

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
Α.Ε.Ν ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Capt. Ι. ΤΣΙΓΚΟΥΝΑΚΗΣ

ΘΕΜΑ :

**ΜΕΣΑ ΕΚΦΟΡΤΩΣΗΣ ΕΝΟΣ ΣΥΓΧΡΟΝΟΥ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΟΥ ΚΑΙ
ΠΛΥΣΙΜΟ ΜΕ ΑΡΓΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ**



ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΓΚΟΤΣΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΤΣΙΓΚΟΥΝΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

**ΘΕΜΑ: ΜΕΣΑ ΕΚΦΟΡΤΩΣΗΣ ΕΝΟΣ ΣΥΓΧΡΟΝΟΥ
ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΟΥ ΚΑΙ ΠΛΥΣΙΜΟ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΜΕ ΑΡΓΟ
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ**

**ΤΟΥ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΓΚΟΤΣΗ ΝΙΚΟΛΑΟΥ
Α.Γ.Μ:4203**

Ημερομηνία ανάληψης της εργασίας: 16/05/2020

Ημερομηνία παράδοσης της εργασίας:

Ο ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΣΧΟΛΗΣ : ΤΣΟΥΛΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

Περιεχόμενα

Περίληψη	6
1. Ιστορική αναδρομή.	7
1.1 Τα πρώτα «δεξαμενόπλοια».	7
1.2 Τεχνολογική εξέλιξη και ναυπήγηση.	8
1.3 Μετάβαση από μονοτύθμενα σε διτύθμενα δεξαμενόπλοια.	9
1.4 Ο ρόλος των δεξαμενόπλοιων σήμερα.	10
2. Είδη δεξαμενοπλοίων και κατηγορίες φορτίων.	10
2.1 Βασικές κατηγορίες δεξαμενοπλοίων.	10
2.2 Βασικές κατηγορίες υγρών φορτίων.	11
2.3 Ιδιότητες υγρών φορτίων.	12
2.3.1 Ιξώδες (Viscosity).....	12
2.3.2 Σημείο ροής (Pour point).....	13
2.3.3 Πυκνότητα (Density).....	13
2.3.4 Ειδικό βάρος (Specific gravity).....	13
2.3.5 Θερμικός συντελεστής διαστολής υγρών.	14
2.3.6 Πτητικότητα (Volatility).....	15
2.3.7 Υδραυλικό πλήγμα (Pressure Surge).....	15
2.4 Ιδιότητες αργού πετρελαίου.	16
2.4.1 Αργό πετρέλαιο.	16
2.4.2 Χαρακτηριστικά αργού πετρελαίου.	16
3. Εξοπλισμός – κύρια και βοηθητικά συστήματα.	17
3.1 Τυπική διάταξη δεξαμενοπλοίων.	17
3.2 Εξοπλισμός καταστρώματος.	18

3.2.1 Υδάτινο ανεπίστροφο επιστόμιο καταστρώματος (Deck seal).	19
3.2.2 Μηχανικά επιστόμια πίεσης / κενού (P/v valves – Pressure and vacuum valves).....	20
3.2.3 Υδάτινος διακόπτης πίεσης/ κενού (P/V Breaker).	20
3.2.4 Επιστόμιο εκτόνωσης ιστού (Mast Riser).	21
3.2.5 Λήψεις φορτίου (manifolds).....	21
3.2.6 Ανυψωτικός εξοπλισμός (cranes).....	22
3.2.7 Καταμετρικά καταστρώματος (ullage pipes).	23
3.2.8 RADAR δεξαμενών.....	23
3.2.9 Σύστημα συναγερμού υψηλής στάθμης (high level alarm).....	24
3.2.10 Μηχανήματα πλυσίματος δεξαμενών φορτίου (COW – Crude Oil Wash)....	24
3.2.11 Δίκτυο γραμμών φορτίου και επιστόμια αυτών (cargo lines).	26
3.3 Εξοπλισμός αντλιοστασίου.	27
3.3.1 Αντλίες φορτίου (cargo pumps).	28
3.3.2 Αντλία αποστραγγίσεως (stripping pump).	30
3.3.3 Αντλία κενού AVSS (Auto Vacuum stripping system).....	31
3.3.4 Εγχυτήρες (stripping eductors).....	32
3.3.5 Αντλίες έρματος (ballast pump).	33
3.3.6 Oil Discharge Monitoring Equipment.	33
3.4 Αδρανές αέριο (IG system).	35
3.5 Cargo Control Room (CCR).	37
4 Στάδια εκφόρτωσης.	37
4.1 Διαδικασίες πριν την εκφόρτωση.....	37
4.2 Διαδικασίες κατά την εκφόρτωση.....	38

4.3 Διαδικασίες αποστραγγίσεως δεξαμενών.	39
5. Πλύσιμο δεξαμενών με αργό πετρέλαιο.	40
5.1 Περιγραφή συστήματος COW.	40
5.2 Κίνδυνοι κατά τη διάρκεια του πλυσίματος.	41
5.3 Καταλληλότητα φορτίου για πλύσιμο.	41
5.4 Απαιτήσεις για την χρήση του συστήματος COW.	41
5.5 Προετοιμασία συστήματος και εγγραφές.	42
5.6 Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα συστήματος COW.	42
Επίλογος.	43
Βιβλιογραφία:	44

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως στόχο την μελέτη και ανάλυση ενός σύγχρονου δεξαμενοπλοίου τόσο ως προς την κατασκευή και την κατηγοριοποίηση του όσο και ως προς τη λειτουργία του. Αξίζει να σημειωθεί ότι αναλύονται τα χαρακτηριστικά και οι ιδιότητες των μεταφερόμενων φορτίων, οι απαραίτητες γνώσεις για τον χειρισμό τους, καθώς και ο εξοπλισμός που φέρει ένα σύγχρονο δεξαμενόπλοιο με έμφαση στη διαδικασία εκφόρτωσης. Επιπλέον, εξετάζονται τα στάδια εκφόρτωσης του δεξαμενοπλοίου με ειδική βαρύτητα στην προετοιμασία και την ασφάλεια. Τέλος, γίνεται λεπτομερής επεξήγηση της λειτουργίας του συστήματος πλύσης με αργό πετρέλαιο καθώς και άλλων συστημάτων και δικτύων απαραίτητων για την λειτουργία του δεξαμενόπλοιοι.

Αρχικά, στο πρώτο κεφάλαιο εξετάζεται η πορεία των δεξαμενόπλοιων στο πέρασμα του χρόνου, τα τεχνολογικά επιτεύγματα που σημειώθηκαν με έμφαση στα διπύθμενα δεξαμενόπλοια καθώς και ο ρόλος που διαδραματίζουν στη παγκόσμια αγορά σήμερα.

Στη συνέχεια, το δεύτερο κεφάλαιο αποσαφηνίζει τις κατηγορίες των δεξαμενοπλοίων με δύο διαδοδομένα συστήματα σύμφωνα με την χωρητικότητά τους, των φορτίων καθώς και τις ιδιότητες αυτών με επίκεντρο το αργό πετρέλαιο.

Εισχωρώντας στο τρίτο και σημαντικότερο κεφάλαιο, εξετάζεται αναλυτικά ο εξοπλισμός εκφόρτωσης ενός δεξαμενόπλοιοι ανάλογα με την τοποθεσία και την λειτουργία του. Περιέχεται πλούσιο σχηματικό υλικό για την καλύτερη κατανόηση του εξοπλισμού και των δικτύων.

Ακολούθως, το τέταρτο κεφάλαιο αναλύει τα σημαντικότερα στάδια κατά την εκφόρτωση του δεξαμενοπλοίου τα οποία περιλαμβάνουν όλες τις απαιτούμενες ενέργειες για την επίτευξη της αποτελεσματικής ως προς τον χρόνο και την ασφάλεια εκφόρτωση πριν, κατά τη διάρκεια και μετά το πέρας αυτής.

Τέλος, το πέμπτο κεφάλαιο καλύπτει το αντικείμενο της πτυχιακής εργασίας στο ζήτημα του πλυσίματος με αργό πετρέλαιο COW (Crude Oil Wash) μέσω αναλυτικής περιγραφής του συστήματος, εξέτασης των πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων, των απαιτήσεων και των κινδύνων που ελλοχεύουν κατά τη χρήση του.

1. Ιστορική αναδρομή.

1.1 Τα πρώτα «δεξαμενόπλοια».

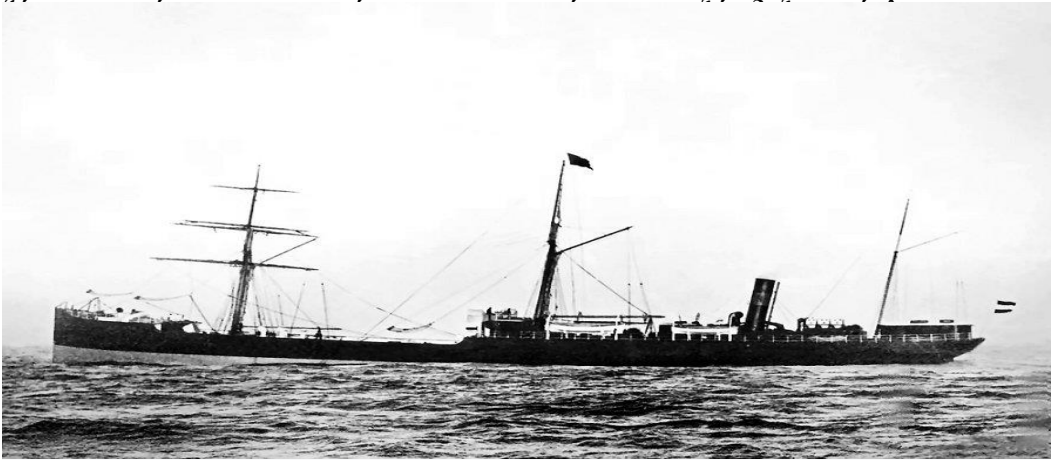
Από την αρχαιότητα τα πάσης φύσεως υγρά φορτία (λάδι, κρασί κ.λπ.), αλλά και χύμα φορτία, όπως π.χ. τα δημητριακά, μεταφέρονταν συσκευασμένα σε μεγάλα δοχεία, τους λεγόμενους αμφορείς, οι οποίοι παρείχαν ιδιαίτερες ευκολίες τόσο στη μεταφορά όσο και στη στοιβασία τους. Ακόμα δε και ο ερματισμός των αρχαίων πλοίων γίνονταν με μόνιμους αμφορείς, (αντί δεξαμενών) που ανάλογα πληρούνταν με θαλασσινό νερό, και που στοιβάζονταν όρθιοι κυρίως στα πλευρά των κυτών, σε ειδικές υποδοχές. Επίσης και για τις ανάγκες των τότε πληρωμάτων σε πόσιμο νερό, χρησιμοποιούνταν ειδικά αγγεία τα λεγόμενα "τηγανόσχημα", που παρουσίαζαν μεγάλη ευκολία στη στοιβασία τους. Αυτός ο τρόπος μεταφοράς υγρών φορτίων, όσο κι αν ακούγεται περίεργα έφθασε σχεδόν μέχρι την εποχή του Α' Παγκοσμίου Πολέμου, βέβαια με βαρέλια, στην αρχή ξύλινα και στη συνέχεια μεταλλικά. Με τη γενίκευση όμως της μηχανοκίνησης, πλέον των πλοίων, και της βιομηχανοποίησης οι ανάγκες μεταφορών πετρελαιοειδών αυξάνονταν με ταχύτατο ρυθμό σε βαθμό τέτοιο που άρχισε η αναζήτηση νέων τρόπων μεταφοράς τους ώστε να μπορεί να εκμεταλλευτεί και ο τελευταίος χώρος των κυτών των πλοίων. Έτσι στην αναζήτηση τέτοιας λύσης ήλθε η ιδέα κάποιων πλοιοκτητών μεταξύ των οποίων και Ελλήνων: "γιατί να μεταφέρουμε καύσιμα σε βαρέλια, στ' αμπάρια (κύτη) των πλοίων μας, και δεν φτιάχνουμε "**αμπάρια βαρέλια**"; Η ιδέα αυτή γενικεύθηκε και οι ναυπηγοί δεν άργησαν να σχεδιάσουν και να ναυπηγήσουν τα πρωτοποριακά στην εποχή τους **πλοία βαρέλια** αυτά που σήμερα θαυμάζονται για το μέγεθός τους και ονομάζονται **δεξαμενόπλοια**.



Αμφορέας του 530 π.Χ. Η Αταλάντη και ο Πελέας (πηγή: <https://en.wikipedia.org/wiki/Amphora>)

1.2 Τεχνολογική εξέλιξη και ναυπήγηση.

Το πέρας του Ά Παγκόσμιου πολέμου στάθηκε σημείο αφετηρίας για την ανάπτυξη των δεξαμενοπλοίων στην ναυτιλιακή αγορά.. Οι απαιτήσεις τόσο σε ποσότητα όσο και σε ταχύτητα μεταφοράς κατέστησαν αναγκαία την σύσταση και ναυπήγηση πλοίων – δοχείων , ικανά να μεταφέρουν το πετρέλαιο σε δεξαμενές. Έτσι λοιπόν , οι πλοιοκτήτες



Gluckauf (1886-1893) Το πρώτο μοντέρνο δεξαμενόπλοιο ναυπηγημένο στην Αγγλία.

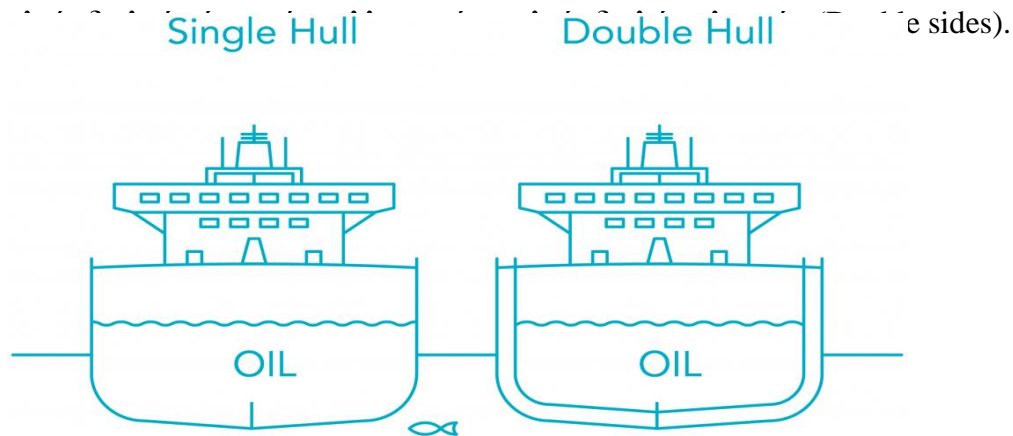
(πηγή: [https://en.wikipedia.org/wiki/Gl%C3%BCckauf_\(1886\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Gl%C3%BCckauf_(1886)))

Το πρωτοπόρο δεξαμενόπλοιο Gluckauf ναυπηγείται στην Αγγλία το 1886. Για πρώτη φορά οι δεξαμενές του ατμοκίνητου αυτού πλοίου τοποθετούνται μπροστά από τους χώρους ενδιαίτησης . Η άντληση του φορτίου γίνεται απευθείας από τις δεξαμενές μέσω αντλιών ώστε να μεταφορτωθεί σε βαρέλια. Ακόμη , όλος ο εξοπλισμός χειρίζεται από το κύριο κατάστρωμα. Αξιοσημείωτο είναι και το γεγονός ότι το Gluckauf είχε οριζόντιο στεγανό και την ικανότητα ερματισμού ξεχωριστής δεξαμενής έρματος , κατά την απουσία φορτίου.

Την ίδια περίοδο, γεννιέται από τον έμπορο Marcus Samuel και τον πλοιοκτήτη Fred Lane η ιδέα της διέλευσης δεξαμενοπλοίων από τη διώρυγα του Σουέζ. Στόχος η μεταφορά φορτίου από την παραγωγική Ρωσία προς την ασιατική αγορά. Έως το 1956 , μέχρι την κρίση του Σουέζ , τα πλοία σχεδιάζονταν κατά τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατή η διέλευση τους από την διώρυγα. Όμως , με την εμφάνιση της κρίσης αναγκάστηκαν να πραγματοποιούν τον περίπλοο της Αφρικής περνώντας από το ακρωτήριο της καλής ελπίδας. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την δημιουργία πλοίων μεγαλύτερης χωρητικότητας.

1.3 Μετάβαση από μονοπύθμενα σε διπύθμενα δεξαμενόπλοια.

Με την αύξηση του παγκόσμιου στόλου δεξαμενοπλοίων, αυξήθηκε σημαντικά και ο αριθμός των ατυχημάτων και ρυπάνσεων του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Μια αλληλουχία κατασκευαστικών αστοχιών, ανθρώπινων σφαλμάτων και ελαστικών κανονισμών είχαν ως αποτέλεσμα ανυπολόγιστες φυσικές και οικονομικές καταστροφές, με κορύφωση την περίοδο από 15/12/1976 έως 24/02/1977 στις ακτές των Ηνωμένων Πολιτειών. Ωστόσο, και στις ακτές της Ευρώπης, σημειώθηκαν πολλά ατυχήματα δεξαμενοπλοίων την ίδια περίοδο. Τρανό παράδειγμα το Δ/Ξ SS Torrey canyon χωρητικότητας 110,000 τόνων, το οποίο ναυάγησε ανοικτά των δυτικών ακτών της Κορνουάλλης έπειτα από πρόσκρουση με τον βράχο Pollard's Rock στον ύφαλο Seven Stones. Το 2002 η Ευρωπαϊκή ένωση έθεσε σε ισχύ τον κανονισμό που προέβλεπε την απαγόρευση απόπλου και κατάπλου από ή σε λιμένα χώρας – μέλους της, δεξαμενόπλοιοι μονού κύτους άνω των 5000 τόνων, ο οποίος αργότερα υιοθετήθηκε από την MARPOL. Έτσι, άρχισαν να αντικαθιστώνται τα πλοία μονού κύτους με τα



Απεικόνιση μονοπύθμενου/διπύθμενου πλοίου.

(πηγή: <https://clearseas.org/en/blog/double-hulls/>)

Κύρια διαφορά μεταξύ των δύο τύπων είναι ο διαχωρισμός του θαλασσινού νερού εξωτερικά με το φορτίο εσωτερικά των δεξαμενών του πλοίου. Στην περίπτωση του μονοπύθμενου πλοίου, το φορτίο διαχωρίζεται με το νερό της θάλασσας με ένα μόνο έλασμα κατά το διάμηκες του πλοίου και τον πυθμένα αυτού, ενώ στην περίπτωση του διπύθμενου πλοίου, μεταξύ νερού και φορτίου διαμεσολαβεί ένας κενός χώρος ο οποίος είναι και χώρος ερματισμού σε άφορτη κατάσταση. Αυτό σημαίνει ότι σε περίπτωση δημιουργίας ρήγματος στα ύφαλα του πλοίου είτε από σύγκρουση είτε από προσάραξη, δεν θα υπάρξει διαρροή φορτίου σε αντίθεση με το μονοπύθμενο πλοίο.

1.4 Ο ρόλος των δεξαμενόπλοιων σήμερα.

Η ναυτιλία παρέμεινε μακράν ο πιο σημαντικός τρόπος διεθνούς μεταφοράς εμπορευμάτων. Το παγκόσμιο θαλάσσιο εμπόριο σημείωσε τη δέκατη τέταρτη συνεχή ετήσια αύξηση του το 1999, φθάνοντας σε ρεκόρ ύψους 5,23 δισεκατομμυρίων τόνων. Ωστόσο, οι ετήσιοι ρυθμοί ανάπτυξης μειώθηκαν στο 1,3%, από 2,2% το 1998 και 4,1% το 1997. Τα στοιχεία αντικατοπτρίζουν την ασιατική χρηματοπιστωτική κρίση, την ακόλουθη ανάκαμψη και την έντονη κατάσταση των οικονομιών των ΗΠΑ και της Ευρώπης κατά τη διάρκεια αυτών των ετών . Σήμερα , σε ότι αφορά την παγκόσμια μεταφορά πετρελαίου , ο αριθμός του παγκόσμιου στόλου δεξαμενόπλοιων ανέρχεται στα 2.210 πλοία, μικρότερος κατά 571 πλοία σε σχέση με το 2018 , σύμφωνα με την τελευταία στατιστική μελέτη που έγινε τον Απρίλιο του 2020 από την IHS MARKIT . Κάθε χρόνο , καταναλώνονται περίπου 1,7 δισεκατομμύρια βαρέλια παγκοσμίως ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες σε καύσιμα και πρώτες ύλες. Ο ελληνόκτητος στόλος δεξαμενόπλοιων μεταφοράς αργού πετρελαίου ανέρχεται στο 31.99% σε σχέση με τον παγκόσμιο στόλο , τα υγραεριοφόρα στο 15,42% και τα δεξαμενόπλοια μεταφοράς χημικών και παραγώγων πετρελαίου στο 15,17% ενώ τα δεξαμενόπλοια μεταφοράς αργού πετρελαίου αποτελούν το 48% του ελληνόκτητου εμπορικού στόλου για πλοία άνω των 1000 τόνων νεκρού βάρους.

2. Είδη δεξαμενοπλοίων και κατηγορίες φορτίων.

2.1 Βασικές κατηγορίες δεξαμενοπλοίων.

Οι κυριότερες κατηγορίες δεξαμενόπλοιων ανάλογα με το φορτίο το οποίο μεταφέρουν και είναι οι εξής :

- Δεξαμενόπλοια μεταφοράς αργού πετρελαίου (crude oil tankers).
- Δεξαμενόπλοια μεταφοράς παράγωγων προϊόντων πετρελαίου (oil product tankers).
- Δεξαμενόπλοια μεταφοράς χημικών προϊόντων (chemical product tankers).
- Δεξαμενόπλοια μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου (Liquid Natural Gas).
- Δεξαμενόπλοια μεταφοράς υγροποιημένου πετρελαϊκού αερίου (Liquid Petroleum Gas).

Εκτός από την ταξινόμηση με βάση το φορτίο που μεταφέρουν , ταξινομούνται σε

κατηγορίας ανάλογα και με το μέγεθος της χωρητικότητας τους. Για τον σκοπό αυτό υπάρχουν δύο συστήματα , το λεγόμενο «σύστημα της αγοράς» το οποίο δεν προσδιορίζει ακριβώς τα όρια μεταξύ των κατηγοριών και το σύστημα «AFRA» της πετρελαϊκής εταιρείας Shell. Ως προς το σύστημα της αγοράς έχουμε :

- Product tanker : DWT 10.000 – 60.000 MT
- Panamax tanker : DWT 60.000 – 80.000 MT
- Aframax tanker : DWT 80.000 – 120.000 MT
- Suezmax tanker : DWT 120.000 – 200.000 MT
- VLCC tanker : DWT 200.000 – 320.000 MT
- ULCC tanker : DWT 320.000 – 550.000 MT

Ως προς το σύστημα AFRA έχουμε :

- General purpose tanker : DWT 10.000 – 24.999 MT
- Medium range tanker : DWT 25.000 – 44.999 MT
- Long range 1 : DWT 50.000 – 79.999 MT
- Long range 2 : DWT 80.000 – 159.999 MT
- VLCC : DWT 160.000 – 319.999 MT
- ULCC : DWT 320.000 – 549.000 MT

2.2 Βασικές κατηγορίες υγρών φορτίων.

Ένας από τους πιο σημαντικούς τρόπους ταξινόμησης των υγρών φορτίων στα δεξαμενόπλοια είναι ο διαχωρισμός τους σε πτητικά και μη πτητικά , δηλαδή σε εύφλεκτα και μη εύφλεκτα. Η ταξινόμηση αυτή είναι διαφορετική για την αμερικανική νομοθεσία και τον διεθνή οδηγό ασφαλείας δεξαμενοπλοίων και τερματικών σταθμών (ISGOTT). Για τον όρο «πτητικότητα» θα αναφερθούμε αναλυτικά στη συνέχεια.

Πτητικά φορτία :

- Αργό πετρέλαιο (Crude oil)
- Κηροζίνες (Kerosenes)
- Βενζίνες (Gazolines)
- Πετρέλαια θέρμανσης (Heating oils)
- Νάφθες (Naphtas)

- Καύσιμα αεριοθουμένων (Jet oils)
- Πετρελαϊκή αιθέρες (White spirits)

Μη πτητικά φορτία :

- Λιπαντικά (Lubricating oils)
- Καύσιμο πετρέλαιο (Fuel oil)
- Βαριά γκαζόιλς (Heavy gas oils)
- Μαζούτ (Residual fuel oil)
- Άσφαλτοι (Asphalts , Bitumen)

2.3 Ιδιότητες υγρών φορτίων.

Η διαχείριση των υγρών φορτίων απαιτεί γνώση των χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων του εκάστοτε υγρού φορτίου τόσο από τους αξιωματικούς του πλοίου όσο και από το ίδιο το πλήρωμα. Η γνωστοποίηση των χαρακτηριστικών αυτών γίνεται μέσω του MSDS (Material Safety Data Sheet) ή αλλιώς δελτίο δεδομένων ασφάλειας υλικού το οποίο περιγράφει μεταξύ άλλων το ιξώδες , το σημείο ροής , το ειδικό βάρος , τον θερμικό συντελεστή διαστολής , την πτητικότητα , την ευφλεκτότητα και την τοξικότητα.

2.3.1 Ιξώδες (Viscosity).

Είναι η ιδιότητα ενός υγρού να εμποδίζει την μεταξύ τους κινητικότητα των μορίων από τα οποία αποτελείται (ή με άλλα λόγια 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 παχύρρευστο είναι το υγρό και τόσο μεγαλύτερη δύναμη χρειάζεται για να κινηθεί . Όταν αυξάνεται η θερμοκρασία του υγρού , αυξάνεται και η κινητικότητα των μορίων που έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση του δεσμού που αναφέραμε με συνέπεια την αύξηση της ρευστότητας του υγρού.

2.3.2 Σημείο ροής (Pour point).

Είναι η χαμηλότερη θερμοκρασία στην οποία ένα υγρό παραμένει ρευστό. Για να πραγματοποιηθεί χειρισμός του φορτίου θα πρέπει να θερμανθεί σε θερμοκρασία κατά 10°C υψηλότερη από το pour point που έχει. Δεν υπάρχει σχέση μεταξύ viscosity και pour point.

Όπως στα φορτία που έχουν υψηλή 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 θερμαντικά στοιχεία (heaters) που να έχουν την δυνατότητα να θερμάνουν το φορτίο σε θερμοκρασίες που δίνονται στις οδηγίες φόρτωσης, τόσο κατά τη διάρκεια της μεταφοράς, όσο και κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης, αλλιώς υπάρχει κίνδυνος να μην εκφορτωθεί είτε λόγω του ότι έγινε πολύ παχύρρευστο (υψηλό viscosity) είτε γιατί το φορτίο σταθεροποιήθηκε μέσα στις δεξαμενές και τις σωληνώσεις του φορτίου (υψηλό pour point).

2.3.3 Πυκνότητα (Density).

Είναι φυσικό μέγεθος και εκφράζει την ποσότητα της ύλης (μάζας) που περιέχεται στη μονάδα του όγκου ενός σώματος. Για ομοιογενή σώματα η πυκνότητα ορίζεται ως το πηλίκο του βάρους του σώματος προς τον όγκο αυτού.

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 GCS σε gr/cm^3 . Η πυκνότητα ενός σώματος μεταβάλλεται με την θερμοκρασία και την πίεση. Η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί την αύξηση του όγκου ενός σώματος. Μια εξαίρεση αποτελεί το νερό, του οποίου η πυκνότητα είναι μεγαλύτερη στους $+4^{\circ}\text{C}$ και μειώνεται όταν η θερμοκρασία κατεβαίνει προς 0°C .

Η πυκνότητα που ορίσαμε πιο πάνω ονομάζεται απόλυτη. Υπάρχει και η σχετική πυκνότητα ή ειδικό βάρος που αναφέρεται στη συνέχεια.

2.3.4 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.

Ειδικά βάρη μερικών πετρελαιοειδών είναι :

Crude oils : 0.780 – 1.000
 Motor gazolines : 0.713 – 0.741
 kerosenes : 0.791 – 0.808
 White spirits : 0.630 – 0.900
 Gas oils : 0.827 – 0.845
 Lubrication oils : 0.870 – 0.930

Το ειδικό βάρος ενός πετρελαιοειδούς μπορεί να δοθεί είτε με την πιο πάνω μορφή συνοδευόμενο από τις λέξεις “specific gravity 60/60⁰F” ή με το αμερικανικό σύστημα με τις λέξεις API gravity at 60⁰ F. Το τελευταίο έχει επικρατήσει στις θαλάσσιες μεταφορές πετρελαιοειδών. Το API προέρχεται από τα αρχικά του American Petroleum Institute. Η μαθηματική σχέση που συνδέει το API με το specific gravity είναι η εξής :

$$\text{API gravity at } 60^{\circ} \text{ F} = 141,5 / \text{sp.gr } 60/60^{\circ} \text{ F} - 131.5$$

Η γνώση του ειδικού βάρους είναι απαραίτητη για τον υπολογισμό του φορτίου πριν και μετά τη φόρτωση κλπ. Ακόμη , είναι χρήσιμο για την κατάσβεση πυρκαγιάς. Εάν το ειδικό βάρος έχει μικρότερη τιμή από την μονάδα και χρησιμοποιήσουμε νερό , τότε το υγρό θα ανέλθει στην επιφάνεια εξαπλώνοντας την πυρκαγιά. Τέλος παίζει σημαντικό ρόλο στην κατασκευή των πλοίων ανάλογα με την χρήση που προορίζονται.

2.3.5 Θερμικός συντελεστής διαστολής υγρών.

Ο συντελεστής αυτός υποδεικνύει κατά πόσο ένα υγρό μεταβάλει τον όγκο του ανάλογα με την μεταβολή της θερμοκρασίας. Δηλαδή πόσο αυξάνεται ο όγκος με την αύξηση της θερμοκρασίας και αντίστοιχα πόσο μειώνεται ο όγκος με την μείωση της θερμοκρασίας.

Στις μετρήσεις φορτίων πετρελαίου , πρέπει ο όγκος φορτίου που μεταφέρθηκε σε μια δεξαμενή φορτίου , όταν η θερμοκρασία του φορτίου αυτού είναι διαφορετική των 60⁰ F (που συμβαίνει σχεδόν πάντοτε) να μετατραπεί σε όγκο φορτίου θερμοκρασίας 60⁰ 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 60⁰ F (στην οποία θερμοκρασία βασίζονται διεθνώς οι πίνακες των πετρελαιοειδών) γίνεται με τη βοήθεια του θερμικού συντελεστή (coefficient of expansion ή volume correction coefficient).

Για την εύρεση του θερμικού συντελεστή , εισερχόμαστε στους σχετικούς πίνακες (α) με το ειδικό βάρος του φορτίου και (β) με την παρούσα θερμοκρασία του φορτίου.

2.3.6 Πτητικότητα (Volatility).

Είναι η ικανότητα ενός υγρού να αναδίδει αέρια κατά 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 αυτής της πίεσης αποτελεί ένδειξη για την πτητικότητα ενός υγρού και ονομάζεται «Αληθής Τάση Ατμών» (True Vapour Pressure ή TVP).

Επίσης ένδειξη της πτητικότητας παρέχουν και τα Σημεία ανάφλεξης (Flash Point) Σημείο καύσης (Fire Point) και Σημείου βρασμού (Boiling Point) κάθε υγρού φορτίου.

Η υψηλή πτητικότητα ορισμένων πετρελαιοειδών φορτίων δημιουργεί επικίνδυνες καταστάσεις πιθανής ανάφλεξης ή έκρηξης, που απαιτούν προσεκτική μελέτη στο σχεδιασμό των πετρελαιοφόρων, καθώς και στους διάφορους χειρισμούς του φορτίου, έρματος και καθαρισμού των δεξαμενών.

Αν ένα πτητικό υγρό περιέχει τοξικές ουσίες, αυτές με την εξάτμιση αναδίδονται στην ατμόσφαιρα και η εισπνοή αυτών των αναθυμιάσεων επιφέρει βλάβες στον ανθρώπινο οργανισμό ή και θάνατο.

2.3.7 Υδραυλικό πλήγμα (Pressure Surge).

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

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

Αν η πίεση που θα δημιουργηθεί είναι μεγαλύτερη από την αντοχή της γραμμής φορτίου, αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα την θραύση της γραμμής, με αρκετά δυσάρεστες συνέπειες, μια εκ των οποίων είναι και η ρύπανση της θάλασσας.

2.4 Ιδιότητες αργού πετρελαίου.

2.4.1 Αργό πετρέλαιο.

Αργό πετρέλαιο χαρακτηρίζεται η αρχική μορφή πετρελαίου , όπως αυτή αντλείται από τις διάφορες πετρελαιοπηγές. Βασικά στοιχεία που το απαρτίζουν είναι ο άνθρακας (C) το υδρογόνο (H) και το θείο (S). Το χρώμα του είναι σκούρο καφέ ή σκούρο μαύρο με κίτρινες και πράσινες αποχρώσεις. Αντλείται είτε στη θάλασσα είτε στην ξηρά σε βάθος από λίγα μέτρα έως 5.000 μέτρα. Ανάλογα την περιοχή εξορύξεως (oil fields) το αργό πετρέλαιο παρουσιάζει μερικές διαφορές. Η επιστήμη μέχρι και σήμερα , δεν έχει κατορθώσει να ανακαλύψει την προέλευση του αργού πετρελαίου παρότι υπάρχουν θεωρίες. Μια από τις πιο σύνηθες θεωρίες είναι ότι το πετρέλαιο δημιουργήθηκε στα διάφορα στρώματα της γης στα οποία φυτικοί και ζωικοί οργανισμοί εγκλωβίστηκαν και με την πάροδο των χρόνων υπό συνθήκες αυξημένης πίεσης και υψηλής θερμοκρασίας μετατράπηκαν στη σημερινή του μορφή.

Για την ασφαλέστερη και αποτελεσματικότερη μεταφορά του αργού πετρελαίου προηγείται κάποια μικρή επεξεργασία ώστε να διαμορφωθούν ορισμένα χαρακτηριστικά του. Στόχος της επεξεργασίας είναι σταθεροποίηση του φορτίου με τάση ατμών 1atm σε θερμοκρασία περιβάλλοντος , (Stabilization Process) , η απαλλαγή από πτητικά στοιχεία , νερό που υπάρχει , οξειδωτικές ουσίες , χρώματα και ακαθαρσίες . Σε τερματικούς σταθμούς που βρίσκονται στη θάλασσα δεν πραγματοποιείται η διαδικασία σταθεροποίησης που αναφέρεται παραπάνω με αποτέλεσμα την απότομη μεταβολή (αύξηση) της πίεσης εντός των δεξαμενών φορτίου.

Η παραπάνω επεξεργασία δεν αλλάζει τον χαρακτηρισμό αργό πετρέλαιο αλλά το κατατάσσει σε κατηγορίες ανάλογα με την περιεκτικότητα του σε θείο και την προσθαφαίρεση κλασματικών αποσταγμάτων σε :

- α) Sour crude oil : που περιέχει πάνω από 2% m/m θειούχα συστατικά (μέση ανατολή).
- β) Sweet crude oil : που περιέχει κάτω από 2% m/m θειούχα για αποφυγή οξείδωσης των δεξαμενών.
- γ) Stabilized crude oil : που έχουν αφαιρεθεί τα πτητικά συστατικά.
- δ) Spiked crude oil : στο οποίο έχει γίνει μείωση του ιξώδους για την καλύτερη μεταφορά.

2.4.2 Χαρακτηριστικά αργού πετρελαίου.

Τα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να γνωρίζουν οι χειριστές του αργού πετρελαίου είναι τα εξής :

- α) Πυκνότητα ή ειδικό βάρος
- β) API gravity at 60° F
- γ) Αρχικό σημείο βρασμού
- δ) Κινηματικό ιξώδες
- ε) Σημείο ροής
- στ) Θείο
- ζ) Βανάδιο
- η) Κερί
- θ) Ασφαλτένια

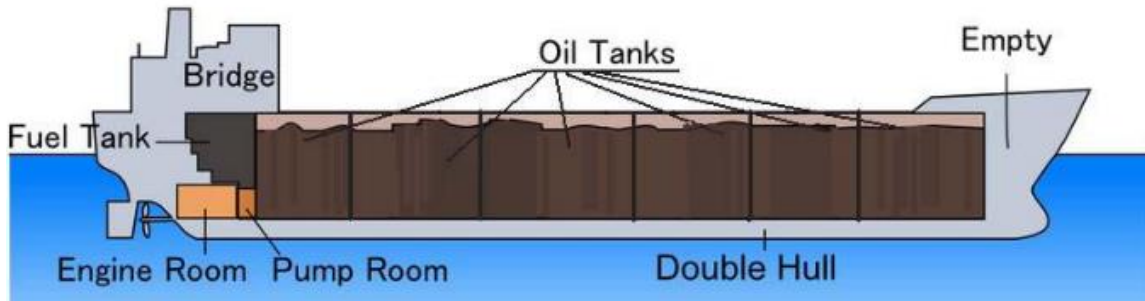
Τα παραπάνω χαρακτηριστικά συναντώνται σε όλα τα προϊόντα πετρελαίου τόσο στα ενδιάμεσα όσο και στα τελικά κατόπιν επεξεργασίας. Ανάλογα με τις προδιαγραφές του προϊόντος και τη χρήση για την οποία προορίζεται αυτά τα χαρακτηριστικά διαφέρουν πολύ σε σχέση με άλλα προϊόντα. Τα καύσιμα ναυτιλίας ενδέχεται να προξενήσουν προβλήματα στην λειτουργία των πλοίων εάν κάποιο από τα χαρακτηριστικά τους διαφέρει από τις προδιαγραφές τους. Κάθε χαρακτηριστικό των καυσίμων ναυτιλίας σχετίζεται με μία λειτουργία ή δυσλειτουργία. Παραδείγματος χάριν η πυκνότητα σχετίζεται με την οικονομία και την φυγοκέντριση , το ιξώδες με τη θέρμανση την αντλητικότητα και την καύση , το νερό το βανάδιο και το θείο με την διάβρωση και το θείο με τη μόλυνση του περιβάλλοντος , οι μικροοργανισμοί με τη φραγή των φίλτρων και τα ανθρακούχα υπολείμματα με τις επικαθίσεις.

3. Εξοπλισμός – κύρια και βοηθητικά συστήματα.

3.1 Τυπική διάταξη δεξαμενοπλοίων.

Όλα τα σύγχρονα δεξαμενόπλοια ακολουθούν μια τυπική διάταξη των διαφόρων χώρων από τους οποίους αποτελούνται με σκοπό την καλύτερη και ασφαλέστερη εκμετάλλευσή τους. Αρχικά , ένα δεξαμενόπλοιο αποτελείται από τις δεξαμενές φορτίου που εκτείνονται κατά μήκος και πλάτος του πλοίου μπροστά από το ακομοδέσιο. Ο αριθμός των δεξαμενών φορτίου διαφέρει ανάλογα με την χωρητικότητα του πλοίου. Ανάμεσα από τις δεξαμενές φορτίου και των πλευρών του πλοίου, κατά το διάμηκες, βρίσκονται οι δεξαμενές έρματος (θαλασσινού νερού). Ακόμη , το αντλιοστάσιο (εκτός τύπου framo) βρίσκεται μπροστά από τον χώρο του μηχανοστασίου και πίσω από τις δεξαμενές καταλοίπων (slop tanks). Επιπλέον, στο κατάστρωμα είναι τοποθετημένα το δίκτυο του φορτίου , του αφρού κατασβέσεως , της πυρκαγιάς και άλλα λειτουργικά δίκτυα όπως του γλυκού νερού , του αέρα και του λαδιού. Τέλος , για τον έλεγχο της διαμήκης κλίσης του πλοίου υπάρχουν οι δεξαμενές ζυγοσταθμίσεως στην πλώρη και στην πρύμη.

Oil tanker (side view)



(πηγή : [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oil_tanker_\(side_view\).PNG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Oil_tanker_(side_view).PNG))

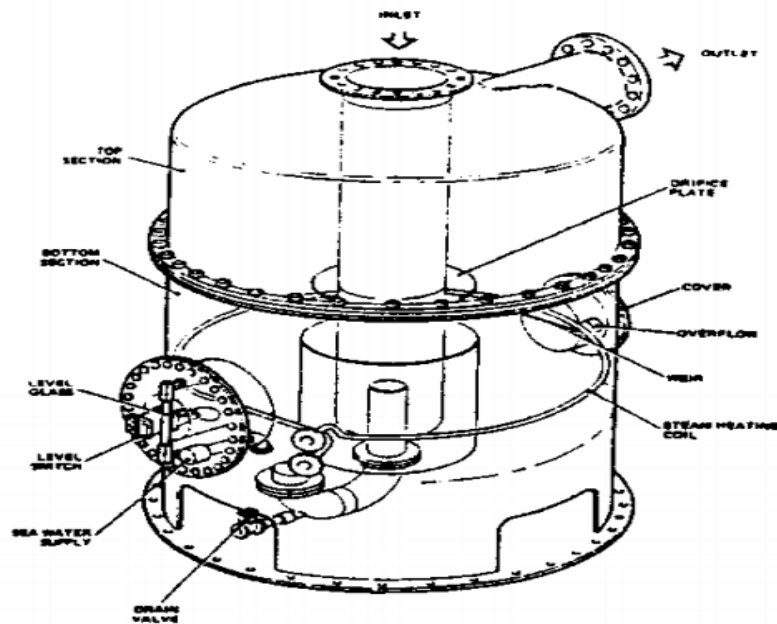
3.2 Εξοπλισμός καταστρώματος.

Κάθε δεξαμενόπλοιο φέρει στο κύριο κατάστρωμα ή κάτω από αυτό (εντός των δεξαμενών) μέρος του εξοπλισμού φορτίου. Ο εξοπλισμός αυτός είναι ζωτικής σημασίας για την σωστή και ασφαλή διεκπεραίωση της διαχείρισης και ελέγχου του φορτίου, θα πρέπει να βρίσκεται πάντοτε σε καλή κατάσταση και σωστά συντηρημένος σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Σχεδόν όλα τα συστήματα που αφορούν στην διαχείριση του φορτίου καταλήγουν στο κύριο κατάστρωμα, χωρίς αυτό να συνεπάγεται την άμεση σύνδεση των συστημάτων αυτών, μιας και δεν εξυπηρετούν τις ίδιες λειτουργίες. Ο εξοπλισμός που συναντάμε είναι ο εξής :

1. Υδάτινο ανεπίστροφο επιστόμιο καταστρώματος (Deck seal).
2. Μηχανικά επιστόμια πίεσης / κενού (P/v valves – Pressure and vacuum valves).
3. Υδάτινος διακόπτης πίεσης κενού (P/V Breaker).
4. Επιστόμιο εκτόνωσης ιστού (Mast Riser).
5. Λήψεις φορτίου (manifolds).
6. Ανυψωτικός εξοπλισμός (cranes).
7. Καταμετρικά καταστρώματος (ullage pipes).
8. RADAR δεξαμενών.
9. Σύστημα συναγερμού υψηλής στάθμης (high level alarm).
10. Μηχανήματα πλυσίματος δεξαμενών φορτίου (COW – Crude Oil Wash).
11. Δίκτυο γραμμών φορτίου. (cargo lines).

3.2.1 Υδάτινο ανεπίστροφο επιστόμιο καταστρώματος (Deck seal).

Ο χώρος που συναντάται το αδρανές αέριο χωρίζεται σε δύο περιοχές. Αυτές οι περιοχές είναι η μη-επικίνδυνη περιοχή και η επικίνδυνη περιοχή. Σκοπός της ύπαρξης του υδάτινου ανεπίστροφου επιστομίου καταστρώματος είναι η αποφυγή της επιστροφής μείγματος αδρανούς αερίου και υδρογονανθράκων στην μη-επικίνδυνη περιοχή. Η παρουσία του νερού εντός του επιστομίου λειτουργεί ως φυσικό φίλτρο και εμπόδιο για την επιστροφή των αερίων. Κατά την είσοδο του, το αδρανές αέριο εισέρχεται στο επιστόμιο και στη συνέχεια περνάει μέσα από το νερό, κατευθυνόμενο προς το επόμενο μηχανικό ανεπίστροφο επιστόμιο που εξυπηρετεί τον ίδιο σκοπό, ώστε να οδηγηθεί στις δεξαμενές φορτίου. Ουσιαστικά, αποτελεί μια βαλβίδα ασφαλείας. Πριν από κάθε χρήση του συστήματος αδρανούς αερίου, θα πρέπει πάντοτε να ελέγχεται η στάθμη του νερού από τον γυάλινο δείκτη εξωτερικά του επιστομίου.



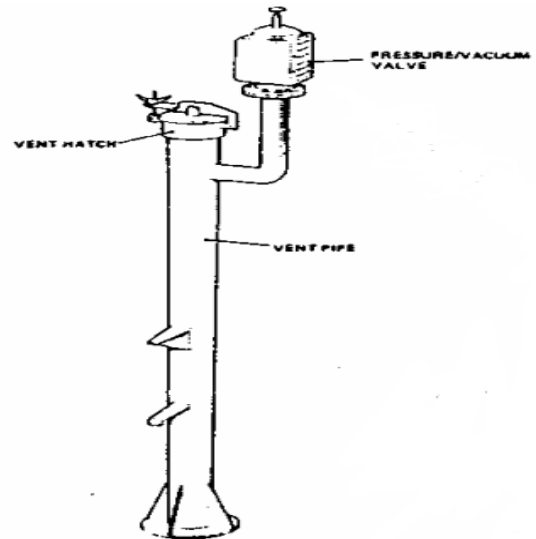
Σχ. Δ-10 Υδάτινο ανεπίστροφο επιστόμιο καταστρώματος

(πηγή : Ι.Κ Φαννέλης, Σύγχρονη Πρακτική Εργασίας στα Δεξαμενόπλοια, εκδόσεις Ε.Ν. Σταυριδάκη).

3.2.2 Μηχανικά επιστόμια πίεσης / κενού (P/v valves – Pressure and vacuum valves).

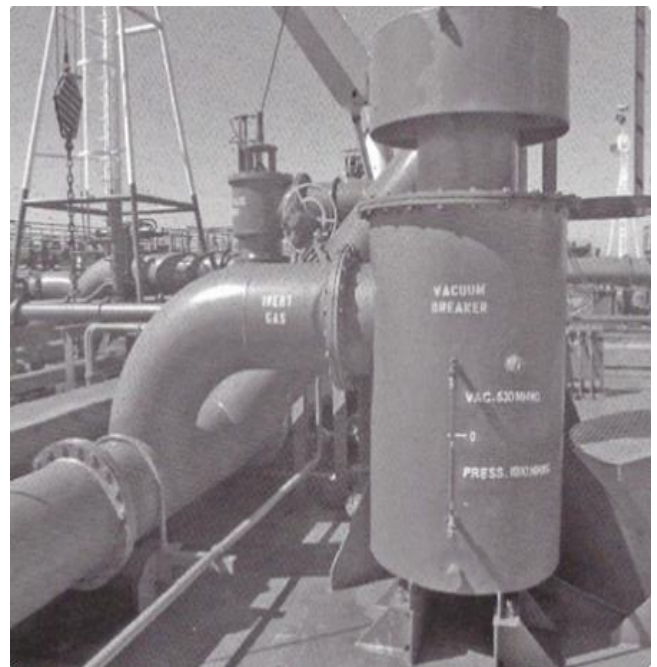
Τα μηχανικά επιστόμια πίεσης / κενού (P/V valves) βρίσκονται πλώρα από τον ρούμπο κάθε δεξαμενής φορτίου και εξυπηρετούν στην ανακούφιση των δεξαμενών για μικρές αυξομειώσεις της πίεσης ή του κενού που δημιουργείται εξαιτίας της αλλαγής θερμοκρασίας του φορτίου. Οι τιμές ενεργοποίησης των επιστομίων είναι 1300mm WG για την εκτόνωση και -500 για την αναρρόφηση. Η τακτική συντήρηση είναι απαραίτητη για τη σωστή λειτουργία των επιστομίων.

(πηγή : I.K Φαννέλης, Σύγχρονη Πρακτική Εργασίας στα Δεξαμενόπλοια, εκδόσεις Ε.Ν. Σταυριδάκης).



3.2.3 Υδάτινος διακόπτης πίεσης/ κενού (P/V Breaker).

Λόγω των απότομων κινήσεων του υγρού που υπάρχει μέσα στις δεξαμενές φορτίου , δημιουργείται το φαινόμενο του κύματος πίεσης (pressure surge) με κίνδυνο να μην ανταποκριθούν άμεσα τα μηχανικά επιστόμια πίεσης κενού. Για τον λόγο αυτό , υπάρχουν οι υδάτινοι διακόπτες πίεσης / κενού οι οποίοι με την αύξηση της πίεσης άνω των 2300 mm WG απελευθερώνουν το υγρό που περιέχουν στο κατάστρωμα και επιτρέπουν την εκτόνωση της δεξαμενής. Αντίθετα , όταν δημιουργηθεί κενό εντός της δεξαμενής μεγαλύτερο του -700 mm WG τότε το υγρό αναρροφείται από τη δεξαμενή και επιτρέπεται η είσοδος ατμοσφαιρικού αέρα εντός αυτής. Θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι καιρικές συνθήκες που επικρατούν και να παρακολουθείται η ποιότητα και η στάθμη του υγρού , για αποφυγή στερεοποίησης , εξάτμισης και υποβάθμισης.

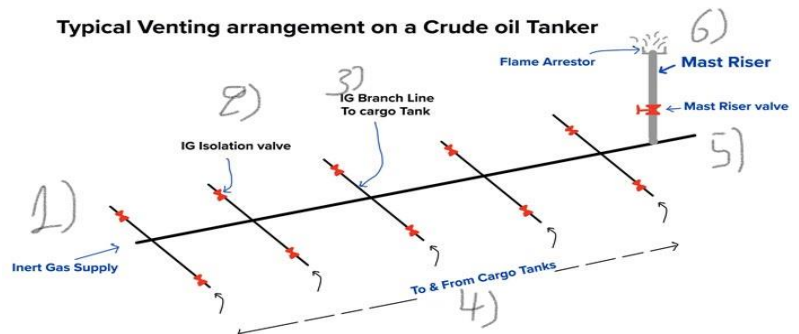


(πηγή: Dr. R. Solly, Capt. Q. Cox, J. Onslow - Manual of Oil Tankers Operations).

3.2.4 Επιστόμιο εκτόνωσης ιστού (Mast Riser).

Η εκτόνωση πίεσης του συνόλου των δεξαμενών φορτίου , εκτός από την ασφαλιστική βαλβίδα του υδάτινου επιστομίου πίεσης/ κενού , γίνεται μέσω της γραμμής που οδηγεί στο επιστόμιο εκτόνωσης ιστού. Αυτό το επιστόμιο επιτρέπει την άμεση παρέμβαση στις δεξαμενές φορτίου σε περίπτωση υπερπίεσης καθώς και τον έλεγχο της τιμής της πίεσης. Σε ορισμένους λιμένες φόρτωσης , απαγορεύεται η διοχέτευση του αδρανούς αερίου στην ατμόσφαιρα καθώς περιέχει εύφλεκτα και επιβλαβή αέρια όπως είναι π.χ το υδρόθειο (H2S). Για τον λόγο αυτό , υπάρχει ειδική γραμμή (vapour line) η οποία βρίσκεται δίπλα από τις γραμμές λήψης φορτίου (manifolds) και η οποία συνδέεται με την αντίστοιχη γραμμή της ξηράς.

Στη συνέχεια , το μείγμα αερίων φτάνει στην τερματική εγκατάσταση και είτε οδηγείται σε ειδική καμινάδα προς επεξεργασία των επικίνδυνων αερίων είτε στους πυρσούς για καύση των αερίων αυτών.



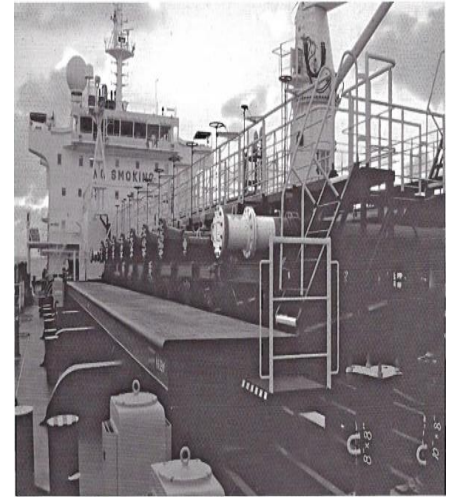
- 1) Παροχή αδρανούς αερίου.
- 2) Επιστόμιο απομόνωσης γραμμής αδρανούς αερίου
- 3) Γραμμή που οδηγεί το αδρανές αέριο στην εκάστοτε δεξαμενή.
- 4) Διαδρομή από και προς τις δεξαμενές.
- 5) Επιστόμιο εκτόνωσης ιστού.
- 6) Ιστός μέσω του οποίου εκτονώνεται το αδρανές αέριο.

(πηγή: Capt Rajeev Jassal /
primary-and-secondary-means-of-venting).

3.2.5 Λήψεις φορτίου (manifolds).

Οι λήψεις φορτίου αποτελούν το σημείο εισαγωγής του φορτίου αλλά και το τελευταίο σημείο που θα βρεθεί το φορτίο στο πλοίο κατά την εκφόρτωση. Βρίσκονται αριστερά και δεξιά κατά το διάμηκες του πλοίου και περίπου στη μέση αυτού. Για κάθε γραμμή φορτίου (συνήθως 3) υπάρχει και ο αντίστοιχος αγωγός (λήψη). Κατά τη διαδικασία φορτοεκφόρτωσης , συνδέονται στις λήψεις οι μάνικες ή οι βραχίονες φορτίου όπου με τη βοήθεια αντλιών κινείται το φορτίο από ή προς το πλοίο. Για τον λόγο αυτό θα πρέπει, καθ 'όλη τη διάρκεια που θα παραμένουν ανοιχτά τα επιστόμια των λήψεων και

συνδεδεμένα με την στεριά , να εποπτεύονται για τυχόν διαρροές από τα σημεία σύνδεσης. Συνήθως χρησιμοποιούνται οι μειωτήρες (reducers) ώστε η διάμετρος των λήψεων να είναι ίδια με αυτή των μανικών ή βραχιόνων. Ακόμη , υπάρχουν δείκτες πίεσης (μανόμετρα) για τον έλεγχο της ροής του φορτίου εντός των αγωγών. Αν πραγματοποιείται φόρτωση , για να οδηγηθεί το φορτίο στις δεξαμενές , υπάρχουν στο κατάστρωμα τα αντίστοιχα υδραυλικά επιστόμια (drop valves) που οδηγούν το φορτίο μέσω της βαρύτητας στις δεξαμενές , ενώ όταν πραγματοποιείται εκφόρτωση , ανοίγουν μηχανικά συνήθως τα κύρια επιστόμια (Master valves) των γραμμών φορτίου. Τέλος , για να πραγματοποιηθεί επικοινωνία φορτίου μεταξύ των γραμμών υπάρχουν τα λεγόμενα cross – over valves τα οποία βρίσκονται ανάμεσα από τις λήψεις και τα Master valves ή drop valves.



(πηγή: Dr. R. Solly, Capt. Q. Cox, J. Onslow - Manual of Oil Tankers Operations).

3.2.6 Ανυψωτικός εξοπλισμός (cranes).

Ο ανυψωτικός εξοπλισμός του φορτίου αποτελείται από έναν ή δύο γεραμούς (κρένια) οι οποίοι βρίσκονται στην περιοχή των λήψεων φορτίου και οι οποίοι εξυπηρετούν στην μεταφορά των μανικών φορτίου στο κατάστρωμα αλλά και του απαραίτητου εξοπλισμού. Η ανυψωτική τους ικανότητα είναι ανάλογη της χωρητικότητας του πλοίου και μπορεί να κυμαίνεται μεταξύ 3-25t. Πριν από κάθε λιμένα φόρτωσης ή εκφόρτωσης θα πρέπει να ελέγχεται το ασφαλές φορτίου εργασίας (Safety Working Load) , που δίνεται από τον κατασκευαστή , με σκοπό την επιβεβαίωση της ετοιμότητας του εξοπλισμού. Ο χειριστής του γεραμού θα πρέπει να είναι πιστοποιημένο άτομο το οποίο θα γνωρίζει τα μη λεκτικά σήματα καθοδήγησης που δίνονται από τον υπεύθυνο εργασίας. Τα μέρη από τα οποία αποτελείτε ένας γεραμός είναι τα εξής :

- 1) Βάση δομής του γεραμού.
- 2) Σταθερό βάθρο.
- 3) Μετακινούμενος πυργίσκος.
- 4) Βραχίονας jib.
- 5) Ανυψωτικό με σύρμα.
- 6) Υδραυλικός και ηλεκτρικός εξοπλισμός.
- 7) Συσκευές ασφαλείας.



(πηγή <http://alatas.asia/ship-cranes/marine-cranes.htm>)

3.2.7 Καταμετρικά καταστρώματος (ullage pipes).

Τα καταμετρικά καταστρώματος βρίσκονται σε τρία σημεία πάνω από κάθε δεξαμενή. Τα σημεία αυτά είναι πρύμα , μέση και πλώρα της δεξαμενής. Το μεσαίο καταμετρικό καλείται και επίσημο (official point). Είναι μικρά τμήματα σωληνώσεων τα οποία εξέχουν προς το κατάστρωμα και επικοινωνούν με την δεξαμενή.

Χρησιμοποιούνται για μετρήσεις στάθμης του φορτίου , θερμοκρασίας καθώς και ύπαρξης νερού στον πυθμένα της δεξαμενής. Η διαφορά του επίσημου καταμετρικού σε σχέση με τα υπόλοιπα δύο είναι ότι σε αυτό εφαρμόζεται η συσκευή UTI (ullage temperature interface) χωρίς την απελευθέρωση αερίων που βρίσκονται εντός της δεξαμενής στην ατμόσφαιρα. Ακόμη , το πρυμνίο και πλωρίο καταμετρικό έχουν την δυνατότητα να εξάγουν αέρια και συνεπώς να ελέγχουν την πίεση εντός της δεξαμενής καθώς και να συμμετέχουν στην διαδικασία απαλλαγής της επικίνδυνης ατμόσφαιρας της.

(πηγή : προσωπικό αρχείο)



3.2.8 RADAR δεξαμενών.

Μία από της σημαντικότερες πληροφορίες που διαχειρίζεται ο αξιωματικός καταστρώματος κατά τη διάρκεια της φορτοεκφόρτωσης , είναι η ποσότητα του φορτίου που υπάρχει κάθε στιγμή στις δεξαμενές. Ανάλογα με την κατασκευή κάθε δεξαμενής , η στάθμη του υγρού που υπάρχει μέσα σε αυτή με κατάλληλους υπολογισμούς δηλώνει τον όγκο του υγρού , άρα είναι δυνατή και η εύρεση των τόνων. Η πληροφορία αυτή δίνεται κάθε στιγμή μέσω των RADAR που υπάρχουν σε κάθε δεξαμενή. Εκπέμποντας ηλεκτρομαγνητικά κύματα προς το φορτίο , υπολογίζει την μεταξύ τους απόσταση και παρέχει το κενό σε μέτρα. Τα περισσότερα RADAR παρέχουν επίσης ένδειξη θερμοκρασίας και πίεσης του αδρανούς αερίου. Η συσκευή αυτή είναι ασφαλή για χρήση σε περιοχή εκρηκτικών αερίων και χαρακτηρίζεται ως (intrinsically safe).



(πηγή : προσωπικό αρχείο)

3.2.9 Σύστημα συναγερμού υψηλής στάθμης (high level alarm).

Κατά την φόρτωση στις δεξαμενές φορτίου ο Α/Φ, συνήθως ο υποπλοίαρχος, θα πρέπει να είναι σε συνεχή εγρήγορση ώστε να απομονώσει την δεξαμενή την κατάλληλη χρονική στιγμή. Όμως, λόγω διαφόρων συνθηκών όπως κόπωση, απειρία και άλλους παράγοντες, η δεξαμενή γεμίζει ανεξέλεγκτα με κίνδυνο την υπερπλήρωση και την διάχυση του φορτίου στο κατάστρωμα και πιθανόν και στην θάλασσα προκαλώντας μόλυνση. Για τον λόγο αυτό, υπάρχουν δύο ανεξάρτητα μεταξύ τους συστήματα τα οποία είναι ο συναγερμός υψηλής στάθμης (high level alarm) και ο συναγερμός υπερπλήρωσης της δεξαμενής (tank overfill alarm). Σκοπός της ύπαρξης των συναγερμών αυτών είναι η προειδοποίηση του Α/Φ, μέσω ηχητικού και οπτικού σήματος, ότι η δεξαμενή στην πρώτη περίπτωση έχει φθάσει στο 95% της πλήρωσης της ενώ στη δεύτερη παραπάνω, παρέχοντας αρκετό χρόνο για τον κατάλληλο χειρισμό του φορτίου και του επιστομίου της δεξαμενής. Στα πιο σύγχρονα δεξαμενόπλοια με προηγμένα συστήματα αυτοματισμού, είναι δυνατό να απομονωθεί η υπερπληρωμένη δεξαμενή κλείνοντας το αντίστοιχο επιστόμιο. Οι συναγερμοί αυτοί θα πρέπει να ελέγχονται πριν την άφιξη του πλοίου στο λιμένα φόρτωσης και να συντηρούνται αναλόγως. Ακόμη, θα πρέπει να διαθέτουν προειδοποιητικό μηχανισμό σε περίπτωση βλάβης ή διακοπή ρεύματος των συστημάτων που τους ενεργοποιεί.



(πηγή : προσωπικό αρχείο)

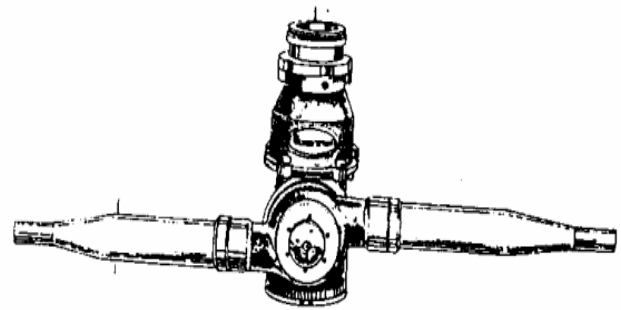
3.2.10 Μηχανήματα πλυσίματος δεξαμενών φορτίου (COW – Crude Oil Wash).

Μία από τις σημαντικότερες εργασίες επί του δεξαμενόπλοιου είναι αυτή του πλυσίματος των δεξαμενών είτε με θαλασσινό νερό είτε με αργό πετρέλαιο. Παλαιότερα, χρησιμοποιούνταν φορητά μηχανήματα πλυσίματος τα οποία συνδεόταν σε σωληνώσεις του καταστρώματος. Η παρούσα εργασία εστιάζει στα σύγχρονα δεξαμενόπλοια και για τον λόγο αυτό, θα γίνει αναφορά μόνο στα μόνιμα φορητά μηχανήματα πλυσίματος.

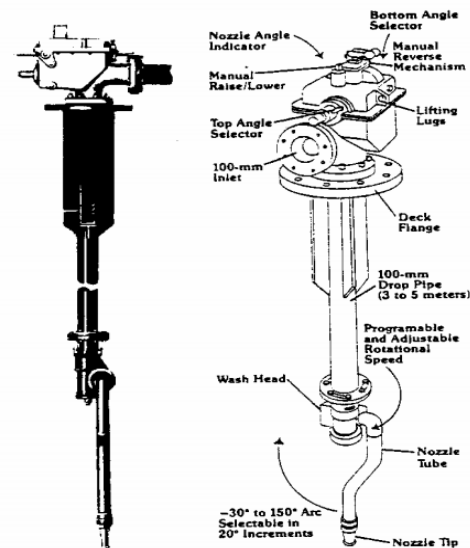
Αρχικά , οι βασικοί λόγοι που δημιουργούν την ανάγκη εκτέλεσης της συγκεκριμένης εργασίας είναι οι εξής :

- 1) αλλαγή φορτίου.
- 2) επιθεώρηση / εκτέλεση εργασιών εντός δεξαμενών.
- 3) Διάλυση ελλειμμάτων στο εσωτερικό της δεξαμενής.
- 4) Προετοιμασία καθαρού έρματος.
- 5) Προετοιμασία για επισκευαστική βάση / dry dock.

Όλα τα μόνιμα μηχανήματα πλύσης θα πρέπει να είναι εγκεκριμένου τύπου για C.O.W. Βρίσκονται εντός των δεξαμενών κάτω ακριβώς από το κύριο κατάστρωμα ή χαμηλότερα. Κάθε μηχάνημα διαθέτει ξεχωριστό επιστόμιο το οποίο επιτρέπει την διέλευση του υγρού προς το μηχάνημα από τον σωλήνα που συνδέεται με την γραμμή C.O.W μέσω κύριου επιστομίου (Master valve). Ανάλογα με τις απαιτήσεις των συμβάσεων που πρέπει να εφαρμόζει ένα δεξαμενόπλοιο καθώς και από την χωρητικότητα του , καθορίζεται και ο αριθμός των μηχανημάτων ανά δεξαμενή. Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι μηχανημάτων , με ένα ή δύο ακροσωλήνια αντίστοιχα. Τα μηχανήματα με ένα ακροσωλήνιο έχουν τη δυνατότητα να κινούνται στον κατακόρυφο άξονα καθώς και να ρυθμίζονται ως προς την κλίση που θα έχουν κατά τη λειτουργία τους. Περιστρέφονται κατά 360° οριζόντια και από 0° έως 150° κατακόρυφα. Αντίθετα , τα μηχανήματα δύο ακροσωλήνια δεν έχουν τη δυνατότητα ρύθμισης και περιστρέφονται κατά 360° οριζόντια. Η πλύση των δεξαμενών επιτυγχάνεται άμεσα , με την πρόσκρουση του φορτίου στα τοιχώματα των δεξαμενών ή έμμεσα , με την εκτροπή του σε διπλανά τοιχώματα.



Σχ. Θ-4 Μόνιμο μηχάνημα πλύσης με δύο ακροσωλήνια



Σχ. Θ-5 Μόνιμο μηχάνημα C.O.W. τύπου Lavomatic της Butterworth

(πηγή : Ι.Κ Φαννέλης, Σύγχρονη Πρακτική Εργασίας στα Δεξαμενόπλοια, εκδόσεις Ε.Ν. Σταυριδάκη).

Με την μέθοδο της πρόσκρουσης , η συνολική οριζόντια επιφάνεια που θα δεχτεί το φορτίο δε θα πρέπει να υπερβαίνει το 10% του συνόλου των οριζόντιων επιφανειών και αντίστοιχα η κάθετη επιφάνεια δε θα πρέπει να υπερβαίνει το 15 % του συνόλου των κάθετων επιφανειών. Για τον λόγο αυτό , πολλές φορές απαιτείται η χρήση διαφορετικών τύπων μηχανημάτων.

3.2.11 Δίκτυο γραμμών φορτίου και επιστόμια αυτών (cargo lines).

Το εκάστοτε δίκτυο γραμμών φορτίου αποτελείται από δύο άκρα εκ των οποίων το ένα ξεκινά ή τελειώνει , ανάλογα με την διαχείριση του φορτίου , στις δεξαμενές και το άλλο βρίσκεται στις λήψεις φορτίου. Ο αριθμός των κύριων σωληνώσεων είναι συνήθως ανάλογες των αντλιών φορτίου , όπως και οι λήψεις. Στα σύγχρονα δεξαμενόπλοια , κυριαρχούν 4 τύποι δικτύων ανάλογα με τον τύπο και το μέγεθος τους. Έτσι , προκύπτουν τα εξής συστήματα δικτύων : α) Άμεσο ή απευθείας σύστημα , β) σύστημα διπλού δακτυλίου , γ) σύστημα ελεύθερης ροής και δ) σύστημα σωληνώσεων μεταφοράς χημικών φορτίων.

Άμεσο ή απευθείας σύστημα. Αυτό το σύστημα σωληνώσεων δημιουργήθηκε σε συνδυασμό με τις κεντρόφυγες αντλίες φορτίου , οι οποίες είναι τοποθετημένες πρύμα των δεξαμενών. Οι δεξαμενές φορτίου είναι διαχωρισμένες σε ομάδες και κάθε αντλία αντιστοιχεί σε μία ομάδα. Έτσι , γίνεται απευθείας άντληση του φορτίου και διοχέτευση αυτού στην ξηρά , έχοντας τη δυνατότητα διαχείρισης τριών διαφορετικών παρτίδων φορτίου. Ένα από τα μειονεκτήματα των κεντρόφυγων αντλιών , είναι πως δεν έχουν την ικανότητα αποστράγγισης των δεξαμενών. Για τον λόγο αυτό , υπάρχει αποστραγγιστικό δίκτυο με σωληνώσεις που βρίσκονται είτε εντός των δεξαμενών είτε εντός πρυμνιών δεξαμενών καταλοίπων συνδεδεμένες με παλινδρομική αντλία. Λόγω του φαινομένου της αντίθλιψης κατά την κατάθλιψη φορτίου εντός της κύριας γραμμής φορτίου δεν είναι δυνατή η απευθείας κατάθλιψη μέσω της παλινδρομικής αντλίας , οπότε το φορτίο συγκεντρώνεται στην πρυμνιά δεξαμενή και αντλείται μέσω της εν λειτουργία φυγόκεντρης αντλίας. Όταν η στάθμη στη δεξαμενή φτάσει σε πολύ χαμηλό επίπεδο , τότε σταματάει η φυγόκεντρη αντλία και θέτεται σε λειτουργία η παλινδρομική , όπου μέσω δικτύου σωληνώσεων στέλνει το φορτίο στην αντίστοιχη λήψη.

Σύστημα διπλού δακτυλίου. Αυτός ο τύπος σωληνώσεων εφαρμόζεται στα σύγχρονα δεξαμενόπλοια μεταφοράς προϊόντων πετρελαίου και πλεονεκτεί στον διαχωρισμό πολλών διαφορετικών παρτίδων φορτίου σε σχέση με άλλα συστήματα καθώς κάθε δεξαμενή έχει ανεξάρτητη οδό προς την ξηρά μέσω αντλιών τύπου frame. Μειονεκτεί στο κομμάτι της αποστράγγισης των γραμμών διότι απαιτείται περισσότερος χρόνος.

Σύστημα ελεύθερης ροής. Σε πολλά πλοία ULCC ή VLCC υπάρχει το σύστημα ελεύθερης ροής. Αυτό το σύστημα επιτρέπει την αναρρόφηση από την τελευταία

δεξαμενή και όχι από της γραμμές αναρροφήσεως εξαιτίας των συρταρωτών επιστομιών που υπάρχουν στους πρυμναίους ή πλευρικούς μπουλμέδες στο τέλος κάθε δεξαμενής. Οι αντλίες φορτίου αναρροφούν το φορτίο από την τελευταία δεξαμενή κατά την εκφόρτωση και λόγω της έμπρυμνης ζυγοσταθμίσεως του πλοίου, το φορτίο ρέει προς τις πρυμναίες δεξαμενές. Λόγω της χαμηλής τοποθεσίας των συρταρωτών επιστομιών δεν υπάρχει ανάγκη για δίκτυο αποστραγγίσεως εντός των δεξαμενών. Όμως, να σημειωθεί πως υπάρχουν και γραμμές στις δεξαμενές για φόρτωση αλλά και για την εκφόρτωση ορισμένες φορές.

3.3 Εξοπλισμός αντλιοστασίου.

Στα περισσότερα δεξαμενόπλοια κυρίως μεταφοράς αργού πετρελαίου υπάρχει ένας χώρος ο οποίος ονομάζεται «αντλιοστάσιο». Το αντλιοστάσιο του πλοίου βρίσκεται πίσω από τις δεξαμενές καταλοίπων και μπροστά από το μηχανοστάσιο, ώστε να επικοινωνούν οι αγωγοί με τις δεξαμενές φορτίου και τον εξοπλισμό του μηχανοστασίου για λειτουργικούς σκοπούς. Στην ουσία, στο αντλιοστάσιο βρίσκεται ο βαρύς εξοπλισμός φορτοεκφορτώσεως και ερματισμού του πλοίου ο οποίος είναι υπό την διαχείριση των αξιωματικών καταστρώματος. Ακόμη, στα δεξαμενόπλοια υπάρχει και η ειδικότητα του «αντλιορού» ο οποίος αναλαμβάνει την συντήρηση του εξοπλισμού και των επιστομιών σε συνεργασία με τον υποπλοίαρχο και το τμήμα της μηχανής. Θα πρέπει να τονιστεί πως το αντλιοστάσιο αποτελεί έναν «κλειστό χώρο» και μία «επικίνδυνη περιοχή» και κατά συνέπεια θα πρέπει να τηρούνται όλα τα προβλεπόμενα μέτρα κατά τη διάρκεια της εργασίας ή ακόμη και της εισόδου συμφώνως Διεθνούς κώδικα Ασφαλείας (ISM code). Επιπλέον κάθε αντλιοστάσιο θα πρέπει να φέρει εξοπλισμό πυρόσβεσης με ανιχνευτή θερμότητας, ανιχνευτή επικίνδυνων /τοξικών αερίων καθώς και κατάλληλο εξοπλισμό εξαερισμού ο οποίος θα ανανεώνει την ατμόσφαιρα του αντλιοστασίου τουλάχιστον 20 φορές τον όγκο της ατμόσφαιρας ανά ώρα. Ο εξοπλισμός φορτοεκφόρτωσης του αντλιοστασίου είναι ο εξής :

1. Αντλίες φορτίου (cargo pumps).
2. Αντλία αποστραγγίσεως (stripping pump).
3. Αντλία κενού AVSS (Auto Vacuum stripping system).
4. Εγχυτήρες (stripping eductors).
5. Αντλίες έρματος (ballast pumps).
6. Oil Discharge Monitoring Equipment.
7. Σωληνώσεις και επιστόμια (piping and valves).

3.3.1 Αντλίες φορτίου (cargo pumps).

Το κυριότερο είδος αντλιών που χρησιμοποιείται στα δεξαμενόπλοια και κυρίως στα δεξαμενόπλοια μεταφοράς αργού πετρελαίου είναι αυτό των κεντρόφυγων αντλιών. Οι φυγόκεντρες αντλίες, συνήθως τρεις, τοποθετούνται στο τελευταίο επίπεδο του αντλιοστασίου με σκοπό να επικοινωνούν με το μηχανοστάσιο για την μετάδοση της κίνησης. Η λειτουργία της πραγματοποιείται είτε με ηλεκτροκίνηση είτε με ατμοκίνηση. Όπως προαναφέρθηκε, στο μηχανοστάσιο υπάρχει η κινητήρια μηχανή που θέτει σε κίνηση τον άξονα ο οποίος περιστρέφει το στροφείο (impeller) της αντλίας. Στην περίπτωση της ατμοκίνησης, ο υπέρθερμος ατμός υψηλής πίεσης που παράγεται στους λέβητες (boilers) του μηχανοστασίου διέρχεται μέσω δικτύου σωληνώσεων στον ατμοστρόβιλο κινητήρα ενώ ο ηλεκτροκινητήρας τροφοδοτείται από της ηλεκτρογεννήτριες του πλοίου. Και στις δύο περιπτώσεις κινητήρων ο άξονας κίνησης εισέρχεται μέσω ενός αεροστεγούς κολάρου από το στεγανό διάφραγμα που χωρίζει το μηχανοστάσιο από το αντλιοστάσιο. Ο λόγος που αντλίες και κινητήρες βρίσκονται σε διαφορετικό χώρο είναι η απομόνωση της εκρηκτικής ενδεχομένως ατμόσφαιρας του αντλιοστασίου.

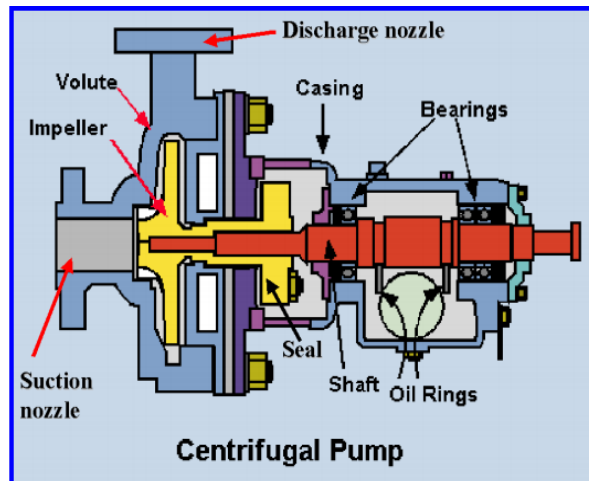


Figure B.01: General components of Centrifugal Pump

(πηγή: The chemical Engineer's Resource page – centrifugal pump)

Τα μέρη από τα οποία αποτελείται μια φυγόκεντρη αντλία είναι τα εξής :

- 1) Αναρρόφηση (suction nuzzle).
- 2) Κατάθλιψη (discharge nuzzle).
- 3) Σπείρα (volute).
- 4) Στροφείο (impeller).
- 5) Σφράγισμα (seal).
- 6) Άξονας (shaft).
- 7) Κέλυφος (casing).
- 8) Ρουλεμάν (bearings).
- 9) Δακτύλιοι λαδιού (oil rings).

Η λειτουργία της φυγοκεντρικής αντλίας βασίζεται στην αρχή διατήρησης της ενέργειας. Το φορτίο εισέρχεται μέσω της αναρρόφησης από τις δεξαμενές στην αντλία. Το στροφείο ή τα στροφεία της αντλίας με την περιστροφική κίνηση του άξονα ωθούν το φορτίο από το κέντρο (μάτι) προς τα άκρα του κελύφους όπου βρίσκεται η σπείρα. Νέα ποσότητα φορτίου εισέρχεται στο κέντρο. Έτσι, διατηρείται σταθερή ροή από την αναρρόφηση προς την κατάθλιψη.

Η αύξηση της πίεσης του φορτίου επιτυγχάνεται εξαιτίας της μορφής του σπειροειδούς κελύφους η οποία επιτρέπει την μείωση της κινητικής ενέργειας και την αύξηση της δυναμικής ενέργειας του υγρού. Θα πρέπει να σημειωθεί πως η φυγόκεντρη αντλία δεν δημιουργεί την πίεση στο σημείο της κατάθλιψης παρά μόνο παρέχει ροή, η πίεση είναι ένδειξη της δύναμης της αντίστασης που προβάλλει το υγρό προς την ροή λόγω αλλαγής ταχύτητας. Ο χειρισμός της αντλίας μπορεί να γίνει είτε από το μηχανοστάσιο είτε από τον σταθμό ελέγχου φορτίου (C.C.R) ανοίγοντας και κλείνοντας τα επιστόμια ατμού στην περίπτωση που υπάρχει ατμοκινητήρας. Ως προς τον άξονα μετάδοσης, αυτός μπορεί να είναι σε κατακόρυφη ή οριζόντια θέση όμως, ο κατακόρυφος άξονας πλεονεκτεί σε περίπτωση διαρροής διότι δεν υπάρχει κίνδυνος εισαγωγής φορτίου στο μηχανοστάσιο. Οι αντλίες αυτές διαθέτουν δικλείδα ασφαλείας (governors) η οποία δεν επιτρέπει τον υπερβολικό αριθμό στροφών ανά ώρα. Στην περίπτωση της ηλεκτροκίνητης αντλίας, υπάρχει δυνατότητα ρύθμισης των στροφών ανάλογα με την ποσότητα του φορτίου. Τα πλεονεκτήματα των φυγοκεντρικών αντλιών έναντι των παλινδρομικών είναι τα εξής :

- 1) Μεγαλύτερη παροχή φορτίου σε λιγότερο χρόνο.
- 2) Μικρότερος χώρος και ευκολότερη εγκατάσταση.
- 3) Λιγότερη συντήρηση και χαμηλότερο κόστος.
- 4) Σταθερή ροή φορτίου.
- 5) Λιγότερο θορυβώδης.
- 6) Εύκολη παροχή ενέργειας λόγω της θέσης τους.

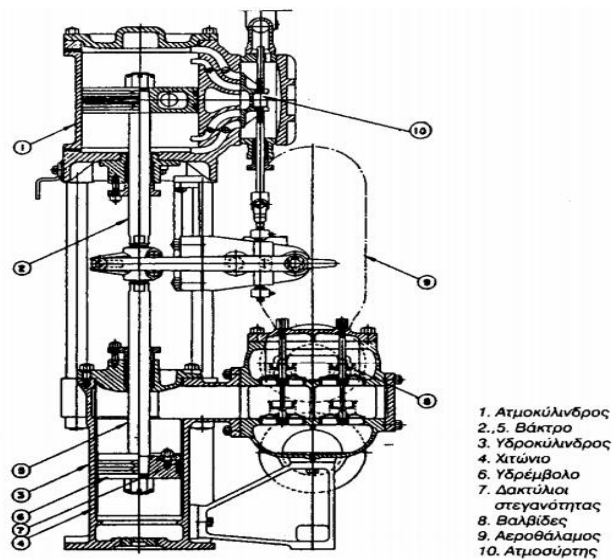
Το βασικότερο μειονέκτημα των φυγόκεντρων αντλιών είναι ότι δεν έχουν την ικανότητα αναρρόφησης όταν η στάθμη του υγρού φτάσει χαμηλότερα από το στροφείο τους.

3.3.2 Αντλία αποστραγγίσεως (stripping pump).

Η αντλία αποστραγγίσεως είναι παλινδρομική αντλία η οποία φέρει ένα ή δύο έμβολα και λειτουργεί συνήθως με ατμό. Η βασική λειτουργία της είναι η αποστράγγιση των δεξαμενών φορτίου όταν αυτές έχουν χαμηλή στάθμη του υγρού και δεν είναι δυνατή η αναρρόφηση αυτού από τις κύριες κεντρόφυγες αντλίες του πλοίου. Αυτό συμβαίνει , διότι οι παλινδρομικές αντλίες έχουν την δυνατότητα αναρρόφησης και συνεχούς λειτουργίας ανεξάρτητα από την θέση του υγρού σε σχέση με το υδρέμβολο και τον όγκο του. Επιπλέον , σε ορισμένες

κατασκευές δεξαμενόπλοιων είναι δυνατή η τροφοδότηση των κεντρόφυγων αντλιών μέσω της παλινδρομικής κατά το τελευταίο στάδιο της εκφόρτωσης όταν το φορτίο εντός της τελευταίας δεξαμενής βρίσκεται χαμηλότερα από την αναρρόφηση της κεντρόφυγης αντλίας με αποτέλεσμα το «ξέπιασμα» της. Το μειονέκτημα της παλινδρομικής αντλίας είναι η αργή ροή του υγρού και κατά συνέπεια ο περισσότερος χρόνος εκφόρτωσης σε σύγκριση με τις κεντρόφυγες.

Ο τρόπος λειτουργίας της είναι σχετικά απλός , το υδρέμβολο με την κίνηση του δημιουργεί κενό το οποίο συμπληρώνεται με το φορτίο από τη δεξαμενή στον υδροκύλινδρο από το σημείο αναρρόφησης της αντλίας και έπειτα καταθλίβεται μέσω της βαλβίδας κατάθλιψης.

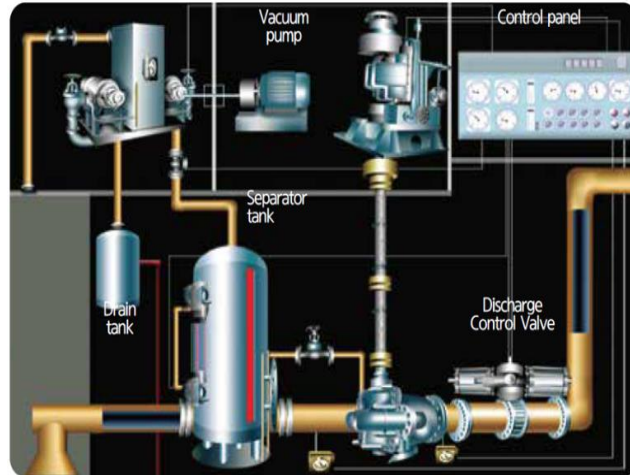


Σχ. Ε-15 Ατμοκίνητη παλινδρομική αντλία κατακόρυφου άξονα

(πηγή : Ι.Κ. Φαννέλης, Σύγχρονη Πρακτική Εργασίας στα Δεξαμενόπλοια, εκδόσεις Ε.Ν. Σταυριδάκη).

3.3.3 Αντλία κενού AVSS (Auto Vacuum stripping system).

Η λειτουργία της κεντρόφυγης αντλίας απαιτεί συνεχή ροή υγρού και σε περίπτωση που διακοπεί η τροφοδοσία της αυτή θα «ξεπιάσει» (tripping) και είναι πολύ πιθανή η πρόκληση βλάβης από την υπερθέρμανση της αντλίας. Για να διασφαλιστεί η συνεχής τροφοδοσία της αντλίας τόσο κατά την εκφόρτωση όσο και κατά την εκκίνηση της , υπάρχει ανάμεσα από την αντλία και το επιστόμιο αναρρόφησης ένας μεταλλικός θάλαμος γνωστός ως «μπουγέλα» στην ναυτική αργκό.



(πηγή: <http://www.hhitmc.com/eng/products/automatic.html>)

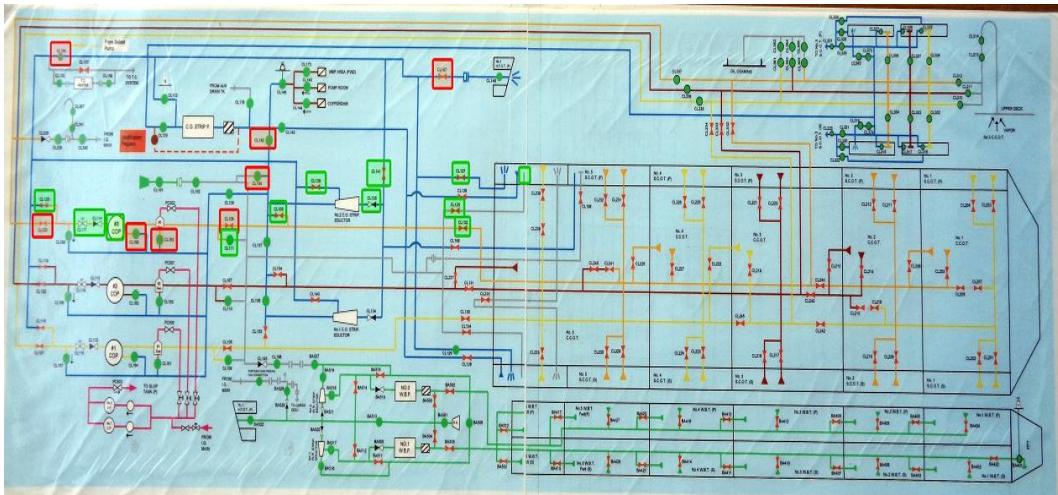
Αυτός ο θάλαμος γεμίζει με φορτίο από τις δεξαμενές μέσω της βαρύτητας και διατηρεί ένα ποσοστό της στάθμης του κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης. Όταν η διαδικασία της εκφόρτωσης φτάσει στο μισό της υπάρχει δυσκολία άντλησης λόγω χαμηλής στάθμης του φορτίου στις δεξαμενές. Για τον λόγο αυτό , υπάρχει το αυτόματο σύστημα κενού και αναρρόφησης AVSS , αποτελείται από δύο συνήθως αντλίες οι οποίες δημιουργούν κενό μέσω σωληνώσεως που συνδέονται με τον εκάστοτε μεταλλικό θάλαμο και αναπληρώνουν τη στάθμη του δεύτερου. Επίσης , ο ρυθμός της εκφόρτωσης στις αντλίας και την αναρρόφησης της από την μπουγέλα ελέγχεται μέσω του επιστομίου εκφόρτωσης της αντλίας «discharge control valve». Τέλος , ένα άλλο σημαντικό επιστόμιο που υπάρχει στο σύστημα είναι το Gas Extraction Valve το οποίο βρίσκεται ανάμεσα από την αντλία κενού και τη μπουγέλα.

Τα μέρη από τα οποία αποτελείται το σύστημα είναι τα εξής :

- 1) Πίνακας ελέγχου (control panel).
- 2) Αντλία κενού (vacuum pump).
- 3) Μπουγέλες (separator tank).
- 4) Επιστόμιο κατάθλιψης (discharge control valve).

3.3.4 Εγγυτήρες (stripping eductors).

Εγγυτήρες ή τζιφάρια καλούνται οι σωληνώσεις οι οποίες χρησιμοποιούνται για την αποστράγγιση των δεξαμενών φορτίου, έρματος ή ακόμη και σεντινών. Η αρχή λειτουργίας τους βασίζεται στο θεμελιώδη θεώρημα της υδροδυναμικής ή γνωστό και ως νόμος Μπερνούλι. Κατά την εκφόρτωση, η αντλία του φορτίου οδηγεί το φορτίο προς τον εκχυτήρα με σκοπό να το καταθλίψει στην ίδια δεξαμενή από την οποία αναρροφεί φορτίο, συνήθως από μία εκ των δύο δεξαμενών καταλοίπων. Αυτή η ενέργεια δημιουργεί κενό στη στένωση μεταξύ αναρρόφησης και κατάθλιψης του εκχυτήρα με αποτέλεσμα την μετατροπή της στατικής κατάστασης του φορτίου εντός των δεξαμενών σε κινητική ενέργεια. Έτσι, με την χρήση των εκχυτήρων επιτυγχάνεται η αποστράγγιση των δεξαμενών χωρίς ξεχωριστό δίκτυο αποστράγγισης εντός αυτών και σε συνδυασμό με την εύκολη και αποτελεσματική λειτουργία τους και την αμελητέα συντήρηση που απαιτούν τοποθετούνται σχεδόν σε όλα τα δεξαμενόπλοια. Παρακάτω απεικονίζεται η διαδρομή του φορτίου από και προς τη δεξαμενή καταλοίπων με σκοπό την ενεργοποίηση του εκχυτήρα.



(πηγή: προσωπικό αρχείο)

Αρχικά, το φορτίο αναρροφάται από την Νο3 αντλία φορτίου μέσω του μπλε δικτύου (marpol line) και εισέρχεται στην αντλία. Έπειτα καταθλίβεται ξανά στη γραμμή του μπλε δικτύου και οδηγείται στον εκχυτήρα και καταλήγει ξανά στη δεξαμενή καταλοίπων. Τέλος, μέσω της πορτοκαλί γραμμής αποστραγγίζεται η εκάστοτε δεξαμενή του συγκεκριμένου γκρουπ γραμμών.

3.3.5 Αντλίες έρματος (ballast pump).

Όπως οι αντλίες φορτίου έτσι και οι αντλίες έρματος είναι κεντρόφυγες αντλίες μικρότερης χωρητικότητας οι οποίες λειτουργούν κατά το πλείστον με ηλεκτρική ενέργεια. Χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για τον ερματισμό των δεξαμενών του πλοίου, για την ρύθμιση της διαγωγής, της κλίσης και της ευστάθειας. Οι κινητήρες των αντλιών έρματος βρίσκονται στο μηχανοστάσιο και τροφοδοτούνται μέσω των ηλεκτρομηχανών του πλοίου. Στο αντλιοστάσιο υπάρχουν τα δύο σημαντικότερα επιστόμια για τον ερματισμό του πλοίου. Αυτά είναι το επιστόμιο αναρρόφησης (sea chest) και επιστόμιο απόρριψης (overboard). Η εκκίνηση των αντλιών μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε από το μηχανοστάσιο τοπικά είτε από το δωμάτιο ελέγχου φορτίου και έρματος και θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν οι εξής παράγοντες :

- 1) Η αντλία θα πρέπει πάντοτε να είναι γεμάτη με νερό. Στην περίπτωση του ερματισμού θα πρέπει να είναι ανοιχτό το επιστόμιο του sea chest και της αναρροφήσεως της αντλίας καθώς και το επιστόμιο απόρριψης overboard για λόγους ασφαλείας ή σε περίπτωση αφερματισμού.
- 2) Κατά την εκκίνηση θα πρέπει το επιστόμιο της κατάθλιψης για ελάχιστο χρόνο να βρίσκεται στην κλειστή θέση και μετά να παραμένει ανοιχτό καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας της όπως και το επιστόμιο αναρρόφησης.
- 3) Θα πρέπει πάντοτε να ελέγχεται η πίεση των αντλιών ώστε αυτές να δουλεύουν στο «sufficient point» χωρίς επιπλοκές.
- 4) Τέλος, θα πρέπει να ελέγχεται και η θερμοκρασία της αντλίας για τυχόν υπερθέρμανση. Οι αντλίες έρματος έχουν σταθερές στροφές όταν είναι ηλεκτροκίνητες.

3.3.6 Oil Discharge Monitoring Equipment.

Σύμφωνα με τον κανονισμό 34 της διεθνής σύμβασης MARPOL κάθε πλοίο άνω των 150 GT θα πρέπει να είναι εφοδιασμένο με το σύστημα ελεγχόμενης απόρριψης. Σκοπός της ύπαρξης του συστήματος αυτού είναι η αποφυγή της μόλυνσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος μέσω της απόρριψης φορτίου ή ακάθαρτου έρματος το οποίο προέρχεται από τις δεξαμενές φορτίου και το οποίο ξεπερνάει τα προβλεπόμενα όρια όπως αυτά καθορίζονται στην παρούσα σύμβαση στον κανόνα 34 ANNEX I. Αναλυτικότερα παρατίθεται ο κανονισμός 34 της διεθνής συμβάσεως του παραρτήματος I :

«Κανονισμός 31 - Σύστημα παρακολούθησης και ελέγχου απόρριψης λαδιού

1 Με την επιφύλαξη των διατάξεων των παραγράφων 4 και 5 του κανονισμού 3 του παρόντος παραρτήματος, τα πετρελαιοφόρα ολικής χωρητικότητας 150 και άνω πρέπει

να είναι εφοδιασμένα με σύστημα παρακολούθησης και ελέγχου απόρριψης πετρελαίου εγκεκριμένο από την Αρχή.

2 Κατά την εξέταση του σχεδιασμού του μετρητή περιεκτικότητας σε λάδι που θα ενσωματωθεί στο σύστημα, η Αρχή πρέπει να λαμβάνει υπόψη τις προδιαγραφές που συνιστά ο Οργανισμός. Το σύστημα πρέπει να είναι εξοπλισμένο με συσκευή εγγραφής για να παρέχει συνεχή καταγραφή της εκφόρτωσης σε λίτρα ανά ναυτικό μίλι και συνολική ποσότητα που απορρίπτεται, ή την περιεκτικότητα σε λάδι και το ρυθμό απόρριψης. Αυτό το αρχείο πρέπει να είναι αναγνωρίσιμο ως προς την ώρα και την ημερομηνία και διατηρείται για τουλάχιστον τρία χρόνια.³⁴ του παρόντος παραρτήματος. Οποιαδήποτε αστοχία αυτού του συστήματος παρακολούθησης και ελέγχου σταματά την εκφόρτωση. Σε περίπτωση αστοχίας του συστήματος παρακολούθησης και ελέγχου της εκκένωσης λαδιού μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια χειροκίνητη εναλλακτική μέθοδος, αλλά η ελαττωματική μονάδα πρέπει να λειτουργεί όσο το δυνατόν συντομότερα. Με την επιφύλαξη της αποζημίωσης από την αρχή του κράτους λιμένα, ένα δεξαμενόπλοιο με ελαττωματικό σύστημα παρακολούθησης και ελέγχου απόρριψης λαδιού μπορεί να πραγματοποιήσει ένα ταξίδι έρματος πριν προχωρήσει σε ένα λιμάνι επισκευής.

3 Το σύστημα παρακολούθησης και ελέγχου της απόρριψης λαδιού πρέπει να σχεδιάζεται και να εγκαθίσταται σύμφωνα με τις οδηγίες και τις προδιαγραφές για τα συστήματα παρακολούθησης και ελέγχου της απόρριψης λαδιού για τα πετρελαιοφόρα που αναπτύχθηκαν από τον Οργανισμό †. Οι διοικήσεις μπορούν να αποδεχθούν συγκεκριμένες ρυθμίσεις όπως περιγράφονται λεπτομερώς στις Οδηγίες και τις Προδιαγραφές.

4 Οι οδηγίες για τη λειτουργία του συστήματος πρέπει να είναι σύμφωνες με εγχειρίδιο λειτουργίας εγκεκριμένο από την Αρχή. Καλύπτουν χειροκίνητες καθώς και αυτόματες λειτουργίες και αποσκοπούν στο να διασφαλίσουν ότι σε καμία περίπτωση δεν εκφορτίζεται το λάδι εκτός από τη συμμόρφωση με τους όρους που καθορίζονται στον κανονισμό 34 του παρόντος παραρτήματος.¹»

Ο εξοπλισμός ODMΕ αποτελείται από τρία βασικά μέρη :

- 1) Σύστημα δειγματοληψίας (Sampling system).
- 2) Σύστημα παρακολούθησης (Monitoring system).
- 3) Σύστημα ελέγχου (Control system).

Σύστημα δειγματοληψίας : Το σύστημα δειγματοληψίας απαρτίζεται από την αντλία δειγματοληψίας και τον κινητήρα της. Υπάρχει ο μετρητής περιεκτικότητας λαδιού με

¹ MARPOL 73/78 Παράρτημα I - Κανονισμοί για την πρόληψη της ρύπανσης από το πετρέλαιο

Κεφάλαιο 4 - Απαιτήσεις για την περιοχή φορτίου των πετρελαιοφόρων. Μέρος Β - Εξοπλισμός

ένα συγκρότημα βαλβίδων. Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του εξοπλισμού το δείγμα εξάγεται προς τη γραμμή εκκένωσης. Στη συνέχεια αυτό το δείγμα κατευθύνεται σε ένα συγκρότημα βαλβίδας ελέγχου και περνά μέσω ενός φίλτρου πλέγματος πριν εισέλθει στην είσοδο της αντλίας δείγματος. Η εκφόρτωση της αντλίας δείγματος κατευθύνεται στη μονάδα μέτρησης. Το δείγμα αφού περάσει από τη μονάδα μέτρησης απορρίπτεται σε μία από τις δεξαμενές σύμφωνα με μια σταθερή διάταξη που παρέχεται. Η παροχή γλυκού νερού παρέχεται για να ξεπλύνει το σύστημα δειγματοληψίας και τη μονάδα μέτρησης.

Σύστημα παρακολούθησης : Η μονάδα του συστήματος παρακολούθησης βρίσκεται στο δωμάτιο ελέγχου φορτίου και έρματος C.C.R (βλ.3.4). Ο ρόλος του συστήματος αυτού είναι ο έλεγχος του συστήματος δειγματοληψίας και λειτουργεί ως ένας υπολογιστής και καταγράφει όλη τη διαδικασία απόρριψης. Ακόμη , επικοινωνεί με το GPS και το δρομόμετρο του πλοίου για την αναγνώριση του στίγματος και της ταχύτητας αυτού.

Κατά τη λειτουργία του συστήματος απόρριψης θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν οι εξής παράμετροι :

- 1) Πάντοτε θα πρέπει να επιβεβαιώνεται ότι το επιστόμιο απόρριψης είναι κλειστό και το επιστόμιο επανακυκλοφορίας προς τη δεξαμενή καταλοίπων είναι ανοιχτό σε περίπτωση που παραβιαστούν τα προβλεπόμενα όρια.
- 2) Θα πρέπει να ελεγχθούν όλα τα προειδοποιητικά που σχετίζονται με τον εξοπλισμό ώστε να διασφαλιστεί η λειτουργικότητά τους.
- 3) Δε πρέπει ποτέ ο εξοπλισμός να τίθεται σε χειροκίνητη λειτουργία εκτός από περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης και ασφάλεια ανθρώπινης ζωής.
- 4) Θα πρέπει πάντα να είναι ανοιχτή η βαλβίδα δειγματοληψίας.
- 5) Η ένδειξη των PPM θα πρέπει να παραμένει στη θέση της αυτόματης λειτουργίας επειδή δεν έχει ρύθμιση.

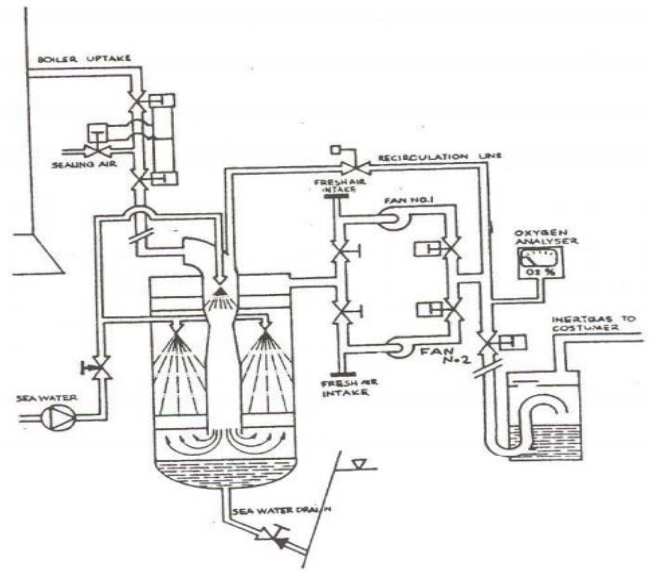
3.4 Αδρανές αέριο (IG system).

Αδρανές αέριο χαρακτηρίζεται ένα αέριο ή ένα μείγμα αερίων όπως π.χ. το καυσαέριο, το οποίο έχει την ιδιότητα να ελαττώνει τα ποσοστά οξυγόνου. Ο σκοπός της ύπαρξης του αδρανούς αερίου είναι η δημιουργία μιας ατμοσφαιρικής κατάστασης εντός των δεξαμενών φορτίου η οποία θα αποτρέπει την εμφάνιση πυρκαγιάς ή έκρηξης που θα προκληθούν από τα εύφλεκτα αέρια που απελευθερώνει το φορτίο. Στα δεξαμενόπλοια

υπάρχουν διάφορες πηγές παραγωγής του αδρανούς αερίου με τα κυριότερα να είναι ένα σύστημα επεξεργασίας των καυσαερίων των κυρίων και βοηθητικών λεβήτων του πλοίου, μία ανεξάρτητη γεννήτρια παραγωγής αδρανούς αερίου, συνδυασμός μεταξύ της γεννήτριας αδρανούς αερίου και αποτεφρωτού, σύστημα αποτελούμενο από έναν στροβιλοκινητήρα με καυστήρα ή ακόμα σύστημα διαχωριστικής μεμβράνης αζώτου το οποίο συναντάται συνήθως σε πλοία χημικών φορτίων και υγραεριοφόρα.

Μέρη του IG system : Η διαδρομή που ακολουθεί το αδρανές αέριο για να τροφοδοτήσει τις δεξαμενές φορτίου ξεκινάει από τις βαλβίδες απομόνωσης καυσαερίου που βρίσκονται στα σημεία των καπναγωγών των λεβήτων δια μέσου των οποίων διέρχονται θερμά τα ακάθαρτα αέρια προς την πλυντηρίδα (scrubber) και τον αφυγραντήρα(de-mister). Σε αυτό το σημείο το αδρανές αέριο καθαρίζεται και ψύχεται πριν γίνει η διοχέτευση του στη σωλήνωση προς του φυσητήρες (blower) οι οποίοι ακολούθως μέσω του υδροδιακόπτη (deckseal), της ανεπίστροφης βαλβίδας (non-returnvalve) και του επιστομίου απομόνωσης(deck main isolating valve) στο κατάστρωμα τροφοδοτούν τις δεξαμενές φορτίου.

Alarm : Τα προειδοποιητικά του συστήματος αδρανούς αερίου αποτελούνται από το High oxygen alarm όταν η περιεκτικότητα οξυγόνου στη γραμμή παροχής I.G. υπερβεί τα επιτρεπτά όρια δηλαδή 8% και άνω, το Low pressure alarm όταν η πίεση στο σύστημα παροχής I.G. πέσει κάτω από 100mm WG, το High pressure alarm όταν η ίδια πίεση υπερβεί το προκαθορισμένο όριο (1300 mmwg – 350 mmwg), το Deck seal low water alarm όταν η στάθμη νερού στο υδάτινο ανεπίστροφο επιστόμιο καταστρώματος πέσει χαμηλά και τα Scrubber alarms όταν στη μονάδα καθαρισμού (scrubber) ανέβει η στάθμη του νερού, παρουσιαστεί χαμηλός ρυθμός παροχής νερού στη μονάδα ή ανέβει η θερμοκρασία των αερίων.



(πηγή:<http://www.hhitmc.com/eng/products/automatic.html>)

Αντικατάσταση ατμόσφαιρας : Υπάρχουν δύο μέθοδοι για την αντικατάσταση της ατμόσφαιρας της δεξαμενής και μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε με τη μέθοδο της διάλυσης (dilution) ή της εκτόπισης (displacement). Οι διατάξεις της αδρανοποίησης

είναι τρεις, και διαφοροποιούνται από τα σημεία εισαγωγής και εξαγωγής του αδρανούς αερίου εντός της δεξαμενής. Στην πρώτη μέθοδο το αδρανές αέριο εισέρχεται και εξέρχεται από το άνω μέρος της δεξαμενής και αποτελεί μέθοδο διάλυσης. Ακολούθως στη δεύτερη μέθοδο, το σημείο εισαγωγής του αδρανούς αερίου αποτελεί ο πυθμένας της δεξαμενής και εξέρχεται από το άνω μέρος της. Η διάταξη αυτή είναι η μέθοδος της διάλυσης. Στην τρίτη μέθοδο το αδρανές αέριο εισέρχεται από το άνω μέρος της δεξαμενής και εξέρχεται από τον πυθμένα. Η διάταξη αυτή αποτελεί μέθοδο και εκτόπισης και διάλυσης.

3.5 Cargo Control Room (CCR).

Το δωμάτιο ελέγχου φορτίου και έρματος ή αλλιώς CCR είναι ο χώρος ο οποίος έχει πρόσβαση μέσω διαφόρων ηλεκτρονικών συσκευών σε όλο τον εξοπλισμό και τις πληροφορίες του πλοίου καθώς και του φορτίου. Η κονσόλα του πλοίου επιτρέπει τον έλεγχο των υδραυλικών επιστομιών φορτίου και έρματος , παρέχει ενδείξεις σχετικά με το φορτίο , την κατάσταση λειτουργίας του εξοπλισμού , την πίεση σε σημεία του δικτύου φορτίου και όλες γενικά τις απαραίτητες πληροφορίες για την διεκπεραίωση της διαδικασίας φορτοεκφόρτωσης.

4 Στάδια εκφόρτωσης.

4.1 Διαδικασίες πριν την εκφόρτωση.

Η σωστή προετοιμασία του πλοίου πριν από κάθε εκφόρτωση είναι απαραίτητη για την διασφάλιση της σωστής λειτουργίας του εξοπλισμού του. Αυτές οι προετοιμασίες αφορούν :

Έλεγχος δεξαμενών / Μέτρηση φορτίου : Πριν από κάθε εκφόρτωση είναι απαραίτητη η μέτρηση του κενού (ullage) των δεξαμενών φορτίου καθώς και η καταγραφή των δεδομένων καθώς και η τυχόν ύπαρξη νερού στον πυθμένα τους. Η μέτρηση αυτή γίνεται με την παρουσία αξιωματικού καταστρώματος , συνήθως του υποπλοιάρχου και αντιπρόσωπων του τερματικού σταθμού. Κατά την ολοκλήρωση αυτής της διαδικασίας υπογράφεται το έγγραφο «ullage report» ως απόδειξη της κοινής αποδοχής της ποσότητας φορτίου επί του πλοίου. Θα πρέπει να τονιστεί πως στην περίπτωση μερικής εκφόρτωσης του φορτίου θα πρέπει να καταγράφονται και οι μετρήσεις θερμοκρασίας και κενού από τις δεξαμενές που δεν εκφορτώθηκαν.

Σύστημα διακοπής έκτακτης ανάγκης : Εφόσον οι γραμμές του αέρα είναι σε ανάλογη λειτουργική κατάσταση , το σύστημα διακοπής έκτακτης ανάγκης των αντλιών φορτίων

ελέγχονται. Οι διακόπτες του συστήματος βρίσκονται στο αντλιοστάσιο , δίπλα από τις λήψεις φορτίου και στο C.C.R . Θα πρέπει να τονιστεί πως ο έλεγχος θα πρέπει να πραγματοποιείται για όλους τους διακόπτες και για κάθε αντλία ξεχωριστά. Ακόμη , θα πρέπει τα επιστόμια στο αντλιοστάσιο να τεθούν σε κατάσταση δοκιμής. Ο έλεγχος γίνεται με τη συνεργασία του υποπλοιάρχου και του Α' μηχανικού.

Σύστημα εξαερισμού : Το σύστημα εξαερισμού θα πρέπει να είναι ρυθμισμένο κατάλληλα. Η δεξαμενή θα πρέπει να έχει θετική πίεση για αποφυγή εισχώρησης ατμοσφαιρικού αέρα και το ποσοστό οξυγόνου θα πρέπει να διατηρείται κάτω από 8% κατ 'όγκο.

Προετοιμασία αντλιών φορτίου : Πριν από την έναρξη της εκφόρτωσης θα πρέπει να προετοιμαστούν κατάλληλα οι αντλίες φορτίου. Σε περίπτωση φορτίου που χρήζει θέρμανσης θα πρέπει να προθερμαίνονται οι αντλίες και οι γραμμές του αντλιοστασίου μαζί με τα επιστόμια. Ακόμη , θα πρέπει να γίνει η διάταξη των επιστομίων φορτίου και να ασφαλιστούν τα επιστόμια που συνδέονται με την θάλασσα , ώστε να μην υπάρξει κίνδυνος απόρριψης.

Έναρξη εκφόρτωσης : Εφόσον έχουν συνδεθεί οι μάνικες φορτίου στις λήψεις (manifold) και ληφθεί η επιστολή ετοιμότητας του τερματικού σταθμού , μπορεί να ξεκινήσει η εκφόρτωση. Η άντληση του φορτίου θα πρέπει να γίνει αρχικά σε αργό ρυθμό και η πίεση στα μανομετρικά όργανα να ελέγχεται για την εξακρίβωση της σωστής λειτουργίας των αντλιών. Ακόμη , τυχόν διαρροές στο αντλιοστάσιο θα πρέπει να αναφέρονται.

Διαφορετικές παρτίδες φορτίου : Σε περίπτωση που υπάρχουν περισσότερες από μια παρτίδες φορτίου εντός των δεξαμενών , προτιμότερο είναι η εκφόρτωση να γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να αποφεύγονται οι αναμείξεις των φορτίων στις γραμμές καθώς και να μην χρησιμοποιείται ο ομαδικός εξαερισμός μέσω του Mast riser αλλά ο ξεχωριστός εξοπλισμός εξαερισμού κάθε δεξαμενής.

4.2 Διαδικασίες κατά την εκφόρτωση.

Εκκίνηση αντλιών : Για να πραγματοποιηθεί η εκκίνηση των αντλιών θα πρέπει οι διαδικασίες που απαιτούνται από την πλευρά του μηχανοστασίου να ξεκινήσουν νωρίτερα. Παρ ' όλα αυτά , ο αξιωματικός μηχανοστασίου οφείλει να προετοιμάσει όλο τον εξοπλισμό και να γνωρίζει τις απαιτήσεις του φορτίου και του λιμένα. Σε καμία περίπτωση δε πρέπει να τεθεί σε λειτουργία αντλία φορτίου ή έρματος χωρίς την εντολή αξιωματικού καταστρώματος. Πριν από κάθε ενέργεια που πραγματοποιείται στο μηχανοστάσιο σχετικά με την εκκίνηση εξοπλισμού φορτίου θα πρέπει να διαπιστώνεται η εντολή του αξιωματικού καταστρώματος με την επανάληψη αυτής ώστε να αποφεύγετε σύγχυση στην επικοινωνία. Η μεταβολή της περιστροφής του στροφίου της αντλίας δε θα πρέπει να είναι απότομος διότι υπάρχει κίνδυνος υπερφόρτωσης των λεβητών του πλοίου

καθώς και η απώλεια ισχύς (tripping) απροειδοποίητα. Σε περίπτωση που χειρίζεται φορτίο που απαιτεί υψηλή θερμοκρασία απαιτείται πριν την έναρξη της άντλησης η προθέρμανση των αντλιών με ζεστό ατμό. Ο ρυθμός εκκίνησης θα πρέπει να είναι χαμηλός ούτως ώστε να επιτρέπεται ομαλή κίνηση του υγρού και μείωση τριβής.

Ρύθμιση αντλιών φορτίου : Όλες οι απαραίτητες ενέργειες θα πρέπει να γίνουν με σκοπό την αποτελεσματικότερη εκφόρτωση των αντλιών φορτίου ή έρματος στον συντομότερο χρόνο με την μεγαλύτερη ασφάλεια , χωρητικότητα αυτών και τροφοδοσία,. Σε καμία περίπτωση δε θα πρέπει οι αντλίες να λειτουργούν πάνω από τα όρια πίεσης και ταχύτητας που έχει ορίσει ο κατασκευαστής.

4.3 Διαδικασίες αποστραγγίσεως δεξαμενών.

Μετά το πέρας της εκφόρτωσης, πρέπει να γίνουν έλεγχοι ώστε να βεβαιωθεί πως οι δεξαμενές έχουν αποστραγγιστεί πλήρως. Κατά την αποστράγγιση είναι σημαντικό να εξακριβωθεί πως το πλοίο έχει μια διαγωγή (trim) που θα επιτρέψει μια αποτελεσματική ροή του φορτίου προς την αναρρόφηση των γραμμών, έτσι ώστε να μπορεί να αποστραγγιστεί η κατά το δυνατόν μεγαλύτερη ποσότητα του φορτίου.

Στο λιμάνι εκφόρτωσης : Αρχικά όπου είναι δυνατόν το ελαφρύτερο φορτίο πρέπει να εκφορτωθεί στην αρχή της διαδικασίας εκφόρτωσης. Επιπλέον πρέπει να διατηρηθεί διαχωρισμός του φορτίου. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με το να μην ανοίγουμε τα επιστόμια συνδέσεως γραμμών φορτίων (crossover valves) ή να με το να μην συγκοινωνούν οι αντλίες. Η μέθοδος αυτή αποτελεί γενικότερα μια καλή πρακτική καθώς σε όλες τις περιπτώσεις επιτυγχάνεται πως οι αντλίες λειτουργούν σε πλήρη αποδοτικότητα. Περιορισμοί που πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψιν είναι το σύστημα αδρανούς αερίου (I.G. System), όπως και οι πιέσεις εντός των δεξαμενών φορτίου.

Έλεγχος διαρροών : Από τη στιγμή που ξεκινήσει η διαδικασία της εκφόρτωσης και ο επιθυμητός ρυθμός εκφόρτωσης (rate) έχει επιτευχθεί, πρέπει να γίνει διεξοδικός έλεγχος στο αντλιοστάσιο του πλοίου για τυχόν διαρροές.

Πολλαπλές κατηγορίες φορτίου : Όταν το φορτίο προς εκφόρτωση έχει περισσότερες από μια παρτίδα, η εκφόρτωση πρέπει να σχεδιαστεί έτσι ώστε να αποφευχθεί η ανάμειξη του. Είναι σημαντικό να υπάρχουν διπλά επιστόμια σε τέτοιες περιπτώσεις για να αποφευχθεί η ανάμειξη των φορτίων.

Παχύρευστα (μη επεξεργασμένα) φορτία : Όταν γίνεται εκφόρτωση παχύρευστων φορτίων, ενδέχεται κατά την αποστράγγιση να εμφανιστούν δυσκολίες λόγω της υπάρξεως της υψηλής πίεσης ατμών. Για το λόγο αυτό η εκφόρτωση θα πρέπει να πραγματοποιείται από μια ή δυο δεξαμενές κάθε φορά, έτσι ώστε να επιτευχθεί πως οι φορτωμένες κατά το μέγιστο δεξαμενές είναι διαθέσιμες για την τροφοδότηση των αντλιών. Οι δεξαμενές αυτές αποτελούν τις δυσκολότερες προς εκφόρτωση και για αυτό

θα πρέπει να εκφορτώνονται όσο κατά το δυνατόν νωρίτερα. Όταν αποστραγγίζονται φορτία με υψηλή πίεση ατμών η πίεση του αδρανούς αερίου θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερη.

Αντίσταση φορτίου (High Back Pressure) : Το φαινόμενο αυτό θα αυξήσει το χρόνο εκφόρτωσης και θα καταστεί δύσκολη η αποστράγγιση.

Μεταφορά μάνικας φορτίου : Σε περίπτωση μεταφοράς της μάνικας του φορτίου μεταξύ των λήψεων φορτίου, η μάνικα θα πρέπει να «τυφλωθεί» για την αποφυγή διαρροών.

5. Πλύσιμο δεξαμενών με αργό πετρέλαιο.

Οι διαδικασίες πλυσίματος των δεξαμενών περιλαμβάνουν διάφορους κινδύνους και ρίσκα. Για το λόγο αυτό θεωρούνται ως κρίσιμες εργασίες. Κάθε πλοίο που φέρει εξοπλισμό πλύσης δεξαμενών (COW) θα πρέπει να φέρει επί του πλοίου ένα εγχειρίδιο χρήσης του εξοπλισμού αυτού και το εγχειρίδιο αυτό να είναι διατυπωμένο σύμφωνα με τις διατάξεις της MARPOL73/78, Annex 1. Ο Πλοίαρχος πριν την έναρξη της διαδικασίας των πλυσιμάτων οφείλει να ενημερώσει την σχετική Αρχή και τον τερματικό σταθμό τουλάχιστον 24 ώρες πριν.

Πριν από την έναρξη της διαδικασίας του πλυσίματος θα πρέπει να εκδοθεί ένα σχέδιο όπου θα καθορίζει τον τρόπο λειτουργίας των μηχανημάτων (απλής ή πολύ-επίπεδης), ο αριθμός των δεξαμενών που θα πλυθούν καθώς και ο χρόνος διάρκειας. Είναι απαραίτητη η μελέτη του ειδικού εγχειριδίου “COW Manual”.

5.1 Περιγραφή συστήματος COW.

Το σύστημα C.O.W. περιλαμβάνει σωληνώσεις, αντλίες, μηχανήματα πλύσης και τον απαραίτητο βοηθητικό εξοπλισμό παρακολούθησης και ελέγχου της λειτουργίας του συστήματος. Οι αντλίες που παρέχουν αργό πετρέλαιο στα μηχανήματα πλύσης μπορεί να είναι οι κύριες αντλίες του φορτίου, ή χωριστές αντλίες ειδικές για το σκοπό αυτό, που είναι εγκατεστημένες στο αντλιοστάσιο. Αν χρησιμοποιούνται αντλίες του φορτίου, που ταυτόχρονα εκφορτώνουν φορτίο στην ξηρά και η πίεση κατάθλιψης του φορτίου στη γραμμή εκφόρτωσης είναι μικρότερη από την απαιτούμενη πίεση που θα πρέπει να παρέχεται (με το αργό πετρέλαιο) στα μηχανήματα πλύσης, δημιουργείται αυτή η πίεση με κατάλληλο περιορισμό του επιστόμιου κατάθλιψης του φορτίου προς την ξηρά. Οι σωληνώσεις που παρέχουν αργό πετρέλαιο στα μηχανήματα πλύσης είναι ανεξάρτητες και η κατασκευή τους είναι τέτοια, ώστε να αντέχει στις πιέσεις με τις οποίες λειτουργεί το σύστημα. Υπάρχουν ανακουφιστικές βαλβίδες οι οποίες διοχετεύουν το υγρό στη γραμμή αναρρόφησης της αντλίας. Όπου υπάρχει σύνδεση με γραμμή παροχής νερού (για το πλύσιμο των δεξαμενών με νερό), υπάρχει πρόβλεψη απομόνωσης της γραμμής

αυτής με τυφλή φλάντζα ή με διπλά επιστόμια. Υπάρχει επίσης πρόβλεψη εκκένωσης της γραμμής παροχής αργού πετρελαίου από το πετρέλαιο που περιέχει (συνήθως προς το slop tank) πριν να γίνει η σύνδεση της με τη γραμμή παροχής νερού. Η γραμμή παροχής αργού πετρελαίου προς τα μηχανήματα πλύσης έχει επαρκή διάμετρο, ώστε να υπάρχει δυνατότητα ταυτόχρονης πλύσης με όλα τα μηχανήματα που προβλέπονται από το Operations Manual του πλοίου να πλένουν μια δεξαμενή (με την απαιτούμενη πίεση).

5.2 Κίνδυνοι κατά τη διάρκεια του πλυσίματος.

Το πλύσιμο των δεξαμενών με αργό πετρέλαιο αποτελεί ένα αποδοτικό μέσο για την ελάττωση των υπολειμμάτων του φορτίου στις δεξαμενές. Με το πλύσιμο των δεξαμενών επιτυγχάνεται μεγαλύτερη παραδοτέα ποσότητα του φορτίου μετά το πέρας της εκφόρτωσης, αλλά ταυτόχρονα παρουσιάζονται ορισμένοι κίνδυνοι εάν οι διαδικασίες δεν διεξαχθούν με ορθό τρόπο. Οι κυριότεροι κίνδυνοι που εμφανίζονται στη διαδικασία αυτή είναι ηλεκτρο-στατικοί και κίνδυνοι συγκεντρώσεως αερίων υδρογονανθράκων. Οι διαδικασίες των πλυσιμάτων αυξάνουν την πίεση των ατμών, λόγω του φαινομένου διαχύσεως όταν το φορτίο έρχεται σε επαφή με την εσωτερική επιφάνεια της δεξαμενής και για αυτό θα πρέπει να λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα και να παρακολουθούνται οι ενδείξεις των πιέσεων των δεξαμενών.

5.3 Καταλληλότητα φορτίου για πλύσιμο.

Σύμφωνα με τη βιομηχανία πετρελαίου και τις τελευταίες διαθέσιμες πληροφορίες δεν υπάρχει αργό πετρέλαιο το οποίο δεν θεωρείται κατάλληλο για τις διαδικασίες των πλυσιμάτων. Παρ' όλα αυτά ενδεχομένως να υπάρχουν περιορισμοί για σε ορισμένους τύπους φορτίων, λόγω των φυσικών χαρακτηριστικών τους και του εξοπλισμού που φέρει ένα πλοίο. Γενικά το αργό πετρέλαιο με υψηλό σημείο ροής, απαιτείται η θέρμανση του για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το πλύσιμο των δεξαμενών. Ορισμένα φορτία αργού πετρελαίου έχουν κατηγοριοποιηθεί ως «δύσκολα» λόγω του υψηλού ιξώδους τους και της πτητικότητας τους.

5.4 Απαιτήσεις για την χρήση του συστήματος COW.

Οι απαιτήσεις που πρέπει να ακολουθούνται πριν το έναρξη της διαδικασίας του πλυσίματος με αργό πετρέλαιο είναι οι ακόλουθες:

- 1) Το 25% όλων των δεξαμενών φορτίου θα πρέπει να έχουν πλυθεί για τον έλεγχο των ιζημάτων

- 2) Η εγκεκριμένη δεξαμενή ερματισμού έκτακτης ανάγκης θα πρέπει να είναι πλυμένο.

Σύμφωνα με τη MARPOL τα πλοία τα οποία εμπλέκονται κοντινά ταξίδια δεν απαιτείται να πλένουν τις δεξαμενές τους με την διαδικασία COW, εντός τεσσάρων μηνών.

5.5 Προετοιμασία συστήματος και εγγραφές.

Πριν την άφιξη στο λιμάνι εκφόρτωσης οι γραμμές που χρησιμοποιούνται για το COW θα πρέπει να γίνει ελεγχτούν ως προς τα επίπεδα πίεσεως και να γίνει έλεγχος για τυχόν διαρροές.

Σύμφωνα με τον κανονισμό 446 του IMO, πριν το πλύσιμο των δεξαμενών τα ποσοστά οξυγόνου θα πρέπει να μετρώνται ένα μέτρο κάτω από το κατάστρωμα του πλοίου και στη μέσο της απόστασης μεταξύ καταστρώματος και επιφάνειας φορτίου. Σε κανένα από αυτά τα δύο σημεία το ποσοστό του οξυγόνου δεν πρέπει να ξεπερνάει το 8% κατ ' όγκο. Όταν οι δεξαμενές έχουν πλυθεί μερικώς τα σημεία μετρήσεως θα πρέπει να είναι παρεμφερή με εκείνα που αναφέρθηκαν παραπάνω. Στο τέλος της διαδικασίας των πλυσιμάτων θα πρέπει να συμπληρωθούν στο βιβλίο πετρελαίου οι δεξαμενές οι οποίες πλύθηκαν, το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε και ο χρόνος του πλυσίματος.

5.6 Πλεονεκτήματα – μειονεκτήματα συστήματος COW.

Τα πλεονεκτήματα C.O.W. είναι αρχικά η μείωση της θαλάσσιας ρύπανσης, καθώς δεν απορρίπτεται ακάθαρτο έρμα σε σχέση με τη μέθοδο Tank Cleaning. Επίσης με τη μέθοδο αυτή ο χρόνος παραμονής στο λιμάνι είναι μικρότερος. Σημαντικό πλεονέκτημα είναι η μείωση της εργασίας απομάκρυνσης των ιζημάτων (σκουπιδιών) φορτίων. Με το πλύσιμο COW η παραδοτέα ποσότητα του φορτίου είναι μεγαλύτερη. Αξίζει να αναφερθεί πως το πλοίο δύναται να μεταφέρει μεγαλύτερη ποσότητα φορτίου στο ταξίδι λόγω της μικρότερης ποσότητας κατάλοιπων που παραμένουν στο πλοίο. Επιπλέον παρατηρείται και μείωση της διάβρωσης των γυμνών μεταλλικών επιφανειών των δεξαμενών φορτίου από το μειωμένο πλύσιμο τους με νερό. **Τα μειονεκτήματα χρησιμοποίησης C.O.W.** είναι :Αρχικά το πλύσιμο των δεξαμενών αποτελεί μια χρονοβόρα διαδικασία γι ' αυτό και αυξάνεται ο χρόνος εκφόρτωσης. Με κανονικές συνθήκες μιας τερματικής εγκατάστασης ο χρόνος αυτός μπορεί να υπολογισθεί στο 25% αν όλες οι δεξαμενές του πλοίου πλυθούν. Αν το C.O.W. περιορισθεί μόνο σε μικρό αριθμό δεξαμενών περιοδικού καθαρισμού ή προορισμένων να δεχτούν καθαρό έρμα, αυτό το ποσοστό αύξησης χρόνου της εκφόρτωσης μπορεί να φθάσει μόνο στο 10-15%. Λόγω της πολύπλοκης διαδικασίας του το COW αυξάνει το φόρτο εργασίας για το προσωπικό του πλοίου και ιδίως για τον Υποπλοίαρχο και τους Αξιωματικούς

Καταστρώματος, για να φέρουν ικανοποιητικά σε πέρας την εκφόρτωση του φορτίου και την ταυτόχρονη πλύση των δεξαμεμών.

Επίλογος

Η εκτόξευση της πετρελαϊκής αγοράς στα μέσα του 20^{ου} αιώνα κατά την μεταπολεμική περίοδο, έγινε η αφετηρία της δημιουργίας δεξαμενόπλοιων σύγχρονων, ασφαλέστερων και αποδοτικότερων σε σχέση με την προπολεμική τους μορφή. Με το πέρασμα του χρόνου, ειδικότερα μετά την καθιέρωση των διπύθμενων δεξαμεμών, παρουσιάστηκαν τεχνολογικά άλματα στον εξοπλισμό διαχείρισης του φορτίου και ναυτικές πρακτικές οι οποίες επικεντρώθηκαν στην ασφαλή μεταφορά και φορτοεκφόρτωση, στην προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος, με έμφαση στην πρόληψη καθώς και στην επίτευξη μέγιστης οικονομικής εκμετάλλευσης των πλοίων.

Αντίστοιχα, η πρόκληση που δημιουργήθηκε παράλληλα με την έλευση της νέας τεχνολογίας, ήταν η επιμόρφωση τόσο των αξιωματικών καταστρώματος και μηχανής όσο και των χαμηλότερων βαθμίδων πληρωμάτων σε ότι αφορά τις γνώσεις και τις δεξιότητες που θα πρέπει να φέρουν. Για τον λόγο αυτό, ο Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός ΙΜΟ όρισε τις απαιτήσεις που θα πρέπει να πληροί ο κάθε ναυτικός που εργάζεται σε ένα δεξαμενόπλοιο. Η βασικότερη απαίτηση όμως, είναι η κατανόηση της λειτουργίας ενός δεξαμενόπλοιου στο σύνολο της τόσο στο θεωρητικό κομμάτι όσο και στο πρακτικό.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, μελετήθηκε η πορεία της τεχνολογίας των δεξαμενοπλοίων ανά τον χρόνο, τα διάφορα φορτία που μεταφέρει καθώς και ο εξοπλισμός διαχείρισης του φορτίου συμπεριλαμβανομένου του εξοπλισμού πλύσης των δεξαμεμών COW. Σκοπός είναι η κατανόηση της λειτουργίας, των ιδιοτήτων, και των εργασιών ενός δεξαμενόπλοιου καθώς και οι κίνδυνοι που εγκυμονούν σε κάθε περίπτωση.

Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί πως ο κλάδος της ναυτιλίας αποτελείται σε μεγάλο βαθμό από τα δεξαμενόπλοια τα οποία έχουν κινητήρια δύναμη τους το πετρέλαιο, αγαθό το οποίο αποτελεί βασικό πυλώνα των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και κατά συνέπεια της οικονομίας των κρατών. Ως αποτέλεσμα, η χρήση του πετρελαίου να είναι απαραίτητη για τον ανθρώπινο βίο και κατά συνέπεια η ύπαρξη δεξαμενοπλοίων να αποτελεί αδήριτη ανάγκη για την μεταφορά από τις χώρες παραγωγής προς τα μεγαλύτερα κέντρα κατανάλωσης.

Βιβλιογραφία:

Διαδικτυακές πηγές:

1. https://www.ugs.gr/media/13625/eee_mail_gr
2. <https://www.statista.com/statistics/236657/global-crude-oil-reserves-since-1990/>
3. <https://cdn.ihs.com/www/prot/pdf/0719/WorldFleetStatistics2018Report-LoRes.pdf>
4. <https://www.marineinsight.com/guidelines/14-practical-tips-maintenance-operation-cargo-crane-ship/>
5. <https://marineengineeringonline.com/operation-maintenance-eductor-ships/>
6. HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES TURBOMACHINERY (hhitmc.com)
7. Understanding Design Of Oil Tanker Ships (marineinsight.com)
8. Πετρέλαιο - Βικιπαίδεια (wikipedia.org)

Βιβλία:

1. Dr. R. Solly, Capt. Q. Cox, J. Onslow - Manual of Oil Tankers Operations
2. Ι. Κ. Δάγκινης, Α. Ι. Γλύκας, Αντλίες, εκδόσεις Ίδρυμα Ευγενίδου 2016
3. Ι.Κ. Φαννέλης, Σύγχρονη Πρακτική Εργασίας στα Δεξαμενόπλοια, εκδόσεις Ε. Ν. Σταυριδάκη
4. Ν. Α. Ζυγομαλάς, Μεταφορά Φορτίων, εκδόσεις Ίδρυμα Ευγενίδου 2015
5. ISGOTT μετάφραση Ι. Κ. Παπαϊωάννου, εκδόσεις Ε. Ν. Σταυριδάκη
6. The Ultimate Guide to Cargo Operation Equipment for Tankers by Adrian Covarrubias
7. Centrifugal Pumps: Basic Concepts of Operation, Maintenance, and Troubleshooting (Part- I) engineer's resource
8. ΑΝΤΩΝΙΟΥ Χ. ΒΟΥΡΛΟΥ, ΣΤΕΦΑΝΟΥ Ι. ΚΑΡΝΑΒΑ, ΦΥΣΙΚΗ, εκδόσεις ίδρυμα Ευγενίδου Α' έκδοση 2012
9. SOLAS 2004
10. MARPOL 73/78