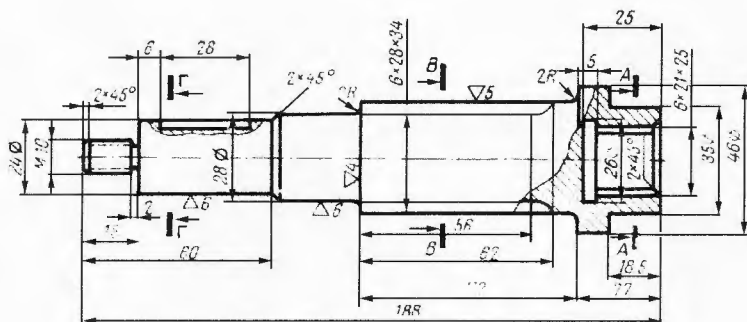


ΚΕΦΑΛΑΙΟ

9

ΜΕΣΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ

9.1 Άξονες - άτρακτοι - στροφείς

9.2 Έδρανα - είδη εδράνων

9.3 Σύνδεσμοι - είδη συνδέσμων



Διδακτικοί στόχοι:



Να μπορείτε να περιγράφετε άξονες, ατράκτους, στροφείς, έδρανα, συνδέσμους και είδη λίπανσης. Να μπορείτε να αναγνωρίζετε καθένα από αυτά τα στοιχεία σε φυσική κατάσταση ή απεικόνιση ή σχέδιο, απομονωμένα ή μέσα σε γενική διάταξη. Επίσης να μπορείτε να σχεδιάζετε το εξάρτημα στη σχηματική ή συμβολική του μορφή.



Να μπορείτε να περιγράφετε το σκοπό που εξυπηρετούν τα πιο πάνω στοιχεία. Να εξηγείτε τον τρόπο με τον οποίο επιτελούν αυτό το έργο και να μπορείτε να αναφέρετε παραδείγματα.



Να αναφέρετε τις κατηγορίες και τους τύπους (όπου υπάρχουν) καθενός από τα παραπάνω στοιχεία και να προσδιορίζετε τα κριτήρια κατάταξης και τις ειδικές χρήσεις.



Να αναφέρετε τα βασικά μορφολογικά χαρακτηριστικά τους και τις βασικές τους διαστάσεις, τα συνήθη υλικά κατασκευής τους και τις πληροφορίες τυποποίησής τους.



Να περιγράφετε τις συνθήκες λειτουργίας τους, να διατυπώνετε τους σχετικούς φυσικούς νόμους και τις εφαρμογές τους και να προσδιορίζετε την καταπόνηση που υφίσταται καθένα από τα παραπάνω στοιχεία.

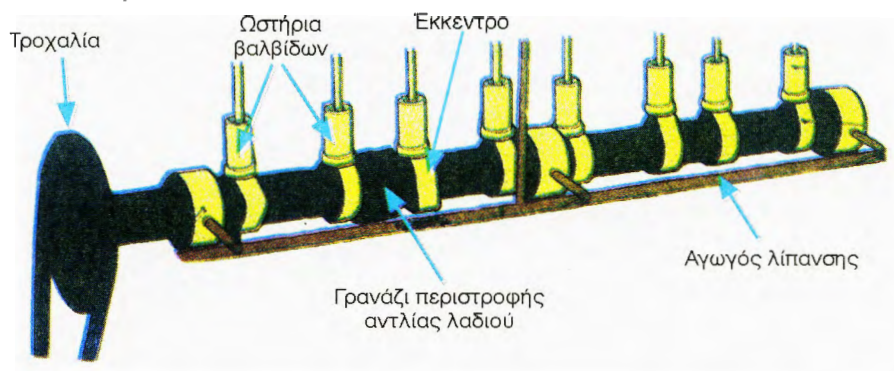


Να αναφέρετε τους βασικούς κανόνες ορθής τοποθέτησης, λειτουργίας και συντήρησης κάθε στοιχείου καθώς και τα απαραίτητα υλικά και μέσα για το σκοπό αυτό.

9.1 ΑΞΟΝΕΣ - ΑΤΡΑΚΤΟΙ - ΣΤΡΟΦΕΙΣ

9.1.1 Περιγραφή ορισμός

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. **Στροφείς** ονομάζονται τα σημεία της ατράκτου ή του άξονα όπου δημιουργείται συνεργασία (επαφή και περιστροφή) με άλλα στοιχεία. Ο άξονας υπόκειται μόνο σε **καμππικά φορτία**, ενώ η άτρακτος σε καμππικά 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**).



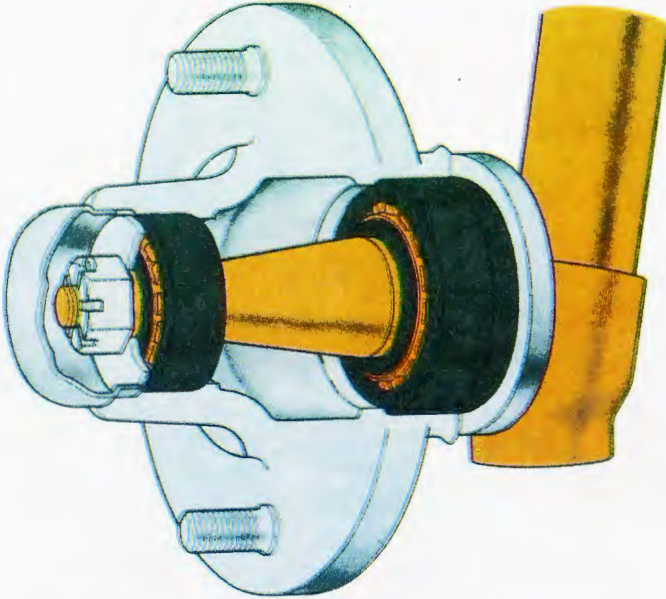
Εικ. 9.1α Εκκεντροφόρος άξονας από μια μηχανή εσωτερικής καύσης (στην πραγματικότητα άτρακτος, γιατί φέρει καμππικά και στρεπτικά φορτία)

9.1.2 Σκοπός που εξυπηρετούν

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 τη βοήθεια των **στροφών** τους και αφετέρου να έχουν τη δυνατότητα να **φέρουν καμππικά φορτία** (εγκάρσια κατά το μήκος τους). Το παράδειγμα της **Εικ. 9.1α** είναι κλασικό παράδειγμα ατράκτου (αν και λέγεται εκκεντροφόρος άξονας), διότι μεταφέρει τη ροπή που παραλαμβάνει από την τροχαλία που βρίσκεται στο ένα άκρο της, σε όλο το μήκος της, ώστε να περιστραφούν τα έκκεντρα και να διεγείρουν τόσο τα ωστήρια των βαλβίδων όσο και το γρανάζι περιστροφής της αντλίας λαδιού. Η συνεργασία των εκκεντρων 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.

Οι **άξονες** δε μεταφέρουν στρεπτικά φορτία, όπως οι άτρακτοι, παρά μόνο **καμπτικά**. Ο άξονας, για παράδειγμα, ενός μη κινητήριου τροχού έχει σαν σκοπό τη στήριξη του τροχού αλλά όχι και τη μεταφορά ροπής σε αυτόν (αφού είναι μη κινητήριος), βλ. Εικ. 9.1β.



Εικ. 9.1β Άξονας μη κινητήριου τροχού αυτοκινήτου

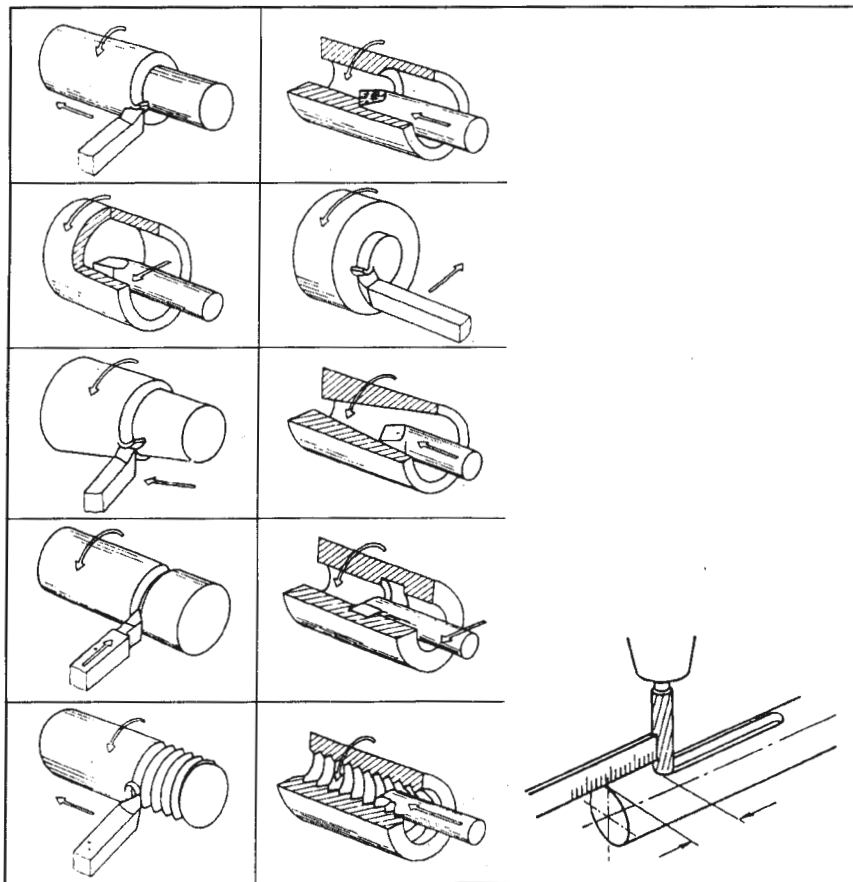
9.1.3 Τύποι και κατηγορίες

Οι άτρακτοι και οι άξονες που χρησιμοποιούνται στα μηχανήματα δε διατίθενται στο εμπόριο με τη μορφή που εμείς επιθυμούμε, για να εκπληρώσουν το ρόλο τους. Στο εμπόριο υπάρχουν, βέβαια, τελείως **κυλινδρικοί συμπαγείς ή διάτρητοι άξονες** σε τυποποιημένες διαμέτρους που φαίνονται στην Εικ. 9.1γ.

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

Εικ. 9.1γ Τυποποιημένες διαμέτροι αξόνων σε mm

Οι άτρακτοι-άξονες είναι δυνατό να **κατεργασθούν** σε εργαλειομηχανές (τόρνους, φρέζες), ώστε να διαμορφωθούν στο επιθυμητό σχήμα. Μπορούν έτσι να αποκτήσουν **διαβαθμίσεις** στη διάμετρό τους, να διαμορφωθούν σφηναύλακες για τοποθέτηση αλυσοτροχών, τροχαλιών και γραναζιών ή ακόμα να κοπούν πάνω τους γρανάζια ή έκκεντρα και να αποτελούν έτσι ενιαίο εξάρτημα. Στην Εικ. 9.1δ φαίνεται σχηματικά πώς μπορούμε να **κατεργαστούμε άξονες σε εργαλειομηχανές**.

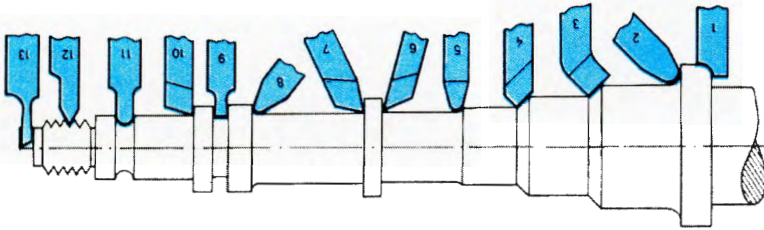


Εικ. 9.1δ Βασικές κατεργασίες αξόνων

9.1.4 Μορφολογικά χαρακτηριστικά - υλικά αξόνων

Τα μορφολογικά χαρακτηριστικά κάθε άξονα είναι για κάθε περίπτωση ειδικά προσδιορισμένα. Η ποικιλία των διατομών κάθε άξονα εξυπηρετεί τις **ιδιαίτερες λειτουργικές ανάγκες** του, γι' αυτό και είναι αδύνατο να κατα-

τάξουμε τους διαμορφωμένους άξονες-ατράκτους σε κατηγορίες. Στην Εικ. 9.1ε φαίνονται οι συχνότερα διαμορφωμένες επιφάνειες ενός άξονα.



Εικ. 9.1ε Μορφολογικά χαρακτηριστικά αξόνων-ατράκτων

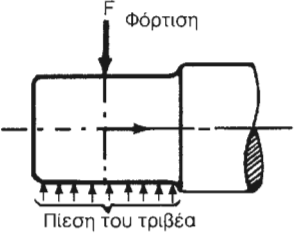
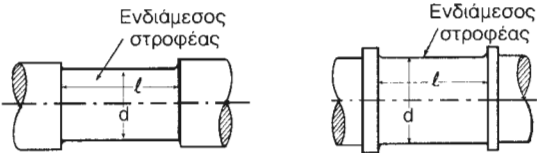
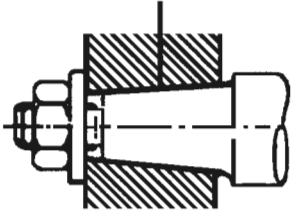
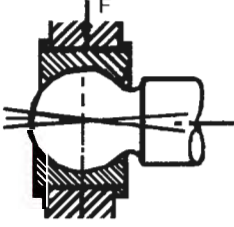
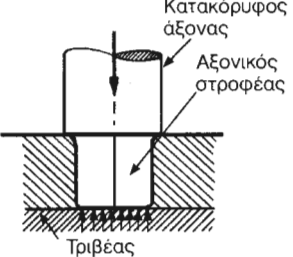
Τα **υλικά κατασκευής** των αξόνων-ατράκτων ποικίλλουν ανάλογα με τα γεωμετρικά τους χαρακτηριστικά σε συνάρτηση με τις δυνάμεις που φέρουν. Συνήθως για την κατασκευή αξόνων χρησιμοποιούμε **χάλυθα με αντοχή 50kp/mm² ή 60kp/mm²**. Σε ειδικές κατασκευές μεγάλων απαιτήσεων είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν 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 να υποστούν θερμικές κατεργασίες, όπως “Μαρτενσιτική Βαφή” και έτσι να αποκτήσουν μεγαλύτερη αντοχή και επιφανειακή σκληρότητα, παράλληλα όμως γίνονται και περισσότερο εύθραυστοι σε κρουστικά φορτία. Τέτοιοι ειδικοί χάλυβες, που είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή αξόνων - ατράκτων, υπάρχουν στο εμπόριο με τις ονομασίες: ARNE, RIGOR, SVERKER, ORVAL, CRANE, IMPAX, STAVAX, MARAX.

Τα **χαρακτηριστικά που πρέπει να εκτιμηθούν για τη επιλογή ενός χάλυθα** με σκοπό την κατασκευή ατράκτου-άξονα είναι: αντοχή σε εφελκυσμό-θλίψη, αντοχή στην τριβή, επιφανειακή σκληρότητα, δυσθραυστότητα, κατεργασιμότητα, ικανότητα λείανσης, ικανότητα θερμικής κατεργασίας.

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 στη 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 (ρουλμάν), βλ. Ενότητα 9.2.

Τα είδη των στροφών, που συνήθως διαμορφώνονται σε άξονες-α-

τράκτους, φαίνονται στην Εικ. 9.1στ.

Ακραίος εγκάρσιος (μετωπικός)	 Φόρτιση Πίεση του τριβέα
Ενδιάμεσος εγκάρσιος	 Ενδιάμεσος στροφέας d l
Κωνικός κοχλιωτός	
Σφαιρικός	 F
Αξονικός	 Κατακόρυφος άξονας Αξονικός στροφέας Τριβέας

Εικ. 9.1στ Είδη στροφών και δυνάμεις που παραλαμβάνουν

9.1.5 Συνθήκες λειτουργίας-καταπόνηση

Όπως έχει ήδη αναφερθεί πιο πάνω, οι **άξονες** καταπονούνται μόνο σε **κάμψη**, ενώ οι **ατράκτοι**, συνήθως, σε **ταυτόχρονη κάμψη και στρέψη**. Η καταπόνηση των ατράκτων αντιστοιχεί σε σύνθετη φόρτιση και είναι ιδιαίτερα πολύπλοκη η μαθηματική της ανάλυση. Για να μπορέσουμε να αντιληφθούμε το είδος των τάσεων που δημιουργούνται στο εσωτερικό μιας ατράκτου, ενώ αυτή υπόκειται σε στρέψη, για να μεταφέρει την απαιτούμενη ροπή αλλά και σε κάμψη λόγω των εγκάρσιων φορτίων της.

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.

Ο **υπολογισμός των στροφών** παρουσιάζει αρκετές ιδιαιτερότητες και συνήθως απαιτεί πολύπλοκες μαθηματικές πράξεις. Ενδεικτικά μπορούμε λοιπόν να αναφέρουμε ότι οι στροφείς πρέπει να υπολογίζονται σε αντοχή, σε θέρμανση (λόγω τριβής) και σε ειδική (επιφανειακή) πίεση.

9.1.6 Τοποθέτηση-λειτουργία –συντήρηση

Η τοποθέτηση των ατράκτων στο συναρμολογημένο μηχανισμό πραγματοποιείται, αφού προσαρμοσθούν στους στροφείς τους (βλ. Ενότητα 9.2) τα έδρανα ολίσθησης ή κύλισης με τα οποία επιτυγχάνεται η στήριξη των εν λόγω ατράκτων. Η διαμόρφωση των στροφών, ώστε να μπορούν να δεχθούν τα έδρανά τους, είναι αντικείμενο που θα εξετασθεί στην επόμενη Ενότητα 9.2.

Σημαντικό χαρακτηριστικό της λειτουργίας των ατράκτων είναι το **θέλος 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 στροφείς εξαιτίας του σημαντικού βέλους κάμψης.

Αυτό που πρέπει επίσης να προσεχθεί κατά το σχεδιασμό των ατράκτων-αξόνων είναι η **θερμοκρασία λειτουργίας** τους, που συνήθως είναι

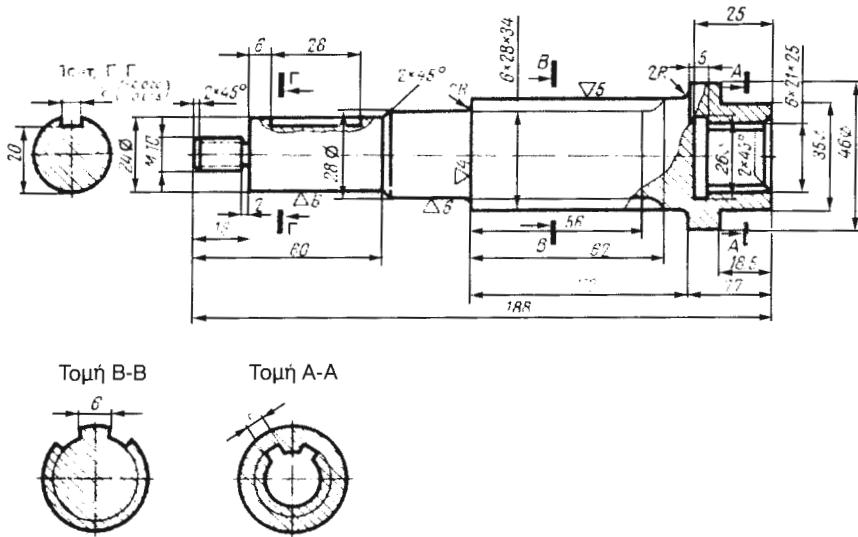
σχετικά υψηλή (αυτό εξαρτάται και από την ικανότητα λίπανσης των εδράνων τους). Η υψηλή θερμοκρασία προκαλεί διαστολή των ατράκτων, γι' αυτό και πρέπει κατά το σχεδιασμό τους να παρέχεται η **δυνατότητα α-ξονικής ελευθερίας** κίνησης. Για το λόγο αυτό, πρέπει να έχει επιλεγεί κατάλληλος τύπος εδράνου, βλ. και Ενότητα 9.2.

Η καλή λοιπόν λειτουργία των ατράκτων-αξόνων στηρίζεται στην **ικανοποιητική λίπανση** των εδράνων τους, γι' αυτό και πρέπει να γίνεται συνεχής και επιμελημένος έλεγχος της δυνατότητας λίπανσής τους.

9.1.7 Σχεδιασμός ατράκτων-αξόνων

Κατά το σχεδιασμό των ατράκτων – αξόνων πρέπει να καταβάλλεται προσπάθεια, ώστε να δίνονται πλήρως οι διαστάσεις τους, με τρόπο όμως που εύκολα να κατασκευάζονται σε εργαλειομηχανές.

- ◆ Δεν πρέπει, δηλαδή, να δίνεται η ίδια διάσταση δυό φορές.
- ◆ Πρέπει να καθορίζονται οι διαβαθμίσεις (πατούρες) με αναφορά από το μέτωπο (άκρη του άξονα), από το οποίο είναι δυνατό να γίνει η εν λόγω μέτρηση κατά τη συγκράτησή του στον τόρνο.
- ◆ Οι διαστάσεις των σφηναυλάκων πρέπει να δίνονται με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να μετρηθεί η μετατόπιση του κοπτικού της φρέζας κατά την κοπή τους.
- ◆ Ποτέ δεν τέμνουμε τους άξονες κατά το μήκος τους.
- ◆ Για να προσδιορίσουμε το βάθος στους σφηναύλακες κάνουμε εγκάρσια τομή σε σημείο που να προσδιορίζεται το βάθος του σφηναύλακα ή μερική τομή (εάν δε θέλουμε να δώσουμε πλήρη εγκάρσια τομή).
- ◆ Στους στροφείς και σε όποιο άλλο σημείο απαιτείται, πρέπει να προσδιορίζεται συμβολικά η ποιότητα επιφάνειας (λείανση).

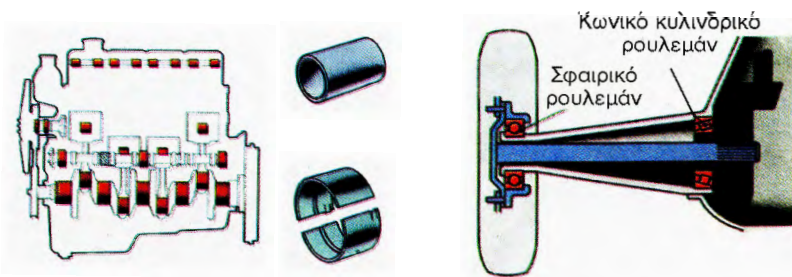


Εικ. 9.1ζ Σχεδιασμός ατράκτου

9.2 ΕΔΡΑΝΑ- ΕΙΔΗ ΕΔΡΑΝΩΝ

9.2.1 Περιγραφή ορισμός

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 υψηλές θερμοκρασίες λόγω τριβής, διαστολή, ακινητοποίηση (δάγκωμα) και τελικά αστοχία-θραύση της ατράκτου. Στην Εικ. 9.2α φαίνονται έδρανα **κύλισης** και **ολίσθησης** εφαρμοσμένα σε εξαρτήματα μηχανής.



Εικ. 9.2α Έδρανα ολίσθησης υπάρχουν στον εκκεντροφόρο και στο στροφαλοφόρο άξονα, ενώ στον άξονα στήριξης των τροχών του αυτοκινήτου υπάρχουν έδρανα κύλισης (ρουλεμάν).

Η σημαντικότερη διαφορά μεταξύ **εδράνων ολίσθησης** (κουζινέτα) και εδράνων κύλισης (ρουλμάν) εστιάζεται στο είδος της αναπτυσσόμενης τριβής. Στα έδρανα ολίσθησης, μεταξύ των δύο επιφανειών στροφέα (ατράκτου) και εδράνου, αναπτύσσεται τριβή ολίσθησης. Και ονομάζεται έτσι, διότι η μία επιφάνεια (του στροφέα) ολισθαίνει πάνω στην επιφάνεια του εδράνου.

Αντίθετα, στα **έδρανα κύλισης** επιτυγχάνεται περιστροφή του στροφέα ως προς τον εξωτερικό δακτύλιο του εδράνου (ρουλμάν) με την κύλιση των στοιχείων **κύλισης** (σφαίρες, κύλινδροι, κόλouroι κώνοι, βαρελοειδή), που βρίσκονται μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού δακτυλίου του εδράνου. Εδώ αναπτύσσεται **τριβή κύλισης** κατά την “κύλιση” των στοιχείων και το φαινόμενο τούτο είναι τελείως διαφορετικό από αυτό των εδράνων ολίσθησης.

Τόσο όμως στα έδρανα ολίσθησης όσο και στα έδρανα κύλισης, η **κατακόρυφη δύναμη**, η **ποιότητα των συνεργαζόμενων επιφανειών** (τραχύτητα επιφανειών) και η **λίπανση** επηρεάζουν το ποσό της ενέργειας που καταναλώνεται για την περιστροφή τους (και κατά συνέπεια χάνεται). Πρέπει βέβαια να τονίσουμε, εδώ, ότι τα έδρανα κύλισης (ρουλμάν) έχουν **καλύτερο** (υψηλότερο) **συντελεστή απόδοσης** (μικρότερη απώλεια ενέργειας) από τα έδρανα ολίσθησης. Τα έδρανα κύλισης βέβαια **είναι πιο ακριβά και δεν μπορούν να τοποθετηθούν παντού** (για παράδειγμα, στους στροφείς του στροφαλοφόρου άξονα πρέπει να τοποθετηθούν έδρανα ολίσθησης και μάλιστα διαχωριζόμενα).

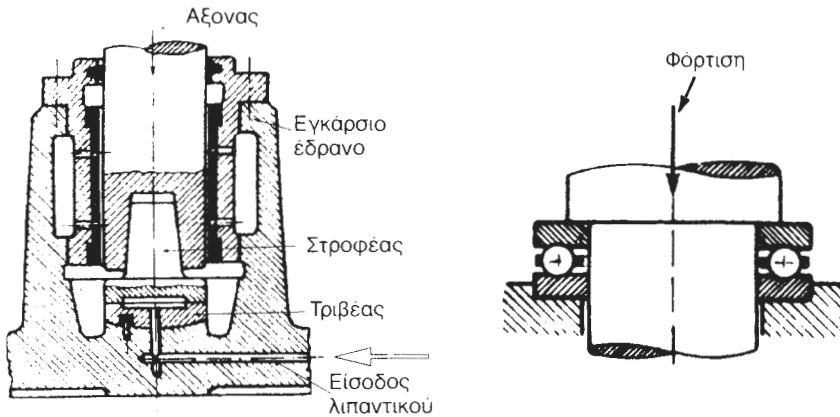
9.2.2 Σκοπός που εξυπηρετούν

Τα έδρανα επιτελούν τους παρακάτω σκοπούς:

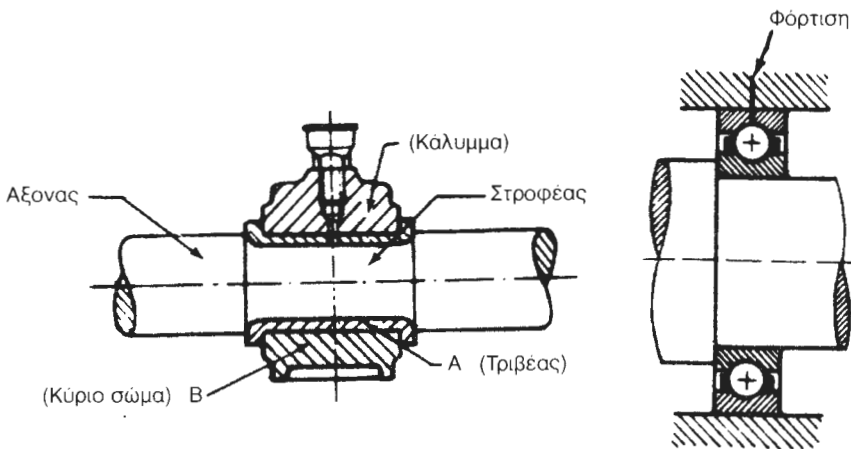
- ◆ Επιτρέπουν την **περιστροφή** της ατράκτου που στηρίζουν .
- ◆ **Μεταθιβάξουν τις δυνάμεις** (αξονικές και ακτινικές) από την άτρακτο προς τη βάση της μηχανής.
- ◆ Επιτρέπουν (πιθανώς) **αξονική μετατόπιση** της ατράκτου, ώστε να παραλαμβάνονται οι μετατοπίσεις λόγω διαστολής τους.
- ◆ Φέρουν (πιθανώς) αγωγούς - υποδοχές **λίπανσης**, ώστε να διατηρούν χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη συνεργασία τους με την άτρακτο.
- ◆ Ορισμένοι τύποι επιτρέπουν την περιστροφή ατράκτου με μικρά σφάλματα ευθυγράμμισης.
- ◆ Επιτρέπουν (πιθανώς) **μικρές κλίσεις** της ατράκτου ως προς τον αρχικό άξονα περιστροφής της.

9.2.3 Τύποι και κατηγορίες

(α) Ανάλογα με τις δυνάμεις πού παραλαμβάνουν τα έδρανα, αυτά διακρίνονται σε **αξονικά**, βλ. Εικ. 9.2β και **εγκάρσια**, Εικ. 9.2γ.

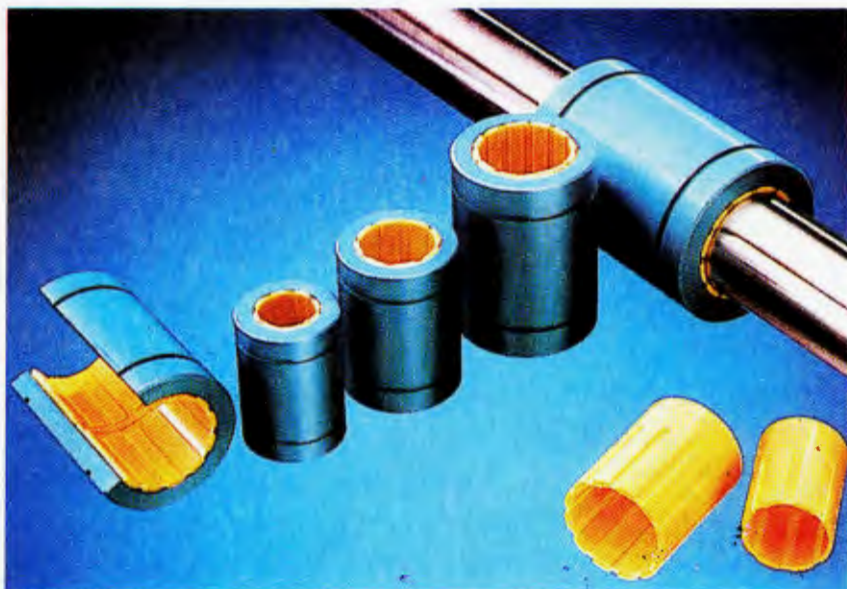


Εικ. 9.2β Αξονικά έδρανα

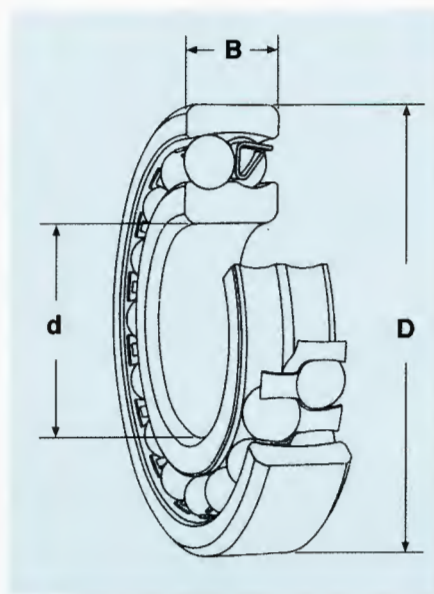


Εικ. 9.2γ Εγκάρσια έδρανα

(β) Ανάλογα με το είδος της τριβής που αναπτύσσεται στα έδρανα, αυτά διακρίνονται σε **έδρανα ολίσθησης**, βλ. Εικ. 9.2δ, όπου κυριαρχεί η τριβή ολίσθησης και σε **έδρανα κύλισης**, βλ. Εικ. 9.2ε, όπου αναπτύσσεται τριβή κύλισης, ώστε να επιτευχθεί η περιστροφή της ατράκτου.



Εικ. 9.2δ Έδρανα ολίσθησης



Εικ. 9.2ε Έδρανο κύλισης

(γ) Ανάλογα με τον **τρόπο λειτουργίας**, διακρίνονται σε έδρανα **αυτορύθμιστα**, βλ. Εικ. 9.2στ, τα οποία “παρακολουθούν” αυτόματα την παραμόρφωση του στροφέα που προκαλείται από τη φόρτιση της ατράκτου και σε **σταθερά**, βλ. Εικ. 9.2ζ, τα οποία εφαρμόζονται σε ατράκτους

που παραμένουν πρακτικά απαραμόρφωτες κατά τη φόρτισή τους.



Εικ. 9.2στ Αυτορύθμιστο έδρανο κύλισης



Εικ. 9.2ζ Σταθερό έδρανο κύλισης

9.3.4 Μορφολογικά χαρακτηριστικά-υλικά κατασκευής

Τα έδρανα ολίσθησης αποτελούνται από:

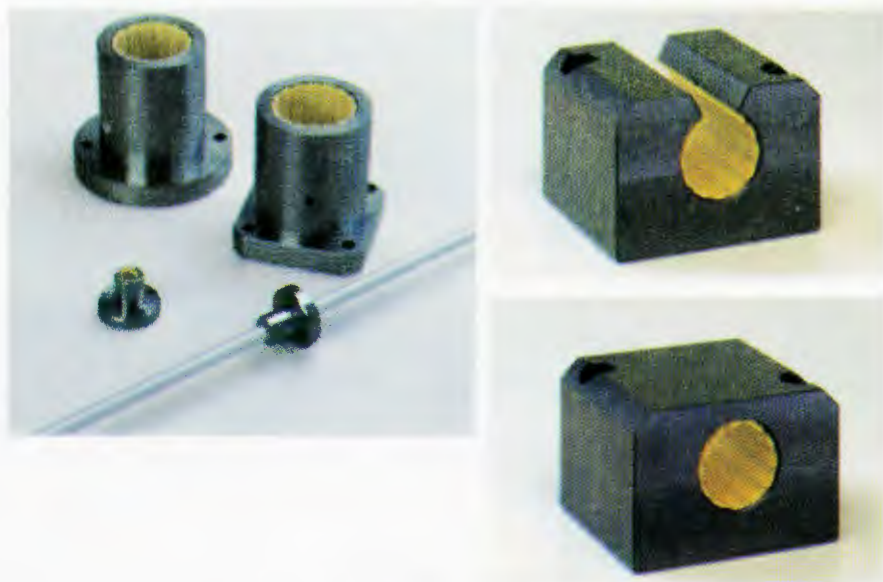
- ♦ Τον **τριβέα** που είναι κατασκευασμένος από διάφορα υλικά, όπως χυτοσίδηρο, μπρούντζο, ορείχαλκο, ψευδάργυρο, λευκό μέταλλο (20%Zn, 14,5%Sb, 1,5%Cu, 64%Pb), κράματα μολύβδου-ορείχαλκου

αλλά και συνθετικά υλικά, όπως teflon, φίμπερ (πεπιεσμένο χαρτί). Ο τριβέας είναι το εξάρτημα που έρχεται σε άμεση επαφή με τη στρεφόμενη άτρακτο, γι' αυτό και απαιτείται η λίπανση του. Η **λίπανση** συνήθως γίνεται με **ορυκτέλαιο**. Υπάρχουν βέβαια και **αυτολιπαινόμενοι** ή **αυτολίπαντοι** τριβείς ολίσθησης, στους οποίους η λίπανση επιτυγχάνεται με **γραφίτη**. Στην Εικ. 9.2η φαίνονται αρκετά είδη τριβέων ολίσθησης.



Εικ. 9.2η Είδη τριβέων ολίσθησης (κουζινέτα)

- ◆ Το σώμα είναι το εξάρτημα που στο εσωτερικό του φέρει τον τριβέα και αρκετές φορές αποτελεί ταυτόχρονα και **θάση στήριξης** όλης της έδρασης, βλ. Εικ. 9.2θ. Το **σώμα** του τριβέα συνήθως είναι κατασκευασμένο από **χυτοσίδηρο**, **αλουμίνιο** ή **ειδικό πλαστικό**.

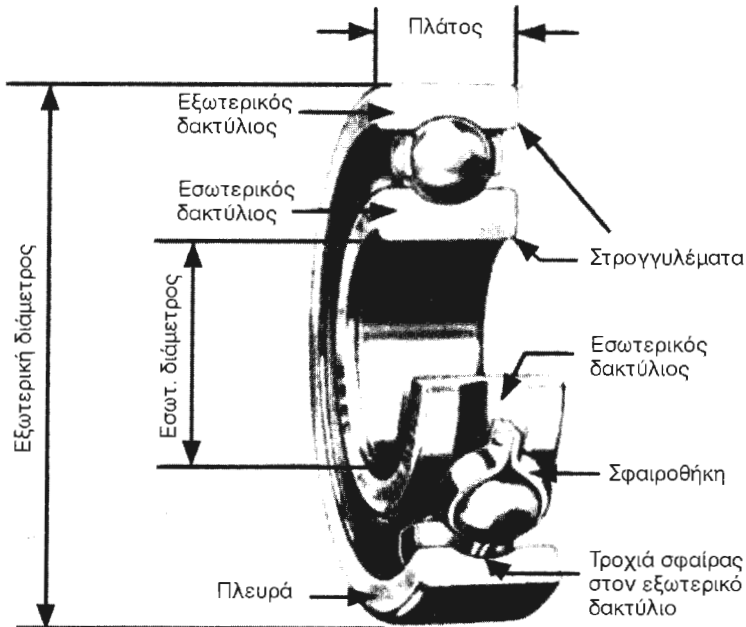


Εικ. 9.2θ Σώμα-βάση εδράνου ολίσθησης

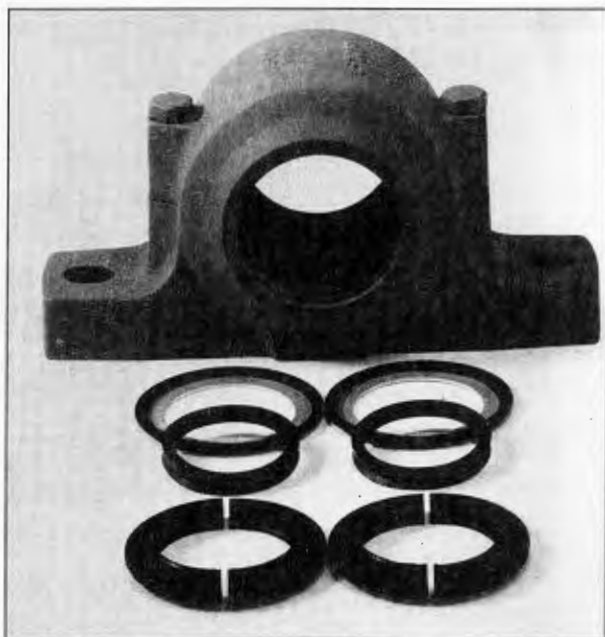
Τα έδρανα κύλισης αποτελούνται από:

- ◆ Τον εσωτερικό δακτύλιο
- ◆ Τα στοιχεία κύλισης (σφαίρες, κύλινδροι, κόλouroι κώνοι, λεπτοί κύλινδροι-“βελόνες”, βαρελάκια ή κώνοι)
- ◆ Τον κλωβό-θήκη των στοιχείων κύλισης
- ◆ Τον εξωτερικό δακτύλιο

Τα **στοιχεία συνεργασίας των εδράνων κύλισης** (εσωτερικός-εξωτερικός δακτύλιος και στοιχεία κύλισης) κατασκευάζονται από κραματωμένους χάλυβες υψηλών απαιτήσεων (χρωμιούχους-χρωμονικελιούχους), **λειαίνονται επιφανειακά** και υπόκεινται σε **επιφανειακή θερμική κατεργασία**, ώστε να αποκτήσουν σημαντική **επιφανειακή σκληρότητα** και να μένουν πρακτικά απαραμόρφωτα κατά τη λειτουργία τους. Στην Εικ. 9.2ι φαίνονται τα επιμέρους τμήματα ενός μονόσφαιρου εδράνου κύλισης (ρουλμάν), ενώ στην Εικ. 9.2ια η βάση (θήκη) τοποθέτησης ενός ρουλμάν.

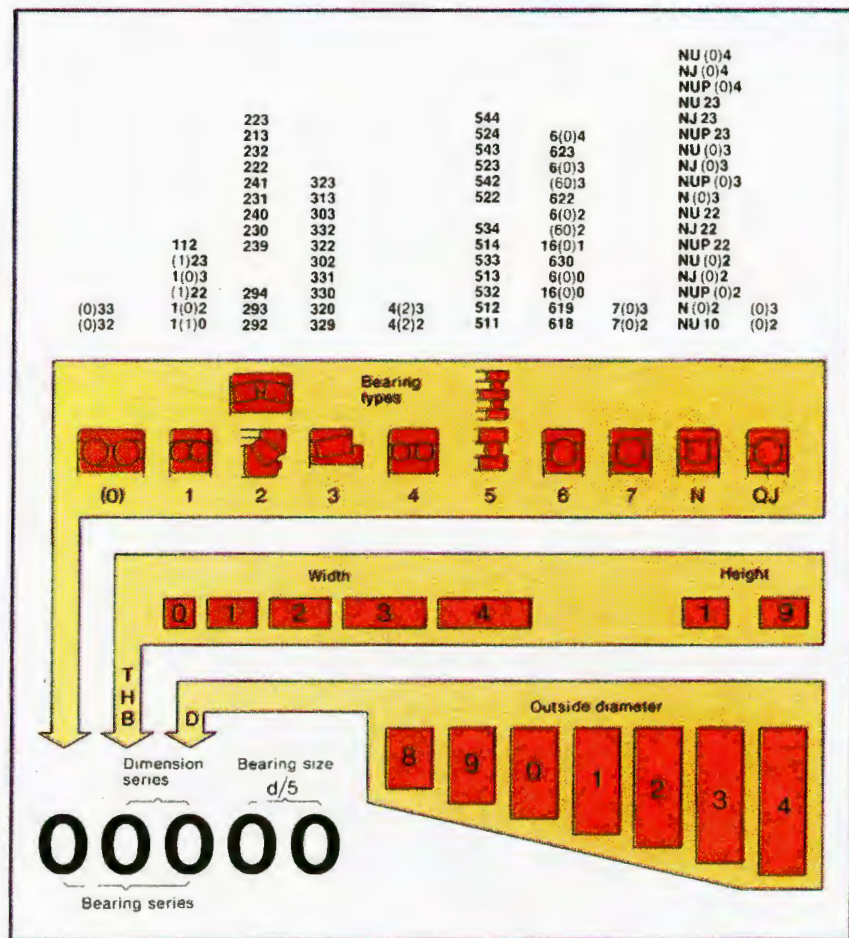


Εικ. 9.2ι Μορφολογικά χαρακτηριστικά ενός μονόσφαιρου εδράνου κύλισης ρουλμάν)



Εικ. 9.2ια “Θήκη” στήριξης ρουλμάν

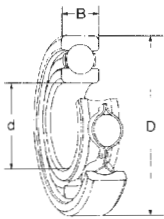
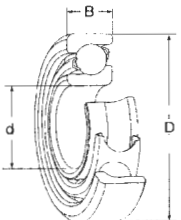
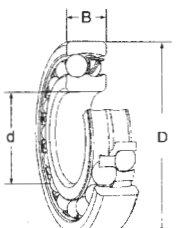
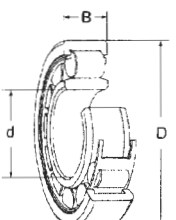
Τα έδρανα κύλισης χαρακτηρίζονται συνήθως από **πέντε** **χαρακτήρες**. Όπως φαίνεται στην Εικ. 9.2ιβ, ο **πρώτος** αριθμός σχετίζεται με το είδος του ρουλμάν, ο **δεύτερος** με τη “σειρά” πλάτους, ο **τρίτος** με τη “σειρά” της εξωτερικής διαμέτρου και τέλος από τον αριθμό που δημιουργείται από το **τέταρτο και πέμπτο** ψηφίο προκύπτει η διάμετρος του εσωτερικού δακτυλίου, εάν πολλαπλασιασθεί ο αριθμός αυτός με το 5 (εφόσον τα ψηφία αυτά είναι ≥ 04).

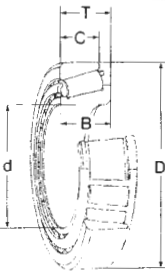
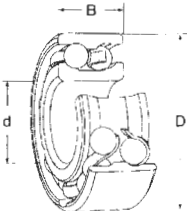
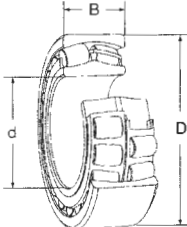
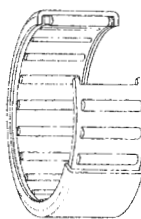
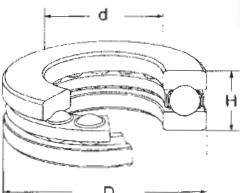


Εικ. 9.2ιβ Τυποποίηση εδράνων κύλισης

9.2.5. Συνθήκες λειτουργίας καταπόνηση

Στην Εικ. 9.2.ιγ φαίνονται οι **τύποι των εδράνων κύλισης** που συνήθως χρησιμοποιούνται, τα χαρακτηριστικά χρήσης τους και το είδος και το μέγεθος των φορτίων που μπορούν να φέρουν.

	Εικόνα	Καταπόνηση - χρήσεις
Μονόσφαιρα		Πολλές χρήσεις. Φέρουν ακτινικά και μικρά αξονικά φορτία.
Μονόσφαιρα πλάγιας 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.
Δύοσφαιρα αυτορυθμιζόμενα		Φέρουν σημαντικά αξονικά φορτία. Επιτρέπουν μικρή κλίση της στρεφόμενης ατράκτου σε σχέση με τον εξωτερικό δακτύλιο.
Μονοκύλινδρα		Φέρουν μεγάλα ακτινικά φορτία. Απαιτούν τέλεια ευθυγράμμιση ατράκτων και εδρών. Επιτρέπουν μικρή αξονική μετατόπιση.

Κωνικά		Φέρουν μεγάλα ακτινικά και αξονικά φορτία με μεταβαλλόμενο μέγεθος φορτίου. Τοποθετούνται κατά ζεύγη.
Δίσκοι πλαγίας επαφής		Φέρουν ακτινικά και μεγάλα αξονικά φορτία και προς τις δύο αξονικές φορές καταπόνησης.
Δικύλινδρα αυτορυθμιζόμενα		Χρησιμοποιούνται σε βαριές κατασκευές όπου παρουσιάζονται μεταβαλλόμενα και μεγάλου μεγέθους αξονικά και ακτινικά φορτία.
Βελονοειδή		Φέρουν τεράστια ακτινικά φορτία αλλά όχι αξονικά. Έχουν πλεονεκτήματα χρήσης σε μικρού μεγέθους κατασκευές ή όπου περι-ορίζεται η εξωτερική διάσταση του εδράνου.
Αξονικά		Φέρουν τεράστια αξονικά φορτία αλλά όχι ακτινικά.

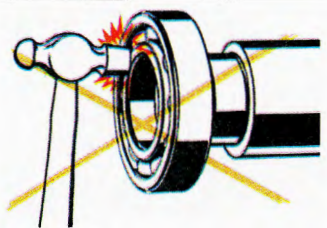
Εικ. 9.2.1γ Είδη εδράνων κύλισης

9.2.6 Τοποθέτηση-λειτουργία-συντήρηση

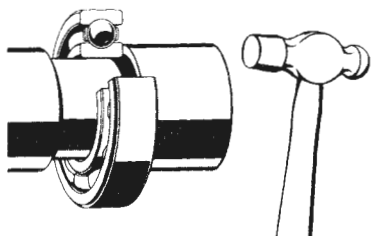
Τόσο τα έδρανα ολίσθησης όσο και τα έδρανα κύλισης πρέπει να **τοποθετηθούν με κατάλληλο τρόπο**, ώστε να λειτουργούν χωρίς πρόβληματα μετά την εφαρμογή τους στους μηχανισμούς. Σημαντικό πρόβλημα της σωστής τοποθέτησης είναι η διατήρηση ομοιόμορφου και κατάλληλου μεγέθους “**διακένου λειτουργίας**” μετά τη συναρμολόγηση του εδράνου. Το “διάκενο” επιτρέπει την ελεύθερη σχετική κίνηση στροφέα-εδράνου σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή. Στα σημεία τοποθέτησης των εδράνων κυριαρχούν **συναρμογές σύσφιγξης** οι οποίες έχουν ως αποτέλεσμα την **παραμόρφωση των δακτυλίων του εδράνου** μετά την τοποθέτησή του.

Στην Εικ. 9.2ιδ και 9.3ιε φαίνονται ενδεικτικά **στάδια συναρμολόγησης** και **αποσυναρμολόγησης** ρουλμάν από άξονα αντίστοιχα.

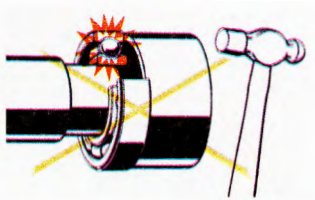
Ποτέ χτύπημα με σφυρί



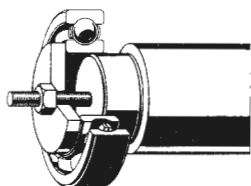
Τοποθετούμε σωλήνα στον εσωτερικό δακτύλιο και τότε χτυπάμε με σφυρί



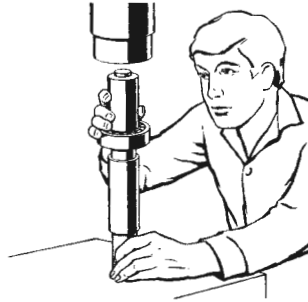
Όχι χτύπημα εξωτερικού δακτυλίου, όταν έχουμε σύσφιγξη στον εξωτερικό δακτύλιο



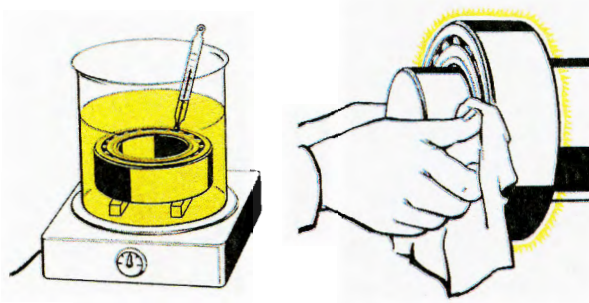
Συναρμολόγηση με τη βοήθεια ροδέλας-σφικτήρα



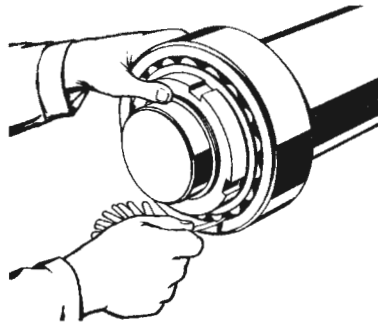
Συναρμολόγηση
με πρέσα



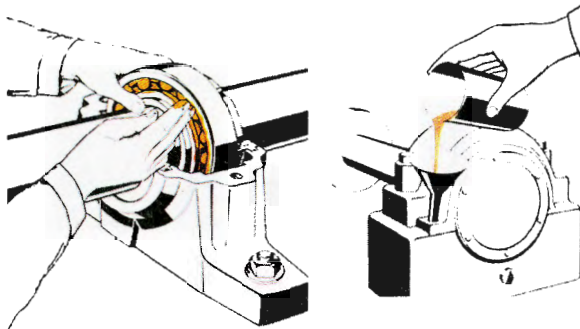
Θέρμανση σε λάδι
προς διαστολή
και συναρμολόγηση
με το χέρι
χωρίς πίεση



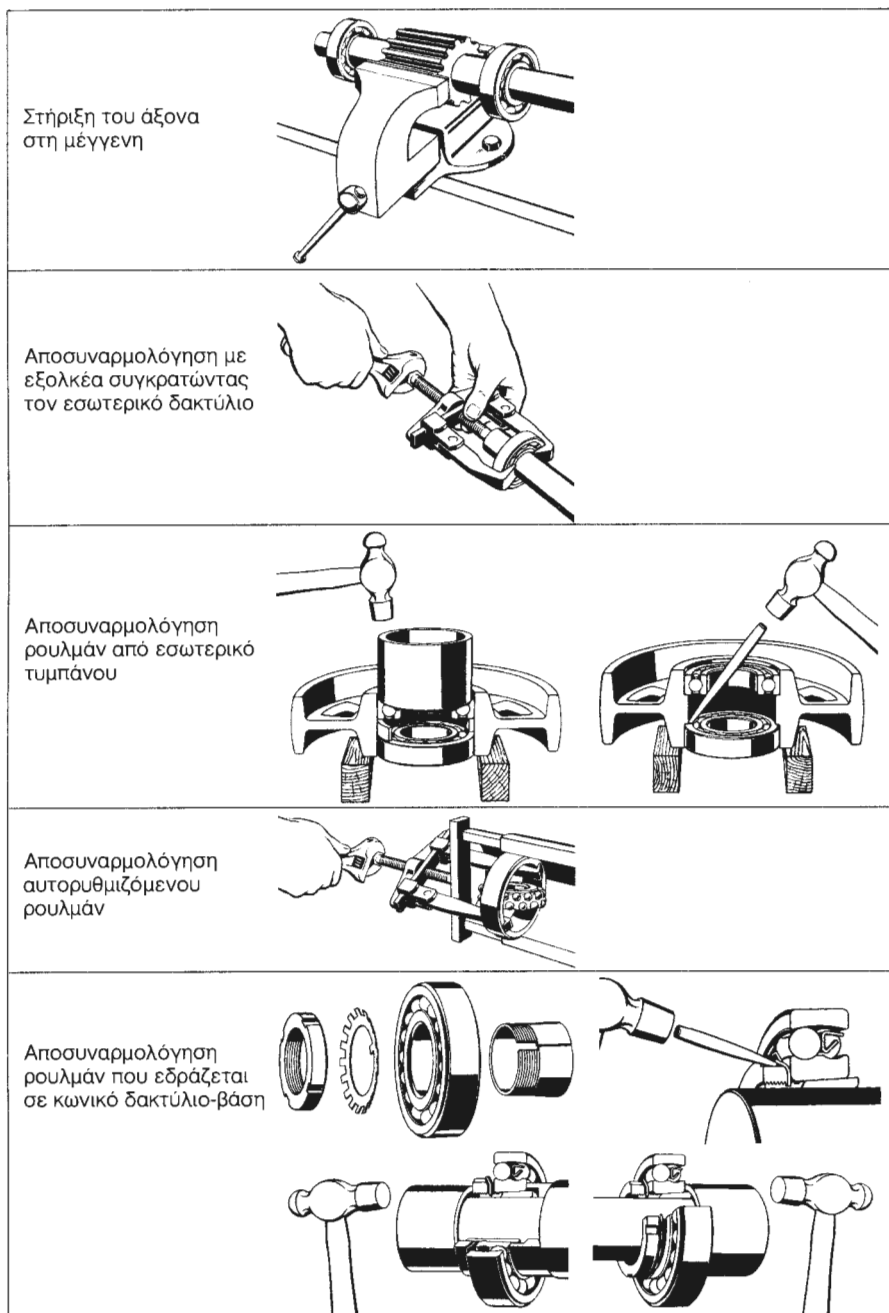
Έλεγχος διακένου
με filler



Λίπανση με γράσο
και ορυκτέλαιο

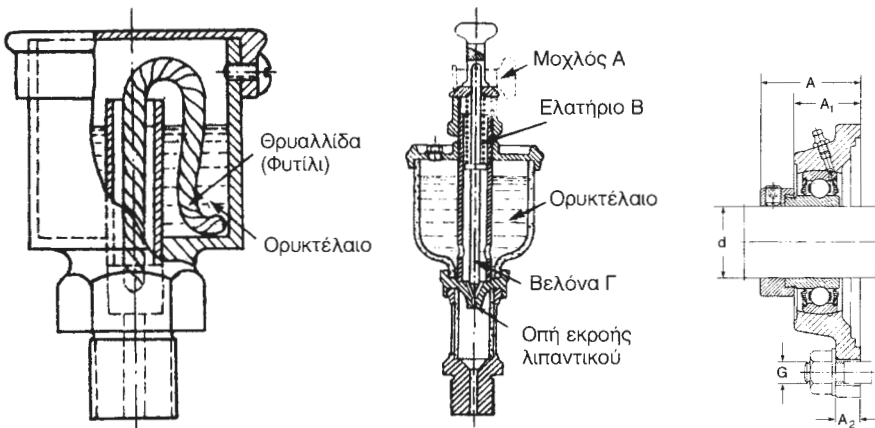


Εικ. 9.2ιβ Συναρμολόγηση ρουλιμάν



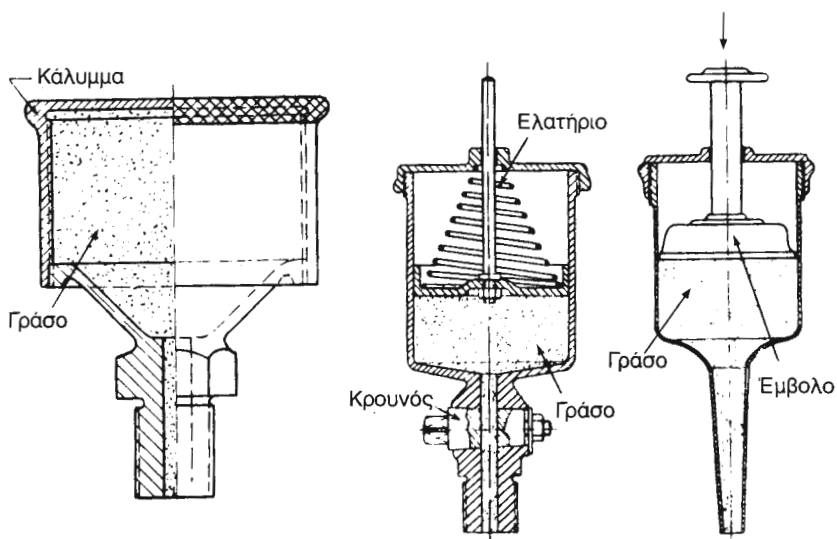
Εικ. 9.2Ιε Αποσυναρμολόγηση ρουλιμάν

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 στο σημείο επαφής) το film του λιπαντικού που δημιουργείται μεταξύ των δύο σχετικά κινούμενων επιφανειών (στροφέα-εδράνου). Κατά συνέπεια, τα χαρακτηριστικά των λιπαντικών σχετίζονται αφενός με το πόσο λεπτόρρευστα είναι, αφετέρου δε με τη θερμοκρασία, στην οποία **χάνουν τη ικανότητα λίπανσης**, δηλαδή το **ιξώδες τους μειώνεται** τόσο που το film του λιπαντικού δεν είναι δυνατό να διατηρηθεί και καταστρέφεται εξαιτίας της υψηλής θερμοκρασίας.



Εικ. 9.2ιστ Συνηθέστεροι τρόποι λίπανσης εδράνων ολίσθησης και κύλισης με ορυκτέλαιο

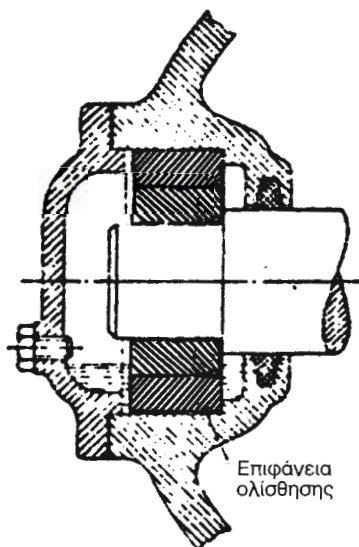
Στην Εικ. 9.2ιζ φαίνονται μέθοδοι λίπανσης με **γράσο**. Πρέπει εδώ να σημειώσουμε ότι υπάρχουν και **αυτολιπαινόμενα** έδρανα ολίσθησης, βλ. Εικ. 9.2η. Η λίπανση των εδράνων αυτών επιτυγχάνεται με γραφίτη, ο οποίος είναι εμποτισμένος με τη μέθοδο της κονιομεταλλουργίας ή εγκιβωτισμένος κατά σημεία στην επιφάνεια επαφής εδράνου, στροφέα.



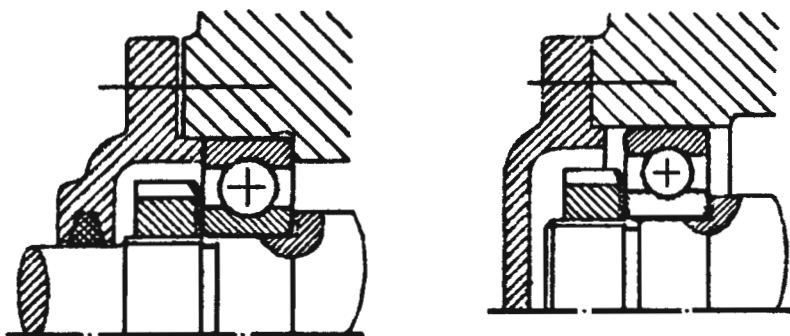
Εικ. 9.2ιζ Μέθοδοι λίπανσης με γράσο

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

9.2.7 Σχεδιασμός εδράνων



Εικ. 9.2ιη Σχεδιασμός εδράνων ολίσθησης σε τομή



Εικ. 9.21θ Σχεδιασμός εδράνων κύλισης σε ημιτομή

9.3 ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ - ΕΙΔΗ ΣΥΝΔΕΣΜΩΝ

9.3.1 Περιγραφή - ορισμός - είδη

Οι σύνδεσμοι είναι τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται για την “ένωση” με σκοπό την ομαλή μεταφορά της ροπής από τη μία άτρακτο στην άλλη.

Ανάλογα με τις λειτουργικές τους λεπτομέρειες και το σκοπό που επιτελούν μπορούμε να διακρίνουμε τους συνδέσμους σε:

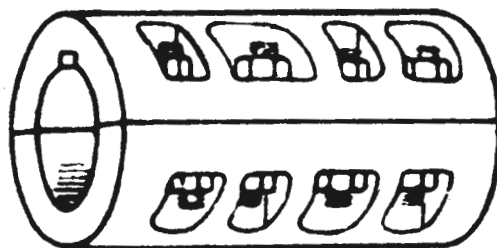
- ◆ Σταθερούς ή άκαμπτους
- ◆ Κινητούς ή εύκαμπτους
- ◆ Λυόμενους (συμπλέκτες)

Στη συνέχεια θα εξετάσουμε κάθε ένα από τα επιμέρους είδη ξεχωριστά.

9.3.2 Σταθεροί ή άκαμπτοι σύνδεσμοι

Οι σταθεροί σύνδεσμοι συνδέουν δύο ατράκτους με σκοπό τη μεταφορά της ροπής από τη μία στην άλλη με σταθερό ρυθμό, δεν επιτρέπουν ούτε την αξονική ούτε την ακτινική μετατόπιση της μίας προς την άλλη. Οι συνηθέστεροι τύποι σταθερών συνδέσμων είναι ο **κελυφωτός** και ο **δισκοειδής**.

◆ Κελυφωτός σύνδεσμος



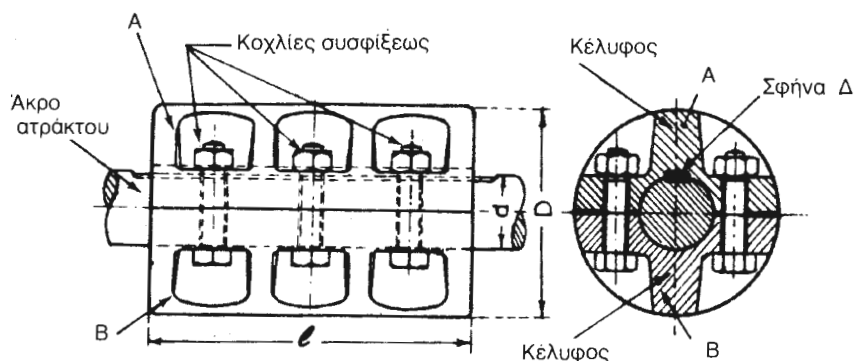
Εικ. 9.3α Κελυφωτός σύνδεσμος (σταθερός)

Μορφολογικά χαρακτηριστικά-υλικά κατασκευής

Ο κελυφωτός σύνδεσμος αποτελείται από δύο **χυτοσιδηρά ημικυλινδρικά κελύφη** που συνδέονται μεταξύ τους με κοχλίες (βίδες) και σχηματίζουν ένα **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.

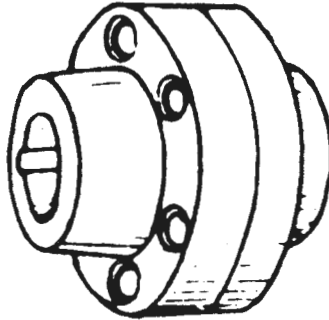
Τοποθέτηση – λειτουργία

Ο κελυφωτός σύνδεσμος παρέχει τη δυνατότητα **εύκολης και γρήγορης αποσυναρμολόγησής** του, γι' αυτό και τοποθετείται συνήθως σε σημεία που απαιτείται συχνή αποσύνδεση των ατράκτων. Για να δουλέψουν οι σύνδεσμοι αυτοί 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**.

Σχεδιασμός

Εικ. 9.3β Σχεδιασμός κελυφωτού συνδέσμου

◆ Δισκοειδής σύνδεσμος



Εικ. 9.3γ Δισκοειδής σύνδεσμος (σταθερός)

Μορφολογικά χαρακτηριστικά-υλικά κατασκευής

Ο δισκοειδής σύνδεσμος αποτελείται από **δύο χυτοσιδηρούς ή χαλύβδινους δίσκους** που φέρουν περιφερειακά **τρύπες** για τοποθέτηση κοχλιών, ενώ 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” στο ένα και “θηλυκή” στο άλλο).

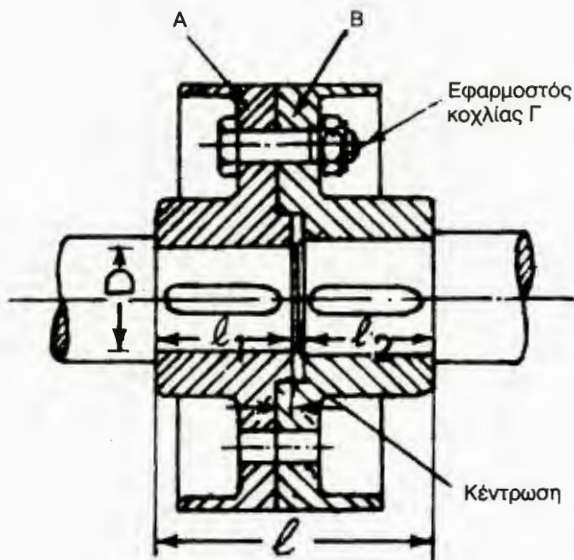
Τοποθέτηση – λειτουργία

Για τη συναρμολόγηση των δισκοειδών συνδέσμων ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα.

Αρχικά **τοποθετούνται οι σφήνες** στους σφηναύλακες 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 μέτωπο 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 **δαιρούμενα**, ώστε να είναι δυνατή η συναρμολόγηση-αποσυναρμολόγηση ατράκτων και συνδέσμου. Η ομοιόμορφη περιφερειακή κατανομή των κοχλιών στο δισκοειδή σύνδεσμο παρέχει καλύτερη ζυγοστάθμιση συγκριτικά με τον κελυφωτό.

Σχεδιασμός



Εικ. 9.3β Δισκοειδής σύνδεσμος σε τομή

Τόσο όμως ο κελυφωτός όσο και ο δισκοειδής σύνδεσμος απαιτούν την ύπαρξη στο άκρο των αξόνων **σφηνουλάκων** (διαμόρφωση σε εργαλειομηχανή). Ο σύνδεσμος **τύπου Σέλλερς** μπορεί να συνδέσει άξονες **χωρίς διαμόρφωση** σφηνουλάκων στα άκρα τους, ή και άτρακτο με πλήμνη. Για τούτο το λόγο η κατανομή της μάζας γύρω από τον άξονα περιστροφής είναι απόλυτα συμμετρική, χαρακτηριστικό που του **προσφέρει πολύ καλή ζυγοστάθμιση** και άρα εργασία χωρίς προβλήματα ταλαντώσεων.



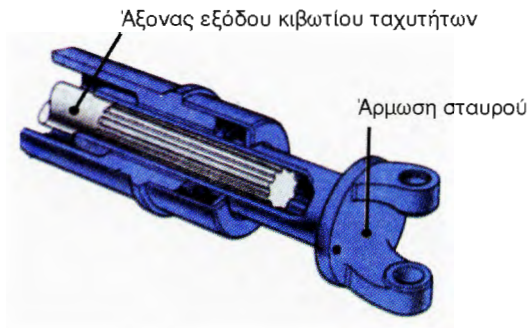
Εικ. 9.3ε Σύνδεσμοι τύπου Σέλλερς

9.3.3 Κινητοί ή εύκαμπτοι σύνδεσμοι

Οι κινητοί ή εύκαμπτοι σύνδεσμοι μεταφέρουν τη ροπή από τη μία άτρακτο στην άλλη, αλλά παράλληλα επιτρέπουν την **αξονική μετατόπιση** των δύο ατράκτων ή τη μικρή κλίση της μίας προς την άλλη ή ακόμα και την **απόσβεση** στρεπτικών κραδασμών κατά τη μεταφορά της ροπής από τη μία άτρακτο στην άλλη (όταν ο ρυθμός μεταφοράς της ροπής δεν είναι σταθερός). Βάσει λοιπόν των παραπάνω χαρακτηριστικών τους, μπορούν να διακριθούν σε **“αξονικά” κινητούς** συνδέσμους ή “αξονικούς”, σε **“γωνιακά” κινητούς** ή **“αρθρωτούς”** και σε εύκαμπτους (κατά το μέγεθος της μεταφερόμενης ροπής), **ελαστικούς** ή **κόπλερ**. Πολλές φορές οι δύο πρώτοι τύποι είναι δυνατό να συνδυασθούν στο ίδιο εξάρτημα.

♦ “Αξονικά” κινητοί σύνδεσμοι

Οι κινητοί σύνδεσμοι αυτού του τύπου επιτρέπουν τη **μεταφορά της ροπής** από τη μία άτρακτο στην άλλη, ακόμα και αν οι δύο άτρακτοι **μετατοπισθούν αξονικά**. Η αξονική μετατόπιση που αναμένεται μπορεί να οφείλεται είτε σε **θερμοκρασιακή μεταβολή** που προκαλεί συστολή ή διαστολή των δύο ατράκτων, είτε σε μηχανική μετατόπιση η οποία συνήθως **συνδυάζεται και με κλίση** των ατράκτων (π.χ σύνδεση κεντρικού άξονα με διαφορεικό σε βαριά οχήματα και παλαιού τύπου αυτοκίνητα με κίνηση στους πίσω τροχούς και αιωρούμενο διαφορικό).



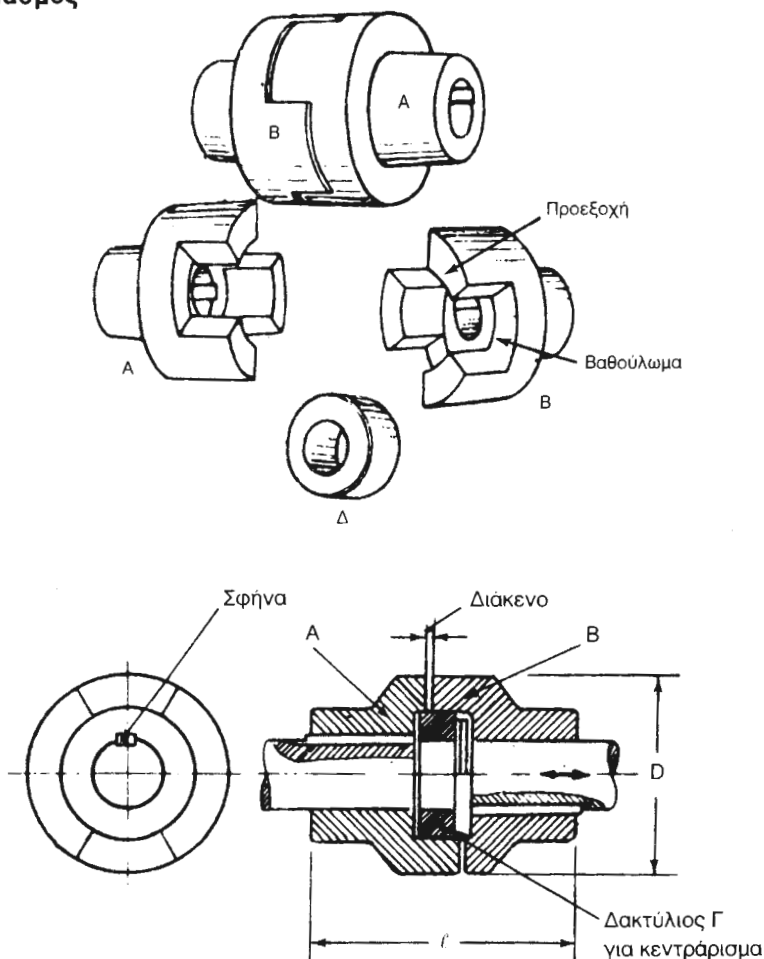
Εικ. 9.3στ “Αξονικά” κινητοί σύνδεσμοι

Μορφολογικά χαρακτηριστικά-υλικά κατασκευής

Το ένα τμήμα των συνδέσμων αυτού του είδους αποτελείται από ένα **πολύσφηνο με εσοχές**, “θηλυκό” (διαμορφωμένο ή συνδεδεμένο στο άκρο της μίας ατράκτου), ενώ το άλλο τμήμα αποτελεί το διαμορφωμένο **πολύσφηνο με εξοχές**, “αρσενικό”, στο άκρο της άλλης ατράκτου.

Τοποθέτηση – λειτουργία

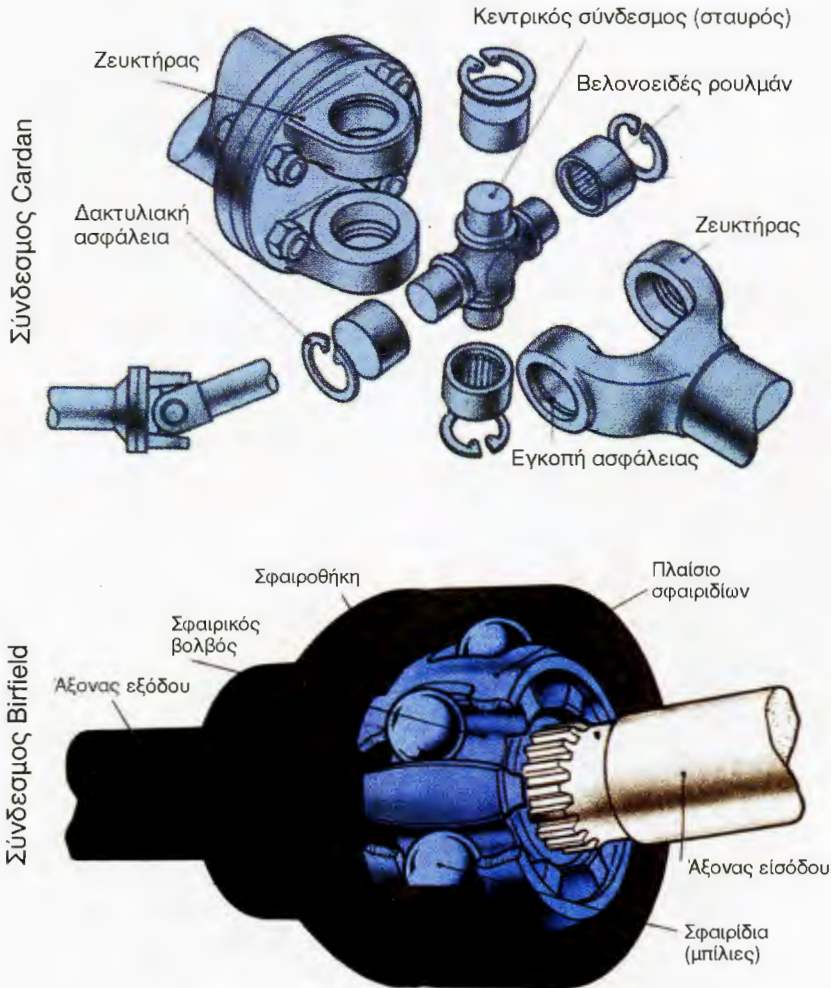
Οι αξονικά κινητοί σύνδεσμοι τοποθετούνται στις περιπτώσεις που υπάρχουν μεγάλα ανοίγματα ατράκτων. Τα δόντια των συνδέσμων αυτών **πρέπει να λιπαίνονται** τακτικά, ώστε να διευκολύνεται η αξονική μετατόπισή τους.

Σχεδιασμός

Εικ. 9.3ζ “Αξονικά” κινητοί σύνδεσμοι

♦ “Γωνιακά” κινητοί σύνδεσμοι “αρθρωτοί”

Οι δύο σημαντικότεροι τύποι “αρθρωτών” συνδέσμων είναι ο **σύνδεσμος Cardan** ή σύνδεσμος “σταυρού” και ο σύνδεσμος “σταθερής ταχύτητας” ή σύνδεσμος **Birfield**.



Εικ. 9.3η “Αρθρωτοί” σύνδεσμοι

Μορφολογικά χαρακτηριστικά-υλικά κατασκευής

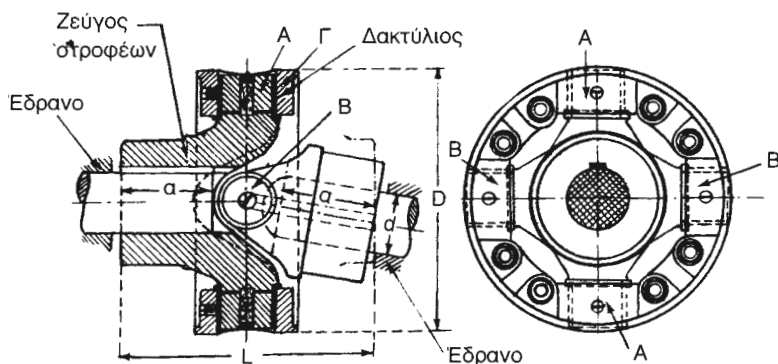
Οι αρθρωτοί σύνδεσμοι κατασκευάζονται συνήθως από **χάλυβα** και σπανιότερα από χυτοσίδηρο. Ο σύνδεσμος Cardan αποτελείται από δύο ομφα-

λούς, καθένας από τους οποίους σφηνώνεται ή συνδέεται με δίσκο και κοχλίες στο άκρο κάθε ατράκτου. Κάθε ομφαλός φέρει διαμετικά δύο εδράσεις στροφών (στο σύνολο τέσσερις εδράσεις και για τους δύο ομφαλούς) όπου θα τοποθετηθούν οι στροφείς των άκρων του “σταυρού”, απ’ όπου αντλείται και το όνομα του συνδέσμου 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 μία άτρακτο στην άλλη, ακόμα και αν υπάρχει μικρή κλίση μεταξύ τους.

Τοποθέτηση – λειτουργία

Οι αρθρωτοί σύνδεσμοι τοποθετούνται σε ατράκτους που είναι δυνατό κατά τη λειτουργία τους να **σχηματίζουν μικρή γωνία** (5° έως 8°). Ο σύνδεσμος Birfield παρέχει το πλεονέκτημα **σταθερής ταχύτητας περιστροφής** της μίας 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**. Η ομαλή λειτουργία των αρθρωτών συνδέσμων στηρίζεται στη συστηματική λίπανσή τους με γράσο, ώστε τα σημεία εδράσεων του “σταυρού” στο σύνδεσμο Cardan ή του σφαιρικού βολβού του συνδέσμου Birfield να συνεργάζονται αρμονικά με τους αντίστοιχους ομφαλούς τους.

Σχεδιασμός



Εικ. 9.39 Σχεδιασμός αρθρωτού συνδέσμου Cardan

◆ Εύκαμπτοι-ελαστικοί σύνδεσμοι ή κόπλερ

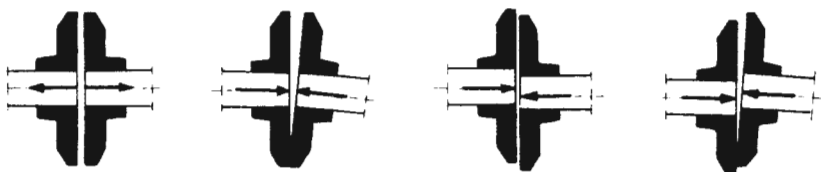
Οι ελαστικοί ή εύκαμπτοι σύνδεσμοι χρησιμοποιούνται συνήθως στις απευθείας μεταδόσεις κινήσεων, όπως στις συνδέσεις ηλεκτροκινητήρων με ατράκτους παραγωγής έργου, π.χ. αντλίες, μειωτήρες κλπ. Στην Εικ. 9.3ι φαίνονται τύποι εύκαμπτων συνδέσμων-κόπλερ.



Εικ. 9.3ι Τύποι εύκαμπτων ή ελαστικών συνδέσμων (κόπλερ)

Μορφολογικά χαρακτηριστικά-υλικά κατασκευής

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 μία άτρακτο, ώστε να μεταφερθεί αυτή αρμονικά προς την άλλη. Στην Εικ. 9.3ια παρουσιάζονται τα σφάλματα που είναι δυνατό να παραλάβουν οι εύκαμπτοι σύνδεσμοι.



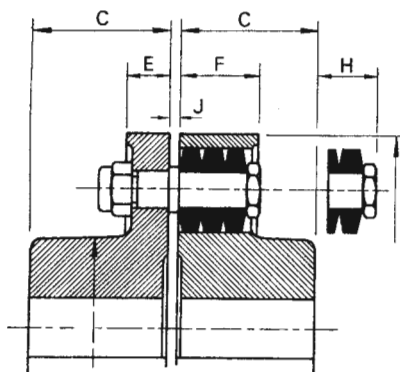
Εικ. 9.3ια Γεωμετρικά σφάλματα τοποθέτησως εύκαμπτων συνδέσμων

Για να επιτευχθεί η **ομαλή μεταβίβαση** της ροπής από τη μία 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.

Τοποθέτηση – λειτουργία

Η τοποθέτηση των δύο ομφαλών των εύκαμπτων συνδέσμων στα άκρα των ατράκτων γίνεται συνήθως με συναρμογή σύσφιγξης ή και με τη μέθοδο τύπου Σέλλερς (βλ. Εικ. 9.3ε και 9.3ι). Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στον **έλεγχο στρεπτικής ακαμψίας** των συνδέσμων αυτών, ώστε να είναι πάντα ικανοί να αποσβένουν ομαλά της αντίστοιχες μεταβολές της ροπής.

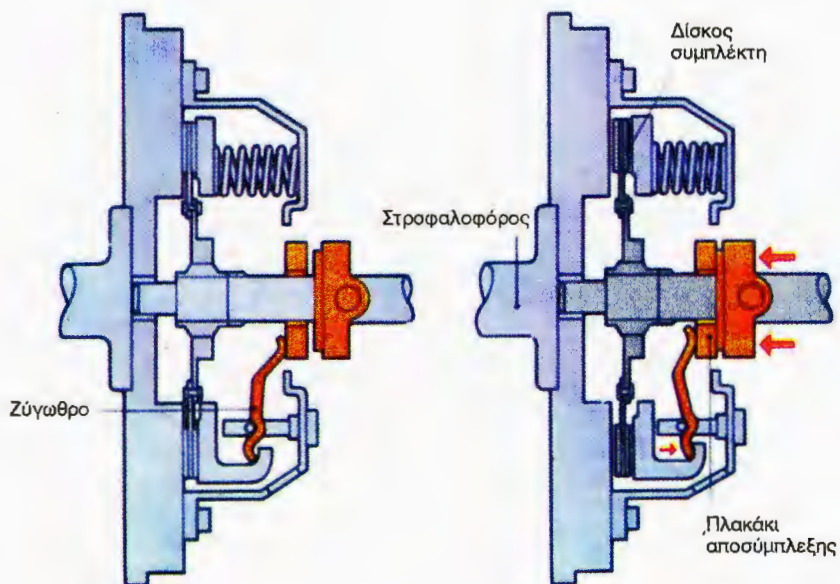
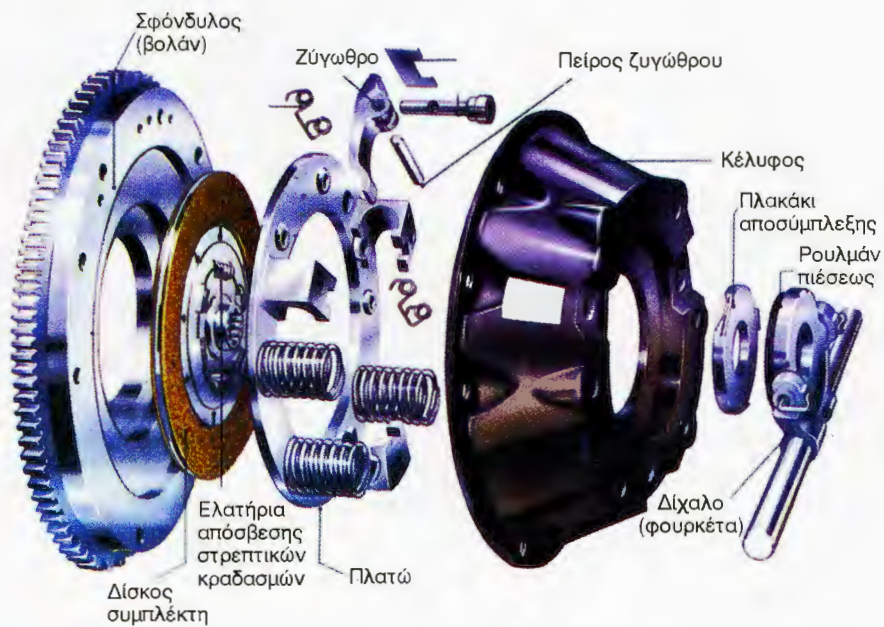
Σχεδιασμός



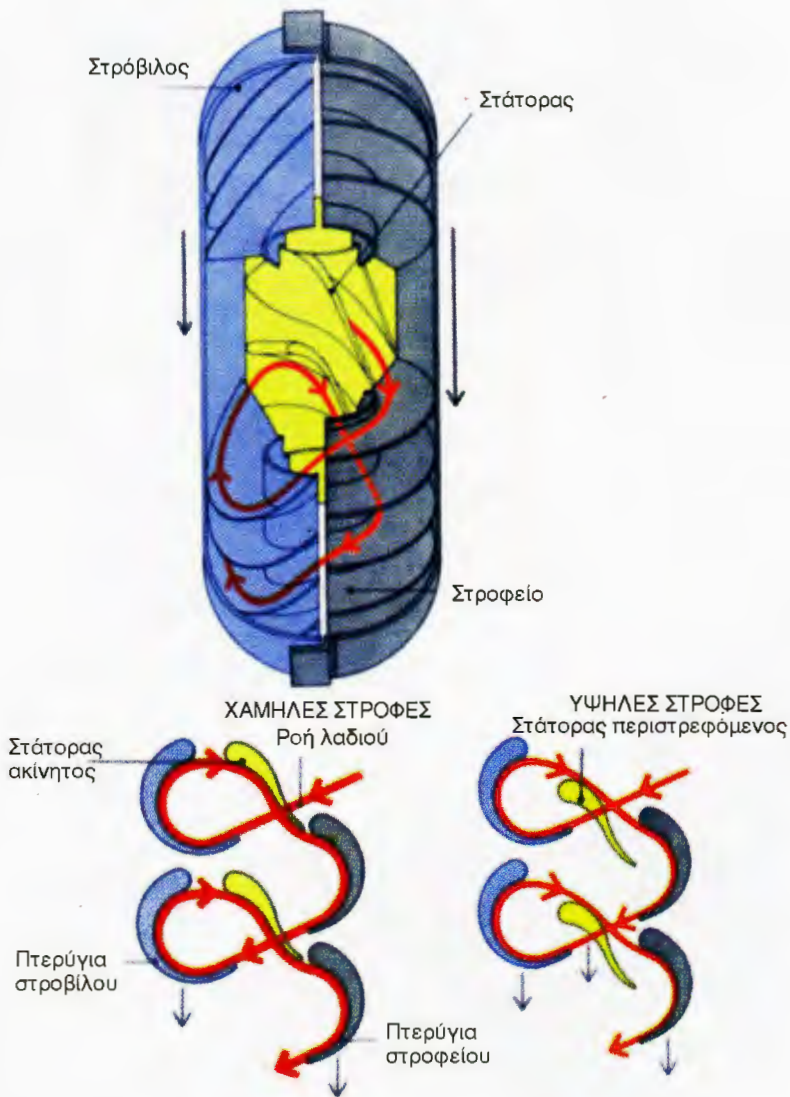
Εικ. 9.3ιβ Εύκαμπτος σύνδεσμος σε ημιτομή

9.3.4 Λυόμενοι σύνδεσμοι – Συμπλέκτες

Οι λυόμενοι σύνδεσμοι ή συμπλέκτες χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που υπάρχει ανάγκη **διακοπής** και στη συνέχεια **επανασύνδεσης της ροπής** που μεταφέρουν οι συνδεόμενοι άτρακτοι, **χωρίς το σταμάτημα** της περιστροφής της κινητήριας ατράκτου. Οι συνήθως χρησιμοποιούμενοι συμπλέκτες λειτουργούν λόγω της **ανάπτυξης τριβής** ολισθήσεως μεταξύ δύο ή περισσότερων επιφανειών. Υπάρχουν όμως και **υδραυλικοί** συμπλέκτες στους οποίους η λειτουργία είναι περισσότερο πολύπλοκη. Στην Εικ. 9.3ιγ φαίνεται ένας συμπλέκτης με **δίσκο τριβής** που χρησιμοποιείται στα αυτοκίνητα και στην Εικ.9.3ιδ ένας **υδραυλικός συμπλέκτης** με ανάλογες εφαρμογές.



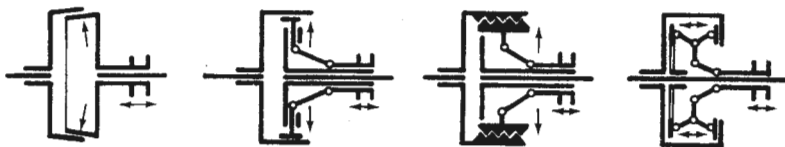
Εικ. 9.3ιγ Συμπλέκτης με δίσκο τριβής



Εικ. 9.3iδ Υδραυλικός συμπλέκτης

Μορφολογικά χαρακτηριστικά-υλικά κατασκευής

Στην Εικ.9.3iε φαίνονται οι συνηθέστεροι μηχανισμοί λειτουργίας λυόμενων συνδέσμων με επιφάνειες τριβής.



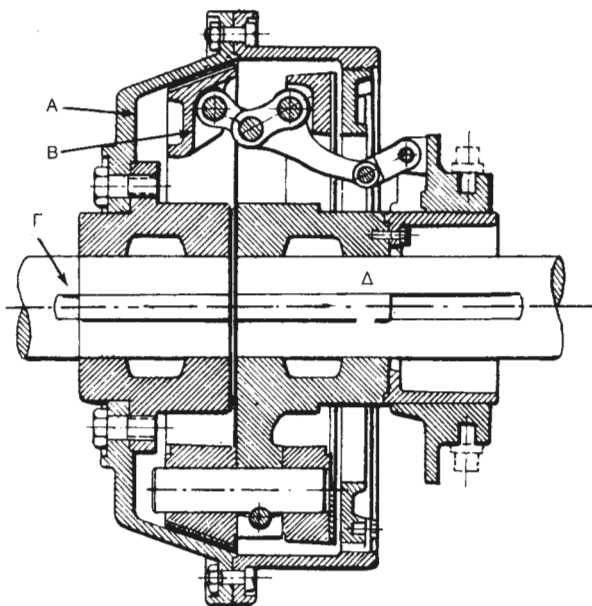
Εικ. 9.3ιε Αρχή λειτουργίας λυόμενων συνδέσμων με επιφάνειες τριβής

Τοποθέτηση – λειτουργία

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 μεταβιβάζεται πρακτικά **όλη η ισχύς** της κινητήριας ατράκτου στην κινούμενη. Όταν όμως η σχετική ολίσθηση των επιφανειών τριβής είναι σημαντική, **χάνεται** πολύ μεγάλο **τμήμα της μεταφερόμενης ισχύος** στο συμπλέκτη και λέμε τότε ότι αυτός “ολισθαίνει”, κατά συνέπεια απαιτείται αντικατάσταση των επιφανειών τριβής. Η κατασκευή των λυόμενων συνδέσμων τριβής γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε ο δίσκος ή οι δίσκοι τριβής (για πολύδισκο συμπλέκτη) να μπορούν εύκολα να αντικατασταθούν.

Στους υδραυλικούς συμπλέκτες πρέπει να γίνεται έλεγχος επάρκειας **του λαδιού λειτουργίας** τους και έλεγχος των **παρεμβυσμάτων-δακτυλίων** στεγανοποίησής τους.

Σχεδιασμός



Εικ. 9.3ιστ Συμπλέκτης τριβής σε τομή



ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

- Οι άτρακτοι μεταφέρουν ροπή από ένα σημείο τους σε ένα άλλο (συνήθως από το ένα άκρο τους στο άλλο) και υποκείνται ταυτόχρονα και σε καμπτικά και σε στρεπτικά φορτία ενώ οι άξονες δέχονται μόνο καμπτικά φορτία χωρίς να μεταφέρουν ροπή.
- Οι άτρακτοι και οι άξονες κατασκευάζονται συνήθως από χάλυβες με αντοχή 50kp/mm^2 ή 60kp/mm^2 αλλά και από κραματωμένους χάλυβες όταν χρησιμοποιούνται σε ειδικές κατασκευές.
- Η διαμόρφωση των ατράκτων και αξόνων γίνεται σε εργαλειομηχανές (τόρνος, φρέζα, λειαντικά μηχανήματα), ώστε να δημιουργηθούν κατάλληλες “υποδοχές” των στοιχείων που φέρουν. Οι διαβαθμίσεις που δημιουργούνται επηρεάζουν την αντοχή τους, γι’ αυτό και πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην κατεργασία τους.
- Τα σημεία στήριξης των αξόνων και των ατράκτων, στους τριβείς κύλισης ή ολίσθησης, ονομάζονται στροφείς, οι οποίοι διακρίνονται σε εγκάρσιους (ακραίους και ενδιάμεσους), αξονικούς, κωνικούς και σφαιρικούς.
- Τα έδρανα στηρίζουν τις ατράκτους, ώστε να επιτυγχάνεται η ομαλή περιστροφή τους.
- Τα έδρανα διακρίνονται σε έδρανα κύλισης (ρουλμάν) και ολίσθησης, σε αξονικά και εγκάρσια και σε σταθερά και αυτορύθμιστα ή αυτορυθμιζόμενα.
- Τα έδρανα κατασκευάζονται από υλικά που μπορούν να παραλάβουν τις αναπτυσσόμενες δυνάμεις, χωρίς να φθείρονται.
- Τα έδρανα κύλισης διακρίνονται σε αρκετές κατηγορίες ανάλογα με τα μορφολογικά τους χαρακτηριστικά, τα οποία καθορίζουν και το πεδίο εφαρμογών τους (μονόσφαιρα, μονόσφαιρα πλάγιας επαφής, δίσφαιρα αυτορυθμιζόμενα, μονοκύλινδρα, κωνικά, δίσφαιρα πλάγιας επαφής, δικύλινδρα αυτορυθμιζόμενα, βελονοειδή, αξονικά).
- Η λίπανση των εδράνων γίνεται με ορυκτέλαιο, με γράσο αλλά και με γραφίτη (αυτολιπανόμενα ή αυτολίπαντα έδρανα).
- Κατά την τοποθέτηση των εδράνων στις ατράκτους ή στους άξονες

πρέπει να τηρείται συγκεκριμένη μεθοδολογία, ώστε να επιτυγχάνεται η ομαλή λειτουργία τους.

- Οι σύνδεσμοι χρησιμοποιούνται για την ένωση ατράκτων, με σκοπό την ομαλή μεταφορά της ροπής από τη μία στην άλλη.
- Οι σύνδεσμοι διακρίνονται σε σταθερούς (κελυφωτός, δισκοειδής, τύπου Σέλλερς), σε κινητούς (αξονικά κινητούς και γωνιακά κινητούς), σε εύκαμπτους ή κόπλερ και σε λυόμενους (συμπλέκτες με δίσκο τριβής και υδραυλικούς).
- Τα υλικά κατασκευής των συνδέσμων ποικίλλουν ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους και το μέγεθος της ροπής που καλούνται να μεταφέρουν.
- Η ορθή τοποθέτηση των συνδέσμων εξασφαλίζει την ομαλή μεταφορά της ροπής χωρίς απώλειες και χωρίς κίνδυνο καταστροφής των συνδέσμων ή των ατράκτων.