

**ΤΕΙ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ & ΑΡΔΕΥΣΕΩΝ**

**ΜΕΛΕΤΗ ,ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ ΣΤΟ ΜΑΘΗΜΑ
ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΙV**

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:ΜΠΙΛΛΑΛΗΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:ΣΑΒΒΑΤΟΣ ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ

ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2003

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η πτυχιακή εργασία εντάσσεται στα πλαίσια του μαθήματος Γεωργικά Μηχανήματα IV και ολοκληρώθηκε υπό την εποπτεία του κ. Μπιλάλη Ανδρέα. Η ολοκλήρωση της πραγματοποιήθηκε έχοντας ως πρότυπο το βιβλίο που χρησιμοποιείται στο εργαστήριο του παραπάνω (του βιβλίου 'Στοιχεία Μηχανών' 10^η ΕΚΔΟΣΗ) καθώς θα εξυπηρετήσει την διαδικασία του μαθήματος σε αυτό.

Έχει ως σκοπό την οργάνωση και πλαισίωση του εργαστηρίου με το πλέον απαραίτητο εκπαιδευτικό εργαλείο για τον εισηγητή και τους σπουδαστές ειδικά κατά την διάρκεια του εργαστηριακού μαθήματος. Με αυτή την κατασκευή θα γίνει "πράξη" η θεωρία του μαθήματος, γεγονός που "υποβοηθάει" σε μέγιστο βαθμό την διαδικασία "εκμάθησης" αλλά και τη μετάδοση των γνώσεων - τεχνογνωσίας από τον εισηγητή στους σπουδαστές με τον πλέον χαρακτηριστικό τρόπο.

Αντικείμενο της εργασίας ήταν εκτεταμένη αναφορά στα περισσότερο διαδεδομένα μηχανολογικά στοιχεία καθώς και η κατασκευή δυο πινάκων και τοποθέτηση των πιο αντιπροσωπευτικών στοιχείων πάνω σε αυτούς.

Τα δύο βασικότερα προβλήματα που αντιμετωπίστηκαν στην αρχή της μελέτης ήταν η επιλογή των στοιχείων και ο σχεδιασμός – κατασκευή των πινάκων. Οι λύσεις που δόθηκαν και για τα δυο ερωτήματα αναφέρονται στα έξι πρώτα κεφάλαια και στο τελευταίο αντίστοιχα του παρόντος βιβλίου. Αναλυτικά στο 1^ο, 3^ο & 5^ο κεφάλαιο γίνεται μια περιγραφή στα προαναφερόμενα μηχανολογικά στοιχεία (ήλοι, κοχλίες, ελατήρια, συγκολλήσεις, έδρανα, μέσα στεγανότητας), στο 2^ο & 4^ο αναφέρονται τα βασικότερα μέσα μετάδοσης κίνησης, στο 6^ο τα πιο διαδεδομένα λιπαντικά στοιχεία και στο τελευταίο κεφάλαιο (7^ο) μελετήθηκε και σχεδιάστηκε η διαδικασία κατασκευής των πινάκων και η τοποθέτηση των εκπαιδευτικών στοιχείων.

Για την ολοκλήρωση της πτυχιακής εργασίας "δίδονται ευχαριστίες" στους :

Καθηγητές μου, Προϊστάμενο του τμήματος Δρ. Μπατσούλα Νικόλαο για τα εκπαιδευτικά εφόδια και την προτυποποίηση της μηχανολογίας στα εργαστήρια του τμήματος και Μηχανολόγο Μπιλάλη Ανδρέα, για την πολύτιμη προσφορά του, οργάνωση και την καθοδήγησή του ιδιαίτερα κατά την κατασκευή του πίνακα. Επίσης για την προσφορά συμπληρωματικής εργασίας, την Βαλμά Μαρία, τα περιοδικά Auto Motor und Sport & Auto Τρίτη και τον ιδιοκτήτη μηχανουργείου Σαββίνο Άγγελο. Τέλος στους γονείς μου και ιδιαίτερα στον πατέρα μου Σ υ μ ε ώ ν για τη δημιουργία Θεωρητικών και πρακτικών βάσεων στην μηχανολογία και την εφαρμογή τους στα αυτοκίνητα.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εξελικτική πορεία των μηχανών στις μέρες μας

Ένα από τα κυριότερα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της σημερινής εποχής είναι ο κατακλυσμός της ζωής μας από μηχανές. Όπου και αν κοιτάξουμε, σε κάθε χώρο που ζουν άνθρωποι, συναντάμε μια πολύ μεγάλη ποικιλία μηχανών και άλλων απλών ή σύνθετων μηχανολογικών κατασκευών.

Με την πάροδο του χρόνου ο άνθρωπος επινοεί νέες και όλο πιο σύνθετες μηχανές. Με αυτές προσπαθεί να εκμεταλλευθεί την ενέργεια που υπάρχει στη φύση και να την μετατρέψει σε κατάλληλη μορφή που να ικανοποιεί τις ανάγκες του.

Μέρα με τη μέρα όμως, γινόμαστε μάρτυρες και συνειδητοποιούμε ότι η τεχνολογία δημιουργεί μεν πρόοδο αλλά ταυτόχρονα, όταν αυτή χρησιμοποιηθεί με ανορθολογικό τρόπο, δημιουργεί και σοβαρά προβλήματα, όπως για παράδειγμα ρύπανση του περιβάλλοντος, εξάντληση των ενεργειακών αποθεμάτων και λοιπά.

Η έννοια & χρήση της μηχανής

Μηχανή ορίζουμε την κάθε απλή ή σύνθετη διάταξη κομματιών με κατάλληλη μορφή, διαστάσεις και υλικό, η οποία μετατρέπει ενέργεια ορισμένης μορφής σε ενέργεια άλλης κατάλληλης μορφής που να ανταποκρίνεται στον σκοπό που επιδιώκουμε.

Έτσι μια μηχανή αυτοκινήτου, μια βενζινομηχανή, μετατρέπει τη θερμική ενέργεια, που παράγεται από την καύση της βενζίνης, σε μηχανικό έργο με το οποίο θα κινηθούν οι τροχοί και θα μετακινηθεί το αυτοκίνητο.

Σε ένα μηχανουργικό τόρνο, η κατεργασία των διαφόρων κομματιών γίνεται με τη χρήση εργαλείων και την κατανάλωση μηχανικού έργου που παράγεται από μετατροπή ηλεκτρικής ενέργειας.

Μέτρα σύγκρισης των μηχανών

Από τις μηχανές, είτε αυτές είναι κινητήριες, όπως ένας βενζινοκινητήρας, είτε αυτές είναι κινούμενες (εργομηχανές), όπως ένας μηχανουργικός τόρνος, έχουμε ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά.

Χαρακτηριστικά όπως ο υψηλός βαθμός απόδοσης, η βιωσιμότητα της, η σπάνια συντήρηση της και η αντοχή της στις φθορές λόγω καθημερινή χρήσης και καιρικών συνθηκών. Μας δίνουν ένα μέτρο σύγκρισης με το οποίο μπορούμε να πραγματοποιήσουμε τις επιλογές μας σε αυτές.

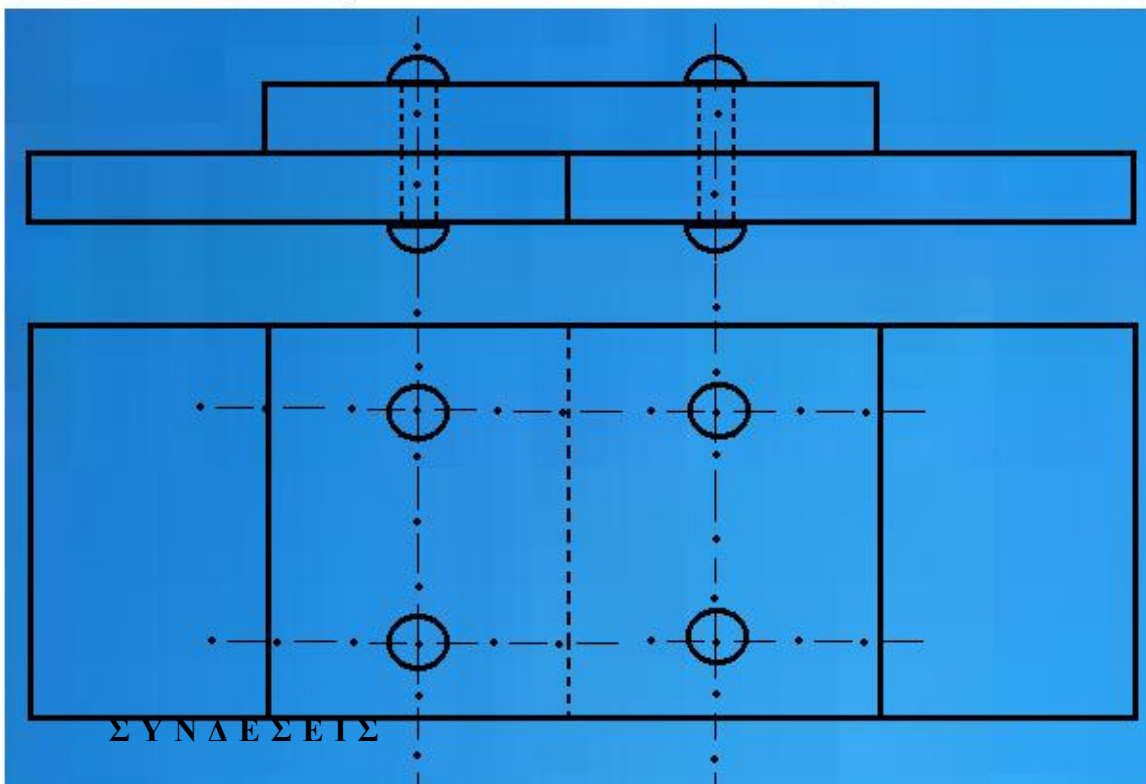
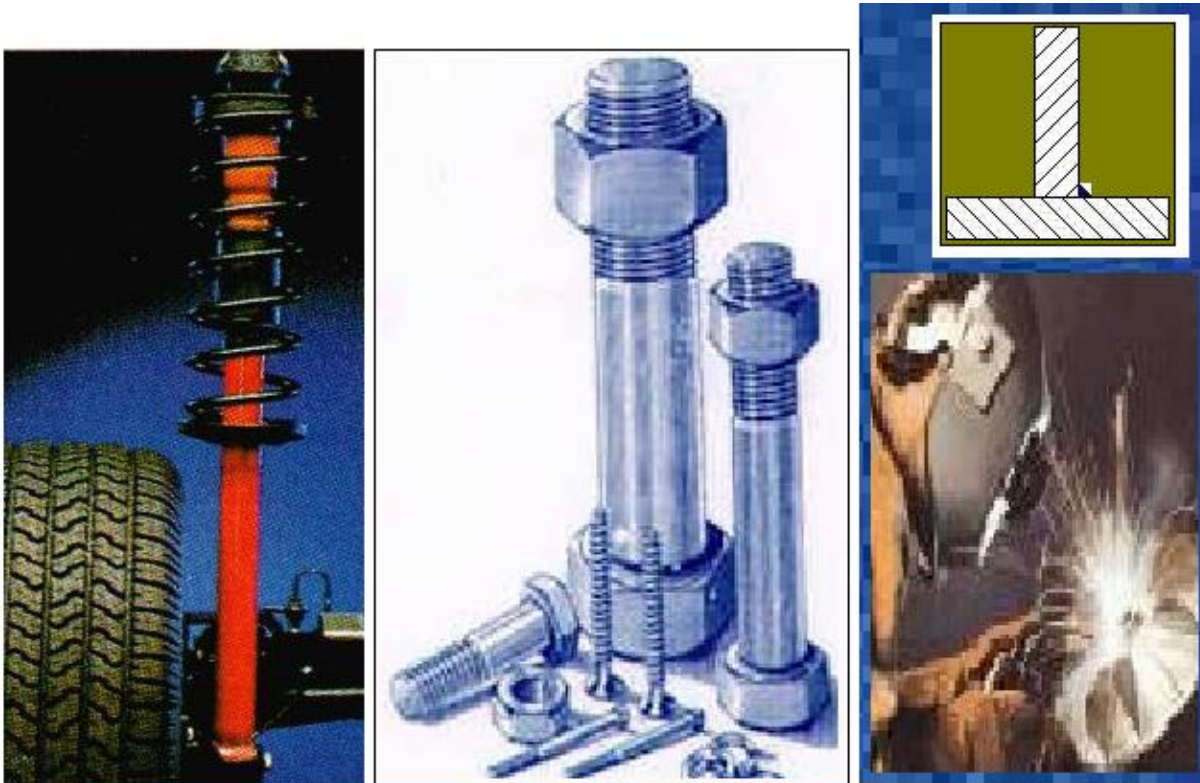
Το Μηχανολογικό Εργαστήριο & τα Στοιχεία μηχανών

Τα στοιχειώδη τμήματα μιας μηχανής ή μιας μηχανολογικής κατασκευής, που είναι ένα κομμάτι και όχι μια σύνθεση κομματιών, τα λέμε εξαρτήματα ή στοιχεία των μηχανών.

Τα Στοιχεία Μηχανών είναι εκείνος ο κλάδος της Μηχανολογίας που εξετάζει, από όλες τις πλευρές, εκείνα τα στοιχεία των μηχανών που όπου και αν συναντηθούν εκτελούν πάντοτε την ίδια εργασία.

Σαν παραδείγματα στοιχείων μηχανών αναφέρουμε τους ήλους, τους κοχλίες (βίδες), τις σφήνες, τους τριβείς κυλίσεως (ρουλεμάν), τους οδοντωτούς τροχούς (γρανάζια), τις τροχαλίες και τους μάντες (λουριά), τους ατράκτους (άξονες), τους αλυσοτροχούς – αλυσίδες, τους τροχούς αναστολής και τους συνδέσμους.

Όλα τα παραπάνω τα συναντάμε στα μηχανολογικά εργαστήρια ως αντικείμενο εκπαίδευσης που υπόκειται στην σειρά μαθημάτων σε όλες τις μηχανολογικές ειδικότητες και αναφέρεται σε όλους του σπουδαστές των παραπάνω τμημάτων όπως και του τμήματος των **Γεωργικών Μηχανών & Αρδεύσεων**.



1.1. ΓΕΝΙΚΑ

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, οι μηχανές και γενικότερα οι μηχανολογικές κατασκευές δεν είναι απλά ολόσωμα κομμάτια, αλλά σύνθετες κατασκευές αποτελούμενες από πολλά κομμάτια με ποικίλες μορφές, υλικά και μεγέθη.

Όλα αυτά τα μέρη των κατασκευών συνδέονται με κατάλληλο τρόπο, ώστε να παρουσιάζουν ορισμένα χαρακτηριστικά και να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις μας.

Γενικά όμως, μπορεί να λεχθεί ότι το είδος της σύνδεσης έχει άμεση σχέση με τους εξής παράγοντες:

1. Την ικανότητα φόρτισης.
2. Τη συχνότητα σύνδεσης και αποσύνδεσης.
3. Το κόστος.
4. Τον απαιτούμενο χρόνο κατασκευής.
5. Την αξιοπιστία της σύνδεσης. Έτσι, για παράδειγμα ανά μια κατασκευή είναι από τέτοια υλικά που δεν συγκολλούνται καλά, λέγεται ότι στην συγκεκριμένη περίπτωση η συγκόλληση δεν είναι αξιόπιστη μέθοδος σύνδεσης.
6. Τη διάρκεια ζωής και τις βλάβες.
7. Τη στεγανότητα.
8. Το βάρος.

1.1 .1 Τα μέσα σύνδεσης

Στις περισσότερες συνδέσεις, για να ενωθούν δυο στοιχεία μηχανών χρησιμοποιείται ένα τρίτο στοιχείο που λέγεται μέσο σύνδεσης. Τα συνηθέστερα μέσα σύνδεσης είναι:

1. Οι κοχλίες ή βίδες.
2. Οι ήλοι ή καρφιά.
3. Οι σφήνες.
4. Τα συγκολλητικά υλικά (ηλεκτρόδια κλπ)
5. Τα ελατήρια.
6. Τα στοιχεία προεντάσεως.

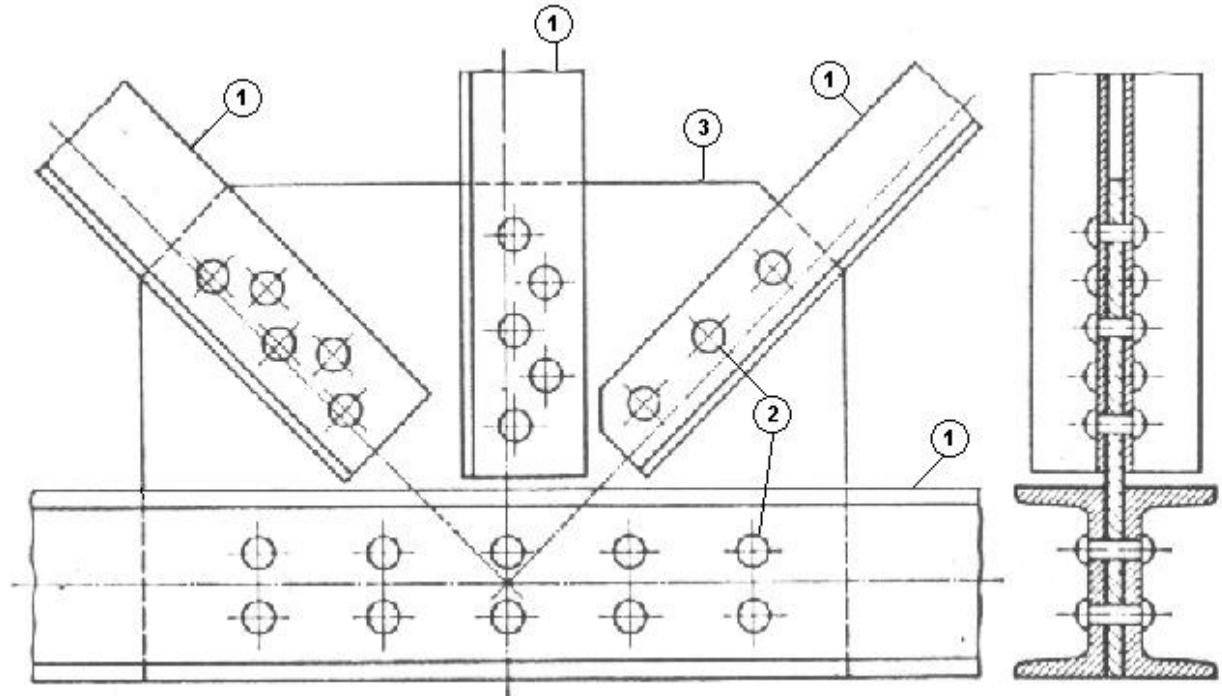
1.2. ΗΛΩΣΕΙΣ**1.2.1. Γενικά – Μέρη μιας ήλωσης**

Ένας πολύ παλιός τρόπος σύνδεσης δυο κομματιών μιας κατασκευής είναι να χρησιμοποιείται ως μέσο σύνδεσης οι ήλοι (καρφιά). Γι'αυτό οι συνδέσεις αυτές λέγονται ηλωτές συνδέσεις ή ηλώσεις (καρφοσυνδέσεις).

Οι ηλώσεις, είναι μόνιμες συνδέσεις. Τα κομμάτια που είναι συνδεδεμένα μπορούν να αποσυνδεθούν μόνο εάν καταστραφούν οι ήλοι. Η αποσύνδεση είναι μια δύσκολη εργασία και για το λόγο αυτό οι ηλώσεις γίνονται σε κατασκευές που δε θα χρειαστεί ποτέ να λυθούν.

Τα μέρη μιας ήλωσης, είναι:

- Τα κομμάτια που θα συνδεθούν.
- Οι ήλιοι.
- Οι αρμοκαλύπτρες.
- Τα κομβοελάσματα.



Σχήμα 1.2.1. Ήλωση με κομβοέλασμα
1. Κομμάτια για σύνδεση, 2. Ήλιοι & 3. Κομβοέλασμα

1.2.2. Τυποποίηση

Με τον όρο τυποποίηση ενός στοιχείου μηχανής, εννοείται η καθιέρωση προτύπων (standards) με τα οποία θα γίνεται η κατασκευή του στοιχείου από όλους εκείνους που αποδέχονται τα πρότυπα αυτά. Σε μερικές χώρες, ορισμένα πρότυπα έχουν ισχύ νόμου και πρέπει να τηρούνται από όλους.

Πρότυπο, γενικά, ορίζεται η διατύπωση κάποιων κανόνων για κάποιο θέμα, με τους οποίους θα γίνεται στο εξής ενιαία αντιμετώπιση του θέματος από όλους τους ενδιαφερόμενους.

Ως σωστός τρόπος αναφοράς είναι να χρησιμοποιείται ο όρος προτυποποίηση αντί του όρου τυποποίηση.

Μελέτες που έγιναν από πολύ παλιά απέδειξαν το εξής, ότι η κατασκευή προϊόντων με πρότυπα και ιδιαίτερα με ορισμένες τυποποιημένες διαστάσεις, έχει τα εξής σημαντικά πλεονεκτήματα :

1. Εναλλαξιμότητα.
2. Μείωση του κόστους.
3. Καλύτερη ποιότητα προϊόντων.

Με τον όρο εναλλαξιμότητα, εννοούνται ορισμένα βασικά εξαρτήματα μιας μηχανής, όπως π.χ. οι κοχλίες που γίνονται σε ένα εργοστάσιο ταιριάζουν σε μηχανές που κατασκευάστηκαν σε άλλο εργοστάσιο.

Η μείωση του κόστους επιτυγχάνεται με τη μαζική παραγωγή (παραγωγή χιλιάδων ίδιων κομματιών με αυτόματες μηχανές) και αυτή μπορεί να γίνει μόνο αν έχουμε τυποποίηση.

Η καλύτερη ποιότητα επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση καλύτερων υλικών και ειδικών μηχανών. Τις ειδικές μηχανές συμφέρει να τις χρησιμοποιούμε μόνο για να παράγουμε χιλιάδες ίδια τυποποιημένα κομμάτια.

Τα βιομηχανικά πρότυπα παραγωγής προϊόντων για να έχουν υποχρεωτική εφαρμογή, πρέπει να καθιερωθούν με Νόμο, Προεδρικό Διάταγμα ή Υπουργική Απόφαση. Στην περίπτωση αυτή, τα πρότυπα αυτά λέγονται Τεχνικοί Κανονισμοί.

Μερικοί εθνικοί τεχνικοί κανονισμοί, όπως π.χ. οι Γερμανικοί κανονισμοί DIN, επεκράτησαν και σε άλλες χώρες, χωρίς βέβαια να είναι υποχρεωτικοί. DIN είναι τα αρχικά των λέξεων Deutsche Industrie Normen (Γερμανικά Βιομηχανικά Πρότυπα).

Σήμερα, όμως υπάρχει και ο Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης ISO (International Standard Organization). Αυτός πολλές φορές ακολουθεί, ακριβώς ή με μερικές αποκλίσεις, προϋπάρχοντα πρότυπα.

1.2.3. Διατάξεις ηλώσεων

Με τον ορισμό διατάξεις ηλώσεων, αναφερόμαστε στον τρόπο με τον οποίο είναι τοποθετημένα τα συνδεδεμένα μέρη, το ένα σε σχέση με το άλλο.

Με αυτό το κριτήριο, οι ηλώσεις διακρίνονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες:

1. Ηλώσεις με επικάλυψη.
2. Ηλώσεις με αρμοκαλύπτρες.

Στις ηλώσεις με επικάλυψη, που είναι και οι πιο απλές, τα ελάσματα τοποθετούνται έτσι ώστε η μια άκρη του ενός ελάσματος να καλύπτει μία άκρη του άλλου ελάσματος.

Στις ηλώσεις με αρμοκαλύπτρα, τα δυο ελάσματα έρχονται σε επαφή πρόσωπο με πρόσωπο. Ο αρμός που δημιουργείται μεταξύ των προσώπων, καλύπτεται με ένα ή δύο ελάσματα, που λέγονται αρμοκαλύπτρες (καλύπτρες του αρμού).

Η χρησιμοποίηση των ηλώσεων με διπλή αρμοκαλύπτρα, έχει το σοβαρό πλεονέκτημα έναντι των ηλώσεων με μία αρμοκαλύπτρα, ότι η καταπόνηση στους ήλους μειώνεται στο μισό.

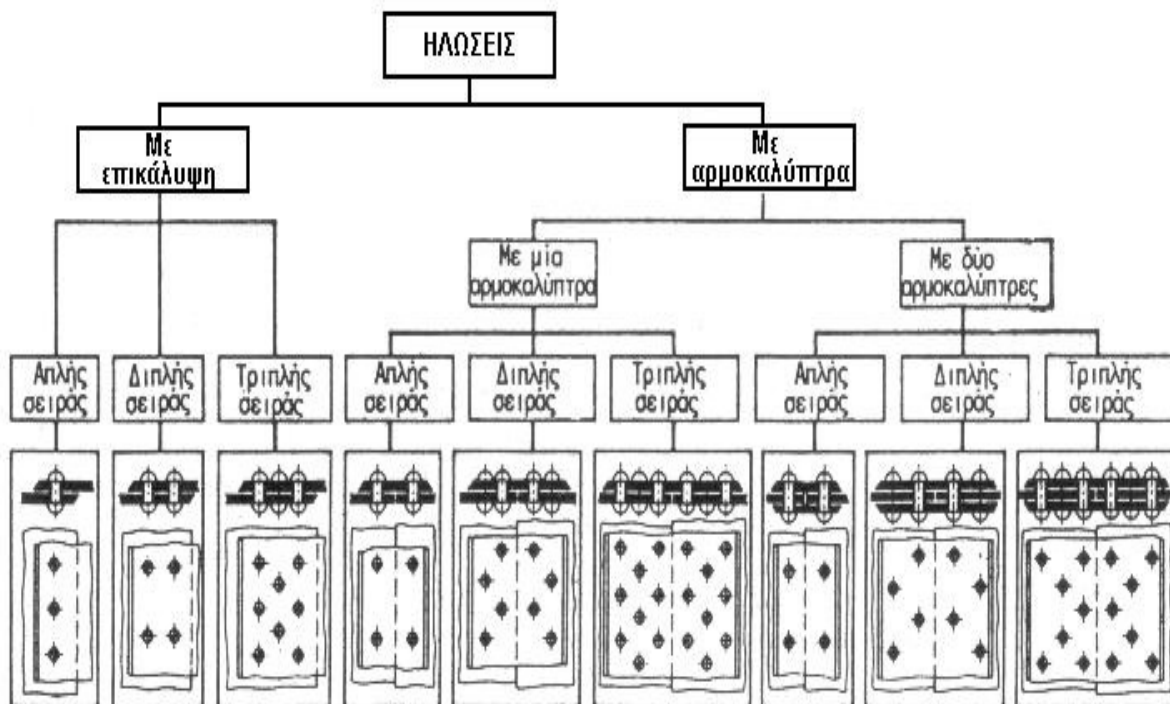
Η τοποθέτηση των ήλων μπορεί να γίνει με μία ή περισσότερες σειρές ήλων. Ο αριθμός των σειρών στις ηλώσεις με αρμοκαλύπτρα, αναφέρεται δεξιά ή αριστερά του αρμού και όχι συνολικά.

Επίσης, οι ήλοι διπλανών σειρών μπορεί να είναι ο ένας απέναντι στον άλλον ή να είναι σε τριγωνική διάταξη (ζιγκ-ζάγκ).

Έτσι, οι ηλώσεις κάθε κατηγορίας μπορούν να γίνουν ως ηλώσεις:

- μιας σειράς ήλων
- δυο σειρών ήλων σε παράλληλη ή σε τριγωνική διάταξη
- τριών ή περισσότερων σειρών ήλων σε παράλληλη ή τριγωνική διάταξη.

Παρακάτω ακολουθεί ανάλογο σχήμα με τις πλέον διαδεδομένους τύπους διατάξεων με ηλώσεις.



Σχήμα 1.2.2 Κατάταξη ηλώσεων

1.2.4. Εκτέλεση των ηλώσεων

Η διαδικασία της σύνδεσης δύο ελασμάτων με ήλους, περιλαμβάνει το τρύπημα των ελασμάτων, το πέρασμα των ήλων στις τρύπες και το σχηματισμό της δεύτερης κεφαλής.

Οι τρύπες θα πρέπει, αν είναι δυνατόν, να ανοίγονται ταυτόχρονα σε όλα τα ελάσματα, ώστε να επιτυγχάνεται η απόλυτη σύμπτωση αυτών.

Οι άκρες της τρύπας πρέπει να φρεζάρονται για να μπορεί ο ήλος να πατήσει στο έλασμα. Αν δε γίνει αυτό, τότε η καμπυλότητα που υπάρχει στο τέλος του κορμού του ήλου θα εμποδίζει το πάτημα.

Επίσης, η έλλειψη της καμπυλότητας αυτής, μειώνει την αντοχή του ήλου. Αυτό συμβαίνει σε κάθε στοιχείο μηχανής όταν μεταβάλλεται η διάμετρος απότομα.

Η διάμετρος της τρύπας d_1 γίνεται:

$$d_1 = d \quad \text{για } d < 8 \text{ mm}$$

$$d_1 = 8,4 \quad \text{για } d = 8 \text{ mm}$$

$$d_1 = d_1 + 1 \quad \text{για } d \geq 8 \text{ mm}$$

Η διαμόρφωση της δεύτερης κεφαλής γίνεται στην άκρη που προεξέχει από τα ελάσματα και γίνεται άλλοτε εν ψυχρώ και άλλοτε εν θερμώ.

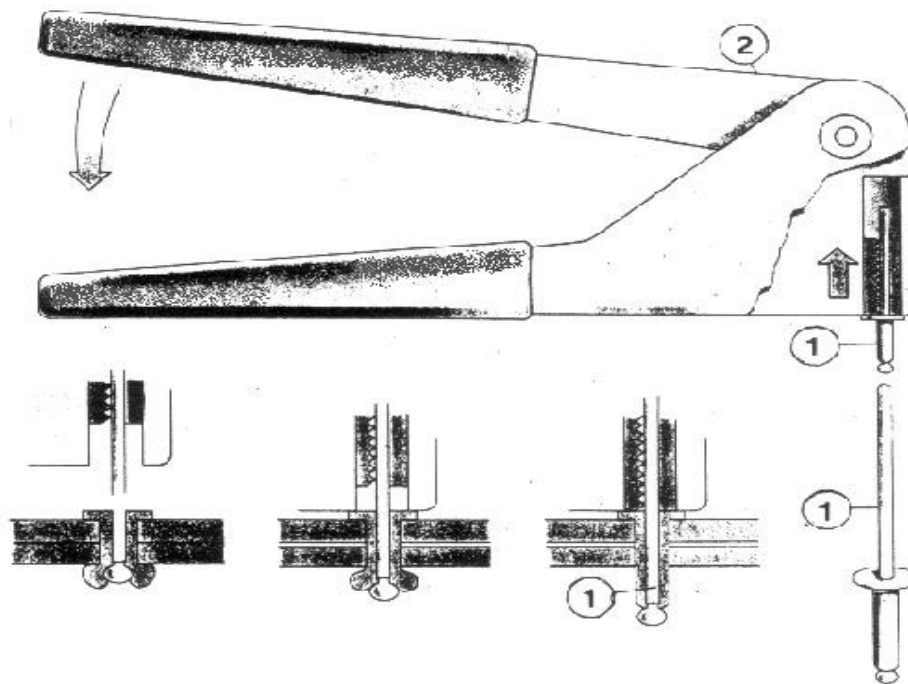
Α) Ηλώσεις εν ψυχρώ

Αυτές γίνονται όταν οι ήλοι έχουν διάμετρο μικρότερη από 10 mm. Η διαμόρφωση της δεύτερης κεφαλής γίνεται είτε με τη βοήθεια απλών εργαλείων χεριού είτε με μηχανικά μέσα.

Πρώτα, τοποθετείται ο ήλος στη θέση του και μετά χτυπάμε τα ελάσματα με τον καρφολάτη για να καθίσουν. Στη συνέχεια, χτυπάμε με μια καλίμπρα, για να

δοθεί το ανάλογο σχήμα στη δεύτερη κεφαλή. Στο κάτω μέρος τοποθετείται για αντιστήριξη, μία κόντρα.

Εκτός από αυτόν τον τρόπο, μπορούν να πραγματοποιηθούν τέτοιες ηλώσεις και με άλλους τρόπους. Ένας από τους πιο πολυεφαρμοζόμενους φαίνεται στο παρακάτω σχήμα, με εκτονωτικούς ήλους αλουμινίου (περτσίνια), ο τρόπος ήλωσης και το καρφωτικό εργαλείο που χρησιμοποιείται σε ελαφρές κατασκευές.



Σχήμα 1.2.3. Ήλωση με περτσίνια αλουμινίου

1.Περτσίνι & 2.Καρφωτικό εργαλείο

Άλλου είδους καρφωτικά εργαλεία είναι αυτά που δουλεύουν με πεπιεσμένο αέρα. Διαμορφώνουν την κεφαλή με διαδοχικές κρούσεις σε συχνότητα 1000-1500 ανά λεπτό. Αυτά χρησιμοποιούνται τόσο στην κατασκευή αεροσκαφών όσο και σε άλλες κατασκευές.

Β) Ηλώσεις εν θερμώ

Εδώ, θερμαίνονται οι ήλοι με ανάλογες συσκευές οξυγόνου σχ. 1.2.4.



Σχήμα 1.2.4. Συσκευή – εξοπλισμός οξυγόνου

μέχρι να πάρουν ανοιχτό κόκκινο χρώμα ($900-1000^{\circ}\text{C}$), ώστε να γίνουν εύπλαστοι και να διαμορφώνονται εύκολα. Με τη θέρμανση δεν επιτυγχάνεται μόνο η εύκολη διαμόρφωση, αλλά αποφεύγεται και η σκλήρωση που δημιουργείται στο χάλυβα, όταν θα σφυρηλατηθεί σε ψυχρή κατάσταση.

Ήλωση εν θερμώ εφαρμόζεται όταν χρησιμοποιούνται ήλοι με διάμετρο 10 mm και πάνω.

Όταν ο ήλος ψυχθεί, συστέλλεται αξονικά και συμπιέζει τα συνδεδεμένα ελάσματα με αποτέλεσμα να δημιουργείται στις επιφάνειες επαφής, τριβή. Έτσι όμως, αυξάνει τόσο η ικανότητα της ήλωσης για μεταφορά φορτίου όσο και η στεγανότητα.

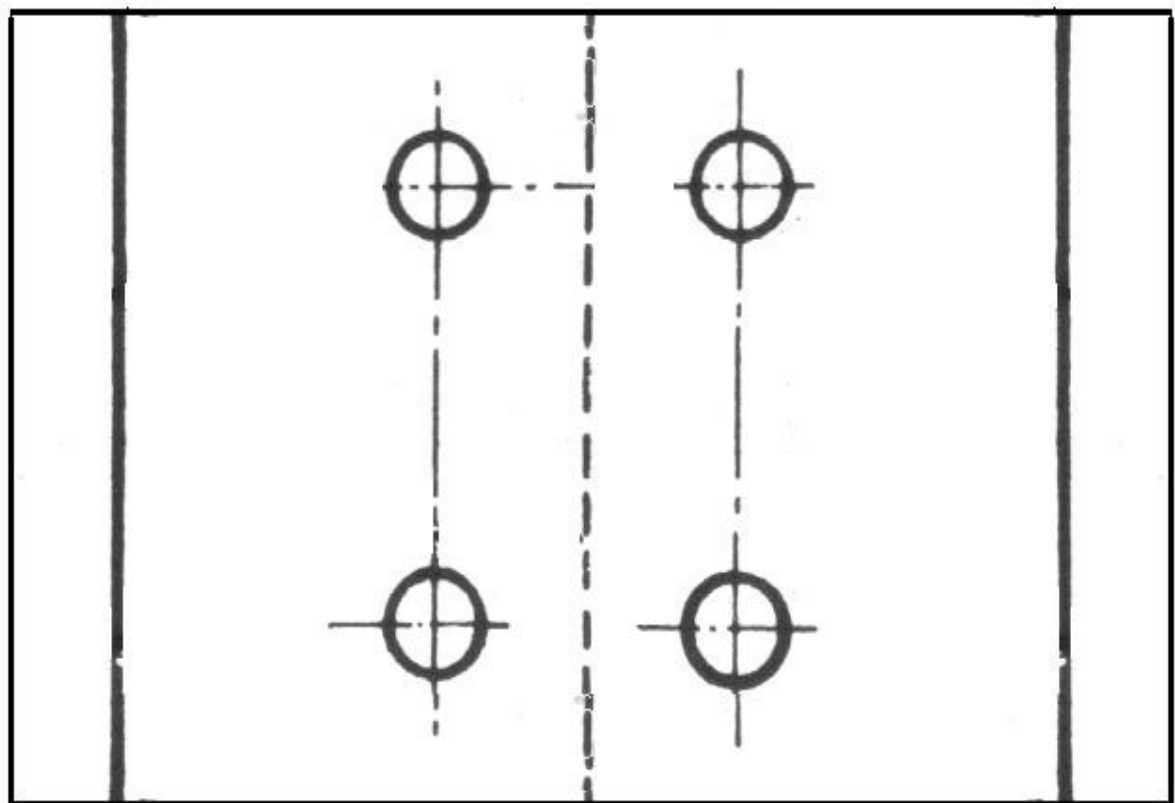
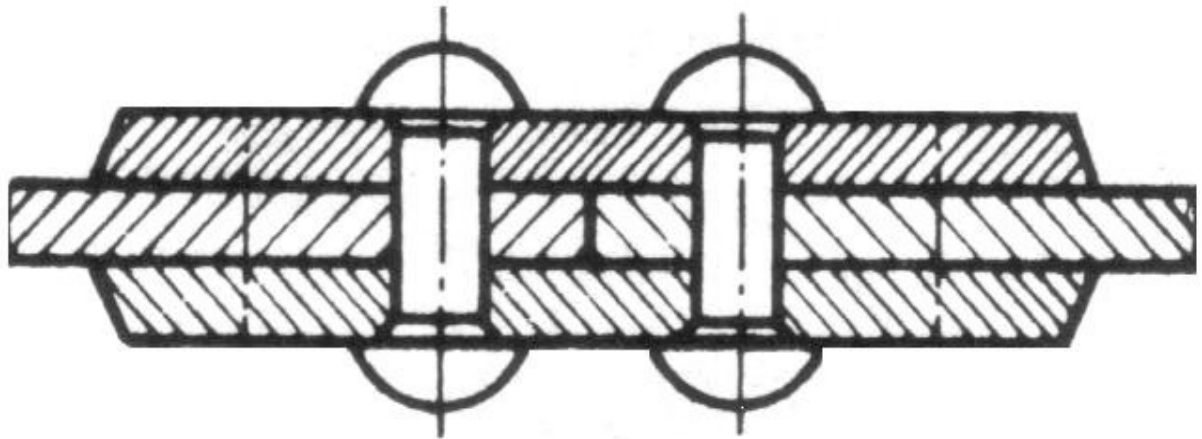
Με τη διαμόρφωση, γεμίζει το κενό μεταξύ ήλων και καρφότρυπας και ο ήλος αποκτά τη διάμετρο της καρφότρυπας.

1.2.5. Εφαρμογή των ηλώσεων στον εκπαιδευτικό πίνακα

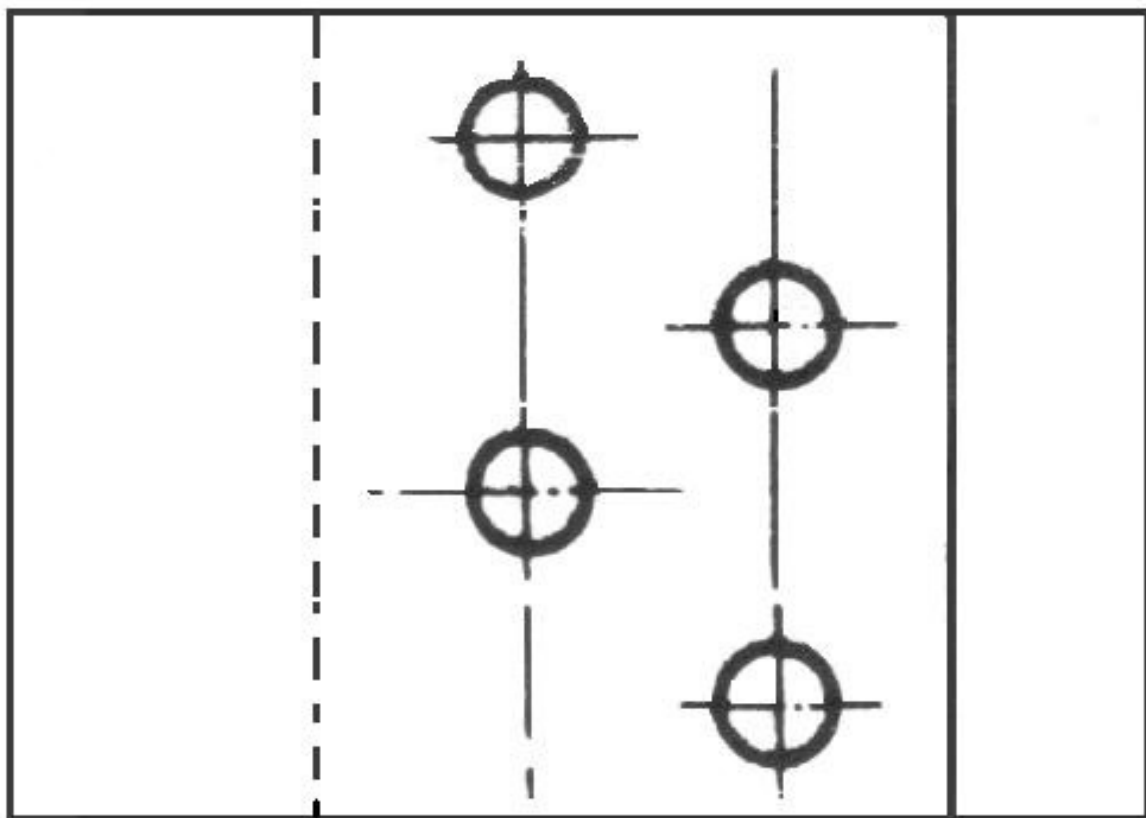
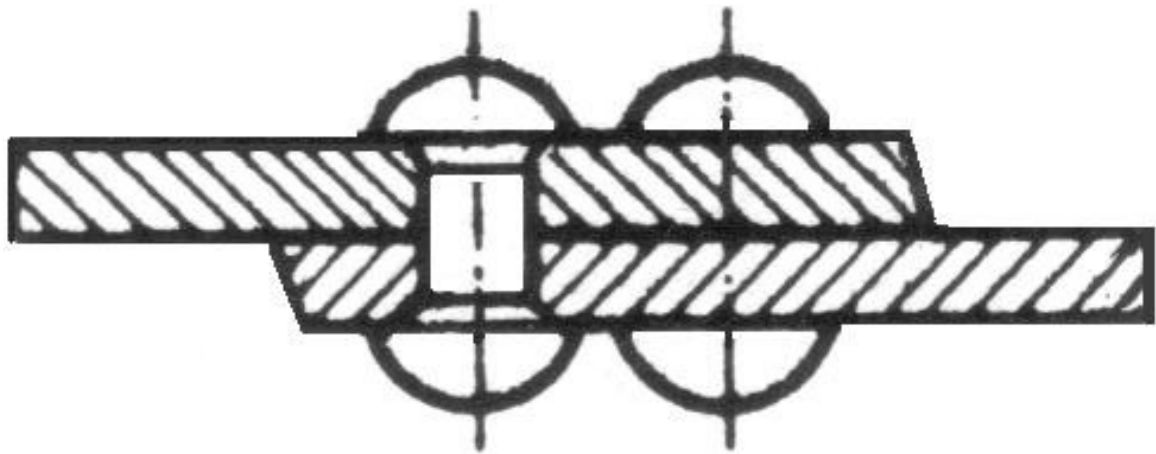
1.2.5.1. Γενικά

Εφαρμόζοντας τα παραπάνω, κατά την ολοκλήρωση της κατασκευής του εκπαιδευτικού πίνακα, χρησιμοποιήθηκαν 5 κατασκευές, στις οποίες εφαρμόστηκαν οι δυο (2) κύριες κατηγορίες ηλωσυνδέσεων (με επικάλυψη & με αρμοκαλύπτρα) και 5 υποκατηγορίες αυτών. Παρακάτω ακολουθούν μεμονωμένα σχέδια αυτών και του πίνακα.

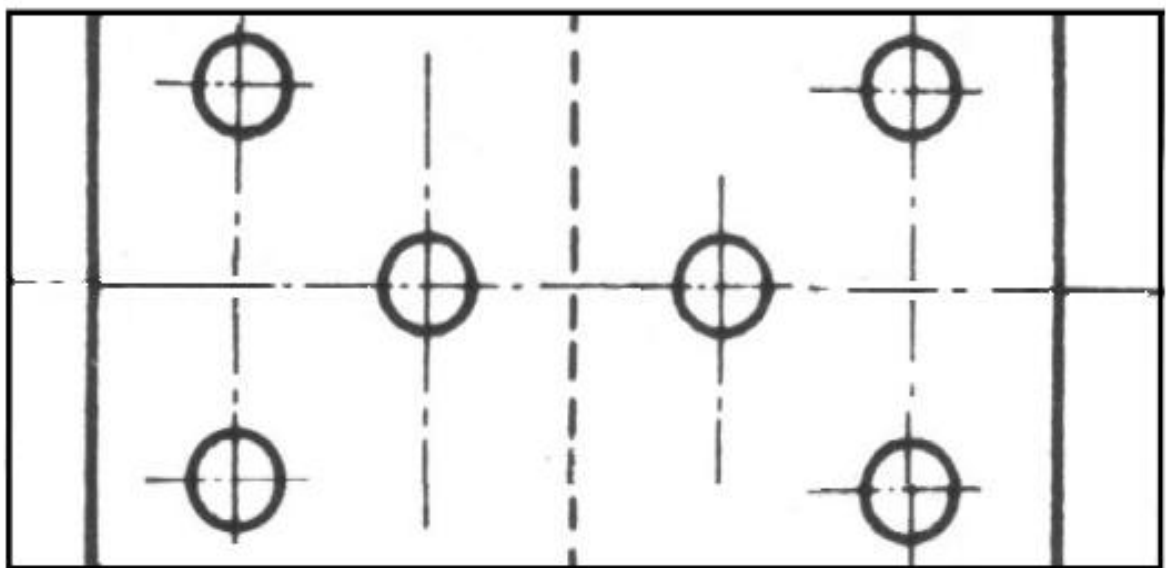
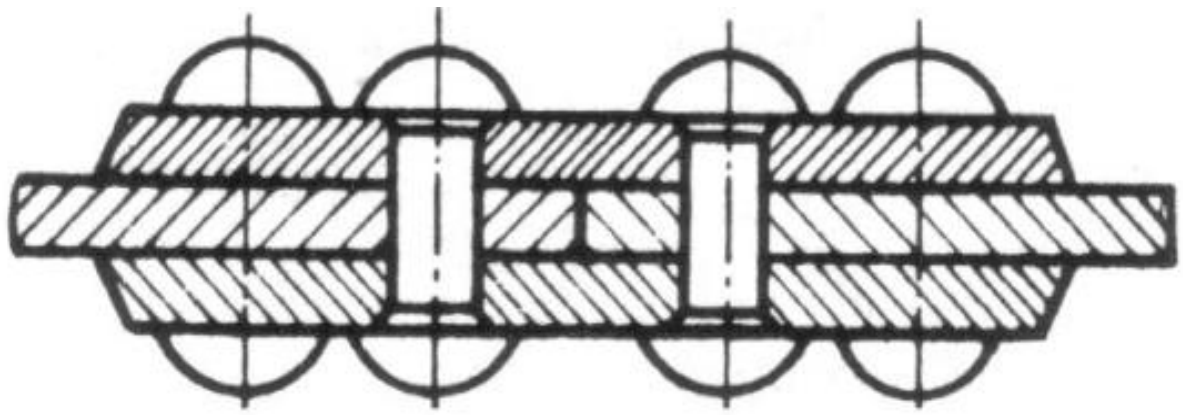
1.2.5.2. Μελέτη – σχεδιασμός



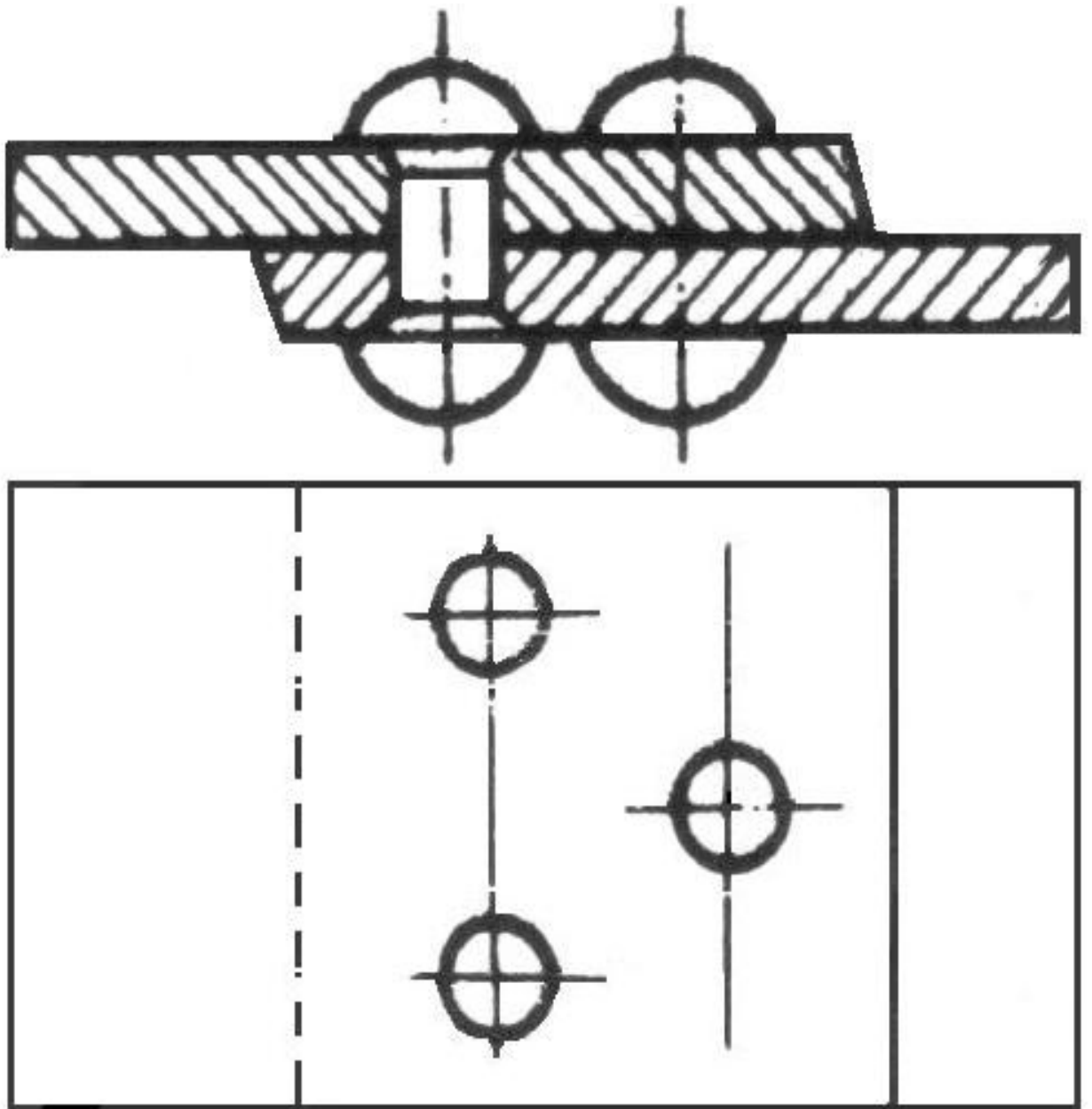
Σχήμα 1.2.5. Ήλωση με διπλή αρμοκαλύπτρα



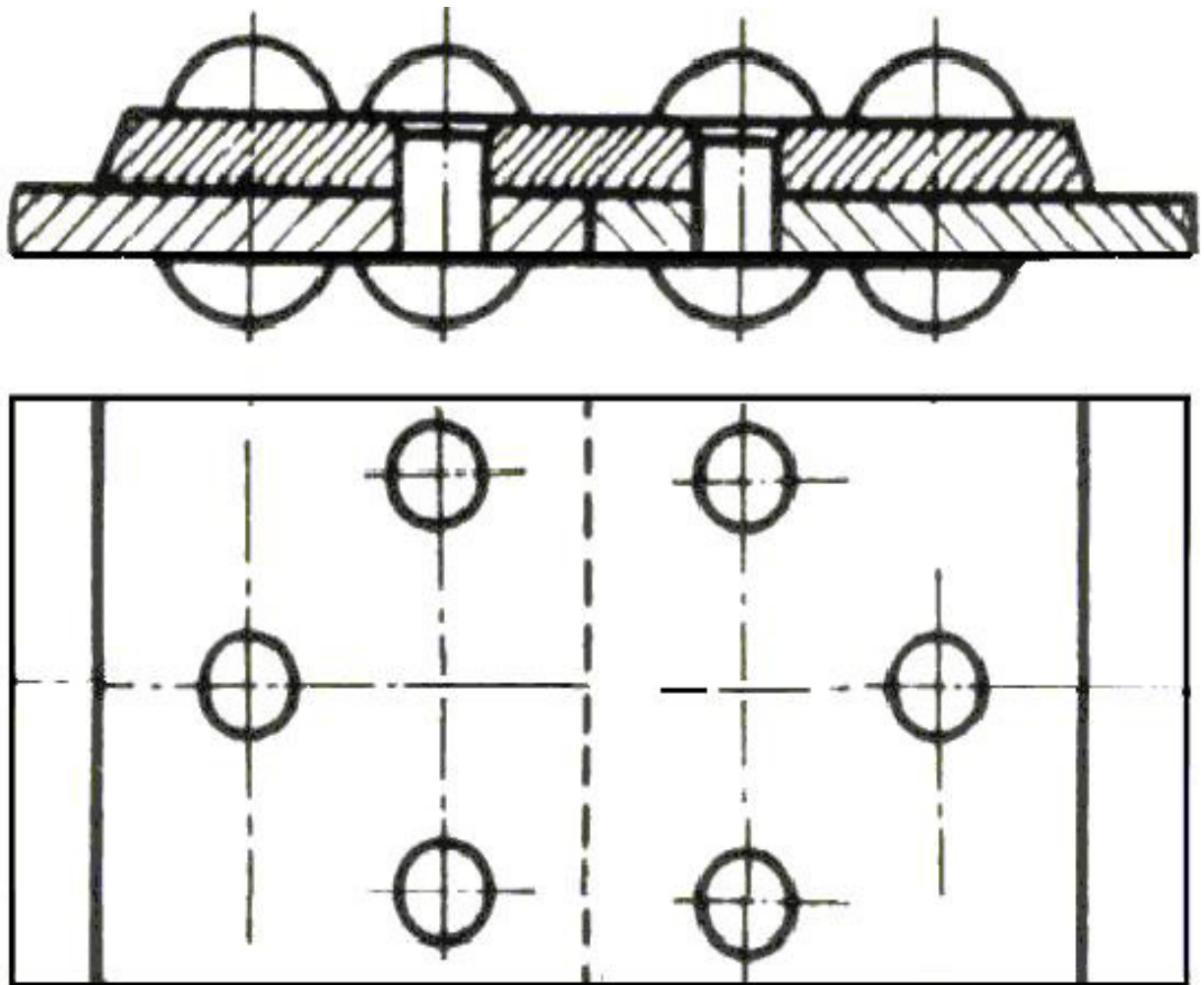
Σχήμα 1.2.6. Ήλωση με επικάλυψη



Σχήμα 1.2.7. Ήλωση με διπλή αρμοκαλύπτρα και τριγωνική διάταξη των ήλων



Σχήμα 1.2.8. Ήλωση με επικάλυψη και τριγωνική διάταξη των ήλων



Σχήμα 1.2.9. Ήλωση με μονή αρμοκαλύπτρα και τριγωνική διάταξη των ήλων

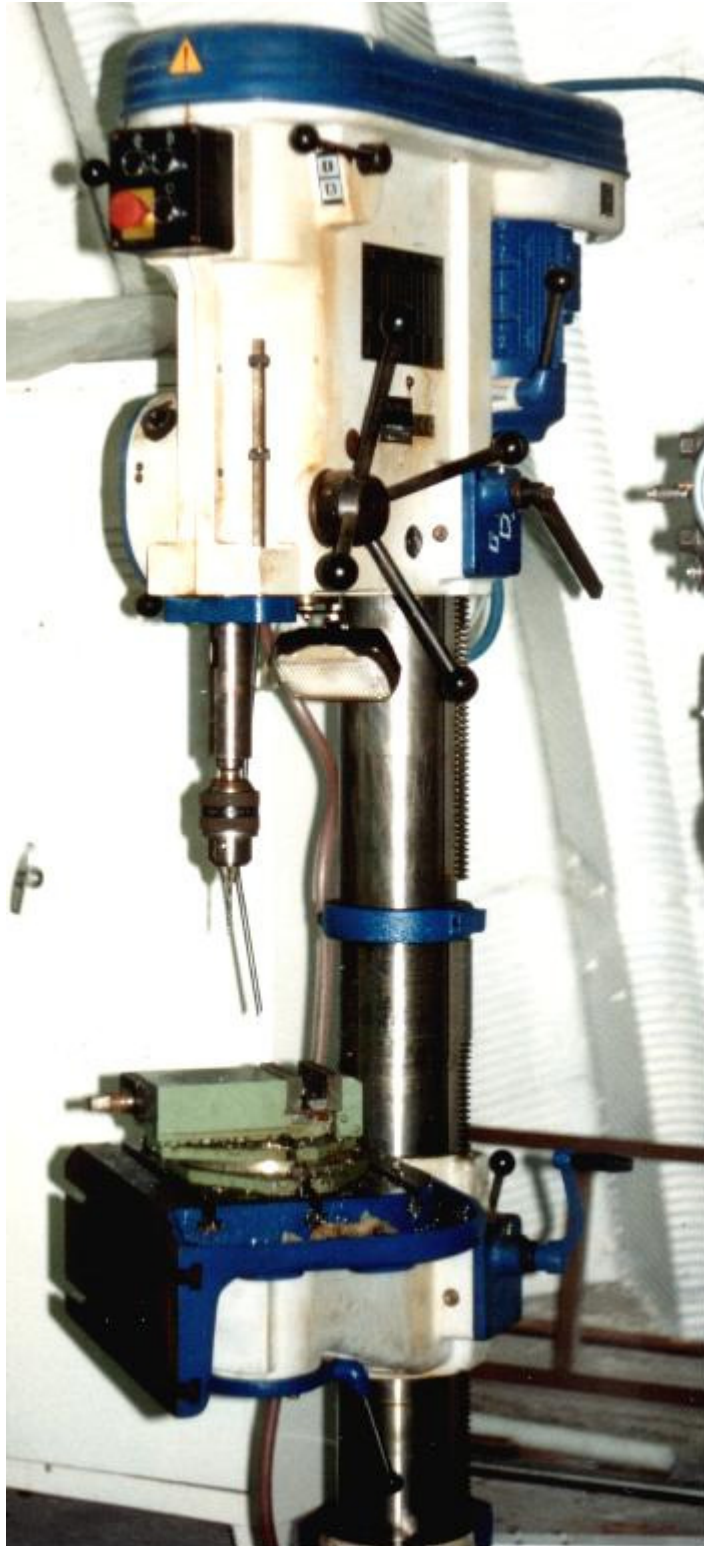
1.2.5.3. Υλικά & εργαλεία

Κατά την παραπάνω εργασία χρησιμοποιήθηκαν :

- Εύλινος πάγκος σχ. 1.2.11.
- Μέγγενη συγκράτησης σχ. 1.2.12.
- Μεταλλική επιφάνεια χυτοσιδήρου
- Περιστροφικό σιδηροπρίονο (για την κοπή των δοκιμίων) σχ. 1.2.13.
- Δράπανο (για την διάτρηση των δοκιμίων)σχ. 1.2.10.
- Συσκευή οξυγονοκόλλησης σχ. 1.2.14.
- Ήλοι
- Σφυρί - κόντρα

1.2.5.4. Πειραματική διαδικασία

Για την κατασκευή των ηλωσυνδέσεων χρησιμοποιήθηκαν μεταλλικές επιφάνειες από μαλακό χάλυβα. Οι οπές στα ελάσματα πραγματοποιήθηκαν με χρήση δραπάνου σχ. 1.2.10. στον εργαστηριακό χώρο του ΤΟΛ. Η ήλωση πραγματοποιήθηκε εν θερμό με ειδική συσκευή οξυγονοκόλλησης και κρουστικό εργαλείο.



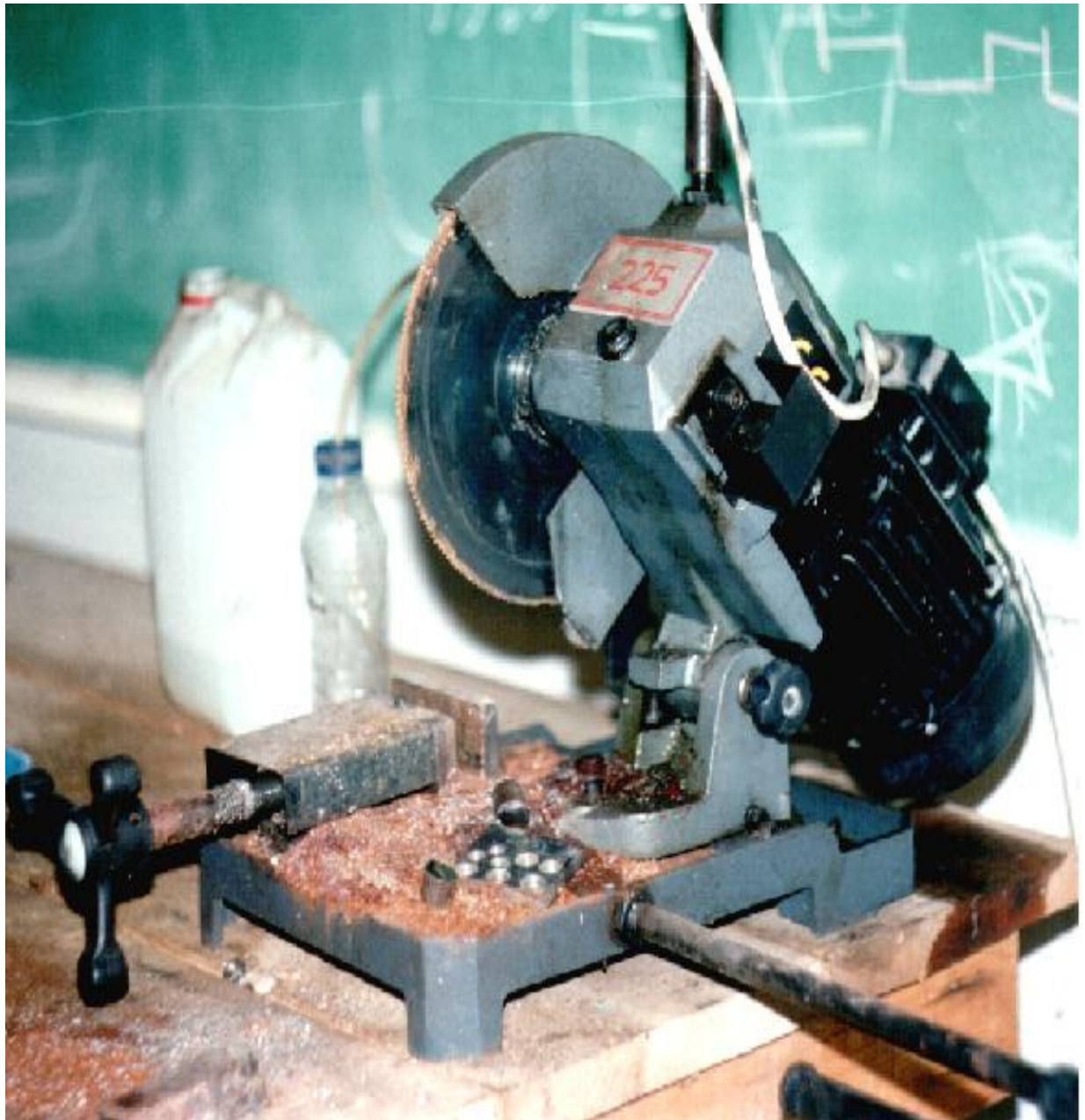
Σχήμα 1.2.10. Δράπανο εργαστηρίου



Σχήμα 1.2.11. Πάγκος εργασίας



Σχήμα 1.2.12. Μέγγενη



Σχήμα 1.2.13. Περιστροφικό σιδηροπρίονο



Σχήμα 1.2.14. Συσκευή οξυγόνου

1.2.5.5. Αποτελέσματα – φωτογραφίες



Σχήμα 1.3.23. Φωτογραφίες εφαρμογής στον πίνακα

1.3. ΚΟΧΛΙΟΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

1.3.1. Γενικά – Μέρη μιας κοχλιοσύνδεσης

Στις περισσότερες συνδέσεις επιθυμούνται τα συνδεόμενα μέρη να αποχωρίζονται εύκολα και γρήγορα, έτσι ώστε ούτε αυτά να καταστρέφονται ούτε και τα μέσα σύνδεσης.

Σε τέτοιες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται συνήθως, αλλά όχι πάντοτε, σαν μέσο σύνδεσης τον κοχλία (τη βίδα) σχήμα 1.3.1.



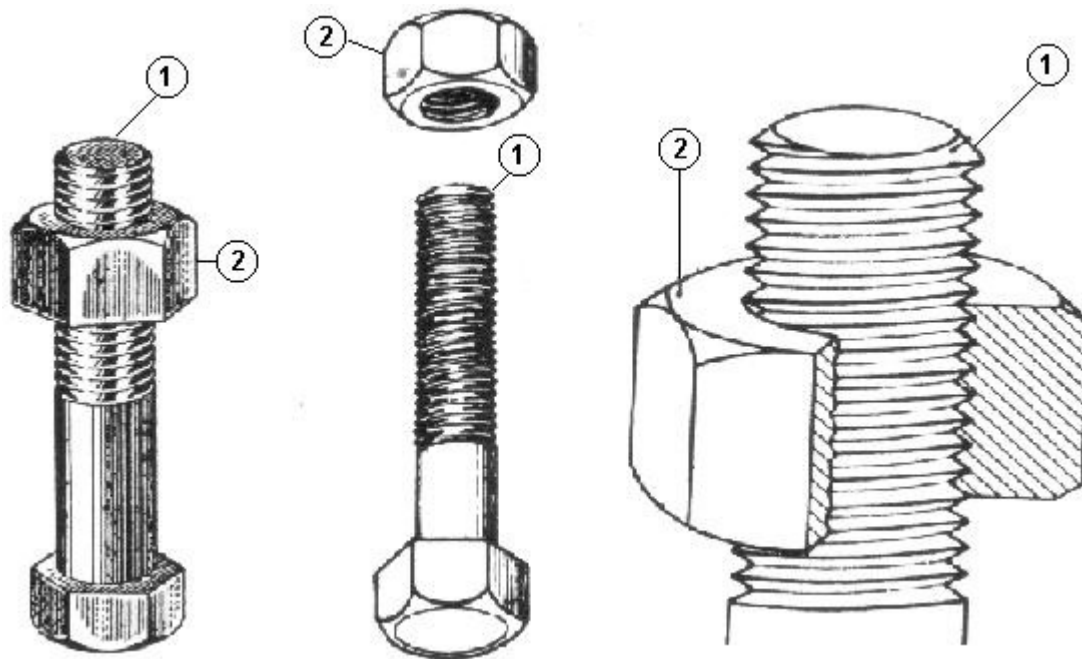
Σχήμα 1.3.1. Διάφοροι κοχλίες

Οι συνδέσεις που γίνονται με κοχλίες λέγονται κοχλιοσυνδέσεις.

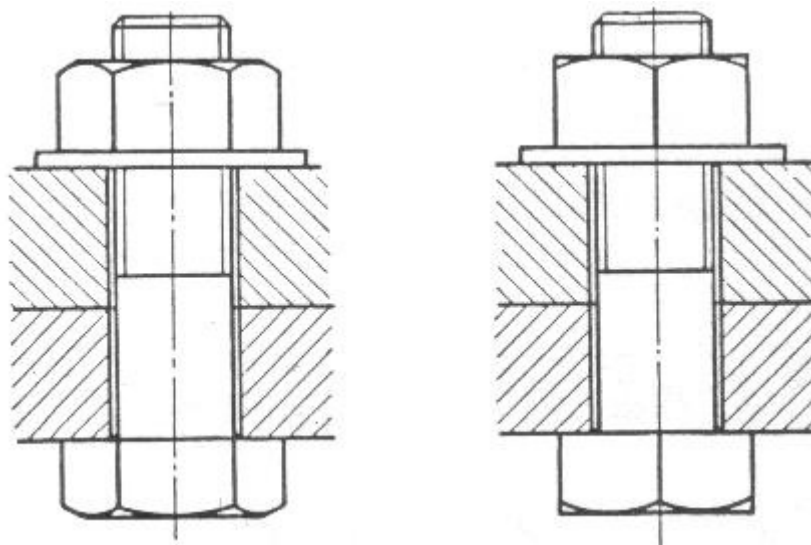
Τα μέρη μιας κοχλιοσύνδεσης, είναι τα εξής:

- Τα συνδεόμενα κομμάτια
- Ο κοχλίας (η βίδα)
- Το περικόχλιο (παξιμάδι)
- Η ροδέλα

Στο σχήμα 1.3.2. φαίνεται σε προοπτική σχεδίαση έναν κοχλία και έναν περικόχλιο (συνδεδεμένα, αποχωρισμένα και σε ημιτομή). Τέλος, στο σχήμα 1.3.3 εμφανίζεται σε κανονική σχεδίαση η σύνδεση δυο κομματιών με έναν περαστό κοχλία.



Σχήμα 1.3.2. Κοχλίας και περικόλλιο
1. Κοχλίας & 2. Περικόλλιο

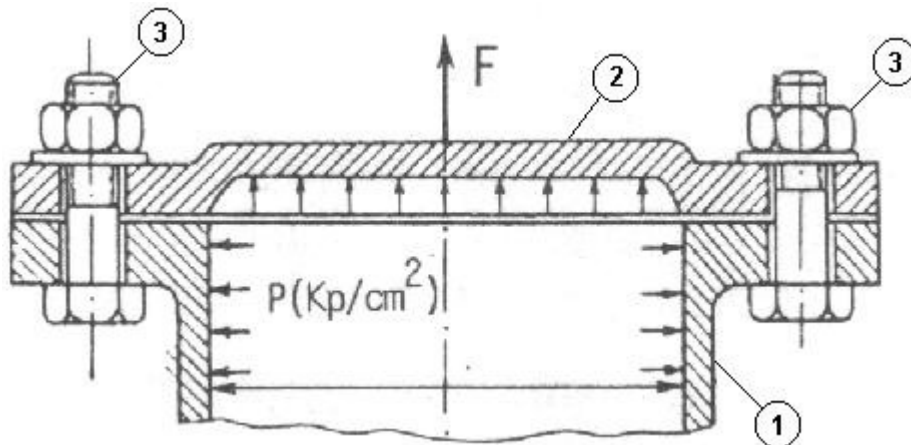


Σχήμα 1.3.3. Κοχλιοσύνδεση σε πρόοψη & κάτοψη

1.3.2. Κατηγορίες κοχλιών

Για να καταταχθούν οι κοχλίες σε κατηγορίες, επιλέγονται δυο συγκεκριμένες εφαρμογές κοχλιών και σε κάθε μία από αυτές θα εμφανίζεται ο προορισμός του κοχλία.

Στο σχήμα 1.3.4 φαίνεται η σύνδεση μιας κυλινδρικής κατασκευής με το καπάκι της. Μέσα στο δοχείο επικρατεί πίεση που προσπαθεί να απομακρύνει το καπάκι. Οι κοχλίες πρέπει να συγκρατούν τα δυο μέρη, κύλινδρο και καπάκι, σταθερά στη θέση τους. Η θέση των κομματιών και των κοχλιών είναι σταθερή και δεν αλλάζει με το χρόνο.

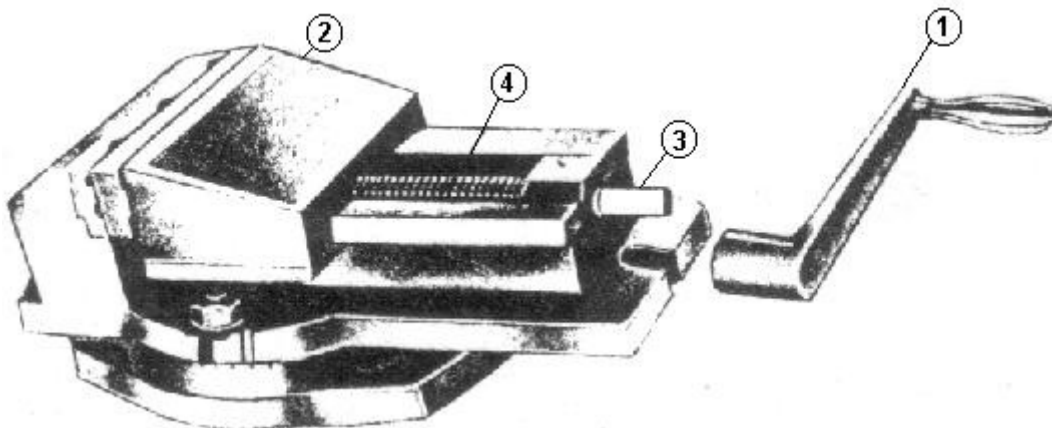


Σχήμα 1.3.4. Συγκράτηση καπακιού με κοχλίες συσφίξεως

1. Κύλινδρος, 2. Καπάκι & 3. κοχλίες

Οι κοχλίες αυτοί λέγονται κοχλίες στερεώσεως ή κοχλίες συσφίξεως.

Στο σχήμα 1.3.5, βλέπουμε μια συσκευή συγκρατήσεως, τη γνωστή μας μέγγενη, όπου με τη βοήθεια ενός χειροστρόφαλου (1) υπάρχει η δυνατότητα να μετακινηθεί η σιαγόνα (2) της μέγγενης ευθύγραμμα.



Σχήμα 1.3.5. Συσκευή συγκρατήσεως (μέγγενη)

2. Χειροστρόφαλο, 2. κινητή σιαγόνα, 3. Άκρη κοχλία & 4. κοχλίας κινήσεως

Ο χειροστρόφαλος βρίσκεται στην άκρη (3) ενός κοχλία (4). Το περικόχλιο εδώ, είναι η κινητή σιαγόνα της μέγγενης στο σχήμα 1.3.5.

Στην περίπτωση αυτή, μετατρέπεται η περιστροφικής κίνησης του χειροστρόφαλου σε ευθύγραμμη κίνηση της σιαγόνας. Οι κοχλίες που χρησιμοποιούνται σε τέτοιες ή παρόμοιες περιπτώσεις, λέγονται κοχλίες κινήσεως.

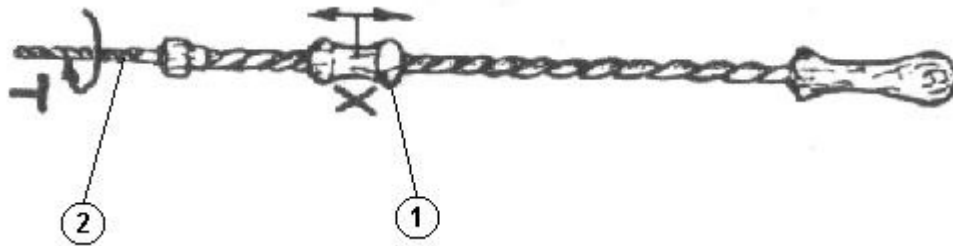
Επομένως, ανάλογα με το λειτουργικό προορισμό των κοχλιών, τους διακρίνουμε σε:

- Κοχλίες στερέωσης ή συσφίξεως
- Κοχλίες κινήσεως

Με τους κοχλίες κινήσεως, μπορεί να επιτευχθεί :

1. Η μετατροπή μιας περιστροφικής κίνησης σε ευθύγραμμη, όπως στο σχήμα 1.3.5.

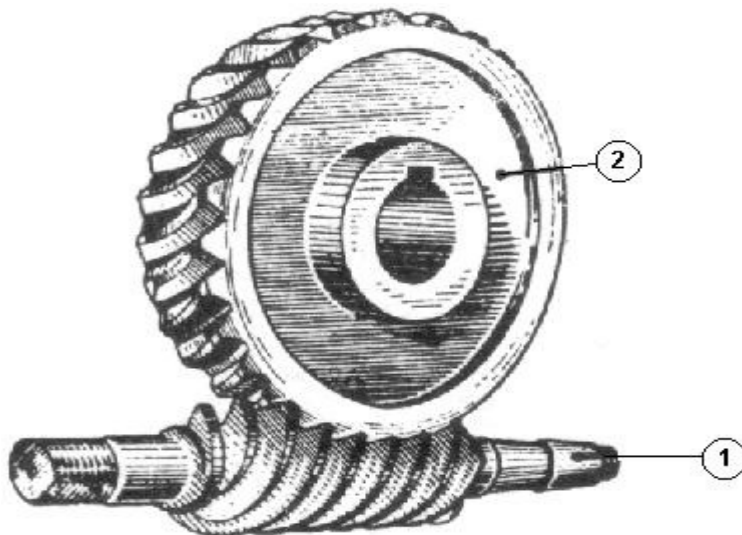
2. Η μετατροπή μιας ευθύγραμμης κίνησης σε περιστροφική, όπως στο σχήμα 1.3.6. Στο σχήμα αυτό βλέπουμε τη μετατροπή της ευθύγραμμης κίνησης της χειρολαβής (1) ενός χειροδράπανου σε περιστροφική κίνηση του τρυπανιού (2).



Σχήμα 1.3.6. Χειροδράπανο

1. Χειρολαβή & 2. Τρυπάνι

3. Η μετατροπή μιας περιστροφικής κίνησης ενός κοχλία (1) (σχήμα 3.7), σε περιστροφική κίνηση της κορώνας.

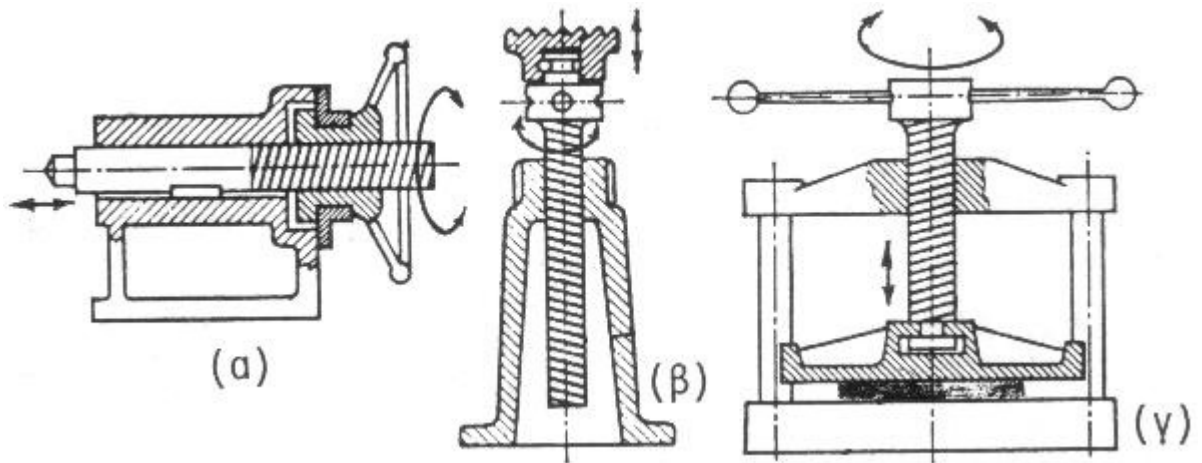


Σχήμα 1.3.7. Ζευγάρι κοχλία – κορώνα

1. Κοχλίας & 2. Κορώνα

Η δεύτερη περίπτωση χρησιμοποιείται σπάνια, όμως οι άλλες δύο έχουν ευρύτετη χρήση. Το ζευγάρι κοχλίας – κορώνα, έχει τεράστια έκταση εφαρμογής ως μειωτήρας στροφών, γιατί έχει το μεγάλο πλεονέκτημα να μειώνει τις στροφές μέχρι και 200 φορές.

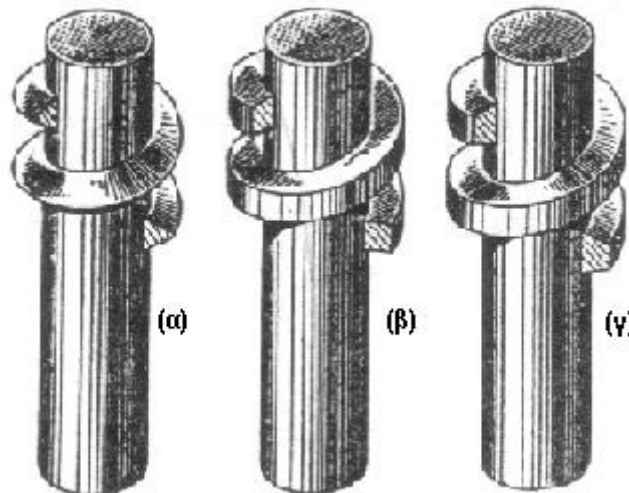
Στο σχήμα 1.3.8 φαίνονται παραδείγματα κατασκευών που μετατρέπουν την περιστροφική σε ευθύγραμμη κίνηση.



Σχήμα 1.3.8. Κατασκευές με κοχλίες κινήσεως

1.3.3. Σχηματισμός σπειρώματος – Μορφές σπειρωμάτων

Εάν επάνω στην ελικοειδή γραμμή τυλιχθεί ένα εύκαμπτο πρισματικό υλικό με τριγωνική διατομή, τότε θα σχηματιστεί το σπείρωμα (σχ. 1.3.9). Το σπείρωμα αυτό, ονομάζεται τριγωνικό.

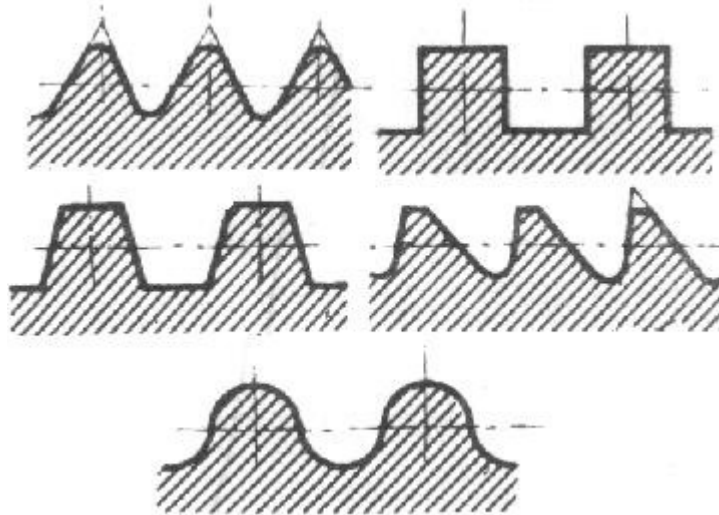


Σχήμα 1.3.9. Σχηματισμός σπειρώματος με τύλιγμα εύκαμπτου πρισματικού υλικού

Α) τριγωνικό, β) τετραγωνικό & γ) τραπεζοειδές

Όταν η διατομή του εύκαμπτου υλικού είναι τετραγωνική, τότε το σπείρωμα που θα προκύψει λέγεται τετραγωνικό και αν η διατομή είναι τραπεζοειδής, τότε το σπείρωμα λέγεται τραπεζοειδές.

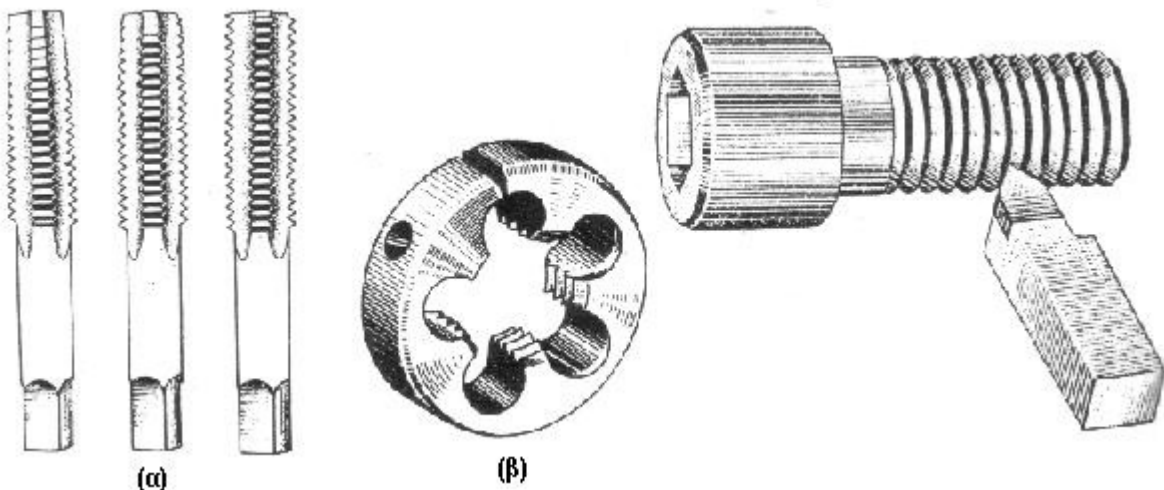
Εκτός από τα παραπάνω σπειρώματα, μπορούν να σχηματιστούν και άλλα, άλλων μορφών. Οι μορφές σπειρωμάτων φαίνονται στο σχήμα 1.3.10.



Σχήμα 1.3.10. Άλλες μορφές σπειρωμάτων

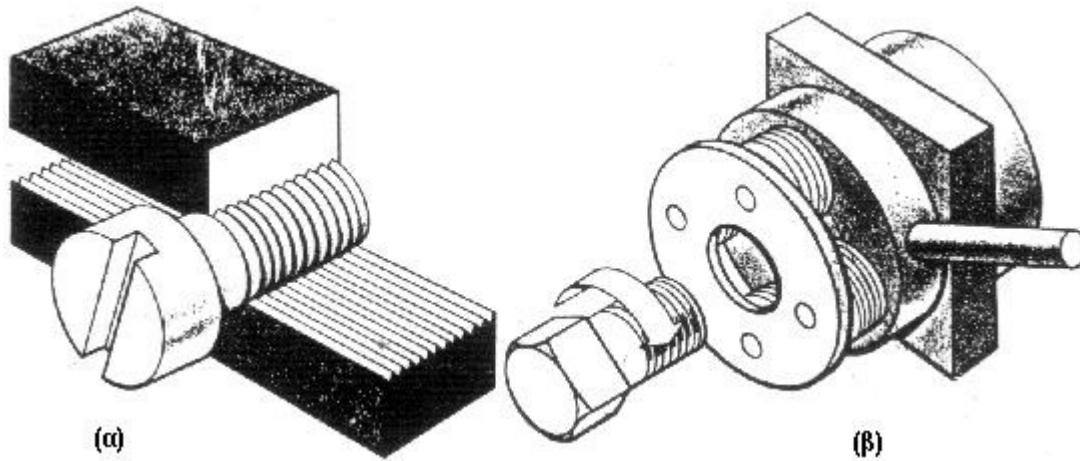
Στην πράξη, το σπείρωμα σχηματίζεται με τους εξής τρόπους:

1. Με εργαλεία χεριού (σχ. 1.3.11 α & β). Αυτά που κόβουν εξωτερικό σπείρωμα λέγονται βιδολόγοι (φιλιέρες) και αυτά που κόβουν εσωτερικό λέγονται σπειροτόμοι (κολαούζα).
2. Στον τόρνο με ένα εργαλείο κατάλληλης μορφής (σχ. 1.5.11)



Σχήμα 1.3.11. Εργαλεία κατασκευής σπειρώματος στο χέρι (α & β) και στον τόρνο

3. Σε φραιζομηχανή
4. Με εξέλαση (μέθοδος επικύλισης). Το σπείρωμα δημιουργείται με την κύλιση του κορμού μεταξύ δυο μητρών που παίζουν το ρόλο του κοπτικού εργαλείου (σχ. 1.5.20). Με τη μέθοδο αυτή, κατασκευάζονται σπειρώματα μεγαλύτερης αντοχής και ακρίβειας από αυτά που κατασκευάζονται με άλλους τρόπους.



Σχήμα 1.3.12. Τρόποι εξέλασης
 Α) Με επίπεδη μήτρα & β) Με κυλινδρική μήτρα

1.3.4. Κατάταξη των σπειρωμάτων

Από όσα αναφέρθηκαν μέχρι τώρα, φαίνεται καθαρά ότι στην πράξη κυκλοφορεί μια μεγάλη ποικιλία σπειρωμάτων. Τα διάφορα σπειρώματα τα κατατάσσονται ως εξής:

1. Ανάλογα με το λειτουργικό τους σκοπό
 - Σπειρώματα στηρίξεως ή συσφίξεως
 - Σπειρώματα κινήσεως
2. Ανάλογα με τη φορά της έλικας
 - Δεξιόστροφα
 - Αριστερόστροφα
3. Ανάλογα με τη θέση που βρίσκεται το σπείρωμα
 - Εξωτερικά (περικόχλια)
 - Εσωτερικά (κοχλίες)
4. Ανάλογα με τον αριθμό των ελικώσεων (αρχών)
 - Μιας αρχής
 - Δυο αρχών
 - Τριών αρχών κλπ
5. Ανάλογα με τη μορφή του αυλακιού
 - Τριγωνικά
 - Τετραγωνικά
 - Τραπεζοειδή
 - Κυκλικά
 - Πριονωτά
6. Ανάλογα με το σύστημα που έχουν τυποποιηθεί
 - Μετρικό (κατά DIN και κατά ISO)
 - Αγγλικό
 - Αμερικάνικο (Sellers)
 - Ενοποιημένο

Από τα σπειρώματα αυτά, πρέπει σε νέες κατασκευές να χρησιμοποιείται το μετρικό σπείρωμα του διεθνούς οργανισμού τυποποιήσεων ISO. Ωστόσο, σε

ορισμένες περιπτώσεις και για διάφορους λόγους χρησιμοποιούνται ακόμα, άλλο σε μικρή και άλλο σε μεγαλύτερη έκταση και τα υπόλοιπα σπειρώματα.

1.3.5. Τυποποίηση τριγωνικών σπειρωμάτων

Με τον όρο τυποποίηση των σπειρωμάτων, ορίζεται η καθιέρωση προτύπων (standards) με βάση τα οποία θα γίνεται η κατασκευή των σπειρωμάτων.

Το πρότυπο ορίζει τη γωνία των πλευρών, τις διαμέτρους, το βήμα σε κάθε διάμετρο και τη διαμόρφωση των ακμών κοχλίας και περικοχλίου.

Η κατασκευή προϊόντων σε ορισμένα μεγέθη έχει σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως:

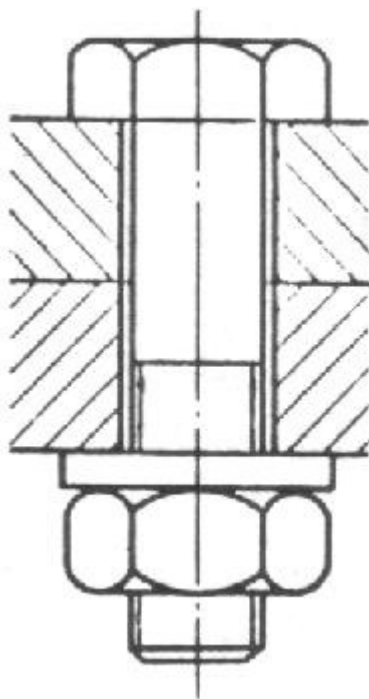
1. Εναλλαξιμότητα, ώστε οι κοχλίες και τα περικόχλια διαφόρων εργοστασίων να ταιριάζουν μεταξύ τους.
2. Μείωση του κόστους.
3. Καλύτερη ποιότητα.

1.3.6. Είδη κοχλίων

Οι κοχλίες, κατατάσσονται ως εξής:

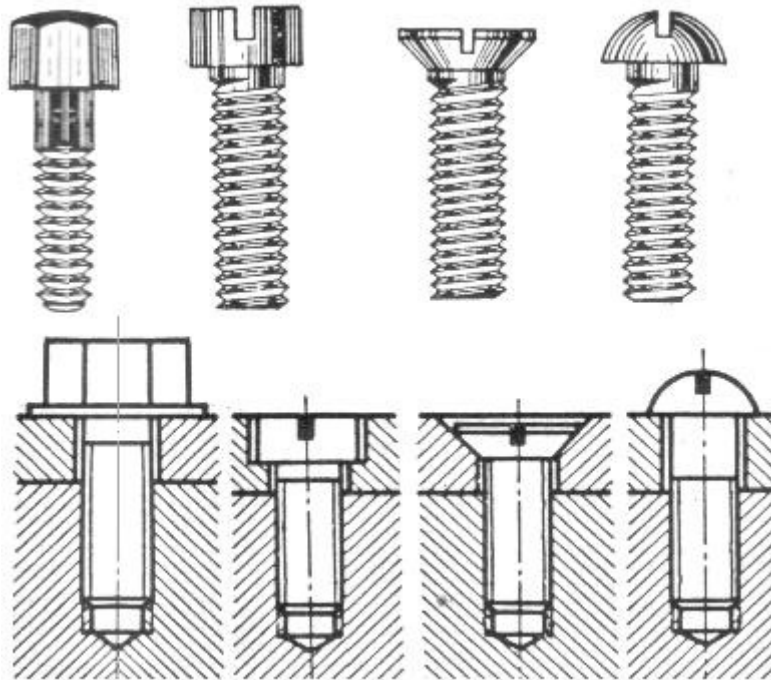
1. Ανάλογα με το σπείρωμά τους
2. Ανάλογα με τον τρόπο που συνδέουν τα κομμάτια.

α) Κοχλίας περαστός (σχ. 1.3.13). αυτός περνά και στα δυο κομμάτια. Αν ένα από τα δυο κομμάτια έχει μεγάλο πάχος, τότε η σύνδεση με περαστό κοχλία είναι αν όχι αδύνατη, τουλάχιστον προβληματική (μεγάλο μήκος κοχλίας, δύσκολη διάνοιξη τρύπας)



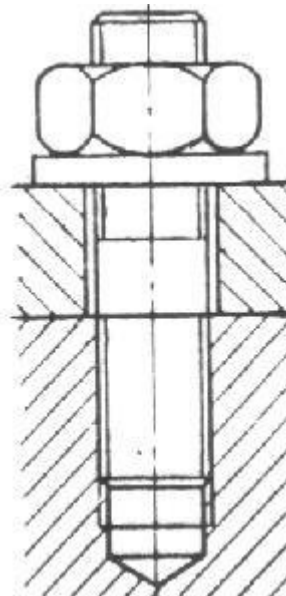
Σχήμα 1.3.13. Περαστός κοχλίας

β) Κοιλίας κεφαλής (σχ. 1.3.14). Έτσι, ορίζεται ο κοιλίας που χρησιμοποιείται χωρίς περικόχλιο. Ο κοιλίας αυτός περνάει ελεύθερα στο ένα κομμάτι και βιδώνει στο άλλο. Σπείρωμα γίνεται μόνο στο ένα κομμάτι.



Σχήμα 1.3.14. Κοιλίες κεφαλής

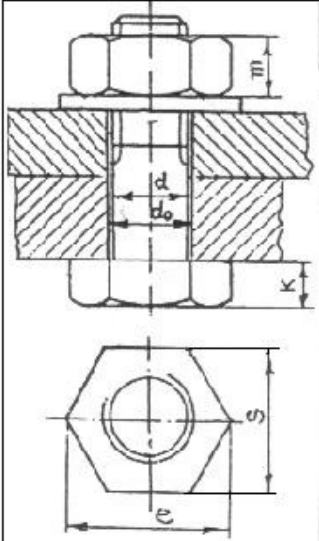
γ) Κοιλίες φυτευτοί (σχ. 1.5.15). Έτσι, ορίζονται οι κοιλίες που δεν έχουν κεφαλή και τον αυχένα τον έχουν στη μέση του κορμού. Η μια άκρη τους περνά ελεύθερα στο ένα κομμάτι και βιδώνει στο άλλο κομμάτι. Στην άλλη άκρη τοποθετείται ένα περικόχλιο. Η πιο γνωστή ονομασία τους, είναι "μπουζόνια".



Σχήμα 1.3.15. Φυτευτός κοιλίας

Οι φυτευτοί κοιλίες, χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που επιθυμείται να λύνεται η σύνδεση, να απομακρύνονται τα κομμάτια, αλλά οι κοιλίες να παραμένουν βιδωμένοι στο ένα κομμάτι. Αυτό γίνεται για να αποφευχθεί η

καταστροφή του σπειρώματος σε ένα κομμάτι που δεν μπορεί να αντικατασταθεί ή σε ένα κομμάτι στο οποίο δεν μπορούμε να ανοίξουμε νέο σπείρωμα.



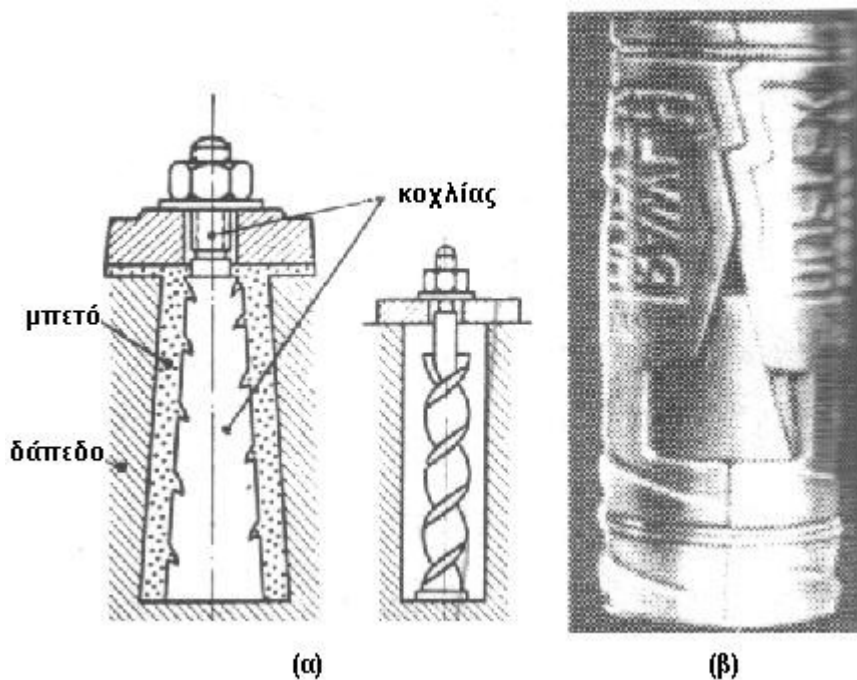
	M10	M12	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M33
d	10	12	16	20	22	24	27	30	33
d _n	11	13	17	21	23	25	28	31	34
d _o									
m	8	10	13	16	18	19	22	24	26
K	7	8	10	13	14	15	17	19	21
e	19,6	21,9	27,7	34,6	36,9	41,6	47,3	53,1	57,7
S	17	19	24	30	32	36	41	46	50

Πίνακας 1.3.1. Κοινές διαστάσεις κοχλίων με εξαγωνικά περικόχλια σε mm (κατά din 7990)

Χαρακτηριστικό παράδειγμα τέτοιας σύνδεσης είναι σύνδεση της κεφαλής μιας μεγάλης μηχανής εσωτερικής καύσεως με τον κορμό της. Το μπουλόνι "φυτεύεται" στον κορμό της μηχανής γιατί η καταστροφή του σπειρώματος αυτού είναι ανεπανόρθωτη.

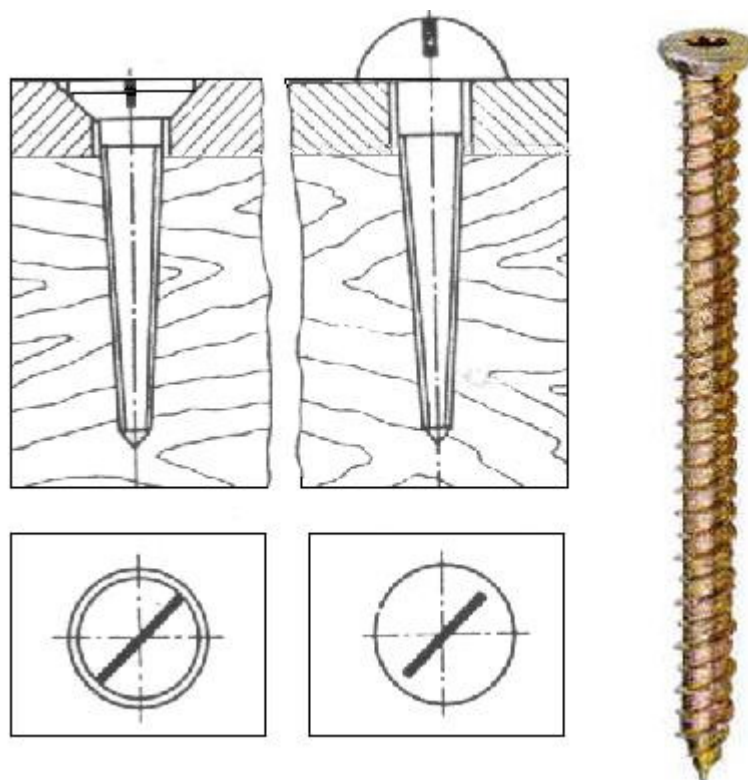
δ) Κοχλίες αγκυρώσεως. Έτσι ορίζονται οι κοχλίες που χρησιμοποιούνται για τη στερέωση κομματιών σε δάπεδα, τοίχους και οροφές, όπως π.χ.. Στην περίπτωση στερέωσης μιας μηχανής στο δάπεδο. Διακρίνονται στα εξής είδη:

- Κοινοί κοχλίες αγκυρώσεως. Είναι φυτευτοί κοχλίες σε μπετόν. Ανοίγουμε μια τρύπα, τους τοποθετούμε στη θέση τους και τους ακινητοποιούμε με μπετό (σχ. 1.3.16^α).
- Κοχλίες αγκυρώσεως διαστολής. Αυτοί συνδέονται από ένα κοίλο κυλινδρικό σώμα (σχ.1.3.16^β) χωρισμένο κατά μήκος σε 3 τμήματα. Το περικόχλιο έχει κωνική μορφή και καθώς ανεβαίνει, αναγκάζει το κοίλο κυλινδρικό κομμάτι που βρίσκεται μέσα στην τρύπα του δαπέδου ή της οροφής κλπ, να διασταλεί. Με αυτόν τον τρόπο εφαρμόζει στα τοιχώματα της τρύπας και δεν μπορεί να ξεφύγει.



Σχήμα 1.3.16. Κοχλίες αγκυρώσεως
Α. Κοινοί * β. Διαστολής

ε) Κοχλίες για ξύλο και λαμαρίνες. Είναι οι λεγόμενες ξυλόβιδες (σχ. 1.3.17) και οι λαμαρινόβιδες. Για τις πρώτες δεν ανοίγεται καθόλου τρύπα. Αλλά χτυπιούνται (βίαση ώθηση) μέσα στο ξύλο και μετά περιστρέφονται με ένα κατσαβίδι για να βιδώσουν. Για τις δεύτερες, ανοίγεται μια τρύπα στις λαμαρίνες μικρότερη από τη διάμετρό τους και δεν ανοίγεται σπείρωμα.



Σχήμα 1.3.17. Ξυλόβιδες

1.3.7. Ασφάλιση κοχλιοσυνδέσεων

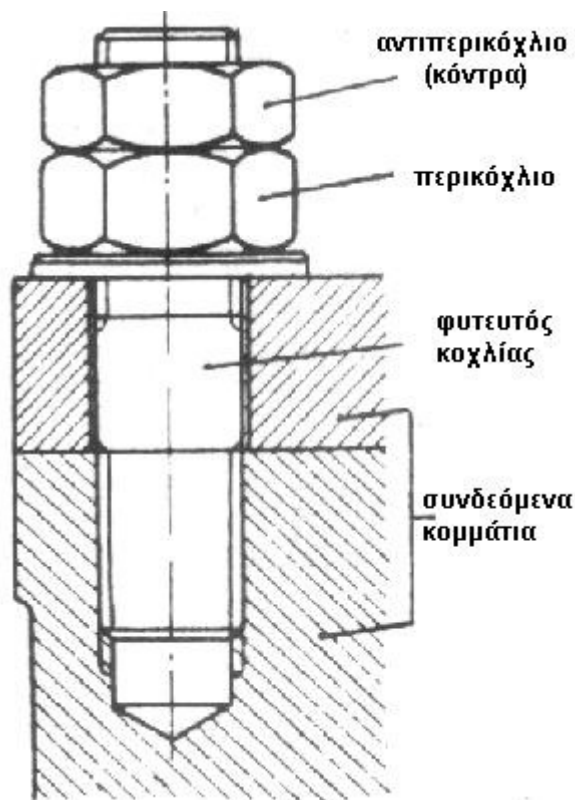
Όταν σε μια κοχλιοσύνδεση υπάρχουν κραδασμοί, τότε υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να αποκοχλιωθεί (ξεβιδωθεί) το περικόχλιο και να λυθεί η σύνδεση.

Για να αποφευχθεί η χαλάρωση της σύνδεσης ή το λύσιμο αυτής, χρησιμοποιούνται ορισμένοι τρόποι ασφάλισης.

Οι κύριοι τρόποι ασφάλισης, είναι οι ακόλουθοι:

1. Ασφάλιση με διπλό περικόχλιο ή αντιπερικόχλιο (σχ. 1.3.18)

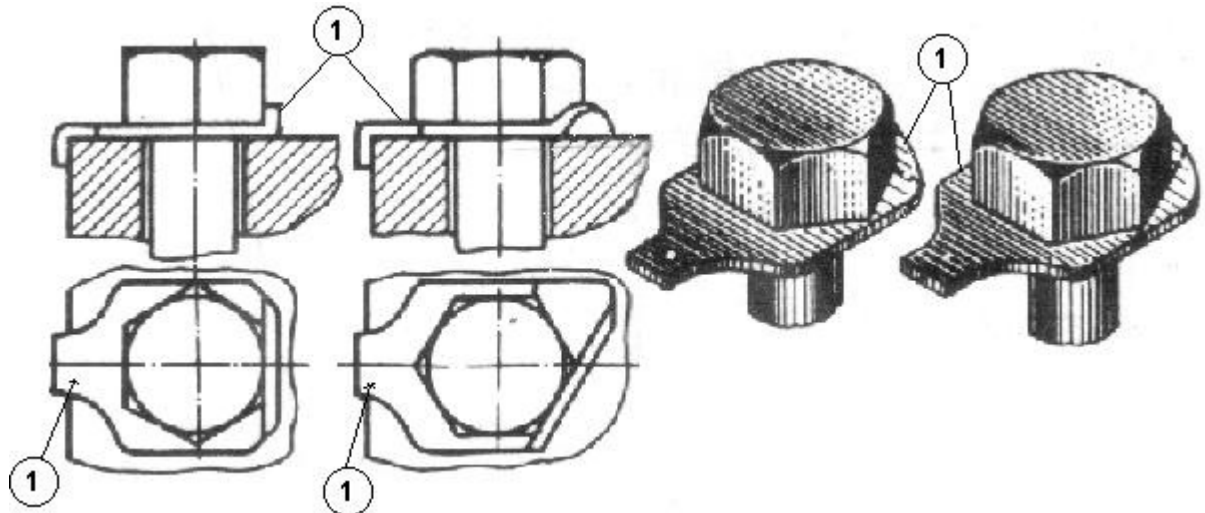
Για να επιτευχθεί η ασφάλιση, πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή πώς θα βιδωθεί το αντιπερικόχλιο (το λεγόμενο κόντρα παξιμάδι). Βιδώνεται πρώτα κανονικά το πρώτο περικόχλιο και μετά το δεύτερο μέχρι να πατήσει στο πρώτο. Στη συνέχεια χρησιμοποιούνται δυο κλειδιά. Με το ένα συγκρατείται το κάτω περικόχλιο σε θέση "άμυνας" (κόντρα όπως λέγεται) και δεν το αφήνεται να παρασυρθεί το δεύτερο περικόχλιο (αντιπερικόχλιο) που βιδώνεται πλέον αρκετά με το άλλο κλειδί.



Σχήμα 1.3.18. Ασφάλιση με διπλό περικόχλιο

2. Ασφάλιση με έλασμα ασφαλείας (σχ. 1.3.19)

Μεταξύ κοχλία και περικόχλιου, τοποθετείται ένα έλασμα, που από τη μία άκρη το κάμπτεται προς το περικόχλιο και από την άλλη προς το κομμάτι. Αν υπάρχει τάση περιστροφής του περικόχλιου, τότε αυτό παρασύρει και το έλασμα. Το έλασμα όμως δεν μπορεί να παρασυρθεί γιατί το εμποδίζει το κομμάτι. Είναι καλός τρόπος σύνδεσης, αλλά δεν είναι πάντοτε εφαρμόσιμος.



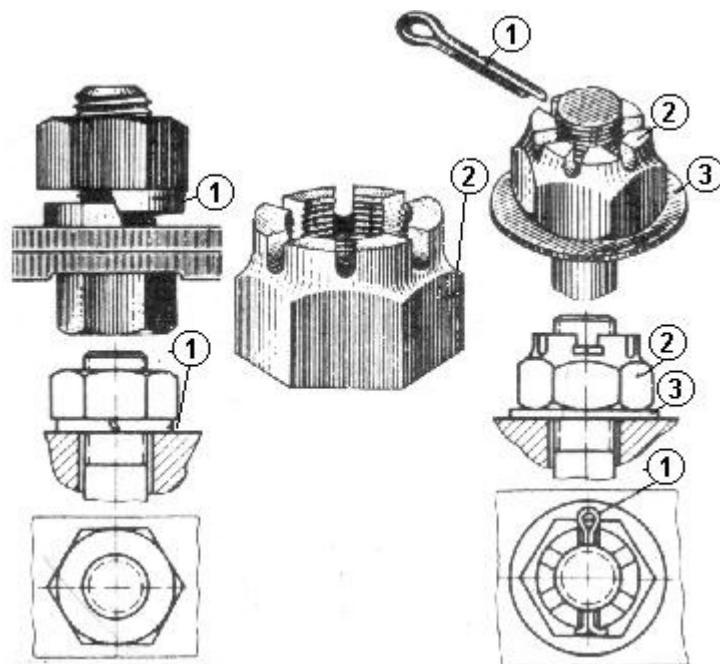
Σχήμα 1.3.19. Ασφάλιση με έλασμα
1. Έλασμα ασφαλείας

3. Ασφάλιση με ελατηριωτό δακτύλιο ή γκρόβερ (σχ. 1.3.20)

Εδώ, μεταξύ κοχλίας και περικόχλιου τοποθετείται μια ειδική ροδέλα με μορφή ελατηρίου. Όταν βιδωθεί το περικόχλιο, τα άκρα της ροδέλας θα παρατηθούν μέχρι να έλθουν στο ίδιο επίπεδο. Η ροδέλα από ελατήριο θα γίνει κοινή ροδέλα. Επειδή όμως έχει ελαστικότητα και θέλει να επανέλθει, πιέζει το περικόχλιο και δεν το αφήνει να περιστραφεί

4. Ασφάλιση με ασφαλιστική περόνη ή κοπίλια (σχ. 1.3.20)

Στην περίπτωση αυτή, θα τρυπηθεί ο κοχλίας και περνάει μέσα μια ασφαλιστική περόνη (κοπίλια). Το περικόχλιο που χρησιμοποιείται έχει ειδική μορφή και λέγεται "πυργωτό".



Σχήμα 1.3.20.

Ασφάλιση με γκρόβερ
1. Ροδέλα με γκρόβερ

Ασφάλιση με κοπίλια
1. Κοπίλια, 2. Πυργωτό περικόχλιο

1.3.8. Εφαρμογή των κοχλιοσυνδέσεων στον εκπαιδευτικό πίνακα

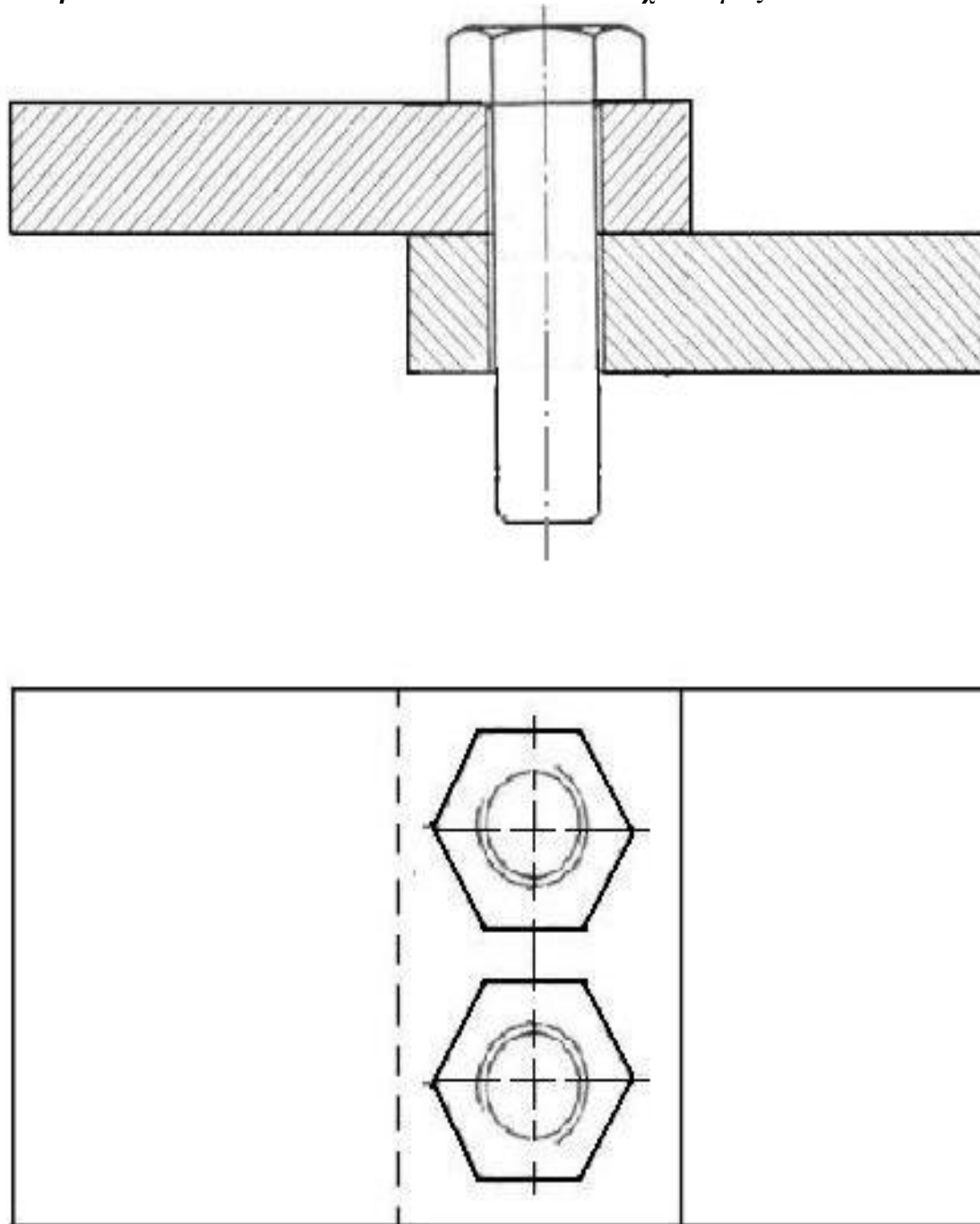
1.3.8.1. Γενικά

Εφαρμόζοντας την θεωρία των κοχλιοσυνδέσεων, κατά την ολοκλήρωση της κατασκευής του εκπαιδευτικού πίνακα, χρησιμοποιήθηκαν 2 κατασκευές, στις οποίες εφαρμόστηκε 1 τύπος κοχλιοσύνδεσης και η ίδια διάταξη τοποθέτησης των κοχλιών. Η διαφοροποίηση μεταξύ τους είναι στην ασφάλιση της κοχλιοσύνδεσης, η οποία στην μεν πρώτη δεν χρειάστηκε, καθώς δημιουργήθηκε σπείρωμα και στις δυο συνδεόμενες μεταλλικές επιφάνειες ενώ στη δε δεύτερη χρησιμοποιήθηκε ασφαλιστική ροδέλα και περικόχλιο.

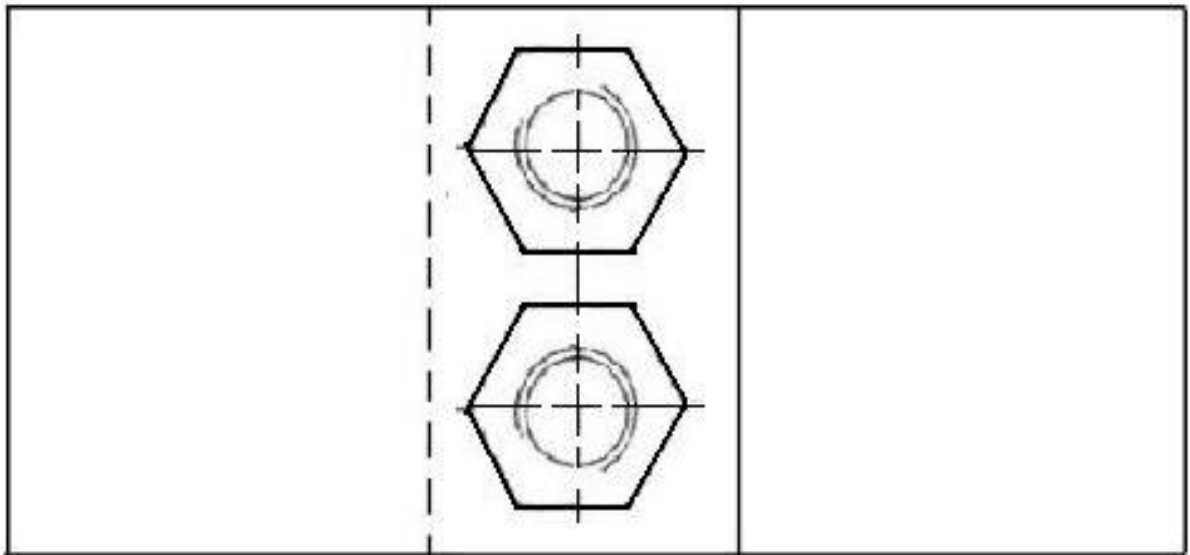
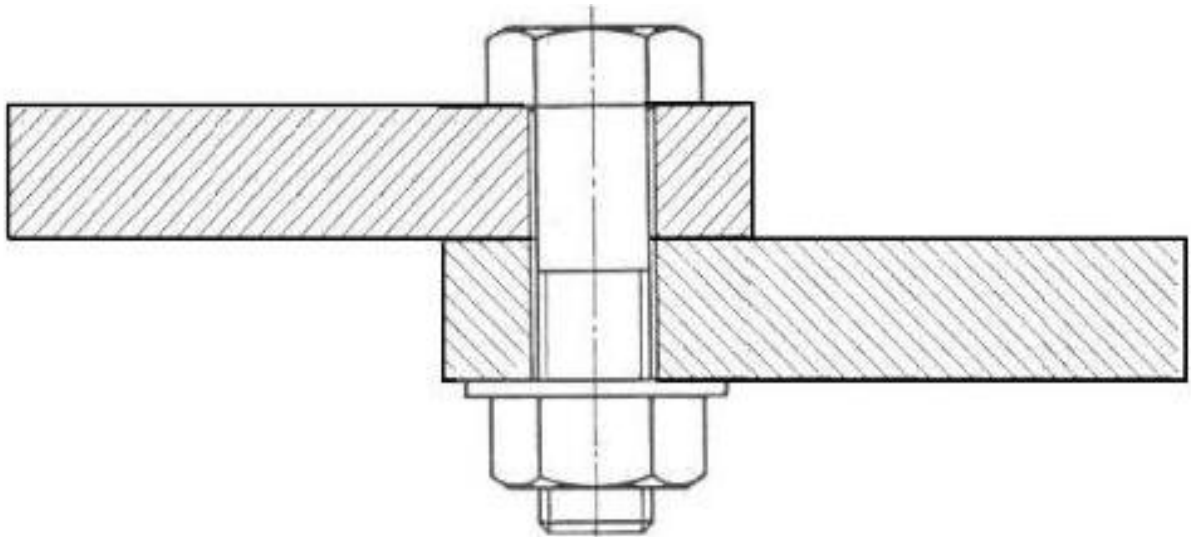
1.3.8.2. μελέτη

-

σχεδιασμός



Σχήμα 1.3.21. Κοχλιοσύνδεση με δυο εν σειρά κοχλίες, χωρίς ασφάλιση και σπείρωμα στις μεταλλικές επιφάνειες των δυο συνδεόμενων κομματιών



Σχήμα 1.3.22. Κοχλιοσύνδεση με δυο εν σειρά κοχλίες και ασφάλιση με ροδέλα και περικόχλιο.

1.3.8.3. Υλικά & εργαλεία

Κατά την παραπάνω εργασία χρησιμοποιήθηκαν :

- Εύλινος πάγκος σχ.1.2.11.
- Μέγγενη συγκράτησης σχ.1.2.12.
- Μεταλλικές επιφάνειες χυτοσιδήρου
- Περιστροφικό σιδηροπρίονο (για την κοπή των δοκιμίων)σχ.1.2.13.
- Δράπανο (για την διάτρηση των δοκιμίων) σχ 1.2.10.
- Σπειροτόμοι (για την δημιουργία σπειρωμάτων)
- 4 Βίδες με τριγωνικό σπείρωμα
- Γαλλικό κλειδί

1.3.8.4. Πειραματική διαδικασία

Αφού σταθεροποιήθηκε η μεταλλική ράβδος πάνω στο πάγκο εργασίας, με το σιδηροπρίονο κόπηκε στα προκαθορισμένα σημεία. Στην συνέχεια μεταφέρθηκαν τα δοκίμια στο δράπανο, σταθεροποιήθηκαν και διατρήθηκαν με δύο διαφορετικά διατρητικά εργαλεία. Αφού μεταφέρθηκαν στην μέγγενη, σταθεροποιήθηκαν και δημιουργήθηκαν σπειρώματα, βιδώθηκαν οι κοχλίες με το ανάλογο κλειδί.

1.3.8.5. Αποτελέσματα – φωτογραφίες

ΚΟΧΛΙΟΣΥΝΔΕΣΕΙΣ



ΜΕ ΣΠΕΙΡΩΝΑ ΣΤΟ
ΣΥΝΔΕΟΜΕΝΟ ΚΟΜΜΑΤΙ



ΜΕ ΠΕΡΙΚΟΧΛΙΟ
ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΟ
ΔΑΚΤΥΛΙΟ & ΓΚΡΟΒΕΡ

Σχήμα 1.3.23. Φωτογραφίες εφαρμογής στον πίνακα

1.4. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ

1.4.1. Γενικά

Με τον όρο συγκολλήσεις, ορίζονται οι συνδέσεις μεταλλικών κομματιών με θερμότητα, πίεση ή και με τα δυο μαζί. Αυτές γίνονται ή με την προσθήκη κάποιου συγκολλητικού υλικού, όπως π.χ. ηλεκτρόδιου, ή χωρίς συγκολλητικό υλικό. Το συγκολλητικό υλικό, άλλοτε έχει την ίδια χημική σύνθεση με τα κομμάτια που θα κολλήσουμε και, άλλοτε, διαφορετική.

Οι συγκολλητές συνδέσεις ανήκουν στις μόνιμες συνδέσεις και έχουν ένα τεράστιο πεδίο εφαρμογών. Λέβητες, πλοία, αμαξώματα, στέγες, σωλήνες ραφής, σωληνογραμμές, δεξαμενές, κάγκελα κλπ, κατασκευάζονται με συγκόλληση.

Η μεγάλη εφαρμογή των συγκολλήσεων οφείλεται στα σημαντικά πλεονεκτήματά τους.

1.4.2. Κατάταξη συγκολλήσεων

Τα είδη των συγκολλήσεων και η διεθνής ονοματολογία, αναφέρονται στο DIN 1912. Η πλήρης περιγραφή των ειδών συγκόλλησης, των συγκολλητικών υλικών, των τρόπων εκτέλεσης και των μηχανημάτων, των ελέγχων κλπ, είναι θέμα της Μηχανουργικής Τεχνολογίας.

Τις συγκολλήσεις, μπορούν να κατατάχθούν σε δυο μεγάλες κατηγορίες:

1. Συγκολλήσεις συμπίεσης.

Σε αυτές, τα δυο κομμάτια θερμαίνονται σε θερμοκρασία χαμηλότερη από το σημείο τήξεώς τους και συμπιέζονται ισχυρά, χωρίς να προστεθεί κανένα συγκολλητικό υλικό.

2. Συγκολλήσεις τήξεως

Έτσι, οι συγκολλήσεις που γίνονται με την τήξη των άκρων των κομματιών και ενός συγκολλητικού υλικού ή με την τήξη μόνο του συγκολλητικού υλικού. Χωρίζονται σε δυο υποκατηγορίες:

- Αυτογενείς συγκολλήσεις
- Ετερογενείς συγκολλήσεις

Στις αυτογενείς συγκολλήσεις, τόσο τα συνδεόμενα κομμάτια όσο και το συγκολλητικό υλικό, έχουν την ίδια περίπου σύσταση και τήκονται και τα δύο. Δύο πολύ γνωστές αυτογενείς συγκολλήσεις, είναι η ηλεκτροσυγκόλληση και η οξυγονοκόλληση.

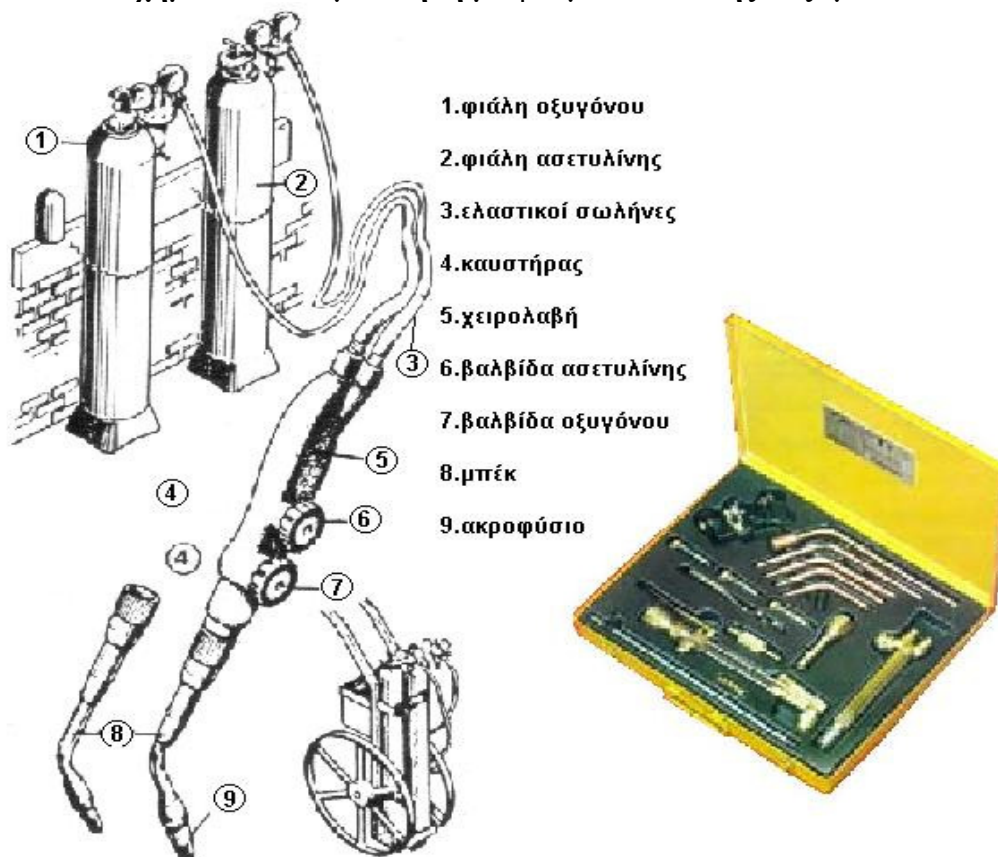
Στις ετερογενείς συγκολλήσεις, τήκεται μόνο το συγκολλητικό υλικό. Αυτό, είναι διαφορετικό από τα συνδεόμενα κομμάτια και έχει σημείο τήξεως χαμηλότερο από αυτά.

Ακόμη, τις συγκολλήσεις τήξεως, ανάλογα με τη μέθοδο τήξεως, τον τρόπο προσαγωγής του συγκολλητικού υλικού και τον τρόπο προστασίας της συγκόλλησης από ξένες επιδράσεις κατά την εκτέλεση, τις χωρίζονται σε είδη ως εξής:

α) Συγκολλήσεις αερίου (G). Η τήξη των κομματιών και του συγκολλητικού υλικού, γίνεται με φλόγα οξυγόνου - ασετυλίνης (σχήμα 1.4.1). Η συσκευή που χρησιμοποιείται, φαίνεται στο σχήμα 1.4.2.



Σχήμα 1.4.1. Συγκόλληση με φλόγα ασετυλίνης - οξυγόνου

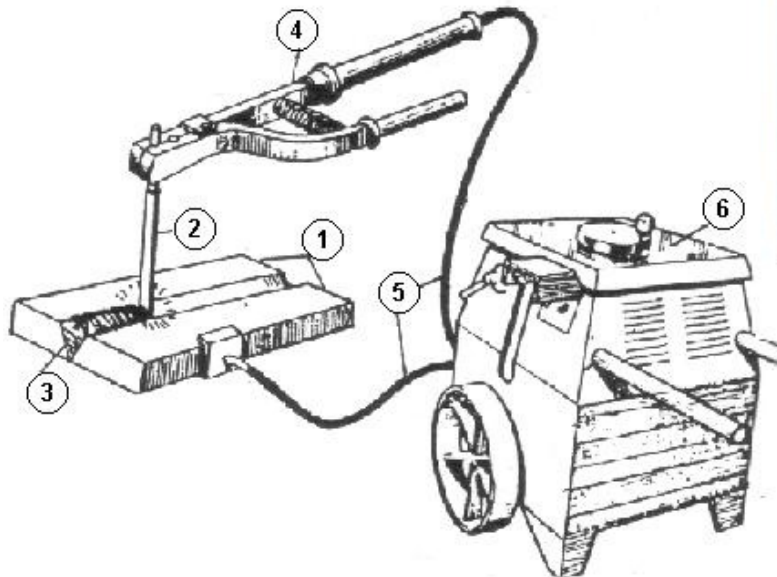


Σχήμα 1.4.2. Συσκευή οξυγονοκολλήσεως

β) Συγκολλήσεις ηλεκτρικού τόξου (E). Εδώ, η τήξη γίνεται με το σχηματισμό ηλεκτρικού τόξου (σχήμα 1.4.3).

1. Τα κομμάτια που θα συγκολληθούν
2. Το συγκολλητικό υλικό (ηλεκτρόδιο)
3. Η ραφή

4. Τσιμπίδα
5. Καλώδια ηλεκτρικού ρεύματος
6. Συσκευή ηλεκτροσυγκόλλησης



- 1.τα κομμάτια που θα συγκολληθούν
- 2.το συγκολλητικό υλικό
- 3.η ραφή
- 4.η τσιμπίδα
- 5.καλώδιο ηλεκτρικού ρεύματος
- 6.συσκευή ηλεκτροσυγκόλλησης

Σχήμα 1.4.3. Συγκόλληση με ηλεκτρικό τόξο

γ) Συγκολλήσεις τήξεως με ηλεκτρική αντίσταση. Στην περίπτωση αυτή, τα κομμάτια που θα συγκολληθούν, συμπιέζονται και ταυτόχρονα τήκονται με θερμότητα που αναπτύσσεται, όταν περάσει μέσα τους το ηλεκτρικό ρεύμα.

δ) Συγκόλληση τήξεως με επαγωγικό ρεύμα. Σε αυτή την περίπτωση, η τήξη δημιουργείται από επαγωγικό ρεύμα, που δημιουργείται στα κομμάτια όταν βρεθούν σε μεταβλητό μαγνητικό πεδίο. Η μέθοδος αυτή, εφαρμόζεται ευρύτατα στην κατασκευή σωλήνων ραφής.

Τέλος, τις συγκολλήσεις ηλεκτρικού τόξου (E), ανάλογα με το πώς σχηματίζεται το τόξο και με τον τρόπο προστασίας της ραφής, τις χωρίζουμε ως εξής:

α) Κοινές ηλεκτροσυγκολλήσεις. Το ηλεκτρικό τόξο σχηματίζεται μεταξύ των κομματιών και ενός τηκόμενου ηλεκτροδίου, από το ίδιο περίπου υλικό (σχήμα 1.4.3).

β) Συγκολλήσεις με ηλεκτρικό τόξο που σχηματίζεται μεταξύ ηλεκτροδίων άνθρακα ή μεταξύ κομματιών και ενός ηλεκτροδίου άνθρακα. Το συγκολλητικό υλικό προσάγεται χωρίς ηλεκτρικό ρεύμα.

γ) Συγκολλήσεις με ηλεκτρικό τόξο Βολφραμίου (WIG). Εδώ, το τόξο σχηματίζεται ανάμεσα σε δυο ηλεκτρόδια από βολφράμιο. Η ραφή προστατεύεται από τα οξυγόνο του αέρα με τη δημιουργία, γύρω από αυτή, προστατευτικού στρώματος ευγενούς αερίου.

δ) Συγκολλήσεις MIG και MAG με ηλεκτρικό τόξο που σχηματίζεται ανάμεσα σε ένα μεταλλικό τηκόμενο ηλεκτρόδιο και στα κομμάτια. Η προστασία της ραφής γίνεται, στις μεν συγκολλήσεις MIG με ένα αδρανές αέριο όπως αργό, ήλιο κλπ, στις δε συγκολλήσεις MAG με ένα ενεργό αέριο, όπως CO₂ κλπ.

ε) Συγκολλήσεις προστατευτικής σκόνης (UP). Το τόξο σχηματίζεται μεταξύ των κομματιών και ενός γυμνού ηλεκτρόδιου. Αυτό τήκεται μαζί με μία σκόνη, την οποία τοποθετούμε στη θέση που θα γίνει η συγκόλληση. Η σκόνη όταν λιώσει, δημιουργεί μια κρούστα που προστατεύει τη ραφή.

1.4.3. Είδη ραφών

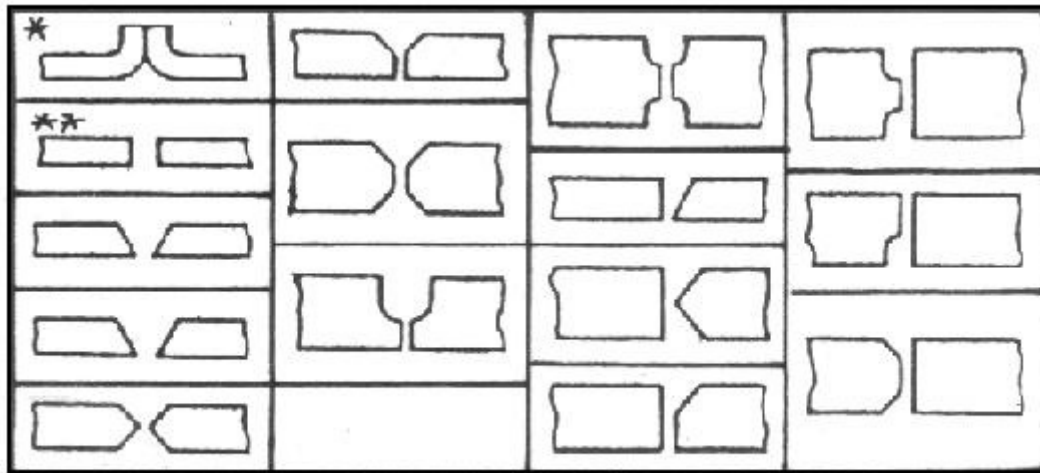
Ανάλογα με τη θέση που θα τοποθετηθούν τα κομμάτια και την προετοιμασία που θα πραγματοποιηθεί στα άκρα τους, υπάρχουν και διάφορα είδη ραφών.

Οι Γερμανικοί κανονισμοί στο DIN 1912, ξεχώρισαν τις ραφές ως εξής:

1. Ραφές επέκτασης (σόκορο)

Οι ραφές επέκτασης δημιουργούνται σε κομμάτια που τα άκρα τους έχουν μια από τις μορφές του πίνακα 1.4.1, δηλαδή σε κομμάτια που τα άκρα τους δεν έχουν υποστεί καμμία προετοιμασία ή έχουν διαμορφωθεί σε χείλη ή έχουν διαμορφωθεί με αφαίρεση υλικού.

Η μορφή, η ονομασία και ο συμβολισμός, που δίνει το DIN 1912 στα διάφορα είδη ραφών επέκτασης, φαίνονται στον πίνακα 1.4.2.



* διαμόρφωση άκρων σε χείλη
** χωρίς προετοιμασία των άκρων

Πίνακας 1.4.1. Διαμόρφωση άκρων ελασμάτων σε θέση επέκτασης. (σόκορο)

Όνομα ραφής	Συμβολισμός	Διαμόρφωση άκρων	Μορφή ραφής	Όνομα ραφής	Συμβολισμός	Διαμόρφωση άκρων	Μορφή ραφής
Ραφή με χείλια				Ραφή διπλού U			
Ραφή I				Ραφή μισού V ή HV			
Ραφή V				Ραφή K			
Ραφή απότομων πλευρών				Ραφή μισού Y ή HY			
Ραφή X				Ραφή στενού K			
Ραφή Y				Ραφή J			
Ραφή διπλού Y				Ραφή διπλού J			
Ραφή U							

Πίνακας 1.4.2. Είδη ραφών επέκτασης και συμβολισμός αυτών κατά DIN1912

2. Ραφές αυλακιού ή ραφές γωνίας

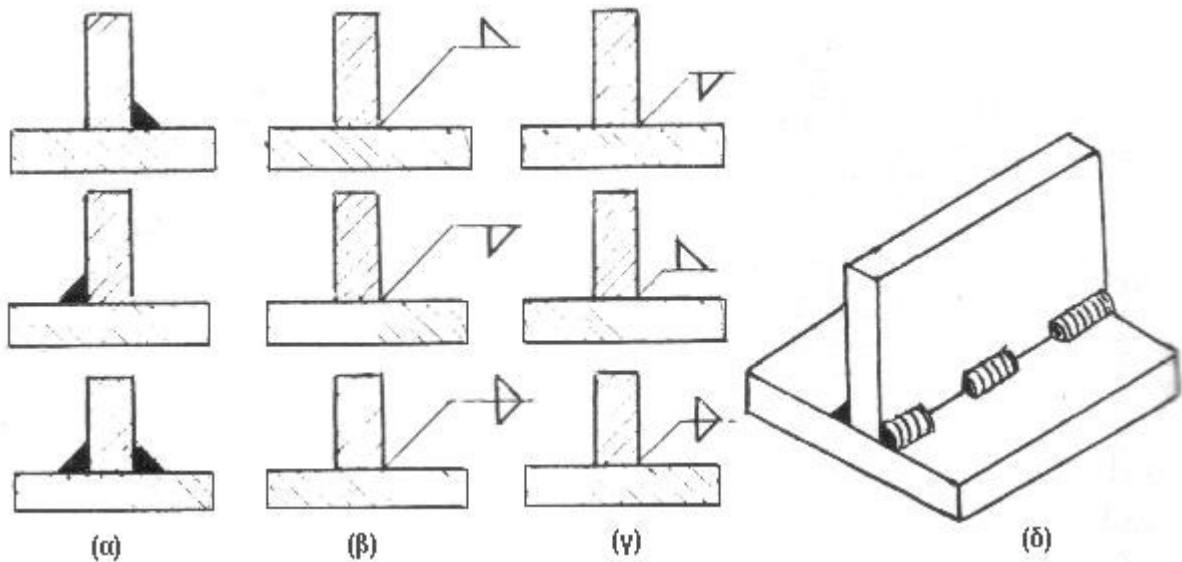
Οι ραφές αυτές φαίνονται στον πίνακα 1.4.2. και μπορούν να γίνουν συνεχείς ή κατά βήματα. Οι ραφές αυλακιού μπορούν να γίνουν ίσιες, θολωτές (κυρτές) και κοίλες, όπως φαίνονται στον πίνακα στον ίδιο πίνακα, φαίνεται και το αντίστοιχο σύμβολο για κάθε περίπτωση.

3. Μετωπικές ραφές

Οι ραφές αυτές, γίνονται με δυο τρόπους. Στην πρώτη περίπτωση η ραφή γίνεται στον αρμό των δυο κομματιών χωρίς καμιά προετοιμασία των άκρων. Στη δεύτερη περίπτωση η ραφή έγινε μετά από προετοιμασία των άκρων.


4. Λοιπές ραφές

Έτσι ορίζονται, σύμφωνα με το DIN 1912, οι ραφές που δεν μπορούν να καταταχθούν σε καμία από τις πάνω περιπτώσεις.



Σχήμα 1.4.4. Ραφές αυλακιού

α. Κανονική σχεδίαση, β. Συμβολική σχεδίαση ραφής κατά το ευρωπαϊκό σύστημα, γ. Κατά το Αμερικάνικο σύστημα & δ. Ραφή κατά βήματα

Είδος ραφής	Ειδικότερη ονομασία ραφής	Σχήμα	Σύμβολο
Ραφές αυλακίου	Ραφή αυλακίου ορατή		
	Ραφή αυλακίου μη ορατή		
	Ραφή αυλακίου κι από τις δυο πλευρές		
	Ραφή στο αυλάκι της γωνίας		
Μορφή της ραφής αυλακίου	Επίπεδη μορφή		
	Θολωτή (κυρτή) μορφή		
	Κοίλη μορφή		
Μετωπικές ραφές	Ραφή μετωπική χωρίς προετοιμασία		
	Ραφή μετωπική με προετοιμασία		

Πίνακας 1.4.3. Ραφές αυλακίου και μετωπικές ραφές (DIN 1912)

1.5. ΕΛΑΣΤΙΚΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ – ΕΛΑΤΗΡΙΑ

1.5.1. Γενικά

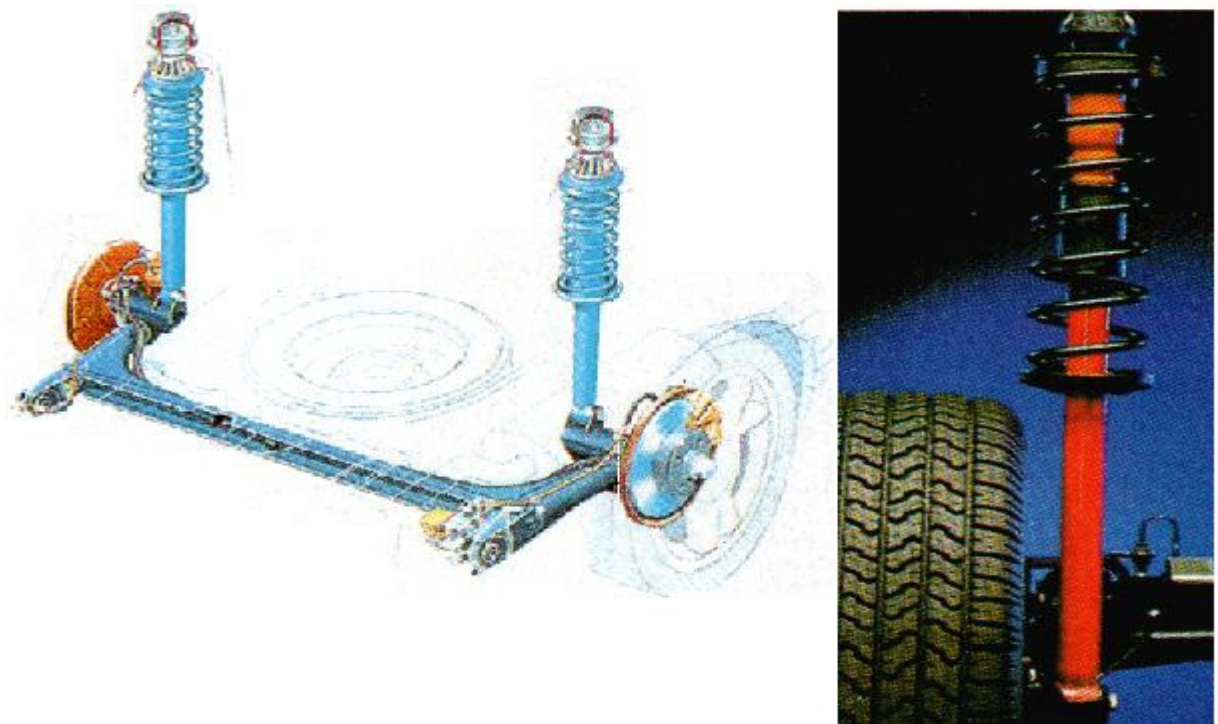
Οι συνδέσεις που εξετάστηκαν μέχρι τώρα, δηλαδή οι ηλώσεις, οι κοχλιοσυνδέσεις, οι σφηνωτές συνδέσεις και οι σφικτές συνδέσεις, ήταν όλες συνδέσεις για τη μεταφορά κάποιου φορτίου από το ένα στοιχείο στο άλλο.

Οι συνδέσεις αυτές, έχουν το χαρακτήρα της σταθερής θέσης των δύο κομματιών μεταξύ τους. Όταν πάνω σε μια άτρακτο σφηνώνεται ένας τροχός, τότε δημιουργείται μία σταθερή σύνδεση των κομματιών, για να είναι δυνατή η μεταφορά ισχύος από τον τροχό στην άτρακτο ή αντίστροφα.

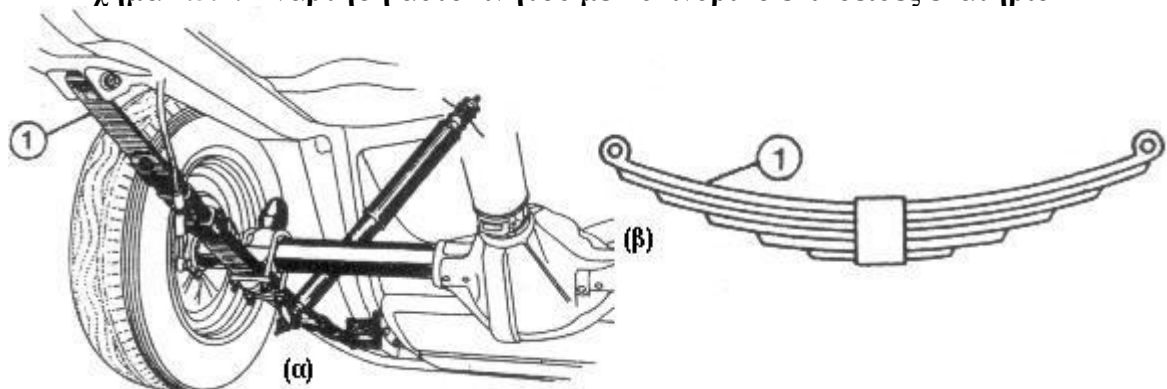
Με τα ελατήρια όμως, πραγματοποιούνται συνδέσεις, οι οποίες έχουν ως κύριο χαρακτηριστικό την ελαστικότητα. Για το λόγο αυτό, οι συνδέσεις με ελατήρια λέγονται ελαστικές συνδέσεις.

Ελαστικότητα ορίζεται η ιδιότητα που έχει ένα σώμα να επανέρχεται στην αρχική του μορφή, όταν παύσει να ενεργεί σε αυτό η δύναμη που το είχε παραμορφώσει. Όταν όμως η φόρτιση περάσει το όριο ελαστικότητας, τότε η παραμόρφωση γίνεται μόνιμη και το σώμα δεν επανέρχεται στην αρχική του μορφή.

Τα ελατήρια χρησιμοποιούνται σε πάρα πολλές κατασκευές. Μία πολύ γνωστή σύνδεση με ελατήρια, είναι η ανάρτηση των αυτοκινήτων (σχήμα 1.5.1 και 1.5.2).



Σχήμα 1.5.1. Ανάρτηση αυτοκινήτου με κυλινδρικό ελικοειδές ελατήριο



Σχήμα 1.5.2. Σύνδεση τροχού και σκελετού αυτοκινήτου με ελατήριο κάμψεως.
1. Ελατήριο κάμψεως

Με τις πιο πάνω συνδέσεις, δημιουργείται μεταξύ τροχού και σκελετού μία ελαστική σύνδεση, ώστε οι δυνάμεις που αναπτύσσονται από τα χτυπήματα του τροχού σε ανωμαλίες του δρόμου, να μη μεταφέρονται στους επιβαίνοντες, κατά κρουστικό τρόπο.

Στην ανάρτηση του αυτοκινήτου, το ελατήριο χρησιμεύει ως μειωτής κρούσεων. Ένα ελατήριο, μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης ως αποταμιευτής ενέργειας (π.χ. σε παιχνίδια και σε ρολόγια), ως μέσο επαναφοράς (π.χ. στις βαλβίδες των μηχανών εσωτερικής καύσεως, στο γκάτζι των αυτοκινήτων, στο πεντάλ του συμπλέκτη, στο πεντάλ των φρένων ενός αυτοκινήτου κλπ.), ως μέσο μέτρησης δυνάμεως (στις ζυγαριές).

1.5.2. Είδη ελατηρίων

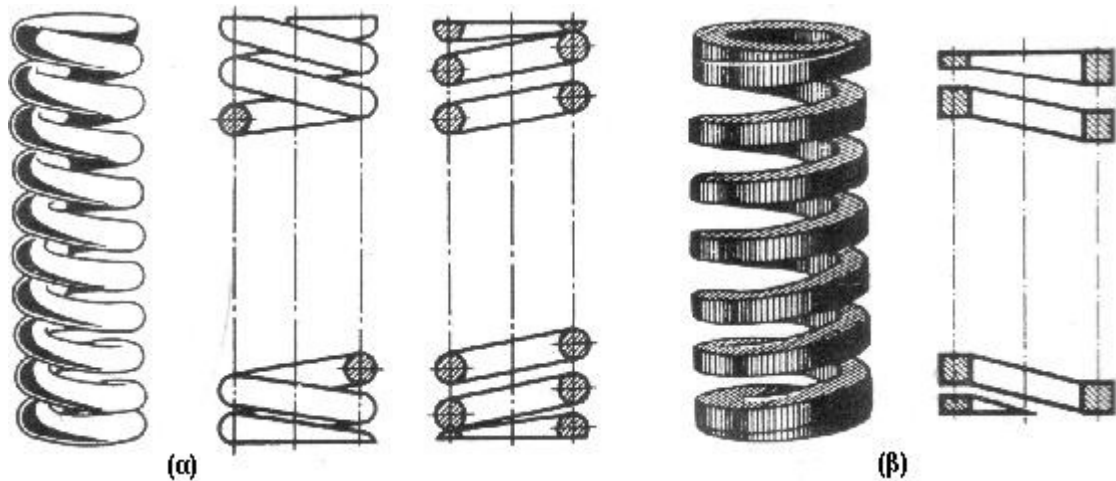
Τα ελατήρια που συναντούνται στις διάφορες κατασκευές, δεν έχουν όλα την ίδια μορφή ούτε το ίδιο υλικό, δεν εξυπηρετούν τον ίδιο σκοπό, δεν καταπονούνται με τον ίδιο τρόπο κλπ.

Στην πράξη, κατασκευάζονται διάφορα ελατήρια που το καθένα ταιριάζει καλύτερα σε μια συγκεκριμένη εφαρμογή.

Τα διάφορα ελατήρια τα ταξινομούμε ως εξής:

1. Ανάλογα με τη μορφή τους:

α) Ελατήρια ελικοειδή κυλινδρικά με σύρμα κυκλικής ή τετραγωνικής διατομής (σχήμα 1.5.3). Το ελικοειδές κυλινδρικό ελατήριο με κυκλική διατομή, είναι το ελατήριο με την ευρύτερη χρήση.

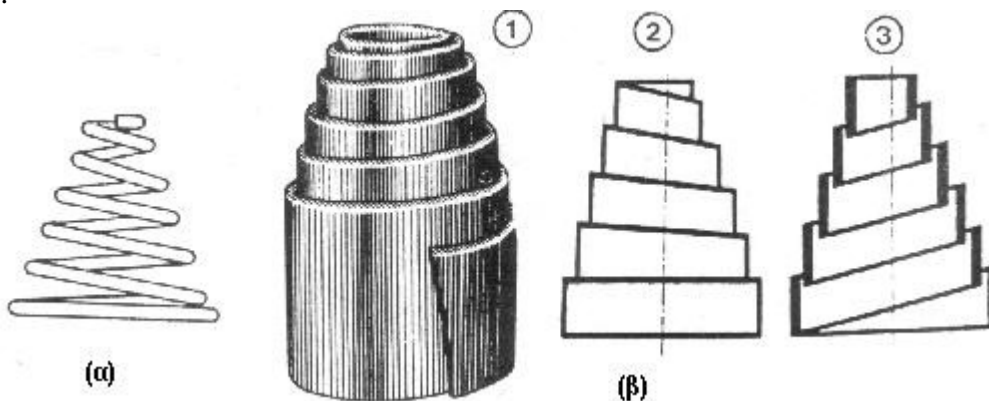


Σχήμα 1.5.3. Ελικοειδή ελατήρια

A) Κυλινδρικό ελατήριο με σύρμα κυκλικής διατομής

β) Κυλινδρικό ελατήριο με σύρμα τετραγωνικής διατομής

β) Ελατήρια ελικοειδή κωνικά με σύρμα κυκλικής διατομής ή έλασμα (σχήμα 5.4).



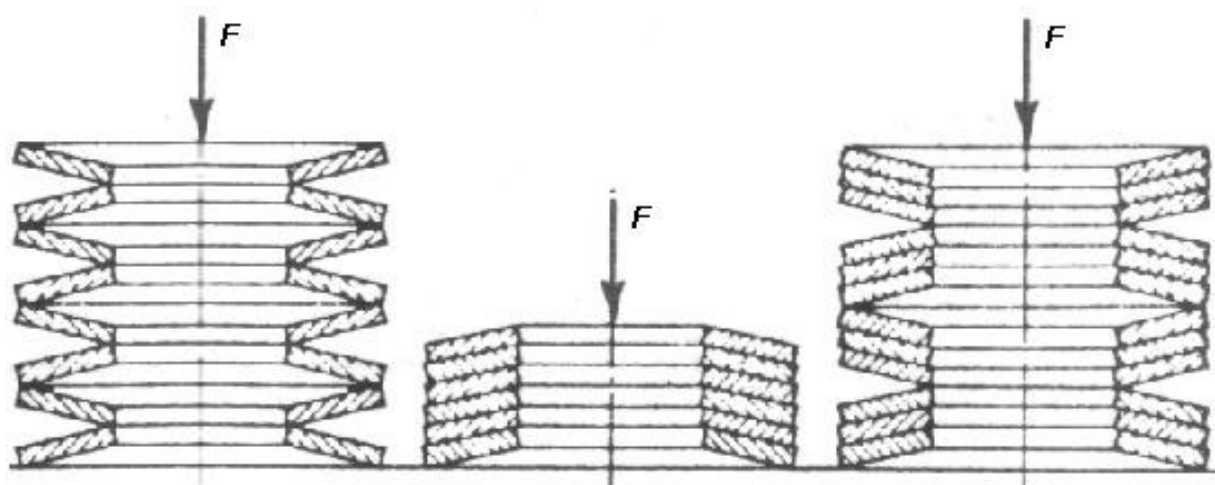
Σχήμα 1.5.4. Κωνικά ελικοειδή ελατήρια

α. Με σύρμα κυκλικής διατομής

β. Με έλασμα (1. προοπτικό, 2. πρόοψη & 3. τομή)

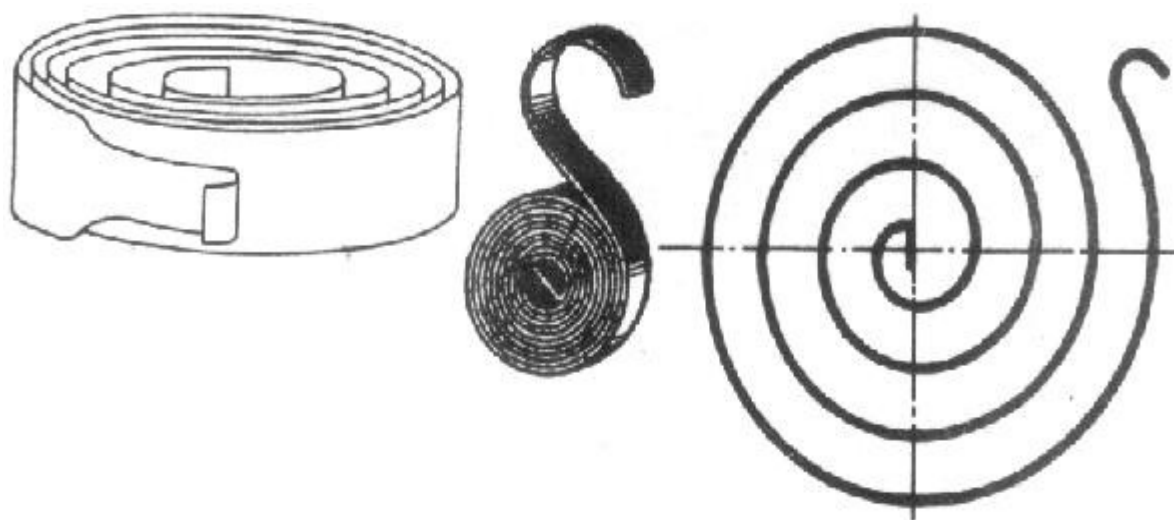
γ) Ελατήρια πεπλατυσμένα. Αυτά γίνονται από μία ή περισσότερες λάμες. Ένα τέτοιο ελατήριο είναι οι σούστες των αυτοκινήτων (σχήμα 1.5.2).

δ) Ελατήρια δισκοειδή από λαμαρίνα σε μορφή κυαθίου. Μπορεί να αποτελούνται από ένα ή περισσότερα κυάθια, που τοποθετούνται όπως στο σχήμα 1.5.5.



Σχήμα 1.5.5. Δισκοειδή ελατήρια

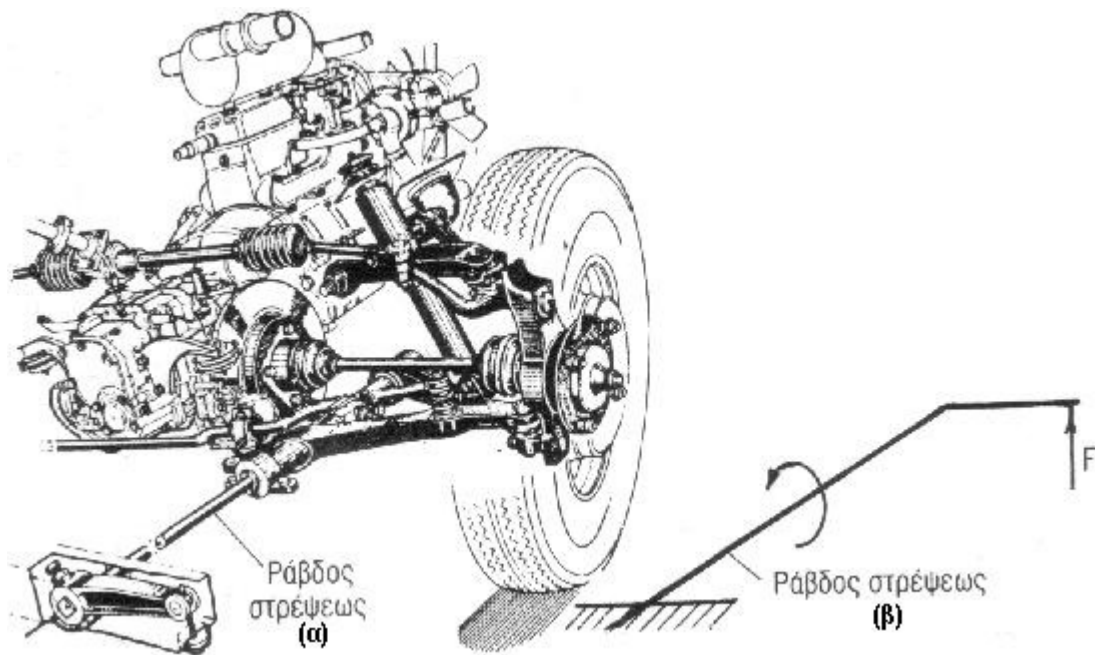
ε) Ελατήρια επίπεδα σπειροειδή. Αυτά γίνονται είτε από έλασμα (σχήμα 1.5.6) είτε από σύρμα κυκλικής διατομής. Δύο πολύ συνηθισμένες εφαρμογές αυτών, είναι στα μηχανικά ρολόγια για την κίνηση των δεικτών και στις μηχανές που ξεκινούν με σχοινί, όπως π.χ. στα αλυσοπρίονα κοπής ξύλων.



Σχήμα 1.5.6. Σπειροειδή ελατήρια

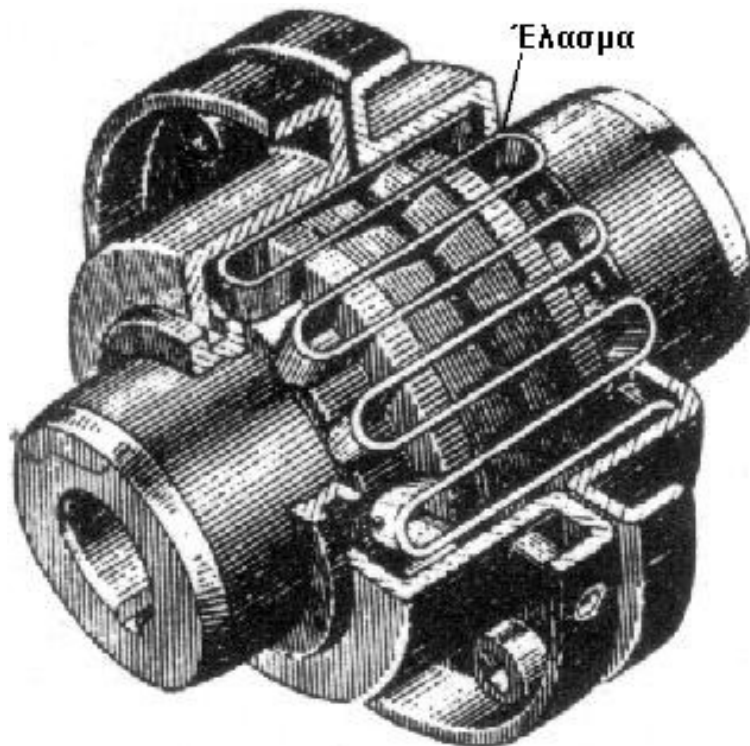
στ) Ελατήρια ειδικών μορφών. Μερικά από αυτά είναι τα εξής:

- Ράβδοι στρέψεως που χρησιμοποιούνται πάρα πολύ στο σύστημα ανάρτησης των αυτοκινήτων (σχήμα 1.5.7).



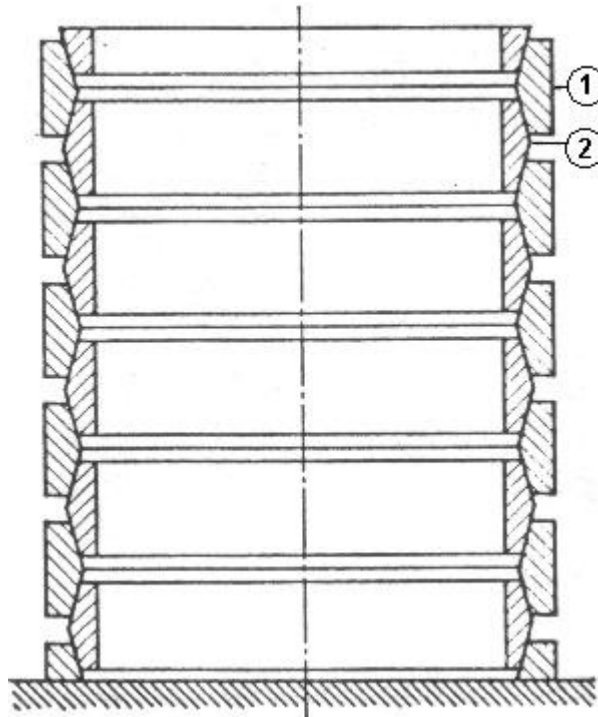
Σχήμα 1.5.7. Ανάρτησης αυτοκινήτου με ράβδο στρέψεως

- Ελατήρια από έλασμα με συνεχείς αναδιπλώσεις. Ένα τέτοιο ελατήριο χρησιμοποιείται στους ελαστικούς συνδέσμους ατράκτων (σχήμα 1.5.8).



Σχήμα 1.5.8. Ελαστικός σύνδεσμος με ειδικό ελασματικό ελατήριο

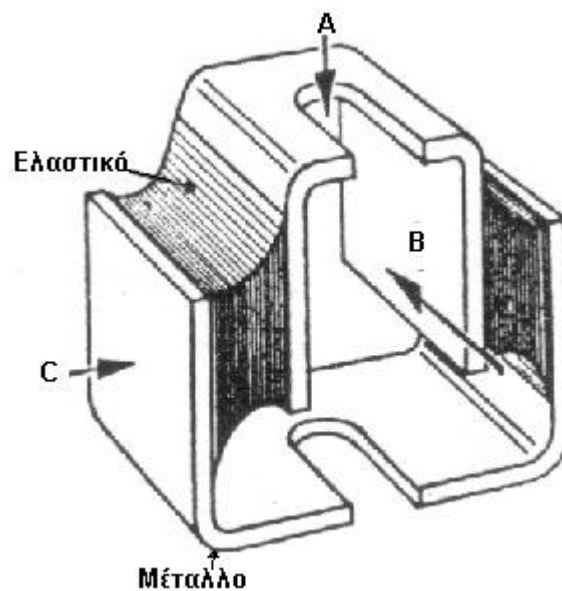
- Δακτυλιοειδή ελατήρια με εναλλασσόμενα δακτυλίδια εφελκυσμού και θλίψεως (σχήμα 1.5.9).



Σχήμα 1.5.9. Δακτυλοειδές ελατήριο

1. Δακτυλίδι εφελκυσμού
2. Δακτυλίδι θλίψεως

- Ελατήρια ελαστικού (σχήμα 1.5.10).



Σχήμα 1.5.10. Ειδικό ελατήριο από ελαστικό

2. Ανάλογα με τον τρόπο που ενεργούν:

α) Ελατήρια έλξεως. Έτσι, ορίζονται τα ελατήρια που όταν βρίσκονται σε κατάσταση ηρεμίας (αφόρτιστα), οι σπείρες τους βρίσκονται η μία κοντά στην άλλη, σαν να εφάπτονται (σχήμα 1.5.11). Μόλις δεχθούν δύναμη, τότε οι σπείρες τους αραιώνουν, το



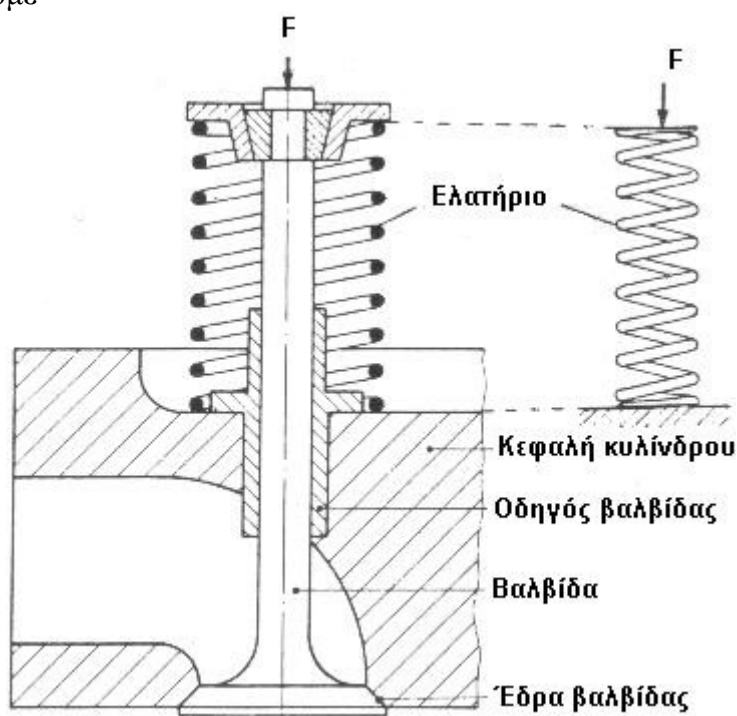
Κοινό ελικοειδές κυλινδρικό

Διπλό ελικοειδές με διπλή κωνικότητα

Σχήμα 1.5.11. Ελατήρια έλξεως

μήκος τους αυξάνει και αποθηκεύουν ενέργεια. Όταν παύσει να ενεργεί η δύναμη, οι σπείρες πλησιάζουν και επανέρχονται στην αρχική τους θέση. Στη φάση αυτή, αποδίδουν την ενέργεια που αποθήκευσαν νωρίτερα.

β) Ελατήρια πίεσεως ή θλίψεως. Αυτά, έχουν αραιές σπείρες, που μετά την εφαρμογή δυνάμεως, γίνονται κοντύτερα και με πυκνωμένες σπείρες. Στη φάση αυτή, όπως και τα ελατήρια έλξεως, αποθηκεύουν ενέργεια. Την ενέργεια αυτή αποδίδουν μετά, όταν παύσει να ενεργεί η δύναμη, οπότε επιμηκύνονται και επανέρχονται στο αρχικό τους μήκος. Στο σχήμα 1.5.12 βλέπουμε



Σχήμα 1.5.12. Ελατήριο πίεσεως για το κλείσιμο της βαλβίδας μίας μηχανής αυτοκινήτου

εφαρμογή του ελατηρίου πίεσεως στη βαλβίδα μιας μηχανής αυτοκινήτου. Το ζύγωθρο (κοκοράκι) πατά τη βαλβίδα με δύναμη F και την ανοίγει. Μόλις παύσει να ενεργεί η δύναμη, το ελατήριο, που είχε συσπειρωθεί, επανέρχεται και έλκει τη βαλβίδα προς την έδρα της για να κλείσει.

3. Ανάλογα με τη φορά ελίκωσης:
 - α) Δεξιόστροφα
 - β) Αριστερόστροφα
4. Ανάλογα με τη σχέση δύναμης – παραμόρφωσης:
 - α) Γραμμικά
 - β) Μη γραμμικά

Γραμμικά λέμε τα ελατήρια, στα οποία η παραμόρφωση είναι ανάλογη με τη δύναμη που ενεργεί. Έτσι συμβαίνει στα ελατήρια του σχήματος 1.5.3. Στα μη γραμμικά ελατήρια, η παραμόρφωση δεν είναι ανάλογη της δύναμης (ελατήρια σχήματος 1.5.5, 1.5.10 κ.α).

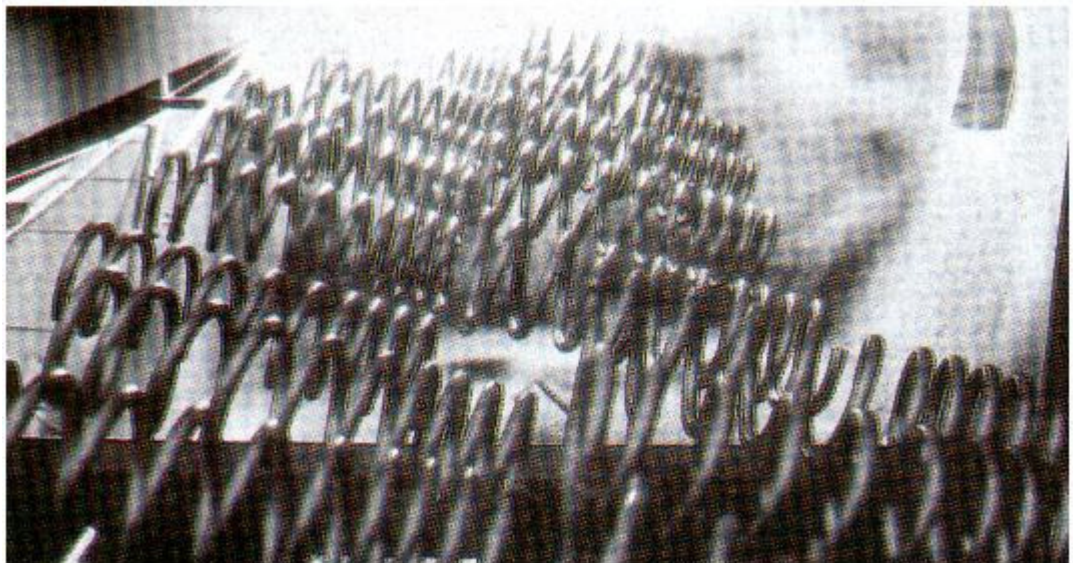
5. Ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετούν:
 - α) Ελατήρια επαναφοράς, όπως π.χ. στη βαλβίδα του σχήματος 1.5.12.
 - β) Ελατήρια παραλαβής κρουστικών φορτίων, όπως π.χ. στο σύστημα ανάρτησης των αυτοκινήτων.
 - γ) Ελατήρια οργάνων μετρήσεως, όπως π.χ. στα δυναμόμετρα ή στα ροπόμετρα (ροπόκλειδα).
 - δ) Ελατήρια αποθήκευσης ενέργειας, όπως π.χ. στα ρολόγια.
6. Ανάλογα με το είδος της καταπόνησης:
 - α) Ελατήρια κάμψεως, όπως π.χ. οι σούστες των αυτοκινήτων (σχήμα 1.5.2).
 - β) Ελατήρια στρέψεως. Μερικά καταπονούνται μόνο σε στρέψη (σχήμα 1.5.7) και άλλα καταπονούνται κυρίως σε στρέψη αλλά και σε κάμψη, όπως π.χ. το κυλινδρικό ελικοειδές ελατήριο του σχήματος 1.5.3^α.
 - γ) Ελατήρια εφελκυσμού – θλίψεως (σχήμα 1.5.9).

1.5.3. Υλικά ελατηρίων

Για να κατασκευασθούν ελατήρια, χρησιμοποιούνται τα πιο κάτω υλικά:

- Χάλυβες (κοινοί και ειδικοί χάλυβες με υψηλή αντοχή)
- Φωσφορούχο και πυριτιούχο ορείχαλκο
- Κράματα νικελίου
- Ελαστικό

Ως κύριο υλικό ελατηρίων χρησιμοποιείται ο χάλυβας, γιατί παρουσιάζει υψηλή αντοχή. Έτσι, για ορισμένο φορτίο, είναι εφικτό να υπάρχουν ελατήρια με μικρές διαστάσεις. Τα παραπάνω, κατά την κατασκευή τους, επεξεργάζονται ειδικά ώστε να αυξάνεται η αντοχή τους και η σκληρότητά τους, σχήμα 1.5.13.



Σχήμα 1.5.13. Σκλήρυνση και ενίσχυση ελατηρίων κατά την κατασκευή τους

Εκτός όμως από το χάλυβα, σε ορισμένες ειδικές περιπτώσεις με ιδιαίτερες απαιτήσεις, χρησιμοποιούνται και άλλα υλικά. Στα μηχανικά ρολόγια, για παράδειγμα, ενδιαφέρει η μαγνητική – ιδιότητα των χαλύβων και για το λόγο αυτό, χρησιμοποιούμε ως υλικά ελατηρίων τα κράματα νικελίου – βηρυλίου. Στις βάσεις των μηχανών, που απαιτείται απόσβεση κραδασμών και θορύβων, χρησιμοποιούμε ελατήρια από ελαστικό. Έναν ορείχαλκος είναι εφικτό να χρησιμοποιηθεί σε μια περίπτωση που δεν επιτρέπεται η οξείδωση του ελατηρίου και η καταπόνηση είναι μικρή.

1.5.4. Προσδιορισμός γεωμετρικών στοιχείων κυλινδρικών ελικοειδών ελατηρίων

Διάμετρος σύρματος d

Αυτή, μπορεί να προσδιοριστεί από το νομογράφημα 1.5.14 που ισχύει για χάλυβα (Μέτρο ολισθήσεως $G = 8500 \text{ Kp/mm}^2$) και επιτρεπόμενη τάση σε στρέψη $\tau_{επ} = 45 \text{ Kp/mm}^2$.

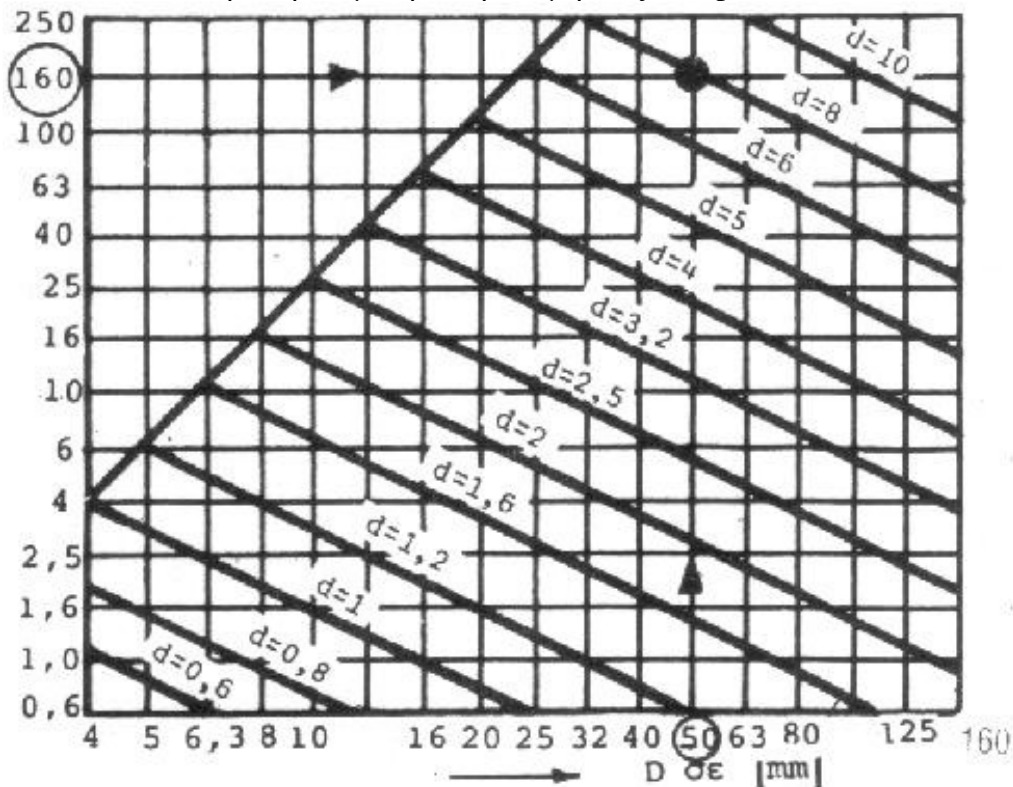
Στο ίδιο αποτέλεσμα καταλήγει με τη σχέση:

$$d = \sqrt[3]{\frac{8D_m F}{\pi \tau_{επ}}}$$

Όπου: D_m = η μέση διάμετρος του ελατηρίου σε mm

F = η δύναμη που ενεργεί στο ελατήριο σε Kp

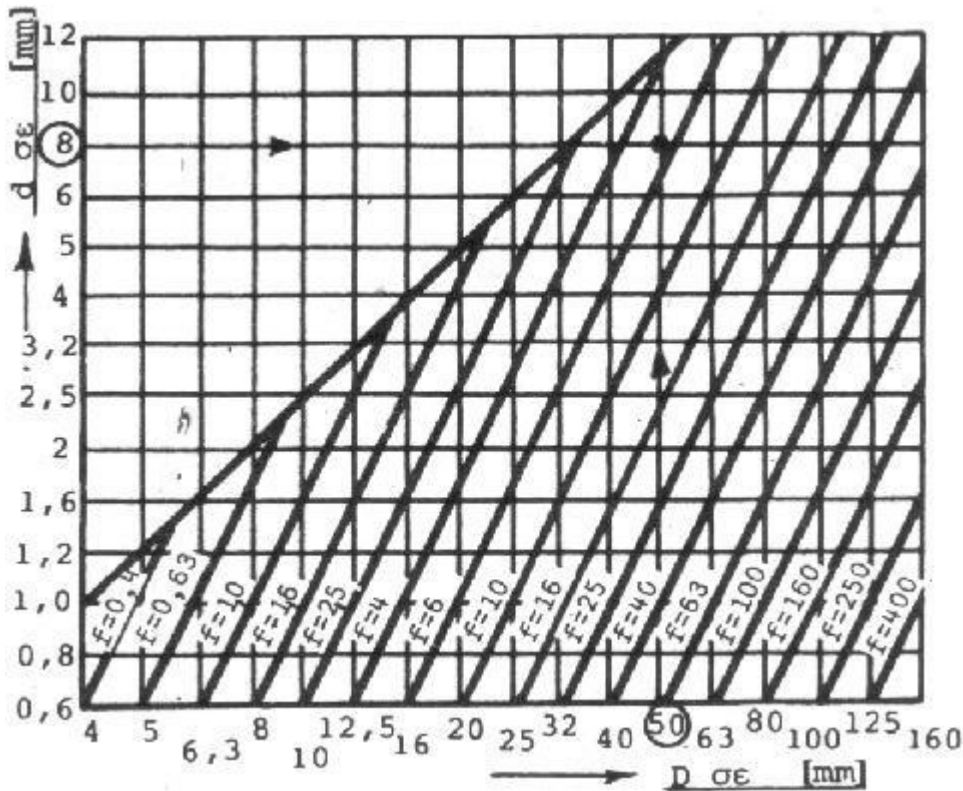
$\tau_{επ}$ = η επιτρεπόμενη τάση διατμήσεως σε Kp/mm^2



Σχήμα 1.5.14. Νομογράφημα προσδιορισμός διαμέτρου σύρματος κυλινδρικού ελικοειδούς ελατηρίου

1.5.5. Παραμόρφωση μιας σπείρας f_i

Την παραμόρφωση (επιμήκυνση ή επιβράχυνση) μιας σπείρας f_i ενός κυλινδρικού ελικοειδούς ελατηρίου διαμέτρου D_m μπορεί να προσδιοριστεί από το νομογράφημα 1.5.15, που ισχύει για χάλυβα ($G = 8500 \text{ Kp/mm}^2$) και επιτρεπόμενη τάση σε στρέψη $\tau_{\text{επ}} = 45 \text{ Kp/mm}^2$



Νομογράφημα 1.5.15. Προσδιορισμός παραμόρφωσης κυλινδρικού ελικοειδούς ελατηρίου

1.5.6. Μήκος αφόρτιστου ελατηρίου L_o

Στο ίδιο αποτέλεσμα καταλήγει με τη σχέση:

$$f_i = \frac{8 F D_m^3}{G d^4}$$

Η ολική επιμήκυνση f όλων των σπειρών i του ελατηρίου, θα είναι:

$$f = i f_i = \frac{8 i F D_m^3}{G d^4}$$

$L_o = (i_g + 1) d$	Ελατήρια έλξεως
$L_o \approx (i_f + 1,5) d + f + S_a$	Ελατήρια πίεσεως διαμορφωμένα εν ψυχρώ ($d < 12 \text{ mm}$)

$L_o \approx (i_f + 1) d + f + S_a$	Ελατήρια πίεσεως διαμορφωμένα εν θερμώ ($d > 12 \text{ mm}$)
-------------------------------------	--

1.5.7. Χάρη μεταξύ των σπειρών

Η χάρη μεταξύ των σπειρών λαμβάνεται περίπου $S = 0,1 d$ και όχι μικρότερη από $0,5 \text{ mm}$. Λεπτομερέστερο υπολογισμό της χάρης S δίνει το DIN 2095.

Η συνολική χάρη μεταξύ των σπειρών, είναι:

$$S_a = S i_f$$

1.5.8. Μήκος φορτισμένου ελατηρίου L_p

$L_p = L_o + f$	Ελατήρια έλξεως
$L_p = L_o - f$	Ελατήρια πίεσεως

1.5.9. Λόγος Dm/d – Τυποποίηση διαμέτρων d

Ο λόγος Dm/d , πρέπει να λαμβάνεται μεγαλύτερος από 6. οι τυποποιημένες τιμές της διαμέτρου d είναι οι παρακάτω:

0,5	0,56	0,63	0,7	0,8	0,9	1	1,25
1,4	1,6	1,8	2	1,25	2,5	2,8	3,2
3,6	4	4,5	5	5,6	6,3	7	8
9	10	11	12,5	14	16	18	20

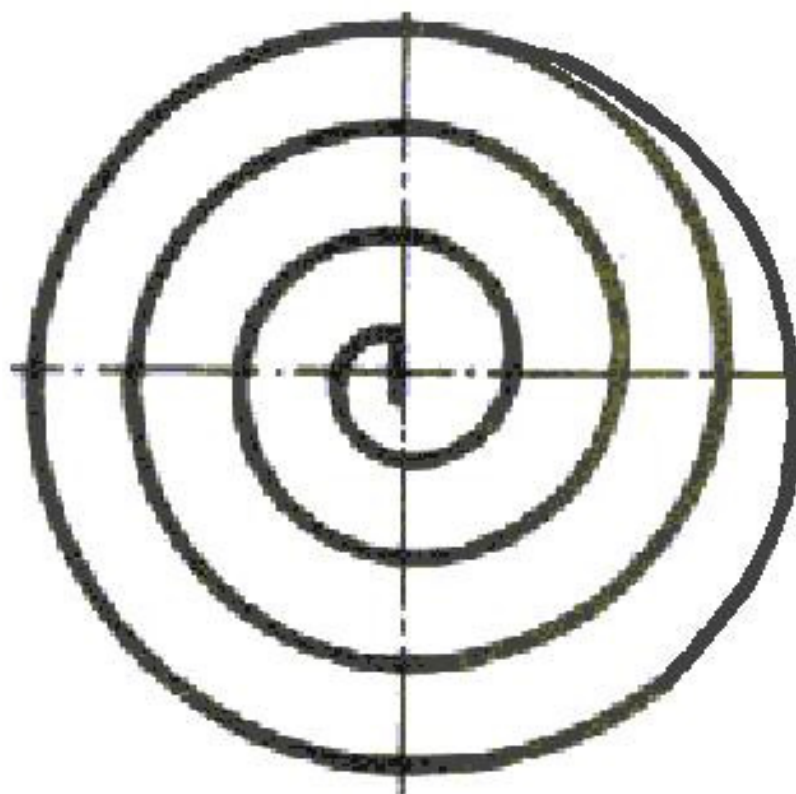
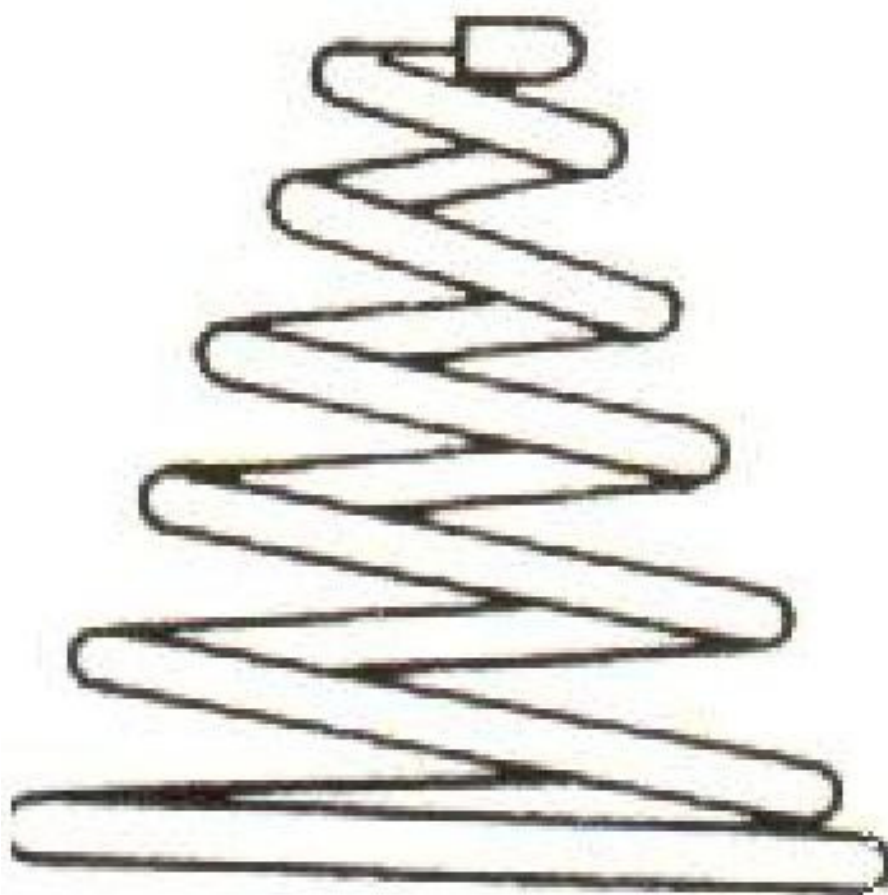
Πίνακας 1.5.1. Τυποποιημένες τιμές διαμέτρου d .

1.5.10. Εφαρμογή των ελατηρίων στον εκπαιδευτικό πίνακα

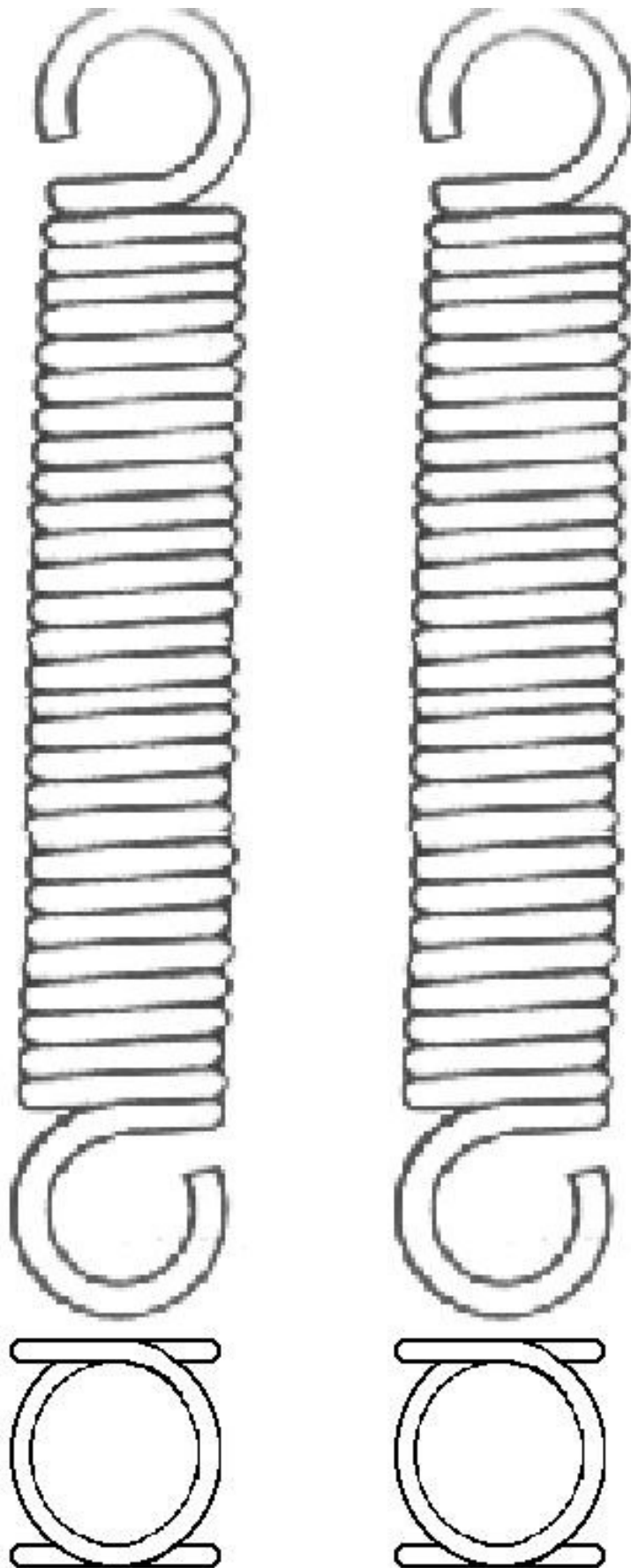
1.5.10.1. Γενικά

Εφαρμόζοντας την θεωρία των ελατηρίων, κατά την ολοκλήρωση της κατασκευής του εκπαιδευτικού πίνακα, χρησιμοποιήθηκαν 9 πρότυπες ελατηριωτές κατασκευές.

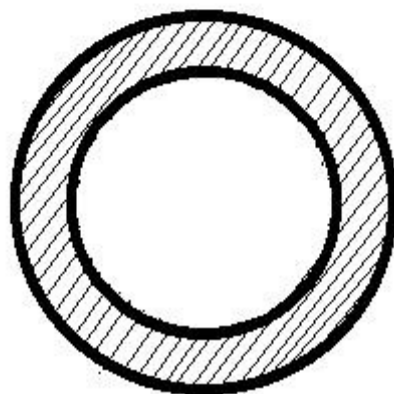
1.5.10.2. Μελέτη – σχεδιασμός



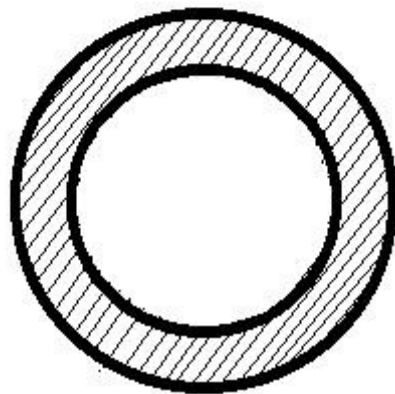
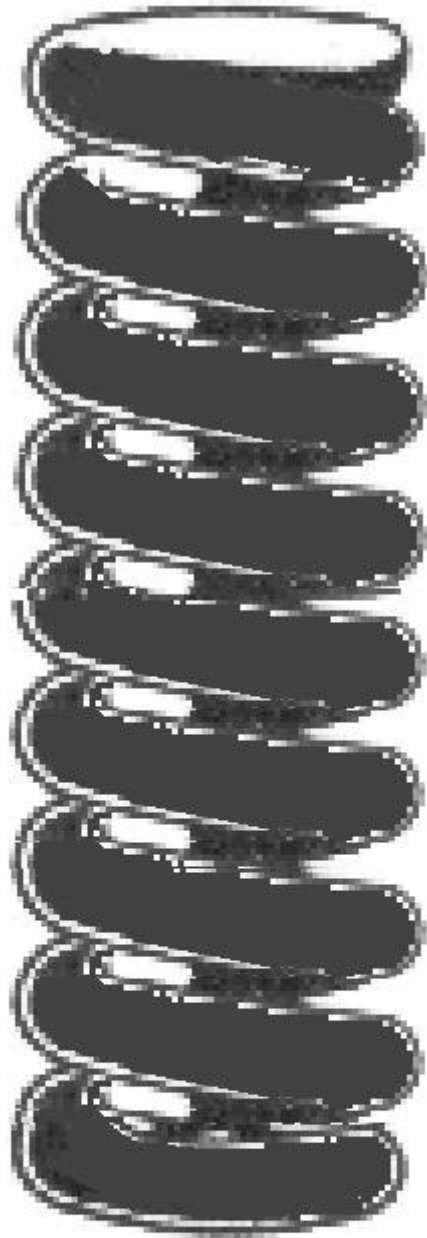
Σχήμα 1.5.16. Κωνικό ελικοειδές ελατήριο πίεσης



Σχήμα 1.5.17. Ελατήρια έλξεως



Σχήμα 1.5.18. Ελατήριο πίεσης

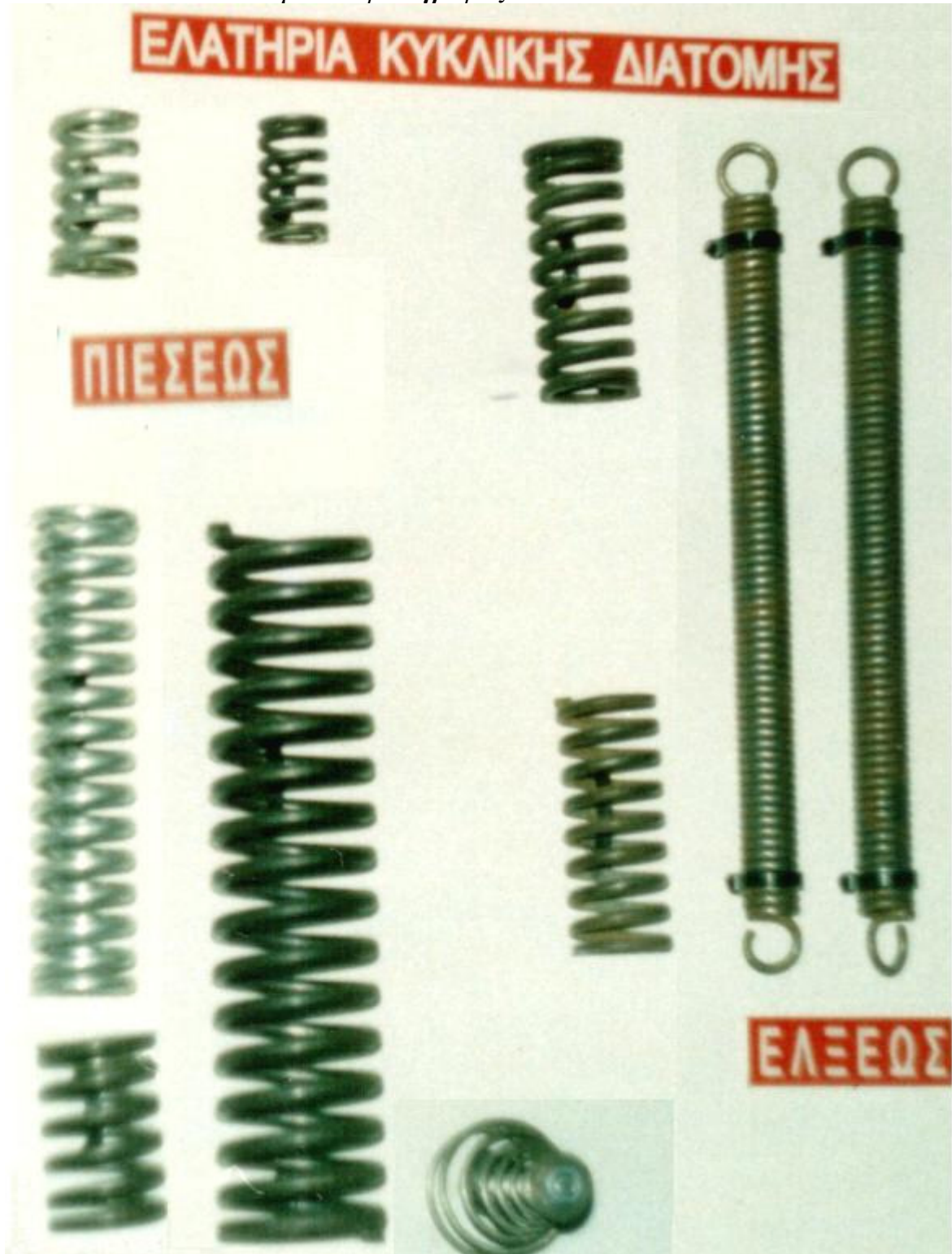


Σχήμα 1.5.19. Ελατήριο πίεσεως

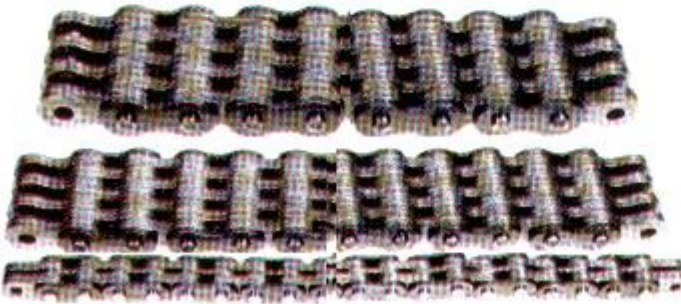
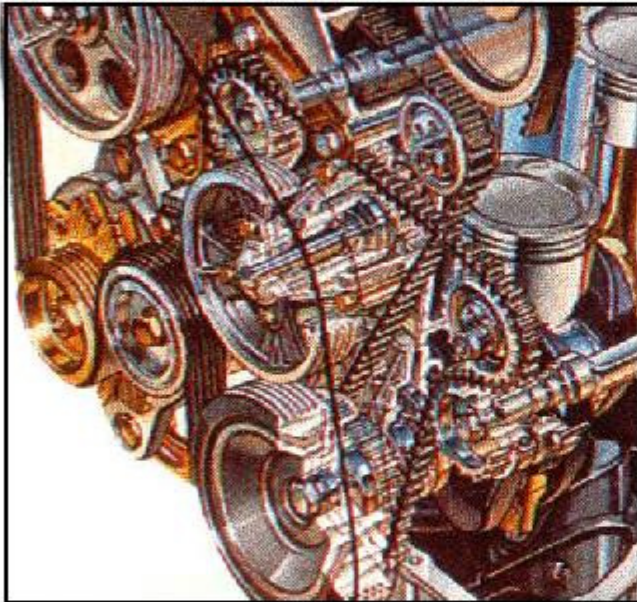
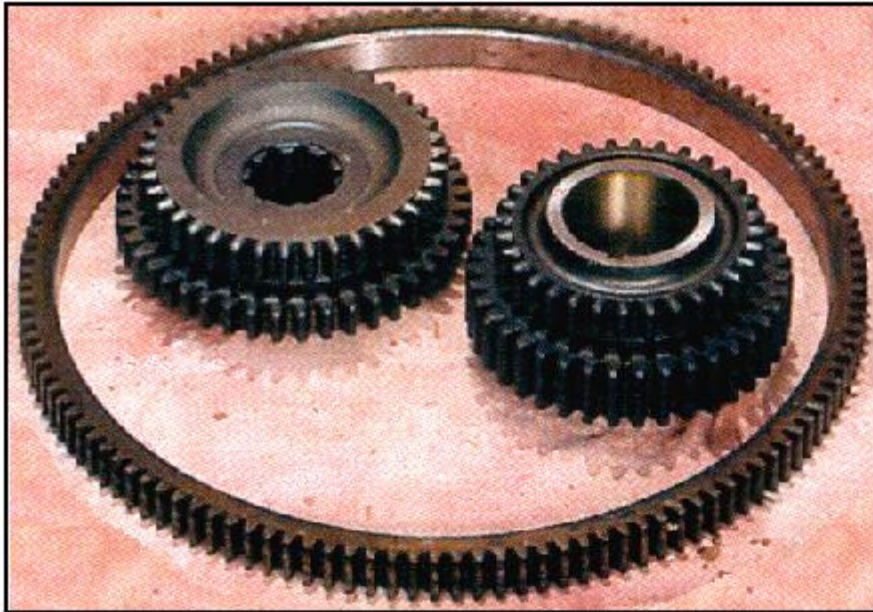
1.5.10.3 Υλικά & εργαλεία

Κατά τα παραπάνω ελατηριωτά εξαρτήματα χρησιμοποιήθηκαν χάλυβας και αλουμίνιο ειδική επεξεργασίας και αντοχής ώστε να εξυπηρετούν τις ταλαντώσεις που επιθυμούμε από τα ελατήρια.

1.5.10.4. Αποτελέσματα – φωτογραφίες



Σχήμα 1.5.20. Φωτογραφίες εφαρμογής στον πίνακα



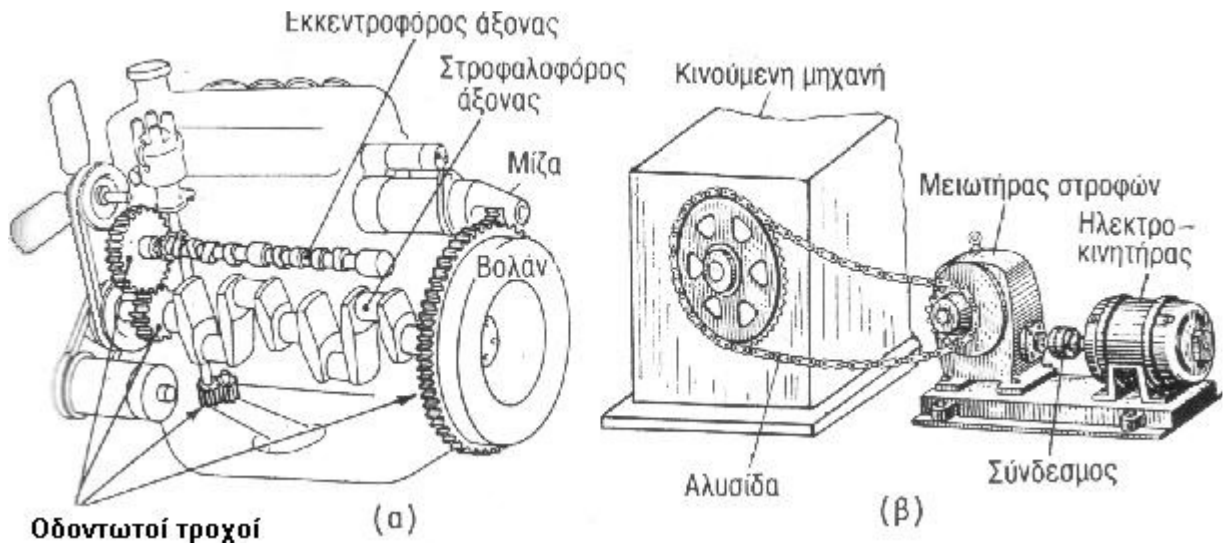
ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΚΙΝΗΣΗΣ



2.1. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΜΕΤΑΔΟΣΕΩΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ

Στις μηχανές παρουσιάζεται πολύ συχνά, αν όχι πάντοτε, η ανάγκη να μεταδοθεί κίνηση από μία άτρακτο σε μία άλλη.

Οι άτρακτοι αυτοί μπορεί να είναι είτε πάνω στην ίδια μηχανή, όπως π.χ. ο εκκεντροφόρος και στροφαλοφόρος άξονας μιας μηχανής εσωτερικής καύσεως (σχήμα 2.1.1.^α), είτε σε δύο διαφορετικές μηχανές (σχήμα 2.1.1.^β).



Σχήμα 2.1.1. Μετάδοση κίνησης με οδοντωτούς τροχούς, αλυσίδα & σύνδεσμο

Όταν οι γεωμετρικοί άξονες των δύο ατράκτων συμπίπτουν, όπως π.χ. η άτρακτος του ηλεκτροκινητήρα στο σχήμα 2.1.1.β και η άτρακτος εισόδου στο μειωτήρα, ή βρίσκονται υπό μικρή γωνία, τότε για τη μετάδοση της κινήσεως χρησιμοποιούμε τους διάφορους συνδέσμους.

Στην περίπτωση αυτή, κινούμενη και κινητήρια άτρακτος κινούνται με τις ίδιες στροφές.

Όταν όμως οι γεωμετρικοί άξονες δεν συμπίπτουν, τότε η μετάδοση κινήσεως από την κινητήρια στην κινούμενη άτρακτο, γίνεται με ορισμένα μέσα μετάδοσης.

Στην περίπτωση αυτή, η κινούμενη άτρακτος είναι δυνατόν να περιστρέφεται με λιγότερες, με περισσότερες ή με τις ίδιες στροφές που περιστρέφεται και η κινητήρια άτρακτος.

2.1.1. Μέσα μετάδοσης κίνησης

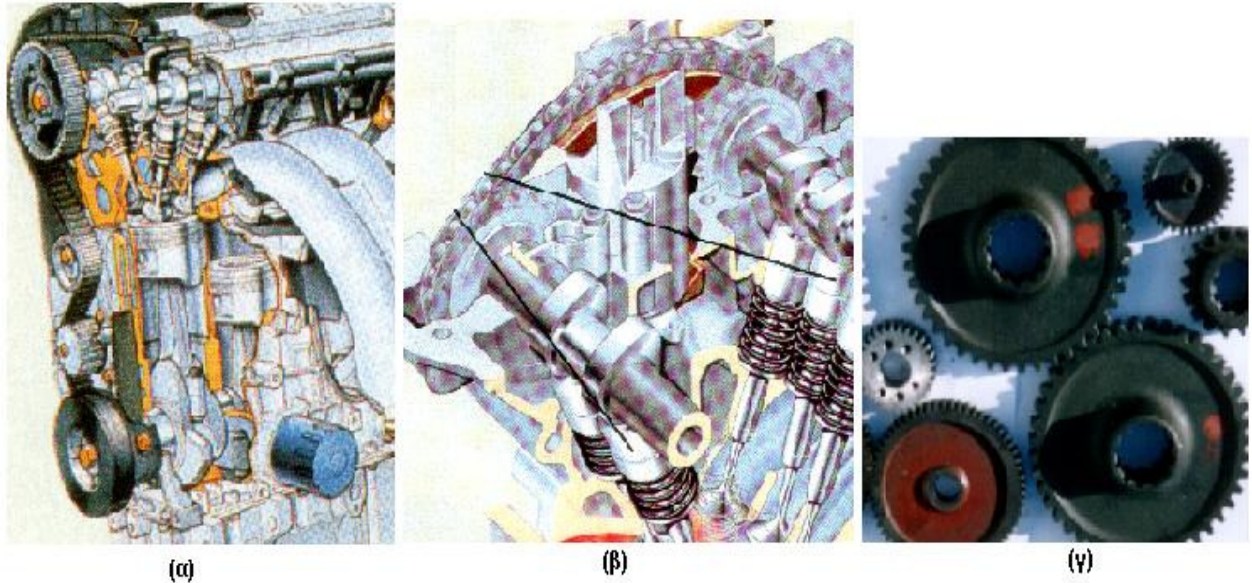
Για να μεταδώσουμε κίνηση από μία άτρακτο σε μία άλλη, που οι γεωμετρικοί τους άξονες δεν συμπίπτουν, χρησιμοποιούμε τα πιο κάτω στοιχεία μηχανών:

1. Τα διάφορα είδη των οδοντωτών τροχών (σχ. 2.1.2)



Σχήμα 2.1.2. Οδοντοτοί τροχοί

2. Τους μάντες (λουριά) και τις τροχαλίες (σχ. 2.1.3^α)
3. Τις αλυσίδες και τους αλυσοτροχούς (σχ. 2.1.3β)
4. Τους τροχούς τριβής (σχ. 2.1.3γ)



Σχήμα 2.1.3. Μετάδοση κίνησης με μάντα, αλυσίδα & τροχούς

Οι οδοντωτοί τροχοί είναι δίσκοι που στην περιφέρειά τους έχουν ανοιχθεί ισαπόστατα αυλάκια. Το υλικό που βρίσκεται μεταξύ των αυλακιών σχηματίζει τα δόντια.

Η εμπλοκή γίνεται με την είσοδο των δοντιών του ενός τροχού στα αυλάκια του άλλου τροχού. Επειδή υπάρχει εμπλοκή, μόλις ο ένας τροχός τεθεί σε κίνηση, τότε θα κινηθεί και ο άλλος τροχός.

2.1.2. Θέσεις των ατράκτων και είδη οδοντωτών τροχών

Στις μηχανές συναντιούνται άτρακτοι που η μία σε σχέση με την άλλη δεν έχουν πάντοτε την ίδια θέση. Οι άτρακτοι μπορεί να είναι μεταξύ τους:

- Παράλληλες
- Τεμνόμενες
- Ασύμβατες

Με τους οδοντωτούς τροχούς μπορούν να συνδεθούν ατράκτοι και να μεταδοθεί κίνηση όποια θέση και αν έχουν. Για κάθε θέση των ατράκτων χρησιμοποιούνται και διαφορετικά είδη τροχών. Με άλλα λόγια δεν είναι δυνατόν ένα είδος τροχών να χρησιμοποιηθεί για όλες τις θέσεις των ατράκτων.

2.1.3. Σχέση μετάδοσης κίνησης

Αν η κινητήρια άτρακτος ενός ζευγαριού οδοντωτών τροχών περιστρέφεται με $n_1 = 1000$ rpm και η κινούμενη άτρακτος με $n_2 = 500$ rpm, τότε σημαίνει ότι οι οδοντωτοί τροχοί μειώνουν τις στροφές 2 φορές. Ο αριθμός αυτός που δείχνει τη μείωση των στροφών, λέγεται σχέση μετάδοσης της κινήσεως.

Με τους οδοντωτούς τροχούς όμως δεν γίνεται μόνο μείωση των στροφών αλλά μπορεί να γίνει και αύξηση. Σε μερικές περιπτώσεις οι στροφές ούτε ελαττώνονται ούτε αυξάνονται.

Για όλες τις περιπτώσεις η σχέση μετάδοσης ορίζεται ως εξής:

$$\text{Σχέση μετάδοσης} = \frac{\text{Στροφές κινητήριας ατράκτου}}{\text{Στροφές κινούμενης ατράκτου}}$$

Στροφές κινούμενης ατράκτου

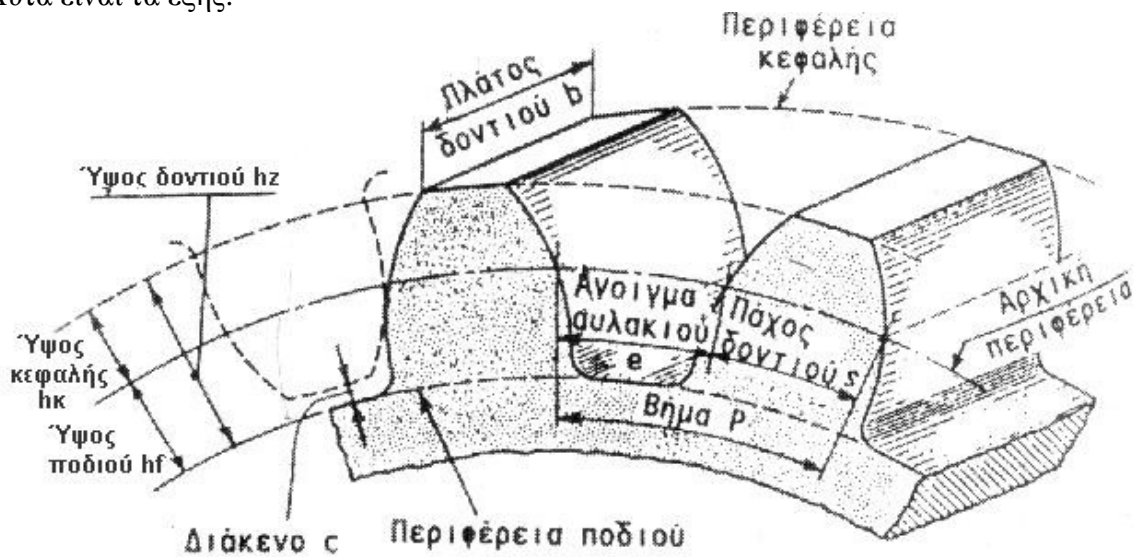
και με σύμβολα $i = n_1 / n_2$

Με βάση τον ορισμό αυτό καταλήγουμε στα εξής:

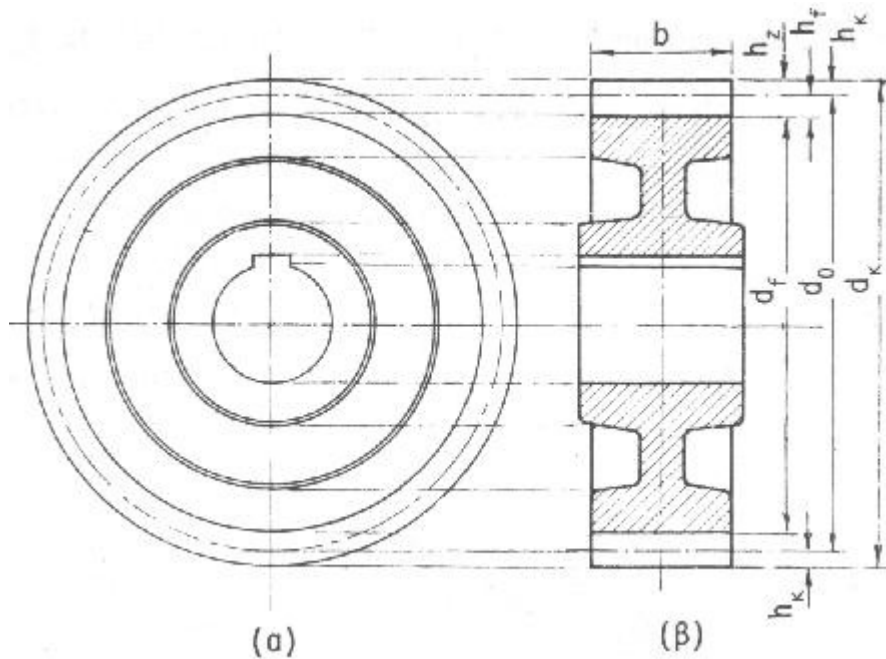
1. Για μείωση των στροφών: $i > 2$
2. Για αύξηση των στροφών: $i < 1$
3. Για μετάδοση χωρίς αύξηση ή μείωση των στροφών: $i = 1$
4. Σχέση μετάδοσης λέμε τον αριθμό που μας δηλώνει πόσες στροφές πρέπει να γυρίσει η κινητήρια άτρακτος, ώστε η κινούμενη άτρακτος να πάρει 1 στροφή. Τέλος, η σχέση μετάδοσης μπορεί να πάρει τιμές μέχρι $i = 6$ και σε ειδικές περιπτώσεις που υπάρχει μεγάλη ανάγκη μπορεί να φθάσει μέχρι $i = 10$

2.1.4. Γεωμετρικά στοιχεία της οδόντωσης μετρικού συστήματος και σχέσεις αυτών

Τα γεωμετρικά στοιχεία μιας οδόντωσης φαίνονται στο σχ.2.1.4. και 2.1.5. Αυτά είναι τα εξής:



Σχήμα 2.1.4. Τμήμα οδόντωσης με τα γεωμετρικά στοιχεία



Σχήμα 2.1.5. Γεωμετρικά στοιχεία ενός οδοντωτού τροχού
Α. Πρόοψη & β. Πλάγια όψη σε τομή

1. Το βήμα των δοντιών P . Είναι η απόσταση μεταξύ δυο δοντιών που μετρείται πάνω στη λεγόμενη αρχική περιφέρεια. Αυτή είναι μια θεωρητική περιφέρεια που δεν φαίνεται και δεν μπορεί να μετρηθεί.
2. Η αρχική διάμετρος d_0 της αρχικής περιφέρειας.
3. Η διάμετρος κεφαλής d_k . Είναι η διάμετρος της περιφέρειας που περνάει από τις κορυφές των δοντιών.
4. Η διάμετρος ποδιού d_f . Είναι η διάμετρος της περιφέρειας που περνάει στο βάθος των αυλακιών.
5. Το ύψος του δοντιού h_z .
6. Το ύψος κεφαλής h_k . Είναι το ύψος του τμήματος του δοντιού πάνω από την αρχική περιφέρεια.
7. Το ύψος ποδιού h_f . Είναι το ύψος του υπόλοιπου δοντιού, από την αρχική περιφέρεια και κάτω.
8. Το μήκος του δοντιού b .
9. Το πάχος του δοντιού S .

Παρακάτω θα γίνει μια προσπάθεια να δοθεί ο τρόπος συσχέτισης των πιο πάνω γεωμετρικών στοιχείων. Έτσι θα μπορούν να πραγματοποιηθούν απλοί υπολογισμοί που χρειάζονται είτε για τη σχεδίαση είτε για την κοπή ενός οδοντωτού τροχού.

1. Ορισμός μοντούλ οδόντωσης

Το μοντούλ της οδόντωσης m είναι ο λόγος του βήματος P προς τον αριθμό π , δηλαδή:

$$P$$

$$m = \frac{\quad}{\pi} \quad (\text{mm})$$

2. Διαστάσεις κανονικού δοντιού

Ένα κανονικό δόντι έχει τις εξής διαστάσεις:

Ύψος κεφαλής: $h_k = m$

Ύψος ποδιού: $h_f = 1,2 m$ κατά DIN 867

Ύψος δοντιού: $h_z = 2,2 m$

Οι οδοντωτοί τροχοί που κατασκευάζονται με τις πιο πάνω διαστάσεις, λέγονται κανονικοί οδοντωτοί τροχοί. Σε μερικές περιπτώσεις όμως οι διαστάσεις των δοντιών είναι διαφορετικές από τις πιο πάνω.

3. Αρχική διάμετρος

Ένας οδοντωτός τροχός έχει τόσα βήματα όσα είναι και τα δόντια του Z. Επομένως, το μήκος της αρχικής περιφέρειας του, μπορεί να γραφεί ως εξής:

$$\pi * d_o = P * Z$$

Έτσι, η αρχική διάμετρος θα είναι:

$$d_o = \frac{P * Z}{\pi}$$

Όμως, ο λόγος P/π είναι το μόντουλ της οδόντωσης. Γι'αυτό η αρχική διάμετρος είναι:

$$d_o = P * Z$$

4. Διάμετρος κεφαλής

Εάν αν ληφθεί υπόψιν το σχήμα 2.1.5. και οι διαστάσεις ενός κανονικού δοντιού τότε :

$$d_k = d_o + 2 * h_k = m * Z + 2 * m = m (Z + 2)$$

$$d_k = m (Z + 2)$$

5. Διάμετρος ποδιού

Με βάση το σχήμα 2.1.5. μπορεί να βρεθεί η διάμετρο ποδιού d_f με τη σχέση:

$$d_f = d_o - 2 * h_f$$

2.1.5. Περιφερειακή ταχύτητα

Η περιφερειακή ταχύτητα για όλα τα είδη των οδοντωτών τροχών, σύμφωνα με τα γνωστά από τη Φυσική για την ομαλή περιστροφική κίνηση, είναι:

$$U_1 = \frac{\pi * d_{o1} * n_1}{1000 * 60} \text{ (m/s) στον κινητήριο τροχό 1}$$

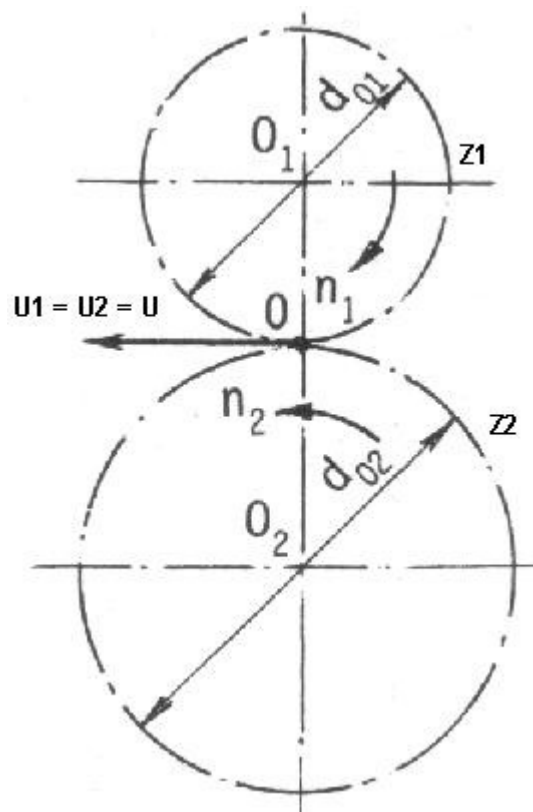
$$U_2 = \frac{\pi * d_{o2} * n_2}{1000 * 60} \text{ (m/s) στον κινητήριο τροχό 2}$$

Όπου d_{o1}, d_{o2} = οι αρχικές διαμέτροι σε mm

n_1, n_2 = οι περιστρεφόμενες ταχύτητες σε rpm
(στροφές/λεπτό)

2.1.6. Σχέση στροφών και αρχικών διαμέτρων

Επειδή υπάρχει η εμπλοκή των δοντιών, η περιφερειακή ταχύτητα είναι η ίδια και στους δυο τροχούς (σχ.2.1.6.). Έτσι, από τις πιο πάνω σχέσεις, προκύπτει:



Σχήμα 2.1.6. Η περιφερειακή ταχύτητα $υ$ είναι κοινή και στους δύο τροχούς

$$\frac{\pi * d_{o1} * n_1}{1000 * 60} = \frac{\pi * d_{o2} * n_2}{1000 * 60} \Rightarrow$$

$$d_{o1} * n_1 = d_{o2} * n_2 \quad \text{ή} \quad n_1 / n_2 = d_{o2} / d_{o1}$$

1. Το γινόμενο των δοντιών επί την αρχική διάμετρο στον κινητήριο τροχό, είναι ίσο με το γινόμενο των δοντιών επί την αρχική διάμετρο στον κινούμενο τροχό ή ο λόγος των στροφών κινητήριου και κινούμενου τροχού είναι αντίστροφα ανάλογος του λόγου των αρχικών διαμέτρων.
2. Αν ένας τροχός μεταδίδει κίνηση σε έναν άλλον με διπλάσια διάμετρο, τότε οι στροφές του τροχού με τη διπλάσια διάμετρο θα είναι το μισό των στροφών του τροχού με τη μικρή διάμετρο.
3. Η σχέση μετάδοσης n_1 / n_2 γράφεται και ως λόγος των αρχικών διαμέτρων, δηλαδή:

$$i = n_1 / n_2 = d_{o2} / d_{o1}$$

2.1.7. Σχέση στροφών και δοντιών

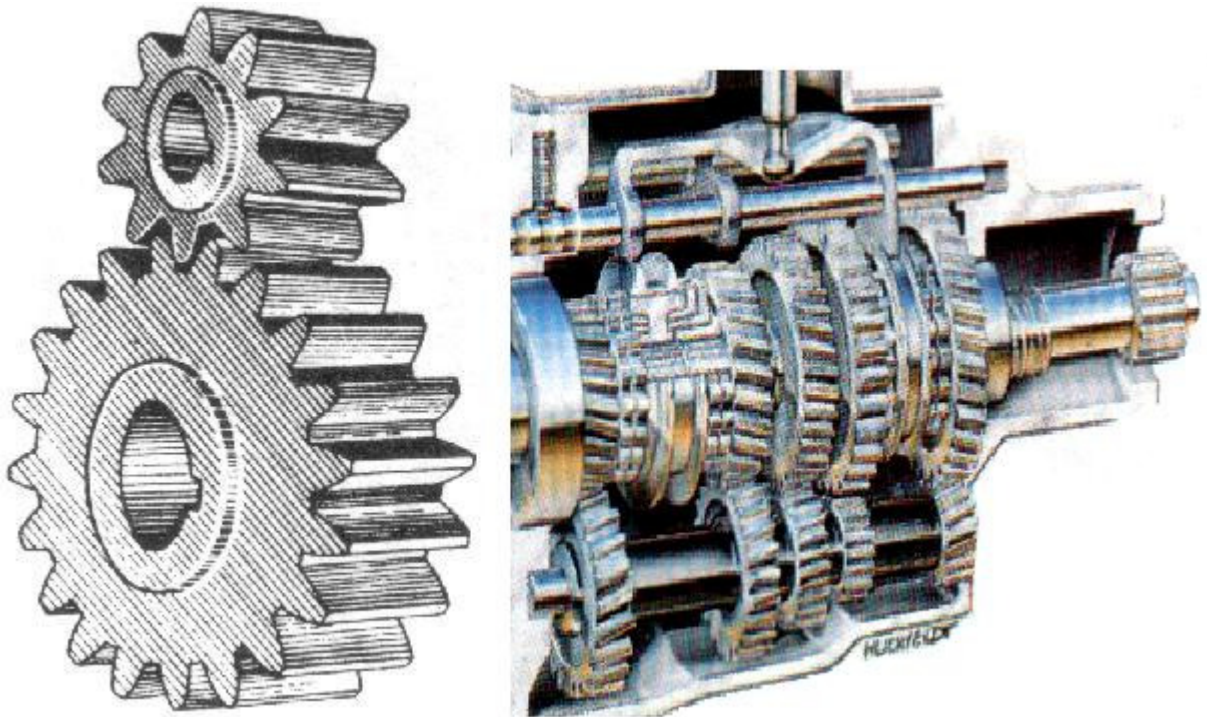
Τέλος, επειδή οι αρχικές διαμέτροι είναι $d_{o1} = m * Z_1$ και $d_{o2} = m * Z_2$, οι σχέσεις από παραπάνω, παίρνουν τη μορφή:

$$Z_1 * n_1 = Z_2 * n_2 \quad \text{ή} \quad n_1 / n_2 = Z_{o1} / Z_{o2}$$

2.1.8. Τρόποι διαμόρφωσης των δοντιών

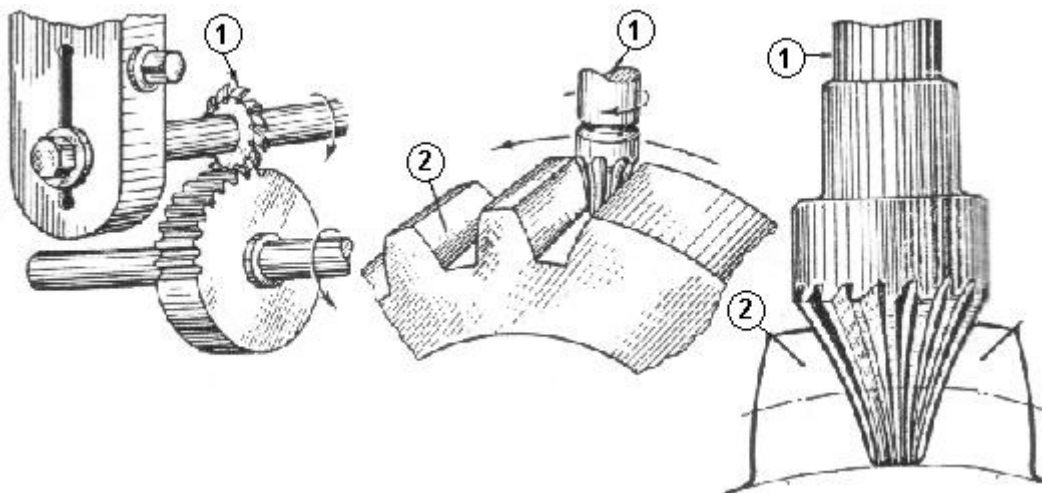
Η διάνοιξη των αυλακιών για να σχηματισθούν τα δόντια, μπορεί να γίνει με τις πιο κάτω μεθόδους:

1. **Με χύτευση**
Οδοντώσεις που γίνονται με χύτευση, δεν έχουν ακρίβεια διαστάσεων. Αυτές, χρησιμοποιούνται πολύ σπάνια και μόνο σε περιπτώσεις χωρίς απαιτήσεις και για πολύ χαμηλές ταχύτητες. ($U < 2$ m/sec)
2. **Με αντιγραφή**
Εδώ, το κοπτικό εργαλείο αφαιρεί υλικό, κάνοντας παλινδρομική κίνηση με βάση μια πρωτότυπη κατανομή δοντιών, την οποία αντιγράφει. Με τη μέθοδο αυτή προκύπτουν δόντια χαμηλής ποιότητας, γιατί δεν έχουν ούτε καλή επιφάνεια ούτε και ακρίβεια διαστάσεων.
3. **Με κοπτικό εργαλείο μορφής σε φραιζομηχανή γενικής χρήσεως** με τη μέθοδο αυτή, κατασκευάζονται οδοντωτοί τροχοί με κανονικά δόντια (σχ.2.1.7.) σε φραιζομηχανές γενικής



Σχήμα 2.1.7. Ολόσωμοι οδοντωτοί τροχοί με παράλληλη οδόντωση

χρήσεως. Τα κοπτικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται έχουν δισκοειδή μορφή (σχ.2.1.8.) ή μορφή κονδυλίου (σχ.2.1.8.). Τα δισκοειδή εργαλεία που είναι και τα συνηθέστερα, επεκράτησε να λέγονται "μοντούλ".



Σχήμα 2.1.8. Διαμόρφωση δοντιών
1. Κοπτικό εργαλείο & 2. Δόντι

Για να κατασκευαστούν οδοντωτοί τροχοί με ακρίβεια, απαιτείται ένα κοπτικό εργαλείο "μοντούλ" για κάθε αριθμό δοντιών και για κάθε συγκεκριμένο μοντούλ. Στην πράξη όμως για καθαρά οικονομικούς λόγους, χρησιμοποιούνται για κάθε μοντούλ 15 εργαλεία (8μελής σειρά). Έτσι, με κάθε εργαλείο μπορούμε να κατασκευάσουμε όπως φαίνεται στον πίνακα 2.2.1., περισσότερους τροχούς.

8μελή	N°	1	2	3	4	5	6	7	8
-------	----	---	---	---	---	---	---	---	---

σειρά	Για Z :	12~13	14~16	17~20	21~26	27~34	35~54	55~134	>135
15μελή σειρά	N°	1	2	3	4	5	6	7	8
	Για Z :	12	13	14	15~16	17~18	19~20	21~22	23~25
	N°	9	10	11	12	13	14	15	
	Για Z :	26~29	30~34	35~41	42~54	55~79	80~134	>135	

Πίνακας 2.1.1. Νούμερα κοπτικών εργαλείων για φρεζομηχανή

4. Με τη μέθοδο κυλίσεως

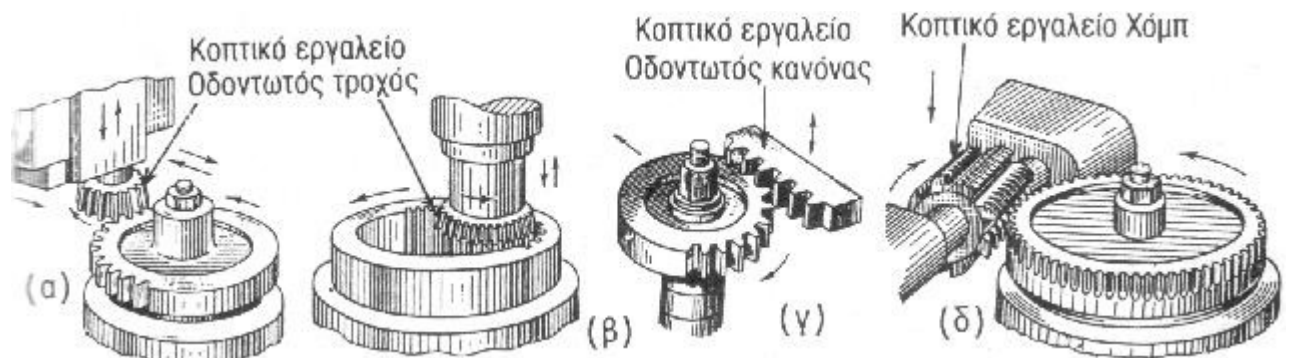
Με τη μέθοδο αυτή, μπορεί να κατασκευαστεί όχι μόνο κανονικοί οδοντωτοί τροχοί, αλλά και οδοντωτοί τροχοί με μη κανονικά δόντια (τροχοί με μετατόπιση της κατατομής του δοντιού ή διορθωμένοι).

Η κατασκευή γίνεται σε ειδικές εργαλειομηχανές (γρναζοκόπτες) με τρεις τρόπους:

A. Σύστημα Φέλουος (σχ. 2.1.9.α,β)

B. Σύστημα Σάντερλαντ ή Μάαγκ (σχ. 2.1.9γ)

Γ. Σύστημα εταιρίας Γκλίσον με κοπτικό εργαλείο Χόμπ (σχ. 2.1.9.δ)



Σχήμα 2.1.9. Τρόποι κατασκευής οδοντώσεως με τη μέθοδο κυλίσεως

5. Κατασκευή με πρέσα

Είναι μέθοδος πολυδάπανη και για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται μόνο για παραγωγή μεγάλου αριθμού οδοντωτών τροχών. Με αυτή έχουμε μικρή απώλεια υλικού και οι παραγόμενοι οδοντωτοί τροχοί είναι πολύ καλής μηχανικής ποιότητας. Συνήθως, εφαρμόζεται σε τεχνητά υλικά όπως π.χ. τα πλαστικά.

2.1.9. Υλικά

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των τροχών με παράλληλη και ελικοειδή οδόντωση, καθώς και των κωνικών τροχών, περιγράφονται στο DIN 3990. Σε αυτό, δίνονται όλα τα στοιχεία των υλικών που απαιτούνται για τον υπολογισμό των τροχών.

Για την επιλογή υλικού, πρέπει να έχουμε υπόψιν και τα εξής:

1. Για περιφερειακή ταχύτητα μέχρι 2 m/s οι τροχοί μπορούν να γίνουν από φαιό χυτοσίδηρο ή χυτοχάλυβα, χωρίς επεξεργασία των δοντιών.
2. Οδοντωτοί τροχοί που εργάζονται σε περιβάλλον με σκόνη, άμμο και υγρασία όπως π.χ. σε αγροτικά μηχανήματα, σε δομικά μηχανήματα, σε ανυψωτικά μηχανήματα κλπ, κατασκευάζονται από σκληρό χυτοσίδηρο που έχει

- εξαιρετική αντοχή σε φθορά και σε διάβρωση. Οι τροχοί αυτοί, γίνονται για μικρές ταχύτητες και με μεγάλα επιτρεπόμενα σφάλματα κατασκευής.
3. Τα συνηθέστερα υλικά των οδοντωτών τροχών, είναι τα διάφορα είδη χυτοσιδήρου και χάλυβα.
 4. Για μεγάλες ταχύτητες οι τροχοί γίνονται από ανθεκτικούς χάλυβες με μεγάλη ακρίβεια προφυλαγμένοι σε κιβώτια και με συνεχή λίπανση.
 5. Τροχοί που εργάζονται με υψηλή ταχύτητα και ταυτόχρονα δέχονται κρούσεις γίνονται χαλύβδινοι με επιφανειακή σκλήρυνση. Με την επιφανειακή σκλήρυνση, επιτυγχάνουμε αντοχή στη φθορά και ταυτόχρονα διατήρηση της ελαστικότητας στο εσωτερικό για την αντοχή των δοντιών σε κρούσεις.
 6. Κράματα αλουμινίου χρησιμοποιούνται εκεί, όπου η ελαφρότητα της κατασκευής είναι βασική απαίτηση.
 7. Τα κεραμικά υλικά χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις αντλιών οδοντωτών τροχών, που χρησιμοποιούνται σε οξέα.
 8. Τα πρεσσαριστά υλικά από συνθετικές ρητίνες χρησιμοποιούνται σε ορισμένες περιπτώσεις γιατί δεν επηρεάζονται από απότομες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, από νερό, οξέα και πολλές χημικές ενώσεις. Είναι, επίσης, ηχομονωτικά.
 9. Σε ορισμένες περιπτώσεις χρησιμοποιούμε πλαστικά, γιατί είναι ελαφρά και αντέχουν στην οξείδωση και στη διάβρωση. Επίσης, μερικά πλαστικά απορροφούν κραδασμούς και θορύβους.

2.1.10. Ελάχιστος αριθμός δοντιών

Όταν ο αριθμός δοντιών του μικρού τροχού γίνει πολύ μικρός, τότε κατά τη λειτουργία του μικρού τροχού προσπαθεί να εισχωρήσει στο πόδι του άλλου τροχού. Η ενέργεια αυτή, λέγεται υποκοπή και έχει σαν αποτέλεσμα να παρουσιάζεται κακή λειτουργία (θόρυβος, φθορά).

Για να μην παρουσιάζεται υποκοπή, λαμβάνουμε σαν ελάχιστο αριθμό δοντιών 17 και αν υπάρχει ανάγκη, μπορούμε να κατέβουμε στο 14, χωρίς να έχουμε σημαντική δυσμενή επίδραση.

Αν θέλουμε όμως ακόμη μικρότερο αριθμό δοντιών, τότε κάνουμε οδοντωτούς τροχούς με μετατόπιση της κατατομής του δοντιού που διαμορφώνονται με τη μέθοδο της κυλίσεως.

2.1.11. Λίπανση

Ο τρόπος λίπανσης και το είδος του λιπαντικού εξαρτάται από το μέγεθος της περιφερειακής ταχύτητας. Πιο συγκεκριμένα, το είδος του λιπαντικού και ο τρόπος λίπανσης πρέπει να είναι σύμφωνα με τον πίνακα 2.1.2.

Περιφερειακή ταχύτητα U(m/s)	Είδος λιπαντικού και τρόπος λίπανσης
Έως 0,8	Γράσο τοποθετημένο με το χέρι
0,8 - 4	Γράσο όπως πιο πάνω ή εμβάπτιση σε ορυκτέλαιο
4 - 12	Εμβάπτιση σε ορυκτέλαιο
Πάνω από 12	Με ψεκασμό λιπαντικού στην οδόντωση

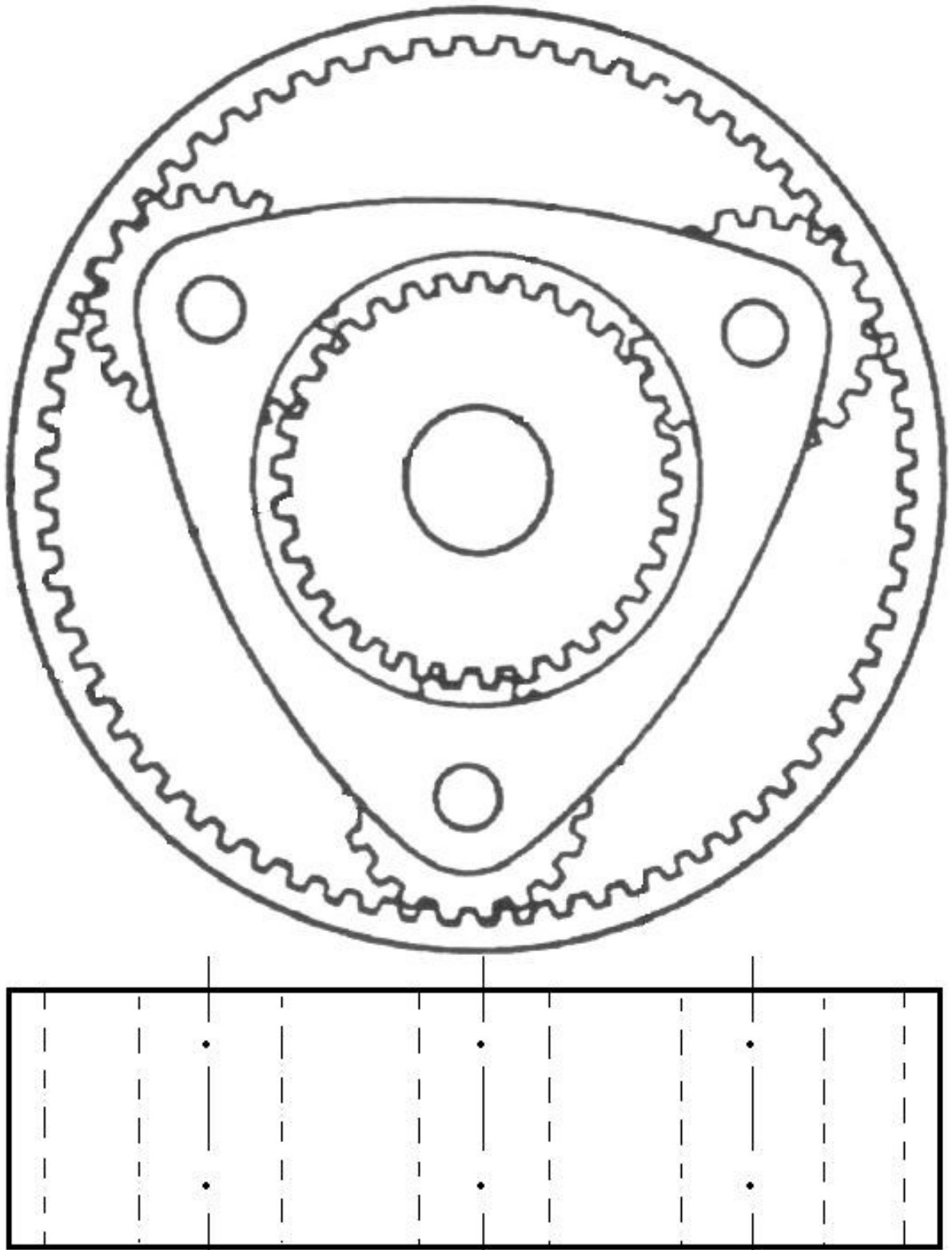
Πίνακας 2.1.2. Είδος λιπαντικού και τρόπος λίπανσης

2.1.12. Εφαρμογή των οδοντωτών τροχών στον εκπαιδευτικό πίνακα

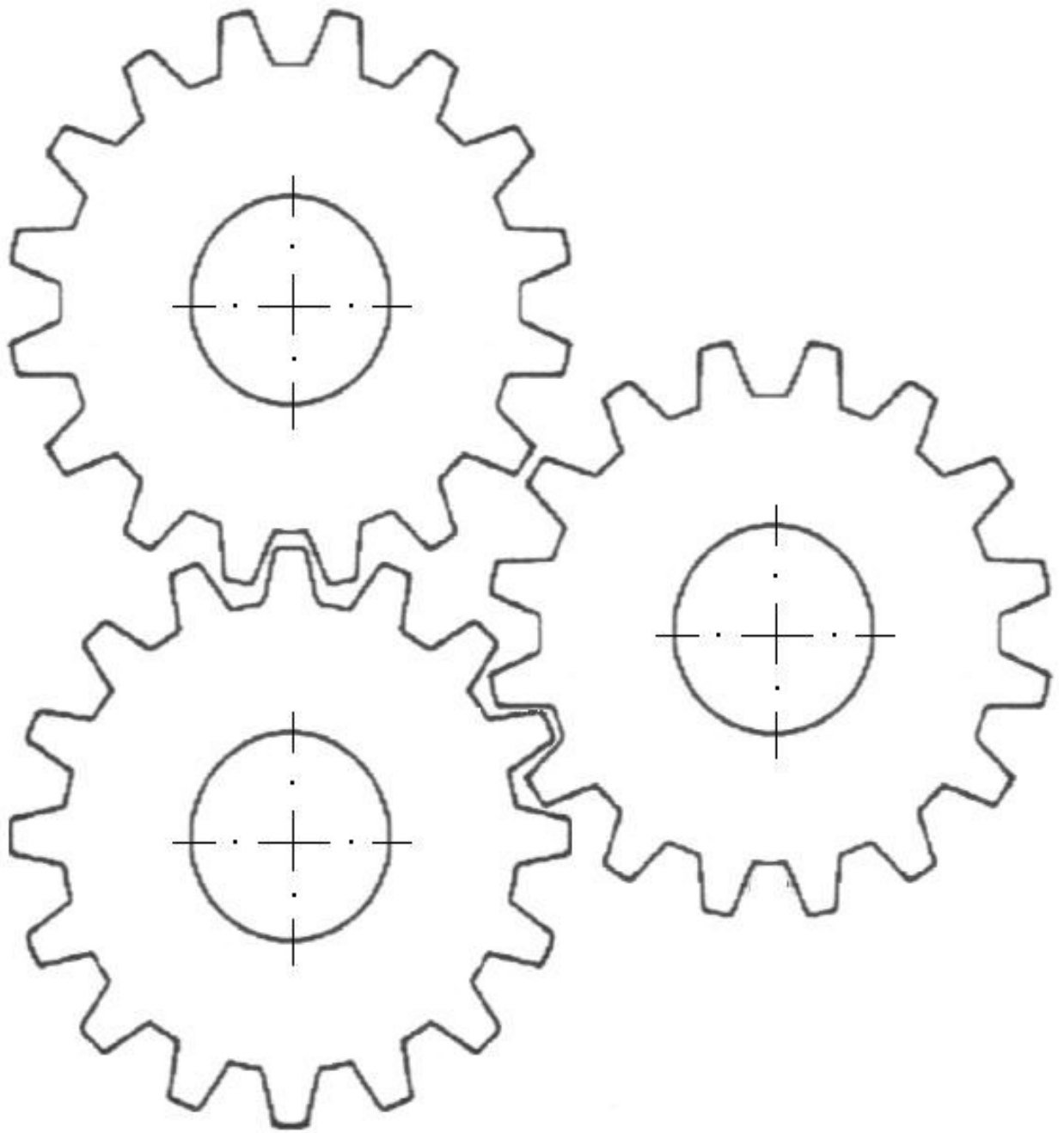
2.1.12.1. Γενικά

Εφαρμόζοντας την θεωρία των οδοντωτών τροχών, κατά την ολοκλήρωση της κατασκευής του εκπαιδευτικού πίνακα, χρησιμοποιήθηκαν 22 πρότυπες γραναζωτές κατασκευές, εκ των οποίων δημιουργήθηκαν 10 συναρμογές.

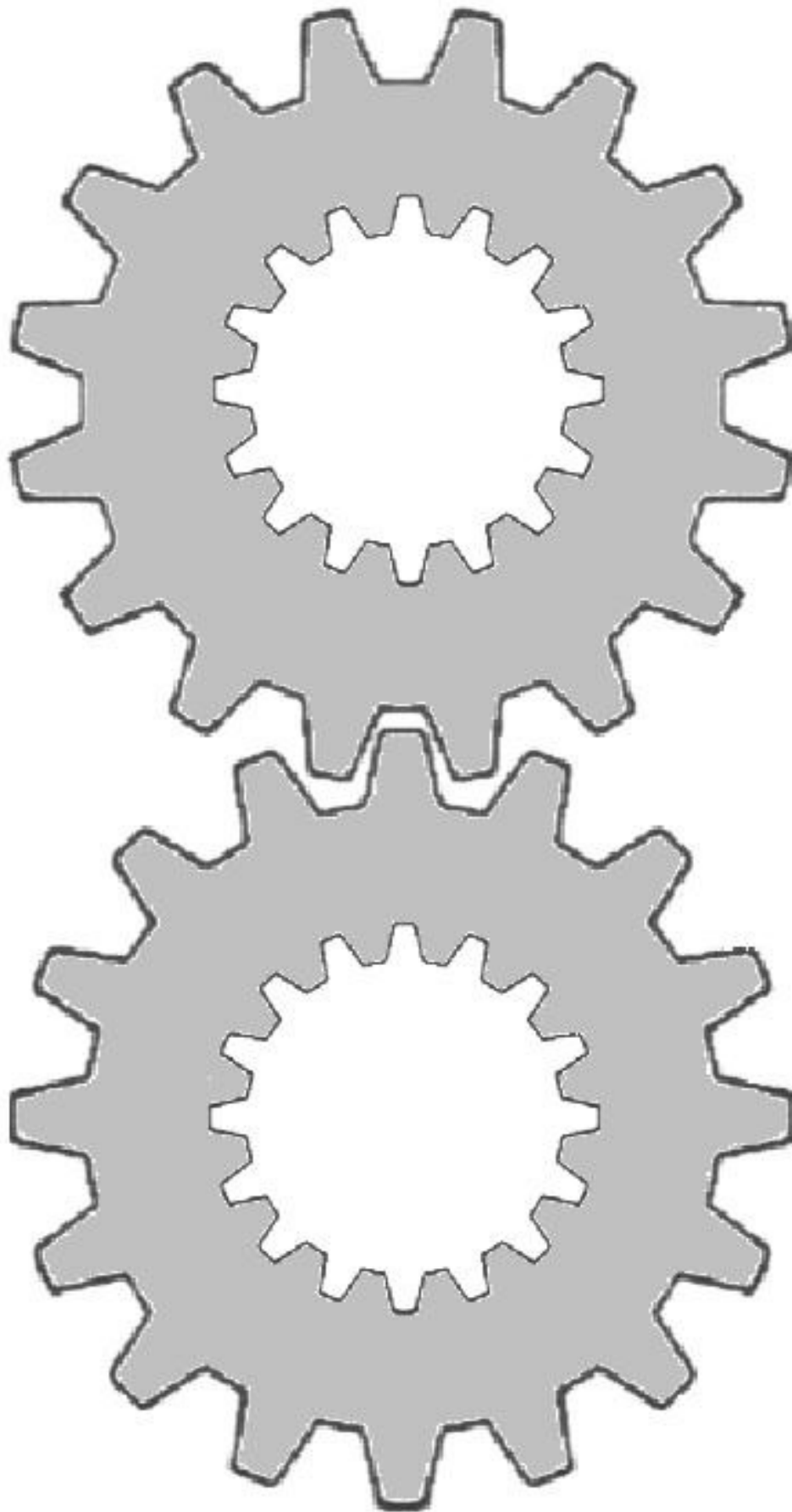
2.1.12.2. Μελέτη – σχεδιασμός



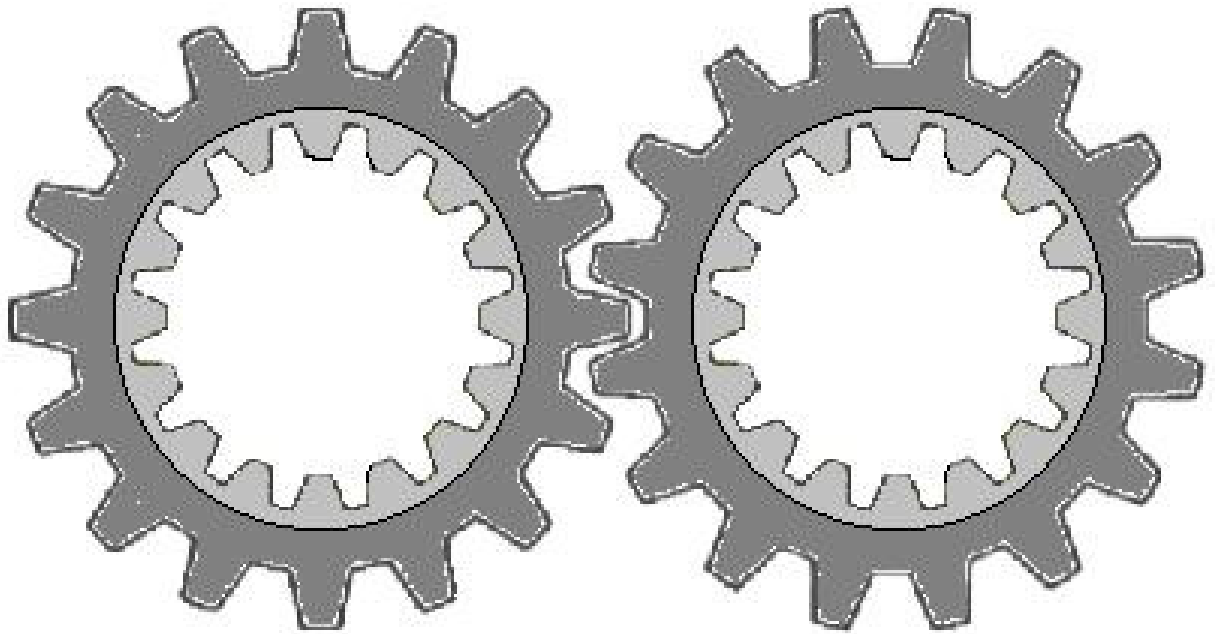
Σχήμα 2.1.10. Πλανητικό σύστημα οδοντοτών τροχών (διαφορικό)



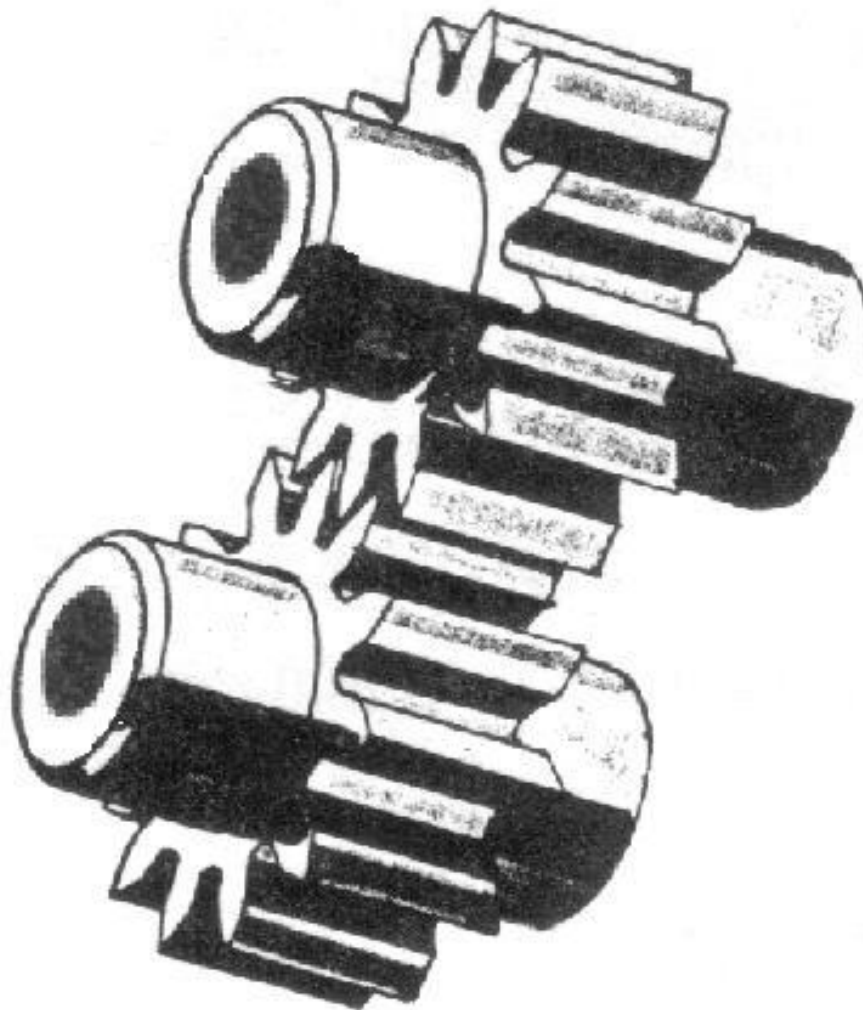
Σχήμα 2.1.11. Οδοντωτοί τροχοί σε συναρμογή



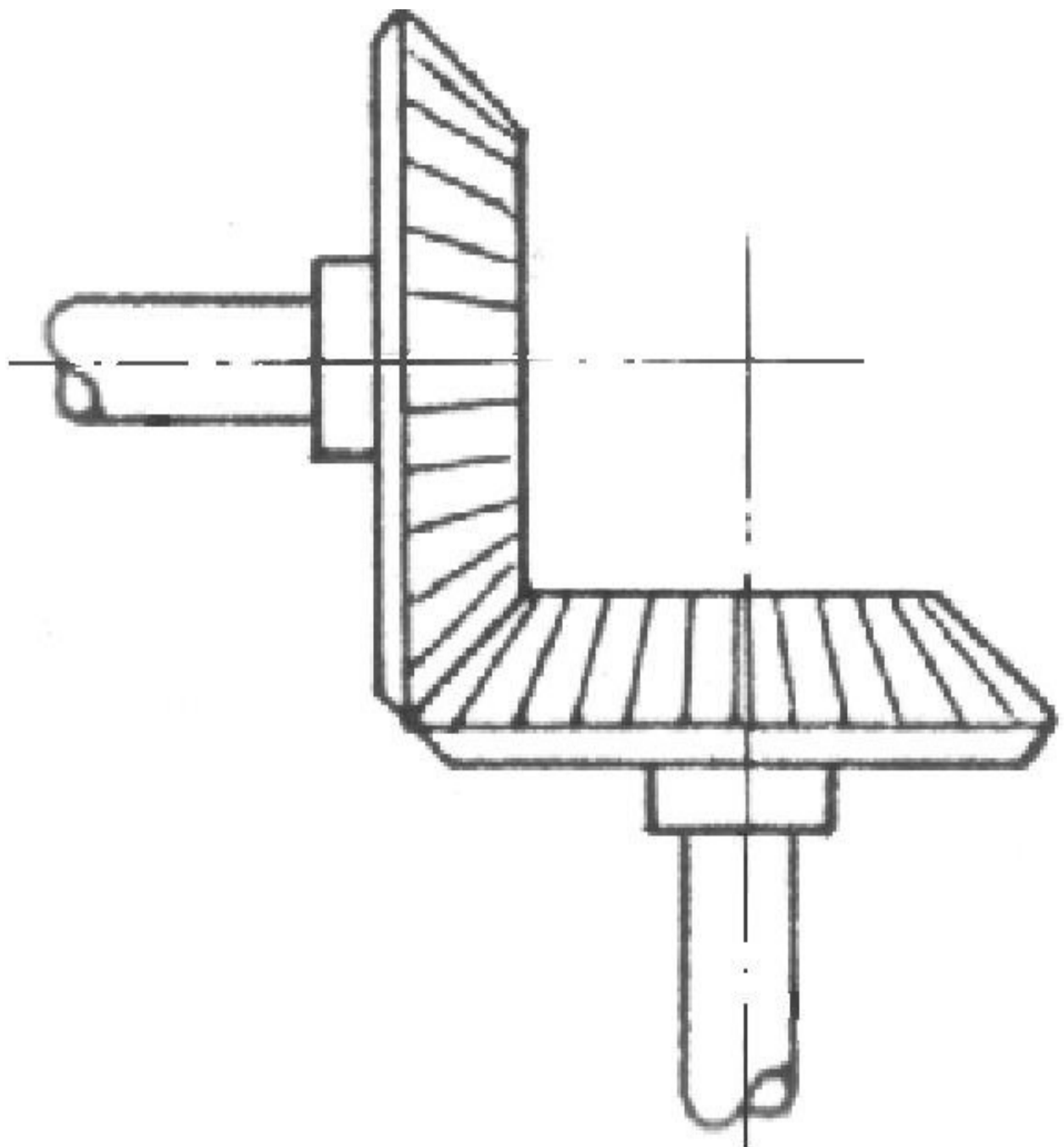
Σχήμα 2.1.12. Οδοντωτοί τροχοί σε συναρμογή



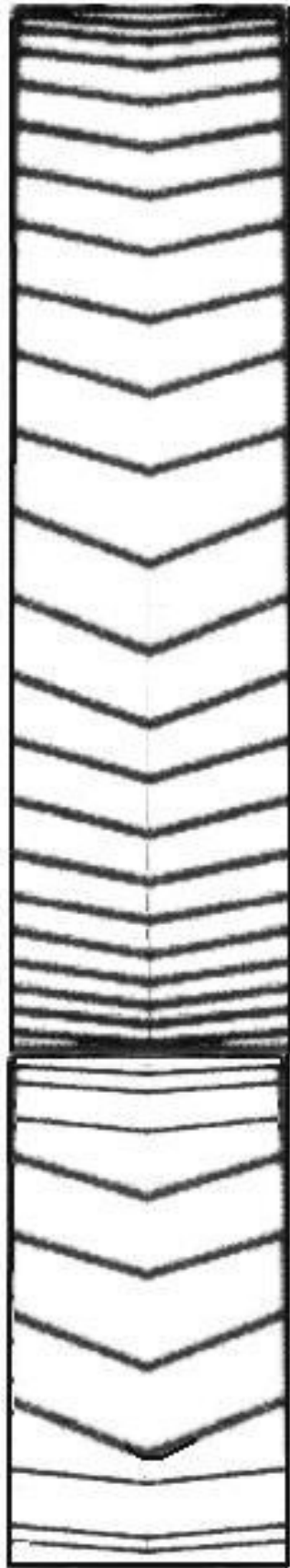
Σχήμα 2.1.13. Οδοντωτοί τροχοί σε συναρμογή



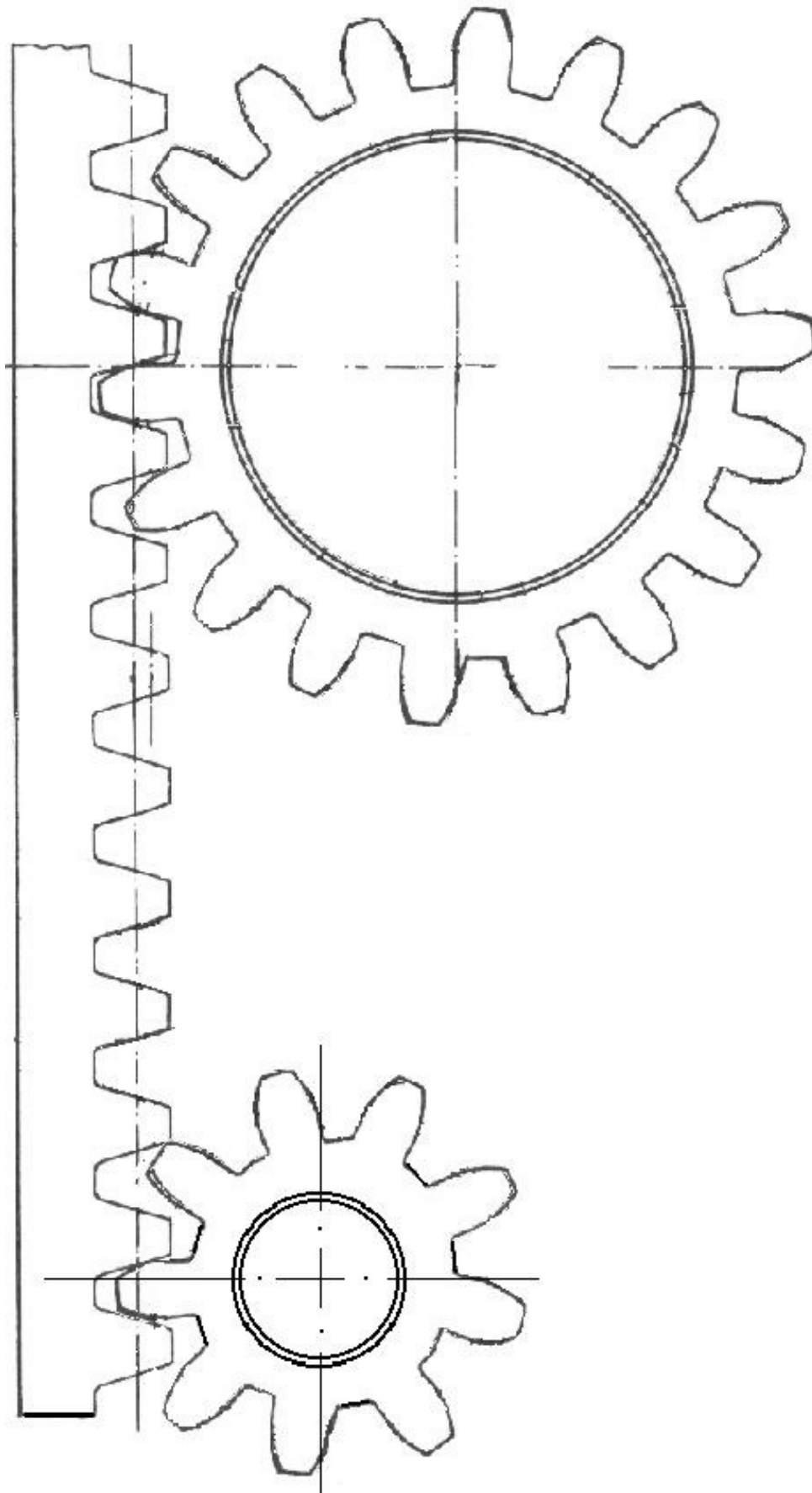
Σχήμα 2.1.14. Οδοντωτοί τροχοί σε συναρμογή



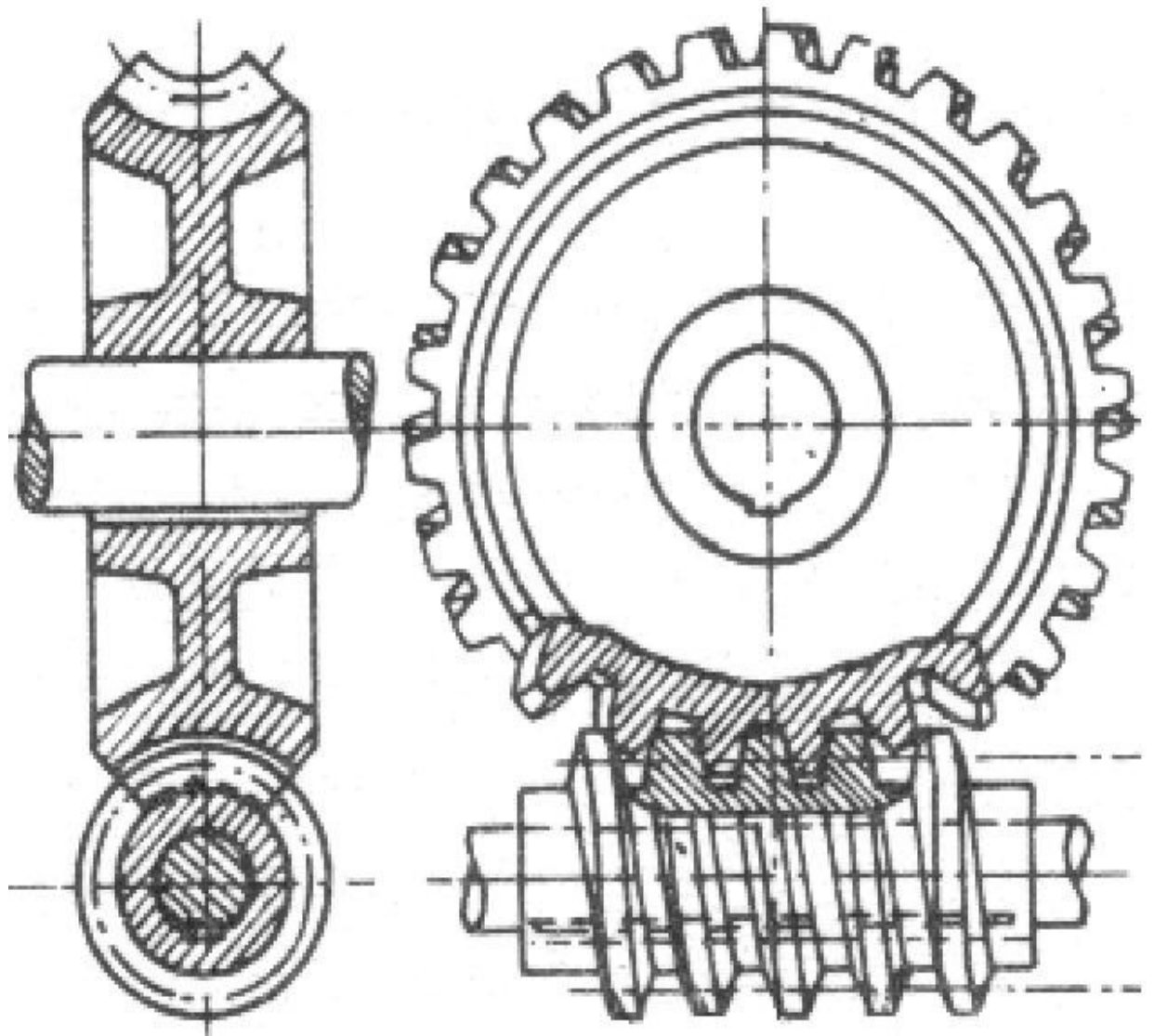
Σχήμα 2.1.15. Γωνιακή μετάδοση κίνησης οδοντωτών τροχών



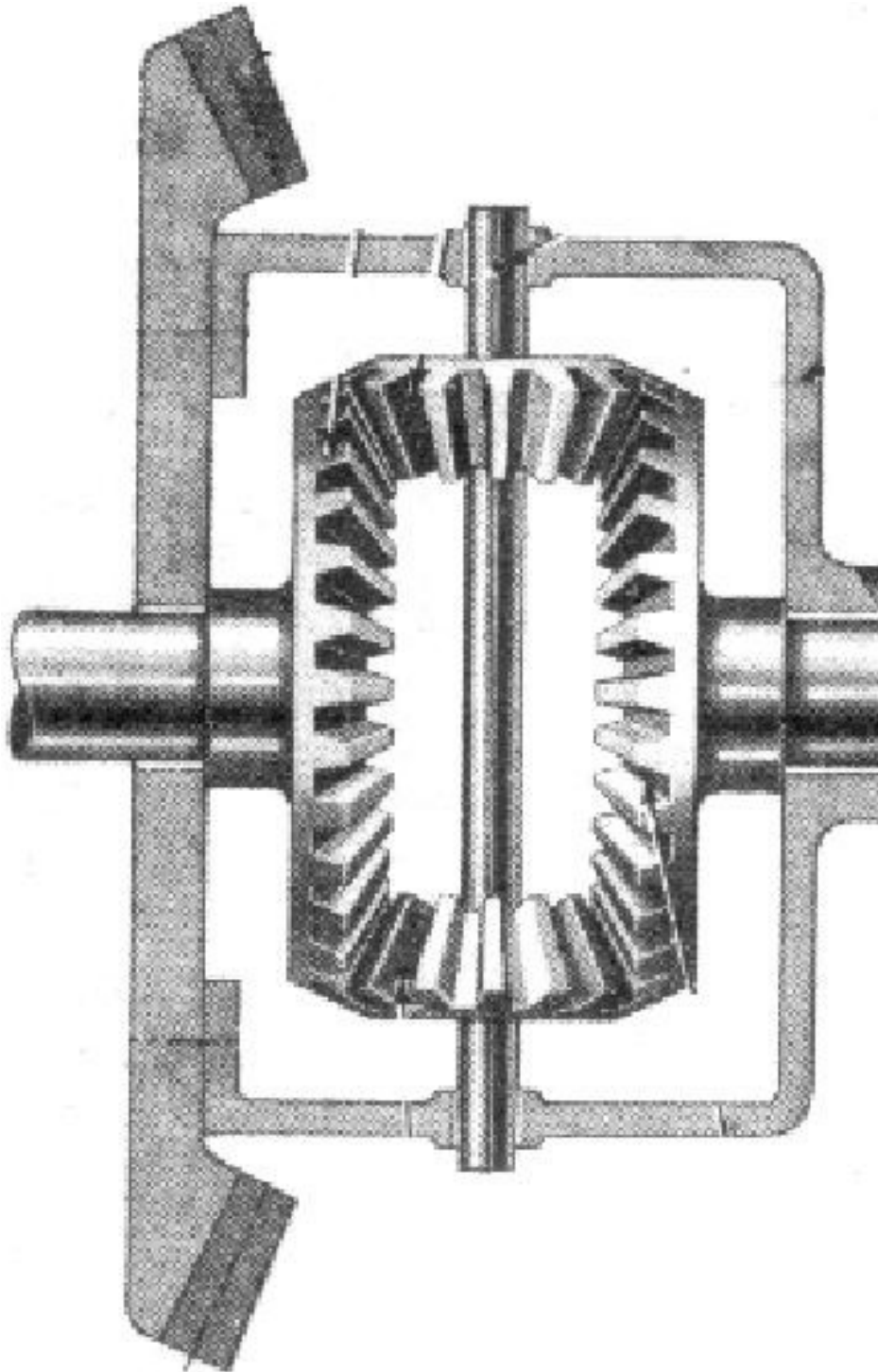
Σχήμα 2.1.16. Οδοντωτοί τροχοί με τριγωνική οδόντωση σε συναρμογή



Σχήμα 2.1.17. Κρεμαγιέρα με δυο οδοντωτούς τροχούς σε συναρμογή



Σχήμα 2.1.18. Ατέρμονας κοχλίας

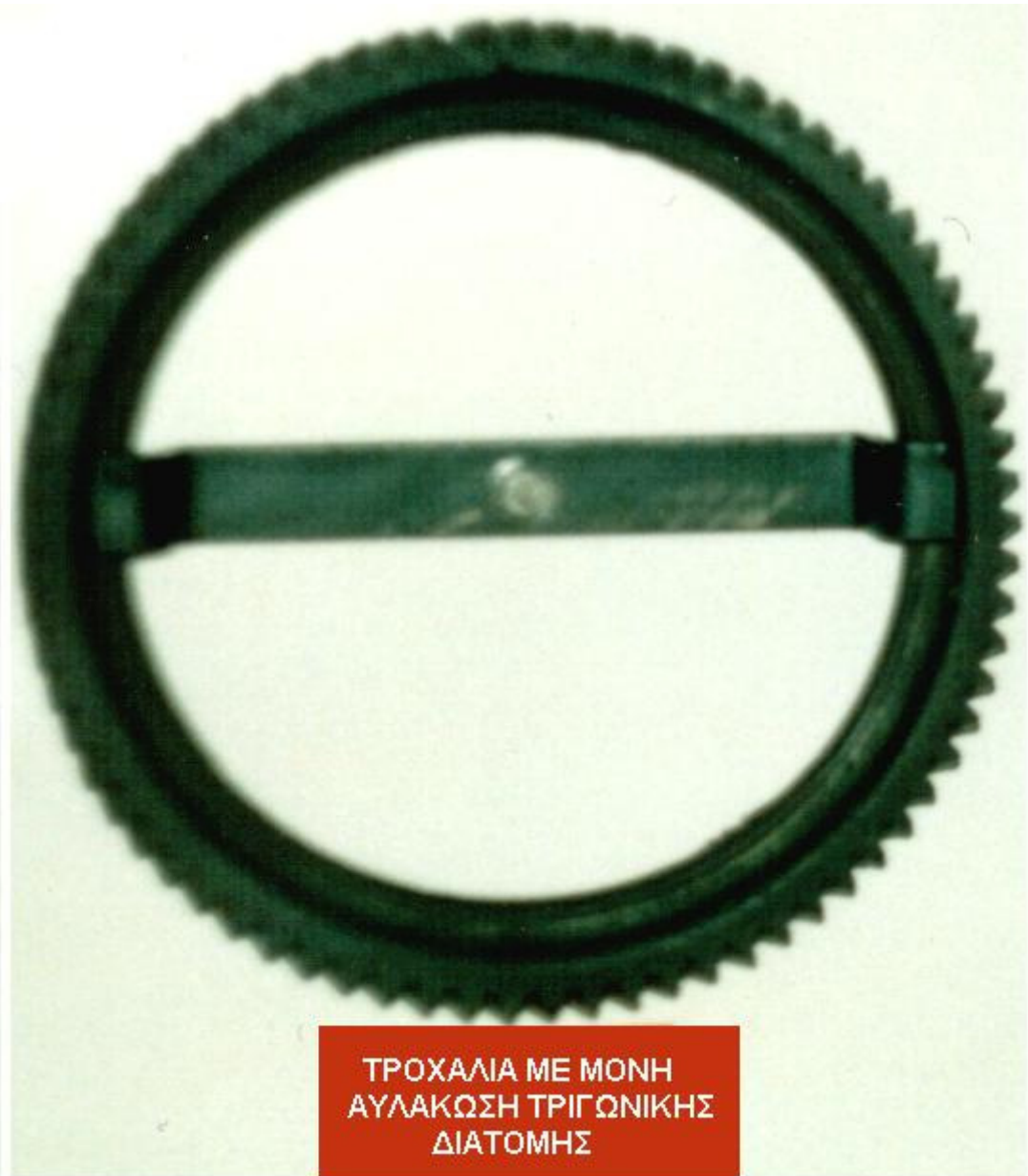


Σχήμα 2.1.19. Κωνικές οδοντωτές μεταδόσεις κίνησης (Διαφορικό)

2.1.12.3. Υλικά & εργαλεία

Κατά τις παραπάνω γκρανζωτές συναρμογές χρησιμοποιήθηκε Χάλυβας, διαφόρων σκληροτήτων (stall) και αλουμίνιο με ειδική επεξεργασία για αντοχή σε τριβή, ακτινική δράση και περιστροφή.

2.1.12.4. Αποτελέσματα – φωτογραφίες



ΤΡΟΧΑΛΙΑ ΜΕ ΜΟΝΗ
ΑΥΛΑΚΩΣΗ ΤΡΙΓΩΝΙΚΗΣ
ΔΙΑΤΟΜΗΣ

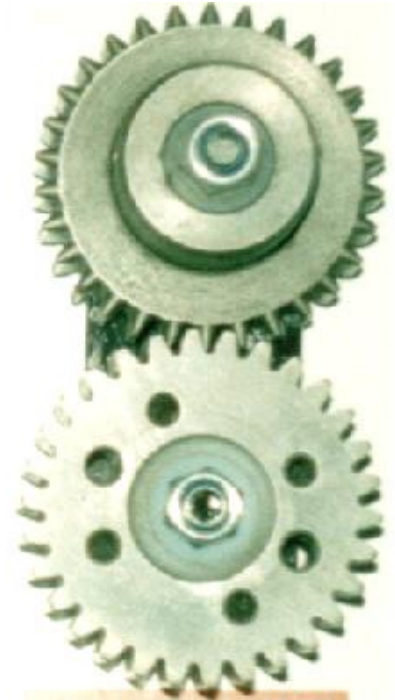


ΜΕ ΚΡΕΜΑΓΙΕΡΑ ΚΑΙ
ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗ ΟΔΟΝΤΩΣΗ

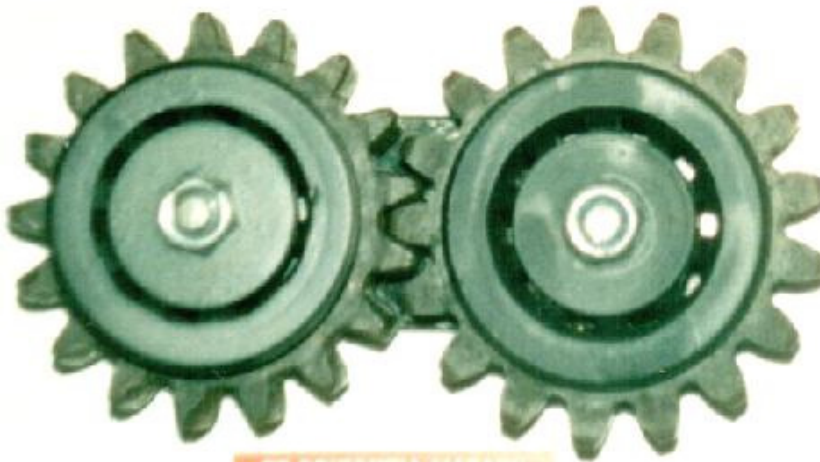




ΜΕ ΕΛΙΚΟΕΙΔΗΣ
ΤΡΙΓΩΝΙΚΗ ΟΔΟΝΤΩΣΗ



ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΗ ΔΙΑΤΑΞΗ
ΜΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗ ΟΔΟΝΤΩΣΗ

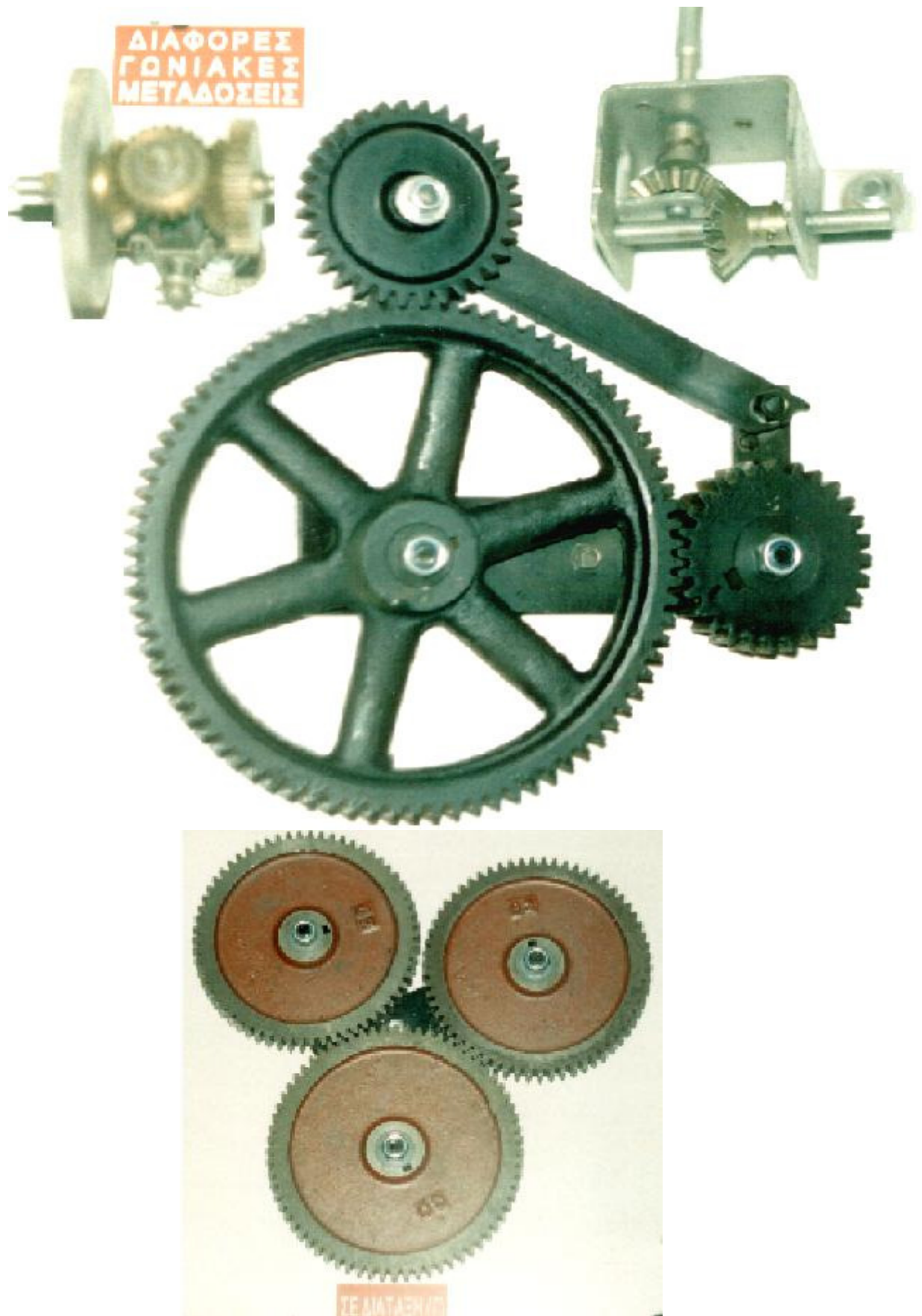


ΣΕ ΟΡΙΖΩΝΤΙΑ ΔΙΑΤΑΞΗ
ΜΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗ ΟΔΟΝΤΩΣΗ
ΚΑΙ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΜΕΤΑΒΟΛΗΣ
ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΕ ΙΜΑΝΤΑ



ΣΕ ΠΛΑΓΙΑ ΔΙΑΤΑΞΗ
ΜΕ ΤΡΙΓΩΝΙΚΑ ΔΟΝΤΙΑ

ΚΩΝΙΚΟ ΤΥΠΟΥ
ΜΕ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΗ
ΟΔΟΝΤΩΣΗ



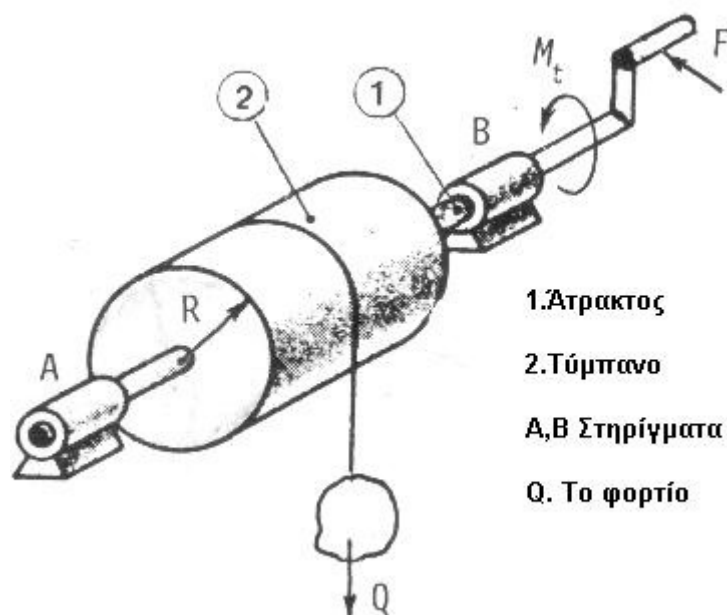
Σχήμα 2.1.20. Φωτογραφίες εφαρμογής στον πίνακα

2.2. ΑΞΟΝΕΣ – ΑΤΡΑΚΤΟΙ

2.2.1. Γενικά – Διάκριση ατράκτου από άξονα

Οι άτρακτοι και οι άξονες είναι ραβδόμορφα στοιχεία μηχανών, που αν και έχουν την ίδια μορφή, εξυπηρετούν διαφορετικούς σκοπούς.

Στο σχήμα 2.2.1. βλέπουμε μια απλή ανυψωτική μηχανή. Είναι ένα απλό βαρούλκο που χρησιμοποιείται για να ανυψώνουμε φορτία Q . Με τη δύναμη F περιστρέφουμε το χειροστρόφαλο και μαζί με αυτό τη ράβδο 1 και το τύμπανο τύλιξης του σχοινιού 2.



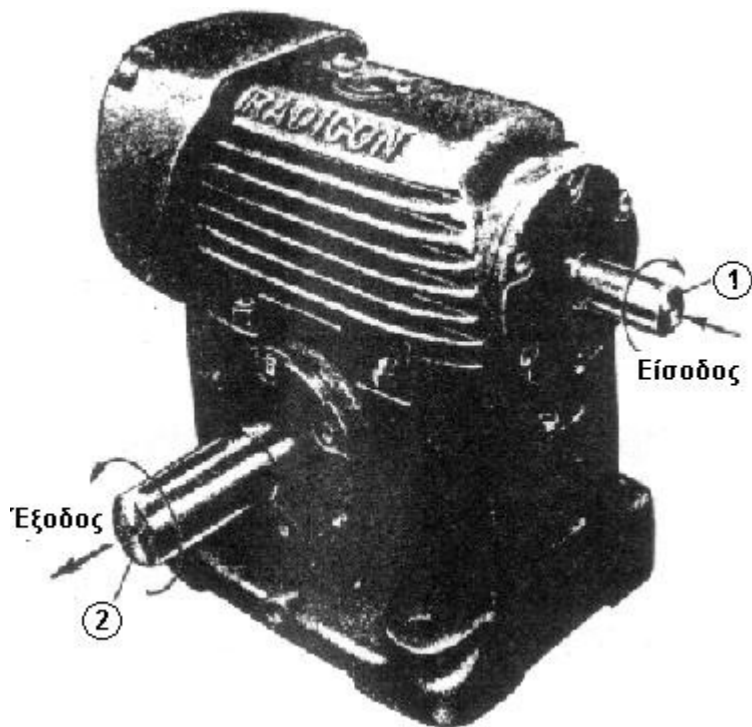
Σχήμα 2.2.1. Απλή ανυψωτική μηχανή

Η ράβδος 1 είναι αυτό που λέμε άτρακτος. Αυτή, στη συγκεκριμένη περίπτωση, έχει ως σκοπό να μεταφέρει τη ροπή M_t από το χειροστρόφαλο στο τύμπανο, για να έλξει το φορτίο.

Η άτρακτος αυτή, όπως και κάθε άτρακτος, παρουσιάζει τα εξής χαρακτηριστικά γνωρίσματα:

1. Περιστρέφεται και μεταφέρει ροπή.
2. Στηρίζεται σε δυο τουλάχιστον στηρίγματα.

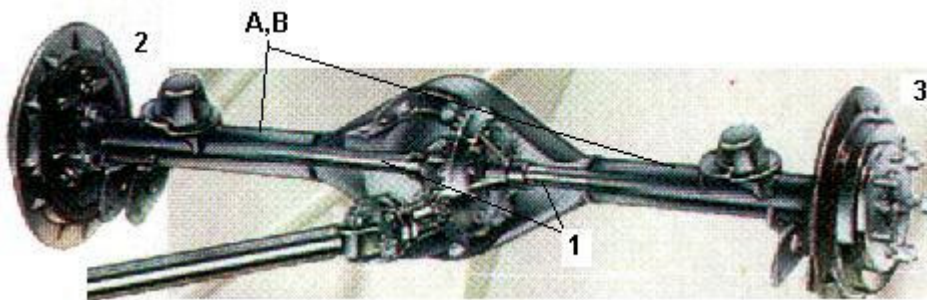
Στο σχήμα 2.2.2. βλέπουμε ένα μηχανισμό μείωσης των στροφών (μειωτήρα). Σε αυτόν, διακρίνουμε δύο άτρακτους, μία άτρακτο εισόδου (1) που μπαίνει η κίνηση και μία άτρακτο εξόδου (2), με μεγαλύτερη διάμετρο, που βγαίνει η κίνηση.



Σχήμα 2.2.2. Μειωτήρας στοφών

1. Άτρακτος εισόδου
2. Άτρακτος εξόδου

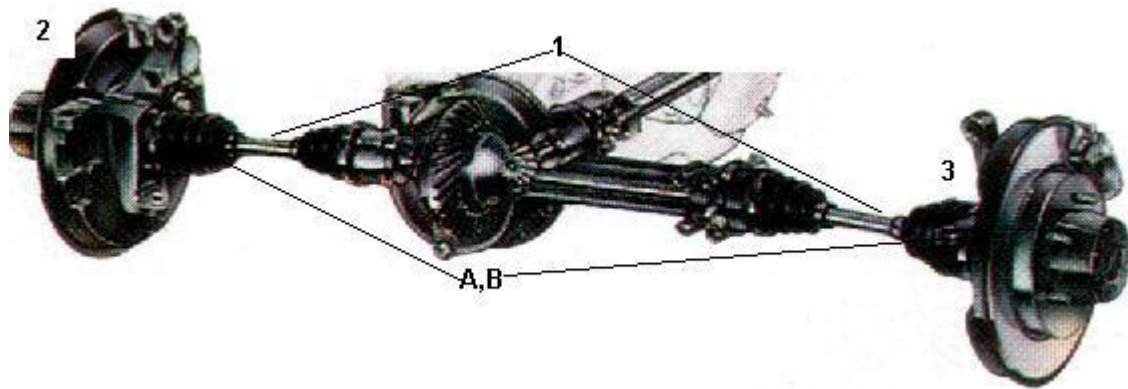
Στο σχήμα 2.2.3., μια άλλη κατασκευή, όπου παρουσιάζεται ένα ραβδόμορφο στοιχείο 1 με μορφή ατράκτου, αλλά με διαφορετικά γνωρίσματα. Το στοιχείο αυτό, που είναι σφηνωμένο στα σταθερά στηρίγματα A και B και δεν περιστρέφεται, λέγεται άξονας. Επιπλέον, είναι φανερό ότι το στοιχείο αυτό, δεν μεταφέρει ροπή. Πάνω σε αυτόν τον άξονα, περιστρέφονται οι τροχοί 2 και 3 ενός βαγονιού τρένου. Τα στηρίγματα A και B βρίσκονται στο σασί του βαγονιού.



Σχήμα 2.2.3. Άξονας σταθερός με δύο στηρίγματα A & B

1. Άξονας, & 2.,3 Τροχοί

Ένας άλλος άξονας, φαίνεται στο σχήμα 2.2.4. Αυτός, όμως, δεν μένει σταθερός αλλά περιστρέφεται μαζί με τους τροχούς 2 και 3. Στηρίζεται, και εδώ, σε δύο θέσεις A και B. Αυτό όμως, αν και είναι απαραίτητο για τους περιστρεφόμενους άξονες, δεν είναι πάντοτε απαραίτητο για τους σταθερούς άξονες, που μπορεί να στηρίζονται μόνο σε μία θέση.



Σχήμα 2.2.4. Άξονας περιστρεφόμενος με δύο στηρίγματα A & B
1. Άξονας & 2,3 Τροχοί

2.2.2. Είδη ατράκτων

Τις ατράκτους, μπορούν να τις κατατάξουν ως εξής:

1. Ανάλογα με τη διατομή τους:
 - α) Άτρακτοι κυκλικής διατομής
 - β) Άτρακτοι χωρίς κυκλική διατομή
 1. Άτρακτοι πλήρεις ή συμπαγείς
 2. Άτρακτοι κοίλοι (σωληνωτοί)
 2. Ανάλογα με την κατά μήκος διαμόρφωση:
 - α) Ευθύγραμμοι άτρακτοι
 - β) Κεκαμμένοι άτρακτοι
 - γ) Άτρακτοι ειδικών κατασκευών
 - Εύκαμπτοι άτρακτοι (σπαστές ή σπιράλ)
 - Αρθρωτοί άτρακτοι
 - Τηλεσκοπικοί άτρακτοι

2.2.3. Υλικά των ατράκτων

Οι άτρακτοι, κατά κανόνα, κατασκευάζονται από χάλυβα. Οι συνηθέστεροι χάλυβες που κυκλοφορούν στην ελληνική αγορά, είναι οι απλοί ανθρακούχοι χάλυβες St 42, St 50 και St 60.

Για μικρές φορτίσεις, χρησιμοποιούνται οι χάλυβες St 42 και St 50 και για μεγαλύτερες, το χάλυβα St 60.

Αν τα φορτία είναι πολύ μεγάλα, και γενικά όταν από την άτρακτο υπάρχουν απαιτήσεις, τότε χρησιμοποιούνται:

- α) Βελτιωμένοι χάλυβες, όπως C 15, C 22 και C 35.
- β) Βελτιωμένοι χάλυβες εκλεκτής ποιότητας με μικρή περιεκτικότητα σε θείο και φώσφορο, όπως CK 22, CK 35 και CK 45.
- γ) Ειδικοί χάλυβες όπως:
 - 16 Mn Cr 5, 20 Mn Cr 5 και 13 Cr Ni για την κατασκευή ατράκτων αυτοκινήτων και άλλων όμοιων κατασκευών.
 - Χρωμιομολυβδαινιούχους χάλυβες για την κατασκευή ατράκτων οχημάτων αγώνων και αεροπλάνων.
 - Χάλυβες με μεγάλες προσμίξεις για ειδικές περιπτώσεις, όπως π.χ. στην περίπτωση που απαιτείται υψηλή αντοχή σε διάβρωση.

Εκτός από τα μεταλλικά υλικά, τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται με επιτυχία και τα σύνθετα υλικά (συνδυασμός διαφόρων ινών), γιατί παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα.

Η χρήση σύνθετων υλικών παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα:

1. Σημαντική μείωση του βάρους, χωρίς μείωση της αντοχής.
2. Μικρότερη φόρτιση των εδράνων. Έτσι, είναι δυνατή η χρήση μικρότερων εδράνων.

2.2.4. Υπολογισμός ατράκτων

Οι άτρακτοι καταπονούνται ανάλογα με τα φορτία που ενεργούν σε αυτές, ως εξής:

1. Σε καθαρή στρέψη, όπως π.χ. το ημιαξόνιο ενός αυτοκινήτου, η άτρακτος μιας αντλίας, η άτρακτος ενός ανεμιστήρα κλπ.
2. Σε στρέψη και κάμψη όπως π.χ.. Η άτρακτος του βαρούλκου στο σχ. 2.2.1. Σε στρέψη και κάμψη καταπονούνται όλες οι άτρακτοι που φέρουν τροχαλίες μαντοκινήσεων, αλυσοτροχούς, οδοντωτούς τροχούς με ίσια δόντια, τύμπανα συρματόσχοινων και γενικά στοιχεία που δεν δημιουργούν αξονικές δυνάμεις.
3. Σε στρέψη, κάμψη και εφελκυσμό (ή θλίψη), όπως στην περίπτωση που στην άτρακτο υπάρχουν οδοντωτοί τροχοί με ελικοειδή οδόντωση, κωνικοί τροχοί, ατέρμονας κοχλίας, κορώνα κλπ.

Η διάμετρος μιας ατράκτου που καταπονείται σε στρέψη, βρίσκεται από τη σχέση:

$$d = 71 \sqrt{\frac{P}{n \tau_{επ}}} \text{ [cm]}$$

Όπου: P = η μεταφερόμενη ισχύς σε PS (αν δίνεται σε KW, όπως στο παράδειγμα τότε πολλαπλασιάζουμε τα KW επί 1,36 γιατί 1 KW = 1,36 PS).

n = η περιστροφική ταχύτητα ανά λεπτό (rpm)

$\tau_{επ}$ = η επιτρεπόμενη τάση στρέψεως σε Kp/cm^2 από τον πίνακα 2.2.1.

Είδος ατράκτου	Υλικό	$\tau_{επ}$
Άτρακτοι μεταδόσεως κίνησης	S _t 42	120-180
Άτρακτοι μειωτήρων	S _t 60	400-600
Άτρακτοι ανυψωτικών μηχανών	S _t 50	200-400

Πίνακας 2.2.1. Τιμές επιτρεπόμενης τάσης στρέψεως $\tau_{επ}$ σε Kp/cm^2

Επίσης για να μην υπερβαίνει η γωνία παραμόρφωσης λόγω στρέψεως, το ¼ της μοίρας η διάμετρος της ατράκτου πρέπει να είναι:

$$d = 12 \sqrt[3]{\frac{P}{n}} \text{ [cm]}$$

Απο τις δυο τιμές που θα προκύψουν με τις πιο πάνω σχέσεις, θα προτιμηθεί η μεγαλύτερη. Σε περίπτωση που η άτρακτος εκτός από τη στρέψη, δέχεται και άλλες καταπονήσεις, τότε η διάμετρος της βρίσκεται με τα όσα αναφέρει η αντοχή υλικών. Όμως, για σύντομους υπολογισμούς θεωρούμε ότι η άτρακτος καταπονείται μόνο σε στρέψη και υπολογίζουμε τη διάμετρο d με τη παραπάνω σχέση, αλλά με μικρή επιτρεπόμενη τάση. Από τη σχέση αυτή, προκύπτουν οι σχέσεις:

$d = 14,4 \sqrt[3]{\frac{P}{n}} \text{ [cm]}$	Για $\tau_{\text{επ}} = 120 \text{ Kp/cm}^2$ (για μαλακούς χάλυβες S _t 37, S _t 42 κλπ0)
$d = 12 \sqrt[3]{\frac{P}{n}} \text{ [cm]}$	Για $\tau_{\text{επ}} = 200 \text{ Kp/cm}^2$ (για χάλυβες S _t 50, S _t 60 και άλλους της ίδιας περίπου αντοχής)
$d = 10,6 \sqrt[3]{\frac{P}{n}} \text{ [cm]}$	Για $\tau_{\text{επ}} = 300 \text{ Kp/cm}^2$ (για χάλυβες υψηλής αντοχής)

Πίνακας 2.2.2. Σχέσεις διαμέτρου για Τεπ. σε Kp/cm²

2.2.5. Απόσταση των εδράνων

Σύμφωνα με τα όσα μας δίνει η αντοχή των υλικών, η παραμόρφωση μιας ατράκτου εξαρτάται και από την απόσταση μεταξύ των στηριγμάτων.

Όταν είναι δεδομένα, το μέγεθος και η θέση των φορτίων, το υλικό της ατράκτου και η μορφή της διατομής, τότε όσο αυξάνει η απόσταση μεταξύ των στηρίξεων τόσο αυξάνει και η παραμόρφωση της ατράκτου.

Επειδή όμως η παραμόρφωση δεν πρέπει να υπερβαίνει ορισμένα όρια, αν παρθεί μεγάλη απόσταση μεταξύ των στηρίξεων, τότε για δεδομένο μέγεθος φορτίου, θέση αυτού, υλικό και μορφή της ατράκτου οι υπολογισμοί οδηγούν σε μεγάλες διαμέτρους. Αντίθετα, αν υπάρχει δεδομένη άτρακτο, τότε θα υπάρξει μειωμένη ικανότητα φόρτισης. Πρέπει να διευκρινιστεί ότι οι υπολογισμοί που αναφέρεται είναι αυτοί που γίνονται όταν η άτρακτος δεν καταπονείται μόνο σε στρέψη ή όταν δεν αγνοούμε τις υπόλοιπες καταπονήσεις.

Σε περίπτωση που η παραμόρφωση είναι μεγαλύτερη από κάποιο επιτρεπόμενο όριο, τότε εκτός των άλλων θα έχουμε και πρόβλημα με τη φθορά των εδράνων.

Η μέγιστη επιτρεπόμενη απόσταση I μεταξύ των στηρίξεων, προσδιορίζεται με τη σχέση:

$$I = 100 \sqrt{d} \text{ σε cm}$$

Όπου d = η διάμετρος της ατράκτου σε cm

Με βάση την πιο πάνω σχέση, καταρτίστηκε ο πίνακας 2.2.3. από τον οποίο παίρνουμε την επιτρεπόμενη απόσταση μεταξύ των στηρίξεων, χωρίς να κάνουμε χρήση της πιο πάνω σχέσης:

Διάμετρος της ατράκτου [mm]	Απόσταση στηρίξεων [cm]
-----------------------------	-------------------------

20-25	150
25-35	180
40-45	200
50-55	225
60-65	250
70-75	270
80-85	280
90-95	300
120-130	350
140-150	380

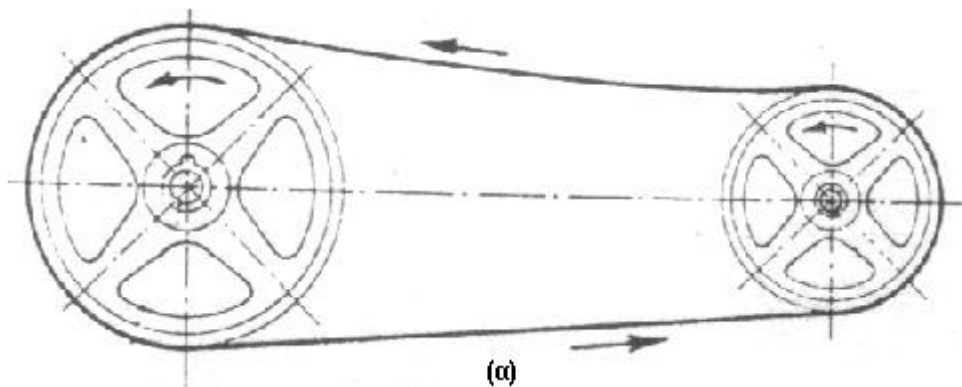
Πίνακας 2.2.3. Μέγιστη επιτρεπόμενη απόσταση μεταξύ στηρίξεων

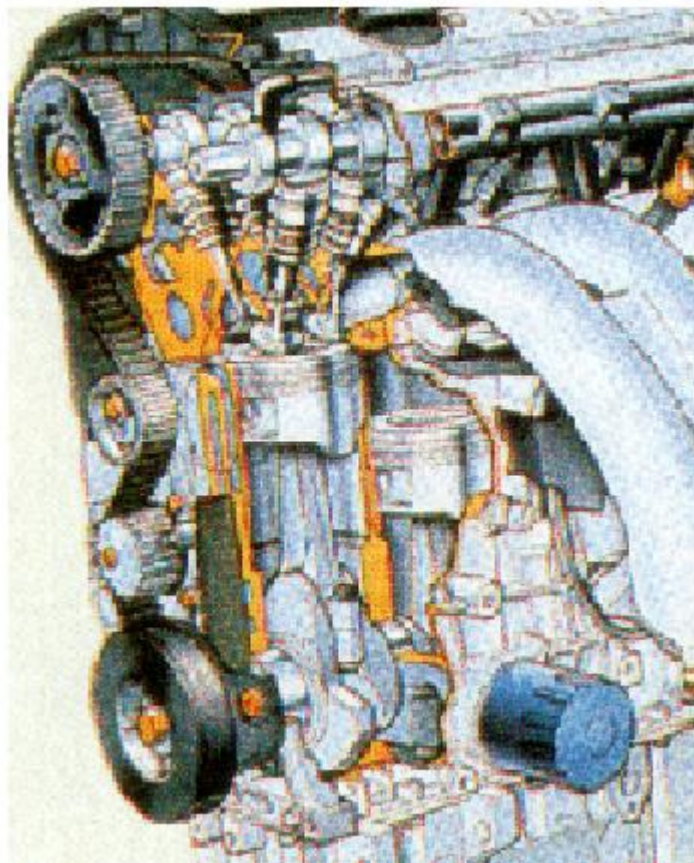
2.3. ΙΜΑΝΤΟΚΙΝΗΣΗ

2.3.1. Γενικά

Ένας άλλος τρόπος να μεταδοθεί κίνηση από μία άτρακτο σε μία άλλη, είναι να χρησιμοποιηθούν τροχαλίες και ιμάντες (λουριά). Αυτός ο τρόπος, είναι γνωστός ως ιμαντοκίνηση.

Μια ιμαντοκίνηση, στην πιο απλή της μορφή, αποτελείται από δύο τροχαλίες και από έναν εύκαμπτο ιμάντα (σχ. 2.3.1^α). Σε μερικές





(β)

Σχήμα 2.3.1.α,β, Μετάδοση περιστροφικής κίνησης με μάντα

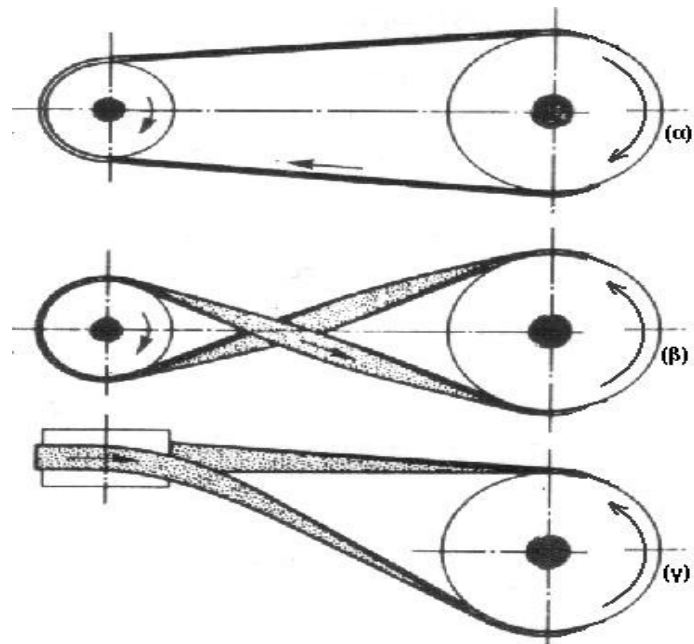
περιπτώσεις, ο μάντας περιβάλλει περισσότερες τροχαλίες (σχ. 2.3.1β).

Η μετάδοση της κίνησης από την κινητήρια τροχαλία στο λουρί και από το λουρί στην κινούμενη τροχαλία, επιτυγχάνεται με την τριβή, που δημιουργείται στις επιφάνειες τροχαλιών και λουριού. Όμως, όπως σε κάθε μετάδοση κίνησης με τριβή, έτσι και εδώ δημιουργείται μεταξύ μάντα και τροχαλιών μια σχετική κίνηση που είναι γνωστή ως ολίσθηση (γλίστρημα). Εξαιρέση αποτελούν οι μαντοκινήσεις με οδοντωτές τροχαλίες και οδοντωτό μάντα.

2.3.2. Είδη μαντοκινήσεων

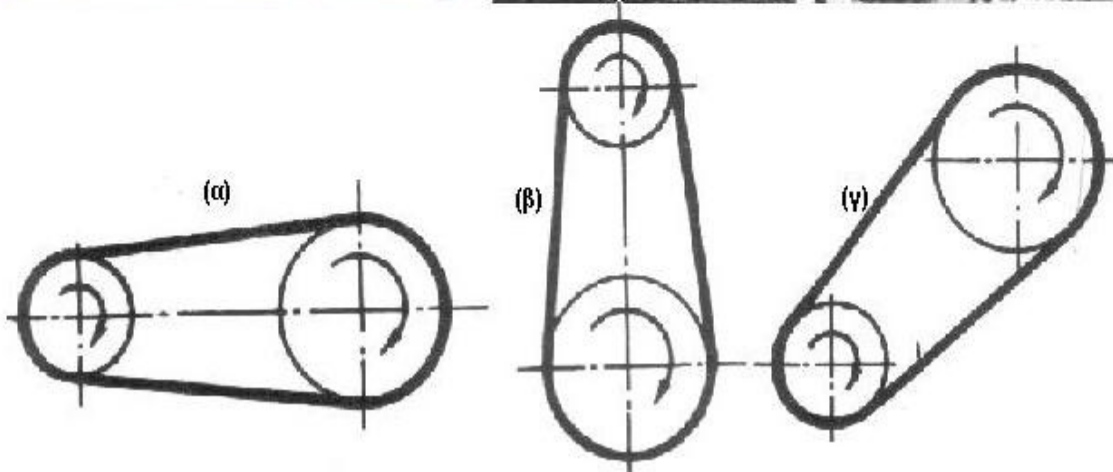
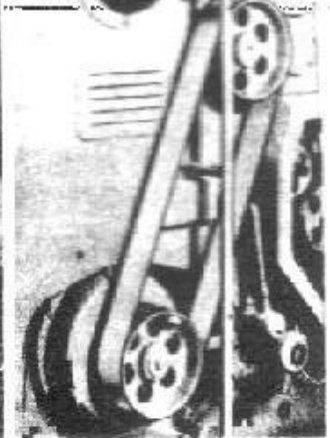
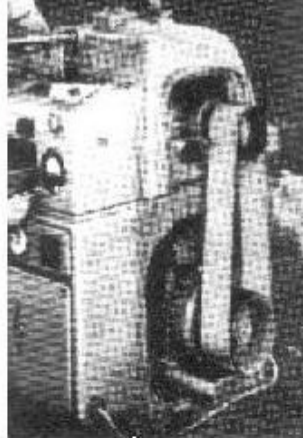
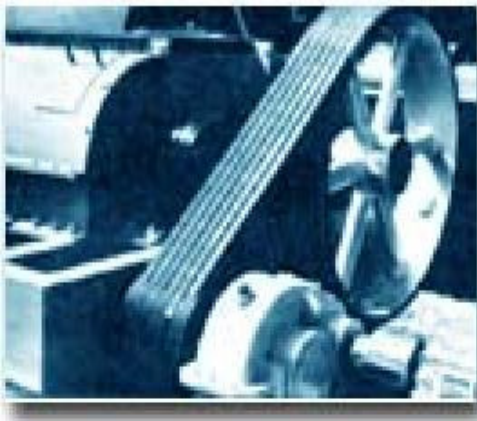
Οι μαντοκινήσεις μπορούν να ξεχωριστούν:

1. Ανάλογα με τη μορφή, το υλικό και τον τρόπο σύνδεσης του μάντα.
2. Ανάλογα με το τύλιγμα του λουριού και τη θέση των ατράκτων, ως εξής:
 - Ανοικτή διάταξη (σχ. 2.3.2^α). Στην περίπτωση αυτή, η κινούμενη άτρακτος περιστρέφεται με την ίδια φορά που περιστρέφεται και η κινητήρια άτρακτος.
 - Διασταυρούμενη διάταξη (σχ. 2.3.2β). Στην περίπτωση αυτή, η κινούμενη άτρακτος περιστρέφεται αντίθετα από τη φορά περιστροφής της κινητήριας ατράκτου.
 - Ημιδιασταυρούμενη διάταξη (σχ. 2.3.2.γ). Εδώ, έχουμε μετάδοση κινήσεως μεταξύ ατράκτων που είναι ασύμβατες.



Σχήμα 2.3.2. Διατάξεις ιμαντοκινήσεων

- A. Ανοικτή
- B. Διασταυρούμενη
- Γ. Ημιδιασταυρούμενη



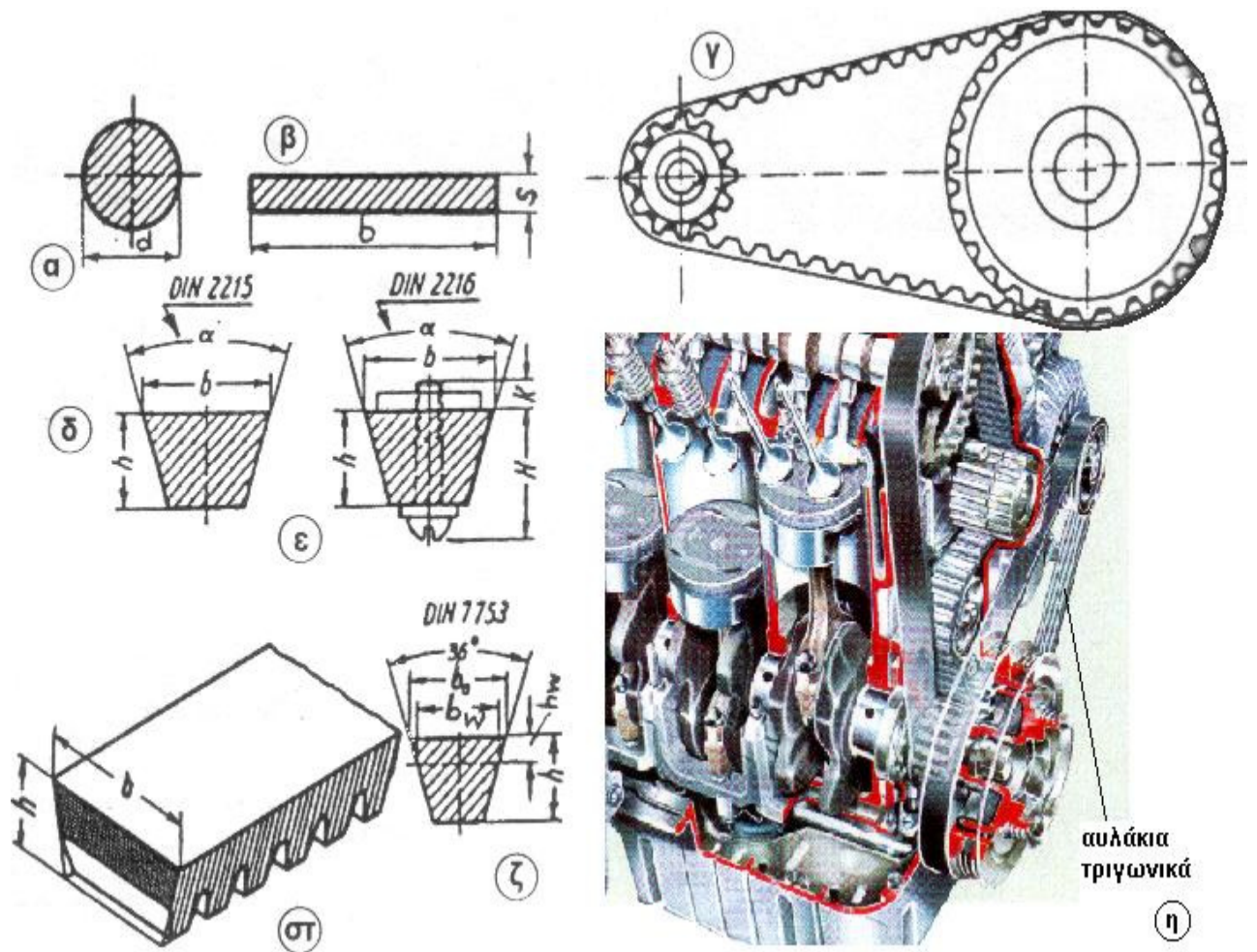
Σχήμα 2.3.3. Διατάξεις ιμαντοκινήσεων
(α. οριζόντια, β. κατακόρυφη & γ. πλάγια)

- Οριζόντια διάταξη (σχ.2.3.3^α). Οι άτρακτοι βρίσκονται σε ένα οριζόντιο επίπεδο.
 - Κατακόρυφη διάταξη (σχ. 2.3.3β). Οι δύο άτρακτοι βρίσκονται σε ένα κατακόρυφο επίπεδο.
 - Πλάγια διάταξη (σχ. 2.3.3γ). Οι δύο άτρακτοι βρίσκονται σε ένα επίπεδο με κλίση.
3. Ανάλογα με τον τρόπο μείωσης των στροφών
- α) Ιμαντοκινήσεις σταθερής μείωσης ή αύξησης των στροφών
 - β) Ιμαντοκινήσεις μεταβολής των στροφών κατά βήματα (κλιμακωτές)
 - γ) Ιμαντοκινήσεις συνεχούς μεταβολής των στροφών

2.3.3. Είδη μάντων

Οι μάντες διακρίνονται σε είδη ως εξής:

1. Ανάλογα με τη μορφή τους:
 - Κυκλικούς
 - Επίπεδους
 - Τραπεζοειδείς
 - i. Ατέρμονες κανονικοί σφηνοειδείς DIN 2215 (σχ. 2.3.4δ)
 - ii. Κανονικοί σφηνοειδείς με το μέτρο DIN 2216 (σχ. 2.3.4^ε)
 - iii. Τραπεζοειδείς μεγάλου πλάτους με εσωτερική οδόντωση (σχ.2.3.4στ)
 - iv. Σφηνοειδείς στενοί DIN 7753 (σχ. 2.3.4ζ)



Σχήμα 2.3.4. Είδη ιμάντων

- Οδοντωτούς
- Αυλακωτούς

Οι πιο διαδεδομένοι ιμάντες είναι οι κανονικοί και οι στενοί τραπεζοειδείς ιμάντες. Οι στενοί τραπεζοειδείς ιμάντες (DIN 7753) προορίζονται και για χρήση στα αυτοκίνητα. Είναι επίσης πολύ κατάλληλοι για μικρές τροχαλίες και για ταχύτητες πάνω από 25 m/s.

Οι τραπεζοειδείς μεγάλου πλάτους χρησιμοποιούνται σε μαντοκινήσεις συνεχούς μεταβολής των στροφών.

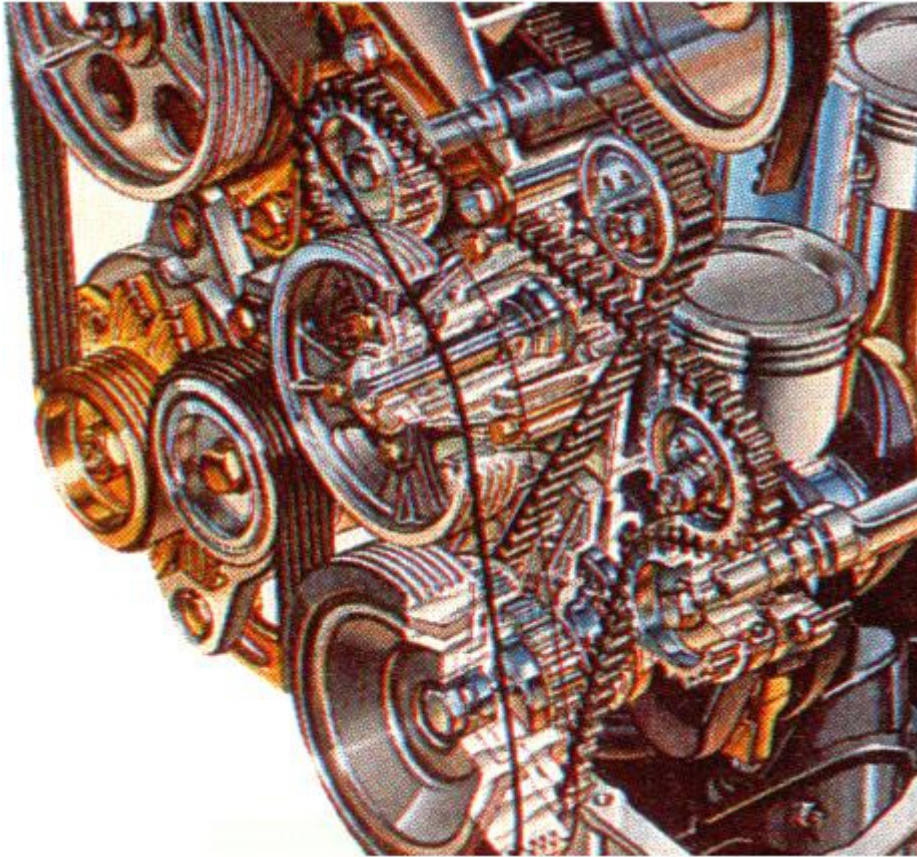
Οι οδοντωτοί ιμάντες χρησιμοποιούνται εκεί όπου η απώλεια στροφών λόγω ολίσθησης είναι ανεπίτρεπτη.

Οι επίπεδοι ιμάντες, έχουν περιορισμένη εφαρμογή και οι στρογγυλοί ιμάντες χρησιμοποιούνται σε ελάχιστες περιπτώσεις.

2. Ανάλογα με το υλικό τους:
 - α) Υφαντοί
 - β) Δερμάτινοι
 - γ) Ελαστικοί
 - δ) Συνθετικοί κλπ.

Οι επίπεδοι ιμάντες κατασκευάζονται συνήθως δερμάτινοι ή υφαντοί. Οι τραπεζοειδείς ιμάντες κατασκευάζονται από ελαστικό και οι οδοντωτοί από συνθετικό υλικό. Για μεγαλύτερη αντοχή, οι τραπεζοειδείς ενισχύονται με νήματα

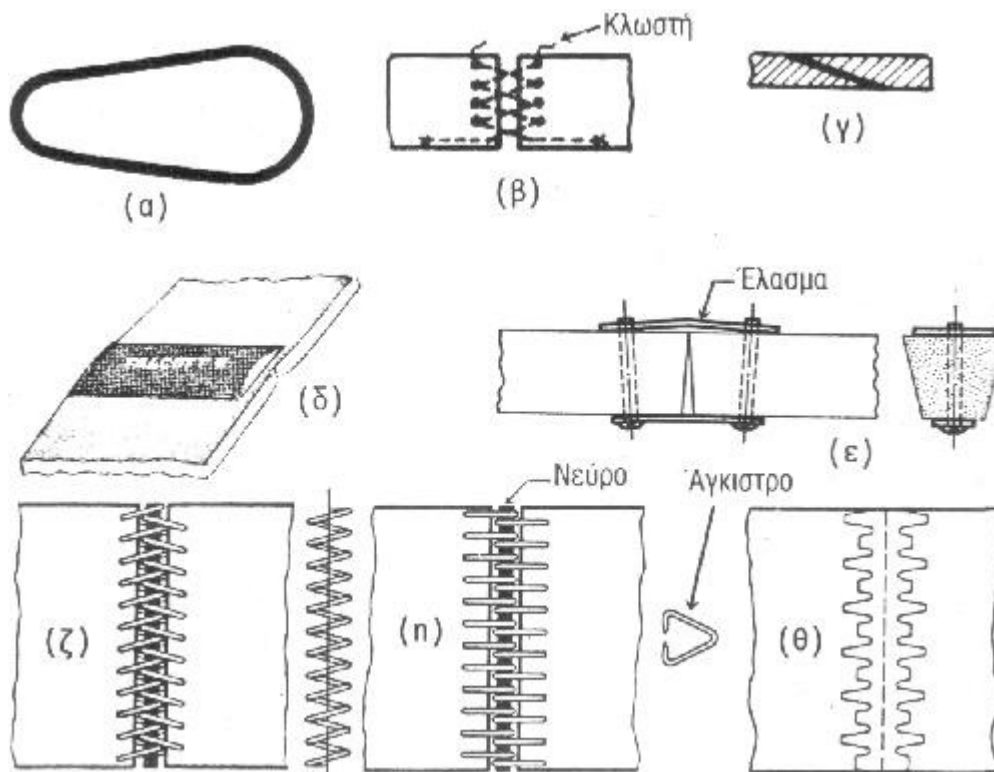
(λινά) και οι οδοντωτοί με ψιλά χαλύβδινα σύρματα. Με την ενίσχυση αυτή, οι οδοντωτοί ιμάντες παρουσιάζουν πολύ μεγάλη ευκαμψία και μεγάλη αντοχή σε μόνιμη επιμήκυνση. Επειδή παρουσιάζουν μεγάλη ευκαμψία, είναι πολύ κατάλληλοι τόσο για εργασία σε μικρές διαμέτρους τροχαλιών όσο και σε περιπτώσεις εναλλασσόμενης κάμψης του ιμάντα. Μια τέτοια περίπτωση φαίνεται στο σχ. 2.3.5 όπου καταφέρεται να κινηθεί μερικές ατράκτους με διαφορετική φορά περιστροφής.



Σχήμα 2.3.5. Ιμαντοκίνηση με ιμάντα διπλής οδόντωσης

3. Ανάλογα με τη σύνδεση των άκρων
 - α) Ατέρμονες ιμάντες (χωρίς άκρη)
 - β) Ιμάντες με το μέτρο

Οι κοινοί τραπεζοειδείς ιμάντες, κυκλοφορούν ως ατέρμονες ιμάντες. Όμως, σε μερικές απλές περιπτώσεις μετάδοσης κίνησης με χαμηλή ταχύτητα, χρησιμοποιείται και τραπεζοειδής ιμάντας με το μέτρο. Αυτός, συνδέεται με ελασμάτινο συνδετήρα, όπως στο σχ. 2.3.6^ε.



Σχήμα 2.3.6. Συνήθεις τρόποι ένωσης άκρων μάντων

- A. Ατέρμονας μάντας (χωρίς ένωση) E. Ένωση τραπεζοειδούς μάντα του μέτρου με ελασμάτινο συνδετήρα
 B. Ένωση με ραφή
 Γ. Ένωση με συγκόλληση
 Δ. Ένωση επιπέδου μάντα με έλασμα Z. Ένωση με ελατηριωτό συνδετήρα
 Η. Ένωση με συνδετήρες άγκιστρα (κροκόδειλοι)
 Θ. Ένωση με ειδικούς συνδετήρες

Οι επίπεδοι μάντες κυκλοφορούν με το μέτρο και συνδέονται και αυτοί με διάφορους τρόπους. Επικρατέστερος τρόπος σύνδεσης, είναι με ειδικά άγκιστρα (''κροκόδειλοι'') και με ένα νεύρο που ενώνει τις δυο ομάδες άγκιστρων.

Ο τρόπος σύνδεσης έχει άμεση σχέση με το θόρυβο που δημιουργείται όταν τα συνδεδεμένα άκρα περνούν στις τροχαλίες. Οι ατέρμονες μάντες που δεν έχουν σύνδεση, είναι και οι πιο αθόρυβοι.

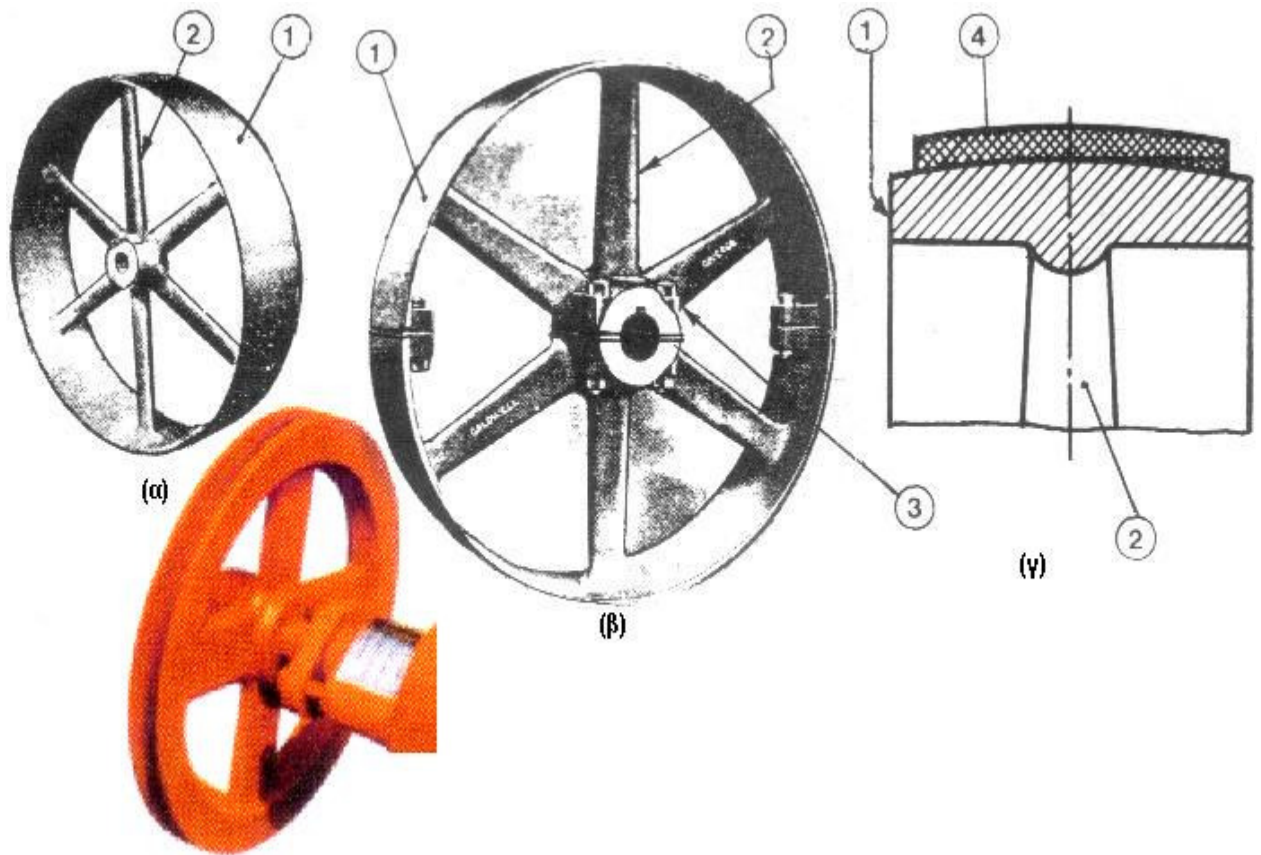
2.3.4. Είδη τροχαλιών

Οι τροχαλίες κατασκευάζονται σε πολύ μεγάλη ποικιλία και έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά. Μπορούν, δε, να καταταχθούν ως εξής:

1. Ανάλογα με τη διατομή του μάντα:
 - α) Τροχαλίες επίπεδες για επίπεδους μάντες
 - β) Τροχαλίες αυλακωτές για τραπεζοειδείς ή στρογγυλούς μάντες
 - γ) Τροχαλίες οδοντωτές για οδοντωτούς μάντες

Το εξωτερικό μέρος της στεφάνης των δυο επίπεδων τροχαλιών (σχ.2.3.7γ), γίνεται κυρτό και όχι τελείως επίπεδο. Αν όμως κατά τη διάρκεια της λειτουργίας

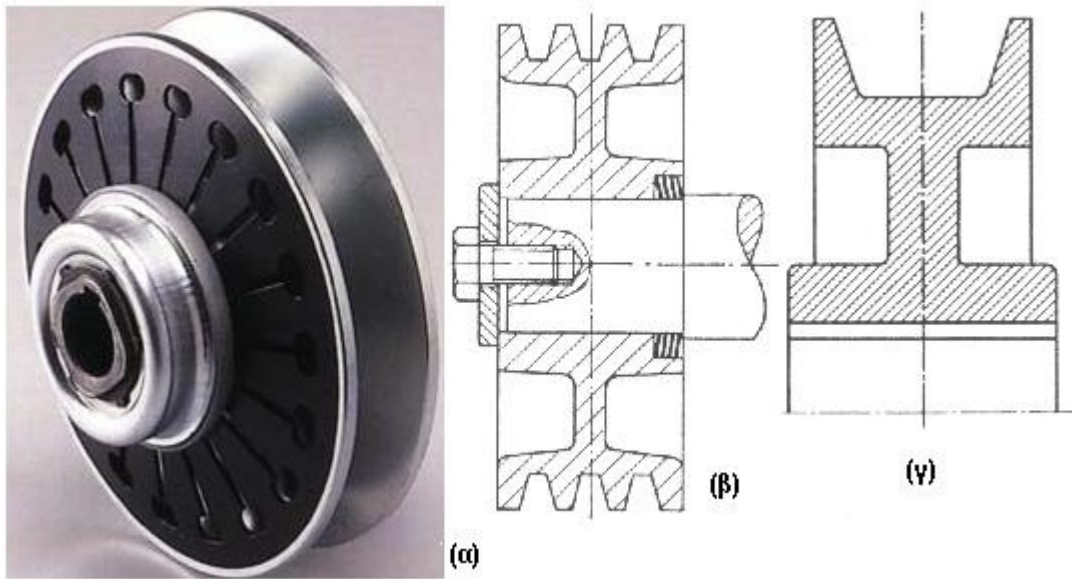
χρειάζεται, για λειτουργικούς λόγους, μετατόπιση του ιμάντα σε άλλη τροχαλία, τότε γίνεται εντελώς επίπεδο.



Σχήμα 2.3.7. Χυτές μαντεμένιες τροχαλίες

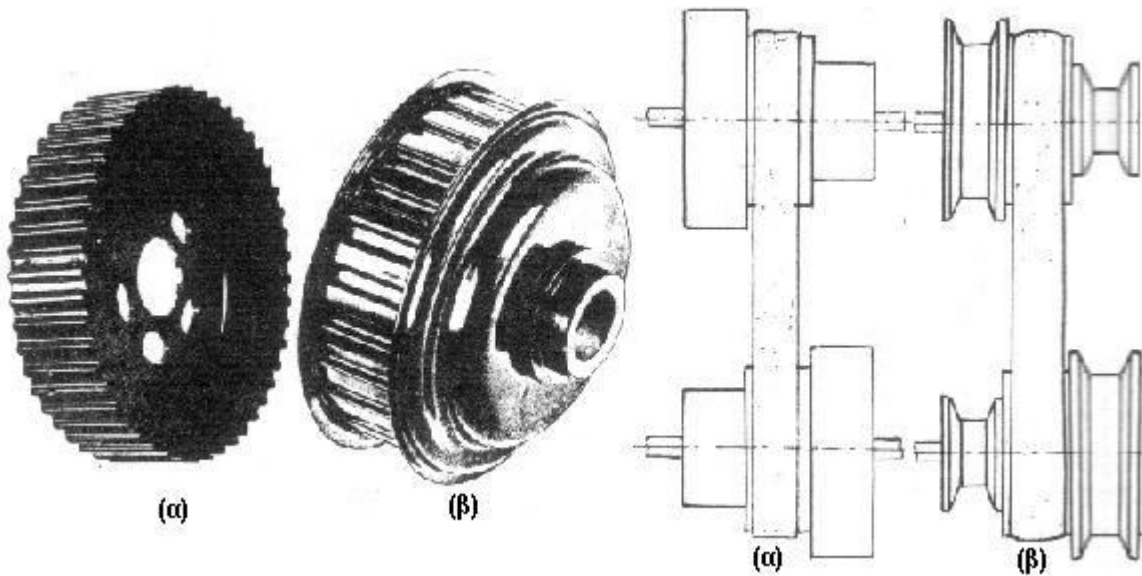
- | | |
|--------------------------------------|--------------------|
| A. Επίπεδη με βραχίονες | 1. Στεφάνη |
| B. Επίπεδη διαιρούμενη με βραχίονες | 2. Βραχίονες |
| Γ. Τμήμα τομής με τον επίπεδο ιμάντα | 3. Σημεία σύνδεσης |
| | 4. Ιμάντας |

Αυλακωτές τροχαλίες βλέπουμε στο σχ.2.3.8. Η τροχαλία του σχ.2.3.8^{α,β} δέχεται τρεις κοινούς τραπεζοειδείς ιμάντες και η τροχαλία του σχ. 2.3.8^γ δέχεται τραπεζοειδή ιμάντα μεγάλου πλάτους. Και στις δυο περιπτώσεις, ο ιμάντας εργάζεται σε ορισμένη σταθερή διάμετρο.



Σχήμα 2.3.8. Αυλακωτές τροχαλίες

Τέλος, στο σχ. 2.3.9 βλέπουμε δυο τροχαλίες για οδοντωτούς ιμάντες. Για να αποφευχθεί ο κίνδυνος μετατόπισης του ιμάντα προς τα πλάγια, πραγματοποιούνται στα πλάγια δυο προεξοχές (σχ. 2.3.9),



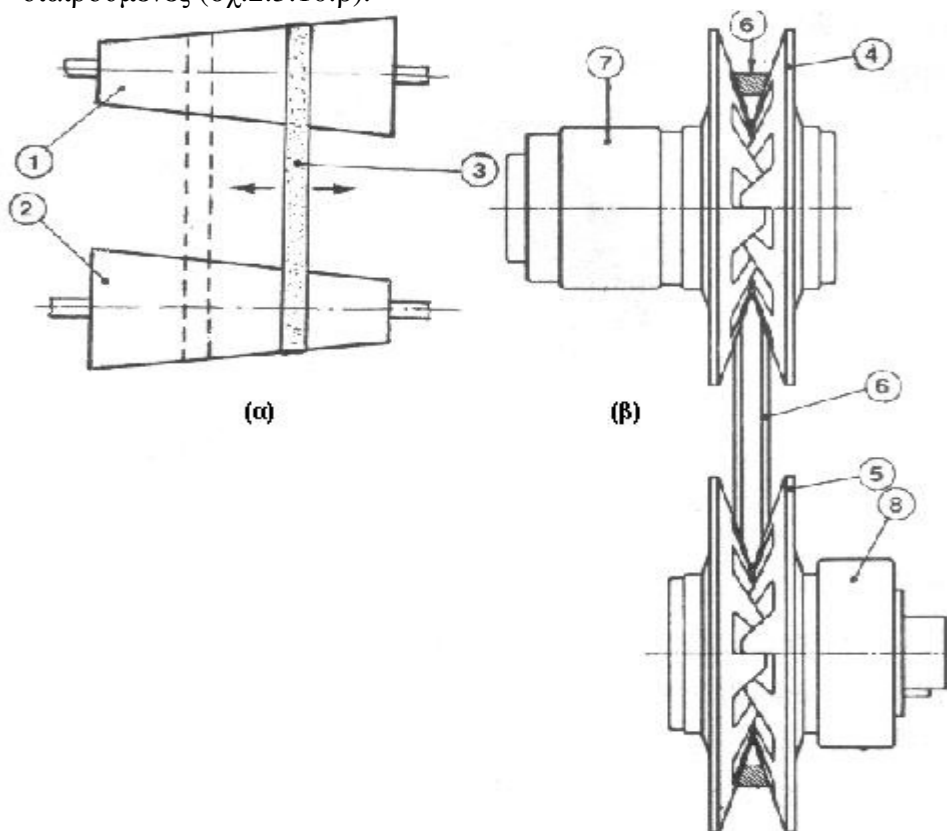
Σχήμα 2.3.9. Τροχαλίες οδοντωτών ιμάντων & κλιμακωτές τροχαλίες

2. Ανάλογα με τη δυνατότητα που έχουν για μεταβολή των στροφών:
 - α) Τροχαλίες για σταθερή μείωση ή αύξηση των στροφών. Στις τροχαλίες αυτές, ο ιμάντας εργάζεται σε μια συγκεκριμένη σταθερή διάμετρο. Η μείωση ή η ελάττωση των στροφών και επομένως η σχέση μετάδοσης εξαρτάται από το μέγεθος της μιας τροχαλίας σε σχέση με το μέγεθος της άλλης, αλλά παραμένει πάντοτε σταθερή. Δυνατότητα μεταβολής των στροφών δεν υπάρχει.
 - β) Τροχαλίες για μεταβολή των στροφών κατά βαθμίδες (αλλαγή ταχυτήτων). Αυτές, χρησιμοποιούνται όταν χρειαζόμαστε κατά διαστήματα να αυξάνονται ή να μειώνονται οι στροφές της κινούμενης τροχαλίας ενώ η κινητήρια άτρακτος θα περιστρέφεται πάντοτε με τον ίδιο αριθμό στροφών. Τέτοιες

τροχαλίες βλέπουμε στο σχ. 2.3.9. Στις τροχαλίες αυτές, ο μάντας μετατίθεται από βαθμίδα σε βαθμίδα, δηλαδή από μια μεγαλύτερη σε μια μικρότερη διάμετρο και αντίστροφα, με αποτέλεσμα να αλλάξει η περιστροφική ταχύτητα στην κινούμενη άτρακτο. Η μετάθεση από τη μία βαθμίδα στην άλλη, γίνεται όταν το σύστημα βρίσκεται σε στάση.

γ) Τροχαλίες για συνεχή μεταβολή των στροφών. Αυτές χρησιμοποιούνται όταν επιθυμείται να αλλάξουν οι στροφές της κινούμενης άτρακτου συνεχώς και όχι κατά βήματα. Επομένως, οι τροχαλίες αυτές, είναι κατάλληλες για περιπτώσεις που απαιτείται να έχουμε λεπτομερή ρύθμιση των στροφών σε ένα ορισμένο πεδίο.

Η μεταβολή των στροφών γίνεται πάλι με μεταβολή της διαμέτρου, στην οποία θα εργάζεται ο μάντας σε κάθε τροχαλία. Όμως στις τροχαλίες αυτές, δεν υπάρχουν βαθμίδες. Όταν προορίζονται για επίπεδο μάντα, είναι κωνικές (σχ. 2.3.10.α) και όταν προορίζονται για τραπεζοειδή μάντα είναι διαιρούμενες (σχ.2.3.10.β).



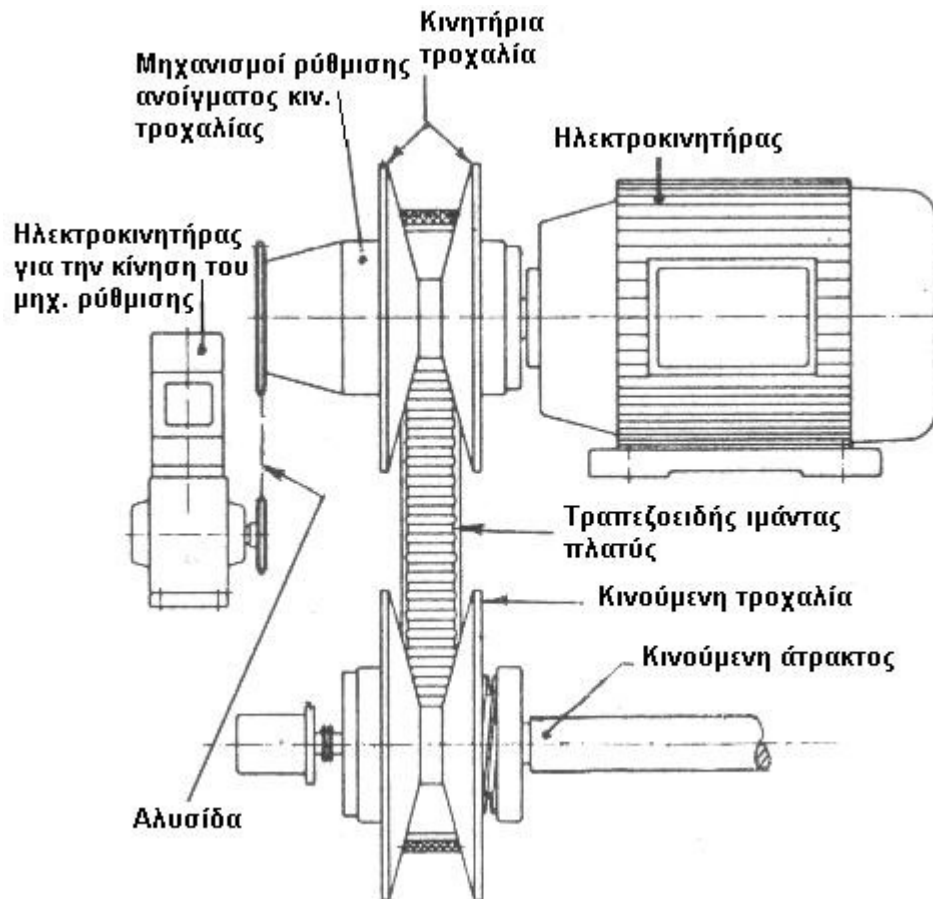
Σχήμα 2.3.10. Τροχαλίες για συνεχή μεταβολή των στροφών

1,2. Κωνικές τροχαλίες, 3 Επίπεδος μάντας, 4,5. Τροχαλίες μεταβ. ανοίγματος, 6. Τραπεζοειδής μάντας & 7,8. Μηχ. Μεταβ. ανοίγματος.

Στις κωνικές τροχαλίες ο μάντας μπορεί να μετατοπισθεί κατά μήκος των τροχαλιών και να εργασθεί ανάλογα με τις απαιτήσεις μας, σε μικρότερη ή σε μεγαλύτερη διάμετρο.

Στις διαιρούμενες τροχαλίες, οι δυο πλευρές που εφάπτεται ο μάντας, μπορούν να απομακρύνονται και να πλησιάζουν ανάλογα με τις απαιτήσεις μας για μεταβολή των στροφών. Έτσι, ο μάντας θα βρίσκεται είτε σε μικρότερη διάμετρο (βαθιά μέσα στο αυλάκι) ή σε μεγάλη διάμετρο (στην κορυφή του αυλακιού).

Το χαρακτηριστικό γνώρισμα των μαντοκινήσεων συνεχούς μεταβολής των στροφών είναι ότι η μεταβολή αυτή γίνεται κατά τη διάρκεια λειτουργίας. Το άνοιγμα του αυλακιού ρυθμίζεται είτε με το χέρι (σχ. 2.3.10.) είτε με σερβοκινητήρα (σχ. 2.3.11.). Η επέμβαση (με το χέρι ή με τον κινητήρα) γίνεται στην κινητήρια τροχαλία. Το άνοιγμα της τροχαλίας ρυθμίζεται αυτόματα με έναν μηχανισμό ελατηρίων.



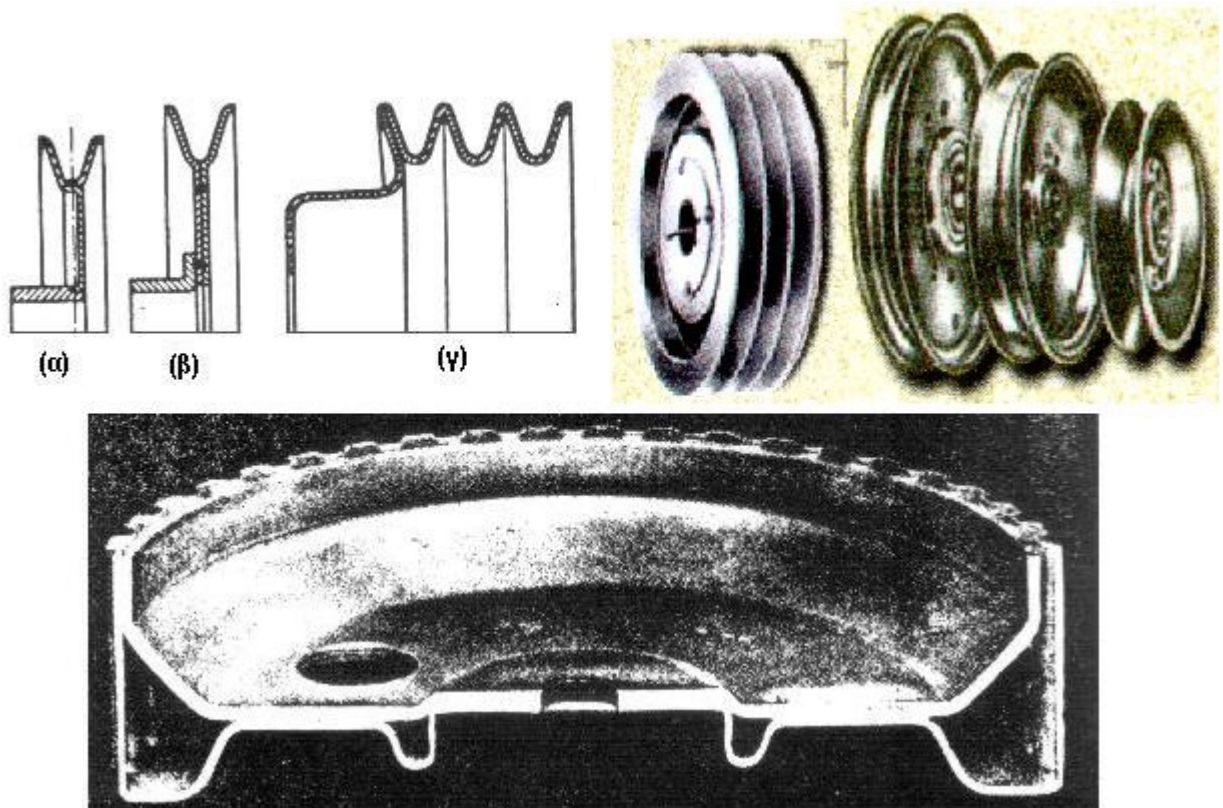
Σχήμα 2.3.11. Ηλεκτροκινητήρας με ιμάντα και δυνατότητα αλλαγής μετάδοσης κίνησης.

3. Ανάλογα με το υλικό τους:
 - α) Τροχαλίες από χυτοσίδηρο (μαντέμι) ή από χυτοχάλυβα
 - β) Τροχαλίες από αλουμίνιο
 - γ) Τροχαλίες από πλαστικό
 - δ) Τροχαλίες από ξύλο
 - ε) Τροχαλίες από χάλυβα
4. Ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής:
 - α) Τροχαλίες χυτές
 - β) Τροχαλίες συγκολλητές
 - γ) Τροχαλίες πρεσσαριστές

Όταν λέμε χυτές εννοούμε τροχαλίες από υλικά που είναι κατάλληλα για χύτευση, όπως ο χυτοσίδηρος, ο χυτοχάλυβας, το αλουμίνιο και το πλαστικό. Μετά τη χύτευση απαιτούνται και άλλες κατεργασίες αλλά η βασική κατεργασία σχηματισμού της τροχαλίας είναι η χύτευση.

Σε μερικές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται και οι συγκολλητές τροχαλίες. Αυτές, γίνονται από χάλυβα. Τα τμήματα των τροχαλιών (πλήμνη, στεφάνη, κορμός) κατασκευάζονται χωριστά και μετά συγκολλούνται.

Τέλος, στα αυτοκίνητα αλλά και σε πολλές άλλες κατασκευές (π.χ. φυσητήρες κλιματισμού) χρησιμοποιούνται τροχαλίες από πρεσσαριστό χαλύβδινο έλασμα (σχ. 2.3.12). Αυτές, έχουν πολύ μικρό βάρος και χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που η ελαφρότητα της κατασκευής είναι στις βασικές απαιτήσεις. Η ένωση του ελάσματος με την πλήμνη γίνεται με συγκόλληση, συνήθως με ηλεκτροπόνητα ή με ήλους.



Σχήμα 2.3.12. Τροχαλίες πρεσσαριστές, α,β. Τροχαλίες μονές με πλήμνη συγκολλητή & γ. Τροχαλία με 3 αυλάκια

5. Ανάλογα με τη διαμόρφωση του κορμού:
 - α) Τροχαλίες μονοκόμματες (σχ.2.3.7^α)
 - β) Τροχαλίες διαιρούμενες (σχ.2.3.7^β)
 - γ) Τροχαλίες με ολόσωμο κορμό (σχ.2.3.8)
 - δ) Τροχαλίες με βραχίονες (σχ.2.3.7)
6. Ανάλογα με τον τρόπο στερέωσης:
 - α) Τροχαλίες σφηνωμένες
 - β) Τροχαλίες ελεύθερες

2.3.5. Σχέση μετάδοσης

Η σχέση μετάδοσης, ορίζεται ως εξής:

$$i = \frac{\text{Περιστροφική ταχύτητα (στροφές) κινητήριας ατράκτου } n_1}{\text{Περιστροφική ταχύτητα (στροφές) κινούμενης ατράκτου } n_2}$$

και με σύμβολα $i = n_1 / n_2$

ρ	m	k	H	h	e	u	d_1	γ
5	1,592	1,8	2,2	1,2	1	0,5	0,3	40'
10	3,183	3,5	4,1	2,5	1,6	1	0,6	40'
4,712	1,5	1,83	1,31	0,76	0,55	0,275	0,15	42'
6,283	2	2,44	1,82	0,92	0,9	0,45	0,3	42'
7,854	2,5	3,05	2,17	1,27	0,9	0,45	0,3	42'
12,57	4	4,88	3,45	2,05	1,4	0,7	0,36	42'
b	4	6	10	16	25	40	60	100
B	9	11	15	21	30	46	66	106

$$d = m \cdot Z + \delta d$$

$$d_a = d - 2u + \delta \rho$$

$$d_w = d_a - h$$

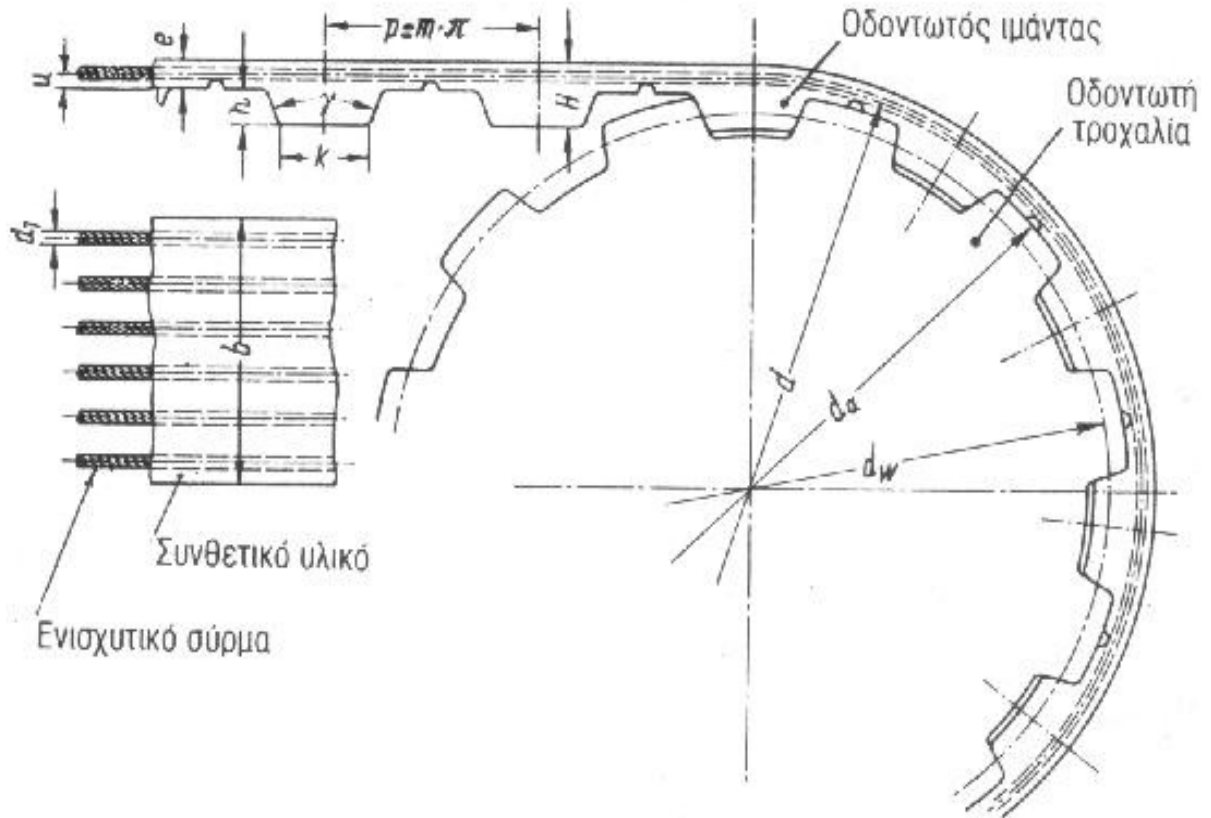
$$H = h + e$$

$\delta d = 0,12$ ως $0,18$ για $m = 1,592$ και $3,183$

$\delta d = 0$ για $m = 1,5 - 2 - 2,5$ και 4

$\delta \rho =$ προσθήκη που ορίζεται από τον κατασκευαστή και μόνο για $d < 50 \text{ mm}$

Πίνακας 2.3.1. Βασικές σχέσεις



Σχήμα 2.3.13. Βασικά στοιχεία οδοντωτού ιμάντα

2.3.6. Περιφερειακή ταχύτητα

Η περιφερειακή ταχύτητα στην περιφέρεια των τροχαλιών, σύμφωνα με τα γνωστά από τους οδοντωτούς τροχούς, είναι:

$$U_1 = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{1000 \cdot 60} \text{ (m/s) για την κινητήρια τροχαλία}$$

$$U_2 = \frac{\pi \cdot d_2 \cdot n_2}{1000 \cdot 60} \text{ (m/s) για την κινούμενη τροχαλία}$$

Και στις δυο σχέσεις οι διάμετροι d_1 και d_2 είναι σε mm και οι περιστροφικές ταχύτητες n_1 και n_2 σε rpm (στροφές ανά λεπτό)

Η ευνοϊκή, η ελάχιστη και η μέγιστη ταχύτητα για κάθε είδος ιμάντα, είναι:

Ταχύτητα	Επίπεδοι	Κοινοί τραπεζοειδείς DIN 2215	Στενοί τραπεζοειδείς	Οδοντωτοί
Ευνοϊκή		≈20 m/s	≈30 m/s	
Μέγιστη	≈25 m/s	≈30 m/s	≈40 m/s	≈60 m/s
Ελάχιστη		≈2 m/s	≈2 m/s	

Πίνακας 2.3.2. ταχύτητα περιστροφής σε σχέση με το είδος του ιμάντα

2.3.7. Σχέση διαμέτρων και στροφών

Μεταξύ στροφών και διαμέτρων ισχύει η σχέση:

$$d_1 * n_1 = d_2 * n_2 \quad \text{ή} \quad i = n_1 / n_2 = d_2 / d_1$$

Έτσι, βγαίνει το εξής συμπέρασμα:

Ο λόγος των στροφών κινητήριας και κινούμενης ατράκτου είναι αντίστροφα ανάλογος του λόγου των διαμέτρων.

Απλούστερα, θα πρέπει για να υπάρξει μείωση των στροφών πρέπει να χρησιμοποιηθεί μια μικρή τροχαλία στην κινητήρια άτρακτο και μια μεγάλη στην κινούμενη. Αυτή θα είναι τόσες φορές μεγαλύτερη από τη μικρότερη τροχαλία όσες φορές επιθυμείται να μειωθούν τις στροφές. Το αντίθετο πρέπει να κάνουμε όταν επιθυμείται αύξηση των στροφών.

Στην πιο πάνω σχέση στροφών – διαμέτρων ως διάμετρο, λαμβάνουμε:

- Στις επίπεδες τροχαλίες: την εξωτερική διάμετρο
- Στις αυλακωτές: τη διάμετρο d_m ή την d_w
- Στις οδοντωτές: τη διάμετρο d_w της περιφέρειας που περνά στη μέση του δοντιού.

Τέλος, η πιο πάνω σχέση ισχύει κατά προσέγγιση, γιατί δεν λαμβάνεται υπόψη την ολίσθηση. Όμως, για την περίπτωση της μαντοκίνηση με οδοντωτό μάντα, που δεν υπάρχει θέμα ολίσθησης, η πιο πάνω σχέση ισχύει με ακρίβεια.

2.3.8. Ολίσθηση του μάντα

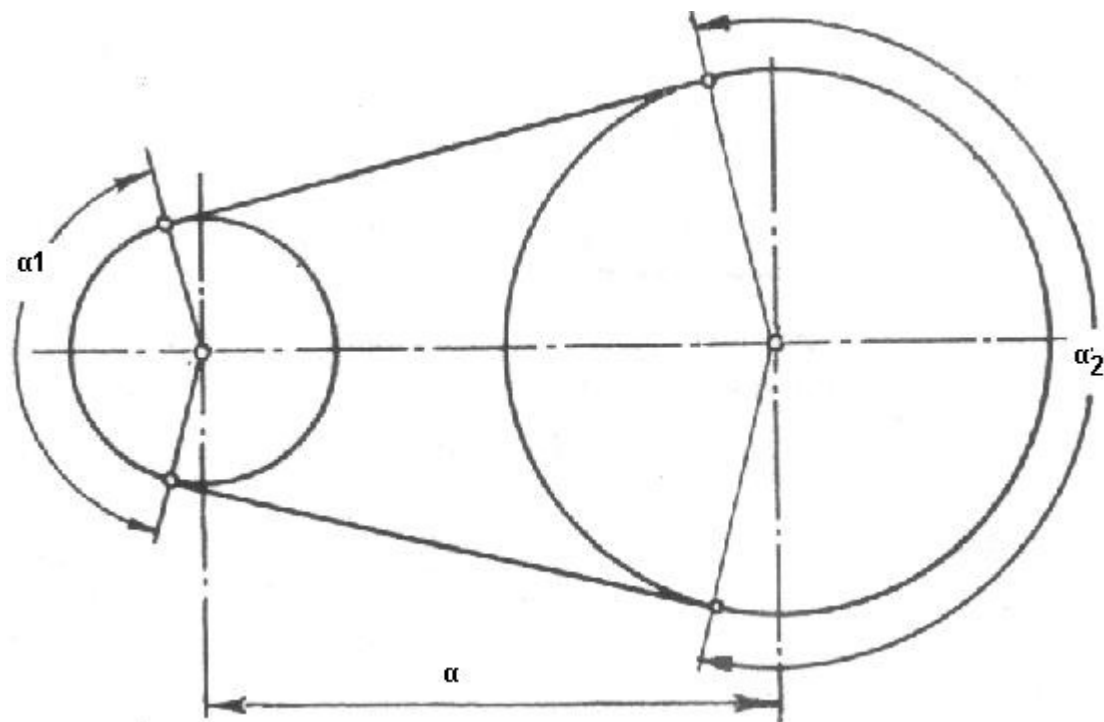
Κατά τη μετάδοση κίνησης με μη οδοντωτούς μάντες, παρουσιάζεται πάντοτε μεταξύ τροχαλιών και μάντα, μια ολίσθηση. Αυτό, όμως, έχει σαν αποτέλεσμα να περιστρέφεται η κινούμενη άτρακτος με 1 ως 3% λιγότερες στροφές.

Η ολίσθηση του μάντα και επομένως η απώλεια στροφών είναι μεγαλύτερη:

1. Όταν στις επιφάνειες επαφής μάντα και τροχαλιών πέσουν σταγόνες λιπαντικού, σκόνες κλπ.
2. Όταν χαλαρώσει ο μάντας.
3. Όταν αυξηθεί η γυαλάδα των επιφανειών που εφάπτονται
4. Όταν η περιφερειακή ταχύτητα είναι μεγάλη. Στην περίπτωση αυτή, αναπτύσσεται μεγάλη φυγόκεντρη δύναμη, που προσπαθεί να διώξει τον μάντα μακριά από την τροχαλία και να μειώσει την πρόσφυση.
5. Όταν ο συντελεστής τριβής των δυο συνεργαζόμενων υλικών, τροχαλίας και μάντα, είναι ευθύς εξαρχής μικρός.
6. Όταν το τόξο τυλίξεως (γωνία επαφής) είναι μικρό.

2.3.9. Τόξο τυλίξεως

Τόξο τυλίξεως λέμε το τμήμα της περιφέρειας μιας τροχαλίας που έρχεται σε επαφή με τον μάντα (σχ.14.19). Όσο αυτό το τόξο είναι μεγαλύτερο, τόσο πιο δύσκολα ολισθαίνει ο μάντας. Για το λόγο αυτό,



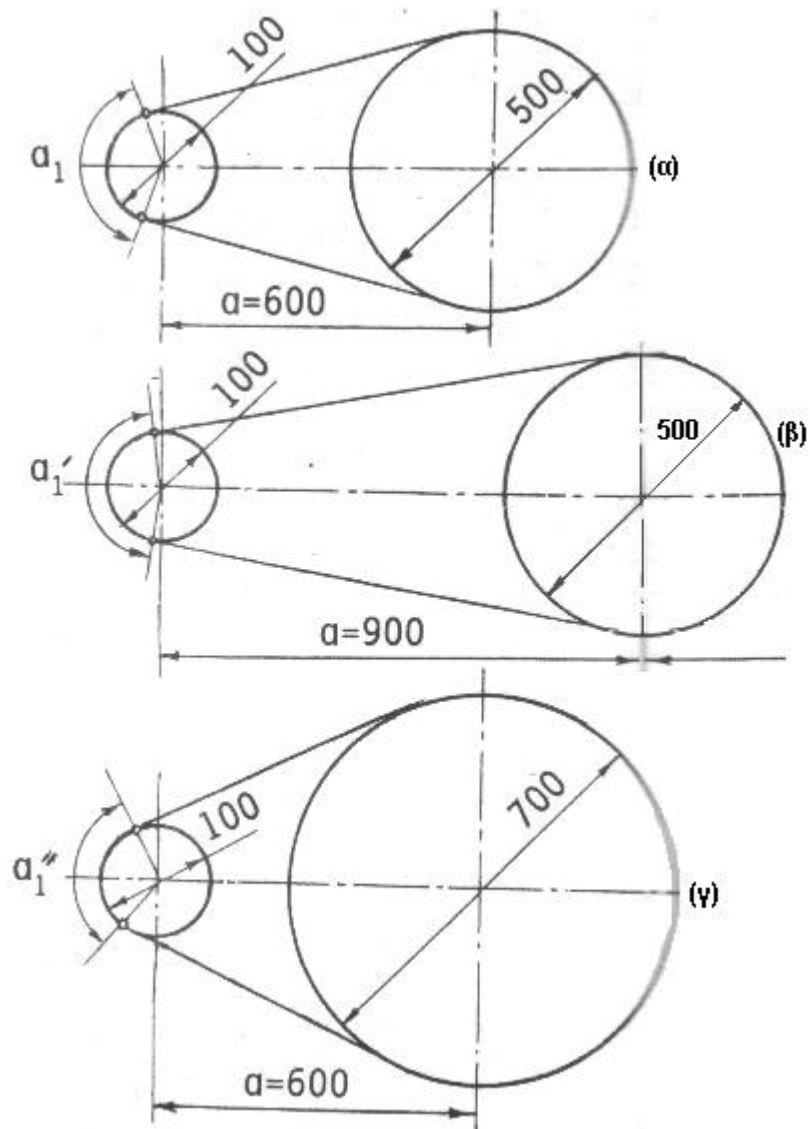
Σχήμα 2.3.14. Τόξο ελιξέως

πρέπει όταν γίνεται μια νέα κατασκευή, να καταβάλλεται προσπάθεια ώστε το τόξο επαφής να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερο. Σε μια ανοικτή ιμαντοκίνηση, το μικρότερο τόξο τυλίξεως παρουσιάζεται στη μικρή τροχαλία.

Το μέγεθος του τόξου τυλίξεως στη μικρή τροχαλία εξαρτάται από:

- Τη σχέση μεταδόσεως
- Την απόσταση των αξόνων α

Με βάση το σχ. 2.3.15. μπορούμε να πούμε ότι:



Σχήμα 2.3.15. Μεταβολή του τόξου τυλίξεως (γωνία επαφής α_1)

- Όσο η απόσταση των αξόνων a αυξάνει και η σχέση μένει η ίδια, τόσο το τόξο τυλίξεως αυξάνει ($\alpha_1' > \alpha_1$) και ο κίνδυνος ολίσθησης μειώνεται.
- Όσο η σχέση μετάδοσης (λόγος των διαμέτρων) αυξάνει και η απόσταση των αξόνων μένει σταθερή τόσο το τόξο τυλίξεως μειώνεται ($\alpha_1'' < \alpha_1$) και ο κίνδυνος ολίσθησης αυξάνει.

Από τα παραπάνω προκύπτουν τα συμπεράσματα:

1. Για μια δεδομένη απόσταση υπάρχει μια ανώτερη τιμή σχέσης μετάδοσης
2. Επειδή η ολίσθηση είναι μικρότερη στις μαντοκινήσεις τραπεζοειδών μάντων, μπορεί σε αυτούς να χρησιμοποιηθεί μια μεγαλύτερη σχέση μεταδόσεως.

Τέλος, η σχέση μετάδοσης σε μια ανοικτή μαντοκίνηση, μπορεί να πάρει τιμές μέχρι $i = 5$ ή το πολύ μέχρι $i = 6$. Αν όμως χρησιμοποιηθεί τροχαλία τανύσεως, τότε θα επέλθει μια περίπτωση μεγάλης ανάγκης μέχρι $i = 15$.

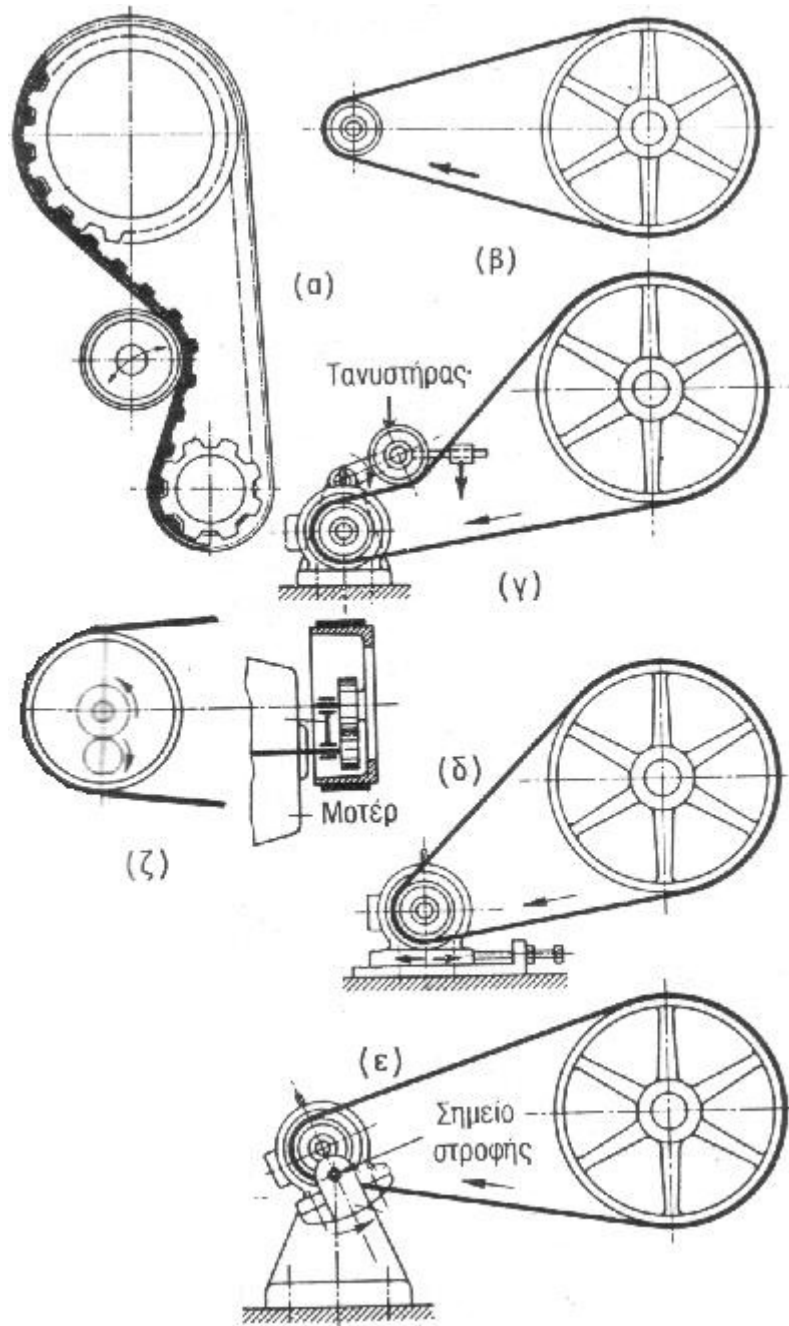
2.3.10. Τάνυση του μάντα

Επειδή ο ιμάντας όσο εργάζεται και τόσο επιμηκύνεται πρέπει κατά διαστήματα να τεντώνεται. Η τάνυση (τέντωμα) του ιμάντα μπορεί να γίνει με τους πιο κάτω τρόπους:

1. Με τροχό τανύσεως (τανυστήρα, τεντωτήρα) όπως στο σχ. 2.3.16.^{α,γ}
2. Με κόψιμο του ιμάντα, όπως στο σχ. 2.3.16.β
3. Με μετάθεση του κινητήρα (αύξηση απόστασης ατράκτων), όπως στο σχ. 2.3.16.δ
4. Με στροφή του κινητήρα, όπως στο σχ. 2.3.16.^ε
5. Με στροφή της κινητήριας τροχαλίας πάνω σε έναν οδοντωτό τροχό, όπως στο σχ.2.3.16.ζ

Σε μερικές περιπτώσεις που δεν υπάρχει δυνατότητα ή δεν κρίνεται σκόπιμο να χρησιμοποιηθεί κανένας από τους πιο πάνω τρόπους, ο ιμάντας εργάζεται μέχρις ότου η χαλάρωση του και η φθορά του γίνει ανεπίτρεπτη, οπότε και αντικαθίσταται.

Η τάνυση του ιμάντα με αφαίρεση ενός μικρού κομματιού του εφαρμόζεται στους επίπεδους ιμάντες και στους τραπεζοειδείς με το μέτρο.



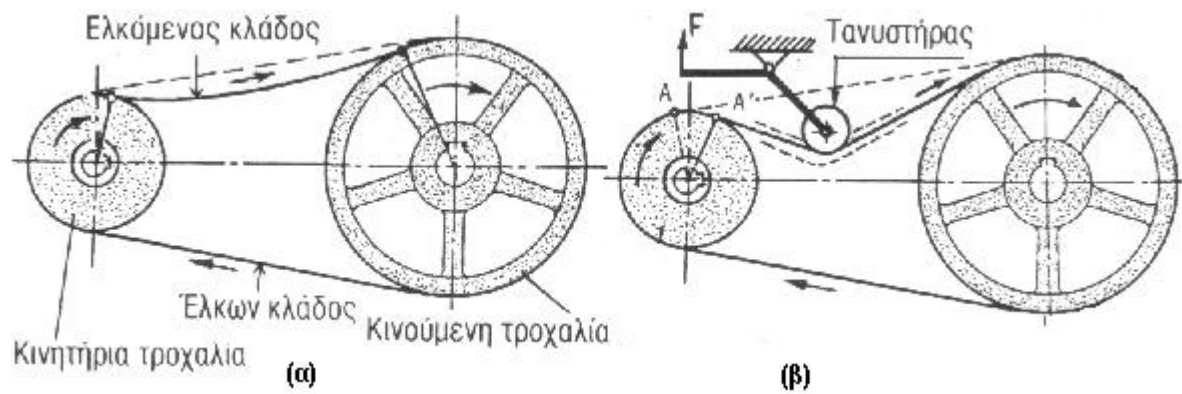
Σχήμα 2.3.16. Τρόποι τανύσεως του ιμάντα

2.3.11. Τροχοί τανύσεως

Ένας τρόπος να τανύσουμε τον ιμάντα είναι να χρησιμοποιηθούν τανυστήρες.

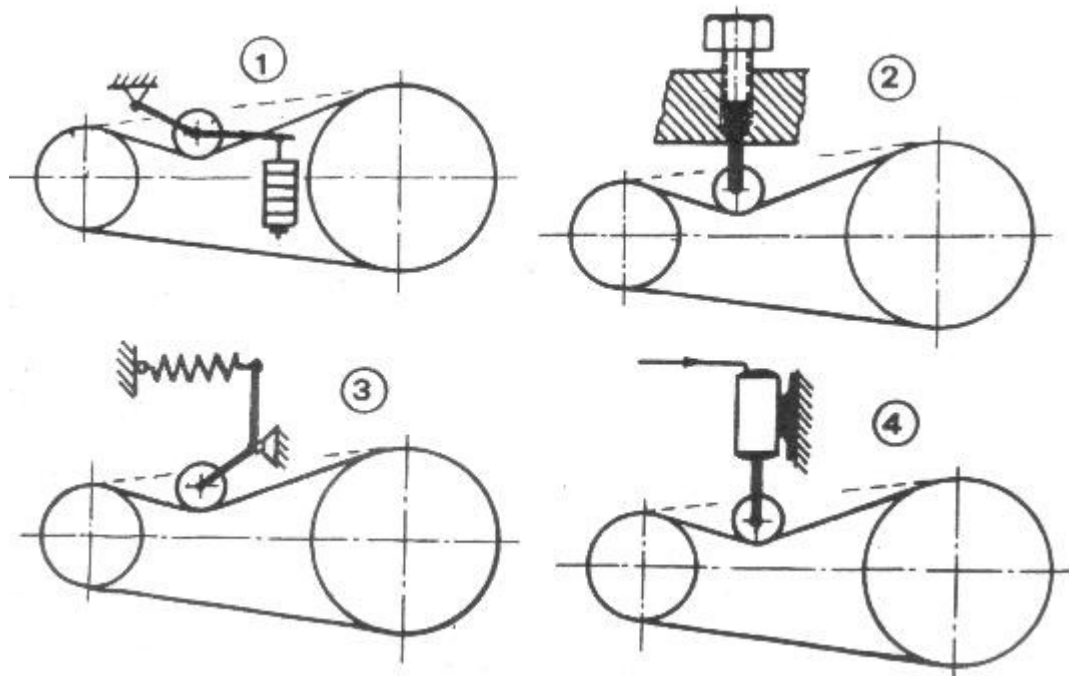
Οι τανυστήρες χρησιμοποιούνται όμως και για αύξηση του τόξου τυλίξεως και αυτό είναι περισσότερο αναγκαίο όσο μεγαλύτερη είναι η σχέση μετάδοσης και όσο πιο μικρή είναι η απόσταση των αξόνων.

Ο τανυστήρας είναι μια ελεύθερη τροχαλία που τοποθετείται στον ελκόμενο κλάδο και πιέζει τον ιμάντα προς το εσωτερικό (σχ.2.3.17β) ελκόμενο λήμε τον λιγότερο τεντωμένο κλάδο (τον χαλαρωμένο κλάδο) και αυτός πρέπει να βρίσκεται αν είναι δυνατόν στο πάνω μέρος (σχ. 2.3.17.)



Σχήμα 2.3.17. Θέση τανυστήρα

Ο τανυστήρας πιέζεται πάνω στον μάντα με διάφορους τρόπους, όπως: με τη βοήθεια ενός βάρους, με ένα ρυθμιστικό κοχλία, με ένα ελατήριο ή με υδραυλική πίεση (σχ. 2.3.18.).



Σχήμα 2.3.18. Τρόποι πίεσης τανυστήρα

2.3.12. Σχέση στροφών και διαμέτρων στην πραγματική λειτουργία

Επειδή κατά τη μετάδοση της κίνησης από την κινητήρια στην κινούμενη τροχαλία παρουσιάζεται ολίσθηση, ο αριθμός στροφών n_2 της κινούμενης τροχαλίας θα είναι μικρότερος.

Η διαφορά της θεωρητικής και πραγματικής τιμής των στροφών της κινούμενης ατράκτου λέγεται απώλεια στροφών και κυμαίνεται συνήθως από 1~2% ή και περισσότερο. Αυτό σημαίνει ότι σε κάθε στροφή της κινούμενης τροχαλίας έχουμε απώλεια 0,01 ως 0,02 στροφές. Αυτό το τελευταίο νούμερο το λέμε συντελεστή απωλειών και το συμβολίζουμε με Ψ .

Έτσι, η σχέση στροφών και διαμέτρων για λειτουργία χωρίς ολίσθηση, πρέπει να γίνει:

$$n_1 * d_1 * (1 - \psi) = n_2 * d_2 \quad i = n_1 / n_2 = d_2 / d_1 * (1 - \psi)$$

Οι στροφές στην κινούμενη τροχαλία υπολογίζονται με τη σχέση:

$$n_2 = n_1 * \frac{d_1}{d_2} * (1 - \psi)$$

και αν οι στροφές της κινούμενης τροχαλίας n_2 είναι δεδομένες, τότε η διάμετρος της κινούμενης τροχαλίας d_2 υπολογίζεται με τη σχέση:

$$d_2 = n_1 * d_1 * (1 - \psi) / n_2$$

2.3.13. Μήκος του ιμάντα

A. Ανοικτή ιμαντοκίνηση

Το μήκος L του ιμάντα μιας ανοικτής ιμαντοκίνησης, βρίσκεται με μια από τις πιο κάτω σχέσεις:

$$1. \quad L \approx 2 \alpha + 1,571 (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}$$

$$2. \quad L \approx 2 \alpha + 1,571 (d_1 + d_2) + K + K'$$

Όπου α = η απόσταση των ατράκτων

d_1 = η διάμετρος της κινητήριας τροχαλίας

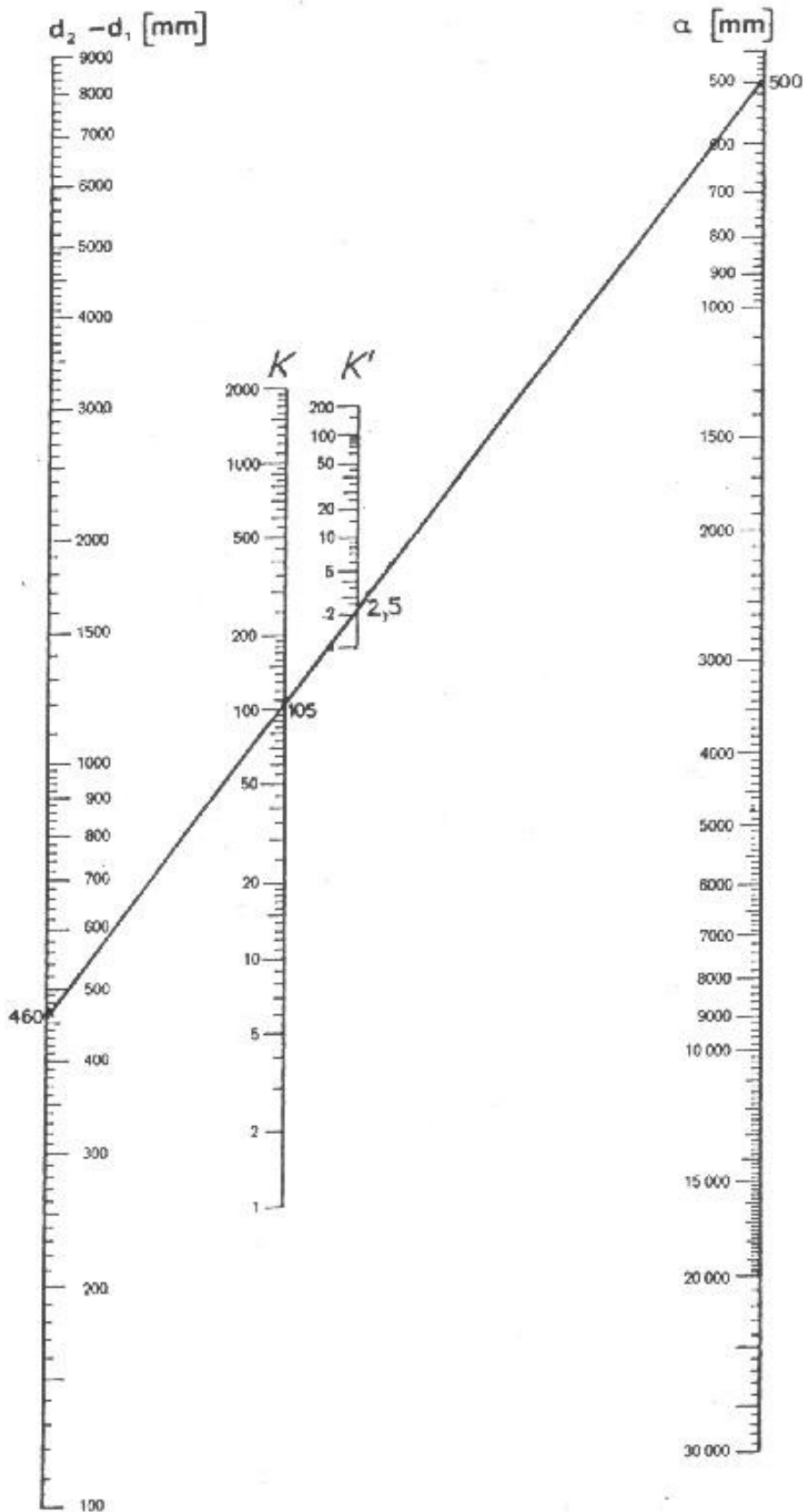
d_2 = η διάμετρος της κινούμενης τροχαλίας

K, K' = τιμές από το νομογράφημα 2.3.19.

B. Διασταυρούμενη ιμαντοκίνηση

Το μήκος L του ιμάντα μιας διασταυρούμενης ιμαντοκίνησης βρίσκεται με τη σχέση:

$$L \approx 2^a + 1,571 (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 + d_1)^2}{4a}$$



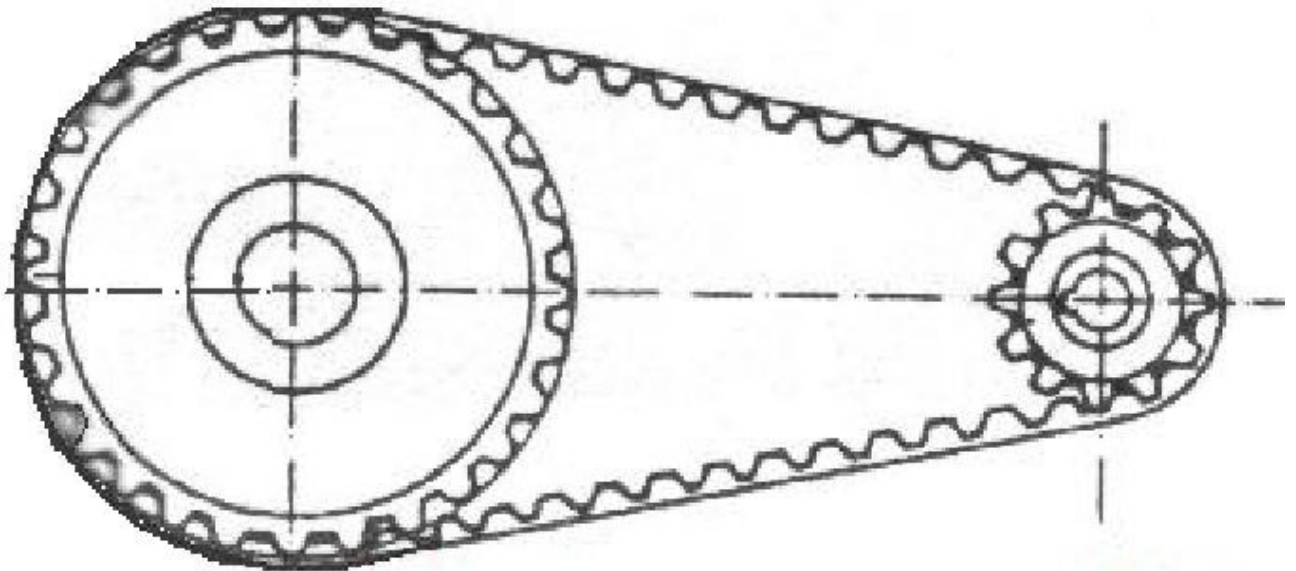
Σχήμα 2.3.19. Νομογράφημα για τον υπολογισμό του μήκους μιας ανοικτής μαντοκίνησης

2.3.14. Εφαρμογή των μαντοκινήσεων στον εκπαιδευτικό πίνακα

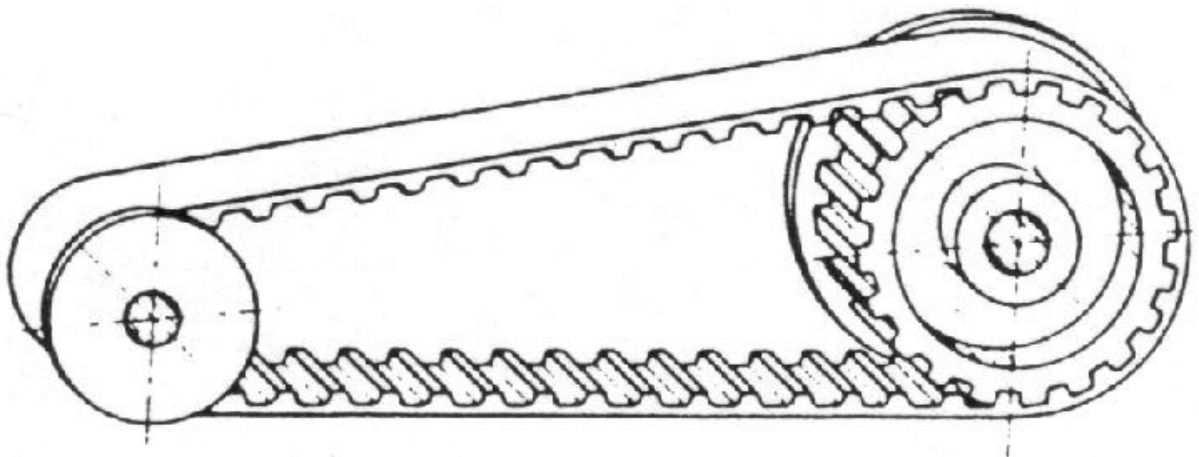
2.3.14.1. Γενικά

Εφαρμόζοντας την θεωρία των ιμαντοκινήσεων, κατά την ολοκλήρωση της κατασκευής του εκπαιδευτικού πίνακα, χρησιμοποιήθηκαν 4 πρότυπες ιμαντοκινούμενες συναρμογές και 2 μεμονωμένες τροχαλίες.

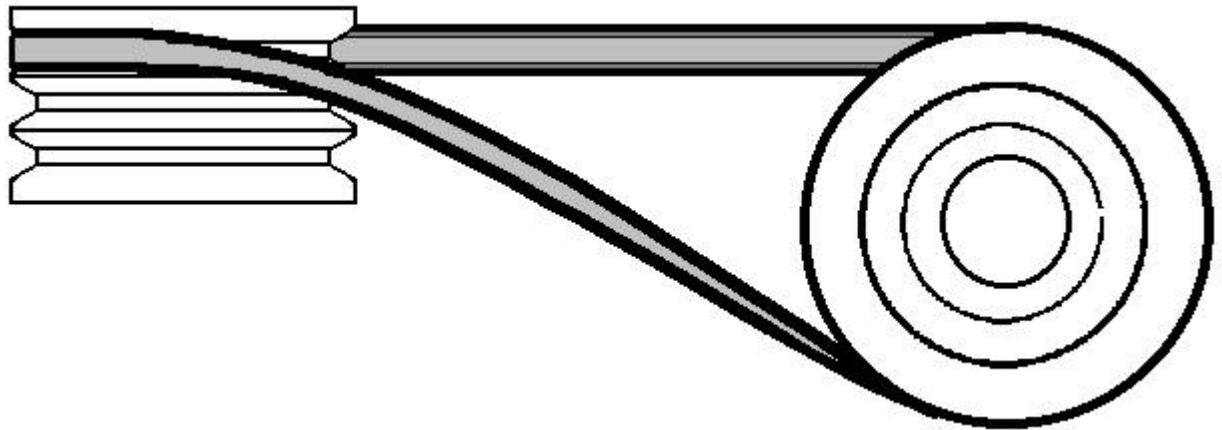
2.3.14.2. Μελέτη – σχεδιασμός



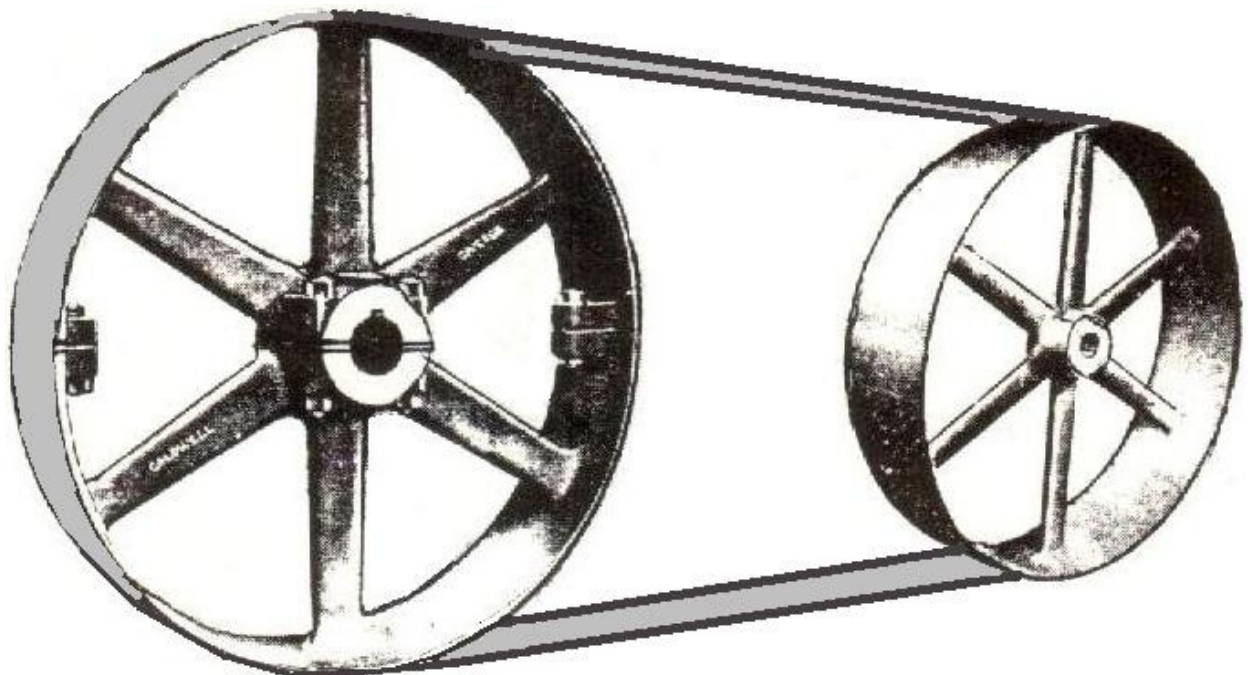
Σχήμα 2.3.20. Ιμαντοκίνηση με οδοντωτό ιμάντα και τροχαλία



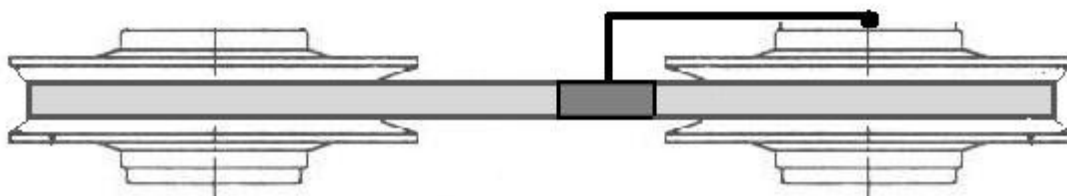
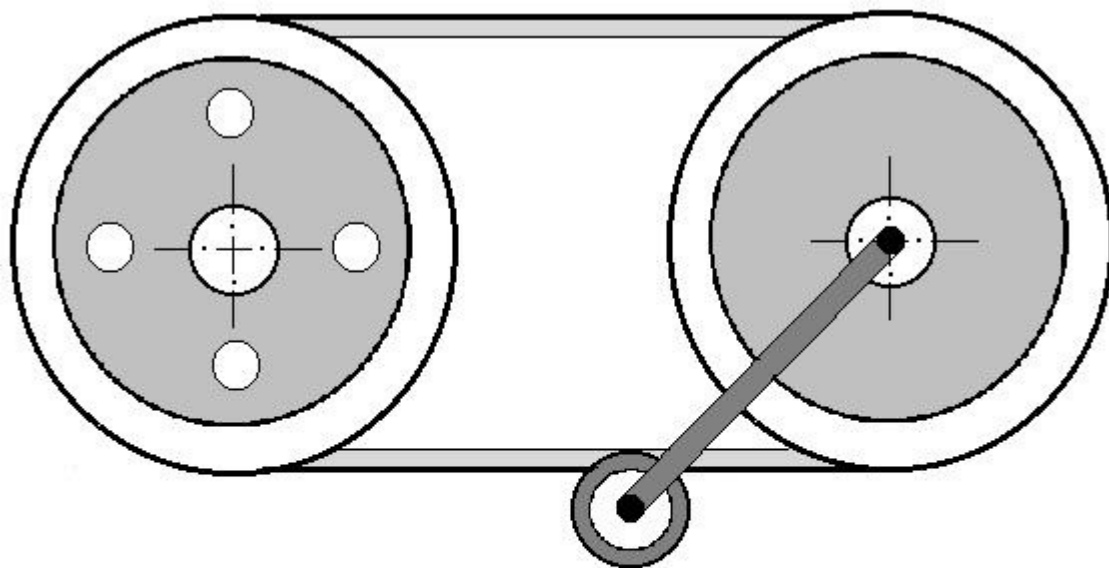
Σχήμα 2.3.21. Ιμαντοκίνηση με οδοντωτό ιμάντα



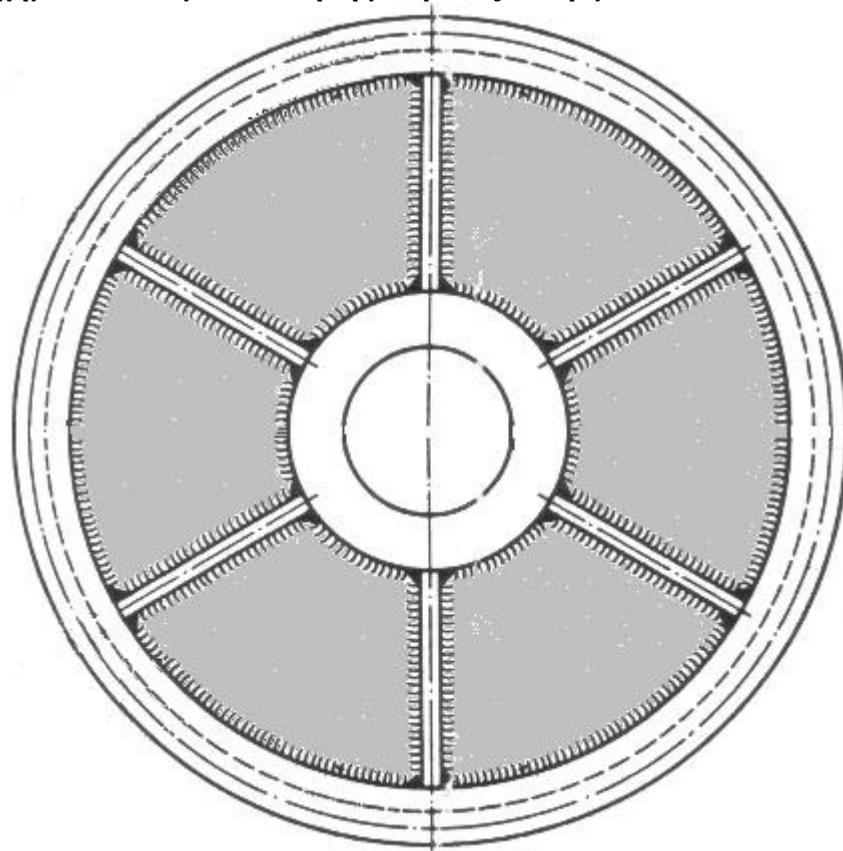
Σχήμα 2.3.22. Ημιδιασταυρούμενη ιμαντοκίνηση με τραπεζοειδή μάντα



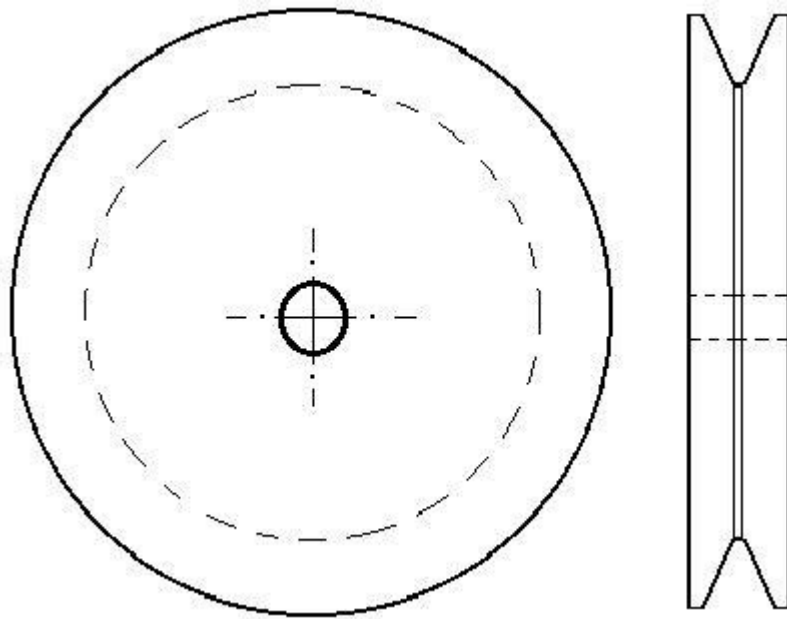
Σχήμα 2.3.23. Ιμαντοκίνηση με πλατύ, ορθογωνικής διατομής, μάντα.



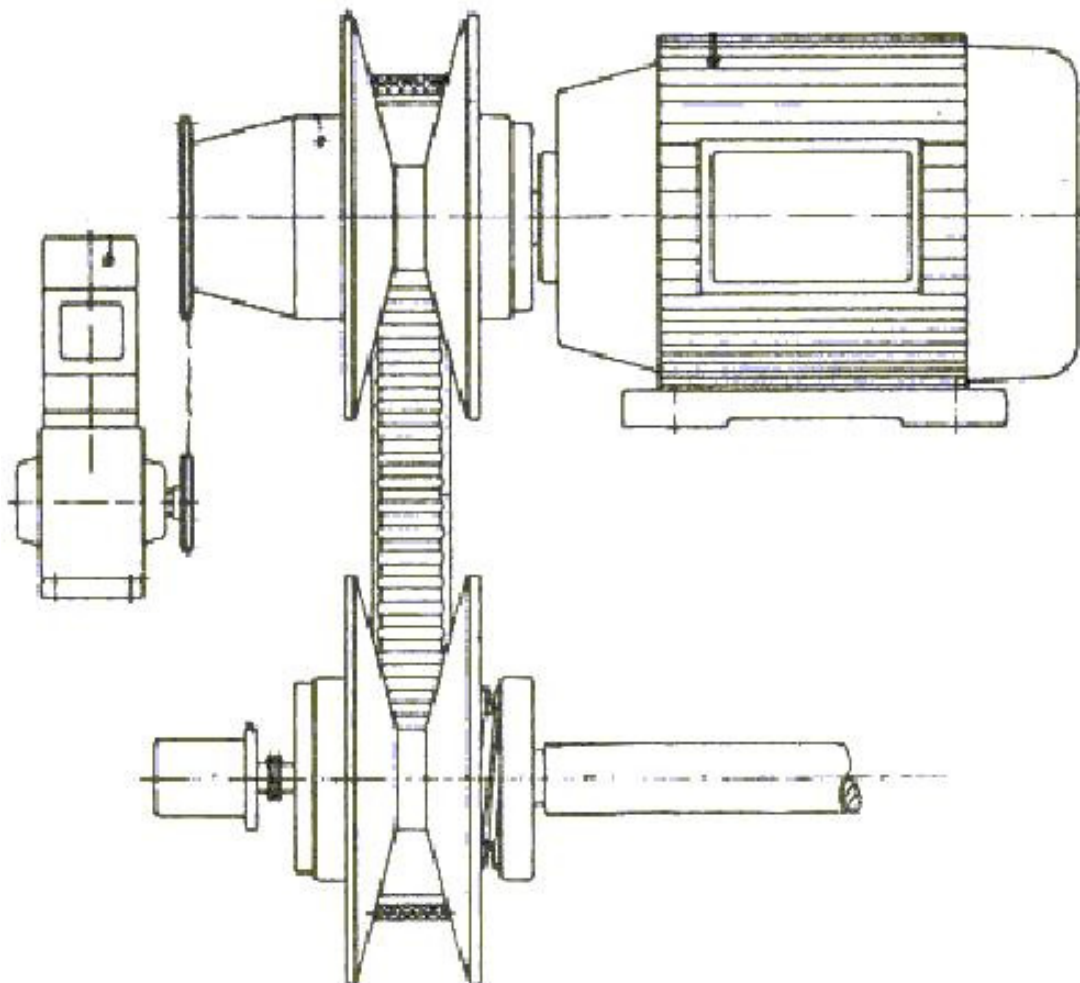
Σχήμα 2.3.24. Ιμαντοκίνηση με τραπεζοειδή μάντα και τανυστήρα



Σχήμα 2.3.25. Αλουμινένια τροχαλία για τραπεζοειδή μάντα



Σχήμα 2.3.26. Χαλύβδινη τροχαλία για κυλινδρικό μάντα

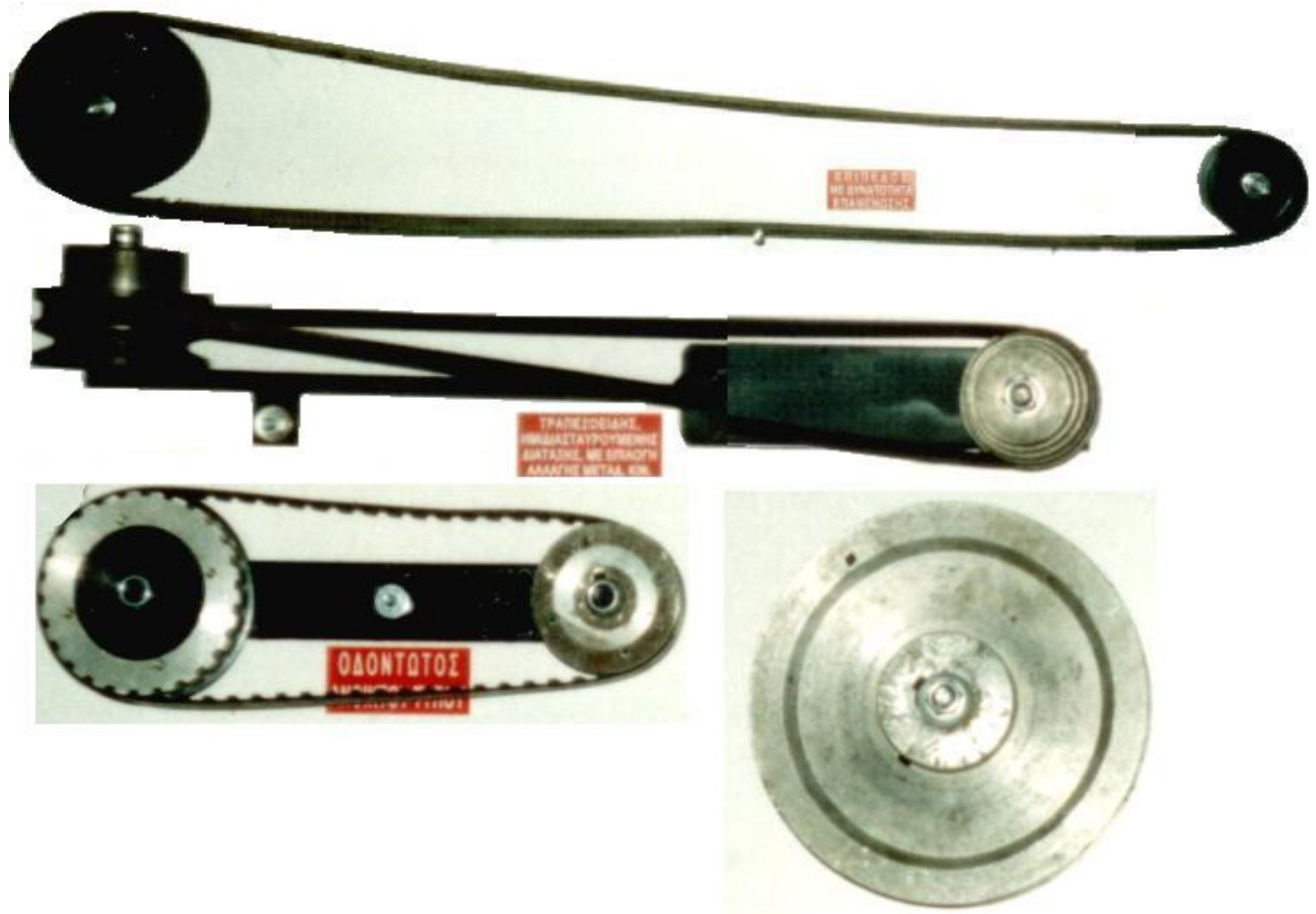


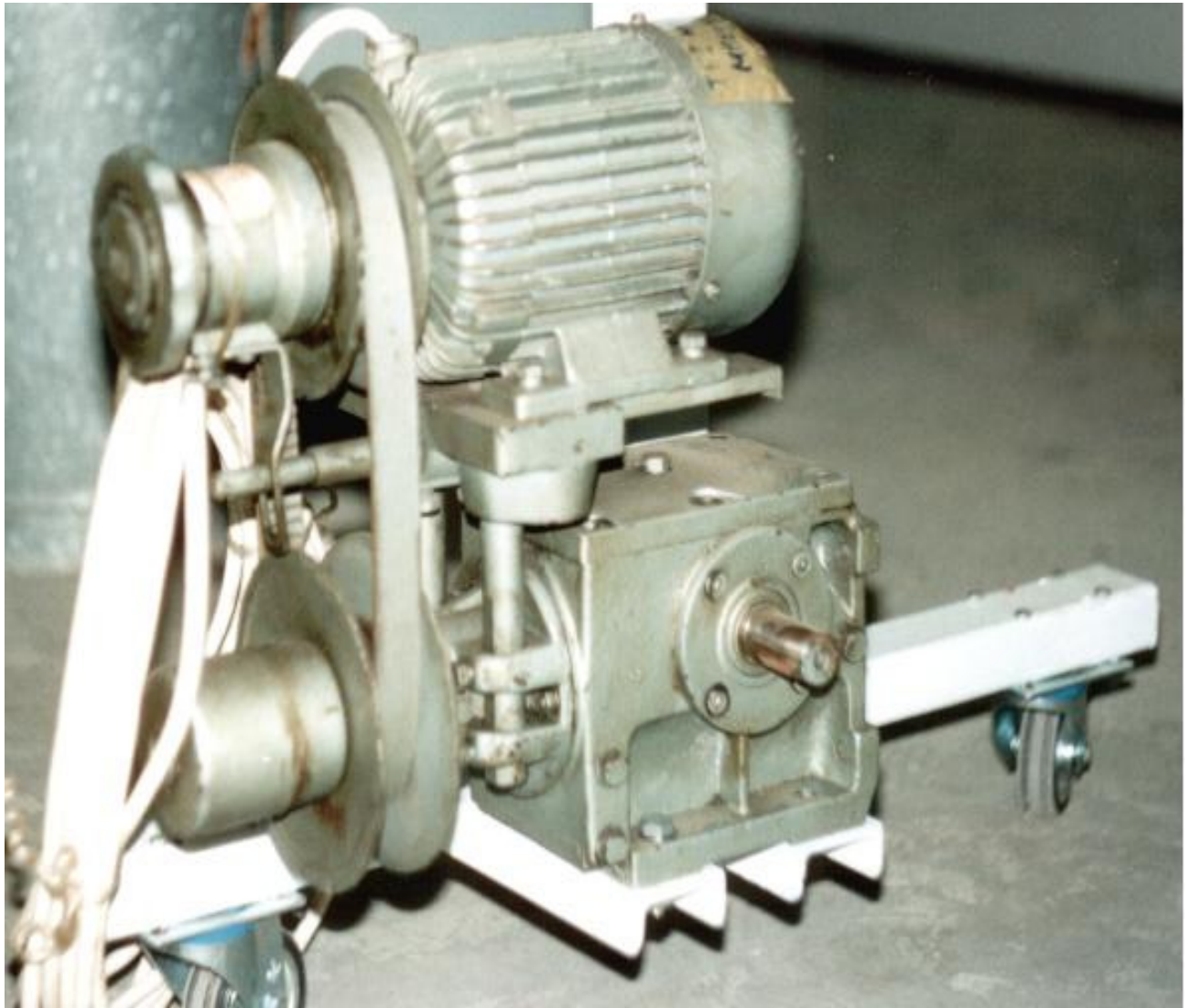
Σχήμα 2.3.27. Μεταβαλλόμενη μετάδοση κίνησης με μάντα και ηλεκτροκινητήρα

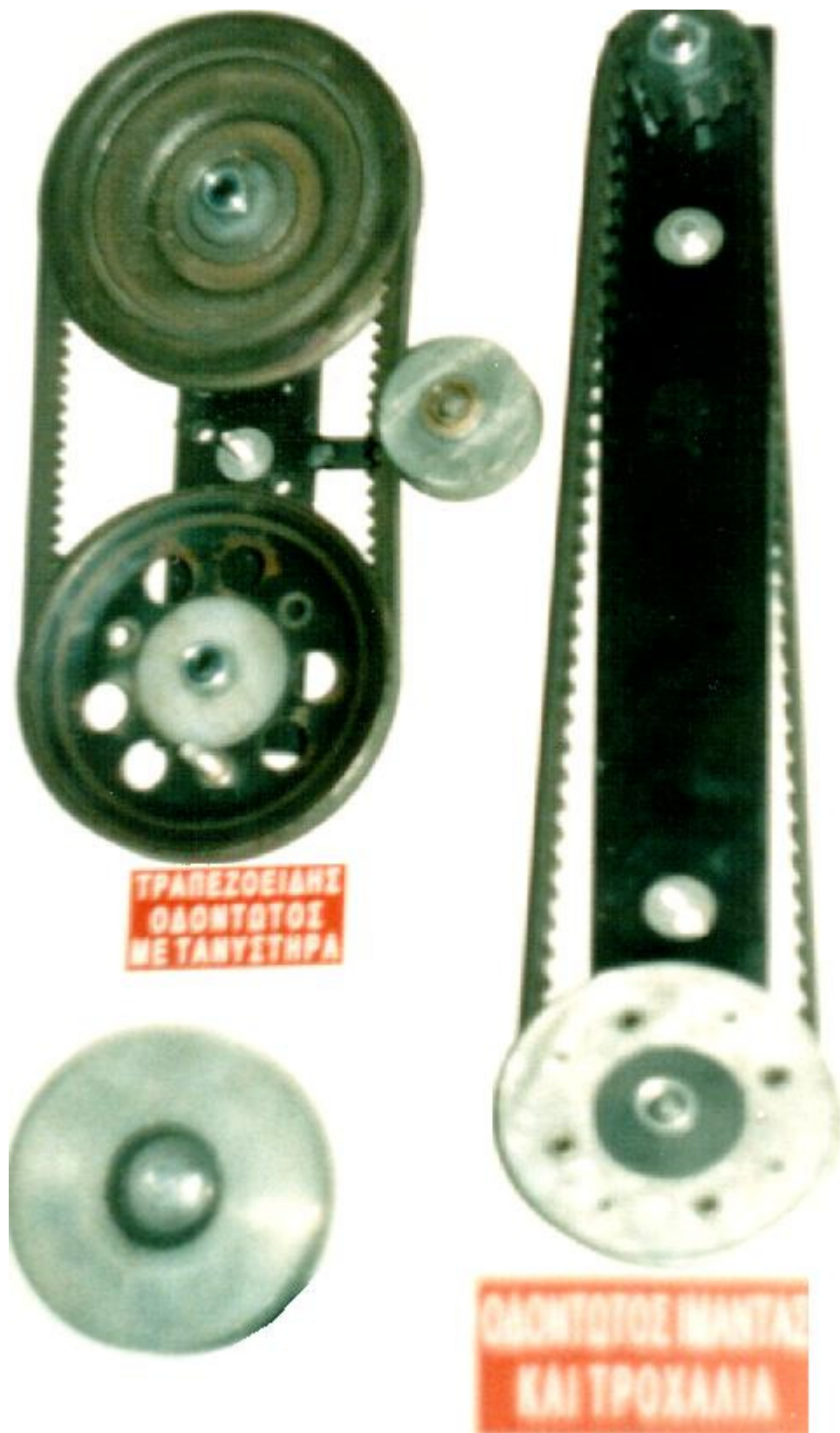
2.3.14.3. Υλικά & εργαλεία

Κατά τις παραπάνω μαντοκινήσεις χρησιμοποιήθηκαν υλικά όπως : χάλυβας και αλουμίνιο, με ειδική επεξεργασία για αντοχή των τροχαλιών στην τριβή τους με το υλικό του ιμάντα. Γεγονός που μας υποχρεώνει να διαμορφώσουμε την παραπάνω επιφάνεια ανάλογα, ώστε να μην αλλοιώνεται και επέρχεται ολίσθηση στον ιμάντα.

2.3.14.4. Αποτελέσματα – φωτογραφίες







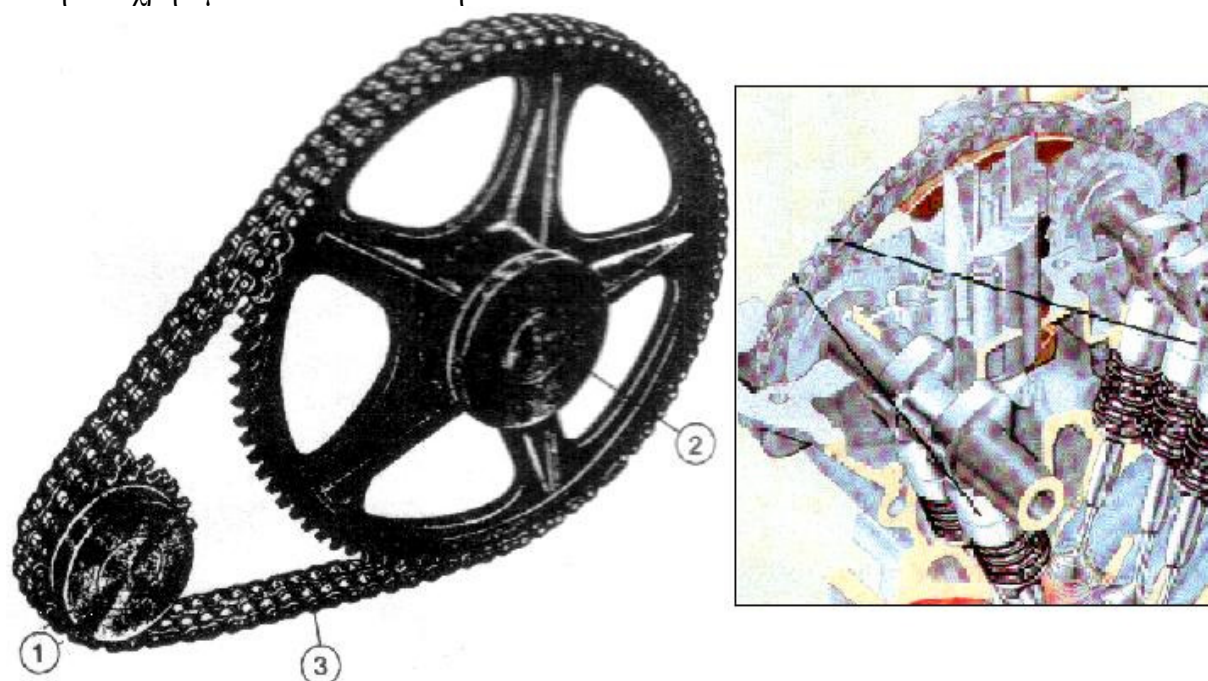
Σχήμα 2.3.28. Φωτογραφίες εφαρμογής στον πίνακα

2.4. ΑΛΥΣΟΚΙΝΗΣΗ

2.4.1. Γενικά

Για να μεταδοθεί η κίνηση από μία άτρακτο σε μία άλλη, που βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση, τότε, δεν είναι εφικτό να χρησιμοποιηθούν οδοντωτοί τροχοί. Στην περίπτωση αυτή, είναι εύκολο να χρησιμοποιηθούν τροχαλίες και μάντες, αλλά τότε αν δεν είναι δυνατή η χρησιμοποίηση οδοντωτού μάντα, θα υπάρξει απώλεια στροφών από ολίσθηση.

Ένας άλλος τρόπος μετάδοσης της κίνησης σε μεγάλη απόσταση και χωρίς απώλεια στροφών, είναι η αλυσοκίνηση. Εδώ, χρησιμοποιούνται δύο ειδικοί οδοντωτοί τροχοί, που λέγονται αλυσοτροχοί και μία αλυσίδα (σχ.2.4.1.), που τους περιβάλλει, όπως περιβάλλει ο μάντας τις τροχαλίες. Η αλυσίδα είναι μία αρθρωτή κατασκευή, αποτελούμενη από κρίκους και στην πιο συνηθισμένη της μορφή είναι αυτή που χρησιμοποιείται στο ποδήλατο.



Σχήμα 2.4.1. Αλυσοκίνηση
1,2. Αλυσοτροχοί & 3. Αλυσίδα

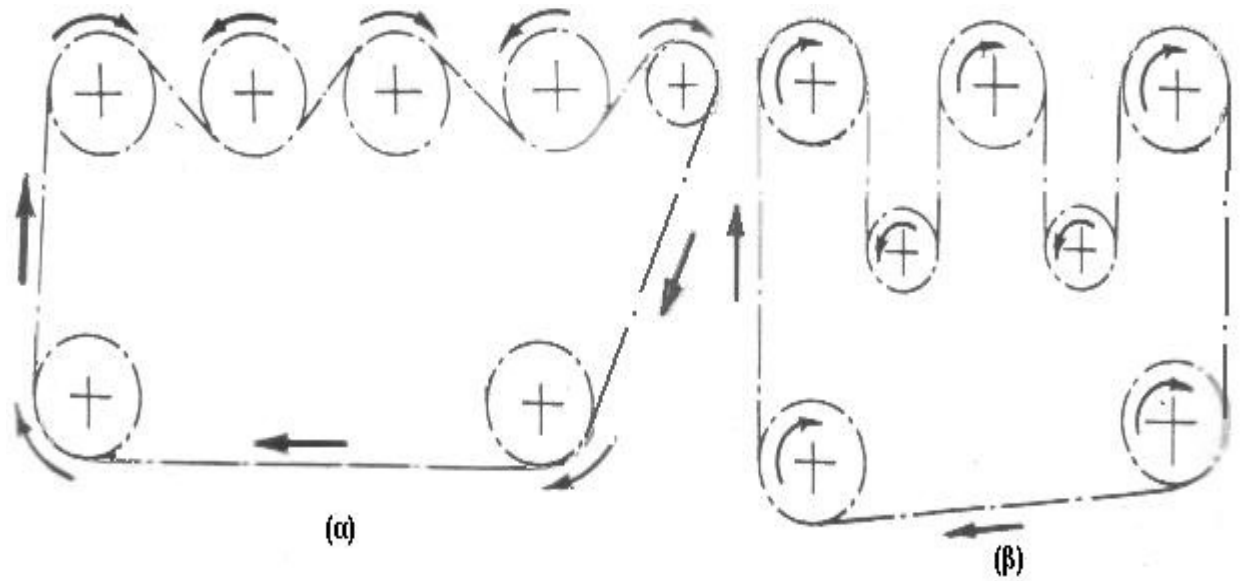
2.4.2. Αλυσίδες

Οι αλυσίδες που συναντώνται σε διάφορες κατασκευές, μπορούν να χωριστούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- Αλυσίδες δυνάμεως (κοινές ή αλυσίδες όμικρον)
- Αλυσίδες κινήσεως

2.4.2.1. Αλυσίδες δυνάμεως

Οι αλυσίδες δυνάμεως (σχ.2.4.2), αποτελούνται από συγκολλημένους κρίκους, που σχηματίζονται από χαλύβδινη ράβδο κυκλικής διατομής.



Σχήμα 2.4.2. Αλυσοκινήσεις για κίνηση ομάδας ατράκτων

A. Φορά κινήσεως των 5 πάνω ατράκτων εναλλάξ

B. Φορά των τριών πάνω ατράκτων ίδια

Χρησιμοποιούνται, κατά κύριο λόγο, για την ανύψωση φορτίων και γι' αυτό πήραν το όνομα αλυσίδες δυνάμεως.

Οι χαρακτηριστικές τους διαστάσεις είναι:

- η διάμετρος d της ράβδου, που γίνεται ο κρίκος
- το εξωτερικό πλάτος b του κρίκου
- το εσωτερικό μήκος t του κρίκου

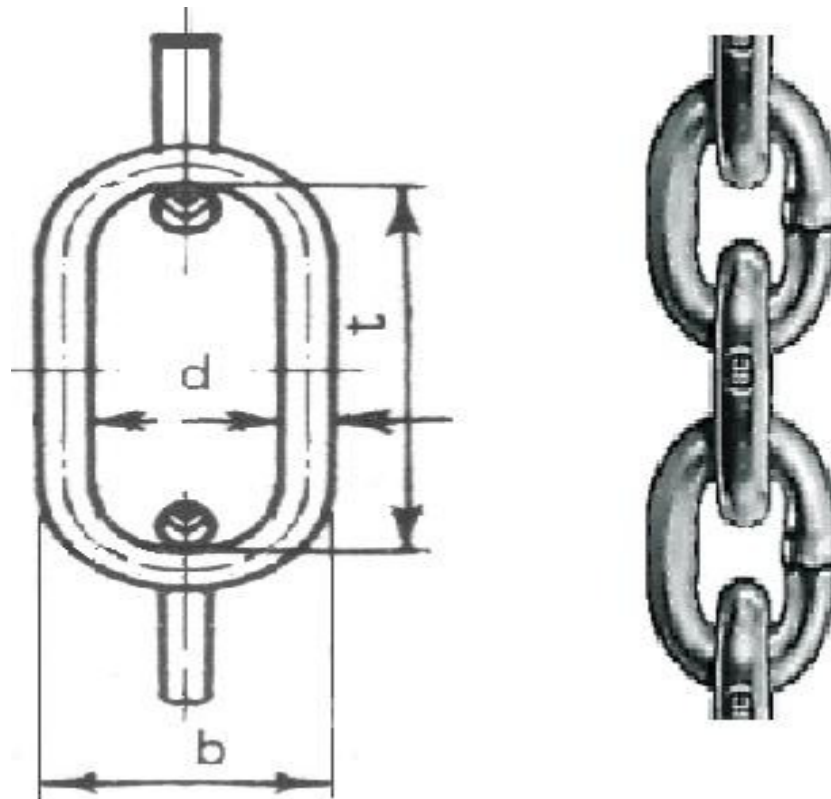
Τυποποιημένες τιμές των πιο πάνω διαστάσεων φαίνονται στον πίνακα 2.4.1.

ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	DIN 766			DIN 764		DIN 762		DIN 763		
	d [mm]	t [mm]	b [mm]	$P_{επ}$ [kr]	t [mm]	b [mm]	t [mm]	b [mm]	t [mm]	b [mm]
2	12	9	30							
3	16	11	70							
4	19	15	125					32	16	
5	18,5	17	200					36	20	
6	18,5	20	300					42	24	
7	22	23	400					54	32	
8	24	26	550					66	40	
10	28	34	1000	35	34	50	34			
13	36	44	1600	45	44	65	44			

16	45	54	2500	56	54	80	54		
18	50	60	3150	63	60	100	67		
20	56	67	4000	70	67				
23	64	77	5000	80	77				
26	73	87	6300	91	87				
28	78	94	7500	98	94				
30	84	101	8500	105	101				

Ρεπ.= επιτ. Φορτίο για $\sigma_{επ}=600 \text{ kp/cm}^2 \approx 600 \text{ daN/cm}^2$ [1 dan \approx 1kp]

Πίνακας 2.4.1. Διαστάσεις τυποποιημένων αλυσίδων δυνάμεως



Σχήμα 2.4.3. Διαστάσεις κρίκων αλυσίδας δυνάμεως

Το επιτρεπόμενο φορτίο μιας αλυσίδας δυνάμεως βρίσκεται από τη σχέση:

$$F_{επ} = 2 \frac{\pi d^2}{4} \sigma_{επ}$$

Όπου: d = η διάμετρος της ράβδου, που γίνεται ο κρίκος

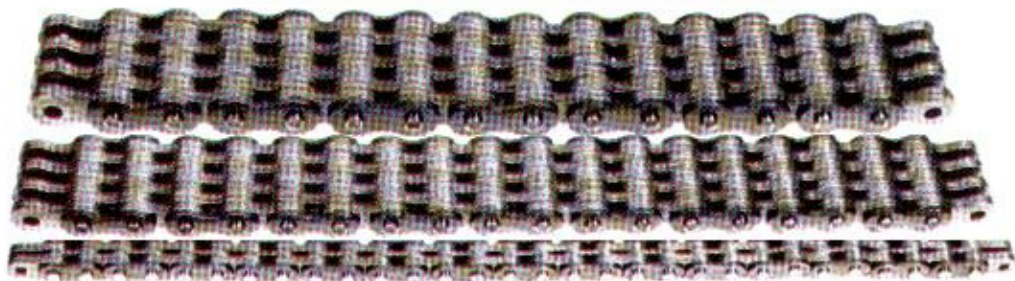
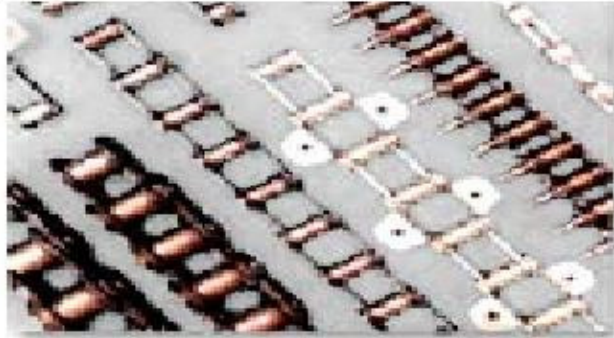
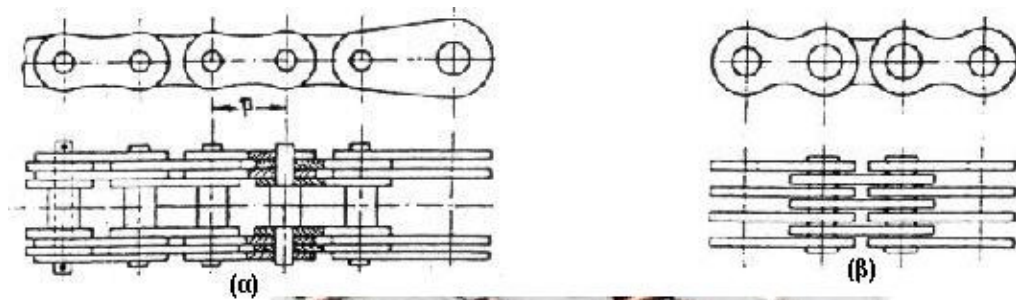
$\sigma_{επ}$ = η επιτρεπόμενη τάση (συνήθως $600 \text{ Kp/cm}^2 \approx 600 \text{ daN/cm}^2$)

2.4.2.2. Αλυσίδες κινήσεως

Οι αλυσίδες κινήσεως χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά κινήσεως από μία άτρακτο σε μία άλλη παράλληλη προς αυτή.

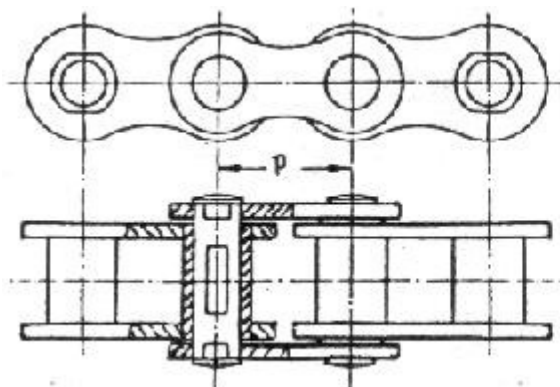
Στις διάφορες εφαρμογές συναντάμε αρκετά είδη αλυσίδων κινήσεως. Τα περισσότερα γνωστά είδη είναι τα εξής:

1. Αλυσίδες με πείρους σε δυο τύπους (σχ.2.4.4.): Αλυσίδες Gall και αλυσίδες Fleyer. Είναι οι απλούστερες και οι φθηνότερες. Χρησιμοποιούνται για ταχύτητες μέχρι 0,5 m/s. Χρησιμοποιούνται όμως συχνά και για την ανύψωση φορτίων. Είναι τυποποιημένες κατά DIN 8150,8151 και 8152.



Σχήμα 2.4.4. Αλυσίδες με πείρους
 Α. Αλυσίδα Gall & Β. Αλυσίδα Fleyer

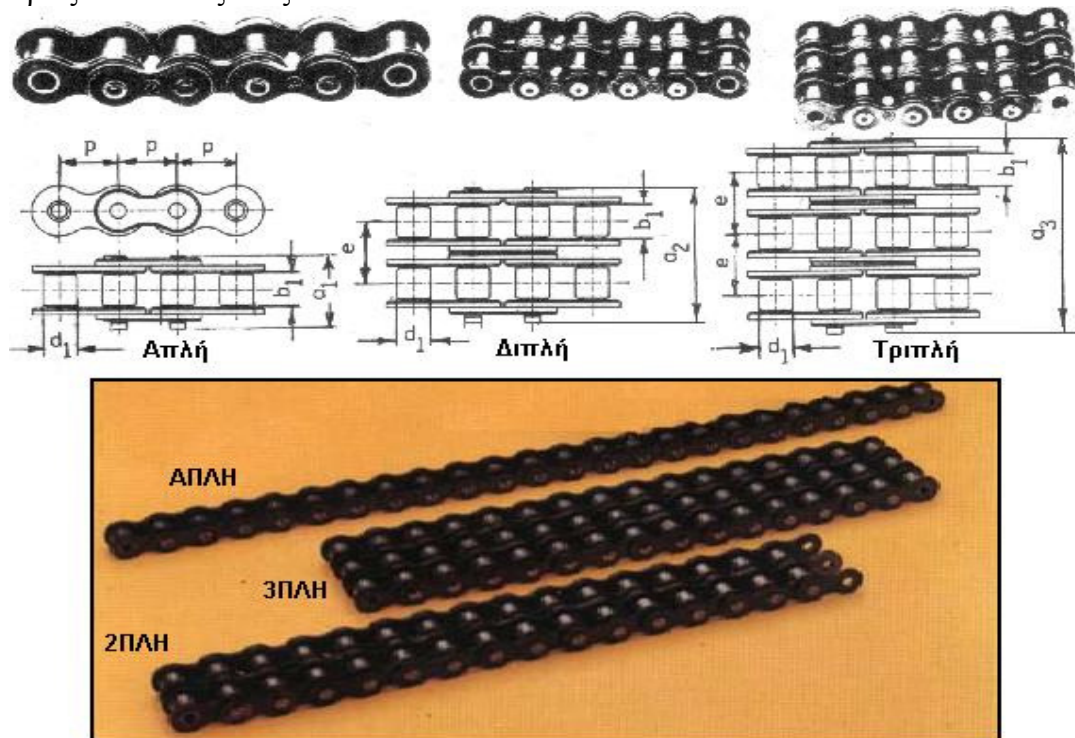
2. αλυσίδες με πείρους και δακτυλίδια, όπως στο σχ. 2.4.5. Αυτές έχουν μεγαλύτερη αντοχή σε φθορά από τις προηγούμενες και χρησιμοποιούνται για ταχύτητες μέχρι 4 m/s, όταν κατασκευάζονται κατά DIN 8164 και 8171 και μέχρι 12 m/s, όταν κατασκευάζονται ως αμερικανικού τύπου κατά DIN 73232.



Σχήμα 2.4.5. Αλυσίδες με δακτυλίδια

3. Αλυσίδες με ρόλους. Αυτές είναι οι πιο ανθεκτικές και οι πιο ακριβές από όλες. Είναι ικανές για μεταφορά μεγάλης ισχύος και για υψηλές ταχύτητες. Παρουσιάζουν επίσης μικρή φθορά και μικρό θόρυβο. Είναι τυποποιημένες κατά DIN 8187 και DIN

8188 (αμερικανικού τύπου). Διακρίνονται σε μονές, διπλές και τριπλές (σχ. 2.4.6.). Οι κύριες διαστάσεις τους είναι:

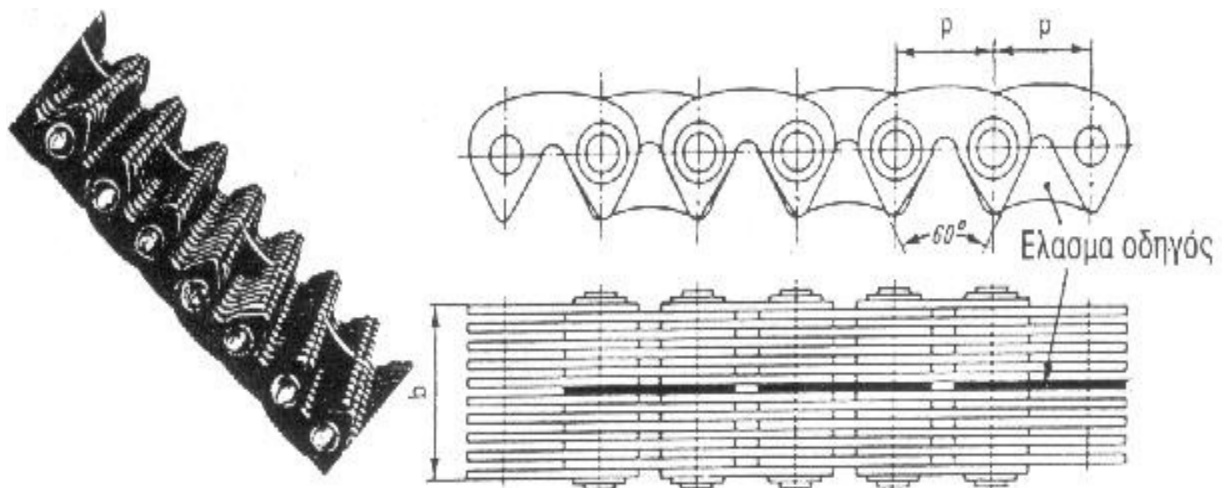


2.4.6. Είδη αλυσίδων με ρόλους

- α. Το βήμα p , δηλαδή η απόσταση των κέντρων δυο ρόλων
- β. η διάμετρος του ρόλου d_1
- γ. Η εσωτερική απόσταση b_1 των πλακών (ελασμάτων)

Αυτές οι κύριες διαστάσεις της αλυσίδας έχουν άμεση σχέση με το μέγεθος των δοντιών των αλυσοτροχών που θα συνεργασθούν μαζί της.

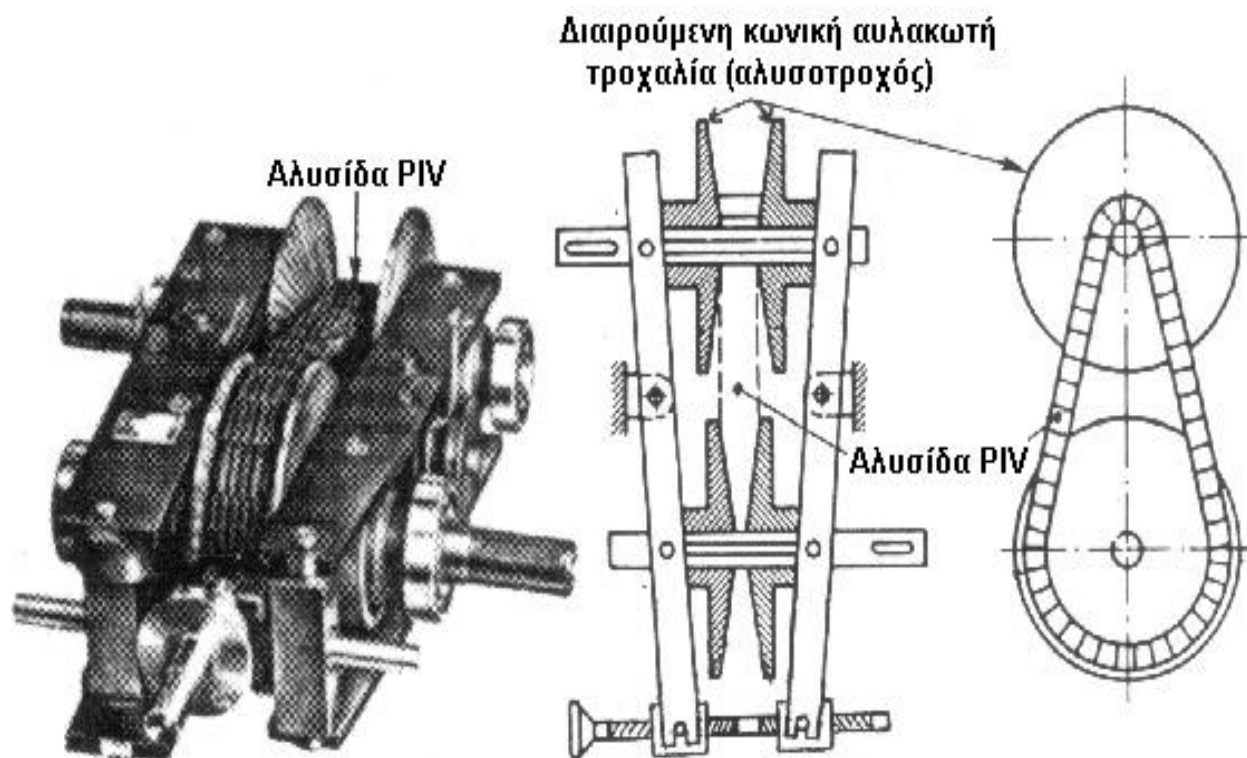
4. Αλυσίδες με δόντια ή οδοντωτές αλυσίδες (σχ.2.4.7.). Αυτές



Σχήμα 2.4.7. Οδοντωτή αλυσίδα

αποτελούνται από μια σειρά ελασμάτων, που είναι διαμορφωμένα σε δόντια. Για να μην μετακινούνται πλευρικά έχουν οδηγητικά ελάσματα στη μέση και μερικές φορές και στις άκρες. Είναι κατάλληλες για υψηλές ταχύτητες και κάνουν μικρό θόρυβο. Για το λόγο αυτό λέγονται και αθόρυβες αλυσίδες. Όταν λειτουργούν με εμβάπτιση σε λουτρό λαδιού μπορούν να εργασθούν με ταχύτητα μέχρι 30 m/s. Οι κύριες διαστάσεις τους είναι το βήμα p και το πλάτος b . Είναι τυποποιημένες κατά DIN 8190 και οι αντίστοιχοι αλυσοτροχοί κατά DIN 8191.

5. Αλυσίδες για μειωτήρες PIV. Αποτελούνται από μία σειρά ελασμάτων με χαλαρή σύνδεση, τα οποία εισχωρούν στα αυλάκια που υπάρχουν στις κωνικές πλευρές δυο τροχαλιών με μεταβλητό άνοιγμα (σχ. 15.10)



Σχήμα 2.4.8. Μειωτήρες στροφών

2.4.2.2.1. Αλυσοτροχοί

Οι αλυσοτροχοί είναι τροχοί με κατάλληλα δόντια για να μπορούν να συνεργασθούν με την αλυσίδα. Η κατατομή των δοντιών εξαρτάται από το είδος της αλυσίδας.

Για τη διαμόρφωση της πλήμνης και του κορμού των αλυσοτροχών, ισχύουν αυτά που αναφέρονται για τους οδοντωτούς τροχούς και τις τροχαλίες.

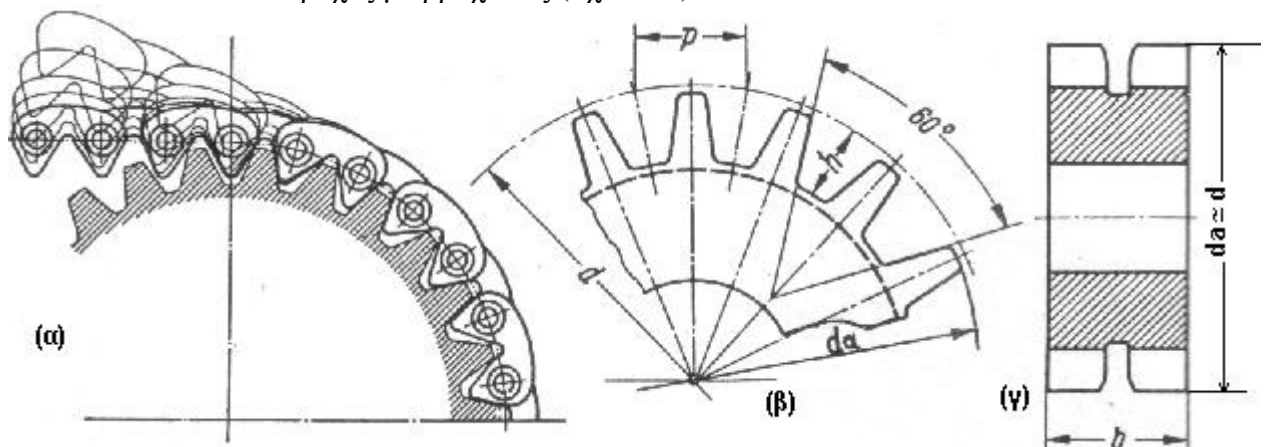
Τα διάφορα είδη αλυσοτροχών, μπορούν να τα καταταχθούν ως εξής:

1. Ανάλογα με τις σειρές της αλυσίδας:
 - Αλυσοτροχός απλής αλυσίδας (μονός)
 - Αλυσοτροχός διπλής αλυσίδας (διπλός)
 - Αλυσοτροχός τριπλής αλυσίδας (τριπλός)
2. Ανάλογα με το είδος της αλυσίδας
 - Αλυσοτροχός για αλυσίδα με ρόλους (σχ.2.4.9.)
 - Αλυσοτροχός για οδοντωτή αλυσίδα (σχ.2.4.10.)
 - Αλυσοτροχός για αλυσίδα δυνάμεως, γνωστός ως εξέλικτρο



Σχήμα 2.4.9. Αλυσοτροχοί για απλή, διπλή & τριπλή αλυσίδα με ρόλους

3. Ανάλογα με τον τρόπο που είναι διαμορφωμένοι
 - Αλυσοτροχός ολόσωμος (σχ 2.4.9.)
 - Αλυσοτροχός με βραχίονες (σχ. 2.4.1)



Σχήμα 2.4.10. Αλυσοτροχός οδοντωτής αλυσίδας

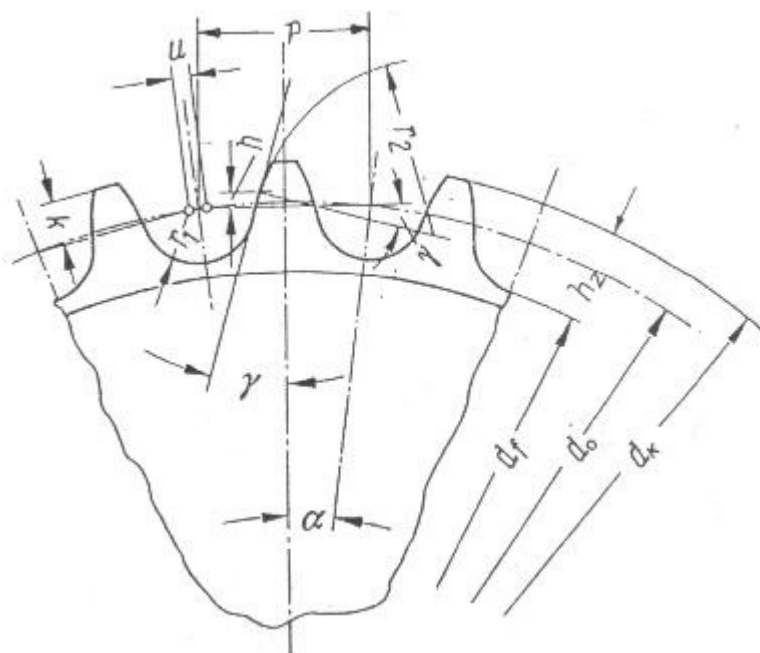
4. Ανάλογα με τη θέση του ή το σκοπό που εξυπηρετεί
 - Κινητήριος αλυσοτροχός
 - Κινούμενος αλυσοτροχός
 - Αλυσοτροχός τάνυσεως ή τανυστήρας
5. Ανάλογα με τον τρόπο σύνδεσης τους με την άτρακτο
 - Σταθερός αλυσοτροχός
 - Ελεύθερος (τρελός)

Τέλος, μπορούν να χωριστούν οι αλυσοτροχοί ανάλογα με το υλικό τους. Έτσι, υπάρχουν αλυσοτροχοί από χυτοσίδηρο, χυτοχάλυβα και χάλυβα.

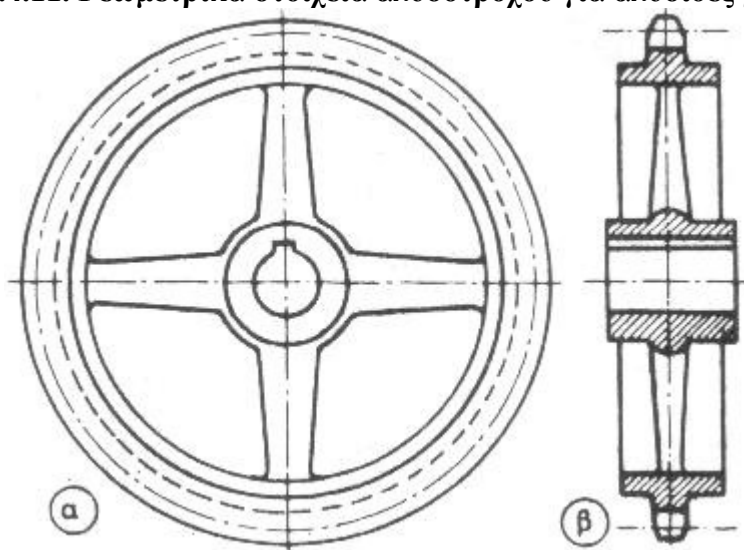
2.4.2.2. Κατασκευαστικά στοιχεία αλυσοτροχών αλυσίδων με ρόλους

Τόσο για τη σχεδίαση όσο και για την κατασκευή ενός αλυσοτροχού πρέπει να είναι γνωστά τα γεωμετρικά στοιχεία της οδόντωσης. Η οδόντωση αλυσοτροχών για αλυσίδες με ρόλους είναι τυποποιημένη κατά DIN 8196 και φαίνεται στο σχ. 2.4.11.

Όπως οι οδοντωτοί τροχοί έτσι και οι αλυσοτροχοί κατασκευάζονται με τυποποιημένα εργαλεία και για το λόγο αυτό δεν χρειάζεται την κατατομή των δοντιών. Τα γεωμετρικά στοιχεία της οδόντωσης σχεδιάζονται συμβολικά ως εξής (σχ. 2.4.11. & 2.4.12.):



Σχήμα 2.4.11. Γεωμετρικά στοιχεία αλυσοτροχού για αλυσίδες με ρόλους



Σχήμα 2.4.12. Σχεδίαση αλυσοτροχού
Α. πρόοψη & Β. πλάγια όψη σε τομή

1. Αρχική διάμετρος d_o

$$d_o = \frac{p}{\eta\mu\alpha} = \frac{p}{\eta\mu\left(\frac{180}{Z}\right)} = p * Y$$

Όπου: p = το βήμα της αλυσίδας

Z = αριθμός δοντιών

Y = 1/ημα από τον πίνακα 2.4.11.

Z	Y	Z	Y	Z	Y	Z	Y	Z	Y	Z	Y	Z	Y
5	1,7013	30	9,5668	55	17,5166	80	25,4713	105	33,4275	130	41,3844	155	49,3415
6	2	31	9,8845	56	17,8347	81	25,7896	106	33,7458	131	41,7027	156	49,6598
7	2,3048	32	10,2023	57	18,1529	82	26,1078	107	34,0641	132	42,0209	157	49,9781
8	2,6131	33	10,5201	58	18,471	83	26,4261	108	34,3823	133	42,3392	158	50,2964
9	2,9238	34	10,838	59	18,7892	84	26,7443	109	34,7006	134	42,6575	159	50,6146
10	3,2361	35	11,1559	60	19,1074	85	27,0625	110	35,0189	135	42,9758	160	50,9328
11	3,5495	36	11,4738	61	19,4256	86	27,3807	111	35,3372	136	43,2941	161	51,251
12	3,8637	37	11,7917	62	19,7438	87	27,6989	112	35,6555	137	43,6124	162	51,5692
13	4,1786	38	12,1096	63	20,062	88	28,0171	113	35,9738	138	43,9307	163	51,8874
14	4,494	39	12,4275	64	20,3802	89	28,3353	114	36,2921	139	44,249	164	52,2056
15	4,8097	40	12,7454	65	20,6984	90	28,6535	115	36,6104	140	44,5673	165	52,5238
16	5,1258	41	13,0633	66	21,0166	91	28,9717	116	36,9287	141	44,8856	166	52,842
17	5,4419	42	13,3812	67	21,3348	92	29,2899	117	37,247	142	45,2039	167	53,1602
18	5,758	43	13,6991	68	21,653	93	29,6081	118	37,5653	143	45,5222	168	53,4784
19	6,0741	44	14,017	69	21,9712	94	29,9263	119	37,8836	144	45,8405	169	53,7966
20	6,3902	45	14,3349	70	22,2894	95	30,2445	120	38,2019	145	46,1588	170	54,1148
21	6,7063	46	14,6528	71	22,6076	96	30,5627	121	38,5202	146	46,4771	171	54,433
22	7,0224	47	14,9707	72	22,9258	97	30,8809	122	38,8385	147	46,7954	172	54,7512
23	7,3385	48	15,2886	73	23,244	98	31,1991	123	39,1568	148	47,1137	173	55,0694
24	7,6546	49	15,6065	74	23,5622	99	31,5173	124	39,4751	149	47,432	174	55,3876

25	7,9707	50	15,9244	75	23,8804	100	31,8355	125	39,7934	150	47,7503	175	55,7058
26	8,2868	51	16,2423	76	24,1986	101	32,1537	126	40,1117	151	48,0686	176	56,024
27	8,6029	52	16,5602	77	24,5168	102	32,4719	127	40,43	152	48,3869	177	56,3422
28	8,919	53	16,8781	78	24,835	103	32,7901	128	40,7483	153	48,7052	178	56,6604
29	9,2351	54	17,196	79	25,1532	104	33,1083	129	41,0666	154	49,0235	179	56,9786

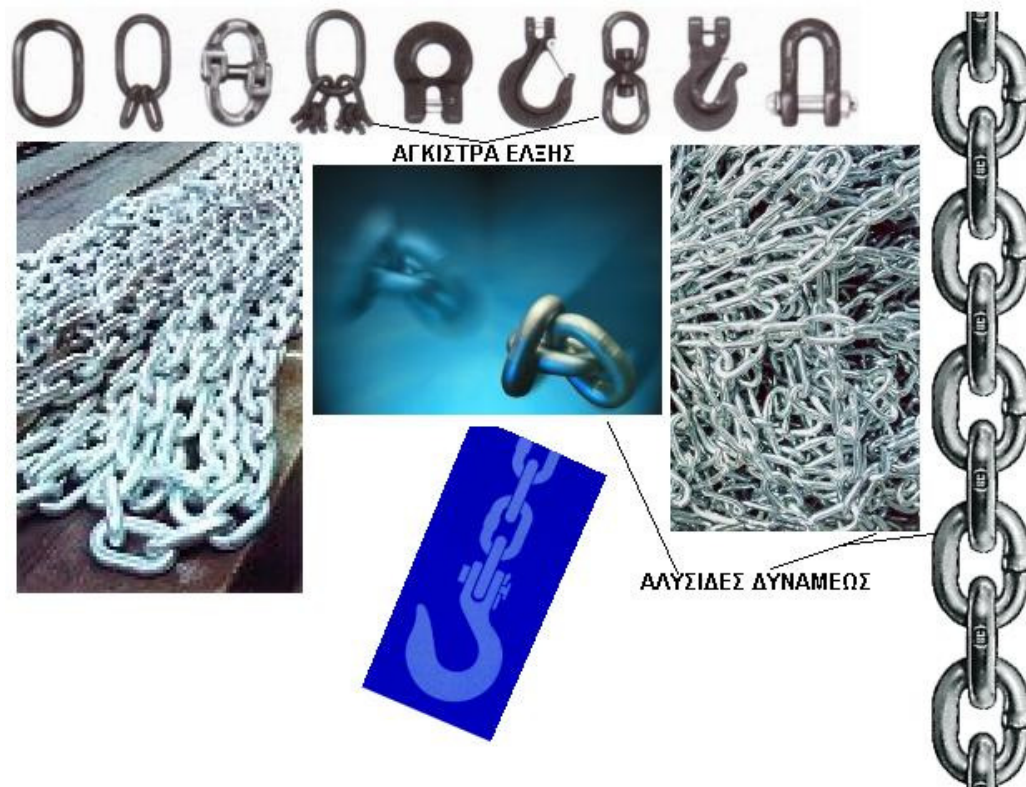
Πίνακας 2.4.2. Τιμές του συντελεστή Y για τον υπολογισμό της αρχικής διαμέτρου

2. Διάμετρος κεφαλής d_K

Αυτή βρίσκεται από τη σχέση:

$$d_K = d_o * \text{συνα} + 2K$$

Όπου K = το ύψος κεφαλής του δοντιού μετρούμενου από τη χορδή και πάνω (σχ.2.4.11.). Το παίρνουμε από τον πίνακα 2.4.3



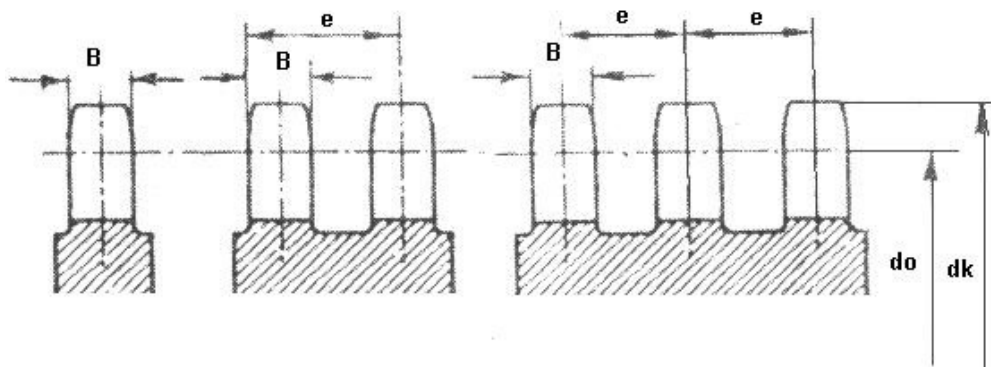
Σχήμα 2.4.13. Αλυσίδες δυνάμεως

3. Διάμετρος ποδιού d_f

$$d_f = d_o - d_1$$

4. Πλάτος δοντιού

Το πλάτος του δοντιού B φαίνεται στο σχ.2.4.14. και λαμβάνεται από τον πίνακα 2.4.3.



Σχήμα 2.4.14. Τμήμα πλάγιας όψης σε τομή της οδόντωσης απλού, διπλού και τριπλού αλυσοτροχού αλυσίδας με ρόλους

5. Απόσταση δοντιών e

Αυτή φαίνεται στο σχ.2.4.14. και τιμές της δίνονται στον πίνακα 2.4.3.

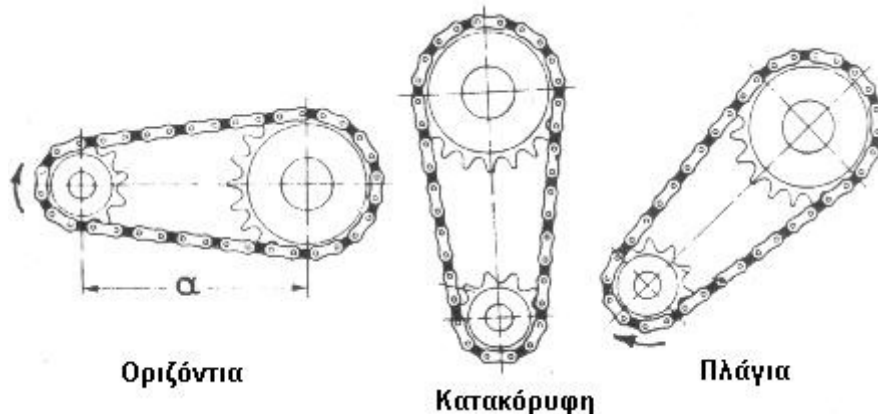
ΑΛΥΣΙΔΑ					ΑΛΥΣΟΤΡΟΧΟΣ		
Αριθμός DIN	Βήμα P	Ελάχιστο εσωτερικό πλάτος b_1	Διάμετρος ρόλου d_1	Απόσταση σειρών κρίκων (ή δοντιών) e	Μεγ. ακτίνα r_1	r_2 $Z < 40$	u
8187	6	2,8	4	~	2,05	4,8	0,12
8188	6,35	3,18	3,3	6,4	1,7	5,1	0,13
8187	8	3	5	5,64	2,6	6,4	0,16
8187	9,525	3,2	6	~	3,1	7,6	0,19
		3,94	6,35	~	3,3		
8188		4,77	5,08	10,13	2,6		
8187		5,72	6,35	10,24	3,3		
8187	12,7	3,3	7,75	~	4	10	0,25
		4,88		~			
		6,4		~			
8187		5,21	8,51	~	4,4		
		6,4		~			
		7,75		13,92			
8188		7,94	7,94	14,38	4,1		
8187	15,875	6,48	10,16	~	5,2	12,7	0,32
8188		9,52		18,11			
8187		9,65		16,59			
8187	19,05	11,68	12,07	19,46	6,2	15,2	0,38
8188		12,7	11,9	22,78 26,11			
8188	25,4	15,88	15,88	29,29 32,59	8,2	20	0,51
8187		17,02	15,88	31,88 ~			
8188	31,75	19,05	19,05	35,76 39,09	9,8	25,5	0,64
8187		19,56		36,45			
8188	38,1	25,4	22,22	45,44 48,87	11,4	31	0,76
8187		25,4	25,4	48,36 ~	13,1		
8188	44,45	25,4	25,4	48,87 52,2	13,1	36	0,89
8187		30,99	27,94	59,56 ~	14,4		

8187	50,8	30,99	29,21	58,55	~	15	41	1
8188		31,75	28,57	61,87	61,87			
8188	57,15	35,72	35,71	65,84	75,92	18,4	46	1,2
8187	63,5	38,1	39,37	72,29	~	20,3	51	1,3
8188		38,1	39,68	71,55	78,31			
8187	76,2	45,75	48,26	91,21	~	24,7	61	1,5
8188		47,63	47,62	87,83	101,22			

Πίνακας 2.4.3. Διαστάσεις σε mm των δοντιών αλυσοτροχών (DIN 8196) για αλυσίδες με ρόλους.

2.4.3. Διατάξεις αλυσοκίνησης

Οι αλυσοκινήσεις διακρίνονται σε οριζόντιες, κατακόρυφες και πλάγιες. Οι τρεις αυτές διατάξεις φαίνονται στο σχ. 2.4.15. και έχουν μόνο μια κινούμενη άτρακτο. Η κατακόρυφη διάταξη, όπως επίσης και η πλάγια διάταξη με γωνία μεγαλύτερη από 60° , ως προς την οριζόντια πρέπει να αποφεύγεται



Σχήμα 2.4.15. Διατάξεις αλυσοκινήσεων

2.4.4. Κλάδοι αλυσοκίνησης

Στην αλυσοκίνηση, έχουμε δυο κλάδους, τον έλκοντα και τον ελκόμενο κλάδο. Η θέση του κάθε κλάδου εξαρτάται από τη θέση του κινητήριου αλυσοτροχού και τη φορά περιστροφής του.

Σε οριζόντιες και πλάγιες αλυσοκινήσεις, ο έλκων κλάδος (αυτός που κατά τη λειτουργία είναι τεντώμενος) πρέπει να βρίσκεται, αν είναι δυνατόν, στο πάνω μέρος.

2.4.5. Τόξο εμπλοκής

Στην αλυσοκίνηση, παρουσιάζεται με τον καιρό χαλάρωση της αλυσίδας.

Η χαλάρωση αυτή οφείλεται στην επιμήκυνση της αλυσίδας. Η επιμήκυνση είναι αποτέλεσμα της φθοράς που δημιουργείται στις αρθρώσεις των κρίκων. Η φθορά όμως αυτή όταν γίνεται η κατάλληλη λίπανση, είναι μικρή.

Όταν η χαλάρωση ξεπεράσει κάποιο ανεκτό όριο, τότε πρέπει να τανύσουμε την αλυσίδα. Η τάνυση μπορεί να γίνει με τους εξής τρόπους:

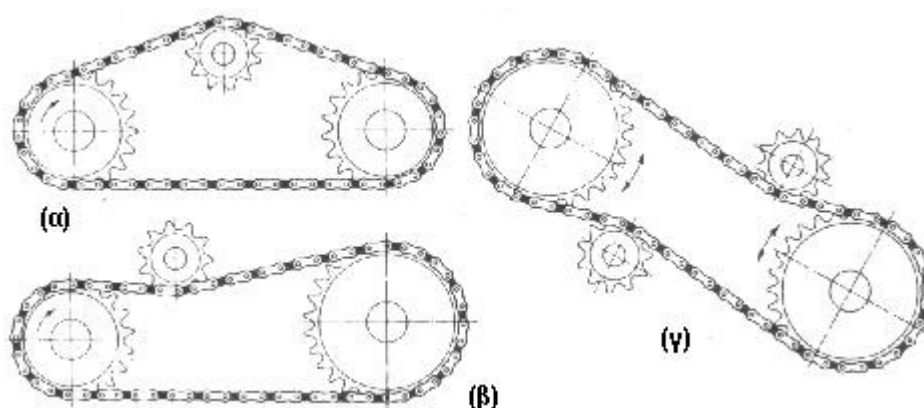
1. Με μετακίνηση της μιας άτρακτου

2. Με αφαίρεση ενός κρίκου, ώστε η αλυσίδα να γίνει κοντύτερη
3. Μα αφαίρεση ενός κρίκου και προσθήκη ενός μισού κρίκου (μισόδοντο ή στρέβλος κρίκος)
4. Με έναν ή δυο τανυστήρες (σχ.2.4.16.). Ο τανυστήρας είναι ένας μικρός αλυσοτροχός που τοποθετείται στον ελκόμενο κλάδο.

Αν η φορά περιστροφής είναι μεταβλητή, τότε επειδή αλλάζει η θέση του ελκόμενου κλάδου, τοποθετούνται δυο τανυστήρες (σχ.2.4.16.γ).

Στην περίπτωση που ο τανυστήρας τοποθετείται στο εξωτερικό μέρος (σχ.2.4.16.β,γ), έχουμε και αύξηση του τόξου εμπλοκής.

Ο τανυστήρας πρέπει να έχει τουλάχιστον 19 δόντια και να βρίσκεται σε απόσταση τουλάχιστον 4 βήματα από τον πλησιέστερο αλυσοτροχό.



Σχήμα 2.4.16. Τοποθέτηση τανυστήρα

2.4.6. Σχέση μεταξύ στροφών και δοντιών – Σχέση μετάδοσης

Οι στροφές n_1 και τα δόντια Z_1 του κινητήριου αλυσοτροχού συνδέονται με τις στροφές n_2 και τα δόντια Z_2 του κινούμενου αλυσοτροχού με την πιο κάτω γνωστή σχέση:

$$Z_1 * n_1 = Z_2 * n_2 \quad \text{ή} \quad n_1 / n_2 = Z_2 / Z_1$$

Η σχέση μετάδοσης, γράφεται ως εξής:

$$i = n_1 / n_2 = Z_2 / Z_1$$

2.4.7. Μέγιστη περιστροφική ταχύτητα μικρού αλυσοτροχού

Για την καλή λειτουργία μιας αλυσοκίνησης πρέπει η μέγιστη περιστροφική ταχύτητα του μικρού αλυσοτροχού να μην υπερβαίνει την τιμή που δίνει ο πίνακας 2.4.4. Η τιμή αυτή εξαρτάται από το βήμα της αλυσίδας p και όσο αυξάνει το βήμα τόσο ελαττώνεται η μέγιστη περιστροφική ταχύτητα.

Βήμα αλυσίδας P		n1 max	Βήμα αλυσίδας P		n1 max
mm	in		mm	in	
8	5:16	4100	38,1	1 1/2	750
9,53	3:08	3600	44,45	1 3/4	600
12,7	1:02	3000	50,8	2	500

15,87	5:08	2200	63,5	2 1:2	400
19,04	3:04	1600	76,2	3	300
25,4	0:00	1200	88,9	1 1:2	220
31,75	11:04	1000	101,6	4	190

Πίνακας 2.4.4. Μεγ. Περιστροφική ταχ. Μικρού αλυστροχοῦ $n_{i_{max}}$

2.4.8. Εφαρμογή των αλυσοκινήσεων στον εκπαιδευτικό πίνακα

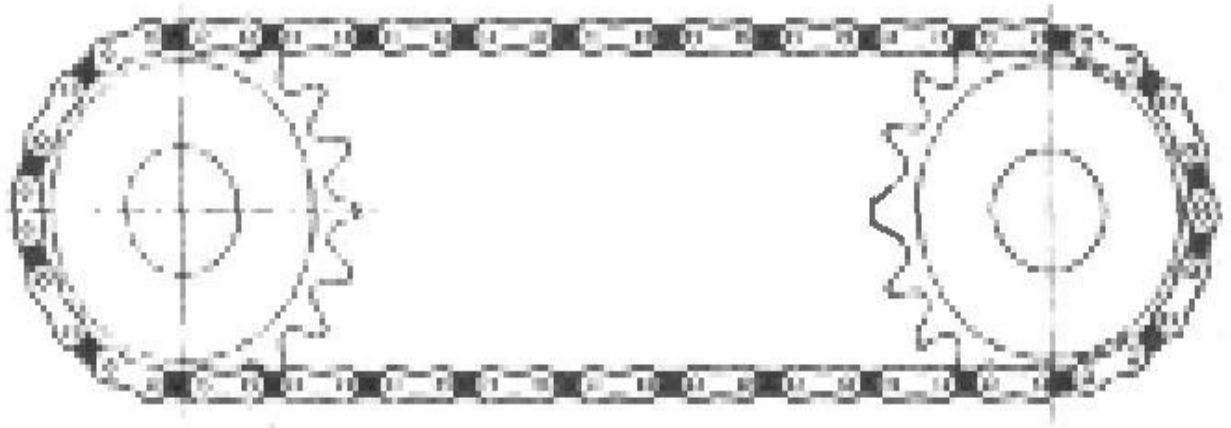
2.4.8.1. Γενικά

Εφαρμόζοντας την θεωρία των αλυσοκινήσεων, κατά την ολοκλήρωση της κατασκευής του εκπαιδευτικού πίνακα, χρησιμοποιήθηκαν 4 πρότυπες μαντοκινούμενες συναρμογές και 2 μεμονωμένες τροχαλίες.

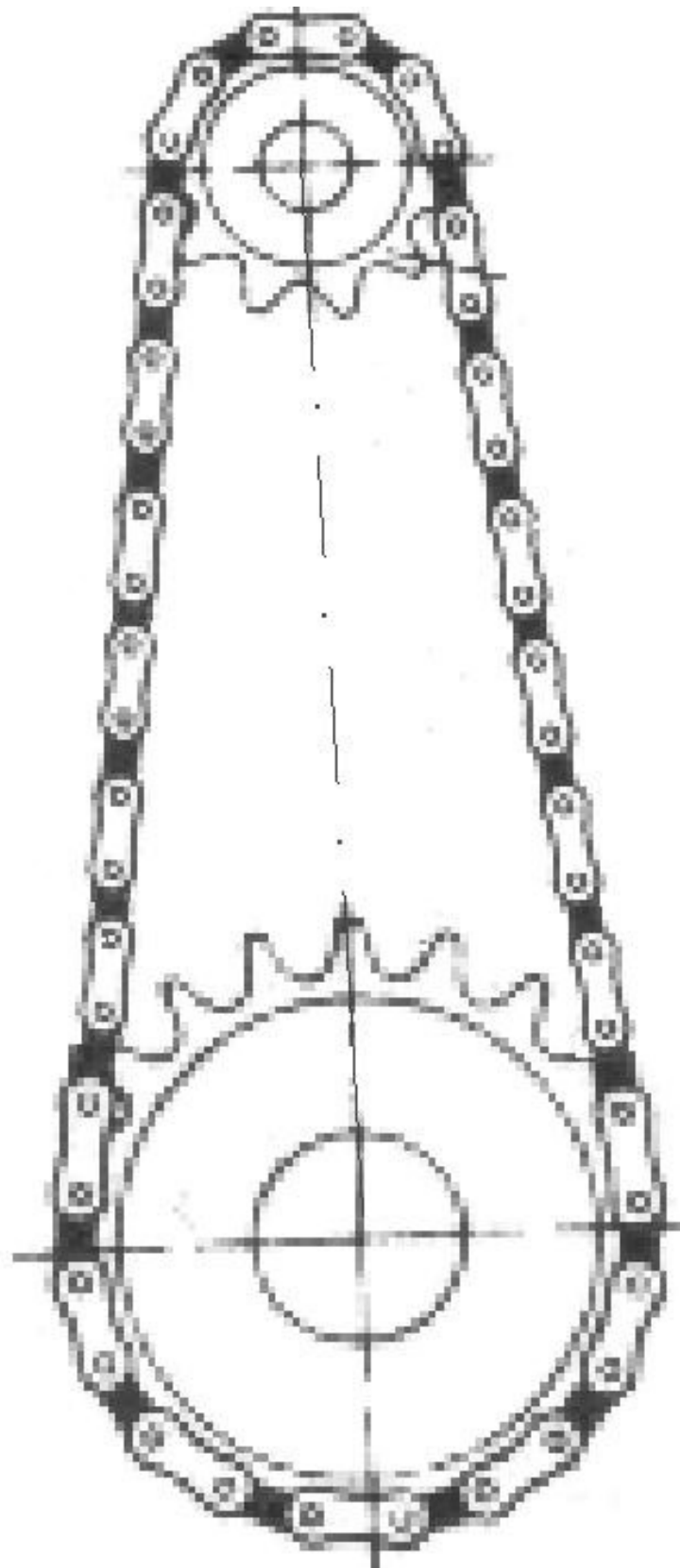
2.4.8.2. Μελέτη – σχεδιασμός



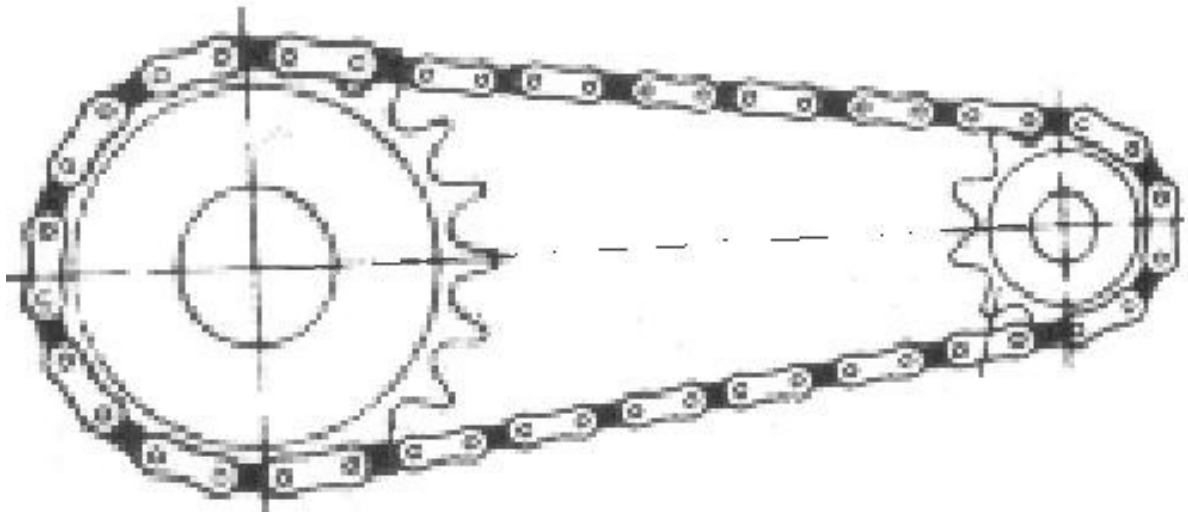
Σχήμα 2.4.17. Αλυσοκίνηση με τροχαλίες διπλής οδόντωσης και διπλή αλυσίδα



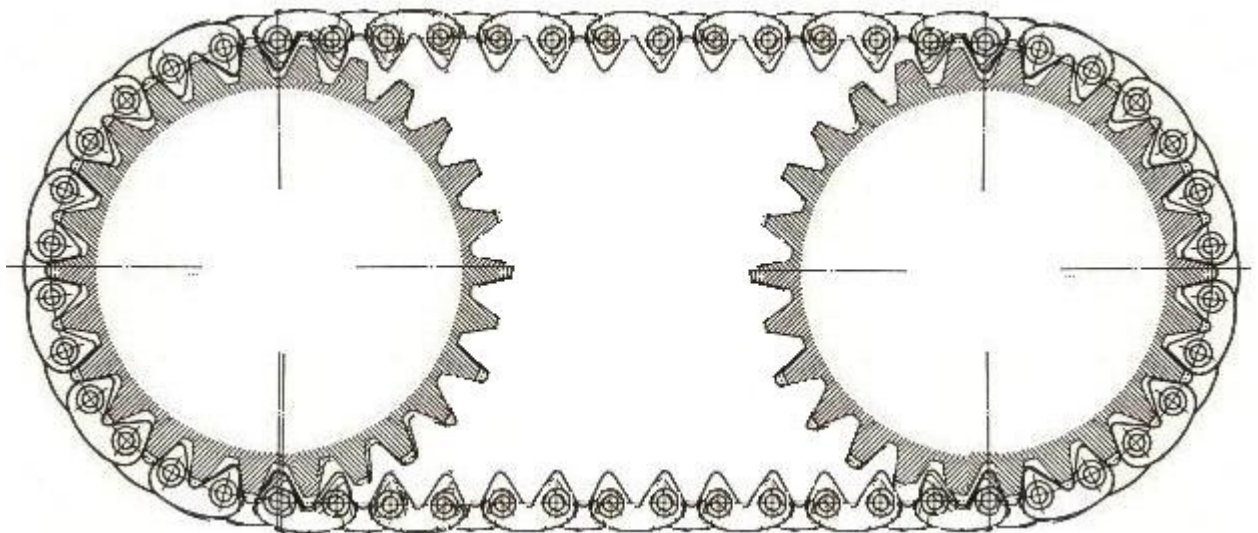
Σχήμα 2.4.18. Αλυσοκίνηση με τροχαλίες ίδιας διατομής



Σχήμα 2.4.19. Κατακόρυφη αλυσοκίνηση, με τροχαλίες διαφορετικής διαμέτρου



Σχήμα 2.4.20. Οριζόντια αλυσοκίνηση, με τροχαλίες διαφορετικής διαμέτρου



Σχήμα 2.4.21. Αλυσοκίνηση με οδοντωτή αλυσίδα και τροχαλίες ανάλογης διαμόρφωσης.

2.4.8.3. Υλικά & εργαλεία

Κατά τις παραπάνω αλυσοκινήσεις χρησιμοποιήθηκαν υλικά όπως : χάλυβας και αλουμίνιο, με ειδική επεξεργασία για αντοχή των τροχαλιών και των αλυσίδων στην μεταξύ τους τριβή. Η αντοχή τους οφείλεται κυρίως στην χρήση των ράουλων της αλυσίδας.

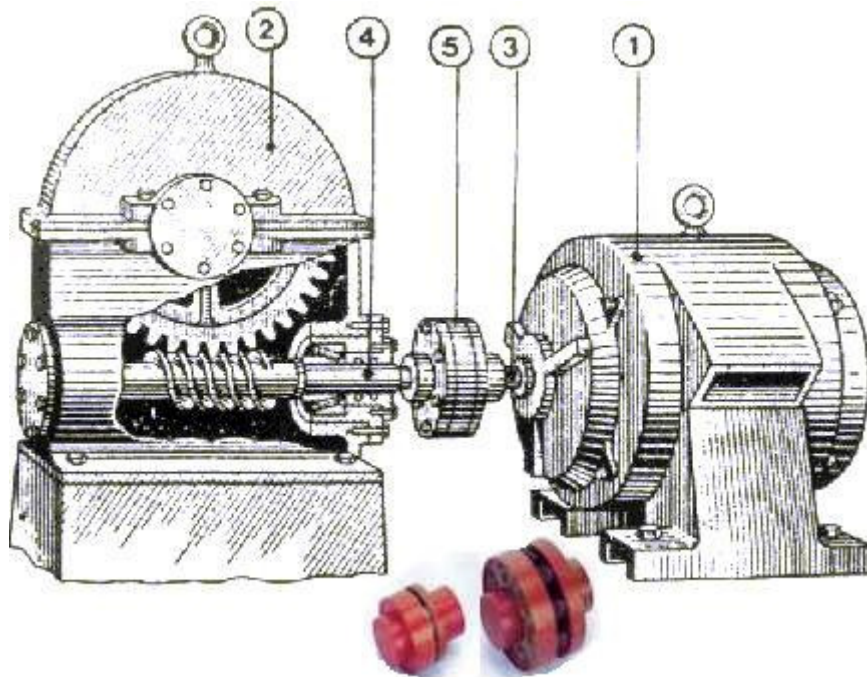
2.4.8.4. Αποτελέσματα – φωτογραφίες



Σχήμα 2.4.22. Φωτογραφίες εφαρμογής στον πίνακα
2.5. ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ

2.5.1. Γενικά – Περιπτώσεις χρησιμοποίησης συνδέσμων

Οι σύνδεσμοι είναι στοιχεία μηχανών, με τα οποία συνδέονται δύο ατράκτοι που βρίσκονται, συνήθως, στην ίδια ευθεία ή και σε μερικές περιπτώσεις (σχήμα 2.5.1.), σε γωνία.



Σχήμα 2.5.1. Σύνδεσμοι ατράκτων μειωτήρα και ηλεκτροκινητήρα

1. ηλεκτροκινητήρας (μοτέρ)
2. μειωτήρας στροφών
3. άτρακτος ηλεκτροκινητήρα
4. άτρακτος μειωτήρα
5. σύνδεσμος

Με τη σύνδεση αυτή, επιτυγχάνεται η μετάδοση της κίνησης από τη μία άτρακτο στην άλλη.

2.5.2. Κατάταξη των συνδέσμων

Στη Μηχανολογία, υπάρχει μια πολύ μεγάλη ποικιλία συνδέσμων. Οι διάφοροι σύνδεσμοι διαφέρουν ως προς τη μορφή, τη διάταξη των μερών, το υλικό κατασκευής κλπ. Η διαφορετική δομή του κάθε συνδέσμου, οδηγεί και σε διαφορετικά χαρακτηριστικά.

Κάθε είδος σύνδεσμος επινοήθηκε από κάποιο κατασκευαστή με την πεποίθηση ότι αυτός θα ανταποκρίνεται καλύτερα σε κάποια περίπτωση μετάδοσης κίνησης. Έτσι, για το ίδιο πρόβλημα υπάρχουν και διαφορετικές λύσεις, δηλαδή σε μια συγκεκριμένη περίπτωση να χρησιμοποιήσουμε τον έναν ή τον άλλον σύνδεσμο.

Όλα τα είδη των συνδέσμων μπορούν, ανάλογα με τα λειτουργικά τους χαρακτηριστικά, να τα καταταχθούν στις εξής τρεις κατηγορίες:

1. Σταθεροί σύνδεσμοι

Σταθεροί, λέγονται οι σύνδεσμοι που συνδέουν τις ατράκτους κατά στιβαρό τρόπο, δηλαδή τόσο στερεά, ώστε οι δύο άτρακτοι να εργάζονται σαν ένα ενιαίο σώμα.

2. Κινητοί σύνδεσμοι

Όταν οι σύνδεσμοι επιτρέπουν στις ατράκτους μια μικρή μετακίνηση, τότε αυτοί λέγονται κινητοί σύνδεσμοι.

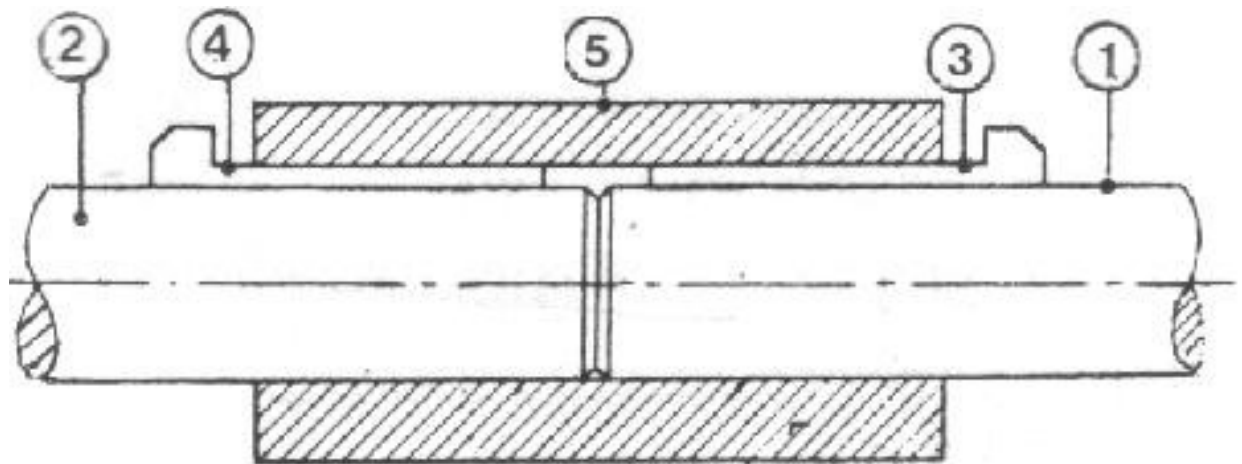
3. Λύόμενοι σύνδεσμοι

Όταν πρέπει να συνδεθούν δυο ατράκτοι που πρέπει να συνδέονται και να αποσυνδέονται πολύ συχνά, τότε χρησιμοποιούμε λύόμενους συνδέσμους.

2.5.3. Γενικά χαρακτηριστικά των συνδέσμων

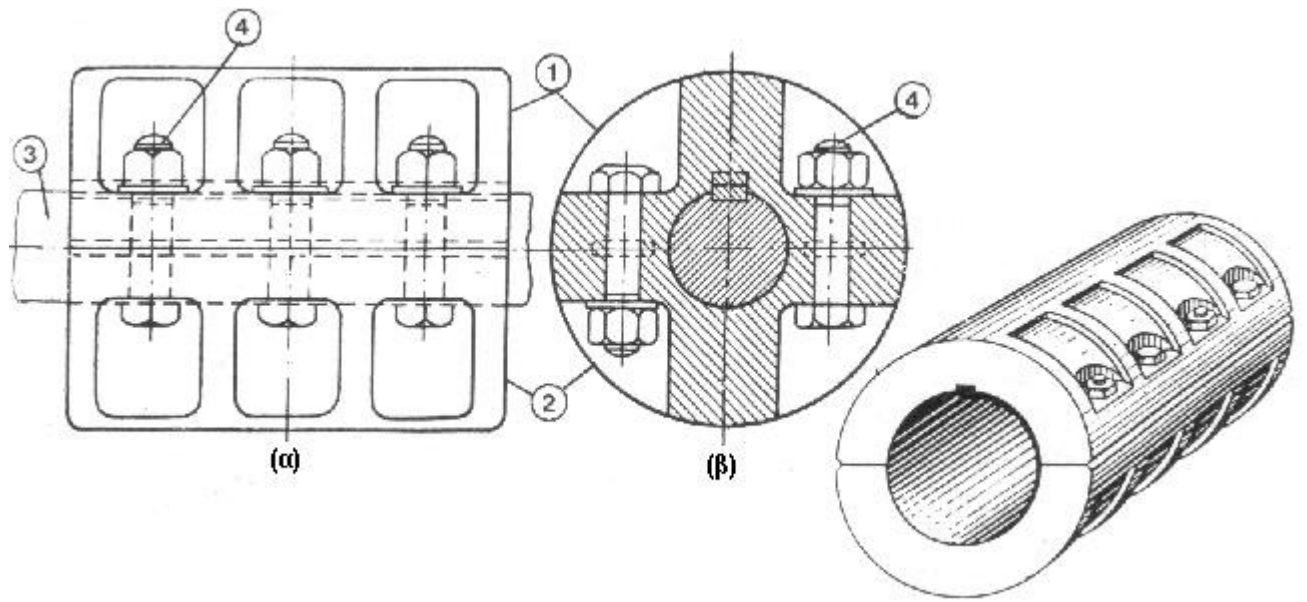
A. Σταθεροί σύνδεσμοι

1. Σταθερός σύνδεσμος με ολόσωμο δακτυλίδι



Σχήμα 2.5.2. Σύνδεσμος με ολόσωμο δακτυλίδι

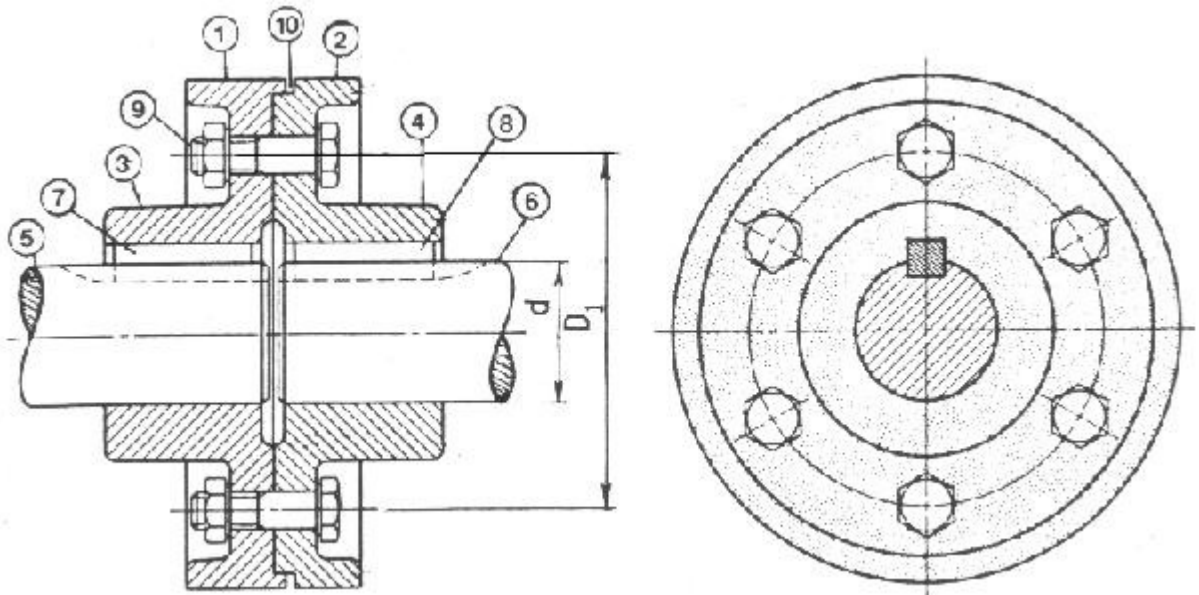
2. Κελυφοειδής σύνδεσμος σχήμα 2.5.3.



Σχήμα 2.5.3. Κελυφωτός σύνδεσμος

1. πάνω κέλυφος, 2. κάτω κέλυφος, 3. άτρακτος & 4. κοχλίες συνδέσεως

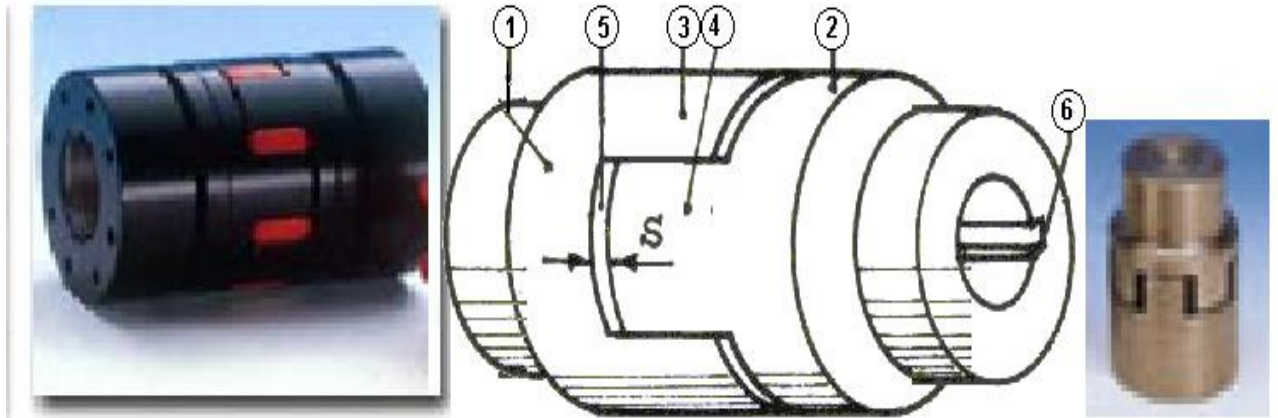
3. Δισκοειδής σύνδεσμος σχήμα 2.5.4.



Σχήμα 2.5.4. Πρόοψη & πλάγια όψη δισκοειδούς συνδέσμου

B. Κινητοί σύνδεσμοι

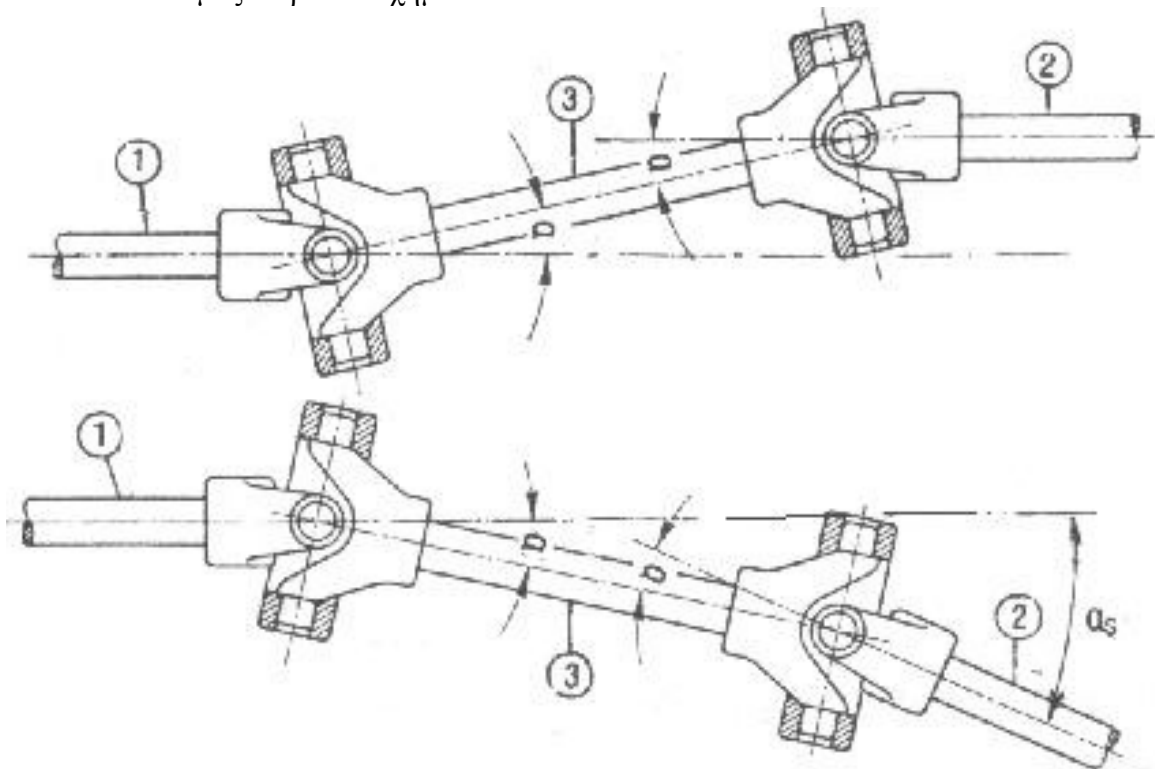
1. Σύνδεσμος διαστολής σχήμα 2.5.5.



Σχήμα 2.5.5. Σύνδεσμος διαστολής

1,2. κινητήριο & κινούμενο στοιχείο, 3. δόντι στοιχείου 1, 4. δόντι στοιχείου 2, 5. διάκενο & 6. σφηνόδρομος

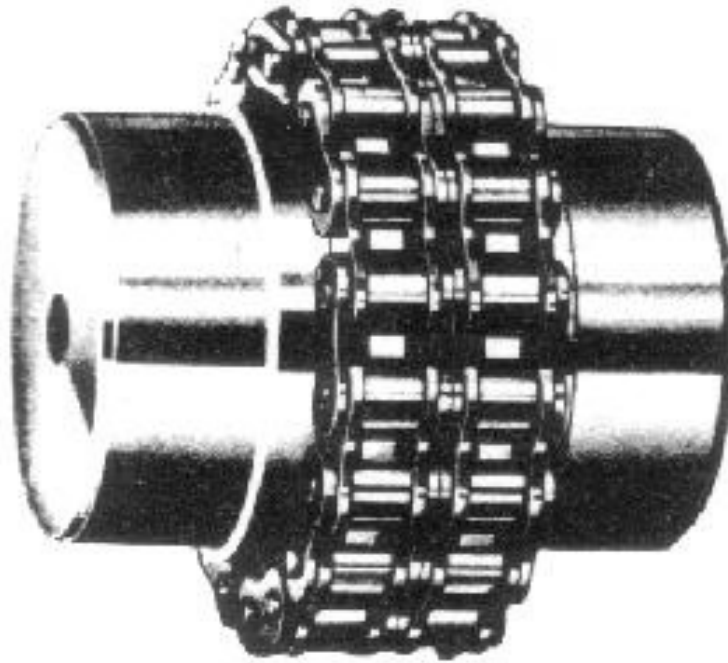
2. Σύνδεσμος Καρντάν σχήμα 2.5.6.



Σχήμα 2.5.6. Σύνδεσμος καρντάν

Σύνδεση παράλληλων ατράκτων (πάνω)
Σύνδεση ατράκτων που σχηματίζουν μεγάλη γωνία (κάτω)

3. Σύνδεσμος αλυσίδας σχήμα 2.5.7.

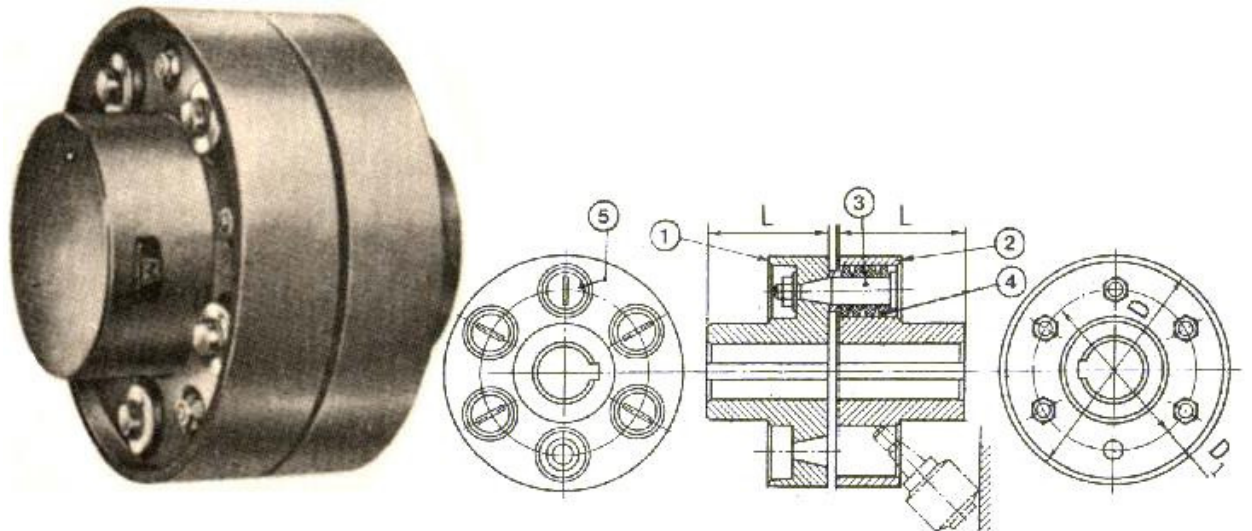


Σχήμα 2.5.7. Σύνδεσμος αλυσίδας

4. Σύνδεσμος οδοντωτών τροχών

Γ. Ελαστικοί σύνδεσμοι

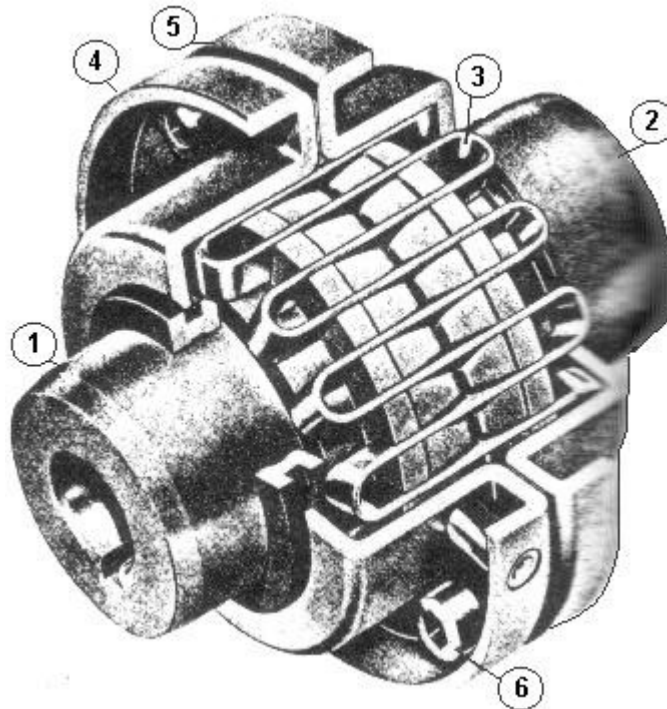
1. Σύνδεσμος με ελαστικούς δακτύλιους σχήμα 2.5.8.



Σχήμα 2.5.8. Σύνδεσμος με ελαστικούς δακτύλιους

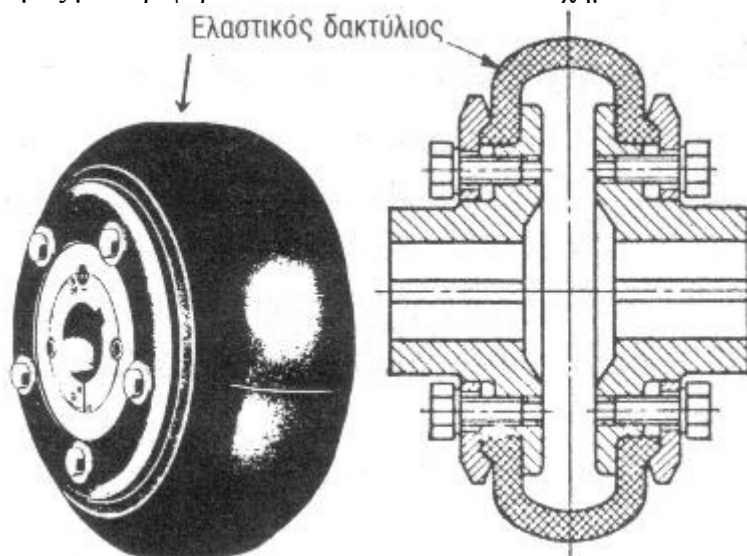
1,2. δίσκοι με τρύπες, 3. πείρος, 4. ελαστικό & 5. εγκοπή για κατσαβίδι

2. Σύνδεσμος με έλασμα Ζιγκ-Ζάγκ σχήμα 2.5.9.



Σχήμα 2.5.9. Σύνδεσμος με έλασμα ζιγκ - ζάγκ
 1,2. πλήμνες δίσκων, 3. έλασμα, 4,5. διαιρούμενο περίβλημα & 6. κοχλίες σύνδεσης μερών περιβλήματος

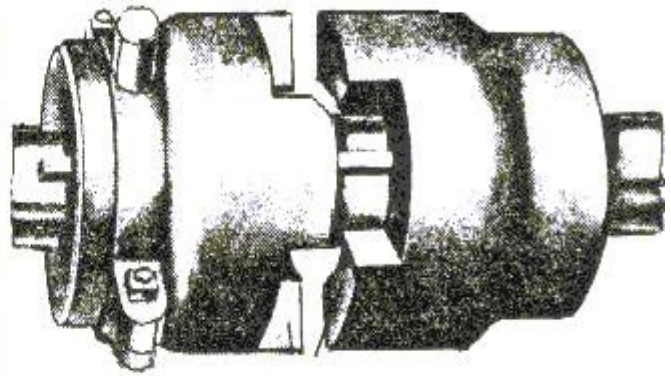
3. Σύνδεσμος με περιφερειακό ελαστικό δακτύλιο σχήμα 2.5.10.



Σχήμα 2.5.10. Ελαστικός σύνδεσμος με περιφερειακό δακτύλιο

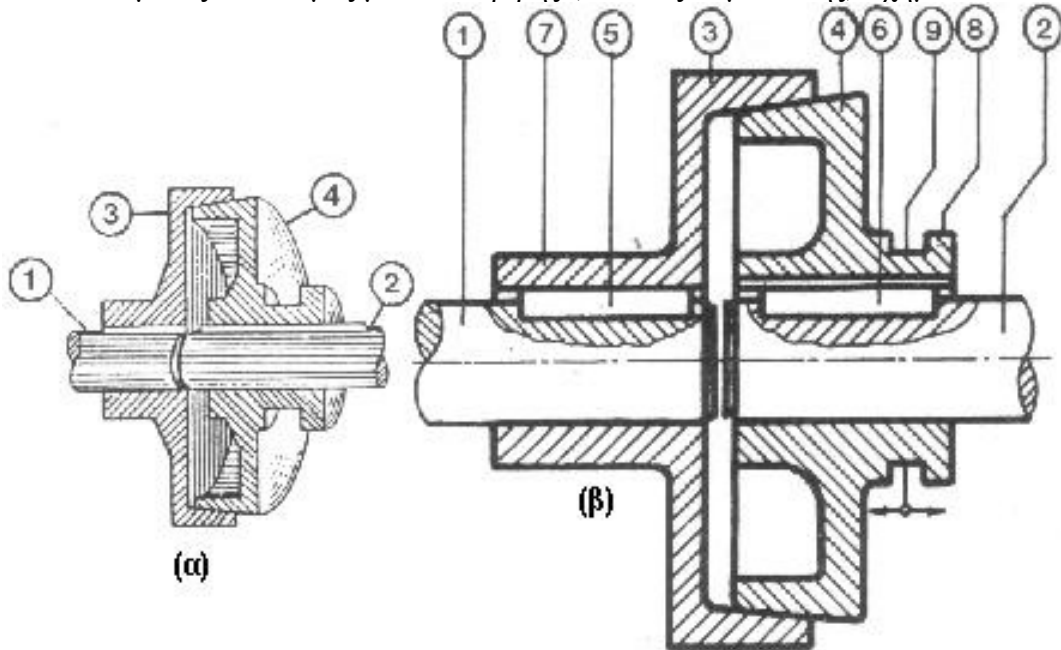
Δ. Λυόμενοι σύνδεσμοι

1. Λυόμενος σύνδεσμος με δόντια



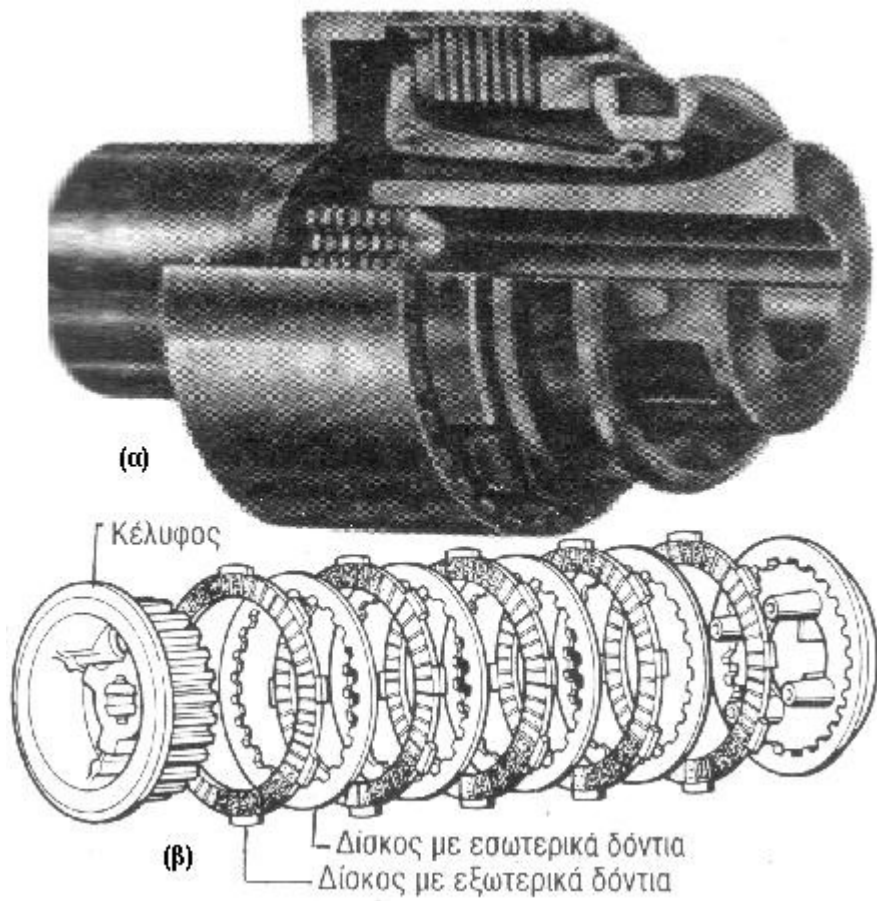
Σχήμα 2.5.11. Λυόμενος σύνδεσμος με δόντια

2. Λυόμενος σύνδεσμος με κώνο τριβής (κωνικός συμπλέκτης) σχήμα 2.5.12

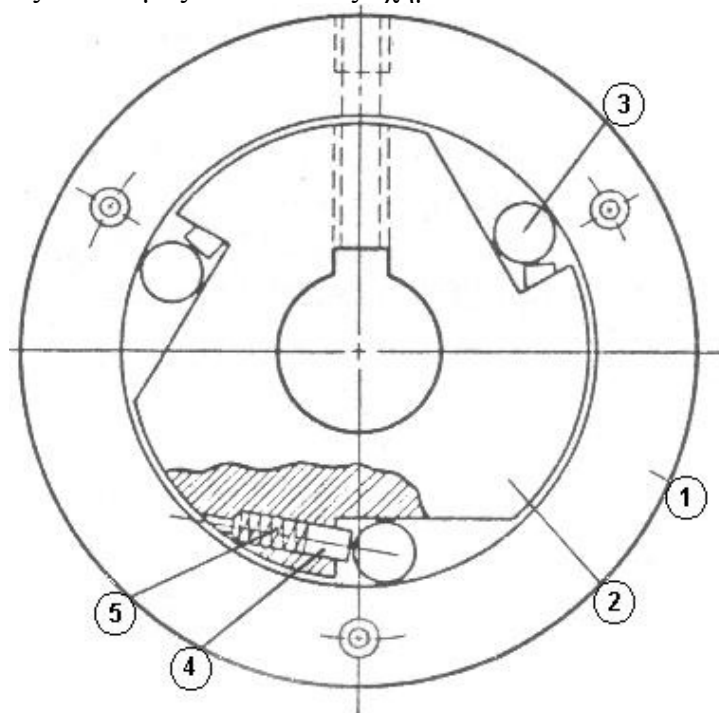


Σχήμα 2.5.12. Λυόμενος σύνδεσμος με κώνο τριβής

3. Λυόμενος σύνδεσμος πολλαπλών επίπεδων δίσκων σχήμα 2.5.13.

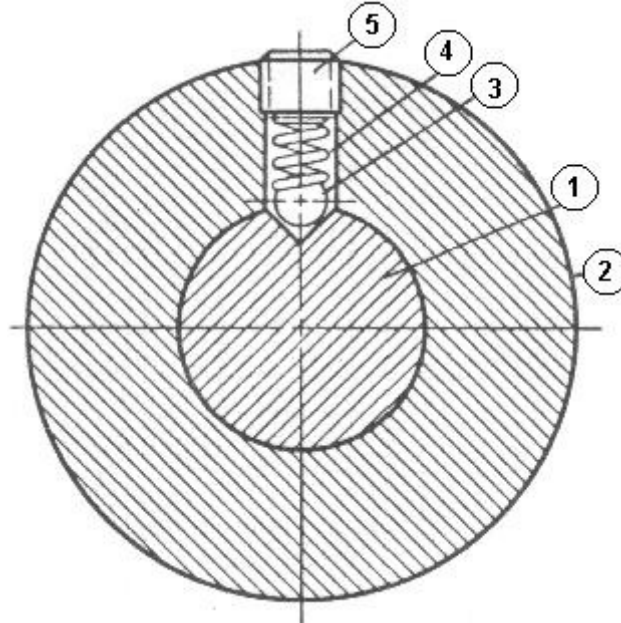


4. Λυόμενος σύνδεσμος διευθύνσεως σχήμα 2.5.14.



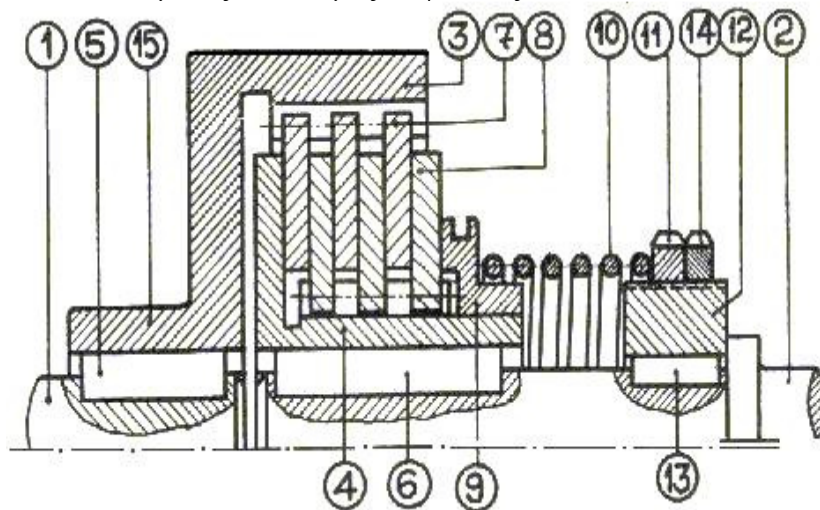
Σχήμα 2.5.14. Συμπλέκτης διευθύνσεως
1,2. κινητήριο & κινούμενο στοιχείο, 3. κυλινδρικός (ρολάκι), 4. εμβολάκι & 5. ελατήριο

5. Σύνδεσμος ασφαλείας με σφαίρα και ελατήριο



Σχήμα 2.5.15. Σύνδεσμος ασφαλείας με σφαίρα (μπίλια) και ελατήριο
1. άτρακτος, 2. δακτυλίδι 3. σφαίρα, 4. ελατήριο & 5. κοχλίας

6. Λύομενος σύνδεσμος ασφαλείας πολλαπλών επίπεδων δίσκων τριβής



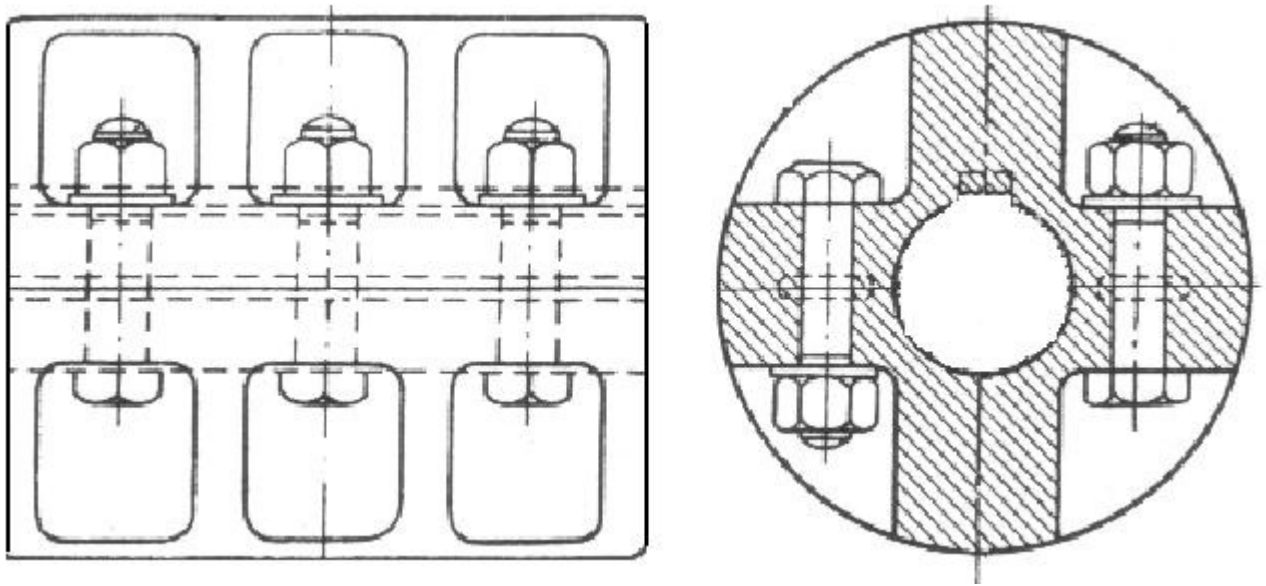
Σχήμα 2.5.16. Σύνδεσμος ασφαλείας πολλαπλών δίσκων
1,2. άτρακτοι, 3. κέλυφος δίσκων, 4. εξάρτημα δίσκων, 5,6,13. σφήνες, 7,8. δίσκοι, 9. δακτυλίδι φουρκέτας, 10. ελατήριο, 11. περικόχλιο & 14. αντιπερικόχλιο (κόντρα).

2.5.4. Εφαρμογή των συνδέσμων στον εκπαιδευτικό πίνακα

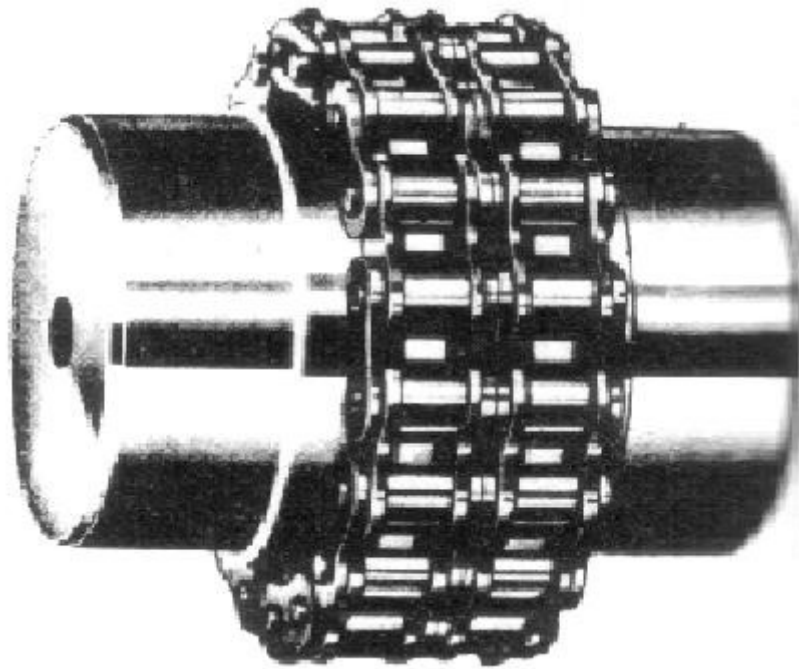
25.4.1. Γενικά

Εφαρμόζοντας την θεωρία των συνδέσμων, κατά την ολοκλήρωση της κατασκευής του εκπαιδευτικού πίνακα, χρησιμοποιήθηκαν 6 πρότυπες συναρμογές συνδέσμων.

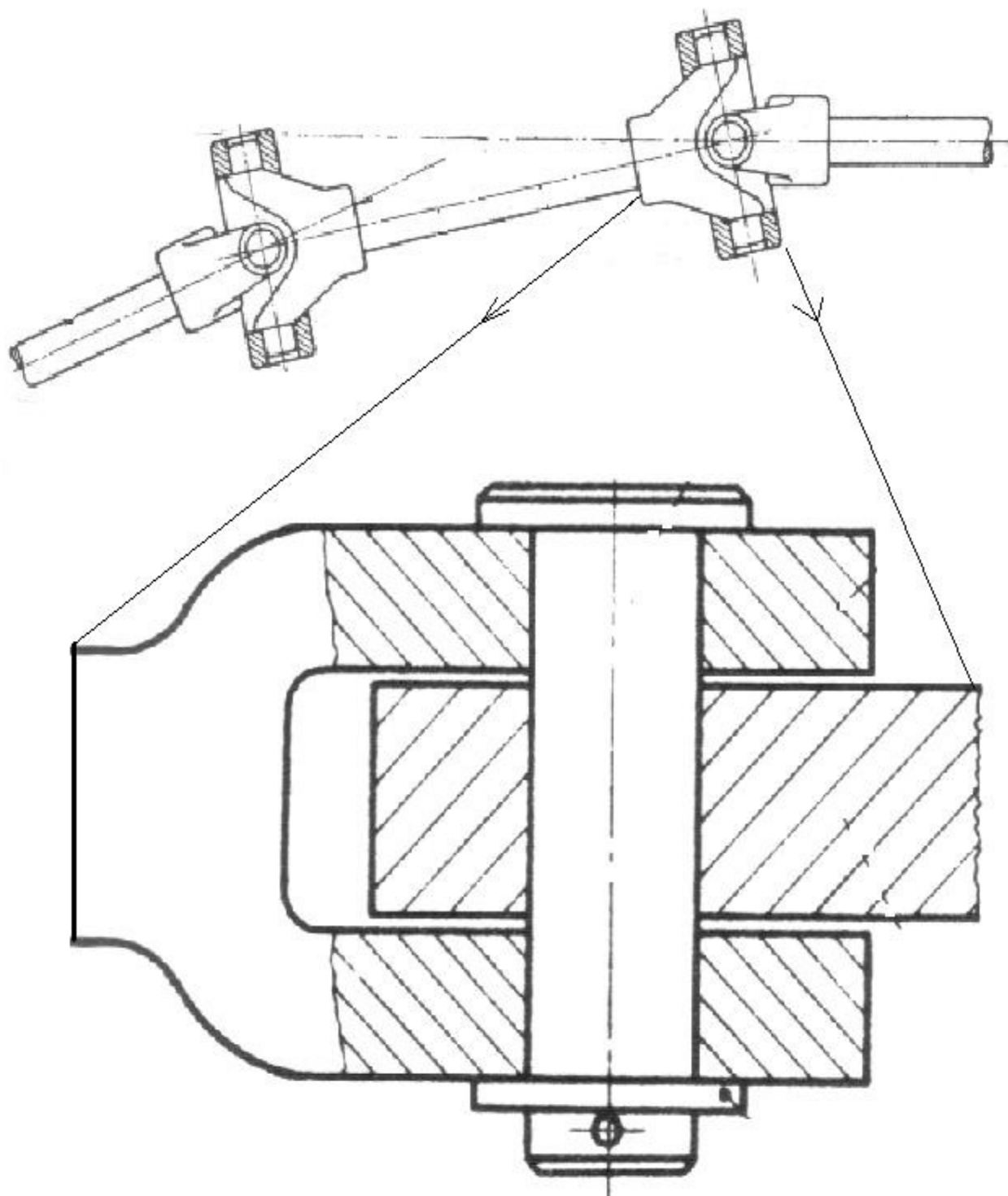
2.5.4.2. Μελέτη – σχεδιασμός



Σχήμα 2.5.17. Κελυφωτός σύνδεσμος



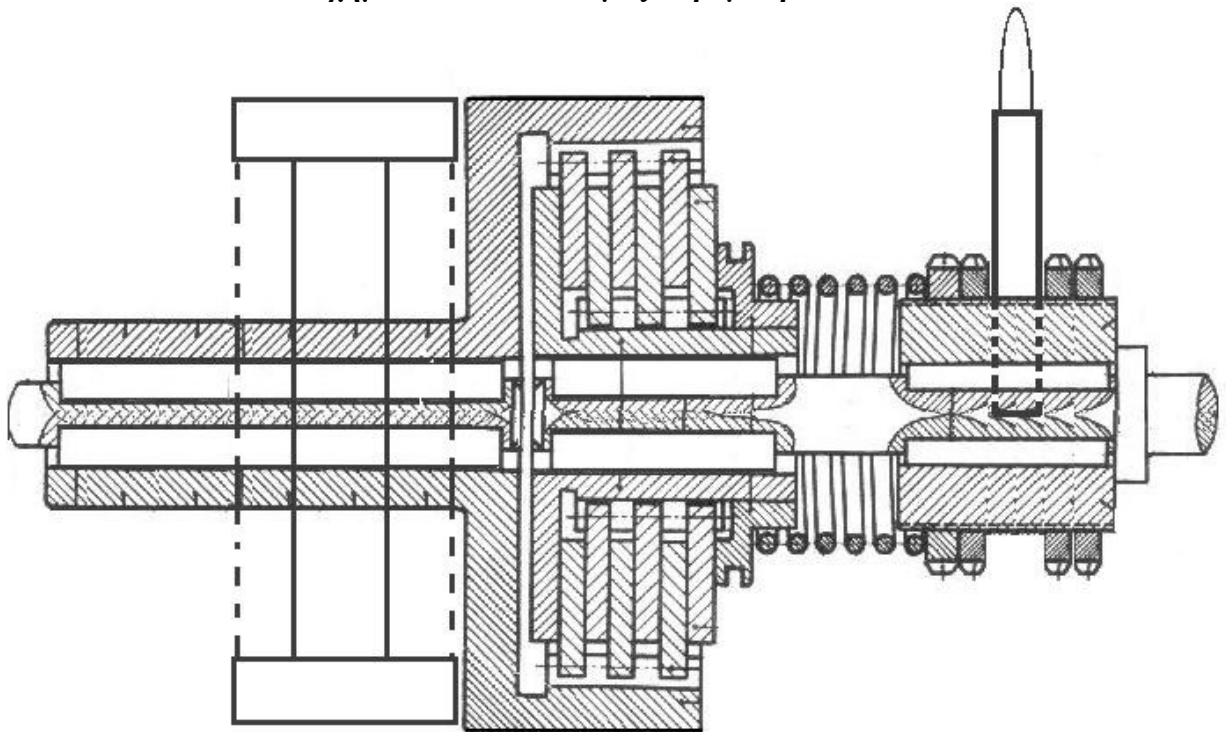
Σχήμα 2.5.18. Αλυσιδωτός σύνδεσμος



Σχήμα 2.5.19. Σύνδεσμος καρτάν



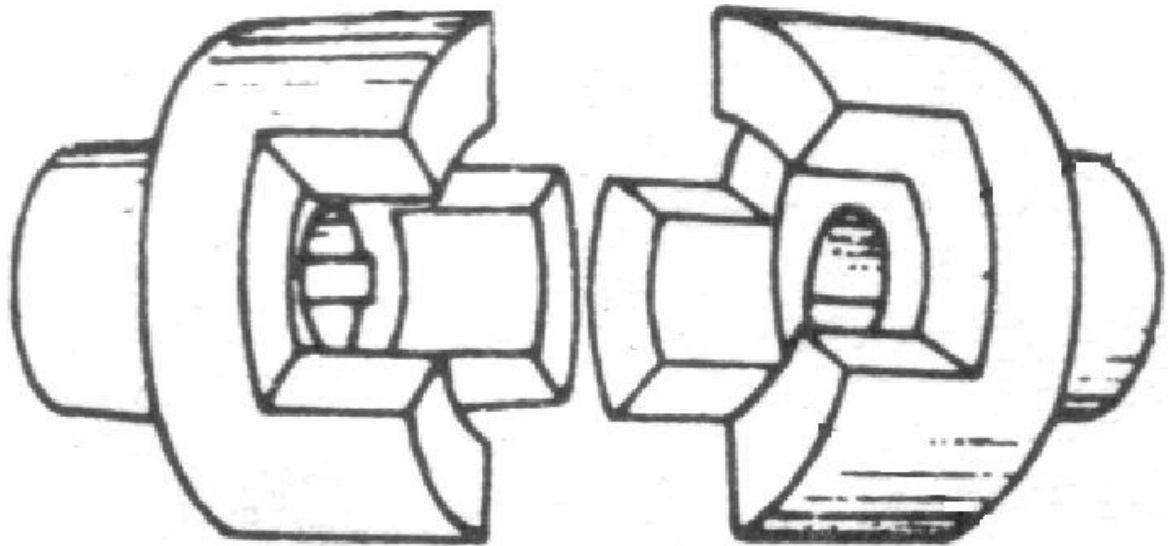
Σχήμα 2.5.20. Σύνδεσμος ακρόμπαρο



Σχήμα 2.5.21. Πολύδισκος συμπλέκτης με ρυθμιζόμενη τη μετάδοση της κίνησης



Σχήμα 2.5.22. Σύνδεσμος με κυλινδρικούς στροφείς



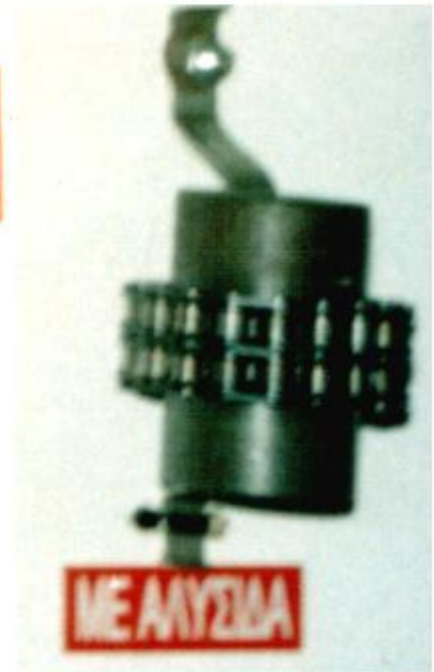
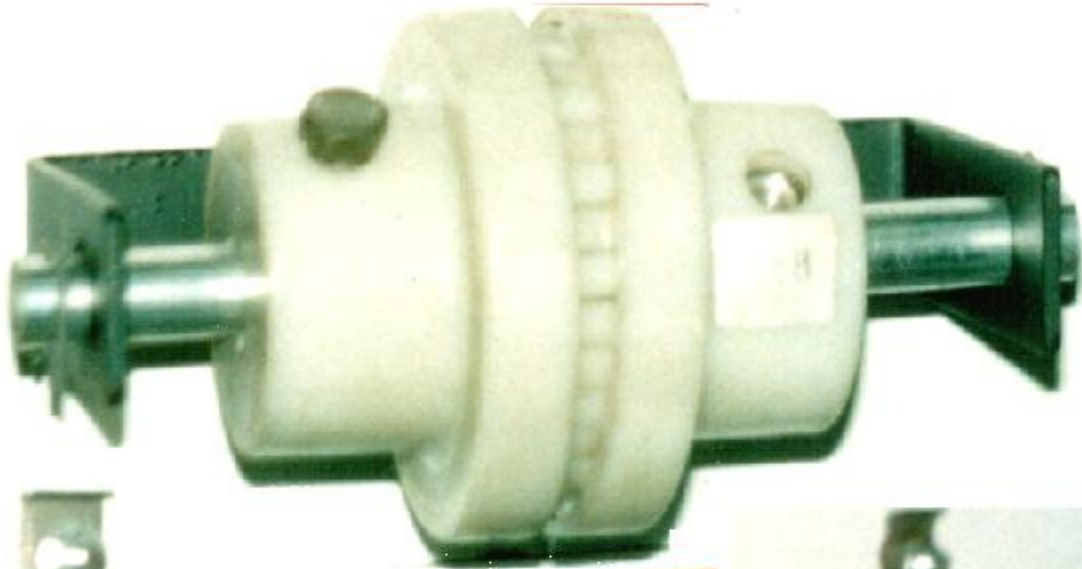
Σχήμα 2.5.23. Σύνδεσμος με δόντια

2.5.4.3. Υλικά & εργαλεία

Για τους παραπάνω συνδέσμους, χρησιμοποιήθηκε υλικό :
Κυρίως χάλυβας , με ειδική επεξεργασία για αντοχή περιστροφή και στην συνδεσμολογία (είτε αυτή είναι μόνιμη είτε προσωρινή).

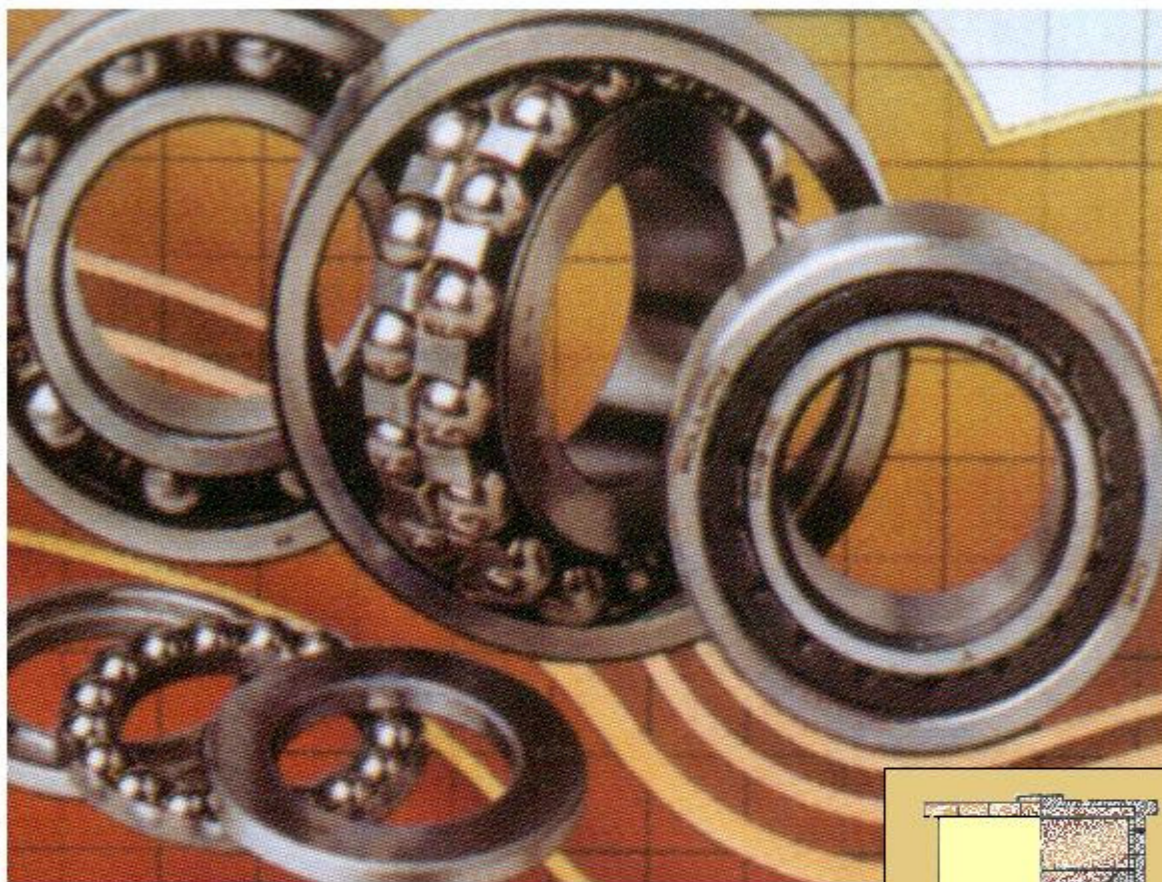
2.5.4.4. Αποτελέσματα – φωτογραφίες



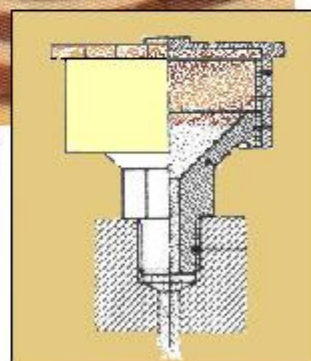
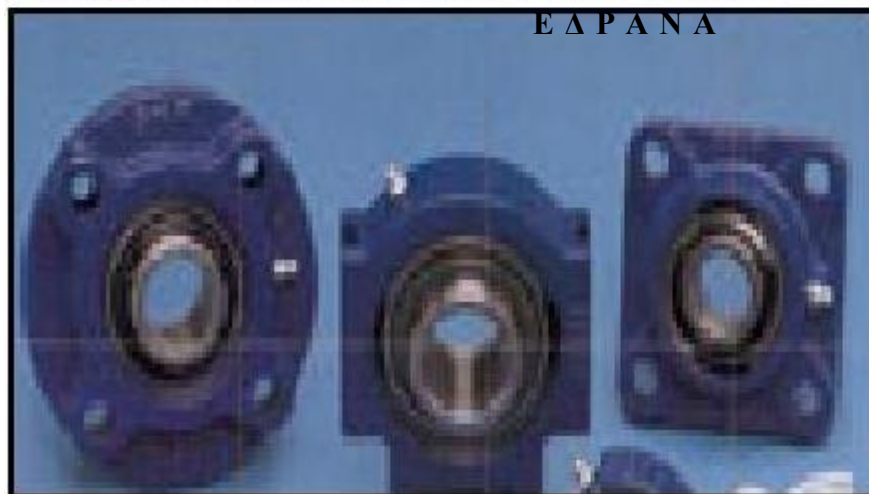




Σχήμα 2.5.24. Φωτογραφίες εφαρμογής στον πίνακα



ΕΛΠΑΝΑ



3.1. ΓΕΝΙΚΑ

Ένα από τα πιο συνηθισμένα στοιχεία των μηχανολογικών κατασκευών είναι οι άτρακτοι και τα στηρίγματα αυτών. Τα στηρίγματα των ατράκτων αλλά και των περιστρεφόμενων αξόνων είναι γνωστά ως έδρανα στηρίζεως.

Τα έδρανα είναι πιο γνωστά ως κουζινέτα και ως ρουλεμάν.

Τα έδρανα δέχονται από τις ατράκτους φορτία, τα οποία τα μεταβιβάζουν στη βάση τους. Τα φορτία μπορεί να είναι ακτινικά, αξονικά ή και τα δυο μαζί. Το μέγεθος του φορτίου υπολογίζεται σύμφωνα με τα όσα αναφέρει η Μηχανική για την ισορροπία των ατράκτων, δηλαδή εφαρμόζονται οι τρεις συνθήκες ισορροπίας:

$\Sigma x = 0$, $\Sigma Y = 0$ και $\Sigma M = 0$.

3.2. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΕΛΡΑΝΩΝ

Τα έδρανα των ατράκτων τα διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Η διάκριση γίνεται ανάλογα με το είδος της τριβής που δημιουργείται ανάμεσα στο κινητό και στο ακίνητο μέρος του εδράνου.

Οι κατηγορίες των εδράνων είναι:

1. Έδρανα ολισθήσεως
2. Έδρανα κυλίσεως

Στα έδρανα ολισθήσεως μεταξύ του κινητού και του ακίνητου στοιχείου, αναπτύσσεται τριβή ολισθήσεως. Ένα τέτοιο έδρανο φαίνεται στο σχήμα 3.2.1.α.



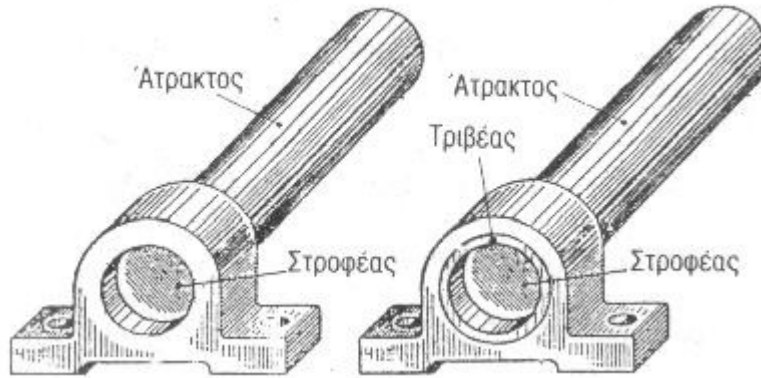
Σχήμα 3.2.1. Έδρανα (α: ολίσθησης & β: κυλίσεως)

Στα έδρανα κυλίσεως (σχήμα 3.2.1.β), η τριβή ολισθήσεως έχει αντικατασταθεί με την τριβή κυλίσεως. Αυτό, επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση μεταξύ κινητού και ακίνητου μέρους ορισμένων στοιχείων που εξαναγκάζονται σε κύλιση. Το πιο γνωστό κυλιόμενο στοιχείο, είναι η σφαίρα (μπίλια).

3.3. ΕΙΔΗ ΕΛΡΑΝΩΝ ΟΛΙΣΘΗΣΕΩΣ

Τα έδρανα ολισθήσεως τα διακρίνονται σε είδη ως εξής:

1. Ανάλογα με την κατασκευαστική τους διαμόρφωση:
 - α) Έδρανα ολόσωμα. Αυτά γίνονται:
 - Χωρίς τριβέα (σχ.12.4). Αυτά πρέπει να αποφεύγονται ακόμη και σε πολύ απλές κατασκευές.
 - Με τριβέα (σχ.12.4). Σε αυτά υπάρχει η δυνατότητα αντικατάστασης του τριβέα, όταν παρουσιαστεί φθορά.



Σχήμα 3.3.1. Ολόσωμο έδρανο ολισθήσεως

- β) Έδρανα διαιρούμενα. Αυτά κατασκευάζονται όπως στο σχ. 12.3, για τους εξής λόγους:



Σχήμα 3.3.2. Έδρανα ολίσθησης και ειδικές επιφάνειες αυτών.

- Όταν η άτρακτος δεν είναι ευθύγραμμη και το ολόσωμο έδρανο δεν μπορεί να πάει στη θέση του
 - Όταν έχουμε μακριές ατράκτους με ενδιάμεσα στηρίγματα
 - Τόσο η τοποθέτηση όσο και η απομάκρυνση ολόσωμων εδράνων σε ενδιάμεσες θέσεις μιας ατράκτου, είναι μια δύσκολη υπόθεση
2. Ανάλογα με τα λειτουργικά τους χαρακτηριστικά:
 - α) Έδρανα σταθερά
 - β) Έδρανα αυτορυθμιζόμενα
Τα πρώτα προορίζονται για ατράκτους που παρουσιάζουν:
 - αμελητέα παραμόρφωση
 - εξασφαλισμένο κεντράρισμα (σύμπτωση αξόνων) ατράκτου και εδράνου
 3. Ανάλογα με τη διεύθυνση του φορτίου
 - α) Έδρανα εγκάρσια ή ακτινικά. Σε αυτό το φορτίο ενεργεί κατά τη διεύθυνση της ακτίνας του εδράνου.
 - β) Έδρανα αξονικά. Σε αυτά, το φορτίο ενεργεί αξονικά.

Ο διαχωρισμός είναι ανάλογος με εκείνον που κάνουμε στους στροφείς.

4. Ανάλογα με το είδος του λιπαντικού:

- Έδρανα νερού
- Έδρανα λαδιού ή λίπους
- Έδρανα αέρα
- Έδρανα τριβής

Τα τελευταία εργάζονται χωρίς λιπαντικό και λέγονται αυτολίπαντα έδρανα.

5. Ανάλογα με τον τρόπο που δημιουργείται το στρώμα λαδιού

α) Έδρανα υδροδυναμικά

β) Έδρανα υδροστατικά

Στα υδροδυναμικά έδρανα, όπως π.χ. στα έδρανα του στροφαλοφόρου μιας ΜΕΚ, η πίεση του ρευστού για να διαχωρίσει τις επιφάνειες στροφέα και τριβέα, δημιουργείται από την περιστροφή. Στα υδροστατικά έδρανα, απαιτείται παροχή ενός ρευστού με υψηλή πίεση από κάποια αντλία υψηλής πίεσης. Αυτά είναι πιο πολυδάπανα και χρησιμοποιούνται μόνο σε περιπτώσεις υψηλών φορτίων με πολύ χαμηλή ταχύτητα.

Εάν το ρευστό υψηλής πίεσης είναι αέρας, τότε τα έδρανα αυτά καλύτερα είναι να αποκαλούνται αεροστατικά έδρανα.

Πρέπει να παρατηρηθεί ότι και σε πολλά υδροδυναμικά έδρανα, έχουμε κυκλοφορία λαδιού με αντλία. Αυτή όμως χρειάζεται μόνο για να οδηγήσει το λάδι στο έδρανο και όχι για να του προσδώσει υψηλή πίεση διαχωρισμού των επιφανειών τριβής.

3.3.1. Εγκάρσια έδρανα ολισθήσεως

Τα έδρανα που μπορούν να δεχθούν φορτίο στη διεύθυνση της ακτίνας τους, λέγονται ακτινικά έδρανα.

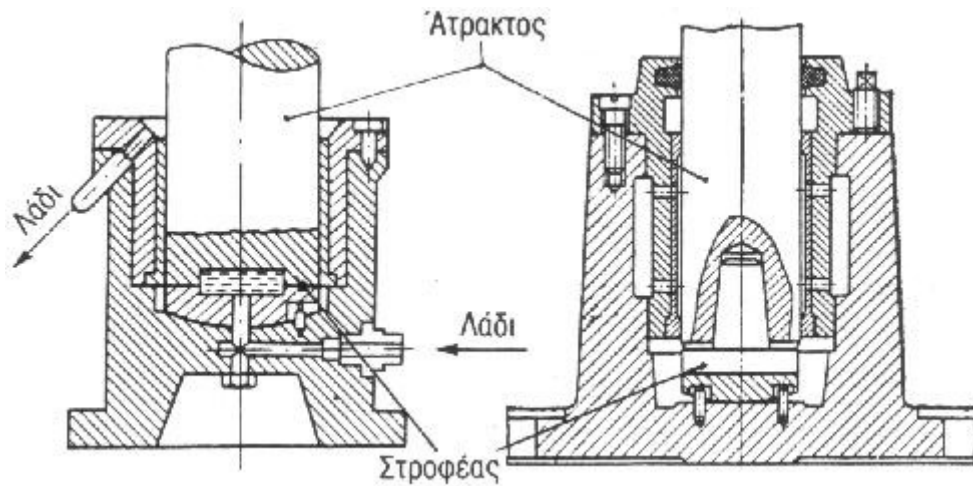
Τα ακτινικά έδρανα χρησιμοποιούνται για οριζόντιες ατράκτους και για εξασφαλισμένο κεντράρισμα.

Οι χαρακτηριστικές τους διαστάσεις, είναι η διάμετρος του τριβέα και το μήκος αυτού.

3.3.2. Αξονικά έδρανα ολισθήσεως

Αξονικά λέμε τα έδρανα που μπορούν να δεχθούν φορτίο με ευθεία ενέργειας τον νοητό άξονα αυτών.

Δυο αξονικά έδρανα φαίνονται στο σχ. 3.3.3. Σε αυτά παρατηρούνται ότι οι επιφάνειες ολισθήσεως δεν, είναι όπως στα



Σχήμα 3.3.3. Έδρανα ολισθήσεως

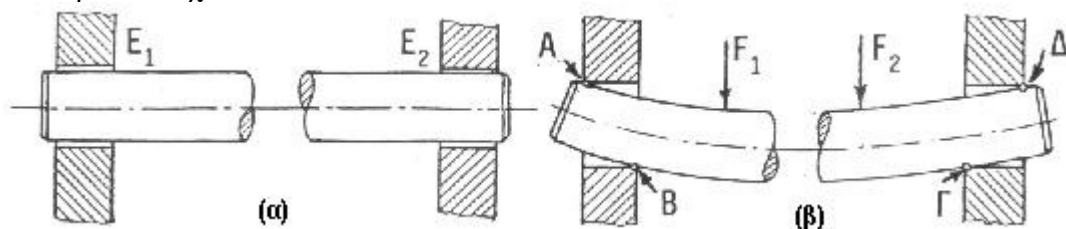
ακτινικά έδρανα, οι παράπλευρες επιφάνειες αλλά το μέτωπο του στροφέα και του τριβέα. Η διαφορά των εδράνων του σχ. 3.3.3. βρίσκεται στη διαμόρφωση του δεύτερου εδράνου. Σε αυτό, ο στροφέας αποτελεί ξεχωριστό σώμα. Με αυτόν τον τρόπο, έχουμε δυνατότητα τόσο για την αντικατάσταση του στροφέα όσο και για τη χρησιμοποίηση υλικού διαφορετικού από το υλικό της ατράκτου.

3.3.3. Σταθερά έδρανα ολισθήσεως

Σταθερά λέγονται τα έδρανα που έχουν τριβέα σε σταθερή θέση χωρίς δυνατότητα να ακολουθήσει το στροφέα όταν αυτός πάρει κάποια κλίση.

Τέτοια κλίση μπορεί να προέλθει είτε από παραμόρφωση της ατράκτου είτε από κακή κατασκευή ή λανθασμένη τοποθέτηση.

Επομένως, σταθερά έδρανα χρησιμοποιούνται όταν είναι εξασφαλισμένη η σύμπτωση των αξόνων ατράκτων και στροφέα. Σε περίπτωση που ένα σταθερό έδρανο εργάζεται χωρίς σύμπτωση αξόνων, θα φθαρεί πολύ γρήγορα. Αυτό φαίνεται καλύτερα στο σχ. 3.3.4. όπου τα



Σχήμα 3.3.4. Κλίση στροφέα από παραμόρφωση
Α. Αφόρτιστη άτρακτος & Β. Φορτισμένη άτρακτος

έδρανα E_1 και E_2 παραμένουν σταθερά στη θέση τους ακόμα και όταν παραμορφωθεί η άτρακτος και ο στροφέας πάρει κάποια κλίση. Σε περίπτωση που η παραμόρφωση είναι σημαντική, τότε μειώνεται η επαφή μεταξύ τριβέα και στροφέα και στις θέσεις Α, Β, Γ και Δ, παρουσιάζεται αύξηση της πίεσης και πρόωρη φθορά (μονόπατο "φάγωμα" κατά την ορολογία των τεχνιτών).

Κάτι ανάλογο παρουσιάζεται όταν κάποιο σφάλμα στην κατασκευή ή στην τοποθέτηση παρουσιασθεί κλίση στο στροφέα.

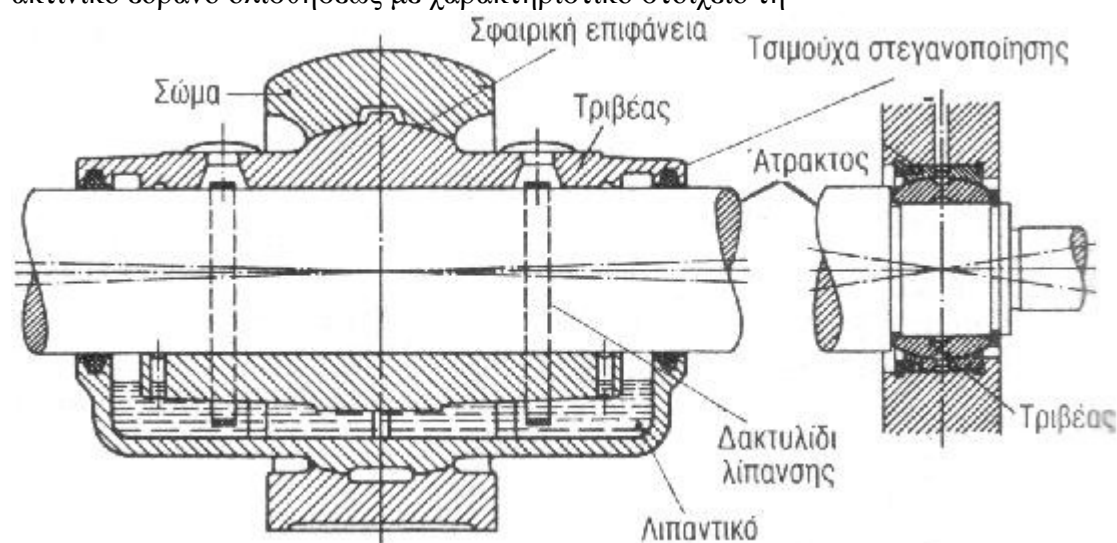
3.3.4. Αυτορυθμιζόμενα έδρανα ολισθήσεως

Όταν δεν έχουμε εξασφαλισμένο ότι η παραμόρφωση της ατράκτου θα είναι αμελητέα και ότι οι άξονες έδρανου και στροφέα θα συμπίπτουν, τότε χρησιμοποιούνται αυτορυθμιζόμενα έδρανα και όχι σταθερά.

Στα έδρανα αυτά, όταν ο στροφέας πάρει κάποια κλίση, τότε στρέφεται και ο τριβέας ακολουθώντας τον στροφέα. Οι επιφάνειες ολισθήσεως θα είναι πάντοτε σε παράλληλη διάταξη και η ισοκατανομή του φορτίου εξασφαλισμένη. Με αυτό τον τρόπο παύει η μονόπλευρη επαφή που οδηγεί σε θέρμανση και φορά του τριβέα.

Επειδή η παρακολούθηση της κλίσης του στροφέα και η στροφή του τριβέα γίνεται αυτόματα, χωρίς καμμία εξωτερική επέμβαση, τα έδρανα αυτά λέγονται αυτορυθμιζόμενα. Με τον όρο ρύθμιση εννοούμε την κλίση που παίρνει ο τριβέας, όταν στρέφεται ο στροφέας.

Ένα αυτορυθμιζόμενο έδρανο, φαίνεται στο σχ. 12.7. Πρόκειται για ένα ακτινικό έδρανο ολισθήσεως με χαρακτηριστικό στοιχείο τη



Σχήμα 3.3.5. Αυτορυθμιζόμενο ακτινικό έδρανο ολίσθησης

σφαιρική εξωτερική πλευρά του τριβέα. Αυτή προσαρμόζεται σε αντίστοιχη εσωτερική σφαιρική επιφάνεια στο σώμα. Με τη διαμόρφωση αυτή, όπως είναι φυσικό, είναι εύκολη η κλίση του τριβέα και του στροφέα.

3.3.5. Υλικά των τριβέων

Τα συνηθέστερα υλικά για την κατασκευή τριβέων ολισθήσεως, είναι τα εξής:

1. Ο φαίος χυτοσίδηρος (GG) (μαντέμι). Αυτός χρησιμοποιείται για μικρές περιστροφικές ταχύτητες και για μικρά φορτία. Ο χυτοσίδηρος παρουσιάζει πολύ καλά χαρακτηριστικά, όπως: άριστη χυτευτότητα, κατεργαστικότητα, αντοχή σε θλίψη, μικρό κόστος, ικανότητα απόσβεσης, κραδασμών.
2. Τα αντιτριβικά κράματα, τα οποία διακρίνονται σε δυο είδη:
 - Αντιτριβικά μέταλλα με βάση το χαλκό.
 - Αντιτριβικά μέταλλα με βάση το μόλυβδο και τον κασσίτερο. Αυτά είναι γνωστά σαν λευκά μέταλλα.

Αντιτριβικά κράματα με βάση το χαλκό, είναι:

α) Τα κρατερώματα, οι γνωστοί ως μπρούντζοι (Bz). Είναι κράματα χαλκού – κασσίτερου και είναι τυποποιημένα κατά DIN 17662 και 1705. Παρουσιάζουν

δυσκολία στο στρώσιμο και σε περίπτωση μειωμένης λίπανσης ή μικρής υπερφόρτωσης, καταστρέφουν τον στροφέα.

β) Τα κράματα χαλκού – μολύβδου και τα κράματα χαλκού – κασσίτερου – μολύβδου τα οποία είναι τυποποιημένα κατά DIN 1716. Παρουσιάζουν δυσκολία στο στρώσιμο, αντέχουν περισσότερο σε υπερφορτίσεις ή σε διακοπή της λίπανσης, αντέχουν σε κρουστικά φορτία και είναι κατάλληλα για υψηλές ταχύτητες.

γ) Τα κράματα χαλκού – αργιλίου (DIN 17665 και DIN). Παρουσιάζουν και αυτά δυσκολία στο στρώσιμο, δεν είναι κατάλληλα για λειτουργία ανάγκης (υπερφόρτωση ή διακοπή λίπανσης), αλλά είναι πολύ κατάλληλα για υψηλές φορτίσεις και παρουσιάζουν πολύ μικρό συντελεστή τριβής, όταν συνεργάζονται με χαλύβδινο στροφέα.

Τα λευκά μέταλλα παράγονται σε διάφορους τύπους κατά DIN 1703. Παρουσιάζουν μεγάλη ευκολία στο στρώσιμο, δεν είναι κατάλληλα για λειτουργία ανάγκης, παρουσιάζουν μικρό συντελεστή τριβής αλλά τα περισσότερα δεν αντέχουν στα κρουστικά φορτία.

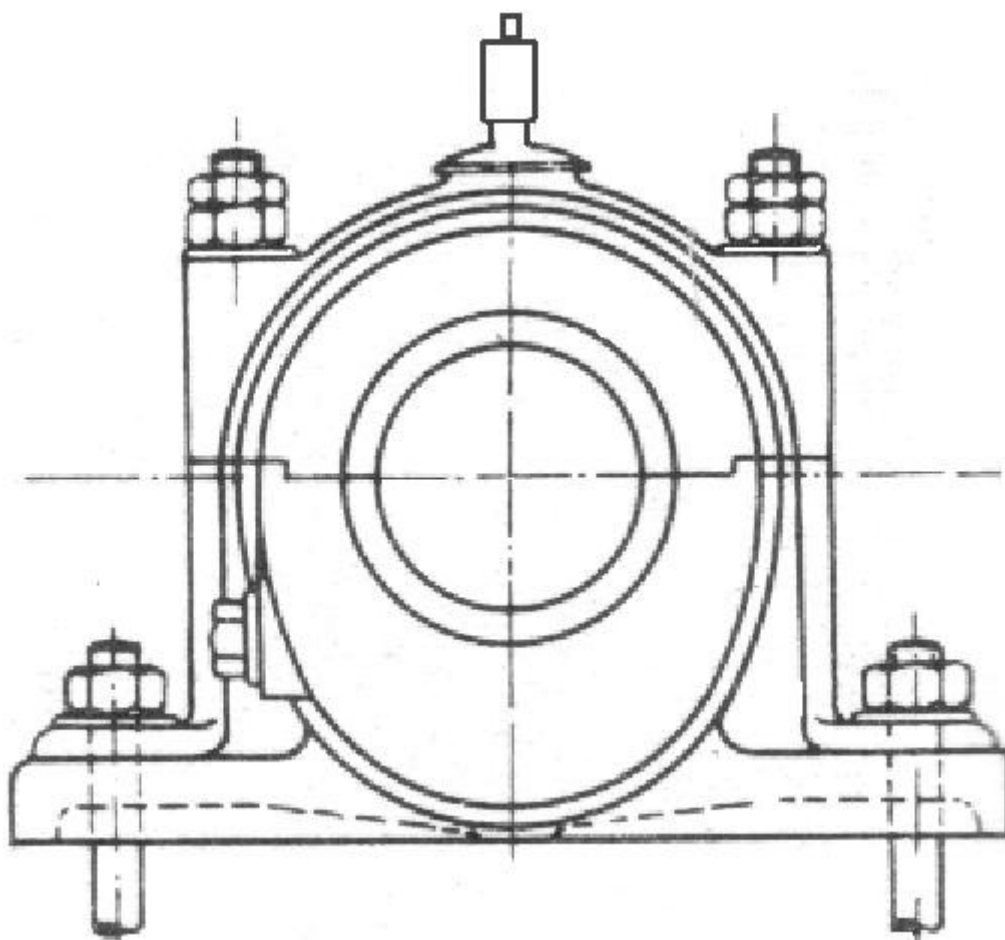
3. Υλικά κονιομεταλλουργίας. Αυτά παράγονται από σκόνες μετάλλου και είναι πολύ κατάλληλα για λειτουργία ανάγκης. Αυτό οφείλεται στον πορώδη ιστό τους που συγκρατεί μια ποσότητα λαδιού.
4. Συνθετικά υλικά. Τα υλικά αυτά, όπως π.χ. πολυαμίδες (νάυλον) και πολυιμίδη, είναι πολύ κατάλληλα για περιπτώσεις ανάγκης και μπορούν να δουλέψουν χωρίς λίπανση για πολλές ώρες.
5. Υλικά για έδρανα τριβής (αυτολίπαντα έδρανα). Τέτοια υλικά είναι εποξειδικές ή φαινολικές ρητίνες, ενισχυμένες με νήματα νάυλον, ακετάλη και πολύ τετραφθριούχο αιθυλένιο (PTFE) που είναι γνωστό ως τεφλόν.
6. Άλλα διάφορα υλικά, όπως: γραφίτης, ελαστικό, φίμπερ, σκληρό ξύλο, γυαλί, κεραμικά υλικά και άλλα.

3.3.6. Εφαρμογή των εδράνων ολίσθησης στον εκπαιδευτικό πίνακα

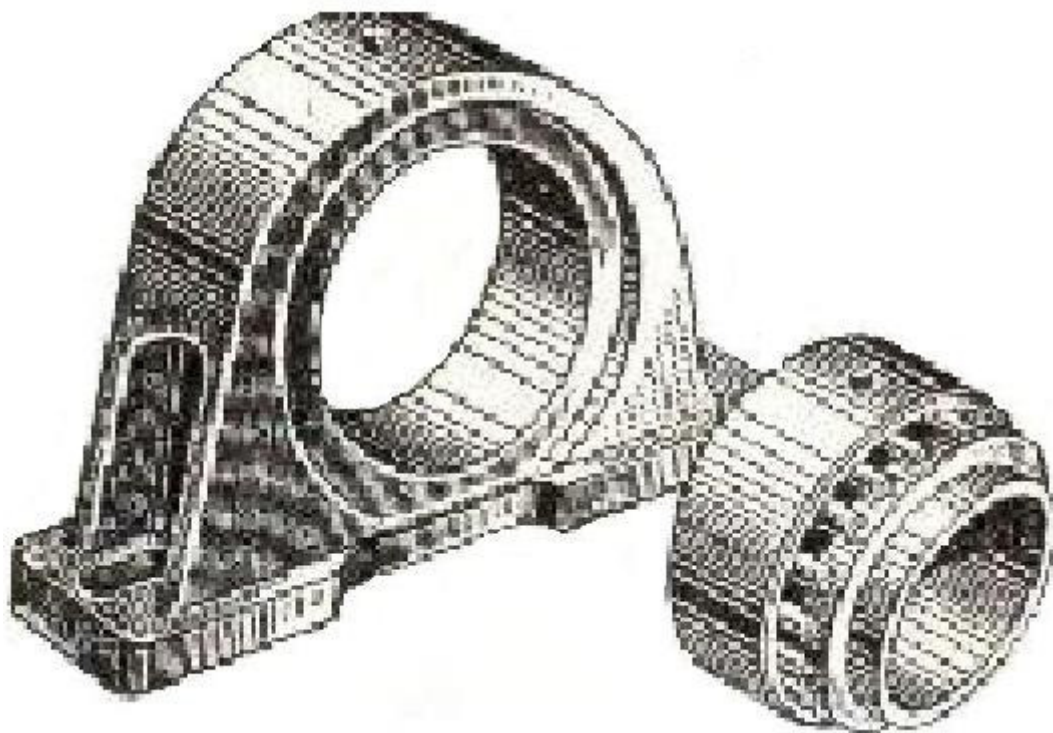
3.3.6.1. Γενικά

Εφαρμόζοντας την θεωρία των εδράνων ολίσθησης κατά την ολοκλήρωση της κατασκευής του εκπαιδευτικού πίνακα, χρησιμοποιήθηκαν 4 πρότυπες κατασκευές.

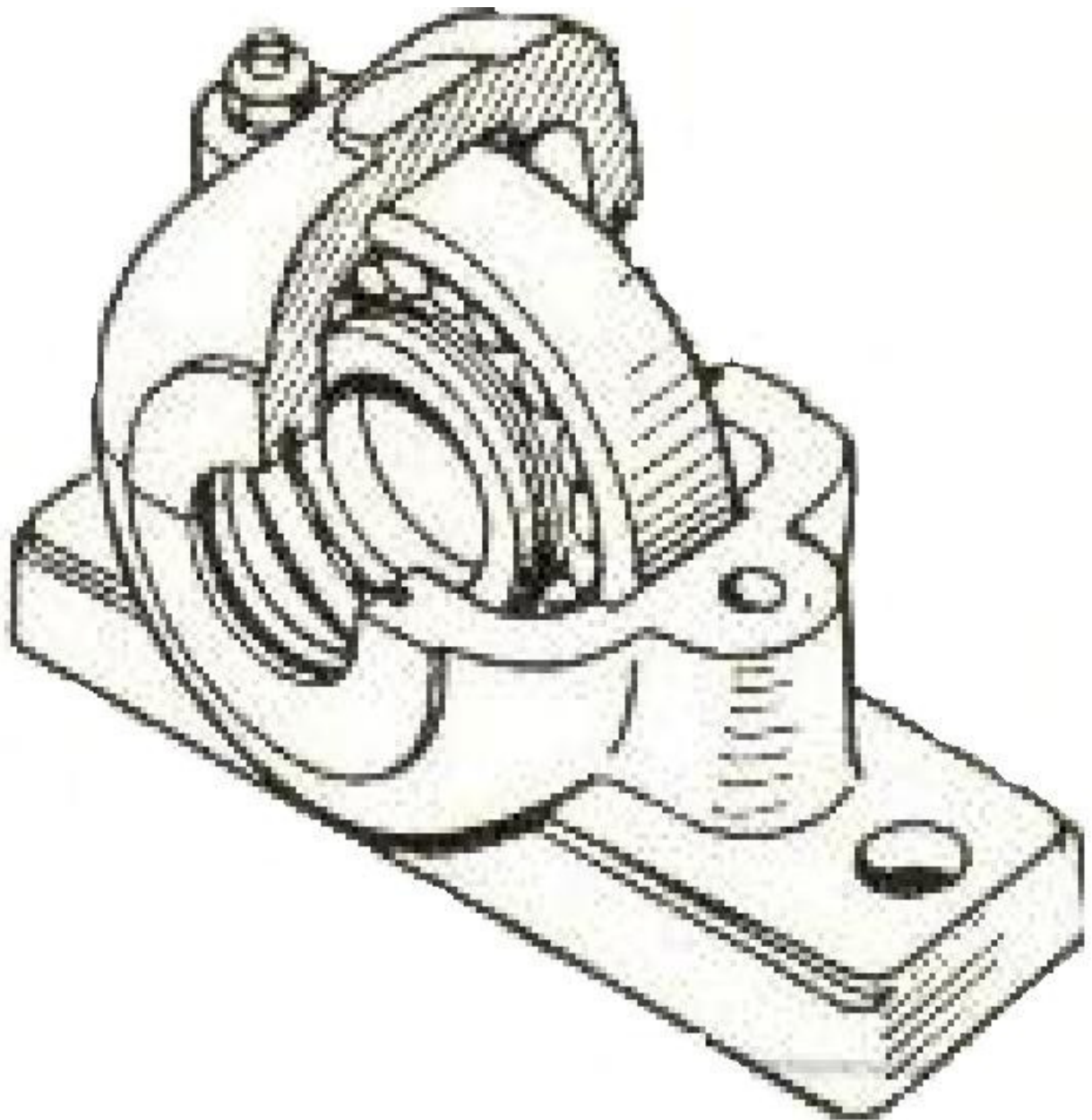
3.3.6.2. Μελέτη – σχεδιασμός



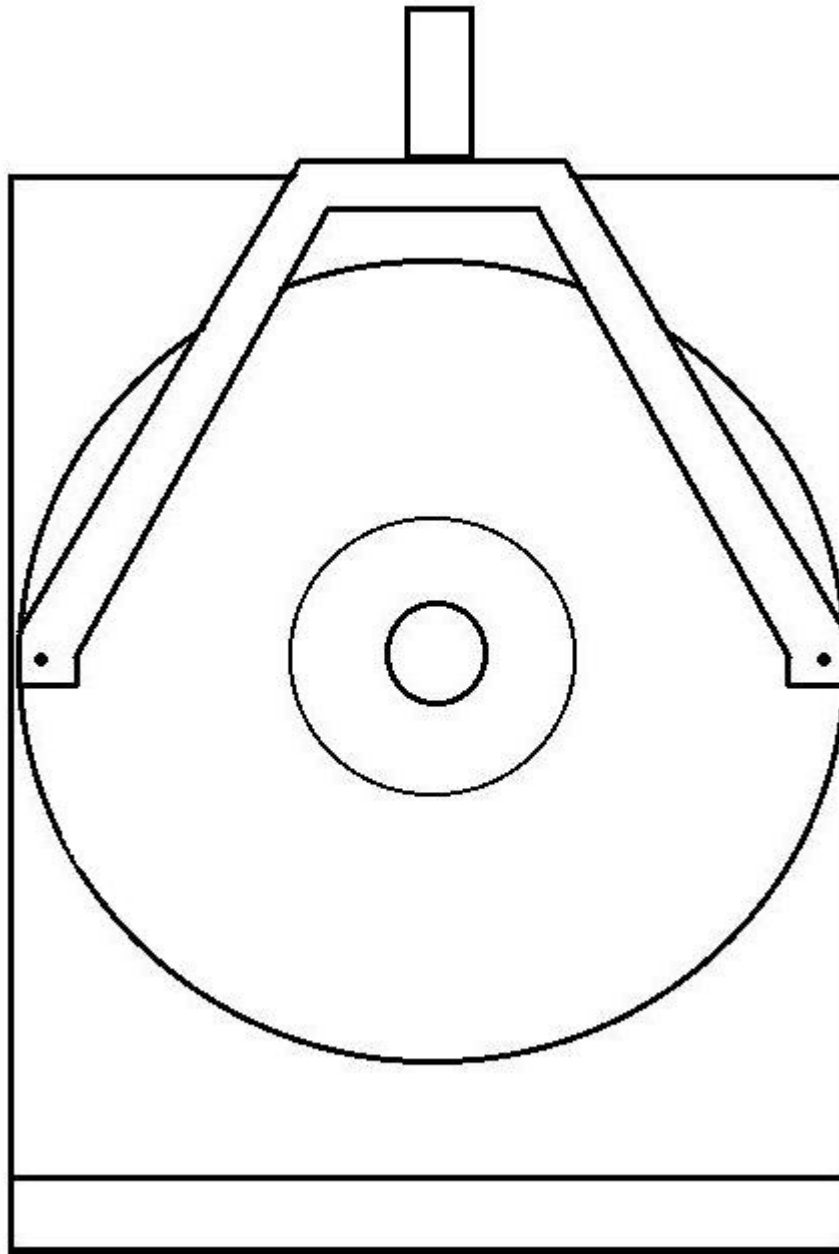
Σχήμα 3.3.6. Έδρανα ολίσθησης με προσθήκη λιπαντικού συστήματος



Σχήμα 3.3.7. Έδρανο ολίσθησης χωρίς προσθήκη λίπανσης



Σχήμα 3.3.8. Έδρανο ολίσθησης – κύλισης με δυνατότητα αξονικής μετατόπισης



Σχήμα 3.3.9. Έδρανο ολίσθησης – ηλεκτρόφρενο

3.3.6.3. Υλικά & εργαλεία

Για τα παραπάνω έδρανα ολίσθησης, χρησιμοποιήθηκε υλικό : Κυρίως χάλυβας , με ειδική επεξεργασία για αντοχή περιστροφή και στο βάρος των ατράκτων (οριζόντιους & κατακόρυφους).

3.3.6.4. Αποτελέσματα – φωτογραφίες



Σχήμα 3.3.10. Φωτογραφίες εφαρμογής στον πίνακα

3.4. ΈΔΡΑΝΑ ΚΥΛΙΣΕΩΣ

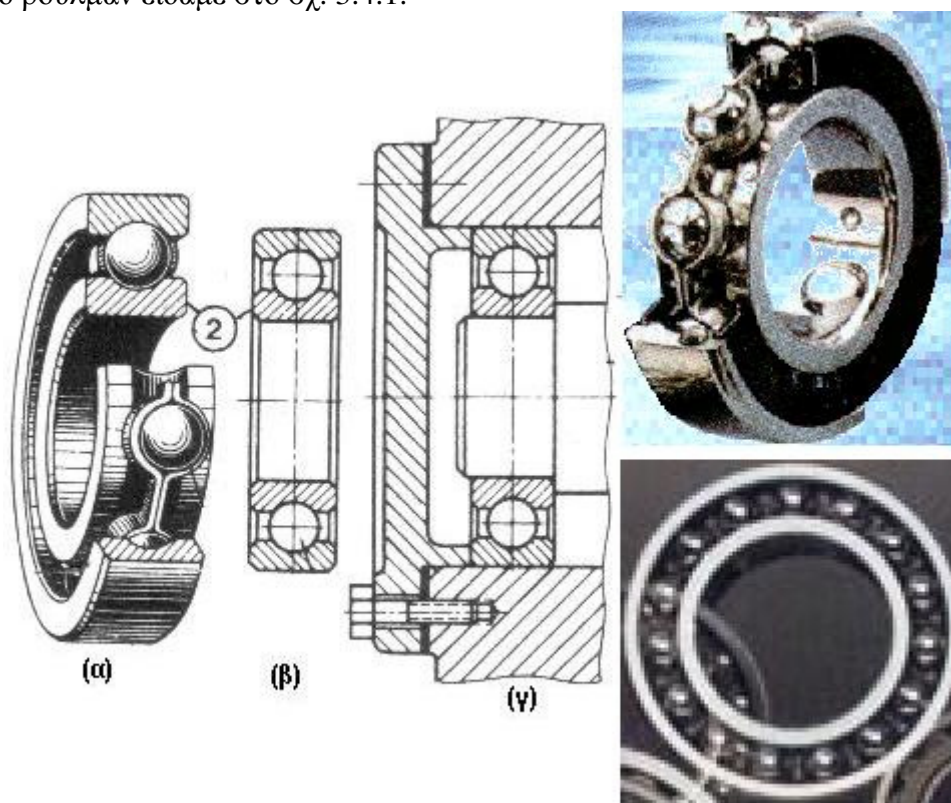
3.4.1. Είδη εδράνων κυλίσεως και περιγραφή αυτών

- Τα έδρανα κυλίσεως διακρίνονται όπως και τα έδρανα ολισθήσεως:
- Σε ακτινικά και αξονικά
- Σε σταθερά και αυτορυθμιζόμενα

A. Ακτινικά (εγκάρσια) σταθερά έδρανα κυλίσεως

1. Μονόσφαιρα με βαθύ αυλάκι

Τα ρουλιάν αυτά έχουν για κυλιόμενα στοιχεία σφαίρες σε μία σειρά. Ένα τέτοιο ρουλιάν είδαμε στο σχ. 3.4.1.

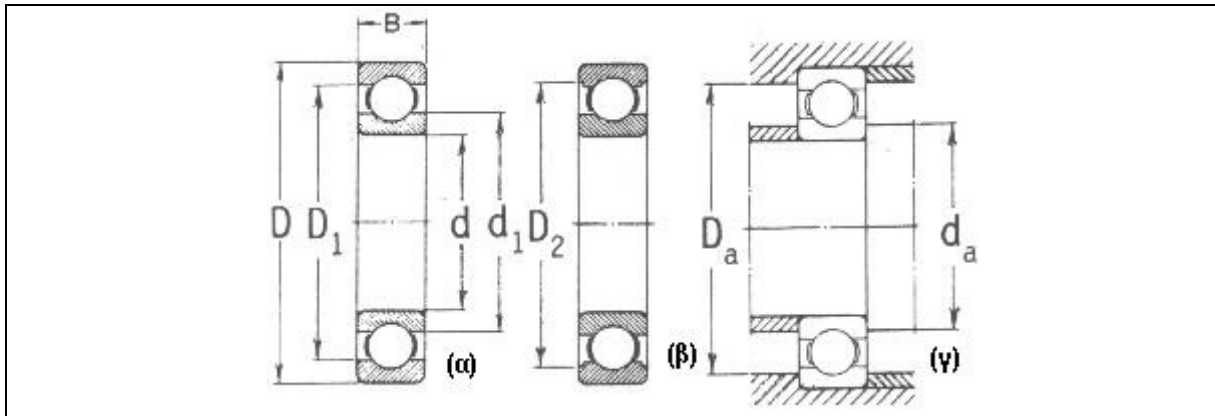


Σχήμα 3.4.1. Έδρανο κυλίσεως (α: πρόοψη, β: σε τομή & γ: έδρανο στη θέση του)

Είναι σταθερά και απαιτούν καλή ευθυγράμμιση ατράκτου και εδράνου. Έχουν απλή κατασκευή και χρησιμοποιούνται περισσότερο από όλους τους τριβείς κυλίσεως.

Μπορούν να δεχθούν ακτινικά φορτία αλλά επειδή οι σφαίρες κυλίνουν σε βαθύ αυλάκι, μπορούν να πάρουν ταυτόχρονα και ένα μικρό αξονικό φορτίο. Αντέχουν σε υψηλές περιστροφικές ταχύτητες.

Διαστάσεις καθώς και άλλα στοιχεία γι'αυτά τα ρουλιάν, βλέπουμε στον πίνακα 3.4.1.



Βασικές διαστάσεις			φορτίο		οριακός αριθ. Στροφών		μάζα	αριθμός	Άλλες διαστάσεις				
d	D	B	δυναμικό	στατικό	λίπανση				d1	D1	D2	da	Da
			C	Co	γράσσο	λάδι							
mm	mm	mm	N	N	rpm	rpm	kg	~	mm	mm	mm	mm	mm
17	26	5	1680	930	24000	30000	0,0082	61803	20,2	23,2	~	19	24
	35	8	6050	2800	19000	24000	0,032	16003	22,8	29,5	~	19	33
	35	10	6050	2800	19000	24000	0,039	6003	22,8	29,5	31,2	19	33
	40	12	9560	4500	17000	20000	0,065	6203	24,2	32,9	35	21	36
	47	14	13500	6550	16000	19000	0,12	6303	26,5	37,6	39,6	22	42
	62	17	22900	11800	12000	15000	0,27	6403	32,4	47,4	~	23,5	55,5
20	32	7	2700	1500	19000	24000	0,018	61804	24	28,3	~	22	30
	42	8	7020	3400	17000	20000	0,05	16004	27,2	34,6	~	22	40
	42	12	9360	4500	17000	20000	0,069	6004	27,2	35,1	37,2	24	38
	47	14	12700	6200	15000	18000	0,11	6204	28,5	38,7	40,6	25	42
	52	15	15900	7800	13000	16000	0,14	6304	30,3	42,1	44,8	26,5	45,5
	72	19	30700	16600	10000	13000	0,4	6404	37,1	55,6	~	26,5	65,5
25	37	7	3120	1960	17000	20000	0,022	61805	29	33	~	27	35
	47	8	7610	4000	14000	17000	0,06	16005	33,3	40,7	~	27	45
	47	12	11200	5600	15000	18000	0,08	6005	32	40,3	42,2	29	43
	52	15	14000	6950	12000	15000	0,13	6205	34	44,2	46,3	30	47
	62	17	22500	11400	11000	14000	0,23	6305	36,6	50,9	52,7	31,5	55,5

Πίνακας 3.4.1. για μονόσφαιρα ακτινικά ρουλιών

Οι βασικές διαστάσεις κάθε ρουλιών (παραπάνω σχήμα του πίνακα), είναι:

1. Η εσωτερική διάμετρος d του εσωτερικού δακτυλίου
2. Η εξωτερική διάμετρος D του εξωτερικού δακτυλίου
3. Το πλάτος του ρουλιών B

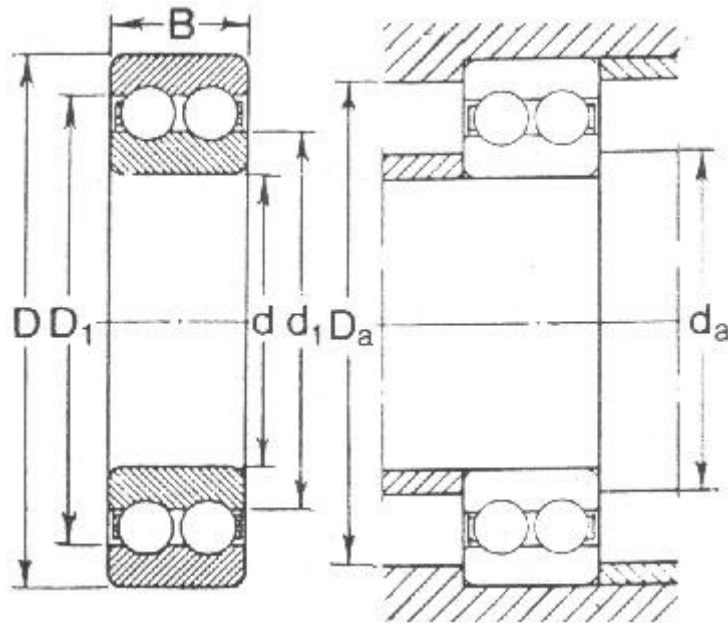
Στους πίνακες, ακόμη συναντούμε το δυναμικό και το στατικό φορτίο.

Δυναμικό ορίζεται το φορτίο που αν επιδράσει σε ένα περιστρεφόμενο ρουλιών αυτό θα μπορέσει να εργασθεί κανονικά για 1.000.000 στροφές.

Στατικό ορίζεται το ακτινικό (ή το αξονικό για τα αξονικά έδρανα) φορτίο που αν εφαρμοσθεί σε ένα ακίνητο ρουλιών, προκαλεί στη θέση επαφής μόνιμη παραμόρφωση ίση με 0,01% της διαμέτρου του κυλιόμενου στοιχείου.

2. Δίσφαιρα σταθερά με βαθύ αυλάκι

Τα ρουλιάν αυτά είναι όπως και τα προηγούμενα, αλλά έχουν δυο σειρές σφαίρες (σχ.3.4.2.). Μπορούν να δεχθούν, όπως και τα μονόσφαιρα, κατά κύριο λόγο ακτινικό φορτίο αλλά και αρκετό αξονικό φορτίο.

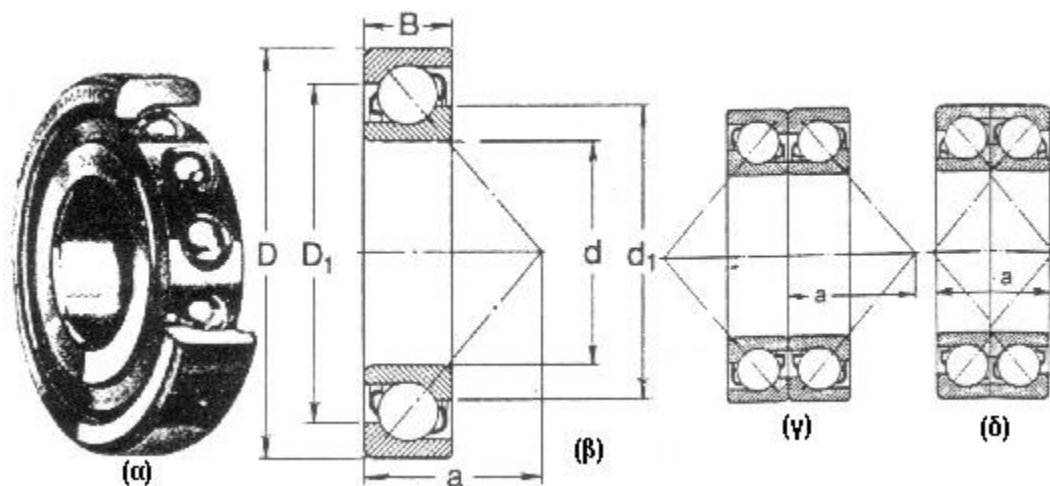


Σχήμα 3.4.2. Δίσφαιρο ακτινικό έδρανο με βαθύ αυλάκι

Επειδή έχουν δυο σειρές σφαίρες, παρουσιάζουν για την ίδια εσωτερική διαμέτρου d και την ίδια εξωτερική διάμετρο D , λίγο μεγαλύτερη ικανότητα φόρτισης από ότι έχουν τα μονόσφαιρα. Βέβαια για να χωρέσουν οι δυο σειρές είναι και λίγο πλατύτερα.

3. Μονόσφαιρα σταθερά γωνιακής επαφής

Τα μονόσφαιρα σταθερά ρουλιάν με γωνιακή επαφή (σχ.3.4.3.)



Σχήμα 3.4.3. Μονόσφαιρο σταθερό ρουλιάν γωνιακής επαφής
Α,Β. Ρουλιάν σε τομή, & Γ. Δύο ρουλιάν σε τομή τοποθετημένα

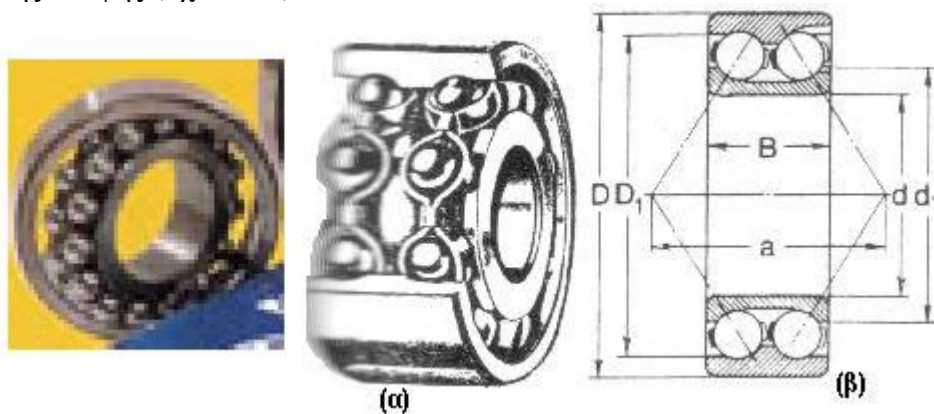
έχουν όπως και τα κοινά μονόσφαιρα σταθερά ρουλιάν, μια σειρά σφαιρών αλλά έχουν μια σημαντική διαφορά από αυτά. Εδώ, τα δυο δακτυλίδια είναι διαμορφωμένα

κατά τέτοιο τρόπο ώστε όταν δέχονται αξονικό φορτίο, οι σφαίρες να έχουν επαφή στα πλάγια και να εργάζονται κανονικά. Επομένως, τα ρουλμάν αυτά, πέρα από τη δυνατότητα τους να παραλαμβάνουν ακτινικό φορτίο, έχουν και ικανότητα παραλαβής σημαντικού αξονικού φορτίου.

Αξονικό φορτίο μπορεί να παραλάβει μόνο προς τη μια κατεύθυνση. Αν το αξονικό φορτίο έχει μεταβλητή φορά, τότε μπορεί να τοποθετηθούν δυο ρουλμάν, το ένα αντίθετα από το άλλο (σχ. 3.4.3.γδ) ώστε το ένα να παίρνει το αξονικό φορτίο μιας φοράς και το άλλο της αντίθετης φοράς.

4. Δίσφαιρα σταθερά γωνιακής επαφής

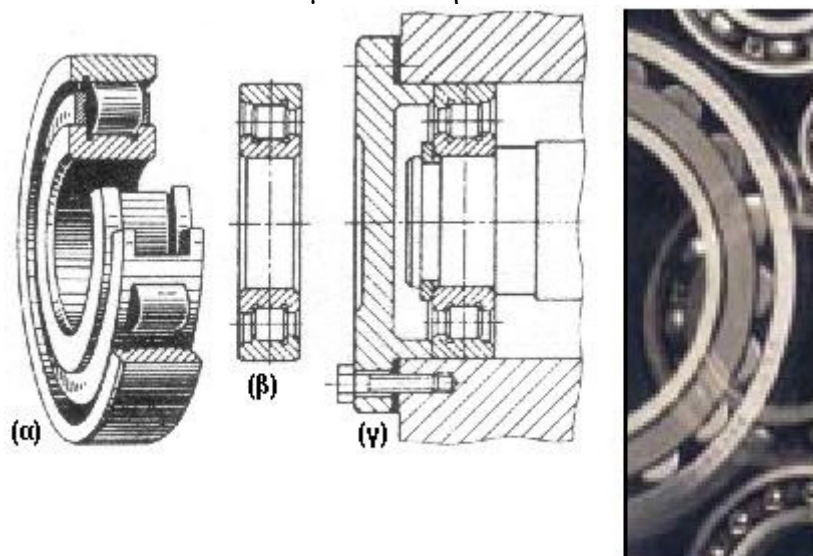
Αν το αξονικό φορτίο έχει μεταβλητή φορά και δεν επιθυμείται να τοποθετηθούν δυο μονόσφαιρα γωνιακής επαφής, τότε χρησιμοποιείται ένα δίσφαιρο γωνιακής επαφής (σχ. 3.4.4.)



Σχήμα 3.4.4. Δίσφαιρο σταθερό γωνιακής επαφής

5. Μονοκύλινδρα σταθερά

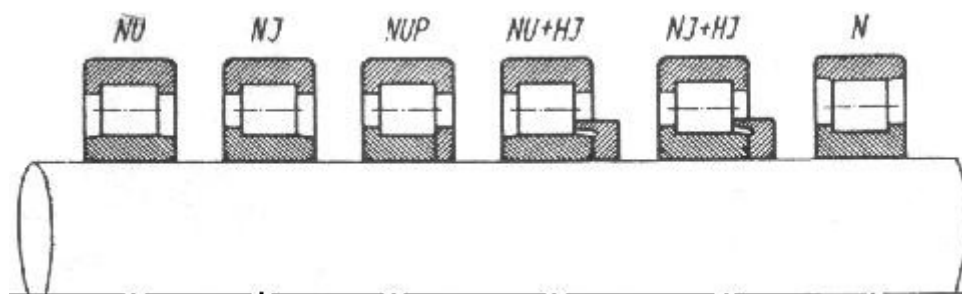
Τα μονοκύλινδρα σταθερά ρουλμάν έχουν σαν κυλιόμενα στοιχεία μια σειρά κυλίνδρων (σχ.3.4.5.) μέσα σε κατάλληλο κλωβό. Οι κύλινδροι άλλοτε κυλίσουν μέσα σε ένα αυλάκι και άλλοτε σε μια επίπεδη



Σχήμα 3.4.5. Μονοκύλινδρο σταθερό ρουλμάν
Α. πρόοψη, Β. σε τομή & Γ. κανονική τοποθέτηση

κυλινδρική τροχιά. Με αυτόν τον τρόπο, ένα από τα δυο δακτυλίδια μπορεί, όταν χρειασθεί (σε περίπτωση αποσυναρμολόγησης) να αποχωρισθεί από το άλλο.

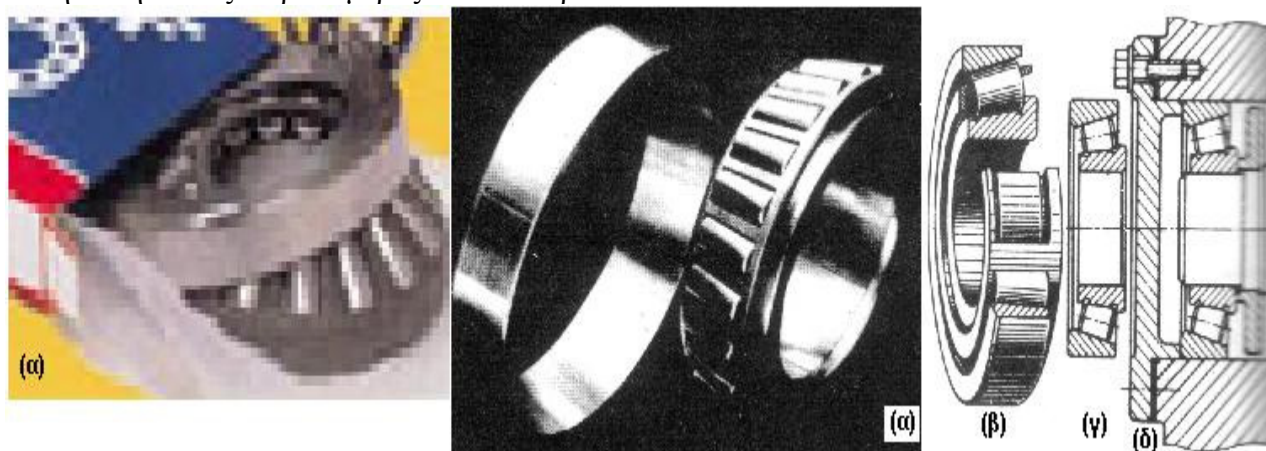
Ανάλογα με την εσωτερική διαμόρφωση των δακτυλιδιών, τα διακρίνουμε σε τέσσερις τύπους που συμβολίζονται με NU, NJ, NU+HJ, NJ+HJ και N και φαίνονται στο σχ.3.4.6..



Σχήμα 3.4.6. Τύποι μονοκύλινδρων ρουλμάν

6. Κωνικά ρουλμάν

Ένα κωνικό ρουλμάν αποτελείται από δυο δακτυλίδια με κωνικές τροχιές (σχ.3.4.7.). Η μια τροχιά βρίσκεται στο εσωτερικό μέρος του εξωτερικού δακτυλιδιού και η άλλη στο εξωτερικό μέρος του εσωτερικού



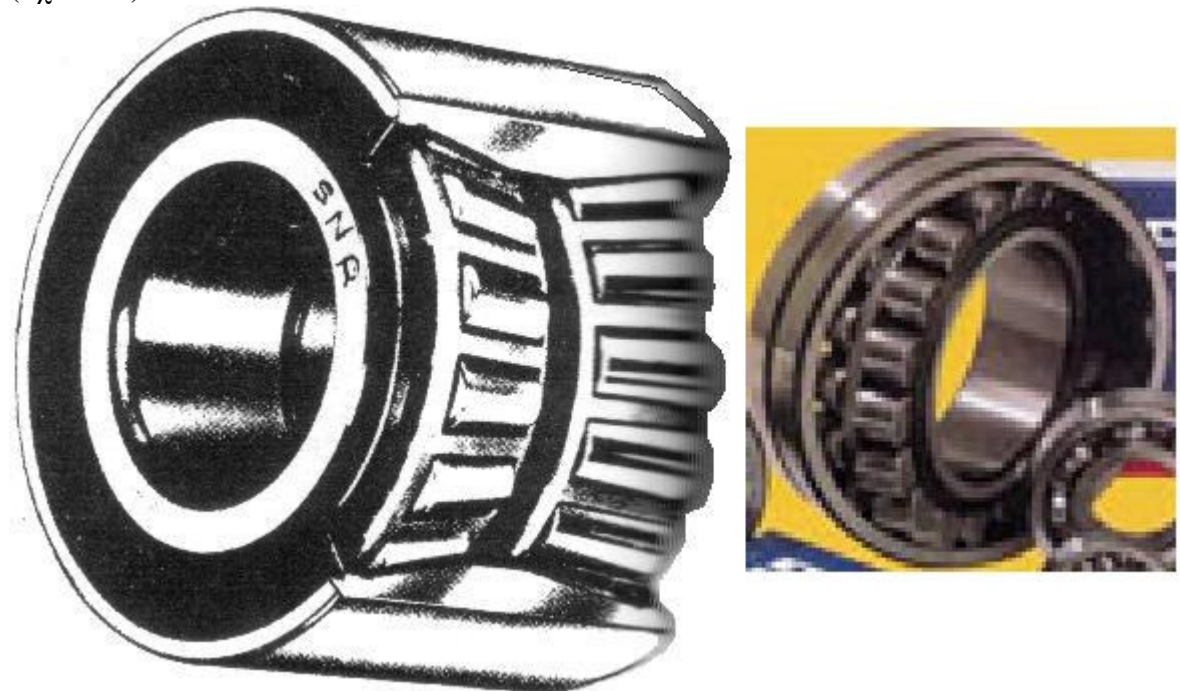
Σχήμα 3.4.7. Κωνικό ρουλμάν

Α. Φώτο, Β. Πρόοψη, Γ. Τομή & Δ. Τοποθετημένο στη θέση του

δακτυλιδιού. Ανάμεσα στα δυο δακτυλίδια βρίσκονται κωνικά κυλιόμενα στοιχεία. Αυτά βρίσκονται σε θήκη, συγκρατούνται στο εσωτερικό δακτυλίδι και αποχωρίζονται από το εξωτερικό, όταν για λόγους αποσυναρμολόγησης χρειασθεί. Με άλλα λόγια το ρουλμάν αυτό, όταν δεν είναι στη θέση του, είναι δυο χωριστά μέρη.

Τα κωνικά ρουλμάν μπορούν να παραλάβουν ταυτόχρονα ακτινικό και σημαντικό φορτίο προς μια κατεύθυνση. Το ρουλμάν του σχήματος 3.4.7.δ, μπορεί να παραλάβει το αξονικό φορτίο της ατράκτου, όταν αυτό έχει φορά από δεξιά προς τα αριστερά.

Αν το αξονικό φορτίο έχει εναλλασσόμενη φορά, τότε είτε τοποθετούν δυο μαζί, το ένα αντίθετα από το άλλο, είτε τοποθετηθούν με ένα διπλό κωνικό ρουλμάν (σχ.3.4.8.).

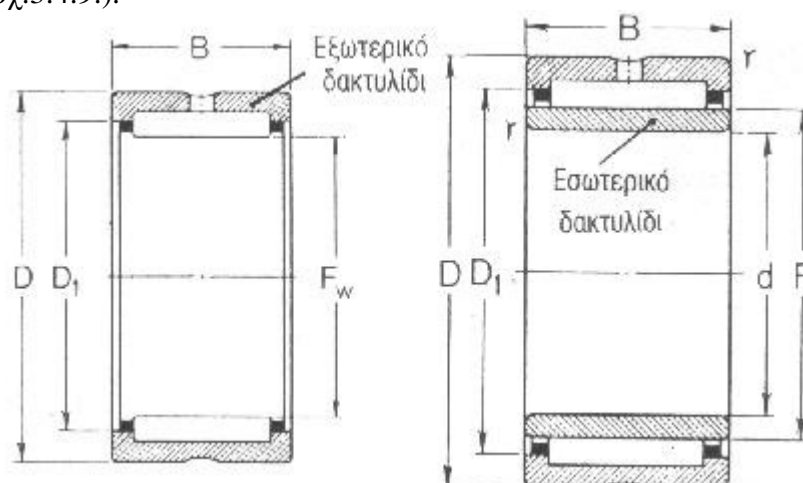


Σχήμα 3.4.8. Παραλαβή αξονικού φορτίου εναλλασσόμενης φοράς

Η πιο γνωστή εφαρμογή των κωνικών ρουλμάν είναι στους τροχούς των αυτοκινήτων.

7. Βελονοειδή

Όταν υπάρχει έλλειψη χώρου ακτινικά, αλλά διαθέτεται Παράλληλα περισσότερο χώρο αξονικά, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί βελονοειδή ρουλμάν (σχ.3.4.9.).



Σχήμα 3.4.9. Βελονοειδή ρουλμάν

Εδώ, τα κυλιόμενα στοιχεία είναι κύλινδροι μικρής διαμέτρου και μεγάλου μήκους και παίρνουν τη μορφή βελόνας.

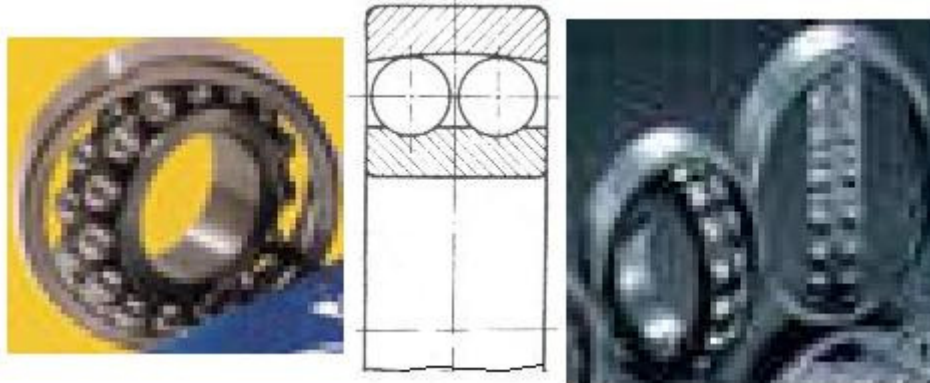
Κατασκευάζονται σε δυο τύπους:

- Χωρίς εσωτερικό δακτυλίδι
- Με εσωτερικό δακτυλίδι (σχ. 3.4.9. δεξιά)

B. Ακτινικά αυτορυθμιζόμενα

1. Δίσφαιρα ακτινικά αυτορυθμιζόμενα

Αυτά μοιάζουν με τα δίσφαιρα σταθερά με τη διαφορά ότι η τροχιά στο εσωτερικό δακτυλίδι είναι σφαιρική (σχ.3.4.10.). Η διαφορά όμως αυτή τα κάνει πολύτιμα, γιατί χάρη σε αυτή τη διαμόρφωση



Σχήμα 3.4.10. Δίσφαιρο ακτινικό αυτορυθμιζόμενο ρουλμάν

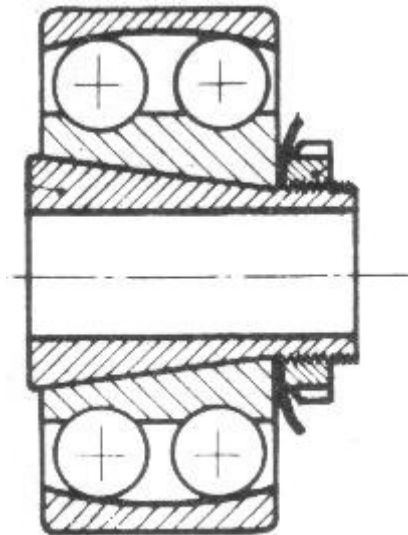
μπορούν να εργασθούν κανονικά σε περιπτώσεις όπου οι γεωμετρικοί άξονες ρουλμάν και άτρακτου δεν συμπίπτουν. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε κακή κατασκευή, σε σφάλμα τοποθέτησης ή σε ταλάντωση της άτρακτου (αζυγοσταθμίες, υπερφόρτωση, λανθασμένος υπολογισμός κλπ).

Αναλαμβάνουν μόνο ακτινικό φορτίο και καθόλου αξονικό.

Κατασκευάζονται σε δυο τύπους:

- Με κυλινδρική τρύπα
- Με κωνική τρύπα

Τα ρουλμάν με κυλινδρική τρύπα τοποθετούνται απευθείας πάνω στη άτρακτο, ενώ τα ρουλμάν με κωνική τρύπα προσαρμόζονται πάνω σε ένα κωνικό σφιγκτήρα, όπως στο σχ. 3.4.11. και τα δυο μαζί τοποθετούνται πάνω στην άτρακτο. Με τη βοήθεια ενός περικόχλιου



Σχήμα 3.4.11. Ρουλιάν με σφικτήρα

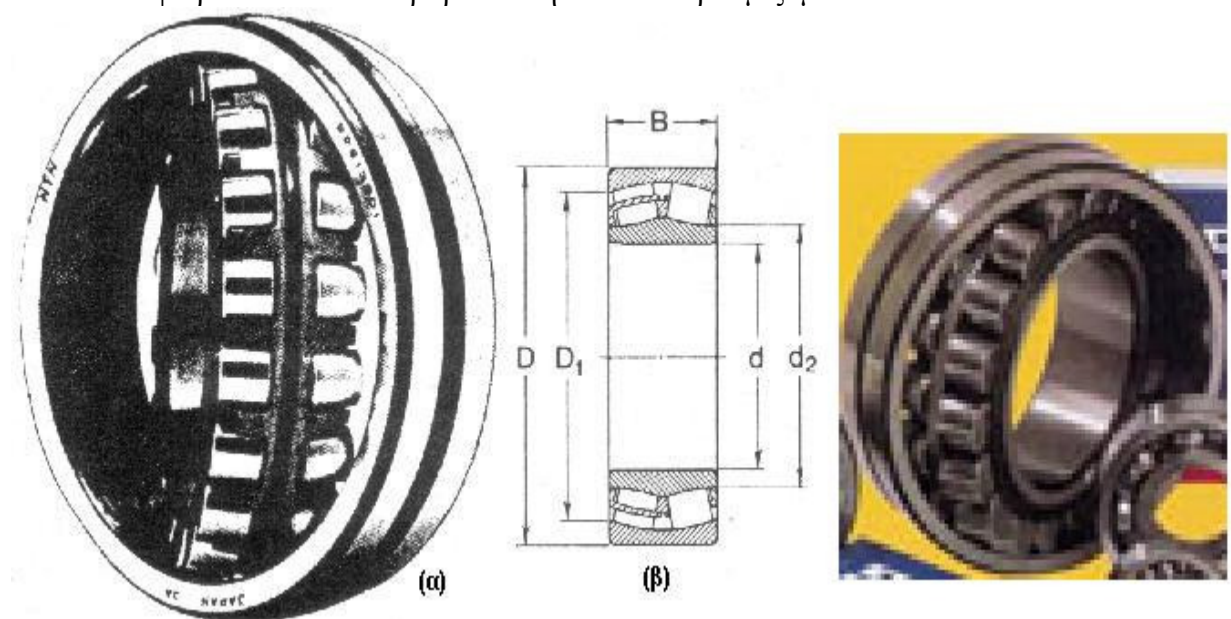
μπορεί να τραβηχτεί ο σφικτήρας μέσα στην κωνική τρύπα του ρουλιάν και να μειωθεί η εσωτερική του διάμετρο. Έτσι, επιτυγχάνεται πίεση στις επιφάνειες συναρμογής και σύνδεση ατράκτου, σφικτήρα και εσωτερικού δακτυλιδιού.

Ρουλιάν με σφικτήρα χρησιμοποιούνται σε μακριές ατράκτους για να αποφευχθεί :

- Η τόννευση σε μεγάλο μήκος και τη μείωση της διαμέτρου από την τιμή του εμπορίου (που δεν είναι με ακρίβεια) στην επόμενη προς τα κάτω τυποποιημένη τιμή.
- Η δυσκολία μετακίνησης του ρουλιάν χωρίς σφικτήρα μέχρι τη θέση του.

2. Βαρελοειδή

Τα ρουλιάν αυτά, αντί για σφαίρες έχουν βαρελοειδή στοιχεία (σχ. 3.4.12.), τα οποία κυλίνουν πάνω σε σφαιρικές τροχιές. Επομένως, όπως και τα πιο πάνω σφαιρικά έτσι και τα βαρελοειδή είναι αυτορυθμιζόμενα.



Σχήμα 3.4.12. Βαρελοειδές ρουλιάν

Κατασκευάζονται όπως και τα δίσφαιρα, είτε με κυλινδρική είτε με κωνική τρύπα. Τα δεύτερα τοποθετούνται με σφικκτήρα. Επίσης, γίνονται με μία ή δυο σειρές βαρελοειδών.

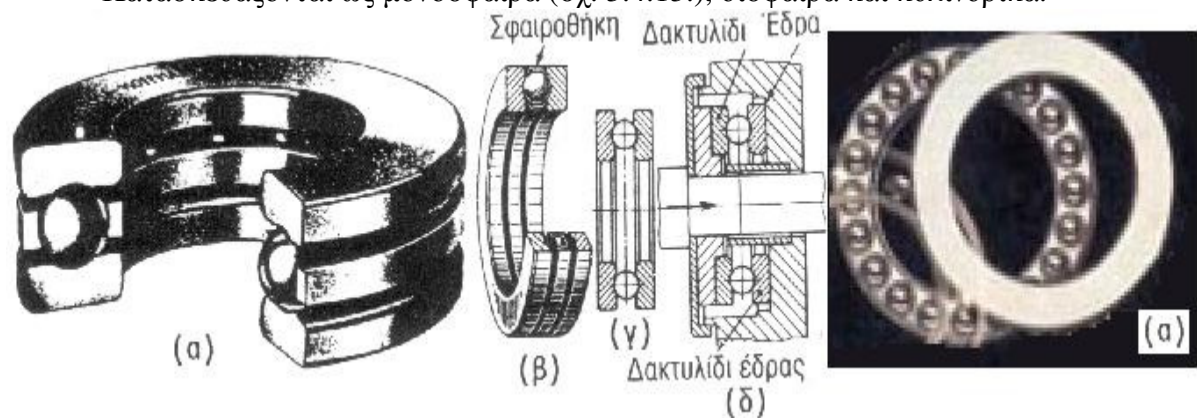
Όπως τα σφαιρικά έτσι και τα βαρελοειδή παραλαμβάνουν μόνο ακτινικό φορτίο.

Γ. Αξονικά σταθερά

Τα αξονικά ρουλμάν έχουν προορισμό να παραλάβουν μόνο αξονικό και καθόλου ακτινικό φορτίο, σε αντίθεση με πολλά ακτινικά, που έχουν δυνατότητα να παραλάβουν πέρα από το ακτινικό και κάποιο αξονικό φορτίο.

Αξονικά σταθερά ρουλμάν τοποθετούμε όταν έχουμε εξασφαλισμένη την σύμπτωση των γεωμετρικών αξόνων ατράκτων και στροφέα.

Κατασκευάζονται ως μονόσφαιρα (σχ. 3.4.13.), δίσφαιρα και κυλινδρικά.



Σχήμα 3.4.13. Αξονικό μονόσφαιρο σταθερό ρουλμάν

Τα μονόσφαιρα αποτελούνται από δυο δίσκους με τροχιές στο μέτωπό τους και από τα κυλιόμενα στοιχεία σε αντίστοιχη θήκη. Τα τρία αυτά στοιχεία αποτελούν ξεχωριστά κομμάτια, τα οποία ενώνονται και αποχωρίζονται αμέσως.

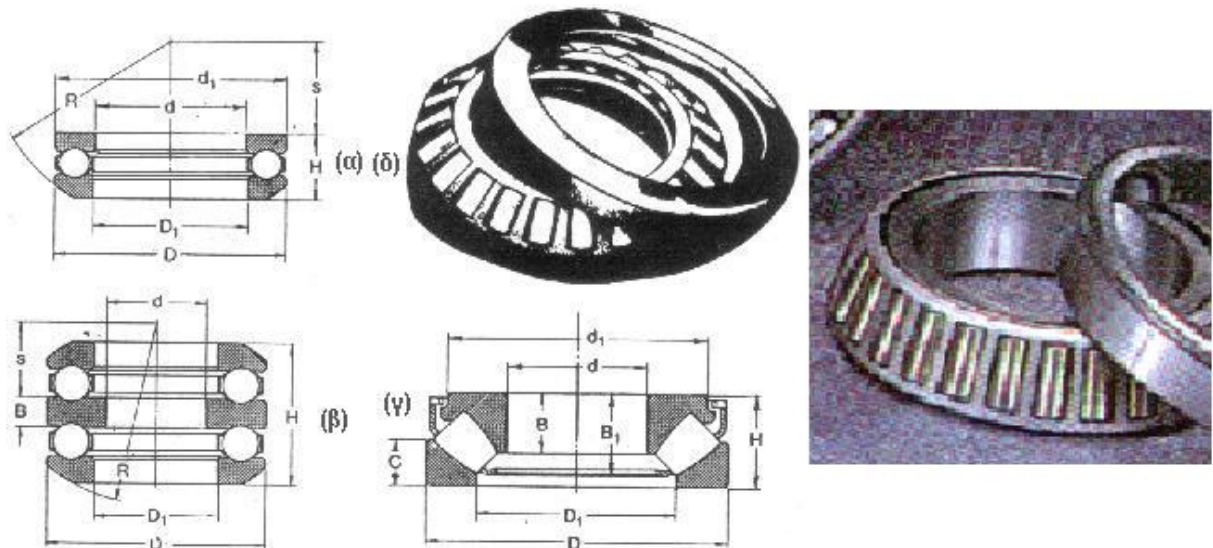
Τα δυο δακτυλίδια έχουν διαφορετική εσωτερική διάμετρο. Μεγαλύτερη διάμετρο έχει το δακτυλίδι που θα παραμένει ακίνητο (δακτυλίδι έδρας), ώστε να περνά η άτρακτος ελεύθερα και να περιστρέφεται. (σχ.3.4.13.δ).

Μπορούν να παραλάβουν αξονικό φορτίο προς μια κατεύθυνση και γι' αυτό λέγονται απλής ενέργειας.

Τα δίσφαιρα αποτελούνται από τρία δακτυλίδια και δυο σειρές σφαιρών. Αυτά μπορούν να δεχθούν φορτίο προς τη μία ή την άλλη κατεύθυνση. Για το λόγο αυτό λέγονται διπλής ενέργειας.

Δ. Αξονικά αυτορυθμιζόμενα

Τα αξονικά αυτορυθμιζόμενα κατασκευάζονται ως μονόσφαιρα (απλής ενέργειας), δίσφαιρα (διπλής ενέργειας) και βαρελοειδή (σχ.3.4.14.)



Σχήμα 3.4.14. Αυτορυθμιζόμενα αξονικά ρουλμάν
 Α. Μονόσφαιρο, Β. Δίσφαιρο & Γ. Βαρελοειδές

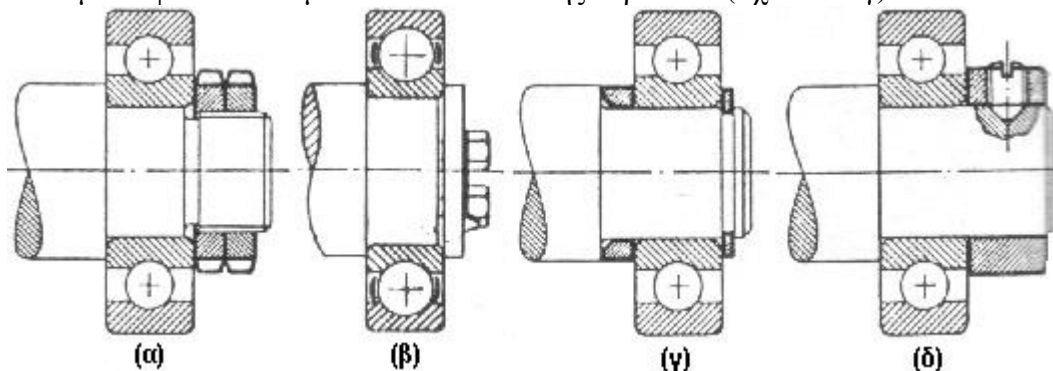
Χρησιμοποιούνται όπως και τα ακτινικά αυτορυθμιζόμενα ρουλμάν, όταν δεν είναι εξασφαλισμένη η μόνιμη σύμπτωση των γεωμετρικών ρουλμάν και ατράκτου.

3.4.2. Τρόποι στερέωσης των ρουλμάν

Η τοποθέτηση των ρουλμάν στην άτρακτο μπορεί να γίνει είτε απευθείας πάνω σε αυτή όταν η τρύπα είναι κυλινδρική είτε με σφιγκτήρα, όταν η τρύπα είναι κωνική.

Τα ρουλμάν που τοποθετούνται απευθείας πάνω στην άτρακτο στερεώνονται στη θέση τους με τους εξής τρόπους:

1. με ένα ή δυο περικόχλια (σχ.3.4.15.α). Απαιτεί σπείρωμα στην άτρακτο.
2. με έναν μικρό δίσκο (σχ.3.4.15.β) που στερεώνεται στο μέτωπο με βίδες.
3. με ασφάλεια που μπαίνει σε αυλάκι της ατράκτου (σχ.3.4.15.γ)



Σχήμα 3.4.15. Στερέωση ρουλμάν πάνω στην άτρακτο

4. με δακτυλίδι που στερεώνεται με μια βίδα
5. χωρίς καμιά στερέωση για την αξονική μετακίνηση. Αυτό μπορεί να γίνει αν δεν υπάρχει αξονική δύναμη. Παραμένει στη θέση του μόνο από την τριβή που αναπτύσσεται από τη συναρμογή συσφίξεως.

3.4.3. Εφαρμογή των εδράνων ολίσθησης στον εκπαιδευτικό πίνακα

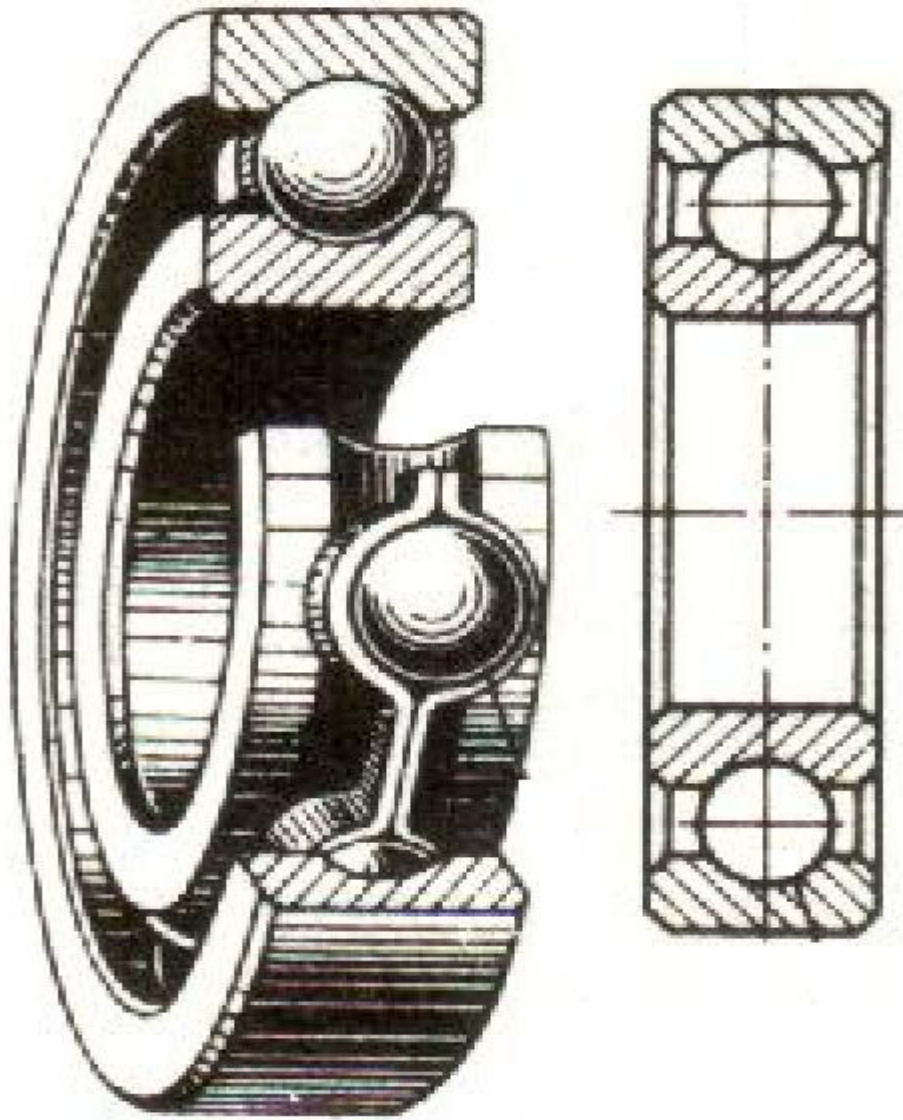
3.4.3.1. Γενικά

Εφαρμόζοντας την θεωρία των εδράνων ολίσθησης κατά την ολοκλήρωση της κατασκευής του εκπαιδευτικού πίνακα, χρησιμοποιήθηκαν 4 πρότυπες κατασκευές.

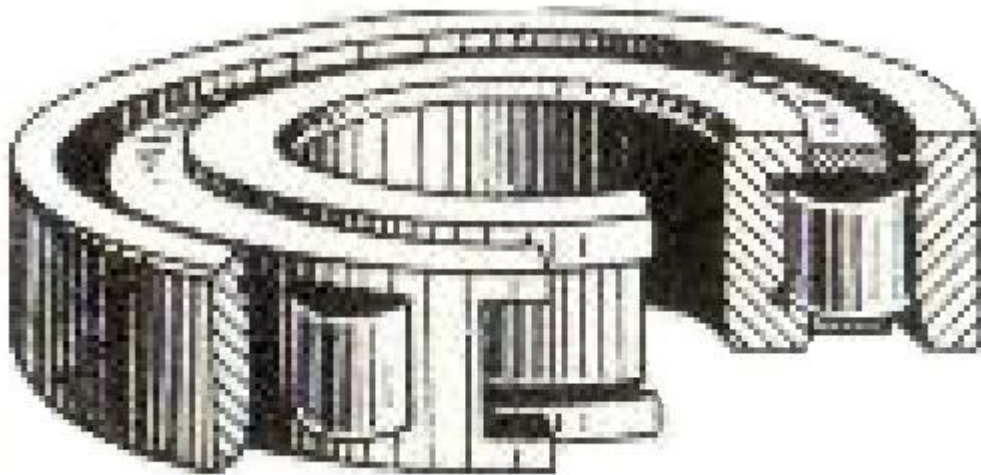
3.4.3.2. Μελέτη – σχεδιασμός



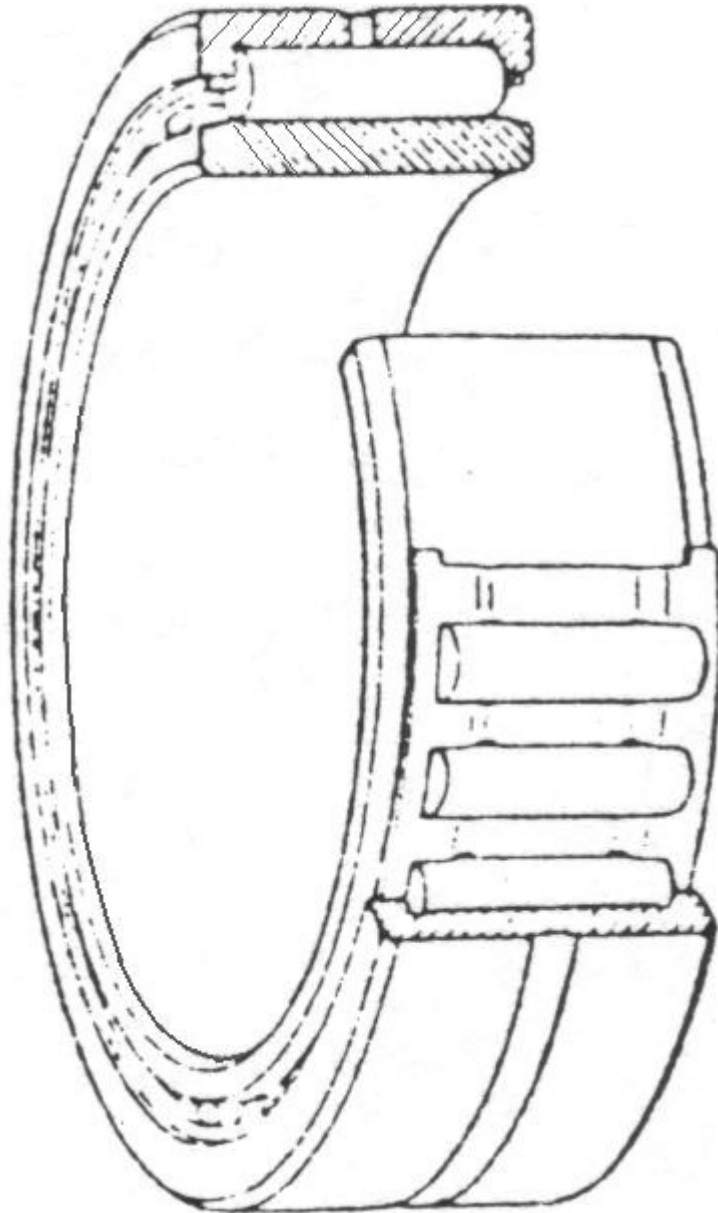
Σχήμα 3.4.16.Κωνικό έδρανο κύλισης



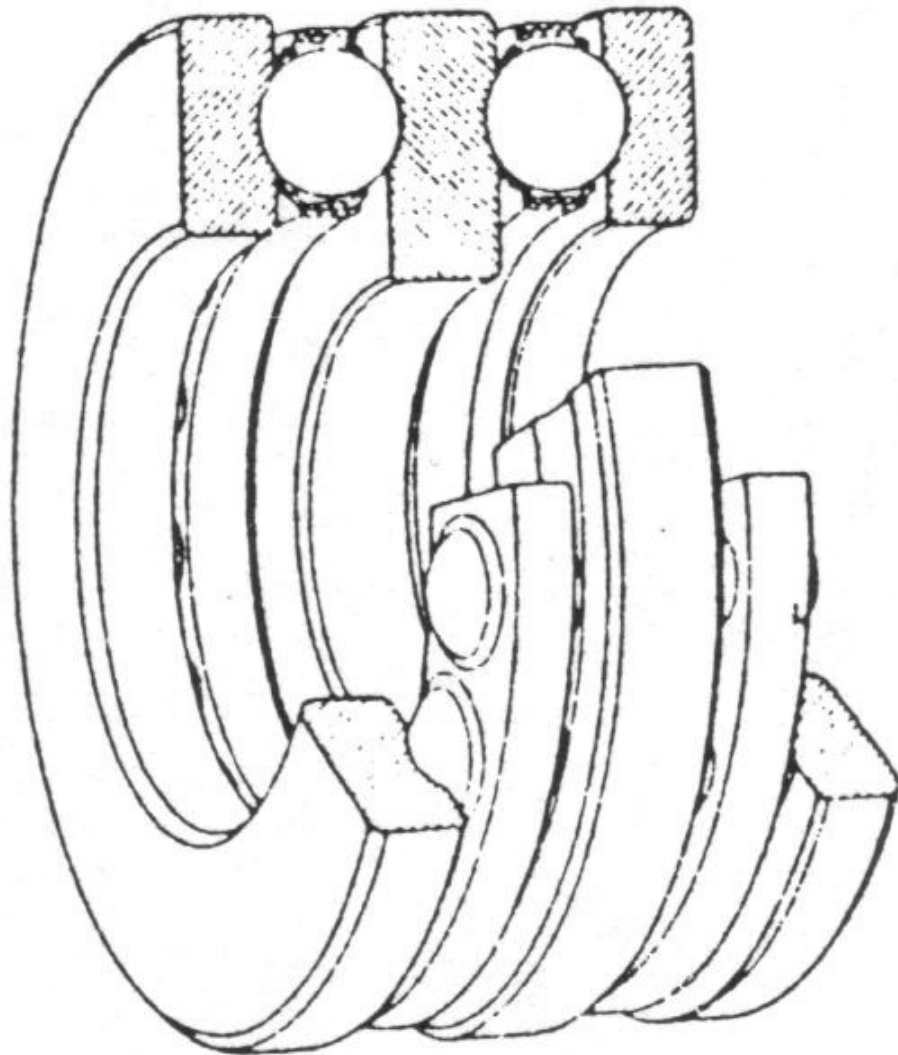
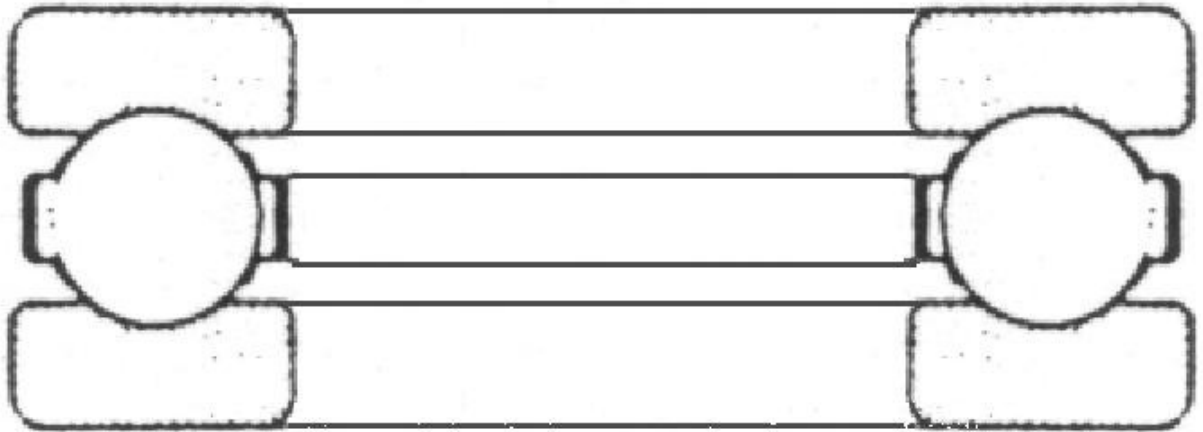
Σχήμα 3.4.17. Μονόσφαιρο σταθερό έδρανο κύλισης



Σχήμα 3.4.18. Μονόσφαιρο, κυλινδρικό, αυτορυθμιζόμενο έδρανο κύλισης



Σχήμα 3.4.19. Μονόσφαιρο, κυλινδρικό, σταθερό έδρανο κύλισης



Σχήμα 3.4.20. Μονόσφαιρο, αξονικό, σταθερό έδρανο κύλισης

3.4.3.3. Υλικά & εργαλεία

Για τα παραπάνω έδρανα κύλισης, χρησιμοποιήθηκε υλικό :

Κυρίως χάλυβας , με ειδική επεξεργασία για αντοχή στην περιστροφή και στο βάρος των ατράκτων (οριζόντιους & κατακόρυφους).

3.4.3.4. Αποτελέσματα – φωτογραφίες



Σχήμα 3.4.21. Φωτογραφίες εφαρμογής στον πίνακα

3.5. ΛΙΠΑΝΣΗ ΕΔΡΑΝΩΝ

3.5.1. Γενικά

Μεταξύ στροφέων και τριβέων δημιουργείται τριβή ολισθήσεως και μεταξύ κυλιόμενων στοιχείων (σφαιρών, κόνων, κλπ) και δακτυλιδιών δημιουργείται τριβή κυλίσεως. Εδώ θα ασχοληθούμε με τα λιπαντικά και περισσότερο με τα συστήματα λιπάνσεως και τους διάφορους λιπαντήρες.

3.5.2. Είδη λιπαντικών

Για λίπανση των εδράνων χρησιμοποιούνται κυρίως τα εξής λιπαντικά:

- **το λίπος (γράφσο)**
- **το λάδι**

Εκτός όμως από τα λιπαντικά αυτά, χρησιμοποιούνται και άλλα όπως οχ. στερεά λιπαντικά, συνθετικές ύλες και σε μερικές περιπτώσεις ακόμα και τον αέρα.

- **Λίπανση με γράσο**

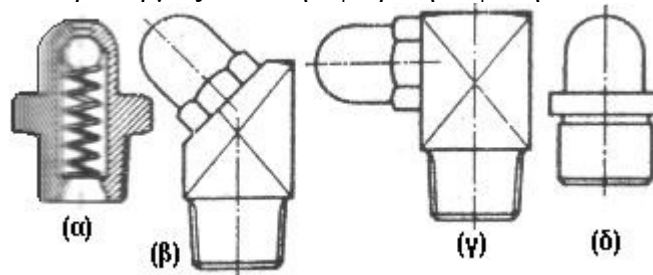
Η λίπανση με τα διάφορα είδη γράσων στις περισσότερες περιπτώσεις είναι απλή και φθηνή. Με τη σειρά τους κατατάσσονται ως εξής :

- **Γράσο αλυσίδων και συρματόσχοινων**, με εξαιρετικά μεγάλη διεισδυτικότητα, κολλώδες και πολύ ανθεκτικό στο νερό.
- **Γράσο για γενική χρήση**, αδιάβροχο, με μεγάλη φορτοικανότητα.
- **Γράσο για γενική χρήση** (όχι για ηλεκτροκινητήρες), πολύ κολλώδες, τελείως αδιάβροχο, με μεγάλη φορτοικανότητα.
- **Γράσο υψηλών θερμοκρασιών**. Γράσο για χρήση σε κάθε εφαρμογή όπου υπάρχουν υψηλές θερμοκρασίες. Δεν έχει σημείο ροής (δεν στάζει).
- **Γράσο για εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες** για εφαρμογές με εξεζητημένες θερμοκρασίες, κολλώδες, αδιάβροχο, με ένα νέο σταθεροποιητή αποκλειστικότητας της LE, που ελαχιστοποιεί τις επικαθίσεις. Έχει πολύ καλή φορτοικανότητα.
- **Βιομηχανικό γράσο γενικής χρήσεως**. Για κάθε βιομηχανική χρήση, με εξαιρετική αντίσταση στην υγρασία και όμοια συμπεριφορά στις πολύ μεγάλες ταχύτητες και θερμοκρασίες. Είναι "αυτοεπαναφερόμενο" όταν κρύνει.

Η λίπανση με γράσο εφαρμόζεται στις εξής περιπτώσεις:

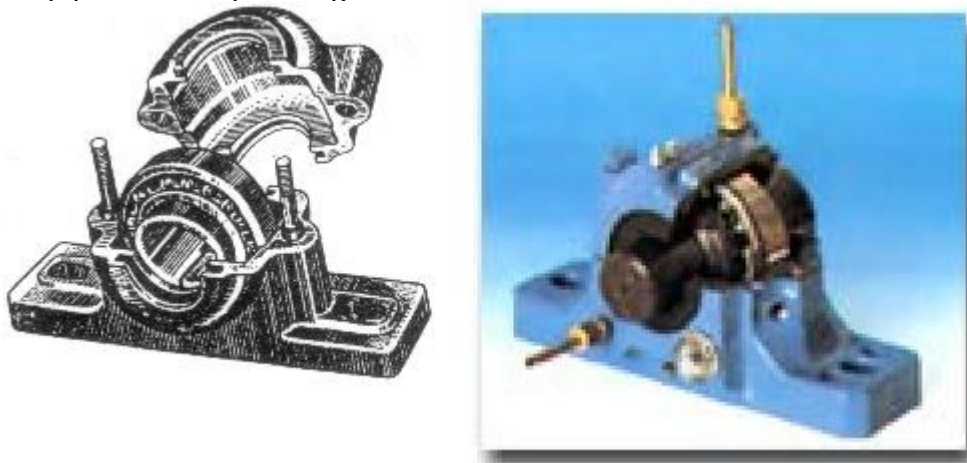
1. σε δευτερεύοντα έδρανα με πολύ μικρό φορτίο
2. σε έδρανα που εργάζονται σε περιβάλλον με σκόνη, με διάφορα αιωρούμενα υλικά και υγρασία, γιατί το πλεονάζον γράσο εξέρχεται χωρίς να στάζει και δημιουργεί προστατευτικό δακτυλιοειδές κάλυμμα (κολάρο)
3. σε έδρανα που λειτουργούν με πολύ χαμηλές στροφές

4. σε μηχανές που λειτουργούν με ελάχιστη επίβλεψη
 5. σε χώρους που απαιτείται καθαριότητα γιατί το πλεονάζον γράσο αναβλύζει χωρίς να στάζει
 6. σε έδρανα που λειτουργούν σε χώρους υψηλών θερμοκρασία. Σε τέτοιες περιπτώσεις προφανώς θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί και το κατάλληλο γράσο.
1. Σφαιρικές κεφαλές λίπανσης DIN 3402, γνωστές ως γρασαδόροι (σχ.3.5.1). Το γράσο προωθείται προς τις τριβόμενες επιφάνειες με κατάλληλο μηχανισμό που προσαρμόζεται στη σφαιρική κεφαλή.



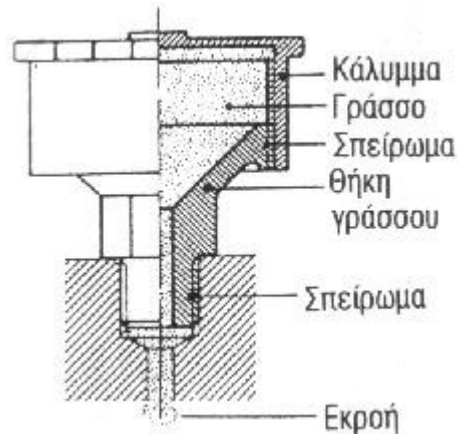
Σχήμα 3.5.1. Σφαιρικές κεφαλές λίπανσης (DIN 3402)

Σε ορισμένα έδρανα, που είναι μέσα σε θήκη, το γράσο οδηγείται σε ένα θάλαμο που περιβάλλει το έδρανο (σχ.3.5.2.).

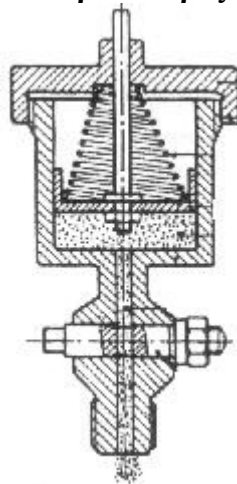


Σχήμα 3.5.2. Έδρανο με ρουλμάν

2. Λιποκιβώτια (γρασαδόροι) Στάουφερ (σχ.3.5.3.). Σε αυτούς το γράσο προωθείται προς τις τριβόμενες επιφάνειες είτε με την περιστροφή ενός βιδωτού καλύμματος (σχ. 3.5.3.) είτε με τη βοήθεια ενός εμβόλου και ελατηρίου (σχ.3.5.4.)



Σχήμα 3.5.3. Γρασαδόρος Στάουφερ



Σχήμα 3.5.4. Γρασαδόρος με έμβολο και ελατήριο

- **Λίπανση με λάδι**

Η λίπανση με λάδι χρησιμοποιείται στις εξής περιπτώσεις:

1. Όταν η περιστροφική ταχύτητα είναι υψηλή
2. Όταν η ειδική πίεση (δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας) είναι μεγάλη.
3. Όταν η θερμοκρασία είναι μεγάλη.

3.5.3. Συστήματα λιπάνσεως

Το σύστημα λίπανσης των εδράνων επιλέγεται ανάλογα με:

- Το είδος της μηχανής που βρίσκονται τα έδρανα
- Το μέγεθος του φορτίου στα έδρανα
- Την ταχύτητα περιστροφής

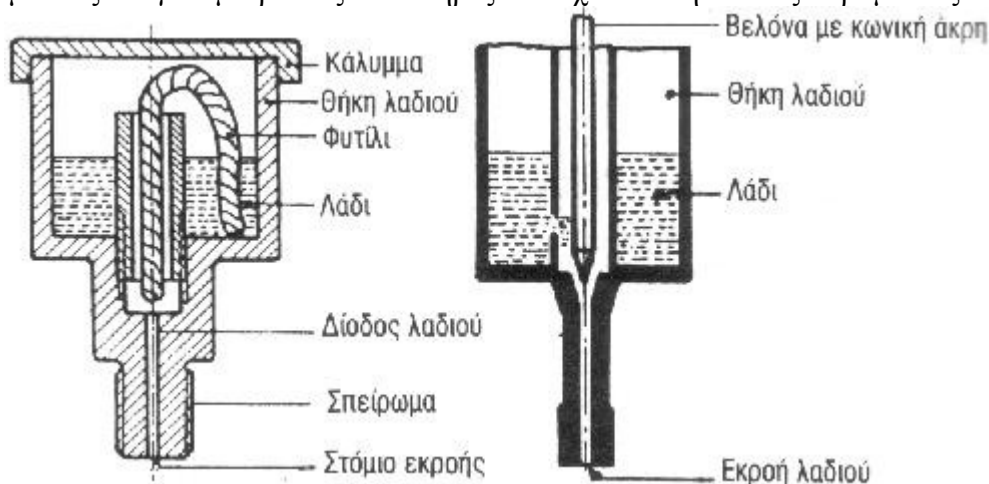
Τα συστήματα λίπανσης μπορούμε να τα κατατάξουμε ως εξής:

1. Ανάλογα με το αν η λίπανση ενός εδράνου είναι ανεξάρτητη από τα άλλα έδρανα.

α) **Ανεξάρτητο σύστημα λίπανσης**

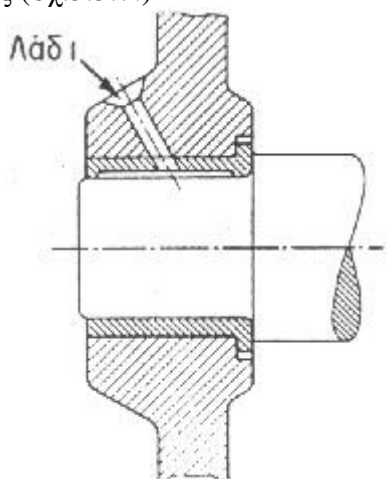
Σε αυτό κάθε έδρανο λιπαίνεται ανεξάρτητα από τα υπόλοιπα έδρανα της μηχανής. Έτσι η διακοπή της λίπανσης σε ένα έδρανο δεν επηρεάζει τη λίπανση των άλλων εδράνων. Το σύστημα αυτό σε ορισμένες περιπτώσεις έχει αυξημένο κόστος.

Στο σύστημα αυτό μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τους αυτόματους σταγονομετρικούς λιπαντήρες του σχ. 3.5.6. ή άλλους παρόμοιους.



Σχήμα 3.5.6. Αυτόματοι σταγονομετρικοί λιπαντήρες με φυτίλι και βελόνα

Σε μερικές περιπτώσεις η λίπανση γίνεται και με το χέρι. Με ένα ελαιοδοχείο (λαδικό) στάζουμε μερικές σταγόνες λαδιού στην άκρη μιας τρύπας που επικοινωνεί με τις τριβόμενες επιφάνειες (σχ.3.5.7.)



Σχήμα 3.5.7. Λίπανση με το χέρι

β) Κεντρικό σύστημα λίπανσης

Στο σύστημα αυτό, το λιπαντικό βρίσκεται σε μια κεντρική ελαιοδεξαμενή και από εκεί κατανέμεται με αγωγούς στις θέσεις λίπανσης.

2. Ανάλογα με το αν το λιπαντικό συλλέγεται για επανακυκλοφορία

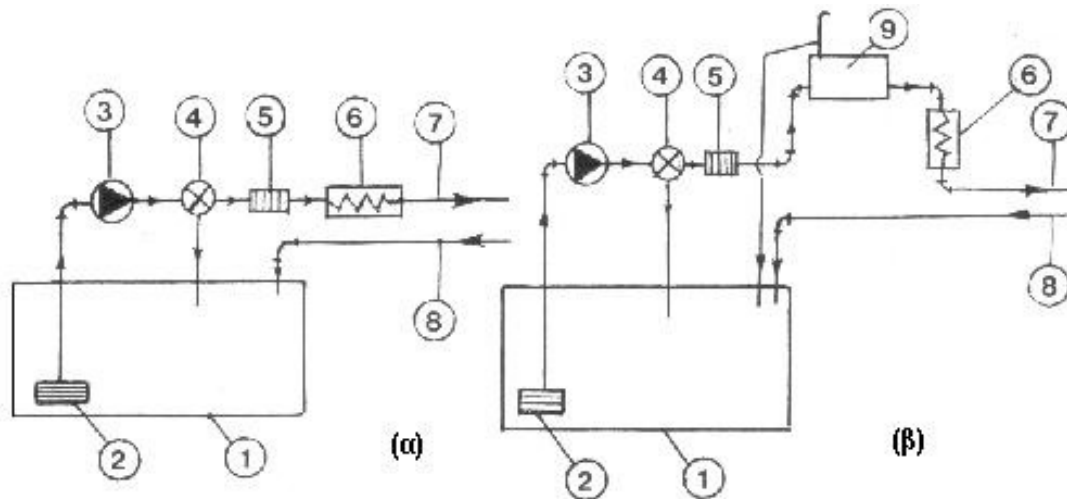
α) Σύστημα ολικής απώλειας, όταν το λιπαντικό περνά στα έδρανα και μετά δεν συλλέγεται.

β) Κυκλοφοριακό ή κλειστό σύστημα λίπανσης, όταν το λιπαντικό συλλέγεται και επιστρέφει στην ελαιοδεξαμενή από όπου και επανακυκλοφορεί.

3. Ανάλογα με το ροής του λιπαντικού

α) Σύστημα ροής του λιπαντικού με αντλία (σχ.3.5.8.α)

β) Σύστημα ροής του λιπαντικού με τη βαρύτητα (σχ.3.5.8.β)



Σχήμα 3.5.8. Σύστημα ροής λιπαντικού

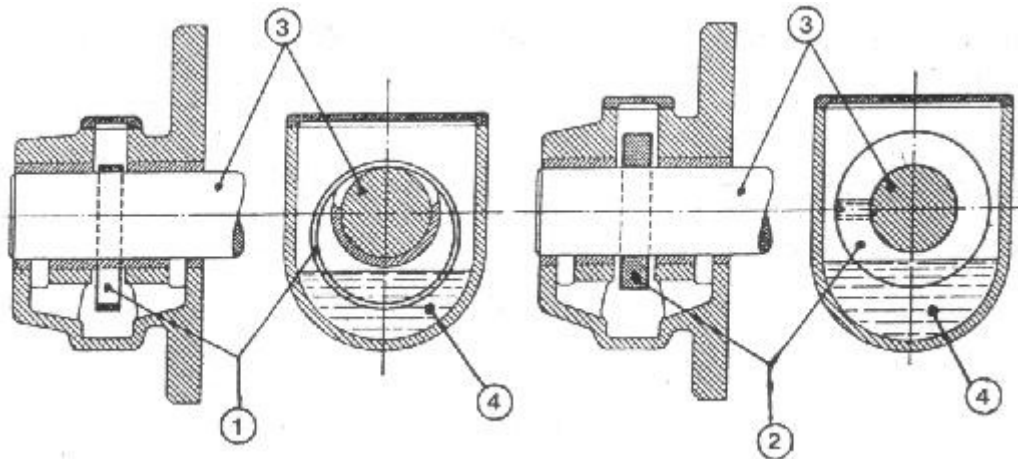
1. ελαιολεκάνη
2. φίλτρο και βαλβίδα αντεπιστροφής
3. αντλία λαδιού
4. βαλβίδα υπερπίεσης
5. φίλτρο
6. ψυγείο λαδιού
7. αγωγός προσαγωγής
8. αγωγοί επιστροφής
9. δεξαμενή βαρύτητας

γ) Μικτό σύστημα ροής του λιπαντικού

δ) Σύστημα λουτρού

Εδώ, το λιπαντικό βρίσκεται συγκεντρωμένο σε ένα χώρο, (ελαιολεκάνη, κάρτερ) κάτω από τα έδρανα και με κατάλληλο τρόπο μεταφέρεται στις τριβόμενες επιφάνειες. Οι τρόποι μεταφοράς είναι:

- Με εκτίναξη (πέταγμα). Κάποια μέρη του μηχανισμού (π.χ.. ένα γρανάζι) βυθίζεται εν μέρει μέσα στο λουτρό του λαδιού και παρασύρει λάδι το οποίο εκσφενδονίζει προς τα έδρανα.
- Με χαλαρό δακτυλίδι λίπανσης, κολάρο ή αλυσίδα (σχ. 3.5.9.)

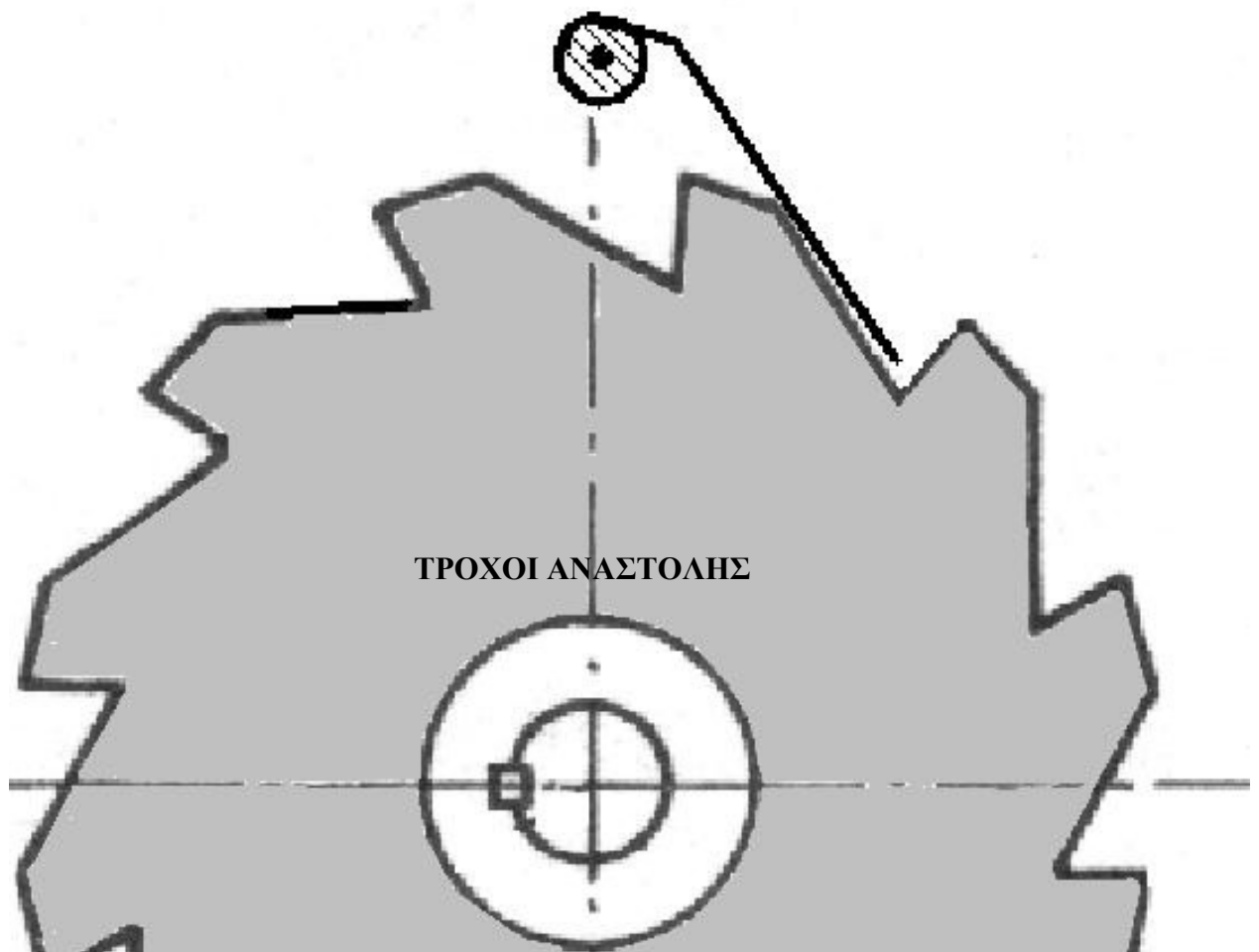


Σχήμα 3.5.9. Σύστημα λίπανσης λουτρού με δακτυλίδι και κολάρο
 1. Δακτυλίδι, 2. Κολάρο, 3. Άτρακτος & 4. Λουτρό

Το σύστημα λουτρού παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Είναι απλό
- Είναι οικονομικό, γιατί το λιπαντικό επαναχρησιμοποιείται
- Παρέχει μεγάλη ασφάλεια

Ταυτόχρονα παρουσιάζει το μειονέκτημα ότι χρησιμοποιείται μόνο σε οριζόντιες ατράκτους.



4.1. ΓΕΝΙΚΑ

Οι τροχοί αναστολής είναι μηχανισμοί που επιτρέπουν την περιστροφή μιας ατράκτου μόνο προς μία φορά περιστροφής, αποκλείοντας την περιστροφή προς την αντίθετη φορά. Όταν τους τοποθετηθούν σε μια ανυψωτική μηχανή, επιτρέπουν την περιστροφή που ταιριάζει για την ανύψωση του φορτίου και αποκλείουν την αντίθετη.

4.2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΩΝ ΤΡΟΧΩΝ ΑΝΑΣΤΟΛΗΣ

Ο σκοπός αυτών των μηχανολογικών συστημάτων είναι να επιτρέπουν την περιστροφική κίνηση μιας ατράκτου μόνο προς μια φορά. Έτσι στις περισσότερες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται σε ανυψωτικές μηχανές (όπως παραπάνω) στις οποίες μόλις διακοπεί η ανύψωση του φορτίου, ενεργεί ο τροχός αναστολής και διακόπτει την κίνηση της μηχανής και κατά συνέπεια και την ανεξέλεγκτη κάθοδο του φορτίου.

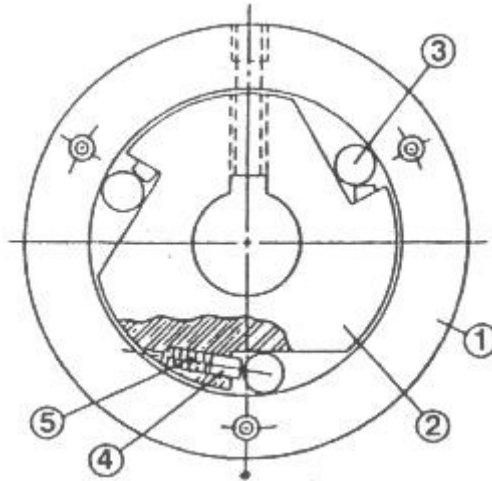
Η πιο πάνω ενέργεια γίνεται εντελώς αυτόματα, χωρίς να απαιτείται καμμία εξωτερική επέμβαση από τον χειριστή του μηχανήματος.

4.3. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΡΟΧΩΝ ΑΝΑΣΤΟΛΗΣ

4.3.1. Τροχοί αναστολής με τριβή

Ο πλέον χρησιμοποιούμενος τροχός αναστολής, είναι ο λυόμενος σύνδεσμος διευθύνσεως.

Για να λειτουργήσει ο σύνδεσμος διευθύνσεως σαν τροχός αναστολής, πρέπει το ένα από τα δύο στοιχεία αυτού (1 και 2 του σχ.4.3.1.) να παραμείνει ακίνητο. Έτσι, μόλις αλλάξει η φορά περιστροφής του κινούμενου στοιχείου και γίνει εμπλοκή με το ακίνητο στοιχείο να



Σχήμα 4.3.1. Τροχός αναστολής με τριβή

1. Ακίνητο στοιχείο
2. Κινητό στοιχείο
3. Κυλινδρικός
4. Εμβολάκι και ελατήριο
5. Ελατήριο

διακοπεί η κίνηση.

Αν θεωρηθεί ότι ακίνητο στοιχείο είναι το 1, δηλαδή η στεφάνη, τότε θα υπάρχει σύμπλεξη και κατά συνέπεια ακινητοποίηση του συστήματος, όταν το κινητό στοιχείο 2 περιστραφεί δεξιόστροφα.

Επομένως, για να λειτουργεί η μηχανή στην οποία βρίσκεται ο πιο πάνω τροχός αναστολής, πρέπει το στροφείο 2 να περιστρέφεται αριστερόστροφα.

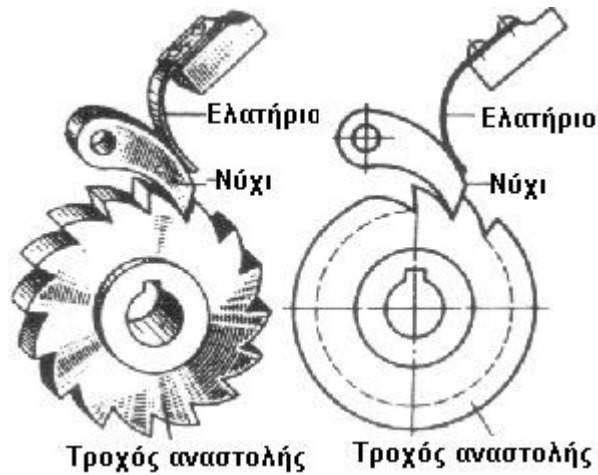
Οι τροχοί αναστολής με τριβή παρουσιάζουν τα εξής χαρακτηριστικά:

1. Λειτουργούν αυτόματα και παρέχουν μεγάλη ασφάλεια.
2. Εργάζονται αθόρυβα.
3. Καταλαμβάνουν μικρό χώρο.
4. Απαιτούν θερμική κατεργασία των επιφανειών τριβής για αύξηση της σκληρότητας αντοχής σε φθορά.

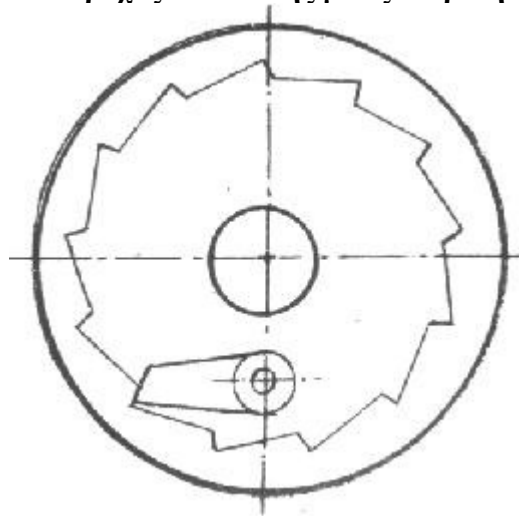
4.3.2. Τροχοί αναστολής με δόντια

Οι τροχοί αναστολής με δόντια, που είναι πιο γνωστοί σαν καστάνιες, διακρίνονται σε δύο είδη:

1. Τροχοί αναστολής με εξωτερικά δόντια (σχ.4.3.2)
2. Τροχοί αναστολής με εσωτερικά δόντια (σχ.4.3.3)



Σχήμα 4.3.2. Τροχός αναστολής με εξωτερική οδόντωση



Σχήμα 4.3.3. Τροχός αναστολής με εσωτερική οδόντωση

Στον τροχό του σχήματος 4.3.2, η κίνηση επιτρέπεται μόνο κατά τη φορά περιστροφής των δεικτών του ρολογιού και διακόπτεται όταν η άτρακτος αλλάζει φορά περιστροφής. Μόλις ο τροχός περιστραφεί αριστερόστροφα, το νύχι μπαίνει μέσα στο αυλάκι των δοντιών και εμποδίζει την περιστροφή. Για λόγους ασφαλείας το νύχι πιέζεται μέσα στο αυλάκι με ένα ελατήριο.

Όταν ο τροχός περιστρέφεται δεξιόστροφα (λειτουργία μηχανήματος), τότε το νύχι πηδά από δόντι σε δόντι και κάνει θόρυβο. Αν αυτό ενοχλεί, τότε πολλές φορές υπάρχει δυνατότητα ανασήκωσης του νυχιού από τον χειριστή.

Στους τροχούς αναστολής με εσωτερικά δόντια, τα δόντια σχηματίζονται στο εσωτερικό ενός τροχού, όπως φαίνεται στο σχ.4.3.2. Εσωτερικά, βρίσκεται επίσης και το νύχι.

Με τη διαμόρφωση αυτή, προκύπτει κατασκευή με μικρότερο όγκο, σε σχέση με την περίπτωση του τροχού με εξωτερικά δόντια.

Οι τροχοί αναστολής με εσωτερικά δόντια έχουν, όμως, μικρότερη δυνατότητα συγκράτησης από ότι οι τροχοί με τα εξωτερικά δόντια. Για τις ίδιες εξωτερικές διαστάσεις τροχού και το ίδιο μέγεθος τροχού, συγκρατούν μικρότερη ροπή.

Τα χαρακτηριστικά των πιο πάνω τροχών αναστολής, είναι τα εξής:

1. Δεν είναι κατάλληλοι για λειτουργία με ψηλές στροφές
2. Έχουν ασφαλή λειτουργία

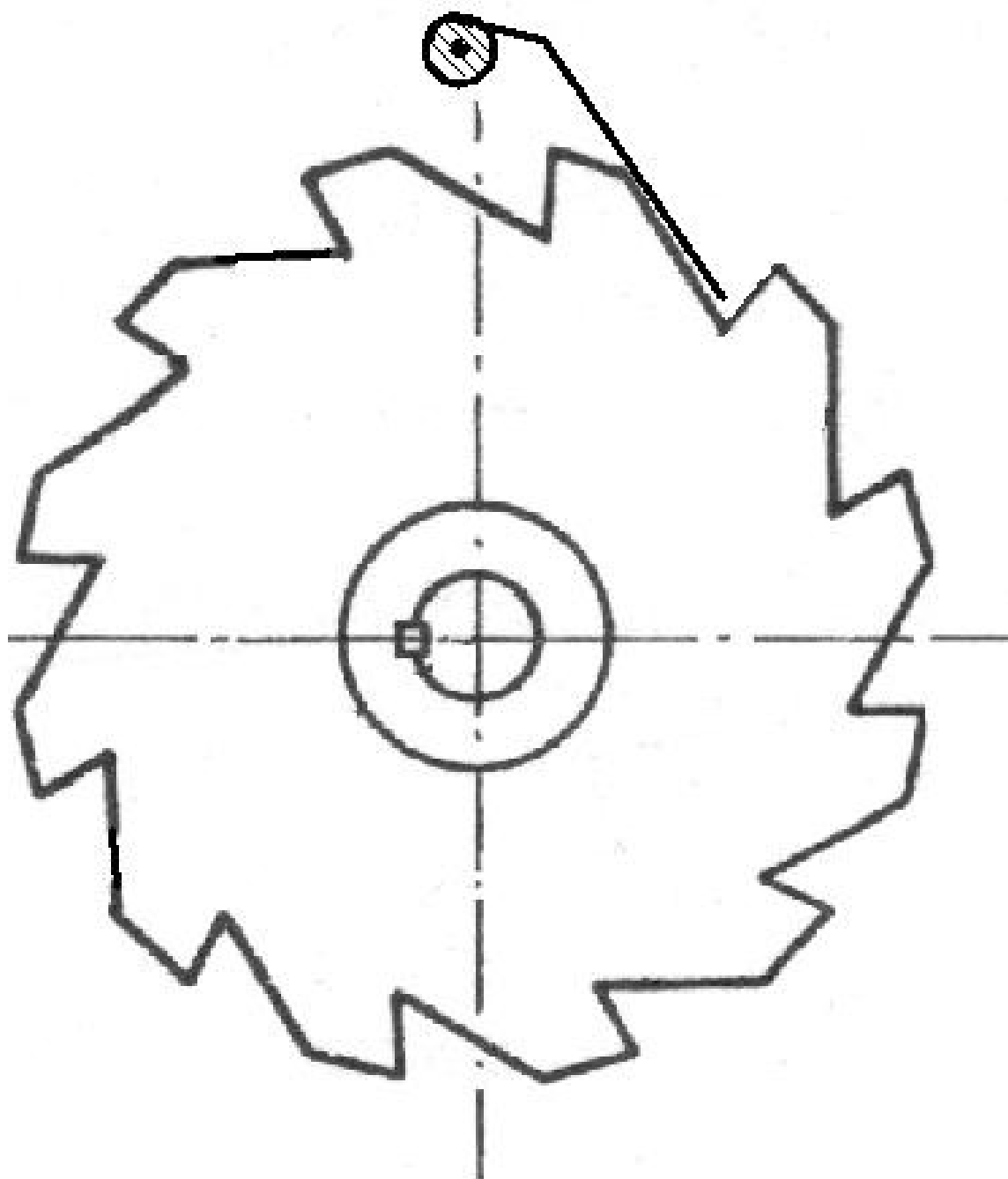
3. Παρουσιάζουν απλή κατασκευή και μικρές διαστάσεις
4. Δεν απαιτούν ιδιαίτερη επεξεργασία των εξαρτημάτων, όπως οι τροχοί αναστολής με τριβή
5. Η φόρτιση ατράκτων και δοντιών είναι κρουστική

4.3.3. Εφαρμογή των τροχών αναστολής στον εκπαιδευτικό πίνακα

4.3.3.1. Γενικά

Εφαρμόζοντας την θεωρία των τροχών αναστολής κατά την ολοκλήρωση της κατασκευής του εκπαιδευτικού πίνακα, χρησιμοποιήθηκε μία πρότυπη κατασκευή.

4.3.3.2. Μελέτη – σχεδιασμός



Σχήμα 4.3.4. Οδοντωτός τροχός αναστολής (καστάνια)

4.3.3.3. Υλικά & εργαλεία

Για τη παραπάνω κατασκευή, χρησιμοποιήθηκε υλικό :
κυρίως τεφλόν ,το οποίο αντέχει στις περισσότερες μηχανολογικές κατασκευές.

4.3.3.4. Αποτελέσματα – φωτογραφίες

ΤΡΟΧΟΙ ΑΝΑΣΤΟΛΗΣ



ΚΑΣΤΑΝΙΑ

Σχήμα 4.3.5. Φωτογραφίες εφαρμογής στον πίνακα



ΜΕΣΑ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ

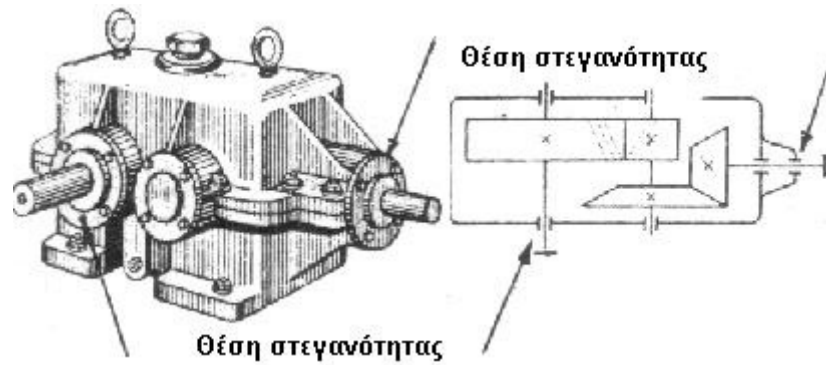


5

ΜΕΣΑ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ

5.1. ΓΕΝΙΚΑ

Στο κεφάλαιο αυτό, θα εξετασθεί με ποιους τρόπους μπορεί να αποκλειστεί η μετάβαση ενός ρευστού από έναν χώρο σε έναν άλλον, μέσα από ένα διαχωριστικό τοίχωμα, που διαπερνιέται από μία άτρακτο (σχ.5.1.1), από έναν περιστρεφόμενο άξονα ή από ένα βάκτρο.



Σχήμα 5.1.1. Θέσεις στεγανοποίησης σε μειωτήρα στροφών

Μερικές φορές ο ένας χώρος βρίσκεται σε υψηλή πίεση, οπότε ο κίνδυνος εξόδου του ρευστού προς το χώρο χαμηλότερης πίεσης, είναι σίγουρος. Άλλοτε πάλι, δεν θέλουμε να περάσουν μέσα σε ένα χώρο σκόνη ή άλλα σώματα, όπως συμβαίνει στα έδρανα.

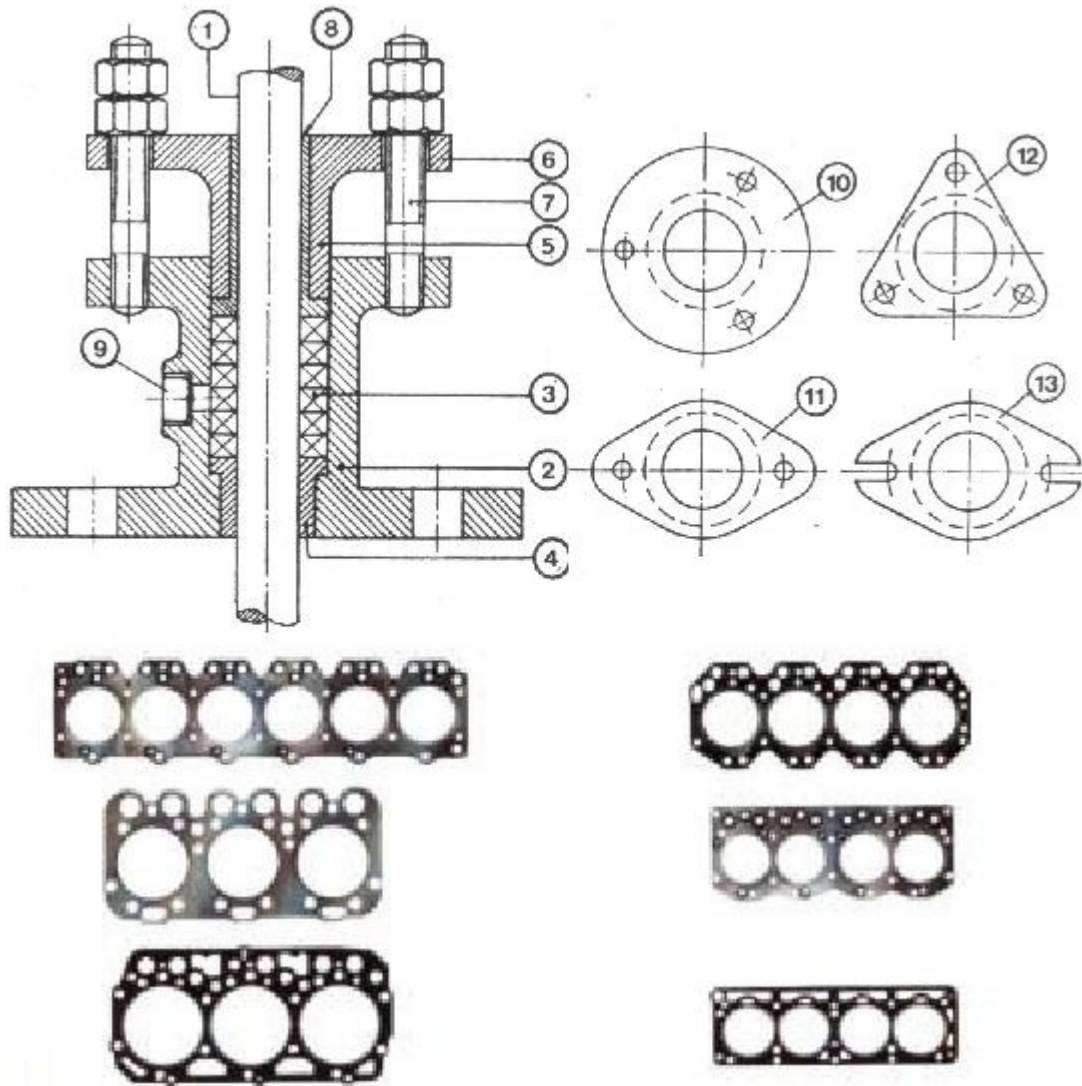
Για να επιτευχθεί η στεγανοποίηση κάποιου χώρου, χρησιμοποιούνται ορισμένα στοιχεία που γενικά τα λέμε μέσα στεγανότητας.

5.1.1. Στυπιοθλίπτες με στεγανωτικό υλικό

Ένα από τα στοιχεία στεγανότητας είναι οι στυπιοθλίπτες με στεγανωτικό υλικό.

Χρησιμοποιούνται σε πολλές περιπτώσεις και η πιο γνωστή εφαρμογή τους είναι στις αντλίες.

Το πιο γνωστό είδος στυπιοθλίπτη, είναι αυτό που φαίνεται στο σχ. 5.1.2. Ο στυπιοθλίπτης αυτός αποτελείται από τα εξής μέρη:

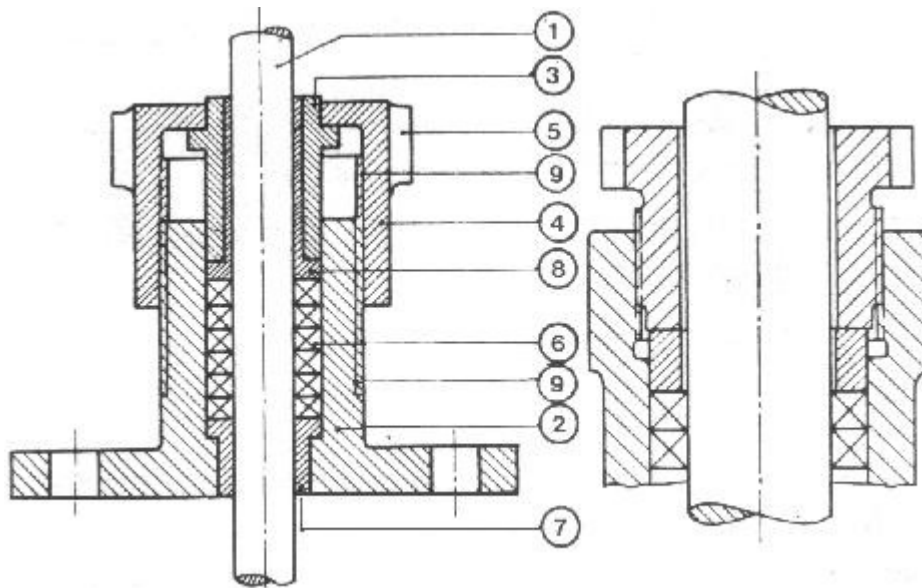


Σχήμα 5.1.2. Στυπειοθλίπτης

1. Άτρακτος
2. Φωλιά
3. Στεγανωτικό υλικό
4. Το δακτυλίδι εδράσεως
5. Το δακτυλίδι σύσφιγξης
6. Φλάντζα
7. Φυτευτός κοχλίας
8. Δακτυλίδι από αντιτριβικό υλικό
9. Εισαγωγή λιπαντικού
- 10,11,12,13. Φλάντζες

Η στεγανοποίηση επιτυγχάνεται με την πρόσφυση που δημιουργείται μεταξύ φωλιάς και στεγανωτικού υλικού και μεταξύ στεγανωτικού υλικού και περιστρεφόμενου στοιχείου (ατράκτου ή άξονα) ή του στοιχείου που παλινδρομεί. Το στεγανωτικό υλικό πιέζεται μέσα στη φωλιά από το δακτυλίδι σύσφιγξης και το δακτυλίδι προχωράει μέσα στη φωλιά με δυο ή τρεις κοχλίες.

Ένα άλλο είδος στυπειοθλίπτη είναι αυτός που φαίνεται στο σχ.5.1.3. Εδώ, ο δακτύλιος σύσφιγξης (4) έχει τη μορφή περικοχλίου το



Σχήμα 5.1.3. Στυπιοθλίπτης με βιδωτό δακτυλίδι σύσφιξης

1. άτρακτος 2. φωλιά 3. δακτυλίδι συμπίεσης 4. βιδωτό δακτυλίδι 5. δόντι περιστροφής βιδωτού δακτυλιδιού 6. στεγανωτικό υλικό 7. δακτυλίδι έδρασης 8. δακτυλίδι από αντιτριβικό υλικό στεγανωτικού υλικού & 9. σπείρωμα

οποίο καθώς περιστρέφεται μετακινεί μέσα στη φωλιά (2) το δακτυλίδι (3). Αυτό συμπιέζει το στεγανωτικό υλικό (6) και δημιουργεί στεγανότητα.

Τέλος, η καλή λειτουργία του στυπιοθλίπτη εξαρτάται:

- Από το κανονικό σφίξιμο των κοχλιών ώστε να μη δημιουργείται φθορά στο στεγανωτικό υλικό και αντίσταση στο κινούμενο στοιχείο.
- Από την τακτική λίπανση των επαπτόμενων μερών. Για το λόγο αυτό, προβλέπονται τρύπες διόδου του λιπαντικού.

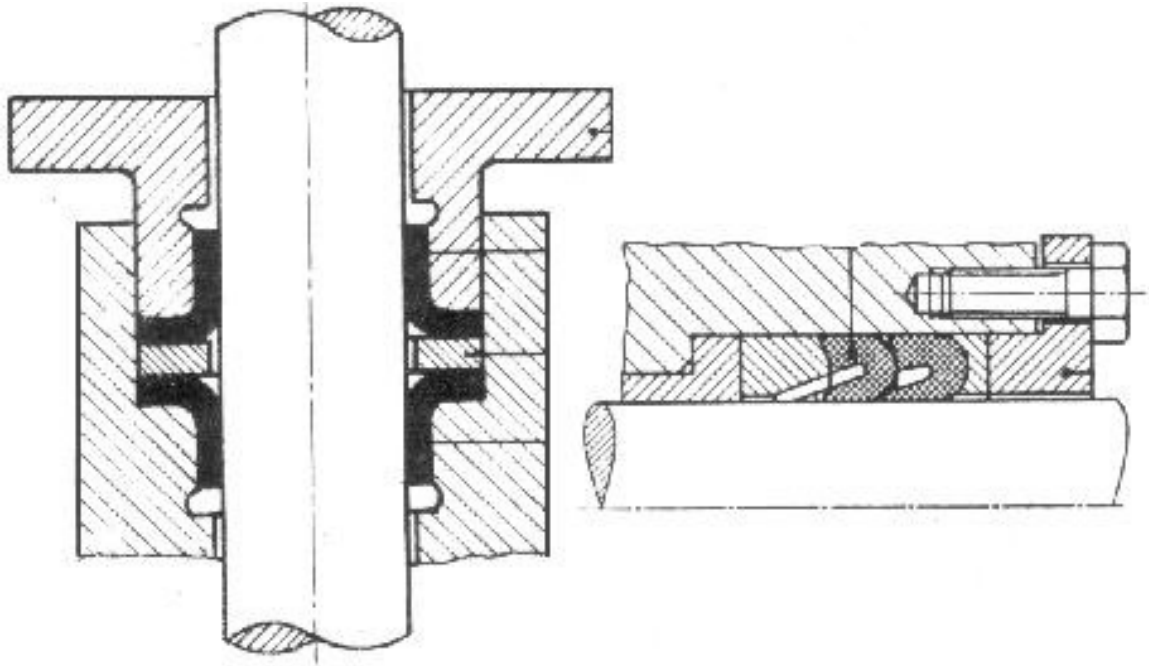
5.2. ΕΙΔΗ ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Το υλικό που θα χρησιμοποιηθεί για στεγανοποίηση, εξαρτάται από ορισμένους παράγοντες λειτουργίας. Οι παράγοντες αυτοί, είναι:

1. Το είδος του ρευστού που υπάρχει στο χώρο που θέλουμε να στεγανοποιήσουμε.
2. Το μέγεθος πίεσης του ρευστού.
3. Το μέγεθος της θερμοκρασίας του ρευστού.
4. Την περιφερειακή ταχύτητα του περιστρεφόμενου στοιχείου.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται, είναι τα εξής:

1. Δακτύλιοι ορθογωνικής διατομής (σχ.5.1.2) από πεπιεσμένο βαμβάκι, αμίαντο ή κάνναβη διαποτισμένα με λίπος ή με γραφίτη.
2. Δακτύλιοι από ελαστικό ή από δέρμα σε διάφορες μορφές (σχ.5.1.5). Οι δακτύλιοι από ειδικό ελαστικό, αντέχουν σε θερμοκρασίες μέχρι 180° C περίπου, και χρησιμοποιούνται σε



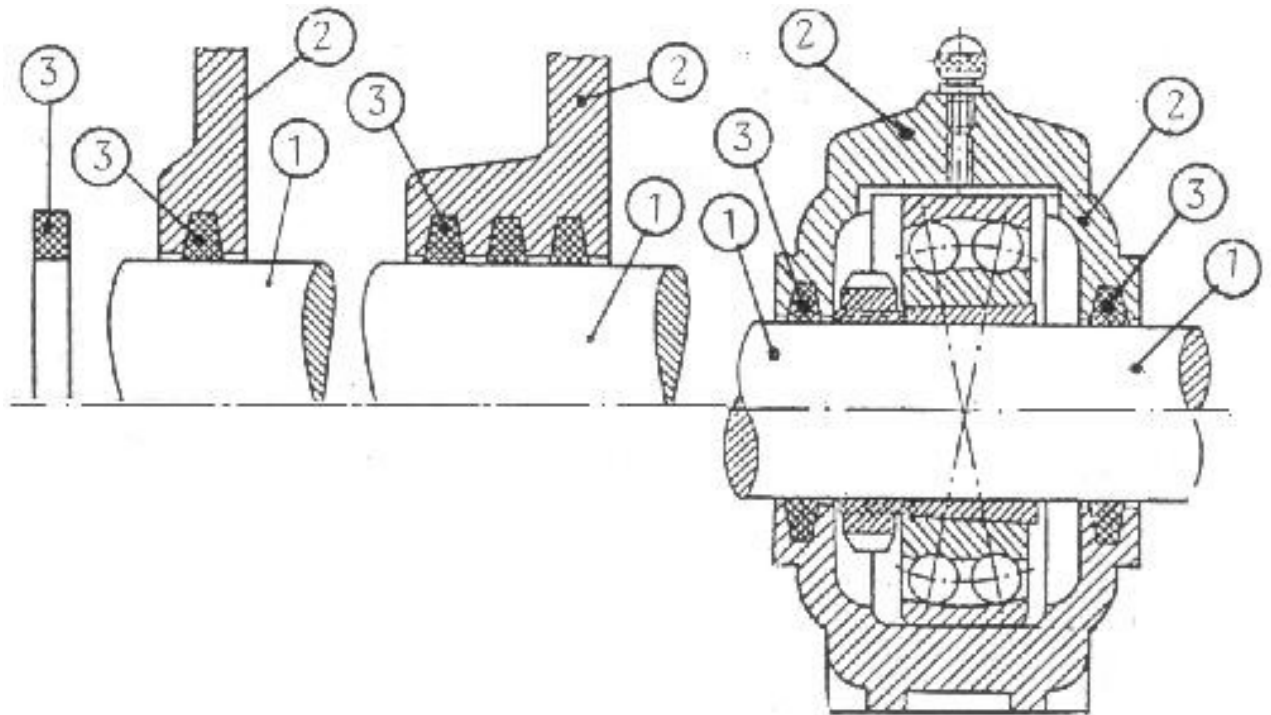
Σχήμα 5.2.1. Στυπειοθλίπτες

ατράκτους με περιφερειακή ταχύτητα έως 28 m/s. Οι δερμάτινοι δακτύλιοι αντέχουν σε θερμοκρασίες μέχρι 80° C περίπου, και χρησιμοποιούνται σε ατράκτους με περιφερειακή ταχύτητα έως 6 m/s.

3. Δακτύλιοι από άνθρακα. Αυτοί, χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις ατράκτων με υψηλή περιστροφική ταχύτητα και υψηλή θερμοκρασία, όπως π.χ. σε ατράκτους αεροστροβίλων. Οι δακτύλιοι αυτοί είναι αυτολίπαντοι, δημιουργούν καλή στεγανότητα, παρουσιάζουν μικρή φθορά και αντέχουν σε υψηλές θερμοκρασίες.

5.3. ΤΣΙΜΟΥΧΕΣ

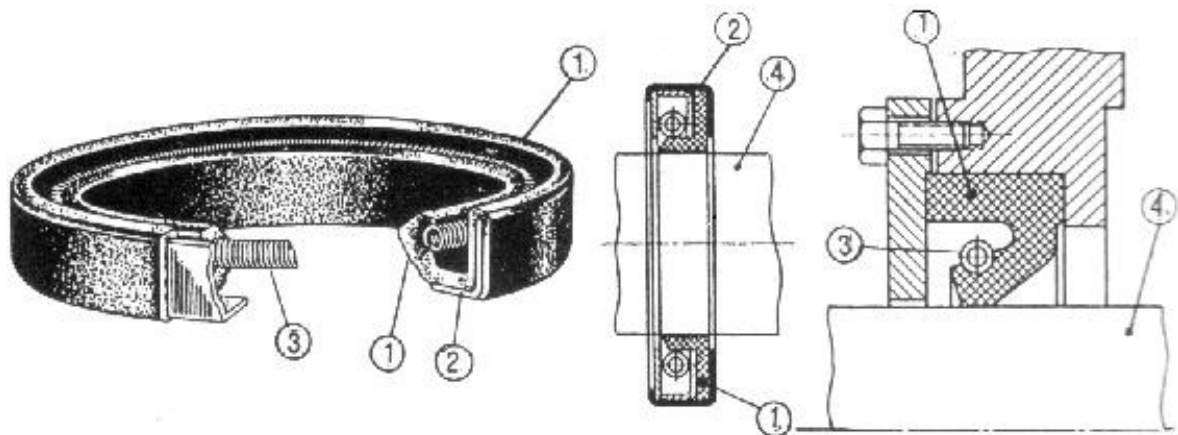
Με τον όρο τσιμούχα χαρακτηρίζονται οι δακτύλιοι που έχουν μορφή όπως στο σχ.5.3.1. ή 5.3.2. Και οι δύο έχουν ευρύτατη χρήση στα έδρανα.



Σχήμα 5.3.1. Τσιμούχες από κετσέ

1. Άτρακτος 2. Κέλυφος & 3. Υλικό στεγανοποίησης

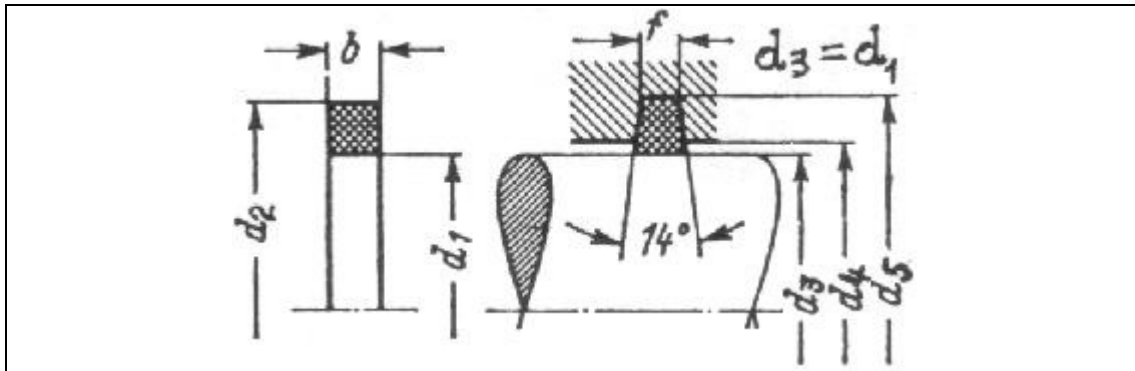
Οι δακτύλιοι του σχήματος 5.1.6 είναι από κετσέ και είναι τυποποιημένοι κατά DIN 5419. Οι προτυποποιημένες διαστάσεις τους



Σχήμα 5.3.2. Τσιμούχες σε μορφή ελαστικού δακτυλίου

1. Ελαστικό 2. Έλασμα 3. Ελατήριο 4. Άτρακτος

φαίνονται στον πίνακα 5.3.1. Έχουν ορθογωνική διατομή και το αυλάκι τους έχει τραπεζοειδή μορφή. Μετά τη συναρμογή δημιουργείται μία



d1	17	20	25	26	28	30	32	35	36	38	40	42	45	48	50	52	
d2	27	30	37	38	40	42	44	47	48	50	52	54	57	64	66	68	
b	4		5											6,5			
d4	18	21	26	27	29	31	33	35	37	39	41	43	46	49	51	53	
d5	28	31	38	39	41	43	45	48	49	51	53	55	58	65	67	69	
f	3		4												5		
d1	55	58	60	65	70	72	75	78	80	82	85	88	90	95	100	105	
d2	71	74	76	81	88	90	93	96	98	100	103	108	110	115	124	129	
b	6,5				7,5							8,5				10	
d4	56	59	61,5	66,5	71,5	73,5	76,5	79,5	81,5	83,5	86,5	89,5	92	97	102	107	
d5	72	75	77	82	89	91	94	97	99	101	104	109	111	116	125	130	
f	5				6							7				8	
d1	110	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170	175	180		
d2	134	139	144	153	158	163	172	177	182	187	192	197	202	207	212		
b	10			11				12									
d4	112	117	122	127	132	137	142	147	152	157	162	167	172	177	182		
d5	135	140	145	154	159	164	173	178	183	188	193	198	203	208	213		
f	8			9				10									

Πίνακας 5.3.1. Διαστάσεις για τσιμούχες από κετσέ κατά DIN 5419

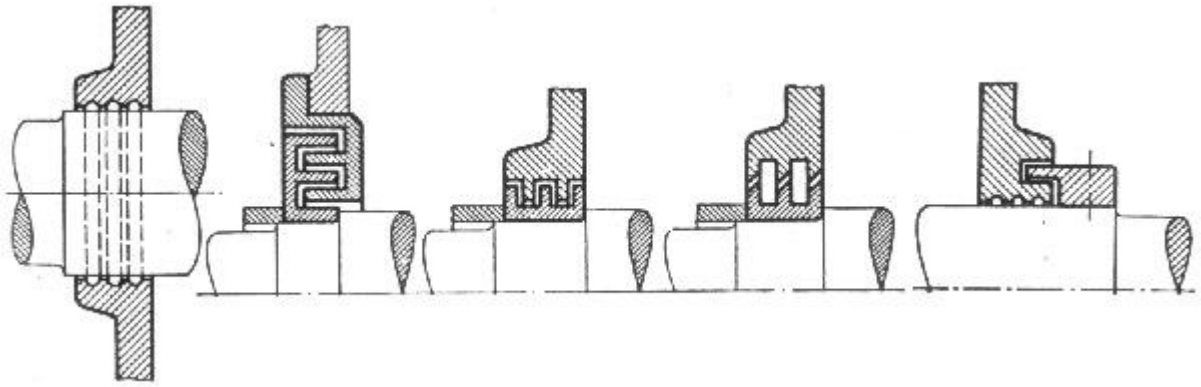
ένταση και ο δακτύλιος ωθείται συνεχώς προς την άτρακτο, δημιουργώντας στεγανότητα. Οι δακτύλιοι αυτοί χρησιμοποιούνται ευρύτερα στα έδρανα που λιπαίνονται με γράσο.

Οι δακτύλιοι του σχ. 5.3.2. κατασκευάζονται από ελαστικό και είναι προτυποποιημένοι κατά DIN 3760. Στο εμπόριο είναι γνωστές ως τσιμούχες. Τοποθετούνται σε ατράκτους που εργάζονται σε θερμοκρασία κάτω από 180° C και περιφερειακή ταχύτητα κάτω από 28 m/s.

5.4. ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΣΗ ΧΩΡΙΣ ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Σε μερικές περιπτώσεις, η στεγανοποίηση γίνεται χωρίς τη χρησιμοποίηση στεγανωτικού υλικού. Αντί να τοποθετηθεί στις θέσεις που περνά η άτρακτος κάποιο στεγανωτικό υλικό, κάνουμε κατάλληλη διαμόρφωση που εμποδίζει τη μετάβαση ρευστού από τη μία πλευρά του τοιχώματος στην άλλη.

Στο σχήμα 5.4.1. φαίνονται συστήματα στεγανοποίησης με αυλάκια και με λαβύρινθους.

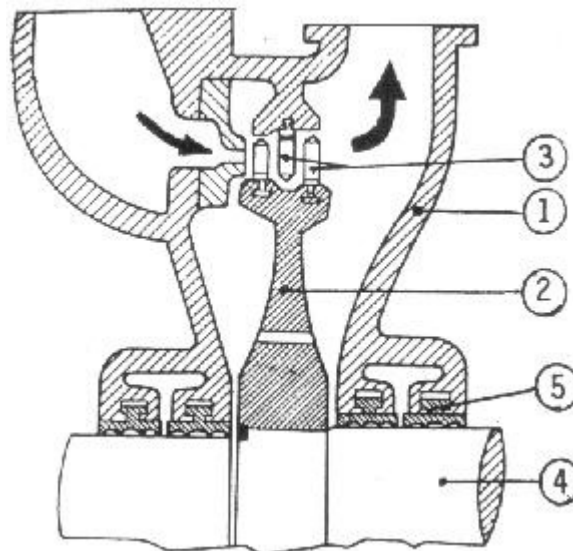


Σχήμα 5.4.1. Συστήματα στεγανότητας χωρίς στεγανωτικό υλικό

Οι λαβύρινθοι αποτελούν το καλύτερο μέσο στεγανοποίησης των εδράνων που λιπαίνονται με λίπος. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται σε πολλές περιπτώσεις.

Ο συνδυασμός λαβύρινθου και αυλακίων δίνει ένα σύστημα στεγανότητας (σχ.5.4.1.) που όχι μόνο στεγανοποιεί το έδρανο, έναντι διαρροής λιπαντικού, αλλά και που εμποδίζει τη διείσδυση σκόνης ή άλλων ακαθαρσιών.

Ένα τέτοιο σύστημα στεγανοποίησης των ατμοστροβίλων με λαβύρινθους, είναι αυτό που φαίνεται στο σχ.5.4.2.



Σχήμα 5.4.2. Στεγανοποίηση ενός ατμοστρόβιλου δράσεως

1. κέλυφος 2. στροφέιο 3. πτερύγια 4. άτρακτος 5. λαβύρινθος στεγανοποίησης



6 ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ

6.1. ΓΕΝΙΚΑ

Τα λιπαντικά και γενικά τα μέσα (γράσα και διάφορα έλαια) που χρησιμοποιούνται – παρεμβάλλονται για την μείωση της τριβής ανάμεσα σε τριβόμενες επιφάνειες στην μηχανολογία, είναι αναπόσπαστο κομμάτι αυτής. Γεγονός που έγινε γρήγορα αντιληπτό λίγο πιο μετά ή ακριβώς στην χρονική στιγμή της κατασκευής των πρώτων σύνθετων μηχανών με πολλά τριβόμενα μέρη. Τα παραπάνω και σε παράλληλη εξέλιξη της μηχανολογίας αλλά και των κατασκευών της, ακολούθησαν μια ανοδική πορεία, όσον αφορά την τεχνολογία τους, γεγονός που χρόνο με το χρόνο προδίδει τις αυξημένες απαιτήσεις σε λιπαντικότητα των τριβόμενων μερών σχεδόν σε όλες τις μηχανές σήμερα.

6.2. ΟΡΙΣΜΟΣ & ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ

Με τον όρο λίπανση, εννοείται η παρεμβολή μεταξύ δυο τριβόμενων επιφανειών ενός κατάλληλου υλικού (αναφερόμενο ως λιπαντικό) και έχει ως σκοπό την μείωση του συντελεστή τριβής μεταξύ των επιφανειών για την απαγωγή της θερμότητας που αναπτύσσεται λόγω τριβής και την προστασία των μεταλλικών επιφανειών από διαβρώσεις.

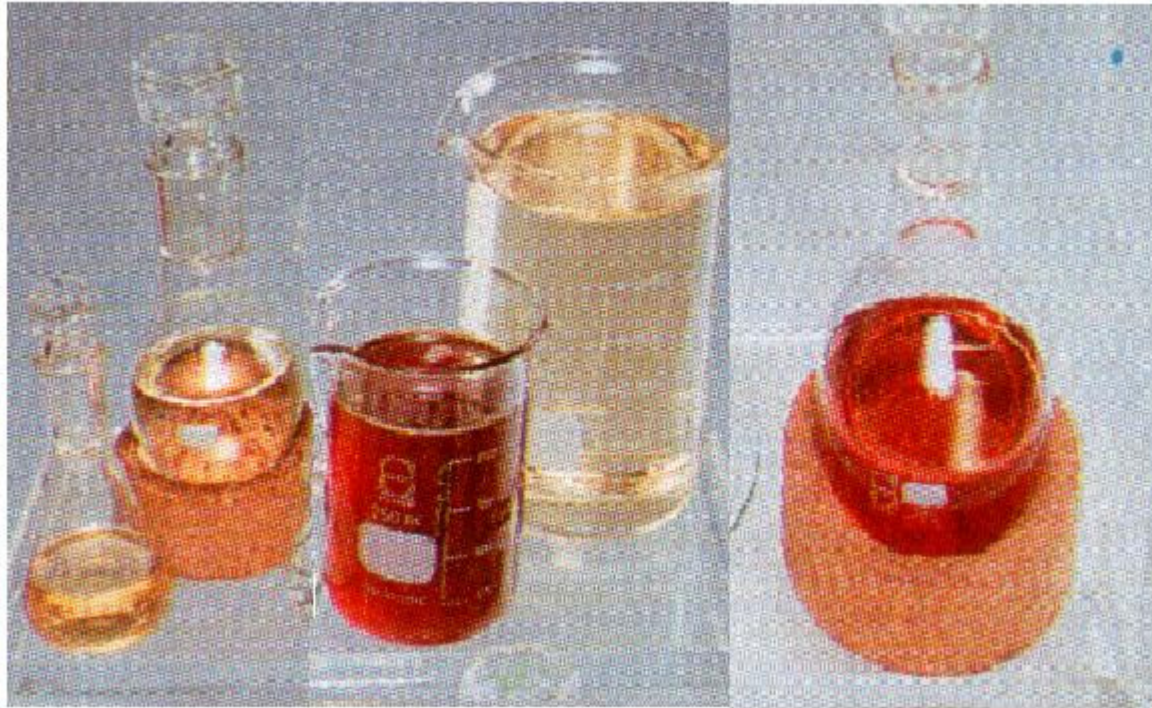
Η μείωση του συντελεστή τριβής, έχει ως αποτέλεσμα:

1. Τη μείωση των φθορών.
2. Την ελάττωση των αντιστάσεων και επομένως την αύξηση του μηχανικού βαθμού απόδοσης.

6.3. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ

1. Ανάλογα με την κατάστασή τους:
 - Στερεά (π.χ. ο γραφίτης)
 - Υγρά (π.χ. τα ορυκτέλαια)
 - Ημίρευστα (τα διάφορα γράσα)
2. Ανάλογα με την προέλευσή τους:
 - Φυτικά
 - Ζωικά
 - Ορυκτά
 - Συνθετικά (μίγματα διαφόρων χημικών ενώσεων)
3. Ανάλογα με το ιξώδες
 - Απλά ή μονότυπα
 - Πολύτυπα ή πολλαπλής ρευστότητας
4. Ανάλογα με την σύνθεσή τους:
 - Λάδια απλά ή λάδια χωρίς πρόσθετα

- Λάδια με πρόσθετα ή ενισχυμένα



Σχήμα 6.3.1. Λιπαντικά κατά την διαδικασία ελέγχου της σύστασής τους

6.4. ΙΞΩΔΕΣ (Viscosity)

6.4.1. Γενικά

Το ιξώδες, είναι μια ιδιότητα των ρευστών, η οποία μας δείχνει την αντίσταση που παρουσιάζει ένα ρευστό στην αλλαγή της μορφής του.

Όταν χρησιμοποιείται λιπαντικό με πολύ μεγάλο ιξώδες, τότε έχουμε ως αποτέλεσμα:

1. Υψηλό συντελεστή τριβής τόσο κατά τη ροή αυτού μέσα σε σωλήνες, όσο και όταν βρίσκεται σε διάφορους μηχανισμούς (στα έδρανα, σε οδοντωτούς τροχούς, έμβολα μηχανών κλπ).
2. Αύξηση της θερμοκρασίας.
3. Απώλεια έργου και μείωση του βαθμού απόδοσης.

Όταν χρησιμοποιείται λιπαντικό με πολύ χαμηλό ιξώδες, τότε έχουμε ως αποτέλεσμα:

1. Μείωση του πάχους της λιπαντικής μεμβράνης, που μπορεί να δημιουργήσει κίνδυνο εκτροπής προς την ξηρή τριβή (μέταλλο με μέταλλο).
2. Φθορά των επιφανειών τριβής.

Επειδή το ιξώδες μεταβάλλεται, όταν μεταβάλλεται και η θερμοκρασία, πρέπει να δίνεται μαζί με την τιμή του ιξώδους και η θερμοκρασία που αντιστοιχεί.

Στα λιπαντικά, όταν η θερμοκρασία αυξάνει, το ιξώδες μειώνεται.

6.4.2. Κατάταξη ορυκτελαίων κατά SAE

Η πλέον γνωστή κατάταξη των ορυκτελαίων είναι η κατάταξη κατά την SAE. Αυτή είναι η ένωση Μηχανικών Αυτοκινήτων των ΗΠΑ. Η κατάταξη αυτή, έγινε με βάση το ιξώδες και αποτελείται από τις ομάδες που φαίνονται στον πίνακα 6.4.1.

Είδος	A/A	Αριθμός κατά SAE	Δυναμικό ιξώδες σε cst στους 100°C		Κινηματικό ιξώδες			
			Ελάχιστο	Μέγιστο	Θερμοκρασία 40 °C		Θερμοκρασία 50 °C	
					cst	Έ	cst	Έ
μηχανέλαια (ορυκτέλαια για MEK) κατά SAE J300d	1	SAE 5 W	3,8	~	12,5	2,5	12	2
	2	SAE 10 W	4,1	~	30	4	21	3
	3	SAE 15 W	~	~	~	~	~	~
	4	SAE 20 W	5,6	~	70	9	45	6
	5	SAE 20 W	5,6	9,3	70	9	45	6
	6	SAE 30	9,3	12,5	104	14,5	64	8,5
	7	SAE 40	12,5	16,3	160	21	95	12,5
	8	SAE 50	16,3	21,9	240	31	132	17,5
Βαλβολίνες κατά SAE J300d	1	SAE 75 W	4,1	~	36	4,8	25	3,5
	2	SAE 80 W	7	~	50	6,5	33,5	4,5
	3	SAE 85 W	11	~	~	~	~	~
	4	SAE 90	13,5	24	200	26	115	15
	5	SAE 140	24	41	550	70	290	38
	6	SAE 250	41	~	930	120	455	60

Πίνακας 6.4.1. Κατάταξη ορυκτελαίων

Το σύμβολο W είναι το αρχικό της λέξης Winter (χειμώνας) και δηλώνει ότι το λιπαντικό είναι κατάλληλο για κλίματα με πολύ χαμηλές θερμοκρασίες.

Τα ορυκτέλαια με μεγάλο αριθμό SAE, π.χ.. SAE 75, SAE 90 κλπ, έχουν και μεγάλο ιξώδες και είναι παχύρευστα. Αυτό σημαίνει ότι, όσο αυξάνει ο αριθμός SAE η ρευστότητα του ορυκτελαίου ελαττώνεται.

Τα ορυκτέλαια με αριθμό SAE 75 και πάνω, λέγονται βαλβολίνες και χρησιμοποιούνται για τη λίπανση κιβωτίων ταχυτήτων και διαφορικών.

6.4.3. Κατάταξη ορυκτελαίων κατά API και κατά ACEA



















Προδιαγραφές Αμερικανικού Ινστιτούτου Πετρελαίου (API).

Θεσπίστηκαν από την API σε συνεργασία με την SAE και την ASTM. Χαρακτηρίζονται από δυο διακριτικά γράμματα, εκ των οποίων το πρώτο είναι το S (Spark Ignition Engine), που προσδιορίζει τη χρησιμοποίησή του σε βενζινοκινητήρες, ενώ το δεύτερο ακολουθεί τη σειρά του λατινικού αλφαβήτου ξεκινώντας από το A.

- **SA:** Πρόκειται για ορυκτέλαια χωρίς χημικά πρόσθετα, των οποίων η διάθεση έχει απαγορευτεί στην αγορά.
- **SB:** Λιπαντικά που περιέχουν χημικά πρόσθετα κατά της γήρανσης και της φθοράς των οποίων η διάθεση στην αγορά έχει επίσης απαγορευτεί.
- **SC:** Η προδιαγραφή αυτή, που δημιουργήθηκε το 1964, περιλαμβάνει λιπαντικά που διαθέτουν πρόσθετα κατά της σκουριάς, της διάβρωσης και των αποθέσεων άνθρακα.

- **SD:** Δημιουργήθηκε το 1968 και δεν ισχύει πια αφού έχει καταργηθεί από το 1971.
- **SE:** Η συγκεκριμένη προδιαγραφή καλύπτει κινητήρες κατασκευής 1972-1980 και περιλαμβάνει λιπαντικά με πρόσθετα κατά της οξείδωσης.
- **SF:** Δημιουργήθηκε το 1980 και περιλαμβάνει λιπαντικά που παρέχουν αυξημένη προστασία κατά της φθοράς και της οξείδωσης.
- **SG:** Πρόκειται για την πιο πρόσφατη προδιαγραφή και δημιουργήθηκε το 1989. Τα λιπαντικά της προδιαγραφής αυτής, υπερκαλύπτουν όλες τις προηγούμενες προδιαγραφές και προσφέρουν αυξημένη προστασία κατά της φθοράς και της οξείδωσης σε σχέση με την προηγούμενη προδιαγραφή SF, καθώς και προστασία κατά των επικαθίσεων άνθρακα και κατά της διάβρωσης. Οι προδιαγραφές αυτές χρησιμοποιούνται σε λιπαντικά δίχρονων κινητήρων. Η παραπάνω κατάταξη φαίνεται στον πίνακα 6.4.2. και αναφέρεται στην ποιότητα των ορυκτελαίων και όχι στο ιξώδες

ών.

	<p>2T CITY Υπερениοχυμένο</p>  <p>Ρευστότητα 30</p> <p>API TC+</p> <p>JASO FC</p> <p>TIMH/Λίτρο 1.600</p>	<p>2T TOURING Ημισυνθετικό</p>  <p>Ρευστότητα 30</p> <p>API TC+</p> <p>JASO</p> <p>TIMH/Λίτρο 1.900</p>	<p>2T RACING PLUS Συνθετικό</p>  <p>Ρευστότητα 40</p> <p>API TC+</p> <p>JASO</p> <p>TIMH/Λίτρο 3.200</p>
		<p>2T ENERGY Ημισυνθετικό</p>  <p>Ρευστότητα</p> <p>API TC</p> <p>JASO FC</p> <p>TIMH/Λίτρο</p>	<p>2T HIGH ENERGY Συνθετικό</p>  <p>Ρευστότητα</p> <p>API TC</p> <p>JASO</p> <p>TIMH/Λίτρο</p>
<p>SUPER 4STROKE OIL Ενιοχυμένο</p>  <p>Ρευστότητα 15W/50</p> <p>API SG</p> <p>CCMC G4</p> <p>TIMH/Λίτρο 1.300</p>	<p>VISCO 5000 Συνθετικό</p>  <p>Ρευστότητα 10W/40</p> <p>API SH</p> <p>ACEA A3-96</p> <p>TIMH/Λίτρο 2.900</p>		
<p>GP Υπερениοχυμένο</p>  <p>Ρευστότητα 20W/50</p> <p>API SG</p> <p>CCMC G4</p> <p>TIMH/Λίτρο 1.700</p>	<p>GPS Ημισυνθετικό</p>  <p>Ρευστότητα 10W/40</p> <p>API SG</p> <p>CCMC G5</p> <p>TIMH/Λίτρο 3.100</p>	<p>GPS Ημισυνθετικό</p>  <p>Ρευστότητα 15W/50</p> <p>API SG</p> <p>CCMC G5</p> <p>TIMH/Λίτρο 3.100</p>	
<p>3000 4T</p>  <p>Ρευστότητα 20W/50</p> <p>API SG</p> <p>CCMC G4</p> <p>TIMH/Λίτρο 1.600</p>	<p>SCOOTER 4T Συνθετικό</p>  <p>Ρευστότητα 10W/40</p> <p>API SH</p> <p>CCMC G5</p> <p>TIMH/Λίτρο 2.100</p>		<p>300V 4T 100% συνθετικό</p>  <p>Ρευστότητα 115W/50</p> <p>API SG</p> <p>CCMC G4</p> <p>TIMH/Λίτρο 3.400</p>

Σχήμα 6.4.1. Διάφορα λιπαντικά εμπορίου ανάλογα με την κατάταξή τους και την ρευστότητά τους

Αύξηση ποιότητας	Βενζινομηχανές	Πετρελαιομηχανές	Βαλβολίνες
	API SA	API CA	API GL-1
	API SB	API CB	API GL-2
	API SC	API CC	API GL-3
	API SD	API CD	API GL-4
	API SE	API CE	API GL-5*
	API SF	API SF-	
	API SG		
	API SH		
	API SJ		

Πίνακας 6.4.2. Κατάταξη μηχανελαίων κατά API

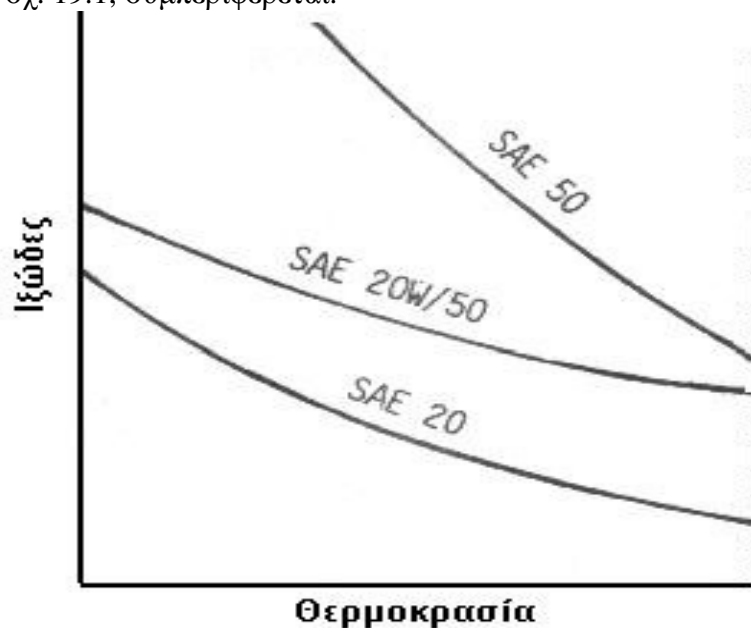
6.4.4. Ιαπωνικές Προδιαγραφές (JASO):

JASO FA – FB – FC: Πρόκειται για μια δημιουργία λιπαντικών με αυστηρά κριτήρια, οριοθετημένα από τον Ιαπωνικό Οργανισμό Αυτοκίνησης και διατίθενται προς χρήση για δίχρονους κινητήρες.

6.4.5. Πολύτυπα λάδια (Multigrade)

Πολύτυπα, λέμε τα διάφορα λάδια Σούπερ (Super) που προσφέρουν οι διάφορες εταιρίες. Λέγονται επίσης και πολλαπλής ρευστότητας γιατί αυτά παρουσιάζουν ανάλογα με τη θερμοκρασία λειτουργίας και το απαιτούμενο ιξώδες.

Έτσι, το λάδι SAE 20W/50, όπως φαίνεται από τη χαρακτηριστική του καμπύλη στο σχ. 19.1, συμπεριφέρεται:



Σχήμα 6.4.2. Μεταβολή του ιξώδους των λαδιών SAE 20, SAE 50 SAE & 20/W50

- Στις χαμηλές θερμοκρασίες σαν λάδι SAE 20, δηλαδή σαν λεπτόρευστο
 - Στις υψηλές θερμοκρασίες σαν λάδι SAE 50, δηλαδή σαν πυκνόρευστο
- Τα πρότυπα λάδια, έχουν μικρή πτώση του ιξώδους καθώς ανεβαίνει η θερμοκρασία.

Στο εμπόριο συναντάμε τα πιο κάτω πολύτυπα λάδια:

SAE 0W/30	SAE 10W/40	SAE 15W/50
SAE 0W/40	SAE 10W/50	SAE 20W/40
SAE 5W/40	SAE 15W/40	SAE 20W/50

Για το ποιο λάδι θα χρησιμοποιήσουμε τηρούμε τις οδηγίες του κατασκευαστή. Για παράδειγμα δίνουμε τη σύσταση ενός κατασκευαστή αυτοκινήτου:

Μηχανισμός	Λιπαντικό
Κινητήρας	20W/50 API SE
Κιβώτιο ταχυτήτων χειροκίνητο	80W/90 API GL-4

Παρατηρούμε ότι δεν αρκεί να δώσουμε την κατάταξη SAE αλλά και την κατάταξη API. Αυτό είναι απαραίτητο γιατί ένα λιπαντικό μιας ορισμένης κατάταξης SAE παράγεται με περισσότερες από μια διαβαθμίσεις API, όπως π.χ..

SAE 20W/50 API SD
SAE 20W/50 API SE
SAE 20W/50 API SF
SAE 20W/50 API SG

Λάδια πολλαπλής ρευστότητας

SAE 90 API GL-1
SAE 90 API GL-4
SAE 90 API GL-5

Βαλβολίνες απλές

SAE 80W/90 API GL-4
SAE 80W/90 API GL-5

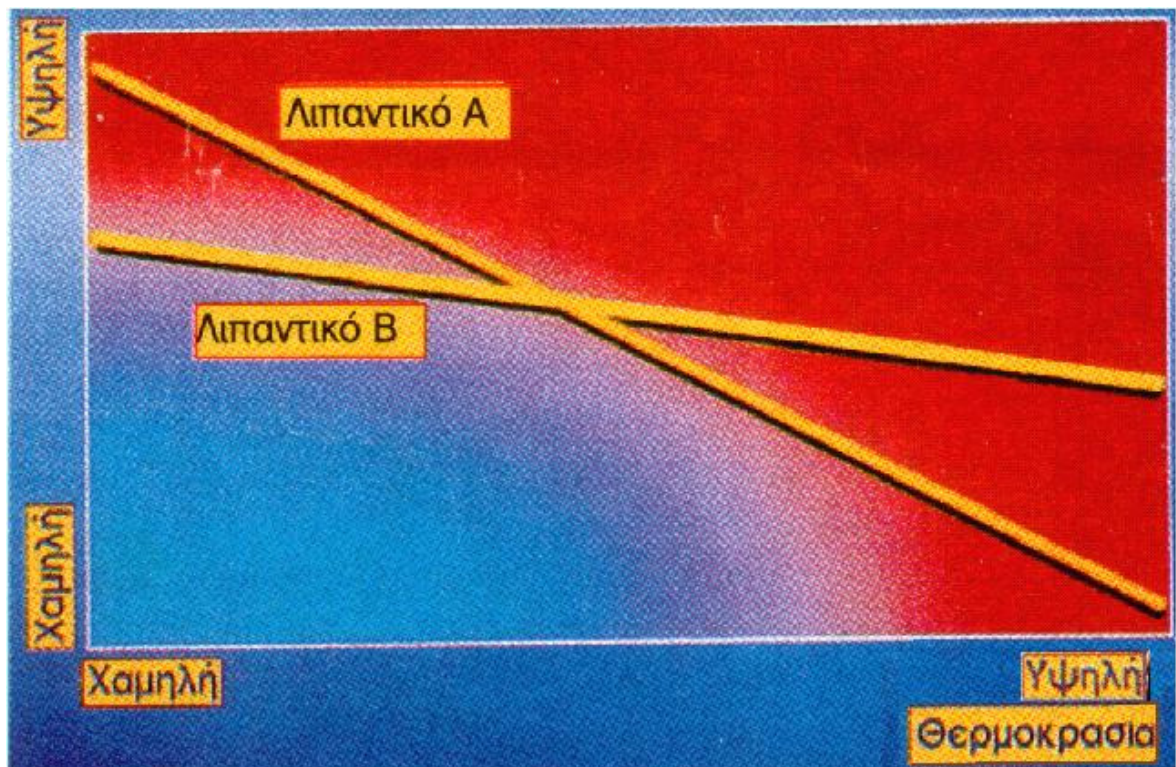
Βαλβολίνες πολλαπλής ρευστότητας

6.4.6. Συνθετικά Λάδια

Συνθετικά λάδια λέμε αυτά που δεν προέρχονται από το πετρέλαιο, αλλά από διάφορες χημικές ενώσεις.

Τα συνθετικά λάδια παρουσιάζουν τα πιο κάτω πλεονεκτήματα:

1. Έχουν υψηλό δείκτη ιξώδους και έτσι είναι κατάλληλα για λειτουργία με μεταβολές της θερμοκρασίας σε μεγάλα όρια.

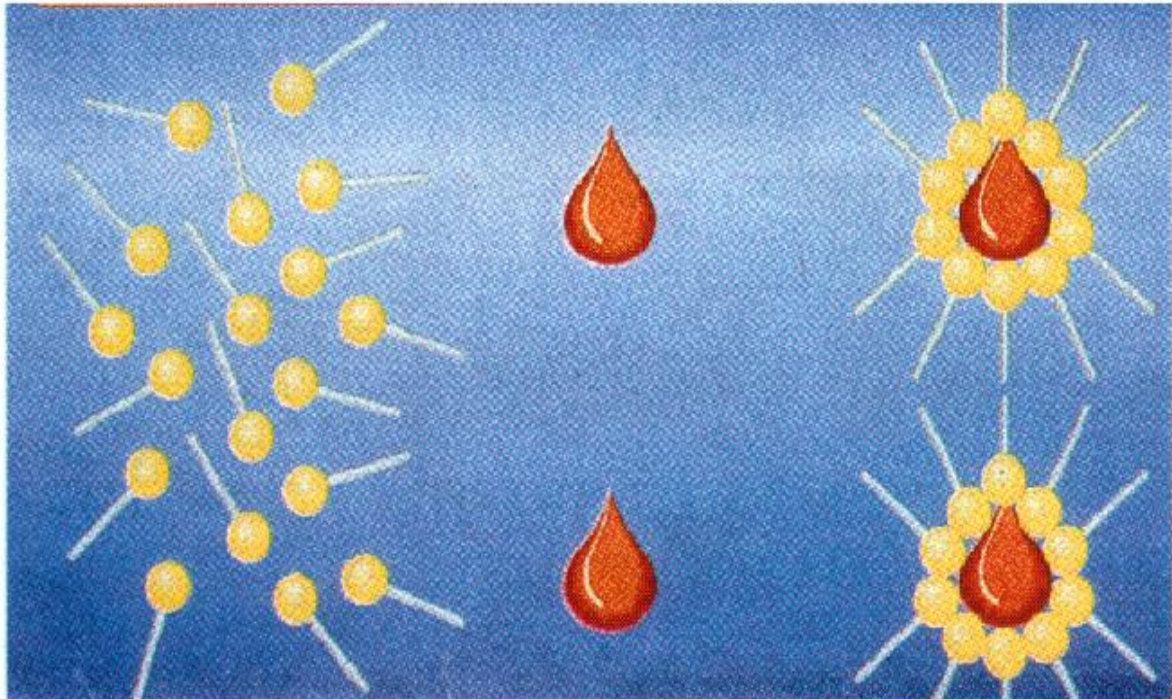


Σχήμα 6.4.3. Διαφορά ρευστότητας σε απλά & συνθετικά λιπαντικά σε σχέση με την μεταβολή της θερμοκρασίας.

2. Είναι κατάλληλα για χαμηλές θερμοκρασίες.
3. Παρουσιάζουν μεγάλη αντίσταση στην οξείδωση και έτσι είναι κατάλληλα για υψηλές θερμοκρασίες. Επιπλέον είναι κατάλληλα για μεγαλύτερο χρόνο μεταξύ δυο αλλαγών.
4. Έχουν χαμηλή θερμοκρασία εξάτμισης, γεγονός που μειώνει την κατανάλωση λαδιού.

6.4.7. Βελτιωτικά πρόσθετα του λιπαντικού

Οι κατασκευαστές λιπαντικών, θέλοντας να βελτιώσουν την απόδοση των προϊόντων τους δημιούργησαν διάφορα χημικά πρόσθετα που σα στόχο έχουν την ελαχιστοποίηση των προβλημάτων που μπορεί να παρουσιαστούν κατά τη λιπαντική διαδικασία. Τα λάδια που παράγονται στα διυλιστήρια, σχηματίζουν πολλές φορές ιζήματα και αποθέσεις. Η ύπαρξη κάποιων πρόσθετων στο λιπαντικό, εξυπηρετεί στην προστασία των διαφόρων μεταλλικών επιφανειών από φθορά, οξείδωση κλπ, στην αύξηση της ζωής του ίδιου του λιπαντικού, στον καθορισμό υψηλότερων ορίων αντοχής του λιπαντικού και στην άμεση επίδραση των πρόσθετων στο ίδιο το λιπαντικό. Άλλωστε, η περιεκτικότητα πρόσθετου στο συνολικό όγκο του λιπαντικού, αντιστοιχεί σε ποσοστό από 1% έως 25%, ενώ σε εξειδικευμένες περιπτώσεις λιπαντικών υψηλών προδιαγραφών, μπορεί να φτάσει έως το 50% επί του συνολικού όγκου.



Σχήμα 6.4.4. Αναπαράσταση προστασίας των χημικά πρόσθετων που περιέχονται στα λιπαντικά

Το κάθε πρόσθετο ξεχωριστά έχοντας κάποιες ιδιαιτερότητες ως προς τη λειτουργία του, εξαρτάται άμεσα από το λιπαντικό στο οποίο εμπεριέχεται καθώς και από την άμεση χημική αντίδρασή του με τα άλλα συνυπάρχοντα πρόσθετα.

Πιο αναλυτικά, τα κυριότερα χημικά βελτιωτικά των λιπαντικών, είναι τα εξής:

- **Βελτιωτής δείκτη ρευστότητας:** Το συγκεκριμένο πρόσθετο λειτουργεί ευεργετικά μόνο στις υψηλές θερμοκρασίες, αφού σε αυτές περιορίζει αισθητά το βαθμό μεταβολής της ρευστότητας του λιπαντικού. Ο βελτιωτής αυτός, στην ουσία δεν επιτρέπει στο λιπαντικό να γίνεται ιδιαίτερα λεπτόρευστο στις υψηλές θερμοκρασίες, ώστε να διατηρείται στο ακέραιο η λιπαντική του ικανότητα.
- **Απορρυπαντικά πρόσθετα:** Λειτουργούν αποτρεπτικά στη δημιουργία αποθέσεων άνθρακα από την καύση του λιπαντικού στον κινητήρα, διατηρώντας έτσι τα τοιχώματά του καθαρά.
- **Διασκορπιστές:** Εμποδίζουν τη δημιουργία ιζημάτων (κατακάθι ή μαύρη λάσπη), τα οποία θα είχαν σαν αποτέλεσμα την εμπόδιση της θερμικής αγωγιμότητας του κινητήρα, κρατώντας τα ξένα σώματα που υπάρχουν μέσα στο λιπαντικό σε συνεχή αιώρηση και διατηρώντας το κάτω μέρος του κινητήρα καθαρό. Με το πρόσθετο αυτό, σε κάθε αλλαγή λαδιών αποβάλλονται τα διάφορα αυτά σωματίδια που αιωρούνται. Βέβαια, κάποια από αυτά τα σωματίδια μπορεί να παραμένουν στον κινητήρα, αφού ποτέ δεν είναι δυνατόν να αφαιρέσουμε από τον κινητήρα όλα τα υπολείμματα του λιπαντικού.
- **Πρόσθετα κατά της φθοράς:** Το πρόσθετο αυτό πολλαπλασιάζει τις προστατευτικές ιδιότητες που προσφέρουν τα λιπαντικά στα μεταλλικά μέρη του κινητήρα. Το υλικό αυτό, έχει την ιδιότητα να επικάθεται σε αυτές τις επιφάνειες, δημιουργώντας ένα προστατευτικό στρώμα που λειτουργεί ως επιπλέον προστασία.

- **Αντιοξειδωτικά πρόσθετα:** Προστατεύουν το λιπαντικό από την αποσύνθεση του, λόγω της οξείδωσης. Στην ουσία, επιβραδύνουν σημαντικά την οξείδωση του λιπαντικού, επιμηκύνοντας παράλληλα το χρόνο που μπορεί αυτό να λειτουργήσει ωφέλιμα για τον κινητήρα.
- **Αντιδιαβρωτικά πρόσθετα:** Αποτρέπουν κατά ένα μέρος τη διαβρωτική δράση του νερού και των οξέων που δημιουργούνται στο λιπαντικό.
- **Αντιαφρώδη πρόσθετα:** Οι φυσαλίδες αέρα που δημιουργούνται στο λιπαντικό από την έντονη ύγρανσή του μέσα στον κινητήρα, περιορίζουν σαφώς τις λιπαντικές του ιδιότητες. Τα αντιαφρώδη πρόσθετα εμποδίζουν το φαινόμενο αυτό, φροντίζοντας για την ομαλή και συνεχή λίπανση του κινητήρα.
- **Πρόσθετα αύξησης αντοχής:** Ο ρόλος αυτού του πρόσθετου είναι να βελτιώνει τα επίπεδα αντοχής του λιπαντικού στις αντίξοες, γι' αυτό συνθήκες, των μεγάλων θερμοκρασιών και των υψηλών πιέσεων.



7.1. ΓΕΝΙΚΑ

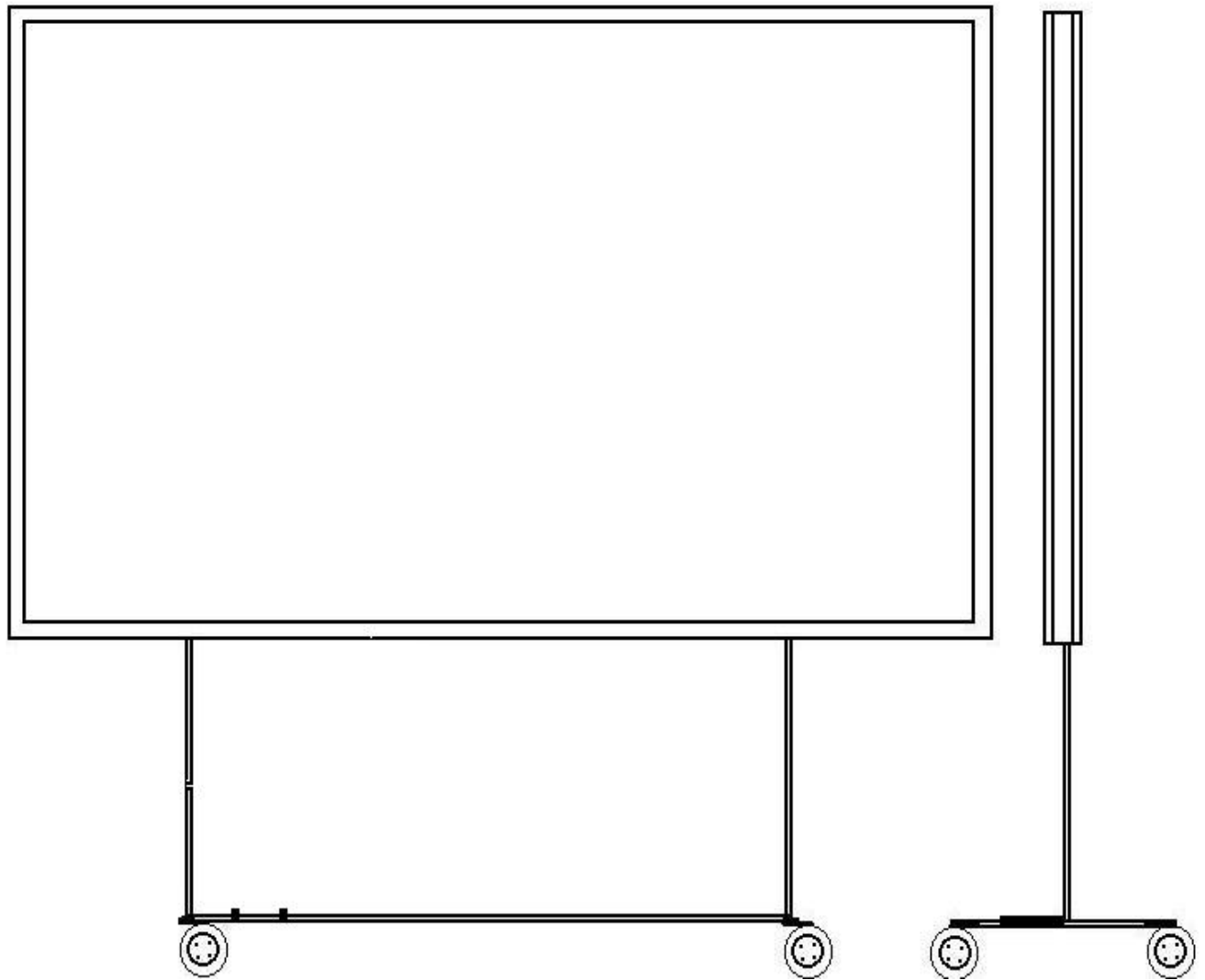
Εφαρμόζοντας τις γνώσεις μας για της μεταλλικές κατασκευές και υπολογίζοντας τις απαιτήσεις των μηχανολογικών στοιχείων και τα χαρακτηριστικά τους, επιλέχθηκε συνδιαστικά η χρήση του μεταλλικού σκελετού και της μελαμίνης.

Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν 2 ξύλινες επιφάνειες διαστάσεων 2000mm x 1000mm & 2000mm x 1250mm και μεταλλικές ράβδους (κοιλοδοκοί) διαστάσεων 60mm x 40mm, οι οποίες κατά την ένωσή τους είχαν τις τελικές διαστάσεις 2100 X 2200.

Τα μηχανολογικά στοιχεία, καθώς και ο ηλεκτροκινητήρας με τον μειωτήρα στροφών, στερεώθηκαν πάνω στον πίνακα με ειδικούς πλαστικούς σφηκτήρες ή με χρήση κοχλία – περικόχλιου. Τα παραπάνω στερεώθηκαν στον πίνακα κατά λυόμενο τρόπο, έτσι ώστε κατά την διάρκεια του μαθήματος και ανάλογα με τις απαιτήσεις αυτού, να μπορούν να αποκολούνται πάνω από την επιφάνεια της μελαμίνης. Κατά την ολοκλήρωση της κατασκευής, ο μεταλλικός σκελετός βάφτηκε με λευκό χρώμα, ανάλογο για μεταλλικές επιφάνειες και κάποια από τα στοιχεία του πίνακα πριν τοποθετηθούν, καθαρίστηκαν και βάφτηκαν επίσης.

7.2. ΜΕΛΕΤΗ – ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

σχήμα 7.1. 1^{ος} Εκπαιδευτικός πίνακας με διάφορα μηχανολογικά στοιχεία



Σχήμα 7.2. 2^{ος} Εκπαιδευτικός πίνακας με διάφορα μηχανολογικά στοιχεία & βάση με ηλεκτροκινητήρα και μειωτήρα στροφών

7.3. ΥΛΙΚΑ & ΕΡΓΑΛΕΙΑ

Για την παραπάνω κατασκευή, χρησιμοποιήθηκαν υλικά όπως :

- Μαλακό μέταλλο
- Μελανίνη (συμπιεσμένα ξύλινα τεμαχίδια με ειδική λευκή επιφανειακή επίστρωση).
- Μικροί τροχοί
- Κοιλίες – περικόχλια
- Πλαστικοί σφικτήρες
- Μεταλλικά ελάσματα
- Τεφλόν (σκληρό πλαστικό, ειδικό για μηχανολογικές εφαρμογές)

Εργαλεία

- Πάγκκος εργασίας
- Μέγγενη
- Σιδηροπρίονο – πριόνι για ξύλα
- Κάθετο δράπανο
- Ηλεκτροσυγκόλληση
- Κατσαβίδια
- Στράντζα
- Πένσα
- Γαλλικό κλειδί
- Πολύγωνο
- Τόρνος
- Τροχός λείανσης
- Λίμες διαφόρων διαστάσεων

7.4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Αφού αρχικά κόπηκε η μελαμίνη και οι τετράγωνες μεταλλικές ράβδοι στις απαιτούμενες διαστάσεις, στη συνέχεια ηλεκτροκολλήθηκαν, οι τελευταίες, έτσι ώστε να πάρουν το απαιτούμενο σκελετικό σχήμα. Στην συνέχεια στερεώθηκαν τα μηχανολογικά στοιχεία πάνω στις μελαμίνες, είτε με τη χρήση κοχλίας – περικόχλιου, είτε με την χρήση πλαστικών σφηκτήρων. Μερικά από αυτά, τοποθετήθηκαν πρώτα πάνω σε μεταλλικές επίμηκες ράβδους, έτσι ώστε να μπορούν να περιστρέφονται και να συναρμολογούνται μεταξύ τους. Ο ηλεκτροκινητήρας μαζί με τον μειωτήρα στροφών τοποθετήθηκε στην βάση του δεύτερου πίνακα, αφού πρώτα διανοίχθηκαν οι ανάλογες οπές σε αυτόν. Τέλος, τοποθετήθηκαν οι μελαμίνες πάνω στους μεταλλικούς σκελετούς με κοχλίες και στην βάση αυτών στερεώθηκαν ειδικοί τροχοί, ανάλογης αντοχής στο βάρος του πίνακα.

7.5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ





ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΧΑΝΩΝ, 10^Η ΕΚΔΟΣΗ, Ι.Χ. ΒΕΛΑΩΡΑ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ "ΙΩΝ"
2. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΙΙ, ΒΑΣΙΛΕΙΟΥ Δ. ΔΑΡΓΕΝΙΔΗ, ΟΕΔΒ
3. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ Ι, ΙΩΑΝΝΗ Β. ΜΑΥΡΟΓΕΝΗ, ΟΕΔΒ
4. ΣΧΕΔΙΟ, ΑΡΙΣΤΕΙΔΗ ΔΕΪΜΕΖΗ, ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

5. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΧΑΝΩΝ, ΛΑΖΑΡΟΥ ΛΑΖΑΡΙΔΗ, ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
6. ΤΕΧ. ΜΗΧ. ΑΝΤΟΧΗ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ, Δρ.Π.Α.ΒΟΥΘΟΥΝΗΣ, Δ ΕΚΔΟΣΗ
7. ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ & ΜΗΧ. ΤΕΧ. ΕΡΓΩΝ, ΚΟΥΖΕΛΗ & ΠΑΝΑΓΙΩΤΙΔΗ, ΙΔΡ.ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
8. ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ,2^H ΕΚΔΟΣΗ, HEINZLER, MAX, Dipl. -ing, ΕΚΔΟΣΕΙΣ Ε.Τ.Ε.
9. ΓΕΩΡΓΙΚΟΙ ΕΛΚΥΣΤΗΡΕΣ, ΚΩΝ/ΝΟΥ ΤΣΑΤΣΑΡΕΛΗ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΓΙΑΧΟΥΔΗ
- 10.ΣΧΕΔΙΟ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ, BOHNER MAX Dipl. -ing, ΕΚΔΟΣΕΙΣ Ε.Τ.Ε.
- 11.ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ, DIETER BREHME, ΕΚΔΟΣΕΙΣ Ε.Τ.Ε.
- 12.ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ,4^H ΕΚΔΟΣΗ, ΜΕΛ.Δ.ΒΟΥΛΓΑΡΗ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΙΩΝ
- 13.ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ "auto motor und sport", ΤΕΧΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ, ΤΕΥΧΗ ΙΑΝ.96 ~ ΔΕΚ.96,
- 14.ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ "auto τρίτη", ΕΝΘΕΤΟ ΤΕΧΝΙΚΑ ΘΕΜΑΤΑ
- 15.ΕΝΗΜΕΡΩΤΙΚΑ ΦΥΛΛΑΔΙΑ, ΕΚΘΕΣΗΣ ΑΓΡΟΤΙΚΑ, ΕΤΟΥΣ 2001 & 2003

ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΔΙΑΔΥΚΤΙΟΥ

1. ΟΛΕΣ ΟΙ ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΤΟΥ WWW.IN.GR , ΜΕ ΘΕΜΑΤΑ, ήλοι, κοχλίες, μάντες, τροχαλίες, αλυσίδες, γρανάζια, λιπαντικά, ελατήρια, ρουλμάν & συγκολλήσεις.
2. ΟΛΕΣ ΟΙ ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΖΗΤΗΣΗ ΤΟΥ WWW.GOOGLE.COM , ΜΕ ΘΕΜΑΤΑ, nail, screw, belt, chain, gear, lubricant, spring, ball bearing, welding & soldering.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	2
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
ΚΕΦ. 1 ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ	5
1.1. ΓΕΝΙΚΑ	5
1.1.1. Τα μέσα σύνδεσης	5
1.2. ΗΛΩΣΕΙΣ	5
1.2.1. Γενικά – τα μέρη μιας ήλωσης	5
1.2.2. Τυποποίηση	6
1.2.3. Διατάξεις ηλώσεων	7
1.2.4. Εκτέλεση των ηλώσεων	
1.2.5. Εφαρμογή των ηλώσεων στον εκπαιδευτικό πίνακα	11
1.2.5.1 Γενικά	11
1.2.5.2. Μελέτη – σχεδιασμός	12
1.2.5.3. Υλικά – εργαλεία	16
1.2.5.4. Πειραματική διαδικασία	16
1.2.5.5. Αποτελέσματα φωτογραφίας	17
1.3. ΚΟΧΛΙΟΣΥΝΔΕΣΕΙΣ	18
1.3.1. Γενικά – Μέρη μιας κοχλιοσύνδεσης	18
1.3.2. Κατηγορίες κοχλίων	19
1.3.3. Σχηματισμός σπειρώματος – Μορφές σπειρωμάτων	22
1.3.4. Κατάταξη των σπειρωμάτων	24
1.3.5. Τυποποίηση τριγωνικών σπειρωμάτων	25
1.3.6. Είδη κοχλίων	26
1.3.7. Ασφάλιση κοχλιοσυνδέσεων	30
1.3.8. Εφαρμογή των κοχλιοσυνδέσεων στον εκπαιδευτικό πίνακα	32
1.3.8.1. Γενικά	32
1.3.8.2. Μελέτη – σχεδιασμός	33
1.3.8.3. Υλικά & εργαλεία	34
1.3.8.4. Πειραματική διαδικασία	35
1.3.8.5. Αποτελέσματα – φωτογραφίες	35

1.4. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ	35
1.4.1. Γενικά	35
1.4.2. Κατάταξη συγκολλήσεων	35
1.4.3. Είδη ραφών	39
1.5. ΕΛΑΣΤΙΚΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ – ΕΛΑΤΗΡΙΑ	41
1.5.1. Γενικά	41
1.5.2. Είδη ελατηρίων	43
1.5.3. Υλικά ελατηρίων	49
1.5.4. Προσδιορισμός γεωμετρικών στοιχείων κυλινδρικών ελικοειδών ελατηρίων	50
1.5.5. Παραμόρφωση μιας σπείρας f_i	51
1.5.6. Μήκος αφόρτιστου ελατηρίου L_0	51
1.5.7. Χάρη μεταξύ των σπειρών	52
1.5.8. Μήκος φορτισμένου ελατηρίου L_p	52
1.5.9. Λόγος Dm/d – Τυποποίηση διαμέτρων d	52
1.5.10. Εφαρμογή των ελατηρίων στον εκπαιδευτικό πίνακα	52
1.5.10.1. Γενικά	52
1.5.10.2. Μελέτη – σχεδιασμός	52
1.5.10.3. Υλικά & εργαλεία	57
1.5.10.4. Αποτελέσματα – φωτογραφίες	57
ΚΕΦ. 2 ΜΕΣΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ	59
2.1. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΜΕΤΑΔΟΣΕΩΣ ΚΙΝΗΣΕΩΣ	59
2.1.1. Μέσα μετάδοσης κίνησης	59
2.1.2. Θέσεις των ατράκτων και είδη οδοντωτών τροχών	61
2.1.3. Σχέση μετάδοσης κίνησης	61
2.1.4. Γεωμετρικά στοιχεία της οδόντωσης <i>μετρικού συστήματος και σχέσεις αυτών</i>	62
2.1.5. Περιφερειακή ταχύτητα	65
2.1.6. Σχέση στροφών και αρχικών διαμέτρων	65
2.1.7. Σχέση στροφών και δοντιών	66
2.1.8. Τρόποι διαμόρφωσης των δοντιών	67
2.1.9. Υλικά	69
2.1.10. Ελάχιστος αριθμός δοντιών	70
2.1.11. Λίπανση	70
2.1.12. Εφαρμογή των οδοντωτών τροχών στον εκπαιδευτικό πίνακα	71
2.1.12.1. Γενικά	71

2.1.12.2. Μελέτη – σχεδιασμός	71
2.1.12.3. Υλικά & εργαλεία	80
2.1.12.4. Αποτελέσματα – φωτογραφίες	80
2.2. ΑΞΟΝΕΣ – ΑΤΡΑΚΤΟΙ	80
2.2.1. Γενικά – Διάκριση ατράκτου από άξονα	81
2.2.2. Είδη ατράκτων	83
2.2.3. Υλικά των ατράκτων	83
2.2.4. Υπολογισμός ατράκτων	84
2.2.5. Απόσταση των εδράνων	86
2.3. ΙΜΑΝΤΟΚΙΝΗΣΗ	87
2.3.1. Γενικά	87
2.3.2. Είδη μαντοκινήσεων	88
2.3.3. Είδη μάντων	90
2.3.4. Είδη τροχαλιών	94
2.3.5. Σχέση μετάδοσης	99
2.3.6. Περιφερειακή ταχύτητα	100
2.3.7. Σχέση διαμέτρων και στροφών	101
2.3.8. Ολίσθηση του μάντα	102
2.3.9. Τόξο τυλίξεως	102
2.3.10. Τάνυση του μάντα	105
2.3.11. Τροχοί τανύσεως	106
2.3.12. Σχέση στροφών και διαμέτρων στην πραγματική λειτουργία	107
2.3.13. Μήκος του μάντα	108
2.3.14. Εφαρμογή των μαντοκινήσεων στον εκπαιδευτικό πίνακα	109
2.3.14.1. Γενικά	109
2.3.14.2. Μελέτη – σχεδιασμός	110
2.3.14.3. Υλικά & εργαλεία	113
2.3.14.5. Αποτελέσματα – φωτογραφίες	114
2.4. ΑΛΥΣΟΚΙΝΗΣΗ	114
2.4.1. Γενικά	114

2.4.2. Αλυσίδες	115
2.4.2.1. Αλυσίδες δυνάμεως	115
2.4.2.2. Αλυσίδες κινήσεως	116
2.4.2.2.1. Αλυσοτροχοί	120
2.4.2.2.2. Κατασκευαστικά στοιχεία αλυσοτροχών αλυσίδων με ρόλους	122
2.4.3. Διατάξεις αλυσοκίνησης	126
2.4.4. Κλάδοι αλυσοκίνησης	127
2.4.5. Τόξο εμπλοκής	127
2.4.6. Σχέση μεταξύ στροφών και δοντιών – Σχέση μετάδοσης	128
2.4.7. Μέγιστη περιστροφική ταχύτητα μικρού αλυσοτροχού	128
2.4.8. Εφαρμογή των αλυσοκινήσεων στον εκπαιδευτικό πίνακα	129
2.4.8.1. Γενικά	129
2.4.8.2. Μελέτη – σχεδιασμός	129
2.4.8.3. Υλικά & εργαλεία	132
2.4.8.4. Αποτελέσματα – φωτογραφίες	132
2.5. ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ	133
2.5.1. Γενικά – Περιπτώσεις χρησιμοποίησης συνδέσμων	133
2.5.2. Κατάταξη των συνδέσμων	133
2.5.3. Γενικά χαρακτηριστικά των συνδέσμων	134
2.5.4. Εφαρμογή των συνδέσμων στον εκπαιδευτικό πίνακα	141
2.5.4.1. Γενικά	141
2.5.4.2. Μελέτη – σχεδιασμός	142
2.5.4.3. Υλικά & εργαλεία	145
2.5.4.4. Αποτελέσματα – φωτογραφίες	145

ΚΕΦ. 3 ΕΔΡΑΝΑ	147
3.1. ΓΕΝΙΚΑ	147
3.2. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΕΔΡΑΝΩΝ	147
3.3. ΕΙΔΗ ΕΔΡΑΝΩΝ ΟΛΙΣΘΗΣΕΩΣ	148
3.3.1. Εγκάρσια έδρανα ολισθήσεως	150
3.3.2. Αξονικά έδρανα ολισθήσεως	150
3.3.3. Σταθερά έδρανα ολισθήσεως	150
3.3.4. Αυτορυθμιζόμενα έδρανα ολισθήσεως	151
3.3.5. Υλικά των τριβέων	152
3.3.6. Εφαρμογή των εδράνων ολίσθησης στον εκπαιδευτικό	153
πίνακα	153
3.3.6.1. Γενικά	153
3.3.6.2. Μελέτη – σχεδιασμός	153
3.3.6.3. Υλικά & εργαλεία	156
3.3.6.4. Αποτελέσματα – φωτογραφίες	156
3.4. ΈΔΡΑΝΑ ΚΥΛΙΣΕΩΣ	157
3.4.1. Είδη εδράνων κυλίσεως και περιγραφή αυτών	157
3.4.2. Τρόποι στερέωσης των ρουλμάν	168
3.4.3. Εφαρμογή των εδράνων ολίσθησης στον	168
εκπαιδευτικό πίνακα	168
3.4.3.1. Γενικά	168
3.4.3.2. Μελέτη – σχεδιασμός	168
3.4.3.3. Υλικά & εργαλεία	172
3.4.3.4. Αποτελέσματα – φωτογραφίες	173
3.5. ΛΙΠΑΝΣΗ ΕΔΡΑΝΩΝ	173
3.5.1. Γενικά	173
3.5.2. Είδη λιπαντικών	173
3.5.3. Συστήματα λιπάνσεως	176
ΚΕΦ. 4 ΤΡΟΧΟΙ ΑΝΑΣΤΟΛΗΣ	181
4.1. ΓΕΝΙΚΑ	181
4.2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΩΝ ΤΡΟΧΩΝ ΑΝΑΣΤΟΛΗΣ	181
4.3. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΡΟΧΩΝ ΑΝΑΣΤΟΛΗΣ	181
4.3.1. Τροχοί αναστολής με τριβή	181
4.3.2. Τροχοί αναστολής με δόντια	182
4.3.3. Εφαρμογή των τροχών αναστολής στον εκπαιδευτικόπίνακα	184
4.3.3.1. Γενικά	184

4.3.3.2. Μελέτη – σχεδιασμός	184
4.3.3.3. Υλικά & εργαλεία	185
4.3.3.4. Αποτελέσματα – φωτογραφίες	185
ΚΕΦ. 5 ΜΕΣΑ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ	187
5.1. ΓΕΝΙΚΑ	187
5.1.1. Στυπιοθλίπτες με στεγανωτικό υλικό	187
5.2. ΕΙΔΗ ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ	189
5.3. ΤΣΙΜΟΥΧΕΣ	190
5.4. ΣΤΕΓΑΝΟΠΟΙΗΣΗ ΧΩΡΙΣ ΣΤΕΓΑΝΩΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	192
ΚΕΦ. 6 ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ	195
6.1. ΓΕΝΙΚΑ	195
6.2. ΟΡΙΣΜΟΣ & ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ	195
6.3. ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΛΙΠΑΝΤΙΚΩΝ	195
6.4. ΙΞΩΔΕΣ (Viscosity)	196
6.4.1. Γενικά	196
6.4.2. Κατάταξη ορυκτελαίων κατά SAE	196
6.4.3. Κατάταξη ορυκτελαίων κατά API και κατά ACEA	197
6.4.4. Ιαπωνικές Προδιαγραφές (JASO):	199
6.4.5. Πολύτυπα λάδια (Multigrade)	199
6.4.6. Συνθετικά Λάδια	205
6.4.7. Βελτιωτικά πρόσθετα του λιπαντικού	206
ΚΕΦ. 7 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΙΝΑΚΩΝ	209
7.1. ΓΕΝΙΚΑ	209
7.2. ΜΕΛΕΤΗ – ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ	209
7.3. ΥΛΙΚΑ & ΕΡΓΑΛΕΙΑ	210
7.4. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ	211
7.5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ	211
Δ. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	213