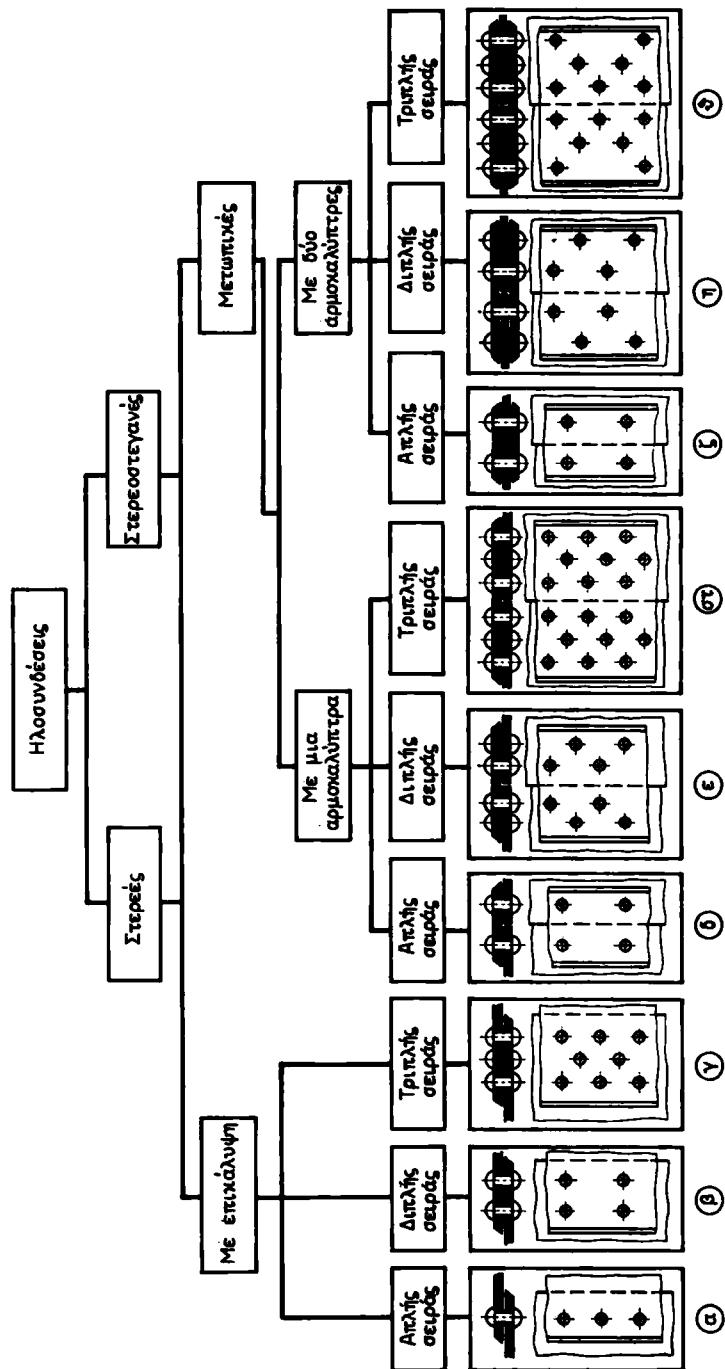
Καρφοσύνδεση (ήλωση) διπλής
σειράς ζίγκ-ζάγκ
με διπλή αρμοκαλύπτρα.

Σχ. 2.3β.

2.4 Πεδίο εφαρμογής των ηλοσυνδέσεων.

Με την αλματώδη εξέλιξη των συγκολλήσεων γενικώς, ιδιαίτερα δε των ηλεκτροσυγκολλήσεων, η ηλοσύνδεση (καρφοσύνδεση), σαν τεχνολογικό μέσον δοκιμάζει σήμερα **σοθαρή κρίση**.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.3.1



Μπορεί να ισχυρισθεί κανείς ότι από πλευράς **κόστους συνδέσεως** πλεονεκτούν οι συγκολλήσεις, γι' αυτό, επαναλαμβάνομε, ότι στη σημερινή εποχή δεν χρησιμοποιούνται οι ηλοσυνδέσεις όπως πριν από τριάντα χρόνια.

Εν τούτοις παραμένουν ακόμη σε εφαρμογή στην κατασκευή **στεγανών συνδέσεων** σε ανοικτές δεξαμενές, σε καπνοδόχους καθώς και σε χαλυβδοσωλήνες χωρίς εσωτερική πίεση.

Η ηλοσύνδεση εξ άλλου έχει το πλεονέκτημα της σχετικά μεγαλύτερης ασφάλειας, γιατί είναι ευκολότερος **ο έλεγχος της ποιότητάς της** και δεν υπάρχει ο κίνδυνος καταστροφής του μεταλλικού ιστού ούτε να αναπτυχθούν εσωτερικές τάσεις λόγω υψηλών θερμοκρασιών, πράγμα που δεν μπορεί κανείς να το αποκλείσει στις συγκολλήσεις.

Τέλος σοθαρό πλεονέκτημα στις ηλοσυνδέσεις είναι και το ότι αυτές για να εφαρμοσθούν δεν χρειάζεται **ηλεκτρικό ρεύμα**. Γι αυτό όταν συντρέχουν αυτές οι περιπτώσεις η ηλοσύνδεση παραμένει ως **μοναδική λύση** για μια μη λυδμένη σύνδεση.

2.5 Ανακεφαλαίωση.

1. Τα καρφιά (ήλοι) είναι τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για τις καρφοσυνδέσεις (ηλώσεις). Τα συνδεόμενα και οι ήλοι είναι από το ίδιο υλικό.

Οι ηλώσεις διακρίνονται σε **μηχανικές** (καρφοσυνδέσεις) με τη βοήθεια μηχανημάτων και σε **χειροποίητες** που εκτελούνται από τον τεχνίτη με εργαλεία χειρός. Κάθε ήλος διακρίνεται από το μέγεθος του κορμού και το είδος της κεφαλής του. Ανάλογα με τη μορφή της κεφαλής διακρίνονται οι ήλοι σε:

Ημισφαιρικούς, φακοειδείς, βυθισμένους, ημιβυθισμένους και με καμπυλωτή μεγάλη κεφαλή. Ανάλογα με τη διάμετρο του κορμού τους διακρίνονται σε: Ήλους με διάμετρο κάτω των 10 mm και ήλους με διάμετρο από 10 ως 43 mm, τα λεβητόκαρφα.

2. Η τρύπα για το καρφί γίνεται κατά 1 mm μεγαλύτερη (καρφότρυπα) από τη διάμετρό του.

3. Οι ηλώσεις διακρίνονται σε:

Ηλώσεις με επικάλυψη.

Ηλώσεις με αρμοκαλύπτρες.

Για να γίνει μια ήλωση χρειάζεται να ορισθούν: η διάμετρος του ήλου, το βήμα της ηλώσεως και ο αριθμός των σειρών των καρφιών.

4. Από πλευράς εκτελέσεως διακρίνομε:

Ηλώσεις εν ψυχρώ, για καρφιά με διάμετρο μικρότερη από 8 mm.

Ηλώσεις εν θερμώ για καρφιά με διάμετρο μεγαλύτερη από 8 mm.

2.6 Ερωτήσεις.

1. Ποια είναι τα ουσιώδη χαρακτηριστικά ενός καρφιού;
2. Πόσων ειδών καρφιά διακρίνομε σχετικά με τη μορφή των κεφαλών τους;
3. Πόσων ειδών καρφιά διακρίνομε σχετικά με το μέγεθος της διαμέτρου τους;
4. Η διάμετρος της καρφότρυπας διαφέρει από τη διάμετρο του καρφιού;
5. Με πόσους τρόπους είναι δυνατό να ανοιχθεί μια καρφότρυπα και ποιος πρέπει να προτιμάται συνήθως από αυτούς;
6. Σε ποιες περιπτώσεις οι ηλοσυνδέσεις είναι αναντικατάστατες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΚΟΧΛΙΕΣ ΚΑΙ ΚΟΧΛΙΩΤΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

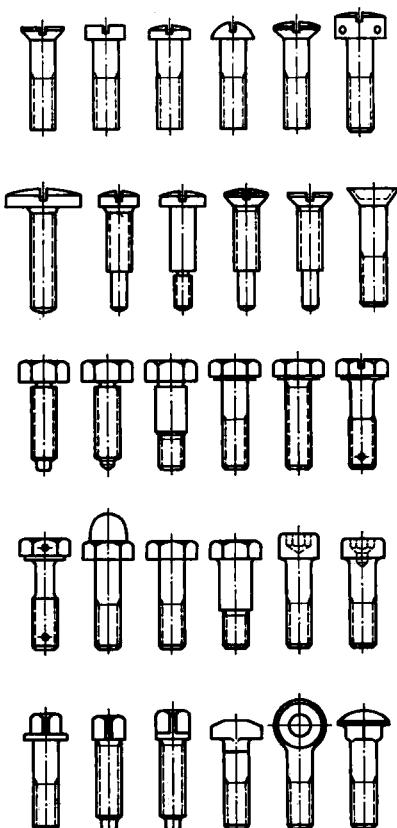
3.1 Κοχλίες.

a) Γενικά. Περιγραφή κοχλιών.

Ο κοχλίας, (*θίδα ή μπουλόνι*), είναι το στοιχείο που χρησιμοποιείται περισσότερο από κάθε άλλο στις κατασκευές.

Με τους κοχλίες όχι μόνο συναρμολογούμε μηχανές, αλλά και συνδέομε προσωρινά και μόνιμα μεταλλικά κομμάτια και στις δομικές κατασκευές (όπως στέγες, γέφυρες κλπ).

Στο σχήμα 3.1α φαίνονται τα περισσότερα είδη από τους κοχλίες που χρησιμοποιούμε.



Σχ. 3.1α.
Είδη από κοχλίες.

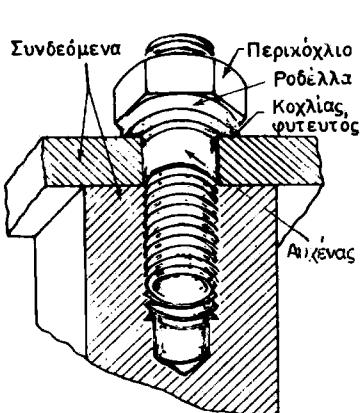
Κάθε κοχλίας αποτελείται από τον κυλινδρικό **κορμό** και την **κεφαλή**. Στον κορμό διακρίνομε δύο μέρη: το **αυλακωτό τμήμα**, δηλαδή το τμήμα που φέρει την αυλάκωση, και το τμήμα που δεν φέρει αυλάκωση που λέγεται **αυχένας**. Ο αυχένας βρίσκεται κάτω από την κεφαλή. Μερικοί κοχλίες δεν έχουν αυχένα (σχ. 3.1α).

Ο κοχλίας πολύ συχνά συνοδεύεται και από ένα περικόχλιο (παξιμάδι) που είναι απαραίτητο για τη στερέωσή του.

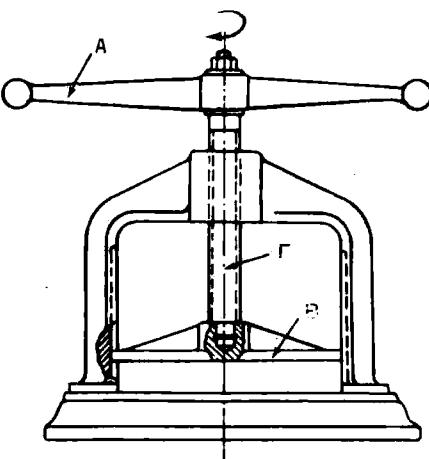
Πρέπει να σημειώσουμε ότι υπάρχουν και κοχλίες που δεν έχουν κεφαλή, ο δε αυχένας τους βρίσκεται στο μέσο του κορμού τους. Αυτοί λέγονται φυτευτοί κοχλίες ή διαφορετικά μπουζόνια (σχ. 3.1β).

Για να κατασκευασθούν κοχλίες είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν δλα τα συνήθη μέταλλα π.χ. χάλυβας, χαλκός, μπρούντζος, αλουμίνιο κ.α.

Η κοχλίωση είναι μια λυδμενη σύνδεση.



Σχ. 3.1β.
Φυτευτός κοχλίας.



Σχ. 3.1γ.
Πρέσσα.

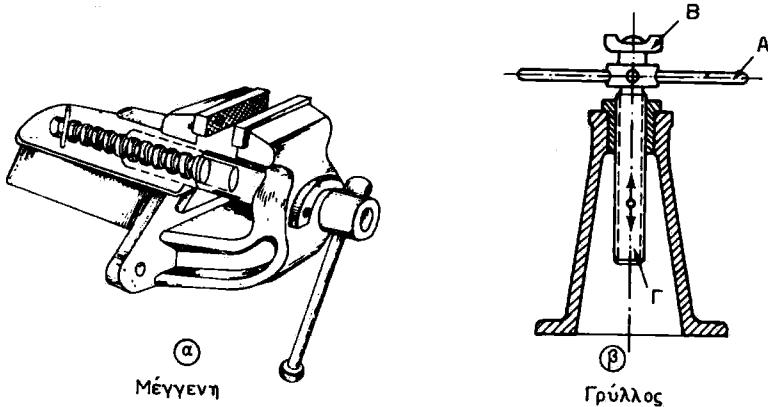
8) Είδη από κοχλίες.

Στην κατασκευή των μηχανών, οι κοχλίες δεν χρησιμοποιούνται μόνο ως **στοιχεία συνδέσεως**, αλλά και ως **στοιχεία κινήσεως** και γι' αυτό το λόγο διακρίνονται σε κοχλίες **συνδέσεως** ή **στερεώσεως** και σε κοχλίες **κινήσεως**.

Οι κοχλίες συνδέσεως χρησιμοποιούνται γενικά για τις συνδέσεις των διαφόρων τμημάτων των τεχνικών έργων ή των μηχανών, οι δε αυλακώσεις τους έχουν πάντοτε τριγωνική μορφή.

Οι κοχλίες κινήσεως αντίθετα μας βοηθούν στη μετατροπή:

1) Μιας **περιστροφικής κινήσεως** σε **ευθύγραμμη**, όπως π.χ. συμβαίνει στην **πρέσσα** (σχ. 3.1γ), όπου περιστρέφονται με το χέρι το στρόφαλο Α δεξιά ή αριστερά επιτυγχάνεται ευθύγραμμη μετατόπιση της κεφαλής της πρέσσας Β άνω ή κάτω, επειδή αυτή συνδέεται με τον κοχλία Γ. Το ίδιο συμβαίνει και στη μέγγενη [σχ. 3.1δ (α)] και στο γρύλλο [σχ. 3.1δ (β)].



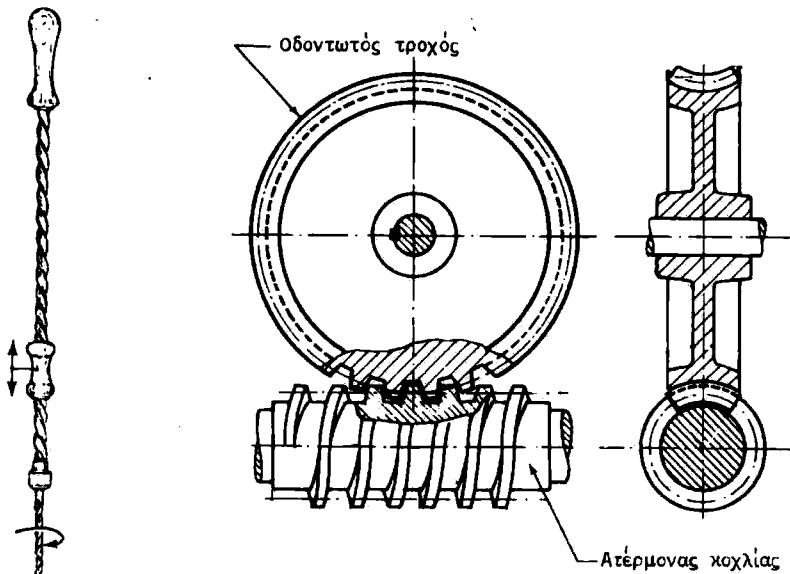
Σχ. 3.1δ.

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

3) *Μιας περιστροφικής κινήσεως σε άλλη περιστροφική*, όπως π.χ. συμβαίνει στο σύστημα ατέρμονα κοχλίας και οδοντωτού τροχού (σχ. 3.1στ.).

Χαρακτηριστικό του αν ένας κοχλίας ανήκει στους κοχλίες συνδέσεως ή κινήσεως είναι η μορφή που έχει η *αυλάκωση του κορμού του*. Η αυλάκωση αυτή, που λέγεται *σπείρωμα*, είναι διαφορετική στους κοχλίες κινήσεως.

Τι ακριβώς όμως είναι τα σπειρώματα, θα το δούμε στο επόμενο Κεφάλαιο. Πολλές φορές επίσης, η μορφή της κεφαλής των κοχλιών συνδέσεως



Σχ. 3.1ε.
Χειροκίνητο τρυπάνι.

Σχ. 3.1στ.

καθορίζεται ανάλογα με το είδος της κοχλιοσυνδέσεως. Στην παράγραφο 3.7 μιλούμε εκτενέστερα για τις συνδέσεις που εκτελούνται με τους κοχλίες (κοχλιοσυνδέσεις), όπου εξετάζεται ταυτόχρονα και η μορφή των διαφόρων κοχλιών.

3.2 Σπειρώματα.

A' Εξωτερικά σπειρώματα.

α) Ελικοειδής γραμμή.

Πριν δούμε τι είναι σπειρώμα, ας μιλήσουμε πρώτα για την ελικοειδή γραμμή που λαμβάνεται σαν βάση στην κατασκευή των σπειρωμάτων.

Έστω ότι έχουμε ένα κύλινδρο που έχει διάμετρο d και χωριστά ένα ορθογώνιο τρίγωνο OAB πάνω σε χαρτί (σχ. 3.2a). Το τρίγωνο αυτό έχει την πλευρά του OA ίση με την περιφέρεια του κυλίνδρου. Δηλαδή:

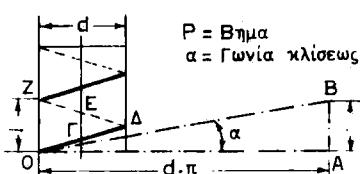
$$OA = \pi \cdot d = 3,14 \cdot d$$

Όταν τυλιχθεί το χάρτινο τρίγωνο πάνω στον κύλινδρο έτσι, ώστε η πλευρά OA του τριγώνου να περιβάλλει την κυκλική βάση του κυλίνδρου (δηλαδή να συμπέσει με την περιφέρειά του), τότε η υποτείνουσα OB του τριγώνου σχηματίζει πάνω στην επιφάνεια του κυλίνδρου τη γραμμή ΟΓΔΕΖ. Η γραμμή αυτή λέγεται **ελικοειδής γραμμή**.

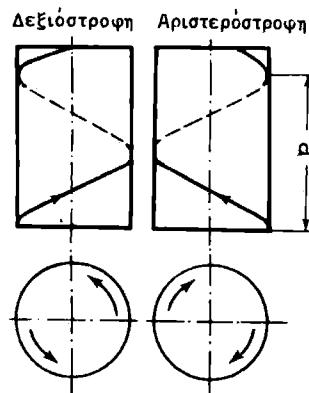
Ανάλογα με την κατεύθυνση που τυλίγεται το τρίγωνο πάνω στον κύλινδρο δεξιά ή αριστερά αρχίζοντας από το ίδιο πάντα σημείο της βάσεως του κυλίνδρου, η ελικοειδής γραμμή χαρακτηρίζεται ως **δεξιόστροφη ή αριστερόστροφη** (σχ. 3.2b).

Όπως γνωρίζομε από τη γεωμετρία, το ορθογώνιο τρίγωνο OAB, με τη βοήθεια του οποίου χαράχθηκε η ελικοειδής γραμμή, ορίζεται από τη γωνία α και την κάθετη πλευρά AB. Το μήκος P της πλευράς αυτής θα ονομάζεται από δω και πέρα **θήμα της ελικοειδούς γραμμής**.

Κάθε γενέτειρα λοιπόν του κυλίνδρου τέμνεται από την ελικοειδή γραμμή, όταν αυτή αναπτύσσεται στην επιφάνεια του κυλίνδρου κατά ίσες αποστάσεις P (σχ. 3.2b).



Σχ. 3.2a.



Σχ. 3.2b.

Τα δυο μεγέθη: α και Ρ συνδέονται με την τριγωνομετρική σχέση:

$$\text{εφα} = \frac{(AB)}{(OA)} = \frac{\text{Ρ}}{\pi \cdot d}$$

όπου: d, όπως έχει αναφερθεί είναι η διάμετρος του κυλίνδρου και $\pi = 3,14$.

Από τον παραπάνω τύπο (1) βλέπουμε ότι, αν γνωρίζουμε τη διάμετρο του κυλίνδρου και τη γωνία α του τριγώνου, μπορούμε να υπολογίσουμε το βήμα της ελικοειδούς γραμμής Ρ.

Εάν π.χ. $d = 40 \text{ mm}$ και $\text{εφα} = 1/2$, τότε:

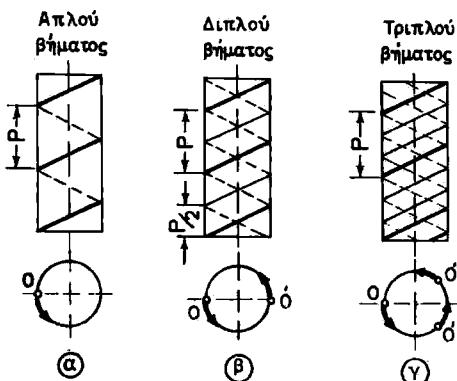
$$\text{Ρ} = \pi \cdot d \cdot \text{εφα}$$

$$\text{Ρ} = 3,14 \times 40 \times 1/2 \text{ και}$$

$$\text{Ρ} = 62,8 \text{ mm}$$

Το βήμα Ρ εκφράζεται είτε σε χιλιοστά του μέτρου (mm) είτε σε κλάσματα της ίντσας (1 ίντσα = 25,4 mm). Π.χ. λέμε ότι η ελικοειδής γραμμή έχει βήμα $\text{Ρ} = 4 \text{ mm}$ ή σε άλλη περίπτωση ότι έχει βήμα $\text{Ρ} = 1/12''$ (ένα δωδέκατο της ίντσας), δηλαδή ότι έχουμε 12 βήματα σε κάθε ίντσα.

Η ελικοειδής γραμμή που σχηματίζεται σύμφωνα με τον τρόπο που αναπτύχθηκε παραπάνω, δηλαδή με την περιτύλιξη του ορθογώνιου τριγώνου OAB γύρω από τον κύλινδρο με αρχή το σημείο O, λέγεται **ελικοειδής γραμμή απλού βήματος** (σχ. 3.26). Αν, με τη βοήθεια του ίδιου τριγώνου OAB αλλά με αρχή το σημείο O', αντιδιαμετρικό του O, σχηματίσθει νέα ελικοειδή γραμμή πάνω στον κύλινδρο [σχ. 3.2γ(6)] τότε αυτή θα βαίνει παράλληλα προς την πρώτη και θα έχει φυσικά το ίδιο βήμα Ρ, αφού το τρίγωνο παρέμεινε το ίδιο. Στην περίπτωση αυτή ο κορμός, σε ύψος Ρ, περιβάλλεται από δυο παράλληλες ελικοειδείς γραμμές. Κάθε γενέτειρα συνεπώς του κυλίνδρου θα τέμνεται από το ζεύγος αυτό των ελικοειδών γραμμών σε αποστάσεις $\text{Ρ}/2$ [σχ. 3.2γ(6)].



Σχ. 3.2γ.

Η χάραξη αυτή λέγεται διπλού βήματος γιατί έχουμε χαραγμένες ταυτόχρονα δυο ελικοειδείς γραμμές που προέρχονται από δυο διαφορετικές αρχές.

Στην περίπτωση αυτή την απόσταση $P/2$ που χωρίζει τις δυο ελικοειδείς γραμμές, θα την ονομάζομε **απόστημα** και όχι βήμα.

Έτσι, στην περίπτωση του διπλού βημάτος το απόστημα θα ισούται με το μισό βήμα, $P/2$.

8) Πώς χαράζεται η ελικοειδής γραμμή.

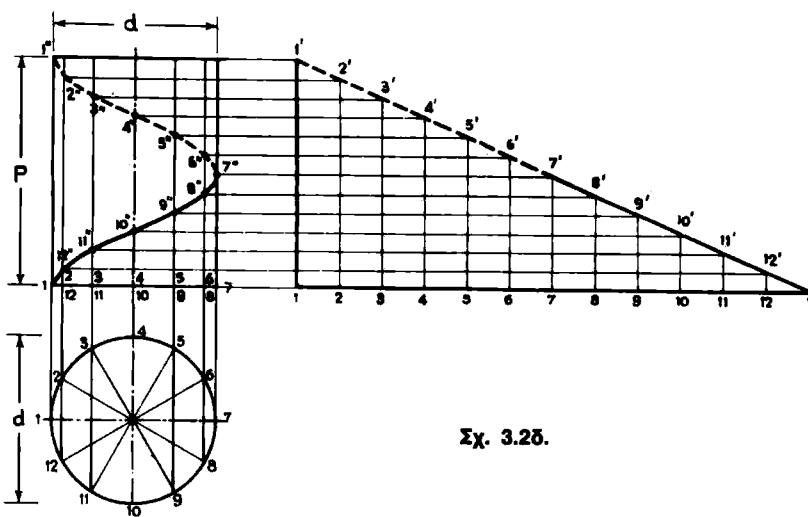
Όταν γνωρίζομε το βήμα P της ελικοειδούς γραμμής και τη διάμετρο d του κυλίνδρου, επάνω στον οποίο προσαρμόζεται αυτή, τότε μπορούμε να σχεδιάσουμε την προβολή της επάνω σ' ένα επίπεδο παράλληλο προς τον άξονα του κυλίνδρου, με τον ακόλουθο τρόπο (σχ. 3.2δ):

Χωρίζομε την περιφέρεια της βάσεως του κυλίνδρου, καθώς και την υποτείνουσα του τριγώνου που τυλίγεται γύρω από την περιφέρεια, σε ίσα μέρη. Στο σχήμα 3.2δ χωρίσθηκαν και τα δυο σε 12 ίσα μέρη.

Έτσι, επάνω στην περιφέρεια έχουμε τα σημεία 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 και επάνω στην υποτείνουσα τα αντίστοιχα σημεία 1', 2', 3', 4', 5', 6', 7', 8', 9', 10', 11', 12'.

Φέρομε από τα σημεία 1, 2... 12 κατακόρυφες γραμμές, από δε τα σημεία 1', 2', ..., 12' της υποτείνουσας αντίστοιχα οριζόντιες.

Τα σημεία της τομής των αντίστοιχων γραμμών 1'', 2'', 3'', 4'', ..., 12'' πέφτουν στην προβολή της ελικοειδούς γραμμής. Αν με τη βοήθεια ενός καμπυλογράμμου ενώσουμε όλα αυτά τα σημεία, έχουμε τη ζητούμενη προβολή της ελικοειδούς γραμμής.



Σχ. 3.2δ.

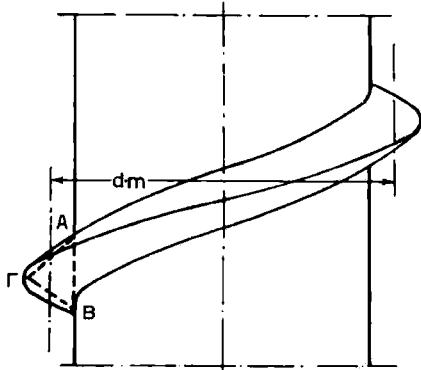
γ) Τι είναι και πώς σχηματίζεται το σπείρωμα.

Στο γνωστό μας κύλινδρο με διάμετρο d , στον οποίο έχει χαραχθεί μια ελικοειδής γραμμή, περιτυλίγεται ένα εύκαμπτο πρισματικό λουρί, πχ. από λάστιχο [σχ. 3.2ε και 3.2στ (α)], με τριγωνική διατομή ΑΒΓ. Το τύλιγμα γίνεται

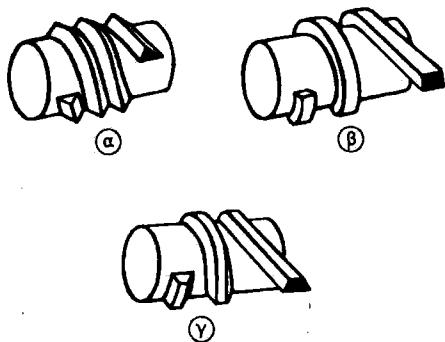
έτσι ώστε η ακμή της κορυφής Α να ταυτίζεται με την ελικοειδή γραμμή που έχει χαραχθεί, η δε πλευρά ΑΒ να εφάπτεται συνεχώς στην επιφάνεια του κυλίνδρου.

Όταν το επιτύχομε αυτό, βλέπομε ότι σχηματίζεται επάνω στον κύλινδρο μια **στέρεη προεξοχή**. Η προεξοχή αυτή αποτελεί ένα **σπείρωμα** (βόλτα), και μάλιστα στην περίπτωσή μας, επειδή το λουρί έχει τριγωνική διατομή, ένα **τριγωνικό σπείρωμα**.

Αν ο ιμάντας είχε ορθογωνική διατομή [σχ. 3.2στ (β)], το σπείρωμα θα ήταν



Σχ. 3.2ε.



Σχ. 3.2στ.

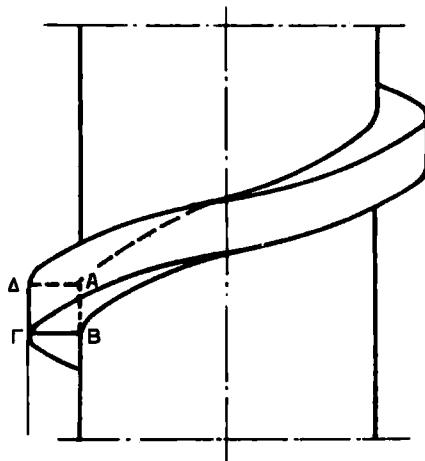
ορθογωνικό αν η διατομή του ήταν τραπεζοειδής, τότε και το σπείρωμα θα ήταν **τραπεζοειδές** [σχ. 3.2στ (γ)].

Μπορούμε να πούμε επίσης ότι το τετραγωνικό σπείρωμα, όπως και κάθε άλλο, μπορεί να σχηματισθεί και όταν μετακινείται η επιφάνεια ενός τετραγώνου ΑΒΓΔ (σχ. 3.2ζ) επάνω στον κύλινδρο κατά τρόπο, ώστε η μεν πλευρά του ΑΒ να εφάπτεται στον κύλινδρο, η κορυφή του Α να ακολουθεί τη χαραγμένη ελικοειδή γραμμή, το δε επίπεδο του τετραγώνου να διέρχεται συνεχώς από τον άξονα του κυλίνδρου.

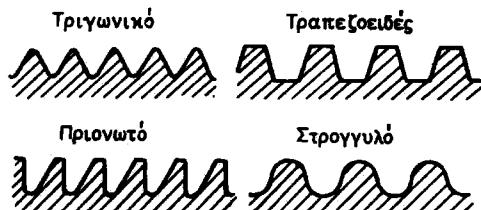
Έχομε λοιπόν σπειρώματα **ορθογωνικά, τριγωνικά, τραπεζοειδή, πριονωτά, στρογγυλά** (σχ. 3.2η) κλπ.

Όταν μιλήσαμε για τις ελικοειδείς γραμμές, διακρίναμε την απλή, τη διπλή κλπ. ελικοειδή γραμμή. Αν σ' ένα κύλινδρο, στον οποίο έχει χαραχθεί μια διπλή ελικοειδής γραμμή προσαρμοσθούν σε κάθε μια από αυτές οι γνωστοί μας πια ελαστικοί τριγωνικοί ιμάντες, τότε θα σχηματισθεί ένα τριγωνικό σπείρωμα **δύο αρχών** ή αλλοιώς ένα **διπλό σπείρωμα**. Όπως οι ελικοειδείς γραμμές, έτσι και τα σπειρώματα με δύο π.χ. αρχές τέμνουν τη γενέτειρα του κυλίνδρου σε αποστάσεις P/2, τα σπειρώματα με τρεις αρχές σε αποστάσεις P/3 κ.ο.κ.

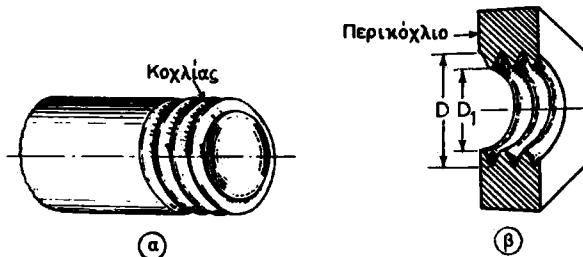
Χρησιμοποιήθηκε προηγουμένως το ευλύγιστο «λουρί» για το σχηματισμό του σπειρώματος μόνο για να γίνει σαφές από διδακτικής πλευράς τι είναι ένα σπείρωμα και πώς διαμορφώνεται αυτό. Στην πράξη η συχνότερα εφαρμοζόμενη μέθοδος για την κατασκευή ενός κοχλία είναι με αφαίρεση υλικού από τον κορμό του κοχλία με κατάλληλο κοπτικό εργαλείο. Το πώς όμως κατασκευάζονται τα σπειρώματα σ' ένα κύλινδρο αυτό αναφέρεται αναλυτικά στο βιβλίο «Μηχανουργική Τεχνολογία, Εργαστήριο I».



Σχ. 3.2ζ.

Σχ. 3.2η.
Είδη σπειρωμάτων.

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



Σχ. 3.2θ.

B' Εσωτερικά σπειρώματα – περικόχλιο (παξιμάδι).

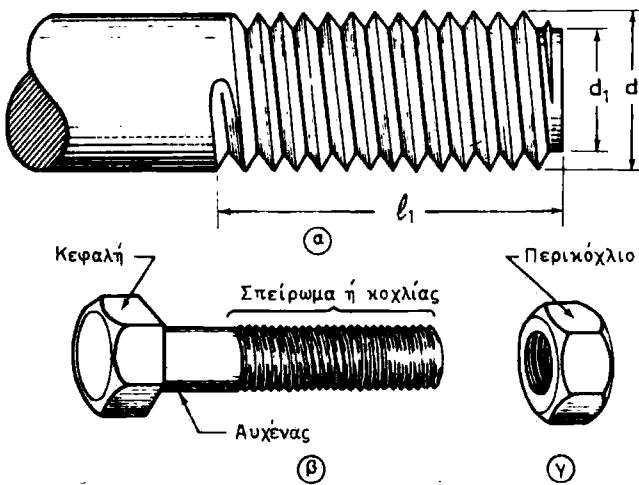
Αν αντί για τον κύλινδρο που χρησιμοποιήσαμε στην προηγούμενη παράγραφο, πάρομε ένα τμήμα από σωλήνα και στην εσωτερική του επιφάνεια τυλίξομε με τον ίδιο τρόπο το εύκαμπτο λουρί που προσαρμόσαμε εξωτερικά στον κύλινδρο του σχήματος 3.2ε, τότε αυτό που προκύπτει στο εσωτερικό του σωλήνα είναι ένα σπείρωμα που ονομάζεται **εσωτερικό** [σχ. 3.2θ(β)].

Κάθε σωλήνας που έχει εσωτερικά ένα οποιοδήποτε σπείρωμα, καλείται **περικόχλιο** (παξιμάδι).

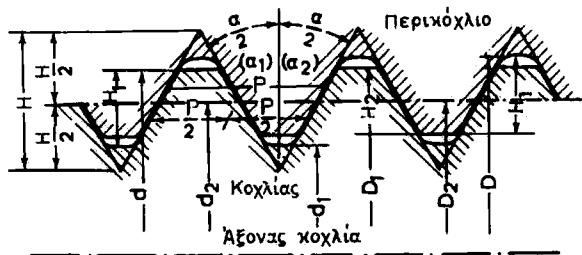
3.3 Στοιχεία για κοχλίες και περικόχλια (διάμετρος, μήκος, ύψος, βήμα κλπ.).

a) Στοιχεία για κοχλίες.

Σε κάθε κοχλία διακρίνομε ορισμένες διαστάσεις που είναι χαρακτηριστικές



Σχ. 3.3α.



Σχ. 3.3β.

- γι' αυτόν. Ας τις παρακολουθήσουμε στα σχήματα 3.3α(α) και 3.3γ.
- d: είναι ή εξωτερική ή ονομαστική διάμετρος του κοχλία. Είναι η **μεγαλύτερη διάμετρος του**. Το μέγεθός της χαρακτηρίζει τα δεδομένα του κοχλία.
- d_1 : είναι η εσωτερική διάμετρος ή διάμετρος του πυρήνα του κοχλία που είναι και η μικρότερη διάμετρος του. Μ' αυτήν καθορίζεται η φορτιζόμενη επιφάνεια της βίδας, άρα η αντοχή της.
- d_2 : είναι η διάμετρος πλευρών ή μέση διάμετρος. Βρίσκεται ανάμεσα στην εξωτερική και εσωτερική διάμετρο και ενδιαφέρει ως μέγεθος, γιατί από την ακρίβειά της εξαρτάται η αντοχή του περικοχλίου. Είναι η απόσταση δυο απέναντι σημείων του κοχλία που μετριέται κάθετα προς τον άξονα. Πολλές φορές από σφάλματα μορφής λαμβάνεται η απόσταση από τα μέσα δυο απέναντι πλευρών. Ως μέσα δε σημεία των πλευρών θεωρούνται τα σημεία, όπου το διάκενο είναι ίσο με το πάχος του σπειρώματος (σχ. 3.3β).
- P: είναι το θήμα, δηλαδή η απόσταση δυο παραλλήλων πλευρών του τριγώνου, που γεννάει το σπειρόματα και μετριέται παράλληλα προς τον άξονα (σχ. 3.3β).
- l: είναι το μήκος που βιδώνει, δηλαδή το μήκος του κορμού που φέρει το σπειρόματα.

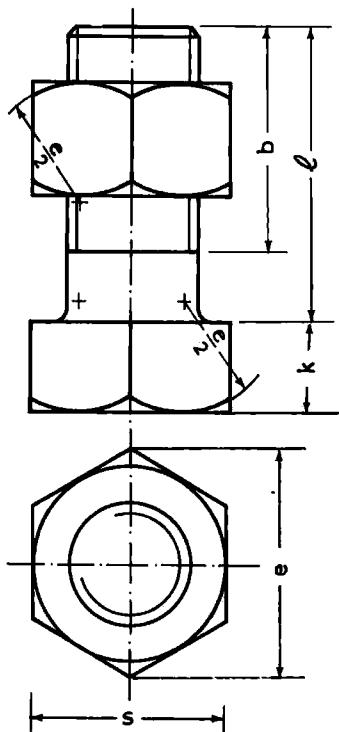
I: είναι το μήκος του κοχλία, δηλαδή ολόκληρο το μήκος του κορμού του (σχ. 3.3γ).

Στο ένα άκρο του ο κοχλίας φέρει συνήθως μια εξαγωνική κεφαλή [σχ. 3.3α(β)]. Οι διαστάσεις της κεφαλής αυτής, που εξαρτώνται από τη διάμετρο του κορμού, είναι οι ακόλουθες (σχ. 3.3γ):

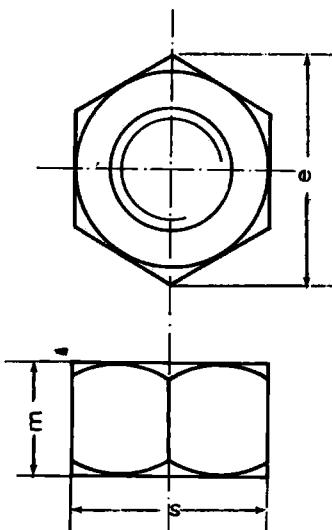
s: η απόσταση μεταξύ των δύο απέναντι πλευρών της εξαγωνικής κεφαλής.

e: η απόσταση μεταξύ των δύο απέναντι ακρών της κεφαλής.

k: το ύψος της κεφαλής του κοχλία.



Σχ. 3.3γ.



Σχ. 3.3δ.

β) Στοιχεία για περικόχλιο.

Σε κάθε κοχλία, όπως είπαμε, εφαρμόζεται ένα περικόχλιο, το οποίο είναι συνήθως ένα εξαγωνικό πρίσμα με εσωτερικό σπείρωμα, που ταιριάζει με το σπείρωμα του κοχλία δηλαδή «βιδώνει» επάνω του.

Το περικόχλιο έχει τις δικές του διαστάσεις και αυτές είναι, όπως φαίνεται και στο σχήμα 3.3δ, οι εξής:

D : είναι η εσωτερική διάμετρος του περικοχλίου, που είναι και η μεγαλύτερή του διάμετρος.

D₁: είναι η εσωτερική διάμετρος του περικοχλίου, που είναι και η μικρότερή του διάμετρος.

D₂: είναι η διάμετρος των πλευρών (σχ. 3.3β).

m: είναι το ύψος του περικοχλίου.

s : είναι η απόσταση μεταξύ των δύο απέναντι πλευρών του εξαγώνου.

e : είναι η απόσταση μεταξύ των δύο απέναντι κορυφών του εξαγώνου.

Κάθε περικόχλιο καθώς και κάθε κεφαλή της βίδας είναι, όπως ξέραμε, κανονικό εξαγωνικό πρίσμα. Επειδή όμως είναι ανάγκη οι ακμές να στρογγυλεύονται, για να μην τραυματίζονται, οι τεχνίτες την ώρα που τα χρησιμοποιούν, τα περικόχλια τορνεύονται κωνικά υπό γωνία 30° , οπότε σχηματίζονται οι καμπύλες που βλέπομε στο σχήμα 3.3γ καί 3.3δ.

Η ακτίνα, που χρησιμοποιούμε στη σχεδίαση, είναι:

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

3.4 Σπειρώματα για κοχλίες στερεώσεως (τριγωνικά).

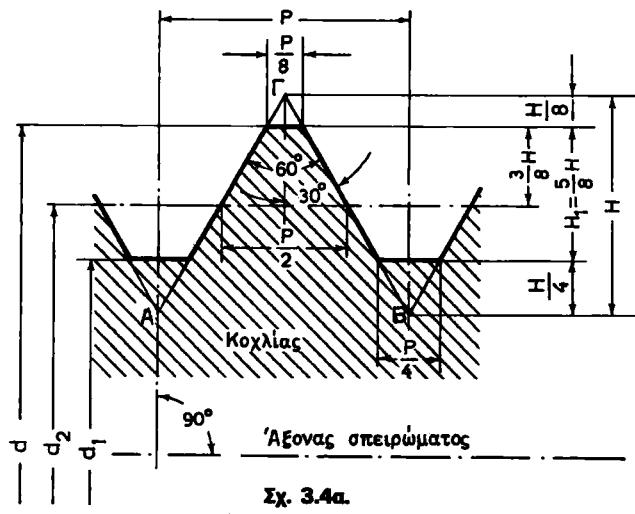
Απ' όλα τα σπειρώματα, τα τριγωνικά είναι εκείνα που είναι σημαντικότερα, γιατί είναι **τα μόνα** που χρησιμοποιούνται για τη κατασκευή κοχλιών **στερεώσεως**.

Δεν υπάρχει όμως μόνο ένα είδος τριγωνικού σπειρώματος για τους κοχλίες στερεώσεως. Διάφοροι λόγοι ανάγκασαν τους κατασκευαστές να μη χρησιμοποιούν όλοι τα ίδια τριγωνικά σπειρώματα. Για το λόγο αυτό υπάρχει σήμερα **σημαντική ποικιλία** από σπειρώματα, από τα οποία θα περιγραφούν εδώ μόνο τα σπουδαιότερα.

a) Μετρικό σπείρωμα.

Το μετρικό σπείρωμα του συστήματος ISO έχει μορφή όμοια με αυτή που φαίνεται σε μεγέθυνση στα σχήματα 3.4α και 3.4β, ολες του δε οι διαστάσεις μετριούνται σε χιλιοστά του μέτρου.

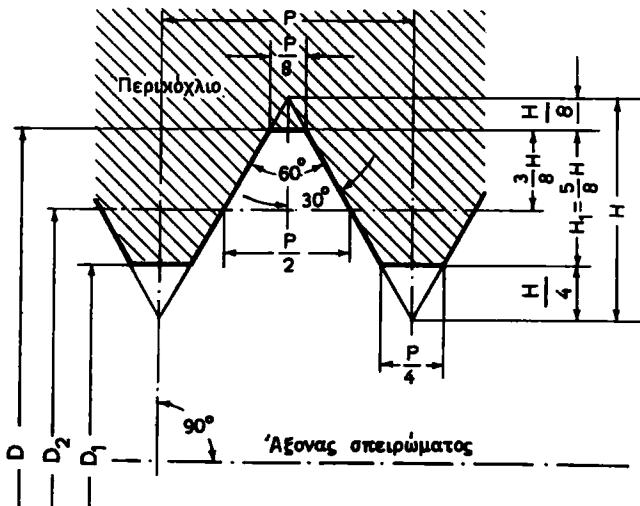
Η μορφή του σπειρώματος είναι τριγωνική, παράγεται δε από ένα **ισόπλευρο τρίγωνο**, το ΑΒΓ (σχ. 3.4α). Η πλευρά ΑΒ έχει μήκος ίσο με το βήμα P του σπειρώματος.



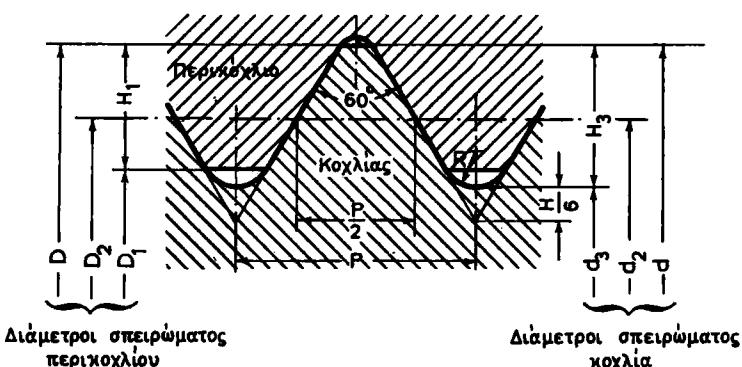
Σχ. 3.4α.
Μετρικό σπείρωμα.

Το ύψος Η του τριγώνου ΑΒΓ δίνει το θεωρητικό βάθος του σπειρώματος που, επειδή το τρίγωνο είναι ισόπλευρο, ισούται με $0,86603P$. Στο σχήμα 3.4γ βλέπομε βιδωμένα τα σπειρώματα του κοχλία και του περικόχλιού των προηγουμένων σχημάτων.

Καθώς παρατηρούμε στο σχήμα, οι κορυφές του σπειρώματος αυτού καμπυλώνονται κατά $H/8$, εσωτερικά και εξωτερικά, τόσο στον κοχλία όσο και στο περικόχλιο.



Σχ. 3.4β.
Μετρικό σπειρώματος.



Σχ. 3.4γ.
Κοχλίας και περικόχλιο μετρικού σπειρώματος.

Από τα παραπάνω είναι εύκολο να αντιληφθεί κανείς ότι μπορούμε να ορίσουμε τις διαστάσεις του μετρικού σπειρώματος, **όταν γνωρίζομε μόνο το βήμα** (σχ. 3.4α).

Έχομε λοιπόν:

- $d = D$ = Εξωτερική διάμετρος (ονομαστική διάμετρος).
 $d_2 = D_2$ = Διάμετρος πλευρών ή μέση διάμετρος κοχλίας = $d - 3/4 H$
= $d - 0,64952 P$
 $d_3 =$ Εξωτερική διάμετρος κοχλίας = $d_2 - 1,22687 P$
 $D_1 =$ Διάμετρος πυρήνα περικοχλίου = $d - 1,08253 P$
'P = Βήμα σπειρώματος
 $\alpha =$ γωνία πλευρών 60°
 $a_1, a_2 =$ ημιγωνίες πλευρών 30°
H = Ύψος του τριγώνου που παράγει το σπείρωμα
H₁ = Βάθος επαφής
h₃ = βάθος σπειρώματος κοχλίας = 0,61343 P
R = ακτίνα καμπυλότητας στο βάθος των διακένων = $H/6 = 0,14434 P$

Αφού λοιπόν **όλα τα στοιχεία του σπειρώματος** (βάθος κλπ.) εξαρτώνται **μόνο από το βήμα και όχι από τη διάμετρο του κορμού**, είναι φανερό ότι **κοχλίες, με διαφορετική διάμετρο κορμού είναι δυνατόν να έχουν το ίδιο βήμα**.

Για να είναι όμως δυνατόν οι κοχλίες που κατασκευάζει το ένα εργοστάσιο, να **ταιριάζουν** σε μηχανήματα που έχουν συνάρμολογηθεί με κοχλίες άλλου εργοστασίου, για να επιτευχθεί, όπως λέμε, **εναλλαξιμότητα στους κοχλίες και χαμηλό κόστος συμφωνήθηκε ώστε σε ορισμένη διάμετρο κορμού ν' αντιστοιχεί ορισμένο βήμα, το ίδιο πάντοτε**. Με τον τρόπο αυτό διαμορφώθηκαν πίνακες, οι οποίοι μας δίνουν **το βήμα, που αντιστοιχεί σε κάθε διάμετρο του κοχλία, καθώς και όλα τα άλλα στοιχεία σπειρώματος που αναφέρθηκαν παραπάνω**.

Οι πίνακες αυτοί αποτελούν κανονισμούς που τους ακολουθούν όλα τα εργοστάσια, που κατασκευάζουν κοχλίες σε μετρικό σπείρωμα σ' όλο το κόσμο.

Ο Πίνακας 3.4.1 δείχνει όλα τα βασικά στοιχεία για συνηθισμένους κοχλίες και περικόχλια του διεθνούς μετρικού συστήματος (ISO). Έτσι π.χ. σε διάμετρο κοχλία $d = 5$ mm αντιστοιχεί βήμα $P = 0,8$ mm. Οι κοχλίες μετρικού σπειρώματος συμβολίζονται με το γράμμα «M», που ακολουθείται από έναν αριθμό, ο οποίος δείχνει τη διάμετρο του κοχλία σε χιλιοστά. Έτσι, M 10 σημαίνει «κοχλίας μετρικού συστήματος διαμέτρου 10 χιλιοστών».

Παράδειγμα.

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

Με βάση το βήμα αυτό υπολογίζονται τα στοιχεία του σπειρώματος, τόσο στον κοχλία όσο και στο περικόχλιο.

Για τον κοχλία θα έχομε:

- μεγάλη διάμετρο $d = 10$ mm
 - μικρή διάμετρο $d_3 = 8,160$ mm
- Για το περικόχλιο θα έχομε:
- μεγάλη διάμετρο $D = 10$ mm
 - μικρή διάμετρο $D_1 = 8,376$ mm.

Λεπτά σπειρώματα συνδέσεως.

Στην πράξη εκτός από τα συνήθη σπειρώματα συνδέσεως, που εφαρμόζονται

στους κανονικούς κοχλίες έχομε και τα λεπτά σπειρώματα συνδέσεως.

Αυτά για την ίδια διάμετρο κορμού του κοχλία έχουν μικρότερο βήμα και επομένως και μικρότερο βάθος σπειρώματος.

Πλεονεκτούν τα σπειρώματα αυτά γιατί χρειάζονται μικρότερη δύναμη στην κοχλίωσή τους και συγκεντρώνουν μεγαλύτερη ασφάλεια για ενδεχόμενη αποκοχλίωσή τους.

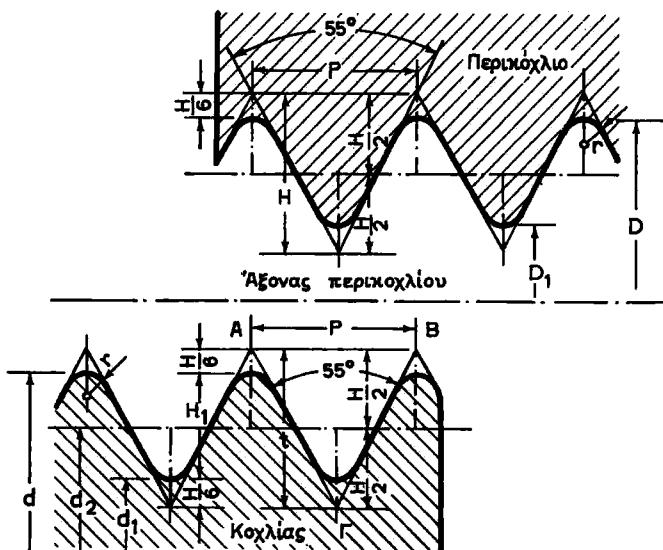
Μειονέκτημά τους είναι ο κίνδυνος παραμορφώσεως και καταστροφής του σπειρώματος από υπερφόρτιση.

Τα λεπτά σπειρώματα εφαρμόζονται πολύ στα αυτοκίνητα.

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

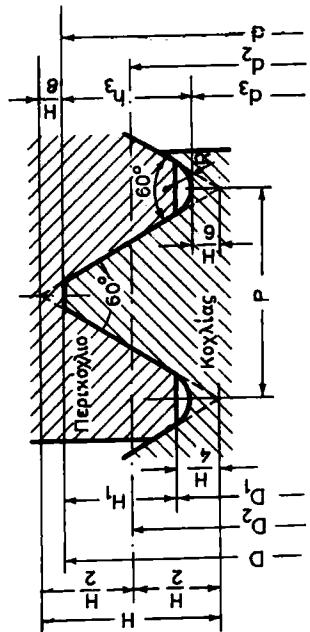
Το σπείρωμα Γουίτγουερθ πήρε το όνομά του από τον αγγλικό κατασκευαστικό οίκο Whitworth, που καθέρωσε πρώτος τη μορφή αυτού του σπειρώματος, η οποία καθώς βλέπομε και στο σχήμα 3.4δ, είναι πάλι τριγωνική.

Το γενεσιουργό όμως τρίγωνο που το παράγει δεν είναι ισόπλευρο αλλά ισοσκελές, η δε γωνία των πλευρών του, που δεν εφάπτονται στον κύλινδρο (εξωτερική κορυφή) είναι 55° αντί 60° . Ας παρακολουθήσομε όμως καλύτερα τα στοιχεία από τους κοχλίες αυτούς στο σχήμα 3.4δ.



Σχ. 3.4δ.
Κοχλίας και περικόχλιο αγγλικού σπειρώματος χωριστά.

Το τρίγωνο ABG είναι ισοσκελές, δηλαδή $AG = BG$. Και εδώ η πλευρά AB ισούται με το βήμα P του σπειρώματος. Το δε ύψος H του τριγώνου είναι *ίσο* με το θεωρητικό βάθος του σπειρώματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4.1**Μετρικό σπείρματα δακτύλου από 1 ως 68 mm****Κανονιδι σπείρματα δακτύλου από 1 ως 68 mm**

$$\begin{aligned}
 D_1 &= d - 2H_1 \\
 d_2 &= D_2 = d - 0,64953 P \\
 d_3 &= d - 1,22687 P \\
 H &= 0,86603 P \\
 H_1 &= 0,54127 P \\
 h_3 &= 0,61343 P \\
 R &= \frac{H}{6} = 0,14434 P
 \end{aligned}$$

Συμβολοτισμός ενός κανονικού μετρικού σπειράματος ονομαστικής διαμέτρου $d = D = 12$ mm: M 12

Ονομαστική διάμετρος σπειράματος $d = D$	Βήμα	Διάμετρος πλευρών	Διάμετρος πυρήνα	Βάθος σπειράματος	Καμπύλωση	F mm ²				
Σειρά 1	Σειρά 2	Σειρά 3	P	$d_2 = D_2$	d_3	D ₁	h_3	H ₁	r	
M 1	M 1,1		0,25	0,838	0,693	0,729	0,153	0,135	0,036	0,460
M 1,2	M 1,4		0,25	0,938	0,793	0,829	0,153	0,135	0,036	0,588
M 1,6	M 1,8		0,25	1,038	0,893	0,929	0,153	0,135	0,036	0,732
M 2	M 2,2		0,3	1,205	1,032	1,075	0,184	0,162	0,043	0,983
M 2,5	M 3		0,35	1,373	1,171	1,221	0,215	0,189	0,051	1,27
M 3	M 3,5		0,35	1,573	1,371	1,421	0,215	0,189	0,051	1,70
M 4	M 4,5		0,4	1,740	1,509	1,567	0,245	0,217	0,058	2,07
			0,45	1,908	1,648	1,713	0,276	0,244	0,065	2,48
			0,45	2,208	1,948	2,013	0,276	0,244	0,065	3,39
			0,5	2,675	2,387	2,459	0,307	0,271	0,072	5,03
			0,6	3,110	2,764	2,850	0,368	0,325	0,087	6,78
			0,7	3,545	3,141	3,242	0,429	0,379	0,101	8,78
			0,75	4,013	3,580	3,688	0,460	0,406	0,108	11,3

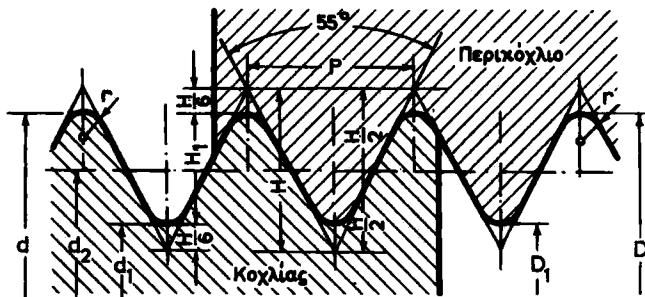
M 5		0,8	4,480	4,019	4,134	0,491	0,433	0,115	14,2
M 6		1	5,350	4,773	4,917	0,613	0,541	0,144	20,1
M 8	M 7	1,25	6,350	5,773	5,917	0,613	0,541	0,144	28,9
M 10	M 9	1,25	7,188	6,466	6,647	0,767	0,677	0,180	36,6
M 12	M 11	1,5	8,188	7,466	7,647	0,767	0,677	0,180	48,1
M 14		1,5	9,026	8,160	8,376	0,920	0,812	0,217	58,0
M 16		1,75	10,026	9,160	9,376	0,920	0,812	0,217	72,3
M 20	M 14	2	10,863	9,853	10,106	1,074	0,947	0,253	84,3
M 22	M 16	2	12,701	11,546	11,835	1,227	1,083	0,289	115
M 24	M 18	2,5	14,701	13,546	13,835	1,227	1,083	0,289	157
M 30	M 22	2,5	16,376	14,933	15,294	1,534	1,353	0,361	192
M 33	M 24	3	18,376	16,933	17,294	1,534	1,353	0,361	245
M 36	M 27	3	20,376	18,933	19,294	1,534	1,353	0,361	303
M 42	M 30	3,5	22,051	20,319	20,752	1,840	1,624	0,433	353
M 45	M 33	3,5	25,051	23,319	23,752	1,840	1,624	0,433	459
M 48	M 36	4	27,727	25,706	26,211	2,147	1,894	0,505	561
M 52	M 39	4	30,727	28,706	29,211	2,147	1,894	0,505	694
M 56	M 42	4,5	33,402	31,093	31,670	2,454	2,165	0,577	817
M 60	M 45	4,5	36,402	34,093	34,670	2,454	2,165	0,577	976
M 64	M 48	5	39,077	36,479	37,129	2,760	2,436	0,650	1120
M 56	M 52	5	42,077	39,479	40,129	2,760	2,436	0,650	1300
M 60	M 56	5,5	44,752	41,866	42,587	3,067	2,706	0,722	1470
M 64	M 68	6	60,103	56,639	57,505	3,067	2,706	0,722	1760
		6	64,103	60,639	61,505	3,374	2,977	0,794	2030
		6				3,681	3,248	0,794	2360
						3,248	0,866	0,866	2680
							3,248	0,866	3060

- 1) Οι αναμοστικές διάλυμετροι πρέπει να εκλέγονται βασικά από τη σειρά 1. Αν αυτή δεν επιφέρει, μπορεί να γίνει εκλογή από τη σειρά 2 και στην ανάγκη από τη σειρά 3.
- 2) Ως καταπονούμενη διατομή λαμβάνεται:

$$f = \pi/4 \left(\frac{d_2 + d_3}{2} \right)^2$$

Τόσο όμως ο κοχλίας όσο και το περικόχλιο, που ταιριάζει σ' αυτό, εχουν τα δικρα τους στρογγυλεμένα (σχ. 3.4ε), με αποτέλεσμα η πραγματική εξωτερική διάμετρος να διαφέρει από τη θεωρητική κατά:

$$2 \cdot \frac{H}{6} = \frac{H}{3}$$



Σχ. 3.4ε.
Κοχλίας και περικόχλιο τριγωνικού σπειρώματος μαζί.

Διάκενο μεταξύ βίδας και παξιμαδιού **δεν υπάρχει**. Γι' αυτό οι διάμετροι της βίδας και του παξιμαδιού είναι ίσες, $d = D$ και $d_1 = D_1$.

Το σπείρωμα αυτό θα χρησιμοποιείται ακόμη για αρκετό καιρό ιδιαίτερα στις χώρες της αγγλικής κοινωνίες. Στο σπείρωμα αυτό οι διαστάσεις του εκφράζονται σε ίντσες και πολλαπλάσια ή υποπολλαπλάσια αυτής.

Παράδειγμα.

Όταν λέμε ότι ενα σπείρωμα είναι μιας ίντσας ($1''$), εννοούμε ότι η εξωτερική του διάμετρος είναι μιας ίντσας:

$$D = 1'' = 25,4 \text{ mm}$$

Το βήμα P καθορίζεται από τα βήματα z , που υπάρχουν σε μήκος σπειρώματος μιας ίντσας. Άρα το βήμα P σε ίντσες είναι:

$$P = \frac{1''}{z}$$

και σε χιλιοστά

$$P = \frac{25,4}{z} \quad \text{ή}$$

$$P = \frac{127}{5 \cdot z} \text{ mm}$$

Με τη θοήθεια των τριγωνομετρικών αριθμών υπολογίζεται το θεωρητικό βάθος H του σπειρώματος:

$$H = 0,9605 \cdot P$$

$$H_1 = \frac{4}{6} \cdot H = \frac{2}{3} \cdot 0,96049 \cdot P$$

$$H_1 = 0,64033 P$$

$$r = 0,13733 P$$

Ότι είπαμε για την **εναλλαξιμότητα** στους κοχλίες του μετρικού συστήματος ισχύει και για τους κοχλίες με σπείρωμα Γουίτγουερθ. Δηλαδή και στην περίπτωση αυτή οι κατασκευαστές συμφώνησαν ώστε **σε κάθε διάμετρο του κοχλία που εκφράζεται σε ίντσες, να αντιστοιχεί ορισμένος αριθμός βημάτων z ανά ίντσα**. Π.χ. σε εξωτερική διάμετρο βίδας $d = 1/2''$ ο αριθμός βημάτων είναι $z = 12$, δηλαδή έχει 12 βήματα ανά ίντσα. Επομένως το βήμα σε mm θα είναι:

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

Ο Πίνακας 3.4.2 δίνει ακριβώς τα στοιχεία για κοχλίες και περικόχλια που έχουν σπείρωμα Γουίτγουερθ και τα οποία ακολουθούν τα εργοστάσια όλων των χωρών, που κατασκευάζουν κοχλίες συνδέσεως. Έτσι, κοχλίας που κατασκευάζεται σε μια χώρα, όπως π.χ. η Ελλάδα, μπορεί άνετα να χρησιμοποιηθεί και από οποιαδήποτε άλλη χώρα.

Τα σπειρώματα των κοχλιών με ονομαστική διάμετρο κάτω από μισή ίντσα ($1/2''$) έχουν σχετικά με τη διάμετρό τους μεγάλο βήμα, με αποτέλεσμα να χαλαρώνουν εύκολα τα περικόχλιά τους. Εκτός από αυτό στους κοχλίες αυτούς επειδή είναι μεγάλο το βήμα, εξασθενίζει και η διατομή του πυρήνα τους, πράγμα που έχει δυσμενή επίδραση και στην αντοχή τους.

Για τους λόγους αυτούς καθιερώθηκε και σ' αυτούς στις μικρές διαμέτρους το **λεπτό σπείρωμα**.

Σχετικά με τα λεπτά σπειρώματα περισσότερες λεπτομέρειες σε ειδικά εγχειρίδια.

Παράδειγμα.

Κοχλίας $1''$, σύμφωνα με τον Πίνακα 3.4.2, έχει:

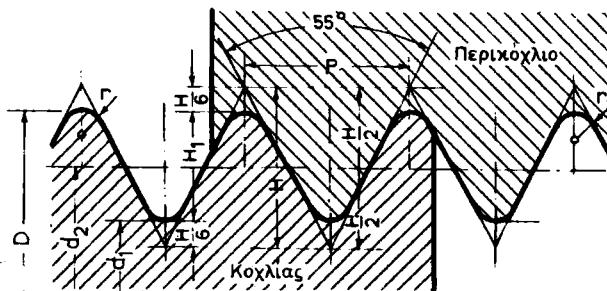
– εξωτερική διάμετρο d	$= 1''$	$= 25,4 \text{ mm}$
– βήμα P	$= \frac{25,4}{8} = \frac{127}{40}$	$= 3,175 \text{ mm}$
– βάθος σπειρώματος H_1	$= 0,640 \times 3,175$	$= 2,033 \text{ mm}$
– διάμετρο πυρήνα d_1	$= 25,4 - 2 \times 2,033$	$= 21,334 \text{ mm}$

γ) Άλλα συστήματα σπειρωμάτων.

Εκτός από τα δύο συστήματα, που αναφέραμε παραπάνω, υπάρχουν και άλλα. Από τα σπουδαιότερά είναι το Αμερικανικό σύστημα Σέλλερς (Sellers) και το ενοποιημένο σύστημα Γιουνιφάιντ (Unified U.N.).

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.4.2

Σπείραμα Γουίτγουερθ (Whitworth)



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

$$\Gamma = 0,13733 P$$

$$H = 0,96049 P$$

$$H_1 = 0,64033 P$$

Συμβολισμός ενός σπειράματος Whitworth ονομαστικής διαμέτρου 2 ίντσών: 2"

Ονομαστική διάμετρος ίντσες	Κοχλιας και Περικόχλιο								Ονομαστική διάμετρος ίντσες
	Διάμετρος σπειράματος D	Διάμετρος πυρήνα d ₁	Διατομή πυρήνα cm ²	Βάθος σπειράματος H ₁	Καμπόλωση r	Διάμετρος πλευρών d ₂	Βήμα P	Αριθμός σπειρών ανά ίντσα z	
1/4	6,350	4,724	0,176	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	11,346	2,117	12	1/2
5/8	15,876	12,918	1,311	1,479	0,317	14,397	2,309	11	5/8
2/3	19,051	16,798	1,960	1,627	0,349	17,424	2,540	10	2/3
7/8	22,226	18,611	2,720	1,807	0,388	20,419	2,882	9	7/8
1	25,401	21,336	3,675	2,033	0,436	23,388	3,175	8	1
1 1/16	28,576	23,829	4,497	2,324	0,498	26,263	3,829	7	1 1/16
1 1/8	31,751	27,104	5,770	2,324	0,498	29,428	3,829	7	1 1/8
1 3/16	34,926	29,505	6,837	2,711	0,581	32,215	4,233	6	1 3/16
1 1/2	38,101	32,680	8,388	2,711	0,681	36,391	4,233	6	1 1/2
1 5/16	41,277	34,771	9,495	3,253	0,686	38,024	5,080	5	1 5/16
1 1/4	44,452	37,946	11,310	3,253	0,686	41,199	5,080	5	1 1/4
(1 7/16)	47,627	40,398	12,818	3,614	0,775	44,012	5,645	4 1/2	(1 7/16)
2	50,802	43,573	14,912	3,614	0,775	47,187	5,645	4 1/2	.2
2 1/16	57,152	49,020	18,873	4,066	0,872	52,086	6,360	4	2 1/16
2 1/8	63,502	56,370	24,079	4,066	0,872	58,436	6,380	4	2 1/8
2 3/16	69,853	60,658	28,804	4,647	0,997	65,206	7,287	3 1/2	2 3/16
3	76,203	66,809	35,161	4,647	0,997	71,556	7,287	3 1/2	3
3 1/16	82,553	72,544	41,333	5,005	1,073	77,548	7,816	3 1/4	3 1/16
3 1/8	88,903	78,894	48,885	5,005	1,073	83,899	7,816	3 1/4	3 1/8
3 3/16	95,264	84,410	55,959	5,422	1,163	89,832	8,487	3	3 3/16
4	101,604	90,760	64,697	5,422	1,163	96,182	8,487	3	4
4 1/4	107,954	98,639	73,349	5,657	1,213	102,297	8,835	2 1/8	4 1/4
4 1/2	114,304	102,990	83,307	5,657	1,213	106,647	8,835	2 1/8	4 1/2
4 3/4	120,655	108,825	93,014	5,915	1,268	114,740	9,237	2 1/4	4 3/4
5	127,005	115,176	104,185	5,915	1,268	121,090	9,237	2 1/4	5
5 1/4	133,355	120,963	114,922	6,195	1,329	127,159	9,677	2 1/8	5 1/4
5 1/2	139,705	127,313	127,304	6,196	1,329	133,509	9,677	2 1/8	5 1/2
5 3/4	146,055	133,043	139,022	6,506	1,395	139,549	10,160	2 1/2	5 3/4
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.

Τα σπειρώματα, τα οποία έχουν περιγραφεί ως τώρα, εφαρμόζονται στους κοχλίες συνδέσεως, που είναι όλοι απλού βήματος και χρησιμοποιούνται για όλες γενικά τις συνδέσεις, που δεν πρέπει να λύνονται εύκολα. Πλεονέκτημά τους είναι ότι παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντίσταση τριβής και έτσι δεν αποκοχλιώνονται εύκολα.

Υπάρχουν όμως σπειρώματα, τα οποία χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για τους κοχλίες κινήσεως. Τα σπειρώματα αυτά μπορούν να έχουν οποιαδήποτε μορφή και οποιοδήποτε μήκος βήματος P .

Παρακάτω θα εξετάσουμε μερικά από τα σπειρώματα αυτά.

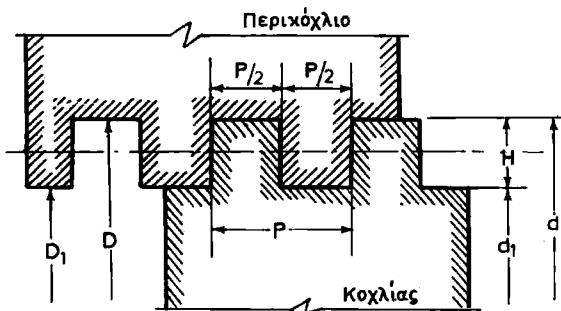
α) Τετραγωνικό σπείρωμα.

Το σπείρωμα αυτό είναι τετράγωνο (σχ. 3.5a). Συνήθως το βάθος του σπειρώματος είναι ίσο με το ένα δέκατο της διαμέτρου του κορμού ($H = 0,1 \cdot d$).

Κοχλίας και περικόχλιο έχουν το ίδιο σπείρωμα και έτσι λόγω της τετραγωνικής μορφής του σπειρώματος, ανάμεσα στα δύο σπειρώματα δεν υπάρχει διάκενο. Το σχήμα 3.5a δείχνει κοχλία με βάθος $H = P/2$ και με διάμετρο πιυρήνα:

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

Τετραγωνικό σπείρωμα δεν χρησιμοποιείται σε κοχλίες κινήσεως που εργάζονται σαν **οδηγοί** γιατί με τη χρήση εύκολα δημιουργείται αξονική χάρη (τζόγος).



Σχ. 3.5a.
Κοχλίας και περικόχλιο με τετραγωνικό σπείρωμα.

β) Τραπεζοειδές σπείρωμα.

Το σπείρωμα αυτό προκύπτει από το προηγούμενο σπείρωμα, εάν λοξευθεί κατά 15° κάθε μια από τις δύο πλευρές, που είναι κάθετες προς τον άξονα του κοχλία, όπως φαίνεται και στο σχήμα 3.5β.

Έχομε έτσι ένα συμμετρικό τραπέζιο, στο οποίο οι μη παράλληλες πλευρές του σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία 30° .

Το τραπεζοειδές σπείρωμα είναι στερεότερο από το τετράγωνο. Σ' αυτό, μεταξύ κοχλία και περικοχλίου υπάρχουν τα πλευρικά διάκενα α, β. Επειδή το σπείρωμα έχει διατομή τραπεζιού δεν υπάρχει αξονική χάρη και γι' αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εργαλειομηχανές **καθώς και σε περιπτώσεις, που ο κοχλίας χρησιμοποιείται σαν κοδηγός.**

Από το ισοσκελές τρίγωνο ΑΒΓ του σχήματος 3.58 φαίνεται ότι, αν το θήμα είναι P , τότε το θεωρητικό βάθος του σπειρώματος θα είναι:

$$H = 0,5 \cdot P \cdot \text{εφ } 75^\circ$$

$$H = 0,5 \cdot P \cdot 3,732$$

$$H = 1,866 \cdot P$$

Επίσης το βάθος του σπειρώματος του κοχλία δίνεται από τον τύπο:

$$H_1 = 0,5 \cdot P + a$$

Το πραγματικό βάθος των πλευρών δίνεται από τον τύπο:

$$H_2 = 0,5 \cdot P + a - b$$

Το βάθος του σπειρώματος του περικοχλίου από τον τύπο:

$$T_1 = 0,5 \cdot P + 2a - b$$

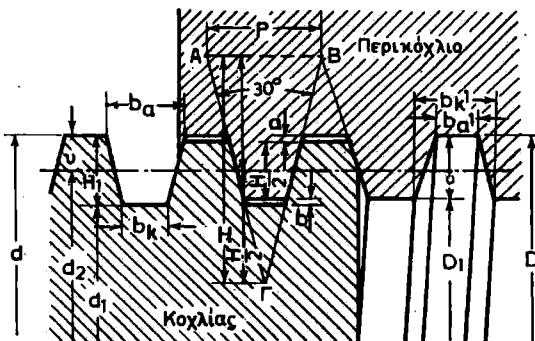
Για τη χάρη των ακμών έχομε:

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

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

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

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



Σχ. 3.58.
Κοχλίας και περικοχλίο με τραπεζοειδές σπείρωμα.

Παράδειγμα.

Τραπεζοειδές σπείρωμα για διάμετρο 25 mm, όπως διαπιστώνομε από τους σχετικούς Πίνακες, έχει θήμα 8 mm. Για να βρούμε τα υπόλοιπα στοιχεία, εφαρμόζομε τις παραπάνω σχέσεις. Έτσι:

Θεωρητικό βάθος

$$H = 1,866, P = 1,866 \times 8 = 14,928 \text{ μμ}$$

Πραγματικό βάθος

$$\begin{aligned} H_2 &= 0,5 \cdot P + a - \beta \\ &= 4 + 0,25 - 0,75 \\ &= \underline{\underline{3,5 \text{ mm}}} \end{aligned}$$

Βάθος σπειρώματος του κοχλία

$$\begin{aligned} H_1 &= 0,5 \cdot P + a \\ &= 4 + 0,25 \\ &= \underline{\underline{4,25 \text{ mm}}} \end{aligned}$$

Βάθος σπειρώματος περικοχλίου

$$\begin{aligned} T_1 &= 0,5 \cdot P + 2a - \beta \\ &= 4 + 0,5 - 0,75 \\ &= \underline{\underline{3,75 \text{ mm}}} \end{aligned}$$

Τα στοιχεία επομένως του σπειρώματος του κοχλία είναι:

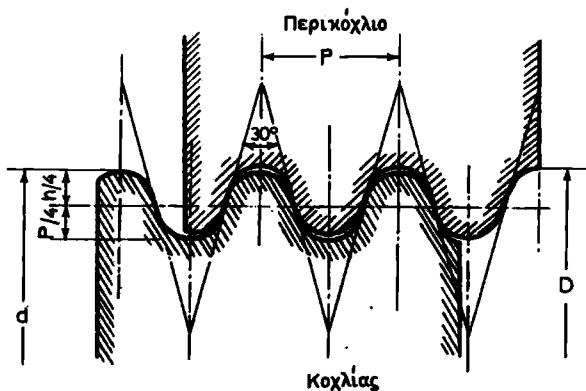
$$\begin{aligned} d &= 52 \text{ mm} \\ d_2 &= d - 2H_1 = 52 - 2 \times 4,25 \\ &= \underline{\underline{43,5 \text{ mm}}} \end{aligned}$$

Του περικοχλίου είναι:

$$\begin{aligned} D &= d + 2a = 52 + 2 \times 0,25 \\ &= \underline{\underline{52,5 \text{ mm}}} \\ D_1 &= d - 2H_2 = 52 - 2 \times 3,5 = \\ &= \underline{\underline{45 \text{ mm}}} \end{aligned}$$

γ) Στρογγυλό σπείρωμα.

Το σπείρωμα αυτό (σχ. 3.5γ) χρησιμοποιείται γενικά στις περιπτώσεις, που είναι δυνατόν από τη χρήση να φθαρούν οι ακμές της βίδας, π.χ. όπως σε ηλεκτρικούς λαμπτήρες κλπ.



Σχ. 3.5γ.
Κοχλίας και περικόχλιο σε στρογγυλό σπείρωμα.

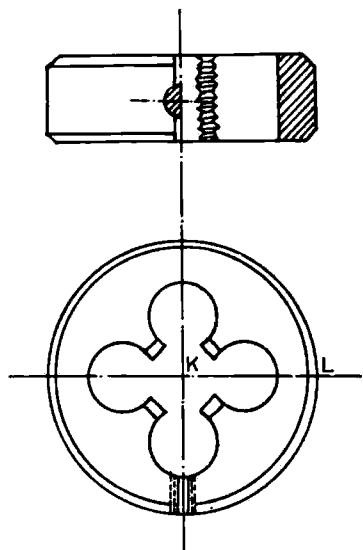
3.6 Κατασκευή των σπειρωμάτων.

Τα σπειρώματα κατασκευάζονται ή με κοπή ή με εξέλαση.

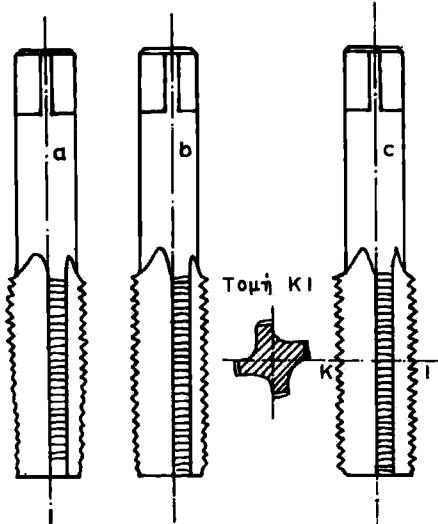
Στο σχήμα 3.6α και 3.6β φαίνονται εργαλεία κοπής με το χέρι.

Το εργαλείο του σχήματος 3.6α είναι η γνωστή **φιλέρα**, ενώ το εργαλείο του σχήματος 3.6β ο γνωστός **κολασύζος**.

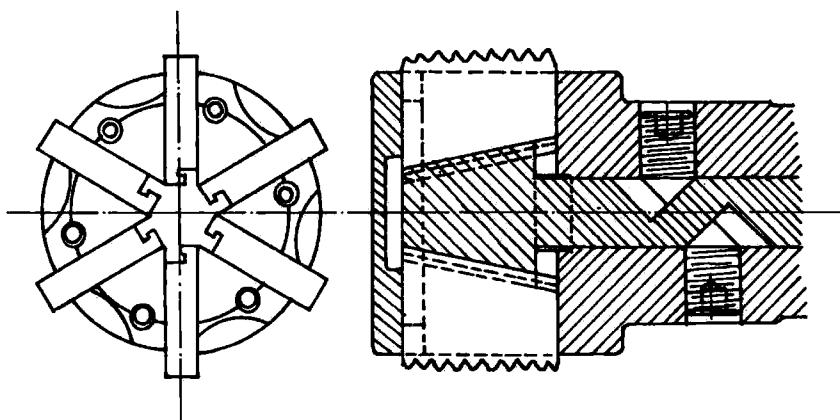
Ελικοτόμοι για κοχλίες και περικόχλια χρησιμοποιούνται όχι μόνο σαν εργαλεία με το χέρι αλλά και σαν μηχανικά έργαλεία. Στο σχήμα 3.6γ φαίνεται γεωμετρικά ρυθμιζόμενο ελικοκοστικό παρακοχλίων, που προσαρμόζεται σε αυτόματο τόρνο.



Σχ. 3.6α.



Σχ. 3.6β.



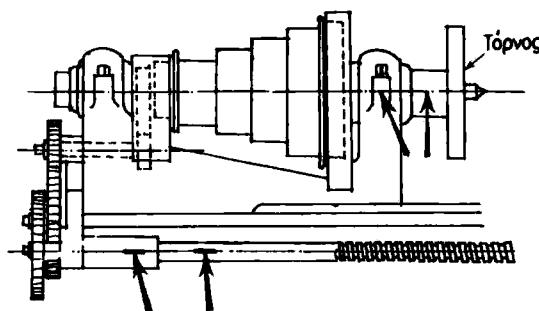
Σχ. 3.6γ.

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 δε κοπικό εργαλείο μετατίθεται με τον οδηγό κοχλία.

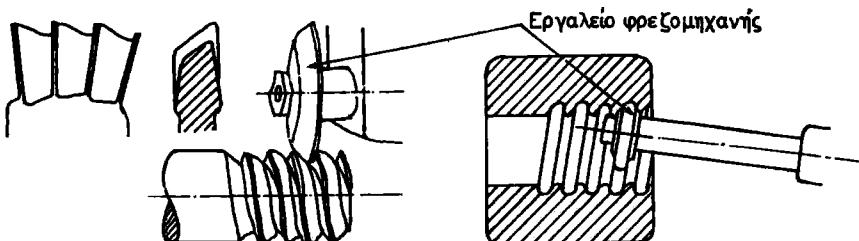
Οι σχέσεις στροφών ρυθμίζονται από τους οδοντωτούς τροχούς, που φαίνονται στο αριστερό μέρος του σχήματος.

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.

Εκτός απ' 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).

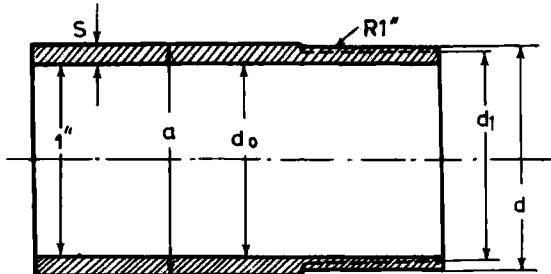
Αποτελούν ξεχωριστό κλάδο επειδή εφαρμόζονται στη βιομηχανία και στις κατασκευές.

Είναι λεπτά τα σπειρώματα για δύο λόγους:

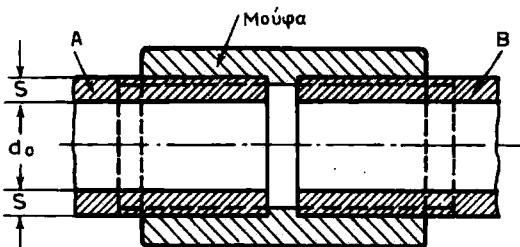
α) Γιατί οι συνδέσεις μεταξύ των σωλήνων απαιτούν στεγανότητα που είναι αδύνατο να επιτευχθεί με μεγάλα βήματα και β) Γιατί το πάχος των σωλήνων είναι

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

Συνήθως ως συνδετικό στοιχείο των σωλήνων χρησιμοποιείται ειδικός σύνδεσμος **μούφα**, που εκτελεί χρέη περικοχλίου. Στο σχήμα 3.7β φαίνεται μια σύνδεση σωλήνων **με 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 μια διάσταση που εκφράζεται σε ίντσες, π.χ. R'' ή $R_{1/2}''$ 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 αποφρακτικά όργανα (δικλείδες, βάννες, διακόπτες), τα οποία ταιριάζουν στους σωλήνες.

Παράδειγμα.

Για σωλήνα ονομαστικής διαμέτρου $1''$, που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά αερίων, σύμφωνα με τον Πίνακα 3.7.1 θα έχομε:

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

Το σπείρωμα αυτό παριστάνεται με το σύμβολο $R1''$.

Πίνακας 3.7.1

Σπειρώματα σωλήνων για μεταφορά αερίων

Ονομαστική διάμετρος σωλήνα d σε ίντσες	Μεγάλη διάμετρος σπειρώματος D σε mm	Μικρή διάμετρος σπειρώματος d, σε mm	Βήμα P 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.

Σε μια κοχλιοσύνδεση εκτός από τον κοχλία, χρησιμοποιούμε το περικόχλιο, τις ροδέλλες και τα είδη ασφαλίσεως.

Συνηθισμένες κοχλιοσυνδέσεις βλέπομε στα σχήματα 3.8α και 3.8β.

Για το βίδωμα και ξεβίδωμα των κοχλιών απαιτούνται ειδικά εργαλεία, τα κλειδιά.

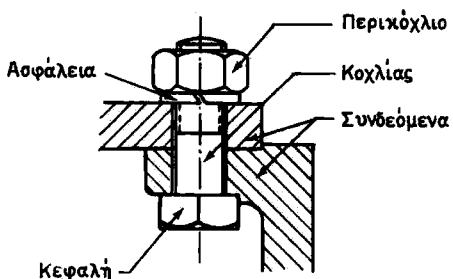
Τα εργαλεία αυτά είναι διαφόρων τύπων και σχημάτων, ανάλογα προς τον τύπο του κοχλία ή του περικοχλίου που πρόκειται να βιδώσουμε.

Οι κοχλιοσυνδέσεις μπορούν να έκτελεσθούν με διάφορους τρόπους. Π.χ. μπορούμε να περάσουμε τον κοχλία μέσα από μια κοινή τρύπα των ελασμάτων, που πρόκειται να συνδεθούν και να τα συσφίξουμε με το παξιμάδι (σχ. 3.8α).

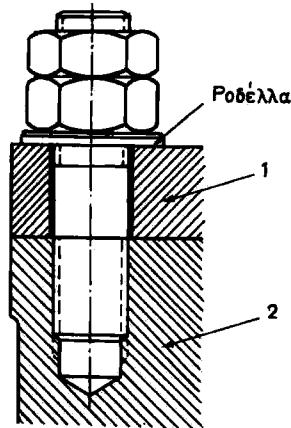
Άλλος τρόπος είναι να βιδώσουμε (φυτέψουμε) τον κοχλία στο έλασμα 2, σε τυφλή τρύπα και μετά να περάσει ελεύθερα το έλασμα 1 και να σφίξουμε τό περικόχλιο (σχ. 3.8β).

Τρίτος τρόπος είναι να βιδώσουμε τον κοχλία σε τυφλή οπή (σχ. 3.8γ).

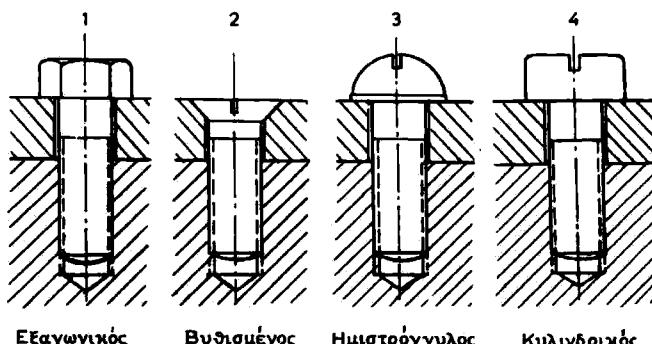
Έτσι, ανάλογα με τον τρόπο της συνδέσεως, διακρίνομε **περαστούς κοχλίες** με κεφαλή και παξιμάδι (σχ. 3.8α), **φυτευτούς κοχλίες** (μπουζόνια) με σπειρώματα και στα δύο άκρα (σχ. 3.8β) και τους **κοχλίες κεφαλής**, τους οποίους χρησιμοποιούμε για τη σύσφιξη σε τυφλή οπή.



Σχ. 3.8α.
Κοχλιοσύνδεση.



Σχ. 3.8β.
Κοχλιοσύνδεση με μπουζόνι.



Σχ. 3.8γ.
Κοχλιοσυνδέσεις με διάφορα μπουζόνια.

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

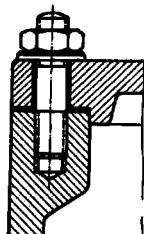
Ειδικότερα τους φυτευτούς κοχλίες τους χρησιμοποιούμε για συνδέσεις που λύονται σπάνια και προς αποφυγή της φθοράς του εσωτερικού σπειρώματος, της τυφλής οπής που δύσκολα επιδιορθώνεται.

Τους κοχλίες κεφαλής διακρίνομε ανάλογα με τον τύπο της κεφαλής τους (σχ. 3.8γ) σε **εξαγωνικούς**, με εξαγωνική κεφαλή, **βυθισμένους**, **φρεζάτους**, **ημιστρόγγυλους** και **κυλινδρικούς**. Τα στοιχεία γι' αυτούς τους κοχλίες τα βρίσκουμε στα διάφορα φυλλάδια προτύπων κανονισμών.

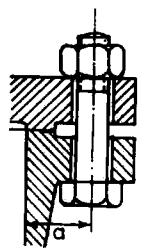
Έχομε επίσης και κοχλίες **αγκυρώσεως** (σχ. 3.8στ και σχ. 3.8ζ), που χρησιμοποιούνται για τη θεμελίωση και στερέωση αντίστοιχα ελαφρών και βαριών μηχανημάτων.

Υπάρχουν και διάφοροι τύποι περικοχλίων, τα οποία φαίνονται στο σχήμα 3.8η, καθώς και στο σχήμα 3.8θ.

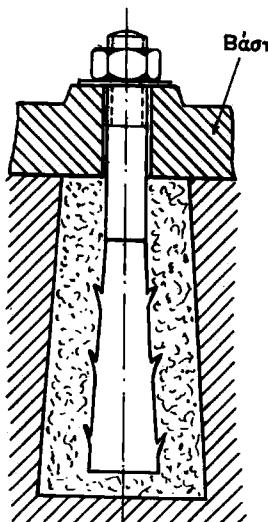
Τα περικόχλια αυτά έχουν διάφορες ονομασίες. Στα σχήματα 3.8η και 3.8θ δίνονται οι μορφές και οι ονομασίες τους.



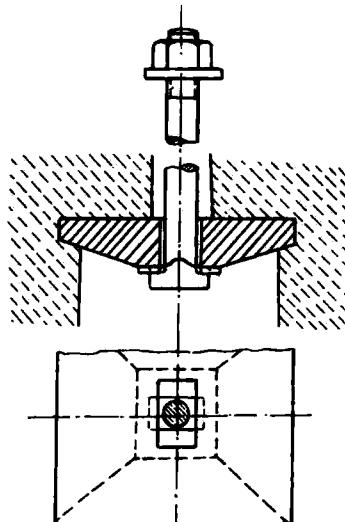
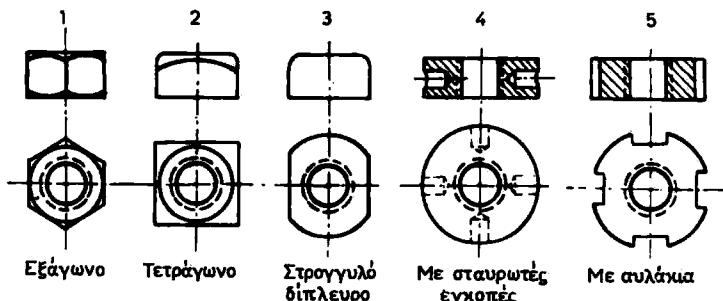
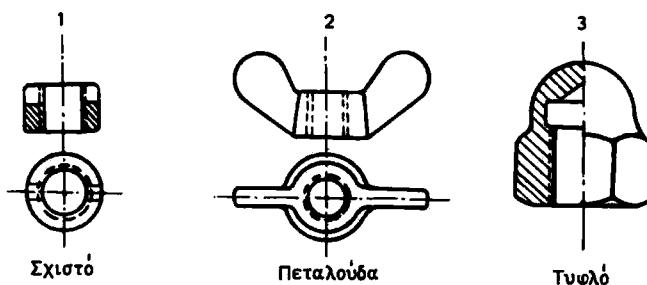
Σχ. 3.8ε.



Σχ. 3.8ε.



Σχ. 3.8στ.

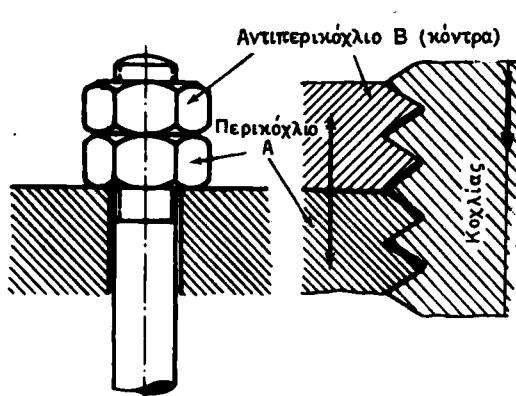
Σχ. 3.8ζ.
Κοχλίες αγκυρώσεως.Σχ. 3.8η.
Διάφορα είδη περικοχλίων.Σχ. 3.8θ.
Διάφορα είδη περικοχλίων.

3.9. Ασφάλιση κοχλιοσυνδέσεως.

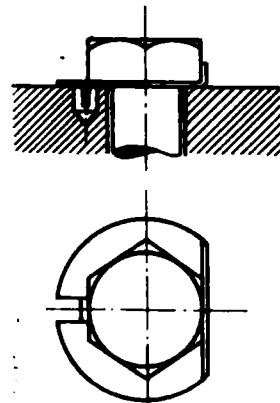
Ένα περικόχλιο διατηρείται στερεά σφιγμένο πάνω στη βίδα, όταν τα σπειρώματα και των δύο σφίγγονται σταθερά. Είναι όμως δυνατόν, είτε από κραδασμούς είτε από διάφορα κτυπήματα, να χαλαρωθεί η συμπίεση και να λυθεί το περικόχλιο, ιδίως αν δεν είχε προηγηθεί καλή σύσφιξη του.

Γι' αυτούς τους λόγους πρέπει να ασφαλίζομε το περικόχλιο, δηλαδή πρέπει να βρίσκομε ένα τρόπο, με τον οποίο να αποφεύγεται η χαλάρωσή του.

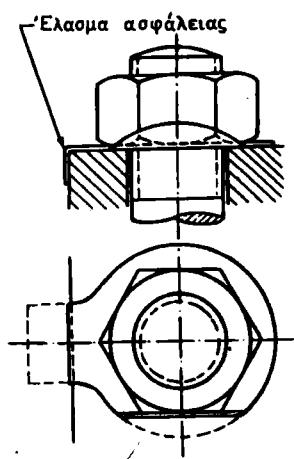
Συνήθως σαν ασφάλεια χρησιμοποιείται ένα δεύτερο περικόχλιο, το περικόχλιο Β ή κόντρα παξιμάδι (σχ. 3.9α). Το αντιπερικόχλιο αυτό μπορεί να έχει το ίδιο ύψος με το περικόχλιο συσφίξεως. Με τη σύσφιξη του αντιπερικοχλίου Β συμπιέζονται τα δύο περικόχλια και έτσι αποφεύγεται η χαλάρωση του Α καθώς και του κοχλία.



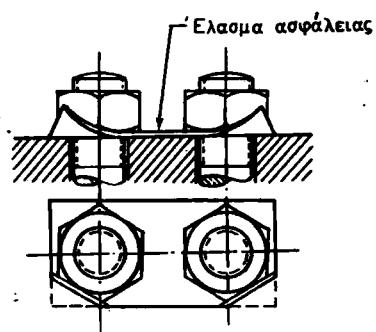
Σχ. 3.9α.



Σχ. 3.9β.



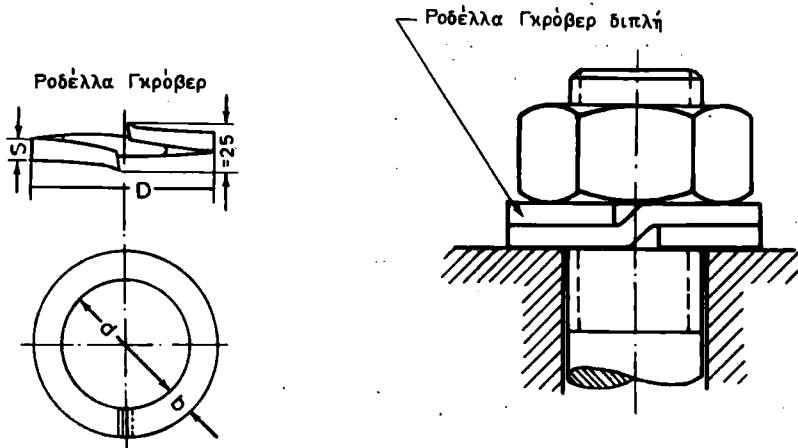
Σχ. 3.9γ.



Σχ. 3.9δ.

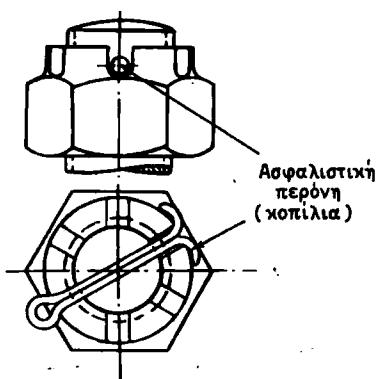
Ασφάλιση επιτυχάνεται και με τα ελάσματα ασφάλειας (σχ. 3.9β, 3.9γ και 3.9δ), που τοποθετούνται μεταξύ περικοχλίου και του κομματιού το οποίο συσφίγγεται. Αυτά, μετά τη σύσφιξη του περικοχλίου, στρεβλώνονται από τον τεχνήτη, ώστε να εμποδίζεται η λύση του περικοχλίου.

Επίσης χρησιμοποιούνται και οι ελατηριωτοί δακτύλιοι που στο εμπόριο έχουν το όνομα ροδέλλα Γκρόβερ (σχ. 3.9ε).



Σχ. 3.9ε.

Κοχλιοσυνδέσεις με ελάσματα ασφάλειας.

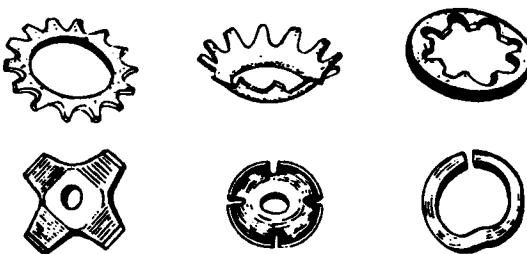


Σχ. 3.9ζ.

Οι ελατηριωτοί αυτοί δακτύλιοι είναι χαλύβδινοι και έχουν δύο άκρα ελαφρώς στρεβλωμένα προς τα έξω, από τα οποία το ένα στρεώνεται πάνω στο κομμάτι της μηχανής το δε άλλο πάνω στο περικόχλιο (σχ. 3.9στ). Έτσι σφίγγονται σταθερά και τα δύο και δεν υπάρχει φόβος να χαλαρώσει η σύνδεση.

Τέλος, πολύ διαδεδομένη είναι η ασφάλιση με ασφαλιστική περόνη (κοπίλια) (σχ. 3.9ζ).

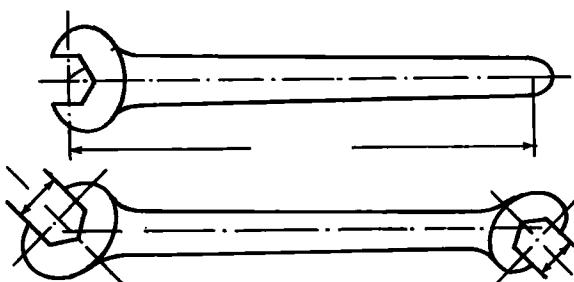
Η περόνη συνδυάζεται με παξιμάδι ιδιαίτερης μορφής, το οποίο φέρει 6 ως 10 εγκοπές στο επάνω μέρος. Στο σχήμα 3.9η βλέπομε και άλλα είδη από παράκυκλους ασφάλειας, οι οποίοι χρησιμοποιούνται στις εφαρμογές.



Σχ. 3.9η.
Δακτύλιοι ασφάλειας.

3.10 Όργανα συσφίγξεως (κλειδιά).

Για το σφίξιμο ή λύσιμο των εξαγωνικών ή τετραγωνικών, συνήθως, περικοχλίων (παξιμάδια) στις διάφορες κοχλιοσυνδέσεις, χρησιμοποιούνται απλά ή διπλά πεπλατυσμένα κλειδιά (σχ. 3.10α). Το άνοιγμα του κλειδιού πρέπει να εφαρμόζει καλά στο αντίστοιχο άνοιγμα του περικοχλίου που θα σφίξει, διαφορετικά οι ακμές του περικοχλίου φθείρονται και δημιουργείται κίνδυνος ατυχήματος κατά τη σύσφιξη λόγω γλιστρίματος του κλειδιού.



Σχ. 3.10α.
Απλά ή διπλά «Γερμανικά» κλειδιά.

Στο σχήμα 3.10β φαίνεται άλλος τύπος **σωληνωτού** κλειδιού.

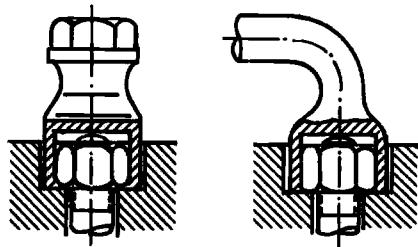
Τα κλειδιά αυτά εφάπτονται σε όλες τις πλευρές του εξαγώνου του περικοχλίου και τοποθετούνται κατά τον άξονα του κοχλίου. Απαιτούν σχετικά λιγότερο χώρο.

Ειδικά κλειδιά για διάφορες περιπτώσεις φαίνονται στα παρακάτω σχήματα:
Στο σχήμα 3.10γ φαίνεται σωληνωτό κλειδί με πολλαπλά ανοίγματα.

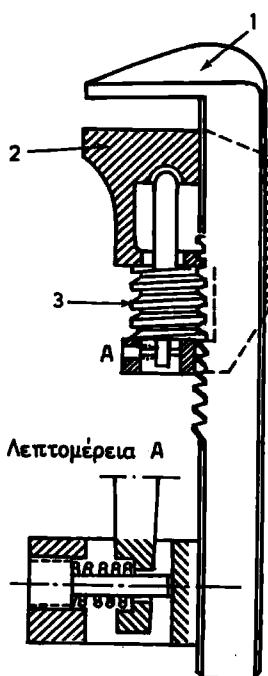
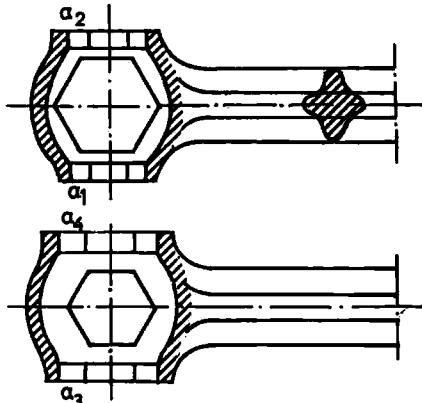
Στο σχήμα 3.10δ απεικονίζεται κλειδί μεταβλητού ανοίγματος (κ. παπαγάλος).

Με αυτά είναι δυνατή η σύσφιξη διαφόρων περικοχλίων με το ίδιο κλειδί.

Στα κλειδιά αυτά η σιαγόνα 1 είναι σταθερή ενώ η σιαγόνα 2 είναι κινητή, και μετατίθεται με τη θοήθεια του κοχλία 3.



Σχ. 3.106.
Σωληνωτά κλειδιά.



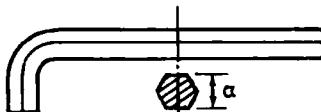
Λεπτομέρεια Α

Σχ. 3.10γ.

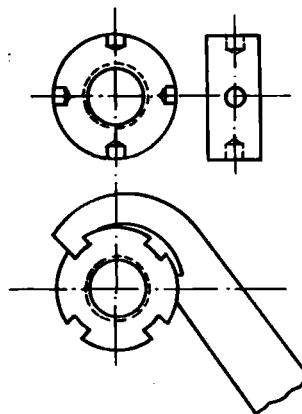
Σχ. 3.10δ.
Κλειδί «παπαγάλος».

Τα κλειδιά του σχήματος 3.10ε χρησιμοποιούνται για κοχλίες με εσωτερικό εξάγωνο.

Το σχήμα 3.10στ δείχνει κλειδί «ειδικό» αγγιστροειδές που χρησιμοποιείται για περικόχλια σαν του σχήματος.



Σχ. 3.10ε.



Σχ. 3.10στ.

3.11 Υπολογισμός αντοχής των κοχλιών.

Διακρίνομε κατά τον υπολογισμό βασικά:

α) Κοχλίες που καταπονούνται σε εφελκυσμό (με την εφαρμογή μιας αξονικής δυνάμεως F).

Η διατομή f_1 του πυρήνα του κοχλία καταπονείται από την αξονική δύναμη F σε εφελκυσμό (σχ. 3.11α). Η ονομαστική τάση που αναπτύσσεται έχει τιμή:

$$\sigma = \frac{F}{f_1} = \frac{4F}{\pi \cdot d_1^2} \leq \sigma_e \text{ dN/mm}^2$$

Οι τιμές της επιτρεπόμενης τάσεως σ_e για διάφορες περιπτώσεις φορτίσεως δίνονται εκ περας στον Πίνακα 3.11.1.

Εκτός όμως από τον πυρήνα καταπονούνται και τα σπειρώματα σε πίεση επιφάνειας και σε απόσχιση (κάμψη-διάτμηση). Εάν ζ ο αριθμός των συνεργαζομένων σπειρωμάτων υποτεθεί δε ομοιόμορφη η φόρτισή τους, θα έχουμε:

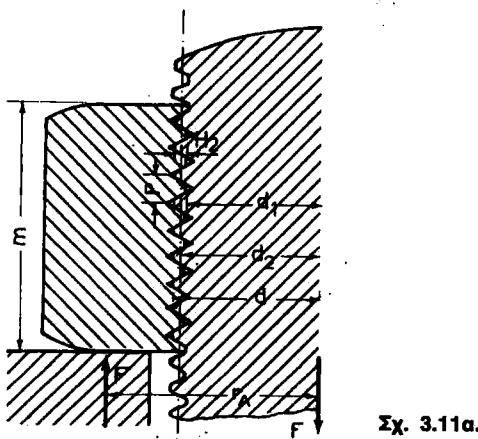
$$p = \frac{F}{z \cdot \pi \cdot d_2 H_2} \leq p_{e\pi} \text{ dN/mm}^2$$

Αντικαθιστώντας τις τιμές:

$$z = \frac{m}{P} \quad F = \sigma_e \frac{\pi \cdot d_1^2}{4}$$

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.11.1
Επιτρεπόμενης τάσεως για φορτίσεις σε dN/cm^2

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



Σχ. 3.11α.

έχομε ως αναγκαίο ύψος περικοχλίου:

$$m = d_1 \cdot \frac{1}{4} \cdot \frac{\sigma_e \cdot P \cdot d_1}{p \cdot H_2 \cdot d_2} \text{ mm}$$

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

Σε περίπτωση δυναμικής φορτίσεως, όπου η τάση εφελκυσμού στον κοχλία μεταβάλλεται από τιμή $\sigma_{μεγ}$ σε $\sigma_{ελ}$, η μέση εναλλασσόμενη τάση βρίσκεται από τον τύπο:

$$\sigma_a = \frac{\sigma_{μεγ} - \sigma_{ελ}}{z} \leq \sigma_{αεπιπ}$$

Για να αποφευχθεί λοιπόν θραύση από δυναμική φόρτιση, θα πρέπει $\sigma_{αεπιπ} = 0,7 \sigma_A$.

Η αντοχή του κοχλία σε εναλλασσόμενη φόρτιση είναι πολύ μικρή (θλ. Πίνακα 3.11.2) και αυξάνει λίγο μόνο με τη στατική αντοχή. Αυτό οφείλεται στη μη ευνοϊκή συγκέντρωση τάσεων στο βάθος του σπειρώματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.11.2

Εναλλασσόμενη αντοχή σ_A (dN/mm^2) του κοχλία υπό τάση εφελκυσμού για διάφορα υλικά

Κοχλίας από	St 38.13			C _r - M _o - St 100	Με εναζώτηση
Περικόχλιο	Περικόχλιο από χάλυβα	Περικόχλιο από χυτισίδηρο	Περικόχλιο από χάλυβα εφελκυσμού Κανονικό	Περικόχλιο από χάλυβα εφελκυσμού Στρογγυλευμ.	Περικόχλιο από χάλυβα εφελκυσμού Κανονικό
Σπείρωμα	Κανονικό	Κανονικό	Κανονικό		
$\sigma_m \pm \sigma_A$	15 ± 4,5	15 ± 6	15 ± 7,5	20 ± 9	25 ± 20

Παράδειγμα.

Φορτίο F = 1960 dN εφαρμόζεται σε κοχλιοσύνδεση, η οποία υφίσταται μικρή προένταση. Υλικό St. 50. Το σπείρωμα θα χαραχθεί επάνω σε τόρνο. Ζητείται να καθορισθεί η εξωτερική διάμετρος του κοχλία.

Διατομή πυρήνα:

$$f_k = \frac{f}{\sigma_e} = \frac{1960}{900} = 2,19 \text{ cm}^2$$

Λύση.

Από τον Πίνακα 3.11.3 εκλέγεται η βίδα M 20 με διατομή πυρήνα 2,2 cm².

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.11.3

Επιτρεπόμενα φορτία για κοχλίες και ειδικές φορτίσεις σ_e

Σπείρωμα	Διατομή πυρήνα cm ²	Επιτρεπόμενη φόρτιση κοχλία σε dN							
		$\sigma_e = 360$	480	600	640	730	800	900	960 dN/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	2,17	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 3.11.3 δίνει τα επιτρεπόμενα φορτία για κοχλίες και για διάφορες ειδικές φορτίσεις σ_e .

8) Καταπόνηση σε εφελκυσμό, θλίψη και στρέψη.

Το είδος αυτό της καταπονήσεως υφίστανται όλοι οι κοχλίες που παραμένουν σε φόρτιση, όπως π.χ. ο κοχλίας μιας πρέσσας καθώς και οι κοχλίες στερεώσεως που συνδέονται υπό φόρτιση.

Η αναπτυσσόμενη ροπή στρέψεως δεν λαμβάνεται υπόψη κατά τον υπολογισμό αντί όμως της σ_e λαμβάνεται ως τιμή τα $3/4$ αυτής.

Η επιτρεπόμενη άρα φόρτιση προκύπτει από τον τύπο:

$$F = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \cdot \frac{3}{4} \cdot \sigma_e = 0,6 d_1^2 \cdot \sigma_e$$

Επί πλέον στους κοχλίες αυτούς η ανηγμένη πίεση p μεταξύ επιφάνειας σπειρωμάτων θίδας και παξιμαδιού δεν πρέπει να υπερβαίνει ορισμένη τιμή. Η p υπολογίζεται από τον τύπο:

$$p = \frac{F}{\frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2) z} = dN/cm^2$$

όπου: d η μεγάλη διάμετρος της θίδας d_1 η διάμετρος πυρήνα z ο αριθμός των σπειρωμάτων που θρίσκονται σε επαφή.

Αντίθετα είναι δυνατόν, με τάση την ειδική πίεση p που μας δίνεται από προηγούμενα, να υπολογισθεί ο αριθμός των σπειρωμάτων z , οπότε από αυτόν τον τύπο καθορίζεται το ύψος του παξιμαδιού.

Ως τιμή της p λαμβάνεται:

a) Για κοχλίες συνδέσεως ως μέγιστο: $p = 200 \text{ dN/cm}^2$

b) Για κοχλίες κινήσεως:

$p = 75 - 100 \text{ dN/cm}^2$ για κοινό χάλυβα ή χυτοσίδηρο ή μπρούντζο

$p = 150 \text{ dN/cm}^2$: για θελτιωμένο χάλυβα ή θελτιωμένο μπρούντζο.

Παράδειγμα.

Έστω κοχλίας πρέσσας τετραγ. διατομής καταπονούμενος με $F = 3500 \text{ dN}$. Ζητείται να καθορισθούν τα στοιχεία του κοχλία για υλικό χάλυβα 60.

Εδώ παίρνομε $\sigma_e = 720$ (Πίνακας 3.11.1), οπότε:

$$d_1 = \sqrt{\frac{F}{0,6 \times 720}} = \sqrt{\frac{3500}{432}} \text{ και } d_1 = 2,85 \text{ cm}$$

Λαμβάνεται κοχλίας M34 με $d = 35 \text{ mm}$ και $d_1 = 28 \text{ mm}$.

Αναφορικά με τον καθορισμό του αριθμού των σπειρωμάτων θα λάβομε $p = 150$, οπότε θα έχομε:

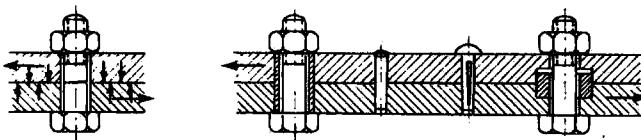
$$z = \frac{3500}{\frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2) \times 150} = \frac{3500}{\frac{\pi}{4} (3,5^2 - 2,8^2) \times 150} \text{ και } z = 6$$

γ) Καταπόνηση σε διάτμηση.

Κοχλίες που είναι προσφορισμένοι να παραλάβουν πλευρικές δυνάμεις (διατμητικές), πρέπει να είναι σε αριθμό τόσοι και με τόση ένταση σφιγμένοι, ώστε να εμποδίζεται η τριβή ανάμεσα στις επιφάνειες που εφάπτονται (σχ. 3.118).

Στην περίπτωση αυτή εφαρμόζεται ο τύπος με $\sigma = 4/5$. σ_e δηλαδή εφαρμόζεται ο ακόλουθος τύπος για τον υπολογισμό της F :

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



Σχ. 3.118.

δ) Κοχλίες με πρόταση F_v που φορτίζονται αξονικά με μια δύναμη λειτουργίας F .

Έστω για παράδειγμα η περίπτωση καταπονίσεως κοχλιών που συνδέουν το κάλυμμα πιεστικού δοχείου [σχ. 3.11γ(α)].

Όταν ο κοχλίας του καλύμματος σφίγγεται με μια αρχική δύναμη F_v , αποκτά μια επιμήκυνση e_s , ενώ ταυτόχρονα το συμπιεζόμενο κάλυμμα βραχύνεται κατά e_B [σχ. 3.11γ(γ)].

Στο σχήμα 3.11δ(α) φαίνονται τα χαρακτηριστικά διαγράμματα των δυνάμεων – επιμηκύνσεων του κοχλία και των δυνάμεων – επιβραχύνσεων του καλύμματος.

Με την επενέργεια, εν συνεχείᾳ, της δυνάμεως λειτουργίας F [σχ. 3.11γ(δ)], οι κοχλίες υπερφορτίζονται από τη διαφορά των δυνάμεων $F_g - F_d$ [σχ. 3.11δ(δ)].

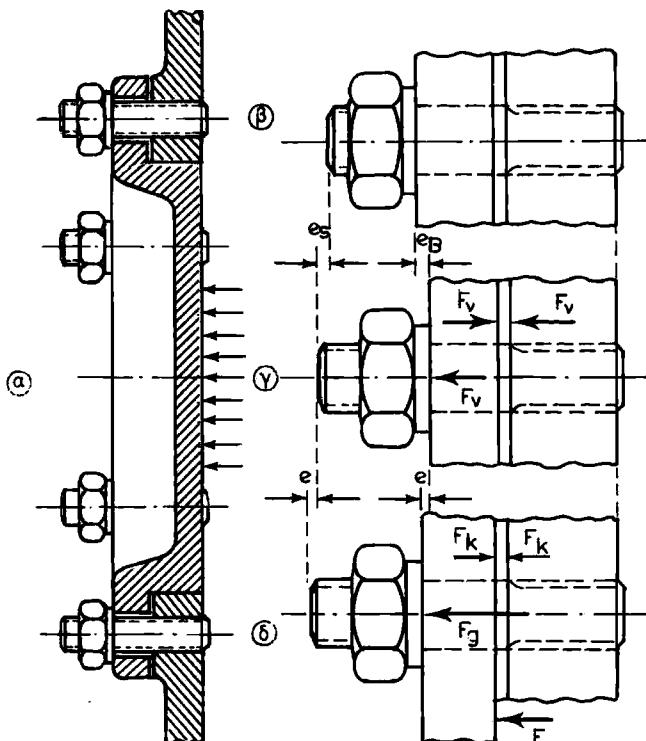
Από την ισορροπία των δυνάμεων έχομε:

$$F_g = F + F_d$$

Όπως προκύπτει από το διάγραμμα των συσφίξεων: Όταν μεταβάλλεται η δύναμη λειτουργίας από $O-F$, η δύναμη στον κοχλία, εφόσον υπάρχει η πρόταση F_v , μεταβάλλεται μόνο κατά $F_d = F_g - F_v$.

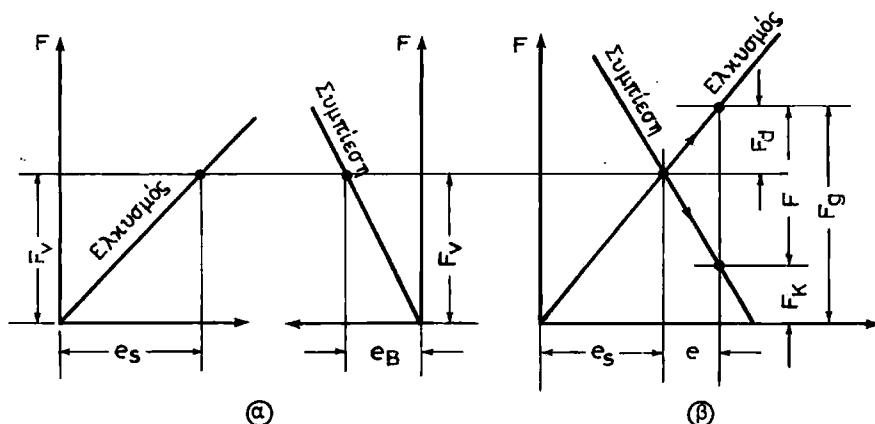
Αν λείψει η πρόταση, τότε η F_d γίνεται σημαντικά μεγαλύτερη και μπορεί να φτάσει μέχρι την τιμή F .

Ακόμα από το σχήμα 3.11ε προκύπτει ότι όσο ο λόγος $\frac{e_s}{e_B}$ είναι μικρότερος (μη ελαστικοί κοχλίες – ελαστικά καλύμματα) τόσο η F_d γίνεται μεγαλύτερη.



Σχ. 3.11γ.

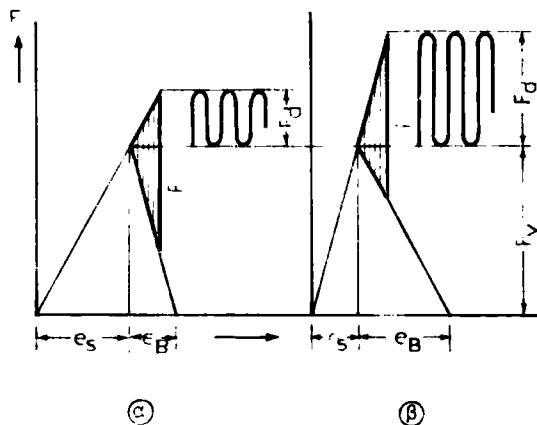
α) Κοχλιοσύνδεση καλύμματος υπό πίεση. β) Σύνδεση πριν τη σύσφιξη. γ) Σύνδεση μετά τη σύσφιξη. δ) Σύνδεση με την πίεση λειτουργίας F .



Σχ. 3.11δ.

Διάγραμμα τάσεων-μηκύνσεων.

α) Σύνδεση με πρόταση. β) Κατά την επιφόρτιση με την πίεση λειτουργίας F .



Σχ. 3.11ε.

Διάγραμμα ταλαντωτικών καταπονήσεων.

- α) Μεγάλη επιμήκυνση κοχλία-μικρή καλύμματος. β) Μικρή επιμήκυνση κοχλία-μεγάλη καλύμματος.

Από την F_d όμως εξαρτάται ο κίνδυνος θραύσεως του κοχλία σε δυναμική καταπόνηση.

Συνιστάται γι' αυτό μεγάλη F_v και ο λόγος $\frac{e_s}{e_B}$ αρκετά μεγάλος.

Η μέγιστη αναπτυσσόμενη τάση είναι:

$$\sigma = \frac{F_g}{i \cdot S_1} = \frac{F_v + F_d}{i \cdot S_1} \leq \sigma_{\text{επ}} \text{ dN/mm}^2$$

όπου: i ο αριθμός των κοχλιών

S_1 η διατομή του πυρήνα του κοχλίου

Η εναλλασσόμενη τάση $\sigma_a \leq \sigma_{\text{αεπιτρ}}$
άρα

$$\sigma_a = \frac{F_d}{2iS_1} \leq \sigma_{\text{αεπιτρ}} \text{ dN/mm}^2$$

Από την ομοιότητα των τριγώνων του σχήματος 3.11δ προκύπτει ότι:

$$\frac{F_d}{e} = \frac{F_v}{e_s} \text{ και } \frac{F_v - F_k}{e} = \frac{F_v}{e_B}$$

με απαλοιφή δε του e από τις δυο σχέσεις προκύπτει:

$$\frac{F_d}{F} = \frac{e_B}{e_B + e_s} \quad \text{ή} \quad F_d = F \cdot \frac{1}{1 + \frac{e_s}{e_B}}$$

Συνήθως ο λόγος $\frac{e_s}{e_B}$ και η F δεν είναι ακριβώς γνωστά, γι' αυτό ορίζονται εκ πείρας τιμές του λόγου $F_g/F = q$, υπολογίζονται δε οι κοχλίες με βάση το F .

$F \leq \sigma_{ep} \cdot f_1$. ι. όπου $\sigma_{ep} = \frac{\sigma_{1\text{επιτρ}}}{q}$ Τιμές του $q = 1,5 - 3,0$ (πίνακας 3.11.4).

Παραδείγματα υπολογισμού κοχλιών.

1. Έστω κοχλίας-σφιγκτήρας (σχ. 3.11στ) τοποθετημένος χωρίς αρχική φόρτιση, με πρωτογενή φόρτιση $F = 6000$ dN. Υλικό κοχλία: χάλυβας 38.13.

Λύση:

Στην περίπτωση αυτή:

$\sigma_{ep} = 1,4 \cdot \sigma_A$ όπου σ_A : η τάση αναλογίας $\sigma_A = 7,5$ dN/mm². (Πίνακας 3.11.2)

$$\sigma_{ep} = 1,4 \cdot 7,5 \text{ ή } \sigma_{ep} = 10,5 \text{ dN/mm}^2.$$

2. Εξετάζεται ένας από τους 16 κοχλίες που συνδέουν το κάλυμμα πιεστικού δοχείου (σχ. 3.11γ).

Πριν την επενέργεια της πιέσεως λειτουργίας F μέσα στον κύλινδρο, οι κοχλίες του καλύμματος συσφίγγονται με μια πρόταση $\sigma_v = 375$ dN/cm².

Λύση:

Έστω: διáμετρος του κοχλία $d_1 = 29$ mm

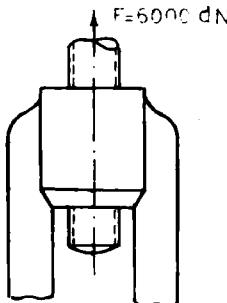
Μήκος του κοχλία $l = 70$ mm

$$\text{Διατομή του κοχλία} \quad f_1 = \frac{\pi}{4} 2,9^2 = 6,6 \text{ cm}^2$$

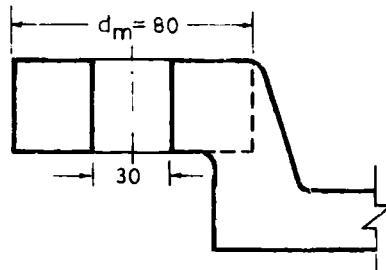
$$\text{Δύναμη προτάσεως } F_v = 6,6 \cdot 375 = 2475 \text{ dN.}$$

Λαμβάνεται τιμή για το μέτρο ελαστικότητας: E_1 του κοχλία: $E_1 = 2000000$ dN/cm² για δε του καλύμματος: $E_2 = 1000000$ dN/cm².

Για την εύρεση της ελαστικής συμπιέσεως του καλύμματος θεωρούμε ιδανικό κύλινδρο μέσης διαμέτρου $d_m = 80$ mm και οπής 30 mm, δύο ως φαίνεται στα σχήματα 3.11γ(α) και 3.11ζ.



Σχ. 3.11στ.



Σχ. 3.11ζ.
Λεπτομέρεια καλύμματος.

Με βάση τα στοιχεία αυτά υπολογίζονται οι παραμορφώσεις κοχλία (δ_s) και καλύμματος (δ_F).

$$\delta_s = \frac{F_v^3 \cdot I}{E_1 \cdot f_1} = \frac{2475^3 \cdot 7}{2 \cdot 10^6 \cdot 6,61} = 13.1 \cdot 10^{-4} \text{ cm}$$

$$\delta_F = \frac{F_v^3 \cdot I}{E_2 \cdot f_2} = \frac{2475^3 \cdot 7}{1 \cdot 10^6 \cdot f_2} \quad \text{αλλά} \quad f_2 = \frac{\pi}{4} (8^2 - 3^2) = 43,2 \text{ cm}^2$$

$$\delta_F = \frac{2475^3 \cdot 7}{1 \cdot 10^6 \cdot 43,2} = 4.1 \cdot 10^{-4} \text{ cm}$$

Η λόγω της πιέσεως $p = 12 \text{ dN/cm}^2$ αντιστοιχούσα δύναμη λειτουργίας

$$F = \frac{\frac{\pi}{4} \cdot D_m^2 \cdot p}{\frac{16}{\pi} \cdot 53,5 \cdot 12} = \frac{1690}{16} \text{ dN} \quad \text{άρα} \quad \sigma = \frac{1690}{6,61} = 254 \text{ dN/cm}$$

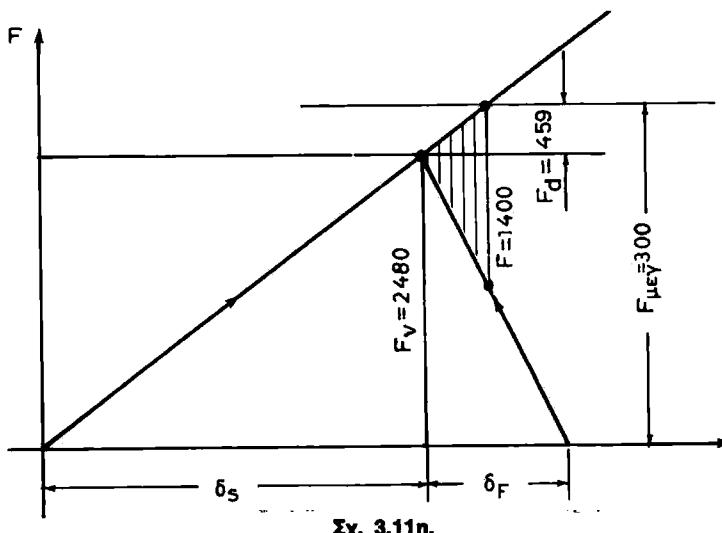
`ανά κοχλία υπολογίζεται σε

Αν δεν υπήρχε πρόταση, η τάση «σ» θα ήταν η μόνη που θα καταπονούσε κάθε κοχλία.

Από το σχήμα 3.11η προκύπτει ότι η μέγιστη δύναμη που θα καταπονεί τους κοχλίες θα είναι η $F_{μεγ} = 3004 \text{ dN}$, η δε αναπτυσσόμενη τάση:

$$\sigma_{μεγ} = \frac{3004}{6,61} = 459 \text{ dN/cm}^2$$

άρα επέρχεται αύξηση τάσεως $\frac{459 - 375}{375} = 0,22$ ήτοι 22%



Πίνακας 3.11.4.

Επιτρεπόμενες τιμές τάσεων (σ) σε κοχλίες με διάφορες καταπονήσεις.

Επιτρεπόμενες τιμές

Αξονική φόρτιση:

- Άγκιστρο γερανού, δίχως πρόταση $\sigma = 0,5 \sigma_F$ (σε ηρεμία) = $1,4 \sigma_A$ (πρωτογενής).
- Σφιγκτήρας υπό φορτίο, συσφιγγόμενος. $\sigma = 0,45 \sigma_F$ (σε ηρεμία).
- Σφιγκτήρας συσφιγγόμενος και μετά φορτιζόμενος. $\sigma = 0,6 \sigma_F$ (σε ηρεμία) = $1,4 \sigma_A$ $\sigma_a = 0,7 \sigma_A$.

Κοχλίες φλάντζας, με πρόταση.

$$\sigma_a = 0,7 \sigma_A \text{ και } \sigma = 0,7 \sigma_F \text{ εάν} \\ F_{\delta\alpha\phi} \text{ και } F_v \text{ είναι γνωστά άλλως} \\ \sigma = 0,45 \sigma_{F/q} \text{ q: } 1,5 - 3,0$$

Κοχλίες διυστήρων που φορτίζονται κρουστικά. $\sigma_a = 0,7 \sigma_A$ και $\sigma = 0,76 \sigma_F$ εάν

$$F_{\delta\alpha\phi} \text{ γνωστή άλλως} \\ \sigma = 0,5 \sigma_A \text{ έως } \sigma = \sigma_A \text{ ανάλογα} \\ \text{με το λόγο } F_{μεγ}/F$$

σ_F : Τάση ορίου διαρροής

σ_A : Τάση ορίου αναλογίας

3.12 Ανακεφαλαίωση.

1. Οι κοχλίες είναι τα στοιχεία που πιο πολύ χρησιμοποιούνται στις λυόμενες κατασκευές.

Σε κάθε κοχλία διακρίνομε τον κορμό του και την κεφαλή του. Στον κορμό διακρίνομε το αυλακωτό τμήμα και το μη αυλακωτό (αυχένα).

Ο κοχλίας συνήθως συνοδεύεται και από ένα περικόχλιο, που είναι απαραίτητο για να γίνει η σύνδεση.

Οι κοχλίες διακρίνονται:

Σε κοχλίες συνδέσεως και κοχλίες κινήσεως.

2. Βάση για τη χάραξη του σπειρώματος σ' ένα κοχλία είναι η ελικοειδής γραμμή. Τα σπειρώματα διακρίνονται σε:

α) Τριγωνικά, που εφαρμόζονται αποκλειστικά στους κοχλίες συνδέσεως.
β) Τετράγωνα, τραπεζοειδή, πριονωτά, στρογγυλά, που αφορούν τους κοχλίες κινήσεως.

3. Τα στοιχεία του κοχλία είναι:

Η μεγάλη διάμετρός του, η μικρή διάμετρός του, η διάμετρος πλευρών, το βήμα, το μήκος κοχλιώσεως και το μήκος του κοχλία.

Για το περικόχλιο έχομε:

Την εξωτερική διάμετρο, την εσωτερική διάμετρο, τη διάμετρο πλευρών, το ύψος του περικοχλίου.

4. Στους κοχλίες στερεώσεως διακρίνομε τα εξής σπειρώματα:

α) Μετρικό, β) Αγγλικό, γ) Αμερικανικό (Σέλλερς) και το ενοποιημένο.

Μετά από διεθνή συμφωνία έγινε παραδεκτό σε κάθε διάμετρο κοχλία να αντιστοιχεί ορισμένο βήμα, που ορίζεται σε ειδικούς πίνακες.

5. Η χάραξη των σπιερωμάτων στους κοχλίες γίνεται είτε με εργαλεία χειρός είτε σε εργαλειομηχανές.
 6. Για τη σύνδεση σωλήνων χρησιμοποιούνται επίσης ειδικά σπιερώματα καθώς και περικόχλια που έχουν την ειδική ονομασία μούφες. Διαμορφώνονται δηλαδή τα προς σύνδεση άκρα των σωλήνων με σπιερώματα και παρεμβάλλεται μεταξύ τους η μούφα και τους συνδέει.
 7. Σχετικά με τους κοχλίες συνδέσεως διακρίνομε:
Τους περαστούς, τους φυτευτούς, τους κοχλίες κεφαλής (βυθισμένους, φρεζάτους, ημιστρόγγυλους και κυλινδρικούς) καθώς και τους κοχλίες αγκυρώσεως.
 8. Για την ασφάλιση μιας κοχλιοσυνδέσεως χρησιμοποιούμε ή το αντιπερικόχλιο ή έλασμα ασφάλειας ή ροδέλλα γκρόβερ, ή ασφαλιστική περόνη, ή δακτύλιους ασφάλειας.
 9. Οι κοχλίες υπολογίζονται συνήθως σε εφελκυσμό και σε ορισμένες περιπτώσεις σε σύνθετη καταπόνηση (εφελκυσμό-στρέψη) ή σε διάτμηση.

3.13 Ερωτήσεις.

1. Από πόσα μέρη αποτελείται ο κοχλίας;
 2. Τι είναι ο φυτευτός κοχλίας (μπουζόνι);
 3. Πόσων ειδών κοχλίες έχουμε;
 4. Σε τι μας χρησιμεύουν οι κοχλίες κινήσεως;
 5. Ποια γραμμή πέρνομε ως βάση για το σχηματισμό του σπειρώματος;
 6. Πόσων ειδών σπειρώματα έχουμε;
 7. Ποια είναι τα στοιχεία για τους κοχλίες και ποια για τα περικόχλια;
 8. Τι είδους σπειρώματα έχουν οι κοχλίες συνδέσεως;
 9. Πώς πέτυχε η εναλλαξιμότητα στους κοχλίες των διαφόρων εργοστασίων;
 10. Τι διαφέρει το μετρικό από το αγγλικό σπείρωμα;
 11. Γιατί χρησιμοποιούμε το τραπεζοειδές σπείρωμα αντί του τετράγωνου;
 12. Σε τι χρησιμεύει η μούφα;
 13. Πώς χαρακτηρίζονται τα σπειρώματα σωλήνων;
 14. Πώς ασφαλίζεται μια κοκκιλοσύνδεση;
 15. Πώς υπολογίζεται ο κοχλίας που καταπονείται σε εφελκυσμό;
 16. Πώς υπολογίζεται ο κοχλίας όταν καταπονείται σε στρέψη, κάμψη και εφελκυσμό;
 17. Πώς υπολογίζεται ο κοχλίας όταν καταπονείται σε διάτυπη;



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΣΦΗΝΕΣ

4.1 Περιγραφή και είδη σφηνών.

Οι σφήνες είναι και αυτές όργανα συνδέσεως των διαφόρων στοιχείων μηχανών μεταξύ τους. Χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα για να σταθεροποιούνται στις ατράκτων οι ομφαλοί των οδοντωτών τροχών, των συνδέσμων, των εκκέντρων, των τροχαλιών και των στροφάλων.

Οι υλικό κατασκευής των σφηνών χρησιμοποιείται ο χάλυβας.

Οι συνδέσεις με σφήνες είναι **συνδέσεις λυάμενες**, όπως ακριβώς και οι κοχλιοπινδέσεις. Οι σφήνες ανάλογα με τη διάταξη και το είδος χρησιμοποιήσεώς τους διαιρέονται σε:

α) Διαμήκεις [σχ. 4.1α (η) και 4.1θ].

β) Εγκάρσιες (σχ. 4.1γ).

Στο σχήμα 4.1α φαίνονται όλα τα είδη σφηνών.

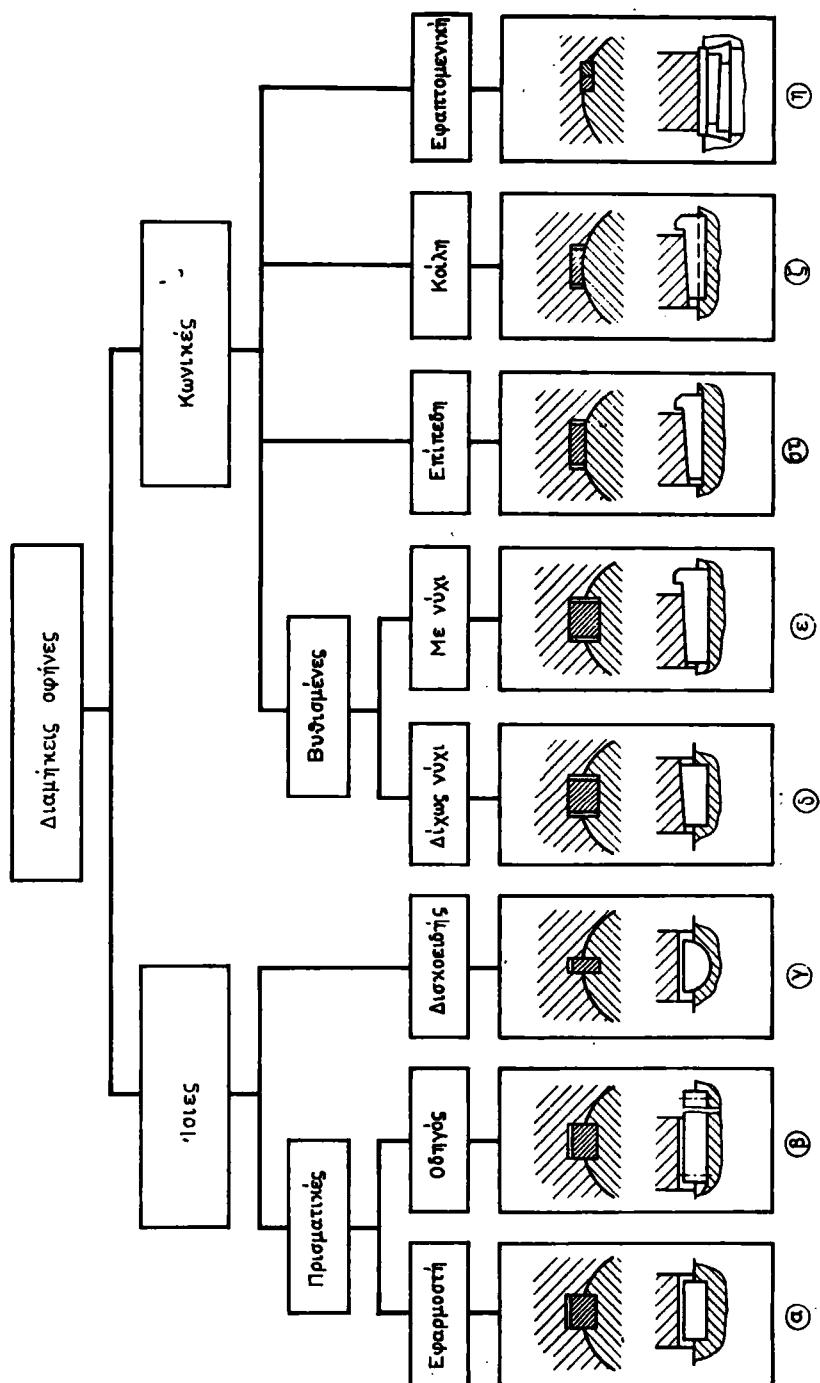
Στις διάφορες εφαρμογές περισσότερο χρησιμοποιούνται οι **διαμήκεις σφήνες** και σπανιότερα οι εγκάρσιες.

4.2 Διαμήκεις σφήνες.

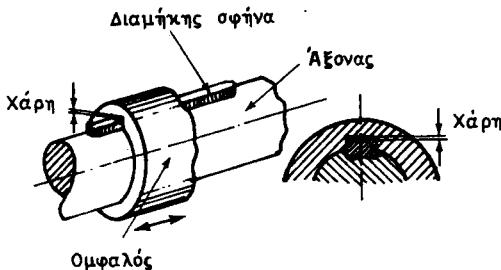
Όπως φαίνεται και από το σχήμα 4.2α, η διαμήκης σφήνα είναι κατά κανόνα ένα χαλύβδινο πρίσμα με τετραγωνική ή ορθογωνική διατομή. Η σφήνα αυτή εφαρμόζεται συνήθως σε ένα αυλάκι που κατά το ήμισυ ανήκει στον ομφαλό του τεμαχίου, που πρόκειται να στερεωθεί και κατά το άλλο ήμισυ στον άξονα. Σε άλλες περιπτώσεις το αυλάκι υπάρχει μόνο στον ομφαλό. Πολλές σφήνες, για να μπορούν να αποσυνδέονται εύκολα, φέρουν στο ένα άκρο προεξοχή που καλείται **νύχι**. Σφήνες με νύχια φαίνονται στα σχήματα 4.1α (στ, ζ) και 4.2θ.

Για να σφίξει όμως ο ομφαλός στον άξονα, ώστε να γίνουν τα δύο ένα σώμα, η σφήνη κατασκευάζεται από τη μια πλευρά ελαφρά κωνική και με κλίση περίπου 1:100, ώστε όταν κτυπηθεί από τή μια άκρη της να προχωρεί και να σφηνώνεται πιεταξύ τίξοντας και τεμαχίου. Αυτό φαίνεται στο σχήμα 4.2δ.

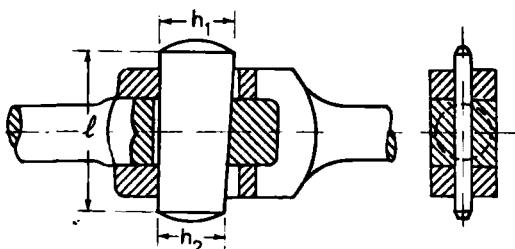
Στην πίτρακτο η σφήνα ενεργεί με τη δύναμη F_1 , ενώ ο ομφαλός ενεργεί με τη δύναμη F_2 (σχ. 4.2γ). Αντίστροφα ενεργούν οι διευθύνσεις των δυνάμεων στον ομφαλό. Η αναπτυσσόμενη τριβή καθώς και οι πλευρικές επιφάνειες της σφήνας επιτρέπουν τη μεταφορά της ροπής στρέψεως από τό ένα στοιχείο στο άλλο. Οι



Σχ. 4.1a.



Σχ. 4.1β.



Σχ. 4.1γ.

διαστάσεις των σφηνών δεν υπολογίζονται, αλλά καθορίζονται απ' τους κανονισμούς.

Η συναρμογή μεταξύ ομφαλού και ατράκτου πρέπει να είναι όσο το δυνατό πιο εφαρμοστή γιατί διαφορετικά μπορεί να παρασυρθεί από τον ομφαλό η σφήνα από τη μια της πλευρά (μάσημα της σφήνας).

Οι επιμήκεις σφήνες είναι διαφόρων ειδών:

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

Η σφήνα αυτή έχει κυκλική μορφή. Όταν τοποθετείται μέσα στο αυλάκι της επάνω στον άξονα, παίρνει μόνη της την κλίση που έχει ο ομφαλός.

Χρησιμοποιείται σε εργαλειομηχανές και γενικά σε άξονες, που δεν δέχονται ή δεν μεταφέρουν μεγάλες ροπές στρέψεως.

Οι δισκοειδείς σφήνες είναι φθηνής κατασκευής και είναι ευκολόχρηστες.

β) Η κοίλη σφήνα (σχ. 4.2ζ).

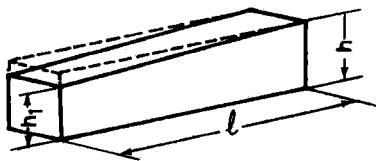
Η σφήνα αυτή εφαρμόζεται σε αυλάκι, που φέρει μόνο ο ομφαλός.

Με τον τρόπο αυτό δεν αδυνατίζει μεν ο άξονας, αλλά δεν είναι δυνατή παρά η μεταφορά πολύ μικρών ροπών στρέψεως.

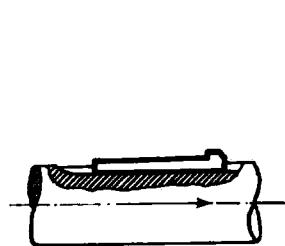
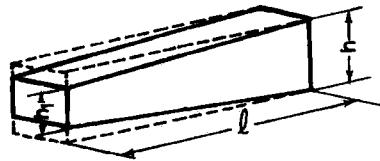
Μια κοίλη σφήνα, μπορεί να είναι είτε απλή (χωρίς νύχι) [σχ. 4.1α(δ)] είτε με νύχι [σχ. 4.1α(ε)].

γ) Η επίπεδη σφήνα (σχ. 4.2στ).

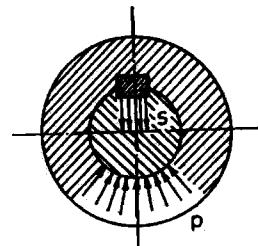
Όπως φαίνεται και από το σχήμα για να εφαρμόσει η σφήνα αυτή στον άξονα χρειάζεται προηγουμένως επεξεργασία του άξονα ώστε να γίνει επίπεδος στο μέρος που θα δεχθεί τη σφήνα.



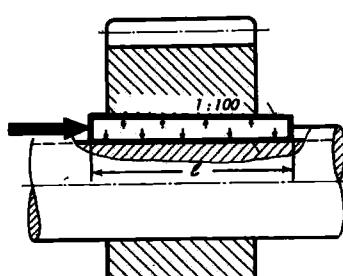
Σχ. 4.2α.



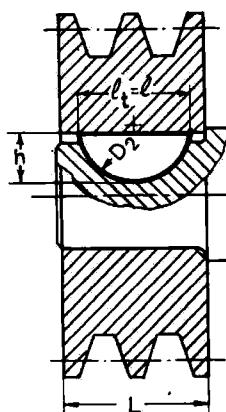
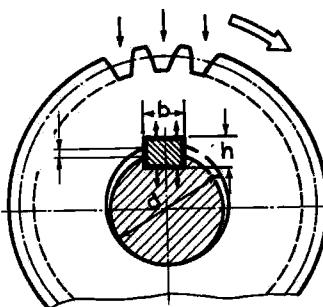
Σχ. 4.2β.



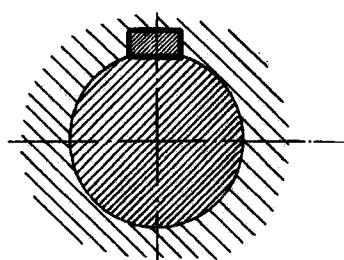
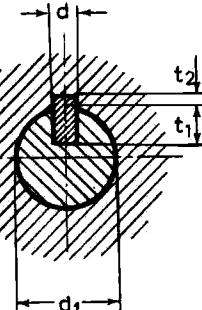
Σχ. 4.2γ.



Σχ. 4.2δ.

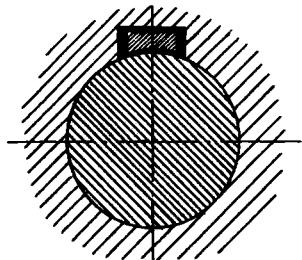


Σχ. 4.2ε.

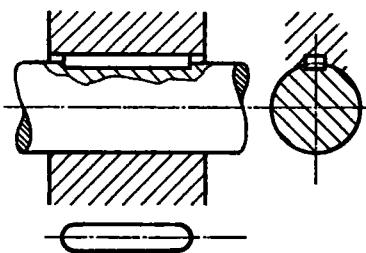


Σχ. 4.2στ.

Η επεξεργασία όμως αυτή έχει σαν αποτέλεσμα κάποια εξασθένισή του στο σημείο αυτό. Η μεταφερόμενη από την σφήνα ροπή στρέψεως είναι λίγο μεγαλύτερη από αυτήν που μεταφέρει η κοίλη σφήνα.



Σχ. 4.2ζ.



Σχ. 4.2η.

δ) Η εφαρμοστή σφήνα [σχ. 4.1α(α,β) και 4.2η].

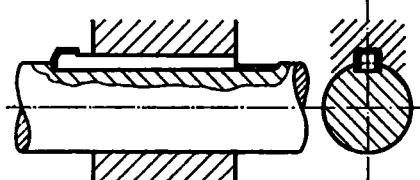
Η σφήνα αυτή τοποθετείται σε αυλάκι στον άξονα. Για να γίνει η σφήνωση μετακινείται προσωρινά ο ομφαλός του εξαρτήματος (π.χ. του τροχού), το οποίο πρόκειται να σφηνωθεί στον άξονα. Η μεταφερόμενη ροπή στρέψεως με τη σφήνα αυτή είναι μεγαλύτερη από τη ροπή που μεταφέρεται από την επίπεδη σφήνα. Σε περίπτωση που υπάρχει εναλλασσόμενη φόρτιση τοποθετούνται δυο σφήνες σε γωνία μεταξύ τους 120° . Στον Πίνακα 4.2.1 φαίνονται οι διαστάσεις των σφηνών ανάλογα με τη διάμετρο του άξονα.

ε) Η σφήνα που ολισθαίνει (σχ. 4.2θ).

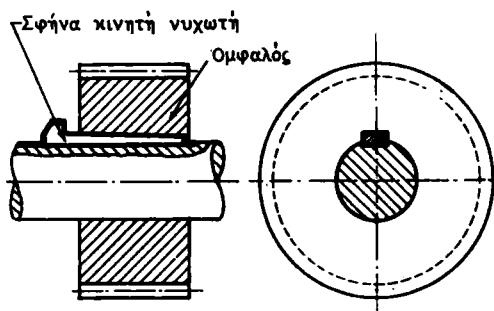
Για να γίνει σφήνωση με τέτοια σφήνα κρατείται σταθερός ο ομφαλός του εξαρτήματος και με συνεχή κτυπήματα στη σφήνα επιτυγχάνεται η εφαρμογή της μέσα στο αυλάκι του άξονα.

Οι ολισθαίνουσες σφήνες είναι είτε χωρίς νύχια (απλές), είτε με νύχια (σχ. 4.2θ).

Στον Πίνακα 4.2.2 αναγράφονται οι διαστάσεις για τις σφήνες σε σχέση με τη διάμετρο του άξονα.



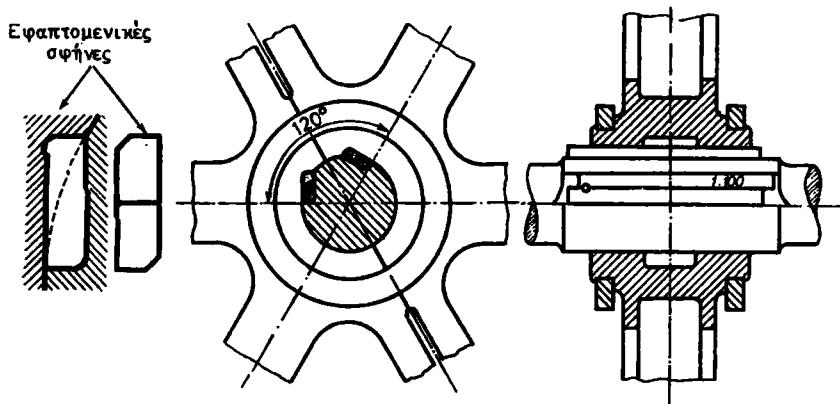
Σχ. 4.2θ.



Σχ. 4.2ι.

στ) Οι εφαπτομενικές σφήνες [σχ. 4.1α(η) και 4.2ια].

Αυτές συνήθως χρησιμοποιούνται κατά ζεύγη, για να συνδέουν βαριά τεμάχια μηχανών. Με τις σφήνες αυτές, άξονας και ομφαλός σφίγγονται εφαπτομενικά και έτσι η μια σφήνα δένεται με την άλλη.



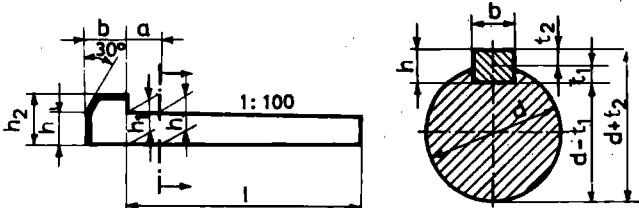
Σχ. 4.2ια.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.1

Διάμετρος στράκτου D σε mm	Ολισθαίνουσα			Επίπεδη			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 με τον τρόπο αυτό να δεχθούν μεγάλες ροπές στρέψεως και προς τις δυο κατευθύνσεις περιστροφής. Στον Πίνακα 4.2.3 δίνονται οι διαστάσεις για τις εφαπτομενικές σφήνες σε σχέση με τη διάμετρο του άξονα (D.I.N. 271 και 268).

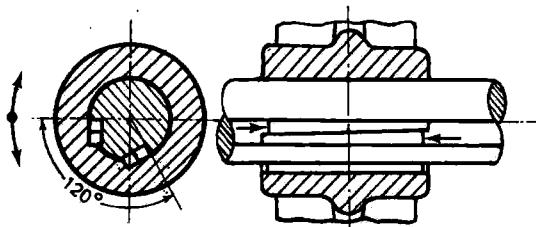
ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.2
Διαμήκης ολοσθανουσα σφήνα με νύχι



Διάμετρος απράκτου d	17	22	30	38	44	44	50	58	65	75	85
Πλάτος b	6	8	10	12	14	14	16	18	20	22	25
Υψος h h_1	6 6,1	7 7,2	8 8,2	8 8,2	9 9,2	9 10,2	10 11,2	11 12,2	12 12,2	14 14,2	14 14,2
Υψος νυχιού h_2	10	11	12	12	14	14	16	18	20	22	22
Απόσταση Δa	6	7	8	8	9	9	10	11	12	14	14
Βάθος αυλακιού t_1	3,5	4,1	4,7	4,9	5,5	6,2	6,8	7,4	8,5	8,5	8,7
Βάθος αυλακιού του ομφαλού 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

Εφαπτομενικές σφήνες	D	t	b	Για εναλλασσόμενη 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



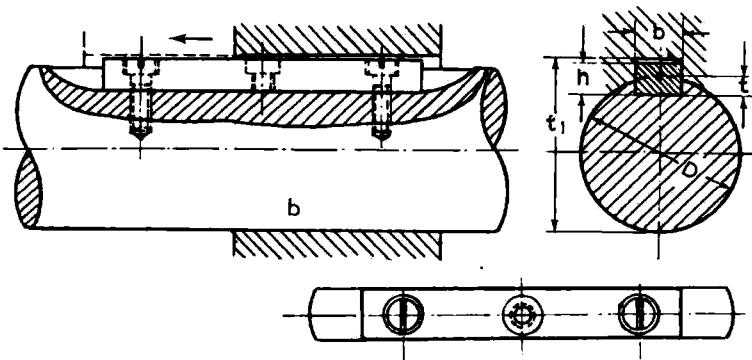
Σχ. 4.2ιβ.

γ) Σφήνες- Οδηγοί [σχ. 4.1α (β) και 4.2ιγ)].

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

Με την τοποθέτηση των σφήνων αυτών δεν επιτυγχάνεται σύσφιξη του ομφαλού με την άτρακτο. Επομένως τα δύο τεμάχια, άξονας και ομφαλός 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.

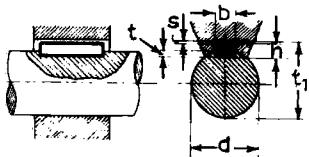
Στην περίπτωση, που ζητείται ακινησία του ομφαλού μετά τη σφήνωση, η στρέψη επιτυγχάνεται με δακτύλιους στερεώσεως ή με κοχλίες ασφάλειας.

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

η) Τό πολύσφηνο.

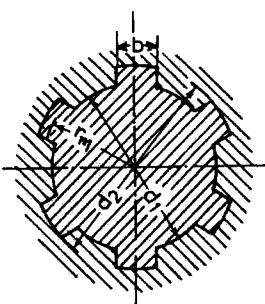
'Όταν η προς μεταφορά ροπή στρέψεως είναι μεγάλη, αντί να τοποθετήσουμε πολλές σφήνες που αδυνατίζουν την άτρακτο χρησιμοποιούμε άτρακτους-πολύ-

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.4
Διαστάσεις οδηγών σφηνών

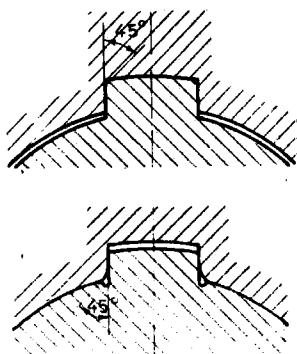


Διάμετρος άξονα d		Πλάτος σφήνας b mm	Υψος σφήνας h mm	Χάρη σφήνας s mm	Βάθος του αυλακιού στόν άξονα t mm	Απόσταση άξονα και βάθος αυλακιού ομφαλού t_1 mm
από mm	ως mm					
6	8	2	2	0,1	1,2	$d + 0,9$
8	10	3	3	0,1	1,8	$d + 1,3$
10	12	4	4	0,2	2,9	$d + 1,7$
12	17	9	5	0,2	3,0	$d + 2,2$
17	22	6	6	0,2	3,5	$d + 2,7$
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	$d + 10,3$

σφήνα (σχ. 4.2ιδ) με ομφαλούς-πολύσφηνα. Το κεντράρισμα μπορεί να γίνει κατά δυο τρόπους: είτε στην εξωτερική διάμετρο της ατράκτου (σχ. 4.2ιε), είτε στην ε-σωτερική διάμετρο της ατράκτου (σχ. 4.2ιστ).



Σχ. 4.2ιδ.

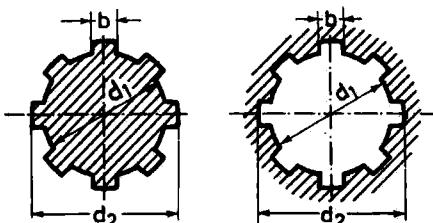


Σχ. 4.2ιε.

Σχ. 4.2ιστ.

Η σύνδεση αυτή είναι συνηθισμένη σε εργαλειομηχανές και στα αυτοκίνητα.
Στον Πίνακα 4.2.5 φαίνονται οι διαστάσεις των εγκαρσίων σφηνών ανάλογα με την διάμετρο και τον τύπο της καθεμιάς.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.2.5



Εσωτερική διάμετρος d_1	DIN 5462			DIN 5463			DIN 5464		
	Αριθμός εγκοπών	Ελαφρή σειρά		Αριθμός εγκοπών	Μέση σειρά		Αριθμός εγκοπών	Ισχυρή 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 Εγκάρσιες σφήνες.

Όπως φαίνεται και από τα σχήματα 4.1α και 4.3α, οι εγκάρσιες σφηνες είναι επίπεδοι δίσκοι με τα άκρα τους στρογγυλεμένα. Εκτός όμως από αυτές εξετάζονται και οι **εγκάρσιες κωνικές σφήνες**.

Τις εγκάρσιες τις χρησιμοποιούμε για να συνδέομε μεταξύ τους είτε ραβδόμορφα στοιχεία, είτε ραβδόμορφα στοιχεία με τον ομφαλό άλλου στοιχείου μηχανής. Έτσι π.χ. η σύνδεση του βάκτρου, που είναι ένα ραβδόμορφο στοιχείο, με το ζύγωμα μιας εμβολοφόρας μηχανής, γίνεται με μιαν εγκάρσια σφήνα (σχ. 4.3α και 4.3β).

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

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

$$\text{Μήκος } l = 100 \text{ mm}$$

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

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

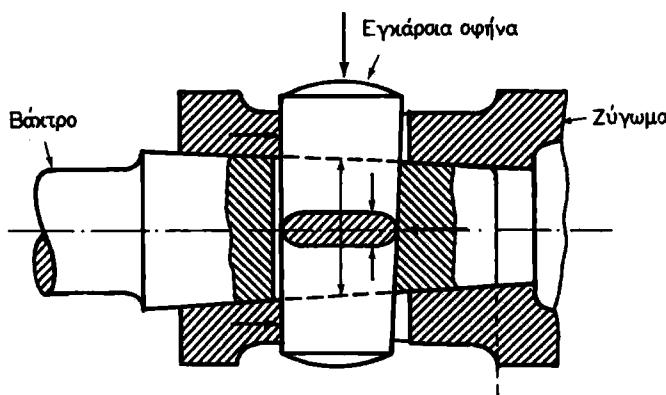
$$\text{Πλάτος } b = 12 \text{ mm}$$

Στο σχήμα 4.3γ φαίνεται άλλη σφήνωση με εγκάρσια σφήνα.

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

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

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



Σχ. 4.3α.
Σύνδεση βάκτρου με το ζύγωμα.

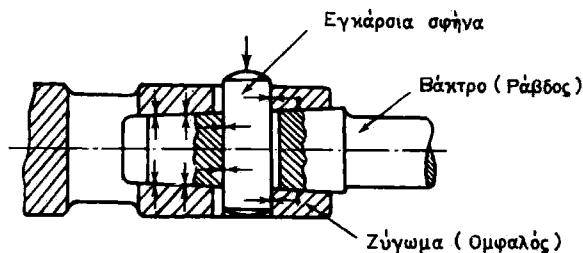
Εγκάρσιες κωνικές σφήνες.

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

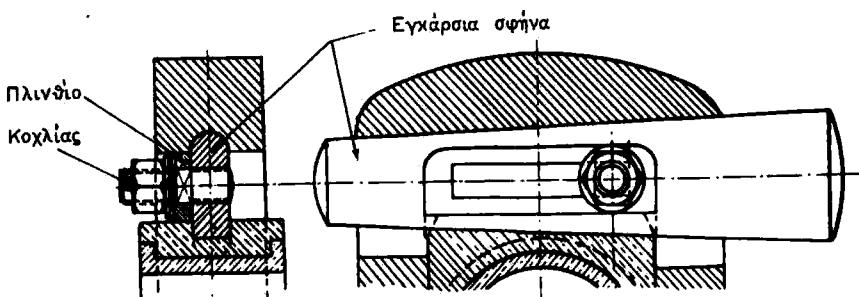
Το μέγεθός τους χαρακτηρίζεται από τη μικρότερή τους διάμετρο d. Χρησιμοποιούνται κυρίως στο στάδιο της συναρμολόγησεως δύο τεμαχίων μηχανής, για να εξασφαλίζουν εφαρμογή του ενός σχετικά προς το άλλο.

Ως συνδετικές σφηνες επάνω σε άξονες χρησιμοποιούνται μόνο στις περιπτώσεις, που δεν μεταφέρονται με αυτές μεγάλες δυνάμεις.

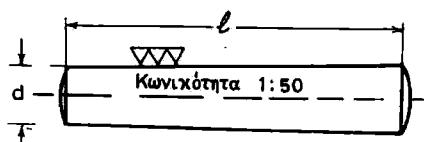
Στα σχήματα 4.3ε και 4.3στ, φαίνονται εφαρμογές των εγκαρσίων κωνικών σφηνών.



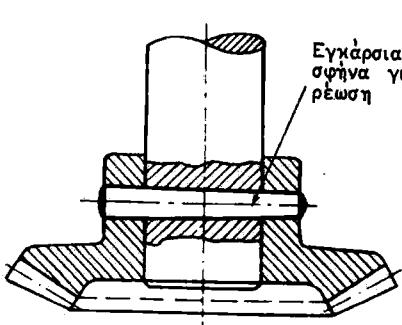
Σχ. 4.3β.



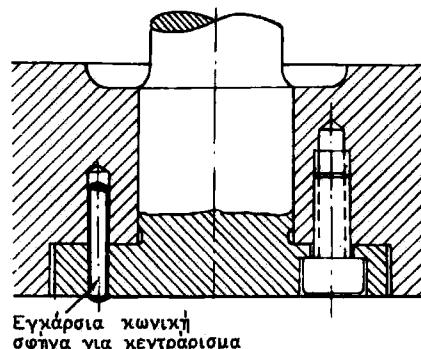
Σχ. 4.3γ.



Σχ. 4.3δ.



Σχ. 4.3ε.



Σχ. 4.3στ.

4.4 Ανακεφαλαίωση.

1. Η σφήνα αποτελεί στοιχείο μιας λυόμενης συνδέσεως. Χρησιμοποιείται κυρίως για τη σταθεροποίηση στους άξονες των ομφαλών οδοντωτών 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 στον άξονα και μισή στον ομφαλό του τεμαχίου που πρόκειται να στερεωθεί στον άξονα. Διακρίνονται σε σφηνες δισκοειδείς, σε κοίλες, σε επίπεδες, σε εφαρμοστές, σε ολισθαίνουσες και σε εφαπτομενικές, που χρησιμοποιούνται κατά ζεύγη σε οδηγούς και ως πολύσφηνα.
3. Οι εγκάρσιες σφήνες είναι επίπεδοι δίσκοι με τα áκρα στρογγυλεμένα. Εκτός δύμως από αυτές υπάρχουν και οι κωνικές που χρησιμοποιούνται σε κεντραρίσματα «αρσενικών» και «θηλυκών» τεμαχίων.

4.5 Ερωτήσεις.

1. Σε πόσες κατηγορίες διαιρούμε τις σφήνες;
 2. Ποιο είναι το χαρακτηριστικό στοιχείο σε μια διαμήκη σφήνα;
 3. Σε ποιες κυρίως συνδέσεις προτιμούνται οι διαμήκεις σφήνες;
 4. Απαριθμήστε πόσα είδη διαμήκων σφηνών έχομε και αναφέρετε πιο συγκεκριμένα πού κυρίως χρησιμοποιούνται;
 5. Τι είναι η οδηγός σφήνα και πότε χρησιμοποιείται;
 6. Τι γνωρίζετε για τις εγκάρσιες σφήνες γενικά;
 7. Τι γνωρίζετε για τις εγκάρσιες κωνικές σφήνες και πού χρησιμοποιούνται;
 8. Πώς υπολογίζονται οι διαστάσεις στις σφήνες;
-

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΜΕΣΑ ΚΙΝΗΣΕΩΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

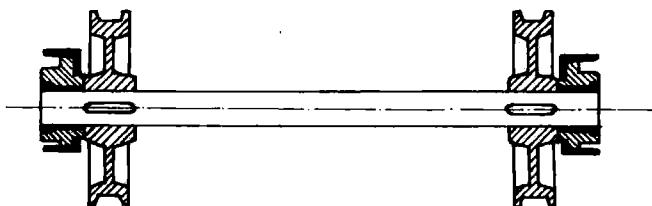
ΑΤΡΑΚΤΟΙ (ΑΞΟΝΕΣ)

5.1 Περιγραφή και είδη ατράκτων (αξόνων).

Άξονας γενικά ονομάζεται κάθε μεταλλική ράθδος κοίλη ή ολόσωμη της οποίας τα άκρα είναι οπωσδήποτε κυλινδρικά, ενώ το υπόλοιπο τμήμα της (ενδιάμεσο) μπορεί να έχει διατομή κυκλική ή άλλη κανονικά συμμετρική, π.χ. τετραγωνική, εξαγωνική κ.ο.κ.

Οι άξονες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

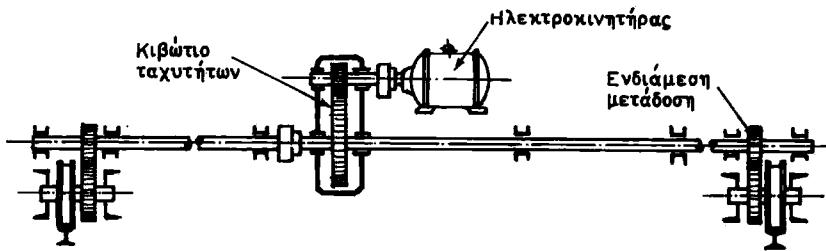
— Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν όλοι εκείνοι που κατά τη λειτουργία τους είτε μένουν ακίνητοι, είτε περιστρέφονται, αλλά έχουν σαν σκοπό να βαστάζουν μόνο κάποιο βάρος· **υποφέρουν συνεπώς μόνο σε κάμψη**. Άξονες αυτού του είδους υπάρχουν π.χ. στα κάρρα, στα βαγόνια των τραίνων κλπ. (σχ. 5.1α). Τα τυμπάνα των χειροκινήτων βαρούλκων κλπ.



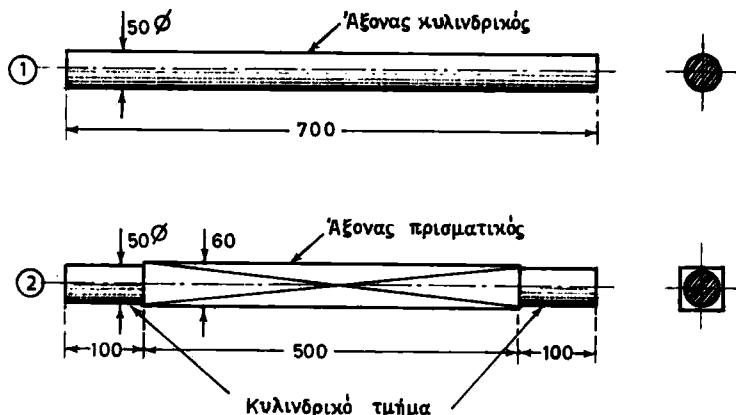
Σχ. 5.1α.

— Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν όλοι οι άλλοι άξονες που κύριο γνώρισμά τους είναι ότι **περιστρέφονται** και μεταβιβάζουν την περιστροφή τους. Τους άξονες αυτούς ονομάζομε **ατράκτους**. Η άτρακτος λοιπόν είναι άξονας που **περιστρέφεται** και **μεταβιβάζει ροπή στρέψεως**. Οι άτρακτοι άρα καταπονούνται σε κάμψη και σε στρέψη (σχ. 5.1β).

Για λόγους κατασκευαστικούς συνηθίζεται η διατομή του ενδιάμεσου μήκους των αξόνων και των ατράκτων να είναι κυκλική [σχ. 5.1γ(1)], σπανιότερα τετραγωνική [σχ. 5.1γ(2)], ακόμη δε σπανιότερα άλλης μορφής.



Σχ. 5.16.
Κίνηση φορτίου γερανογέφυρας.



Σχ. 5.1γ.
Είδη αξόνων.

Άτρακτοι κάθε είδους συναντώνται στις κινητήριες εργομηχανές και εργαλειομηχανές. Επίσης και στα συστήματα μεταδόσεως κινήσεως (Μειωτήρες κλπ).

Οι άτρακτοι έχουν τυποποιημένες διαμέτρους και έτσι μπορεί κανείς να τις βρει εύκολα στο εμπόριο κατεργασμένες σε τεμάχια με μήκη 4 ως 5 m.

Ο Πίνακας 5.1.1 δίδει τις τυποποιημένες διαμέτρους σύμφωνα προς το D.I.N. 114.

Ως υλικό κατασκευής τους χρησιμοποιείται κατά κανόνα ο χάλυβας αντοχής 50 dN/mm² ή 60 dN/mm², σπανιότερα δε χρησιμοποιούνται ειδικοί χάλυβες, δηλαδή χάλυβες που περιέχουν εκτός από τον άνθρακα και άλλα στοιχεία, όπως είναι το χρώμιο, το νικέλιο κ.α.

Οι άτρακτοι χρησιμοποιούνται κυρίως ως στοιχεία στις μηχανές.

Για να υπολογισθεί η διάμετρος που πρέπει να έχει μια άτρακτος, λαμβάνεται

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1.1
Τυποποιημένες διάμετροι άτρακτων σε mm

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

συνήθως υπόψη η **ροπή στρέψεως** που την επιβαρύνει, παραλείπεται δε κατά τον υπολογισμό της καμπτική της καταπόνηση, όταν αυτή δεν είναι σημαντική.

Στα μηχανουργεία, κλωστήρια, υφαντήρια κλπ. χρησιμοποιούνται συνήθως άτρακτοι, όταν πρέπει να μεταβιβασθεί περιστροφική κίνηση από μια κινητήρια πηγή ταυτόχρονα σε δυο ή τρία μηχανήματα.

Η άτρακτος π.χ. του σχήματος 5.1β λαμβάνει κίνηση από τον ηλεκτροκινητήρα με τη θοήθεια του ζεύγους των οδοντωτών τροχών και τη μεταφέρει στους τροχούς κυλήσεως του φορείου μιας γερανογέφυρας (**ενδιάμεση μετάδοση**).

Στις περιπτώσεις ενδιαμέσων κινήσεων, όπου οι άτρακτοι έχουν μεγάλο μήκος, η διατομή τους δεν είναι απαραίτητο να είναι η ίδια σ' όλο το μήκος τους. Μπορεί, για λόγους οικονομίας υλικού, η διατομή τους να μειώνεται προς τα άκρα, ανάλογα προς την καμπτική καταπόνησή τους.

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 δυο σημεία (σχ. 5.1δ). Τα στηρίγματα αυτά λέγονται **έδρανα ή κουσινέττα**. Γι' αυτά θα μαλήσουμε στην παράγραφο 6.1 καθώς και στο Κεφάλαιο 8.

Μεγάλη προσοχή πρέπει να δίνεται στην απόσταση που είναι απαραίτητο να υπάρχει ανάμεσα στα σημεία στηρίξεως (έδρανα.)

— Ο Πίνακας 5.1.2 μας δίδει τις μέγιστες αποστάσεις που μπορούν να υπάρχουν ανάμεσα στα έδρανα σε σχέση με τη διάμετρο των αξόνων.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 5.1.2.
Μέγιστες αποστάσεις σημείων στηρίξεως**

Διάμετρος της ατράκτου σε mm	Απόσταση των 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 εδράνων ανάλογα με το βαθμό καταπονήσεως του άξονα.

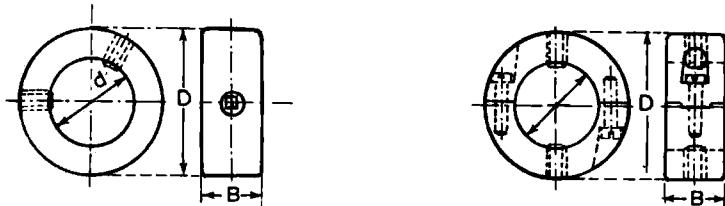
Όσο περισσότερα φορτία φέρει μια άτρακτος, τόσο πλησιέστερα τοποθετούνται τα σημεία στηρίξεως, ιδιαίτερα μάλιστα όταν η άτρακτος είναι πολύστροφη.

Όταν στρέφεται μια άτρακτος, πρέπει να μη μετακινείται αξονικά και για τούτο **ασφαλίζεται**, δηλαδή εμποδίζεται η αξονική μετατόπιση της με την τοποθέτηση **δακτυλίων ασφάλειας** (κουλούρια).

Οι δακτύλιοι ασφάλειας (σχ. 5.1ε) είναι είτε **μονοκόμματοι ή διαιρούμενοι** και φέρουν κοχλίες, με τους οποίους στερεώνονται σε κατάλληλα σημεία επάνω



Σχ. 5.1δ.
Άτρακτος με τα σημεία στηρίξεώς της.



Σχ. 5.1ε.
Δακτύλιοι ασφάλειας.

στις ατράκτους.

Οι κοχλίες αυτοί έχουν θυθισμένη κεφαλή και για να τους σφίξουμε χρησιμοποιούμε ειδικά κλειδιά. Οι δακτύλιοι αυτοί κατασκευάζονται συνήθως από χυτοσίδηρο.

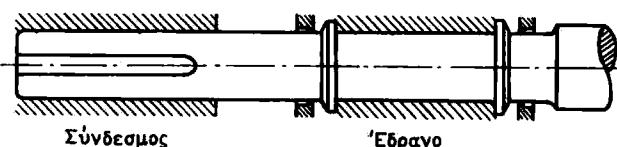
Έτσι π.χ. για μια άτρακτο με διάμετρο 100 πιτ οι διαστάσεις των δακτυλίων ασφάλειας που χρησιμοποιούνται, πρέπει να είναι:

$$D: \text{εξωτερική διάμετρος} = 165 \text{ mm}$$

$$B: \text{(πλάτος)} = 65 \text{ mm}$$

Αριθμός κοχλιών που τα σφίγγουν 2.

Σε ειδικές περιπτώσεις αντί να χρησιμοποιηθούν δακτυλίδια ασφάλειας μορφώνουν στην άτρακτο μια ή δυο προεξοχές (πατούρες), όπως φαίνεται στο σχήμα 5.1στ που εμποδίζουν την άτρακτο να μετακινηθεί.



Σχ. 5.1στ.
Άτρακτος με προεξοχές.

5.2 Υπολογισμός αξόνων και ατράκτων.

Με τον υπολογισμό των αξόνων και των ατράκτων επιδιώκεται ο έλεγχος:

- Της αντοχής τους σχετικά με τα φορτία ή τις ροπές που μεταφέρουν.
- Της παραμορφώσεώς τους που προκαλείται και αυτή λόγω της φορτίσεως.

a) Αντοχή.

Στις ατράκτους που μεταδίδουν κίνηση η διάμετρος d υπολογίζεται από τον τύπο:

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

όπου L είναι η μεταφερόμενη ισχύς σε ΗΡ, n οι στροφές ανά λεπτό, k_d το επιτρεπόμενο ειδικό φορτίο.

Για να περιλαμβάνονται και οι τάσεις κάμψεως που αναπτύσσονται, το k_d λαμβάνεται μικρό, δηλαδή:

$$\begin{aligned} K_d &= 200 \text{ dN/cm}^2 \text{ για μαλακό χάλυβα,} \\ K_d &= 300 \text{ dN/cm}^2 \text{ για συνήθη χάλυβα, οπότε:} \end{aligned}$$

$$d = 12 \sqrt[3]{\frac{L}{n}} \text{ για } k_d = 200 \text{ dN/cm}^2 \quad (2)$$

$$d = 10,6 \sqrt[3]{\frac{L}{n}} \text{ για } k_d = 300 \text{ dN/cm}^2$$

Ο πίνακας 5.2.1 μας θοηθεί στον υπολογισμό.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2.1.

$k_d = 200 \text{ dN/cm}^2$										
d	mm	30	35	40	45	50	55	60	65	70
M_d N	Nm	2800	510	8800	14200	21500	31500	44700	59000	82600
		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 L	dNm	10.500	13.500	16.500	20.000	24.000	29.000	41.500	56.000	75.000
		0,15	0,19	0,23	0,28	0,33	0,40	0,53	0,79	1,05
$k_d = 300 \text{ dN/cm}^2$										
d	mm	30	35	40	45	50	55	60	65	70
M_d L	dNm	276	524	882	1414	2153	3163	477	6134	8248
		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 L	dNm	10.800	14.200	18.200	22.800	27.600	34.200	50.600	72.400	133.200
		0,151	0,198	0,254	0,318	0,385	0,477	0,706	1,01	1,86

6) Παραμόρφωση.

Τόσο το βέλος κάμψεως όσο και η κλίση της ελαστικής γραμμής πρέπει να βρίσκονται μέσα στα επιτρεπόμενα όρια.

Γι' αυτό για τον υπολογισμό χρησιμοποιούμε και τον τύπο:

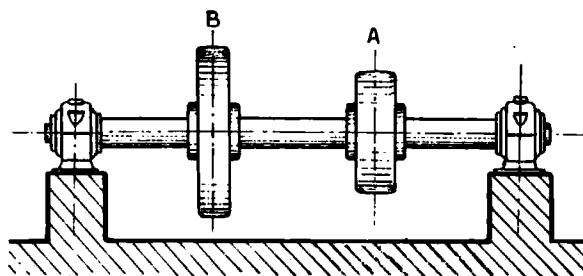
$$d = 12 \sqrt[4]{\frac{L}{n}} \text{ cm} \quad (3)$$

Παράδειγμα 1.

Έστω ενδιάμεση άτρακτος κινήσεως που παραλαμβάνει κίνηση από την τροχαλία A και την μεταδίδει σε άλλον άξονα μέσω της τροχαλίας B (σχ. 5.2.).

Η ισχύς του ηλεκτροκινητήρα είναι $L = 7 \text{ kW}$ και ο βαθμός αποδόσεως της κινήσεως $\eta = 0,95$, η μεταφερόμενη άρα ισχύς στον άξονα II θα είναι:

$$L_{II} = 7 \times 0,95 = 6,65 \text{ kW}$$



Σχ. 5.2.

Λύση.

Αν οι στροφές του κινητήρα $n_1 = 1450$ και η σχέση των τροχαλιών $1:3$:

$$\text{το } n_{II} = \frac{1450}{3} = 483 \text{ ανά λεπτό}$$

Εάν η άτρακτος υπολογισθεί σε αντοχή στρέψεως με την εφαρμογή του τύπου θα έχομε:

$$d_{II} = 12 \sqrt[4]{\frac{6,65}{483}} = 3,12 \text{ cm}$$

Κάνοντας στη συνέχεια τον έλεγχο στην άτρακτο σε παραμόρφωση στρέψεως με την εφαρμογή του τύπου έχομε:

$$d_{II} = 12 \sqrt[4]{\frac{6,65}{483}} = 4,45 \text{ cm}$$

Έτσι καθορίζομε κατά τους Γερμανικούς κανονισμούς διάμετρο άτρακτου $d_{II} = 50 \text{ mm}$, δηλαδή τη μεγαλύτερη από τις δύο τιμές που βρήκαμε.

Παράδειγμα 2.

Έστω προς μεταφορά από μια άτρακτο ισχύος $L = 78 \text{ HP}$ με $n = 200 \text{ στρ./min.}$, ποια η απαιτούμενη διάμετρος στην άτρακτο;

Λύση.

$$\frac{L}{n} = \frac{78}{200} = 0,39, \text{ οπότε από τον Πίνακα 5.2.1. προκύπτει:}$$

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

5.3 Πείροι.

Οι πείροι, είναι ένα είδος μικρών αξόνων, και χρησιμοποιούνται για παρόμοιο σκοπό με αυτούς.

Το διακριτικό τους γνώρισμα είναι ότι καταπονούνται περισσότερο σε διάτμηση παρά σε κάμψη.

Κυρίως χρησιμοποιούνται στην κατασκευή **αρθρωτών συνδέσεων** στα στοιχεία μηχανών. Ανάλογα προς τις κατασκευαστικές δυνατότητες και την απαραίτητη ασφάλεια (για να αποφευχθεί ενδεχόμενη αυτοδιάλυση) χρησιμοποιούνται διαφόρων ειδών πείροι.

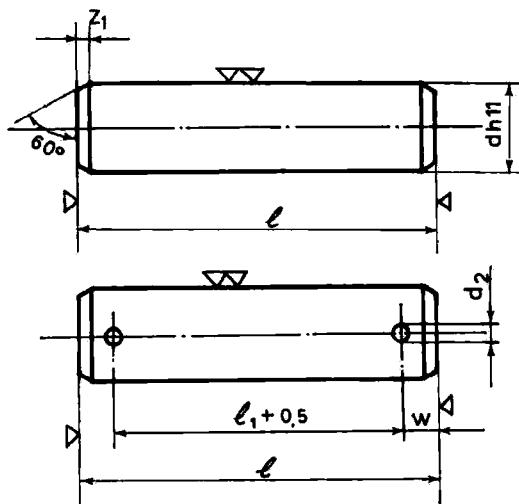
Υπάρχουν π.χ. τυποποιημένοι πείροι με κεφαλή και δίχως κεφαλή, πείροι με ουρά σπειρωτή, πείροι με φρεζάτη κεφαλή και πείροι με ελατηριωτούς δακτύλιους.

Ως υλικό χρησιμοποιείται χάλυβας αντοχής 34 dN/mm^2 ως 60 dN/mm^2 .

Η χάρη μεταξύ πείρου και τρύπας εξαρτάται από την εκλογή της ανοχής της κατασκευής.

Για κάθε είδος πείρου υπάρχουν πίνακες με τυποποιημένα τα στοιχεία τους ανάλογα με τη διάμετρο. Έτσι:

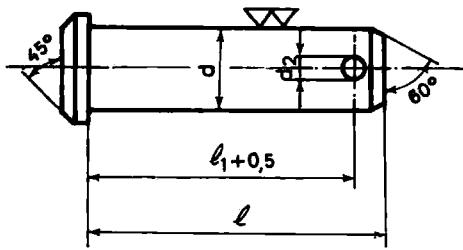
— Για τους πείρους χωρίς κεφαλή (σχ. 5.3a) υπάρχουν τα D.I.N. 1433.



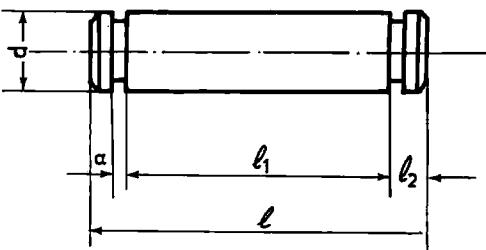
Σχ. 5.3a.

- Για τους πείρους με κεφαλή (σχ. 5.3β και 5.3γ) τα D.I.N. 1434.
 - Για τους πείρους με σπειρωτή ουρά (σχ. 5.3δ) τα D.I.N. 1438.
 - Για τους πείρους με κεφαλή φρεζάτη (σχ. 5.3ε) τα D.I.N. 1439.
- Οι ροδέλλες (σχ. 5.3στ) ασφάλειας, που χρησιμοποιούνται στους πείρους, είναι επίσης τυποποιημένες και υπάρχουν στους Πίνακες D.I.N. 1440 και 1441.

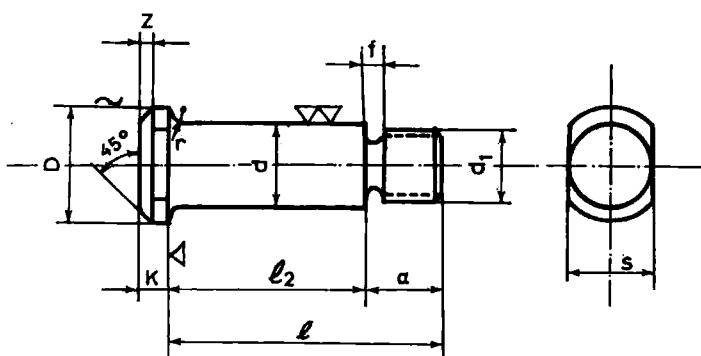
▽ (▽▽)



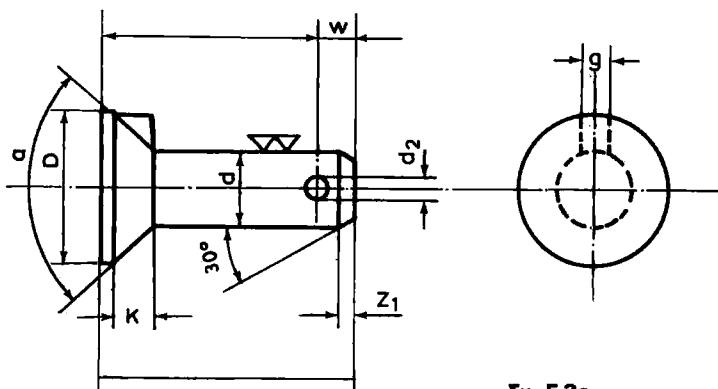
Σχ. 5.3β.



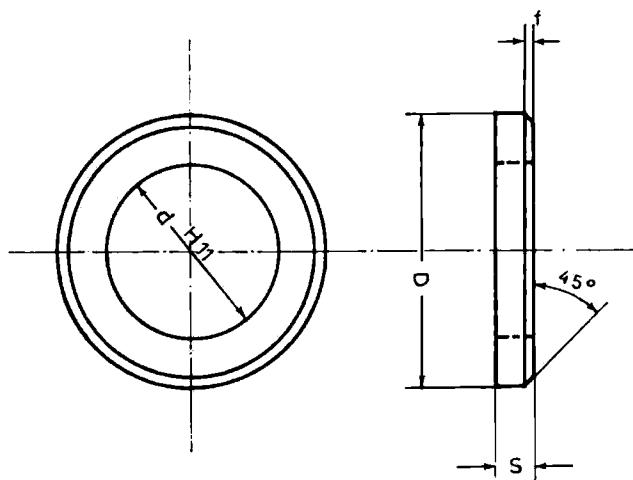
Σχ. 5.3γ.



Σχ. 5.3δ.



Σχ. 5.3ε.



Σχ. 5.3στ.

5.4 Ανακεφαλαίωση.

1. Άξονας ονομάζεται κάθε μεταλλική ράβδος με άκρα κυλινδρικά. Ο άξονας συνήθως μένει ακίνητος και έχει σκοπό να φορτίζεται μόνο σε κάμψη.
Άτρακτος είναι ο άξονας που περιστρέφεται άρα φορτίζεται κυρίως σε στρέψη και κατά δεύτερο λόγο σε κάμψη.
2. Οι άτρακτοι έχουν τυποποιημένες διαμέτρους.
Κάθε άτρακτος για να μπορεί να περιστρέφεται πρέπει να στηρίζεται σε δύο τουλάχιστον σημεία. Τα μέρη του άξονα ή της ατράκτου, που στηρίζονται, λέγονται στροφείς, τα στοιχεία δε που δέχονται τους στροφείς είναι οι τριβείς των εδράνων.
Ο υπολογισμός της διαμέτρου των ατράκτων γίνεται με βάση την καταπόνησή τους, έχει δε σαν σκοπό την εξασφάλιση αφ' ενός ικανής αντοχής και αφ' ετέρου να προλάβει μεγάλη παραμόρφωση (βέλος κάμψεως).
3. Οι πείροι είναι μικρού μήκους άξονες που καταπονούνται κυρίως σε διάτμηση.

5.5 Ερωτήσεις.

1. Πόσα είδη αξόνων έχομε;
2. Ποιο είναι το χαρακτηριστικό γνώρισμα της ατράκτου;
3. Πώς προλαμβάνομε την αξονική μετατόπιση της ατράκτου;
4. Γιατί έχει σημασία η απόσταση των δύο στηριγμάτων σχετικά με τη διάμετρο ενός άξονα ή μιας ατράκτου;
5. Πώς υπολογίζονται οι διάμετροι των αξόνων;
6. Τι είναι οι πείροι;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

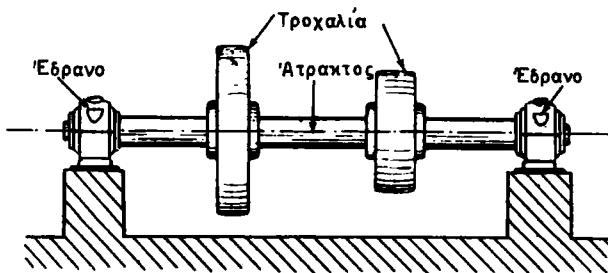
ΣΤΡΟΦΕΙΣ

6.1 Γενικά.

Οι άτρακτοι, μαζύ με ορισμένα άλλα στοιχεία που θα περιγραφούν ευθύς αμέσως, αποτελούν τον απαραίτητο εξοπλισμό που είναι αναγκαίος στη μετάδοση κινήσεως. Τα πρόσθετα αυτά στοιχεία είναι οι **στροφείς**, τα **έδρανα**, οι **τροχαλίες** και οι **σύνδεσμοι**.

Κάθε άτρακτος για να μπορεί να στρέφεται πρέπει απαραίτητα να στηρίζεται σε δύο τουλάχιστον σημεία της.

Στα σημεία αυτά της στηρίξεως τοποθετούνται τα έδρανα (κουσινέττα) (σχ. 6.1α). Τα έδρανα δέχονται τον άξονα και μεταβιβάζουν τις δυνάμεις του είτε στο έδαφος είτε σε άλλη κατασκευή. Τα τμήματα της ατράκτου, που αντιστοιχούν στα έ-



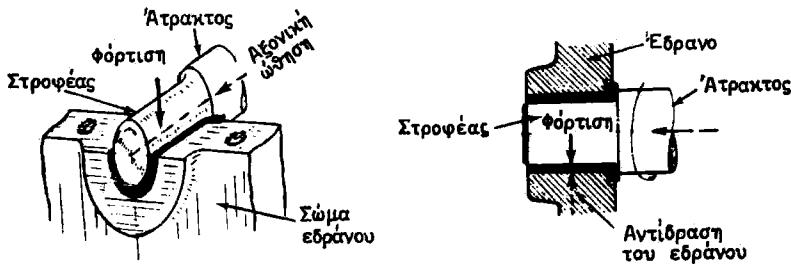
Σχ. 6.1α.

δρανα, λέγονται **στροφείς** (σχ. 6.1β).

Οι στροφείς όπως είπαμε, είναι τα τμήματα εκείνα των ατράκτων, που στηρίζονται στα έδρανα (σχ. 6.1β).

Συνήθως τα έδρανα παραμένουν σταθερά και περιστρέφονται οι άτρακτοι· δηλαδή τα προσκεφάλαια που ακουμβούν οι στροφείς μένουν ακίνητα και περιστρέφονται οι **στροφείς**, που ανήκουν στους άξονες.

Σε άλλες όμως σπάνιες περιπτώσεις παραμένει ακίνητος ο άξονας, στηριζόμενος στα έδρανα, και το στοιχείο που περιστρέφεται είναι το προσκεφάλαιο του εδράνου και όχι ο στροφέας του άξονα. Αυτό συμβαίνει π.χ. στους άξονες που έχουν τα δίτροχα ή τετράτροχα καρότσια ή αμάξια, στους άξονες των τροχών



Σχ. 6.1β.

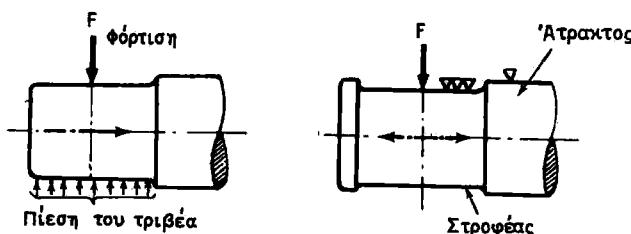
κινήσεων των βαγονιών των τραίνων που γύρω από αυτούς στρέφονται οι τροχοί (δηλαδή οι στροφείς μένουν ακίνητοι και στρέφονται τα προσκεφάλαια) κλπ., όπου οι άξονες μένουν ακίνητοι.

Και στις δυο διμάσιες περιπτώσεις οι στροφείς μεταφέρουν τις δυνάμεις από τον άξονα ή την άτρακτο στον τριβέα, δηλαδή στο στήριγμα. Οι δυνάμεις αυτές προέρχονται από τις διάφορες επιφορτίσεις του άξονα.

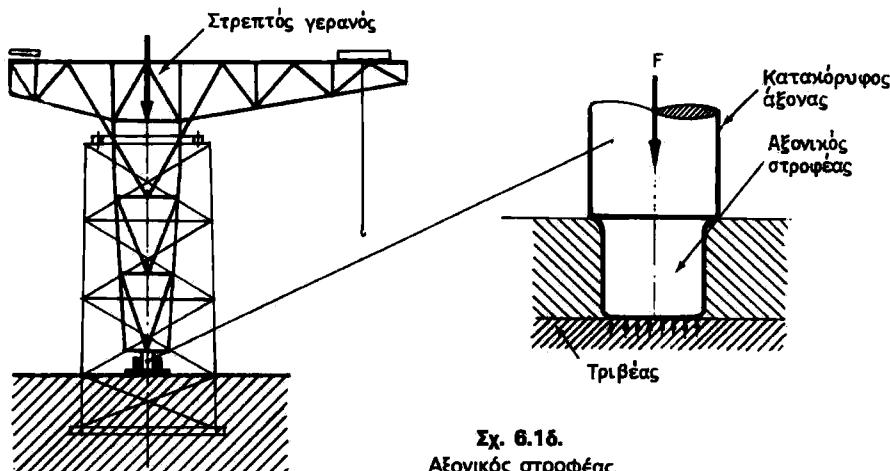
Από πλευράς μορφής οι στροφείς διακρίνονται σε:

- Εγκάρσιους (σχ. 6.1γ) και
- Αξονικούς (σχ. 6.1δ).

Συνήθως οι εγκάρσιοι στροφείς είναι **οριζόντιοι**, ενώ οι αξονικοί **κατακόρυφοι**.



Σχ. 6.1γ.
Εγκάρσιοι άκραιοι (ή μετωπικοί) στροφείς.



Σχ. 6.1δ.
Αξονικός στροφέας.

6.2 Γενικά περί τριβής ολισθήσεως.

Ως τριβή ολισθήσεως εννοούμε την αντίσταση που παρουσιάζει ένα σώμα προκειμένου να ολισθήσει σε μια επιφάνεια. Η αντίσταση αυτή εξαρτάται τόσο από τη φύση του υλικού και το βάρος του σώματος, όσο και από το είδος της επιφάνειας επάνω στην οποία πρόκειται να ολισθήσει. Εάν παραστήσουμε την αντίσταση τριβής ολισθήσεως με το γράμμα R , γνωρίζουμε από τη Μηχανική ότι:

$$R = \mu \cdot F_n$$

όπου μ είναι ο **συντελεστής τριβής ολισθήσεως** και F_n η κάθετη συνιστώσα του βάρους του σώματος επάνω στην επιφάνεια που κινείται.

Στα έδρανα ολισθήσεως όταν περιστρέφεται η άτρακτος έχουμε την εμφάνιση **τριβής ολισθήσεως**. Για να ελαττωθούν οι τριβές λιπαίνονται τα έδρανα κατά τη λειτουργία τους είτε με ορυκτέλαιο είτε με γράσσο.

Η τριβή, ως δύναμη που αντιστέκεται στην κίνηση του σώματος, αποτελεί **παθητική αντίσταση**. Για να υπερνικηθεί πρέπει να καταβληθεί μια δύναμη ίση και αντίθετη με αυτήν.

Το γινόμενο της τριβής αυτής R επί την ακτίνα του στροφέα καλείται **ροπή τριβής** και ορίζεται από τη σχέση:

$$M = R \cdot r \quad \text{ή} \quad M = \mu \cdot F_n \cdot r \quad \text{Ncm}$$

Το μέγεθος αυτό M επεμβαίνει στους υπολογισμούς των απωλειών έργου τριβής, όταν δηλαδή υπολογίζεται η ενέργεια, που δαπανάται για την υπερνίκηση των τριβών.

Αναφορικά με το μήκος του στροφέα / δεν πρέπει ποτέ να λαμβάνεται αυτό μικρότερο από τη μισή διάμετρο. Κανονικά πρέπει να κυμαίνεται από μια ως δύο φορές τη διάμετρο.

Η περιφερειακή ταχύτητα του στροφέα υπολογίζεται από τον τύπο:

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

Η περιφερειακή ταχύτητα ποτέ δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 0,15 m/s, γιατί διαφορετικά καταστρέφεται η λιπαντική μεμβράνη.

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

6.3 Εγκάρσιοι στροφείς. Ακραίοι (ή μετωπικοί) και ενδιάμεσοι.

Στους εγκάρσιους στροφείς, που όπως είπαμε, είναι οριζόντιοι, οι δυνάμεις που μεταφέρονται με τις ατράκτους είναι πάντα κάθετοι προς τον αξονά τους.

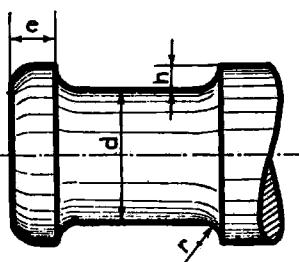
Όταν μια άτρακτος έχει δυο σημεία στηρίξεως, αυτά βρίσκονται στα δυο άκρα της, όπως διέπομε και στα σχήματα 6.3α και 6.3β. Οι στροφείς στα ακραία σημεία στηρίξεως λέγονται **ακραίοι στροφείς** ή **μετωπικοί** (σχ. 6.3α). Όταν όμως παρεμβάλλεται και τρίτο σημείο στηρίξεως, δηλαδή τρίτο έδρανο, αυτός

Θα λέγεται **ενδιάμεσος** (σχ. 6.3γ και 6.3ε).

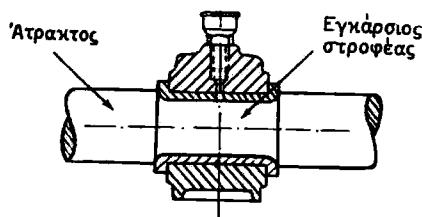
Υπάρχουν όμως και περιπτώσεις, στις οποίες μια άτρακτος φέρει πολλούς ενδιάμεσους στροφέις, όταν στηρίζεται σε περισσότερα από δύο σημεία.

Η διάμετρος της ατράκτου μικράνει συνήθως λίγο στο σημείο όπου σχηματίζεται ο στροφέας (είτε ακραίος είναι είτε ενδιάμεσος). Αυτό γίνεται για να δημιουργηθεί υποδοχή, όπου και θα εφαρμόσει ο τριβέας του εδράνου (σχ. 6.3γ).

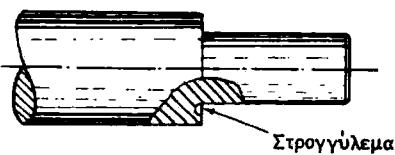
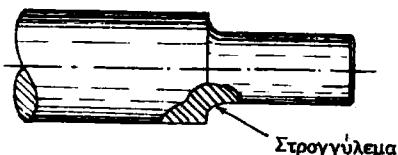
Η υποδοχή αυτή συνήθως αποφεύγεται στον ενδιάμεσο στροφέα [σχ. 6.3δ(α)]



Σχ. 6.3α.
Κατασκευαστική λεπτομέρεια μετωπικού στροφέα.



Σχ. 6.3β.
Ενδιάμεσος εγκάρφοις στροφέας.



Σχ. 6.3γ.
Ακραία στρογγυλέματα στροφέων.

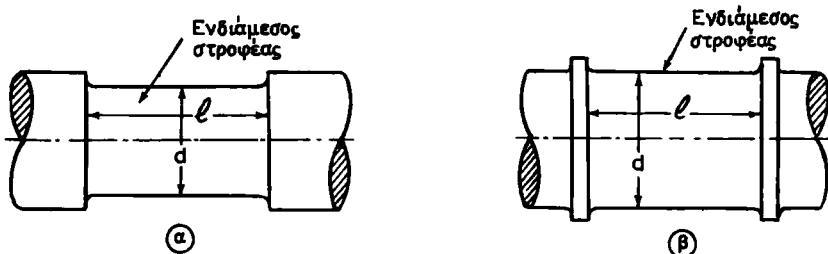
γιατί μικράνει η διάμετρος της ατράκτου και ελαττώνεται έτσι η αντοχή της, πράγμα ανεπιθύμητο.

Στην περίπτωση που μειώνεται η διάμετρος για να σχηματισθεί η θέση του ενδιάμεσου στροφέα, φροντίζομε να **στρογγυλεύονται τα σημεία, όπου μειώνεται η διάμετρος**, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.3δ. Με το στρογγύλεμα αυτό η διατομή **μειώνεται προσδευτικά και αυτό επδρά ευνοϊκά στην αντοχή της ατράκτου**. Βασική αρχή, όταν κατεργαζόμεθα ατράκτους είναι ν' αποφεύγομε πάντα απότομες αλλαγές στη διατομή τους.

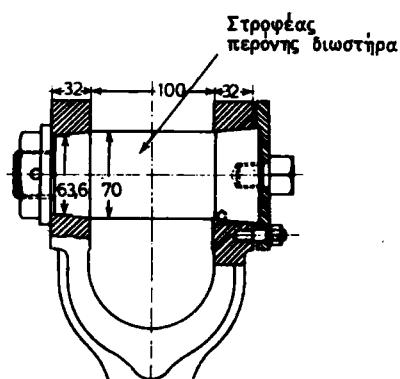
Στο σχήμα 6.3δ(α) και (β) φαίνεται η μορφή, που λαμβάνουν οι ενδιάμεσοι στροφέις. Η κατασκευή του σχήματος (β) είναι δαπανηρότερη από την κατασκευή του σχήματος (α), γιατί ο στροφέας αυτός απαιτεί και κατεργασία μεγαλύτερη στον τόρνο και σπατάλη υλικου.

Οι διαστάσεις και των ενδιαμέσων στροφέων υπολογίζονται όπως και των ακραίων.

Ένα είδος εγκάρσιου στροφέα, που μπορεί να θεωρηθεί ως ενδιάμεσος, είναι ο στροφέας της περόνης του διωστήρα, που κατασκευάζεται είτε κυλινδρικός είτε κωνικός στα άκρα και κυλινδρικός στο μεσαίο του τμήμα (σχ. 6.3ε)].



Σχ. 6.3ε.
Τρόποι που διαμορφώνονται οι ενδιάμεσοι στροφείς.



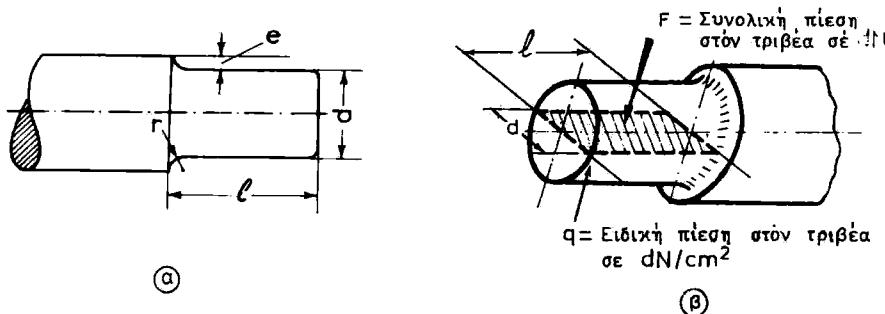
Σχ. 6.3ε.

6.4 Υπολογισμός των εγκαρσίων στροφέων.

Βασικά χαρακτηριστικά κάθε στροφέα είναι:

- η διáμετρός του d
- το μήκος του l (Συνήθως το $l = 1$ εως $2 d$)
- το βάθος της υποδοχής (πατούρας): $e = 5 \text{ mm} + 0,1 \cdot d$
- το στρογγύλεμα: $r = e/l_2$ έως e .

Στον Πίνακα 6.4.1 φαίνονται τιμές ακτίνων στρογγυλέματος των στράκτων κατά D.I.N. 250.



ΠΙΝΑΚΑΣ 6.4.1

Ακτίνα στρογγυλέματος τής διπομέτρου (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

Για τον υπολογισμό των χαρακτηριστικών του στροφέα λαμβάνονται υπ' όψη τρία σημεία.

- a) Η αντοχή του.
- β) Η ειδική πίεση που ασκεί στον τριβέα.
- γ) Η θέρμανσή του.

a) Υπολογισμός σε αντοχή (σχ. 6.4.a).

Θεωρούμε ότι ο στροφέας είναι πακτωμένος στο ένα του άκρο, ελεύθερος δε στο άλλο και φορτίζεται με ομοιόμορφο φορτίο καθ' όλο το μήκος του.

Κατά τα γνωστά από την αντοχή των υλικών:

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

όπου W η ροπή αντιστάσεως του στροφέα:

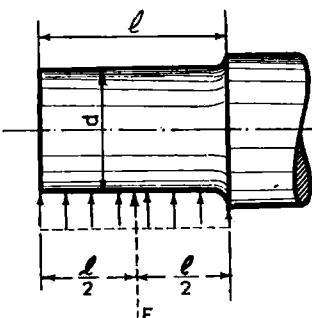
$$W = 0,1d^3 \text{ άρα } F \cdot \frac{l}{2} = 0,1 d^3 \cdot \sigma \text{ και θέτοντας } l = k \cdot d \text{ έχουμε:}$$

$$d = \sqrt{\frac{F \cdot k}{0,2 \cdot \sigma_e}} \quad (1)$$

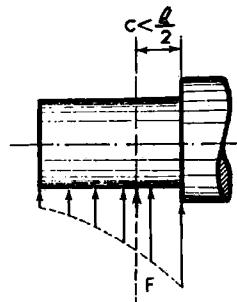
όπου D η διάμετρος του στροφέα σε mm, F το φορτίο του στροφέα σε kp, k ο συντελεστής επιμηκύνσεως και σ_e επιτρεπόμενη τάση σε dN/mm^2 .

Παρατήρηση 1.

Υποθέτομε ότι ο στροφέας εδράζεται ομοιόμορφα καθ' όλο το μήκος του. Στην πραγματικότητα λόγω της κάμψεως του η κατανομή της δυνάμεως πλησιάζει προς αυτή που φαίνεται στο σχήμα 6.4β. Η συνισταμένη άρα πλησιάζει προς την πάκτωση: Ο προηγούμενος αριθμός υπολογισμός, που θεωρεί τον μοχλοβραχίονα της δυνάμεως $l/2$ οδηγεί σε λύση με μεγαλύτερη ασφάλεια.



Σχ. 6.4α.



Σχ. 6.4β.

Παρατήρηση 2.

Εκλέγοντας την τιμή του κ μικρή μπορούμε να πετύχομε και διάμετρο d επίσης μικρή με την εφαρμογή του τύπου (1). Από πλευράς αντοχής σε κάμψη μπορεί η διατομή να αντέχει αλλά η διατομή πακτώσεως μπορεί να μην αντέξει στην τέμνουσα δύναμη, άρα πρέπει και γι' αυτήν να ελεγχθεί.

$$\frac{F}{S} = \tau \text{ (διάτμηση)} \quad \tau \leq \tau_e$$

$$\text{Επειδή: } S = \frac{\pi d^2}{4} \quad \text{και} \quad \tau_e = \frac{4}{5} \sigma_e$$

$$d = \sqrt{\frac{5F}{\pi \cdot \sigma_e}}$$

$$\text{και επειδή για την κάμψη βρήκαμε } d = \sqrt{\frac{F \cdot k}{0,2\sigma_e}} \quad \text{αυτό σημαίνει πως } k \geq 0,31$$

Επειδή όμως για λόγους που θα αναπτύξουμε παρακάτω το κ χρειάζεται να ληφθεί πολύ μεγαλύτερο από 0,31 γι' αυτό **δεν χρειάζεται να γίνεται** έλεγχος σε διάτμηση.

β) Υπολογισμός σε ειδική πίεση.

Η πίεση μεταξύ στροφέα και τριβέα δεν είναι ομοιόμορφη όπως φαίνεται και

στο σχήμα 6.4γ. Εν τούτοις για λόγους απλοποιήσεως τη θεωρούμε ως κατανεμημένη ομοιόμορφα (σχ. 6.4δ) μέ τιμή:

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

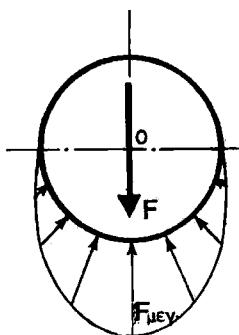
και επειδή $l = k \cdot d$

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

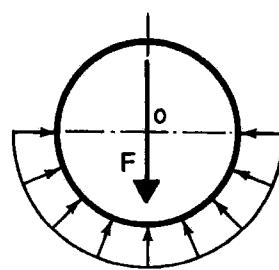
Αν αντικαταστήσουμε το d^2 από την εξίσωση (1) τότε θα έχομε:

$$q = \frac{F}{k \frac{F \cdot k}{0,2\sigma_e}} = \frac{0,2\sigma_e}{k^2}$$

$$k = \sqrt{\frac{0,2\sigma_e}{q}} \quad q < q_e \quad (2)$$



Σχ. 6.4γ.



Σχ. 6.4δ.

Αυτή η σχέση μας επιτρέπει να προσδιορίσουμε το συντελεστή k σε συνάρτηση με την επιτρεπόμενη τάση σε εφελκυσμό και την ειδική πίεση.

Οι παραδεκτές τιμές για την q_e δίνονται στον πίνακα 6.4.1 και αναφέρονται σε επιφάνεια ενός cm^2 .

γ) Υπολογισμός ως προς τη Θέρμανση.

Το έργο τριβής μεταξύ στροφέα και τριβέα μετατρέπεται σε θερμότητα με απότελεσμα ν' αυξάνει η θερμοκρασία του εδράνου, του άξονα και του λαδιού, που το λιπαίνει.

Πρέπει μετά από κάποιο χρόνο λειτουργίας του εδράνου να αποκαθίσταται κάποια ισορροπία μεταξύ της θερμότητας, που αναπτύσσεται από την τριβή και αυτής που διαχέεται στο περιβάλλον.

Για να περιορίσουμε τη θερμοκρασία του στροφέα στα ανεκτά όρια μέχρι τους 60°C περιορίζομε το έργο της τριβής ανά s και cm^2 σε μια τιμή T_a .

Αυτό το ανηγμένο έργο τριβής εχει έκφραση:

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

όπου μ ο συντελεστής τριβής ολισθήσεως, q η ειδική πίεση F/d . 2 σε dN/cm^2 , u η περιφερειακή ταχύτητα του στροφέα σε m/s και T_a το επιτρεπόμενο ανηγμένο έργο τριβής σε $mdN/s \cdot cm^2$.

Οι παραδεκτές τιμές για το T_a είναι:

- 1 για ψύξη συνήθη
- 2 για ψύξη πιο ενεργητική (κυκλοφορία αέρα)
- 4 για ψύξη μέσω αντλίας λιπάνσεως
- 6 για ψύξη μέσω κυκλοφορίας νερού

Η σειρά του υπολογισμού του στροφέα είναι η ακόλουθη:

- a) Υπολογισμός του k από την (2)
- β) Υπολογισμός του d από την (1)
- γ) Υπολογισμός του $I = k \cdot d$
- δ) Επαλήθευση της θερμοκρασίας από τον τύπο (3)

Αν δεν επαληθεύεται:

- α) υπολογίστε το I από την (3)
- β) υπολογίστε το d από την (1)

Παράδειγμα.

Να υπολογισθούν οι διαστάσεις στροφέα που περιστρέφεται με 400 στροφές στο λεπτό και δέχεται φόρτιση 500 kp.

Υλικό του άξονα: Σφυρήλατος χάλυβας, έδρανο με τριβέα από μπρούντζο, ψύξη συνηθισμένη.

Λύση.

α) Υπολογίζομε το k από την εξίσωση (2).

$$k = \sqrt{\frac{0,2\sigma_{\epsilon}}{q_{\epsilon}}} \quad \text{λαμβάνομε} \quad \sigma_{\epsilon} = 5 \text{ dN/mm}^2 \\ \text{και} \quad q_{\epsilon} = 0,35 \text{ dN/mm}^2$$

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

β) Υπολογίζομε μετά τη διάμετρο d από την εξίσωση (1).

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

γ) Μήκος του στροφέα.

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

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

δ) βιοηθητικές διαστάσεις στο σχήμα 6.4δ.

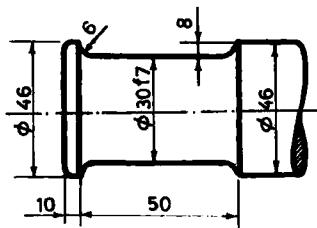
ε) Έλεγχος για θέρμανση με τον τύπο (3).

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

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

$$T_f = 0,05 \times 0,32 \times 0,62 = 9,9 \text{ mdN/s, cm}^2$$

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



Σχ. 6.4ε.

Τιμές για το u αναγράφονται στον Πίνακα 6.4.2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.4.2.
Τιμές επιτρεπόμενης τέσεως q

Ειδικές πιέσεις "q" (dN/cm^2) επιτρεπτές εμπειρικές τιμές				
Υλικό του στροφέα	Υλικό του τριβέα	Επιτρεπτή ειδική πίεση $q = \text{dN/cm}^2$	Ταχύτητα ολισθήσεως u m/s	Επιτρεπτή πίεση σε dN/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.a).

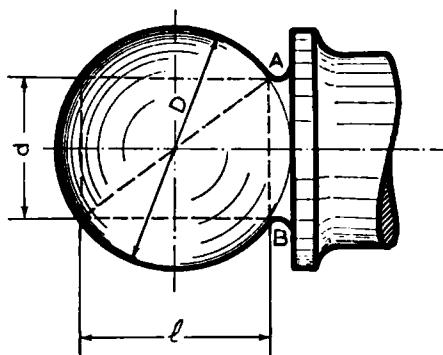
α) Υπολογισμός σε αντοχή.

Η επικίνδυνη διατομή είναι η AB 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: $l = k \cdot d \quad \text{ή} \quad l^2 = k^2 d^2$ άρα

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



Σχ. 6.5a.
Εγκάρσιος σφαιρικός στροφέας.

Από τον τύπο της αντοχής που δίνει το:

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

προκύπτει:

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

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 σε θέρμανση.

Επαληθεύεται η αυτή σχέση θεωρώντας και εδώ το στροφέα κυλινδρικό:

$$T_f = \mu \cdot q \cdot u < T_e$$

Παράδειγμα.

Να υπολογισθεί σφαιρικός τριβέας από σφυρήλατο χάλυβα που έχει βαφεί και περιστρέφεται με 720 στροφές στο λεπτό σε έδρανο με τριβέα από μπρούντζο και που φορτίζεται με 1000 kp. Το έδρανο ψύχεται με έντονη ανακυκλοφορία λιπαντικού λαδιού.

α) Υπολογισμός του συντελεστή επιμηκύνσεως k .

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

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

β) Υπολογισμός της διαμέτρου D της σφαίρας.

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

εκλέγεται $D = 50 \text{ mm}$

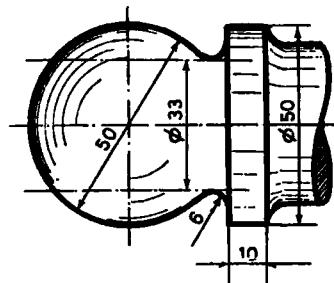
γ) υπολογισμός της εικονικής διαμέτρου d του στροφέα.

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

δ) Υπολογισμός του μήκους.

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

Βοηθητικές διαστάσεις του σχήματος 6.5β



Σχ. 6.5β.
Εγκάρσιος σφαιρικός στροφέας.

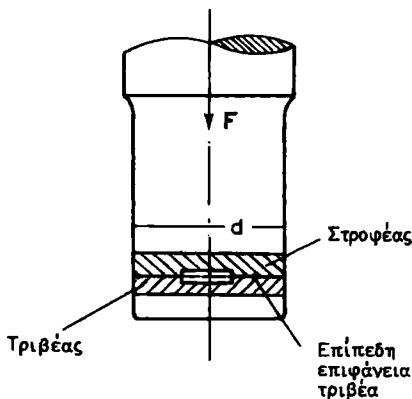
ε) Συνθηκες θερμάνσεως.

$$T_f = \mu \cdot q \cdot u = 0,05 \frac{1000}{3,3 \times 5} \times \frac{3,14 \times 0,033 \times 720}{60} = 3,7 \frac{\text{mdN}}{\text{s} \cdot \text{cm}^2} < T_e = 40$$

6.6 Αξονικό στροφείς.

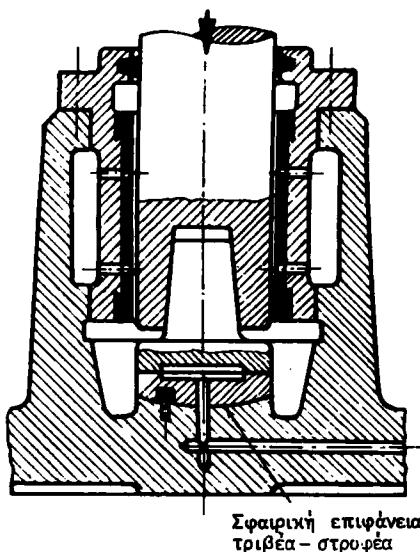
Στην παράγραφο 6.1 ειπώθηκε ότι υπάρχουν εκτός από τους εγκάρσιους και αξονικούς στροφείς. Σ' αυτούς ο στροφέας ασκεί δύναμη επάνω στη βάση, που αποτελεί τον τριβέα. Η δύναμη όμως αυτή μεταφέρεται κατά τον άξονα του στροφέα, όπως φαίνεται στο σχήμα 6.3στ, ενώ στον εγκάρσιο στροφέα είδαμε ότι η δύναμη αυτή μεταφέρεται κάθετα προς τον άξονα του στροφέα.

Όταν ο στροφέας έχει μικρή διάμετρο, η επιφάνεια του κάτω άκρου του, που μεταδίδει τη δύναμη στον τριβέα, γίνεται επίπεδη (σχ. 6.6α). Όταν όμως ο στροφέας έχει σχετικά μεγάλη διάμετρο (πάνω από 40 mm), τότε η επιφάνεια του κάτω άκρου του τριβέα αντί να είναι επίπεδη γίνεται σφαιρική (σχ. 6.6β). Αυτό συμβαίνει για να εφαρμόζεται η πίεση του στροφέα πάντοτε κάθετα επάνω στην επιφάνεια του τριβέα και όταν ακόμη η διεύθυνση της δυνάμεως δεν συμπίπτει εντελώς με τον άξονα του στροφέα.



Σχ. 6.6α.

Αξονικός στροφέας με επίπεδη επιφάνεια τριβέα.



Σχ. 6.6β.

Αξονικός στροφέας με σφαιρική επιφάνεια τριβέα.

Στους αξονικούς στροφείς η επιτρεπόμενη πίεση q παρέχεται από τον τύπο:

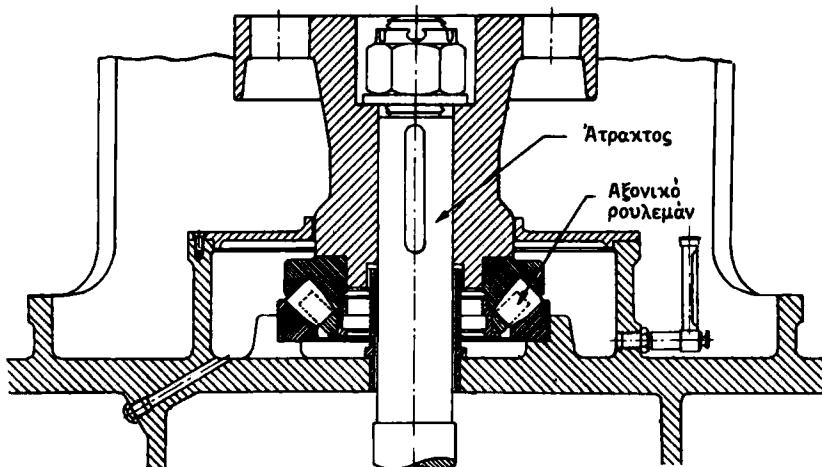
$$q = \frac{F}{\frac{\pi}{4} \cdot d^2}$$

όπου F είναι η αξονική δύναμη σε dN και d η διάμετρος του στροφέα σε cm .

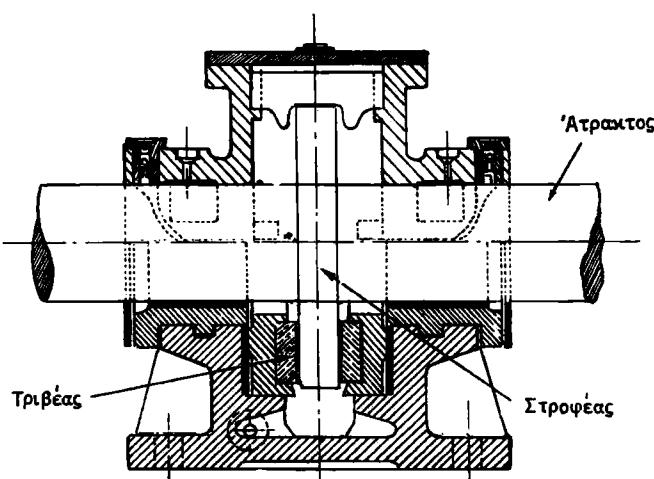
Ως υλικό των σφαιρικών επιφανειών στους αξονικούς στροφείς, που έρχονται σε επαφή με τον τριβέα, χρησιμοποιείται βαμμένος χάλυβας ή ακόμα φωσφορούχος ορείχαλκος ή κάλις ποιότητας χυτοσίδηρος.

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 δεν πάρουσιάζουν δυσκολίες στην εφαρμογή τους.



Σχ. 6.6γ.
Κατακόρυφη άτρακτος επάνω σε αξονικό ρουλεμάν.



Σχ. 6.6δ.
Ωστικός τριβέας πλοίου (Μίτσελ).

Σ' άλλες πάλι περιπτώσεις, όπου η άτρακτος φορτίζεται με μεγάλες δυνάμεις κι. διαπερνά το έδρανο, όπως π.χ. συμβαίνει στην άτρακτο του πλοίου, η οποία στέκαρο της έχει προσδεμένη την έλικα, οι αξονικοί στροφείς κατασκευάζονται διαφορετικά (σχ. 6.6δ). Δηλαδή, ο αξονικός στροφέας κατασκευάζεται με μια ή περισσότερες πατούρες, ώστε να κατανέμεται η πίεσή του σε μεγαλύτερη επιφάνεια του τριβέα.

Ο ωστικός τριβέας (άλλη ονομασία του ωστικού στροφέα) του σχήματος 6.2 έχει το επί πλέον προσόν, ότι μπορεί να παραλαμβάνει ωστικές δυνάμεις δυο διευθύνσεων (πρόσω και ανάποδα). Ο ωστικός τριβέας του σχήματος 6.2ι φέρεται κα με την ονομασία ωστικός τριβέας Μίτσελ (Mithcel).

6.7 Ανακεφαλαίωση.

1. Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζονται τα διάφορα είδη των στροφέων που αποτελούν όπως είπαμε τμήματα των ατράκτων που στηρίζονται στα έδρανα.

Συνήθως οι στροφείς περιστρέφονται και μένουν ακίνητοι οι τριβείς με τα έδρανα. Υπάρχουν όμως και αντίστροφες περιπτώσεις σε είδικες μηχανές.

2. Μορφολογικά οι στροφείς διακρίνονται σε εγκάρσιους και αξονικούς.

Οι εγκάρσιοι είναι οριζόντιοι. Οι αξονικοί κατακόρυφοι.

Οι εγκάρσιοι πάλι διακρίνονται σε ακραίους ή μετωπικούς και ενδιαμέσους.

Για τόν υπολογισμό των χαρακτηριστικών των στροφέων αποφασιστικό ρόλο παίζει η ειδική πίεση που ασκεί ο στροφέας πάνω στον τριβέα.

3. Τριβή ολισθήσεως λέμε την αντίσταση, που παρουσιάζει ένα σώμα όταν ολισθήσει επάνω σε μια επιφάνεια. Η δύναμη που χρειάζεται βρίσκεται σαν γινόμενο της κάθετης συνιστώσας του βάρους του σώματος επί ένα συντελεστή μ που χαρακτηρίζει την επιφάνεια.

'Άλλο στοιχείο που επεμβαίνει στον υπολογισμό των απωλειών στα έδρανα είναι η **ροπή τριβής** που είναι το γινόμενο της τριβής R επί την ακτίνα του στροφέα r.

6.8 Ερωτήσεις.

- Ποιο τμήμα της ατράκτου ονομάζομε στροφέα;
 - Πόσων ειδών στροφείς έχουμε;
 - Ποια είναι η ουσιώδης διαφορά στους δυο τύπους των στροφέων;
 - Πόσων ειδών εγκάρσιους στροφείς έχουμε;
 - Πώς διαμορφώνονται οι ενδιάμεσοι στροφείς;
 - Ποιο μέγεθος είναι αποφασιστικό για τον καθορισμό των διαστάσεων του στροφέα;
 - Πού χρησιμοποιούνται κυρίως οι αξονικοί στροφείς;
 - Τι είναι ο ωστικός τριβέας Μίτσελ και που κυρίως χρησιμοποιείται;
 - Γιατί η έδραση των αξονικών στροφέων είναι σφαιρική για τις μεγάλες σχετικά διαμέτρους του άξονα;
-

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ

7.1 Γενικά.

Οι άτρακτοι συνήθως δεν κατασκευάζονται σε πολύ μεγάλα μήκη, επειδή υπάρχει κίνδυνος να στρεβλωθούν κατά τη μεταφορά τους. Συνηθισμένο μήκος για ατράκτους διαμέτρου από 30 ως 35 mm είναι τα 4 ως 6 m, ενώ το μήκος σε ατράκτους διαμέτρου άνω των 50 mm φθάνει τα 7 m.

Παρουσιάζεται λοιπόν πολλές φορές η ανάγκη να συνδεθούν δύο άτρακτοι κατα μήκος έτσι που να είναι δυνατή η μεταφορά της ροπής στρέψεως σε μεγαλύτερο μήκος. Η σύνδεση αυτή γίνεται πάντοτε μετωπικά και με τη χρήση **συνδέσμων**.

Ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετεί η σύνδεση, οι 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).
- δ) Ελαστικούς συνδέσμους (σχ. 7.3ε).

Κατά κανόνα οι σύνδεσμοι πρέπει να τοποθετούνται κοντά στα έδρανα και κατά τέτοιο τρόπο, ώστε κάθε τεμάχιο ατράκτου, που πρόκειται να συνδεθεί με το γειτονικό του, να στηρίζεται τουλάχιστον σε δύο σημεία.

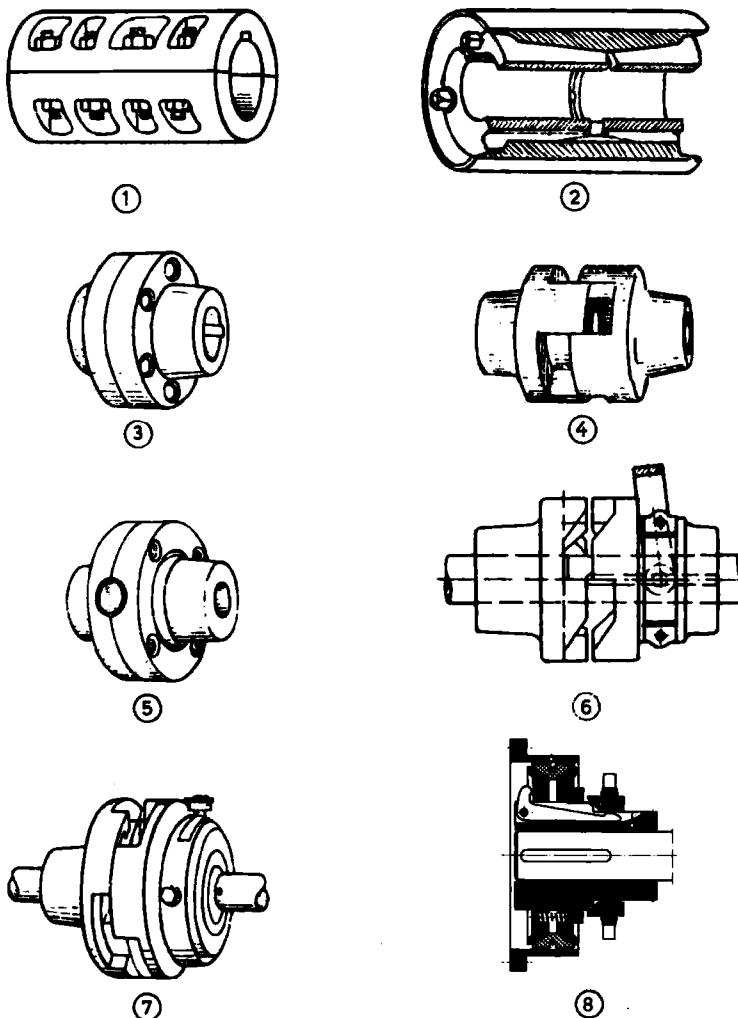
Όταν πρόκειται να συνδεθούν δύο άτρακτοι διαφορετικών διαμέτρων με τη βοήθεια συνδέσμου, τορνεύεται το άκρο της ατράκτου που έχει τη μεγαλύτερη διάμετρο, στη διάμετρο της λεπτότερης ατράκτου και στη συνέχεια τοποθετείται σύνδεσμος, που αντιστοιχεί στη μικρότερη διάμετρο.

Στις συνήθεις περιπτώσεις κατασκευών, οι διαστάσεις στους συνδέσμους είναι **τυποποιημένες**, κανονίζονται δε ανάλογα προς τη διάμετρο της ατράκτου για την οποία προορίζονται.

Στο σχήμα 7.1 φαίνονται διάφορα είδη από τους συνδέσμους που θα περιγραφούν ο καθένας χωριστά.

7.2 Σταθεροί σύνδεσμοι.

Οι σύνδεσμοι αυτοί λέγονται σταθεροί, γιατί συνδέουν δύο ατράκτους μεταξύ τους κατά τρόπο σταθερό και στιβαρό έτσι ώστε το ένα τεμάχιο της ατράκτου να αποτελεί σταθερή προέκταση του άλλου. Περίπτωση να μετατοπισθεί το ένα τεμάχιο ως προς το άλλο **αξονικά** ή **ακτινικά** είναι αδύνατη. Μεταφέρεται η ροπή από το ένα τεμάχιο στο άλλο χωρίς καμιά απόσθεση.



Σχ. 7.1.

Είδη συνδέσμων.

- 1) Κυλινδρικός κελυφωτός. 2) Τύπου Σέλλερς. 3) Δισκοειδής. 4) Κινητός με δόντια. 5) Σταυροειδής τύπου Καρντάν. 6, 7) Λυόμενος. 8) Λυόμενος τριβής.

Για να μπορεί να εξουδετερωθεί εύκολα τόσο η επίδραση του ίδιου βάρους των συνδέσμων, όσο και η αναπτυσσόμενη φυγόκεντρος δύναμη κατά τη λειτουργία τους, τοποθετούνται εκατέρωθεν απ' αυτούς έδρανα. Χρησιμοποιούνται στην περίπτωση μεταφοράς ροπών στρέψεως, χωρίς διακύμανση στην τιμή τους.

Οι απλούστεροι τύποι σταθερών συνδέσμων, που χρησιμοποιούνται είναι οι έξι:

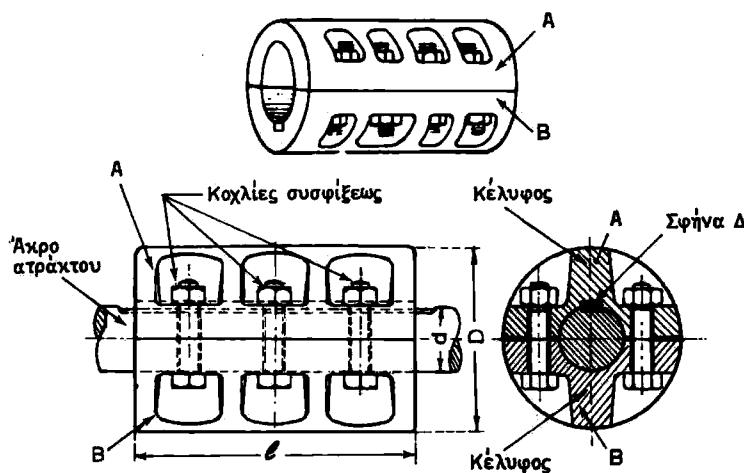
α) Ο κυλινδρικός κελυφωτός (σχ. 7.1, 7.2α).

Αποτελείται από δύο χυτοσιδηρά κελύφη, τα Α και Β, τα οποία ενωμένα μα-

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

Τα κελύφη δέχονται τα γειτονικά άκρα των ατράκτων που πρόκειται να συνδεθούν. Η σύσφιξη των κελυφών με τα άκρα των αξόνων γίνεται με κοχλίες και έτσι εξασφαλίζεται σύνδεση απόλυτα ευθύγραμμη. Για να αποφευχθεί η στροφή του ενός άκρου σχετικά προς το άλλο τοποθετούνται δυο σφήνες Δ στα άκρα των ατράκτων.

Ο κυλινδρικός κελυφωτός σύνδεσμος κατασκευάζεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να μπορεί εύκολα να αφαιρεθεί από το σημείο της συνδέσεως. Γι' αυτό το λόγο προτιμάται η τοποθέτησή τους σε εκείνα τα σημεία συνδέσεως των ατράκτων, στα οποία η μία από τις δυο ατράκτους χρειάζεται συχνά να αποσυναρμολογείται.



Σχ. 7.2α.
Κελυφωτός σύνδεσμος.

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

Μήκος $I = 380 \text{ mm}$

Εξωτερική διάμετρος $D = 225 \text{ mm}$

Πλεονεκτήματα: καλή λειτουργία, καλό κεντράρισμα, εύκολη αποσύνδεση.

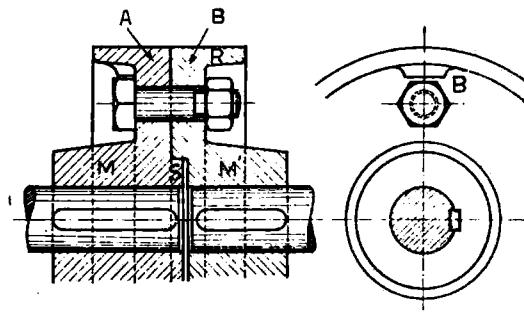
Μειονεκτήματα: ατελής ζυγοστάθμιση.

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

Για ισχυρές συνδέσεις προτιμάται ο σύνδεσμος του σχήματος 7.2β, ο οποίος λόγω της μορφής τού λέγεται **δισκοειδής**. Οι δίσκοι Α και Β, σφηνώνονται στα άκρα των ατράκτων, που πρόκειται να συνδεθούν (πίνακας 7.2.1).

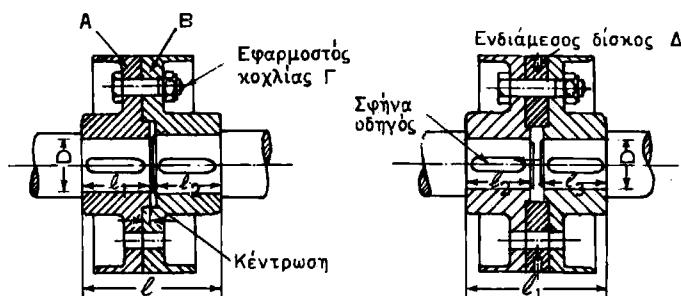
Περιφερειακά και οι δύο δίσκοι φέρουν ισάριθμες τρύπες, για να εφαρμόζουν οι κοχλίες συσφίξεως Γ.

Ο ένας από τους δύο δίσκους, στο σχήμα ο Α, φέρει μετωπικά μια «πατούρα» ενώ ο άλλος, ο Β, φέρει αντίστοιχη εσοχή. Με την προσαρμογή της πατούρας του δίσκου Α στην εσοχή του δίσκου Β επιτυγχάνεται η ευθυγράμμιση των ατράκτων (κεντράρισμα).



Σχ. 7.28.
Δισκοειδής σύνδεσμος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.2.1.
Δισκοειδής σύνδεσμος



Διáμετρος ατράκτου	Μήκος πλήμνης				Διáμετρος ατράκτου	Μήκος πλήμνης			
	<i>l</i>	<i>l</i> ₁	<i>l</i> ₂	<i>l</i> ₃		<i>l</i>	<i>l</i> ₁	<i>l</i> ₂	<i>l</i> ₃
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

Η όλη σύνδεση γίνεται ως εξής: Τοποθετούνται πρώτα οι σφήνες Δ στις εγκοπές των άκρων. Σφηνώνονται μετά οι δυο δίσκοι χωριστά. Φέρονται κατόπιν σε επαφή οι δυο δίσκοι, με ταίριασμα της πατούρας του ενός με την εσοχή του άλλου (κέντρωση). Μετά εφαρμόζονται οι κοχλίες στις περιφερειακές τρύπες και σφίγγονται προοδευτικά και αντιδιαμετρικά μέχρις ότου οι δυο δίσκοι γίνουν ένα σώμα.

Τα έδρανα που τοποθετούνται κοντά στους συνδέσμους αυτούς, πρέπει να είναι **διαιρούμενα**.

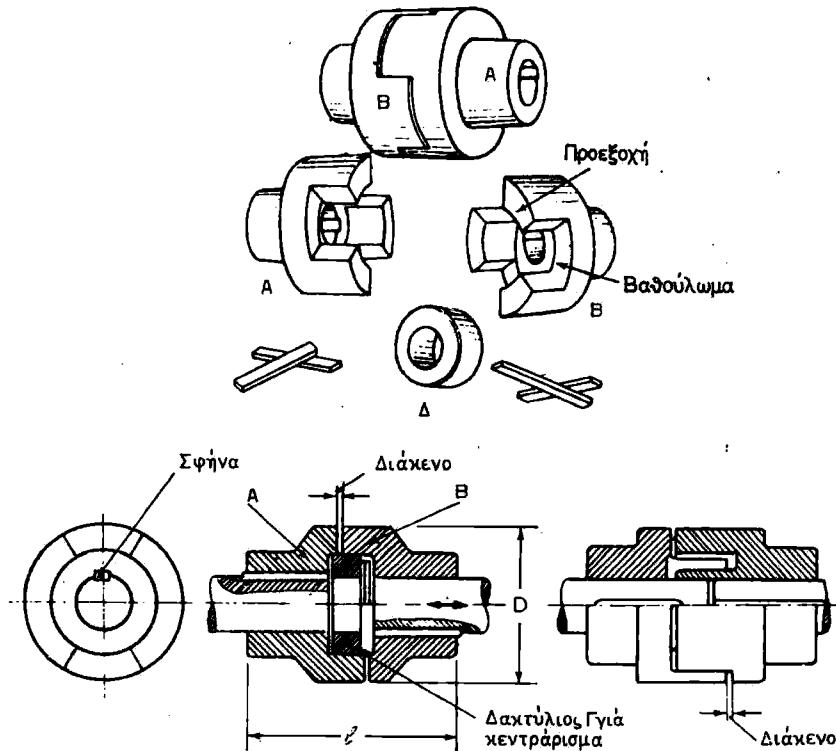
Μερικές κατασκευαστικές λεπτομέρειες που χρειάζεται να τονισθούν:

- Το κάλυμμα R προλαμβάνει πιθανά ατυχήματα.
 - Η προεξοχή B αποκλείει την περιστροφή του κοχλία συσφίξεως.
- Για μεγάλες ταχύτητες οι δίσκοι πρέπει να είναι εξ ολοκλήρου τορνευμένοι.

7.3 Κινητοί σύνδεσμοι.

Οι κινητοί σύνδεσμοι (σχ. 7.3a) για λειτουργικούς λόγους, επιτρέπουν στα άκρα των ατράκτων είτε μικρή αξονική μετατόπιση του ενός ως προς τον άλλο είτε ακτινική.

Η μετατόπιση αυτή μπορεί να φθάσει μερικά χιλιοστά του μέτρου.



Σχ. 7.3a.
Κινητός σύνδεσμος με δόντια.

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

Μπορούν, δηλαδή, οι άτρακτοι να λειτουργούν κανονικά και αν ακόμη δεν είναι απόλυτα ευθυγραμμισμένες, είτε από σφάλμα του εφαρμοστή που τοποθέτησε τους συνδέσμους, είτε από άλλη αιτία. Κατά κανόνα το σφάλμα στην ευθυγράμμιση οφείλεται σε κακή συναρμολόγηση και σπανιότερα σε παραμορφώσεις οφειλόμενες σε διαστολές που πιθανόν να υποστούν οι άτρακτοι σε περίπτωση υπερθερμάνσεώς τους κατά τη λειτουργία. Το ότι οι

σύνδεσμοι αυτοί επιτρέπουν στις ατράκτους που συνδέουν να εργάζονται, έστω και αν δεν είναι απόλυτα ευθυγραμμισμένες, αποτελεί γι' αυτούς πολύτιμο προτέρημα.

a) Κινητός σύνδεσμος για παραλαβή διαστολών [σχ. 7.1(4) και 7.3a].

Προσφέρεται ο κινητός σύνδεσμος για την περίπτωση αξονικής μετατοπίσεως των άκρων λόγω διαστολής. Αποτελείται από τους δίσκους Α και Β που στερεώνονται με σφήνες στα άκρα των ατράκτων που πρόκειται να συνδεθούν και από τον ορειχάλκινο δακτύλιο Γ που χρησιμεύει για κεντράρισμα. Κάθε δίσκος είναι εφοδιασμένος με τρεις προεξοχές και τρεις εσοχές (βαθουλώματα).

Η σύνδεση των δυο άκρων γίνεται με την εφαρμογή αντίστοιχα των εσοχών του ενός δίσκου, π.χ. του Α, με τις προεξοχές του άλλου, δηλαδή του Β. Με τον τρόπο αυτό της εμπλοκής μεταφέρεται η περιστροφική κίνηση από τη μια άτρακτο στην άλλη και επειδή υπάρχει ελευθερία στις εσοχές παραλαμβάνει άνετα τις διαστολές των ατράκτων.

Ο σύνδεσμος αυτός π.χ. τοποθετείται στις περιπτώσεις, όπου υπάρχουν μεγάλα ανοίγματα ατράκτων. Τότε τοποθετείται ο σύνδεσμος αυτός στο μέσο του ανοίγματος ακριβώς για να παραλαμβάνει τις διαστολές που προκαλούνται από την αυξομείωση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος.

Αν π.χ. εγκατασταθεί άτρακτος μήκους 10 m και η διαφορά θερμοκρασίας αυξομειωθεί κατά 25°C, επειδή ο συντελεστής διαστολής του χάλυβα είναι 0,000011 ανά βαθμό Κελσίου και μονάδα μήκους, η διαστολή που θα υποστεί η άτρακτος υπολογίζεται σε:

$$10,000 \times 0,000011 \times 25 = 2,5 \text{ mm}$$

Αυτή η διαστολή λοιπόν μπορεί να παραληφθεί ολότελα από το σύνδεσμο.

Τα δόντια των συνδέσμων αυτών πρέπει να λιπαίνονται περιοδικά για να διευκολύνεται η αξονική μετατόπισή τους.

Για την κέντρωση των τεμαχίων είτε σπρώχνεται το άκρο της ατράκτου Α στον ομφαλό του δίσκου Β, είτε χρησιμοποιείται ο οδηγός δακτύλιος Γ που φαίνεται στο σχήμα 7.3a.

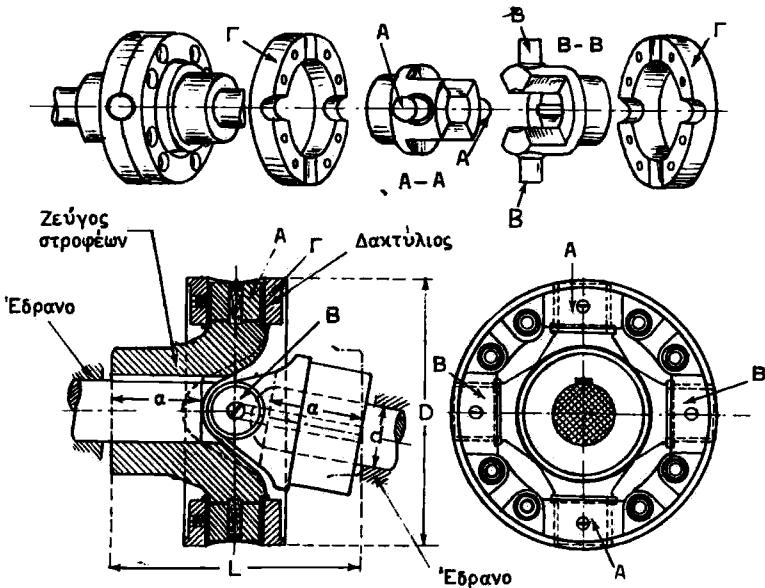
Για διάμετρο ατράκτου $d = 100 \text{ mm}$ οι γενικές τυποποιημένες διαστάσεις του συνδέσμου είναι:

$$\begin{array}{ll} l = 405 \text{ mm} & D = 320 \text{ mm} \\ a = 230 \text{ mm} & b = 455 \text{ mm} \\ & c = 20 \text{ mm} \end{array}$$

6) Σταυροειδής σύνδεσμος Καρντάν (σχ. 7.1 και 7.3b).

Ο σύνδεσμος Καρντάν χρησιμοποιείται για τη σύνδεση ατράκτων που οι άξονές τους δυνατόν κατά τη λειτουργία τους να σχηματίσουν μικρή γωνία (5° ως 8°) μεταξύ τους. Τέτοια περίπτωση παρουσιάζεται π.χ. στην ακραία άτρακτο του αυτοκινήτου.

Η άτρακτος αυτή που συνδέει το κιβώτιο ταχυτήτων του αυτοκινήτου με το διαφορικό του κατασκευάζεται σε δυο τεμάχια που συνδέονται μεταξύ τους με σύνδεσμο Καρντάν. Με τον τρόπο αυτόν αποφεύγεται «σταθερή» σύνδεση του διαφορικού με το κιβώτιο ταχυτήτων και εξασφαλίζεται έτσι ανεξαρτοποίηση



Σχ. 7.3β.
Σταυροειδής σύνδεσμος (Cardan).

της θέσεως του ενός ως προς το άλλο. Ως επί το πλείστον μάλιστα τοποθετούνται δυο σύνδεσμοι, ο ένας από την πλευρά του κιβωτίου ταχυτήτων και ο άλλος από την πλευρά του διαφορικού, συνδέονται δε μεταξύ τους με ελαστική φλάντζα.

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

Σε κάθε άκρο των δύο ατράκτων σφηνώνεται και ένας ομφαλός, ο οποίος φέρει διαμετρικά δύο στροφέις, τους Α-Α και τους Β-Β.

Οι τέσσερις στροφέις εδράζονται σε ισάριθμους ορειχάλκινους δακτύλιους (τριβείς), που μοιάζουν με φωλιές, συνδέονται δε μεταξύ τους με ένα διμερή δακτύλιο Γ έτσι ώστε ο άξονας του ενός ζεύγους των στροφέων, π.χ. του Α-Α, να είναι κάθετος προς τον άξονα των στροφέων του άλλου ζεύγους Β-Β.

Με τον τρόπο αυτόν, όταν κινείται η μια άτρακτος, παρασύρει στην κίνησή της το δακτύλιο Γ, ακολούθως δε αυτός παρασύρει την άλλη άτρακτο.

Και από τις δυο πλευρές του συνδέσμου τοποθετούνται έδρανα για τη στήριξη των ατράκτων.

Για διάμετρο της ατράκτου $d = 110 \text{ mm}$, οι γενικές τυποποιημένες διατάξεις του συνδέσμου είναι:

$$l = 430 \text{ mm}, D = 420 \text{ mm}, \text{μήκος ομφαλού } a = 160 \text{ mm}$$

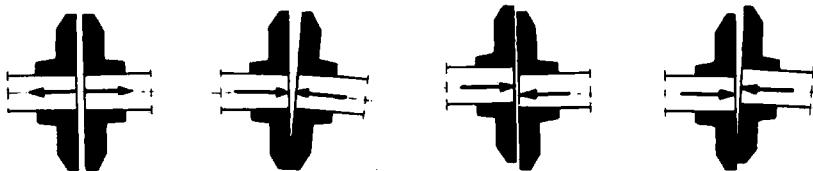
γ) Ελαστικοί σύνδεσμοι.

Στους κινητούς συνδέσμους ανήκουν και οι **ελαστικοί σύνδεσμοι**.

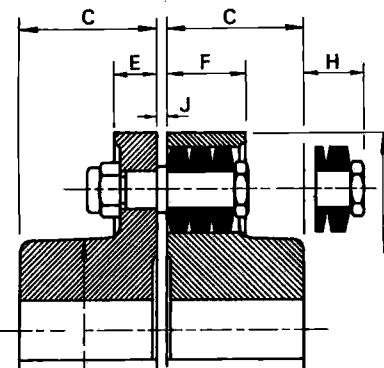
Με αυτούς εξουδετερώνονται τα σφάλματα τοποθετήσεως, όπως π.χ. αξονική ή ακτινική μετάθεση του ενός άξονα σχετικά προς τον άλλο λόγω υψημετρικής διαφοράς του εδάφους, φθορά του εδράνου ή άλλης τυχόν αιτίας.

Στο σχήμα 7.3γ φαίνονται διάφορα σφάλματα τοποθετήσεως, τα οποία είναι δυνατόν να συμβούν τυχαία και να εξουδετερωθούν από τον ίδιο το σύνδεσμο.

Ελαστικοί σύνδεσμοι χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα στις απ' ευθείας μεταδόσεις κινήσεων, όπως π.χ. στη σύνδεση μιας φυγόκεντρης αντλίας με τον ηλεκτροκινητήρα της κ.ο.κ.



Σχ. 7.3γ.



Σχ. 7.3δ.

Σχ. 7.3ε.

Για τη μεταβίβαση της περιστροφικής κινήσεως από τη μια άτρακτο στην άλλη, παρεμβάλλονται συνήθως **ελαστικοί ενδιάμεσοι δακτύλιοι**, οι οποίοι επιτρέπουν μια ομαλή και απαλλαγμένη από κρούσεις μεταβίβαση της κινήσεως. Ο ελαστικός δακτύλιος ενεργεί και σαν **απορροφητής** των διαφόρων κρούσεων, που είναι δυνατόν να αναπτυχθούν.

Τα σχήματα 7.3δ, 7.3ε και 7.3στ δείχνουν τρία είδη ελαστικών συνδέσμων με διάφορες παραλλαγές.

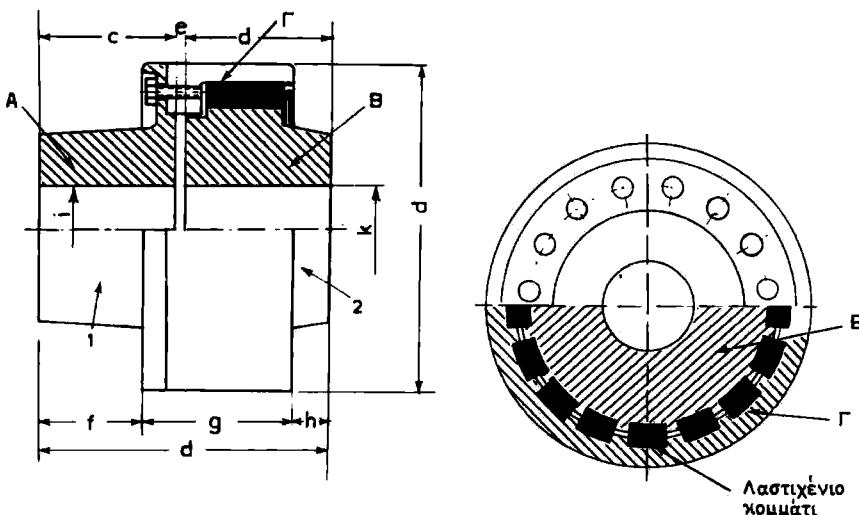
Ο πρώτος σύνδεσμος του σχήματος 7.3δ είναι ένας δισκοειδής σύνδεσμος, στον οποίον οι κοχλίες στερεώσεως εφοδιάζονται με δακτύλιους από ελαστικό

δέρμα. Οι δακτύλιοι αυτοί επιτρέπουν ομαλή τη μετάδοση της ροπής στρέψεως από το ένα μισό του συνδέσμου στο άλλο.

Κατά τη συναρμολόγηση του συνδέσμου αυτού πρέπει να καταβάλλεται προσοχή, ώστε οι ελαστικοί δακτύλιοι να εφαρμόζουν ακριβώς στις διαμέτρους των οπών των δίσκων.

Ο σύνδεσμος του σχήματος 7.3ε φέρει ένα πρισματικό κομμάτι από λάστιχο ή δέρμα, το οποίο και παρεμβάλλεται μεταξύ των δύο τεμάχιών του συνδέσμου Α και Β, επιτυγχάνοντας τη ζεύξη των δύο ατράκτων. Και τα δύο αυτά μέσα κομμάτια του συνδέσμου Α-Β (σχ. 7.3ε) ταιριάζονται στα άκρα των ατράκτων με σφήνες και στερεώνονται με αυτά. Ορισμένες φορές η στερέωση γίνεται και με σύσφιξη.

Ο σύνδεσμος του σχήματος 7.3στ διαφέρει από τους προηγούμενους γιατί αποτελείται από τρία μέρη, τα Α,Β,Γ, τα δε λαστιχένια κομμάτια τοποθετούνται περιφερειακά σε αντίστοιχες εγκοπές, που κατά το ένα μισό τους ανήκουν στο τεμάχιο Β και κατά το άλλο στο τεμάχιο Γ. Το τεμάχιο Α είναι διμερές. Μπορεί να ενοποιηθεί δε σ' ένα τεμάχιο με κοχλίες, με το δακτύλιο Γ.



Σχ. 7.3στ.

7.4 Λυόμενοι σύνδεσμοι ή συμπλέκτες.

Μεταξύ μιας Κινητήριας ατράκτου Μ και μιας κινούμενης Κ παρεμβάλλεται ένας λυόμενος σύνδεσμος ή **συμπλέκτης** για να συμπλέκει και αποσυμπλέκει την κινούμενη άτρακτο χωρίς να διακόπτεται η κίνηση της κινητήριας ατράκτου.

Οι λυόμενοι σύνδεσμοι διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

α) Σε συνδέσμους που αποσυμπλέκονται μεν εν λειτουργίᾳ αλλά συμπλέκονται

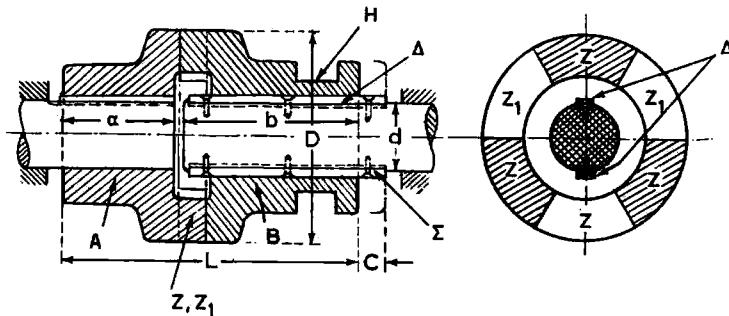
εκ νέου με σταμάτημα της κινητήριας ατράκτου.

β) Σε συνδέσμους που συνδέονται και αποσυνδέονται με αδιάκοπη λειτουργία της κινητήριας ατράκτου.

Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι οδοντωτοί σύνδεσμοι και οι σύνδεσμοι με σιαγόνες, ενώ στη δεύτερη ανήκουν οι **σύνδεσμοι τριβής**.

α) Λυόμενος οδοντωτός σύνδεσμος (σχ. 7.1 και 7.4α).

Ο οδοντωτός λυόμενος σύνδεσμος αποτελείται από τους ομφαλούς A και B, καθένας από τους οποίους φέρει τρία συνήθως δόντια ως προεξοχές, τα Z, και τρεις εσοχές τις Z_1 . Η σύμπλεξη επιτυγχάνεται, όταν εφαρμόζουν οι εσοχές του ενός ομφαλού στις προεξοχές του άλλου και αντίστροφα.



Σχ. 7.4α.

Λυόμενος σύνδεσμος με δόντια.

Η αποσύμπλεξη του συνδέσμου αυτού μπορεί να γίνει επειδή το στοιχείο B είναι κινητό και μπορεί και ολισθαίνει επάνω σε δύο σφήνες-οδηγούς Δ, που τοποθετούνται επάνω στο ένα από τα δύο άκρα, π.χ. το δεξιό. Έτσι, με ένα μοχλό, ο οποίος στερεώνεται επάνω στην εγκοπή H, μπορεί να μετακινηθεί το τεμάχιο B προς τα πίσω.

Η σύμπλεξη όμως των συνδέσμων αυτών γίνεται πάντοτε, όταν αυτοί βρίσκονται σε στάση (ηρεμία).

Οι οδοντωτοί λυόμενοι σύνδεσμοι χρησιμοποιούνται συνήθως σε ελαφρές κατασκευές, και όπου σπάνια παρουσιάζεται η ανάγκη να αποσυμπλέκονται. Σε περιπτώσεις με σοβαρότερες φορτίσεις χρησιμοποιούνται αντί αυτών οι λυόμενοι σύνδεσμοι «Χίλιντεμπραντ» (Hildebrandt).

β) Λυόμενος σύνδεσμος (σχ. 7.1 και 7.4β).

Ο σύνδεσμος αυτός αποτελείται από τους δίσκους A, B, Γ, ο καθένας από τους οποίους φέρει επάνω του 4 προεξοχές και 4 εσοχές, όπως φαίνεται στο σχήμα 7.4β.

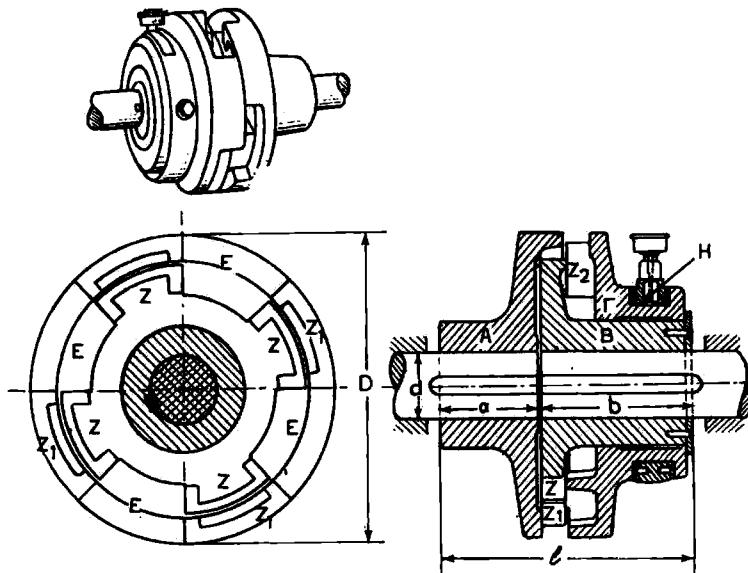
Στο άκρο της μιας ατράκτου σφηνώνεται ο δίσκος A με τους 4 οδόντες Z_1 , ενώ στο άκρο της άλλης ατράκτου σφηνώνεται ο δίσκος B με τους 4 οδόντες Z.

Στον ομφαλό του δίσκου B ολισθαίνει ο δίσκος Γ, ο οποίος έχει επίσης 4 δόντια τα Z_2 , με τη διαφορά ότι το ακτινικό τους μήκος είναι ίσο με το άθροισμα των ακτινικών μηκών των οδόντων Z και Z_1 .

Για να συμπλεχθεί ο σύνδεσμος, ολισθαίνει ο δίσκος Γ με τη βοήθεια μοχλού, ο

οποίος εφαρμόζει στην εγκοπή Η ούτως, ώστε οι οδόντες Z_2 να αντιστοιχήσουν στις εσοχές E, που σχηματίζουν οι οδόντες Z και Z_1 μαζί.

Ο σύνδεσμος αυτός, όπως και ο προηγούμνος μπορεί και κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του να αποσυμπλεχθεί, ενώ συμπλέκεται μόνον εν στάσει (ηρεμία).



Σχ. 7.46.
Λυόμενος σύνδεσμος.

γ) Σύνδεσμοι τριβής.

Βασική άρχη στην οποία στηρίζονται οι σύνδεσμοι αυτοί είναι η ακόλουθη:

Οι δυο δίσκοι σχ. 7.4γ(α) M και R πιέζονται μεταξύ τους με μια δύναμη F. Δημιουργείται έτσι η δύναμη τριβής μ. F.

Ο δίσκος M θα παρασύρει τον δίσκο R χωρίς ολίσθηση εάν:

$$\mu F > F_{tr}$$

όπου: F η εφαπτομενική δύναμη που μεταφέρεται από τον ένα δίσκο στον άλλο.

Στα παρακάτω σχήματα 7.4γ δείχνονται σχηματικά οι βασικές αρχές μερικών τύπων συνδέσμων, όπως, π.χ. του τύπου Ντομέν-Λεμπλάν, του κωνικού κλπ.

δ) Λυόμενος σύνδεσμος τριβής [σχ. 7.4γ(θ)].

Αποτελείται και αυτός από δύο δίσκους.

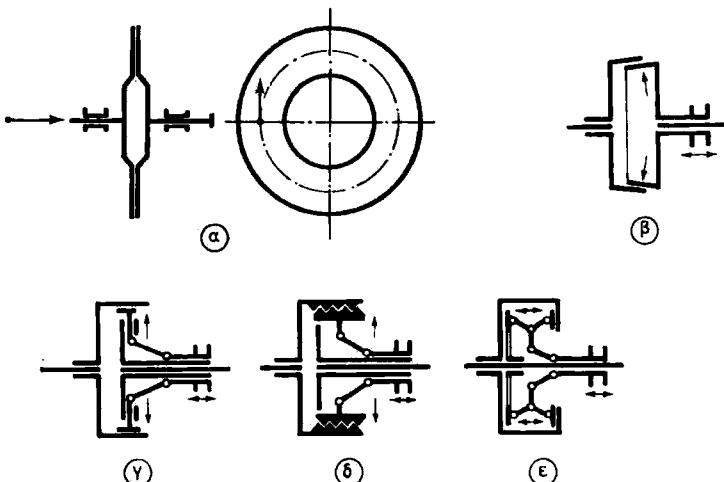
Το χαρακτηριστικό στο σύνδεσμο αυτόν είναι ότι η μεταφορά της κινήσεως από τον ένα δίσκο στον άλλο γίνεται με την **τριβή**.

Στην περίπτωση του σχήματος 7.4δ δεν έχομε σύνδεση των άκρων δύο ατράκτων, αλλά μετάδοση κινήσεως από μια άτρακτο σε μια τροχαλία.

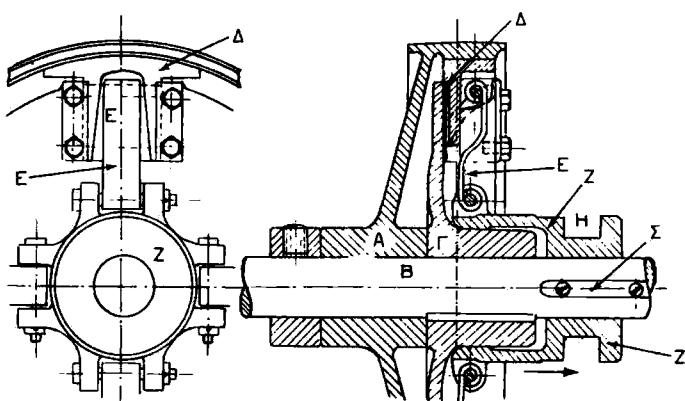
Με την αποσύμπλεξη του συνδέσμου περιστρέφεται «εν κενώ» η τροχαλία A, το δε τμήμα Γ του συνδέσμου και η άτρακτος B παραμένουν ακίνητα.

Αντίθετα κατά τη σύμπλεξη του συνδέσμου, η κίνηση μεταφέρεται από την τροχαλία A στην άτρακτο B.

Ο δίσκος A, που δεν είναι σφηνωμένος στην άτρακτο B, αποτελεί το ένα τμήμα του συνδέσμου και ταυτόχρονα και τροχαλία, που δέχεται την κίνηση από μια κινητήρια πηγή με ιμάντα. Εσωτερικά ο δίσκος της τροχαλίας τορνεύεται, ώστε να αποτελεί ένα κατεργασμένο κύλινδρο.



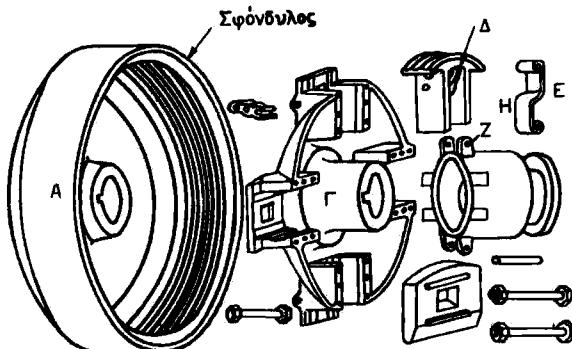
Σχ. 7.4γ.
Διάφορα είδη λυομένων συνδέσμων.



Σχ. 7.4δ.
Λυόμενος σύνδεσμος τριθής.

Στο σχήμα 7.4ε παριστάνεται παρόμοιος σύνδεσμος λυμένος στα 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 την επενέργεια ισαρίθμων ιδιομόρφων ελαστηρίων Ε. Τα ελαστήρια αυτά συνδέονται από το κάτω μέρος τους με το τεμάχιο Ζ, που περιβάλλει τον ομφαλό του τεμαχίου Γ, από το επάνω δε μέρος της με τη σιαγόνα Δ.



Σχ. 7.4ε.
Σύνδεσμος Ντομέν-Λεμπλάν λυμένος.

Το τεμάχιο Ζ σφηνώνεται επάνω στην άτρακτο Β με την οδηγό-σφήνα Σ, ολισθαίνει δε και αυτό με τη βοήθεια μοχλού, ο οποίος εφαρμόζεται στο αυλάκι Η.

Κατά τη ζεύξη του συνδέσμου, η σιαγόνα Δ πιέζεται από το ελαστήριο στην εσωτερική κυλινδρική επιφάνεια του δίσκου Α.

Λόγω της μεγάλης τριβής, που δημιουργείται με το ελαστήριο Ε, ο δίσκος Α γίνεται ένα σωμα με το τεμάχιο Ζ, το οποίο βρίσκεται συνδεμένο με την άτρακτο Β και έτσι, όταν περιστρέφεται η τροχαλία Α, περιστρέφεται και η άτρακτος Β.

Τα στοιχεία Α και Δ κατασκευάζονται πολλές φορές με αυλακώσεις, όπως φαίνεται στο σχήμα 7.4ε, για να αυξάνει η μεταξύ τους τριβή.

ε) Λυόμενος σύνδεσμος με κώνο τριβής (σχ. 7.4στ).

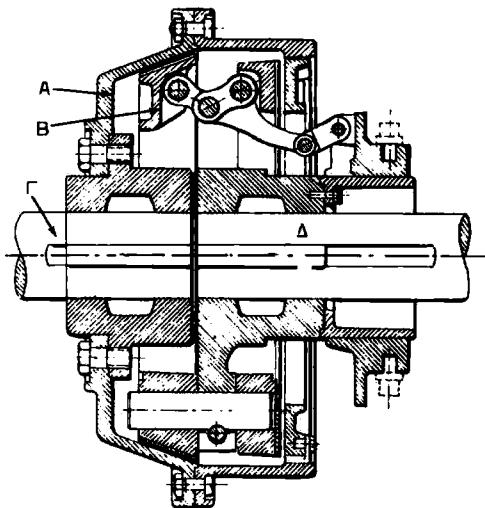
Είναι ο απλούστερος σύνδεσμος του είδους αυτού.

Αποτελείται από τα τεμάχια Α και Β, τα οποία έχουν μορφές κώνων. Στους ομφαλούς των κώνων αυτών σφηνώνονται οι προς σύνδεση άτρακτοι Γ και Δ.

Ο θηλυκός κώνος Α κατασκευάζεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε ο αρσενικός κώνος Β να ταιριάζει εφαρμοστά στην περιφέρεια.

Η μεταφορά της περιστροφικής κινήσεως από το στοιχείο Α στο στοιχείο Β επιτυγχάνεται με την τριβή, που δημιουργείται από την επαφή των κώνων Α και Β.

Όσο περισσότερο αξονικά πιέζεται ο κώνος Β επάνω στον κώνο Α, τόσο η τριβή επάνω στην επιφάνεια επαφής αυξάνει και επομένως τόσο μεγαλύτερη γίνεται η ισχύς, που μπορεί να μεταφερθεί από τη μια άτρακτο στην άλλη.



Σχ. 7.4στ.
Λυόμενος σύνδεσμος με κώνο τριβής.

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

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

Το 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 έχομε πολλαπλασιασμό της επιφάνειας τριβής. Χρησιμοποιούνται όταν η προς μεταβίβαση ροπή είναι σημαντική (αυτοκινητάμαξα Ντίζελ).

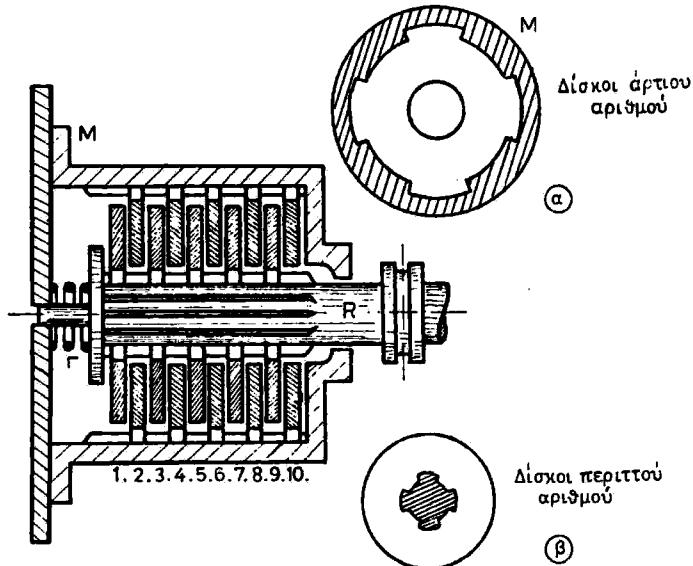
Το εσωτερικό τμήμα του εξωτερικού δακτυλίου M φέρει ραβδώσεις [σχ. 7.4ζ(α)]. Οι περιπτού αριθμού δίσκοι εφαρμόζουν στις ραβδώσεις αυτές. Οι άρτιου αριθμού δίσκοι με περίγραμμα όπως του σχήματος 7.4ζ(β) εφαρμόζουν στον άξονα R και σχηματίζουν έτσι δυό σειρές (σχ. 7.4ζ).

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

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

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

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



Σχ. 7.4ζ.

ποιούνται ιδιαίτερα στα αυτοκίνητα και στις εργαλειομηχανές. Στα αυτοκίνητα τα ποθετούνται ακριβώς μετά το σφόνδυλο της μηχανής και πριν από το κιβώτιο ταχυτήτων. Έτσι, ο οδηγός του αυτοκινήτου μπορεί, όποτε θέλει, να απομονώνει τη μηχανή από το υπόλοιπο σύστημα κινήσεως.

7.5 Υδραυλικός συμπλέκτης (σχ. 7.5).

Περιγραφή: ο υδραυλικός αυτός σύνδεσμος αποτελείται βασικά από δυο στοιχεία:

1) Το πρωτεύον στρεπτό στοιχείο (F), το λεγόμενο ωστικό που λειτουργεί ως **αντλία**. Το στοιχείο αυτό συνδέεται σταθερά με την **κινητήρια άτρακτο**.

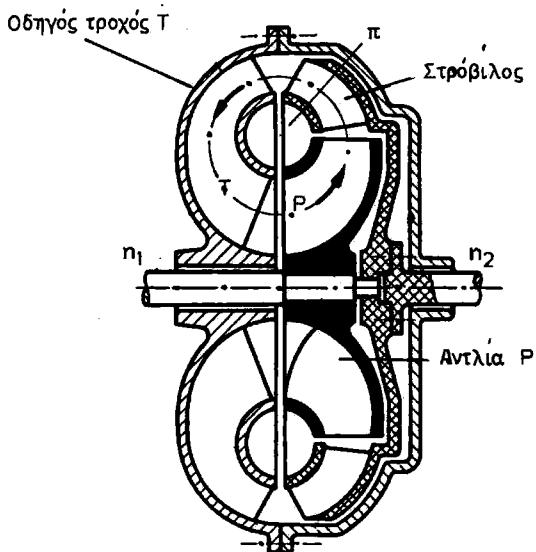
2) Το δευτερεύον στρεπτό στοιχείο (T) που χρησιμοποιείται ως **στρόβιλος** και συνδέεται σταθερά με την **κινούμενη άτρακτο**.

Αντλία και στρόβιλος (κατασκευασμένα από ελαφρά κράματα) φέρουν ακτινικά διαφράγματα. Τα δυο στρεπτά στοιχεία ενούμενα σχηματίζουν μια δακτυλιωτή σπείρα γεμάτη με λιπαντικό υγρό. Κεντρικά βρίσκεται ένας κοίλος κυκλικός πυρήνας (π), του οποίου προορισμός είναι να προσανατολίζει το υγρό ρεύμα και ν' αποφεύγονται άσκοπες περιδινήσεις του λαδιού.

Το στοιχείο R προβλέπεται να έχει τη δυνατότητα μιας μικρής αξονικής μετατοπίσεως.

Παρεμβύσματα εξασφαλίζουν **τη στεγανότητα στα δυο στοιχεία**.

Λειτουργία: Με την πρώτη στροφή του κινητήρα παρασύρεται μαζύ και η αντλία. Το λάδι που περιέχεται μεταξύ των διαφραγμάτων επηρεάζεται από τη φυγόκεντρη δύναμη που αναπτύσσεται και τείνει να κινηθεί προς τα εξωτερικά τοιχώματα,



Σχ. 7.5.
Υδραυλικός συμπλέκτης.

ιπότε αναγκάζεται να διευθυνθεί προς τα διαφράγματα του στροβίλου, όπου πάλι ιναρροφάται από την αντλία κάνοντας έτσι μια κυκλική κίνηση γύρω από τον κυκλικό πυρήνα (π).

Στην αντλία η μηχανική ενέργεια που προσδίνεται στο λάδι μετατρέπεται σε ταχύτητα (κινητική ενέργεια), ενώ στο στρόβιλο η 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 Ανακεφαλαίωση.

- Γιά την κατά μήκος σύνδεση δύο ατράκτων χρησιμοποιούνται οι σύνδεσμοι. Ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο χρησιμοποιούνται οι σύνδεσμοι διακρίνονται σε: **σταθερούς, κινητούς και λυόμενους.** Κατά κανόνα οι διαστάσεις των συνδέσμων είναι τυποποιημένες με βάση τη διάμετρο της ατράκτου στην οποία εφαρμόζονται.
- Οι σταθεροί σύνδεσμοι συνδέουν δύο ατράκτους κατά τρόπο συμπαγή. Διακρίνονται: Στους κελυφωτούς κυλινδρικούς, στους συνδέσμους Σέλλερς, και τους δισκοειδείς.
- Οι κινητοί σύνδεσμοι, λόγω κατασκευής, επιτρέπουν μικρή αξονική μετατόπιση μεταξύ τους, καθώς και μια πολύ μικρή γωνία της τάξεως της μιας μοίρας. Διακρίνονται: Στους κινητούς συνδέσμους με δόντια, στο σταυροειδή σύνδεσμο Καρντάν, τούς ελαστικούς συνδέσμους.
- Οι λυόμενοι σύνδεσμοι έχουν το προτέρημα να χωρίζουν τις ατράκτους που είχαν συνδέσει όταν χρειάζεται αυτό.

Διακρίνονται: Σε συνδέσμους που επανασυνδέονται εν στάσει και σε συνδέσμους που επανασυνδέονται εν λειτουργία.

7.7 Ερωτήσεις.

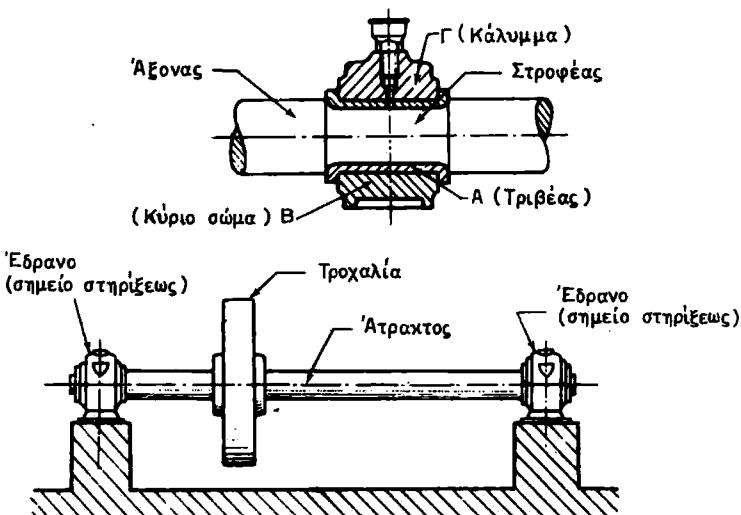
1. Πόσων ειδών συνδέσμους έχομε;
 2. Πού εφαρμόζονται οι σταθεροί σύνδεσμοι;
 3. Τι διαφορά υπάρχει μεταξύ του κελυφωτού συνδέσμου και του συνδέσμου Σέλλερς;
 4. Πού εφαρμόζεται ο δισκοειδής σύνδεσμος;
 5. Ποιεί είναι τα γενικά χαρακτηριστικά των κινητών συνδέσμων και πού χρησιμοποιούνται;
 6. Ποιεί είναι η διαφορά μεταξύ του συνδέσμου Καρντάν και του συνδέσμου με δόντια;
 7. Ποια είναι τα γενικά χαρακτηριστικά των λυομένων συνδέσμων και που εφαρμόζονται;
 8. Τι είναι ο σύνδεσμος τριβής;
 9. Ποιοι σύνδεσμοι χρησιμοποιούνται στα αυτοκίνητα για τη σύνδεση της κινητήριας πηγής με το οπίσθιο τμήμα κινήσεως;
-

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ

ΕΔΡΑΝΑ

8.1 Περιγραφή και είδη εδράνων.

Τα έδρανα (σχ. 8.1), όπως ειπώθηκε και στο Κεφάλαιο περί αξόνων, είναι τα στοιχεία της μηχανής, στα οποία στηρίζονται οι άτρακτοι και επιτυγχάνεται έτσι η περιστροφή τους. Επιπλέον με αυτά μεταβιβάζονται στο έδαφος ή σε άλλες κατασκευές οι δυνάμεις, που εφαρμόζονται στις ατράκτους.



Σχ. 8.1.

α) Είδη εδράνων.

Τα έδρανα κατατάσσονται:

- Ανάλογα με τη θέση των ατράκτων, σε **εγκάρσια** και **αξονικά**.
- Οι **οριζόντιες** άτρακτοι στηρίζονται σε εγκάρσια έδρανα, ενώ οι **κατακόρυφες** σε αξονικά.
- Ανάλογα με το είδος της τριβής, που αναπτύσσεται σ' αυτά διακρίνονται σε **έδρανα ολισθήσεως** και **έδρανα κυλίσεως**.
- Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους, χαρακτηρίζονται σε **έδρανα**

αυτορρύθμιστα και έδρανα σταθερά.

Στα έδρανα ολισθήσεως αναπτύσσεται, κατά την περιστροφή της ατράκτου **τριβή ολισθήσεως**.

Στα έδρανα κυλίσεως αντίθετα αναπτύσσεται **τριβή κυλίσεως**.

Στα αυτορρύθμιστα έδρανα, τα στοιχεία του **παρακολουθούν αυτόματα** την παραμόρφωση του στροφέα, η οποία προκαλείται από τη φόρτιση της ατράκτου.

Τα σταθερά έδρανα χρησιμοποιούνται για τις ατράκτους, οι οποίες και μετά τη φόρτισή τους παραμένουν απαραμόρφωτες ή είναι τόσο ασήμαντη η παραμόρφωσή τους, ώστε να μην υπολογίζεται.

Μετά από όσα λέχθηκαν παραπάνω αντιλαμβανόμαστε εύκολα ότι ένα έδρανο μπορεί **ταυτόχρονα** να είναι και έδρανο ολισθήσεως και αυτορρύθμιστο ή να παρουσιάζει άλλα χαρακτηριστικά.

Επίσης ένα αξονικό έδρανο μπορεί να είναι κυλίσεως ή ολισθήσεως και μαζύ αυτορρύθμιστο η σταθερό.

β) Στοιχεία εδράνων.

— Ο **τριβέας A** (κοινά μαξιλάρι) (σχ. 8.1), είναι ένα κυλινδρικό σώμα με τρύπα στο μέσο, που συνήθως αποτελείται από δύο μέρη. Ο τριβέας δέχεται το τμήμα της ατράκτου που εδράζεται σ' αυτόν και που είναι ο στροφέας της ατράκτου. Ο τριβέας συνήθως κατασκευάζεται είτε από χυτοσίδηρο είτε από μπρούντζο. Σε περίπτωση κατασκευής του από μπρούντζο, επικαλύπτεται πολλές φορές εσωτερικά από λεπτό στρώμα λευκού μετάλλου.

— Το **σώμα B**, επάνω στο οποίο στρεώνεται ο τριβέας και το οποίο κατά κανόνα κατασκευάζεται από χυτοσίδηρο.

— Το **κάλυμμα Γ**, που αποτελεί το επάνω μέρος του σώματος του εδράνου και το οποίο είναι επίσης από χυτοσίδηρο.

— Οι **κοχλίες συσφίξεως Δ**, οι οποίοι ενώνουν σ' ένα σώμα, κάλυμμα, τριβέα και κυρίως σώμα.

— Η **πλάκα εδράσεως Ζ**, επάνω στην οποία τοποθετείται το έδρανο.

— Το **σύστημα λιπάνσεως**.

Οι διαστάσεις των περισσοτέρων εδράνων είναι τυποποιημένες, ορίζονται δε πάντοτε με βάση τη διάμετρο της ατράκτου που στηρίζουν.

8.2 Υλικά τριβέων εδράνων ολισθήσεως.

Ως υλικό του τριβέα στά έδρανα ολισθήσεως μπορεί να χρησιμοποιηθεί:

α) Χυτοσίδηρος.

Ικανοποιεί τις περισσότερες από τις περιπτώσεις. Κυρίως είναι φθηνός, προσφέρεται δε τόσο για μικρές ταχύτητες όσο και για μικρές ειδικές πιέσεις. Χρησιμοποιείται ιδιαίτερα στις χειροκίνητες ανυψωτικές μηχανές. Το μήκος του στροφέα πρέπει να λαμβάνεται περίπου δύο φορές μεγαλύτερο από τη διάμετρο.

β) **Μπρούντζος** (π.χ. Br 14) ή κράμα από **Ορείχαλκο και Ψευδάργυρο** (π.χ. Rg 9).

Τα υλικά αυτά είναι κατάλληλα για ψηλότερες ειδικές πιέσεις και ταχύτητες και χρησιμοποιούνται κυρίως για τα έδρανα των εργαλειομηχανών. Αντέχουν σε κρούσεις και επιπρέπουν μικρότερη συντήρηση. Σε περιπτώσεις υπερθερμάνσεων όμως φθείρουν τους στροφείς (άρπαγμα κουσινέττου).

Σπάνια γίνονται ολόσωμοι τριβείς από τα παραπάνω μέταλλα. Συνήθως οι τριβείς είναι διμερείς, δηλαδή το κάθε μισό του τριβέα αποτελείται από το **βασικό κέλυφος** και την **επένδυση**.

Υλικά για το βασικό κέλυφος είναι, ανάλογα με τις περιπτώσεις, χάλυβας, χυτοσίδηρος, ή ορείχαλκος — ψευδάργυρος.

Η επένδυση αποτελείται από μια λεπτή σχετικά μεμβράνη από λευκό μέταλλο ή ελαφρά μέταλλα ή κράμα από τα δυό ή μπρούντζο με μολύβι.

Σε ειδικές περιπτώσεις οι τριβείς κατασκευάζονται από κράματα τριών μετάλλων. Το βασικό κέλυφος είναι χαλύβδινο με πρώτη επίστρωση κράματα μολύβδου και μπρούντζου και επιφανειακή επένδυση από λευκό μέταλλο ή άλλο αντιτριβικό μέταλλο.

γ) **Λευκό μέταλλο (WIM)** κατά D.I.N. 1703.

Η σύνθεσή του (WIM) 20 είναι: 20% ψευδάργυρος (Zn), 14,5% αντιμόνιο (Sb), 1,5% χαλκός (Cu) και 64% μόλυβδος (Pb). Προσφέρεται για κινήσεις ομαλές και απαλλαγμένες από κρούσεις.

Η σύνθεσή του (WIM) 80 είναι: 80% ψευδάργυρος, 12% αντιμόνιο, 6% χαλκός, 2% μόλυβδος. Προσφέρεται γι' ακόμη μεγαλύτερες απαιτήσεις.

δ) **Κράμα μολύβδου ορειχάλκου** κατά D.I.N. 1716.

Ενδείκνυται γιά ψηλότερες ειδικές πιέσεις και περιφερειακές ταχύτητες του στροφέα καθώς και κρουστικές φορτίσεις.

ε) **Ελατά ή συμπιεστά ή ολκωτά κράματα.**

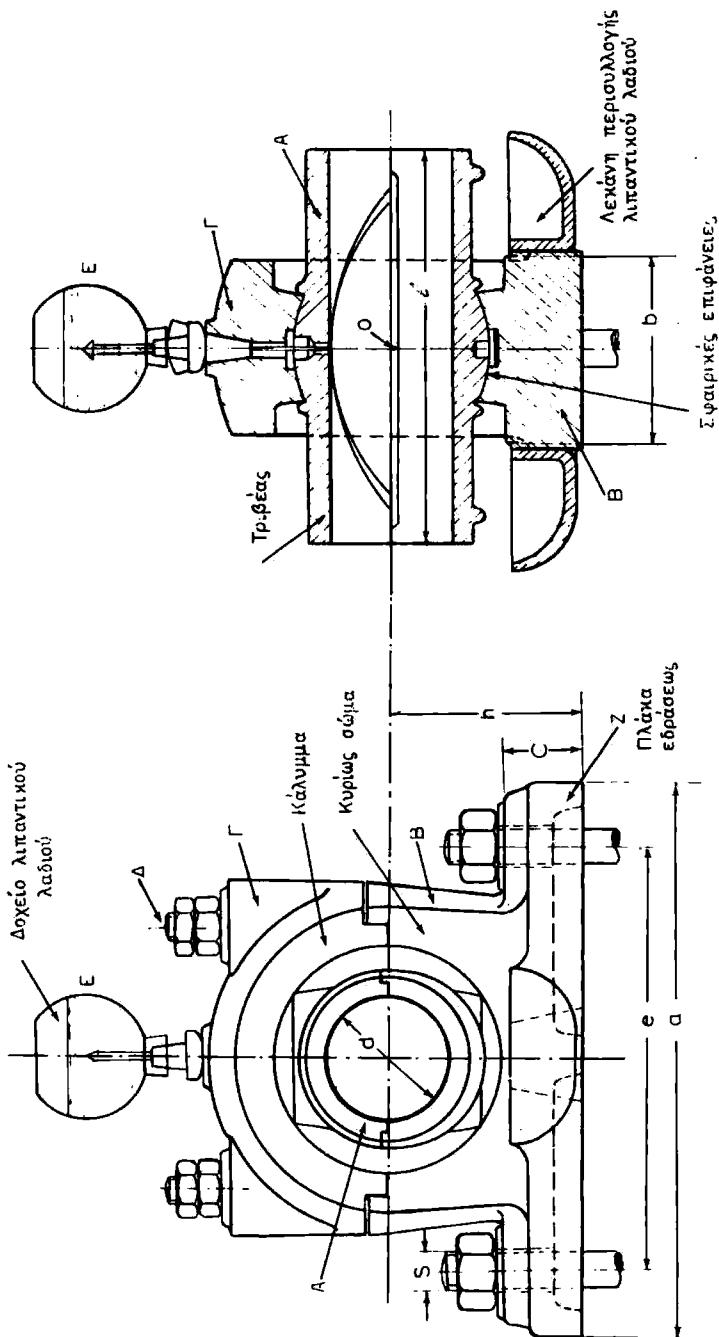
Έχουν βάση το χαλκό και προσμίξεις από κασσίτερο, ψευδάργυρο, νικέλιο και αργύλιο. Τα υλικά αυτά φέρονται στην επιθυμητή μορφή είτε με εξέλαση είτε με όλκηση είτε με συμπίεση, π.χ. το γνωστό κράμα Anobronze (91,2% χαλκό, 8,5 κασσίτερο, 0,3 φωσφόρο) προσφέρεται για πιέσεις μέχρι 300dN/cm² και ταχύτητες μέχρι 50 m/s.

στ) Μη μέταλλα.

Χρησιμοποιούνται επίσης ως υλικά για τριβείς και μη μέταλλα όπως π.χ. το φίμπερ (πεπιεσμένο χαρτί). Το ελαστικό χρησιμοποιείται για επικάλυψη εδράνων, εάν το μόνο διαθέσιμο για λιπαντικό είναι το νερό. Επίσης πολύ σκληρό ξύλο χρησιμοποιείται για την επένδυση του πρυμναίου σωλήνα των πλοίων με λίπανση με νερό.

8.3 Αυτορρύθμιστα έδρανα ολισθήσεως.

Τα αυτορρύθμιστα έδρανα ολισθήσεως (σχ. 8.3) είναι εγκάρσια και αποτελούνται από τον τριβέα Α, το κυρίως σώμα Β, το κάλυμμα Γ, τους κοχλίες συσφίξεως Δ και το σύστημα λιπάνσεως Ε.



Σχ. 8.3.

Ιδιάτερο χαρακτηριστικό στο έδρανο αυτό αποτελεί ο τριβέας του, που είναι διμερής. Ο τριβέας κατασκευάζεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε η εξωτερική του επιφάνεια να είναι σφαιρική σ' ένα ορισμένο τμήμα της.

Με τον τρόπο αυτό μπορεί ο τριβέας να στρέφεται ελαφρά γύρω από το κέντρο Ο των σφαιρικών επιφανειών, το οποίο συμπίπτει με το κέντρο του εδράνου και έτσι μπορεί να παρακολουθεί την παραμόρφωση της ατράκτου.

Οι διαστάσεις ενός τέτοιου εδράνου για άτρακτο $d = 50$ ως 55 mm είναι οι παρακάτω:

$$\text{Μήκος τριβέα } I = 175 \text{ mm}$$

$$\text{Αναλογία διαμέτρου προς το μήκος } \frac{d}{I} = 1:3,5$$

$$\text{Υψος εδράσεως } h = 80 \text{ mm}$$

$$\text{Μήκος βάσεως } a = 250 \text{ mm}$$

$$\text{Πλάτος βάσεως } b = 90 \text{ mm}$$

$$\text{Πάχος βάσεως } c = 35 \text{ mm}$$

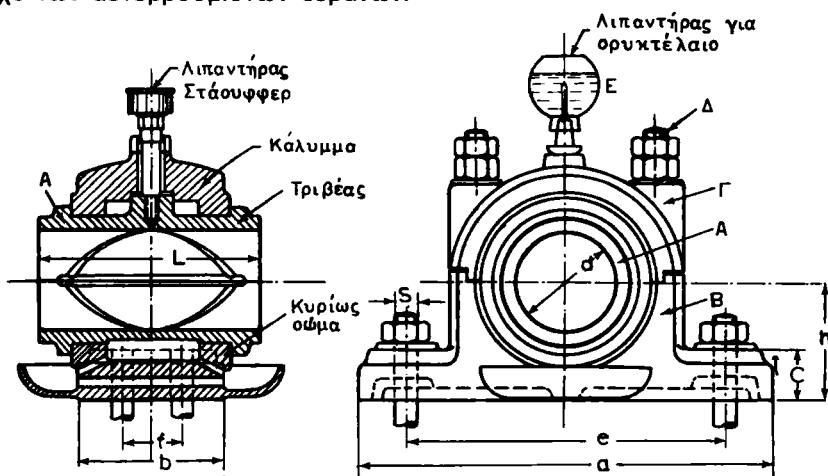
$$\text{Διάμετρος κοχλιών στερεώσεως } s = 16 \text{ mm}$$

$$\text{Απόσταση κοχλιών στερεώσεως } e = 190 \text{ mm}$$

8.4 Σταθερά έδρανα ολισθήσεως.

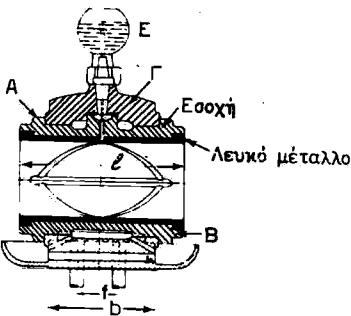
Τα έδρανα αυτά (σχ. 8.4a) είναι εγκάρσια, χρησιμοποιούνται δε εκεί όπου προβλέπεται ότι η άτρακτος, κατά τη λειτουργία της, δεν θα παραμορφώνεται αισθητά.

Ο τριβέας Α των εδράνων αυτών είναι σταθερός και πιό κοντός από τον αντίστοιχο των αυτορρυθμίστων εδράνων.



Σχ. 8.4a.

Κατασκευάζεται ή από χυτοσίδηρο ή από μπρούντζο. Σε ορισμένες περιπτώσεις μάλιστα επιστρώνεται εσωτερικά και με λευκό μέταλλο πάχους 3 ως 10 mm (σχ. 8.3β).



Σχ. 8.4β.

Η επίστρωση αυτή με λευκό μέταλλο επιτρέπει ισχυρότερη φόρτιση του εδράνου. Ο τριβέας του σταθερού εδράνου έχει εξωτερικά δύο εγκοπές, με τις οποίες ασφαλίζεται από την ολισθηση. Κατά τα λοιπά το σταθερό έδρανο δεν διαφέρει από το αυτορρύθμιστο.

Οι γενικές διαστάσεις του για άξονα $d = 100$ ως 105 mm είναι οι παρακάτω:

$$\begin{aligned} I &= 220 \text{ mm} \\ a &= 425 \text{ mm} \\ c &= 52 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} h &= 125 \text{ mm} \\ b &= 145 \text{ mm} \\ s &= 30 \text{ mm} \end{aligned}$$

8.5 Αξονικά έδρανα ολισθήσεως.

Τα έδρανα αυτά διαιρούνται: σε έδρανα που ολισθαίνουν σε πλήρη επιφάνεια και σε έδρανα που ολισθαίνουν σε επιφάνεια δακτυλιδιού.

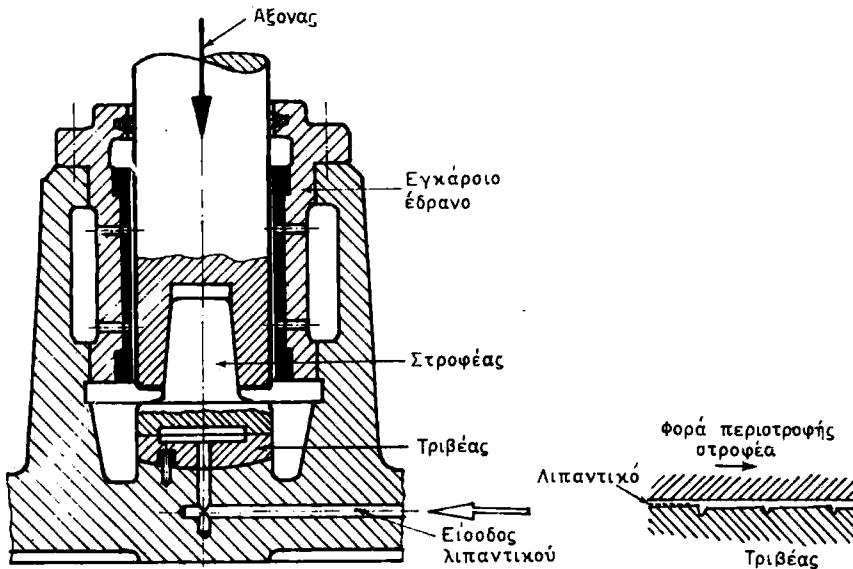
Για να εξασφαλίζεται ομοιόμορφη κατανομή της αξονικής πιέσεως στις επιφάνειες επαφής πρέπει ο άξονας των δυνάμεων να **συμπίπτει** με τον άξονα του στροφέα, οι δε επίπεδες επιφάνειες ολισθήσεως να είναι **κάθετες** προς τον άξονα περιστροφής. Ένας τύπος αξονικού εδράνου φαίνεται στο σχήμα 8.5. Η επιφάνεια, που παραλαμβάνει τις πιέσεις (τριβέας) ακινητοποιείται στη βάση του εδράνου με δύο πείρους.

Για τον τύπο αυτό των αξονικών εδράνων η επιφάνεια εδράσεως κατασκευάζεται από σκληρό χάλυβα. Η λίπανση στις ενιαίες επιφάνειες γίνεται πάντοτε από το κέντρο γιατί η αναπτυσσόμενη κατά την περιστροφή φυγόκεντρος δύναμη σπρώχνει τα στρώματα του λιπαντικού προς τα έξω και τα μοιράζει σε όλη την επιφάνεια.

Στις περιπτώσεις που η άτρακτος τρυπάει την επιφάνεια στηρίζεως, χρησιμοποιούνται δακτυλοειδή ή κτενοειδή έδρανα (βλ. ωστικός τριβέας σχ. 6.6δ).

8.6 Έδρανα κυλίσεως (ρουλεμάν).

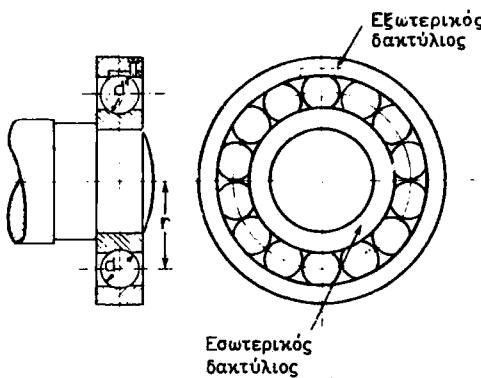
Στα έδρανα αυτά βασικό χαρακτηριστικό είναι η αντικατάσταση της τριβής ολι-



Σχ. 8.6α.

σθήσεως με την τριβή κυλίσεως. Ο τριβέας στα έδρανα αυτά αποτελείται από δύο ομόκεντρους δακτύλιους, ένα **εξωτερικό** και ένα **εσωτερικό**, στων οποίων το ενδιάμεσο διάστημα τοποθετούνται **σφαίρες** ή **κύλινδροι** ή **βαρελάκια**. Με την κύλιση αυτών αναπτύσσεται επάνω στους δακτύλιους η τριβή κυλίσεως.

Ο ένας από τους δύο δακτύλιους (σχ. 8.6α) του τριβέα μένει σταθερός, ενώ ο δεύτερος περιστρέφεται. Με την περιστροφή του παρασύρει και τις σφαίρες που παρεμβάλλονται, οι οποίες αρχίζουν έτσι να κυλούν επάνω στην εσωτερική επιφάνεια του σταθερού δακτυλίου.



Σχ. 8.5.

Η τριβή κυλίσεως, όπως γνωρίζομε, είναι πολύ μικρότερη από τήν τριβή ολισθήσεως και γι' αυτό προσπαθούμε, όπου αυτό είναι δυνατό, να αντικαθιστούμε

τα έδρανα ολισθήσεως με έδρανα κυλίσεως, για να έχομε έτσι μικρότερες απώλειες σε ενέργεια και τα μηχανήματά μας να εργάζονται με καλύτερη απόδοση.

Όπως στα έδρανα ολισθήσεως, έτσι και εδώ έχομε έδρανα διαφόρων τύπων. Οι τύποι αυτοί χαρακτηρίζονται από το είδος του τριβέα που περιέχουν.

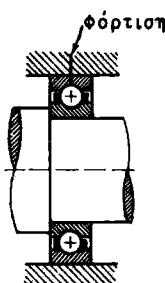
Έτσι τα έδρανα κυλίσεως (ρουλεμάν) διακρίνονται σε:

a) **Ακτινικά**, που χρησιμοποιούνται για οριζόντιες ατράκτους και γενικότερα για ατράκτους που μεταβιβάζουν τις πιέσεις κατά τη διεύθυνση της ακτίνας του ρουλεμάν (σχ. 8.6β)

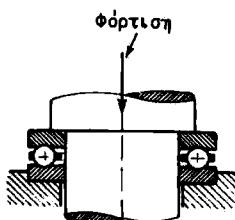
b) **αξονικά**, τα οποία χρησιμοποιούνται για κατακόρυφες ατράκτους ή γενικότερα για ατράκτους που παραλαμβάνουν και δυνάμεις κατά την κατεύθυνση του άξονα της ατράκτου. Αυτά τα συναντήσαμε, ήδη όταν εξετάσαμε τους αξονικούς στροφείς (σχ. 8.6γ).

Ος υλικό κατασκευής των δακτυλίων των τριβέων χρησιμοποιείται χρωμιούχος χάλυβας υψηλής αντοχής. Μετά από τη σχετική κατεργασία τους, υφίστανται βαφή, λείανση και τελικό ακριβή έλεγχο των διαστάσεών τους.

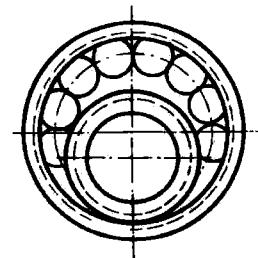
Στο σχήμα 8.6δ φαίνεται ο τρόπος τοποθετήσεως των στοιχείων κυλίσεως σ' ένα ρουλεμάν. Αφού τοποθετηθούν οι σφαίρες ξανακεντράρεται ο εσωτερικός δακτύλιος και εφαρμόζει μετά μια σφαιροθήκη, που κρατά σε απόσταση κανονική τις σφαίρες (σχ. 8.6ε).



Σχ. 8.6β.
Ακτινικό έδρανο.



Σχ. 8.6γ.
Αξονικό έδρανο.



Σχ. 8.6δ.

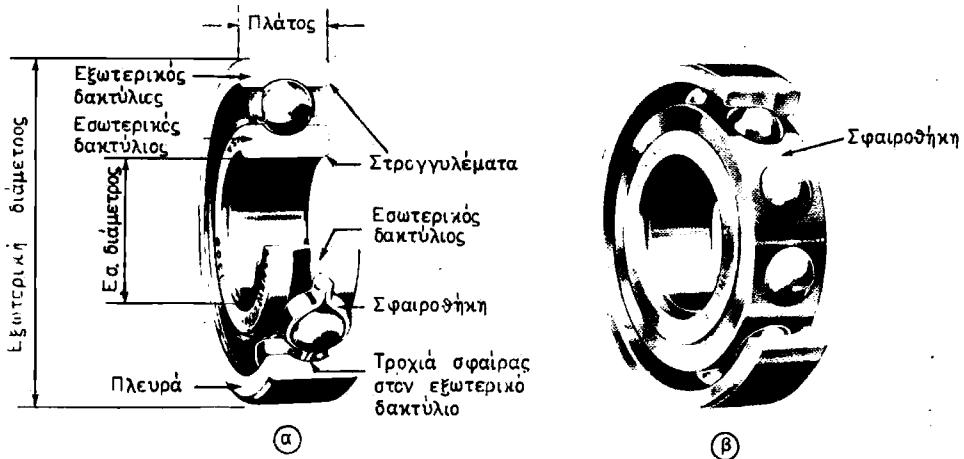
a) Ακτινικά ρουλεμάν.

Τα ακτινικά ρουλεμάν διακρίνονται σε:

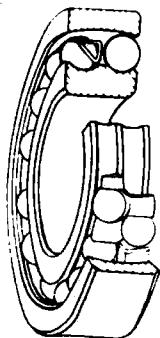
1) **Μονόσφαιρα** [σχ. 8.6ε(α)]. Είναι τα απλούστερα ρουλεμάν. Έχουν μια μόνο σειρά από σφαίρες και χρησιμοποιούνται σε πολλές περιπτώσεις. Οι δακτύλιοι τους φέρουν βαθιά αυλάκια για τις τροχιές των σφαιρών, και γι' αυτό το λόγο μπορούν και αναλαμβάνουν σημαντικά αξονικά φορτία.

2) **Μονόσφαιρα ρουλεμάν με πλάγια επαφή** [σχ. 8.6ε (β)]. Αυτά έχουν μεγάλο αριθμό σφαιρών. Οι επιφάνειες των δακτυλιδιών, επάνω στα οποία κυλούν οι σφαίρες, έχουν τέτοια κατατομή, ώστε να εφάπτονται οι σφαίρες σε διάμετρο που δεν είναι κάθετη προς την άτρακτο.

Για το λόγο αυτό τα ρουλεμάν αυτά αναλαμβάνουν μεγάλα αξονικά φορτία προς μια διεύθυνση. Πρέπει όμως να υπάρχει πάντα αξονική πίεση για να λειτουργούν καλά.



Σχ. 8.6ε.



Σχ. 8.6στ.

3) **Δισφαιρα αυτορρυθμιζόμενα ρουλεμάν** (σχ. 8.6στ.). Ο εσωτερικός δακτύλιος των ρουλεμάν αυτών έχει δύο αυλάκια για τις τροχιές των δύο σειρών σφαιρών, ενώ η επιφάνεια του εξωτερικού δακτυλιδιού (τροχιά) είναι σφαιρική. Έτσι, και όταν αικόμη ο άξονας της ατράκτου δεν είναι απόλυτα παράλληλος προς την έδρα, το ρουλεμάν εργάζεται χωρίς πρόσθετη αντίσταση, γιατί ο εσωτερικός δακτύλιος με τις σφαίρες ταλαντεύεται αυτόματα ως προς τον εξωτερικό δακτύλιο. Τα ρουλεμάν αυτά φέρουν επίσης μεγάλο αριθμό σφαιρών.

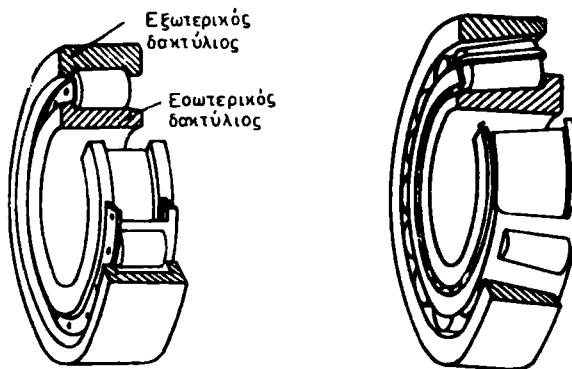
Ιδιαίτερα οι φαρδύτεροι τύποι μπορούν και μεταφέρουν σημαντικότερα αξονικά φορτία. Τα φαρδύτερα αυτά ρουλεμάν χρησιμοποιούνται κυρίως εκεί, όπου δεν είναι απόλυτα εξασφαλισμένη η ευθυγράμμιση του άξονα και της έδρας, επάνω στην οποία στηρίζεται το έδρανο.

Χρησιμοποιούνται π.χ. σε απομακρυσμένα έδρανα, σε ενδιάμεσες κινήσεις κλπ.

4) **Μονοκύλινδρα ρουλεμάν** (σχ. 8.6ζ). Τα 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 εγκοπή (σχ. 8.6ζ).

Ο εσωτερικός δακτύλιος εφαρμόζεται πάνω στην άτρακτο, ενώ ο εξωτερικός χωριστά στο έδρανο και κατόπιν γίνεται η συναρμολόγηση.

Τα ρουλεμάν αυτά τα προτιμούμε σε θέσεις, όπου έχομε να παραλάβουμε μεγάλα ακτινικά φορτία, δηλαδή φορτία κάθετα προς τον άξονα της ατράκτου. Επίσης χρησιμοποιούνται, όταν είναι δύσκολη η συναρμολόγηση ή όταν επιβάλλεται μικρή αξονική κίνηση της ατράκτου ως προς το σώμα του εδράνου, πάνω στο οποίο στηρίζεται το ρουλεμάν. Για να λειτουργούν όμως κανονικά είναι απαραίτητη η τέλεια ευθυγράμμιση ατράκτων και εδρών.



Σχ. 8.6ζ.

Σχ. 8.6η.

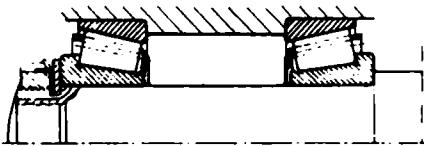
5) **Κωνικά ρουλεμάν** (σχ. 8.6η). Σ' αυτά τα ρουλεμάν τα στοιχεία που κυλίονται δεν είναι ούτε σφαίρες, ούτε κύλινδροι, αλλά **κόλουροι κώνοι**, οι οποίοι συγκρατούνται στο εσωτερικό δακτυλίδι, ενώ το εξωτερικό είναι ελεύθερο. Για να εξασφαλίζεται η τέλεια κύλιση, πρέπει οι άξονες των μικρών ακτίνων, όταν προεκτάθούν νοητά, να συναντιώνται σ' ένα σημείο, που να βρίσκεται πάνω στον άξονα της ατράκτου.

Τα κωνικά ρουλεμάν παραλαμβάνουν μεγάλα ακτινικά και αξονικά φορτία και τοποθετούνται εκεί, όπου έχομε εναλλασσόμενες φορτίσεις. Τοποθετούνται πάνω στην άτρακτο **κατά ζεύγη**, το ένα αντίθετα από το άλλο (σχ. 8.6θ) και όχι σε μεγάλη απόσταση μεταξύ τους, γιατί η μεγάλη διαστολή ή συστολή της ατράκτου αυξάνει πολύ τη χάρη ή αντίθετα αναγκάζει τα ρουλεμάν να στομώσουν.

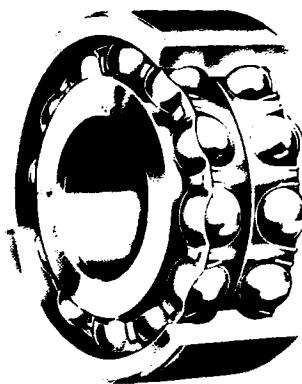
Τα ρουλεμάν αυτά χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον στα αυτοκίνητα.

6) **Δίσφαιρα σταθερά ρουλεμάν με πλάγια επαφή** (σχ. 8.6ι). Τα ρουλεμάν αυτά μοιάζουν με δύο μονόσφαιρα ρουλεμάν με πλάγια επαφή, που είναι τοποθετημένα αντίθετα και ενωμένα σε ένα σύναλο.

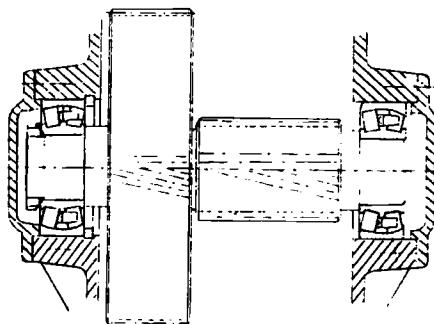
Κατασκευάζονται έτσι, ώστε να μη παρουσιάζουν καθόλου χάρη (τζόγο). Συγκρατούν σταθερό τον άξονα και αναλαμβάνουν εκτός από ακτινικά και αξονικά βάρη κατά τις δύο διευθύνσεις.



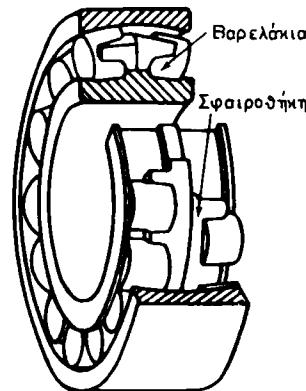
Σχ. 8.6θ.



Σχ. 8.6ι.



Σχ. 8.6ια.



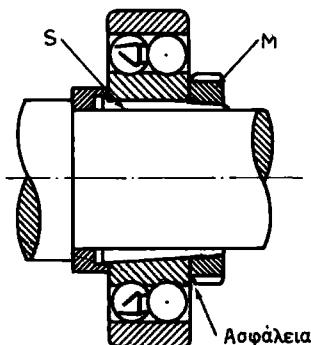
7) **Δικύλινδρα αυτορρυθμιζόμενα ρουλεμάν** (σχ. 8.6ια). Τα στοιχεία πάνω στα οποία κυλίονται είναι βαρελάκια ελαφρά κωνικά, τα οποία συγκρατούνται από τον εσωτερικό δακτύλιο. Η εσωτερική επιφάνεια του εξωτερικού δακτυλίου, που κυλίονται αυτά είναι σφαιρική.

Τα ρουλεμάν αυτά έχουν το μεγάλο προτέρημα ότι ο εσωτερικός τους δακτύλιος ταλαντεύεται ελεύθερα ως προς τον εξωτερικό, όπως ακριβώς γίνεται και στα δίσφαιρα αυτορρυθμιζόμενα ρουλεμάν. Χρησιμοποιούνται στις πιο βαριές κατασκευές, γιατί παραλαμβάνουν, σχετικά με τα άλλα, μεγάλα αξονικά και ακτινικά φορτία.

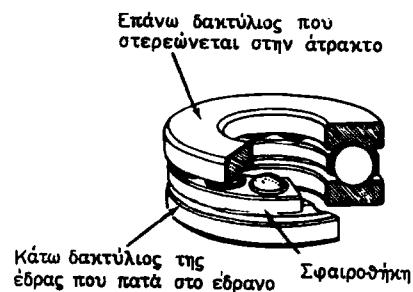
Στο σχήμα 8.6ια φαίνεται μια εφαρμογή με αυτορρυθμιζόμενα δικύλινδρα ρουλεμάν σ' ενα κιβώτιο κινήσεως.

8) Ρουλεμάν με σφιγκτήρα (σχ. 8.6ιβ). Όλα τα ακτινικά ρουλεμάν, τα οποία περιγράφαμε παραπάνω, είναι εφοδιασμένα με κυλινδρική τρύπα στο εσωτερικό δακτυλίδι και εφαρμόζονται κατ' ευθείαν σε άτρακτο που έχει την ίδια διάμετρο με την τρύπα.

Τα δίσφαιρα αυτορρυθμιζόμενα, τα δικύλινδρα αυτορρυθμιζόμενα και πολλές φορές και τα μονόσφαιρα ρουλεμάν κατασκευάζονται **με κωνική τρύπα** (με κωνικότητα $1:12$) **στο εσωτερικό δακτυλίδι**, οπότε για τη στερέωση του δακτυλιδίου αυτού πάνω στην άτρακτο χρησιμοποιείται, **κωνικός σφιγκτήρας S** με παξιμάδι M και ασφάλεια. Ο τύπος αυτός του ρουλεμάν με σφιγκτήρα εφαρμόζεται συνήθως σε ατράκτους με μεγάλο μήκος, διότι ο κωνικός έσωτερικός δακτύλιος διευκολύνει ώστε η συναρμολόγησή τους, νά είναι σχετικά εύκολη.



Σχ. 8.6ιβ.



Σχ. 8.6ιγ.

β) Απλά αξονικά ρουλεμάν (σχ. 8.6ιγ).

Τα απλά αξονικά ρουλεμάν αποτελούνται από δύο δακτύλιους (ροδέλλες) και μια σειρά από σφαίρες που συγκρατούνται μέσα σε μια σφαιροθήκη.

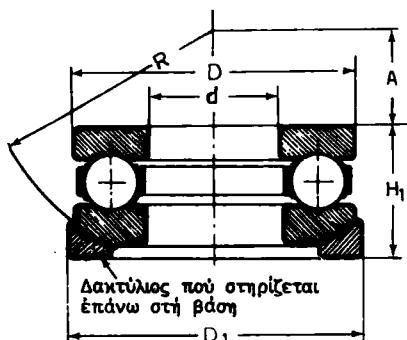
Το ένα δακτυλίδι στερεώνεται πάνω στην άτρακτο, ενώ το άλλο στηρίζεται πάνω στη λεία επιφάνεια της βάσεως του εδράνου. Το τελευταίο αυτό δακτυλίδι, που ονομάζεται και **δακτυλίδι της έδρας**, έχει τρύπα μεγαλύτερη, για να περνά από αυτό ελεύθερα η άτρακτος. Μερικές φορές η εξωτερική επιφάνεια του δακτυλιδίου της έδρας είναι σφαιρική και στηρίζεται σε χωριστό δακτυλίδι με κοίλη σφαιρική επιφάνεια (σχ. 8.6ιδ).

Τα απλά αξονικά ρουλεμάν αναλαμβάνουν μόνο αξονικά φορτία απλής διευθύνσεως.

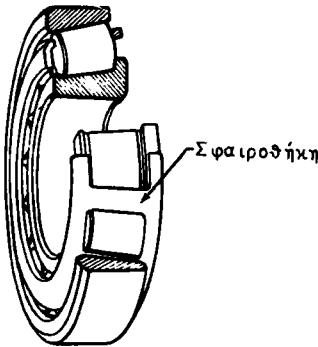
γ) Σφαιροθήκες των ρουλεμάν.

Όλα σχεδόν τα ρουλεμάν έχουν σφαιροθήκες (σχ. 8.6ιε), που συγκρατούν τα στοιχεία της κυλίσεως τους σε σταθερή απόσταση μεταξύ τους.

Οι σφαιροθήκες κατασκευάζονται συνήθως από χαλύβδινα ελάσματα για να έίναι ελαφρές και φθηνές.



Σχ. 8.6ιδ.



Σχ. 8.6ιε.

8.7 Λίπανση των εδράνων.

Η λίπανση των εδράνων απαιτεί μεγάλη προσοχή. Γιατί όσο συστηματικότερα γίνεται, τόσο οι φθορές στους τριβείς ελαττώνονται και αποφεύγονται κατ' αυτόν τον τρόπο άσκοπες καθυστέρησεις στη λειτουργία των μηχανών και προλαμβάνονται ενδεχόμενες επισκευές.

Όταν πρόκειται για λίπανση πολλών μηχανών, τότε πρέπει η εργασία αυτή να ανατίθεται σε υπεύθυνο **λιπαντήρα**, ο οποίος με βάση ένα προετοιμασμένο πρόγραμμα θα την εκτελεί. Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να αποδίδεται στις **προδιαγραφές** του λιπαντικού που προβλέπει ο κατασκευαστής, για κάθε μηχάνημα (τύπος λιπαντικού κλπ.).

Η λίπανση μπορεί να γίνει κατά δύο τρόπους: είτε με **λίπος** (γράσσο) είτε με **ορυκτέλαιο**.

Οι δύο τύποι εδράνων, που περιγράψαμε (παράγρ. 8.3 καί 8.4), είναι εφοδιασμένοι ο μεν πρώτος (σχ. 8.3) με λιπαντήρα Ε, ο οποίος λειτουργεί με γράσσο, ο δε δεύτερος (σχ. 8.4α) με λιπαντήρα Ε, ο οποίος λειτουργεί με ορυκτέλαιο.

Υπάρχουν τυποποιημένες ποιότητες λιπαντικών και πίνακες ισοδυναμιών των λιπαντικών που παράγουν οι διάφοροι κατασκευαστές, τις οποίες πρέπει να έχουν υπ' ώφη τους αυτοί που καθορίζουν τα **προγράμματα λιπάνσεως των μηχανημάτων**. Πρέπει να λεχθεί οτι, τόσο η ανεπαρκής όσο και η περισσή λίπανση **βλάπτει**.

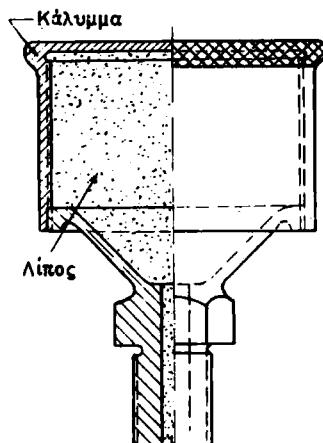
α) Λίπανση με γράσσο.

Στη λίπανση με γράσσο χρησιμοποιούμε ειδικούς λιπαντήρες, που φέρονται στο εμπόριο με το όνομα Στάουφφερ (Stauffer) ή και άλλους τύπους (σχ. 8.7α).

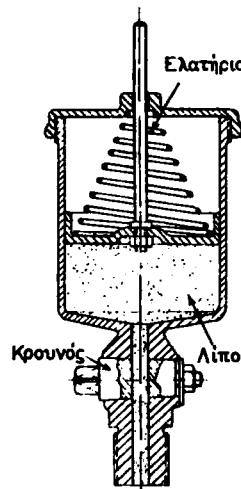
Στους λιπαντήρες αυτούς το γράσσο πιέζεται από το καπάκι, όταν αυτό κοχλιώνεται, και μεταφέρεται έτσι στις επιφάνειες του τριβέα. Η λίπανση λοιπόν αυτή γίνεται με το βίδωμα του καπακιού. Ο τρόπος όμως αυτός δεν είναι πολύ πρακτικός. Για να αποφεύγομε το συχνό βίδωμα του καπακιού χρησιμοποιούμε ειδικούς λιπαντήρες, που είναι εφοδιασμένοι είτε με ελατήριο (σχ. 8.7β) είτε με έμβολο (σχ. 8.7γ).

Και οι δύο αυτοί τύποι δίνουν στο λιπαντικό την απαιτούμενη πίεση, ώστε να διοχετεύεται στον τριβέα αυτόματα και συνεχώς.

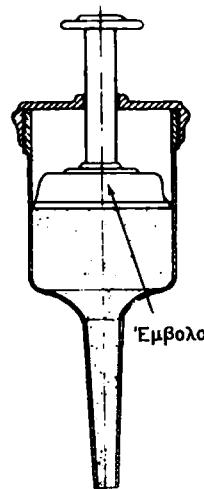
Το σώμα κάθε εδράνου, καθώς και οι τριβείς, φέρουν αντίστοιχες τρύπες για να διέρχεται από αυτές το λίπος.



Σχ. 8.7α.
Λιπαντήρας Στάουφφερ.



Σχ. 8.7β.



Σχ. 8.7γ.

β) Λίπανση με ορυκτέλαιο.

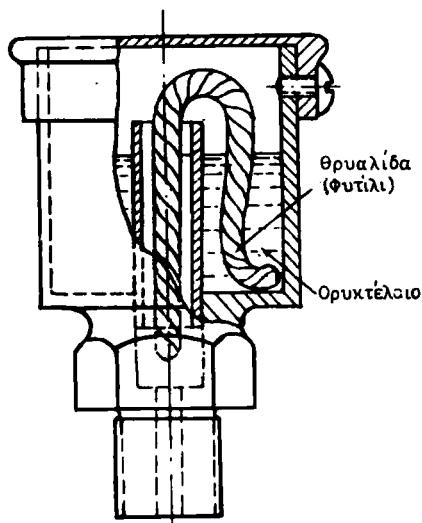
Η λίπανση εδώ, όπως θα δούμε στη συνέχεια, επιτυγχάνεται είτε με **ελεύθερη εκροή** του ορυκτέλαιου, είτε με **ανακυκλοφορία**.

Στο σχήμα 8.7δ φαίνεται ένας απλός τύπος λιπαντήρα με ελεύθερη εκροή. Η διοχέτευση του λαδιού γίνεται από το ένα άκρο ενός φυτιλιού, του οποίου το άλλο άκρο είναι βυθισμένο στο ορυκτέλαιο. Έτσι μεταφέρεται το ορυκτέλαιο στο σημείο εκροής, που είναι τοποθετημένο στην τρύπα, που συγκοινωνεί με τον τριβέα.

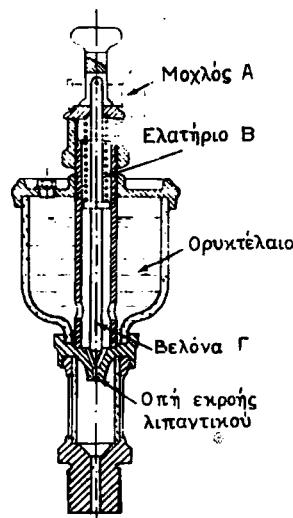
Ο τρόπος αυτός της λιπάνσεως θεωρείται δαπανηρός, γιατί η ροή του λιπαντικού λαδιού είναι συνεχής, αφού δεν ρυθμίζεται ούτε και διακόπτεται με το σταμάτημα λειτουργίας της μηχανής.

Άλλος τρόπος λιπάνσεως με ελεύθερο άκρο εκροής είναι ο **λιπαντήρας σταγόνων** (σχ. 8.7ε). Ο λιπαντήρας αυτός αποτελείται από μικρό ελαιοδοχείο, το οποίο καταλήγει σε μικρό στόμιο εκροής με μικρή τρύπα. Με τη βοήθεια μιας βελόνας Γ ρυθμίζεται το άνοιγμα της τρύπας εκροής έτσι, ώστε μόνο ορισμένες σταγόνες να πέφτουν στο λεπτό. Για να διακοπεί η λίπανση στρέφεται ο μοχλός Α, ο οποίος συγκρατεί τη βελόνη Γ ανοικτή, οπότε το ελαστήριο Β επενεργεί επάνω στη βελόνα, η οποία κλείνει τότε την τρύπα ερμηνητικά.

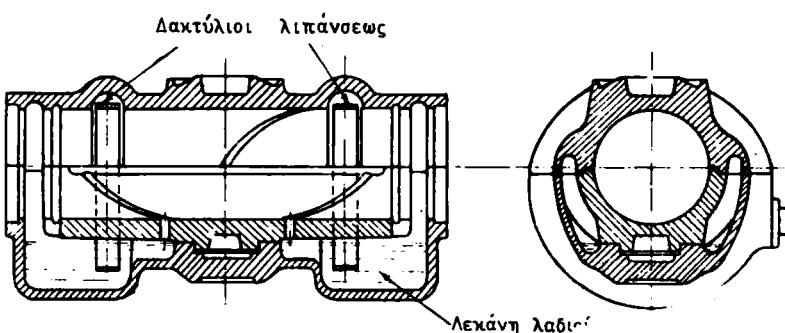
Η λίπανση με ανακυκλοφορία του λιπαντικού είναι τελειότερη από τις προηγούμενες και γίνεται με τη βοήθεια των δακτυλιδίων λιπάνσεως, τα οποία κρέμονται στο στροφέα (σχ. 8.7στ). λειτουργεί δε αυτή όσο περιστρέφεται η άτρακτος.



Σχ. 8.7δ.
Λιπαντήρας με φυτίλι.

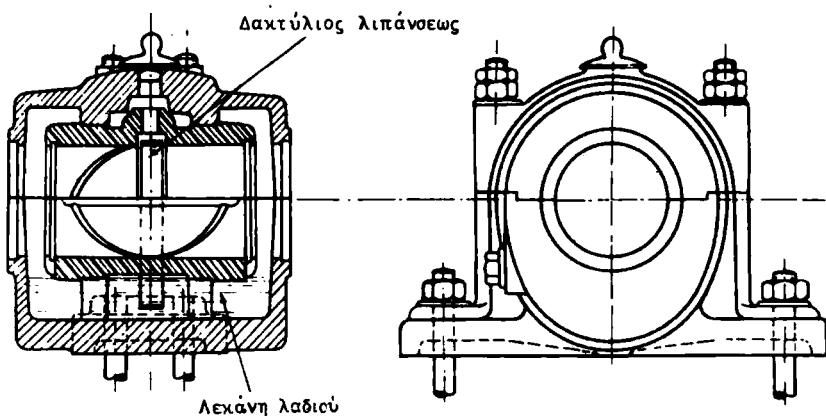


Σχ. 8.7ε.
Λιπαντήρας σταγόνων.



Σχ. 8.7στ.
Έδρανο με δακτύλιους λιπάνσεως.

Τα δακτυλίδια λιπάνσεως είναι διμερή και αποτελούνται από δύο χαλύβδινα τεμάχια, τα οποία μορφώνονται σ' ένα τεμάχιο μόλις περασθούν στην δτρακτό. Βρίσκονται κρεμασμένα στο στροφέα, που, όταν περιστρέφεται, παρασύρει και αυτά



Σχ. 8.7ζ.
Έδρανο με δακτυλίδια λιπάνσεως.

σε περιστροφή. Κατά την περιστροφή τους όμως τα δακτυλίδια μεταφέρουν το λιπαντικό λάδι από το κάτω μέρος του κελύφους, που διαμορφώνεται σε δεξαμενή λαδιού, προς την επάνω επιφάνεια της ατράκτου.

Η κυκλοφορία αυτή του ορυκτέλαιου συνεχίζεται σε όλη τη διάρκεια της λειτουργίας της ατράκτου, και έτσι λιπαίνεται αυτή αυτόματα καθώς περιστρέφεται. Στο σχήμα 8.7ζ διακρίνεται ένα σταθερό έδρανο με λίπανση με ανακυκλοφορία. Τα έδρανα αυτής της διατάξεως λέγονται **auto-lipantia**.

8.8 Ανακεφαλαίωση.

1. Έδρανα είναι τα στοιχεία στα οποία στηρίζονται οι άξονες που μεταβιβάζουν με αυτά τις δυνάμεις τους είτε στο έδαφος ή σε άλλες κατασκευές. Διακρίνονται: Ανάλογα με τη θέση των αξόνων σε εγκάρσια και σε αξονικά. Ανάλογα με το είδος της τριβής που αναπτύσσεται σ' αυτά σε έδρανα ολισθήσεως και σε έδρανα κυλίσεως.
Ανάλογα με το βαθμό προσαρμογής του τριβέα στη θέση του άξονα σε αυτορύθμιστα και σταθερά.
2. Υλικό για τους τριβείς των έδρανων χρησιμοποιείται ο χυτοσίδηρος, ο μπρούντζος, το λευκό μέταλλο, κράμα μολύβδου – ορειχάλκου και ορισμένα από τα μη μέταλλα.
3. Στα αυτορύθμιστα έδρανα ολισθήσεως ο τριβέας είναι διμερής και μπορεί και παρακολουθεί ελαφρώς τις παραμορφώσεις του άξονα.
4. Στα σταθερά έδρανα που είναι πάντοτε εγκάρσια δεν είναι δυνατή παραμόρφωση του άξονα στο σημείο της στηρίξεως.
5. Στα αξονικά έδρανα ολισθήσεως η ασκούμενη πίεση στον τριβέα από το στροφέα μεταφέρεται είτε με επιφάνεια δακτυλίου είτε με επιφάνεια κυκλική.
6. Στα έδρανα κυλίσεως τα κοινά ρουλεμάν διακρίνονται σε ακτινικά και σέ αξονι-

κά. Τα ακτινικά χωρίζονται πάλι σε μονόσφαιρα, σε δίσφαιρα, σε μονοκύλινδρα σε δικύλινδρα αυτορρυθμιζόμενα ή μη, καθώς και σε κωνικά.

7. Η λίπανση των εδράνων γίνεται είτε με ορυκτέλαιο ή με γράσσο.

8.9 Ερωτήσεις.

1. Πόσων ειδών έδρανα έχομε;
 2. Τι είναι τριβή ολισθήσεως;
 3. Ποια είναι τα κύρια χαρακτηριστικά ενός εδράνου;
 4. Γιατί προτιμούμε τα έδρανα κυλίσεως από τα έδρανα ολισθήσεως;
 5. Ποια τα υλικά των τριβέων;
 6. Κατά τι διαφέρουν τα αξονικά έδρανα από τα οριζόντια;
 7. Σε ποιες θέσεις τοποθετούμε τα αυτορρυθμιζόμενα έδρανα;
 8. Κατά τι διαφέρουν τα έδρανα κυλίσεως από τα έδρανα ολισθήσεως;
 9. Από τι διακρίνονται μεταξύ τους τα έδρανα κυλίσεως;
 10. Πώς γίνεται η λίπανση των εδράνων;
 11. Με τι γίνεται η λίπανση των εδράνων;
-

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ

ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΚΙΝΗΣΕΩΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

ΟΔΟΝΤΩΤΟΙ ΤΡΟΧΟΙ

9.1 Ορισμός - Κατάταξη.

Στις μηχανές που, όπως όλοι γνωρίζομε αποτελούν όργανα **μετατροπής ενέργειας** παρουσιάζεται πολλές φορές, αν όχι πάντοτε, η ανάγκη να μεταφερθεί κίνηση από μια άτρακτο στην άλλη. Για να πραγματοποιηθεί η μετάδοση αυτή χρησιμοποιούνται διάφοροι μεσάζοντες, και αυτοί είναι π.χ. οι οδοντωτοί τροχοί, τα λουριά και οι αλυσίδες.

Η κίνηση που μεταδίδεται με τους οδοντωτούς τροχούς λέγεται **οδοντοκίνηση**, η κίνηση που μεταδίδεται με ιμάντες λέγεται **ιμαντοκίνηση**, ενώ εκείνη που μεταδίδεται με τις αλυσίδες **αλυσοκίνηση**.

Στο Κεφάλαιο αυτό θα ασχοληθούμε με την **οδοντοκίνηση**, που αποτελεί, από πλευράς εφαρμογής, το δυσκολότερο τρόπο μετάδοσεως κινήσεως σε σύγκριση προς τους διού άλλους.

Τι καλείται όμως **οδοντωτός τροχός** (γρανάζι);

Οδοντωτός τροχός (σχ. 9.1α) λέγεται κάθε μεταλλικός ή και από οποιαδήποτε άλλη ανθεκτική ύλη κατασκευασμένος **δίσκος**, που η περιφέρειά του χωρίζεται κατά **κανονικά** διαστήματα σε **εσοχές** και **εξοχές**, δηλαδή σε δόντια (σχ. 9.1β). Όλα τα δόντια ενός τροχού πρέπει να έχουν την **ίδια μορφή**, δηλαδή να έχουν το ίδιο ύψος, το ίδιο πάχος και την ίδια απόσταση μεταξύ τους.

Έτσι σε κάθε οδοντωτό τροχό διακρίνομε (σχ. 9.1β):

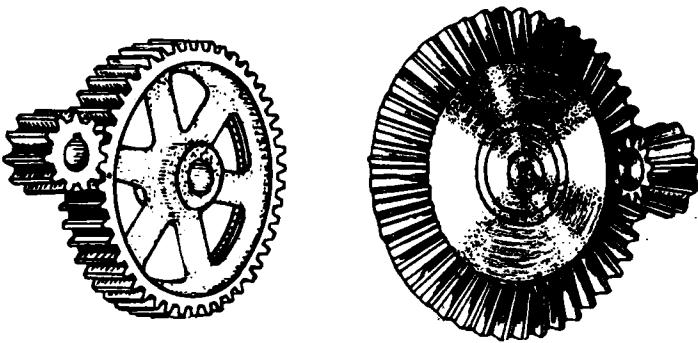
α) Την περιφέρεια, που διέρχεται από τις κορυφές των δοντιών και που λέγεται **περιφέρεια κορυφών**.

β) Την περιφέρεια, που διέρχεται από το μέσο περίπου των δοντιών και ονομάζεται **αρχική περιφέρεια**.

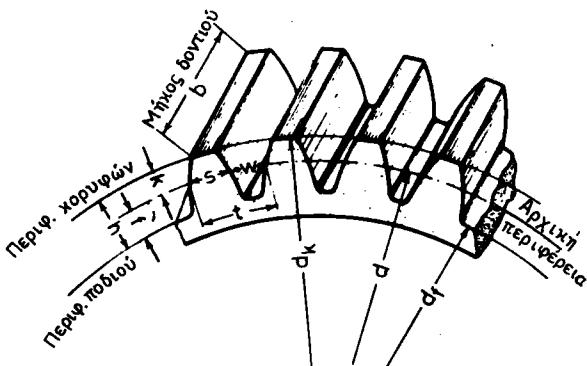
γ) Την περιφέρεια, που αντιστοιχεί στη βάση των δοντιών και καλείται **περιφέρεια ποδιών**.

δ) Τη μεγάλη διάμετρο d_k του τροχού, δηλαδή τη διάμετρο που αντιστοιχεί στην περιφέρεια των κορυφών και λέγεται **διάμετρος κορυφών**.

ε) Τη διάμετρο d της αρχικής περιφέρειας που καλείται **αρχική διάμετρος**.



Σχ. 9.1α.
Είδη οδοντωτών τροχών.



Σχ. 9.1β.
Τμήμα οδοντωτής στεφάνης.

στ) Τη διάμετρο d_f του τροχού, που αντιστοιχεί στη βάση των δοντιών και καλείται **διάμετρος ποδιών**.

ζ) Το τμήμα κ του ύψους του δοντιού, που βρίσκεται πέρα από την αρχική περιφέρεια και καλείται **κεφαλή του δοντιού ή ύψος κεφαλής**.

η) Το υπόλοιπο τμήμα f του ύψους του δοντιού, που βρίσκεται εσωτερικά ότην αρχική περιφέρεια και ονομάζεται **ύψος ποδιού**.

θ) Την απόσταση t μεταξύ δύο αντιστοίχων σημείων δυσό γειτονικών δοντιών, όταν την μετρούμε πάνω στην αρχική περιφέρεια, και ονομάζεται **βήμα του δοντιού**.

ι) Το τμήμα s, που ονομάζεται **πάχος του δοντιού** και μετριέται πάνω στην αρχική περιφέρεια.

ια) Το τμήμα b, που καλείται **μήκος δοντιού**.

ιβ) Τη διαφορά w μεταξύ βήματος και πάχους δοντιού που ονομάζεται **διάκενο δοντιού** και μετριέται και αυτή πάνω στην αρχική περιφέρεια.

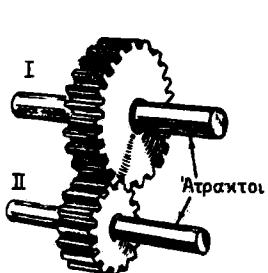
Είναι φανερό ότι, αφού υπάρχουν δυο άτρακτοι και από τη μία θα διαβιβασθεί η

κίνηση στην άλλη, σε κάθε οδοντοκίνηση χρειάζονται δυό οδοντωτοί τροχοί, οι οποίοι πρέπει να βρίσκονται σε εμπλοκή, δηλαδή τα δόντια του ενός τροχού να εμπλέκονται στα διάκενα των δοντιών του άλλου.

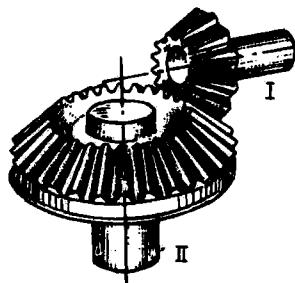
Ανάλογα με τη θέση που έχουν οι άτρακτοι στο χώρο, διακρίνομε τρεις περιπώσεις εμπλοκής των δοντιών.

1) Η περίπτωση του σχήματος 9.1γ, όπου οι άτρακτοι I και II είναι παράλληλες μεταξύ τους. Οι τροχοί που χρησιμοποιούνται στην περίπτωση αυτή λέγονται **παράλληλοι οδοντωτοί τροχοί**.

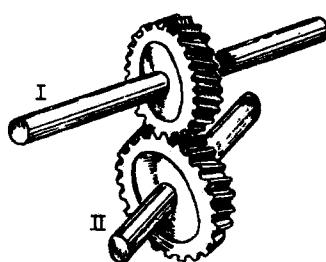
Αν βρίσκονται σε εμπλοκή δύο παράλληλοι οδοντωτοί τροχοί και αναπτυχθεί σε ευθεία η οδοντωτή στεφάνη του ενός τροχού, τότε θα σχηματισθεί ένας **οδοντωτός κανόνας**. Έτσι θα έχουμε σύμπλεξη οδοντωτού τροχού με οδοντωτό κανόνα. Το χαρακτηριστικό στην κίνηση αυτή είναι ότι η περιστροφή του τροχού μετατρέπεται σε **ευθύγραμμη κίνηση** του οδοντωτού κανόνα.



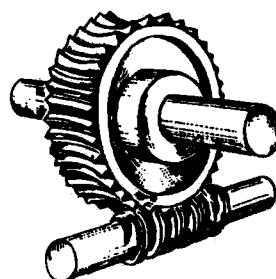
Σχ. 9.1γ.
Παράλληλοι οδοντωτοί τροχοί.



Σχ. 9.1δ.
Κωνικοί οδοντωτοί τροχοί.



Σχ. 9.1ε.
Ελικοειδείς οδοντωτοί τροχοί.



Σχ. 9.1στ.
Ατέρμονας κοχλίας, οδοντωτός τροχός.

2) Η περίπτωση εκείνη, κατά την οποία οι άξονες των ατράκτων τέμνονται σ' ένα σημείο (σχ. 9.1δ), πράγμα που σημαίνει ότι βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο, όπως δηλαδή και στην περίπτωση των παραλλήλων οδοντωτών τροχών.

Οι άτρακτοι μπορούν να τέμνονται σε οποιαδήποτε γωνία. Στην περίπτωση αυτή, για να μεταδοθεί η περιστροφή από τη μια άτρακτο στην άλλη, θα πρέπει οι τροχοί των ατράκτων να είναι **κολουροκυνικοί** (σχ. 9.1δ).

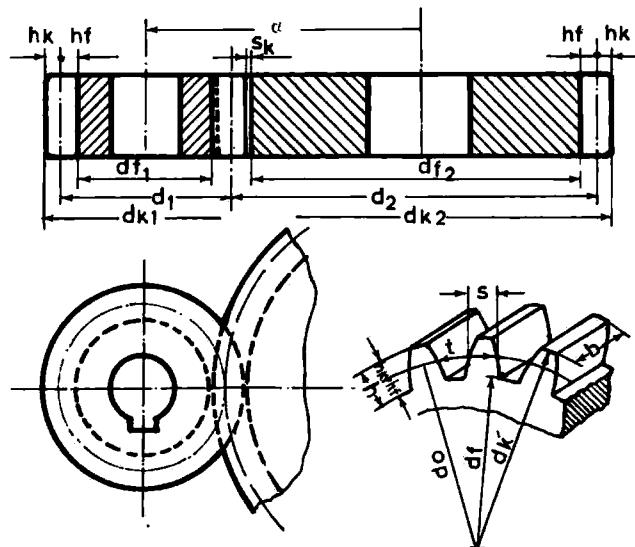
3) Η περίπτωση του σχήματος 9.1ε, όπου ο δύο άτρακτοι διασταυρώνονται στο χώρο, χωρίς να τέμνονται (ασύμβατες ευθείες). Στην περίπτωση αυτή για να

μεταδοθεί η κίνηση από τη μια άτρακτο στην άλλη, πρέπει να χρησιμοποιηθούν είτε **ελικοειδείς οδοντωτοί τροχοί**, είτε **σύστημα οδοντωτού τροχού και ατέρμονα κοκκλία** (σχ. 9.1στ). Ανάλογα λοιπόν με τη θέση, που έχουν οι άτρακτοι στο χώρο, καθορίζεται και το είδος και η μορφή των δοντιών.

9.2. Είδη οδοντωτών τροχών.

α) Παράλληλοι οδοντωτοί τροχοί και οι σχέσεις τους (σχ. 9.2α).

Όταν οι τροχοί αυτοί βρίσκονται σε κανονική εμπλοκή και εργάζονται, οι αρχικές τους περιφέρειες **εφάπτονται μεταξύ τους**, η δε κίνησή τους μπορεί να εξομοιωθεί με **κύλιση της μιας αρχικής περιφέρειας επάνω στην άλλη**.



Σχ. 9.2α.

Αφού λοιπόν η αρχική περιφέρεια του ενός τροχού διαμέτρου d_1 βρίσκεται συνεχώς σε επαφή με τήν αρχική περιφέρεια του άλλου τροχού διαμέτρου d_2 , αυτό σημαίνει ότι και οι δύο τροχοί έχουν στο σημείο επαφής τους την ίδια περιφερειακή ταχύτητα.

Με βάση την παρατήρηση αυτή προκύπτουν οι παρακάτω ιδιότητες των οδοντωτών τροχών, οι οποίες μας βοηθούν για την ορθή χρησιμοποίησή τους.

1) Όπως γνωρίζομε, δίσκος με διάμετρο d , που περιστρέφεται με η στροφές στο πρώτο λεπτό, σε κάθε σημείο της περιφέρειάς του έχει περιφερειακή ταχύτητα, που δίνεται από τον τύπο:

$$u = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60} \text{ m/s}$$

όπου: το d εκφράζεται σε m.

Αν λυθεί η εξίσωση ως προς d.n προκύπτει η σχέση:

$$d \cdot n = \frac{60 \cdot u}{\pi}$$

Εάν λοιπόν δύο οδοντωτοί τροχοί με αρχικές διαμέτρους d_1 , d_2 , και στροφές n_1 , και n_2 βρίσκονται σε εμπλοκή, τότε επειδή θα εχουν την ίδια περιφερειακή ταχύτητα u, στο σημείο επαφής τους θα ισχύει η σχέση:

$$\begin{aligned} d_1 \cdot n_1 &= \frac{60 \cdot u}{\pi} & \text{και} & & d_2 \cdot n_2 &= \frac{60 \cdot u}{\pi} \\ \text{άρα} \quad d_1 \cdot n_1 &= d_2 \cdot n_2 & \text{ή} & & \frac{d_1}{d_2} &= \frac{n_2}{n_1} \end{aligned} \quad (1)$$

Δηλαδή οι στροφές δύο παραλλήλων οδοντωτών τροχών, που βρίσκονται σε εμπλοκή, είναι αντίστροφα ανάλογες προς τις αρχικές τους διαμέτρους.

Αυτό σημαίνει ότι, όταν δύο παράλληλοι οδοντωτοί τροχοί βρίσκονται σε εμπλοκή, ο τροχός που έχει τη μεγάλη διάμετρο έχει τις λιγότερες στροφές, ενώ αντίθετα, ο τροχός που έχει τη μικρή διάμετρο, έχει τις περισσότερες στροφές.

Παράδειγμα.

Έχομε δυό οδοντωτούς τροχούς σε εμπλοκή. Οι αρχικές τους διάμετροι είναι:

$$d_1 = 600 \text{ mm} \quad d_2 = 200 \text{ mm}$$

Οι στροφές στο λεπτό του ενός τροχού είναι: $n_1 = 150$.

Ζητούνται οι στροφές του άλλου.

Λύση.

— Για να λυθεί το παραπάνω πρόβλημα εφαρμόζεται η σχέση:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{d_1}{d_2}$$

οπότε με την επίλυσή της ως προς n_2 προκύπτει:

$$n_2 = n_1 \cdot \frac{d_1}{d_2}$$

Αν αντικατασταθούν σ' αυτή τα δεδομένα των τιμών προκύπτει:

$$n_2 = 150 \times \frac{600}{200} = 450 \text{ στρ/min}$$

— Εάν z_1, z_2 είναι οι αριθμοί των δοντιών των δυό τροχών και το βήμα τους, τότε το μήκος κάθε μιας αρχικής περιφέρειας σύμφωνα με τον ορισμό θα ισούται με:

$$\pi \cdot d_1 = t \cdot z_1$$

$$\pi \cdot d_2 = t \cdot z_2$$

με διαίρεση και κατά μέλη προκύπτει η σχέση:

$$\frac{d_1}{d_2} = \frac{z_1}{z_2} \quad (2)$$

Άν η σχέση αυτή συνδυασθεί με τη σχέση (1) που βρέθηκε προηγουμένως προκύπτει η σχέση:

$$\frac{z_1}{z_2} = \frac{n_2}{n_1} \quad (3)$$

Δηλαδή οι στροφές των οδοντωτών τροχών είναι αντίστροφα ανάλογες προς τον αριθμό των δοντιών.

Άρα, ο οδοντωτός τροχός που έχει τα περισσότερα δόντια, έχει τις λιγότερες στροφές.

— Αν οι αρχικές περιφέρειες των τροχών είναι d_1, d_2 , τότε, όπως προκύπτει και από το σχήμα 9.2α, η απόσταση των αξόνων τους θα δίνεται από τη σχέση:

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (4)$$

Στο σημείο αυτό είναι αναγκαία μια ουσιώδης παρατήρηση.

Οποιοσδήποτε παράλληλος οδοντωτός τροχός, που έχει βήμα t , και κατατομή δοντιού **μορφής εξειλιγμένης**, με οσαδήποτε δόντια, μπορεί να συνδυασθεί με **οποιονδήποτε** άλλο παράλληλο οδοντωτό τροχό που έχει το ίδιο βήμα t .

Αυτή η ιδιότητα ισχύει **μόνο** στους παράλληλους οδοντωτούς τροχούς, μορφής εξειλιγμένης.

β) Κωνικοί οδοντωτοί τροχοί.

Είπαμε στα προηγούμενα ότι, όταν οι άξονες των ατράκτων των οδοντωτών τροχών τέμνονται, τότε για τη μετάδοση της κινήσεως από τη μια άτρακτο στην άλλη χρησιμοποιούνται **κωνικοί οδοντωτοί τροχοί** με ίσια δόντια [σχ. 9.2β(α)].

Σ' αυτούς οι βασικοί δίσκοι κυλίσεως Α και Β είναι κόλουροι κώνοι με κοινή κορυφή την s (σχ. 9.2β). Αντί δηλαδή στην περίπτωση αυτή να έχομε κύλιση **δυο κυλίνδρων**, όπως συμβαίνει με τους παράλληλους οδοντωτούς τροχούς, εδώ έχομε κύλιση **δύο κόλουρων κώνων**.

Η γωνία των αξόνων, όπως είπαμε στα προηγούμενα, μπόρει να πάρει οποιαδήποτε τιμή [σχ. 9.2β (γ)], συνηθίζεται όμως κατά κανόνα η τιμή των 90° , δηλαδή οι δύο άξονες να είναι κάθετοι μεταξύ τους.

Παρατηρήσαμε στην παράγραφο για τους παράλληλους οδοντωτούς τροχούς, ότι σ' ένα παράλληλο τροχό μπορεί να ταιριάζει οποιοσδήποτε άλλος παράλληλος οδοντωτός τροχός, αρκεί να έχει το ίδιο βήμα t και τον ίδιο τρόπο χαράξεως της κατατομής του.

Στους κωνικούς οδοντωτούς τροχούς αυτό δεν μπορεί να συμβεί. Σε κάθε κωνικό οδοντωτό τροχό με ορισμένο αριθμό δοντών, αντιστοιχεί ένας και μόνο ένας κωνικός τροχός, οι δύο δε μαζί αποτελούν αχώριστο ζευγάρι.

Η εξήγηση της ιδιότητας αυτής, πού έχουν οι κωνικοί οδοντωτοί τροχοί, δίνεται στο σχήμα 9.2β (β).

Στον τροχό Α (σχ. 9.2β) με κάθετη διάταξη αξόνων μόνο ο τροχός Β εφαρμόζει. Μεγαλύτερος τροχός δεν μπορεί να εφαρμοσθεί, γιατί τότε οι δύο κορυφές των κώνων, στους οποίους ανήκουν οι τροχοί, δεν συμπίπτουν [σχ. 9.2β (β)].

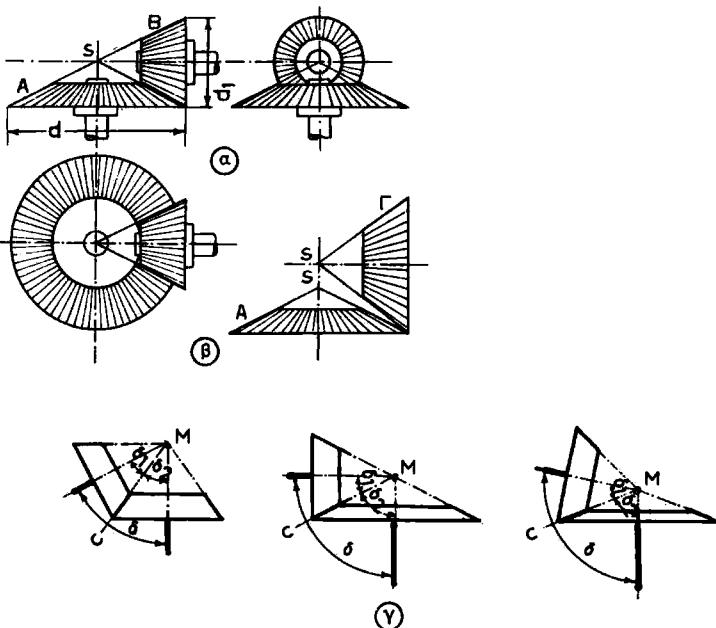
γ) Ελικοειδείς οδοντωτοί τροχοί και ατέρμονα κοχλίας.

Όταν οι άτρακτοι των οδοντωτών τροχών δεν τέμνονται στο χώρο, αλλά μόνο διασταυρώνονται, τότε για τη μετάδοση της κινήσεως από τη μια άτρακτο στην άλλη, χρησιμοποιούνται είτε **ελικοειδείς οδοντωτοί τροχοί** (σχ. 9.2γ), είτε **σύστημα οδοντωτού τροχού και ατέρμονα κοχλία** (σχ. 9.2δ).

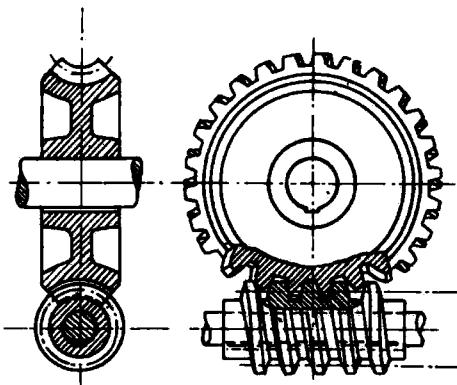
Οι τροχοί αυτοί λέγονται **ελικοειδείς**, γιατί τα δόντια τους αποτελούν τμήμα έλικας.

Στο σύστημα οδοντωτού τροχού και ατέρμονα κοχλία, τα δόντια του οδοντωτού τροχού αποτελούν τμήμα από σπείρωμα περικοχλίου. Συνήθως προτιμάται η διασταύρωση των ατράκτων να είναι κάθετη.

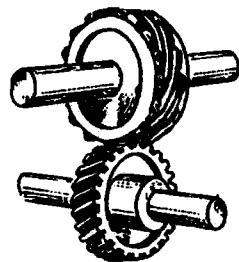
Το σύστημα **ατέρμονα κοχλία - οδοντωτού τροχού** παρομοιάζεται με ζεύγος ελικοειδών οδοντωτών τροχών, από τους οποίους ο ένας τροχός έχει μόνο ένα δόντι, πράγμα που είναι αδύνατο να επιτευχθεί πρακτικά στους κυρίως ελικοειδείς οδοντωτούς τροχούς.



Σχ. 9.28.



Σχ. 9.29.



Σχ. 9.26.

9.3 Σχέση μεταδόσεως κινήσεως.

Στην αρχή του Κεφαλαίου αυτού είπαμε ότι μια περιστροφική κίνηση μεταδίδεται με τη βοήθεια των οδοντωτών τροχών από μια άτρακτο, που θα λέγεται από δω και πέρα **κινητήρια**, σε μιαν άλλη, που θα καλείται **κινούμενη**.

Οι στροφές, που δέχεται η κινούμενη άτρακτος από την κινητήρια είναι δυνατόν άλλοτε μεν να είναι περισσότερες και άλλοτε λιγότερες από τις στροφές της κινητήριας.

Ο λόγος των στροφών n_2 της κινούμενης ατράκτου προς τις στροφές n_1 , της κινητήριας ατράκτου καλείται **σχέση μεταδόσεως της κινήσεως**.

Η σχέση αυτή συμβολίζεται με το γράμμα i . Ωστε, η σχέση μεταδόσεως είναι **ένα κλάσμα, στο οποίο ο αριθμητής μεν είναι ο αριθμός των στροφών n_2 της κινούμενης ατράκτου, παρονομαστής δε ο αριθμός των στροφών n_1 , της κινητήριας ατράκτου.**

$$\Delta\text{ηλαδή} \quad i = \frac{n_2}{n_1}$$

Η σχέση μεταδόσεως i είναι μικρότερη από τη μονάδα, όταν οι τελικές στροφές είναι λιγότερες από τις αρχικές, δηλαδή όταν $n_2 < n_1$, και μεγαλύτερη από τη μονάδα, όταν οι τελικές στροφές είναι περισσότερες από τις αρχικές, δηλαδή όταν $n_2 > n_1$.

Στην πρώτη περίπτωση μιλούμε για μείωση των στροφών, ενώ στη δεύτερη για αύξηση των στροφών.

Προτιμάται η σχέση μεταδόσεως κινήσεως να είναι τέτοια, ώστε ο αριθμός των δοντιών του ενός τροχού να **διαιρείται** ακριβώς με τον αριθμό των δοντιών του άλλου τροχού, π.χ.:

$$\frac{50}{25} = 2:1, \quad \frac{20}{60} = 1:3 \quad \text{κ.ο.κ.}$$

Με αυτό τον τρόπο τα δόντια εφαρμόζουν ταχύτερα και η κίνηση γίνεται πιο αθόρυβη.

Σε ορισμένες όμως περιπτώσεις, ιδίως σε ακατέργαστα δόντια, όταν π.χ. η πίεση στα δόντια δεν εφαρμόζεται ομοιόμορφα, οπότε και παρουσιάζονται κρούσεις κατά τη λειτουργία των τροχών, συνιστάται να έχομε σχέσεις στα δόντια 2:3, 2:5, 3:4, 3:5 κ.ο.κ. Παρατηρούμε ότι οι αριθμοί που εκφράζουν τη σχέση αυτή είναι **πρώτοι προς αλλήλους**, οπότε σπάνια μπορεί να συναντηθούν τα ίδια δόντια. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται ομοιόμορφη φθορά σ' όλα τα δόντια.

Οι συνηθισμένες τιμές για σχέσεις μεταδόσεως κινήσεως με οδοντωτούς τροχούς κυμαίνονται από 1:1 ως 6:1. Πάντως, ο μικρός οδοντωτός τροχός δεν επιτρέπεται σε καμιά περίπτωση να έχει λιγότερα από 20 δόντια, αν θέλομε να έχομε ομαλή λειτουργία στην κίνηση.

Η αιτία θα εξηγηθεί αργότερα στη σελίδα 149

9.4 Στοιχεία οδοντώσεως.

Οδόντωση καλείται γενικά το σύνολο των δοντιών ενός τροχού.

Ας θεωρήσουμε παράλληλο οδοντωτό τροχό με ζ αριθμό δοντιών και βήμα t .

Αν συμβολίσουμε με u την αρχική του περιφέρεια και με d την αρχική του διάμετρο, το μήκος της περιφέρειάς του θα δίνεται από τον τύπο:

$$u = \pi \cdot d$$

Αλλά και από τον ορισμό του βήματος έχουμε τη σχέση:

$$u = z \cdot t$$

Άρα:

$$\pi \cdot d = z \cdot t$$

Η ίδια σχέση ή μπορεί επίσης να γραφεί και με δυο άλλες μορφές:

$$t = \frac{\pi \cdot d}{z} \quad \text{ή} \quad z = \frac{\pi \cdot d}{t}$$

με τις οποίες είναι δυνατός ο υπολογισμός του t ή z , όταν είναι γνωστά αντίστοιχα τα d , z ή d , t .

9.5 Μετρικό διαμετρικό βήμα (μοντούλ, modul).

Είναι γνωστό ότι, για να χαραχθεί ένας οδοντωτός 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 .

Το μήκος κάθε τόξου είναι ίσο με το βήμα t της οδοντώσεως.

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 υπολογίσομε επομένως την αρχική διάμετρο d πρέπει να πολλαπλασιασθεί το βήμα t επί τον αριθμό των δοντιών z , το δε γινόμενο να διαιρεθεί με τον αριθμό π ($= 3,14$).

Για να αποφύγουν οι κατασκευαστές αυτή ακριβώς τη διαίρεση με τον αριθμό π , για να απλουστεύσουν τους λογαριασμούς και για να έχουν κάθε φορά στρογγυλεμένο αριθμό για τη διάμετρο, θεώρησαν ως **γνωστή από την αρχή** την τιμή της σχέσεως t/π . Τη σχέση αυτή ονόμασαν **διαμετρικό βήμα ή μοντούλ** και της έδωσαν το σύμβολο m .

Έχουμε λοιπόν:

$$m = \frac{t}{\pi} \quad \text{ή} \quad t = m \cdot \pi \quad (2)$$

Έτσι, με αυτή την προϋπόθεση, ο προηγούμενος τύπος της αρχικής διαμέτρου λαμβάνει τη μορφή:

$$d = m \cdot z \quad (3)$$

Ο αριθμός αυτός m , που αντιπροσωπεύει το μοντούλ, θεωρητικά θα ήταν δυ-

νατό να πάρει οιανδήποτε τιμή, που θα ήθελε κανείς. Έτσι, κάθε κατασκευαστής θα ήταν δυνατό να εκλέξει όποιοδήποτε μοντούλ ήθελε και να κατασκευάσει τους αντίστοιχους οδοντωτούς τροχούς.

Με τον αυθαίρετο όμως αυτό τρόπο εκλογής του μοντούλ **απεκλείετο η εφαρμογή οποιασδήποτε τυποποιήσεως**, άρα και **οικονομίας ως προς την κατασκευή των οδοντωτών τροχών**.

Για να μη συμβεί όμως αυτό και να μπορούν οι κατασκευαστές να κατασκευάζουν οδοντωτούς τροχούς με **ορισμένα μόνο μοντούλ**, που να στοιχίζουν και φθηνά, **συμφώνησαν** να δώσουν στο t τις τιμές του Πίνακα 9.5.1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.5.1

1	$\geq 1,75 <$	$\geq 3,5 <$	$\geq 7 <$	$\geq 14 <$	25	$\geq 45 <$
$\geq 1,125 <$	2	4	8	16	$\geq 28 <$	50
1,25	$\geq 2,25 <$	$\geq 4,5 <$	$\geq 9 <$	$\geq 18 <$	32	—
$\geq 1,375 <$	2,5	5	10	20	$\geq 36 <$	—
1,5	$\geq 2,75 <$	$\geq 5,5 <$	$\geq 11 <$	$\geq 22 <$	40	—
—	3	6	12	—	—	—

Σειρά I προτιμητέα.

Σειρά II $\geq <$

Παρόμοια συμφωνία μεταξύ των κατασκευαστών είδαμε στα προηγούμενα και με την κατασκευή των κοχλιών, με αποτέλεσμα να έχομε φθηνούς κοχλίες.

— **Κανονικό δόντι.**

Χαρακτηρίζεται ένα δόντι κανονικό, όταν έχει τις ακόλουθες αναλογίες (σχ. 9.5).

- ύψος κεφαλής $k = m$
- ύψος ποδιού $f = 1,17 m$
- μήκος δοντιού $b = 2,17 m$
- πάχος δοντιού $s = 0,5 \cdot t$

$$\text{ή καλύτερα } s = \frac{39}{80} \cdot t \text{ για κατεργασμένα σε φρεζομηχανή δόντια και } s = \frac{18}{40} \cdot t$$

για χυτά δόντια ακατέργαστα.

Σύμφωνα προς όσα είπαμε παραπάνω για το κανονικό δόντι προκύπτουν και οι εξής ακόμη 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.

Η διάμετρος κεφαλών παράλληλου οδοντωτού τροχού, μετά από μέτρηση,

βρέθηκε 130 mm, ο δε αριθμός των δοντιών $z = 50$. Να υπολογισθεί το μοντούλ και η αρχική διάμετρος d του τροχού.

Για να βρεθούν τα στοιχεία τους εφαρμόζονται οι παραπάνω σχέσεις (4) και (5):

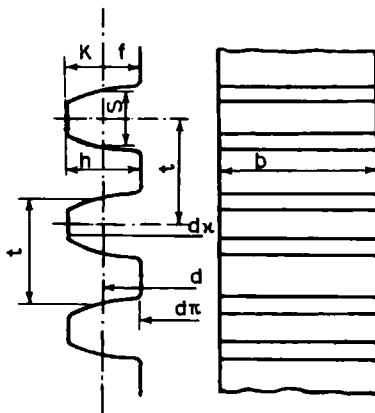
$$m = \frac{d_k}{z + 2} = \frac{130}{50 + 2}$$

$$m = \frac{130}{52} = 2,5$$

$$d = d_k - 2m$$

$$d = 130 - 2 \times 2,5$$

$$d = 125 \text{ mm}$$



Σχ. 9.5.

9.6 Αγγλικό διαμετρικό βήμα (Pitch - Pitch).

Λέχθηκε στην προηγούμενη παράγραφο ότι το βήμα t εκφράζεται ως δεκαδικό πολλαπλάσιο του αριθμού π .

Αυτό δύναται προϋποθέτει ως μονάδα μετρήσεως του μήκους το χιλιοστό του μέτρου, οπότε και το βήμα θα εκφράζεται σε χιλιοστά του μέτρου.

Αν δύναται ως μονάδα μετρήσεως αντί του χιλιοστού χρησιμοποιηθεί η ίντσα (25,4 mm), και εκφρασθεί πάλι το βήμα ως πολλαπλάσιο του αριθμού π , τότε προκύπτει άλλος αριθμός, ο οποίος διαφέρει από το μοντούλ, επειδή αλλάζει η μονάδα μετρήσεως. Ο αριθμός αυτός δίνεται από τη σχέση:

$$t = \pi \cdot t_d \quad \text{σε ίντσες}$$

Το t_d δείχνει πόσες φορές το βήμα t είναι μεγαλύτερο από τον αριθμό π . Και αυτό ακριβώς καλούμε αγγλικό διαμετρικό βήμα (diametral pitch) που εκφράζεται σε ίντσες.

Από προηγούμενη σχέση γνωρίζομε ότι:

$$\pi \cdot d = t \cdot z$$

άν αντικατασταθεί η τιμή t με το $\pi \cdot t_d$, θα έχουμε:

$$\begin{aligned} \pi \cdot d &= \pi \cdot t_d \cdot z \quad \text{ή} \quad d = t_d \cdot z \\ \text{άρα} \quad t_d &= \frac{d''}{z} \quad \text{σε ίντσες} \end{aligned} \quad (1)$$

Από τον τελευταίο αυτό τύπο προκύπτει ότι:

Το διαμετρικό βήμα t_d είναι το πηλίκο της αρχικής διαμέτρου σε ίντσες δια του αριθμού των δοντιών z .

Η αντίστροφη τιμή του t_d (σε ίντσες φυσικά) καλείται «πιτς» και συμβολίζεται με το D_p . Έτσι έχουμε:

$$D_p = \frac{1}{t_d} \quad (2)$$

άν αντικατασταθεί το t_d με το ίσο του $\frac{d''}{z}$ προκύπτει η σχέση:

$$D_p = \frac{z}{d''} \quad (3)$$

Η σχέση αυτή μας λέει ότι το «πιτς» D_p παριστάνει τον αριθμό δοντιών, που χωρούν σε μήκος μιας ίντσας στην αρχική διάμετρο.

Μεταξύ μοντούλ και πιτς υπάρχει η εξής σχέση:

$$D_p = \frac{25,4}{m}$$

Με τον τύπο αυτό επομένως είναι εύκολο να βρούμε το πιτς οδοντωτού τροχού, όταν είναι γνωστό το μοντούλ και αντίστροφα.

Όπως για το μοντούλ έτσι και για το πιτς υπάρχει ορισμένος πίνακας τιμών, που ακολουθούν οι κατασκευαστές, που χρησιμοποιούν ακόμα την ίντσα αντί για το χιλιοστό.

Οι τιμές που παίρνει το πιτς είναι οι ακόλουθες:

$1\frac{1}{2}, 1\frac{3}{4}, 1, 1\frac{1}{4}, 1\frac{1}{2}, 1\frac{3}{4}, 2, 2\frac{1}{4}, 2\frac{1}{2}, 2\frac{3}{4}, 3, 3\frac{1}{2}, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, 38, 40$

Παράδειγμα.

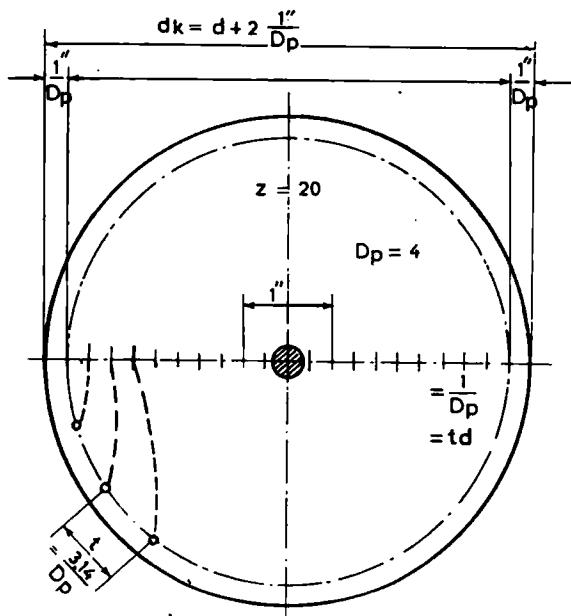
Έστω ότι έχομε τροχό με αρχική διάμετρο $d = 5''$ και $z = 20$ δόντια (σχ. 9.6).

α) Υπολογίζομε το διαμετρικό βήμα:

$$t_d = \frac{d}{z} = \frac{5''}{20} \quad t_d = \frac{1''}{4} \quad (2)$$

β) Το πιτς:

$$D_p = \frac{1}{t_d} = \frac{1}{\frac{1}{4}} = 4$$



Σχ. 9.6.

Επειδή στους συνηθισμένους παράλληλους οδοντωτούς τροχούς το ύψος κεφαλής λαμβάνεται ίσο με το διαμετρικό βήμα t_d , η διάμετρος των κεφαλών d_k θα σούται με:

$$d_k = d + 2k = \frac{z}{D_p} + 2t_d$$

$$d_k = \frac{z}{D_p} + 2 \cdot \frac{1}{D_p} \quad \text{ή} \quad d_k = \frac{(z+2)}{D_p}$$

$$\text{άρα} \quad d_k = \frac{22}{4} = 5,55''$$

Το αντίστοιχο μοντούλ για πιτς $D_p = 4$ είναι:

$$m = \frac{25,4}{4} = 6,35 \text{ mm}$$

9.7 Κατατομές δοντιών.

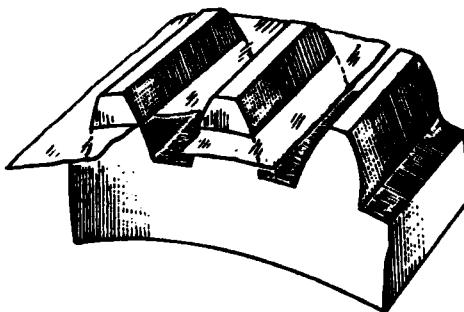
Η μορφή ενός δοντιού χαρακτηρίζεται πάντοτε από την **κατατομή του** (σχ. 9.7α).

Οι κατατομές των δοντιών γίνονται με διάφορες καμπύλες. Από τις καμπύλες αυτές εκείνη που χρησιμοποιείται περισσότερο στις μηχανολογικές κατασκευές είναι η καμπύλη της **εξειλιγμένης**.

Για τη χάραξη της εξειλιγμένης καμπύλης σχηματίζομε με το διαβήτη, επάνω σ' ένα κομμάτι χονδρού χαρτιού (χαρτόνι), κύκλο με κέντρο K. Μετά παίρνομε κλωστή μήκους / [σχ. 9.7β(α)].

Το ένα άκρο της κλωστής στερεώνεται στο σημείο O της περιφέρειας και το άλλο άκρο E κινείται συνεχώς τεντωμένο, για να καλύψει την περιφέρεια. Η καμπύλη, που θα γράψει το ελεύθερο άκρο E, είναι η **καμπύλη της εξειλιγμένης**.

Όταν λέμε οτι τα δόντια ενός τροχού είναι κατασκευασμένα με εξειλιγμένη καμπύλη, εννοούμε ότι η κατατομή τους είναι τμήμα αυτής της καμπύλης, η οποία αρχίζει από το σημείο Δ [σχ. 9.7β(β)].

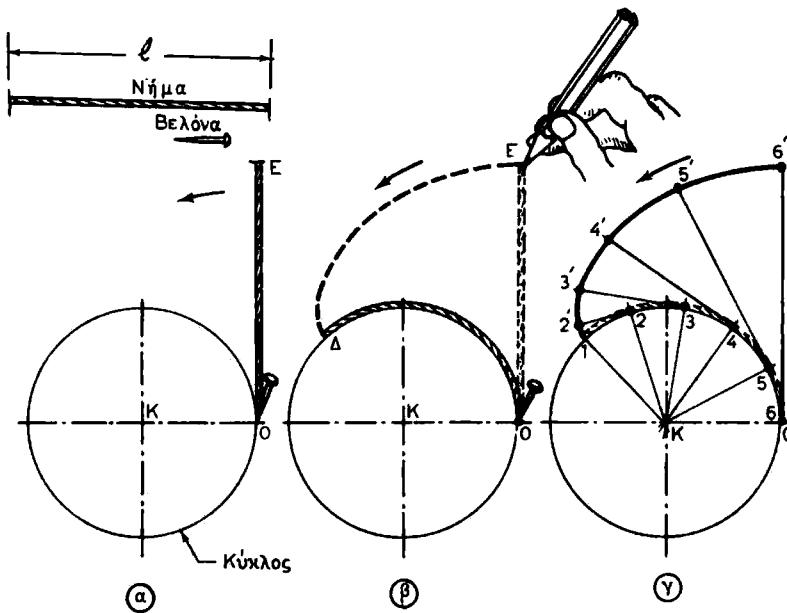


Σχ. 9.7α.
Σχέδιο κατατομής οδοντωτού τροχού.

a) Γεωμετρική κατασκευή της εξειλιγμένης.

Ας δούμε τώρα πως χαράσσεται η εξειλιγμένη καμπύλη με τον κανόνα και το διαβήτη [σχ. 9.7β(γ)].

Χαράζεται ξανά κύκλος K με το διαβήτη και χωρίζεται η περιφέρειά του σε ίσα μικρά διαστήματα: τα 1-2, 2-3 κ.ο.κ.



Σχ. 9.7β.

Έπειτα φέρονται με τον κανόνα εφαπτομένες του κύκλου στα σημεία 1, 2, 3, 4 κλπ.

Σε κάθε εφαπτομένη λαμβάνεται τμήμα ίσο με το τόξο που προηγείται από αυτή. Δηλαδή, στην εφαπτομένη του σημείου 2 λαμβάνεται τμήμα 2-2' ίσο με το τόξο της περιφέρειας 1-2 (δηλαδή 1-2 = 2-2'). Το ίδιο επαναλαμβάνεται και στην εφαπτομένη στο σημείο 3 (1-3 = 3-3') κ.ο.κ.

Έτσι ορίζονται τα 1, 2', 3', 4', 5'.

Αν ενώθούν τώρα όλα αυτά τα σημεία με ένα καμπυλόγραμμο, σχηματίζεται η καμπάλη της εξειλιγμένης.

Άλλος τρόπος πρακτικής χαράξεως της ίδιας καμπύλης είναι ο παρακάτω (σχ. 9.7γ).

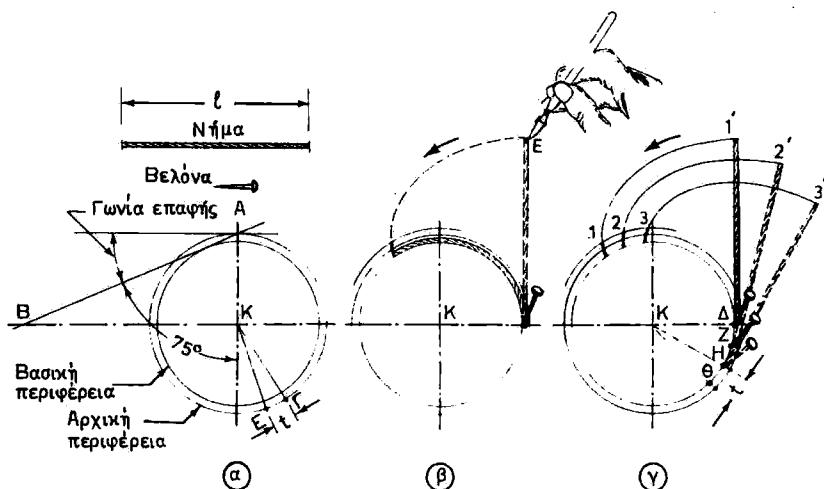
Σε κομμάτι χονδρού χαρτού (χαρτόνι) γράφεται στην αρχή η αρχική περιφέρεια του οδοντωτού τροχού, στον οποίο θα γίνει η χάραξη της κατατομής των δοντιών του. Σύρεται μετά η ευθεία AB έτσι, ώστε αυτή με την κατακόρυφο να σχηματίζει γωνία 75° . Από το ίδιο κέντρο K φέρομε περιφέρεια εφαπτόμενη στην AB.

Η περιφέρεια αυτή ονομάζεται **βασική περιφέρεια**, η δε διάμετρος της **βασική διάμετρος**. Κόβεται το χαρτόνι πάνω στη βασική παί περιφέρεια.

Σχηματίζεται κατόπιν δεύτερος κύκλος στό χαρτί σχεδιάσεως ίσος ακριβώς με το βασικό του χαρτονιού. Τοποθετείται μετά ο πρώτος κύκλος στό δεύτερο, ώστε οι δύο κύκλοι να συμπίπουν.

Στερεώνομε στό δεύτερο κύκλο, και σε σημείο της περιφέρειας του Δ, το ένα άκρο λεπτού νήματος: το άλλο δε άκρο E του νήματος αυτού, τεντωμένο πάνω στον κύκλο από χαρτόνι, γράφει την εξειλιγμένη καμπύλη καθώς τυλίγεται πάνω του. Μετατοπίζοντας το άκρο του νήματος από τη θέση Δ στη θέση Z, δηλαδή κατά ένα βήμα και κάνοντας την ίδια εργασία με το άλλο άκρο του νήματος σχεδιάζεται η κατατομή του δεύτερου δοντιού κ.ο.κ. Έτσι αποφεύγεται η ανάγκη χαράξεως εφαπτομένων. Με τον τρόπο αυτόν η όλη χάραξη απλοποιείται. Το τρίμα του δοντιού, που βρίσκεται κάτω από τη βασική περιφέρεια, είναι ευθύγραμμο και ακολουθεί την κατεύθυνση της ακτίνας.

Ο τρόπος αυτός χαράξεως εφαρμόζεται, όταν πρόκειται για μικρούς τροχούς.



Σχ. 9.7γ.

Σε μεγάλους τροχούς, δηλαδή σ' εκείνους, που έχουν περισσότερα από 20 δόντια και μοντούλ μεγαλύτερο από 2, χαράζεται η εξειλιγμένη είτε με τον κανόνα και το διαβήτη, είτε με έναν άλλο τρόπο, που θα ασχοληθούμε παρακάτω.

Όπως ειπώθηκε προηγούμενα, οταν σύραμε την ευθεία AB υπό γωνία 75° ως προς την κατακόρυφο (βασική γωνία), η βασική περιφέρεια πρόκειψε ως εφαπτόμενη περιφέρεια της ευθείας αυτής. Αν χαραχθεί η ευθεία AB υπό άλλη γωνία π.χ. 70° αντί 75° , τότε η διάμετρος της βασικής περιφέρειας θα είναι άλλη, άρα άλλη θα είναι και η καμπύλη της εξειλιγμένης.

Η συμπληρωματική γωνία της βασικής ονομάζεται γωνία επαφής [σχ. 9.7γ(α)].

Η γωνία επαφής λαμβάνει τιμές από 15° ως 20° αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις προτιμάται η τιμή των 15° .

β) Σχεδίαση της κατατομής δοντιού με τόξα κύκλου.

Συνήθως για να σχεδιασθούν με ευκολία οι κατατομές των δοντιών, χρησιμοποιούνται **τόξα κύκλου**. Οι ακτίνες των τόξων αυτών λαμβάνονται ως πολλαπλάσια του m και βρίσκονται στον Πίνακα 9.7.1.

Παράδειγμα 1.

Έστω ότι πρόκειται να κατασκευασθεί η κανονική κατατομή παράλληλου οδοντωτού τροχού με $z = 20$ και $m = 10$.

Λύση.

Τα στοιχεία, τα χρήσιμα για τη χάραξη, είναι τα t , d , k , f , a . Εφαρμόζοντας εδώ τις γνωστές σχέσεις έχομε:

$$\begin{aligned}
 t &= 10 \cdot \pi &= 31,4 \text{ mm} \\
 d &= 10 \times 20 &= 200 \text{ mm} \\
 k &= m &= 10 \text{ mm} \\
 f &= 1,17 \cdot m &= 11,7 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

ΓΙΝΑΚΑΣ 9.7.1

Υπολογισμός των απότινων για τη χάραξη των δοντών με κανονική καταστροφή εξελιγρένης

Μοντούλ = 1

Γωνία επαφής = 15°

z = 0 - 22										z = 23 - 36										z = 37 - 360											
Αριθμός δοντών = z	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22																		
Ακτίνα κεφαλής = r_1	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																		
Ακτίνα ποδιού = r_2	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																		
Αριθμός δοντών = z	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36																	
Ακτίνα κεφαλής = r_1	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																	
Ακτίνα ποδιού = r_2	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 δοντών = z	37 - 40	41 - 45	46 - 51	52 - 60	61 - 70	71 - 90	91 - 120	121 - 180	181 - 360																						
$r_1 = r_2$	4,20	4,63	5,06	5,74	6,52	7,72	9,78	13,38	21,62																						

Με τη βοήθεια του Πίνακα 9.7.1 υπολογίζονται οι ακτίνες r_1 , r_2 .

$$\begin{aligned} r_1 &= 10 \times 3,32 = 33,2 \text{ mm} \\ r_2 &= 10 \times 1,89 = 18,9 \text{ mm} \end{aligned}$$

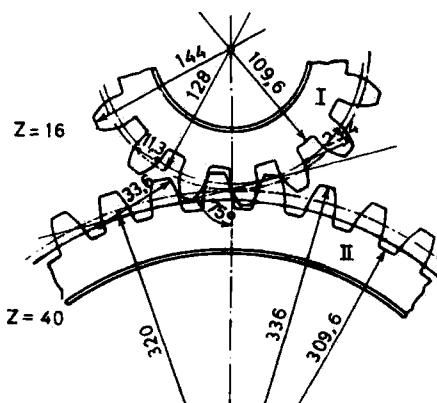
Για το στρογγύλεμα του ποδιού:

$$\begin{aligned} r &= 0,17 \cdot t = 1,7 \text{ mm} \\ a &= 0,5 \cdot t = 15,7 \text{ mm} \end{aligned}$$

Με τις ακτίνες δε αυτές είναι εύκολο να σχεδιασθεί η κατατομή του δοντιού ως εξής:

Γράφεται πρώτα με διάμετρο $d = 200$ mm η αρχική περιφέρεια. Έπειτα με $d_k = 200 + 2 \times 10 = 220$ mm, γράφεται η περιφέρεια κεφαλών (σχ. 9.7δ). Κατόπιν χαράζεται η περιφέρεια των ποδιών με διάμετρο:

$$d_f = 200 - 2 \times 11,7 = 176,6 \text{ mm}$$



Σχ. 9.7δ.
Χάραξη κατατομής.

Μετά σχεδιάζεται η βασική περιφέρεια με γωνία επαφής 15° . Η βασική περιφέρεια με γωνία επαφής 15° απέχει από την αρχική περιφέρεια απόσταση e . Η απόσταση αυτή δίνεται από τον τύπο:

$$e = \frac{d}{60}$$

Στο παράδειγμά μας δηλαδή η απόσταση είναι:

$$e = \frac{200}{60} = 3,3 \text{ mm}$$

Για να σχηματισθεί το τόξο της κεφαλής παίρνεται με το διαβήτη άνοιγμα ίσο με 32,2 mm και τοποθετείται το κέντρο επάνω στη **βασική** περιφέρεια. Το τόξο, που θα γραφεί, θα περιλαμβάνεται μεταξύ των περιφερείων των κεφαλών και της αρχικής. Το τμήμα της κατατομής, που θα περιέχεται μεταξύ της αρχικής και της βασικής περιφέρειας, θα γραφεί με ακτίνα $r_2 = 18,9$ mm και με κέντρο πάντα ένα σημείο της βασικής περιφέρειας.

Παράδειγμα 2.

Χάραξη οδοντωτού τροχού, ο οποίος βρίσκεται σε ζεύξη με οδοντωτό κανόνα. Ο τροχός έχει $z = 18$ και $m = 12$.

Ο αριθμός των δοντιών του οδοντωτού κανόνα δεν ενδιαφέρει, γιατί η μορφή του δοντιού σ' αυτόν είναι **ανεξάρτητη** από τον αριθμό των δοντιών.

Η αρχική 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:

$$\begin{aligned} r_1 &= 12 \times 3,12 = 37,4 \text{ mm} \\ r_2 &= 12 \times 1,69 = 20,3 \text{ mm} \end{aligned}$$

Πάχος δοντιού $a = \frac{12 \cdot \pi}{2} = 18,8 \text{ mm}$

Η ακτίνα για το 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 αρχική ευθεία των βημάτων του κανόνα και κατόπιν χαράζεται η αρχική περιφέρεια του οδοντωτού τροχού. Ευθεία και περιφέρεια, όπως γνωρίζομε, πρέπει να εφάπτονται. Έπειτα, σε αποστάσεις αντίστοιχα 12 και 14 mm από τη μια και την άλλη πλευρά της ευθείας των βημάτων, φέρονται δύο ευθείες παραλληλες προς αυτήν· η γραμμή των κεφαλών και η γραμμή των ποδιών των δοντιών.

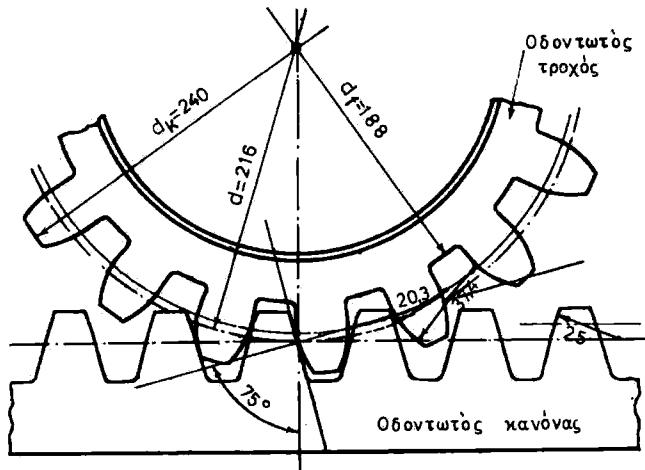
Μετά χαράζεται η περιφέρεια κεφαλών και ποδιών του οδοντωτού τροχού με $d_k = 240 \text{ mm}$ και $d_f = 188 \text{ mm}$. Η κατατομή του δοντιού του οδοντωτού τροχού μετά απ' αυτό σχεδιάζεται όπως και στο προηγούμενο παράδειγμα, δηλαδή με τον καθορισμό των ακτίνων καμπυλότητας βάσει του Πίνακα 9.7.1.

Η κατατομή του δοντιού του κανόνα κατασκευάζεται ως εξής:

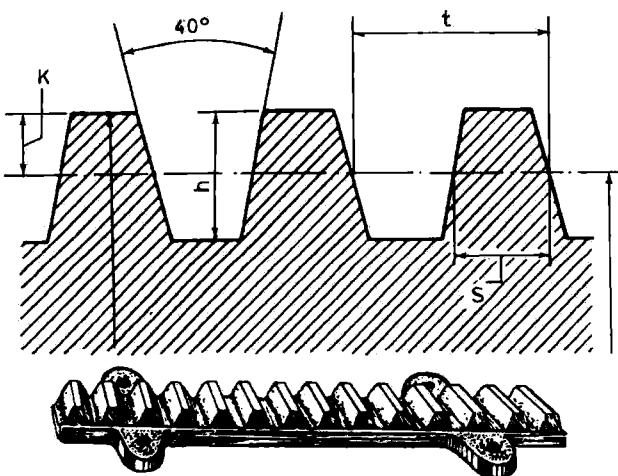
Στο σημείο της επαφής αρχικής περιφέρειας και ευθείας βημάτων, χαράζεται ευθεία υπό γωνία 80° ως προς την κατακόρυφο. Φέρεται επίσης και η κάθετος σ' αυτήν στο σημείο της επαφής. Το τμήμα αυτής της καθέτου, το οποίο περιλαμβάνεται μεταξύ της ευθείας του ποδιού και της ευθείας της κεφαλής, είναι η κατατομή του δοντιού του κανόνα. Για καλύτερη εφαρμογή στρογγυλεύεται το μισό της κεφαλής με ακτίνα $r = 2,1 \text{ m}$ (δηλαδή, στο παράδειγμά μας με ακτίνα ίση προς 25,2 mm), της οποίας το κέντρο βρίσκεται πάνω στη γραμμή των βημάτων, όπως φαίνεται και στα σχήματα 9.7ε και 9.7 στ.

γ) Ζεύξη δύο οδοντοτροχών.

Δεδομένα για τη χάραξη είναι τα δόντια z_1 και z_2 και το μοντούλ m . Με βάση τα στοιχεία αυτά υπολογίζονται πρώτα οι αρχικές 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 μια απ' τις οποίες και θα σχεδιασθεί η κατατομή του δοντιού. Από τα τρίγωνα $M_1 N_1 \Gamma$, $M_2 N_2 \Gamma$ καθορίζονται οι ακτίνες των βασικών περιφερειών g_1 , g_2 :

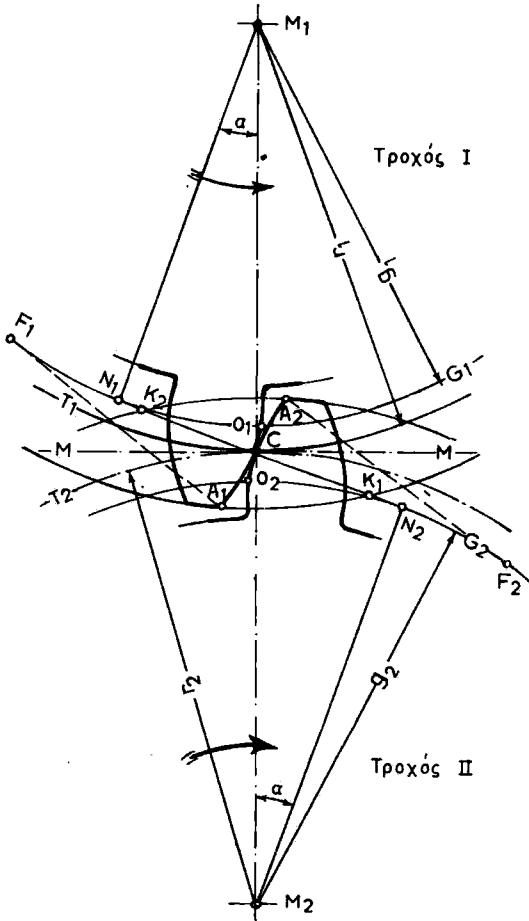
$$g_1 = \frac{d_1}{2} \cdot \text{συνα} \quad g_2 = \frac{d_2}{2} \cdot \text{συνα}$$

όπου: α είναι γωνία επαφής των δοντιών.

Το βήμα της οδοντώσεως: $t = m \cdot \pi$, το δε πάχος του δοντιού $s = \frac{t}{2}$

Σύρονται στην αρχή: η $M_1 M_2 = r_1 + r_2$, οι αρχικές περιφέρειες T_1 και T_2 και οι βασικές περιφέρειες G_1 και G_2 .

Απ' το σημείο C σύρεται ευθεία κοινή εφαπτομένη στις δυό βασικές περιφέρειες στα σημεία N_1 και N_2 .



Σχ. 9.7ζ.

Στη συνέχεια χαράζονται οι περιφέρειες των κεφαλών και των ποδιών των δοντιών.

Υστερα καθορίζεται κατά προσέγγιση η κατατομή του δοντιού με τα βοηθητικά τόξα (πίνακας 9.7.1). Γι' αυτό είναι απαραίτητα τα σημεία C, O₁, O₂ και A₁, A₂ (σχ. 9.7ζ).

Τα σημεία O₁ και O₂ καθορίζονται από τη συνθήκη, ότι το τμήμα N₁C = N₁O₁ και N₂C = N₂O₂ (σχ. 9.7ζ).

Οι περιφέρειες κεφαλών τέμνουν την κοινή εφαπτομένη στα σημεία K_1 και K_2 . Μεταφέρεται στη συνέχεια το τμήμα $K_1C=N_1F_1$ στο βασικό κύκλο του τροχού 1 και ορίζεται το σημείο F_1 .

Φέρεται μετά τόξο με ακτίνα $K_1N_1 = A_1F_1$, το οποίο τέμνει την περιφέρεια κεφαλών στο σημείο A_1 , άκρο της εξειλιγμένης.

Το τόξο A_1C αποτελεί τμήμα της εξειλιγμένης. Το CO_1 αποτελεί το υπόλοιπο τμήμα της και χαράζεται ως τόξο με κέντρο το N_1 και ακτίνα N_1C . Το επί πλέον τμήμα της κατατομής μέχρι την περιφέρεια του ποδιού χαράζεται με σύνδεση του σημείου O_1 με το κέντρο M_1 .

Κατά τον ίδιο τρόπο χαράζεται και η κατατομή στον τροχό II.

Παράδειγμα 3.

Ζεύξη δύο οδοντοτροχών.

Δίνονται δύο τροχοί, I και II, με τα ακόλουθα δεδομένα:

$$z_1 = 16, z_2 = 40 \text{ και } m = 8$$

και ζητείται να σχεδιασθεί η οδοντωτή ζεύξη τους (σχ. 9.7η).

Λύση.

a) **Στοιχεία οδοντωτού τροχού I, με 16 δόντια.**

$d = 8 \times 16$	$k = m$	$f = 1,17 \times 8$
$d = 128 \text{ mm}$	$k = 8 \text{ mm}$	$f = 9,3 \text{ mm}$
$r_1 = 8 \times 2,92$	$r_2 = 8 \times 1,46$	$r_3 = 8 \times 0,17$
$r_1 = 23,4 \text{ mm}$	$r_2 = 11,7$	$r_3 = 1,3 \text{ mm}$

b) **Στοιχεία οδοντωτού τροχού II με 40 δόντια.**

$d = 8 \times 40$	$k = m$	$f = 1,17 \times 8$
$d = 320 \text{ mm}$	$k = 8 \text{ mm}$	$f = 9,3 \text{ mm}$
$r_1 = 8 \times 4,2$	$r_2 = 8 \times 2$	$r_3 = 8 \times 0,17$
$r_1 = 33,6 \text{ mm}$	$r_2 = 33,6 \text{ mm}$	$r_3 = 1,3 \text{ mm}$

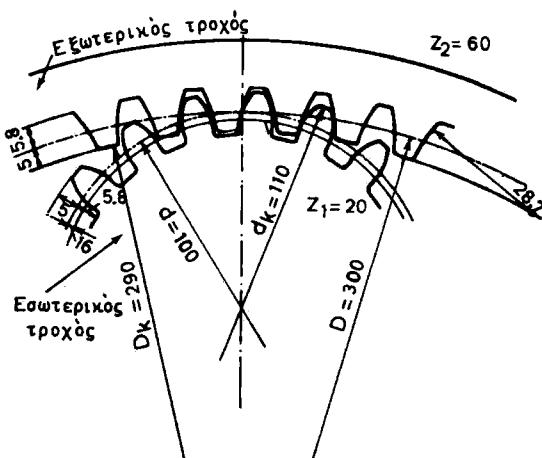
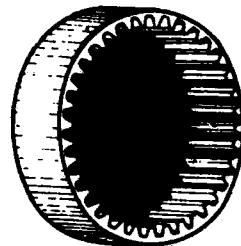
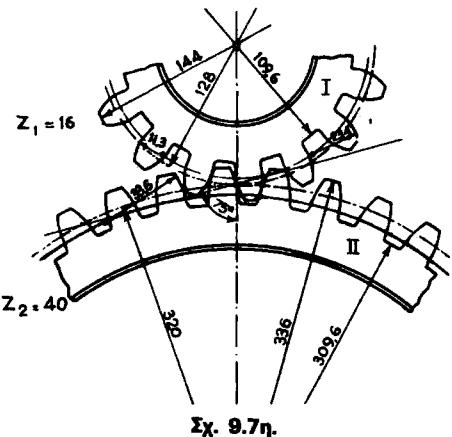
Σε οδοντωτούς τροχούς με πολλά δόντια, η βασική περιφέρεια είναι πάντοτε μικρότερη από την περιφέρεια των ποδιών, οπότε και ολόκληρη η κατατομή του δοντιού είναι **καμπυλωτή**.

Όταν τα δόντια ενός τροχού, αντί να εξέχουν προς τα έξω, στρέφουν προς το κέντρο (σχ. 9.7θ), τότε η ζεύξη αυτού του τροχού με ένα αλλο λέγεται **εσωτερική**.

Παράδειγμα 4.

Να σχεδιασθεί μία εσωτερική οδοντωτή ζεύξη δύο οδοντωτών τροχών με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

$$z_1 = 20 \quad z_2 = 60 \quad m = 5$$



Σχ. 9.7ι.
Εσωτερική ζεύξη τροχού.

Λύση.

α) Στοιχεία τροχού με $z_1 = 20$.

$$\begin{array}{lll} d = 5 \times 20 & k = m & f = 5 \times 1,17 \\ d = 100 \text{ mm} & k = 5 \text{ mm} & f = 5,8 \text{ mm} \\ r_1 = 5 \times 3,32 & r_2 = 5 \times 5 \times 1,89 & r_3 = 0,17 \times 5 \\ r_1 = 16,6 \text{ mm} & r_2 = 9,5 \text{ mm} & r_3 = 0,85 \text{ mm} \end{array}$$

β) Στοιχεία τροχού με $z_2 = 60$.

$$\begin{array}{lll} d = 5 \times 60 & k = m & f = 1,17 \cdot m \\ d = 300 \text{ mm} & k = 5 \text{ mm} & f = 5,8 \text{ mm} \\ r_1 = r_2 = 5 \times 5,74 & & r_3 = 0,8 \text{ mm} \\ r_1 = 28,7 \text{ mm} & & \end{array}$$

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 οδοντωτής στεφάνης είναι αντεστραμμένες προς την εσωτερική πλευρά, αντί να είναι προς την έξωτερική.

9.8 Υπολογισμός των οδοντώσεων.

Για τον υπολογισμό της αντοχής ενός οδοντωτού τροχού λαμβάνεται υπόψη η περιφερειακή δύναμη F_t , δηλαδή η εφαπτομενική συνιστώσα της πίεσεως F_n του δοντιού στην αρχική περιφέρεια.

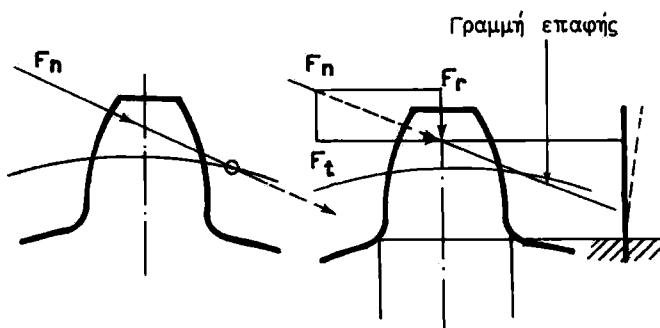
Εάν με το M_d παρασταθεί η μεταφερόμενη από τον τροχό ροπή στρέψεως και με το r η ακτίνα της αρχικής περιφέρειας του τροχού τότε:

$$F_t = \frac{M_d}{r}$$

Η παραπάνω σχέση μπορεί να εκφρασθεί και με βάση τη μεταφερόμενη από τον τροχό ισχύ N σε ίππους καθώς και τον αριθμό περιστροφών n στο πρώτο λεπτό:

$$F_t = \frac{M_d}{r} = \frac{75L}{u} = \frac{71620}{r} \quad \frac{L}{n}$$

όπου: F_t εκφράζεται σε k_p και το r σε cm.



Σχ. 9.8.

Αν υποτεθεί ότι η F_t ενεργεί, στη δυσμενέστερη περίπτωση, στην ακμή της κεφαλής του δοντιού, τότε (σχ. 9.8) από τον υπολογισμό του δοντιού σε κάμψη προκύπτει ο τύπος:

$$t = 100 \cdot \sqrt[3]{\frac{450 \cdot L}{y \cdot c \cdot z \cdot n}} \quad \text{σε mm}$$

όπου γ: συντελεστής η τιμή του οποίου περιέχεται στον πίνακα 9.8.2

c: σταθερά που εξαρτάται από το υλικό

z: αριθμός των δοντιών του τροχού

n: αριθμός στροφών στο λεπτό

L: ισχύς σε ίππους.

Παράδειγμα.

Δίνεται: $N = 6 \text{ HP}$ και $n = 80/\text{min}$.

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 εφαρμογής $m = 18$ (Πίνακας 9.5.1).

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.8.1.

Tιμων c

Υλικό	k_b^*	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
Ορείχαλκος	500 - 600	35 - 43
Φωσφορούχος ορείχαλκος	700 - 800	50 - 55
Ξύλο	80 - 230	5,5 - 16
Δέρμα	200 - 300	14 - 21
Δέρμα - μέταλλο	1000	70

* Το k_b είναι η αντοχή του υλικού των δοντιών σε κάμψη.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.8.2.

Tιμές συντελεστή γ

- $\gamma = 2$ για ακατέργαστα χυτά δόντια
- $\gamma = 3$ για κατεργασμένα κοινά δόντια
- $\gamma = 4$ για γωνιώδη δόντια (Λ)
- $\gamma = 5$ για διπλά γωνιώδη δόντια

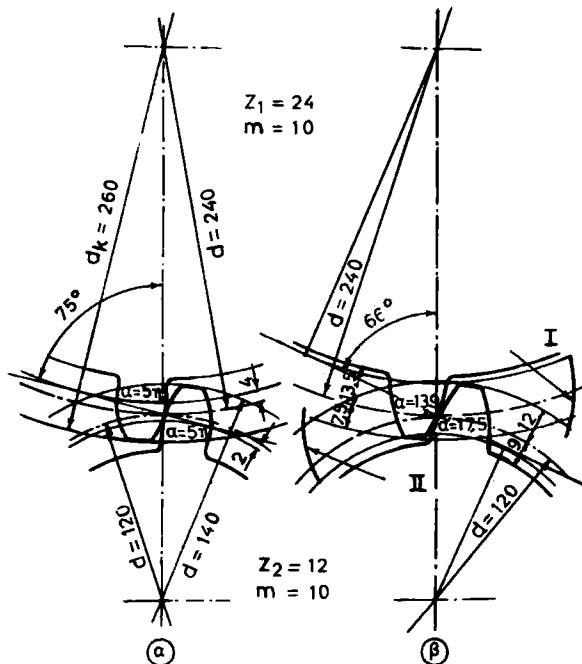
9.9. Μειονεκτήματα της κατατομής με εξελειγμένη.

Όταν πρόκειται να χαραχθούν οδοντωτοί τροχοί με μικρό αριθμό δοντιών, π.χ.

με 6 ή 8 ή 10 δόντια, τότε η καμπύλη με την εξελειγμένη και μάλιστα με γωνία επαφής 15° στο κανονικό δόντι παρουσιάζει ορισμένα μειονεκτήματα.

Στο σχήμα 9.9 φαίνονται δυο διαφορετικές χαράξεις α και β, για το ίδιο ζεύγος οδοντωτών τροχών:

$$z_1 = 24 \text{ και } z_2 = 12 \text{ με } m = 10$$



Σχ. 9.9.

Στη χάραξη (α) εφαρμόσθηκαν οι γνωστοί κανόνες που αφορούν οδοντοτροχούς με **κατατομή εξελειγμένης** Παρατηρείται όμως μ' αυτήν:

- Τα δόντια του μικρού τροχού να είναι αδύνατα στη βάση τους και
- το ευθύγραμμο τμήμα της κατατομής του δοντιού του μικρού τροχού προς το μέρος του ποδιού, να μη προσαρμόζεται στο αντίστοιχο καμπύλο τμήμα της κεφαλής του δοντιού του μεγάλου τροχού με αποτέλεσμα να δημιουργείται **ολίσθηση** κατά τη λειτουργία μεταξύ τους, άρα **φθορά των δοντιών**.

Στη χάραξη (β) (σχ. 9.9) η γωνία επαφής αντί 19° έγινε 24° , το ύψος κεφαλής του μικρού τροχού έγινε 12 mm (αντί 10 mm), ενώ αντίθετα το ύψος κεφαλής του μεγάλου τροχού έγινε 7,5 mm (αντί 10 mm).

Το ευνοϊκό αποτέλεσμα από τη χάραξη αυτή φαίνεται στο σχήμα όπου με την κατάλληλη εκλογή της μορφής της κατατομής και τα δόντια του μικρού τροχού στη βάση τους ενισχύθηκαν και η επαφή των δοντιών έγινε περισσότερο κανονική.

Και τα δυο αυτά μειονεκτήματα αποφεύγονται με τη χάραξη Μάαγ (Maag).

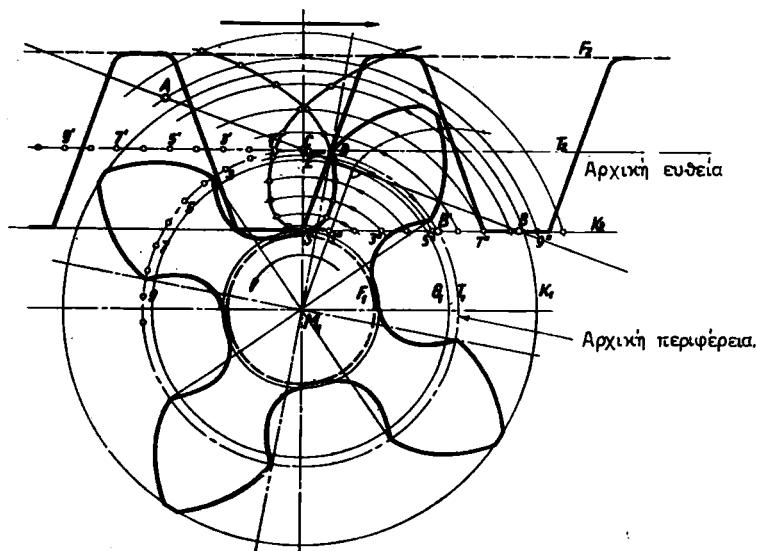
9.10 Χάραξη Maag.

Στη χάραξη αυτή δεν υπάρχει σταθερός κανόνας σε διαφορά στην κατατομή του δοντιού.

Σε κάθε περίπτωση της πράξεως και ανάλογα προς τα δεδομένα του προβλήματος εκλέγεται διαφορετική γωνία επαφής, η οποία σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να είναι και μεγαλύτερη από 15° . Στη χάραξη αυτή δεν ισχύουν επίσης οι γνωστοί κανόνες για το ύψος του ποδιού δηλαδή ότι:

$$f = 1,17m \text{ και } k = m$$

Στο σχήμα 9.10 φαίνονται έντονα τα μειονεκτήματα μορφής οδοντοτροχού με $z = 4$, σχεδιασμένου με κατατομή εξελειγμένης σε ζεύξη του με οδοντωτό κανόνα.



Σχ. 9.10.
Χάραξη τροχού $z = 4$ με εξελειγμένη.

9.11 Κωνικοί οδοντωτοί τροχοί.

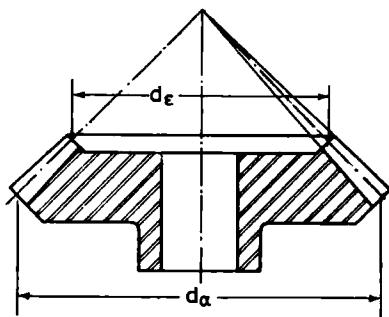
Όπως είδαμε στην παράγραφο 9.2, η μετάδοση κινήσεως, όταν οι άξονες κινήσεως τέμνονται υπό γωνία, γίνεται με οδοντωτούς τροχούς που έχουν σχήμα κόλουρου κώνου, δηλαδή με κωνικούς οδοντωτούς τροχούς.

Κάθε κάλουρος κώνος όμως ορίζεται με τις δυό διαμέτρους και το ύψος του. Οι διάμετροι αυτές σε κάθε κωνικό οδοντωτό τροχό είναι η **μεγάλη ή εξωτερική αρχική διάμετρος d_e** και η **μικρή ή εσωτερική αρχική διάμετρος d_a** (σχ. 9.11α).

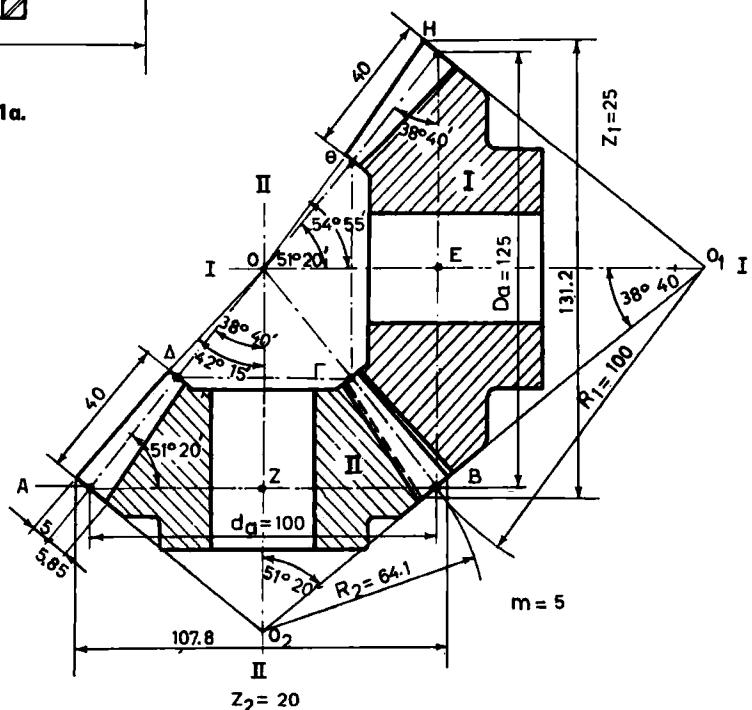
Επειδή ο αριθμός των δοντιών σε κάθε τροχό είναι σταθερός και επειδή έχουμε δύο αρχικές διαμέτρους, γι' αυτό έχουμε και δύο διαμετρικά βήματα (μοντούλ). Έχουμε δηλαδή το **μεγάλο διαμετρικό βήμα m_1** , το οποίο αντιστοιχεί στη μεγάλη αρχική διάμετρο και το **μικρό διαμετρικό βήμα m_2** , που αντιστοιχεί στη μικρή διάμετρο.

Από τα δύο διαμετρικά βήματα, το **μεν μεγαλύτερο πρέπει να έχει τυποποιημένη τιμή**, δηλαδή πρέπει να εκλέγεται από τον Πίνακα 9.5.1, το δε μικρότερο να 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.

Τα στοιχεία της οδοντώσεως, τα οποία μας δίνονται είναι:

a) $z_1 = 25$ καί $z_2 = 20$

β) Το μεγάλο μοντούλο $m_1 = 5$, το δε πλάτος του τροχού $b = 40$ mm

γ) Η γωνία των αξόνων 90° (σχ. 9.11β).

Για να σχεδιασθεί η κίνηση, πρέπει πρώτα να χαραχθούν οι αξόνες I και II κάθετοι μεταξύ τους στο σημείο O. Μετά να υπολογισθούν οι μεγάλες διάμετροι και των δυο τροχών:

$$d_1 = 25 \times 5 = 125 \text{ mm}$$

$$d_2 = 20 \times 5 = 100 \text{ mm}$$

Σχηματίζονται έτσι οι αρχικοί κώνοι I και II (με διακεκομμένη μικτή γραμμή), σύμφωνα προς τα στοιχεία τους, τα οποία είναι:

Τροχός I: Διάμετρος $d_1 = 125 \text{ mm}$

Υψος κώνου $d_2/2 = 100/2 = 50 \text{ mm}$

Τροχός II: Διάμετρος $d_2 = 100 \text{ mm}$

Υψος κώνου $d_1/2 = 125/2 = 62,5 \text{ mm}$

Οι αρχικοί κώνοι είναι οι OAB και OHB.

Άν από τη γενέτειρα OB παρθεί μήκος ίσο με το πλάτος του δοντιού, δηλαδή $B\Gamma = 40$ mm, τότε ορίζονται εντελώς οι δύο **αρχικοί κόλουροι κώνοι** ABΓΔ και ΓΒΗΘ. (Στο σχήμα 9.11β φαίνονται σχεδιασμένοι με μικτή γραμμή).

Στις ακραίες γενέτειρες ΑΔ, ΒΓ, φέρονται κάθετες στα σημεία A και B και πάνω σ' αυτά ορίζονται οι κεφαλές ($K = m$) και τα πόδια των δοντιών ($f = 1,17 \text{ m}$). Τα σημεία αυτά ενώνονται με την κορυφή O και σχηματίζεται η κωνική μορφή του δοντιού. Τα υπόλοιπα στοιχεία φαίνονται καθαρά στο σχήμα 9.11β.

Για να κατασκευασθεί η κατατομή της εξωτερικής οδοντώσεως του κωνικού τροχού, καθορίζονται πρώτα οι **συμπληρωματικοί κώνοι** AO₂B, HO₂B.

Οι συμπληρωματικοί αυτοί κώνοι έχουν κορυφές τα σημεία O₁ και O₂, ενώ γενέτειρες έχουν τις κάθετες προς τις αντίστοιχες γενέτειρες των αρχικών κώνων.

Οι γενέτειρες των συμπληρωματικών κώνων είναι **ακτίνες των αρχικών περιφερειών, στις οποίες θα σχεδιασθούν οι ακράίες κατατομές των δοντιών.**

Η χάραξη των δοντιών γίνεται σύμφωνα προς όσα ειπώθηκαν στην παράγραφο 9.7 για παράλληλους οδοντωτούς τροχούς. Στο παράδειγμά μας οι δύο ακτίνες είναι:

$$R_1 = 100 \text{ mm} \quad R_2 = 64,1 \text{ mm}$$

Από τις αρχικές διαμέτρους ($D_1 = 2R_1$, $D_2 = 2R_2$), υπολογίζονται οι αριθμοί των δοντιών, που περιέχονται στις αρχικές περιφέρειες.

Για να βρεθούν οι απαιτούμενες **ακτίνες καμπυλότητας**, για τη χάραξη της κατατομής του δοντιού, θα χρησιμοποιηθεί ο Πίνακας 9.7.1.

Στο **παράδειγμά μας** έχομε:

για το μεγάλο τροχό:

$$z_1 = \frac{2R_1}{m_1} = \frac{2 \times 100}{5} = 40 \text{ δόντια}$$

για δε το μικρό:

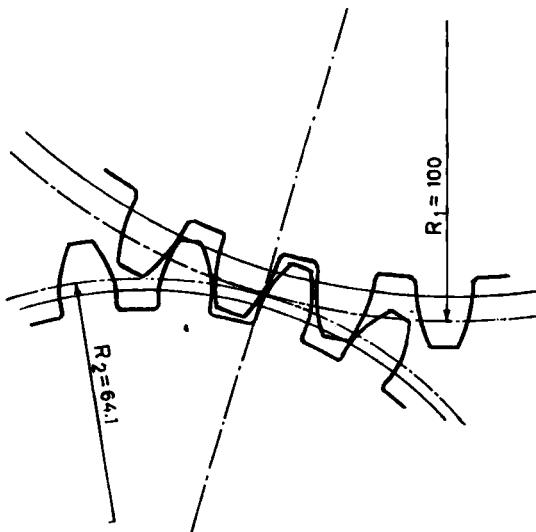
$$z_2 = \frac{2R_2}{m_1} = \frac{2 \times 64,1}{5} = 26 \text{ δόντια}$$

οπότε από τον πίνακα 9.7.1 πάρνομε:

για τον τροχό με $z_1 = 40$: $r_1 = r_2 = 4,2 \times 5 = 21 \text{ mm}$

για τον τροχό με $z_2 = 26$: $r_1 = 3,78 \times 5 \quad r_1 = 18,9 \text{ mm}$
 $r_2 = 2,42 \times 5 \quad r_2 = 12,1 \text{ mm}$

Με τις ακτίνες αύτες χαράζονται, κατά τα γνωστά, οι ακραίες κατατομές των δοντιών (σχ. 9.11γ), οι οποίες αποτελούν τη βάση για τη χάραξη του κωνικού οδοντωτού τροχού.



Σχ. 9.11γ.
Χάραξη ακραίας κατατομής των κωνικών τροχών.

9.12 Αναλυτικός υπολογισμός των στοιχείων των κωνικών τροχών.

Για να υπολογισθούν τα διάφορα στοιχεία των κωνικών οδοντωτών τροχών, με βάση τα αρχικά δεδομένα σε κάθε περίπτωση, πρέπει να χρησιμοποιηθούν και *τριγωνομετρικοί αριθμοί*, οπότε και ο υπολογισμός αυτός λέγεται *αναλυτικός*.

Πολλές φορές όμως για την εύρεση των στοιχείων χρησιμοποιείται η *γραφική μέθοδος*, επειδή είναι πιο εύκολη. Η ακρίβεια, που επιτυγχάνεται με τη γραφική

μέθοδο, είναι αρκετά ικανοποιητική και για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται πολύ.

Για να καταλάβουμε δύως καλύτερα το θέμα των οδοντωτών τροχών με κωνικά δόντια, ας αναφέρουμε ένα παράδειγμα. Για τη λύση του θα χρησιμοποιηθεί η αναλυτική μέθοδος.

Παράδειγμα.

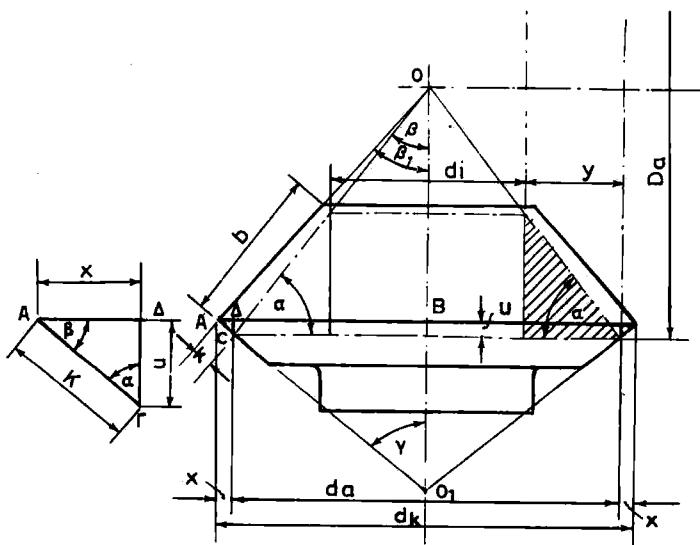
Δίνεται κωνικό ζεύγος οδοντωτών τροχών με τα παρακάτω στοιχεία:

- αριθμός δοντιών z_1, z_2
- μεγάλο μοντούλο m
- πλάτος τροχού b
- γωνία αξόνων 90°

Με αυτά τα στοιχεία υπολογίζονται:

α) Οι εξωτερικές αρχικές διάμετροι (σχ. 9.12):

$$d_a = m \cdot z_1 \quad D_a = m \cdot z_2$$



Σχ. 9.12.

β) Η βασική γωνία α:

$$\epsilon \phi \alpha = \frac{D_a}{d_a} = \frac{m \cdot z_2}{m \cdot z_1}$$

$$\epsilon \phi \alpha = \frac{z_2}{z_1}$$

Από τη σχέση αυτή και με τη βοήθεια των τριγωνομετρικών πινάκων υπολογίζομε τη γωνία α .

γ) Η ημιγωνία κορυφής β του αρχικού κώνου:

$$\beta = 90^\circ - \alpha$$

δ) Η εσωτερική αρχική διάμετρος d_i :

$$d_i = d_a - 2y$$

Από το διαγραμμισμένο τρίγωνο έχουμε:

$$y = b . \text{συνα}$$

άρα:

$$d_i = m . z_1 - 2b . \text{συνα}$$

Και εδώ πάλι χρησιμοποιώντας τους τριγωνομετρ. πίνακες υπολογίζομε το d_i .

ε) Το εσωτερικό μοντούλ m_i :

$$m_i = \frac{d_i}{z_1}$$

στ) Η διάμετρος κεφαλών d_k :

$$d_k = d_a + 2x$$

Από το τρίγωνο ΑΓΔ έχουμε: $x = k . \text{ημα}$ $(k = m)$
 $x = m . \text{ημα}$

οπότε:

$$\begin{aligned} d_k &= d_a + 2m . \text{ημα} \\ d_k &= m . z_1 + 2m . \text{ημα} \\ d_k &= m . (z_1 + 2\text{ημα}) \end{aligned}$$

Ω) Η ημιγωνία κώνου β_1 :

Από το τρίγωνο ABO:

$$AB = \frac{d_k}{2} = \frac{m . (z_1 + 2\text{ημα})}{2}$$

$$BO = \frac{D_a - 2u}{2} = \frac{m . z_2 - 2k . \text{συνα}}{2} = \frac{m . z_2 - 2m . \text{συνα}}{2} = \frac{m . (z_2 - 2\text{συνα})}{2}$$

$$\text{Επειδή δε } \epsilon\phi\beta_1 = \frac{AB}{BO} = \frac{m \cdot (z_3 + 2\eta\mu\alpha)}{2} : \frac{m \cdot (z_2 - 2\sigma\mu\nu\alpha)}{2}$$

$$\epsilon\phi\beta_1 = \frac{z_1 + 2\eta\mu\alpha}{z_2 - 2\sigma\mu\nu\alpha}$$

Το β , και εδώ ορίζεται πάλι από τριγωνομετρικούς πίνακες. Η γωνία β , είναι ένα από τα πιο απαραίτητα στοιχεία, τα οποία πρέπει να γνωρίζομε από την αρχή, γιατί με βάση αυτή θα **τορνευθεί ο κώνος**, επάνω στον οποίο στη συνέχεια θα γίνει η χάραξη των δοντιών.

η) Η ημιγωνία του συμπληρωματικού κώνου:

Από το σχήμα 9.12 έχομε:

$$\begin{aligned}\gamma + \beta &= 90^\circ \\ \alpha + \beta &= 90^\circ \\ \gamma + \beta &= \alpha + \beta \quad \text{άρα} \\ \gamma &= \alpha\end{aligned}$$

Και η γωνία αυτή πρέπει να ορισθεί από την αρχή για να τορνευθεί ο συμπληρωματικός κώνος.

9.13 Συγκεντρωτικός πίνακας υπολογισμού κωνικών οδοντωτών τροχών υπό γωνία αξόνων 90°.

a) Εξωτερική αρχική διάμετρος:

$$d_o = m \cdot z_1$$

β) Βασική γωνία:

$$\epsilon\phi\alpha = \frac{z_2}{z_1}$$

γ) Συμπληρωματική ημιγωνία βασικού κύκλου: $\beta = 90^\circ - \alpha$

δ) Εσωτερική αρχική διάμετρος:

$$d_i = m \cdot z_1 - 2b \cdot \sigma\mu\nu\alpha$$

ε) Εσωτερικό μοντούλο:

$$m_i = \frac{d_i}{z_1}$$

στ) Διάμετρος κεφαλών:

$$d_K = m \cdot (z_1 + 2\eta_m)$$

ζ) Ημιγωνία του κώνου των δοντιών:

$$\epsilon_{\phi\beta_1} = \frac{z_1 + 2\eta_m}{z_2 - 2\sigma_v}$$

η) Ημιγωνία του συμπληρωματικού κώνου: $\gamma = \alpha$

Παράδειγμα.

Να υπολογισθούν οι απαραίτητες διαστάσεις και οι γωνίες του μικρού κωνικού οδοντωτού τροχού για να γίνει η χάραξη της οδοντώσεως, όταν $z_1 = 20$, $z_2 = 25$ και $m = 5$.

α) $d_a = m \cdot z_1 = 5 \times 20 = 100 \text{ mm}$
 $D_a = m \cdot z_2 = 5 \times 25 = 125 \text{ mm}$

β) $\epsilon_{\phi\alpha} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{525}{20} = 1,25 \quad \alpha = 51^\circ 20'$

γ) $\beta = 90^\circ - (51^\circ 20') = 38^\circ 40'$

δ) $d_2 = m \cdot z_1 - 2b \cdot \sigma_v = 5 \times 20 - 2 \times 40 \times 0,6248 = 50 \text{ mm}$

ε) $m_i = \frac{50}{20} = 2,5 \text{ mm}$

στ) $d_K = m \cdot (z_1 + 2\eta_m) = 5(20 + 2 \times 0,78) = 107,8 \text{ mm}$

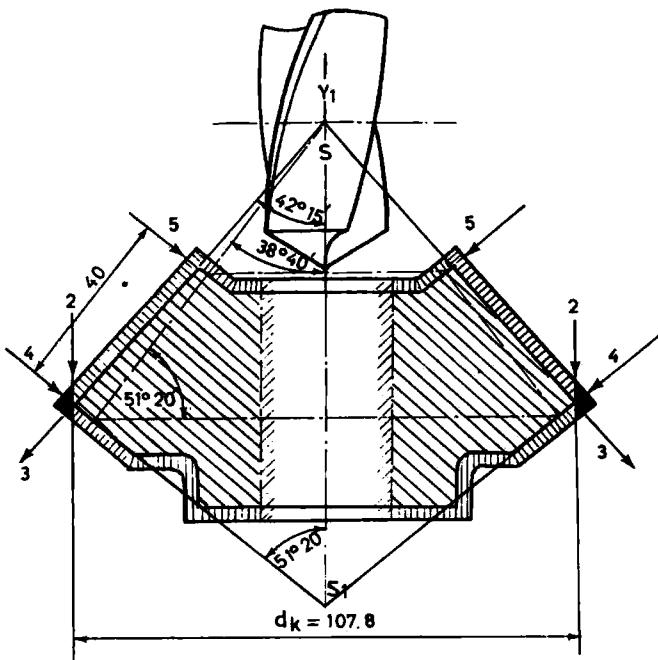
ζ) $\epsilon_{\phi\beta_1} = \frac{z_1 + 2\eta_m}{z_2 - 2\sigma_v} = \frac{20 + 2 \times 0,78}{25 - 2 \times 0,624} = 0,908$

$\beta_1 = 42^\circ 15'$

η) $\gamma = \alpha = 51^\circ 20'$

Η σειρά κατεργασίας στον τόρνο του τροχού, που έχομε μελετήσει, δίνεται στο σχήμα 9.13, είναι δε η παρακάτω:

- Κατασκευή της οπής ομφαλού.
- Τόρνευση στη διάμετρο 107,8 mm.
- Κωνική τόρνευση υπό γωνία $42^\circ 15'$.
- Κωνική τόρνευση του οπίσθιου μέρους υπό γωνία $51^\circ 20'$ για το σχηματισμό του συμπληρωματικού κώνου.
- Αποκοπή του πλάτους του δοντιού $b = 40 \text{ mm}$ και τόρνευση του εσωτερι-



Σχ. 9.13.

κού συμπληρωματικού κώνου.
— Τελική χάραξη δοντιών.

9.14 Κωνικοί οδοντωτοί τροχοί με γωνία αξόνων διαφορετική απ' την ορθή γωνία.

Στα παραδείγματα που αναφέρθηκαν παραπάνω έγινε η υπόθεση ότι οι δίξονες των δύο οδοντωτών τροχών ήταν κάθετοι μεταξύ τους, όπως πράγματι και συμβαίνει στις περισσότερες περιπτώσεις.

Αυτό όμως δεν αποκλείει και τη χρησιμοποίηση κωνικών οδοντοτροχών με γωνία διαφορετική από 90° .

Στο παράδειγμα που ακολουθεί θα εξετασθεί η περίπτωση του είδους αυτής της οδοντοκινήσεως, όπου η γωνία των αξόνων είναι 50° .

Παράδειγμα.

Δίνονται:

$$z_1 = 40 \text{ δόντια}$$

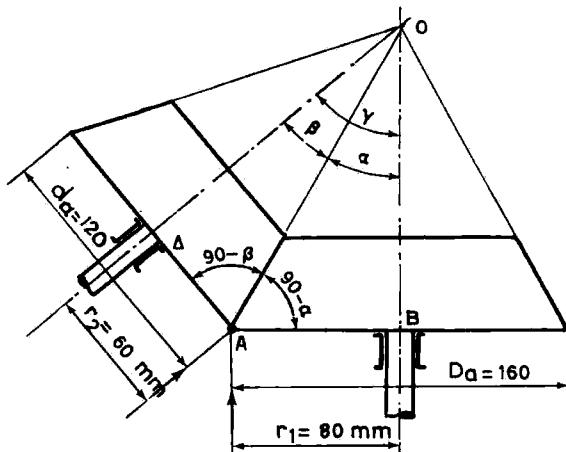
$$z_2 = 30 \text{ δόντια}$$

$$m = 4$$

$$\gamma = 50^\circ \text{ (σχ. 9.14a)}$$

Ζητείται να υπολογισθούν οι γωνίες α , β .

Για να βρεθούν οι γωνίες α και β σχεδιάζεται πρώτα το τετράπλευρο ΑΒΟΔ, επειδή είναι γνωστά τα στοιχεία κατασκευής του.



Σχ. 9.14α.

Συγκεκριμένα:

$$\Delta A = \frac{m \cdot z_2}{2} = \frac{4 \times 30}{2} = 60 \text{ mm}$$

$$AB = \frac{m \cdot z_1}{2} = \frac{4 \times 40}{2} = 80 \text{ mm}$$

Οι πλευρές ΟΔ και ΟΒ είναι αντίστοιχα κάθετες προς τις ΑΔ και ΑΒ ως άξονες των τροχών. Το τετράπλευρο επί πλέον, λόγω κατασκευής του, είναι εγγράψιμο σε κύκλο, αφού το άθροισμα των απέναντι γωνιών του είναι 2 ορθές.

Έτσι η γωνία των πλευρών ΑΒ και ΑΔ είναι $180^\circ - 50^\circ = 130^\circ$.

Από το σχήμα 9.14β προκύπτει επίσης ότι η γωνία β ισούται με τη γωνία ΔΒΑ, η δε γωνία α με τη γωνία ΑΔΒ, επειδή είναι εγγεγραμμένες γωνίες που βαίνουν σε ίσα τόξα.

Επίσης από το ορθογώνιο τρίγωνο ΑΒΕ του σχήματος 9.14β προκύπτει η σχέση:

$$EB = r_1 \cdot \eta\mu\gamma$$

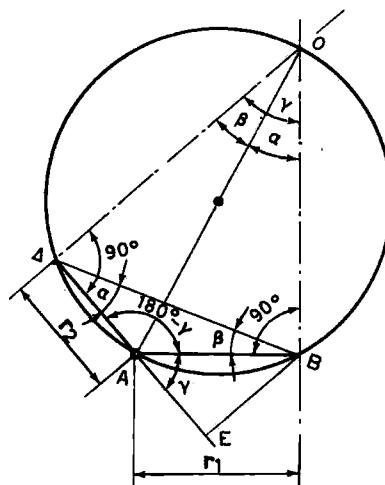
$$\Delta E = \Delta A + AE$$

$$\text{και } \Delta E = r_2 + r_1 \cdot \sigma\mu\gamma$$

Από το ορθογώνιο τρίγωνο ΑΒΕ έχομε επίσης τη σχέση:

$$\epsilon\phi\alpha = \frac{EB}{ED} \quad \tilde{\eta}$$

$$\epsilon\phi\alpha = \frac{r_1 \cdot \eta\mu\gamma}{r_1 \cdot \sigma\mu\gamma + r_2} = \frac{\eta\mu\gamma}{\sigma\mu\gamma + \frac{r_2}{r_1}} = \frac{\eta\mu\gamma}{\sigma\mu\gamma + \frac{z_2}{z_1}}$$



Σχ. 9.14β.

από την οποία υπολογίζεται το α.

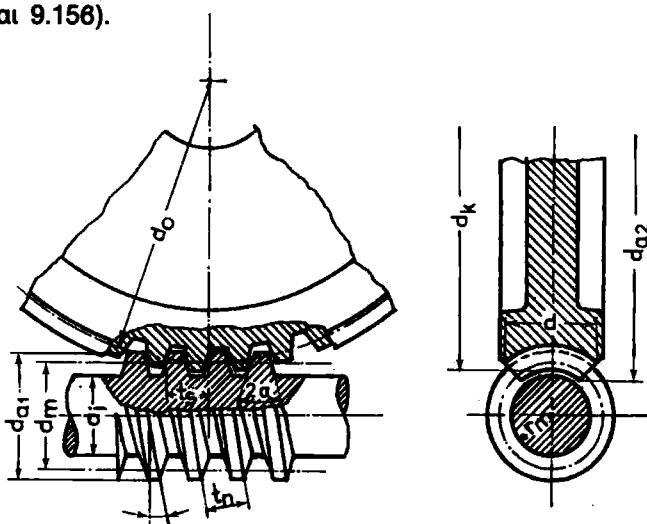
Αν στον τελευταίο τύπο αντικατασταθούν τα γράμματα με τα δεδομένα έχουμε:

$$\epsilon\alpha = 0,5524 \quad \text{οπότε: } \alpha = 28^{\circ}55', \quad \beta = 50^{\circ} - \alpha, \quad \beta = 21^{\circ}5'$$

9.15. Κοχλιοειδείς χαράξεις.

Ατέρμονας κοχλίας. Οδοντωτός τροχός.

Στην αρχή του κεφαλαίου αυτού ειπώθηκε ότι, όταν οι άξονες κινήσεως διασταυρώνονται στο χώρο, χωρίς να τέμνονται (άξονες ασύμβατοι), τότε χρησιμοποιείται για τη μετάδοση της κινήσεως είτε σύστημα **ατέρμονα κοχλία-οδοντωτού τροχού**, είτε σύστημα **δύο ελικοειδών οδοντωτών τροχών** (σχ. 9.15α και 9.15β).



Σχ. 9.15α.

Ο ατέρμονας κοχλίας είναι ο συνηθισμένος κοχλίας κινήσεως με μια, δύο ή περισσότερες αρχές.

Ο οδοντωτός τροχός, που συνεργάζεται μαζύ του, έχει δόντια, που η μορφή τους μοιάζει με **σπειρώματα περικοχλίου**.

Όταν περιστρέφεται ο κοχλίας, τα σπειρώματά του **κοχλιώνονται στα δόντια** του τροχού, σαν να ήταν ο τροχός περικόχλιο, με αποτέλεσμα ύστερα από μια στροφή του κοχλία ο μεν ατέρμονας να βρίσκεται πάλι στην αρχική του θέση, ο δε τροχός να έχει περιστραφεί κατά τόσα δόντια, όσες είναι και οι αρχές του κοχλία.

Αν π.χ. ο ατέρμονας κοχλίας εχει δυό αρχές, τότε σε κάθε περιστροφή του κοχλία ο οδοντωτός τροχός περιστρέφεται κατά δύο δόντια.

Γενικά, αν με το a συμβολίσθει η πολλαπλότητα του βήματος και με το z ο αριθμός των δοντιών του τροχού, τότε ο τύπος:

$$i = \frac{a}{z}$$

καθορίζει τη **σχέση μεταδόσεως της κινήσεως** στο σύστημα ατέρμονα κοχλία - οδοντωτού τροχού.

Το ίδιαδή μας καθορίζει πόσο περιστρέφεται ο οδοντωτός τροχός, όταν ο κοχλίας κάνει μια περιστροφή. Αν π.χ. έχομε $a = 2$ και $z = 40$ τότε προκύπτει:

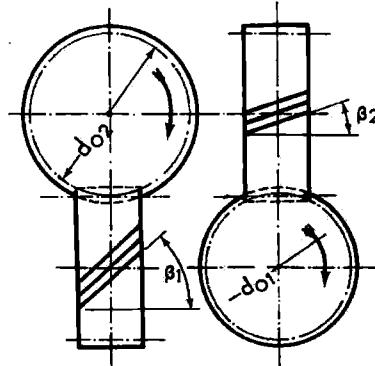
$$i = \frac{2}{40} = \frac{1}{20}$$

που σημαίνει ότι σε κάθε στροφή του κοχλία ο οδοντωτός τροχός περιστρέφεται κατά το $\frac{1}{20}$ ή ότι σε 20 στροφές του κοχλία θα έχομε μια περιστροφή του τροχού.

Με το σύστημα ατέρμονα κοχλία-οδοντωτού τροχού είναι δυνατό να επιτευχθούν πολύ μεγάλες σχέσεις μεταδόσεως, οι οποίες μπορεί να φθάσουν και μέχρι $1 : 50$, ενώ με τους συνήθεις οδοντωτούς τροχούς δεν μπορούμε να πραγματοποιήσουμε σχέση μεταδόσεως μεγαλύτερη από $1:8$.

Πρέπει και εδώ να τονισθεί γι' άλλη μια φορά, ότι στο ζευγάρι ατέρμονα κοχλία και οδοντωτού τροχού δεν είναι δυνατό να αλλαχθεί ένα στοιχείο, που να έχει μεν το ίδιο βήμα, αλλά διαφορετική διάμετρο.

Κοχλίας και οδοντωτός τροχός συνδυάζονται αναπόσπαστα σαν ζεύγη.



Σχ. 9.15β.

Παράδειγμα 1.

Ας υποθέσουμε ότι μας δίνονται τα εξής στοιχεία ατέρμονα κοχλία και οδοντωτού τροχού:

- αρχική διάμετρος κοχλία $d_m = 56 \text{ mm}$
- αριθμός δοντιών τροχού $z = 40$
- μοντούλ $m = 5 \text{ mm}$

Με βάση τα στοιχεία αυτά χαράζεται ο ατέρμονας κοχλίας ως εξής:

Αφού ο κοχλίας και ο οδοντωτός τροχός θα συνεργάζονται, θα πρέπει να έχουν το ίδιο βήμα (σχ. 9.15γ).

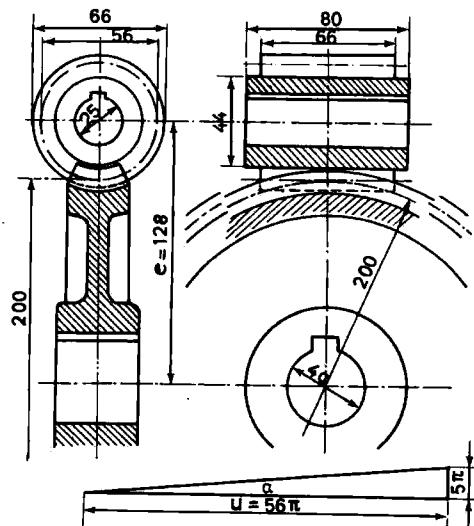
Στον τροχό όμως, όταν δίδεται το μοντούλ $m = 5$, το βήμα του θα είναι $t = 5 \pi$.

Το ίδιο βήμα πρέπει να έχει και ο κοχλίας. Με αρχική όμως διάμετρο του κοχλία 56 mm για να βρεθεί η γωνία κλίσεως α , θα κατασκευασθεί ορθογώνιο τρίγωνο, του οποίου η μια κάθετη πλευρά θα έχει μήκος $u = 56\pi$, όσο δηλαδή είναι και το μήκος της περιφέρειας του κοχλία, η δε άλλη 5π , όσο δηλαδή είναι το βήμα.

Η γωνία α ύστερα απ' αυτό υπολογίζεται από το τριγωνομετρικό τύπο:

$$\epsilon_{\text{φα}} = \frac{5 \cdot \pi}{56 \cdot \pi} = 0,089$$

$$\alpha = 5^\circ 5'$$



Σχ. 9.15γ.

Σε χειροκίνητα συστήματα, τα δόντια του οδοντωτού τροχού χαράζονται κατά τον ίδιο τρόπο, που χαράζονται και στους παράλληλους οδοντωτούς τροχούς, με τη διαφορά ότι τα δόντια εδώ έχουν την κλίση που έχει και ο κοχλίας στο παράδειγμά μας, δηλαδή των $5^\circ 5'$.

Στους πολύστροφους όμως μηχανισμούς η χάραξη των δοντιών γίνεται με ειδικά κοπτικά εργαλεία, τα οποία έχουν τη μορφή και τις διαστάσεις του ατέρμονα κοχλία.

Παράδειγμα 2.

Δίνεται κοχλίας που έχει: τέσσερις αρχές ($a=4$), αρχική διάμετρο $d_m = 70$ mm, μήκος $l = 70$ mm και κάθετο βήμα 5 π, δηλαδή το μοντούλ του είναι $m = 5$ mm.

Επίσης δίνεται τροχός με $z = 40$ και πλάτος $b = 45$ mm. Ζητείται να σχεδιασθεί η κίνηση του συστήματος αυτού.

Λύση.

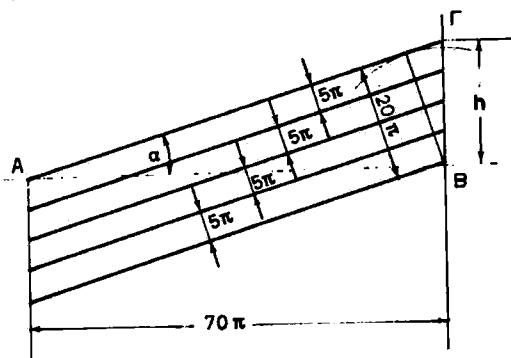
Αν θεωρήσουμε τον κοχλία έτοιμο και πάρομε το ανάπτυγμα της αρχικής του περιφέρειας μήκους 70 π, οι άξονες του τετραπλού σπειρώματος θα φανούν ως 4 ευθείες υπό κλίση και με απόσταση η μια από την άλλη ίση με 5 π. Η απόσταση αυτή, όπως αναφέραμε, είναι το **κάθετο βήμα**.

Για να κατασκευασθεί αυτό το ανάπτυγμα εργαζόμαστε ως εξής: Φέραμε την οριζόντια ευθεία AB (σχ. 9.15δ) και λαμβάνομε επάνω σ' αυτήν τμήμα ίσο με την περίμετρο του κοχλία 70 π. Με κέντρο το σημείο B και ακτίνα ίση με το τετραπλάσιο του κάθετου βήματος, δηλαδή με ακτίνα 20 π, φέρομε τόξο και από το σημείο A εφαπτομένη σ' αυτό. Με αυτό τον τρόπο ορίζεται η γωνία κλίσεως α της ελικοειδούς γραμμής καθώς και το μετωπικό βήμα $h = BG$.

Από το σχήμα 9.15δ έχομε:

$$\eta \mu a = \frac{20\pi}{70\pi} = 0,285, \quad \alpha = 16^\circ 36'$$

Το βήμα $h = 70 \pi \cdot \epsilon \phi (16^\circ 36') = 70 \cdot \pi \cdot 0,298 = 65,55$ mm



Σχ. 9.15δ.

Το τέταρτο αυτού του μετωπικού βήματος μας δίνει το **μετωπικό βήμα** του τροχού. Έχομε λοιπόν:

$$t_s = \frac{65,55}{4} = 16,39 \text{ mm}$$

$$m_s = \frac{16,39}{\pi} = 5,22 \text{ mm}$$

Επειδή δε έχομε και $z = 40$ δόντια, η αρχική διάμετρος του τροχού σύμφωνα με το γνωστό τύπο θα είναι:

$$d = 5,22 \times 40 = 209 \text{ mm}$$

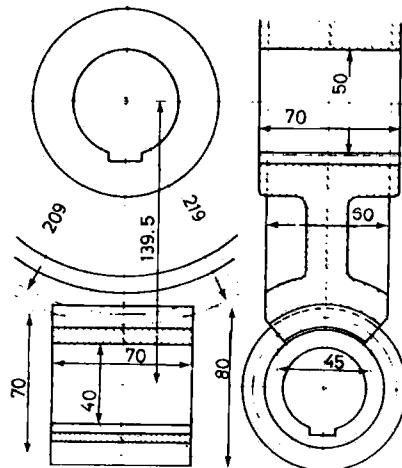
Η απόσταση αξόνων τροχού και κοχλία θα είναι:

$$e = \frac{209}{2} + \frac{70}{2} = 139,5 \text{ mm}$$

Με τη βοήθεια των διαστάσεων αυτών μπορεί να σχεδιασθεί η κίνηση, όπως φαίνεται στο σχήμα 9.15ε.

Η χάραξη των δοντιών του οδοντωτού τροχού γίνεται σε κοίλη στεφάνη.

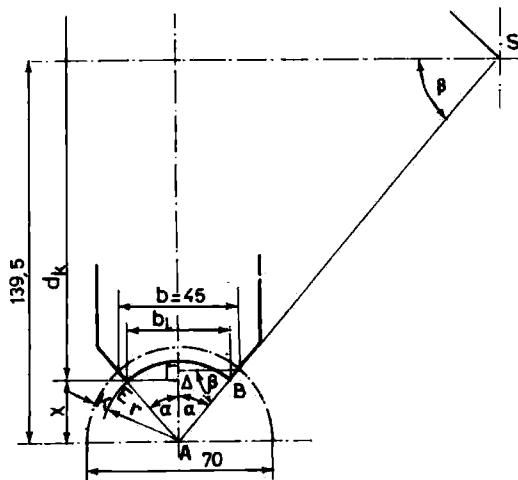
Για την κατέργασία του οδοντωτού τροχού απαιτείται η γνώση ορισμένων διαστάσεων καθώς και ορισμένων γωνιών, τις οποίες υπολογίζομε παρακάτω:



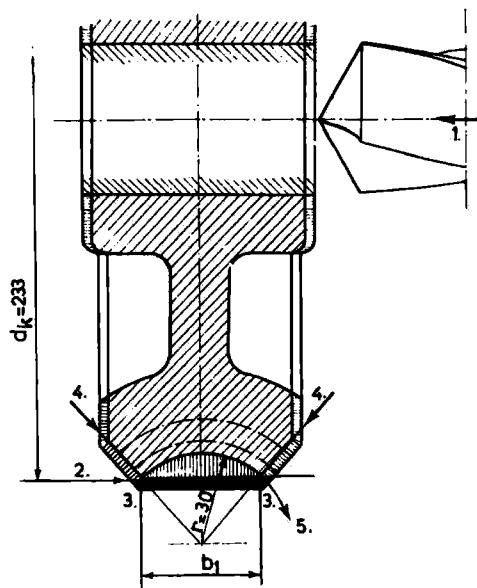
Σχ. 9.15ε.

γ) Η ακτίνα της κοίλης στεφάνης (σχ. 9.15στ):

$$r = 35 - \kappa = 35 - m = 35 - 5 = 30 \text{ mm}$$



Σχ. 9.15στ.



Σχ. 9.15ζ.

β) Η κωνικότητα της πλευρικής επιφάνειας της στεφάνης προκύπτει από το τρίγωνο ΑΒΓ.

$$\eta\mu\alpha = \frac{25,5}{35} = 0,643$$

$$\alpha = 40^\circ$$

$$\beta = 90^\circ - 40^\circ = 50^\circ$$

γ) Η διάμετρος κεφαλών δοντιών:

$$d_k = 2 \times 139,5 - 2x$$

Από το τρίγωνο ΑΔΕ έχομε:

$$x = r \cdot \sin\alpha$$

$$\text{άρα } x = 30 \times 0,766 = 23 \text{ mm} \text{ και } d_k = 2 \times 139,5 - 2 \times 23 = 233 \text{ mm}$$

δ) Το πλάτος b_1 :

$$b_1 = 2 \cdot r \cdot \eta\mu\alpha = 2 \times 30 \times 0,643 = 38,5 \text{ mm}$$

Η σειρά κατεργασιών του τροχού είναι η εξής (σχ. 9.15ζ):

- Διάνοιξη της τρύπας ομφαλού.
- Τόρνευση της διαμέτρου των κεφαλών.
- Χάραξη του πλάτους $b_1 = 38,5$ mm.
- Κανονική τόρνευση των πλευρικών επιφανειών υπό γωνία 50° .
- Τόρνευση του κοίλου τμήματος με εργαλείο μορφής ακτίνας 30° .
- Επεξεργασία στεφάνης και ομφαλού.

9.16 Ελικοειδείς οδοντωτοί τροχοί.

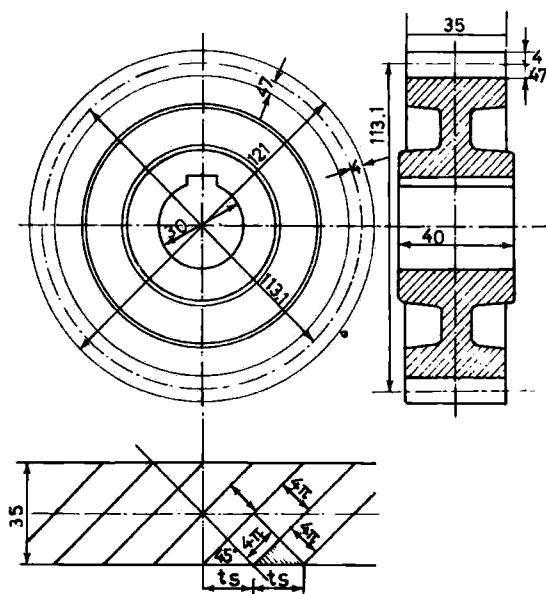
Οι τροχοί αυτοί έχουν λοξή οδόντωση και χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις, όπου οι άξονες των τροχών είναι **ασύμβατοι**, δηλαδή οι άξονες διασταυρώνονται μεν στο χώρο, αλλά δεν τέμνονται.

Λόγω της λοξότητας της οδοντώσεως διακρίνομε σ' αυτούς δυο ειδών βήματα (σχ. 9.16): το **μετωπικό βήμα**, το οποίο προκύπτει από την τομή της οδοντώσεως με επίπεδο κάθετο στον άξονα, και το **κάθετο βήμα**, το οποίο προκύπτει από την τομή της οδοντώσεως με επίπεδο κάθετο στον άξονα του δοντιού.

Το βήμα, που μας δίνεται προκειμένου να χαράξομε τα δόντια ενός ελικοειδούς τροχού, είναι πάντοτε το κάθετο.

Αν διαιρέσομε κάθε ένα από τα δύο βήματα με το π, προκύπτουν τα **δύο μοντούλα: το μετωπικό και το κάθετο**.

Στο σχήμα 9.16 φαίνονται καθαρά το μετωπικό και το κάθετο βήμα. Ο τροχός του σχήματος έχει 20 δόντια, κάθετο βήμα 4 π, γωνία $\alpha = 45^\circ$ και πλάτος 35 mm.



Σχ. 9.16.

9.17 Ανακεφαλαίωση.

1. Αντικείμενο του κεφαλαίου είναι η οδοντοκίνηση. Στοιχεία της οδοντοκινήσεως είναι οι οδοντωτοί τροχοί. Διακρίνομε παράλληλους οδοντοτροχούς, κωνικούς οδοντοτροχούς, ζεύγος ατέρμονα-οδοντωτού τροχού και ελικοειδείς οδοντωτούς τροχούς.
2. Στους παράλληλους οδοντοτροχούς οι άξονες των ατράκτων είναι παράλληλοι. Ο τροχός με τα περισσότερα δόντια παίρνει τις λιγότερες στροφές. Υπάρχει εναλλαξιμότητα στους τροχούς που έχουν το ίδιο βήμα. Στους κωνικούς τροχούς οι άξονες των ατράκτων τέμνονται υπό γωνία. Οι τροχοί είναι κόλουροι κώνοι η δε εναλλαξιμότητα παύει να εφαρμόζεται. Το ζεύγος των οδοντοτροχών είναι αχώριστο.
3. Με τους παράλληλους και κωνικούς οδοντωτούς τροχούς μπορούμε να πετύχουμε σχέση μεταδόσεως μέχρι το πολύ 1:8.
4. Για λόγους κόστους οδοντοτροχών και απλοποίησεως των μηχανών κατασκευής τους έγινε τυποποίηση στα μοντούλ και στα «πιτζ».
5. Η εξειλιγμένη καμπύλη προσφέρεται πολύ για κατατομή των παραλλήλων οδοντοτροχών. Στην οδοντοκίνηση με μικρό αριθμό δοντιών υπάρχει περισσή ελευθερία στη χάραξη από πλευράς κανόνων.

9.18 Ερωτήσεις.

1. Τι καλούμε οδοντωτό τροχό;
2. Ποια είναι τα βασικά χαρακτηριστικά ενός οδοντωτού τροχού;

3. Πόσων ειδών οδοντωτούς τροχούς έχομε και σε ποια περίπτωση χρησιμοποιείται ο καθένας από αυτούς;
4. Ποια σχέση υπάρχει μεταξύ των στροφών και των διαμέτρων ζεύγους παραλήλων οδοντωτών τροχών;
5. Πότε χρησιμοποιούνται οι κωνικοί οδοντωτοί τροχοί;
6. Τι είναι σχέση μεταδόσεως κινήσεως;
7. Τι είναι διαμετρικό βήμα (μοντούλη);
8. Ποιο δόντι καλούμε κανονικό;
9. Τι είναι το διαμετρικό πίτς;
10. Ποια σχέση συνδέει διαμετρικό βήμα και διαμετρικό πίτς;
11. Ποια κατατομή δοντιών λέγεται ότι είναι με εξειλιγμένη;
12. Με ποιους τρόπους σχεδιάζεται η εξειλιγμένη καμπύλη;
13. Ποια είναι τα μειονεκτήματα της κατατομής δοντιού με εξειλιγμένη;
14. Ποιοι είναι οι κανόνες για τη σχεδίαση μιας οδοντοκινήσεως;
15. Πόσα διαμετρικά βήματα διακρίνονται σ' ένα κωνικό οδοντοτροχό;
16. Ποιο διαμετρικό βήμα λαμβάνεται με στρογγυλεμένη τιμή από τον πίνακα;
17. Ποια είναι η σειρά κατεργασίας ενός κωνικού οδοντοτροχού;
18. Πότε χρησιμοποιείται το ζεύγος ατέρμονα και οδοντωτού τροχού;
19. Πότε χρησιμοποιούνται οι ελικοειδείς τροχοί;

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

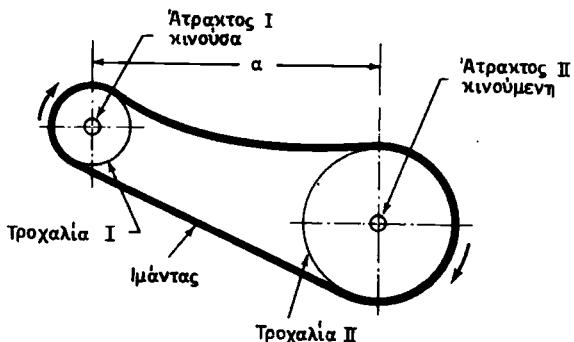
ΙΜΑΝΤΟΚΙΝΗΣΗ

10.1 Ιμαντοκίνηση - Τροχαλίες - Ιμάντες.

Για να παραλάβει μια άτρακτος περιστροφική κίνηση από άλλη που βρίσκεται σε ορισμένη απόσταση από αυτή, χρησιμοποιείται σαν **μεσάζων** ένα στοιχείο που καλείται **ιμάντας** (λουρί) (σχ. 10.1α).

Για να επιτευχθεί δύμας η κίνηση αυτή πρέπει οι δύο άτρακτοι, δηλαδή η **κινητήρια** και η **κινούμενη**, να φέρουν από μια τροχαλία και να περιελιχθούν εξωτερικά με ένα ιμάντα, όπως φαίνεται στο σχήμα 10.1α.

Ο ιμάντας πρέπει ευθύς εξ αρχής να είναι καλά **τανυσμένος**, δηλαδή να εφάπτεται δυνατά στις επιφάνειες των τροχαλιών.



Σχ. 10.1α.
Απλή μορφή ιμαντοκινήσεως.

Με τον τρόπο αυτό, όταν περιστραφεί η τροχαλία της ατράκτου I, τότε με τη βοήθεια του ιμάντα περιστρέφεται και η τροχαλία της ατράκτου II, άρα και η άτρακτος, η οποία είναι συνδεμένη μαζί της. Η μέθοδος αυτή μεταδόσεως της κινήσεως καλείται **ιμαντοκίνηση**.

Με την ιμαντοκίνηση είναι δυνατόν η κινούμενη άτρακτος να έχει περισσότερες ή λιγότερες στροφές από εκείνες που έχει η κινούσα.

Όσα ειπώθηκαν για τη σχέση μεταδόσεως στους οδοντωτούς τροχούς ισχύουν και για την περίπτωση της ιμαντοκινήσεως.

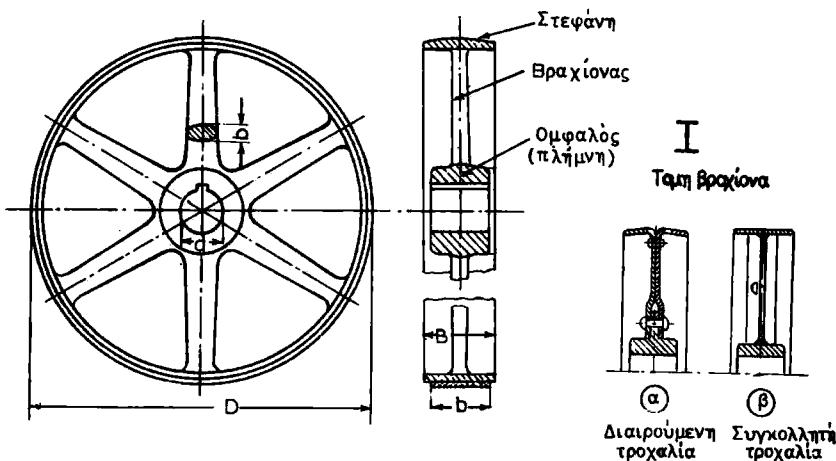
Έτσι:

Αν n_1 είναι οι στροφές και d_1 η διάμετρος της κινούσας τροχαλίας, n_2 δε και d_2 , τα αντίστοιχα στοιχεία της κινούμενης τροχαλίας, τότε σχέση μεταδόσεως ονομάζεται και εδώ ο λόγος n_2/n_1 , ο οποίος ιστούται με:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{d_1}{d_2}$$

Τα στοιχεία λοιπόν από τα οποία αποτελείται η ιμαντοκίνηση είναι οι **άτρακτοι**, οι **τροχαλίες** και οι **ιμάντες**.

Γιά τις ατράκτους έχουμε ήδη μιλήσει, απομένει τώρα να μιλήσομε για τις τροχαλίες και τους ιμάντες.



Σχ. 10.1β.
Είδη τροχων.

a) Τροχαλίες.

Η τροχαλία αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη: τη **στεφάνη**, τους **βραχίονες** (τέσσερις ή έξι τον αριθμό) και τον **ομφαλό (πλάτηνη)**.

Οι βραχίονες συνδέουν τη στεφάνη με τον ομφαλό, έχουν δε διατομή συνήθως είτε ελλειπτική είτε διπλού του (I).

Ως υλικό κατασκευής των τροχαλιών χρησιμοποιείται ο **χυτοσίδηρος**, σπανιότερα δε **κράματα αλουμινίου ή χάλυβα** (σε περίπτωση μόνον ηλεκτροσυγκολλητής κατασκευής).

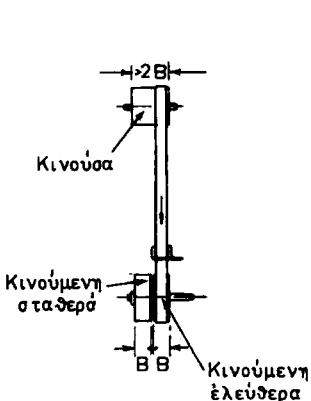
Οι τροχαλίες διακρίνονται σε **σταθερές** και σε **ελεύθερες**.

Σταθερή τροχαλία λέγεται εκείνη, που σφηνώνεται στην άτρακτο και κατά συνέπεια περιστρέφεται μαζί με αυτή.

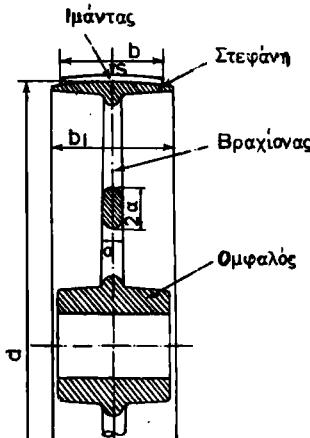
Ελεύθερη τροχαλία αντίθετα λέγεται εκείνη που δεν σφηνώνεται στην άτρακτο και επομένως μπορεί να μη επηρεάζεται από την κίνησή της (σχ. 10.1γ).

Όταν υπάρχει ανάγκη να μετατοπίζεται ο ιμάντας στη στεφάνη, τότε το εξωτερικό τμήμα της στεφάνης της τροχαλίας μπορεί να είναι κυλινδρικό. Αυτό συμβαίνει όταν χρησιμοποιείται σύστημα δύο τροχαλιών, από τις οποίες η μια είναι σταθερή και η άλλη ελεύθερη (σχ. 10.1γ). Στην περίπτωση όμως που δεν απαιτείται μετατόπιση του ιμάντα, τότε η στεφάνη γίνεται **ελαφρά καμπυλωτή** (σχ. 10.1δ).

Οπως έχει λεχθεί στα προηγούμενα, σε κάθε ιμαντοκίνηση χρησιμοποιούνται δύο τροχαλίες, η κινούσα και η κινούμενη (σχ. 10.1δ). Η κινούσα τροχαλία τοποθετείται πάντοτε στην άτρακτο ή της κινητήριας πηγής.



Σχ. 10.1γ.
Διάταξη ιμαντοκίνησεως με σταθερή
και ελεύθερη τροχαλία.



Σχ. 10.1δ.
Σχέδιο τροχαλίας.

β) Ιμάντες

Κάθε ιμάντας είναι δυνατόν νοητά να χωρισθεί σε **δύο κλάδους** καθώς περιστρέφει τις δύο τροχαλίες και κινείται ανάλογα με τη φορά περιστροφής που έχει η κινούσα τροχαλία. Τον κλάδο **που έλκει** την κινούμενη τροχαλία (έλκων κλάδος) και τον κλάδο **που έλκεται** από αυτήν (ελκόμενος κλάδος). Οι δύο κλάδοι έχουν το ίδιο μήκος. Στο σχήμα 10.1ε κλάδος που έλκει είναι ο κάτω και ο κλάδος που έλκεται είναι ο επάνω.

Για να εξασφαλισθεί το ομαλή λειτουργία, συνήθως ο κάτω κλάδος εκλέγεται να έλκει, ο δε επάνω να έλκεται.

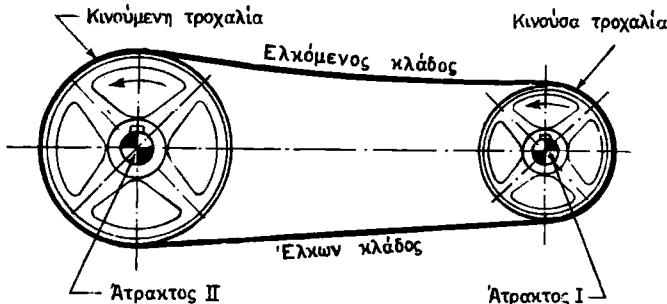
Γωνία επαφής ιμάντα στην τροχαλία λέγεται το τόξο, που επικαλύπτει ο ιμάντας στην τροχαλία.

γ) Τάσεις στον ιμάντα.

Ο ιμάντας σκοπό έχει να μεταβιβάσει στην κινούμενη τροχαλία την **περιφερειακή δύναμη F**, που αναπτύσσεται στην κινούσα τροχαλία από την ισχύ που μεταφέρεται μέσω αυτής.

Έτσι, ενώ η δύναμη του ιμάντα και στους δυο κλάδους είναι **η ίδια προτού αρχίσει η κίνηση** των τροχαλιών (αρχική τάση), κατά τη λειτουργία της ιμαντοκινήσεως η τάση στον έλκοντα κλάδο γίνεται **μεγαλύτερη** από την αρχική τάση, ενώ στον ελκόμενο κλάδο **μικρότερη**.

Η διαφορά των τάσεων στους κλάδους είναι ίση με την περιφερειακή δύναμη F που μεταφέρεται.



Σχ. 10.1ε.
Γενική διάταξη ιμαντοκινήσεως.

Αν συμβολισθεί με T_0 η αρχική τάση του ιμάντα σε στάση και με T_1 και T_2 αντίστοιχα οι τάσεις του έλκοντα και του ελκόμενου κλάδου σε λειτουργία, τότε ισχύει η σχέση:

$$F = T_1 - T_2 \quad \text{τό} \quad T_1 > T_0 \quad \text{καὶ τό} \quad T_2 < T_0$$

Η τάση του έλκοντα κλάδου είναι **τόσο μεγαλύτερη** για την ίδια περιφερειακή δύναμη F , όσο η γωνία επαφής του ιμάντα είναι **μικρότερη**.

Πιο αναλυτικά στο σχήμα 10.1στ φαίνεται η κατανομή των τάσεων στις διάφορες θέσεις του ιμάντα.

Οι μερικές τάσεις από τις διάφορες αιτίες αναλύονται ως εξής:

- Στο αρχικό τέντωμα του ιμάντα κατά την ανάπτυξη της T_0 (αρχική τάση).
- Στη μεταφερόμενη δύναμη F .
- Στη φυγόκεντρη δύναμη εξ αιτίας της περιστροφής.
- Στην κάμψη του ιμάντα στις τροχαλίες.

Για επίπεδο ιμάντα με διατομή $S = b \cdot h$ (b : πλάτος, h : πάχος) οι παραπάνω τάσεις ορίζονται κατά τον ακόλουθο τρόπο:

Τάση που οφείλεται στο αρχικό τέντωμα:

$$\sigma_0 = \frac{T_0}{S} = \frac{T_0}{b \cdot h}$$

Τάση που οφείλεται στη μεταφερόμενη περιφερειακή δύναμη P :

$$K = \frac{F}{S} = \frac{F}{b \cdot h}$$

Τάση που οφείλεται στην φυγόκεντρο δύναμη:

$$\sigma_u = \frac{V}{S} = \frac{q \cdot u^2}{S \cdot g} = \frac{\gamma u^2}{10 \cdot g}$$

όπου γ: το ειδικό βάρος του ιμάντα.

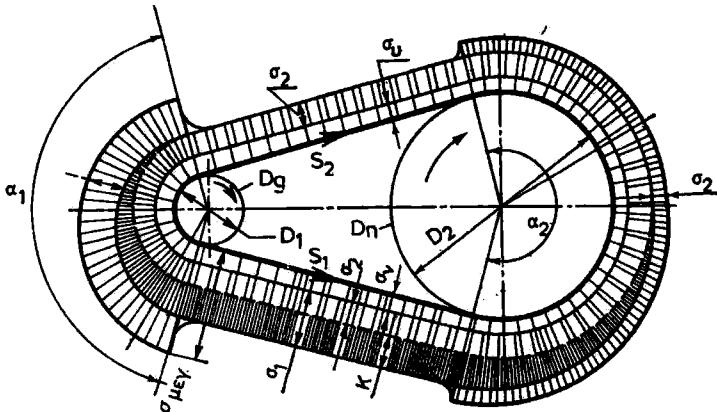
Τάση λόγω κάμψεως:

$$\sigma_k = E_k \frac{h}{D}$$

όπου E_k : ανηγμένο 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.

Το σχήμα δείχνει ότι οι τάσεις στην κατά μήκος τομή του ιμάντα είναι μεταβλητές.



Σχ. 10.1στ.
Κατανομή τάσεων στην ιμαντοκίνηση.

Η μέγιστη τάση αναπτύσσεται στον έλκοντα κλάδο προς το άκρο της μικρής τροχαλίας και περιλαμβάνει:

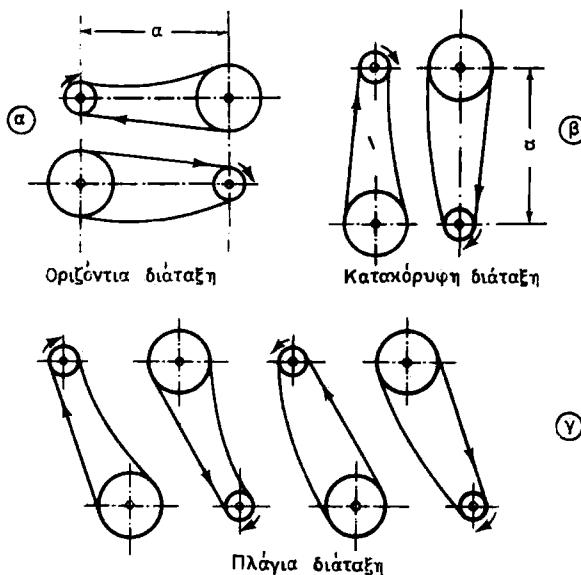
$$\sigma_{max} = \sigma_0 + \frac{K}{2} + \sigma_u + \sigma_k = \frac{T_0}{S} + \frac{F}{2S} + \frac{\gamma u^2}{10 \cdot g} + E_k \frac{h}{D_1}$$

Ανάλογα με τη σχετική θέση που παίρνουν οι άτρακτοι, οι τροχαλίες και ο ιμάντας στο χώρο, διακρίνονται οι εξής περιπτώσεις:

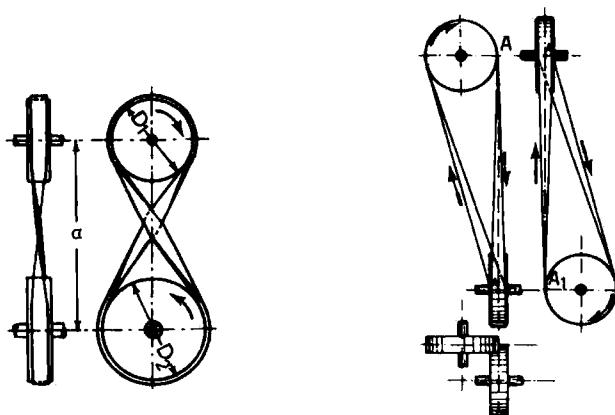
1) Η περίπτωση κατά την οποία οι τροχαλίες ανήκουν σε παράλληλες ατράκτους.

Όταν το επίπεδο, που σχηματίζουν οι δύο παράλληλες άτρακτοι, είναι οριζόντιο, τότε καλούμε και τη διάταξη των τροχαλιών **σφιζόντια** [σχ. 10.1ζ(α)]. Αν το επίπεδο των ατράκτων είναι κατακόρυφο, τότε και η διάταξη των τροχαλιών καλείται **κατακόρυφη** [σχ. 10.1ζ(β)] και, τέλος, εάν έχει κλίση προς τον ορίζοντα (δηλαδή είναι πλάγιο), τότε και η διάταξη των τροχαλιών καλείται **πλάγια** [σχ. 10.1ζ(γ)].

2) Η περίπτωση, κατά την οποία οι τροχαλίες ανήκουν σε ατράκτους διασταυρωμένες στον χώρο ή είναι μεν παράλληλες, αλλά επιθυμούμε ανάστροφη κίνηση



Σχ. 10.1ζ.
Διατάξεις ιμαντοκινήσεως.

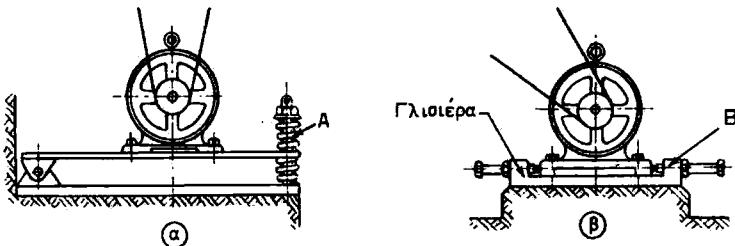


Σχ. 10.1η.
Σταυρωτές διατάξεις ιμαντοκινήσεως.

στην κινούμενη τροχαλία. Τότε για να μεταδοθεί η κίνηση γίνεται **διασταύρωση** του ιμάντα (σχ. 10.1η και 10.1θ).

Στο σχήμα 10.1ι εικονίζονται δυό 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(a), κατά το οποίο το αρχικό τάνυσμα επιτυγχάνεται με τη βοήθεια του ελατηρίου A, το οποίο ωθεί συνεχώς με μια ορισμένη δύναμη την κινούσα τροχαλία προς τη διεύθυνση απομακρύνσεως των τροχαλιών. Αντίθετα στο σχήμα 10.1ι(a) το τάνυσμα επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ενός κοχλία, ο οποίος σπρώχνει μια ευθυντήρια (γλιστέρα), η οποία και περιλαμβάνει την κινούσα τροχαλία. Η ώθηση αυτή της κινούσας τροχαλίας είναι προς τη διεύθυνση απομακρύνσεώς της από την άλλη τροχαλία.



Σχ. 10.1.
Τρόποι αρχικής τανύσεως του ιμάντα.

Η διάμετρος της κινούσας τροχαλίας δεν πρέπει να είναι πολύ μεγάλη, γιατί τότε η αναπτυσσόμενη φυγόκεντρη δύναμη εμποδίζει την καλή επαφή ιμάντα και τροχαλίας. Συγχρόνως όμως δεν πρέπει να είναι και πολύ μικρή η κινούσα τροχαλία, για να αποφεύγεται πρόωρη φθορά του ιμάντα λόγω μεγάλης κάμψεως του.

Για να καθορισθεί περίπου η διάμετρος της τροχαλίας, λαμβάνεται ως βάση το πάχος του ιμάντα s που θα χρησιμοποιηθεί.

Η διάμετρος της κινούσας τροχαλίας δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 80 ως 100 φορές από το πάχος του ιμάντα s: 80s ως 100s (όπου s το πάχος του ιμάντα σε mm).

Γενικά χαρακτηριστικά στοιχεία του ιμάντα είναι το πλάτος του b και το πάχος του s (σχ. 10.1α).

Το πλάτος b₁ της τροχαλίας για συνηθισμένες κινήσεις (παράλληλοι άξονες) ορίζεται με βάση το πλάτος του ιμάντα και σύμφωνα με τον τύπο:

$$b_1 = 1,1 b + 10 \text{ mm}$$

όπου b σε mm.

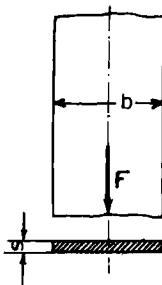
Στους διασταυρούμενους ιμάντες εφαρμόζεται ο τύπος:

$$b_1 = 1,1 b + (30 - 40) \text{ mm}$$

Παράδειγμα.

Έστω ότι σε μια ιμαντοκίνηση πρόκειται να χρησιμοποιηθεί ιμάντας πάχους s = 4 mm και πλάτους b = 50 mm. Η κινούσα τροχαλία στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να κατασκευασθεί με διάμετρο 320 ως 400 mm και με πλάτος:

$$b_1 = 1,1 \times 50 + 10 = 65 \text{ mm}$$



Σχ. 10.1a.
Σχέδιο ιμάντα.

10.2 Υπολογισμός του πλάτους του ιμάντα.

Οι ιμάντες εμπορίου έχουν ορισμένα πάχη. Τα πάχη δε αυτά είναι 4, 5, 6 και 7 mm.

Ανάλογα προς το πάχος του ιμάντα υπολογίζεται και το πλάτος, που χρειάζεται για να μεταφερθεί η επιθυμητή ισχύ. Οι ιμάντες, που χρησιμοποιούνται στην ιμαντοκίνηση, φορτίζονται σε εφελκυσμό· υπολογίζονται δε με βάση την περιφερειακή δύναμη F , που εκφράζεται σε kp, και μεταφέρεται με τη βοήθεια του ιμάντα από τη μια τροχαλία στην άλλη.

Αν με τον ιμάντα μεταφέρεται περιφερειακή δύναμη F και αυτός έχει διατομή $f \text{ cm}^2$, τότε, σύμφωνα προς τον τύπο του εφελκυσμού, ισχύει η σχέση:

$$F = \sigma \cdot f$$

Επειδή δε $S = b \cdot s$, ο τύπος μετασχηματίζεται σε:

$$F = \sigma_e \cdot b \cdot s$$

από το οποίο υπολογίζεται το b :

$$b = \frac{F}{\sigma \cdot s}$$

όπου: σ είναι η επιτρεπομένη τάση σε εφελκυσμό του ιμάντα σε dN/cm^2 , s το πάχος του ιμάντα σε cm , b το πλάτος του ιμάντα σε cm .

Οι τιμές του σ_e για δερμάτινους ιμάντες κυμαίνεται από 100 ως 115 dN/cm^2 .

Οι μικρότερες τιμές του σ_e λαμβάνονται για τις μη ευνοϊκές περιπτώσεις, όπως π.χ. στους διασταυρούμενους ιμάντες ή για μικρές τροχαλίες.

Τό σ_e , που επεμβαίνει στον προηγούμενο τύπο, δεν εκφράζει την **πραγματική επιτρεπόμενη τάση**, με την οποία επιτρέπεται να φορτισθεί ο ιμάντας, αλλά μια **συμβατική τιμή** μικρότερη από την πραγματική, αφού έχει λεχθεί οτι η αναπτυσσόμενη δύναμη στον ιμάντα είναι πολύ μεγαλύτερη από τη δύναμη της F .

Συνήθως ως συμβατική τιμή σ_e λαμβάνεται το μισό από την επιτρεπόμενη τιμή

σε. Στον Πίνακα 10.2.1. αναγράφονται ακριβώς οι συμβατικές αυτές τιμές.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.2.1

Ιμάντες εμπορίου από δέρμα με τις επιτρεπόμενες δυνάμεις, που μπορούν να μεταφερθούν με $\sigma_e = 12,5 \text{ dN/cm}^2$

Ιμάντες				Ιμάντες			
Απλοί	s	Διπλοί*	F . dN	Απλοί	s	Διπλοί	F . dN
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 ιμάντες λέγονται εκείνοι που έχουν διπλό πάχος.

Παράδειγμα 1.

Με μια τροχαλία διαμέτρου 1400 mm, η οποία στρέφεται με 80 στροφές το λεπτό, πρόκειται να μεταφερθεί ισχύς 10 ίππων (HP). Ποιο πρέπει να είναι το πλάτος του ιμάντα, όταν το πάχος του είναι 7 mm το δε $\sigma_e = 12,5 \text{ dN/cm}^2$.

Λύση.

Σύμφωνα με τον τύπο έχομε:

$$b = \frac{F}{\sigma_e \cdot s}$$

Η δύναμη F θα υπολογισθεί από την ισχύ L, που μας δίνεται σε ίππους.
Από τη γνωστή σχέση:

$$F = \frac{75 \cdot L}{u} \quad \text{όπου} \quad u = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}$$

αν αντικατασταθούν τα γράμματα με τα δεδομένα, θα έχομε:

$$u = \frac{\pi \times 1,4 \times 80}{60} = 5,8 \text{ m/s} \quad \text{οπότε}$$

$$F = \frac{10 \times 75}{5,8} = 129 \text{ dN}$$

$$b = \frac{129}{12,5 \times 0,7} = 15 \text{ cm}$$

Από τον Πίνακα 10.2.1 βλέπομε ότι ο υπολογισμός μας δίνει πλάτος ιμάντα, που υπάρχει στο εμπόριο.

Παράδειγμα 2.

Από μια τροχαλία με περιφερειακή ταχύτητα 15 m/s πρόκειται να μεταφερθεί ισχύς 20 HP. Να υπολογισθούν οι διαστάσεις του απαιτούμενου ιμάντα με τη βοήθεια του Πίνακα 10.2.1.

Λύση.

Από τη σχέση $75 \cdot L = F \cdot u$ έχομε:

$$F = \frac{75 \cdot L}{u} = \frac{75 \times 20}{15} = 100 \text{ dN}$$

Σύμφωνα με τον Πίνακα 10.2.1:

$$\text{για } F = 97,5 \text{ dN} \text{ αρμόζει ιμάντας } \frac{130}{6}, \text{ για } F = 105 \text{ dN} \text{ αρμόζει ιμάντας } \frac{140}{6}$$

Από τους δυο αυτούς ιμάντες εκλέγομε είτε τον πλατύτερο είτε τον στενότερο, ανάλογα προς τις περιστάσεις.

10.3 Οδηγίες για τη λειτουργία των ιμάντων.

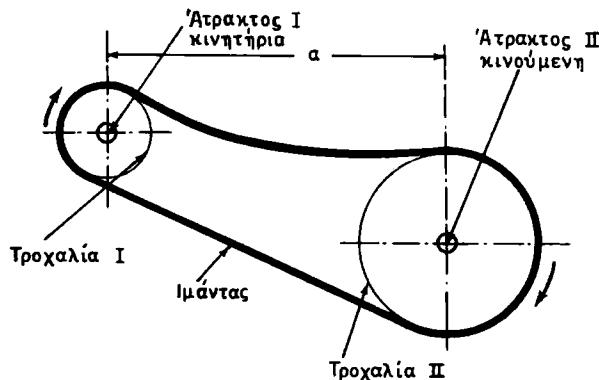
Όταν πρόκειται να εγκατασταθεί ιμαντοκίνηση, πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη ορισμένοι κανόνες, που πρέπει να εφαρμόζονται, ώστε και ο ιμάντας να εργάζεται άνετα και τα έδρανα να μη καταπονούνται υπερβολικά.

Έτσι η απόσταση α των δύο ατράκτων πρέπει να είναι όσο το δυνατό μεγαλύτερη (σχ. 10.3). Π.χ. για πλάτος ιμάντα μέχρις 150 mm πρέπει να αφήνεται απόσταση ατράκτων α το λιγότερο 2 m και το περισσότερο 10 m. Κανονικά, ανεξάρτητα από τη διάταξη των ατράκτων, ως ελάχιστη απόσταση μεταξύ τους λαμβάνεται το άθροισμα των διαμέτρων τους αυξημένο κατά 2 m.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να καταβάλλεται στην περιφερειακή ταχύτητα u του ιμάντα, γιατί καθώς προκύπτει από τη σχέση:

$$75 \cdot L = F \cdot u$$

για να μεταφερθεί μια ορισμένη ισχύ L , όσο μεγαλύτερη είναι η u , τόσο μικρότερη γίνεται η F , άρα τόσο μικρότερος ιμάντας χρειάζεται.



Σχ. 10.3.

Εκτός απ' αυτό με μικρότερη F υποφέρουν λιγότερο τα έδρανα.

Οι τιμές, που πρέπει να λαμβάνει η περιφερειακή ταχύτητα, κυμαίνονται από 19 ως 25 m/s. Τιμές μεγαλύτερες ή μικρότερες από αυτές πρέπει να αποφεύγονται.

— Ολίσθηση ιμάντα.

Στις ιμαντοκινήσεις γενικά παρατηρείται ολίσθηση του ιμάντα (γλίστρημα) στις τροχαλίες, δηλαδή ο ιμάντας εμφανίζεται σαν να βρίσκεται σε αδυναμία να παρακολουθήσει την κίνηση της κινούσας τροχαλίας, με αποτέλεσμα να παρατηρείται **ελαττωση κατά 2% ως 5% στις στροφές της κινούμενης τροχαλίας**. Αν πρέπει να κρατηθούν σταθερές οι στροφές στον κινούμενο άξονα, πρέπει ή να ελαττωθεί η διάμετρος της κινούμενης τροχαλίας κατά 2% ως 5% ή να αυξηθεί αντίστοιχα η διάμετρος της τροχαλίας που κινεί.

Η μεγαλύτερη συνήθως σχέση μεταδόσεως, που εφαρμόζεται σε ιμαντοκίνηση, είναι 1:5, δηλαδή η κινούμενη τροχαλία είναι κατά πέντε φορές μεγαλύτερη από την κινούσα.

10.4 Ιμαντοκίνηση με τανυστήρα.

Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα, στην ιμαντοκίνηση πρέπει να αποφεύγονται κατά το δυνατόν ολισθήσεις του ιμάντα, που προκαλούν μείωση των στροφών. Ένας τρόπος αντιμετωπίσεως του προβλήματος αυτού είναι **με την αύξηση της γωνίας επαφής με τη βοήθεια ενός τανυστήρα** (σχ. 10.4a).

Ο τανυστήρας αυτός λειτουργεί όπως ένας μοχλός πρώτου είδους και αποτελείται: από τον κύλινδρο A , τους μοχλοβραχίονες B και G , το αντίβαρο D και το υπομόχλιο (στήριγμα) E .

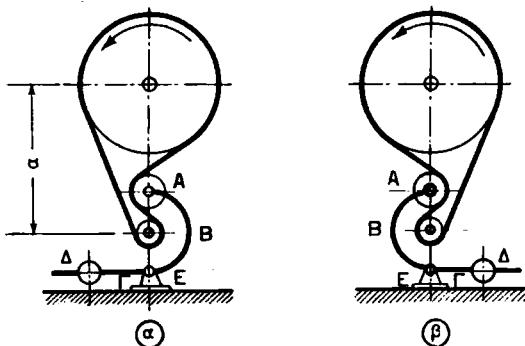
Ο κύλινδρος A τοποθετείται πάντοτε στον **ελκόμενο κλάδο** και έχει ως σκοπό να αυξάνει την γωνία επαφής κινούσας και κινούμενης τροχαλίας.

Όσο μικρότερη είναι η απόσταση (a) των ατράκτων και όσο μεγαλύτερη η σχέση μεταδόσεως, τόσο περισσότερο απαιτείται η χρησιμοποίηση της διατάξεως του τανυστήρα (σχ. 10.4β).

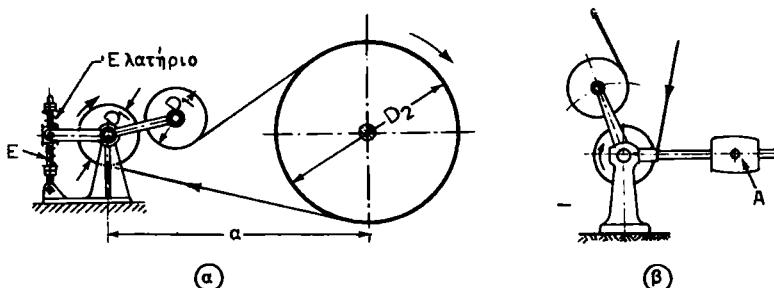
Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται σχέση μεταδόσεως μεγαλύτερη από 1:5. Στο σχήμα 10.4β φαίνονται δύο ακόμη διατάξεις τανυστήρων, που χρησιμοποιούνται στην πράξη.

Είναι αναγκαίο να τονισθεί ότι, όταν αυξηθουν οι γωνίες επαφής του ιμάντα τόσο στην κινούσα όσο και στην κινούμενη τροχαλία, τότε μικραίνουν και οι τάσεις και στους δύο κλάδους· αυτό έχει ως συνέπεια να καταπονούνται λιγότερο οι άτρακτοι και τα έδρανα.

Εκτός απ' αυτό επιτυγχάνεται και οικονομία στους ιμάντες, γιατί για μικρότερες τάσεις χρησιμοποιείται μικρότερο πλάτος.



Σχ. 10.4α.
Διατάξεις τανυστήρων.



Σχ. 10.4β.
Διατάξεις τανυστήρων.

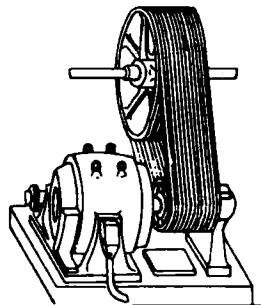
10.5 Ιμαντοκίνηση με τραπεζοειδείς ιμάντες.

Πριν από πενήντα περίπου χρόνια άρχισε η χρησιμοποίηση των ιμάντων με τον όρο **τραπεζοειδείς** (σχ. 10.5α) ή ιμάντες V.

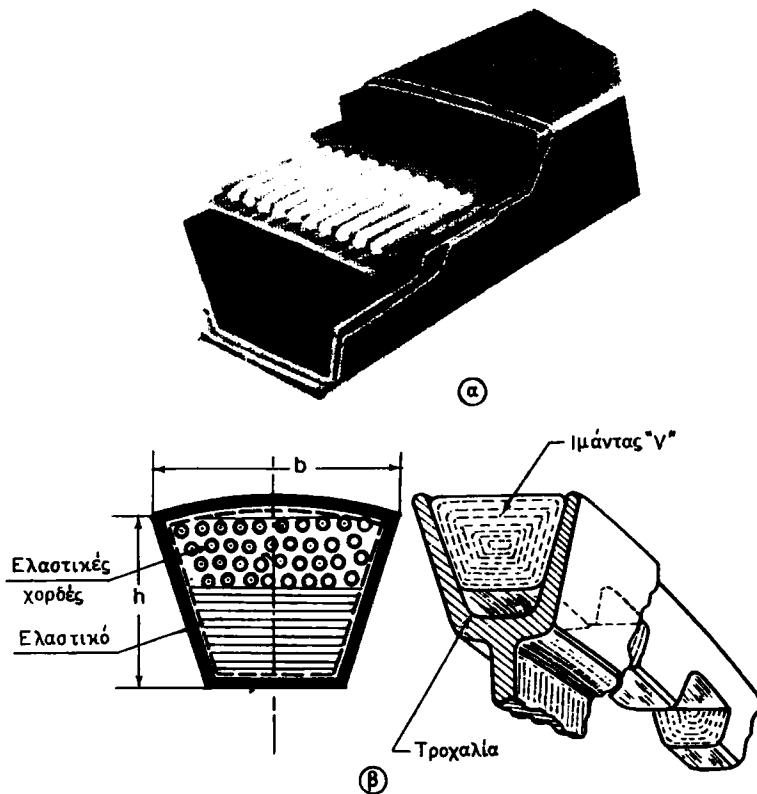
Οι ιμάντες αυτοί αρχικά εφαρμόσθηκαν σε ειδικές περιπτώσεις, όπου η

απόσταση μεταξύ των αξόνων **ήταν μικρή**, σύντομα όμως η διάδοση και η εφαρμογή τους επεκτάθηκε τόσο, ώστε σήμερα σχεδόν σ' όλες τις ιμαντοκινήσεις να χρησιμοποιούνται τραπεζοειδείς ιμάντες.

Με τη σφηνοειδή κατατομή που έχουν οι ιμάντες αυτοί (σχ. 10.58), δημιουργούν επιφάνεια επαφής με την τροχαλία μεγαλύτερη σε σύγκριση με την επιφάνεια επαφής με επίπεδους ιμάντες.



Σχ. 10.5a.
Κίνηση με ιμάντες σχήματος V.



Σχ. 10.5b.

Έτσι η 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 ένα ιμάντες, τοποθετούμενοι ο ένας δίπλα στον άλλο, οι δε τροχαλίες φέρουν αντίστοιχα αυλάκια για να τους δέχονται (σχ. 10.5γ).

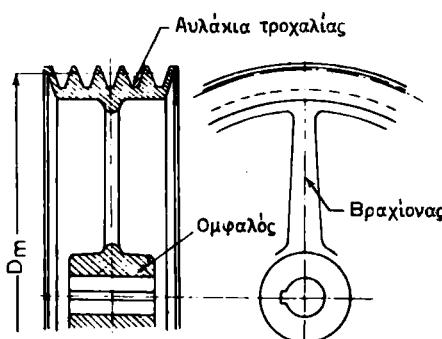
Οι τραπεζοειδείς ιμάντες κατά κανόνα κατασκευάζονται μονοκόμματοι και σε διάφορα μήκη, οπότε, για ένα ορισμένο ζεύγος τροχαλιών και δεδομένο μήκος ιμάντα εμπορίου, αντιστοιχεί ορισμένη απόσταση αξόνων α.

Από κατασκευαστικής πλευράς οι τραπεζοειδείς ιμάντες αποτελούνται από ένα **λαστιχένιο πυρήνα**, ο οποίος βρίσκεται στο εσωτερικό μέρος τους. Επάνω σ' αυτον τυλίγονται πολλές βαμβακερές χορδές μεγάλης αντοχής, που διαποτίζονται με λάστιχο και σχηματίζουν το εσωτερικό τμήμα του ιμάντα και στη συνέχεια έχουν την εξωτερική 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 το σφήνωμά του στο αυλάκι της τροχαλίας προκαλείται μεγαλύτερη τριβή και δυσκολότερα ολισθαίνει απ' αυτήν.

Όταν υπάρχει ανάγκη νά τανυσθεί ο ιμάντας, επειδή επιμηκύνθηκε λόγω πολύ χρονης λειτουργίας του, ή μετατίθεται η κινητήρια μηχανή προς τα οπίσω ή χρησιμοποιείται ειδικός τανυστήρας.



Σχ. 10.5γ.
Τροχαλία για τραπεζοειδείς ιμάντες.

— Χαρακτηριστικά στοιχεία των τραπεζοειδών ιμάντων.

Τα χαρακτηριστικά στοιχεία των τραπεζοειδών ιμάντων είναι: η μεγαλύτερη πλευρά του τραπεζίου b και το πάχος h (σχ. 10.5β).

Τα ευρωπαϊκά εργοστάσια, που ακολουθούν το δεκαδικό σύστημα, κατασκευάζουν τους τραπεζοειδείς ιμάντες στους παρακάτω τύπους:

Τύποι	Z	A	B	C	D	E
b x h	10 x 6	13 x 8	17 x 11	22 x 14	32 x 20	40 x 25

Όμοια τα αμερικανικά εργοστάσια κατασκευάζουν ορισμένες κατατομές ιμάντων, που χαρακτηρίζουν με τα γράμματα A,B,C,D,E. Οι χαρακτηριστικές διαστάσεις των ιμάντων αυτών σε ίντσες αναγράφονται στον Πίνακα 10.5.1.

Η γωνία α (σχ. 10.5δ) των μη παράλληλων πλευρών του ιμάντα κυμαίνεται από 35° ως 38° . Πίνακες των κατασκευαστών δίνουν λεπτομέρειες που αφορούν τόσο στους ιμάντες όσο και στις τροχαλίες, στις οποίες εφαρμόζουν.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.5.1

Κατατομή ιμάντων αμερικανικής κατασκευής

	A	B	C	D	E
b σε 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"

Ο υπολογισμός της μεταφερόμενης ιπποδυνάμεως από κάθε ιμάντα παρέχεται επίσης από ειδικούς Πίνακες.

Ο Πίνακας 10.5.2 αναφέρει στοιχεία της μεταφερόμενης ιπποδυνάμεως ανάλογα με την περιφερειακή ταχύτητα του ιμάντα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.5.2

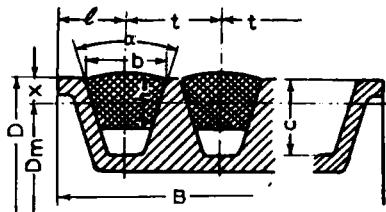
Μεταφερόμενη ιπποδύναμη από κάθε τραπεζοειδή ιμάντα

Περιφερειακή ταχύτητα u m/sec	Κατατομές					
	Z 10 x 6	A 13 x 8	B 17 x 11	C 22 x 14	D 32 x 20	E 40 x 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

Επειδή οι τραπεζοειδείς ιμάντες είναι πολύ ευλύγιστοι, μπορούν να χρησιμοποιηθούν με αυτούς τροχαλίες με διαμέτρους μικρότερες από τις αντίστοιχες για τους επίπεδους ιμάντες.

Έτσι π.χ. με ιμάντα «A» λαμβάνεται ελάχιστη διάμετρος τροχαλίας 75 mm, ενώ στην αντίστοιχη περίπτωση με επίπεδο ιμάντα λαμβάνεται τροχαλία 130 mm.

Ο Πίνακας 10.5.3 παρέχει τις επιτρεπόμενες ελάχιστες τιμές για διαμέτρους τροχαλιών για κάθε κατατομή ιμάντα.



Σχ. 10.55.
Κατατομή τροχαλίας για ιμάντες V.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.5.3

Επιτρεπόμενες ελάχιστες πημές διαμέτρων τροχαλιών για κάθε κατατομή ιμάντα

Σύμβολο	Μέγεθος εξωτερικού πλάτους x βάθος ιμάντα σε in	Μέγιστο επιτρεπόμενο φορτίο στον έλκοντα κλάδο σε t	Ελάχιστη διάμετρος τροχαλίας σε in	Διαφορά μεταξύ εξωτερικής διάμετρου 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 ζεύγος αντλίας - ηλεκτροκινητήρα, που κινείται με τραπεζοειδείς ιμάντες. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της κινήσεως είναι:

- Ισχύς L = 40 HP
- Στροφές αντλίας: 2200/1 min
- Στροφές κινητήρα : 1450/min
- Λειτουργία 24 ώρες

Λύση.

Λαμβάνομε προαιρετικά ιμάντες τύπου C, οπότε:

Τροχαλία αντλίας d = 220 mm

Τροχαλία κινητήρα:

$$D = 220 \times \frac{2200}{1450} \quad \text{καί} \quad D = 330 \text{ mm}$$

Λαμβάνομε ως τιμή εφαρμογής D_{εφ} = 350 mm και απόσταση αξόνων C = 450 mm.

Η περιφερειακή ταχύτητα είναι ίση προς:

$$u = \frac{\pi \cdot 0,33 \cdot 2200}{60}$$

$$u = 22,73 \text{ m/s}$$

Για την ταχύτητα αυτή αντιστοιχεί φόρτιση κάθε ιμάντα C μέ 7,7 HP, άρα: ο αριθμός των ιμάντων i είναι:

$$i = \frac{40}{7,7} = 5,19$$

και λόγω της διακοπόμενης λειτουργίας τους λαμβάνεται συντελεστής ασφάλειας K = 0,6 οπότε:

$$i = \frac{5,19}{0,6}$$

$$i_{\text{eff}} = 9 \text{ ιμάντες}$$

Μήκος ιμάντα:

$$\begin{aligned} I &= 2 \times 450 + \frac{(330 - 220)^2}{4 \times 450} + 1,57(330 + 220) = \\ &= 900 + 6,72 + 863,50 = 1770,20 \\ I &= 1770 \text{ mm} \end{aligned}$$

Η ισχύς που πρόκειται να μεταφερθεί με τους τραπεζοειδείς ιμάντες δεν πρέπει να είναι η ονομαστική του κινητήρα. Πρέπει να καλυφθεί η μετάδοση της κινήσεως και με ένα συντελεστή ασφάλειας K, που εξαρτάται από τις συνθήκες μεταδόσεως και το είδος του μηχανήματος.

Τιμές του K περιλαμβάνονται στον παρακάτω πίνακα 10.5.4.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.5.4

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	ΕΙΔΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ	K
Ομαλή εκκίνηση δίχως κτυπήματα.	Μικρές περιστροφικές αντλίες, ανεμιστήρες, μικρές εργαλειομηχανές, μεταφορείς,	1,2
Επιφόρτιση μέχρι 50%. Μικρές εκκινήσεις.	Μεγάλες εργαλειομηχανές, μηχανές επεξεργασίας ξύλων πρέσσας.	1,5
Απότομη εκκίνηση μέχρι 100% πάνω από το κανονικό φορτίο.	Εμβολοφόρες αντλίες, συμπεστές θραυστήρες, μηχανές τσιμεντοβιομηχανίας.	1,6

Οι τροχαλίες που χρησιμοποιούνται είναι συνήθως από χυτοσίδερο, η δε στεφάνη φέρει τις σχετικές τυποποιημένες αυλακώσεις ανάλογα με τον αριθμό των ιμάντων 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.

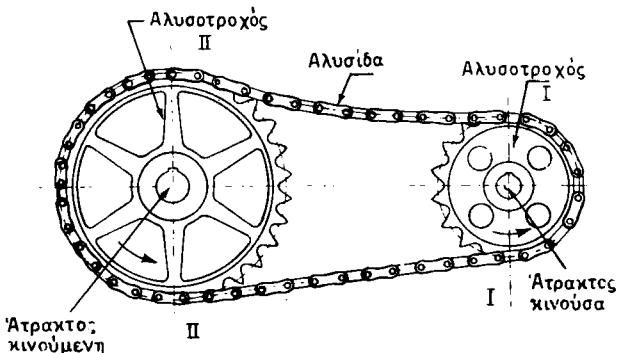
ΠΙΝΑΚΑΣ 10.5.5
Διάμετροι κινούσας τροχαλίας

Ημερήσια διάρκεια λειτουργίας	Κατατομές					
	Z	A	B	C	D	E
8 ωρες	50	70	125	200	315	500
16 ωρες	65	90	140	225	315	500
24 ωρες	80	110	160	250	355	560

10.6 Αλυσοκίνηση.

Το χαρακτηριστικό στοιχείο σ' αυτήν τη μέθοδο μεταδόσεως κινήσεως είναι η αλυσίδα.

Βασικά δηλαδή αλυσοκίνηση είναι μια ιμαντοκίνηση, με τη διαφορά ότι έχει αντικατασταθεί ο ιμάντας με την αλυσίδα και οι τροχαλίες με τους αλυσοτροχούς (σχ. 10.6a).



Σχ. 10.6a.
Αλυσοκίνηση με τροχούς.

Κλασσικό παράδειγμα αλυσοκινήσεως αποτελεί η κίνηση του ποδηλάτου.

Τις αλυσοκινήσεις γενικώς τις χρησιμοποιούμε εκεί, όπου είναι αδύνατο να χρησιμοποιηθούν οι ιμάντες ή οι οδοντωτοί τροχοί. Αυτό συμβαίνει στις περιπτώσεις, όπου **η απόσταση μεταξύ των ατράκτων 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, ανεμιστήρων, αντλιών, μεταφορέων κλπ.

— Σε μηχανήματα κατεργασίας μετάλλων.

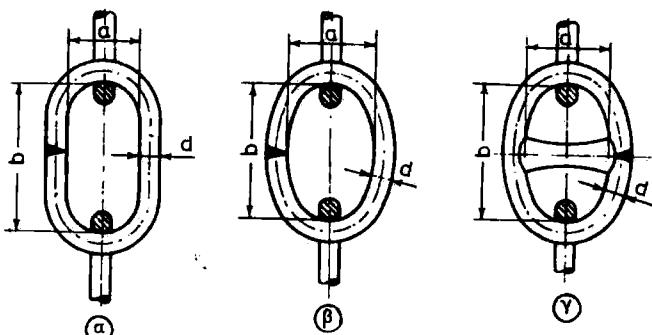
— Σε μηχανήματα κλωστοϋφαντουργίας κλπ.

Οι αλυσίδες κατατάσσονται σε δυο κατηγορίες:

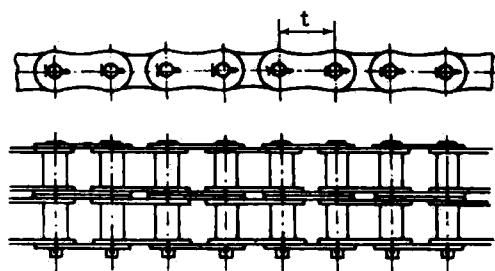
α) Στις **κοινές ή αλυσίδες δυνάμεως** (αλυσίδες όμικρον) (σχ. 10.6β).

β) Στις **σύνθετες ή αλυσίδες κινήσεως** (σχ. 10.6γ).

Στη συνέχεια θα εξετασθούν πρώτα κάθε κατηγορία από τις αλυσίδες χωριστά και μετά η μετάδοση κινήσεως σαν σύνολο.



Σχ. 10.6β.
Αλυσίδες όμικρον.



Σχ. 10.6γ.
Σύνθετη αλυσίδα κινήσεως.

10.7 Κοινή αλυσίδα.

Οι κοινές αλυσίδες κατασκευάζονται από σίδηρο κυκλικής διατομής σε ελλειπτικούς κρίκους και με συγκολλητά τα 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.

— Το εσωτερικό πλάτος a του κρίκου.

— Το εσωτερικό μήκος b του κρίκου.

Το μέγιστο επιτρεπόμενο φορτίο υπολογίζεται από τον τύπο:

$$F = \frac{2 \cdot \pi \cdot d^2}{4} \cdot k \quad \text{σε } dN$$

όπου: k είναι η επιτρεπόμενη τάση, ($k = 600 \text{ dN/cm}^2$).

Ο Πίνακας 10.7.1 παρέχει τόσο τις τυποποιημένες διαστάσεις κοινών αλυσίδων, οι οποίες κατασκευάζονται με βάση τους γερμανικούς κανονισμούς, καθώς και τα επιτρεπόμενα φορτία κάθε μιας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.7.1.

Κανονικές διαστάσεις και επιτρεπόμενα φορτία

Διάμετρος d	Εσωτ. πλάτος a	Βήμα b	Φορτίο dN	Βάρος ανά μέτρο	Διάμετρος d	Εσωτ. πλάτος a	Βήμα b	Φορτίο dN	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

Ανάλογα με τη μορφή, που έχουν οι κοινές αλυσίδες, διακρίνονται σε **επιμήκεις, κοντές και ενισχυμένες**.

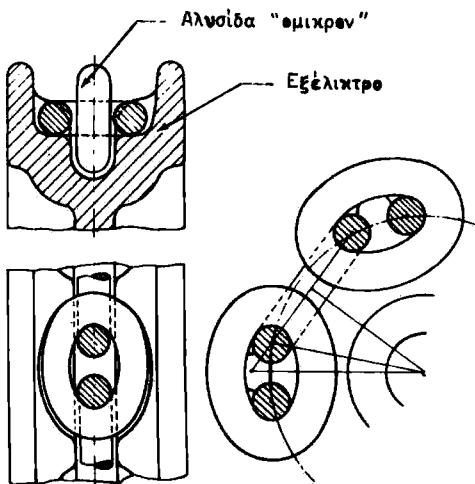
Στο σχήμα 10.6β(α) φαίνεται μια επιμήκης αλυσίδα, στο σχήμα 10.6β(β) μια κοντή αλυσίδα, ενώ στο σχήμα 10.6β(γ) φαίνεται μια ενισχυμένη.

Οι κοινές αλυσίδες χρησιμοποιούνται κυρίως για την ανύψωση βαρών με μικρή ταχύτητα, γι' αυτό άλλωστε καλούνται και **αλυσίδες δυνάμεως**. Για να επιτύχει αυτός ο σκοπός, η κοινή αλυσίδα εφαρμόζει πάνω σε ειδικές οδοντωτές τροχαλίες, που καλούνται **εξέλικτρα**.

Το εξέλικτρο χρησιμοποιείται για να μεταβιβάζεται μέσω αυτού η δύναμη από την αλυσίδα, ώστε να μετακινείται το βάρος που βρίσκεται δεμένο στο ελεύθερο άκρο της αλυσίδας.

Ως παράδειγμα αναφέρομε το εξέλικτρο, δηλαδή τον αλυσοτροχό ενός βαρούλκου πλοίου (σχ. 10.7), με τη βοήθεια του οποίου σύρεται η άγκυρα του πλοίου.

Στο σχήμα 10.7 φαίνεται λεπτομέρεια από τις εγκοπές του εξελίκτρου, καθώς και ο τρόπος που εφαρμόζεται επάνω σ' αυτό η αλυσίδα.



Σχ. 10.7.
Εξελίκτρο βαρούλκου.

10.8 Σύνθετες αλυσίδες ή αλυσίδες κινήσεως.

Οι αλυσίδες κινήσεως διαιρούνται και αυτές σε δύο κατηγορίες:

α) στις **αλυσίδες με ράουλα** (κύλιστρα), που είναι οι περισσότερο διαδεδομένες (σχ. 10.8α) και

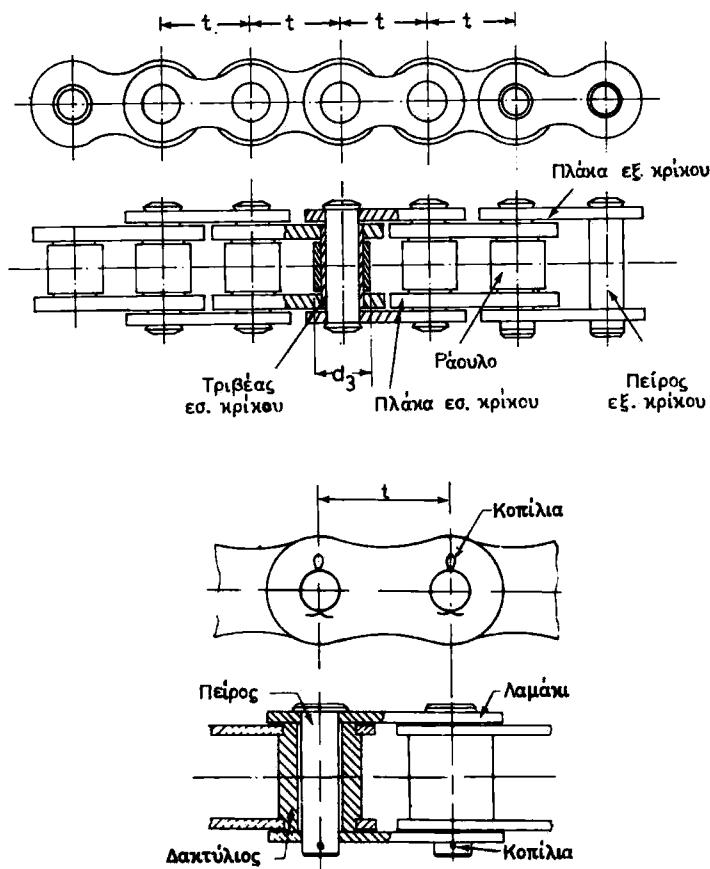
β) στις **αλυσίδες με εσωτερικά δόντια** (αθόρυβες) (σχ. 10.8β).

Οι αλυσίδες με ράουλα αποτελούνται από εξωτερικούς και εσωτερικούς **κρίκους**, που διαδέχονται ο ένας μετά τον άλλο σε σειρά.

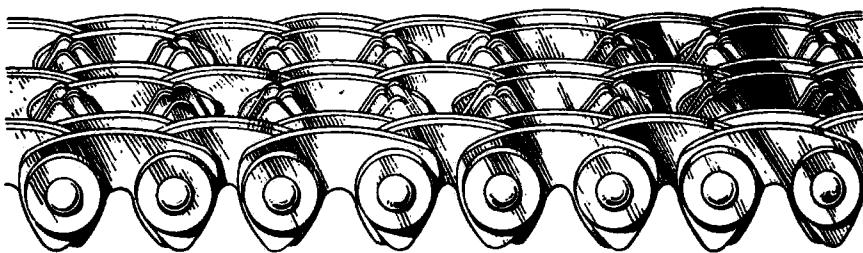
Κάθε εσωτερικός κρίκος αποτελείται από δύο πλάκες (λαμάκια), που στερεώνονται με ειδικό τρόπο σφηνώματος στα άκρα δύο σωληνωτών τριβέων. Στους τριβείς αυτούς εφαρμόζουν τα ράουλα που γυρίζουν ελεύθερα.

Κάθε εξωτερικός κρίκος αποτελείται επίσης από δύο πλάκες (λαμάκια) του ίδιου μεγέθους με τις πλάκες του εσωτερικού κρίκου· οι πλάκες όμως αυτές στερεώνονται στα άκρα δυο πείρων, που έχουν τέτοια διάμετρο, ώστε να μπορούν να γυρίζουν ελεύθερα μέσα στους σωληνωτούς τριβείς των εσωτερικών κρίκων. Η συναρμολόγηση της αλυσίδας γίνεται με το πέρασμά των πείρων κάθε εξωτερικού κρίκου στο εσωτερικό των σωληνωτών τριβέων δύο γειτονικών εσωτερικών κρίκων.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η αλυσίδα αποτελείται από μια **σειρά από μι-**



Σχ. 10.8α.
Ασφάλεια αλυσίδας με κοπίλιες.



Σχ. 10.8β.

κρά έδρανα που τοποθετούνται σε απόσταση όσο είναι το **βήμα της αλυσίδας**. Έτσι εξηγείται και η σημασία που έχει η τακτική λίπανσή της, προκειμένου να εξασφαλισθεί ομαλή λειτουργία και πρόληψη προώρων φθορών.

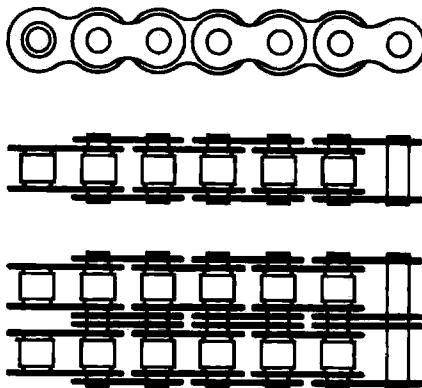
Τα κύρια χαρακτηριστικά μιας αλυσίδας κινήσεως είναι:

α) Το βήμα τ., δηλαδή η απόσταση μεταξύ των κέντρων των πείρων ενός εξωτερικού κρίκου ή των σωληνωτών τριβέων ενός εσωτερικού κρίκου.

β) Η εξωτερική διάμετρος του κυλίστρου.

γ) Η απόσταση των πλακών του εσωτερικού κρίκου της αλυσίδας.

Οι αλυσίδες κινήσεως με ράουλα, υποδιαιρούνται σε **απλές, διπλές, τριπλές** και σπάνια σε **τετραπλές**, ανάλογα με τον αριθμό των κλάδων, από τους οποίους αποτελούνται (σχ. 10.8γ).



Σχ. 10.8γ.

Και οι αλυσίδες αυτές, όπως και οι κοινές, είναι τυποποιημένες και στο εμπόριο μπορούν να βρεθούν σε ορισμένα μόνο μεγέθη.

Μετά την επιλογή της αλυσίδας γίνεται η εκλογή των αλυσοτροχών (σχ. 10.8δ και σχ. 10.8ε).

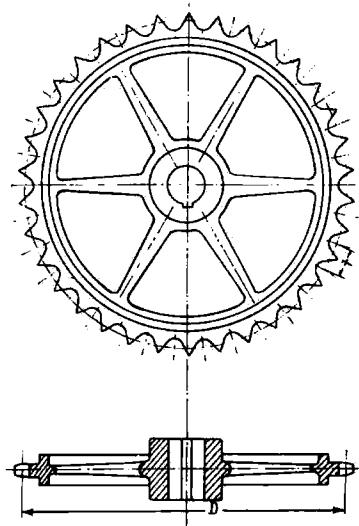
Έτσι και τα δόντια του αλυσοτροχού θα έχουν το ίδιο βήμα με την αλυσίδα, το δε πάχος του δοντιού θα εξαρτηθεί από το πλάτος που έχει το ράουλο της αλυσίδας.

Συνήθως, όπως προκύπτει από την πείρα, ο αριθμός των δοντιάν του μικρότερου αλυσοτροχού δεν πρέπει να είναι μικρότερος από 19. Εξ άλλου ο αριθμός των δοντιών του μεγάλου αλυσοτροχού δεν πρέπει να υπερβαίνει το 150 και μάλιστα για αλυσίδες με βήμα πάνω από 1/2" δεν πρέπει να υπερβαίνει το 114.

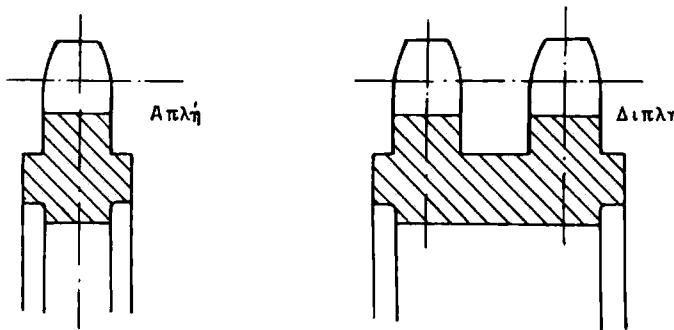
Από τα παραπάνω προκύπτει ότι με τις αλυσίδες δεν μπορούμε να πετύχομε σχέση μεταδόσεως κινήσεως μεγαλύτερη από 1:6. Οι αλυσίδες κινήσεως για μεγάλα φορτία υπερτερούν από τις κοινές αλυσίδες «όμικρον», γιατί σ' αυτές από κατασκευής τους η τριβή στις αρθρώσεις είναι μικρότερη και έτσι εργάζονται καλύτερα. Παρουσιάζουν όμως το ελάττωμα ότι δεν αντέχουν στη σκόνη και στην υγρασία και γι' αυτό είναι ακατάλληλες για μηχανήματα που εργάζονται στο ύπαιθρο.

Τα χαρακτηριστικά στοιχεία των αλυσίδων αυτών τα συναντούμε σε Πίνακες διαφόρων τεχνικών μνημονίων.

Εκτός από τους παραπάνω τύπους συνθέτων αλυσίδων υπάρχει και ένας άλλος τύπος, ο οποίος είναι πιο απλός από τους προηγούμενους.



Σχ. 10.8δ.
Αλυσοτροχός.



Σχ. 10.8ε.
Στεφάνια αλυσοτροχών.

Στο σχήμα 10.8στ φαίνεται ο τύπος αυτός της αλυσίδας. Στον τύπο αυτό δεν χρησιμοποιούνται δακτύλιοι και πείροι, αλλά μόνο ελάσματα και πείροι. Οι πείροι δύμως αυτοί κατασκευάζονται με πατούρες και από τις δύο πλευρές, για να κρατείται η απόστασή των ελασμάτων μεταξύ τους σταθερή.

Οι πείροι, μετά την τοποθέτηση ροδέλας, είτε κεφαλώνονται στα άκρα τους είτε ασφαλίζονται με ασφαλιστικές περόνες (κοπίλιες).

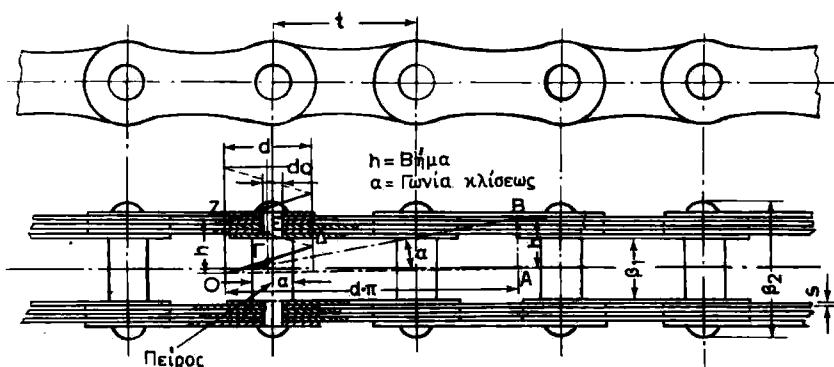
Στο σχήμα 10.8στ με την παριστάνεται το βήμα της αλυσίδας, με d η διάμετρος του πείρου, που τοποθετείται μεταξύ των ελασμάτων και με d_0 η διάμετρος του πείρου με την εσοχή που χρειάζεται, όπως είπαμε, για να κρατιούνται τα ελάσματα σε σταθερή απόσταση μεταξύ τους.

Ο Πίνακας 10.8.1 δίνει τις χαρακτηριστικές διαστάσεις για τυποποιημένες αλυσίδες του είδους αυτού.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.8.1
Χαρακτηριστικές διαστάσεις για τυποποιημένες αλυσίδες

Ωφέλιμο φορτίο F	Βήμα t	Πείρος			Αριθμός ελάσματ. και πάχος	Πλάτος ελασμάτων	Μέγιστο πλάτος αλυσίδας	Βάρος g
dN	mm	mm	mm	mm	z e	mm	mm	dN 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 dN καρφωτές χωρίς ροδέλλες.
 Από 1500 ως 12500 dN καρφωτές με ροδέλλες.



Σχ. 10.8στ.
 Απλός τύπος σύνθετης αλυσίδας.

10.9 Μετάδοση κινήσεως (αλυσοκίνηση).

Η απλούστερη μορφή αλυσοκινήσεως αποτελείται από δύο αλυσοτροχούς, από τους οποίους ο ένας συνδέεται με τον κινητήριο άξονα, ο δε άλλος με τον κινούμενο άξονα και από μια ατέρμονη αλυσίδα, η οποία περιβάλλει τους δύο αυτούς τροχούς.

Με τον τρόπο αυτό μεταφέρεται η κίνηση από τον ένα άξονα στον άλλο.

Μια αλυσοκίνηση όμως μπορεί να αποτελείται και από περισσότερους από δύο αλυσοτροχούς, όταν σκοπός μας είναι από ένα κινητήριο άξονα να μεταδοθεί κίνηση σε περισσότερους άξονες. Στην περίπτωση αυτή όλοι οι αλυσοτροχοί θα περιβάλλονται από την ίδια ατέρμονη αλυσίδα.

Με την αλυσοκίνηση επιτυγχάνομε:

- Απλότητα στη συναρμολόγηση.
- Απλοποίηση στις κατασκευές.
- Θετικότητα στη μετάδοση.
- Ομαλή και αθρόυβη λειτουργία.
- Ευκαρμψία.
- Ελαστικότητα.
- Ασφάλεια λειτουργίας,
- Υψηλό βαθμό αποδόσεως.
- Οικονομία χώρου.
- Μικρές δαπάνες στη συντήρηση.
- Χαμηλό αρχικό κόστος στην εγκατάσταση.

Η πείρα από τις διάφορες εφαρμογές μας διδάσκει ότι για κάθε βήμα αλυσίδας υπάρχει και ένα όριο στροφών, στο μικρό αλυσοτροχό, που δεν πρέπει να το υπερβαίνει.

Π.χ. για βήμα 1/2" τό όριο των στροφών του μικρού αλυσοτροχού είναι 3000 στρ./min.

Ο Πίνακας 10.9.1 παρέχει τα μέγιστα αυτά όρια για κάθε βήμα.

Τέλος προκειμένου να ορισθούν οι αριθμοί των δοντιών μιας αλυσοκινήσεως, πρέπει να έχουμε υπόψη μας και τις παρακάτω οδηγίες:

α) Σε περιπτώσεις που ο μικρός αλυσοτροχός δεν είναι κινητήριος, τότε σαν ελάχιστο όριο αριθμού δοντιών να λαμβάνεται αντί το 19 το 21.

β) Σε περιπτώσεις που κατά τη λειτουργία έχουμε αιφνιδιαστικές μεταβολές του φορτίου σαν ελάχιστο όριο αριθμού δοντιών του μικρού αλυσοτροχού παίρνομε το 23 αντί του 19.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.9.1 Μέγιστα όρια στροφών μικρού αλυσοτροχού

Βήμα αλυσίδας σε ίντσες	Στροφές ανά λεπτό μικρού αλυσοτροχού	Βήμα αλυσίδας σε ίντσες	Στροφές ανά λεπτό μικρού αλυσοτροχού
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 το άθροισμα των δοντιών των δύο αλυσοτροχών μιας αλυσοκινήσεως να μην είναι μικρότερο από 50.

δ) Ο ελάχιστος αριθμός δοντιών ικανοποιεί και τον παρακάτω τύπο:

$$\text{Ελάχιστος αριθμός δοντιών} = \frac{4 \times \text{διάμετρο άξονα}}{\text{βήμα αλυσίδας}} + 7$$

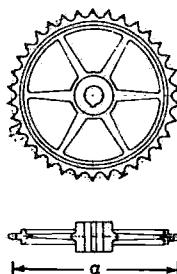
Σε κανονικές συνθήκες η απόσταση μεταξύ των κέντρων των αξόνων μιας αλυσοκινήσεως θα πρέπει να κυμαίνεται από το 30πλάσιο ως το 80πλάσιο του βήματος της χρησιμοποιούμενης αλυσίδας. Από πείρα λαμβάνεται μεταξύ του 40πλάσιου και του 50πλάσιου.

Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι η απόσταση των κέντρων των αλυσοτροχών πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί αλυσίδα με άρτιο αριθμό κρίκων.

Η αρχική διάμετρος D ενός αλυσοτροχού με z δόντια και βήμα αλυσίδας t (σχ. 10.9) υπολογίζεται με τον τύπο:

$$D = \frac{t}{\eta \mu \left(\frac{180}{z} \right)}$$

$$\text{ή } D = t \cdot \phi$$



Σχ. 10.9.

Παράδειγμα 1.

Να βρεθεί η αρχική διάμετρος τροχαλίας για $z = 95$ δόντια και βήμα $t = 19,05$ mm.

Λύση.

Γνωρίζομε ότι:

$$D = t \cdot \phi$$

Για $z = 95$ $\phi = 30, 245$ (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 το λεπτό, τότε η περιφερειακή ταχύτητα της τροχαλίας υπολογίζεται από το γνωστό τύπο:

$$u = \frac{\pi \cdot d \cdot n_1}{60} \text{ m/s}$$

Αν με την ταχύτητα αυτή υ σύρεται από την αλυσίδα βάρος F , η καταναλισκόμενη για το σκοπό αυτό ισχύς σε ίππους θα δίνεται από τον τύπο:

$$L = \frac{F \cdot u}{75} \quad HP$$

Παράδειγμα 2.

Έστω ότι για τη μεταφορά ισχύος $L = 3HP$ χρησιμοποιείται αλυσίδα κινήσεως και δυο αλυσοτροχοί με στροφές αντίστοιχα $n_1 = 100$ και $n_2 = 400$ ανά λεπτό. Ως περιφερειακή ταχύτητα λαμβάνομε $u = 2,5 \text{ m/s}$.

Με βάση τα δεδομένα αυτά υπολογίζομε τη μέγιστη ελεκτική δύναμη, που μπορεί να εφαρμοσθεί στην αλυσίδα.

Τη βρίσκομε εάν εφαρμόσουμε τον τύπο:

$$F = \frac{L \cdot 75}{u}$$

όπου

$$F = \frac{3 \times 75}{2,5}$$

και

$$F = 90 \text{ dN}$$

Αν λάβομε ως συντελεστή ασφάλειας 30, δηλαδή αν θεωρήσουμε ότι η αλυσίδα πρέπει να σπάσει με φορτίο 30 φορές μεγαλύτερο από αυτό που βρήκαμε, προκύπτει ως φορτίο θραύσεως της αλυσίδας $30 \times 90 = 2700 \text{ dN}$.

Από τους σχετικούς πίνακες βρίσκομε ότι για την περίπτωσή μας ταιριάζει αλυσίδα με θήμα $t = 3/4''$. (πίνακας 10.9.3).

Ωστε, αν εκλέξουμε για τη μικρή τροχαλία τιμή του $z_2 = 18$ δόντια, τότε η μεγάλη τροχαλία θα έχει $z_1 = 4 \times 18 = 72$, οι δε αντίστοιχοι διάμετροι των αλυσοτροχών θα είναι:

$$D_1 = \frac{19,05}{\eta \mu \left(\frac{180^\circ}{72} \right)} = \frac{19,05}{\eta \mu (2^\circ - 30')} = 433 \text{ mm}$$

$$D_2 = \frac{19,05}{\eta \mu \left(\frac{180^\circ}{18} \right)} = \frac{19,05}{\eta \mu 10^\circ} = 109,5 \text{ mm}$$

10.10 Καλώδια.

Τα καλώδια δεν χρησιμοποιούνται συχνά παρά μόνο όταν πρόκειται για μεταφο-

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.9.3

Τιμές Ισχύος για απλές αλυσίδες κυλινδρων σε συνάρτηση με βήμα και ταχύτητα

Βήμα	Αριθμός δοντών	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	
		100	200	300	400	600	800	1,000	1,200	1,400	1,600	2,000	2,400
½, No. 40	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
	35	1.25	2.30	3.24	4.09	5.56	6.81	7.86	8.71	9.42	9.99	10.7	11.0
	40	1.41	2.60	3.65	4.59	6.22	7.57	8.67	9.60	10.3	10.9	11.5	
		100	200	300	400	600	800	1,000	1,200	1,400	1,600	1,800	2,000
¾, No. 50	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	16.9
	35	2.38	4.35	6.07	7.59	10.2	13.9	15.2	16.1	16.7	17.1		
	40	2.70	4.91	6.82	8.51	11.3	13.6	15.3	16.6	17.5	18.0		
		50	100	200	300	400	500	600	800	1,000	1,200	1,400	1,600
½, No. 60	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	
	35	2.16	4.03	7.29	10.1	12.5	14.7	16.5	19.6	21.9	23.4		
	40	2.45	4.55	8.20	11.3	14.0	16.3	18.4	21.6	23.9			
		25	50	100	150	200	300	400	500	600	700	800	1,000
1.0, No. 80	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	35.3	38.8
	35	2.63	4.98	9.19	13.0	16.4	22.3	27.2	31.4	34.9	34.7	40.0	
	40	2.99	5.65	10.4	14.6	18.4	24.9	30.3	34.7	38.4	41.2	43.5	
		10*	25	50	100	150	200	300	400	500	575	700	800
1½, No. 100	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	
	35	2.15	5.09	9.53	17.4	24.3	30.4	40.8	49.0	55.6	59.5		
	40	2.44	5.77	10.8	19.6	27.3	34.0	44.3	54.2	61.0	65.0		

(συνεχίζεται)

(Συνέχεια πίνακα 10.9.3)

Βήμα	Αριθμός δοντιών	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	44.6	
	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	27.0	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.		
		5	10	20	40	60	80	100	120	140	180	220	260

ρά σημαντικής ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις, ιδιαίτερα δε στις περιπτώσεις, όπου η ενέργεια πρέπει να κατανεμηθεί συγχρόνως σε πολλές ατράκτους.

Διακρίνομε **καννάβινα** και **χαλύβδινα καλώδια**.

Για τα καλώδια από κάνναβι η διάμετρος τους υπολογίζεται από τη σχέση:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot F}{\pi \cdot k}} \quad \text{cm}$$

όπου: F είναι το προς ανύψωση φορτίο, k το επιτρεπόμενο φορτίο (συνήθως $k = 100 \text{ dN/cm}^2$).

Για τα χαλύβδινα καλώδια αν δ η διάμετρος του συρματίδιου και η ο αριθμός συρμάτων του καλωδίου, k το επιτρεπόμενο φορτίο και P το προς ανύψωση φορτίο:

$$F = \frac{\pi \cdot \delta^2}{4} \cdot n \cdot k$$

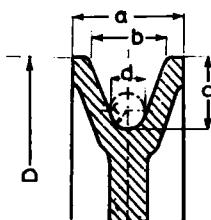
Το k ανάλογα με την ποιότητα του συρματιδίου κυμαίνεται από 130 ως 180 dN/mm (Πίνακας 10.10.1).

$$A : k = 130 \text{ dN/mm}^2$$

$$B : k = 160 \text{ dN/mm}^2$$

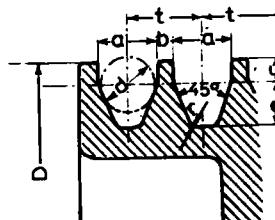
$$\Gamma : k = 188 \text{ dN/mm}^2$$

Για αποστάσεις μέχρι 25 τ ο χρησιμοποιούνται καννάβινα ή βαμβακερά καλώδια, ενώ για μεγαλύτερες αποστάσεις χρησιμοποιούνται χαλύβδινα καλώδια.



Σχ. 10.10α.

Κατατομή τροχαλίας στα καννάβινα καλώδια.



Σχ. 10.10β.

Στο σχήμα 10.10α φαίνεται η κατατομή του αυλακιού μιας τροχαλίας για καννάβινα καλώδια, ενώ στο σχήμα 10.10β η κατατομή της στεφάνης μιας τροχαλίας για χαλύβδινα καλώδια. Οι διαστάσεις για το μέγεθος των αυλακιών γράφονται στον Πίνακα 10.10.2.

Τροχαλία με στεφάνη, που έχει πολλά αυλάκια, διευκολύνει μια άνετη και οικονομική κατανομή της κινούστης δυνάμεως σε διάφορες ατράκτους της ίδιας ομάδας καλωδίων.

Η διάρκεια ζωής στα χαλύβδινα καλώδια δεν ορίζεται μόνο από την επιφόρτιση και την συντήρησή τους, αλλά επηρεάζεται ταυτόχρονα συβαρά και από την καμπτική καταπόνηση, την οποία αυτά παραλαμβάνουν, όταν πέρνούν από τις τροχαλίες. Για το λόγο αυτό η διάμετρος στις τροχαλίες εκλέγεται πάντοτε λίγο μεγαλύτερη από τα ορισμένα ελάχιστα όρια, που ορίζονται από τους Κανονισμούς.

Έτσι, για χαλύβδινα καλώδια, η διάμετρος της τροχαλίας D πρέπει να κυμαίνεται από 40 ως 50 . d, όπου d η διάμετρος του καλωδίου.

Γενικά για τα χαλύβδινα καλώδια η διάμετρος D των τροχαλιών πρέπει το ελάχιστο να είναι 150 φορές μεγαλύτερη από τη διάμετρο δ των συρματιδίων, από τα οποία αποτελείται το καλώδιο· δηλαδή:

$$D \geq 150 \cdot d$$

Τα χαλύβδινα καλώδια χρησιμοποιούνται πολύ τόσο στα ανυψωτικά όσο και στα μεταφορικά μέσα.

Τα καλώδια διακρίνονται σε **φέροντα** καλώδια και σε **καλώδια κινήσεως**.

α) Ακίνητα καλώδια (ως φέροντα ή ως οδηγά)

Τα καλώδια αυτά τα συναντούμε π.χ. στους εναέριους σιδηροδρόμους ως κα-

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.10.1

Συρμάτινα καλώδια γερανών, ανελκυστήρων κλπ.

Όνομαστική διάμετρος d σε πιπ. Αριθμός συρμάτων	Διάμ. συρμάτων δ σε πιπ.	Πραγματική διάστομη σε πιπ. ²	Βάρος ανά μέτρο σε dN	Επιτρεπόμενο φορτίο					
				Για γερανούς			Για ανελκυστήρες.		
				A	B	Γ	A	B	Γ
6,5	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	114	0,9	72	0,68	1190	1450	1620	785	965
16		1,0	89	0,85	1450	1790	2030	960	1190
17		1,1	108	1,02	1780	2170	2440	1070	1420
19		1,2	129	1,22	2100	2580	2900	1390	1710
20		1,3	151	1,43	2450	3020	3400	1620	2020
22		1,4	176	1,66	2850	3510	3950	1900	2340
9		0,4	28	0,26	455	560	680	295	370
11		0,5	44	0,41	710	870	980	470	580
13		0,6	63	0,59	1010	1230	1410	680	840
15		0,7	85	0,81	1400	1710	1910	925	1140
18		0,8	112	1,06	1810	2280	2610	1210	1490
20		0,9	141	1,34	2290	2820	3170	1530	1880
22	222	1,0	174	1,65	2830	3480	3920	1890	2330
24		1,1	231	2,00	3430	4200	4740	2280	2820
26		1,2	251	2,38	4080	5020	5650	2700	3350
28		1,3	295	2,80	4780	5890	6630	3200	3930
31		1,4	342	3,24	5550	6810	7700	34700	4550
33		1,5	392	3,72	6370	7800	8800	4250	5230
35		1,6	446	4,24	7290	8920	10030	4850	5960
37		1,7	504	4,78	8180	10040	11300	5460	5720
39		1,8	565	5,36	8970	11310	12620	6130	7550
42		1,9	629	5,97	10080	12600	14110	6810	8470
44		2,0	697	6,62	11320	13900	15620	7400	9290
20		0,7	141	1,33	2280	2830	3160	1560	1880
22		0,8	184	1,74	2990	3680	4140	1990	2950
25		0,9	233	2,21	3780	4650	5220	2520	3100
28		1,0	288	2,73	4660	5750	6470	3110	2840
31		1,1	348	3,30	5650	6950	7810	3780	4640
34		1,2	414	3,93	6710	8280	9300	4500	5530
36	366	1,3	486	4,61	7900	9640	10950	5270	6500
39		1,4	563	5,35	9200	11300	12630	6120	7540
42		1,5	647	6,14	10550	12900	14410	7080	8610
45		1,6	736	6,99	11960	14590	16600	7990	9600
48		1,0	831	7,89	13440	16600	18500	9010	11080
51		1,8	931	8,84	15080	18600	20800	10060	12430
53		1,9	1038	9,85	16820	20800	23400	11260	13860
56		2,0	1140	10,92	18820	22950	25700	12430	15300

λώδια, επάνω στα οποια κυλούν τα βαγόνια που μεταφέρουν τους ανθρώπους ή στα βαρούλκα μεταλλείων, όπου χρησιμεύουν ως οδηγοί του θαλάμου κλπ. Τα φέροντα καλώδια είναι ελικοειδή κατασκευάζονται δε σε τύπους **κλειστούς ή ημίκλειστους**.

Στα κλειστού τύπου καλώδια οι βρόχοι περιβάλλονται από μορφοποιημένα σύρματα, τα οποία εξασφαλίζουν εξωτερικά στα καλώδια λεία επιφάνεια. Τα σχήματα 10.10γ και 10.10δ δείχνουν καλώδια κλειστού και ημίκλειστου τύπου.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.10.2
Κατασκευές τροχαλών

Τροχαλίες κανανδίνων καλωδίων κατά D.I.N. 15061 (σχ. 10.10 α)			Τροχαλίες χαλυβδίνων καλωδίων κατά D.I.N. 121 (σχ. 10.10 β)									
r	c	b	a	χυτοσίδηρος	χάλυβας	d	t	a	c	e	r	b
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	65	60	—	—	—	—	—	—
12,5	37,5	47,8	70	65	—	—	—	—	—	—	—	—

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.10.3.
Χαλύβδινα καλώδια για γερανογέφυρες και συμφωτές κατά D.I.N. 655

Συμβολιστρός χαλύβδινου καλωδίου ονομαστική διαμέτρος 20 mm από 6 βρόχους με 37 συριπτανία το κάθε ένα, διαμέτρου 0,9 mm με αντοχή σε εφεκτικόμετρο 1600dN/mm² 20 B 160 D.I.N. 655

Διαμήρησης καλωδίου	Αριθμός	Ονομαστικής διάμετρος	Ουπίδια περιφέρειας	Ουπίδια περιφέρειας του καλωδίου	Αντοχή σε εφελκυσμό σέ dN/mm ²		
					130	160	180
A	6	19	114	6,5 8 9,5 11 12,5 14 16	0,4 0,5 0,6 0,7 0,8 0,9 1,0	14,3 22,4 32,2 43,9 57,3 72,5 89,5	1860 2.900 4.200 5700 7450 9450 11750
				17 19 20 22	1,1 1,2 1,3 1,4	108,3 128,9 151,3 175,5	14100 16750 19650 22800
					9 10 11	0,4 0,45 0,5	27,9 35,3 43,6
							3650 4600 56,50
							4450 56540 7000
							5000 6350 7550



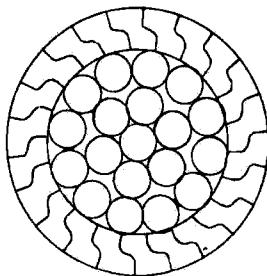
Ψυχή από κανάβι

B			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			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
Ψυχή από κανάβι								

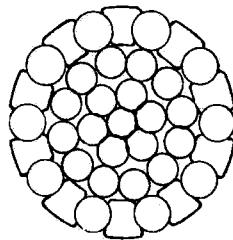
Υλικό: Χάλιμβας σιουμάτων με αντοχή σε εφελκυσμό από 130 ως 180dN/mm². Τα σύρματα είναι είτε γυμνά είτε έπιψευδαργυρωμένα.
Τα αντοχής 180 dN mm² προσφέρονται μόνο γυμνά.

β) Καλώδια μεταδόσεως κινήσεως (καλώδια έλξεως).

Προορίζονται για καλώδια διαδρομών σε βαρούλκα γερανών η σε αναβατήρες ή για καλώδια έλξεως σε εναέριους μεταφορείς. Για τους παραπάνω σκοπούς χρησιμοποιούνται στρογγυλά καλώδια, που αποτελούνται από 6 ως 8 βρόχους, που περιελίσσονται γύρω από μια ψυχή, συνήθως καννάβινη (τα χαρακτηριστικά των καλωδίων αυτών αναγράφονται στον Πίνακα 10.10.3).



Σχ. 10.10δ.
Καλώδιο ημίκλειστου τύπου.



Σχ. 10.10γ.
Καλώδιο κλειστού τύπου.

10.11 Διατάξεις στερεώσεως καλωδίων.

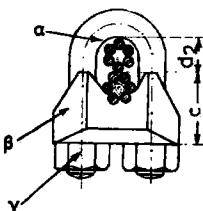
Στο σχήμα 10.11α βλέπομε ένα απλό συνδετήρα, που λύνεται εύκολα. Αποτελείται από δύο σιαγόνες α και β, που συσφίγγονται με τους κοχλίες γ.

Ένα άλλο στοιχείο, που χρησιμοποιείται μαζί με τον συνδετήρα και βοηθεί για να καρφθεί ομαλά το καλώδιο, είναι η γάσσα, που φαίνεται στα σχήματα 10.11β και 10.11γ.

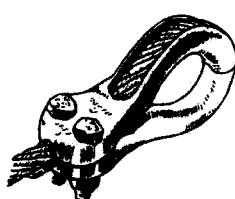
Στο σχήμα 10.11δ φαίνεται η χρησιμοποίηση τόσο της γάσσας όσο και των συνδετήρων.

Το μήκος l (σχ. 10.11δ) πρέπει να είναι τουλάχιστον 25 φορές μεγαλύτερο από τη διάμετρο του καλωδίου.

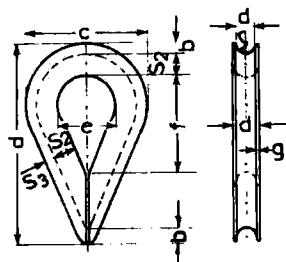
Για τη στερέωση του άκρου του καλωδίου στο πλαίσιο της ανυψωτικής μηχανής χρησιμοποιείται συνήθως ο σφηνοειδής συνδετήρας (σχ. 10.11ε).



Σχ. 10.11α.



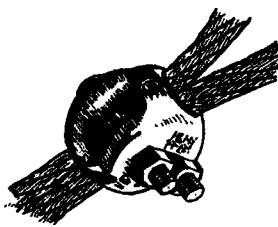
Σχ. 10.11β.



Σχ. 10.11γ.



Σχ. 10.11δ.



Σχ. 10.11ε.

10.12 Έλεγχος και συντήρηση των χαλυβδίνων καλωδίων.

Είναι απόλυτα απαραίτητο σε τακτά χρονικά διστήματα να ελέγχεται η κατάσταση των καλωδίων.

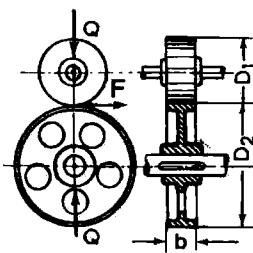
Αν διαπιστωθεί ότι έχουν σπάσει περισσότερα από 6 συρματίδια ενός βρόχου, **πρέπει το καλώδιο να αντικατασταθεί**. Προκειμένου για τα χαλύβδινα καλώδια γερανών το ανώτατο οριο σπασμένων συρματιδίων, που επιτρέπεται να υπάρχουν, ορίζεται από τους κανονισμούς D.I.N. 4130.

10.13 Τροχοί τριβης.

Οι τροχοί τριβής αποτελούν και αυτοί τρόπο μεταφοράς περιστροφικής κινήσεως από μια άτρακτο σε άλλη, η οποία βρίσκεται παράλληλα προς την πρώτη και σε μικρή απόσταση από αυτή.

Οι τροχοί τριβής διαφέρουν από τους οδοντωτούς τροχούς, επειδή η στεφάνη τους δεν φέρει δόντια αλλά είναι λεία.

Συνεπώς όταν εργάζονται οι τροχοί αυτοί, αντί να **εμπλέκονται**, όπως συμβαίνει με τους οδοντωτούς τροχούς, **εφάπτονται μόνο μεταξύ τους συνεχώς** (σχ. 10.13α).



Σχ. 10.13α.
Τροχοί τριβης.

Η αιτία που προκαλεί την περιστροφή του δεύτερου τροχού, από τον πρώτο, είναι η πρόσφυση, η οποία αναπτύσσεται μεταξύ των επιφανειών των δύο τροχών που εφάπτονται ταυτόχρονα δε πιέζονται με μια αξονική δύναμη Q .

Αν μ είναι ο συντελεστής τριβής για ολίσθηση των δύο υλικών, από τα οποία

είναι κατασκευασμένες οι στεφάνες των τροχαλιών, τότε η μέγιστη εφαπτομενική δύναμη, που μπορεί να μεταδοθεί από τον ένα τροχό στον άλλο, δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερη από την τιμή $Q \cdot \mu$:

$$F \leq Q \cdot \mu$$

Όταν γνωρίζομε το F και το μ τότε η δύναμη Q που πρέπει να εφαρμοσθεί στους τροχούς είναι:

$$Q \geq F/\mu$$

Η εφαπτομενική δύναμη F_a ανά χιλιοστό πλάτους της στεφάνης συνιστάται να μη υπερβαίνει ορισμένες τιμές:

$F_a = 2,5$ ÷ για χυτοσίδηρο με χυτοσίδηρο

$F_a = 0,5$ ÷ για χυτοσίδηρο με ξύλο

$F_a = 0,2$ ÷ για χυτοσίδηρο με χαλκό.

Το πλάτος της στεφάνης υπολογίζεται από τον τύπο:

$$I = \frac{F}{F_a} \text{ mm}$$

Εάν O_1 είναι η κινούσα τροχαλία που περιστρέφεται με n_1 στροφές το λεπτό, οι στροφές n_2 της O_2 (διάμετρος D_2) θεωρητικά θα είναι:

$$n_2 = n_1 \frac{D_1}{D_2}$$

Στην πράξη ο μηχανισμός αυτός παρουσιάζει κάποια διολίσθηση και έχομε:

$$n_2 = k n_1 \frac{D_1}{D_2} \quad \text{μέ} \quad k < 1$$

Παρατήρηση. Η δύναμη Q καταπονεί πολύ τα έδρανα που στηρίζουν τις ατράκτους γιατί άναπτύσσονται σ' αυτά μεγάλες τριβές. Επίσης χρειάζονται άτρακτοι με μεγάλη σχετικά διάμετρο. Για να ελαττωθεί η Q :

- Αυξάνομε το μ (χρησιμοποίηση υλικών με μεγάλο συντελεστή τριβής)
- Τροποποιούμε τη μορφή της επιφάνειας επαφής κάνοντάς την αντί λεία, σφηνοειδή (σχ. 10.13β).

Η περιφερειακή δύναμη F , που μπορεί να μεταφερθεί, τότε προκύπτει από τον τύπο:

$$F = \frac{Q \cdot \mu}{\eta \mu a + \mu \cdot \text{συνα}}$$

όπου: a η ημιγωνία της σφήνας και Q η μεταξύ των τροχών πίεση.

Μετά από τα παραπάνω παραπτούμε:

Με λεία την επιφάνεια των τροχών:

$$F \leq \frac{Q}{\mu}$$

Με τη σφηνοειδή κατατομή και χωρίς να λογαριάσομε την τριβή:

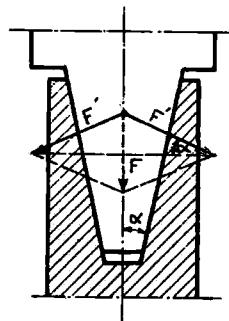
$$F' \leq \frac{Q \cdot \mu}{\eta \cdot \alpha}$$

Και με υπολογισμό της τριβής:

$$F'' \leq \frac{Q \cdot \mu}{\eta \cdot \alpha + \mu \cdot \text{συνα}}$$

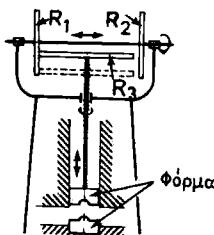
Άρα $F'' > F' > F$ για το ίδιο Q ή αντίστροφα $Q'' < Q' < Q$ για το ίδιο F .

Το βάθος της σφήνας δεν κατασκευάζεται μεγαλύτερο από $0,05 - 0,06 D$ (διάμετρος τροχού).



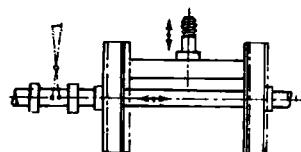
Σχ. 10.13β.

Τρόπος αυξήσεως μεταφερόμενης ισχύος
με αυλάκια.



Σχ. 10.13γ.

Κίνηση κοχλιόπρεσσας.



Σχ. 10.13δ.

Μειωτήρας στροφών.

Τα σχήματα 10.13γ και 10.13δ δείχνουν εφαρμογές των τροχών τριβής. Έτσι το σχήμα 10.13γ παριστάνει την κίνηση μιας κοχλιόπρεσσας, το δε σχήμα 10.13δ ένα υποβιβαστή στροφών με συνεχή μεταβολή (βαριάτορα).

Οι τροχοί τριβής δεν εφαρμόζονται μόνο προκειμένου για παράλληλες ατράκτους. Βρίσκομε και κατασκευές σε περιπτώσεις που τέμνονται οι άξονες ακόμα και όταν οι άξονες είναι ασύμβατοι, δηλαδή έχουμε και κωνικούς τροχούς τριβής καθώς και ελικοειδείς, αλλά σε σπάνιες κατασκευές.

10.14 Τροχοί αναστολής.

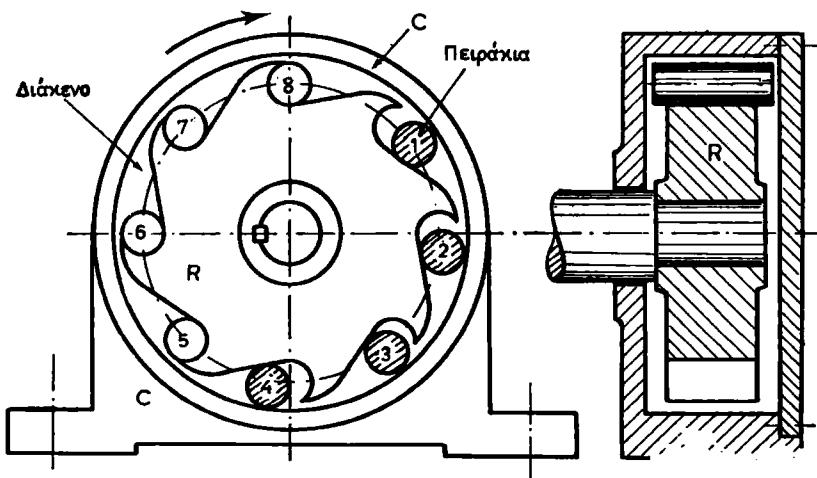
Οι τροχοί αναστολής είναι τα στοιχεία που επιτρέπουν προς μια κατεύθυνση την περιστροφή σε μια άτρακτο αποκλείοντας την αντίθετη.

- Διακρίνονται σε: α) Αναστολείς τριβής.
β) Μηχανικούς αναστολείς.

α) Αναστολείς τριβής.

Στο σχήμα (10.14a) φαίνεται ένας αναστολέας τριβής που χρησιμοποιείται πολύ στις πρακτικές εφαρμογές.

Αποτελείται από ένα δίσκο R με οκτώ περιφερειακά δόντια, που σφηνώνεται στην άτρακτο που θέλουμε να ελέγχουμε την περιστροφή της, τη στεφάνη C που στερεώνεται στο σταθερό βάθρο της κατασκευής και τα πειράκια (r) που εγκλωβίζονται στα διάκενα μεταξύ του δίσκου και της στεφάνης.



Σχ. 10.14a.

Στη διάταξη του σχήματος η περιστροφή είναι δυνατή μόνο κατά τους δείκτες του ρολογιού. Κατά την αντίθετη κατεύθυνση τα πειράκια 1, 2, 3, 4 σφηνώνονται ανάμεσα στους δίσκους στη στεφάνη και εμποδίζουν την περιστροφή της άτρακτου.

Σημειώνομε ότι τα πειράκια 5, 6, 7, 8 δεν ενεργούν στη διάταξη αυτή.
Πλεονεκτήματα: — Αυξημένη επιφάνεια επαφής.

- Μηχανισμός απλός ασφαλής και αθόρυβος.

Μειονεκτήματα: — Μονόπλευρη ενέργεια των πείρων με αποτέλεσμα την κάμψη της άτρακτου.
— Ανάγκη θερμικής κάτεργασίας των εξαρτημάτων.

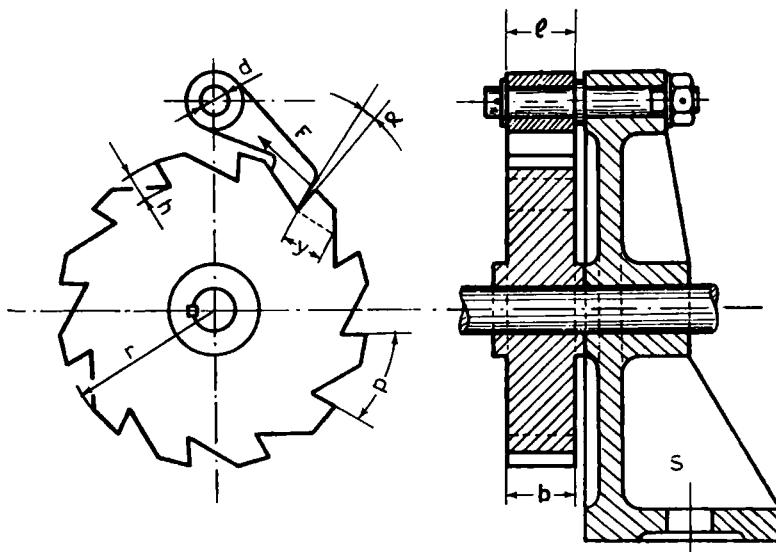
β) Μηχανικός αναστολέας (με καστάνια).

Το σχήμα 10.14β δείχνει ένα τέτοιο αναστολέα.

Και στη διάταξη αυτή η περιστροφή είναι δυνατή μόνο κατά τους δείκτες του ρολογιού.

Ο αναστολέας περιλαμβάνει τη βάση S , το δίσκο με τα δόντια P , και την καστάνια M .

Η βάση S προσφέρεται για να στερεώνεται η καστάνια M και για να επιτρέπει την περιστροφή του τροχού R .



Σχ. 10.14β.

Για να αποφεύγεται ο θόρυβος των κτυπημάτων της καστάνιας κατά τη λειτουργία προβλέπεται η τοποθέτηση ενός αντισταθμιστικού ελατηρίου ή ενός αντίβαρου.

Συνήθης αριθμός δοντιών του τροχού είναι μεταξύ 8 και 12. Το ύψος του δοντιού λαμβάνεται ως το 0,35 του βήματος t , το πλάτος του δοντιού λαμβάνεται ίσο με το βήμα t .

- Πλεονεκτήματα: — Παρουσιάζει μεγάλη ασφάλεια στη λειτουργία.
- Κατασκευή σχετικά απλή.
- Δεν χρειάζονται θερμική επεξεργασία τα εξαρτήματά του.

- Μειονεκτήματα: — Απότομη και σημειακή φόρτιση της ατράκτου.
- Λειτουργία θορυβώδης γιατί δεν διαθέτει αυτόματο αντισταθμιστικό μηχανισμό.

10.15 Ελατήρια.

Η χρησιμοποίηση των ελατηρίων επεκτείνεται ολοένα και περισσότερο στους

κατασκευαστικούς τομείς τόσο στις συσκευές ύσο και στις μηχανές. Τα ελατήρια αποκτούν ιδιαίτερη σημασία στην κατασκευή γενικά των τροχοφόρων οχημάτων 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 χρησιμοποιηθουν και ως πρόχειροι εναποταμιευτές ενέργειας με δυνατότητα να την αποδώσουν πάλι στην επιθυμητή σπιγμή.

Ανάλογα με το είδος της φορτίσεως τα ελατήρια τα διακρίνομε σε **ελατήρια κάρμψεως** και **ελατήρια στρέψεως**.

Τα ελατήρια λαμβάνουν διάφορα σχήματα, ώστε ανάλογα με τους διάφορους σκοπούς χρήσεώς τους, να προσαρμόζονται ανάλογα.

Ως υλικό κατασκευής τους χρησιμοποιείται **ειδικός χάλυβας ελαστηρίων υψηλής αντοχής**.

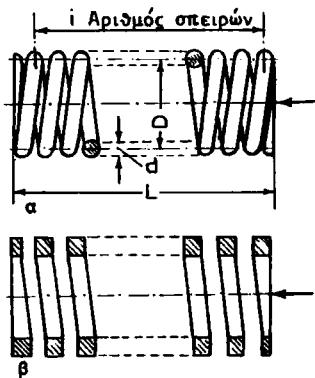
Στο κεφάλαιο αυτό θα ασχοληθούμε μόνο με τα ελατήρια που καταπονούνται σε στρέψη.

Η απλούστερη μορφή ελαστηρίου στρέψεως είναι μία ράβδος η οποία παραμορφώνεται με τη βοήθεια ροπής, υπό τον όρο όμως ότι η ράβδος με τη ροπή αυτή κατά τη σχετική της παραμόρφωση **παραμένει στην ελαστική περιοχή**.

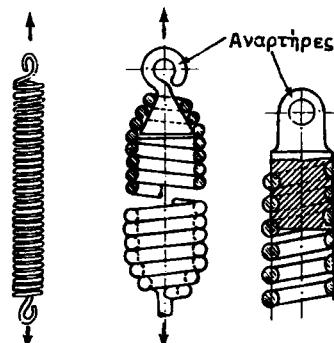
Αν ξεπερασθεί η ελαστική περιοχή, τότε δημιουργείται στη ράβδο **μόνιμη παραμόρφωση**, η οποία στα ελατήρια είναι **απαράδεκτη**.

Ελατήρια σε γεωμετρικό ευθύγραμμο τύπο **σπάνια** συναντούμε. Συνηθέστερα είναι τα **σπειροειδή ελατήρια με κυκλική ή τετραγωνική διατομή**.

Τα σπειροειδή λοιπόν ελατήρια έχουν ως επί το πλείστον μορφή κυλινδρική και διακρίνονται σε ελατήρια **πιέσεως** και ελατήρια **ώσεως** (σχ. 10.15a και σχ. 10.15b).



Σχ. 10.15a.



Σχ. 10.15b.

a) Ελατήρια πιέσεως (Θλιπτικά).

Τα ελατήρια αυτά συσπειρώνονται με την ενέργεια μιας πιέσεως οπότε αναπτύσσεται σ' αυτά μια **εντατική κατάσταση**.

Μόλις παύσει η πίεση, το ελατήριο επανέρχεται στην αρχική του θέση (απόταση ελατηρίου).

Γενικά πρέπει να αποφεύγονται ελατήρια που έχουν κάτω από δέκα σπείρες, γιατί όσο περισσότερες σπείρες το αποτελούν τόσο καλύτερα γίνεται η κατανομή της δυνάμεως σ' αυτό.

θ) Ελατήρια έλξεως.

Διαστέλλονται όταν επιδράσει σ' αυτά εφελκυστική δύναμη. Η τάση που επαναφέρει το ελατήριο στην αρχική του θέση, αναπτύσσεται μόλις παύσει να λειτουργεί η δύναμη.

Τα ελατήρια έλξεως, όταν βρίσκονται σε ηρεμία, έχουν τις σπείρες τους συνεπτυγμένες. Η τάνυστή τους γίνεται από τους αναρτήρες, οι οποίοι είτε διαμορφώνονται στα άκρα από τη σπείρα του ελατηρίου ή τοποθετούνται ειδικοί πρόσθετοι εξωτερικοί αναρτήρες (σχ. 10.156).

Για την κατασκευή των ελατηρίων χρειάζεται να υπολογισθεί:

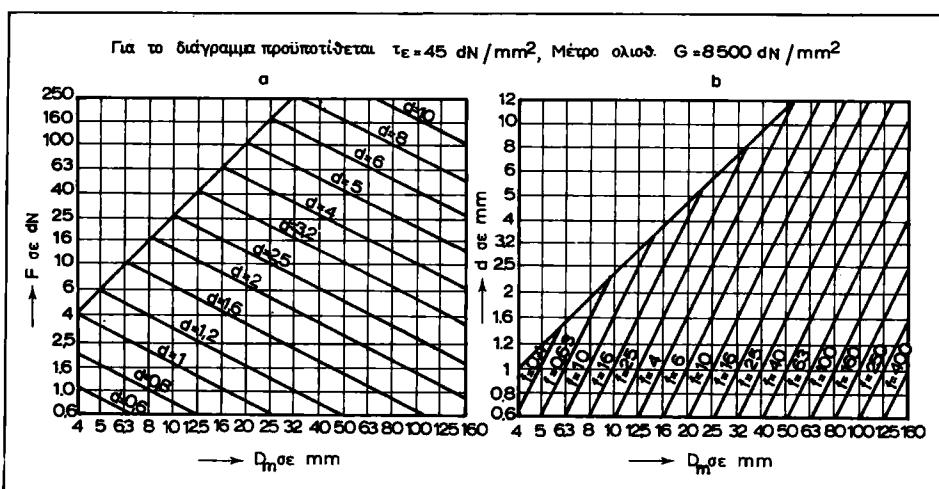
Η διάμετρος σύρματος, η μέση διάμετρος σπειρών, ο αριθμός ενεργητικών σπειρών και ο ολικός αριθμός των σπειρών.

Για τη δοκιμή των ελατηρίων χρειάζεται η χάραξη ενός διαγράμματος φορτίσεως (σχ. 10.15γ).

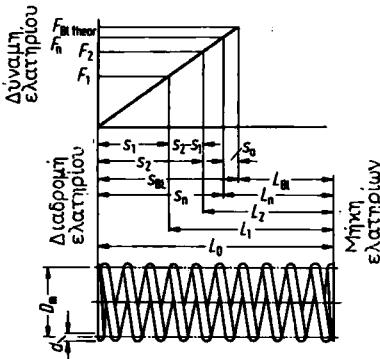
Το νομογράφημα του Πίνακα 10.15.1 υποβοηθεί στον καθορισμό της διαμέτρου του ελατηρίου με βάση τα F , D_m , f .

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.15.1

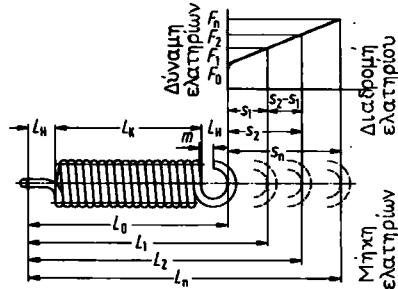
Διάγραμμα καθορισμού διαστάσεων ελατηρίων



α) Ελατήριο πιέσεως



β) Ελατήριο έλξεως



Σχ. 10.15γ.

γ) **Υπολογισμός στα σπειροειδή ελατήρια.**

Παρίσταται με:

- F : η επιτρεπόμενη φόρτιση σε dN.
 s : η επιμήκυνση ή επιβράχυνση μιας σπείρας σε mm.
 d : η διάμετρος του σύρματος σε mm.
 D_m : η μέση διάμετρος των σπειρών του ελατηρίου σε mm.
 i : ο αριθμός των ενεργητικών σπειρών.
 h : το θήμα των σπειρών ($h = d + s$).
 D : η σχέση μορφής του σπειροειδούς ελατηρίου (λαμβάνεται πάντοτε μεγαλύτερη από 6).
 d
 l_0 : το μήκος αφόρτιστου ελατηρίου.
 l_p : το μήκος φορτισμένου ελατηρίου με δύναμη F .
 τ_e : η επιτρεπόμενη τάση στρέψεως (30 ως 50 dN/mm²).
 G : το μέτρο ολισθήσεως $G = 8500$ dN/mm².
 W : Η εναποταμιευόμενη ενέργεια:

$$F = \frac{\pi \cdot d^3 \cdot \tau_e}{8 \cdot D_m} \quad s = \frac{8 \cdot i \cdot D_m \cdot F}{d^4 \cdot G} \quad \text{ή} \quad s = \frac{\pi \cdot i \cdot D_m^2 \cdot \tau_e}{d \cdot G}$$

Ελατήρια έλξεως:

$$l_0 = i \cdot d$$

όταν οι σπείρες κείνται η μια κοντά στην άλλη.

Ελατήρια πιέσεως:

$$W = \frac{1}{2} \cdot F \cdot s \quad l_0 = i \cdot h, \quad l_p = l_0 - i \cdot f, \quad h = d + s$$

Παραδείγματα (με χρησιμοποίηση του Πίνακα 10.15.1).

1. Ελατήριο έλξεως.

Δίνονται: $F = 45$ dN, $D_m = 25$ mm, $i = 20$ σπείρες και για τον αναρτήρα 1 σπείρα.

(Στην κατάσταση ηρεμίας οι σπείρες είναι ισχυρά συνεπτυγμένες η μια δίπλα στην άλλη).

Ζητούνται: d , l_0 (μήκος του ελατηρίου στην αφόρτιστη κατάσταση).
 l_p (μήκος του φορτισμένου ελατηρίου με φορτίο F .)

Λύση.

Από το διάγραμμα, όταν $F = 45 \text{ dN}$ και $D_m = 25 \text{ mm}$, προκύπτει $d = 4 \text{ mm}$. Υστερα με $d = 4 \text{ mm}$ και $D = 25 \text{ mm}$ η επιμήκυνση ανά σπείρα είναι $s = 2,5 \text{ mm}$. Άρα:

$$l_0 = i \cdot d + d = 20 \times 4 + 4 = 84 \text{ mm}$$

$$l_p = l_0 + i \cdot s = 84 + 20 \times 2,5 = 134 \text{ mm}$$

2. Ελατήριο θλίψεως.

Δίνονται $F = 60 \text{ dN}$, $D_m = 40 \text{ mm}$.

(Με 10 kp διαφορά φορτίσεως το μήκος του ελατηρίου πρέπει να επιμηκυνθεί κατά $s_1 = 6 \text{ mm}$).

Ζητούνται: d , i , l_0 .

Λύση.

Από το πρώτο διάγραμμα προκύπτει $d = 5 \text{ mm}$ και $s = 5,5 \text{ mm}$.

$$F = 60 \text{ dN} \quad s = 5,5 \text{ mm}$$

$$F_1 = 10 \text{ dN} \quad s_1 = s \frac{F_1}{F} = 5,5 \times \frac{10}{60} = 0,92 \text{ mm.}$$

$$i = \frac{s}{s_1} = \frac{6}{0,92} = 6,5 \approx 7 \text{ σπείρες}$$

Με κανονική φόρτιση πρέπει οι σπείρες να έχουν ένα μικρό διάκενο ασφάλειας, περίπου $0,5 \text{ mm}$ άρα το θήμα για:

$$F = 60 \text{ dN} \quad h = d + 0,5 = 5 + 0,5 = 5,5 \text{ mm.}$$

$$F = 10 \text{ dN} \quad h_0 = h + s = 5,5 + 5,5 + 11 \text{ mm.}$$

Το μήκος του ελατηρίου επομένως είναι:

$$l_0 = (i + 1) h_0 = (7 + 1) \times 11 = 88 \text{ mm.}$$

$$l_p = l_0 - i \cdot s = 88 - 7 \times 5,5 = 49,5 \text{ mm.}$$

10.16 Ανακεφαλαίωση.

- Στην ιμαντοκίνηση χρησιμοποιείται ο ιμάντας για τη μετάδοση της κινήσεως από μια άτρακτο στην άλλη με τη βοήθεια δυό τροχαλιών.

Συνήθως οι στροφές της κινούμενης τροχαλίας είναι λιγότερες από τις στροφές της κινούσας.

Με την ιμαντοκίνηση επιτυγχάνονται σχέσεις μεταδόσεως μέχρι 1:5.

Οι ιμάντες εμπορίου έχουν ορισμένα πάχη. Ανάλογα προς το πάχος του ιμάντα υπολογίζεται και το πλάτος.

Οι ιμάντες υπολογίζονται πάντα σε εφελκυσμό.

Η περιφερειακή ταχύτητα του ιμάντα δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 20 m/s.

2. Οι τραπεζοειδείς ιμάντες προσφέρονται σε περιπτώσεις που είναι ανάγκη να μεταφέρθουν μεγαλύτερες ισχείς.

Οι τραπεζοειδείς ιμάντες φέρονται στο εμπόριο μονοκόμματοι σε ορισμένα μήκη και ορισμένες διατομές και με βάση τα μήκη και τις διατομές αυτές υπολογίζεται ο αριθμός από τους ιμάντες που χρειάζονται σε κάθε περίπτωση.

3. Οι αλυσίδες διακρίνονται σε αλυσίδες δυνάμεως και αλυσίδες κινήσεως.

Οι αλυσίδες κινήσεως ανάλογα με την ισχύ που πρόκειται να μεταφέρουν διακρίνονται σε απλές, διπλές, τριπλές και τετραπλές.

Η αλυσοκίνηση που χρησιμοποιεί αλυσίδα κινήσεως είναι όμοια με την ιμαντοκίνηση, με μόνη τη διαφορά ότι σ' αυτή χρησιμοποιούνται αλυσοτροχοί και αλυσίδα αντί για τροχαλίες και ιμάντες.

Η περιφερειακή ταχύτητα στις αλυσοκινήσεις είναι μικρότερη από την ταχύτητα στις ιμαντοκινήσεις φθάνει δε το πολύ μέχρι 15 m/s.

Ο μικρότερος τροχός δεν πρέπει να έχει λιγότερα από 17 δόντια ο δε μεγαλύτερος από 150.

4. Με τα καλώδια μεταφέρεται η ενέργεια σε μεγάλες αποστάσεις.

Διακρίνομε καλώδια καννάβινα και καλώδια χαλύβδινα.

Τα στεφάνια των τροχαλιών χρησιμοποιούνται για τα καλώδια που έχουν ειδική κατατομή.

Η μικρότερη διάμετρος που θα χρησιμοποιηθεί σχετίζεται με τη διάμετρο του καλωδίου που θα δεχθεί. Επίσης σχετίζεται και με τη διάμετρο του συρματιδίου που είναι κατασκευασμένος ο τροχός του καλωδίου.

Τα καλώδια διακρίνονται σε **φέροντα** και **κινήσεως**.

Τα φέροντα πάλι χωρίζονται σε κλειστού τύπου και ημίκλειστου τύπου.

Τα καλώδια απαιτούν σχολαστική συντήρηση γιατί διαφορετικά η ζωή τους βραχύνεται πολύ.

5. Οι τροχοί τριβής αποτελούν πολύ απλό τρόπο μεταφοράς και περιστροφικής κινήσεως από μια άτρακτο σ' άλλη.

6. Τα ελατήρια ανάλογα με τη φόρτισή τους διακρίνονται σε ελατήρια κάμψεως και ελατήρια στρέψεως.

Συνηθέστερη μορφή στα ελατήρια είναι η σπειροειδής.

Τα σπειροειδή ελατήρια διακρίνονται σε πιέσεως και έλξεως.

10.17. Ερωτήσεις.

1. Από ποια στοιχεία αποτελείται μια απλή μορφή ιμαντοκινήσεως;
2. Ποια θέση έχει συνήθως ο «έλκων κλάδος» στην ιμαντοκίνηση;
3. Ποια σχέση υπάρχει μεταξύ της διαμέτρου και του αριθμού στροφών μιας κινούμενης τροχαλίας;

4. Πόσες περιπτώσεις διακρίνομε στις ιμαντοκινήσεις σχετικά με τη θέση των αξόνων και των τροχαλίων;
 5. Τι καλείται γωνία επαφής ιμάντα;
 6. Ποια σχέση υπάρχει μεταξύ των τάσεων των δύο κλάδων T_1 , και T_2 και της μεταφερόμενης με τον ιμάντα δυνάμεως;
 7. Ποιο κανόνα εφαρμόζομε σχετικά με τη διάμετρο της τροχαλίας και το πάχος του ιμάντα;
 8. Ποιες τιμές πρέπει να πάίρνει η περιφερειακή ταχύτητα του ιμάντα, για να εργάζεται καλά μια ιμαντοκίνηση;
 9. Τι κάνομε για να αποφεύγεται το γλίστρημα του λουριού;
 10. Σε τι είδους καταπόνηση υπολογίζονται οι ιμάντες;
 11. Σε τι χρειάζεται ο τεντωτήρας στην ιμαντοκίνηση;
 12. Κατά τι διαφέρουν οι τραπεζοειδείς ιμάντες από τους επίπεδους;
 13. Ήώς κατασκευάζονται οι τραπεζοειδείς ιμάντες;
 14. Ποια είναι τα χαρακτηριστικά μεγέθη ενός τραπεζοειδούς ιμάντα;
 15. Επιδρα η περιφερειακή ταχύτητα στον τραπεζοειδή ιμάντα από πλευράς μεταφερόμενης ιπποδυνάμεως;
 16. Ποιες οι κατηγορίες των τραπεζοειδών ιμάντων;
 17. Κατά τι διαφέρει η αλυσοκίνηση από την ιμαντοκίνηση;
 18. Σε πόσες κατηγορίες κατατάσσονται οι αλυσίδες και τι παρατηρείτε σε κάθε κατηγορία από αυτές;
 19. Πόσων ειδών καλώδια έχομε;
 20. Πόσων τύπων χαλύβδινα καλώδια έχομε;
 21. Τι γνωρίζετε για τους τροχούς τριβής;
 22. Πόσων ειδών ελαστήρια εχομε;
 23. Ήώς υπολογίζονται τα ελαστήρια;
-

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

ΣΤΥΠΕΙΟΘΛΙΠΤΕΣ

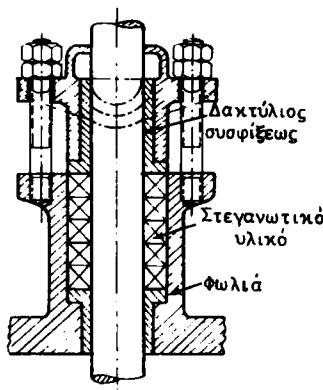
11.1 Γενικά.

Στυπειοθλίπτες ονομάζονται τα στοιχεία εκείνα, τα οποια χρησιμοποιούνται για να στεγανοποιουν τα σημεία των τοιχωμάτων που διαπερνούν άτρακτοι και τα οποία τοιχώματα χωρίζουν δύο χώρους με διαφορετικές πιέσεις.

Το είδος του στυπειοθλίπτη, που θα χρησιμοποιηθεί κάθε φορά, εξαρτάται από τη σταθερότητα της πιέσεως που ζητούμε στους δυο χώρους που χωρίζονται με το στυπειοθλίπτη.

Γενικά σε κάθε στυπειοθλίπτη διακρίνομε:

- α) **Το στεγανωτικό υλικό ή παρέμβασμα** (σαλαμάστρα) (σχ. 11.1).
- β) Τη φωλιά, μέσα στην οποία τοποθετείται το παρέμβασμα.
- γ) Το δακτύλιο συσφίξεως, ο οποίος με τη βοήθεια κοχλιών συμπιέζει το παρέμβασμα μεταξύ της φωλιάς και της επιφάνειας του στρεφόμενου στοιχείου.
- δ) Το δακτύλιο εδράσεως, ο οποίος βρίσκεται στον πυθμένα της φωλιάς.



Σχ. 11.1.

Στυπειοθλίπτης με παρέμβασμα.

Για να πετύχομε καλή στεγανότητα, πρέπει το παρέμβασμα να εφαρμόζει καλά στην άτρακτο.

Όσο καλύτερα εφαρμόζει το παρέμβασμα, τόσο η πίεση σε κάθε μονάδα επι-

φάνειας γίνεται μικρότερη και κατά συνέπεια και η φθορά του παρεμβάσματος ελαττώνεται.

Σε πολλές περιπτώσεις ο στυπειοθλίππης δεν χρησιμοποιούται μόνο για στέγανότητα, αλλά και ως στήριγμα του άξονα, όπως π.χ. συμβαίνει στις εμβολοφόρες μηχανές, όπου ο στυπειοθλίππης παραλαμβάνει μέρος από το βάρος του εμβόλου και του βάκτρου.

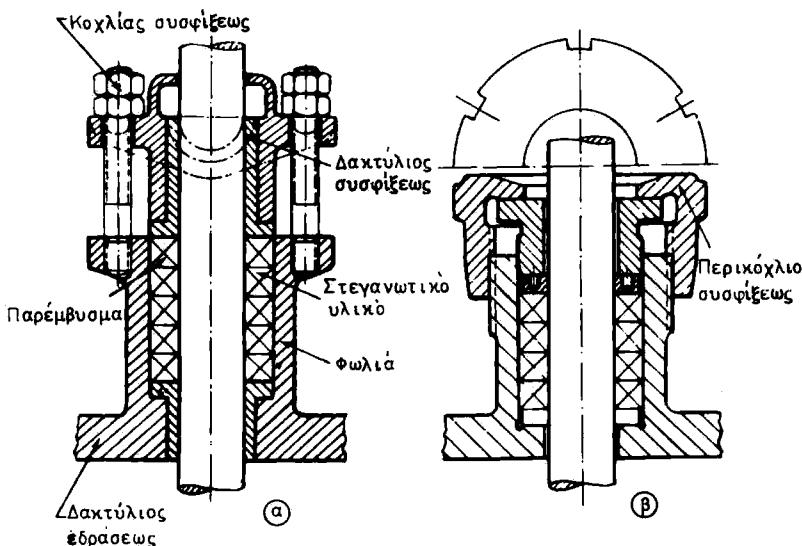
11.2 Είδη παρεμβασμάτων.

α) Παρεμβάσματα μαλακά.

Στο σχήμα 11.2α(α) βλέπουμε ένα απλό στυπειοθλίππη, που ως παρέμβασμα φέρει δακτύλιους από πεπιεσμένο βάμβακα ή καννάβι. Τα παρεμβάσματα αυτά χρησιμοποιούνται για οποιαδήποτε πίεση νερού ως και για ατμό πίεσεως μέχρι δέκα ατμόσφαιρες.

Η διατομή των δακτυλίων αυτών είναι ορθογωνική, η δε μάζα του παρεμβάσματος διαποτίζεται με λίπος, με γραφίτη ή και με τα δυό.

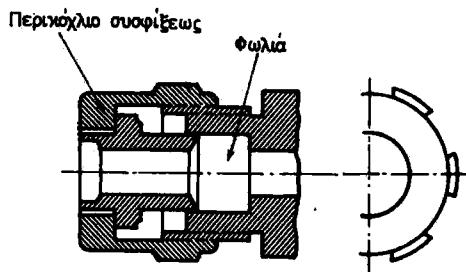
Στο ίδιο σχήμα 11.2α φαίνεται επίσης και ο δακτύλιος συσφίξεως, καθώς και η φωλιά του στυπειοθλίππη.



Σχ. 11.2α.
Στυπειοθλίππης με δακτύλιους από πεπιεσμένο βαμβάκι.

Για τη σύσφιξη των παρεμβασμάτων σε άξονες μικρής διαμέτρου χρησιμοποιούνται αντί για κοχλίες περικόχλια [σχ. 11.2α(β) και σχ. 11.2β].

Η λίπανση του παρεμβάσματος γίνεται είτε από μια τρύπα, η οποία προβλέπεται επάνω στο δακτύλιο συσφίξεως, είτε από τον άξονα με σταγόνες λαδιού, που ρίχνομε κατά χρονικά διαστήματα.

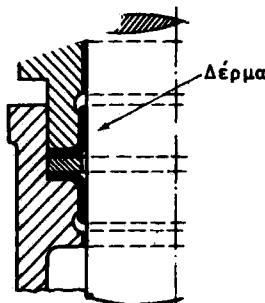


Σχ. 11.2β.
Σύσφιξη παρεμβασμάτων με περικόχλια.

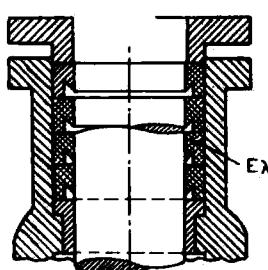
β) Παρεμβάσματα από δέρμα ή λάστιχο.

Τόσο το δέρμα όσο και το λάστιχο είναι υλικά κατάλληλα για παρεμβάσματα, χρησιμοποιούνται δε ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου παρουσιάζονται μεγάλες υδραυλικές πιέσεις, όπως π.χ. στις αντλίες, τα υδραυλικά πιεστήρια, τους υδραυλικούς ανυψωτήρες κλπ.

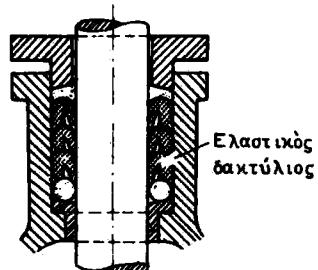
Στο σχήμα 11.2γ φαίνεται στυπειοθλίπτης με παρέμβασμα από δέρμα, ενώ στα σχήματα 11.2δ και 11.2ε βλέπομε στυπειοθλίπτες με παρεμβάσματα από λάστιχο.



Σχ. 11.2γ.
Στυπειοθλίπτης με παρέμβασμα από δέρμα.



Σχ. 11.2δ.
Στυπειοθλίπτες με παρέμβασμα από ελαστικό



Σχ. 11.2ε.

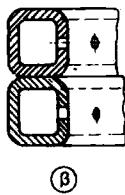
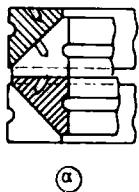
γ) Παρεμβάσματα από μεταλλικούς δακτύλιους.

Τα παρεμβάσματα από μεταλλικούς δακτύλιους χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις όπου έχομε αέριο, ατμούς, ή υγρά, όπως π.χ. συμβαίνει στις μηχανές εσωτερικής καύσεως, στις ατμομηχανές και στις αντλίες.

Οι δακτύλιοι έχουν διάφορες διατομές (κωνικές, ορθογωνικές, κλπ.) (σχ. 11.2στ).

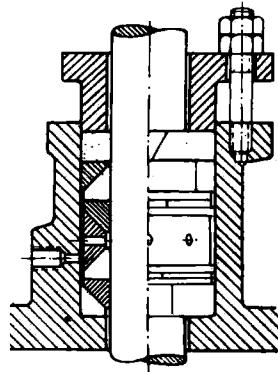
Στο σχήμα 11.2ζ βλέπομε στυπειοθλίπτη με κωνικούς δακτύλιους από λευκό μέταλλο.

Το λευκό μέταλλο δεν χρησιμοποιείται για υψηλές θερμοκρασίες γιατί, όπως εί-



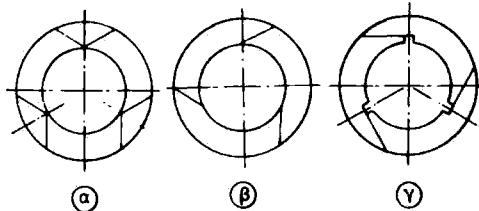
Σχ. 11.2στ.

Μεταλλικοί δακτύλιοι.



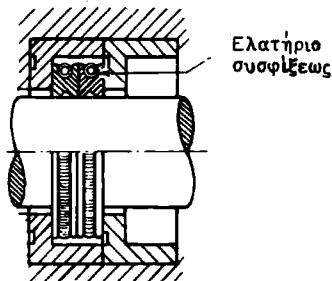
Σχ. 11.2ζ.

Στυπειοθλίπτης με κωνικούς δακτύλιους.



Σχ. 11.2η.

Διαιρούμενοι χυτοσιδερένιοι δακτύλιοι.



Σχ. 11.2θ.

Δακτύλιοι που πιέζονται στον άξονα με ελαστήρια.

vai γνωστό, τήκεται στους 400° C. Γι' αυτό, στις περιπτώσεις των μηχανών εσωτερικής καύσεως και στις ατμομηχανές, που εργάζονται με υπέρθερμο ατμό, χρησιμοποιούνται **χυτοσιδερένιοι δακτύλιοι**.

Οι δακτύλιοι αυτοί αποτελούνται συνήθως από τρία κομμάτια, που πιέζονται επάνω στους άξονες με τη βοήθεια ελαστηρίων (σχ. 11.2η και 11.2θ).

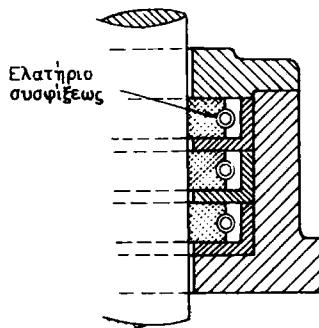
δ) Παρεμβάσματα από άνθρακα.

Τα παρεμβάσματα αυτά σε μορφή δακτυλίων, χρησιμοποιούνται για τη στεγανοποίηση πολυστρόφων ατράκτων, που έχουν υψηλές θερμοκρασίες.

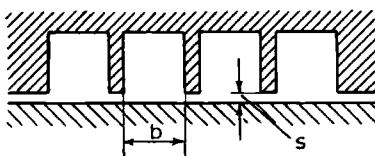
Το πλεονέκτημά τους είναι ότι αντέχουν στη φθορά, γιατί αυτολιπαίνονται με το γραφίτη που περιέχουν και έτσι διατηρείται αρκετά η στεγανότητα.

Και οι δακτύλιοι αυτοί είναι διμερείς και εφαρμόζουν επάνω στον άξονα με τη βοήθεια ελαστηρίων.

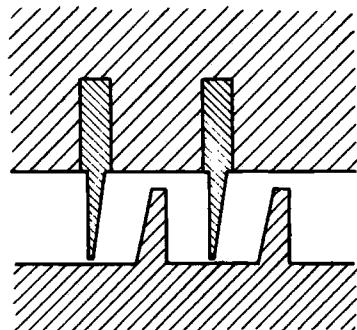
Στο σχήμα 11.2ι φαίνεται παρόμοιος στυπειοθλίπτης με τρεις θαλάμου σε κάθε ένα από τους οποίους υπάρχει δακτύλιος από άνθρακα.



Σχ. 11.2ι.



Σχ. 11.2ια.



Σχ. 11.2ιβ.

ε) Στυπειοθλίπτες τύπου «Λαβύρινθου» (σχ. 11.2ια, 11.2ιβ).

Ένας τύπος στυπειοθλίπτη, που χρησιμοποιείται κυρίως στους ατμοστρόβιλους για λόγούς στεγανότητας μεταξύ του εσωτερικού του στροβίλου και της ατμόσφαιρας, είναι ο στυπειοθλίπτης τύπου **Λαβύρινθος**.

Ο στυπειοθλίπτης αυτός, αντίθετα προς τους άλλους, δεν έχει παρέμβασμα, η δε λειτουργία του στηρίζεται στην αρχή της εκτονώσεως του ατμού με στραγγαλισμό της πιέσεως του και στη διαφυγή του μετά από μικρά διάκενα, που αφήνονται μεταξύ ατράκτου και κελύφους.

Ο στυπειοθλίπτης τύπου λαβύρινθου αποτελείται από θαλάμους σε σειρά, που σχηματίζονται από δακτύλιους.

Οι μισοί από τους δακτύλιους τοποθετούνται επάνω στον άξονα, οι δε άλλοι μισοί επάνω στο κέλυφος του ατμοστρόβιλου.

Μέσα στους θαλάμους αυτούς εκτονώνται ο ατμός.

Οι δακτύλιοι αφήνουν μεταξύ τους αξονικά διάκενα πλάτους b , τα οποία 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, του στυπειοθλίπτη εκτονώνεται και χάνει πίεση, ενώ αντίστοιχα αυξάνεται σε όγκο, με αποτέλεσμα τέλος να εξέρχεται μικρή σχετικώς ποσότητα ατμού με ελάχιστη πίεση (εκπνοή στυπειοθλίπτη).

στ) Μηχανικοί στυπειοθλίπτες.

Οι μηχανικοί στυπειοθλίπτες αποτελούν σύγχρονη απάντηση στο πρόβλημα προλήψεως στις διαρροές, που παρατηρούνται στους γνωστούς στυπειοθλίπτες με παρέμβασμα.

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία μηχανικών στυπειοθλιπτών, που καλύπτει μεγάλη περιοχή εφαρμογών.

11.3 Ανακεφαλαίωση.

- 1.** Οι στυπειοθλίπτες είναι στοιχεία στεγανοποιητικά. Σε κάθε στυπειοθλίπτη διακρίνομε το στεγανωτικό υλικό (παρέμβασμα), τη φωλιά του, τα δακτυλίδια συσφίξεως και το δακτυλίδι εδράσεως.

- 2.** Τα παρεμβάσματα διακρίνονται:

Σε μαλακά, δερμάτινα ή ελαστικά, από μεταλλικά δακτυλίδια, από άνθρακα· επίσης υπάρχουν οι στυπειοθλίπτες τύπου λαβύρινθου καθώς και οι μηχανικοί στυπειοθλίπτες.

11.4 Ερωτήσεις.

1. Σε τι χρησιμεύει ο στυπειοθλίπτης;
 2. Από πόσα μέρη αποτελείται;
 3. Πόσων ειδών παρεμβάσματα έχομε;
 4. Τι είναι ο στυπειοθλίπτης τύπου λαβύρινθου και πού χρησιμοποιείται κυρίως:
-

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΩΔΕΚΑΤΟ

ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ

12.1 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 αποφρακτικά 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 **εσωτερική 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 εκλογή 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 στη μονάδα του χρόνου (παροχή), και

β) από την αντίσταση, που θα συναντήσει το ρευστό οταν 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.

Το 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:

- χυτοσιδηροί (μαντεμένιοι)
- χυτοχαλύβδινοι (ατσάλινοι)
- ορειχάλκινοι

- χάλκινοι
- μολύβδινοι
- πλαστικοί.

12.2 Χυτοσιδηροί σωλήνες.

Τους χρησιμοποιούμε για τη μεταφορά νερού, φωτιστικού αερίου ή και για αποχετεύσεις.

Ο χυτοσιδηρος, που χρησιμοποιείται για την κατασκευή των σωλήνων, είναι σκληρός και έχει υψηλή αντοχή σε εφελκυσμό.

Για τον καθορισμό του πάχους s του τοιχώματος για πίεσεις λειτουργίας μέχρι 10 ατμόσφαιρες (που αντιστοιχούν σε πίεση δοκιμής 25 at) χρησιμοποιούνται οι παρακάτω τύποι:

$$\text{α) Για όρθια χύτευση: } s = \frac{1}{60} \cdot d + 0,7 \text{ cm}$$

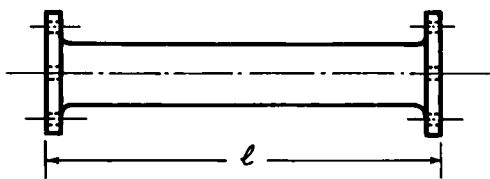
$$\text{β) Για οριζόντια χύτευση: } s = \frac{1}{50} \cdot d + 0,9 \text{ cm}$$

όπου d η εσωτερική διάμετρος του σωλήνα σε mm.

Ανάλογα με τη μορφή, που έχουν οι σωλήνες από κατασκευαστική πλευρά, διακρίνονται σε:

α) Σωλήνες με φλάντζες στα άκρα (σχ. 12.2α).

β) Σωλήνες με μούφες στα άκρα (σχ. 12.2β).



Σχ. 12.2α.



Σχ. 12.2β.

12.3 Χυτοσιδηροί σωλήνες με φλάντζες στα άκρα.

Οι σωλήνες με φλάντζες μπορούν να δέχονται μεγάλες αξονικές δυνάμεις. Συναρμολογούνται και λύνονται εύκολα, στοιχίζουν όμως σχετικά ακριβά.

Κοντά στη φλάντζα τα τοιχώματα του σωλήνα ενισχύονται με ειδικό τρόπο, που φαίνεται στο σχήμα 12.3.

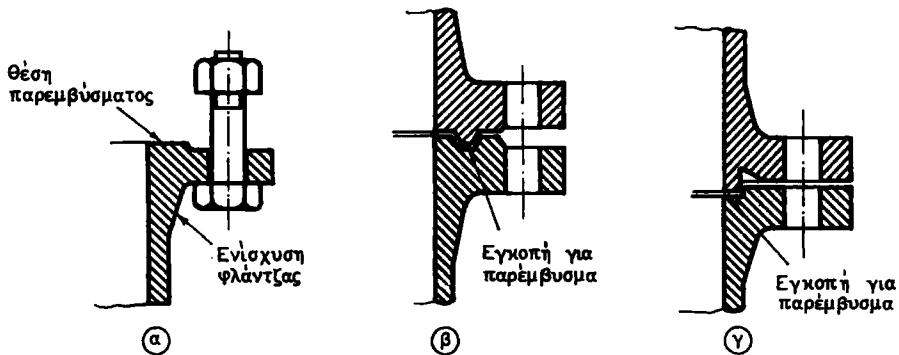
Η φλάντζα χυτεύεται μαζύ με το σωλήνα.

Για κάθε διάμετρο σωλήνα αντιστοιχεί φλάντζα με ορισμένες διαστάσεις. Τα μεγέθη των φλαντζών αναγράφονται στον Πίνακα 12.3.1.

Για τη στεγανή σύνδεση των σωλήνων χρησιμοποιούνται και **παρεμβύσματα** (τσόντες).

Ως παρέμβυσμα χρησιμοποιείται, ανάλογα με την πίεση του ρευστού και τη θερμοκρασία του, είτε **λάστιχο**, είτε **πλέγμα** από ενισχυμένο λάστιχο, είτε **κυματειδείς μεταλλικοί δακτύλιοι**, είτε τέλος **μεταλλικοί δακτύλιοι με λάστιχο**.

Ειδικά στην περίπτωση μεταφοράς ατμού με τους σωλήνες χρησιμοποιούνται ως παρεμβύσματα δακτύλιοι **από αμίαντο**.



Σχ. 12.3.
Τρόποι διαμορφώσεως φλαντζών.

Όταν έχομε μικρές πιέσεις, το παρέμβυσμα, που παρεμβάλλεται μεταξύ των φλαντζών, ακουμπάει επάνω στη λεία επιφάνεια των φλαντζών, όπως φαίνεται στο σχήμα 12.3(a).

Για μεγαλύτερες δύναμεις πιέσεις οι δακτύλιοι εφαρμόζουν μέσα σε εγκοπές (αυλάκια), όπως φαίνεται στο σχήμα 12.3(b) και 12.3(c).

12.4 Χυτοσιδηροί σωλήνες με μούφες.

Οι χυτοσιδηροί σωλήνες με μούφες είναι απλοί στην κατασκευή και σχετικώς φθηνοί. Τοποθετούνται γρήγορα, προσαρμόζονται εύκολα στις ανωμαλίες του εδάφους και δεν έχουν κοχλίες στηρίξεως, οι οποίοι, όταν θρίσκονται μέσα στο έδαφος, υπάρχει κίνδυνος να οξειδωθούν με την παρέλευση του χρόνου (σχ. 12.4a). Γι' αυτό προτιμούνται στις περιπτώσεις υπογείων σωληνώσεων.

Οι σωλήνες αυτοί χρησιμοποιούνται για μέτριες πιέσεις, επειδή δεν είναι δυνατό να παραλάβουν μεγάλες αξονικές δυνάμεις, λόγω του ότι η σύνδεσή τους δεν γίνεται με κοχλίες.

ΠΙΝΑΚΑΣ 12.3.1
Διαστάσεις Χυτοσπόρων σωλήνων με φίδινη σ

Εσωτερική διάμετρος σωλήνα	Κανονικό πάχος τοιχώματος	Εξωτερική διάμετρος σωλήνα	Συνθήη μήκη εμπορίου	Διαστάσεις φλάνγας				Διακύλιος σπεγανόπτης		
				Aριθμός οπών	Πάχος	Διάμετρος οπών	Κοκλές	Αριθμός Διάμετρος	Πλάτος	Υψος
D	mm	mm	mm	D'	s'	D''	η	in	b	s
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	11/8	50	5

Χρησιμοποιούνται λοιπόν για δίκτυα γλυκού νερού, θερμού νερού και ατμού, πιέσεως μέχρι 3 ατμόσφαιρες.

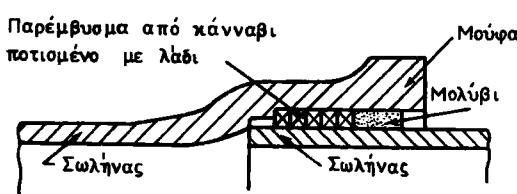
Ως υλικό στεγανότητας χρησιμοποιείται καννάβι ή λάστιχο (σχ. 12.4β).

Γενικά οι σωλήνες με μούφες κατασκευάζονται για πίεση λειτουργίας μέχρι 10 atm (δοκιμής 15 atm) και σε διαμέτρους από 40 ως 200 mm.

Τα κανονικά τους μήκη σχετικά με τις διαμέτρους τους είναι:

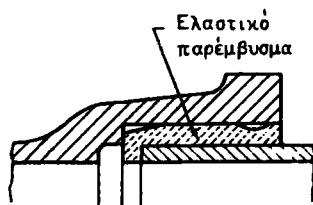
Για διαμέτρους σωλήνων 40-175 mm μήκος 2000-3000 mm.

Για διαμέτρους σωλήνων 200-1200 mm μήκος 3000-4000 mm.

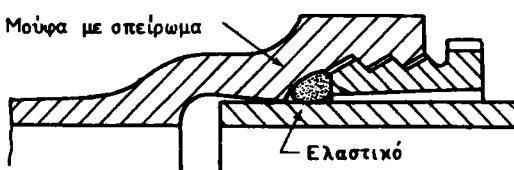


Σχ. 12.4α.

Τρόπος συνδέσεως δύο χυτοσιδερένιων σωλήνων με μούφες.



Σχ. 12.4β.



Σχ. 12.4γ.

Μούφα βιδωτή.

Για να γίνει στεγανή η σύνδεση, το διάκενο μεταξύ μούφας και σωλήνα συμπληρώνεται με καννάβι διαποτισμένο σε λάδι ή πίσσα (σουλάτσο). Πλευρικά το υλικό στεγανότητας συγκρατείται με μολύβι, που χύνεται μετά το καννάβι· τέλος το μολύβι στομώνεται (καλαφατίζεται) (σχ. 12.4α).

Όταν παρουσιάζεται ανάγκη η σύνδεση δύο σωλήνων να είναι ελαστική, τότε χρησιμοποιείται ως υλικό στεγανότητας λαστιχένια τσόντα (σχ. 12.4β, 12.4γ).

Πολλές φορές αντί για τη συνηθισμένη μούφα, που χυτεύεται μαζύ με το σωλήνα και παραμένει ακατέργαστη, χρησιμοποιείται **βιδωτή μούφα** (σχ. 12.4γ). Στην περίπτωση όμως αυτή ως υλικό στεγανότητας χρησιμοποιείται δακτύλιος από στρογγυλό λάστιχο κατάλληλος για σωληνώσεις νερού και φωταερίου.

Οι χυτοσιδερένιοι σωλήνες με μούφες σε σύγκριση προς τους αντίστοιχους με φλάντζες, έχουν το πλεονέκτημα ότι η ευκινησία τους είναι μεγαλύτερη.

Εάν δηλαδή ο ένας σωλήνας τοποθετηθεί λοξά, σχετικά προς τον επόμενο, δεν καταστρέφεται η σύνδεση ούτε η στεγανότητά τους. Επίσης, κατά τη λειτουργία τους, εάν μετατοπισθούν ελαφρά, δεν χάνουν τη στεγανότητά τους, ενώ αντίθετα οι σωλήνες με φλάντζες υφίστανται διαρροές.

12.5 Χαλύβδινοι σωλήνες.

α) Γενικά.

Σε σωληνώσεις νερού και φωταερίου στη θέση των χυτοσιδερένιων σωλήνων

με μούφες χρησιμοποιούνται πολύ σήμερα χαλύβδινοι σωλήνες με μούφες.

Οι χαλύβδινοι σωλήνες έχουν αντοχή μεγαλύτερη από τούς χυτοσιδερένιους, είναι ελαφρότεροι και κατασκευάζονται σε μεγαλύτερα μήκη.

Οι χαλύβδινοι σωλήνες που υπάρχουν στο εμπόριο είναι είτε συγκολλητοί, δηλαδή έχουν ραφή, είτε τραβηγτοί, δηλαδή χωρίς ραφή.

Για να τους προστατεύσουμε 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).

Και στους χαλύβδινους σωλήνες διακρίνομε:

- Σωλήνες με μούφες.
- Σωλήνες με φλάντζες.

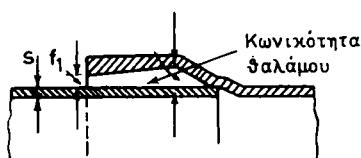
β) Χαλύβδινοι σωλήνες με μούφες.

Τους σωλήνες αυτούς τους χρησιμοποιούμε αντί για τους χυτοσιδερένιους στη μεταφορά νερού, φωταερίου και αέρα, επειδή είναι ελαφρότεροι και πιο ευκολο-σύνδετοι.

Στα σχήματα 12.5α, 12.5β και 12.5γ φαίνονται διάφοροι τρόποι κατασκευής της μούφας, ώστε να ανταποκρίνεται στην πληρότητα στον προορισμό της.

Έτσι π.χ. στο σχήμα 12.5α η κωνικότητα, που σχηματίζεται στο θάλαμο στεγανότητας, εμποδίζει το παρέμβυσμα να εκφύγει προς τα έξω.

Επίσης στο σχήμα 12.5β φαίνεται μια ενισχυμένη μορφή μούφας με πρόσθετο δακτύλιο.



Σχ. 12.5α.



Σχ. 12.5β.



Σχ. 12.5γ.



Σχ. 12.5δ.

Στο σχήμα 12.5γ φαίνεται μια σφαιρική μούφα, η οποία επιτρέπει στροφή 6 μοιρών στα συνδεόμενα κομμάτια.

Τέλος στο σχήμα 12.5δ φαίνεται μια μούφα, την οποία συγκολλούμε μετά την τοποθέτηση, όταν πρόκειται από τη σωλήνωση να μεταφερθούν αέρια υψηλής πιέσεως.

Ο Πίνακας 12.5.1 μας παρέχει διαστάσεις χαλυβδίνων σωλήνων με μούφες, σύμφωνα με τους γερμανικούς Κανονισμούς.

ΠΙΝΑΚΑΣ 12.5.1.
Διαστάσεις σωλήνων με μούφας

Όνομαστική διάμετρος σωλήνα	Εξωτερική διάμετρος σωλήνα	Κανονικό σωλήνες		Ελαφρότεροι σωλήνες		Βάθος μούφας	Βάθος ανά τρέχον μέτρο	t	f ₁	f ₂	Διάκενο σπεγανόητας
		Πάρχος τοιχώματος	Βάρος ανά τρέχον μέτρο	Πάρχος τοιχώματος	Βάρος ανά τρέχον μέτρο						
D	s	kg/m	s	kg/m	s	t	f ₁	f ₂			
40	46	3,0	3,3	—	—	—	85	7,0	9,0	9,0	
	56	3,0	4,0	—	—	—	95	7,5	9,5	9,5	
60	66	3,0	4,8	—	—	—	95	7,5	9,5	9,5	
80	87	3,5	7,4	—	—	—	100	7,5	9,5	9,5	
100	108	4,0	10,6	—	—	—	110	7,5	9,5	9,5	
125	133	4,0	13,1	—	—	—	115	7,5	9,5	9,5	
150	159	4,5	17,6	—	—	—	115	7,5	9,5	9,5	
200	211	5,5	28,8	5,0	26,3	125	8,0	10,0	10,0	10,0	
250	264	6,0	39,8	5,5	36,7	135	8,5	10,5	10,5	10,5	
(300)	316	7,0	55,4	6,0	47,9	140	10,0	13,0	13,0	13,0	
300	321	7,0	56,3	6,0	48,7	140	10,0	13,0	13,0	13,0	
350	368	8,0	73,6	6,0	56,2	140	10,0	13,0	13,0	13,0	
400	419	9,5	99,3	6,0	64,5	140	10,0	13,0	13,0	13,0	
450	470	10,5	123,0	6,5	78,7	140	10,0	13,0	13,0	13,0	
500	521	11,5	149,0	7,0	93,8	140	10,0	13,0	13,0	13,0	
600	622	13,0	201,0	9,0	142,0	140	10,0	13,0	13,0	13,0	

γ) Χαλύβδινοι σωλήνες με φλάντζες.

Οι χαλύβδινοι σωλήνες με φλάντζες χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που έχομε 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 μέχρι 25 at τα πάχη των τοιχωμάτων τους είναι αυτά που περιέχονται στον Πίνακα 12.5.2.

ΠΙΝΑΚΑΣ 12.5.2.

Βαθμίδες πέσεως - Αντοχή σωλήνων σε πίεση

Όνομαστική πίεση σε at	Μεγαλύτερη πίεση λειτουργίας για				Πίεση δοκιμής σε at
	Νερό σε at	Αέριο 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	

Διακρίνομε διάφορες βαθμίδες ανάλογα με τις ονομαστικές 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.

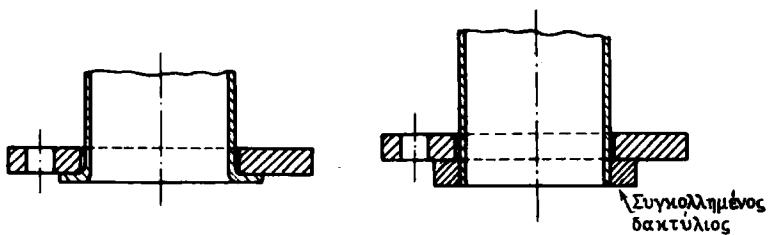
Έτσι έχομε:

- **Λιθρενες φλάντζες**, που εφαρμόζουν σε σωλήνες με διαμορφωμένα χείλη προς τα έξω (σχ. 12.5ε) για πιέσεις μέχρι 10 at.
- **Λιθρενες φλάντζες**, που εφαρμόζουν σε συγκολλημένο δακτύλιο (σχ. 13.5στ) για πιέσεις μέχρι 40 at.
- **Βιδωτές φλάντζες** (σχ. 12.5ζ), που εφαρμόζονται σε σωλήνες με προορισμό να δεχθούν πιέσεις μεγαλύτερες από 100 at.
- **Φλάντζες λείας εξελάσεως** με προεξοχή για τη στεγανότητα (σχ. 12.5η) για πιέσεις μέχρι 40 at.
- **Φλάντζες εξελάσεως με ίλωση ασφάλειας** (σχ. 12.5θ).

Αυτές χρησιμοποιούνται για σωλήνες, που έχουν διάμετρο μεγαλύτερη από 125 mm και για πιέσεις μέχρι 40 at.

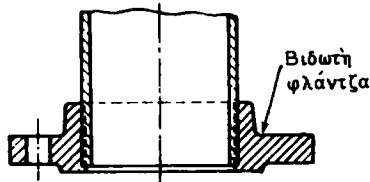
Οι φλάντζες κατασκευάζονται από χάλυβα ή χυτοχάλυβα.

Για πιέσεις μέχρι 40 at για τη στεγανότητα χρησιμοποιούνται δακτύλιοι από

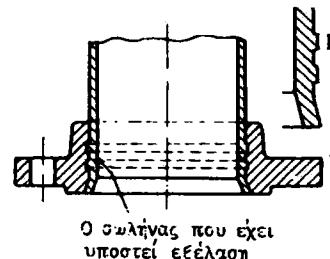


Σχ. 12.5ε.

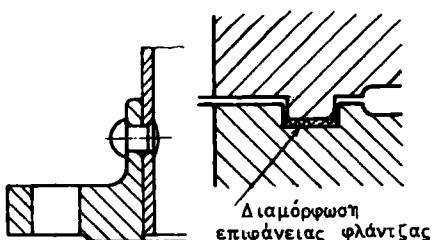
Σχ. 12.5στ.



Σχ. 12.5ζ.

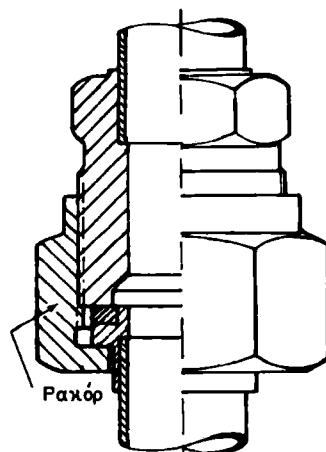


Σχ. 12.5η.



Σχ. 12.5θ.

Σχ. 12.5ι.



Σχ. 12.5ια.

κλινικερή ή από ενισχυμένο λάστιχο η κυματοειδείς δακτύλιοι από λεπτό χαλύβδινο έλασμα.

Για υψηλότερες πιέσεις οι επιφάνειες επαφής των φλαντζών διαμορφώνονται όπως δείχνει το σχήμα 12.5ι.

Οι σωλήνες μικρής διαμέτρου συνήθως φέρουν στα άκρα σπείρωμα. Συνδέονται μεταξύ τους με κοχλιωτούς συνδέσμους (μούφες), καμπύλες διακλαδώσεις, καθώς και με λυδμενους συνδέσμους, που ονομάζονται *ρακόρ*. Τα σπειρώματά τους κατασκευάζονται κωνικά, ώστε με το βίδωμα να συμπίέζονται οι επιφάνειες τους: όταν μάλιστα τοποθετείται γύρω από το σπείρωμα και καννάβι διαποτισμένο με μίνιο ή ένα είδος πλαστικής ταινίας, τότε εξασφαλίζεται τέλεια στεγανότητα με αυτά.

12.6 Σιδηροσωλήνες με σπειρώματα ή σωλήνες φωταερίου.

Οι σωλήνες φωταερίου, όπως λέγονται στο εμπόριο, χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις μεταφοράς και διανομής φωταερίου. Είναι συγκολλητοί με ραφή και μικρό σχετικά πάχος.

Οι διαστάσεις τους δίνονται από το D.I.N. 2440 (Πίνακας 12.6.1). Παχύτεροι σωλήνες φωταερίου κατασκευάζονται χωρίς ραφή και με διαμέτρους από 6 ως 150 mm κατά D.I.N. 2441, οπότε χρησιμοποιούνται και ως ατμοσωλήνες ακόμη.

Η διάμετρος όλων αυτών των σωλήνων ακόμα εκφράζεται σε ίντσες. Έχομε έτσι σιδηροσωλήνες διαμέτρου $1\frac{1}{2}$ ", $\frac{1}{2}$ " κ.ο.κ.

Οι χαλυβδοσωλήνες φωταερίου, ανάλογα με το πού χρησιμοποιούνται, κατατάσσονται σε τέσσερις τυποποιημένες κατηγορίες.

- α) Κατηγορία βαρέος τύπου με ραφή και χωρίς ραφή.
- β) Κατηγορία ημιβαρέος τύπου με ραφή και χωρίς ραφή.
- γ) Κατηγορία ελαφρού τύπου (I) με ραφή και χωρίς ραφή.
- δ) Κατηγορία ελαφρού τύπου (II) μόνο με ραφή.

Οι Πίνακες 12.6.1 και 12.6.2 δίνουν τις χαρακτηριστικές διαστάσεις των κατηγοριών ημιβαρέος και ελαφρού τύπου II.

12.7 Σωλήνες από μη σιδηρούχα μέταλλα.

Σωλήνες από μέταλλα μη σιδηρούχα, όπως είναι ο μόλυβδος, ο χαλκός και τα κράματά του, το αλουμίνιο κλπ., κατασκευάζονται είτε με ραφή (συγκολλητοί) είτε, συνήθως, χωρίς ραφή (τραβηγκτοί).

Οι σωλήνες αλουμινίου χρησιμοποιούνται τελευταία πολύ σε δίκτυα υδρεύσεως, στην ποτοποιία, στη γαλακτοκομία καθώς και στη μεταφορά υγρών καυσίμων.

12.8 Εύκαμπτοι σωλήνες.

Οι σωλήνες αυτοί είναι μεταλλικοί και έχουν την ιδιότητα να κάμπτονται και να παραμορφώνονται, σαν να ήταν από λάστιχο.

Κατασκευάζονται από λεπτά ελάσματα αλουμινίου ή χάλυβα.

Οι σωλήνες αυτοί χρησιμοποιούνται για να συνδέουν κινούμενα τρήματα μηχανών. Παρεμβάλλονται επίσης σε δίκτυα σωληνώσεων, για να παραλαμβάνουν τη συστολή και διαστολή του δικτύου με σχετική παραμόρφωσή τους.

Οι σωλήνες αυτοί κατασκευάζονται κατά πολλούς τρόπους, όπως:

α) Περιτυλίσσοντας ελικοειδώς ταινίες σε σχήμα S με ταυτόχρονη τοποθέτηση μεταξύ τους παρεμβύσματος στεγανότητας είτε από λάστιχο είτε από αμιάντο (σχ. 12.8a).

β) Σε όλλες περιπτώσεις δημιουργείται η ευκαμπτότητα με βαθιά εξέλαση της κυλινδρικής επιφάνειας των σωλήνων με λεπτά τοιχώματα, οπότε δημιουργούνται ελικοειδή αυλάκια (σχ. 12.8b) που διευκολύνουν την παραμόρφωση τους.

12.9 Σωλήνες από πλαστική ύλη.

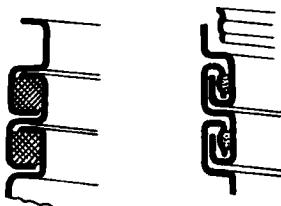
Τελευταία έχουν τεθεί σε γενική σχεδόν χρήση σωλήνες από οργανικές πλαστι-

ΠΙΝΑΚΑΣ 12.6.1.
Σιδηροσταλήνες βαρέος τύπου

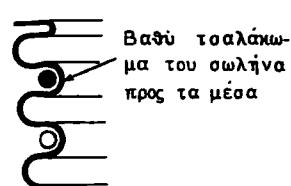
Ονομαστική διάμετρος	Διάμετρος έξωτερικής αντίστοιχες τιμές				Πάρος τοιχώματος τιμές αντίστοιχες	Συμβατικά βάροι					
	Méγ.	Ελάχ.	Méγ.	Ελάχ.							
mm	in	mm	in	in	mm	in	dN/m	lb/ft	dN/m	lb/ft	
6	1/8	10,6	9,8	0,417	0,386	2,0	0,080	0,407	0,273	0,410	0,275
8	1/4	14,0	13,2	0,551	0,520	2,35	0,092	0,650	0,437	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 12.6.2.
Σημηροσωλήνων ελαφρού τύπου

Ονομαστική διάμετρος	Διάμετρος εξωτερικής				Πόχος τοιχώματος Τίκες αντιστοίχες				Συμβατικά βάρη						
	Αντίστοιχης τιμές	Μέγ.	Ελάχ.	Μέγ.	Ελάχ.	in	mm	in	mm	in	mm	dN/m	lb/ft	dN/m	lb/ft
mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	mm	in	dN/m	lb/ft	dN/m	lb/ft
6	1/8	10,4	9,7	0,409	0,383	1,8	0,072	0,369	0,248	0,372	0,250				
8	1/4	13,9	13,2	0,547	0,518	2,0	0,080	0,573	0,385	0,577	0,388				
10	3/8	17,4	16,7	0,685	0,656	2,0	0,080	0,747	0,502	0,753	0,506				
15	1/2	21,7	21,0	0,854	0,825	2,35	0,092	1,10	0,737	1,11	0,743				
20	3/4	27,1	26,4	1,067	1,041	2,35	0,092	1,41	0,948	1,42	0,958				
25	1	34,0	33,2	1,339	1,309	2,9	0,116	2,21	1,49	2,23	1,50				
32	1 1/4	42,7	41,9	1,681	1,650	2,9	0,0116	2,84	1,91	2,87	1,93				
40	1 1/2	48,6	47,8	1,913	1,882	2,9	0,116	3,26	2,19	3,30	2,22				
50	2	60,7	59,6	2,390	2,347	3,25	0,128	4,56	3,06	4,63	3,11				
65	2 1/2	76,3	75,2	3,004	2,960	3,25	0,128	5,81	3,90	5,93	3,98				
80	3	89,4	87,9	3,520	3,460	3,65	0,144	7,65	5,14	7,82	5,25				
100	4	114,9	113,0	4,524	4,450	4,05	0,160	11,0	7,39	11,3	7,59				



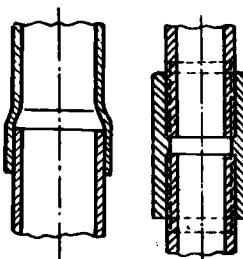
Σχ. 12.8α.



Σχ. 12.8β.

κές ύλες (χλωριούχο πολυβινίλιο) με προοπτική αντικατάστασεως των σιδηροσωλήνων στα δίκτυα υδρεύσεως, στη μεταφορά οξέων, βενζίνης κλπ.

Οι ενώσεις και οι διακλαδώσεις των σωλήνων αυτών σχηματίζονται με θέρμανση των σωλήνων με τη βοήθεια θερμού αέρα (σχ. 12.9).



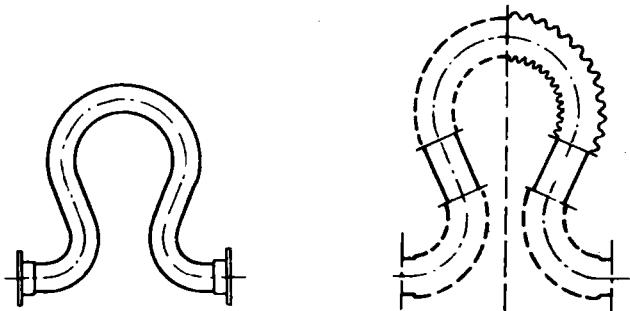
Σχ. 12.9.
Συνδέσεις πλαστικών σωλήνων.

12.10 Διαστολείς.

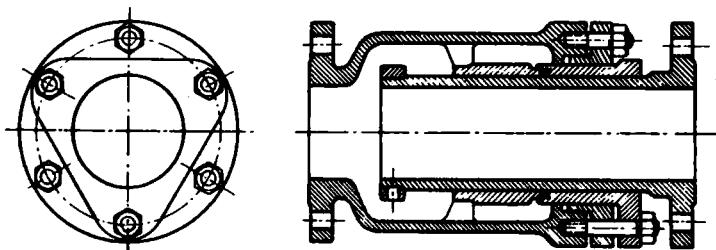
Οι σωλήνες λόγω της μεταβολής της θερμοκρασίας του περιθάλλοντος ή του ρευστού που τους διατρέχει, ιδίως όταν αυτοί έχουν μεγάλο μήκος, είναι δυνατόν να υποστούν μεγάλη **συστολή** ή **διαστολή**. Η μεταβολή αυτή του μήκους των σωλήνων, όταν δεν ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα για την αντιμετώπισή της, μπορεί να προκαλέσει τέλεια καταστροφή της στεγανότητας, με τελικό επακόλουθο πολλές φορές τη θραύση των σωλήνων.

Ένας τρόπος αντιμετωπίσεως αυτού του φαινομένου είναι η χρησιμοποίηση ειδικών εξαρτημάτων που καλούνται **διαστολείς** (σχ. 12.10α).

Πολλές φορές χρησιμοποιούνται ειδικοί διαστολείς (σχ. 12.10β) με στυπειοθλίπητη, οπότε οι σωλήνες πρέπει να είναι ευθύγραμμοι για να μην καταστρέφεται ο στυπειοθλίπητης.



Σχ. 12.10α.
Καμπύλες διαστολείς.



Σχ. 12.10β.
Γραμμικός Διαστολέας.

12.11 Αποφρακτικά όργανα.

Τα αποφρακτικά όργανα χρησιμοποιούνται για να διακόπτουν ή να στραγγαλίζουν τη ροή των ρευστών.

Τα αποφρακτικά όργανα διακρίνονται σε:

— **Διακόπτες** (σχ. 12.11α και 12.11β) με μία στρογγυλή τρύπα στο σώμα τους, επάνω στην οποία ακουμπάει δίσκος. Καθώς ανυψώνεται ο δίσκος, με τη βοήθεια χειροκίνητου βάκτρου, ο διακόπτης ανοίγει αντίστροφα, όταν κατέρχεται ο δίσκος, ο διακόπτης κλείνει.

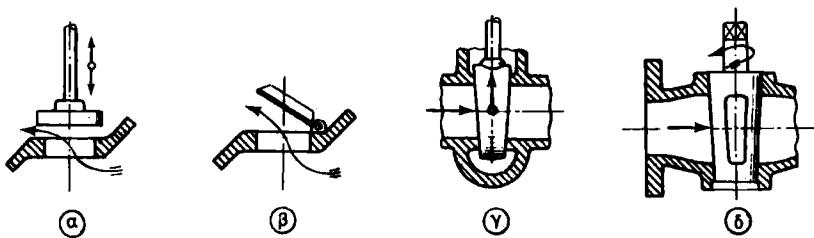
Για να βρούμε πόσο πρέπει να ανυψώσουμε τη βαλβίδα του δίσκου ώστε να μην εμποδίζεται το ρευστό στη ροή του, σκεπτόμαστε ότι πρέπει η κυλινδρική επιφάνεια του ανοίγματος να ισούται με τη διατομή της τρύπας.

Εάν d η διάμετρος της οπής του διακόπτη, τότε ισχύει:

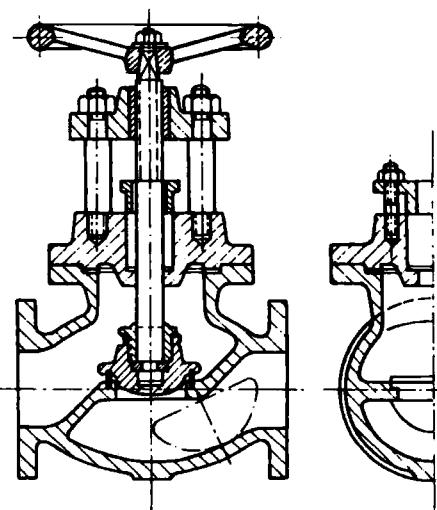
$$\pi \cdot d \cdot h = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad \text{ἄρα} \quad h = \frac{d}{4}$$

δηλαδή αν υψώσουμε τον διακόπτη κατά το τέταρτο της διαμέτρου, το άνοιγμα γίνεται ίσο με την επιφάνεια της τρύπας.

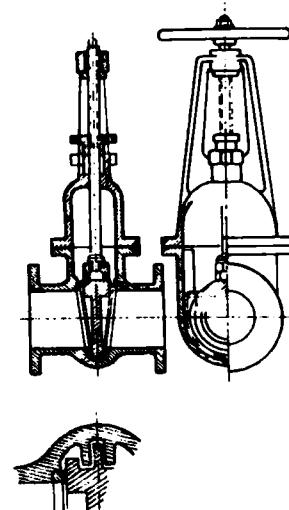
— **Δικλείδες**, οι οπίρες λειτουργούν αυτόματα, το δε άνοιγμα και κλείσιμό τους γίνεται με τη ροή του ρευστού [σχ. 12.11α(β)].



Σχ. 12.11α.



Σχ. 12.11β.



Σχ. 12.11γ.

— **Βάννες** (σχ. 12.11γ), στις οποίες ένας δίσκος ολισθαίνει κάθετα στη διατομή του σωλήνα με τη βοήθεια βάκτρου.

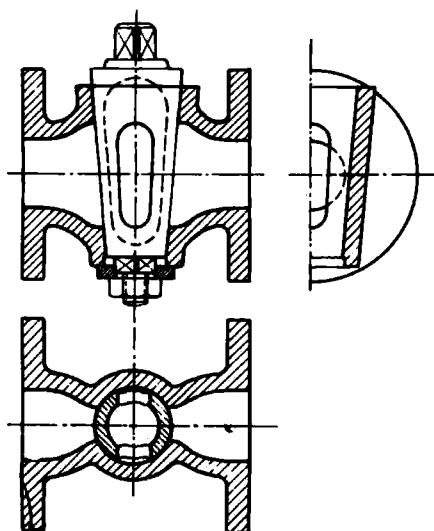
Με την ανύψωση του δίσκου ελευθερώνεται ολόκληρη η διατομή του σωλήνα και ετσι το ρευστό διέρχεται από το σημείο αυτό.

— **Κρουνοί** (σχ. 12.11δ), στους οποίους ένα κολουροκωνικό πώμα με εγκάρσια τρύπα περιστρέφεται μέσα σε κατάλληλα διαμορφωμένο σώμα σε μια θέση, ώστε να επιτρέπει την ελεύθερη ροή κατά μια διεύθυνση.

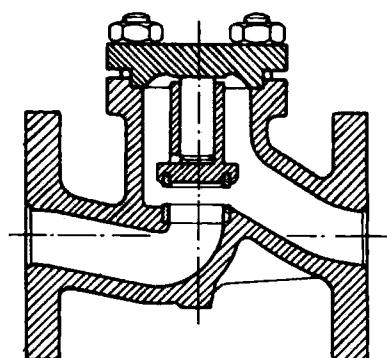
Τομή πλήρους διακόπτη φαίνεται στο σχήμα 12.11β. Για την ανύψωση της βαλβίδας ο δίσκος φέρει βάκτρο χειροκίνητο με τραπεζοειδές ή ορθογώνιο σπείρωμα.

Το περικόχλιο του βάκτρου βρίσκεται επάνω σε γέφυρα, η οποία στηρίζεται με δύο κοχλίες στο σώμα του κρουνού.

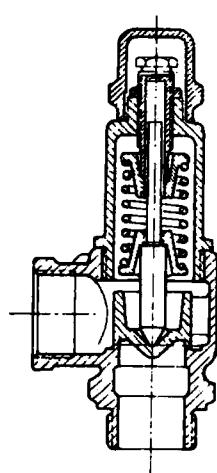
Επίσης, ανάλογα με το σκοπό που χρησιμοποιούμε τα αποφρακτικά όργανα, τα διακρίνομε σε:



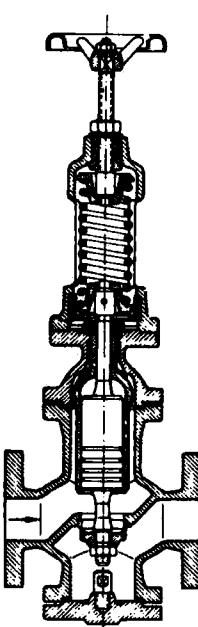
Σχ. 12.11δ.



Σχ. 12.11ε.



Σχ. 12.11στ.



Σχ. 12.11ζ.

- **Βαλβίδες απλής κατεύθυνσεως** (σχ. 12.11α).
- **Ασφαλιστικές βαλβίδες**, οι οποίες ανοίγουν, μόλις η πίεση του ρευστού φθάσει σε ορισμένη τιμή (σχ. 12.11στ.).
- **Ρυθμιστικές βαλβίδες**, οι οποίες κρατούν σταθερή την πίεση μέσα στον αγώνα, μπροστά από τη βαλβίδα (σχ. 12.11ζ.).
- **Βαλβίδες ταχείας αποφράξεως.**
- **Αυτόματες βαλβίδες** (αντλιών, συμπιεστών).
- **Βαλβίδες διανομής** (ατμομηχανών και αεριομηχανών).

12.12 Ανακεφαλαίωση.

1. Τα σωληνωτά δίκτυα προσφέρονται για τη μεταφορά των ρευστών. Για τον υπολογισμό της διαμέτρου χρειάζεται να είναι γνωστή η παροχή και η γεωμετρική διάταξη του δικτύου (υπολογισμός αντιστάσεων). Το υλικό κατασκευής τους εξαρτάται από την πίεση λειτουργίας και το είδος του ρευστού.
2. Οι χυτοσιδερένιοι σωλήνες χρησιμοποιούνται κατά προτίμηση για τη μεταφορά του γλυκού νερού, του φωταερίου και για αποχετεύσεις λυμάτων. Διακρίνομε χυτοσιδερένιους σωλήνες με φλάντζες στα άκρα ή μούφες. Οι πρώτοι μπορούν να δέχονται μεγάλες αξονικές πιέσεις, ενώ οι δεύτεροι είναι πολύ εύκαμπτοι.
3. Οι χαλύβδινοι σωλήνες, όταν μάλιστα προστατεύονται εξωτερικά με διάφορες επιστρώσεις για να μην οξειδώνονται, είναι ανθεκτικότεροι από τους χυτοσιδερένιους και πιο ευέλικτοι.
4. Για ορισμένα ειδικά ρευστά χρησιμοποιούνται και μη σιδηρούχοι σωλήνες.
5. Τα δίκτυα συμπληρώνονται με την τοποθέτηση των οργάνων φραγής με τα οπία ρυθμίζεται η παροχή ορισμένων τμημάτων του δικτύου ή και διακόπτεται τελείως.

12.13 Ερωτήσεις.

1. Σε τι μας χρειάζονται οι σωληνώσεις και από ποια στοιχεία αποτελούνται;
2. Πόσων ειδών σωλήνες έχουμε;
3. Πόσων ειδών χυτοσιδερένιους σωλήνες έχουμε;
4. Για να επιτύχουμε στεγανότητα στις συνδέσεις με φλάντζες τι άλλο προσθέτομε;
5. Σε χυτοσιδερένιους σωλήνες με μούφες πώς επιτυγχάνεται η στεγανότητα;
6. Ποια τα πλεονεκτήματα και ποιά τα μειονεκτήματα των χυτοσιδερένιων σωλήνων με φλάντζες;
7. Σχεδιάστε διάφορους τύπους συνδέσεως χαλυβδοσωλήνων με μούφες.
8. Πώς διακρίνομε μεταξύ τους τους χαλυβδοσωλήνες με φλάντζα;
9. Πού χρησιμοποιούνται οι σιδεροσωλήνες με σπειρώματα;
10. Τι είναι οι εύκαμπτοι σωλήνες;
11. Τι είναι οι πλαστικοί σωλήνες;

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

ΕΙΔΗ ΚΑΙ ΜΕΣΑ ΣΥΝΔΕΣΕΩΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

Μέσα συνδέσεων

1.1 Γενικά.....	3
1.2 Τρόποι συνδέσεως	3
1.3 Ερωτήσεις.....	4

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

Καρφιά – καρφοσυνδέσεις (ήλοι – ηλάσσεις)

2.1 Καρφιά (ήλοι)	5
2.2 Τρύπα του καρφιού (καρφότρυπα)	9
2.3 Διάταξη καρφοσυνδέσεων (ηλάσσεων)	11
2.4 Πεδίο εφαρμογής των ηλοσυνδέσεων.....	13
2.5 Ανακεφαλαίωση	15
2.6 Ερωτήσεις.....	15

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

Κοχλίες και κοχλιωτές συνδέσεις

3.1 Κοχλίες.....	16
3.2 Σπειρώματα.....	17
3.3 Στοιχεία για κοχλίες και περικόχλια (διάμετρος, μήκος, ύψος, βήμα κλπ.).	23
3.4 Σπειρώματα για κοχλίες στερεώσεως (τριγωνικά).....	26
3.5 Σπειρώματα για κοχλίες κινήσεως	33
3.6 Κατασκευή των σπειρωμάτων.....	37
3.7 Σπειρώματα οικλήρων	39
3.8 Είδη από κοχλίες – κοχλιοσυνδέσεις	41
3.9 Ασφάλιση κοχλιοσυνδέσεως.....	44
3.10 Όργανα συφρίγεως (κλειδιά)	46
3.11 Υπολογισμός αντοχής των κοχλιών	48
3.12 Ανακεφαλαίωση	57
3.13 Ερωτήσεις	58

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

Σφήνες

4.1 Περιγραφή και είδη σφήνων	59
4.2 Επιμήκεις σφήνες	59
4.3 Εγκάρδοιες σφήνες	68
4.4 Ανακεφαλαίωση	71
4.5 Ερωτήσεις	71

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΜΕΣΑ ΚΙΝΗΣΕΩΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

'Ατρακτοί (αξόνες)

5.1 Περιγραφή και είδη ατράκτων (αξόνων)	72
5.2 Υπολογισμός αξόνων και ατράκτων	75
5.3 Πέρδοι	78
5.4 Ανακεφαλαίωση	80
5.5 Ερωτήσεις	80

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

Στροφείς

6.1 Γενικά	81
6.2 Γενικά περί τριβής ολισθήσεως	83
6.3 Εγκάρδοι στροφείς. Ακραίοι (ή μετωπικοί) και ενδιάμεσοι	83
6.4 Υπολογισμός των εγκαρδών στροφέων	85
6.5 Σφαρικοί στροφείς (σχ. 6.5α)	91
6.6 Αξονικοί στροφείς	93
6.7 Ανακεφαλαίωση	95
6.8 Ερωτήσεις	95

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

Σύνδεσμοι

7.1 Γενικά	96
7.2 Σταθεροί σύνδεσμοι	96
7.3 Κινητοί σύνδεσμοι	100
7.4 Λυόμενοι σύνδεσμοι ή συμπλέκτες	104
7.5 Υδραυλικός συμπλέκτης (σχ. 7.5)	110
7.6 Ανακεφαλαίωση	111
7.7 Ερωτήσεις	112

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ

Έδρανα

8.1 Περιγραφή και είδη εδράνων	113
8.2 Υλικά τριβέων εδράνων οιισθήσεως.....	114
8.3 Αυτορρύθμιστα έδρανα οιισθήσεως.....	115
8.4 Σταθερά έδρανα οιισθήσεως	117
8.5 Αξονικά έδρανα οιισθήσεως	118
8.6 Έδρανα κυλίσεως (ρουλεμάν)	118
8.7 Λίπανση των εδράνων	125
8.8 Ανακεφαλαίωση	128
8.9 Ερωτήσεις.....	129

ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ

ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΚΙΝΗΣΕΩΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

Οδοντωτοί τροχοί

9.1 Ορισμός – Κατάταξη.....	130
9.2 Είδη οδοντωτών τροχών.....	133
9.3 Σχέση μεταδόσεως κινήσεως.....	137
9.4 Στοιχεία οδοντώσεως.....	138
9.5 Μετρικό διαμετρικό βήμα (μοντούλ, modul)	139
9.6 Αγγλικό διαμετρικό βήμα (Πιτς-Pitch)	141
9.7 Κατατομές δοντιών	144
9.8 Υπολογισμός των οδοντώσεων.....	154
9.9 Μειονεκτήματα της κατατομής με εξειλιγμένη.....	155
9.10 Χάραξη Maag.....	157
9.11 Κωνικοί οδοντωτοί τροχοί	157
9.12 Αναλυτικός υπολογισμός των στοιχείων των κωνικών τροχών.....	160
9.13 Συγκεντρωτικός πίνακας υπολογισμού κωνικών οδοντωτών τροχών υπό γωνία αξόνων 90°	163
9.14 Κωνικοί οδοντωτοί τροχοί με γωνία αξόνων διαφορετική απ' την ορθή γωνία	165
9.15 Κοχλιοειδείς χαράξεις	167
9.16 Ελικοειδείς οδοντωτοί τροχοί.....	173
9.17 Ανακεφαλαίωση	174
9.18 Ερωτήσεις	174

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

Ιμαντοκίνηση

10.1 Ιμαντοκίνηση – Τροχαλίες – Ιμάντες	176
10.2 Υπολογισμός των πλάτους του ωμάντα.....	183
10.3 Οδηγίες για τη λειτουργία των ωμάντων	185
10.4 Ιμαντοκίνηση με τανυστήρα.....	186
10.5 Ιμαντοκίνηση με τραπεζοειδείς ωμάντες.....	187

10.6 Αλυσοκίνηση	193
10.7 Κοινή αλυσίδα	194
10.8 Σύνθετες αλυσίδες ή αλυσίδες κινήσεως	196
10.9 Μετάδοση κινήσεως (αλυσοκίνηση)	200
10.10 Καλώδια	204
10.11 Διατάξεις στερεώσεως καλωδίων	212
10.12 Έλεγχος και συντήρηση των χαλυβδίνων καλωδίων	213
10.13 Τροχοί τριβής	213
10.14 Τροχοί αναστολής	216
10.15 Ελατήρια	217
10.16 Ανακεφαλαίωση	221
10.17 Ερωτήσεις	222

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΔΕΚΑΤΟ

Στυπειοθλίττες

11.1 Γενικά	224
11.2 Είδη παρεμβασιμάτων	225
11.3 Ανακεφαλαίωση	229
11.4 Ερωτήσεις	229

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΩΔΕΚΑΤΟ

Σεληνόσεις

12.1 Γενικά.....	230
12.2 Χυτοσιδηροί σωλήνες.....	231
12.3 Χυτοσιδηροί σωλήνες με φλάντζες στα άκρα	231
12.4 Χυτοσιδηροί σωλήνες με μούφες	232
12.5 Χαλύβδινοι σωλήνες	234
12.6 Σιδηροσωλήνες με σπειρώματα ή σωλήνες φωταερίου	239
12.7 Σωλήνες από μη σιδηρούχα μέταλλα	239
12.8 Εύκαμπτοι σωλήνες	239
12.9 Σωλήνες από πλαστική ύλη	239
12.10 Διαστολείς	242
12.11 Αποφρακτικά όργανα	243
12.12 Ανακεφαλαίωση	246
12.13 Ερωτήσεις.....	246

- - - - -

COPYRIGHT ΙΑΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

