

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : CARGO OIL PUMPS ΣΕ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΑ
[ΑΤΜΟ, ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ]**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΚΟΛΕΣΝΙΚΩΒ ΑΝΑΤΟΛΙ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΣΑΑΝΤ ΦΑΝΤΙ

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

2013

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : CARGO OIL PUMPS ΣΕ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΑ
[ΑΤΜΟ, ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ]**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΚΟΛΕΣΝΙΚΩΒ ΑΝΑΤΟΛΙ
ΑΜ : 4436**

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το ακατέργαστο ή αργό πετρέλαιο είναι γνωστό και έχει χρησιμοποιηθεί από τα μεσαιωνικά χρόνια στην Ευρώπη, την Ανατολή και την Αμερική. Από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα παρουσιάστηκε αύξηση στη ζήτηση των προϊόντων πετρελαίου γεγονός που ενέτεινε την αύξηση και των θαλάσσιων μεταφορών.

Όπως γνωρίζουμε οι αντλίες αποτελούν μηχανές οι οποίες χρησιμοποιούνται για να μετακινούν υγρά. Όταν λειτουργεί μια αντλία προσθέτει ενέργεια στο ρευστό μετατρέποντας την μηχανική ενέργεια του κινητήρα σε μηχανική και κινητική ενέργεια του ρευστού. Αυτές τις ιδιότητες των αντλιών εκμεταλλεύονται και τα δεξαμενόπλοια για τη μεταφορά φορτίων.

Γενικά η χρήση των αντλιών είναι ευρύτατη και συγκεκριμένα στα πλοία χρησιμοποιούνται για την τροφοδοσία των ατμολεβητών με νερό ή των πετρελαιομηχανών με καύσιμο.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η παρουσίαση των αντλιών που χρησιμοποιούνται στα δεξαμενόπλοια για τη μεταφορά φορτίων πετρελαίου.

ABSTRACT

The raw or crude oil is known and has been used since medieval times in Europe, the East and America. From the early 20th century there was an increase in demand for petroleum products which intensified the increasing of shipping.

As it is already known, pumps are machines which are used to move liquids. When a pump is operating it adds energy to the fluid by converting the mechanical energy of the engine to the mechanical and kinetic energy of the fluid. These properties of pumps are exploited by tankers for transporting cargo.

Generally the use of pumps is very broad and is specifically used in vessels for the supply steam boilers with water or diesel machines with fuel.

The purpose of this study is the presentation of the pumps that are used on tankers for transporting oil cargoes.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Οι αντλίες χρησιμοποιούνται για την μετακίνηση των υγρών και η μετακίνηση αυτή πραγματοποιείται με μεταφορά ενέργειας στο υγρό, η οποία προσδίνεται στην αντλία από τον κινητήρα. Η μετάδοση ενέργειας στα υγρά μέσω της αντλίας στοχεύει στην ανύψωσή τους από μια στάθμη σε μια άλλη που έχει μεγαλύτερο ύψος.

Είναι γνωστό ότι τα πετρελαιοφόρα διαχειρίζονται τις μεγάλες ποσότητες υγρού φορτίου μέσα από ένα σύστημα άντλησης. Αυτό το σύστημα επιτρέπει να υπάρχει πρόσβαση σε όλα τα σημεία των δεξαμενών και αποτελεί ένα πολύπλοκο σύστημα που συνδέει σταυρωτά τις αντλίες. Είναι πολύ σημαντικό σε αυτά τα δεξαμενόπλοια να υπάρχει απομόνωση των διαφορετικών φορτίων, έτσι ώστε να αποφεύγονται τα προβλήματα κατά την διάρκεια της φορτοεκφόρτωσης.

Στην παρούσα εργασία γίνεται μια προσπάθεια να παρουσιαστούν οι αντλίες που χρησιμοποιούνται στα δεξαμενόπλοια που μεταφέρουν φορτία αργού πετρελαίου και του συστήματος του αντλιοστασίου που συναντάμε στα συγκεκριμένα δεξαμενόπλοια.

Στο πρώτο κεφάλαιο δίνονται γενικά στοιχεία για τα δεξαμενόπλοια, καθώς και περιγραφή των δεξαμενών (tanks) και του αντλιοστασίου τους.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι αντλίες που χρησιμοποιούνται στα δεξαμενόπλοια μεταφοράς αργού πετρελαίου. Αρχικά, παρατίθενται γενικά στοιχεία για τις αντλίες, όπως η κατάταξή τους και τα χαρακτηριστικά τους. Έπειτα, γίνεται αναφορά στις αντλίες και τα συστήματα σωληνώσεών τους. Τέλος, δίνεται και ένα σχέδιο του δικτύου ατμοκίνητης αντλίας φορτίου.

Τέλος, στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται οι υδραυλικές αντλίες, οι οποίες χρησιμοποιούνται σήμερα σε μεγάλο ποσοστό στη μεταφορά αργού πετρελαίου με δεξαμενόπλοια.

Κεφάλαιο 1: ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΑ

1.1 Γενικά στοιχεία για τα Δεξαμενόπλοια

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

Το Δεξαμενόπλοιο (Tanker) είναι ένα πλοίο σχεδιασμένο να μεταφέρει υγρά φορτία χύδην (χύμα). Τα δεξαμενόπλοια αυτά ποικίλλουν σε μέγεθος. Ξεκινούν από μερικές εκατοντάδες τόνους, τα οποία εξυπηρετούν μικρά λιμάνια, ως βοηθητικά λιμένας ή ναυστάθμους και φτάνουν μέχρι μερικές εκατοντάδες χιλιάδες τόνους, τα οποία χρησιμοποιούνται για μεταφορές μεγάλων ποσοτήτων σε μεγάλες αποστάσεις.^[1]



Εικόνα 1: Το τεράστιο δεξαμενόπλοιο AbQaiq.

Με δεξαμενόπλοια μεταφέρεται μεγάλη ποικιλία υγρών φορτίων, όπως:

- ✚ προϊόντα υδρογονανθράκων, π.χ. ακατέργαστο πετρέλαιο, βενζίνες, πετρέλαια καύσης, λιπαντικά έλαια, κριεζώτον, φυτικά έλαια, ψαρέλαια και μελάσες, όπου στη προκειμένη περίπτωση τα δεξαμενόπλοια χαρακτηρίζονται γενικά πετρελαιοφόρα, ή

υγροποιημένο φυσικό αέριο όπου τότε χαρακτηρίζονται υγραεριοφόρα.

- ✚ χημικά, όπως αμμωνία, χλώριο και
- ✚ νερό, όπου στη περίπτωση αυτή τα δεξαμενόπλοια ονομάζονται υδροφόρα.

Η μεταφορά μεγάλων ποσοτήτων πετρελαίου από τη θάλασσα μπορεί να χρονολογηθεί στα τέλη του 19^{ου} και αρχές του 20^{ου} αιώνα, όταν ο κόσμος ήταν στη μέση της βιομηχανικής επανάστασης. Πριν από τον Πρώτο Παγκόσμιο Πόλεμο, η βιομηχανία των πετρελαιοφόρων κυριαρχείται από εταιρείες πετρελαίου, οι οποίες κατασκεύασαν δεξαμενόπλοια για να μεταφέρουν το πετρέλαιό τους. Το πρώτο ειδικά κατασκευασμένα δεξαμενόπλοιο ήταν το Glucklauf, που κατασκευάστηκε στο Newcastle και ήταν σε θέση να μεταφέρει μέχρι και 3000 τόνους κηροζίνης σε 16 δεξαμενές τοποθετημένες σε δύο στήλες.

Αργότερα εμφανίστηκαν εταιρείες ως ανεξάρτητοι ιδιοκτήτες δεξαμενόπλοιων, οι οποίες δεν είχαν πετρέλαιο από μόνες τους για μεταφορά, αλλά παρείχαν τη μεταφορά σαν υπηρεσία σε εταιρείες παραγωγής πετρελαίου. Με το ξέσπασμα του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου, οι ανεξάρτητοι ιδιοκτήτες πλοίων ελέγχουν το 39% του στόλου των δεξαμενόπλοιων.

Μετά τον Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο η βιομηχανία των δεξαμενόπλοιων είχε επηρεαστεί σε μεγάλο βαθμό λόγω της μετατόπισης της εξουσίας σε ανεξάρτητους ιδιοκτήτες δεξαμενόπλοιων εξαιτίας του αποδεδειγμένου των στόλων των εταιρειών πετρελαίου. Αμέσως μετά τον πόλεμο, δημιουργήθηκε μια μεγάλη υπερπροσφορά, η οποία ήταν μια τέλεια ευκαιρία για τους Έλληνες της Χρυσής αυτής εποχής όπως ο Αριστοτέλης Ωνάσης, ο Σταύρος Νιάρχος και ο Σταύρος Λιβανός, οι οποίοι ήταν σε θέση να αποκτήσουν ένα μεγάλο αριθμό πλοίων. Το Σχέδιο Μάρσαλ με στόχο την ανοικοδόμηση της Ευρώπης, δημιούργησε την ανάγκη για πετρέλαιο προερχόμενο κυρίως από το Τέξας και τη Βενεζουέλα. Οι τιμές των δεξαμενόπλοιων τριπλασιάστηκαν και οι ανεξάρτητοι ιδιοκτήτες δεξαμενόπλοιων ήταν εκείνοι που κυριάρχησαν σε αυτό τον συνεχή ανταγωνισμό για την εξυπηρέτηση της ανάγκης για τη μεταφορά πετρελαίου. Σε δέκα χρόνια το μέγεθος των δεξαμενόπλοιων αυξήθηκε κατά δέκα φορές.^[1]

Τα δεξαμενόπλοια που άρχισαν να ναυπηγούνται στην αρχή διακρίνονταν σε **παράκτια** και σε **ωκεάνια**, τα πρώτα ήταν μέχρι 2000 τόνων, ενώ τα δεύτερα έφθαναν τους 15.000 τόνους. Μετά όμως τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο εμφανίσθηκαν μεγαλύτερα δεξαμενόπλοια τα λεγόμενα «**σούπερ τάνκερς**» που ήταν από 20.000 μέχρι 30.000 gross tonnage. Στη συνέχεια, και ειδικά στη δεκαπενταετία 1955-1970, ακολούθησε ένας ξέφρενος γιγαντισμός πλοίων με συνέπεια να ναυπηγούνται πλοία άνω των 150.000 τόνων, τα λεγόμενα «**μαμούθ τάνκερς**». Χαρακτηριστικό υπήρξε το ιαπωνικό Δεξαμενόπλοιο «Tokyo Maru» που έφθανε τους 200.000 τόνους, χαρακτηριζόμενο ως «ο Κολοσσός των Ωκεανών».

Για την κατηγοριοποίηση των δεξαμενόπλοιων κατά μέγεθος η εταιρεία πετρελαιοειδών Shell ανέπτυξε το 1954 το **σύστημα afra** (average freight rate assessment):

Κατηγορία	Τόνοι ξηρού φορτίου
General Purpose (GP)	10.000-24.999 dwt
Medium Range (MR)	25.000-44.999 dwt
Large Range 1 (LR-1)	45.000-79.999 dwt
Large Range 2 (LR-2)	80.000-159.999 dwt
Very Large Crude Carrier* (VLCC)	160.000-319.999 dwt
Ultra Large Crude Carrier** (ULCC)	320.000-549.999 dwt

* "Πολύ Μεγάλο Δεξαμενόπλοιο Αργού", γνωστά και ως «Βέλσι Τάνκερς» εκ των αρχικών του τύπου.

** "Ιδιαίτερα Μεγάλο Δεξαμενόπλοιο Αργού", γνωστά και ως «Ούλσι Τάνκερς» εκ των αρχικών του τύπου. ^[2]

Η παραπάνω κλίμακα, παρότι η μοναδική που καθορίζει αυστηρά τα όρια των κατηγοριών, δεν χρησιμοποιείται πάντα, καθώς οι αλλαγές στις συνθήκες του χώρου την καθιστούν ξεπερασμένη.

Μια άτυπη κατάταξη που χρησιμοποιείται, χωρίς τα όρια της κάθε κατηγορίας να είναι αυστηρά καθορισμένα, είναι η ακόλουθη:

Κατηγορία	Τόνοι ξηρού φορτίου
Product Tanker	10.000-60.000 dwt
Panamax	60.000-80.000 dwt
Aframax	80.000-120.000 dwt
Suezmax	120.000-200.000 dwt
VLCC	200.000-315.000 dwt
ULCC	315.000-550.000 dwt



Εικόνα 2: Product Carrier, 40.000 DWT - Πλοίο Μεταφοράς Προϊόντων Πετρελαίου.

Το μέγεθος ενός σύγχρονου δεξαμενόπλοιου μπορεί να ποικίλει από λιγότερο από 5000 και περισσότερο από 350.000 τόνους DWT. Οι πιο κοινές κατηγορίες είναι οι ακόλουθες:

- ✚ Δεξαμενόπλοια Handymax: Έχουν χωρητικότητα νεκρού βάρους κάτω των 50000 τόνων και χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά διαφόρων προϊόντων.

- ✚ Δεξαμενόπλοια Panamax: Χαρακτηρίζονται ως τα μεγαλύτερα πλοία που μπορούν να διέρχονται από τη διώρυγα του Παναμά. Το νεκρό βάρος αυτών των πλοίων κυμαίνεται από 50000 - 75000 τόνους. Ένα τυπικό 60000 DWT Panamax πλοίο έχει τις ακόλουθες βασικές διαστάσεις: $L = 228.6\text{m}$, $B = 32.2\text{m}$, $T = 12,6$, Βάρος Lightship 11000 τόνους, $L / B = 7$, $B / T = 2,55$.
- ✚ Δεξαμενόπλοια Aframax: Κυμαίνονται από 80000 έως 120000 μετρικούς τόνους νεκρού βάρους (DWT) και έχουν πλάτος μεγαλύτερο από 32,31 m. Τα δεξαμενόπλοια Aframax χρησιμοποιούνται ευρέως στις λεκάνες της Μαύρης Θάλασσας, στη Βόρεια Θάλασσα, την Καραϊβική Θάλασσα, τη Θάλασσα της Κίνας και της Μεσογείου. Ένα τυπικό 100000 DWT Aframax πλοίο έχει τις ακόλουθες διαστάσεις: $L = 253\text{m}$, $B = 44,2$, $T = 11,6$, LS = 14850 τόνους, $L / B = 6$, $B / T = 3,8$.
- ✚ Δεξαμενόπλοια Suezmax: Είναι τα μεγαλύτερα πλοία που μπορούν να διέρχονται από τη Διώρυγα του Σουέζ πλήρως φορτωμένα και κυμαίνονται από 120000 έως 200000 τόνους DWT, ή 1 εκατ. βαρέλια πετρελαίου. Ένα τυπικό 150000 DWT Suezmax έχει τις ακόλουθες διαστάσεις: $L = 274\text{m}$, $B = 50$, $T = 14,5$ εκατ., LS = τόνους 20000, $L / B = 5,5$, $B / T = 3,4$.
- ✚ Very Large Carriers (VLCC): Δεν έχουν περιορισμούς πλοήγησης, δεδομένου ότι δεν είναι σε θέση να περάσουν μέσα από πολλά κανάλια και λιμάνια. Κυμαίνονται από 200000 έως 350000 DWT, με ένα τυπικό 300000 DWT VLCC έχουν τις ακόλουθες διαστάσεις: $L = 335\text{m}$, $B = 57\text{m}$, $T = 21\text{m}$, LS = 35000 τόνους, $L / B = 5.87$, $B / T = 2,7$.
- ✚ Ultra Large μεταφορείς αργού (ULCC): Έχουν σχεδόν εξαφανιστεί, καθώς υπάρχουν μόνο 4 ενεργοί και έχουν νεκρό βάρος μεγαλύτερο από 380000 τόνους.^[2]

1.2 Δεξαμενή πλοίου (tank)

Γενικά όταν λέμε «Δεξαμενή» εννοούμε ένα στεγανό χώρο μέσα στον οποίο μπορεί να αποθηκευτεί ένα οποιοδήποτε υγρό. Στο πλοίο υπάρχουν αρκετές τέτοιες δεξαμενές, για διάφορες χρήσεις, όπως για την αποθήκευση και φύλαξη πετρελαίων, λαδιών, πόσιμου νερού κτλ.

Ειδικά μάλιστα για τα Δεξαμενόπλοια (πετρελαιοφόρα, χημικά, υδροφόρα κτλ.) ακόμα και τα αμπάρια όπου φορτώνονται τα φορτία τους ονομάζονται «Δεξαμενές».

Τα υγρά κατευθύνονται, προς και από τις δεξαμενές, μέσα από ένα δίκτυο σωληνώσεων και με τη βοήθεια ειδικών αντλιών που υπάρχουν στο πλοίο γι' αυτό το σκοπό. Γενικά, όλες οι δεξαμενές των πλοίων διαθέτουν και «εκτονωτικά» ανοίγματα (εξαεριστικά όπως λέγονται) για να βγαίνει προς τα έξω ο αέρας, όταν αυτές γεμίζονται με το υγρό, καθώς επίσης και η υπερχειλίση του υγρού. Όλα τα εξαεριστικά καταλήγουν πάνω στο κατάστρωμα για να μπορεί να ελέγχεται η συγκεκριμένη λειτουργία τους.^[1]

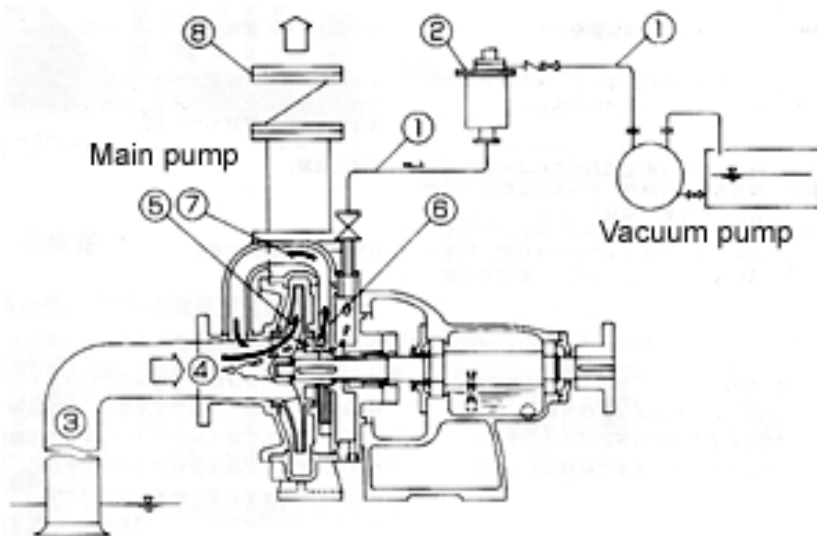
1.3 Αντλιοστάσιο (Pump Room)

Σήμερα, ο όρος αυτός ανταποκρίνεται μάλλον αποκλειστικά σε Δεξαμενόπλοια και αφορά έναν ιδιαίτερο χώρο μέσα στον οποίο βρίσκονται οι αντλίες που χρησιμοποιούνται για τη μετακίνηση (κυρίως την εκφόρτωση) του φορτίου. Το αντλιοστάσιο αυτών των πλοίων, συνήθως, βρίσκεται στη μέση του πλοίου ή ακόμα και πρύμα από τα τελευταία αμπάρια του.

Ο χειρισμός του φορτίου σε ένα σύγχρονο δεξαμενόπλοιο γίνεται από τις αντλίες φορτίου. Υπάρχουν δύο διαφορετικές τεχνολογίες, η πρώτη αφορά το συμβατικό σύστημα που χρησιμοποιεί συνήθως τρεις αντλίες μεγάλης χωρητικότητας, κινούμενες με ατμό, ενώ στη δεύτερη κάθε δεξαμενή έχει μια βυθισμένη αντλία που οδηγείται από υδραυλικά υψηλής πίεσης. Στην περίπτωση αυτή το αντλιοστάσιο εξαλείφεται, ενώ η υδραυλική πίεση παράγεται από «πακέτα Power», τα οποία αποτελούνται από μικρούς ηλεκτρικούς κινητήρες και μικρούς κινητήρες ντίζελ.

Τα αντλιοστάσια περιέχουν τις κύριες αντλίες φορτίου και τις βαλβίδες των σωληνώσεων και τα εξαρτήματά τους. Στα σύγχρονα δεξαμενόπλοια υπάρχει ένα αντλιοστάσιο, τις περισσότερες φορές μπροστά από το μηχανοστάσιο. Λόγω της πιθανότητας για διαρροή των πτητικών φορτίων και το σχηματισμό των εκρηκτικών συγκεντρώσεων ατμού, το αντλιοστάσιο αερίζεται και απομονώνεται από πηγές ανάφλεξης. Επίσης, οι ανεμιστήρες στο αντλιοστάσιο πρέπει να λειτουργούν συνεχώς κατά τη διάρκεια εργασιών μεταφοράς. Εάν το σύστημα εξαερισμού στο αντλιοστάσιο είναι εκτός λειτουργίας, θα πρέπει να υπάρχουν προσωρινά συστήματα εξαερισμού για να διατηρηθεί η ατμόσφαιρα στο αντλιοστάσιο ασφαλής.

Τα συστήματα φορτίου στα δεξαμενόπλοια περιλαμβάνουν διοχέτευση μέσω σωληνώσεων, ελεύθερης ροής ή συνδυασμούς και των δύο. Συστήματα διοχέτευσης μέσω σωληνώσεων συναντώνται πιο συχνά. Τα συστήματα αυτά αποτελούνται από μεγάλες, 10 έως 36 ιντσών διαμέτρου, κύριες σωληνώσεις με μικρότερες διακλαδώσεις σε ανεξάρτητες δεξαμενές.^[1]



Εικόνα 3: Δομή αντλίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΝΤΛΙΕΣ

2.1 Γενικά στοιχεία

Αντλίες ονομάζονται τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για την άντληση υγρών. Ονομάζονται και εργομηχανές επειδή μετατρέπουν το μηχανικό έργο σε κινητική ενέργεια.

Σύμφωνα με το νόμο της υδροδυναμικής / Bernoulli έχουμε:

$$\rho_{\varepsilon} + (\gamma \times v^2 / 2 \times g) + (\gamma \times h) = c t$$

όπου:

ρ_{ε} : πίεση

γ : ειδικό βάρος του υγρού

v : ταχύτητα

g : επιτάχυνση της βαρύτητας (9,81 m/sec²)

h : ύψος στήλης

Από την παραπάνω σχέση μπορούμε να συμπεράνουμε ότι: σε μια φλέβα υγρού το άθροισμα της πίεσης που ασκεί το υγρό, της κινητικής ενέργειας ($\gamma \times v^2 / 2 \times g$) και της δυναμικής του ενέργειας ($\gamma \times h$), παραμένει σταθερό σε όλο το μήκος της φλέβας του υγρού. Αυτό αποτελεί και το νόμο της υδροδυναμικής που δεν είναι άλλο από την εφαρμογή διατήρησης της ενέργειας από τα υγρά.

Ένα συμπέρασμα με άμεση εφαρμογή στα συστήματα άντλησης και σωληνώσεων είναι ότι με την αύξηση της ταχύτητας έχουμε μείωση της πίεσης, ενώ με μείωση της ταχύτητας έχουμε αύξηση της πίεσης. Για παράδειγμα, κατά τη διάρκεια άντλησης με σταθερή μεγάλη ροή μέσα από σωληνώσεις κλείνουμε κανονικά και γρήγορα με ένα επιστόμιο. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την απότομη μείωση της ταχύτητας αλλά ταυτόχρονα την απότομη αύξηση της πίεσης (μεγάλη κρούση στο επιστόμιο και στην επιφάνεια του σωλήνα).^[2]

2.2 Κατάταξη αντλιών

Οι αντλίες διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με:

- ✚ την αρχή λειτουργίας τους:
 - δυναμικές (φυγοκεντρικές, ακτινικής ροής, μεικτής ροής)
 - θετικού εκτοπίσματος (παλινδρομικές, γρاناζωτές, κοχλιωτές κλπ.)
 - πνευματικές (πιεστικού θαλάμου κλπ.)
 - ανέλκυσης (τροχός ανύψωσης με κάδους)
 - εγχυτήρες (παροχικός εγχυτήρας, σίφουνας)

- ✚ με τον τρόπο εγκατάστασης:
 - κατακόρυφου άξονα
 - οριζόντιου άξονα
 - πλάγιου άξονα

- ✚ με τον τρόπο κίνησης (κινητήρας):
 - ηλεκτρικές
 - ατμοκίνητες
 - αεροκίνητες
 - ατμοστρόβιλου
 - αεροστρόβιλου
 - χειροκίνητες
 - ποδοκίνητες^[2]

2.3 Αναρρόφηση

Μια αντλία αναρροφά δημιουργώντας υποπίεση στο θάλαμό της και ανάλογα με την αρχή λειτουργίας της δημιουργεί στο θάλαμο της αναρρόφησης μια απόλυτη πίεση μικρότερη από εκείνη που εφαρμόζεται στην ελεύθερη επιφάνεια του υγρού το οποίο αντλεί και που συνήθως είναι η ατμοσφαιρική πίεση, η βαρομετρική ή μια επιπλέον πίεση που εφαρμόζουμε εμείς χρησιμοποιώντας κάποιο μέσο (πχ. αδρανές αέριο).

Από αυτό προκύπτει ότι μια αντλία θα μπορεί να αναρροφά από ύψος 10,33 μέτρα (μετρικό σύστημα $1 \text{ atm} = 10,33 \text{ mtr/wg}$, 1 τεχνητή ατμόσφαιρα = 10 mtr/wg). Αυτό όμως δεν είναι δυνατόν γιατί στην πράξη δεν μπορούμε να δημιουργήσουμε το απόλυτο κενό. Επίσης, υπάρχουν απώλειες στην αναρροφητικότητα μιας αντλίας για διάφορους λόγους όπως:

θερμοκρασία του αντλούμενου υγρού: λόγω της υποπίεσης που δημιουργείται στην αναρρόφηση διευκολύνεται η εξάτμιση του υγρού με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται το έργο της αντλίας. Αυτό έχει μεγάλη σημασία όταν χειριζόμαστε πετρελαιοειδή ή άλλα φορτία που στην θερμοκρασία άντλησης αναδύουν πολλά πτητικά αέρια.

ειδικό βάρος: όσο βαρύτερο είναι ένα υγρό τόσο δυσχεραίνεται η αναρρόφησή του μέσω της αντλίας.

ιξώδες: όσο πιο παχύρευστο είναι ένα υγρό τόσο πιο δύσκολα αντλείται λόγω απωλειών μέσα στις σωληνώσεις. Είναι οι λεγόμενες απώλειες λόγω του μήκους /μορφής και γενικότερα της εγκατάστασης των σωληνώσεων. Για παράδειγμα μια μη λεία εσωτερική επιφάνεια ή πολλές φλάντζες ή πολλές καμπές κλπ. δυσχεραίνουν την άντληση.

επιστόμια: η ύπαρξη πολλών επιστομιών δυσχεραίνει την άντληση.

στεγανότητα: όσο καλύτερη στεγανότητα έχουμε από το δίκτυο άντλησης, τόσο καλύτερη αναρροφητική ικανότητα έχουμε.^[2]

2.4 Κατάθλιψη

Μια αντλία μπορεί στη θεωρία να καταθλίβει σε απεριόριστο ύψος αλλά αυτό είναι αδύνατο στην πράξη. Οι αντλίες θετικού εκτοπίσματος είναι εκείνες που μπορούν να καταθλίβουν σε πολύ μεγάλα ύψη. Οι φυγόκεντρες αντλίες δεν είναι δυνατό να καταθλιβούν σε μεγαλύτερο ύψος από 10 atm κατά μέσο όρο.^[2]

2.5 Χαρακτηριστικά αντλιών

Τα βασικά χαρακτηριστικά που περιγράφουν μια αντλία είναι τα εξής: τα ύψη της, ο βαθμός απόδοσης και το έργο της παροχής της, η ισχύς που χρειάζεται για να κινηθεί.

Τα ύψη των αντλιών είναι τα εξής:

- ✚ **Στατικό ύψος αναρρόφησης:** είναι το ύψος από την επιφάνεια του υγρού προς άντληση έως την αναρρόφηση της αντλίας (επίπεδο impeller). Όσο το ύψος του υγρού είναι πάνω από το επίπεδο του στροφείου, θεωρείται αρνητικό και το φορτίο ρέει στην αναρρόφηση με την βαρύτητα.
- ✚ **Στατικό ύψος καταθλίψεως:** είναι το ύψος από το επίπεδο του στροφείου μέχρι την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού στην δεξαμενή που καταθλίβεται.
- ✚ **Στατικό ύψος:** είναι το άθροισμα των δυο παραπάνω
- ✚ **Ύψος αντιστάσεων:** είναι το άθροισμα των αντιστάσεων αδράνειας και παθητικών αντιστάσεων. Οι αντιστάσεις αδράνειας είναι η υδροστατική στήλη και οι παθητικές αντιστάσεις είναι εκείνες που προκύπτουν από τις τριβές διακλαδώσεων των σωληνώσεων.
- ✚ **Ολικό ύψος:** είναι το άθροισμα των παραπάνω
- ✚ **Μανομετρικό ύψος:** είναι το ολικό ύψος αφαιρώντας τις αντιστάσεις από εξωτερικούς παράγοντες, δηλαδή τις αντιστάσεις που δημιουργούνται από τις σωληνώσεις.^[2]

2.6 Αντλίες θετικού εκτοπίσματος

Η λειτουργία των αντλιών θετικού εκτοπίσματος βασίζεται στη μεταβολή του όγκου ενός ή περισσοτέρων θαλάμων με την κίνηση κάποιου κινούμενου τμήματος.

Αντλίες θετικού εκτοπίσματος είναι οι εξής:

- ✚ **Παλινδρομικές:** αποτελούνται από έναν ή περισσότερους κυλίνδρους μέσα στους οποίους η κίνηση γίνεται με ένα έμβολο. Συνήθως είναι ατμοκίνητες και χρησιμοποιούνται στο αντλιακό σύστημα των δεξαμενόπλοιων, σαν αντλίες αποστραγγίσεως. Σε εξαιρετικά σπάνιες περιπτώσεις μπορεί να είναι ηλεκτροκίνητες. Οι αντλίες αυτές μπορεί να είναι μονής ή διπλής δράσης. Μονής δράσης σημαίνει στην μια

κίνηση του εμβόλου να γίνονται αναρρόφηση και πλήρωση του χώρου του κυλίνδρου και στην επόμενη κίνηση του εμβόλου το υγρό να οδηγείται στην κατάθλιψη, ενώ στις διπλής δράσης έχουμε αναρρόφηση και κατάθλιψη και στις δυο κινήσεις του εμβόλου (αυτό επιτυγχάνεται με την λειτουργία αντίστροφων βαλβίδων).

- ✚ Περιτροφικές αντλίες: αποτελούνται από στροφέιο το οποίο βρίσκεται μέσα σε κυκλικό κέλυφος διαφορετικού κέντρου από αυτό του στροφείου. Το στροφέιο διαθέτει αυλακώσεις μέσα στις οποίες μπορούν να ολισθαίνουν ελάσματα. Καθώς περιστρέφεται το στροφέιο τα ελάσματα απομακρύνονται προς τα άκρα του κελύφους μεταβάλλοντας έτσι τον όγκο του θαλάμου της αντλίας.
- ✚ Οδοντωτές ή γραναζωτές: διαθέτουν γρανάζια εσωτερικής ή εξωτερικής οδόντωσης για την μεταφορά του φορτίου.
- ✚ Κοχλιωτές: αποτελούνται από ζεύγος ατέρμονων κοχλιών μεταξύ των οποίων υπάρχουν πολλά μικρά διάκενα και είναι αυτά που μεταφέρουν το φορτίο στην κατάθλιψη.
- ✚ Υγρού εμβόλου: είναι γνωστές και ως αντλίες κενού. Υπάρχουν δυο τύπων αντλίες, μια με ελλειπτικό κέλυφος στον οποίο το στροφέιο έχει στο κέντρο θυρίδες αναρρόφησης και κατάθλιψης, στις οποίες αναρρόφηση και κατάθλιψη βρίσκονται πάνω σε σταθερή πλάκα και μια με κεντρικό κέλυφος. Και στις δυο περιπτώσεις το περιστρεφόμενο στροφέιο ωθεί ποσότητα νερού (ή άλλου υγρού) αναγκάζοντας το να κινηθεί προς τα άκρα του κελύφους σε κυκλική τροχιά (λόγω της φυγόκεντρης δύναμης) δημιουργώντας έτσι έναν υγρό δακτύλιο ο οποίος με τη σειρά του δημιουργεί κενό και επιστρέφοντας στην άλλη πλευρά του στροφείου λειτουργεί σαν υγρό έμβολο και απωθεί το αέριο προς την κατάθλιψη.
- ✚ Φυγοκεντρικές: η ενέργεια δράσεως των φυγοκεντρικών αντλιών είναι διαφορετική από εκείνες του θετικού εκτοπίσματος. Οι αντλίες του θετικού εκτοπίσματος εμβάλουν με το έμβολο πάνω στο φορτίο και δίνουν ώθηση-κίνηση. Με λίγα λόγια έχουν στατική δράση, ενώ οι φυγοκεντρικές δίνουν αρχικά κινητική ενέργεια στο φορτίο την οποία μετά μετατρέπουν σε πίεση.

✚ Ελικοφράκτες: αποτελούνται από δύο βασικά τμήματα, το κινητό μέρος που ονομάζεται στροφείο ή δρομέας ή φτερωτή και το σταθερό που ονομάζεται κέλυφος. Το στροφείο παραλαμβάνει το φορτίο (υγρό) που εισέρχεται από το κέντρο του και καθώς περιστρέφεται το αναγκάζει να κινηθεί έξω από αυτό με την φυγόκεντρο δύναμη, δίνοντάς του ταχύτητα. Η αντλία μπορεί να είναι μονής ή διπλής αναρρόφησης, δηλαδή το στροφείο να έχει είσοδο από την μια ή και από τις δυο πλευρές. Αφού το υγρό φεύγει με ταχύτητα από το στροφείο οδηγείται στο χώρο του κελύφους. Το κέλυφος περιβάλλει το στροφείο, είναι συνήθως κυκλικής διατομής η οποία αυξάνεται προοδευτικά σχηματίζοντας ελικόφραγμα. Φτάνοντας το υγρό στο στροφείο και λόγω της αυξανόμενης διατομής αυξάνεται η ταχύτητά του και αυξάνεται η πίεση. Αντίθετα στην αναρρόφηση έχουμε αύξηση της ταχύτητας και μείωση της πίεσης. Συνήθως αντλίες μονής αναρρόφησης συναντάμε να εξυπηρετούν παροχές μέχρι 600 m³/ώρα.^[2]



Εικόνα 4: Ατμοκίνητη αντλία φορτίου SHINKO.



Εικόνα 5: Χαρακτηριστικά ατμοκίνητης αντλίας φορτίου SHINKO.

2.7 Αντλίες και συστήματα σωληνώσεων

Η φόρτωση και εκφόρτωση του φορτίου γίνεται μέσω εξειδικευμένων συστημάτων σωληνώσεων με ειδικές αντλίες. Ειδικές πληροφορίες για κάθε συγκεκριμένο πλοίο βρίσκονται σε λεπτομερή διαγράμματα και σχέδια σωληνώσεων και αντλιοστασίων. Τα σχέδια συνήθως λαμβάνονται από τον αξιωματικό φορτίου του πλοίου ή τον επικεφαλής μηχανικό.

Τα περισσότερα σύγχρονα δεξαμενόπλοια έχουν μέχρι και τέσσερις οριζόντιες ή κάθετες, φυγοκεντρικές αντλίες φορτίου. Οι αντλίες, που μπορεί να είναι ηλεκτρικές ή ατμοκίνητες, έχουν τέτοιο μέγεθος ώστε να μπορούν να ξεφορτώσουν ένα πλήρες φορτίο σε 12ώρες. Τα αντλιοστάσια περιλαμβάνουν τις κύριες αντλίες φορτίου και τις σχετικές βαλβίδες των σωληνώσεών τους.

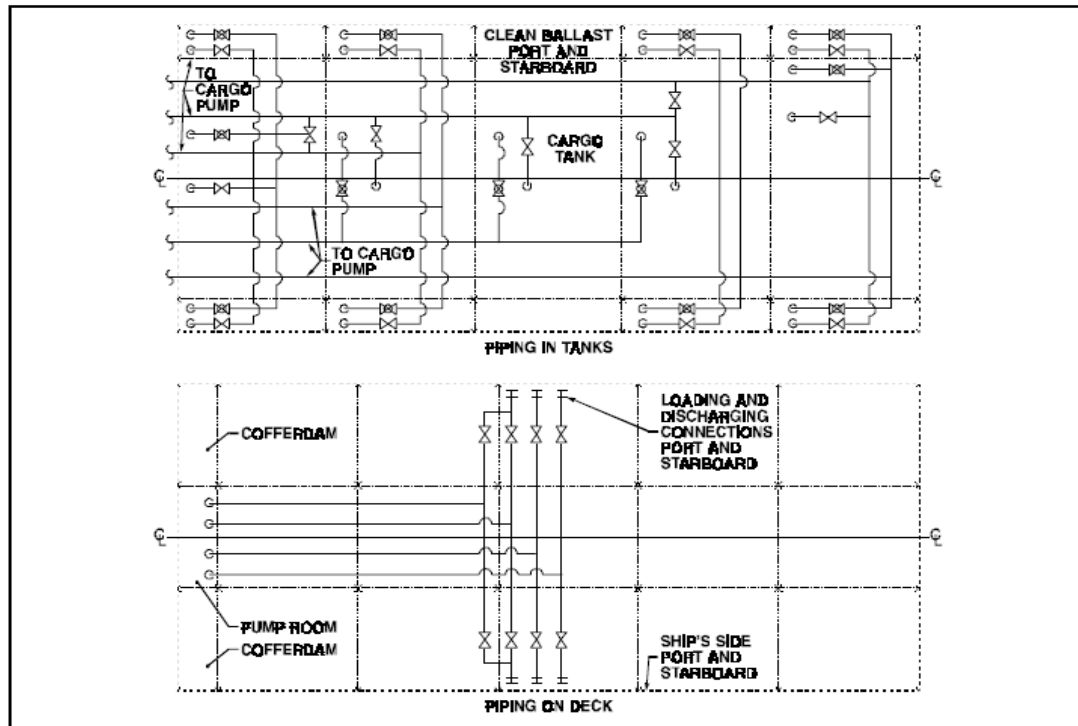
Όπως προαναφέραμε, στα σύγχρονα δεξαμενόπλοια, υπάρχει γενικά ένα αντλιοστάσιο, το οποίο πιο συχνά βρίσκεται ακριβώς μπροστά από το μηχανοστάσιο. Το αντλιοστάσιο μπορεί συνήθως να απομονωθεί από το υπόλοιπο σύστημα χειρισμού φορτίων μέσω άνω και κάτω βαλβίδων στο κατάστρωμα και στο κάτω μέρος του αντλιοστασίου αντιστοίχως.

Λόγω της πιθανότητας για διαρροή των πτητικών φορτίων και σχηματισμού εκρηκτικών συγκεντρώσεων ατμού, το αντλιοστάσιο αερίζεται και απομονώνεται από πηγές ανάφλεξης.

Εάν το σύστημα εξαερισμού στο αντλιοστάσιο είναι εκτός λειτουργίας, προσωρινά συστήματα εξαερισμού θα πρέπει να είναι τοποθετημένα για να διατηρήσουν την ατμόσφαιρα του αντλιοστασίου ασφαλή. Τα ύφαλα του αντλιοστασίου θα πρέπει να διατηρούνται καθαρά χωρίς μεγάλες συσσωρεύσεις πετρελαίου. Τα σύγχρονα πλοία έχουν τοποθετήσει σωληνώσεις για την εκκένωση των υφάλων του αντλιοστασίου στις δεξαμενές καταλοίπων. Σε παλαιότερα πλοία, μια μάνικα καταλοίπων μπορεί να είναι στημένη από την φλάντζα εξόδου ακριβώς έξω από την πόρτα του αντλιοστασίου.^[3]

Βαθιές-κατακόρυφες φυγοκεντρικές αντλίες με την κινητήρια δύναμή τους στο κατάστρωμα και το τέλος της αντλίας κοντά στο κάτω μέρος της δεξαμενής, αρχικά εκφόρτωναν μικρές δεξαμενές σε ολιγοθέσια ή εξειδικευμένα πλοία. Αυτές οι αντλίες είναι πλέον συγκρίσιμες σε μέγεθος με τις συμβατικές κύριες αντλίες φορτίου των μεγάλων πλοίων. Οι βαθιές αντλίες έχουν εξαλείψει την ανάγκη για συμβατικά αντλιοστάσια και έχουν μειώσει τα προβλήματα αναρρόφησης, τις απαιτήσεις ισχύος και την ανάγκη για ένα σύστημα αποστράγγισης. Οι παλινδρομικές αντλίες φορτίου και ατμού χρησιμοποιούνται σε παλιά δεξαμενόπλοια.

Τα συστήματα φορτίου των δεξαμενόπλοιων χρησιμοποιούν συνήθως σωληνώσεις ελεύθερης ροής. Στην Εικόνα 6 απεικονίζεται ένα διάγραμμα ενός τυπικού συστήματος σωληνώσεων.



Εικόνα 6: Σωληνώσεις του συστήματος διακίνησης φορτίου.

2.8 Τροφοδοσία

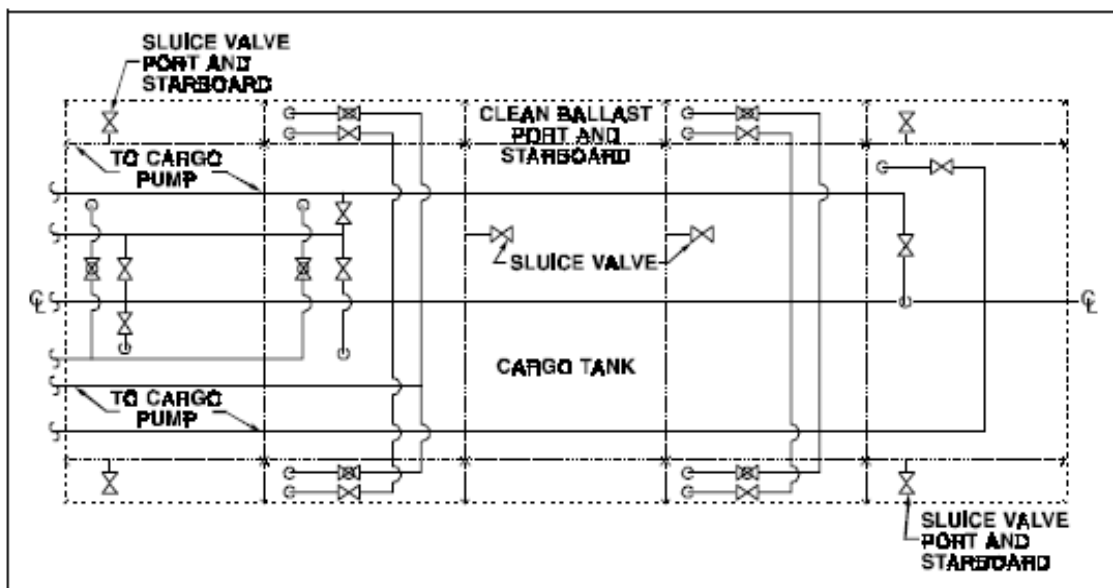
Τα δίκτυα είναι συνδεδεμένα εγκάρσια στο αντλιοστάσιο και στις δύο πλευρές φόρτωσης και εκφόρτωσης των αντλιών φόρτωσης. Κατά τη φόρτωση, το φορτίο διανέμεται μέσω των γραμμών αναρρόφησης είτε από διασυνδέσεις στο αντλιοστάσιο ή από διακλαδώσεις από το κατάστρωμα στο δίκτυο του φορτίου. Οι βαλβίδες είναι κλειστές και το αντλιοστάσιο απομονώνεται όταν το φορτίο φορτώνεται μέσω των γραμμών πτώσης.

Τα συστήματα πλήρης ελεύθερης ροής δεν έχουν σωληνώσεις εκτός από τις συνδέσεις αναρρόφησης στις δεξαμενές. Ξεχωριστά διαφράγματα έχουν βαλβίδες εκροής που επιτρέπουν σε όλο το φορτίο να εκχυθεί και να αντληθεί.

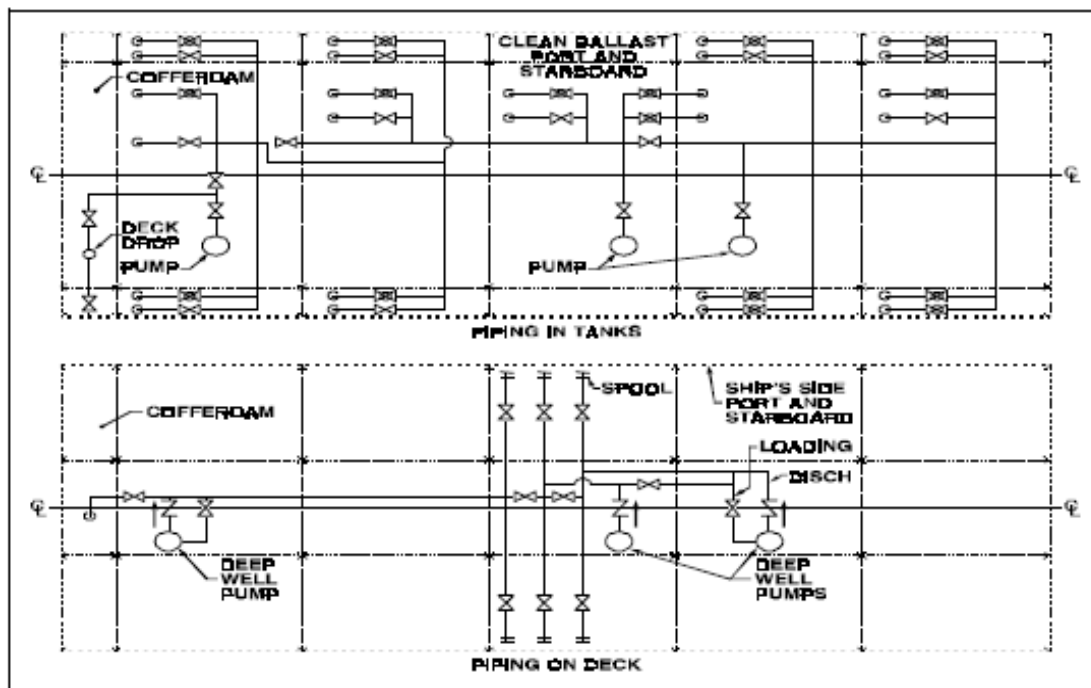
Απαιτούνται διακλαδώσεις πτώσης για τη φόρτωση. Τροποποιημένα συστήματα ελεύθερης ροής είναι πιο πρακτικά, διότι επιτρέπουν την καλύτερη περιποίηση ελέγχου και κάποια ευελιξία φορτίου. Τα συστήματα αυτά συνδυάζουν συστήματα ελεύθερης ροής και σωληνώσεων, δεδομένου ότι έχουν σωληνώσεις αναρρόφησης για κάθε ομάδα των δεξαμενών και των βανών εντός μιας ομάδας δεξαμενών. Η Εικόνα 7 απεικονίζει ένα τέτοιο σύστημα.

Το σύστημα αγωγών, μια παραλλαγή του τροποποιημένου συστήματος ελεύθερης ροής, συναντάται περιστασιακά. Τα συστήματα αγωγών αποτελούν μια παραλλαγή συστημάτων σωληνώσεων στα οποία ένας μεγάλος ορθογώνιος αγωγός αντικαθιστά την κύρια σωλήνωση αναρρόφησης.

Τα πλοία με αντλίες μεγάλου βάθους μπορεί να έχουν συστήματα σωληνώσεων ή ελεύθερης ροής, αλλά η άντληση έχει απλουστευθεί. Στην Εικόνα 8 απεικονίζεται ένα σύστημα σωληνώσεων με βάνες σε ένα πλοίο με τυπικές αντλίες μεγάλου βάθους. ^[3]



Εικόνα 7: Τροποποιημένο σύστημα σωληνώσεων ελεύθερης ροής σε δεξαμενές.

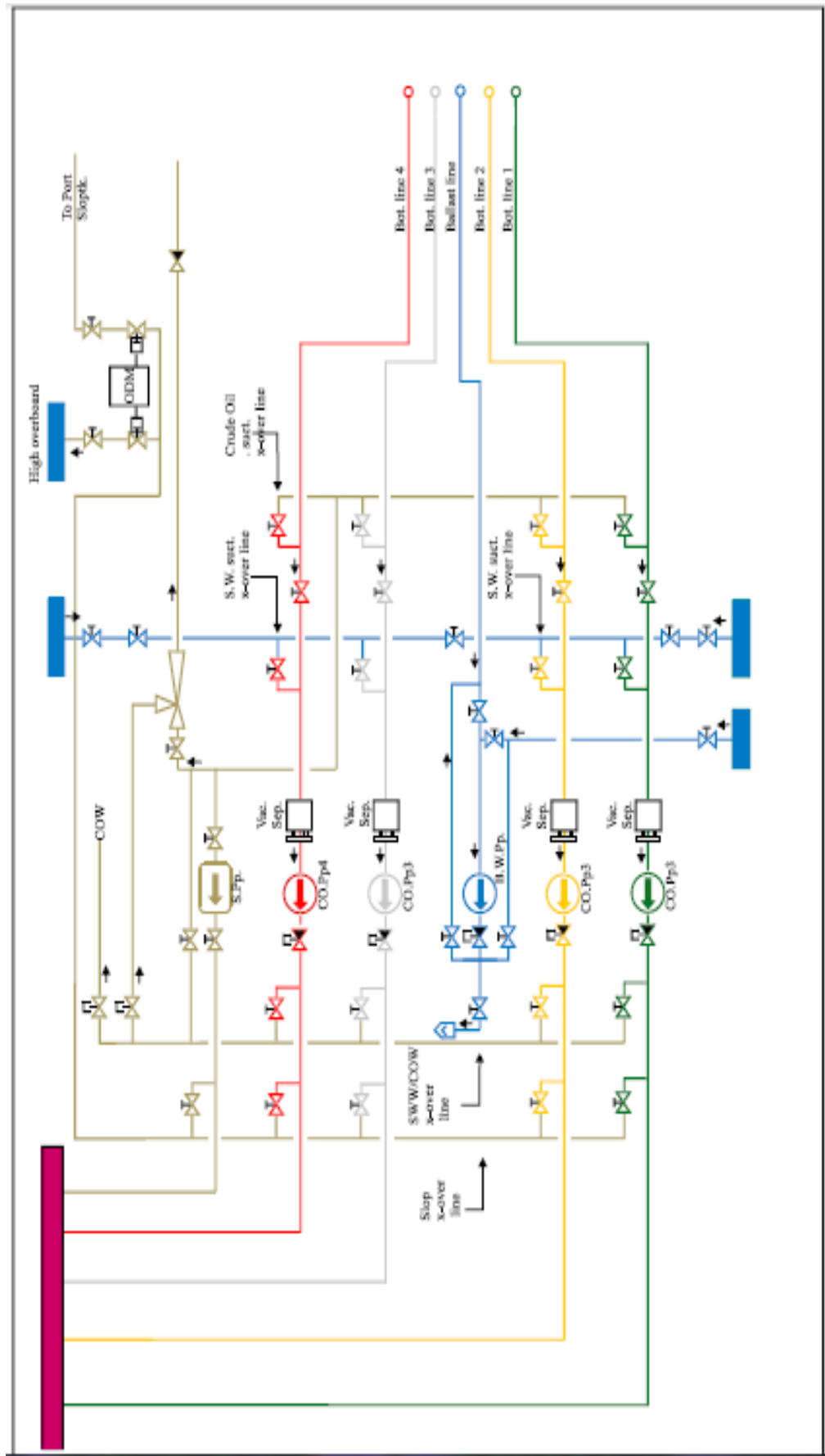


Εικόνα 8: Σωληνώσεις αντλιών δεξαμενόπλοιου.

Στην εικόνα 9 μπορούμε να δούμε μια φυγοκεντρική αντλία, στην πλατφόρμα του πυθμένα του αντλιοστασίου. Ο σκούρος πράσινος αγωγός είναι η γραμμή εκκένωσης. Η αντλία αποτελείται από ένα στροφέιο το οποίο περιστρέφεται εντός του περιβλήματος. Λόγω αυτής της περιστροφής η οποία είναι γενικά περίπου 1000 - 1700 rpm το πετρέλαιο επιταχύνεται και αυτή η αύξηση στην ταχύτητα οδηγεί το πετρέλαιο να ρέει προς τα έξω με μεγάλη πίεση. Αυτές οι αντλίες είναι σε θέση να παρέχουν ένα πολύ υψηλό ποσοστό εκφόρτωσης (έως 4000 m³/hr). Με αυτόν τον τύπο της αντλίας, το επίπεδο του πετρελαίου πρέπει να είναι πάνω από την αντλία και η αντλία να βρίσκεται στο κάτω μέρος του αντλιοστασίου.

Σε ένα πλοίο μεταφορέα ακατέργαστου πετρελαίου το αντλιοστάσιο είναι το κύριο σημείο μεταξύ των δεξαμενών φορτίου και του κύριου καταστρώματος. Από τη δεξαμενή φορτίου οι γραμμές βάσης οδηγούν προς τις κύριες αντλίες φορτίου.

Για να απλοποιηθεί η όλη διαδικασία διαιρείται το αντλιοστάσιο σε δύο μέρη. Το ένα μέρος ονομάζεται πλευρά των αντλιών φορτίου ελεύθερης ροής, ενώ το άλλο μέρος ονομάζεται πλευρά αντλιών παράδοσης φορτίου. Αυτές οι πλευρές ονομάζονται κοινώς πλευρά αναρρόφησης και πλευρά κατάθλιψης. Πρέπει να αναφέρουμε στο σημείο αυτό ότι μία φυγοκεντρική αντλία δεν έχει καμία ικανότητα αναρρόφησης.^[4]



Εικόνα 9: Σύστημα αντλιών στο αντλιοστάσιο.

Στην πλευρά των αντλιών φορτίου ελεύθερης ροής, οι γραμμές καταλήγουν στις αντλίες φορτίου. Σε αυτή την πλευρά, μερικές εγκάρσιες γραμμές συνδέουν τα συστήματα μεταξύ τους.

Στις κάτω γραμμές υπάρχει μια βαλβίδα για κάθε μία από αυτές τις γραμμές, που συνήθως ονομάζεται «βαλβίδα διαφράγματος». Αυτό συμβαίνει επειδή η θέση είναι συνήθως κοντά στο διάφραγμα, διαχωρίζοντας την περιοχή της δεξαμενής φορτίου και της περιοχής του αντλιοστασίου.

Στην πλευρά της αντλίας φορτίου ελεύθερης ροής, είναι η διασταύρωση της γραμμής αναρροφήσεως θαλασσινού νερού. Αυτή η γραμμή τροφοδοτεί τις αντλίες φορτίου με θαλασσινό νερό κατά το πλύσιμο των δεξαμενών και των γραμμών με νερό και χρησιμοποιείται κατά τον ερματισμό για την αναχώρηση, αν και όταν είναι απαραίτητο.

Όσον αφορά την πλευρά παράδοσης των αντλιών, η πρώτη βαλβίδα μετά τις αντλίες φορτίου είναι η λεγόμενη βαλβίδα παράδοσης ή βαλβίδα εκφόρτωσης. Με αυτή τη βαλβίδα, μπορούμε να ρυθμίσουμε την πίεση και τις συνθήκες φορτίου.

Κατά την έναρξη μιας φυγοκεντρικής αντλίας, ξεκινάμε με κλειστή βαλβίδα παράδοσης, η οποία συγκρίνεται με τη σύσταση. Από την πλευρά της παράδοσης, οι γραμμές ανόδου οδηγούν από τις αντλίες φορτίου στο κύριο κατάστρωμα.

Η πρώτη γραμμή διασταύρωσης χρησιμεύει για την παροχή αργού πετρελαίου κατά την διάρκεια της εκκένωσης ή παροχής νερού κατά την πλύση της δεξαμενής. Η ίδια γραμμή τροφοδοτεί επίσης την «κίνηση» κατά την χρήση του εκτοξευτήρα.

Η δεύτερη γραμμή διασταύρωσης οδηγεί σε υψηλότερη είσοδο στην αριστερή δεξαμενή καταλοίπων και στη γραμμή που ονομάζεται «High Overboard». Η λεγόμενη «High Overboard» γραμμή είναι η γραμμή όπου το νερό έρματος και το νερό πλυσίματος απορρίπτονται στη θάλασσα μέσω του εξοπλισμού ανίχνευσης πετρελαίου.

Το αντλιοστάσιο είναι εξοπλισμένο επίσης με άλλες συσκευές για το χειρισμό του φορτίου και του έρματος. Η αντλία έρματος χρησιμοποιείται μόνο για το διαχωρισμένο τμήμα του έρματος. Το διαχωρισμένο σύστημα έρματος είναι εντελώς απομονωμένο από τα συστήματα φορτίου. Η αντλία έρματος είναι συνδεδεμένη με την FP-δεξαμενή και το WT 3 s / p.^[4]

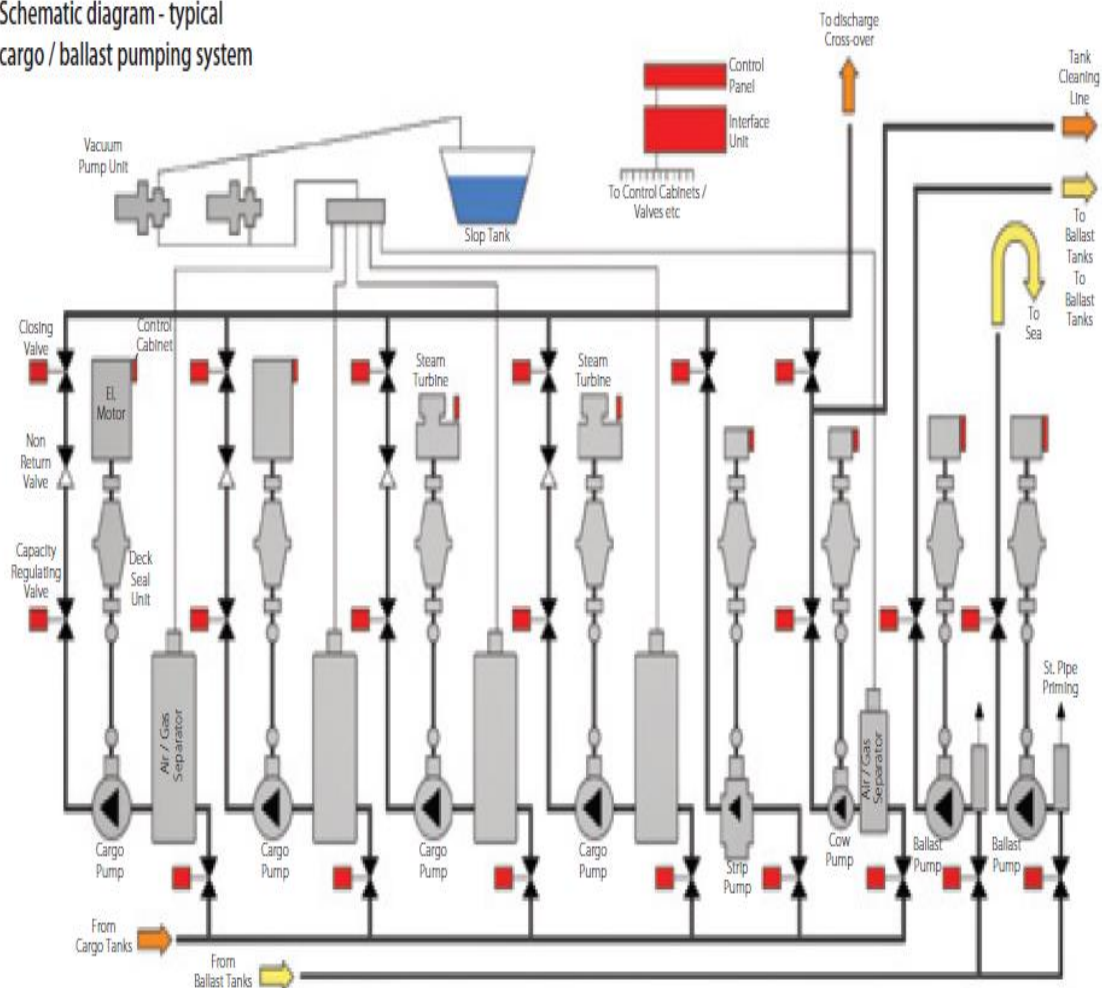
Παρ' όλα αυτά υπάρχουν ορισμένα σκάφη, μεταξύ των οποίων το M/T Seagull, τα οποία έχουν διαχωρισμένες γραμμές από την αντλία έρματος προς το

κύριο κατάστρωμα, οι οποίες καταλήγουν στις γραμμές πτώσης στις δεξαμενές φορτίου για την αναχώρηση/άφιξη έρματος.

Η αντλία αποστράγγισης διαθέτει το δικό της σύστημα, το οποίο αποστραγγίζει και την τελευταία ποσότητα του φορτίου από τις δεξαμενές, τις αντλίες φορτίου και τις γραμμές.

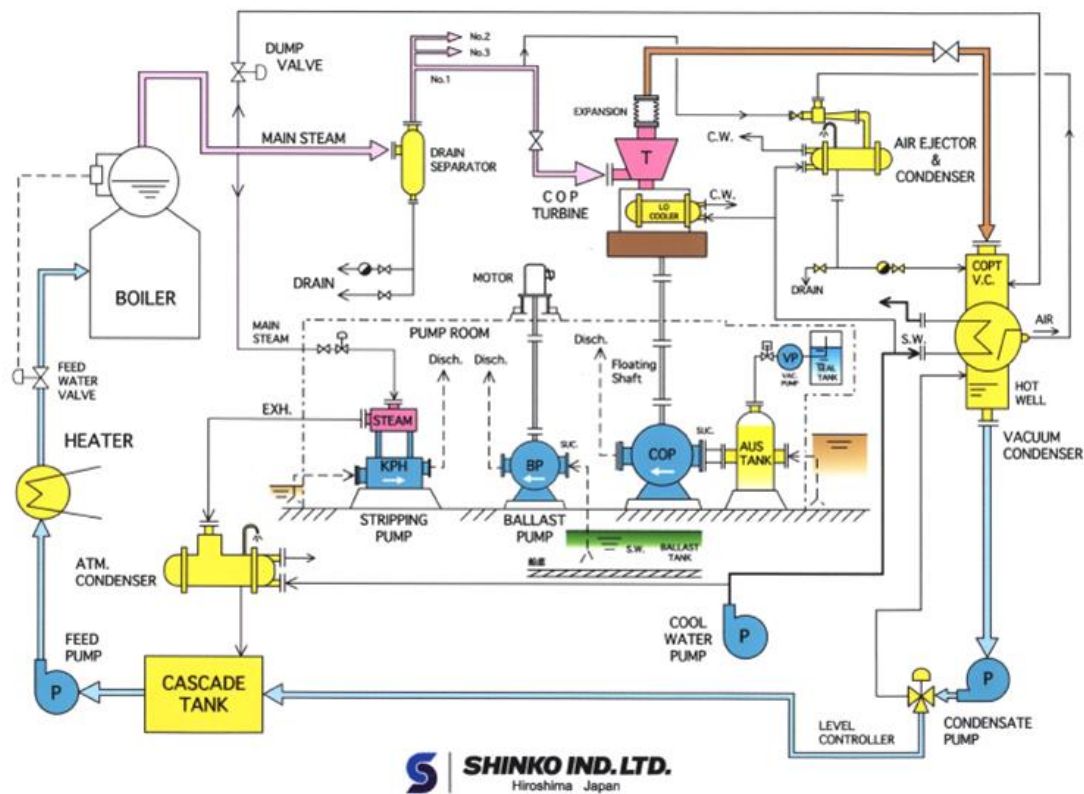
Εκτός από την αντλία αποστράγγισης και ένα ακροφύσιο, το σκάφος είναι εξοπλισμένο με ένα σύστημα αποστράγγισης υπό κενό, το οποίο δίνει στις αντλίες φορτίου την ικανότητα να διατηρούν την αναρρόφηση όταν μόνο μια μικρή ποσότητα αφήνεται σε μια δεξαμενή.^[4]

Schematic diagram - typical cargo / ballast pumping system



Εικόνα 10: Τοπικό σύστημα αντλιών φορτίου.

CARGO OIL PUMP & TURBINE PLANT (MARINE)



Εικόνα 11: Δίκτυο ατμοκίνητης αντλίας φορτίου.

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

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

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

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

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

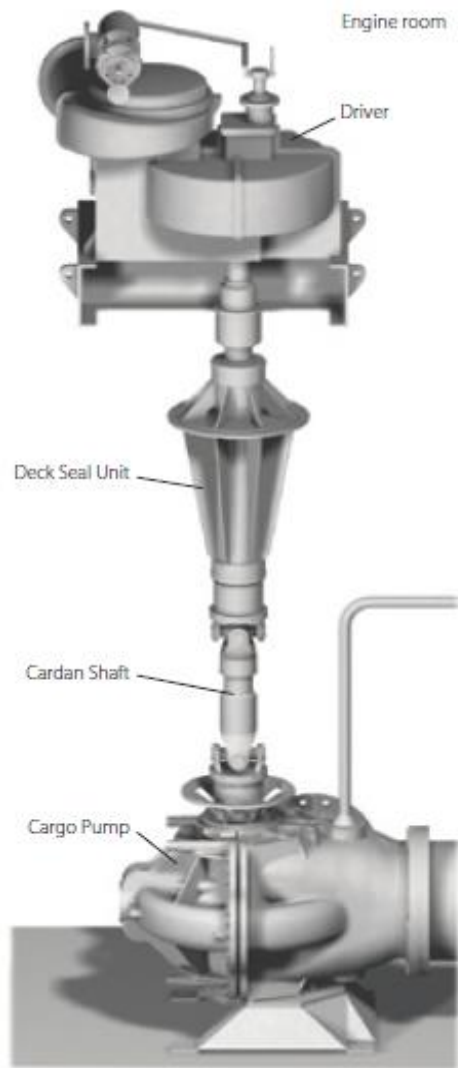
6) Condensate pumps : είναι αντλίες συμπυκνώματος που αναρροφάνε το νερό από το Vacuum Condenser και μέσω ενός αυτόματου επιστομίου τριών δρόμων (3 way valve) το στέλνουν είτε στο θερμοδοχείο είτε πίσω στο Vacuum Condenser ώστε να διατηρηθεί στάθμη συμπυκνώματος μέσα στο ψυγείο συμπυκνώματος.

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

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

2.9 Τα κύρια μέρη του αντλιοστασίου

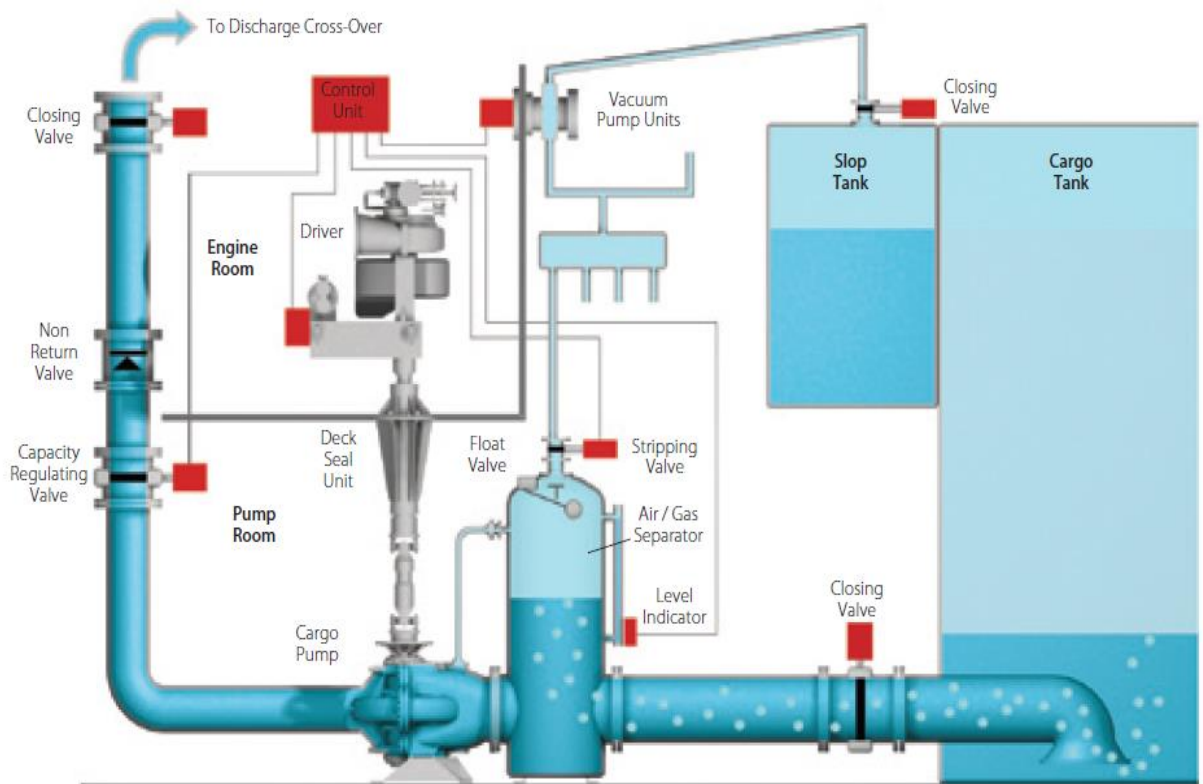
Οι αντλίες φορτίου CB και COW είναι ειδικά σχεδιασμένες για την άντληση αργού πετρελαίου και προϊόντων πετρελαίου σε πλήρη και ικανότητες από 400-6500 m³/h σε κάθετες ή οριζόντιες κατευθύνσεις. Οι αντλίες χαρακτηρίζονται από εξαιρετικά συμπαγή σχεδίαση και διάφορες διαμορφώσεις ακροφυσίου. Όλα τα μέρη είναι σχεδιασμένα σε τέτοιες διαστάσεις ώστε να επιτυγχάνεται μακράς διάρκειας λειτουργία χωρίς προβλήματα. Όλα τα περιστροφικά στοιχεία είναι σωστά ισορροπημένα έτσι ώστε να εξασφαλίζουν ασφαλή και αξιόπιστη λειτουργία. Οι αντλίες είναι εξοπλισμένες με διπλές σφραγίδες και υγρό φράγματος και κατόπιν αιτήματος και ανίχνευσης διαρροών.^[5]



Εικόνα 12: Τα μέρη του αντλιοστασίου.

2.10 Το σύστημα αποστράγγισης

Τα συστήματα ρύθμισης εναύσματος και ικανότητας μετατρέπουν οποιαδήποτε φυγοκεντρική αντλία σε μια αυτο-γεμισμένη μονάδα. Αυτό εξασφαλίζει βέλτιστη ικανότητα εκφόρτωσης και αποστράγγισης με σκοπό να μειωθεί ο συνολικός χρόνος εκροής στο ελάχιστο. Δεδομένου ότι το σύστημα είναι ικανό να αδειάσει τις δεξαμενές φορτίου, δεν είναι απαραίτητη η ύπαρξη αντλίας αποστράγγισης. Η όλη διαδικασία γίνεται αυτόματα ή ελέγχεται εξ αποστάσεως χειροκίνητα.



Εικόνα 13: Σύστημα αποστράγγισης.

Οι Shinko KV φυγόκεντρες αντλίες έχουν σχεδιαστεί για την εκφόρτωση φορτίου πετρελαίου πάνω σε πετρελαιοφόρα, και με βάση την εμπειρία πολλών ετών και τα αρχεία των υπηρεσιών, ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στα ακόλουθα σημεία:

- ✚ Υψηλή απόδοση
- ✚ Εξαιρετική απόδοση αναρρόφησης για διάφορες συνθήκες αναρρόφησης
- ✚ Κατάλληλα υλικά για το αργό πετρέλαιο ή προϊόν πετρελαίου
- ✚ Κατασκευές για την ελαχιστοποίηση των κραδασμών
- ✚ Ακαμψία έναντι εξωτερικής δύναμης ^[5]

Οι Shinko Κάθετες R τουρμπίνες ατμού έχουν αναπτυχθεί ως οδηγοί των αντλιών φορτίου και αντλιών έρματος επί των δεξαμενοπλοίων πετρελαίου. Με βάση την εμπειρία και τα αρχεία υπηρεσιών πολλών ετών δίνεται προσοχή στα ακόλουθα σημεία:

- ✚ Για να ελαχιστοποιηθεί η μείωση της αποτελεσματικότητας στην περίπτωση που η αντλία χρησιμοποιείται υπό μερικό φορτίο.

- ✚ Για να μην δημιουργηθεί κανένα πρόβλημα σε περίπτωση που το φορτίο μειωθεί ξαφνικά λόγω της εισβολής του φυσικού αερίου και του αέρα μέσα στην αντλία στο τελικό στάδιο της υπηρεσίας εκφόρτωσης. ^[5]

2.11 Η τουρμπίνα RX

1. Γενικά

Το μοντέλο τουρμπίνας ατμού RX είναι μια κάθετη Curtis μονού σταδίου με μια μονάδα μείωσης ταχύτητας. Η κατασκευή της είναι απλή, δυνατή και συμπαγής και το σύστημα ασφαλείας και η ρυθμιστική συσκευή αποτελούνται από απλό μηχανισμό.

2. Περίβλημα εξάτμισης

Το περίβλημα της εξάτμισης είναι μια στιβαρή κατασκευή με μια αξονική οπή ατμού που οδηγεί τη ροή του ατμού ομαλά στη σωλήνωση της εξάτμισης ατμού για οικονομία στην κατανάλωση του ατμού.

3. Ρότορας δίσκου

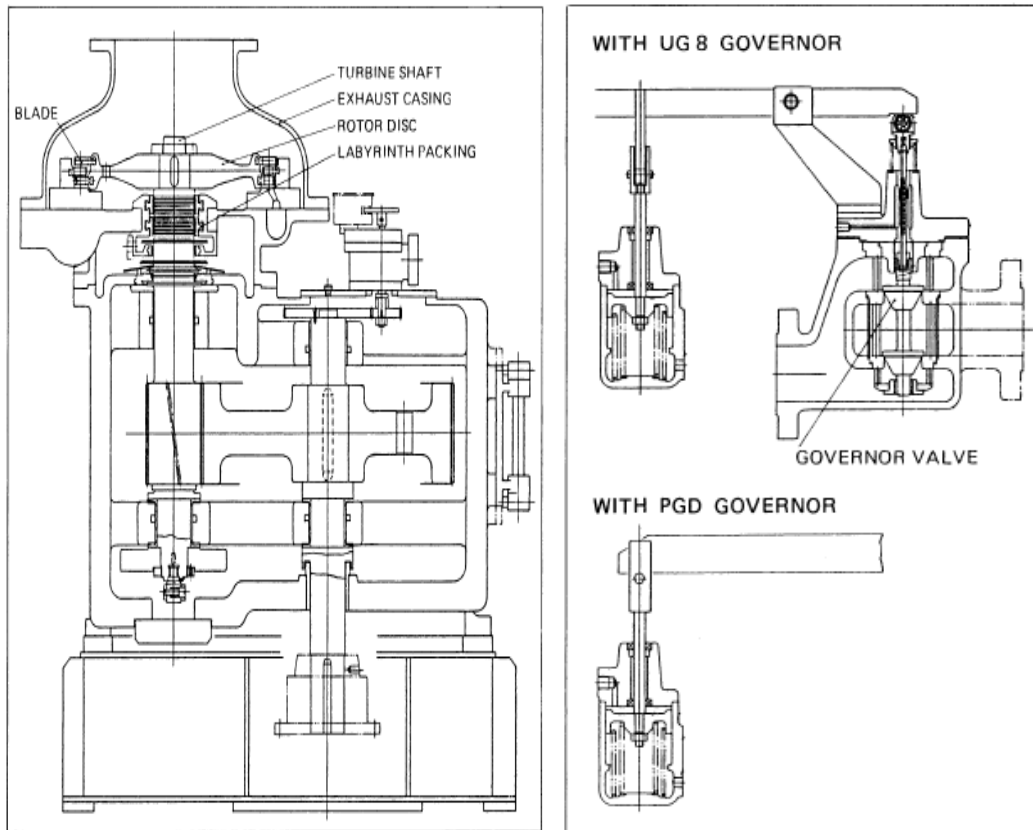
Ο ρότορας δίσκου βρίσκεται στο άκρο του άξονα στροβίλου με συναρμογή συρρίκνωσης. Ο οδοντωτός τροχός και ο άξονας αποτελούν σταθερή κατασκευή και τα δόντια του τροχού ακονίζονται, προκειμένου να λειτουργούν με καλή απόδοση και αθόρυβα. Η εξωτερική περιφέρεια του ρότορα δίσκου αποτελείται από λεπίδες σε δύο σειρές και στις λεπίδες βρίσκονται επικαλυμμένοι δακτύλιοι για την πρόληψη της διαρροής ατμού.

4. Βαλβίδα ρύθμισης

Η βαλβίδα ρύθμισης είναι τύπου διπλής έδρας για να αποφευχθεί έλλειψη ισορροπίας από την επίδραση της πίεσης του ατμού και επίσης λειτουργεί ως βαλβίδα διακοπής έκτακτης ανάγκης, έτσι ώστε αυτή η βαλβίδα να σταματά όταν λειτουργούν οι συσκευές έκτακτης ανάγκης στο ταξίδι. ^[5]

5. Μόνωση σφραγίδας

Η μόνωση της τουρμπίνας παρέχεται με συσκευασία λαβυρίνθου.

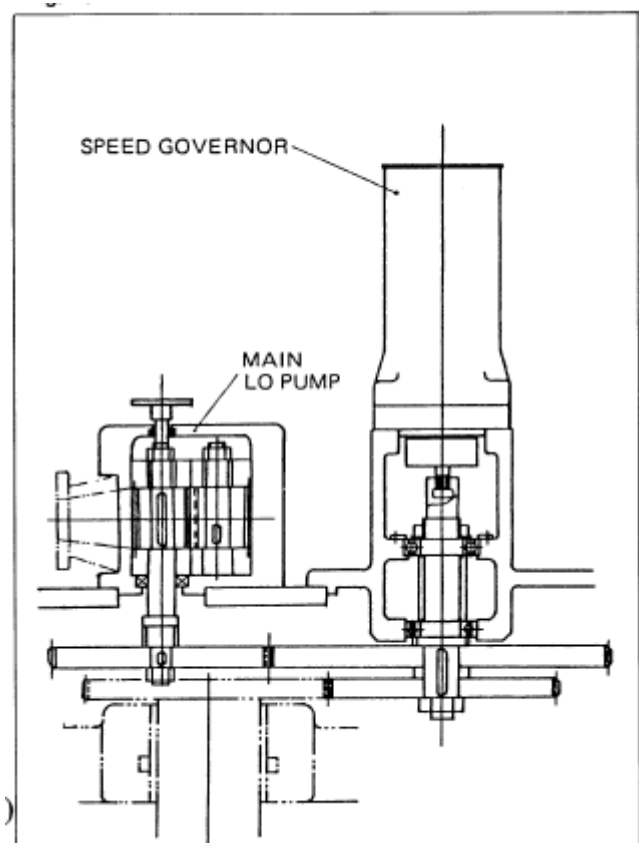


6. Κύριος ρυθμιστής ταχύτητας

Για τον κύριο ρυθμιστή ταχύτητας, ένας ρυθμιστής Woodward τοποθετείται στην κορυφή του περιβλήματος του γραναζιού, ο οποίος οδηγείται από ένα γρανάτζι στο άκρο του άξονα εξόδου. Οι κανονισμοί της ταχύτητας είναι οι εξής:

Στιγμαία $\pm 9\%$

Σταθερή κατάσταση $\pm 1\%$ ^[5]



7. Συσκευή έκτακτης ανάγκης ταξιδιού

Για τους σκοπούς της ασφαλούς λειτουργίας του στροβίλου, προβλέπονται τα ακόλουθα ταξίδια έκτακτης ανάγκης. Ενεργοποιείται αυτόματα η βαλβίδα ρύθμισης, η οποία κλείνει άμεσα με σύνδεση, και έτσι η τουρμπίνα σταματά.

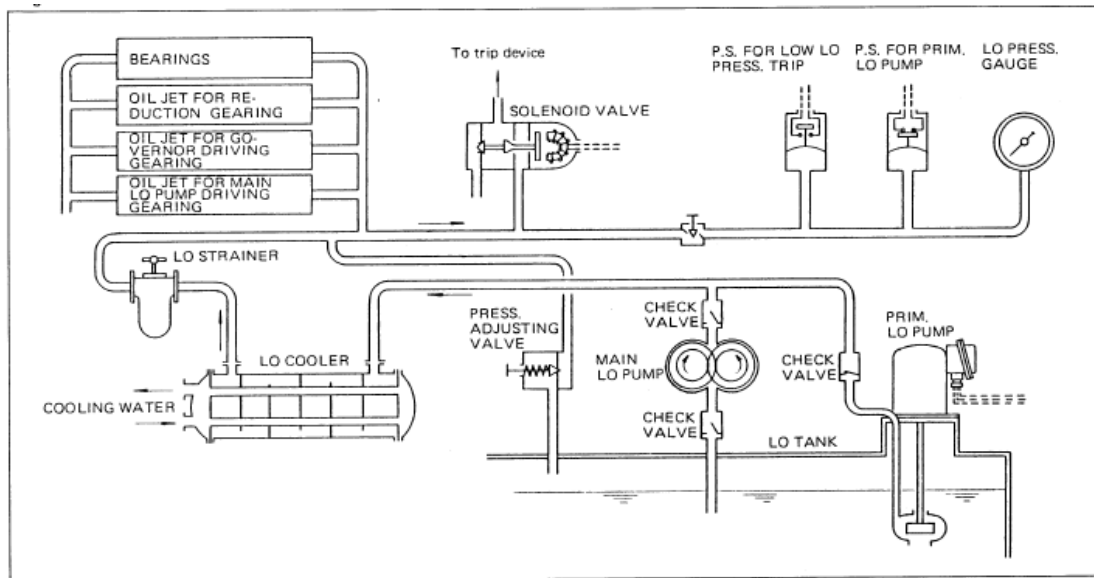
Ταξίδι υπερβολικής ταχύτητας	113-115% της ονομαστικής ταχύτητας
Ταξίδι χαμηλής L.O. πίεσης	0.5 kg / cm ² g ή λιγότερο
Ταξίδι υψηλής πίσω πίεσης	1.5 kg / cm ² g
Ταξίδι τοπικό	Χειροκίνητα
Απομακρυσμένη στάση	Ηλεκτρικής ή πνευματικής πηγής

Στην περίπτωση της κύριας αντλίας, εάν παρέχονται τα παρακάτω οι καθιερωμένες τιμές τους είναι όπως αναφέρονται παρακάτω, για να σταματήσει ο στρόβιλος.

Ταξίδι με περίβλημα της αντλίας σε υπερθέρμανση	80 ⁰ C	
Ταξίδι με αντλία υπερπίεσης πίεσης	110%	καθιερωμένης
Ταξίδι με αντλία που καταπονείται από υπερθέρμανση φορτίου)	80 ⁰ C (90 ⁰ C για αντλία	
Ταξίδι με κουτί διαφράγματος σε υπερθέρμανση	80 ⁰ C	

8. Σύστημα λίπανσης

Υιοθετείται αναγκαστικό σύστημα λίπανσης με αντλία L.O. κινούμενη από στρόβιλο. Δηλαδή, μετά από πίεση L.O. ρυθμίζεται σε 1,0 έως 1,5 kg / cm²g με ρύθμιση της βαλβίδας, το L.O. εφοδιάζεται στα ρουλεμάν, στο μειωτήρα, κλπ., μέσω του L.O. ψυκτήρα και στραγγιστήρι. Και ένα μέρος του L.O. αποστέλλεται στην ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα, στον κινητήρα εξυπηρέτησης ταξιδιού και λειτουργεί ως πετρέλαιο ελέγχου για διάφορες συσκευές ταξιδιού έκτακτης ανάγκης. Για την ασφαλή λειτουργία του στροβίλου παρέχεται μια αντλία L.O. κινούμενη από στρόβιλο. Εκτός αν η γραμμή πίεσης στη γραμμή L.O. φτάνει 0,2 - 0,3 kg / cm²g η αλληλοσυνδεδεμένη κλειδαριά ενεργεί ούτως ώστε η τουρμπίνα να μην ξεκινά ακόμη και αν η κύρια βαλβίδα ατμού είναι ανοιχτή.^[5]



2.12 Κεντρόφυγες αντλίες (centrifugal pumps)

Οι κεντρόφυγες αντλίες είναι ανώτερες από τις παλινδρομικές σε πολλά ουσιώδη σημεία:

- ✚ Παρέχουν περισσότερο φορτίο, σε λιγότερο χρόνο.
- ✚ Πιάνουν μικρότερο χώρο και είναι πιο εύκολες στην εγκατάσταση.
- ✚ Στοιχίζουν φθηνότερα.
- ✚ Είναι πιο αξιόπιστες και θέλουν λιγότερη συντήρηση.
- ✚ Παρέχουν το φορτίο με σταθερή ροή και όχι με αυξομειούμενη ένταση.
- ✚ Δημιουργούν μικρότερο θόρυβο και λιγότερους κραδασμούς.
- ✚ Λόγω του ότι είναι τοποθετημένες στο πρυμναίο αντλιοστάσιο δίπλα στο μηχανοστάσιο, μπορούν να πάρουν κίνηση από πολλές πηγές του μηχανοστασίου που περιλαμβάνουν ατμοστροβίλους και ηλεκτρικούς κινητήρες. ^[6]

Έχουν όμως ένα σημαντικό μειονέκτημα, να μην έχουν τη δυνατότητα αναρρόφησης του φορτίου όταν η στάθμη του πέσει σε χαμηλότερο επίπεδο από την αντλία. Αυτό αντιμετωπίζεται με την πρόβλεψη πριμοδότησης της κεντρόφυγας αντλίας με φορτίο από άλλη (παλινδρομική) αντλία και στα σύγχρονα πλοία με αυτόματα συστήματα πριμοδότησης.

Η μηχανή που δίνει κίνηση στην αντλία βρίσκεται στο μηχανοστάσιο και στρέφει την αντλία με τη βοήθεια ενός άξονα που διέρχεται από το μπουλμέ μεταξύ μηχανοστασίου και αντλιοστασίου μέσω ενός αεροστεγούς κολάρου. Με τον τρόπο αυτό, το μηχανήμα που δίνει την κίνηση είναι απομονωμένο από την ατμόσφαιρα του αντλιοστασίου που πιθανό να περιέχει κάποια στιγμή εκρηκτικά ή τοξικά αέρια.

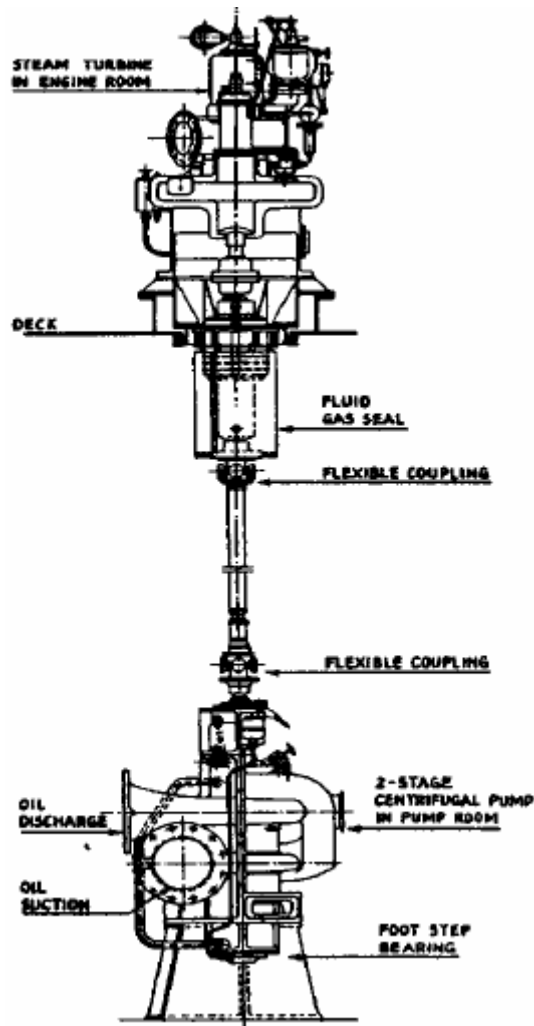
Μέσα στην αντλία υπάρχουν ένα ή περισσότερα στροφέια που μετακινούν το υγρό από το κέντρο των στροφείων προς το σπειροειδές περίβλημα με τη φυγόκεντρη δύναμη που δημιουργείται κατά την περιστροφή τους για να οδηγηθεί στη συνέχεια το υγρό προς το σωλήνα κατάθλιψης. Νέα ποσότητα υγρού κινείται μέσα από 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. Και σύμφωνα με την αρχή διατήρησης της ενέργειας, η ενέργεια του υγρού δε χάνεται και η ελάττωση της κινητικής του ενέργειας συνεπάγεται αύξηση της δυναμικής του ενέργειας (ενέργεια πίεσης) δηλαδή έχουμε αύξηση της πίεσης του υγρού στην πλευρά της κατάθλιψης.^[6]

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

Αν το κινητήριο μηχανήμα είναι αμοστροβίλος, η αντλία ξεκινά και σταματά με το χειρισμό των επιστομίων ατμού του αμοστροβίλου, είτε από απόσταση από το σταθμό ελέγχου φορτίου ή από το μηχανοστάσιο. Ο άξονας που μεταδίδει την κίνηση στην αντλία μπορεί να είναι οριζόντιος ή κάθετος. Στη δεύτερη περίπτωση το μηχανήμα που δίνει την κίνηση βρίσκεται πάνω από το αντλιοστάσιο (Εικόνα 14). Η ίδια διευθέτηση γίνεται και όταν το κινητήριο μηχανήμα είναι ηλεκτροκινητήρας.

Ο κατακόρυφος άξονας πλεονεκτεί στο ότι αν υπάρξει διαρροή πετρελαίου μέσα στο αντλιοστάσιο από οποιαδήποτε αιτία, δεν υπάρχει κίνδυνος το πετρέλαιο αυτό να εισέλθει στο μηχανοστάσιο από το κολάρο του άξονα (που βρίσκεται στην περίπτωση του κατακόρυφου άξονα αρκετά ψηλά).

Οι αμοστροβίλοι χρησιμοποιούν υπέρθερμο ατμό υψηλής πίεσης. Η αυτομείωση των στροφών της κεντρόφυγης αντλίας πραγματοποιείται με κατάλληλο χειρισμό των επιστομίων ατμού του αμοστροβίλου. Οι αντλίες αυτές είναι εφοδιασμένες με ρυθμιστές στροφών (governors) που εμποδίζουν την υπερβολική αύξηση των στροφών και καθιστούν τη λειτουργία τους ασφαλέστερη.^[6]



Εικόνα 14: Κεντρόφυγη αντλία κατακόρυφου άξονα κινούμενη με ατμοστρόβιλο.

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

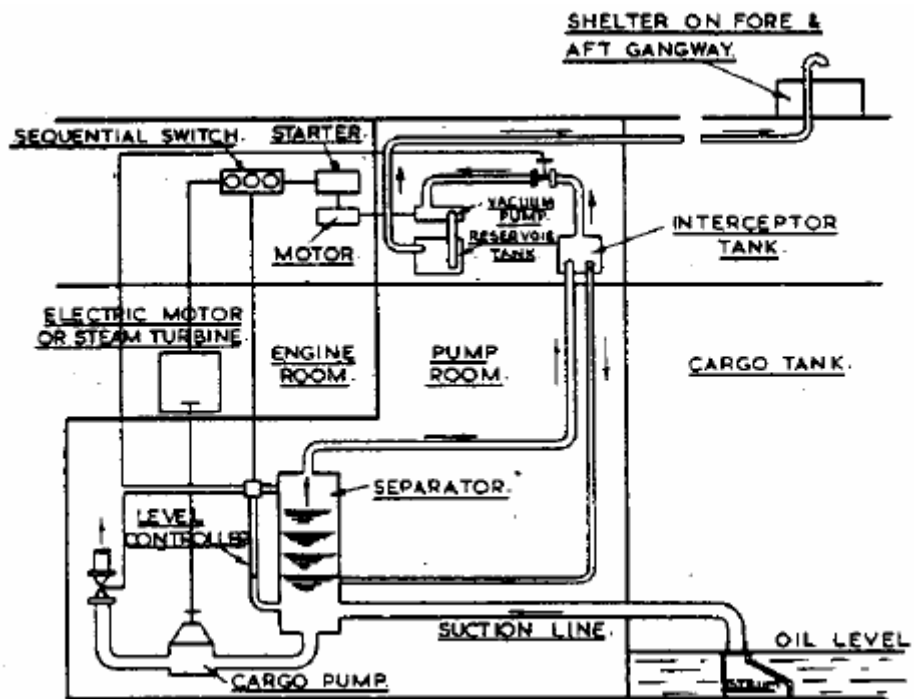
Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που παρουσιάζεται κατά τη λειτουργία των κεντρόφυγων αντλιών που χρησιμοποιούνται στα πετρελαιοειδή φορτία είναι το φαινόμενο της σπηλαίωσης (cavitation). Αυτό συμβαίνει όταν η πίεση στη γραμμή αναρρόφησης της αντλίας πέσει σε τέτοιο σημείο ώστε να αρχίσει ο σχηματισμός φυσαλίδων στο υγρό φορτίο που αναρροφάται. Αυτές οι φυσαλίδες μπορεί να σχηματιστούν με μεγάλη ταχύτητα και σε μεγάλη έκταση να πάρουν τη μορφή ατμοποίησης του υγρού φορτίου και να εισέλθουν στην περιοχή μεγάλης πίεσης μέσα στην αντλία. Εκεί με ταχύτητα συντρίβονται οι φυσαλίδες και κατά τη διεργασία αυτή δημιουργούνται θορυβώδεις κρούσεις στο εσωτερικό της αντλίας. Ο ήχος που δημιουργείται μοιάζει με ήχο κινητήρα αεροπλάνου σε λειτουργία. Οι κρούσεις αυτές, αν και μικροσκοπικές, λόγω της πληθώρας τους αν συνεχιστούν

μπορούν να προκαλέσουν ζημία στην αντλία. Επίσης, λόγω της υψηλής θερμοκρασίας που θα δημιουργηθεί μέσα στην αντλία (από την έλλειψη υγρού φορτίου) λόγω τριβής του στροφείου και του κελύφους της αντλίας (από τα περιορισμένα διάκενα μεταξύ τους) δημιουργούνται συνθήκες αυτοανάφλεξης των αερίων που εμφανίστηκαν στην αντλία και έκρηξης. Το φαινόμενο αυτό πρακτικά ονομάζεται «ξέπιασμα» της (κεντρόφυγης) αντλίας. Μόλις λοιπόν «ξεπιάσει» η αντλία πρέπει αμέσως να σταματήσει και δε θα πρέπει να τεθεί πάλι σε λειτουργία παρά μόνο μετά από πλήρωση της αντλίας με υγρό φορτίο από γεμάτη δεξαμενή και αφού εξασφαλιστεί ότι η αντλία πριν από την εκκίνησή της έχει πληρωθεί με φορτίο.^[6]

Η πίεση στη γραμμή αναρρόφησης πέφτει (και δημιουργείται η σπηλαιώση όπως προαναφέραμε) όταν η στάθμη του φορτίου στη δεξαμενή (από την οποία η αντλία το αναρροφά) πέσει κάτω από τη γραμμή αναρρόφησης της αντλίας και επομένως σε χαμηλότερο ύψος από την αντλία, όπως έχουμε προαναφέρει. Για την αποφυγή του κινδύνου αυτού υπάρχει στο αντλιοστάσιο πρόβλεψη τροφοδοσίας των κεντρόφυγων αντλιών με υγρό φορτίο («priming» της αντλίας). Υπάρχουν πολλά και διαφορετικά συστήματα priming στα διάφορα αντλιοστάσια. Στην περίπτωση που υπάρχουν αποτελεσματικά αυτόματα συστήματα priming περιορίζεται και η χρήση των αντλιών αποστράγγισης.

Στην Εικόνα 15 απεικονίζεται ένα τέτοιο σύστημα που αφαιρεί συνεχώς τον αέρα ή τα αέρια από τη γραμμή αναρρόφησης της αντλίας. Στη δεξαμενή διαχωρισμού υγρού φορτίου – αερίων (separator), αφαιρείται ο αέρας/αέρια με αντλία κενού. Μέρος των αφαιρεθέντων αερίων επιστρέφει από τη δεξαμενή ανάσχεσης (interceptor) πάλι στην προηγούμενη δεξαμενή με σκοπό δημιουργίας τεχνητής πίεσης στην επιφάνεια του υγρού που περιέχει η δεξαμενή separator για τη διευκόλυνση της εκφόρτωσης του φορτίου.

Όταν τελικά αδειάσει η δεξαμενή separator, η αντλία που εξακολουθεί να εργάζεται, αυτή τη φορά χωρίς υγρό φορτίο υπερθερμαίνεται και ενεργοποιείται ένας θερμοστάτης που είναι τοποθετημένος στο περίβλημα της αντλίας και προκαλείται η άμεση κράτηση της αντλίας.^[6]



Εικόνα 15: Σύστημα αυτοτροφοδότησης με υγρό φορτίο κεντρόφυγης αντλίας.

Ανωμαλίες κατά τη λειτουργία των κεντρόφυγων αντλιών

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

A) Αδυναμία παροχής φορτίου

- ✚ Δεν υπάρχει υγρό μέσα στην αντλία.
- ✚ Η ταχύτητα περιστροφής του στροφείου δεν είναι κανονική.
- ✚ Η πίεση κατάθλιψης του φορτίου είναι πολύ μεγάλη.
- ✚ Το κενό στη γραμμή αναρρόφησης είναι πολύ μεγάλο.
- ✚ Στην περίπτωση θερμού φορτίου δεν υπάρχει αρκετή πίεση στη γραμμή αναρρόφησης.
- ✚ Το στροφείο είναι φραγμένο.
- ✚ Είναι λανθασμένη η διεύθυνση περιστροφής της αντλίας.

B) Ανεπαρκής απόδοση

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

- ✚ Εισαγωγή αέρα στην αντλία από διαρροή στη γραμμή αναρρόφησης ή από τους στυπιοθλίπτες.

- ✚ Φθαρμένοι δακτύλιοι της αντλίας.
- ✚ Υπάρχει βλάβη στο στροφέιο. (Αυτό μπορεί να συμβεί κατά τη μεταφορά ή τη συναρμολόγησή του ή όταν ξεκινήσει η αντλία χωρίς υγρό μέσα σε αυτή)
- ✚ Ελαττωματικά παρεμβύσματα στο κέλυφος της αντλίας.^[6]

Γ) Ανεπαρκής πίεση

- ✚ Ταχύτητα περιστροφής του στροφείου περιορισμένη.
- ✚ Είσοδος αέρα μέσα στην αντλία.
- ✚ Ατμοποίηση φορτίου μέσα στην αντλία.
- ✚ Περιορισμένο το άνοιγμα του επιστομίου της γραμμής αναρρόφησης.
- ✚ Μηχανική βλάβη στο στροφέιο ή στους δακτυλίους.

Δ) Ξέπιασμα της αντλίας

- ✚ Διαρροή στη γραμμή αναρρόφησης.
- ✚ Κενό στη γραμμή αναρρόφησης μεγάλο.
- ✚ Είσοδος αέρα μέσα στην αντλία.
- ✚ Ατμοποίηση φορτίου μέσα στην αντλία.

Ε) Υπερφόρτωση κινητήριου μηχανήματος (αμοστροβίλου ή ηλεκτρικού κινητήρα)

- ✚ Μεγάλη ταχύτητα περιστροφής του στροφείου.
- ✚ Χαμηλή πίεση στη γραμμή κατάθλιψης. (Αυτό εξουδετερώνεται με τον περιορισμό του επιστομίου κατάθλιψης και με τον τρόπο αυτό δημιουργία τεχνητής πίεσης στη γραμμή).
- ✚ Μια από τις μηχανικές βλάβες που προαναφέραμε.

ΣΤ) Κραδασμοί στην αντλία

- ✚ Κακή ευθυγράμμιση της αντλίας.
- ✚ Η βάση της αντλίας δεν είναι αρκετά στερεωμένη.
- ✚ Το στροφέιο είναι λίγο φραγμένο με αποτέλεσμα την απώλεια της ζυγοστάθμισης.
- ✚ Τριβή ενός από τα περιστρεφόμενα εξαρτήματα.
- ✚ Φθαρμένα έδρανα (κουζινέτα).

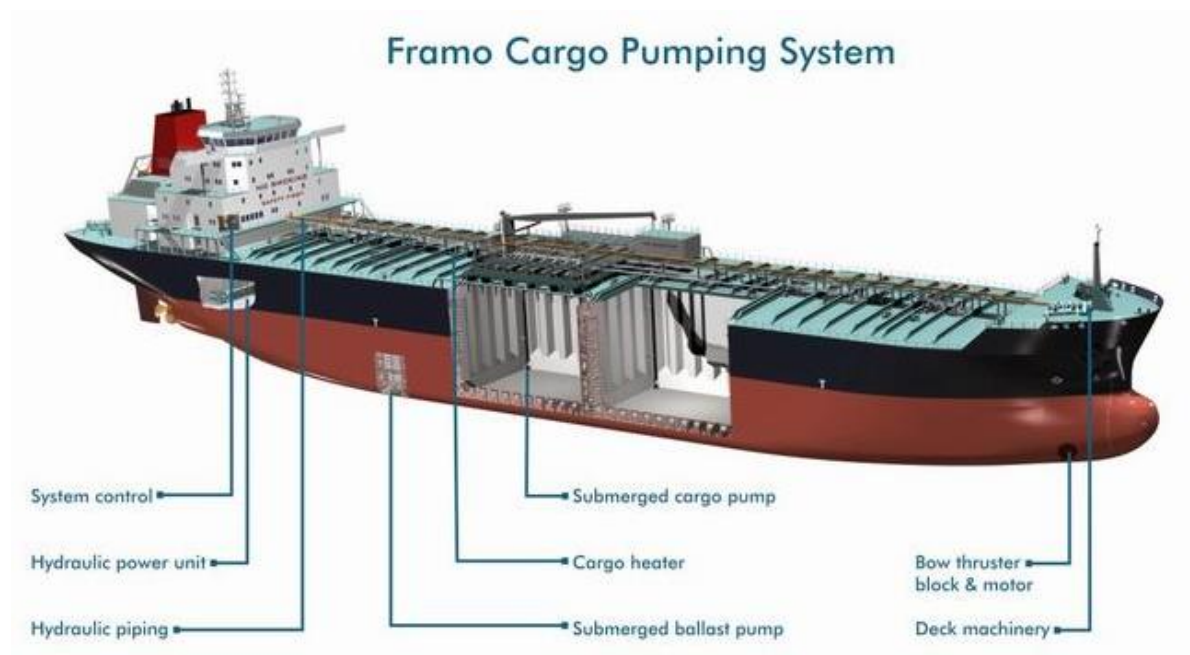
- ✚ Στρέβλωση του άξονα της αντλίας.
- ✚ Εντάσεις που δημιουργούνται από κακή τοποθέτηση ή κακή στήριξη των σωληνώσεων που συνδέονται με την αντλία. ^[6]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ

3.1 Framo αντλίες φορτίου

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

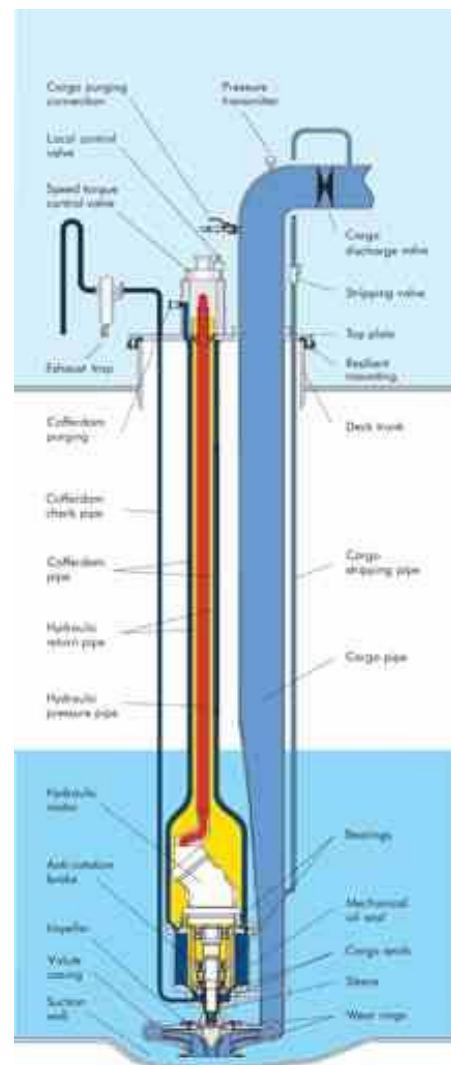
Το μίας αντλίας ανά δεξαμενή υποθαλάσσιο σύστημα άντλησης φορτίου αναπτύχθηκε από την Frank Mohn AS σε στενή συνεργασία με τις μεγάλες επιχειρήσεις δεξαμενόπλοιων μεταφοράς χημικών προϊόντων. Ένα πλήρες σύστημα άντλησης περιλαμβάνει αντλίες φορτίου, μεταφερόμενη αντλία, αντλίες έρματος, αντλίες καθαρισμού δεξαμενών, υδραυλική μονάδα ισχύος και ελέγχου / σύστημα παρακολούθησης.^[7]



Εικόνα 16: Σύστημα άντλησης φορτίου Framo.

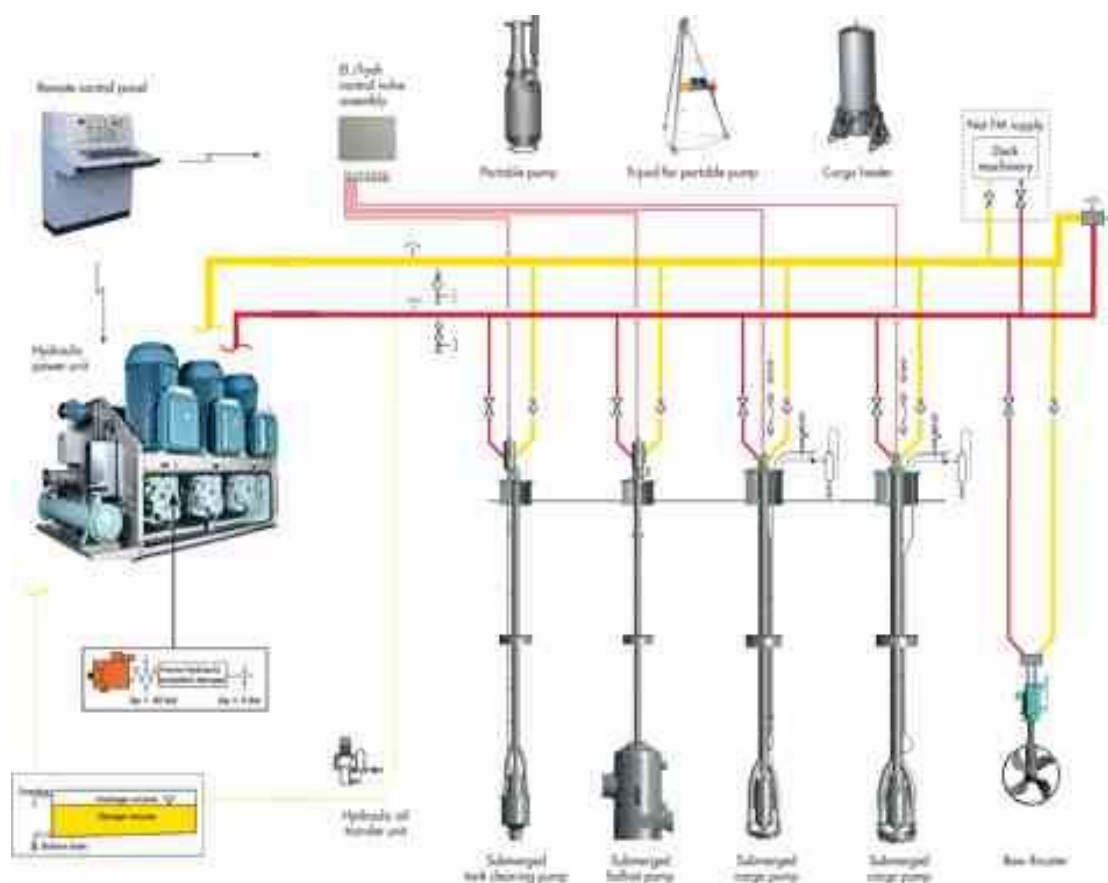
Οι Framo υδραυλικές αντλίες φορτίου παρέχουν ασφαλή, αποτελεσματική και ευέλικτη διακίνηση κάθε είδους υγρού φορτίου. Επίσης, η βελτιωμένη απόδοση διακίνησης φορτίου δίνει ταχύτερη ανάκαμψη του χρόνου, περισσότερα τόνο-χιλιόμετρα και λιγότερα δρομολόγια σε έρμα. [8]

Η αντλία φορτίου Framo είναι μια κάθετη μονού σταδίου φυγοκεντρική αντλία που τροφοδοτείται από έναν υδραυλικό κινητήρα για την ασφαλή και αποτελεσματική λειτουργία. Όλες οι αντλίες φορτίου είναι κατασκευασμένες από υλικό ανοξείδωτου χάλυβα και έχουν σχεδιαστεί με μια ομαλή και εύκολη στον καθαρισμό επιφάνεια με ένα περιορισμένο αριθμό από φλάντζες που δίνει μια ανώτερη ικανότητα άντλησης οποιουδήποτε υγρού. [9]



Εικόνα 17: Αντλία φορτίου Framo.

Η υδραυλική μονάδα ισχύως και όλες οι αντλίες φορτίου και άλλοι καταναλωτές λειτουργούν και ελέγχονται από τον πίνακα ελέγχου Framo. Το σύστημα ελέγχου μπορεί να διασυνδεθεί με τα πλοία Ολοκληρωμένου Συστήματος Ελέγχου.^[10]



Εικόνα 18: Ολοκληρωμένο σύστημα ελέγχου.

3.2 Υδραυλικό σύστημα άντλησης φορτίου Hyundai

Η εταιρεία Hyundai Heavy Industries Co. Ltd (HHI) είναι ένας παγκόσμιος ηγέτης στον τομέα παραγωγής βιομηχανικών προϊόντων. Ως εκ τούτου, η εταιρία έχει προμηθεύσει μια ευρεία ποικιλία αντλιών συμπεριλαμβανομένων εκείνων που χρησιμοποιούνται σε πυρηνικά εργοστάσια και θερμοηλεκτρικούς σταθμούς από το 1979. Οι αντλίες φορτίου πετρελαίου και έρματος νερού Hyundai παρέχονται στους πελάτες από το 1995 και τα προϊόντα αυτά χαρακτηρίζονται από υψηλή ποιότητα.

Το βελτιωμένο υλικό, Νί-ΑΙ-Χαλκός, χρησιμοποιείται για το περίβλημα της αντλίας και την περωτή. Οι μηχανικές ιδιότητες και η αντοχή στη διάβρωση είναι υψηλότερες από τη χάλκινη χύτευση. Επίσης, η διάρκεια ζωής του περιβλήματος είναι ιδιαίτερα μεγάλη. Επιπλέον, χαρακτηρίζεται από υψηλής απόδοσης σπείρα αναρρόφησης και διαθέτει διαμόρφωση δακτυλίου. ^[11]

3.2.1 Υλικό αντλίας

Το πρότυπο υλικό του συστήματος άντλησης φορτίου Hyundai είναι SUS316L ανοξείδωτος χάλυβας και μπορεί να αλλάξει ανάλογα με το είδος της συχνής μεταφοράς φορτίου ή τις απαιτήσεις προδιαγραφών του πλοίου. Στην εικόνα 17 απεικονίζεται η σύνθεση των υλικών του κάθε ανοξείδωτου χάλυβα και τα ισοδύναμα εθνικά πρότυπα. ^[11]



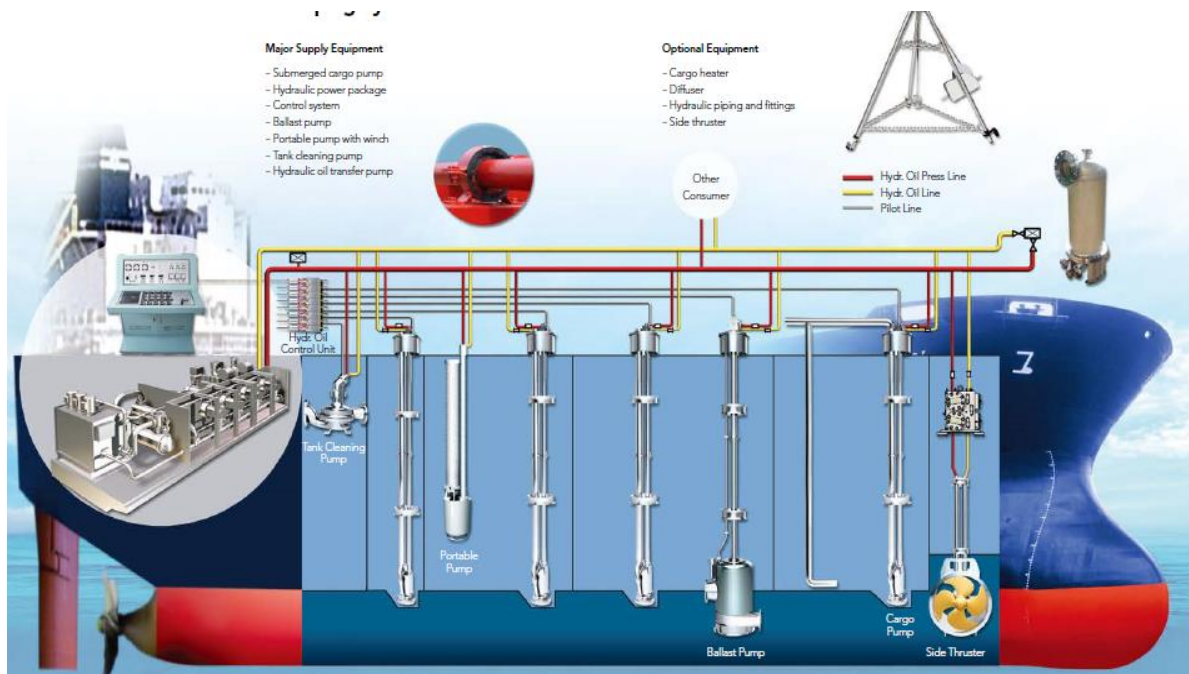
Unit : mm

Symbol Model	A	B	C	D	Total Weight (kg) (E=10m)	Weight (/kgf/m)
HSP-100	40	550	460	100	420	24
HSP-125	30	660	550	150	690	45
HSP-150	30	660	550	150	730	45
HSP-200	30	770	660	200	1,100	50
HSP-300	70	930	810	300	1,700	70

Εικόνα 19: Η σύνθεση των ολικών του κάθε ανοξείδωτου χάλυβα και τα ισοδύναμα εθνικά πρότυπα.

3.2.2 Διαστάσεις αντλίας

Το μήκος της αντλίας E καθορίζεται από το ναυπηγείο. Η μέση υποστήριξη έχει σχεδιαστεί για να καθορίζει την οριζόντια κίνηση των αγωγών και ο αριθμός των μέσων στηριγμάτων καθορίζεται από το μήκος της αντλίας. ^[11]



Εικόνα 20: Υδραυλικό σύστημα άντλησης φορτίου Hyundai.

3.2.3 Υποθαλάσσια αντλία φορτίου

Το μπλοκ ελέγχου πίεσης-ροής της Hyundai, το PFC, μπορεί να ελέγχει την ταχύτητα του υδραυλικού κινητήρα με την ποσότητα του εισερχόμενου πετρελαίου και την πίεση του πετρελαίου στον ασύρματο πίνακα ελέγχου ή τοπικά.

Η εγκατάσταση των αντλιών φορτίου γίνεται στην άνω στήριξη η οποία είναι στενά συγκολλημένη στο ανώτερο κατάστρωμα. Η βαλβίδα ελέγχου ροής συναρμολογείται στην άνω πλάκα και όλη η σύνδεση της αντλίας, όπως ο σωλήνας εκφόρτωσης συνδέεται με την άνω πλάκα.

Ο υδραυλικός κινητήρας είναι μια σταθερή μετατόπιση A2FM των αξονικών εμβόλων, με λυγισμένο άξονα του σχεδιασμού, κατάλληλο για υδροστατικές δυνάμεις σε κλειστά κυκλώματα. Η ταχύτητα παραγωγής A2FM είναι ανάλογη με τη ροή εισόδου και αντιστρόφως ανάλογη με τη μετατόπιση.^[11]

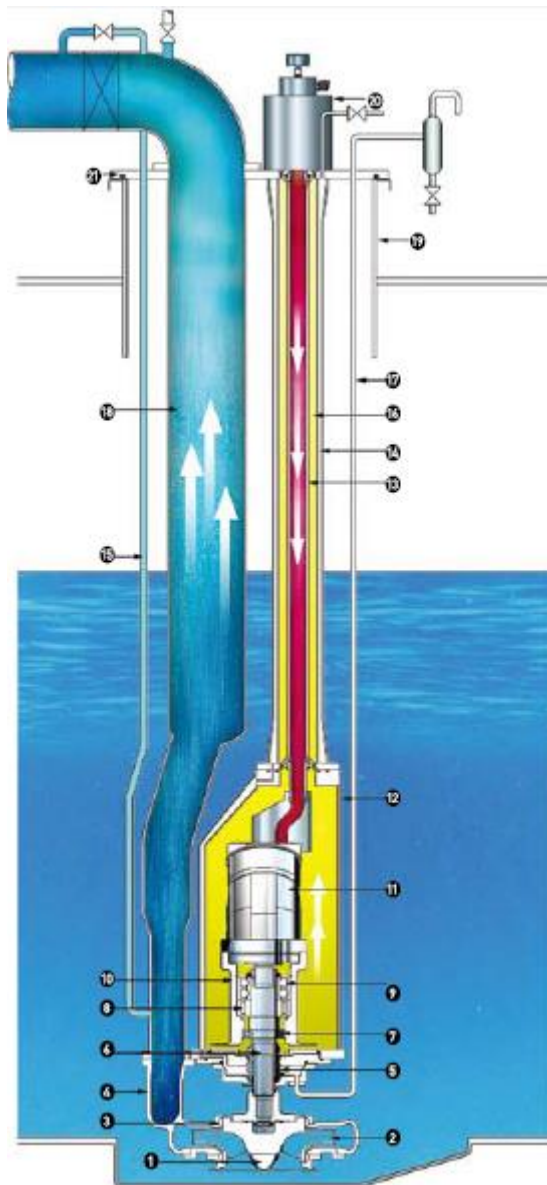


Εικόνα 21: Η υποθαλάσσια αντλία φορτίου.

3.2.4 Τμηματική απεικόνιση αντλίας

Η κεφαλή της αντλίας είναι συνδεδεμένη με τους σωλήνες με φλάντζες ένωσης. Ο υδραυλικός κινητήρας έχει εγκατασταθεί στο εσωτερικό της κεφαλής της αντλίας και ένας σύντομος άξονας της αντλίας υποστηρίζεται από δύο έδρανα και σφραγίζεται από δύο μηχανικές σφραγίδες και συνδέεται με την περωτή της αντλίας. Η αντλία αποτελείται από ένα σπειροειδές περίβλημα και μία περωτή αναρρόφησης.

[11]



Εικόνα 22: Τμηματική απεικόνιση αντλίας.

Χαρακτηριστικά αντλίας:

- ✚ Υλικό αντλίας: Ανοξείδωτος χάλυβας
- ✚ Συνεχής έλεγχος απόδοσης: Τοπικός και ασύρματος έλεγχος
- ✚ Φρένο αντι-περιστροφής: Φόρτωση μέσω αντλίας
- ✚ Ομόκεντρος υδραυλικός σωλήνας
- ✚ Ρουλεμάν που λιπαίνονται με υδραυλικό λάδι
- ✚ Δύο μηχανικές σφραγίδες στην πλευρά του υδραυλικού λαδιού και την πλευρά του φορτίου
- ✚ Διπλή τσιμούχα στο φορτίο
- ✚ Ξηρή λειτουργία είναι διαθέσιμη κατά τη διάρκεια αποστράγγισης
- ✚ Αντικατάσταση των φθαρμένων εξαρτημάτων, χωρίς αποσύνδεση του υδραυλικού μέρους στη δεξαμενή
- ✚ Αξονική πτερωτή είναι προσαρμοσμένη για τη βέλτιστη αποστράγγιση ^[11]

3.2.5 Εγκατάσταση

Τα αντλιοστάσια φορτίου πρέπει να είναι εγκαταστημένα στο μέρος της πρύμνης κάθε δεξαμενής του λιμένα ή δεξιά για να επιτρέπουν τη βέλτιστη εκφόρτωση φορτίου.

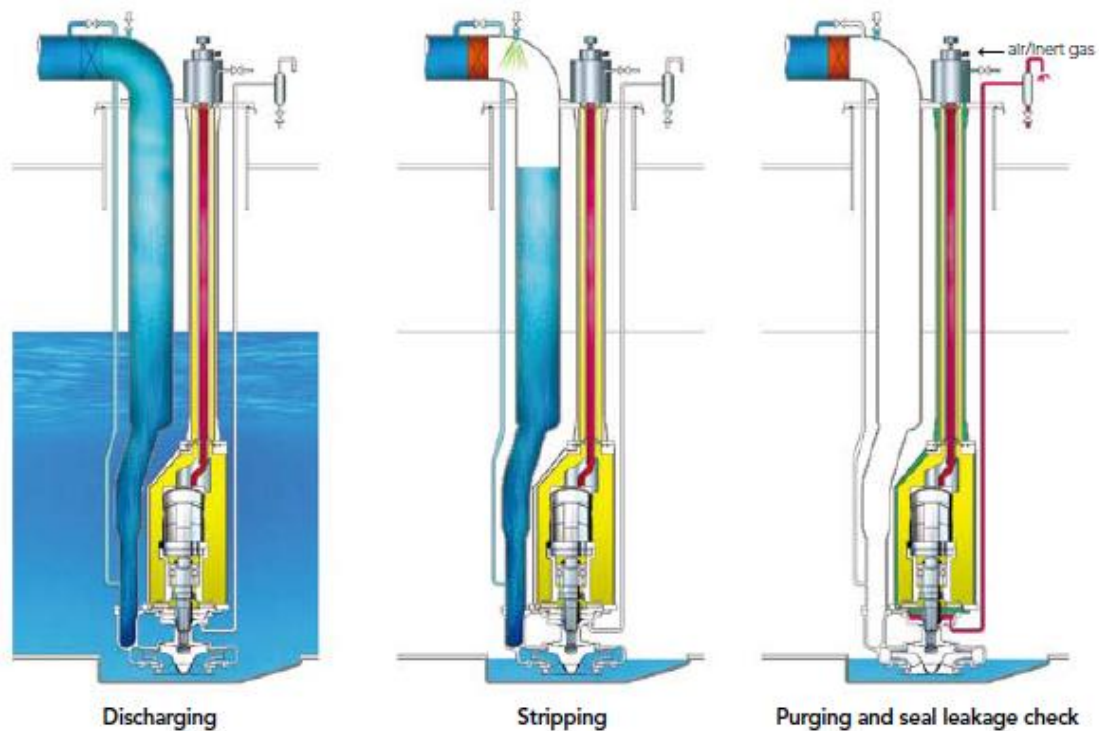
Επίσης, θα πρέπει να σχεδιαστεί κατάλληλη αναρρόφηση για βέλτιστη αποστράγγιση. Τα στηρίγματα καταστρώματος και τα δαχτυλίδια στήριξης έχουν εγκατασταθεί και ευθυγραμμιστεί με τη δεξαμενή με ειδικές συσκευές. Ειδικός δακτύλιος έχει εγκατασταθεί μεταξύ τη στήριξη καταστρώματος και την άνω πλάκα για την πρόληψη δονήσεων και τη μείωση του θορύβου της αντλίας. ^[11]



Εικόνα 23: Εγκατάσταση.

3.2.6 Λειτουργία

Η υποθαλάσσια αντλία φορτίου Hyundai μπορεί να ξεκινήσει από τον ασύρματο πίνακα ελέγχου ή την τοπική βαλβίδα ελέγχου. Μέσα από το μπλοκ PFC στην πάνω πλάκα της αντλίας, η αντλία λειτουργεί πάντα στο μέγιστο ρυθμό ροής εκφόρτωσης χωρίς ρύθμιση της βαλβίδας εκροής. Σύμφωνα με τα φορτία εκφόρτωσης, η ταχύτητα της αντλίας μεταβάλλεται από τον υδραυλικό κινητήρα. Το υδραυλικό πακέτο ισχύος διατηρεί τις καλύτερες συνθήκες λειτουργίας, ανεξάρτητα από το είδος των φορτίων. ^[11]



Εικόνα 24: Λειτουργία.

3.2.7 Μελλοντικές προσπάθειες κατασκευαστικών εταιρειών

Οι κατασκευαστικές εταιρείες που ασχολούνται με την κατασκευή αντλιών φορτίου έχουν ως στόχο την κατασκευή και παραγωγή αντλιών βελτιωμένου υλικού, που θα εμφανίζουν υψηλή αντοχή στη διάβρωση, μεγαλύτερη διάρκεια ζωής και ευκολία στη συντήρηση.

Τέλος, οι μελλοντικές προσπάθειες των εταιρειών αυτών έχουν ως στόχο τη βελτίωση της υδραυλικής απόδοσης των αντλιών μέσω της αύξησης της ροής εκφόρτωσης.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα δεξαμενόπλοια είναι σχεδιασμένα για τη μεταφορά υγρών φορτίων και χρησιμοποιούνται για μεταφορές μεγάλων ποσοτήτων σε μεγάλες αποστάσεις. Το υγρό φορτίο κατευθύνεται, προς και από τις δεξαμενές του πλοίου, μέσα από ένα δίκτυο σωληνώσεων και με τη βοήθεια ειδικών αντλιών που υπάρχουν στο πλοίο ειδικά για το σκοπό αυτό.

Τα δεξαμενόπλοια διαθέτουν αντλιοστάσιο όπου βρίσκονται οι αντλίες που χρησιμοποιούνται για τη μετακίνηση και την εκφόρτωση του φορτίου. Συνήθως, βρίσκεται στη μέση του πλοίου ή ακόμα και πρύμα από τα τελευταία αμπάρια του. Στα πλοία αυτά οι μεγάλες ποσότητες υγρού φορτίου διαχειρίζονται από το σύστημα άντλησης, το οποίο παρέχει δυνατότητα πρόσβασης σε όλα τα σημεία των δεξαμενών και συνδέει σταυρωτά τις αντλίες.

Όπως ήδη αναφέραμε, οι αντλίες είναι μηχανές που χρησιμοποιούνται για τη μετακίνηση υγρών και η λειτουργία τους βασίζεται στη μετατροπή της μηχανικής ενέργειας του κινητήρα σε μηχανική και κινητική ενέργεια του ρευστού.

Στα σύγχρονα δεξαμενόπλοια υπάρχουν δύο χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες. Αρχικά υπάρχει το συμβατικό σύστημα που χρησιμοποιεί συνήθως τρεις αντλίες μεγάλης χωρητικότητας, κινούμενες με ατμό. Στην άλλη περίπτωση κάθε δεξαμενή έχει μια βυθισμένη αντλία που οδηγείται από υδραυλικά υψηλής πίεσης.

Γενικά, τα αντλιοστάσια περιέχουν τις κύριες αντλίες φορτίου και τις βαλβίδες των σωληνώσεων και τα εξαρτήματά τους. Τα συστήματα φορτίου περιλαμβάνουν διοχέτευση μέσω σωληνώσεων, ελεύθερης ροής ή συνδυασμούς και των δύο. Εκείνα που συναντάμε πιο συχνά είναι τα συστήματα διοχέτευσης μέσω σωληνώσεων, τα οποία αποτελούνται από μεγάλες κύριες σωληνώσεις με μικρότερες διακλαδώσεις σε ανεξάρτητες δεξαμενές.

Τα περισσότερα σύγχρονα δεξαμενόπλοια έχουν μέχρι και τέσσερις οριζόντιες ή κάθετες φυγοκεντρικές αντλίες φορτίου. Οι αντλίες μπορεί να είναι ηλεκτρικές ή ατμοκίνητες και το μέγεθός τους είναι τέτοιο ώστε να μπορούν να ξεφορτώσουν ένα πλήρες φορτίο μέσα σε 12 ώρες.

Ειδικές πληροφορίες για κάθε συγκεκριμένο πλοίο βρίσκονται σε λεπτομερή διαγράμματα και σχέδια σωληνώσεων και αντλιοστασίων, τα οποία λαμβάνονται από τον αξιωματικό φορτίου του πλοίου ή τον επικεφαλής μηχανικό.

Συμπερασματικά, τα σύγχρονα δεξαμενόπλοια χρησιμοποιούν ένα πολύπλοκο σύστημα σωληνώσεων και αντλιών που έχει ως στόχο τη γρήγορη και ασφαλή φόρτωση και εκφόρτωση του αργού πετρελαίου και η τεχνολογία των αντλιών αυτών συνεχώς εξελίσσεται και βελτιώνεται σύμφωνα με τις ανάγκες των θαλάσσιων μεταφορών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1]: Γκιζιάκης Κ., Παπαδόπουλος Α., Πλωμαρίτου Ε., (2006). *Ναυλώσεις*, Εκδόσεις Σταμούλη. Αθήνα.
- [2]: R. Keith Michel and Michael Osborne, (2008). *Oil Tankers the Society of Naval Architects and Marine Engineers. SNAME.*
- [3]: http://www.oocities.org/valianatos_g/main.html
- [4]: <http://thenauticalsite.com/nauticalnotes/cargowork/mycargowk-lesson11a-oil%20tanker.htm>
- [5]: <http://www.shinkohir.co.jp/pump-kv/indexe.htm>
- [6]: Φανέλλης Ι.Κ. Σύγχρονη Πρακτική Εργασίας στα Δεξαμενόπλοια. Εκδόσεις Σταριδάκης Ε. Πειραιάς.
- [7]: http://www.marinesolutions.ru/en/catalogue_pumps.php
- [8]: <http://www.framo.com/default.aspx?pageId=7>
- [9]: <http://www.framo.com/default.aspx?pageId=25>
- [10]: <http://www.framo.com/default.aspx?pageId=30>
- [11]: http://www.motrlec.com/telecharger/Hyundai_Pump_SUBMERGED_C_PUMP.pdf

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ABSTRACT	4
ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	5
1.1 Γενικά στοιχεία για τα Δεξαμενόπλοια	6
1.2 Δεξαμενή πλοίου (tank).....	11
1.3 Αντλιοστάσιο (Pump Room)	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΑΝΤΛΙΕΣ.....	13
2.1 Γενικά στοιχεία.....	13
2.2 Κατάταξη αντλιών.....	14
2.3 Αναρρόφηση.....	14
2.4 Κατάθλιψη.....	15
2.5 Χαρακτηριστικά αντλιών	15
2.6 Αντλίες θετικού εκτοπίσματος	16
2.7 Αντλίες και συστήματα σωληνώσεων	19
2.8 Τροφοδοσία	21
2.9 Τα κύρια μέρη του αντλιοστασίου	28
2.10 Το σύστημα αποστράγγισης.....	29
2.11 Η τουρμπίνα RX.....	31
2.12 Κεντρόφυγες αντλίες (centrifugal pumps)	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ	41
3.1 Framo αντλίες φορτίου.....	41
3.2 Υδραυλικό σύστημα άντλησης φορτίου Hyundai.....	43
3.2.1 Υλικό αντλίας.....	44
3.2.2 Διαστάσεις αντλίας.....	45
3.2.3 Υποθαλάσσια αντλία φορτίου	46
3.2.4 Τμηματική απεικόνιση αντλίας	47
3.2.5 Εγκατάσταση.....	48
3.2.6 Λειτουργία.....	49
3.2.7 Μελλοντικές προσπάθειες κατασκευαστικών εταιρειών.....	50
ΕΠΙΛΟΓΟΣ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	51
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	53