

# Στοιχεία Μηχανών

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7**

### **ΜΕΣΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΚΑΙ ΣΤΕΡΕΩΣΗΣ**

#### **1. Να αναφέρετε τα μέσα σύνδεσης (σελ. 131)**

Τα μέσα σύνδεσης που χρησιμοποιούμε είναι:

- a. Ήλοι ή καρφιά
- b. Κοχλίες ή βίδες
- c. Συγκολλητικά υλικά
- d. Σφήνες
- e. Ελατήρια

#### **2. Ποια είναι τα είδη των συνδέσεων; (σελ. 132)**

Τα είδη σύνδεσης είναι δύο:

- i. Οι λυόμενες συνδέσεις, που επιτυγχάνονται με κοχλίες, σφήνες, ελατήρια
- ii. Οι μόνιμες ή μη λυόμενες π.χ. ηλώσεις, συγκολλήσεις.

**Λυόμενες συνδέσεις** λέγονται οι συνδέσεις εκείνες που τα συνδεόμενα κομμάτια συνδέονται έτσι, ώστε να αποσυνδέονται εύκολα και χωρίς την καταστροφή του μέσου σύνδεσης.

**Μη λυόμενες συνδέσεις** λέγονται αυτές που τα συνδεόμενα κομμάτια συνδέονται με μόνιμο τρόπο και αποσυναρμολογούνται μόνο με καταστροφή του μέσου σύνδεσης.

### **7.1 ΗΛΟΙ**

#### **1. Σε ποιες κατηγορίες διακρίνονται οι ήλοι; (σελ. 133)**

a) Ανάλογα με την κεφαλή τους, διακρίνουμε τις εξής κατηγορίες:

1. Ημιστρόγγυλους
2. Φακοειδείς (Βυθισμένους και ημιβυθισμένους)

Η κεφαλή τους είναι λιγότερο καμπυλωτή από αυτή των ημιστρόγγυλων και μοιάζει με φακό. Η κεφαλή των φακοειδών ήλων μπορεί να είναι βυθισμένη στα κομμάτια που συνδέει ή ημιβυθισμένη. Στην πρώτη περίπτωση ο ήλος λέγεται βυθισμένος, ενώ στη δεύτερη ημιβυθισμένος.

3. Πλατυκέφαλους ή επιπεδοκαμπύλους. Η κεφαλή τους είναι μεγάλη και καμπυλωτή.
4. Σωληνωτούς (πριτσίνια)

b) Ανάλογα με τη διάμετρο του κορμού τους διακρίνονται σε:

1. Ήλους με διάμετρο μικρότερη από 10 mm ( $d < 10$  mm)
2. Ήλους με διάμετρο μεγαλύτερη από 10 mm ( $d > 10$  mm), που είναι γνωστοί ως λεβητόκαρφα.

## **2. Από ποια υλικά κατασκευάζονται οι ήλοι; (σελ. 134)**

Οι ήλοι κατασκευάζονται από ανθρακούχο χάλυβα, χαλκό ή αλουμίνιο. Η επιλογή του υλικού των ήλων εξαρτάται από το σκοπό της σύνδεσης και από το υλικό των συνδεόμενων κομματιών. Το υλικό των συνδεόμενων ελασμάτων και των ήλων πρέπει να είναι απαραίτητα το ίδιο. Σε διαφορετική περίπτωση υπάρχει κίνδυνος να δημιουργηθεί σκουριά και φθορά των μετάλλων από την εμφάνιση διμεταλλικών τάσεων στα σημεία επαφής ήλου και ελασμάτων. Οι ήλοι κατασκευάζονται συνήθως από χάλυβα st 34 και st 38, με αντοχή 34 έως 41  $\text{kp/mm}^2$  και σε εξαιρετικές περιπτώσεις st 44, με αντοχή μεγαλύτερη από 44  $\text{kp/mm}^2$ .

## **3. Ποιες διαστάσεις είναι απαραίτητες για τον προσδιορισμό των ήλων; (σελ. 135)**

Για τον προσδιορισμό των ήλων απαιτούνται δύο κυρίως διαστάσεις:

- Η διάμετρος του κορμού  $d$  (mm)
- Το μήκος του ήλου  $l$  (mm)

Σε περίπτωση βυθισμένης κεφαλής, ως μήκος  $l$  του ήλου παίρνουμε το μήκος του κορμού συν το ύψος της κεφαλής  $k$ .

## **4. Πώς τυποποιούνται οι ήλοι; (σελ. 135-136)**

Τόσο οι διαστάσεις όσο και το υλικό κατασκευής των ήλων αναφέρονται στους Γερμανικούς κανονισμούς (DIN). Για την προμήθεια λοιπόν ενός ήλου, θα πρέπει να δώσουμε την ονομασία του ήλου, τη διάμετρό του, το μήκος του κορμού, το υλικό κατασκευής του καθώς και το φύλλο του DIN στο οποίο βρίσκεται η μορφή του. Π.χ. ο συμβολισμός «18x70 DIN 124» σημαίνει ημιστρόγγυλος ήλος με διάμετρο 18mm και μήκος 70mm.

## **7.2 ΗΛΩΣΕΙΣ**

### **1. Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα ηλώσεων. Πότε οι ηλώσεις είναι αναντικατάστατες ως μέσο σύνδεσης; (σελ. 136)**

Οι ηλώσεις είναι κατασκευές βαριές, αρκετά δύσκολες στην εκτέλεσή τους, συνήθως ακριβότερες από τις συγκολλήσεις και χρονοβόρες. Από την άλλη όμως είναι πιο ασφαλείς, η ποιότητά τους ελέγχεται πιο εύκολα, ενώ σοβαρό πλεονέκτημα αποτελεί και το γεγονός ότι δε δημιουργούνται τάσεις στα συνδεόμενα κομμάτια.

Οι περιπτώσεις στις οποίες οι ηλώσεις είναι αναντικατάστατες ως μέσο σύνδεσης είναι:

- a) Στις συνδέσεις κομματιών που δεν επιδέχονται συγκόλληση.
- b) Όταν η σύνδεση καταπονείται σε κρουστικά ή δυναμικά φορτία.

- c) Όταν υπάρχει κίνδυνος τα συνδεδεμένα κομμάτια να χάσουν την αντοχή τους, εξαιτίας της υψηλής θερμοκρασίας που προκαλείται κατά τη συγκόλληση.

## **2. Είδη ηλώσεων ανάλογα με το σκοπό και τις απαιτήσεις που προορίζονται (σελ. 136-137)**

- a) Σταθερές ηλώσεις: χρησιμοποιούνται ως ενώσεις μεταφοράς δυνάμεων σε κατασκευές από χάλυβα και ελαφρά μέταλλα (γερανοί, γέφυρες, κτίρια) καθώς και στη γενική κατασκευή μηχανών.
- b) Στεγανές ηλώσεις: χρησιμοποιούνται για να έχουμε στεγανότητα στην κατασκευή δοχείων (ιδιαίτερος στη ναυπηγική).
- c) Σταθερές και στεγανές ηλώσεις (στερεοστεγανές): χρησιμοποιούνται σε ατμολέβητες και σε κλειστά δοχεία με μεγάλη εσωτερική πίεση όπου επιθυμούμε στεγανότητα και μεταφορά δυνάμεων.
- d) Ηλώσεις προσκολλησεως: χρησιμοποιούνται ως ένωση για επενδύσεις μεταλλικών σκελετών με ελάσματα (π.χ. λεωφορεία, αεροπλάνα).

## **3)Είδη ηλώσεων ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής (σελ. 137)**

- a) Ηλώσεις επικάλυψης: το ένα έλασμα τοποθετείται κατά ένα τμήμα του επάνω στο άλλο.
- b) Ηλώσεις με αρμοκαλύπτρες: τα ελάσματα τοποθετούνται μετωπικά και ο αρμός καλύπτεται με ένα ή δύο ελάσματα, που ονομάζονται αρμοκαλύπτρες.  
Ανάλογα με τις σειρές των ήλων που τοποθετούνται οι ηλώσεις διακρίνονται σε ηλώσεις απλής, διπλής ή τριπλής σειράς. Όταν οι άξονες των ήλων συμπίπτουν, η ήλωση λέγεται παράλληλη, ενώ όταν οι σειρές μετατεθούν, η ήλωση λέγεται ρομβοειδής ή διάταξη «ζικ-ζακ». Τέλος, ανάλογα με τον αριθμό των διατομών των ήλων, οι ηλώσεις διακρίνονται σε ηλώσεις απλής, διπλής κ.ο.κ. τομής.

## **4) Στοιχεία για τη σχεδίαση και την κατασκευή μιας ήλωσης (σελ. 140)**

Πρέπει να γνωρίζουμε τα στοιχεία του ήλου ( $d$ =διάμετρος κορμού,  $l$ =μήκος κορμού,  $k$ =ύψος κεφαλής,  $a$ =γωνία κωνικής κεφαλής,...)

Και επιπλέον της εξής αποστάσεις:

- a) Το βήμα της ήλωσης ( $t$ ): η απόσταση δύο διαδοχικών ήλων της ίδιας σειράς.
- b) Την απόσταση μεταξύ δύο παράλληλων σειρών ήλων ( $e$ ).
- c) Την απόσταση της ακραίας σειράς ήλων από την άκρη του ελάσματος ( $e_1$ ).
- d) Την απόσταση του άξονα των ήλων από τον αρμό ( $e_2$ ), αν πρόκειται για ηλώσεις με αρμοκαλύπτρες.

## **5) Με ποιους τρόπους κατασκευάζεται μια ήλωση; (σελ. 140-141)**

- a) Με το χέρι: Εδώ περιλαμβάνεται και η ήλωση με πιστολέτο.
- b) Μηχανική μέθοδος: Η κεφαλή δημιουργείται με συνεχή πίεση του ήλου από μηχανή.

Αρχικά συσφίγγονται τα ελάσματα, είτε αυτόματα από τη μηχανή είτε με μηχανικούς σφιγκτήρες στη μέθοδο με το χέρι. Ακολουθεί το τρύπημα των ελασμάτων (προσπαθούμε οι τρύπες που θα δημιουργηθούν να είναι ομοαξονικές). Οι οπές των ελασμάτων πρέπει να έχουν διάμετρο 1mm μεγαλύτερη από τη διάμετρο του ήλου. Στη συνέχεια τοποθετείται ο ήλος και διαμορφώνεται η κεφαλή. Κατά το πέρασμα του ήλου επιτυγχάνεται συμπίεση των ελασμάτων μεταξύ τους, παραμορφώνεται ο ήλος και γεμίζει την τρύπα. Η διαμόρφωση της δεύτερης κεφαλής γίνεται εν ψυχρώ ή εν θερμώ, εάν ο ήλος έχει διάμετρο μεγαλύτερη από 8mm. Το μήκος του κορμού του ήλου πρέπει να είναι λίγο μεγαλύτερο από το άθροισμα του πάχους των ελασμάτων που πρόκειται να συνδεθούν.

**6) Οδηγίες για τη σωστή εκτέλεση μιας ήλωσης (σελ. 141)**

- a) Επιλογή κατάλληλων εργαλείων και σωστή χρήση τους.
- b) Προσοχή στη διάμετρο της οπής σε σχέση με την διάμετρο του ήλου.
- c) Προσοχή στη σύσφιγξη των ελασμάτων πριν το τρύπημα.
- d) Η οπή να ανοίγεται συγχρόνως και στα δυο ελάσματα.
- e) Προσοχή στο μήκος του κορμού του ήλου.

### **7.3 ΚΟΧΛΙΩΤΕΣ ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ**

**1) Σε ποιες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται οι κοχλίες; (σελ. 142)**

- a) Ως μέσο λυόμενης σύνδεσης (κοχλίες σύνδεσης ή σύσφιγξης)
- b) Για τη δημιουργία προέντασης (κοχλίας τάσης)
- c) Για τον πωματισμό οπών
- d) Ως ρυθμιστικός κοχλίας για τη ρύθμιση του διακένου
- e) Ως κοχλίας μέτρησης(μικρόμετρο)
- f) Για τη μεταβολή της περιστροφικής κίνησης σε γραμμική ή το αντίθετο (κοχλίας κίνησης)  
π.χ. στη μέγγενη, στο γρύλο, στο χειροκίνητο τρυπάνι.
- g) Για μικρές μετατοπίσεις με χονδροειδές σπείρωμα (διαφορικός κοχλίας)

**2) Να περιγράψετε έναν κοχλία (σελ. 142)**

Ο κοχλίας αποτελείται από τον κορμό και την κεφαλή. Ο κορμός αποτελείται από το τμήμα που φέρει το σπείρωμα και το τμήμα χωρίς σπείρωμα, που ονομάζεται αυχένas. Υπάρχουν και κοχλίες που δεν έχουν αυχένα. Επίσης υπάρχουν κοχλίες χωρίς κεφαλή και με τον αυχένα στο κέντρο, οι οποίοι λέγονται φυτευτοί (μπουζόνια).

Οι πιο συνηθισμένοι κοχλίες έχουν εξαγωνική κεφαλή. Υπάρχουν όμως πολλών τύπων κεφαλές, με βάση τις οποίες ταξινομούνται και οι κοχλίες.

### **3) Πώς δημιουργείται ένα σπείρωμα; (σελ. 143)**

Ως βάση για τη δημιουργία του σπειρώματος λαμβάνεται η ελικοειδής γραμμή. Για να πάρουμε την ελικοειδή γραμμή, τυλίγουμε μια ευθεία με γωνία κλίσης  $\alpha$  γύρω από έναν κύλινδρο. Αν κατά μήκος της ελικοειδούς γραμμής ολισθήσει μια κατατομή σχήματος τριγώνου, τραπεζίου, ορθογωνίου ή ημικυκλίου, θα παραχθεί σπείρωμα αντίστοιχης μορφής (τριγωνικό, τραπεζοειδές, ορθογωνικό ή στρογγυλό).

Τα συνηθέστερα σπειρώματα είναι δεξιόστροφα αλλά υπάρχουν και αριστερόστροφα. Ανάλογα με τον προορισμό τους μπορεί να είναι εσωτερικά ή εξωτερικά (δηλαδή αν πρόκειται για σπείρωμα κοχλία ή περικοχλίου).

### **4) Ποιες είναι οι βασικές διαστάσεις των σπειρωμάτων; (σελ. 145)**

Τα κεφαλαία γράμματα αφορούν τις διαστάσεις του σπειρώματος περικοχλίου, ενώ τα μικρά τις διαστάσεις σπειρώματος του κοχλία.

- a)  $d, D$  = Ονομαστική διάμετρος ή εξωτερική διάμετρος: είναι η μεγαλύτερη διάσταση του σπειρώματος. Χαρακτηρίζει το σπείρωμα μετρικού συστήματος.
- b)  $d_1, D_1$  = Εσωτερική διάμετρος του πυρήνα: είναι η μικρότερη διάμετρος του σπειρώματος.
- c)  $d_2, D_2$  = Μέση διάμετρος σπειρώματος. Είναι η διάμετρος ενός φανταστικού κυλίνδρου που έχει τον ίδιο άξονα με το σπείρωμα και τέμνει τις σπείρες έτσι, ώστε το πλάτος της σπείρας να ισούται με το πλάτος του διακένου που υπάρχει μεταξύ τους.
- d)  $h$  (DIN) ή  $P$  (ISO) = Βήμα του σπειρώματος.
- e)  $t, h_3, T_1$  = Βάθος ή ύψος του σπειρώματος.
- f)  $A$  = Γωνία κορυφής του σπειρώματος.

### **5) Κατηγορίες σπειρωμάτων (σελ. 146)**

- a) Τριγωνικό σπείρωμα: χρησιμοποιείται για κοχλίες σύνδεσης ή σύσφιγξης. Τα πιο συνηθισμένα τριγωνικά σπειρώματα είναι:
  - 1) Μετρικό (M): Η γωνία κορυφής είναι  $60^\circ$  και όλες οι διαστάσεις σε (mm)
  - 2) Whitworth (W, R): Η γωνία κορυφής είναι  $55^\circ$  και όλες οι διαστάσεις του σε ίντσες ("). Χρησιμοποιούνται στις Αγγλοσαξονικές και στις Σκανδιναβικές χώρες.
- b) Τραπεζοειδές σπείρωμα: χρησιμοποιείται στους κοχλίες κίνησης, επειδή έχει μεγάλη διατομή. Είναι κατάλληλο για την μεταφορά μεγάλων δυνάμεων.
- c) Πριονοειδές σπείρωμα: μπορεί να δεχθεί πολύ μεγάλες αξονικές δυνάμεις, αλλά σε μία μόνο κατεύθυνση.
- d) Ειδικά σπειρώματα: χρησιμοποιούνται σε λεπτά ελάσματα, στους ηλεκτρικούς λαμπτήρες και για κοχλίες που φθείρονται εύκολα.

Το μετρικό κατά ISO σπείρωμα κατασκευάζεται σε τρεις εκτελέσεις:

1. Λεπτό (f): για σπείρωμα μεγάλης ακρίβειας
2. Μέσο (m): για γενική χρήση
3. Χονδρό (g): αν δεν υπάρχουν προδιαγραφές για την ακρίβεια.

#### **6) Είδη κοχλίων σύνδεσης ή σύσφιγξης (σελ. 150)**

Χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση κομματιών και υπάρχουν σε διάφορους τύπους, ανάλογα με τον τρόπο που συνδέουν τα κομμάτια.

- a) Περαστοί κοχλίες: περνούν ελεύθερα και στα δυο κομμάτια
- b) Κοχλίες κεφαλής: χρησιμοποιούνται χωρίς περικόχλιο, γιατί περνά ελεύθερα μόνο στο ένα κομμάτι και βιδώνει στο άλλο.
- c) Φυτευτοί κοχλίες (μπουζόνια): αυτοί φυτεύονται στο ένα κομμάτι και περνούν ελεύθερα στο άλλο. Φέρουν σπείρωμα και στα δυο άκρα.
- d) Κοχλίες αγκύλωσης: Χρησιμοποιούνται για να στερεώσουμε κομμάτια σε δάπεδο, οροφές και τοίχους.

Σε όλους τους κοχλίες σύνδεσης χρησιμοποιείται τριγωνικής μορφής σπειρώματα. Κατασκευάζονται συνήθως από χάλυβες που σπάνε δύσκολα. Σε βαριές κατασκευές χρησιμοποιούνται ειδικοί τύποι χαλύβων, ενώ σε ελαφριές κατασκευές χρησιμοποιούνται κοχλίες από κράματα αλουμινίου (αργιλίου).

#### **7) Ποιες είναι οι καταπονήσεις που υφίσταται ένας κοχλίας; (σελ. 150)**

Κατά τη σύσφιγξη ένας κοχλίας καταπονείται σε εφελκυσμό ενώ τα κομμάτια και το περικόχλιο σε θλίψη. Οι δυνάμεις που καταπονούν έναν κοχλία είναι θλιπτικές και εφελκυστικές. Έτσι το σπείρωμα καταπονείται σε κάμψη. Αυτό είναι πιο έντονο στα πρώτα σπειρώματα, όταν ο κοχλίας φορτιστεί σε τέτοιο βαθμό, ώστε να δημιουργηθούν πλαστικές παραμορφώσεις των σπειρωμάτων του, προκαλείται καταστροφή του σπειρώματος, διότι η καταπονούμενη διατομή του σπειρώματος του περικοχλίου είναι μεγαλύτερη. Αυτός είναι ο λόγος που το περικόχλιο κατασκευάζεται από υλικό μικρότερης αντοχής απ' ότι ο κοχλίας, γιατί είναι πιο εύκολη η αντικατάσταση του περικοχλίου στην περίπτωση καταστροφής της σύνδεσης.

#### **8) Τι γνωρίζετε για τους κοχλίες κίνησης; (σελ. 151)**

Οι κοχλίες κίνησης χρησιμοποιούνται για την μετατροπή περιστροφικής κίνησης σε ευθύγραμμη γραμμική, π.χ. (γρύλος, μέγγενη, πρέσα). Χρησιμοποιούνται σπειρώματα τραπεζοειδούς μορφής, διότι έχουν μεγαλύτερο βήμα από τα σπειρώματα τριγωνικής μορφής. Για την ταχύτερη κίνηση του περικοχλίου χρησιμοποιούνται σπειρώματα περισσότερων αρχών. Οι κοχλίες αυτοί καταπονούνται από την αξονική δύναμη και την ροπή στρέψης.

## **7.4. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΕΙΣ**

### **1. Σε ποιες εφαρμογές χρησιμοποιούνται οι συγκολλήσεις; (σελ. 154-155)**

Συγκόλληση γενικά λέγεται η με οποιαδήποτε μέθοδο ένωση δύο μετάλλων. Η ένωση αυτή επιτυγχάνεται με τη βοήθεια της θερμότητας ή της πίεσης ή και των δύο, με ή χωρίς προσθήκη υλικού παρόμοιας σύνθεσης.

Οι συγκολλήσεις αποτελούν ένα μέσο μόνιμης σύνδεσης, ευρύτατα διαδεδομένο τόσο στην κατασκευή μηχανών όσο και στις οποιεσδήποτε μεταλλικές κατασκευές. Βρίσκουν εφαρμογή σε στεφάνες τροχών, πλαίσια κιβώτια ταχυτήτων, δοχεία, λέβητες, σιδηρές κατασκευές κλπ. Χρησιμοποιούνται επίσης για επισκευές ρωγμών και σπασιμάτων, ενώ είναι γνωστή και η συγκόλληση ‘επιθέματος’ σε θέσεις φθοράς και σε ενισχύσεις. Τέλος, η ‘φλογοκοπή’ είναι στενά συνδεδεμένη με την τεχνική της συγκόλλησης και χρησιμοποιείται για την κοπή κομματιών και διάλυση μεταλλικών όγκων.

Οι συγκολλήσεις έχουν πολύπλευρες εφαρμογές όχι μόνο σε υλικά όπως ο χάλυβας, ο χυτοχάλυβας αλλά και σε κράματα χαλκού, αλουμινίου και μαγνησίου, στο νικέλιο, τον ψευδάργυρο και το μόλυβδο, ακόμα και σε θερμοπλαστικές συνθετικές ύλες κλπ.

### **2. Πλεονεκτήματα συγκολλήσεων (σελ. 155)**

1. Οι συγκολλητές κατασκευές είναι ελαφρότερες έως 20% από τις καρφωτές, τις κοχλιωτές και συνήθως φθηνότερες. Επίσης από τις χυτές κατασκευές είναι ελαφρότερες έως και 50%.
2. Δεν παρουσιάζεται εξασθένηση του υλικού εξαιτίας των οπών που δημιουργούνται για τις καρφοσυνδέσεις.
3. Αποφεύγονται οι επικαλύψεις ελασμάτων, οπότε προκύπτουν επιφάνειες λείες, με μικρότερο κίνδυνο οξείδωσης, ευκολότερο καθαρισμό και καλύτερη εμφάνιση.
4. Σε μεμονωμένες κατασκευές, λόγω της απουσίας του μοντέλου στην τιμή και του χρόνου παράδοσης, είναι οικονομικότερες κατασκευές από τις χυτές. Σε παραγωγή σειράς όμως η κατασκευή χυτών κομματιών είναι συχνά φθηνότερη.

### **3. Μειονεκτήματα συγκολλήσεων (σελ. 155)**

1. Ελέγχεται πιο δύσκολα η ποιότητα της σύνδεσης και η κατασκευή απαιτεί ιδιαίτερη πείρα.
2. Η συναρμολόγηση των δοκών στα δικτυώματα είναι δυσκολότερη στην περίπτωση της συγκόλλησης παρά στην ήλωση, όπου η θέση της δοκού είναι προκαθορισμένη από τις οπές.
3. Μειονέκτημα επίσης θεωρείται και το γεγονός ότι συγκολλούνται κατά κανόνα όμοια υλικά.
4. Υπάρχει κίνδυνος στρέβλωσης και επιβλαβούς μεταβολής του κρυσταλλικού ιστού των κομματιών, λόγω της μεγάλης τοπικής θερμοκρασίας και της ψύξης που ακολουθεί.

#### **4. Είδη συγκολλήσεων τήξης (σελ. 156)**

Στις συγκολλήσεις αυτές, όταν η κόλληση και τα κομμάτια που θα συγκολληθούν είναι από το ίδιο υλικό ή παρόμοιο, η συγκόλληση λέγεται αυτογενής. Αν το υλικό της κόλλησης διαφέρει από το υλικό των προς συγκόλληση κομματιών, η συγκόλληση λέγεται ετερογενής.

Η συγκόλληση τήξης επιτυγχάνεται με τοπική θέρμανση μέχρι του σημείου τήξης των άκρων των προς συγκόλληση κομματιών, κατά μήκος της γραμμής που πρέπει να γίνει η συγκόλληση. Έτσι δημιουργείται ένα αυλάκι ρευστού μετάλλου μεταξύ των άκρων των κομματιών, το οποίο μόλις στερεοποιηθεί, δημιουργείται η συγκόλληση. Άλλος τρόπος συγκόλλησης τήξης επιτυγχάνεται με τήξη και του χρησιμοποιούμενου συγκολλητικού υλικού (κόλληση), εκτός από την τήξη των άκρων των κομματιών. Τέλος άλλος τρόπος συγκόλλησης τήξης είναι με τήξη μόνο της κόλλησης. Η κόλληση αυτή είναι από υλικό τελείως διαφορετικό από το υλικό των προς συγκόλληση κομματιών και έχει οπωσδήποτε χαμηλότερο σημείο τήξης από αυτά. Τα κομμάτια που θα κολληθούν με αυτόν τον τρόπο μπορεί να είναι και από διαφορετικό υλικό.

#### **5. Τι γνωρίζετε για τις αυτογενείς συγκολλήσεις; (σελ. 156-157)**

Κατά τις αυτογενείς συγκολλήσεις, οι οποίες είναι συγκολλήσεις τήξης, για να πετύχουμε το πύρωμα των κομματιών μέχρι το σημείο τήξης, χρειάζεται να προσδώσουμε μεγάλη ποσότητα θερμότητας στα σημεία συγκόλλησης, αν λάβουμε υπόψη ότι τα μέταλλα έχουν πολύ υψηλά σημεία τήξης (ο χάλυβας π.χ. έχει σημείο τήξης από 1460 μέχρι 1520 °C). Σαν πηγή θερμότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί φλόγα καύσιμου αερίου και οξυγόνου, οπότε η αυτογενής συγκόλληση ονομάζεται **οξυγονοσυγκόλληση**. Ως καύσιμο αέριο χρησιμοποιείται κυρίως ασετιλίνη (θερμοκρασία ανάφλεξης 3200 °C). Η μέθοδος αυτή βρίσκει εφαρμογή στις κατασκευές σωληνωτών αγωγών, δοχείων, συγκόλληση λεπτών φύλλων, επιδιορθώσεις.

Αν όμως σαν πηγή θερμότητας χρησιμοποιηθεί η ηλεκτρική ενέργεια, η συγκόλληση ονομάζεται **ηλεκτροσυγκόλληση** (συγκόλληση με ηλεκτρικό τόξο). Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε εκτεταμένες εργασίες παραγωγής. Εφαρμόζεται σε όλους τους τομείς της κατασκευής και της επιδιόρθωσης ως συγκόλληση σύνδεσης με τετηγμένο μέταλλο. Η τήξη γίνεται με τη βοήθεια φωτεινού ηλεκτρικού τόξου (3500 °C) συνεχούς ή εναλλασσόμενου ρεύματος, το οποίο δημιουργείται μεταξύ των προς συγκόλληση αντικειμένων και ενός μεταλλικού κατά κανόνα ηλεκτροδίου. Η ένταση του ρεύματος ρυθμίζεται ανάλογα με το πάχος των κομματιών που θα συγκολληθούν.

#### **6. Είδη ηλεκτροδίων (σελ. 158)**

Τα μεταλλικά ηλεκτρόδια, τα οποία αποτελούν συγχρόνως και κόλληση, διακρίνονται σε γυμνά και επενδεδυμένα. Τα επενδεδυμένα ηλεκτρόδια φέρουν μια επένδυση που

τήκεται εύκολα με σκοπό τη δημιουργία στρώσης προστασίας από σκουριά, τη διάλυση των ακαθαρσιών, τη δημιουργία προστατευτικού μανδύα από αέρια, τον ιονισμό ανάμεσα στο ηλεκτρόδιο και στην ατμόσφαιρα, ώστε να διευκολύνεται το άναμμα και να συντηρείται σταθερό ηλεκτρικό τόξο . Χρησιμοποιούνται επίσης και ηλεκτρόδια από άνθρακα. Σ' αυτή την περίπτωση χρησιμοποιείται μόνο συνεχές ρεύμα.

Τόσο η συγκόλληση ηλεκτρικού τόξου όσο και η οξυγονοσυγκόλληση αποτελούν μεθόδους συγκόλλησης με το χέρι.

#### **7. Άλλα είδη συγκολλήσεων (σελ. 158)**

Οι μέθοδοι συγκόλλησης μετάλλου αδρανούς αερίου ή μετάλλου ενεργού αερίου (MIG / MAG), βολφραμίου – αδρανούς αερίου (WIG), πλάσματος με μηχανικά περιοριστικό ηλεκτρικό τόξο, η συγκόλληση με πλήρες σύρμα και με υπόβαθρο σκόνης (U P) αποτελούν μεθόδους μερικά ή εξολοκλήρου αυτοματοποιημένες. Για όλες αυτές τις μεθόδους σαν προστατευτικά αέρια χρησιμοποιούνται αργό ή μίγμα από αργό-ήλιο (αδρανή αέρια), οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα, άζωτο και υδρογόνο (ενεργά αέρια).

- Η συγκόλληση πλάσματος χρησιμοποιείται για λεπτά φύλλα (μέχρι 1mm) για κραματούχους και μη χάλυβες, χαλκό, ορείχαλκο και ειδικά μέταλλα .
- Η συγκόλληση WIG χρησιμοποιείται για πάχη ελασμάτων από 0,6mm μέχρι 3mm για όλα τα μη σιδηρούχα μέταλλα .
- Οι συγκολλήσεις MIG / MAG χρησιμοποιούνται κυρίως για χαλύβδινα υλικά.
- Η συγκόλληση UP χρησιμοποιούνται για πάχη ελασμάτων μεγαλύτερα από 10mm, στη ναυπηγική, στις επιμεταλλώσεις, και θεωρείται τελείως αυτόματη μέθοδος.
- Η συγκόλληση με δέσμη ηλεκτρονίων χρησιμοποιείται για σύνθετες συγκολλήσεις και για δύσκολα συγκολλητά υλικά.

#### **8. Τι γνωρίζετε για τις ετερογενείς συγκολλήσεις; (σελ. 158)**

Στις ετερογενείς συγκολλήσεις τα κομμάτια θερμαίνονται σε θερμοκρασία χαμηλότερη από το σημείο τήξης τους, αλλά φυσικά υψηλότερη από το σημείο τήξης της κόλλησης. Διακρίνονται σε μαλακές και σε σκληρές συγκολλήσεις. Μαλακές είναι αυτές που η κόλληση λιώνει σε θερμοκρασία μικρότερη από 500 °C και σκληρές εκείνες που η κόλληση λιώνει πάνω από 500 °C. Βρίσκουν εφαρμογή στις συγκολλήσεις των ανομοιογενών μετάλλων ή όταν δεν επιτρέπονται οι υψηλές θερμοκρασίες.

#### **9. Συγκολλήσεις με πίεση (σελ. 159)**

Στις συγκολλήσεις αυτές θερμαίνονται τα κομμάτια που θα συνδεθούν στη θέση συγκόλλησης σε θερμοκρασία μικρότερη από το σημείο τήξης του μετάλλου τους και πιέζονται δυνατά οι επιφάνειες συγκόλλησης, χωρίς την προσθήκη κόλλησης. Με πίεση

μπορούν να συγκολληθούν κομμάτια και εν ψυχρώ. Χρησιμοποιείται για συγκόλληση λεπτών ελασμάτων, σωλήνων με διατομή μέχρι 200 cm<sup>2</sup> κ.α.

#### **10. Μορφές ραφών συγκολλήσεων (σελ. 159-160)**

Ανάλογα με τη σχετική θέση των κομματιών που θα συγκολληθούν προκύπτουν διαφορές μορφές ραφών. Οι ραφές αυτές μπορούν συνολικά να ταξινομηθούν στις εξής μορφές:

- 1) Μετωπική ραφή ( εσωραφή )
- 2) Γωνιακή ραφή (εξωραφή )

Η μετωπική σύνδεση χρησιμοποιείται για ελάσματα και φορείς. Μπορεί να δεχθεί περισσότερα φορτία, στατικά και δυναμικά, από την εξωραφή. Η συγκόλληση μπορεί να γίνει με ή χωρίς προετοιμασία των άκρων, ανάλογα με το πάχος των κομματιών που θα συνδεθούν. Ανάλογα με την προετοιμασία των άκρων των ελασμάτων που θα συνδεθούν διακρίνονται οι εξής μορφές ραφής: **V, X, Y, U, K, I.**

Η γωνιακή ραφή ενώνει τα κομμάτια που σχηματίζουν «Τα», μια γωνία ή επικάλυπτονται. Συνήθως εκτελείται με διπλή εξωραφή και είναι περισσότερο ευαίσθητη από τη μετωπική. Οι γωνιακές ραφές διακρίνονται σε: **επίπεδες, κοίλες, κυρτές.**

Η γωνιακή σύνδεση δέχεται μικρότερο φορτίο από τη σύνδεση T. Η σύνδεση με επικάλυψη δέχεται τη μικρότερη φόρτιση από όλες τις μορφές σύνδεσης . Και οι δύο γενικές μορφές ραφών (εσωραφές και εξωραφές) εκτελούνται με μία ή περισσότερες στρώσεις, κορδόνια, ανάλογα με το πάχος των κομματιών που θα συγκολληθούν.

## **7.5 ΣΦΗΝΕΣ**

#### **1. Διαμήκεις σφήνες (σελ. 162-163)**

Οι διαμήκεις σφήνες είναι οι περισσότερο χρησιμοποιούμενες στις εφαρμογές. Η τυπική σφήνα είναι ένα χαλύβδινο κομμάτι ορθογωνικής διατομής, με κλίση προς τη μία πλευρά 1:100. Για την τοποθέτηση της σφήνας στα συνδεόμενα κομμάτια κατασκευάζονται πάνω σ' αυτά αυλάκια, οι λεγόμενοι σφηνόδρομοι, μέσα στα οποία ωθείται η σφήνα . Έτσι και λόγω της κλίσης που διαθέτει δημιουργεί σύσφιξη στα κομμάτια. Η μεταφορά ροπής στρέψης από το ένα κομμάτι στο άλλο επιτυγχάνεται τόσο με τις δυνάμεις τριβής που αναπτύσσονται λόγω της κλίσης, όσο και με τις πλευρικές επιφάνειες της σφήνας η οποία διατέμνεται. Υπάρχουν διάφορες μορφές διαμήκων σφηνών: οδηγός, δισκοειδής, επίπεδη με νύχι, κοίλη, εφαπτομενική.

#### **2. Σφήνες οδηγοί (σελ. 163)**

Οι σφήνες οδηγοί είναι διαμήκεις σφήνες αλλά διαφέρουν από αυτές ως προς το σχήμα τους. Δε δίνεται η κλίση 1:100 στη μία πλευρά ούτε καμπυλότητα στο κάτω μέρος. Ως εκ

τούτου, με την τοποθέτηση των σφηνών οδηγών, δεν επιτυγχάνεται σύσφιγξη των συνδεόμενων κομματιών αλλά **ολισθαίνει** το ένα πάνω στο άλλο. Αυτές ασφαλίζονται με **κοχλίες ασφάλειας** πάνω στην άτρακτο, αν πρόκειται να μεταφέρουν μεγάλα φορτία .

### **3. Εγκάρσιες σφήνες (σελ. 164)**

Οι σφήνες αυτές χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση δύο στοιχείων που έχουν μορφή ράβδου ή μιας ράβδου και ενός άλλου στοιχείου. Κατά κανόνα αυτές έχουν μόνο μία κλίση, για να προσαρμόζονται ευκολότερα στην οπή. Η κλίση τους είναι από 1:25 έως 1:40.

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν και οι πείροι . Η σύνδεση με πείρους ήταν παλιότερη μορφή σύνδεσης στοιχείων μηχανών. Ανάλογα με τη μορφή τους διακρίνονται σε κυλινδρικούς, κωνικούς και σε πείρους με εγκοπές .

### **4. Πολύσφηννα (σελ. 165)**

Τα πολύσφηννα φέρουν στην περιφέρειά τους πολλές σφήνες, που διαμορφώνονται πάνω στην άτρακτο. Έχουμε δηλαδή άξονα διαμορφωμένο σε πολύσφηννο. Αυτό γίνεται, όταν πρόκειται να μεταφερθεί μεγάλη ροπή στρέψης. Τα πολύσφηννα επιτρέπουν αξονικές μετατοπίσεις της πλήμνης και χρησιμοποιούνται συνήθως σε κιβώτια ταχυτήτων, σε σύνδεση οδοντωτών τροχών με ατράκτους. Τα αυλάκια τους κατασκευάζονται συμμετρικά και οι διαστάσεις τους δίνονται από πίνακες του D.I.N., όπως και για τις άλλες σφήνες.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

### Η ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΚΙΝΗΣΗ

- **Ροπή:**  $M = F R = F d / 2$
- **Ταχύτητα περιστροφής ή "στροφές":**  $n = c \text{ (κύκλοι) } / \text{min (ή R.P.M)}$
- **Περιφερειακή ταχύτητα:**  $v = 2\pi n R = \pi d n$
- **Ισχύς:**  $P = F v$  ή  $P = F \pi d n$  ή  $P = M 2\pi n \Rightarrow M = P / 2\pi n$   
*Αν η ροπή μετρηθεί σε daN.m (1 kp.m περίπου), η ισχύς σε PS και η ταχύτητα περιστροφής σε R.P.M, η σχέση γράφεται:*

$$M = 716,2 P / n$$

- **Σχέση ροπών και στροφών** (στην περίπτωση που δεν έχουμε απώλεια ισχύος λόγω τριβών):

$$M_1 / M_2 = n_2 / n_1$$

*Οι ροπές των αξόνων είναι αντιστρόφως ανάλογες προς τις στροφές τους.*

- **Σχέση μετάδοσης:**

$$i = n_2 / n_1$$

- **Σχέση στροφών και διαμέτρων:**  $v_1 = v_2$  (οι συνεργαζόμενοι τροχοί έχουν την ίδια περιφερειακή ταχύτητα)  $\Rightarrow \pi d_1 n_1 = \pi d_2 n_2 \Rightarrow d_1 n_1 = d_2 n_2$  άρα

$$d_1 / d_2 = n_2 / n_1 = i$$

*Οι στροφές των τροχών είναι αντιστρόφως ανάλογες των διαμέτρων τους.*

- **Βαθμός απόδοσης = Ισχύς κινούμενου προς ισχύ κινητήριου =  $P_2 / P_1$**   
*Ο βαθμός απόδοσης κυμαίνεται από 0,94 ως 0,99 (94% - 99%). Οι απώλειες ισχύος οφείλονται κυρίως στις τριβές, αλλά συνήθως δεν τις λαμβάνουμε υπόψη, δηλαδή θεωρούμε ότι  $P_1 = P_2$ .*

**Ερώτηση:** Ερμηνεύστε τη σχέση  $M_1 / M_2 = n_2 / n_1$  (σελ. 179)

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9**

### **ΜΕΣΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ**

#### **9.1 ΑΞΟΝΕΣ –ΑΤΡΑΚΤΟΙ-ΣΤΡΟΦΕΙΣ**

##### **1. Σε τι διαφέρουν οι άτρακτοι από τους άξονεςα; (σελ. 184)**

Άτρακτος ονομάζεται κάθε ράβδος που περιστρέφεται μεταφέροντας ροπή, ενώ άξονας λέγεται κάθε ράβδος γύρω από την οποία περιστρέφονται άλλα εξαρτήματα ή κάθε ράβδος που περιστρέφεται χωρίς να μεταφέρει ροπή. Ο άξονας υπόκειται μόνο σε καμπτικά φορτία, ενώ η άτρακτος σε καμπτικά αλλά και σε στρεπτικά φορτία. Τόσο οι άξονες όσο και οι άτρακτοι δεν είναι ομοιόμορφοι σε όλο το μήκος τους. Φέρουν άλλα στοιχεία μετάδοσης κίνησης, όπως οδοντωτούς τροχούς (γρανάζια), αλυσοτροχούς, τροχαλίες και τροχούς, ενώ υπάρχουν και διαμορφωμένες επιφάνειες για τη στήριξή τους ή και τη συνεργασία τους με άλλα στοιχεία (στροφείς).

##### **2. Ποια στοιχεία ονομάζονται στροφείς; (σελ. 184)**

Στροφείς ονομάζονται τα σημεία της ατράκτου ή του άξονα όπου δημιουργείται συνεργασία (επαφή και περιστροφή) με άλλα στοιχεία.

##### **3. Σκοπός των ατράκτων (σελ. 184)**

Βασικός σκοπός των ατράκτων είναι να μεταφέρουν τη ροπή από κάποιο σημείο τους σε κάποιο άλλο. Για να επιτευχθεί αυτό, πρέπει αφενός να περιστρέφονται με την βοήθεια των στροφέων τους και αφετέρου να έχουν τη δυνατότητα να φέρουν καμπτικά φορτία (εγκάρσια κατά το μήκος τους).

Κλασικό παράδειγμα ατράκτου είναι ο εκκεντροφόρος άξονας, ο οποίος μεταφέρει τη ροπή που παραλαμβάνει από την τροχαλία που βρίσκεται στο ένα άκρο του, σε όλο το μήκος του, ώστε να περιστραφούν τα έκκεντρα και να διεγείρουν τόσο τα ωστήρια των βαλβίδων όσο και το γρανάζι περιστροφής της αντλίας λαδιού. Η συνεργασία των εκκέντρων με τα ωστήρια, η τάνυση του ιμάντα της τροχαλίας και οι ακτινικές δυνάμεις που αναπτύσσονται κατά τη συνεργασία του γραναζιού με την αντλία δημιουργούν καμπτικές δυνάμεις με διεύθυνση κάθετη στον άξονα του εκκεντροφόρου.

##### **4. Υλικά κατασκευής των αξόνων – ατράκτων (σελ. 187)**

Τα υλικά κατασκευής των αξόνων – ατράκτων ποικίλλουν ανάλογα με τα γεωμετρικά τους χαρακτηριστικά σε συνάρτηση με τις δυνάμεις που φέρουν. Συνήθως για την κατασκευή αξόνων χρησιμοποιούμε χάλυβα με αντοχή 50kp/mm<sup>2</sup> ή 60kp/mm<sup>2</sup>. Σε ειδικές κατασκευές μεγάλων απαιτήσεων είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν χάλυβες

καλύτερης ποιότητας. Αυτοί είναι κράματα χαλύβων με Cr, Ni, Mg, Mo, W, V, Ti, Co σε διάφορες περιεκτικότητες. Χαρακτηριστικό τους γνώρισμα είναι ότι μπορούν υποστούν θερμικές κατεργασίες όπως ‘Μαρτενσιτική βαφή’ και έτσι να αποκτήσουν μεγαλύτερη αντοχή και επιφανειακή σκληρότητα, παράλληλα όμως γίνονται και περισσότερο εύθραυστοι σε κρουστικά φορτία.

#### **5. Γιατί πρέπει να λειαινούνται οι στροφείς (σελ. 187)**

Τα σημεία στήριξης των αξόνων στους τριβείς κύλισης ή ολίσθησης (στροφείς) πρέπει να λειανθούν σε κατάλληλα λειαντικά μηχανήματα (ρεκτιφιέ). Στόχος της λείανσης των στροφών είναι η μείωση της επιφανειακής τραχύτητας, ώστε να ελαττωθεί ο συντελεστής τριβής. Τούτο είναι σημαντικό για την καλή συνεργασία τους με τα έδρανα ολίσθησης (κουζινέτα) αλλά και για την επίτευξη ακρίβειας στην διάσταση. Η διάσταση της διαμέτρου της ατράκτου στο σημείο του στροφέα, δηλαδή, πρέπει να βρίσκεται μέσα στα όρια ανοχών που απαιτούνται για τη σωστή τοποθέτησή της στον εσωτερικό δακτύλιο των εδράνων κύλισης (ρουλεμάν).

#### **6. Ποια είναι τα είδη των στροφών; (σελ. 188)**

Τα είδη των στροφών, που συνήθως διαμορφώνονται σε άξονες – ατράκτους, είναι:

- Ακραίος εγκάρσιος (μετωπικός)
- Ενδιάμεσος εγκάρσιος
- Κωνικός κοχλιωτός
- Σφαιρικός
- Αξονικός

#### **7. Επίδραση εγκοπών στην αντοχή των ατράκτων (σελ. 189)**

Οι διαβαθμίσεις, οι σφηναύλακες και οποιαδήποτε διαμόρφωση της ατράκτου προκαλεί “εγκοπές” στην επιφάνειά της έχουν ως συνέπεια τη “συγκέντρωση τάσεων” στα σημεία εγκοπών. Κατά τον υπολογισμό της ατράκτου σε δυναμική καταπόνηση η παράμετρος αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική και πρέπει να λαμβάνεται υπόψη. Για να μειώσουμε τη “συγκέντρωση τάσεων” στις διαβαθμίσεις, διαμορφώνουμε τα εν λόγω σημεία με μια μικρή ακτίνα καμπυλότητας, εάν αυτό είναι λειτουργικά δυνατό.

#### **8. Επίδραση του βέλους κάμψης (σελ. 189)**

Σημαντικό χαρακτηριστικό της λειτουργίας των ατράκτων είναι το βέλος κάμψης που αποκτούν από τις εγκάρσιες δυνάμεις που δέχονται κατά τη συνεργασία τους με στοιχεία άλλων ατράκτων. Εντονότερα εμφανίζεται αυτό το φαινόμενο όσο μικρότερη είναι η διάμετρος και όσο μεγαλύτερο είναι το μήκος της ατράκτου. Το πρόβλημα αυτό προκαλεί κακή συνεργασία μεταξύ των οδοντωτών τροχών και υπερθέρμανση των εδράνων λόγω της γωνιακής θέσης που παίρνουν οι στροφής εξαιτίας του σημαντικού βέλους κάμψης.

### **9. Επίδραση της θερμοκρασίας (σελ. 189)**

Αυτό που πρέπει επίσης να προσεχθεί κατά το σχεδιασμό των ατράκτων – αξόνων είναι η θερμοκρασία λειτουργίας τους, που συνήθως είναι σχετικά υψηλή (αυτό εξαρτάται και από την ικανότητα λίπανσης των εδράνων τους). Η υψηλή θερμοκρασία προκαλεί διαστολή των ατράκτων, γι' αυτό και πρέπει κατά το σχεδιασμό τους να παρέχεται η δυνατότητα αξονικής ελευθερίας κίνησης. Για το λόγο αυτό, πρέπει να έχει επιλεγεί κατάλληλος τύπος εδράνου.

## **9.2 ΕΔΡΑΝΑ - ΕΙΔΗ ΕΔΡΑΝΩΝ**

### **1) Έδρανα – είδη εδράνων - διαφορές (σελ. 191-192)**

Τα έδρανα είναι τα στοιχεία που στηρίζουν τις ατράκτους στο “σώμα”-βάση της μηχανής, ώστε να επιτυγχάνεται η περιστροφή τους. Εάν δεν υπήρχαν τα έδρανα, η περιστροφή της ατράκτου στις θέσεις στήριξής της θα προκαλούσε λόγω τριβής, διαστολή, ακινητοποίηση (δάγκωμα) και τελικά αστοχία-θραύση της ατράκτου.

Υπάρχουν δύο είδη εδράνων: τα έδρανα κύλισης και τα έδρανα ολίσθησης.

Η σημαντικότερη διαφορά μεταξύ των εδράνων ολίσθησης (κουζινέτα) και των εδράνων κύλισης (ρουλμάν) εστιάζεται στο είδος της αναπτυσσόμενης τριβής. Στα έδρανα ολίσθησης, μεταξύ των δύο επιφανειών στροφέα (ατράκτου) και εδράνου αναπτύσσεται τριβή ολίσθησης, διότι η μια επιφάνεια (του στροφέα) ολισθαίνει πάνω στην επιφάνεια του εδράνου. Αντίθετα, στα έδρανα κύλισης επιτυγχάνεται περιστροφή του στροφέα ως προς τον εξωτερικό δακτύλιο του εδράνου με την κύλιση των στοιχείων κύλισης (σφαίρες, κύλινδροι, κόλouroι κώνοι, βαρελοειδή) που βρίσκονται μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού δακτυλίου του εδράνου.

### **2. Ποιους σκοπούς επιτελούν τα έδρανα; (σελ. 192)**

Τα έδρανα επιτελούν τους παρακάτω σκοπούς:

- a) Επιτρέπουν την περιστροφή της ατράκτου που στηρίζουν.
- b) Μεταβιβάζουν τις δυνάμεις (αξονικές και ακτινικές) από την άτρακτο προς τη βάση της μηχανής.
- c) Επιτρέπουν (πιθανώς) αξονική μετατόπιση της ατράκτου, ώστε να παραλαμβάνονται οι μετατοπίσεις λόγω διαστολής τους.
- d) Φέρουν (πιθανώς) αγωγούς-υποδοχές λίπανσης, ώστε να διατηρούν χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη συνεργασία τους με την άτρακτο.
- e) Ορισμένοι τύποι επιτρέπουν την περιστροφή της ατράκτου με μικρά σφάλματα ευθυγράμμισης.

- f) Επιτρέπουν (πιθανώς) μικρές κλίσεις της ατράκτου ως προς τον αρχικό άξονα περιστροφής της.

### **3. Τύποι και κατηγορίες εδράνων (σελ. 193-194)**

- a) Ανάλογα με τις δυνάμεις που παραλαμβάνουν τα έδρανα διακρίνονται σε αξονικά και εγκάρσια.
- b) Ανάλογα με τον είδος της τριβής που αναπτύσσεται στα έδρανα, αυτά διακρίνονται σε έδρανα ολίσθησης, όπου κυριαρχεί η τριβή ολίσθησης, και σε έδρανα κύλισης, όπου αναπτύσσεται τριβή κύλισης, ώστε να επιτευχθεί η περιστροφή της ατράκτου.
- c) Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας διακρίνονται σε έδρανα αυτορύθμιστα, τα οποία “παρακολουθούν” αυτόματα την παραμόρφωση του στροφέα που προκαλείται από τη φόρτιση της ατράκτου και σε σταθερά τα οποία εφαρμόζονται σε ατράκτους που παραμένουν πρακτικά απαραμόρφωτες κατά τη φόρτισή τους .

### **4. Περιγραφή εδράνων ολίσθησης (σελ. 195-196)**

Τα έδρανα ολίσθησης αποτελούνται από:

- a) Τον τριβέα που είναι κατασκευασμένος από διαφορά υλικά όπως χυτοσίδηρο, μπρούντζο, ορείχαλκο, ψευδάργυρο, λευκό μέταλλο, κράματα μολύβδου-ορειχάλκου αλλά και συνθετικά υλικά (τεφλόν, φίμπερ). Ο τριβέας είναι το εξάρτημα που έρχεται σε άμεση επαφή με τη στρεφόμενη άτρακτο, γι’ αυτό και απαιτείται η λίπανσή του. Η λίπανση συνήθως γίνεται με ορυκτέλαιο και στην περίπτωση των αυτολίπαντων τριβέων ολίσθησης με γραφίτη.
- b) Το σώμα που είναι το εξάρτημα που στο εσωτερικό του φέρει τον τριβέα και αρκετές φορές αποτελεί ταυτόχρονα και βάση στήριξης όλης της έδρασης. Το σώμα του τριβέα συνήθως είναι κατασκευασμένο από χυτοσίδηρο, αλουμίνιο ή ειδικό πλαστικό.

### **5. Περιγραφή εδράνων κύλισης (σελ. 197)**

Τα έδρανα κύλισης αποτελούνται από:

- a) Τον εσωτερικό δακτύλιο
- b) Τα στοιχεία κύλισης (σφαίρες, κύλινδροι, κόλouroι κώνοι, λεπτοί κύλινδροι – “βελόνες”, βαρελάκια)
- c) Τον κλωβό – θήκη των στοιχείων κύλισης
- d) Τον εξωτερικό δακτύλιο

Τα στοιχεία συνεργασίας των εδράνων κύλισης (εσωτερικός – εξωτερικός δακτύλιος και στοιχεία κύλισης) κατασκευάζονται από κραματομένους χάλυβες υψηλών απαιτήσεων (χρωμιούχους – χρωμονικελιούχους), λειαίνονται επιφανειακά και υπόκεινται σε

επιφανειακή θερμική επεξεργασία, ώστε να αποκτήσουν σημαντική επιφανειακή σκληρότητα και να μείνουν πρακτικά απαραμόρφωτα κατά την λειτουργία τους.

#### **6. Τύποι εδράνων κύλισης (σελ. 200-201)**

- a) Μονόσφαιρα: Πολλές χρήσεις – φέρουν ακτινικά και μικρά αξονικά φορτία .
- b) Μονόσφαιρα πλαγιάς επαφής: Μεγάλος αριθμός σφαιρών. Φέρουν μεγάλα ακτινικά και αξονικά φορτία κατά τη μία μόνο αξονική φορά καταπόνησης. Πρέπει να υπάρχει πάντα αξονική πίεση, για να λειτουργήσουν.
- c) Δίσφαιρα αυτορρυθμιζόμενα: Φέρουν σημαντικά αξονικά φορτία. Επιτρέπουν μικρή κλίση της στρεφόμενης ατράκτου σε σχέση με τον εξωτερικό δακτύλιο.
- d) Μονοκύλινδρα: Φέρουν μεγάλα ακτινικά φορτία. Απαιτούν τέλεια ευθυγράμμιση ατράκτων και εδράνων. Επιτρέπουν μικρή αξονική μετατόπιση .
- e) Κωνικά: Φέρουν μεγάλα ακτινικά και αξονικά φορτία με μεταβαλλόμενο μέγεθος φορτίου. Τοποθετούνται κατά ζεύγη.
- f) Δίσφαιρα πλάγιας επαφής: Φέρουν ακτινικά και μεγάλα αξονικά φορτία και προς τις δύο αξονικές φορές καταπόνησης.
- g) Δικύλινδρα αυτορρυθμιζόμενα: Χρησιμοποιούνται σε βαριές κατασκευές όπου παρουσιάζονται μεταβαλλόμενα και μεγάλου μεγέθους αξονικά και ακτινικά φορτία.
- h) Βελονοειδή: Φέρουν τεράστια ακτινικά φορτία αλλά όχι αξονικά. Έχουν πλεονεκτήματα χρήσης σε μικρού μεγέθους κατασκευές ή όπου περιορίζεται η εξωτερική διάσταση του εδράνου.
- i) Αξονικά: Φέρουν τεράστια αξονικά φορτία αλλά όχι ακτινικά.

#### **7. Λίπανση εδράνων (σελ. 205)**

Για να λειτουργήσουν ομαλά τόσο τα έδρανα ολίσθησης όσο και τα έδρανα κύλισης, είναι απαραίτητη η λίπανσή τους. Η λίπανση των εδράνων ολίσθησης γίνεται συνήθως με ορυκτέλαιο συγκεκριμένων προδιαγραφών, το οποίο εισχωρεί στο διάκενο μεταξύ στροφέα και εδράνου και μειώνει το συντελεστή τριβής ολίσθησης. Για να επιτευχθεί αυτό, πρέπει το ορυκτέλαιο να έχει αφενός τη δυνατότητα να εισχωρήσει στο διάκενο μεταξύ στροφέα-εδράνου, αφετέρου να μην καταστρέφεται (λόγω της υψηλής θερμοκρασίας που αναπτύσσεται στην επιφάνεια επαφής) το film του λιπαντικού που δημιουργείται μεταξύ των δυο σχετικά κινουμένων επιφανειών (stroféa – edránu). Κατά συνέπεια, τα χαρακτηριστικά των λιπαντικών σχετίζονται αφενός με το πόσο λεπτόρρευστα είναι, αφετέρου με τη θερμοκρασία, στην οποία χάνουν την ικανότητα λίπανσης, δηλαδή το ιξώδες τους μειώνεται τόσο που το film του λιπαντικού δεν είναι δυνατό να διατηρηθεί και καταστρέφεται εξαιτίας της υψηλής θερμοκρασίας. Επίσης υπάρχουν και αυτολίπαντα έδρανα ολίσθησης, στα οποία η λίπανση επιτυγχάνεται με

γραφίτη ο οποίος είναι εμποτισμένος με τη μέθοδο της κονιομεταλλουργίας ή εγκιβωτισμένος κατά σημεία στην επιφάνεια επαφής εδράνου – στροφέα.

Τα έδρανα κύλισης λιπαίνονται κυρίως με γράσο, το οποίο εγκλωβίζεται στο σημείο λειτουργίας του εδράνου με στεγανωτικούς δακτυλίους (τσιμούχες).

### **9.3 ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ-ΕΙΔΗ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ**

#### **1. Ποια στοιχεία ονομάζονται σύνδεσμοι; Είδη συνδέσμων (σελ. 207)**

Οι σύνδεσμοι είναι τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για την «ένωση» δύο ατράκτων με σκοπό την ομαλή μεταφορά της ροπής από τη μία στην άλλη.

Ανάλογα με τις λειτουργικές τους λεπτομέρειες και το σκοπό που επιτελούν οι σύνδεσμοι διακρίνονται σε:

- a) Σταθερούς ή άκαμπτους
- b) Κινητούς ή εύκαμπτους
- c) Λυόμενους (συμπλέκτες)

#### **2. Ποιοι σύνδεσμοι ονομάζονται σταθεροί - Είδη σταθερών συνδέσμων; (σελ. 207)**

Οι σταθεροί σύνδεσμοι συνδέουν δύο ατράκτους με σκοπό τη μεταφορά της ροπής από τη μία στην άλλη με σταθερό ρυθμό. Είναι οι σύνδεσμοι που δεν επιτρέπουν ούτε αξονική ούτε ακτινική μετατόπιση της μιας ατράκτου σε σχέση με την άλλη.

Διακρίνονται σε:

- a) Κέλυφωτούς
- b) Δισκοειδείς
- c) Τύπου Σέλλερς

#### **3. Κελυφωτός σύνδεσμος (σελ. 208)**

Αποτελείται από δύο ημικυλινδρικά κελύφη από χυτοσίδηρο, που συνδέονται μεταξύ τους με κοχλίες. Σχηματίζουν έναν κυλινδρικό θάλαμο (κέλυφος), στο εσωτερικό του οποίου υπάρχει ένας σφηναύλακας για την τοποθέτηση σφήνας, μέσω της οποίας γίνεται η ομαλή μεταφορά της ροπής από τη μία άτρακτο στην άλλη, χωρίς ολίσθηση.

Χαρακτηρίζεται από την εύκολη και γρήγορη αποσυναρμολόγησή του, γι' αυτό και τοποθετείται συνήθως σε σημεία που απαιτείται συχνή αποσύνδεση των ατράκτων. Για να δουλέψει απαιτείται καλό κεντράρισμα των ατράκτων, η ζυγοστάθμιση όμως είναι ατελής (λόγω έλλειψης αξονικής συμμετρίας), γι' αυτό και δεν είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί για σύνδεση αξόνων-ατράκτων που περιστρέφονται με πολλές στροφές.

#### **4. Δισκοειδής σύνδεσμος (σελ. 209)**

Αποτελείται από δύο χυτοσιδηρούς ή χαλύβδινους δίσκους που φέρουν περιφερειακά τρύπες για τοποθέτηση κοχλιών. Στο εσωτερικό τους υπάρχουν σφηναύλακες για την

τοποθέτηση σφηνών για τη μεταφορά της ροπής. Για το κεντράρισμα των δύο δίσκων διαμορφώνονται στο μέτωπό τους πατούρες (αρσενική στον έναν και θηλυκή στον άλλον).

Η ομοιόμορφη περιφερειακή κατανομή των κοχλιών παρέχει καλύτερη ζυγοστάθμιση σε σύγκριση με τον κελυφωτό.

#### **5. Περιγράψτε τη διαδικασία τοποθέτησης ενός δισκοειδούς συνδέσμου (σελ. 209)**

Για τη συναρμολόγηση των δισκοειδών συνδέσμων ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα:

Αρχικά τοποθετούνται οι σφήνες στους σφηνάλακες των δύο ατράκτων. Στη συνέχεια συναρμολογείται κάθε δίσκος του συνδέσμου με την άτρακτό του και τα ζεύγη των ατράκτων – δίσκων έρχονται σε επαφή συγκεντρικά (με τη βοήθεια των πατούρων στο μέτωπό τους). Τέλος, τοποθετούνται οι κοχλίες στις περιφερειακές τρύπες. Οι κοχλίες σφίγγονται προοδευτικά και αντιδιαμετρικά, ώστε να μη στρεβλωθούν οι δύο δίσκοι. Τα έδρανα στήριξης των ατράκτων πρέπει να τοποθετούνται κοντά στους συνδέσμους και να είναι διαιρούμενα, ώστε να είναι δυνατή η συναρμολόγηση – αποσυναρμολόγηση ατράκτων και συνδέσμου.

#### **6. Πλεονεκτήματα των συνδέσμων τύπου Σέλλερς (σελ. 210)**

- a) Συνδέουν άξονες χωρίς διαμόρφωση σφηνάλακων στα άκρα τους ή και άτρακτο με πλήμνη.
- b) Για το λόγο αυτό η κατανομή μάζας είναι ομοιόμορφη και απόλυτα συμμετρική γύρω από τον άξονα περιστροφής, γεγονός που του προσφέρει πολύ καλή ζυγοστάθμιση.
- c) Συνέπεια της καλής ζυγοστάθμισης είναι η λειτουργία χωρίς προβλήματα ταλαντώσεων.

#### **7. Ποιοι σύνδεσμοι ονομάζονται κινητοί ή εύκαμπτοι – Είδη κινητών συνδέσμων (σελ. 211)**

Κινητοί σύνδεσμοι είναι αυτοί που μεταφέρουν τη ροπή από μία άτρακτο σε άλλη, επιτρέποντας την αξονική μετατόπιση των δύο ατράκτων (αξονικά κινητοί ή αξονικοί σύνδεσμοι) ή τη μικρή κλίση της μιας ως προς την άλλη (γωνιακά κινητοί ή αρθρωτοί) ή ακόμη την απόσβεση στρεπτικών κραδασμών (ελαστικοί ή κόπλερ). Πολλές φορές οι δύο πρώτοι τύποι είναι δυνατό να συνδυαστούν στο ίδιο εξάρτημα

#### **8. Τι γνωρίζετε για τους αξονικά κινητούς συνδέσμους; (σελ. 211-212)**

Οι αξονικά κινητοί σύνδεσμοι επιτρέπουν την μεταφορά ροπής από την μια άτρακτο στην άλλη, ακόμα και αν οι δύο άτρακτοι μετατοπιστούν αξονικά. Η αναμενομένη αξονική μετατόπιση μπορεί να οφείλεται σε θερμοκρασιακή μεταβολή που προκαλεί

συστολή ή διαστολή των δύο ατράκτων ή σε μηχανική μετατόπιση η οποία συνήθως συνδυάζεται και με κλίση των ατράκτων.

Μορφολογικά αποτελούνται από ένα πολύσφηνο με εσοχές (θηλυκό) διαμορφωμένο ή συνδεδεμένο στο άκρο της μίας ατράκτου και ένα πολύσφηνο με εξοχές (αρσενικό) διαμορφωμένο στο άκρο της άλλης ατράκτου. Τοποθετούνται σε περιπτώσεις που υπάρχουν μεγάλα ανοίγματα ατράκτων. Τα δόντια των συνδέσμων αυτών πρέπει να λιπαίνονται τακτικά ώστε να διευκολύνεται η αξονική μετατόπισή τους.

#### **9. Είδη γωνιακά κινητών συνδέσμων (αρθρωτών) (σελ. 213)**

Οι σημαντικότεροι τύποι αρθρωτών συνδέσμων είναι:

- a) Ο σύνδεσμος Cardan ή σύνδεσμος σταυρού.
- b) Ο σύνδεσμος Birfield ή σύνδεσμος σταθερής ταχύτητας.

#### **10. Να περιγράψετε το σύνδεσμο Cardan. Ποιο είναι το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό του συνδέσμου Birfield; (σελ. 213-214)**

Όπως όλοι οι αρθρωτοί σύνδεσμοι κατασκευάζεται από χάλυβα και πιο σπάνια από χυτοσίδηρο. Αποτελείται από δύο ομφαλούς, καθένας από τους οποίους σφηνώνεται ή συνδέεται με δίσκο και κοχλίες στο άκρο κάθε ατράκτου. Κάθε ομφαλός φέρει διαμετρικά δύο εδράσεις στροφών (άρα συνολικά έχουμε τέσσερις εδράσεις και για τους δύο ομφαλούς), στις οποίες τοποθετούνται οι στροφείς των άκρων του σταυρού (γι' αυτό και ο σύνδεσμος ονομάζεται σταυροειδής). Οι στροφείς έχουν τη δυνατότητα να κάνουν μικρή περιστροφή γύρω από τα σημεία των εδράσεών τους και έτσι εξασφαλίζεται η μεταφορά της ροπής από τη μια άτρακτο στην άλλη, ακόμα κι αν υπάρχει μικρή κλίση μεταξύ τους.

Οι αρθρωτοί σύνδεσμοι τοποθετούνται σε ατράκτους που είναι δυνατό κατά τη λειτουργία τους να σχηματίσουν μικρή γωνία ( $5^\circ$  έως  $8^\circ$ ). Ο σύνδεσμος Birfield παρέχει το πλεονέκτημα σταθερής ταχύτητας περιστροφής της μιας ατράκτου σε σχέση με την άλλη, σε αντίθεση με το σύνδεσμο Cardan όπου η σχέση στροφών της μίας και της άλλης ατράκτου εξαρτάται από τη γωνία των δύο ατράκτων.

#### **11. Τι γνωρίζετε για τους εύκαμπτους-ελαστικούς συνδέσμους ή κόπλερ; (σελ. 215-216)**

Οι ελαστικοί ή εύκαμπτοι σύνδεσμοι χρησιμοποιούνται συνήθως στις απευθείας μεταδόσεις κινήσεων, όπως στις συνδέσεις ηλεκτροκινητήρων με ατράκτους παραγωγής έργου, π.χ. αντλίες, μειωτήρες κτλ.

Οι εύκαμπτοι σύνδεσμοι παρέχουν τη δυνατότητα μικρών μετατοπίσεων των ατράκτων που συνδέουν, κυρίως όμως εξομαλύνουν τις απότομες ενδεχόμενες μεταβολές της ροπής που δέχονται από τη μια άτρακτο, ώστε να μεταφερθεί αυτή αρμονικά προς την άλλη.

Για να επιτευχθεί η ομαλή μεταβίβαση της ροπής από τη μια άτρακτο στην άλλη με τη βοήθεια των εύκαμπτων συνδέσμων, κατασκευάζονται αυτοί με τέτοιο τρόπο, ώστε μεταξύ των δύο τμημάτων που τους αποτελούν να παρεμβάλλονται σώματα που

παραμορφώνονται ελαστικά. Συνήθως αυτά τα εξαρτήματα των συνδέσμων είναι από φυσικό ή συνθετικό καουτσούκ και στόχος τους είναι να απορροφούν τις κρούσεις ή τις στρεπτικές ταλαντώσεις, που πιθανώς προκαλούνται, κατά τη μεταφορά της ροπής .

**12. Που χρησιμοποιούνται οι λυόμενοι σύνδεσμοι – Είδη λυόμενων συνδέσμων (σελ. 217)**

Οι λυόμενοι σύνδεσμοι ή συμπλέκτες χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που υπάρχει ανάγκη διακοπής και επανασύνδεσης της ροπής που μεταφέρουν οι συνδεόμενοι άτρακτοι χωρίς όμως να σταματήσει η περιστροφή της κινητήριας ατράκτου.

Υπάρχουν συμπλέκτες:

- a) Με δίσκο τριβής (χρησιμοποιείται στα αυτοκίνητα), που λειτουργούν λόγω ανάπτυξης τριβής ολίσθησης μεταξύ δύο ή περισσότερων επιφανειών.
- b) Υδραυλικοί, στους οποίους η λειτουργία είναι περισσότερο πολύπλοκη.

**13. Πότε λέμε ότι ένας συμπλέκτης ολισθαίνει και σε ποιες ενέργειες προβαίνουμε; (σελ. 220)**

Η λειτουργία των λυόμενων συνδέσμων τριβής είναι ομαλή έως τη στιγμή που οι τριβόμενες επιφάνειες δεν ολισθαίνουν μεταξύ τους ή η σχετική τους ολίσθηση είναι μικρή και πρακτικά μεταβιβάζεται όλη η ισχύς της κινητήριας ατράκτου στην κινούμενη. Όταν όμως η σχετική ολίσθηση των επιφανειών τριβής είναι σημαντική, χάνεται μεγάλο τμήμα της μεταφερόμενης ισχύος στο συμπλέκτη και τότε λέμε ότι αυτός «ολισθαίνει». Στην περίπτωση αυτή απαιτείται η αντικατάσταση των επιφανειών τριβής. Γι' αυτό οι λυόμενοι σύνδεσμοι τριβής κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε ο δίσκος ή οι δίσκοι τριβής να αντικαθίστανται εύκολα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

### 10.1 ΟΔΟΝΤΩΣΕΙΣ

#### 1. Να περιγράψετε τα εξαρτήματα που φέρουν οδόντωση (σελ. 226-227)

Ο οδοντωτός τροχός είναι συνήθως ένας ολόσωμος κύλινδρος ή δίσκος ή τροχός με βραχίονες. Πολλές φορές ο δίσκος έχει τρύπες για μείωση του βάρους του γραναζιού. Στο κέντρο του γραναζιού υπάρχει η πλήμνη (ομφαλός σύνδεσης με την άτρακτο), που έχει κατάλληλο αυλάκι για τη σφήνα, και στην περιφέρειά του η οδόντωση.

Ο οδοντωτός κανόνας είναι μία ράβδος, συνήθως ορθογωνικής αρχικής διατομής, η οποία φέρει οδόντωση στην επιφάνεια εργασίας της.

Ο ατέρμονας κοχλίας είναι ένας κύλινδρος που στην παράπλευρη επιφάνειά του έχει χαραχθεί ελίκωση με μία ή δύο συνήθως αρχές (όπως στους κοχλίες).

#### 2. Λειτουργικός σκοπός και χρήσεις των οδοντώσεων (σελ. 227-228)

Λειτουργικός σκοπός των οδοντώσεων είναι η μετάδοση κίνησης σε περιπτώσεις ατράκτων με γεωμετρικούς άξονες παράλληλους, τεμνόμενους (υπό οποιαδήποτε γωνία) και ασύμβατους. Εκτός από τη μετάδοση της κίνησης μπορούμε να πετύχουμε και μετατροπή βασικών χαρακτηριστικών της, δηλαδή των στροφών και της ροπής του κινούμενου άξονα σε σχέση με αυτές του κινητήριου. Ενώ στην περίπτωση οδοντωτού τροχού - κανόνα μετατρέπεται η περιστροφική κίνηση σε ευθύγραμμη ή το αντίθετο.

Οι οδοντώσεις χρησιμοποιούνται στα κιβώτια ταχυτήτων των αυτοκινήτων και των εργαλειομηχανών, στο διαφορικό, το τιμόνι, τον εκκεντροφόρο και άλλους βοηθητικούς μηχανισμούς των αυτοκινήτων, στους μειωτήρες (διατάξεις μετατροπής στροφών – ροπής), στις συνεργασίες κινητήριων μηχανών – εργομηχανών που δεν συμπίπτουν οι γεωμετρικοί άξονες των ατράκτων τους καθώς και σε άλλες περιπτώσεις μετάδοσης που δεν απέχουν πολύ οι συνεργαζόμενες άτρακτοι.

Είναι κατάλληλες για απαιτήσεις μεγάλων ροπών, πολλών στροφών, ακρίβειας στην σχέση μετάδοσης, σχετικά χαμηλού θορύβου και μεγάλης διάρκειας ζωής με ελάχιστη συντήρηση.

#### 3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των γραναζιών με ελικοειδή δόντια; (σελ. 229-230)

Τα πλεονεκτήματα των οδοντωτών τροχών με ελικοειδή δόντια είναι:

- Ομαλή και ασφαλής λειτουργία

- Χαμηλά επίπεδα θορύβου

και οφείλονται α) στο γεγονός ότι η εμπλοκή κάθε δοντιού είναι σταδιακή όχι μόνο κατά την έννοια του ύψος αλλά και κατά την έννοια του μήκος του και β) στο ότι έχουν μεγαλύτερο βαθμό επικάλυψης από τους τροχούς με ίσια δόντια. Για τους λόγους αυτούς είναι πιο κατάλληλοι στις πολλές στροφές και στις μεγάλες δυνάμεις.

Τα μειονεκτήματά τους είναι:

- Πιο δαπανηροί κατασκευαστικά
- Λόγω της μορφής τους, η περιφερειακή δύναμη που ασκεί το κάθε δόντι στο αντίστοιχο του δεν είναι ασύμβατα κάθετη στον άξονα του τροχού αλλά πλάγια, με αποτέλεσμα να αναπτύσσονται κατά τη μετάδοση αξονικές δυνάμεις, που αν είναι σημαντικές, απαιτούν για την παραλαβή τους αντίστοιχα έδρανα. Η χρήση των γωνιωδών δοντιών (δυσκολότερη η κατασκευή τους) στις περιπτώσεις αυτές οδηγεί στην αλληλοεξουδετέρωση των αξονικών δυνάμεων, αίροντας το αντίστοιχο μειονέκτημα.

#### **4. Πως μεταδίδεται η κίνηση μεταξύ ασύμβατων ατράκτων; (σελ. 230)**

Χρησιμοποιούνται ελικοειδείς οδοντωτοί τροχοί ή ζευγάρι ατέρμονα κοχλία - οδοντωτού τροχού (κορώνας). Το ζευγάρι ατέρμονα-κορώνας είναι πιο κατάλληλο σε περιπτώσεις μεγάλων σχέσεων μετάδοσης, έχει όμως μεγάλες απώλειες λόγω τριβών. Σε περιπτώσεις ασύμβατα κάθετων αξόνων χρησιμοποιούνται και κωνικά γρανάζια με ελικοειδή δόντια.

#### **5. Υλικά κατασκευής οδοντώσεων (σελ. 231)**

- Χυτοσίδηρος: Έχει μεγάλη αντοχή στην διάβρωση και στις φθορές από σκόνες, άμμο κτλ. (ιδιαίτερα ο σκληρός) και γι' αυτό τον προτιμάμε για εργασίες σε περιβάλλον με τέτοια στοιχεία ή υγρασία. Δεν είναι κατάλληλος για μεγάλες ταχύτητες και μεγάλες απαιτήσεις κατασκευαστικής ακρίβειας.
- Χάλυβας: Είναι πιο κατάλληλος για μεγάλες ταχύτητες και ακριβείς διαστάσεις, αλλά σε περιβάλλοντα με ρύπους και υγρασία χρειάζεται προστασία και λίπανση. Όταν καταπονείται σε κρουστικά φορτία υφίσταται επιφανειακή βαφή και σκλήρυνση (ενανθράκωση) μέχρι βάθους 1mm περίπου, ώστε να διατηρήσει εσωτερικά την ελαστικότητά του.
- Κράματα του αλουμινίου: όταν επιβάλλεται η κατασκευή να έχει μικρό βάρος.
- Κοινοί και φωσφορούχοι ορείχαλκοι.
- Κεραμικά, πλαστικά, συνθετικές ρητίνες: όταν οι τροχοί εργάζονται σε διαβρωτικό και οξειδωτικό περιβάλλον. Εργάζονται με σχετικά χαμηλό θόρυβο, έχουν όμως περιορισμένη μηχανική αντοχή.

## **6. Μέθοδοι κατασκευής οδοντώσεων (σελ. 231-232)**

- Με χύτευση μαζί με τον τροχό: για μεγάλα δόντια και μικρές απαιτήσεις κατασκευαστικής ακρίβειας - ακατάλληλα για περιφερειακές ταχύτητες μεγαλύτερες από 2 m/s.
- Στους γραναζοκόπτες, με τη μέθοδο της αφαίρεσης υλικού. Είναι εξειδικευμένα μηχανήματα που απαιτούν πολλές ρυθμίσεις και έμπειρο και εκπαιδευμένο προσωπικό για το χειρισμό τους. Ως εργαλεία χρησιμοποιούν κοπτικές κοχλιωτές φρέζες, οδοντοτροχούς και κτένια.
- Σε κοινή φρεζομηχανή με τη βοήθεια διαιρέτη, για περιορισμένο αριθμό κομματιών. Τα κοπτικά εργαλεία στην περίπτωση αυτή είναι δισκοειδείς φρέζες ή ειδικά «κονδύλια».

## **7. Τι ονομάζουμε MODUL; Ποια ανάγκη οδήγησε στην καθιέρωσή του; (σελ. 234)**

Αν  $d_0$  είναι η αρχική διάμετρος,  $z$  ο αριθμός των δοντιών και  $t$  το βήμα του γραναζιού, τότε για το μήκος της αρχικής περιφέρειας θα ισχύει η σχέση:  $\pi d_0 = z t$ . Επομένως  $d_0 = z (t / \pi)$ .

Ο  $z$  είναι φυσικός αριθμός και ο  $\pi$  είναι άρρητος, δηλαδή έχει απεριόριστο αριθμό δεκαδικών ψηφίων. Αυτό οδηγεί σε άρρητη τιμή και τη διάμετρο, με συνέπεια δύσκολους υπολογισμούς και δυσκολία στην τυποποίηση, ειδικά αν οι κατασκευαστές επέλεξαν διαφορετική ακρίβεια προσέγγισης. Για να ξεπεραστούν αυτά τα προβλήματα συμφωνήθηκε διεθνώς ο λόγος  $t / \pi$  να πάρει ορισμένες ρητές τιμές (σε mm) και να ονομαστεί διαμετρικό βήμα ή MODUL. Έτσι είναι  $m = t / \pi$ ,  $d_0 = z m$  και  $m = d_0 / z$ .

## **8. Σε ποιες περιπτώσεις χρησιμοποιείται το ζεύγος ατέρμονα και κορώνας; (σελ. 238)**

Το ζεύγος ατέρμονα - κορώνας χρησιμοποιείται συχνά σε μειωτήρες, όπου ο ατέρμονας είναι κινητήριος, επειδή η σχέση μετάδοσης είναι πολλαπλάσια αυτής που μπορούμε να έχουμε με γρανάζια (όπου πρακτικά δεν μπορεί να ξεπεράσει το 1/6 και σπάνια το 1/8).

## **9. Τι γνωρίζετε για την λίπανση των γραναζιών; (σελ. 239):**

Η ανάγκη για λίπανση εξαρτάται από το περιβάλλον εργασίας και από την περιφερειακή ταχύτητα των γραναζιών. Η λίπανση εξασφαλίζει αθόρυβη λειτουργία και μεγάλη διάρκεια ζωής. Για περιφερειακές ταχύτητες μέχρι περίπου 4 m/s μπορεί να χρησιμοποιηθεί γράσο. Για μεγαλύτερες ταχύτητες απαιτείται εμβάπτιση σε ορυκτέλαιο. Για ταχύτητες από 10 m/s αποτελεσματικότερος είναι ο ψεκασμός του λιπαντικού πάνω στα δόντια.

## **10.2 IMANTEΣ**

### **1. Να περιγράψετε μια διάταξη ιμαντοκίνησης (σελ. 243)**

Στην απλούστερη μορφή της μία διάταξη ιμαντοκίνησης αποτελείται από δύο τροχαλίες προσαρμοσμένες στην κινητήρια και στην κινούμενη άτρακτο και τον κλειστό (ατέρμονα) ιμάντα που τις συνδέει, καλύπτοντας ένα μέρος της εξωτερικής τους περιφέρειας (τόξο επαφής). Το άθροισμα των δύο τόξων είναι προφανώς  $360^\circ$ .

Οι τροχαλίες είναι ολόσωμα τύμπανα ή δίσκοι ή, σε μεγάλες διαστάσεις, τροχοί με βραχίονες (ακτίνες) για μικρότερο βάρος. Στο κέντρο τους είναι διαμορφωμένη η πλήμνη, για την σύνδεση με την άτρακτο. Η περιφερειακή τους στεφάνη έχει διάφορες μορφές, ανάλογα με τον τύπο του ιμάντα (απλή κυλινδρική, με μικρή πλευρική κυρτότητα, με πατούρες για ασφάλεια μετακίνησης του ιμάντα και με ένα ή περισσότερα αυλάκια, συνήθως τραπεζοειδούς και σπάνια ημικυκλικής μορφής).

Όταν ο ιμάντας έχει στην εσωτερική του επιφάνεια οδόντωση, η στεφάνη της τροχαλίας έχει διαμορφωμένη αντίστοιχη οδόντωση, ίδιας μορφής και βήματος.

### **2. Σε ποιες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται οι ιμάντες; (σελ. 245):**

Οι ιμάντες χρησιμοποιούνται για τη μετάδοση της περιστροφικής κίνησης από την κινητήρια στην κινούμενη άτρακτο, με δυνατότητα διατήρησης ή διαφοροποίησης των στροφών. Η σχέση μετάδοσης στροφών, για μια συγκεκριμένη διάταξη μπορεί να είναι σταθερή ή να μεταβάλλεται κλιμακωτά ή με συνεχή τρόπο (σε μια προκαθορισμένη περιοχή τιμών, με τη μεταβολή της διαμέτρου ειδικών τροχαλιών). Μπορούν να καλύψουν μια μεγάλη περιοχή τιμών για την περιφερειακή ταχύτητα (από 2 μέχρι 60 m/s) και για τη μεταφερόμενη ισχύ (η οποία όμως, εξαιτίας της αντοχής των υλικών τους, δεν μπορεί να ξεπεράσει τους 2000 PS). Λόγω της ευκαμψίας τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε περιπτώσεις που οι άξονες των ατράκτων είναι ασύμβατοι, έως και ασύμβατα κάθετοι μεταξύ τους. Αν τοποθετηθούν με «διασταύρωση» (ιμάντες που μπορούν να εργαστούν και με τις δύο επιφάνειές τους), μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε περιπτώσεις αντίθετης φοράς περιστροφής ατράκτων.

Ενδεικτικές χρήσεις των ιμάντων: ανεμιστήρες, αντλίες, συμπιεστές, πλυντήρια, εργαλειομηχανές, ξυλουργικές μηχανές, αυτοκίνητα, δονητές, μεταφορικές διατάξεις, υφαντουργικές και χαρτοποιητικές μηχανές.

### **3. Κατηγορίες – τύποι ιμάντων (σελ. 247-248):**

Ανάλογα με τη μορφή της διατομής τους οι ιμάντες διακρίνονται σε:

- **Επίπεδους:** Έχουν ορθογωνική διατομή και εργάζονται σε τροχαλίες με απλή κυλινδρική (ίσως και ελαφρώς κυρτή) επιφάνεια. Ο τύπος αυτός έχει σε μεγάλο

βαθμό εκτοπιστεί από τους τραπεζοειδείς, που πλεονεκτούν στην πρόσφυση ακόμα και με μικρή τάνυση.

- **Κυκλικούς:** Έχουν κυκλική διατομή και εργάζονται σε τροχαλίες με αντίστοιχα περιφερειακά αυλάκια. Χρησιμοποιούνται σε λίγες περιπτώσεις.
- **Τραπεζοειδείς:** Η διατομή τους είναι τραπεζοειδείς και είναι οι πιο διαδεδομένοι σήμερα. Στο πάνω μέρος της διατομής τους, μέσα από την επένδυση, έχουν χορδές για την παραλαβή των εφελκυστικών φορτίων. Διακρίνονται στους κανονικούς και στους στενούς ιμάντες. Συνήθως χρησιμοποιούνται πολλοί παράλληλοι κλάδοι (ανεξάρτητοι ή συνδεδεμένοι στο πάνω μέρος τους, ώστε να αποτελούν έναν πολύκλαδο ιμάντα) και οι τροχαλίες έχουν ισάριθμα αυλάκια αντίστοιχης μορφής στην περιφερειακή τους στεφάνη. Σε περιπτώσεις συχνής μεταβολής των στροφών, συνήθως χρησιμοποιούνται τραπεζοειδείς μεγάλου πλάτους με εσωτερική οδόντωση. Η οδόντωση αυτή είναι απαραίτητη στις περιπτώσεις που η ολίσθηση είναι εντελώς ανεπιθύμητη (π.χ. στους ιμάντες χρονισμού), ενώ επίσης βελτιώνει την ευκαμψία του ιμάντα.

#### **4. Υλικά κατασκευής των ιμάντων (σελ. 248)**

- Οι επίπεδοι ιμάντες είναι συνήθως δερμάτινοι ή υφαντοί. Το δέρμα χρησιμοποιείται γιατί παρουσιάζει μεγάλο συντελεστή τριβής με τα υλικά των τροχαλιών. Η ευκαμψία του όμως ποικίλλει ανάλογα με το είδος και την επεξεργασία του. Οι υφαντοί κατασκευάζονται με διάφορα φυτικά ή συνθετικά νήματα (βαμβάκι, αμίαντο, υαλοβάμβακα, νάυλον κτλ.). Κατασκευάζονται επίσης και ελαστικοί ιμάντες με συμπίεση βαμβακερών πλεγμάτων μέσα σε στρώματα ειδικών ελαστικών με ταυτόχρονη θέρμανση (βουλκανιζάρισμα).
- Οι τραπεζοειδείς κατασκευάζονται από μια ποικιλία υλικών, κυρίως συνθετικών. Οι χορδές τους κατασκευάζονται από πολυεστέρες εμποτισμένους με ελαστικό. Η βάση είναι συνθετικό ελαστικό και το σύνολο καλύπτεται από επένδυση ανθεκτικού ελαστικού για προστασία των χορδών από φθορές, υγρασία κτλ. Στους οδοντωτούς ιμάντες χρονισμού τα δόντια είναι από ελαστικό μεσαίας σκληρότητας, η επένδυσή τους (συνήθως πολυουρεθάνη) έχει μικρό συντελεστή τριβής με τις τροχαλίες και οι χορδές μπορεί να είναι λεπτά χαλύβδινα σύρματα ή ίνες γυαλιού με ελικοειδές πλέξιμο.

#### **5. Υλικά κατασκευής τροχαλιών (σελ. 248-249)**

Κατασκευάζονται συνήθως από χυτοσίδηρο ή για μεγάλες περιφερειακές ταχύτητες από χυτοχάλυβα. Μπορεί να κατασκευαστούν και με συγκόλληση οπότε είναι χαλύβδινες. Για μικρή ταχύτητα και ισχύ κατασκευάζονται ελαφριές τροχαλίες από κράματα αλουμινίου, πλαστικό ή ξύλο.

## **6. Βασικές διαστάσεις ιμάντων και τροχαλίων (σελ. 249-250)**

Οι βασικές διαστάσεις ιμάντων και τροχαλίων Ακολουθούν διεθνή τυποποίηση για οικονομία και εναλλαξιμότητα .

- Οι επίπεδοι ιμάντες χαρακτηρίζονται από :
  1. Το πλάτος τους  $b$
  2. Το πάχος τους  $s$
  3. Το μήκος τους  $L$
- Οι κυκλικοί ιμάντες χαρακτηρίζονται από :
  1. Τη διάμετρό τους  $d$
  2. Το μήκος τους  $L$
- Οι τραπεζοειδείς ιμάντες χαρακτηρίζονται από :
  1. Το ύψος τους  $h$
  2. Το πλάτος της μεγάλης πλευράς του τραπεζίου  $b$
- Για τους οδοντωτούς έχουμε δύο ύψη και το βήμα τους:
  1. Ύψος ιμάντα  $h_s$
  2. Ύψος δοντιού  $h_t$
  3. Βήμα  $t$
- Οι τροχαλίες των επίπεδων ιμάντων χαρακτηρίζονται από :
  1. Τη διάμετρό τους  $d$
  2. Το πλάτος τους  $b_1 = 1,1 b + 10 \text{ mm}$ .

Για λόγους προστασίας του ιμάντα από υπερβολική κάμψη η διάμετρος της τροχαλίας συνήθως εκλέγεται 80 - 100 φορές μεγαλύτερη από το πάχος του ιμάντα  $s$ .
- Οι τροχαλίες τραπεζοειδών ιμάντων χαρακτηρίζονται από :
  1. Τη διάμετρό τους
  2. Τις διαστάσεις του αυλακιού ή των αυλακίων τους

Εδώ βέβαια ακολουθούνται οι διαστάσεις της διατομής του ιμάντα με την διαφορά ότι το βάθος του αυλακιού είναι μεγαλύτερο από το ύψος του ιμάντα. Αυτό γιατί ο ιμάντας θα πρέπει να «πατάει» στις πλευρές του αυλακιού και όχι στη βάση του. Τέλος για τους οδοντωτούς ιμάντες υπάρχει και το αντίστοιχο βήμα της τροχαλίας.

## **7. Πως εξασφαλίζεται η περιστροφή της κινούμενης τροχαλίας κατά την ιμαντοκίνηση; (σελ.250)**

Βασική προϋπόθεση καλής λειτουργίας της ιμαντοκίνησης είναι η σωστή αρχική τάνυση (τέντωμα) του ιμάντα. Αυτό γίνεται με απομάκρυνση των τροχαλίων με τη βοήθεια ειδικών διατάξεων. Η σωστή τάνυση έχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη κάθετων δυνάμεων (πίεσης) μεταξύ ιμάντα και τροχαλίας στην περιοχή του τόξου επαφής. Η

κατανομή των κάθετων δυνάμεων στο τόξο επαφής δεν είναι ομοιόμορφη αλλά ακολουθεί μια φθίνουσα μορφή από τον έλκοντα προς τον ελκόμενο κλάδο. Όταν η κινητήρια τροχαλία αρχίζει να περιστρέφεται, εξαιτίας των κάθετων δυνάμεων ( $F_k$ ) εμφανίζεται δύναμη τριβής ολίσθησης με περιφερειακή διεύθυνση, και έτσι αναγκάζεται να ακολουθήσει την περιστροφή και ο ιμάντας. Ο ιμάντας με την σειρά του παρασύρει σε κίνηση εξαιτίας αντίστοιχων δυνάμεων την κινούμενη τροχαλία. Στην ηρεμία οι τάσεις (εφελκυστικές δυνάμεις) και των δύο κλάδων είναι ίσες ( $T_0$ ). Κατά τη λειτουργία όμως, λόγω της ανομοιόμορφης κατανομής των κάθετων δυνάμεων, η τάση του έλκοντα κλάδου  $T_1$  είναι μεγαλύτερη από του ελκόμενου  $T_2$ . Η διαφορά τους  $[T_1 - T_2 = F]$  είναι η περιφερειακή δύναμη που παράγει τη στρεπτική ροπή  $M = F d / 2$ . Η διάταξη προφανώς δεν θα λειτουργήσει εάν η  $F$  είναι μικρότερη από  $2M_2/d_2$ , όπου  $M_2$  η αντιστεκόμενη ροπή της κινούμενης τροχαλίας. Η διαφορά λοιπόν  $T_1 - T_2 = F$  είναι κρίσιμη για την ιμαντοκίνηση και εξαρτάται από το συντελεστή τριβής  $\mu$  μεταξύ ιμάντα και τροχαλίας, την τιμή του τόξου επαφής  $\alpha$  και την αρχική τάνυση.

**8. Γιατί πλεονεκτούν οι τραπεζοειδείς ιμάντες σε σύγκριση με τους επίπεδους; (σελ. 251-252)**

Με τη σφηνοειδή κατατομή που έχουν οι τραπεζοειδείς ιμάντες δημιουργούν επιφάνειες επαφής που σχηματίζουν οξεία γωνία με το επίπεδο των αρχικών τάσεων (έναντι ορθής των επίπεδων). Έτσι οι κάθετες δυνάμεις (στις πλευρικές επιφάνειες επαφής του αυλακιού) είναι μεγαλύτερες και επομένως και η τριβή με την τροχαλία είναι μεγαλύτερη για την ίδια αρχική τάνυση. Γι' αυτό και η περιφερειακή δύναμη και η μεταφερόμενη ισχύς είναι μεγαλύτερες και η μετάδοση πιο ασφαλής από πλευράς ολίσθησης.

**9. Τι γνωρίζετε για τους τανυστήρες; (σελ. 254)**

Επειδή κατά τη λειτουργία μιας διάταξης ιμάντων κίνησης δεν μπορούμε να αποφύγουμε τη χαλάρωση του ιμάντα, συνηθίζεται η χρήση του τανυστήρα. Ο τανυστήρας είναι ένας τροχός που γυρίζει ελεύθερα στον άξονα του και τοποθετείται έτσι, ώστε να πιέζει τον ελκόμενο κλάδο. Έτσι αυξάνεται η τάνυση, μεγαλώνει το τόξο επαφής και έχουμε καλύτερη λειτουργία και μικρότερη καταπόνηση ατράκτων και εδράνου. Επί πλέον, επειδή μεγαλώνει το τόξο επαφής με τη βοήθεια του τανυστήρα, μπορούμε να έχουμε και σχέσεις μετάδοσης μεγαλύτερες από  $1/6$  καθώς και σχετικά μικρότερες αποστάσεις αξόνων.

**10. Παράγοντες που επιδρούν στην καλή λειτουργία της ιμαντοκίνησης (σελ. 252- 253)**

- Οι διάμετροι των τροχαλιών δεν πρέπει να είναι πολύ μικρές γιατί ο ιμάντας καταπονείται πολύ σε κάμψη, όταν τυλίγεται στο τόξο επαφής. Από την άλλη μεριά όμως οι μεγάλες διάμετροι έχουν μειονέκτημα όγκου και βάρους και αναπτύσσουν, για συγκεκριμένες στροφές, μεγάλες φυγόκεντρες δυνάμεις, με τελική συνέπεια

φαινόμενα ολίσθησης ή μείωση της μεταφορικής ικανότητας της ιμαντοκίνησης. Μια καλή περιοχή τιμών για τη διάμετρο της κινούσας τροχαλίας (που είναι συνήθως η μικρότερη, αφού οι κινητήριες μηχανές είναι κατά κανόνα πολύστροφες) είναι  $d = (80 \sim 100) s$ , όπου  $s$  το πάχος του ιμάντα (για τραπεζοειδείς μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και μικρότερες τιμές, γιατί έχουν, λόγω υλικών και τρόπου κατασκευής, μεγαλύτερη ευκαμψία).

- Η απόσταση μεταξύ των αξόνων των ατράκτων δεν πρέπει να είναι πολύ μεγάλη γιατί δίνει μεγαλύτερες και ακριβότερες διατάξεις, αλλά ούτε και πολύ μικρή γιατί δημιουργεί ολίσθηση (λόγω μείωσης του τόξου επαφής στη μικρή τροχαλία). Πρακτικά ασφαλής θεωρείται μια απόσταση μεγαλύτερη κατά δύο μέτρα από το άθροισμα των διαμέτρων των τροχαλιών.
- Πρέπει να αποφεύγεται η μεγάλη περιφερειακή ταχύτητα, γιατί δημιουργεί μεγάλη φυγόκεντρη δύναμη και κακή πρόσφυση. Όμως στις περιπτώσεις μεταφοράς μεγάλης ισχύος μικρή περιφερειακή ταχύτητα σημαίνει μεγάλη περιφερειακή δύναμη, συνεπώς μεγαλύτερο ιμάντα και μεγαλύτερες καταπονήσεις εδράνων και ατράκτων. Μία καλή περιοχή επιλογής είναι τότε γύρω στα 20 m/s.
- Η σχέση μετάδοσης δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 1/6, γιατί μειώνεται πολύ το τόξο επαφής στην μικρή τροχαλία, δημιουργώντας προβλήματα κακής πρόσφυσης και ολίσθησης, ιδίως όταν οι άξονες είναι κοντά.
- Πρέπει να αποφεύγεται όσο το δυνατόν το φαινόμενο της ολίσθησης γιατί μειώνονται οι στροφές της κινούμενης τροχαλίας και η ικανότητα της διάταξης (είναι αποδεκτή μια μείωση της τάξης του 2-3 %).
- Καθοριστικό ρόλο παίζει επίσης, για τη συνολικά καλή λειτουργία, και η αρχική τάνυση του ιμάντα. Η εκτίμησή της γίνεται από το μελετητή της διάταξης με τη βοήθεια οδηγιών που δίνουν οι κατασκευαστές των ιμάντων και επιτυγχάνεται με ειδικές διατάξεις απομάκρυνσης των τροχαλιών.

### **10.3 ΑΛΥΣΙΔΕΣ**

#### **1. Να περιγράψετε μια διάταξη αλυσοκίνησης (σελ. 256)**

Στην απλή της μορφή μια διάταξη αλυσοκίνησης αποτελείται από :

- Δύο αλυσοτροχούς (ολόσωμους ή με βραχίονες), προσαρμοσμένους στην κινητήρια και στην κινούμενη άτρακτο, οι οποίοι έχουν στην περιφέρειά τους διαμορφωμένα ειδικής μορφής δόντια, τα οποία εμπλέκονται με τα στοιχεία της αλυσίδας.
- Κλειστή αλυσίδα κινήσεως, η οποία αποτελείται από μεγάλο αριθμό στοιχείων. Τα στοιχεία αυτά, στην απλούστερη μορφή τους είναι κατασκευασμένα ως εξής: στις δύο άκρες ενός πείρου, οι οποίες είναι διαμορφωμένες με κατάλληλες πατούρες,

προσαρμόζονται πλευρικά ελάσματα (λαμάκια) κατάλληλης μορφής. Τα λαμάκια ασφαλίζονται στους πείρους με κεφάλωμα ή κοπίλιες, με τρόπο που επιτρέπει την περιστροφή τους γύρω από αυτούς.

## **2. Σε ποιες περιπτώσεις χρησιμοποιείται η αλυσοκίνηση; (σελ. 257-258)**

Η αλυσοκίνηση χρησιμοποιείται για τη μετάδοση της περιστροφής από την κινητήρια άτρακτο στην κινούμενη, με διατήρηση ή μετατροπή των στρωφών, με βάση την επιθυμητή σχέση μετάδοσης. Είναι κατάλληλη για περιπτώσεις ατράκτων που απέχουν πολύ μεταξύ τους (όπως δηλαδή οι ιμάντες) και επειδή κατασκευάζονται από χάλυβες υψηλής αντοχής, είναι καταλληλότεροι από τους ιμάντες σε περιπτώσεις μεγάλων ισχύων και δυνάμεων. Δεν υπάρχουν περιορισμοί στην ελάχιστη ταχύτητά τους και μπορούν να χρησιμοποιηθούν με ασφάλεια για περιφερειακές ταχύτητες μέχρι 20 m/s.

Η αλυσοκίνηση εφαρμόζεται σε σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, σε μηχανουργεία, σε μεταλλεία και γενικά σε περιπτώσεις μετάδοσης κίνησης μεγάλων φορτίων. Για την εφαρμογή της πρέπει οι άτρακτοι να είναι παράλληλοι και οι τροχοί να βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο ή να υπάρχει κατάλληλη πλευρική υποστήριξη των αλυσίδων.

## **3. Ποιοι είναι οι κύριοι τύποι των αλυσίδων; (σελ. 259-262)**

Αν εξαιρέσουμε τις κοινές αλυσίδες με κρίκους, που είναι κατάλληλες για ανύψωση ή έλξη φορτίων, για τη μετάδοση της κίνησης χρησιμοποιούνται αλυσίδες με στοιχεία, οι κυριότεροι τύποι των οποίων είναι:

- Αλυσίδες με πείρους
- Αλυσίδες με πείρους και δαχτυλίδια
- Αλυσίδες με ράουλα
- Οδοντωτές αλυσίδες

## **4. Περιγράψτε τις αλυσίδες με πείρους (σελ. 259)**

Είναι ο απλούστερος και φθηνότερος τύπος και διαμορφώνεται ως εξής: στις δύο άκρες ενός πείρου, οι οποίες είναι διαμορφωμένες με κατάλληλες πατούρες, προσαρμόζονται πλευρικά ελάσματα (λαμάκια) κατάλληλης μορφής. Τα λαμάκια ασφαλίζονται στους πείρους με κεφάλωμα ή κοπίλιες, με τρόπο που επιτρέπει την περιστροφή τους γύρω από αυτούς. Έχει μικρό βαθμό απόδοσης λόγω πολλών τριβών και είναι ακατάλληλος για μεγάλες ταχύτητες (πάνω από 0,5 m/s).

## **5. Περιγράψτε τις αλυσίδες με πείρους και δαχτυλίδια (σελ. 259-260)**

Οι αλυσίδες αυτές συναρμολογούνται από δύο διαφορετικά είδη στοιχείων, τα οποία εναλλάσσονται διαδοχικά:

- Τα εσωτερικά στοιχεία, τα οποία αποτελούνται από τα εσωτερικά πλευρικά ελάσματα (λαμάκια), που στερεώνονται στα άκρα σωληνωτών τριβέων (δαχτυλιδιών).

- Τα εξωτερικά στοιχεία, που αποτελούνται από τα εξωτερικά λαμάκια και τους πείρους (όπως στον απλό τύπο).

Πριν συναρμολογηθούν, οι πείροι περνάνε μέσα στα δαχτυλίδια και μπορούν να περιστρέφονται ως προς αυτά, ως εάν επρόκειτο για τους στροφείς μικρών εδράνων. Λειτουργεί με λιγότερο θόρυβο, μικρότερες τριβές και καλύτερο βαθμό απόδοσης, ενώ μπορεί να κατασκευαστεί και σε περισσότερες από μία παράλληλες σειρές στοιχείων..

#### **6. Περιγράψτε τις αλυσίδες με ράουλα (σελ. 260)**

Αν εξωτερικά από τα δαχτυλίδια περαστούν ελεύθερα σωληνωτά κύλινδρα (ράουλα), χωρίς σύνδεση με τα λαμάκια, η τριβή ολίσθησης μετατρέπεται κατά ένα μέρος σε τριβή κύλισης μέσω των ράουλων, με αποτέλεσμα λιγότερο θόρυβο και μικρότερες απώλειες λόγω τριβών. Και αυτός ο τύπος κατασκευάζεται με περισσότερες από μία παράλληλες σειρές στοιχείων, όμως λόγω του μεγαλύτερου όγκου των στοιχείων του δεν είναι εξυπηρετικός στα μεγάλα φορτία.

#### **7. Περιγράψτε τις οδοντωτές αλυσίδες (σελ. 262)**

Οι οδοντωτές αλυσίδες συνεργάζονται με κατάλληλα διαμορφωμένους τροχούς και έχουν το πλεονέκτημα του πολύ χαμηλού θορύβου, ενώ με κατάλληλη λίπανση μπορούν να εργαστούν σε μεγαλύτερες ταχύτητες από άλλους τύπους.

#### **8. Υλικά κατασκευής αλυσίδων (σελ. 262)**

Τα εξαρτήματα των αλυσίδων κατασκευάζονται από ειδικούς χάλυβες καλής ποιότητας. Πιο συγκεκριμένα :

1. Τα λαμάκια κόβονται από χάλυβα ταινίας και η διάνοιξη των οπών τους γίνεται με μεγάλη προσοχή.
2. Οι πείροι κατασκευάζονται από ειδικούς χάλυβες καλής ποιότητας και λειανίνονται με επιμέλεια για τον περιορισμό των τριβών και των φθορών.
3. Τα δαχτυλίδια τυλίγονται από χάλυβα ταινίας και τους γίνεται επιφανειακή ενανθράκωση για να αυξηθεί η αντοχή τους σε επιφανειακές πιέσεις.
4. Τα ράουλα κατασκευάζονται με ολκή σε ειδικές μηχανές και υφίστανται κι αυτά επιφανειακή κατεργασία και λείανση.
5. Οι αλυσοτροχοί μπορούν να κατασκευαστούν χυτοί από χυτοσίδηρο ή χυτοχάλυβα. Για μεγαλύτερες απαιτήσεις κατασκευαστικής ακρίβειας, ώστε να έχουμε μικρότερο θόρυβο και καλύτερο βαθμό απόδοσης, κατασκευάζονται από χάλυβα με κοπή των δοντιών τους.

#### **9. Ποιος είναι ο ελάχιστος αριθμός δοντιών του μικρού τροχού και γιατί; (σελ. 265)**

Για λόγους ασφαλούς και ομαλής (χωρίς κραδασμούς) λειτουργίας της αλυσοκίνησης δεν επιτρέπεται ο αριθμός των δοντιών που είναι σε εμπλοκή να είναι πολύ μικρός. Επιπλέον, ούτε το βήμα μπορεί να γίνει πολύ μικρό, επειδή από αυτό εξαρτώνται οι διαστάσεις του

δοντιού και κατά συνέπεια αντοχή του. Έτσι μπαίνουν περιορισμοί στον ελάχιστο αριθμό των δοντιών του μικρού τροχού, ο οποίος επιλέγεται να είναι:

- $z = 21$ , στις λίγες περιπτώσεις που είναι κινούμενος και
- $z = 19$  (και σπάνια μικρότερος, αλλά όχι κάτω από 13, με αντίστοιχη μείωση των προσδοκιών για ομαλή και χωρίς κραδασμούς λειτουργία) στις συνηθισμένες περιπτώσεις που είναι κινήτριος.

#### **10. Από ποιους παράγοντες εξαρτάται ο αριθμός στροφών του μικρού τροχού; (σελ. 266)**

Ο αριθμός στροφών του μικρού τροχού εξαρτάται από το βήμα της αλυσίδας: όσο πιο μεγάλο είναι το βήμα τόσο το μέγιστο όριο στροφών περιορίζεται. Αυτό συμβαίνει, γιατί μεγάλο βήμα σημαίνει λίγα δόντια στο τόξο επαφής και οι πολλές στροφές έχουν ως αποτέλεσμα μεγάλη φυγόκεντρη δύναμη. Έτι υπάρχει κίνδυνος να “πεταχτεί” η αλυσίδα, εάν τα δόντια εμπλοκής είναι λίγα.

#### **11. Τι γνωρίζετε για τη λίπανση των αλυσίδων; (σελ. 267-268)**

Το κύριο λειτουργικό πρόβλημα των αλυσίδων είναι οι τριβές στις αρθρώσεις που δημιουργούν θορύβους και φθορές και μειώνουν τη διάρκεια ζωής τους. Ο μεγάλος αριθμός δοντιών και η επιλογή υλικών με μικρό συντελεστή τριβής περιορίζει το πρόβλημα. Εκείνο πάντως που πρέπει να γίνεται με μεγάλη επιμέλεια είναι η σωστή λίπανση. Ο τρόπος λίπανσης εξαρτάται από την περιφερειακή ταχύτητα. Έτσι έχουμε :

- Ταχύτητα έως 0,5 m/s: Περιοδική λίπανση με το χέρι, είτε με βούρτσα ή πινέλο είτε με ειδικά σπρέι λεπτόρρευστου λιπαντικού.
- Ταχύτητα έως 1,5 m/s: Λίπανση σταγόνων στα κατάλληλα σημεία.
- Ταχύτητα έως 4 m/s: Λίπανση με εμβάπτιση, οικονομική και αποτελεσματική. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για ταχύτητες έως 8 m/s, αλλά με την βοήθεια ειδικών δίσκων, ώστε να μην είναι εμβαπτισμένος ο τροχός στο λιπαντικό και δημιουργείται αφρός που μειώνει την αποτελεσματικότητα της λίπανσης.
- Ταχύτητα από 4 m/s και πάνω: Λίπανση με εκτοξευόμενο λιπαντικό υπό πίεση με ειδικά μπέκ.

Σε κάθε περίπτωση η δράση του λιπαντικού μπορεί να εξουδετερωθεί, αν η διάταξη εργάζεται σε περιβάλλον με ρύπους, σκόνες, χώμα κτλ. Σε αυτές της περιπτώσεις πρέπει να καθαρίζουμε την διάταξη με πετρέλαιο ή παραφινούχα διαλύματα. Προσοχή! η χρήση ατμού, καυστικών ή οξέων δεν επιτρέπεται, γιατί να καταστραφεί η αλυσίδα.

#### **12. Σύγκριση οδοντώσεων, μάντων και αλυσίδων (σελ. 270-271)**

Συγκριτική παρουσίαση της καταλληλότητας των τριών ειδών, με διάφορα κριτήρια:

- Για μεγάλες σχέσεις μετάδοσης: Χρησιμοποιούνται ζεύγη γραναζιών με ενδιάμεσους άξονες (μειωτήρες), αν δεν το απαγορεύει η πολύ μεγάλη απόσταση των αξόνων. Η λύση αυτή έχει το μικρότερο όγκο και σχετικά καλό βαθμό απόδοσης.
- Για ακριβείς σχέσεις μετάδοσης: Πλεονεκτούν κυρίως τα γρανάζια και οι αλυσίδες. Οι ιμάντες, εκτός των οδοντωτών, παρουσιάζουν ολίσθηση και απώλεια στροφών.
- Για μεγάλες περιφερειακές δυνάμεις και ροπές: Πλεονεκτούν τα γρανάζια και οι αλυσίδες. Κύριο κριτήριο επιλογής ανάμεσά τους είναι η απόσταση των αξόνων.
- Για πολύ μεγάλο αριθμό στροφών: Τα γρανάζια είναι ασφαλέστερα, επειδή δεν έχουν κίνδυνο απεμπλοκής, λόγω μεγάλης φυγόκεντρης δύναμης.
- Για χαμηλή στάθμη θορύβου: Πλεονεκτούν οι ιμάντες. Τα άλλα είδη (ιδίως οι αλυσίδες) απαιτούν επιμελημένη κατασκευή και συντήρηση για περιορισμό του θορύβου.
- Για ελαστική μετάδοση: Πλεονεκτούν οι ιμάντες. Τα άλλα είδη εμφανίζουν, σε περιπτώσεις απότομης μεταβολής των στροφών, κρουστικά φορτία. Σε περίπτωση μπλοκαρίσματος της μιας ατράκτου, οι ιμάντες αποτρέπουν ζημιές, λόγω της ολίσθησης.
- Από άποψη οικονομίας: Οι ιμάντες είναι η πιο φθηνή λύση και απαιτούν τη μικρότερη συντήρηση.
- Από άποψη διάρκειας ζωής: Πλεονεκτούν τα γρανάζια. Οι ιμάντες μειονεκτούν λόγω χαλάρωσης.
- Από άποψη αντοχής σε δυσμενές περιβάλλον: Οι ιμάντες είναι ευαίσθητοι σε σκόνες και οξέα, γιατί ολισθαίνουν και φθείρονται. Οι αλυσίδες είναι ευαίσθητες σε διαβρωτικό περιβάλλον.
- Από άποψη ευκαμψίας: Η σύγκριση αφορά ιμάντες και αλυσίδες. Πλεονεκτούν οι αλυσίδες, ιδίως οι μικρού βήματος. Επομένως, λόγω μικρότερων απαιτούμενων τροχών (και διατομών λόγω μεγαλύτερης αντοχής), η αλυσοκίνηση έχει μικρότερο όγκο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

### ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΣΤΡΟΦΑΛΟΥ

#### 1. Περιγράψτε το μηχανισμό στροφάλου (σελ. 275)

Ο μηχανισμός στροφάλου χρησιμοποιείται κυρίως στις μηχανές εσωτερικής καύσης και περιλαμβάνει το έμβολο, το διωστήρα και το στρόφαλο. Το έμβολο ολισθαίνει μέσα στον κύλινδρο, παλινδρομώντας από το άνω νεκρό σημείο (ΑΝΣ) ως το κάτω νεκρό σημείο (ΚΝΣ). Το έμβολο αρθρώνεται με το πάνω άκρο του διωστήρα (μπιέλα) μέσω του “πείρου του εμβόλου” και ο διωστήρας αρθρώνεται στο κάτω άκρο του με το στρόφαλο (στροφαλοφόρο άξονα).

#### 2. Σκοπός του μηχανισμού στροφάλου (σελ. 276)

Σκοπός του μηχανισμού εμβόλου – διωστήρα – στροφάλου κατά τη λειτουργία του στις “εμβολοφόρες μηχανές εσωτερικής καύσης” είναι η παραγωγή μηχανικού έργου στο στρόφαλο. Η μετατόπιση του εμβόλου μεταφέρεται από τον πείρο του εμβόλου στο διωστήρα, ο οποίος με τη σειρά του ωθεί έκκεντρα το στρόφαλο και τον περιστρέφει. Με τον τρόπο αυτό η παλινδρομική κίνηση του εμβόλου μέσα στον κύλινδρο μετατρέπεται σε περιστροφική στο στροφαλοφόρο άξονα. Η περιστροφική κίνηση του στροφαλοφόρου άξονα μπορεί εύκολα να μεταβιβαστεί στη συνέχεια με λυόμενο σύνδεσμο (συμπλέκτη) στο κιβώτιο ταχυτήτων και από εκεί στους κινητήριους τροχούς.

#### 3. Βασικά γεωμετρικά μεγέθη (σελ. 277)

|                        |                                         |
|------------------------|-----------------------------------------|
| D                      | διάμετρος κυλίνδρου                     |
| d                      | διάμετρος εμβόλου                       |
| $S=2r$                 | διαδρομή εμβόλου (απόσταση ΑΝΣ από ΚΝΣ) |
| l                      | μήκος διωστήρα                          |
| $V_h$                  | όγκος εμβολισμού (κυβισμός)             |
| $V_h = (\pi d^2/4) 2r$ |                                         |

#### 4. Υλικά κατασκευής (σελ. 278)

- Τα έμβολα κατασκευάζονται από ειδικά κράματα αλουμινίου, για να είναι ελαφριά και να αντέχουν σε μεγάλη επιφανειακή πίεση και θερμοκρασία.
- Οι διωστήρες κατασκευάζονται από σφυρήλατο χάλυβα
- Οι στροφαλοφόροι άξονες κατασκευάζονται από ειδικά κραματωμένο χυτοχάλυβα υψηλής αντοχής σε κρουστικά φορτία.

#### 5. Συνθήκες λειτουργίας – καταπονήσεις (σελ. 279)

Στο πάνω μέτωπο του εμβόλου γίνεται η έκρηξη του μίγματος αέρα - καυσίμου και τα αέρια που δημιουργούνται πιέζουν το έμβολο προς τα κάτω. Η μετατόπιση του εμβόλου

μεταφέρεται από τον πείρο του εμβόλου στο διωστήρα, ο οποίος με τη σειρά του ωθεί έκκεντρα το στρόφαλο και τον περιστρέφει. Η πίεση των θερμών αερίων της καύσης καταπονεί θερμικά αλλά και μηχανικά τα έμβολα, τα οποία λόγω της υψηλής θερμοκρασίας (που οφείλεται στα καυσαέρια αλλά και στην τριβή με το εσωτερικό των κυλίνδρων) θερμαίνονται και διαστέλλονται.

Η έκρηξη των καυσαερίων γίνεται σε κάθε κύλινδρο περιοδικά (περίπου 100 φορές το δευτερόλεπτο) και άρα η δύναμη που μεταβιβάζεται από το έμβολο στο διωστήρα δεν είναι σταθερή αλλά επαναλαμβανόμενη ή αλλιώς κρουστική. Πρέπει λοιπόν το έμβολο, ο διωστήρας, ο στρόφαλος και οι μεταξύ τους αρθρώσεις (κομβία ή στροφείς) να έχουν τη δυνατότητα να αντέχουν σε αυτά τα κρουστικά φορτία των επαναλαμβανόμενων εκρήξεων.

Όπως εύκολα αντιλαμβάνεται ο καθένας, σημαντικό ρόλο στην ομαλή λειτουργία του μηχανισμού εμβόλου – διωστήρα – στροφάλου παίζει η επαρκής λίπανση των επιφανειών τριβής (έμβολο – κύλινδρος και κομβία) αλλά και η ψύξη του κυλίνδρου. Τόσο η λίπανση όσο και η ψύξη γίνονται με ιδιαίτερα κυκλώματα.

# **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14

### ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ – ΕΠΙΛΟΓΕΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

#### 1. ΗΛΩΣΕΙΣ

Καταπόνηση ήλων σε διάτμηση:

$$\tau = Q / A \leq \tau_{\varepsilon\pi} \quad , \quad A = \pi d^2 / 4 \quad (\text{Παράδειγμα 1, σελ. 312})$$

Καταπόνηση ελασμάτων σε εφελκυσμό:

$$\sigma = F / A < \sigma_{\varepsilon\pi} \quad , \quad A = (b - z \cdot d_1) \cdot S$$

b=πλάτος ελάσματος, z = αρ. ήλων, d=διάμετρος ήλων, S=πάχος ελάσματος

d<sub>1</sub> = διάμετρος οπών (Παράδειγμα 2, σελ. 313)

#### 2. ΚΟΧΛΙΟΣΥΝΔΕΣΕΙΣ

Αξονική φόρτιση:

$$\sigma = F / A \leq \sigma_{\varepsilon\pi} \quad , \quad A = \pi d_1^2 / 4 \quad (\text{Παραδείγματα 1 & 2, σελ. 315-317})$$

Καταπόνηση σε εφελκυσμό ή θλίψη και στρέψη (σύνθετη καταπόνηση):

Υπολογισμός φορτίου:  $F = 0,6 \cdot d_1^2 \cdot \sigma_{\varepsilon\pi}$

Ανηγμένη πίεση μεταξύ των σπειρωμάτων κοχλία και περικοχλίου:

$$p = \frac{F}{\frac{\pi}{4}(d^2 - d_1^2) \cdot z} \leq p_{\varepsilon\pi} \quad (\text{Παρ. 3, σελ. 317})$$

Καταπόνηση σε διάτμηση:

$$\tau = Q / A \leq \tau_{\varepsilon\pi}$$

$$A = \pi d_1^2 / 4 \quad (d_1 = \text{διάμετρος του πυρήνα})$$

(Άσκηση 3, σελίδα 318)

### 3. ΑΤΡΑΚΤΟΙ – ΑΞΟΝΕΣ

Μεταφερόμενη Ροπή:  $M_t = 71620 \frac{P}{n}$  (P σε HP, n σε RPM,  $M_t$  σε  $\text{kp}\cdot\text{cm}$ )

Διάμετρος ατράκτου:  $d = (M_t / 0,2 \cdot \tau_{\varepsilon\pi})^{1/3}$  (d σε cm)  
(Παρ. σελ. 325, Ασκήσεις 1 & 2, σελ. 326)

### 4. ΟΔΟΝΤΩΣΕΙΣ

Υπολογισμοί Αντοχής

$$\text{Βήμα: } t = 100 \left( \frac{450P}{n \cdot z \cdot y \cdot c} \right)^{1/3}$$

P: ισχύς σε PS

n: στροφές σε RPM

z: αριθμός δοντιών

y: συντελεστής μορφής

c: συντελεστής φόρτισης

Διαστάσεις κανονικού δοντιού:

Μοντούλ:  $m = \frac{t}{\pi}$  (σε mm)

Ύψος κεφαλής:  $h_k = m$

Ύψος ποδιού:  $h_f = 1,17m$

Ύψος δοντιού:  $h = h_k + h_f = 2,17m$

Πάχος δοντιού:  $s = 0,5t$

Διάκενο:  $w = t - s = 0,5 t$  περίπου

Μήκος δοντιού:  $b = y \cdot t$

$$\text{Διάμετρος κεφαλών: } d_k = d_o + 2h_k \rightarrow d_k = m(z + 2)$$

$$\text{Απόσταση των αξόνων: } \alpha = \frac{d_{01} + d_{02}}{2}$$

## **5. ΙΜΑΝΤΕΣ**

$$\text{Περιφερειακή δύναμη: } F \cdot v = 75 P$$

$$\text{Περιφερειακή ταχύτητα: } v = \pi \cdot d \cdot n \quad (d \text{ σε m, } n \text{ σε στρ/s, } v \text{ σε m/s})$$

$$F \text{ σε daN}$$

$$P \text{ σε PS}$$

(Παράδειγμα και Ασκήσεις, σελ. 342-343)

Υπολογισμοί Αντοχής

$$\text{Περιφερειακή δύναμη: } F = (b \cdot s) \cdot \sigma_\varepsilon$$

$$\text{Πλάτος τροχαλίας: } b_l = 1,1 b + 10 \text{ mm} \quad (\text{Παράδειγμα, σελ. 344})$$

*Για τους υπολογισμούς των φυσικών μεγεθών, που αναφέρονται στην περιστροφική κίνηση (Ροπές, σχέση μετάδοσης, περιφερειακή ταχύτητα, σχέση διαμέτρων οδοντωτών τροχών ή τροχαλιών κτλ.), βλ. φυλλάδιο Κεφαλαίου 8.*