

ΣΥΣΤΑΤΙΚΑ ΜΕΡΗ ΕΝΟΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Κάθε υδραυλικό σύστημα περιλαμβάνει τα ακόλουθα συστατικά μέρη:

1. Υδραυλική αντλία
2. Υδραυλικό τελεστή (υδραυλικό κύλινδρο ή υδραυλικό κινητήρα)
3. Βαλβίδα ελέγχου χειρισμού
4. Βαλβίδα απελευθέρωσης της πίεσεως (εκτονώσεως)
5. Δεξαμενή υδραυλικού υγρού και
6. Το αναγκαίο σωληνωτό δίκτυο

Εξυπακούεται, ότι πάντοτε πρέπει να υπάρχει το αναγκαίο σε ποσότητα και ποιότητα υδραυλικό υγρό.

Εκτός από τα πιο πάνω συστατικά μέρη, που είναι βασικά και απαραίτητα για τη λειτουργία ενός υδραυλικού συστήματος, υπάρχουν και άλλα, που συμπληρώνουν και καθιστούν λειτουργικά πιο εύκαμπτο ένα υδραυλικό σύστημα.

Έτσι ένα υδραυλικό σύστημα μπορεί να περιλαμβάνει, επιπλέον των βασικών συστατικών μερών, ειδικές βαλβίδες, υδραυλικό συσσωρευτή, και ψυγείο υδραυλικού υγρού.

Στα βασικά συστατικά μέρη ενός υδραυλικού συστήματος είναι σκόπιμο να προστεθούν και οι ηθμοί (φίλτρα) του υδραυλικού υγρού, γιατί η παρεμβολή τους επιτρέπει τη μακροχρόνια λειτουργία του υδραυλικού συστήματος, που είναι πολύ ευπαθές σε κάθε μορφή ακαθαρσίας (βλ. κεφ 13).

4.1 Κατηγορίες υδραυλικών συστημάτων

Διακρίνονται δύο κατηγορίες υδραυλικών συστημάτων. Τα υδραυλικά συστήματα ανοικτού κέντρου, και τα υδραυλικά συστήματα κλειστού κέντρου (βλ. σελ. 228-229).

Η βασική διαφορά των δύο κατηγοριών των υδραυλικών συστημάτων αναφέρεται στον τρόπο λειτουργίας της υδραυλικής αντλίας.

Ένα υδραυλικό σύστημα ανοικτού κέντρου συγκροτείται βασικά από τη δεξαμενή, την αντλία, τη βαλβίδα ελέγχου χειρισμού, τον υδραυλικό τελεστή, τη βαλβίδα εκτόνωσης, το φίλτρο και το αναγκαίο σωληνωτό δίκτυο.

Σε περίπτωση, που δεν λειτουργεί ένα υδραυλικό σύστημα ανοικτού κέντρου, αλλά ο άξονας της αντλίας παραλαμβάνει ισχύ από την πηγή ισχύος, η αντλία λειτουργεί συνεχώς και καταθλίβει υδραυλικό υγρό, που επιστρέφει στη δεξαμενή μέσω της βαλβίδας ελέγχου χειρισμού.

4.1.1 Τα υδραυλικά συστήματα κλειστού κέντρου συγκροτούνται κατά δύο τρόπους

A' Τρόπος

1. Από τη δεξαμενή, τη βοηθητική αντλία, την κύρια αντλία που είναι στην προκειμένη περίπτωση παραλλάσσοντος απογεννωμένου όγκου, τη βαλβίδα ελέγχου χειρισμού, τον υδραυλικό τελεστή και το αναγκαίο σωληνωτό δίκτυο.
2. Από τη δεξαμενή, την αντλία, που είναι στην προκειμένη περίπτωση σταθερού απογεννωμένου όγκου, τη βαλβίδα ελέγχου (αντεπιστροφής), τη βαλβίδα εκφορτίσεως, τον υδραυλικό συσσωρευτή, τη βαλβίδα ελέγχου χειρισμού τον υδραυλικό τελεστή, και το αναγκαίο σωληνωτό δίκτυο.

Σε περίπτωση, που δε λειτουργεί ένα υδραυλικό σύστημα κλειστού κέντρου, αλλά ο άξονας της αντλίας παραλαμβάνει ισχύ (περιστρέφεται) από την πηγή ισχύος, συμβαίνουν τα ακόλουθα ανάλογα με τον τρόπο συγκροτήσεως του υδραυλικού συστήματος κλειστού κέντρου:

1. Η βοηθητική αντλία λειτουργεί. Η κύρια αντλία, που είναι αντλία παραλλάσσοντος απογεννωμένου όγκου, αδρανοποιείται και δεν καταθλίβει υδραυλικό υγρό. Η αδρανοποίηση πραγματοποιείται με ειδικό μηχανισμό, που παρακολουθεί την κύρια αντλία και ενεργοποιείται:
 - α) με μηχανικό τρόπο με τη βοήθεια του χειριστή,
 - β) αυτόματα, με την πίεση του βοηθητικού κυκλώματος, που δρα στον μηχανισμό μεταβολής της γωνίας κλίσης της κύριας υδραυλικής αντλίας, με κατάλληλη ρύθμιση της βαλβίδας εκτόνωσης του βοηθητικού κυκλώματος.

B' Τρόπος

2. Η αντλία λειτουργεί συνεχώς και καταθλίβει υδραυλικό υγρό (σταθερού απογεννωμένου όγκου), που επιστρέφει στη δεξαμενή, γιατί ο υδραυλικός συσσωρευτής, όταν φθάσει το όριο φορτίσεώς του, ανοίγει τη βαλβίδα εκφορτίσεως και το υδραυλικό υγρό επιστρέφει στη δεξαμενή.

Ένα υδραυλικό σύστημα ανοικτού κέντρου είναι αποδοτικό μόνο για ένα υδραυλικό

τελεστή. Μπορεί να εξυπηρετήσει περισσότερους από έναν υδραυλικούς τελεστές αποδοτικά όταν δεν λειτουργούν ταυτόχρονα.

Οι υδραυλικοί τελεστές συνδέονται σε σειρά, και σε παράλληλη διασύνδεση καθώς με διαιρέτη ροής.

Ένα υδραυλικό σύστημα κλειστού κέντρου είναι αποδοτικό για περισσότερους από έναν υδραυλικούς τελεστές και παρουσιάζει ευκαμψία και ταχύτητα αντιδράσεως στις λειτουργικές απαιτήσεις των υδραυλικών τελεστών, π.χ. στην υδραυλική πέδηση, όπου πρέπει να εφαρμοστεί μικρή ποσότητα υδραυλικού υγρού με μεγάλη πίεση σε πολύ μικρό χρόνο.

4.2 Υδραυλικές αντλίες

Η υδραυλική αντλία είναι η καρδιά κάθε υδραυλικού συστήματος. Δημιουργεί και διατηρεί το ρεύμα του υδραυλικού υγρού, που κυκλοφορεί και πληροί το υδραυλικό σύστημα με την υδραυλική ενέργεια.

Κάθε υδραυλική αντλία απορροφά με τον άξονά της μηχανική ενέργεια, που την αποδίδει στο καταθλιβόμενο υδραυλικό υγρό ως υδραυλική ενέργεια δηλαδή ενέργεια πίεσης.

Ακόμη, ενώ περιστρέφεται ο άξονας της με ένα ορισμένο αριθμό στροφών, αναρροφά και καταθλίβει ποσότητα υδραυλικού υγρού με ορισμένη πίεση.

Έτσι, υπάρχουν τρία χαρακτηριστικά και ενδιαφέροντα στοιχεία σε μια υδραυλική αντλία, ο αριθμός στροφών του άξονά της στη μονάδα του χρόνου n_p ...[στρ/min], η παροχή, δηλαδή η ποσότητα του υδραυλικού υγρού, που καταθλίβεται στη μονάδα του χρόνου Q_p ...[lit/min] και, τέλος η πίεση με την οποία καταθλίβεται το υδραυλικό υγρό P ...[bar].

Οι υδραυλικές αντλίες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τις υδραυλικές αντλίες που είναι σταθερού απογεννωμένου όγκου, όπου η ειδική παροχή q_p ...[cm³/στρ] παραμένει σταθερή και τις υδραυλικές αντλίες που είναι παραλλάσσοτος απογεννωμένου όγκου, όπου η ειδική παροχή ρυθμίζεται (μεταβάλλεται), ανάλογα με τη θέληση του χειριστή ή αυτόματα.

Οι υδραυλικές αντλίες σταθερού απογεννωμένου όγκου καταθλίβουν σε κάθε κύκλο της λειτουργίας τους σταθερό όγκο υδραυλικού υγρού. Ο όγκος αυτός μπορεί να αυξομειωθεί μόνον, όταν αυξομειώνονται οι στροφές του άξονα της αντλίας, γιατί ο όγκος του υδραυλικού υγρού είναι συσχετισμένος με την πίεση, που αναπτύσσεται μέσα στο σύστημα. Έτσι, όταν αυξάνονται οι στροφές του άξονα της αντλίας, αυξάνεται η παροχή της αντλίας, αυξάνονται οι αντιστάσεις μέσα στους αγωγούς και φυσικά αυξάνονται οι απώλειες πίεσης του συστήματος Δp_{acc} . Με την αύξηση της παροχής αυξάνεται και η εσωτερική διαρροή (αύξηση των εσωτερικών διαφυγών, άρα μείωση του ογκομετρικού βαθμού απόδοσης η_{up} της αντλίας), μέσα στην αντλία, με συνέπεια να μειώνεται ο όγκος του υδραυλικού υγρού, που καταθλίβεται σε κάθε κύκλο λειτουργίας της αντλίας, και να παραμένει σταθερός ο όγκος του υδραυλικού υγρού, που καταθλίβεται συνολικά (μαζί με τις διαφυγές).

Όσα αναφέρθηκαν γίνονται πιο κατανοητά, αν ληφθεί υπόψη, ότι η υδραυλική αντλία δε δημιουργεί πίεση, αλλά ρεύμα υδραυλικού υγρού (παροχή), και ότι η πίεση δημιουργείται από την αντίσταση στη ροή.

Οι υδραυλικές αντλίες σταθερού απογεννωμένου όγκου χρησιμοποιούνται είτε σε υδραυλικά συστήματα χαμηλής πίεσης, είτε ως βοηθητικές αντλίες σε υδραυλικά συστήματα υψηλής πίεσης. Οι υδραυλικές αντλίες παραλλάσσοντος απογεννωμένου όγκου μπορούν να καταθλίβουν διάφορο όγκο υδραυλικού υγρού σε κάθε κύκλο της λειτουργίας τους, όχι μόνον κάτω από διάφορο αριθμό στροφών του άξονα της αντλίας, αλλά και κάτω από τον ίδιο αριθμό στροφών του άξονα της αντλίας. (δηλ. $n_p = ct$ ή $n_p \neq ct$).

Αυτά συμβαίνουν σε συσχετισμό με την πίεση, που αναπτύσσεται μέσα στο σύστημα. Έτσι, μεγάλος όγκος υδραυλικού υγρού καταθλίβεται με χαμηλή πίεση και αντίστροφα, μικρός όγκος υδραυλικού υγρού καταθλίβεται με μεγάλη πίεση.

Τελικώς σημειώνεται, ότι οι αντλίες σταθερού απογεννωμένου όγκου αποδίδουν σταθερό ρεύμα υδραυλικού υγρού (παροχή) και ταιριάζουν σε υδραυλικά συστήματα ανοικτού κέντρου, ενώ οι αντλίες παραλλάσσοντος απογεννωμένου όγκου αποδίδουν μεταβλητό ρεύμα υδραυλικού υγρού και ταιριάζουν σε υδραυλικά συστήματα κλειστού κέντρου.

Οι υδραυλικές αντλίες κατατάσσονται σε τρεις ομάδες τύπων, και διακρίνονται σαν αντλίες οδοντωτών τροχών, πτερυγιοφόρες και εμβολοφόρες, οι οποίες μπορούν να ανήκουν στην πρώτη ή στη δεύτερη κατηγορία.

4.2.1 Υδραυλικές αντλίες οδοντωτών τροχών

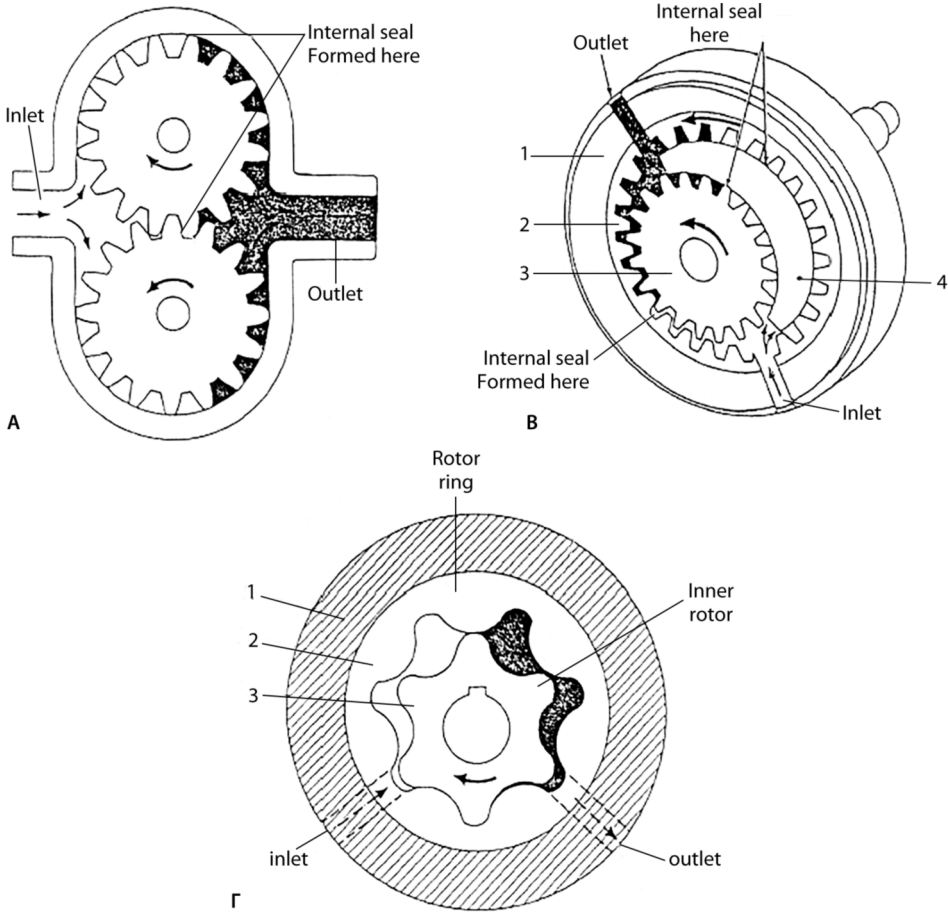
Οι υδραυλικές αντλίες οδοντωτών τροχών διακρίνονται σε υδραυλικές αντλίες οδοντωτών τροχών εξωτερικής οδοντώσεως, και σε υδραυλικές αντλίες οδοντωτών τροχών εσωτερικής οδοντώσεως με διαχωριστήρα, και σε υδραυλικές αντλίες εσωτερικής οδοντώσεως τύπου δρομέα ή λοβωτές.

Οι υδραυλικές αντλίες εξωτερικής οδοντώσεως συγκροτούνται βασικά από δύο οδοντωτούς τροχούς, που βρίσκονται μόνιμα συμπλεγμένοι με τα δόντια τους και περιστρέφονται μέσα στο ακίνητο κέλυφος (σώμα) της αντλίας. Από τους δύο οδοντωτούς τροχούς ο ένας είναι κινητήριος και διαθέτει άξονα για να παραλαμβάνει από την πηγή ισχύος την απαιτούμενη ισχύ (σχήμα 4.Α).

Η λειτουργία της αντλίας είναι απλή. Το υδραυλικό υγρό εισέρχεται στην αντλία από το στόμιο (οπή) αναρροφήσεως (λόγω της υποπίεσεως ή της βαρύτητας ανάλογα με τη διάταξη) και στη συνέχεια εισέρχεται στο χώρο μεταξύ των δοντιών (διάκενο) κάθε οδοντωτού τροχού στην περιοχή της αναρροφήσεως. Στη συνέχεια παρασύρεται κατά την περιστροφή των οδοντωτών τροχών παγιδευμένο μεταξύ των τροχών και του κελύφους της αντλίας.

Τέλος καταθλίβεται από το στόμιο (οπή) καταθλίψεως της αντλίας που κατά κανόνα είναι μικρότερη από την οπή αναρροφήσεως.

Για την ορθή λειτουργία της αντλίας απαιτείται η ύπαρξη τέλει συναρμογής με-



Σχήμα 4. Α. Υδραυλική αντλία οδοντωτών τροχών εξωτερικής οδοντώσεως.
Β. Υδραυλική αντλία οδοντωτών τροχών εσωτερικής οδοντώσεως με διαχωριστήρα.
Γ. Υδραυλική αντλία οδοντωτών τροχών εσωτερικής οδοντώσεως τύπου δρομέα (λοβωτή).

ταξύ των δοντιών των οδοντωτών τροχών, και μεταξύ της εξωτερικής περιφερειακής επιφάνειας των δοντιών των τροχών και του κελύφους της αντλίας. Δηλαδή πρέπει να δημιουργείται εσωτερική πλασματική σφραγίδα (ένα λεπτό φιλμ υδραυλικού υγρού), για να αποφεύγονται οι εσωτερικές διαρροές του υδραυλικού υγρού και η επιστροφή του από το χώρο της καταθλίψεως στον χώρο της αναρροφήσεως.

Οι υδραυλικές αντλίες οδοντωτών τροχών εσωτερικής οδοντώσεως τύπου διαχωριστήρα (σχ. 4.Β) συγκροτούνται από το ακίνητο εξωτερικό κέλυφος της αντλίας, Νο 1, από την κινητή στεφάνη Νο 2, που βρίσκεται εσωτερικά του κελύφους και φέρει εσωτερική οδόντωση και από τον οδοντωτό τροχό Νο 3, που φέρει εξωτερική οδόντωση, είναι κινητήριος, είναι μόνιμα συμπλεγμένος με τη στεφάνη, φέρει άξονα για την παραλαβή της απαιτούμενης ισχύος από την πηγή ισχύος και έχει θέση έκ-

κεντρη ως προς τη στεφάνη. Το συγκρότημα της αντλίας συμπληρώνεται με το διαχωριστήρα Νο 4, που έχει μορφή μηνίσκου και παρεμβάλλεται μεταξύ του οδοντωτού τροχού και της στεφάνης.

Η αντλία λειτουργεί όπως και η αντλία οδοντωτών τροχών εξωτερικής οδοντώσεως με μια διαφορά στο χώρο παγιδεύσεως του υδραυλικού υγρού. Το υδραυλικό υγρό παγιδεύεται στο χώρο, που δημιουργείται από την εσωτερική παρειά του διαχωριστήρα και το διάκενο των δοντιών του οδοντωτού τροχού και από την εξωτερική παρειά του διαχωριστήρα και το διάκενο των δοντιών της κινητής στεφάνης.

Οι υδραυλικές αντλίες οδοντωτών τροχών εσωτερικής οδοντώσεως τύπου δρομέα (λοβωτές) σχ. 4.Γ) συγκροτούνται από το ακίνητο εξωτερικό κέλυφος της αντλίας, Νο 1, από την κινητή στεφάνη Νο 2, που βρίσκεται εσωτερικά του κελύφους και φέρει εσωτερική λοβοειδή διαμόρφωση, και από το δρομέα Νο 3, που φέρει εξωτερική λοβοειδή διαμόρφωση, είναι μόνιμα συμπλεγμένος με τη στεφάνη, είναι κινητήριος, φέρει άξονα για την παραλαβή της απαιτούμενης ισχύος, από την πηγή ισχύος, και έχει θέση έκκεντρη ως προς τη στεφάνη. Η στεφάνη μπορεί να ονομασθεί και δακτύλιος του δρομέα.

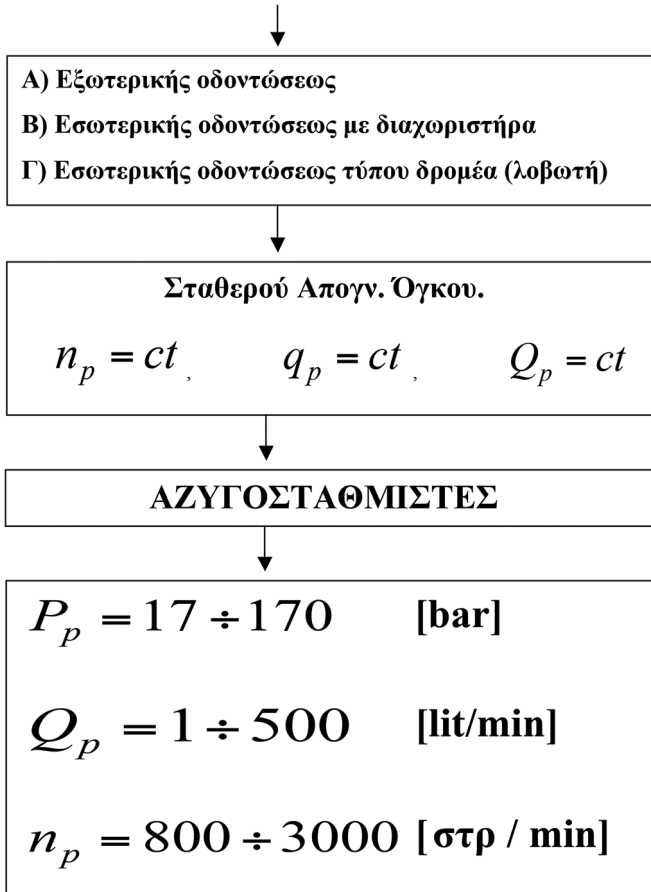
Σημειώνεται, ότι οι λοβοί του δρομέα είναι λιγότεροι κατά έναν από τους λοβούς της στεφάνης και έτσι δημιουργούνται στην αντλία δύο χωριστοί χώροι, που μετατοπίζονται συνεχώς, γιατί ο δρομέας παρασύρει σε περιστροφή και τη στεφάνη. Η δομή που αναφέρθηκε δημιουργεί ειδική συναρμογή, μεταξύ στεφάνης και δρομέα, και εσωτερική στεγανοποίηση (σφραγίδα) σε δύο σημεία εκ διαμέτρου αντίθετα, που ορίζουν τους δύο χώρους. Οι χώροι αυτοί λειτουργούν ως χώροι αναρροφήσεως και καταθλίψεως. Η αναρρόφηση του υδραυλικού υγρού πραγματοποιείται με την απομάκρυνση του θετικού λοβού του δρομέα από τον αντίστοιχο αρνητικό λοβό της στεφάνης κατά την περιστροφή του συγκροτήματος, ώστε να δημιουργείται χώρος για την είσοδο του υδραυλικού υγρού. Το αντίστροφο συμβαίνει κατά την κατάθλιψη.

Ειδικές θυρίδες στα πλευρικά καλύμματα του κελύφους επιτρέπουν την είσοδο και την έξοδο του υδραυλικού υγρού.

Οι υδραυλικές αντλίες οδοντωτών τροχών είναι αντλίες σταθερού απογεννωμένου όγκου και χρησιμοποιούνται πολύ εξ αιτίας της απλότητας και της οικονομικότητάς τους.

Συνήθως χρησιμοποιούνται ως κύριες υδραυλικές αντλίες σε συστήματα ανοικτού κέντρου και ως βοηθητικές αντλίες σε συστήματα κλειστού κέντρου, επίσης ως κύριες σε υδραυλικά συστήματα χαμηλής πίεσης και ως βοηθητικές αντλίες σε υδραυλικά συστήματα υψηλής πίεσης.

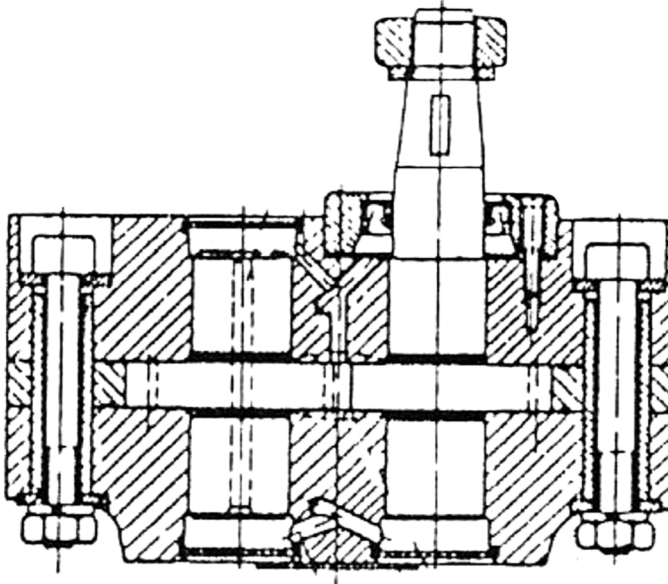
4.3 Τύποι υδραυλικών αντλιών οδοντωτών τροχών



4.3.1 Υδραυλικές αντλίες οδοντωτών τροχών εξωτερικής οδοντώσεως

Οι υδραυλικές αντλίες οδοντωτών τροχών εξωτερικής οδοντώσεως, είναι σταθερής ειδικής παροχής $q_p = ct$ δηλαδή είναι σταθερού απογεννωμένου όγκου και αζυγοστάθμιστες.

Το γενικό μειονέκτημα των υδραυλικών αντλιών οδοντωτών τροχών, είναι ο χαμηλός σχετικά ογκομετρικός βαθμός απόδοσής τους. Αυτό οφείλεται κυρίως στα απαραίτητα διάκενα, που πρέπει να υπάρχουν μεταξύ των παρειών των οδοντωτών τροχών και των πλευρικών τοιχωμάτων του κελύφους. Οι υδραυλικές αντλίες αυτού του τύπου είναι οι απλούστερες και αποτελούνται από τους οδοντωτούς τροχούς, τα έδρανα στήριξής τους το κελύφός τους (που κατά κανόνα κατασκευάζεται διαιρούμενο σε δύο τεμάχια) και το δακτύλιο στεγανοποίησης (τσιμούχα) της ατράκτου εξόδου. Όπως ήδη προαναφέρθηκε, οι διαφυγές από τα διάκενα προκαλούν μείωση του ογκομετρικού βαθμού απόδοσης, που όσο αυξάνει η πίεση ή μειώνεται το ιξώδες του



Σχήμα 4.3.1. Υδραυλική αντλία οδοντωτών τροχών σταθερού διακένου με δακτύλιο συναρμογής (Bosch).

υδραυλικού υγρού γίνεται σοβαρότερη. Για το λόγο αυτό οι υδραυλικές αντλίες αυτού του τύπου δεν χρησιμοποιούνται για πιέσεις μεγαλύτερες των 100 [bar]. Η επίτευξη δε μικρών πλευρικών διακένων (τα παραδεκτά πλευρικά διάκενα 30 - 40 μm), απαιτεί, όπως είναι προφανές, μεγάλη ακρίβεια στην κατασκευή της αντλίας. Στο τελευταίο αυτό σημείο, η κατασκευή διευκολύνεται, με τη χρησιμοποίηση ενός δακτυλίου συναρμογής που παρεμβάλλεται ανάμεσα στα δύο τεμάχια του κελύφους (βλ. σχ. 4.3.1). Έτσι έγινε δυνατό να επιτευχθούν μικρότερα διάκενα, να βελτιωθεί ο ογκομετρικός βαθμός απόδοσης και να είναι οικονομική η χρησιμοποίηση των αντλιών αυτών μέχρι την πίεση των 150 [bar].

Πάντως τα τελευταία χρόνια η χρήση των αντλιών αυτών περιορίζεται μόνο σε διατάξεις χαμηλών σχετικά πιέσεων.

Σε διατάξεις μεγαλύτερων πιέσεων, ή όταν το ιξώδες του υδραυλικού υγρού είναι χαμηλό, χρησιμοποιείται κατά κανόνα μια άλλη παραλλαγή αυτής της υδραυλικής αντλίας, η υδραυλική αντλία με εξισορρόπηση διακένων, η οποία αναφέρεται στη συνέχεια.

4.3.2 Υδραυλική αντλία οδοντωτών τροχών με εξισορρόπηση διακένων

Η υδραυλική αντλία οδοντωτών τροχών με εξισορρόπηση διακένων αξονικών και ακτινικών διακένων, έχει μεταξύ των παρειών του κελύφους και των οδοντωτών τροχών, εσωτερικά πρόσθετα δακτυλίδια τα οποία παρεμβάλλονται και συμπιέζονται επάνω στις παρειές των τροχών με την υψηλή πίεση που δίνει η υδραυλική αντλία.