

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ:  
ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ ΣΕ ΔΕΞΑΜΕ-  
ΝΟΠΛΟΙΑ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΠΑΡΑΣΧΑΚΗΣ ΜΙΧΑΗΛ/4076  
ΠΑΣΧΟΥΛΗΣ ΛΑΖΑΡΟΣ/4534**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: κ. Γουργούλης Δημήτριος**

**ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ  
2012**

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ:**

*Σύγχρονα συστήματα αδρανούς αερίου σε δεξαμενόπλοια*

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΠΑΡΑΣΧΑΚΗΣ ΜΙΧΑΗΛ/4076  
ΠΑΣΧΟΥΛΗΣ ΛΑΖΑΡΟΣ/4534**

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ:**

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

## Πίνακας Περιεχομένων

|   |  |
|---|--|
| Πίνακας Περιεχομένων.....   | 3  |
| Περίληψη .....  | 7  |
| Abstract .....  | 8  |
| Πρόλογος .....  | <b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b> |
| Κεφάλαιο 1 : ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ.....                      | 9  |
| 1.1 Σκοπός.....   | 9  |
| 1.2. Εφαρμογή.....  | 9  |
| Κεφάλαιο 2 : Ορισμοί.....   | 11   |
| Κεφάλαιο 3 : ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ.....   | 13   |
| 3.1. Ευφλεκτικότητα .....   | 13   |
| 3.2. Τάση ατμών .....   | 14   |
| 3.3. Σχέση αδρανούς αερίου και ευφλεκτικότητας.....                             | 16   |
| Κεφάλαιο 4 : ΠΗΓΕΣ ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ .....  | 18   |
| 4.1. Πως παράγεται το αδρανές αέριο .....                                       | 18   |
| Κεφάλαιο 5 : ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ .....                                     | 19   |
| Κεφάλαιο 6 : Μέθοδοι Αντικατάστασης Ατμόσφαιρας Δεξ/νης (Αερίων).....           | 20   |
| Κεφάλαιο 7 : Κύριες Μονάδες Συστημάτων Αδρανούς Αερίου .....                    | 22   |
| 7.1 Πύργος Καθαρισμού ή Καθαριστήρας (scrubber tower).....                      | 22   |
| 7.2. Το περίβλημα του Scrubber Unit.....  | 22   |
| 7.3. Υγρά φίλτρα.....   | 23   |
| 7.4. Μονάδες των φίλτρων του gas (Demister) .....                               | 23   |
| 7.5. Σύστημα ψύξης νερού.....   | 24   |
| 7.6. Ο εξοπλισμός του Scrubber .....  | 24   |
| Κεφάλαιο 8 : Φυσητήρες Αδρανούς Αερίου (I.G.S. – Blowers).....                  | 26   |
| 8.1. Μελέτες σχεδίασης των φυσητήρων αδρανούς αερίου .....                      | 26   |
| 8.2. Φυσητήρες (Blowers) .....  | 26   |
| 8.3. Οι κύριοι φυσητήρες.....   | 27   |
| Κεφάλαιο 9 : Ανεπίστροφοι Μηχανισμοί.....                                       | 29   |
| 9.1. Μελέτες σχεδίασης των ανεπίστροφων μηχανισμών (Deck Water Seal Unit) ..... | 29   |
| 9.2. Σφραγίδες Νερού .....  | 29   |

|   |    |
|---|----|
| 9.2.1. Αυτόματες σφραγίδες νερού .....  | 30 |
| 9.2.2. Σφραγίδα νερού συνεχής πλήρωσης .....  | 31 |
| 9.3. Ανεπίστροφη βαλβίδα.....   | 31 |
| 9.3.1 Τύποι ανεπίστροφων βαλβίδων .....   | 31 |
| 9.3.1.1. Υγρός τύπος .....  | 31 |
| 9.3.1.2. Ημίξηρος τύπος.....  | 32 |
| 9.3.1.3 Ξηρός τύπος .....   | 33 |
| Κεφάλαιο 10 : Επιστόμια – Δίκτυο Σωληνώσεων Συστημάτων Αδρανούς Αερίου ...  | 36 |
| 10.1 Μελέτη Σχεδιάσεως .....  | 36 |
| Κεφάλαιο 11 : Περιγραφή Συστήματος Γεννήτριας Αδρανούς Αερίου (Innert Gas Generator).....                                 | 39 |
| 11.1. Πύργος ψύξεως καθαρισμού.....   | 39 |
| 11.2. Αυτοματισμός .....  | 39 |
| Κεφάλαιο 12 : Περιγραφή Συστήματος Συνδυασμού Γεννήτριας Αδρανούς Αερίου Με Αποτεφρωτή (INERT GAS PLANT/INCINERATOR)..... | 41 |
| Κεφάλαιο 13 : Περιγραφή Συστήματος Αδρανούς Αερίου Από Στρόβιλο Κινητήρα (TURB-INERT).....                                | 42 |
| Κεφάλαιο 14 : Περιγραφή Συστήματος Επεξεργασίας Καυσαερίων Αδρανούς Αερίου (FLUE GAS).....                                | 43 |
| Κεφάλαιο 15 : Συστήματα Διανομής Αδρανούς Αερίου (I.G.S.).....  | 44 |
| 15.1. Επιστόμια ρυθμιστικά της πίεσης αερίου και διατάξεις επανακυκλοφορίας .....   | 44 |
| 15.2. Συστήματα με αυτόματα έλεγχο της πίεσης και γραμμή επανακυκλοφορίας αερίου.....                                     | 45 |
| 15.3. Διατάξεις για αδρανοποίηση, έκπλυση με αέριο και απαλλαγή από αέρια....   | 45 |
| 15.4 Απομόνωση των δεξαμενών φορτίου από την κύρια σωλήνωση αδρανούς αερίου του καταστρώματος .....                       | 47 |
| 15.5. Διακόπτες πίεσης / κενού πλήρεις υγρού.....   | 48 |
| Κεφάλαιο 16 : Έλεγχος Αδρανούς Αερίου .....   | 51 |
| 16.1. Όργανα και Συναγερμοί.....  | 51 |
| Κεφάλαιο 17 : Λειτουργία Εγκαταστάσεως Αδρανούς Αερίου .....  | 55 |
| Κεφάλαιο 18 : Επιθεώρηση – Δοκιμή – Συντήρηση των Διαφόρων Τμημάτων της Εγκατάστασης.....                                 | 59 |
| 18.1. Πλυντρίδα αδρανούς αερίου .....   | 59 |
| 18.2. Φυσητήρες αδρανούς αερίου .....   | 59 |

|   |  |
|---|--|
| 18.3. Υδροφραγή καταστρώματος.....  | 60   |
| 18.4. Δοκιμή λειτουργίας.....   | 60   |
| 18.5 Ανεπίστροφο επιστόμιο .....  | 60   |
| 18.6. Σωλήνωση εκροής της πλυντρίδας .....  | 60   |
| 18.7. Δοκιμή των άλλων μονάδων και συναγερμών.....  | 61   |
| Κεφάλαιο 19 : Εκπαίδευση.....   | 64   |
| 19.1. Προσωπικό για το οποίο απαιτείται εκπαίδευση.....                                   | 64   |
| 19.2. Τόπος εκπαίδευσης .....   | 64   |
| 19.3. Μερικές μέθοδοι εκπαίδευσης.....  | 64   |
| 19.3.1. Στο πλοίο από το επιτελείο της ναυτιλιακής εταιρίας. ....                         | 65   |
| 19.3.2. Εκπαίδευση από ειδικό στην ξηρά.....  | 65   |
| 19.3.3. Εκπαίδευση στην ξηρά από το επιτελείο της ναυτιλιακής εταιρίας .....              | 65   |
| Κεφάλαιο 20 : Εγχειρίδιο Λειτουργίας (Instruction Manual).....                            | 66   |
| Κεφάλαιο 21 : Τυπικό Διάγραμμα – Μέθοδος Εντοπισμού Βλαβών Μέσω Κάποιων<br>Ενδείξεων..... | <b>Σφάλμα! Δεν έχει οριστεί σελιδοδείκτης.</b> |
| Κεφάλαιο 22 : Εφαρμογή Σε Εργασίες Δεξ/νων Φορτίου.....                                   | 68   |
| 22.1 Αδρανοποίηση δεξαμενών .....   | 68   |
| 22.2 Εκφόρτωση φορτίου ή έρματος .....  | 68   |
| 22.3. Φόρτωση .....   | 70   |
| 22.4. Έμφορτη κατάσταση - Πλους με φορτίο .....   | 70   |
| 22.5. Πλους με έρμα .....   | 71   |
| 22.6. Μεταφορά και δειγματοληψία φορτίου .....  | 71   |
| 22.7. Πλύση με αργό πετρέλαιο ή με νερό .....   | 72   |
| 22.8. Εκκαθάριση.....   | 72   |
| 22.9. Απελευθέρωση από αέρια.....   | 72   |
| 22.10. Προετοιμασία και είσοδος ανθρώπου σε δεξαμενή.....                                 | 73   |
| Κεφάλαιο 23 : Πλοία Μεταφοράς Προϊόντων Πετρελαιοι (Product Carriers).....                | 75   |
| 23.1. Βλάβη των προϊόντων από πρόσμειξη άλλων φορτίων.....                                | 76   |
| 23.2. Βλάβη φορτίων από πρόσμειξη αδρανούς αερίου .....                                   | 76   |
| 23.3. Βλάβη φορτίου από πρόσμειξη νερού .....   | 77   |
| 23.4. Πρόσθετος καθαρισμός (Purging) και απαλλαγή από αέρια (Gas Freeing)...              | 77   |
| Κεφάλαιο 24 : Πλοία Συνδυασμένων Μεταφορών .....  | 79   |
| 24.1. Μισογεμάτα κύτη.....  | 79   |
| 24.2. Διαρροή.....  | 79   |

|   |    |
|---|----|
| 24.3. Κενοί χώροι και χώροι έρματος.....                            | 80 |
| 24.4. Σύστημα διανομής αδρανούς αερίου .....                        | 80 |
| 24.5. Εφαρμογή όταν μεταφέρονται φορτία άλλα εκτός πετρελαίου ..... | 80 |
| Κεφάλαιο 25 : Κίνδυνοι Για Την Ανθρώπινη Υγεία .....                | 84 |
| 25.1. Από Ανεπάρκεια οξυγόνου .....                                 | 84 |
| 25.2. Τοξικότητα ατμών υδρογονανθράκων.....                         | 84 |
| 25.3. Τοξικότητα καυσαερίων .....                                   | 84 |
| Κεφάλαιο 26 : Κανονισμός 62.....                                    | 86 |
| 26.1. Συστήματα Αδρανούς Αεριού.....                                | 86 |
| Βιβλιογραφία .....  | 97 |

## Περίληψη

Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία του 2005 της πετρελαϊκής εταιρείας BP το 38% της καταναλισκόμενης ενέργειας προέρχεται από αργό πετρέλαιο, ενώ ακολουθούν οι γαιάνθρακες (26%) και το φυσικό αέριο (24%). Με την ετήσια παγκόσμια κατανάλωση αργού πετρελαίου να φτάνει τα 3,7 εκατομμύρια τόνους και την δια θαλάσσης μεταφερόμενη ποσότητα τους 2,3 εκατομμύρια τόνους (60%) ποσοστιαίως διαπιστώνουμε ότι ο ρόλος της ναυτιλιακής βιομηχανίας είναι ιδιαίτερα σημαντικός.

Οι απαιτήσεις από αυτήν συνεχώς αυξάνονται με κυριότερες όμως τις εξής:

1. Προστασία του περιβάλλοντος
2. Αξιοπιστία
3. Χαμηλό κόστος μεταφοράς και
4. Ασφάλεια μεταφοράς.

Ιδιαίτερο βάρος (ύστερα από τα ατυχήματα των πλοίων Prestige και Erica) δίνεται στην ασφάλεια της μεταφοράς. Το έτος 2005 σύμφωνα με στοιχεία της INTERTANKO σε σύνολο 161 ατυχημάτων, πλοίων έως 35 ετών, ένα σημαντικό ποσοστό οφειλόταν σε πυρκαγιά και έκρηξη.

Με την ορθή χρησιμοποίηση και λειτουργία του συστήματος αδρανούς αερίου (inert gas) επιτυγχάνεται η μείωση των ατυχημάτων αυτού του είδους.

Στην πτυχιακή αυτή, εξετάζονται η παραγωγή, ο έλεγχος, και η διανομή του αδρανούς αερίου σε μια εγκατάσταση δεξαμενοπλοίου.

## **Abstract**

According to statistics evidence of the year 2005, by the oil company BP, the thirty eight percentage of the spending energy comes from the crude oil, while follows the coals (26%) and the natural gas (24%). As the annual global spending of the crude oil arrives 3,7 million ton, and the via sea carrying amount to reach 2,3 millions ton (60%) of the percentage, we realise that the role of the maritime industry is especially important. The needs of it constantly increase the most important however are the following:

- 1) Protection of the environment
- 2) Reliability
- 3) Low cost of carrying and
- 4) Safety of carrying

Especial weight (after the accidents of the ships Prestige and Erica) has given to the security of the carrying process. The year 2005 according to the evidence of INTERTANKO, in total 161 accidents of ships till 35 years old, one important percentage was due to the fire and explosion.

As the right use and function of the receptive system of inert gas by the decrease of the accidents of similar type.

This graduation project, exams the production, the check and the delivery of the receptive gas into an installation of a tanker ship.



# **Κεφάλαιο 1 :** **ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ.**

( Έγιναν αποδεκτές από την Επιτροπή Ναυτικής Ασφαλείας στο 42<sup>ο</sup> Συνέδριο της )

## **1.1 Σκοπός**

Η διεθνής συνδιάσκεψη για την ασφάλεια των δεξαμενοπλοίων (Δ/Ξ) και την πρόληψη της ρυπάνσεως που συνήλθε το Φεβρουάριο 1978 ενέκρινε την απόφαση 5, συστήνοντας παράλληλα ο IMCO να προετοιμάσει οδηγίες για την συμπλήρωση των απαιτήσεων του τροποποιημένου Κανονισμού 62 του Κεφαλαίου II-2 της SOLAS του 1974, λαμβανομένης υπόψη της δυσχέρειας των καταστάσεων λειτουργίας των συστημάτων αδρανούς αερίου και της ανάγκης να διατηρούνται αυτά σε ικανοποιητικά επίπεδα.

Επιπροσθέτως ο Κανονισμός 62 (α) απαιτεί ότι ένα σύστημα αδρανούς αερίου (I.G.) θα σχεδιαστεί, θα κατασκευαστεί και θα δοκιμαστεί, ώστε να ικανοποιεί την Αρχή. Αυτές οι οδηγίες έχουν ανάλογα αναπτυχθεί για την ολοκλήρωση των απαιτήσεων της Συμβάσεως για τα συστήματα αδρανούς αερίου (I.G.S.).

Οι οδηγίες αυτές προσφέρονται στις Αρχές για να τις βοηθήσουν στο να καθορίσουν κατάλληλο σχεδιασμό και κατασκευαστικές παραμέτρους και στο να διατυπώσουν (οι Αρχές) κατάλληλες μεθόδους λειτουργικότητας, όταν τα συστήματα αδρανούς αερίου (I.G.S.) εγκαθίστανται σε πλοία που φέρουν τη σημαία της επικρατείας τους.

Όπου αναφέρεται στις οδηγίες αυτές ο Κανονισμός 62, νοείται το αναθεωρημένο κείμενο του Κανονισμού 62 του Κεφαλαίου II-2 της SOLAS 1974, όπως εγκρίθηκε από την Επιτροπή Ναυτικής Ασφαλείας στην 41η Σύνοδο της τον Οκτώβριο 1979 και αναφέρεται στην Απόφαση A.418 (XI).

## **1.2. Εφαρμογή**

Το καθεστώς από αυτές τις οδηγίες είναι συμβουλευτικό. Αυτές σκοπεύουν στο να καλύψουν τη σχεδίαση και τη λειτουργία :

1. Των συστημάτων αδρανούς αερίου (I.G.S.), όπως απαιτείται για τα νέα δεξαμενόπλοια (Δ/Ξ) από τον Κανονισμό 60 του κεφαλαίου II-2 του πρωτοκόλλου 1978 της SOLAS και σύμφωνα με τον Κανονισμό 6Z

2. Των συστημάτων αδρανούς αερίου (I.G.S.), όπως απαιτείται για τα υπάρχοντα Δ/Ξ από τον Κανονισμό 60 του Κεφαλαίου II-2 του πρωτοκόλλου 1978 της SOLAS και σύμφωνα με τον Κανονισμό 62 (in).
3. Των συστημάτων αδρανούς αερίου (I.G.S.) που είναι εγκατεστημένα, αλλά δεν απαιτείται να συμμορφωνόταν με τις απαιτήσεις του Κανονισμού 60 του Κεφαλαίου II-2 του πρωτοκόλλου 1978 της SOLAS.

Εντούτοις για τα υπάρχοντα συστήματα αδρανούς αερίου (I.G.S.) οι οδηγίες είναι απευθείας πρωταρχικές σε θέματα λειτουργικότητας και δεν έχουν πρόθεση να εκληφθούν σαν να απαντούν στα υπάρχοντα εξαρτήματα μετασκευές άλλες πέρα από εκείνες που απαιτούνται στα πλοία που εφαρμόζεται ο Κανονισμός 62(in).

Το περιεχόμενο αυτών των οδηγιών βασίζεται σε τρέχουσα γενική πρακτική που χρησιμοποιείται στη σχεδίαση και τη λειτουργία των I.G.S. τα οποία χρησιμοποιούν καυσαέρια των λεβήτων (κύριων ή βοηθητικών ) και τα οποία έχουν εγκατασταθεί σε δεξαμενόπλοια και πλοία συνδυασμένων μεταφορών που μεταφέρουν αργό πετρέλαιο.

Οι οδηγίες δεν εξαιρούν άλλες πηγές αδρανούς αερίου, όπως συστήματα ανεξάρτητων γεννητριών αδρανούς αερίου (I.G.), άλλους σχεδιασμούς, υλικά ή μεθόδους λειτουργίας.

Όλες αυτές οι αποκλίσεις (διαφοροποιήσεις) θα πρέπει προσεκτικά να αξιολογηθούν, για να παρέχουν τη βεβαιότητα ότι αυτές επιτυγχάνουν τις σκοπιμότητες που προβλέπονται από αυτές τις οδηγίες.

## Κεφάλαιο 2 : Ορισμοί

- Αδρανές αέριο (Inert Gas): σημαίνει ένα αέριο ή ένα μείγμα αερίων, όπως το καυσαέριο που περιέχει ανεπαρκές οξυγόνο για να συντηρήσει την καύση των υδρογονανθράκων.
- Αδρανοποιημένη κατάσταση (Inert Gas Condition): σημαίνει μία κατάσταση στην οποία το ποσοστό οξυγόνου μέσα στην ατμόσφαιρα μιας δεξαμενής έχει μειωθεί στο 8% ή λιγότερο κατ' όγκο με την προσθήκη αδρανούς αερίου.
- Εγκαταστάσεις {Inert Gas Plant) αδρανούς αερίου: σημαίνει όλο τον εξοπλισμό ειδικά τοποθετημένο, για να τροφοδοτεί κρύο, καθαρό, με πίεση, με ελεγχόμενη και ρυθμιζόμενη διοχέτευση αδρανές αέριο στα συστήματα δεξαμενών φορτίου.
- Συστήματα διανομής αδρανούς αερίου (Inert Gas Distribution System): σημαίνει όλες τις σωληνώσεις, τα επιστόμια και τις συναφείς κατασκευές για τη διανομή αδρανούς αερίου από τις εγκαταστάσεις I.G. στις δεξαμενές φορτίου, για να δίνουν διέξοδο στα αέρια προς την ατμόσφαιρα και να προφυλάσσουν τις δεξαμενές από υπερβολική πίεση ή υποπίεση (κενό).
- Σύστημα αδρανούς αερίου (Inert Gas System): σημαίνει μία εγκατάσταση αδρανούς αερίου και ένα σύστημα διανομής του μαζί με τα μέσα που να εμποδίζουν την επιστροφή των αερίων φορτίου προς τους χώρους μηχανοστασίου, μόνιμα και φορητά όργανα μετρήσεως και μηχανισμούς ελέγχου.
- Αδρανοποίηση (Inerting): σημαίνει την εισχώρηση του αδρανούς αερίου μέσα σε μια δεξαμενή, με σκοπό την επίτευξη αδρανούς καταστάσεως όπως ορίζεται στην §1.3.2.
- Ελευθέρωση από επικίνδυνα αέρια (Gas Freeing): σημαίνει στην εισαγωγή καθαρού αέρα σε μία δεξαμενή, με σκοπό την αποβολή τοξικών, εύφλεκτων και αδρανών αερίων και την αύξηση του ποσοστού οξυγόνου σε 21% κατ' όγκο.
- Κάθαρση (Purging): σημαίνει την εισαγωγή αδρανούς αερίου μέσα σε μία δεξαμενή που ήδη βρίσκεται σε αδρανοποιημένη κατάσταση, με σκοπό την:
  - επιπλέον μείωση του υπάρχοντος ποσοστού οξυγόνου, και/ή τη
  - μείωση του υπάρχοντος ποσοστού αερίων υδρογονανθράκων σε βαθμό χαμηλότερο από εκείνο που μπορεί να διατηρήσει την καύση, αν ακολούθως εισχωρήσει αέρας μέσα στη δεξαμενή.

- Συμπλήρωση πίεσεως (Topping Up): σημαίνει τη διοχέτευση αδρανούς αερίου μέσα σε μια δεξαμενή, που ήδη βρίσκεται σε αδρανοποιημένη κατάσταση, με σκοπό να ανεβεί η πίεση της, ώστε να εμποδιστεί η είσοδος αέρα.
- Φόρτωση φορτίου ή ερματισμός. Δεν χρειάζεται να λειτουργεί η εγκατάσταση αδρανούς αερίου. Απλώς οι δεξαμενές πρέπει να είναι αδρανοποιημένες προτού να αρχίσει η φόρτωση φορτίου ή έρματος. Καθώς τώρα το φορτίο ή το έρμα εισέρχεται στις δεξαμενές τα υπάρχοντα αέρια εκτοπίζονται στην ατμόσφαιρα.
- Εκφόρτωση ή αφερματισμός. Αδρανές αέριο διοχετεύεται στις δεξαμενές στη διάρκεια εκφόρτωσης ή αφερματισμού για την αποφυγή εισόδου ατμοσφαιρικού αέρα στις δεξαμενές.
- Πλύσιμο των δεξαμενών με αργό πετρέλαιο ή νερό. Διοχετεύεται αδρανές αέριο στις δεξαμενές για να διατηρούνται αδρανοποιημένες.
- Έμφορτο και άφορτο ταξίδι. Στη διάρκεια του ταξιδιού είναι δυνατό να μειωθεί η πίεση του αδρανούς αερίου στις δεξαμενές από απώλειες σε διάφορα σημεία του συστήματος ή ακόμη και από κλιματολογικές συνθήκες, για αυτό απαιτείτε η συμπλήρωση των δεξαμενών με αδρανές αέριο για να διατηρηθεί η θετική πίεση.

## **Κεφάλαιο 3 :** **ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ**

### **3.1. Ευφλεκτικότητα**

Είναι γενικά παραδεκτό ότι κατά τις εργασίες στα δεξαμενόπλοια ο καθαρισμός των δεξαμενών και η απαλλαγή τους από αέρια είναι οι πιο επικίνδυνες περιόδους. Επίσης ο πρόσθετος κίνδυνος από τις τοξικές επιδράσεις των αέριων πετρελαιοειδών κατά τη διάρκεια της απαλλαγής από αέρια, πρέπει να τονίζεται με έμφαση για να αποτυπωθεί στο μυαλό όλων όσων αφορά. Για αυτό το λόγο όλες οι εργασίες που αφορούν την απαλλαγή αερίων από τις δεξαμενές είναι απαραίτητο να εκτελούνται με τη μέγιστη δυνατή φροντίδα και προσοχή.

Κατά τη διάρκεια των εργασιών στα δεξαμενόπλοια και γενικά σε όλα τα είδη των πλοίων που μεταφέρουν παρόμοια φορτία, όπως για παράδειγμα αμμωνία, βουτάνιο, μεθάνιο, προπάνιο, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κάποιες ιδιότητες των πετρελαιοειδών. Όλα τα μέλη του προσωπικού που εργάζονται σε αυτήν την κατηγορία των πλοίων θα πρέπει να γνωρίζουν τις ιδιότητες της ευφλεκτικότητας των πετρελαιοειδών, τις επιπτώσεις της πυκνότητας των αερίων των πετρελαιοειδών και τις διάφορες τοξικές ιδιότητες τους.

Ειδικότερα ο όρος της ευφλεκτικότητας των πετρελαιοειδών είναι αυτός που καθορίζει τις συνθήκες ατμόσφαιρας που επικρατούν στις δεξαμενές φορτίου, όταν αυτές είναι φορτωμένες με κάποιο είδος υγρού φορτίου. Τα αέρια των πετρελαιοειδών μπορούν να ανάψουν και να καίγονται μόνο όταν αναμιχθούν με ατμοσφαιρικό αέρα σε ορισμένη αναλογία. Αν το μίγμα περιέχει πολύ μικρή ή μεγάλη ποσότητα αέριων πετρελαιοειδών δεν μπορεί να καεί. Η αναλογία κάτω από την οποία δεν είναι δυνατή η καύση εκφράζεται ως κατ' όγκο ποσοστό αέριων πετρελαιοειδών σε ατμοσφαιρικό αέρα και ονομάζεται ΚΑΤΩΤΕΡΟ ΟΡΙΟ ΕΥΦΛΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (LOWER FLAMMABLE LIMIT - LFL). Αντίστοιχα η αναλογία πάνω από την οποία δεν είναι δυνατή η καύση εκφράζεται ως κατ' όγκο ποσοστό αέριων πετρελαιοειδών σε ατμοσφαιρικό αέρα και ονομάζεται ΑΝΩΤΕΡΟ ΟΡΙΟ ΕΥΦΛΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ (UPPER FLAMMABLE LIMIT - UFL). Τα όρια ευφλεκτικότητας διαφέρουν μεταξύ των διαφόρων συστατικών που είναι δυνατόν να περιέχονται στα αέρια πετρελαιοειδών. Για τα μίγματα αερίων που προέρχονται από τα υγρά πετρελαιοειδή που συναντιούνται κατά τη διάρκεια των σύνηθων εργασιών στα δεξαμενόπλοια, η ζώνη ευφλεκτικότητας, περιλαμβάνεται μεταξύ ενός ελάχιστου κατώτερου ορίου ευφλεκτικότητας περι-

που 1% κατ' όγκο αέριο σε ατμοσφαιρικό αέρα και ενός μέγιστου ανώτερου ορίου ευφλεκτικότητας, περίπου 10% κατ' όγκο αέριο σε ατμοσφαιρικό αέρα.

Όταν ένα υγρό πετρελαιοειδές θερμαίνεται τότε αυξάνεται και η συγκέντρωση των αερίων στον ατμοσφαιρικό αέρα πάνω από το υγρό. Η θερμοκρασία του υγρού πετρελαιοειδούς στην οποία όταν χρησιμοποιείται καθορισμένη μέθοδος μέτρησης, αυτή η συγκέντρωση αερίων φτάνει το κατώτερο όριο ευφλεκτικότητας, ονομάζει σημείο ανάφλεξης (Flash Point) του υγρού.

Τα συστήματα ταξινόμησης που χρησιμοποιούνται για τον ορισμό των χαρακτηριστικών ευφλεκτικότητας των πετρελαιοειδών, βασίζονται σε στοιχεία που αφορούν το σημείο ανάφλεξης και την τάση ατμών Reid. Τα υγρά πετρελαιοειδή διαιρούνται σε δύο κατηγορίες με βάση την ευφλεκτικότητά τους, στην κατηγορία α) των πτητικών υγρών πετρελαιοειδών και στην κατηγορία β) των μη πτητικών υγρών πετρελαιοειδών. Ειδικότερα με τον όρο πτητικό εννοούμε το φορτίο το οποίο έχει σημείο ανάφλεξης χαμηλότερο από 60°C (140°F) όπου προσδιορίστηκε με τη μέθοδο μέτρησης σε κλειστό δοχείο και περιλαμβάνονται τα καύσιμα των αεριοθούμενων, οι κηροζίνες, οι βενζίνες, και οι περισσότεροι τύποι αργού πετρελαίου. Με τον όρο μη πτητικό εννοούμε ένα φορτίο το οποίο έχει σημείο ανάφλεξης 60°C (140°F) ή υψηλότερα το οποίο προσδιορίστηκε με τη μέθοδο μέτρησης σε κλειστό δοχείο και περιλαμβάνονται τα καύσιμα κατάλοιπα, βαριά γκαζόιλ και τα πετρέλαια Diesel. Η τάση των ατμών Reid αυτών των υγρών πετρελαιοειδών είναι κάτω από 0,007 bar και συνήθως δεν μετρούνται.

Αν υπάρχει αμφιβολία για κάποιο φορτίο, όσον αφορά την πτητικότητα του, δηλαδή αν είναι πτητικό ή μη πτητικό, ή αν ένα μη πτητικό φορτίο έχει θερμοκρασία υψηλότερη από το σημείο ανάφλεξης μειωμένο κατά 10% το φορτίο αυτό πρέπει να θεωρείται πτητικό.

### **3.2. Τάση ατμών**

Για την καλύτερη κατανόηση όλων των παραπάνω θα πρέπει να αναφερθούμε και στην τάση ατμών, στην αληθή τάση ατμών και την τάση ατμών Reid. Όλα σχεδόν τα πετρελαιοειδή προϊόντα είναι στην ουσία μίγματα χημικών ενώσεων υδρογονανθράκων στα οποία το σημείο βρασμού είναι μεταξύ του -162°C και αρκετά πάνω από το +400°C, ενώ η πτητικότητα τους - δηλαδή η τάση ενός αργού πετρελαίου ή προϊόντος πετρελαίου να παράγει αέρια - οποιουδήποτε μίγματος ενώσεων εξαρτάται κυ-

ρίως από τις ποσότητες των πιο πτητικών συστατικών του, αυτών που έχουν δηλαδή χαμηλότερο σημείο βρασμού.

Η πτητικότητα ενός μίγματος ενώσεων χαρακτηρίζεται από την τάση των ατμών του. Όταν ένα μίγμα πετρελαιοειδών φορτώνεται σε μια δεξαμενή, αυτό αρχίζει να απελευθερώνει αέρια στον κενό χώρο. Επίσης τα αέρια αυτά έχουν την τάση να ξαναδιαλύονται μέσα στο υγρό μίγμα. Η διαδικασία αυτή τώρα -παραγωγής αερίου και διάλυσης του αερίου στο υγρό - σταματάει όταν επέλθει ισορροπία μεταξύ τους με ένα ποσό αερίου να κατανέμεται ομοιόμορφα μέσα στο χώρο. Η πίεση που ασκεί αυτό το αέριο ονομάζεται τάση ατμών σε συνθήκες ισορροπίας και συνήθως αναφέρεται απλά σαν τάση ατμών.

Η τάση ατμών μιας καθαρής ένωσης εξαρτάται μόνο από την θερμοκρασία της, ενώ η τάση ατμών ενός μίγματος εξαρτάται και από τη θερμοκρασία του αλλά και από τον όγκο του κενού χώρου που υπάρχει μεταξύ του υγρού και της δεξαμενής μέσα στην οποία βρίσκεται το υγρό και μέσα στον οποίο γίνεται η εξάτμιση.

Η αληθής τάση ατμών (TUP) είναι η μέγιστη τάση ατμών σε συνθήκες ισορροπίας ενός μίγματος όταν η αναλογία αερίου προς το υγρό είναι πρακτικά (0) μηδέν και σε ορισμένη θερμοκρασία. Η αληθής τάση ατμών ενός μίγματος αυξάνεται όσο αυξάνεται η θερμοκρασία του, ενώ αν η αληθής τάση ατμών υπερβεί την ατμοσφαιρική πίεση τότε το υγρό αρχίζει να βράζει.

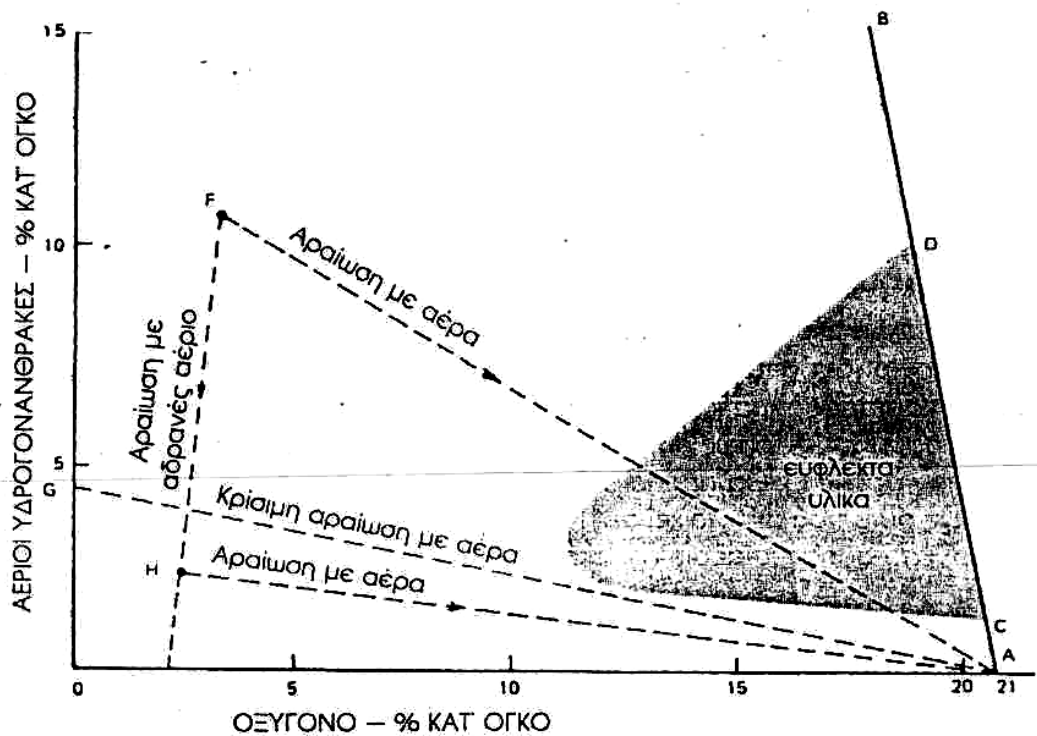
Η αληθής τάση ατμών ενός μίγματος πετρελαιοειδών μας δείχνει την ικανότητα του μίγματος να παράγει αέρια. Όμως είναι μια ιδιότητα που είναι δύσκολο να μετρηθεί εκτός και αν γνωρίζουμε τη σύνθεση του μίγματος, ενώ το αργό πετρέλαιο μπορεί να μετρηθεί από τις συνθήκες σταθεροποίησης, εφόσον βέβαια λάβουμε υπόψη και τις τυχόν μεταβολές θερμοκρασίας ή σύνθεσης που μπορεί να γίνουν.

Η τάση ατμών Reid είναι μια μέθοδος για τη μέτρηση της πτητικότητας υγρών πετρελαιοειδών. Εκτελείται από ένα πρότυπο όργανο και με συγκεκριμένο τρόπο. Στο δοχείο του οργάνου τοποθετείται ένα δείγμα του υγρού, υπό ατμοσφαιρική πίεση και σε ποσότητα τέτοια ώστε ο όγκος του υγρού να είναι το 1/5 του συνολικού εσωτερικού όγκου του δοχείου. Ύστερα το δοχείο κλείνεται αεροστεγώς και βυθίζεται σε νερό όπου θερμαίνεται σε θερμοκρασία 100°F ή 37,7°C. Αφού αναταραχθεί το δοχείο για να επέλθει πιο γρήγορα η ισορροπία διαβάζεται από ένα μανόμετρο που βρίσκεται στο δοχείο, η αύξηση της πίεσης που οφείλεται στην εξάτμιση. Αυτή η ένδειξη του μανομέτρου μας δείχνει την τάση ατμών του υγρού στους 100°F. Η τάση ατμών Reid χρησιμοποιείται για την σύγκριση της πτητικότητας ενός μεγάλου αριθμού υγρών πε-

τρελαιοειδών, βέβαια δεν μπορούμε να τη χρησιμοποιήσουμε σα μέσο για να εκτιμήσουμε τη δημιουργία αερίου, επειδή η μέτρηση γίνεται με σταθερή θερμοκρασία και σταθερή αναλογία αερίου προς υγρού. Έτσι η αληθής τάση ατμών είναι πολύ πιο χρήσιμη, ενώ σε μερικές περιπτώσεις έχουμε συσχέτιση μεταξύ αληθούς τάσης ατμών, τάσης ατμών Reid και θερμοκρασίας.

### 3.3. Σχέση αδρανούς αερίου και ευφλεκτικότητας

Οι αέριοι υδρογονάνθρακες ο οποίοι παράγονται μέσα σε μία δεξαμενή λόγω της τάσης ατμών των μιγμάτων πετρελαιοειδών που φορτώνονται στη δεξαμενή είναι πάρα πολύ επικίνδυνοι για τη δημιουργία πυρκαγιάς ή έκρηξης μέσα στον κενό χώρο της δεξαμενής. Ένας τρόπος αποφυγής πυρκαγιών και έκρηξης μέσα στη δεξαμενή είναι η διατήρηση του ποσοστού του οξυγόνου κάτω από το 11% μια και οι αέριοι υδρογονάνθρακες δεν μπορούν να καούν σε ατμόσφαιρα με λιγότερο από 11% κατ' όγκο οξυγόνο. Αυτό πετυχαίνετε με την εισαγωγή αδρανούς αερίου μέσα στη δεξαμενή φορτίου το οποίο μειώνει την περιεκτικότητα της σε ατμοσφαιρικό αέρα και άρα την περιεκτικότητα της σε οξυγόνο και έτσι η ατμόσφαιρα της δεξαμενής παύει να είναι εύφλεκτη. Άρα το αδρανές αέριο λειτουργεί καταλυτικά στην ευφλεκτικότητα. Περισσότερες όμως επεξηγήσεις μας δίνει το διάγραμμα ευφλεκτικότητας μιγμάτων αερίου, υδρογονανθράκων, ατμοσφαιρικού αέρα και αδρανούς αερίου:



Σχήμα 1.



Κάθε σημείο στο διάγραμμα απεικονίζει ένα μίγμα αερίου υδρογονάνθρακα, ατμοσφαιρικού αέρα και αδρανούς αερίου. Στην ευθεία AB βρίσκονται τα μίγματα αερίου, υδρογονάνθρακα και ατμοσφαιρικού αέρα χωρίς αδρανές αέριο και στο σχήμα φαίνεται ότι έχουμε μείωση της περιεκτικότητας σε οξυγόνο καθώς έχουμε αύξηση του σε αέριο υδρογονάνθρακα. Τα σημεία που βρίσκονται αριστερά από την AB είναι μίγματα με μειωμένη περιεκτικότητα σε οξυγόνο λόγω πρόσθεσης σε αυτά αδρανούς αερίου. Τα σημεία C και D μας απεικονίζουν τα μίγματα αερίου υδρογονάνθρακα που αντιστοιχούν στο ανώτερο και κατώτερο όριο ευφλεκτικότητας. Καθώς αυξάνεται η περιεκτικότητα σε αδρανές αέριο, τα μίγματα που αντιστοιχούν στα όρια της ευφλεκτικότητας μεταβάλλονται όπως δείχνουν οι γραμμές CE και DE που τελικά συγκλίνουν στο σημείο E. Τα μίγματα τα οποία είναι ικανά να καίγονται είναι μόνο εκείνα που απεικονίζονται στη σκιασμένη περιοχή DED. Από το σχήμα καταλαβαίνουμε ότι όταν προσθέσουμε αδρανές αέριο σε ένα μίγμα αερίου υδρογονάνθρακα και ατμοσφαιρικού αέρα, η ευφλεκτικότητα μειώνεται προοδευτικά μέχρι η περιεκτικότητα σε οξυγόνο να φτάσει σε ένα ποσοστό 11% και κατ' όγκο όπου κανένα μίγμα δεν μπορεί να καεί. Σαν περιθώριο ασφάλειας μπορούμε να πάρουμε το 8% κατ' όγκο ποσοστό οξυγόνου. Όταν ένα αδρανοποιημένο μίγμα διαλυθεί με ατμοσφαιρικό αέρα τότε σε κάποια χρονική στιγμή περνάει μέσα από την εύφλεκτη ζώνη και άρα μπορεί να θεωρηθεί ότι βρίσκεται σε εύφλεκτη κατάσταση. Τα μίγματα τα οποία βρίσκονται κάτω από τη γραμμή 4A δεν γίνονται εύφλεκτα σε κανένα στάδιο διάλυσης τους με ατμοσφαιρικό αέρα. Ένα μίγμα σαν αυτό που απεικονίζει το σημείο F μπορεί να γίνει σαν ένα μίγμα που απεικονίζει το σημείο H αν διαλυθεί με πρόσθετο αδρανές αέριο δηλαδή γίνει εκκαθάριση, για την αφαίρεση αέριων υδρογονανθράκων.

## **Κεφάλαιο 4 :** **ΠΗΓΕΣ ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ**

### **4.1. Πως παράγεται το αδρανές αέριο**

Όπως αναφέρθηκε το αδρανές αέριο είναι στη πράξη παράγωγο καύσεως. Υπάρχουν τέσσερις βασικοί τύποι:

1. Γεννήτριες Αδρανούς Αερίου οι οποίες καίνε ελαφρό πετρέλαιο με ειδικά σχεδιασμένο καυστήρα.
2. Συνδυασμένα Συστήματα Αδρανούς Αερίου Αποτεφρωτή (Inert Gas Plant/Incinerator), τα οποία παράλληλα με την παραγωγή αδρανούς αερίου χρησιμοποιούνται και σαν αποτεφρωτές όλων των στερεών και υγρών καταλοίπων και απορριμμάτων των πλοίων για την παραγωγή επίσης αδρανούς αερίου (αποφυγή ρύπανσης και οικονομία στο καύσιμο).
3. Συστήματα Επεξεργασίας Αδρανούς Αερίου (Flue Gas), τα οποία τροφοδοτούνται με καυσαέρια από τον καπναγωγό των κυρίως η βοηθητικών λεβήτων του πλοίου για ψύξη και καθαρισμό.
4. Συστήματα Αδρανούς Αερίου από Στρόβιλο Κινητήρα (Turb - Inert), τα οποία τροφοδοτούνται με καυσαέρια στροβιλοκινητήρων βοηθητικών ηλεκτροπαραγωγών συγκροτημάτων.

## **Κεφάλαιο 5 :** **ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ**

Η μείωση του οξυγόνου για την αποφυγή κάθε επικίνδυνης κατάστασης μέσα στις δεξαμενές φορτίου, οφείλεται κυρίως στην καλή ποιότητα του αδρανούς αερίου. Η καλή αυτή ποιότητα του αδρανούς αερίου εξαρτάται κυρίως από την πηγή από την οποία παράγεται το αέριο αυτό, και από την καλή λειτουργία του συστήματος. Το αδρανές αυτό αέριο, όταν παραχθεί και περάσει από τη διαδικασία καθαρισμού και ψύξεως του, διοχετεύεται μέσω του δικτύου σωληνώσεων στις δεξαμενές φορτίου του πλοίου, με σκοπό τη μείωση του οξυγόνου σε ένα τελικό ποσοστό 8%. Το ποσοστό αυτό πετυχαίνεται ευκολότερα, αν το αδρανές αέριο που διοχετεύεται στις δεξαμενές περιέχει ποσοστό οξυγόνου κάτω από το 8%. Στα περισσότερα πλοία (δεξαμενόπλοια) χρησιμοποιείται ένα κατώτερο όριο οξυγόνου το οποίο αποκλείει την ύπαρξη επικίνδυνης κατάστασης μέσα στο χώρο της δεξαμενής.

Η παραγωγή αυτού του ποσοστού είναι εφικτή όταν χρησιμοποιείται καυσαέριο από τον κύριο ή βοηθητικό λέβητα, ανάλογα με την ποιότητα του ελέγχου της καύσης και το φορτίο του λέβητα.

Το ποσοστό αυτό του οξυγόνου μπορεί να μειωθεί ακόμα περισσότερο, μεταξύ 1,5% και 2,5% κατ' όγκο, όταν υπάρχει ανεξάρτητη γεννήτρια αδρανούς αερίου ή εγκατάσταση αεριοστροβίλου εφοδιασμένο με μετακαυστήρα.

## Κεφάλαιο 6 : Μέθοδοι Αντικατάστασης Ατμόσφαιρας Δεξαμενής (Αερίων)

Τρεις λειτουργίες επιφέρουν μετατόπιση αερίων στις δεξαμενές φορτίου:

1. Αδρανοποίηση
2. Κάθαρση
3. Απελευθέρωση από αέρια (Gas Freeing) (αερισμός).

Σε κάθε μια από τις λειτουργίες αντικατάστασης αερίων ή ο ένας ή ο άλλος από τους παρακάτω τρόπους μπορεί να επικρατήσει :

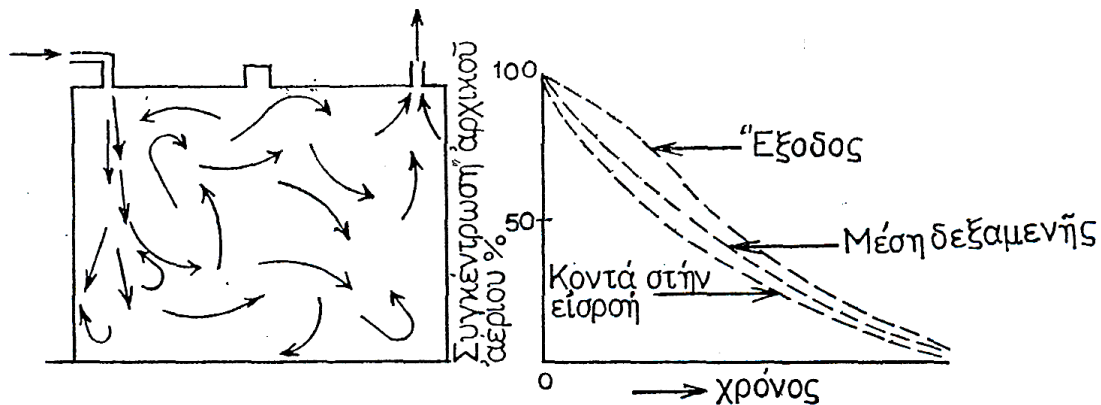
1. Διάλυση (Dilution) η οποία είναι μέθοδος αναμείξεως.
2. Εκτόπιση (Displacement) η οποία είναι μέθοδος στρωματοποίησης.

Αυτοί οι δύο τρόποι έχουν μια αξιοσημείωτη επίδραση στη μέθοδο ελέγχου της ατμόσφαιρας της δεξαμενής και στην εξήγηση των από αποτελεσμάτων.

Τα σχήματα 2 και 3 δείχνουν ότι η κατανόηση της φύσεως του τρόπου αντικατάστασης των αερίων που πράγματι επιτελείται εντός της δεξαμενής είναι απαραίτητη για τη σωστή εξήγηση των ενδείξεων που Φαίνονται στο κατάλληλο όργανο δειγματοληψίας αερίων.

Εμφανίζει διάταξη εισαγωγής και εξαγωγής της μεθόδου με διάλυση και απεικονίζει τη στροβιλώδη φύση της ροής του αερίου εντός της δεξαμενής.

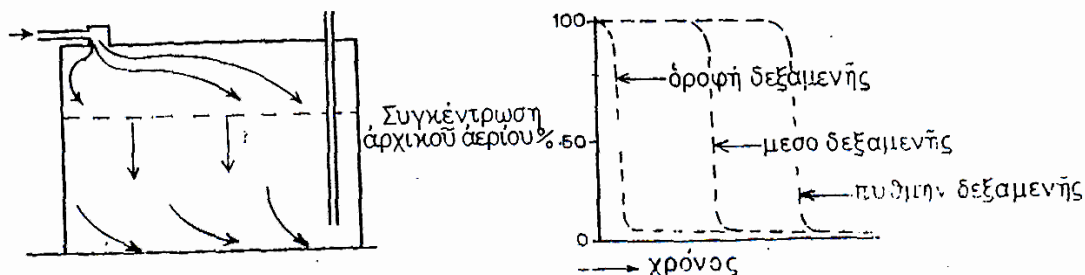
Δείχνει τυπικές καμπύλες της συγκέντρωσης των αερίων ως προς το χρόνο για τρεις διαφορετικές θέσεις δειγματοληψίας.



Σχήμα 2.

Εμφανίζει διάταξη εισαγωγής και εξαγωγής για τη μέθοδο εκτοπίσεως και απεικονίζει τη διαχωριστική επιφάνεια μεταξύ του εισρέοντα και του εξερχόμενου αερίου .

Δείχνει τυπικές καμπύλες της συγκέντρωσης αερίων, ως προς το χρόνο για τα τρία διαφορετικά επίπεδα δειγματοληψίας.



Σχήμα 3.

Κατά τη θεωρία της διαλύσεως υποτίθεται ότι το εισερχόμενο αέριο αναμειγνύεται με το προϋπάρχον αέριο για τη δημιουργία ενός ομοιογενούς μείγματος σε όλη την δεξαμενή. Η συνέπεια είναι ότι η συγκέντρωση του προϋπάρχοντα αερίου μειώνεται εκθετικά. Στην πράξη ο πραγματικός ρυθμός αντικαταστάσεως του αερίου εξαρτάται από τον όγκο της ροής του εισρέοντα αερίου, την ταχύτητα του και τις διαστάσεις της δεξαμενής. Για ολοκληρωτική αντικατάσταση αερίων είναι σημαντικό η ταχύτητα εισόδου του εισρέοντα αερίου να είναι αρκετά μεγάλη. Είναι επομένως σημαντικό να επιβεβαιώνεται η ικανότητα κάθε εγκαταστάσεως που χρησιμοποιεί αυτή την αρχή ώστε αυτή να επιτυγχάνει τον απαραίτητο βαθμό αντικαταστάσεως των αερίων σε

ολόκληρη τη δεξαμενή. Η ιδανική εκτόπιση απαιτεί μία σταθερή οριζόντια διαχωριστική επιφάνεια μεταξύ του ελαφρότερου από πάνω εισρέοντα αερίου στην δεξαμενή και του βαρύτερου αερίου που θα εκτοπιστεί από τον πυθμένα της δεξαμενής μέσω κάποιου κατάλληλου συστήματος σωληνώσεων. Αυτή η μέθοδος απαιτεί μία σχετικά χαμηλή ταχύτητα εισόδου του αερίου και στην πράξη περισσότερες της μιας αλλαγής όγκου είναι αναγκαίες. Είναι επομένως σημαντικό να επιβεβαιώνεται η ικανότητα κάθε εγκαταστάσεως που χρησιμοποιεί αυτή την αρχή να επιτυγχάνει τον απαιτούμενο βαθμό της αντικαταστάσεως των αερίων σε ολόκληρη, τη δεξαμενή.

## **Κεφάλαιο 7 :** **Κύριες Μονάδες Συστημάτων Αδρανούς Αερίου**

### **7.1 Πύργος Καθαρισμού ή Καθαριστήρας (scrubber tower)**

Ο κύριος σκοπός του πύργου καθαρισμού είναι:

1. να κατεβάζει τη θερμοκρασία του καυσαερίου όσο πιο κοντά στη θερμοκρασία του δροσερού νερού είναι δυνατό.
2. Να καθαρίζει το gas από την καπνιά και τη βρωμιά η οποία παράγεται από τον λέβητα, καθώς και από τα άλλα στερεά στοιχεία,
3. Να αφαιρέσει όσο το δυνατόν περισσότερο θειάφι και διοξείδιο του θείου από το καυσαέριο.

Αυτά τα τρία προβλήματα μπορούν να λυθούν με διαφορετικούς τρόπους. Ξέρουμε ότι η επίδραση της ψύξης είναι ανάλογη με τη διαφορά θερμοκρασίας ανάμεσα στο αέριο / βενζίνη και το νερό και ανάλογη με την επιφάνεια επαφής ανάμεσα στο αέριο και το νερό.

Είναι επίσης φανερό ότι η ψύξη αυξάνεται την ώρα που το gas είναι σε επαφή με το ψυγμένο νερό. Το καυσαέριο του Scrubber είναι σχεδιασμένο σύμφωνα με τις αρχές που αναφέρθηκαν παραπάνω καθώς το ζεστό καυσαέριο περνάει τη θύρα εισαγωγής αερίου του Scrubber αναμειγνύεται με σταγόνες νερού. Η θερμοκρασία του gas πέφτει πολύ γρήγορα εξαιτίας μιας άμεσης ατμοποίησης από τις σταγόνες. Το δροσερό gas πέφτει προς τον πάτο του κύριου ψυκτήρα. Σε αυτό το στάδιο επέρχεται το σημείο κόρου του υδρατμού του θειικού οξέος και αραιωμένο οξύ παράγεται με νερό. Το μίγμα του gas και του ατμού πηγαίνει προς τα πάνω διάμεσο δύο υγρών φίλτρων και διάμεσο σταγόνων νερού ανάμεσα στα φίλτρα. Στα υγρά φίλτρα του διοξειδίου του θείου, το φούμο (καπνιά) και άλλα στερεά στοιχεία ξεπλένονται. Στην κορυφή του Scrubber το ψυγμένο και καθαρό gas περνάει μέσα από τα φίλτρα πριν εισέλθει στο φουσερό του gas.

### **7.2. Το περίβλημα του Scrubber Unit**

Το κύριο μέρος του Scrubber έχει παραλληλόγραμμο σχήμα και είναι ολόκληρο συγκολλημένο. Το χαμηλότερο μέρος του Scrubber καθώς επίσης και οι θάλαμοι εισαγωγής που έρχονται σε επαφή με ζεστό gas και ψυγμένο νερό, είναι φτιαγμέ-

να από ανοξείδωτο ατσάλι τύπου AISI 316 L με χαμηλή περιεκτικότητα σε άνθρακα και υψηλή περιεκτικότητα σε μόλυβδο.

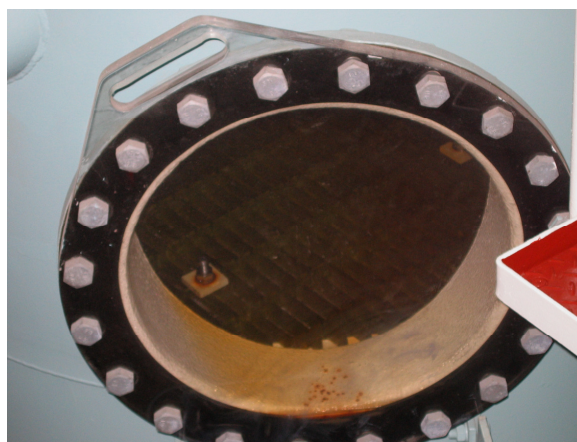
Το υψηλότερο μέρος του περιβλήματος (θήκης) είναι φτιαγμένο από ανθρακικό μέταλλο και καμένο αμμόλιθο και είναι και τα δύο επιστρωμένα εσωτερικά με μιογία εποξικής πίσσας.

### 7.3. Υγρά φίλτρα

Τα βασικά ψυκτικά στοιχεία είναι δύο υγρά φίλτρα στη σειρά. Κάθε φίλτρο αποτελείται από αρκετά παραλληλόγραμμα καλάθια με μάζα χαλαζία με κόκκους. Τα καλάθια του φίλτρου είναι συγκολλημένα από ανοξείδωτο ατσάλι και οι πλευρές των καλάθιων που είναι σε σχήμα T επίσης δουλεύουν σαν πόστα, για τις πλευρές της θήκης.

### 7.4. Μονάδες των φίλτρων του gas (Demister)

Αφού θα έχει περάσει μέσα από τα υγρά φίλτρα, το gas περνάει από ορισμένες σταγόνες νερού και αναμιγνύεται με νερό, για περαιτέρω καθαρισμό και ψύξη. Εξαιτίας της ανοδικής τάσης, κάποια μόρια του νερού ακολουθούν το gas στην κορυφή του ψύκτη. Για να χωριστούν οι σταγόνες του νερού από το gas που ίσως να το έχουν ακολουθήσει, το gas ρέει διαμέσω μονάδων demister φίλτρων που είναι ταξινομημένες σε διαβαθμισμένη πλάκα. Οι μονάδες φίλτρου είναι στρωματοποιημένες.



Φωτογραφία 1.

## 7.5. Σύστημα ψύξης νερού



Φωτογραφία 2.

Το σύστημα ψύξης νερού του Scrubber αποτελείται κυρίως από ένα πολλαπλό διανομέα, που είναι τοποθετημένος κατά μήκος του Scrubber, όπου βρίσκεται η οπή εξαγωγής του gas. Απο αυτό τον πολλαπλό διανομέα οι σωλήνες οδηγούν το νερό σε εσωτερικά στόμια, που το καθένα έχει δύο προφύσια που εκπέμπουν σταγόνες νερού. Για να ψυχθεί ο εσωτερικός θάλαμος υπάρχει ένας κρίκος γύρω από τον Scrubbing tower που είναι συνδεδεμένος σε κάθε άκρο του πολλαπλού διανομέα. Το ψυγμένο νερό για τον εσωτερικό θάλαμο το παίρνουν από τον κρίκο. Ο σωλήνας παροχής νερού μπορεί να συνδεθεί με το άκρο του διανομέα εκείνο που βολεύει περισσότερο την παράταξη επί το πλοίο.

Για να μην βουλώσουν τα στόμια από ξένα σώματα πρέπει να τοποθετηθεί ένας «ηθμός» (σουρωτήρι) στο σωλήνα παροχής νερού. Το ψυκτικό στόμιο για τον κύριο ψυκτή φαίνεται παρακάτω.

## 7.6. Ο εξοπλισμός του Scrubber

Το Scrubber είναι εξοπλισμένο με τα παρακάτω εξαρτήματα: Διακόπτη στάθμης: για να σταματάει τα φουσερά και να δίνει ορατό και ευδιάκριτο συναγερμό (στο υψηλό επίπεδο νερού στη θήκη του Scrubber).

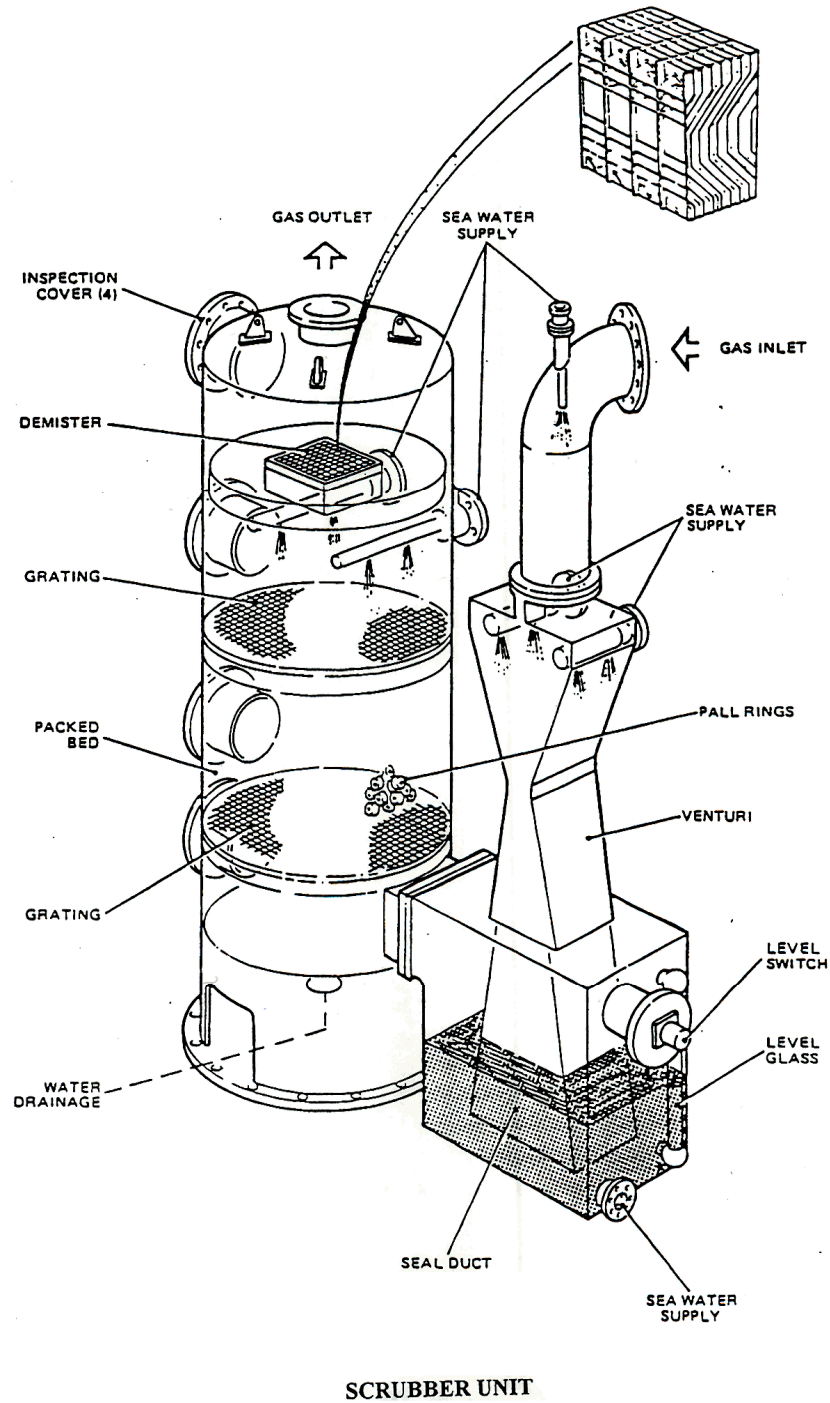
Διακόπτη θερμοκρασίας: για να σταματάει τα φουσερά και να δίνει ορατό και ευδιάκριτο συναγερμό στην υψηλή θερμοκρασία στην κορυφή του Scrubber.



Φωτογραφία 3.



Διακόπτη πίεσης: συνδεδεμένο με το διανομέα ψυγμένου νερού, ο διακόπτης πίεσης σταματάει τα φουσερά και δίνει ορατό και ευδιάκριτο συναγερμό στη χαμηλή πίεση ψύξης νερού. Ένα επιτόπια τοποθετημένο θερμόμετρο για τον διανομέα ψυγμένου νερού. Ένα επιτόπια τοποθετημένο θερμόμετρο για την οπή εξαγωγής του ψυγμένου νερού.



Σχήμα 4.

## **Κεφάλαιο 8 :** **Φυσητήρες Αδρανούς Αερίου (I.G.S. – Blowers)**

### **8.1. Μελέτες σχεδίασης των φυσητήρων αδρανούς αερίου**

Όπως ο πύργος καθαρισμού έτσι και οι φυσητήρες του αδρανούς αερίου έχουν κάποια κατασκευαστικά στοιχεία τα οποία πρέπει να προσεχθούν κατά τη σχεδίαση τους. Το σώμα των φυσητήρων θα κατασκευάζεται από υλικό ανθεκτικό στη διάβρωση ή εναλλακτικά από μαλακό χάλυβα, ενώ οι εσωτερικές του επιφάνειες πρέπει να επιστρώνονται με κάποιο ελαστικό ή υαλοβάμβακα με εποξειδική ρητίνη για να προστατεύει αυτό από τη διάβρωση που προκαλείται από το αέριο.

Οι φτερωτές και αυτές θα πρέπει να κατασκευάζονται από ανθεκτικό στη διάβρωση υλικό. Επίσης οι φτερωτές που είναι από κράμα αλουμινίου και ορειχάλκου ύστερα από τη συγκόλληση πρέπει να υποβάλλονται σε επαναφορά για την εξάλειψη των τάσεων. Όλες οι φτερωτές πρέπει να δοκιμάζονται σε υπερτάχυνση – overspeed με πάνω από 20% από την ταχύτητα σχεδίασης του ηλεκτρικού κινητήρα ή πάνω από 10% από την ταχύτητα στην οποία λειτουργεί ο ρυθμιστής υπερτάχυνσης του στροβίλου.

Επίσης θα πρέπει να έχουν βασικές διατάξεις εξυδάτωσης για την πρόληψη της βλάβης λόγω συσσώρευσης νερού. Ακόμα θα πρέπει να υπάρχουν μέσα με τα οποία να γίνεται πλύση με γλυκό νερό έτσι ώστε να απομακρύνονται οι επικαθήσεις που προκαλούν κραδασμό κατά τη λειτουργία του φυσητήρα.

Το περίβλημα πρέπει να είναι ενισχυμένο για να αποφεύγονται οι κραδασμοί και με τέτοιο τρόπο σχεδιασμένο και τοποθετημένο ώστε να γίνεται εύκολα η εξαγωγή του δρομέα χωρίς να χρειάζεται η αποσύνδεση μεγαλύτερων τμημάτων της συνδεσμολογίας εισαγωγής και εξαγωγής αερίου. Επίσης θα πρέπει να υπάρχουν και επαρκή ανοίγματα που να επιτρέπουν την επιθεώρηση.

Εάν υπάρχουν ξεχωριστοί άξονες για τον αρχικό κινητήρα και τον φυσητήρα πρέπει να τοποθετείται ένας εύκαμπτος σύνδεσμος μεταξύ αυτών των αξόνων. Όπου τώρα χρησιμοποιούνται έδρανα (κουζινέτα) ή ένσφαιροι τριβείς (ρουλεμάν) θα πρέπει να δίδεται μεγάλη προσοχή στην αλμύρα που κάθετα πάνω σε αυτά καθώς επίσης και στη μέθοδο λίπανσης.

### **8.2. Φυσητήρες (Blowers)**

Οι φυσητήρες χρησιμοποιούνται για την τροφοδοσία των δεξαμενών φορτίου με καθαρισμένο καυσαέριο. Ο κανονισμός 62.3.1 απαιτεί όπως υπάρχουν τουλάχιστον

στον δύο φυσητήρες που μαζί θα είναι ικανοί να τροφοδοτούν τις δεξαμενές φορτίου με αδρανές αέριο με ένα ρυθμό τουλάχιστον 125% της μέγιστης τιμής της δυναμικότητας εκφόρτωσης του πλοίου όπως αυτή εκφράζεται σε όγκο.

Στην πράξη, οι εγκαταστάσεις ποικίλουν από εκείνες που έχουν ένα μεγάλο φυσητήρα και ένα μικρό οι οποίοι συνδυαζόμενοι έχουν μια συνολική δυναμικότητα σύμφωνα με τον κανονισμό 62 προς εκείνη που κάθε φυσητήρας μπορεί να ικανοποιεί αυτή την απαίτηση. Το πλεονέκτημα που παρέχει ο πρώτος συνδυασμός είναι ότι παρέχεται η ευχέρεια να λειτουργεί ο μικρής δυναμικότητας φυσητήρας όταν απαιτείται συμπλήρωση της πίεσης των δεξαμενών φορτίου κατά τη διάρκεια του ταξιδιού. Το πλεονέκτημα που παρέχει ο δεύτερος συνδυασμός είναι ότι αν είτε ο ένας ή ο άλλος φυσητήρας, παρουσιάζει κάποιο πρόβλημα τότε ο άλλος είναι ικανός να διατηρεί μια θετική πίεση αερίου στις δεξαμενές φορτίου, χωρίς παράταση της χρονικής διάρκειας της εκφόρτωσης του φορτίου.

### 8.3. Οι κύριοι φυσητήρες

Το κύριο φυσητό είναι δύο σταδίων φυγοκεντρικής πίεσης.

Το περιστρεφόμενο τμήμα του φυσητού αποτελείται από ένα άξονα και δύο τροχούς, που έχουν αναρρόφηση σε αντίθετη κατεύθυνση και έτσι εξισώνονται οι αξονικές δυνάμεις. Οι τροχοί είναι συγκολλημένοι από καμένο αμμόλιθο και επιστρωμένοι με μπογιά εποξικού ψευδαργύρου. Ο άξονας έχει δύο ρουλεμάν σφαιρικού σχήματος. Το κυρίως φυσητό και η κύρια κινητήρια δύναμη (κινητήρας) είναι τοποθετημένα σε ένα κοινό πλαίσιο και συνδεδεμένα με εύκαμπτη σύνδεση.



Φωτογραφία 4.

Ο κύριος κινητήρας είναι ένα τριφασικό ηλεκτρικό μηχάνημα με προστασία από σταγόνες. Στη βάση του ανεμιστήρα υπάρχουν τέσσερις κροκοί αποστραγγίσεως, ένας για κάθε θάλαμο του φυσητού.

Για να αποφεύγεται η υπερθέρμανση του κυρίως ανεμιστήρα σε χαμηλό φορτίο, υπάρχει μια βαλβίδα στην εξαγωγή του ανεμιστήρα. Αυτή η βαλβίδα είναι ρυθμισμένη να ανοίγει στις 2500m.m. WG.

Η βαλβίδα έχει τρεις σκοπούς:

- α) Να κόβει το χαρακτηριστικό του ανεμιστήρα το οποίο είναι να πλημμυρίζει στην παράδοση αν οι δύο ανεμιστήρες λειτουργούν παράλληλα,
- β) Για να γυρίσει το αέριο πίσω στο Scrubber και να αποφύγει την υπερθέρμανση σε χαμηλό φορτίο.
- γ) Για να επιστρέφει το αέριο πίσω στο Scrubber για περαιτέρω καθαρισμό σε χαμηλότερο φορτίο από 11000 Nm<sup>3</sup>/h.



Φωτογραφία 5.

## **Κεφάλαιο 9 :** **Ανεπίστροφοι Μηχανισμοί**

### **9.1. Μελέτες σχεδίασης των ανεπίστροφων μηχανισμών (Deck Water Seal Unit)**

Όπως και τα άλλα μέρη του συστήματος του αδρανούς αερίου έτσι και οι ανεπίστροφοι μηχανισμοί έχουν κάποιες απαιτήσεις σχεδίασης. Το υλικό από το οποίο θα κατασκευάζονται θα πρέπει να είναι τέτοιο που να αντέχει την πυρκαγιά και την επίδραση της διάβρωσης από τα οξέα που δημιουργούνται από το αέριο. Στην περίπτωση που αυτό δεν μπορεί να γίνει μπορεί να χρησιμοποιηθεί χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα χάλυβας που θα προστατεύεται από ένα επίστρωμα ελαστικού ή θα είναι επενδυμένος με εποξειδική ρητίνη υαλοβάμβακας: Ειδικότερα θα πρέπει να προσεχθεί στη σωλήνωση εισόδου του αερίου προς την υδροφραγή.

Η υδροφραγή καταστρώματος θα παρουσιάζει αντίσταση στην εισροή, όχι μικρότερη από την πίεση που είναι ρυθμισμένος ο μηχανισμός πίεσης / κενού στο σύστημα διανομής του αδρανούς αερίου και πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένος που να εμποδίζει την εισροή αερίων κάτω από οποιαδήποτε προβλέψιμη κατάσταση λειτουργίας.

Το νερό στην υδροφραγή καταστρώματος θα πρέπει πάντα να διατηρείται με ρυθμιζόμενη ροή καθαρού νερού δια μέσου της δεξαμενής της φραγής καταστρώματος. Στη φραγή καταστρώματος πρέπει να υπάρχουν γυάλινοι σωληνίσκοι παρατήρησης και ανοίγματα επιθεώρησης που να επιτρέπουν την ικανοποιητική παρατήρηση της στάθμης του νερού κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του αλλά και να διευκολύνουν την πλήρη επιθεώρηση. Οι γυάλινοι αυτοί σωληνίσκοι πρέπει να είναι ενισχυμένοι για να αντέχουν σε πρόσκρουση.

### **9.2. Σφραγίδες Νερού**

Το ανεπίστροφο επιστόμιο νερού του καταστρώματος και το μηχανικό ανεπίστροφο επιστόμιο, αποτελούν τα μέσα αυτόματης πρόληψης της επιστροφής αερίων του φορτίου από τις δεξαμενές φορτίου στο χώρο του μηχανοστασίου ή σε άλλη ασφαλή περιοχή στην οποία εγκαθίσταται η μονάδα παραγωγής αδρανούς αερίου.

Τα δύο διαφορετικά είδη σφραγίδων νερού που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν εμπόδια ενάντια στο ξεχείλισμα είναι τα παρακάτω:

### 9.2.1. Αυτόματες σφραγίδες νερού

Η αυτόματη σφραγίδα νερού στον κύριο αγωγό αερίου από τον ανεμιστήρα λειτουργεί σαν εμπόδιο ενάντια στο ξεχείλισμα των αέριων υδρογονανθράκων από τις δεξαμενές στο σύστημα εισόδου αερίου. Αν σταματήσει ο ανεμιστήρας και η πίεση αερίου στο θάλαμο σφραγίδας νερού είναι πάνω από την ατμοσφαιρική πίεση το νερό θα πάει στον αγωγό εισαγωγής και θα σχηματιστεί μια στήλη νερού ίση με την πίεση αερίου στο θάλαμο σφραγίδας. Η στήλη του νερού εμποδίζει το αέριο να πάει προς τον ανεμιστήρα και το Scrubber. Καθώς οι βαλβίδες πίεσης στις δεξαμενές υγρού φορτίου συνήθως ανοίγουν στα δύο psig. Η πίεση της δεξαμενής δεν μπορεί να υπερτερήσει αυτό το νούμερο. Όμως προτείνεται να υπάρχει μια σφραγίδα νερού για μια στατική κεφαλή των mm W.G. Για να αποφευχθεί η μεταφορά του νερού από τη σφραγίδα νερού στις δεξαμενές, όταν το σύστημα εισαγωγής αερίου βρίσκεται σε λειτουργία, ο θάλαμος σφραγίδας νερού εκκενώνεται από μια βαλβίδα εκκένωσης που λειτουργεί με αέρα, όταν αρχίζει ο ανεμιστήρας να δουλεύει. Όταν σταματήσει ο ανεμιστήρας ο θάλαμος σφραγίδας γεμίζεται από μία δεξαμενή μέσω μιας βαλβίδας. Η διαδικασία εκκένωσης και πλήρωσης είναι η ακόλουθη:

Ο ανεμιστήρας του αερίου ξεκινάει. Η βαλβίδα εκκένωσης ανοίγει με την πίεση του αέρα μέσω μιας ελικοειδούς βαλβίδας που χειρίζεται από ένα ανεμιστήρα. Το αέριο πηγαίνει μέσω ενός άδειου θαλάμου σφραγίδας στη γραμμή καταστρώματος. Η δεξαμενή γεμίζεται μέσω μιας βαλβίδας (ατμοδιανομέας). Ο ανεμιστήρας σταματάει. Ο αέρας εκκενώνεται από ένα βοηθητικό κινητήρα στη βαλβίδα καταθλίψεως. Η βαλβίδα καταθλίψεως ανοίγει και το νερό μπαίνει στο θάλαμο σφραγίδας νερού. Όταν έχει φτάσει το κανονικό επίπεδο νερού στο θάλαμο σφραγίδας ο διακόπτης επιπέδου κλείνει τη βαλβίδα καταθλίψεως. Η δεξαμενή ξαναγεμίζει μέσω μιας βαλβίδας εισαγωγής. Σε περίπτωση Black Out η σφραγίδα γεμίζει όπως αναφέρθηκε παραπάνω και η βαλβίδα παροχής στη δεξαμενή παραμένει ανοικτή. Η σφραγίδα νερού μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για συνεχή παροχή νερού και για εκκένωση μέσω υπερχειλίσης. Σε αυτή την περίπτωση πρέπει να χρησιμοποιηθεί μια χειροκίνητη βαλβίδα παροχής. Αν η σφραγίδα νερού είναι τοποθετημένη στο κατάστρωμα, οι διακόπτες επιπέδου αντικαθίστανται από διακόπτες επιπέδου αέρα. Θερμαινόμενα πηνία τοποθετούνται και στο θάλαμο σφραγίδας και στη δεξαμενή, αν η σφραγίδα νερού είναι τοποθετημένη στο κατάστρωμα.

### **9.2.2. Σφραγίδα νερού συνεχής πλήρωσης**

Ο θάλαμος σφραγίδας έχει συνεχή παροχή νερού και το επίπεδο νερού κανονίζεται από την υπερχειλίση στη γραμμή υπερφορτώσεως του καραβιού. Για αυτό το λόγο μια ειδική βοηθητική αντλία νερού μπορεί να χρησιμοποιηθεί ή η παροχή νερού μπορεί να παρθεί από μια αντλία υγιεινής, αντλία γενικής χρήσεως ή αντλία ψύξεως νερού για την προμήθεια εργαλείων ψύξεως. Μια δεύτερη σφραγίδα νερού χρειάζεται μόνο μια μικρή ποσότητα νερού που θα παρέχεται συνεχώς καθώς η πρώτη σφραγίδα νερού χρειάζεται τόση ώστε η δεξαμενή να γεμίσει σε 3-5 λεπτά. Το αδρανές αέριο από τους ανεμιστήρες μπαίνει στη σφραγίδα νερού. Το πηνίο θέρμανσης ατμού υπάρχει για να αποφεύγεται η ψύξη στα κρύα κλίματα.

### **9.3. Ανεπίστροφη βαλβίδα**

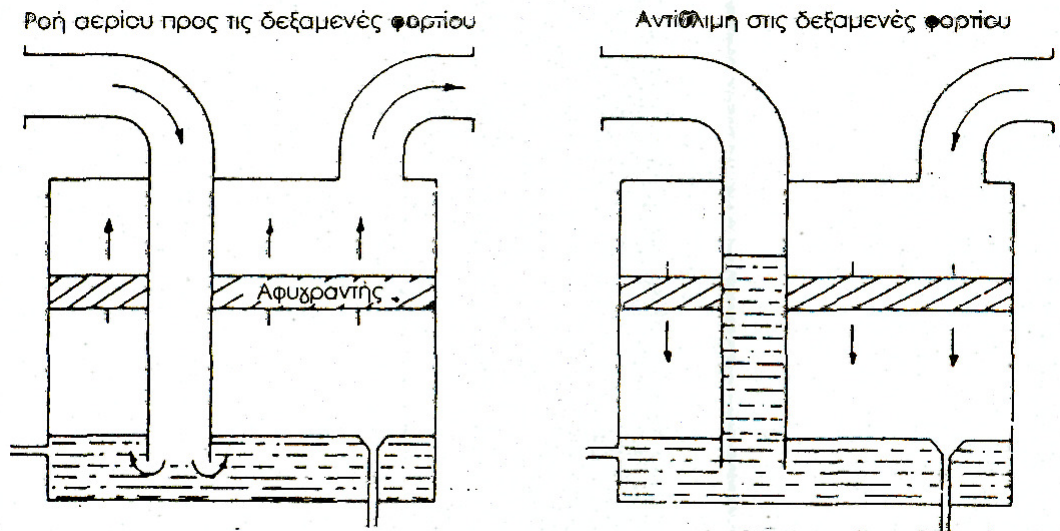
Μια ανεπίστροφη βαλβίδα δύο θέσεων ενεργεί σαν το πρώτο εμπόδιο ενάντια στην επιστροφή των αερίων υδρογονάνθρακα από τις δεξαμενές. Η βαλβίδα έχει στέγαστρο από γαλβανισμένο μέταλλο με εσωτερικά μέρη από ανοξείδωτο ατσάλι. Είναι σημαντικό η δεύτερη θέση της ανεπίστροφης βαλβίδας να είναι κλειστή πριν να σταματήσει ο ανεμιστήρας αφού αυτό εμποδίζει την ξαφνική επιστροφή των αερίων πετρελαίου όταν οι δεξαμενές είναι διατηρημένες σε σταθερή ατμοσφαιρική πίεση.

#### **9.3.1 Τύποι ανεπίστροφων βαλβίδων**

Υπάρχουν διάφορα είδη τύπων ανεπίστροφων βαλβίδων αλλά οι κυριότεροι τύποι είναι οι παρακάτω:

##### **9.3.1.1. Υγρός τύπος**

Θεωρείται ως ο πιο απλός τύπος υδροφραγής. Όταν λειτουργεί η εγκατάσταση αδρανούς αερίου το αέριο διέρχεται μέσω του νερού από το βυθισμένο σωλήνα εισαγωγής αδρανούς αερίου, αλλά αν η πίεση της δεξαμενής υπερβαίνει εκείνη του αδρανούς αερίου στο σωλήνα εισαγωγής και συνεπώς εμποδίζεται η επιστροφή. Το μειονέκτημα αυτού του τύπου υδροφραγής είναι ότι μαζί με το αδρανές αέριο μπορεί να παρασύρονται και σταγονίδια νερού τα οποία δυνατόν να αυξήσουν τη διάβρωση αν και αυτό δεν βλάπτει την ποιότητα του αδρανούς αερίου. Συνεπώς μπορεί να τοποθετηθεί ένας αφυγραντήρας στην εξαγωγή των αερίων μετά την υδροφραγή για να μειωθεί κάθε μεταφορά σταγονιδίων νερού.

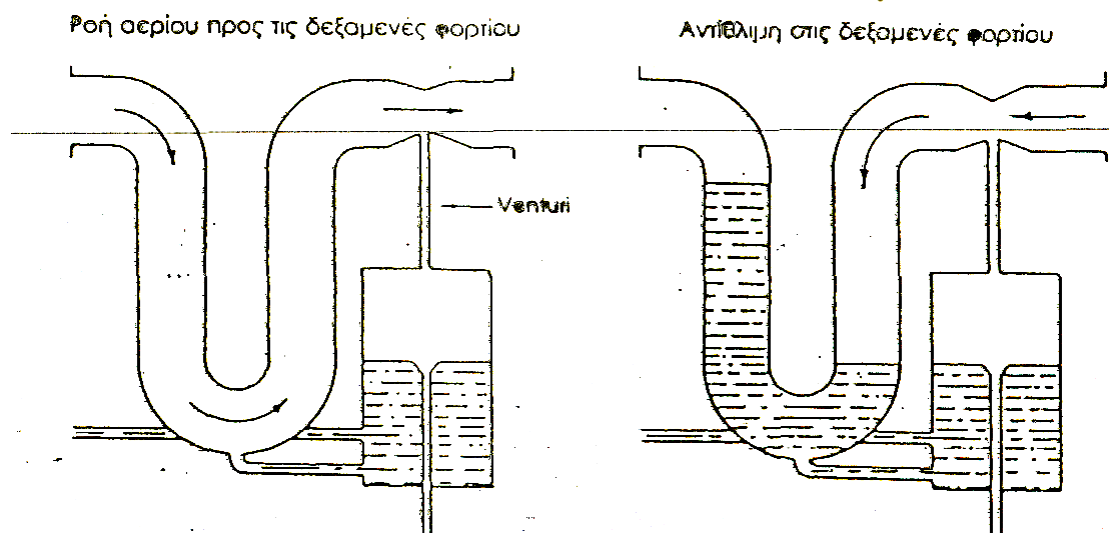


Υδροφραγή καταστρώματος – υγρού τύπου

Σχέδιο 5.

### 9.3.1.2. Ημίξηρος τύπος

Σε αυτόν τον τύπο αλλάζει η ροή αδρανούς αερίου δηλαδή αντί να διέρχεται μέσω της υδάτινης παγίδας η ροή του αδρανούς αερίου ωθεί το νερό της φραγής μέσα σε ξεχωριστό χώρο με τη βοήθεια δράσης Venturi και έτσι αποφεύγεται ή τουλάχιστον μειώνεται η ποσότητα των σταγονιδίων νερού που συμπαρασύρονται. Κατά τα άλλα η λειτουργία του είναι όπως του υγρού τύπου.



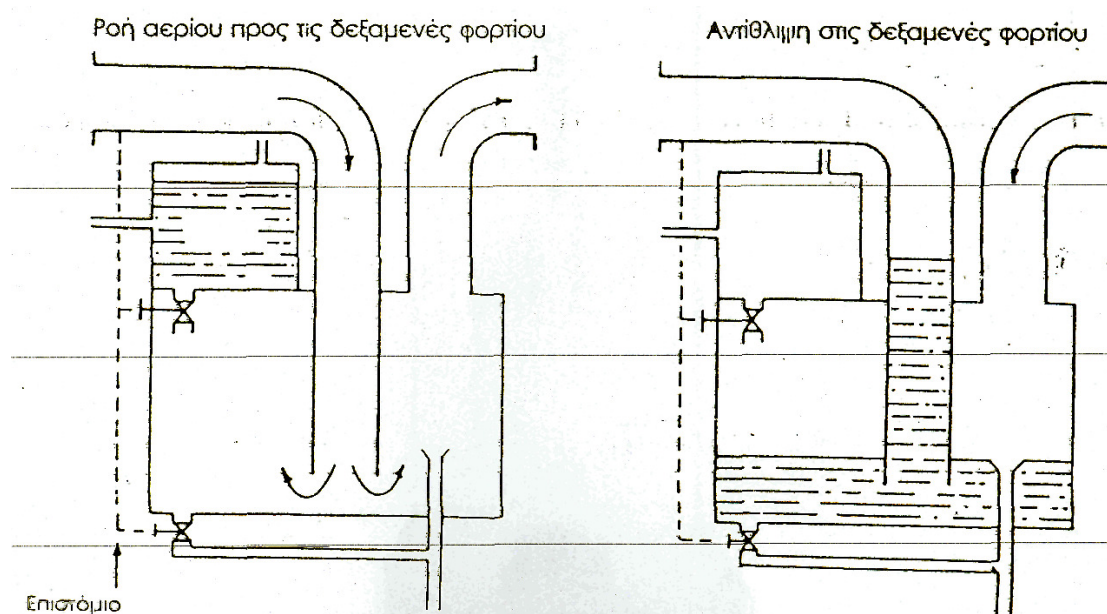
Υδροφραγή καταστρώματος – ημι-ξηρού τύπου

Σχέδιο 6.



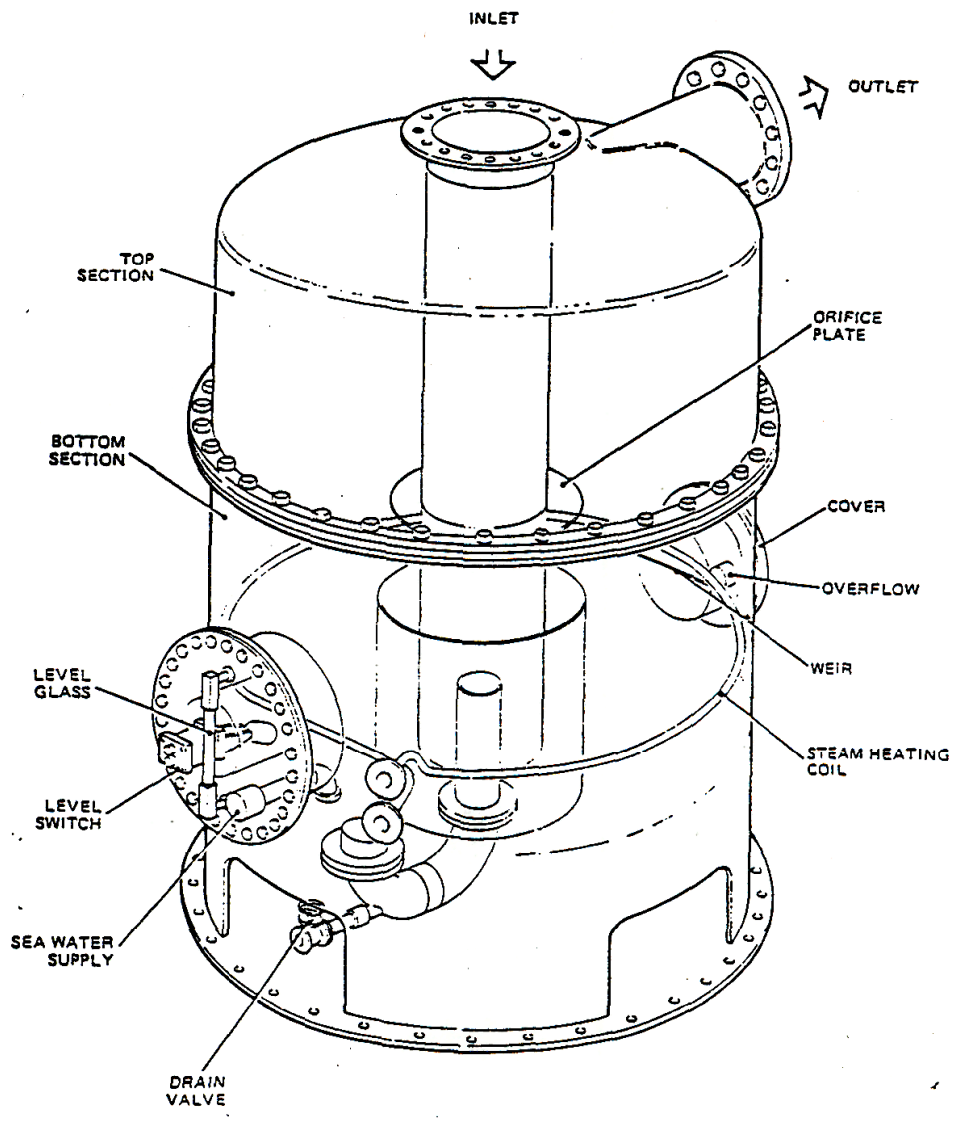
### 9.3.1.3 Ξηρός τύπος

Σε αυτόν τον τύπο το νερό αποστραγγίζεται όταν λειτουργεί η εγκατάσταση αδρανούς αερίου (το αέριο ρέει προς τις δεξαμενές) και γεμίζει με νερό όταν η εγκατάσταση αδρανούς αερίου είναι εκτός λειτουργίας ή η πίεση των δεξαμενών υπερβαίνει την πίεση κατάθλιψης του φουσητήρα αδρανούς αερίου. Η πλήρωση και η αποστράγγιση πραγματοποιούνται με επιστόμια που λειτουργούν αυτόματα και τα οποία ελέγχονται από τις στάθμες στον υδροφράκτη και στις δεξαμενές πτώσης νερού και με την κατάσταση λειτουργίας των φουσητήρων. Το πλεονέκτημα αυτού του τύπου είναι ότι παρεμποδίζεται η υπερπήδηση νερού. Η εισροή δυνατόν να αποτελεί κίνδυνο βλάβης των αυτόματα ελεγχόμενων επιστομίων τα οποία πιθανόν να καθιστούν αναποτελεσματική τη φραγή του νερού.



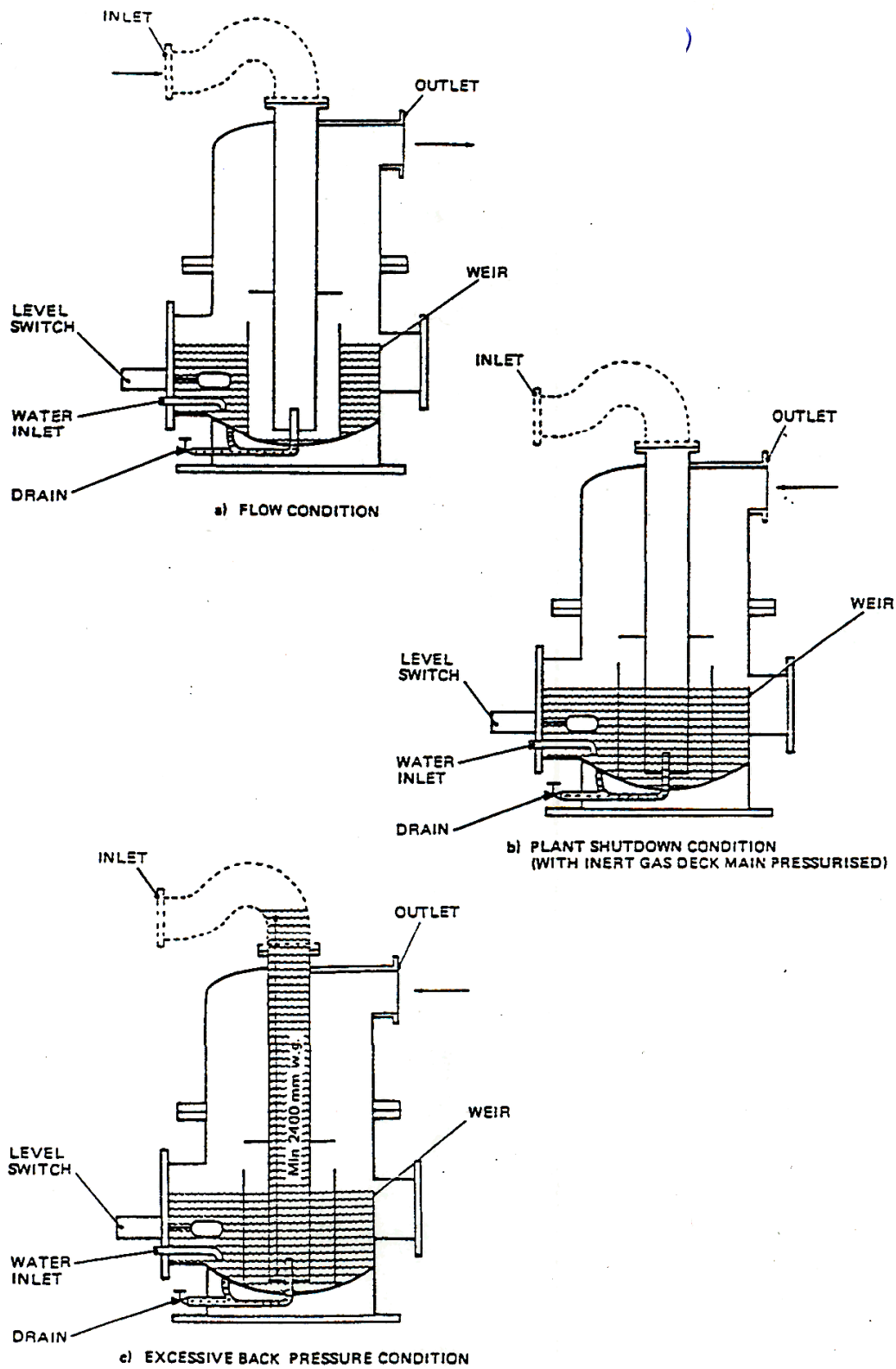
33

Σχέδιο 7.



**DECK WATER SEAL**

Σχέδιο 8.



Σχέδιο 9.

## Κεφάλαιο 10 :

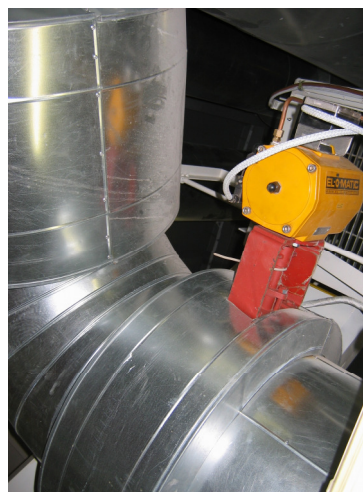
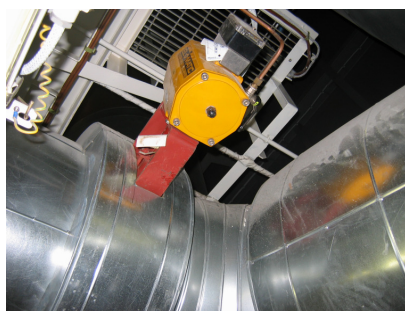
### Επιστόμια – Δίκτυο Σωληνώσεων Συστημάτων Αδρανούς Αερίου

#### 10.1 Μελέτη Σχεδίασεως

Το σημείο της καπνοδόχου καυσαερίων πρέπει να επιλέγεται έτσι ώστε το αέριο να μην είναι ούτε θερμό, ούτε ψυχρό, αλλά ούτε και να δημιουργεί σκληρές επικαθήσεις πάνω στα επιστόμια απομόνωσης του καυσαερίου. Επίσης δεν πρέπει να είναι δίπλα στην εξαγωγή της καπνοδόχου επειδή ο αέρας μπορεί να εισχωρήσει στο σύστημα. Όταν οι λέβητες είναι εφοδιασμένοι με περιστρεφόμενους θερμαντήρες αέρα το σημείο λήψης του καυσαερίου πρέπει να είναι πριν από την εισαγωγή του θερμαντήρα του αέρα.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για τα επιστόμια απομόνωσης του καυσαερίου, πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τη θερμοκρασία του αερίου στο σημείο λήψης. Ο χυτοσίδηρος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θερμοκρασίες κάτω των 220 °C. Τα επιστόμια τα οποία εκτίθενται σε θερμοκρασίες άνω των 220 °C, πρέπει να κατασκευάζονται από υλικό που δε θα είναι μόνο συμβατό με τη θερμοκρασία αλλά θα είναι και ανθεκτικό στη διάβρωση από τα στάσιμα καυσαέρια.

Τα επιστόμια απομόνωσης του καυσαερίου πρέπει να εφοδιάζονται με ευκολίες διατήρησης των εδρών τους καθαρές από αιθάλη εκτός αν το επιστόμιο σχεδιάζεται να κλείνεται με ενέργεια καθαρισμού της έδρας. Επίσης πρέπει να εφοδιάζονται με αεροστεγείς διατάξεις.



Φωτογραφία 6.

Αν είναι αναγκαία η εγκατάσταση αναστολέων διαστολής, αυτοί πρέπει να έχουν λεία εσωτερικά χιτώνια και θα πρέπει να συνδέονται έτσι ώστε να είναι κάθετη η ροή διαμέσου αυτών. Αυτοί πρέπει να κατασκευάζονται από υλικό

## Φωτογραφία 7.

ανθεκτικό σε μόνιμη υγρή όξινη αιθάλη.

Το δίκτυο σωληνώσεων μεταξύ του επιστομίου απομόνωσης καυσαερίων και του πύργου καθαρισμού πρέπει να είναι κατασκευασμένη από χάλυβα υψηλής αντοχής, που να αντέχει στη διάβρωση και να είναι κατά τέτοιο τρόπο διευθετημένο ώστε να παρεμποδίζεται η συσσώρευση υγρής όξινης αιθάλης, δηλαδή πρέπει να αποφεύγεται η ύπαρξη των μη αναγκαίων γωνιών και διακλαδώσεων.

Η σωλήνωση εισαγωγής στον πύργο καθαρισμού θα είναι έτσι ώστε να επιτρέπει να απομονώνεται από τα καυσαέρια προκειμένου να γίνεται εύκολα η συντήρηση του. Αυτό μπορεί να γίνει με την αφαίρεση κατάλληλου μήκους τμήματος της σωλήνωσης και τύφλωση με διπλή φλάντζα ή υδροφραγή η οποία θα παρεμποδίζει την οποιαδήποτε διαρροή αερίου από τα λέβητα όταν το επιστόμιο απομόνωσης καυσαερίων είναι κλειστό και ο πύργος ελέγχου ανοίγεται για επιθεώρηση και συντήρηση. Στην περίπτωση για την οποία πρέπει να γίνει εξυδάτωση του νερού της υδροφραγής για σκοπούς επιθεώρησης, τότε η απομόνωση θα γίνεται ή με αφαίρεση τμημάτων της σωλήνωσης και τύφλωσης ή με χρησιμοποίηση τυφλών φλαντζών.

Η σωλήνωση της εξαγωγής αερίου από τον πύργο καθαρισμού προς τους φυσητήρες και τις γραμμές επανακυκλοφορίας θα κατασκευάζεται από κατάλληλα εσωτερικά επενδεδυμένο χάλυβα. Επίσης πρέπει να υπάρχουν κατάλληλες διατάξεις απομόνωσης στην εισαγωγή και εξαγωγή κάθε φυσητήρα που να επιτρέπουν την ασφαλή και λεπτομερή συντήρηση ενώ θα επιτρέπεται η χρήση του συστήματος αδρανούς αερίου που χρησιμοποιεί άλλο φυσητήρα.

Το ρυθμιστικό επιστόμιο πρέπει να εφοδιάζεται με μέσα ένδειξης για το αν είναι ανοικτό ή κλειστό. Όπου τώρα το επιστόμιο χρησιμοποιείται για τη ρύθμιση της ροής του αδρανούς αερίου αυτό πρέπει να ελέγχεται με την πίεση του αδρανούς αερίου.

Οι γραμμές του καταστρώματος πρέπει να είναι χαλύβδινες και κατασκευασμένες έτσι ώστε να μπορούν να αυτοεξυδατώνονται όπως επίσης και να είναι σταθερά προσαρμοσμένες στην κατασκευή του πλοίου με κατάλληλες διατάξεις που να τις προφυλάσσουν από τις κινήσεις του πλοίου που οφείλονται, σε αντίξοες καιρικές συνθήκες σε θερμική διαστολή και κάμψη του πλοίου. Για την αποφυγή υπερβολικής πτώσης της πίεσης, η ταχύτητα του αδρανούς αερίου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 40m/s, σε οποιοδήποτε τμήμα του συστήματος διανομής, όταν το σύστημα λειτουργεί στη μέγιστη δυναμικότητα του.

Όλα τα ανοίγματα ανακούφισης πίεσης και κενού θα εφοδιάζονται με πλέγματα συγκράτησης φλόγας με εύκολη πρόσβαση για τον καθαρισμό και την αντικατάστασή τους. Τα πλέγματα αυτά θα είναι στις εισαγωγές και εξαγωγές κάθε ανακουφιστικού μηχανισμού και θα είναι ισχυρής κατασκευής προκειμένου να αντέχει την πίεση που δημιουργεί το αέριο στη μέγιστη παροχή φόρτωσης και κατά την διάρκεια του ερματισμού ενώ αυτό θα παρουσιάζει ελάχιστη αντίσταση.

## **Κεφάλαιο 11 :** **Περιγραφή Συστήματος Γεννήτριας Αδρανούς Αερίου** **(Innert Gas Generator).**

Καυστήρας - Καύση. Για να επιτευχθεί μια τέλεια καύση παίζει σπουδαιότατο ρόλο το σχήμα, η ταχύτητα του αέρα, ο ψεκασμός του πετρελαίου και οι συνθήκες θερμοκρασίας του καυστήρα. Η ανάμιξη πετρελαίου / αέρα γίνεται μέσω ψεκασμού δια πίεσεως και τα σταγονίδια εκχέονται στο κέντρο του θαλάμου καύσεως. Το ρεύμα του αέρα εισέρχεται εφαιπτόμενο μέσω παραλληλισμένου ακροφυσίου και με τη μέγιστη ταχύτητα. Ο καυστήρας ψύχεται μέσω κλειστού κυκλώματος γλυκού νερού για να επιτυγχάνεται η σωστή θερμοκρασία του και η μέγιστη δυνατή διάρκεια ζωής του. Ο θάλαμος καύσεως διαθέτει έναν εναλλάξιμο ακροφύσιον καυστήρα από υψηλής ποιότητας χάλυβα ανθεκτικό στην μεγάλη θερμοκρασία. Υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας η διάρκεια ζωής του ακροφυσίου είναι απεριόριστη, η τέλεια ανάμιξη πετρελαίου / αέρα είναι μείζονος σπουδαιότητας για τον μειωμένο σχηματισμό μονοξειδίου του άνθρακα και οι συνθήκες θερμοκρασίας είναι βασικές για την αποφυγή σχηματισμού αιθάλης και οξειδίων του αζώτου καθώς και για την ποιότητα της καύσεως αυτής καθ' εαυτής.

### **11.1. Πύργος ψύξεως καθαρισμού**

Το αέριο διέρχεται από τον καυστήρα μέσω του κεντρικού οχετού ενός υγρού φίλτρου. Αφού διέλθει το υγρό φίλτράρισμα έρχεται στο πύργο ανοικτού ψεκασμού. Ο πύργος ανοικτού ψεκασμού έχει επιλεγεί κατόπιν κακής εμπειρίας από τους πύργους παρεμβυσματικού τύπου. Τα προβλήματα με τους πύργους αυτούς ήταν οι επικαθήσεις και οι θραύσεις του υλικού γομώσεως, αυξημένη πτώση πίεσεως και τελικώς η υπερπλήρωση των πύργων.

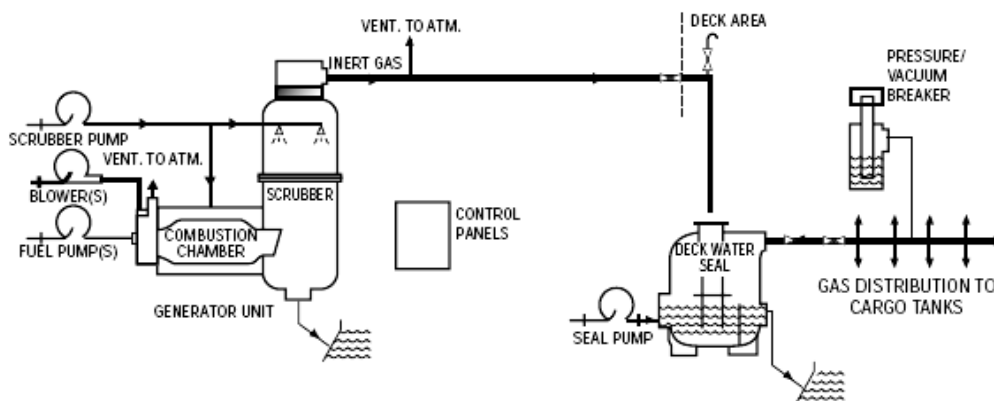
### **11.2. Αυτοματισμός**

Το σύστημα είναι πλήρες με ενσωματωμένο κιβώτιο και πίνακα ελέγχου. Μια πρότυπη μονάδα που είναι βασισμένη στην αυτόματη παρακολούθηση του οξυγόνου διαθέτει και χειροκίνητο έλεγχο, ωστόσο ο αυτόματος έλεγχος του οξυγόνου είναι προαιρετικός.

Το σύστημα ελέγχου είναι της αρχής "ασφάλεια έναντι βλάβης" και το κιβώτιο/πίνακας ελέγχου είναι εφοδιασμένα με δυνατότητες εφεδρικών εγκαταστάσεων

και τηλεχειριζόμενων σταθμών ελέγχου λειτουργίας από άλλα σημεία του πλοίου, όπως π.χ. τον θάλαμο ελέγχου φορτοεκφορτώσεως.

Για τα δεξαμενόπλοια όπου το φορτίο αντικαθίσταται από αδρανές αέριο κατά την εκφόρτωση, ένα από τα σπουδαία πλεονεκτήματα είναι ότι πέρα του αυτόματου εξαερισμού του πλεονάζοντος αδρανούς αερίου δύναται να ελέγχεται και η απόδοση του καυστήρα κατά περίπου 25% κάτω της πλήρους αποδόσεως του και αυτό είναι υψίστης σπουδαιότητας για την οικονομία λειτουργίας του συστήματος λόγω της μείωσης στην κατανάλωση του καυσίμου.



**Inert Gas Generator (IGG)**

Σχέδιο 10.



## **Κεφάλαιο 12 :** **Περιγραφή Συστήματος Συνδυασμού Γεννήτριας Αδρανούς** **Αερίου Με Αποτεφρωτή (INERT GAS** **PLANT/INCINERATOR).**

Τελευταίως αναπτύχθηκε απόλυτα επιτυχώς ένα σύνθετο σύστημα στο οποίο το μέρος μεταξύ του καυστήρα και του πύργου καθαρισμού μετατραπήκε σε αποφρωτή στερεών απορριμμάτων. Επί πλέον ο καυστήρας μετετράπηκε στο να καίει υγρά κατάλοιπα πετρελαιοειδών και ορυκτελαίων και ζωικά απορρίμματα.

Τα υγρά κατάλοιπα και απορρίμματα εισάγονται στο θάλαμο καύσεως ταυτόχρονα με τον αέρα με την βοήθεια ειδικής αντλίας για παχύρευστα και λασπώδη υλικά. Ακόμα και ακάθαρτα ύδατα δύναται να τροφοδοτηθούν στη διπλασία ποσότητα των καταλοίπων πετρελαιοειδών - ή ορυκτελαίων χωρίς το ελάχιστο πρόβλημα.

Το σύστημα αυτό αποτελεί μία μοναδική οικονομοτεχνική λύση γιατί πέραν του ότι εξυπηρετεί τον βασικό του προορισμό παραγωγής αδρανούς αερίου επιλύει και το εξίσου σημαντικό πρόβλημα της απαλλαγής των αποβλήτων γενικώς με τελικό κατάλοιπο ελάχιστη αβλαβή τέφρα.

### **Κεφάλαιο 13 :**

## **Περιγραφή Συστήματος Αδρανούς Αερίου Από Στρόβιλο Κινητήρα (TURB-INERT).**

Μία ενδιαφέρουσα παραλλαγή γεννήτριας αδρανούς αερίου από καύση πετρελαίου είναι η ανωτέρω. Η ιδέα βασίζεται στον συνδυασμό ενός στροβιλοκινητήρα και μιας γεννήτριας αδρανούς αερίου όπου η γεννήτρια χρησιμοποιεί τα καυσαέρια του στροβιλοκινητήρα ως αέρα καύσεως.

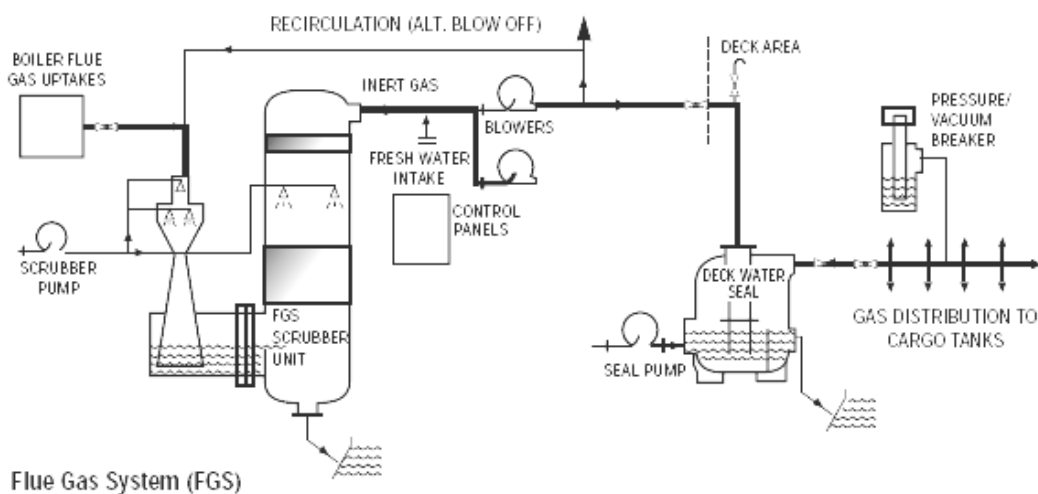
Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται όπου υπάρχει επίσης ανάγκη βοηθητικού ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους και ο συνδυασμός του αποτελεί μία συμφέρουσα οικονομοτεχνική λύση.

## Κεφάλαιο 14 : Περιγραφή Συστήματος Επεξεργασίας Καυσαερίων Αδρανούς Αερίου (FLUE GAS).

Το σύστημα αυτό παραγωγής αδρανούς αερίου απορροφά καυσαέρια από τον καπναγωγό του λέβητα μέσω ενός πύργου καθαρισμού όπου τα καυσαέρια ψύχονται και καθαρίζονται και το αδρανές αέριο διέρχεται από την ασφαλιστική βαλβίδα του καταστρώματος και διανέμεται στην περιοχή του φορτίου.

Το σύστημα αυτό είναι οικονομικότερο από μία γεννήτρια, αλλά η ποιότητα του αδρανούς αερίου εξαρτάται ανά πάσα στιγμή από την ποιότητα των καυσαερίων του λέβητα.

Το σύστημα FLUE GAS γίνεται να παραδοθεί ως μία αυτοτελώς συναρμολογούμενη και δοκιμασμένη μονάδα, έτοιμη προς άμεση εγκατάσταση και λειτουργία ή άλλως σε κομμάτια. Επίσης δοκιμασθέντα σαν πλήρες σύστημα και έτοιμα προς εγκατάσταση και σύνδεση αναλόγως της επιθυμητής διατάξεως πάνω στο πλοίο.



Σχέδιο 11.

## **Κεφάλαιο 15 :** **Συστήματα Διανομής Αδρανούς Αερίου (I.G.S.)**

Το σύστημα διανομής αδρανούς αερίου, μαζί με το σύστημα εξαερισμού των δεξαμενών φορτίου, όπου υπάρχει, θα πρέπει να εφοδιάζεται με:

1. Μέσα παροχής αδρανούς αερίου στις δεξαμενές φορτίου κατά τη διάρκεια των εργασιών εκφόρτωσης, αφερματισμού και καθαρισμού των δεξαμενών, καθώς και για τη συμπλήρωση της πίεσης του αερίου στη δεξαμενή.
2. Μέσα εξαερισμού των αερίων των δεξαμενών στην ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια της φόρτωσης και του ερματισμού.
3. Επιπρόσθετα σημεία εισαγωγής ή εξαγωγής, για αδρανοποίηση, έκπλυση με αέριο και απελευθέρωση από αέρια.
4. Μέσα απομόνωσης μεμονωμένων δεξαμενών από κύρια σωλήνωση αδρανούς αερίου για απελευθέρωση από αέρια.
5. Μέσα προστασίας των δεξαμενών από υπερβολική πίεση ή κενό.

Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί μεγάλη ποικιλία σχεδιασμών και λειτουργιών διαδικασιών για ικανοποίηση των παραπάνω απαιτήσεων. Παρακάτω θα εξετάσουμε μερικές από τις κύριες σχεδιάσεις και τις περισσότερες σπουδαίες λειτουργικές συνδέσεις.

### **15.1. Επιστόμια ρυθμιστικά της πίεσης αερίου και διατάξεις επανακυκλοφορίας**

Οι διατάξεις ελέγχου της πίεσης θα εγκαθίστανται για την εκπλήρωση δύο λειτουργιών:

1. για την αυτόματη παρεμπόδιση κάθε εισροής αερίου σε περίπτωση είτε μιας βλάβης του φυσητήρα αδρανούς αερίου της αντλίας της πλυντρίδας κ.λπ. ή επίσης όταν η εγκατάσταση αδρανούς αερίου λειτουργεί σωστά αλλά η υδροφραγή καταστρώματος και το μηχανικό ανεπίστροφο επιστόμιο έχει βλάβη και η πίεση του αερίου στη δεξαμενή υπερβαίνει την πίεση κατάθλιψης του φυσητήρα π.χ. κατά την διάρκεια ταυτόχρονων εργασιών ερματισμού και αποστράγγισης,
2. να ρυθμίζει τη ροή αδρανούς αερίου προς την κύρια σωλήνωση αδρανούς αερίου στο κατάστρωμα.

## **15.2. Συστήματα με αυτόματα έλεγχο της πίεσης και γραμμή επανακυκλοφορίας αερίου**

Οι εγκαταστάσεις αυτές επιτρέπουν έλεγχο της πίεσης του αερίου στην κύρια σωλήνωση καταστρώματος χωρίς να γίνει ρύθμιση της ταχύτητας του φυσητήρα αδρανούς αερίου. Το αέριο που δεν χρειάζεται στις δεξαμενές φορτίου επανακυκλοφορείται προς τον πύργο καθαρισμού ή εξαερίζεται στην ατμόσφαιρα. Τα επιστόμια ρύθμισης της πίεσης αερίου τοποθετούνται και στις δύο σωληνώσεις δηλ. στην κύρια και στη γραμμή επανακυκλοφορίας, το ένα ελέγχεται από μεταδότη και ρυθμιστή πίεσης αερίου, ενώ το άλλο δύναται να ελέγχεται είτε με παρόμοιο τρόπο ή με επιστόμιο το οποίο λειτουργεί με βάρος. Ο μεταδότης πίεσης τοποθετείται μετά το επιστόμιο απομόνωσης καταστρώματος. Αυτό καθιστά ικανή τη διατήρηση μιας θετικής πίεσης στις δεξαμενές φορτίου κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης. Οπωσδήποτε αυτό δεν εξασφαλίζει αναγκαστικά ότι η – πλυντρίδα δεν υπερφορτώνεται κατά τη διάρκεια των εργασιών αδρανοποίησης και έκπλυσης με αέριο.

## **15.3. Διατάξεις για αδρανοποίηση, έκπλυση με αέριο και απαλλαγή από αέρια**

Οι αρχές της αραίωσης και εκτόπισης έχουν ήδη περιγραφεί και η εφαρμογή τους στις ειδικές εγκαταστάσεις εξαρτάται από μία ποικιλία συντελεστών που περιλαμβάνουν:

1. Τα αποτελέσματα εργαστηριακών δοκιμών
2. Αν απαιτείται ή όχι έκπλυση με αέριο των αερίων υδρογονανθράκων κάθε δεξαμενής σε κάθε ταξίδι και
3. Τη μέθοδο εξαερισμού των ατμών της δεξαμενής φορτίου.

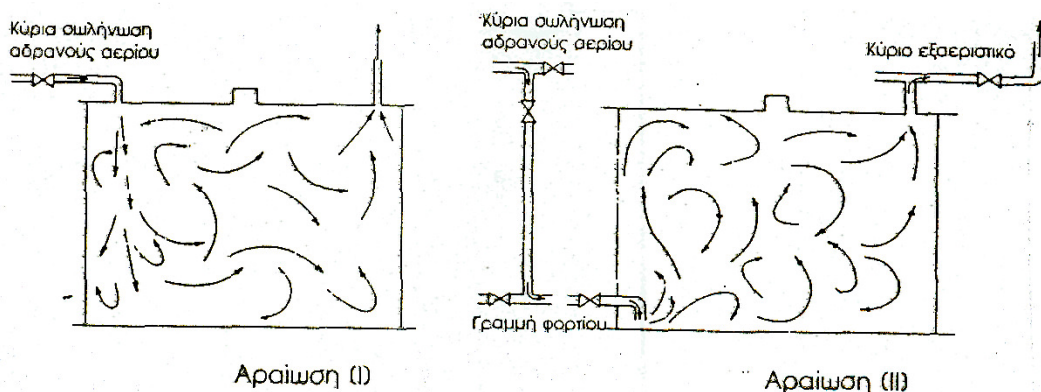
Διάφορες διατάξεις είναι δυνατές. Ένα χαρακτηριστικό το οποίο θα είναι κοινό σε όλες είναι ότι τα σημεία εισαγωγής και εξαγωγής θα είναι έτσι τοποθετημένα ώστε επαρκής εκτόπιση αερίου να μπορεί να λάβει χώρα από ολόκληρη τη δεξαμενή. Τα είδη των βασικών διατάξεων είναι τα παρακάτω:

| Διάταξη   | Σημείο εισαγωγής | Σημείο εξαγωγής | Αρχή               |
|-----------|------------------|-----------------|--------------------|
| Διάταξη 1 | Άνω μέρος        | Άνω μέρος       | Αραίωση            |
| Διάταξη 2 | Πυθμένας         | Άνω μέρος       | Αραίωση            |
| Διάταξη 3 | Άνω μέρος        | πυθμένας        | εκτόπιση ή αραίωση |

Επίσης θα πρέπει να επισημάνουμε ότι οι προαναφερθείσες διατάξεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αδρανοποίηση, έκπλυση με αέριο και απαλλαγή από αέρια. Η ανάλυση των τριών διατάξεων θα γίνει εκτενέστερα παρακάτω.

### Διάταξη 1

Τα αέρια εισάγονται και εξαερίζονται από το άνω μέρος της δεξαμενής. Αυτή είναι η πιο απλή διάταξη. Επίσης η εκτόπιση του αερίου γίνεται με τη μέθοδο της αραίωσης. Το εισερχόμενο αέριο πάντοτε θα εισέρχεται στη δεξαμενή κατά, τέτοιο τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη διείσδυση του και η πλήρης ανάμιξη σε ολόκληρη τη δεξαμενή. Τα αέρια είναι δυνατόν να εξαεριστούν μέσω αγωγού εξαερισμού σε κάθε δεξαμενή ή μέσω ενός κύριου εξαεριστικού αγωγού.



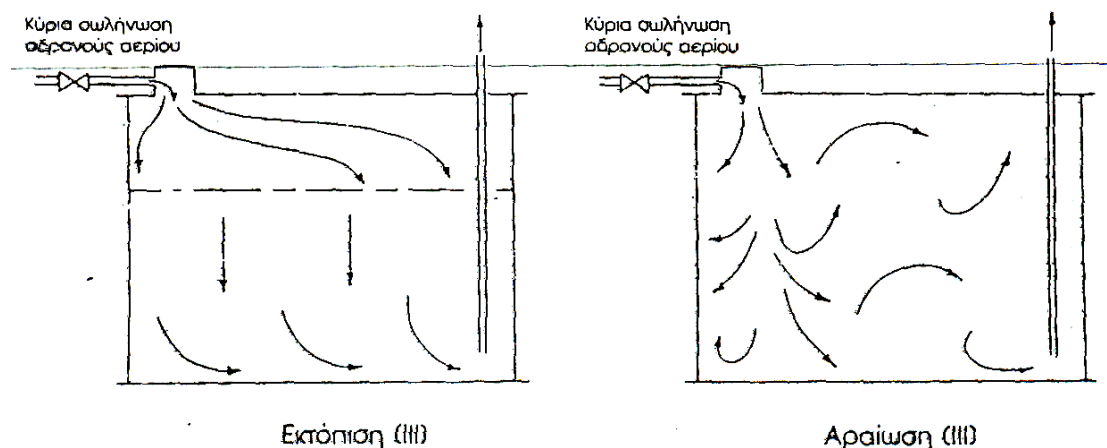
Σχέδιο 12.

### Διάταξη 2

Το αέριο εισάγεται στον πυθμένα της δεξαμενής και εξαερίζεται από το άνω μέρος, δηλαδή από την οροφή. Το αέριο εκτοπίζεται με τη μέθοδο της αραίωσης. Η διάταξη αυτή εισάγει το αέριο δια μέσου μιας σύνδεσης μεταξύ της κύριας σωλήνωσης αδρανούς αερίου καταστρώματος και των γραμμών φορτίου του πυθμένα. Ένας εξειδικευμένος ανεμιστήρας απαλλαγής αερίων δυνατόν επίσης αν εγκαθίσταται. Τα δημιουργούμενα αέρια δυνατόν να εξαερίζονται δια μέσου ξεχωριστών αγωγών εξαερισμού ή να εγκαθίστανται επιστόμια για την απομόνωση κάθε δεξαμενής φορτίου από την κύρια σωλήνωση αδρανούς αερίου δια μέσου αυτής προς τον υπερυψωμένο ιστό ή το υψηλής ταχύτητας εξαεριστικό.

### Διάταξη 3

Το αέριο εισάγεται στην οροφή της δεξαμενής και απομακρύνεται από τον πυθμένα. Η διάταξη αυτή επιτρέπει τη μέθοδο της εκτόπισης και η μέθοδος της αραιώσης δύναται να επικρατεί αν η διαφορά πυκνότητας μεταξύ του εισερχόμενου αερίου και εκείνων που υπάρχουν (στο εσωτερικό της δεξαμενής) είναι μικρή ή αν η ταχύτητα εισαγωγής του αερίου είναι μεγάλη. Το σημείο εισαγωγής του αδρανούς αερίου βρίσκεται συνήθως οριζόντια στο στόμιο της δεξαμενής, προκειμένου να ελαχιστοποιεί το στροβιλισμό στη διαχωριστική επιφάνεια. Το σημείο εξαγωγής συνήθως είναι ένας ειδικά τοποθετημένος σωλήνας έκπλυσης, που εκτείνεται εντός 1mm από το έλασμα του πυθμένα σε 2m πάνω από το επίπεδο του καταστρώματος (για να ελαχιστοποιεί την ποσότητα των ατμών στο επίπεδο του καταστρώματος).



Σχέδιο 13.

### 15.4 Απομόνωση των δεξαμενών φορτίου από την κύρια σωλήνωση αδρανούς αερίου του καταστρώματος

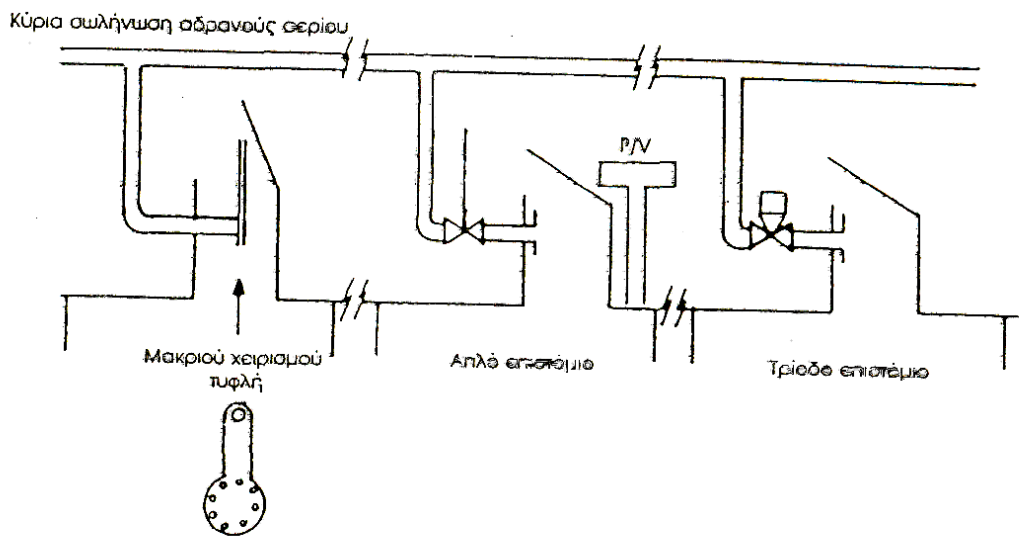
Για την απαλλαγή από αέρια και την είσοδο στη δεξαμενή πάντοτε τοποθετούνται ορισμένα επιστόμια ή διατάξεις τύφλωσης για την απομόνωση, μεμονωμένων δεξαμενών φορτίου, από την κυρία σωλήνωση αδρανούς αερίου του καταστρώματος.

Οι παρακάτω παράγοντες πρέπει να εξετάζονται κατά την επιλογή μιας κατάλληλης διάταξης.

1. Η προστασία έναντι διαρροής αερίου ή μη ορθή λειτουργία κατά την είσοδο εντός της δεξαμενής.
2. Η ευκολία και η ασφάλεια της χρήσης.
3. Η ευκολία στη χρήση της κυρίας σωλήνωσης αδρανούς αερίου για συνήθεις εργασίες απαλλαγής από αέρια.

4. Η ευκολία απομόνωσης δεξαμενών για βραχείς περιόδους προς ρύθμιση των πιέσεων και λήψη μετρήσεων των κενών χώρων (Ullaging).
5. Η προστασία έναντι ζημιών στην κατασκευή λόγω εργασιών άντλησης και ερματισμού όταν μια δεξαμενή φορτίου απομονώνεται απρόσεκτα από την κύρια σωλήνωση αδρανούς αερίου.

Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει η διάταξη να παρεμποδίζει τον κατάλληλο εξαερισμό της δεξαμενής. Διάφορα παραδείγματα διατάξεων φαίνονται στο παρακάτω σχήμα.



Παραδείγματα μεθόδων απομόνωσης των δεξαμενών από την κύρια σωλήνωση αδρανούς αερίου

Σχέδιο 14.

### 15.5. Διακόπτες πίεσης / κενού πλήρεις υγρού

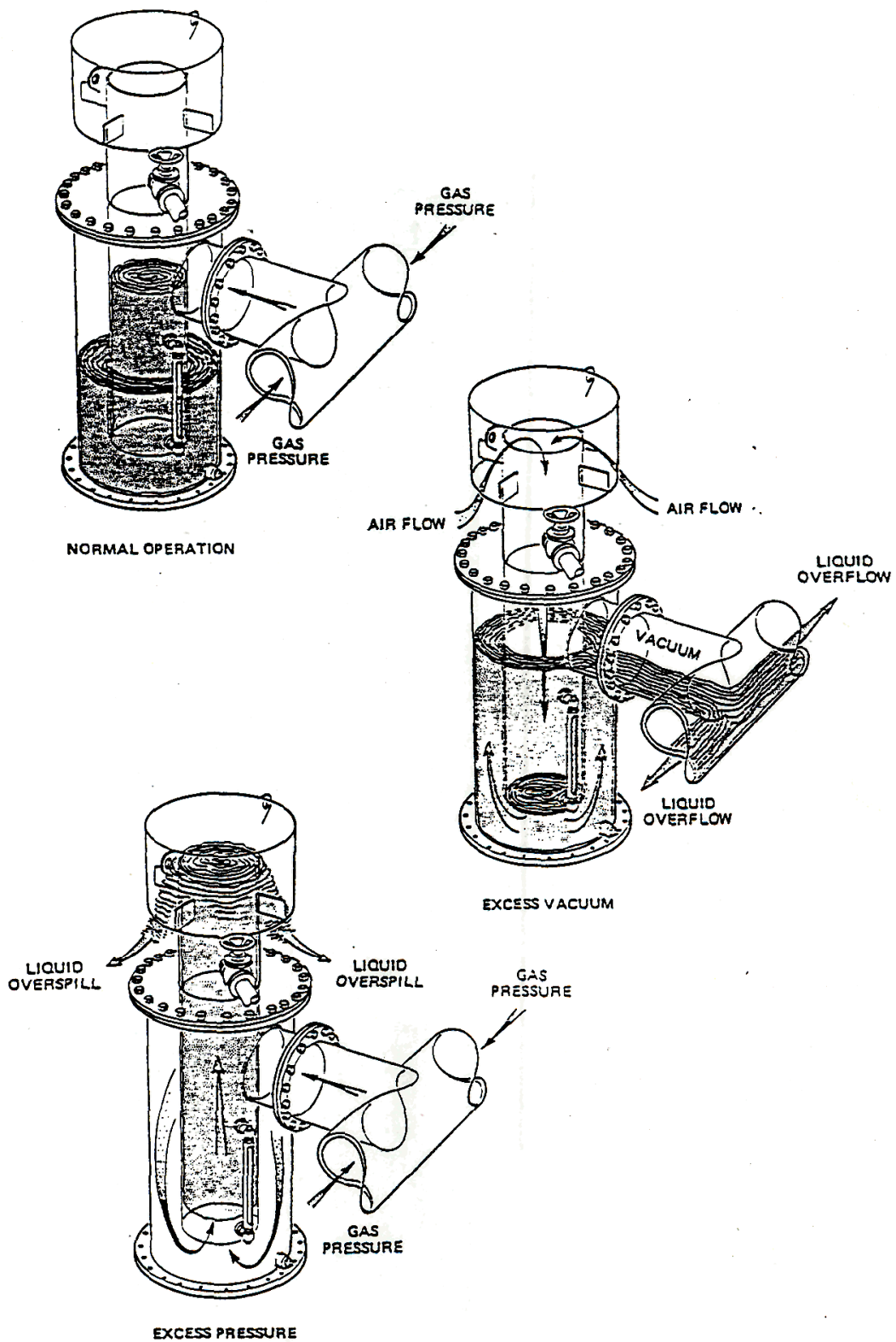
Ένας ή περισσότεροι πλήρεις υγρού διακόπτες πίεσης / κενού, πρέπει να τοποθετούνται, εκτός αν τοποθετούνται επιστόμια πίεσης / κενού που έχουν τη δυνατότητα να παρεμποδίζουν την υπερβολική πίεση ή το κενό σύμφωνα με τις απαιτήσεις του κανονισμού 62.14.

Οι μηχανισμοί αυτοί απαιτούν μικρή συντήρηση, αλλά θα λειτουργούν μόνο στην απαιτούμενη πίεση αν αυτοί είναι πληρωμένοι μέχρι την ορθή στάθμη με υγρό σωστής πυκνότητας. Κατάλληλο έλαιο ή μίγμα γλυκού νερού / γλυκόζης θα χρησιμοποιούνται για την πρόληψη πήξης σε κρύο καιρό. Εξάτμιση, είσοδος θαλασσινού νερού, συμπύκνωση και διάβρωση θα λαμβάνονται υπόψη και θα αντισταθμίζονται ε-



παρκώς. Σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες η αντίθλιψη που προκαλείται από την κίνηση του υγρού στις δεξαμενές φορτίου δυνατόν να προκαλέσει υπερχειλίση του υγρού στο διακόπτη πίεσης / κενού.

Ο σχεδιαστής πρέπει να εξασφαλίζει ότι τα χαρακτηριστικά της υδροφραγής καταστρώματος, των διακοπών πίεσης / κενού και των επιστομίων πίεσης / κενού καθώς και οι ρυθμίσεις των συναγερμών υψηλής και χαμηλής πίεσης αδρανούς αερίου στο κατάστρωμα είναι συμβατά. Επίσης είναι επιθυμητό να ελέγχεται ότι όλοι οι μηχανισμοί πίεσης / κενού λειτουργούν στις ρυθμισμένες πιέσεις της σχεδίασης τους.



**PRESSURE/VACUUM BREAKER OPERATION**

Σχέδιο 15.

## **Κεφάλαιο 16 :** **Έλεγχος Αδρανούς Αερίου**

### **16.1. Όργανα και Συναγερμοί**

Ορισμένα μόνιμα και φορητά όργανα απαιτούνται για την ασφαλή και αποτελεσματική λειτουργία ενός συστήματος αδρανούς αερίου. Επιθυμητό είναι όπως όλα τα όργανα βαθμολογούνται σε ένα σταθερό σύστημα μονάδων.

Σαφείς οδηγίες πρέπει να διατίθενται για τη λειτουργία, βαθμονόμηση και δοκιμή όλων των οργάνων και συναγερμών. Πρέπει να διατίθενται κατάλληλες ευκολίες βαθμονόμησης.

Όλος ο εξοπλισμός οργάνων και συναγερμών που απαιτείται σύμφωνα με τον κανονισμό 62 θα είναι κατάλληλα σχεδιασμένος για να ανθίσταται στις διακυμάνσεις της ηλεκτρικής τάσης, τις αλλαγές στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, τη δόνηση, την υγρασία, τον κλονισμό, την πρόσκρουση και τη διάβρωση που συνήθως συναντώνται στα πλοία.

Η διάταξη των οργάνων και συναγερμών της πλυντρίδας θα είναι ως εξής:

1. Η ροή του νερού προς την πλυντρίδα θα παρακολουθείται είτε από ροόμετρο ή από μετρητή πίεσης. Ένας συναγερμός θα ενεργοποιείται όταν η ροή του νερού πέφτει κάτω από τις Σχεδιασμένες απαιτήσεις ροής για κάποια προκαθορισμένη ποσότητα και οι φουσητήρες αδρανούς αερίου πρέπει αυτόματα να σταματήσουν σε περίπτωση παραπέρα μείωσης της ροής. Η ακριβής θέση ρύθμισης του συναγερμού και τα όρια διακοπής θα σχετίζονται με τη συγκεκριμένη σχεδίαση της πλυντρίδας και τα υλικά.
2. Η στάθμη του νερού στην πλυντρίδα πρέπει να παρακολουθείται από έναν υψηλής στάθμης νερού συναγερμό. Ο συναγερμός αυτός θα ενεργοποιείται όταν προσεγγίζονται τα προκαθορισμένα όρια και διακόπτεται η λειτουργία της αντλίας της πλυντρίδας δηλ. όταν η στάθμη ανέρχεται πάνω από τα καθορισμένα όρια. Τα όρια αυτά θα καθορίζονται λαμβάνοντας υπόψη τη σχεδίαση της πλυντρίδας και την κατάκλυση της σωλήνωσης εισαγωγής της από τους καπναγωγούς του λέβητα.
3. Η θερμοκρασία του αδρανούς αερίου στην πλευρά της κατάθλιψης των φουσητήρων πρέπει να παρακολουθείται. Ένας συναγερμός θα ενεργοποιείται όταν η θερμοκρασία φθάνει στους 65°C και αυτόματη διακοπή των φουσητήρων αδρανούς αερίου θα διατίθεται αν η θερμοκρασία φθάσει έως 75°C.

4. Αν είναι αναγκαίος ένας προψύκτης στην εισαγωγή της πλυντρίδας για την προστασία των υλικών επίστρωσης αυτής, θα εφαρμόζονται οι διατάξεις της 3 για ενεργοποίηση του συναγερμού στη θερμοκρασία εξαγωγής από τον προψύκτη.
5. Για την παρακολούθηση της απόδοσης της πλυντρίδας συνιστάται όπως γίνεται ένδειξη των θερμοκρασιών εισαγωγής και εξαγωγής του νερού ψύξης καθώς και οι διαφορές πίεσης στην πλυντρίδα.
6. Όλοι οι αισθητήριοι ακροδέκτες, οι πλωτήρες και οι ανιχνευτές που απαιτείται να είναι σε επαφή με το νερό και το αέριο στον πύργο καθαρισμού, πρέπει να κατασκευάζονται από υλικά ανθεκτικά στην επίδραση των οξέων.

Για την υδροφραγή του καταστρώματος, ένας συναγερμός θα ενεργοποιείται όταν η στάθμη του νερού πέφτει κάτω από μια καθορισμένη τιμή αλλά πριν η υδροφραγή καταστεί αναποτελεσματική. Για ορισμένους, τύπους υδροφραγών καταστρώματος, τέτοιους όπως ο ξηρός τύπος, ο συναγερμός της στάθμης του νερού δυνατόν ν' απαιτείται να καταπνίγεται όταν αδρανές αέριο ήδη παρέχεται προς το σύστημα διανομής του αδρανούς αερίου.

Η πίεση του αδρανούς αερίου στην κύρια σωλήνωση αυτού πρέπει να παρακολουθείται. Ένας συναγερμός θα ενεργοποιείται όταν η πίεση φθάνει στο όριο ρύθμισης. Το τελευταίο θα ορίζεται έχοντας υπόψη τη σχεδίαση των δεξαμενών φορτίου, το ανεπίστροφο μηχανικό επιστόμιο και την υδροφραγή καταστρώματος.

Η διάταξη για τον αναλυτή οξυγόνου, τον καταγραφέα και τον εξοπλισμό ένδειξης θα είναι ως εξής:

1. Το σημείο δειγματοληψίας για τον αναλυτή οξυγόνου και τη μονάδα καταγραφής θα τοποθετείται σε μια θέση στο δίκτυο σωληνώσεως μετά τους φυσητήρες και πριν το επιστόμιο ρύθμισης της πίεσης του αερίου που προδιαγράφεται στον κανονισμό 62. Στην επιλεγείσα θέση συνθήκες τυρβώδους ροής πρέπει να επικρατούν σε όλες τις εξόδους των φυσητήρων. Το σημείο δειγματοληψίας πρέπει να είναι εύκολα προσιτό κι εφοδιασμένο με κατάλληλες συνδέσεις αέρα ή ατμού για καθαρισμό.
2. Ο ακροδέκτης δειγματοληψίας θα έχει ενσωματωμένο ένα φίλτρο σκόνης σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή του οργάνου. Ο ακροδέκτης και το φίλτρο θα μπορούν ν' απομακρύνονται και να καθαρίζονται ή να αντικαθίστανται αν αυτό είναι αναγκαίο.

3. Η αισθητήρια σωλήνωση από τον ακροδέκτη δειγματοληψίας προς τον αναλυτή οξυγόνου θα είναι έτσι διευθετημένος ώστε κάθε συμπίκνωση σε αυτήν να μην παρεμποδίζει το δείγμα του αερίου να φθάσει στον αναλυτή οξυγόνου. Οι συνδέσεις στη σωλήνωση πρέπει να είναι οι ελάχιστες δυνατές για να αποφεύγεται η είσοδος του αέρα.
4. Κάθε ψύκτης που απαιτείται στους αισθητήριους σωλήνες θα τοποθετείται στο ψυχρότερο σημείο του συστήματος, εναλλακτικά, σε ορισμένες περιπτώσεις δυνατόν να ενδείκνυται η θέρμανση των αισθητήριων σωλήνων προς παρεμπόδιση συμπίκνωσης.
5. Η θέση του αναλυτή θα επιλέγεται έτσι ώστε αυτός να προστατεύεται από θερμότητα και αντίξοες συνθήκες περιβάλλοντος αλλά πάντοτε αυτός θα τοποθετείται όσο το δυνατόν είναι πρακτικά πλησιέστερα του σημείου δειγματοληψίας για να μειώνεται στο ελάχιστο ο χρόνος μεταξύ της λήψης και της ανάλυσης του δείγματος.
6. Η μονάδα καταγραφής και ο επαναλήπτης ενδείξεων που απαιτείται από τον κανονισμό δεν θα τοποθετούνται σε θέσεις που υπόκεινται σε θερμότητα και ανεπιθύμητους κραδασμούς.
7. Η αντίσταση των καλωδίων σύνδεσης μεταξύ του αναλυτή και του καταγραφέα θα είναι σύμφωνη με τις οδηγίες του κατασκευαστή του οργάνου.
8. Ο αναλυτής οξυγόνου θα έχει μια ακρίβεια της τάξης  $\pm 1\%$  της πλήρους κλίμακας απόκλισης του ενδείκτη.
9. Ανάλογα με την αρχή μέτρησης, σταθερό μηδέν και / ή διατάξεις αερίου βαθμονόμησης θα διατίθενται κοντά στον αναλυτή οξυγόνου εφοδιασμένες με κατάλληλες συνδέσεις για φορητούς αναλυτές.

Ένα σημείο δειγματοληψίας θα υπάρχει μεταξύ του αυτόματου επιστομίου που ρυθμίζει την πίεση του αερίου και της υδροφραγής καταστρώματος για να χρησιμοποιείται από φορητά όργανα.

Ο αισθητήρας της πίεσης αδρανούς αερίου και ο καταγραφέας θα λαμβάνουν, μήνυμα από ένα σημείο της κύριας σωλήνωσης αδρανούς αερίου μεταξύ του απομονωτικού / ανεπίστροφο επιστόμιο και των δεξαμενών φορτίου.

Όταν η πίεση στην κύρια γραμμή αδρανούς αερίου πλώρα των ανεπίστροφων μηχανισμών πέφτει κάτω από 50mm της στήλης νερού, μέσα πρέπει να προβλέπονται για να μεταδώσουν ένα ακουστικό σήμα συναγερμού ή να διακόψουν αυτόματα τη

λειτουργία των κύριων αντλιών φορτίου. Οι συναγερμοί που απαιτούνται από τον κανονισμό θα δίδονται στη γέφυρα και στο χώρο του μηχανοστασίου.

Σύμφωνα με τον κανονισμό, φορητά όργανα θα πρέπει να διατίθενται για τη μέτρηση της συγκέντρωσης του οξυγόνου και των εύφλεκτων ατμών. Σχετικά με το μετρητή ατμών υδρογονανθράκων, πρέπει να ληφθεί υπόψη, ότι οι μετρητές αυτοί λειτουργούν με βάση την αρχή του καταλυτικού νήματος και είναι ακατάλληλοι για μέτρηση συγκέντρωσης υδρογονανθράκων σε ατμόσφαιρες με ανεπαρκή περιεκτικότητα σε οξυγόνο. Πέρα από αυτό μετρητές που λειτουργούν με βάση την πιο πάνω αρχή δεν μπορούν να μετρούν συγκεντρώσεις ατμών υδρογονανθράκων πάνω από το κατώτερο όριο ανάφλεξης. Συνεπώς συνιστάται η χρησιμοποίηση μετρητών οι οποίοι χρησιμοποιούν μια αρχή η οποία δεν επηρεάζεται από την ανεπάρκεια οξυγόνου και οι οποίοι είναι ικανοί να μετρούν συγκέντρωση υδρογονανθράκων και πάνω από την περιοχή ανάφλεξης. Για μετρήσεις κάτω από το κατώτερο όριο ανάφλεξης υποτίθεται ότι υπάρχει επαρκές οξυγόνο και είναι κατάλληλος μετρητής καταλυτικού νήματος.

Όλα τα μεταλλικά μέρη του φορητών οργάνων και οι σωλήνες δειγματοληψίας που απαιτείται να εισάγονται στις δεξαμενές θα είναι ασφαλώς γειωμένα στην κατασκευή του πλοίου ενώ (τα όργανα και οι δειγματοληπτικοί σωλήνες) θα χρησιμοποιούνται. Αυτά τα φορητά όργανα θα πρέπει να είναι εσωτερικά ασφαλούς τύπου. Επαρκής σωλήνωση κ.λπ. θα διατίθεται για να καθίσταται δυνατή η λήψη πλήρως αντιπροσωπευτικού δείγματος από την ατμόσφαιρα της δεξαμενής.

Κατάλληλα ανοίγματα πρέπει να προβλέπονται στις δεξαμενές φορτίου για να καθιστούν δυνατή τη λήψη πλήρως αντιπροσωπευτικού δείγματος από κάθε δεξαμενή. Όπου οι δεξαμενές υποδιαιρούνται από πλήρεις ή μερικές φράκτες πλύσης, επιπρόσθετα ανοίγματα θα προβλέπονται για κάθε τέτοια υποδιαίρεση.

## **Κεφάλαιο 17 :** **Λειτουργία Εγκατάστασως Αδρανούς Αερίου**

Αν και τα συστήματα καυσαερίου διαφέρουν σε λεπτομέρειες, ορισμένες βασικές αρχές παραμένουν ίδιες.

Αυτές είναι:

1. Εκκίνηση της εγκατάστασης αδρανούς αερίου,
2. Διακοπή λειτουργίας της εγκατάστασης αδρανούς αερίου,
3. Έλεγχοι ασφάλειας όταν η εγκατάσταση αδρανούς αερίου είναι εκτός λειτουργίας.

Σε όλες τις περιπτώσεις πρέπει να ακολουθούνται λεπτομερώς οι οδηγίες του κατασκευαστή.

Οι διαδικασίες εκκίνησης θα είναι οι ακόλουθες:

1. Εξασφάλιση ότι ο λέβητας παράγει καυσαέριο με περιεκτικότητα σε οξυγόνο μέχρι 5% κατ' όγκο ή μικρότερη (για τα υπάρχοντα πλοία 8% κατ' όγκο ή όσο είναι πρακτικά δυνατό μικρότερη).
2. Εξασφάλιση ότι διατίθεται ισχύς για όλους τους ελέγχους, συναγερμούς και εργασίες αυτόματης διακοπής.
3. Εξασφάλιση ότι η ποσότητα νερού που απαιτείται από την πλυντρίδα και την υδροφραγή καταστρώματος διατηρείται ικανοποιητικά με αντλίες επιλεγμένες για την εργασία αυτή.
4. Δοκιμή λειτουργίας του συναγερμού και των χαρακτηριστικών διακοπής λειτουργίας του συστήματος που εξαρτάται από την απόδοση του νερού στην πλυντρίδα και την υδροφραγή καταστρώματος.
5. Έλεγχος των επιστομίων εισαγωγής καθαρού αέρα για την απαλλαγή από αέρια, όπου υπάρχουν, ότι αυτά είναι κλειστά και οι τυφλές φλάντζες είναι ασφαλισμένες στη θέση τους.
6. Κλείσιμο του αέρα προς οποιαδήποτε αεροστεγή διάταξη για το επιστόμιο απομόνωσης καυσαερίων διάταξη για το επιστόμιο απομόνωσης καυσαερίων.
7. Άνοιγμα του επιστομίου απομόνωσης καυσαερίων.
8. Άνοιγμα του επιστομίου αναρρόφησης του επιλεγέντος φουσητήρα. Εξασφάλιση ότι τα επιστόμια αναρρόφησης και κατάθλιξης του άλλου φουσητήρα είναι

κλειστά εκτός αν υπάρχει πρόθεση ταυτόχρονης χρησιμοποίησης και των δύο φυσητήρων.

9. Εκκίνηση του φυσητήρα.
10. Δοκιμή του συναγερμού «βλάβη» φυσητήρα.
11. Άνοιγμα του επιστομίου κατάθλιψης του φυσητήρα.
12. Άνοιγμα του επιστομίου επανακυκλοφορίας προκειμένου να σταθεροποιηθεί η εγκατάσταση.
13. Άνοιγμα του επιστομίου ρύθμισης καυσαερίων.
14. Έλεγχος ότι η περιεκτικότητα σε οξυγόνο είναι 5% κατ' όγκο ή μικρότερη, (για τα υπάρχοντα πλοία 8% κατ' όγκο ή εφόσον είναι πρακτικά δυνατό, μικρότερη) τότε κλείνεται το εξαεριστικό προς την ατμόσφαιρα μεταξύ του επιστομίου ρύθμισης της πίεσης καυσαερίων και του επιστομίου απομόνωσης στο κατάστρωμα.

Σημείωση: Ορισμένοι αναλυτές οξυγόνου απαιτούν περίπου δύο ώρες για να σταθεροποιηθούν πριν ληφθούν ακριβείς μετρήσεις.

Το σύστημα αδρανούς αερίου είναι τώρα έτοιμο να τροφοδοτήσει με αδρανές αέριο τις δεξαμενές φορτίου. Οι διαδικασίες διακοπής λειτουργίας θα έχουν ως εξής:

1. Όταν οι ατμόσφαιρες όλων των δεξαμενών έχουν ελεγχθεί για μια περιεκτικότητα οξυγόνου όχι μεγαλύτερη από 8% και έχει επιτευχθεί η απαιτούμενη πίεση εντός των δεξαμενών, κλείνεται το επιστόμιο απομόνωσης/ ανεπίστροφο του καταστρώματος.
2. Ανοίγεται το εξαεριστικό προς την ατμόσφαιρα μεταξύ του επιστομίου ρύθμισης της πίεσης και εκείνου απομόνωσης / ανεπίστροφο του καταστρώματος.
3. Κλείνεται το επιστόμιο ρύθμισης της πίεσης του αερίου.
4. Διακόπτεται η λειτουργία του φυσητήρα αδρανούς αερίου.
5. Κλείνονται τα επιστόμια αναρρόφησης και κατάθλιψης του φυσητήρα. Ελέγχεται ότι οι εξυδατώσεις είναι καθαρές. Ανοίγεται το σύστημα πλύσης νερού του φυσητήρα ενώ αυτός ακόμη περιστρέφεται με κλειστή την παροχή ενεργείας στον κινητήρα του, εκτός αν διαφορετικά συνιστάται από τον κατασκευαστή. Κλείνεται η παροχή νερού της εγκατάστασης καθαρισμού μετά από μια κατάλληλη χρονική περίοδο.



6. Κλείνεται το επιστόμιο απομόνωσης καυσαερίων και ανοίγεται το σύστημα φραγής αέρα.
7. Διατηρείται η πλήρης τροφοδοσία νερού στον πύργο της πλυντρίδας σύμφωνα με τη σύσταση του κατασκευή.
8. Εξασφαλίζεται ότι η παροχή νερού προς την υδροφραγή του καταστρώματος ρέει ικανοποιητική, ότι επαρκής ποσότητα νερού κατακρατείται και ότι οι διατάξεις συναγερμού για αυτό είναι σε λειτουργία.

Οι έλεγχοι ασφαλείας όταν η εγκατάσταση αδρανούς αερίου δε λειτουργεί πρέπει να είναι οι εξής:

1. Η παροχή νερού καθώς και η στάθμη του στη φραγή καταστρώματος πρέπει να επιβεβαιώνονται σε τακτικά διαστήματα, τουλάχιστον μια φορά την ημέρα σε συνάρτηση με τις καιρικές συνθήκες.
2. Έλεγχος της στάθμης του νερού στις κυρτώσεις που εγκαθίστανται στο δίκτυο σωληνώσεων του αερίου, επίσης ελέγχεται η στάθμιση του νερού στις στήλες νερού ή συσκευές πίεσης που χρησιμοποιούνται για την παρεμπόδιση εισροής αερίων υδρογονανθράκων σε ασφαλείς από αέρια χώρους.
3. Σε περιπτώσεις ψυχρού καιρού εξασφαλίζεται ότι οι διατάξεις πρόληψης παγώματος του νερού φραγής στο κατάστρωμα, διακόπτες πίεσης / κενού κ.λπ. είναι σε λειτουργία.
4. Πριν η πίεση σε αδρανοποιημένες δεξαμενές φορτίου, πέσει στα 100mm, αυτές θα επανασυμπιέζονται με αδρανές αέριο.

Πιθανές βλάβες του συστήματος αδρανούς αερίου και τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν περιλαμβάνουν:

1. Υψηλή περιεκτικότητα οξυγόνου η οποία μπορεί να προκληθεί ή να εντοπιστεί από τις ακόλουθες συνθήκες:
  - όχι καλός έλεγχος της καύσης στο λέβητα, ειδικά κάτω από συνθήκες χαμηλού φορτίου,
  - εισροή αέρα χαμηλά στην καπνοδόχο όταν η σε αέριο απόδοση του λέβητα είναι μικρότερη από την απαίτηση του φουσητήρα αδρανούς αερίου, ειδικά υπό συνθήκες χαμηλού φορτίου,
  - διαρροές αέρα μεταξύ του φουσητήρα αερίου και της καπνοδόχου του λέβητα,

- ελαττωματική λειτουργία ή βαθμονόμηση του αναλυτή οξυγόνου,
  - εγκατάσταση αδρανούς αερίου που λειτουργεί με επανακυκλοφορία, ή
  - είσοδος αέρα στην κύρια σωλήνωση αδρανούς αερίου δια μέσου επιστομίων πίεσης /κενού, αγωγού ιστού κ.λπ. λόγω κακής λειτουργίας.
2. Αν η εγκατάσταση αδρανούς αερίου παράγει αδρανές αέριο με περιεκτικότητα οξυγόνου μεγαλύτερη από 5%, το σφάλμα πρέπει να εντοπιστεί και να επισκευαστεί. Οποσδήποτε ο κανονισμός απαιτεί, όπως όλες οι εργασίες στις δεξαμενές φορτίου διακοπών αν η σε οξυγόνο περιεκτικότητα υπερβαίνει το 8% εκτός αν βελτιώνεται η ποιότητα του αερίου.
3. Αδυναμία διατήρησης θετικής πίεσης κατά τη διάρκεια των εργασιών εκφόρτωσης ή αφερματισμού που μπορεί να προκληθεί από:
- απρόσεκτο κλείσιμο των επιστομίων αδρανούς αερίου,
  - ελαττωματική λειτουργία του συστήματος αυτόματου ελέγχου πίεσης,
  - ανεπαρκή πίεση φυσητήρα, ή
  - παροχή εκφόρτωσης φορτίου που υπερβαίνει την απόδοση του φυσητήρα.
4. Η εκφόρτωση του φορτίου ή ο αφερματισμός θα διακόπτεται ή θα μειώνεται σε συνάρτηση με τον αν η θετική πίεση στις δεξαμενές μπορεί να διατηρηθεί ενώ διορθώνεται η βλάβη.

## **Κεφάλαιο 18 :** **Επιθεώρηση – Δοκιμή – Συντήρηση των Διαφόρων Τμημάτων της Εγκατάστασης**

Οι διατάξεις ασφαλείας αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα του συστήματος αδρανούς αερίου και είναι σημαντικό για το πλήρωμα του πλοίου να δίδει ειδική προσοχή σε αυτές κατά τη διάρκεια οποιασδήποτε επιθεώρησης.

Αυτό το τμήμα ασχολείται με τις συνήθεις επιθεωρήσεις ορισμένων κύριων μερών.

### **18.1. Πλυντρίδα αδρανούς αερίου**

Η Επιθεώρηση είναι δυνατόν να γίνει μέσω των ανθρωποθυρίδων. Έλεγχοι πρέπει να γίνονται για διάβρωση, ρύπανση και βλάβη.

- στο κέλυφος της πλυντρίδας και τον πυθμένα,
- στις σωληνώσεις του νερού ψύξης και στα ακροφύσια ψεκασμού (ρύπανση)
- στους πλωτούς διακόπτες και τους αισθητήρες θερμοκρασίας,
- σε άλλα εσωτερικά όπως δίσκους και αφυγραντικά φίλτρα.

Έλεγχοι πρέπει να γίνονται για βλάβη στα μη μεταλλικά μέρη όπως:

- στις εσωτερικές επιστρώσεις
- στους αφυγραντήρες,
- στο γέμισμα των κλινών

### **18.2. Φυσητήρες αδρανούς αερίου**

Σε ένα περιορισμένο βαθμό, η εσωτερική οπτική επιθεώρηση θα αποκαλύψει βλάβη σε ένα αρχικό στάδιο. Συστήματα διαγνωστικής παρακολούθησης πρέπει να χρησιμοποιούνται καθόσον αυτά βοηθούν σημαντικά στη διατήρηση της αποτελεσματικότητας του εξοπλισμού. Εγκαθιστώντας δύο ισομεγέθεις φυσητήρες ή εναλλακτικά, έχοντας και διατηρώντας στο πλοίο μια εφεδρική φτερωτή με ένα άξονα για κάθε φυσητήρα, εξασφαλίζεται ένας αποδεκτός βαθμός διαθεσιμότητας. Η οπτική επιθεώρηση μέσω των διαθέσιμων ανοιγμάτων στο κέλυφος του φυσητήρα είναι επαρκής για το σκοπό αυτό.

Μια επιθεώρηση των φυσητήρων του αδρανούς αερίου θα περιλαμβάνει:

1. εσωτερική επιθεώρηση του κελύφους του φυσητήρα για επικαθίσεις αιθάλης ή σημείων διάβρωσης,
2. εξέταση του μόνιμου ή φορητού συστήματος πλύσης,

3. επιθεώρηση της λειτουργίας των διατάξεων έκπλυσης με γλυκό νερό, όπου υπάρχουν,
4. επιθεώρηση των γραμμών εξυδάτωσης από το κέλυφος του φυσητήρα για να εξασφαλιστεί ότι αυτές είναι καθαρές και λειτουργικές,
5. παρατήρηση του φυσητήρα σε συνθήκες λειτουργίας για σημεία υπερβολικών κραδασμών που δείχνουν έλλειψη ζυγοστάθμισης.

### **18.3. Υδροφραγή καταστρώματος**

Η μονάδα αυτή επιτελεί σπουδαία αποστολή και πρέπει να διατηρείται σε καλή κατάσταση. Διαβρωμένες εισαγωγές σωλήνων και βλάβη στα επιστόμια που ελέγχονται με πλωτήρες δεν είναι ασυνήθεις. Επίσης πιθανή αιτία ανωμαλιών αποτελεί η σωλήνωση εξυδάτωσης προς τη θάλασσα και η σύνδεση της.

Μια επιθεώρηση της υδροφραγής καταστρώματος θα περιλαμβάνει άνοιγμα για εσωτερική επιθεώρηση με σκοπό τον έλεγχο

- για φράξιμο των σωλήνων VENTOURI σε ημιξηρού τύπου υδροφραγές,
- για διάβρωση του κελύφους και των σωλήνων εισαγωγής,
- για διάβρωση των θερμαντικών πηνίων,
- για διαβρωμένους ή κολλημένους πλωτήρες των επιστομίων εξυδάτωσης και παροχής νερού καθώς και παρακολούθησης της στάθμης.

### **18.4. Δοκιμή λειτουργίας**

1. Αυτόματη πλήρωση και εξυδάτωση: έλεγχος με ένα τοπικό δείκτη στάθμισης, αν αυτό είναι δυνατόν
2. Παρουσίαση παρασυρόμενου νερού (άνοιγμα του κρουνού εξυδάτωσης της κύριας σωλήνωσης αδρανούς αερίου) κατά τη διάρκεια της εργασίας.

### **18.5 Ανεπίστροφο επιστόμιο**

Το ανεπίστροφο επιστόμιο πρέπει να ανοίγεται για επιθεώρηση προκειμένου να ελεγχθεί για διάβρωση και επίσης για έλεγχο της κατάστασης της έδρας του επιστομίου. Η λειτουργικότητα του επιστομίου πρέπει να δοκιμάζεται κατά τη λειτουργία.

### **18.6. Σωλήνωση εκροής της πλυντρίδας**

Η σωλήνωση εκροής της πλυντρίδας κανονικά δεν μπορεί να επιθεωρείται εσωτερικά, εκτός όταν το πλοίο βρίσκεται σε δεξαμενή. Το τελικό τμήμα στην πλευ-

ρά του πλοίου, το οποίο αναφέρεται στην 3.15.3.2 και στο επιστόμιο εξαγωγής στη θάλασσα πρέπει να επιθεωρούνται σε κάθε περίοδο δεξαμενισμού.

### 18.7. Δοκιμή των άλλων μονάδων και συναγερμών

Για να δοκιμαστεί η σωστή λειτουργία όλων των μονάδων και των συναγερμών, πρέπει να καταστρωθεί μια μέθοδος και για την εκτέλεση ενός αποτελεσματικού προγράμματος δοκιμών μπορεί να είναι αναγκαίο να γίνεται εξομοίωση ορισμένων συνθηκών.

Ένα τέτοιο πρόγραμμα θα περιλαμβάνει έλεγχο:

1. όλων των συναγερμών και των λειτουργιών ασφαλείας,
2. της λειτουργίας των επιστομίων απομόνωσης των καυσαερίων,
3. της λειτουργίας όλων των επιστομίων που ελέγχονται από μακριά ή αυτόματα,
4. της λειτουργίας της υδροφραγής και του ανεπίστροφου επιστομίου (με δοκιμή αντίστροφης πίεσης),
5. του επίπεδου κραδασμών των φυσητήρων αδρανούς αερίου,
6. των διαρροών: στα συστήματα ηλικίας τεσσάρων ετών ή μεγαλύτερης, οι σωληνώσεις καταστρώματος θα εξετάζονται για διαρροή αερίου,
7. των διασυνδέσεων των εκκαπνιστών
8. του εξοπλισμού μέτρησης της περιεκτικότητας σε οξυγόνο, τόσο του φορητού όσο και του μόνιμου, για την ακρίβεια (της μέτρησης) με τη βοήθεια αέρα και κατάλληλου αερίου βαθμονόμησης.

#### Προτεινόμενο πρόγραμμα συντήρησης

| Τμήμα                           | Προληπτική συντήρηση  | Διάστημα συντήρησης  |
|---------------------------------|---|--|
| Επιστόμια απομόνωσης καυσαερίων | Λειτουργία επιστομίου<br><br>Καθαρισμός με πιεσμένος αέρα ή ατμό<br><br>Αποσυναρμολόγηση για επιθεώρηση και καθαρισμό | Πριν από την έναρξη λειτουργίας για μια φορά την εβδομάδα<br><br>Πριν από τη λειτουργία του επιστομίου<br><br>Κατά τη διακοπή λειτουργίας του λέβητα |

| Τμήμα   | Προληπτική συντήρηση  | Διάστημα συντήρησης  |
|---|---|--|
| Πλυντρίδα<br>καυσαερίων   | Έκπλυση με νερό<br><br>Καθαρισμός του<br>Αφυγραντήρα<br><br>αποσυρμολόγηση των ρυθμιστών<br>στάθμης και των αισθητήρων<br>θερμοκρασίας για επιθεώρηση.<br><br>Άνοιγμα για πλήρη εσωτερική<br>επιθεώρηση | Μετά τη χρήση<br><br>Κάθε τρεις μήνες<br><br>Κάθε έξι μήνες<br><br>Κατά τον δεξαμενισμό  |
| Σωλήνες εκροής<br>προς τη θάλασσα<br>και επιστόμιο από<br>Την πλυντρίδα<br>καυσαερίων | Έκπλυση με την αντλία νερού της<br>πλυντρίδας για περίπου μία ώρα<br><br>Αποσυρμολόγηση του επιστο-<br>μίου για επιθεώρηση<br>της σωλήνωσης και του άκρου<br>της που καταλήγει στη θάλασσα              | Μετά τη χρήση<br><br>Δεξαμενισμός/επισκευή   |
| Φυσητήρες   | Έλεγχος κραδασμών<br><br>Έκπλυση<br><br>Εσωτερική επιθεώρηση από<br>τα ανοίγματα<br><br>Αποσυρμολόγηση και πλήρης<br>έλεγχος, τριβέων, άξονα, στεγα-<br>νότητας και λοιπές αναγκαίες ερ-<br>γασίες      | Κατά τη λειτουργία<br><br>Μετά τη χρήση<br><br>Μετά την έκπλυση και κάθε<br>έξι μήνες<br><br>Κάθε δύο χρόνια ή περισσότερο<br>συχνά αν απαιτείται/ δεξαμενι-<br>σμός |

| Τμήμα  | Προληπτική συντήρηση  | Διάστημα συντήρησης                        |
|--|---|--|
| Υδροφραγή καταστρώματος                      | Αποσυναρμολόγηση ρυθμιστών στάθμης/επιθεώρηση πλωτήρων επιστομίων         | Κάθε έξι μήνες                             |
| Μηχανικό ανεπίστροφο επιστόμιο καταστρώματος | Άνοιγμα για συνολική εσωτερική επιθεώρηση                                 | Κάθε χρόνο                                 |
|  | Επιθεώρηση αυτόματων επιστομίων   | Κάθε χρόνο                                 |
| Επιστόμια πίεσης/κενού                       | Κίνηση και λίπανση του επιστομίου αν είναι αναγκαίο                       | Κάθε εβδομάδα και πριν την εκκίνηση        |
|  | Άνοιγμα για εσωτερική επιθεώρηση  | Κάθε χρόνο /18 μήνες                       |
| Επιστόμια πίεσης/κενού                       | Λειτουργία και λίπανση των επιστομίων                                     | Κάθε έξι μήνες                             |
|  | Άνοιγμα για πλήρη συντήρηση και επιθεώρηση                                | Κάθε χρόνο                                 |
| Επιστόμιο απομόνωσης καταστρώματος           | Άνοιγμα για συντήρηση   | Κάθε χρόνο                                 |
| Σύστημα ρύθμισης πίεσης αερίου               | Απομάκρυνση της συμπυκνωμένης στο όργανο υγρασίας, παροχή αέρα            | Κάθε χρόνο                                 |
|  | Άνοιγμα των επιστομίων ρύθμισης της πίεσης αερίου για συντήρηση           | Πριν από την εκκίνηση                      |
| Ασφαλιστικό επιστόμιο υγρού πίεσης/κενού     | Έλεγχος της στάθμης του υγρού όταν το σύστημα είναι σε ατμοσφαιρική πίεση | αν απαιτείται                              |
|  |   | Όταν δίδεται η ευκαιρία και κάθε έξι μήνες |

## **Κεφάλαιο 19 : Εκπαίδευση**

Η εγκατάσταση αδρανούς αερίου αποτελεί σπουδαίο χαρακτηριστικό του συστήματος ασφαλείας ενός δ/ξ και η εκπαίδευση στη χρησιμοποίησή της είναι βασική. Οι απαιτήσεις εκπαίδευσης εξαρτώνται από την πολιτική της ενδιαφερόμενης ναυτιλιακής εταιρίας καθώς επίσης και από την Αρχή της χώρας στην οποία είναι νηολογημένο το πλοίο.

### **19.1. Προσωπικό για το οποίο απαιτείται εκπαίδευση**

Σκοπός αυτού του τμήματος δεν είναι να εκτεθεί λεπτομερώς η διδακτέα ύλη για εκπαίδευση στη σχεδίαση, λειτουργία και συντήρηση των συστημάτων αδρανούς αερίου, αλλά να τονιστεί ότι οποιαδήποτε διδακτέα ύλη θα πρέπει να καλύπτει τα ίδια θέματα που καλύπτονται από τις Οδηγίες αυτές.

Μια τέτοια πρακτική εκπαίδευση όμως μπορεί να δίδεται μόνο αν εκείνοι που έχουν αναλάβει και είναι υπεύθυνοι για την ασφάλεια και απόδοση του πλοίου, είναι οι ίδιοι πλήρως εξοικειωμένοι με τον τύπο της εγκατάστασης και τους κινδύνους που σχετίζονται με τη χρησιμοποίησή της. Συνιστάται όπως η εκπαίδευση τόσο του προσωπικού καταστρώματος όσο και εκείνου της μηχανής συντονίζεται για να εξασφαλίζεται η από κοινού κατανόηση των διαδικασιών.

Οι Αρχές πρέπει να είναι βέβαιες ότι το πλοίο εφοδιάζεται με τα αναγκαία εγχειρίδια και οδηγίες του κατασκευη για την παροχή των απαραίτητων πληροφοριών σχετικά με τον τρόπο εκτέλεσης των διαφόρων εργασιών.

### **19.2. Τόπος εκπαίδευσης**

Η εκπαίδευση δύναται να πραγματοποιηθεί στο πλοίο ή στην ξηρά. Αν γίνεται στην ξηρά η βασική εκπαίδευση στη σχεδίαση και λειτουργία, τότε το προσωπικό πρέπει να εξοικειωθεί με τον εξοπλισμό και στο πλοίο.

### **19.3. Μερικές μέθοδοι εκπαίδευσης**

Επί του παρόντος υπάρχουν τρεις μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στην εκπαίδευση. Οι εταιρίες μπορούν να εφαρμόζουν μια ή ένα συνδυασμό από τις ακόλουθες μεθόδους.



### **19.3.1. Στο πλοίο από το επιτελείο της ναυτιλιακής εταιρίας.**

Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε, από ένα ανώτερο στέλεχος της ναυτιλιακής εταιρίας ο οποίος έχει οριστεί υπεύθυνος για την εκπαίδευση ή από έναν ειδικό που θα επιβαίνει στο πλοίο για ένα μέρος του ταξιδιού του. Ένα τέτοιο πρόγραμμα εκπαίδευσης μπορεί να διευρυνθεί με ταινίες και άλλα αν διατίθενται τέτοια οπτικο-ακουστικά βοηθήματα. Κάτω από αυτές τις συνθήκες πρέπει να είναι δυνατή η κάλυψη θεωρητικών καθώς επίσης και πρακτικών θεμάτων.

### **19.3.2. Εκπαίδευση από ειδικό στην ξηρά**

Η εκπαίδευση αυτή μπορεί να αναληφθεί από ναυτικά κολέγια σε συνεργασία με ναυτιλιακές εταιρίες ή με κατασκευαστές. Έχει αποδειχθεί ότι εκπαίδευση διάρκειας μιας εβδομάδας μπορεί επαρκώς να καλύψει το αντικείμενο.

### **19.3.3. Εκπαίδευση στην ξηρά από το επιτελείο της ναυτιλιακής εταιρίας**

Η εκπαίδευση αυτή μπορεί να γίνει είτε ως μέρος της εκπαίδευσης σχετικά με το φορτίο την οποία πραγματοποιεί η εταιρία, ή π.χ. ως μέρος σεμιναρίου ανώτερων στελεχών όπου κατάλληλος χρόνος μπορεί να διατεθεί στην εξέταση των προβλημάτων του αδρανούς αερίου και της λειτουργίας του.

## **Κεφάλαιο 20 :** **Εγχειρίδιο Λειτουργίας (Instruction Manual)**

Τα εγχειρίδια οδηγιών, τα οποία απαιτείται να παρέχονται στο πλοίο σύμφωνα με τον Κανονισμό 62 (α), πρέπει να περιέχουν τις κατωτέρω πληροφορίες και επιχειρησιακές οδηγίες:

- Ένα γραμμικό σχέδιο του συστήματος αδρανούς αερίου, το οποίο να δείχνει τις θέσεις των σωληνώσεων του αδρανούς αερίου από τις λήψεις του καπνοθαλάμου των λεβήτων ή της γεννήτριας προς κάθε δεξαμενή φορτίου ή καταλοίπων, τη μονάδα καθαρισμού, την αντλία παροχής νερού ψύξεως στη μονάδα καθαρισμού και τις σωληνώσεις μέχρι την εξαγωγή του νερού στη θάλασσα, τους ανεμιστήρες, περιλαμβανομένων και των επιστομίων αναρροφήσεως και καταθλίψεως, την ανακύκλωση ή άλλη διαρρύθμιση που υπάρχει για να σταθεροποιεί τη λειτουργία της εγκαταστάσεως αδρανούς αερίου, το υδάτινο ανεπίστροφο επιστόμιο καταστρώματος και την αντίστοιχη παροχή νερού, τις διαρρυθμίσεις θερμάνσεως και υπερχειλίσεως, το ανεπίστροφο επιστόμιο καταστρώματος, τις υδατοπαγίδες στις σωληνώσεις παροχής, αερισμού, αποστραγγίσεως και μετρήσεως, τις ρυθμίσεις απομονώσεως δεξαμενών φορτίου, τους σωλήνες καθαρισμού/εξαερισμού, τα ανακουφιστικά επιστόμια πίεσεως/κενού στις δεξαμενές, τα ασφαλιστικά επιστόμια πίεσεως/κενού στις δεξαμενές, τα ασφαλιστικά επιστόμια πίεσεως/κενού στον κύριο σωλήνα παροχής αδρανούς αερίου, τους μόνιμους καταγραφείς και τα όργανα, καθώς και τα σημεία λήξεως για τη λειτουργία τους, τις ρυθμίσεις για τη χρήση φορητών οργάνων, τις πλήρεις και μερικές φράκτες (μπουλμέδες) περιορισμού της κινήσεως των υγρών, τα εξαεριστικά ιστού και τα απομονωτικά επιστόμια τους, τα εξαεριστικά μεγάλης ταχύτητας, τα συστήματα ελέγχου εξ αποστάσεως και χειροκίνητου.
- Περιγραφή του συστήματος και καταλόγους διαδικασιών ελέγχου, ότι κάθε στοιχείο του εξοπλισμού λειτουργεί σωστά κατά τη διάρκεια ολόκληρου του κύκλου των επιχειρήσεων του δεξαμενοπλοίου. Σ' αυτά περιλαμβάνεται και κατάλογος όλων των παραμέτρων που πρέπει να παρακολουθούνται, όπως η πίεση στον κύριο σωλήνα παροχής αδρανούς αερίου, το ποσοστό οξυγόνου στο σωλήνα παροχής, το ποσοστό οξυγόνου στις δεξαμενές φορτίου, τη θερμοκρασία στην εξαγωγή του καθαριστήρα και την εξαγωγή των ανεμιστήρων, το ρεύμα ή ενέργεια κινήσεως των ανεμιστήρων, το ρεύμα ή ενέργεια κινήσεως της αντλίας του καθαρι-

στήρα, τη στάθμη του νερού στο ανεπίστροφο υδάτινο επιστόμιο καταστρώματος, όταν παρέχεται αδρανές αέριο στις δεξαμενές με τη μέγιστη δυνατή ταχύτητα, καθώς και με μηδενική παροχή κλπ. Όπου υπάρχει λόγος πρέπει να συμπεριλαμβάνονται και οι τιμές των ανωτέρω παραμέτρων που επιβεβαιώθηκαν κατά τις δοκιμές αποδοχής.

- Λεπτομερή περιγραφή των απαιτήσεων για την εκτέλεση των επιχειρήσεων που περιγράφονται στα τμημάτων 4 και 5 και που αναφέρονται ειδικά στην εγκατάσταση του πλοίου, όπως ο απαιτούμενος χρόνος για αδρανοποίηση, εκκαθάριση και απαλλαγή από τα αέρια κάθε δεξαμενής, η σειρά και ο αριθμός των δεξαμενών που θα αδρανοποιηθούν, θα καθαριστούν και θα απαλλαγούν από τα αέρια και ο αριθμός των εκκαθαριστικών/εξαεριστικών σωλήνων που θα ανοιχτούν ή θα κλειστούν κατά τη διάρκεια αυτών των επιχειρήσεων κλπ.
- Οι κίνδυνοι διαρροής αδρανούς αερίου και αερίων υδρογονανθράκων και τα προφυλακτικά μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται για την αποφυγή τους πρέπει να περιγράφονται σε συσχέτιση με την ειδική κατασκευή και τον εξοπλισμό του πλοίου.
- Οι κίνδυνοι υπερπίεσεως ή υποπίεσεως στις δεξαμενές φορτίου κατά τα διάφορα στάδια του κύκλου των επιχειρήσεων στο δεξαμενόπλοιο και τα προφυλακτικά μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται για την αποφυγή δημιουργίας τέτοιων συνθηκών πρέπει επίσης να περιγράφονται λεπτομερώς σε συσχέτιση με την ειδική κατασκευή ή τον εξοπλισμό του πλοίου.

## **Κεφάλαιο 22 :** **Εφαρμογή Σε Εργασίες Δεξ/νων Φορτίου**

Το σύστημα του (inert gas) αδρανούς αερίου έχει πολλές εφαρμογές στις δεξαμενές φορτίου και γενικά στα δεξαμενόπλοια. Πριν μπει σε λειτουργία το σύστημα αδρανούς αερίου, πρέπει να γίνουν διάφορες δοκιμές σύμφωνα με εγχειρίδιο λειτουργίας ή τις οδηγίες του κατασκευαστή. Ο μόνιμος μετρητής και ο καταγραφέας οξυγόνου πρέπει να δοκιμαστεί και να πιστοποιηθεί ότι λειτουργεί σωστά. Επίσης πρέπει να προετοιμαστούν και να δοκιμαστούν οι φορητοί μετρητές οξυγόνου και υδρογονανθράκων.

### **22.1 Αδρανοποίηση δεξαμενών**

Οι δεξαμενές φορτίου που είναι καθαρισμένες και απαλλαγμένες από αέρια, πρέπει να επαναδρανοποιούνται κατά τη διάρκεια του ταξιδιού προς το λιμάνι φόρτωσης - χρησιμοποιώντας το σύστημα διανομής, ενώ οι σωληνώσεις έκπλυσης με αέριο (εξαεριστικά) πρέπει να ανοίγονται για να εκβάλεται ο αέρας που περιέχουν οι δεξαμενές στην ατμόσφαιρα. Όταν η συγκέντρωση οξυγόνου στην ατμόσφαιρα εντός της δεξαμενής κατέρχεται κάτω του 8% οι σωληνώσεις έκπλυσης με αέριο (εξαεριστικά) πρέπει να κλείνονται και η δεξαμενή να συμπιέζεται με αδρανές αέριο έως οτου να δημιουργεί θετική πίεση. Το ποσοστό αυτό δεν πρόκειται μετά να αυξηθεί εφόσον η θετική πίεση διατηρείται μέσα στις δεξαμενές.

Κατά τη διάρκεια της αδρανοποίησης δεν πρέπει να γίνεται μέτρηση των κενών χώρων (ullages), βυθομέτρηση, δειγματοληψία ή είσοδος άλλης συσκευής, εκτός αν επιβεβαιωθεί ότι η δεξαμενή είναι αδρανοποιημένη. Το ανωτέρω θα ήταν δυνατόν να γίνει με παρακολούθηση του εξερχόμενου αερίου από τη δεξαμενή που αδρανοποιείται μέχρις οτου το περιεχόμενο οξυγόνο είναι λιγότερο από 8% κατ' όγκο και για μια τέτοια χρονική περίοδο όπως καθορίζεται από στοιχεία δοκιμών όταν αδρανοποιούνται δεξαμενές ελεύθερες αερίων για να εξασφαλιστεί ότι το εξερχόμενο αέριο είναι πλήρως αντιπροσωπευτικό της ατμόσφαιρας εντός της δεξαμενής.

Μετά την αδρανοποίηση όλων των δεξαμενών, οι δεξαμενές πρέπει να διατηρούνται συγκοινωνημένες με την κύρια σωλήνωση παροχής αδρανούς αερίου και το σύστημα να διατηρείται με θετική πίεση τουλάχιστον 100mm στήλης νερού.

### **22.2 Εκφόρτωση φορτίου ή έρματος**

Πριν αρχίσει η εκφόρτωση φορτίου ή έρματος να ελεγχθούν τα παρακάτω:

1. Όλες οι δεξαμενές φορτίου συνδέονται με το σύστημα αδρανούς αερίου και όλα τα απομονωτικά επιστόμια στις σωληνώσεις καταστρώματος ασφαλίζονται ανοικτά.
2. Όλα τα άλλα ανοίγματα των δεξαμενών φορτίου είναι κλειστά.
3. Όλα τα επιστόμια που απομονώνουν το εξαεριστικό του ιστού από το σύστημα αδρανούς αερίου είναι κλειστά.
4. Η εγκατάσταση αδρανούς αερίου παράγει αέριο αποδεκτής ποιότητας.
5. Το επιστόμιο απομόνωσης του καταστρώματος είναι ανοικτό.

Σε όλη τη διάρκεια των εργασιών εκφόρτωσης φορτίου ή έρματος πρέπει να διατηρείται η παροχή αδρανούς αερίου για να αποφεύγεται η εισροή ατμοσφαιρικού αέρα στις δεξαμενές. Η παροχή αδρανούς αερίου πρέπει να είναι τέτοια, ώστε και με την μέγιστη ταχύτητα εκφόρτωσης να εξασφαλίζεται ελαφρά έστω πίεση στον κενό χώρο πάνω από το φορτίο. Η πίεση αυτή του αδρανούς αερίου διευκολύνει την αποστράγγιση των δεξαμενών.

Αν κατά τον κατάπλου χρειάζεται να εκτονωθεί η πίεση του αδρανούς αερίου για να γίνουν μετρήσεις ή δειγματοληψίες του φορτίου, μπορεί μετά η ανάπτυξη πίεσης με αδρανές αέριο που έχει αρκετά χαμηλό ποσοστό οξυγόνου να είναι δύσκολη, εξαιτίας χαμηλού φορτίου στους λέβητες. Σ' αυτή την περίπτωση μπορεί να χρειάζεται να δημιουργηθεί φορτίο στο λέβητα με χρήση των αντλιών φορτίου για την κυκλοφορία φορτίου μέσα στις σωληνώσεις του πλοίου έως ότου επιτευχθεί ικανοποιητική ποιότητα αδρανούς αερίου. Πρέπει βέβαια να προσεχθεί να εξασφαλίζεται ότι οι διατάξεις άντλησης που διαλέχθηκαν για την κυκλοφορία φορτίου δε θα προκαλέσουν υπερχείλιση.

Σε όλη τη διάρκεια της εκφόρτωσης πρέπει να παρακολουθείται προσεκτικά η περιεκτικότητα του αδρανούς αερίου σε οξυγόνο. Αν χρειάζεται να γίνουν μετρήσεις βάθους με το χέρι τότε πρέπει να μειώνεται η πίεση όσο χρόνο τα σημεία από τα οποία γίνεται η μέτρηση είναι ανοικτά, πρέπει όμως να προσεχθεί να μη δημιουργηθεί κενό γιατί τότε θα εισέλθει ατμοσφαιρικός αέρας στη δεξαμενή. Για να αποφευχθεί αυτό πρέπει να μειώνεται η ταχύτητα άντλησης του φορτίου ή έρματος ενώ αν συνεχίζει να υπάρχει κίνδυνος δημιουργίας κενού στη δεξαμενή τότε πρέπει αμέσως να διακόπτεται η εκφόρτωση.

Κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης πρέπει να καταγράφονται συνεχώς η περιεκτικότητα σε οξυγόνο και η πίεση του αδρανούς αερίου.

Αν κατά τη διάρκεια της εκφόρτωσης πάθει ζημιά η εγκατάσταση αδρανούς αερίου, η θετική πίεση στο σύστημα θα χαθεί γρήγορα. Για την αποφυγή δημιουργίας κενού στις δεξαμενές πρέπει να διακόπτεται αμέσως η εκφόρτωση. Τα δεξαμενόπλοια που μεταφέρουν αργό πετρέλαιο δεν πρέπει να ξαναρχίζουν τη φόρτωση έως ότου αποκατασταθεί πλήρως η λειτουργία της εγκατάστασης αδρανούς αερίου ή παρασχεθεί εναλλακτική πηγή αδρανούς αερίου.

Σε δεξαμενόπλοια που μεταφέρουν προϊόντα πετρελαίου, δεν πρέπει να ξαναρχίσει η εκφόρτωση εάν δεν συμφωνήσουν εγγράφως όλα τα ενδιαφέροντα μέρη και πριν παρθούν όλες οι απαραίτητες προφυλάξεις. Αν αποφασισθεί να συνεχισθεί η εκφόρτωση χωρίς την παροχή αδρανούς αερίου, στις δεξαμενές θα εισρεύσει ατμοσφαιρικός αέρας και θα μειωθεί ή θα χαθεί η προστασία που παρείχε το αδρανές αέριο. Για αυτό πρέπει να εφαρμόζονται όλες οι απαραίτητες προφυλάξεις που απαιτούνται όταν δεν υπάρχει αδρανές αέριο, στις οποίες συμπεριλαμβάνονται και οι προφυλάξεις κατά του στατικού ηλεκτρισμού.

### **22.3. Φόρτωση**

Σε περίπτωση που φορτώνεται φορτίο ή έρμα η εγκατάσταση αδρανούς αερίου πρέπει να είναι σταματημένη και ασφαλισμένη και οι δεξαμενές να εξαερίζονται από το κατάλληλο εξαεριστικό σύστημα. Επίσης το επιστόμιο απομόνωσης στο κατάστρωμα πρέπει να κλείνεται και η λειτουργία της εγκατάστασης παραγωγής αδρανούς αερίου δυνατόν να διακόπτεται.

Όλα τα ανοίγματα των δεξαμενών φορτίου εκτός των συνδέσεων με το εξαεριστικό του ιστού ή ισοδύναμων διατάξεων εξαερισμού θα διατηρούνται κλειστά για να ελαχιστοποιείται η παρουσία εύφλεκτων ατμών στο κατάστρωμα. Πριν από την έναρξη της φόρτωσης, τα πλέγματα συγκράτησης της φλόγας στο εξαεριστικό του ιστού ή στις ισοδύναμες διατάξεις εξαερισμού θα επιθεωρούνται και κάθε επιστόμιο απομόνωσης των δεξαμενών φορτίου από την κύρια σωλήνωση αδρανούς αερίου θα ασφαρίζεται σε ανοικτή θέση.

Όταν τελειώσει η φόρτωση και αφού τελειώνουν όλες οι μετρήσεις κενών, τότε πρέπει να κλείνονται οι δεξαμενές, να ξαναπαίρνει σε λειτουργία το σύστημα αδρανούς αερίου και να αυξάνεται πάλι η πίεση του.

### **22.4. Έμφορτη κατάσταση - Πλους με φορτίο**

Κατά τη διάρκεια του ταξιδιού σε έμφορτη κατάσταση θα πρέπει να διατηρείται μια θετική πίεση αδρανούς αερίου 100 χιλιοστομέτρων στήλης νερού ώστε να α-

ποφεύγεται πιθανή εισροή ατμοσφαιρικού αέρα. Αν η πίεση πέσει κάτω από το σημείο που ενεργοποιείται ο συναγερμός χαμηλής πίεσης, τότε, για την αποκατάσταση αρκετής πίεσης στο σύστημα, θα χρειαστεί να μπει σε λειτουργία η εγκατάσταση αδρανούς αερίου. Όταν γίνεται συμπλήρωση της πίεσης αδρανούς αερίου στις δεξαμενές φορτίου πρέπει να δίνεται ειδική προσοχή για την επίτευξη συγκέντρωσης οξυγόνου 5% ή μικρότερης στο αδρανές αέριο τροφοδοσίας πριν από την εισαγωγή του εντός των δεξαμενών φορτίου.

### **22.5. Πλους με έρμα**

Κατά τη διάρκεια του ταξιδιού με έρμα θα πρέπει οι δεξαμενές να είναι απαλλαγμένες από αέριο, να παραμένουν σε αδρανή κατάσταση και πάντα με θετική πίεση για να αποφεύγεται η εισροή ατμοσφαιρικού αέρα. Όταν η πίεση πέσει στο σημείο που ενεργοποιείται ο συναγερμός χαμηλής πίεσης θα πρέπει να ξαναμπαίνει σε λειτουργία η εγκατάσταση αδρανούς αερίου για την αποκατάσταση της πίεσης.

### **22.6. Μεταφορά και δειγματοληψία φορτίου**

Συχνά είναι αναγκαία η ανακούφιση της πίεσης αδρανούς αερίου στις δεξαμενές για να επιτρέπεται η μέτρηση των δεξαμενών ή η δειγματοληψία του φορτίου πριν ή μετά τη μεταφορά του φορτίου. Όταν συμβαίνει αυτό δεν θα πραγματοποιούνται εργασίες φορτίου ή ερματισμού. Η χειροκίνητη μέτρηση ή δειγματοληψία του φορτίου, είναι δυνατόν να εκτελείται κατά τη διάρκεια των παραπάνω περιόδων.

1. Στο λιμάνι φόρτωσης πριν από τη φόρτωση του φορτίου.
2. Στο λιμάνι φόρτωσης μετά τη φόρτωση του φορτίου.
3. Στο λιμάνι εκφόρτωσης πριν από την εκφόρτωση.
4. Στο λιμάνι εκφόρτωσης μετά την εκφόρτωση.

Οι δεξαμενές θα πρέπει να επανασυμπιέζονται αμέσως μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων ή τη λήψη δειγμάτων φορτίου.

Αν η δεξαμενή ανοίγεται πριν από τη μετάγγιση του φορτίου, αυτή η μετάγγιση δεν θα αρχίζει μέχρι να ελεγχθούν όλες οι συνθήκες και να βρεθεί ότι έχουν καλώς. Αν επίσης η δεξαμενή ανοίγεται μετά τη μετάγγιση φορτίου, οι συνηθισμένες εργασίες του πλοίου δεν θα αρχίσουν μέχρις οτου όλες οι συνθήκες ελεγχθούν.

Κατά τη διάρκεια μετάγγισης φορτίου το περιεχόμενο οξυγόνο και η πίεση αδρανούς αερίου στην κύρια σωλήνωση πρέπει να καταγράφονται συνεχώς.

## **22.7. Πλύση με αργό πετρέλαιο ή με νερό**

Όταν μια δεξαμενή είναι προετοιμασμένη για πλύσιμο, πριν από την πλύση της θα πρέπει να προσδιοριστεί το ποσοστό του οξυγόνου σε ένα σημείο 1 μέτρο κάτω από το κατάστρωμα στο μέσο της περιοχής του κενού χώρου και ποτέ αυτοί οι προσδιορισμοί δεν πρέπει να υπερβαίνουν το 8% κατ' όγκο. Όπου σε δεξαμενές έχουν πλυθεί μερικώς ή ολικώς φράκτες θα πρέπει να γίνονται μετρήσεις σε παρόμοια ύψη σε κάθε τμήμα της δεξαμενής. Το περιεχόμενο οξυγόνο και η πίεση αδρανούς αερίου που παραλαμβάνεται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας πλύσης θα καταγράφονται συνεχώς.

Αν κατά τη διάρκεια της πλύσης:

1. Το ποσοστό οξυγόνου στη δεξαμενή υπερβεί το 8% κατ' όγκο ή
2. Η πίεση της ατμόσφαιρας στις δεξαμενές δεν είναι πια θετική θα πρέπει αμέσως να διακόπτεται η πλύση μέχρι να αποκατασταθούν ικανοποιητικές συνθήκες.

## **22.8. Εκκαθάριση**

Όταν μετά την πλύση μια δεξαμενή χρειάζεται να απαλλαγεί από αέρια, πρέπει πρώτα να εκκαθαρίζεται με αδρανές αέριο για να μειωθεί η περιεκτικότητα της σε αέριους υδρογονάνθρακες σε 2% κατ' όγκο ή λιγότερο, ώστε στη διάρκεια της απαλλαγής από αέρια που θα ακολουθήσει κανένα τμήμα της ατμόσφαιρας της δεξαμενής να μην βρεθεί μέσα στα όρια ευφλεκτικότητας. Μετά την εκκαθάριση η δεξαμενή μπορεί να απαλλαγεί από αέρια.

Η περιεκτικότητα σε υδρογονάνθρακες θα πρέπει να μετριέται με κατάλληλο μετρητή σχεδιασμένο για τη μέτρηση του ποσοστού υδρογονανθράκων σε ατμόσφαιρα με ανεπαρκές ποσοστό οξυγόνου. Ο συνηθισμένος μετρητής εύφλεκτων αερίων δεν είναι κατάλληλος για αυτό το σκοπό.

Επίσης αν χρησιμοποιείται η μέθοδος εκκαθάρισης με διάλυση, θα πρέπει να εκτελείται με το σύστημα αδρανούς αερίου ρυθμισμένο για μέγιστη απόδοση ώστε να δημιουργείται η μέγιστη δυνατή αναταραχή μέσα στη δεξαμενή. Αν χρησιμοποιείται η μέθοδος εκτόπισης τότε η ταχύτητα εισροής του αδρανούς αερίου πρέπει να είναι χαμηλότερη για να αποφεύγεται αδικαιολόγητη αναταραχή.

## **22.9. Απελευθέρωση από αέρια**

Η απελευθέρωση από αέρια των δεξαμενών φορτίου θα πραγματοποιείται μόνο όταν είναι αναγκαία η είσοδος εντός της δεξαμενής (π.χ. για επισκευές). Αυτή δεν



πρέπει να αρχίζει πριν επιβεβαιωθεί ότι δεν θα δημιουργηθεί ως αποτέλεσμα εύφλεκτη ατμόσφαιρα στη δεξαμενή. Οι αέριοι υδρογονάνθρακες πρέπει να εκπλένονται και να απομακρύνονται με αέριο από τη δεξαμενή.

Η απελευθέρωση των αερίων είναι δυνατόν να επηρεασθεί από υδραυλικά ή με ατμό κινούμενους φορητούς φυσητήρες, ή από μόνιμα εγκατεστημένο εξοπλισμό. Σε κάθε περίπτωση είναι αναγκαία η απομόνωση των κατάλληλων δεξαμενών για την αποφυγή μόλυνσης από την κύρια σωλήνωση αδρανούς αερίου.

Η απελευθέρωση αερίων θα συνεχίζεται μέχρις οτου ολόκληρη η δεξαμενή έχει ένα περιεχόμενο οξυγόνο 2% κατ' όγκο και επιτευχθεί μια ανάγνωση μικρότερη από το 1% του κατώτερου ορίου ανάφλεξης σε ένα δείκτη ένδειξης καυσίμου αερίου. Μέριμνα πρέπει να λαμβάνεται για την πρόληψη διαρροής αέρα προς τις αδρανοποιημένες δεξαμενές οι οποίες είναι ελεύθερες αερίων.

## **22.10. Προετοιμασία και είσοδος ανθρώπου σε δεξαμενή**

Η είσοδος του πληρώματος σε δεξαμενής φορτίου θα γίνεται μόνο κάτω από στενή εποπτεία ενός υπεύθυνου αξιωματικού του πλοίου και σύμφωνα με τους εθνικούς κανόνες ή με τη συνήθη βιομηχανική πρακτική που καθιερώνεται στο Διεθνή Οδηγό Ασφαλείας για πετρελαιοφόρα και εγκαταστάσεις.

Οι πρακτικές προφυλάξεις για την αντιμετώπιση κινδύνων από είσοδο ανθρώπου σε δεξαμενή, περιλαμβάνουν:

1. Ασφάλιση των επιστομίων διακλάδωσης της σωλήνωσης αδρανούς αερίου ή τυφλές φλάντζες ή αν γίνεται απελευθέρωση αερίων με φυσητήρα αδρανούς αερίου, απομόνωση της πλυντρίδας από τα καυσαέρια.
2. Κλείσιμο όλων των σωληνώσεων εξυδάτωσης που εισέρχονται στη δεξαμενή από την κύρια σωλήνωση αδρανούς αερίου.
3. Ασφάλιση στην κλειστή θέση των σχετικών επιστομίων της σωλήνωσης φορτίου ή των συστημάτων ελέγχου τους.
4. Διατήρηση της πίεσης καταστρώματος του αδρανούς αερίου στο υπόλοιπο τμήμα του συστήματος δεξαμενών φορτίου σε χαμηλή θετική πίεση π.χ. στα 200mm της στήλης νερού. Αυτό ελαχιστοποιεί τη δυνατότητα διαρροής από άλλες δεξαμενές αδρανούς αερίου ή αέριων υδρογονανθράκων μέσα από πιθανές ρωγμές των φρακτών, σωληνώσεως φορτίου, επιστομίων κ.λπ.
5. Τοποθέτηση καθαρών σωλήνων δειγματοληψίας στις χαμηλότερες περιοχές της δεξαμενής σε δύο τουλάχιστον σημεία. Τα σημεία αυτά πρέπει να βρίσκο-

νται μακριά από τα ανοίγματα εισαγωγής και εξαγωγής που χρησιμοποιούνται για την απελευθέρωση από αέρια.

6. Για να εξασφαλίζεται η διάλυση των τοξικών συστατικών του αδρανούς αερίου κάτω από την τιμή ορίου κατωφλίου (TLV), η απαλλαγή από αέρια πρέπει να συνεχίζεται μέχρι οι μετρήσεις με μετρητή οξυγόνου να δείχνουν σταθερά ένδειξη 21% κατ' όγκο και οι μετρήσεις με μετρητή εύφλεκτων αερίων να δείχνουν ενδείξεις όχι μεγαλύτερες από 1% του κατώτερου ορίου ευφλεκτικότητας (LFL).
7. Αν υπάρχουν υποψίες ότι μπορεί να υπάρχει τοξικό αέριο όπως βενζόλιο (benzene) ή το υδρόθειο (hydrogen sulphide), η απαλλαγή από αέρια πρέπει να συνεχίζεται μέχρι οι μετρήσεις να δείξουν ότι το ποσοστό τοξικού αερίου να είναι κάτω από την τιμή ορίου κατωφλίου (TLV) του.
8. Σε ολόκληρη την περίοδο παραμονής ανθρώπων στη δεξαμενή, πρέπει να διατηρείται θετικός αερισμός της δεξαμενής με καθαρό ατμοσφαιρικό αέρα και να γίνονται συχνές μετρήσεις της περιεκτικότητας της ατμόσφαιρας της δεξαμενής και σε οξυγόνο και σε υδρογονάνθρακες.
9. Όταν η δεξαμενή στην οποία θα εισέλθουν άνθρωποι συνορεύει ή συνδέεται με αδρανοποιημένες δεξαμενές, τα μέλη του προσωπικού πρέπει να είναι προεידωποιημένα για το ενδεχόμενο διαρροής αδρανούς αερίου στην απαλλαγμένη από αέρια δεξαμενή. Π.χ. από ρήγματα σε μπουλμέ ή από ελαττωματικά επιστόμια, και να προσέχουν ανάλογα. Ο κίνδυνος να συμβεί τέτοια διαρροή μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με τη διατήρηση μικρής αλλά θετικής πίεσης αδρανούς αερίου στις αδρανοποιημένες δεξαμενές.
10. Πρέπει να γίνεται χρήση αναπνευστικών συσκευών οποτεδήποτε υπάρχει αμφιβολία για το αν η δεξαμενή είναι ελεύθερη αερίων π.χ. σε δεξαμενές που δεν είναι δυνατή η λήψη δειγμάτων από απομακρυσμένα σημεία (η πρακτική αυτή θα συνεχίζεται μέχρις ότου όλες οι περιοχές, περιλαμβανομένης και της κατασκευής του πυθμένα, έχουν ελεγχθεί πλήρως).
11. Προσεκτική τήρηση των συνήθων κανονισμών για είσοδο στη δεξαμενή.

## **Κεφάλαιο 23 :** **Πλοία Μεταφοράς Προϊόντων Πετρελαίου (Product Carriers)**

Στα πλοία μεταφοράς προϊόντων πετρελαίου οι βασικές αρχές αδρανοποίησης είναι ίδιες, όπως και στα δεξαμενόπλοια αργού πετρελαίου. Όμως στα πλοία αυτά υπάρχουν λειτουργικές διαφορές, που περιγράφονται παρακάτω:

1. Μεταφορά προϊόντων πετρελαίου με σημείο αναφλέξεως υψηλότερο από 60°K (δοκιμή κλειστού δοχείου) που προσδιορίστηκε με εγκεκριμένη συσκευή προσδιορισμού του σημείου αναφλέξεως
  - 1.1. Ο Κανονισμός 55(α)(i) του Μέρους Ε, Κεφάλαιο Π-2, της Συμβάσεως ΠΑΖΕΘ 1974 (1974 SOLAS Convention), όπως αυτή τροποποιήθηκε από το Πρωτόκολλο του 1978, συνεπάγεται μεταξύ άλλων ότι οι κανονισμοί 60 και 62 δεν έχουν εφαρμογή σε δεξαμενόπλοια που μεταφέρουν προϊόντα πετρελαιοειδών με σημείο αναφλέξεως υψηλότερο από 60°K. Με άλλα λόγια τα πλοία μεταφοράς προϊόντων πετρελαίου μπορούν να μεταφέρουν πίσσες (Bitumens), λιπαντέλαια, βαριά πετρέλαια λεβήτων, καύσιμα αεριοποιημένων (Jet Fuels) με υψηλό σημείο αναφλέξεως και μερικά πετρέλαια ντίζελ, φωτιστικά πετρέλαια (Gas Oils) και υγρά με ειδικό σημείο βρασμού (Special Boiling Point Liquids), χωρίς να είναι υποχρεωμένα να έχουν εγκατάσταση αδρανούς αερίου, ή εφόσον έχουν, χωρίς να είναι υποχρεωμένα να διατηρούν σε αδρανή κατάσταση τις δεξαμενές που περιέχουν τέτοια φορτία.
  - 1.2. Αν τα φορτία με σημείο αναφλέξεως υψηλότερο από 60°K μεταφέρονται, είτε θερμαινόμενα, είτε με άλλο τρόπο, σε θερμοκρασίες κοντά ή πάνω από το σημείο αναφλέξεως τους [μερικές αραιωμένες πίσσες (Bitumens Cutbacks) και πετρέλαια λεβήτων], είναι δυνατό να δημιουργηθεί εύφλεκτη ατμόσφαιρα (σχετικός ο Κανονισμός 62(α)). Όταν φορτία με σημείο αναφλέξεως υψηλότερο από 60°K μεταφέρονται σε θερμοκρασίες υψηλότερες από 5°K κάτω από το σημείο αναφλέξεως τότε πρέπει να μεταφέρονται σε αδρανοποιημένη κατάσταση.

- 1.3. Όταν ένα πτητικό φορτίο μεταφέρεται σε μια δεξαμενή που δεν έχει προηγουμένως απαλλαγεί από αέρια, τότε αυτή η δεξαμενή πρέπει να διατηρείται σε αδρανή κατάσταση.

### **23.1. Βλάβη των προϊόντων από πρόσμειξη άλλων φορτίων**

Η βλάβη ενός προϊόντος πετρελαίου από πρόσμειξη μπορεί να επηρεάσει τις προδιαγραφές σχετικά με την οσμή, την οξύτητα ή το σημείο αναφλέξεως του που μπορεί να συμβεί με διάφορους το τρόπους. Σε πλοία με κύριο σωλήνα παροχής αδρανούς αερίου (ή άλλη σωλήνωση αερίων), ο οποίος διασυνδέει όλες τις δεξαμενές φορτίου, ή πρόσμειξη μπορεί να γίνει με τους εξής τρόπους:

- Πρόσμειξη υγρού από υπερχειλίση φορτίου.
- Πρόσμειξη αερίου μέσα από τον κύριο σωλήνα παροχής αδρανούς αερίου.

Στις περισσότερες περιπτώσεις το πρόβλημα είναι να παρεμποδιστούν τα αέριο από φορτία με χαμηλό σημείο αναφλέξεως (τυπικό παράδειγμα οι βενζίνες) να βλάψουν με πρόσμειξη τα διάφορα φορτία με υψηλό σημείο αναφλέξεως τα οποία αναφέρονται στην §6.1.1, βενζίνες αεροπλάνων {Aviation Gasolines} και τα περισσότερα διαλυτικά από υδρογονάνθρακες (Hydro Carbo Solvents). Το πρόβλημα μπορεί να λυθεί ως εξής:

- Απομακρύνοντας τα αέρια των φορτίων με χαμηλό σημείο ανάφλεξης πριν τη φόρτωση.
- Εμποδίζοντας την είσοδο των αερίων από τα φορτία με χαμηλό σημείο αναφλέξεως κατά τη διάρκεια της φορτώσεως και του έμφορτου πλου. Όταν μεταφέρονται διαλυτικά από υδρογονάνθρακες, οπότε οι προδιαγραφές ποιότητας είναι αυστηρές και είναι αναγκαίο μετά την φόρτωση ενός φορτίου ορισμένες δεξαμενές να διατηρούνται θετικά απομονωμένες από τον κύριο σωλήνα παροχής αδρανούς αερίου, τότε πρέπει να τοποθετούνται αισθητήρια όργανα μετρήσεως πίεσεως, ώστε να είναι δυνατή η παρακολούθηση της πίεσεως σε αυτές τις δεξαμενές. Όταν παρίσταται ανάγκη μια τέτοια δεξαμενή να συμπληρωθεί με αδρανές αέριο, τότε ο κύριος σωλήνας παροχής αδρανούς αερίου πρέπει πρώτα να καθαριστεί από αέρια φορτίου.

### **23.2. Βλάβη φορτίων από πρόσμειξη αδρανούς αερίου**

Η εμπειρία δείχνει ότι, όταν το σύστημα αδρανούς αερίου είναι καλά σχεδιασμένο και χρησιμοποιείται σωστά, τα φορτία πετρελαιοειδών που παραδοσιακά με-

ταφέρονται με πλοία μεταφοράς προϊόντων πετρελαίου δεν υφίστανται βλάβες από πρόσμειξη αυτού του ιδίου του αδρανούς αερίου, σε αντιδιαστολή με βλάβες από πρόσμειξη άλλων φορτίων. Μπορεί όμως να παρατηρηθούν απαράδεκτες βλάβες από πρόσμειξη αδρανούς αερίου, όταν δεν ασκείται ο έλεγχος που πρέπει στην ποιότητα του καυσίμου, στην αποτελεσματικότητα της καύσεως και στον καθαρισμό και το φιλτράρισμα των καυσαερίων.

Τα πιο κρίσιμα πετροχημικά φορτία που μπορεί να μεταφέρονται με πλοία μεταφοράς προϊόντων πετρελαίου είναι δυνατό να υποστούν βλάβη από πρόσμειξη αδρανούς αερίου.

### **23.3. Βλάβη φορτίου από πρόσμειξη νερού**

Όλα τα λιπαντέλαια και τα καύσιμα αεριοθούμενων (Jet Fuels) είναι πολύ ευαίσθητα στο νερό. Η σύγχρονη πρακτική απαιτεί πριν από τη φόρτωση να γίνει πλήρης αποστράγγιση των σωληνώσεων και αφαίρεση με μάπες κάθε ποσότητας νερού από τις δεξαμενές. Σε αδρανοποιημένα πλοία βλάβη από πρόσμειξη νερού μπορεί να συμβεί εξαιτίας:

1. Μεταφοράς νερού από τη μονάδα καθαρισμού και/ή από το υδραυλικό ανεπίστροφο επιστόμιο καταστρώματος λόγω ανεπαρκειών στο σχεδιασμό ή στη συντήρηση των διαφόρων διαρρυθμίσεων αποξηράνσεως.
2. Υγροποίησης υδρατμών από θερμό, κορεσμένο καυσαέριο που διοχετεύτηκε στις δεξαμενές.

### **23.4. Πρόσθετος καθαρισμός (Purging) και απαλλαγή από αέρια (Gas Freeing)**

Στα πλοία μεταφοράς προϊόντων πετρελαίου η απαλλαγή από αέρια απαιτείται συχνότερα από ότι στα πετρελαιοφόρα αργού πετρελαίου και εξαιτίας των συχνότερων αναγκών εισόδου και επιθεωρήσεως σε δεξαμενές ιδιαίτερα στο λιμάνι και για την εκβολή στην ατμόσφαιρα των αερίων προηγούμενων φορτίων. Στα αδρανοποιημένα πλοία μεταφοράς προϊόντων πετρελαίου πριν από οποιαδήποτε επιχείρηση απαλλαγής από αέρια πρέπει να γίνει καθαρισμός (Κανονισμός 62 (β) (iv)), αλλά η απαλλαγή από αέρια μόνο για λόγους διατηρήσεως της ποιότητας μπορεί να υποκατασταθεί από απλό καθαρισμό. Επιπλέον ο καθαρισμός μπορεί να απαιτείται με βάση τα αναφερόμενα στην § 6.1.3. ανωτέρω.

Πρέπει να γνωρίζεται ότι:

1. Υπάρχουν αυξημένοι κίνδυνοι διαρροής ατμοσφαιρικού αέρα σε αδρανείς δεξαμενές και διαρροής αδρανούς αερίου σε δεξαμενή στην οποία εισέρχονται άνθρωποι.
2. Όταν το ποσοστό των αερίων υδρογονανθράκων σε μία δεξαμενή είναι μικρότερο από 2% σε όγκο, ο καθαρισμός δεν αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για να γίνει απαλλαγή από τα αέρια (Gas Freeing).
3. Όταν η επιχείρηση απαλλαγής από αέρια γίνεται για τη διατήρηση της καθαριότητας των προϊόντων και όπου δεν υπάρχει πρόθεση εισόδου σε δεξαμενή, δεν απαιτείται η ατμόσφαιρα να έχει περιεκτικότητα οξυγόνου 21% σε όγκο.

## **Κεφάλαιο 24 :** **Πλοία Συνδυασμένων Μεταφορών**

Η σημαντική εξέλιξη της ναυπηγικής βιομηχανίας είχε σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία διαφόρων ειδών κατασκευές πλοίων. Διάφορα από αυτά τα πλοία χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά φορτίων όπως πετρέλαιο ή κάρβουνα. Τα πλοία αυτά τα οποία έχουν την ικανότητα να μεταφέρουν συνδυασμένα φορτία, λέγονται πλοία συνδυασμένων μεταφορών. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα ΟΒΟ.

Στην περίπτωση μεταφοράς πετρελαίου με τέτοιου είδους πλοία, θα πρέπει να έχουν όμοια μεταχείριση με τα κοινά πετρελαιοφόρα πλοία δηλαδή θα πρέπει να τηρούνται όλοι οι κανονισμοί και οι προφυλάξεις που τηρούνται και στα δεξαμενόπλοια. Στα πλοία συνδυασμένων μεταφορών οι βασικές αρχές αδρανοποίησης μπορούν να εφαρμοστούν με τον ίδιο ακριβώς τρόπο, λαμβάνοντας υπόψη τις διάφορες διαφορές που μπορεί να υπάρχουν στη σχεδίαση και τη λειτουργία των πλοίων καθώς και στις διαφορές που μπορεί να υπάρχουν στην εγκατάσταση του συστήματος αδρανοποίησης των δεξαμενών.

### **24.1. Μισογεμάτα κύτη**

Στα πλοία συνδυασμένων μεταφορών οι δεξαμενές που περιέχουν φορτίο θα πρέπει να είναι πλήρως αδρανοποιημένες. Σε περίπτωση που υπάρχει μια μισογεμάτη δεξαμενή, δηλαδή δεν περιέχεται σε αυτή φορτίο μέχρι το ύψος του κουβουσιού, τότε σε περιπτώσεις έντονων διατοιχισμών του πλοίου θα προκαλέσει αναταραχή του φορτίου μέσα στη δεξαμενή, η οποία μπορεί να καταλήξει στη δημιουργία στατικού ηλεκτρισμού. Συμπερασματικά των παραπάνω ο τρόπος αποφυγής μιας τέτοιας επικίνδυνης κατάστασης είναι η μη ύπαρξη μισογεμάτων δεξαμενών αν αυτό είναι δυνατό και αν αυτό δεν είναι δυνατό θα πρέπει να υπάρχει συνεχής έλεγχος των δεξαμενών αυτών, και επιπρόσθετη αδρανοποίηση τους όταν αυτό κριθεί σωστό από τον υπεύθυνο αξιωματικό.

### **24.2. Διαρροή**

Για να αποφευχθεί και να εξασφαλιστεί η αποφυγή ή η ελαχιστοποίηση της διαρροής αερίων της δεξαμενής, ιδιαίτερα από τις κεντρικές διαμήκεις συνδέσεις των στομιών των κυτών βασικά θα πρέπει να επιθεωρούνται συχνά τα καλύμματα των στομιών των κυτών για να προσδιορίζεται η κατάσταση των ελαστικών στεγανοποίησης. Όταν τα καλύμματα των στομιών των κυτών έχουν ανοιχθεί, ειδικότερα μετά τη

μεταφορά ξηρού φορτίου χύμα, τα ελαστικά στεγανοποίησης και οι οδηγοί ολίσθησης πρέπει να επιθεωρούνται και να καθαρίζονται για την απομάκρυνση των ξένων υλικών.

### **24.3. Κενοί χώροι και χώροι έρματος**

Στην κατηγορία αυτή των πλοίων δηλαδή στα πλοία συνδυασμένων μεταφορών, οι δεξαμενές που περιέχουν το φορτίο (πετρέλαιο) συνορεύουν με δεξαμενές έρματος ή κενούς χώρους. Υπάρχει δηλαδή περίπτωση να παρατηρηθούν διαρροές σε αυτούς τους χώρους ή από ρήγματα στα διαχωριστικά ελάσματα, έχοντας σαν αποτέλεσμα την διείσδυση σε αυτούς τους χώρους, πετρελαίου, αδρανούς αερίου, αερίων υδρογονανθράκων κ.λπ. με συνέπεια τη δημιουργία θυλάκων αερίων σε αυτούς τους χώρους που δύσκολα εξουδετερώνονται. Το πλήρωμα του πλοίου θα πρέπει να έχει γνώση της κατάστασης προς αποφυγή κάθε επικίνδυνης κατάστασης.

### **24.4. Σύστημα διανομής αδρανούς αερίου**

Στο πλοίο συνδυασμένων μεταφορών λόγω της ειδικής κατασκευής τους, η σωλήνωση εξαερισμού από τα στόμια των κυτών βρίσκεται πολύ κοντά στο επίπεδο της επιφάνειας του φορτίου. Σε πολλές περιπτώσεις η κύρια σωλήνωση του αδρανούς αερίου που διέρχεται κατά μήκος του καταστρώματος, μπορεί να βρίσκεται κάτω από τη στάθμη του πετρελαίου στο κύτος.

Κατά τη διάρκεια κακοκαιρίας είναι δυνατό πετρέλαιο ή νερό να εισέλθει σε αυτές τις σωληνώσεις και να φράξει πλήρως το άνοιγμα με συνέπεια την παρεμπόδιση επαρκούς παροχής αδρανούς αερίου διαρκούντος είτε του καθαρισμού της δεξαμενής ή της εκφόρτωσης. Οι σωληνώσεις εξαερισμού συνεπώς πρέπει να διαθέτουν σημεία εξυδάτωσης ευρισκόμενα στο πιο χαμηλό σημείο τους και αυτά πάντοτε πρέπει να ελέγχονται πριν λάβει χώρα οποιαδήποτε εργασία εντός του κύτους του φορτίου.

### **24.5. Εφαρμογή όταν μεταφέρονται φορτία άλλα εκτός πετρελαίου**

Όταν ένα πλοίο συνδυασμένων μεταφορών μεταφέρει φορτίο άλλο εκτός πετρελαίου αυτό θα θεωρείται σαν δεξαμενόπλοιο εκτός αν εφαρμόζονται σε αυτό απαιτήσεις που θα αναφέρουμε στις ακόλουθες παραγράφους.

Όταν πρόκειται να μεταφερθούν φορτία άλλα εκτός πετρελαίου οι διάφορες δεξαμενές φορτίου, εκτός των δεξαμενών καταλοίπων θα πρέπει, να εκκενωθούν από πετρέλαιο και κατάλοιπα πετρελαίου, να καθαριστούν και εξαεριστούν σε τέτοιο



βαθμό ώστε οι δεξαμενές να είναι πλήρως απαλλαγμένες από αέρια και εσωτερικά επιθεωρημένες.

Το αντλιοστάσιο, οι αντλίες φορτίου, οι σωληνώσεις, ο οχετός τρόπιδας και οι λοιποί κενοί χώροι πρέπει να ελεγχθούν για να εξασφαλιστεί ότι είναι ελεύθεροι από πετρέλαιο και αέριους υδρογονάνθρακες. Όταν χρησιμοποιούνται κύτη για τη μεταφορά φορτίου άλλου εκτός πετρελαίου, αυτά πρέπει να απομονώνονται από την κύρια σωλήνωση αδρανούς αερίου και τη σωλήνωση φορτίου πετρελαίου με την βοήθεια τυφλών φλαντζών οι οποίες θα παραμένουν στη θέση τους πάντοτε κατά τη διάρκεια του χειρισμού ή τη μεταφορά φορτίων άλλων εκτός πετρελαίου.

Κατά τη διάρκεια της φόρτωσης ή εκφόρτωσης στερεών φορτίων και καθ' όλη τη διάρκεια των ενδιάμεσων περιόδων όλα τα κύτη / δεξαμενές φορτίου, εκτός των δεξαμενών καταλοίπων, τα αντλιοστάσια φορτίου, οι στεγανοί χώροι, οι οχετοί τρόπιδας και οι άλλοι γειτονικοί κενοί χώροι θα πρέπει να διατηρούνται απαλλαγμένοι αερίων και να ελέγχονται περιοδικά σε χρονικά διαστήματα όχι μεγαλύτερα των δύο ημερών για να εξασφαλιστεί ότι:

1. δεν υπάρχει έκλυση αερίων υδρογονανθράκων ή διαρροή αυτών από τις δεξαμενές καταλοίπων. Αν γίνει ανίχνευση και βρεθούν συγκεντρώσεις μεγαλύτερες του 20% του κατώτερου ορίου ανάφλεξης τότε.- τα διαμερίσματα πρέπει να εξαεριστούν.
2. δεν υπάρχει ανεπάρκεια οξυγόνου που θα μπορούσε να αποδοθεί σε διαρροή αδρανούς αερίου από ένα άλλο διαμέρισμα.

Σαν εναλλακτική λύση της προηγούμενης παραγράφου εκείνες οι δεξαμενές φορτίου που είναι κενές φορτίου είναι δυνατόν να επαναδρανοποιηθούν με την προϋπόθεση ότι στη συνέχεια αυτές θα διατηρούνται πάντοτε σε αδρανοποιημένη κατάσταση και σε μια ελάχιστη πίεση 100mm στήλης νερού και ακόμη ότι θα ελέγχονται περιοδικά σε χρονικά διαστήματα όχι μεγαλύτερα των δύο ημερών για να εξασφαλιστεί ότι οποιαδήποτε έκλυση αερίων υδρογονανθράκων δεν υπερβαίνει το 1% κατ' όγκο. Αν ανιχνευθεί μια τέτοια συγκέντρωση τα διαμερίσματα πρέπει να εκπλυθούν με αέριο.

Τα κατάλοιπα πρέπει να βρίσκονται σε κατάλληλα διαμορφωμένη δεξαμενή καταλοίπων και θα πρέπει:

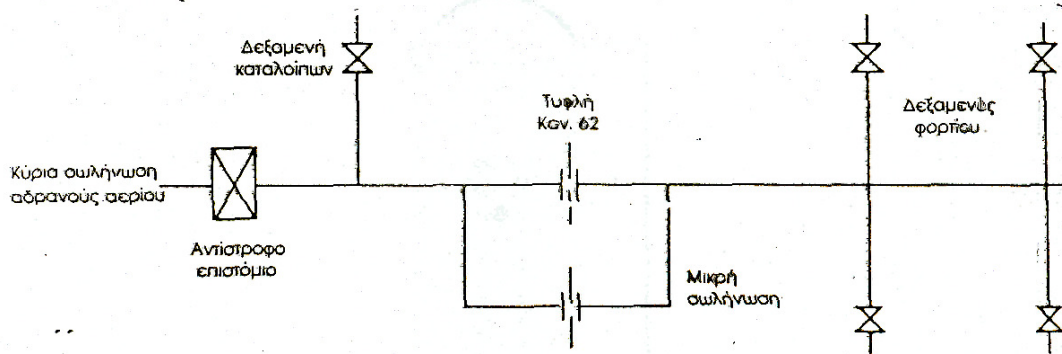
1. Να παραδίδονται στην ξηρά, οι δεξαμενές καταλοίπων να καθαρίζονται και να αερίζονται σε τέτοιο βαθμό ώστε οι δεξαμενές αυτές να είναι πλήρως απαλλαγμένες από αέρια και στη συνέχεια αδρανοποιημένες, ή
2. να κρατούνται στο πλοίο για όχι περισσότερα του ενός ταξίδια εκτός αν το πλοίο επανέλθει στη μεταφορά πετρελαίου.

Αν τα κατάλοιπα κρατούνται στο πλοίο για περισσότερα του ενός ταξίδια, επειδή δεν διατίθενται ευκολίες υποδοχής για πετρελαιοειδή κατάλοιπα, η δεξαμενή καταλοίπων θα πρέπει να διατηρείται σε αδρανοποιημένη κατάσταση και με μια ελάχιστη πίεση 100mm στήλης νερού ενώ επίσης θα πρέπει να γίνεται αναφορά στην Αρχή.

Οι δεξαμενές καταλοίπων που δεν έχουν εκφορτωθεί πρέπει να συμμορφώνονται επίσης και με τον 62.11.2 κανονισμό της Σύμβασης του SOLAS 74, ο οποίος απαιτεί να απομονώνονται από άλλες δεξαμενές με τυφλές φλάντζες που θα παραμένουν στη θέση τους πάντοτε όταν μεταφέρονται φορτία άλλα εκτός πετρελαίου. Σε πλοία συνδυασμένων μεταφορών όπου υπάρχουν επίσης κενές δεξαμενές φορτίου οι οποίες δεν απαιτείται να απομονωθούν από την κύρια σωλήνωση αδρανούς αερίου, τότε η διάταξη απομόνωσης των δεξαμενών καταλοίπων από τις δεξαμενές αυτές θα είναι τέτοια ώστε να:

1. παρεμποδίζει τη διέλευση αερίων υδρογονανθράκων από τις δεξαμενές καταλοίπων προς τις κενές δεξαμενές και
2. διευκολύνει την παρακολούθηση της συμπλήρωσης της πίεσης, αν αυτό είναι αναγκαίο, στις δεξαμενές καταλοίπων και σε οποιαδήποτε κενή δεξαμενή φορτίου, αν η τελευταία διατηρείται σε αδρανή κατάσταση.

Μια προτεινόμενη διάταξη φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Μπροτεινόμενη παρακαμπτήρια για συμπλήρωση της πίεσης των δεξαμενών φορτίου

Σχέδιο 16.

Επίσης όλες οι σωληνώσεις φορτίου από και προς τις δεξαμενές καταλοίπων πρέπει να τυφλώνονται.

Τέλος, ένα πλοίο συνδυασμένων μεταφορών μπορεί να λειτουργεί σαν πλοίο μεταφοράς φορτίων χύμα χωρίς να πρέπει να χρησιμοποιεί το σύστημα αδρανούς αερίου που διαθέτει εάν:

1. αυτό δεν μετέφερε φορτίο πετρελαίου ή
2. μετά το τελευταίο του ταξίδι με πετρέλαιο, όλες οι δεξαμενές φορτίου του συμπεριλαμβανομένων των δεξαμενών καταλοίπων, του αντλιοστασίου, των αντλιών φορτίου, σωληνώσεων, των στεγανών διαμερισμάτων, του οχετού τρόπιδας και των λοιπών κενών χώρων, αδειάστηκαν από πετρέλαιο και τα πετρελαιοειδή κατάλοιπα, καθαρίστηκαν, απηλλάγησαν πλήρως από αέρα και οι δεξαμενές και κενοί χώροι επιθεωρήθηκαν εσωτερικά για το σκοπό αυτό. Επίσης η παρακολούθηση θα συνεχίζεται έως οτου επιβεβαιωθεί ότι έπαυσε η έκλυση αερίων υδρόγονοανθράκων.

## **Κεφάλαιο 25 :** **Κίνδυνοι Για Την Ανθρώπινη Υγεία**

### **25.1. Από Ανεπάρκεια οξυγόνου**

Η έκθεση, σε μια δεξαμενή στην οποία υπάρχει ανεπάρκεια οξυγόνου σίγουρα προκαλεί διάφορα αρνητικά συμπτώματα στον εκτεθειμένο. Δηλαδή μπορεί να υπάρξει απώλεια των αισθήσεων με σοβαρό επακόλουθο την εγκεφαλική βλάβη και κατά συνέπεια το θάνατο μέσα σε λίγη ώρα. Δεύτερη πιθανότητα είναι η αναισθησία και ο εγκέφαλος διατρέχει σοβαρό κίνδυνο να γίνει απαθής και αδιάφορος.

Έτσι οι σοβαροί αυτοί κίνδυνοι για την υγεία που προέρχονται από την έλλειψη οξυγόνου, επιδεικνύουν την λήψη απαραίτητων μέτρων. Τα μέτρα αυτά περιλαμβάνουν το σωστό εξαερισμό της δεξαμενής, ώστε να εξασφαλίζεται ότι δεν έχουν παραμείνει στην ατμόσφαιρα θύλακες με ανεπάρκεια οξυγόνου. Πριν από κάθε είσοδο σε δεξαμενή, οι μετρήσεις θα πρέπει να δείχνουν ποσοστό οξυγόνου στη δεξαμενή 21%.

### **25.2. Τοξικότητα ατμών υδρογονανθράκων**

Το αδρανές αέριο δεν επηρεάζει την τοξικότητα των αερίων υδρογονανθράκων και το πρόβλημα της τοξικότητας δεν είναι διαφορετικό από τα πλοία που δεν έχουν σύστημα αδρανούς αερίου. Λόγω της ύπαρξης πιθανών θυλάκων αερίων, της επανέκλυσης αερίων κ.λπ. η απαλλαγή από αέρια πρέπει να συνεχίζεται μέχρις οτου ολόκληρο το διαμέρισμα στο οποίο πρόκειται να εισέλθουν άτομα για την εκτέλεση κάποιας εργασίας, να δείχνει μηδενική μέτρηση με ένα αξιόπιστο δείκτη καυσίμου αερίου ή άλλο ισοδύναμο όργανο, η μέτρηση 1% του κατώτερου ορίου ανάφλεξης, το δε όργανο θα έχει κλίμακα ευαισθησίας στην οποία η ανάγνωση μηδέν δεν επιτυγχάνεται.

### **25.3. Τοξικότητα καυσαερίων**

Η παρουσία τοξικών αερίων, όπως διοξειδίου του θείου, μονοξειδίου του άνθρακα ή του αζώτου, μπορεί να διαπιστωθεί μόνο με μέτρηση. Αν όμως το ποσοστό των αερίων υδρογονανθράκων σε μία αδρανοποιημένη δεξαμενή υπερβαίνει το 2% κατ1 όγκο πριν την έναρξη της διαδικασίας απαλλαγής από αέρια, τότε η αραιώση των τοξικών συστατικών του καυσαερίου που γίνεται κατά την διάρκεια του εξαερισμού μπορεί να συσχετιστεί με τις ενδείξεις ενός εγκεκριμένου μετρητή καυσίμων αερίων ή ισοδύναμου οργάνου. Αν με τον εξαερισμό του διαμερίσματος ληφθεί μια

ένδειξη 1% του κατώτερου ορίου ανάφλεξης ή μικρότερη σε συνδυασμό με μια ένδειξη περιεκτικότητας οξυγόνου 21% κατ' όγκο, τα ίχνη των τοξικών αερίων θα είναι αραιωμένα σε συγκεντρώσεις στις οποίες θα είναι ασφαλής η είσοδος. Εναλλακτικά και ανεξάρτητα από την αρχική περιεκτικότητα σε αέριους υδρογονάνθρακες ο εξαερισμός πρέπει να συνεχίζεται μέχρις οτου επιτευχθεί σταθερή ένδειξη περιεκτικότητας οξυγόνου 21% κατ' όγκο.

Τέλος πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι κίνδυνοι τραυματισμού εξαιτίας του ανεπαρκούς φωτισμού, ολισθηρών επιφανειών, ανοιγμάτων χωρίς προφυλακτήρες κ.λπ. και να παίρνονται οι κατάλληλες προφυλάξεις.

## **Κεφάλαιο 26 :** **Κανονισμός 62**

### **26.1. Συστήματα Αδρανούς Αερίου**

1. Το σύστημα αδρανούς αερίου που αναφέρεται στον Κανονισμό 60 θα σχεδιάζεται, κατασκευάζεται και δοκιμάζεται κατά τρόπο που ικανοποιεί την Αρχή. Αυτό θα σχεδιάζεται και θα λειτουργεί έτσι ώστε να καθιστά και να διατηρεί την ατμόσφαιρα των δεξαμενών φορτίου, πάντοτε όχι αναφλέξιμη, εκτός αν απαιτούνται οι δεξαμενές αυτές να είναι ελεύθερες αερίων. Σε περίπτωση που το σύστημα αδρανούς αερίου δε δύναται να ικανοποιήσει τη λειτουργική απαίτηση που τίθεται προηγούμενα και έχει εκτιμηθεί ότι η αποτελεσματική επισκευή του δεν είναι πρακτικά δυνατή, τότε η εκφόρτωση του φορτίου, ο αφερματισμός και αναγκαίος καθαρισμός των δεξαμενών θα επαναλαμβάνονται μόνο, όταν συμμορφώνονται με τις «συνθήκες ανάγκης» που παρατίθενται στις Οδηγίες για τα Συστήματα Αδρανούς αερίου.

2. Το σύστημα θα είναι δυνατό να:

2.1 αδρανοποιεί κενές δεξαμενές φορτίου με μείωση του περιεχομένου οξυγόνου της ατμόσφαιρας κάθε δεξαμενής σε ένα επίπεδο στο οποίο η καύση δε δύναται να υποστηριχθεί.

2.2 διατηρεί ατμόσφαιρα οποιασδήποτε δεξαμενής φορτίου σε κάθε τμήμα αυτής με περιεχόμενο οξυγόνο που δεν υπερβαίνει το 8% κατ' όγκο και σε μια θετική πίεση πάντοτε στο λιμάνι και στο ταξίδι εκτός όταν είναι αναγκαίο προκειμένου μια τέτοια δεξαμενή να καταστεί ελεύθερη αερίων.

2.3 περιορίζει την ανάγκη για είσοδο αέρα εντός της δεξαμενής κατά τη διάρκεια συνηθισμένων εργασιών εκτός όταν αυτή είναι αναγκαία προκειμένου μια τέτοια δεξαμενή να καταστεί ελεύθερη αερίων.

2.4 ξεπλένει αέριους υδρογονάνθρακες κενών δεξαμενών κατά τρόπο που οι εργασίες απελευθέρωσης από αέρια ουδέποτε θα δημιουργήσουν εύφλεκτη ατμόσφαιρα εντός της δεξαμενής.

3.1 Το σύστημα θα είναι ικανό να παρέχει αδρανές αέριο στις δεξαμενές φορτίου με ρυθμό τουλάχιστον 125% της μέγιστης τιμής της δυναμικότητας εκφόρτωσης του πλοίου εκφρασμένης σε όγκο.

3.2 Το σύστημα θα είναι ικανό να παρέχει αδρανές αέριο με περιεχόμενο οξυγόνο όχι περισσότερο από 5% κατ' όγκο, στο αδρανές αέριο-τροφοδότησης, από το κύριο δίκτυο προς τις δεξαμενές φορτίου σε κάθε απαιτούμενη τιμή της ροής.

4. Ο εφοδιασμός με αδρανές αέριο δυνατόν να γίνεται με επεξεργασμένα καυσαέρια από τους κύριους ή βοηθητικούς λέβητες. Η Αρχή δύναται να αποδέχεται τη χρησιμοποίηση καυσαερίων από μια ή περισσότερες χωριστές μονάδες παραγωγής αερίου ή άλλες πηγές ή οποιοδήποτε συνδυασμό αυτών, υπό την προϋπόθεση ότι επιτυγχάνεται, όσο αυτό είναι πρακτικό, συμμόρφωση με τις απαιτήσεις του Κανονισμού αυτού. Συστήματα που χρησιμοποιούν αποθηκευμένο διοξείδιο του άνθρακα δε θα επιτρέπονται εκτός αν η Αρχή ικανοποιείται ότι ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος ανάφλεξης από τη δημιουργία στατικού ηλεκτρισμού από το ίδιο το σύστημα.

5. Επιστόμια απομόνωσης των καυσαερίων, θα τοποθετούνται στο κύριο δίκτυο εφοδιασμού αδρανούς αερίου, μεταξύ των καπνοθαλάμων του · λέβητα και του καθαριστή των καυσαερίων. Τα επιστόμια αυτά, θα εφοδιάζονται με δείκτες για ένδειξη αν είναι ανοικτά ή κλειστά και προφυλάξεις θα λαμβάνονται για τη διατήρηση της αεροστεγανότητάς τους και διαφύλαξη των εδρών αυτών καθαρών από αιθάλη. Διευθετήσεις θα γίνονται για εξασφάλιση ότι οι φυσητήρες απομάκρυνσης της αιθάλης από το λέβητα δεν μπορούν να λειτουργήσουν όταν το επιστόμιο που αντιστοιχεί στα καυσαέρια είναι ανοικτό.

6.1 Μια πλυντρίδα καυσαερίων θα εγκαθίσταται και θα ψύχει αποτελεσματικά τον όγκο του αερίου ο οποίος καθορίζεται στην παράγραφο 3 και θα απομακρύνει τα προϊόντα της καύσης, στερεά και θείο. Οι διατάξεις του νερού ψύξης θα είναι τέτοιες που μια επαρκής παροχή νερού θα είναι πάντοτε διαθέσιμη χωρίς επίδραση σε οποιαδήποτε από τις υπηρεσίες του πλοίου. Μέριμνα θα λαμβάνεται για μια εναλλακτική παροχή νερού ψύξης.

6.2 Φίλτρα ή ισοδύναμοι μηχανισμοί θα τοποθετούνται για ελαχιστοποίηση της ποσότητας του νερού το οποίο μεταφέρεται προς τους φυσητήρες του αδρανούς αερίου.

6.3 Η πλυντρίδα θα τοποθετείται πρίμα όλων των δεξαμενών φορτίου, αντλιοστασίων φορτίου και στεγανών διαχωρισμάτων που διαχωρίζουν αυτούς τους χώρους από χώρους μηχανών κατηγορίας A.

7.1 Τουλάχιστον δύο φυσητήρες θα τοποθετούνται που και οι δύο μαζί θα είναι ικανοί να παρέχουν προς τις δεξαμενές φορτίου τουλάχιστον τον όγκο του αερίου που απαιτείται από την παράγραφο 3. Στο σύστημα με μονάδα παραγωγής αερίου η Αρχή δύναται να επιτρέψει ένα μόνο φυσητήρα αν το σύστημα αυτό, είναι ικανό να παρέχει τον ολικό όγκο του αερίου που απαιτείται από την παράγραφο 3, προς τις προστατευμένες δεξαμενές φορτίου, υπό την προϋπόθεση ότι αρκετά αμοιβά για τον φυσητήρα και τον κινητήρα του, φέρονται στο πλοίο που καθιστούν δυνατό να επιδιορθώνεται από το πλήρωμα του πλοίου, κάθε βλάβη του φυσητήρα και του κύριου κινητήρα του.

7.2 Δύο αντλίες καυσίμου πετρελαίου θα τοποθετούνται στη μονάδα παραγωγής αδρανούς αερίου. Η Αρχή δύναται να επιτρέψει μόνο μια αντλία καυσίμου πετρελαίου σε περίπτωση που αρκετά αμοιβά για την αντλία καυσίμου πετρελαίου και του κινητήρα της φέρονται στο πλοίο που καθιστούν δυνατό να επιδιορθώνεται από το πλήρωμα του πλοίου κάθε βλάβη της αντλίας καυσίμου πετρελαίου και του κινητήρα της.

7.3 Το σύστημα αδρανούς αερίου θα σχεδιάζεται έτσι ώστε η μέγιστη πίεση που αυτό δύναται να εξασκεί σε κάθε δεξαμενή φορτίου δε θα υπερβαίνει την πίεση δοκιμής οποιασδήποτε δεξαμενής φορτίου. Κατάλληλες διατάξεις, θα προβλέπονται, για τη ρύθμιση της ροής με κλείσιμο, στους συνδέσμους αναρρόφησης και κατάθλιψης κάθε φυσητήρα. Διατάξεις θα προβλέπονται και θα καθιστούν ικανή τη λειτουργία της μονάδας αδρανούς αερίου να σταθεροποιείται, πριν την έναρξη εκφόρτωσης του φορτίου. Αν οι φυσητήρες χρησιμοποιούνται για απελευθέρωση από αέρια οι εισαγωγές αέρα σε αυτούς θα εφοδιάζονται με διατάξεις τύφλωσης.

7.4 Οι φυσητήρες θα τοποθετούνται πρύμα όλων των δεξαμενών φορτίου, των αντλιοστασίων φορτίου και των στεγανών χωρισμάτων που διαχωρίζουν τους χώρους αυτούς από χώρους μηχανών κατηγορίας A.



8.1. Ειδική προσοχή θα δίδεται στη σχεδίαση και τοποθέτηση της πλυντρίδας ή και των φυσητήρων με τις σχετικές σωληνώσεις και εξαρτήματα, προκειμένου να παρεμποδίζονται οι διαρροές καυσαερίων σε κλειστούς χώρους.

8.2 Για να επιτρέπεται η ασφαλής συντήρηση θα τοποθετείται μια πρόσθετη παγίδα νερού ή άλλο αποτελεσματικό μέσο παρεμπόδισης της διαρροής καυσαερίων μεταξύ των επιστομίων απομόνωσης αυτών και του καθαριστή ή θα ενσωματώνεται στην είσοδο του αερίου στην πλυντρίδα.

9.1. Ένα επιστόμιο ρύθμισης αερίου θα τοποθετείται στην κύρια γραμμή τροφοδοσίας αδρανούς αερίου. Το επιστόμιο αυτό θα ελέγχεται αυτόματα στο κλείσιμο, όπως απαιτείται στις παραγράφους 19.3 και 19.4. Αυτό θα είναι επίσης ικανό να ρυθμίζει αυτόματα τη ροή του αδρανούς αερίου προς τις δεξαμενές φορτίου, εκτός αν προβλέπονται μέσα αυτόματου ελέγχου της ταχύτητας των φυσητήρων του αδρανούς αερίου που απαιτούνται στην παράγραφο 7.

9.2 Το επιστόμιο που αναφέρεται στην παράγραφο 9.1 θα τοποθετείται στο πρωραίο διάφραγμα του πιο πρωραίου ασφαλούς από αέριο χώρου διαμέσου του οποίου διέρχεται η κύρια γραμμή παροχής αδρανούς αερίου.

10.1 Τουλάχιστον δύο ανεπίστροφοι μηχανισμοί, ο ένας από τους οποίους θα είναι υδροφραγή θα τοποθετούνται στην κύρια γραμμή παροχής αδρανούς αερίου, προκειμένου να παρεμποδίζουν την επιστροφή ατμών υδρογονανθράκων προς τους καπνοθαλάμους του μηχανοστασίου ή προς οποιουδήποτε χώρους ασφαλείς από αέρια κάτω από όλες τις κανονικές συνθήκες διαγωγής, κλίσης και κίνησης του πλοίου. Αυτοί θα εγκαθίστανται μεταξύ της αυτόματης βάνας που απαιτείται από την παράγραφο 9.1 του πιο πρυμναίου συνδέσμου προς κάθε δεξαμενή φορτίου ή σωλήνωση φορτίου.

10.2 Οι μηχανισμοί που αναφέρονται στην παράγραφο 10.1 θα βρίσκονται στο κατάστρωμα της περιοχής φορτίου.

10.3. Η υδροφραγή που αναφέρεται στην παράγραφο 10.1 θα είναι ικανή να τροφοδοτείται από δύο χωριστές αντλίες κάθε μία από τις οποίες θα μπορεί να διατηρεί πάντοτε επαρκή τροφοδότηση.

10.4 Η διάταξη της υδροφραγής και τα συνδεδεμένα εξαρτήματα, θα είναι τέτοια που θα παρεμποδίζουν τη ροή προς τα πίσω των ατμών υδρογονανθρά-

κων και θα εξασφαλίζουν κατάλληλη λειτουργία αυτής, στις συνθήκες λειτουργίας.

10.5 Μέριμνα θα δίδεται για εξασφάλιση ότι η υδροφραγή προστατεύεται εναντίον ψύξης, κατά τέτοιο τρόπο, που η αντοχή της παγίδας δε, θα επηρεάζεται από υπερθέρμανση.

10.6 Ένας δακτύλιος νερού ή άλλη εγκεκριμένη διάταξη θα τοποθετείται επίσης σε κάθε συνδεδεμένη παροχή νερού και σωλήνα εξυδάτωσης και σε κάθε σωλήνα εξαερισμού ή σωλήνα αισθητήριο της πίεσης που καταλήγει σε ασφαλείς από αέριο χώρους. Μέσα θα προβλέπονται για την αποφυγή της εκκένωσης των δακτυλίων αυτών από το άδειασμα λόγω κενού.

10.7 Η υδροφραγή καταστρώματος κι οι διατάξεις όλων των δακτυλίων θα είναι δυνατόν να παρεμποδίζουν την επιστροφή ατμών υδρογονανθράκων σε πίεση ίση προς την πίεση δοκιμής των δεξαμενών φορτίου.

10.8 Ο δεύτερος μηχανισμός, θα είναι μια ανεπίστροφη βάνα ή ισοδύναμο αυτής, ικανό να παρεμποδίζει την επιστροφή ατμών ή υγρών και να τοποθετείται μπροστά από την υδατοπαγίδα καταστρώματος που απαιτείται στην παράγραφο 10.1. Αυτός θα εφοδιάζεται με ένα θετικό μέσο κλεισίματος. Σαν εναλλακτικό θετικό μέσο κλεισίματος, μια πρόσθετη βάνα που έχει τέτοιο μέσο κλεισίματος δυνατόν να προβλέπεται, μπροστά από την ανεπίστροφη βάνα, για την απομόνωση της υδατοπαγίδας καταστρώματος από την κύρια σωλήνωση του αδρανούς αερίου προς τις δεξαμενές φορτίου.

10.9 Σαν μια πρόσθετη προστασία έναντι δυνατής διαρροής υδρογονανθράκων υγρών ή ατμών πίσω από την κύρια γραμμή του καταστρώματος, θα προβλέπονται μέσα που επιτρέπουν σε αυτό το τμήμα της γραμμής μεταξύ της βάνας που έχει θετικό μέσο κλεισίματος που αναφέρεται στην παράγραφο 10.8 και της βάνας που αναφέρεται στην παράγραφο 9 να εξαερίζεται κατά ασφαλή τρόπο όταν η πρώτη από τις βάνες αυτές είναι κλειστή.

11.1 Η κύρια γραμμή αδρανούς αερίου δυνατόν να διαιρείται σε δύο Γ περισσότερους κλάδους μπροστά από τους ανεπίστροφους μηχανισμούς που απαιτούνται από την παράγραφο 10.

11.2.1 Οι κύριες σωληνώσεις παροχής αδρανούς αερίου θα τοποθετούνται με κλάδο σωλήνωσης που καταλήγει σε κάθε δεξαμενή φορτίου. Κλάδος σωλήνωσης για αδρανές αέριο θα συνδέεται με βάνες διακοπής ή ισοδύναμο μέσα ελέγχου για την απομόνωση κάθε δεξαμενής. Όπου τοποθετούνται βάνες δια-

κοπής αυτές θα εφοδιάζονται με διατάξεις κλεισίματος, οι οποίες θα βρίσκονται υπό τον έλεγχο υπεύθυνου αξιωματικού του πλοίου.

11.2.2 Σε πλοία συνδυασμένων μεταφορών, η διάταξη απομόνωσης των δεξαμενών καταλοίπων που περιέχουν πετρέλαιο ή κατάλοιπα πετρελαίου από τις άλλες δεξαμενές θα συνίσταται από τυφλές φλάντζες οι οποίες θα παραμένουν στη θέση αυτή, πάντοτε όταν μεταφέρονται φορτία άλλο εκτός πετρελαίου, εκτός όπως προβλέπεται στο σχετικό τμήμα των Οδηγιών για Συστήματα Αδρανούς Αερίου.

11.3 Μέσα θα προβλέπονται για την προστασία των δεξαμενών φορτίου εναντίον της επίδρασης της υπερπίεσης ή του κενού που προκαλείται από: θερμικές μεταβολές όταν οι δεξαμενές φορτίου απομονώνονται από τις κύριες γραμμές αδρανούς αερίου.

11.4 Τα συστήματα σωληνώσεων θα σχεδιάζονται έτσι, που να προλαμβάνουν τη συσσώρευση φορτίου ή νερού στις σωληνώσεις κάτω από όλες τις κανονικές συνθήκες.

11.5 Κατάλληλες διατάξεις θα προβλέπονται που θα καθιστούν δυνατό, η κύρια γραμμή αδρανούς αερίου να συνδέεται με μια εξωτερική παροχή αδρανούς αερίου.

12. Οι διατάξεις για τον εξαερισμό όλων των ατμών που εκτοπίζονται από τις δεξαμενές φορτίου κατά τη διάρκεια της φόρτωσης και του ερματισμού θα συμμορφώνονται με τον Κανονισμό 59.1 και θα συνίστανται από ένα ή περισσότερους υπερυψωμένους ιστούς ή από αριθμό εξαεριστικών υψηλής ταχύτητας. Οι κύριοι αγωγοί παροχής αδρανούς αερίου δυνατόν να χρησιμοποιούνται για τέτοιον εξαερισμό.

13. Οι διατάξεις για αδρανοποίηση, καθαρισμό ή απελευθέρωση από αέρια των κενών δεξαμενών όπως απαιτείται στην παράγραφο 2 θα ικανοποιούν την Αρχή και θα είναι τέτοιες ώστε η συσσώρευση ατμών υδρογονανθράκων σε θύλακες που σχηματίζονται από εσωτερικά κατασκευαστικά τμήματα σε μια δεξαμενή να ελαχιστοποιείται και ότι:

13.1. Σε μεμονωμένες δεξαμενές φορτίου ο σωλήνας εξαγωγής του αερίου, να υπάρχει, θα τοποθετείται όσο είναι πρακτικά πιο μακριά από την εισαγωγή του αδρανούς αερίου / αέρα και σύμφωνα με τον Κανονισμό 59.1. Η εισαγωγή αυτών των σωλήνων εξαγωγής δυνατόν να τοποθετείται στο ύψος του κα-

ταστρώματος ή σε όχι μεγαλύτερο από 1 πι πάνω από τον πυθμένα της δεξαμενής. ,

13.2. Το εμβαδόν της διατομής αυτών των σωλήνων εξαγωγής αερίου, που αναφέρονται στην παράγραφο 13.1 θα είναι τέτοιο που μια ταχύτητα εξόδου τουλάχιστον 20m/SEC να μπορεί να διατηρείται όταν οποιεσδήποτε τρεις δεξαμενές τροφοδοτούνται ταυτόχρονα με αδρανές αέριο. Οι εξαγωγές τους δε θα εκτείνονται λιγότερο από 2m πάνω από το επίπεδο του καταστρώματος.

13.3. Κάθε εξαγωγή αερίου που αναφέρεται στην παράγραφο 13.2 θα εφοδιάζεται με κατάλληλες διατάξεις τύφλωσης.

13.4.1 Αν ένας σύνδεσμος τοποθετείται μεταξύ των κύριων αγωγών παροχής αδρανούς αερίου και του συστήματος σωληνώσεων φορτίου, διευθετήσεις θα γίνονται για εξασφάλιση αποτελεσματικής απομόνωσης, λαμβανομένης

13.4.2 η βάνα που διαχωρίζει την κύρια γραμμή παροχής αδρανούς αερίου από την κύρια γραμμή φορτίου και η οποία βρίσκεται στην πλευρά της κύριας γραμμής φορτίου, θα είναι μια ανεπίστροφη βάνα με ένα θετικό μέσο κλεισίματος.

14.1. Ένας ή περισσότεροι μηχανισμοί πίεσης για σπάσιμο του κενού θα διατίθενται για να παρεμποδίζουν τις δεξαμενές φορτίου από το να υποστούν;

14.1.1. θετική πίεση υπερβαίνουσα την πίεση δοκιμής της δεξαμενής φορτίου αν το φορτίο θα φορτωθεί με τη μέγιστη παροχή και όλες οι άλλες έξοδοι αφεθούν κλειστές, και

14.1.2. αρνητική πίεση υπερβαίνουσα τα 700mm της στήλης νερού, αν το φορτίο θα εκφορτωθεί με τη μέγιστη παροχή των αντλιών φορτίου και οι φυσητήρες του αδρανούς αερίου είναι εκτός λειτουργίας. Τέτοιοι μηχανισμοί θα εγκαθίστανται στο κύριο αδρανές αέριο, εκτός αν εγκαθίστανται στο σύστημα εξαερισμού που απαιτείται από τον Κανονισμό 59.1.1. ή ξεχωριστά στις δεξαμενές φορτίου.

14.2 Η τοποθέτηση και η σχεδίαση των μηχανισμών που αναφέρονται στην παράγραφο 14.1 θα γίνεται σύμφωνα με τον Κανονισμό 59.1.

15. Μέσα θα προβλέπονται για την ένδειξη συνεχώς της θερμοκρασίας και πίεσης του αδρανούς αερίου στην πλευρά της κατάθλιψης των φυσητήρων αερίου οποτεδήποτε αυτοί βρίσκονται σε λειτουργία.

16.1 Όταν γίνεται τροφοδότηση αδρανούς αερίου, θα τοποθετούνται όργανα για τη συνεχή ένδειξη και τη μόνιμη καταγραφή:

16.1.1 της πίεσης της κύριας γραμμής παροχής αδρανούς αερίου μπροστά από τους ανεπίστροφους μηχανισμούς που απαιτούνται από την παράγραφο 10.1, και

16.1.2 του περιεχομένου οξυγόνου, στο αδρανές αέριο της κύριας γραμμής παροχής στην πλευρά κατάθλιψης των φυσητήρων.

16.2. Οι μηχανισμοί που αναφέρονται στην παράγραφο 16.1 θα τοποθετούνται όπου προβλέπονται στο θάλαμο ελέγχου του φορτίου. Αλλά όπου δεν προβλέπεται θάλαμος ελέγχου του φορτίου θα τοποθετούνται σε μια θέση εύκολα προσιτή στον αξιωματικό φυλακής τον υπεύθυνο των εργασιών φορτίου.

16.3. Επιπρόσθετα θα τοποθετούνται μετρητές:

16.3.1. στη γέφυρα για την καθ' όλο το χρόνο ένδειξη της πίεσης που αναφέρεται στην παράγραφο 16.1.1 και της πίεσης στις δεξαμενές καταλοίπων των πλοίων συνδυασμένων φορτίων, οποτεδήποτε οι δεξαμενές αυτές απομονώνονται από την κύρια γραμμή παροχής αδρανούς αερίου, και

16.3.2. στο θάλαμο ελέγχου του μηχανοστασίου για την ένδειξη του περιεχομένου οξυγόνου που αναφέρεται στην παράγραφο 16.12.

17. Φορητά όργανα μέτρησης της συγκέντρωσης του οξυγόνου και των εύφλεκτων ατμών θα προβλέπονται. Επιπρόσθετα κατάλληλη διευθέτηση θα γίνεται σε κάθε δεξαμενή φορτίου, τέτοια που να δύναται να προσδιορίζεται η κατάσταση της ατμόσφαιρας της δεξαμενής, με τη χρησιμοποίηση αυτών των φορητών οργάνων.

18. Κατάλληλα μέσα θα προβλέπονται για το μηδενισμό και τον προσδιορισμό της ζώνης βαθμονόμησης και των δύο δηλαδή των μόνιμων και των φορητών οργάνων μέτρησης της συγκέντρωσης αερίου, που αναφέρονται στις παραγράφους 16 και 17.

19.1. Ακουστικές και οπτικές προειδοποιήσεις (συναγερμοί) θα προβλέπονται για την ένδειξη:

- 19.1.1 χαμηλής πίεσης νερού ή χαμηλής παροχής νερού προς τον καθαριστή (αεριοπλυντρίδα) καυσαερίων, όπως αναφέρεται στην παράγραφο 6.1
- 19.1.2 υψηλής στάθμισης νερού στον καθαριστή καυσαερίων όπως αναφέρεται στην παράγραφο 6.1
- 19.1.3 υψηλής θερμοκρασίας αερίου όπως αναφέρεται στην παράγραφο 15.
- 19.1.4 βλάβης των φυσητήρων αδρανούς αερίου που αναφέρονται στην παράγραφο 7
- 19.1.5 περιεχόμενου οξυγόνου που υπερβαίνει το 8% κατ' όγκο όπως αναφέρεται στην παράγραφο 16.1.2.
- 19.1.6 βλάβης στην παροχή ενέργειας προς το σύστημα αυτόματου ελέγχου για τη βάνα ρύθμισης του αερίου και προς τους μηχανισμούς ένδειξης που αναφέρονται στις παραγράφους 9 και 16.1
- 19.1.7 χαμηλής στάθμης στην υδατοπαγίδα όπως αναφέρεται στην παράγραφο 10.1.
- 19.1.8 πίεσης αερίου μικρότερης από 100mm στήλης νερού όπως αναφέρεται στην παράγραφο 16.1.1. Η διάταξη προειδοποίησης θα είναι τέτοια που θα εξασφαλίζει ότι η πίεση στις δεξαμενές καταλοίπων σε πλοία συνδυασμένων φορτίων θα μπορεί να παρακολουθείται πάντοτε, και
- 19.1.9 υψηλής πίεσης αερίου όπως αναφέρεται στην παράγραφο 16.1.1
- 19.2. Σε σύστημα με μονάδες παραγωγής αερίου θα προβλέπονται ακουστικές και οπτικές προειδοποιήσεις σύμφωνα με τις παραγράφους 19.1.1., 19.1.3., 19.1.5. μέχρι 19.1.9. και επιπλέον προειδοποιήσεις ένδειξης:
- 19.2.1. ανεπαρκούς τροφοδοσίας καύσιμου πετρελαίου
- 19.2.2. βλάβης της παροχής ενέργειας προς τη μονάδα παραγωγής.
- 19.2.3. βλάβης της παροχής ενέργειας προς το αυτόματο σύστημα ελέγχου για τη μονάδα παραγωγής.
- 19.3 Η αυτόματη κράτηση των φυσητήρων αδρανούς αερίου και της βάνας ρύθμισης αερίου, θα διευθετείται σε προκαθορισμένα όρια που προσεγγίζουν τα σχετικά των παραγράφων 19.1.1, 19.12. και 19.13.
- 19.4 Η αυτόματη κράτηση της βάνας ρύθμισης αερίου θα διευθετείται σε σχέση με την παράγραφο 19.14.

19.5 Αναφορικά με την παράγραφο 19.1.5. όταν το περιεχόμενο οξυγόνο στο αδρανές αέριο υπερβαίνει το 8% κατ' όγκο, άμεση ενέργεια θα γίνεται για βελτίωση της ποιότητας του αερίου. Μέχρι να βελτιωθεί η ποιότητα του αερίου, όλες οι εργασίες στις δεξαμενές φορτίου θ' αναστέλλονται προς αποφυγή εισόδου αέρα στις δεξαμενές και θα κλείνεται η βάνα απομόνωσης που αναφέρεται στην παράγραφο 10.8.

19.6. Οι προειδοποιήσεις που απαιτούνται στις παραγράφους 19.1.5, 19.1.6 και 19.1.8 θα τοποθετούνται στο μηχανοστάσιο και το θάλαμο ελέγχου του φορτίου, όπου προβλέπεται, αλλά σε κάθε περίπτωση σε τέτοια θέση που να γίνονται αμέσως αντιληπτές από τα υπεύθυνα μέλη του πληρώματος.

19.7. Σχετικά με την παράγραφο 19.1.7 η Αρχή θα ικανοποιείται τόσο στη διατήρηση ενός επαρκούς αποθέματος νερού πάντοτε, όσο και στη δυνατότητα των διατάξεων να επιτρέπουν την αυτόματη δημιουργία υδατοπαγίδας σε περιπτώσεις διακοπών της ροής νερού. Η ακουστική και οπτική προειδοποίηση για χαμηλή στάθμη νερού στην υδατοπαγίδα θα λειτουργεί όταν δεν υπάρχει παροχή αδρανούς αερίου.

19.8. Ένα ακουστικό σύστημα συναγερμού, ανεξάρτητο εκείνου, που απαιτείται στην παράγραφο 19.1.8, η αυτόματη κράτηση των αντλιών φορτίου θα προβλέπεται να λειτουργεί σε προκαθορισμένα όρια όταν υπάρξει χαμηλή πίεση στην κύρια γραμμή αερίου.

20. Δεξαμενόπλοια κατασκευασμένα πριν από την 1η Σεπτεμβρίου 1984 τα οποία απαιτείται να έχουν ένα σύστημα αδρανούς αερίου τουλάχιστον θα συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις του Κανονισμού 62 του Κεφαλαίου II-2 της Διεθνούς Σύμβασης 1974, για την Ασφάλεια της Ζωής στη Θάλασσα. Επιπλέον αυτά θα συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις αυτού του Κανονισμού, εκτός για τα:

20.1. Συστήματα αδρανούς αερίου που είναι εγκαταστημένα σε τέτοια δεξαμενόπλοια πριν από την 1η Ιουνίου 1981 τα οποία δε χρειάζεται να συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις των παραγράφων; 3.2, 6.3, 7.4, 8, 9.2, 10.2, 10.7, 10.9, 11.3, 11.4, 12, 13, 13.2, 13.4.2, 14.2 και 19.8.

20.2. Συστήματα αδρανούς αερίου που είναι εγκατεστημένα σε τέτοια δεξαμενόπλοια την ή μετά την 1η Ιουνίου 1981 τα οποία δε χρειάζεται να συμ-

μορφώνονται με τις πιο πάνω παραγράφους 3.2, 6.3, 7.4, 12, 13.1, 13.2 και 14.2.

21. Λεπτομερή εγχειρίδια οδηγιών θα διατίθενται στο πλοίο, που θα καλύπτουν τις απαιτήσεις των εργασιών ασφάλειας και συντήρησης καθώς και τους κινδύνους για την υγεία τους σχετικούς με το σύστημα αδρανούς αερίου και της χρησιμοποίησης του, στο σύστημα των δεξαμενών φορτίου. Τα εγχειρίδια θα περιλαμβάνουν οδηγίες για τις διαδικασίες που θα ακολουθούνται σε περίπτωση ελαττώματος ή βλάβης του συστήματος αδρανούς αερίου.



## **Βιβλιογραφία**

**Inert Gas Systems**, International Maritime Organization, 3<sup>rd</sup> Edition 1990

**ΔΙΕΘΝΗΣ ΟΔΗΓΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΩΝ & ΤΕΡΜΑΤΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ**, Εκδόσεις Εμμανουήλ Σταυριδάκη, 1978

**ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΑ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΑ**, Ι. Κ. ΦΑΝΕΛΛΗ, Εκδόσεις Εμμανουήλ Σταυριδάκη

**ΥΓΡΑΕΡΙΟΦΟΡΑ ΠΛΟΙΑ**, ΠΑΝΑΓΙΩΤΙΔΗΣ ΔΗΜΟΣ, Εκδόσεις Εμμανουήλ Σταυριδάκη

**GENERAL ENGINEERING KNOWLEDGE**, H. D. McGeorge, Butterworth - Heinemann, 1991 Third Edition

**ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΠΛΟΙΟΥ**, Δανιήλ- Μιμηκόπουλος, 1999

**ΠΡΟΛΗΨΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ ΕΠΙ ΤΟΥ ΠΛΟΙΟΥ ΕΝ ΠΛΩ ΚΑΙ ΕΝ ΟΡΜΩ**, Λεοντόπουλος – Παπαϊωάννου, 1997

**ΕΓΚΥΚΛΟΠΑΙΔΕΙΑ ΝΕΑ ΔΟΜΗ**, Εκδόσεων Τεγόπουλου- Μανιατέα, 1996

**KASHIWA Co. Ltd. INERT GAS SYSTEMS INSTRUCTION MANUAL & FINAL DRAWINGS**

**GADELIUS Co. INSTRUCTION MANUAL**

**ΛΕΞΙΚΟ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΩΝ ΟΡΩΝ**, MICHIGAN PRESS, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΚΟΥΤΣΟΥΜΠΟΣ 2000

**ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΝΑΥΠΗΓΙΑΣ**, Εμμανουήλ Ζωγραφάκη, 1997

**ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ**, Α. Χρηστίδου-Κ. Νασόπουλος, 2002

**ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ ΤΩΝ Σ.Α.Ε.**, Α. Χρηστίδου, 2002

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΝ ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΕΛΕΓΧΟ – ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΠΛΟΙΩΝ**, Ι.Γ. Βλαχογιάννη – Δ.Α. Παπαχρήστου – Γ.Ε. Χαμηλοθώρη, Ευγενίδειο Ίδρυμα 2002

**ΕΠΙΣΗΣ ΕΛΗΦΘΗΣΑΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΚΑΙ ΣΧΗΜΑΤΑ ΜΕΣΩ ΤΩΝ ΕΞΕΙΣ ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΩΝ ΤΟΥ ΔΙΑ-ΔΙΚΤΥΟΥ**

[www.detegasa.com](http://www.detegasa.com) DESARROLOS TECNICAS INDUSTRIALES DE GALICIA SA

[www.ocimf.org](http://www.ocimf.org) OIL COMPANIES INTERNATIONAL MARINE FORUM

[www.tc.gc.ca/MarineSafety](http://www.tc.gc.ca/MarineSafety) TRAVEL Canada

[www.aalborg-industries.com](http://www.aalborg-industries.com) AALBORG INDUSTRIES K.K.