

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ

<<ΤΥΠΟΙ ΚΑΙ ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΦΟΡΤΙΟΥ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΩΝ>>

ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΔΕΣΠΟΤΗ ΔΗΜΗΤΡΗ

ΑΓΜ: 3278

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΤΣΗΣ ΔΗΜΟΣ

Ημερομηνία ανάληψης της εργασίας: 24 Απριλίου 2015

Ημερομηνία παράδοσης της εργασίας: 03 Ιουνίου 2016

A/A	Όνοματεπώνυμο	Ειδικότης	Αξιολόγηση	Υπογραφή
1				
2				
3				
ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ				

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ : ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΤΣΟΥΛΗΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	5
Λέξεις κλειδιά.....	5
Εισαγωγή.....	6

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Βασικές έννοιες.....	7
1.2 Κατάταξη αντλιών.....	8

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Χαρακτηριστικά υγρών φορτίων	9
------------------------------------	---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Χαρακτηριστικά στοιχεία των αντλιών.....	10
3.2 Ανάλυση των βασικών στοιχείων μιας αντλίας	11
3.3 Η αναρρόφηση της αντλίας.....	14
3.4 Η κατάθλιψη της αντλίας.....	15

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Παλινδρομικές Αντλίες (Reciprocating Pumps)

4.1 Γενικά	16
4.2 Αναρροφητική αντλία.....	17
4.3 Διάκριση της καταθλιπτικής αντλίας	18
4.4 Τα βασικά της μέρη	19
4.5 Στροφαλοκίνητες αντλίες.....	20
4.6 Ανωμαλίες κατά την λειτουργία	21

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Περιστροφικές Αντλίες (Rotating Pumps)

5.1 Γενικά	22
5.2 Τύποι αντλιών και υλικά κατασκευής τους	22
5.3 Με οδοντωτούς τροχούς εξωτερικής οδοντώσεως (external gear pump)	23
5.4 Οδοντωτή αντλία εσωτερική οδοντώσεως (internal gear pump).....	23
5.5 Κοχλιοειδείς αντλίες (screw pumps)	24
5.6 Με περιστρεφόμενα έμβολα ή λοβούς	24
5.7 Πτερυγιοφόρες αντλίες (rotary vane pumps)	25
5.8 Αντλίες με υγρό έμβολο (liquid piston pumps)	26
5.9 Αντλίες με περιστρεφόμενο σώμα κυλίνδρων	27

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Κεντρόφυγες ή Φυγοκεντρικές Αντλίες (Centrifugal Pumps)

6.1 Γενικά	29
------------------	----

6.2 Τα εξαρτήματά της	29
6.3 Κατάταξη αντλιών	31
6.3.1 Ακτινικής ροής	31
6.3.2 Μικτής ροής	32
6.3.3 Αξονικής ροής	32
6.3.4 Στροβιλαντλίες	33
6.4 Ειδικές παρατηρήσεις για τις κεντρόφυγες αντλίες	33
6.5 Τρόπος λειτουργίας	34
6.6 Ανωμαλίες κατά την λειτουργία τους.....	37
6.7 Μειονεκτήματα – Πλεονεκτήματα	38

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

Εγχυτήρες ή τζιφάρια (Eductors).....	39
--------------------------------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

Υποβρύχιες ή καταβυθιζόμενες αντλίες (Deerwell Pumps)	39
---	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

Ηλεκτροκίνητες καταδύμενες αντλίες (Electrical Submerged Pumps)	40
---	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

Φορητές καταδύμενες αντλίες	42
-----------------------------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

Ενισχυτικές αντλίες (Booster Pumps)	42
---	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12

Καμπύλες αντλιών	43
------------------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13

Εγκατάσταση αντλιών	46
---------------------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14

Διαδικασία εκκίνησης αντλιών σε ένα Δεξαμενόπλοιο	47
---	----

Επίλογος	49
-----------------------	----

Παράρτημα I	50
--------------------------	----

Βιβλιογραφία	53
---------------------------	----

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ

Ο Δεσπότης Δημήτριος σπουδαστής της σχολής πλοιάρχων Α.Ε.Ν Μακεδονίας, δηλώνω υπεύθυνα ότι η παρούσα εργασία με τίτλο << Τύποι και μελέτη αντλιών φορτίου δεξαμενοπλοίων>> αποτελεί έγγραφο αυστηρά προσωπικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια που είχα για την προετοιμασία της, είναι αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην πτυχιακή εργασία. Επιπλέον αναφέρονται όλες οι πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές καταγράφονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Τέλος, η πτυχιακή εργασία προετοιμάστηκε αποκλειστικά από εμένα για τις απαιτήσεις των σπουδών μου στην σχολή πλοιάρχων της Α.Ε.Ν Μακεδονίας.

Περίληψη

Στην παρακάτω πτυχιακή εργασία, καταγράφονται οι διάφοροι τύποι αντλιών φορτίου που έχουν χρησιμοποιηθεί και που χρησιμοποιούνται στα δεξαμενόπλοια, όπως επίσης γίνεται και λεπτομερής μελέτη αυτών στα κεφάλαια και υποκεφάλαια που ακολουθούν.

Η πτυχιακή εργασία ξεκινά με την εισαγωγή, στην οποία γίνεται ιστορική ανασκόπηση της εξέλιξης των συστημάτων άντλησης. Στη συνέχεια ακολουθούν τα πρώτα κεφάλαια στα οποία αναγράφονται βασικές πληροφορίες που αφορούν όλο το σύστημα που χρησιμοποιείται κατά την εκφόρτωση, όπως είναι τα χαρακτηριστικά υγρών φορτίων και αντλιών, βασικές έννοιες κ.ά. Αυτές οι πληροφορίες είναι αρκετά σημαντικές και ο αξιωματικός που διαχειρίζεται τα φορτία θα πρέπει να τις γνωρίζει.

Στα κεφάλαια που ακολουθούν γίνεται αναφορά και ανάλυση των περισσότερων τύπων αντλιών, όπως είναι οι παλινδρομικές, οι φυγόκεντρες, οι περιστροφικές κ.ά. που συναντάμε από τα πρώτα δεξαμενόπλοια μέχρι και σήμερα. Έτσι καταγράφονται η λειτουργία τους, τα βασικά μέρη και εξαρτήματά τους, πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που εμφανίζει ο κάθε τύπος αντλίας κατά την λειτουργία τους κ.ά.

Τέλος, στα τελευταία κεφάλαια καταγράφονται οι καμπύλες των αντλιών, οι οποίες περιλαμβάνουν και μας αναπαριστούν σημαντικές πληροφορίες, όπως είναι η απόδοση και το ύψος των αντλιών, και η διαδικασία εκκίνησης των πιο βασικών αντλιών που χρησιμοποιούνται σε ευρύτερο βαθμό σήμερα στα δεξαμενόπλοια.

Λέξεις Κλειδιά

Αντλία, Φορτίο, Εκφόρτωση, Απόδοση, Ύψος, Πίεση, Κενό, Κατάθλιψη, Αναρρόφηση, Σύστημα, Σωληνώσεις, Δεξαμενόπλοιο, Καμπύλες αντλιών.

Εισαγωγή

Οι αντλίες για την άντληση του νερού επινοήθηκαν πριν από τις κινητήριες μηχανές. Τα βασικά εξαρτήματα των αντλιών αυτών ήταν δοχεία, τα οποία βυθίζονταν μέσα στο νερό και στη συνέχεια ανυψώνονταν με τη βοήθεια απλών μηχανών. Ο αρχαιότερος τύπος αντλίας είναι ο Κοχλίας του Αρχιμήδη που χρησιμοποιήθηκε για το πότισμα των Κρεμαστών Κήπων της Βαβυλώνας τον 7ο αιώνα π.χ. και περιγράφηκε αναλυτικότερα από τον Αρχιμήδη τον 3ο αιώνα π.χ. (Βλέπε Εικόνα Ι)

Η επινόηση του ανυψωτικού τροχού πρέπει να θεωρηθεί σαν ένα σημαντικό βήμα προόδου στην άντληση του νερού για άρδευση. Στην περιφέρεια ενός μεγάλου τροχού ήταν τοποθετημένα δοχεία, που βυθίζονταν στο νερό, γέμιζαν και καθώς ο τροχός περιστρεφόταν, ανέρχονταν και άδειαζαν μέσα στο αυλάκι αρδεύσεως. Ως ενέργεια για την περιστροφή του τροχού χρησιμοποιήθηκε η ανθρώπινη ή ζωική δύναμη και η δύναμη του ανέμου. Αργότερα ο ανυψωτικός τροχός μετατράπηκε σε «αυτοκινούμενο» με την προσθήκη πτερυγίων στην περιφέρειά του. Καθώς το νερό των ποταμών έρεε, ωθούσε τα πτερύγια και ο τροχός περιστρεφόταν για την ανύψωση των δοχείων. Άλλες διατάξεις για άντληση του νερού ήταν ο κοχλίας, η αλυσίδα με βύσματα και η χειροκίνητη παλινδρομική αντλία.

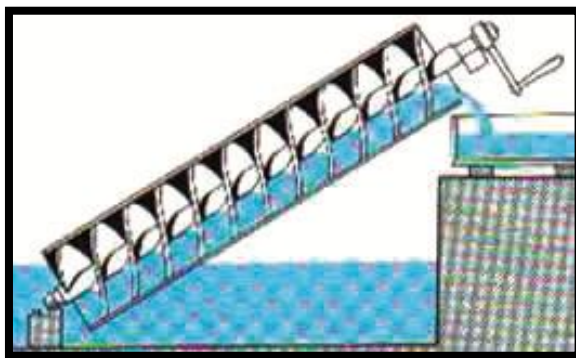
Το 1687 ο Γάλλος Denis Papin, περιέγραψε ένα τύπο αντλίας, της οποίας η αρχή λειτουργίας ήταν η ίδια με τις σημερινές φυγοκεντρικές αντλίες. Το 1705 κατασκεύασε ο ίδιος την πρώτη φυγοκεντρική αντλία για άντληση νερού και αργότερα άρχισαν να κατασκευάζονται και άλλες φυγοκεντρικές αντλίες με μικρές βελτιώσεις, αλλά ο βαθμός αποδόσεώς τους ήταν πολύ μικρός.

Από το 1840 άρχισαν να χρησιμοποιούνται οι ατμομηχανές για την κίνηση των αντλιών όταν ο H.Worthington κατασκεύασε μία παλινδρομική αντλία, της οποίας το έμβολο ήταν συνδεδεμένο απευθείας με το έμβολο της ατμομηχανής.

Το 1875 ο Osborne Reynolds κατασκεύασε την πρώτη στροβιλαντλία (turbine pump), που είχε σημαντικά αυξημένη απόδοση.

Ωστόσο οι αντλίες που χρησιμοποιούνταν στα δεξαμενόπλοια μέχρι και το 1950 ήταν κυρίως παλινδρομικές και σπάνια είχαν δυνατότητα παροχής σε ποσότητα μεγαλύτερη των 500 τόνων την ώρα. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα η εκφόρτωση ενός δεξαμενοπλοίου να γίνεται πολύ αργά και για αρκετές μέρες. Τα δεδομένα αυτά όμως άλλαξαν, αφού από την εποχή του πολέμου και μετέπειτα αναπτύχθηκαν οι πολύ πιο αποδοτικές κεντρόφυγες αντλίες σε σύγκριση με αυτές που υπήρχαν τα προηγούμενα έτη, των οποίων η απόδοση φθάνει πάνω από 8000 τόνους την ώρα. Έτσι η εκφόρτωση ολόκληρης της ποσότητας του φορτίου μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσα σε 12 ώρες.

Στη σημερινή εποχή οι κυριότεροι τύποι αντλιών που συναντάμε στα δεξαμενόπλοια είναι οι παλινδρομικές, οι περιστροφικές, οι κεντρόφυγες, οι κοχλιωτές κ.ά., η λεπτομερής ανάλυση των οποίων θα πραγματοποιηθεί στα κεφάλαια που ακολουθούν.



Εικόνα Ι - Ο κοχλίας του Αρχιμήδη

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

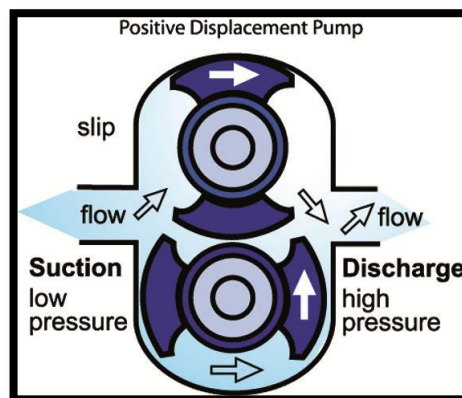
1.1 Βασικές Έννοιες

- ❖ **Αντλίες (Pumps)** γενικά ονομάζονται μηχανήματα, που αναρροφούν υγρό από ένα χώρο (αναρρόφηση) και το καταθλίβουν με πίεση σε άλλο. Για να πραγματοποιήσουν το σκοπό τους καταναλώνουν μηχανικό έργο και δημιουργούν κινητική ή δυναμική ενέργεια στο υγρό. Για αυτό χαρακτηρίζονται και ως εργομηχανές, σε αντιδιαστολή με τις γνωστές μας κινητήριες μηχανές. Για την λειτουργία της αντλίας χρησιμοποιούνται μηχανήματα, που την κινούν και λέγονται κινητήρια μηχανήματα της αντλίας. Αυτά μπορεί να είναι ατμομηχανές, ατμοστρόβιλοι, μηχανές Diesel ή αεριοστρόβιλοι, βενζινομηχανές και σε μεγάλη κλίμακα ηλεκτροκινητήρες. Μπορεί όμως μια αντλία μικρής παροχής να είναι και χειροκίνητη. Όταν μια αντλία κινείται από ανεξάρτητο μηχανήμα τότε ονομάζεται ανεξάρτητη. Όταν όμως κινείται από κινητό μέρος της κύριας μηχανής μέσω οδοντωτών τροχών, ιμάντα, διατάξεως έκκεντρου και διωστήρα ή ζυγού, τότε καλείται εξαρτημένη.
- ❖ **Αντλιοστάσιο (Pump room)** είναι ο χώρος στα δεξαμενόπλοια μέσα στον οποίο υπάρχουν οι αντλίες οι οποίες χρησιμοποιούνται για την μετάγχιση φορτίου από μια δεξαμενή σε μια άλλη ή για την εκφόρτωση τόσο του φορτίου όσο και του έρματος.
- ❖ **Αναρρόφηση (Suction)** είναι το τμήμα του δικτύου από το σημείο που παραλαμβάνει το υγρό (δεξαμενή) μέχρι την είσοδο της αντλίας (στόμιο αναρρόφησης).
- ❖ **Κατάθλιψη (Discharge)** είναι το τμήμα του δικτύου από την έξοδο της αντλίας μέχρι το τελικό σημείο προορισμού του ρευστού.
- ❖ **Σύστημα σωληνώσεων (Line system)** είναι το σύνολο των σωλήνων μέσα από τις οποίες ρέει το υγρό είτε για να οδηγηθεί στην αναρρόφηση είτε για να οδηγηθεί στην κατάθλιψη.
- ❖ **Σύστημα αντλήσεως (Pumping system)** είναι η διάταξη του σωλήνα αναρροφήσεως, της αντλίας, του σωλήνα καταθλίψεως και του κινητήρα.
- ❖ **Αντλητικό συγκρότημα** είναι ένα σύνολο αντλιών που συνεργάζεται για την άντληση του υγρού.
- ❖ **Διαχωριστήρας (Separator)** είναι μια δεξαμενή η οποία βρίσκεται μετά από την αναρρόφηση (suction valve) της αντλίας και χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό των αερίων (gas) από το υγρό φορτίο, που μεταβαίνουν από τις δεξαμενές (tanks) μέσω των σωληνώσεων προς την αναρρόφηση (suction) και εν συνεχεία στην αντλία. Εξωτερικά του separator υπάρχει ένας μετρητής, ο οποίος μετράει την στάθμη του υγρού φορτίου μέσα στο separator. Ο μετρητής παίζει σημαντικό ρόλο διότι μέσω της ένδειξής του θα ανοίξει ή θα κλείσει το gas extraction valve, θα ξεκινήσει ή θα σταματήσει η vacuum pump και θα ανοίξει ή θα κλείσει το discharge control valve.
- ❖ **Gas extraction valve** είναι ένα πνευματικό valve το οποίο λειτουργεί όταν δώσει το σήμα ο μετρητής του separator, για να απομακρυνθούν τα αέρια (gases) μέσα από αυτό και τη θέση τους να πάρει το υγρό φορτίο. Ανοίγει όταν η στάθμη του υγρού μέσα στο separator είναι λιγότερη από το 50% και κλείνει όταν φτάσει περίπου στο 70%.
- ❖ **Discharge control valve** είναι το valve το οποίο τοποθετείται μετά την αντλία και το ανεπίστροφο και ανοίγει και κλείνει ανάλογα με το σήμα που θα λάβει από τον μετρητή του separator. Επάνω σε αυτό υπάρχει ένας μετρητής ο οποίος δείχνει στην κονσόλα του cargo control room πότε είναι ανοιχτό και πότε είναι κλειστό.
- ❖ **Cargo Control Room** είναι ο χώρος μέσα στον οποίο είναι τοποθετημένη η κονσόλα, μέσω της οποίας ο αξιωματικός χειρίζεται τις αντλίες, το άνοιγμα και το κλείσιμο των valves προκειμένου να πραγματοποιηθεί η εκφόρτωση.

1.2 Κατάταξη Αντλιών

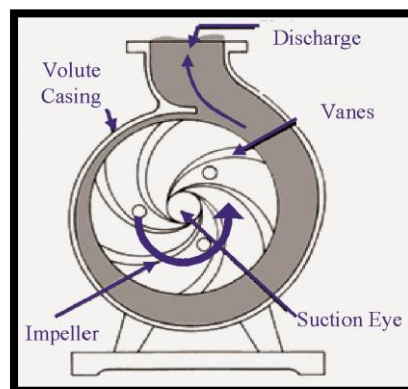
Οι αντλίες που χρησιμοποιούνται σήμερα στα δεξαμενόπλοια κατατάσσονται με βάση την αρχή λειτουργίας τους σε δύο μεγάλες κατηγορίες: α) αντλίες θετικής εκτοπίσεως ή αντλίες στατικού τύπου (positive displacement pumps) και β) δυναμικές αντλίες ή αντλίες κινητικού τύπου (rotodynamic pumps).

Οι πρώτες κατά την λειτουργία τους μετατοπίζουν θετικά το υγρό, δηλαδή το υγρό μετακινείται από την αναρρόφηση προς την κατάθλιψη με μηχανική μεταβολή του όγκου ενός ή περισσότερων θαλάμων και η παροχή τους δεν επηρεάζεται σημαντικά από την αντίσταση που παρουσιάζεται κατά την κίνηση του υγρού μέσα στις σωλίνες μεταφοράς. Επιπλέον οι αντλίες θετικής εκτοπίσεως ή αντλίες στατικού τύπου (positive displacement pumps) διακρίνονται σε δύο υποκατηγορίες: i) Παλινδρομικές αντλίες (Reciprocating pumps) και ii) Περιτροφικές αντλίες (Rotary pumps).



Εικόνα 1.2.1: Αντλία θετικής εκτοπίσεως (Positive displacement pump)

Από την άλλη μεριά, στις δυναμικές αντλίες ή αντλίες κινητικού τύπου (rotodynamic pumps) το υγρό μετακινείται με την κεντρόφυγο δύναμη, η οποία μεταδίδεται σε αυτό με το κατάλληλο περιστρεφόμενο στροφείο ή στροφεία (impellers) μέσω των οποίων το υγρό ρέει από την αναρρόφηση προς την κατάθλιψη. Καθώς το στροφείο ή στροφεία περιστρέφονται, το υγρό αποκτά γωνιακή επιτάχυνση, οπότε δημιουργείται φυγόκεντρη δύναμη που μεταφέρει το υγρό προς την περιφέρεια του περιβλήματος για να απομακρυνθεί από το άνοιγμα εξόδου. Επειδή το υγρό απομακρύνεται από το κέντρο προς την περιφέρεια, η πίεση στο κέντρο ελαττώνεται και νέα ποσότητα υγρού κινείται προς το σημείο χαμηλής πίεσεως με αποτέλεσμα τη δημιουργία σταθερής ροής. Ανάλογα με το σχήμα των πτερυγίων και τον τρόπο κινήσεως του υγρού οι δυναμικές αντλίες διακρίνονται ως εξής: α) Φυγόκεντρες αντλίες ή ακτινικής ροής (Centrifugal pumps) και β) Στροβιλαντλίες (Turbine pumps).



Εικόνα 1.2.2: Δυναμική αντλία (rotodynamic pump)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Χαρακτηριστικά Υγρών Φορτίων

Όπως είναι γνωστό από την φυσική τα ρευστά διακρίνονται σε υγρά και αέρια, τα οποία είναι ασυμπιεστά και συμπιεστά αντίστοιχα. Στα δεξαμενόπλοια χρησιμοποιούνται αντλίες για την άντληση των υγρών φορτίων, γι' αυτό και ο κάθε αξιωματικός θα πρέπει να γνωρίζει τα χαρακτηριστικά του κάθε φορτίου καθώς και τον ορθό τρόπο χειρισμού του ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του. Έτσι τα χαρακτηριστικά που μπορεί να συνοδεύουν το φορτίο είναι: i) το ιξώδες (viscosity), ii) το σημείο ροής (pour point), iii) η πυκνότητα (density), iv) το ειδικό βάρος (specific gravity), v) ο θερμικός συντελεστής διαστολής υγρών, vi) η πτητικότητα (volatility) και vii) το υδραυλικό πλήγμα.

i) Ιξώδες (Viscosity)

Είναι η ιδιότητα που έχει ένα υγρό να εμποδίζει τη μεταξύ τους κινητικότητα των μορίων από τα οποία αποτελείται (ή αλλιώς η αντίσταση των υγρών στη ροή τους). Η παρεμπόδιση αυτής της ρευστότητας οφείλεται σε προσωρινό δεσμό που υπάρχει στα γειτονικά μόρια. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή του ιξώδους τόσο περισσότερο παχύρρεστο είναι το υγρό και τόσο μεγαλύτερη ενέργεια χρειάζεται για να κινηθεί. Όταν αυξάνεται η θερμοκρασία του υγρού, αυξάνεται η κινητικότητα των μορίων που έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση του δεσμού που αναφέρθηκε, με συνέπεια την αύξηση της ρευστότητας του υγρού. Το ιξώδες ενός υγρού φορτίου είναι σημαντικό στοιχείο που καθορίζει τη θερμοκρασία χειρισμού και μεταφοράς του φορτίου αυτού.

ii) Σημείο Ροής (Pour Point)

Είναι η χαμηλότερη θερμοκρασία στην οποία ένα υγρό φορτίο παραμένει ρευστό. Για να πραγματοποιηθεί χειρισμός του φορτίου αυτού θα πρέπει να θερμανθεί σε θερμοκρασία που να είναι κατά 10 °C υψηλότερη από το pour point που έχει. Μεταξύ του viscosity και του pour point δεν υπάρχει καμία σχέση. Όπως στα φορτία που έχουν μεγάλη τιμή ιξώδους έτσι και στα φορτία που έχουν υψηλή τιμή σημείου ροής, υπάρχει πρόβλημα μεταφοράς και εκφόρτωσής τους. Θα πρέπει να υπάρχουν στις δεξαμενές φορτίου θερμοκρασιακά στοιχεία που να έχουν την ικανότητα να θερμαίνουν το φορτίο σε θερμοκρασίες που δίνονται στις οδηγίες φόρτωσης (MSDS του φορτίου), τόσο κατά την διάρκεια της μεταφοράς, όσο και κατά την εκφόρτωση, αλλιώς υπάρχει κίνδυνος να μην μπορεί να εκφορτωθεί είτε λόγω του ότι έγινε πολύ παχύρρεστο (υψηλό viscosity) είτε γιατί το φορτίο στερεοποιήθηκε μέσα στις δεξαμενές και τις σωληνώσεις φορτίου (λόγω υψηλού pour point).

iii) Πυκνότητα (Density)

Είναι φυσικό μέγεθος και εκφράζει την ποσότητα της ύλης (μάζας) που περιέχεται στη μονάδα του όγκου του σώματος. Οι μονάδες μέτρησης της πυκνότητας εξαρτώνται από το εφαρμοζόμενο σύστημα μετρήσεως, έτσι στο σύστημα MKS η πυκνότητα εκφράζεται σε Kg/m^3 , ενώ στο σύστημα CGS σε gr/cm^3 . Η πυκνότητα ενός σώματος μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία και την πίεση. Η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί αύξηση του όγκου ενός σώματος. Μια εξαίρεση αποτελεί το νερό, του οποίου η πυκνότητα είναι μεγαλύτερη στους +4 °C και μειώνεται όταν η θερμοκρασία κατέρχεται προς το 0 °C.

iv) Ειδικό Βάρος (Specific Gravity)

Είναι η σχέση της πυκνότητας ενός υγρού με την πυκνότητα του νερού. Με άλλα λόγια είναι το πόσα κιλά (βάρος) ζυγίζει ένα λίτρο (όγκος) ενός σώματος. Εξαρτάται από τη θερμοκρασία του υγρού και η θερμοκρασία αυτή πρέπει να δίνεται, όταν αναφέρεται το ειδικό βάρος του υγρού, για παράδειγμα το SG του Crude Oil κυμαίνεται από 0,780-1,000.

Το ειδικό βάρος ενός πετρελαιοειδούς μπορεί να δοθεί είτε με την πιο πάνω μορφή είτε με το αμερικάνικο σύστημα με τις λέξεις API (American Petroleum Institute) στους 60 ° F. Η γνώση του ειδικού βάρους είναι απαραίτητη για τους υπολογισμούς του φορτίου, πριν την φόρτωση, μετά την φόρτωση και κατά την διάρκεια μεταφοράς του.

v) Θερμικός Συντελεστής Διαστολής Υγρών (Coefficient of expansion or Volume correction coefficient)

Με το συντελεστή αυτό μπορούμε να βρούμε κατά πόσο ο όγκος ενός υγρού αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας του ή αντίστοιχα ελαττώνεται με τη μείωση της θερμοκρασίας του. Στις μετρήσεις φορτίων πετρελαίου, πρέπει ο όγκος που μετρήθηκε σε μια δεξαμενή φορτίου, όταν η θερμοκρασία του φορτίου αυτού είναι διαφορετική των 60 ° F να μετατραπεί σε όγκο φορτίου θερμοκρασίας 60 ° F. Ο όγκος που θα προκύψει είναι απαραίτητο στοιχείο για την εύρεση του βάρους του φορτίου. Η μετατροπή των όγκων από την παρούσα θερμοκρασία σε θερμοκρασία 60 ° F γίνεται με τη βοήθεια του θερμικού συντελεστή (coefficient of expansion ή volume correction coefficient).

vi) Πτητικότητα (Volatility)

Είναι η ικανότητα ενός υγρού να αναδίδει αέρια με την εξάτμιση. Πτητικό υγρό είναι αυτό που εξατμίζεται εύκολα στις θερμοκρασίες του περιβάλλοντος. Τα εξατμιζόμενα μόρια ασκούν πίεση όταν βρεθούν σε κλειστό χώρο. Η τιμή αυτή της πίεσης αποτελεί ένδειξη για την πτητικότητα ενός υγρού και ονομάζεται “ Αληθής Τάση Ατμών” (True Vapor Pressure ή TVP).

vii) Υδραυλικό Πλήγμα (Pressure Surge)

Το υδραυλικό πλήγμα δημιουργείται σε μια σωλήνωση από την απότομη αλλαγή της ταχύτητας ροής του υγρού μέσα σε αυτή, που έχει σαν αποτέλεσμα την απότομη αύξηση της πίεσης του υγρού μέσα στη σωλήνωση. Αν η αλλαγή της ταχύτητας ροής είναι απότομη, το υδραυλικό πλήγμα μπορεί να έχει καταστρεπτικές συνέπειες. Το υδραυλικό πλήγμα μπορεί να δημιουργηθεί με μια από τις παρακάτω αιτίες:

- α) Κλείσιμο ενός μηχανοκίνητου ή χειροκίνητου επιστομίου στη γραμμή της κατάθλιψης χωρίς να υπάρχει διέξοδος ροής του φορτίου σε άλλη γραμμή.
- β) Απότομο κλείσιμο ενός ανεπίστροφου επιστομίου (check valve) και
- γ) Απότομο ξεκίνημα ή σταμάτημα μιας αντλίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Τα Χαρακτηριστικά Στοιχεία των Αντλιών

Κάθε αντλία χαρακτηρίζεται από ορισμένα βασικά στοιχεία, τα οποία προσδιορίζουν τις ικανότητές της. Τα στοιχεία αυτά είναι τα εξής:

- 1) Τα διάφορα ύψη της αντλίας και η μέτρησή τους
- 2) Η παροχή της
- 3) Οι διάφοροι βαθμοί αποδόσεως και το έργο της και
- 4) Η ισχύς ή ιπποδύναμη που απαιτείται για το έργο της.

Αυτά τα στοιχεία, όπως και τα στοιχεία των υγρών φορτίων που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο, είναι σημαντικό να τα γνωρίζει ο αξιωματικός που ασχολείται με την εκφόρτωση υγρών φορτίων. Για αυτό το λόγο στο αμέσως επόμενο υποκεφάλαιο θα ακολουθήσει λεπτομερής ανάλυση των βασικών στοιχείων της αντλίας.

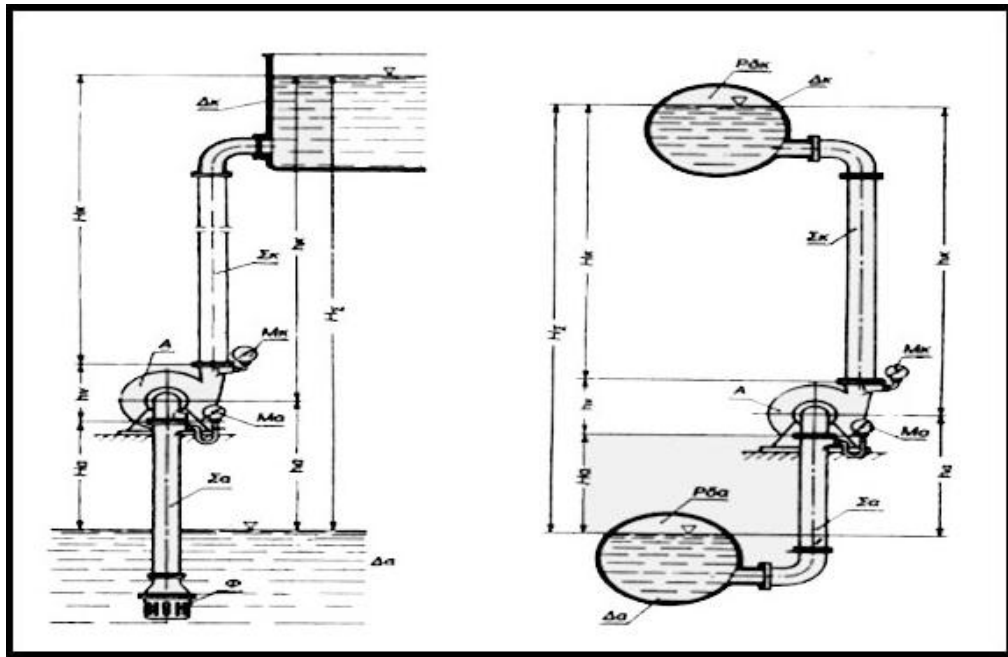
3.2 Ανάλυση των Βασικών Στοιχείων μια Αντλίας

1) Τα ύψη της αντλίας και η μέτρησή τους

- i) **Στατικό ύψος αναρροφήσεως H_a** , ονομάζεται η κατακόρυφη απόσταση από την στάθμη του υγρού που θα αναρροφήσει η αντλία, έως τον θάλαμο αναρροφήσεως της. Ο θάλαμος αυτός για εμβολοφόρα παλινδρομική αντλία είναι το κιβώτιο των βαλβίδων, ενώ για περιστροφική ογκομετρικού τύπου ή φυγόκεντρη είναι ο χώρος του αγωγού στο σημείο όπου το υγρό εισέρχεται στο στροφείο της αντλίας. Το ύψος αυτό μπορεί να έχει και αρνητική τιμή αν η αντλία βρίσκεται τοποθετημένη κάτω από τη στάθμη του υγρού που αναρροφά, οπότε το υγρό ρέει μόνο του προς την αντλία λόγω βαρύτητας.
- ii) **Στατικό ύψος καταθλίψεως H_k** , ονομάζεται η κατακόρυφη απόσταση από το θάλαμο καταθλίψεως της αντλίας μέχρι τη στάθμη της δεξαμενής στην οποία καταθλίβεται το υγρό.
- iii) **Στατικό ύψος H_σ** , ονομάζεται το αλγεβρικό άθροισμα των δύο παραπάνω υψών, δηλαδή η κατακόρυφη απόσταση από τη στάθμη αναρροφήσεως μέχρι τη στάθμη καταθλίψεως του υγρού: $H_\sigma = H_a + H_k$
- iv) **Ύψος αντιστάσεως H_r** , ονομάζεται το σύνολο των αντιστάσεων που αποτελούν εμπόδιο στην κίνηση της φλέβας του υγρού, που εκφράζεται σε ύψος στήλης υγρού. Οι αντιστάσεις αυτές δημιουργούνται κατά την ροή του υγρού που πραγματοποιεί η αντλία και έχουν ως συνέπεια απώλεια ενέργειας του κινούμενου υγρού. Διακρίνονται σε αντιστάσεις αδράνειας και παθητικές αντιστάσεις. Οι αντιστάσεις αδράνειας οφείλονται στην καλούμενη αντίδραση αδράνειας της υδάτινης στήλης, η οποία πρέπει να αποκτήσει ορισμένη ταχύτητα κινήσεως u , ή ορθότερα V_a στην αναρρόφηση και V_k στην κατάθλιψη. Σχετικά λαμβάνεται υπόψη και η διαφορά στην διάμετρο των σωληνώσεων, γιατί η διάμετρος γενικά είναι μικρότερη στη σωλήνωση της καταθλίψεως παρά σ' αυτήν της αναρροφήσεως. Η αντίσταση αυτή υπολογίζεται επίσης σε ύψος υδάτινης στήλης και καλείται ύψος ταχύτητας ή δυναμικό ύψος h_d και ισούται με την κατακόρυφη απόσταση, από την οποία πρέπει να πέσει το υγρό για να αποκτήσει δεδομένη ταχύτητα. Οι παθητικές αντιστάσεις οφείλονται σε τριβές, στροβιλισμούς της φλέβας, στενώσεις ή διευρύνσεις της διατομής της ροής, καμπύλες των σωληνώσεων, παρεμβολή των ρυθμιστικών οργάνων βαλβίδων, διακοπών κλπ και δημιουργούνται είτε μέσα στην ίδια την αντλία είτε μέσα στις σωληνώσεις αναρροφήσεως και καταθλίψεως. Οι αντιστάσεις διακρίνονται επομένως σε εσωτερικές που αφορούν μόνο την αντλία και εξωτερικές που αφορούν τις σωληνώσεις από το σημείο συνδέσεώς τους με την αντλία μέχρι το τέλος τους. Και τις αντιστάσεις αυτές εκφράζουμε σε ύψος υδάτινης στήλης. Οι εξωτερικές αυτές αντιστάσεις διακρίνονται σε αντιστάσεις αναρροφήσεως και καταθλίψεως αντίστοιχα. Το μέγεθός τους ποικίλλει και ο υπολογισμός τους γίνεται με εμπειρικούς συνήθως τύπους και μετρήσεις κατά τις μεθόδους της Υδραυλικής. Το ύψος των αντιστάσεων δεν είναι σταθερό κατά την λειτουργία της αντλίας, όπως τα δύο προηγούμενα, αλλά εξαρτάται από την στιγμιαία παροχή της και μάλιστα μεταβάλλεται ανάλογα προς το τετράγωνό της. Από λειτουργική πλευρά είναι ευνόητο ότι οι αντιστάσεις συμπεριφέρονται σαν να προσθέτουν επιπλέον ύψος κατά την μετακίνηση του υγρού και αυτό αποτελεί πρόσθετο στοιχείο κατά τον υπολογισμό της ικανότητας και των διαστάσεων της αντλίας. Αυτό σημαίνει ότι για να μετακινήσουμε υγρό από χαμηλή στάθμη σε άλλη ψηλότερη, δεν αρκεί να υπερνικήσουμε μόνο τα ύψη αναρροφήσεως και καταθλίψεως, αλλά και το πρόσθετο αυτό ύψος των αντιστάσεων.

ν) **Ολικό ύψος Ηολ**, ονομάζεται το άθροισμα του στατικού ύψους της αντλίας και του ύψους των αντιστάσεων $H_{ολ} = H_{σ} + H_{r}$ και $H_{ολ} = H_{α} + H_{κ} + H_{r}$

vi) **Μανομετρικό ύψος αντλίας Ημ**, καλείται το προηγούμενο ολικό Ηολ, αν από αυτό αφαιρέσουμε τις εξωτερικές αντιστάσεις των σωληνώσεων αναρρόφησης και καταθλίψεως, δηλαδή εκείνες, που δημιουργούνται στις σωληνώσεις μέχρι τα περιανχένια συνδέσεώς τους με την αντλία. Το ύψος αυτό είναι αναγκαίο για να χαρακτηρίσει την ικανότητα της αντλίας μόνης, ανεξάρτητα από τη θέση της και τις τοπικές εγκαταστάσεις των σωληνώσεων αναρρόφησης και καταθλίψεως, δεδομένου μάλιστα ότι οι αντιστάσεις στις σωληνώσεις αυτές εξαρτώνται από τη θέση, τις καμπύλες, το μήκος τους κλπ. Το μανομετρικό ύψος αφορά την ίδια την αντλία και παρέχεται κάθε φορά από τον κατασκευαστή ως προσδιοριστικό μέγεθος των ικανοτήτων της.



Εικόνα 3.1.1: Τα διάφορα ύψη των αντλιών

Η μέτρηση των υψών

Όλα τα ύψη που αναφέρθηκαν παραπάνω μετρούνται σε μέτρα ή πόδια στήλης ύδατος. Έτσι υπάρχουν οι εξής αντιστοιχίες μεταξύ πιέσεων και υψών:

- **Για το μετρικό σύστημα**
 $1 \text{ Atm} = 10,33 \text{ m στήλης ύδατος}$
 $1 \text{ At} = 10 \text{ m στήλης ύδατος (τεχνική ατμόσφαιρα)}$
- **Για το αγγλικό σύστημα**
 $1 \text{ Atm} = 34,5 \text{ ft στήλης ύδατος}$
 $1 \text{ At} = 32,8 \text{ ft στήλης ύδατος (τεχνική ατμόσφαιρα)}$

Στην πράξη τα ύψη μπορεί να μετρηθούν με τη προσαρμογή κενομέτρου στην αναρρόφηση της αντλίας και θλιβομέτρου στην κατάθλιψη και μετατροπή των ενδείξεών τους σε μέτρα ή πόδια στήλης ύδατος. Σε περιπτώσεις, όπου το υγρό ρέει μόνο του λόγω βαρύτητας προς την αναρρόφηση της αντλίας, δηλαδή όταν υπάρχει αρνητικό ύψος αναρρόφησης, τότε και στην αναρρόφηση τοποθετείται θλιβόμετρο. Σε όλες τις περιπτώσεις πάντως λαμβάνεται το

αλγεβρικό άθροισμα των ενδείξεων. Τις περισσότερες φορές τα όργανα που χρησιμοποιούνται για την μέτρηση είναι τα ίδια βαθμολογημένα απευθείας σε μέτρα ή πόδια στήλης ύδατος.

2) Παροχή της αντλίας

Η παροχή των αντλιών υπολογίζεται σε κυβικά μέτρα ανά ώρα ή σε λίτρα ανά λεπτό και μπορεί να υπολογισθεί από τα κατασκευαστικά και λειτουργικά δεδομένα της αντλίας. Υπάρχουν οι εξής κατηγορίες παροχής:

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

β) Κανονική παροχή (Optimum) (Q_n) είναι η αποδιδόμενη παροχή όταν η αντλία εργάζεται με το μέγιστο βαθμό αποδόσεως της.

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

δ) Εσωτερική παροχή (Q_ε) είναι ο όγκος υγρού που διέρχεται μέσα από την πτερωτή στη μονάδα του χρόνου. Επομένως είναι το άθροισμα της πραγματικής παροχής και των αναπόφευκτων εσωτερικών διαρροών :

$Q_e = Q + Q_d$ (Όπου Q_d είναι ο όγκος των εσωτερικών διαρροών το οποίο είναι πολύ μικρό σε σύγκριση με το Q).

3) Οι διάφοροι βαθμοί απόδοσης και το έργο της

Από την λειτουργία των αντλιών προκύπτουν διάφορες απώλειες, που έχουν σαν αποτέλεσμα το αποδιδόμενο πραγματικό έργο της αντλίας να είναι μικρότερο από αυτό που παρέχει στον άξονά της το κινητήριο μηχάνημα. Οι απώλειες διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τη φύση τους και χαρακτηρίζονται αντίστοιχα από τους διάφορους βαθμούς αποδόσεως της αντλίας, οι οποίοι είναι:

i) Ο ογκομετρικός βαθμός αποδόσεως η_v, παριστάνει το πηλίκο της πραγματικής προς την θεωρητική παροχή της αντλίας. Παρέχει το μέτρο των απωλειών της λόγω της μη τέλει στεγανότητας των βαλβίδων, στυπιοθλιπτών (σαλαμάστρα), στροφείου του εμβόλου κλπ, από τα οποία παρατηρείται το φαινόμενο της ολίσθησης του υγρού από την αντλία προς το περιβάλλον ή από την κατάθλιψη προς το χώρο της αναρροφήσεως. Οι μεγαλύτερες τιμές του αντιστοιχούν σε αντλίες εκτοπίσεως που είναι σε άριστη κατάσταση, ενώ μικρότερες σε φυγοκεντρικές που βρίσκονται σε μέτρια κατάσταση συντηρήσεως.

ii) Ο υδραυλικός βαθμός αποδόσεως η_δ, παρέχει το μέτρο των απωλειών λόγω αντιστάσεων στη σωλήνωση της αναρροφήσεως και καταθλίψεως και αφορά επομένως όχι σε αυτήν την ίδια την αντλία αλλά τη συνολική εγκατάστασή της. Εξαρτάται για κάθε συγκεκριμένη περίπτωση από τα μήκη των σωληνώσεων, τον αριθμό και τη γωνία των καμπυλών τους και τον αριθμό και τα είδη των βαλβίδων, διακοπών και οργάνων ελέγχου που παρεμβάλλονται στις σωληνώσεις. Επομένως εκφράζεται ως το πηλίκο του στατικού ύψους της αντλίας H_σ προς το ολικό ύψος της H_{ολ}.

iii) Το έργο των αντλιών χαρακτηρίζεται ως:

❖ **Ωφέλιμο έργο (Ω.E)**, το οποίο ορίζεται ως το γινόμενο της πραγματικής παροχής Q επί το ειδικό βάρος του υγρού γ, επί το στατικό ύψος H_σ, δηλαδή $\Omega.E = Q \cdot \gamma \cdot H_{\sigma}$

❖ **Θεωρητικό έργο (Θ.E)**, το οποίο ορίζεται ως το γινόμενο της θεωρητικής παροχής Q_θ επί το ειδικό βάρος του υγρού γ, επί το ολικό ύψος H_{ολ}. Το θεωρητικό έργο είναι μεγαλύτερο από το ωφέλιμο, διότι για τον υπολογισμό του λαμβάνονται υπόψη και τα ύψη των αντιστάσεων, δηλαδή $\Theta.E = Q_{\theta} \cdot \gamma \cdot H_{ολ}$

❖ **Χορηγούμενο έργο (X.E)**, είναι αυτό που παρέχεται στον άξονα της αντλίας από το κινητήριο μηχάνημά της. Είναι μεγαλύτερο και από το θεωρητικό, αφού αντιμετωπίζει και τις απώλειες λόγω τριβών της αντλίας.

- iv) Ο ενδεικτικός βαθμός αποδόσεως η_e , ορίζεται ως το πηλίκο του ωφέλιμου έργου ($\Omega.E$) προς το θεωρητικό έργο ($\Theta.E$) ή από το γινόμενο της ογκομετρικής (η_v) και υδραυλικής απόδοσης (η_δ), δηλαδή $\eta_e = \frac{\Omega.E}{\Theta.E}$ ή $\eta_e = \eta_v * \eta_\delta$.
- v) Ο μηχανικός βαθμός αποδόσεως η_m , δίνει το μέτρο των απωλειών μιας αντλίας ως μηχανισμού ή με άλλα λόγια καταμετρά την ενέργεια που απορροφάται, σε μηχανικές τριβές κατά την κίνηση του μηχανισμού. Έτσι παριστάνεται ως το πηλίκο του θεωρητικού έργου ($\Theta.E$) προς το χορηγούμενο έργο ($X.E$) από το κινητήριο μηχάνημα, δηλαδή $\eta_m = \frac{\Theta.E}{X.E}$.
- vi) Ο ολικός βαθμός αποδόσεως $\eta_{ολ}$, ορίζεται από το γινόμενο του ογκομετρικού, του υδραυλικού και του μηχανικού βαθμού αποδόσεως, δηλαδή $\eta_{ολ} = \eta_v * \eta_\delta * \eta_m$.

4) Η ισχύς ή ιπποδύναμη που απαιτείται για το έργο της

Η ωφέλιμη ισχύς N_ω , μιας αντλίας υπολογίζεται σε ίππους από το ωφέλιμο έργο, που αποδίδει, αν αυτό διαιρεθεί με το 75. Επειδή το ωφέλιμο έργο της αντλίας είναι το γινόμενο της παροχής της αντλίας Q επί το στατικό ύψος της H_σ , επί το ειδικό βάρος του υγρού γ :

$$N_\omega = \frac{\gamma * Q * H_\sigma}{75}$$

Η πραγματική όμως ισχύς που χρειάζεται η αντλία στον άξονά της, είναι μεγαλύτερη, διότι πρέπει να καλυφθούν όλες οι απώλειές της, υδραυλικές και μηχανικές. Για να βρούμε επομένως την πραγματική χορηγούμενη στην αντλία ισχύ N_χ , πρέπει να διαιρέσουμε την ωφέλιμη με το ολικό βαθμό αποδόσεως $\eta_{ολ}$, οπότε θα έχουμε:

$$N_\chi = \frac{\gamma * Q * H_\sigma}{75 * \eta_{ολ}}$$

3.3 Η Αναρρόφηση της Αντλίας

Η αναρρόφηση της αντλίας οφείλεται στο κενό που δημιουργεί η αντλία μέσα στο θάλαμό της. Το κενό αυτό είναι μια απόλυτη τιμή μικρότερη από εκείνη που επικρατεί στην ελεύθερη επιφάνεια του υγρού και η οποία συνήθως είναι η ατμοσφαιρική ή ορθότερα η κάθε φορά βαρομετρική πίεση. Έτσι το υγρό λόγω αυτής της διαφοράς των πιέσεων αναγκάζεται να κινηθεί μέσα την σωλήνωση της αναρροφήσεως από το χώρο της υψηλότερης πίεσης, δηλαδή της ατμοσφαιρικής, προς το χώρο της χαμηλότερης, δηλαδή προς το θάλαμο αναρροφήσεως της αντλίας. Η διαφορά όμως αυτή των πιέσεων μπορεί να φθάσει το πολύ τη τιμή της μίας ατμόσφαιρας ή της εκάστοτε βαρομετρικής πίεσεως και αυτό, αν υποθέσουμε ότι η υποπίεση που δημιουργεί η αντλία, φθάνει το τέλειο κενό. Αυτό όμως είναι σχεδόν αδύνατο στην πράξη.

Από αυτά που αναφέρθηκαν παραπάνω συμπεραίνουμε ότι το μέγιστο θεωρητικό ύψος, από το οποίο θα μπορούσε να αναρροφήσει μία αντλία είναι 10,33 μέτρα ή 34,5 πόδια.

Το πραγματικό όμως ύψος αναρροφήσεώς της, από το οποίο νοείται η πραγματική ικανότητα της αντλίας για αναρρόφηση, είναι αισθητά μικρότερο από το θεωρητικό, δεδομένου ότι η ικανότητα αυτή της αντλίας επηρεάζεται κατά ποικίλους τρόπους από διάφορους παράγοντες όπως:

i) Από τη θερμοκρασία του υγρού.

Όσο θερμότερο είναι το υγρό, τόσο δυσκολότερα το αναρροφά η αντλία. Αυτό συμβαίνει γιατί κάτω από την επήρεια του κενού στην αναρρόφηση διευκολύνεται η εξάτμιση του υγρού, ώστε να δημιουργούνται ατμοί, οι οποίοι καταλαμβάνουν χώρο και εμποδίζουν την

αναρρόφηση. Η εξάτμιση αυτή είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο μεγαλύτερη είναι και η θερμοκρασία του υγρού. Το φαινόμενο έχει ιδιαίτερη σημασία σε περιπτώσεις αντλήσεως ορισμένων υγρών, τα οποία και σε χαμηλές θερμοκρασίες αναδίδουν μεγάλη ποσότητα πτητικών, οπότε αν η παραγωγή ατμών είναι πολύ μεγάλη, δυσχεραίνεται η άντληση τόσο πολύ ώστε να διακόπτεται κάποιες φορές η φλέβα της αναρροφήσεως. Σε περιπτώσεις όπου η θερμοκρασία του υγρού που αναρροφάται είναι μεγάλη, η αντλία εγκαθίσταται πολύ χαμηλά, ακόμα και χαμηλότερα από τη στάθμη του υγρού. Με αυτόν τον τρόπο θα έχουμε εξασφαλισμένη ικανότητα αναρροφήσεως, οπότε και το στατικό ύψος αναρροφήσεως θα είναι αρνητικό. Για αυτό το λόγο και στα δεξαμενόπλοια οι αντλίες εγκαθίστανται στο χαμηλότερο σημείο του αντλιοστασίου.

ii) Από το ειδικό βάρος του υγρού.

Από αυτό εξαρτάται το βάρος του υγρού που περιέχεται στη στήλη της αναρροφήσεως και συνεπώς επηρεάζεται ανάλογα η ικανότητα αναρροφήσεως της αντλίας. Έτσι όσο ειδικά ελαφρύτερο είναι το υγρό, τόσο ευκολότερα το αναρροφά η αντλία και αντίστροφα.

iii) Από το ιξώδες του υγρού.

Αυτό αποτελεί το μέτρο της ρευστότητας ενός υγρού και με βάση το συντελεστή ιξώδους τους χαρακτηρίζονται τα υγρά ως παχύρρευστα και λεπτόρρευστα. Εύκολα λοιπόν αντιλαμβανόμαστε ότι όσο πιο λεπτόρρευστο είναι το υγρό, τόσο ευκολότερα το αναρροφά η αντλία και αντίστροφα.

iv) Από τις αντιστάσεις στη σωλήνωση της αναρροφήσεως.

Όσο λιγότερες είναι οι αντιστάσεις, τόσο ευκολότερα αναρροφά η αντλία. Έτσι όταν η διάμετρος του σωλήνα είναι μεγαλύτερη, οι σωλήνες είναι ίσοι χωρίς πολλές καμπύλες και λείοι εσωτερικά, ώστε να μη δημιουργούνται δυνάμεις τριβής του υγρού με τα τοιχώματά τους, ή όταν παρεμβάλλονται στη σωλήνωση τα λιγότερα κατά το δυνατόν όργανα ρυθμίσεως και ελέγχου, τότε οι αντιστάσεις είναι πάντοτε μικρότερες.

v) Από τις βαλβίδες της αντλίας.

Σε αντλίες που φέρουν βαλβίδες, όπως είναι οι εμβολοφόρες, η ροή του υγρού είναι τόσο ευκολότερη, όσο λιγότερες είναι οι βαλβίδες.

vi) Από τη στεγανότητα του σωλήνα αναρροφήσεως και όλου του μηχανισμού.

Όσο καλύτερη είναι η στεγανότητα του σωλήνα αναρροφήσεως, των βαλβίδων και των εμβόλων της εμβολοφόρας αντλίας ή όσο μικρότερα είναι τα διάκενα του στροφείου μιας περιστροφικής, τόσο καλύτερα αναρροφούν το υγρό.

vii) Από διάφορες άλλες αιτίες.

Οι αιτίες αυτές είναι ευνόητα κατανοητό ότι εξαρτώνται από τον τύπο της αντλίας. Για παράδειγμα, ο μεγάλος αριθμός εμβολισμών στις εμβολοφόρες αντλίες ή οι πολλές στροφές ανά λεπτό στις φυγόκεντρες επηρεάζουν δυσμενώς την ικανότητα αναρροφήσεώς τους. Η αναρρόφηση δυσκολεύεται επίσης, όταν ο επιζήμιος χώρος, δηλαδή το διάκενο μεταξύ εμβόλου και πάματος, είναι μεγάλος. Σε παρόμοια περίπτωση, για να διευκολύνεται η αντλία θα πρέπει να γεμίζει με υγρό, ώστε να γεμίζουν και οι επιζήμιοι χώροι, όπως επίσης να ανοίγεται και ο κρουνός που υπάρχει μεταξύ βαλβίδων αναρρόφησης και κατάθλιψης, για την έξοδο του ατμοσφαιρικού αέρα. Για να μην διακοπεί η φλέβα, η σωλήνωση αναρρόφησης εφοδιάζεται με ποδοβαλβίδα. Στις φυγόκεντρες αντλίες, όπου δεν υπάρχουν βαλβίδες, έμβολα κλπ., δεν υφίσταται θέμα διακοπής της φλέβας.

3.4 Η Κατάθλιψη της Αντλίας.

Η κατάθλιψη της αντλίας θεωρητικά μπορεί να πραγματοποιείται σε απεριόριστο ύψος καταθλίψεως. Στην πράξη όμως, το ύψος αυτό εξαρτάται από το είδος της αντλίας και τα ειδικά κατασκευαστικά χαρακτηριστικά της, τα χαρακτηριστικά της σωληνώσεως και τις αντιστάσεις. Μεγάλα ύψη κατάθλιψης πάντως επιτυγχάνονται με αντλίες εκτοπίσεως,

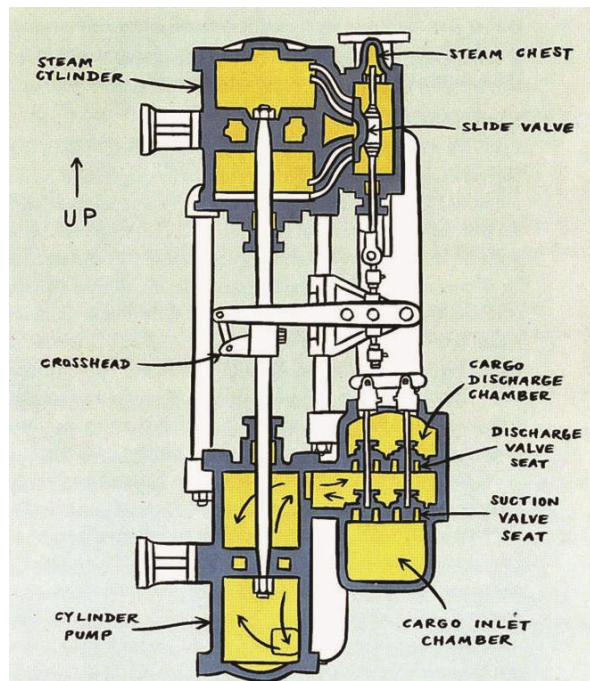
εμβολοφόρες ή περιστροφικές, ενώ στις φυγόκεντρες το ύψος κατάθλιψης σε μονάδες πίεσως δεν μπορεί να υπερβεί τις 10 At περίπου. Για αυτό και στην περίπτωση που θέλουμε μεγαλύτερες πιέσεις κατάθλιψης, καταφεύγουμε στις πολυβάθμιες φυγοκεντρικές αντλίες, οι οποίες σου δίνουν τη δυνατότητα να αναπτύξεις μεγαλύτερη πίεση στην κατάθλιψη, και επομένως το ύψος κατάθλιψης να αυξηθεί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Παλινδρομικές Αντλίες (Reciprocating Pumps)

4.1 Γενικά

Εμβολοφόρες ή παλινδρομικές αντλίες ονομάζονται οι αντλίες που αποτελούνται από έναν ή περισσότερους κυλίνδρους, μέσα στον καθένα από τους οποίους παλινδρομεί ένα έμβολο. Με την κίνηση του εμβόλου άλλοτε εισρέει ή αναρροφάται το υγρό μέσα στον κύλινδρο, άλλοτε δε εξωθείται ή καταθλίβεται έξω από αυτόν. Οι παλινδρομικές αντλίες είναι απλές, ισχυρές έχουν μεγάλη αναρροφητική ικανότητα, δηλαδή μπορούν να κάνουν μεγάλο κενό και μπορούν αναπτύξουν μεγάλες πιέσεις στην κατάθλιψη. Ωστόσο, μειονεκτούν στην ταχύτητα εκφόρτωσης, διότι δεν έχουν την ικανότητα μεγάλης παροχής, και για το λόγο αυτό, σήμερα χρησιμοποιούνται μόνο σε ειδικά παχύρευστα φορτία ή σαν βοηθητικές για την αποστράγγιση των δεξαμενών, που δεν είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί από τις κύριες αντλίες του πλοίου (τις κεντρόφυγες). Επίσης ανάλογα με το σύστημα που υπάρχει σε κάθε πλοίο είναι δυνατόν να βοηθήσουν τις κεντρόφυγες στο τελικό στάδιο της εκφόρτωσης, όταν η στάθμη του φορτίου στις τελευταίες δεξαμενές βρίσκεται σε πολύ χαμηλό επίπεδο και οι κεντρόφυγες “ξεπιάνουν”. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται σε ορισμένες περιπτώσεις και για την παροχή νερού ή αέρα στις γραμμές του φορτίου για τον καθαρισμό τους, μετά το τέλος της εκφόρτωσης.



Εικόνα 4.1: Παλινδρομική αντλία (stripping pump)

Οι αντλίες αυτού του τύπου αποτελούνται από ατμέμβολα που κινεί ο ατμός παλινδρομικά μέσα στους κυλίνδρους. Κάθε αντλία είναι εφοδιασμένη με τρία μανόμετρα. Το ένα δείχνει την πίεση του ατμού που κινεί την αντλία, το άλλο την πίεση στην γραμμή κατάθλιψης του φορτίου και το τρίτο το κενό ή την πίεση στην γραμμή αναρρόφησης του

φορτίου. Οι ατμοκίνητες παλινδρομικές αντλίες έχουν σχεδιαστεί για να δίνουν μέγιστη απόδοση στην ταχύτητα 25-40 πλήρεις διαδρομές του εμβόλου. Δεν θα πρέπει να γίνεται προσπάθεια αύξησης της ταχύτητας παραπάνω από αυτή που συνιστά ο κατασκευαστής της αντλίας, γιατί αυτό μπορεί να προξενήσει ζημιά. Όταν η γραμμή αναρρόφησης είναι γεμάτη από φορτίο, τότε η αντλία έχει τη μέγιστη απόδοση στις κινήσεις αυτές. Αντίθετα, όταν η στάθμη του υγρού μέσα στην δεξαμενή πέσει αρκετά και η αντλία αναρροφά με κενό, η ποσότητα του υγρού φορτίου που περνά από την αντλία είναι ελαττωμένη, που σημαίνει μικρότερη ποσότητα παροχής και σαν συνέπεια πτώση της πίεσης στη γραμμή της κατάθλιψης. Στο σημείο αυτό η αντλία αυξάνει από μόνη της την ταχύτητά της εφόσον υπάρχει η ίδια κινητήρια δύναμη (παροχή ατμού) ενώ καλείται να αναρροφήσει λιγότερο διαθέσιμο φορτίο. Τότε θα πρέπει να ελαττώσουμε την ταχύτητά της με την κατάλληλη μείωση παροχής ατμού.

Οι εμβολοφόρες αντλίες διακρίνονται σε:

i) Αναρροφητικές ή καταθλιπτικές

Μία αναρροφητική αντλία ανυψώνει μόνο το υγρό, το οποίο στη συνέχεια ρέει μόνο του, για αυτό λέγεται και ανυψωτική. Η καταθλιπτική αντλία είναι επέκταση της αναρροφητικής έννοιας, γιατί και ανυψώνει ή αναρροφά το υγρό και το καταθλίβει υπερνικώντας μια εξωτερική αντίσταση, δηλαδή μία πίεση.

ii) Απλής ή διπλής ενέργειας

Απλής ενέργειας ονομάζεται η αντλία όταν πραγματοποιεί τον κύκλο λειτουργίας της, δηλαδή και την αναρρόφηση και την κατάθλιψη από την μία όψη του εμβόλου της. Διπλής ενέργειας ονομάζεται όταν τον πραγματοποιεί και από τις δύο όψεις. Η διάκριση αυτή αφορά μόνο τις καταθλιπτικές αντλίες.

iii) Μονοκύλινδρες ή πολυκύλινδρες

iv) Οριζόντιες, κάθετες ή κεκλιμένες

v) Χειροκίνητες, ατμοκίνητες, πετρελαιοκίνητες και ηλεκτροκίνητες ή υδραυλικής κινήσεως, οι οποίες καλούνται ανεξάρτητες, ενώ όσες κινούνται από ένα κινητό τμήμα της κύριας μηχανής καλούνται αντίστοιχα εξαρτημένες.

vi) Απευθείας ή άμεσης μεταδόσεως

Όταν το έμβολό τους κινείται από την κατευθείαν μετάδοση της κύριας μηχανής.

vii) Στροφαλοκίνητες ή στροφαλοφόρες

Όταν κινείται μέσω συστήματος στροφάλου – διωστήρα – ζυγώματος – βάκτρου.

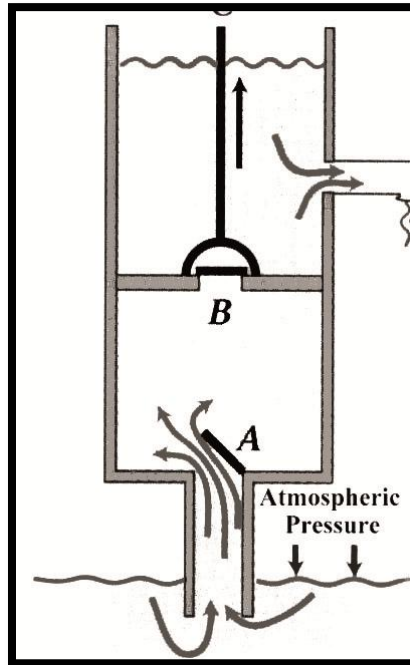
viii) Απλής ή συζευγμένης διατάξεως (simplex or duplex)

Η διάκριση αφορά την κίνηση του σύρτη διανομής του ατμού. Σε μονοκύλινδρη ή δικύλινδρη αντλία, αν κάθε σύρτης κινείται από το βάκτρο των εμβόλων του συγκροτήματος στο οποίο διανέμει τον ατμό, η διάταξη καλείται απλή (simplex). Σε δικύλινδρη αντλία, αν κάθε σύρτης κινείται από το βάκτρο των εμβόλων του άλλου συγκροτήματος από εκείνο στο οποίο διανέμει τον ατμό, τότε η διάταξη καλείται συζευγμένη (duplex).

4.2 Αναρροφητική Αντλία

Στην Εικόνα 4.2 παρατηρούμε ότι καθώς το έμβολο κινείται προς τα πάνω, οι βαλβίδες του κλείνουν, ενώ η αναρροφητική βαλβίδα, λόγω του κενού που σχηματίζεται κάτω από το έμβολο ανοίγει. Έτσι το έμβολο με τη επάνω όψη του εκδιώκει το υγρό με υπερχειλίση προς τον ατμοσφαιρικό χώρο, ενώ με την κάτω δημιουργεί κενό, το οποίο συμπληρώνεται από το υγρό που εισρέει ή αναρροφάται, ώστε όταν το έμβολο φθάσει στο ανώτερο σημείο μέσα στον κύλινδρο, ο κύλινδρος κάτω από την κάτω όψη του εμβόλου να είναι γεμάτος υγρό. Στη συνέχεια το έμβολο θα αρχίσει να κινείται προς τα κάτω και λόγω της συμπίεσεως του υγρού, κλείνει η βαλβίδα αναρροφήσεως και ανοίγουν οι βαλβίδες του εμβόλου. Έτσι το υγρό εισέρχεται μέσα στον κύλινδρο και μάλιστα στον επάνω χώρο του εμβόλου, μέχρις

όπου το έμβολο να φθάσει στο κατώτερο σημείο μέσα στον κύλινδρο, οπότε και θα επαναληφθεί ο ίδιος κύκλος λειτουργίας και ο οποίος θα επαναλαμβάνεται όσο η αντλία θα κινείται. Βέβαια εύκολα συμπεραίνει κάποιος ότι η κατάθλιψη αυτής της αντλίας δεν είναι συνεχόμενη, αλλά διακοπτόμενη δεδομένου ότι πραγματοποιείται μόνο σε κάθε προς τα άνω διαδρομή του εμβόλου.



Εικόνα 4.2: Αναρροφητική αντλία

4.3 Διάκριση της Καταθλιπτικής Αντλίας

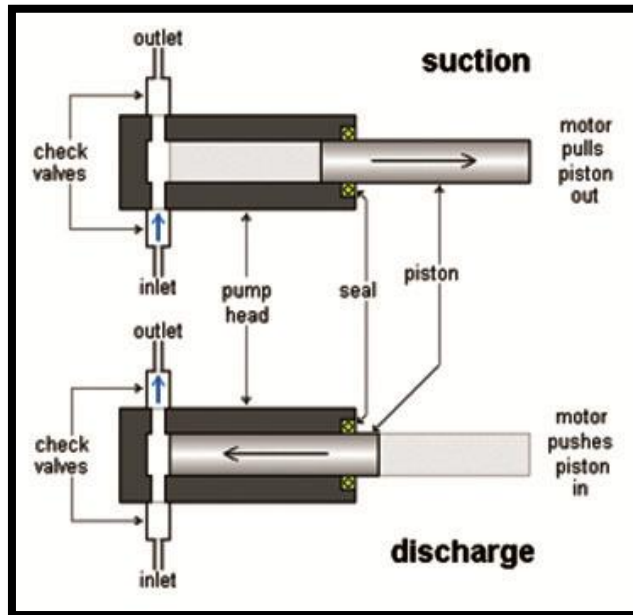
Η καταθλιπτική αντλία όπως αναφέρθηκε και παραπάνω διακρίνεται σε:

i) Απλής Ενέργειας

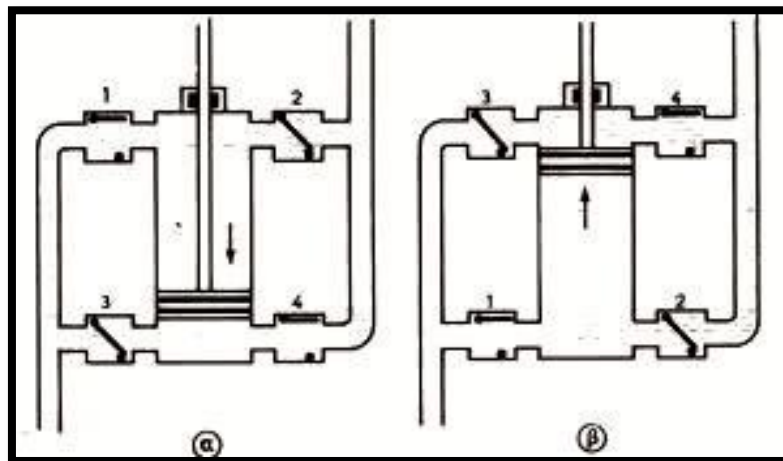
Στην Εικόνα 4.3.1 παρατηρούμε ότι στο πρώτο εικονίδιο suction το έμβολο της αντλίας βρίσκεται στο Α.Ν.Σ (ανώτατο νεκρό σημείο) και ο κύλινδρος είναι γεμάτος από υγρό με τη βαλβίδα αναρροφήσεως ανοικτή και της καταθλίψεως κλειστή. Με την έναρξη της καθόδου του εμβόλου προς το Κ.Ν.Σ (κατώτερο νεκρό σημείο), λόγω συμπίεσεως του υγρού και σε όλη τη διάρκειά της προς τα κάτω διαδρομής του, η βαλβίδα αναρροφήσεως κλείνει και ανοίγει η βαλβίδα καταθλίψεως. Το υγρό διοχετεύεται στη σωλήνα της κατάθλιψης υπό πίεση, με την οποία υπερνικά την αντίσταση που δημιουργείται λόγω του ολικού ύψους της καταθλίψεως. Στη συνέχεια στο δεύτερο εικονίδιο discharge, το έμβολο, το οποίο βρίσκεται στο Κ.Ν.Σ, αρχίζει να κινείται προς τα άνω. Έτσι σχηματίζεται κενό κάτω από το έμβολο, κλείνει η βαλβίδα καταθλίψεως και ανοίγει της αναρροφήσεως και λόγω του κενού αναρροφάται το υγρό και εισέρχεται στον κύλινδρο. Μετά από αυτό το στάδιο, αρχίζει και πάλι ο ίδιος κύκλος λειτουργίας και επαναλαμβάνεται και αυτός, όσο η αντλία λειτουργεί. Όπως και στην αναρροφητική αντλία, έτσι και σε αυτή, η κατάθλιψη δεν είναι συνεχόμενη, αλλά διακοπτόμενη δεδομένου ότι πραγματοποιείται μόνο κατά την προς τα κάτω διαδρομή του εμβόλου.

ii) Διπλής ενέργειας

Η λειτουργία της είναι περίπου σαν της απλής, με τη μόνη διαφορά ότι σε αυτή μπορεί και πραγματοποιείται ο κύκλος αναρρόφησης-κατάθλιψης και από τις δύο όψεις του εμβόλου, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4.3.2. Έτσι, όταν από την μία όψη γίνεται αναρρόφηση, από τη άλλη γίνεται κατάθλιψη και αντίστροφα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, η κατάθλιψη να πραγματοποιείται συνεχόμενα.



Εικόνα 4.3.1: Καταθλιπτική αντλία απλής ενέργειας



Εικόνα 4.3.2: Καταθλιπτική αντλία διπλής ενέργειας

4.4 Τα Βασικά της Μέρη

• Ο κύλινδρος και το χιτώνιο

Ο κύλινδρος κατασκευάζεται συνήθως από χυτοσίδηρο ή ορείχαλκο, ή από χυτοχάλυβα όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν μεγάλες πιέσεις. Πολλές φορές εσωτερικά στους χυτοσιδήρους κυλίνδρους τοποθετείται εφαρμοστό και με ισχυρή πίεση ορείχαλκινο χιτώνιο.

- **Το έμβολο και τα ελατήριά του**

Τα έμβολα των αντλιών διακρίνονται σε έμβολα βυθίσεως και δισκοειδή. Τα έμβολα βυθίσεως έχουν μήκος πολύ μεγαλύτερο από τη διάμετρό τους και κατασκευάζονται άλλοτε συμπαγή και άλλοτε κοίλα. Συνήθως η στεγανότητά τους εξασφαλίζεται με κατάλληλο στυπιοθλίπτη, που βρίσκεται επάνω στον κύλινδρο, στην περιοχή όπου το έμβολο εισέρχεται σε αυτόν. Τα έμβολα βυθίσεως κατασκευάζονται από ορείχαλκο ή ανοξείδωτο χάλυβα.

Τα δισκοειδή έμβολα έχουν ύψος μικρό σε σχέση με τη διάμετρό τους, ώστε να μοιάζουν με δίσκο. Κατασκευάζονται από ορείχαλκο για τις αντλίες νερού ή από χυτοχάλυβα για τις αντλίες πετρελαίου. Για την στεγανότητα των εμβόλων μέσα τους κυλίνδρους χρησιμοποιούνται ελατήρια γύρω από αυτούς, από εβονίτη ή ορείχαλκο όταν λειτουργούν στο νερό ή από χυτοσίδηρο όταν λειτουργούν σε λάδι ή πετρέλαιο.

- **Οι βαλβίδες**

Αυτές ελέγχουν τη ροή του υγρού που διακινεί η αντλία. Διακρίνονται σε βαλβίδες αναρροφήσεως και βαλβίδες καταθλίψεως. Ανάλογα με το είδος της έδρας πάνω στην οποία κάθονται, διακρίνονται σε επίπεδες, κωνικές ή δισκοειδείς. Οι βαλβίδες αναρροφήσεως και καταθλίψεως φέρουν οδηγό είτε κεντρικό που κινείται μέσα σε κυλινδρική υποδοχή, είτε υπό μορφή προεκτάσεων της βαλβίδας που τοποθετούνται στην περιφέρειά της. Οι επίπεδες και οι κωνικές βαλβίδες κατασκευάζονται από άριστης ποιότητας ορείχαλκο. Οι δισκοειδείς βαλβίδες εδράζονται με όλη την επιφάνειά τους στην έδρα τους και διακρίνονται σε: α) βαλβίδες από ελαστικό ή δέρμα, β) βαλβίδες τύπου Kinghorn, γ) βαλβίδες τύπου Beldam. Οι δύο τελευταίες χρησιμοποιούνται σε αεραντλίες και είναι επίσης κατάλληλες για ταχυκίνητες αντλίες.

- **Αεροκώδωνες**

Οι αεροκώδωνες είναι θάλαμοι μεταλλικοί, δηλαδή δοχεία που παρεμβάλλονται είτε στην αναρρόφηση, είτε στην κατάθλιψη των παλινδρομικών αντλιών ή συνήθως και στις δύο. Ο αεροκώδωνας στην αναρρόφηση τοποθετείται για να καταστήσει ομαλή την εισροή του υγρού μέσα στον κύλινδρο, ώστε να αποφεύγονται οι κτύποι του υγρού στις παρειές και τα πώματα της αντλίας, που δημιουργούνται όταν το υγρό εισρέει απότομα στον κύλινδρο. Στην κατάθλιψη τοποθετείται, για να καταστήσει ομαλή και συνεχή τη ροή του υγρού στην κατάθλιψη και να ελαττώσει το υδραυλικό κτύπημα του υγρού στη σωλήνα της. Οι αεροκώδωνες περιέχουν υγρό ως μια ορισμένη στάθμη από αυτό που διακινεί η αντλία. Πάνω από τη στάθμη του υγρού υπάρχει αέρας, που συμπιέζεται από το υγρό στο τέλος της αναρροφήσεως και στην αρχή της καταθλίψεως ή εκτονώνεται και εκδιώκει το υγρό στην αρχή της αναρροφήσεως και στο τέλος της καταθλίψεως. Τέλος οι μεγάλοι αεροκώδωνες έχουν συνήθως υδροδείκτη που δείχνει τη στάθμη του υγρού μέσα σε αυτούς και φέρουν μανόμετρο και ένα μικρό εξαεριστικό κρουνό.

4.5 Στροφαλοκίνητες Αντλίες

Ονομάζονται οι αντλίες, των οποίων το έμβολο κινείται μέσω συστήματος στροφάλου – διωστήρα – ζυγώματος – βάκτρου. Αυτές μπορεί να είναι απλής ενέργειας με έμβολο βυθίσεως ή διπλής ενέργειας με δισκοειδές έμβολο. Ακόμα μπορεί να είναι μονοκύλινδρες ή πολυκύλινδρες με τους κυλίνδρους (συνήθως μέχρι 3) σε παράλληλη διάταξη μεταξύ τους και το στροφαλοφόρο άξονα οριζόντιο πάνω από τους κυλίνδρους. Στην πλειονότητά τους είναι ηλεκτροκίνητες και χρησιμοποιούνται ως αντλίες πόσιμου νερού, εξαντλήσεως κυτών κλπ.

4.6 Ανωμαλίες κατά την Λειτουργία

Οι συχνότερες ανωμαλίες που παρουσιάζονται κατά την λειτουργία των παλινδρομικών αντλιών και οι πιθανότερες αιτίες που τις δημιουργούν είναι οι εξής:

i) Μη παροχή υγρού φορτίου

Η μη παροχή φορτίου μπορεί να οφείλεται στις εξής αιτίες:

- Δεν υπάρχει υγρό φορτίο μέσα στην αντλία, δηλαδή η αντλία έχει “ξεπιάσει”. Πρέπει λοιπόν, η αντλία να πληρωθεί με φορτίο από την δεξαμενή, μέχρι να αποκατασταθεί η λειτουργία της.
- Η ταχύτητα παλινδρομήσεων των εμβόλων δεν είναι κανονική.
- Η πίεση κατάθλιψης είναι πολύ μεγάλη.
- Υπάρχει πολύ μεγάλο κενό στη γραμμή αναρρόφησης.
- Τα παρεμβύσματα (σαλαμάστρες) του υδρεμβόλου είναι φθαρμένα.
- Οι βαλβίδες μέσα στην αντλία δεν εφαρμόζουν στεγανά.
- Από λανθασμένη διάταξη επιστομίων στις γραμμές φορτίου, το φορτίο κυκλοφορεί από τη γραμμή κατάθλιψης προς τη γραμμή αναρρόφησης, γίνεται δηλαδή επανακυκλοφορία (recirculation) του φορτίου.

ii) Περιορισμένη παροχή φορτίου

Η περιορισμένη παροχή φορτίου μπορεί να οφείλεται στις εξής αιτίες:

- Μία από τις αιτίες που αναφέρθηκαν παραπάνω.
- Εισαγωγή αέρα στη γραμμή της αναρρόφησης, για παράδειγμα από ρωγμή στο σωλήνα ή από το κουτί αναρρόφησης.
- Εισαγωγή αέρα στην αντλία από το κολάρο της αντλίας.
- Η θερμοκρασία του φορτίου είναι πολύ υψηλή.
- Είναι πολύ περιορισμένο το άνοιγμα του επιστομίου αναρροφήσεως.
- Υπάρχουν ακαθαρσίες γύρω από την αναρρόφηση της δεξαμενής που περιορίζουν την ελεύθερη είσοδο του φορτίου στην αναρρόφηση.
- Υπάρχουν ακαθαρσίες στο φίλτρο της γραμμής αναρροφήσεως που εμποδίζουν την διέλευση του φορτίου.

iii) Μη επαρκής πίεση φορτίου στις γραμμές κατάθλιψης

Η μη επαρκής πίεση φορτίου στις γραμμές κατάθλιψης μπορεί να οφείλεται:

- Περιορισμένο αριθμό παλινδρομήσεων των εμβόλων.
- Υπάρχει αέρας μέσα στο υγρό φορτίο.
- Χαμηλή πίεση ατμού.
- Δημιουργία αντίθλιψης στην εξαγωγή ατμού.
- Ελατήρια των εμβόλων ατμού να είναι φθαρμένα.
- Παρεμβύσματα υδρεμβόλων να είναι πολύ σφικτά.
- Ελατήρια των εμβόλων να μην στεγανοποιούν και αυτό είτε επειδή τα ελατήρια είναι φθαρμένα είτε επειδή το χιτώνιο είναι φθαρμένο.
- Κακή ρύθμιση του ατμοσύρτη.

iv) Κραδασμοί της αντλίας

Μπορεί να οφείλονται στις εξής αιτίες:

- Κακή ζυγοστάθμιση της αντλίας.
- Η βάση της αντλίας δεν είναι αρκετά στερεωμένη.
- Τα παρεμβύσματα του υδρεμβόλου είναι πολύ σφικτά.

v) Χτυπήματα στον ατμοκύλινδρο

Μπορεί να προκληθούν από τα υγρά που υπάρχουν μέσα στον ατμοκύλινδρο.

vi) Χτυπήματα στην αντλία

Προκαλούνται από μεγάλη πίεση του υγρού στην αναρρόφηση. Αυτά αποφεύγονται με την τοποθέτηση ισχυρότερων ελατηρίων στις βαλβίδες αναρροφήσεως ή και με περιορισμό του ανοίγματος του επιστομίου αναρροφήσεως που είναι δίπλα στην αντλία.

vii) Πήδημα των εμβόλων κατά την έναρξη κάθε εμβολισμού

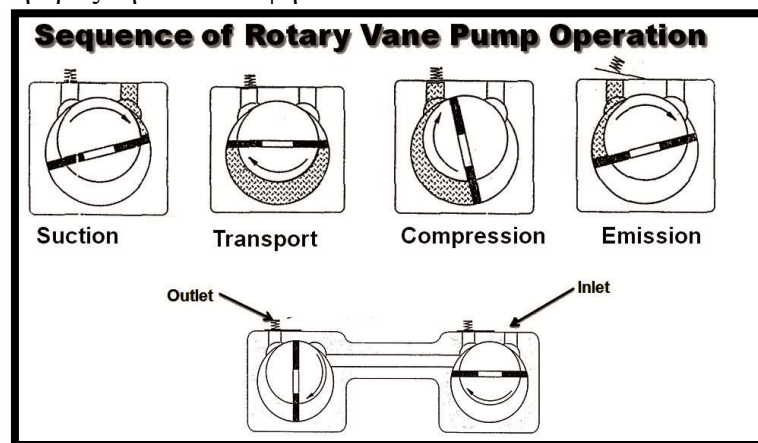
Οφείλεται στην εισαγωγή αέρα στην αντλία από την γραμμή αναρροφήσεως.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Περιστροφικές Αντλίες (Rotary Pumps)

5.1 Γενικά

Οι περιστροφικές αντλίες εκτοπίσεως ονομάζονται και αντλίες ογκομετρικού τύπου (volumetric type) ή και ογκομετρικές αντλίες (volumetric pumps). Αυτές εκτοπίζουν το υγρό και το αναγκάζουν να ρέει υπό πίεση. Η λειτουργία τους είναι ίδια με τις παλινδρομικές αντλίες με τη διαφορά ότι στις εμβολοφόρες το κινητό μέρος εκτελεί παλινδρομική κίνηση, ενώ στις περιστροφικές περιστροφική. Τις περιστροφικές αντλίες δεν τις συναντάμε συχνά στα δεξαμενόπλοια ως αντλίες εκφορτώσεως, αλλά ως αντλίες πετρελαίου λεβήτων, κινήσεως των υδραυλικών πηδαλίων και βαρούλκων, αντλίες λαδιού λιπάνσεως κλπ. Και αυτό για δύο κυρίως λόγους: α) γιατί τα κινούμενα μέρη έχουν μεγάλη φθορά και β) γιατί έχουν την τάση οι αντλίες να ξεπιάνουν όταν χρησιμοποιούνται για μεγάλο χρονικό διάστημα. Παρόλ'αυτά όταν τοποθετούνται ως αντλίες εκφορτώσεως φορτίου, τότε αυτές χρησιμοποιούνται σαν βοηθητικές αντλίες αποστράγγισης του φορτίου, αφού οι κεντρόφυγες δεν μπορούν να αναρροφήσουν μικρές ποσότητες υγρού φορτίου. Είναι κατά κανόνα ηλεκτροκίνητες, αλλά σε ορισμένες περιπτώσεις φορητών αντλιών συναντώνται και ως πετρελαιοκίνητες. Ένας απλός τύπος περιστροφικής αντλίας, αποτελείται από το κέλυφος μέσα στο οποίο περιστρέφονται τα κινητά μέρη της αντλίας με πολύ μικρά διάκενα μεταξύ αυτών και του περιβλήματος. Έτσι το υγρό παγιδεύεται μέσα σε μικρούς περιστρεφόμενους χώρους που σχηματίζονται μεταξύ του κελύφους και του στροφείου και συμπιεσμένο οδηγείται υπό πίεση προς την κατάθλιψη.



Εικόνα 5.1.1: Διαδικασία λειτουργίας μιας περιστροφικής αντλίας με λοβούς (rotary vane pump)

5.2 Τύποι περιστροφικών Αντλιών και Υλικά κατασκευής τους

Ανάλογα με τον τύπο του στροφείου τους οι περιστροφικές αντλίες (rotary pumps) διακρίνονται σε :

- i) Οδοντωτές με παράλληλα ή ελικοειδή δόντια εξωτερικής οδοντώσεως.

- ii) Οδοντωτές με παράλληλα ή ελικοειδή δόντια εσωτερικής οδοντώσεως.
- iii) Κοχλιοειδείς.
- iv) Περιστρεφόμενων εμβόλων ή λοβών.
- v) Πτερυγοφόρες.
- vi) Με υγρά έμβολα.
- vii) Με έμβολα μεταβλητής διαδρομής, κινούμενα αξονικά ή ακτινικά.

Οι περιστροφικές αντλίες εξοπλίζονται συνήθως με ρυθμιστή σταθερού αριθμού στροφών και ρυθμιστή επιταχύνσεως ή ορίου ταχύτητας. Επίσης με ρυθμιστή ελέγχου της πίεσεως, ασφαλιστική βαλβίδα, εξαεριστικό κρουνό και κρουνό εκκενώσεως της αντλίας. Τα υλικά από τα οποία κατασκευάζονται, είναι κατά το πλείστο και ανάλογα με τον προορισμό της αντλίας τα εξής:

- Το κέλυφος από χυτοσίδηρο, χυτοχάλυβα ή ορείχαλκο
- Το στροφέιο από συνθετικό ελαστικό σε ειδικές περιπτώσεις από χυτοχάλυβα ή σφυρήλατο χάλυβα ή από ορείχαλκο και
- Οι βαλβίδες από χυτοχάλυβα, φωσφορούχο ορείχαλκο, κρατέρωμα, ανοξείδωτο χάλυβα ή μέταλλο monel.

Στα υποκεφάλαια που ακολουθούν θα γίνει ανάλυση των τύπων των περιστροφικών αντλιών εκτοπίσεως που αναφέρθηκαν παραπάνω.

5.3 Με Οδοντωτούς Τροχούς Εξωτερικής Οδοντώσεως (External Gear Pump)

Ονομάζεται και γρاناζωτή αντλία. Αποτελείται από δύο οδοντωτούς τροχούς Α και Β αντίθετα περιστρεφόμενους. Οι δύο άξονες των τροχών φέρουν στα άκρα τους οδοντωτούς τροχούς. Από αυτούς ο ένας μόνο κινείται από τον άξονα του κινητήριου μηχανήματος της αντλίας ή από τον άξονα της μηχανής, από την οποία κινείται η αντλία (όταν είναι εξαρτημένη). Αυτός ο οδοντωτός τροχός προκαλεί την κίνηση και του άλλου τροχού έτσι ώστε οι δύο τροχοί Α και Β του στροφείου να περιστρέφονται, χωρίς να εφάπτονται μεταξύ τους. Με την περιστροφή των δύο τροχών δημιουργείται κενό μέσα στο κέλυφος, λόγω του οποίου το υγρό εισέρχεται στην αντλία και μετακινείται περιμετρικά προς την κατάθλιψη.

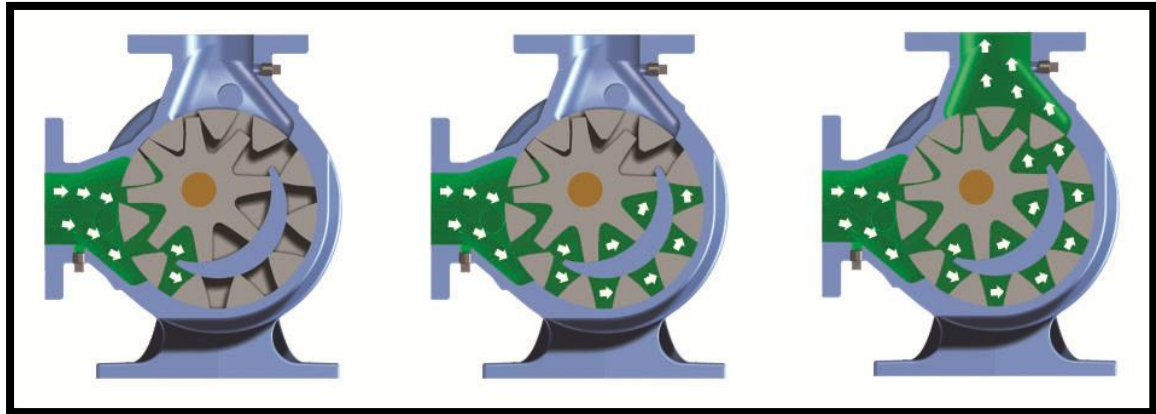


Εικόνα 5.3: Περιστροφική αντλία εξωτερικής οδοντώσεως

5.4 Με Οδοντωτούς Τροχούς Εσωτερικής Οδοντώσεως (Internal Gear Pump)

Σε αυτή την αντλία η κίνηση μεταδίδεται στο εσωτερικής οδοντώσεως στροφέιο και από αυτό μεταφέρεται στον άεργο τροχό, με τον οποίο αυτό εμπλέκεται. Καθώς τα δόντια κατά

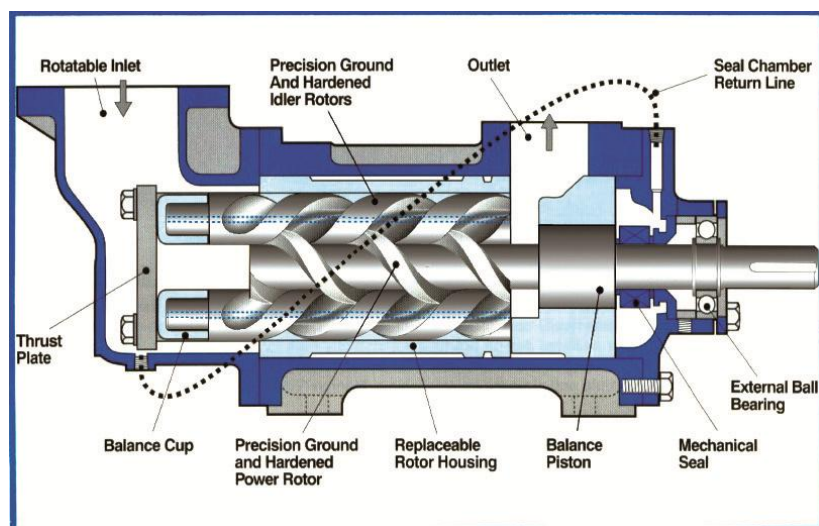
την περιστροφή αποχωρίζονται στο αριστερό άκρο του ημισεληνοειδούς διαφράγματος, δημιουργείται κενό και επομένως αναρρόφηση. Το υγρό εισέρχεται και παραμένει μεταξύ των δοντιών του στροφείου και του άεργου τροχού από τις δύο μεριές του διαφράγματος. Ακολούθως, μετατοπίζεται από τα δόντια και εξωθείται έτσι προς την κατάθλιψη όταν τα δόντια εμπλακούν ξανά με το δεξιό άκρο του διαφράγματος.



Εικόνα 5.4: Περιστροφική αντλία με εσωτερικούς οδοντωτούς τροχούς

5.5 Κοχλιοειδής Αντλία (Screw Pump)

Μοιάζουν με τις γραναζωτές με τη διαφορά ότι αντί για οδοντωτούς τροχούς του στροφείου χρησιμοποιούν ατέρμονες κοχλίες. Ο ένας άξονας είναι ο κινητήριος άξονας, που με τη βοήθεια δύο οδοντωτών τροχών κινεί τον άλλο άξονα. Και οι δύο άξονες μαζί κινούν τους ατέρμονες κοχλίες της αντλίας με αποτέλεσμα την αναρρόφηση του υγρού με τον σωλήνα και την κατάθλιψή του με το σωλήνα.

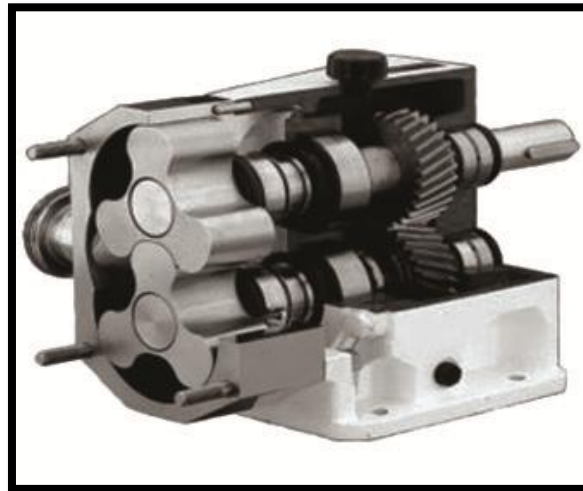


Εικόνα 5.5: Κοχλιοειδής αντλία (screw pump)

5.6 Με περιστρεφόμενα έμβολα ή λοβούς

Ονομάζεται και λοβοειδής αντλία. Έχει ως στροφείο δύο λοβούς ή περιστρεφόμενα έμβολα, κάθε ένα από τα οποία είναι κατασκευασμένο σαν οδοντωτός τροχός με δύο, τρία ή

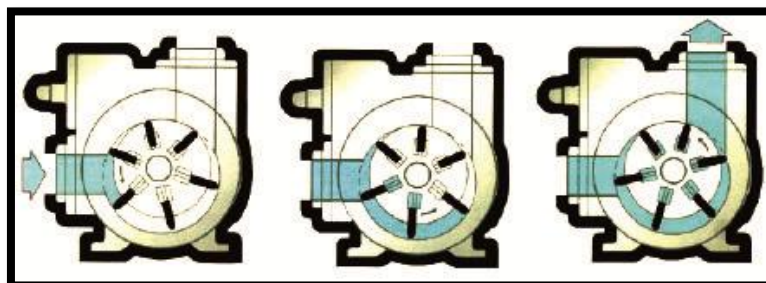
τέσσερα δόντια. Στο άκρο κάθε λοβού υπάρχουν αυτόματες μεταλλικές ακτίνες, που ωθούνται από εσωτερικά εντατικά ελατήρια προς το εσωτερικό τοίχωμα του κελύφους με σκοπό να ενεργούν ως ελατήρια στεγανότητας κατά την περιστροφή των λοβών.



Εικόνα 5.6: Περιστροφική αντλία με λοβούς

5.7 Πτερυγιοφόρες Αντλίες (Rotary Vane Pump)

Οι πτερυγιοφόρες αντλίες αποτελούνται από κυλινδρικό κέλυφος και στροφείο στρεφόμενο περί κέντρο, που δεν συμπίπτει με το κέντρο του κελύφους. Το στροφείο φέρει ακτινικές αύλακες, σε κάθε μία από τις οποίες βρίσκεται μεταλλικό πτερύγιο. Καθώς το στροφείο περιστρέφεται τα μεταλλικά πτερύγια μετακινούνται προς την περιφέρεια λόγω της φυγόκεντρης δύναμης. Έτσι με το στροφείο στρεφόμενο κατά την φορά του βέλους, τα πτερύγια απομακρύνονται από το κέντρο. Ο χώρος μεταξύ στροφείου και κελύφους γίνεται προοδευτικά μεγαλύτερος και δημιουργείται κενό, με το οποίο πραγματοποιείται η αναρρόφηση. Αντίθετα από τη φορά του βέλους συμβαίνει το ανάποδο με αποτέλεσμα το υγρό να εκτοπίζεται προς την κατάθλιψη. Καμιά φορά σε κάθε αύλακα εσωτερικά τοποθετείται ελατήριο, που ωθεί το πτερύγιο προς την περιφέρεια, όταν αυτό κινείται κατά την φορά του βέλους, ενώ όταν κινείται αντίθετα από τη φορά του βέλους τότε το ελατήριο συσπειρώνεται.



Εικόνα 5.7: Πτερυγιοφόρα αντλία (rotary vane pump)

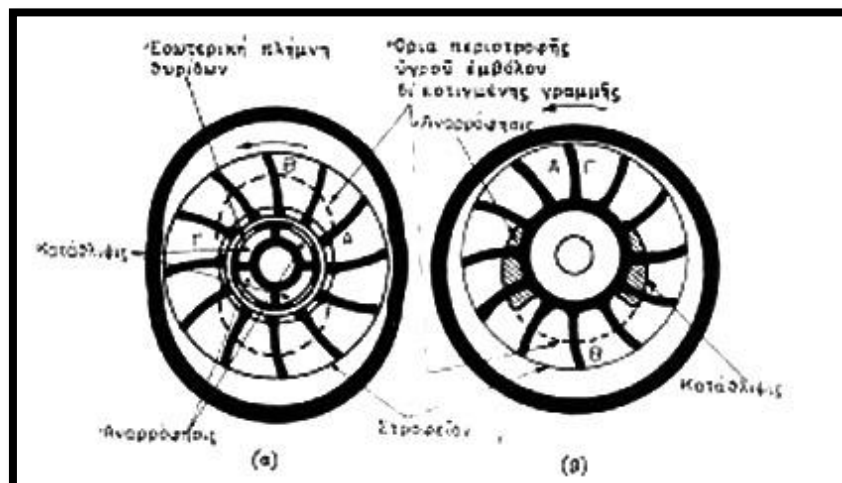
5.8 Αντλίες με Υγρό Έμβολο (Liquid Piston Pump)

Οι αντλίες αυτές είναι γνωστές και ως περιστροφικές αντλίες κενού, Aquair και κατασκευάζονται σε δύο τύπους:

- i) Με ελλειπτικό κέλυφος. Ο τύπος αυτός έχει τις θυρίδες αναρροφήσεως και καταθλίψεως στην εσωτερική πλήμνη και ονομάζεται αντλία τύπου ακροφυσίου (nozzle type pump). (Εικόνα 5.8α)
- ii) Με εκκεντρικό κυκλικό κέλυφος. Έχει τις θυρίδες αναρροφήσεως και καταθλίψεως σε επίπεδη πλευρική εγκάρσια πλάκα και ονομάζεται αντλία τύπου πλάκας (plate type pump). (Εικόνα 5.8β)

Η αρχή λειτουργίας και των δύο αυτών αντλιών είναι όμοια και είναι η εξής:

Το κυκλικό περυγωτό στροφείο της αντλίας περιστρέφεται μέσα στο ελλειπτικό ή εκκεντρικό κέλυφός της. Το κέλυφος γεμίζει με υγρό, το οποίο περιστρέφεται μαζί με το στροφείο και λόγω της φυγόκεντρης δυνάμεως απωθείται προς την περίμετρο του στροφείου και σχηματίζει έτσι ένα υγρό δακτύλιο ή ένα υγρό έμβολο, για αυτό το λόγο και αυτή η αντλία ονομάζεται αντλία υγρού εμβόλου. Στην αντλία με ελλειπτικό κέλυφος το υγρό απομακρύνεται από το στροφείο ή εισχωρεί μέσα σε αυτό εναλλάξ δύο φορές, ενώ στην αντλία με εκκεντρικό κυκλικό κέλυφος μία φορά. Έτσι επενεργεί το έμβολο και συμπιέζει τον αέρα, όταν εισέρχεται μέσα στο στροφείο. Στα σημεία Α, οι χώροι μεταξύ των περυγίων είναι γεμάτοι υγρό. Καθώς λοιπόν περιστρέφεται το στροφείο, το υγρό απωθείται προς το κέλυφος και προκαλεί την είσοδο του αέρα από τις θυρίδες αναρροφήσεως και δημιουργεί έτσι το ανάλογο κενό. Καθώς προχωρούν, τα περύγια του στροφείου αντιπαρέρχονται τη θυρίδα αναρροφήσεως και ο αέρας, ο οποίος είναι παγιδευμένος μεταξύ των περυγίων και της επιφάνειας του υγρού, δημιουργεί διαχωριστική ζώνη γύρω από την περιφέρεια του στροφείου. Στα σημεία Β η λειτουργία αναστρέφεται και το υγρό αρχίζει να εισέρχεται ξανά και να ωθεί τον αέρα έξω από την θυρίδα καταθλίψεως. Τέλος στα σημεία Γ όλος ο αέρας έχει εξέλθει από τη θυρίδα καταθλίψεως, αφού εκτοπίστηκε από το υγρό, το οποίο είναι έτοιμο να επαναλάβει ξανά την παραπάνω λειτουργία.



Εικόνα 5.8: Περιστροφική αντλία με υγρό έμβολο (Liquid piston pump)

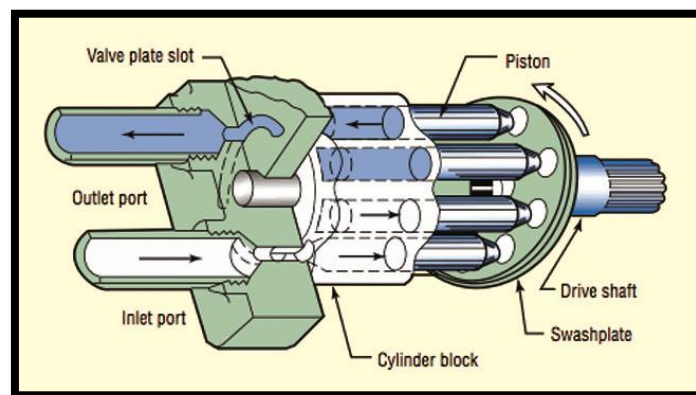
Αυτή η αντλία χρειάζεται μια σταθερή παροχή σε εργαζόμενο υγρό, από ένα δίκτυο ή μια άλλη πηγή μέσω ενός διακόπτη. Στην αντλία υπάρχει ρυθμιστική βαλβίδα ρυθμισμένη στην ακριβώς απαιτούμενη ποσότητα του εργαζόμενου υγρού, ώστε η αντλία να μπορεί να τεθεί σε κίνηση αμέσως μετά το άνοιγμα του διακόπτη παροχής υγρού, χωρίς την ανάγκη ρυθμίσεως της ρυθμιστικής βαλβίδας.

Η αντλία υγρών εμβόλων χρησιμοποιείται για την αφαίρεση όλου του ατμοσφαιρικού αέρα και τη δημιουργία κενού στο σωλήνα αναρρόφησης των αντλιών, όταν αυτές έχουν μεγάλο ύψος αναρρόφησης και παρουσιάζουν σχετική δυσχέρεια κατά την αναρρόφηση. Η λειτουργία της διαρκεί, ώσπου να αφαιρεθεί όλος ο αέρας από τη σωλήνα αναρρόφησης και αρχίσει η κύρια αντλία να καταθλίβει, το οποίο εξακριβώνεται από τις ενδείξεις του θλιβόμετρου της καταθλίψεως.

5.9 Αντλίες με Περιστρεφόμενο σώμα Κυλίνδρων

Ονομάζονται και αντλίες θετικής εκτοπίσεως μεταβλητής διαδρομής εμβόλου και διακρίνονται σε δύο βασικούς τύπους:

- i) Αντλίες με αξονική κίνηση των εμβόλων τους (axial piston pump). Η αντλία αυτή έχει ως στροφείο ένα κυλινδρικό σώμα μέσα στο οποίο υπάρχουν 6-8 κύλινδροι, οι οποίοι είναι ανοικτοί κατά το ένα άκρο και στο άλλο φέρουν κωνική οπή. Μέσα σε κάθε κύλινδρο παλινδρομεί ένα έμβολο με διωστήρα σφαιρικής κεφαλής που στο άλλο άκρο του συνδέεται με σφαιρική άρθρωση ποδιού προς κατάλληλο κύπελλο. Κατά την λειτουργία της αντλίας τα κύπελλα περιστρέφονται μέσα σε μία λεκάνη, η οποία μπορεί να ρυθμίζεται έτσι ώστε άλλοτε να είναι τελείως κάθετη στον άξονα και άλλοτε να λαμβάνει κλίση ως προς αυτόν προς τα δεξιά ή τα αριστερά. Ο κινητήριος άξονας της αντλίας περιστρέφει το στροφείο πάντοτε κατά την έννοια του βέλους, όπως φαίνεται στην Εικόνα 5.9.1. Μαζί με το σώμα το οποίο σφηνώνεται στον άξονα, περιστρέφονται οι κύλινδροι και τα έμβολα με τους διωστήρες και τα κύπελλα. Τα κύπελλα, κινούνται μέσα στη λεκάνη, η οποία κάθε φορά παίρνει μία σταθερή κλίση.



Εικόνα 5.9.1: Axial Piston Pump

Όταν η λεκάνη είναι παράλληλη προς το σώμα, τότε τα έμβολα περιστρέφονται μαζί με τους κύλινδρους, χωρίς να εκτελούν καμία παλινδρομική κίνηση. Στη θέση αυτή της λεκάνης επομένως η αντλία ούτε αναρροφά ούτε καταθλίβει.

Όταν όμως δώσουμε στη λεκάνη ορισμένη κλίση και τη σταθεροποιήσουμε σε αυτή τη θέση, τότε καθώς περιστρέφονται οι κύλινδροι, τα κύπελλα αναγκάζονται να περιστρέφονται μέσα στη λεκάνη. Κάθε έμβολο αναγκάζεται έτσι σε μία πλήρη στροφή του στροφείου να εκτελέσει μια παλινδρόμηση μέσα στον κύλιντρό του.

Αν η διεύθυνση περιστροφής είναι κατά την διεύθυνση του βέλους, τότε όταν ο κύλινδρος εκτελεί μισή στροφή κινούμενος από την κατώτερη προς την ανώτερη του θέση, το αντίστοιχο έμβολο απομακρύνεται σιγά-σιγά από την οπή και το υγρό εισέρχεται στον αντίστοιχο κύλινδρο. Έτσι πραγματοποιείται η αναρρόφηση μέσα σε αυτό, ώσπου ο κύλινδρος να φθάσει στην ανώτερη του θέση. Κατά τον ίδιο τρόπο στο

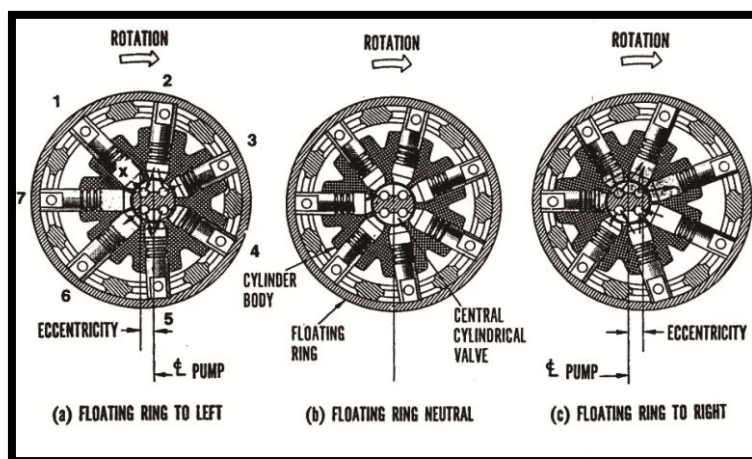
άλλο μισό της περιστροφής του σώματος των κυλίνδρων πραγματοποιείται η κατάθλιψη από αυτόν τον κύλινδρο.

Η ρύθμιση της εκάστοτε θέσεως της λεκάνης γίνεται εξωτερικά με ιδιαίτερο μηχανισμό ελέγχου, σε οποιαδήποτε ενδιάμεση μεταξύ των ακραίων θέση, ανάλογα με την επιθυμητή παροχή και τη φορά διακινήσεως του υγρού.

- ii) Αντλίες με ακτινική κίνηση των εμβόλων τους (radial piston pump). Η αντλία αυτή αποτελείται από ένα σώμα κυλίνδρων, το οποίο φέρει ακτινικά τοποθετημένους 6,7 ή 8 κυλίνδρους και το οποίο κινείται από τον κινητήριο άξονα του μηχανήματος της αντλίας. Στο κέντρο του σώματος των κυλίνδρων βρίσκεται ένα σταθερό τεμάχιο με ανοίγματα, τα οποία χρησιμοποιούνται και για την αναρρόφηση και για την κατάθλιψη του υγρού. Τα ανοίγματα αυτά συγκοινωνούν και με τους εξωτερικούς αγωγούς συγκοινωνίας των κυλίνδρων.

Μέσα στους ακτινοειδώς τοποθετημένους κυλίνδρους βρίσκονται τα έμβολα, κάθε ένα από τα οποία διαπερνάται από ένα πείρο. Οι πείροι συνδέονται στο άκρο τους με τα πλινθία ολισθήσεως που είναι τοποθετημένα μέσα σε δακτυλιοειδή περιφερειακή αύλακα ή μέσα στη στεφάνη του σώματος της αντλίας. Έτσι κατά την περιστροφή του σώματος της αντλίας τα πλινθία κινούνται υποχρεωτικά μέσα στον αύλακα, ώστε οι πείροι να διαγράφουν κυκλική τροχιά. Η τροχιά αυτή μπορεί να μεταβάλλει τη θέση της προς τα δεξιά ή τα αριστερά.

Όταν η τροχιά βρίσκεται σε ομόκεντρη θέση ως προς το τεμάχιο, η οποία ονομάζεται και μέση θέση και φαίνεται στη θέση (β) της Εικόνας 5.9.2, τότε, και όταν ακόμη το σώμα των κυλίνδρων περιστρέφεται, τα έμβολα παραμένουν ακίνητα σε σχέση με τους κυλίνδρους τους, χωρίς συνεπώς να πραγματοποιούν ούτε αναρρόφηση ούτε κατάθλιψη. Όταν η τροχιά μετατεθεί σε παράκεντρη θέση προς τα δεξιά, όπως φαίνεται στη θέση (α) της Εικόνας 5.9.2, και με την ίδια πάντοτε φορά περιστροφής του σώματος των κυλίνδρων, τα έμβολα θα κινούνται ακτινικά μέσα στους κυλίνδρους σε διαδρομή τόση, όση και η εκκεντρότητα της τροχιάς. Έτσι τα μισά έμβολα θα δημιουργούν προοδευτικά όγκο μέσα στους κυλίνδρους τους και επομένως θα αναρροφούν υγρό. Τα υπόλοιπα έμβολα θα μειώνουν προοδευτικά τον όγκο των κυλίνδρων τους και συνεπώς θα πραγματοποιούν την κατάθλιψη του υγρού. Όταν η τροχιά μετατεθεί σε παράκεντρη θέση προς τα αριστερά, όπως στη θέση (c) της Εικόνας 5.9.2, τότε θα συμβούν ακριβώς τα αντίθετα.



Εικόνα 5.9.2: Radial Piston Pump

Η παροχή της αντλίας είναι ανάλογη προς την εκκεντρότητα της τροχιάς, η οποία ρυθμίζεται από εξωτερικό μηχανισμό. Η περιφερειακή αύλακα, μέσα στην οποία

κινούνται τα πλινθία, κατασκευάζεται ως ελεύθερος δακτύλιος με ένσφαιρους τριβείς για ελάττωσή της από την τριβή αντιστάσεως κατά την κίνηση των πλινθίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

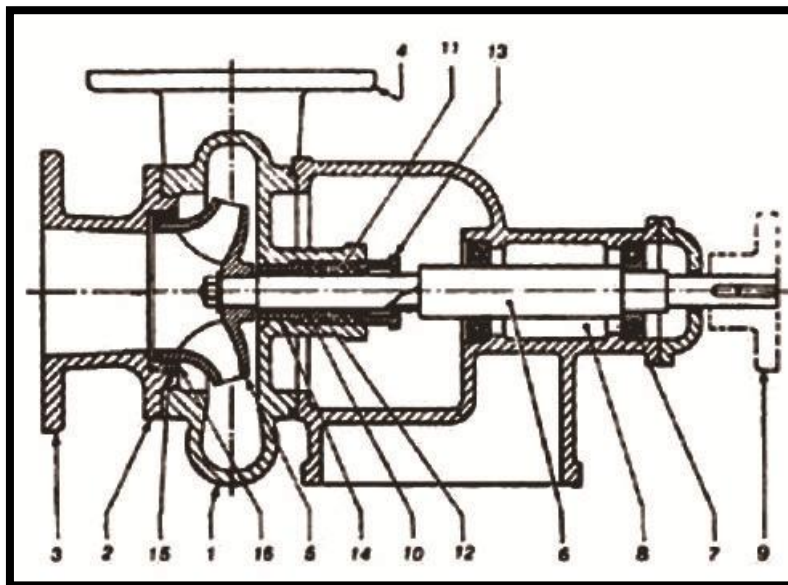
Φυγόκεντρες Αντλίες (Centrifugal Pumps)

6.1 Γενικά

Οι φυγόκεντρες αντλίες χαρακτηρίζονται από τελείως διαφορετική δράση από αυτή των αντλιών εκτοπίσεως, εμβολοφόρων ή περιστροφικών. Εκείνες εκτοπίζουν το υγρό με έμβολα, τροχούς ή λοβούς κλπ, και αναπτύσσουν στατική δράση, ενώ οι φυγόκεντρικές προσδίδουν στο υγρό αρχικά κινητική ενέργεια, δηλαδή μεγάλη ταχύτητα ροής, την οποία στη συνέχεια μετατρέπουν σε πίεση, δηλαδή αναπτύσσουν δυναμική δράση. Οι φυγόκεντρες αντλίες κατασκευάζονται κυρίως ως ακτινικής ροής, στις οποίες το υγρό από το κέντρο του στροφείου τους εκτοξεύεται προς την περιφέρειά του.

6.2 Τα εξαρτήματά της

Τα βασικά εξαρτήματα μια απλής φυγόκεντρου αντλίας είναι το σπειροειδές περίβλημα (σαλίγκαρος), το κάλυμμα με το στόμιο εισόδου του υγρού και τη φλάντζα για τη σύνδεση του σωλήνα αναρροφήσεως, η χοάνη καταθλίψεως με τη φλάντζα για τη σύνδεση του σωλήνα καταθλίψεως, η πετρωτή, ο στυπιοθλίπτης και ο άξονας της αντλίας ο οποίος μεταδίδει την κίνηση στην αντλία. Παρακάτω παρατίθεται η Εικόνα 6.2.1 με τα περισσότερα εξαρτήματα μια φυγόκεντρης αντλίας.



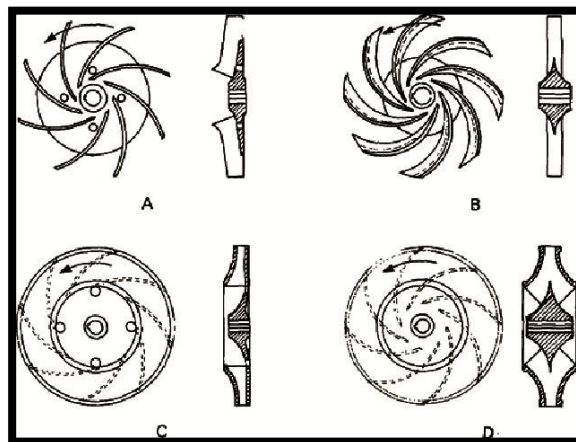
Εικόνα 6.2.1: Τα εξαρτήματα μια φυγόκεντρης αντλίας. 1) Σπειροειδές περίβλημα (σαλίγκαρος), 2) Κάλυμμα του σπειροειδούς περιβλήματος, 3) Φλάντζα στομίου εισόδου, 4) Χοάνη καταθλίψεως (έξοδος υγρού), 5) Πτερωτή, 6) Άξονας της αντλίας, 7) Τριβέας (κουζινέτο), 8) Θάλαμος λαδιού, 9) Συνδετήρας της αντλίας με τον κινητήρα, 10) Σαλαμάστρα(εσωτερικό τμήμα), 11) Σαλαμάστρα(εξωτερικό τμήμα), 12) Δακτύλιος υδρολιπάνσεως της σαλαμάστρας (φανάρι), 13) Στυπιοθλίπτης, 14) Δακτυλιοειδής τριβέας, 15) Δακτύλιος στεγανοποίησης του σπειροειδούς περιβλήματος, 16) Δακτύλιος στεγανοποίησης της πετρωτής.

Το Περίβλημα των φυγόκεντρικών αντλιών αποτελείται συνήθως από δύο τμήματα, τα οποία είναι δυνατό να διαχωρίζονται οριζοντίως, καθέτως ή και διαγωνίως. Από την μία

υπάρχουν φυγόκεντρες αντλίες όπου το σχήμα του περιβλήματός τους είναι σπειροειδές και η περωτή τοποθετείται έτσι ώστε το υγρό, το οποίο κινείται από το κέντρο προς την περιφέρεια εξαιτίας της φυγόκεντρικής δύναμης, να κινείται σε αγωγό με διάμετρο συνεχώς αυξανόμενη. Κατά αυτό τον τρόπο η ταχύτητα κινήσεως του υγρού ελαττώνεται προοδευτικά και η κινητική του ενέργεια μετατρέπεται σε στατική πίεση με όσο το δυνατό μικρότερες απώλειες. Από την άλλη, υπάρχουν φυγόκεντρες αντλίες με περύγια διαχύσεως. Στον τύπο αυτό γύρω από την περωτή σχηματίζονται δίοδοι με προοδευτικά αυξανόμενη διατομή προσθέτοντας μια σειρά μη κινούμενων περυγίων. Καθώς το υγρό διέρχεται μέσα από τις διόδους που σχηματίζουν αυτά τα περύγια, η κίνησή του αλλάζει όπως και υπάρχει ελάττωση της ταχύτητάς του, ενώ αντίθετα η πίεσή του αυξάνεται πριν να εισέλθει στον αγωγό του περιβλήματος. Η αντλία αυτού του τύπου αναφέρεται και ως στροβιλαντλία (turbine pump).

Η Περωτή αποτελείται από τον περιστρεφόμενο δρομέα, που κατασκευάζονται σαν ένα σώμα με τον άξονα και από τα περύγια, που είναι τοποθετημένα πάνω στο δρομέα. Τα περύγια έχουν πάντοτε αντίθετη κλίση προς τη φορά περιστροφής της περωτής. Υπάρχουν τρία είδη περωτών:

- i) *Περωτή ημίκλειστου τύπου(Εικόνα 6.2.2Α)*: Ο περιστρεφόμενος δρομέας αποτελείται από ένα δίσκο στη μία πλευρά του οποίου είναι τοποθετημένα τα περύγια, τα οποία βρίσκονται από την πλευρά του στομίου εισόδου του υγρού. Ο βαθμός απόδοσης των αντλιών με περωτή ημίκλειστου τύπου είναι κατά κανόνα μεγαλύτερος από τις αντλίες με περωτή ανοικτού τύπου και μικρότερος από τις αντλίες με περωτή κλειστού τύπου. Ωστόσο, είναι δυνατό να επιτευχθεί αρκετά ικανοποιητικός βαθμός απόδοσης αν το διάκενο μεταξύ των περυγίων και της εσωτερικής επιφάνειας του τοιχώματος του καλύμματος του περιβλήματος είναι πολύ μικρό. Οι αντλίες με περωτή ημίκλειστου τύπου δεν είναι κατάλληλες για την άντληση ακάθαρτων υγρών, μπορούν όμως να χρησιμοποιηθούν για την άντληση νερού που περιέχει άμμο.
- ii) *Περωτή ανοικτού τύπου(Εικόνα 6.2.2Β)*: Ο περιστρεφόμενος δρομέας αποτελείται από ένα ‘‘ομφαλό’’ γύρω από τον οποίο είναι τοποθετημένα τα περύγια. Ο βαθμός απόδοσης των αντλιών είναι μικρός, γιατί αρκετά μεγάλη ποσότητα υγρού διαρρέει από το περίβλημα στο στόμιο εισόδου. Όπως επίσης δεν μπορούν να δημιουργήσουν μεγάλο μανομετρικό ύψος. Για το λόγο αυτό οι αντλίες με περύγια ανοικτού τύπου χρησιμοποιούνται σε ειδικές περιπτώσεις.



Εικόνα 6.2.2: Τύποι περωτών φυγόκεντρων αντλιών

- iii) *Περωτή κλειστού τύπου(Εικόνα 6.2.2C)*: Ο περιστρεφόμενος δρομέας αποτελείται από δύο δίσκους μεταξύ των οποίων βρίσκονται τα περύγια. Ο ένας δίσκος έχει στο

κέντρο του μια οπή για την είσοδο του υγρού στα πτερύγια σαν συνέχεια του στομίου εισόδου του υγρού στο περίβλημα. Στις αντλίες διπλής αναρροφήσεως υπάρχουν οπές και στους δύο δίσκους για την είσοδο του υγρού(Εικόνα 6.2.2D). Αυτές οι αντλίες έχουν μεγάλο βαθμό απόδοσης και αναπτύσσουν υψηλή πίεση, αλλά χρησιμοποιούνται για την άντληση καθαρών υγρών διότι φράζουν εύκολα.

Ο Στυπιοθάλαμος αποτελεί μέρος του σώματος της αντλίας και συμβάλλει στη στεγανοποίηση του διάκενου μεταξύ του περιβλήματος και του άξονα της περωτής. Έτσι ο στυπιοθάλαμος χρησιμοποιείται για να εμποδίζει την είσοδο του αέρα στο περίβλημα και τη διαρροή του υγρού κατά μήκος του άξονα, όταν η πίεση στο στυπιοθλίπτη είναι μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική. Η στεγανοποίηση μπορεί να γίνει είτε με τις σαλαμάστρες είτε με μηχανικά μέσα.

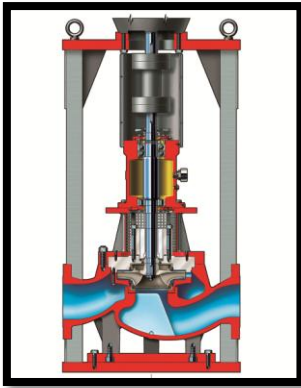
- *Στεγανοποίηση με σαλαμάστρα:* Η σαλαμάστρα τοποθετείται υπό τη μορφή δακτυλίων (4-6) μέσα στο στυπιοθάλαμο και συμπιέζεται με το στυπιοθλίπτη. Προκειμένου να αποφευχθεί η φθορά του άξονα και της σαλαμάστρας, λόγω τριβών, ο στυπιοθλίπτης σφίγγεται τόσο ώστε το αντλούμενο υγρό να διαρρέει κατά σταγόνες και να δρα σαν λιπαντικό. Αυτό βέβαια δεν επιτρέπεται όταν το υγρό είναι εύφλεκτο ή διαβρωτικό. Η χρησιμοποίηση της σαλαμάστρας ως μέσο στεγανοποίησης παρουσιάζει και ορισμένα μειονεκτήματα όπως: α) επιτρέπει τη διαρροή αρκετά μεγάλης ποσότητας υγρού, ιδίως όταν ο άξονας δεν είναι λείος, β) όταν ο στυπιοθλίπτης σφίγγεται πέρα από το όριο, τότε ο άξονας θερμαίνεται και καταστρέφεται πολύ γρήγορα και γ) χρειάζεται συχνή συντήρηση.
- *Στεγανοποίηση με μηχανικά μέσα:* Η στεγανοποίηση με μηχανικά μέσα δεν παρουσιάζει τα μειονεκτήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω, για αυτό και τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιούνται περισσότερο ως μέσο στεγανοποίησης. Τα βασικά εξαρτήματα μια τέτοιας διατάξεως είναι: α) ένας σταθερός δακτύλιος, β) ένας δακτύλιος που περιστρέφεται μαζί με τον άξονα, αλλά μετακινείται “τηλεσκοπικά” κατά μήκος του και γ) ένα ελατήριο που κρατάει συνεχώς σε επαφή τους δύο δακτύλιους.

6.3 Κατάταξη Αντλιών

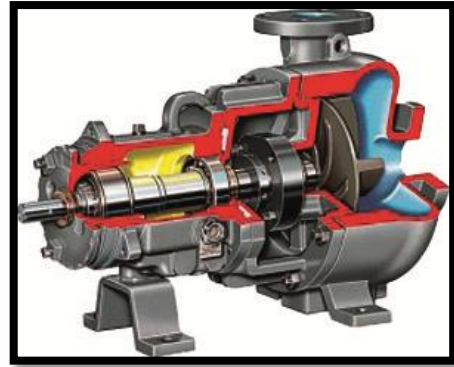
6.3.1 Ακτινικής Ροής

Οι φυγόκεντρες αντλίες ακτινικής ροής είναι οι πιο διαδεδομένες και κατατάσσονται λαμβάνοντας υπόψη τα εξής:

- ❖ Την τοποθέτηση του άξονα της περωτής σε κατακόρυφη ή οριζόντια θέση, οπότε έχουμε τις κατακόρυφες(Εικόνα 6.3.1A) ή οριζόντιες αντλίες(Εικόνα 6.3.1.B). Σε πολλές περιπτώσεις, είναι προτιμότερο να τοποθετείται η αντλία κατακόρυφα από ότι οριζόντια διότι: α) καταλαμβάνουν μικρότερη επιφάνεια του δαπέδου, γιατί ο κινητήρας τοποθετείται πάνω από την αντλία, οπότε χρειάζονται μικρότερο χώρο στέγασης και β) αν η στάθμη του αντλούμενου υγρού είναι χαμηλά ή κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα κατά τη διάρκεια της αντλήσεως, τότε η αντλία μπορεί να τοποθετηθεί πιο κοντά στη στάθμη ώστε το ύψος αναρροφήσεως να μην υπερβεί το επιτρεπτό όριο. Από την άλλη όμως οι οριζόντιες αντλίες δεν είναι τόσο περίπλοκες στην κατασκευή τους και το κόστος κατασκευής τους είναι αρκετά μικρότερο από αυτό των κατακόρυφων.



Εικόνα 6.3.1.A: Κατακόρυφη φυγόκεντρη αντλία



Εικόνα 6.3.1.B: Οριζόντια φυγόκεντρη αντλία

- ❖ Τις βαθμίδες τις οποίες περικλείουν, όπου μπορούν να είναι είτε μονοβάθμιες είτε πολυβάθμιες. Η φυγόκεντρη αντλία με ένα στροφέιο ονομάζεται μονοβάθμια ή μονοσταδιακή. Σε αυτή η πίεση της κατάθλιψης μπορεί να φτάσει κατά μέσο όρο έως και τις 10 At. Προκειμένου να πετύχουμε μεγαλύτερες πιέσεις πρέπει ή να μεγαλώσουμε τη διάμετρό της ή να αυξήσουμε τις στροφές της ή και τα δύο. Αυτό όμως θα επιφέρει μεγαλύτερες απώλειες. Οπότε χρησιμοποιούνται οι λεγόμενες πολυβάθμιες ή πολυσταδιακές φυγόκεντρες αντλίες. Με αυτές επιτυγχάνονται μεγάλες παροχές και μάλιστα με αρκετά μεγάλη πίεση κατάθλιψης.

6.3.2 Μικτής Ροής

Οι αντλίες μικτής ροής είναι ενδιάμεσος τύπος μεταξύ των φυγόκεντρων αντλιών και των αντλιών αξονικής ροής. Το υγρό εισέρχεται κατά μήκος του άξονα, ενώ η κίνησή του μέσα στην αντλία είναι και αξονική και ακτινική. Η έξοδος του μπορεί να είναι περιφερειακή (ελικοειδείς αντλίες) ή αξονική (διαγώνιες αντλίες).

- Οι *Ελικοειδείς αντλίες* δίνουν μεγάλο εύρος παροχών με σχετικά μικρό ολικό ύψος (έως 20 μέτρα), δηλαδή έχουν μεγάλη ειδική ταχύτητα. Οι αντλίες αυτές διαφέρουν από τις φυγόκεντρες αντλίες στο ότι η περωτή τους είναι κατά κανόνα ανοικτού τύπου.
- Οι *Διαγώνιες αντλίες* χρησιμοποιούνται για μεγάλες παροχές και μανομετρικό ύψος μέχρι 40 μέτρα ή και περισσότερο. Και αυτές οι αντλίες έχουν μεγάλη ειδική ταχύτητα. Επίσης το περίβλημά τους είναι κατασκευασμένο έτσι ώστε το υγρό να εισέρχεται κατά την φορά και διεύθυνση του άξονα, να κινείται διαγωνίως και με τη βοήθεια πτερυγίων διαχύσεως να εξέρχεται και πάλι κατά την φορά και διεύθυνση του άξονα. Ακόμα η έξοδος του υγρού συνήθως είναι υπό γωνία ως προς τον άξονα περιστροφής της περωτής, υπάρχουν όμως και περιπτώσεις (όταν η ειδική ταχύτητα είναι μικρή) όπου η έξοδος του υγρού είναι κάθετη προς τον άξονα περιστροφής. Τέλος η περωτή σε αυτές τις αντλίες μπορεί να είναι κλειστού ή ανοικτού τύπου.

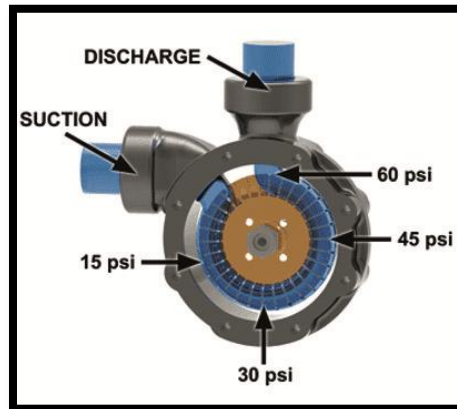
6.3.3 Αξονικής Ροής

Στις αντλίες αξονικής ροής, η διάμετρος εισόδου είναι ίση με τη διάμετρο εξόδου και το υγρό κινείται κατά μήκος του άξονα περιστροφής της περωτής. Οι αντλίες αυτές ονομάζονται και ελικοφόρες γιατί η περωτή τους μοιάζει με την έλικα του πλοίου, αλλά με αντίστροφη δράση. Χρησιμοποιούνται για μεγάλο εύρος παροχών και χαρακτηρίζονται από πολύ μεγάλες ειδικές ταχύτητες. Οι αντλίες αξονικής ροής έχουν πολύ περιορισμένη

αναρροφητική ικανότητα και το μανομετρικό ύψος μεταβάλλεται πολύ όταν μεταβάλλεται η παροχή.

6.3.4 Στροβιλαντλίες

Οι στροβιλαντλίες (turbine pumps) χρησιμοποιούνται μόνο για την άντληση καθαρών υγρών και από άποψη χαρακτηριστικών λειτουργίας βρίσκονται μεταξύ των κεντρόφυγων αντλιών και των περιστροφικών. Έχουν μικρή παροχή, αλλά δίνουν μεγάλο ολικό ύψος μέχρι και 170 μέτρα. Η στροβιλαντλία πλεονεκτεί σε σχέση με μία φυγόκεντρο, στο ότι δίνει μεγαλύτερο ολικό ύψος, έχει καλύτερα χαρακτηριστικά αναρροφήσεως και μεγάλο βαθμό απόδοσης.



Εικόνα 6.3.4: Στροβιλαντλία (turbine pump)

6.4 Ειδικές παρατηρήσεις

i) Η Λίπανση

Οι τριβείς των φυγόκεντρικών αντλιών λιπαίνονται με μια από τις παρακάτω μεθόδους: α) με περιστρεφόμενο δακτύλιο, β) με σφαιροτριβείς που λιπαίνονται με λίπος, γ) με σφαιροτριβείς που λιπαίνονται με λάδι και δ) με σύστημα βεβαιωμένης κυκλοφορίας λαδιού.

Η σωστή λίπανση της αντλίας έχει ιδιαίτερη σημασία, γιατί εξαιτίας κακής ή ελαττωματικής λίπανσης μπορεί να υπάρξουν σοβαρές ανωμαλίες και προβλήματα στην αντλία. Για αυτό πρέπει να ελέγχουμε αν ο δακτύλιος λιπάνσεως περιστρέφεται ελεύθερα και αν μεταφέρει επαρκή ποσότητα λαδιού σε κάθε περιστροφή του. Επίσης θα πρέπει να βεβαιωνόμαστε ότι τα λιπαντήρια των σφαιροτριβών (γρασαδόροι) είναι γεμάτα με λιπαντικό και ότι η στάθμη του λαδιού στη δεξαμενή βρίσκεται σε κανονικό ύψος. Τέλος σε όλες τις περιπτώσεις θα πρέπει να παρακολουθούμε περιοδικά την κανονική θερμοκρασία των τριβέων και των άλλων μερών που λιπαίνονται.

ii) Η σπηλαίωση (cavitation)

Κατά την άντληση ενός υγρού είναι δυνατό, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, να σχηματιστούν φυσαλίδες μέσα στη μάζα του και αυτό να έχει αρνητική επίδραση στη λειτουργία της αντλίας.

Πιο αναλυτικά, όταν το υγρό προσκρούει στις μεταλλικές επιφάνειες έχει σαν αποτέλεσμα αυτές να υπόκεινται σε κραδασμούς, ενώ η πίεση που ασκείται σε αυτές να αυξομειώνεται με μεγάλη ταχύτητα. Οι δυνάμεις που δημιουργούνται από την αυξομείωση της πίεσης, ωθούν μέρος του υγρού στους πόρους του μετάλλου, ενώ το υγρό που βρίσκεται στους πόρους απομακρύνεται με μεγάλη ταχύτητα. Οι εναλλαγές αυτές διευρύνουν τους πόρους του μετάλλου, καταστρέφουν τη συνοχή του και αποσπών μέρος του υλικού.



Εικόνα 6.4.1: Σπηλαιώση (cavitation)

Γενικά οι προϋποθέσεις για την εμφάνιση της σπηλαιώσης στις φυγόκεντρες αντλίες είναι οι εξής:

- Η μικρή πίεση σε σύγκριση με τη μέγιστη τάση των ατμών του υγρού που αντλείται. Αυτό συμβαίνει όταν το ύψος αναρροφήσεως είναι μεγάλο ή όταν το στόμιο εισόδου στο σωλήνα αναρροφήσεως βρίσκεται σε μικρή απόσταση από την επιφάνεια του υγρού.
- Όταν η παροχή είναι μεγαλύτερη από την κανονική η σπηλαιώση εμφανίζεται ευκολότερα γιατί αυξάνεται η ταχύτητα ροής με αντίστοιχη πτώση της πίεσεως.
- Απότομη αλλαγή διεύθυνσεως ροής, απότομη διεύρυνση των διόδων ροής μέσα στην αντλία ή κακές συνθήκες εισόδου του υγρού στην περωτή είναι δυνατό να προκαλέσουν σπηλαιώση.

6.5 Τρόπος Λειτουργίας

Η αντλία είναι εγκατεστημένη στο αντλιοστάσιο του πλοίου, ενώ η μηχανή που δίνει κίνηση σε αυτή βρίσκεται στο μηχανοστάσιο. Η αντλία στρέφεται με τη βοήθεια ενός άξονα που διέρχεται από τον μπουλμέ μεταξύ μηχανοστασίου και αντλιοστασίου μέσω ενός αεροστεγούς κολάρου. Με αυτό τον τρόπο, το μηχάνημα που δίνει την κίνηση είναι απομονωμένο από την ατμόσφαιρα του αντλιοστασίου που πιθανό να περιέχει κάποια στιγμή εκρηκτικά ή τοξικά αέρια.

Μέσα στην αντλία υπάρχουν ένα ή περισσότερα στροφέα που μετακινούν υγρό από το κέντρο των στροφείων προς το σπειροειδές περίβλημα με τη φυγόκεντρο δύναμη που δημιουργείται κατά την περιστροφή τους για να οδηγηθεί στη συνέχεια το υγρό προς το σωλήνα της κατάθλιψης. Έπειτα νέα ποσότητα υγρού κινείται μέσα από το σωλήνα αναρρόφησης προς το σημείο χαμηλής πίεσης της αντλίας, δηλαδή προς το κέντρο του στροφείου και έτσι δημιουργείται μια σταθερή ροή από την αναρρόφηση προς την κατάθλιψη της αντλίας. Το σπειροειδές κέλυφος της αντλίας έχει μια αυξανόμενη διατομή έτσι ώστε καθώς το υγρό προχωρεί κατά μήκος του σπειροειδούς αυτού αγωγού, η ταχύτητά του να ελαττώνεται. Σύμφωνα λοιπόν με την αρχή διατήρησης της ενέργειας, η ενέργεια του υγρού δεν χάνεται και η ελάττωση της κινητικής του ενέργειας συνεπάγεται αύξηση της δυναμικής του ενέργειας, δηλαδή έχουμε αύξηση της πίεσης του υγρού στην κατάθλιψη.

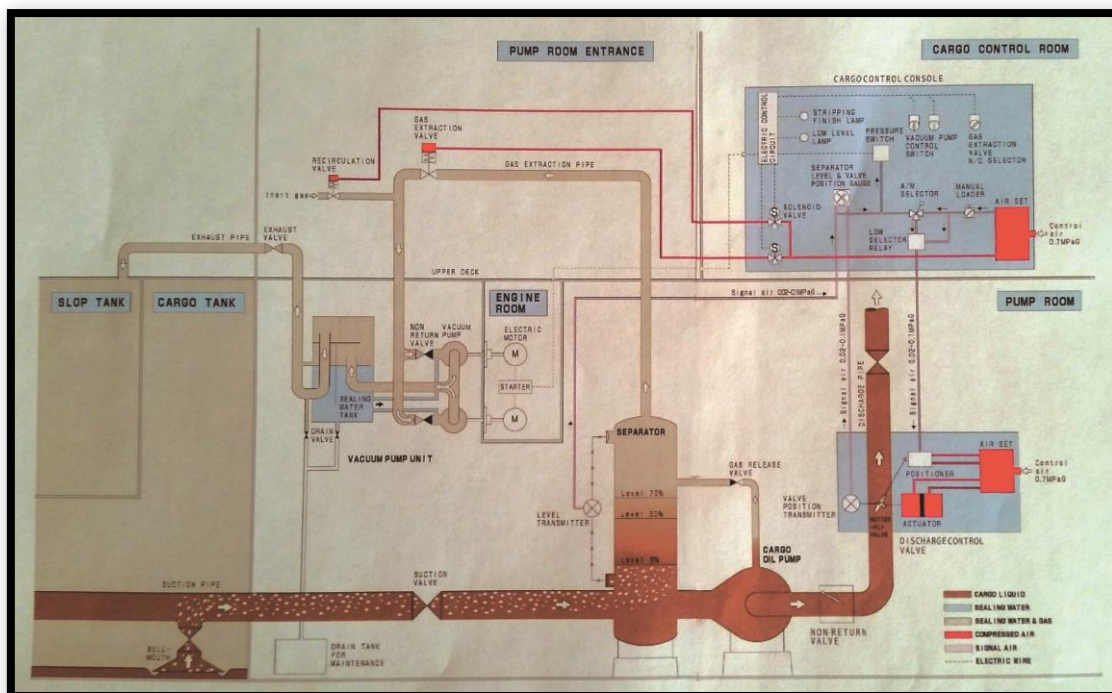
Ο χειρισμός των κεντρόφυγων αντλιών μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τρόπους. Αν το κινητήριο μηχάνημα είναι αμοστρόβιλος, η αντλία ξεκινά και σταματά με το χειρισμό των επιστομίων ατμού, είτε από απόσταση από το σταθμό ελέγχου είτε από το μηχανοστάσιο. Οι αμοστρόβιλοι χρησιμοποιούν υπέρθερμο ατμό υψηλής πίεσης. Η αυξομείωση των στροφών της κεντρόφυγης αντλίας πραγματοποιείται με κατάλληλο χειρισμό των επιστομίων ατμού. 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 μηχάνημα είναι ηλεκτροκινητήρας αυτός είναι ειδικά 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 το φορτίο της αντλίας γίνει πολύ μεγάλο ή πέσει πολύ χαμηλά.

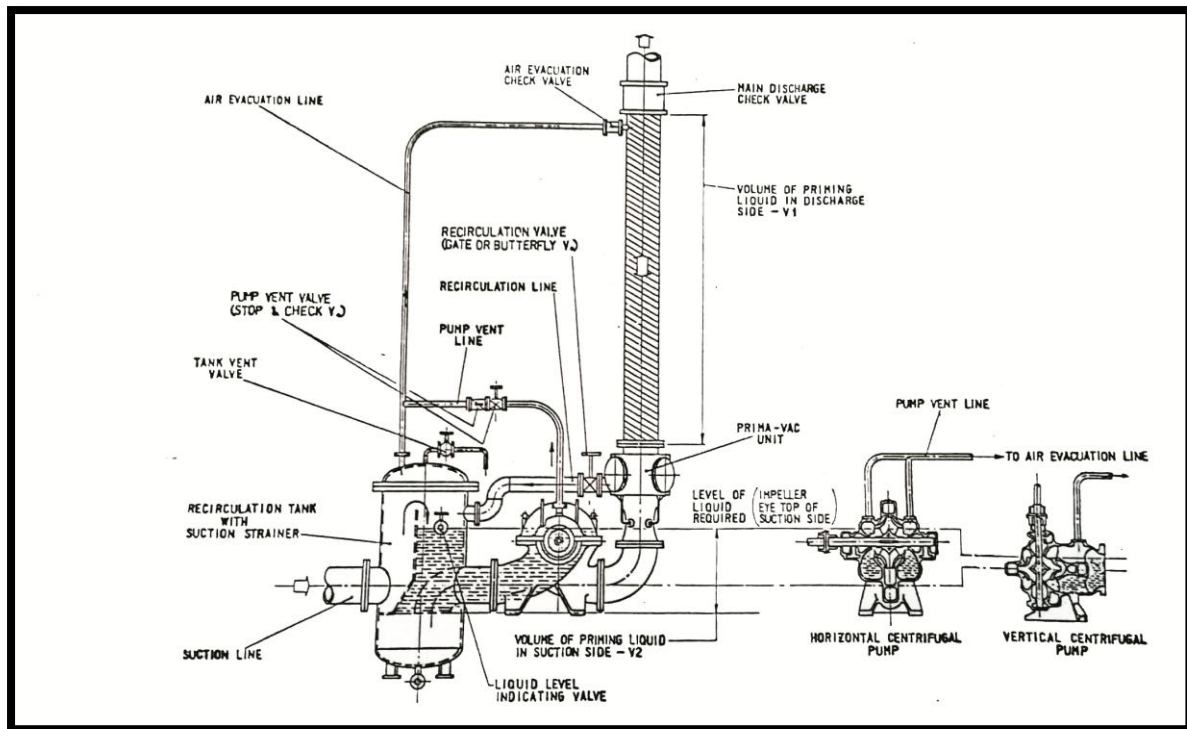
Καθώς λοιπόν η στάθμη του φορτίου μέσα στις δεξαμενές ελαττώνεται η πίεση στην αναρρόφηση της αντλίας ελαττώνεται και αυτή. Όταν όμως πέσει κάτω από τη γραμμή αναρρόφησης τότε δημιουργείται η σπηλαιώση όπως προαναφέρθηκε, και αρχίζει και “ξεπιάνει” η αντλία. Για την αποφυγή του κινδύνου αυτού υπάρχει στο αντλιοστάσιο πρόβλεψη τροφοδοσίας των κεντρόφυγων αντλιών με υγρό φορτίο, το λεγόμενο priming της αντλίας. Υπάρχουν πολλά και διαφορετικά αυτόματα συστήματα priming στα διάφορα αντλιοστάσια, η χρήση των οποίων περιορίζει τη χρήση των αντλιών αποστράγγισης αρκετά. Δύο από αυτά τα συστήματα παρουσιάζονται παρακάτω:

- ✚ Κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης εφόσον η αντλία τροφοδοτείται με υγρό και δεν ξεπιάνει, το αυτόματο σύστημα εκφόρτωσης (Automatic Unloading System) και αφού το έχουμε βάλει στο AUTO δεν λειτουργεί, απλώς παρακολουθεί τη διαδικασία και βοηθάει όταν χρειάζεται. Όταν όμως φτάσουμε στο τελικό στάδιο της εκφόρτωσης και το υγρό μέσα στη δεξαμενή ελαττωθεί αρκετά, τότε ένα μέρος του φορτίου γίνεται αέρια, λόγω εξάτμισής του, τα οποία καταλαμβάνουν χώρο μέσα στη δεξαμενή διαχωρισμού υγρού- αερίων (separator), με αποτέλεσμα η στάθμη του υγρού μέσα στο separator να μειωθεί. Όταν λοιπόν η στάθμη μέσα στο separator φτάσει στο 50%, τότε η αντλία κενού (AUS) ξεκινά αφού όμως πρώτα λάβει σήμα από τον ενδείκτη του separator (Εικόνα 6.5.1). Ταυτόχρονα το gas extraction valve ανοίγει ενώ το discharge control valve περιορίζεται. Όταν αέρια αφαιρεθούν από το separator, η στάθμη του υγρού αρχίζει και αυξάνεται και πάλι σιγά-σιγά μέσα στο separator. Αν η στάθμη φτάσει στο 70% το gas extraction valve κλείνει και μέσα σε 20 δευτερόλεπτα η αντλία κενού σταματάει και το discharge control valve ανοίγει. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται αρκετές φορές έτσι ώστε τα αέρια να μην μπορέσουν να εισέλθουν στην αντλία. Καθώς η εκφόρτωση συνεχίζεται, κάποια στιγμή η στάθμη του υγρού μέσα στη δεξαμενή πέφτει πολύ χαμηλά με αποτέλεσμα η αντλία να αναρροφά όλο και μεγαλύτερες ποσότητες αερίων από ότι υγρού φορτίου. Τότε, ακόμα και δύο αντλίες κενού (AUS) να λειτουργούν και το discharge control valve να έχει περιοριστεί σε μεγάλο βαθμό, η στάθμη του υγρού μέσα στο separator θα ελαττωθεί πολύ. Όταν φτάσει στο 5%, τότε ανάβει το πορτοκαλί λαμπάκι στην κονσόλα, το οποίο σημαίνει ότι η εκφόρτωση μέσω της διαδικασίας αποστράγγισης έχει τελειώσει. Τέλος, όταν αυτό το λαμπάκι συνεχίζει να είναι αναμμένο αλλά να αναβοσβήνει και να βγάζει ήχο για 3 λεπτά περίπου, τότε αυτό σημαίνει την ολοκλήρωση της εκφόρτωσης χρησιμοποιώντας το αυτόματο σύστημα εκφόρτωσης (AUS).



Εικόνα 6.5.1: Αυτόματο σύστημα εκφόρτωσης (AUS)

✚ Το αυτόματο σύστημα εκφόρτωσης που παρουσιάζεται παρακάτω είναι αρκετά διαφορετικό από το προηγούμενο, αφού βρίσκεται εξολοκλήρου μέσα στο αντλιοστάσιο και μάλιστα είναι εγκατεστημένο κοντά στην αντλία ενώ δεν χρησιμοποιούνται άλλα μέσα, δηλαδή αντλίες, όπως στο προηγούμενο. Πιο αναλυτικά, το σύστημα αυτό είναι γνωστό ως PRIMA-VAC SYSTEM και αποτελείται από την μονάδα PRIMA-VAC η οποία τοποθετείται μεταξύ του ανεπίστροφου και του discharge check valve. Καθώς πραγματοποιείται η εκφόρτωση και η στάθμη του υγρού μέσα στη δεξαμενή είναι ικανοποιητική, η μονάδα PRIMA-VAC δεν λειτουργεί απλώς παρακολουθεί την εκφόρτωση. Όταν όμως αρχίσει και ελαττώνεται η στάθμη του υγρού στη δεξαμενή, τότε η πίεση μετά την αντλία θα μειωθεί αφού δεν θα έχει τόση μεγάλη ποσότητα υγρού να αναρροφήσει. Ενώ λοιπόν ελαττώνεται η στάθμη στη δεξαμενή και πέφτει η πίεση, μέσα στη μονάδα PRIMA-VAC υπάρχουν αισθητήρες που ελέγχουν την πίεση. Αν η πίεση πέσει κάτω από το όριο που θέτει ο κατασκευαστής, τότε θα ανοίξουν τα επιστόμια που βρίσκονται μέσα στη μονάδα και έτσι το υγρό μέσω αυτών και της recirculation line θα γυρίσει πίσω στο separator. Ταυτόχρονα κλείνει το discharge check valve και ανοίγει το air evacuation check valve. Έτσι το υγρό που βρίσκεται μεταξύ της μονάδας PRIMA-VAC και του discharge check valve επιστρέφει στο separator και παίρνουν τη θέση του υγρού τα αέρια που θα εξέλθουν από το separator μέσω του air evacuation check valve. Αυτή η διαδικασία πραγματοποιείται για περίπου 30 δευτερόλεπτα. Μόλις γεμίσει η αντλία με υγρό φορτίο τότε κλείνει το air evacuation valve όπως επίσης και τα επιστόμια μέσα στη μονάδα PRIMA-VAC και ανοίγει το discharge check valve, οπότε η εκφόρτωση και η αποστράγγιση του φορτίου συνεχίζεται.



Εικόνα 6.5.2: Αυτόματο σύστημα εκφόρτωσης (PRIMA-VAC system)

6.6 Ανωμαλίες κατά την Λειτουργία τους

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

1. Αδυναμία παροχής φορτίου

Η αδυναμία παροχής φορτίου μπορεί να οφείλεται στα εξής:

- 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.
- Στην περίπτωση θερμού φορτίου δεν υπάρχει αρκετή πίεση στη γραμμή αναρρόφησης.
- Το στροφείο είναι φραγμένο.
- Είναι λανθασμένη η διεύθυνση περιστροφής της αντλίας.

2. Ανεπαρκής απόδοση

Μια από τη δεύτερη, τρίτη και τέταρτη περίπτωση που αναφέρονται παραπάνω 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. (Από την εγκατάστασή του)
- Ελαττωματικά παρεμβύσματα στο κέλυφος της αντλίας.

3. Ανεπαρκής πίεση

Μπορεί να οφείλεται στα εξής:

- Ταχύτητα περιστροφής του στροφείου να είναι περιορισμένη.
- Είσοδος του αέρα μέσα στην αντλία.

- Ατμοποίηση φορτίου μέσα στην αντλία.
- Περιορισμένο το άνοιγμα του επιστομίου της γραμμής αναρρόφησης.
- Μηχανική βλάβη στο στροφέιο ή στους δακτύλιους.

4. Ξέπιασμα της αντλίας

Μπορεί να οφείλεται στα εξής:

- Διαρροή στη γραμμή αναρρόφησης.
- Μεγάλο κενό στη γραμμή αναρρόφησης.
- Είσοδος αέρα μέσα στην αντλία.
- Ατμοποίηση του φορτίου μέσα στην αντλία.

5. Υπερφόρτωση κινητήριου μηχανήματος

Μπορεί να οφείλεται στα εξής:

- Μεγάλη ταχύτητα περιστροφής του στροφέιου.
- Χαμηλή πίεση στη γραμμή της κατάθλιψης.
- Μια από τις μηχανικές βλάβες που προαναφέρθηκαν.

6. Κραδασμοί στην αντλία

Οι κραδασμοί στην αντλία μπορεί να οφείλονται στα εξής:

- Κακή ευθυγράμμιση της αντλίας.
- Η βάση της αντλίας δεν είναι αρκετά στερεωμένη.
- Το στροφέιο είναι λίγο φραγμένο με αποτέλεσμα την απώλεια της ζυγοστάθμισης.
- Φθαρμένα έδρανα (κουζινέτα).
- Στρέβλωση του άξονα της αντλίας.
- Εντάσεις που δημιουργούνται από κακή τοποθέτηση ή κακή στήριξη των σωληνώσεων που συνδέονται με την αντλία.

6.7 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα Φυγόκεντρων Αντλιών έναντι Παλινδρομικών.

Οι φυγόκεντρες αντλίες χρησιμοποιούνται σε μεγαλύτερη έκταση για τη διακίνηση όλων των ιξωδών ρευστών στα πλοία από ότι οι παλινδρομικές (ιπάρια), λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων τους. Τα πλεονεκτήματα αυτά είναι τα ακόλουθα:

1. **Η απλότητα** της κατασκευής τους. Δεν απαιτούν βαλβίδες, αεροκώδωνες, μηχανισμό εμβόλου, βάκτρο κλπ.
2. **Το συμπαγές** της κατασκευής τους. Κατασκευάζονται σε ενιαία συγκροτήματα μαζί με το κινητήριο μηχανήμα σε κοινή βάση.
3. **Το ταχύστροφό τους**. Προσαρμόζονται με ευχέρεια στις μεγάλες ταχύτητες του κινητήριου μηχανήματός τους, ως ανεξάρτητες, ή της κύριας μηχανής, ως εξαρτημένες.
4. **Οικονομία σε όγκο και βάρος και χαμηλό κόστος**. Πλεονέκτημα που συνδέεται απευθείας με τον υψηλό αριθμό περιστροφής τους, λόγω του οποίου είναι δυνατή η συγκέντρωση ισχύος, δηλαδή η εκτέλεση ορισμένου αντλητικού έργου με αντλία μικρότερων διαστάσεων, βάρους και συνεπώς μικρότερης δαπάνης.
5. **Υψηλή και συνεχής παροχή**.
6. **Ομαλή λειτουργία**. Εργάζονται ομαλά χωρίς κτύπους ή κραδασμούς.

Ωστόσο, μειονεκτούν διότι δεν αναρροφούν ευχερώς, όπως οι παλινδρομικές, με αποτέλεσμα να είναι αναγκαία η πλήρωση του αγωγού της αναρρόφησης με υγρό ή η χρησιμοποίηση αντλίας προπληρώσεως, εκτός αν είναι τύπου αυτοπληρούμενης. Επιπλέον, δεν παρέχουν μεγάλα ύψη κατάθλιψης, όπως οι παλινδρομικές. Παρόλα αυτά, το τελευταίο μπορεί να αντιμετωπιστεί αν κατασκευάζονται πολυβάθμιες φυγόκεντρες αντλίες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

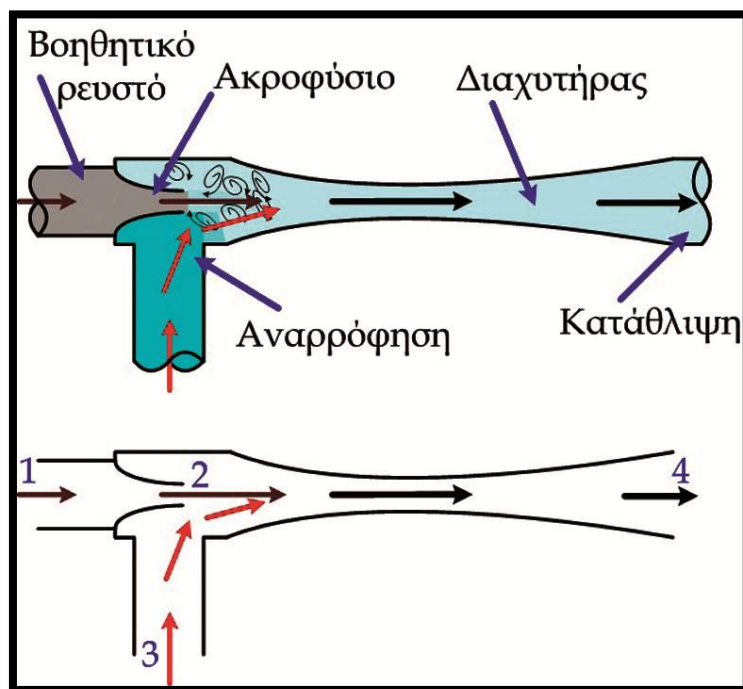
Εγχυτήρες ή Τζιφάρια (Eductors)

Οι εγχυτήρες χρησιμοποιούνται όχι μόνο για την αποστράγγιση των δεξαμεμών αλλά και με πολύ καλή απόδοση κατά το πλύσιμο των δεξαμεμών. Δεν παθαίνουν ζημιές από σωματίδια που τυχόν υπάρχουν στα αντλούμενα υγρά και δεν χρειάζονται φίλτρα γιατί δε φράζουν από ακαθαρσίες.

Όπως ήδη αναφέρθηκε είναι ιδανικές για την αποστράγγιση γιατί μαζί με το υγρό φορτίο αναρροφούν και αέρα χωρίς όμως να ξεπιάνουν. Δεν έχουν κινούμενα μέρη και επομένως δεν χρειάζονται συντήρηση. Στα τζιφάρια η ενέργεια μεταδίδεται από ένα ρευστό που λέγεται κινητήριο ρευστό (Driving) σε ένα άλλο ρευστό, στο αντλούμενο ρευστό (Suction) που κατά την λειτουργία της αντλίας αναμιγνύεται με το κινητήριο υγρό. Η αρχή λειτουργίας του εγχυτήρα παρουσιάζεται στην Εικόνα 7.1.

Πιο αναλυτικά, υγρό ρέει στο τμήμα του σωλήνα 1-4, με μεγάλη ταχύτητα λόγω του ότι ο σωλήνας στενεύει απότομα στο σημείο 2. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα στο σημείο όπου στενεύει ο σωλήνας η πίεση να είναι μικρότερη από ότι στον υπόλοιπο. Έτσι δημιουργείται κενό (υποπίεση) και αναρροφάται το υγρό (suction) από το σημείο 3.

Στην περίπτωση της πλύσης των δεξαμεμών, το κινητήριο ρευστό παίρνεται από τη δεξαμενή συγκέντρωσης καταλοίπων (slop tanks) από μια αντλία που το διοχετεύει στο τζιφάρι και στη συνέχεια μαζί με το αντλούμενο ρευστό επιστρέφεται στο slop tank.



Εικόνα 7.1: Εγχυτήρας (Eductor)

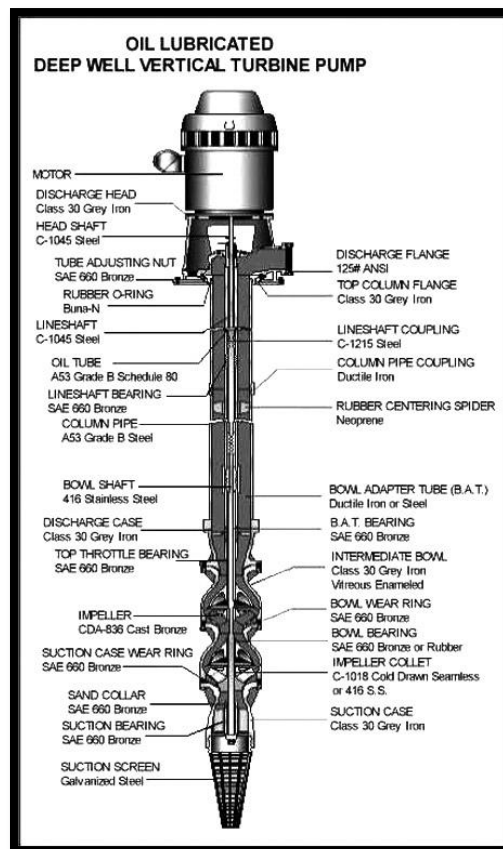
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

Υποβρύχιες ή Αυτοβυθιζόμενες Αντλίες (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 ενισχυτικές αντλίες (booster pumps) το εκφορτώνουν στην ξηρά.

Είναι κεντρόφυγες αντλίες, ειδικού σχεδιασμού, μόνιμα τοποθετημένες, μια σε κάθε δεξαμενή. Το μηχάνημα που δίνει κίνηση είναι τοποθετημένο στο κατάστρωμα και το στροφείο 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 στροφείο στη σωλήνωση φορτίου καταστρώματος. Με τη διευθέτηση αυτή γίνεται εκμετάλλευση των προτερημάτων 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 και δεν απαιτείται χωριστή διαδικασία αποστράγγισης. Το σπουδαιότερο είναι ότι ο διαχωρισμός των φορτίων είναι απόλυτος εφόσον μόνο μια αντλία χρησιμοποιείται σε κάθε δεξαμενή. Οι αντλίες παίρνουν τη κίνηση με ατμοστρόβιλο ή ηλεκτρικό ή υδραυλικό κινητήρα. Υπάρχουν και αντλίες που κινούνται με πεπιεσμένο αέρα που παρέχεται από κομπρεσέρ μόνιμα τοποθετημένο στο κατάστρωμα.



Εικόνα 8.1: Υποβρύχια Αντλία (Deepwell Pump)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

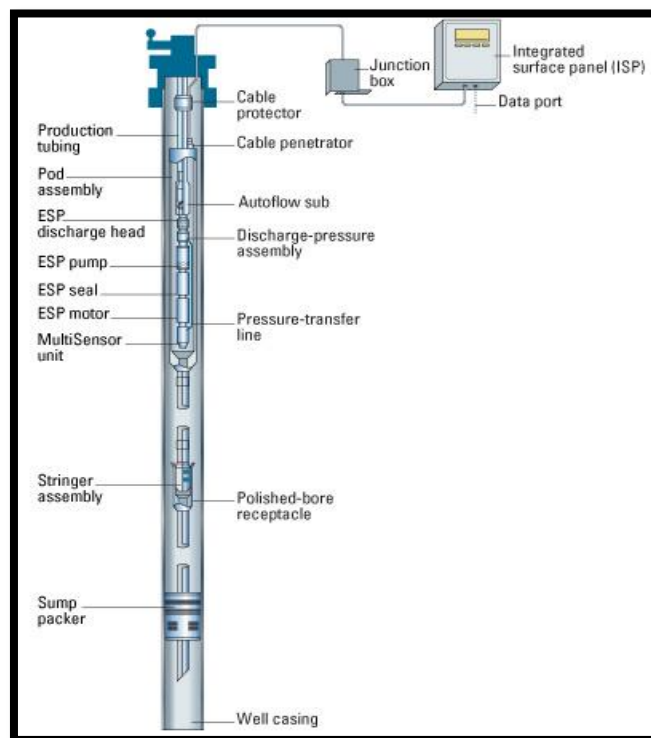
Ηλεκτροκίνητες καταδυόμενες Αντλίες (Electrical Submerged Pumps)

Καθώς το μέγεθος των πλοίων, κυρίως των υγραεριοφόρων αυξάνεται, δημιουργούνται προβλήματα διαστολών και συναρμολόγησης του κινητήριου άξονα των υποβρύχιων αντλιών, που παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 8. Έτσι αντιμετωπίστηκε η ανάγκη χρησιμοποίησης καταδυόμενων αντλιών ενιαίας μορφής, δηλαδή μαζί κινητήρα και αντλία, όπου δεν θα χρειάζεται ο χωριστός άξονας. Οι πρώτες δοκιμές έγιναν το 1960 σε δεξαμενές

LNG ξηράς στην Καλιφόρνια. Μετά από επιτυχείς δοκιμές και την εμπιστοσύνη που αποκτήθηκε, έγιναν προτάσεις στους Νηογνώμονες για την έγκριση της χρησιμοποίησής τους και στα πλοία.

Έπειτα από 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 βέβαια από σοβαρά επιχειρήματα, όπως για παράδειγμα η συνεχής απουσία οξυγόνου από τις δεξαμενές αυτές, οι βελτιωμένοι ηλεκτροκινητήρες και τα βελτιωμένα συστήματα προστασίας των καλωδίων, τα οποία είναι θωρακισμένα με πλέγμα χαλκού ή ανοξείδωτου χάλυβα και διέρχονται το κατάστρωμα και το κέλυφος του ηλεκτροκινητήρα μέσω ειδικών στεγανών παρεμβυσμάτων. Έτσι δόθηκε η απαιτούμενη έγκριση, αρχικά από το Bureau Veritas, στη συνέχεια από την Lloyd's και μερικούς μήνες αργότερα και από την ABS.

Η αντλία της Εικόνας 9.1, τοποθετείται στον πυθμένα των δεξαμενών. Μέσω ενός σωλήνα μικρής διαμέτρου, συνήθως 6'' χωρίς φλάντζα, οδηγείται το φορτίο στο κατάστρωμα. Αν η κατάθλιψη στη γραμμή καταστρώματος είναι μικρότερη από 12 kgs / cm² στέλνεται το φορτίο κατευθείαν στην ξηρά, αν είναι μεγαλύτερη στέλνεται με τη βοήθεια ενισχυτικής αντλίας (booster pump). Η απόδοση της αντλίας είναι συνήθως 400 κυβικά την ώρα με πίεση στην κατάθλιψη 9-12 kgs / cm².



Εικόνα 9.1: Ηλεκτροκίνητη καταδύομενη αντλία (Electrical submerged pump)

Ο κινητήρας είναι ενσωματωμένος στην αντλία. Πριν χρησιμοποιηθεί το σύστημα, δοκιμάζεται το ηλεκτρικό σύστημα με ένα megger και μόνον 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 φορτίο τότε σταματά και δεν πρέπει να ξανά αρχίσει τη λειτουργία της αν δεν περάσει χρονικό διάστημα μιας ώρας, ώστε να ψυχθεί η αντλία από τη θερμοκρασία που δημιουργήθηκε σε 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 λίπανσή της. Τέλος αυτόματα σταματά η αντλία όταν τα πτερύγιά της

φρακάρουν από κάποιο ξένο σώμα, ή αν η αντλία κολλήσει, οπότε μαζί με το κράτημα της αντλίας σημαίνουν και οι κώδωνες συναγερμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

Φορητές Καταδύόμενες Αντλίες

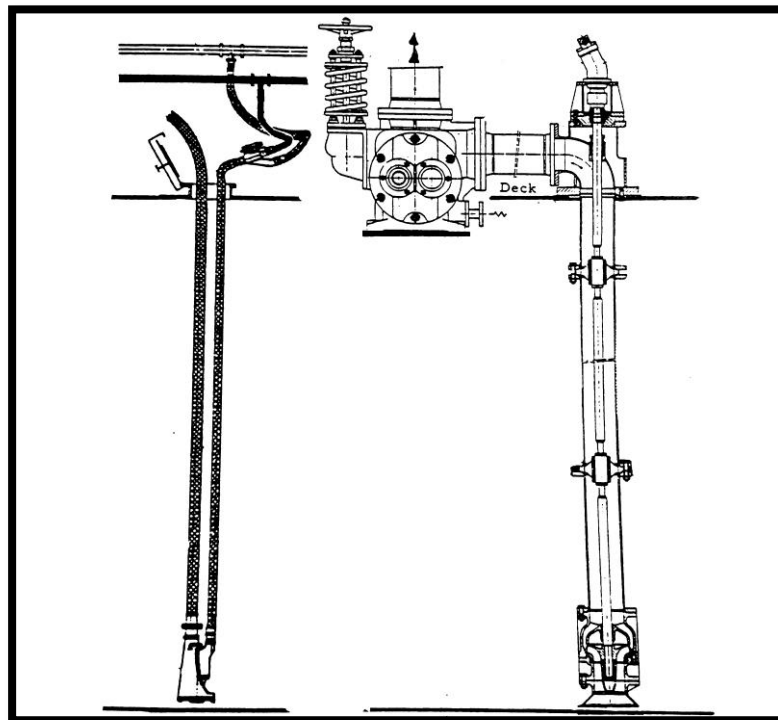
Οι φορητές καταδύόμενες αντλίες χωρίζονται στις ηλεκτροκίνητες και στις υδραυλοκίνητες.

i) Ηλεκτροκίνητες

Χρησιμοποιούνται σαν αντλίες φορτίου όταν χαλάσουν οι δύο μόνιμες καταδύόμενες αντλίες της δεξαμενής. Όταν δεν χρησιμοποιούνται φυλάσσονται συνήθως σε ένα μικρό θάλαμο για τη μικρότερη διάβρωσή τους.

ii) Υδραυλοκίνητες

Στην Εικόνα 10.1 αριστερά απεικονίζεται μια φορητή καταδύμενη αντλία που λειτουργεί με υδραυλικό κινητήρα. Αυτές οι αντλίες χρησιμοποιούνται και στα δεξαμενόπλοια αλλά πολύ περισσότερο στα πλοία μεταφοράς χημικών φορτίων. Η φορητή μάνικα της αντλίας και η φορητή γραμμή παροχής πεπιεσμένου αέρα πρέπει να είναι από ανθεκτικά υλικά προκειμένου να μην διαβρωθούν από το φορτίο.



Εικόνα 10.1: Αριστερά απεικονίζεται η φορητή καταδύμενη αντλία με υδραυλικό κινητήρα και δεξιά μια ενισχυτική αντλία εν σειρά με υποβρύχια αντλία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

Ενισχυτικές Αντλίες (Booster Pumps)

Είναι κεντρόφυγες αντλίες ηλεκτροκίνητες κάθετες ή οριζόντιες με μεγάλη ικανότητα κατάθλιψης. Τοποθετούνται κυρίως στα πλοία μεταφοράς χημικών φορτίων καθώς και υγραεριοφόρων, σε σειρά με deepwell και submerged pumps, για να προωθούν το φορτίο

προς τις δεξαμενές ξηράς, όταν οι αντλίες του πλοίου που χρησιμοποιούνται για την εκφόρτωση δεν έχουν την απαιτούμενη δύναμη.

Στην Εικόνα 10.1, απεικονίζεται μια ενισχυτική αντλία σε σειρά με deepwell pump. Booster pumps υπάρχουν και στη γραμμή φορτίου ξηράς, όταν οι δεξαμενές ξηράς βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση από το πλοίο ή σε υψηλότερο σημείο, και έχουν σκοπό να διευκολύνουν την εκφόρτωση. Τίθενται σε λειτουργία με την εκκίνηση των αντλιών του πλοίου, οπότε και η μεγάλη πίεση αντίθλιψης στα manifold του πλοίου πέφτει σημαντικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12

Χαρακτηριστικές Καμπύλες Αντλιών

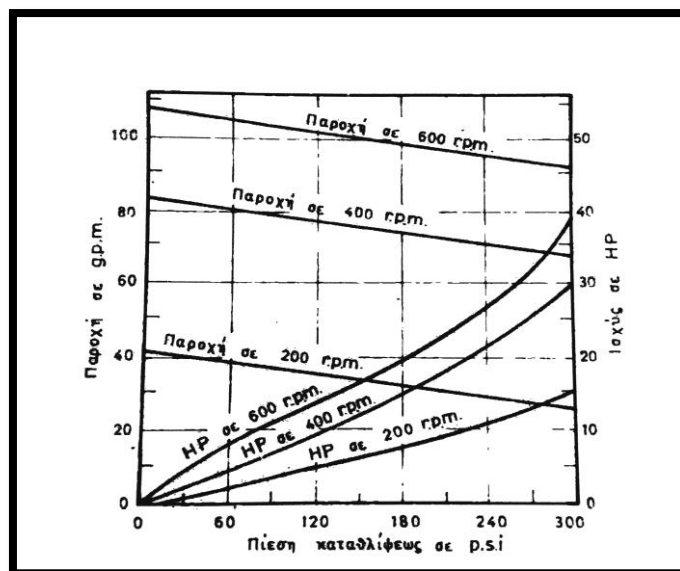
Τα λειτουργικά δεδομένα των αντλιών εκτοπίσεως και των φυγοκεντρικών δίνονται από τους κατασκευαστές με μορφή διαγραμμάτων, όπου χαράσσονται οι χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας.

Συνήθως ένα διάγραμμα παρέχεται για συγκεκριμένη ταχύτητα περιστροφής της αντλίας, που αναγράφεται σε αυτό, ενώ άλλοτε πάλι μπορεί να έχει συνταχθεί για περισσότερες από μία ταχύτητες, οι οποίες σημειώνονται στις καμπύλες. Επίσης μπορεί να έχει συνταχθεί διαφορετικό κάθε φορά για υγρά διαφορετικού ιξώδους.

Για τα διαγράμματα αυτά και για τις καμπύλες τους πρέπει να συμβουλευόμαστε απαραίτητα τις δοκιμές που γίνονται στις αντλίες κατά την παραλαβή τους και μετέπειτα κατά την χρησιμοποίησή τους. Παρακάτω παρουσιάζονται οι καμπύλες από διάφορες αντλίες.

i) Καμπύλες περιστροφικών αντλιών εκτοπίσεως

Η Εικόνα 12.1, παρέχει τις σχέσεις μεταξύ πίεσεως καταθλίψεως, παροχής και υποδυνάμεως για τρεις χαρακτηριστικές ταχύτητες, δηλαδή 200, 400 και 600 r.p.m, γριναζωτής αντλίας εξωτερικής οδοντώσεως κατασκευής.

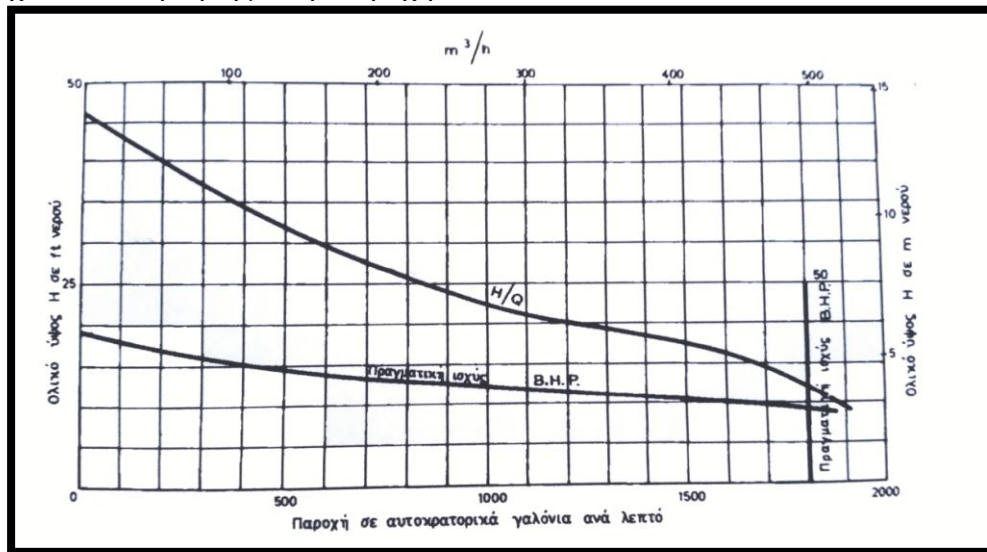


Εικόνα 12.1: Καμπύλες περιστροφικής αντλίας

ii) Καμπύλες ελικοφόρων αντλιών

Η Εικόνα 12.2 απεικονίζει τις καμπύλες λειτουργίας και επιδόσεων ελικοφόρας αντλίας οριζόντιας αξονικής ροής. Η καμπύλη H/Q παριστάνει τις μεταβολές ύψους –

παροχής, ενώ η καμπύλη Β.Η.Ρ παριστάνει τις μεταβολές της πραγματικής ιπποδυνάμεως αντίστοιχα, σε συνάρτηση με την παροχή.

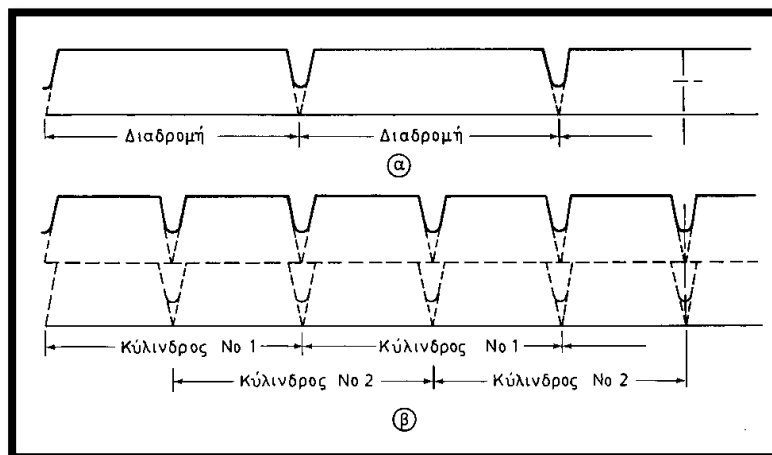


Εικόνα 12.2: Καμπύλη ελικοφόρας αντλίας

iii) Καμπύλες Παλινδρομικών αντλιών

❖ Αντλία απευθείας μετάδοσης

Οι αντλίες Simplex διπλής ενέργειας της κατηγορίας αυτής, όταν λειτουργούν υπό



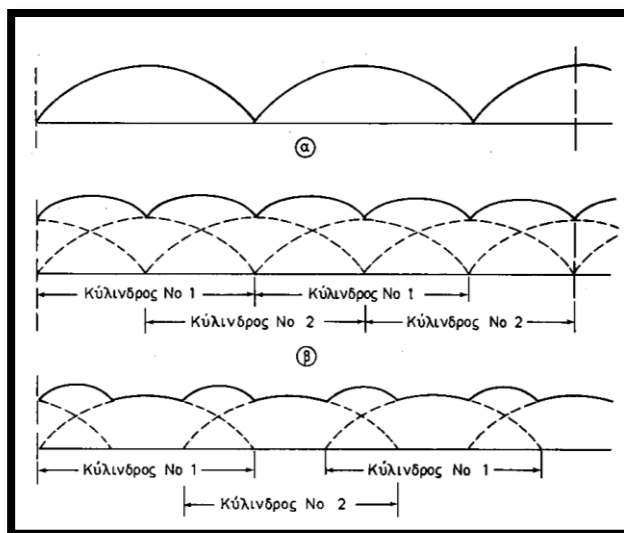
Εικόνα 12.3: Αντλία απευθείας μετάδοσεως

συνθήκες κανονικής ταχύτητας έχουν στην κατάθλιψη την παροχή που παριστάνεται γραφικά στην Εικόνα 12.3(α). Η ροή είναι σταθερή μέχρι το τέλος σχεδόν της διαδρομής, όπου το υγρέμβολο σταματά και αναστρέφει πορεία. Χωρίς αεροκώδωνα η ροή θεωρητικά σταματά, όταν το έμβολο σταματήσει, όπως αυτό φαίνεται από τη διακοπόμενη γραμμή. Η παρεμβολή αεροκώδωνα στην κατάθλιψη καθιστά τη ροή ομαλότερη, όπως φαίνεται από την πλήρη γραμμή.

Οι αντλίες Duplex διπλής ενέργειας γενικά έχουν διαφορά φάσεως στην κατάθλιψη των κυλίνδρων τους κατά μισή διαδρομή, όπως φαίνεται στην Εικόνα 12.3(β). Οι καμπύλες των δυο κυλίνδρων προσθέτονται κατά ύψος και δίνουν την πλήρη γραμμή του σχήματος. Η γραμμή αυτή έχει διπλάσιες κοιλότητες από όσες η αντλία Simplex, αλλά τα χαμηλότερα σημεία, δηλαδή οι ελάχιστες τιμές κάθε κοιλότητας είναι πάντοτε υψηλότερα από εκείνα της αντίστοιχης αντλίας Simplex.

❖ Στροφαλοκίνητες αντλίες

Σε αυτές τις αντλίες οι στιγμιαίες μετακινήσεις του εμβόλου δεν είναι ανάλογες προς τις στιγμιαίες γωνίες περιστροφής του στροφάλου, όταν λαμβάνεται υπόψη η μετάδοση της κινήσεως από το στρόφαλο προς το έμβολο μέσω διωστήρα και υπο την προϋπόθεση σταθερής ταχύτητας περιστροφής του στροφάλου. Από τη Μηχανική γνωρίζουμε ότι οι μετακινήσεις και ταχύτητες του εμβόλου αναπτύσσονται προς το μέσο της διαδρομής του και ελαττώνονται μέχρι το μηδέν στα ακραία σημεία της διαδρομής του. Ανάλογες με τις μετακινήσεις του εμβόλου είναι και οι ποσότητες του καταθλιβόμενου νερού, ώστε η καμπύλη της παροχής



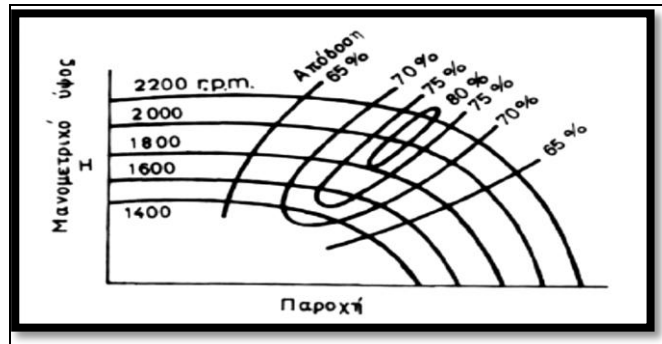
Εικόνα 12.4: Καμπύλες στροφαλοκίνητης αντλία.

για μονοκύλινδρη στροφαλοκίνητη αντλία διπλής ενέργειας να έχει τη μορφή της Εικόνας 12.4(α). Από την άλλη, για δικύλινδρη στροφαλοκίνητη αντλία διπλής ενέργειας η καμπύλη παροχής είναι πλήρης γραμμή της Εικόνας 12.4(β) και για τρικύλινδρη η καμπύλη που παριστάνεται στην Εικόνα 12.4(γ). Τέλος, ο μεγαλύτερος αριθμός κυλίνδρων έχει ως αποτέλεσμα ακόμη ομαλότερη ροή της κατάθλιψης, ώστε να μη χρειάζεται τοποθέτηση αεροκώδωνα.

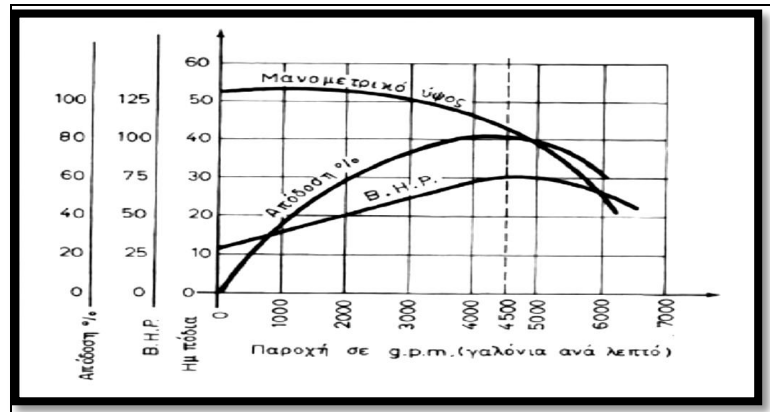
Τα διαγράμματα ροής αντλιών απλής ενέργειας καταστρώνονται με όμοιο τρόπο όπως παραπάνω, με τη διαφορά ότι μετά από κάθε διαδρομή ή εμβολισμό καταθλίψεως ακολουθεί και μία διαδρομή ή εμβολισμός χωρίς κατάθλιψη ή με μηδενική ροή, η οποία γραφικά συμπίπτει με τη βασική γραμμή των μετρήσεων.

iv) Καμπύλες φυγοκεντρικών αντλιών

Η Εικόνα 12.5(α) είναι διάγραμμα ύψους παροχής φυγοκεντρικής αντλίας για μεταβλητές ταχύτητες μεταξύ 1400-2200 στροφές το λεπτό. Η Εικόνα 12.5(β) παριστάνει καμπύλες μονοβάθμιας φυγοκεντρικής αντλίας της οποίας τα στοιχεία μέγιστης ικανότητας αναγράφονται αριστερά των καμπυλών και αφορούν ταχύτητα περιστροφής 875 r.p.m. Έτσι από το διάγραμμα βλέπουμε ότι για 875 r.p.m και 4500 g.p.m το μανομετρικό ύψος της αντλίας είναι $H_m = 43$ πόδια, η ισχύς $B.H.P = 75$ HP και η απόδοσή της 82%.



Εικόνα 12.5(α): Διάγραμμα φυγόκεντρικής αντλίας



Εικόνα 12.5(β): Μονοβάθμια φυγόκεντρη αντλία

Τέλος στο **Παράρτημα Ι** παρουσιάζονται χαρακτηριστικές καμπύλες των βασικών αντλιών που χρησιμοποιούνται στα πλοία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13

Η Εγκατάσταση των Αντλιών

Η εγκατάσταση των αντλιών πρέπει να γίνεται κατά κανόνα όσο το δυνατό πλησιέστερα στη πηγή του υγρού, δηλαδή να μη υπάρχει μεγάλη απόσταση μεταξύ αντλίας και υγρού, όπως επίσης και σε σημείο εύκολα προσβάσιμο προκειμένου γίνονται επιθεωρήσεις και επισκευές. Η διάταξη των σωληνώσεων πρέπει να είναι όσο το δυνατόν απλούστερη και με τον ελάχιστο δυνατό αριθμό καμπυλών και οργάνων παρακολούθησης και ελέγχου.

Σε συνηθισμένες εγκαταστάσεις αντλιών συνιστάται το ύψος της αναρροφήσεως να μην υπερβαίνει τα 5 μέτρα. Η βάση των αντλιών πρέπει να είναι ισχυρή, ώστε να αντέχει τους κραδασμούς και τις άλλες δυνάμεις που αναπτύσσονται κατά την λειτουργία. Ένα άλλο σημείο όπου πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή κατά την εγκατάσταση των αντλιών είναι η ευθυγράμμιση μεταξύ του κινητήρα και της αντλίας. Σε μικρά συγκροτήματα η ευθυγράμμιση γίνεται στο εργοστάσιο της κατασκευής, όταν και τα δύο συνδεδεμένα μηχανήματα φέρονται επάνω σε κοινή χαλύβδινη βάση. Πάντως και μετά την εγκατάσταση πρέπει να ελέγχεται η ευθυγράμμιση επί τόπου. Από τη άλλη στα μεγάλα συγκροτήματα που κατασκευάζονται χωριστά και συνδέονται μεταξύ τους στο πλοίο, ο έλεγχος ευθυγραμμίσεως γίνεται πάνω στο πλοίο.

Όσον αφορά τους Νηογνώμονες, όπως για παράδειγμα οι Lloyd's Register, των κυριότερων ναυτικών κρατών, στους κωδικοποιημένους κανονισμούς τους περιλαμβάνουν διατάξεις για τις αντλίες και γενικότερα για τις αντλητικές εγκαταστάσεις των πλοίων. Οι διατάξεις αυτές, αναφερόμενες για παράδειγμα στην εξάντληση των δεξαμενών κλπ,

αποτελούν τις ελάχιστες απαιτήσεις του Νηογνώμονα, με τις οποίες ικανοποιούνται οι προϋποθέσεις ασφάλειας του πλοίου. Βάσει αυτών εκδίδεται το πιστοποιητικό ταξινόμησης του πλοίου στην ανώτερη κλάση του Νηογνώμονα, στον οποίο έχει εγγραφεί.

Οι κανονισμοί αυτοί αφορούν προφανώς τους κατασκευαστές πλοίων, οι οποίοι πρέπει να συμμορφώνονται προς τις απαιτήσεις και τους περιορισμούς που θέτουν οι Νηογνώμονες, οι αρχιμηχανικοί των Εταιρειών κατά την σύνταξη των προδιαγραφών και οι μηχανικοί που επιβλέπουν την κατασκευή ή μετασκευή ή γενική επισκευή πλοίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14

Διαδικασία εκκίνησης αντλιών φορτίου στα Δεξαμενόπλοια

1. Κεντρόφυγες Αντλίες (Centrifugal Pumps)

➤ Έλεγχος Λειτουργίας

Όταν μια κεντρόφυγη αντλία θα χρησιμοποιηθεί για πρώτη φορά στο πλοίο, είτε επειδή είναι καινούργια και δεν έχει λειτουργήσει ακόμα είτε επειδή έγινε λεπτομερής συντήρησή της, θα πρέπει αρχικά να εκτελεστούν τα εξής βήματα: α) Καθαρισμός της αντλίας από σκόνες και σκουπίδια, β) Λίπανση των μηχανικών μερών της, γ) Έλεγχος της ορθής λειτουργίας (αν γυρνάει) του άξονα περιστροφής της και δ) Επιβεβαίωση ότι η τουρμπίνα είναι έτοιμη να λειτουργήσει.

➤ Εκκίνηση της αντλίας

Κατά την εκκίνηση μια κεντρόφυγης αντλίας το επιστόμιο της κατάθλιψης πρέπει να είναι υποχρεωτικά κλειστό και το επιστόμιο της αναρρόφησης ανοικτό, έτσι ώστε να γεμίσει η αντλία με φορτίο και να αποφευχθούν να προκληθούν σοβαρά προβλήματα σε αυτή. Αφού λοιπόν βεβαιωθούμε ότι η κατάθλιψη είναι κλειστή και η αναρρόφηση ανοικτή, ξεκινάμε την αντλία σιγά – σιγά αν η κινητήρια δύναμή της είναι ατμός και κατευθείαν αν είναι ηλεκτρισμός. Μόλις η πίεση στην κατάθλιψη αυξηθεί ικανοποιητικά, τότε ανοίγουμε το επιστόμιο της κατάθλιψης σιγά-σιγά μέχρι να φθάσει να είναι ολότελα ανοικτό.

➤ Σταμάτημα της αντλίας

Κατά το σταμάτημα μια κεντρόφυγης αντλίας, αρχικά κλείνουμε σιγά-σιγά το επιστόμιο της κατάθλιψης και μόλις κλείσει ολότελα, σταματάμε την αντλία. Αν για κάποιο λόγο σταματήσουμε την αντλία με ανοικτό το επιστόμιο της κατάθλιψης, τότε υπάρχει κίνδυνος να προκαλέσουμε σοβαρές ζημιές σε αυτήν.

2. Παλινδρομικές Αντλίες (Reciprocating Pumps)

➤ Προετοιμασία πριν την εκκίνηση της αντλίας

Πριν την εκκίνηση της αντλίας πρέπει να πραγματοποιείται έλεγχος ότι όλες τις βίδες και τα μπουλόνια τα έχουμε σφίξει αρκετά έτσι ώστε να μην υπάρξει καμία διαρροή. Επίσης πρέπει να ελέγχουμε την κατάσταση των σαλαμάστρων όπως και για το αν τα έμβολα έχουν επαρκή ποσότητα λιπαντικού (γράσο) προκειμένου να μπορούν να παλινδρομούν εύκολα.

➤ **Εκκίνηση της αντλίας**

Κατά την εκκίνηση της αντλίας τα επιστόμια αναρρόφησης και κατάθλιψης πρέπει να είναι ανοικτά. Επίσης ανοίγουμε το επιστόμιο του ατμού έτσι ώστε να θερμανθεί ο ατμός και να μπορέσουν να ξεκινήσουν να παλινδρομούν τα έμβολα της αντλίας. Αφού θερμανθεί σε ικανοποιητικό βαθμό, ξεκινάμε την αντλία σιγά-σιγά μέχρι το όριο των στροφών που μας επιτρέπει ο κατασκευαστής προκειμένου να μπορέσουμε να αντλήσουμε όλο το εναπομένον φορτίο. Βέβαια είναι κατανοητό ότι δεν πρέπει να αυξήσουμε την ταχύτητα παραπάνω από το όριο διότι μπορεί να προκληθούν τεράστιες ζημιές σε όλο το αντλητικό σύστημα. Ακόμα πρέπει να έχουμε υπόψη ότι μερικές φορές η αντλία μπορεί να αναρροφά μαζί με το φορτίο και αέρια ή μόνο αέρια, με αποτέλεσμα η ταχύτητά της να αυξάνεται απότομα. Για αυτό πρέπει να την παρακολουθούμε συνεχώς και να μειώνουμε την ταχύτητα ανάλογα.

➤ **Σταμάτημα της αντλίας**

Αρχικά κλείνουμε το επιστόμιο του ατμού και στη συνέχεια ανοίγουμε τα επιστόμια αποστράγγισης. Μετέπειτα και αφού σταματήσει η αντλία κλείνουμε τα επιστόμια της αναρρόφησης και της κατάθλιψης.

3. Περιστροφικές Αντλίες (Rotary Pumps)

Για τις περιστροφικές αντλίες ισχύουν τα ίδια που αναγράφονται παραπάνω για τις παλινδρομικές, με τη διαφορά ότι δεν πραγματοποιείται παλινδρομική κίνηση αλλά περιστροφική.

Επίλογος

Σε κάθε επιστημονικό κλάδο, όπως για παράδειγμα στη μηχανολογία των αντλιών, η καλύτερη και γρηγορότερη λύση του σήμερα συνήθως προσδίδει ένα καλύτερο αύριο. Καθώς η τεχνολογία αναπτύσσεται με ταχείς ρυθμούς, νέα ευρήματα προστίθενται στις γνώσεις μας με αποτέλεσμα τα παλιά προβλήματα να αναθεωρούνται ή να επιλύονται ή ακόμα και να μπορούμε να λύσουμε μελλοντικά προβλήματα.

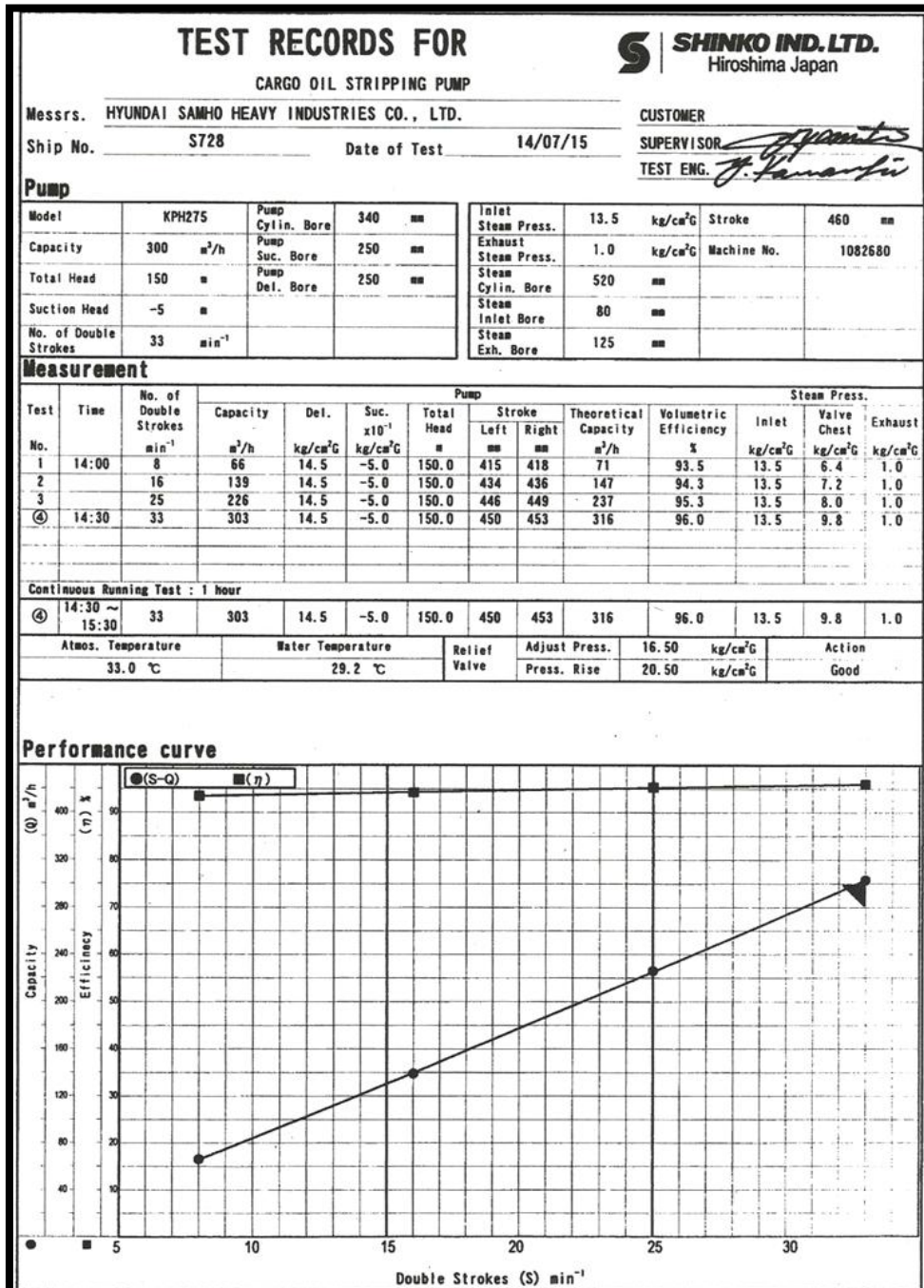
Οι αντλίες είναι από τα πιο διαδεδομένα μηχανήματα στον κόσμο, αφού η ανακάλυψή τους και η εξέλιξή τους έδωσε λύσεις σε πολλά προβλήματα. Το πεδίο εφαρμογής τους επεκτάθηκε πολύ γρήγορα και μέχρι και σήμερα συνεχώς διευρύνεται. Ωστόσο οι νέες εφαρμογές αρκετά συχνά προκαλούν νέα προβλήματα, ιδιαίτερα όσον αφορά την απόδοση μιας αντλίας. Για το λόγο αυτό πρέπει να μελετούνται εξονυχιστικά οι διάφοροι παράγοντες που μπορούν να επηρεάζουν την απόδοση των αντλιών.

Έτσι με την μελέτη και την έρευνα, η γνώση και η κατανόηση της απόδοσης των αντλιών θα γίνει καλύτερη με αποτέλεσμα οι χρήστες να μπορούν να επιλέγουν εύκολα τον κατάλληλο τύπο αντλίας ανάλογα με τις απαιτήσεις τους.

Παράρτημα Ι

1. Καμπύλη Παλινδρομικής Αντλίας

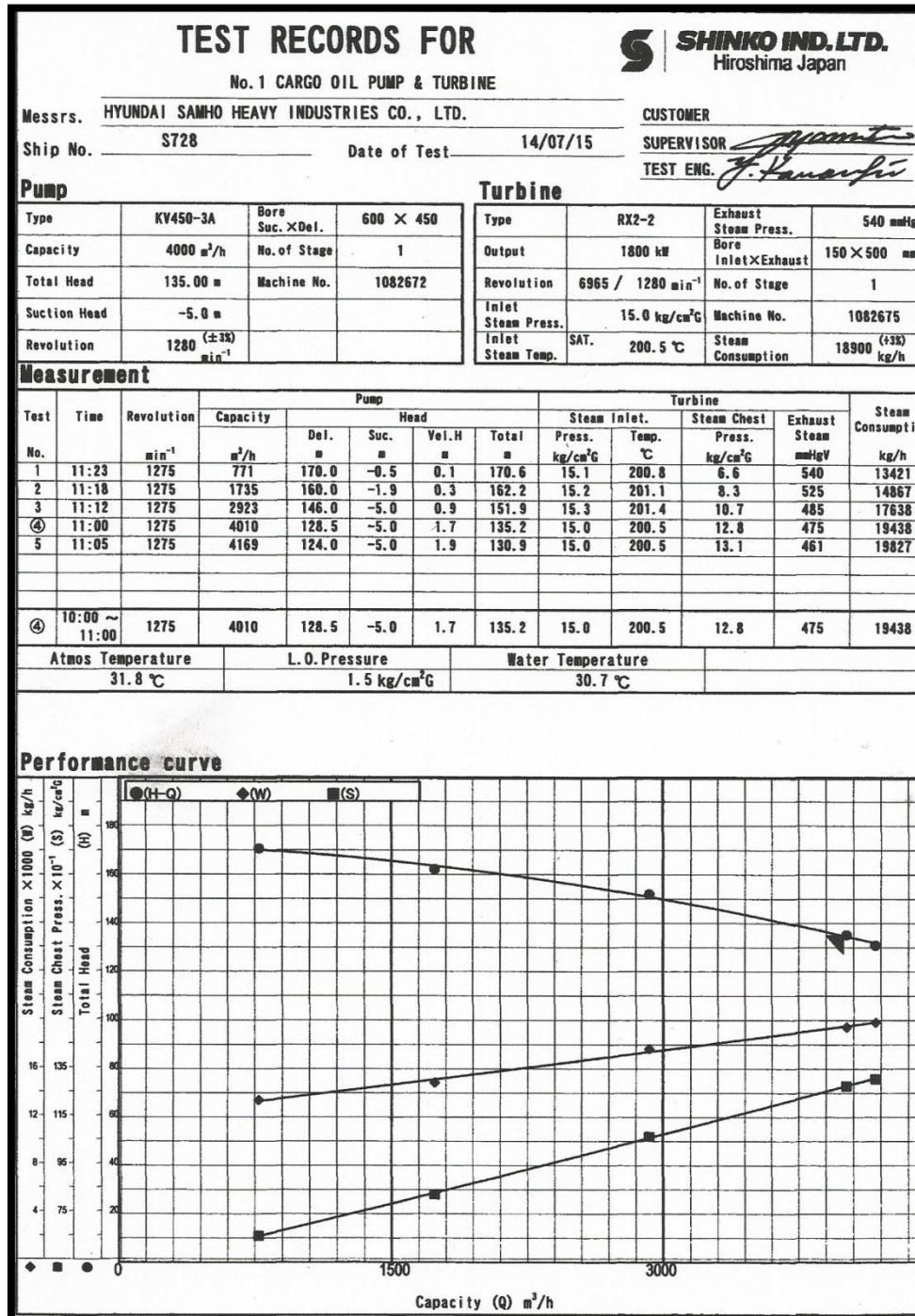
Στην Εικόνα Ι, που παρατίθεται παρακάτω παριστάνεται η καμπύλη μιας παλινδρομικής αντλίας καθώς και όλες οι πληροφορίες καταμετρήσεως της απόδοσης.



Εικόνα Ι

2. Καμπύλη Κεντρόφυγης Αντλίας Πετρελαίου

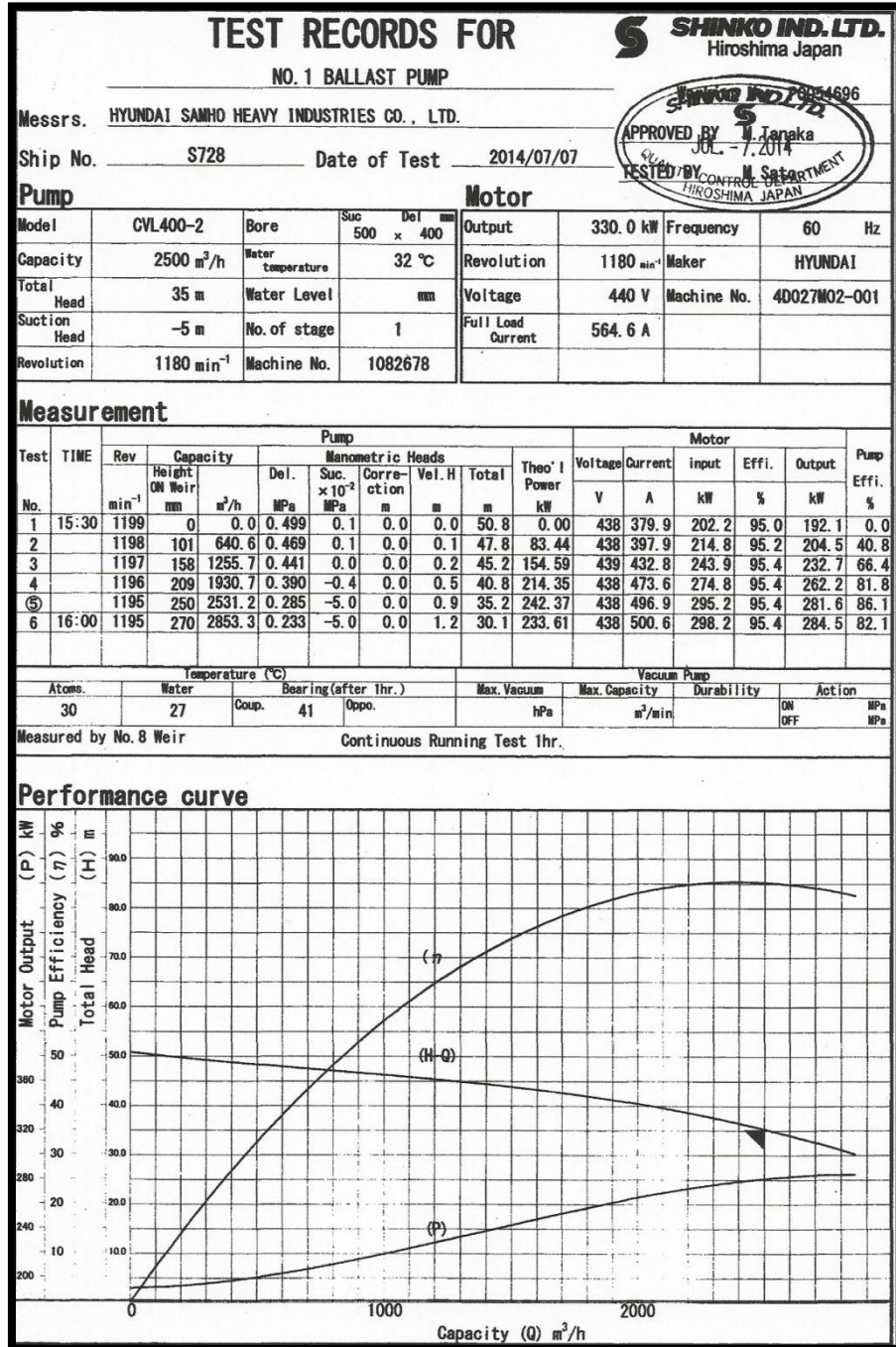
Στην Εικόνα II παρατίθεται η καμπύλη κεντρόφυγης αντλίας πετρελαίου με τουρμπίνα καθώς και οι μετρήσεις της απόδοσής της.



Εικόνα II

3. Καμπύλη Κεντρόφυγης Αντλίας Έρματος

Στην Εικόνα III παρατίθεται η καμπύλη κεντρόφυγης ηλεκτρικής αντλίας έρματος καθώς και οι μετρήσεις της απόδοσής της.



Εικόνα III

Βιβλιογραφία

Κείμενο

- Βοηθητικά μηχανήματα πλοίων Γεωργίου Φ. Δανιήλ (Υποναυάρχου Μηχ.), Εκδόσεις Ιδρύματος Ευγενίδου, Έτος έκδοσης 2006.
- Αντλίες του Κωνσταντίνου Β. Ακριτίδη (Καθηγητή Αριστοτελείου Πανεπιστήμιου Θεσσαλονίκης), Έτος έκδοσης 1995.
- << Σύγχρονη πρακτική εργασία στα δεξαμενόπλοια >>, Ι.Κ. Φανέλλη (Πλοιάρχου Ε.Ν – Καθηγητή Κ.Ε.Σ.Ε.Ν.), Εκδόσεις Ναυτικών και τεχνικών βιβλίων Εμμανουήλ Ν. Σταυριδάκι.
- Από εγχειρίδια πλοίων.
- Από την ηλεκτρονική διεύθυνση www.shinkohir.co.jp

Εικόνες

- Από την ηλεκτρονική διεύθυνση www.shinkohir.co.jp
- Από την ηλεκτρονική διεύθυνση www.google.com αναγράφοντας κάθε φορά τον τύπο αντλίας.
- << Σύγχρονη πρακτική εργασία στα δεξαμενόπλοια >>, Ι.Κ. Φανέλλη (Πλοιάρχου Ε.Ν – Καθηγητή Κ.Ε.Σ.Ε.Ν.), Εκδόσεις Ναυτικών και τεχνικών βιβλίων Εμμανουήλ Ν. Σταυριδάκι.
- Από εγχειρίδια του πλοίου για τις εικόνες που χρησιμοποιήθηκαν στο Παράρτημα Ι.
- Βοηθητικά μηχανήματα πλοίων Γεωργίου Φ. Δανιήλ (Υποναυάρχου Μηχ.), Εκδόσεις Ιδρύματος Ευγενίδου, Έτος έκδοσης 2006.