

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΜΕ ΠΛΟΙΑ LNG



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

ΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΜΑΜΑΚΗΣ ΕΥΓΕΝΙΟΣ

ΠΑΠΠΑΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2010

1.	Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑ	
1.1	ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΩΣ ΚΑΥΣΙΜΟ	1
1.2	Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΗ ΝΑΥΠΗΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ	2
1.3	Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΣΤΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΥΦΑ	4
1.4	ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΠΛΟΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΥΦΑ	7
1.4.1	Καθορισμός εννοιών	8
1.4.2	Καθορισμός σχεδίασης πλοίων μεταφοράς ΥΦΑ	10
1.4.3	Σχεδιαστικά χαρακτηριστικά για την πρόληψη απελευθέρωσης ΥΦΑ	11
1.4.4	Μέτρα χειρισμού για την πρόληψη ατυχηματικής απελευθέρωσης ΥΦΑ	18
1.4.5	Μέτρα ασφάλειας για την πρόληψη απελευθέρωσης ΥΦΑ μετά από τρομοκρατική επίθεση	19
1.4.6	Μέτρα μείωσης με σκοπό την άμεση απόκριση σε μία πιθανή απελευθέρωση	23
2.	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ	
2.1	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΥΓΡΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ	25
2.1.1	Φυσικές ιδιότητες και σύνθεση του υγροποιημένου φυσικού αερίου	25
2.1.2	Αναφλεξιμότητα μεθανίου, οξυγόνου και μειγμάτων αζώτου	31
2.1.3	Συμπληρωματικά Χαρακτηριστικά του ΥΦΑ	34
2.1.3.1	<i>Όταν χυθεί στο νερό</i>	
2.1.3.2	<i>Σύννεφα ατμών</i>	
2.1.3.3	<i>Αντιδραστικότητα</i>	
2.1.3.4	<i>Κρυογονικές Θερμοκρασίες</i>	
2.1.3.5	<i>Η συμπεριφορά του ΥΦΑ στις δεξαμενές φορτίου</i>	
2.2	ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΖΩΤΟΥ ΚΑΙ ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ	38
2.2.1	Άζωτο	38
2.2.1.1	<i>Φυσικές ιδιότητες του αζώτου</i>	
2.2.1.2	<i>Χημικές ιδιότητες αζώτου</i>	
2.2.2	Αδρανές αέριο	39
3.	ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	
3.1	ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	41
3.2	ΑΡΧΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	43
3.2.1	Κατασκευή μεμβρανών INVAR	44
3.2.2	Κατασκευή κουτιών μόνωσης	45
3.2.3	Συγκράτηση μεμβρανών και κουτιών μόνωσης	47
3.2.3.1	<i>Εξοπλισμός δεξαμενής φορτίου</i>	

3.3	ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΥΤΟΥΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ	50
4.	ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΟΡΤΙΟΥ	
4.1	ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΦΟΡΤΙΟΥ	54
4.1.1	Περιγραφή	54
4.2	ΓΡΑΜΜΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΦΟΡΤΙΟΥ	59
4.2.1	Γραμμές Υγρού	59
4.2.2	Γραμμές Ατμών	59
4.2.3	Η αποστραγγιστική – ψεκαστική γραμμή	60
4.2.4	Γραμμές Αερίου (λειτουργία μίας δεξαμενής)	61
4.2.5	Γραμμές αερίου καύσιμου	61
4.2.6	Γραμμές εξαερισμού	62
4.2.7	Γραμμές αδρανοποίησης / αερισμού	62
5.	ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΦΟΡΤΙΟΥ	
5.1	ΈΛΕΓΧΟΣ ΠΙΕΣΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	63
5.1.1	Υπερπίεση	63
5.1.2	Υποπίεση	63
5.2	ΈΛΕΓΧΟΣ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΦΟΡΤΙΟΥ	64
5.2.1	Αεραγωγός προστασίας δεξαμενής	64
5.2.2	Χειροκίνητη αναστολή εξαερισμού	65
5.2.3	Αυτόματη διαδικασία εξαερισμού	65
5.2.4	Χειροκίνητος εξαερισμός	65
5.3	ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	66
5.3.1	ΒΑΛΒΙΔΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΤΩΝ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΦΟΡΤΩΣΗΣ	66
5.3.2	Συντήρηση	67
5.4	ΒΑΛΒΙΔΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΧΩΡΟΥ ΜΟΝΩΣΗΣ	67
5.5	ΒΑΛΒΙΔΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΑΓΩΓΩΝ	69
6.	ΑΝΤΛΙΕΣ ΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	
6.1	ΑΝΤΛΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ	71
6.1.1	Γενική Περιγραφή	71
6.1.2	Ακολουθία εκκίνησης αντλίας φορτίου	76
6.2	Η ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΤΙΚΗ – ΨΕΚΑΣΤΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ	77
6.3	ΑΝΤΛΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ	82
6.4	ΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ	85
6.4.1	HD Συμπιεστές	86
6.4.1.1	<i>Σύστημα σφραγιστικού αερίου</i>	
6.4.2	LD Συμπιεστές	89
6.4.2.1	<i>Σύστημα σφραγιστικού αερίου</i>	
6.5	ΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΑΕΡΙΟΥ	92
6.5.1	Γενικά	92
6.5.2	Διαδικασία λειτουργίας προθέρμανσης	95

6.5.3	Έλεγχοι και Ρυθμίσεις	96
6.5.4	Θέρμανση αέριων εξάτμισης	97
6.6	ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΣ ΥΦΑ	98
6.6.1	Γενικά	98
6.6.2	Εκφόρτωση ΥΦΑ, χωρίς επιστροφή ατμών από την ακτή	100
6.6.3	Διαδικασία για να τεθεί ο εξατμιστής ΥΦΑ σε λειτουργία	102
6.6.4	Ελεγκτής εκροής εξατμιζόμενου ΥΦΑ	104
6.6.5	Έλεγχος της θερμοκρασίας εξόδου του εξατμιστή ΥΦΑ	104
6.7	ΕΞΑΝΑΓΚΑΣΤΙΚΟΣ ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΣ	105
6.7.1	Γενικά	105
6.7.2	Προετοιμάζοντας τον εξαναγκαστικό εξατμιστή για χρήση	110
6.8	ΑΝΤΛΙΕΣ ΚΕΝΟΥ	111
6.8.1	Γενικά	111
7.	ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ	
7.1	ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΚΑΙ ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΣΗΣ	114
7.1.1	Γενικά	114
7.1.2	Έλεγχος	116
7.1.3	Πίνακας συναγερμού	116
7.1.4	Λειτουργία	116
7.1.5	Εγκατάστασης κράτησης συναγερμού	117
7.2	ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ	118
7.2.1	Γενικά	118
7.2.2	Περιγραφή	119
8.	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΖΩΤΟΥ ΚΑΙ ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ	
8.1	ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΖΩΤΟΥ	122
8.1.1	Γενικά	122
8.1.2	Συστήματα ελέγχου και οργάνων	124
8.1.3	Περιγραφή διαδικασίας	124
8.1.4	Φυσικές ιδιότητες του αζώτου	126
8.1.5	Χημικές ιδιότητες	127
8.1.6	Ενδεχόμενοι κίνδυνοι	127
8.2	ΑΔΡΑΝΕΣ ΑΕΡΙΟ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑ ΞΗΡΟΥ ΑΕΡΑ	127
8.2.1	Γενικά	127
8.2.2	Αρχή λειτουργίας	128
8.2.3	Παραγωγή ξηρού αέρα	130
8.2.4	Περιγραφή του καυστήρα	130
8.2.5	Αδρανές αέριο	131

9.	ΦΟΡΤΩΣΗ	
9.1	ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΦΟΡΤΩΣΗΣ	133
9.2	ΦΟΡΤΩΣΗ ΜΕ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ ΑΤΜΩΝ ΣΤΗΝ ΑΚΤΗ	136
9.2.1	Έλεγχοι που έγιναν πριν από τη φόρτωση	136
9.2.2	Προφυλάξεις ασφαλείας	136
9.2.3	Λειτουργίας φόρτωσης	137
9.3	ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΖΩΤΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ	140
10.	ΤΑΞΙΔΙ ΕΝ ΦΟΡΤΩ ΜΕ ΚΑΥΣΗ ΑΕΡΙΩΝ ΑΠΟ ΕΞΑΤΜΙΣΗ	
10.1	ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΥΣΗ ΑΕΡΙΟΥ ΑΠΟ ΕΞΑΤΜΙΣΗ	142
10.1.1	Εισαγωγή	142
10.1.2	Λειτουργία	142
10.1.3	Διαδικασία Λειτουργίας	144
10.2	ΚΑΥΣΗ ΑΕΡΙΟΥ ΑΠΟ ΕΞΑΝΑΓΚΑΣΜΕΝΗ ΕΞΑΤΜΙΣΗ	146
10.2.1	Εισαγωγή	146
10.2.2	Λειτουργία	147
10.2.3	Διαδικασία λειτουργίας	148
11.	ΕΚΦΟΡΤΩΣΗ	
11.1	ΕΚΦΟΡΤΩΣΗ ΜΕ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ ΑΕΡΙΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΚΤΗ	149
11.1.1	Εισαγωγή	149
11.1.2	Αποσαφήνιση των οδηγιών λειτουργίας	149
11.1.3	Λειτουργία	150
11.2	ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΦΟΡΤΩΣΗ	151
12.	ΔΙΚΤΥΟ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ / ΚΑΤΑΣΒΕΣΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ	
12.1	ΔΙΚΤΥΟ ΚΑΤΑΣΒΕΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ	153
12.2	ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΤΑΣΒΕΣΗΣ ΞΗΡΑΣ ΚΟΝΕΩΣ	154
12.2.1	Γενική περιγραφή	154
12.2.2	Κύριο σύστημα	155
12.2.3	Χειροκίνητο σύστημα κατάσβεσης με μάνικες	156
12.2.4	Διαδικασία ενεργοποίησης	158
12.3	ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ	159
12.3.1	Αναφορά συστήματος	161
12.3.2	Δυνατότητες συστήματος	161

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

162

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία αναφέρετε στον τρόπο μεταφοράς Φυσικού Αερίου με υγραεριοφόρα πλοία που έχουν ναυπηγηθεί σύμφωνα με την μέθοδο GT96. Με τη μέθοδο αυτή χρησιμοποιούμε δεξαμενές **μεμβρανικού τύπου**, πρόκειται για δεξαμενές που αποτελούνται από μια πρωτοβάθμια και μια δευτεροβάθμια λεπτή μεμβράνη από το υλικό Invar το οποίο έχει μηδενικές θερμικές συστολές. Η μόνωση είναι φτιαγμένη από ειδικά κουτιά από κόντρα πλακέ γεμισμένα με περλίτη.

Η ανάπτυξη του θέματος γίνεται σε δώδεκα (12) κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται λόγος για την επίδραση του φυσικού αερίου στην παγκόσμια ναυτιλία και στον τρόπο που αυτό επηρεάζει τη ναυπήγηση του πλήθους του στόλου.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύονται οι ιδιότητες του Φυσικού Αερίου (αέριο και υγροποιημένο), των αζώτου και αδρανούς αερίου που χρησιμοποιούνται στο σκάφος.

Στο τρίτο κεφαλαίο μελετάται ο κατασκευαστικός σχεδιασμός του συστήματος αποθήκευσης φορτίου, οι μεμβράνες Invar καθώς και τα κουτιά μόνωσης.

Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφεται το σύστημα μεταφοράς φορτίου του σκάφους και οι σωληνώσεις που χρησιμοποιούνται στην μεταφορά του ΥΦΑ από και προς το σκάφος.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναφέρεται το σύστημα ελέγχου της πίεσης των δεξαμενών φορτίου καθώς και το σύστημα εξαερισμού αυτών .

Στο έκτο κεφάλαιο αναφέρονται τα βοηθητικά μηχανήματα μεταφοράς και διαχείρισης φορτίου.

Στο έβδομο κεφάλαιο περιγράφεται το σύστημα συναγερμού υψηλής στάθμης και υπερπλήρωσης και οι μετρητές στάθμης.

Στο όγδοο κεφάλαιο αναφέρεται το σύστημα παραγωγής αζώτου και αδρανούς αερίου.

Στο ένατο κεφάλαιο αναλύεται η διαδικασία φόρτωσης.

Στο δέκατο κεφάλαιο περιγράφεται το ταξίδι εν φόρτω με καύση αερίων από εξάτμιση.

Στο ενδέκατο κεφάλαιο αναλύεται η διαδικασία εκφόρτωσης.

Στο δωδέκατο κεφάλαιο περιγράφεται το δίκτυο καταπολέμησης / κατάσβεσης πυρκαγιάς.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολογίας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πάτρας, αναφέρεται στο τρόπο μεταφοράς του φυσικού αερίου δια θαλάσσης και παρουσιάζει την τεχνολογία και την τεχνική που χρησιμοποιείται σήμερα στην κατασκευή των ειδικού τύπου δεξαμενόπλοιων για την αποθήκευση και τη μεταφορά υγροποιημένου φυσικού αερίου. Στο πρώτο μέρος της εργασίας γίνεται μια αναφορά στις ιδιότητες του φυσικού αερίου που το καθιστούν ιδιαιτέρου τύπου φορτίο για τα πλοία καθώς και μια σύντομη περιγραφή των διαφόρων τύπου εφαρμογών κατασκευής αποθήκευσης και μεταφοράς φυσικού αερίου από δεξαμενόπλοια, ενώ στο δεύτερο και κύριο μέρος παρουσιάζεται εκτενώς ο πιο σύγχρονος τρόπος μεταφοράς με δεξαμενόπλοια ειδικού τύπου τα οποία ναυπηγήθηκαν την τελευταία πενταετία. Στο τρίτο μέρος γίνεται αναφορά στα μετρά πρόληψης και ασφάλειας που θεσπίζονται από διεθνείς οργανισμούς όσον αφορά την αποθήκευση και τη μεταφορά του φυσικού αερίου με υγραεριοφόρα πλοία καθώς γίνεται μια προσπάθεια από τους ναυπηγούς τα νέα υγραεριοφόρα πλοία να είναι ακόμα πιο οικονομικά και πιο ασφαλή τόσο για το περιβάλλον όσο και για το ανθρώπινο δυναμικό που εμπλέκεται στην όλη διαδικασία της μεταφοράς.

Ευχαριστούμε θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μας κ. Καλογήρου Καθηγητή του Τμήματος Μηχανολογίας, για τη πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μας προσέφερε καθώς και την εταιρεία Maran Gas που μας προσέφερε απαραίτητες πληροφορίες και κατασκευαστικές λεπτομέρειες σχετικά με τη κατασκευή και τη λειτουργία του συστήματος φορτίου των πλοίων αυτών.

Αντωνόπουλος Δημήτριος	Μαμάκης Ευγένιος	Παππάς Σπυρίδων
------------------------	------------------	-----------------

1. Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΗΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΑ ΝΑΥΤΙΛΙΑ

1.1 ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ ΩΣ ΚΑΥΣΙΜΟ

Το Φυσικό Αέριο χαρακτηρίζεται σήμερα ως εναλλακτικό καύσιμο, τόσο λόγω της χημικής του σύστασης όσο και της εφαρμογής του σε πληθώρα ενεργειακών δραστηριοτήτων, καθώς μπορεί να αντικαταστήσει επάξια τη χρήση του πετρελαίου, με αποτέλεσμα σήμερα να αποτελεί την κυρία στρατηγική ενεργειακή λύση για όλα τα αναπτυγμένα και αναπτυσσόμενα κράτη του κόσμου.

Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με τις εξελίξεις που διαμορφώνονται στις ενεργειακές αγορές (απελευθέρωση ενεργειακών αγορών), στην γενικευμένη οικονομική κρίση, στα μέτρα που λαμβάνονται σε παγκόσμιο επίπεδο για τη προστασία του περιβάλλοντος, καθώς και στις διεθνείς συνθήκες για τη χάραξη μιας κοινής οικολογικής πολιτικής, ώστε να επιβάλλεται ένας σαφής προσανατολισμός προς τις καθαρές μορφές ενέργειας, αναδεικνύουν το φυσικό αέριο ως το σημαντικότερο ενεργειακό καύσιμο του 21^{ου} αιώνα.

Για την μεταφορά αυτού του αέριου καυσίμου από τις χώρες παραγωγής στις χώρες κατανάλωσης, χρησιμοποιούνται αφενός εκτεταμένα δίκτυα αγωγών και αφ' εταίρου ειδικά σχεδιασμένα πλοία. Η μεταφορά αέριων καυσίμων με πλοία είναι σημαντικά πιο δύσκολη από αυτήν του πετρελαίου. Για να είναι όμως αυτή η μεταφορά οικονομικά συμφέρουσα θα πρέπει το φυσικό αέριο να

υγροποιηθεί ώστε να αυξηθεί η πυκνότητα του, με αποτέλεσμα την μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση του πεπερασμένου όγκου των κυτών του πλοίου για την μεταφορά σημαντικών ποσοτήτων φορτίου. Η υγροποίηση αυτή επιτυγχάνεται με ψύξη ή με αύξηση της πίεσης ή συνδυασμό και των δύο.

1.2 Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΤΗ ΝΑΥΠΗΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΛΟΙΩΝ

Την τελευταία δεκαετία η κατανάλωση φυσικού αερίου παρουσίασε έναν ετήσιο ρυθμό αύξησης της τάξεως του 2,4 %, ξεπερνώντας και τον αντίστοιχο ετήσιο ρυθμό της ενεργειακής κατανάλωσης, ο οποίος ήταν στο 2,1%. Την περασμένη δεκαετία, η ετήσια αύξηση του εμπορίου του υγροποιημένου φυσικού αερίου κυμάνθηκε στο 7,7 %, σταθερά μπροστά από την ανάπτυξη του παγκόσμιου εμπορίου αγωγών, το οποίο παρουσίασε μια αύξηση μόνο 4,7 %. Χωρίς να προκαλεί έκπληξη, ο παγκόσμιος στόλος υγραεριοφόρων αυξάνεται ραγδαία. Το 2007 31 νέα πλοία παραδόθηκαν, αυξάνοντας τον παγκόσμιο στόλο των ΥΦΑ κατά 14 %. Σύμφωνα με απογραφή του αμερικανικού ινστιτούτου τα υγραεριοφόρα πλοία έως την 31^η Δεκεμβρίου 2009 αριθμούν σε 336 πλοία με συνολική χωρητικότητα 48.470.570 m³. Αυτή τη χρονιά (2010) εκκρεμούν παραδόσεις 22 πλοίων και υπάρχουν παραγγελίες και για τα χρόνια που ακολουθούν (σχήμα 1.1). Κύριος οδηγός σε αυτή την αύξηση υπήρξε η μεγάλη ζήτηση σε ενέργεια των χωρών της Ασίας. Το 2006, η Ιαπωνία και η Νότιος Κορέα κατείχαν το ρεκόρ σε εισαγωγές ΥΦΑ αυξάνοντας αυτές κατά 7% σε 62,5 Mt και 13,25% σε 25,3 Mt, αντίστοιχα. Ένα άλλο κομβικό σημείο ήταν το 2006 όταν η Κίνα και το Μεξικό άρχισαν να εισάγουν ΥΦΑ, φέρνοντας τον αριθμό των χωρών που εισάγουν υγροποιημένο φυσικό αέριο στις 17.

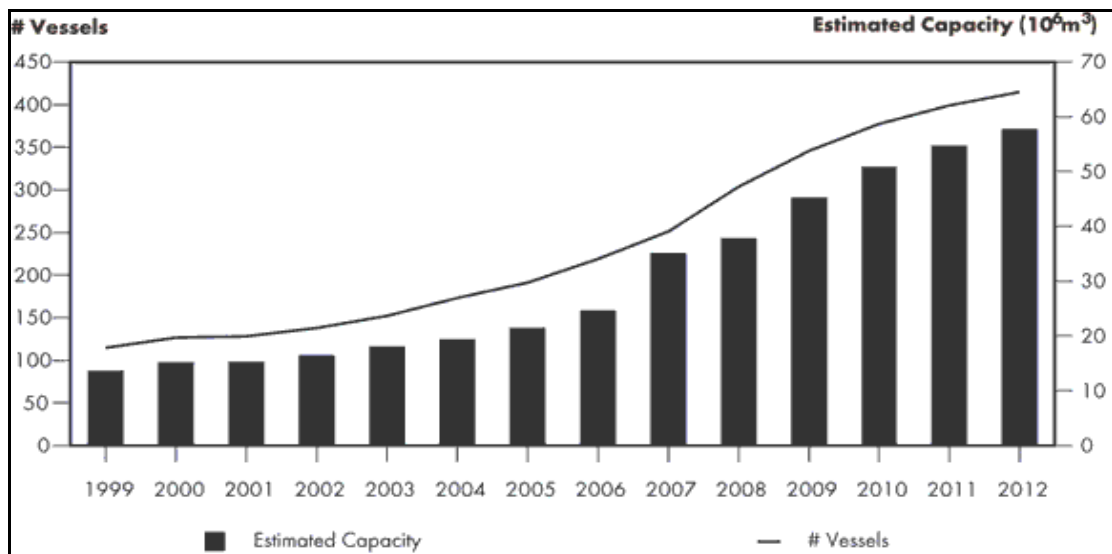
Η αυξημένη ανάγκη για μελλοντική εξασφάλιση των ενεργειακών αποθεμάτων προσέλκυσε πολλές παράκτιες χώρες στη θαλάσσια μεταφορά του

υγροποιημένου φυσικού αερίου. Συνεπώς, πολλά κράτη συμπεριέλαβαν αυτό το είδος μεταφοράς στην ενεργειακή ατζέντα τους, δημιουργώντας μακροπρόθεσμα συμβόλαια με ιδιοκτήτες υγραεριοφόρων ώστε να αποφύγουν τη συνεχή προμήθεια.

Το μεγάλο μέγεθος σε απαιτήσεις είναι αυτό στο οποίο οφείλεται η άνοδος στη βιομηχανία των υγραεριοφόρων πλοίων, φτάνοντας σε πολλές πρωτιές τα τελευταία δυο χρόνια. Το 2006 παραδόθηκε το πρώτο πλοίο με ηλεκτρικό σύστημα πρόωσης διπλού καύσιμου. Από τότε αρκετά πλοία τέτοιου είδους πρόωσης κατασκευάστηκαν φτάνοντας τον αριθμό τους στα 86.

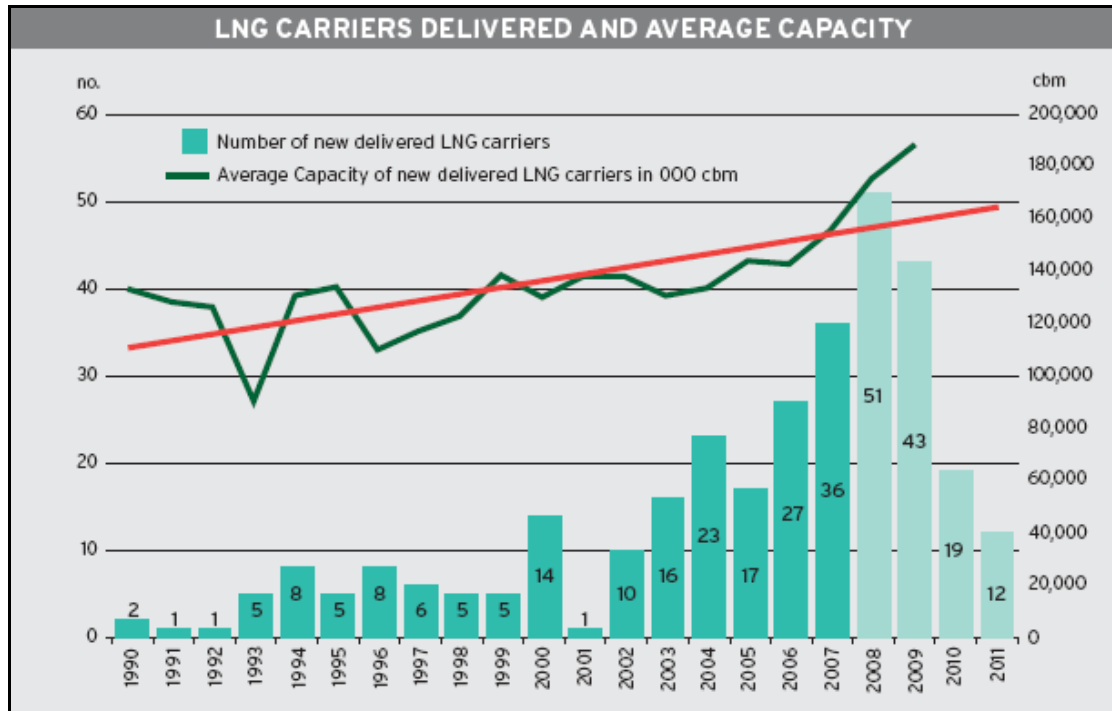
Ένα άλλο σημαντικό τεχνικό επίτευγμα της βιομηχανίας ΥΦΑ είναι η ραγδαία αύξηση στην χωρητικότητα του πλοίου, η οποία οδήγησε στο πρώτο supersized Q-max LNG χωρητικότητας 265.000 m³ ιδιοκτησία της Qatar Gas Transport Co's.

Όσον αφορά το κόστος κτίσης ενός τέτοιου είδους πλοίου ενδεικτικά αναφέρουμε ότι ένα υγραεριοφόρο πλοίο μεγέθους 125.000 m³ κόστιζε πριν μερικά χρόνια 250 εκ. δολάρια. Η τιμή αυτή έπεσε περίπου στα 140 εκ. δολάρια το 2000, αλλά αυξήθηκε και πάλι στη συνέχεια, με αποτέλεσμα τα επίπεδα των



Σχήμα 1.1 : Εκτιμώμενη Χωρητικότητα Υγραεριοφόρων κατ' Έτος

τιμών κατασκευής υγραεριοφόρων πλοίων να φτάσει στα 165 – 175 εκ. δολάρια σήμερα στα ναυπηγεία της Νοτίου Κορέας και της Ιαπωνίας αντίστοιχα (σχήμα 1.2).



Σχήμα 1.2 : Παραδόσεις πλοίων κατ' Έτος

1.3 Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΣΤΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΥΦΑ

Τα πρώτα υγραεριοφόρα που ναυπηγήθηκαν στη δεκαετία του 1960 έφεραν ορθογώνιες τραπεζοειδείς δεξαμενές όπου στη συνέχεια αυτές εξελίχθηκαν σε σφαιροειδείς δεξαμενές των οποίων τα άνω τμήματα υπερέχουν του κυρίου καταστρώματος του πλοίου. Ακόμα πιο σύγχρονα υγραεριοφόρα φέρουν δεξαμενές τύπου μεμβράνης.

Λαμβάνοντας υπόψη τους διάφορους τρόπους που μπορεί να μεταφερθεί το ΥΦΑ με πλοίο, η πιο οικονομική πρόταση περιλαμβάνει μέχρι σήμερα τα συστήματα τα οποία μεταφέρουν το ΥΦΑ ως μαζικό φορτίο (bulk cargo) το

οποίο ψύχεται κάτω από την θερμοκρασία βρασμού του και σε πίεση λίγο παραπάνω από την ατμοσφαιρική πίεση.

Οι διάφορες τεχνικές φύλαξης μπορούν να διαιρεθούν σε δύο βασικές ομάδες:

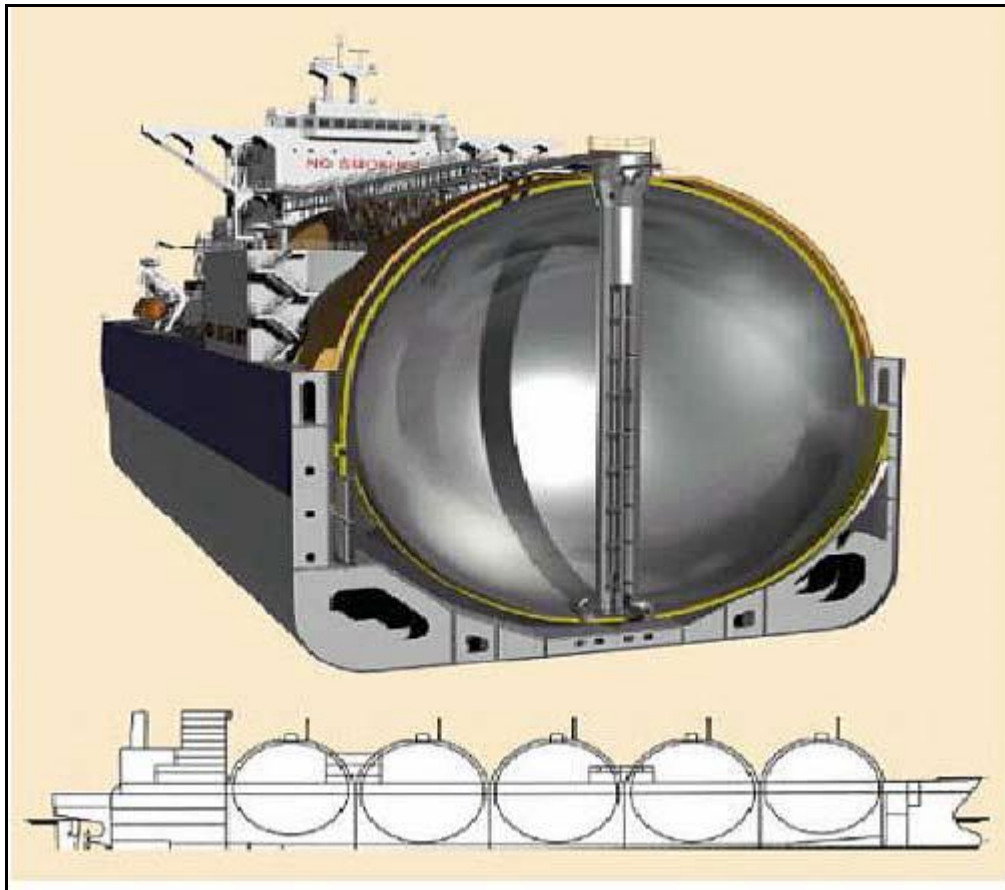
1. Το ανεξάρτητο σύστημα δεξαμενών όπου η βασική δεξαμενή – container – είναι αυτό-υποστηριζόμενη και ανεξάρτητη με την υπόλοιπη κατασκευή του πλοίου. Αυτές οι δεξαμενές μπορεί να είναι ή πρισματικές ή κυλινδρικές ή και συνδυασμός και των δύο.
2. Το ολοκληρωμένο σύστημα δεξαμενών όπου η βασική δεξαμενή – container – ανήκει στην όλη κατασκευή του πλοίου. Αυτές αναφέρονται σαν μεμβρανικού τύπου ημιανεξάρτητες ή ημιμεμβρανικού τύπου.

Έτσι αν θέλουμε να κατηγοριοποιήσουμε τον τρόπο κατασκευής του χώρου αποθήκευσης ΥΦΑ καταλήγουμε σε δυο είδη δεξαμενών:

1. Αυτοφερόμενες (self-supporting)
2. Μεμβρανικές (membrane-type)

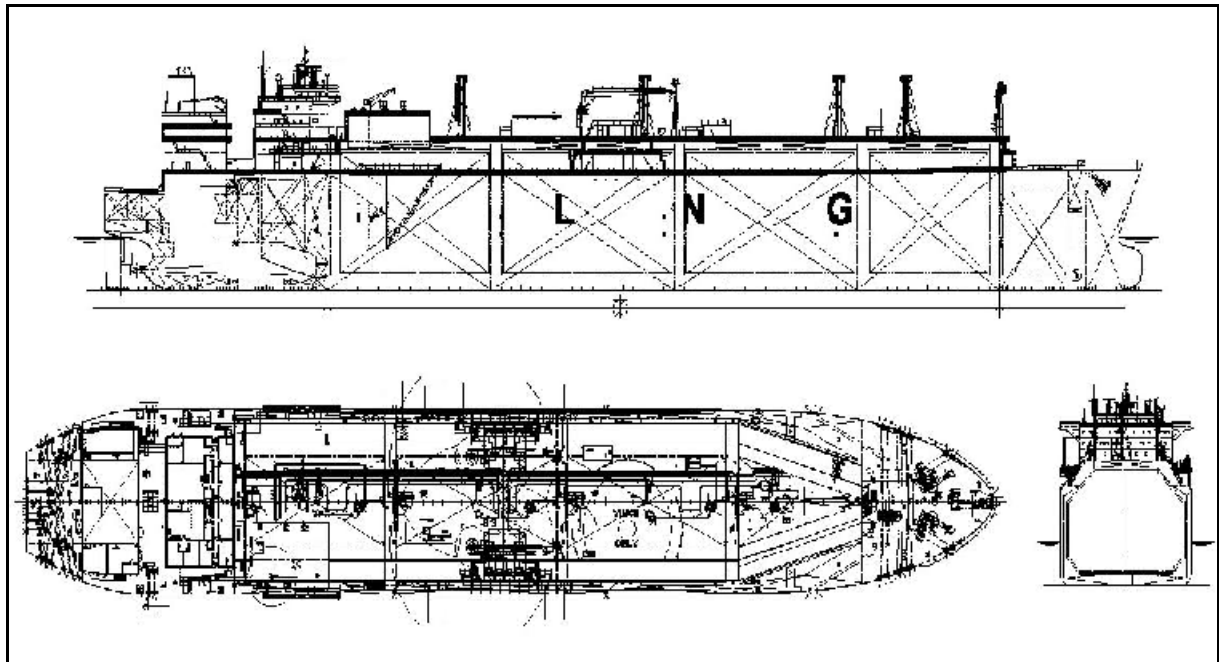
Έχουν αναπτυχθεί και σχεδιαστεί και διάφορες υποκατηγορίες των δύο παραπάνω τύπων ΥΦΑ δεξαμενών:

- Moss tanks που αναπτύχθηκε από την Νορβηγική εταιρία Moss Maritime. Πρόκειται για σφαιρική **αυτοφερόμενη** δεξαμενή από αλουμίνιο.



Σχήμα 1.3 : Moss tank

- ΙΗΙ που αναπτύχθηκε από την Ishikawajima-Harima Heavy Industries. Πρόκειται για **αυτοφερόμενη** δεξαμενή από αλουμίνιο.
- TGZ Mark III που αναπτύχθηκε από την Technigaz. Πρόκειται για δεξαμενή **μεμβρανικού τύπου** με μεμβράνη από ανοξείδωτο χάλυβα με ειδικές εσοχές (waffles) για την απορρόφηση θερμικών συστολών καθώς ψύχεται η δεξαμενή.
- GT96 που αναπτύχθηκε από τη Gas Transport. Πρόκειται για δεξαμενή **μεμβρανικού τύπου** που αποτελείται από μία πρωτοβάθμια και μια δευτεροβάθμια λεπτή μεμβράνη από το υλικό Invar το οποίο έχει μηδενικές θερμικές συστολές. Η μόνωση είναι φτιαγμένη από ειδικά κουτιά από κόντρα πλακέ γεμισμένα με περλίτη.



Σχήμα 1.4 : Τύπος GT96

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα ασχοληθούμε με τον τύπο GT96 που είναι και ο πιο σύγχρονος και χρησιμοποιείται στα πλοία τελευταίας τεχνολογίας.

1.4 ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΠΛΟΙΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΥΦΑ

Τα πλοία μεταφοράς υγροποιημένου αερίου όπως και τα περισσότερα υπερωκεάνια πλοία ακολουθούν κανόνες και κανονισμούς οι οποίοι έχουν ιδρυθεί από πολλούς φορείς. Αυτοί οι φορείς είναι γνωστοί και έχουν κατηγοριοποιηθεί ως, τον Διεθνή Οργανισμό Ναυσιπλοΐας (International Maritime Organization – IMO), το κράτος σημαίας (flag state), τις λιμενικές αρχές (port state) και τους νηογνώμονες (classification societies). Καθένας από αυτούς τους φορείς έχει συγκεκριμένες ευθύνες και το αποτέλεσμα αυτών των

κανόνων και των κανονισμών είναι ότι όλες οι όψεις του σχεδιασμού, της κατασκευής και της λειτουργίας των πλοίων μεταφοράς ΥΦΑ έχουν διευθετηθεί από αυτούς. Γενικά τα πλοία μεταφοράς ΥΦΑ είναι μοναδικά τόσο στον σχεδιασμό και στην κατασκευή τους όσο και στον χειρισμό τους και αυτό λόγω των κρυογόνων ιδιοτήτων του ΥΦΑ.

Έτσι χρησιμοποιούνται ειδικά υλικά, ειδικές μέθοδοι κατασκευής και ο τρόπος λειτουργίας τους πρέπει να είναι σωστά σχεδιασμένος. Γενικοί κανονισμοί που αφορούν γενικά τα πλοία στη θάλασσα δεν ισχύουν πάντοτε και για τα πλοία μεταφοράς ΥΦΑ. Γι' αυτό το λόγο έχουν αναπτυχθεί πιο ειδικοί κανονισμοί από τους διάφορους φορείς ώστε να εξασφαλιστεί η ασφάλεια στα δεξαμενόπλοια ΥΦΑ καθώς και στα λιμάνια.

1.4.1 Καθορισμός εννοιών

International Maritime Organization (IMO): Ένας κλάδος των Ηνωμένων Εθνών που λειτουργεί υπό την αιγίδα της Συνθήκης των Ηνωμένων Εθνών σχετικά με το νόμο της θάλασσας. Η Συνθήκη του IMO τέθηκε σε ισχύ το 1958 και η νέα οργάνωση συστάθηκε για πρώτη φορά το επόμενο έτος. Οι σκοποί της οργάνωσης, όπως συνοψίζονται από το άρθρο 1 της Συνθήκης, είναι «να παράσχει το υπόβαθρο για συνεργασία μεταξύ των κυβερνήσεων στον τομέα των κυβερνητικών κανονισμών και των πρακτικών σχετικά με τα τεχνικά θέματα όλων των ειδών που έχουν επιπτώσεις στη ναυτιλία που εμπεριέχεται και στο διεθνές εμπόριο για να ενθαρρυνθεί και να διευκολυνθεί η γενική θέσπιση των υψηλότερων εφαρμόσιμων προτύπων σε θέματα σχετικά με τη ναυτιλιακή ασφάλεια, την αποδοτικότητα της ναυσιπλοΐας και την πρόληψη και τον έλεγχο της θαλάσσιας ρύπανσης από τα σκάφη». Η οργάνωση εξουσιοδοτείται επίσης για να εξετάσει τα διοικητικά και νομικά θέματα σχετικά με αυτούς τους σκοπούς. Ο IMO συντάσσει τις διεθνείς απαιτήσεις για την ασφάλεια και την πρόληψη ρύπανσης για τα σκάφη σε διεθνές επίπεδο.

Αυτοί οι κανόνες εφαρμόζονται έπειτα με διάφορους τρόπους από τη σημαία και τις λιμενικές αρχές.

Flag State: Το κράτος σημαίας του πλοίου, όπως οι Ηνωμένες Πολιτείες, ο Παναμάς, οι Μπαχάμες, κ.λπ. Στις Συνθήκες του IMO, το κράτος σημαίας αναφέρεται μερικές φορές ως «διοίκηση». Το κράτος σημαίας καθιερώνει τους κανονισμούς για την κατασκευή και τη λειτουργία των σκαφών που καταχωρούνται κάτω από τη σημαία του. Πολλές από τις απαιτήσεις του κράτους σημαίας είναι βασισμένες στο σκάφος που συμμορφώνεται με τους κανονισμούς του IMO.

Port State: Η αρχή που έχει την αρμοδιότητα πέρα από την περιοχή λιμένων και των υδάτων υπό εθνικό έλεγχο. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, αυτό είναι χαρακτηριστικά το USCG, που συμπληρώνεται από το κράτος και τις τοπικές αρχές. Όπως καθορίζεται από τον IMO, ο κρατικός έλεγχος λιμένων (Port State Control - PSC) είναι η επιθεώρηση των ξένων σκαφών στους εθνικούς λιμένες για να ελεγχτεί ότι ο όρος του σκάφους και ο εξοπλισμός του συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις των διεθνών κανονισμών και ότι το σκάφος είναι επανδρωμένο και λειτουργεί σύμφωνα με αυτούς τους κανόνες. Το USCG καθορίζει τον κρατικό έλεγχο λιμένων ως «τη διαδικασία από την οποία ένα έθνος ασκεί τη διεθνή αρχή του στα ξένα σκάφη όταν εκείνα βρίσκονται σε ύδατα υποκείμενα στην αρμοδιότητά του».

Νηογνώμονας: Νηογνώμονας είναι μια βιομηχανική οργάνωση, η οποία εκδίδει τα πιστοποιητικά ταξινόμησης ή/και των διεθνών πιστοποιητικών Συνθηκών. Τα πιστοποιητικά ταξινόμησης είναι βασισμένα στους κανόνες που δημοσιεύονται από τον Νηογνώμονα ο οποίος έχει εγκρίνει την σχεδίαση και κατασκευή των πλοίων και των παράκτιων εγκαταστάσεων. Ένας Νηογνώμονας έχει συγκεκριμένες διαδικασίες σχετικά με το επίπεδο αναθεώρησης και έρευνας σχεδίου που απαιτούνται για να επιτρέψουν σε ένα πλοίο «να ταξινομηθεί». Η ταξινόμηση δείχνει ότι το πλοίο κάλυψε τους εφαρμόσιμους κανόνες, τις διεθνείς απαιτήσεις και τις συγκεκριμένες εθνικές απαιτήσεις.

1.4.2 Καθορισμός σχεδίασης πλοίων μεταφοράς ΥΦΑ

Ο IMO παρέχει τη βάση για το πλαίσιο των διεθνών κανονισμών για την ναυτιλία μέσω των ενεργών μελών του. Ο IMO δημοσιεύει έγγραφα που περιγράφουν τις διεθνείς απαιτήσεις για τον σχεδιασμό και την κατασκευή των πλοίων, τη λειτουργία, την ασφάλεια και την επάνδρωσή τους. Υπάρχουν πολλές δημοσιεύσεις και συνθήκες που αφορούν τον σχεδιασμό, τη λειτουργία και την κατασκευή των πλοίων μεταφοράς ΥΦΑ. Αυτές είναι οι παρακάτω:

- Διεθνείς συνθήκες για την αποφυγή σύγκρουσης στη θάλασσα, 1972/1981
- Ασφάλεια ζωής στη θάλασσα (SOLAS), 1974/1981
- Κώδικας για την κατασκευή και τον εξοπλισμό πλοίων που μεταφέρουν υγροποιημένα αέρια χύδην (Gas Carrier Code), 1983
- Διεθνής κώδικας για πλοία που μεταφέρουν υγροποιημένα αέρια χύδην (IGC Code), 1993
- 1994/1996 τροποποίηση του IGC
- Διεθνής συνθήκη για τα πρότυπα στην εκπαίδευση των ναυτικών (Standards of Training, Certification and Watchkeeping, STCW), 1978
- Διεθνής κώδικας διαχείρισης για την ασφαλή λειτουργία των πλοίων (IMC) και την πρόληψη ρύπανσης (ISM Code) που υιοθετήθηκε από τον IMO Resolution A.741 (18) το 1994

Η σημαντικότερη από αυτές τις διεθνείς απαιτήσεις για τις νέες κατασκευές πλοίων μεταφοράς ΥΦΑ είναι ο IGC Code.

Το κράτος σημαίας είναι υπεύθυνο για να εξασφαλίσει ότι τα πλοία που σκοπεύουν να φορέσουν τη σημαία του είναι σχεδιασμένα και κατασκευασμένα με βάση τα διεθνή πρότυπα. Συνήθως εκτελεί τα καθήκοντά του, πρώτον με επιθεωρήσεις στον σχεδιασμό από το προσωπικό του και δεύτερον απαιτώντας τα πλοία να κατασκευάζονται σε συμφωνία με τους κανόνες σχεδίασης και

επιθεώρησης ενός νηογνώμονα. Επίσης έχει ευθύνες όσον αναφορά τη λειτουργία και τη σωστή συντήρηση του πλοίου.

Το κράτος λιμένος θέτει κανόνες και νόμους για τα λιμάνια του και τις περιοχές που ανήκουν στην δικαιοδοσία του. Για παράδειγμα, σε περίπτωση πλοίων που θέλουν να εισέλθουν στις Ηνωμένες Πολιτείες, ο USCG ασκεί έλεγχο στο κράτος λιμένος (port states). Έτσι ως μέτρα ελέγχου οι λιμενικές αρχές μπορούν να καθυστερήσουν ένα πλοίο για πολλούς και διάφορους λόγους όπως για θέματα ασφάλειας, θέματα ρύπανσης, θέματα λειτουργικότητας, την κατάσταση του πλοίου καθώς και όσον αναφορά και την κατάσταση του πληρώματος (μετανάστες κ.α). Επιχειρήσεις, όπως αυτές που ναυλώνουν τα πλοία, μπορούν να πραγματοποιήσουν περιοδικούς ελέγχους όσον αναφορά την ασφάλεια του πλοίου και την ικανοποίηση κάποιων απαιτήσεων. Τέτοιες επιθεωρήσεις εξυπηρετούν όχι μόνο στην εξασφάλιση της ασφάλειας του πλοίου αλλά στην συνεισφορά της αξιόπιστης ομαλότητας του εμπορίου ΥΦΑ.

1.4.3 Σχεδιαστικά χαρακτηριστικά για την πρόληψη απελευθέρωσης ΥΦΑ

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να έχουν όλα τα πλοία μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου όσο αναφορά την σχεδιάσή τους είναι:

- Κατασκευή διπλών τοιχωμάτων
- Απομόνωση των χώρων φορτίου και του δικτύου σωληνώσεων
- Δυνατότητα προσέγγισης για λοιπές επιθεωρήσεις
- Συστήματα ανίχνευσης πιθανών διαρροών ΥΦΑ από τις δεξαμενές
- Σχεδιαστικές απαιτήσεις συγκράτησης του φορτίου
- Κατασκευαστικές απαιτήσεις
- Δευτεροβάθμιοι χώροι συγκράτησης φορτίου σε περίπτωση διαρροής
- Χρήση κατάλληλων υλικών και συστημάτων για χαμηλές θερμοκρασίες

- Απαιτήσεις κατασκευής και δοκιμών για τις δεξαμενές του φορτίου
- Απαιτήσεις δικτύων σωλήνωσης
- Συστήματα και βαλβίδες ασφάλειας
- Συστήματα ελέγχου πίεσης και θερμοκρασίας
- Συστήματα εκτόνωσης πιέσεων
- Συστήματα προστασίας κενού
- Συστήματα προστασίας φωτιάς
- Πίνακας ελέγχου των δεξαμενών φορτίου
- Συστήματα ανίχνευσης αερίου
- Συστήματα ασφάλειας και τερματισμού σε κατάσταση ανεφοδιασμού
- Συνδέσεις έκτακτης απελευθέρωσης

Κατασκευή διπλών τοιχωμάτων: Όλα τα πλοία μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου πρέπει να έχουν διπλά τοιχώματα και διπύθμενα, ώστε να παρέχεται σημαντική προστασία ενάντια σε οποιαδήποτε απελευθέρωση ΥΦΑ που μπορεί να συμβεί λόγω οποιασδήποτε εξωτερικής ζημιάς όπως προσάραξη, σύγκρουση, τρομοκρατική επίθεση κ.α.. Ο κώδικας IGC απαιτεί οι δεξαμενές του φορτίου, για να προστατευτούν από ζημιά που μπορεί να προκληθεί από μία σύγκρουση ή μία προσάραξη, να απέχει από το εσωτερικό κέλυφος του πλοίου μια ελάχιστη απόσταση. Επίσης τα πλοία μεταφοράς ΥΦΑ πρέπει να αντέχουν τις φυσιολογικές επιπτώσεις της εκροής που πιθανόν να συμβεί λόγω μιας εξωτερικής ζημιάς. Τυπικά μία σύγκρουση ή μία προσάραξη θα συμβεί κατά πάσα πιθανότητα είτε από βλάβη του συστήματος πρόωσης ή του πηδαλίου, είτε βλάβη του εξοπλισμού πλοήγησης είτε ανθρώπινο λάθος.

Απομόνωση των χώρων φορτίου και του δικτύου σωληνώσεων: Ο IGC κώδικας απαιτεί ότι ο εσώκλειστος χώρος της κατασκευής του πλοίου στον οποίο εδράζονται τα μέσα αποθήκευσης του φορτίου, να είναι διαχωρισμένος από τους χώρους των μηχανολογικών εγκαταστάσεων, της ενδιαίτησης, των

σταθμών ελέγχου, των δεξαμενών πόσιμου νερού, κ.α. Επίσης υπάρχουν ειδικές απαιτήσεις για τον απομόνωση του δικτύου σωληνώσεων του φορτίου από άλλες σωληνώσεις με σκοπό την αποφυγή της μεταφοράς του φορτίου ή ατμών του μέσω άλλων σωληνώσεων. Επίσης στον IGC Code καθορίζονται και οι πιο κατάλληλοι χώροι για την ενδιαίτηση, για τα δωμάτια υπηρεσίας, τους σταθμούς ελέγχου και τους χώρους των μηχανολογικών εγκαταστάσεων.

Δυνατότητα προσέγγισης για λοιπές επιθεωρήσεις: Προκειμένου να διευκολυνθεί η επιθεώρηση των διάφορων κατασκευαστικών στοιχείων και του εξοπλισμού στα πλοία μεταφοράς υγροποιημένου αερίου, ο κώδικας IGC απαιτεί τις ρυθμίσεις που επιτρέπουν την οπτική επιθεώρηση τουλάχιστον της μιας πλευράς της εσωτερικών γάστρας και της μόνωσης που βρίσκεται στον εσώκλειστο χώρο της κατασκευής του πλοίου στον οποίο εδράζονται τα μέσα αποθήκευσης του φορτίου (hold spaces). Απαιτείται επίσης η επαρκής πρόσβαση στις δεξαμενές του φορτίου ώστε να επιτρέπεται η εσωτερική επιθεώρησή τους. Η δυνατότητα να προσεγγίζονται αυτές οι περιοχές επιτρέπει στις περιοδικές έρευνες και τις επιθεωρήσεις να εκτελούνται προκειμένου να προσδιοριστεί η οποιαδήποτε ζημία που έχει εμφανιστεί.

Συστήματα ανίχνευσης πιθανών διαρροών ΥΦΑ από τις δεξαμενές: Ο IGC Code απαιτεί την ύπαρξη hold spaces και περιοχές μόνωσης (όπου μπορεί να συμβεί μία διαρροή φορτίου) εξοπλισμένα με ανιχνευτές αερίου και συναγερμούς χαμηλής θερμοκρασίας.

Σχεδιαστικές απαιτήσεις συγκράτησης του φορτίου: Ο IGC Code απαιτεί την ανάπτυξη ενός σχεδίου φύλαξης του φορτίου που να λαμβάνει υπόψη τις μέγιστες πιέσεις του ατμού του και το μέγιστο επιτρεπτό όριο των βαλβίδων ανακούφισης. Επίσης η επιλογή των υλικών κατασκευής των δεξαμενών του πρέπει να είναι βασισμένη σε μία ελάχιστη θερμοκρασία σχεδίασης και πρέπει να φαίνεται ότι η θερμοκρασία της δεξαμενής δεν πρέπει να πέφτει κάτω από αυτή για την οποία έχει σχεδιαστεί. Τέλος οι φορτίσεις σχεδίασης που δέχεται το σύστημα φύλαξης του φορτίου πρέπει να βασίζονται

σε συγκεκριμένους συνδυασμούς πιθανών φορτίσεων (εσωτερικές και εξωτερικές πιέσεις, δυναμικά φορτία λόγω κίνησης του πλοίου, κρουστικά φορτία, κατανομές βαρών)

Κατασκευαστικές απαιτήσεις: Ο IGC Code απαιτεί ότι η κατασκευαστική ανάλυση είναι σύμφωνη με τη σχεδίαση του κάθε τύπου χώρου φύλαξης του φορτίου ώστε να λαμβάνονται υπόψη όλες οι φορτίσεις σε κάθε τύπο φύλαξης του φορτίου. Ο IGC καθορίζει τα επιτρεπτά όρια αντοχής για κάθε ανεξάρτητη δεξαμενή.

Δευτεροβάθμιοι χώροι συγκράτησης φορτίου σε περίπτωση διαρροής: Τα πλοία μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου που χτίζονται σύμφωνα με τον IGC Code είναι υποχρεωμένα να έχουν ένα δευτεροβάθμιο χώρο συγκράτησης φορτίου. Σκοπός αυτών των χώρων είναι να κατακρατούν πιθανές διαρροές ΥΦΑ από τις κύριες δεξαμενές του (περίπου για 15 μέρες), ώστε να αποφεύγεται η μείωση της θερμοκρασίας σε μη επιθυμητό επίπεδο της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου. Μεμβρανικού τύπου και ανεξάρτητες δεξαμενές τύπου A χρειάζονται έναν ολοκληρωμένο δευτεροβάθμιο τέτοιο χώρο, ενώ ανεξάρτητες δεξαμενές τύπου B μόνο ένα μέρος αυτού. Σε κάθε περίπτωση όμως το εσωτερικό κέλυφος του πλοίου που είναι παρακείμενο των δεξαμενών του φορτίου πρέπει με κάθε τρόπο να προστατεύεται από πιθανή επαφή με το υγρό φορτίο.

Χρήση κατάλληλων υλικών και συστημάτων για χαμηλές θερμοκρασίες: Εκτός από τις απαιτήσεις που προϋποθέτει ο IGC Code για την αντιμετώπιση πιθανών διαρροών, απαιτεί επίσης έναν συνδυασμό κατάλληλων υλικών, μόνωσης και χρήσης συστημάτων θέρμανσης, ώστε να διασφαλιστεί η γάστρα του πλοίου από την επαφή της με το κρυογόνο ΥΦΑ.

Απαιτήσεις κατασκευής και δοκιμών για τις δεξαμενές του φορτίου: Ο IGC Code περιλαμβάνει και την ύπαρξη απαιτήσεων σχετικά με τις συγκολλήσεις, την δεξιοτεχνία των κατασκευαστών, τον ποιοτικό έλεγχο, τις

δοκιμές για τις υδροπνευματικές και υδροστατικές πιέσεις, δοκιμές διαρροών κ.α..

Απαιτήσεις δικτύων σωλήνωσης: Ο IGC Code παρέχει κανονισμούς για γενικό σχεδιασμό, πάχος σωληνώσεων, δείκτες πιέσεων σχεδίασης, επιτρεπτά όρια αντοχής τους, τον τύπο των δοκιμών τους, την συγκόλληση τους, δοκιμές διαρροών κ.α.. Τέτοιες απαιτήσεις είναι απαραίτητες ώστε να εξασφαλιστεί ότι όλα τα δίκτυα σωλήνωσης είναι κατάλληλα σχεδιασμένα και κατασκευασμένα. Άλλες απαιτήσεις καθορίζουν τον τύπο της μόνωσης των βαλβίδων που απαιτούνται στις συνδέσεις των δεξαμενών.

Συστήματα και βαλβίδες ασφάλειας: Ο IGC Code απαιτεί τον αυτοματοποιημένο και απομακρυσμένο έλεγχο της έκτακτης διακοπής της λειτουργίας των βαλβίδων ασφάλειας για την διακοπή μεταφοράς υγρού και αερίου. Έτσι όλες οι αντλίες και οι συμπιεστές του φορτίου θα πρέπει να κλείνουν αυτόματα με το αυτόματο κλείσιμο των βαλβίδων ασφάλειας. Επίσης θα πρέπει να υπάρχει μια βαλβίδα ασφάλειας για κάθε σύνδεση σωλήνα που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά του φορτίου. Το σύστημα ελέγχου έκτακτης διακοπής θα πρέπει να είναι ικανό να ενεργοποιείται από έναν απλό πίνακα ελέγχου σε δύο διαφορετικά μέρη του πλοίου. Θα πρέπει επίσης να ενεργοποιείται από την ύπαρξη εύτηκτων συνδέσμων που θα αντιδρούν σε μια περίπτωση φωτιάς.

Συστήματα ελέγχου πίεσης και θερμοκρασίας: Ο IGC Code απαιτεί την ύπαρξη συστήματος ελέγχου πίεσης των δεξαμενών με σκοπό την διατήρηση της πίεσης κάτω από το επιτρεπτό όριο ή κάτω από την μέγιστη πίεση που αντέχουν οι βαλβίδες εκτόνωσης. Το σύστημα ελέγχου πίεσης μπορεί επίσης να εφαρμόζει μηχανική ψύξη και να χρησιμοποιεί τον κορεσμένο ατμό ως καύσιμο ή ως μέσο θέρμανσης.

Συστήματα εκτόνωσης πιέσεων: Ο IGC Code απαιτεί την ύπαρξη συστημάτων εκτόνωσης πιέσεων για τις δεξαμενές του φορτίου που είναι ανεξάρτητες από το σύστημα ελέγχου της πίεσης. Για τα πλοία μεταφοράς

υγροποιημένου φυσικού αερίου ο IGC Code προϋποθέτει την ύπαρξη τουλάχιστον δύο βαλβίδων εκτόνωσης πιέσεων, οι οποίες θα πρέπει να παρέχονται με ένα δίκτυο σωλήνωσης ώστε να αποφεύγεται η συσσώρευση του ΥΦΑ στο κατάστρωμα ή σε περιοχές με μεγάλη επικινδυνότητα.

Συστήματα προστασίας κενού: Ο IGC Code απαιτεί (για οποιαδήποτε δεξαμενή μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου που δεν είναι σχεδιασμένη για μέγιστες πιέσεις) την ύπαρξη συστήματος προστασίας κενού (vacuum protection system). Αποδεκτά τέτοια συστήματα (σύμφωνα με τον IGC Code) πρέπει να διαθέτουν τουλάχιστον δύο διακόπτες που χτυπούν συναγερμό και ενεργοποιούν το κλείσιμο της αναρρόφησης οποιουδήποτε υγρού ή αερίου φυσικού αερίου από τις δεξαμενές του, απενεργοποιώντας το σύστημα ψύξης. Επίσης τέτοια συστήματα παρέχουν βαλβίδες εκτόνωσης πιθανών κενών που είναι σχεδιασμένες για τον μέγιστο ρυθμό εκτόνωσης (εκροής) του κενού. Από την στιγμή που μία τέτοια βαλβίδα εισάγει αέρα μέσα στις δεξαμενές, σε πρακτικό επίπεδο, τα συστήματα ελέγχου πίεσης του πλοίου είναι σχεδιασμένα με τρόπο ώστε να εμποδίσουν την ανάπτυξη αρνητικών πιέσεων μέσα σε αυτήν.

Συστήματα προστασίας φωτιάς: Σύμφωνα με τον IGC Code όλα τα ΥΦΑ πλοία είναι υποχρεωμένα να διαθέτουν ένα κύριο σύστημα πυρόσβεσης (νερό) καθώς και αρκετές πυροσβεστικές φωλιές με ικανότητα να τροφοδοτούν με νερό οποιοδήποτε τμήμα του καταστρώματος και όχι μόνο. Επίσης η τροφοδοσία του νερού πυρόσβεσης πρέπει να παρέχει νερό και για συστήματα ψύξης με σκοπό την πρόληψη φωτιάς και την προστασία του πληρώματος σε συγκεκριμένες περιοχές. Ως πυροσβεστικό μέσο πρέπει να χρησιμοποιείται μία ξηρή χημική σκόνη ώστε να δίνεται η δυνατότητα στο πλήρωμα να σβήνουν τις φωτιές κοντά στην περιοχή του φορτίου.

Πίνακας ελέγχου των δεξαμενών φορτίων: Είναι απαραίτητος επίσης ειδικός εξοπλισμός (IGC Code) ώστε να ελέγχεται η κάθε δεξαμενή φορτίου από το πλήρωμα. Ενδεικτικά έχουμε:

- Εξοπλισμό ανίχνευσης αερίου που να θέτει σε συναγερμό το πλήρωμα για πιθανή διαρροή
- Τουλάχιστον μία συσκευή μέτρησης του επιπέδου του υγρού για κάθε δεξαμενή
- Ένα υψηλού επιπέδου ακουστικό και οπτικό συναγερμό που να σταματάει την ροή φορτίου μέσα στην δεξαμενή όταν αυτός ενεργοποιηθεί
- Μετρητές πίεσης στις δεξαμενές καλιμπραρισμένοι με τις ελάχιστες και μέγιστες πιέσεις των δεξαμενών
- Δύο μετρητές θερμοκρασίας (μία στο πάνω και μία στο κάτω μέρος της δεξαμενής) καλιμπραρισμένοι ώστε να δείχνουν την ελάχιστη θερμοκρασία σχεδίασης της δεξαμενής
- Μετρητές θερμοκρασίας και συναγερμούς ώστε να ελέγχονται πιθανές διαρροές στο επίπεδο της μόνωσης ή στους χώρους της μεταλλικής κατασκευής του πλοίου που είναι παρακείμενοι στις δεξαμενές

Ο εξοπλισμός που αναφέρθηκε, μαζί με τα συστήματα εκτόνωσης πιέσεων και προστασίας κενών, έχουν τον κυρίαρχο ρόλο στην πρόληψη της ζημιάς μιας δεξαμενής ΥΦΑ και στην πιθανή μεγάλης κλίμακας απελευθέρωση υγραποιημένου φυσικού αερίου.

Συστήματα ανίχνευσης αερίου: Για την ανίχνευση κάποιας διαρροής αερίου, ο IGC Code απαιτεί την ύπαρξη μόνιμα εγκατεστημένου συστήματος ανίχνευσης με ακουστικούς και οπτικούς συναγερμούς για χώρους του πλοίου όπως τα δωμάτια με τους συμπιεστές του φορτίου, του ελέγχου, με ηλεκτρογεννήτριες, μηχανολογικές εγκαταστάσεις κ.α.. Αυτοί οι ανιχνευτές ενεργοποιούν τους συναγερμούς όταν προσεγγιστεί το 30% του LFL (Lower Flammable Limit).

Συστήματα ασφάλειας τερματισμού σε κατάσταση ανεφοδιασμού: Τα συστήματα και οι αποβάθρες φορτοεκφόρτωσης ΥΦΑ είναι εξοπλισμένα με ανιχνευτές ατμού ΥΦΑ, ανιχνευτές φωτιάς και τα σχετικά συστήματα

ασφάλειας που κλείνουν τις βαλβίδες για να απομονώσουν τις γραμμές μεταφοράς. Τα συστήματα ασφάλειας μπορούν να ενεργοποιηθούν από το πλήρωμα του σκάφους ή από το προσωπικό του τερματικού σταθμού.

Στις περισσότερες περιπτώσεις, αυτά τα συστήματα αποκρίνονται επίσης αυτόματα σε οποιαδήποτε ανίχνευση ΥΦΑ στην ατμόσφαιρα με αυτόματη διακοπή της άντλησης και το κλείσιμο των βαλβίδων για την απομόνωση των γραμμών μεταφοράς ΥΦΑ. Τα συστήματα μπορούν επίσης να ενεργοποιηθούν και από το πλήρωμα του σκάφους ή το προσωπικό του τερματικού σταθμού. Αυτό χρησιμεύει για τον περιορισμό του ποσού του ΥΦΑ που θα αποδεσμευόταν σε μια διαρροή που μπορεί να εμφανιζόταν κατά τη διάρκεια της διαδικασίας εκφόρτωσης.

Συνδέσεις έκτακτης απελευθέρωσης: Τα ήδη υπάρχοντα σχέδια τερματικών σταθμών ΥΦΑ έχουν συνδέσεις έκτακτης απελευθέρωσης που βρίσκονται μεταξύ των δεξαμενών του φορτίου και των τερματικών σταθμών. Αυτές οι συνδέσεις είναι με τέτοιο τρόπο σχεδιασμένες ώστε εάν μία τέτοια σύνδεση απελευθερωθεί τότε το ποσό του ΥΦΑ που θα διοχετευθεί στην ατμόσφαιρα θα είναι πάρα πολύ μικρό.

1.4.4 Μέτρα χειρισμού για την πρόληψη ατυχηματικής απελευθέρωσης ΥΦΑ

Εκτός από τα χαρακτηριστικά σχεδίασης, οι διεθνείς και ναυτιλιακοί φορείς έχουν αναγνωρίσει την ανάγκη για την ύπαρξη μέτρων χειρισμού με σκοπό την πρόληψη ή έστω και την μείωση της πιθανότητας για ατυχήματα. Αυτά τα μέτρα περιλαμβάνουν:

- Την εκπαίδευση
- Τις διαδικασίες
- Τις επιθεωρήσεις

Εκπαίδευση: Οι προϋποθέσεις για την εκπαίδευση του πληρώματος σε ένα πλοίο μεταφοράς ΥΦΑ περιγράφονται στην συνθήκη του IMO STCW 78. Αυτό το επίπεδο εκπαίδευσης ξεπερνιέται από αυτό που ορίζει το κράτος σημαίας (flag state) και η εκάστοτε ναυτιλιακή εταιρία. Τα πληρώματα των πλοίων μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου θεωρούνται ως τα πλέον επαγγελματικά άξια στη διεθνή ναυτιλία, αναγνωρίζοντας φυσικά και τον σημαντικό τους ρόλο στους ασφαλείς χειρισμούς τους.

Διαδικασίες: Όλα τα πλοία άνω των 500 gross tons είναι υποχρεωμένα σύμφωνα με τον IMO να υπακούν στον ISM Code (International Safety Management Code). Αυτή η προσέγγιση ασφαλούς διοίκησης προϋποθέτει ανάπτυξη στις πολιτικές με τις οποίες διαχειρίζονται θέματα ασφάλειας και περιβαλλοντολογικά θέματα. Ο ISM Code εξηγεί τις άμεσες αντιδράσεις και πως αυτές θα γίνουν σε μια μεγάλης κλίμακας απελευθέρωση ΥΦΑ.

Επιθεωρήσεις: Επιθεωρήσεις στα πλοία γίνονται για μια μεγάλη ποικιλία λόγων. Τα κράτη σημαίας και οι διάφοροι νηογνώμονες έχουν απαιτήσεις για περιοδικές επιθεωρήσεις. Οι λιμενικές αρχές κάνουν πολύ συχνούς ελέγχους που περιλαμβάνουν περιοδικές επιθεωρήσεις πάνω σε θέματα ασφάλειας του πλοίου που θέλει είσοδο στο αντίστοιχο λιμάνι.

1.4.5 Μέτρα ασφάλειας για την πρόληψη απελευθέρωσης ΥΦΑ μετά από τρομοκρατική επίθεση.

Μετά την 11η Σεπτεμβρίου, ο IMO πρόσθεσε το κεφάλαιο XI-2 στη συνθήκη του SOLAS παρέχοντας έτσι τον International Ship and Port Facility Security Code (ISPS). Εφαρμόσιμος και στα LNGC ο ISPS Code απαιτεί την δράση από το κράτος σημαίας, τις λιμενικές αρχές, τις ναυτιλιακές εταιρίες και τις εγκαταστάσεις των λιμανιών με απώτερο σκοπό την μείωση της πιθανότητας μιας τρομοκρατικής ενέργειας. Έτσι από την 1η Ιουλίου 2004 ο ISPS Code προϋποθέτει:

- Επίπεδα ασφάλειας
- Σχέδια ασφάλειας του πλοίου
- Συστήματα συναγερμών ασφάλειας του πλοίου
- Αυτόματα συστήματα αναγνώρισης
- Σχέδια ασφάλειας του λιμανιού
- Πρωτόκολλο ασφάλειας
- Σχέδια ασφάλειας των εγκαταστάσεων

Επίπεδα ασφάλειας: Το κράτος σημαίας και οι λιμενικές αρχές απαιτούνται να παρέχουν πληροφορίες σχετικά με την ασφάλεια στα πλοία και στις εγκαταστάσεις των λιμανιών τους με σκοπό τον καθορισμό των επιπέδων ασφάλειας. Αυτά τα επίπεδα προστασίας απεικονίζουν την εκτίμηση της πιθανότητας ενός τρομοκρατικού γεγονότος, όπου καθένα από αυτά σκοπεύει να ενεργοποιήσει μέτρα προστασίας για το πλοίο, το λιμάνι, και άλλες εγκαταστάσεις.

Σχέδια ασφάλειας του πλοίου: Το κράτος σημαίας απαιτείται να επαναπροσδιορίσει και να εγκρίνει όλα τα σχέδια προστασίας – ασφάλειας του πλοίου. Αυτά τα σχέδια πρέπει να περιέχουν μέτρα προστασίας για:

- Εύκολη πρόσβαση στο πλοίο από το πλήρωμα, επιβάτες, επισκέπτες
- Απαγορευμένοι χώροι
- Χειρισμός φορτίου
- Εύκολη πρόσβαση στις αποθήκες
- Χειρισμός αποσκευών
- Παρακολούθηση της προστασίας του πλοίου

Αυτά τα μέτρα έχουν σκοπό να προστατέψουν το πλοίο και να εμποδίσουν να χρησιμοποιηθεί ως όπλο με στόχο άλλα πλοία ή εγκαταστάσεις.

Συστήματα συναγερμών ασφάλειας του πλοίου: Κάθε πλοίο που υπάγεται στον ISPS Code είναι υποχρεωμένο να έχει ειδικό εξοπλισμό συναγερμών ασφάλειας που θα μπορεί να ενεργοποιηθεί από το πλήρωμα σε

περίπτωση τρομοκρατικής ενέργειας. Αυτά τα συστήματα συναγερμών που δεν ακούγονται επάνω στο πλοίο έχουν σκοπό να ειδοποιήσουν τους αρμόδιους φορείς (π.χ. USCG).

Αυτόματα συστήματα αναγνώρισης: Τα Αυτόματα συστήματα αναγνώρισης έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο τα τελευταία χρόνια. Αποτελούνται από έναν αναμεταδότη που παρέχει ένα σήμα που προσδιορίζει το όνομα του πλοίου, τη θέση, το φορτίο, τον τίτλο, κ.λπ. Αρχικά ήταν προορισμένος για την μείωση των συγκρούσεων των πλοίων και να καταστήσει τις δραστηριότητες των λιμενικών αρχών ευκολότερες. Αλλά σήμερα αναγνωρίζεται ως ένα άλλο βήμα που συμβάλλει στην ασφάλεια λιμένων. Υπό αυτήν τη μορφή, η εφαρμογή των Αυτόματων συστημάτων αναγνώρισης επιταχύνθηκε για μερικά πλοία ως τμήμα των αλλαγών του SOLAS που έγινε όταν εισήχθη ο κώδικας ISPS.

Σχέδια ασφάλειας του λιμανιού: Κάθε λιμένας που εξυπηρετείται με τα διεθνή πλοία υποκείμενα στον κώδικα ISPS απαιτείται να έχει έναν ανώτερο υπάλληλο ασφάλειας λιμένων ώστε να αναπτύξει ένα σχέδιο ασφάλειας λιμένων. Το σχέδιο πρέπει να διευκρινίζει τα μέτρα ασφάλειας που αναμένονται στις τοπικές εγκαταστάσεις λιμένων και τα μέτρα που αναμένονται με τα διεθνή σκάφη που διασυνδέονται (π.χ., το φορτίο, φορτοεκφόρτωση, ανεφοδιασμό καυσίμων) με εκείνες τις εγκαταστάσεις. Στις Ηνωμένες Πολιτείες, ο USCG καπετάνιος του λιμένα χρησιμεύει ως ο ανώτερος υπάλληλος ασφάλειας των λιμένων και από κοινού, με μια επιτροπή ασφάλειας λιμένων, είναι αρμόδιος για την ανάπτυξη ενός σχεδίου ασφάλειας λιμένων. Μεταξύ άλλων, το σχέδιο ασφάλειας λιμένων προσδιορίζει τα μέσα ατομικής εξυπηρέτησης μέσα στο λιμένα που θα απαιτήσει το σχέδιο ασφαλείας τους. Επίσης, τα σχέδια ασφάλειας λιμένων καθορίζουν ποιοι λειτουργικοί έλεγχοι (π.χ., ζώνες ασφάλειας, συνοδείες) ισχύουν για τα διάφορα είδη πλοίων ώστε να εισέλθουν στο λιμένα. Το USCG χρησιμοποιεί επίσης την απαίτηση για μια προηγμένη

ειδοποίηση της άφιξης (ANOA – Advanced Notice of Arrival) από τα πλοία που εισέρχονται στις ΗΠΑ.

Πρωτόκολλα ασφαλείας: Σε εθνικό επίπεδο, ο USCG έχει ορίσει ότι όλες οι επισκέψεις με πλοία όπως τα LNGC απαιτούν μια δήλωση ασφάλειας (DoS – Declaration of Security) που πρέπει να προετοιμαστεί από το πλοίο. Ένα DoS καθορίζει τις ευθύνες ασφάλειας και για τις εγκαταστάσεις και για το πλοίο για τη χρονική περίοδο που αυτό είναι σε εκείνες τις εγκαταστάσεις. Πρέπει να συντονίζεται μεταξύ του ανώτερου υπαλλήλου ασφάλειας πλοίων και του ανώτερου υπαλλήλου ασφάλειας εγκαταστάσεων και να υπογράφεται πριν από οποιαδήποτε δραστηριότητα διεπαφών (π.χ., μεταφορές φορτίου ή μετακίνηση προσωπικού) μεταξύ του πλοίου και των εγκαταστάσεων.

Σχέδια ασφάλειας των εγκαταστάσεων: Σύμφωνα με τους ναυτικούς κανονισμούς του USCG οι τερματικοί σταθμοί ΥΦΑ που δέχονται LNGC θα πρέπει να έχουν αναπτύξει ένα σχέδιο προστασίας. Αυτοί οι κανονισμοί περιλαμβάνουν:

- Διεύθυνση ασφάλειας των εγκαταστάσεων
- Εκπαίδευση προσωπικού
- Πρακτική εκπαίδευση και ασκήσεις
- Άμεση απόκριση αλλαγής του επιπέδου ασφάλειας
- Δήλωση ασφάλειας (DoS)
- Επικοινωνίες
- Συντήρηση των συστημάτων ασφάλειας και του εξοπλισμού
- Μέτρα ασφάλειας για έλεγχο του φορτίου, των απαγορευμένων περιοχών
- Διαδικασίες ασφάλειας σε περίπτωση ατυχήματος
- Έλεγχοι και τροποποιήσεις των σχεδίων ασφάλειας

1.4.6 Μέτρα μείωσης με σκοπό την άμεση απόκριση σε μία πιθανή απελευθέρωση

Για τις απελευθερώσεις υγροποιημένου φυσικού αερίου, η βιομηχανία έχει εστιάσει κυρίως στην πρόληψη της απελευθέρωσης. Εντούτοις, υπάρχουν μερικά μέτρα που είναι αρμόδια για να βοηθήσουν στον μετριασμό αυτών των απελευθερώσεων μόλις αυτές εμφανιστούν. Παρακάτω θα γίνει συζήτηση για εκείνα τα μέτρα, τα οποία ισχύουν και για τις τυχαίες απελευθερώσεις αλλά και για τις απελευθερώσεις που προκαλούνται από σκόπιμα γεγονότα (π.χ., τρομοκρατικές πράξεις).

Η αρχική εστίαση στην απόκριση μιας απελευθέρωσης ΥΦΑ είναι η ασφάλεια κοινού και των υπαλλήλων και ύστερα η ελαχιστοποίηση του ποσού ζημιάς στα πλοία και στις εγκαταστάσεις.

Μερικά από τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα που συζητήθηκαν και προηγουμένως ως στοιχεία σχεδίου για την πρόληψη μιας σημαντικής απελευθέρωσης διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο και κατά την εμφάνισή της. Αυτά περιλαμβάνουν τους ανιχνευτές αερίου, τα συστήματα κλεισίματος, και τα συστήματα πυρασφάλειας. Πέρα από εκείνα τα στοιχεία υπάρχουν και άλλα χαρακτηριστικά γνωρίσματα μετριασμού όπως:

- Ζώνες ασφάλειας και προστασίας
- Σχέδια άμεσης απόκρισης για τα πλοία και τις εγκαταστάσεις
- Συντονισμό με τις εκάστοτε Λιμενικές Αρχές
- Σχέδια εκκένωσης

Ζώνες ασφάλειας και προστασίας: Η ύπαρξη ζωνών ασφάλειας γύρω από το πλοίο έχουν ένα πολύ σημαντικό ρόλο στην μείωση της πιθανότητας μιας σύγκρουσης. Οι ζώνες προστασίας βοηθούν το πλοίο και τον USCG να αναγνωρίσουν εάν ένα πλοίο που βρίσκεται κοντά σε ένα LNGC είναι πρόθυμο να τηρήσει τους θεσπισμένους κανονισμούς.

Σχέδια άμεσης απόκρισης για τα πλοία και τις εγκαταστάσεις: Και τα πλοία και οι τερματικοί σταθμοί ΥΦΑ είναι υποχρεωμένα να αναπτύξουν σχέδιο άμεσης – έκτακτης απόκρισης. Αυτά τα σχέδια βοηθούν στο να εξασφαλιστεί η άμεση και αποτελεσματική αντίδραση σε περίπτωση μιας ατυχηματικής απελευθέρωσης. Βοηθούν στην απομόνωση της απελευθέρωσης (αν είναι εφικτό), στην ελαχιστοποίηση των πιθανών πηγών ανάφλεξης και στην εκκένωση του πλοίου ή άλλων κοντινών (στην απελευθέρωση του ΥΦΑ) περιοχών άμεσα εκτεθειμένων στον κίνδυνο.

Συντονισμό με τις εκάστοτε Λιμενικές Αρχές: Επειδή το πλήρωμα του πλοίου μπορεί να μην καταφέρει να αντιμετωπίσει την πιθανή απελευθέρωση είναι αναγκαίο τα σχέδια άμεσης απόκρισης να συντονίζονται με τον USGC.

Σχέδια εκκένωσης: Εάν είναι απαραίτητο, ένα σχέδιο άμεσης απόκρισης θα απαιτεί την εκκένωση των περιοχών του πλοίου και όχι μόνο, στις οποίες μπορεί να αναπτυχθούν κίνδυνοι.

Ιδιαίτερα για απελευθέρωση χωρίς ανάφλεξη, τα σχέδια άμεσης απόκρισης μπορούν να περιλαμβάνουν τη σωστή επιβολή του νόμου για να βοηθήσουν, να ειδοποιήσουν το προσωπικό για να λάβει μέτρα και να απομακρυνθούν από τον τομέα του κινδύνου.

2. ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΤΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

2.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΥΓΡΟΠΟΙΗΜΕΝΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

2.1.1 Φυσικές ιδιότητες και σύνθεση του υγροποιημένου φυσικού αερίου

Το φυσικό αέριο είναι μείγμα υδρογονανθράκων που, όταν είναι υγροποιημένο, αποτελεί ένα άχρωμο και άοσμο υγρό. Το ΥΦΑ συνήθως μεταφέρεται και αποθηκεύεται σε θερμοκρασία πολύ κοντά στο σημείο βρασμού του, σε ατμοσφαιρική πίεση περίπου $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$. Αυτό επιτυγχάνεται αξιοποιώντας τις φυσικές ιδιότητες του Φυσικού Αερίου από πλευράς αποθήκευσης, υγροποιώντας το με ψύξη σε ατμοσφαιρική πίεση.

($1\text{ m}^3\text{ ΥΦΑ} = 600\text{ m}^3\text{ ΦΑ}$).

Η πραγματική σύνθεση του ΥΦΑ σε κάθε τερματικό σταθμό φόρτωσης ποικίλλει ανάλογα με την πηγή και την διαδικασία υγροποίησης, όμως το βασικό συστατικό θα είναι πάντα το μεθάνιο. Άλλα συστατικά θα είναι μικρά ποσοστά των βαρύτερων υδρογονανθράκων όπως αιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο, πεντάνιο και ενδεχομένως ένα μικρό ποσοστό αζώτου.

Μια τυπική σύνθεση του ΥΦΑ δίνεται στον πίνακα 2 και η βασική συνιστώσα των φυσικών ιδιοτήτων των αέριων αναφέρονται στον πίνακα 1.

Για τους περισσότερους μηχανολογικούς υπολογισμούς (π.χ. απώλειες πίεσης σωληνώσεων), μπορεί να θεωρηθεί ότι οι φυσικές ιδιότητες του καθαρού μεθανίου αντιπροσωπεύουν εκείνες του ΥΦΑ. Με σκοπό την ασφαλή μεταφορά, για τον ακριβή υπολογισμό της θερμικής αξίας και πυκνότητας απαιτούνται, οι ακριβείς ιδιότητες που βασίζονται στην πραγματική ανάλυση των συστατικών.

Κατά τη διάρκεια ενός κανονικού θαλάσσιου ταξιδιού, η θερμότητα μεταφέρεται στο φορτίο μέσω της μόνωσης της δεξαμενή φορτίου, προκαλώντας εξάτμιση μέρους του φορτίου.

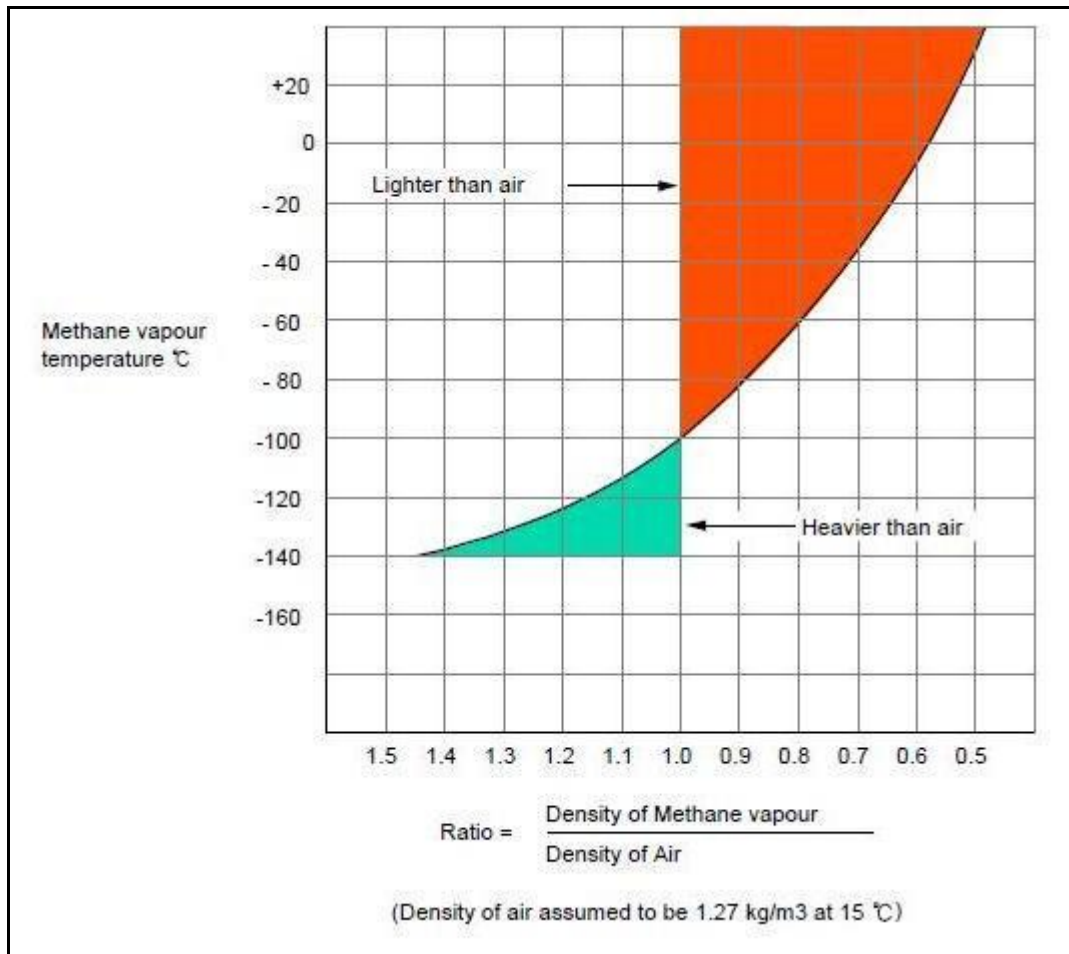
Πίνακας 2.1 Φυσικές ιδιότητες του ΦΑ

		Μεθάνιο	Αιθάνιο	Προπάνιο	Βουτάνιο	Πεντάνιο	Άζωτο
		CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	N ₂
Μοριακό βάρος	-	16,042	30,068	44,094	58,120	72,150	28,016
Σημείο βρασμού κατά 1 bar απόλυτη πίεση	°C	-161,5	-88,6	-42,5	-5	36,1	-196
Πυκνότητα υγρού στο σημείο βρασμού	Kg/m ³	426,0	544,1	580,7	601,8	610,2	808,6
Σχετικό βάρος ατμών στους 15 °C και 1 bar απόλυτη πίεση	-	0,554	1,046	1,540	2,07	2,49	0,97
Λόγος όγκου αερίου / όγκο υγρού στο σημείο βρασμού και 1 bar απόλυτη πίεση	-	619	413	311	311	205	649
Εύφλεκτα όρια στον αέρα βάση όγκου	%	5,3 / 14	3 / 12,5	2,1 / 9,5	2 / 9,5	3 / 12,4	Δεν αναφλέγεται
Θερμοκρασία αυτανάφλεξης	°C	595	510	510/583	510/583	-	-
Ακαθάριστη αξία θέρμανσης στους 15 °C κατά ISO	Kj/Kg	55550	51916	50367	49530 49404	49069 48944	-
Θερμότητα εξάτμισης στο σημείο βρασμού	Kj/Kg	510,4	489,9	426,2	385,2	357,5	199,3
Κρίσιμη θερμοκρασία	°C	-82,5	-	-	-	-	-
Κρίσιμη πίεση	bar(a)	43	-	-	-	-	-

Η σύνθεση του ΥΦΑ αλλάζει λόγω της εξάτμισης, διότι τα ελαφρύτερα συστατικά, έχουν χαμηλότερο σημείο βρασμού σε ατμοσφαιρική πίεση και εξατμίζονται πρώτα. Ως εκ τούτου, το αποβαλλόμενο ΥΦΑ έχει σε μικρότερο ποσοστό, περιεχόμενο άζωτο και μεθάνιο από το ΥΦΑ, όπως φορτώθηκε και ελαφρώς υψηλότερα ποσοστά αιθάνιο, προπάνιο και βουτάνιο, λόγω του μεθανίου και αζώτου που εξατμίστηκαν σε σχέση με τα βαρύτερα αέρια.

Ο βαθμός ευφλεκτότητας του μεθανίου στον αέρα (21% οξυγόνο) είναι περίπου 5,3 έως 14% (κατ' όγκο). Για να μειωθεί αυτός ο βαθμός, ο αέρας είναι αραιωμένος με άζωτο μέχρι η περιεκτικότητα οξυγόνου να μειωθεί στο 2% πριν από την φόρτωση. Θεωρητικά, μια έκρηξη δεν μπορεί να προκύψει, εάν η περιεκτικότητα σε οξυγόνο (O_2) του μείγματος είναι κάτω από 13%, ανεξάρτητα του ποσοστού του μεθανίου, αλλά για πρακτικούς λόγους ασφαλείας η αραιώση συνεχίζεται μέχρι η περιεκτικότητα σε οξυγόνο (O_2) να είναι κάτω του 2%.

Οι ατμοί της εξάτμισης από το ΥΦΑ είναι ελαφρύτεροι από τον αέρα σε θερμοκρασίες των ατμών $-110\text{ }^\circ\text{C}$ ή περισσότερο, ανάλογα με τη σύνθεση του ΥΦΑ. Επομένως, όταν οι ατμοί ελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα θα έχουν την τάση να σηκώνονται πάνω από την εξαγωγή και να διασπείρονται σύντομα. Όταν ψυχροί ατμοί αναμειγνύονται με ατμοσφαιρικό αέρα, το μείγμα ατμού-αέρα θα εμφανίζεται ως άμεσα ορατό λευκό σύννεφο λόγω της συμπύκνωσης της υγρασίας στον αέρα. Είναι συνήθως ασφαλές να υποθέσουμε ότι η περιοχή ανάφλεξης του ατμού-αέρα δεν επεκτείνεται σημαντικά πέρα από την περίμετρο του λευκού σύννεφου.

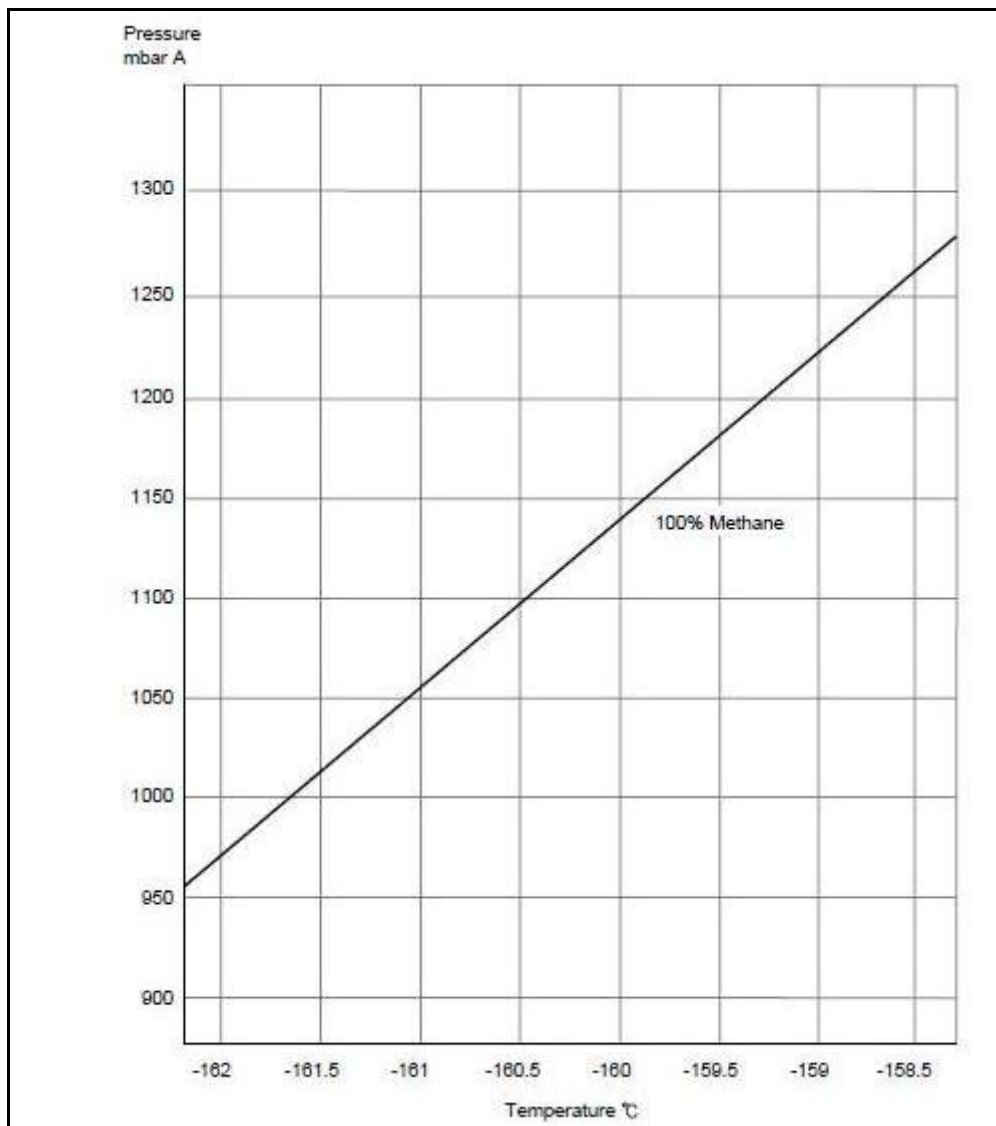


Σχήμα 2.1 : Αναλογία πυκνότητας μεθανίου/αέρα περιβάλλοντος προς θερμοκρασία

Η θερμοκρασία αυτανάφλεξης του μεθανίου, δηλαδή η χαμηλότερη θερμοκρασία στην οποία το αέριο πρέπει να θερμανθεί για να προκαλέσει αυτοδύναμη καύση χωρίς ανάφλεξη με ένα σπινθήρα ή φλόγα, είναι 595 ° C.

Πίνακας 2.2 Σύνθεση του ΥΦΑ

		Ras Laffan	Νησιά Das	Τυπικές τιμές
Μεθάνιο (mol%)	CH ₄	90,28	84,5	89,63
Αιθάνιο (mol%)	C ₂ H ₆	6,33	12,9	6,32
Προπάνιο (mol%)	n-C ₃ H ₈	2,49	1,50	2,16
Βουτάνιο (mol%)	n-C ₄ H ₁₀	0,49	0,50	1,20
Ισο-βουτάνιο (mol%)	i-C ₄ H ₁₀	0,00	0,00	0,00
Πεντάνιο (mol%)	n-C ₅ H ₁₂	0,02	0,00	0,00
Ισο-πεντάνιο (mol%)	i-C ₅ H ₁₂	0,00	0,00	0,00
Άζωτο (mol%)	N ₂	0,41	0,60	0,69
Μέσο μοριακό βάρος		17,88	18,56	18,12
Σημείο βρασμού σε ατμοσφαιρική πίεση	°C	-160,8	-161,0	-160,9
Πυκνότητα	(kg /m ³)	461,8	456,8	459,4
Υψηλότερη ειδική ενέργεια	(kJ/kg)	54414	54031	54090



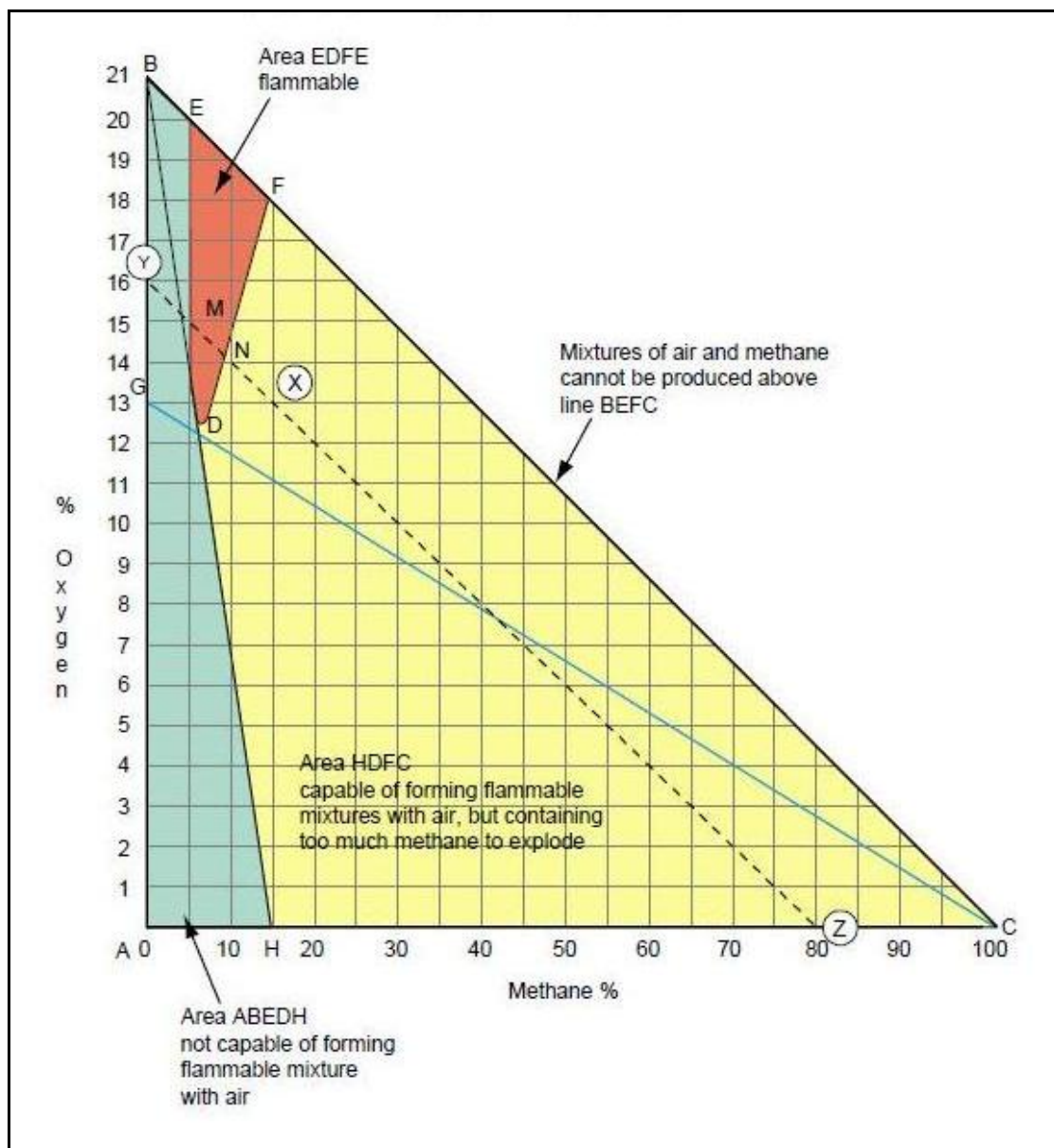
Σχήμα 2.2 : Μεταβολή του σημείου βρασμού του μεθανίου υπό πίεση

Το σημείο βρασμού του μεθανίου αυξάνεται με την πίεση. Η απόκλιση αυτή φαίνεται στο διάγραμμα για το καθαρό μεθάνιο πάνω από τα φυσιολογικά όρια των πιέσεων επί του σκάφους. Η παρουσία των βαρύτερων στοιχείων στο ΥΦΑ αυξάνει το σημείο βρασμού του φορτίου για δεδομένη πίεση.

Η σχέση μεταξύ του σημείου βρασμού και της πίεσης του ΥΦΑ θα ακολουθεί περίπου μια γραμμή παράλληλη με αυτή που αναφέρεται για 100% μεθάνιο.

2.1.2 Αναφλεξιμότητα μεθανίου, οξυγόνου και μειγμάτων αζώτου

Το πλοίο πρέπει να λειτουργεί με τέτοιο τρόπο ώστε ένα εύφλεκτο μείγμα μεθανίου αέρα να αποφεύγεται σε κάθε περίπτωση. Η σχέση μεταξύ της σύνθεσης του μείγματος φυσικού αερίου / αέρα και ευφλεκτότητας για όλα τα πιθανά μείγματα μεθανίου, αέρα και αζώτου φαίνεται στο διάγραμμα.



Σχήμα 2.3 : Αναφλεξιμότητα μεθανίου, οξυγόνου και μειγμάτων αζώτου

Ο κάθετος άξονας A-B αντιπροσωπεύει μείγματα οξυγόνου-αζώτου χωρίς να είναι παρόν μεθάνιο, που κυμαίνονται από 0% σε οξυγόνο (100% άζωτο) στο σημείο A, έως 21% οξυγόνο (79% άζωτο) στο σημείο B. Το τελευταίο σημείο αντιπροσωπεύει τη σύνθεση του ατμοσφαιρικού αέρα.

Ο οριζόντιος άξονας A-C αντιπροσωπεύει τα μείγματα μεθανίου - αζώτου χωρίς την παρουσία οξυγόνου, που κυμαίνονται από 0% μεθάνιο (100% άζωτο) στο σημείο A, έως 100% μεθάνιο (0% άζωτο) στο σημείο C.

Κάθε μοναδικό σημείο στο διάγραμμα στο εσωτερικό του τριγώνου ABC αντιπροσωπεύει ένα μείγμα και από τα τρία στοιχεία, μεθάνιο, οξυγόνο, άζωτο, κάθε ένα σε συγκεκριμένο ποσοστό του συνολικού όγκου. Τα ποσοστά των τριών συνιστωσών αντιπροσωπεύονται από ένα μόνο σημείο που μπορεί να διαβαστεί στο διάγραμμα.

Για παράδειγμα, στο σημείο D:

- Μεθάνιο: 6,0% (διαβάζεται στον άξονα A-C)
- Οξυγόνο: 12,2% (διαβάζεται στον άξονα A-B)
- Άζωτο: 81,8% (το υπόλοιπο)

Το σχήμα αποτελείται από τρεις μεγάλους τομείς:

1. **Περιοχή Ευφλεκτότητας EDF:** Κάθε μείγμα η σύνθεση του οποίου αντιπροσωπεύεται από ένα σημείο που βρίσκεται εντός της περιοχής αυτής είναι εύφλεκτο και μπορεί να προκληθεί έκρηξη.
2. **Περιοχή HDFC:** Κάθε μείγμα η σύνθεση του οποίου αντιπροσωπεύεται από ένα σημείο που βρίσκεται εντός της περιοχής αυτής είναι ικανό να αποτελέσει ένα εύφλεκτο μείγμα, όταν αναμιγνύεται με τον αέρα, αλλά περιέχει πάρα πολύ μεθάνιο για να εκραγεί.
3. **Περιοχή ABEDH:** Κάθε μείγμα η σύνθεση του οποίου αντιπροσωπεύεται από ένα σημείο που βρίσκεται εντός της περιοχής αυτής δεν είναι ικανό να αποτελέσει ένα εύφλεκτο μείγμα, όταν αναμιγνύεται με τον αέρα.

Η εφαρμογή της διαδικασίας αδρανοποίησης της ατμόσφαιρας σε μια δεξαμενή φορτίου, υποθέτοντας ότι η δεξαμενή είναι αρχικά πλήρης αέρα στο σημείο B, γίνεται προσθέτοντας άζωτο μέχρι το περιεχόμενο οξυγόνο, να μειωθεί σε 13% στο σημείο G. Η προσθήκη του μεθανίου θα προκαλέσει την αλλαγή της σύνθεσης του μείγματος κατά μήκος της γραμμής GDC, η οποία θα πρέπει να σημειωθεί, ότι δεν διέρχεται από την περιοχή ευφλεκτότητας, αλλά εφάπτεται με αυτή στο σημείο D. Αν η περιεκτικότητα σε οξυγόνο μειώνεται περαιτέρω, πριν από την προσθήκη του μεθανίου, σε οποιοδήποτε σημείο μεταξύ 0% και 13%, αυτό γίνεται μεταξύ των σημείων A και G, η αλλαγή της σύνθεσης με την προσθήκη του μεθανίου δεν θα διέλθει από την περιοχή ευφλεκτότητας.

Θεωρητικά λοιπόν, είναι μόνο απαραίτητο να προστεθεί άζωτο στον αέρα κατά την αδρανοποίηση έως ότου η περιεκτικότητα οξυγόνου να έχει μειωθεί στο 13%. Ωστόσο η περιεκτικότητα σε οξυγόνο μειώνεται σε 2% κατά τη διάρκεια της αδρανοποίησης της ατμόσφαιρας, διότι, στην πράξη, η πλήρης ανάμειξη αέρα και αζώτου μπορεί να μην πραγματοποιηθεί.

Όταν μια δεξαμενή γεμάτη με μεθάνιο πρέπει να αδρανοποιηθεί με άζωτο πριν τον αερισμό, μια παρόμοια διαδικασία ακολουθείται. Ας υποθέσουμε ότι το άζωτο προστίθεται στη δεξαμενή που περιέχει μεθάνιο στο σημείο C μέχρι η περιεκτικότητα σε μεθάνιο να μειωθεί στο 14% περίπου στο σημείο H. Καθώς αέρας προστίθεται, η σύνθεση του μείγματος θα αλλάξει κατά μήκος της γραμμής HDB, η οποία, όπως πριν, εφάπτεται στο D στην περιοχή ευφλεκτότητας, αλλά δεν διέρχεται μέσω αυτής. Για τους ίδιους λόγους που κατά την αδρανοποίηση των δεξαμενών που περιέχουν αέρα, κατά την αδρανοποίηση μιας δεξαμενής γεμάτης μεθάνιο είναι αναγκαίο να προχωρήσουμε πολύ πιο κάτω από το θεωρητικό σχήμα με περιεκτικότητα σε μεθάνιο 2%, διότι η πλήρης ανάμειξη του μεθανίου και του αζώτου μπορεί να μην προκύψει στην πράξη.

Οι διαδικασίες για την αποφυγή των εύφλεκτων μειγμάτων σε δεξαμενές φορτίου και σωληνώσεις συνοψίζονται ως εξής:

1. Οι δεξαμενές και οι σωληνώσεις που περιέχουν αέρα πρέπει να είναι αδρανείς με άζωτο ή αδρανές αέριο πριν από την είσοδο του μεθανίου σε θερμοκρασία περιβάλλοντος έως ότου όλα τα σημεία δειγματοληψίας δείχνουν 2,0% κ.ο. ή μικρότερη περιεκτικότητα σε οξυγόνο και σημείο δρόσου λιγότερο από -40 °C.
2. Οι δεξαμενές και οι σωληνώσεις που περιέχουν μεθάνιο πρέπει να είναι αδρανείς με άζωτο ή αδρανές αέριο πριν από την είσοδο του αέρα, έως ότου όλα τα σημεία δειγματοληψίας δείχνουν 2,0% κ.ο. μεθάνιο και σημείο δρόσου κάτω των -40 ° C.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ορισμένα φορητά μέσα για την μέτρηση περιεκτικότητας σε μεθάνιο βασίζονται σε οξείδωση του δείγματος πάνω από ένα θερμαινόμενο νήμα από λευκόχρυσο και μέτρηση της αυξημένης θερμοκρασίας από αυτή την καύση. Αυτό το είδος του αναλυτή δεν λειτουργεί με μείγματα μεθανίου – αζώτου που δεν περιέχουν οξυγόνο. Για το λόγο αυτό, ειδικά φορητά μέσα τύπου υπέρυθρων έχουν αναπτυχθεί και παρέχονται στο πλοίο για το σκοπό αυτό.

2.1.3 Συμπληρωματικά Χαρακτηριστικά του ΥΦΑ

2.1.3.1. Όταν χυθεί στο νερό

1. Ο βρασμός του ΥΦΑ είναι ταχύς, λόγω της μεγάλης διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του προϊόντος και του νερού.
2. Το ΥΦΑ εξαπλώνεται συνεχώς πάνω από μια μεγάλη περιοχή, με αποτέλεσμα την μεγέθυνση του ποσοστού της εξάτμισης μέχρι η εξάτμιση να είναι πλήρης.
3. Δεν αποτελεί συνεκτικό στρώμα πάγου πάνω στο νερό.

4. Υπό ειδικές συνθήκες, με συγκέντρωση μεθανίου κάτω από 40%, εκρήξεις χωρίς φλόγα είναι πιθανές όταν το ΥΦΑ έρχεται σε επαφή με το νερό. Αυτό προκύπτει από το διεπαφές φαινόμενο στο οποίο το ΥΦΑ γίνεται υπέρθερμο τοπικά σε ανώτατο όριο μέχρι να συμβεί ο ταχύς βρασμός. Ωστόσο, το εμπορεύσιμο ΥΦΑ είναι πολύ πιο πλούσιο σε μεθάνιο από 40% και θα απαιτούσε πολύχρονη αποθήκευση πριν φτάσει στην εν λόγω συγκέντρωση.
5. Το εύφλεκτο σύννεφο του ΥΦΑ και του αέρα μπορεί να επεκταθεί σε μεγάλες αποστάσεις κατάντη (μόνο όταν το μεθάνιο είναι θερμότερο από -100 °C είναι ελαφρύτερο από τον αέρα) λόγω της απουσίας των τοπογραφικών χαρακτηριστικών που συνήθως προωθούν ταραχώδη ανάμειξη.

2.1.3.2. Σύννεφα ατμών

1. Εάν δεν υπάρξει άμεση ανάφλεξη της διαρροής ΥΦΑ, ένα σύννεφο ατμών μπορεί να εμφανιζόταν. Το σύννεφο ατμών είναι μακρύ και λεπτό, σε σχήμα πούρου και υπό ορισμένες μετεωρολογικές συνθήκες, μπορεί να ταξιδεύσει σημαντική απόσταση πριν πέσει κάτω από το κατώτατο όριο ευφλεκτότητας. Αυτή η συγκέντρωση είναι σημαντική, ώστε το νέφος να μπορεί να αναφλεγεί και καεί με τη φλόγα να ταξιδεύει προς την κατεύθυνση της πηγής. Οι ψυχροί ατμοί είναι πυκνότεροι από τον αέρα και έτσι, αρχικά κάθονται στην επιφάνεια. Οι καιρικές συνθήκες καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό το ρυθμό αραίωσης του σύννεφου, με μια θερμική αναστροφή επιμηκύνεται κατά πολύ η απόσταση του ταξιδιού πριν το σύννεφο γίνει άφλεκτο.
2. Ο μεγαλύτερος κίνδυνος από ένα σύννεφο ατμού ΥΦΑ προκύπτει όταν αναφλέγεται. Η θερμότητα από μια τέτοια πυρκαγιά είναι μεγάλο πρόβλημα. Η ανάφλεξη (απλή καύση) είναι ίσως μοιραία για εκείνους που βρίσκονται μέσα στο σύννεφο και εκτός κτιρίων, αλλά δεν αποτελεί

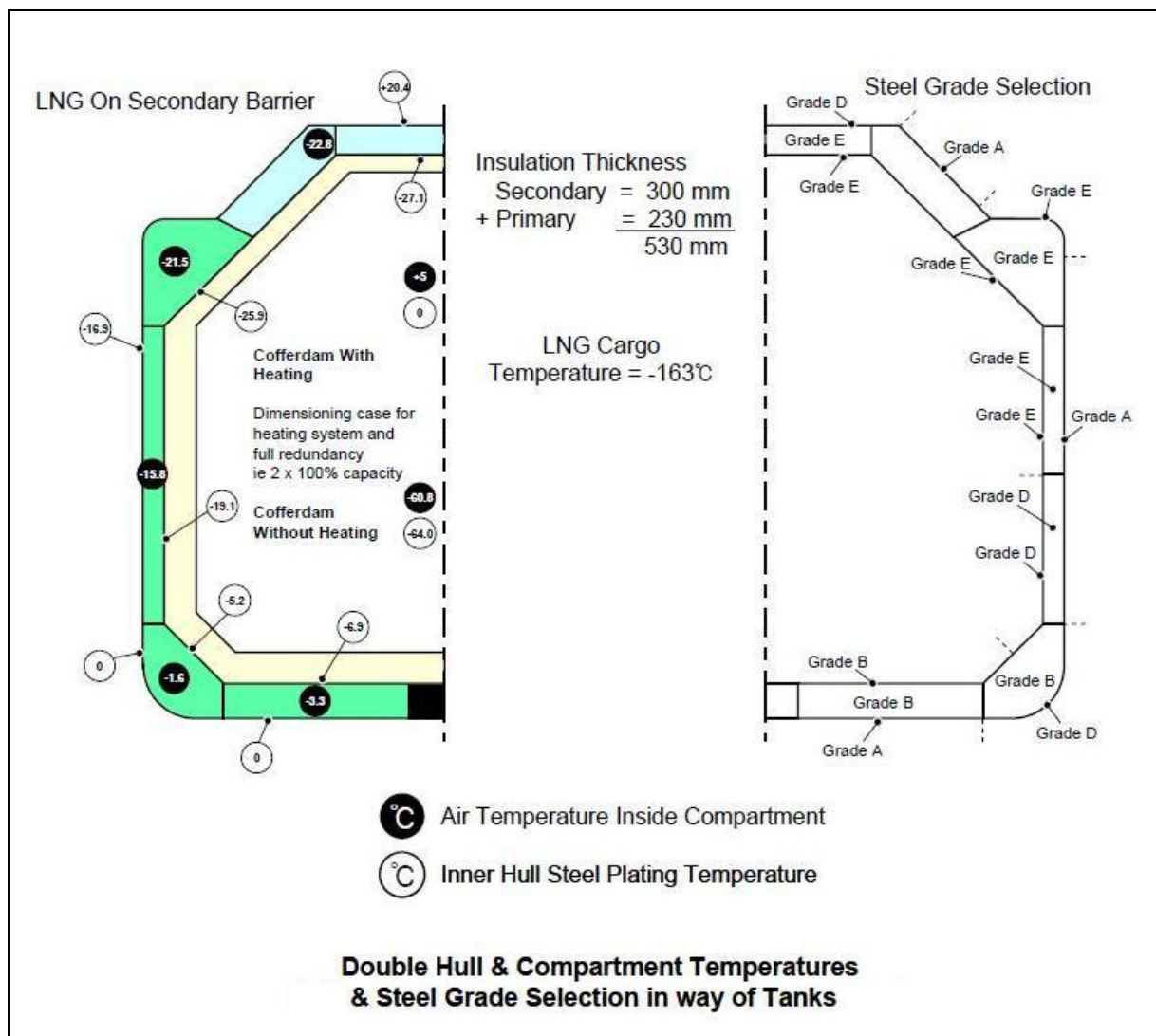
σημαντική απειλή για εκείνους πέρα από το σύννεφο, αν και εκεί θα υπάρξουν εγκαύματα από τη θερμική ακτινοβολία.

2.1.3.3. Αντιδραστικότητα

Το μεθάνιο είναι αέριο του θερμοκηπίου και γι' αυτό αποτελεί ρύπο.

2.1.3.4. Κρυογονικές Θερμοκρασίες

Η επαφή με το ΥΦΑ ή με υλικά στη θερμοκρασία των $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$ περίπου θα βλάψει ζωντανούς ιστούς. Τα περισσότερα μέταλλα χάνουν την εύπλαστοτητά τους σε αυτές τις θερμοκρασίες, το ΥΦΑ μπορεί να προκαλέσει την ψαθυρά θραύση πολλών υλικών. Στην περίπτωση διαρροής ΥΦΑ στο κατάστρωμα του πλοίου, οι υψηλές θερμικές καταπονήσεις που δημιουργούνται



Σχήμα 2.4 : Ποιότητες Χάλυβα Τμημάτων Κύτους

και η περιορισμένη δυνατότητα συστολής των μεταλλικών φύλλων του καταστρώματος θα έχει ως αποτέλεσμα τη θραύση αυτών. Στο σχήμα 2.4 παρουσιάζετε ένα τμήμα τυπικού πλοίου με τις ελάχιστες αποδεκτές θερμοκρασίες των ποιοτήτων χάλυβα που επιλέγονται για τα διάφορα τμήματα της δομής.

2.1.3.5. Η συμπεριφορά του ΥΦΑ στις δεξαμενές φορτίου

Όταν φορτώνεται στις δεξαμενές φορτίου η πίεση της φάσης ατμού διατηρείται ουσιαστικά σταθερή, ελαφρώς μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική πίεση.

Η εξωτερική θερμότητα που διέρχεται από τη μόνωση της δεξαμενής δημιουργεί συναγωγή ρευμάτων εντός του φορτίου, το θερμότερο ΥΦΑ ανέρχεται στην επιφάνεια και βράζει.

Η θερμότητα που είναι αναγκαία για την εξάτμιση του ΥΦΑ προέρχεται από το εξωτερικό περιβάλλον των δεξαμενών φορτίου και διέρχεται μέσω της μόνωσης της δεξαμενής φορτίου. Όσο ο ατμός που παράγεται απομακρύνεται συνεχώς, για τη διατήρηση της πίεσης όσο πιο σταθερής γίνεται, το ΥΦΑ παραμένει στη θερμοκρασία βρασμού.

Αν η πίεση των ατμών μειωθεί, αφαιρώντας μεγαλύτερη ποσότητα ατμών από ότι δημιουργείται, η θερμοκρασία του ΥΦΑ θα μειωθεί. Προκειμένου να καλυφθεί η ισορροπία πίεσης – θερμοκρασίας, η εξάτμιση του ΥΦΑ επιταχύνεται λόγω της αυξημένης διαρροής θερμότητας στις δεξαμενές φορτίου.

Αν η πίεση αυξηθεί, αφαιρώντας λιγότερη ποσότητα ατμών από ότι δημιουργείται, η θερμοκρασία του ΥΦΑ θα αυξηθεί. Για να μειωθεί η πίεση σε ένα επίπεδο που αντιστοιχεί στην ισορροπία με τη θερμοκρασία, η εξάτμιση του ΥΦΑ επιβραδύνεται και η μετάδοση της θερμότητας από ΥΦΑ σε ατμό είναι μειωμένη.

Το ΥΦΑ είναι ένα μείγμα από διάφορα συστατικά με διαφορετικές φυσικές ιδιότητες και ειδικότερα με διαφορετικό συντελεστή εξάτμισης, το πιο πτητικό κλάσμα του φορτίου εξατμίζεται κατά μεγαλύτερο ποσοστό από το

λιγότερο πτητικό κλάσμα. Ο ατμός που δημιουργείται από το βρασμό του ΥΦΑ περιέχει μεγαλύτερη συγκέντρωση των πιο πτητικών κλασμάτων από το ΥΦΑ.

Οι ιδιότητες του ΥΦΑ, δηλαδή το σημείο βρασμού, η πυκνότητα και η θερμαντική αξία, έχουν μια τάση να αυξάνονται κατά τη διάρκεια του ταξιδιού.

2.2 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΑΖΩΤΟΥ ΚΑΙ ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ

2.2.1 Άζωτο

Το άζωτο χρησιμοποιείται: για την άσκηση πίεσης στους χώρους μόνωσης, για τον καθαρισμό των σωληνώσεων φορτίου, για πυρόσβεση και για τη σφράγιση των συμπιεστών φυσικού αερίου. Παράγεται είτε από εξάτμιση του υγρού αζώτου που έχουμε προμηθευτεί από την ξηρά ή από γεννήτριες που διαχωρίζουν τον αέρα σε άζωτο και οξυγόνο.

2.2.1.1. Φυσικές ιδιότητες του αζώτου

Το άζωτο είναι το πιο κοινό αέριο στη φύση, δεδομένου ότι αντιπροσωπεύει το 79% του όγκο του ατμοσφαιρικού αέρα. Το άζωτο σε θερμοκρασία δωματίου είναι ένα άχρωμο και άοσμο αέριο. Η πυκνότητά του είναι κοντά στον αέρα $1,25 \text{ kg/m}^3$ υπό κανονικές συνθήκες. Όταν υγροποιηθεί, η θερμοκρασία του είναι $-196 \text{ }^\circ \text{C}$ υπό ατμοσφαιρική πίεση, πυκνότητα 810 kg/m^3 και θερμότητα εξάτμισης 199 kJ / kg .

Πίνακας 2.3 Ιδιότητες Αζώτου

Μοριακό βάρος	28,016
Σημείο βρασμού κατά 1 bar απόλυτη (0,1MPa)	-196 ° C
Σχετικό βάρος υγρού στο σημείο βρασμού	1,81
Σχετικό βάρος ατμών στους 15 ° C και 1 bar απόλυτη (0.1MPa)	0,97
Όγκος αερίων / όγκο υγρών στους -196 ° C	695
Εύφλεκτα όρια	Δεν υφίσταται
Σημείο δρόσου από 100% καθαρό N ₂	<-80 ° C

2.2.1.2 Χημικές ιδιότητες αζώτου

Το άζωτο είναι αδρανές αέριο, μη εύφλεκτο και χωρίς χημική συγγένεια. Ωστόσο, σε υψηλές θερμοκρασίες, μπορεί να συνδυαστεί με άλλα αέρια και μέταλλα. Λόγω της απουσίας ή της πολύ χαμηλής περιεκτικότητας σε οξυγόνο, το άζωτο είναι ασφυξιογόνο. Σε υγρή κατάσταση, η χαμηλή του θερμοκρασία θα βλάψει ζωντανούς ιστούς και οποιαδήποτε διαρροή υγρού αζώτου στο κατάστρωμα του πλοίου θα οδηγήσει στα ίδια αποτελέσματα, όπως με το ΥΦΑ.

2.2.2 Αδρανές αέριο

Το αδρανές αέριο χρησιμοποιείται για να μειώσει την περιεκτικότητα οξυγόνου στο σύστημα φορτίου, δεξαμενές, σωληνώσεις, συμπιεστές και για να αποφευχθεί το μείγμα αέρα – μεθανίου πριν τον αερισμό και μετά τη θέρμανση, πριν τις διορθώσεις ή επισκευές. Το αδρανές αέριο παράγεται επί του σκάφους χρησιμοποιώντας μια γεννήτρια αδρανούς αερίου, που παράγει 14000 Nm³ / h με -45 °C σημείο δρόσου, η οποία λειτουργεί με καύση πετρελαίου χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο. Η εγκατάσταση αυτή μπορεί επίσης να παράγει ξηρό αέρα σε 14000 Nm³ / h και -45 °C σημείο δρόσου.

Πίνακας 2.4 Σύνθεση αδρανούς αέριου

Οξυγόνο	<0,5% κ.ο.
Διοξείδιο του άνθρακα	<14% κ.ο.
Μονοξείδιο του άνθρακα	<100 ppm
Οξείδια του θείου (SO _x)	<2 ppm
Οξείδια του αζώτου (NO _x):	<65 ppm
Άζωτο	ισορροπία
Σημείο Δρόσου	<-45 °C
Αιθάλη (σε κλίμακα Bacharach)	0 (πλήρης έλλειψη)

Το αδρανές αέριο είναι λίγο πυκνότερο από τον αέρα περίπου 1,35 kg/m³ σε 0 °C. Λόγω της χαμηλής περιεκτικότητάς του σε οξυγόνο, το αδρανές αέριο είναι ασφυξιογόνο.

3. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ

3.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Το σύστημα αποθήκευσης φορτίου περιλαμβάνει τέσσερις δεξαμενές φορτίου, με διπλή μόνωση τοποθετημένες στο εσωτερικό κύτος του πλοίου. Έτσι σχηματίζεται, μεταξύ των δεξαμενών και του εξωτερικού τοιχώματος του πλοίου, ένα δεύτερο κύτος το οποίο επικοινωνεί απευθείας από την πλώρη έως τη πρύμνη.

Ο χώρος χρησιμεύει για τοποθέτηση έρματος ώστε να εξασφαλίζεται η ευστάθεια του πλοίου αλλά και σε περίπτωση εκτάκτου ανάγκης, η εισροή υδάτων στο εσωτερικό του πλοίου, σε περίπτωση πρόσκρουσης ή διάβρωσης των τοιχωμάτων.

Οι δεξαμενές φορτίου διαχωρίζονται μεταξύ τους αλλά και από τα υπόλοιπα τμήματα του σκάφους με πέντε εγκάρσια στεγανά διαμερίσματα.

Οι χώροι έρματος διαιρούνται σε δυο διπύθμενες δεξαμενές και σε δυο πλευρικές δεξαμενές αριστερά και δεξιά αντίστοιχα. Η ροή του έρματος στους χώρους αυτούς εξασφαλίζεται μέσω ενός αγωγού και των απαραίτητων βαλβίδων που είναι τοποθετημένες σε κάθε διάφραγμα των δεξαμενών. Οι διπύθμενες δεξαμενές εκτείνονται έως τα πλευρικά τοιχώματα των δεξαμενών φορτίου και σε ύψος κατάλληλο ώστε να είναι δυνατή η εκροή του έρματος προς τη θάλασσα από τα ειδικά επιστόμια.

Το υγροποιημένο φυσικό αέριο που θα μεταφέρεται είναι αποθηκευμένο στις τέσσερις δεξαμενές φορτίου, αριθμημένες από το 1 έως το 4, από την πρύμνη προς την πλώρη. Όλες οι δεξαμενές φορτίου έχουν οκταγωνικό εγκάρσιο σχεδιασμό ώστε να ταιριάζουν κατασκευαστικά με το εσωτερικό κύτος.

Πίνακας 3.1 Χωρητικότητα δεξαμενών

Δεξαμενές Φορτίου		
Διαμέρισμα	Χωρητικότητα 100% m ³	Χωρητικότητα 98,0% m ³
No 1 Δεξαμενή Φορτίου	21.943,609	21.504,737
No 2 Δεξαμενή Φορτίου	43.006,200	42.146,076
No 3 Δεξαμενή Φορτίου	43.007,637	42.147,484
No 4 Δεξαμενή Φορτίου	37.847,708	37.090,754
Σύνολα	145.808,154	142.889,051

Κάθε δεξαμενή φορτίου μεταξύ των δύο εγκάρσιων διαφραγμάτων αποτελεί ένα πρίσμα που τοποθετείται σε διεύθυνση παράλληλη προς την τρόπιδα του πλοίου.

Τα όρια των δεξαμενών είναι τα εξής:

- 1) Ένας επίπεδος πυθμένας παράλληλος με τη τρόπιδα του σκάφους, ανυψωμένος πλευρικά κατά μήκος του πλοίου, λόγω δυο επικλινών επιπέδων, ένα σε κάθε πλευρά.
- 2) Δύο κάθετα τοιχώματα που το κάθε ένα επεκτείνεται ως τα ανώτερα τμήματα ενός κεκλιμένου επιπέδου το οποίο περιορίζει την ελεύθερη επιφάνεια του υγρού, όταν οι δεξαμενές είναι πλήρης.
- 3) Ένα επίπεδο στη κορυφή παράλληλο με τον πυθμένα της δεξαμενής.

Η δεξαμενή φορτίου No.1 έχει ελαφρώς διαφορετικό σχήμα, λόγω της θέσης που καταλαμβάνει στο πλοίο. Έχει ένα πολυγωνικό τμήμα και τα τοιχώματα κατά μήκος είναι σχεδόν παράλληλα με το πλοίο.

3.2 ΑΡΧΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ

Οι δεξαμενές φορτίου είναι διπλής μεμβράνης, ένα εξελεγμένο σύστημα μεταφοράς αερίου.

Το εσωτερικό κύτος, δηλαδή το εξωτερικό περίβλημα της κάθε μίας από τις δεξαμενές φορτίου, είναι επενδυμένο εσωτερικά με την δεξαμενή ανάσχεσης μεταφερόμενου αερίου και ενός ολοκληρωμένου συστήματος μόνωσης. Η μόνωση αποτελείται από μια λεπτή εύκαμπτη μεμβράνη, που ονομάζεται πρωτοβάθμια μεμβράνη, η οποία είναι σε επαφή με το φορτίο, ένα στρώμα από κουτιά κόντρα πλακέ γεμισμένα με περλίτη, που ονομάζεται πρωτοβάθμια μόνωση, μια δεύτερη εύκαμπτη μεμβράνη παρόμοια με την πρώτη που ονομάζεται δευτεροβάθμια μεμβράνη και ένα δεύτερο στρώμα από κουτιά επίσης γεμάτα με περλίτη, που έρχονται σε επαφή με το εσωτερικό του κύτους και καλούνται δευτεροβάθμια μόνωση. Το σύστημα μόνωσης με διπλή μεμβράνη πληροί τις απαιτήσεις των σχετικών κανονισμών σχετικά με την αποθήκευση φορτίου καθώς παρέχει δύο ξεχωριστές δυνατότητες περιορισμού του φορτίου για αποφυγή διαρροής.

Συνεπώς η επένδυση της δεξαμενής αποτελείται από δύο πανομοιότυπα στρώματα μεμβρανών και μόνωσης, έτσι ώστε σε περίπτωση διαρροής στο πρωτεύον τμήμα, το φορτίο θα συγκρατηθεί εξ' ολοκλήρου από το δευτερεύον τμήμα. Το σύστημα αυτό εξασφαλίζει ότι το σύνολο του υδροστατικού φορτίου μεταφέρεται και συγκρατείται μέσω των μεμβρανών και των μονωτικών στρωμάτων στο εσωτερικό κύτος του πλοίου.

Η λειτουργία των μεμβρανών έχει σαν σκοπό την αποφυγή των διαρροών, ενώ η μόνωση υποστηρίζει τη μεταφορά του φορτίου και ελαχιστοποιεί την ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ του φορτίου και του εσωτερικού κύτους. Η δευτεροβάθμια μεμβράνη, που παρεμβάλλεται μεταξύ των δύο στρώσεων μόνωσης, δεν παρέχει μόνο ένα φράγμα ασφαλείας ανάμεσα στα δύο στρώματα

μόνωσης, αλλά και μειώνει τη μεταφορά θερμότητας από το ένα τμήμα στο άλλο.

Ο πρωτοβάθμιος και δευτεροβάθμιος χώρος μόνωσης είναι υπό ελεγχόμενη πίεση ατμόσφαιρας αζώτου. Η πίεση του πρωτοβάθμιου χώρου δεν πρέπει ποτέ να υπερβεί την πίεση της δεξαμενής φορτίου, για να αποτραπεί η κατάρρευση της πρωτεύουσας μεμβράνης προς τα μέσα. Σε κανονική λειτουργία, η πίεση στον πρωτοβάθμιο και δευτεροβάθμιο χώρο μόνωσης πρέπει να διατηρείται μεταξύ 2,0 mbar και 4,0 mbar.

3.2.1 Κατασκευή μεμβρανών INVAR

Η πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια μεμβράνη είναι πανομοιότυπες και είναι κατασκευασμένες από κρυογονικό Invar (36% νικελιούχο χάλυβα, με πολύ χαμηλό συντελεστή θερμικής διαστολής, 0,7mm πάχος).

Πίνακας 3.2 Σύνθεση Invar

Στοιχεία	Σύνθεση (% κατά βάρος)
Άνθρακας	0,1 μέγιστο
Μαγγάνιο	0,3 έως 0,6
Φώσφορος	0,025 μέγιστο
Θείο	0,025 μέγιστο
Πυρίτιο	0,35 μέγιστο
Νικέλιο	35 έως 37
Κοβάλτιο	0,5 μέγιστο
Χρώμιο	0,5
Μολυβδαίνιο	0,5
Σίδηρος	υπόλοιπο

Συντελεστής θερμικής διαστολής = $(1,5 \pm 0,5) \times 10^{-6} \text{ mm} / ^\circ \text{C}$ μεταξύ 0°C και -180°C (λιγότερο περίπου, δέκα φορές για ανοξείδωτο χάλυβα τύπου AISI 304). Charpy Test στους -196°C , $> 120 \text{ J/cm}^2$.

Η δοκιμή κρούσης Charpy, επίσης γνωστή ως δοκιμή Charpy v-notch, είναι μια τυποποιημένη διαδικασία που καθορίζει το ποσό της ενέργειας που απορροφάται από ένα υλικό κατά τη διάρκεια της θραύσης. Αυτή η ενέργεια που απορροφάται είναι ένα μέτρο σκληρότητας ενός συγκεκριμένου υλικού και λειτουργεί ως εργαλείο για τη μελέτη της επίδρασης της θερμοκρασίας στη μετάβαση εύθραυστο-όλκιμο.

Ο συντελεστής θερμικής διαστολής είναι τόσο χαμηλός ώστε να επιτρέπει να χρησιμοποιούνται επίπεδα και όχι κυματοειδή φύλλα. Το σύνολο της επιφάνειας της μεμβράνης είναι έτσι σε επαφή με τη μόνωση, έτσι ώστε το φορτίο που το σύστημα είναι σε θέση να συγκρατήσει περιορίζεται μόνο από τη φέρουσα ικανότητα της μόνωσης.

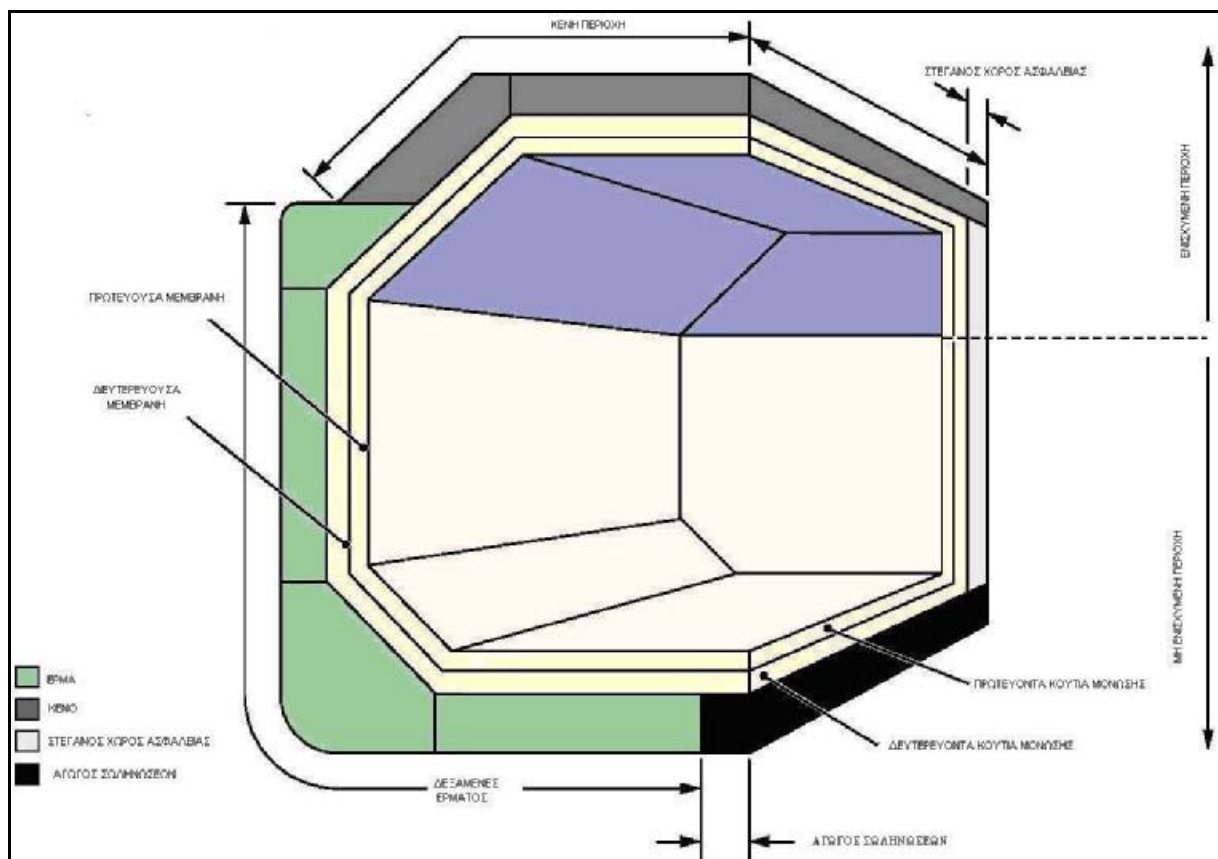
3.2.2 Κατασκευή κουτιών μόνωσης

Ο πρωτοβάθμιος και δευτεροβάθμιος χώρος μόνωσης αποτελούνται από κουτιά κατασκευασμένα από κόντρα πλακέ και γεμάτα με διογκωμένο περλίτη. Αυτό το σύστημα μόνωσης επιτρέπει την ελεύθερη κυκλοφορία του αζώτου και κατά συνέπεια επιτρέπει την αδρανοποίηση που διεξάγεται στους χώρους χωρίς δυσκολία.

Ο περλίτης προέρχεται από υαλώδη βράχο ηφαιστειακής προέλευσης, ο οποίος, όταν θερμαίνεται σε υψηλή θερμοκρασία (άνω των 800 ° C), μετατρέπεται σε πολύ μικρά σφαιρίδια. Αυτά τα σφαιρίδια έχουν διάμετρο που ποικίλει από λίγα εκατοστά έως και λίγα δέκατα του χιλιοστού. Η κρυσταλλική δομή που λαμβάνεται από την διαδικασία δίνει στο διογκωμένο περλίτη την ελαφρότητα και έτσι την άριστη θερμομόνωση. Η υδρομονωτική ικανότητα του περλίτη βελτιώνεται ύστερα από επεξεργασία του με σιλικόνη.

Η μόνωση είναι κατανεμημένη σε όλη το κύτος του πλοίου σε δύο συγκεκριμένες περιοχές:

1. Ενισχυμένη περιοχή που βρίσκεται στο πάνω μέρος της δεξαμενής, και καλύπτει περίπου το 30% του συνολικού ύψους δεξαμενής (συμπεριλαμβανομένης της οροφής). Αυτή η περιοχή είναι εξοπλισμένη με ενισχυμένου τύπου κουτιά.
2. Μη ενισχυμένη περιοχή που καλύπτει περίπου το 70% του ύψους της δεξαμενής (συμπεριλαμβανομένου του πυθμένα της δεξαμενής) και είναι εξοπλισμένη με κανονικά κουτιά.



Σχήμα 3.1 : Επένδυση δεξαμενής φορτίου

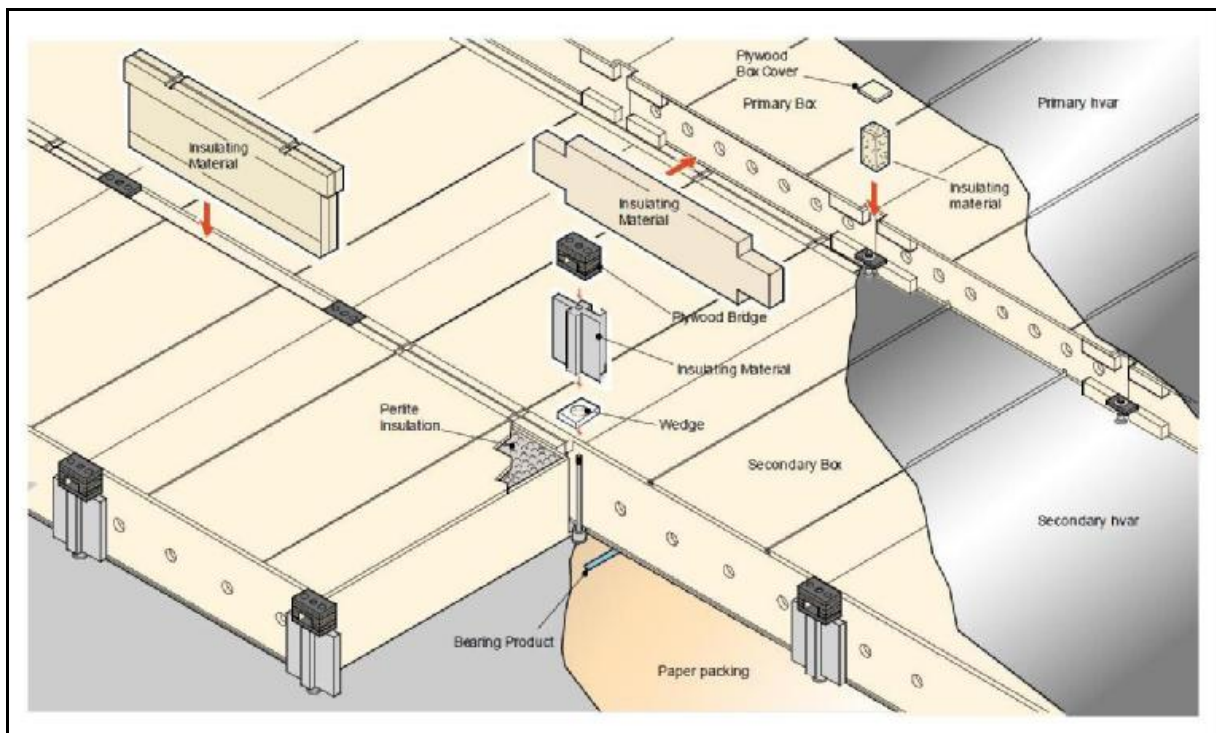
Τα κουτιά της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας ενισχυμένης περιοχής είναι ειδικά κατασκευασμένα με χοντρές εσωτερικές ενισχύσεις για να αντισταθούν στις επιπτώσεις που μπορεί να δημιουργηθούν από την κίνηση του υγρού εντός των δεξαμενών. Τα πρωτοβάθμια ενισχυμένα κουτιά έχουν δύο πλάκες κόντρα πλακέ 12 mm πάχος κολλημένες σε αυτά.

Η δευτεροβάθμια μόνωση είναι 300 mm σε πάχος, ενώ η πρωτοβάθμια μόνωση 230 mm πάχος. (Ο ρυθμός εξάτμισης βάση σχεδιασμού που είναι

0,15% του συνολικού όγκου της δεξαμενής φορτίου ανά ημέρα, προσδιορίζει το πάχος).

3.2.3 Συγκράτηση μεμβρανών και κουτιών μόνωσης

Τα κουτιά από κόντρα πλακέ αποτελούν τη δευτεροβάθμια μόνωση που βρίσκονται, σχετικά με το πλοίο, στο εσωτερικό κύτος και συγκολλούνται μεταξύ τους χρησιμοποιώντας ένα εποξειδικό υλικό, που εναποτίθεται στα κουτιά σε σχήμα σχοινιού μέσω ενός αυτόματου μηχανήματος. Αυτά τα «σχοινιά» έχουν ρυθμιζόμενο πάχος και εξισορροπούν τα ελαττώματα ομαλότητας του εσωτερικού κύτους. Τα κουτιά συγκρατούνται στη θέση τους με ράβδους σύνδεσης από ανοξείδωτο ατσάλι, οι οποίες είναι συγκολλημένες στο εσωτερικό κύτος. Για να απορροφηθούν οι παραμορφώσεις του κύτους του πλοίου, κάθε ράβδος σύνδεσης είναι εξοπλισμένη με ένα ελαστικό σύνδεσμο, που περιλαμβάνει ελατήρια. Ο αριθμός των ελατηρίων που χρησιμοποιούνται

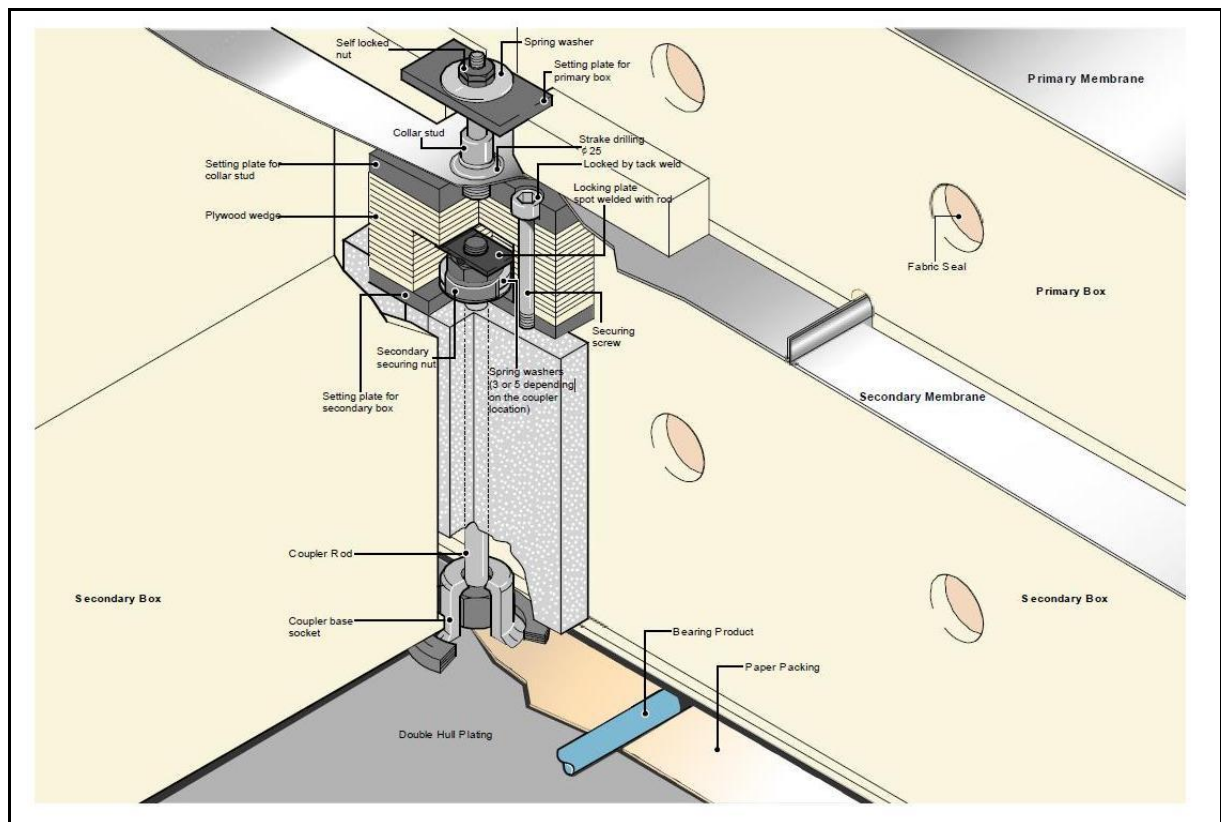


Σχήμα 3.2 : Κατασκευή συστήματος μόνωσης, Επίπεδη περιοχή

εξαρτάται από την τοποθεσία του κιβωτίου. Αυτά που βρίσκονται στην εξωτερική πλευρά έχουν μεγαλύτερο αριθμό ελατηρίων, διότι η παραμόρφωση του κύτους έχει τη μεγαλύτερη επίπτωση σε αυτή την περιοχή.

Μία συνεχής λωρίδα Invar συγκρατείτε σε θέσεις που υπάρχουν σε κάθε κουτί. Η δευτεροβάθμια μεμβράνη είναι ενωμένη ανθεκτικά με αυτή τη συνεχή λωρίδα.

Τα πρωτοβάθμια κουτιά είναι ασφαλισμένα στη θέση τους με μια διάταξη συγκράτησης, προέκταση της ράβδου συγκράτησης της δευτεροβάθμιας μόνωσης, που αποτελείται από ελάσματα και κοχλίες. Ο περιορισμός της μεταφοράς θερμότητας από την μια μόνωση στην άλλη επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση παρεμβυσμάτων από κόντρα πλακέ, μεταξύ των δυο διατάξεων συγκράτησης των μονώσεων.



Σχήμα 3.3 : Κατασκευή συστήματος μόνωσης Ασφάλιση κουτιών μόνωσης

Στον πρωτοβάθμιο και δευτεροβάθμιο χώρο μόνωσης, τα κενά μεταξύ των δευτεροβάθμιων και πρωτοβάθμιων κουτιών είναι μονωμένα με ένα συνδυασμό άκαμπτου μονωτικού υλικού και υαλοβάμβακα.

3.2.3.1. Εξοπλισμός δεξαμενής φορτίου

Ένας θόλος ατμών βρίσκεται κοντά στο γεωμετρικό κέντρο της οροφής κάθε δεξαμενής φορτίου. Κάθε θόλος ατμών είναι εφοδιασμένος με τα ακόλουθα:

1. Ένα αγωγό τροφοδοσίας και επιστροφής ατμών για την παροχή αμού στη δεξαμενή κατά την εκφόρτωση, απομάκρυνση των ατμών από τη δεξαμενή κατά τη φόρτωση και των εξατμίσεων όταν η δεξαμενή περιέχει φορτίο.
2. Ένα αγωγό ψεκασμού για ψύξη.
3. Δύο βαλβίδες ασφαλείας υπερπίεσης και υποπίεσης ρυθμισμένες στα 250 mbar και -10 mbar αντίστοιχα.
4. Αισθητήρες πίεσης.
5. Βαλβίδες ασφαλείας για απομάκρυνση υγρού φορτίου σε περίπτωση υπερπλήρωσης της δεξαμενής.

Επιπλέον, κάθε δεξαμενή φορτίου έχει ένα θόλο υγρού που βρίσκεται κοντά στη μέση γραμμή του πλοίου στο πρυμναίο τμήμα της δεξαμενής. Ο θόλος υγρού υποστηρίζει ένα τρίποδο ιστό από ανοξείδωτο χάλυβα (304 L), ο οποίος αναρτάται από το θόλο υγρού και συγκρατείται στη θέση του στο κάτω μέρος της δεξαμενής με ένα τριβέα ολίσθησης που επιτρέπει τις θερμικές διαστολές ή συστολές ανάλογα με τις συνθήκες στη δεξαμενή. Ο τρίποδος ιστός αποτελείται από τον κύριο αγωγό εκφόρτωσης και την αντλία έκτακτης ανάγκης, με τη μορφή ενός τρίποδου δικτύωματος και χρησιμοποιείται για την υποστήριξη της σκάλας πρόσβασης στη δεξαμενή και άλλων σωληνώσεων, εξοπλισμού και οργάνων.

Τα όργανα περιλαμβάνουν αισθητήρες θερμοκρασίας και στάθμης, ανεξάρτητο αισθητήρα συναγερμού υψηλής στάθμης και ηλεκτρικά καλώδια της αντλίας φορτίου. Τα όργανα μετρούν την απόσταση από την επιφάνεια χρησιμοποιώντας ένα συνεχές σήμα ραδιοσυχνότητας. Οι μετρητές έχουν ένα ηλεκτρονικό κουτί που δημιουργεί και επεξεργάζεται το σήμα ραδιοσυχνότητας.

Οι δύο κύριες αντλίες φορτίου είναι τοποθετημένες στη βάση στήριξης του τρίποδου ιστού.

Οι τέσσερις δεξαμενές φορτίου είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους με τους αγωγούς υγρού, ατμού και αποστραγγιστικό – ψεκαστικό που βρίσκονται στο κύριο κατάστρωμα. Το δίκτυο παροχής αζώτου του πρωτοβάθμιου και δευτεροβάθμιου χώρου μόνωσης και άλλες σωληνώσεις που συνδέονται άμεσα με το σύστημα φορτίου επίσης βρίσκονται στο κύριο κατάστρωμα μαζί με το κύριο σύστημα πυρόσβεσης και το κύριο σύστημα ψεκασμού καταστρώματος.

3.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΥΤΟΥΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ

Το σύστημα μόνωσης είναι σχεδιασμένο να διατηρεί τις εξατμίσεις του φορτίου σε ένα αποδεκτό επίπεδο και να προστατεύει το εσωτερικό κύτος χάλυβα από την επίδραση των υπερβολικά χαμηλών θερμοκρασιών. Αν η αποτελεσματικότητα της μόνωσης επιδεινωθεί για οποιοδήποτε λόγο, το αποτέλεσμα μπορεί να είναι η μείωση της θερμοκρασίας του εσωτερικού κύτους με αποτέλεσμα κρυοκηλίδες και την αύξηση των εξατμίσεων της όποιας δεξαμενής. Αυξημένα αέρια εξατμίσεων μπορούν να απελευθερωθούν στην ατμόσφαιρα. Η θερμοκρασία του εσωτερικού κύτους, ωστόσο, πρέπει να διατηρείται εντός των αποδεκτών ορίων για την αποτροπή πιθανής ψαθυράς θραύσεως.

Θερμοζεύγη είναι κατανεμημένα σε όλη την επιφάνεια του εσωτερικού κύτους αλλά, αν οι κρυοκηλίδες δεν εμφανιστούν ακριβώς δίπλα σε έναν αισθητήρα, τότε αυτά μπορούν να χρησιμεύσουν μόνο ως γενική ένδειξη της θερμοκρασίας του κύτους χάλυβα. Μέχρι σήμερα, ο μόνος αξιόπιστος τρόπος ανίχνευσης κρυοκηλίδων είναι ο συχνός οπτικός έλεγχος των χώρων έρματος σε ταξίδι εν φόρτω.

Η ποιότητα του χάλυβα που απαιτείται για το εσωτερικό κύτος του σκάφους διέπεται από την ελάχιστη θερμοκρασία που θα φτάσει ο χάλυβας σε

περιβαλλοντικές συνθήκες, υποθέτοντας ότι η πρωτοβάθμια μεμβράνη έχει αποτύχει, αν το ΥΦΑ είναι σε επαφή με τη δευτεροβάθμια μεμβράνη.

Για το εσωτερικό κύτος, οι περιβαλλοντικοί όροι εκδίδονται από την USCG

- Θερμοκρασία αέρα = $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Θερμοκρασία θαλάσσιου νερού = $0\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Ταχύτητα ανέμου = 5 κόμβοι
- ΥΦΑ σε επαφή με τη δευτεροβάθμια μεμβράνη.

Για το εξωτερικό κύτος, οι προϋποθέσεις αυτές βασίζονται στο IGC:

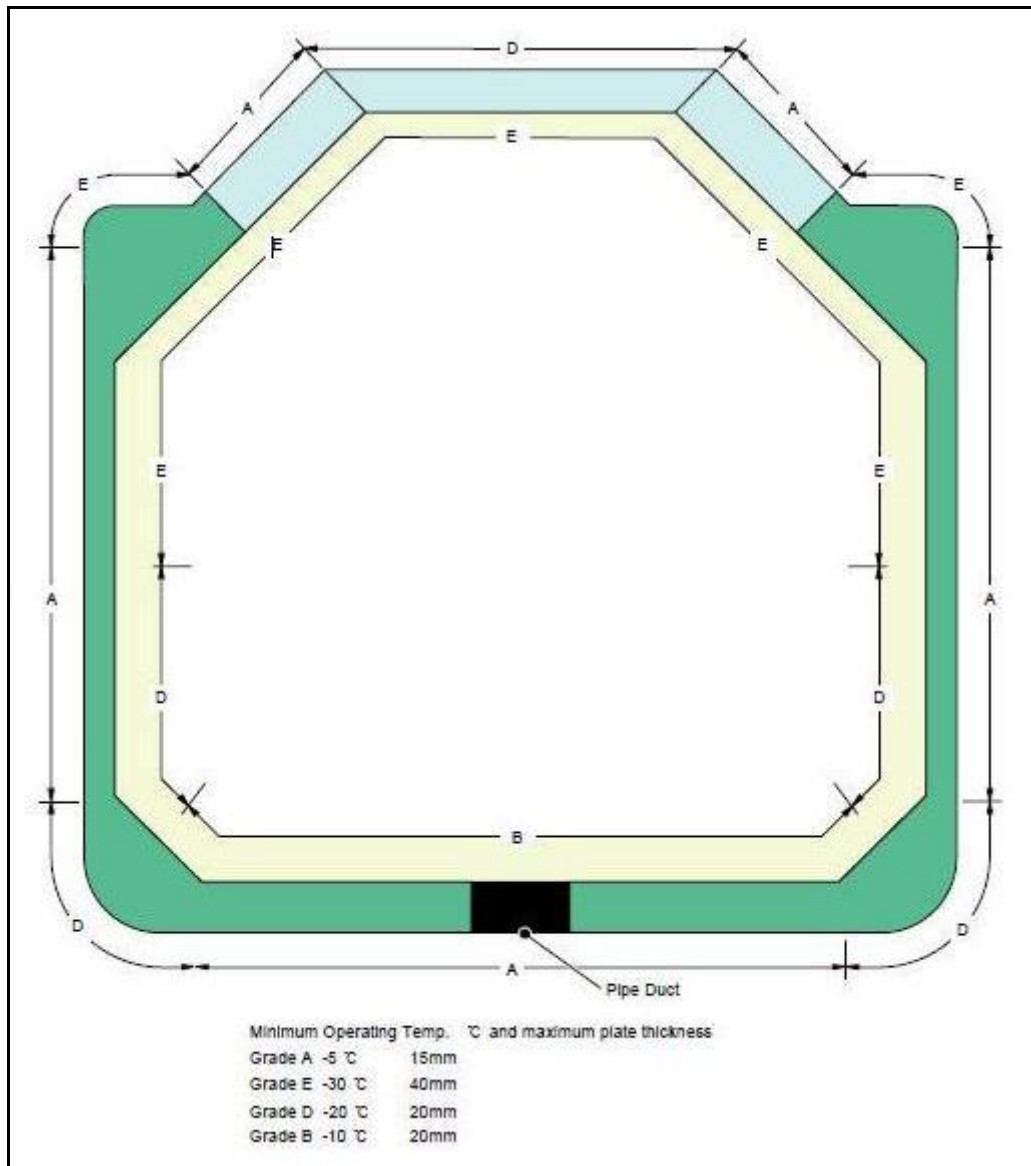
- Θερμοκρασία αέρα = $5\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Θερμοκρασία θαλάσσιου νερού = $0\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Όχι άνεμος
- ΥΦΑ σε επαφή με τη δευτεροβάθμια μεμβράνη.

Η ελάχιστη θερμοκρασία του εσωτερικού κύτους χάλυβα θα είναι περίπου $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$. Για αυτές τις συνθήκες οι νηογνώμονες, απαιτούν ποιότητα χάλυβα όπως φαίνεται στην παρακάτω παράσταση, όπου η δεξαμενή από την αρχή μέχρι το μέσο της διαμήκους πλευράς του τοιχώματος είναι βαθμού «E» χάλυβα, καθώς και οι υπόλοιπες διαμήκεις πλευρές χάλυβα είναι βαθμού «D» και «B». Οι κατηγορίες αυτές, έχουν ελάχιστη θερμοκρασία λειτουργίας $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ και $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, αντίστοιχα. Τα εγκάρσια στεγανά διαφράγματα μεταξύ των δεξαμενών φορτίου είναι από χάλυβα κατηγορίας «A» με σύστημα θέρμανσης νερού με γλυκόλη.

Εκτός από την αποτυχία της μεμβράνης, οι τοπικές κρυοκηλίδες μπορεί να προκύψουν λόγω αστοχίας της μόνωσης.

Ενώ η ποιότητα του εσωτερικού κύτους χάλυβα έχει επιλεγεί για να αντέχει τις ελάχιστες θερμοκρασίες που πιθανόν να εμφανιστούν κατά τη λειτουργία, η παρατεταμένη λειτουργία του χάλυβα σε θερμοκρασίες κάτω από $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ θα προκαλέσει συσσώρευση πάγου, που με τη σειρά της θα προκαλέσει

μια περαιτέρω μείωση της θερμοκρασίας του χάλυβα, λόγω του φαινομένου μόνωσης πάγου. Για να αποφευχθεί αυτό, πηνία θέρμανσης γλυκόλης είναι τοποθετημένα στους στεγανούς χώρους, σε επαρκή ποσότητα για να διατηρηθεί η εσωτερική θερμοκρασία του κύτους χάλυβα σε 0 °C υπό τις χειρότερες συνθήκες.



Σχήμα 3.4 : Ταξινόμηση ατσάλινου κύτους

Εάν μια κρυοκηλίδα εντοπιστεί είτε από το εσωτερικό σύστημα μέτρησης θερμοκρασίας του κύτους είτε με οπτικό έλεγχο, η έκταση και η τοποθεσία των πάγων θα πρέπει να καταγράφονται. Οι μικρές τοπικές κρυοκηλίδες δεν είναι κρίσιμες και υπό στενή παρακολούθηση και καταγραφή διατηρείται ο έλεγχος

κατά της περαιτέρω επιδείνωσης και εξάπλωσης των πάγων, δεν χρειάζεται περαιτέρω δράση. Αν η κρυοκηλίδα είναι εκτεταμένη, ή τείνει να εξαπλωθεί ταχύτατα, θα πρέπει να πραγματοποιείται ψεκασμός με θαλασσινό νερό.

Στην απίθανη περίπτωση που αυτή η δράση είναι ανεπαρκής και θεωρείται ανασφαλής η καθυστέρηση εκφόρτωσης του φορτίου μέχρι την άφιξη στο λιμένα εκφόρτωσης, η τελική λύση θα είναι η αποβολή του φορτίου, χρησιμοποιώντας μια μονή αντλία φορτίου. Αυτή η πορεία δράσης θα πρέπει να εξεταστεί μετά από πλήρη διαβούλευση με τους ιδιοκτήτες, ναυλωτές και τις σχετικές Εθνικές Αρχές.

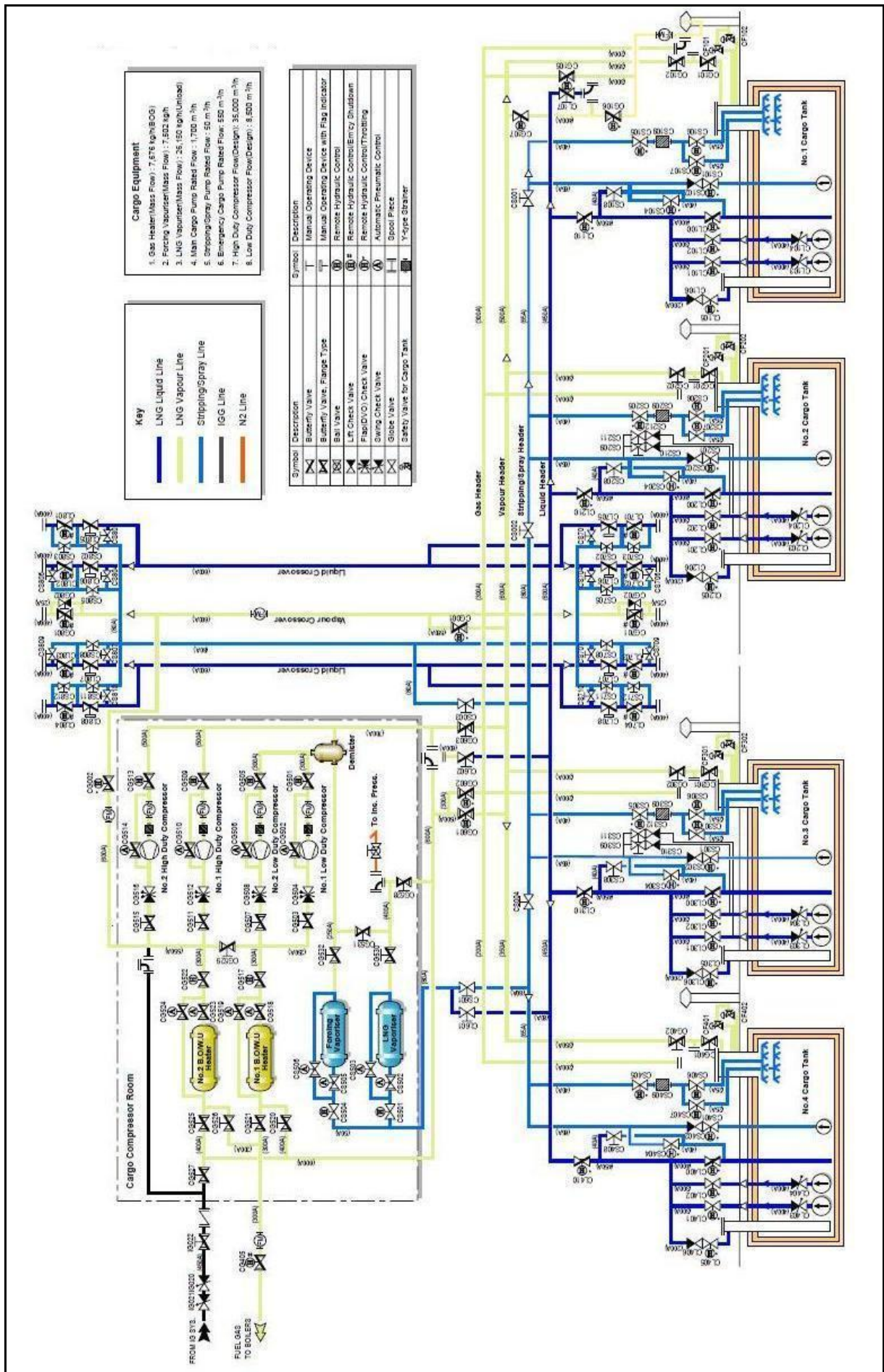
4. ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΟΡΤΙΟΥ

4.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΦΟΡΤΙΟΥ

4.1.1 Περιγραφή

Το σύστημα σωληνώσεων φορτίου παρουσιάζεται σε ένα απλοποιημένο σχέδιο στο οποίο απεικονίζονται μόνο τα κύρια χαρακτηριστικά του συστήματος.

Το υγρό φορτίο φορτώνεται και αποβάλλεται μέσω δύο διασταυρούμενων γραμμών στο μέσον του πλοίου και διανέμεται προς και από κάθε δεξαμενή φορτίου μέσω του κυρίου αγωγού υγρού, ο οποίος διατρέχει όλο το μήκος του καταστρώματος. Κάθε διασταυρούμενη γραμμή στο μέσον του πλοίου χωρίζεται σε δύο συνδέσεις φόρτωσης – εκφόρτωσης, αριστερή και δεξιά, κάνοντας συνολικά τέσσερις συνδέσεις φόρτωσης – εκφόρτωσης σε κάθε πλευρά του πλοίου.



Σχήμα 4.1 : Σύστημα σωληνώσεων φορτίου

Οι θόλοι ατμών των δεξαμενών φορτίου διατηρούνται σε επικοινωνία μεταξύ τους από τον κύριο αγωγό ατμών ο οποίος διατρέχει όλο το μήκος του καταστρώματος. Ο κύριος αγωγός ατμών έχει και μια σταυρωτή σύνδεση στο μέσο του πλοίου για χρήση για τη ρύθμιση της πίεσης των δεξαμενών κατά τη φόρτωση και την εκφόρτωση.

Κατά τη φόρτωση, ο κύριος αγωγός ατμών και διασταυρούμενη γραμμή, μαζί με τους συμπιεστές υψηλής πίεσης, χρησιμοποιούνται για την επιστροφή των ατμών από τις δεξαμενές, στις εγκαταστάσεις στην ακτή. Κατά την εκφόρτωση, ο κύριος αγωγός ατμών χρησιμοποιείται σε συνδυασμό, είτε με την διασταυρούμενη γραμμή ατμών, είτε ένα εξατμιστή, για να προμηθεύουν αέριο στις δεξαμενές με σκοπό την αντικατάσταση του εξερχόμενου υγρού φορτίου.

Η αποστραγγιστική – ψεκαστική γραμμή μπορεί να συνδεθεί με τον κύριο αγωγό υγρού και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αποστράγγιση ή για την ψύξη κάθε δεξαμενής φορτίου, αλλά και για ψεκασμό κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης αν η επιστροφή ατμών είναι ανεπαρκής.

Ο κύριος αγωγός ατμών και η αποστραγγιστική – ψεκαστική γραμμή είναι συνδεδεμένες με τους θόλους κάθε δεξαμενής. Οι θόλοι ατμών επίσης στεγάζουν τις βαλβίδες ασφαλείας της δεξαμενής, αισθητήρια πίεσης και τρία σημεία δειγματοληψίας . Η ψεκαστική γραμμή σε κάθε δεξαμενή αποτελείται από δύο ψεκαστικές συσκευές μέσα στη δεξαμενή, στην κορυφή για τη διανομή του εισερχόμενου υγρού σε διάφορα ακροφύσια ψεκασμού, ώστε να συμβάλλουν στην εξάτμιση και έτσι να επιτευχθεί καλύτερος βαθμός ψύξης.

Η αποστραγγιστική – ψεκαστική γραμμή και οι κύριοι αγωγοί υγρού και ατμών έχουν διακλαδώσεις προς και από το δωμάτιο συμπιεστών φορτίου με συνδέσεις με τους συμπιεστές, θερμαντήρες και εξατμιστές για διάφορες βοηθητικές λειτουργίες. Αφαιρούμενες καμπύλες παρέχονται για την τοποθέτηση όπου απαιτείται, προκειμένου να επιτραπεί πολλαπλή σύνδεση μεταξύ των σωληνώσεων για διάφορες χρήσεις, όπως την προετοιμασία για δεξαμενισμό πριν και μετά.

Ο κύριος αγωγός ατμών που συνδέει τους θόλους ατμού επιτρέπει επίσης την αφαίρεση των εξαεριζόμενων αερίων από τις δεξαμενές φορτίου, όταν βρισκόμαστε στη θάλασσα. Υπό κανονικές συνθήκες, αυτό γίνεται οδηγώντας το εξαεριζόμενο αέριο στο μηχανοστάσιο ως καύσιμο για τους λέβητες. Σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης το εξαεριζόμενο αέριο μπορεί να εξαχθεί στην ατμόσφαιρα μέσω της πρόσθιας εξαεριστικής οπής.

Το σύστημα αδρανούς αερίου και ξηρού αέρα, που βρίσκεται στο μηχανοστάσιο, χρησιμοποιείται για την προμήθεια αδρανούς αερίου ή ξηρού αέρα στις δεξαμενές φορτίου μέσω σωληνώσεων που συνδέονται με το κύριο σύστημα φορτίου, μέσω των διπλών ανεπίστροφων παλινδρομικών βαλβίδων για να αποφευχθεί η επιστροφή του αερίου, προς το μηχανοστάσιο.

Όλες οι σωληνώσεις του υγρού φορτίου είναι συγκολλημένες ώστε να μειωθεί η πιθανότητα της διαρροή από κάποια σύνδεση. Οι φλαντζαριστές συνδέσεις είναι ηλεκτρικά συνδεδεμένες με βίδες – παξιμάδια και ιμάντες σύσφιξης μεταξύ φλαντζών για να εξασφαλιστεί ότι οι διαφορές στο δυναμικό, λόγω του στατικού ηλεκτρισμού μεταξύ των σωληνώσεων του φορτιού και αυτών στο κατάστρωμα, δεξαμενές, βαλβίδες και άλλο εξοπλισμό, έχουν αποφευχθεί.

Και τα δύο συστήματα υγρού και αερίου έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε η διαστολή και η συστολή να απορροφώνται από τη διάταξη των σωλήνων. Αυτό επιτυγχάνεται με βρόχους διαστολής και διατάξεις στις σωληνώσεις υγρού και αερίου, αντίστοιχα.

Σταθερά και κυλιόμενα υποστηρίγματα και οδηγοί σωλήνων εξασφαλίζουν ότι οι τάσεις των σωλήνων διατηρούνται εντός των αποδεκτών ορίων.

Όλα τα τμήματα των σωληνώσεων υγρού που μπορούν να απομονωθούν και συνεπώς υπάρχει ενδεχομένη παγίδευση υγρού μεταξύ κλειστών βαλβίδων, είναι εφοδιασμένα με βαλβίδες ασφαλείας που απαλλάσσουν την υπερβολική πίεση στον πλησιέστερο θόλο ατμού. Αυτό είναι ένα μέτρο ασφαλείας, αν και

σε κανονικές συνθήκες εργασίας είναι να επιτρέψουν σε οποιοδήποτε υπολειπόμενο υγρό να ζεσταθεί και να εξατμιστεί πριν από το κλείσιμο των εν λόγω βαλβίδων.

Όλες οι σημαντικές βαλβίδες όπως οι ενδιάμεσες, αριστερή και δεξιά στο μέσον του πλοίου διακλαδωμένες βαλβίδες και κάθε βαλβίδα φόρτωσης δεξαμενής και εκφόρτωσης, είναι εξ αποστάσεως χειριζόμενες, ώστε όλες οι συνήθειες φορτοεκφορτώσεις μπορούν να διενεργηθούν από την κεντρική αίθουσα ελέγχου.

Όταν ενεργοποιηθεί το σύστημα αναγκαστικής στάσης λειτουργίας οι διακλαδωμένες βαλβίδες κλείνουν και έχουμε διακοπή φόρτωσης ή εκφόρτωσης.

Μια ανεπίστροφη βαλβίδα έχει τοποθετηθεί στην φλάντζα κατάθλιψης κάθε αντλίας φορτίου. Μια οπή 6 mm υπάρχει στο δίσκο της βαλβίδας ώστε να είναι δυνατή η αποστράγγιση των γραμμών της δεξαμενής από υγρά και αέρια. Με ανεπίστροφες βαλβίδες είναι επίσης εφοδιασμένη η φλάντζα κατάθλιψης των συμπιεστών. Οι αποστραγγιστικές – ψεκαστικές και οι γραμμές αντλίας φορτίου έκτακτης ανάγκης έχουν ανεπίστροφες βαλβίδες που βρίσκονται αμέσως μετά τις βαλβίδες εκφόρτωσης που λειτουργούν υδραυλικά.

Ένα ακροφύσιο ψεκασμού διαμέτρου 6 mm είναι, επίσης, τοποθετημένο στην κορυφή κάθε αντλίας φορτίου στη γραμμή κατάθλιψης μέσα στη δεξαμενή για να ψύχει το πόδι της αντλίας, προκειμένου να διατηρήσει χαμηλή θερμοκρασία, καθ' όλη τη διάρκεια της εκφόρτωσης.

Πίνακας 4.1 Φορτίο ασφαλούς λειτουργίας

Κατακόρυφη δύναμη (τόνοι)	5
Πλευρική δύναμη (τόνοι)	2
Αξονική δύναμη (τόνοι)	5
Ροπή (τόνο μέτρα)	5

4.2 ΓΡΑΜΜΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΦΟΡΤΙΟΥ

Σε ορισμένα σημεία κατά μήκος του συστήματος κυρίων αγωγών, κενά παρεμβύσματα και σημεία δειγματοληψίας είναι τοποθετημένα για να διευκολύνουν την αδρανοποίηση και αερισμό των συστημάτων πριν την επισκευή. Όλα τα τμήματα των συστημάτων αυτών εκτός των δεξαμενών φορτίου είναι μονωμένα με άκαμπτο αφρό πολυουρεθάνης, που καλύπτεται με ένα χυτό GRP (Glass – Fibre Reinforced Polyester) για να λειτουργήσει ως εμπόδιο νερού και ατμού.

4.2.1 Γραμμές Υγρού

Το σύστημα αποτελείται από 600 \ 450 \ 400A συγκολλημένο, κρυογονικά ανοξείδωτο χάλυβα που συνδέει κάθε μία από τις τέσσερις δεξαμενές φορτίου για φόρτωση/εκφόρτωση στις πλευρές του πλοίου, με μια κοινή γραμμή.

Σε κάθε δεξαμενή υγρών υπάρχει ένας διακλαδωτής που συνδέεται στις γραμμές φόρτωσης και εκφόρτωσης από την δεξαμενή φορτίου για να επιτραπεί η φόρτωση και η εκφόρτωση του φορτίου. Αυτός ο διακλαδωτής συνδέεται με τη γραμμή εκφόρτωσης δεξαμενής από την αριστερή και την δεξιά αντλία φορτίου, τη γραμμή φόρτωσης, την αντλία έκτακτης ανάγκης αλλά και τη γραμμή ψεκασμού.

4.2.2 Γραμμές Ατμών

Το σύστημα αποτελείται από 600 \ 550 \ 400 \ 300A συγκολλημένο, κρυογονικά ανοξείδωτο χάλυβα που συνδέει κάθε μία από τις τέσσερις δεξαμενές φορτίου με μια κοινή γραμμή με τον πλευρικό διακλαδωτή ατμών στο πλοίο, το συμπιεστή και το μπροστινό αεραγωγό.

Η γραμμή προς το χώρο του συμπιεστή φορτίου επιτρέπει την χρησιμοποίηση του ατμού με τους ακόλουθους τρόπους:

- Κατά τη διάρκεια φόρτωσης, ο ατμός θα αποσταλεί στην ακτή με τη βοήθεια του HD συμπιεστή, προκειμένου να ελέγξει την πίεση στις δεξαμενές φορτίου.
- Κατά τη διάρκεια ταξιδιών έρματος/φορτωμένα, εξατμίσεις αερίου θα σταλούν στο μηχανοστάσιο μέσω των LD συμπιεστών και θερμοαντήρων αερίου για την χρήση του ως καύσιμο στους λέβητες.
- Πριν από την περίοδο επισκευών να κυκλοφορούν θερμό αέριο από τους HD συμπιεστές και θερμοανήρες αερίου για την εξάτμιση κάθε υπόλοιπου φορτίου και τη θέρμανση των δεξαμενών σε θερμοκρασία περιβάλλοντος πριν από την αδρανοποίηση και αερισμό.

Η γραμμή προς το μπροστινό αεραγωγό ενεργεί ως δεξαμενή έκτακτης ανάγκης ελέγχου πίεσης κατά την κανονική λειτουργία. Επειδή το μεθάνιο είναι ρύπος αυτό θα πρέπει να αποφεύγεται, εφόσον είναι δυνατό.

4.2.3 Η αποστραγγιστική – ψεκαστική γραμμή

Το σύστημα αποτελείται από 80 \ 65 \ 40 A συγκολλημένο, κρυογονικά ανοξείδωτο χάλυβα που συνδέει τις αποστραγγιστικές – ψεκαστικές αντλίες με τον κύριο αγωγό αποστράγγισης – ψεκασμού ώστε να εξυπηρετούνται οι παρακάτω λειτουργίες:

- Η τροφοδοσία ΥΦΑ για ψεκασμό κάθε δεξαμενής, που χρησιμοποιείται για ψύξη της δεξαμενής και παράγωγη αερίου.
- Εφοδιασμός ΥΦΑ ή υγρού N₂ σε εξατμιστές για παραγωγή αερίου στις δεξαμενές φορτίου και στους θερμοαντήρες.

4.2.4 Γραμμές Αερίου (λειτουργία μίας δεξαμενής)

Το σύστημα περιλαμβάνει ένα 300Α αγωγό που μπορεί να συνδεθεί με τη γραμμή ατμών και το μπροστινό αεραγωγό για χρήση όταν «λειτουργία μίας δεξαμενής» απαιτείται.

Η χρήση αυτής της γραμμής δίνει τη δυνατότητα σε μια δεξαμενή να απομονώνεται και οι εργασίες επισκευής να γίνονται, χωρίς να χρειάζεται να θερμανθούν και αδρανοποιηθούν οι υπόλοιπες δεξαμενές φορτίου.

Η σύνδεση με κάθε δεξαμενή γίνεται μ' ένα κομμάτι μεταξύ των 200Α κενών παρεμβυσμάτων που βρίσκονται σε κάθε θόλο ατμού στον κύριο αγωγό ατμών και αερίων.

Κατά τη διάρκεια λειτουργίας μίας δεξαμενής είναι δυνατό να συνδεθεί η γεννήτρια αδρανούς αερίου μέσω μιας βαλβίδας τυφλής φλάντζας.

4.2.5 Γραμμές αερίου καύσιμου

Κατά τη μεταφορά του ΥΦΑ στη θάλασσα, ατμοί αερίου παράγονται λόγω της μεταφοράς θερμότητας από το περιβάλλον, θάλασσα και αέρα, μέσω της μόνωσης της δεξαμενής φορτίου, ενέργεια επίσης απορροφάται από την κίνηση του φορτίου που οφείλεται στην κίνηση του σκάφους. Υπό κανονικές συνθήκες το εξατμιζόμενο αέριο χρησιμοποιείται ως καύσιμο στους λέβητες του πλοίου.

Οι ατμοί αερίου λαμβάνονται από τον κύριο αγωγό ατμών και οδηγούνται στους LD συμπιεστές. Στη συνέχεια διέρχονται από τους LD θερμαντήρες αερίου πριν οδηγηθούν στους λέβητες του πλοίου, όπου καίγονται. Ο σωλήνας αερίου καυσίμου στο μηχανοστάσιο είναι 300Α και είναι προσαρμοσμένος με βαλβίδα αερίου καυσίμου και μετρητή ροής.

4.2.6 Γραμμές εξαερισμού

Κατά τις συνήθεις εργασίες η πίεση στη δεξαμενή ελέγχεται από τη χρήση του εξατμιζόμενου αερίου στους λέβητες ως καύσιμο και τη συνετή χρήση της ισχύος του κινητήρα. Ως τελευταία λύση το σύστημα ελέγχου της πίεσης στην κοινή γραμμή εξαερισμού θα ελέγχει την πίεση στο μπροστά αγωγό εξαερισμού της δεξαμενής.

Κάθε δεξαμενή φορτίου είναι επίσης εφοδιασμένη με ένα ανεξάρτητο μέσο αερισμού, που περιλαμβάνει δυο 250A αγωγούς από το θόλο αερίου με δικές τους βαλβίδες ασφαλείας. Από εδώ το αέριο που διέρχεται από ένα 300A ή και 450A αγωγό στο δικό του εξαεριστικό όπου οδηγεί στην ατμόσφαιρα. Όλα τα εξαεριστικά προστατεύονται από την φωτιά, με σύστημα πυρόσβεσης N₂.

4.2.7 Γραμμές αδρανοποίησης / αερισμού

Το σύστημα αποτελείται από φλαντζαριστή γραμμή 450 mm η οποία προμηθεύει αδρανές αέριο ή ξηρό αέρα στις δεξαμενές φορτίου και σε αγωγούς για την αδρανοποίηση και την ξήρανση κατά τη διάρκεια των επισκευών.

Το αδρανές αέριο ή ο ξηρός αέρας παρέχονται από τη γεννήτρια αδρανούς αερίου που βρίσκεται στο μηχανοστάσιο.

Η γραμμή είναι συνδεδεμένη με τον κύριο αγωγό αερίου και του υγρού μέσω τυφλών φλαντζών.

Με επιλεκτική χρήση των τυφλών φλαντζών είναι δυνατή η αδρανοποίηση / αερισμός του συνόλου ή μεμονωμένης δεξαμενής φορτίου.

5 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΦΟΡΤΙΟΥ

5.1 ΈΛΕΓΧΟΣ ΠΙΕΣΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ

5.1.1. Υπερπίεση

Για την προστασία των δεξαμενών φορτίου από την υπερπίεση που οφείλεται σε φυσική εξάτμιση, το αέριο πρέπει να καεί στον λέβητα ή να απελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα. Οι συμπιεστές LD θα προμηθεύουν το φυσικά εξατμιζόμενο αέριο στους λέβητες ως καύσιμο για τη διατήρηση της πίεσης, στους κύριους αγωγούς ατμού σταθερή.

Αν οι λέβητες απαιτούν λιγότερα καύσιμα από τη φυσική εξάτμιση, η πίεση στους κύριους αγωγούς ατμού θα αυξηθεί. Για να αποφευχθεί η αύξηση της πίεσης το σύστημα ελέγχου του λέβητα θα πρέπει να χρησιμοποιεί περισσότερο αέριο καύσιμο έτσι να παράγει περισσότερο ατμό από ότι χρειάζεται. Αυτή η περίσσεια ατμού, θα πρέπει να πεταχτεί.

5.1.2. Υποπίεση

Για την προστασία των δεξαμενών φορτίου από την υποπίεση ο συμπιεστής LD έχει δύο ελεγκτές πίεσης για την προστασία των δεξαμενών, ένα για λειτουργία με έρμα και ένα για λειτουργία εν φόρτω.

Ο ελεγκτής του LD συμπιεστή θα περιορίσει την παροχή του συμπιεστή όταν η πίεση του κύριου αγωγού ατμών πέσει κάτω από την πίεση των 20 mbar. Η ελάχιστη παροχή ελέγχου για τον LD συμπιεστή θα επανέλθει όταν η πίεση αυξηθεί στα 70 mbar.

Όταν η πίεση στον κύριο αγωγό ατμών πέσει στα 25 mbar, ένα σήμα θα αποστέλλει στον καυστήρα του συστήματος διαχείρισης για να ξεκινήσει ο καυστήρας πετρελαίου. Το σήμα θα επανέλθει όταν η πίεση αυξηθεί στα 30 mbar.

Σε πολύ χαμηλή πίεση του κύριου αγωγού φορτίου (3 mbar) ένα σήμα θα σταλεί στο λέβητα του συστήματος διαχείρισης και η ακολουθία τερματισμού του LD συμπιεστή θα ξεκινήσει.

Οι ελεγκτές «έρματος» και «φορτίου», θα περιορίσουν τη διαθέσιμη ροή εξατμιζόμενου αερίου προς τους λέβητες όταν πίεση στους κύριους αγωγούς φορτίου πέσει κάτω από μια συγκεκριμένη τιμή.

5.2 ΈΛΕΓΧΟΣ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΥ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ ΦΟΡΤΙΟΥ

Η βαλβίδα ελέγχου έχει τέσσερα επίπεδα ελέγχου ως εξής:

- Αεραγωγός προστασίας δεξαμενής.
- Χειροκίνητη αναστολή εξαερισμού.
- Κατάσταση εξαερισμού.
- Χειροκίνητος εξαερισμός.

5.2.1. Αεραγωγός προστασίας δεξαμενής

Κατά τη λειτουργία του αεραγωγού προστασίας δεξαμενής, η βαλβίδα ελέγχου θα ανοίξει για πλήρη ροή (100% παροχή) όταν η πίεση στον κύριο αγωγό ατμών υπερβεί την τιμή 230 mbar. Η βαλβίδα θα μείνει σ 'αυτή την κατάσταση μέχρις ότου η πίεση στον κύριο αγωγό ατμών πέσει κάτω από 210

mbar και στο σημείο αυτό η βαλβίδα θα κλείσει. Κατά τη λειτουργία του αεραγωγού προστασίας δεξαμενής, ο χειροκίνητος εξαερισμός εμποδίζεται και δεν είναι διαθέσιμη ούτε η χειροκίνητη λειτουργία της εξαεριστικής βαλβίδας.

5.2.2. Χειροκίνητη αναστολή εξαερισμού

Στη χειροκίνητη διαδικασία αναστολής εξαερισμού, η εξαεριστική βαλβίδα θα παραμείνει κλειστή, όταν η εντολή αναστολής εξαερισμού έχει δοθεί από τη γέφυρα. Με αυτό τον τρόπο λειτουργίας δεν είναι διαθέσιμος χειροκίνητος χειρισμός της βαλβίδας. Η λειτουργία του αεραγωγού προστασίας δεξαμενής θα αγνοήσει την χειροκίνητη αναστολή εξαερισμού και θα ανοίξει τη βαλβίδα υπό υψηλή πίεση στον κύριο αγωγό ατμού.

5.2.3. Αυτόματη διαδικασία εξαερισμού

Σε κατάσταση εξαερισμού, το αυτόματο σύστημα ελέγχει το άνοιγμα της βαλβίδας εξαερισμού ανάλογα με την πίεση του κύριου αγωγού ατμού ενώ το εξατμιζόμενο αέριο κατευθύνεται στο μηχανοστάσιο για καύση στους λέβητες. Με αυτό τον τρόπο, η χειροκίνητη λειτουργία της βαλβίδας ελέγχου δεν είναι διαθέσιμη. Σε αυτό τον τρόπο η βαλβίδα ανοίγει και κλείνει πλήρως.

5.2.4. Χειροκίνητος εξαερισμός

Η χειροκίνητη λειτουργία εξαερισμού (συμπεριλαμβανομένου και του ελέγχου), πρέπει να χρησιμοποιείται κατά τη διάρκεια της προεργασίας για δεξαμενισμό και το ταξίδι μετά. Ο χειριστής θα θέσει το άνοιγμα της βαλβίδας εξαερισμού από 0 ~ 100%.

5.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Κάθε δεξαμενή φορτίου είναι εφοδιασμένη με δύο βαλβίδες ασφαλείας πίεσης – κενού, όπως απαιτείται από τον διεθνή κώδικα. Ο πρωτοβάθμιος και δευτεροβάθμιος χώρος μόνωσης είναι προστατευμένοι από δύο βαλβίδες ασφαλείας πίεσης ανά δεξαμενή φορτίου. Οι βαλβίδες έχουν σχεδιαστεί ειδικά για την εργασία για θαλάσσιες εγκαταστάσεις ΥΦΑ.

5.3.1 Βαλβίδες ασφαλείας των δεξαμενών φόρτωσης

Πίνακας 5.1 Βαλβίδες ασφαλείας

Κατασκευαστής	Fukui Seisakusho Co, LTD
Τύπος	PSL-MD13-131-LS1 (B) 10"x12"
Αριθμός Σετ	8
Αριθμός ανά δεξαμενή	2
Ρυθμίσεις	
Μέγιστη πίεση	250 mbar
Ταχύτητα ροής ανά βαλβίδα	33.230 Nm ³ / h

Οι βαλβίδες ασφαλείας των δεξαμενών φορτίου έχουν τοποθετηθεί στους θόλους ατμών κάθε δεξαμενής και είναι συνδεδεμένες σε δίκτυο αεραγωγών. Ένας ευαίσθητος αισθητήρας πίεσης της δεξαμενής φορτίου αναμεταδίδει την πίεση άμεσα στο χειριστήριο της βαλβίδας. Με τον τρόπο αυτό, ακριβής λειτουργία για χαμηλές πιέσεις που επικρατούν μέσα στη δεξαμενή είναι εξασφαλισμένη.

Οι βαλβίδες ασφαλείας φορτίου βαθμονομούνται αρχικά από τον κατασκευαστή για τις απαιτήσεις του πλοίου. Αν οι βαλβίδες επισκευαστούν από το προσωπικό του πλοίου, πρέπει να ελέγχονται και να επαναφέρονται στις αρχικές ρυθμίσεις.

Είναι εξαιρετικά σημαντικό το σύστημα αεραγωγών των βαλβίδων να ελέγχεται σε τακτική βάση και να καθαρίζεται από οποιαδήποτε συσσώρευση ύδατος. Αυτό γίνεται για να εξασφαλιστεί ότι οι βαλβίδες ασφαλείας λειτουργούν στις σωστές ρυθμίσεις τους, οι οποίες διαφορετικά θα μεταβληθούν εάν νερό συσσωρευτεί στο σύστημα αεραγωγών και εισχωρήσει στη βαλβίδα.

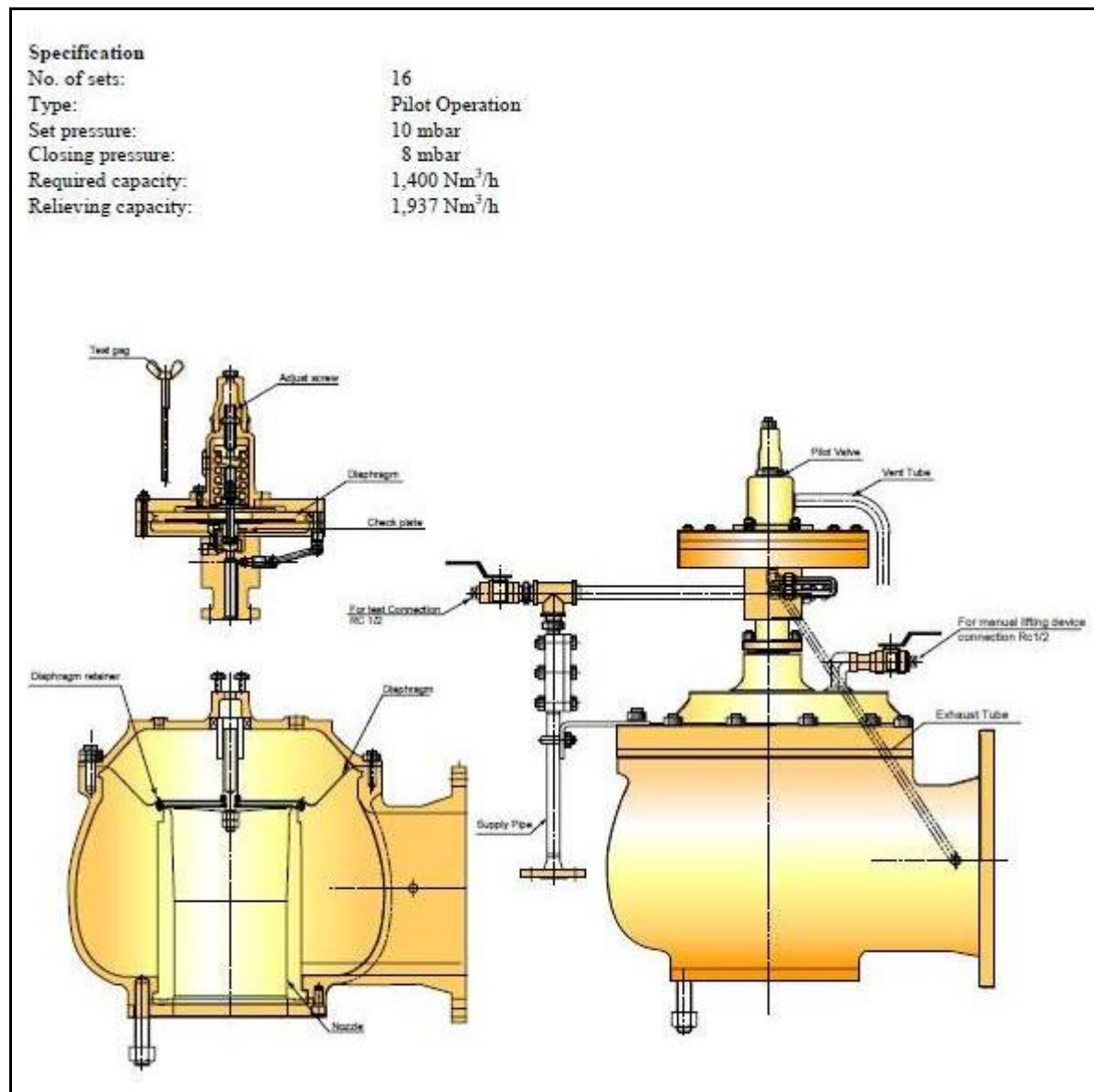
5.3.2 Συντήρηση

Κατά την επισκευή ή την επιθεώρηση των βαλβίδων ασφαλείας σε κατάσταση φόρτου – έρματος, αποσυναρμολογείστε τη βαλβίδα σύμφωνα με το πρότυπο του κατασκευαστή τους, μετά τοποθετήστε ένα μπαλόνι στο σωλήνα και αφαιρέστε το μετά τη συναρμολόγηση.

5.4 ΒΑΛΒΙΔΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΧΩΡΟΥ ΜΟΝΩΣΗΣ

Πίνακας 5.2

Κατασκευαστής	Fukui Seisakusho Co, Ltd
Τύπος	PSL-MD12-131-S1 (B) 6"x 6"
Αριθμός μονάδων	16
Αριθμός ανά δεξαμενή	
Πρωτοβάθμιος χώρος μόνωσης	2
Δευτεροβάθμιος χώρος μόνωσης	2
Ρυθμίσεις	
Μέγιστη πίεση	10 mbar
Ταχύτητα ροής ανά βαλβίδα	1937 Nm ³ /h



Σχήμα 5.1 : Εκτονωτικές βαλβίδες χώρου μόνωσης

Ο πρωτοβάθμιος και δευτεροβάθμιος χώρος μόνωσης προστατεύονται από 4 βαλβίδες ασφάλειας ανά δεξαμενή φορτίου.

Μια γραμμή ανίχνευσης αερίων οδηγεί κάτω από τις βαλβίδες, (ένα σημείο για τον πρωτοβάθμιο χώρο μόνωσης και ένα σημείο για τον δευτεροβάθμιο χώρο μόνωσης ανά δεξαμενή φορτίου) σε ένα σύστημα παρακολούθησης αερίου, για να δίνει μια σταθερή ένδειξη για την ατμόσφαιρα στο εσωτερικό του πρωτοβάθμιου και δευτεροβάθμιου χώρων μόνωσης.

Η έξοδος της κύριας βαλβίδας ασφάλειας του χώρου μόνωσης οδηγεί σε ένα ξεχωριστό αεραγωγό, που λειτουργεί παράλληλα με την κοινή γραμμή του συστήματος αεραγωγών. Αυτό γίνεται για την πρόληψη τυχόν αντίθετης πίεσης ή αντίστροφης ροής που μπορεί να συμβεί στο κύριο σύστημα αεραγωγών ή από το σύστημα «αναπνοής» του αζώτου.

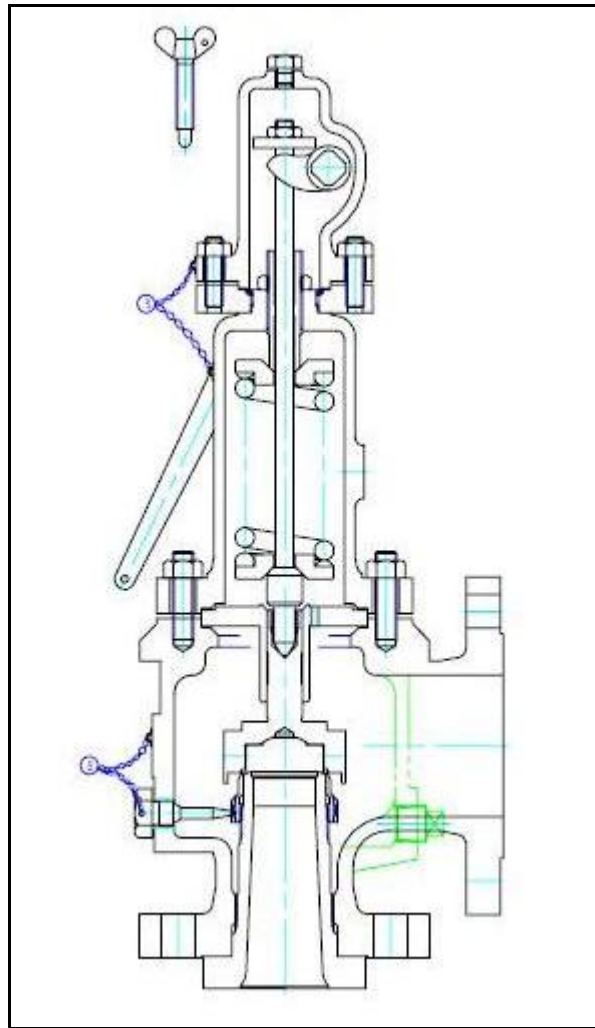
Είναι εξαιρετικά σημαντικό η γραμμή αεραγωγών να ελέγχεται σε τακτική βάση και να στραγγίζεται από οποιαδήποτε συσσώρευση ύδατος. Αυτό γίνεται για να εξασφαλιστεί ότι οι βαλβίδες ασφαλείας λειτουργούν στις σωστές ρυθμίσεις, οι οποίες διαφορετικά θα μεταβληθούν εάν το νερό που συσσωρεύεται στους αεραγωγούς εισχωρήσει στη βαλβίδα.

Οι βαλβίδες ασφαλείας του δευτεροβάθμιου χώρου μόνωσης εκβάλουν απευθείας στο κατάστρωμα, μέσω ενός σωλήνα που η άκρη του είναι προς τα κάτω. Δεν είναι απαραίτητο για αυτές να οδηγηθούν σε αεραγωγό γιατί η πιθανότητα ύπαρξης ατμών ΥΦΑ στο δευτεροβάθμιο χώρο μόνωσης είναι πολύ μικρή.

Οι βαλβίδες ασφαλείας του πρωτοβάθμιου και δευτεροβάθμιου χώρου μόνωσης βαθμονομούνται αρχικά από τον κατασκευαστή για τις απαιτήσεις του πλοίου. Αν οι βαλβίδες επισκευαστούν από το προσωπικό του πλοίου, πρέπει να ελέγχονται και να επαναφέρονται στις αρχικές ρυθμίσεις.

5.5 ΒΑΛΒΙΔΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΑΓΩΓΩΝ

Κάθε τμήμα των σωληνώσεων φορτίου, εκτός από την γραμμή των ατμών που μπορεί να απομονωθεί από δύο βαλβίδες, έχει εγκατεστημένη μια βαλβίδα ασφαλείας.



Σχήμα 5.2 : Εκτονωτική βαλβίδα αγωγού

Πίνακας 5.3

Κατασκευαστής	Fukui Seisakusho Co, Ε.Π.Ε.
Τύπος	REC131-S1 (E)
Ρυθμίσεις	
Πίεση ασφάλειας	1203 mbar
Ταχύτητα ροής ανά βαλβίδα	6853 Nm ³ /h

6 ΑΝΤΛΙΕΣ ΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ ΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ

6.1 ΑΝΤΛΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ

6.1.1. Γενική Περιγραφή

Κάθε κύρια αντλία φορτίου καταθλίβει 1700 m³/h ΥΦΑ. Για τα βέλτιστα δυνατά αποτελέσματα εκφόρτωσης, η ολική εκφόρτωση θα διεξάγεται με 8 αντλίες συνδεδεμένες παράλληλα.

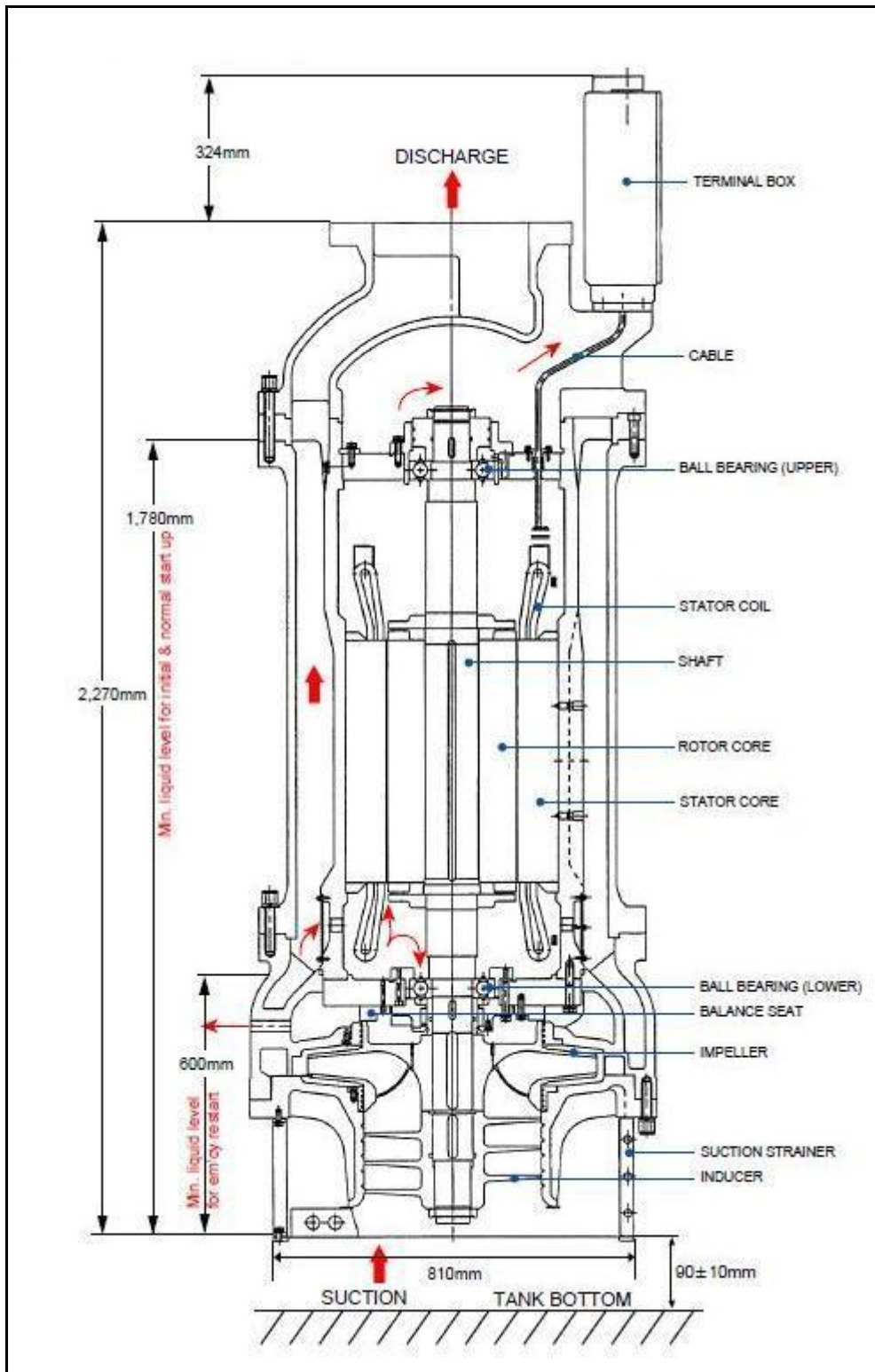
Οι βαλβίδες κατάθλιψης της αντλίας θα ρυθμίζονται ώστε να εξασφαλίζουν την καλύτερη δυνατή απόδοση που υποδεικνύεται από το διάγραμμα απόδοσης της αντλίας.

Κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης, οι αλλαγές ρυθμού ροής και στάθμης δεξαμενών θα μεταβάλουν αυτές τις μετρήσεις και η βαλβίδα κατάθλιψης θα πρέπει να αναπροσαρμοσθεί αναλόγως.

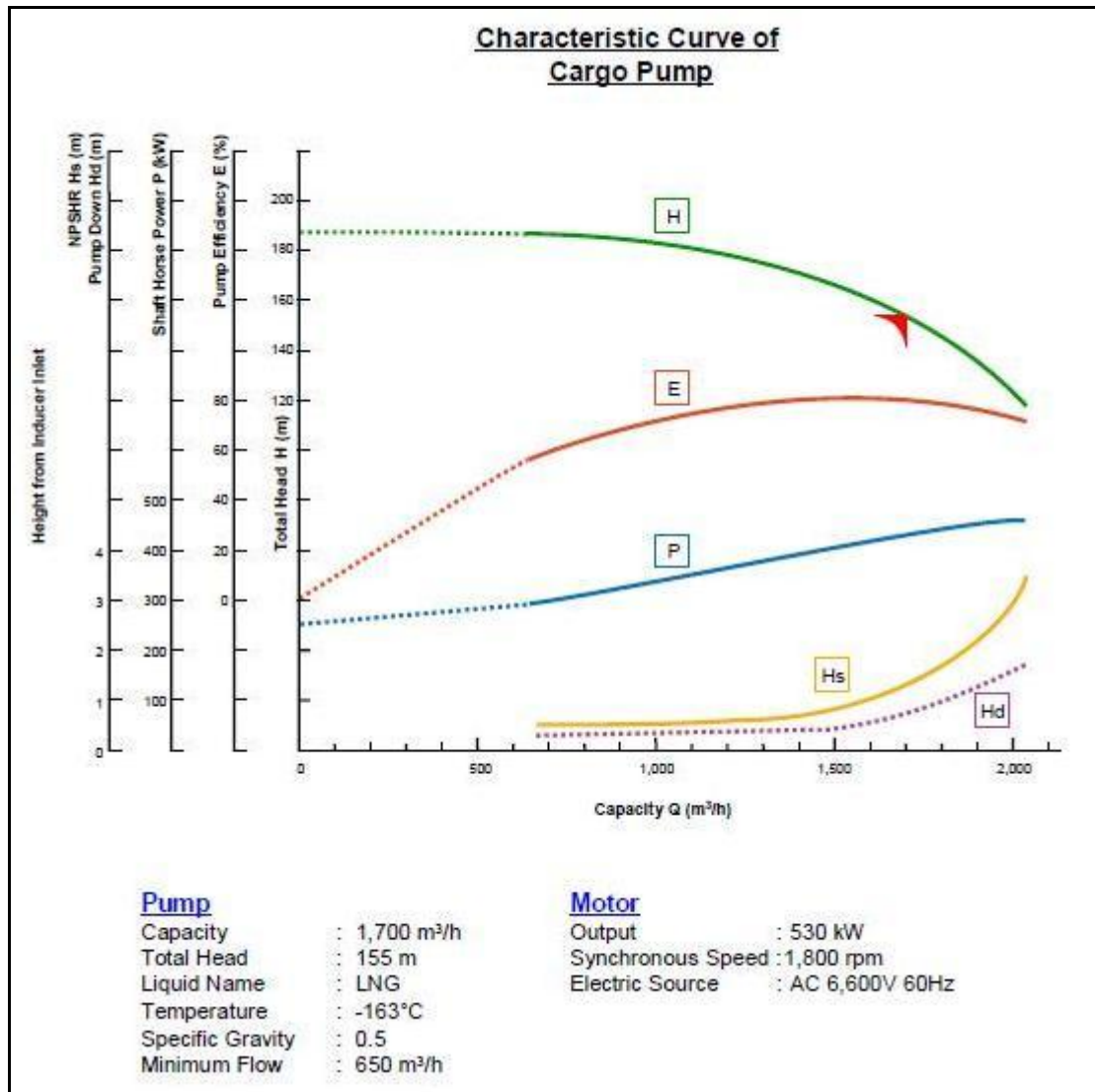
Πίνακας 6.1 : Αντλία φορτίου

Κατασκευαστής	Shinko Ind. Ltd.
Μοντέλο αντλίας	SM350
Παροχή	1700 m ³ /h
Ολικό ύψος	155 m
Θερμοκρασία σχεδιασμού	-163 °C
Χρόνος επαναφοράς σε κανονικές συνθήκες	3 ώρες
Πίεση σχεδιασμού	10bar
Σχετικό βάρος υγρού	0,5
Ισχύς άξονα	443 KW
Απόδοση	81%
Φορά περιστροφής	Δεξιόστροφη
Ελάχιστο ύψος εκκίνησης	1,9 m
Ελάχιστο ύψος επανεκκίνηση	0,69 m
Ροή λειτουργίας	1,4 / 0,7 m
Ελάχιστη ροή	0,5 / 0,3 m
Ελάχιστη παροχή	650 m ³ /h
Κινητήρας	
Τύπος	Κατακόρυφος βυθιζόμενος 3-φασικός Επαγωγικός
Ονομαστική ισχύς	530 kW
Σύγχρονη ταχύτητα	1800 rpm
Ηλεκτρική ισχύς πηγής	AC 6600V / 60Hz
Ονομαστικό ρεύμα	62 A
Ρεύμα εκκίνησης	400 A
Κατηγορία Μόνωσης	Class F
Ελάχιστη τάση εκκίνησης	85%
Ελάχιστη τιμή αντίστασης για εκκίνηση	5 MΩ

Υπό κανονικές συνθήκες θα πρέπει να είναι δυνατό να διατηρηθεί όλη η δυνατότητα κατάθλιψης μέχρι η στάθμη της δεξαμενής να προσεγγίσει περίπου τα 1,9 m, στο σημείο αυτό στην αντλία θα αρχίσει το φαινόμενο της σπηλαιώσης και θα χαθεί η αναρρόφηση όπως φαίνεται από τις διακυμάνσεις της πίεσης κατάθλιψης και τις αναγνώσεις του αμπερομέτρου.



Σχήμα 6.1 : Κύρια Αντλία Φορτίου



Σχήμα 6.2 : Χαρακτηριστική Κύριας Αντλίας Φορτίου

Οι βαλβίδες κατάθλιψης θα πρέπει να ρυθμιστούν ώστε να σταθεροποιήσουν τις συνθήκες και αν είναι απαραίτητο, μία αντλία θα τεθεί εκτός λειτουργίας. Οι υπόλοιπες αντλίες θα πρέπει σταδιακά να ρυθμιστούν για τη διατήρηση της αναρρόφησης και για να εμποδιστεί η λειτουργία κατάθλιψης σε χαμηλή πίεση, μέχρι το επίπεδο των 0,369 m.

Ρυθμίζοντας τη διαγωγή του σκάφους 1 μέτρο ή περισσότερο από την πρύμνη, θα πρέπει να είναι δυνατό να μειωθεί η ποσότητα των υγρών που παραμένουν στις δεξαμενές στο ελάχιστο, αν αυτό ζητηθεί.

Οι αντλίες φορτίου μπορούν να λειτουργούν σε κλειστό κύκλωμα σε δικές τους δεξαμενές, ανοίγοντας τη βαλβίδα φόρτωσης. Αυτό μπορεί να απαιτείται, εάν η εκφόρτωση σταματήσει προσωρινά όταν οι δεξαμενές είναι σε χαμηλή στάθμη, έτσι αποφεύγεται το πρόβλημα της επαναλειτουργίας για χαμηλές στάθμες και χαμηλή πίεση.

Η αντλία θα πρέπει να ελέγχεται πριν από την άφιξη στο λιμάνι προορισμού σε ήρεμη θάλασσα και κατά τη διάρκεια της φόρτωσης, όταν η δεξαμενή είναι περίπου 4 ~ 5 m.

Οι αντλίες φορτίου θα πρέπει να σταματούν αυτόματα σε οποιαδήποτε από τις ακόλουθες περιπτώσεις:

1. Όταν η πίεση της δεξαμενής φορτίου είναι κάτω ή ίση με την πίεση στον πρωτογενή χώρο μόνωσης συν 5,0 mbar.
2. Η πίεση στον κύριο αγωγό ατμού είναι μικρότερη ή ίση με την ατμοσφαιρική πίεση συν 3,0 mbar.
3. Πολύ υψηλή στάθμη δεξαμενών φορτίου (99,0% του όγκου).
4. Ενεργοποίηση διάταξης έκτακτης διακοπής.
5. Ενεργοποίηση διακοπής από το πλοίο ή την ξηρά: πνευματικώς, μέσω οπτικών ινών ή ηλεκτρικά (στάδιο 1).
6. Μόνο μια φάση στον κινητήρα.
7. Χαμηλό ρεύμα κινητήρων.
8. Υψηλό ρεύμα κινητήρων (ηλεκτρική υπερφόρτωση).
9. Χαμηλή πίεση εκφόρτωσης με χρονική καθυστέρηση στην εκκίνηση.
10. Στάση από αντλιοστάσιο.
11. Ενεργοποίηση του συστήματος έκτακτης διακοπής (στάδιο 2).
12. Χαμηλή στάθμη δεξαμενής φορτίου.

Δοκιμή μόνωσης όλων των αντλιών πρέπει να διενεργηθεί μετά την αναχώρηση από τον λιμένα φόρτωσης ώστε να αποδειχτεί ότι όλες οι αντλίες λειτουργούν και να δοθεί χρόνος για την εγκατάσταση της αντλίας έκτακτης ανάγκης φορτίου. Αποσύνδεση από τη γραμμή μόνωσης από το σταθμό ξηράς

απαιτείται πριν από τη διενέργεια της εν λόγω δοκιμής. Η αντλία δεν πρέπει να αρχίσει ή να λειτουργεί με κλειστή τη βαλβίδα εκφόρτωσης λόγω πιθανής ζημίας που μπορεί να οδηγήσει σε ανεπαρκή ψύξη και λίπανση για τον κινητήρα και τους τριβείς και σε υπερβολικά επίπεδα κραδασμών που συνδέονται με συνθήκες μηδενικής ροής.

Η επανεκκίνηση των αντλιών κατά την κανονική λειτουργία τους περιορίζεται ανάλογα με την στάθμη υγρού πάνω από το βυθισμένο ηλεκτρικό κινητήρα. Οι αντλίες δεν μπορούν να τεθούν εκ νέου σε λειτουργία, όταν η στάθμη υγρού στη δεξαμενή είναι κάτω από 700 mm.

1. Για στάθμη υγρού στη δεξαμενή 1,9m ή παραπάνω, από τον πυθμένα. Ο κινητήρας μπορεί να εκκινήσει και να σταματήσει πιέζοντας δύο φορές. Η τρίτη εκκίνηση θα πρέπει να εκτελείται μετά από περισσότερο από 15 λεπτά από τη δεύτερη στάση.
2. Για στάθμη υγρού στη δεξαμενή 1,9m ή λιγότερο, από τον πυθμένα. Η δεύτερη εκκίνηση θα πρέπει να εκτελείται μετά από περισσότερο από 30 λεπτά από την πρώτη διακοπή.

6.1.2. Ακολουθία εκκίνησης αντλίας φορτίου

Οι αντλίες φορτίου μπορούν να εκκινήσουν ξεκινώντας την ακολουθία εκφόρτωσης φορτίου ή από το κουμπί εκκίνησης στην δεξαμενή φορτίου.

Η εντολή λειτουργίας της αντλίας για την ακολουθία εκφόρτωσης ή από την δεξαμενή φορτίου θα ενεργοποιήσει μια σειρά για το άνοιγμα των βαλβίδων (βαλβίδα απαλλαγής και βαλβίδα πλήρωσης) και μια αίτηση για ηλεκτρική ισχύ.

Οι αντλίες μπορούν επίσης να εκκινήσουν χειροκίνητα, είτε εξ αποστάσεως μέσω H/Y ή από τον πίνακα διανομής. Η χειροκίνητη εκκίνηση θα απαγορεύεται μέχρι οι βαλβίδες απαλλαγής και πλήρωσης να είναι στη σωστή θέση για την εκκίνηση της αντλίας. Κάθε δεξαμενή έχει δύο κύριες αντλίες φορτίου.

Είναι δυνατόν να ξεκινήσουν και οι δύο αντλίες σε κάθε δεξαμενή πριν ανοίξει η βαλβίδα απομόνωσης υγρών, πριν συνεχίσουμε στην επόμενη δεξαμενή.

Βαλβίδα απομόνωσης. Ο χειριστής μπορεί να ξεκινήσει μετά τις άλλες αντλίες μεμονωμένα από τις δεξαμενές φορτίου ή να περάσουμε στην επόμενη δεξαμενή. Ωστόσο, ο χειριστής μπορεί να ξεκινήσει τις αντλίες για τις άλλες δεξαμενές πριν τελειώσει από την μια δεξαμενή φορτιού, αν απαιτείται μια ταχύτερη έναρξη λειτουργίας.

Πριν την έναρξη της ακολουθίας βεβαιωθείτε ότι οι αντλίες και οι βαλβίδες είναι στο αυτόματο. Οι ελεγκτές θα είναι στο αυτόματο κατά τη διάρκεια της ακολουθίας.

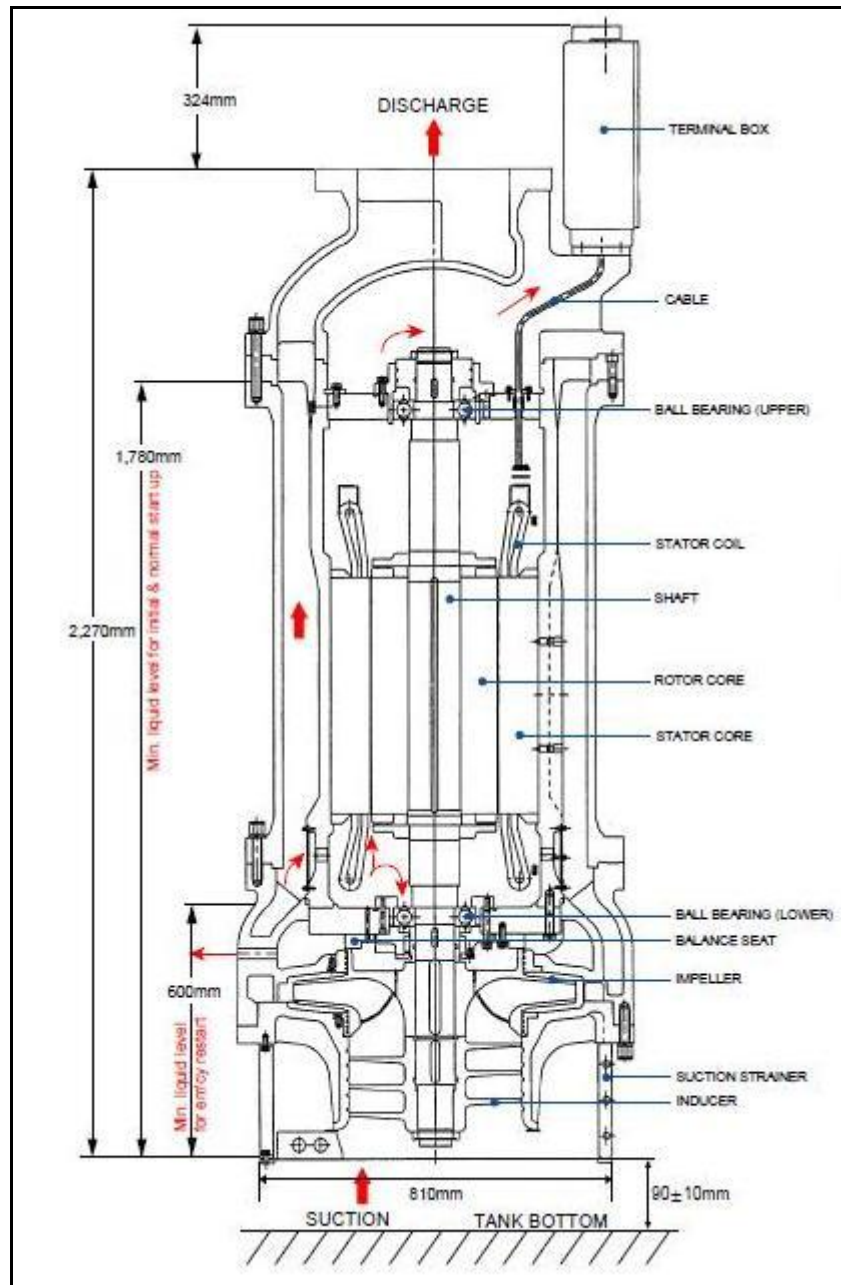
6.2 Η ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΤΙΚΗ – ΨΕΚΑΣΤΙΚΗ ΑΝΤΛΙΑ

Η αποστραγγιστική – ψεκαστική αντλία είναι εγκατεστημένη σε κάθε δεξαμενή φορτίου για την ψύξη και την αναγκαστική εξαέρωση του ΥΦΑ.

Οι αντλίες ξεκινούν και σταματούν από το κεντρικό δωμάτιο ελέγχου. Σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης όλες οι αντλίες θα σταματήσουν με την ενεργοποίηση του συστήματος έκτακτης ανάγκης.

Πίνακας 6.2 : Αποστραγγιστική – ψεκαστική αντλία

Κατασκευαστής	Shinko Ind. Ltd.
Μοντέλο αντλίας	SM65-2
Παροχή	50 m ³ / h
Ολικό ύψος	135 m
Θερμοκρασία σχεδιασμού	-163 ° C
Χρόνος επαναφοράς σε κανονικές συνθήκες	3 ώρες
Πίεση σχεδιασμού	10 bar
Σχετικό βάρος υγρού	0,5
Ισχύς άξονα	17 kW
Απόδοση	54%
Φορά περιστροφής	Δεξιόστροφη
Ελάχιστο ύψος εκκίνησης	1,13 m
Ελάχιστο ύψος επανεκκίνηση	0,45 m
Ροή λειτουργίας	0,4 / 0,2 m
Ελάχιστη ροή	0,25 / 0,15 m
Ελάχιστη παροχή	20 m ³ / h
Κινητήρας	
Τύπος	Κατακόρυφος βυθιζόμενος 3-φασικός Επαγωγικός
Ονομαστική ισχύς	22 kW
Σύγχρονη ταχύτητα	3600 rpm
Ηλεκτρική ισχύς πηγής	440V AC / 60Hz
Ονομαστικό ρεύμα	43 A
Ρεύμα εκκίνησης	265 A
Κατηγορία Μόνωσης	Κλάση F
Ελάχιστη τάση εκκίνησης	85%
Ελάχιστη τιμή αντίστασης για εκκίνηση	1 MΩ

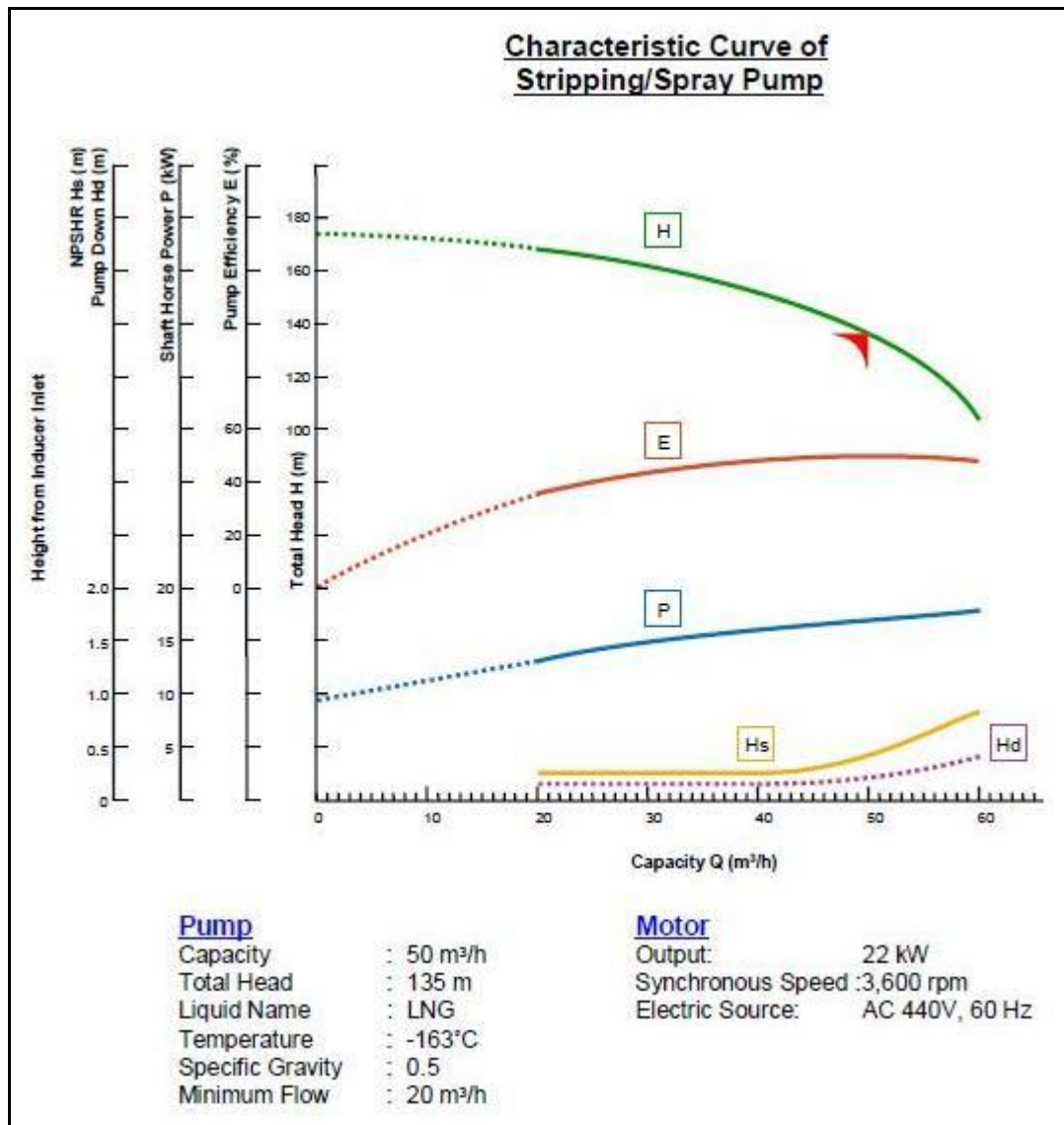


Σχήμα 6.3 : Αποστραγγιστική – ψεκαστική αντλία

Οι περιπτώσεις, όταν οι αντλίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν:

1. Ψύξη των κύριων αγωγών υγρού πριν από την εκφόρτωση.
2. Ψύξη των δεξαμενών φορτίου κατά τη διάρκεια ταξιδιού με έρμα πριν από την άφιξη στον σταθμό φόρτωσης καταθλίβοντας ΥΦΑ μέσω των ψεκαστικών γραμμών στις δεξαμενές φορτίου.

3. Αντληση ΥΦΑ από τις δεξαμενές προς αναγκαστική εξαέρωση ή προς τον εξατμιστή ΥΦΑ (περίπτωση έκτακτης ανάγκης) όταν αναγκαστική εξαέρωση του, απαιτείται για τους λέβητες.
4. Να επιτρέπουν την αποστράγγιση κάθε δεξαμενής φορτίου όσο περισσότερο γίνεται για λόγους, όπως η είσοδος τεχνικών στη δεξαμενή φορτίου.



Σχήμα 6.4 : Χαρακτηριστική Αποστραγγιστικής – ψεκαστικής αντλίας

Για την αποστράγγιση, η αποστραγγιστική – ψεκαστική αντλία θα πρέπει να έχει ξεκινήσει αρκετά νωρίς για να αποφευχθούν πιθανά προβλήματα στην εκκίνηση λόγω των πολύ χαμηλών σταθμών υγρού (περίπου 0,48m).

Η αποστραγγιστική – ψεκαστική αντλία θα πρέπει να σταματήσει αυτόματα για τους εξής λόγους:

1. Όταν η πίεση της δεξαμενής φορτίου είναι κάτω ή ίση με την πίεση στον πρωτογενή χώρο μόνωσης συν 5,0 mbar.
2. Η πίεση στον κύριο αγωγό ατμού είναι μικρότερη ή ίση με την ατμοσφαιρική πίεση συν 3,0 mbar.
3. Πολύ υψηλή στάθμη δεξαμενών φορτίου (99,0% του όγκου).
4. Ενεργοποίηση διάταξης έκτακτης διακοπής.
5. Ενεργοποίηση διακοπής από το πλοίο ή την ξηρά: πνευματικώς, μέσω οπτικών ινών ή ηλεκτρικά (στάδιο 1).
6. Χαμηλό ρεύμα κινητήρα
7. Υψηλό ρεύμα κινητήρα (ηλεκτρική υπερφόρτωση).
8. Χαμηλή πίεση εκφόρτωσης με χρονική καθυστέρηση στην εκκίνηση.
9. Στάση από αντλιοστάσιο.
10. Ενεργοποίηση του συστήματος έκτακτης διακοπής (στάδιο 2).
11. Χαμηλή στάθμη δεξαμενής φορτίου.

Η επανεκκίνηση των αντλιών κατά την κανονική λειτουργία τους είναι απαγορευμένη, συμφωνά με τη στάθμη υγρού πάνω από το βυθισμένο ηλεκτρικό κινητήρα. Οι αντλίες δεν μπορούν να τεθούν εκ νέου σε λειτουργία, όταν η στάθμη της δεξαμενής υγρών είναι κάτω από 0,45 m.

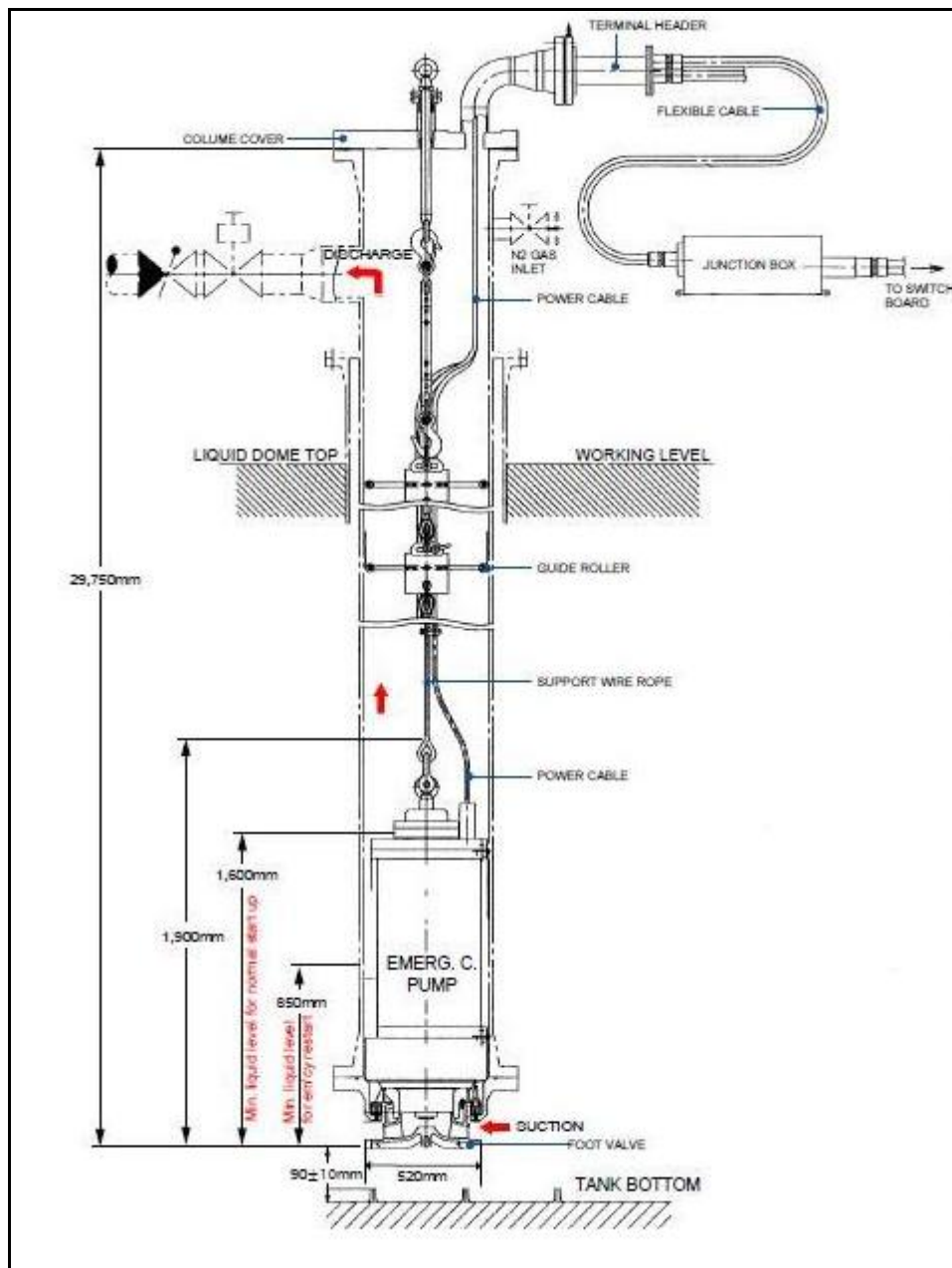
1. Για στάθμη υγρού στη δεξαμενή 1,13m ή παραπάνω, από τον πυθμένα. Ο κινητήρας μπορεί να εκκινήσει και να σταματήσει πιέζοντας δύο φορές. Η τρίτη εκκίνηση θα πρέπει να εκτελείται μετά από περισσότερο από 15 λεπτά από τη δεύτερη στάση.
2. Για στάθμη υγρού στη δεξαμενή 1,13m ή λιγότερο, από τον πυθμένα. Η δεύτερη εκκίνηση θα πρέπει να εκτελείται μετά από περισσότερο από 30 λεπτά από την πρώτη διακοπή.

Σε περίπτωση που υπάρχει κλείδωμα στροφείου εκκίνησης, προσπαθήστε να εκκινήσετε πάλι μόνο μετά από 30 λεπτά και μην υπερβείτε τις δυο επανεκκίνησης στο σύνολο.

6.3. ΑΝΤΛΙΑ ΦΟΡΤΙΟΥ ΕΚΤΑΚΤΗΣ ΑΝΑΓΚΗΣ

Πίνακας 6.3 : Αντλία φορτίου έκτακτης ανάγκης

Κατασκευαστής	Shinko Ind. Ltd.
Μοντέλο αντλίας	SMR200
Παροχή	550 m ³ / h
Ολικό ύψος	155 m
Θερμοκρασία σχεδιασμού	-163 ° C
Χρόνος επαναφοράς σε κανονικές συνθήκες	3 ώρες
Πίεση σχεδιασμού	10 bar
Σχετικό βάρος υγρού	0,5
Ισχύς άξονα	161 kW
Απόδοση	72%
Φορά περιστροφής	Δεξιόστροφη
Ελάχιστο ύψος εκκίνησης	1,69 m
Ελάχιστο ύψος επανεκκίνηση	0,94 m
Ροή λειτουργίας	1,4 / 0,7 m
Ελάχιστη ροή	0,5 / 0,3 m
Ελάχιστη παροχή	220 m ³ / h
Κινητήρας	
Τύπος	Κατακόρυφος βυθιζόμενος 3-φασικός Επαγωγικός
Ονομαστική ισχύς	200 kW
Σύγχρονη ταχύτητα	3600 rpm
Ηλεκτρική ισχύς πηγής	440V AC / 60Hz
Ονομαστικό ρεύμα	355 A
Ρεύμα εκκίνησης	2500 A
Κατηγορία Μόνωσης	Κλάση F
Ελάχιστη τάση εκκίνησης	85%
Ελάχιστη τιμή αντίστασης για εκκίνηση	1 MΩ



Σχήμα 6.5 : Αντλία φορτίου έκτακτης ανάγκης

Κάθε δεξαμενή φορτίου είναι εξοπλισμένη με μια αντλία έκτακτης ανάγκης.

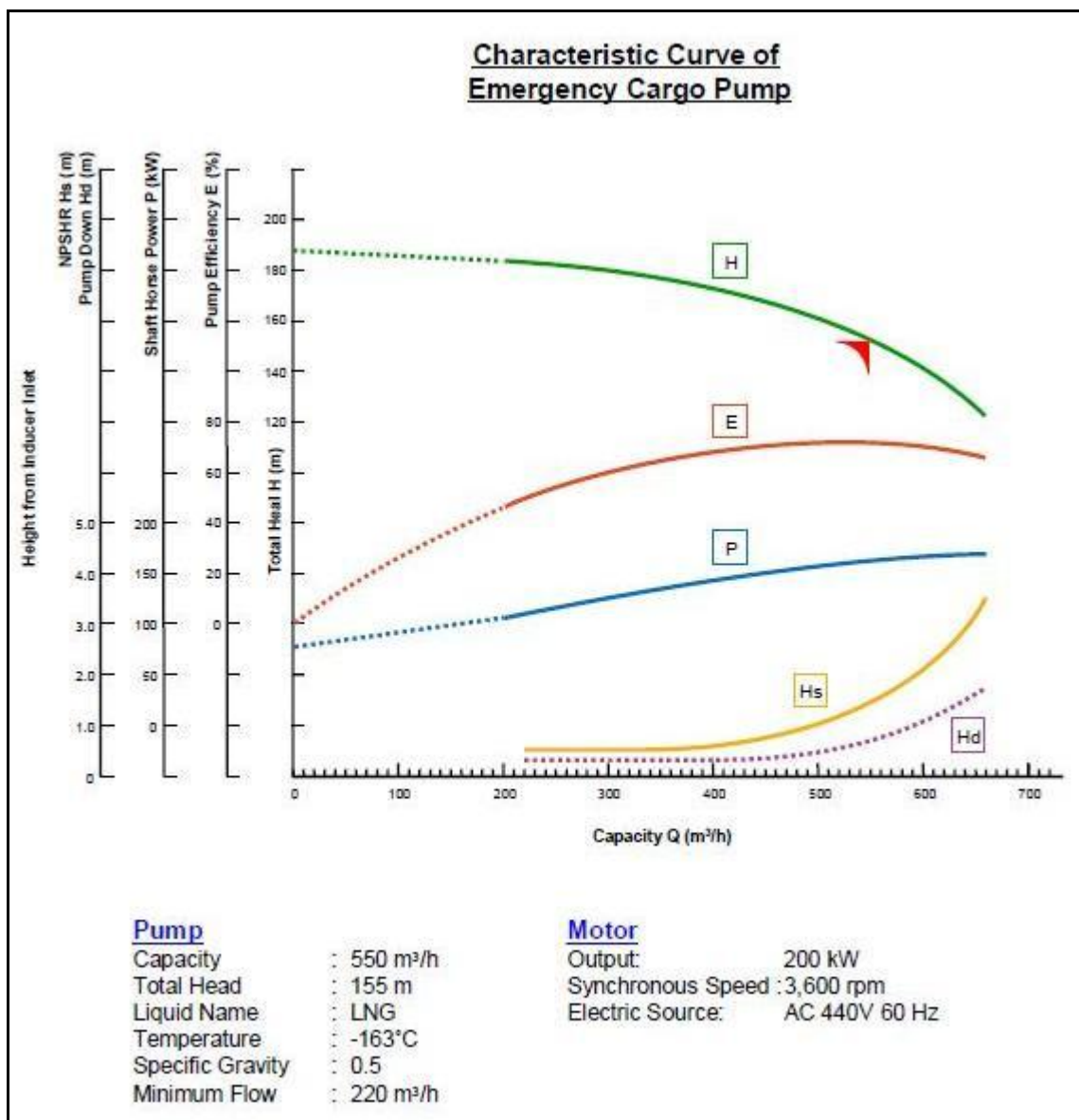
Αυτή η αντλία έχει μια βαλβίδα ποδός που συγκρατείται από εξαιρετικά τανημένα ελατήρια σε κλειστή θέση.

Εάν συμβεί βλάβη της μιας ή και στις δύο κύριες αντλίες φορτίου σε μία δεξαμενή και απαιτηθεί η χρήση της αντλίας έκτακτης ανάγκης, η αντλία

έκτακτης ανάγκης βυθίζεται στο φρεάτιο έκτακτης ανάγκης αφού αυτό έχει καλά πληρωθεί με άζωτο.

Το βάρος της αντλίας έκτακτης ανάγκης ξεπερνά την τάνυση των ελατηρίων και ανοίγει η βαλβίδα ποδός.

Μια μικρή ροή του αζώτου πρέπει να διατηρηθεί, επειδή έχει εγκατασταθεί η αντλία.



Σχήμα 6.6 : Χαρακτηριστική αντλίας φορτίου έκτακτης ανάγκης

Πριν από την έναρξη αυτής της επιχείρησης είναι σημαντικό να μειωθεί η πίεση της δεξαμενής κοντά στην ατμοσφαιρική πίεση όσο είναι δυνατό και να διατηρηθεί σε αυτή την πίεση καθ' όλη την επιχείρηση.

Οι ηλεκτρικές συνδέσεις γίνονται στο σταθερό κουτί διανομής που βρίσκεται δίπλα σε κάθε φρεάτιο αντλίας.

Μια ειδική μαλακή μίζα είναι διαθέσιμη με ένα διακόπτη που τοποθετείται στον πίνακα φορτίου. Αυτή η μίζα τροφοδοτεί τέσσερα σταθερά κουτιά διανομής.

Όλα τα συστήματα ασφαλείας έχουν μεταφερθεί στην αντλία έκτακτης ανάγκης, όταν αυτό το κύκλωμα έχει αναλάβει, καθώς είναι το ίδιο για τις κύριες αντλίες φορτίου.

Η επανεκκίνηση των αντλιών κατά την κανονική λειτουργία τους περιορίζεται ανάλογα με τη στάθμη υγρού πάνω από το βυθισμένο ηλεκτρικό κινητήρα. Οι αντλίες δεν μπορούν να τεθούν εκ νέου σε λειτουργία, όταν η στάθμη των δεξαμενών υγρού είναι κάτω από 950 mm. Ο κινητήρας θα πρέπει να ξεκινήσει μόνο μία φορά αν είναι δυνατόν. Αν είναι αναπόφευκτα απαραίτητο να ξεκινήσει πάλι, επανεκκινήστε τον κινητήρα μετά από περισσότερο από 15 λεπτά από τη στάση του.

6.4. ΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ

Δύο High Duty (HD) συμπιεστές, είναι εγκατεστημένοι σε ειδικό χώρο στο κατάστρωμα, είναι εφοδιασμένοι για την επεξεργασία αεριοδών υγρών, ατμών ΥΦΑ και διάφορα μείγματα ατμού ΥΦΑ, αδρανούς αερίου ή ξηρού αέρα κατά τη διάρκεια της ψύξης, λειτουργία φόρτωσης και της συντήρησης των δεξαμενών.

Δύο Low Duty (LD) συμπιεστές, που έχουν εγκατασταθεί στον ειδικό χώρο στο κατάστρωμα, είναι εφοδιασμένοι για τη διαχείριση των ατμών ΥΦΑ

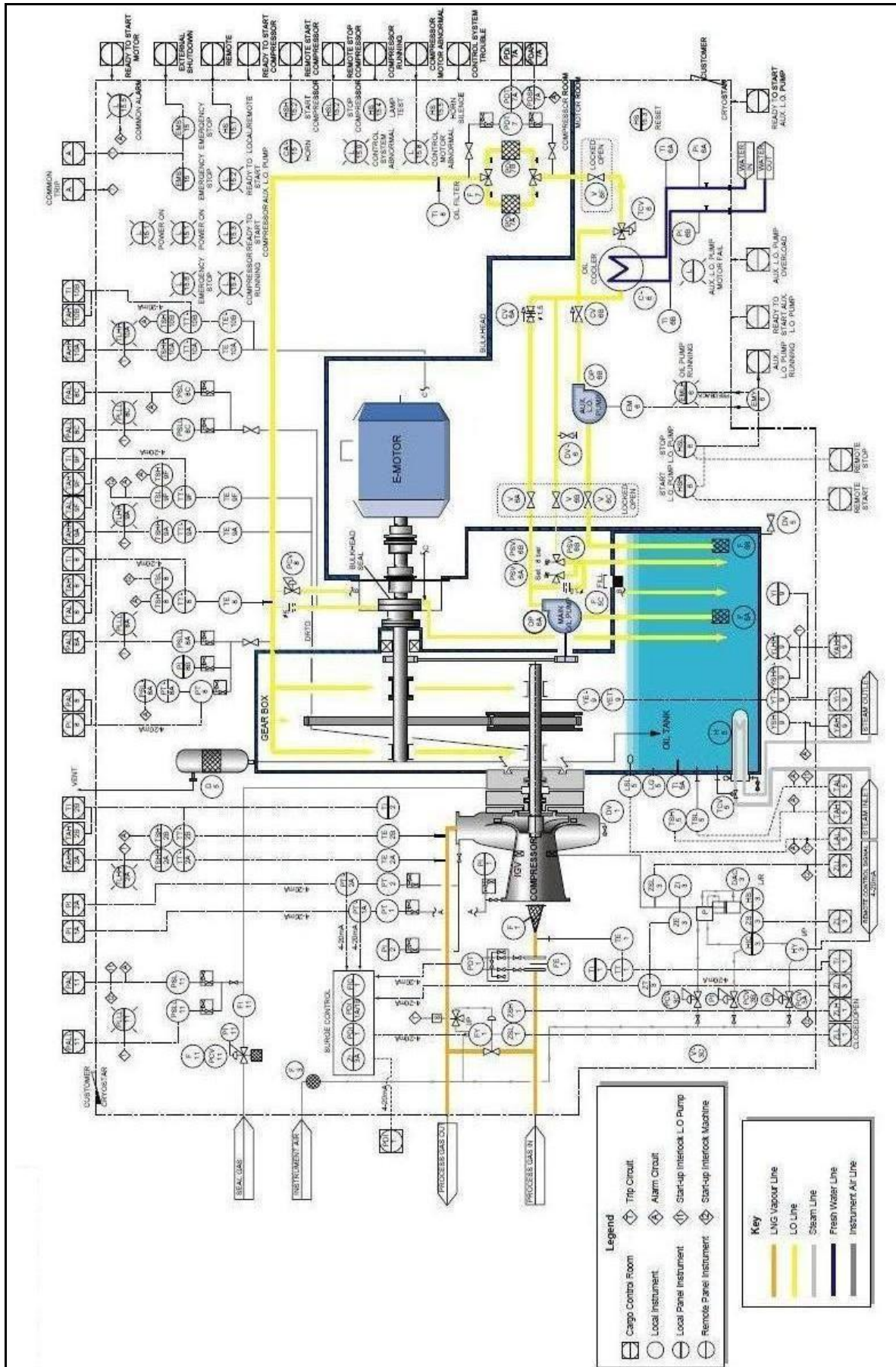
για τον λέβητα που παράγονται από το φυσικό βρασμό και την αναγκαστική εξάτμιση, οι οποίοι χρησιμοποιούνται ως καύσιμο.

Οι HD και LD συμπιεστές καθοδηγούνται από ηλεκτρικούς κινητήρες, που έχουν εγκατασταθεί σε ένα δωμάτιο ηλεκτροκινητήρων και διαχωρίζονται από το δωμάτιο συμπιεστών με αεροστεγές διάφραγμα, ο άξονας διαπερνά το διάφραγμα με αεροστεγή στεγανοποιητικό άξονα.

6.4.1 HD Συμπιεστές

Πίνακας 6.4 : Προδιαγραφών HD Συμπιεστών

Κατασκευαστής	Cryostar
Μοντέλο	CM 400/55
Τύπος	Φυγοκεντρικός ενός σταδίου. Σταθερής ταχύτητας με ρυθμιζόμενα πτερύγια
Αρ. σετ	2
Παροχή ροής (σχεδιασμού)	35000 m ³ /h
Πίεση εισόδου	1,06 bar(a)
Πίεση εξόδου	1,96 bar(a)
Θερμοκρασία εισαγωγής (σχεδιασμού)	-140 °C
Θερμοκρασία εξαγωγής (σχεδιασμού)	-109,7 °C
Ταχύτητα άξονα	11200 rpm
Οδηγός ρύθμισης πτερυγίων εισόδου	-30 έως +80 μοίρες
Κινητήρας	
Κατασκευαστής	Hyundai heavy Ind. Co.
Ηλεκτρική πηγή	6600 V / 60Hz
Ισχύς κινητήρα	1000 kW
Ταχύτητα περιστροφής	3580 rpm



Σχήμα 6.7 : Δίκτυο συμπιεστή HD

Οι συμπιεστές λειτουργούν τοπικά ή από το κεντρικό δωμάτιο ελέγχου.

6.4.1.1. Σύστημα σφραγιστικού αερίου

Το σύστημα σφραγιστικού αερίου αποτελεί προϋπόθεση για την αποφυγή ατμών του ελαίου λίπανσης να εισέλθουν στην διαδικασία ατμού (συμπύεση ατμών ΥΦΑ) και να αποφευχθεί η ροή ψυχρού αερίου στο γρاناζοκιβώτιο και το σύστημα ελαίου λίπανσης. Το σφραγιστικό αέριο είναι το άζωτο που παράγεται από τις γεννήτριες αζώτου, τύπου μεμβράνης στο μηχανοστάσιο.

Το σφραγιστικό αέριο διοχετεύεται στο δακτύλιο του άνθρακα με αεροστεγές σφράγισμα τύπου λαβυρίνθου, μεταξύ του κομβίου του άξονα του γρاناζοκιβωτίου και του τροχού του συμπιεστή.

Το σύστημα συντηρείται από μια βαλβίδα ελέγχου πίεσης όπου η πίεση του σφραγιστικού αερίου είναι πάντοτε υψηλότερη από την πίεση αναρρόφησης (συνήθως προσαρμόζονται στα 300 mbar).

Το σφραγιστικό αέριο που εισέρχεται στο γρاناζοκιβώτιο από το αεροστεγές σφράγισμα του άξονα επιστρέφεται στο φρεάτιο ελαίου λίπανσης, όπου διαχωρίζεται από το έλαιο και εξαερώνεται στην ατμόσφαιρα.

Μετά από μια περίοδο πάνω από 8 ημέρες μη λειτουργίας, η μονάδα πρέπει να καθαριστεί με ζεστό και ξηρό άζωτο. Όσο το σύστημα λειτουργεί, η μηχανή μπορεί να παραμείνει σε αναμονή, για εκτενείς περιόδους.

Το σφραγιστικό αέριο παρέχεται από το σύστημα αζώτου του σκάφους. Η πίεση του σφραγιστικού αερίου παρακολουθείται από το κέντρο ελέγχου.

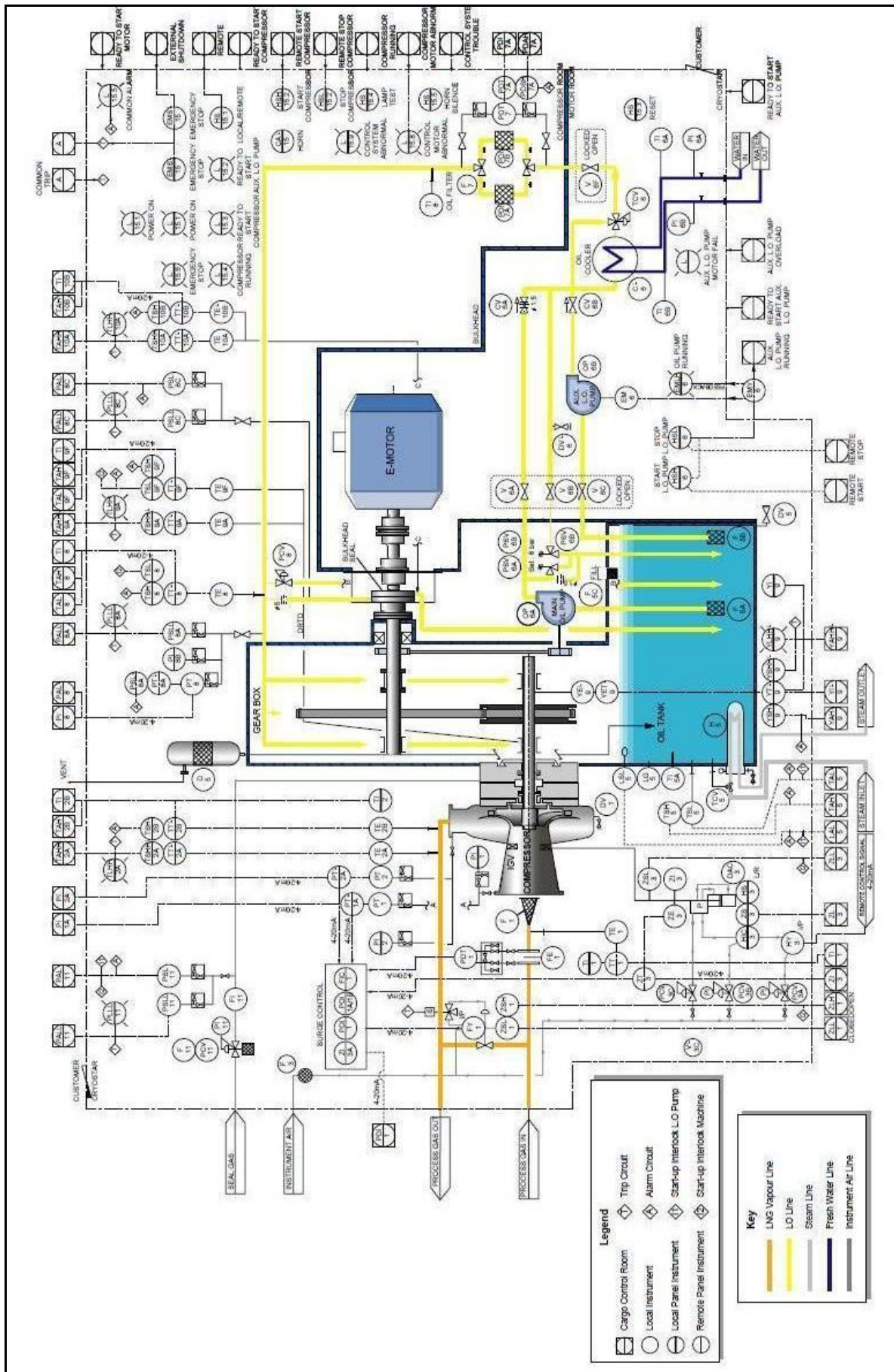
- i. Ο διακόπτης χαμηλής πίεσης ενεργοποιεί το συναγερμό
- ii. Ο διακόπτης χαμηλής-χαμηλής πίεσης ενεργοποιεί την στάση λειτουργίας του συμπιεστή.

6.4.2 LD Συμπιεστές

Πίνακας 6.5 : Προδιαγραφές LD Συμπιεστών

Κατασκευαστής	Cryostar
Μοντέλο	CM 300/45
Τύπος	Φυγοκεντρικές Ενός σταδίου. Με ρυθμιζόμενα πτερύγια
Παροχή όγκου (σχεδιασμού)	8500 m ³ /h
Πίεση εισόδου (σχεδιασμού)	1,06 bar(a)
Πίεση εξόδου (σχεδιασμού)	1,96 bar(a)
Θερμοκρασία εισαγωγής (σχεδιασμού)	-42 °C
Θερμοκρασία εξαγωγής (σχεδιασμού)	3,3 °C
Ταχύτητα άξονα	24000 rpm
Οδηγός ρύθμισης πτερύγιων εισόδου	-30 έως +80 μοίρες
Κινητήρας	
Κατασκευαστής	Hyundai heavy Ind. Co.
Ηλεκτρική πηγή	440 V / 60Hz
Ισχύς κινητήρα	260 kW
Ταχύτητα περιστροφής	3580 rpm

Οι συμπιεστές λειτουργούν σε τοπικό επίπεδο ή από το κέντρο ελέγχου.



Σχήμα 6.8 : Δίκτυο συμπιεστή LD

6.4.2.1. Σύστημα σφραγιστικού αερίου

Το σύστημα σφραγιστικού αερίου αποτελεί προϋπόθεση για την αποφυγή ατμών του ελαίου λίπανσης να εισέλθουν στην διαδικασία ατμού (συμπύεση ατμών ΥΦΑ) και να αποφευχθεί η ροή ψυχρού αερίου στο γραναζοκιβώτιο και το σύστημα ελαίου λίπανσης. Το σφραγιστικό αέριο είναι το άζωτο που παράγεται από τις γεννήτριες αζώτου τύπου μεμβράνης στο μηχανοστάσιο. Το σφραγιστικό αέριο διοχετεύεται στο δακτύλιο του άνθρακα με αεροστεγές σφράγισμα τύπου λαβυρίνθου, μεταξύ του κομβίου του άξονα του γραναζοκιβωτίου και του τροχού του συμπιεστή.

Το σύστημα συντηρείται από μια βαλβίδα ελέγχου πίεσης όπου η πίεση του σφραγιστικού αερίου είναι πάντοτε υψηλότερη από την πίεση αναρρόφησης (συνήθως προσαρμόζονται σε 300 mbar).

Το σφραγιστικό αέριο που εισέρχεται στο γραναζοκιβώτιο από το αεροστεγές σφράγισμα του άξονα επιστρέφεται στο φρεάτιο ελαίου λίπανσης, όπου διαχωρίζεται από το έλαιο και εξαερώνεται στην ατμόσφαιρα.

Το σφραγιστικό αέριο παρέχεται από το σύστημα αζώτου του σκάφους. Η πίεση του σφραγιστικού αερίου παρακολουθείται από το κέντρο ελέγχου.

- i. Ο διακόπτης χαμηλής πίεσης ενεργοποιεί το συναγερμό
- ii. Ο διακόπτης χαμηλής-χαμηλής πίεσης ενεργοποιεί την στάση λειτουργίας του συμπιεστή.

6.5. ΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΑΕΡΙΟΥ

6.5. 1. Γενικά

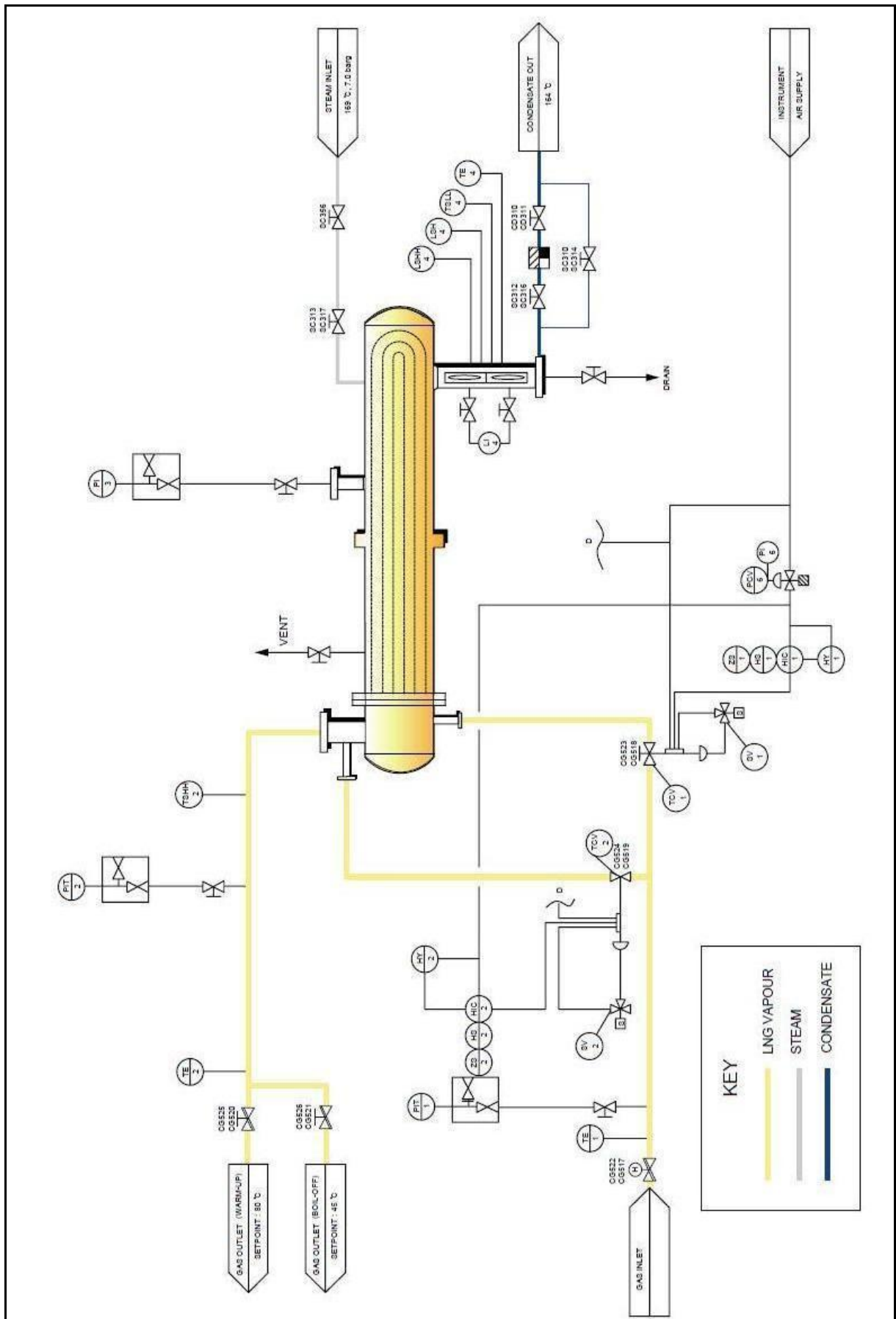
Υπάρχουν δύο θερμαντήρες αερίου οι οποίοι θερμαίνονται με ατμό που βρίσκονται στο χώρο των συμπιεστών φορτίου.

Οι θερμαντήρες είναι τύπου κελύφους και τύπου σωλήνα.

Οι θερμαντήρες χρησιμοποιούνται για τις ακόλουθες λειτουργίες:

1. Θέρμανση του ατμού ΥΦΑ που παραδίδεται από τους HD συμπιεστές στην καθορισμένη θερμοκρασία για την προθέρμανση των δεξαμενών φορτίου πριν από την απελευθέρωση αερίων.
2. Θέρμανση του αερίου εξάτμισης που παρέχεται από τους LD συμπιεστές για καύσιμο στο λέβητα ή για απελευθέρωση στην ατμόσφαιρα μέσω του κύριου αγωγού υγρών ή μέσω κύριου αγωγού αερίου. Ελεύθερη ροή μπορεί να εφαρμοστεί εναλλακτικά.

Κατά την επιστροφή του θερμασμένου ατμού στις δεξαμενές φορτίου, η θερμοκρασία στην έξοδο του θερμαντήρα δεν πρέπει να υπερβαίνει τους +80 ° C για την αποφυγή πιθανής ζημιάς της μόνωσης των σωληνώσεων φορτίου και των βαλβίδων ασφαλείας.



Σχήμα 6.9 : Θερμαντήρας αερίου

Πίνακας 6.6 : Προδιαγραφές θερμαντήρων αερίου Πλευρά Αγωγού

Κατασκευαστής		Cryostar				
Μοντέλο		34-UT-38/34-3.6				
Τύπος		BEU				
Πλευρά αγωγού (Υγρό διεργασίας)	Μονάδες	Λειτουργία				
		Σχεδιασμού	Αρχή προθέρμανσης	Ενδιάμεσες	Τέλος προθέρμανσης	Αέριο εξάτμισης
Ροής μάζας	kg / h	17570	18727	13546	8365	7676
Όγκος ροής εισόδου	m ³ / h	6420	6843	7857	6647	4335
Όγκος ροής εξόδου	m ³ / h	14007	14956	13350	9539	7128
Θερμοκρασία εισαγωγής	°C	-130	-130	-46	38	-52
Θερμοκρασία εξαγωγής (Ανεξέλεγκτη)	°C	3	0	65	118	77
Θερμοκρασία εξαγωγής (Ελεγχόμενη)	°C	0	-	-	-	45
Πίεση εισόδου	bar	1,0				
Πίεση εξόδου	bar	0,75				
Πτώση πίεσης (Υπολογιζόμενη)	mbar	180	210	150	70	50
Ανταλλαγή θερμότητας (Πραγματικό)	kW	1446	1547	948	421	471
Πίεση σχεδιασμού	bar	10,0				
Θερμοκρασία σχεδιασμού σωληνώσεων	°C	-196/+220				

Πίνακας 6.7 : Προδιαγραφές θερμαντήρων αερίου Πλευρά Κελύφους

Πλευρά κελύφους (Κορεσμένος ατμός)	Μονάδες	Λειτουργία				
		Σχεδιασμού	Αρχή προθέρμανσης	Ενδιάμεσες	Τέλος προθέρμανσης	Αέριο εξάτμισης
Κατανάλωση ατμού	kg / h	2539	2716	1664	740	828
Θερμοκρασία εισόδου	° C	169				
Θερμοκρασία εξόδου	° C	164 περ.				
Πίεση εισόδου	bar	7,0				
Πίεση εξόδου	bar	7,0				
Πίεση σχεδιασμού	bar	10,0				
Θερμοκρασία σχεδιασμού	° C	+220				

6.5. 2. Διαδικασία λειτουργίας προθέρμανσης

Οι γραμμές ατμού θα χρησιμοποιηθούν από τον HD συμπιεστή για την παροχή ατμού στον HD θερμαντήρα. Ο LD θερμαντήρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη συγκεκριμένη λειτουργία με το άνοιγμα της πολλαπλής βαλβίδας σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.

1. Ανοίγουμε την εξαεριστική βαλβίδα της πλευράς κελύφους.
2. Ανοίγουμε τις βαλβίδες συμπυκνώματος της πλευράς κελύφους και ελέγχουμε τις αποστραγγίσεις.
3. Ανοίγουμε ελάχιστα χειροκίνητα τη βαλβίδα παροχής ατμού (Βεβαιωθείτε ότι ατμός στο κατάστρωμα είναι διαθέσιμος και η βαλβίδα απομόνωσης είναι ανοιχτή).
4. Όταν όλος ο αέρας έχει απωθηθεί από το κέλυφος, κλείνουμε την εξαεριστική βαλβίδα
5. Όταν το νερό αποστραγγιστεί από το κέλυφος, κλείνουμε την αποστραγγιστική βαλβίδα
6. Ανοίγουμε αργά τη βαλβίδα εισαγωγής ατμού
7. Καθορισμός των γραμμών ατμού ΥΦΑ, όπως αναφέρεται για την λειτουργία και θέτουμε τον HD θερμαντήρα σε χρήση
8. Στο κεντρικό δωμάτιο ελέγχου, θέτουμε το χειριστήριο του θερμαντήρα στην θέση ON.
9. Ανοίγουμε τον αέρα στα χειριστήρια για το θερμαντήρα.
10. Ελέγχουμε τα συμπυκνώματα στο γυαλί οπτικού ελέγχου.
11. Ορίζουμε τη θερμοκρασία και το χειριστήριο στις σωστές ρυθμίσεις για την λειτουργία που έχει αναληφθεί (πρώτο στάδιο: 0 ° C, δεύτερο στάδιο: +80 ° C για λειτουργία προθέρμανσης με ατμούς ΥΦΑ, περίπου 50 ° C για την προθέρμανση και την λειτουργία αδρανοποίησης με αδρανές αέριο).

- 12.Ανοίγουμε την υδραυλική βαλβίδα εισόδου του αερίου και λειτουργούμε χειροκίνητα τη βαλβίδα εξόδου.
- 13.Να παρακολουθούνται η έξοδος των ατμών και οι θερμοκρασίες συμπυκνωμάτων

Κατά την ολοκλήρωση της επιχείρησης:

1. Αλλαγή από αυτόματο σε χειροκίνητο
2. Κλείστε τη βαλβίδα προμήθειας αερίου στο θερμαντήρα.
3. Κλείστε τη βαλβίδα παροχής ατμού στο θερμαντήρα όταν η θερμοκρασία στην έξοδο του θερμαντήρα είναι πάνω από 0 ° C.
4. Ανοίξτε τον εξαερισμό στην πλευρά του ατμού, μετά ανοίξτε τα αποστραγγιστικά όταν όλος ο ατμός έχει εξαεριστεί.

6.5. 3. Έλεγχοι και Ρυθμίσεις

Δύο ίσου μεγέθους θερμαντήρες αερίου είναι διατεταγμένοι στο χώρο συμπιεστών φορτίου για τους ακόλουθους σκοπούς:

- Για την αύξηση της θερμοκρασίας του αερίου που εκλύεται από τον LD συμπιεστή προς το λέβητα στους +45 ° C σε ονομαστική παροχή συμπιεστή αέριου.
- Για τη θέρμανση των ατμών ΥΦΑ που αποστέλλονται από τους δύο HD συμπιεστές όταν λειτουργούν στο 105% της ικανότητάς τους με σκοπό τη θέρμανση των δεξαμενών φορτίου.
- Για τη θέρμανση των ατμών του φορτίου που ελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα.
- Για τη θέρμανση του αδρανούς αερίου κατά την διαδικασία αδρανοποίησης.

Η θερμοκρασία εξόδου αερίου ελέγχεται από ελεγκτές στην είσοδο και την παρακαμπτήρια γραμμή του HD θερμαντήρα.

Το συμπύκνωμα ατμού από τον θερμαντήρα επιστρέφεται στο αποστραγγιστικό σύστημα μέσω του συστήματος αποστράγγισης φορτίου και τη δεξαμενή διαφυγής φορτίου, η τελευταία είναι εφοδιασμένη με ανιχνευτή αερίου και σημείο δειγματοληψίας.

6.5. 4. Θέρμανση αέριων εξάτμισης

Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και για τον εξαερισμό και τη θέρμανση μέσω του LD θερμαντήρα όπως περιγράφεται παραπάνω, εκτός του ότι η θερμοκρασία ελέγχου έχει τεθεί για θερμοκρασία εξόδου αερίου περίπου +45 ° C.

Οι γραμμές ατμού θα χρησιμοποιηθούν από τον LD συμπιεστή προς τον LD θερμαντήρα. Ο θερμαντήρας HD μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, με το άνοιγμα της πολλαπλής βαλβίδας.

Όταν ο θερμαντήρας έχει εξαεριστεί και προθερμανθεί, ενεργούμε ως εξής:

1. Ανοίγουμε αργά τη χειροκίνητη βαλβίδα εισόδου του ατμού.
2. Ελέγχουμε το επίπεδο συμπυκνωμάτων.
3. Καθορισμός των γραμμών ατμού ΥΦΑ, όπως αναφέρεται για την λειτουργία.
4. Ανοίγουμε τη βαλβίδα εξόδου ατμών και τη βαλβίδα εισόδου του ατμού.
5. Ανοίγουμε τον αέρα στα χειριστήρια για το θερμαντήρα LD.
6. Ρυθμίζουμε τη θερμοκρασία και τους ελεγκτές στις σωστές ρυθμίσεις για καύση αερίου στους 30 ° C.
7. Να παρακολουθούνται η έξοδος των ατμών και οι θερμοκρασίες συμπυκνωμάτων

Κατά την ολοκλήρωση της επιχείρησης:

1. Αφού ο LD συμπιεστής σταματήσει και η βαλβίδα παροχής αερίου έχει κλείσει στο μηχανοστάσιο, κλείνουμε τη βαλβίδα εισαγωγής στον LD θερμαντήρα.
2. Κλείνουμε τη βαλβίδα εισόδου του ατμού.
3. Ανοίγουμε τον εξαερισμό στην πλευρά του ατμού, μετά ανοίγουμε τις αποστραγγιστικές βαλβίδες όταν όλη η πίεση του θερμαντήρα εκτονωθεί.

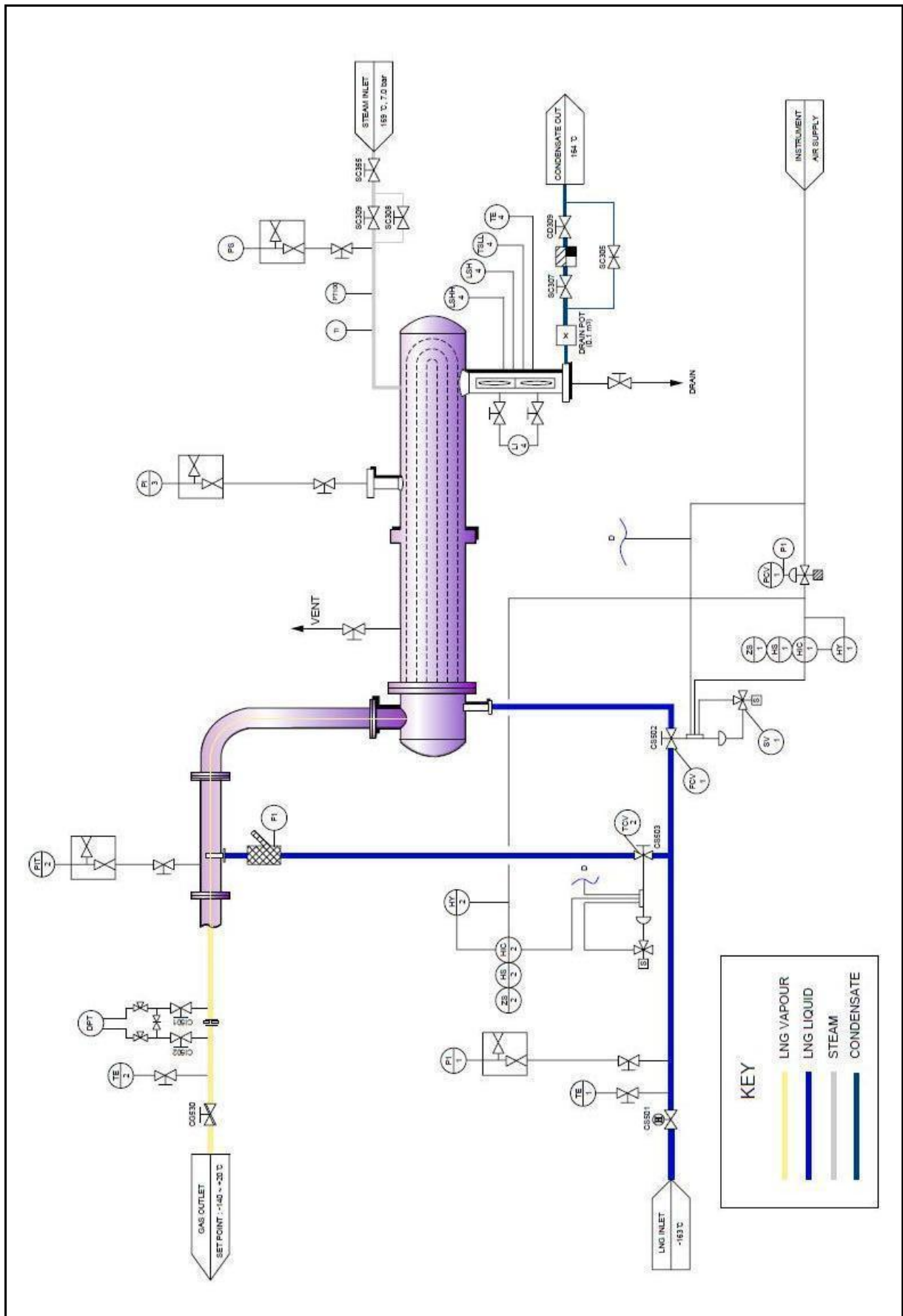
6.6 ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΣ ΥΦΑ

6.6.1 Γενικά

Ο εξατμιστής ΥΦΑ είναι ένας θερμαντήρας ατμού τύπου σωλήνα που βρίσκεται στο χώρο του συμπιεστή φορτίου στο κατάστρωμα. Είναι εξοπλισμένος με ελεγκτές αυτόματης ροής και θερμοκρασίας εξαγωγής.

Πίνακας 6.8 : Προδιαγραφές εξατμιστή ΥΦΑ Πλευρά Κελύφους

Κατασκευαστής		Cryostar				
Μοντέλο		65-UT-38/34-5.9				
Τύπος		BEU				
Πλευρά κελύφους (Κορεσμένος ατμός)	Μονάδες	Συνθήκες λειτουργίας				
		Gas fill (CH ₄)	Εκφόρτωση (CH ₄)	Εκκαθάριση δεξαμενής (CH ₄)	Αδρανές (LN ₂)	Επείγον (CH ₄)
Κατανάλωση ατμού	kg / h	4883	7183	4640	641	2740
Θερμοκρασία εισόδου	° C	169				
Θερμοκρασία εξόδου	° C	164 περ.				
Πίεση εισόδου	bar	7,0				
Πίεση εξόδου	bar	7,0				
Πίεση σχεδιασμού	bar	10,0				
Θερμοκρασία σχεδιασμού	° C	+220				



Σχήμα 6.10 : Εξατμιστής ΥΦΑ

Πίνακας 6.9 : Προδιαγραφές εξατμιστή ΥΦΑ Πλευρά Σωλήνα

Πλευρά σωλήνα (Ρευστό διεργασίας)	Μονάδες	Συνθήκες λειτουργίας				
		Gas fill (CH ₄)	Εκφόρτωση (CH ₄)	Εκκαθάριση δεξαμενής (CH ₄)	Αδρανές (LN ₂)	Επείγον (CH ₄)
Ροής μάζας	kg/h	10790	26150	10253	2960	7100
Όγκος ροής εισαγωγής	m ³ /h	24	58	23	4	16
Όγκος ροής εξαγωγής	m ³ /h	13463	14811	12793	2118	7045
Θερμοκρασία εισαγωγής	°C	-163			-196	-163
Θερμοκρασία εξαγωγής (Ανεξέλεγκτη)	°C	22	-44	25	108	48
Θερμοκρασία εξαγωγής (Ελεγχόμενη)	°C	20	-140	20	20	-40
Πίεση εισόδου	bar	4,0		2,5		
Πίεση εξόδου	bar	0,2				
Πτώση πίεσης (Υπολογιζόμενη)	bar	0,12	0,81	0,12	0	0,05
Ανταλλαγή θερμότητας (Πραγματικό)	kW	2781	4091	2643	365	1560
Πίεση σχεδιασμού	bar	10,0				
Θερμοκρασία σχεδιασμού	°C	-196/+220				

6.6.2 Εκφόρτωση ΥΦΑ, χωρίς επιστροφή ατμών από την ακτή

Με προειδοποιητικά είναι εφοδιασμένη για τη θερμοκρασία εξόδου του αερίου και για υψηλή στάθμη συμπυκνώματος νερού και για χαμηλή θερμοκρασία. Τα προειδοποιητικά για τη θερμοκρασία εξόδου αερίου και της

χαμηλής θερμοκρασίας συμπυκνώματος είναι και τα δύο ανενεργά όταν ο εξατμιστής ΥΦΑ δεν λειτουργεί.

Ο εξατμιστής ΥΦΑ χρησιμοποιείται για τις ακόλουθες εργασίες:

1. Η εκφόρτωση του φορτίου σε ποσοστό σχεδιασμού, χωρίς τη διαθεσιμότητα επιστροφής ατμού από την ακτή. Ο ατμός που παράγεται αφήνει τον εξατμιστή στους περίπου -140°C και τότε παρέχεται στις δεξαμενές φορτίου μέσω του κυρίου αγωγού ατμού. Η πίεση των ατμών στις δεξαμενές φορτίου κατά κανόνα διατηρείται στα 1100 mbar (α) (ελάχιστο 1040 mbar (α)) καθ' όλη τη λειτουργία εκφόρτωσης. Πρόσθετοι ατμοί παράγονται από τους δακτυλίους ψεκασμού της δεξαμενής, το υγροποιημένο φυσικό αέριο παρέχεται από την αποστραγγιστική / ψεκαστική αντλία . Αν η υποπίεση στις σωληνώσεις εκφόρτωσης στην ξηρά δεν είναι αρκετή για να έχει 3,0 bar ελάχιστο στην είσοδο του εξατμιστή, μια αποστραγγιστική / ψεκαστική αντλία θα χρησιμοποιηθεί για την παροχή υγρού στον εξατμιστή. Αν η ακτή δεν είναι σε θέση να παράσχει επιστροφή ατμών, ΥΦΑ μπορεί επίσης να τροφοδοτηθεί στον εξατμιστή χρησιμοποιώντας μία αντλία ή από τροφοδότηση από τον κύριο αγωγό υγρού.
2. Εκκαθάριση των δεξαμενών φορτίου με ατμό μετά την αδρανοποίηση με αδρανές αέριο και πριν την ψύξη. ΥΦΑ παρέχεται από την ακτή στον εξατμιστή μέσω της αποστραγγιστικής / ψεκαστικής γραμμής. Ο ατμός που παράγεται στην απαιτούμενη θερμοκρασία $+20^{\circ}\text{C}$ στη συνέχεια πέρνα στην δεξαμενή φορτίου.
3. Εξάτμιση LN_2 για την αδρανοποίηση των δεξαμενών φορτίου και τους χώρους μόνωσης.

Λόγω της πολύ χαμηλής θερμοκρασίας του, το υγρό άζωτο θα βλάψει ζωντανούς ιστούς και όποια διαρροή στο κατάστρωμα του πλοίου θα προκαλέσει ρωγμές και βλάβες όπως και για το ΥΦΑ.

4. Ο εξατμιστής ΥΦΑ μπορεί να λειτουργήσει ως αναγκαστικός εξατμιστής όταν ο αναγκαστικός εξατμιστής δεν λειτουργεί.

6.6.3 Διαδικασία για να τεθεί ο εξατμιστής ΥΦΑ σε λειτουργία

Θέσατε τους αγωγούς ΥΦΑ, όπως αναφέρεται για τη λειτουργία που πρόκειται να αναληφθεί.

Προετοιμασία για λειτουργία του εξατμιστή ΥΦΑ:

1. Εξασφαλίστε ότι παροχή ατμού και αέρα είναι διαθέσιμη στον εξατμιστή ΥΦΑ.
2. Ανοίξτε τη βαλβίδα αποστράγγισης συμπυκνωμάτων και την πλευρική εξαεριστική βαλβίδα κελύφους.
3. Θέσατε τους αγωγούς ατμού στην κατάλληλη κατεύθυνση ροής για την απαιτούμενη λειτουργία, ώστε να επιτρέπεται η εκτόνωση του αερίου κατά τη διαδικασία προθέρμανσης.
4. Ανοίξτε αργά, πλήρως, την κεντρική βαλβίδα παροχής ατμού προς τον εξατμιστή.
5. Ανοίξτε ελάχιστα τη βαλβίδα παράκαμψης απομόνωσης ατμού.
6. Όταν όλος ο αέρας έχει αφαιρεθεί από το κέλυφος, κλείστε τη βαλβίδα εξαερισμού.
7. Όταν από τα αποστραγγιστικά εξέρχεται καθαρός ατμός, ανοίξτε τις βαλβίδες εισροής και εκροής της παγίδας αποστραγγίσεων και κλείστε την αποστράγγιση. Οι θερμοκρασίες, οι πιέσεις και τα επίπεδα συμπυκνωμάτων, του θερμαντήρα σταθεροποιούνται μετά από περίπου 30 λεπτά.
8. Ανοίξτε αργά, πλήρως, την κύρια βαλβίδα απομόνωσης ατμού και κλείστε τη βαλβίδα παράκαμψης.
9. Παρακολουθείτε τη στάθμη συμπυκνώματος στο τοπικό όργανο.

10. Στο κεντρικό δωμάτιο ελέγχου, θέσατε τον διακόπτη ελέγχου ροής του εξατμιστή στην θέση ON, επιλέξτε χειροκίνητη διαδικασία και εξασφαλίστε ότι το σημείο ορισμού αφορά μηδενική ροή.
11. Επιβεβαιωθείτε ότι ο θερμαντήρας ψεκασμού είναι υπό πίεση και στη συνέχεια ανοίξτε την υδραυλική βαλβίδα απομόνωσης υγρής ροής.
12. Σε χειροκίνητη διαδικασία, ανοίξτε τη βαλβίδα ελέγχου ροής και ώστε ΥΦΑ να εισχώρηση στον εξατμιστή. Παρακολουθήσατε όλους τους συνδέσμους και τις φλάντζες για τυχόν διαρροές.
13. Όταν η ροή έχει εξισορροπηθεί, θέσατε τη σωστή τιμή για την επιθυμητή λειτουργία στον ελεγκτή θερμοκρασίας, -140°C για ογκομετρική αντικατάσταση του φορτίου κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης, ή $+20^{\circ}\text{C}$ για καθαρισμό των δεξαμενών φορτίου μετά τον ανεφοδιασμό και για εξάτμιση LN_2 για χώρους μόνωσης ή τον καθαρισμό των δεξαμενών.
14. Αυξήστε σταδιακά το ρυθμό ροής στο επιθυμητό και επιλέξτε αυτόματη λειτουργία.
15. Παρακολουθήσατε το επίπεδο συμπυκνώματος μέχρι την επίτευξη πλήρους ροής αερίου στον εξατμιστή ώστε να διασφαλισθεί η σταθερή λειτουργία.
16. Συνέχιση της παρακολούθησης του εξατμιστή για διαρροές, τη θερμοκρασία εξόδου του ατμού, το επίπεδο συμπυκνώματος και τη θερμοκρασία αποστραγγίσεων καθ' όλη τη λειτουργία.
Ενδεδειχέναι έλεγχοι γύρω από τους εξατμιστές ΥΦΑ και στις συνδέσεις πρέπει να διεξάγονται κατά τη διάρκεια της λειτουργίας.

Κατά την ολοκλήρωση της επιχείρησης:

1. Κλείστε την υδραυλική βαλβίδα απομόνωσης γραμμής υγρού.
2. Επιλογή χειροκίνητης λειτουργίας των ελεγκτών ροής και θερμοκρασίας και ανοίξτε χειροκίνητα τις βαλβίδες που επιτρέπουν στο υπολειπόμενο ΥΦΑ να εξατμιστεί φυσικά.

3. Όταν η θερμοκρασία εξόδου από το θερμαντήρα είναι πολύ πάνω από 0°C και δεν υπάρχει ένδειξη για παγοποίηση οπουδήποτε στον θερμαντήρα, κλείστε τη βαλβίδα απομόνωσης ατμού και την κύρια βαλβίδα ατμού.
4. Ανοίξτε την πλευρική βαλβίδα εξαερισμού ατμού κελύφους.
5. Όταν σταματήσει η έξοδος ατμού στην ατμόσφαιρα ανοίξτε τη βαλβίδα αποστράγγισης συμπυκνωμάτων και κλείστε τη βαλβίδα εισαγωγής στην παγίδα αποστράγγισης.
6. Όταν ο θερμαντήρας έχει ψυχθεί σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, κλείστε τη βαλβίδα εξόδου ατμού και ασφαλίστε το υπόλοιπο σύστημα, όπως απαιτείται.

6.6.4 Ελεγκτής εκροής εξατμιζόμενου ΥΦΑ

Για τον έλεγχο της εκροής, πρώτα υπολογίζουμε το ρυθμό ροής, από την θερμοκρασία εξόδου και την πίεση, τη διαφορική πίεση που δημιουργείται στο στόμιο. Ο βρόχος ελέγχου ροής οδηγεί τη βαλβίδα ελέγχου ροής για να ταιριάζει με την υπολογισμένη ροή με την επιθυμητή τιμή.

Αν η πίεση στον κύριο αγωγό ατμού είναι μεγαλύτερη από 200 mbar κατά τη διάρκεια καθαρισμού δεξαμενών ή εργασίες ογκομετρικής αντικατάστασης, η πίεση στο χώρο μονώσεως είναι υψηλότερη από -50 mbar κατά τη διάρκεια πλήρωσης του χώρου μόνωσης με άζωτο ή εντοπιστεί ένα σήμα σφάλματος, ο ελεγκτής ροής αλλάζει σε χειροκίνητη λειτουργία και η παραγωγή του πηγαίνει στο 0%, κλείνοντας τη βαλβίδα εισόδου του υγρού.

6.6.5 Έλεγχος της θερμοκρασίας εξόδου του εξατμιστή ΥΦΑ

Για τον έλεγχο της θερμοκρασίας εξόδου, έχουμε αυτόματο χειρισμό της πνευματικής παρακαμπτήριας βαλβίδας ελέγχου, σύμφωνα με μετρούμενες στην έξοδο θερμοκρασίες. Αν η πίεση στον κύριο αγωγό ατμού είναι μεγαλύτερη από

200 mbar, η πίεση στο χώρο μόνωσης είναι υψηλότερη από -50 mbar σε λειτουργία N₂ ή ανιχνευτεί σήμα σφάλματος κατά τη διάρκεια του αυτόματου ελέγχου της θερμοκρασίας εξόδου, αυτός ο ελεγκτής θερμοκρασίας αλλάζει σε χειροκίνητη λειτουργία και η έξοδος του πηγαίνει στο 0% για να εμποδίσει το άνοιγμα της παρακαμπτήριας βαλβίδας ελέγχου μέχρι ο εξατμιστής να επανέλθει σε κανονική κατάσταση.

Αν η πίεση στον κύριο αγωγό ατμού είναι μεγαλύτερη από 200 mbar κατά τη διάρκεια καθαρισμού των δεξαμενών ή εργασιών ογκομετρικής αντικατάστασης, η πίεση στο χώρο μόνωσης είναι υψηλότερη από -50 mbar κατά τη διάρκεια φόρτωσης του χώρου μόνωσης με άζωτο ή ανιχνευτεί σήμα σφάλματος, αυτός ο ελεγκτής θερμοκρασίας αλλάζει σε χειροκίνητη λειτουργία και η έξοδος του πηγαίνει στο 0%, κλείνοντας την υδραυλική παρακαμπτήρια βαλβίδα ελέγχου της θερμοκρασίας.

Σήμα υψηλής πίεσης του κύριου αγωγού ατμού παράγεται από τον αυτόματο διακόπτη παρακολούθησης. Αυτό το μήνυμα, που παράγεται, οδηγείται στον τοπικό πίνακα οργάνων και οδηγεί τη σωληνοειδή βαλβίδα ώστε να σταματήσει την παροχή αέρα στη βαλβίδα ελέγχου.

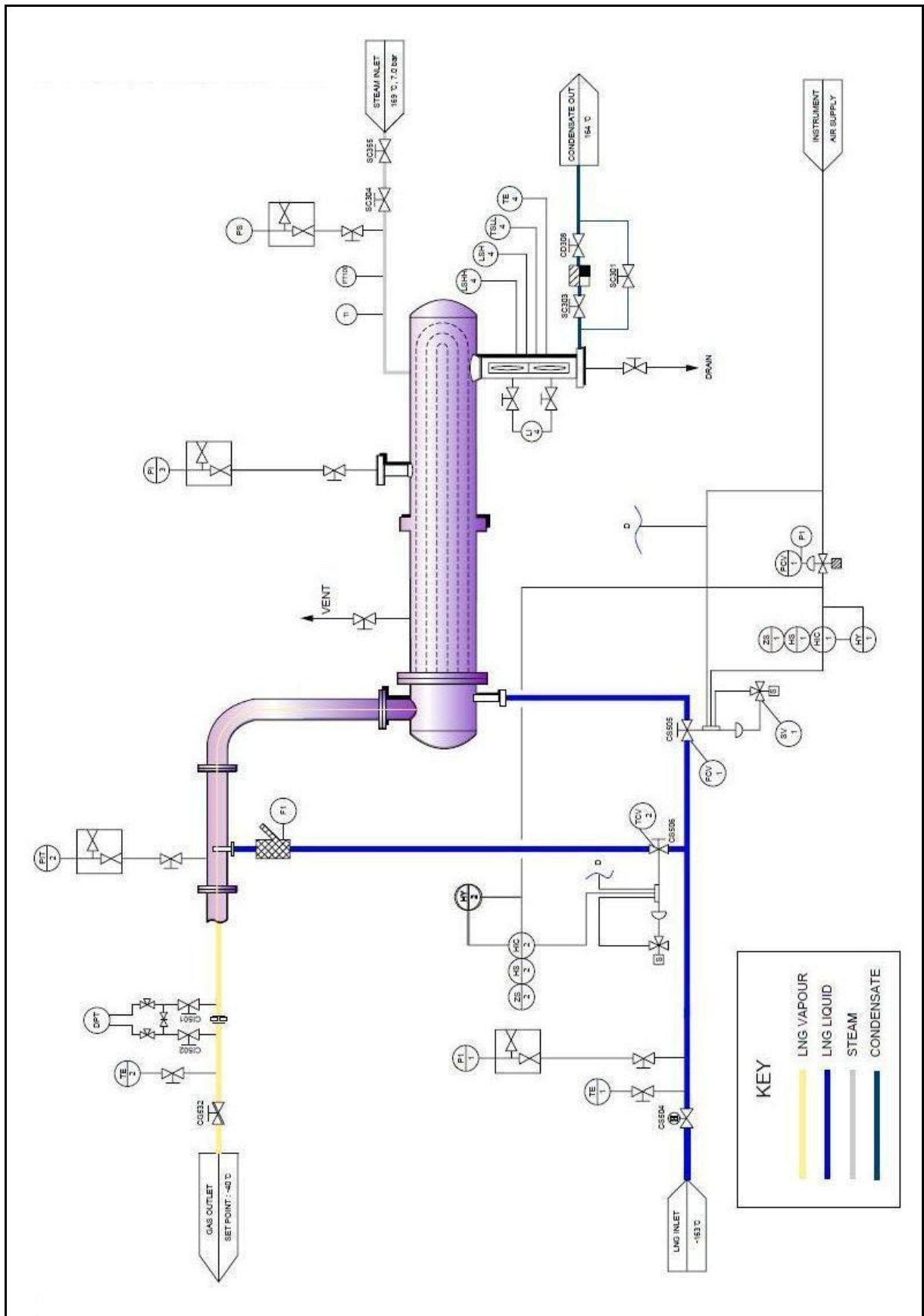
Το συμπύκνωμα ατμού από τον εξατμιστή επιστρέφει στο αποστραγγιστικό σύστημα, μέσω του ψυγείου αποστραγγίσεων του ατμού φορτίου και της δεξαμενής διαφυγής φορτίου, η οποία είναι εξοπλισμένη με σημείο δειγματοληψίας και ανιχνευτή αερίου.

6.7 ΕΞΑΝΑΓΚΑΣΤΙΚΟΣ ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΣ

6.7.1 Γενικά

Ο εξαναγκαστικός εξατμιστής χρησιμοποιείται για την εξάτμιση ΥΦΑ για την παροχή αερίου για καύση στους λέβητες ο οποίος συμπληρώνει τη φυσική

εξάτμιση. Οι δυο αυτοί εξατμιστές, ΥΦΑ και εξαναγκαστικός, βρίσκονται στο χώρο του συμπιεστή φορτίου.



Σχήμα 6.11 : Εξαναγκαστικός εξατμιστής

Το ΥΦΑ τροφοδοτείται από μια αποστραγγιστική / ψεκαστική αντλία. Η ροή του ΥΦΑ ελέγχεται από μια αυτόματη βαλβίδα τροφοδοσίας που λαμβάνει σήμα από το σύστημα διαχείρισης του λέβητα.

Πίνακας 6.10 : Προδιαγραφές εξαναγκαστικού εξατμιστή Πλευρά σωλήνα

Κατασκευαστής	Cryostar	
Μοντέλο	34-UT-25/21-3.6	
Τύπος	BEU	
Πλευρά σωλήνα (Ρευστό διεργασίας)	Συνθήκες λειτουργίας Εξαναγκασμένης	
Ροής μάζας	kg/h	7502
Όγκος εισροής	m ³ /h	17
Όγκος εκροής	m ³ /h	7444
Θερμοκρασία εισαγωγής	°C	-163
Θερμοκρασία εξαγωγής (Ανεξέλεγκτη)	°C	-39
Θερμοκρασία εξαγωγής (Ελεγχόμενη)	°C	-40
Πίεση εισόδου	bar	4,0
Πίεση εξόδου	bar	0,2
Πτώση πίεσης (Υπολογιζόμενη)	bar	1,77
Ανταλλαγή θερμότητας (Πραγματικό)	kW	1649
Πίεση σχεδιασμού	bar	10,0
Θερμοκρασία σχεδιασμού	°C	-196/+220

Πίνακας 6.11 : Προδιαγραφές εξαναγκαστικού εξατμιστή Πλευρά Κελύφους

Πλευρά κελύφους (Κορεσμένος ατμός)	Συνθήκες λειτουργίας Εξαναγκασμένης	
Κατανάλωση ατμού	kg/h	2895
Θερμοκρασία εισαγωγής	⁰ C	169
Θερμοκρασία εξαγωγής	⁰ C	164 περ.
Πίεση εισόδου	bar	7,0
Πίεση εξόδου	bar	7,0
Πίεση σχεδιασμού	bar	10,0
Θερμοκρασία σχεδιασμού	⁰ C	-220

Με ειδοποιήσεις είναι εφοδιασμένο για την θερμοκρασία εξόδου του αερίου και για υψηλή στάθμη νερού συμπυκνώματος και για χαμηλή θερμοκρασία.

Κάθε εξαναγκαστικός εξατμιστής είναι εξοπλισμένος με σύστημα ελέγχου της θερμοκρασίας για να συντηρεί σταθερή θερμοκρασία και σταθερή έξοδο για διάφορες περιοχές λειτουργίας. Η θερμοκρασία του αερίου που παράγεται προσαρμόζεται με τον ψεκασμό ενός συγκεκριμένου ποσού παρακαμφθέντος υγρού στην έξοδο του εξατμιστή μέσω μιας βαλβίδας ελέγχου θερμοκρασίας και ακροφύσια έγχυσης υγρού.

Και οι δύο εξατμιστικοί σωλήνες είναι εφοδιασμένοι με σπειροειδή καλώδια για την προώθηση αναταράξεων για την εξασφάλιση αποτελεσματικής μεταφοράς θερμότητας και την παραγωγή υπέρθερμου ατμού ΥΦΑ στην έξοδο του σωλήνα. Ένας επαν-εξατμιστήρας χρησιμοποιείται επίσης για να διασφαλίσει τη μη έξοδο από τον εξατμιστή του μη εξατμισμένου συσσωρευμένου υγρού και ότι η έξοδος είναι σε σταθερή θερμοκρασία.

Αυτό καθίσταται δυνατό μέσω:

1. Δύο φίλτρα παρεμβάλλονται στην πορεία της ροής του αερίου προς τον διαχωρισμό των σταγονιδίων και τη δημιουργία των αναγκαίων

αναταράξεων για τη διάσπαση των μικρών σταγονιδίων που εγχέονται σε ομίχλη καθώς και να υγραίνει τα καλώδια που ενεργούν ως επιφάνεια εξάτμισης.

2. Δύο κωνικά διαφράγματα είναι εγκαταστημένα μέσα στο σωλήνα για να επιτρέψουν τελικά στο συσσωρευμένο υγρό να κατευθύνεται στο ρεύμα αερίου στον πυθμένα του αγωγού.

6.7.2 Προετοιμάζοντας τον εξαναγκαστικό εξατμιστή για χρήση

1. Ανοίξτε την πλευρική εξαεριστική βαλβίδα κελύφους.
2. Ανοίξτε ελάχιστα την πλευρική αποστραγγιστική βαλβίδα κελύφους. Ελέγξτε ότι οι βαλβίδες εκροής συμπυκνωμάτων είναι ανοικτές.
3. Ανοίξτε ελάχιστα τη χειροκίνητη βαλβίδα παροχής ατμού (εξασφαλίσατε ότι ατμός είναι διαθέσιμος στο κατάστρωμα).
4. Όταν όλος ο αέρας έχει αφαιρεθεί από το κέλυφος, κλείστε τη βαλβίδα εξαερισμού.
5. Μετά από περίπου 30 λεπτά, όταν οι πιέσεις και οι θερμοκρασίες έχουν σταθεροποιηθεί στον εξατμιστή, ανοίξτε αργά, πλήρως τη χειροκίνητη βαλβίδα εισόδου του ατμού.
6. Ανοίξτε την παροχή αέρα στα χειριστήρια του εξατμιστή.
7. Στο κεντρικό δωμάτιο ελέγχου, θέσατε τα χειριστήρια του εξατμιστή στον αντίστοιχο πίνακα.
8. Συμπληρώστε τον εξατμιστή με υγρό χειροκίνητα. Ελέγξτε όλες τις φλάντζες και τις συνδέσεις για τυχόν σημεία διαρροής.
9. Όταν αρχίσει η παράγωγή ατμού, θέσατε τον διακόπτη ελέγχου της υδραυλικής βαλβίδας σε απομακρυσμένο και αυτόματο έλεγχο.

Ενδεδειγμένοι έλεγχοι γύρω από τους εξατμιστές ΥΦΑ και στις συνδέσεις πρέπει να διεξάγονται κατά τη διάρκεια της λειτουργίας.

Με την ολοκλήρωση της λειτουργίας.

1. Κλείστε τη βαλβίδα υγρού.
2. Κλείστε τη βαλβίδα παροχής ατμού αφού αδειάσει από ΥΦΑ.
3. Ανοίξτε τον πλευρικό εξαερισμό ατμού και στη συνέχεια ανοίξτε το αποστραγγιστικό όταν δεν έχει μείνει καθόλου ατμός.
4. Να διατηρείται η πλευρική βαλβίδα ατμού ανοικτή στο σύστημα μέχρι ο εξατμιστής να φθάσει τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

6.8 ΑΝΤΛΙΕΣ ΚΕΝΟΥ

6.8.1 Γενικά

Πίνακας 6.12 : Αντλίες κενού

Κατασκευαστής	MPR industries
Μοντέλο	P.100 SV
Τύπος	Περιστροφικές αντλίες ξηρού κενού
Αέριο χειρισμού	Αέρα ή άζωτο
Σύστημα ψύξης	Σύστημα FW κεντρικού καταστρώματος
Παροχή αερίου	1250 m ³ /h
Ταχύτητα αντλίας	1170 rpm
Χρόνος λειτουργίας για ένα κύκλο καθαρισμού	8 ώρες
Ισχύς	37 kW
Κανονική θερμοκρασία παροχής (περίπου)	170°C
Πίεση εκκίνησης	1013 mbar(a)
Κενό λειτουργίας	200 έως 1000 mbar (α)
Όριο κενού	40 mbar(a)
Ρυθμός τροφοδότησης ελαίου λίπανσης	8 to 10 drips/m
Θερμοκρασία εξόδου του CFW	48°C
Διάφραγμα στεγανοποίησης	Flexibox



Σχήμα 6.12 : Αντλία κενού

Οι δύο αντλίες κενού, βρίσκονται στο χώρο του συμπιεστή φορτίου, χρησιμοποιούνται για να εκκενώνουν το χώρο της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας ατμόσφαιρας, στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- Για την αντικατάσταση του αέρα με άζωτο για αδρανοποίηση.
- Για την αντικατάσταση του μεθανίου με άζωτο για απελευθέρωση από αέρια πριν τον δεξαμενισμό, αφού υπάρξει διαρροή φορτίου.
- Για τον έλεγχο στεγανότητας των μεμβρανών σε τακτά χρονικά διαστήματα ή μετά από επισκευές αυτών.
- Όταν η συνδεδεμένη δεξαμενή ανοίγεται.

Οι αντλίες κινούνται από ηλεκτροκινητήρες που βρίσκονται στο δωμάτιο ηλεκτρικών κινητήρων μέσω αεροστεγούς διαφράγματος. Οι δύο αντλίες χρησιμοποιούνται παράλληλα για να εκκενώσουν τον πρωτοβάθμιο και δευτεροβάθμιο χώρο, προκειμένου να μειωθεί ο χρόνος που απαιτείται για την επίτευξη του κενού των 200 mbar (α). Η εκροή των αντλιών οδηγείται στην ατμόσφαιρα.

Οι αντλίες ψύχονται με γλυκό νερό από το βοηθητικό σύστημα ψύξης. Οι αντλίες εκκινούν και σταματούν από τον πίνακα εκκίνησης, στο δωμάτιο

πινάκων διανομής του φορτίου και σε τοπικό επίπεδο από το χώρο συμπιεστών φορτίου.

Κατά την εκκένωση των χώρων μόνωσης, ο δευτεροβάθμιος χώρος μόνωσης κενώνεται έως 950 mbar πριν η κύρια βαλβίδα απομόνωσης αναρρόφησης δευτεροβάθμιου χώρου ανοιχτεί.

Η πίεση και στους δύο χώρους στη συνέχεια μειώνεται στα 200 mbar (α). Η διαδικασία αυτή εξασφαλίζει ότι δεν είναι δυνατό να μειωθεί η πίεση στον πρωτοβάθμιο χώρο μόνωσης χωρίς να έχουμε την ίδια πίεση στο δευτεροβάθμιο χώρο μόνωσης.

Αν υπάρξει μια αποτυχία ή παύση και η αντλία κενού είναι θερμή και το νερό ψύξης έχει σταματήσει, περιμένουμε η αντλία κενού να επανέλθει στη θερμοκρασία περιβάλλοντος πριν την επανεκκίνηση προκειμένου να αποφευχθεί σοκ λόγω κρύου νερού.

Αν η πίεση στον πρωτοβάθμιο χώρο μόνωσης μειωθεί σε σχέση με την πίεση στο δευτεροβάθμιο χώρο μόνωσης υπάρχει ο κίνδυνος στρέβλωσης του φράγματος σηκώνοντάς το από τη μόνωση όπου στηρίζεται. Η μέγιστη επιτρεπόμενη διαφορά πίεσης είναι 30 mbar.

7 ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ

7.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΚΑΙ ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΣΗΣ

7.1.1 Γενικά

Το σύστημα συναγερμού υψηλής στάθμης για τις δεξαμενές φορτιού του σκάφους είναι εναρμονισμένο με τις απαιτήσεις οργανισμών όπως IMO, DNV και USCG. Για να συμμορφωθεί με τις απαιτήσεις αυτές τα συστήματα συναγερμού υψηλής στάθμης και υπερπλήρωσης είναι εντελώς ξεχωριστά.

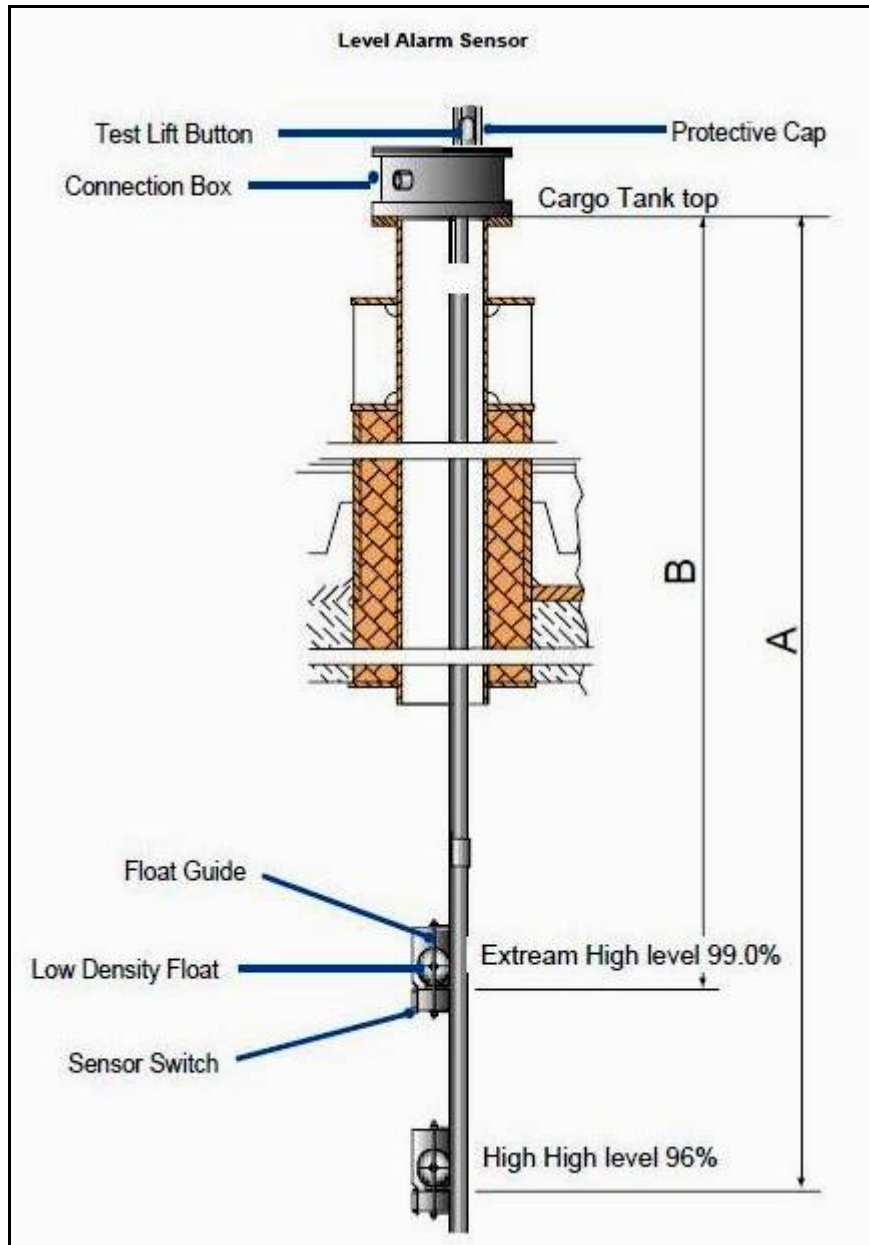
Οι μετρητές στάθμης είναι τύπου πλωτήρα και μπορούν να ελέγχονται ανεξάρτητα από το πάνω μέρος της δεξαμενής.

Εκτός από το σύστημα συναγερμού δεξαμενής, το σύστημα επίσης δείχνει και θέτει διαφορετικό συναγερμό εάν ένας βρόχος του μετρητή στάθμης αποτύχει, μαζί με την συνεργαζόμενη καλωδίωση ή εάν βλάβη επεξεργαστή ή μια διακοπή ρεύματος παρουσιαστεί.

Ο κάθε μετρητής στάθμης έχει δύο πλωτήρες με ενσωματωμένους μόνιμους μαγνήτες σε κάθε πλωτήρα. Καθώς ο πλωτήρας κινείται προς τα πάνω, ένας διακόπτης απενεργοποιείται και εγείρεται συναγερμός. Όταν ο πλωτήρας κινείται προς τα κάτω, ο διακόπτης είναι κλειστός. Αυτή είναι η θέση ασφαλείας, αν ένας βρόχος ασφαλείας αποτύχει στην περίπτωση που, όποια ανοιχτά κυκλώματα – καλώδια κοπούν.

Πίνακας 7.1

Κατασκευαστής	Omicron
Τύπος	HHL – 8903



Σχήμα 7.1 : Σύστημα συναγερμού υψηλής στάθμης και υπερπλήρωσης

Δύο αντιστάσεις είναι συνδεδεμένες με το διακόπτη στο εσωτερικό του αισθητήρα. Η μια είναι σε σειρά και η άλλη είναι παράλληλα με τις επαφές του

διακόπτη. Αυτό επιτρέπει την ανίχνευση σπασμένων ή βραχυκυκλωμένων κυκλωμάτων συναγερμού.

7.1.2 Έλεγχος

Κάθε μετρητής στάθμης είναι εφοδιασμένος με μια μηχανική διάταξη δοκιμής. Η διάταξη δοκιμής βρίσκεται κάτω από ένα προστατευτικό βιδωτό πόμα πάνω από το κουτί σύνδεσης του μετρητή στάθμης. Με την άρση της διάταξης δοκιμής αργά, ο συναγερμός ΥΨΗΛΗΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ (96,0%) για τη συγκεκριμένη δεξαμενή θα ξεκινήσει. Άρση της διάταξης περαιτέρω θα προκαλέσει το συναγερμό ΑΚΡΑΙΑΣ ΥΨΗΛΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ (99,0%).

Όταν ολοκληρωθεί ο έλεγχος, η διάταξη δοκιμής θα πρέπει να πιεστεί πάλι πίσω και να τοποθετηθεί το προστατευτικό βιδωτό πόμα.

7.1.3 Πίνακας συναγερμού

Ο πίνακας συναγερμού έχει πλήκτρα: ACCEPT ALARM, RESET ALARM, ALARM HOLD, LAMP TEST και μονάδα ON / OFF. Υπάρχουν δείκτες LED για όλους τους συναγερμούς δεξαμενής και βρόχους και βλάβες του συστήματος.

7.1.4 Λειτουργία

Όταν ο πλωτήρας μιας δεξαμενής φορτίου κινείται προς τα πάνω, το σχετικό με την ασφάλεια LED (πορτοκαλί για 96,0% και κόκκινο για 99,0%) συναγερμού και ο πίνακας συναγερμού θα αρχίσουν να αναβοσβήνουν και το πλήκτρο ACCEPT ALARM θα ανάψει.

Πατώντας το πλήκτρο ACCEPT ALARM θα σταματήσει τον κοινό συναγερμό (κόρνα και λυχνία). Οι λυχνίες LED της συγκεκριμένης μονάδας συναγερμού και ο πίνακας της ομάδας θα συνεχίσουν να αναβοσβήνουν. Ο χειρίστης θα πρέπει στη συνέχεια να πατήσει το πλήκτρο ALARM RESET και οι λυχνίες LED που αναβοσβήνουν, θα ανάψουν σταθερά.

Η κοινή μονάδα συναγερμού έχει ρυθμιστεί ώστε να θέσει διαφορετικούς συναγερμούς είτε για την υψηλή στάθμη (96,0%) ή για την ακραία υψηλή στάθμη (99,0%). Αυτή η μονάδα ελέγχει τον παλμό προς την εξωτερική κόρνα και φωτίζει την κίτρινη λυχνία για την υψηλή στάθμη ή ακούγεται συνεχώς ο συναγερμός και ανάβει η κόκκινη λυχνία της ακραίας υψηλής στάθμης.

Ο συναγερμός για το 99,0%, της στάθμης, έχει ρυθμιστεί ώστε να κλείνει αυτόματα τη βαλβίδα πλήρωσης της δεξαμενής.

7.1.5 Εγκατάστασης κράτησης συναγερμού

Εκτός από τις παραπάνω κανονικές λειτουργίες του συναγερμού, υπάρχει επίσης και η λειτουργία ALARM HOLD. Η λειτουργία αυτή χειρίζεται όλες τις δεξαμενές ξεχωριστά και ανεξάρτητα και επιλέγετε πατώντας το πλήκτρο ALARM HOLD στον πίνακα. Η διαδικασία παραμένει σε λειτουργία όσο το πλήκτρο είναι ενεργοποιημένο. Η κράτηση συναγερμού λειτουργεί ως εξής:

Εάν, πριν από τη φόρτωση, το πλήκτρο ALARM HOLD είναι ήδη ενεργοποιημένο, πρέπει να απενεργοποιηθεί και επανενεργοποιηθεί. Αυτό διαγράφει οποιοδήποτε προηγούμενο συναγερμό.

Αν το ALARM HOLD είναι ενεργοποιημένο, η πρώτη ειδοποίηση από κάθε δεξαμενή ενεργοποιεί το συναγερμό, κόρνα και φως στο κατάστρωμα, ηχητικό σήμα στον πίνακα ελέγχου. Οι κατάλληλες λυχνίες LED στον πίνακα ελέγχου και στην υπομονάδα συναγερμού ασφάλειας θα αναβοσβήνουν.

Αν ένας από τους μετρητές στάθμης που είναι ήδη σε κατάσταση συναγερμού, απενεργοποιηθεί και στη συνέχεια ενεργοποιηθεί εκ νέου λόγω της κίνησης του υγρού φορτίου, η ειδοποίηση δεν θα επαναληφθεί λόγω της λειτουργίας ALARM HOLD.

Κάθε βρόχος / καλωδίωση ή σφάλματα του συστήματος πρέπει να διορθώνονται το συντομότερο δυνατόν, γιατί ένας αισθητήρας με βλάβη δεν θα λειτουργήσει.

Πίνακας 7.2 : Συναγερμοί

Συναγερμός	Στάθμη	Επιπτώσεις	Συσκευή
Ακραία υψηλή στάθμη	99,0%	Άμεση απενεργοποίηση	Omicron
Πολύ υψηλή στάθμη	98,7%	Κλείσιμο βαλβίδας πλήρωσης δεξαμενής	CTMS
Υψηλή υψηλή στάθμη	96,0%	Ακουστικός και οπτικός συναγερμός	Omicron
Υψηλή στάθμη	95.0%	Ακουστικός και οπτικός συναγερμός	CTMS

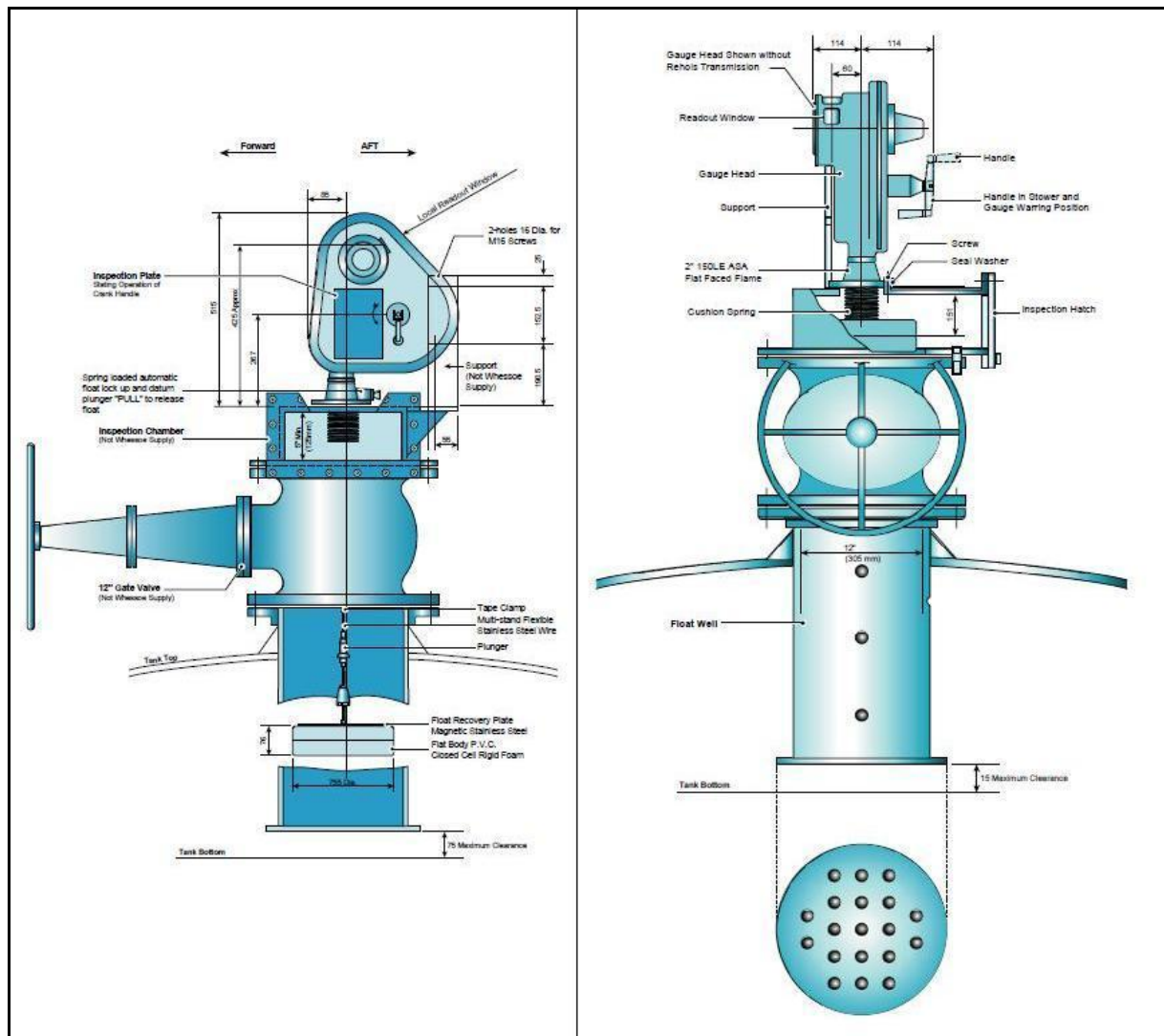
7.2 ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ

7.2.1 Γενικά

Το σύστημα μέτρησης στάθμης πλωτήρων Whessoe είναι για συμβατικού τύπου δεξαμενές, αλλά χρησιμοποιεί μια ταινία Invar για την αντιστάθμιση των μεταβολών της θερμοκρασίας.

Ένα όργανο μέτρησης, που περιέχει ένα μηχανικό δείκτη, μια ταινία invar τανυσμένη από ελατήριο και πλωτήρα PV διαμέτρου 12" που συνδέεται με το κάτω άκρο της ταινίας, είναι εφοδιασμένος κάθε θόλος υγρού.

Δύο καλώδια οδηγί για τον πλωτήρα είναι εγκατεστημένα στο κάτω άκρο μίας ράβδου που βρίσκεται 130 χιλιοστά πάνω από τον πυθμένα της δεξαμενής, η οποία είναι ασφαλισμένη στη πλάκα βάσης. Η βύθιση του πλωτήρα στο υγροποιημένο φυσικό αέριο είναι 15 χιλιοστά και το ελάχιστο επίπεδο που μπορεί να αναγνωστεί από το μετρητή είναι 145 χιλιοστά.



Σχήμα 7.2 : Μετρητής Στάθμης

Για να αποφευχθεί ο κίνδυνος της ζημιάς και φθοράς της ταινίας στο μηχανισμό μέτρησης, ο πλωτήρας θα πρέπει να είναι αποθηκευμένος ανά πάσα στιγμή, εκτός αν λαμβάνουμε μετρήσεις. Θα πρέπει να λαμβάνεται μέριμνα κατά την αποθήκευση του εξοπλισμού γιατί υπερβολική τάνυση μπορεί

να προκαλέσει ρήξη της ταινίας. Είναι δυνατόν μια αποτυχημένη ταινία να οδηγήσει σε λάθος υπολογισμό της στήλης χωρητικότητας, με αποτέλεσμα την απώλεια μετρήσεων για την εν λόγω δεξαμενή.

Για τον καθορισμό της επιφάνειας του υγρού, ο πλωτήρας απελευθερώνεται από τη θέση στοιβασίας με τη χρήση μοχλού αποδέσμευσης και κατεβαίνει ελεύθερα στην επιφάνεια του υγρού. Η βυθομέτρηση της δεξαμενής στη συνέχεια μπορεί να αναγνωστεί στο μετρητή. Τα όργανα μέτρησης Whessoe ελέγχονται κατά τη διάρκεια κάθε φόρτωσης σύμφωνα με Kongsberg CTS.

7.2.2 Περιγραφή

Ο μετρητής στάθμης υγρού είναι ένα στιβαρό μηχανικό σύστημα με ακρίβεια και συνεχή μέτρηση των σταθμών υγρών στις ψυχόμενες δεξαμενές του υδροποιημένου αερίου. Ο μετρητής μπορεί να λειτουργήσει σε δεξαμενές με βάθος μέχρι 54m και σε θερμοκρασίες τόσο χαμηλές όσο -200 °C. Ο μετρητής λειτουργεί εντελώς μηχανικά και δεν απαιτεί καμία ισχύ ώστε να παρέχει σταθερή τοπική ένδειξη.

Τα κύρια στοιχεία του είναι: ο πλωτήρας, ταινία μέτρησης από invar ή ανοξείδωτο χάλυβα, μηχανισμός μέτρησης, ταινία αποθήκευσης και ένα ελατήριο. Ο μετρητής ενεργοποιείται με τον πλωτήρα και χρησιμοποιεί ένα ελατήριο ως μηχανισμό εξισορρόπησης. Αυτό διατηρεί μια συνεχή ένταση στην ταινία του πλωτήρα ώστε η βύθιση του πλωτήρα δεν επηρεάζεται από το μήκος – βάρος της ταινίας σε όλη την περιοχή μετρήσεων. Η διάτρητη ταινία ακρίβειας μεταδίδει την κίνηση του πλωτήρα σε οδοντωτό τροχό ο οποίος οδηγεί τον μετρητικό μηχανισμό. Αυτός μεταδίδει μέσω μιας μαγνητικής σύζευξης μεταξύ ενός σταθερού εμπόδιου που να απομονώνει τον μετρητικό μηχανισμό από την ατμόσφαιρα της δεξαμενής.

Πίνακας 7.3 : Μετρητής στάθμης υγρού

Εύρος	0 – 54m (164 ft)
Ακρίβεια	± 7,5 mm
Επαναληψιμότητα	± 4 mm
Πίεση λειτουργίας	3,5kg/cm ² (50 psi) / 0.4MPa (60 psi)
Εύρος θερμοκρασίας	-200 ° C έως ατμοσφαιρική

Πίνακας 7.4 : Υλικά κατασκευής

Κεφαλή, σώμα, κάλυμμα μετρητή	Cast Stainless Steel to BS100-316C16
Κάλυμμα κεφαλής	Stainless Steel to BS 970-316S16
Εσωτερικό μετρητή	Stainless Steel with PTFE Bearing
Πλωτήρας	Πολυ-τετρα-φθορο-αιθυλένιο(PTFE)
Ταινία	Invar Steel 64% Fe, 36% Ni, Αντοχή σε εφελκυσμό 46 kgf/mm ²

8 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΖΩΤΟΥ ΚΑΙ ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ

8.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΖΩΤΟΥ

8.1.1 Γενικά

Δύο γεννήτριες αζώτου τύπου μεμβράνης, είναι εγκαταστημένες στο μηχανοστάσιο, η κάθε μια παράγει αέριο άζωτο με ρυθμό $125 \text{ Nm}^3 / \text{h}$, το οποίο χρησιμοποιείται για την άσκηση πίεσης στους χώρους μόνωσης, ως σφραγιστικό αέριο για τους συμπιεστές HD και LD, ως μέσο πυρόσβεσης στα εξαεριστικά προς την ατμόσφαιρα και για τον καθαρισμό του συστήματος αερίου καυσίμου και για διάφορα μέρη των σωληνώσεων φορτίου.

Πίνακας 8.1 : Προδιαγραφές συστήματος παραγωγής αζώτου

Κατασκευαστής	Air Products As
Αρχή λειτουργίας	Διαχωρισμός του αζώτου από τον αέρα με σύστημα μεμβράνης
Θερμοκρασία	Min. 20°C, Max. 55°C
Σχετική υγρασία περιβάλλοντος	Max. 96 %
Μέγιστη παροχή	125 Nm ³ /h x 2 sets
Καθαρότητα Αζώτου (N ₂ + Αργό)	97 vol %
Σημείο Δρόσου Αζώτου σε ατμ. πίεση	-65°C
Πίεση κατάθλιψης Αζώτου (σχεδιασμός διαδικασίας)	6,50 bar
Διακόπτης START / STOP δεξαμενής αποθήκευσης	3,0 / 6,5 bar
Θερμοκρασία εξόδου	Max. 55°C

Πίνακας 8.2 : Δεξαμενή αποθήκευσης αζώτου (οριζόντια)

Χωρητικότητα	26 m ³
Θερμοκρασία σχεδιασμού (Min / Max)	0 / 70°C
Πίεση σχεδιασμού	10,0 bar
Πίεση εργασίας	8,0 bar
Υδροστατική πίεση δοκιμής	14,0 bar
Ασφαλιστική βαλβίδα πίεσης	13,0 bar

Πίνακας 8.3 : Αεροσυμπιεστής τροφοδοσίας

Κατασκευαστής	Tamrotor
Τύπος / Μοντέλο	TMC 65/13 EWNA
Αρχή λειτουργίας	Τύπος βίδας
Περιβάλλον λειτουργίας	85 % (Σχετική υγρασία)
Θερμοκρασία λειτουργίας (Min / Max)	0 / 50°C
Παροχή υπό κανονική πίεση	6,75 m ³ /min FAD
Κανονική πίεση λειτουργίας	12,0 bar
Μέγιστη πίεση λειτουργίας	13,0 bar
Ελάχιστη πίεση λειτουργίας	3,0 bar

8.1.2 Συστήματα ελέγχου και οργάνων

Ο πίνακας ελέγχου επιτρέπει την πλήρως αυτοματοποιημένη λειτουργία των μονάδων του. Οι παρακάτω συναγερμοί και έλεγχοι είναι τοποθετημένοι στον πίνακα ελέγχου.

- Ενδείξεις καταστάσεως συστήματος
- Πλήκτρο για την αναγνώριση ηχητικού προειδοποιητικού σήματος
- Συνεχής πίεση παράδοσης N₂
- Συνεχής ανάγνωση O₂
- Αναλυτής σημείου δρόσου
- Ηλεκτρικός θερμαντήρας ελέγχου θερμοκρασίας
- Πλήκτρο στάσης ανάγκης

8.1.3 Περιγραφή διαδικασίας

Ο συμπιεσμένος αέρας στις μονάδες τροφοδοτείται από το σύστημα αέρα του μηχανοστασίου. Πεπιεσμένος αέρας χωρίς υγρά κατάλοιπα παρέχεται στη

γεννήτρια αζώτου και περνά μέσα από ένα συνδυασμό φίλτρων, το οποίο θα προστατεύσει τις μεμβράνες από κάθε επιβλαβές σωματίδιο, λάδι, νερό και συμπυκνώματα.

Ο αέρας στη συνέχεια περνά μέσα από ένα ηλεκτρικό θερμαντήρα που θα θερμάνει τον αέρα στους 50 ° C περίπου, η οποία είναι η βέλτιστη θερμοκρασία για την επίτευξη της παροχής σχεδιασμού. Ο θερμαντήρας ελέγχεται από θερμοστάτη που λαμβάνει σήμα θερμοκρασίας από αισθητήρα που βρίσκεται κατάντη του θερμαντήρα. Ένας διακόπτης θερμοκρασίας στον θερμαντήρα και στις σωληνώσεις θα προστατεύσει τον θερμοστάτη και τη μεμβράνη από την υπερβολική θερμοκρασία. Η μεμβράνη μπορεί να αντέξει σε θερμοκρασίες μέχρι περίπου 85 ~ 90 ° C, χωρίς να υποστεί βλάβη. Για να αποφευχθεί οποιαδήποτε πιθανή υπερθέρμανση, ο θερμαντήρας θα κλείσει στους 120 ° C.

Ο θερμός αέρας τώρα τροφοδοτείται μέσω ενός συλλέκτη σε κάθε επιμέρους διαχωριστή μεμβράνης και το προϊόν που εξέρχεται από την μεμβράνη είναι το άζωτο. Το άζωτο συγκεντρώνεται σε ένα διανομέα και περνάει μία βαλβίδα ελέγχου ροής που θα καθοριστεί για την παροχή σχεδιασμού. Ένα ροόμετρο είναι εγκατεστημένο και παρακολουθεί τη ροή του αζώτου.

Παρακάτω μετά το ροόμετρο μια βαλβίδα ελέγχου ροής είναι εγκατεστημένη ώστε να έχουμε διαρκή διαδικασία ροής, ως εκ τούτου, περίπου σταθερή καθαρότητα προϊόντος. Όταν αυτή η βαλβίδα λειτουργεί, η κατανάλωση αζώτου δεν μπορεί να υπερβεί την παροχή σχεδιασμού, με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζουμε ότι δεν θα παρουσιαστεί υψηλή περιεκτικότητα σε οξυγόνο κατά τη διάρκεια της λειτουργίας, παρά τις διακυμάνσεις της πίεσης εξόδου.

Ο αναλυτής οξυγόνου θα παρακολουθεί συνεχώς την περιεκτικότητα σε οξυγόνο του παραγόμενου αζώτου. Αν για οποιοδήποτε λόγο το οξυγόνο αυξηθεί πάνω από την τιμή του σχεδιασμού, ένας συναγερμός θα ηχήσει. Αν η περιεκτικότητα σε οξυγόνο αυξάνεται περαιτέρω, ένας δεύτερος συναγερμός θα

ξεκινήσει, θα κλείσει τη βαλβίδα παροχής και θα ανοίξει τη βαλβίδα καθαρισμού. Όταν η περιεκτικότητα σε οξυγόνο έχει μειωθεί στα όρια εντός των προδιαγραφών, η βαλβίδα καθαρισμού θα κλείσει και η βαλβίδα παροχής αζώτου θα ανοίξει πάλι.

Το άζωτο είναι αποθηκευμένο σε δεξαμενή αποθήκευσης αζώτου 22 m³, όπου η υψηλή και χαμηλή πίεση ενεργοποιούν τη στάση και την εκκίνηση των γεννητριών αζώτου αντίστοιχα.

8.1.4 Φυσικές ιδιότητες του αζώτου

Το άζωτο είναι το πιο κοινό αέριο στη φύση, δεδομένου ότι αντιπροσωπεύει το 79% του όγκου του ατμοσφαιρικού αέρα. Σε θερμοκρασία δωματίου, το άζωτο είναι άχρωμο και άοσμο αέριο. Η πυκνότητα του είναι σχεδόν ίδια με του αέρα 1,25 kg/m³ υπό κανονικές συνθήκες. Όταν υγροποιηθεί, η θερμοκρασία του είναι -196 °C υπό ατμοσφαιρική πίεση, η πυκνότητα του 810 kg/m³ και η θερμότητα εξάτμισης είναι 199 kJ/kg.

Πίνακας 8.4 : Ιδιότητες του αζώτου

Μοριακό βάρος	28,016
Σημείο βρασμού σε 1 bar απόλυτη πίεση	-196 ° C
Ειδικό βάρος υγρού στο σημείο βρασμού	0,81
Ειδικό βάρος ατμών στους 15 ° C και 1 bar απόλυτη πίεση	0,97
Σχέση όγκου αερίων / όγκου υγρών στους -196 °C	695
Όρια ευφλεκτότητας	Δεν υφίσταται
Σημείο δροσού για 100% καθαρό N ₂	Κάτω από -80 ° C

8.1.5 Χημικές ιδιότητες

Το άζωτο θεωρείται αδρανές αέριο, είναι άφλεκτο και χωρίς χημική συγγένεια. Ωστόσο, σε υψηλές θερμοκρασίες, μπορεί να συνδυαστεί με άλλα αέρια και μέταλλα.

8.1.6 Ενδεχόμενοι κίνδυνοι

Λόγω της απουσίας ή της πολύ χαμηλής περιεκτικότητας σε οξυγόνο, το άζωτο είναι ασφυξιογόνο.

Σε υγρή κατάσταση, η χαμηλή θερμοκρασία του θα βλάψει ζωντανούς ιστούς και οποιαδήποτε διαρροή υγρού αζώτου στο κατάστρωμα του πλοίου θα οδηγήσει σε ζημιά, όπως και με το ΥΦΑ.

8.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ ΚΑΙ ΞΗΡΟΥ ΑΕΡΑ

8.2.1 Γενικά

Η εγκατάσταση ξηρού αέρα – αδρανούς αερίου, που βρίσκεται στο μηχανοστάσιο, παράγει ξηρό αέρα ή αδρανές αέριο που χρησιμοποιείται για την αδρανοποίηση των δεξαμενών και σωληνώσεων πριν και μετά από τον δεξαμενισμό ή τις επιθεωρήσεις.

Η αρχή λειτουργίας βασίζεται στην καύση ενός καυσίμου με χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο και την αφύγρανση και τον καθαρισμό των καυσαερίων.

Η εγκατάσταση αδρανούς αερίου περιλαμβάνει γεννήτρια αδρανούς αερίου, μια μονάδα πύργου καθαρισμού, δύο φυγοκεντρικούς ανεμιστήρες, μια στεγανή βαλβίδα απορροής των υδάτων, μια μονάδα έγχυσης καυσίμου, ένα ενδιάμεσο αφυγραντήρα (ψυκτικού τύπου), ένα τελικό αφυγραντήρα (τύπου προσρόφησης) και ένα σύστημα οργάνων ελέγχου.

Πίνακας 8.5 : Σύστημα αδρανούς αερίου και ξηρού αέρα

Κατασκευαστής	Hamworthy
Παροχή αδρανούς αερίου	14.500 Nm ³ / h
Παροχή ξηρού αέρα	14.500 Nm ³ / h
Πίεση Παροχής	250 mbar
Σημείο δρόσου αδρανούς αερίου / ξηρού αέρα	-45 ° C
Ποσοστό (% vol) O ₂ στο αδρανές αέριο	0,5
Ποσοστό CO ₂ στο αδρανές αέριο	14%
Ποσοστό CO (max) στο αδρανές αέριο	100 ppm
Ποσοστό NO _x (max) στο αδρανές αέριο	100 ppm
Ποσοστό SO _x (max) στο αδρανές αέριο Ισοζύγιο αζώτου έως 100%	2 ppm (Nor. 1ppm)
Ποσοστό "αιθάλης" στο αδρανές αέριο	Bacharach 0

Η εγκατάσταση ξηρού αέρα – αδρανούς αερίου λειτουργείται τοπικά. Η σύνδεση με το σύστημα σωληνώσεων φορτίου γίνεται μέσω δύο ανεπίστροφων βαλβίδων και μιας βαλβίδας τυφλής φλάντζας που είναι κανονικά στην κλειστή θέση.

8.2.2 Αρχή λειτουργίας

Το αδρανές αέριο παράγεται από την καύση του πετρελαίου που παρέχεται από την αντλία καυσίμου με τον αέρα που παρέχεται από τους φυσητήρες, στο θάλαμο καύσης της γεννήτριας αδρανούς αερίου.

Καλή καύση είναι απαραίτητη για την παραγωγή καλής ποιότητας αδρανούς αερίου, χωρίς αιθάλη και με χαμηλή περιεκτικότητα οξυγόνου.

Τα προϊόντα της καύσης είναι κυρίως διοξείδιο του άνθρακα, νερό, μικρές ποσότητες οξυγόνου, μονοξείδιο του άνθρακα, οξείδια του θείου και υδρογόνο. Το άζωτο είναι γενικά σταθερό κατά τη διαδικασία καύσης και το αδρανές αέριο που παράγεται αποτελείται κυρίως από 86% άζωτο και 14% διοξείδιο του άνθρακα. Αρχικά, το θερμό καυσαέριο που παράγεται ψύχεται έμμεσα στον θάλαμο καύσης από το θαλασσινό νερό στο χιτώνιο. Στη συνέχεια,

η ψύξη των αερίων συμβαίνει κυρίως στο τμήμα καθαρισμού της γεννήτριας όταν τα οξείδια του θείου έχουν απορριφθεί. Το θαλασσινό νερό για τη γεννήτρια αδρανούς αερίου τροφοδοτείται από αντλία θαλασσινού νερού ή από μία από τις αντλίες έρματος μέσω της κύριας βαλβίδας απομόνωσης έρματος, ως εφεδρεία.

Πριν την παροχή από την γεννήτρια, σταγονίδια νερού και υγρασία που είναι παγιδευμένα διαχωρίζονται από το αδρανές αέριο από αφυγραντήρα. Περαιτέρω απομάκρυνση του νερού παρουσιάζεται στο ενδιάμεσο στάδιο αφύγρανσης, όπου η μονάδα ψύξης, ψύχει το αέριο σε θερμοκρασία της τάξης των 5 °C. Το μεγαλύτερο μέρος του νερού που περιέχει το αέριο συμπυκνώνεται και απορρέει, το αέριο εξέρχεται από αυτό το στάδιο μέσω του αφυγραντήρα. Στην τελική φάση, το νερό απομακρύνεται με διαδικασία απορρόφησης από διπλό ξηραντικό υλικό.

Η μονάδα ξηραντικού υλικού λειτουργεί με αυτόματη αλλαγή επί του κύκλου, όπου το ξηραντικό υλικό το έκτος γραμμής πρώτα επανενεργοποιείται με ζεστό ξηρό αέρα που έχει περάσει από το σύστημα ξηρής επανενεργοποίησης.

Μια βαλβίδα ελέγχου της πίεσης που βρίσκεται στην έξοδο της ξηραντικής μονάδας και διατηρεί μια συνεχή πίεση για όλο το σύστημα, εξασφαλίζοντας έτσι σταθερή τη φλόγα στη γεννήτρια.

Το σημείο δρόσου και η περιεκτικότητα σε οξυγόνο του αδρανούς αερίου που παράγεται, παρακολουθούνται μονίμως. Το επίπεδο οξυγόνου ελέγχει την αναλογία του μείγματος αέρα – καυσίμου που παρέχεται στον καυστήρα. Η περιεκτικότητα σε οξυγόνο πρέπει να είναι κάτω του 1% κατ 'όγκο και το σημείο δρόσου κάτω των -45 °C.

Για την παροχή του αδρανούς αερίου στο σύστημα φορτίου, χρειάζεται συνδυασμός δύο απομακρυσμένων βαλβίδων αέρα που λειτουργούν μέσω σωληνοειδών βαλβίδων ελέγχου που έχουν τοποθετηθεί στο σύστημα διανομής, δηλαδή τη βαλβίδα καθαρισμού και τη βαλβίδα παροχής.

8.2.3 Παραγωγή ξηρού αέρα

Η γεννήτρια αδρανούς αερίου μπορεί να παράγει ξηρό αέρα αντί του αδρανούς αερίου με την ίδια παροχή, ωστόσο, για την παραγωγή ξηρού αέρα:

- Δεν υπάρχει καύση στη γεννήτρια
- Δεν υπάρχει μέτρηση της περιεκτικότητας σε οξυγόνο
- Το σήμα οξυγόνου εξουδετερώνεται όταν έχουμε παραγωγή ξηρού αέρα.

Μετά τις διεργασίες της ψύξης και της ξήρανσης, αν το σημείο δρόσου είναι σωστό, ο ξηρός αέρας παρέχεται στο σύστημα φορτίου μέσω της βαλβίδας παροχής (με την βαλβίδα καθαρισμού κλειστή).

8.2.4 Περιγραφή του καυστήρα

Ο αέρας παρέχεται στον κύριο καυστήρα από δύο φυσητήρες, καθένας προμηθεύει 50% της συνολικής δυναμικότητας της γεννήτριας. Η ποσότητα του αέρα καύσης του καυστήρα μπορεί να προσαρμοστεί χειροκίνητα από ρυθμιστική βαλβίδα σε περίσσεια αέρα. Ένα μικρού μεγέθους ακροφύσιο ψεκασμού πρέπει να χρησιμοποιείται κατά τη λειτουργία της εγκατάστασης στο 50% με μία μόνο μονάδα φυσητήρα.

Καύσιμο (ελαφρύ πετρέλαιο) παρέχεται σε σταθερή πίεση από ηλεκτρική αντλία πετρελαίου, η οποία έχει ενσωματωμένη πιεζοστατική βαλβίδα υπερχειλίσης.

Πριν από την ανάφλεξη ή την εκκίνηση της μονάδας και με την αντλία να λειτουργεί, όλα τα καύσιμα διοχετεύονται μέσω αυτής της βαλβίδας υπερχειλίσης που ρυθμίζει την πίεση παροχής της αντλίας.

Το καύσιμο ρέει στο ακροφύσιο του καυστήρα μέσω δύο σωληνοειδών βαλβίδων και δύο ρυθμιστικών βαλβίδων πετρελαίου.

Ένας προγραμματισμένος διακόπτης στον τοπικό πίνακα ελέγχου ρυθμίζει μια από τις σωληνοειδής βαλβίδες η οποία ελέγχει τον βοηθητικό καυστήρα και την αρχική ανάφλεξη.

Ο κύριος καυστήρας αναφλέγεται από ένα βοηθητικό καυστήρα. Ο κύριος καυστήρας πετρελαίου είναι τύπου ψεκασμού υψηλής πίεσης. Το καύσιμο κατευθύνεται στο στόμιο του καυστήρα μέσω εφαπτόμενων σχισμών, οι οποίες μεταδίδουν μια περιστροφική κίνηση, διασφαλίζοντας ότι τα καύσιμα εξέρχονται από τον καυστήρα ως μια λεπτή περιστρεφόμενη μεμβράνη αμέσως μετά το ακροφύσιο.

8.2.5 Αδρανές αέριο

Το αδρανές αέριο χρησιμοποιείται για τη μείωση της περιεκτικότητας οξυγόνου στα: σύστημα φορτίου, δεξαμενές, σωληνώσεις, συμπιεστές και για να αποφευχθεί μείγμα αέρα – μεθανίου (CH_4) πριν τον αερισμό και μετά την προθέρμανση, πριν από τις επισκευές. Το αδρανές αέριο παράγεται στο σκάφος χρησιμοποιώντας μια γεννήτρια αδρανούς αέριου (Hamworthy), η οποία παράγει αδρανές αέριο με ρυθμό $14.000 \text{ m}^3 / \text{h}$ με σημείο δρόσου $-45 \text{ }^\circ\text{C}$ χρησιμοποιώντας καύσιμο πετρελαίου χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο. Αυτή η εγκατάσταση μπορεί επίσης να παράγει ξηρό αέρα με ρυθμό $14.000 \text{ m}^3 / \text{h}$ και σημείο δρόσου $-45 \text{ }^\circ\text{C}$.

Πίνακας 8.6 : Σύνθεση αδρανούς αέριου

Οξυγόνο (O ₂)	<0,5% κ.ο.
Διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂)	<14% κ.ο
Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	<100 ppm
Οξείδια του θείου(SO _x)	<2 ppm
Οξείδια του αζώτου(NO _x)	<65 ppm
Αζωτο (N ₂)	ισορροπία
Σημείο Δρόσου	<-45 °C
Αιθάλη	απουσία

Το αδρανές αέριο είναι ελαφρώς πυκνότερο από τον αέρα: 1,35 kg/m³ στους 0 °C. Λόγω της χαμηλής περιεκτικότητάς του σε οξυγόνο, το αδρανές αέριο είναι ασφυξιογόνο.

9 ΦΟΡΤΩΣΗ

9.1 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΦΟΡΤΩΣΗΣ

Όλες οι εργασίες για τη φόρτωση ελέγχονται και παρακολουθούνται από το κεντρικό δωμάτιο ελέγχου του πλοίου. Η φόρτωση του ΥΦΑ και η ταυτόχρονη αποβολή έρματος πραγματοποιούνται σε σειρά ώστε να πληρούνται τα ακόλουθα:

1. Οι δεξαμενές φορτίου γεμίζουν με ενιαίο ρυθμό.
2. Διαγωγή και κλίση ελέγχονται από τις δεξαμενές έρματος.
3. Οι δεξαμενές φορτίου, πρέπει να συμπληρώνονται σε ύψη που έχουν δοθεί από πίνακες φόρτωσης (98,5%).
4. Όταν η φόρτωση φτάσει στην κορυφή, το πλοίο θα πρέπει να διατηρείται σε θέση ισορροπίας.
5. Κατά τη διάρκεια της φόρτωσης, μπορεί να ρυθμίζεται η διαγωγή του πλοίου σύμφωνα με το μέγιστο βύθισμα του τερματικού, προκειμένου να βοηθήσει στην εκκένωση των δεξαμενών έρματος.
6. Η φόρτωση και η σταθερότητα, όπως καθορίζεται από τον υπολογιστή φόρτωσης, πρέπει να παραμείνει εντός ορίων ασφαλείας.

Ο αξιωματικός που είναι υπεύθυνος για τη λειτουργία πρέπει να βρίσκεται στο κεντρικό δωμάτιο ελέγχου, όταν το φορτίο μεταφέρεται. Μια βάρδια στο κατάστρωμα απαιτείται για τυπικούς ελέγχους ή / και για οποιαδήποτε επείγουσα διαδικασία πρέπει να διενεργηθεί επί του καταστρώματος κατά τη διάρκεια της φόρτωσης.

Κατά τη διάρκεια της φόρτωσης, επικοινωνία πρέπει να διατηρείται μεταξύ του κεντρικού δωματίου ελέγχου του πλοίου και του τερματικού σταθμού. Τηλέφωνο και μηνύματα για την αυτόματη ενεργοποίηση του συστήματος έκτακτης διακοπής από ή προς το πλοίο πρέπει να είναι σε λειτουργία.

Ανά πάσα στιγμή, όταν το πλοίο βρίσκεται σε λειτουργία με υγροποιημένο φυσικό αέριο και κυρίως κατά τη διάρκεια της φόρτωσης απαιτούνται:

- Το σύστημα συμπίεσης των χώρων μόνωσης πρέπει να είναι σε λειτουργία με αυτόματο έλεγχο της πίεσης.
- Το δευτερεύον σύστημα μέτρησης στάθμης θα πρέπει να διατηρείται πάντοτε έτοιμο προς λειτουργία.
- Το σύστημα καταγραφής θερμοκρασίας και συναγερμοί για εμπόδια του φορτίου και τη δομή της δεξαμενής διπλού κύτους θα πρέπει να είναι σε συνεχή λειτουργία.

Το σύστημα ανίχνευσης αερίου και συναγερμοί πρέπει να είναι σε συνεχή λειτουργία.

Κανονικά κατά τη φόρτωση, ατμός επιστρέφεται στον τερματικό σταθμό με τη βοήθεια των HD συμπιεστών ή με συμπιεστές από την ακτή. Η πίεση στον κύριο αγωγό ατμών του πλοίου συντηρείται από την προσαρμογή της ροής του συμπιεστή.

Οι δεξαμενές φορτίου πρέπει να διατηρούνται σε επικοινωνία με τον κύριο αγωγό ατμού στο κατάστρωμα, με τη βαλβίδα ατμού στο θόλο κάθε δεξαμενής ανοικτή.

Εάν οι δεξαμενές δεν έχουν προηγουμένως ψυχθεί, πραγματοποιείται ψεκασμός ΥΦΑ.

Παράλληλα στον τερματικό σταθμό

1. Σύνδεση και ασφάλιση του καλωδίου γείωσης.
2. Σύνδεση και δοκιμή του καλωδίου επικοινωνίας με την ξηρά.

3. Έλεγχος του τηλεφώνου για κανονική επικοινωνία με τον τερματικό σταθμό.
4. Έλεγχος της εφεδρική επικοινωνίας με τον τερματικό σταθμό.
5. Ρύθμιση του διακόπτη κλειδώματος για το σήμα παύσης λειτουργίας από τον τερματικό σταθμό, από τη θέση αποκλεισμού στη θέση για τον τερματικό σταθμό.
6. Σύνδεση των βραχιόνων φόρτωσης του τερματικού σταθμού προς τις διασταυρώσεις υγροποιημένου φυσικού αερίου και τη διασταύρωση των ατμών. Αυτή η λειτουργία γίνεται από το προσωπικό του τερματικού σταθμού.
7. Έλεγχος ότι οι κοχλίες σύζευξης λιπαίνονται σωστά και έχουν σφικτεί σωστά και έλεγχος του συστήματος γρήγορης αποσύνδεσης για τυχόν ζημίες (αν υπάρχει).
8. Στο κεντρικό δωμάτιο ελέγχου, ενεργοποίηση του διακόπτη συναγερμού για τη στάθμη των δεξαμενών φορτίου και το διακόπτη διακοπής λειτουργίας τα οποία είναι απενεργοποιημένα εν πλω.
9. Εναλλαγή της θέσης του διακόπτη του ανεξάρτητου συναγερμού στάθμης από την αποκλεισμένη στην κανονική για κάθε δεξαμενή.
10. Εναλλαγή της θέσης του διακόπτη συναγερμού άντλησης από την αποκλεισμένη στην κανονική για κάθε δεξαμενή.
11. Βεβαιωθείτε ότι οι συναγερμοί της στάθμης έχουν μηδενιστεί.
12. Σύνδεση των σωλήνων αζώτου καθαρισμού στη διακλάδωση και καθαρισμός του αέρα από κάθε βραχίονα φόρτωσης χρησιμοποιώντας αέριο άζωτο από την ακτή.
13. Άσκηση πίεσης σε κάθε βραχίονα φόρτωσης με πλήρη πίεση αζώτου μέσω της καθαριστικής βαλβίδας και να γίνει έλεγχος με σαπούνι κάθε ζεύξης για δοκιμή στεγανότητας.
14. Φέρτε το πλοίο σε κατάσταση χωρίς κλίση και διαγωγή και καταγραφή των συνθηκών άφιξης για τα έγγραφα του τελωνίου. Επίσημοι

εκπρόσωποι των αγοραστών και πωλητών πρέπει να είναι παρόντες όταν τυπωθούν οι αναφορές.

9.2 ΦΟΡΤΩΣΗ ΜΕ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ ΑΤΜΩΝ ΣΤΗΝ ΑΚΤΗ

Θεωρείται δεδομένο για τη σαφήνεια της περιγραφής ότι όλες οι βαλβίδες είναι κλειστές πριν από τη χρήση.

9.2.1 Έλεγχοι που έγιναν πριν από τη φόρτωση

1. Έλεγχος της τηλεχειριζόμενης λειτουργίας όλων των βαλβίδων των δεξαμενών φορτίου και της πολλαπλής βαλβίδας παύσης λειτουργίας ανάγκης.
2. Έλεγχος της τηλεχειριζόμενης λειτουργίας των βαλβίδων έρματος. Έλεγχος: των HD συμπιεστών, των αντλιών έρματος, των συστημάτων ασφαλείας και των συστημάτων θέρμανσης γλυκόλης.

9.2.2 Προφυλάξεις ασφαλείας

1. Βεβαιωθείτε ότι η κουρτίνα νερού της γάστρας είναι σε λειτουργία στην πλευρά φόρτωσης.
2. Προετοιμασία του πυροσβεστικού εξοπλισμού, μάνικες νερού και προστατευτική ενδυμασία. Ειδικότερα, το σύστημα ξηράς κόνεως θα πρέπει να είναι έτοιμο για χρήση με τηλεχειρισμό. Βεβαιωθείτε ότι το σύστημα ψεκασμού νερού στο κατάστρωμα είναι έτοιμο για χρήση.
3. Ετοιμασία των δύο HD συμπιεστών για χρήση με τα συστήματα σφραγιστικού αερίου και σε ελαίου λίπανσης σε λειτουργία.

9.2.3 Λειτουργίας φόρτωσης

1. Βεβαιωθείτε ότι η δεξαμενή αποθήκευσης του αζώτου είναι στη μέγιστη πίεση.
2. Οργάνωση των σωληνώσεων αζώτου για την τροφοδοσία κατά προτίμηση των πρωτογενών χώρων μόνωσης.
3. Έλεγχος της βαλβίδας πρόσθετης παροχής, εν αναμονή.
4. Ρύθμιση της πίεσης παροχής του αζώτου στις ρυθμιστικές βαλβίδες σε 2 mbar.
5. Ρύθμιση των βαλβίδων ελέγχου πίεσης του αζώτου, στον πρωτοβάθμιο χώρο μόνωσης σε 4 mbar και στο δευτεροβάθμιο χώρο μόνωσης σε 4 mbar.
6. Έλεγχος των συστημάτων οπτικών ινών, σύνδεση των βραχιόνων υγρού και ατμού, επικοινωνία με την ακτή, πνευματική και ηλεκτρική σύνδεση πλοίου / ξηράς και συστημάτων ασφαλείας.
7. Πραγματοποίηση ελέγχων ασφαλείας.
8. Συμπλήρωση της λίστας ελέγχου ασφάλειας πλοίου / ξηράς.
9. Αύξηση του ρυθμού φόρτωσης.
10. Εκκίνηση του προγράμματος εκκένωσης των δεξαμενών έρματος. Κρατήστε το βύθισμα, τη διαγωγή και τις ανοχές του κύτους μέσα στα επιτρεπτά όρια με τον έλεγχο της εκκένωσης των δεξαμενών έρματος.
11. Εκκίνηση της θέρμανσης των διαφραγμάτων στους στεγανούς χώρους (αυτό θα πρέπει να είναι στην αυτόματη λειτουργία).
12. Παρακολούθηση της πίεσης της δεξαμενής, προκειμένου να επιτευχθεί μια πίεση περίπου 80 mbar. Άνοιγμα των βαλβίδων ατμού του κύριου αγωγού προς τον συμπιεστή και τη βαλβίδα εκροής από την πλευρά του συμπιεστή. Ξεκινήστε ένα ή και τους δύο HD συμπιεστές όπως απαιτείται.

13. Ρύθμιση του ανοίγματος των βαλβίδων πλήρωσης των δεξαμενών για τη διατήρηση ομαλής διανομής.
14. Χαλάρωση των βαλβίδων πλήρωσης κάθε δεξαμενής, καθώς η δεξαμενή προσεγγίζει την πληρότητά της.
15. Όταν η δεξαμενή προσεγγίσει το 98,5% της χωρητικότητας ενημέρωση της ακτής (σήμα από κύριο τμήμα). Κλείσιμο βαλβίδας στη συμπλήρωση του ορίου χωρητικότητας.

Οι συναγερμοί ακραίας και πολύ υψηλής στάθμης και παύσης λειτουργίας, που προβλέπονται είναι μόνο συσκευές έκτακτης ανάγκης και δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται ως μέρος της κανονικής λειτουργίας φόρτωσης.

16. Πριν από τη συμπλήρωση της πρώτης δεξαμενής φορτίου, να ζητηθεί από την ακτή μείωση του ρυθμού φόρτωσης και να συνεχίσει η μείωση όσο συμπληρώνεται κάθε δεξαμενή. Όταν η δεξαμενή βρίσκεται στην επιθυμητή στάθμη, κλείστε την αντίστοιχη βαλβίδα φόρτωσης. Για εύκολη αποστράγγιση της γραμμής, αφήστε 50 m³ διαθέσιμα στη δεξαμενή.

17. Διακοπή φόρτωσης όταν η τελική δεξαμενή φορτίου συμπληρωθεί σύμφωνα με το γράφημα πλήρωσης, η βαλβίδα πλήρωσης μιας δεξαμενής παραμένει ανοιχτή ώστε να έχουμε αποστράγγιση των γραμμών φόρτωσης.

18. Οι γραμμές υγρού θα αποστραγγίσουν αυτόματα στη δεξαμενή φορτίου με την ανοιχτή βαλβίδα. Τα μέρη του συλλέκτη με κλίση καθαρίζονται με άζωτο.

19. Με την ολοκλήρωση του στραγγίσματος των βραχιόνων φόρτωσης, κλείστε τις βαλβίδες του συλλέκτη υγρού. Οι γραμμές της ακτής είναι τώρα υπό πίεση κατά 2,0 με 3,0 bar με άζωτο.

20. Ανοίξτε τις βαλβίδες αποστράγγισης του συλλέκτη υγρού για να επιτρέψει στο άζωτο για να ξεπλύνει το υγρό στην ανοιχτή δεξαμενή φορτίου. Κλείστε τις βαλβίδες παράκαμψης, όταν η πίεση του αζώτου

έχει μειωθεί στα 0 mbar. Επαναλάβετε 3 φορές τη λειτουργία μέχρι να μην παραμείνει υγρό στη γραμμή.

21.Ο καθαρισμός των γραμμών υγρού θα πρέπει να πραγματοποιείται για μια κάθε φορά.

22.Όταν οι αναγνώσεις των αερίων που προέρχονται από μετρητή είναι λιγότερο από 50% LEL (Lower Explosive Limit) στις θυρίδες εξαερισμού, όλες οι βαλβίδες είναι κλειστές και οι βραχίονες φόρτωσης είναι έτοιμοι για αποσύνδεση.

23.Να μείνει η βαλβίδα φόρτωσης της μιας δεξαμενής ανοικτή μέχρι οι σωληνώσεις να επιστρέψουν στη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Στο κεντρικό δωμάτιο ελέγχου

24.Συναγερμοί στάθμης δεξαμενών, αναστολή του ανεξάρτητου επίπεδου συναγερμού πριν να προχωρήσουμε στην θάλασσα.

25.Ολοκλήρωση της εκκένωσης των δεξαμενών έρματος ώστε να αποκτηθεί θέση ισορροπίας για την τελική μέτρηση. Όταν η μέτρηση ολοκληρωθεί, προσαρμογή της στάθμης της δεξαμενής έρματος για συνθήκες πλεύσης.

26.Σταμάτημα των HD συμπιεστών αμέσως πριν την αναχώρηση του πλοίου, πριν από το κλείσιμο της πολλαπλής βαλβίδα ατμού για το άζωτο καθαρισμού και την αποσύνδεση των βραχιόνων φόρτωσης. Εάν η αναχώρηση καθυστερήσει, επιστροφή των ατμών στην ακτή θα πρέπει να συνεχιστεί.

27.Αποσύνδεση των βραχιόνων επιστροφής ατμών.

28.Προετοιμασία του συστήματος φορτίου για καύση φυσικού αερίου εν πλω.

29.Άνοιγμα των βαλβίδων που είναι αναγκαίες για την προθέρμανση. Αυτές είναι συνήθως οι βαλβίδες πλήρωσης και οι βαλβίδες ψεκασμού στους θόλους κάθε δεξαμενής.

9.3 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΖΩΤΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΤΗΣ ΦΟΡΤΩΣΗΣ

Η διαδικασία λειτουργίας για κανονική αδρανοποίηση ατμόσφαιρας είναι η εξής:

1. Εκκίνηση μίας γεννήτριας αζώτου προκειμένου να αυξηθεί η πίεση στην δεξαμενή αποθήκευσης. Η πτώση πίεσης στην δεξαμενή αποθήκευσης ενεργοποιεί τη γεννήτρια. Στην περίπτωση μεγάλης ζήτησης αζώτου, η γεννήτρια ετοιμότητας αυτόματα θα εκκινήσει.
2. Ρύθμιση του σημείου παροχής αζώτου στην ρυθμιστική βαλβίδα σε 2 mbar.
3. Στο προωαίο τμήμα του κυρίου καταστρώματος εξασφαλίζουμε ότι οι βαλβίδες εξαερισμού αζώτου είναι ανοικτές.
4. Ρύθμιση του σημείου που το άζωτο εκρέει από τις ρυθμιστικές βαλβίδες σε 4 mbar.

Αν είτε οι βαλβίδες παροχής ή εκροής αποτύχουν, οι αντίστοιχες ρυθμιστικές βαλβίδες ετοιμότητας τίθενται σε λειτουργία. Υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας αυτές οι βαλβίδες παραμένουν ανενεργές

Σε περίπτωση που άλλοι καταναλωτές μειώνουν τη διαθεσιμότητα του αζώτου για τους χώρους μόνωσης, η πίεση μπορεί προσωρινά να είναι μικρότερη από την ατμοσφαιρική πίεση.

Αυτή η κατάσταση δεν είναι κρίσιμη όσο η διαφορά πίεσης ($P_S - P_P$) μεταξύ της πίεσης του δευτεροβάθμιου χώρου (P_S) και της πίεσης του πρωτοβάθμιου χώρου (P_P) δεν υπερβαίνει τα 30 mbar. Όταν η διαφορά πίεσης στους πρωτοβάθμιους χώρους μόνωσης, σε σχέση με αυτή στους δευτεροβάθμιους χώρους μόνωσης, φτάσει στα 30 mbar, οι δύο χώροι μόνωσης πρέπει αμέσως να διασυνδεθούν, αυτό περιλαμβάνει χειροκίνητη λειτουργία.

Όταν διασυνδεθούν και ως εκ τούτου υπόκεινται στην ίδια πίεση αζώτου, οι πρωτοβάθμιοι και δευτεροβάθμιοι χώροι μόνωσης μπορούν να αντέξουν σε μεγάλη αποσυμπίεση χωρίς καμία ζημιά.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, ακόμη και με τις δεξαμενές με πλήρες φορτίο, πίεση χαμηλότερη από ατμοσφαιρική στον πρωτοβάθμιο χώρο μόνωσης δεν είναι επιβλαβής για την πρωτεύουσα μεμβράνη.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι αυτή η μεμβράνη υποβάλλεται σε -800 mbar πίεση κενού τόσο κατά τη διάρκεια γενικών δοκιμών κατά την κατασκευή και επίσης κατά τους κύκλους καθαρισμού των χώρων μόνωσης.

10 ΤΑΞΙΔΙ ΕΝ ΦΟΡΤΩ ΜΕ ΚΑΥΣΗ ΑΕΡΙΩΝ ΑΠΟ ΕΞΑΤΜΙΣΗ

10.1 ΚΑΝΟΝΙΚΗ ΚΑΥΣΗ ΑΕΡΙΟΥ ΑΠΟ ΕΞΑΤΜΙΣΗ

10.1.1 Εισαγωγή

Κατά τη διάρκεια ενός θαλάσσιου ταξιδιού όταν οι δεξαμενές φορτίου περιλαμβάνουν υγροποιημένο φυσικό αέριο, το εξατμιζόμενο αέριο από τις δεξαμενές φορτίου καίγεται στους λέβητες του πλοίου. Η επιχείρηση ξεκινά στο κατάστρωμα και ελέγχεται από τους μηχανικούς του πλοίου στο κεντρικό δωμάτιο ελέγχου και στο δωμάτιο ελέγχου του μηχανοστασίου. Αν για οποιοδήποτε λόγο το εξατμιζόμενο αέριο δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για καύσιμο, ή εάν η ποσότητα είναι πολύ μεγάλη για τους λέβητες να τη χειριστούν, όποια περίσσεια ατμού ελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα.

10.1.2 Λειτουργία

Το εξατμιζόμενο αέριο από τις δεξαμενές φορτίου εισέρχεται στον κύριο αγωγό ατμού μέσω των θόλων ατμού των δεξαμενών φορτίου. Τότε κατευθύνεται σε ένα LD συμπιεστή, ο οποίος παρέχει το αέριο σε LD θερμαντήρα. Το θερμασμένο αέριο παραδίδεται στους λέβητες σε θερμοκρασία +45 °C. Η θέση της οδηγητικής βάνας εισόδου του LD συμπιεστή ρυθμίζεται από τη ζήτηση του καύσιμου αερίου από το λέβητα (εξ) και την πίεση των

δεξαμενών φορτίου. Το σύστημα έχει σχεδιαστεί ώστε να καίει όλο το εξατμιζόμενο αέριο που παράγεται κατά κανόνα από πλήρες φορτίο και να διατηρεί την πίεση των δεξαμενών φορτίου (δηλαδή τις θερμοκρασίες) σε προκαθορισμένο επίπεδο.

Αν η κατανάλωση της εγκατάστασης ατμού πρόωσης δεν είναι αρκετή για να καεί το απαιτούμενο ποσό του εξατμιζόμενου αερίου, η πίεση της δεξαμενής θα αυξηθεί και τελικά θα ανοίξει η έξοδος του ατμού, ο εξαγόμενος ατμός θα κατευθυνθεί απευθείας στον κύριο συμπυκνωτή. Η κύρια έξοδος έχει σχεδιαστεί για να εκρέει επαρκής ατμός για να επιτραπεί στο λέβητα να χρησιμοποιήσει όλο το εξατμιζόμενο αέριο που παράγεται, ακόμα και όταν το πλοίο σταματήσει.

Η ροή του αερίου μέσω του LD συμπιεστή ελέγχεται από την προσαρμογή της θέσης της βάνας εισόδου. Αυτή οδηγείται από τον έλεγχο καύσης του λέβητα όταν ξεκινήσει η καύση αερίου. Η κανονική εξάτμιση πρέπει να επιλέγει στον έλεγχο καύσης του λέβητα, καθώς και η μέγιστη και η ελάχιστη πίεση της δεξαμενής και η πίεση λειτουργίας της δεξαμενής.

Για κανονική λειτουργία η βαλβίδα της κανονικής εξάτμισης ανοίγεται κατά 60% (η εξάτμιση παρέχει το 60% του καυσίμου που απαιτείται για να παράγει ο λέβητας το 90% της ικανότητάς του) και η ελάχιστη και η μέγιστη πίεση της δεξαμενής, επιλέγεται στα 1050 και 1090 mbar αντίστοιχα.

Εάν η βαλβίδα της κανονικής εξάτμισης προσαρμοστεί σωστά, η πίεση της δεξαμενής θα παραμένει εντός των επιλεγμένων ορίων. Εάν η επιλεγμένη κανονική εξάτμιση είναι υπερβολικά μεγάλη, η πίεση της δεξαμενής θα μειωθεί με αργό ρυθμό μέχρι να φθάσει στο ελάχιστο όριο επιλογής. Εάν η πίεση της δεξαμενής μειωθεί περισσότερο από την ελάχιστη τιμή επιλογής, η κανονική τιμή εξάτμισης θα μειωθεί μέχρι η πίεση της δεξαμενής να αυξηθεί και πάλι πάνω από την επιλεγμένη τιμή.

Αν η επιλεγμένη κανονική τιμή εξάτμισης είναι πολύ μικρή, η πίεση της δεξαμενής θα αυξηθεί αργά έως ότου φτάσει τη μέγιστη τιμή επιλογής. Εάν η

πίεση της δεξαμενής αυξηθεί πάνω από τη μέγιστη τιμή επιλογής, η κανονική τιμή εξάτμισης θα αυξηθεί μέχρι η πίεση της δεξαμενής να μειωθεί πάλι κάτω από την επιλεγμένη τιμή.

Εάν η πίεση της δεξαμενής συνεχίζει να αυξάνεται, επειδή η κατανάλωση ατμού δεν επαρκεί για να καεί όλο το απαιτούμενο ποσοστό των εξατμίσεων, θα ανοίξει η έξοδος του ατμού.

Η έξοδος του ατμού έχει σχεδιαστεί να ανοίξει, όταν η βαλβίδα κανονική εξάτμισης είναι 5% πάνω από την επιλεγμένη αρχική τιμή και όταν η πίεση της δεξαμενής έχει φτάσει στην προεπιλεγμένη πίεση λειτουργίας της εξόδου αυτής.

Με την παρούσα ρύθμιση, μια αύξηση της τάξης του 5% της κανονικής εξάτμισης αντιστοιχεί περίπου στην αύξηση της πίεσης της δεξαμενής κατά 40 mbar πάνω από τη μέγιστη πίεση επιλογής της δεξαμενής.

Οι σωληνώσεις φορτίου και αερίου καυσίμου έχουν σχεδιαστεί ώστε η επιπλέον εξάτμιση να μπορεί να διαφεύγει αν υπάρξει οποιαδήποτε ακούσια διακοπή καύσης στους λέβητες του πλοίου. Μια βαλβίδα αυτόματου ελέγχου έχει τεθεί στα 230 mbar ώστε να ελευθερώσει τον επιπλέον ατμό στην ατμόσφαιρα αυτό λειτουργεί ως σύστημα προστασίας της δεξαμενής.

Αν η πίεση του κύριου αγωγού ατμού πέσει 40 mbar πάνω από την πίεση του πρωτοβάθμιου χώρου μόνωσης, ένας συναγερμός θα ηχήσει.

Σε περίπτωση αυτόματου ή χειροκίνητου τερματισμού της λειτουργίας του συστήματος καύσης αερίου (ή αν η πίεση της δεξαμενής πέσει 5mbar πάνω από την πίεση του χώρου μόνωσης), μια βαλβίδα θα κλείσει και ο αγωγός τροφοδοσίας του μηχανοστασίου με καύσιμο αέριο θα πληρωθεί με άζωτο.

10.1.3 Διαδικασία Λειτουργίας

Είναι δεδομένο ότι όλες οι βαλβίδες είναι κλειστές πριν από τη χρήση:

1. Ετοιμασία του LD συμπιεστή, του θερμαντήρα του εξατμιζόμενου αερίου και της μονάδας καύσης του αερίου στο μηχανοστάσιο για χρήση.

2. Έλεγχος οι σχετικά βαλβίδες στους θόλους ατμού είναι ανοικτές.
3. Άνοιγμα των βαλβίδων εφοδιασμού ατμού του LD συμπιεστή και LD θερμαντήρα.

Στο θερμαντήρα του εξατμιζόμενου αερίου:

4. Άνοιγμα των βαλβίδων εισόδου και εξόδου του θερμαντήρα.
Άνοιγμα της παροχής ατμού στο θερμαντήρα του εξατμιζόμενου αερίου.

Στο κεντρικό δωμάτιο ελέγχου:

5. Ρύθμιση της βαλβίδας εξαερισμού στα 1150 mbar.
6. Στον LD συμπιεστή, ρύθμιση της βαλβίδας εισόδου κανονικής εξάτμισης στο 60% για κανονική λειτουργία, με την ελάχιστη και μέγιστη πίεση της δεξαμενής στα 1050 mbar και 1090 mbar και το άνοιγμα της διαφυγής ατμού σε πίεση 1130 mbar.

Όταν στο μηχανοστάσιο είναι όλα έτοιμα για να αρχίσει η καύση του αερίου, διασφαλίστε ότι υπάρχει επάρκεια αζώτου για τον καθαρισμό των γραμμών προς το λέβητα (δηλαδή > 5,0 bar) στη δεξαμενή αποθήκευσης αζώτου.

7. Διασφάλιση ότι η θερμοκρασία του αερίου στην έξοδο του θερμαντήρα είναι περίπου 45 °C. Άνοιγμα της βαλβίδας και την εκκίνηση του LD συμπιεστή.

Η λειτουργία αυτή στη συνέχεια ελέγχεται και παρακολουθείται από το κεντρικό δωμάτιο ελέγχου και δωμάτιο ελέγχου του μηχανοστασίου. Εάν ο όγκος του εξατμιζόμενου αερίου υπερβεί τη ζήτηση στους λέβητες, η διαφυγή του ατμού θα πρέπει να τεθεί σε λειτουργία.

Σε περίπτωση που το σύστημα σταματήσει για οποιονδήποτε λόγο, οι βαλβίδες θα κλείσουν αυτόματα.

Αιτίες σφάλματος:

- Σφάλμα χειροκίνητης λειτουργίας λέβητα (κεντρικό δωμάτιο ελέγχου και δωμάτιο ελέγχου του μηχανοστασίου).
- Σφάλμα των δύο λεβήτων.

- Πολύ υψηλή περιεκτικότητα αερίου στην έξοδο διαφυγής.
 - Πολύ χαμηλή θερμοκρασία καύσιμου αερίου.
 - Σταμάτημα του ανεμιστήρα του αγωγού καυσαερίων.
 - Απομακρυσμένο/χειροκίνητο σταμάτημα από: τοπικά, κεντρικό δωμάτιο ελέγχου και δωμάτιο ελέγχου του μηχανοστασίου.
 - Ανίχνευση πυρκαγιάς στο μηχανοστάσιο.
 - Διακοπή της καύσης αερίου, για οποιοδήποτε λόγο.
8. Σταμάτημα του LD συμπιεστή, κλείσιμο του LD θερμαντήρα. Κλείσιμο της βαλβίδας παροχής αερίου στο μηχανοστάσιο και ρύθμιση το σημείο του ελέγχου του αεραγωγού στα 1100 mbar.

10.2 ΚΑΥΣΗ ΑΕΡΙΟΥ ΑΠΟ ΕΞΑΝΑΓΚΑΣΜΕΝΗ ΕΞΑΤΜΙΣΗ

10.2.1 Εισαγωγή

Πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα οικονομικά θέματα μεταξύ της καύσης αερίου με τη καύση μαζούτ πριν από την διαδικασία εξαναγκασμένης εξάτμισης.

Εάν, κατά τη διάρκεια ταξιδιού εν φόρτω, επιπλέον καύσιμο αέριο από τις δεξαμενές φορτίου απαιτείται ώστε να καεί στους λέβητες του πλοίου, μπορεί να διατεθεί από την εξαναγκασμένη εξάτμιση χρησιμοποιώντας τον εξοπλισμό του σκάφους.

Η ανωτέρω διαδικασία, που ονομάζεται εξαναγκασμένη εξάτμιση θα χρησιμοποιηθεί για τη συμπλήρωση του αερίου καυσίμου μέχρι το 100% της απαιτήσεως καυσίμου του λέβητα.

10.2.2 Λειτουργία

Η κανονική διάταξη καύσης αερίου διατηρείται και ο εξατμιστήρας τίθεται σε λειτουργία.

Μια αποστραγγιστική / ψεκαστική αντλία χρησιμοποιείται για την άντληση ΥΦΑ στον εξατμιστήρα. Η επιπλέον ροή από την αντλία επιστρέφει στη δεξαμενή μέσω του κύριου αγωγού αποστραγγίσεως. Σε κανονική λειτουργία η επιστροφή κατευθύνεται στην ίδια δεξαμενή από όπου το υγρό αφαιρέθηκε.

Μετά από την εξάτμιση, ο ατμός ΥΦΑ συνδυάζει με το αέριο από τη φυσική εξάτμιση στην είσοδο του συμπιεστή.

Η ροή του αερίου στον LD συμπιεστή ελέγχεται από τη μονάδα ελέγχου καύσης του λέβητα με την προσαρμογή του ανοίγματος της βαλβίδας εισόδου και την ταχύτητα του κινητήρα. Ο έλεγχος είναι ως εξής:
Χαμηλό φορτίο: Είσοδος της βαλβίδας (-30 με 80 deg).
Υψηλό φορτίο: Ταχύτητα κινητήρα (30 ~ 60Hz).

Το ποσό του αερίου που θα παραχθεί με την εξαναγκασμένη εξάτμιση ελέγχεται από βαλβίδα ελέγχου της ροής από τον έλεγχο καύσης του λέβητα.

Κατά την μετάβαση σε 100% καύση αερίου, η ροή του πετρελαίου προσαρμόζεται στο ελάχιστο. Η παροχή πετρελαίου στους καυστήρες θα κοπεί και το σύστημα τίθεται σε επανακυκλοφορία. Ο βρόχος ελέγχου για την καύση πετρελαίου διατηρείται ώστε να επιτρέψει την χρήση των καυστήρων πετρελαίου σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης.

Σε περίπτωση αυτόματου ή χειροκίνητου τερματισμού της λειτουργίας του συστήματος καύσης αερίου (ή αν η πίεση της δεξαμενής φορτίου πέσει 5 mbar πάνω από την πίεση των χώρων μόνωσης), μια βαλβίδα θα κλείσει και ο αγωγός τροφοδοσίας του καύσιμου αερίου στο μηχανοστάσιο θα πληρωθεί με άζωτο. Συσκευές είναι ενσωματωμένες στο βρόχο ελέγχου, της καύσης πετρελαίου, ώστε να είναι δυνατή η γρήγορη μετάβαση σε καύση αερίου.

10.2.3 Διαδικασία λειτουργίας

Το σύστημα σωληνώσεων φορτίου είναι σε διάταξη για κανονική καύση αερίου κατά τη διάρκεια ενός ταξιδιού εν φόρτω.

Είναι δεδομένο ότι όλες οι βαλβίδες είναι κλειστές πριν τη χρήση.

1. Ετοιμασία του εξατμιστή για χρήση.
2. Άνοιγμα της βαλβίδας απομόνωσης αποστράγγισης / ψεκασμού στις δεξαμενές που θα χρησιμοποιηθούν.
3. Άνοιγμα βαλβίδας αποστράγγισης / ψεκασμού του κύριου αγωγού εφοδιασμού του εξατμιστή.
4. Άνοιγμα της βαλβίδας κατάθλιψης της αποστραγγιστικής αντλίας. Εκκίνηση της αντλίας αποστράγγισης / ψεκασμού και προσαρμογή της ροής επιστροφής στη δεξαμενή.
5. Εκκίνηση του εξατμιστή.
6. Ορισμός του λέβητα για καύση αερίου από εξαναγκασμένη εξάτμιση.
7. Εκκίνηση του LD συμπιεστή.
8. Ορισμός της παροχής υγρών στον εξατμιστή και τον LD συμπιεστή για την αυτόματη λειτουργία.

11 ΕΚΦΟΡΤΩΣΗ

11.1 ΕΚΦΟΡΤΩΣΗ ΜΕ ΕΠΙΣΤΡΟΦΗ ΑΕΡΙΟΥ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΚΤΗ

11.1.1 Εισαγωγή

Κατά τη διάρκεια μιας κανονικής εκφόρτωσης, μόνο οι κύριες αντλίες φορτίου θα χρησιμοποιηθούν και μια ποσότητα του φορτίου θα διατηρείται επί του σκάφους για ψύξη των δεξαμενών φορτίου.

Η ποσότητα που διατηρείται εξαρτάται από τη διάρκεια του ταξιδιού.

Εάν το πλοίο πρέπει να θερμάνει τις δεξαμενές για τεχνικούς λόγους, οι αντλίες αποστράγγισης / ψεκασμού θα χρησιμοποιηθούν για την εκφόρτωση του υπόλοιπου φορτίου με την συμπλήρωση της εκφόρτωσης με τις κύριες αντλίες φορτίου.

Κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης του φορτίου, ατμός ΥΦΑ παρέχεται από την ακτή για να διατηρηθεί η πίεση στις δεξαμενές φορτίου.

11.1.2 Αποσαφήνιση των οδηγιών λειτουργίας

1. Πριν από τη σύνδεση της γραμμής επιστροφής ατμών, παράμετροι λειτουργίας θα πρέπει να συμφωνηθούν μεταξύ του πλοίου και της ακτής
2. Η πίεση πρέπει να παρακολουθείται κατά τη λειτουργία.
3. Σε περίπτωση ανώμαλης διακύμανσης της πίεσης, ο τερματικός σταθμός θα πρέπει να ειδοποιηθεί για την προσαρμογή της παροχής ατμού.

11.1.3 Λειτουργία

Οι κύριες αντλίες φορτίου εκφορτώνουν υγροποιημένο φυσικό αέριο στον κύριο αγωγό υγρού και στη συνέχεια στην ξηρά μέσω της πολλαπλής σύνδεσης στο μέσο του πλοίου.

Μετά από μια αρχική αύξηση, η πίεση στις δεξαμενές μειώνεται. Στη συνέχεια γίνεται αναγκαία η παροχή ατμού από την ξηρά μέσω του διανομέα και της πολλαπλής σύνδεσης στον κύριο αγωγό ατμών του φορτίου στους θόλους αερίου των δεξαμενών, προκειμένου να διατηρηθεί η πίεση στα 1090 mbar.

Σε περίπτωση που η παροχή ατμού από την ακτή είναι ανεπαρκής για να διατηρηθεί η πίεση στις δεξαμενές, χρησιμοποιούνται αλλά μέσα για την παροχή ατμού στις δεξαμενές, είτε με την αξιοποίηση των ψεκαστήρων της δεξαμενής ή τον εξατμιστή ΥΦΑ.

Ο θερμαντήρας αερίου θα πρέπει να είναι προετοιμασμένος και έτοιμος για χρήση, προκειμένου να αποφευχθεί απελευθέρωση ψυχρών ατμών υγροποιημένου φυσικού αερίου στην ατμόσφαιρα. Ερματισμός γίνεται ταυτόχρονα με την εκφόρτωση. Η διαδικασία του ερματισμού είναι προγραμματισμένη να κρατήσει το σκάφος εντός των απαιτούμενων ορίων του βυθίσματος, της διαγωγής, της καταπόνησης της γάστρας και της σταθερότητας ακολουθώντας ενδείξεις που προέρχονται από τον υπολογιστή φόρτωσης.

Κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης, το πλοίο διατηρείται σε θέση ισορροπίας. Εάν απαιτηθεί για να αδειάσει μια δεξαμενή φορτίου, η διαγωγή του πλοίου ρυθμίζεται σύμφωνα με το μέγιστο βύθισμα του τερματικού από την πρύμνη για να βοηθήσει στην αποστράγγιση της δεξαμενής.

Κάθε δεξαμενή συνήθως εκφορτώνεται σε ένα επίπεδο της τάξης των 0,37m. Η ποσότητα που διατηρείται στις δεξαμενές ποικίλλει ανάλογα με τη διάρκεια του ταξιδιού με έρμα, το αναμενόμενο χρονικό διάστημα πριν από τη

φόρτωση και τον όγκο των εξατμίσεων που εκτιμάται ότι θα καίει στους λέβητες του πλοίου.

Η αντλία σταματά σε επίπεδο περίπου 1,0 m για να αποφευχθούν οι υπερβολικές αναταράξεις στο κάτω μέρος της δεξαμενής που δημιουργούν αναταραχές στην αναρρόφηση και των δύο αντλιών.

Αν το σκάφος πρέπει να ζεστάνει μία ή περισσότερες δεξαμενές φορτίου για τεχνικούς λόγους, η διαγωγή του πλοίου πρέπει να ρυθμιστεί σύμφωνα με το μέγιστο βύθισμα του τερματικού σταθμού. Το φορτίο που παραμένει στις δεξαμενές φορτίου θα θερμανθεί και θα εκφορτωθεί στην ξηρά ή σε άλλες δεξαμενές φορτίου χρησιμοποιώντας την αντλία αποστράγγισης / ψεκασμού με την ολοκλήρωση της εκφόρτωσης.

Η αντλία αποστράγγισης / ψεκασμού λειτουργεί μαζί με την κύρια αντλία φορτίου της μέχρι η κύρια αντλία φορτίου να σταματήσει λόγω χαμηλής πίεσης κατάθλιψης.

Με την ολοκλήρωση της εκφόρτωσης, οι βραχίονες φόρτωσης και οι αγωγοί καθαρίζονται και διοχετεύονται σε μια δεξαμενή φορτίου και οι βραχίονες στη συνέχεια απελευθερώνεται από αέριο και αποσυνδέονται. Λόγω της ρύθμισης της πολλαπλής, είναι αναγκαίος ο καθαρισμός των γραμμών φορτίου χρησιμοποιώντας άζωτο σε πίεση τουλάχιστον 3,0 bar, αυτό γίνεται αρκετές φορές για να εξασφαλιστεί επιτυχής αποστράγγιση των πολλαπλών συνδέσεων.

Ο βραχίονας ατμού παραμένει συνδεδεμένος μέχρι λίγο πριν από την αναχώρηση εάν αναμένεται καθυστέρηση.

11.2 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΦΟΡΤΩΣΗ

Είναι δεδομένο ότι όλες οι βαλβίδες είναι κλειστές πριν την έναρξη. Προκαταρκτική προετοιμασία:

1. Έλεγχοι που πρέπει να γίνουν πριν την έναρξη των εργασιών φορτοεκφόρτωσης:
 - Έλεγχος απομακρυσμένης λειτουργίας όλων των βαλβίδων εκφόρτωσης των δεξαμενών.
 - Έλεγχος απομακρυσμένης λειτουργίας των βαλβίδων έρματος.
 - Δοκιμή λειτουργίας των συστημάτων έκτακτης ανάγκης.
2. Προληπτικά μέτρα ασφάλειας:
 - Διασφάλιση ότι οι ψεκαστήρες για την κουρτίνα νερού του σκάφους στο μέσο του πλοίου είναι σε λειτουργία.
 - Ετοιμασία του πυροσβεστικού εξοπλισμού, εύκαμπτοι σωλήνες νερού και προστατευτικής ενδυμασίας για χρήση.
3. Συναγερμοί των δεξαμενών φορτίου:
 - Μετάβαση σε υψηλό επίπεδο συναγερμού.
4. Κύριες αντλίες φορτίου:
 - Έλεγχος της αντοχής της μόνωσης των ηλεκτρικών κινητήρων και συναφών καλωδίων πριν από την παροχή ρεύματος στις αντλίες φορτίου.
5. Έλεγχος συνδέσεων των βραχιόνων υγρού και ατμού.
6. Έλεγχος της επικοινωνίας με την ξηρά.
7. Έλεγχος της σύνδεσης πλοίου / ξηράς.
8. Έλεγχος του συστήματος έκτακτης ανάγκης από την ακτή και από το πλοίο, όπως απαιτείται.

12 ΔΙΚΤΥΟ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗΣ / ΚΑΤΑΣΒΕΣΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ

12.1 ΔΙΚΤΥΟ ΚΑΤΑΣΒΕΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

Το κύριο δίκτυο κατάσβεσης τροφοδοτείται από το μηχανοστάσιο μέσω δυο αντλιών που ονομάζονται αντλίες «fire». Πρόκειται για δυο φυγοκεντρικές αντλίες, κάθετα τοποθετημένες, οι οποίες παίρνουν κίνηση από ηλεκτροκινητήρες και έχουν την ικανότητα να παρέχουν στο δίκτυο 150m³ νερού στα 100ΜΤΗ.

Το δίκτυο για λόγους ασφάλειας είναι εξοπλισμένο και με τρίτη αντλία εκτάκτου ανάγκης που ονομάζεται «emergency fire pump», η οποία παίρνει κίνηση από μια πετρελαιομηχανή μέσω ενός υδραυλικού συνδέσμου και έχει τη δυνατότητα να παρέχει στο δίκτυο 150m³ νερού στα 100ΜΤΗ. Είναι παρόμοιας κατασκευής, κάθετη φυγοκεντρική αντλία και έχει ξεχωριστή λήψη στη θάλασσα. Η εντολή για εκκίνηση της μπορεί να δοθεί με τους εξής τρόπους: είτε τοπικά, είτε από τη γέφυρα, είτε από το χώρο ελέγχου πυρκαγιών, ή ακόμα και από το δωμάτιο ελέγχου.

Το ίδιο αποτέλεσμα μπορεί να επιτευχθεί με ακόμα δυο τρόπους, α) διοχετεύοντας το δίκτυο με νερό από τη δεξαμενή αποθήκευσης έρματος, όταν το πλοίο βρίσκεται εν πλω και β) υπό κανονικές συνθήκες τροφοδοτώντας το δίκτυο με νερό από τις δυο λήψεις θαλασσίου έρματος χρησιμοποιώντας τις αντλίες «fire».

Το κύριο δίκτυο κατάσβεσης βρίσκεται μόνιμα υπό πίεση μέσω μιας αντλίας που ονομάζεται «jockey pump». Πρόκειται για μια οριζόντια

φυγοκεντρική αντλία, η οποία παίρνει κίνηση από ηλεκτροκινητήρα και έχει δυνατότητα παροχής 10m³ νερού στα 100MTH. Επίσης διαθέτει έναν αυτόματο ρυθμιστή πίεσης που μπορεί να δίνει εντολή για εκκίνηση ή κράτηση της λειτουργίας της αντλίας και ο όποιος σε συνδυασμό με τους ελεγκτές πίεσης του δικτύου μπορούν να διατηρούν το δίκτυο μόνιμα υπό πίεση.

Ακόμα, το δίκτυο είναι εξοπλισμένο με βαλβίδες εξισορρόπησης πίεσης κατά μήκος των αγωγών, αριστερά και δεξιά του πλοίου, ώστε να εξασφαλίζεται η ομοιόμορφη κατανομή πίεσης.

Τέλος το κύριο δίκτυο κατάσβεσης εξυπηρετείται από τους χώρους λήψης θαλάσσιου νερού που βρίσκονται κάτω από το χώρο λήψης φορτιού αριστερά και δεξιά του πλοίου, κατά τη διάρκεια φόρτωσης και εκφόρτωσης.

12.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΤΑΣΒΕΣΗΣ ΞΗΡΑΣ ΚΟΝΕΩΣ

12.2.1 Γενική περιγραφή

Το σύστημα κατάσβεσης ξηράς κόνεως προμηθεύτηκε από την NK Co. Ltd και αποτελείται από δυο ξεχωριστές μονάδες δεξαμενών ξηράς κόνεως:

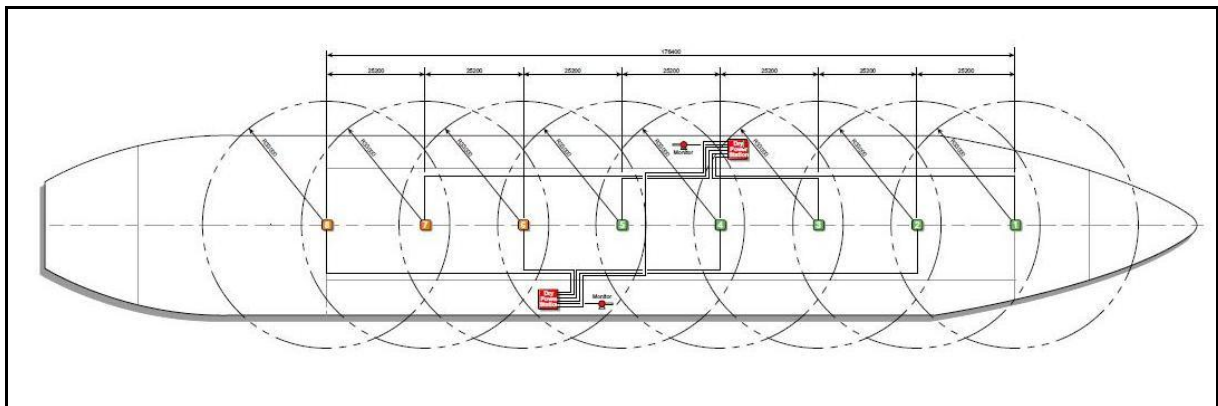
Δεξαμενή 1: διαθέτει ελεγχόμενα επιστόμια ψεκασμού κόνεως κατευθυνόμενα στον δεξιό αγωγό και 4 σταθμούς κατάσβεσης με μανικά

Δεξαμενή 2: διαθέτει ελεγχόμενα επιστόμια ψεκασμού κόνεως κατευθυνόμενα στον αριστερό αγωγό και 4 σταθμούς κατάσβεσης με μανικά

Τα ελεγχόμενα επιστόμια έχουν τη δυνατότητα ψεκασμού 20kg/sec, ενώ τα επιστόμια που διαθέτουν οι μανικές μπορούν να ψεκάσουν 3,5kg/sec. Η ποσότητα κόνεως που περιέχεται σε κάθε δεξαμενή μας παρέχει τη δυνατότητα κατάσβεσης για τουλάχιστον 45 sec, συμφωνά με τις παραπάνω ρυθμίσεις ψεκασμού.

12.2.2 Κύριο σύστημα

Δυο μονάδες ξηράς κόνεως τοποθετημένες στο κύριο κατάστρωμα στο μέσον περίπου του μήκους του πλοίου, μια στα αριστερά και μια στα δεξιά. Κάθε μονάδα περιλαμβάνει μια δεξαμενή αποθήκευσης ξηράς κόνεως, η οποία περιέχει 2244kg, 11 φιάλες αζώτου χωρητικότητας 68 λίτρων η κάθε μια και ρυθμιστή ελέγχου.



Σχήμα 12.1 : Σύστημα Κατάσβεσης Ξηράς Κόνεως

Ο χειρισμός του συστήματος μπορεί να γίνει από το θάλαμο του ελέγχου πυρκαγιών, είτε από το δωμάτιο ελέγχου ή ακόμα και τοπικά. Η ενεργοποίηση του κυλίνδρου ελέγχου CO₂ μέσα στους θαλάμους, επιτρέπει τη ροή του αερίου υψηλής πίεσης μέσα στη κύρια βαλβίδα του μηχανισμού εκκίνησης, προκαλώντας με αυτό το τρόπο το άνοιγμα της βαλβίδας και απελευθερώνοντας έτσι το αποθηκευμένο άζωτο που υπάρχει στους κυλίνδρους.

Το απελευθερωμένο αέριο άζωτο υψηλής πίεσης ρέει τώρα μέσα στη κύρια δεξαμενή κόνεως μέσα από ένα ανώτερο και ένα κατώτερο σωλήνα εκχύσεως, αυξάνοντας τη πίεση μέσα στη δεξαμενή. Όταν η πίεση αυτή φτάσει ένα καθορισμένο όριο, απελευθερώνει τις βαλβίδες λειτουργίας επιτρέποντας έτσι στο απομένον άζωτο να ανοίξει το κύριο αγωγό εκροής κόνεως από τη

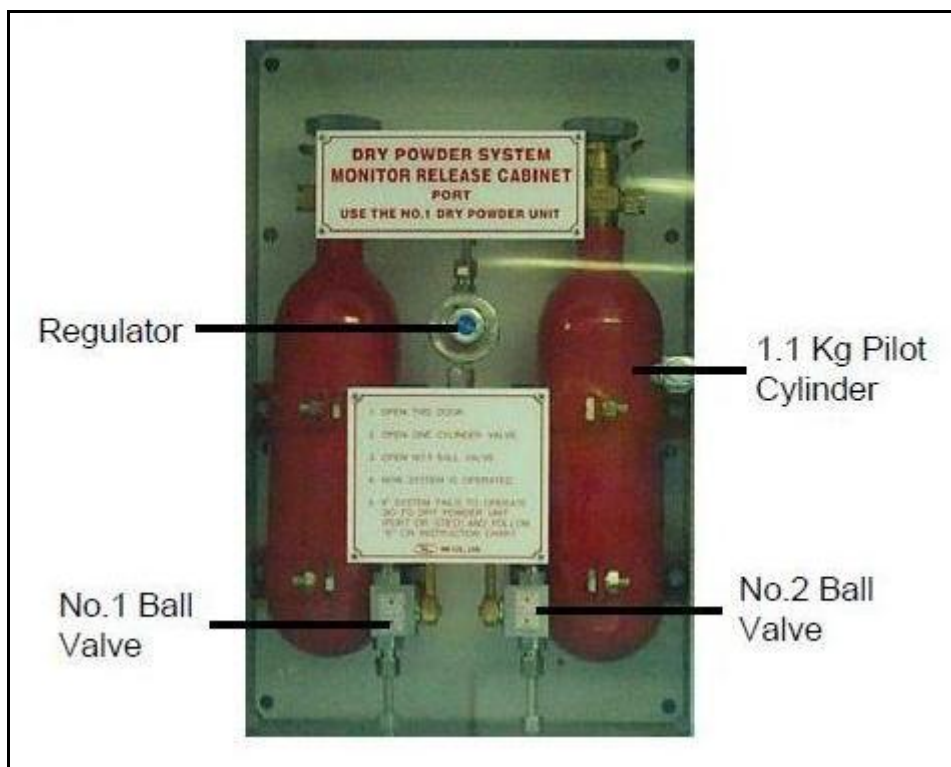
δεξαμενή προς το δίκτυο. Η ροή τώρα ελέγχεται από τη χειροκίνητη βαλβίδα ελέγχου ώστε να οδηγείται η ροή προς την επιθυμητή κατεύθυνση.

Μετά τη χρήση του συστήματος κατάσβεσης είναι απαραίτητο να βεβαιωθούμε ότι ο αγωγός εκροής κόνεως από τη δεξαμενή καθώς και οι κυρίες βαλβίδες ελέγχου έχουν καθαριστεί από τα υπολείμματα κόνεως.

12.2.3 Χειροκίνητο σύστημα κατάσβεσης με μάνικες

Πάνω στο κύριο κατάστρωμα και κατά μήκος της κεντρικής γραμμής από τη πλώρη μέχρι τη πρύμνη, είναι τοποθετημένα 8 κουτιά (8 μονάδες) με μάνικες κατάσβεσης ξηράς κόνεως. Κάθε μανικά έχει μήκος 33m και τροφοδοτείται από μια εκ των δυο δεξαμενών αποθήκευσης ξηράς κόνεως.

Η λειτουργία της κάθε μονάδας εξασφαλίζεται τοπικά. Η ενεργοποίηση της φιάλης ελέγχου CO₂ από μια οποιαδήποτε τοπική μονάδα επιτρέπει τη ροή του υψηλής πίεσεως αερίου μέσα στη κύρια βαλβίδα αναγκάζοντας τη να



Σχήμα 12.2 : Μονάδα Χειροκίνητου συστήματος κατάσβεσης

ανοίξει έτσι ώστε στη συνέχεια το άζωτο να ενεργοποιήσει το μηχανισμό απελευθέρωσης. Η απελευθέρωση των 11 φιαλών αζώτου οδηγεί το αέριο αυτό στη κύρια δεξαμενή ξηράς κόνεως μέσα από δυο σωλήνες εκτονώσεως, ένα στο ανώτερο ύψος της δεξαμενής και ένα στο κατώτερο. Όταν η πίεση μέσα στη δεξαμενή φτάσει ένα επαρκές όριο η πρεσοστατική βαλβίδα ενεργοποιείται έτσι ώστε το απομένον άζωτο μέσα στο σωλήνα απόθεσης να ανοίξει τη κύρια βαλβίδα εκροής από τη δεξαμενή.

Η λειτουργία του συστήματος από μια χειροκίνητη βαλβίδα σε μια οποιαδήποτε τοπική μονάδα τροφοδοτείται από τη δεξαμενή και επιτρέπει τη χρήση της ξηράς κόνεως όπως απαιτείται.



Σχήμα 12.3 : Μάνικα Χειροκίνητου Συστήματος Κατάσβεσης

Μετά τη χρήση του συστήματος είναι απαραίτητο να επιβεβαιώσουμε ότι ο αγωγός απόθεσης ξηράς κόνεως καθώς και οι κυρίες βαλβίδες που είναι απαραίτητες για τη λειτουργία του συστήματος είναι καθαρές από υπολείμματα ξηράς κόνεως.

12.2.4 Διαδικασία ενεργοποίησης

1) Επιχειρώντας στη μονάδα ελέγχου

- Ο ελεγκτής πρέπει να είναι ευθυγραμμισμένος με τον αγωγό εκφόρτωσης και η βαλβίδα παροχής ξηράς κόνεως στα αριστερά του ελεγκτή να είναι ανοικτή
- Απελευθερώνουμε τη πόρτα του σταθμού τοπικά ή από δωμάτιο ελέγχου
- Ανοίγουμε τη βαλβίδα για τη φιάλη CO₂
- Πιέζουμε τη βαλβίδα απελευθέρωσης που επιτρέπει στο αέριο CO₂ να ανοίξει τις φιάλες αζώτου. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της πίεσης στη δεξαμενή ξηράς κόνεως και το άνοιγμα των κύριων βαλβίδων εξαγωγής του αερίου
- Το σύστημα είναι πλέον ενεργοποιημένο

2) Επιχειρώντας στο τοπικό σταθμό με τις μάνικες

- Ανοίγουμε τη πόρτα του σταθμού
- Ξεδιπλώνουμε τη μανικά σε όλο της το μήκος (περίπου 33m)
- Ανοίγουμε τη βαλβίδα της φιάλης CO₂
- Πιέζουμε χειροκίνητα τη βαλβίδα που υπάρχει μέσα στο τοπικό σταθμό και η οποία επιτρέπει στο αέριο CO₂ να ανοίξει τις φιάλες του αζώτου. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της πίεσης μέσα στη δεξαμενή ξηράς κόνεως και στη συνέχεια να ανοίξει με τον επιλογέα απελευθέρωσης στο αγωγό διανομής.
- Επιχειρούμε με το ακούσιο της μάνικας όταν αυτή βρίσκεται υπό πίεση

3) Λειτουργία εκτάκτου ανάγκης (χειροκίνητη λειτουργία)

- Ανοίγουμε τη βαλβίδα χειρισμού πίεσης για τις φιάλες αζώτου θέτοντας το μοχλό στη κορυφή της βαλβίδας
- Ανοίγουμε τον επιλογέα απελευθέρωσης στον αγωγό διανομής χειροκίνητα

- Επιχειρούμε από τη μονάδα ελέγχου ή από μια τοπική μονάδα που διαθέτει μανικά με επιστόμιο, ώστε να καταπολεμήσουμε τη πυρκαγιά.

4) Μετά τη χρήση του συστήματος

- Κλείνουμε χειροκίνητα τη βαλβίδα απελευθέρωσης στη μονάδα ελέγχου ή στη τοπική μονάδα
- Κλείνουμε τη βαλβίδα χειρισμού πίεσης για τις φιάλες αζώτου χειροκίνητα
- Περιμένουμε μέχρι το απομένον αέριο άζωτο μέσα στη δεξαμενή ξηράς κόνεως να διασκορπιστεί
- Κλείνουμε τη κύρια βαλβίδα εκφόρτωσης χειροκίνητα
- Συνδέουμε το σύστημα με το δίκτυο αέρα του πλοίου
- Θέτουμε τις βαλβίδες του συστήματος σε κανονική θέση
- Συμπληρώνουμε άζωτο στις φιάλες
- Συμπληρώνουμε τη δεξαμενή ξηράς κόνεως με τα απαραίτητα χημικά πρόσθετα

12.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ

Πίνακας 12.1 : Χαρακτηριστικά συστήματος ανίχνευσης πυρκαγιάς

Κατασκευαστής	Autronica Fire and Security AS
Μοντέλο	BS-100DYFI

Πίνακας 12.2 : Εξοπλισμός συστήματος ανίχνευσης πυρκαγιάς

Κεντρικός πίνακας ελέγχου	1
Δευτερεύοντες πίνακες ελέγχου	3
Οπτικοί ανιχνευτές καπνού για τους χώρους ενδιαίτησης (υδατοστεγής)	15
Οπτικοί ανιχνευτές καπνού για τους χώρους ενδιαίτησης (μη υδατοστεγής)	97
Ανιχνευτές θερμότητας και λάμψης για τους χώρους ενδιαίτησης (υδατοστεγής)	2
Ανιχνευτές θερμότητας και λάμψης για τους χώρους ενδιαίτησης (μη υδατοστεγής)	17
Σημάνσεις συναγερμού για τους χώρους ενδιαίτησης	17
Μαγνήτες συγκράτησης θυρίδας	8
Οπτικοί ανιχνευτές καπνού για το μηχανοστάσιο (υδατοστεγής)	100
Οπτικοί ανιχνευτές καπνού για το μηχανοστάσιο (μη υδατοστεγής)	8
Οπτικοί ανιχνευτές καπνού για άλλους χώρους μηχανημάτων (υδατοστεγής)	11
Ανιχνευτές θερμότητας και λάμψης για τους χώρους του μηχανοστασίου (υδατοστεγής)	1
Ανιχνευτές θερμότητας και λάμψης για τους χώρους του μηχανοστασίου (μη υδατοστεγής)	5
Ανιχνευτές θερμότητας και λάμψης για τους χώρους του μηχανοστασίου (με αντοχή σε έκρηξη)	0
Ανιχνευτές ακτινοβολίας φλόγας για τους χώρους του μηχανοστασίου (υδατοστεγής)	7
Σημάνσεις συναγερμού για τους χώρους του μηχανοστασίου	19
Σημάνσεις συναγερμού για άλλους χώρους μηχανημάτων	4
Ανιχνευτές ιόντων καπνού για το κατάστρωμα	5
Κομβία ενεργοποίησης γενικού συναγερμού	3
Χρονικό	1

12.3.1 Αναφορά συστήματος

Το συγκεκριμένο σύστημα ανίχνευσης πυρκαγιών περιλαμβάνει αναλογικούς ανιχνευτές καταχωρημένων θέσεων που καλύπτουν μεσαίες αλλά και μεγάλες εγκαταστάσεις. Στο λογισμικό του συστήματος είναι εγκατεστημένα δυναμικά φίλτρα τα οποία εξασφαλίζουν τη διάκριση ανάμεσα σε ενδείξεις / φαινόμενα πραγματικής φωτιάς και όχι.

12.3.2 Δυνατότητες συστήματος

- Κάθε μονάδα περιλαμβάνει δυο είδη ανιχνευτών κάθε ένα από τα οποία συνδέεται με πάνω από 99 καταχωρημένους ανιχνευτές.
- Σήμα προειδοποίησης με το οποίο το σύστημα μας πληροφορεί για μια ενδεχόμενη πυρκαγιά σε πρώιμο στάδιο
- Ανωμαλίες στη λειτουργία ανιχνευτών καταστροφές αυτών ακόμα και απώλειες αναφέρονται χωρίς να θέτουν το σύστημα εκτός λειτουργίας
- Δυνατότητα ελέγχου του συστήματος από το χρηστή από διάφορα σημεία

Όλοι οι ανιχνευτές καθώς και τα σημεία σήμανσης συναγερμού είναι καταχωρημένα με ξεχωριστές διευθύνσεις.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Operation manual από εταιρία Maran Gas Maritime INC 21-6-2007
2. <http://shipbuildinghistory.com>
3. **Κανονισμοί LNG IGS CODE (2003)**