

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ :
ΚΕΝΤΡΟΦΥΓΑ ΑΝΤΛΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΟΥ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΚΟΥΡΙΑΝΙΔΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
ΑΜ: 5214**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΧΙΛΙΤΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ:

**ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ
2015**

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της εργασίας είναι η εκτενής παρουσίαση των φυγοκεντρικών αντλιών δεξαμενοπλοίου. Συγκεκριμένα η εργασία επικεντρώνεται στις κεντρόφυγες αντλίες εκφόρτωσης του δεξαμενόπλοιου. Οι φυγοκεντρικές αντλίες έχουν επικρατήσει έναντι των παλινδρομικών αντλιών λόγω της μεγάλης παροχής που αποδίδουν, του βαθμού απόδοσης τους και την ευκολία σύνδεσης με διάφορους τύπους κινητήρων. Στην εξέλιξη των κεντρόφυγων αντλιών συνέβαλε και η χρήση αεριοστρόβιλων (steam turbine) και ηλεκτροκινητήρων που ανέβασαν σημαντικά τον βαθμό απόδοσης τους. Για αυτόν τον λόγο οι αντλίες αυτές έχουν μεγάλη διάδοση και χρησιμοποιούνται ευρέως ως αντλίες εκφόρτωσης στα δεξαμενόπλοια μεταφοράς αργού πετρελαίου αλλά και σε πλοία μεταφοράς χημικών προϊόντων. Όπως είναι γνωστό οι αντλίες αποτελούν μηχανές οι οποίες χρησιμοποιούνται για να μετακινούν υγρά. Όταν λειτουργεί μια αντλία προσθέτει ενέργεια στο ρευστό μετατρέποντας την μηχανική ενέργεια του κινητήρα σε μηχανική και κινητική ενέργεια του ρευστού. Αυτές τις ιδιότητες των αντλιών εκμεταλλεύονται και τα δεξαμενόπλοια για τη μεταφορά φορτίων. Συμπερασματικά η εξέλιξη των φυγοκεντρικών αντλιών και του τρόπου μετάδοσης της κίνησης τους έδωσε τη δυνατότητα τα δεξαμενόπλοια να εκφορτώνουν σε λίγες ώρες.

ABSTRACT

The purpose of the study is the detailed presentation of the tanker's centrifugal pumps. Specifically, the paper focuses on centrifugal pumps of discharging tanker. Centrifugal pumps have prevailed over reciprocating pumps because of the great benefits attributable, their level of performance and ease of connecting with various types of engines. In the development of centrifugal pumps contributed the use of steam turbines and motors which raised significantly their level of performance. For this reason, these pumps have been very popular and widely used as unloading pumps to crude oil tankers, but also in chemical tankers. As is already known, pumps are machines which are used to transfer liquids. When a pump is operating it adds energy to the fluid by converting the mechanical energy of the engine into mechanical and kinetic energy of the fluid. These properties of pumps are exploited by tankers for transporting cargo. In conclusion, the development of centrifugal pumps and their transmission mode of motion gave the capability the tankers to discharge in a few hours.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Οι αντλίες χρησιμοποιούνται για την μετακίνηση των υγρών και η μετακίνηση αυτή πραγματοποιείται με μεταφορά ενέργειας στο υγρό, η οποία προσδίνεται στην αντλία από τον κινητήρα. Η μετάδοση ενέργειας στα υγρά μέσω της αντλίας στοχεύει στην ανύψωσή τους από μια στάθμη σε μια άλλη που έχει μεγαλύτερο ύψος. Η παρούσα πτυχιακή εργασία αφορά τις φυγοκεντρικές αντλίες φορτίου δεξαμενοπλοίων για τις οποίες θα γίνει αναλυτική παρουσίαση.

Αρχικά, παρατίθεται στο πρώτο κεφάλαιο μια εισαγωγή στις αντλίες περιλαμβάνοντας την ιστορική εξέλιξη τους και βασικές έννοιες, όπως επίσης και την κατάταξη τους με βάση την αρχή λειτουργίας τους.

Έπειτα στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι φυγοκεντρικές αντλίες και η υποδιαίρεση με βάση την μορφή τους, τον αριθμό των βαθμίδων και τον τρόπο εγκατάστασης τους και απεικονίζεται σχηματικά το κάθε είδος. Στη συνέχεια γίνεται περιγραφή των βασικών εξαρτημάτων από τα οποία αποτελούνται οι κεντρόφυγες αντλίες και αναφορά στο φαινόμενο της σπηλαίωσης, το οποίο είναι ένα πρόβλημα που οδηγεί στη μείωση του βαθμού απόδοσης της αντλίας, στη δημιουργία θορύβου και πολλές φορές στην καταστροφή του υλικού της. Ακολούθως παρατίθενται διαγράμματα λειτουργίας των κεντρόφυγων αντλιών για ορισμένους αριθμούς στροφών και διαγράμματα με το σημείο λειτουργίας τους.

Στο τρίτο και τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζονται τα διάφορα είδη φυγοκεντρικών αντλιών που χρησιμοποιούνται σήμερα για την εκφόρτωση του φορτίου δεξαμενοπλοίων (cargo oil pumps) τα οποία διαχωρίζονται ανάλογα με τον τρόπο μετάδοσης της κίνησης στην αντλία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Οι αντλίες είναι μηχανήματα για την άντληση υγρών. Επινοήθηκαν πριν από τις κινητήριες μηχανές με την ανάγκη άντλησης νερού. Στις πρώτες κατασκευές τα εξαρτήματα των αντλιών ήταν δοχεία τοποθετημένα σε κάποιο μηχανισμό ανύψωσης που έπαιρνε κίνηση από άπλες μηχανές. Τα δοχεία με τη βοήθεια του μηχανισμού βυθίζονταν μέσα στο νερό και στη συνέχεια ανυψώνονταν και πάλι.

Ένα από τα σημαντικότερα βήματα προόδου στην άντληση του νερού άρδευσης ήταν ο ανυψωτικός τροχός. Το σύστημα αποτελούταν από ένα μεγάλο τροχό στα άκρα του οποίου βρισκόταν τοποθετημένα δοχεία. Κατά την περιστροφή του τροχού τα δοχεία βυθίζονταν στο νερό, γέμιζαν, και στη συνέχεια ανυψώνονταν αδειάζοντας το νερό στα αυλάκια αρδεύσεως. Αργότερα ο ανυψωτικός τροχός με τη βοήθεια πτερυγίων που τοποθετηθήκαν περιφερειακά, μετατράπηκε σε «αυτοκινούμενο» αφού η ροή του νερού στους πόταμους ήταν αρκετή για την ώθηση των πτερυγίων με αποτέλεσμα την περιστροφή του τροχού. Άλλες διατάξεις που χρησιμοποιήθηκαν για την άντληση του νερού ήταν ο κοχλίας, η αλυσίδα με βύσματα και η χειροκίνητη παλινδρομική αντλία.

Το 1687 ο Γάλλος Denis Papin εφεύρε την φυγοκεντρική αντλία. Ήταν ο πρώτος που σχεδίασε έναν τύπο αντλίας που η αρχή λειτουργίας της ήταν ίδια με τις σημερινές φυγοκεντρικές αντλίες και το 1705 κατασκεύασε μια τέτοια για την άντληση νερού. Αργότερα με μικρές βελτιώσεις κατασκευάστηκαν κι άλλες τέτοιες αντλίες αλλά ο βαθμός απόδοσης τους παρέμενε σε χαμηλά επίπεδα. Το 1875 κατασκευάστηκε η πρώτη στροβιλοαντλία (turbine pump) από τον Osborne Reynolds, της οποίας ο βαθμός απόδοσης ήταν σημαντικά αυξημένος. Το 1840 χρησιμοποιήθηκαν και ατμομηχανές για την κίνηση αντλιών. Την κατασκευή αυτή έκανε ο H. Worthington συνδέοντας το έμβολο μιας παλινδρομικής αντλίας απευθείας με το έμβολο ατμομηχανής. Εξέλιξη των αντλιών με την επινοήση νέων τύπων σημειώθηκε ιδιαίτερα με την εμφάνιση των πρώτων κινητήρων εσωτερικής κίνησης. Σημαντικό ρολό στην εξέλιξη των φυγοκεντρικών αντλιών που σχεδόν εκτόπισαν τις

παλινδρομικές έπαιξε και η χρήση αεροστροβίλων (steam turbine) και ηλεκτροκινητήρων που ανέβασαν σημαντικά τον βαθμό απόδοσης. Έτσι οι παλινδρομικές αντλίες χρησιμοποιούνται κυρίως σε περιπτώσεις που χρειαζόμαστε χαμηλή παροχή και μεγάλη πίεση. Σήμερα οι περιστροφικές αντλίες έχουν την δυνατότητα να μεταφέρουν μικρές παροχές με μέση πίεση ιδίως στα υγρά που έχουν μεγάλο ιξώδες. Οι αντλίες που χρησιμοποιούνταν μέχρι το 1950 ήταν κυρίως παλινδρομικές και σπάνια είχαν δυνατότητα παροχής φορτίου σε ποσότητα μεγαλύτερη των 500 τόνων την ώρα. Από την εποχή του πολέμου και μετά αναπτύχθηκαν οι πολύ πιο αποδοτικές κεντρόφυγες αντλίες που η απόδοσή τους στα VLCC φτάνει πάνω από 8000 τόνους την ώρα.

Σαν γενικός κανόνας υπολογίζεται ότι η απόδοση των αντλιών πρέπει να είναι τέτοια ώστε να είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί η εκφόρτωση μέσα σε 12 ώρες .

1.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Αντλίες ονομάζονται τα μηχανικά μέσα με τα όποια είναι δυνατό να μεταφερθεί μια ποσότητα υγρού από μια χαμηλή υψομετρική στάθμη προς μια ψηλότερη ή από ένα χώρο χαμηλής πίεσης προς έναν άλλον υψηλής πίεσης. Επίσης, χρήση αντλιών γίνεται και σε περιπτώσεις που χρειάζεται να μεταφερθεί υγρό από μια υψηλή στάθμη σε μια άλλη χαμηλότερη ειδικά όταν το μήκος των σωλήνων μεταφοράς του υγρού ή η υδραυλική αντίσταση μέσα στους σωλήνες είναι μεγάλη.

Οι αντλίες τοποθετούνται μεταξύ δυο σημείων παραλαβής και αποστολής του υγρού και μέσω του κινούμενου μέρους που μπορεί να είναι εμβολο ή περιστρεφόμενος δρομέας, δημιουργούν διαφορά πίεσης μεταξύ των δυο σημείων με αποτέλεσμα τη ροή του υγρού από την υψηλότερη πίεση (σημείο παραλαβής) προς τη χαμηλότερη (σημείο αποστολής)

Σωλήνας αναρροφήσεως είναι το σύνολο των σωληνώσεων από το σημείο παραλαβής του υγρού μέχρι την είσοδο του στην αντλία.

Σωλήνας καταθλίψεως είναι το σύνολο των σωληνώσεων από το σημείο της εξόδου του υγρού μέχρι την είσοδο του στην αντλία.

Σωληνογραμμή είναι το σύνολο των σωληνώσεων μέσα από τους οποίους τρέχει το υγρό.

Σύστημα αντλήσεων είναι η διάταξη των σωλήνων αναρρόφησης, της αντλίας, της μονάδας κίνησης της αντλίας και των σωλήνων καταθλίψεως.

Αντλητικό συγκρότημα είναι το σύνολο των αντλιών και των μονάδων κίνησης τους που συνεργάζονται για την άντληση του υγρού.

1.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΤΛΙΩΝ

Για την επιλογή μιας αντλίας χρειάζεται να γνωρίζουμε κάποια στοιχεία τα οποία προσδιορίζουν τις ικανότητες της χαρακτηρίζοντας έτσι την αντλία. Τα στοιχεία αυτά μπορεί να είναι πολλά και διαφορά εστιάζοντας και την παραμικρή λεπτομέρεια. Τα κυριότερα όμως που χρησιμοποιούνται είναι:

1. το μανομετρικό ύψος της αντλίας
2. την παροχή της
3. βαθμός απόδοσης και προσδιδόμενο έργο.
4. Ισχύς που χρειάζεται να καταναλώσει για την κίνηση της.

1.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΑΝΤΛΙΩΝ

1) Ύψη αντλιών :

Στατικό ύψος αναρρόφησης ονομάζεται η κατακόρυφη απόσταση από τη στάθμη της δεξαμενής παραλαβής του υγρού έως το θάλαμο αναρρόφησης της αντλίας

Στατικό ύψος καταθλίψεως ονομάζεται η κατακόρυφη απόσταση από το θάλαμο καταθλίψεως της αντλίας έως τη στάθμη της δεξαμενής αποστολής του υγρού.

Ολικό στατικό ύψος ονομάζεται η κατακόρυφη απόσταση από την επιφάνεια του υγρού της δεξαμενής αναρρόφησης ως την επιφάνεια του υγρού της δεξαμενής αποστολής του υγρού, ανεξάρτητα αν οι επιφάνειες είναι ελεύθερες ή υπό πίεση.

Μανομετρικό ύψος αναρροφήσεως ονομάζεται το ύψος της σχετικής πίεσης στη δεξαμενή αναρροφήσεως μείον το άθροισμα του στατικού ύψους αναρροφήσεως, των απωλειών φορτίου και της διαφοράς των υψών ταχύτητας στο σωλήνα και στη δεξαμενή αναρροφήσεως.

Μανομετρικό ύψος καταθλίψεως ονομάζεται το άθροισμα του ύψους πίεσης στη δεξαμενή αποστολής του στατικού ύψους καταθλίψεως και των απωλειών φορτίου μείον τη διαφορά των υψών ταχύτητας στο σωλήνα καταθλίψεως και στη δεξαμενή αποστολής.

Ολικό μανομετρικό ύψος είναι η διαφορά των υψών πίεσης στα σημεία εισόδου και εξόδου του υγρού και εκφράζει την αύξηση της ενεργείας πίεσης της μονάδας βάρους του υγρού που διέρχεται από την αντλία.

Αποδιδόμενο ύψος ή ολικό ύψος της αντλίας είναι ίσο με την αύξηση της ολικής ενεργείας της μονάδας βάρους του υγρού μεταξύ των σημείων εισόδου και εξόδου του υγρού στην αντλία.

2) Παροχή αντλιών:

Θεωρητική παροχή είναι ο όγκος του υγρού που θα έπρεπε να αποδίδεται ανά μονάδα χρόνου αν δεν υπήρχαν εσωτερικές ή εξωτερικές διαρροές.

Κανονική παροχή είναι η αποδιδόμενη παροχή όταν η αντλία εργάζεται με το μέγιστο βαθμό απόδοσης της.

Πραγματική παροχή είναι ο όγκος υγρού που αποδίδεται στο σωλήνα καταθλίψεως στη μονάδα του χρόνου υπό ορισμένο μανομετρικό ύψος.

Εσωτερική παροχή είναι ο όγκος του υγρού που διέρχεται μέσα από την πτερωτή στη μονάδα του χρόνου

3) Απαιτούμενη ισχύς:

Εισερχόμενη ισχύς στον άξονα της αντλίας είναι η ισχύς που μεταβιβάζεται στον άξονα της αντλίας από τον κινητήρα.

Εσωτερική ισχύς της αντλίας είναι η συνολική ισχύς που μεταβιβάζεται από την πτερωτή στο υγρό της παροχής

Αποδιδόμενη ισχύς της αντλίας είναι το γινόμενο ειδικού βάρους του υγρού πραγματικής παροχής και ολικού ύψους αντλίας.

4) Βαθμός απόδοσης:

Υδραυλικός βαθμός απόδοσης είναι ο λόγος του ολικού ύψους της αντλίας από τον κινητήρα.

Ογκομετρικός βαθμός απόδοσης είναι ο λόγος της πραγματικής παροχής προς την εσωτερική περιοχή.

Μηχανικός βαθμός απόδοσης είναι ο λόγος της εσωτερικής ισχύς προς την εισερχόμενη στον άξονα της αντλίας ισχύ.

Ολικός βαθμός απόδοσης είναι ο λόγος της αποδιδόμενης ισχύος της αντλίας προς την εισερχόμενη στον άξονα της αντλίας ισχύ.

1.5 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΝΤΛΙΩΝ

Η ποικιλία των μορφών που έχουν οι αντλίες σήμερα οφείλεται στην ανάγκη διαφορετικής σχεδίασης που καλείται κάθε φορά να καλύψει διαφορετικές συνθήκες εφαρμογής, όπως: τύπος υγρού, θερμοκρασία, πίεση, παροχή, θέση λειτουργίας, διαθέσιμη ενέργεια κλπ. Είναι όμως φανερό, ότι και ο ανταγωνισμός μεταξύ των διαφόρων κατασκευαστών αντλιών με ταυτόχρονη προσπάθεια μείωσης του κόστους συμβάλλει στη δημιουργία νέων μορφών και τύπων κατάλληλων για κάθε ειδική εφαρμογή. Κάθε κατασκευαστής αντιμετωπίζει μια δεδομένη απαίτηση με λίγο διαφορετικό τρόπο από κάποιον ανταγωνιστή του και προβάλλει την υπεροχή του προϊόντος του. Έτσι δημιουργείται μια ατέλειωτη σειρά από νέους τύπους αντλιών. Σε αυτό συμβάλλει και η τεχνολογία των υλικών που δίνει συνεχώς βελτιωμένα υλικά και υποεξαρτήματα.

Όμως, ας δούμε πως μπορούμε να κατατάξουμε τις αντλίες σε κατηγορίες για ευκολότερη μελέτη τους. Η κατάταξη των αντλιών μπορεί να γίνει με βάση:

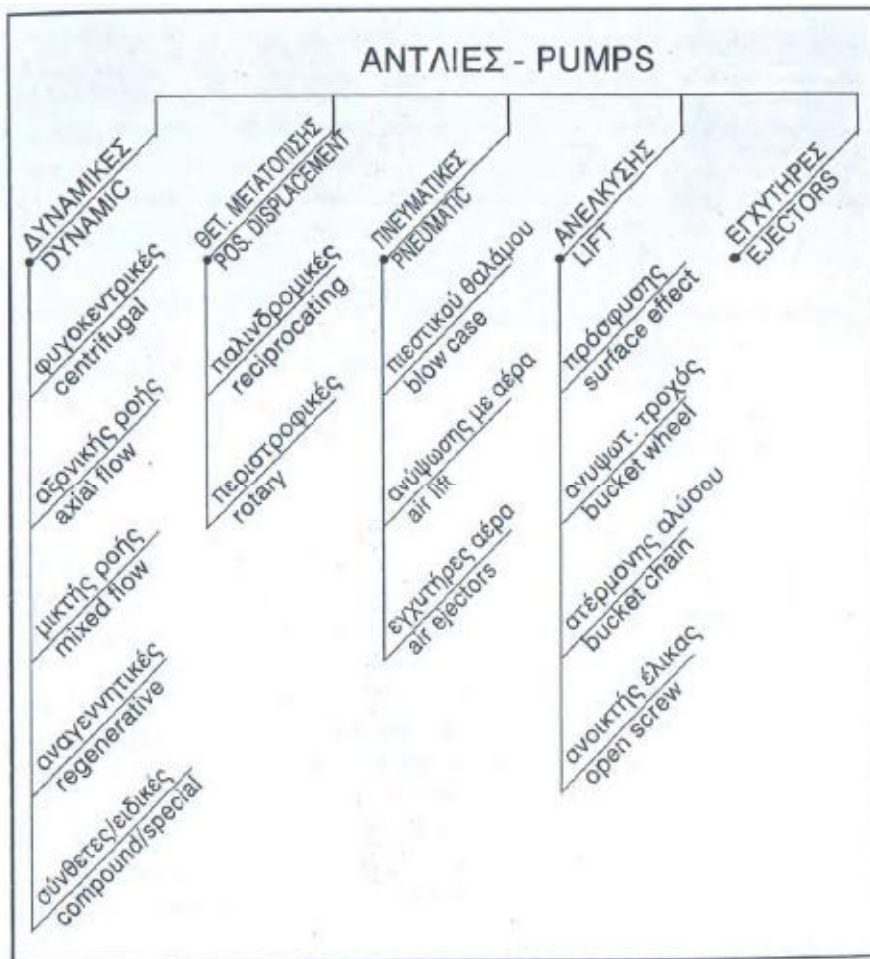
α) Την αρχή λειτουργίας τους

β) Τη μορφή τους (κατασκευαστικές λεπτομέρειες)

- γ) Τον αριθμό των βαθμίδων τους
- δ) Τη δυνατότητα αυτόματης αναρρόφησης
- ε) Τον τρόπο εγκατάστασης
- ζ) Τον τρόπο κίνησης
- η) Το είδος του αντλούμενου υγρού
- θ) Τη συγκεκριμένη χρήση τους

Για κάθε κατάταξη αντλιών σύμφωνα με τους παραπάνω τρόπους προκύπτουν διάφορες υποκατηγορίες όταν συνδυασθούν δύο ή και περισσότεροι τρόποι κατάταξης. Με αυτό τον τρόπο μία αντλία χαρακτηρίζεται με όλο και μεγαλύτερη λεπτομέρεια: π.χ. Αντλία φυγοκεντρική, μονής εισόδου/κλειστής περωτής, μονοβάθμια, όχι αυτόματης αναρρόφησης, κατακόρυφη/επιφανείας, ηλεκτροκίνητη, για θαλασσινό νερό, ψύξης. Οι χαρακτηρισμοί αυτοί προϋποθέτουν τη χρήση όλων των πιο πάνω τρόπων κατάταξης. Πάντως ο θεμελιώδης τρόπος κατάταξης στον οποίο στηρίζονται όλοι οι άλλοι τρόποι είναι ο τρόπος που βασίζεται στην αρχή λειτουργίας (σχήμα 1).

Εμείς θα ασχοληθούμε με τις φυγοκεντρικές αντλίες ή κεντρόφυγες στα παρακάτω κεφάλαια οι οποίες ανήκουν στην κατηγορία των δυναμικών αντλιών.



Σχήμα. 1 Κατάταξη αντλιών με βάση την αρχή λειτουργίας τους

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΑΝΤΛΙΕΣ

2.1 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

2.1.1 ΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ

Η λειτουργία των δυναμικών αντλιών στηρίζεται στη μεταβολή της κινητικής κατάστασης του υγρού και τη μετατροπή της κινητικής του ενέργειας σε στατική πίεση. Οι αντλίες αυτές έχουν μεγάλη διάδοση για τους παρακάτω λόγους:

- α) Έχουν καλή απόδοση μικρό όγκο και βάρος και συνδέονται εύκολα με διάφορους τύπους κινητήρων.
- β) Έχουν συνεχή και ομοιόμορφη κίνηση (περιστροφική).
- γ) Η πίεση και η παροχή τους δεν παρουσιάζει περιοδική διακύμανση.
- δ) Έχουν διάφορες δυνατότητες ρύθμισης της παροχής τους.
- ε) Το κόστος αγοράς και λειτουργίας τους είναι χαμηλό.
- ζ) Παρουσιάζουν ασφάλεια λειτουργίας γιατί έχουν μικρό αριθμό κινούμενων στοιχείων.

Υπάρχουν όμως και κάποια μειονεκτήματα των παραπάνω αντλιών όπως :

A) Δεν αναρροφούν ευχερώς(είναι έτσι αναγκαίο να χρησιμοποιηθεί υγρό ή αντλία προπληρώσεως)

B) Δεν παρέχουν μεγάλα ύψη καταθλίψεως

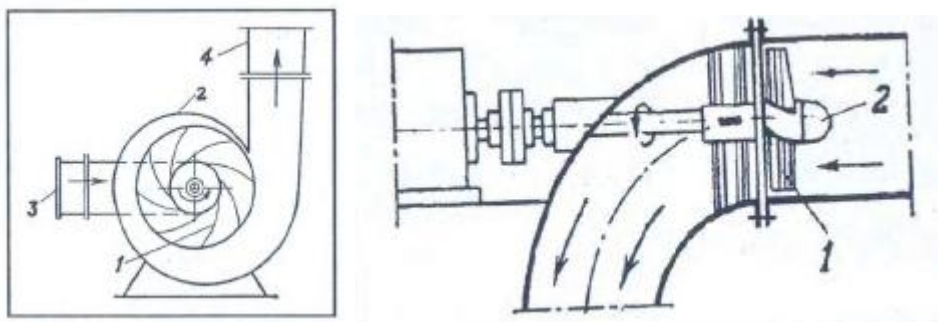
2.1.2 ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ

Το σχήμα 2α παρουσιάζει σχηματικά μια φυγοκεντρική αντλία. Η περωτή (1) φέρει πτερύγια και περικλείεται μέσα σ ένα περίβλημα (κέλυφος) (2).

Καθώς η περωτή περιστρέφεται από τον κινητήρα, το υγρό μετακινείται από τη φυγόκεντρη δύναμη από το κέντρο προς την περιφέρεια και εκτινάσσεται στο σπειροειδές περίβλημα για να οδηγηθεί στη συνέχεια στον σωλήνα κατάθλιψης (4). Επειδή τα υγρό μετακινείται από το κέντρο της περωτής προς την περιφέρεια, η πίεση στο Κέντρο ελαττώνεται. Νέα ποσότητα υγρού κινείται μέσα από τον σωλήνα αναρρόφησης (3) προς το σημείο χαμηλής πίεσης δηλαδή το κέντρο της περωτής. Έτσι δημιουργείται μια σταθερή ροή από την αναρρόφηση προς την κατάθλιψη της αντλίας. Το σπειροειδές κέλυφος έχει μια σταθερά αυξανόμενη διατομή, έτσι ώστε καθώς το υγρό προχωρεί κατά μήκος του σπειροειδούς αγωγού η ταχύτητά του να ελαττώνεται και αφού σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της ενέργειας, η ενέργεια του υγρού δεν χάνεται, η ελάττωση της κινητικής του ενέργειας συνεπάγεται αύξηση της δυναμικής του ενέργειας (ενέργεια πίεσης), δηλαδή έχουμε αύξηση της πίεσης του υγρού. Οι φυγοκεντρικές αντλίες ονομάζονται μονοβάθμιες όταν έχουν μόνο μία περωτή, διβάθμιες όταν έχουν δύο περωτές κοκ. Υπάρχουν αντλίες που έχουν 30 ή και περισσότερες βαθμίδες σε εξαιρετικές περιπτώσεις. Στις πολυβάθμιες αντλίες το υγρό ρέει διαδοχικά μέσα από τις βαθμίδες. Κάθε περωτή στη σειρά αυξάνει την πίεση του υγρού στην κατάθλιψη της αντλίας.

2.1.3 ΑΝΤΛΙΕΣ ΑΞΟΝΙΚΗΣ ΡΟΗΣ

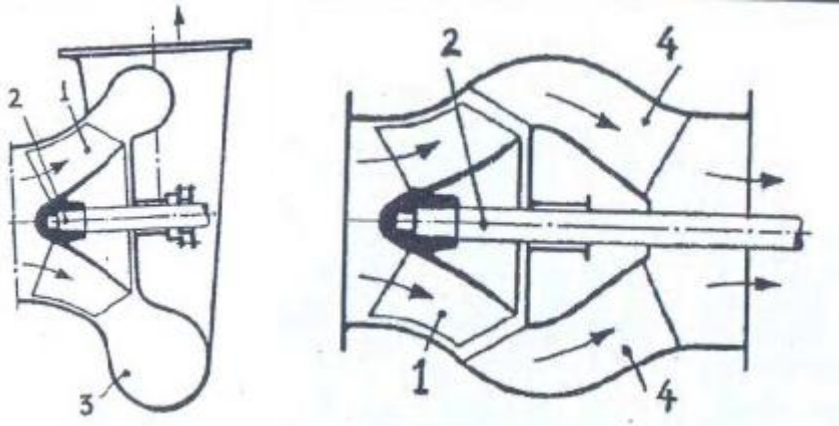
Στο σχήμα 2β φαίνεται σχηματικά μία αντλία αξονικής ροής. Τα πτερύγια της πτερωτής (1) είναι στερεωμένα στην πλήμνη (2) υπό γωνία ως προς το επίπεδο που περνάει από τον κεντρικό άξονα. Τα περιστρεφόμενα πτερύγια εξασκούν ώθηση στο υγρό που κινείται αξονικά, δηλαδή κατά μήκος του άξονα της αντλίας. Επειδή η πτερωτή έχει σχήμα έλικας οι αντλίες αυτές ονομάζονται και ελικοφόρες.



Σχήμα 2 (α) Διάταξη φυγοκεντρικής αντλίας και (β) Αντλία αξονικής ροής

2.1.4 ΑΝΤΛΙΕΣ ΜΙΚΤΗΣ ΡΟΗΣ

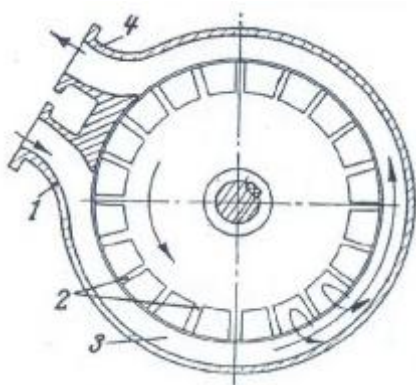
Η μορφή (και η λειτουργία) αυτών των αντλιών είναι ενδιάμεση ανάμεσα στις φυγοκεντρικές και τις αντλίες αξονικής ροής (βλ. σχήμα 3). Σ αυτές η αύξηση της πίεσης του υγρού δημιουργείται κατά ένα μέρος από τη φυγόκεντρη δύναμη και κατά το άλλο μέρος από την ώθηση των πτερυγίων (1). Τα πτερύγια είναι τοποθετημένα υπό γωνία ως προς τον άξονα περιστροφής (2). Το υγρό εισέρχεται αξονικά και εξέρχεται από πτερωτή ταυτόχρονα αξονικά και ακτινικά. Όταν η έξοδος του υγρού από την αντλία γίνεται αξονικά μέσα από κατάλληλα σταθερά πτερύγια (4) η αντλία λέγεται διαγώνια (σχ. 3β). Όταν υπάρχει σπειροειδές κέλυφος (3) όπως στις φυγόκεντρες αντλίες και η έξοδος του υγρού από την αντλία γίνεται ακτινικά, η αντλία λέγεται ελικοειδής (σχ. 3α).



Σχήμα . 3 Αντλία μικτής ροής, α) ελικοειδής και β) διαγώνια

2.1.5 ΑΝΤΛΙΕΣ ΑΝΑΓΕΝΝΗΤΙΚΕΣ Η ΣΤΡΟΒΙΛΑΝΤΛΙΕΣ Η ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΕΣ (PERIPHERAL) Η ΔΙΝΟΑΝΤΛΙΕΣ (VORTEX PUMPS)

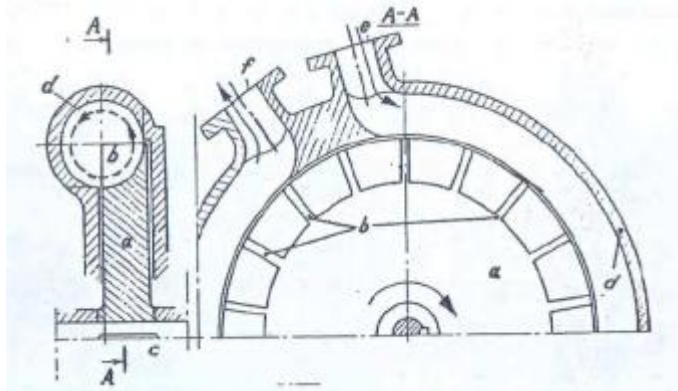
Σχηματικά μια τέτοια αντλία φαίνεται στο σχήμα 7. Το υγρό εισέρχεται από το στόμιο (1) και έρχεται στην περιφέρεια μιας περωτής με ειδικά περύγια (2). Με την περιστροφή της περωτής προστίθεται ενέργεια στο υγρό καθώς αυτό κινείται όπως δείχνουν τα βέλη μέσα στο δακτυλιοειδές περίβλημα (3) προς το στόμιο εξόδου (4).



Σχ. 4 Αναγεννητική αντλία (στροβιλαντλία)

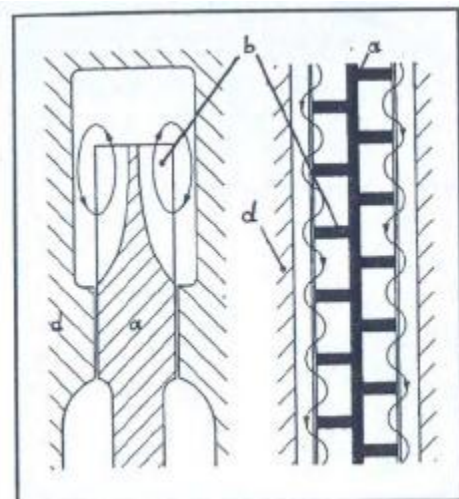
Χαρακτηριστικό των στροβιλαντλιών είναι ότι το υγρό κινείται συνεχώς από την περιφέρεια της περωτής προς το περίβλημα και από το περίβλημα προς την περιφέρεια της περωτής. Αυτό φαίνεται καλύτερα στο σχ. 5 που δείχνει και μια τομή της αντλίας κάθετη προς το επίπεδο της περωτής. Το υγρό διαγράφει ταυτόχρονα

δύο περιστροφικές κινήσεις: την κίνηση $b \square d$ από και προς τα περύγια της περωτής και την κίνηση $e \square f$ κατά μήκος του δακτυλιοειδούς κελύφους από την είσοδο προς την έξοδο της αντλίας. Το σχ. 6 δείχνει την κίνηση του υγρού σε στροβιλαντλία με συμμετρική περωτή, με περύγια και από τις δύο πλευρές.



Σχ. 5 Στροβιλαντλία σε τομή.

- a. περωτή
- b. περύγια
- c. άξονας
- d. περίβλημα
- e. είσοδος
- f έξοδος

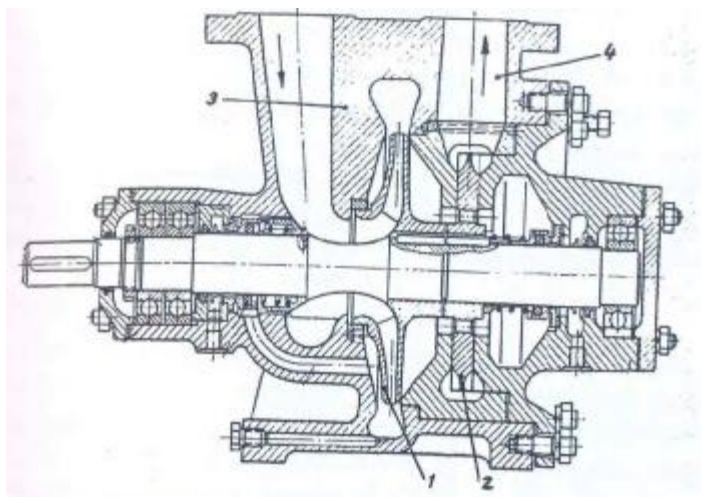


Σχ. 6 Κίνηση υγρού σε συμμετρική στροβιλαντλία.

- a. Πτερωτή
- b. Πτερύγια
- d. Περίβλημα

2.1.6 ΑΝΤΛΙΕΣ ΣΥΝΘΕΤΕΣ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΕΣ

Οι σύνθετες αντλίες αποτελούν συνδυασμό δύο τύπων δυναμικών αντλιών σε μία αντλία, για να επιτευχθούν συγκεκριμένα πλεονεκτήματα. Ένα παράδειγμα φαίνεται στο σχήμα 7 που δείχνει μια σύνθετη αντλία που είναι συνδυασμός φυγοκεντρικής και αναγεννητικής αντλίας. Το υγρό ρέει από την είσοδο του κελύφους (3) προς τη φυγοκεντρική πτερωτή (1) όπως δείχνει το βέλος. Εξερχόμενο από τη φυγοκεντρική πτερωτή οδηγείται μέσα από κοχλιοειδή αγωγό του κελύφους στην αναρρόφηση της αναγεννητικής πτερωτής (2) και στη συνέχεια καταθλίβεται μέσα από το στόμιο εξόδου (4).



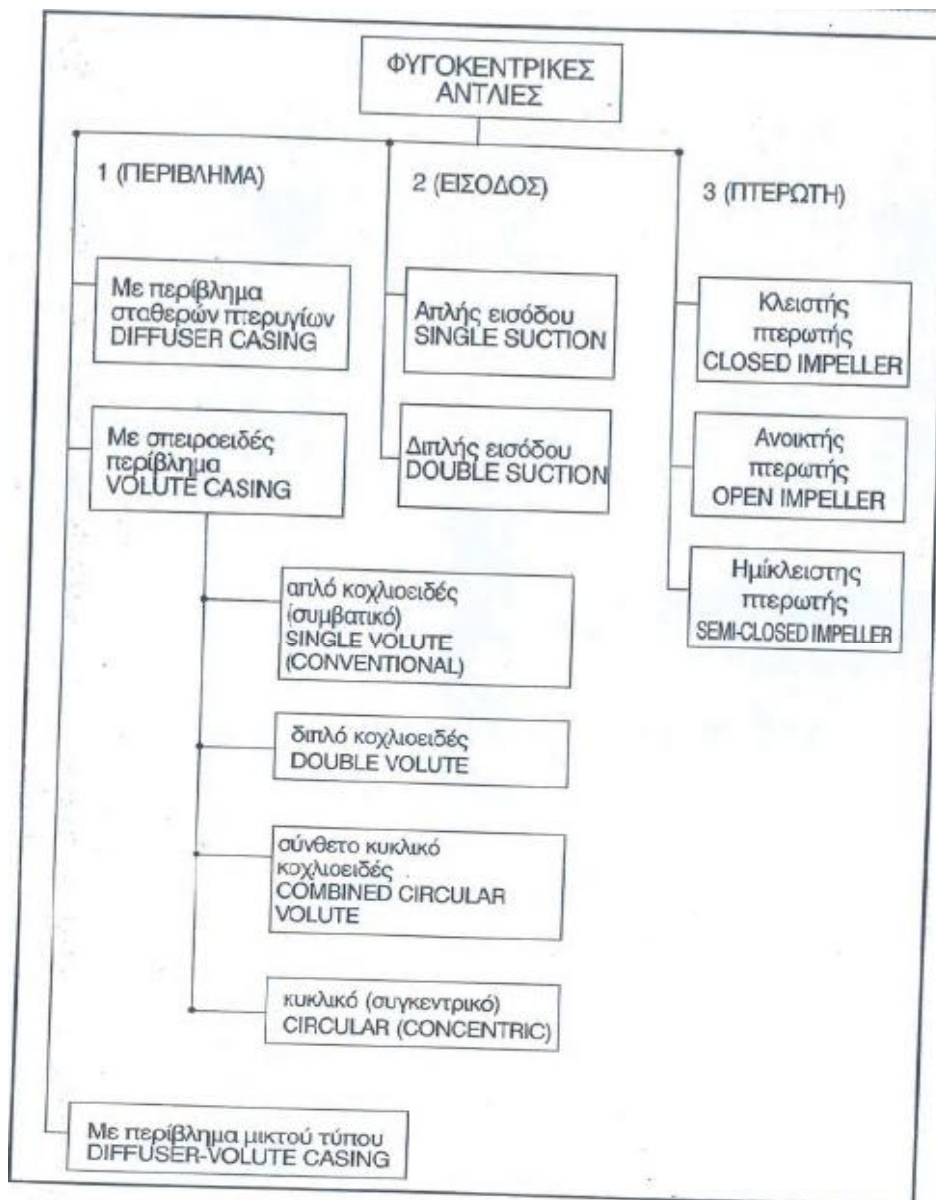
Σχ. 7 Σύνθετη Φυγοκεντρική – αναγεννητική αντλία

2.2 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗ ΜΟΡΦΗ ΤΟΥΣ

Εδώ θα προχωρήσουμε στην περιγραφή των υποκατηγοριών των δυναμικών αντλιών. Ειδικά για τις δυναμικές αντλίες το ενδιαφέρον μας από την πλευρά της περαιτέρω κατάταξης - υποδιαίρεσης θα μονοπωλήσουν οι φυγοκεντρικές αντλίες που συγκεντρώνουν και το πλείστο της ποικιλομορφίας.

2.2.1 ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ

Το σχήμα 8 δείχνει συγκεντρωτικά τις υποκατηγορίες των φυγοκεντρικών αντλιών. Στο εξής ο όρος φυγοκεντρικές αντλίες θα υπονοεί και τις ελικοειδείς αντλίες μικτής ροής που έχουν ως γνωστό σπειροειδές περίβλημα όπως και οι κατά κυριολεξία φυγοκεντρικές αντλίες. Στο σχήμα 8 η βασική υποδιαίρεση με τον αριθμό (1) αναφέρεται στο κέλυφος, η υποδιαίρεση (2) στο είδος εισόδου του υγρού στην αντλία και η (3) στο είδος της πτερωτής.



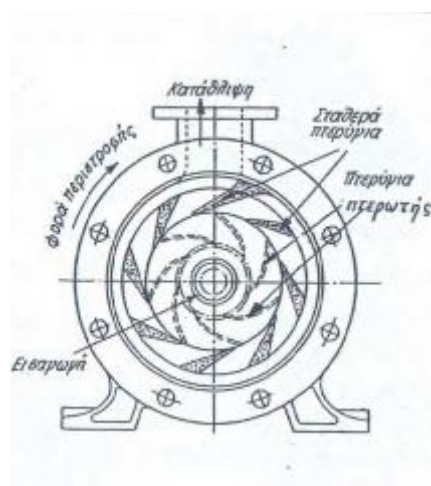
Σχ. 8 Κατάταξη φυγοκεντρικών αντλιών

2.2.1.1 ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΑΝΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕ ΤΟ ΠΕΡΙΒΛΗΜΑ (ΚΕΛΥΦΟΣ)

Οι φυγοκεντρικές αντλίες διακρίνονται σε 3 υποκατηγορίες:

- α) με περίβλημα σταθερών πτερυγίων (σχ. 9)
- β) με σπειροειδές περίβλημα (κέλυφος) (σχ. 10)
- γ) με περίβλημα μικτού Τύπου (σχ. 11).

α) Σε αυτές τις αντλίες η πτερωτή εκτινάσσει το υγρό μέσα στα κανάλια του περιβλήματος, που σχηματίζονται από τα σταθερά του πτερύγια (πτερύγια διάχυσης). Αυτά τα κανάλια έχουν βαθμιαίως αυξανόμενη διατομή με αποτέλεσμα να ελαττώνουν την ταχύτητα του υγρού που εγκαταλείπει την πτερωτή οπότε αυξάνεται η πίεση. Το σχήμα του περιβλήματος είναι κυλινδρικό και η πτερωτή είναι συγκεντρικά τοποθετημένη μέσα σ' αυτό.



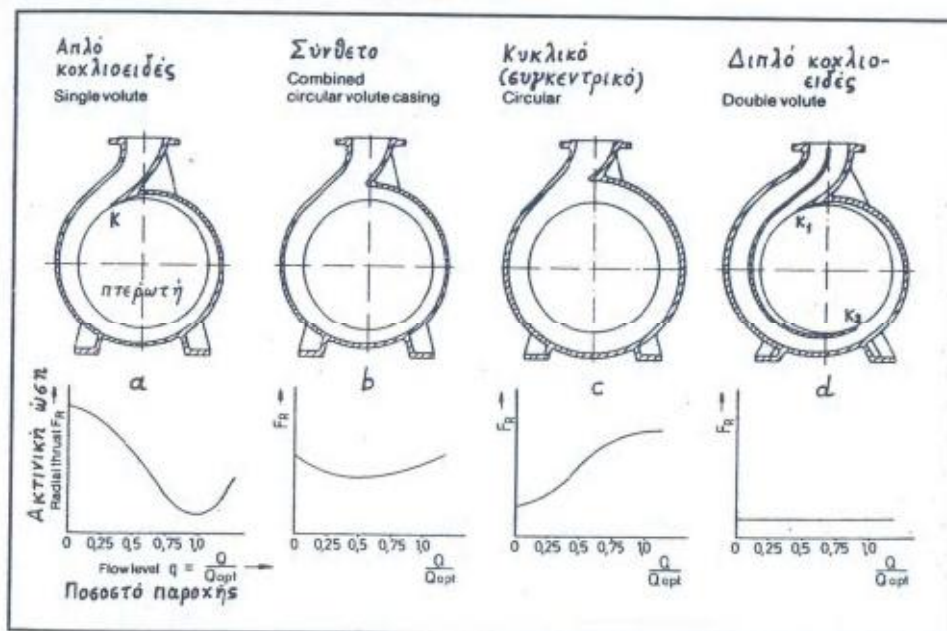
Σχ. 9 Αντλία με σταθερά πτερύγια

β) Το υγρό στις αντλίες αυτές μετά την έξοδό του από την πτερωτή οδηγείται σ' έναν αγωγό σπειροειδούς σχήματος όπου η ταχύτητά του ελαττώνεται βαθμιαία μέχρι την έξοδο προς τον σωλήνα κατάθλιψης, ενώ η πίεση αυξάνεται.

Στις αντλίες με απλό κοχλιοειδές κέλυφος (σχ. 10a) η πτερωτή είναι έκκεντρα τοποθετημένη ως προς το κέλυφος και η απόσταση της Περιφέρειας της πτερωτής από το κέλυφος είναι ελάχιστη στο σημείο Κ. Η αιχμή που σχηματίζει το κέλυφος στο σημείο Κ λέγεται αιχμή κοπής νερού. Η κατανομή της πίεσης του υγρού γύρω από την πτερωτή δεν είναι ομοιόμορφη οπότε προκύπτει ακτινική δύναμη που παραλαμβάνεται από τα έδρανα του άξονα της πτερωτής. Το πρόβλημα αυτό είναι εντονότερο στις μεγάλες αντλίες με μεγάλες διαμέτρους και ταχύτητες πτερωτής, όπου η μεγάλη ακτινική ώση μπορεί να προκαλέσει κάμψη του άξονα και φθορά στις στεγανοποιητικές διατάξεις (μηχανικούς στυπιοθλίπτες κ.ά.). Η λύση του προβλήματος δίνεται με το διπλό κέλυφος (σχ. 10d). Εδώ ένα διαχωριστικό τοίχωμα του περιβλήματος διαχωρίζει τη ροή γύρω από την πτερωτή ζυγοσταθμίζοντας τα

υδραυλικά φορτία. Υπάρχουν δύο αντιδιαμετρικά σημεία κοπής νερού, τα K 1 και K 2 . Έτσι η ακτινική ώση ελαττώνεται σημαντικά και παραμένει σταθερή για όλη την περιοχή λειτουργίας της αντλίας.

Μια άλλη προσέγγιση του θέματος γίνεται με το κυκλικό κέλυφος που είναι συγκεντρικό με την περωτή (σχ. 10c). Εδώ αντίθετα από τις συμβατικές αντλίες απλού κοχλιοειδούς κελύφους η απόσταση της περιφέρειας της περωτής από το κέλυφος είναι σταθερή περιμετρικά. Η ακτινική ώση είναι μέγιστη στο βέλτιστο σημείο λειτουργίας που είναι και το σημείο σχεδιασμού της αντλίας. Έτσι καλύπτονται όσον αφορά την ακτινική ώση όλες οι υπόλοιπες πιθανές περιοχές λειτουργίας. Μια ενδιάμεση λύση ανάμεσα στο απλό κοχλιοειδές (συμβατικό) και το κυκλικό κέλυφος είναι το σύνθετο ή συνδυασμένο κέλυφος (σχ. 10b).



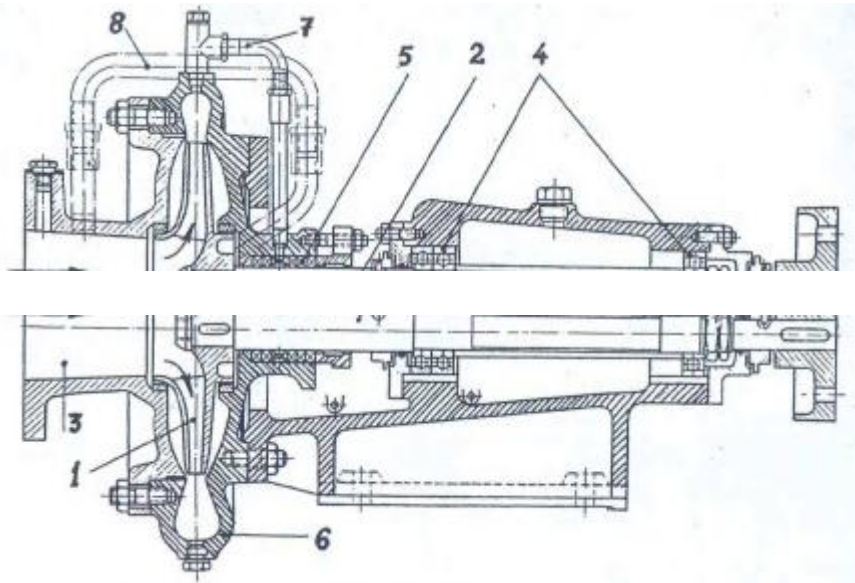
Σχ. 10 Τύποι σπειροειδούς κελύφους και αντίστοιχες καμπύλες ακτινικής ώσης.

2.2.1.2 ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΑΝΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ

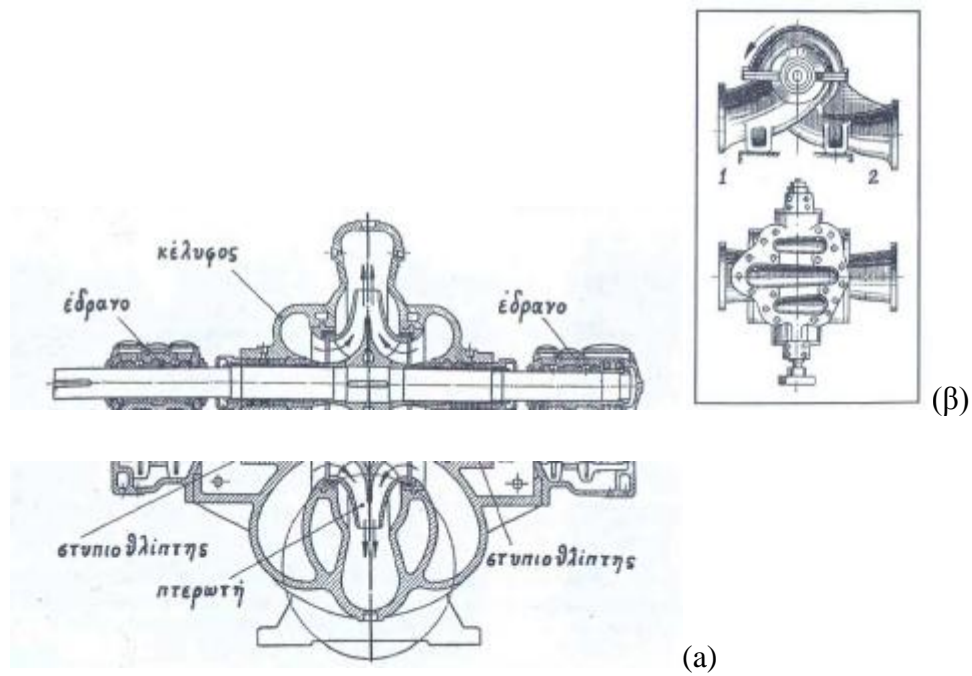
Όπως φαίνεται και στο σχήμα 8 υπάρχουν δύο είδη αντλιών: α) απλής εισόδου ή μονόπλευρης αναρρόφησης (σχ. 12) και β) διπλής εισόδου ή αμφίπλευρης αναρρόφησης (σχ. 13). Στην αντλία απλής εισόδου το υγρό εισέρχεται στην περωτή από τη μία μόνο πλευρά της ενώ στην αντλία διπλής εισόδου και από τις δύο πλευρές της συμμετρικής περωτής. Εννοείται ότι στην αντλία διπλής εισόδου υπάρχει και κατάλληλα διαμορφωμένο κέλυφος που είναι και αυτό συμμετρικό ως προς το μεσοκάθετο επίπεδο στον άξονα της αντλίας.

α) Η αντλία απλής εισόδου είναι ο απλούστερος τύπος αντλίας. Στην αντλία του σχ. 12 η περωτή (1) είναι προσαρμοσμένη στο άκρο του άξονα (2) και το υγρό οδηγείται από τον σωλήνα αναρρόφησης μέσα από το στόμιο εισόδου (3) κατευθείαν στο κέντρο («μάτι») της περωτής. Ο άξονας περιστρέφεται πάνω σε δύο έδρανα (4) που έχουν αρκετή απόσταση μεταξύ τους. Ένας στυπιοθλίπτης (5) αρκεί για τη στεγανοποίηση της διέλευσης του άξονα μέσα από το κέλυφος (6). Ο στυπιοθλίπτης ψύχεται και λιπαίνεται με υγρό από την κατάθλιψη μέσω του σωλήνα (7).

β) Η εξωτερική όψη των αντλιών διπλής εισόδου του σχήματος 13α φαίνεται στο σχήμα 13β. Το κέλυφος διαιρείται αξονικά και δεν έχει σταθερή περύγωση. Τα στόμια εισόδου (1) και εξόδου (2) είναι ενσωματωμένα στο κάτω ημικέλυφος. Λόγω της συμμετρίας η πίεση και στις δύο πλευρές της περωτής είναι ίδια. Θεωρητικά λοιπόν οι αντλίες διπλής εισόδου έχουν υδραυλική εξισορρόπηση και δεν εμφανίζουν αξονική ώση της περωτής. Στην πράξη βέβαια υπάρχει μια μικρή αξονική ώση που οφείλεται σε κατασκευαστικές ατέλειες ή άνισες φθορές των εξαρτημάτων. Οι αντλίες διπλής εισόδου εκτός από το πλεονέκτημα της μηδενικής σχεδόν αξονικής ώσης πλεονεκτούν και στο ότι παρουσιάζουν μικρή ταχύτητα ροής στην είσοδο λόγω του διπλού αγωγού αναρρόφησης, Γι' αυτό μπορούν να χρησιμοποιηθούν για μεγάλες παροχές.



Σχ. 12 Αντλία απλής εισόδου



Σχ. 13 (α) Αντλία διπλής εισόδου και (β) Εξωτερική όψη της αντλίας

2.2.1.3 ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΤΗΣ ΠΤΕΡΩΤΗΣ

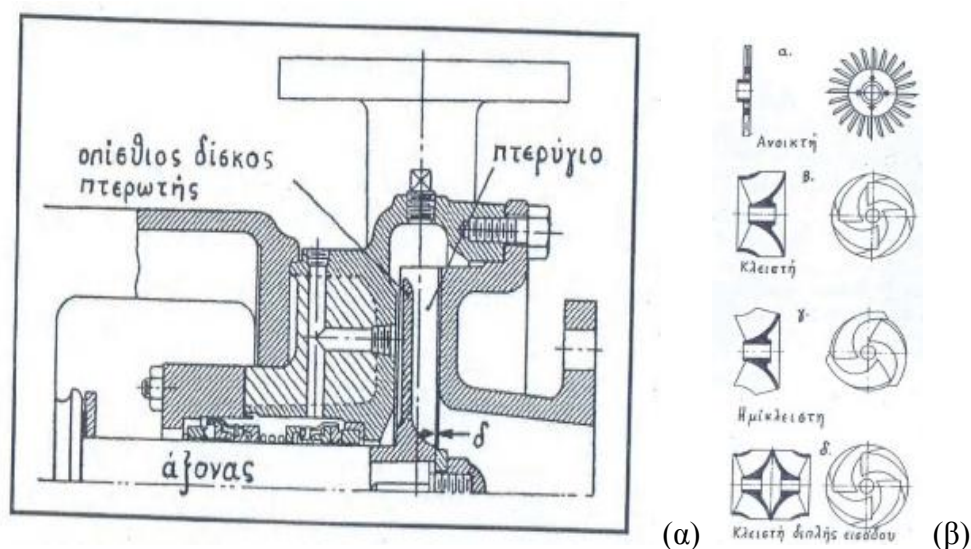
Η πτερωτή είναι ίσως το σπουδαιότερο μέρος της φυγόκεντρης αντλίας. Αποτελείται από την πλήμνη (με την οποία σφηνώνεται στον άξονα) και τα πτερύγια. Τα πτερύγια συνήθως έχουν κλίση αντίθετη προς τη φορά περιστροφής της πτερωτής. Όπως φαίνεται και στο σχήμα 14 υπάρχουν τρία είδη πτερωτών οι κλειστές, οι ημίκλειστες και οι ανοικτές.

α) Η κλειστή πτερωτή (βλ. σχ. 12 & 13) αποτελείται από δύο δίσκους μεταξύ των οποίων βρίσκονται τα πτερύγια. Στις αντλίες απλής εισόδου ο ένας δίσκος έχει στο κέντρο του μια οπή («μάτι») απ' όπου εισέρχεται το υγρό στα πτερύγια. Στις αντλίες διπλής εισόδου υπάρχουν οπές και στους δύο δίσκους. Η διάμετρος της οπής (ή των οπών για τις αντλίες διπλής εισόδου) συμπίπτει με την εσωτερική διάμετρο του στομίου εισόδου του κελύφους ακριβώς μπροστά από την πτερωτή, για να έχουμε ομαλή είσοδο του υγρού στην πτερωτή. Οι αντλίες με πτερωτή κλειστού Τύπου πλεονεκτούν γιατί έχουν μεγάλο βαθμό απόδοσης, αναπτύσσουν υψηλή πίεση, εμφανίζουν μικρότερη αξονική ώση και παρουσιάζουν μικρότερη τάση για σπηλαιώση. Όμως βουλώνουν («μπουκώνουν») ευκολότερα και γι' αυτό χρησιμοποιούνται για άντληση μόνο καθαρών σχετικά υγρών, εκτός αν είναι ειδικά σχεδιασμένες.

β) Στην ημίκλειστη πτερωτή δεν υπάρχει ο εμπρόσθιος δίσκος με την οπή εισόδου αλλά μόνο ο οπίσθιος δίσκος πάνω στον οποίο είναι στερεωμένα τα πτερύγια και που αποτελεί συνέχεια της πλήμνης, (σχ. 14α), Στις αντλίες με ημίκλειστη πτερωτή πρέπει το διάκενο (δ) μεταξύ των πτερυγίων και της εσωτερικής επιφάνειας του καλύμματος του κελύφους να είναι όσο γίνεται μικρότερο. Έτσι ελαττώνονται οι διαφυγές υγρού και επιτυγχάνεται ικανοποιητικός βαθμός απόδοσης, που όμως κατά κανόνα είναι μικρότερος από ότι στις αντλίες με κλειστές πτερωτές.

γ) Η ανοικτή πτερωτή (σχ. 14β(α)) δεν έχει ούτε εμπρόσθιο ούτε οπίσθιο δίσκο και τα πτερύγια στερεώνονται μόνο στην πλήμνη. Ειδικά η πτερωτή του σχ. 21β(α) λέγεται ακτινωτός τροχός και είναι κατάλληλη για αντλίες με πλευρικό αγωγό. Στα σχήματα 14β (β), (γ), (δ) φαίνονται διάφοροι τύποι πτερωτών για αντλίες μικτής ροής. Στις δεξιά όψεις των σχ. 14β(β) και 14β(δ) έχει αφαιρεθεί για σχεδιαστικούς λόγους ο

εμπρόσθιος δίσκος. Οι πτερωτές των σχ. 14β(β), (γ), (δ) είναι κατάλληλες για μέσες παροχές και πιέσεις όπως θα δούμε παρακάτω.

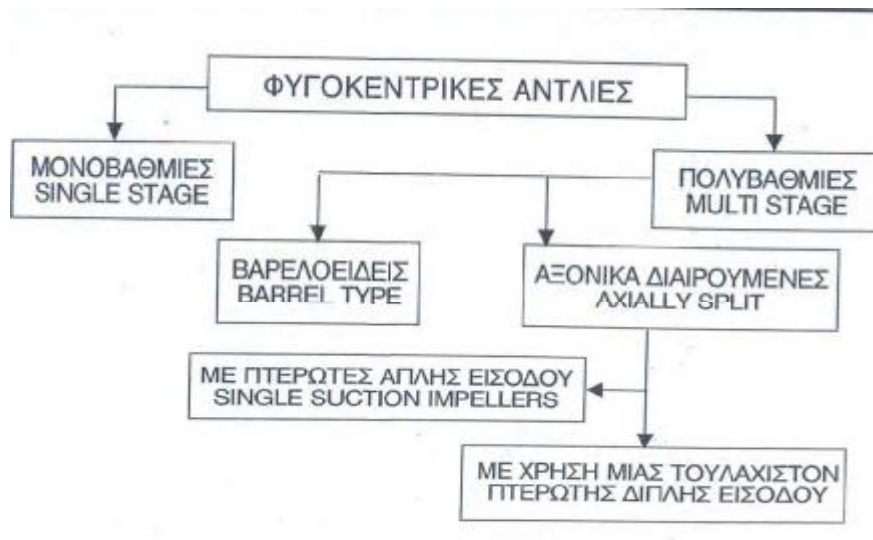


Σχ. 14 (α) Φυγόκεντρη αντλία με ημίκλειστη πτερωτή και (β) τύποι πτερωτών

2.3 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΤΩΝ ΒΑΘΜΙΔΩΝ ΤΟΥΣ

Σύμφωνα με τον αριθμό των βαθμίδων τους οι αντλίες διακρίνονται σε μονοβάθμιες και πολυβάθμιες. Μια πρώτη αναφορά στην έννοια των βαθμίδων έγινε στην παράγραφο για τις φυγόκεντρικές αντλίες. Οι όροι βαθμίδες, μονοβάθμια ή πολυβάθμια αντλία αφορούν σχεδόν αποκλειστικά τις δυναμικές αντλίες δηλαδή τις αντλίες με πτερωτή ή πτερωτές.

Μονοβάθμια λέγεται η αντλία στην οποία το ολικό μανομετρικό ύψος αναπτύσσεται από μία πτερωτή. Πολυβάθμια λέγεται η αντλία στην οποία το ολικό μανομετρικό ύψος αναπτύσσεται από δύο ή περισσότερες πτερωτές σε σειρά, μέσα σε κοινό περίβλημα.



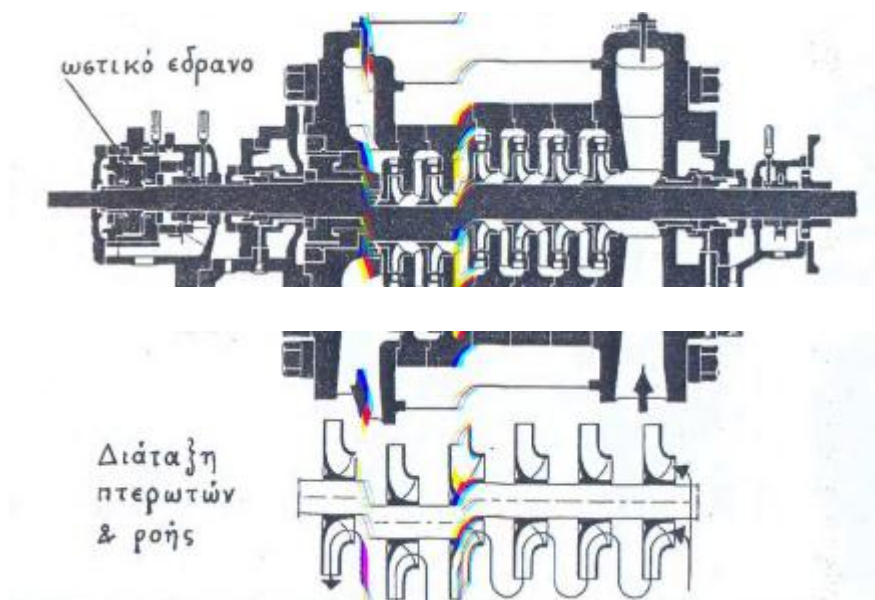
Σχ. 15 Υποδιαίρεση φυγοκεντρικών αντλιών ως προς τις βαθμίδες

Βαθμίδα μιας πολυβάθμιας (δυναμικής) αντλίας ονομάζεται ο συνδυασμός μιας πτερωτής με μια διάταξη οδήγησης ροής (περίβλημα σταθερών περυγίων, σπειροειδές κέλυφος, ή δακτυλοειδές κέλυφος). Όμως εκτός από τις δυναμικές αντλίες, συναντούμε την έννοια της βαθμίδας και σε άλλους τύπους αντλιών, όπου η πίεση αυξάνεται βαθμιαία με τη χρήση επαναλαμβανόμενων διατάξεων σε σειρά. Έτσι μιλάμε π.χ. για διβάθμιους ή τριβάθμιους εγχυτήρες και για διβάθμιες ή τετραβάθμιες αντλίες εκκεντρικού ελικοειδούς ρότορα. Ειδικά για τις πολυβάθμιες φυγοκεντρικές αντλίες υπάρχει μεγάλη ποικιλία τύπων που προκύπτει από την ποικιλία πτερωτών, περιβλημάτων, κλπ. που χρησιμοποιούνται ανάλογα με την περίπτωση. Στο σχήμα 15 φαίνεται η κατάταξη των τύπων των πολυβαθμίων φυγοκεντρικών αντλιών. Οι δύο βασικοί τύποι των πολυβαθμίων αντλιών είναι οι βαρελοειδείς και οι αξονικά διαιρούμενες.

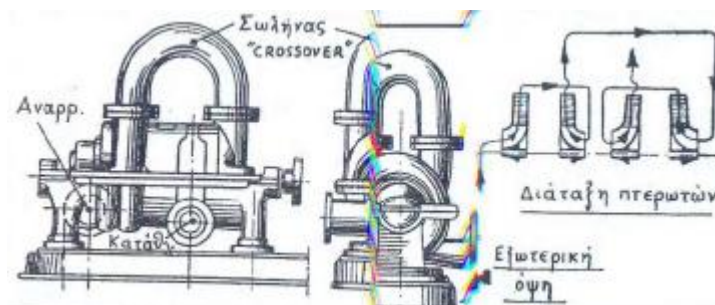
α) Οι βαρελοειδείς αντλίες (σχ. 16) έχουν πτερωτές απλής εισόδου και περίβλημα κυλινδρικό, σταθερών περυγίων που αποτελείται από συναρμολογούμενους δακτύλιους, ένα για κάθε βαθμίδα. Κάθε δακτύλιος έχει σταθερά οδηγητικά περυγία ή περυγία διαχύσεως, που οδηγούν το υγρό από την έξοδο της προηγούμενης στην είσοδο της επόμενης πτερωτής. Αντλίες τέτοιου τύπου

χρησιμοποιούνται ως τροφοδοτικές αντλίες λεβήτων, ή ως αντλίες βαθέων φρεάτων κ.ά.

β) Οι αξονικά διαιρούμενες πολυβάθμιες φυγοκεντρικές αντλίες έχουν σπειροειδές κέλυφος και πτερωτές απλής ή διπλής εισόδου. Οι αντλίες του σχήματος 17 είναι αξονικά διαιρούμενες δηλαδή έχουν κέλυφος που αποτελείται από δύο ημικελύφη συναρμολογούμενα με κοχλίες στο επίπεδο του άξονα. Οι αντλίες αυτές είναι υδραυλικά εξισορροπημένες με αντίθετες πτερωτές σε ποικίλες διατάξεις. Με την χρήση μάλιστα πτερωτών διπλής εισόδου προκύπτουν περισσότερες δυνατότητες.\



Σχ. 16 Βαρελοειδής εξαβάθμια αντλία με ωστικό έδρανο



Σχ. 17 Τετραβάθμια αντλία με αντίθετες πτερωτές κατά ζεύγη (εξισορροπημένη)

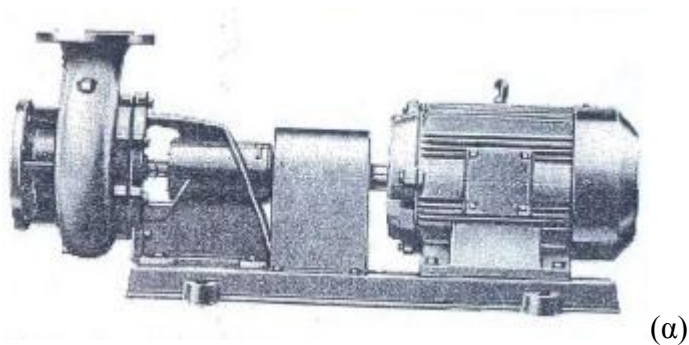
2.4 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΑΝΑΛΟΓΟ ΜΕ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Η εγκατάσταση μιας αντλίας πραγματοποιείται με την τοποθέτηση της αντλίας και του κινητήρα στη θέση λειτουργίας τους μαζί με όλες τις απαραίτητες συνδέσεις των σωληνώσεων. Η εγκατάσταση προϋποθέτει ότι όλες οι δυνάμεις και οι ροπές μεταφέρονται με ασφάλεια στην έδραση του αντλητικού συγκροτήματος ή στην ίδια τη σωλήνωση. Η κατάταξη των αντλιών ανάλογα με τον τρόπο εγκατάστασης μπορεί να γίνει κατά δύο έννοιες: α) ως προς την έδραση και β) ως προς τη θέση λειτουργίας.

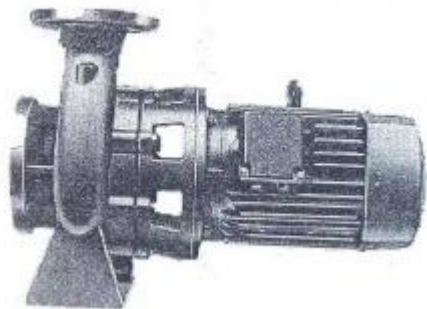
2.4.1 ΑΝΤΛΙΕΣ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΗ ΕΔΡΑΣΗ

2.4.1.1 ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ

Αυτές εδράζονται σε κοινή βάση με τον κινητήρα (σχήμα 18α) ή είναι προσαρμοσμένες σ' αυτόν (ή ο κινητήρας προσαρμοσμένος στην αντλία) (σχήμα 18β). Για μεγάλα αντλητικά συγκροτήματα ή συγκροτήματα με μειωτήρες στροφών η κάθε μονάδα (αντλία κινητήρας κλπ.) εδράζεται σε ιδιαίτερη βάση. Κατά την εγκατάσταση γίνεται η εργασία της ευθυγράμμισης του αντλητικού συγκροτήματος. Το ίδιο συμβαίνει και όταν για διάφορους λόγους ο κινητήρας βρίσκεται σε γειτονικό χώρο και μεταξύ αντλίας και κινητήρα μεσολαβεί στεγανή φράκτη ή τοίχος.



(α)

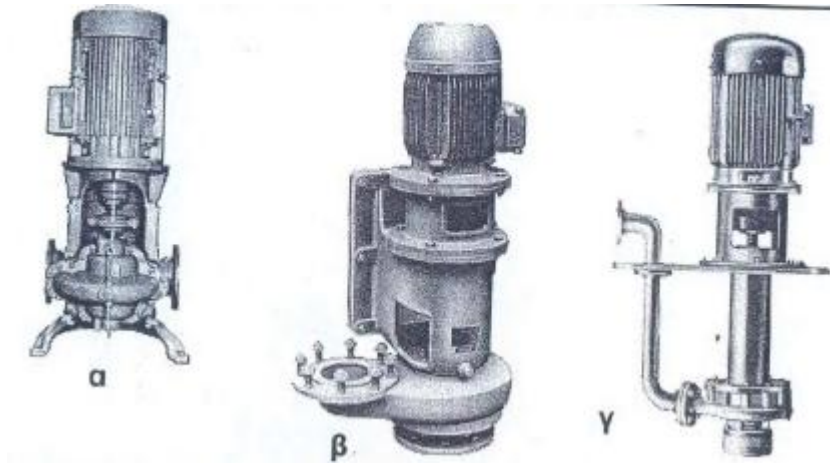


(β)

Σχ. 18 α) Οριζόντια φυγόκεντρα αντλία σε κοινή βάση με τον ηλεκτροκινητήρα και β) Ηλεκτροκινητήρας προσαρμοσμένος στην αντλία.

2.4.1.2 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ

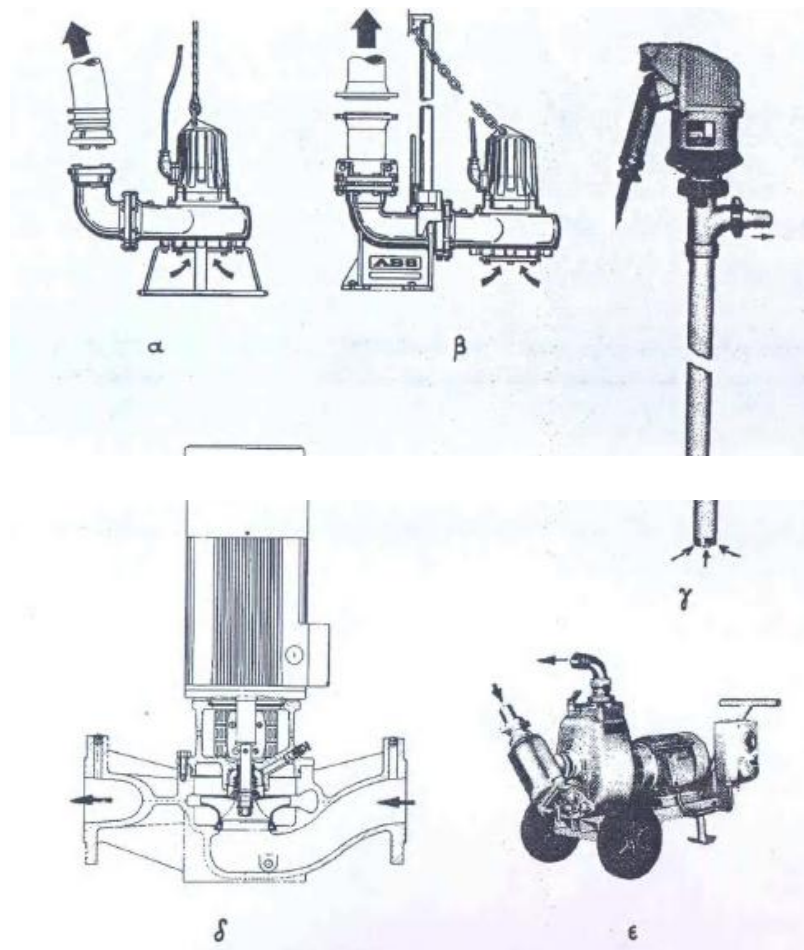
Οι κατακόρυφες αντλίες (σχήμα 19) έχουν το πλεονέκτημα ότι καταλαμβάνουν μικρότερη επιφάνεια του δαπέδου γιατί ο κινητήρας τοποθετείται επάνω από την αντλία. Επίσης με τη χρήση κατακόρυφων αξόνων κίνησης μεγάλου μήκους παρέχουν τη δυνατότητα άντλησης από μεγάλο βάθος με την τοποθέτηση της αντλίας πολύ κοντά στη στάθμη του υγρού ή και μέσα στο υγρό (αντλίες τύπου δεξαμενής και βαθέων φρεάτων). Ειδικά στην τελευταία περίπτωση, όπου η αντλία βρίσκεται μέσα στη δεξαμενή και μέσα στο υγρό (ενώ ο κινητήρας βρίσκεται έξω) υπάρχει το πλεονέκτημα ότι δεν απαιτείται σωλήνας αναρρόφησης και η αντλία δε χρειάζεται να είναι αυτόματης αναρρόφησης.



Σχ. 19 Τύποι κατακόρυφων αντλιών, (α) με βάση, (β) επίτοιχη και (γ) δεξαμενής.

2.4.2 ΑΝΤΛΙΕΣ ΧΩΡΙΣ ΣΤΑΘΕΡΗ ΕΔΡΑΣΗ

Αντλίες χωρίς σταθερή έδραση (σχήμα 20) χρησιμοποιούνται όταν η αντλία πρέπει να είναι καταδύομενη, κινητή ή φορητή, ή όταν έχει μικρό βάρος, οπότε στηρίζεται επάνω στη σωλήνωση. Στην τελευταία περίπτωση η αντλία λέγεται σε γραμμή και τα στόμια εισόδου και εξόδου της αντλίας βρίσκονται σε ευθεία γραμμή. Για κάπως μεγαλύτερες αντλίες σε γραμμή εκτός από τη στήριξη στη σωλήνωση υπάρχει στο κάτω μέρος του κελύφους των και μια απλή βάση στήριξης (σχ. 20, δ).



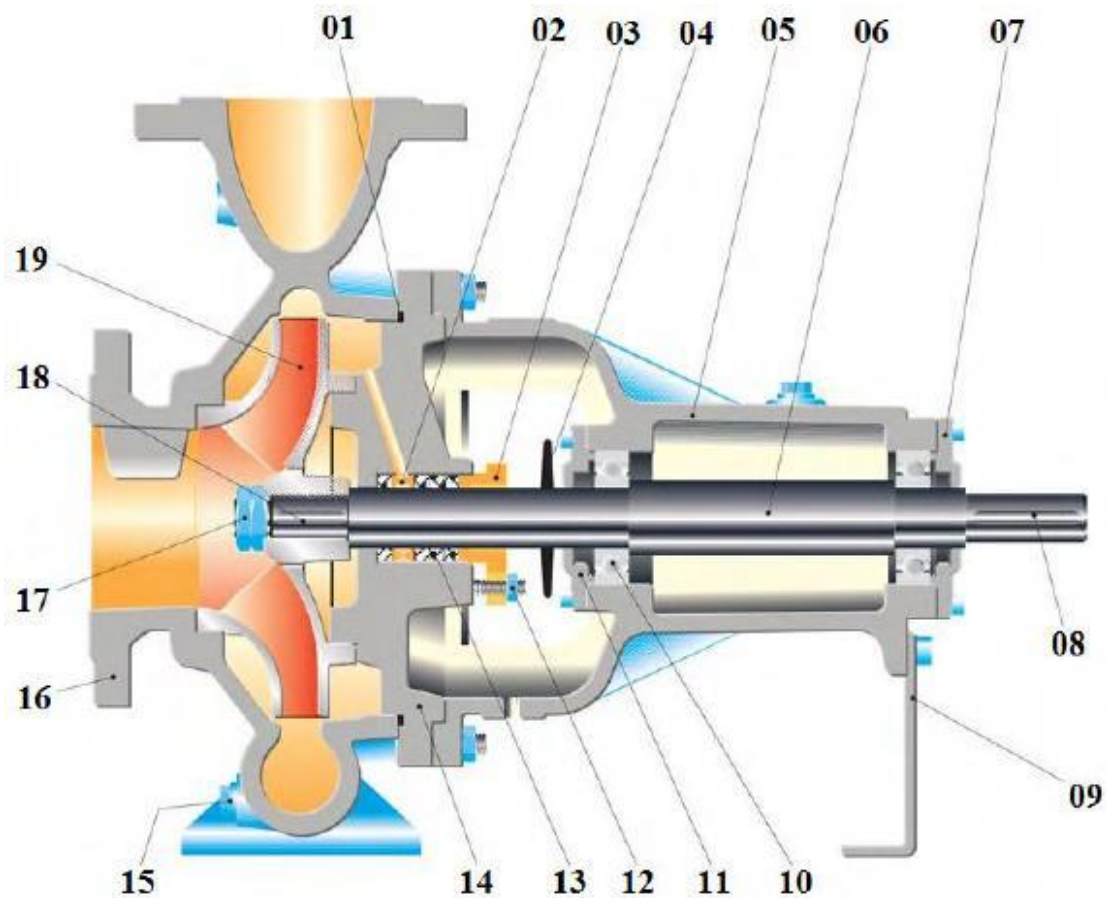
Σχ. 20 Αντλίες χωρίς σταθερή έδραση α: καταδυόμενη, β: καταδυόμενη με ταχυσύνδεσμο, γ: φορητή, δ: σε γραμμή, ε: κινητή.

2.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ

2.5.1 ΤΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ

Ο αριθμός των εξαρτημάτων, η διάταξή τους και η εξωτερική εμφάνιση μιας αντλίας εξαρτώνται από τις ειδικές συνθήκες εργασίας για τις οποίες έχει κατασκευαστεί. Κάθε αντλία πρέπει να συνοδεύεται από βιβλίο οδηγιών για την τοποθέτηση, το χειρισμό και τη συντήρησή της. Επίσης πρέπει να υπάρχει σχέδιο της αντλίας και κατάλογος των εξαρτημάτων. Τα βασικά εξαρτήματα μιας φυγοκεντρικής αντλίας, (σχ. 21) είναι το κέλυφος, η φλάντζα στομίου εισόδου, το στροφέιο και ο άξονας της αντλίας που δίνει την κίνηση στο στροφέιο με το οποίο είναι στερεά συνδεδεμένος. Ο

άξονας της αντλίας στηρίζεται συνήθως σε δύο τριβείς. Ο άξονας διαπερνά το πίσω μέρος του κελύφους όπου στεγανοποιείται για να μη διαρρέει το υγρό που βρίσκεται υπό πίεση μέσα στο κέλυφος ή για να μην εισχωρήσει αέρας, οπότε δημιουργούνται ανωμαλίες στη λειτουργία της αντλίας και ο βαθμός απόδοσης μειώνεται κατά πολύ. Το βασικό εξάρτημα της στεγανοποίησης είναι η σαλαμάστρα, που τοποθετείται υπό μορφή δακτυλίων. Για τη στεγανοποίηση η σαλαμάστρα σφίγγεται με το στυπιοθλίπτη.



Σχήμα 21. Οι ονομασίες των βασικών εξαρτημάτων της φυγοκεντρικής αντλίας: 01- «Ο» Δακτυλίδι , 02- Δακτύλιος υδρολιπάνσεως της σαλαμάστρας, , 03 – Στυπιοθλίπτης, 04 - Διασκορπιστής, 05 - Κουζινέτο, 06 - Άξονας αντλίας, 07 - Κάλυμμα ρουλεμάν, 08 - Σφήνα σύνδεσης της αντλίας με τον κινητήρα, 09 - Στήριγμα αντλίας, 10 - Μπίλια ρουλεμάν, 11 - Κάλυμμα ρουλεμάν, 12 - Μπουζόνι με κορμό και περικόχλιο, 13 - Σαλαμάστρα, 14 - Κάλυμμα σαλαμάστρας, 15 - Τάπα κελύφους, 16 - Φλάντζα στομίου εισόδου, 17 - Παξιμάδι στροφείου, 18 - Σφήνα σύνδεσης του στροφείου, με τον άξονα, 19 - Στροφείο.

2.5.2 ΤΟ ΚΕΛΥΦΟΣ ΤΗΣ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ

Το κέλυφος της φυγόκεντρικής αντλίας έχει σπειροειδές σχήμα (σχ. 22) και το στροφείο τοποθετείται έτσι ώστε το υγρό, το οποίο φεύγει από το στροφείο υπό την επίδραση της φυγόκεντρης δύναμης και ωθείται προς τη χοάνη κατάθλιψης, να κινείται σε αγωγό με διατομή συνεχώς αυξανόμενη. Η προοδευτική αύξηση της διατομής του αγωγού του κελύφους είναι τέτοια ώστε η παροχή ανά μονάδα επιφάνειας να είναι περίπου σταθερή σε όλη τη διαδρομή του υγρού μέσα στο κέλυφος. Κατ' αυτό τον τρόπο η ταχύτητα κίνησης του υγρού ελαττώνεται προοδευτικά και η κινητική του ενέργεια μετατρέπεται σε στατική πίεση με όσο το δυνατό μικρότερες απώλειες. Η ελάττωση αυτή της ταχύτητας του υγρού μετά την έξοδο από το στροφείο της αντλίας είναι απαραίτητη, γιατί αν το υγρό οδηγηθεί στο σωλήνα κατάθλιψης με την ταχύτητα που έχει κατά την έξοδο από το στροφείο, οι απώλειες τριβών θα είναι πολύ μεγάλες.



Σχ. 22 Το κέλυφος της φυγόκεντρικής αντλίας έχει σπειροειδές σχήμα και το στροφείο τοποθετείται έτσι ώστε το υγρό, το οποίο φεύγει από το στροφείο υπό την επίδραση της φυγόκεντρης δύναμης και ωθείται προς τη χοάνη κατάθλιψης, να κινείται σε αγωγό με διάμετρο συνεχώς αυξανόμενη.

2.5.3 ΤΟ ΣΤΡΟΦΕΙΟ ΤΗΣ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ

Τα στροφεία μίας φυγοκεντρικής αντλίας χωρίζονται σε τρία βασικά είδη: 1) κλειστά, 2) ημίκλειστα και 3) ανοικτά.

2.5.3.1 ΑΝΤΛΙΕΣ ΜΕ ΚΛΕΙΣΤΑ ΣΤΡΟΦΕΙΑ

Οι αντλίες με κλειστά στροφεία αποτελούνται από δύο δίσκους και τα πτερύγια βρίσκονται ανάμεσα τους, (Σχ.23) Ο ένας δίσκος έχει στο κέντρο μία οπή για την είσοδο του νερού κατά την αναρρόφηση στα πτερύγια. Οι αντλίες αυτού του είδους έχουν καλύτερες αποδόσεις και δίνουν υψηλότερες πιέσεις στην έξοδο της αντλίας συγκριτικά με τα δύο επόμενα είδη, αλλά δυσκολεύεται η μεταφορά των ξένων φερτών υλών.



Σχ.23 (α) Οι αντλίες με κλειστά στροφεία αποτελούνται από δύο δίσκους και τα πτερύγια βρίσκονται ανάμεσα τους. Ο ένας δίσκος έχει στο κέντρο μία οπή για την είσοδο του νερού κατά την αναρρόφηση στα πτερύγια.



Σχ.23 (β) Κλειστό στροφείο

2.5.3.2 ΑΝΤΛΙΕΣ ΜΕ ΗΜΙΚΛΕΙΣΤΑ ΣΤΡΟΦΕΙΑ

Το στροφείο του ημίκλειστου τύπου αποτελείται από ένα δίσκο. Τα περυγία είναι τοποθετημένα στη μία πλευρά του δίσκου και από το μέρος της αναρρόφησης του νερού (Σχ.24)

Μειονέκτημα των στροφείων αυτών είναι ότι δεν έχουν τη στεγανότητα μεταξύ περυγιών και τοιχώματος του σώματος της αντλίας. Για το λόγο αυτό, οι αντλίες αυτές έχουν κατά κανόνα μικρότερο βαθμό απόδοσης από ότι οι αντλίες με κλειστά στροφεία.

Πλεονέκτημα όμως, είναι η εύκολη και γρήγορη πρόσβαση καθαρισμού των στερεών σωμάτων στην είσοδο των στροφείων.



Σχ.24 (α) Το στροφείο του ημίκλειστου τύπου αποτελείται από ένα δίσκο. Τα περυγία είναι τοποθετημένα στη μία πλευρά του δίσκου και από το μέρος της αναρρόφησης του νερού.



Σχ. 24 (β) Στροφείο του ημίκλειστου τύπου

2.5.3.3 ΑΝΤΛΙΕΣ ΜΕ ΑΝΟΙΚΤΑ ΣΤΡΟΦΕΙΑ

Οι αντλίες με ανοικτά τα στροφεία είναι απλές στην κατασκευή, έχουν μεγάλα κενά μεταξύ των πτερυγίων και αφήνουν να περάσουν χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα ξένες φερτές ύλες που περιέχονται από ακάθαρτα νερά, (Σχ.25). Ο βαθμός απόδοσης αυτών είναι μικρότερος των άλλων δύο ειδών, λόγω της διαρροής ρευστού από τη σάλπιγγα προς το στόμιο αναρρόφησης.



Σχ.25 (α) Οι αντλίες με ανοικτά τα στροφεία είναι απλές στην κατασκευή, έχουν μεγάλα κενά



Σχ.25 (β) Ανοικτό στροφέιο

2.5.4 ΛΙΠΑΝΣΗ

Οι τριβείς των φυγοκεντρικών αντλιών λιπαίνονται με μία από τις παρακάτω μεθόδους:

- Με περιστρεφόμενο δακτύλιο
- Με σφαιροτριβείς που λιπαίνονται με λίπος
- Με σφαιροτριβείς που λιπαίνονται με λάδι
- Με σύστημα βεβιασμένης κυκλοφορίας λαδιού
- Η φροντίδα για την καλή λίπανση έχει μεγάλη σημασία, επειδή λόγω κακής ή ελαττωματικής λίπανσης μπορεί να προκύψουν σοβαρότατες ανωμαλίες

2.5.5 Η ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ

Για την επίτευξη στεγανότητας χρησιμοποιούνται οι στυπιοθάλαμοι και τα παρεμβύσματα. Αν η αντλία βρίσκεται κάτω από τη στάθμη του αναρροφούμενου υγρού και το υγρό εισέρχεται σ' αυτήν με τη βαρύτητα, τότε τα παρεμβύσματα εμποδίζουν τη διαφυγή του υγρού έξω από την αντλία. Αν όμως η αντλία είναι επάνω από τη στάθμη, οπότε αναρροφά το υγρό δια του κενού της, τότε αυτά εμποδίζουν τη διείσδυση αέρα στην αντλία.

Στην τελευταία αυτή περίπτωση χρησιμοποιούνται στυπιοθάλαμοι με δακτύλιους ή κιβώτια στεγανότητας κοντά στο κέντρο του στυπιοθαλάμου για την παρεμπόδιση διεισδύσεως αέρα και τη λίπανση του παρεμβύσματος. Υγρό στεγανοποίησεως εγχέεται στο κιβώτιο στεγανότητας. Γι' αυτό το κιβώτιο στεγανότητας συνδέεται με το σπειροειδή οχετό καταθλίψεως στη πρώτη βαθμίδα του με κατάλληλο σωλήνα, όταν η αντλία καταθλίβει καθαρό ψυχρό νερό. Σε περιπτώσεις αντλιών με μεγάλο ύψος αναρροφήσεως ή αντλιών συμπυκνώματος ή υψηλής θερμοκρασίας του νερού ή διακινήσεως πτητικών υγρών, χορηγείται νερό στεγανότητας των στυπιοθλιπτών από ανεξάρτητη εξωτερική πηγή.

2.5.6 ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ

Στο υψηλότερο σημείο της καταθλίψεως και του κελύφους της αντλίας τοποθετούνται εξαεριστικά, τα οποία ανοίγονται συχνά για να απελευθερώνεται ο παγιδευμένος ατμοσφαιρικός αέρας. Προτιμότερο είναι να τηρούνται συνεχώς αυτά λίγο ανοικτά, ώστε μια μικρή ποσότητα αέρα και νερού να διαφεύγει συνεχώς διοχετευόμενη στο κατάλληλο δίκτυο υγρών ή το κύτος.

2.5.7 ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΣΗ (BY-PASS)

Σε όλες τις φυγοκεντρικές αντλίες η διαφορά μεταξύ της παρεχόμενης σ' αυτήν ισχύος και της ισχύος του καταθλιβόμενου νερού μετατρέπεται σε θερμότητα. Σε μικρές παροχές μπορεί σε τροφοδοτικές αντλίες και αντλίες πυρκαγιάς να δημιουργηθεί υπερθέρμανση.

Για την προστασία της αντλίας από υπερθέρμανση χρησιμοποιείται μια βαλβίδα βραχυκυκλώσεως (by-pass), από την οποία ποσότητα νερού επιστρέφει από την κατάθλιψη προς τη δεξαμενή ή την αναρρόφηση. Έτσι με τη κυκλοφορία της ποσότητας αυτής του νερού που πλεονάζει διατηρείται η θερμοκρασία της αντλίας σε κανονικά επίπεδα.

Σε ορισμένες τροφοδοτικές αντλίες οι βαλβίδες βραχυκυκλώσεως είναι αυτόματες, ρυθμισμένες να ανοίγουν μόνο όταν η παροχή πλησιάζει την ελάχιστη.

2.6 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΣΠΗΛΑΙΩΣΗΣ ΣΤΙΣ ΦΥΤΟΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ.

2.6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΣΠΗΛΑΙΩΣΗΣ

Η εμφάνιση του φαινομένου της σπηλαίωσης στις φυγοκεντρικές αντλίες αποτελεί ένα σημαντικό πρόβλημα και οδηγεί στη μείωση του βαθμού απόδοσης της αντλίας, στη δημιουργία θορύβου και πολλές φορές στην καταστροφή του υλικού της. Μια ξαφνική αύξηση της ταχύτητας του αντλούμενου υγρού προκαλεί πτώση της τοπικής πίεσης, μερικές φορές κάτω από την πίεση ατμοποίησης του υγρού. Το αποτέλεσμα είναι η ατμοποίηση του υγρού και η ανάπτυξη ενός θύλακα ατμού, δηλαδή ατμοποιημένου υγρού και φυσαλίδων.

Η πίεση ατμοποίησης κάθε υγρού είναι χαρακτηριστικό θερμοδυναμικό του μέγεθος και εξαρτάται από τη θερμοκρασία του. Συνεπώς, ακόμη και μια τοπική αύξηση της θερμοκρασίας μπορεί επίσης να έχει τα παραπάνω αποτελέσματα.

Η ύπαρξη διαφόρων αερίων υπό τη μορφή φυσαλίδων στο εσωτερικό του αντλούμενου υγρού επίσης μπορεί να αποτελέσει έναν άλλο λόγο δημιουργίας ενός τύπου σπηλαίωσης.

Η ανάγνωση των συμπτωμάτων της σπηλαίωσης και η σωστή διάγνωση του τύπου της σπηλαίωσης, μπορούν να βοηθήσουν έναν χειριστή να αποτρέψει μια σοβαρή ζημιά.

2.6.2 ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΙΔΗ ΣΠΗΛΑΙΩΣΗΣ – ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΦΥΣΑΛΙΔΩΝ

Η σπηλαιώση μπορεί να είναι διαφόρων τύπων. Οι διάφοροι τύποι σπηλαιώσης διαφέρουν μεταξύ τους λόγω της προέλευσης των φυσαλίδων που την προκαλούν ή ακόμα και λόγω των μηχανισμών που λαμβάνουν μέρος και την προκαλούν.

Γενικά, οι φυσαλίδες που περιέχονται μέσα σε ένα υγρό είναι δύο τύπων: φυσαλίδες ατμού ή φυσαλίδες αερίου.

2.6.2.1 ΣΠΗΛΑΙΩΣΗ ΛΟΓΩ ΦΥΣΑΛΙΔΩΝ ΑΤΜΟΥ

Οι φυσαλίδες ατμού σχηματίζονται λόγω της εξάτμισης ενός υπό άντληση υγρού. Η συνθήκη σπηλαιώσης που προκαλείται από το σχηματισμό και την κατάρρευση των φυσαλίδων ατμού, αναφέρεται συνήθως ως σπηλαιώση λόγω φυσαλίδων ατμού.

Η σπηλαιώση λόγω φυσαλίδων ατμού αναπτύσσεται όταν σε μια περιοχή της ροής, η τοπική στατική πίεση γίνει μικρότερη από την πίεση ατμοποίησης του υγρού. Στη συνέχεια, οι φυσαλίδες ατμού παρασύρονται σε περιοχή που επικρατεί μεγάλη στατική πίεση, λόγω της φυγόκεντρης δύναμης. Στην περιοχή αυτή η μάζα του ατμού επανυγροποιείται. Το φαινόμενο της επανυγροποίησης συνοδεύεται τοπικά από φαινόμενα κρουστικής μορφής. Αυτό το είδος σπηλαιώσης εμφανίζεται λόγω της ανεπάρκειας του διαθέσιμου καθαρού θετικού ύψους αναρρόφησης και εκδηλώνεται υπό μορφή μειωμένης απόδοσης αντλιών, υπερβολικό θόρυβο, δονήσεις και φθορά των μερών της αντλίας. Η έκταση της ζημιάς που προκαλεί η σπηλαιώση, κυμαίνεται από ένα μικρό ποσοστό διάβρωσης μετά από χρόνια λειτουργίας ως και πλήρη καταστροφή της αντλίας σε μια σχετικά μικρή χρονική περίοδο.

2.6.2.2 ΣΠΗΛΑΙΩΣΗ ΛΟΓΩ ΦΥΣΑΛΙΔΩΝ ΑΕΡΙΟΥ

Οι φυσαλίδες αερίου σχηματίζονται λόγω της παρουσίας διαλυμένων αερίων (γενικά αέρα αλλά μπορεί να είναι οποιοδήποτε αέριο στο σύστημα) στο αντλούμενο υγρό. Η συνθήκη σπηλαιώσης που προκαλείται από το σχηματισμό και την κατάρρευση των φυσαλίδων αερίου αναφέρεται συνήθως ως σπηλαιώση λόγω φυσαλίδων αερίου.

Η σπηλαιώση λόγω φυσαλίδων αερίου εμφανίζεται όταν κάποιο αέριο (συνηθέστερα ο αέρας) εισάγεται μέσα σε μια φυγοκεντρική αντλία μαζί με το υγρό. Αυτό το είδος της σπηλαιώσης σπάνια προκαλεί ζημιά στο στροφείο ή στο κέλυφος της αντλίας. Η κύρια συνέπεια της σπηλαιώσης λόγω φυσαλίδων αερίου είναι η πτώση παροχής.

2.6.3 ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΤΗΣ ΣΠΗΛΑΙΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΝΤΛΙΑ

Σε αυτήν την παράγραφο παρουσιάζονται οι προϋποθέσεις εμφάνισης της σπηλαιώσης στην αντλία:

-Μεγάλο ύψος αναρρόφησης

Κίνδυνος σπηλαιώσης υπάρχει μόλις το ύψος αναρρόφησης υπερβεί μια ορισμένη τιμή, για την οποία η τοπική στατική πίεση παίρνει τιμές μικρότερες της πίεσης ατμοποίησης του νερού.

- Παροχή μεγαλύτερη της κανονικής

Όταν η παροχή της αντλίας είναι μεγαλύτερη από την κανονική, η σπηλαιώση εμφανίζεται ευκολότερα, επειδή αυξάνεται η ταχύτητα ροής και επομένως εμφανίζεται μεγαλύτερη πτώση της πίεσης.

- Διεύθυνση ροϊκών γραμμών

Από κινηματική άποψη το σχήμα των ροϊκών γραμμών επηρεάζει την εμφάνιση της σπηλαιώσης. Απότομη αλλαγή της διεύθυνσης της ροής μέσα στην αντλία και κακές συνθήκες εισόδου του υγρού στην περωτή είναι δυνατό να προκαλέσουν μεγάλες απώλειες πίεσης και σπηλαιώση.

2.6.4 ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΤΗΣ ΣΠΗΛΑΙΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΝΤΛΙΑ

Σε αυτήν την παράγραφο παρουσιάζονται τα γενικά συμπτώματα που παρατηρούνται στην αντλία λόγω σπηλαιώσης

- Θόρυβος

Ο θόρυβος προκαλείται μετά από την κατάρρευση των φυσαλίδων. Αυτός ο θόρυβος αποτελεί ένδειξη της σπηλαιώσης στην αντλία.

- Κραδασμοί

Είναι φανερό ότι οι διαδοχικές αυξομειώσεις της πίεσης του υγρού προκαλούν κραδασμούς, που μεταφέρονται σε όλα τα εξαρτήματα της αντλίας, ακόμα και στη βάση στηρίζεώς της. Οι κραδασμοί αυτοί προκαλούνται από τις ταλαντώσεις των τμημάτων στα οποία προσκρούει το υγρό. Όσο μεγαλύτερη είναι η αντλία τόσο πιο έντονοι είναι οι θόρυβοι και οι κραδασμοί.

- Φθορά των μεταλλικών επιφανειών

Πολλές φορές έχει μεγάλη έκταση ιδίως όταν το υγρό περιέχει διαβρωτικές ουσίες (οξυγόνο ή οξέα). Η φθορά που προέρχεται από τη σπηλαιώση διαφέρει μακροσκοπικά από τις συνήθεις διαβρώσεις των μετάλλων γιατί εμφανίζεται μόνο σε ορισμένα σημεία και όχι σε όλο το μήκος των ροϊκών γραμμών του υγρού. Η αντοχή των μετάλλων στη σπηλαιώση εξαρτάται από τη χημική τους σύνθεση και από το βαθμό λειάνσεως της επιφάνειάς τους. Διάφορα υλικά έχουν διαφορετικό βαθμό αντοχής στη σπηλαιώση. Η κατάταξή τους κατά σειρά αυξανόμενης ανθεκτικότητας είναι:

- Μόλυβδος
- Χυτοσίδηρος
- Ορείχαλκος
- Αλκυλένιο με άνθρακα
- Ανοξειδωτο ατσάλι



ΣΧ. 26 διάβρωση στροφείου φυγοκεντρικής αντλίας λόγω σπηλαιώσης.

2.6.5 ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΙ ΑΠΟΦΥΓΗ ΣΠΗΛΑΙΩΣΗΣ

Σε αυτήν την παράγραφο παρουσιάζονται τρόποι πρόληψης και αποφυγής της σπηλαιώσης στην αντλία.

-Μείωση θερμοκρασίας

Μειώνοντας τη θερμοκρασία του νερού στην είσοδο της αντλίας επιτυγχάνουμε την μείωση της πιθανότητας να σχετιστεί σπηλαιώση στην αντλία.

- Μείωση της ταχύτητας περιστροφής της αντλίας

Μειώνοντας την ταχύτητα περιστροφής της αντλίας, πετυχαίνεται μείωση της παροχής και επομένως αύξηση της τοπικής στατικής πίεσης.

-Αλλαγή στη συνδεσμολογία στην περιοχή της αναρρόφησης

Με την αλλαγή της συνδεσμολογίας στην περιοχή αναρρόφησης, μειώνοντας το μήκος του σωλήνα αναρρόφησης και αφαιρώντας τις μη απαραίτητες γωνίες και βάνες στη συνδεσμολογία.

-Μείωση διαλυμένου αέρα

Με την μείωση της παρουσίας του διαλυμένου αέρα στο νερό, μειώνονται οι πιθανότητες εμφάνισης σπηλαιώσης στην αντλία.

- Τακτικός έλεγχος στροφείου και σωλήνων για σπηλαίωση

Με το συχνό έλεγχο του στροφείου της αντλίας και των σωλήνων αλλάζουμε ή διορθώνουμε τις επιφάνειές τους ώστε να τις διατηρούμε λείες, μειώνοντας με αυτό τον τρόπο τον κίνδυνο για σπηλαίωση.

2.7 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ.

Μια φυγοκεντρική αντλία όταν λειτουργεί με σταθερό αριθμό στροφών έχει με το ελάχιστο μανομετρικό ύψος (αντιστάσεις τριβών μέσα στην αντλία) μια ορισμένη παροχή. Αν αυξηθεί ή ελαττωθεί ο αριθμός των στροφών της αντλίας, τότε θα υπάρξει αντίστοιχη αύξηση ή μείωση της παροχής του νερού. Εάν Q_1 και Q_2 οι παροχές των αντλιών με αριθμούς στροφών n_1 και n_2 αντίστοιχα, θα ισχύει η σχέση:

$$Q_1 / Q_2 = n_1 / n_2$$

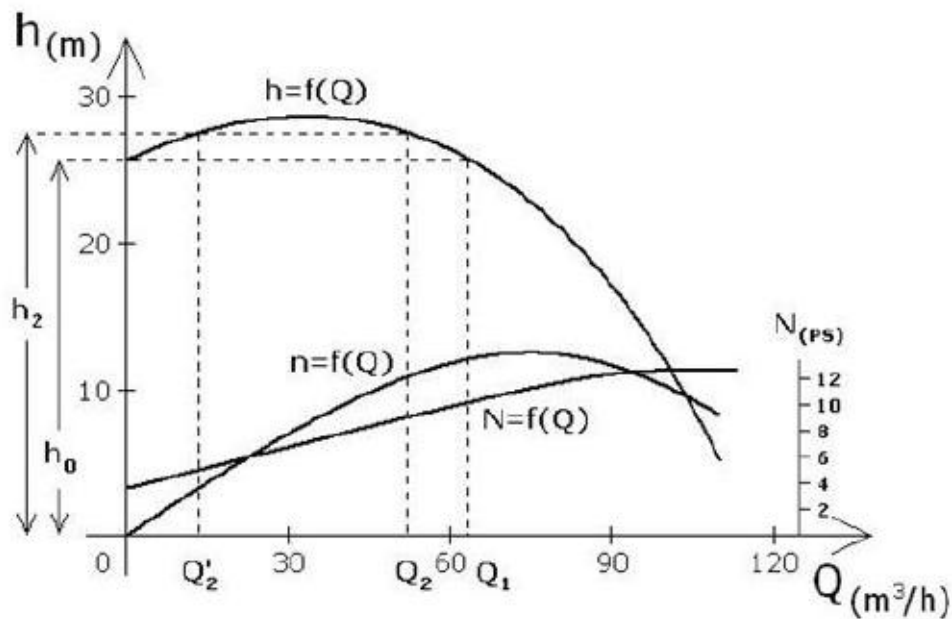
ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΟΥ ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΥΨΟΥΣ.

Εάν n_1 ο σταθερός αριθμός στροφών και υπάρξει μεταβολή μανομετρικού ύψους λειτουργίας της αντλίας, παρατηρείται αντίστροφη μεταβολή της παροχής. Φθάνοντας σε ένα μανομετρικό ύψος λειτουργίας της αντλίας, η παροχή της μηδενίζεται. Το ύψος αυτό ονομάζεται: Ύψος μηδενικής παροχής.

Εάν τώρα μετρηθεί η παροχή της αντλίας με σταθερό αριθμό στροφών σε διάφορα μανομετρικά ύψη, θα υπάρξει μια σειρά από ζεύγη τιμών. Τοποθετώντας τις τιμές αυτές σε ένα σύστημα συντεταγμένων με τετμημένες τις παροχές και τεταγμένες τα

αντίστοιχα μανομετρικά ύψη, η μορφή της καμπύλης [$H = f(Q)$] είναι του παρακάτω σχήματος.

Φυγόκεντρος Αντλία $n=1965 \text{ rpm}$



Σχ.27 Φυγόκεντρος αντλία για $n=1965 \text{ rpm}$

Στην καμπύλη αυτή παρατηρείται ότι με μηδενική παροχή $Q=0$ το ύψος της ανύψωσης του νερού είναι h_0 . Εάν μειωθεί λίγο το μανομετρικό ύψος, η παροχή παίρνει απότομα μια μεγάλη τιμή Q_1 . Αν αρχικά αυξηθεί το μανομετρικό ύψος, η παροχή θα αρχίσει να ελαττώνεται και έτσι μπορούν να δημιουργηθούν μανομετρικά ύψη μεγαλύτερα του h_0 με συνεχόμενη ελάττωση της παροχής.

Έτσι παρατηρείται ότι με μανομετρικό ύψος h_2 υπάρχουν δύο παροχές λειτουργίας της αντλίας η Q_1 και η Q_2 . Δηλαδή εάν η αντλία, αφού αρχίσει να λειτουργεί και ευρίσκεται στην περιοχή Q_2 υπάρχει περίπτωση να πέσει από την παροχή Q_2 στην περιοχή Q'_2 . Η περιοχή λειτουργίας από Q_1 μέχρι $Q=0$ ονομάζεται περιοχή ασταθούς λειτουργίας.

2.7.1 ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ.

Η ενέργεια που αποδίδεται από μια αντλία στην μονάδα του χρόνου δίδεται από τη σχέση :

$$N_e = Q * h/75(HP)$$

Με Q = παροχή σε lit/sec.

h = μανομετρικό ύψος σε m.

Στην αντλία δίδεται μια ισχύς N μεγαλύτερη της αποδιδόμενης N_a . Η διαφορά $N - N_a$ καταναλώνεται για να υπερνικηθούν οι μηχανικές τριβές και οι υδραυλικές απώλειες μέσα στην αντλία.

Ο βαθμός απόδοσης δίνεται από τη σχέση :

$$\eta = N_a / N$$

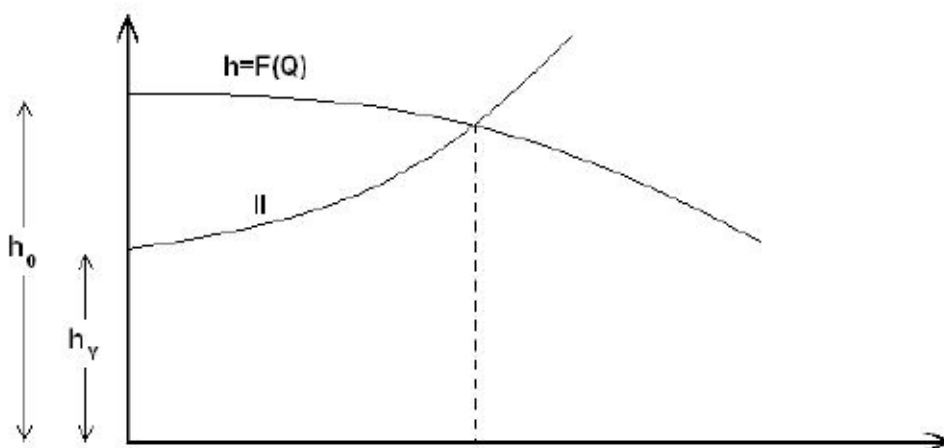
Αφού για κάθε παροχή αντιστοιχεί και ένα μανομετρικό ύψος, για κάθε παροχή θα αντιστοιχεί και μια τιμή αναρροφούμενης ισχύς. Επομένως εάν ταυτόχρονα με τη μέτρηση αντίστοιχων ζευγών τιμών παροχής μανομετρικού ύψους, μετρηθεί και η προσδιδόμενη στην αντλία ενέργεια, θα υπάρξουν τριάδες αντίστοιχων, τιμών, δηλαδή παροχής μανομετρικού ύψους απορροφούμενης ισχύς καθώς και τον βαθμό απόδοσης.

Στο διάγραμμα μπορεί να σχεδιαστεί, εκτός από την καμπύλη $h=f(Q)$ και οι καμπύλες $N=f(Q)$ της απορροφούμενης ισχύς για κάθε παροχή, και $\eta=f(Q)$ του βαθμού απόδοσης της αντλίας με δεδομένο αριθμό στροφών λειτουργίας της αντλίας. Από τις καμπύλες του διαγράμματος παρατηρούμε τα ακόλουθα: Η απορροφούμενη ισχύς αρχίζει από μια ορισμένη τιμή N_a στον άξονα των τεταγμένων η οποία δίδει την αναγκαία ισχύ λειτουργίας της αντλίας με μηδενική παροχή $Q=0$ (κλειστή βάνα στον σωλήνα κατάθλιψης).

Η τιμή αυτή είναι το άθροισμα των μηχανικών αντιστάσεων στα κινούμενα μέρη της αντλίας και των υδραυλικών αντιστάσεων στροβιλισμού του νερού μέσα στην αντλία. Η τιμή αυτή είναι η μικρότερη του διαγράμματος. Όταν αυξάνει η παροχή με ελάττωση του μανομετρικού ύψους, αυξάνει και η απαιτούμενη ισχύς για την λειτουργία της αντλίας. Η αντλία απορροφά την μεγαλύτερη ισχύ με το μικρότερο μανομετρικό ύψος. Όταν η παροχή ανέβει πάνω από μια ορισμένη τιμή, αρχίζει η απαιτούμενη ισχύς να παρουσιάζει μικρή μόνο αύξηση με την αύξηση της παροχής, ώστε να παρατηρηθεί ότι μια τιμή και μετά η απαιτούμενη ισχύς λειτουργίας είναι σταθερή. Η καμπύλη μεταβολής του βαθμού απόδοσης παρουσιάζει ένα μέγιστο με ορισμένη παροχή. Με παροχή μικρότερη ή μεγαλύτερη του μέγιστου ο βαθμός απόδοσης μειώνεται συνεχώς.

2.7.2 ΣΗΜΕΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΤΛΙΑΣ

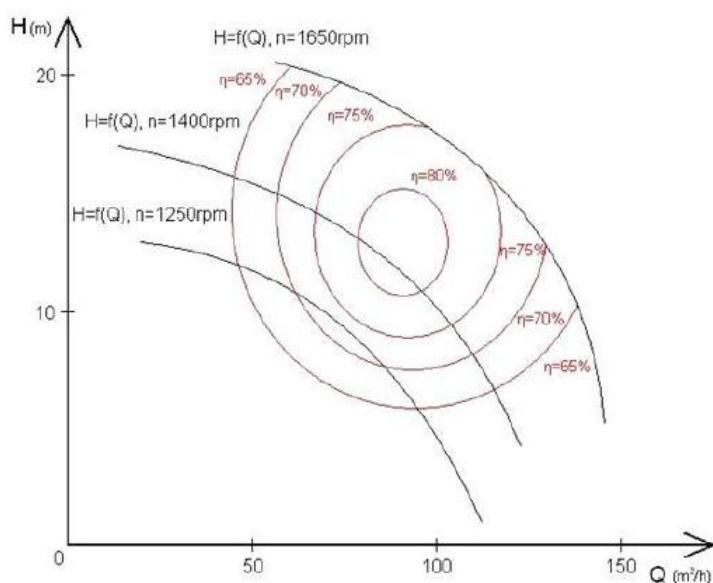
Εάν υπάρξει λειτουργία μιας αντλίας σύμφωνα με τα παραπάνω πρέπει να αρχίσει η λειτουργία της από το σημείο όπου η απαίτηση ισχύος θα είναι η μικρότερη. Αυτό είναι το σημείο μηδενικής παροχής. Αυτό Μπορεί να Γίνει εάν ο διακόπτης στον σωλήνα κατάθλιψης είναι κλειστός. Μετά εφόσον ανοιχθεί σιγά σιγά ο διακόπτης, με αποτέλεσμα να αυξηθεί η παροχή συνεχώς και κατά συνέπεια να αυξηθεί και το φορτίο του κινητήρα σύμφωνα με την μεταβολή της καμπύλης $N=f(Q)$. Το ύψος αντιστάσεων του νερού που ρέει μέσα στον σωλήνα αυξάνει συνεχώς με την αύξηση της παροχής. Επομένως το μανομετρικό ύψος θα αποτελείται από το γεωμετρικό ύψος συν το ύψος των αντιστάσεων ροής, το οποίο μεταβάλλεται ανάλογα με την παροχή. Η καμπύλη Π του επόμενου σχήματος μας δίδει τα μανομετρικά ύψη του συστήματος για διάφορες παροχές της αντλίας. Το σημείο που τέμνεται η καμπύλη $n = f(Q)$ με την καμπύλη Π είναι το σημείο λειτουργίας της αντλίας.



Σχ.28 Σημείο λειτουργίας της αντλίας.

2.7.3 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΟΥΣ ΑΡΙΘΜΟΥΣ ΣΤΡΟΦΩΝ.

Τα διαγράμματα αποδόσεων των αντλιών δίδονται από τους κατασκευαστές μετά από σειρά δοκιμών με ορισμένο αριθμό στροφών. Για μια πλήρη γνώση μιας αντλίας πρέπει να υπάρξουν τα στοιχεία λειτουργίας της σε διάφορους αριθμούς στροφών. Για παράσταση στα στοιχεία των δοκιμών, φτιάχνετε το παρακάτω διάγραμμα.



Σχ.29 Στοιχεία λειτουργίας της σε διάφορους αριθμούς στροφών

Αυτό είναι μια σειρά καμπύλων που δίδουν το μανομετρικό ύψος συναρτήσει της παροχής. Κάθε καμπύλη αφορά ένα αριθμό στροφών. Στο διάγραμμα αυτό παριστάνεται ότι σε κάθε τιμή του βαθμού απόδοσης της αντλίας έχει τον ίδιο βαθμό απόδοσης. Εάν ενωθούν τα σημεία του ίδιου βαθμού απόδοσης μεταξύ τους, θα υπάρξει στο διάγραμμα μια σειρά ίσων υψών καμπύλων, το κέντρο των οποίων μας δίνει το άριστο σημείο λειτουργίας της αντλίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΝΤΛΙΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΩΝ

3.1 ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΑ

Με τον όρο Δεξαμενόπλοιο χαρακτηρίζονται δύο διαφορετικοί τύποι πλοίων, ο ένας είναι ο γνωστότερος τύπος "Τάνκερ" ή "Γκαζάδικο" και ο άλλος είναι ιδιαίτερη κατασκευή πλοίου, συνήθως πολεμικού, που μοιάζει με αυτοκινούμενη πλωτή δεξαμενή, τα λεγόμενα "Δεξαμενόπλοια λιφτς" που χρησιμοποιούνται για δεξαμενισμούς ή μεταφορές άλλων πλοίων, στη κατηγορία αυτών υπάγονται και τα εξειδικευμένα πλοία διάσωσης - ανέλκυσης υποβρυχίων.

Το Δεξαμενόπλοιο (Tanker) είναι ένα πλοίο σχεδιασμένο να μεταφέρει υγρά φορτία χύδην (χύμα).

Τα δεξαμενόπλοια αυτά ποικίλλουν σε μέγεθος. Ξεκινούν από μερικές εκατοντάδες τόνους, τα οποία εξυπηρετούν μικρά λιμάνια, ως βοηθητικά λιμένας ή ναυστάθμου και φτάνουν μέχρι μερικές εκατοντάδες χιλιάδες τόνους, τα οποία χρησιμοποιούνται για μεταφορές μεγάλων ποσοτήτων σε μεγάλες αποστάσεις.

Με δεξαμενόπλοια μεταφέρεται μεγάλη ποικιλία υγρών φορτίων, όπως:

- προϊόντα υδρογονανθράκων, π.χ. ακατέργαστο πετρέλαιο, βενζίνες, πετρέλαια καύσης, λιπαντικά έλαια, κριεζώτον, φυτικά έλαια, ψαρέλαια και μελάσες, όπου στη προκειμένη περίπτωση τα δεξαμενόπλοια χαρακτηρίζονται γενικά πετρελαιοφόρα, ή υγροποιημένο φυσικό αέριο όπου τότε χαρακτηρίζονται υγραεριοφόρα.
- χημικά, όπως αμμωνία, χλώριο και
- νερό, όπου στη περίπτωση αυτή τα δεξαμενόπλοια ονομάζονται υδροφόρα.



Σχ.29 Το τεράστιο δεξαμενόπλοιο *AbQaiq*.

Για την εκφόρτωση των δεξαμενοπλοίων χρησιμοποιούνται φυγοκεντρικές αντλίες οι οποίες έχουν την δυνατότητα γρήγορης εκφόρτωσης του φορτίου λόγω της υψηλής παροχής τους.

3.2 ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΩΝ

Τα σύγχρονα δεξαμενόπλοια έχουν μέχρι και τέσσερις οριζόντιες ή κάθετες, φυγοκεντρικές αντλίες φορτίου. Οι αντλίες, που μπορεί να είναι ηλεκτρικές ή ατμοκίνητες (COPT). Το μέγεθός το είναι τέτοιο ώστε να μπορούν να ξεφορτώσουν σε λίγες ώρες.

Ο χειρισμός των κεντρόφυγων αντλιών μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τρόπους.

Αν το κινητήριο μηχανήμα είναι ατμοστρόβιλος , η αντλία ξεκινά και σταματά με το χειρισμό των επιστομίων ατμού του ατμοστρόβιλου , είτε από απόσταση από το σταθμό ελέγχου φορτίου ή από το μηχανοστάσιο (Σχ.30).

Ο άξονας που μεταδίδει την κίνηση στην αντλία μπορεί να είναι οριζόντιος ή κάθετος. Στη δεύτερη περίπτωση το μηχανήμα που δίνει την κίνηση ευρίσκεται πάνω από το αντλιοστάσιο. Η ίδια διεύθυνση γίνεται και όταν το κινητήριο μηχανήμα είναι ηλεκτροκινητήρας.

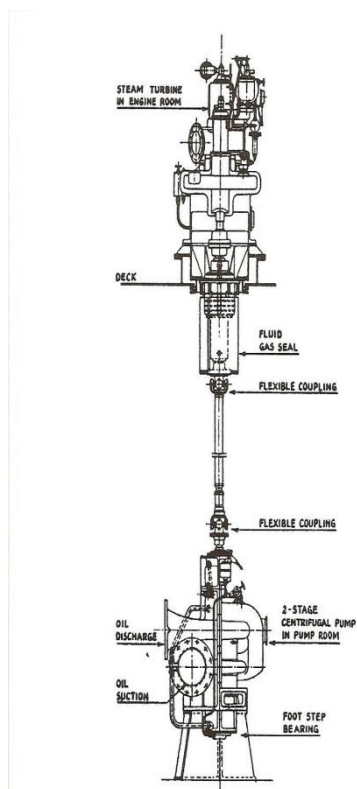
Ο κατακόρυφος άξονας πλεονεκτεί στο ότι αν υπάρξει διαρροή πετρελαίου μέσα στο αντλιοστάσιο από οποιαδήποτε αιτία , δεν υπάρχει κίνδυνος το πετρέλαιο αυτό να

εισέλθει στο μηχανοστάσιο από το κολάρο του άξονα (που βρίσκεται στην περίπτωση του κατακόρυφου άξονα αρκετά ψηλά).

Οι ατμοστρόβιλοι χρησιμοποιούν υπέρθερμο ατμό υψηλής πίεσης. Η αυξομείωση των στροφών της κεντρόφυγης αντλίας πραγματοποιείται με κατάλληλο χειρισμό των επιστομιών ατμού του ατμοστρόβιλου. Οι αντλίες αυτές είναι εφοδιασμένες με ρυθμιστές στροφών (governors) που εμποδίζουν την υπερβολική αύξηση των στροφών και καθιστούν τη λειτουργία τους ασφαλέστερη.

Αν το κινητήριο μηχανήμα είναι ηλεκτροκινητήρας αυτός είναι σχεδιασμένος να ρυθμίζει τις στροφές του ανάλογα με το φορτίο της αντλίας. Υπάρχει και εδώ ασφαλιστική διάταξη (trip gear) για την προστασία του κινητήρα αν φορτίο της αντλίας γίνει πολύ μεγάλο ή πέσει πολύ χαμηλά.

Η απόδοση της κεντρόφυγης αντλίας είναι ανάλογη με την ταχύτητα περιστροφής του στροφείου της.



Σχ.30 Κεντρόφυγη αντλία κατακόρυφου άξονα

3.2.1 ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ

Η εκκίνηση της αντλίας είτε από το σταθμό ελέγχου φορτίου ή από το μηχανοστάσιο έπειτα από τηλεφωνική εντολή που δίνει ο Υποπλοίαρχος από το σταθμό ελέγχου φορτίου. Και στις δύο περιπτώσεις, η ρύθμιση στροφών των αντλιών καθώς και η κράτηση των αντλιών μπορεί να γίνει από το σταθμό ελέγχου. Αμέσως πριν την εκκίνηση της κάθε αντλίας πρέπει να βεβαιωθεί ότι ο θάλαμος (casing) της αντλίας είναι γεμάτος με υγρό φορτίο και δεν περιέχει αέρα. Με το ξεκίνημα της αντλίας ανοίγεται βαθμιαία το επιστόμιο της γραμμής κατάθλιψης που βρίσκεται δίπλα στην αντλία και το άνοιγμα του επιστομίου κανονίζεται με τη βοήθεια του μανομέτρου πίεσης της γραμμής καταθλίψεως ώστε η πίεση αυτή να μην κατέρχεται κάτω από 50 p.s.i.

Αν περισσότερες από μία αντλίες εκφορτώνουν μέσω μιας κοινής γραμμής φορτίου ξηράς, λαμβάνεται φροντίδα όπως όλες οι αντλίες περιστρέφονται με την ίδια ταχύτητα.

Τα επιστόμια αναρρόφησης και κατάθλιψης των αντλιών που δε χρησιμοποιούνται πρέπει να παραμένουν κλειστά.

Κατά την κράτηση της κάθε αντλίας κλείνεται πρώτα το επιστόμιο καταθλίψεως του φορτίου, γίνεται η κράτηση της αντλίας και ακολουθεί το κλείσιμο του επιστομίου της αναρρόφησης. Κατά τη λειτουργία των αντλιών ελέγχεται συχνά η θερμοκρασία των εδράνων τους που δεν πρέπει να υπερβεί τα καθοριζόμενα από τον κατασκευαστή όρια. Ελέγχεται επίσης και η καλή λίπανση των αντλιών.

3.2.2 Ανωμαλίες κατά τη λειτουργία των κεντρόφυγων αντλιών

Ανωμαλίες που μπορούν να παρουσιαστούν κατά τη λειτουργία των αντλιών αυτών είναι συνήθως οι ακόλουθες:

- Αδυναμία παροχής φορτίου
- Δεν υπάρχει υγρό μέσα στην αντλία.

- Η ταχύτητα περιστροφής του στροφείου δεν είναι κανονική.
- Η πίεση κατάθλιψης του φορτίου είναι πολύ μεγάλη.
- Το κενό στη γραμμή αναρρόφησης είναι πολύ μεγάλο.
- Στη περίπτωση θερμού φορτίου δεν υπάρχει αρκετή πίεση στη γραμμή αναρρόφησης.
- Το στροφείο είναι φραγμένο.
- Είναι λανθασμένη η διεύθυνση περιστροφής της αντλίας.
- Ανεπαρκής απόδοση

Μία από τη δεύτερη, τρίτη και τέταρτη περίπτωση που αναφέρονται πιο πάνω ή μία από τις ακόλουθες:

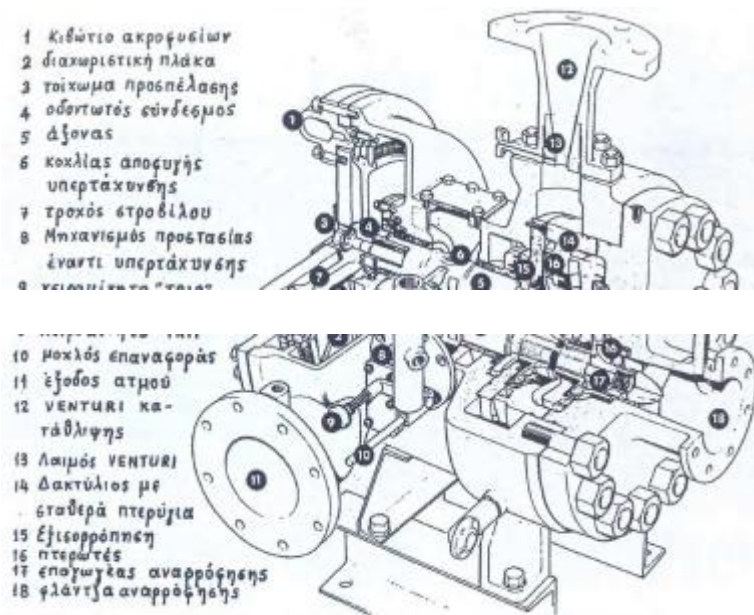
- Εισαγωγή αέρα στην αντλία από διαρροή στη γραμμή αναρρόφησης ή από τους στυπιοθλίπτες.
- Φθαρμένοι δακτύλιοι της αντλίας.
- Υπάρχει βλάβη στο στροφείο. (Αυτό μπορεί να συμβεί κατά τη μεταφορά ή τη συναρμολόγησή του ή όταν ξεκινήσει η αντλία χωρίς υγρό μέσα σ' αυτή).
- Ελαττωματικά παρεμβύσματα στο κέλυφος της αντλίας.
- Ανεπαρκής πίεση
- Ταχύτητα περιστροφής του στροφείου περιορισμένη.
- Είσοδος αέρα μέσα στην αντλία.
- Περιορισμένο το άνοιγμα του επιστομίου της γραμμής αναρρόφησης.
- Μηχανική βλάβη στο στροφείο ή στους δακτυλίους.
- Ξέπιασμα της αντλίας
- Διαρροή στη γραμμή αναρρόφησης.
- Κενό στη γραμμή αναρρόφησης μεγάλο.
- Ατμοποίηση φορτίου μέσα στην αντλία.
- Είσοδος αέρα μέσα στην αντλία.
- Υπερφόρτωση κινητήριου μηχανήματος (ατμοστροβίλου ή ηλεκτρικού κινητήρα).

- Μεγάλη ταχύτητα περιστροφής του στροφείου.
- Χαμηλή πίεση στη γραμμή κατάθλιψης. (Αυτό εξουδετερώνεται με τον περιορισμό του επιστομίου κατάθλιψης και με τον τρόπο αυτό δημιουργία τεχνητής πίεσης στη γραμμή).
- Μία από τις μηχανικές βλάβες που προαναφέραμε.
- Κραδασμοί στη αντλία
- Κακή ευθυγράμμιση της αντλίας.
- Η βάση της αντλίας δεν είναι αρκετά στερεωμένη.
- Το στροφείο είναι λίγο φραγμένο με αποτέλεσμα την απώλεια της ζυγοστάθμισης
- Τριβή ενός από τα περιστρεφόμενα εξαρτήματα.
- Στρέβλωση του άξονα της αντλίας.
- Φθαρμένα έδρανα (κουζινέτα).
- Εντάσεις που δημιουργούνται από κακή τοποθέτηση ή κακή στήριξη των σωληνώσεων που συνδέονται με την αντλία.

3.3 ΑΤΜΟΚΙΝΗΤΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ

Στο σχήμα 31 φαίνεται μία αμοστροβιλοκίνητη αντλία.

Με τη χρήση μμειωτήρων στροφών οι αμοστρόβιλοι χρησιμοποιούνται για την κίνηση αντλιών μεγάλων παροχών και μέσης πίεσης όπως οι αντλίες φορτίου δεξαμενοπλοίων, κ.ά.



Σχ. 31 Ατμοστροβιλοκίνητη τροφοδοτική αντλία

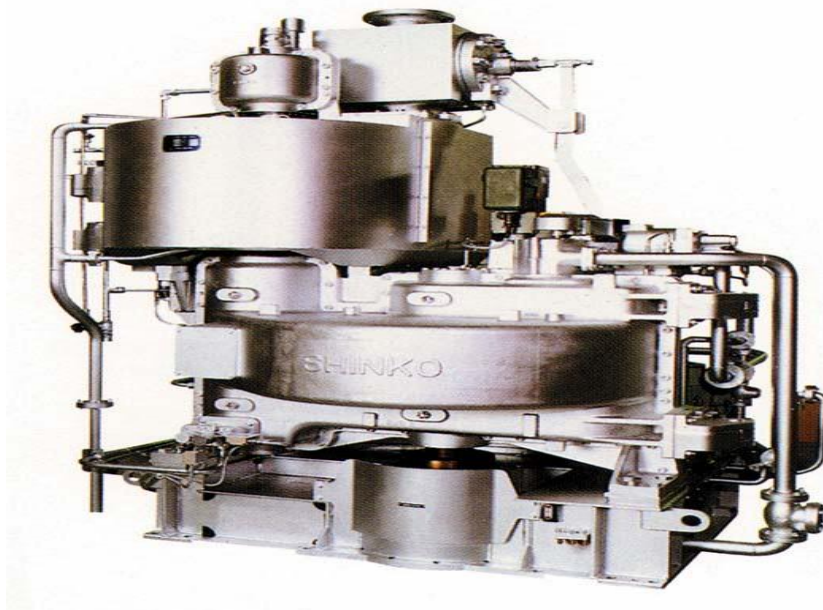
Στις μέρες μας στην πλειοψηφία των δεξαμενόπλοιων χρησιμοποιούνται ατμοκίνητες περιστροφικές φυγόκεντρες αντλίες εκφορτώσεως.

Οι φυγόκεντρες αντλίες είναι ο πιο διαδεδομένος και χρησιμοποιούμενος τύπος αντλίας εξαιτίας των πλεονεκτημάτων που προσφέρουν οι δυναμικές αντλίες σε συνδυασμό με την ισορροπημένη σχέση μεταξύ παροχής και αποδιδόμενου ύψους, την ευελιξία και τη σχετικά απλή κατασκευή τους.

Η κίνηση μεταδίδεται μέσω ενός στρόβιλου που τροφοδοτείται με ατμό από τον λέβητα του δεξαμενόπλοιου, πίεσεως περίπου 15 bar.

Ο στρόβιλος βρίσκεται στο μηχανοστάσιο έτσι ώστε οι μηχανικοί του δεξαμενόπλοιου να μπορούν να έχουν εύκολη πρόσβαση για το χειρισμό του καθώς επίσης και να εκτελούν τις επισκευές ή συντηρήσεις που απαιτεί.

Ο άξονας του στρόβιλου συνδέεται με την φυγόκεντρη αντλία εκφορτώσεως, η οποία βρίσκεται σε ξεχωριστό διαμέρισμα του πλοίου, το αντλιοστάσιο.



Σχ.32 Στρόβιλος αντλίας εκφορτώσεως δεξαμενόπλοιου

Η αντλία αποτελείται από τα κινητά και σταθερά μέρη. Στα κινητά μέρη ανήκουν ο άξονας και η περρωτή, ενώ στα σταθερά το περίβλημα της αντλίας και το σύστημα στεγανοποιήσεως.

Ο άξονας εδράζεται σε τριβείς (ρουλεμάν) και λαμβάνει περιστροφική κίνηση από τον στρόβιλο. Επάνω του είναι στερεωμένη η περρωτή που περιστρέφεται μαζί του. Η περρωτή καλύπτεται από το αντιστοίχου σχήματος περίβλημα, ενώ για την αποφυγή εξωτερικών διαρροών φροντίζει το σύστημα στεγανοποιήσεως.

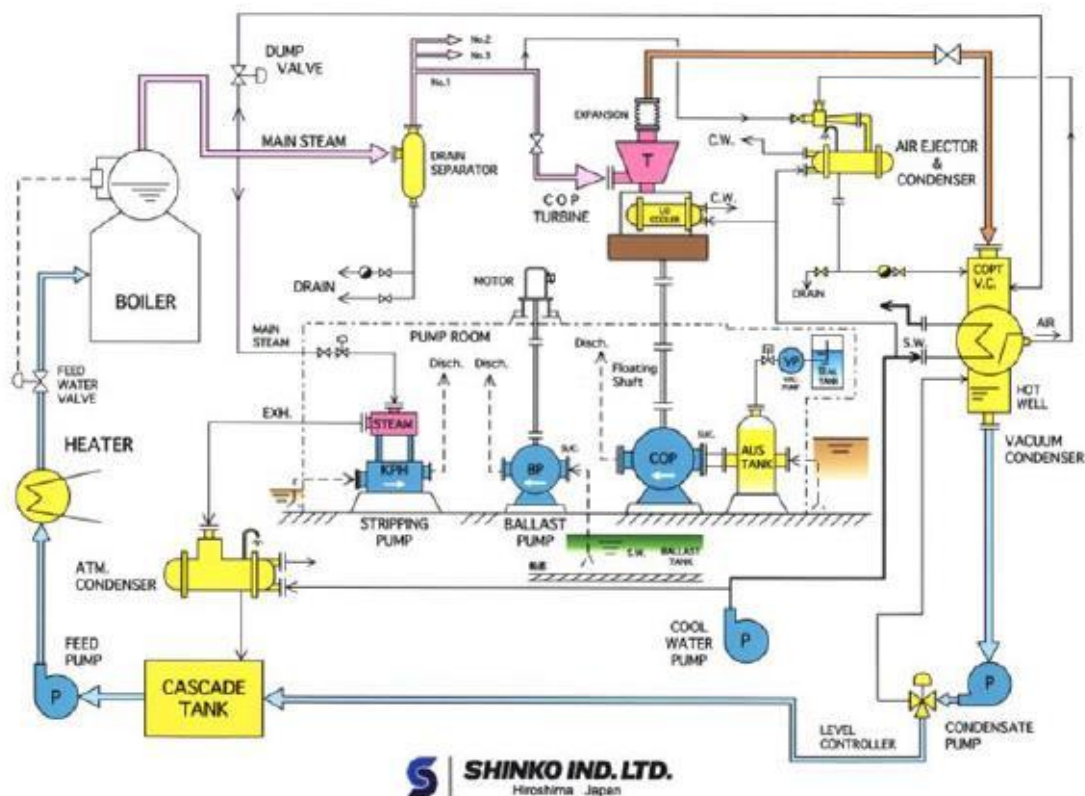
Αυτό αποτελείται από το στυπιοθάλαμο, τη σαλαμάστρα και το στυπιοθλίπτη. Ο στυπιοθάλαμος είναι δακτυλιοειδής θάλαμος μεταξύ κελύφους και άξονα περιστροφής. Μέσα σε αυτόν είναι τοποθετημένη η σαλαμάστρα, η οποία αποτελείται από δακτύλιους (κατασκευασμένους από ειδικό υλικό στεγανώσεως) που εφάπτονται στον άξονα περιστροφής. Η πίεση μεταξύ σαλαμάστρας και άξονα, ρυθμίζεται από το στυπιοθλίπτη. Μεγάλη πίεση σημαίνει καλύτερη στεγάνωση, αλλά μεγαλύτερες τριβές και ταχύτερη φθορά της σαλαμάστρας.

Κύριο χαρακτηριστικό των φυγόκεντρων αντλιών είναι ο σχεδιασμός των περυγίων της περρωτής. Αυτά έχουν τέτοιο σχήμα, ώστε το υγρό το οποίο εισέρχεται στο κέντρο της περρωτής (μάτι), ωθούμενο από τα περιστρεφόμενα πτερύγια, ολισθαίνει

επί αυτών κατά ακτινική διεύθυνση, απομακρυνόμενο από τον άξονα περιστροφής. Είναι αυτονόητο ότι και το περίβλημα (κέλυφος ή σαλίγκαρος) του θαλάμου αντλήσεως έχει αντίστοιχο σχεδιασμό. Έτσι, η αρχή λειτουργίας της φυγόκεντρης αντλίας είναι η ακόλουθη:

Το υγρό εισέρχεται από την αναρρόφηση στη βάση της περωτής λόγω υποπίεσεως. Αναγκάζεται να περιστραφεί μαζί με την περωτή, αποκτώντας κινητική ενέργεια. Λόγω του σχήματος των περυγίων και της επιδράσεως της φυγόκεντρης δυνάμεως, ολισθαίνει επί των περυγίων από το κέντρο προς την περιφέρεια, διατηρώντας σταθερή την περιστροφική του ταχύτητα. Έτσι όμως αυξάνεται η γραμμική του ταχύτητα, άρα και η κινητική του ενέργεια. Ο σχεδιασμός του περιβλήματος είναι τέτοιος, ώστε όταν το υγρό φθάσει στο άκρο της περωτής, κατευθύνεται προς την έξοδο της αντλίας χωρίς σημαντικές ενεργειακές απώλειες. Κατά τη διαδρομή του υγρού από την έξοδο της περωτής προς έξοδο της αντλίας, αυξάνεται η διατομή ροής, με αποτέλεσμα να μειώνεται η ταχύτητα (το ύψος κινητικής ενέργειας) και να αυξάνεται η πίεση (το ύψος ενέργειας πίεσεως).

CARGO OIL PUMP & TURBINE PLANT (MARINE)



Σχ.33 Δίκτυο ατμοκίνητης αντλίας φορτίου

1) Boiler (Λέβητας ή ατμολέβητας) : στον λέβητα ατμοποιείτε το νερό για την παραγωγή του ατμού.

2) Boiler feed water pumps (Τροφοδοτικές αντλίες νερού καζανιού) : οι αντλίες αυτές αναρροφάνε νερό από το θερμοδοχείο στέλνουν στον λέβητα. Επίσης, είναι σταδιακές αντλίες

3) Drain Separator : βοηθάει στο διαχωρισμό του ατμού από σταγονίδια νερού που υπάρχουν στην κύρια γραμμή του ατμού που τροφοδοτεί με ατμό τις ατμοκίνητες αντλίες. Εσωτερικά έχει διαφράγματα που συγκρατούν τα σταγονίδια. Η συγκέντρωση του νερού πηγαίνει στο θερμοδοχείο μέσω σωληνώσεων.

4) Air Ejector : το κενό στο Vacuum Condenser (ψυγείο κενού) επιτυγχάνεται με την λειτουργία των τζιφαριών. Δηλαδή, ο ατμός περνάει με μεγάλη πίεση (15 Kg) και βγαίνει από τα τζιφάρια με πολύ μικρότερη πίεση (4 Kg). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να αυξηθεί η ταχύτητα ροής μέσα στα τζιφάρια, τα οποία με τη σειρά τους θα παρασύρουν και θα αφαιρέσουν τον αέρα από το Vacuum Condenser. Ο ατμός που λειτουργεί στα τζιφάρια υγροποιείται στο Air ejector.

5) Vacuum Condenser (ψυγείο κενού) : είναι το ψυγείο όπου επιστρέφει ο ατμός αφού αποδώσει το έργο στις Cargo pumps. Λειτουργεί σε κενό για να μην υπάρχει αντίθλιψη από ατμοσφαιρικό αέρα στον ατμό των επιστροφών από τις Cargo pumps. Το κενό βοηθάει στην καλύτερη λειτουργία των τουρμπίνων (cargo pumps).

6) Condensate pumps : είναι αντλίες συμπυκνώματος που αναρροφάνε το νερό από το Vacuum Condenser και μέσω ενός αυτόματου επιστομίου τριών δρόμων (3 way valve) το στέλνουν είτε στο θερμοδοχείο είτε πίσω στο Vacuum Condenser ώστε να διατηρηθεί στάθμη συμπυκνώματος μέσα στο ψυγείο συμπυκνώματος.

7) Atmospheric Condenser : ψυγείο συμπυκνώματος επιστροφών ατμού από όλα τα δίκτυα του μηχανοστασίου. Ο ατμός που επιστρέφεται από τα δίκτυα ατμού του μηχανοστασίου ψύχεται, συμπυκνώνεται και καταλήγει στο θερμοδοχείο.

8) Cascade tank (θερμοδοχείο) : μια δεξαμενή νερού για κατανάλωση του λέβητα. Εδώ υπάρχει μια στάθμη γλυκού νερού το οποίο θερμαίνεται περίπου στους 75-80 C.

3.4 ΑΝΤΛΙΕΣ ΜΕ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

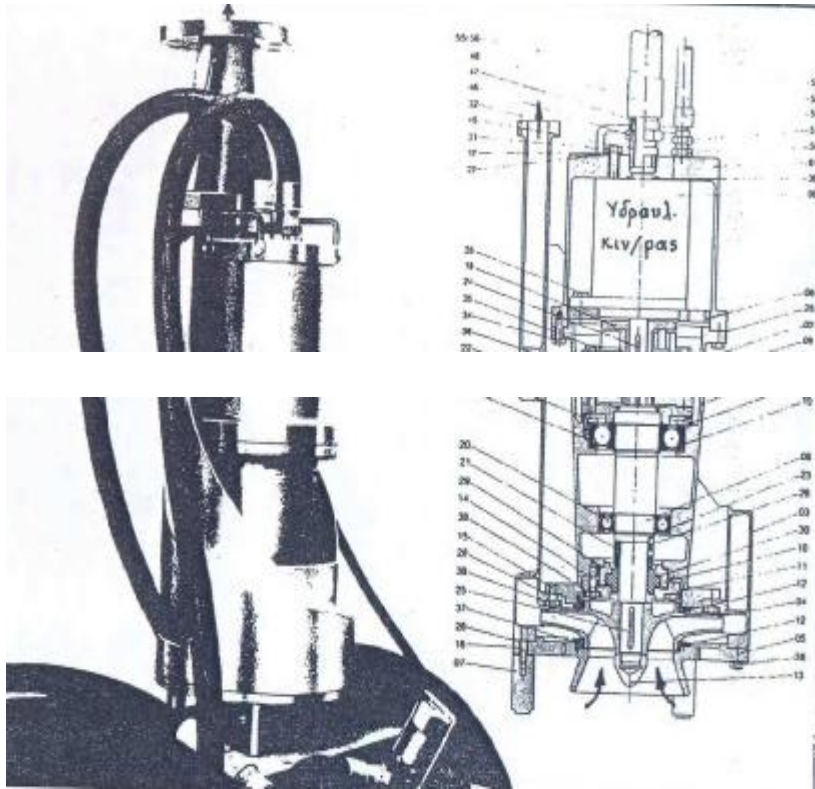
Οι υδραυλικοί κινητήρες κινούνται με υδραυλικό λάδι που συμπιέζεται από κάποια περιστροφική αντλία θετικής μετατόπισης. Το συμπιεσμένο λάδι μεταφέρεται σε οποιαδήποτε απόσταση με σωλήνες υψηλής πίεσης εύκαμπτους ή μονήρους, μπαίνει στον κινητήρα αποδίδει την ενέργειά του και επιστρέφει στην αντλία θετ. μετατόπισης για να συμπιεστεί πάλι. Οι υδραυλικοί κινητήρες παρουσιάζουν τα εξής πλεονεκτήματα:

α) Μπορούν να λειτουργήσουν ως υποβρύχιοι άρα είναι κατάλληλοι για υποβρύχιες αντλίες

β) Έχουν μεγάλη συγκέντρωση ισχύος με μικρό σχετικά όγκο και βάρος

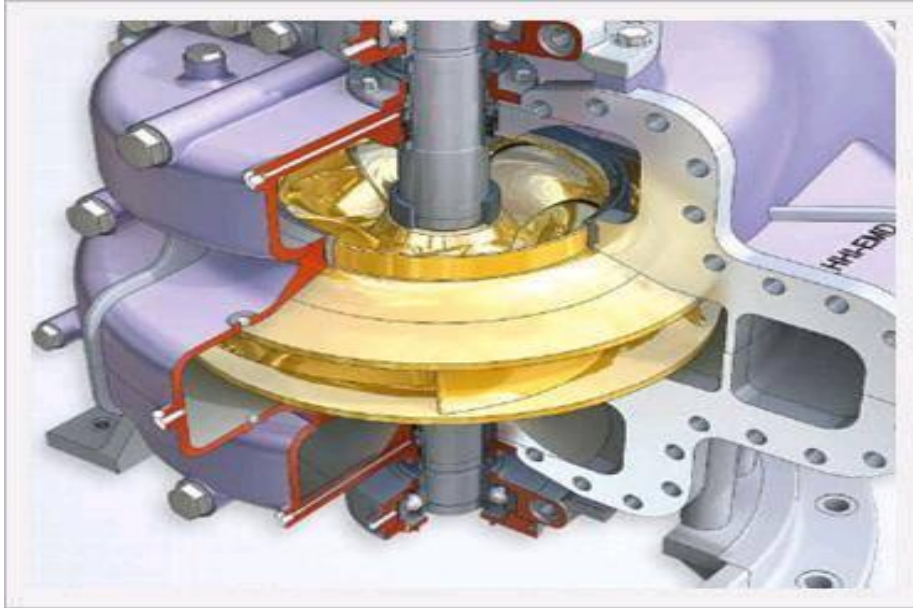
γ) Είναι αντiekρηκτικού τύπου

δ) Όταν η αντλία θετ. μετατόπισης που συμπιέζει το λάδι τους είναι μεταβλητού εκτοπίσματος τότε επιτυγχάνουμε ρύθμιση στροφών του υδραυλικού κινητήρα άρα και της κινούμενης απ' αυτόν αντλίας. Οι υδραυλικοί κινητήρες χρησιμοποιούνται και σε φορητές υποβρύχιες φυγοκεντρικές αντλίες κατάλληλες για πετρελαιοειδή και άλλα παρόμοια υγρά. Μια τέτοια αντλία φαίνεται στο σχ. 34. Οι αντλίες αυτού του τύπου αυτού χρησιμοποιούνται Κυρίως ως βοηθητικές αντλίες αποστράγγισης ή αντλίες ανάγκης σε δεξαμενόπλοια ή ακόμη και ως κύριες αντλίες φορτίου, σε μόνιμη εγκατάσταση.



Σχ. 34 Φορητή υποβρύχια αντλία με υδραυλικό κινητήρα

Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται σε δεξαμενόπλοια μικρότερης χωρητικότητας ή σε chemical tankers (δεξαμενόπλοια μεταφοράς χημικών φορτίων) σύστημα μεταδόσεως της κίνησης στις φυγοκεντρικές αντλίες φορτίου με λάδι.



Σχ.35 Φυγόκεντρη ατμοκίνητη αντλία εκφορτώσεως δεξαμενόπλοιου.

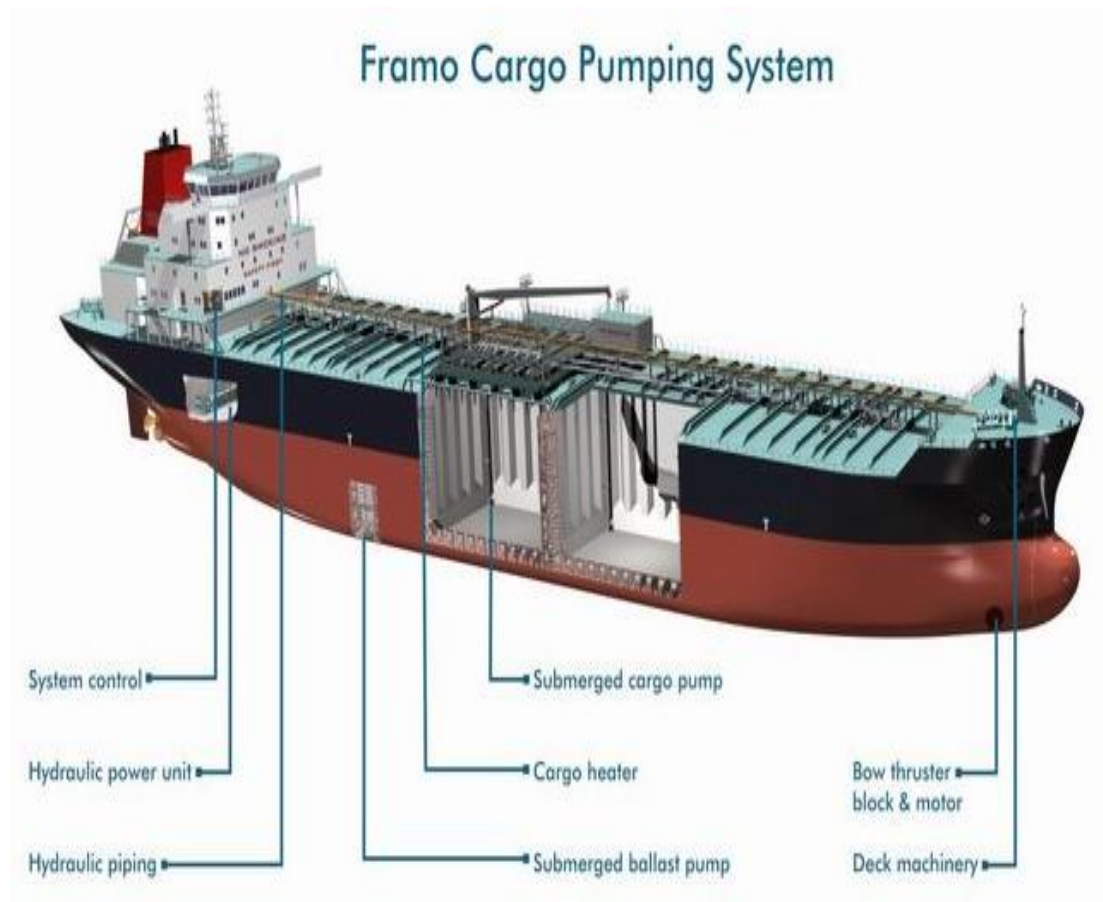
3.5 FRAMO ΑΝΤΛΙΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ

Η υποθαλάσσια αντλία φορτίου αναπτύχθηκε από την εταιρεία Frank Mohn AS σε στενή συνεργασία με τους φορείς χημικών δεξαμενόπλοιων κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1960. Σήμερα η εταιρεία Frank Mohn AS είναι ο μεγαλύτερος προμηθευτής υποθαλάσσιων αντλιών φορτίου στην παγκόσμια αγορά δεξαμενόπλοιων. Οι FRAMO αντλίες φορτίου παρέχονται με ατομικές ικανότητες μεταξύ των 50 και των 2.000 m³/h και συνολικά ποσοστά εκφόρτωσης μέχρι 15.000 m³/h εγκατεστημένα σε όλους τους τύπους δεξαμενόπλοιων και OBO μεταφορέων.



Σχ. 36 Δεξαμενόπλοιο ειδικό στη μεταφορά χημικών υγρών φορτίων

Το μίας αντλίας ανά δεξαμενή υποθαλάσσιο σύστημα άντλησης φορτίου αναπτύχθηκε από την Frank Mohn AS σε στενή συνεργασία με τις μεγάλες επιχειρήσεις δεξαμενόπλοιων μεταφοράς χημικών προϊόντων. Ένα πλήρες σύστημα άντλησης περιλαμβάνει αντλίες φορτίου, μεταφερόμενη αντλία, αντλίες έρματος, αντλίες καθαρισμού δεξαμενών, υδραυλική μονάδα ισχύος και ελέγχου / σύστημα παρακολούθησης.

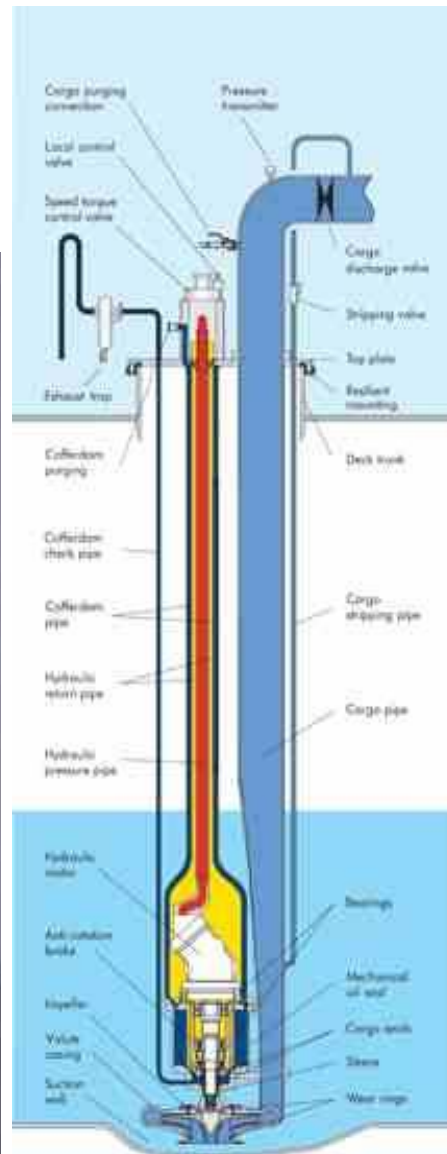


Σχ.37 Σύστημα άντλησης φορτίου FRAMO

3.5.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.

Οι FRAMO υδραυλικές αντλίες φορτίου παρέχουν ασφαλή, αποτελεσματική και ευέλικτη διακίνηση κάθε είδους υγρού φορτίου. Επίσης, η βελτιωμένη απόδοση διακίνησης φορτίου δίνει ταχύτερη ανάκαμψη του χρόνου, περισσότερα τόνο-χιλιόμετρα και λιγότερα δρομολόγια σε έρμα.

Η αντλία φορτίου Framo είναι μια κάθετη μονού σταδίου φυγοκεντρική αντλία που τροφοδοτείται από έναν υδραυλικό κινητήρα για την ασφαλή και αποτελεσματική λειτουργία. Όλες οι αντλίες φορτίου είναι κατασκευασμένες από υλικό ανοξείδωτου χάλυβα και έχουν σχεδιαστεί με μια ομαλή και εύκολη στον καθαρισμό επιφάνεια με ένα περιορισμένο αριθμό από φλάντζες που δίνει μια ανώτερη ικανότητα άντλησης οποιουδήποτε υγρού.



Σχ.38 Αντλία φορτίου FRAMO.

3.5.2 ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗ ΑΝΤΛΙΑΣ FRAMO

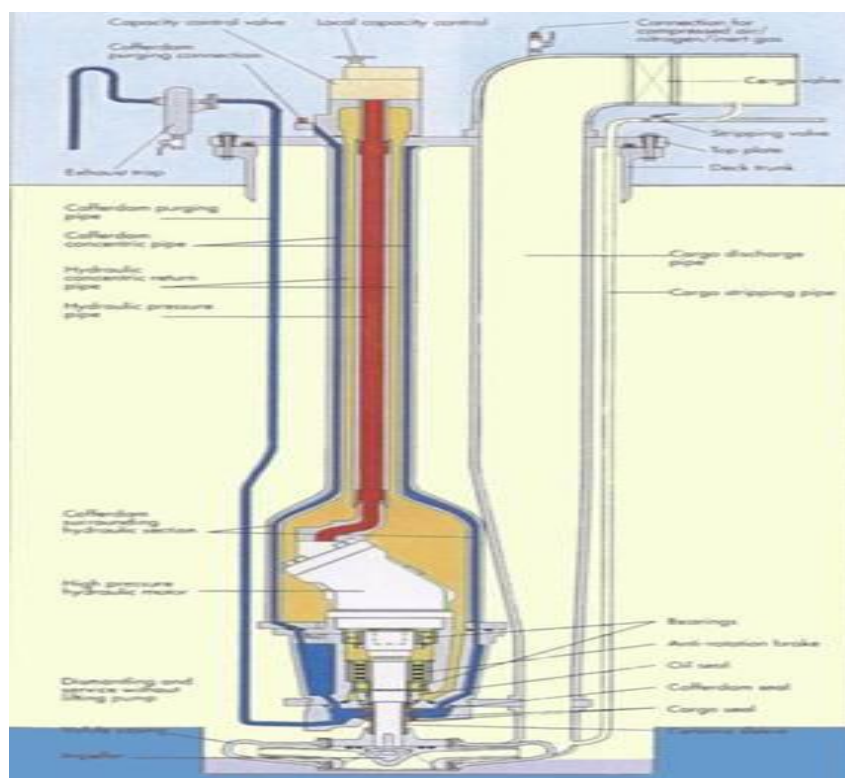
Υπάρχει δυνατότητα αποστράγγισης του φορτίου από τον σωλήνα κατάθλιψης της αντλίας μετά την ολοκλήρωση της εκφόρτωσης. Η αποστράγγιση γίνεται λειτουργώντας την αντλία τοπικά σε μειωμένη υδραυλική πίεση του κινητήρα με κλειστή βαλβίδα καταθλίψεως καθώς εξαγνίζουμε τον σωλήνα καταθλίψεως της

αντλίας. Το φορτίο που έχει απομείνει εξαγνίζεται μέσα στην γραμμή φορτώσεως μέσω της βαλβίδας αποστράγγισης.

Ο ρότορας της αντλίας λειτουργεί σαν ανεπίστροφη βαλβίδα, αποτρέποντας το φορτίο από το να γυρίσει στη δεξαμενή. Εάν η ταχύτητα της αντλίας (η υδραυλική πίεση του κινητήρα) είναι μικρή, το φορτίο θα αρχίσει να ρέει μέσω του ρότορα της αντλίας πίσω προς τη δεξαμενή.

Η διάταξη των σωληνώσεων του καταστρώματος πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψιν όταν πρόκειται για την αποστράγγιση. Η βέλτιστη διαδικασία για την αποστράγγιση των δεξαμενών γίνεται με βάση την εμπειρία επί του πλοίου.

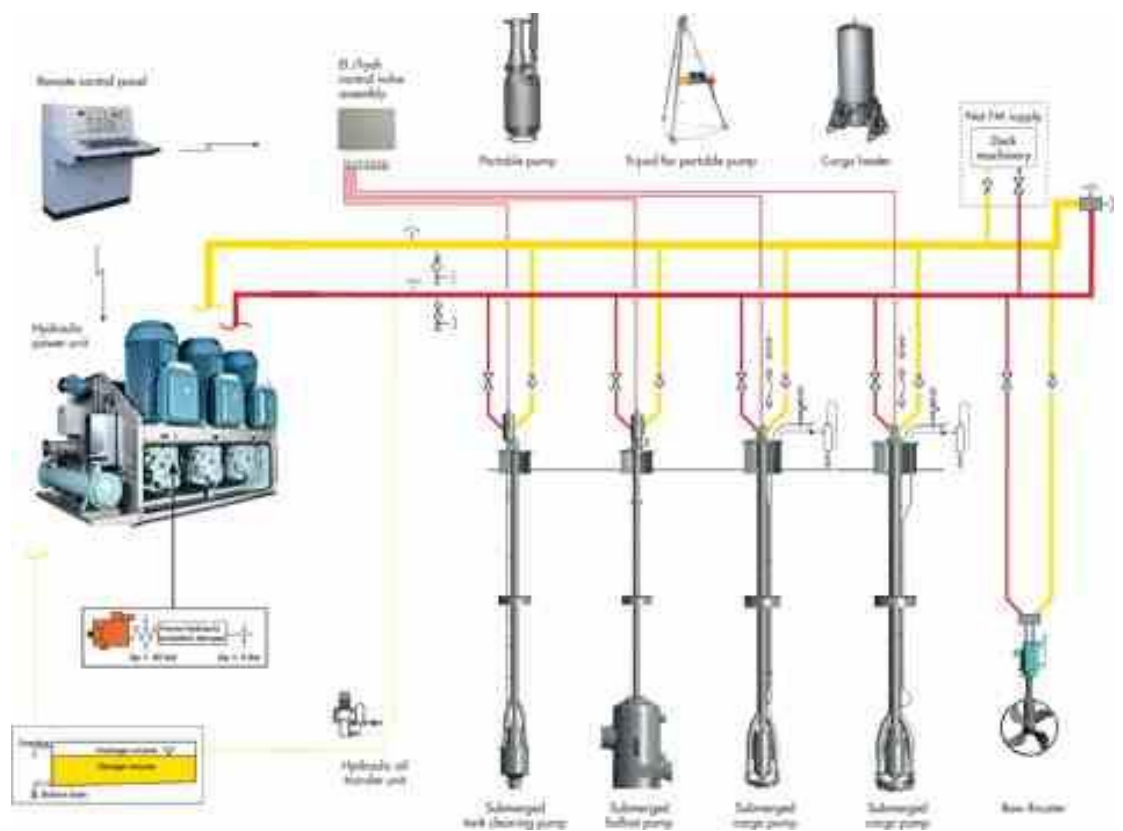
Το καλύτερο αποτέλεσμα αποστράγγισης επιτυγχάνεται όταν αποστραγγίζουμε στο χαμηλότερο δυνατό σημείο υποπίεσης. Σε υψηλές τιμές υποπίεσης η ροή του φορτίου μειώνεται και ο χρόνος αποστράγγισης αυξάνεται. Φορτία με υψηλό ιξώδες παρουσιάζουν επίσης αυξημένο χρόνο αποστράγγισης.



Σχ.39 Σύστημα αποστράγγισης αντλίας FRAMO

3.5.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΝΤΛΙΑΣ FRAMO

Η υδραυλική μονάδα ισχύος και όλες οι αντλίες φορτίου καθώς και άλλοι καταναλωτές λειτουργούν και ελέγχονται από τον πίνακα ελέγχου FRAMO. Το σύστημα ελέγχου μπορεί να διασυνδεθεί με τα πλοία Ολοκληρωμένου Συστήματος Ελέγχου.



Σχ.40 Ολοκληρωμένο Σύστημα Ελέγχου

3.6 ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ Ή ΑΥΤΟΒΥΘΙΖΟΜΕΝΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ

(DEEPWELL PUMPS)

Λέγονται και αντλίες βαθιών φρεάτων. Χρησιμοποιούνται κυρίως στα πλοία μεταφοράς καθαρών προϊόντων πετρελαίου, χημικών φορτίων και στα υγραεριοφόρα. Είναι διαφόρων τύπων: υψηλής πίεσης που εκφορτώνουν το φορτίο κατευθείαν στην ξηρά και χαμηλής πίεσης που απλά αναρροφούν το φορτίο μέχρι το κατάστρωμα από όπου ενισχυτές αντλίες (booster pumps) το εκφορτώνουν στην ξηρά.

Είναι κεντρόφυγες αντλίες ειδικού σχεδιασμού, μόνιμα τοποθετημένες, μια σε κάθε δεξαμενή. Το μηχάνημα που δίνει την κίνηση είναι τοποθετημένο στο κατάστρωμα και το στροφέιο βρίσκεται στην άκρη ενός κατακόρυφου άξονα μεγάλου μήκους που φθάνει μέχρι τον πυθμένα της δεξαμενής. Ο άξονας αυτός βρίσκεται στο εσωτερικό του σωλήνα εκφόρτωσης που μεταφέρει το φορτίο από το στροφέιο στη σωλήνωση φορτίου καταστρώματος. Με την διευθέτηση αυτή γίνεται εκμετάλλευση των προτερημάτων (ταχύτητα, απόδοση) της κεντρόφυγης αντλίας ενώ περιορίζονται τα μειονεκτήματά της. Με την τοποθέτηση του στροφείου κοντά στον πυθμένα της δεξαμενής μπορεί να εκφορτώσει σχεδόν όλο το φορτίο πριν να ξεπιάσει η αντλία και δεν απαιτείται χωριστή διαδικασία αποστράγγισης. Το σπουδαιότερο, ο διαχωρισμός των είναι απόλυτος εφ' όσον μόνο μια αντλία χρησιμοποιείται σε κάθε δεξαμενή. Οι αντλίες παίρνουν την κίνηση με ατμοστρόβιλο ή ηλεκτρικό ή υδραυλικό κινητήρα. Υπάρχουν και αντλίες που κινούνται με πεπιεσμένο αέρα που παρέχεται από κομπρεσέρ μόνιμα τοποθετημένο στο κατάστρωμα. Στο σχήμα 41 απεικονίζεται αριστερά μία υποβρύχια αντλία και δεξιά μια καταδύομενη αντλία (την οποία περιγράφουμε στην συνέχεια).

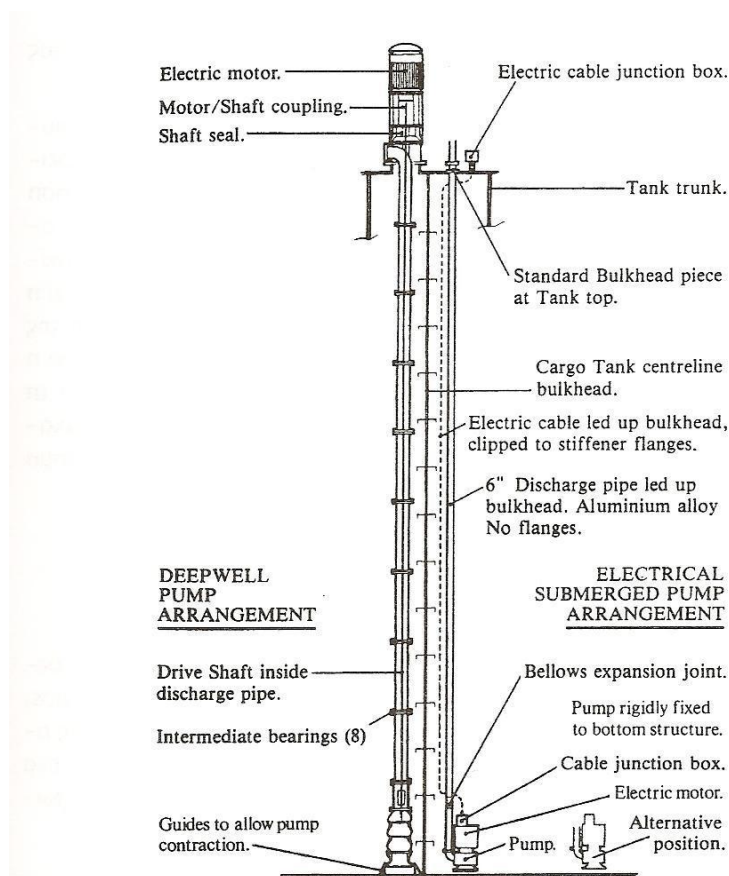
3.7 ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΕΣ ΚΑΤΑΔΥΟΜΕΝΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ (ELECTRICAL SUBMERGED PUMPS)

Στην αρχική τους μορφή κατασκευάστηκαν μικρές φορητές ηλεκτροκίνητες αντλίες ερμητικού τύπου με βασικό πλεονέκτημα την βύθιση τους μέσα στην μάζα του ρευστού. Με τον τρόπο αυτό εξαλείφεται το βασικό μειονέκτημα των αντλιών της αναρροφητικής στάθμης.

Το βασικό τους πλεονέκτημα τις εξάπλωσε στο εμπόριο ώστε σήμερα να έχουν επεκταθεί και στα δεξαμενόπλοια όπου παρουσιάζει πολυσταδιακή αντλία κινούμενη με υδραυλική ενέργεια.

Καθώς το μέγεθος των πλοίων αυξάνεται, δημιουργούνται προβλήματα διαστολών και συναρμολόγησης του κινητήριου άξονα των υποβρύχιων αντλιών. Έτσι αντιμετωπίστηκε η ανάγκη χρησιμοποίησης καταδυόμενων αντλιών ενιαίας μορφής (μαζί κινητήρας και αντλία) όπου δεν θα χρειάζεται ο χωριστός άξονας. Οι πρώτες δοκιμές έγιναν το 1960 στην Καλιφόρνια. Μετά από επιτυχείς δοκιμές και εμπιστοσύνη που αποκτήθηκε, έγιναν προτάσεις στους Νηογνώμονες για την έγκριση της χρησιμοποίησής τους στα πλοία.

Μετά την αρχική αρνητική στάση που δημιουργούσε η σκέψη της παρουσίας ηλεκτροκινητήρων και ηλεκτρικών καλωδίων μέσα σε δεξαμενές γεμάτες από φορτία υδρογονανθράκων, επικράτησε τελικά η λογική της πρότασης, υποστηριζόμενης από σοβαρά επιχειρήματα, όπως η συνεχή απουσία οξυγόνου από τις δεξαμενές αυτές, οι βελτιωμένοι ηλεκτροκινητήρες και τα βελτιωμένα συστήματα προστασίας των καλωδίων (που είναι θωρακισμένα με πλέγμα χαλκού ή ανοξειδώτου χάλυβα και διέρχονται το κατάστρωμα και το κέλυφος του ηλεκτροκινητήρα μέσω ειδικών στεγανών παρεμβυσμάτων) και δόθηκε η απαιτούμενη έγκριση, αρχικά από το Bureau Veritas, στη συνέχεια από τα Lloyd' s και μερικούς μήνες αργότερα από το ABS (το 1962).



Σχ.41 Αριστερά ηλεκτροκίνητη υποβρύχια αντλία με κατακόρυφο άξονα μετάδοσης της κίνησης και δεξιά ηλεκτροκίνητη καταδύομενη αντλία

Η αντλία αυτή, που απεικονίζεται στο σχήμα 41 δεξιά, τοποθετείται στον πυθμένα.

Σωλήνες εκφόρτωσης, μικρής διαμέτρου, συνήθως 6'' χωρίς φλάντζες, οδηγεί το φορτίο στο κατάστρωμα. Αν η αντίθλιψη στη γραμμή καταστρώματος είναι μικρότερη από 12 kgs/cm^2 στέλνεται κατευθείαν στην ξηρά, αν είναι μεγαλύτερη στέλνεται με την βοήθεια ενισχυτικής αντλίας. Η απόδοση της αντλίας είναι συνήθως $400 \text{ m}^3/\text{hr}$ με πίεση κατάθλιψης $9-12 \text{ kgs/cm}^2$.

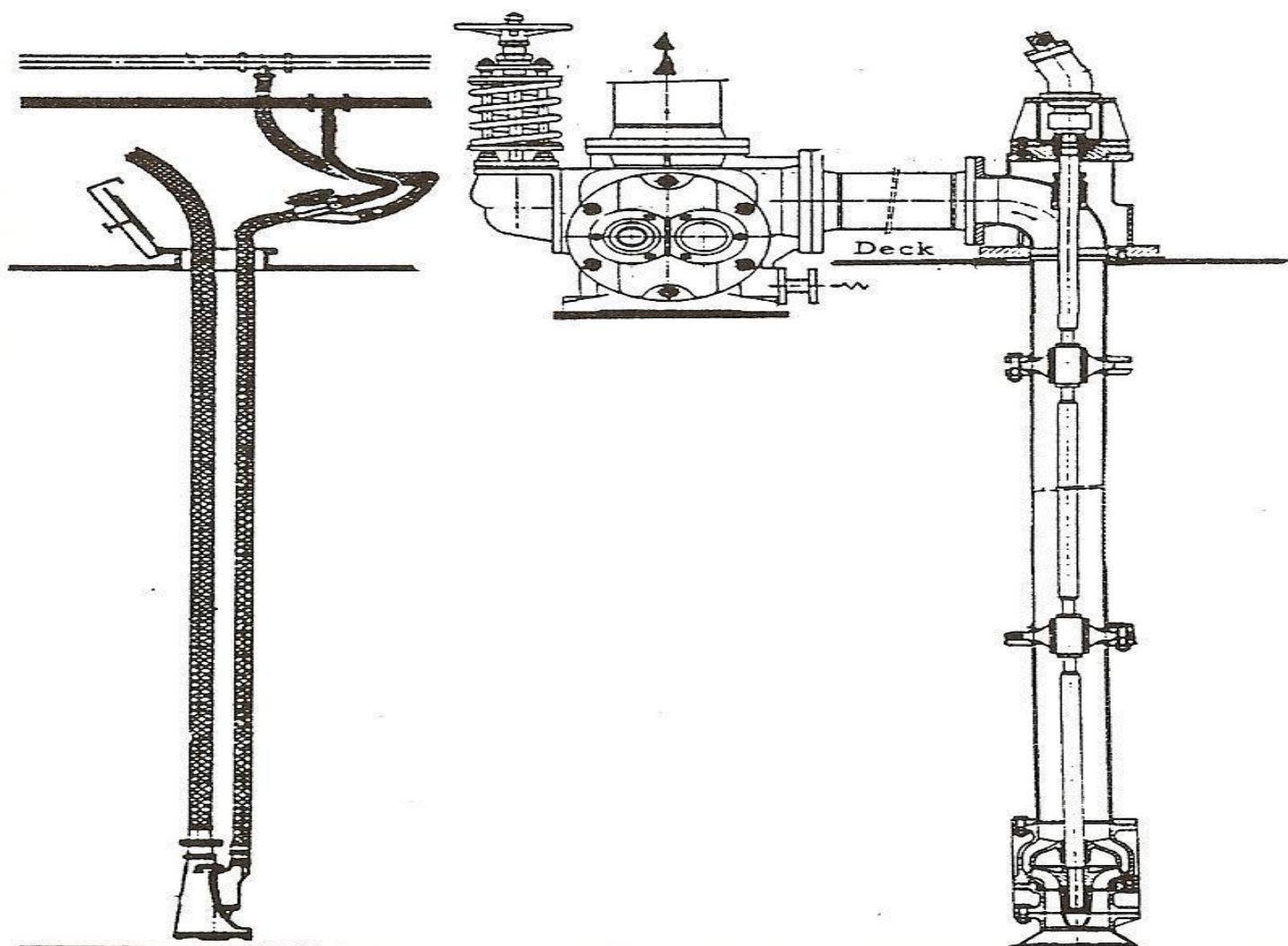
Ο κινητήρας είναι ενσωματωμένος στην αντλία. Πριν χρησιμοποιηθεί το σύστημα, δοκιμάζεται το ηλεκτρικό σύστημα με ένα megger και μόνο αν η ένδειξη είναι

μεγαλύτερη από 2 meg τίθεται σε λειτουργία η αντλία. Κατά την εκκίνηση απαιτείται πολύ ρεύμα που δημιουργεί μεγάλη θερμότητα στην αντλία. Αν η αντλία δεν αναρροφήσει αμέσως το φορτίο τότε σταματά και δεν πρέπει να ξαναρχίσει τη λειτουργία της αν δεν περάσει χρονικό διάστημα 1 ώρας, ώστε να ψυχτεί η αντλία από τη θερμοκρασία που δημιουργήθηκε σ' αυτήν κατά την αρχική της εκκίνηση. Αν η αντλία σταματήσει να αναρροφά υγρό, διακόπτεται αυτόματα η λειτουργία της, επειδή το υγρό είναι απόλυτα απαραίτητο για την ψύξη και την λίπανση της. Επίσης αυτόματα σταματάει η αντλία όταν τα πτερύγια της φρακάρουν (από κάποιο ξένο σώμα) ή αν η αντλία κολλήσει, οπότε μαζί με το κράτημα της αντλίας σημαίνουν και κώδωνες συναγερμού.

3.8 ΕΝΙΣΧΥΤΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ (BOOSTER PUMPS)

Είναι κεντρόφυγες ηλεκτροκίνητες αντλίες κάθετες ή οριζόντιες, με μεγάλη ικανότητα κατάθλιψης. Τοποθετούνται στα πλοία μεταφοράς χημικών φορτίων καθώς και σε υγραεριοφόρα, εν σειρά με deerwell και submerged pumps, όπως αναφέραμε στις αντλίες αυτές, για να προωθούν το φορτίο προς τις δεξαμενές ξηράς, όταν οι αντλίες του πλοίου που χρησιμοποιούνται για την εκφόρτωση δεν έχουν την απαιτούμενη δύναμη.

Στο σχήμα 42, απεικονίζεται μια ενισχυτική αντλία εν σειρά με deerwell pump, υπάρχουν και στη γραμμή φορτίου ξηράς, όταν οι δεξαμενές ξηράς ευρίσκονται σε μεγάλη απόσταση από το πλοίο (ή σε υψηλότερο σημείο) και έχουν σκοπό να διευκολύνουν την εκφόρτωση. Τίθεται σε λειτουργία με την εκκίνηση των αντλιών του πλοίου, οπότε και η μεγάλη πίεση αντίθλιψης στο manifold του πλοίου πέφτει σημαντικά.



Σχ.42 Αριστερά καταδύμενη αντλία με υδραυλικό κινητήρα και Δεξιά ενισχυτική αντλία εν σειρά με υποβρύχια αντλία

Βιβλιογραφία

1. ΠΑΝΤΖΑΛΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ, (2012). Μηχανική Ρευστών, Εκδόσεις Ίδρυμα Ευγενίδου.
2. Γκιζιάκης Κ., Παπαδόπουλος Α., Πλωμαρίτου Ε., (2006). Ναυλώσεις, Εκδόσεις Σταμούλη. Αθήνα.
3. ΔΑΝΙΗΛ Φ. ΓΕΩΡΓΙΟΥ, ΚΩΝ. ΗΡ. ΜΙΜΗΚΟΠΟΥΛΟΥ, (2010). Βοηθητικά Μηχανήματα Πλοίων, Εκδόσεις Ίδρυμα Ευγενίδου.
4. **ΠΛΟΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΗ – ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ Ν. ΣΤΑΥΡΙΔΑΚΗ**
5. **OIL TANKER CARGO LOADING PROCEDURE – ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ**
6. Φανέλλης Ι.Κ. Σύγχρονη Πρακτική Εργασίας στα Δεξαμενόπλοια. Εκδόσεις Σταριδάκης Ε. Πειραιάς.
7. ΓΕΩΡΓΙΟΥ ΜΑΛΛΙΩΤΗ, ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ
8. **ΣΧΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΕΙΚΟΝΕΣ ΑΠΟ ΤΑ ΒΙΒΛΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	2
Abstract.....	3
Πρόλογος.....	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	5
1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	5
1.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ.....	6
1.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΤΛΙΩΝ.....	7
1.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ ΑΝΤΛΙΩ.....	7
1.5 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΝΤΛΙΩΝ.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΝΤΛΙΕΣ.....	12
2.1 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	12
2.1.1 ΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ.....	12
2.1.2 ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ.....	13
2.1.3 ΑΝΤΛΙΕΣ ΑΞΟΝΙΚΗΣ ΡΟΗΣ.....	14
2.1.4 ΑΝΤΛΙΕΣ ΜΙΚΤΗΣ ΡΟΗΣ.....	14
2.1.5 ΑΝΤΛΙΕΣ ΑΝΑΓΕΝΝΗΤΙΚΕΣ Η ΣΤΡΟΒΙΛΑΝΤΛΙΕΣ Η ΠΕΡΙΦΕΡΙΚΕΣ (PERIPHERAL) Η ΔΙΝΟΑΝΤΛΙΕΣ (VORTEX PUMPS.....	15
2.1.6 ΑΝΤΛΙΕΣ ΣΥΝΘΕΤΕΣ ΚΑΙ ΕΙΔΙΚΕΣ.....	17
2.2 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗ ΜΟΡΦΗ ΤΟΥΣ.....	18
2.2.1 ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙ.....	18
2.2.1.1 ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΑΝΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕ ΤΟ ΠΕΡΙΒΛΗΜΑ (ΚΕΛΥΦΟΣ).....	19
2.2.1.2 ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΑΝΑΦΟΡΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ.....	22

2.2.1.3 ΥΠΟΔΙΑΙΡΕΣΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΕΙΔΟΣ ΤΗΣ ΠΤΕΡΩΤΗΣ.....	24
2.3 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΩΣ ΠΡΟΣ ΤΟΝ ΑΡΙΘΜΟ ΤΩΝ ΒΑΘΜΙΔΩΝ ΤΟΥΣ.....	25
2.4 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΑΝΑΛΟΓΟ ΜΕ ΤΟΝ ΤΡΟΠΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.....	28
2.4.1 ΑΝΤΛΙΕΣ ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΗ ΕΔΡΑΣΗ.....	28
2.4.1.1 ΟΡΙΖΟΝΤΙΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ.....	28
2.4.1.2 ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ.....	29
2.4.2 ΑΝΤΛΙΕΣ ΧΩΡΙΣ ΣΤΑΘΕΡΗ ΕΔΡΑΣΗ.....	30
2.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ.....	31
2.5.1 ΤΑ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ.....	31
2.5.2 ΤΟ ΚΕΛΥΦΟΣ ΤΗΣ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ.....	33
2.5.3 ΤΟ ΣΤΡΟΦΕΙΟ ΤΗΣ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ.....	34
2.5.3.1 ΑΝΤΛΙΕΣ ΜΕ ΚΛΕΙΣΤΑ ΣΤΡΟΦΕΙΑ.....	35
2.5.3.2 ΑΝΤΛΙΕΣ ΜΕ ΗΜΙΚΛΕΙΣΤΑ ΣΤΡΟΦΕΙΑ.....	36
2.5.3.3 ΑΝΤΛΙΕΣ ΜΕ ΑΝΟΙΚΤΑ ΣΤΡΟΦΕΙΑ.....	36
2.5.4 ΛΙΠΑΝΣΗ.....	37
2.5.5 Η ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ.....	37
2.5.6 ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ.....	38
2.5.7 ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΣΗ (BY-PASS).....	38
2.6 ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΣΠΗΛΛΑΙΩΣΗΣ ΣΤΙΣ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ.....	39
2.6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΣΠΗΛΛΑΙΩΣΗΣ.....	39
2.6.2 ΔΙΑΦΟΡΑ ΕΙΔΗ ΣΠΗΛΛΑΙΩΣΗΣ – ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΦΥΣΑΛΙΔΩΝ.....	40

2.6.2.1 ΣΠΗΛΛΙΩΣΗ ΛΟΓΩ ΦΥΣΑΛΙΔΩΝ ΑΤΜΟΥ	40
2.6.2.2 ΣΠΗΛΛΙΩΣΗ ΛΟΓΩ ΦΥΣΑΛΙΔΩΝ ΑΕΡΙΟΥ.....	40
2.6.3 ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΤΗΣ ΣΠΗΛΛΙΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΝΤΛΙΑ.....	41
2.6.4 ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΤΩΜΑΤΑ ΤΗΣ ΣΠΗΛΛΙΩΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΝΤΛΙΑ.....	41
2.6.5 ΠΡΟΛΗΨΗ ΚΑΙ ΑΠΟΦΥΓΗ ΣΠΗΛΛΙΩΣΗΣ.....	43
2.7 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ.....	44
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ.....	44
ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΟΥ ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΥΨΟΥΣ.....	44
2.7.1 ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ.....	46
2.7.2 ΣΗΜΕΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΤΛΙΑΣ.....	47
2.7.3 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΟΥΣ ΑΡΙΘΜΟΥΣ ΣΤΡΟΦΩΝ.....	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΑΝΤΛΙΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΩΝ.....	50
3.1 ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΑ.....	51
3.2 ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΩΝ.....	51
3.2.1 ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ.....	52
3.3 ΑΤΜΟΚΙΝΗΤΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ	54
3.4 ΑΝΤΛΙΕΣ ΜΕ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	60
3.5 FRAMO ΑΝΤΛΙΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ.....	62
3.5.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ.....	63

3.5.2 ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΗ ΑΝΤΛΙΑΣ FRAMO.....	65
3.5.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΑΝΤΛΙΑΣ FRAMO.....	67
3.6 ΥΠΟΒΡΥΧΙΕΣ Ή ΑΥΤΟΒΥΘΙΖΟΜΕΝΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ (DEEPWELL PUMPS).....	68
3.7 ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΕΣ ΚΑΤΑΔΥΟΜΕΝΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ (ELECTRICAL SUBMERGED PUMPS).....	69
3.8 ΕΝΙΣΧΥΤΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ (BOOSTER PUMPS).....	71
Βιβλιογραφία.....	73
Περιεχόμενα.....	74

