

ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ
ΠΛΟΙΟΥ II - ΜΕΤΑΦΟΡΑ
ΥΓΡΩΝ ΦΟΡΤΙΩΝ

ΕΞΑΜΗΝΟ - Ε

1. ΕΓΧΥΤΗΡΕΣ

- 1.1 Αρχή λειτουργίας.
- 1.2 Λειτουργία των εκχυτήρων.
- 1.3 Μονοσταδιακοί, πολυσταδιακοί εκχυτήρες κενού.
- 1.4 Λεπτομερής περιγραφή διαφόρων τύπων.
- 1.5 Εκχυτήρες μονίμων δεξαμενών έρματος δεξαμενόπλοιων.
- 1.6 Χρήση εκχυτήρων σε διάφορα δίκτυα πλοίων.
- 1.7 Συντήρηση - πιθανές βλάβες.

2. ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΡΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ

- 2.1 Ορισμός.
- 2.2 Εναλλακτικές επιφανείας - ανάμειξης, τύπου De-Laval (με φύλλα).
- 2.3 Βλάβες, συντήρηση, συνήθειες ανωμαλίες, επισκευές.
- 2.4 Διάφορα βοηθητικά ψυγεία (ελαίου, ψύξης γλυκού νερού, ψύξης MEK - Αέρα, με φύλλα).
- 2.5 Σκοπός, ανωμαλίες, βλάβες, συντήρηση, επισκευές.

3. ΑΕΡΟΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ

- 3.1 Εμβολοφόροι - Περιστροφικοί - Μονοσταδιακοί - Πολυσταδιακοί αεροσυμπιεστές.
- 3.2 Περιγραφή διαφόρων τύπων αεροσυμπιεστών.
- 3.3 Φιάλες αέρα - Ρυθμιστικές και ασφαλιστικές διατάξεις.
- 3.4 Συντήρηση - πιθανές βλάβες.

4. ΒΑΣΙΚΑ ΔΙΚΤΥΑ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ ΠΛΟΙΟΥ

- 4.1 Διαγραμματικά βασικών δικτύων (στροβιλοεγκαταστάσεις - εγκαταστάσεις MEK).
- 4.2 Σωληνώσεις.
- 4.3 Σύνδεσμοι σωληνώσεων.
- 4.4 Τύποι επιστομίων.
- 4.5 Ρυθμιστικά επιστόμια.
- 4.6 Ατμοπαγίδες.
- 4.7 Φίλτρα - χρήσεις.
- 4.8 Στυπιοθλίπτες.
- 4.9 Ελαστικοί σύνδεσμοι.
- 4.10 Παρεμβύσματα - χρήσεις.
- 4.11 Υλικά που χρησιμοποιούνται - Διαστάσεις εμπορίου.
- 4.12 Προετοιμασία για την παραλαβή καυσίμων και λιπαντικών.
- 4.13 Μέτρα προστασίας για τη ρύπανση περιβάλλοντος.
- 4.14 Υπολογισμός ποσότητας που παρελήφθη - Φύλαξη δειγμάτων.
- 4.15 Σχεδιασμός, ανάγνωση και λειτουργία διαφόρων δικτύων πλοίου.

5. ΕΚΦΟΡΤΩΣΗ ΔΕΞΑΜΕΝΟΠΛΟΙΩΝ

- 5.1 Cargo ríping.
- 5.2 Cargo pump Framo.

- 5.3 Heating system.
- 5.4 Τύποι αντλιών.
- 5.5 Συστήματα ασφάλειας δεξαμενών.
- 5.6 Συστήματα φόρτωσης δεξαμενών.
- 5.7 Συστήματα και μηχανήματα εξαερισμού.
- 5.8 Συστήματα άντλησης σε υγραεριοφόρα πλοία.
- 5.9 Συστήματα αδρανοποίησης Inert Gas System.
- 5.10 IGG System.
- 5.11 Ανιχνευτές τοξικών αερίων και καπνού.

6. ΑΕΡΙΟΦΟΡΑ ΠΛΟΙΑ

- 6.1 Δεξαμενές φορτίου.
- 6.2 Διαγράμματα σωληνώσεων (píping diagrams).
- 6.3 Ιδιότητες φορτίου.
- 6.4 Διεθνείς Κώδικες για την κατασκευή και εξοπλισμό πλοίων που μεταφέρουν χύδην και υγροποιημένα αέρια (IGS Code).
- 6.5 Ασφαλιστικές διατάξεις κατά τη φόρτωση και την εκφόρτωση.
- 6.6 Ρυθμιστικές μονάδες παροχής καυσίμου.
- 6.7 Αντλίες και μηχανισμοί για τη λειτουργία των μηχανών διπλών καυσίμων (Dual Engines).

7. ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΑΡΓΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

- 7.1 Κατάταξη και χαρακτηριστικά αργού πετρελαίου και προϊόντων του.
- 7.2 Έννοια των όρων: σημείο ανάφλεξης, σημείο αυτανάφλεξης και σημείο καύσης.
- 7.3 Συνθήκες καύσης.
- 7.4 Γενική περιγραφή και συστήματα Δ/Ξ αργού πετρελαίου, πλοίων μεταφοράς παραγώγων πετρελαίου.
- 7.5 Περιγραφή των δικτύων πλοίων αργού πετρελαίου και παραγώγων αυτού.

8. ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ - ΦΟΡΤΩΣΗ-ΕΚΦΟΡΤΩΣΗ

- 8.1 Καθαρισμός και προετοιμασία των δεξαμενών πριν τη φόρτωση.
- 8.2 Δοκιμές σωληνώσεων δεξαμενών κύτους.
- 8.3 Μηχανήματα καθαρισμού δεξαμενών φορτίου.
- 8.4 Προθερμαντήρες θάλασσας - Δίκτυο Butterworth - πλύση με πετρέλαιο COW.
- 8.5 Αναγκαίος κενός χώρος για διαστολή του φορτίου (ullage).

9. ΕΝΔΕΙΚΝΥΟΜΕΝΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΤΗ LPG - LNG

- 9.1 Διαχείριση φορτίου - έρματος, έλεγχος αντλιών.
- 9.2 Λειτουργία συμπιεστών (υψηλής - χαμηλής προτεραιότητας, εξατμιστών, συστήματος αζώτου, λεβήτων.

- 9.3 Τυπικές διαδικασίες φόρτωσης - εκφόρτωσης σε όλες τις συνθήκες λειτουργίας του πλοίου, προετοιμασία πλοίου για επιθεώρηση - δεξαμενισμό.
- 9.4 Διαδικασίες διατήρησης του φορτίου κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, έλεγχος ατμοσφαιρικής πίεσης και θερμοκρασίας.
- 9.5 Πλήρωση δεξαμενών με άζωτο, στέγνωμα δεξαμενών.
- 9.6 Εκκένωση δεξαμενών, σύστημα κενού - αδρανές αέριο, έλεγχος ρύπων.
- 9.7 Αεριοποίηση δεξαμενών, ψύξη δεξαμενών.
- 9.8 Ψεκάσμός δεξαμενών κατά τη διάρκεια ταξιδιού υπό έρμα.
- 9.9 Προθέρμανση δεξαμενών, Διασύνδεση δεξαμενών, μεταφορά φορτίου - έρματος, πλήρωση δεξαμενών φορτίων, έλεγχος ροής φορτίου - έρματος.
- 9.10 Έλεγχος μόνωσης μεμβράνης δεξαμενών.
- 9.11 Έλεγχος στεγανότητας δεξαμενών.
- 9.12 Διαχείριση φορτίου - έρματος κατά την άφιξη - αναχώρηση - διάρκεια ταξιδιού, ξέπλυμα γραμμών - δεξαμενών, απελευθέρωση αερίου.
- 9.13 Επικοινωνία με το προσωπικό διαχείρισης φορτίου - μηχανοστασίου - γέφυρας, επικοινωνία προσωπικού πλοίου - σταθμού διαχείρισης φορτίου στεριάς.
- 9.14 Έλεγχος σταθερότητας πλοίου, υπολογισμοί φορτίου - αναπτυσσόμενων τάσεων - διατηρηματικών μετατοπίσεων - ροπών κάμψεων - παραμορφώσεων.
- 9.15 Τεχνικές οικονομίας καυσίμου.
- 9.16 Διαδικασίες ασφαλείας κατά τη φόρτωση - εκφόρτωση φορτίου (πλοίο - θερματικός σταθμός), έλεγχος στατικού ηλεκτρισμού.
- 9.17 Διαδικασίες έκτακτης ανάγκης (πλοίο - θερματικός σταθμός).
- 9.18 Εισαγωγή βλαβών.
- 9.19 Αξιολόγηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

5

Εκχυτήρες - Τζιφάρια

Ejector - Eductor

Εισαγωγή

Ο εκχυτήρας (Ejector**)
είναι ένας στατικός
τύπος αντλίας απλός
στην κατασκευή του.**

Εισαγωγή

Η λειτουργία του βασίζεται στη διαφορά πιέσεως που δημιουργείται εξαιτίας της υψηλής ταχύτητας ενός ρευστού και στη μεταβολή της καθώς διαρρέει έναν αγωγό.

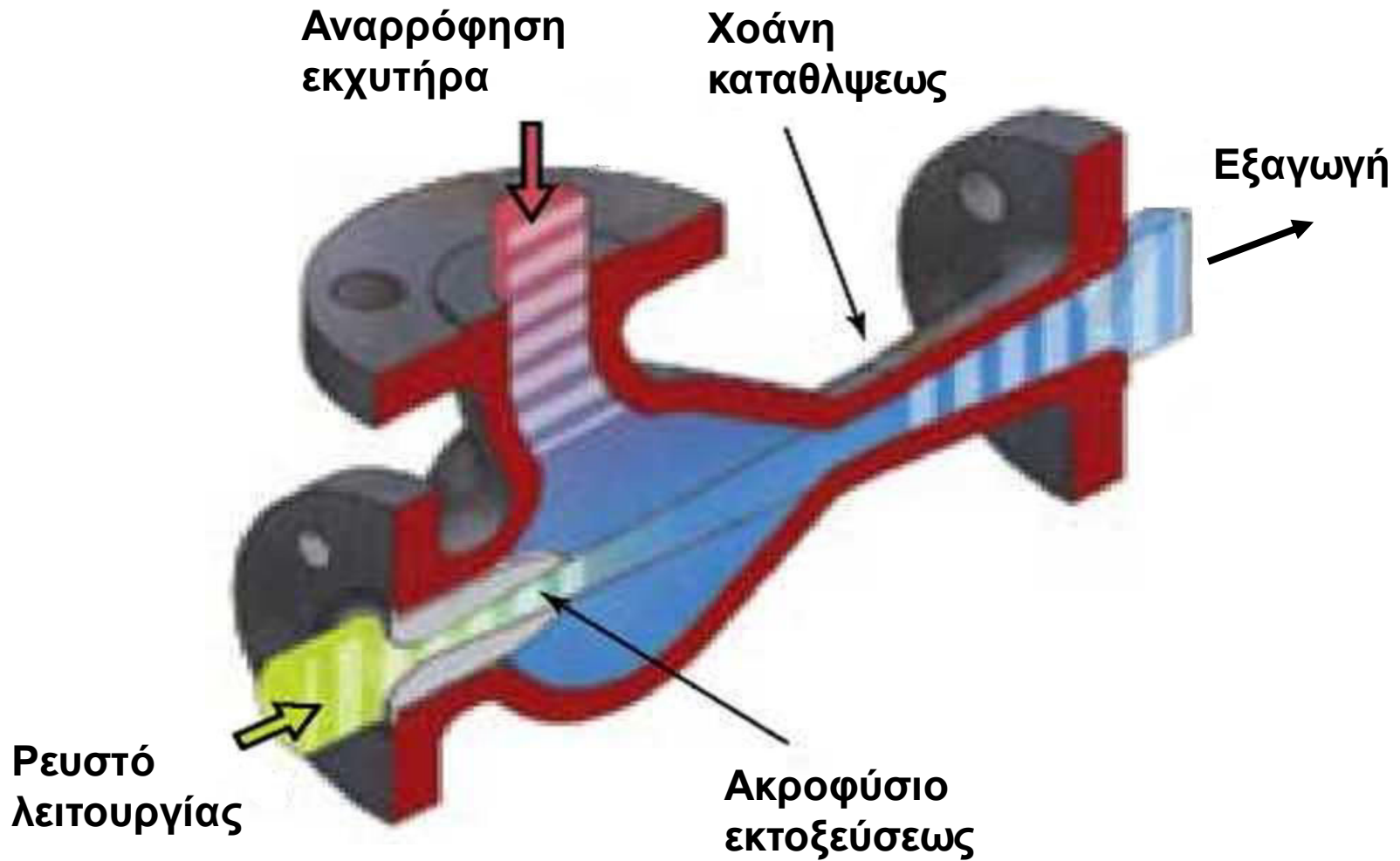
Το ρευστό λειτουργίας (συνήθως αέρας, νερό ή ατμός) μπορεί να είναι σε υγρή ή σε αέρια μορφή.

Καθώς εκτοξεύεται το ρευστό μέσα στον κυλινδρικό αγωγό, απ' τον οποίο αποτελείται ο εκχυτήρας, συμπαρασύρεται ένα άλλο ρευστό, που περιβάλλει το ακροφύσιο εκτοξεύσεως.

Εισαγωγή

Οι εκχυτήρες ονομάζονται παροχικοί σίφουνες ή συνήθως τζιφάρια από το όνομα του Γάλλου μηχανικού και εφευρέτη τους Henri Giffard (1825 -1882).

Εισαγωγή



Εισαγωγή

Αρχή λειτουργίας των εκχυτήρων

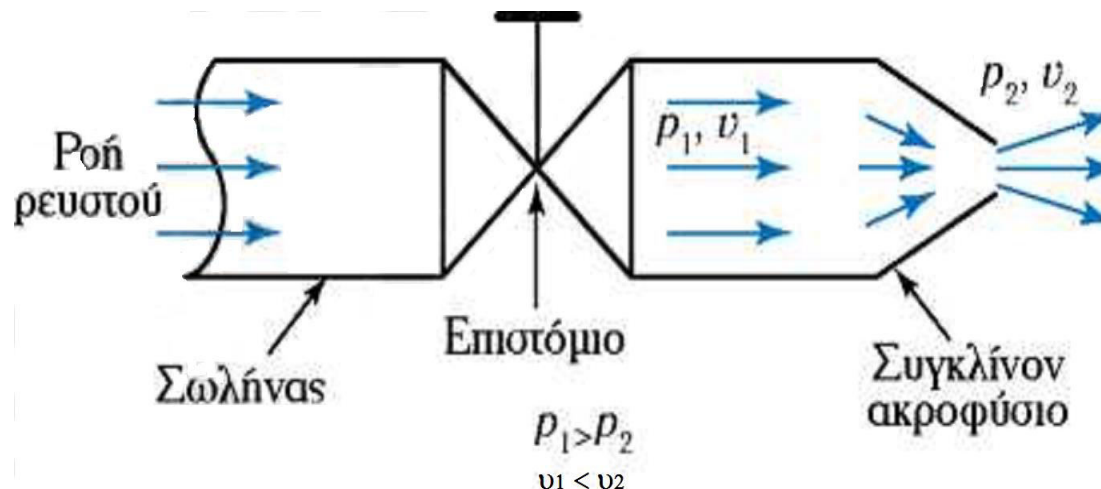
Η αρχή λειτουργίας των εκχυτήρων βασίζεται στην εφαρμογή του σωλήνα Venturi (Venturi effect) και στην Αρχή του Daniel Bernoulli (**Bernoulli's Principle**).

Η Αρχή του Bernoulli δημοσιεύθηκε το 1738 και προβλέπει ότι σε ένα ιδανικό ρευστό (δηλ. ένα ρευστό με μηδενικό ιξώδες) κάθε μεταβολή στην πίεση συνοδεύεται με αντίστροφη μεταβολή της ταχύτητας.

Ετσι, όταν ένα ρευστό κινείται σε οριζόντια κατεύθυνση και η πίεσή του μεταβάλλεται από μεγαλύτερη (ή μικρότερη) σε μικρότερη (ή μεγαλύτερη), η μεταβολή της πίεσεως θα έχει ως αποτέλεσμα τη μεταβολή της κινητικής ενέργειας, προκαλώντας την επιτάχυνση του ρευστού από μικρότερη ταχύτητα (ή μεγαλύτερη) σε μεγαλύτερη (ή μικρότερη) σύμφωνα με τον Δεύτερο Νόμο του Νεύτωνα.

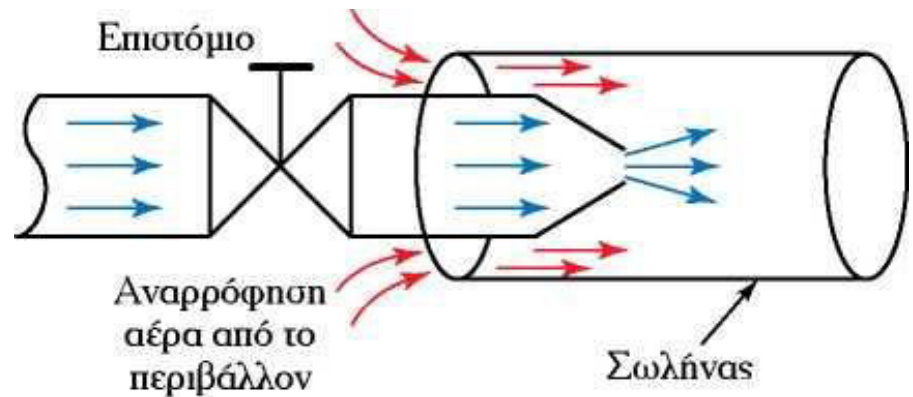
Η λειτουργία των εκχυτήρων

- Σύμφωνα με την Αρχή του Bernoulli «**όταν η ταχύτητα ενός ρευστού αυξάνεται, η πίεση μειώνεται και αντίστροφα**». Αυτό επιτυγχάνεται όταν το ρευστό διέρχεται μέσω ενός συγκλίνοντος ακροφυσίου.
- Ένας σωλήνας με ένα επιστόμιο, που διαρρέεται από ρευστό υπό πίεση και η κατάθλιψη του γίνεται στο περιβάλλον.
- Στην πλευρά της καταθλίψεως τοποθετείται ένα ακροφύσιο, ενώ η άλλη πλευρά του σωλήνα συνδέεται με την πηγή παροχής του ρευστού. Όταν το επιστόμιο ανοίξει, το ρευστό διέρχεται απ τον σωλήνα και εξέρχεται από το ακροφύσιο, με αποτέλεσμα, καθώς το ρευστό εκτοξεύεται, να κινείται με μεγαλύτερη ταχύτητα απ' αυτήν που κινείται μέσα στον σωλήνα και με μικρότερη πίεση αντίστοιχα.
- Έτσι, μέσω του συγκλίνοντος ακροφυσίου η πίεση θα μετατραπεί σε κινητική ενέργεια (ταχύτητα).



Η λειτουργία των εκχυτήρων

- Αν είχαμε τη δυνατότητα να παρατηρήσουμε τον αέρα που περιβάλλει το ακροφύσιο στην κατάθλιψη του ρευστού, θα βλέπαμε να δημιουργείται μία μικρή δίνη ρεύματος αέρα, που οφείλεται στην εκτόξευση του ρευστού, καθώς μεταδίδει μέρος της κινητικής του ενέργειας στον αέρα που το περιβάλλει.
- Τοποθετώντας έναν σωλήνα γύρω από την εξαγωγή του ακροφυσίου παρατηρείται ότι τα δυναμικά ρεύματα εξαφανίζονται και δημιουργείται μια σταθερή ροή αέρα που κινείται μέσα στον σωλήνα, με την ίδια κατεύθυνση με το ρευστό, το οποίο καταθλίβεται από το ακροφύσιο.



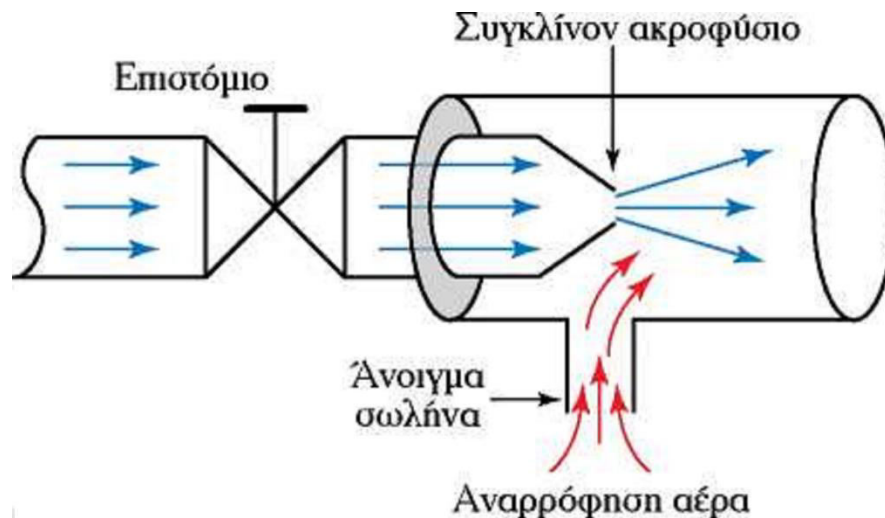
Η λειτουργία των εκχυτήρων

Καλύπτοντας τον σωλήνα που περιβάλλει το ακροφύσιο στην πλευρά αναρροφήσεως του αέρα και αφήνοντας μόνο μια είσοδο στον σωλήνα, δημιουργείται αναρρόφηση από την ελεύθερη είσοδο και κατάθλιψη προς την έξοδο του σωλήνα.

Έτσι, στη βασική μορφή λειτουργίας ενός εκχυτήρα, χρησιμοποιείται η διαθέσιμη ενέργεια της ταχύτητας που αναπτύσσεται από τη μετατροπή της πίεσεως στο ακροφύσιο.

Το ρευστό που εκτοξεύεται υπό πίεση λειτουργεί ως αντλία για το δευτερεύον ρευστό που αναρροφάται.

Αυτό συμβαίνει διότι, καθώς το ρευστό εξέρχεται απ' το ακροφύσιο με υψηλή ταχύτητα, προσκρούει στο δευτερεύον ρευστό και μεταδίδει μέρος της κινητικής του ενέργειας, αναγκάζοντάς το να κινηθεί προς την ίδια κατεύθυνση.



Η λειτουργία των εκχυτήρων

Με τον ίδιο τρόπο, το ρευστό υψηλής πίεσεως διερχόμενο από το συγκλίνον ακροφύσιο αποκτά υψηλή ταχύτητα και χαμηλή πίεση, ενώ στη συνέχεια εξερχόμενο από το ακροφύσιο αναμειγνύεται με το ρευστό που το περιβάλλει.

Η διαφορά στην πίεση, εξωτερικά της εξαγωγής του ακροφυσίου με την κατάθλιψη των δύο ρευστών, δημιουργεί κενό στον θάλαμο που το περιβάλλει. Το κενό έχει ως αποτέλεσμα την αναρρόφηση του ρευστού, διότι στην επιφάνειά του ασκείται ατμοσφαιρική πίεση.

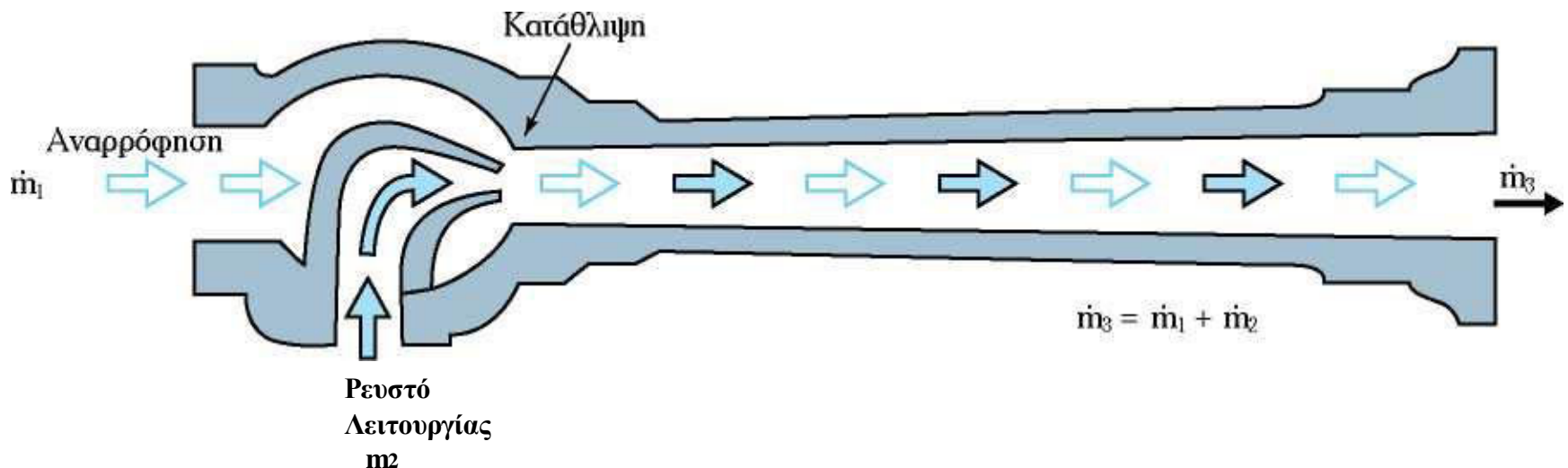
Αν ο οχετός όπου οδηγείται το μείγμα, είναι ένα αποκλίνον ακροφύσιο, η αύξηση της διατομής θα προκαλέσει πτώση της ταχύτητας, με συνέπεια την αύξηση της πίεσεως. Το αποκλίνον ακροφύσιο ονομάζεται διαχυτήρας.

Η λειτουργία των εκχυτήρων

Το σύστημα συγκλίνοντος ακροφυσίου, θαλάμου και οχετού καταθλίψεως λειτουργεί μέσω του σωλήνα αναρρόφησης, που συνδέεται στον θάλαμο, ως αντλία για το ρευστό.

Έτσι, οι εκχυτήρες είναι αντλίες, η λειτουργία των οποίων βασίζεται στην υψηλή ταχύτητα ενός ρευστού μέσου, που εκτοξεύεται σε έναν κυκλικό οχετό συμπαρασύροντας το ρευστό που υπάρχει γύρω από αυτό.

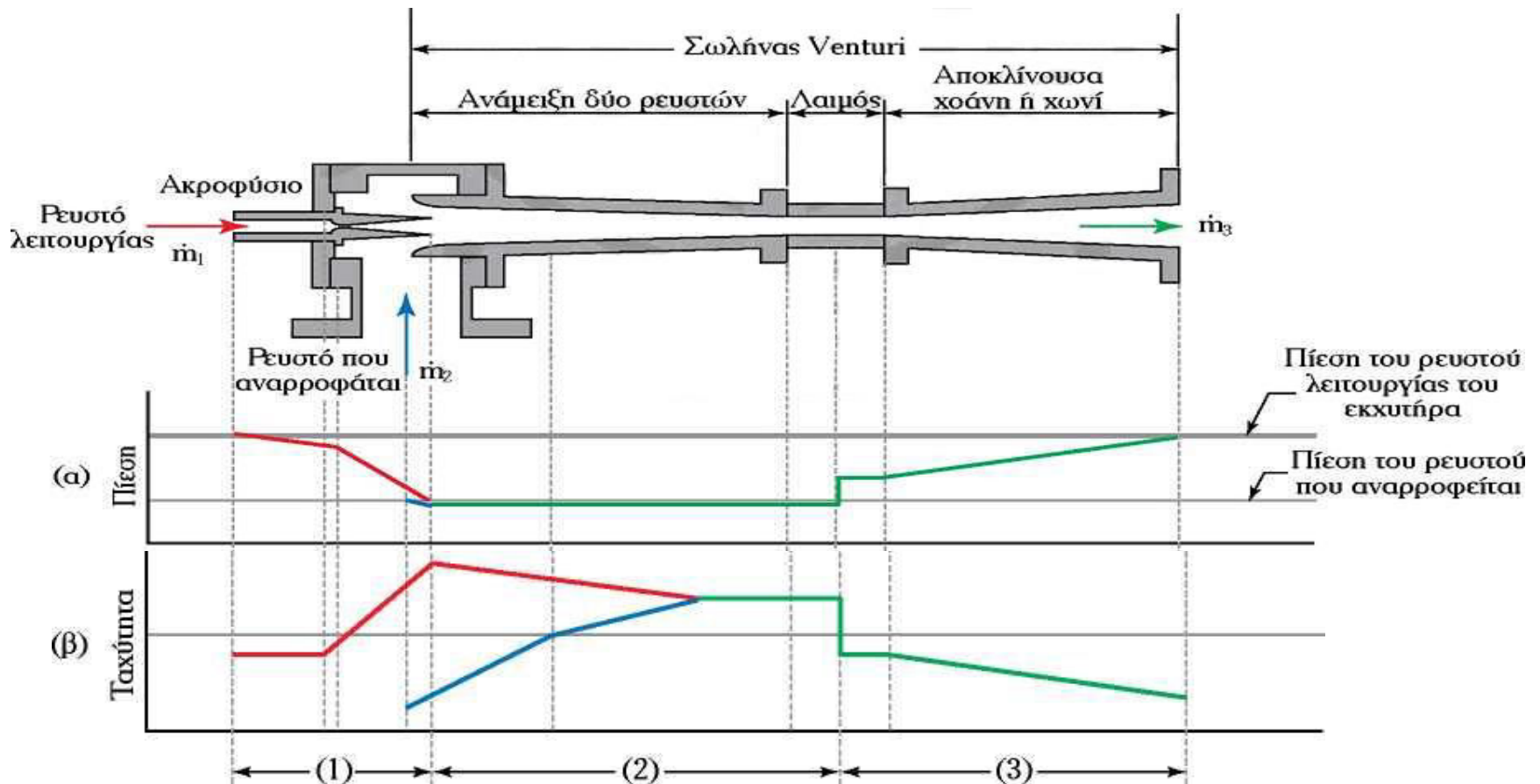
Στον οχετό τα δύο ρευστά αναμειγνύονται προοδευτικά και η υψηλή ταχύτητα του ρευστού λειτουργίας αρχίζει να μειώνεται, ενώ ταυτόχρονα αυξάνεται η πίεση του μείγματος στο αποκλίνον ακροφύσιο σε επίπεδο ανάλογο της πίεσεως του δικτύου.



Η λειτουργία του εκχυτήρα και οι μεταβολές στην πίεση και στην ταχύτητα του ρευστού παριστάνονται σταδιακά στο σχήμα όπου:

α) Στο διάγραμμα (α) παρουσιάζεται η διακύμανση στην πίεση του ρευστού λειτουργίας και του ρευστού που αναρροφάται. Με την έξοδο του ρευστού λειτουργίας απ το ακροφύσιο η πίεση ελαττώνεται δημιουργώντας το κενό αναρροφήσεως (διάστημα 1). Τα δύο ρευστά αναμειγνύονται στο συγκλίνον τμήμα της χοάνης (διάστημα 2), ενώ στη συνέχεια η πίεση του μείγματος αυξάνεται σταδιακά στο αποκλίνον τμήμα (διάστημα 3).

β) Αντιθέτως, στο διάγραμμα (β) η ταχύτητα του ρευστού λειτουργίας αυξάνεται κατά την έξοδό του από το ακροφύσιο (διάστημα 1). Καθώς αναμειγνύεται με το ρευστό που αναρροφάται, η ταχύτητά του ελαττώνεται, ενώ η ταχύτητα του ρευστού που αναρροφάται αυξάνεται, με το μείγμα να ρέει με μία ενδιάμεση ταχύτητα (διάστημα 2). Τελικά, η ταχύτητα του μείγματος ελαττώνεται με τη διάμεση του απο το αποκλίνον τμήμα της χοάνης (διάστημα 3).



Ρευστά λειτουργίας εκχυτήρων

Το ρευστό που χρησιμοποιείται στη λειτουργία ενός εκχυτήρα μπορεί να είναι ατμός, νερό ή αέρας, με την πίεση παροχής του να είναι πάντα μεγαλύτερη της ατμοσφαιρικής, προκειμένου:

- α) Όταν το διερχόμενο ρευστό είναι ατμός υψηλής πίεσεως.
- β) Όταν το διερχόμενο ρευστό είναι νερό.
- γ) Όταν το διερχόμενο ρευστό είναι αέρας.

Ρευστά λειτουργίας εκχυτήρων

α) Όταν το διερχόμενο ρευστό είναι ατμός υψηλής πίεσεως (p_1) που εκτονώνεται, μέσω ενός συγκλίνοντος ακροφυσίου, σε χαμηλότερη πίεση (p_2), μέρος της θερμικής του ενέργειας να μετατρέπεται σε κινητική (όπως γνωρίζουμε από τη Θερμοδυναμική) και να εκδηλώνεται ως ταχύτητα του ατμού.

Η ταχύτητα που αποκτά ο ατμός διερχόμενος από αυτό, εξαρτάται από την αντίστοιχη πτώση πίεσεως για μια συγκεκριμένη διατομή και η πτώση της πίεσεως από p_1 σε p_2 έχει αντίστοιχη αύξηση της ταχύτητας από u_1 σε u_2 . Η μεγαλύτερη τιμή της ταχύτητας επιτυγχάνεται κατά την έξοδο του ατμού από το ακροφύσιο, ενώ το βάρος του διερχόμενου ατμού είναι το ίδιο σε οποιαδήποτε διατομή του.

Ρευστά λειτουργίας εκχυτήρων

β) Όταν το διερχόμενο ρευστό είναι νερό, η ενέργεια του ακροφυσίου να είναι ανάλογη δίχως να πραγματοποιείται εκτόνωση, όπως στον ατμό, και να αποτελεί το πιο αποδοτικό μέσο για τη λειτουργία ενός εκχυτήρα.

Η ταχύτητά του στην έξοδο του ακροφυσίου είναι μεγαλύτερη από εκείνη που είχε στη είσοδό του και αυτό συμβαίνει λόγω της μείωσης του ακροφυσίου στη διατομή διόδου, εφόσον ο διερχόμενος όγκος (και συνεπώς και το βάρος του νερού λόγω της διατηρήσεως της μάζας) είναι ο ίδιος.

Έτσι, η ενέργεια πίεσεως του νερού μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια.

Ρευστά λειτουργίας εκχυτήρων

γ) Όταν το διερχόμενο ρευστό είναι αέρας, να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέσο για τη λειτουργία ενός εκχυτήρα, όταν πρόκειται να πραγματοποιηθεί άντληση αερίων ή κονιαμάτων.

Εφαρμογές εκχυτήρων

Οι εκχυτήρες έχουν μεγάλο εύρος εφαρμογών, όπως στην άντληση ενός υγρού, ενός στερεού σε μορφή μικρών σωματιδίων ή σκόνης και στη δημιουργία κενού.

Ειδικότερα αντλώντας:

- α)** Στερεά σωματίδια (small particles) π.χ. άμμο ή σκόνη, τσιμέντο ή κάρβουνο.
- β)** Ρευστά όπως τα λύματα, τα πετρέλαια και λιπαντικά, των οποίων η άντληση με εκχυτήρες μειώνει τους κινδύνους εκρήξεων και το νερό που αντλείται από δεξαμενές.
- γ)** Αέρια όπως οι αναθυμιάσεις πετρελαιοειδών που αντλούνται απ' τις δεξαμενές εξαλείφοντας τον κίνδυνο εκρήξεων, η άντληση καπνού και ο εξαερισμός κλειστών χώρων, καθώς και η άντληση τον αέρα από φυγοκεντρικές αντλίες πριν την εκκίνηση με σκοπό τη δημιουργία κενού, όπου και όταν αυτό απαιτείται (π.χ. βραστήρες, ψυγεία συμπυκνώματος κλπ.).

Εκχυτήρες - Σχεδιασμός και κατάταξη εκχυτήρων

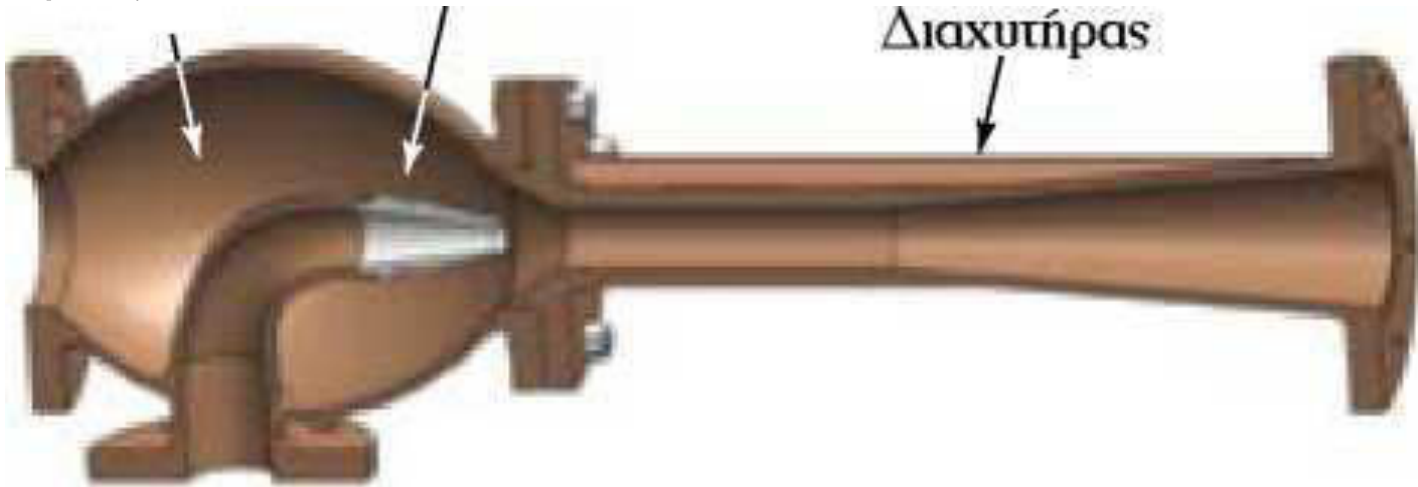
Οι εκχυτήρες είναι στατικές αντλίες και αποτελούνται από τα εξής τρία βασικά τμήματα:

- α) Τον θάλαμο ή το σώμα (**house**).
- β) Τον διαχυτήρα (**diffuser**).
- γ) Το ακροφύσιο (**nozzle**).

Θάλαμος
ή σώμα

Ακροφύσιο

Διαχυτήρας



Εκχυτήρες - Σχεδιασμός και κατάταξη εκχυτήρων

Οι εκχυτήρες είναι στατικές αντλίες και αποτελούνται από τα εξής τρία βασικά τμήματα:

- α)** Τον θάλαμο ή το σώμα (**house**), που αποτελεί το κεντρικό τμήμα ενός εκχυτήρα. Σ αυτό γίνεται η αναρρόφηση και η ανάμειξη των ρευστών.
- β)** Τον διαχυτήρα (**diffuser**), που είναι το αποκλινον ακροφύσιο απ όπου διέρχεται το μείγμα του ρευστού λειτουργίας και το ρευστό που αναρροφάται και αποτελεί την έξοδο του εκχυτήρα.
- γ)** Το ακροφύσιο (**nozzle**), που βρίσκεται στο εσωτερικό του θαλάμου, με σκοπό να ρυθμίζει την εκτόξευση του ρευστού λειτουργίας.

Ανάλογα με τις απαιτήσεις στην απόδοση που πρέπει να επιτευχθούν διαφοροποιούνται οι διαστάσεις του ακροφυσίου.

Οι εκχυτήρες κατατάσσονται σε:

α) Εξαγωγικούς απλούς εκχυτήρες.

β) Εισαγωγικούς εκχυτήρες.

γ) Ανυψωτικούς.

δ) Μη ανυψωτικούς (ή παροχικούς).

ε) Μονοσταδιακούς ή μονοφασικούς.

στ) Πολυσταδιακούς ή πολυφασικούς.

Εκχυτήρες - Σχεδιασμός και κατάταξη εκχυτήρων

- α)** Εξαγωγικούς απλούς εκχυτήρες, όταν η κατάθλιψή τους γίνεται στο περιβάλλον.

- β)** Εισαγωγικούς εκχυτήρες, όταν η κατάθλιψή τους γίνεται σε περιβάλλον όπου επικρατεί πίεση, με αποτέλεσμα να υπερνικούν μια αντίθλιψη.

γ) Ανυψωτικούς, όταν αναπτύσσεται κενό στον σωλήνα της αναρροφήσεώς τους κατά την εκκίνηση.

δ) Μη ανυψωτικούς (ή παροχικούς), όταν δεν αναπτύσσεται κενό στην αναρρόφηση και τοποθετούνται πάντα κάτω απ' τη στάθμη του ρευστού, το οποίο πρόκειται να αντληθεί.

Εκχυτήρες - Σχεδιασμός και κατάταξη εκχυτήρων

ε) Μονοσταδιακούς ή μονοφασικούς, όταν χρησιμοποιείται ένα ακροφύσιο διελεύσεως του ρευστού για τη λειτουργία του εκχυτήρα. Είναι σχεδιασμένοι έτσι, ώστε η αναρρόφησή τους να γίνεται από περιβάλλον λειτουργίας κενού 760 mmHg (απόλυτο) ή ίσο με την ατμοσφαιρική πίεση.

στ) Πολυσταδιακούς ή πολυφασικούς, όταν χρησιμοποιούνται περισσότερα ακροφύσια διελεύσεως του ρευστού λειτουργίας, θάλαμοι και διαχυτήρες με σκοπό να επιτευχθεί οικονομική λειτουργία η όταν το επίπεδο απολύτου κενού είναι μεγάλο.

Τύποι και χρήση των εκχυτήρων

Οι εκχυτήρες χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές σ' ένα πλοίο, όπως:

- α)** Στην πλήρωση και την άντληση των δεξαμενών έρματος (διαδικασίες ερματισμού/αφερματισμού).
- β)** Στην άντληση νερού από τις δεξαμενές ακαθάρτων στο κύτος του πλοίου.
- γ)** Στην αποστράγγιση από τις δεξαμενές του εναπομείναντος φορτίου.
- δ)** Στην αποστράγγιση του θαλασσινού νερού από τον χώρο αποθηκείσεως της αλυσίδας της άγκυρας (**chain locker**).
- ε)** Στην άντληση των λειτουργικών αποβλήτων του μηχανοστασίου, θαλασσινό νερό κ.ά., που συγκεντρώνονται στις σεντίνες του πλοίου.
- στ)** Στον εξαερισμό του μηχανοστασίου από τη συγκέντρωση αερίων.
- ζ)** Στην απομάκρυνση της στάχτης από τον αποτεφρωτή (incinerator).
- η)** Στην πλήρωση ή στην αποστράγγιση των πρωραίων ή πρυμναίων στεγανών (**Fore & After Peak Tanks**).
- θ)** Στην αναρρόφηση του αέρα από το κέλυφος μίας φυγοκεντρικής αντλίας, ώστε να δημιουργηθεί το απαραίτητο κενό για την εκκίνησή της.

Τύποι και χρήση των εκχυτήρων

Οι εκχυτήρες ανάλογα με τη χρήση τους στα πλοία διακρίνονται σε:

α) Εκχυτήρες μονίμων δεξαμενών έρματος Δ/Ξ. Ο τύπος αυτός ονομάζεται εκχυτήρας σε σειρά (**in-line ejector**) και συναντάται στο μόνιμο δίκτυο ερματισμού/αφερματισμού ορισμένων Δ/Ξ. Το ρευστό που χρησιμοποιείται για τη λειτουργία τους είναι νερό υπό πίεση ή ατμός. Το ακροφύσιο λειτουργίας τους εισέρχεται από την πλευρά του θαλάμου του εκχυτήρα, ενώ η αναρρόφηση είναι στον ίδιο άξονα με τον σωλήνα της αναρροφήσεως. Χρησιμοποιούνται για την εκκένωση του θαλασσινού νερού απ τις δεξαμενές έρματος. Το τροφοδοτικό νερό λειτουργίας τους παρέχεται από το δίκτυο πυροσβέσεως, με πίεση συνήθως 7 kg/cm². Με τη χρήση των εκχυτήρων αποκλείεται ο κίνδυνος ρυπάνσεως της θάλασσας με πετρελαιοειδή, ο οποίος υπάρχει πιθανότητα να προκόψει όταν χρησιμοποιηθεί κάποια απ' τις αντλίες του δικτύου φορτίου του πλοίου.

β) Εκχυτήρες αντλήσεως κυτών ή εκχυτήρες κύτους (**side suction ejectors**), οι οποίοι διαφέρουν από τους εκχυτήρες σε σειρά, διότι το νερό λειτουργίας εισέρχεται από το πίσω μέρος του θαλάμου του εκχυτήρα, ενώ η αναρρόφηση γίνεται από την πλευρά του. Για τη λειτουργία τους εκτός από νερό μπορεί να χρησιμοποιηθεί ατμός, που μειονεκτεί λόγω μεγάλης καταναλώσεώς του. Συνήθως χρησιμοποιούνται για την άντληση υγρών από τις δεξαμενές κυτών, στο μηχανοστάσιο, για την αποστράγγιση θάλασσας από τον χώρο αποθηκέυσεως της άγκυρας κ.ά..

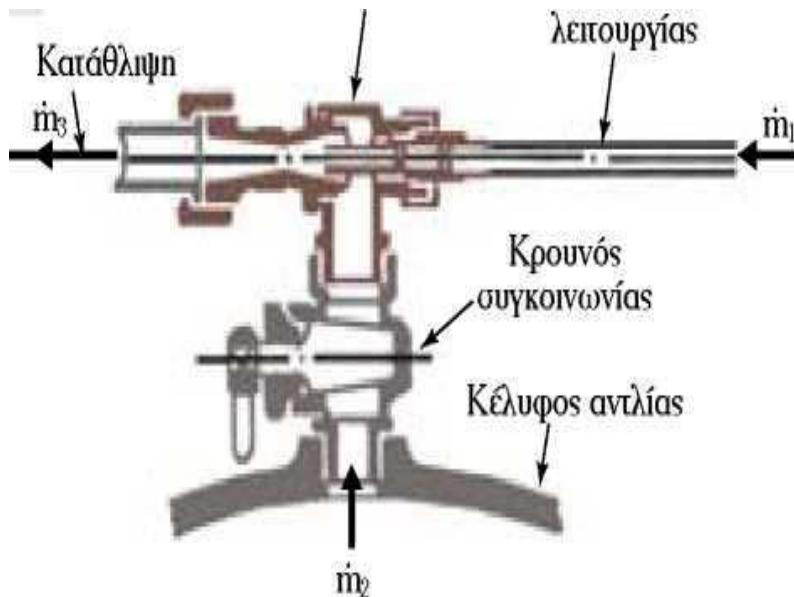
Τύποι και χρήση των εκχυτήρων

γ) Εκχυτήρες ακαθαρσιών ή αποχετεύσεως, οι οποίοι είναι σχεδιασμένοι κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτρέπουν τη διέλευση μεγάλων σωματιδίων από τον θάλαμο και τον σχετικό αναμείξεως της εξαγωγής του εκχυτήρα. Ο ίδιος τύπος εκχυτήρα είναι κατάλληλος για την απομάκρυνση της στάχτης από τους αποτεφρωτές, αλλά και για την άντληση υγρών από τις σεντίνες.

δ) Φορητοί εκχυτήρες (portable ejectors), οι οποίοι χρησιμοποιούνται στην άντληση ρευστών από χώρους, όταν η μόνιμη εγκατάστασή είναι το νερό ή ο αέρας. Η σύνδεσή τους στο σύστημα αντλήσεως γίνεται με ευκάμπτους συνθετικούς σωλήνες (μάνικες) και χρησιμοποιούνται για τον καθαρισμό ή την εκκένωση δεξαμενών με μικρή ποσότητα υγρών.

Τύποι και χρήση των εκχυτήρων

ε) Εκχυτήρες προπληρώσεως αντλιών (**priming ejectors**), οι οποίοι χρησιμοποιούνται για την απαγωγή του αέρα και την πλήρωση των φυγοκεντρικών αντλιών πριν την εκκίνησή τους και για πολύ μικρές ανάγκες αναρροφήσεως. Τοποθετούνται στο κέλυφος της αντλίας και το ρευστό λειτουργίας τους είναι ο ατμός ή το νερό που παρέχεται στον εκχυτήρα πριν την εκκίνηση της αντλίας. Η κατάθλιψη του εκχυτήρα πραγματοποιείται στην ατμόσφαιρα ή στην κατάθλιψη της αντλίας μετά τη βαλβίδα (επιστόμιο) εξαγωγής, που πρέπει να παραμένει κλειστή έως την πλήρωσή της. Η πλήρωση της αντλίας γίνεται αντιληπτή κατάθλιψη νερού στην εξαγωγή του εκχυτήρα. Τότε απομονώνεται ο εκχυτήρας, προκειμένου να πραγματοποιηθεί η εκκίνηση της αντλίας, ενώ ταυτόχρονα ανοίγεται η βαλβίδα καταθλίψεώς της.



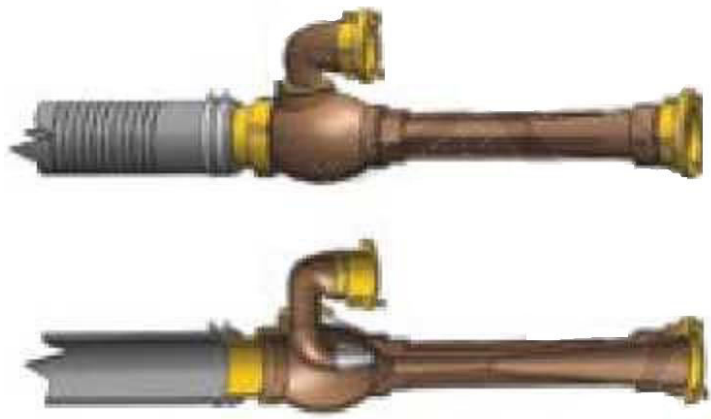
Τύποι και χρήση των εκχυτήρων

στ) Εκχυτήρες άλμης (**desalt/brine ejectors**), οι οποίοι είναι ειδικά σχεδιασμένοι εκχυτήρες, ώστε να απομακρύνουν την άλμη από τους βραστήρες δημιουργώντας ταυτόχρονα το κενό για τη λειτουργία τους.

ζ) Εκχυτήρες εξαερισμού (**venting ejectors**), που χρησιμοποιούνται για την άντληση μεγάλης ποσότητας αερίων απ τις δεξαμενές φορτίου ή το μηχανοστάσιο.

η) εκχυτήρες κενού (**vacuum ejectors**) ή εκχυτήρες αέρα, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία κενού με απαγωγή του αέρα που εισέρχεται στο δίκτυο σε εγκαταστάσεις ατμού. Το ρευστό λειτουργίας τους είναι ο ατμός και χρησιμοποιούνται είτε με τη μορφή απλού ενισχυτή κενού (**vacuum augmenter**), είτε σε συνδυασμό με αεραντλία ή σε συνδυασμό με το σύστημα πολυσταδιακών εκχυτήρων κενού. Επίσης, εναλλακτικό το ρευστό λειτουργίας τους μπορεί να είναι το νερό.

Τύποι και χρήση των εκχυτήρων



Τύποι και χρήση των εκχυτήρων

Τα κυριότερα κριτήρια επιλογής του εκχυτήρα που θα εγκατασταθεί σ' ένα σύστημα, ώστε η απόδοσή του να ανταποκρίνεται στα επιθυμητά επίπεδα είναι:

- α)** Το ύψος αναρροφήσεως, που είναι η κατακόρυφη απόσταση από την επιφάνεια του ρευστού έως την είσοδο του εκχυτήρα.
- β)** Το ύψος καταθλίψεως, που είναι η κατακόρυφη απόσταση από τον εκχυτήρα μέχρι το υψηλότερο σημείο ανόδου του ρευστού και
- γ)** η πίεση του ρευστού λειτουργίας του.

Τύποι και χρήση των εκχυτήρων

Τα υλικά, από τα οποία κατασκευάζονται τα διάφορα τμήματα των εκχυτήρων πλοίων είναι ο **χαλκός**, το **κράμα αλουμινίου και χαλκού** και το **ανοξειδωτο ατσάλι**, ώστε να είναι ανθεκτικά στη διάβρωση.

Τα ακροφύσια μπορεί να είναι κατασκευασμένα από διαφορετικό υλικό απ' ό,τι το σώμα και αυτό εξαρτάται από το ρευστό λειτουργίας τους και τις καταπονήσεις που δέχονται απ' τη μεγάλη ταχύτητα του ρευστού που τα διαρρέει.

Οι εκχυτήρες αέρα και οι εφαρμογές τους

Οι εκχυτήρες αέρα χρησιμοποιούνται για να αφαιρέσουν τον αέρα από τα ψυγεία των εγκαταστάσεων ατμού (**Vacuum Condenser**) και, δημιουργώντας υψηλό κενό, να αυξήσουν την απόδοση του συστήματος.

Το ρευστό για τη λειτουργία τους είναι ο ατμός.

Η απόδοσή τους, καθώς και η διατήρηση του κενού εξαρτάται από:

- α)** Την πίεση παροχής του ατμού και τη διατήρησή της σε σταθερό επίπεδο κατά τη λειτουργία τους.
- β)** Την αντίσταση στην κατάθλιψη (αντίθλιψη) απ' την πίεση που επικρατεί στον χώρο εξαγωγής του εκχυτήρα.
- γ)** Τη στεγανότητα του συστήματος στην πλευρά της αναρροφήσεως.

Οι εκχυτήρες αέρα και οι εφαρμογές τους

Οι μεταβολές των παραπάνω έχουν ως αποτέλεσμα και ανάλογες μεταβολές στην απόδοση του εκχυτήρα και στην τιμή του κενού που επιτυγχάνεται.

Για την απομάκρυνση του αέρα και των διαλυμένων αερίων απ' τον συμπυκνωτή χρησιμοποιούνται οι εκχυτήρες ατμού (**steam-jet ejectors**). Σ' αυτούς τους εκχυτήρες ατμός υψηλής πίεσεως διέρχεται από το ακροφύσιο, με αποτέλεσμα να αυξηθεί η ταχύτητά του. Ένα ποσοστό της κινητικής ενέργειας που μεταφέρεται με την εκτόξευση του ατμού, μεταδίδεται στον αέρα που παρασύρεται και περνάει μαζί με τον ατμό λειτουργίας του εκχυτήρα μέσα απ' τον συγκλινοντα/αποκλινοντα διαχυτήρα και εκτονώνεται.

Οι εκχυτήρες αέρα και οι εφαρμογές τους

Όταν χρησιμοποιούνται δύο ή τρεις εκχυτήρες σε σειρά, ο πρώτος αναρροφά από το ψυγείο, ενώ το μείγμα ατμού και αέρα από την κατάθλιψη του αποτελεί την αναρρόφηση για το επόμενο στάδιο. Αντίστοιχα, η κατάθλιψη του δεύτερου σταδίου αποτελεί την αναρρόφηση του τρίτου όταν χρησιμοποιούνται τρεις εκχυτήρες. Η ψύξη του μείγματος στην εξαγωγή κάθε σταδίου εκχυτήρα πραγματοποιείται με νερό που μπορεί να είναι θάλασσα από το δίκτυο ψύξεως του πλοίου ή το ίδιο το συμπύκνωμα του ψυγείου. Η ψύξη του μείγματος εξαγωγής με το συμπύκνωμα του κύριου ψυγείου αποτελεί την ασφαλέστερη μέθοδο, αποτρέποντας την ανάμειξη με άλατα του τροφοδοτικού νερού σε περίπτωση διαρροής του δικτύου.

Το συμπύκνωμα στη συνέχεια οδηγείται στο δίκτυο συμπυκνώματος, ενώ ο αέρας απομακρύνεται και καταθλίβεται στην ατμόσφαιρα μέσω εξαεριστικού που βρίσκεται στην επάνω πλευρά του ψυγείου συμπυκνώματος.

Οι εκχυτήρες αέρα και οι εφαρμογές τους

Οι διάφοροι τρόποι διατάξεως των εκχυτήρων αέρα βασίζονται στη ίδια αρχή λειτουργίας. Αυτοί είναι:

- α)** Ο δισταδιακός εκχυτήρας με ένα τελικό ψυγείο.
- β)** Ο δισταδιακός εκχυτήρας με ενδιάμεσο και τελικό στάδιο ψύξεως.
- γ)** Ο πολυσταδιακός εκχυτήρας.

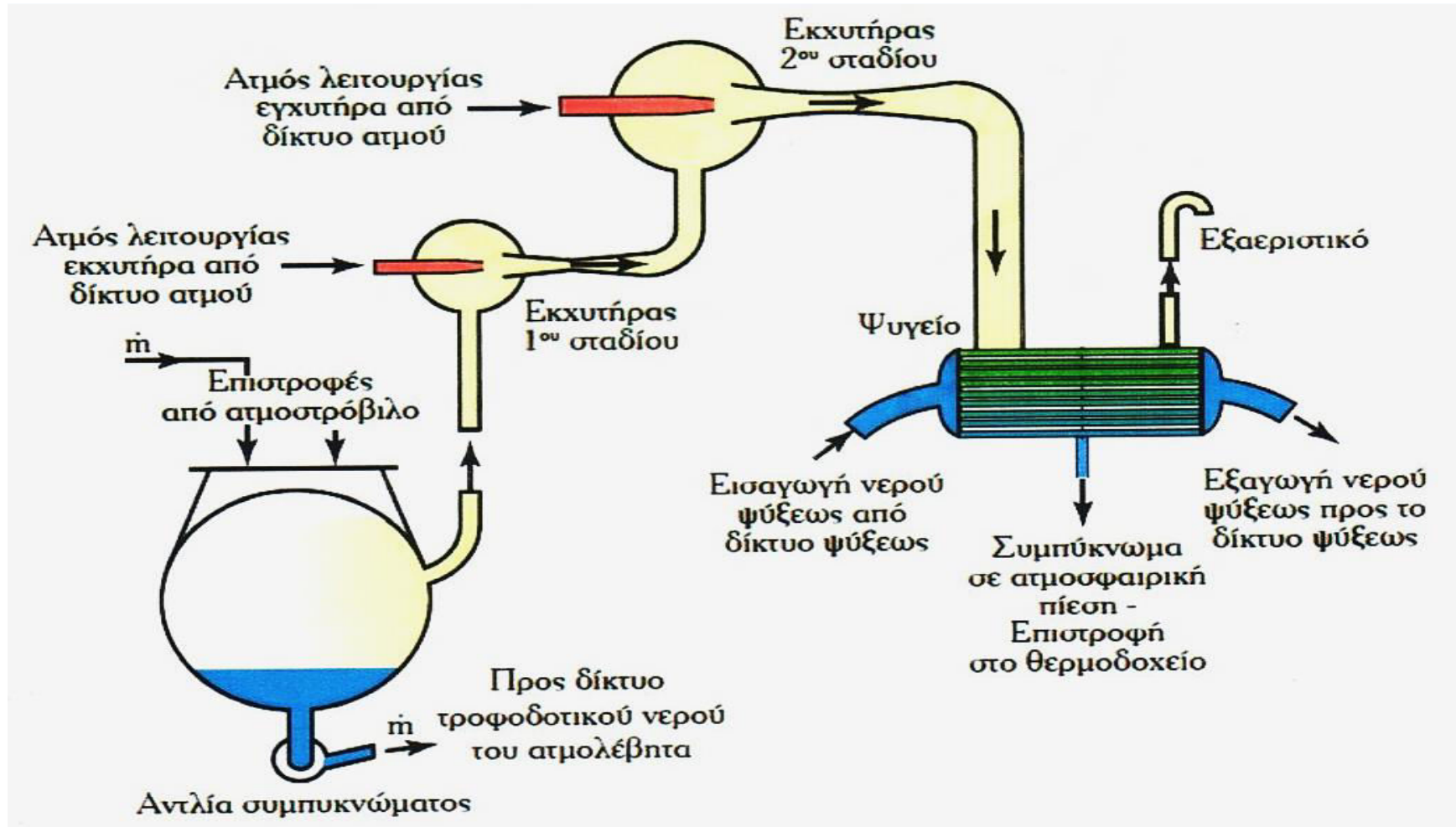
Οι εκχυτήρες αέρα και οι εφαρμογές τους

α) Ο δισταδιακός εκχυτήρας με ένα τελικό ψυγείο

Η αναρρόφηση του αέρα και των μη συμπυκνωμένων ατμών του εκχυτήρα 1ου σταδίου γίνεται από το κύριο ψυγείο. Η εξαγωγή του μείγματος αποτελεί την αναρρόφηση στον εκχυτήρα 2ου σταδίου, ενώ η τελική ψύξη γίνεται από το ψυγείο εκχυτήρων, απ' όπου το συμπύκνωμα και ο αέρας μέσω του εξαεριστικού απομακρύνονται υπό ατμοσφαιρική πίεση.

Οι εκχυτήρες αέρα και οι εφαρμογές τους

α) Ο δισταδιακός εκχυτήρας με ένα τελικό ψυγείο



Οι εκχυτήρες αέρα και οι εφαρμογές τους

β) Ο δισταδιακός εκχυτήρας με ενδιάμεσο και τελικό στάδιο ψύξεως

Η αρχή λειτουργίας των εκχυτήρων αυτού του τύπου είναι όμοια με εκείνη των εκχυτήρων με ένα τελικό ψυγείο. Η διαφορά σε αυτούς είναι ότι το μείγμα πριν την αναρρόφηση του επόμενου σταδίου ψύχεται από ενδιάμεσο ψυγείο. Το συμπύκνωμα που συλλέγεται στο 1ο στάδιο επιστρέφει στο κύριο ψυγείο συμπυκνώματος, ενώ απ' το τελικό ψυγείο απομακρύνονται συμπύκνωμα και αέρας υπό ατμοσφαιρική πίεση. Μετά το ψυγείο του 2ο σταδίου είναι πιθανό να εγκατασταθεί άλλο ένα μικρό ψυγείο συμπυκνώματος, όπου οδηγούνται οι ατμοί από τους λαβυρίνθους (σύστημα στεγανοποιήσεως των ατμοστροβίλων με μεταλλικούς δακτυλίους) των στροβίλων για να συμπυκνωθούν και να επιστρέψουν στο δίκτυο του τροφοδοτικού νερού.

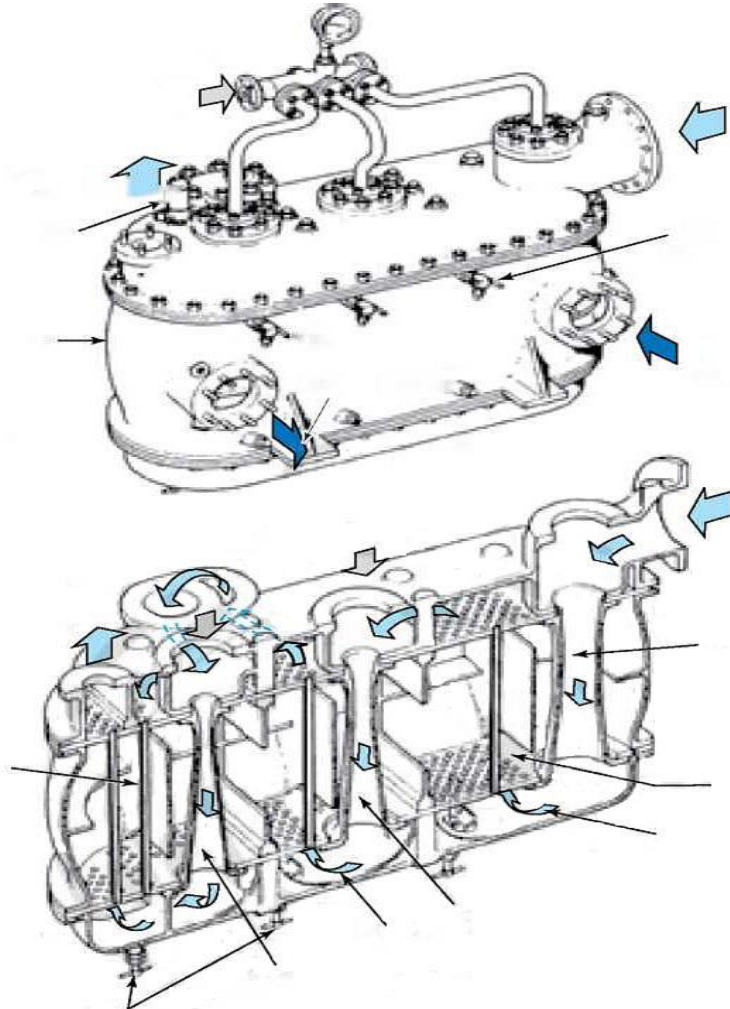
Οι εκχυτήρες αέρα και οι εφαρμογές τους

γ) Ο πολυσταδιακός εκχυτήρας

ο οποίος αποτελείται από κέλυφος κατασκευασμένο από χυτοχάλυβα, όπου περιέχονται οι τρεις εκχυτήρες. Ο ατμός λειτουργίας παρέχεται στον εκχυτήρα κάθε σταδίου από ιδιαίτερο σωλήνα. Η αναρρόφηση του αέρα και των μη συμπυκνωμένων ατμών απ το ψυγείο συμπυκνώματος πραγματοποιείται με τον εκχυτήρα του 1ου σταδίου και στη συνέχεια το μείγμα διέρχεται από συμπυκνωτή παρασυρόμενο απ' τον ατμό που τροφοδοτεί τον δεύτερο εκχυτήρα. Το ίδιο συμβαίνει και στην επόμενη φάση. Ο αέρας εξέρχεται απ το τελικό στάδιο, ενώ το συμπύκνωμα από κάθε στάδιο συλλέγεται για να επιστρέψει στο κυρίως ψυγείο συμπυκνώματος και μέσω της αντλίας συμπυκνώματος στο θερμοδοχείο.

Οι εκχυτήρες αέρα και οι εφαρμογές τους

γ) Ο πολυσταδιακός εκχυτήρας



Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα εκχυτήρων

Όπως ήδη έχει αναφερθεί, οι εκχυτήρες αποτελούν ένα είδος στατικής αντλίας, της οποίας η λειτουργία βασίζεται στην εκμετάλλευση της πύεσεως ενός ρευστού για την άντληση ενός άλλου, χωρίς να χρησιμοποιούνται κινούμενα εξαρτήματα.

Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα εκχυτήρων

Οι εκχυτήρες παρουσιάζουν τα ακόλουθα **πλεονεκτήματα** έναντι των υπολοίπων δυναμικών και θετικής εκτοπίσεως αντλιών (εμβολοφόρες, περιστροφικές, φυγοκεντρικές):

- α)** Είναι συμπαγείς κατασκευές με μεγάλη διάρκεια ζωής.
- β)** Δεν αποτελούνται από κινούμενα εξαρτήματα, επομένως δεν παρουσιάζουν μεγάλη φθορά.
- γ)** Δεν απαιτείται συχνή συντήρησή τους.
- δ)** Είναι απλοί στην κατασκευή.
- ε)** Είναι εύκολη η τοποθέτηση και η λειτουργία τους.
- στ)** Έχουν χαμηλό αρχικό κόστος.
- ζ)** Είναι δυνατόν να κατασκευάζονται από οποιοδήποτε είδος μετάλλου.
- η)** Είναι ανθεκτικοί σε διαβρωτικά ρευστά.
- θ)** Έχουν απλή εκκίνηση και κράτηση.

Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα εκχυτήρων

Με βάση αυτά τα πλεονεκτήματα οι εκχυτήρες έχουν μεγάλο εύρος εφαρμογών, όπως στα κύττη των πλοίων όπου η λειτουργία και η προσέγγιση για τη συντήρηση μιας αντλίας είναι δύσκολη. Προσφέρουν ασφάλεια στην άντληση και στην κυκλοφορία ευφλέκτων υγρών εξαλείφοντας τους κινδύνους εκρήξεων. Επίσης, οι εκχυτήρες που χρησιμοποιούνται στο δίκτυο δημιουργίας κενού και κυκλοφορίας νερού των λεβήτων δεν προκαλούν μεγάλες μεταβολές στη θερμοκρασία του νερού.

Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα εκχυτήρων

Τα μειονεκτήματά τους είναι τα εξής:

- α) Μικρή απόδοση και μεγάλη κατανάλωση όταν απαιτείται ατμός για τη λειτουργία τους.
- β) Διακυμάνσεις στην απόδοση σε απότομες μεταβολές της πίεσεως και της θερμοκρασίας των ρευστών.
- γ) Είναι αναπόφευκτη η ανάμειξη των ρευστών.

Ανωμαλίες

Πιθανές ανωμαλίες κατά τη λειτουργία των εκχυτήρων προκαλούνται από:

- α)** Τη φθορά του ακροφυαίου (**nozzle**) ή του διαχυτήρα, κοινώς χοάνη (**diffuser**), η οποία αντιμετωπίζεται με την αντικατάστασή του, όπου είναι δυνατόν.
- β)** Την πτώση πίεσεως του ρευστού λειτουργίας.
- γ)** Την αναρρόφηση αέρα απ' το περιβάλλον λόγω διαρροής στο δίκτυο αναρροφησεως.
- δ)** Τη φραγή του ακροφυσίου ή της χοάνης από ξένα σώματα, όπου γίνεται αποσυναρμολόγηση και καθαρισμός.
- ε)** Τη λανθασμένη τοποθέτηση.
- στ)** Τη μεγάλη υψομετρική διαφορά της αναρροφήσεως ή της καταθλίψεως.
- ζ)** Τις τριβές των ρευστών στο ακροφύσιο και τη χοάνη, που προκαλούν φθορά στους εκχυτήρες, οπότε απαιτείται η αντικατάστασή τους.

Για την αποδοτική λειτουργία τους, πρέπει να ελέγχεται η πίεση του ρευστού λειτουργίας και η στεγανότητα των συνδέσεων, ώστε να προλαμβάνεται η αναρρόφηση του αέρα απ' το περιβάλλον.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

6

Αεροσυμπιεστές

Air Compressors

Εισαγωγή

Η χρήση αέρα υπο πίεση έχει πολλές εφαρμογές στα πλοία.

Για να επιτευχθεί όμως η επιθυμητή αύξηση στην πίεση χρησιμοποιούνται ειδικά μηχανήματα, οι αεροσυμπιεστές (**air compressors**).

Τα μηχανήματα αυτά αναρροφούν αέρα από το περιβάλλον, τον συμπιέζουν σε πίεση μεγαλύτερη της ατμοσφαιρικής και τον καταθλίβουν κατ' ευθείαν στη μηχανή που τον χρησιμοποιεί ή σε κατάλληλα διαμορφωμένες δεξαμενές αποθηκεύσεως, τα αεροφυλάκια ή αεροφιάλες.

Εισαγωγή

Οι κυριότερες εφαρμογές της χρήσεως του συμπιεσμένου αέρα είναι για την:

- α)** Εκκίνηση των ΜΕΚ.
- β)** Τροφοδότηση αεριοστροβίλων.
- γ)** Υπερπλήρωση δίχρονων και τετράχρονων ΜΕΚ.
- δ)** Πλήρωση και λειτουργία αεροκωδώνων.
- ε)** Λειτουργία αεροθαλάμων συμπλέκτη-αναστροφέα, σε μηχανές μικρών πλοίων.
- στ)** Λειτουργία αεροκινήτων αντλιών,
- ζ)** Παροχή αέρα στα πνευματικά συστήματα,
- η)** Πλήρωση φιαλών λειτουργίας δικτύων, π.χ. ποσίμου και υγιεινής.
- θ)** Τροφοδότηση αέρα λειτουργίας λεβήτων.
- ι)** Λειτουργία πέδης ελικοφόρων αξόνων.
- ία)** Τον αερισμό δικτύων και δεξαμενών υγρού φορτίου δεξαμενοπλοίων (Δ/Ξ).
- ιβ)** Την λειτουργία αεροκινήτων εργαλείων, όπως αεροτρύπανα, αεροκόπιδα κλπ.
- ιγ)** Η γενική χρήση σε καθαρισμούς και αποφράξεις.

Τύποι αεροσυμπιεστών

Οι συμπιεστές λόγω των ποικίλων αναγκών που εξυπηρετούν, έχουν ανάλογο τρόπο λειτουργίας.

Ετσι, σύμφωνα μ' αυτόν ταξινομούνται, είτε ως μηχανές (θετικής) εκτοπίσεως όγκου, που είναι οι παλινδρομικοί και οι περιστροφικοί συμπιεστές είτε ως μηχανές που μεταβάλλουν την κινητική σε δυναμική ενέργεια, που είναι οι φυγοκεντρικοί ή ακτινικής ροής και οι συμπιεστές αξονικής ροής.

Τύποι αεροσυμπιεστών

Ανάλογα με τον τρόπο που συμπιέζουν τον αέρα ταξινομούνται στους εξής τρεις τύπους:

- α)** Στους παλινδρομικούς ή εμβολοφόρους αεροσυμπιεστές (**reciprocating air compressors**).
- β)** Στους περιστροφικούς αεροσυμπιεστές εκτοπίσεως (**rotary compressors**).
- γ)** Στους περιστροφικούς αεροσυμπιεστές ροής.

Τύποι αεροσυμπιεστών

α) Στους παλινδρομικούς ή εμβολοφόρους αεροσυμπιεστές (reciprocating air compressors), στους οποίους ο αέρας εισέρχεται στον κύλινδρο του συμπιεστή με αναρρόφηση, λόγω του κενού που δημιουργείται απ' την κίνηση του εμβόλου και συμπιέζεται όταν το έμβολο κινείται αντίθετα.

Σ' έναν κύκλο λειτουργίας, το έμβολο του αεροσυμπιεστή κάνει δύο διαδρομές, τη διαδρομή αναρροφήσεως και τη διαδρομή συμπίεσεως, με την πίεση του αέρα να αυξάνεται, καθώς μειώνεται ο όγκος από την κίνηση του εμβόλου. Η πίεση που αποκτά ο αέρας κατά τη συμπίεση εξαρτάται από τη σχέση του ολικού όγκου του κυλίνδρου προς τον όγκο του θαλάμου συμπίεσεως, η οποία αποτελεί τον βαθμό συμπίεσεως του κυλίνδρου. Οι εμβολοφόροι αεροσυμπιεστές διακρίνονται σε απλής ενέργειας, όταν η συμπίεση του αέρα πραγματοποιείται με τη χρήση της μίας όψεως του εμβόλου ή σε διπλής ενέργειας όταν χρησιμοποιούνται οι δύο όψεις του εμβόλου.

Τύποι αεροσυμπιεστών

β) Στους περιστροφικούς αεροσυμπιεστές εκτοπίσεως (Rotary Compressors), που είναι συμπιεστές με σταθερή παροχή εκτοπίσεως όγκου αέρα σε υψηλή πίεση (**Positive Displacement**). Η πίεση επιτυγχάνεται με:

- Κατάλληλα διαμορφωμένα περιστροφικά έμβολα που ονομάζονται λοβοί (**Rotary Lobe Compressors**).
- Ολισθαίνοντα περιστρεφόμενα πτερύγια (**Sliding Rotary Vane Compressors**).
- Σπειροειδή (ή κοχλιοειδή) έμβολα (**Rotary Screw Compressors**).
- Περιστροφικά υγρά έμβολα (**Rotary Liquid Piston Compressors**).

Κατά τη λειτουργία των συμπιεστών αυτού του τύπου, τα έμβολα, οι έλικες ή τα πτερύγια, ανάλογα με τον τύπο, περιστρέφονται αναρροφώντας τον αέρα και στη συνέχεια τον συμπιέζουν στην κατάθλιψή τους.

Τύποι αεροσυμπιεστών

γ) Στους περιστροφικούς αεροσυμπιεστές ροής, που οφείλουν το όνομά τους στη διεύθυνση ροής που έχει ο αέρας κατά τη διέλευσή του μέσα στον συμπιεστή. Αυτή δύναται να είναι:

- Ακτινική, οπότε ονομάζονται ακτινικής ροής ή φυγοκεντρικοί αεροσυμπιεστές (**Centrifugal Air Compressors**).
- Αξονική, οπότε ονομάζονται αξονικής ροής ή αξονικοί αεροσυμπιεστές (**Axial Air Compressors**).

Στους περιστροφικούς αεροσυμπιεστές ροής η συμπίεση επιτυγχάνεται με την περιστροφή του ενός ή των περισσοτέρων στροφείων (**rotors**) απ' τα οποία αποτελείται ο συμπιεστής.

Τύποι αεροσυμπιεστών

Συγκριτικά, οι εμβολοφόροι αεροσυμπιεστές παρέχουν την υψηλότερη πίεση, ενώ ακολουθούν οι περιστροφικοί αεροσυμπιεστές εκτοπίσεως και μετά οι περιστροφικοί αεροσυμπιεστές ροής.

Οι τρεις αυτοί τύποι προσδιορίζονται ανάλογα με:

- α)** Τον αριθμό των φάσεων ή των σταδίων ή των βαθμιδών.
- β)** Την πίεση που επιτυγχάνουν.
- γ)** Τον τρόπο κινήσεως και τη μέθοδο η οποία παρέχει την απαιτούμενη ισχύ, ώστε να πραγματοποιήσουν τη συμπίεση.
- δ)** Τη διάταξη του άξονα σε σχέση με τους κυλίνδρους.
- ε)** Την εγκατάσταση τους.
- στ)** Τον τρόπο ψύξεως.

Τύποι αεροσυμπιεστών

α) Τον αριθμό των φάσεων ή των σταδίων ή των βαθμιδών, στις οποίες επιτυγχάνεται η συμπίεση. Έτσι:

- Όταν η συμπίεση πραγματοποιείται σε ένα στάδιο διακρίνονται σε μονοφασικούς ή μονοσταδιακούς ή μονοβάθμιους (**Single-stage Compressors**).
- Όταν η συμπίεση πραγματοποιείται σε δύο ή περισσότερα στάδια διακρίνονται σε πολυφασικούς ή πολυσταδιακούς ή πολυβάθμιους (**Double Or Multi Stage Compressors**).

Τύποι αεροσυμπιεστών

β) Την πίεση που επιτυγχάνουν, οπότε διακρίνονται σε:

- **Αεροσυμπιεστές υψηλής πιέσεως (ΥΠ).**
- **Αεροσυμπιεστές μέσης πιέσεως (ΜΠ).**
- **Αεροσυμπιεστές χαμηλής πιέσεως (ΧΠ).**

Τύποι αεροσυμπιεστών

γ) Τον τρόπο κινήσεως και τη μέθοδο η οποία παρέχει την απαιτούμενη ισχύ, ώστε να πραγματοποιήσουν τη συμπίεση, οπότε διακρίνονται σε:

A. Ανεξάρτητους, οι οποίοι λαμβάνουν την κίνηση άμεσα από τον άξονα του κινητήριου μηχανήματος ή έμμεσα μέσω μειωτήρων ή τροχαλίας και ιμάντα που είναι:

- 1.** Ηλεκτροκίνητοι με ηλεκτρικό κινητήρα.
- 2.** Ντηζελοκίνητοι ή βενζινοκίνητοι με μηχανή πετρελαίου ή βενζίνης.
- 3.** Ατμοκίνητοι με στρόβιλο.

B. Εξαρτημένους από την κύρια μηχανή, οι οποίοι λαμβάνουν την κίνηση μέσω συστήματος καταλλήλων οδοντωτών τροχών.

Τύποι αεροσυμπιεστών

δ) Τη διάταξη του άξονα σε σχέση με τους κυλίνδρους και διακρίνονται σε οριζόντιους, κατακόρυφους, υπό γωνία και με κυλίνδρους σε σειρά ή διάταξη **V** ή διάταξη **W** ή υπερκείμενους με διαφορετικό έμβολο (διάκριση η οποία αφορά μόνο στους εμβολοφόρους αεροσυμπιεστές).

Τύποι αεροσυμπιεστών

ε) Την εγκατάσταση τους, οπότε διακρίνονται σε μόνιμους και φορητούς.

Τύποι αεροσυμπιεστών

στ) Τον τρόπο ψύξεως, οπότε διακρίνονται και σε αερόψυκτους, στους οποίους η ψύξη γίνεται με αέρα, υδρόψυκτους, στους οποίους η ψύξη γίνεται με νερό και αεροσυμπιεστές στους οποίους η ψύξη γίνεται με έλαιο.

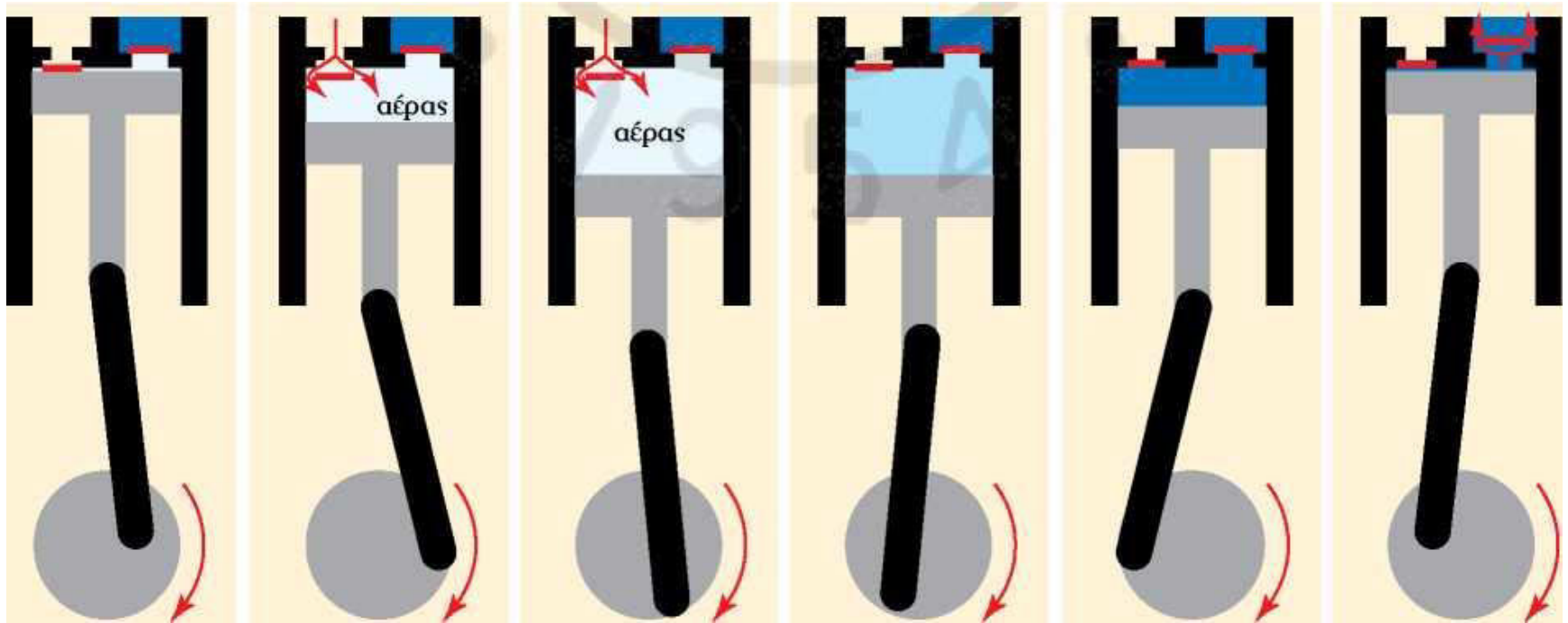
Παλινδρομικοί ή εμβολοφόροι αεροσυμπιεστές

Λειτουργία

Ένας αεροσυμπιεστής αποτελείται από τον κύλινδρο και το πώμα (καπάκι) του κυλίνδρου, στο οποίο είναι τοποθετημένες δύο βαλβίδες, μία για την αναρρόφηση (Α) και μία για την κατάθλιψη (Κ) του αέρα.

Μέσα στον κύλινδρο παλινδρομεί το έμβολο που κινείται από τον στροφαλοφόρο άξονα, ο οποίος συνδέεται με το έμβολο μέσω συστήματος στροφάλου διωστήρα και πείρου. Η στεγανοποίηση μεταξύ εμβόλου και κυλίνδρου για να επιτευχθεί η συμπίεση πραγματοποιείται από ελατήρια που εφαρμόζονται στην περιφέρεια του εμβόλου.

Παλινδρομικοί ή εμβολοφόροι αεροσυμπιεστές



ΑΝΣ

**ΠΡΟΣ ΚΝΣ
ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗ**

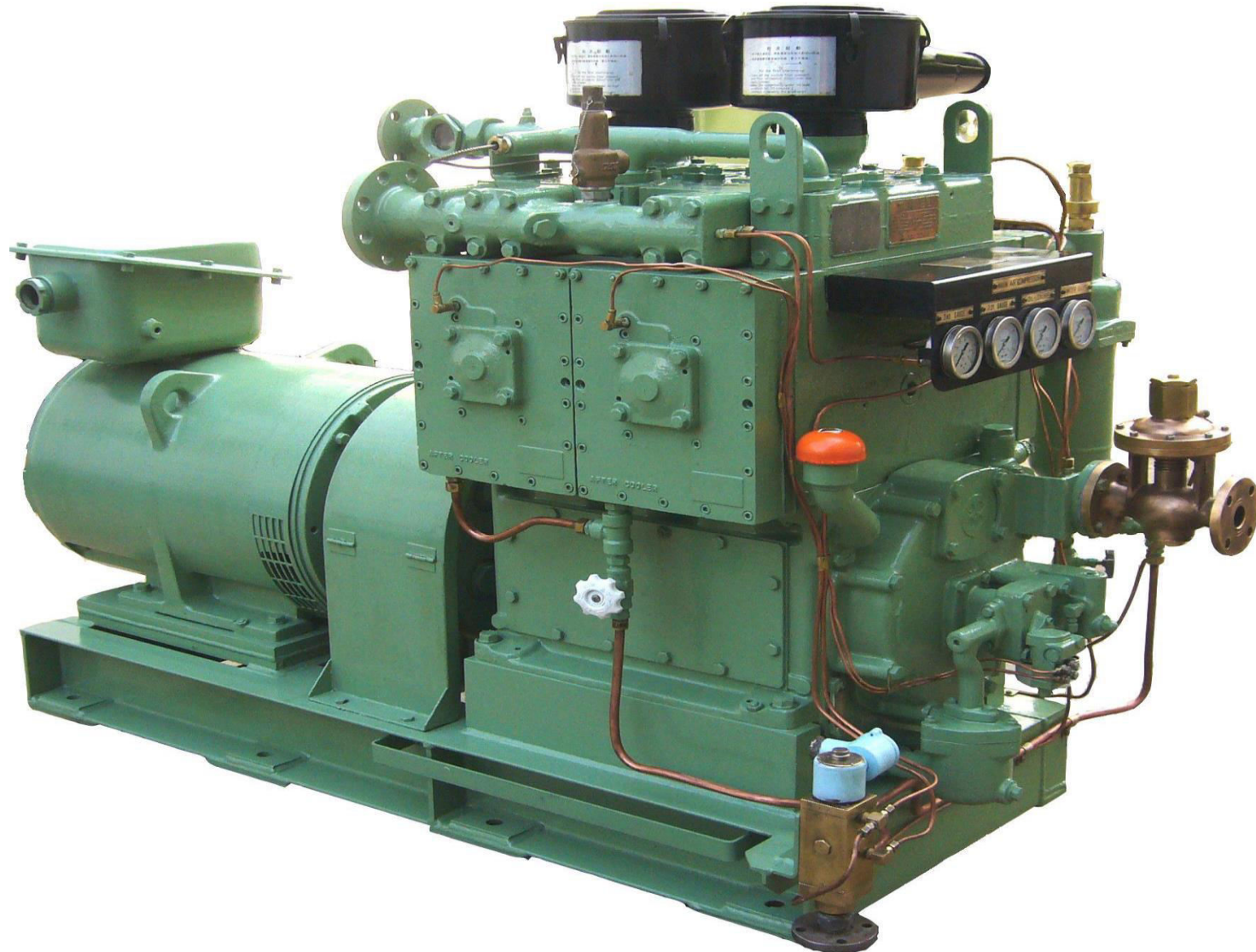
ΚΝΣ

**ΚΝΣ
ΕΚΚΙΝΗΣΗ
ΣΥΜΠΙΕΣΕΩΣ**

**ΠΡΟΣ
ΑΝΣ**

**ΑΝΣ
ΕΞΑΓΩΓΗ
ΣΥΜΠΙΕΣΜΕΝΟ
ΑΕΡΑ**

Παλινδρομικοί ή εμβολοφόροι αεροσυμπιεστές



Παλινδρομικοί ή εμβολοφόροι αεροσυμπιεστές



Παλινδρομικοί ή εμβολοφόροι αεροσυμπιεστές

Λειτουργία

Καθώς το έμβολο παλινδρομεί, κινούμενο από το Άνω Νεκρό Σημείο (ΑΝΣ) προς το Κάτω Νεκρό Σημείο (ΚΝΣ), δημιουργεί κενό μέσα στον κύλινδρο. Λόγω του κενού ανοίγει η βαλβίδα της αναρροφήσεως, με αποτέλεσμα να γεμίζει αέρα. Στη βαλβίδα αναρροφήσεως εφαρμόζεται μικρής εντάσεως ελατήριο, ώστε να παραμένει κλειστή όταν ο συμπιεστής βρίσκεται εκτός λειτουργίας.

Το έμβολο φτάνει στο ΚΝΣ και αρχίζει να κινείται αντίθετα προς το ΑΝΣ. Τότε, ο αέρας που υπάρχει στον κύλινδρο αρχίζει να συμπιέζεται και η πίεση αυξάνεται σταδιακά κλείνοντας τη βαλβίδα αναρροφήσεως. Ο αέρας συμπιέζεται περισσότερο έως το σημείο που η πίεση θα υπερνικήσει τη δύναμη του ελατηρίου, που κρατά κλειστή τη βαλβίδα καταθλίψεως. Η βαλβίδα ανοίγει και ο συμπιεσμένος αέρας καταθλίβεται προς το δίκτυο για την πλήρωση του αεροφυλακίου.

Παλινδρομικοί ή εμβολοφόροι αεροσυμπιεστές

Λειτουργία

Με τη συμπίεση η θερμοκρασία του αέρα αυξάνεται, με αποτέλεσμα τη θέρμανση του συμπιεστή. Έτσι, δημιουργείται η ανάγκη της ψύξεως του κυλίνδρου, η οποία επιτυγχάνεται με την παροχή αέρα ή νερού. Όταν η ψύξη πραγματοποιείται με αέρα, οι συμπιεστές ονομάζονται αερόψυκτοι και ο κύλινδρος είναι κατασκευασμένος με εξωτερικά πτερύγια, ώστε να αυξηθεί η επιφάνεια επαφής με τον αέρα για αποτελεσματικότερη εναλλαγή θερμότητας.

Παλινδρομικοί ή εμβολοφόροι αεροσυμπιεστές

Λειτουργία

Στην προσπάθεια αποτελεσματικής ψύξεώς τους, ο αέρας παρέχεται με την υποβοήθηση ανεμιστήρα. Η πίεση που επιτυγχάνεται σ' αυτούς τους συμπιεστές είναι μικρή, με αποτέλεσμα και η θερμοκρασία του αέρα που συμπιέζεται να παραμένει σε χαμηλά επίπεδα.

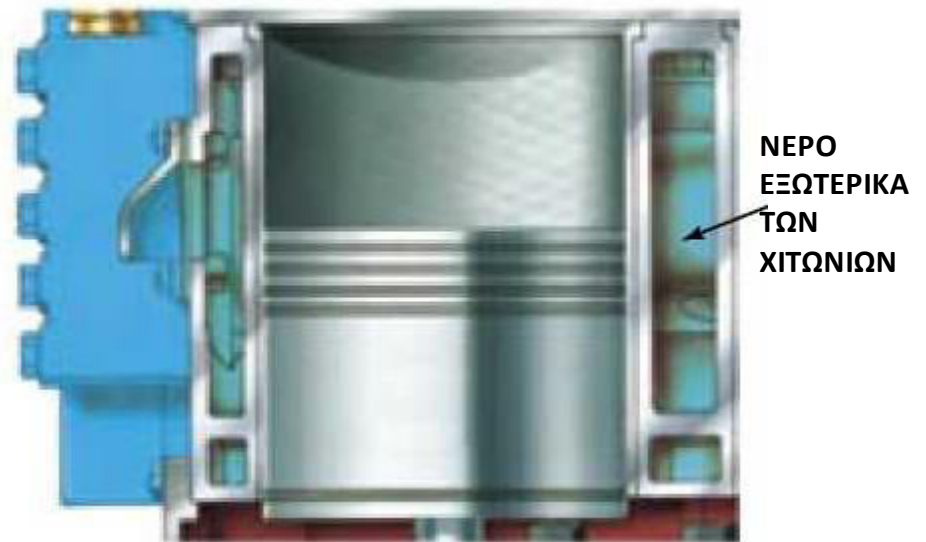
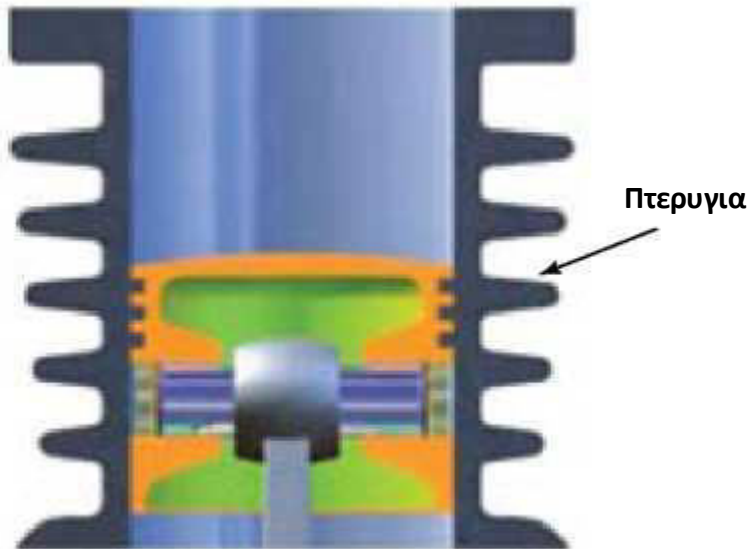
Όσο όμως αυξάνονται οι απαιτήσεις σε πίεση, τόσο αυξάνεται αντίστοιχα και η συμπίεση. Η θερμοκρασία αυξάνεται ανάλογα και ο αέρας δεν επαρκεί να παρέχει την απαιτούμενη ψύξη.

Σ' αυτούς τους συμπιεστές η ψύξη πραγματοποιείται με νερό.

Η κυκλοφορία του νερού γίνεται με αντλία εξωτερικά των κυλίνδρων που είναι κατάλληλα κατασκευασμένοι με περιχιτώνιο θάλαμο, καθώς και μέσα από τα κατάλληλα διαμορφωμένα για την ψύξη πώματα των κυλίνδρων.

Οι αεροσυμπιεστές αυτοί ονομάζονται υδρόψυκτοι.

Παλινδρομικοί ή εμβολοφόροι αεροσυμπιεστές



Μέρη του εμβολοφόρου αεροσυμπιεστή

Τα μέρη του παλινδρομικού-εμβολοφόρου αεροσυμπιεστή είναι τα εξής:

- α)** Το σύστημα συμπίεσεως του αέρα.
- β)** Το σύστημα κινήσεως.
- γ)** Το σύστημα λιπάνσεως.
- δ)** Το σύστημα ψύξεως.
- ε)** Το σύστημα αυτόματης εκκινήσεως-κρατήσεως του αεροσυμπιεστή.
- στ)** Το σύστημα εκφορτώσεως.
- ζ)** Τον αυτόματο μηχανισμό κρατήσεως.

Μέρη του εμβολοφόρου αεροσυμπιεστή

- α)** Το σύστημα συμπίεσεως του αέρα, που αποτελείται από τους κυλίνδρους, το καπάκι, τα έμβολα, τα ελατήρια, τις βαλβίδες αναρροφήσεως και καταθλίψεως.
- β)** Το σύστημα κινήσεως, που αποτελείται από τον στροφαλοφόρο άξονα, τους διωστήρες, μαζί με τους πείρους των εμβόλων, και τον σφόνδυλο για τη μεταφορά της κινήσεως από το κινητήριο μηχάνημα στα έμβολα των κυλίνδρων.
- γ)** Το σύστημα λιπάνσεως, που αποτελείται από την ελαιολεκάνη, την αντλία ελαίου, το ψυγείο και το φίλτρο ελαίου. Με αυτό το σύστημα λιπαίνονται οι τριβείς εδράνων και διωστήρων, οι πείροι των εμβόλων, τα χιτώνια των κυλίνδρων, οι οδοντωτοί τροχοί και οι οδηγοί των βαλβίδων. Σε μεγάλες μονάδες αεροσυμπιεστών χρησιμοποιείται ιδιαίτερη αντλία, η οποία παρέχει έλαιο με πίεση για τη λίπανση.

Μέρη του εμβολοφόρου αεροσυμπιεστή

- δ)** Το σύστημα ψύξεως, που αποτελείται από την αντλία νερού, το ψυγείο και το δίκτυο για την ψύξη των κυλίνδρων, των πωμάτων, του αέρα και του ελαίου λιπάνσεων.
- ε)** Το σύστημα αυτόματης εκκινήσεως-κρατήσεως του αεροσυμπιεστή ή σύστημα σταθερής πίεσεως του αέρα καταθλίψεως, που ρυθμίζει τη διάρκεια λειτουργίας του, ώστε η πίεση στον αεροθάλαμο να διατηρείται στα επιθυμητά επίπεδα.
- στ)** Το σύστημα εκφορτώσεως, που συνεργάζεται με το προηγούμενο σύστημα. Σκοπός του είναι, ελαττώνοντας το φορτίο του κινητήριου μηχανήματος, να το προφυλάσσει από την απότομη αύξηση πίεσεως του αέρα κατά την εκκίνηση του **αεροσυμπιεστή**.
- ζ)** Τον αυτόματο μηχανισμό κρατήσεως, ο οποίος ελέγχει τη θερμοκρασία του νερού ψύξεως και διακόπτει τη λειτουργία του αεροσυμπιεστή όταν αυτή περάσει το όριο ασφαλείας προστατεύοντάς τον από σοβαρές βλάβες.

Χαρακτηριστικά στοιχεία εμβολοφόρων αεροσυμπιεστών

Τα στοιχεία που χαρακτηρίζουν έναν παλινδρομικό-εμβολοφόρο αεροσυμπιεστή είναι:

- α)** Το εκτόπισμα.
- β)** Ο λόγος συμπίεσεως.
- γ)** Η παροχή του.
- δ)** Ο ογκομετρικός βαθμός αποδόσεων.
- ε)** Ο συνολικός βαθμός αποδόσεως.
- στ)** Η ιπποδύναμη του αεροσυμπιεστή.

Χαρακτηριστικά στοιχεία εμβολοφόρων αεροσυμπιεστών

Τα στοιχεία που χαρακτηρίζουν έναν παλινδρομικό-εμβολοφόρο αεροσυμπιεστή είναι:

- α)** Το **εκτόπισμα (displacement)**, δηλαδή ο όγκος που δημιουργείται από το έμβολο κατά τη διαδρομή αναρροφήσεως από το ΑΝΣ προς το ΚΝΣ.
- β)** Ο **λόγος συμπίεσεως**, δηλαδή η σχέση της απόλυτης πίεσεως καταθλίψεως προς την απόλυτη πίεση αναρροφήσεως.
- γ)** Η **παροχή** του, η οποία διακρίνεται σε θεωρητική και πραγματική:
 - Η **θεωρητική** βρίσκεται απ' το εκτόπισμα αν το πολλαπλασιάσουμε με τον αριθμό των στροφών ανά λεπτό και το αποτέλεσμα είναι σε m^3/min ή ft^3/min .
 - Η **πραγματική** παροχή είναι η ποσότητα του αέρα που πραγματικά συμπιέζεται και είναι πάντοτε μικρότερη της θεωρητικής σε m^3/min ή ft^3/min .

Χαρακτηριστικά στοιχεία εμβολοφόρων αεροσυμπιεστών

δ) Ο ογκομετρικός βαθμός αποδόσεων, που χρησιμοποιείται για να περιγράψει πόσο αποδοτικά αναρροφά ο αεροσυμπιεστής τον ατμοσφαιρικό αέρα. Ο ογκομετρικός βαθμός αποδόσεως είναι θεωρητικός και πραγματικός.

- Ο **θεωρητικός ογκομετρικός βαθμός αποδόσεως** που είναι ο λόγος του ατμοσφαιρικού αέρα που εισέρχεται στον κύλινδρο προς τον όγκο διαδρομής του εμβόλου.
- Ο **πραγματικός ογκομετρικός βαθμός αποδόσεως** είναι διαφορετικός. Αυτό οφείλεται:
 1. Στην πίεση περιβάλλοντος που πραγματοποιείται η αναρρόφηση του αέρα, η οποία πρέπει να είναι μεγαλύτερη της πίεσεως στο εσωτερικό του αεροσυμπιεστή.
 2. Στην ροή του αέρα που πρέπει να υπερνικήσει τις τριβές που δημιουργούνται γύρω από τις βαλβίδες.
 3. Στην αύξηση της θερμοκρασίας των τοιχωμάτων του κυλίνδρου από τη λειτουργία του αεροσυμπιεστή.

Χαρακτηριστικά στοιχεία εμβολοφόρων αεροσυμπιεστών

ε) Ο συνολικός βαθμός αποδόσεως, που είναι το γινόμενο του βαθμού συμπίεσεως και του μηχανικού βαθμού αποδόσεως.

στ) Η ιπποδύναμη του αεροσυμπιεστή, η οποία διακρίνεται σε:

- Ενδεικτική ιπποδύναμη (N_i), στην οποία δεν έχουν περιληφθεί οι μηχανικές απώλειες.
- Σε ιπποδύναμη κινήσεως (N_k), στην οποία περιλαμβάνονται οι απώλειες ισχύος, που οφείλονται στις τριβές των κινουμένων μηχανικών μερών. Αυτή είναι η ισχύς που παρέχεται στον άξονα του αεροσυμπιεστή από το κινητήριο μηχάνημα.

Εξαιτίας της διαφοράς των απωλειών $N_k > N_i$ ενώ από την N_k και τον συνολικό βαθμό αποδόσεως του κινητήρα υπολογίζεται η ισχύς του αεροσυμπιεστή.

Παλινδρομικοί-εμβολοφόροι αεροσυμπιεστές πλοίων, μονοβάθμιοι-πολυβάθμιοι

Η συμπίεση του αέρα μπορεί να επιτευχθεί σε μία ή περισσότερες βαθμίδες ή φάσεις, κάτι που εξαρτάται από τις απαιτήσεις πίεσεως. Όσο βέβαια αυξάνεται η πίεση, ανάλογα αυξάνεται και η θερμοκρασία που αναπτύσσεται. Όταν η πίεση του αέρα είναι μικρή, η συμπίεση μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο μία φορά, σ' έναν κύλινδρο, ο οποίος ψύχεται με νερό ή αέρα. Σ' αυτήν την περίπτωση οι αεροσυμπιεστές ονομάζονται μονοβάθμιοι ή μονοφασικοί.

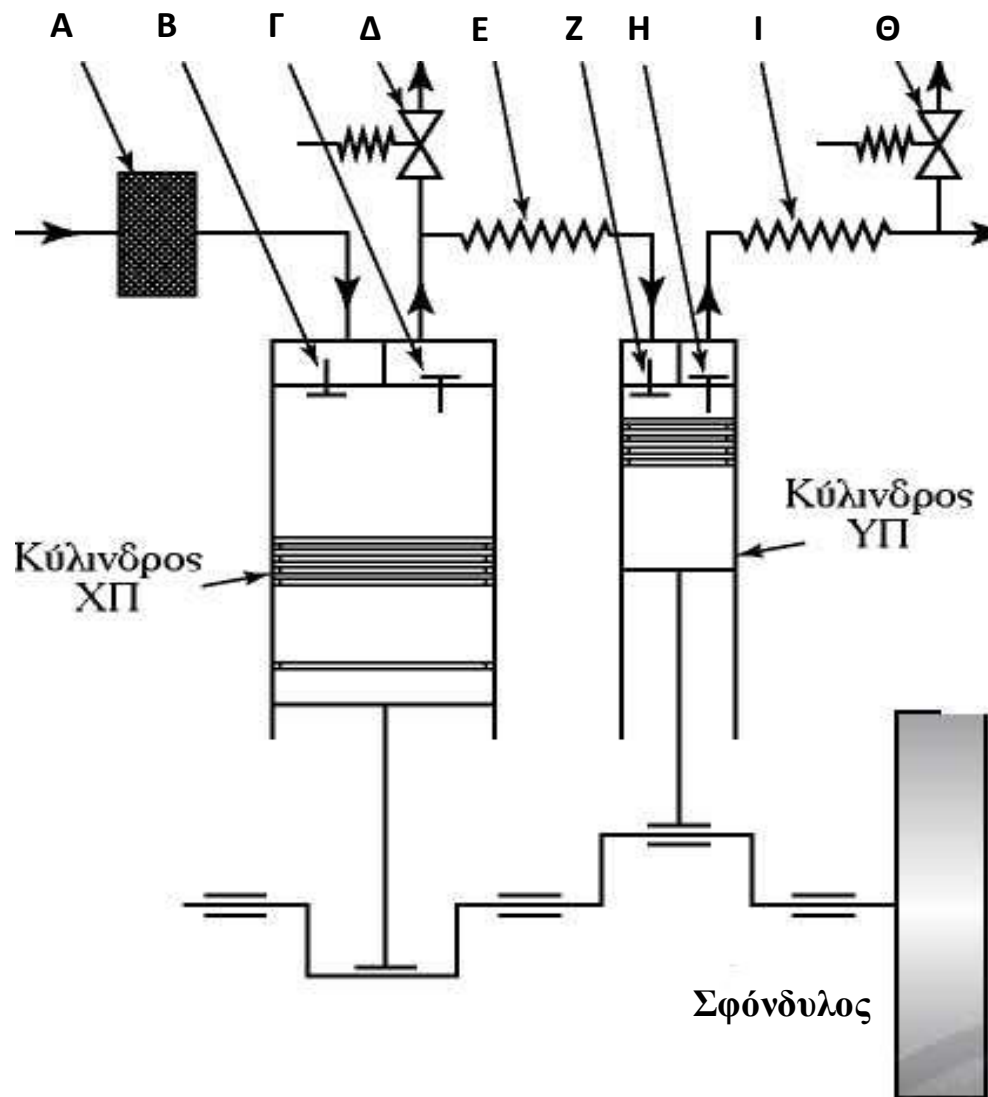
Για μεγαλύτερες πιέσεις, η συμπίεση δεν είναι δυνατόν να επιτευχθεί σε μία βαθμίδα, διότι η διαδρομή του εμβόλου και το μέγεθος του συμπιεστή θα έπρεπε να είναι μεγάλα, όπως και η αναπτυσσόμενη θερμοκρασία κατά τη συμπίεση. Έτσι, οι μεγάλες πιέσεις επιτυγχάνονται σε πολυβάθμιους συμπιεστές.

Παλινδρομικοί-εμβολοφόροι αεροσυμπιεστές πλοίων, μονοβάθμιοι-πολυβάθμιοι

Η συμπίεση πραγματοποιείται πρώτα μέσα σ έναν κύλινδρο με μεγάλη διάμετρο και ο αέρας οδηγείται σε ψυγείο όπου ψύχεται. Ο συμπιεσμένος αέρας εισέρχεται σε δεύτερο κύλινδρο με μικρότερη διάμετρο, η πίεσή του ανεβαίνει περισσότερο και στη συνέχεια ψύχεται σε δεύτερο ψυγείο.

Η μείωση στη διάμετρο του εμβόλου και κατ' επέκταση του όγκου του κυλίνδρου πραγματοποιείται λόγω της αύξησής της πίεσεως του αέρα (αρα μείωση στον όγκο του) με τον ίδιο ρυθμό παροχής της μάζας του. Εφόσον η παροχή της μάζας (ή η ποσότητα του αέρα) που διέρχεται από κάθε στάδιο είναι η ίδια, καθώς αυξάνεται η πίεση στη μάζα του αέρα, ο όγκος που καταλαμβάνεται μειώνεται. Έτσι μειώνοντας τον όγκο του κυλίνδρου σε κάθε στάδιο επιτυγχάνεται η σταδιακή αύξηση της πίεσεως του αέρα.

Η ίδια διαδικασία μπορεί να επαναληφθεί σε τρίτο κύλινδρο με ακόμη μικρότερη διάμετρο και ψύξη σε τρίτο ψυγείο κ.ο.κ.. Συνήθως, οι αεροσυμπιεστές έχουν μέχρι τέσσερις βαθμίδες, ενώ περισσότερες χρησιμοποιούνται για πολύ υψηλές πιέσεις σε ειδικές συνθήκες.



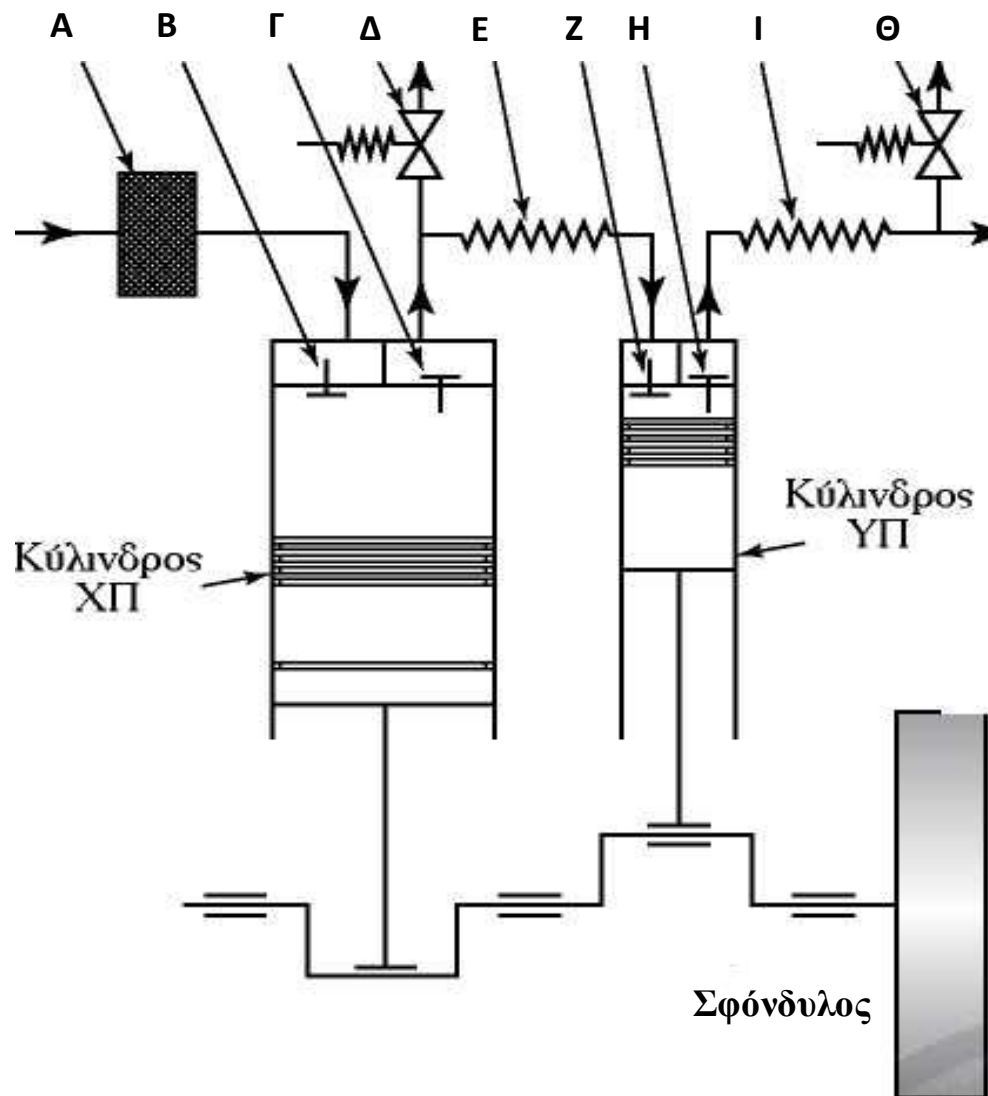
Παλινδρομικοί-εμβολοφόροι αεροσυμπιεστές πλοίων, μονοβάθμιοι-πολυβάθμιοι

Ένας τύπος διβάθμιου αεροσυμπιεστή παρουσιάζεται στο σχήμα. Αποτελείται από τον κύλινδρο χαμηλής πίεσης με το έμβολο μεγάλης διαμέτρου, που αποτελεί την πρώτη βαθμίδα συμπίεσης. Δίπλα βρίσκεται ο κύλινδρος με τη μικρότερη διάμετρο, που είναι η δεύτερη βαθμίδα συμπίεσης ή κύλινδρος υψηλής πίεσης.

Η κυκλοφορία του αέρα στον αεροσυμπιεστή παριστάνεται διαγραμματικά στο σχήμα. Ο αέρας εισέρχεται από το **φίλτρο (Α)** μέσω της **βαλβίδας αναρροφήσεως (Β)** στον κύλινδρο χαμηλής πίεσης, όπου συμπιέζεται και εξέρχεται απ' τη **βαλβίδα καταθλίψεως (Γ)**. Στη διαδρομή από τη βαλβίδα καταθλίψεως έως τη βαλβίδα αναρροφήσεως της επόμενης φάσεως ο αέρας ψύχεται στο **ψυγείο χαμηλής πίεσης (Ε)** (*Intercooler*), ενώ η διαδρομή αυτή γίνεται μέσα στο κατάλληλα διαμορφωμένο καπάκι του κυλίνδρου.

Ο υπό πίεση αέρας εισέρχεται μέσω της **βαλβίδας αναρροφήσεως (Ζ)** στον δεύτερο κύλινδρο της βαθμίδας υψηλής πίεσης, όπου συμπιέζεται και εξέρχεται απ' τη **βαλβίδα καταθλίψεως (Η)** στο **ψυγείο υψηλής πίεσης (Ι)**.

Έπειτα από κάθε στάδιο συμπίεσης υπάρχουν τα **ασφαλιστικά (Δ)** και **(Θ)** ρυθμισμένα έτσι, ώστε να επιτρέπουν την εκτόνωση του αέρα. Με αυτόν τρόπο, προστατεύεται ο συμπιεστής από βλάβες όταν η πίεση υπερβεί τα όρια πίεσης, σύμφωνα με τα οποία είναι κατασκευασμένο να λειτουργεί το σύστημα.



Παλινδρομικοί-εμβολοφόροι αεροσυμπιεστές πλοίων, μονοβάθμιοι-πολυβάθμιοι

Στο έμβολο τοποθετούνται τα ελατήρια συμπίεσεως και σε κάθε βαθμίδα από ένα ελατήριο ελαίου. Για τη λίπανση του χρησιμοποιείται εξαρτημένη αντλία συνήθως γραναζωτού τύπου, όπως επίσης και μια αντλία για την κυκλοφορία του νερού ψύξεως. Στον στρόφαλο εφαρμόζεται σφόνδυλος με επαρκή μάζα για την ομαλή, χωρίς κραδασμούς, περιστροφή του μηχανήματος.

Ανάλογα με τον κατασκευαστή, οι εμβολοφόροι συμπιεστές διαφέρουν στη διάταξη των εμβόλων και των κυλίνδρων. Στο προηγούμενο σχήμα, η κατάθλιψη του αέρα της 1ης βαθμίδας ΧΠ, που αποτελεί τον κύλινδρο με τη μεγάλη διάμετρο, γίνεται στον κύλινδρο της 2ης βαθμίδας ΥΠ, που αποτελεί τον κύλινδρο με τη μικρή διάμετρο. Επίσης, η συμπίεση μπορεί να πραγματοποιείται από ένα έμβολο με διαφορετικές διαμέτρους (διαφορικού τύπου), όπου εξυπηρετούνται δύο και τέσσερις βαθμίδες συμπίεσεως.

Σε κάθε βαθμίδα συμπίεσεως επιτυγχάνεται πίεση καταθλίψεως 3-5 φορές μεγαλύτερη από την πίεση αναρροφήσεως, ενώ η διάταξή τους εκτός από κατακόρυφου τύπου μπορεί να είναι οριζόντια ή σε διάταξη V ή W.

Τμήματα μονοβάθμιου-πολυβάθμιου παλινδρομικού - εμβολοφόρου αεροσυμπιεστή

Ένας παλινδρομικός-εμβολοφόρος αεροσυμπιεστής αποτελείται από το πώμα ή καπάκι, το σώμα των κυλίνδρων, την ελαιολεκάνη, τις βαλβίδες, τα εμβόλων, τους πείρους, τους τριβείς και τον σφόνδυλο.

Τμήματα μονοβάθμιου-πολυβάθμιου παλινδρομικού - εμβολοφόρου αεροσυμπιεστή

- α)** Το **πώμα** ή **καπάκι (Cover)** είναι τοποθετημένο πάνω από τους κυλίνδρους δημιουργώντας τους χώρους συμπίεσεως του αέρα. Ένας αεροσυμπιεστής ανάλογα με τον τύπο μπορεί να έχει ένα καπάκι σε κάθε κύλινδρο ή ένα ενιαίο. Το καπάκι είναι κατασκευασμένο από χυτοσίδηρο και εσωτερικά σε αυτό υπάρχει χώρος ψύξεως που διαρρέεται από το νερό ψύξεως, ενώ σε κατάλληλα διαμορφωμένες υποδοχές τοποθετούνται οι βαλβίδες αναρροφήσεως και καταθλίψεως. Η στεγανοποίηση των βαλβίδων επιτυγχάνεται με ροδέλες από χαλκό.
- β)** Οι **κύλινδροι (Cylinders)** σε μικρούς αεροσυμπιεστές είναι μέρος του σώματος του μηχανήματος και συνήθως είναι κατασκευασμένοι από χυτοσίδηρο. Σε μεγάλους αεροσυμπιεστές κατασκευάζονται ως ανεξάρτητα τμήματα, που εφαρμόζονται στο σώμα, ώστε να είναι δυνατή η αντικατάσταση μέρους του συμπιεστή λόγω φθοράς ή βλάβης.

Τμήματα μονοβάθμιου-πολυβάθμιου παλινδρομικού - εμβολοφόρου αεροσυμπιεστή

γ) Τα **έμβολα (Pistons)** κατασκευάζονται από κράμα αλουμινίου ή χυτό/όλκιμο σίδηρο και παλινδρομούν μέσα στον κύλινδρο. Συνδέονται με τον στροφαλοφόρο άξονα μέσω πείρου και **διωστήρα (Connecting Rod)**, ο οποίος συνδέεται στο έμβολο με κυλίνδρους από φωσφορούχο χαλκό - ορείχαλκο (**Bush**). Σε ορισμένες κατασκευές οι πείροι αντικαταστάθηκαν με το σφαιρικού σχήματος άκρο του διωστήρα, στο σημείο που ενώνεται στο έμβολο, ώστε αυτό να κινείται με πλήρη ελευθερία και να περιορίζονται οι πλευρικές φθορές.

Τμήματα μονοβάθμιου-πολυβάθμιου παλινδρομικού - εμβολοφόρου αεροσυμπιεστή



Τμήματα μονοβάθμιου-πολυβάθμιου παλινδρομικού - εμβολοφόρου αεροσυμπιεστή

δ) Τα ελατήρια των εμβόλων (Piston Rings) τοποθετούνται περιφερειακά στο επάνω μέρος του εμβόλου προς το μέρος της συμπίεσεως. Τα ελατήρια ελαίου σε μεγάλου μήκους έμβολα τοποθετούνται στο κάτω μέρος των εμβόλων, με σκοπό να απομακρύνουν ή να αποξέουν τυχόν υπερβολική ποσότητα ελαίου απ τα χιτώνια των κυλίνδρων, επαναφέροντάς το στον στροφαλοθάλαμο.

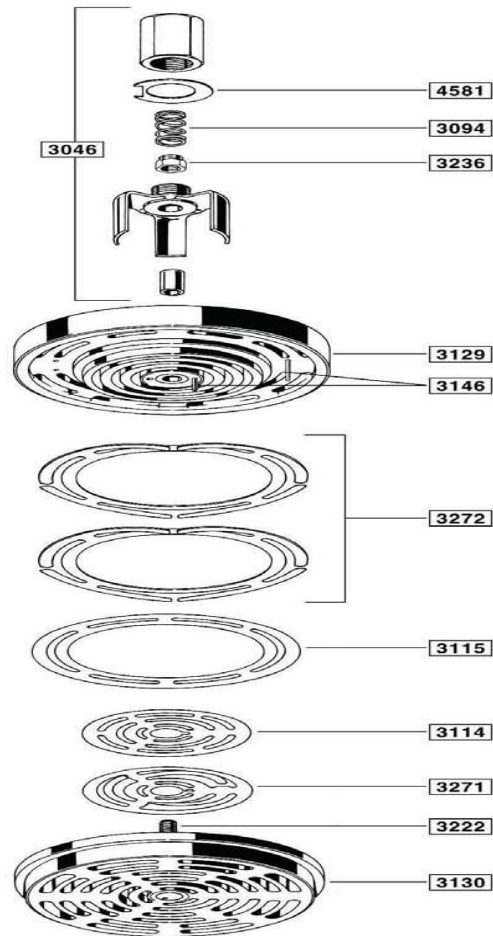
Τμήματα μονοβάθμιου-πολυβάθμιου παλινδρομικού - εμβολοφόρου αεροσυμπιεστή

ε) Οι βαλβίδες αναρροφήσεως και καταθλίψεως (**Suction & Delivery Valves**) χαμηλής και υψηλής πίεσεως αντίστοιχα. Διαφέρουν στο μέγεθος, καθώς οι βαλβίδες ΧΠ είναι μεγαλύτερες απ' τις βαλβίδες ΥΠ, λόγω της διαφοράς στον όγκο του αέρα που περνάει μέσα απ' αυτές. Το άνοιγμα και το κλείσιμο επιτυγχάνεται με τη διαφορά πίεσεως που ασκείται απ' τον συμπιεσμένο αέρα μέσα στον κύλινδρο και την πίεση στην αντίθετη όψη της βαλβίδας. Τοποθετούνται σε εσοχές στο πώμα του κυλίνδρου, όπου συγκρατούνται με βίδες και παξιμάδια.

Αποτελούνται από:

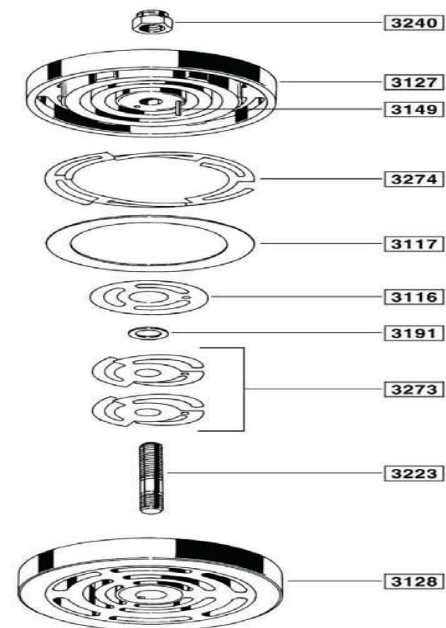
- Το σώμα ή την έδρα της βαλβίδας (**Valve Seat**) (1).
- Τους δίσκους πίεσεως (**Valve Plates**), που εφαρμόζονται στην έδρα της βαλβίδας και ανοιγοκλείνοντας διέρχεται ο αέρας (2).
- Τα ελατήρια (**Springs**) (3).
- Το κάλυμμα της βαλβίδας (**Valve Cover**), που συγκρατεί τα ελατήρια (4).
- Τον οδηγό (**Bolt**) που συγκρατεί τα τμήματα της βαλβίδας (5).
- Τους πείρους (**Guide Pins**) και τους αποστάτες (**Spacing Washers**) (6).

Τμήματα μονοβάθμιου-πολυβάθμιου παλινδρομικού - εμβολοφόρου αεροσυμπιεστή



**Low pressure
suction/delivery valve**

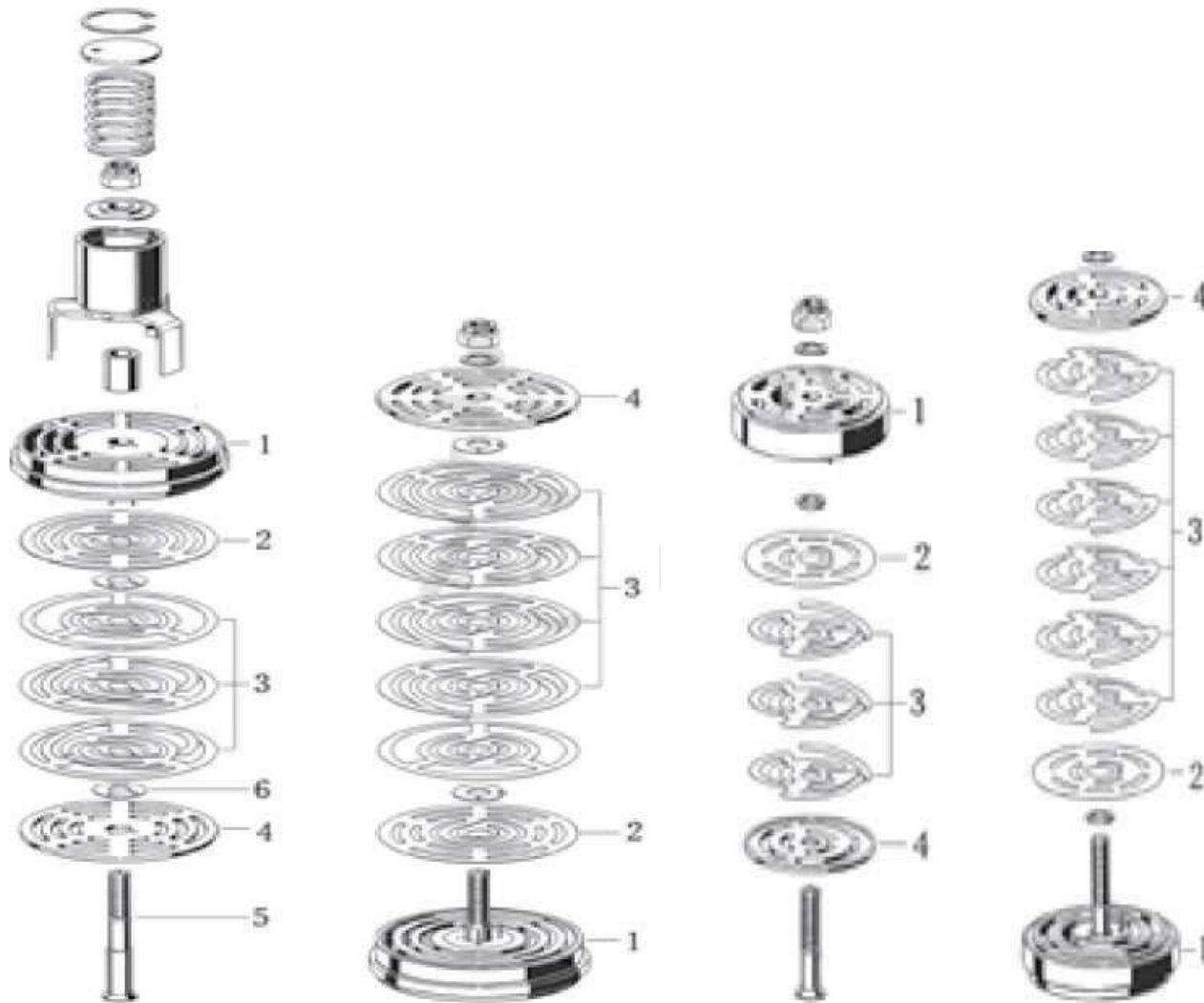
3032



**High pressure
suction/delivery valve**

3033

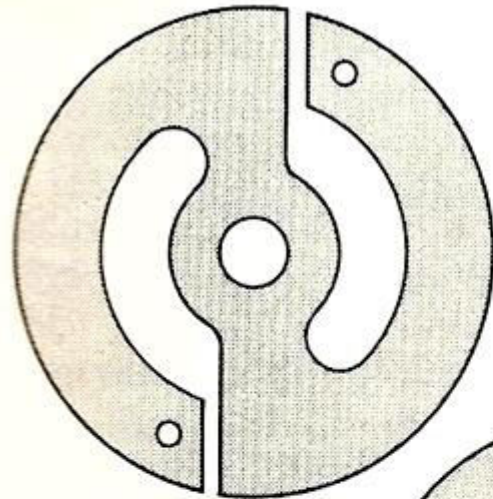
Τμήματα μονοβάθμιου-πολυβάθμιου παλινδρομικού - εμβολοφόρου αεροσυμπιεστή



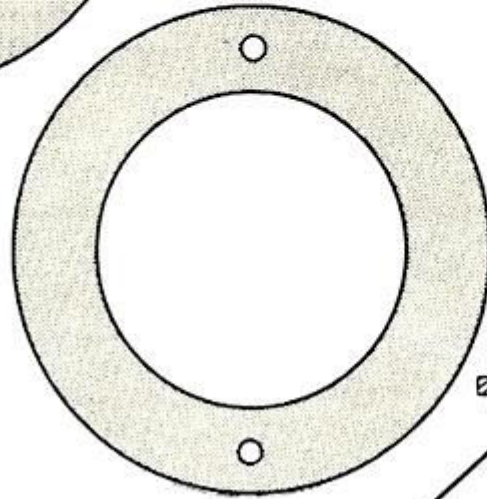
Τμήματα μονοβάθμιου-πολυβάθμιου παλινδρομικού - εμβολοφόρου αεροσυμπιεστή



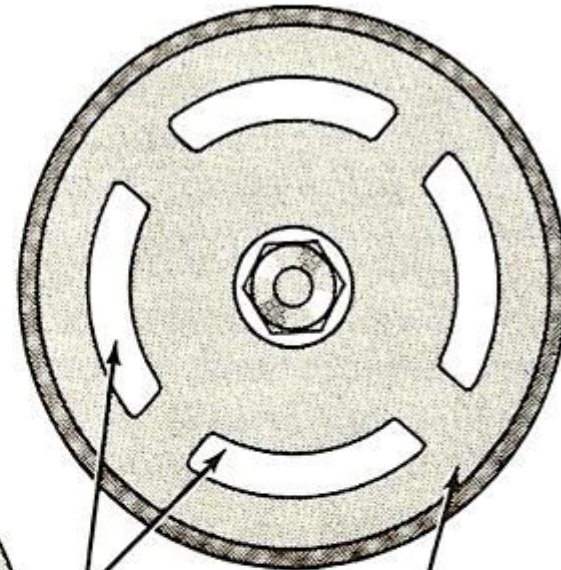
Τμήματα μονοβάθμιου-πολυβάθμιου παλινδρομικού - εμβολοφόρου αεροσυμπιεστή



Οδηγητική πλάκα

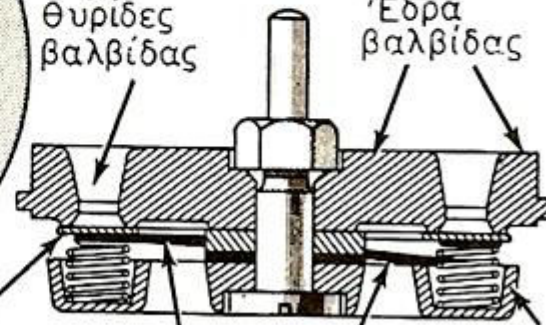


Δισκοειδής επίπεδη βαλβίδα



Έδρα βαλβίδας

Θυρίδες βαλβίδας



Οδηγητική πλάκα

Αναστολέας

Τμήματα μονοβάθμιου-πολυβάθμιου παλινδρομικού - εμβολοφόρου αεροσυμπιεστή

Οι κινούμενοι δίσκοι πίεσεως ή αλλιώς επίπεδη βαλβίδα είναι αδρανείς επιτυγχάνοντας άμεση ανταπόκριση στις μεταβολές πίεσεως, ώστε να ανοίγουν και να κλείνουν εύκολα. Σ' αυτούς εφαρμόζονται τα ελατήρια επαναφοράς, τα οποία σε πολλούς τύπους βαλβίδων είναι επίπεδα, μορφής ταινίας.

Οι βαλβίδες με δίσκους πίεσεως (δισκοειδούς τύπου) συγκριτικά με άλλου τύπου βαλβίδες:

- Κάνουν ελάχιστο θόρυβο λόγω μικρού βάρους και μικρής ανυψώσεως κατά τη διέλευση του αέρα.
- Είναι απλής κατασκευής και επιθεωρούνται εύκολα.
- Αντικαθίστανται γρήγορα και εύκολα.

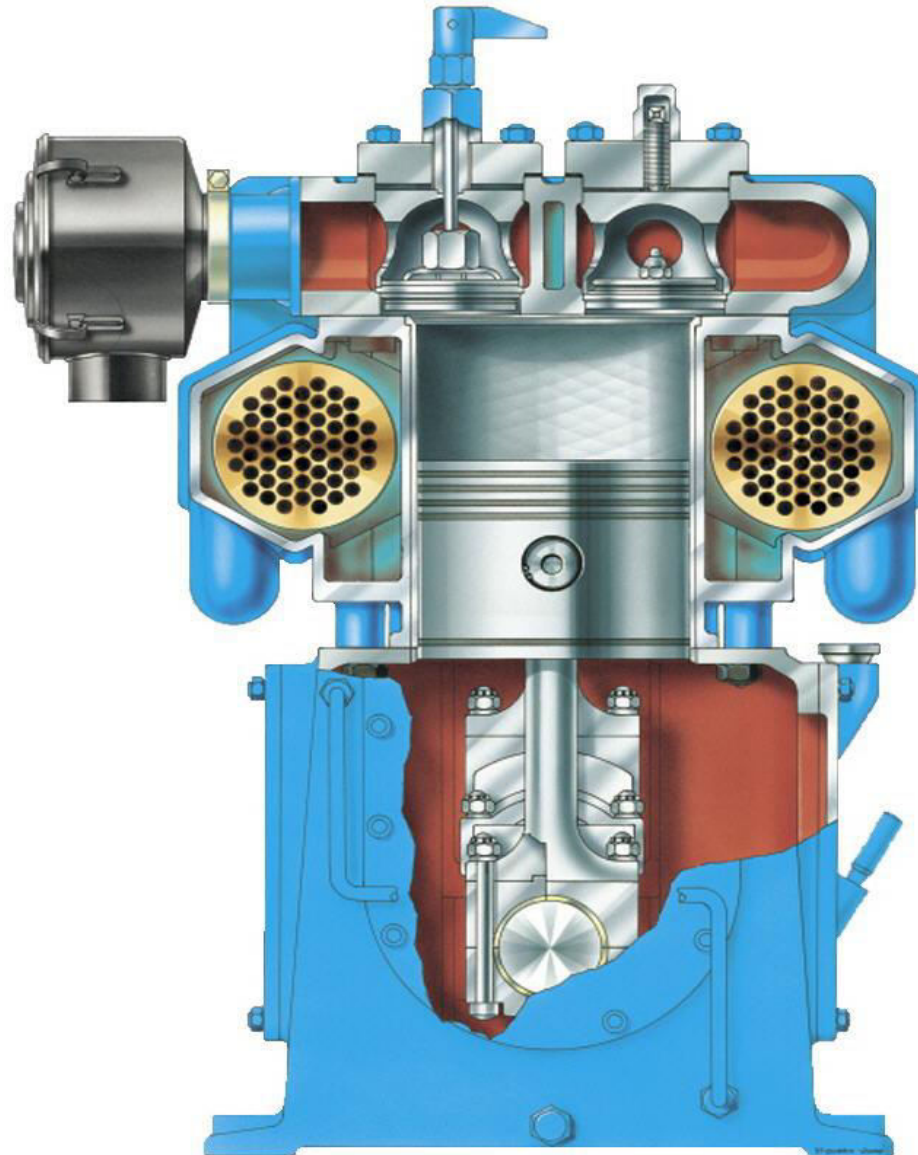
Συνήθως κατασκευάζονται από ανοξείδωτο χάλυβα ή κράμα από χαλκό και νικέλιο.

Τμήματα μονοβάθμιου-πολυβάθμιου παλινδρομικού - εμβολοφόρου αεροσυμπιεστή

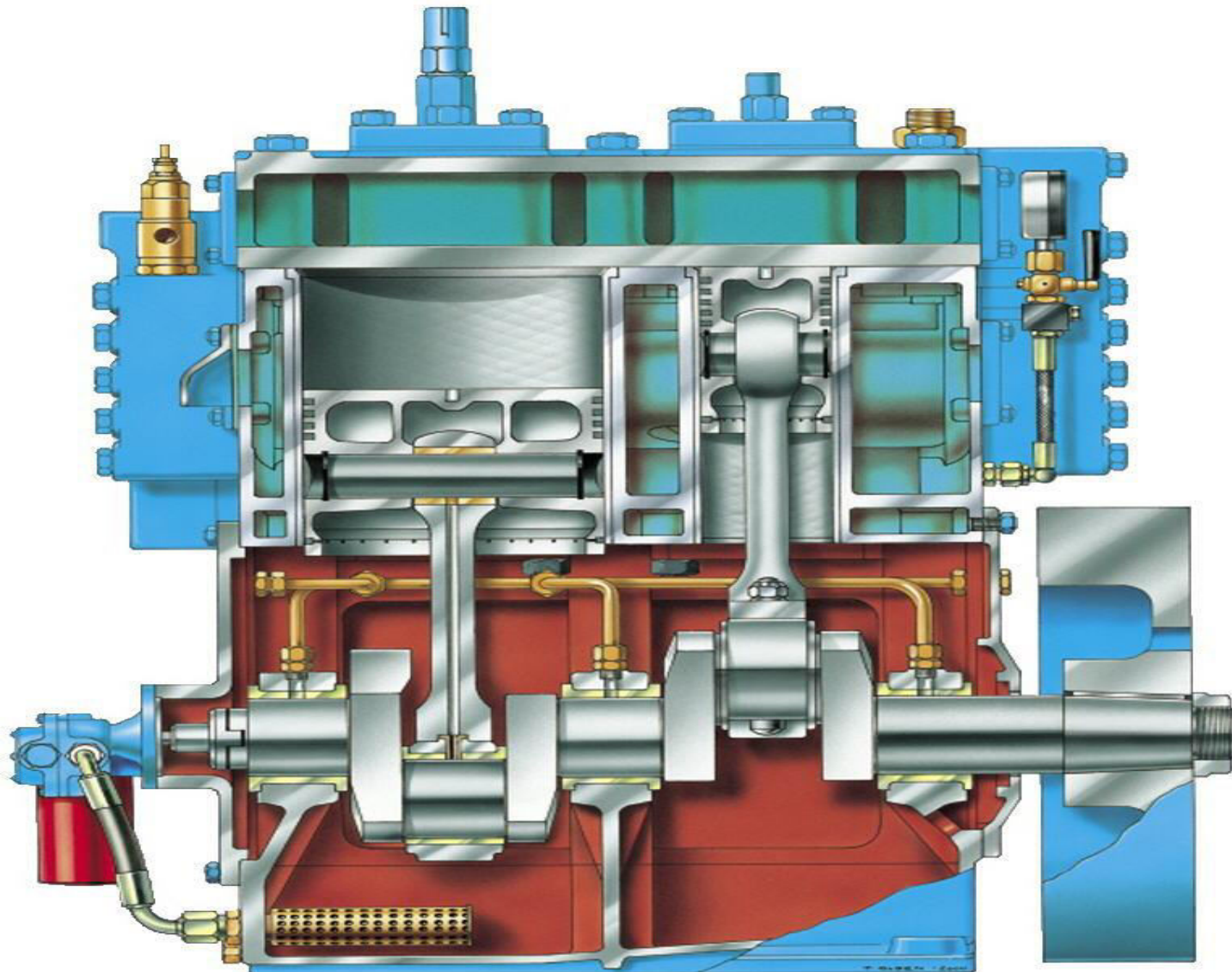
στ) Οι τριβείς του στροφαλοφόρου άξονα (Crankshaft Bearings ή Main Bearings) και οι κύριοι τριβείς.

Προσαρμόζονται στον διωστήρα του εμβόλου και στη βάση του αεροσυμπιεστή αντίστοιχα, ενώ συνήθως αποτελούνται από δύο ημιτριβείς. Εκτός από τους κύριους τριβείς στον στροφαλοφόρο άξονα σε κάθε συμπίεση, τοποθετείται ωστικός τριβέας, υπερνικώντας τις αξονικές δυνάμεις που αναπτύσσονται από το κύριο μηχανήμα ή τον μειωτήρα στροφών, εξασφαλίζοντας την ικανοποιητική λειτουργία στις συνθήκες κλυδωνισμού του σκάφους. Ανάλογα με την κατασκευή του αεροσυμπιεστή, η αξονική τάση ενδέχεται να παραλαμβάνεται από πλευρικές επιφάνειες που αναπτύσσονται ως μέρος των κυρίων τριβέων. Οι τριβείς αυτοί ολισθαίνουν με τους παρακείμενους βραχίονες των στροφάλων, επιτυγχάνοντας την ομαλή λειτουργία του συμπιεστή.

Τμήματα μονοβάθμιου-πολυβάθμιου παλινδρομικού - εμβολοφόρου αεροσυμπιεστή



Τμήματα μονοβάθμιου-πολυβάθμιου παλινδρομικού - εμβολοφόρου αεροσυμπιεστή



Περιστροφικοί αεροσυμπιεστές εκτοπίσεως

Οι περιστροφικοί αεροσυμπιεστές εκτοπίσεως έχουν μικρό μέγεθος, με ικανότητα παραγωγής μεγάλου όγκου αέρα σε υψηλή πίεση.

Η ροή αναρροφήσεως και καταθλίψεως του αέρα είναι συνεχής, χωρίς να παρουσιάζονται κρούσεις κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους, όπως συμβαίνει με τους παλινδρομικούς εμβολοφόρους.

Περιστροφικοί αεροσυμπιεστές εκτοπίσεως

Οι περιστροφικοί αεροσυμπιεστές εκτοπίσεως διακρίνονται στους ακόλουθους:

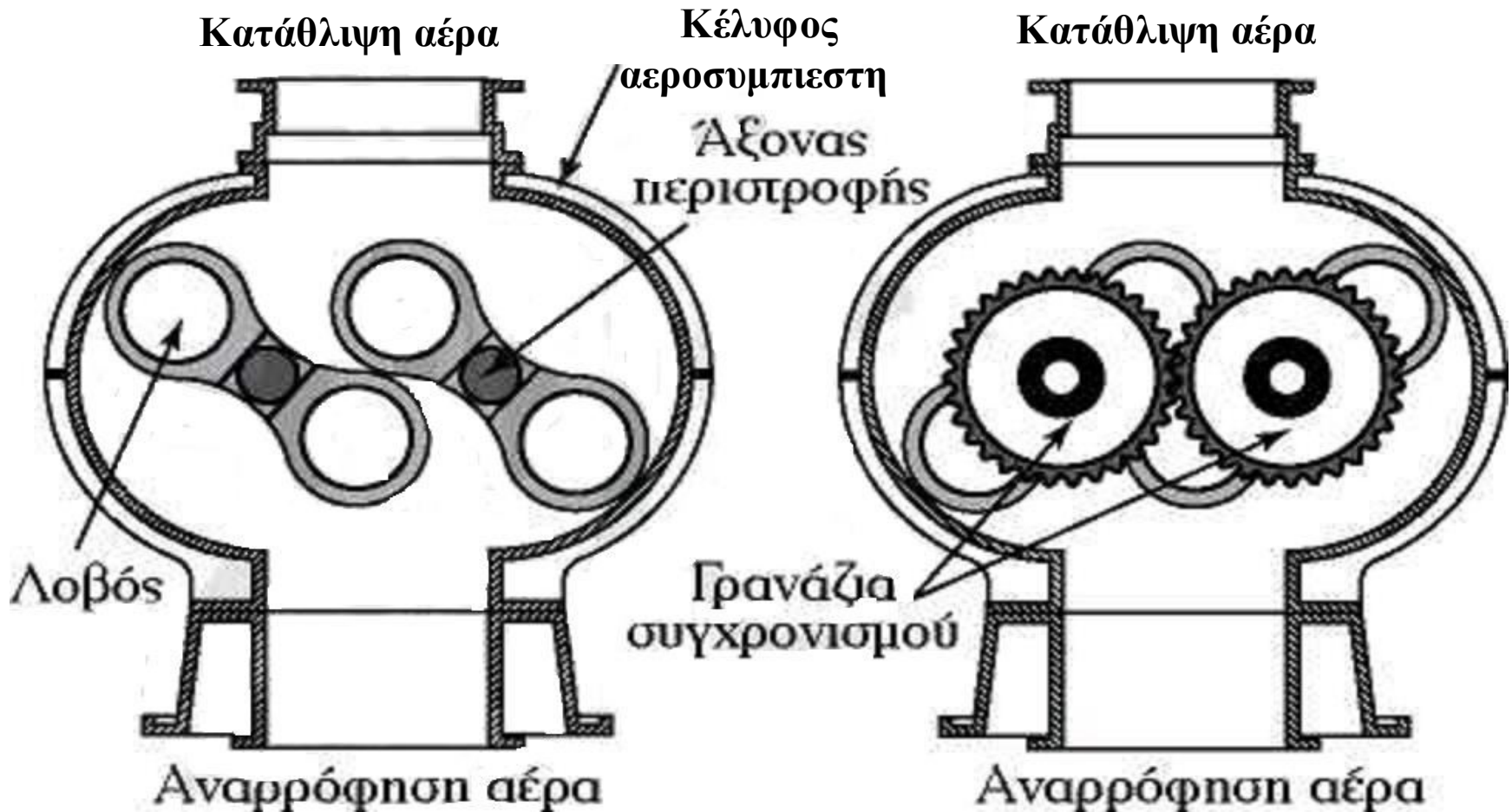
- α) Στον περιστροφικός αεροσυμπιεστή με λοβούς (**Rotary Lobe Air Compressor**).
- β) Στον πτερυγιοφόρο περιστροφικό αεροσυμπιεστή (**Sliding Rotary Vane Air Compressor**).
- γ) Στον κοχλιοειδή αεροσυμπιεστή (**Rotary Screw Air Compressor**).
- δ) Στον περιστροφικό αεροσυμπιεστή υγρών εμβόλων (**Rotary Liquid Ring Air Compressor**).

Περιστροφικοί αεροσυμπιεστές εκτοπίσεως

α) Στον περιστροφικός αεροσυμπιεστή με λοβούς (Rotary Lobe Air Compressor), που αποτελείται από δύο συγχρονισμένα στροφεία, κινούμενα από εξωτερικό κινητήρα μέσα σ ένα κέλυφος. Με την περιστροφή των στροφείων, ο αέρας που εισέρχεται παγιδεύεται μεταξύ των λοβών και του κελύφους, οδηγώντας τον αέρα στην κατάθλιψη. Η παροχή ελαίου για τη λίπανση των λοβών δημιουργεί την απαραίτητη στεγανότητα για τη συμπίεση του αέρα. Η συμπίεση επιτυγχάνεται από την αντίθλιψη του δικτύου κατά την παροχή του αέρα προς την κατάθλιψη.

Περιστροφικοί αεροσυμπιεστές εκτοπίσεως

α) Στον περιστροφικός αεροσυμπιεστή με λοβούς (Rotary Lobe Air Compressor)



Περιστροφικοί αεροσυμπιεστές εκτοπίσεως

β) Στον πτερυγιοφόρο περιστροφικό αεροσυμπιεστή (Sliding Rotary Vane Air Compressor), στον οποίο χρησιμοποιείται μια σειρά από πτερύγια που ολισθαίνουν ελεύθερα μέσα σε ακτινικά αυλάκια πάνω στο στροφείο του συμπιεστή. Το στροφείο περιστρέφεται έκκεντρα μέσα στο κέλυφος, με αποτέλεσμα η φυγόκεντρος δύναμη να ωθεί τα πτερύγια προς την περιφέρεια του κελύφους.

Περιστροφικοί αεροσυμπιεστές εκτοπίσεως

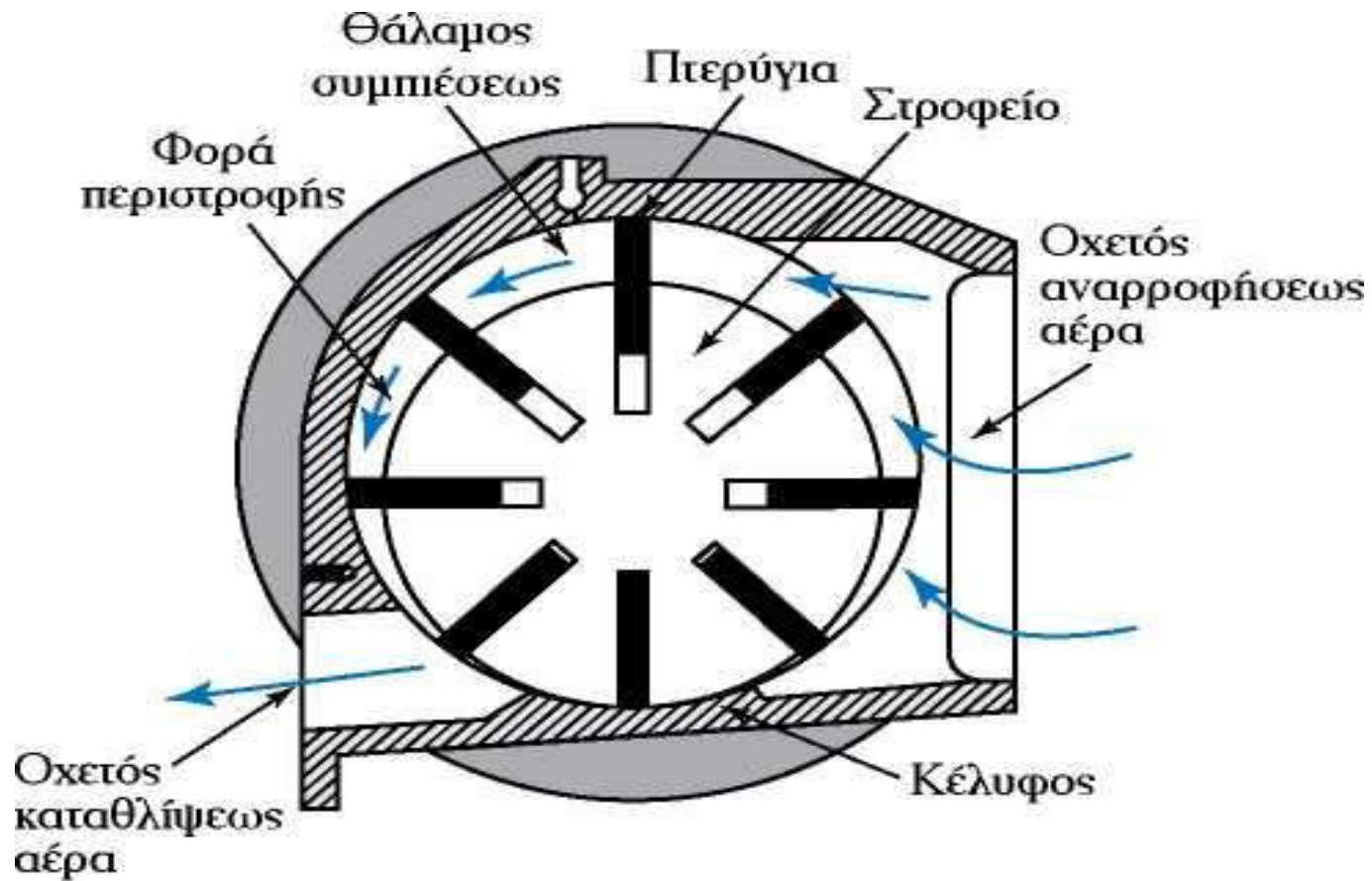
β) Στον πτερυγιοφόρο περιστροφικό αεροσυμπιεστή (Sliding Rotary Vane Air Compressor)

Έτσι, δημιουργούνται θάλαμοι μεταξύ του ρότορα (**Rotor**), δύο οποιωνδήποτε πτερυγίων και του κελύφους, ώστε με την περιστροφή και την παλινδρόμηση των πτερυγίων να αυξομειώνεται ο όγκος των θαλάμων.

Η προοδευτική αύξηση του όγκου με την απομάκρυνση των πτερυγίων απ' το κέντρο περιστροφής δημιουργεί την αναρρόφηση και την εισαγωγή του αέρα στον θάλαμο. Καθώς το στροφείο περιστρέφεται, τα πτερύγια ωθούνται από το κέλυφος, το οποίο συγκλίνει, αναγκάζοντάς τα να επιστρέφουν προς το κέντρο περιστροφής, μειώνοντας τον όγκο του θαλάμου προοδευτικά, με αποτέλεσμα τη συμπίεση του αέρα. Ο αέρας υψηλής πίεσεως καταθλίβεται, καθώς ο θάλαμος διέρχεται με την περιστροφή από τον σχετό καταθλίψεως στο κέλυφος του συμπιεστή.

Περιστροφικοί αεροσυμπιεστές εκτοπίσεως

β) Στον πτερυγοφόρο περιστροφικό αεροσυμπιεστή (Sliding Rotary Vane Air Compressor)



Περιστροφικοί αεροσυμπιεστές εκτοπίσεως

γ) Στον **κοχλιοειδή αεροσυμπιεστή (Rotary Screw Air Compressor)**, ο οποίος αποτελείται από ένα ζευγάρι περιστρεφόμενων στροφείων μέσα στο κέλυφος.

Πάνω στο ένα στροφείο, που ονομάζεται αρσενικό (**Male**), υπάρχουν τέσσερα ελικοειδή σπειρώματα τα οποία απέχουν 90° μεταξύ τους, ενώ στο άλλο υπάρχουν έξι ελικοειδείς αύλακες με απόσταση 60° μεταξύ τους και ονομάζεται θηλυκό (**Female**). Ο λόγος της ταχύτητας περιστροφής των δύο στροφείων είναι αντιστρόφως ανάλογος, έτσι όταν το στροφείο με το σπείρωμα στρέφεται με 1800 rpm, το στροφείο με τους αύλακες περιστρέφεται με 1200 rpm. Συνήθως, η μετάδοση της κινήσεως δίνεται από τον κινητήρα στον κινητήριο άξονα του στροφείου με το σπείρωμα που συμπαρασύρει το στροφείο με τα αυλάκια.

Περιστροφικοί αεροσυμπιεστές εκτοπίσεως

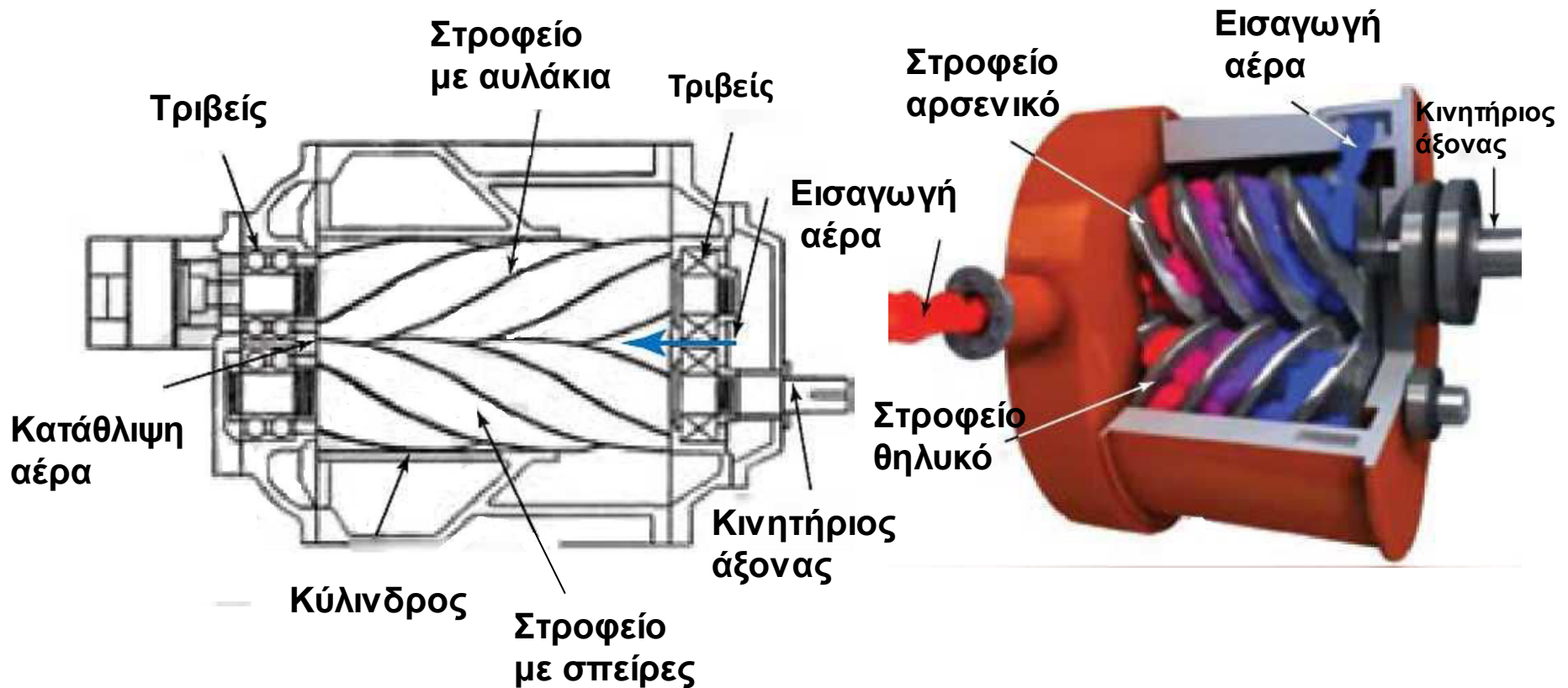
γ) Στον κοχλιοειδή αεροσυμπιεστή (Rotary Screw Air Compressor)

Με την περιστροφή ο αέρας εισέρχεται στον συμπιεστή μεταξύ των στροφείων και ρέει μέσα από τα σπειρώματα, τους αύλακες και το κέλυφος. Η πίεσή του αυξάνεται με τη μείωση του όγκου λόγω της περιστροφής των δύο στροφείων, όπου μεταξύ τους παγιδεύεται ο αέρας και συμπιέζεται. Η εξαγωγή του πραγματοποιείται απ' την κατάθλιψη του συμπιεστή. Μεταξύ των στροφείων μία μικρή ποσότητα ελαίου παρέχει την απαραίτητη στεγανότητα στις ελευθερίες που υπάρχουν μεταξύ των κινουμένων μερών.

Το έλαιο επίσης ψύχει και προστατεύει τα κινούμενα τμήματα του συμπιεστή, ενώ η ψύξη του επιτυγχάνεται με τη διέλευση του αποψυγείο νερού ή αέρα. Η παραγωγική ικανότητα συμπιεσμένου αέρα στους κοχλιοφόρους αεροσυμπιεστές μπορεί να μεταβάλλεται είτε με τη μεταβολή της ταχύτητας περιστροφής του, είτε με τη μεταβολή του όγκου καταθλίψεως (**Variable Compressor Displacement**), η οποία επιτυγχάνεται από μία ολισθαίνουσα βαλβίδα στο κέλυφος του συμπιεστή.

Περιστροφικοί αεροσυμπιεστές εκτοπίσεως

γ) ΣΤΟΝ κοχλιοειδή αεροσυμπιεστή (Rotary Screw Air Compressor)



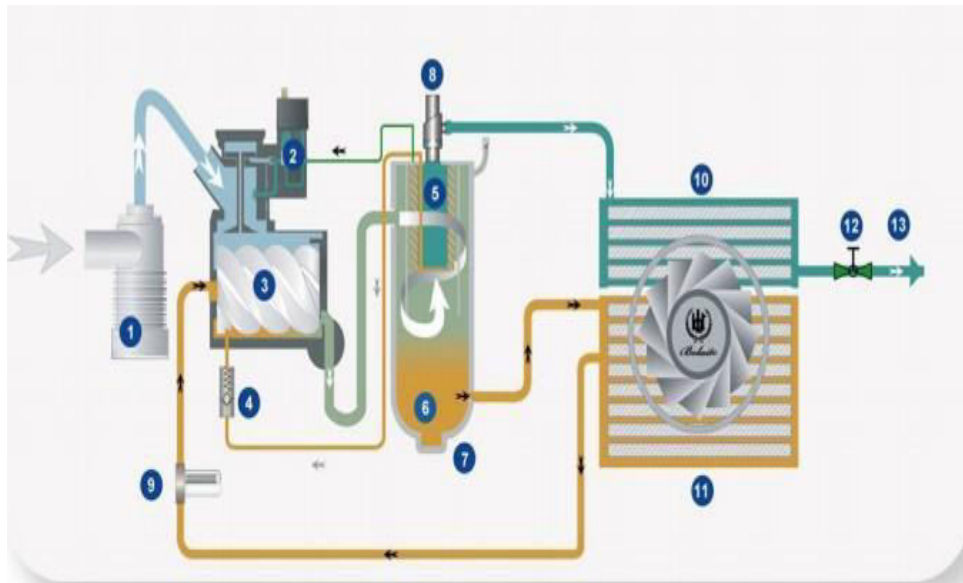
Περιστροφικοί αεροσυμπιεστές εκτοπίσεως

γ) ΣΤΟΝ κοχλιοειδή αεροσυμπιεστή (Rotary Screw Air Compressor)

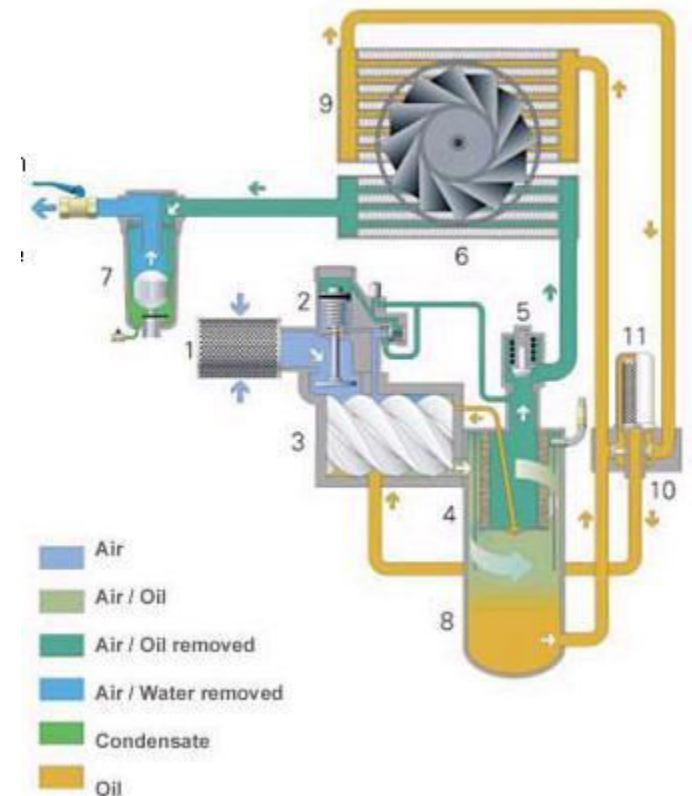


Περιστροφικοί αεροσυμπιεστές εκτοπίσεως

γ) ΣΤΟΝ κοχλιοειδή αεροσυμπιεστή (Rotary Screw Air Compressor)



- | | | | | |
|-----------------------------|-------------------|----------------|--------------------------|------------------|
| 1 air filter | 2 air inlet valve | 3 air end | 4 non-return valve | controlling line |
| 5 oil air separator element | 6 oil | 7 oil-air tank | 8 minimum pressure valve | air inlet pipe |
| 9 oil filter | 10 after cooler | 11 oil cooler | 12 ball valve | oil pipe |
| 13 air outlet | | | | air pipe |
| | | | | oil/air mixture |



Περιστροφικοί αεροσυμπιεστές εκτοπίσεως

δ) Στον περιστροφικό αεροσυμπιεστή υγρών εμβόλων (Rotary Liquid Ring Air Compressor), ο οποίος αποτελείται από κυκλικό πολυπτέρυγο στροφέιο, που περιστρέφεται μέσα σ' ένα ελλειπτικό κέλυφος. Το ελλειπτικό κέλυφος γεμίζει μερικώς με νερό. Καθώς το στροφέιο περιστρέφεται από κινητήρα με μεγάλη ταχύτητα, τα πτερύγια ωθούν το νερό στην περιφέρεια του κελύφους και το νερό ακολουθώντας το περίγραμμα του κελύφους εισέρχεται και εξέρχεται στο διάστημα μεταξύ των πτερυγίων του αεροσυμπιεστή. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργείται περιφερειακά μία σειρά από θαλάμους μεταξύ των πτερυγίων.

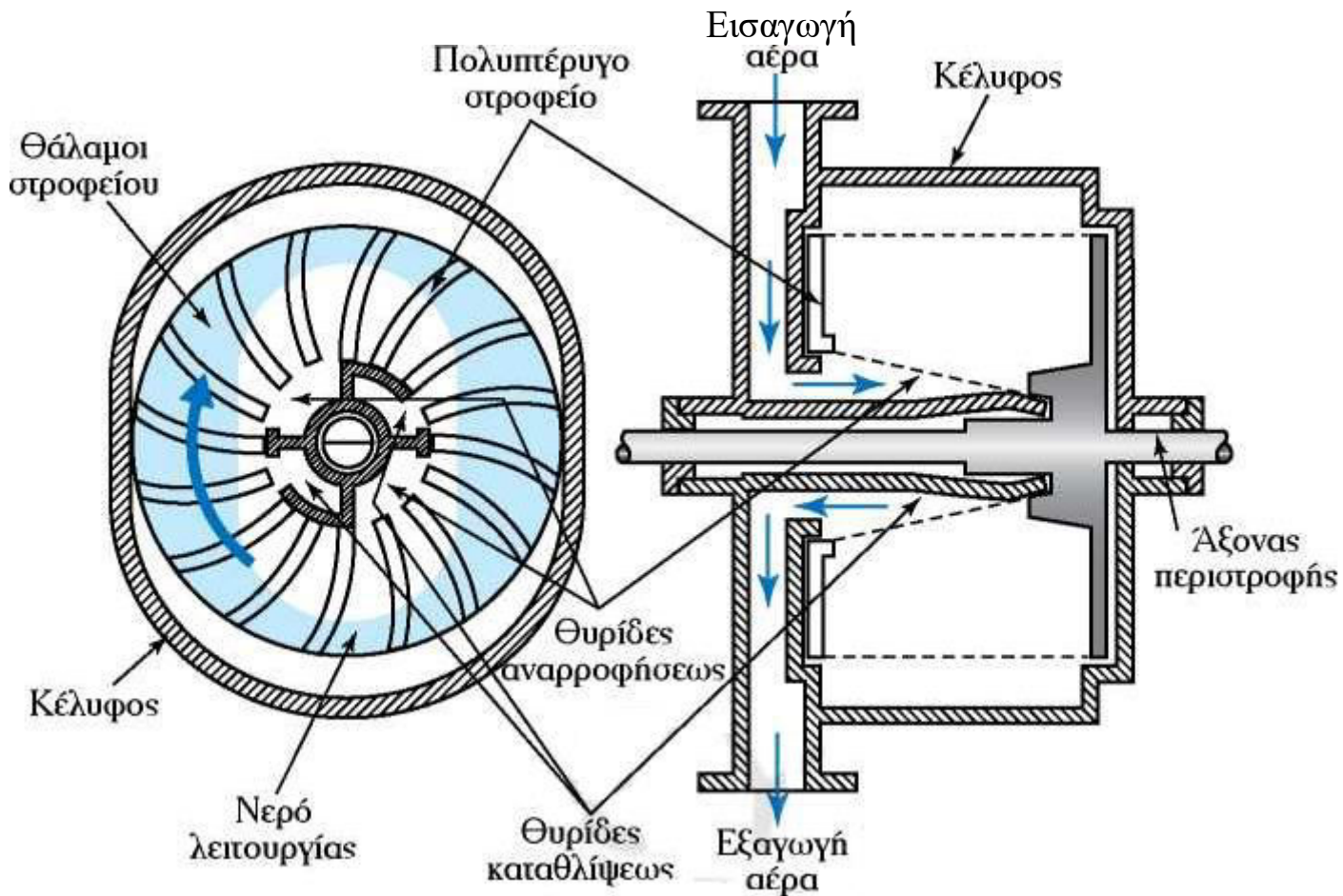
Περιστροφικοί αεροσυμπιεστές εκτοπίσεως

δ) Στον περιστροφικό αεροσυμπιεστή υγρών εμβόλων (Rotary Liquid Ring Air Compressor)

Η εισαγωγή και η εξαγωγή του αέρα πραγματοποιείται κοντά στο κέντρο περιστροφής του στροφείου. Με την περιστροφή, καθώς το νερό εισέρχεται και εξέρχεται μεταξύ των θαλάμων των πτερυγίων, ο όγκος μειώνεται και αυξάνεται αντίστοιχα. Η αύξηση του όγκου δημιουργεί την αναρρόφηση του αέρα. Καθώς το στροφείο εξακολουθεί να περιστρέφεται και το τοίχωμα του κελύφους συγκλίνει, αναγκάζει το υγρό να εισέλθει στον θάλαμο συμπιέζοντας τον παγιδευμένο αέρα. Η μείωση του όγκου πραγματοποιεί την κατάθλιψη του οδηγώντας τον αέρα στις αντίστοιχα τοποθετημένες θυρίδες εξαγωγής, από τις οποίες εξέρχεται από τον συμπιεστή. Οι θυρίδες είναι δύο σε κάθε ημικύκλιο, μία αναρροφήσεως και μία καταθλίψεως. Μια μικρή ποσότητα νερού λειτουργίας που παρασύρεται σαν υγρασία με τον συμπιεσμένο αέρα, αναπληρώνεται σταθερά και στη συνέχεια αφαιρείται από τον συμπιεσμένο αέρα, καθώς διέρχεται από αφυγραντήρα-ξηραντήρα.

Περιστροφικοί αεροσυμπιεστές εκτοπίσεως

δ) Στον περιστροφικό αεροσυμπιεστή υγρών εμβόλων (Rotary Liquid Ring Air Compressor)



Περιστροφικοί αεροσυμπιεστές ροής

Οι περιστροφικοί αεροσυμπιεστές ροής είναι δύο τύπων: **Ακτινικής** και **Αξονικής Ροής**. Η πίεση που επιτυγχάνεται και απ'τους δύο τύπους είναι μικρότερη απ' αυτήν των παλινδρομικών-εμβολοφόρων, ενώ είναι σχεδιασμένοι να παρέχουν μεγαλύτερη ποσότητα συμπιεσμένου αέρα λόγω της συνεχούς ροής του αέρα μέσα απ τον συμπιεστή. Γι'αυτόν τον λόγο χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις των αεριοστροβίλων και σε λέβητες με καύση υπό πίεση, όπου ο όγκος καταναλώσεως πεπιεσμένου αέρα είναι μεγάλος. Και σε αυτού του τύπου αεροσυμπιεστές όπως και στους περιστροφικούς εκτοπίσεως κατά τη λειτουργία τους δεν παρουσιάζονται κρούσεις, όπως συμβαίνει στους εμβολοφόρους, ενώ η ταχύτητα περιστροφής τους είναι μεγαλύτερη απ' των άλλων τύπων.

Περιστροφικοί αεροσυμπιεστές ροής

Στους αεροσυμπιεστές αυτούς η ρύθμιση της παροχής ελέγχεται από επιστόμια στην εισαγωγή του αέρα, ώστε περιορίζοντας τον όγκο στην εισαγωγή να ελέγχεται η δυνατότητα παροχής του. Επίσης, ο αέρας που παρέχεται δεν περιέχει έλαιο, διότι είναι σχεδιασμένοι έτσι, ώστε η λίπανση των τριβών να πραγματοποιείται έξω απ τον χώρο συμπίεσεως και να διαχωρίζεται με δακτυλίους στεγανοποιήσεως.

Περιτροφικοί αεροσυμπιεστές ροής

α) Ο περιστροφικός αεροσυμπιεστής ακτινικής ροής (Centrifugal Air Compressor)

Στον αεροσυμπιεστή αυτόν η αύξηση της πίεσεως επιτυγχάνεται με την φυγοκέντρωση του αέρα από ένα ή περισσότερα στροφεία.

Τα στροφεία αποτελούνται από πτερύγια που περιστρέφονται από τον άξονα, ο οποίος είναι συνδεδεμένος με τον μηχανισμό περιστροφής του αεροσυμπιεστή. Ο αέρας εισέρχεται στην εσωτερική διάμετρο του στροφείου μέσω χοάνης ή προφυσίου. Στη συνέχεια παρασυρόμενος απ' τα πτερύγια αυξάνει την κινητική του ενέργεια. Λόγω της φυγόκεντρης δυνάμεως, ο αέρας κινείται προς την περιφέρεια του στροφείου και εγκαταλείπει τα πτερύγια έχοντας αποκτήσει μεγάλη ταχύτητα.

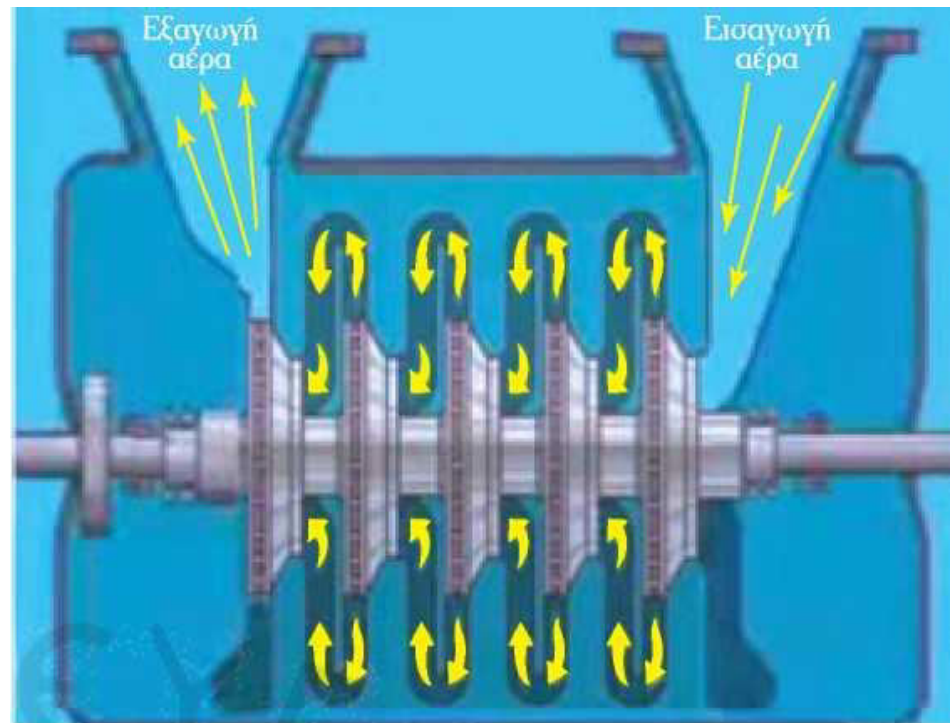
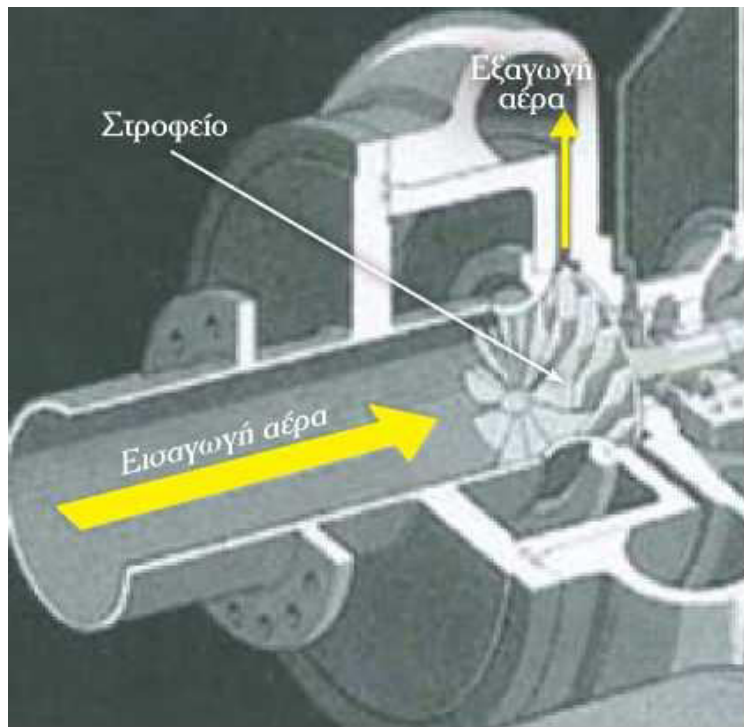
Στο κέλυφος του αεροσυμπιεστή υπάρχει περιφερειακή χοάνη, μέσα απ' την οποία διέρχεται ο αέρας και μετατρέπει την κινητική του ενέργεια σε δυναμική, αυξάνοντας την πίεσή του. Ο συμπιεσμένος αέρας εξερχόμενος απ' τη χοάνη οδηγείται μέσω οχετού στην κατανάλωση.

Για να επιτευχθεί μεγαλύτερη πίεση στους περιστροφικούς αεροσυμπιεστές ακτινικής ροής, τοποθετούνται περισσότερα στροφεία πάνω στον ίδιο άξονα δημιουργώντας βαθμίδες πίεσεως. Με τη χρήση των βαθμίδων, η κατάθλιψη του αέρα από το στροφείο της πρώτης βαθμίδας γίνεται η εισαγωγή στα πτερύγια του επόμενου στροφείου.

Έτσι, η πίεση αυξάνεται σταδιακά, ακολουθώντας την ίδια διαδικασία, σε περισσότερα στροφεία.

Περιτροφικοί αεροσυμπιεστές ροής

α) Ο περιστροφικός αεροσυμπιεστής ακτινικής ροής (Centrifugal Air Compressor)



Περιστροφικοί αεροσυμπιεστές ροής

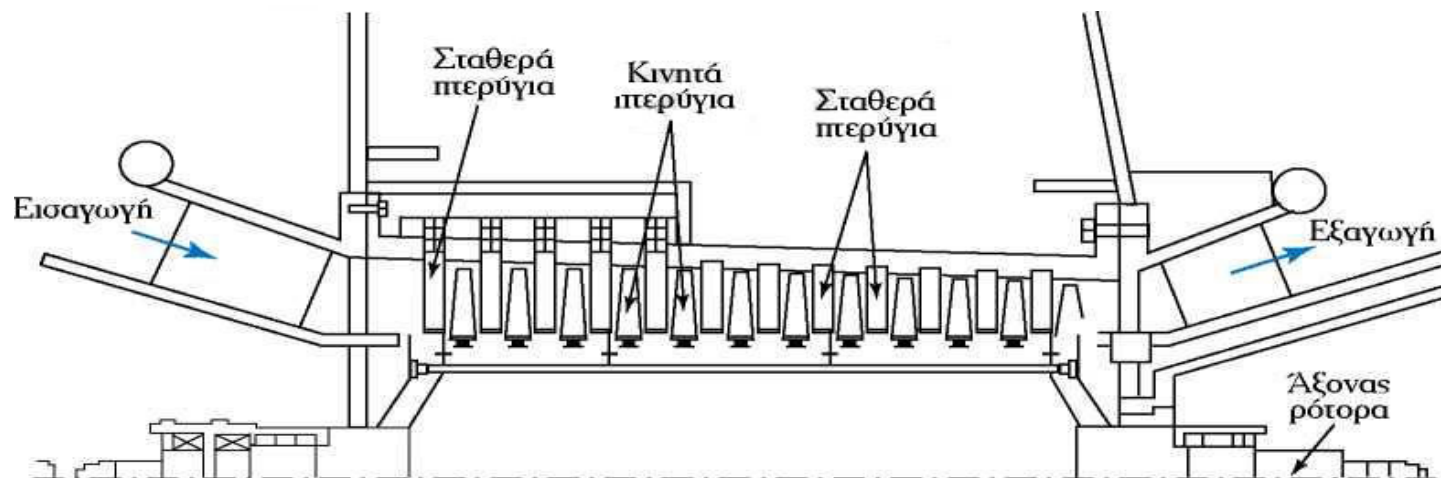
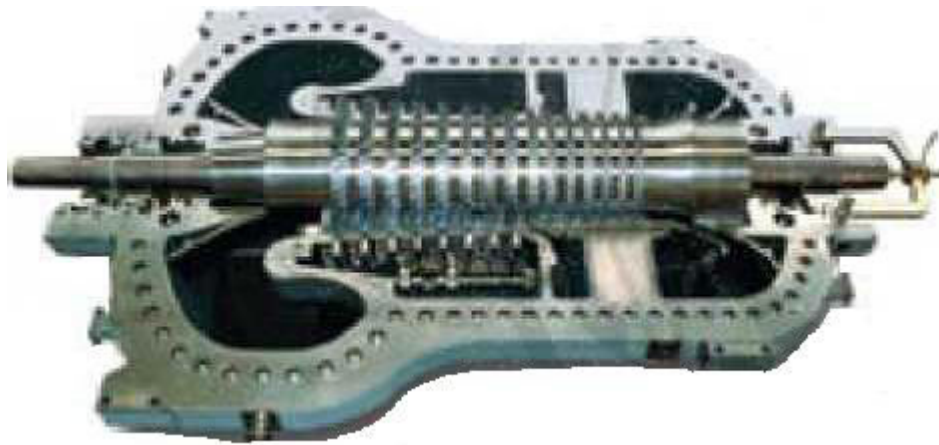
β) Ο περιστροφικός αεροσυμπιεστής αξονικής ροής (Axial Compressor), ο οποίος αποτελείται από αλληπάλληλες σειρές κινητών πτερυγίων τοποθετημένες επάνω στο στροφείο ή στο τύμπανο, οι οποίες διαχωρίζονται από σειρές σταθερών πτερυγίων προσαρμοσμένες στο κέλυφος του αεροσυμπιεστή.

Με την περιστροφή, ο αέρας ρέει παράλληλα με τον άξονα του στροφείου και διέρχεται απ' τα κινητά πτερύγια αυξάνοντας την κινητική του ενέργεια, η οποία μετατρέπεται σε πίεση, καθώς προσκρούει στα σταθερά πτερύγια.

Η εξαγωγή του συμπιεσμένου αέρα πραγματοποιείται μέσα από χοάνη στο τέλος των βαθμίδων συμπίεσεως. Η κατασκευή του αεροσυμπιεστή είναι όμοια με αυτήν του αξονικού στροβίλου αντιδράσεως, με τη διαφορά ότι η πορεία του αέρα στον αξονικό αεροσυμπιεστή είναι αντίστροφη απ' αυτήν που ακολουθεί ο ατμός στον αμοστρόβιλο αντιδράσεως.

Περιστροφικοί αεροσυμπιεστές ροής

β) Ο περιστροφικός αεροσυμπιεστής αξονικής ροής (Axial Compressor)



Λίπανση αεροσυμπιεστών

Η λίπανση των αεροσυμπιεστών διακρίνεται σε **εσωτερική** και **εξωτερική**.

- α) Η **εσωτερική λίπανση** πραγματοποιείται σε όλα τα μέρη τριβής του συμπιεστή που έρχονται σε επαφή με τον συμπιεζόμενο αέρα, όπως τα έμβολα, τα χιτώνια των κυλίνδρων, τα ελατήρια κ.λπ..
- β) Η **εξωτερική λίπανση** στους εμβολοφόρους αεροσυμπιεστές επιτυγχάνεται με τη βοήθεια εξαρτημένης αντλίας με γρανάζι ή με άλλη διάταξη συνδέσεως.

Λίπανση αεροσυμπιεστών

α) Η εσωτερική λίπανση πραγματοποιείται σε όλα τα μέρη τριβής του συμπιεστή που έρχονται σε επαφή με τον συμπιεζόμενο αέρα, όπως τα έμβολα, τα χιτώνια των κυλίνδρων, τα ελατήρια κ.λπ..

Η λίπανση των κυλίνδρων σε αεροσυμπιεστές μικρού μεγέθους και χαμηλής και μεσαίας πίεσεως γίνεται με την εμβάπτιση του κατακόρυφου άξονα του διωστήρα στο έλαιο της ελαιολεκάνης. Το έλαιο εκτοξεύεται στο κάτω μέρος του κυλίνδρου, όπως αυτό είναι ανοικτό και συγκοινωνεί με τον στροφαλοθάλαμο.

Η λίπανση των κυλίνδρων σε υψηλής πίεσεως μεγάλου μεγέθους αεροσυμπιεστές πραγματοποιείται με τη βοήθεια εξαρτημένης μηχανικής αντλίας που παρέχει λιπαντικό έλαιο στις λουμπρικέςτες, οι οποίες κινούνται από παλινδρομικό ή περιστρεφόμενο τμήμα του ίδιου του αεροσυμπιεστή. Το έλαιο καταθλίβεται απ' την αντλία σε κάθε κύλινδρο μέσω ιδιαίτερου μικρού σωλήνα, στην άκρη του οποίου υπάρχει ανεπίστροφη βαλβίδα (συνήθως μπίλια), επιτρέποντας την κατάθλιψη του ελαίου προς τον κύλινδρο, ενώ δεν επιτρέπει την είσοδο του συμπιεσμένου αέρα στην αντλία. Ο έλεγχος της ικανοποιητικής ροής γίνεται μέσω υαλοδείκτη, που είναι τοποθετημένος σε τμήμα κάθε σωλήνα πριν την εισαγωγή του ελαίου στον κύλινδρο.

Σε άλλους αεροσυμπιεστές χρησιμοποιείται εξαρτημένη αντλία, όπου το έλαιο λιπάνσεως παρέχεται με πίεση μέσω των τριβέων και του εσωτερικού οχετού των διωστήρων στους πείρους των εμβόλων, απ' όπου εξέρχεται στα τοιχώματα των κυλίνδρων.

Λίπανση αεροσυμπιεστών

β) Η εξωτερική λίπανση στους εμβολοφόρους αεροσυμπιεστές επιτυγχάνεται με τη βοήθεια εξαρτημένης αντλίας με γρανάζι ή με άλλη διάταξη συνδέσεως.

Η αντλία αναρροφά το έλαιο από την ελαιολεκάνη και το καταθλίβει, αφού πρώτα φιλτραριστεί και μειωθεί η θερμοκρασία του στο ψυγείο ελαίου. Μετά το ψυγείο, το έλαιο διανέμεται με πίεση στους τριβείς των εδράνων και στους μειωτήρες μέσω κατάλληλα διαμορφωμένου δικτυο διανομής μέσα στον στροφαλοθάλαμο του αεροσυμπιεστή. Εν συνεχεία διέρχεται μέσω οπών των κομβίων του στροφαλοφόρου άξονα, και από εκεί μέσω οπών των κομβίων των στροφάλων λιπαίνει τους τριβείς των διωστήρων. Με τον ίδιο τρόπο το έλαιο διέρχεται εσωτερικά του διωστήρα και εξερχόμενο λιπαίνει τον πείρο του εμβόλου και καταλήγει στην ελαιολεκάνη.

Στους περιστροφικούς αεροσυμπιεστές με λοβούς και στους κοχλιοφόρους, μικρή ποσότητα ελαίου παρέχεται για τη λίπανση την επαπτομένων μερών τους στην αναρρόφηση του αέρα.

Στους φυγοκεντρικούς και αξονικής ροής αεροσυμπιεστές, λόγω κατασκευής, δεν είναι αναγκαία η εσωτερική λίπανση, διότι τα στροφεία του συμπιεστή δεν έρχονται σε επαφή. Πραγματοποιείται μόνο εξωτερική λίπανση στους τριβείς και στους οδοντωτούς τροχούς μεταδόσεως της κινήσεως είτε από εξαρτημένα είτε από ανεξάρτητη αντλία λιπάνσεως, η οποία κινείται από κινητήρα ανεξάρτητο από τον αεροσυμπιεστή.

Ψύξη αεροσυμπιεστών

Η ψύξη των αεροσυμπιεστών επιτυγχάνεται είτε **με αέρα**, που κυκλοφορεί στα κατάλληλα πτερύγια εξωτερικά των κυλίνδρων, είτε **με νερό** για μεγαλύτερη απόδοση στους συμπιεστές υψηλής πίεσεως (30 bar), προσφέροντας ικανοποιητική ψύξη και επεκτείνοντας την αποδοτική λειτουργία του αεροσυμπιεστή.

Ψύξη αεροσυμπιεστών

- Το νερό είναι δυνατόν να παρέχεται απευθείας στον συμπυκνωτή μέσω αντλίας από το κύριο κύκλωμα θalάσσης του πλοίου. Το κύκλωμα αυτό ονομάζεται ανοικτό και μετά την ψύξη του αεροσυμπιεστή απορρίπτεται ξανά στο δίκτυο θalάσσης.
- Προς αποφυγή της δημιουργίας καθαλατώσεων, η ανάγκη ελέγχου της θερμοκρασίας του νερού ψύξεως οδήγησε στη δημιουργία κλειστού κυκλώματος ψύξεως. Με ιδιαίτερη αντλία, εξαρτημένη συνήθως απ' τον αεροσυμπιεστή, κυκλοφορεί γλυκό νερό σταθερής ποσότητας στους χώρους ψύξεως του και αυτό στη συνέχεια ψύχεται σε ψυγείο με θαλασσινό νερό απ' το κύριο δίκτυο θalάσσης του πλοίου.
- Τα ψυγεία σ' έναν αεροσυμπιεστή μπορεί να εφαρμόζονται στο σώμα του για την ψύξη των χιτωνίων, ενώ για την ψύξη των βαλβίδων το νερό κυκλοφορεί μέσα στο κατάλληλα διαμορφωμένο πώμα.
- Και στις δύο περιπτώσεις η κυκλοφορία του νερού ψύξεως είναι αναγκαίο να διακόπτεται όταν ο αεροσυμπιεστής βρίσκεται εκτός λειτουργίας, ώστε να αποφεύγονται τυχόν διαρροές προς τον στροφαλοθάλαμο.

Χρήση - Δίκτυα

Ο συμπιεσμένος αέρας που απαιτείται για την εκκίνηση της κύριας μηχανής των πλοίων με πρόωση ΜΕΚ, παράγεται από αεροσυμπιεστές υψηλής πίεσεως που φτάνει τα 20-30 bar, ενώ σε βοηθητικές εγκαταστάσεις, όπου απαιτούνται μικρότερες πιέσεις 7-16 bar παράγεται από μέσης πίεσεως βοηθητικούς αεροσυμπιεστές.

Χρήση - Δίκτυα

Η αποθήκευση του αέρα γίνεται σε μεγάλα κυλινδρικά δοχεία κατασκευασμένα από χάλυβα ανθεκτικό στην διάβρωση, τις αεροφιάλες, και η διανομή του στα μηχανήματα επιτυγχάνεται από κατάλληλο δίκτυο.

Η χωρητικότητα των αεροφιαλών σε m^3 υπολογίζεται περίπου στο $1/5$ της παροχής του αεροσυμπιεστή σε ελεύθερο αέρα, όταν η παροχή υπολογισθεί σε m^3/min . Με την εγκατάσταση των αεροφιαλών επιτυγχάνεται και η απορρόφηση των απότομων διακυμάνσεων της πίεσεως στο δίκτυο, που δημιουργείται από τη λειτουργία των αεροσυμπιεστών.

Χρήση - Δίκτυα

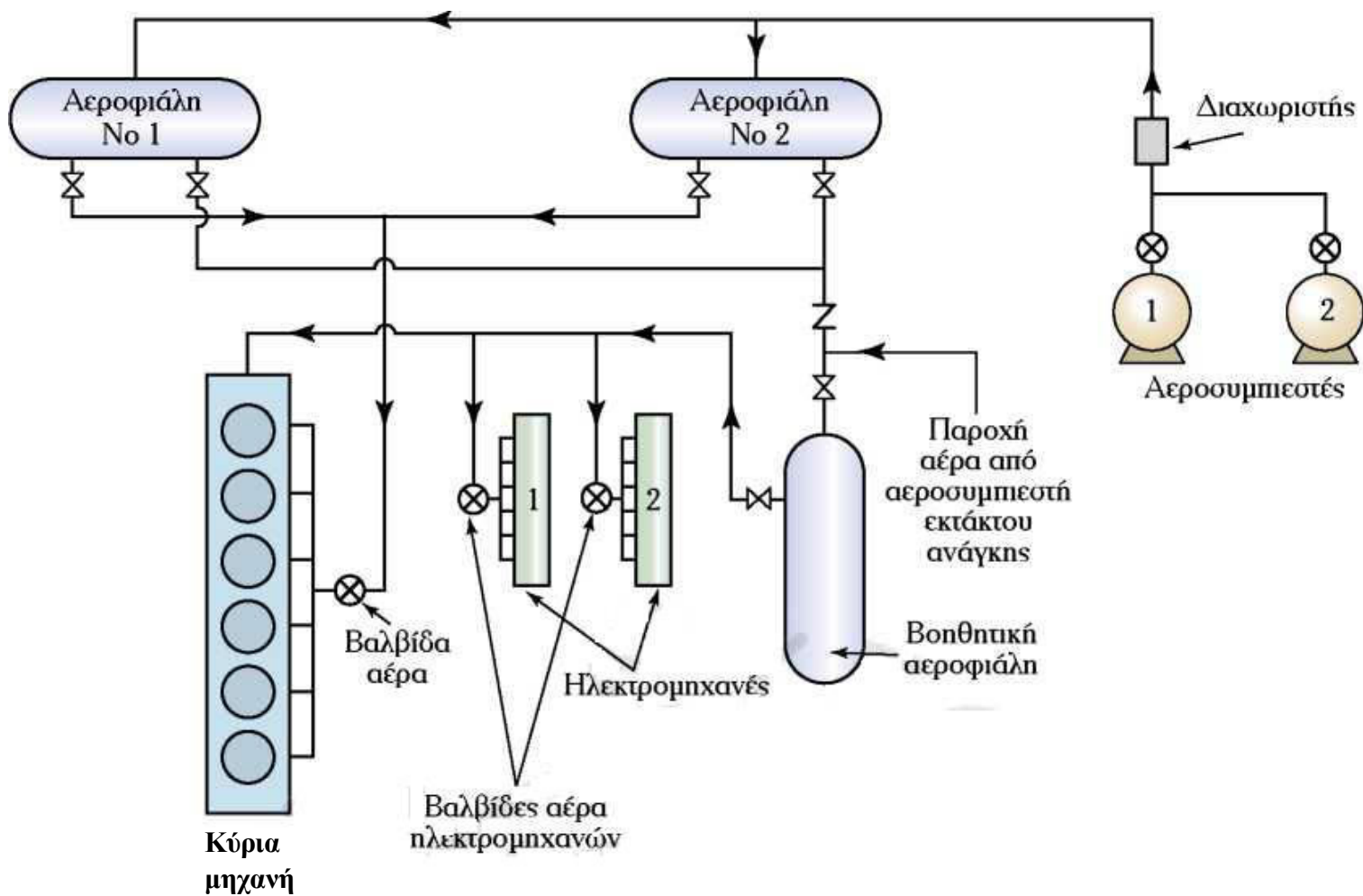
Οι απαιτήσεις όμως πίεσεως στα διάφορα μηχανήματα κυμαίνονται από 3-30 bar. Γι' αυτό, το δίκτυο αέρα χωρίζεται σε **πνευματικό δίκτυο ελέγχου (Pneumatic Control Air)**, σε δίκτυο **αέρα εκκινήσεως (Starting Air)** της κύριας μηχανής και σε δίκτυο αέρα για τις υπόλοιπες **βοηθητικές χρήσεις (Service Air)**.

Τα τρία αυτά δίκτυα μπορούν να συγκοινωνήσουν μέσω επιστομίων, ενώ η μείωση της πίεσεως στην επιθυμητή τιμή επιτυγχάνεται μέσω μειωτήρων πίεσεως.

Για την ικανοποίηση των καταναλώσεων εγκαθίστανται τρεις αεροσυμπιεστές, δύο υψηλής πίεσεως, που ονομάζονται κύριοι αεροσυμπιεστές (**Main Air Compressors**) και ένας βοηθητικός μέσης πίεσεως, ο βοηθητικής χρήσεως αεροσυμπιεστής (**Service Air Compressor**).

Αντίστοιχα, υπάρχουν δύο κύριες αεροφιάλες με πίεση αποθηκεύσεως αέρα έως 30 bar και μία έως 16 bar.

Χρήση - Δίκτυα



Χρήση - Δίκτυα

Η ποσότητα του συμπιεσμένου αέρα που αποθηκεύεται στις κύριες αεροφιάλες πρέπει να επαρκεί στην άμεση ζήτηση για την εκκίνηση της κύριας μηχανής κατά τη διάρκεια των μανούβρων. Ο αριθμός αυτών των εκκινήσεων της κύριας μηχανής ορίζεται από τους κανονισμούς ασφαλείας σε **δώδεκα συνεχείς**, χωρίς την εκκίνηση των αεροσυμπιεστών για την πλήρωση των αεροφιαλών.

Χρήση - Δίκτυα

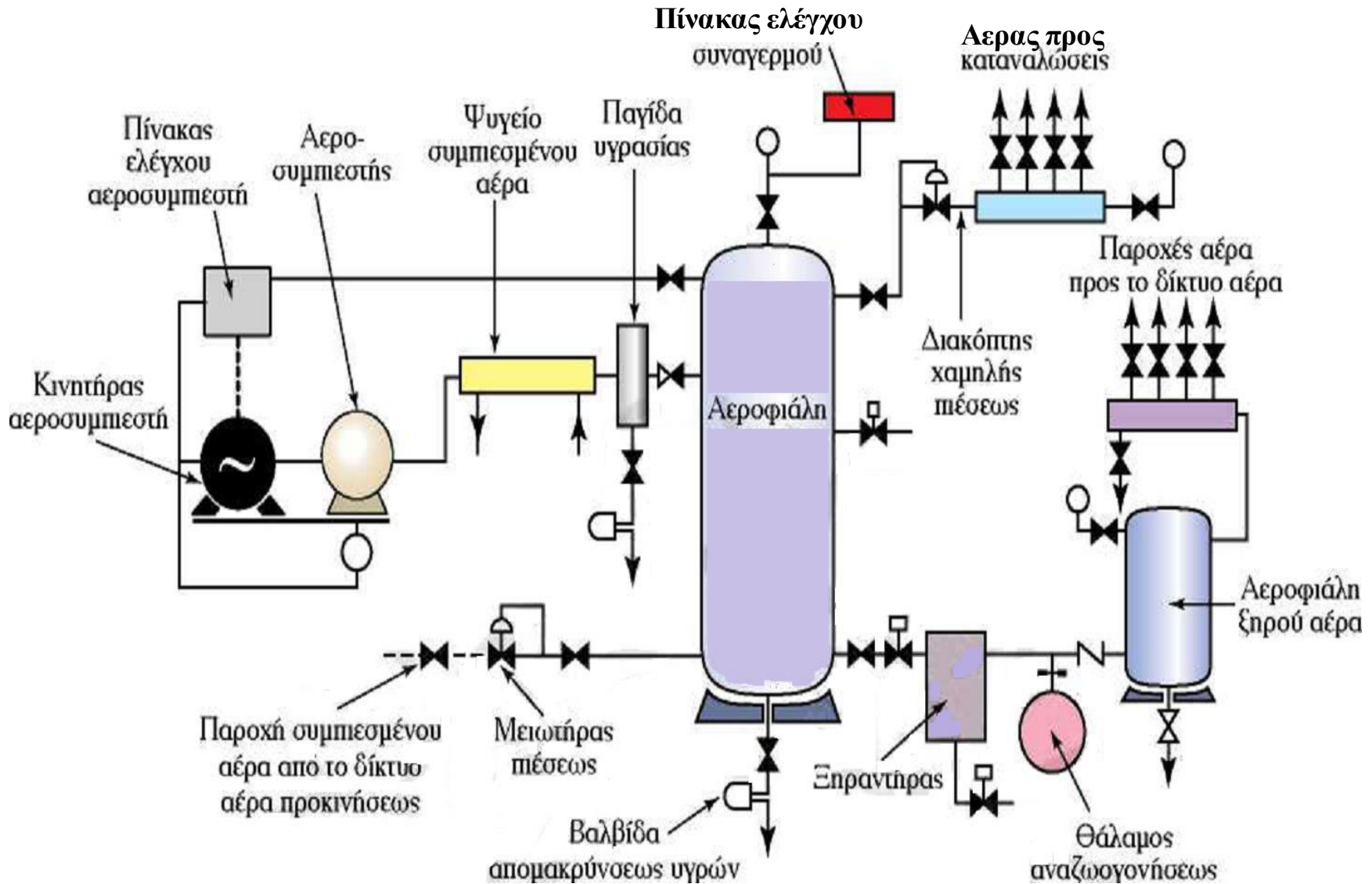
Βασική προϋπόθεση για τη χρήση του αέρα σε όλες τις περιπτώσεις είναι η καλή του ποιότητα, δηλαδή να είναι καθαρός, ξηρός και να μην περιέχει έλαιο.

Γι' αυτό, ο αέρας, πριν εισέλθει στις αεροφιάλες, διέρχεται από διαχωριστή αποβάλλοντας το μεγαλύτερο ποσοστό υγρασίας που περιέχει.

Για την υγρασία που συλλέγεται κατά την αποθήκευση, οι αεροφιάλες είναι εφοδιασμένες με αυτόματες βαλβίδες εξυδατώσεως.

Όμως, είναι απαραίτητο να πραγματοποιούνται και εξυδατώσεις από το πλήρωμα σε τακτά χρονικά διαστήματα, ιδιαίτερα όταν η υγρασία του περιβάλλοντος είναι υψηλή.

Χρήση - Δίκτυα



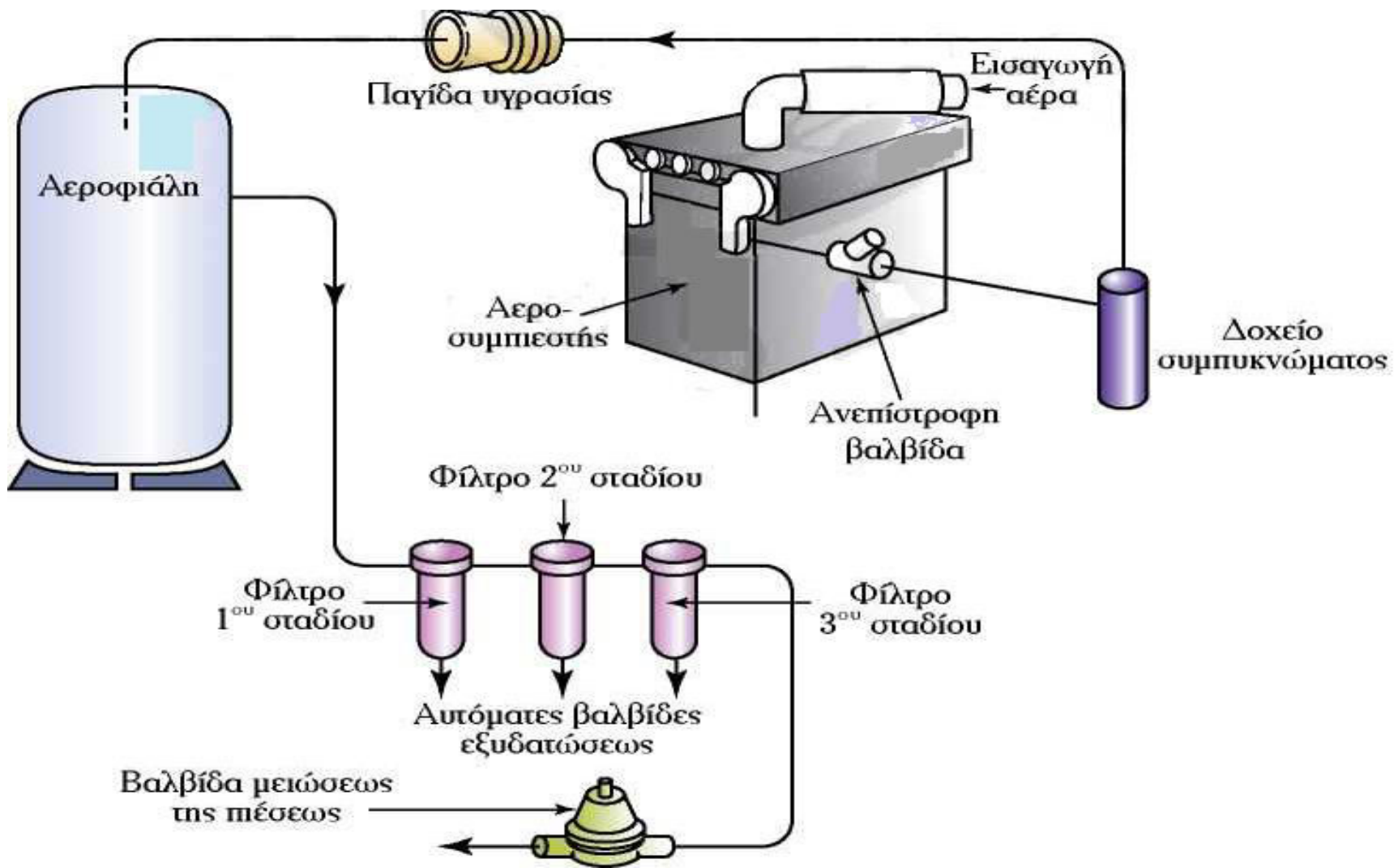
Χρήση - Δίκτυα

Όταν η πίεση στην αεροφιάλη ξηρού αέρα ανέβει σε προκαθορισμένη επιθυμητή πίεση, διακόπτεται η παροχή του αέρα στον αφυγραντήρα-ξηραντήρα, ανοίγει μία αεροκίνητη βαλβίδα στον πυθμένα του και εισέρχεται στον ξηραντήρα αέρας από τον θάλαμο αναζωογονήσεως αποβάλλοντας την υγρασία στο περιβάλλον.

Όταν η πίεση της αεροφιάλης ξηρού αέρα μειωθεί, τότε ανοίγει η παροχή και συμπιεσμένος αέρας διέρχεται πάλι προς το δίκτυο.

Ένας άλλος τρόπος καθαρισμού και απομακρύνσεως υγρασίας από το συμπιεσμένο αέρα, πριν την παροχή του στους αυτοματισμούς, επιτυγχάνεται με τη διέλευσή του από τρία φίλτρα. Το πρώτο περιέχει μέσης ποιότητας πορώδη κεραμικά φίλτρα, όπου ο αέρας αποβάλλει τις ατμοσφαιρικές προσμείξεις. Στη συνέχεια, περνάει από δεύτερο φίλτρο ενεργού άνθρακα και τέλος από τρίτο κεραμικό φίλτρο, απ' όπου εξέρχεται καθαρός και ξηρός προς την κατανάλωση, με πίεση από 7 έως 8,5 bar.

Χρήση - Δίκτυα



Συντήρηση - Πιθανές βλάβες

Στις συντηρήσεις για τη διατήρηση της καλής και αποδοτικής λειτουργίας ενός αεροσυμπιεστή πραγματοποιούνται εργασίες, όπως αλλαγή του ελαίου, καθαρισμός ή αντικατάσταση των φίλτρων ελαίου και του αέρα, καθαρισμός του ψυγείου, της ελαιολεκάνης και επιθεωρήσεις.

Οι εργασίες αυτές πρέπει να είναι σύμφωνες με τις οδηγίες του κατασκευαστή και να ακολουθούν το πρόγραμμα συντηρήσεως του μηχανήματος και τις ανάγκες που προκύπτουν.

Συντήρηση - Πιθανές βλάβες

Οι εργασίες αυτές είναι:

- α)** Επιθεώρηση ή αντικατάσταση των βαλβίδων χαμηλής και υψηλής πιέσεως.
- β)** Επιθεώρηση του κυλίνδρου και του εμβόλου.
- γ)** Επιθεώρηση των τριβέων.
- δ)** Επιθεώρηση του πώματος και σύσφιγξη των βιδών του.
- ε)** Επιθεώρηση της αντλίας ελαίου.
- στ)** Επιθεώρηση της αντλίας νερού ψύξεως.
- ζ)** Επιθεώρηση της φθοράς ελατηρίων ή αντικατάστασή τους.
- η)** Επιθεώρηση των αυτοματισμών.
- θ)** Επιθεώρηση και επισκευή των ασφαλιστικών βαλβίδων.

Ο προληπτικός έλεγχος, οι τακτικές επιθεωρήσεις και ο έλεγχος της αποδόσεως, αποτελούν σημαντικούς παράγοντες στην πρόληψη βλαβών, επιτυγχάνοντας την αποδοτική και ασφαλή λειτουργία του συμπιεστή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

7

Βασικά δίκτυα
σωληνώσεων πλοίου

Ship's Main Piping
Diagrams

Εισαγωγή

Ως δίκτυο χαρακτηρίζεται το σύστημα που δημιουργείται για τη μεταφορά οποιουδήποτε ρευστού, και η σύνθεσή του αποτελείται από:

- α) Σωλήνες (**Pipes**).
- β) Εξαρτήματα που προσαρμόζονται σ'αυτούς, όπως οι βαλβίδες (**Valves**), οι διακόπτες (**Cocks**), τα ασφαλιστικά επιστόμια (**Pressure Relief Valves**), οι ενώσεις (**Joints**), οι μειωτήρες πίεσεως (**Pressure Reducing Valves**), τα φίλτρα (**Filters**), οι ατμοπαγίδες (**Steam Traps**) κ.λπ..
- γ) Υλικά στεγανότατος και εφαρμογής, όπως ινώδη ή μεταλλικά παρεμβύσματα, περμανίτες από γραφίτη κ.ά..

Εισαγωγή

Οι σωλήνες του δικτύου ενός πλοίου χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά υγρών, την πλήρωση ή την εκκένωση δεξαμενών, τη λειτουργία ή τον έλεγχο συστημάτων, τον εξαερισμό κλειστών χώρων ή για άλλες εφαρμογές. Αποτελούν απαραίτητο στοιχείο του δικτύου, που λειτουργεί αθόρυβα και εμφανίζεται όταν μία μηχανή σταματήσει ή ένας χώρος πλημμυρίσει από κάποια διαρροή.

Οι σωλήνες διέρχονται στο κατάστρωμα σχεδόν από όλους τους κλειστούς χώρους του πλοίου, πάνω και κάτω από την ίσαλο γραμμή. Αποτελούν μέσο συγκοινωνίας του πλοίου με την ξηρά, όπως συμβαίνει κατά τη φόρτωση και την εκφόρτωση, αλλά και με το θαλάσσιο περιβάλλον, καθώς διαρρέονται από το νερό που εισέρχεται στο πλοίο (π.χ. θαλασσινό νερό για την ψύξη, τον ερματισμό κ.λπ.).

Εισαγωγή

Τα δίκτυα σωληνώσεων των πλοίων πρέπει να ανταποκρίνονται στους ισχύοντες κανόνες κατασκευής, που εκδίδονται απ' τους **φορείς του κράτους νηολογήσεως του πλοίου και σε εκείνους που ορίζονται από τον νηογνώμονα**.

Η διαδικασία αυτή ξεκινάει με την υποβολή των σχεδίων, τον έλεγχο και την τελική έγκριση υπό τις οδηγίες του αρμόδιου φορέα και του νηογνώμονα, εξασφαλίζοντας τη συμμόρφωση της μελέτης κατασκευής μ'αυτούς τους κανονισμούς.

Τα υλικά που επιλέγονται πρέπει να προέρχονται από εγκεκριμένους κατασκευαστές. Στην τελική κατασκευή πρέπει να πραγματοποιείται έλεγχος των κολλήσεων και να υποβάλλονται σε δοκιμές πίεσεως υπό την επίβλεψη του νηογνώμονα που παρέχει το πιστοποιητικό για την αντοχή τους στην κόπωση.

Εισαγωγή

Έτσι, οι σωληνώσεις των πλοίων είναι χωρισμένες σε τρεις κατηγορίες, με διαφορετικές τεχνικές απαιτήσεις η κάθε μια.

Αυτές είναι:

- α)** Η κατηγορία I (class I). Περιλαμβάνουν τους σωλήνες καυσίμου που λειτουργούν σε πιέσεις πάνω από 16 bar ή πάνω από 150°C και τους σωλήνες ατμού για θερμοκρασία λειτουργίας που υπερβαίνει τους 300°C.
- β)** Η κατηγορία II (class II), στην οποία ανήκουν οι σωλήνες που οι απαιτήσεις λειτουργίας τους είναι μεταξύ των δύο κατηγοριών I και III.
- γ)** Η κατηγορία III (class III), στην οποία περιλαμβάνονται οι σωλήνες καυσίμου με πίεση λειτουργίας μικρότερη από 7 bar και 60°C.

Υλικά κατασκευής των σωλήνων δικτύου

Η πλειονότητα των σωληνώσεων του πλοίου αποτελείται από σιδηρούχα υλικά, με αποτέλεσμα η διάβρωση από σκουριά να αποτελεί ιδιαίτερο πρόβλημα.

Η συντήρηση των σωλήνων δεν είναι πάντα εύκολη, σε αντίθεση με το κύτος ενός πλοίου, διότι η προσέγγιση των εσωτερικών επιφανειών είναι τις περισσότερες φορές πρακτικά αδύνατη, ενώ εξίσου δύσκολη είναι η συντήρηση της εξωτερικής επιφάνειας ενός σωλήνα, που βρίσκεται κατά μήκος της κορυφής μιας δεξαμενής ή σε άλλους χώρους του πλοίου με δύσκολη πρόσβαση.

Επίσης, η θάλασσα είναι ηλεκτρολύτης και συνεπώς αγωγός του ηλεκτρισμού. Έτσι, η ηλεκτρόλυση εμφανίζεται όπου υπάρχουν ποιοτικά διαφόρων ειδών μέταλλα ή ακόμα και σε επιφάνειες του ίδιου σωλήνα που διαρρέονται από θάλασσα.

Υλικά κατασκευής των σωλήνων δικτύου

Η πρόληψη της διαβρώσεως από την ηλεκτρόλυση επιτυγχάνεται με την προσθήκη ανοδίων (δηλ. κομματιών ψευδαργύρου που τοποθετούνται στο δίκτυο).

Οι μέθοδοι που ακολουθούνται στην κατασκευή των μεταλλικών σωλήνων επηρεάζουν την αντοχή τους στη διάβρωση και στις πιέσεις που ασκούνται από το υγρό που τους διαρρέει, καθώς και στις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας.

Ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους, οι σωλήνες διακρίνονται σε χυτούς, συγκολλητούς ή με ραφή και **τραβηχτούς** με ψυχρή ή εν θερμώ **εξέλαση** χωρίς ραφή.

Υλικά κατασκευής των σωλήνων δικτύου

Οι **τραβηχτοί** σωλήνες, όπως και οι τραβηχτοί αυλοί των εναλλακτήρων, παράγονται με διεργασία κατά την οποία δεν υπάρχουν ενώσεις (ραφές) κατά μήκος του σωλήνα που θα αποδυνάμωναν την αντοχή του.

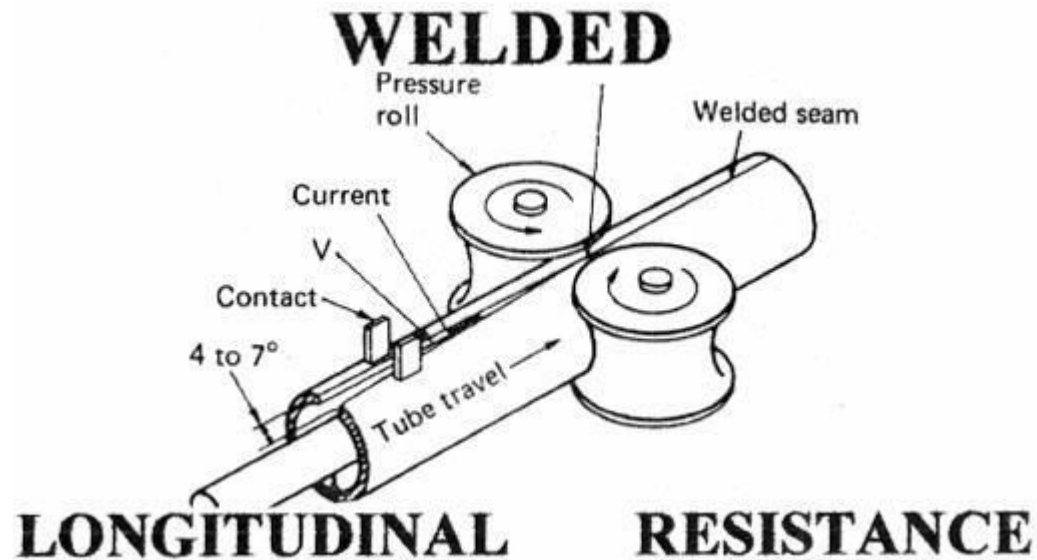
Εξέλαση ονομάζεται η κατεργασία κατά την οποία ένα φύλλο μετάλλου διαμορφώνεται, καθώς διέρχεται ανάμεσα σε δύο ατσάλινους κυλίνδρους.

Υλικά κατασκευής των σωλήνων δικτύου

Τραβηχτοί



Εξέλαση



Υλικά κατασκευής των σωλήνων δικτύου

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή ενός δικτύου σωληνώσεων εξαρτώνται απ' τις πιέσεις που αναπτύσσονται και τις θερμοκρασίες των ρευστών που το διαρρέουν.

Λαμβάνοντας υπόψη την αντοχή των υλικών, οι σωλήνες των δικτύων του πλοίου κατασκευάζονται από διάφορα υλικά και χαρακτηρίζονται με το αντίστοιχο όνομα.

Υλικά κατασκευής των σωλήνων δικτύου

Ειδικότερα:

- α)** Οι σωλήνες **μαλακού χάλυβα (Mild Steel)** αποτελούν την πλειονότητα των σωλήνων των δικτύων του πλοίου.
- β)** Οι σωλήνες από **χυτοσίδηρο (Cast - Iron)** έχουν χαμηλή ανθεκτικότητα στη διάβρωση από το θαλασσινό νερό, διότι με τη διέλευση της θάλασσας απομακρύνεται ο χάλυβας από την επιφάνειά τους, με αποτέλεσμα να μένει μόνο ο μαλακός γραφίτης.
- γ)** Οι σωλήνες από **χαλκό (Copper)** χρησιμοποιούνται σε δίκτυα μέτριας πίεσεως (7-10 bar) και θερμοκρασίας.
- δ)** Οι σωλήνες από **μη σιδηρούχα κράματα (Nonferrous Alloys)** (π.χ. από ορείχαλκο) που χρησιμοποιούνται αντί για τους χάλκινους σωλήνες, διότι έχουν υψηλότερη αντοχή σε χαμηλές πιέσεις και θερμοκρασίες μέχρι 200°C.
- ε)** Οι **ελαστικοί (Rubber)** ή συνθετικοί σωλήνες από **πλαστικό (PVC)** είναι εύκαμπτοι και ανθεκτικοί στη διάβρωση από το θαλασσινό νερό.
- στ)** οι σωλήνες από **ανοξειδωτο ατσάλι (Stainless Steel)**. Αυτοί οι σωλήνες χρησιμοποιούνται στα δίκτυα σωλήνων που διαρρέονται από επικίνδυνες ουσίες και από ιδιαίτερα διαβρωτικά υγρά.

Σύνδεση σωλήνων

Για την κατασκευή ενός δικτύου μεγάλου μήκους, που μπορεί να διατρέχει το κατάστρωμα ενός πλοίου συνδέονται πολλοί σωλήνες μικρού μήκους.

Παράγοντες όπως οι κραδασμοί του πλοίου, η διαστολή ή συστολή του σωλήνα λόγω της θερμοκρασίας του ρευστού που διαρρέει το δίκτυο, η πίεση, το είδος του ρευστού αλλά και το υλικό του σωλήνα, πρέπει να ληφθούν υπόψη στην επιλογή του τρόπου πραγματοποιήσεως αυτών των συνδέσεων και στεγανοποιήσεώς τους.

Με τις συνδέσεις επιτρέπεται η εύκολη αποσύνδεση ενός τμήματος σωλήνα η σωλήνων απο το δίκτυο, ώστε να επιθεωρηθεί, να επισκευαστεί ή να αντικατασταθεί αν αυτό είναι αναγκαίο.

Σύνδεση σωλήνων

Οι τρόποι με τους οποίους πραγματοποιούνται οι συνδέσεις είναι:

α) Με περιαιχένια, κοινώς φλάντζες (**Flanges**).

β) Με συνδέσμους (**Pipe Fittings**), κοινώς ρακόρ (**Racor**).

γ) Με συνδέσμους τύπου ερμέτο (**Ermeto**).

δ) Με καμπύλες διαστολής (**Expansion Loops**).

ε) Με ολισθαίνουσες ενώσεις (**Expansion Joints**) ή γλίστρες.

στ) Με ενώσεις εκτονώσεως από ελαστομερές (**Rubber Expansion Joints**).

Σύνδεση σωλήνων

α) Με **περιαυχένια**, κοινώς φλάντζες (**Flanges**), τα οποία αποτελούν έναν από τους συνηθέστερους τρόπους συνδέσεως κυρίως όταν η πίεση του δικτύου είναι υψηλή, καθώς και για σωλήνες μεγάλης διαμέτρου.

Το περιαυχένιο είναι ένας δακτύλιος, ο οποίος συγκολλάται ή βιδώνεται στο άκρο ενός σωλήνα παρέχοντας τη δυνατότητα αναπτύξεως ενός δικτύου.

Για τη σύνδεση των περιαυχενίων στην επίπεδη επιφάνειά τους υπάρχουν οπές (τρύπες) για τις βίδες, κατανομημένες κατάλληλα, ώστε όταν συνδέονται δύο περιαυχένια, να συσφίγγονται ομοιόμορφα.

Όταν χρησιμοποιούνται περιαυχένια για τη διακοπή της ροής στο δίκτυο ή στο τέλος ενός σωλήνα, τότε το περιαυχένιο έχει μόνο τις τρύπες για τις βίδες και ονομάζεται κοινώς τυφλή.

Σύνδεση σωλήνων

α) Με περιαιχένια, κοινώς φλάντζες (Flanges)

Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τύποι περιαιχενίων σε όλο τον κόσμο, γι'αυτό σχεδιάζονται σε τυποποιημένες διαστάσεις, ώστε να επιτρέπεται η εύκολη δυνατότητα παραγωγής και παραγγελίας τους.

Κοινά πρότυπα σύμφωνα με τα οποία γίνεται η τυποποίηση των περιαιχενίων είναι τα **ASA / ANSI / ASME** (για τις **ΗΠΑ**), **PN / DIN** (για την **Ευρώπη**), **BS10** (για τη **Βρετανία και την Αυστραλία**), και **JIS / KS** (για την **Ιαπωνία και την Κορέα**), με τις διαστάσεις που λαμβάνονται υπόψη σύμφωνα με τις Τυποποιημένες Διαστάσεις.

Στις περισσότερες περιπτώσεις δεν είναι εναλλάξιμα, για παράδειγμα τα **ANSI / ASME** περιαιχένια δεν θα συνδυάζονται με τα περιαιχένια **JIS**. Περαιτέρω, πολλά απο τα πρότυπα των περιαιχενίων χωρίζονται σε «κλάσεις πίεσεως», επιτρέποντας να είναι σε θέση να δέχονται διαφορετικές πιεσεις, τα οποία και πάλι δεν είναι εναλλάξιμα (π.χ. **ANSI / ASME 150** δεν θα συνδέονται με **ANSI / ASME 300**). Τα πρότυπα που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι τα **ANSI B16.5** (American National Standards Institute) και **BS 10, BS EN1092** (British Standards).

Σύνδεση σωλήνων

α) Με περιαιχένια, κοινώς φλάντζες (Flanges)

Το υλικό κατασκευής τους είναι όμοιο με το υλικό του σωλήνα στον οποίο προσαρμόζονται.

Σε δίκτυα από χάλυβα, η εφαρμογή της φλάντζας πραγματοποιείται με ηλεκτροσυγκόλληση ή μπορεί να δημιουργηθεί σπείρωμα στο άκρο του σωλήνα και στο εσωτερικό της φλάντζας να βιδωθούν και μετά να ηλεκτροσυγκολληθούν περιφερειακά.

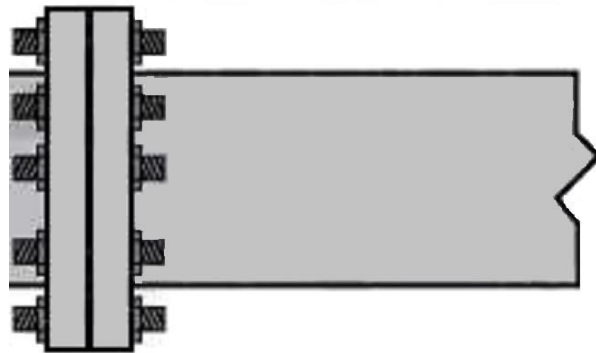
Στους σωλήνες χαλκού και κραμάτων χαλκού-ορειχάλκου κ.λπ. χρησιμοποιείται μπρουντζοκόλληση, ενώ σε χαμηλότερες πιέσεις και θερμοκρασίες λειτουργίας μπορεί να χρησιμοποιείται και η λεγόμενη τριχοειδής συγκόλληση ή ασημοκόλληση (**Brazing**).

Έτσι, αντίστοιχα, για κάθε σωλήνα από συγκολλησιμο υλικό π.χ. αλουμίνιο ή ανοξείδωτο χρησιμοποιείται και το αντίστοιχο κράμα συγκολλήσεως.

Το πάχος κάθε φλάντζας αυξάνεται όσο αυξάνεται η ονομαστική πίεση, ενώ η τελική σύνδεση πραγματοποιείται με τη σύσφιγξη δύο φλαντζών, που έχουν προσαρμοστεί σε δύο σωλήνες με κοχλίες και περικόχλια (βίδες και παξιμάδια).

Σύνδεση σωλήνων

α) Με **περιαυχένια**, κοινώς φλάντζες (**Flanges**)



Σύνδεση σωλήνων

β) Με συνδέσμους (Pipe Fittings), κοινώς ρακόρ (Racor), που είναι εξαρτήματα με τυποποιημένα κατασκευαστικά στοιχεία όπως σπείρωμα, μήκος, εσωτερική και εξωτερική διάμετρο.

Η εφαρμογή τους στο άκρο ενός σωλήνα γίνεται με βίδωμα στο κατάλληλα διαμορφωμένο σπείρωμα του σωλήνα και παρέχονται σε πολλά σχέδια και σχήματα. Ανάλογα με το υλικό του σωλήνα στο οποίο προσαρμόζονται, κατασκευάζονται από γαλβανισμένο μαλακό χάλυβα, ορείχαλκο, ανοξείδωτο χάλυβα ακόμα και από πλαστικό.

Οι μεταλλικοί σύνδεσμοι, που χρησιμοποιούνται ευρέως, είναι ανθεκτικοί στις μεταβολές πίεσεως και θερμοκρασίας του υγρού.

Σύνδεση σωλήνων

β) Με συνδέσμους (Pipe Fittings), κοινώς ρακόρ (Racor)



Σύνδεση σωλήνων

γ) Με συνδέσμους τύπου ερμέτο (Ermeto)

Που είναι επίσης τυποποιημένα εξαρτήματα κατάλληλα για πολύ υψηλές πιέσεις.

Εφαρμόζονται σε σωλήνες με λεία εξωτερική επιφάνεια και κατά την εφαρμογή τους στο άκρο του σωλήνα, ο δακτύλιος στεγανώσεως απ' τον οποίο αποτελούνται είτε εκτονώνεται είτε οι εξοχές του δακτυλίου εισέρχονται στην επιφάνεια του σωλήνα με τη σύσφιγξη του περικοχλίου απ' το οποίο αποτελείται το ερμέτο. Οι συνδέσεις με τη χρήση ερμέτου δεν επιτρέπουν την αξονική ή γωνιακή μετατόπιση των σωλήνων, διότι χαλαρώνει η εκτόνωση του εσωτερικού δακτυλίου με αποτέλεσμα την απώλεια της στεγανοποίησής τους.

Κατασκευάζονται συνήθως από ορείχαλκο, ενώ όταν πρόκειται να χρησιμοποιηθούν σε υγρά ή περιβάλλον με υψηλή διάβρωση κατασκευάζονται από ανοξείδωτο υλικό.

Σύνδεση σωλήνων

γ) Με συνδέσμους τύπου ερμέτο (Ermeto)

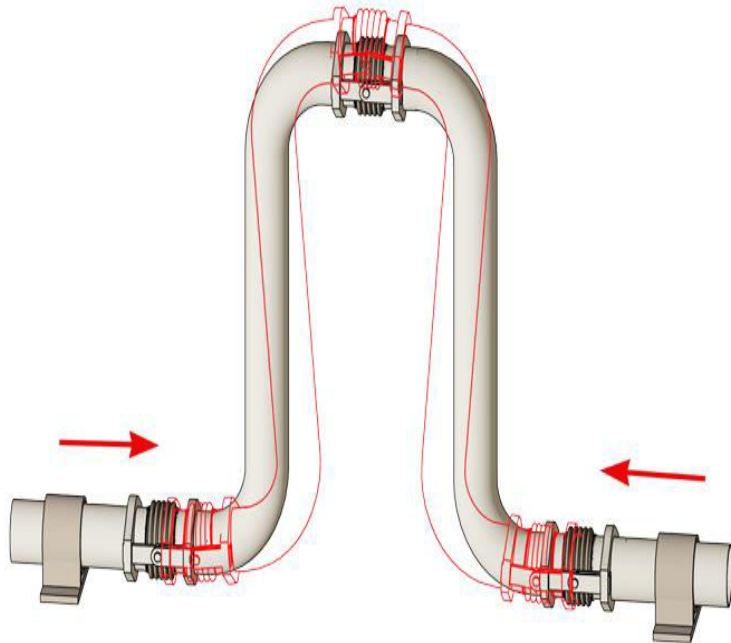


Σύνδεση σωλήνων

δ) Με καμπύλες διαστολής (Expansion Loops) Πρόκειται για συνδέσεις που απορροφούν την επιμήκυνση των σωλήνων και αντιμετωπίζουν τις τάσεις που δημιουργούνται απ' τη συστολή και τη διαστολή του υλικού κατασκευής του σωλήνα, λόγω της διακυμάνσεως στη θερμοκρασία, όπως στους σωλήνες ατμού. Έχουν σχήμα Ω (ωμέγα), ενώ κάποιοι από αυτούς κατασκευάζονται από κυματοειδή σωλήνα, αυξάνοντας την ικανότητα απορροφησεως των τάσεων.

Σύνδεση σωλήνων

δ) Με καμπύλες διαστολής (Expansion Loops)



Σύνδεση σωλήνων

ε) Με ολισθαίνουσες ενώσεις (Expansion Joints) ή γλίστρες. Ανάλογα με τις συνθήκες και το ρευστό που διαρρέει το δίκτυο των σωληνώσεων χρησιμοποιούνται:

- **Συνδέσεις με ολισθαίνουσες ενώσεις με τιράντες (Tie Rod Expansion Joints)**
- **Συνδέσεις με ολισθαίνουσες ενώσεις τύπου φουσαρμόνικας (Bellow Expansion Joints).**

Σύνδεση σωλήνων

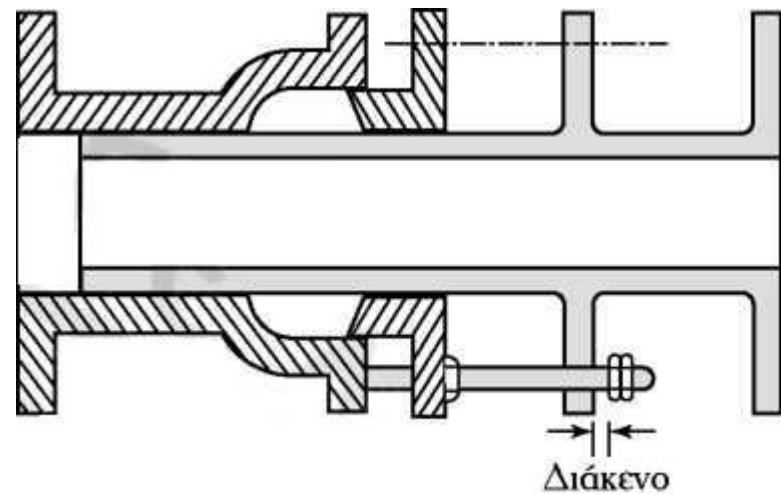
ε) Με **ολισθαίνουσες ενώσεις (Expansion Joints)** ή **γλίστρες**

- **Συνδέσεις με ολισθαίνουσες ενώσεις με τιράντες (Tie Rod Expansion Joints)**, στις οποίες ένα κομμάτι σωλήνα είναι τοποθετημένο μέσα σε ένα άλλο και υπάρχει μεταξύ τους παρέμβυσμα ή λάστιχο που πιέζεται από έναν δακτύλιο με ρυθμιστικούς κοχλίες και περικόχλια (βίδες και παξιμάδια).

Επιτρέποντας την αξονική κίνηση του ενός σωλήνα μέσα στον άλλο απορροφώντας τη διαστολή των σωλήνων του δικτύου.

Σύνδεση σωλήνων

- ε) Με ολισθαίνουσες ενώσεις (Expansion Joints) ή γλίστρες
- Συνδέσεις με ολισθαίνουσες ενώσεις με τιράντες (Tie Rod Expansion Joints)



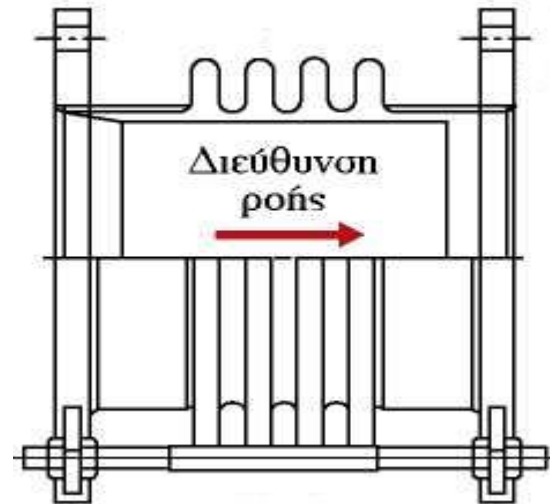
Σύνδεση σωλήνων

ε) Με ολισθαίνουσες ενώσεις (Expansion Joints) ή γλίστρες

- **Συνδέσεις με ολισθαίνουσες ενώσεις τύπου φουσαρμόνικας (Bellow Expansion Joints).** Αυτές χρησιμοποιούνται σε δίκτυα που διαρρέονται από ρευστά υψηλής θερμοκρασίας (π.χ. ατμό ή καυσαέρια), απορροφώντας τη συστολή και τη διαστολή των σωληνώσεων και τους κραδασμούς ταυτόχρονα. Είναι μεταλλικές και συνήθως κατασκευάζονται από ανοξείδωτο ατσάλι, ενώ για ιδιαίτερα διαβρωτικά ρευστά από ειδικό κράμα. Αποτελούνται από έναν ίσιο σωλήνα (χιτώνιο) συγκολλημένο σ' ένα περιαιχένιο στη μία πλευρά, το οποίο εξωτερικά περιβάλλεται από σωλήνα σε σχήμα φουσαρμόνικας. Το ίσιο τμήμα τοποθετείται σύμφωνα με τη διεύθυνση του ρευστού, ώστε να εξομαλύνεται η ροή του, αποτρέποντας ταυτόχρονα τη δημιουργία επικαθίσεων από το ρευστό που επιταχύνει τη διάβρωση. Τοποθετούνται είτε συμπιεσμένες είτε με επιμήκυνση, ώστε κάθε φορά να δέχονται την τάση που αναλογεί στην ψύξη ή τη θέρμανση των σωλήνων του δικτύου που τις διαρρέει και αντίστοιχα να αντιμετωπίζουν τη συστολή ή τη διαστολή των σωλήνων.

Σύνδεση σωλήνων

- ε) Με ολισθαίνουσες ενώσεις (Expansion Joints) ή γλίστρες
- Συνδέσεις με ολισθαίνουσες ενώσεις τύπου φουσαρμόνικας (Bellow Expansion Joints)

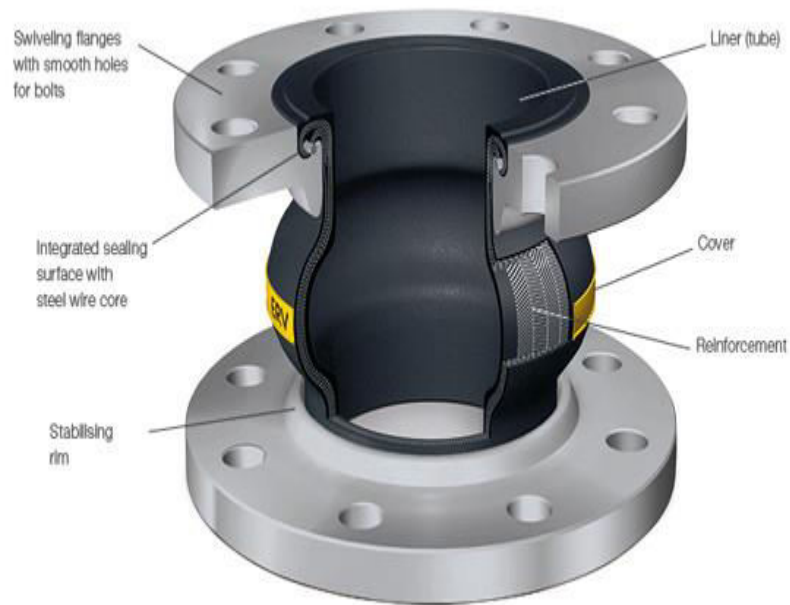


Σύνδεση σωλήνων

στ) Με ενώσεις **εκτονώσεως από ελαστομερές (Rubber Expansion Joints)**, που κατασκευάζονται από συνθετικό καουτσούκ ενισχυμένο με ίνες νήματος ή μεταλλικές. Είναι κατάλληλες για θερμοκρασίες ρευστού έως 120°C και πιέσεις έως 200 psi, διαφορετικά χρησιμοποιούνται μεταλλικές συνδέσεις. Εντός αυτών των ορίων οι συνδέσεις από ελαστομερές παρουσιάζουν πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τις μεταλλικές συνδέσεις, διότι είναι περισσότερο ανθεκτικές στη διάβρωση από το θαλασσινό νερό και την υγρασία, δεν παραμορφώνονται από κτυπήματα, ο χώρος που απαιτείται για την εφαρμογή τους μεταξύ των δύο σωλήνων είναι μικρότερος, έχουν μικρό βάρος και χαμηλό κόστος κατασκευής. Η ελαστικότητα που διαθέτουν απορροφά τις τάσεις συστολής ή διαστολής των σωλήνων του δικτύου, μειώνουν τον θόρυβο λειτουργίας, απομονώνουν τις δονήσεις και αντισταθμίζουν την ευθυγράμμιση των σωλήνων. Διατίθενται σε διάφορες διαμέτρους, ώστε να εξυπηρετούν από πολύ μικρούς έως πολύ μεγάλους σωλήνες δικτύων.

Σύνδεση σωλήνων

στ) Με ενώσεις εκτονώσεως από ελαστομερές (Rubber Expansion Joints)



Βαλβίδες (Επιστόμια - Διακόπτες)

Οι βαλβίδες αποτελούν τα εξαρτήματα ενός δικτύου που ρυθμίζουν την πίεση και τη ροή του ρευστού που το διαρρέει.

Η δράση τους περιλαμβάνει τη διακοπή ή την έναρξη της ροής, τον έλεγχο του ρυθμού ροής, την εκτροπή και την πρόληψη της αντίθετης ροής και τον έλεγχο ή την ανακούφιση της πιέσεως του δικτύου.

Κάθε μία απ' αυτές της περιπτώσεις επιτυγχάνεται με τη ρύθμιση της θέσεως του στοιχείου ροής που κλείνει τη βαλβίδα και πραγματοποιείται χειροκίνητα ή αυτόματα.

Βαλβίδες (Επιστόμια - Διακόπτες)

Οι βαλβίδες αποτελούνται από το σώμα, που έχει τρία ανοίγματα, ένα εισαγωγής, ένα εξαγωγής του ρευστού και ένα στο οποίο εφαρμόζεται καπάκι κατάλληλα διαμορφωμένο, ώστε να διέρχεται ο άξονας ελέγχου (βάκτρο χειρισμού) του στοιχείου διακοπής ροής.

Το στοιχείο αυτό επικάθεται στεγανά σε κατάλληλη έδρα μέσα στο σώμα της βαλβίδας, διακόπτοντας τη ροή μεταξύ εισαγωγής και εξαγωγής του ρευστού.

Η στεγανοποίηση του βάκτρου χειρισμού του στοιχείου διακοπής ροής, στο σημείο που διαπερνά το καπάκι, πραγματοποιείται με κατάλληλη διαμόρφωση όπου εφαρμόζεται στυπαιοθλίπτης και στο διάκενο που δημιουργείται, τοποθετούνται παρεμβύσματα από σαλαμάστρες διαφόρων υλικών όπως γραφιτωμένων νημάτων, τεφλόν κ.ά..

Βαλβίδες (Επιστόμια - Διακόπτες)

Το βάκτρο κινείται μέσω σπειρώματος κοχλιωμένο μέσα σε αντίστοιχο περικόχλιο που βρίσκεται σε εξωτερικό ζυγό ή γέφυρα εγκατεστημένο στο καπάκι.

Σε άλλους τύπους βαλβίδων - επιστομίων π.χ. στις βαλβίδες ακαριαίας διακοπής της ροής (**Quick Close Valves**) το βάκτρο, για τη μετατόπιση του στοιχείου διακοπής της ροής (δίσκος βαλβίδας) σε σχέση με τον δακτύλιο της έδρας, ολισθαίνει μέσα από τα παρεμβύσματα παρασυρόμενο από μηχανισμό με ελατήριο ή έμβολο με αέρα, χωρίς να απαιτείται το σπείρωμα στη γέφυρα του επιστομίου για τη μετατόπιση του βάρου.

Βαλβίδες (Επιστόμια - Διακόπτες)

Σύμφωνα με τα κατασκευαστικά τους χαρακτηριστικά, οι βαλβίδες διακρίνονται σε:

- α) Επιστόμια (**Globe Valves**).
- β) Κρουνοί ή βάνες (**Cocks**).
- γ) Επιστόμια με σύρτες (**Gate Valves**).
- δ) Επιστόμια τύπου πεταλούδας (**Butterfly Valves**).
- ε) Βαλβίδες με αιωρούμενο δίσκο ή κλαπέ (**Flap Valves**).

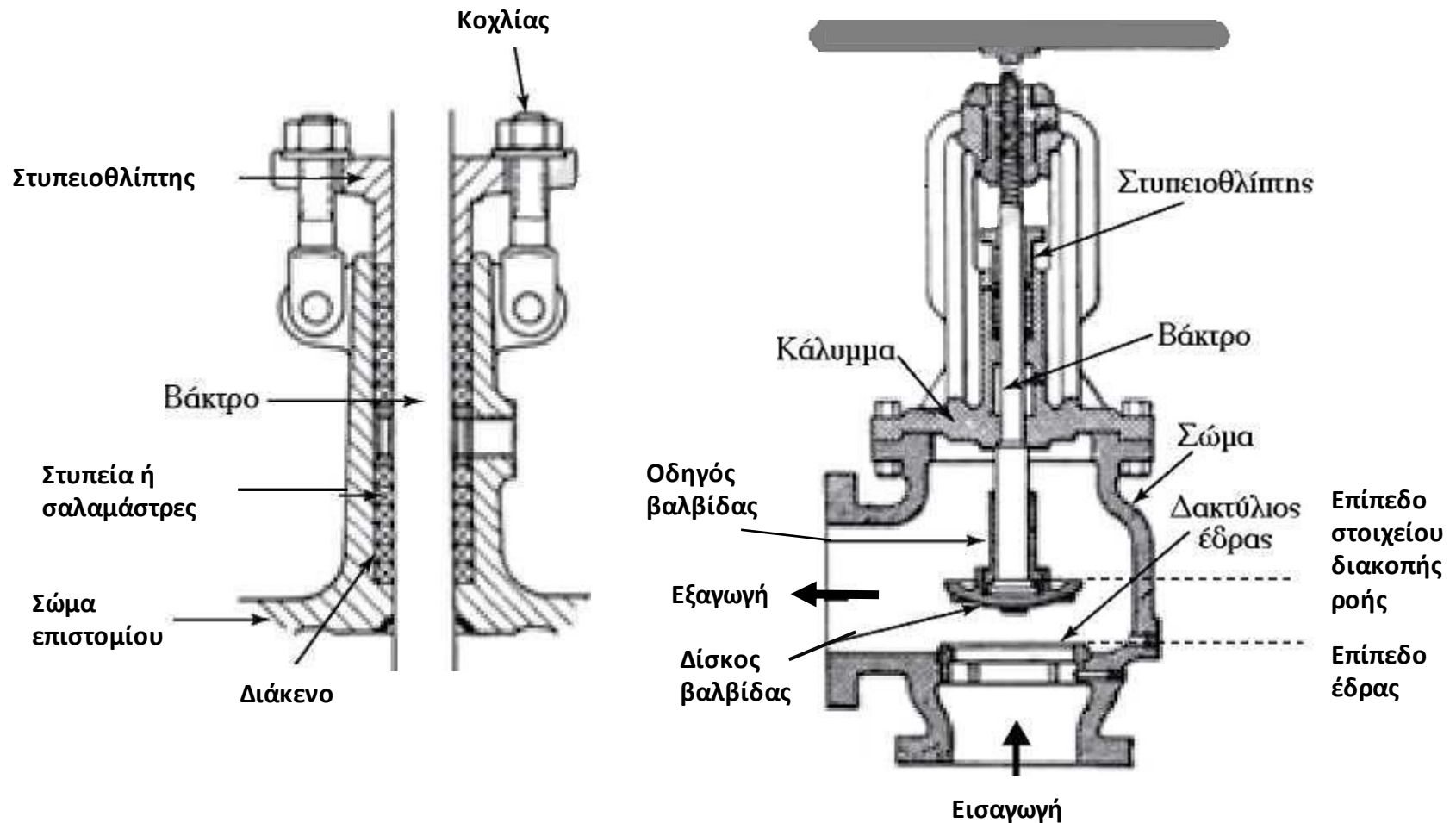
Βαλβίδες (Επιστόμια - Διακόπτες)

α) Επιστόμια (Globe Valves)

Οι βαλβίδες αυτές, με την κάθετη αύξηση ή μείωση της αποστάσεως του στοιχείου διακοπής ροής (ή κοινώς δίσκος βαλβίδας ή βαλβίδα), σε σχέση με το κυκλικό στόμιο (έδρα), επιτυγχάνουν τον έλεγχο της ροής του ρευστού. Το στοιχείο διακοπής ροής έχει τη μορφή δίσκου ή είναι καμπύλο, ενώ το επίπεδο της κινήσεώς του είναι παράλληλο προς το επίπεδο της έδρας στο σώμα του επιστομίου.

Βαλβίδες (Επιστόμια - Διακόπτες)

α) Επιστόμια (Globe Valves)



Βαλβίδες (Επιστόμια - Διακόπτες)

α) Επιστόμια (**Globe Valves**)



(a) Valve Closed

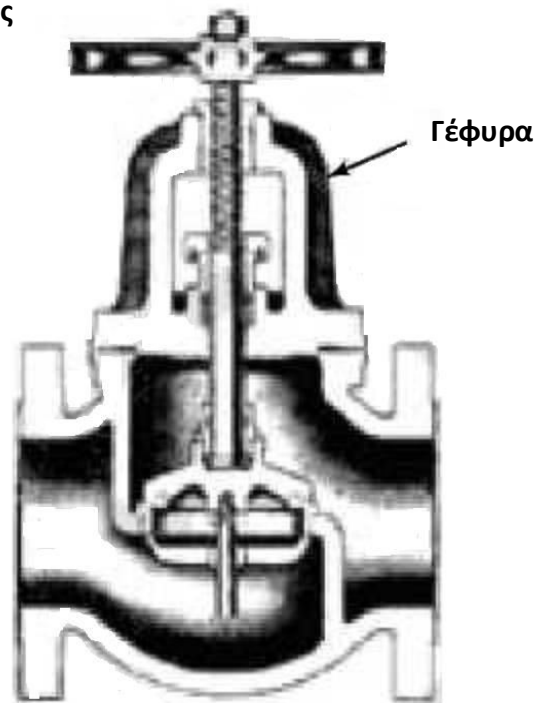
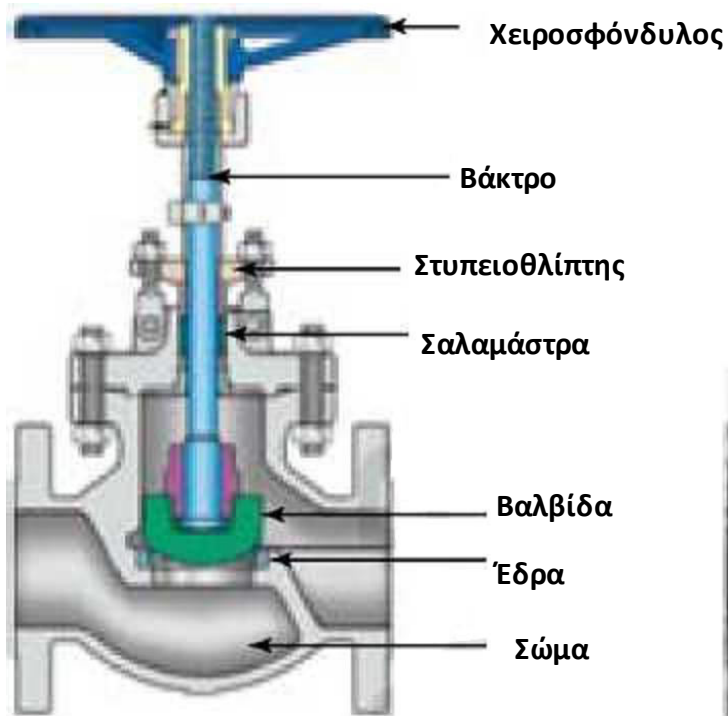


(b) Valve Open

Globe Valve

Βαλβίδες (Επιστόμια - Διακόπτες)

α) Επιστόμια (**Globe Valves**)



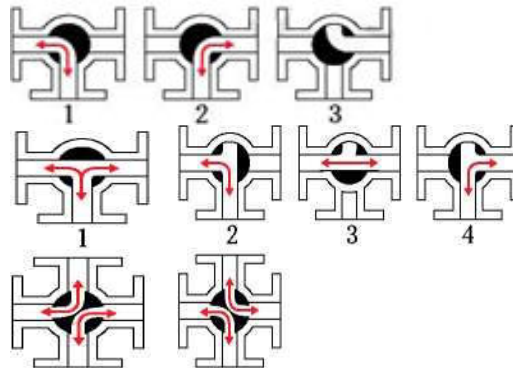
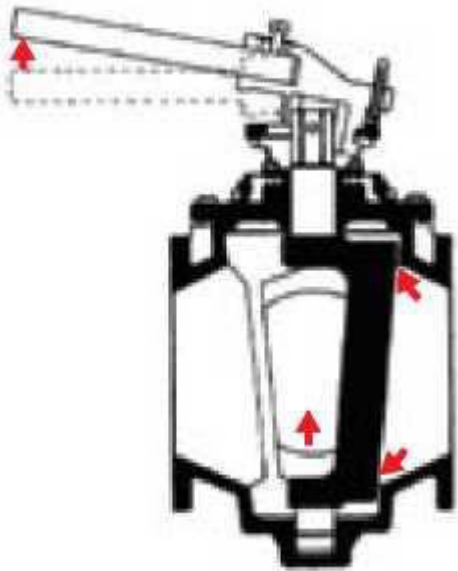
Βαλβίδες (Επιστόμια - Διακόπτες)

β) Κρουνοί ή βάνες (Cocks)

Οι βαλβίδες αυτές αποτελούνται από ένα σφηνοειδές έμβολο με θυρίδα, μέσα στο οποίο διέρχεται το υγρό και περιστρέφονται έως 90° μεγιστοποιώντας τη ροή του υγρού που διαρρέει τον κρουνό. Χρησιμοποιούνται κυρίως ως ανοικτοί ή κλειστοί διακόπτες ροής και σπάνια για τη ρύθμιση της ροής.

Βαλβίδες (Επιστόμια - Διακόπτες)

β) Κρουνοί ή βάνες (Cocks)



Βαλβίδες (Επιστόμια - Διακόπτες)

β) Κρουνοί ή βάνες (Cocks)



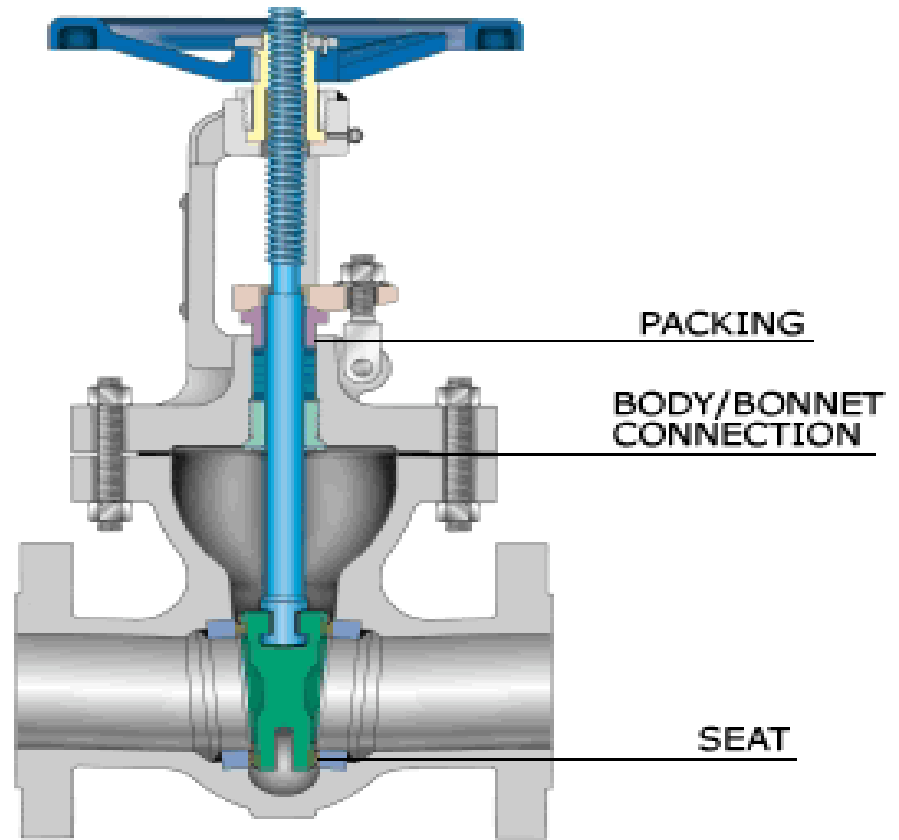
Βαλβίδες (Επιστόμια - Διακόπτες)

γ) Επιστόμια με σύρτες (**Gate Valves**)

Η ροή σ' αυτές τις βαλβίδες ελέγχεται από έναν δίσκο ίδιας διαμέτρου με την έδρα της. Η πτώση της πίεσεως μέσα στα επιστόμια είναι χαμηλή, διότι η ροή του υγρού είναι ευθύγραμμη. Η ροή επιτρέπεται και απ' τις δύο κατευθύνσεις χωρίς να μεταβάλλονται οι συνθήκες ροής, πράγμα που δεν συμβαίνει πάντα στα επιστόμια με αιωρούμενους δίσκους. Το στοιχείο ελέγχου της ροής (σύρτης) παρασύρεται από το βάκτρο (**Stem**), κινούμενο κάθετα στη διεύθυνση ροής αποκαλύπτοντας το στόμιο που διέρχεται το ρευστό. Η πίεση του ρευστού στα δίκτυα που χρησιμοποιούνται μπορεί να είναι πολύ υψηλή, ενώ κατασκευάζονται και για σωλήνες πολύ μεγάλης διαμέτρου. Ο σύρτης διακοπής της ροής του ρευστού ή έχει παράλληλες πλευρές (**Parallel Slide Gate Valve**) ή έχει τη μορφή σφήνας (**Wedge Gate Valve**) για καλύτερη στεγανοποίηση και προστασία της έδρας και του δίσκου.

Βαλβίδες (Επιστόμια - Διακόπτες)

γ) Επιστόμια με σύρτες (**Gate Valves**)



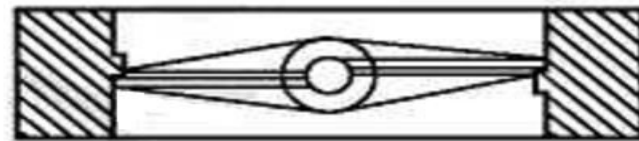
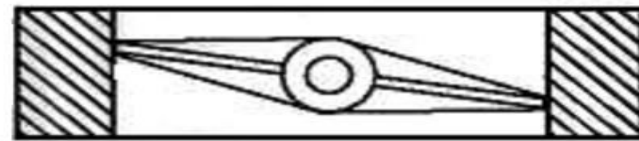
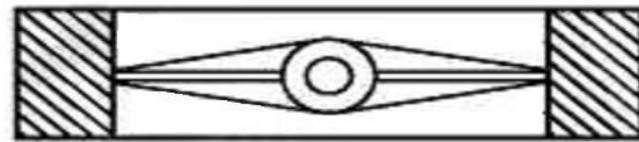
Βαλβίδες (Επιστόμια - Διακόπτες)

δ) Επιστόμια τύπου πεταλούδας (**Butterfly Valves**)

Οι βαλβίδες αυτές αποτελούνται από έναν δίσκο, ο οποίος περιστρέφεται, αποκαλύπτοντας τη θυρίδα ενός δακτυλίου στο σώμα του επιστομίου ίση με την ακτινική διάσταση του σωλήνα όπου τοποθετούνται. Η γωνία περιστροφής του δίσκου είναι 90° , αποκαλύπτοντας έτσι τη μέγιστη επιφάνεια της θυρίδας ροής με αποτέλεσμα η πτώση πίεσεως να είναι πολύ χαμηλή λόγω ελλείψεως στροβιλισμού του ρευστού. Οι έδρες έχουν απόλυτη στεγανότητα, διότι συνήθως κατασκευάζονται από μαλακό υλικό (ελαστικό) επιτυγχάνοντας απόλυτη εφαρμογή. Αυτό περιορίζει τη χρήση τους σε δίκτυα με υψηλή θερμοκρασία του ρευστού, διαφορετικά ο δίσκος και η έδρα κατασκευάζονται από μέταλλο. Το άνοιγμα και το κλείσιμο αυτού του τύπου βαλβίδας πραγματοποιείται με μεγάλη ταχύτητα, διότι μόνο το ένα τέταρτο της περιστροφής του άξονα αρκεί, για να βρεθεί ο δίσκος στην πλήρως ανοικτή ή κλειστή θέση. Για τον λόγο αυτόν, τα επιστόμια τύπου πεταλούδας χρησιμοποιούνται συνήθως στη ρύθμιση της θερμοκρασίας νερού σε σωλήνες δικτύου των ψυγείων. Έχουν μεγάλο εύρος εφαρμογών και κατασκευάζονται από πολύ μικρά έως μεγάλα μεγέθη.

Βαλβίδες (Επιστόμια - Διακόπτες)

δ) Επιστόμια τύπου πεταλούδας (**Butterfly Valves**)



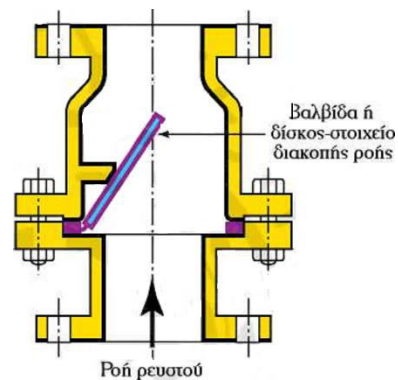
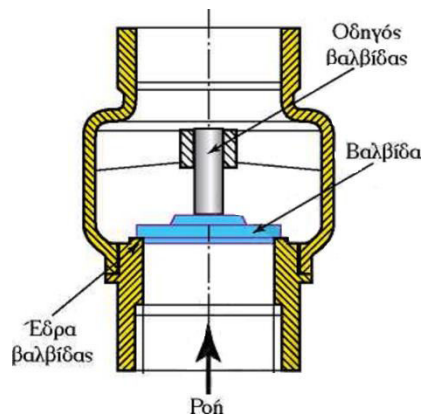
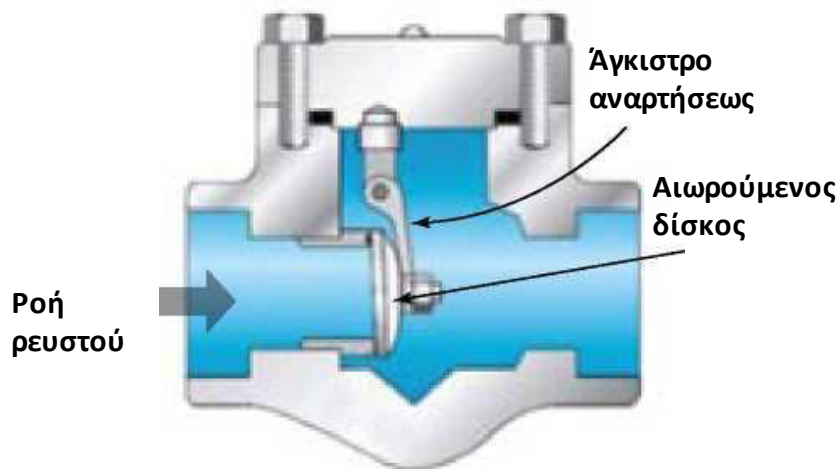
Βαλβίδες (Επιστόμια - Διακόπτες)

ε) Βαλβίδες με αιωρούμενο δίσκο ή κλαπé (**Flap Valves**)

Σ' αυτές τις βαλβίδες ο έλεγχος της ροής επιτυγχάνεται από έναν αιωρούμενο δίσκο ή κλαπé με άγκιστρο αναρτήσεως. Για να λειτουργήσουν, τοποθετούνται οριζόντια ή κατακόρυφα με τη ροή πάντα από την κάτω πλευρά του δίσκου, ενώ το άγκιστρο αναρώσεως τοποθετείται στην επάνω πλευρά. Χρησιμοποιούνται ως ανεπίστροφες βαλβίδες μεσαίου ή πολύ μεγάλου μεγέθους σε δίκτυα καταθλίψεως, όταν μετά τη διακοπή της ροής αποτρέπεται η διέλευση υγρού προς την αντίθετη φορά, π.χ. στους σωλήνες αποχετεύσεως από χώρους ενδιστοιχίσεως, από τα μπούνια του καταστρώματος κ.ά.. Η πτώση πίεσεως στους δίσκους ή τα κλαπé είναι μικρή, διότι προκαλούν μικρή απόκλιση στη ροή. Η θέση του δίσκου καθορίζεται από την ταχύτητα ροής, ώστε να ανοίγει με τη ροή του υγρού και να κλείνει απ' το βάρος του δίσκου όταν σταματήσει η ροή ή από την πίεση του υγρού όταν ρέει αντίθετα. Σ αυτήν την κατηγορία ανήκουν και οι ποδοβαλβίδες (**Foot Valves**), που τοποθετούνται στο άκρο του σωλήνα αναρροφήσεως μιας φυγοκεντρικής αντλίας, συγκροτώντας το υγρό μέσα στον σωλήνα αναρροφήσεως και διευκολύνοντας την αρχική της εκκίνηση. Οι ποδοβαλβίδες κλείνουν είτε με το βάρος του δίσκου και την πίεση του υγρού, όταν αντιστρέφεται η ροή μετά την κράτηση της αντλίας, είτε με την ένταση ελατηρίου.

Βαλβίδες (Επιστόμια - Διακόπτες)

ε) Βαλβίδες με αιωρούμενο δίσκο ή κλαππέ (Flap Valves)



Στεγανοποίηση βαλβίδων - επιστομίων

Η στεγανοποίηση σε όλους τους τύπους βαλβίδων - επιστομίων που εγκαθίστανται σε ένα δίκτυο είναι απαραίτητη για την ασφαλή διακίνηση των ρευστών. Στα περιαυχένια συνδέσεως με τους σωλήνες του δικτύου και στο άνοιγμα του σώματος της βαλβίδας όπου τοποθετείται το καπάκι, η στεγανοποίηση πραγματοποιείται με παρεμβύσματα (κοινώς τσόντες).

Στο σημείο όμως που εξέρχεται ο άξονας (βάκτρο) ελέγχου του στοιχείου διακοπής ροής του (βαλβίδα), το οποίο βρίσκεται στο καπάκι της βαλβίδας - επιστομίου, η σύνδεση με τον χειροσφόνδυλο ή τον άξονα μεταδόσεως της κινήσεως από τον μηχανισμό του επενεργοποιητή, επιτυγχάνεται με στυπεία (κοινώς σαλαμάστρες, που λόγω του σκοπού για τον οποίο προορίζονται μπορεί να συναντώνται και ως παρεμβύσματα).

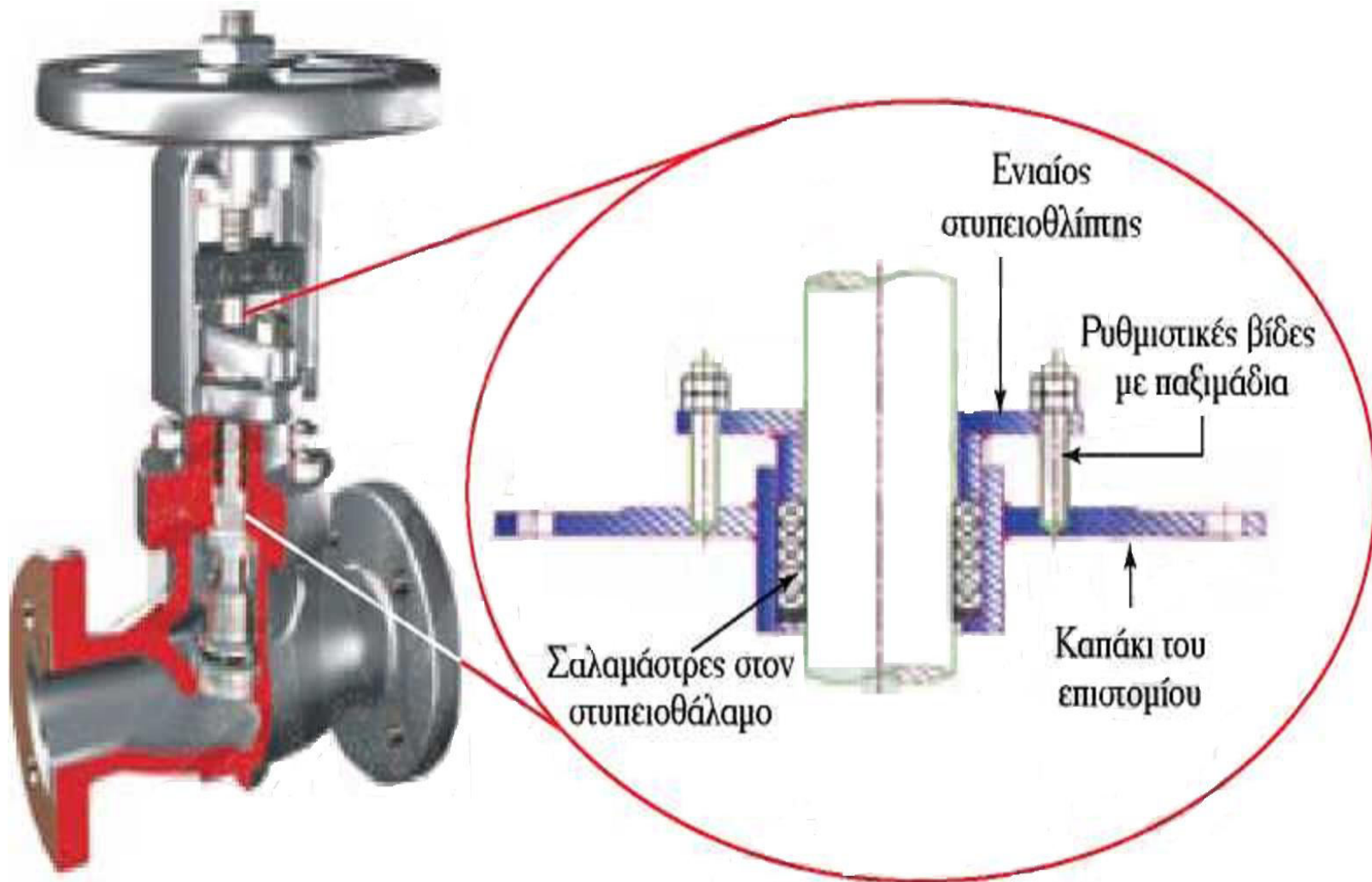
Στεγανοποίηση βαλβίδων - επιστομίων

Τα στυπεία τοποθετούνται σε κατάλληλα διαμορφωμένους στυπαιοθαλάμους, στο καπάκι της βαλβίδας - επιστομίου και συμπιέζονται από τον στυπιοθλίπτη. Καθώς τα στυπεία εκτονώνονται με τη συμπίεση, γεμίζουν το διάκενο που υπάρχει στον στυπιοθάλαμο, εξασφαλίζοντας την επιθυμητή στεγανότητα της βαλβίδας - επιστομίου, αποτρέποντας, κατά τη διέλευση του ρευστού μέσα από τη βαλβίδα του επιστομίου, τη διαρροή στον περιβάλλοντα χώρο.

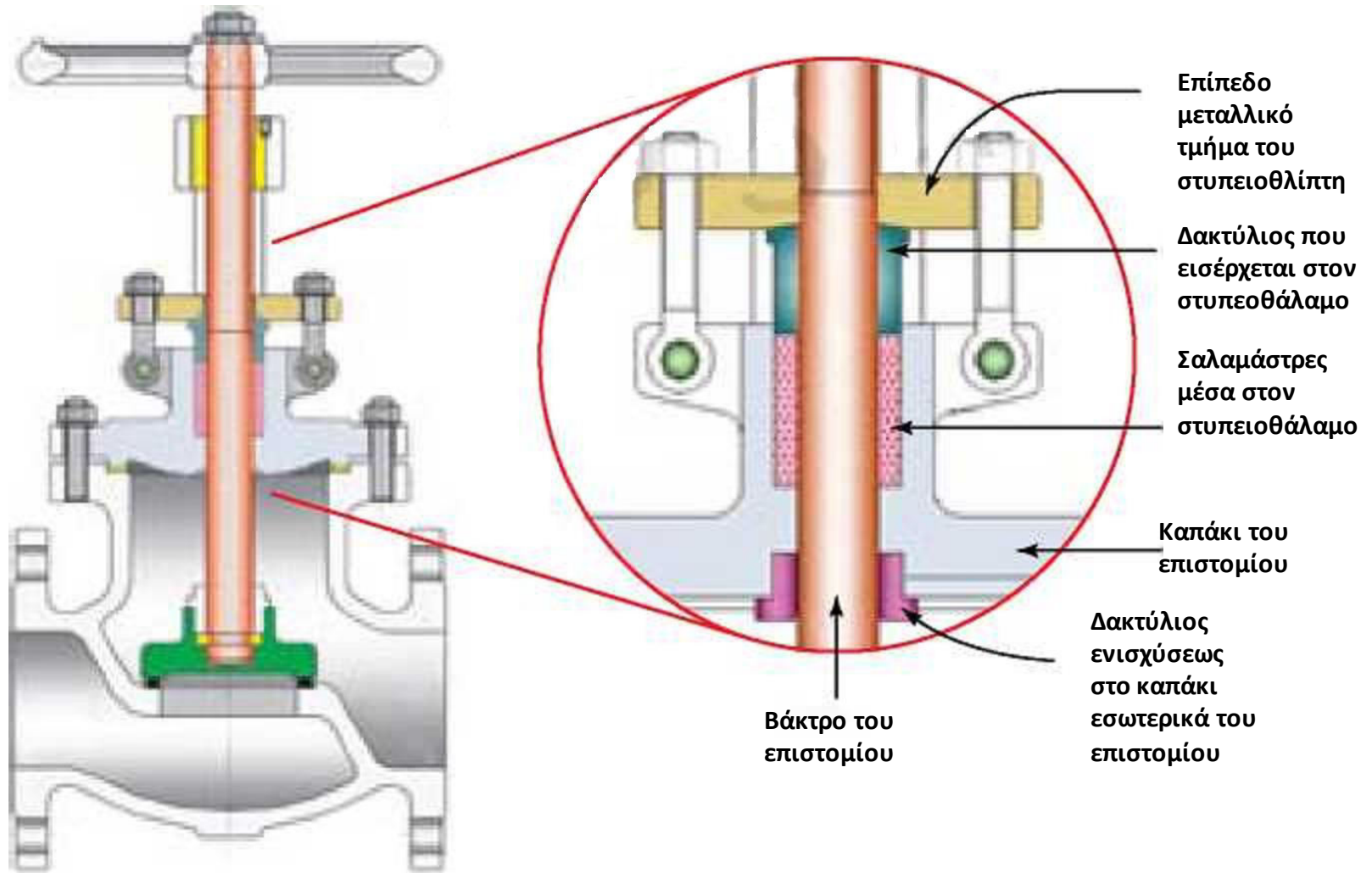
Ο στυπιοθλίπτης συγκρατείται στη βαλβίδα - επιστόμιο στην επιθυμητή θέση:

- είτε από βίδες (μπουλόνια), που τοποθετούνται στο καπάκι της βαλβίδας - επιστομίου με παξιμάδια, μέσω των οποίων ρυθμίζεται η συμπίεση των στυπείων
- είτε από μεγάλο παξιμάδι που διαθέτει εσωτερικό σπείρωμα και βιδώνεται σε ανάλογο σπείρωμα στον ειδικά σχεδιασμένο λαιμό που σχηματίζει το καπάκι της βαλβίδας - επιστομίου.

Στεγανοποίηση βαλβίδων - επιστομίων



Στεγανοποίηση βαλβίδων - επιστομίων

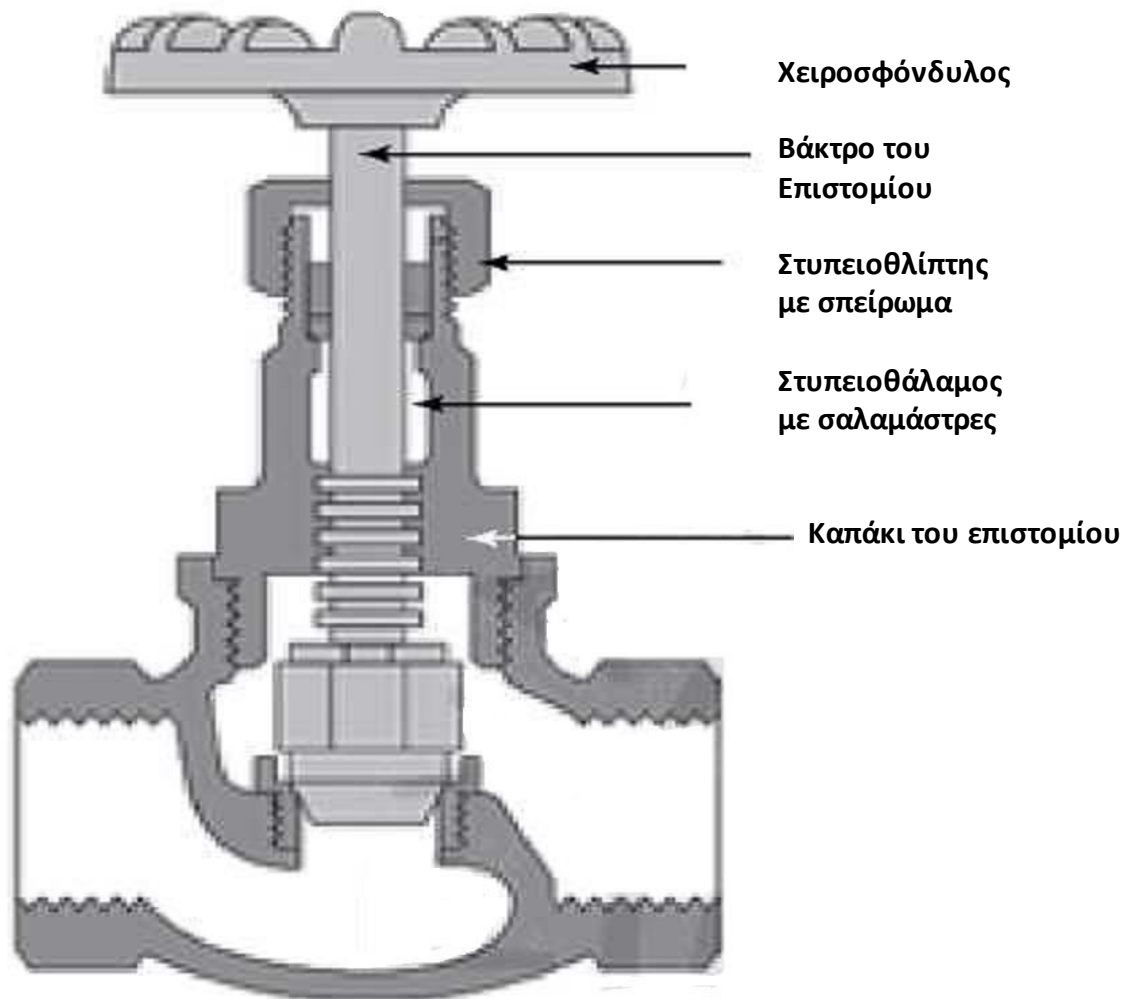


Στεγανοποίηση βαλβίδων - επιστομίων

Ο στυπαιοθλίπτης μπορεί να είναι ένα ενιαίο μεταλλικό τμήμα της βαλβίδας- επιστομίου, το οποίο έχει προέκταση ενός δακτυλίου στην μια πλευρά που εισχωρεί στον στυπαιοθάλαμο ή να χωρίζεται σε δύο τμήματα μετάλλου (διαιρούμενος στυπαιοθλίπτης).

Ο διαιρούμενος στυπαιοθλίπτης μπορεί να έχει είτε επίπεδο σχήμα, που πιέζει τον δακτύλιο που εισέρχεται στον στυπαιοθάλαμο, είτε σχήμα παξιμαδιού, το οποίο πιέζει αντίστοιχα τον δακτύλιο που εισέρχεται στον στυπαιοθάλαμο.

Στεγανοποίηση βαλβίδων - επιστομίων



Στεγανοποίηση βαλβίδων - επιστομίων

Για να επιτευχθεί η στεγανοποίηση, ο αριθμός των σαλαμαστρών που συνήθως απαιτούνται, είναι από 4 έως 6. Οι σαλαμάστρες αυτές στη συνέχεια συμπιέζονται με τον στυπαιοθλίπτη για την ελαχιστοποίηση του διακένου, αλλά σε σημείο τέτοιο, που να επιτρέπει την περιστροφή του βάκτρου με ευκολία.

Στεγανοποίηση βαλβίδων - επιστομίων

Στο εμπόριο διατίθενται διάφορα είδη σαλαμαστρών, που κατασκευάζονται από υλικά κατάλληλα για το είδος του ρευστού που διαρρέει το δίκτυο, την πίεση που αναπτύσσεται και την θερμοκρασία.

Έτσι, η επιλογή της σαλαμάστρας που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να εξασφαλίζει εκτός από τη στεγανοποίηση και την αντοχή της για μεγάλο χρονικό διάστημα. Σύμφωνα με το υλικό κατασκευής τους, οι σαλαμάστρες που χρησιμοποιούνται συνήθως στα πλοία κατασκευάζονται από τεφλόν, από βαμβακερές ίνες, από ίνες λιναριού και από ίνες γραφίτη.

Οι σαλαμάστρες από γραφίτη, προκειμένου να αυξηθεί η αντοχή τους όταν χρησιμοποιούνται για τη στεγανοποίηση ρευστών με υψηλή θερμοκρασία, μπορεί να περιέχουν μεταλλικές ίνες ή να είναι επενδυμένες με λεπτά μεταλλικά φύλλα. Το μέγεθός τους συνήθως κυμαίνεται από 2 mm έως 30 mm, αλλά η επιλογή κατά την εφαρμογή τους εξαρτάται απ' το μέγεθος του διακένου του στυπαιοθαλάμου του επιστομίου, που πρόκειται να στεγανοποιήσουν.

Στεγανοποίηση βαλβίδων - επιστομίων



Στεγανοποίηση βαλβίδων - επιστομίων

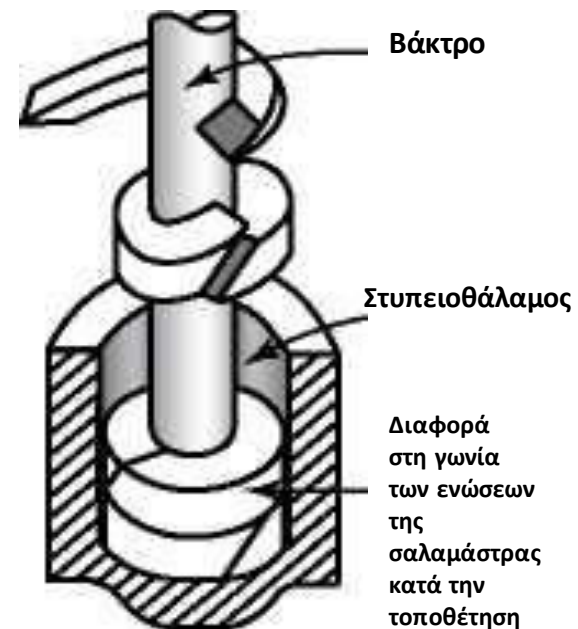
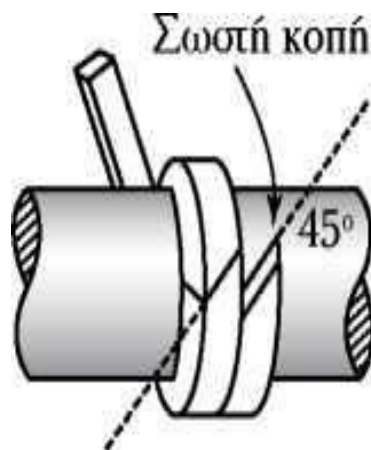
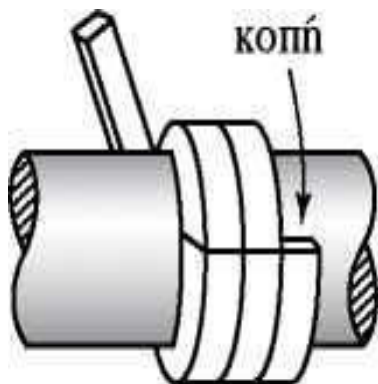
Στα πλοία οι σαλαμάστρες που χρησιμοποιούνται συναντώνται είτε ως έτοιμα προκατασκευασμένα «δαχτυλίδια», είτε σε ρόλους από τους οποίους κόβεται το απαραίτητο μήκος που χρειάζεται για το συγκεκριμένο επιστόμιο.

Το μήκος που θα χρειαστεί, όταν κόβονται από ρόλο, μπορεί να μετρηθεί τυλίγοντας τη σαλαμάστρα γύρω από τον άξονα ή να μετρηθεί η περιφέρεια του βάκτρου του επιστομίου.

Το πλάτος και ο αριθμός των σαλαμαστρών που θα χρησιμοποιηθούν, εξαρτάται από το πλάτος του διακένου μεταξύ βάκτρου και καπακιού και από το ύψος του στυπαιοθαλάμου που σχηματίζεται αντίστοιχα.

Οι άκρες από τις σαλαμάστρες που κόβονται από ρόλο θα πρέπει να κόβονται διαγώνια.

Στεγανοποίηση βαλβίδων - επιστομίων



Στεγανοποίηση βαλβίδων - επιστομίων

Το διαγώνιο κόψιμο στα άκρα κάθε σαλαμάστρας βοηθάει, ώστε να καλύπτονται οι δύο άκρες κατά την τοποθέτησή τους στον στυπαιοθάλαμο, επιτυγχάνοντας καλύτερη στεγανοποίηση, ενώ η σύσφιγξη του στυπαιοθλίπτη πρέπει να γίνεται σταδιακά, ελέγχοντας ταυτόχρονα την ευκολία με την οποία το βάκτρο περιστρέφεται.

Η τοποθέτηση κάθε σαλαμάστρας στον στυπαιοθάλαμο θα πρέπει να γίνεται έτσι, ώστε το σημείο ενώσεώς της να μην βρίσκεται στην ίδια ευθεία με την ένωση από το προηγούμενο τμήμα σαλαμάστρας, και να αποκλείεται μ' αυτόν τον τρόπο η πιθανότητα δημιουργίας διόδου του ρευστού. Συνήθως η διαφορά των ενώσεων όπως τοποθετούνται γύρω από το βάκτρο είναι 90° .

Ταξινόμηση επιστομίων

Η ταξινόμηση των επιστομίων μπορεί να γίνει σύμφωνα με τα λειτουργικά τους χαρακτηριστικά στις εξής δύο βασικές κατηγορίες:

α) Στα ανεπίστροφα επιστόμια, που επιτρέπουν την ροή του ρευστού μόνο προς τη μία κατεύθυνση και κλείνουν αυτόματα όταν η ροή διακοπεί ή όταν η πίεση του ρευστού γίνει μεγαλύτερη και αντίθετη στην επιθυμητή διεύθυνση ροής.

β) Στα μεταβλητού ή ελεγχόμενου ανοίγματος επιστόμια, στα οποία η ροή του ρευστού μπορεί να ρυθμιστεί στην επιθυμητή από τον χειροσφόνδυλο μέσω του βάκτρου, ελέγχοντας το άνοιγμα του στοιχείου διακοπής της ροής.

Ταξινόμηση επιστομίων

Περαιτέρω ταξινομούνται στις εξής υποκατηγορίες;

- α) Στα χειροκίνητα επιστόμια (**Manual Valves**).
- β) Στα αυτόματα επιστόμια ή επιστόμια διακοπής και μη επιστροφής (**Check ή Non Return Valves**).
- γ) Στα επιστόμια ρυθμίσεως της πίεσεως (**Pressure Reducing Valves**).
- δ) Στα ανακουφιστικά επιστόμια - βαλβίδες (**Relief Valves**).
- ε) Στα επιστόμια άμεσης διακοπής ροής (**Quick Closing Valves**).
- στ) Στα βαλβιδοκιβώτια (**Change Over Valve Chest**).
- ζ) Στα αυτόματα επιστόμια εκτονώσεως (**Automatic Discharge Valve**).

Ταξινόμηση επιστομίων

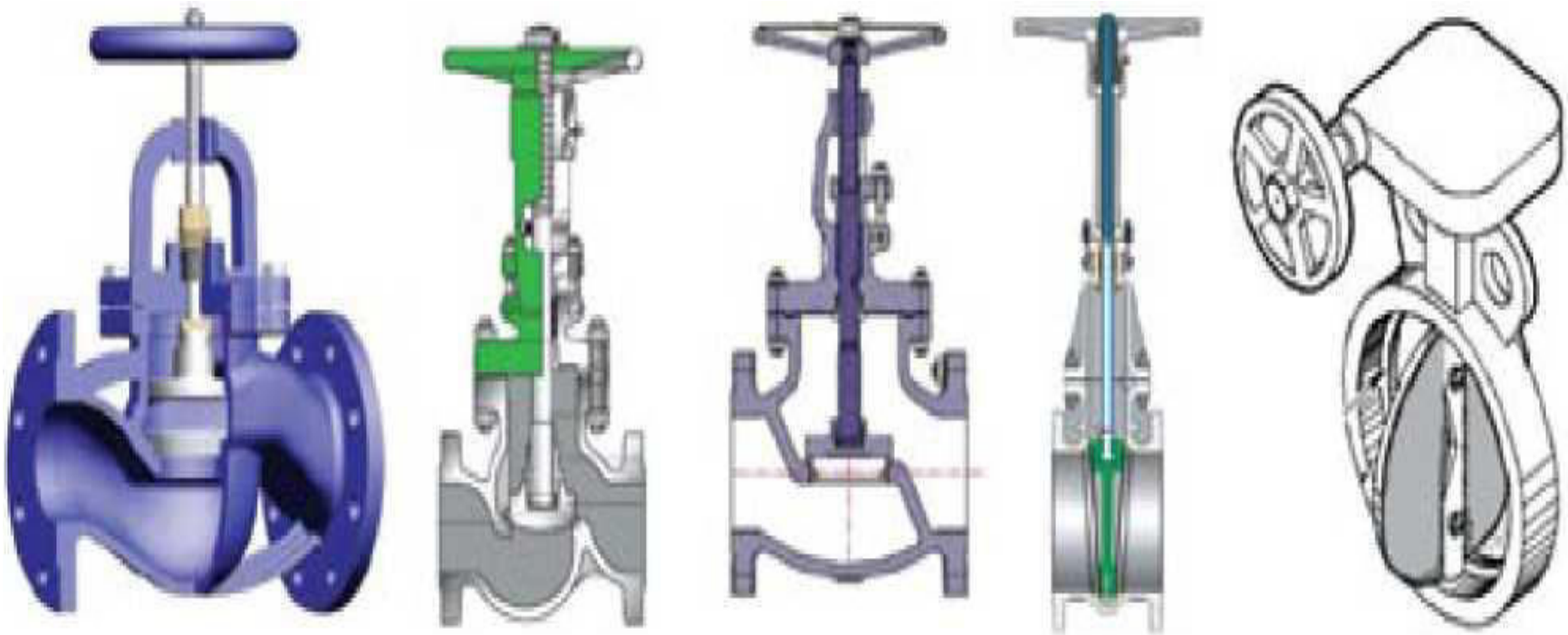
α) Στα χειροκίνητα επιστόμια (**Manual Valves**), που με τη λειτουργία τους ρυθμίζουν την εκκίνηση και τη διακοπή της ροής, τον έλεγχο του ρυθμού της ή και τα δύο ταυτόχρονα, και την εκτροπή της ροής ενός ρευστού.

Στα χειροκίνητα επιστόμια, ο έλεγχος του στοιχείου διακοπής ροής πραγματοποιείται από το βάκτρο. Ανάλογα με το είδος του στοιχείου διακοπής ροής αυτά διακρίνονται σε:

- Επιστόμια **διακοπής** (**Globe Valves**), όταν το στοιχείο διακοπής της ροής κινείται από ή προς την έδρα με κατεύθυνση κάθετη προς αυτήν. Το στοιχείο μπορεί να έχει το σχήμα δίσκου ή να είναι κοίλο.
- Επιστόμια **με ολισθαίνουσα θυρίδα-σύρτη** (**Gate - slide Valves**), όταν το στοιχείο διακοπής ροής κινείται κάθετα στη διέλευση ροής.
- Επιστόμια **τύπου πεταλούδας**, όταν ο δίσκος διακοπής ροής περιστρέφεται μέσα στο άνοιγμα απ' όπου διέρχεται το ρευστό.

Ταξινόμηση επιστομίων

α) Στα χειροκίνητα επιστόμια (Manual Valves)



Ταξινόμηση επιστομίων

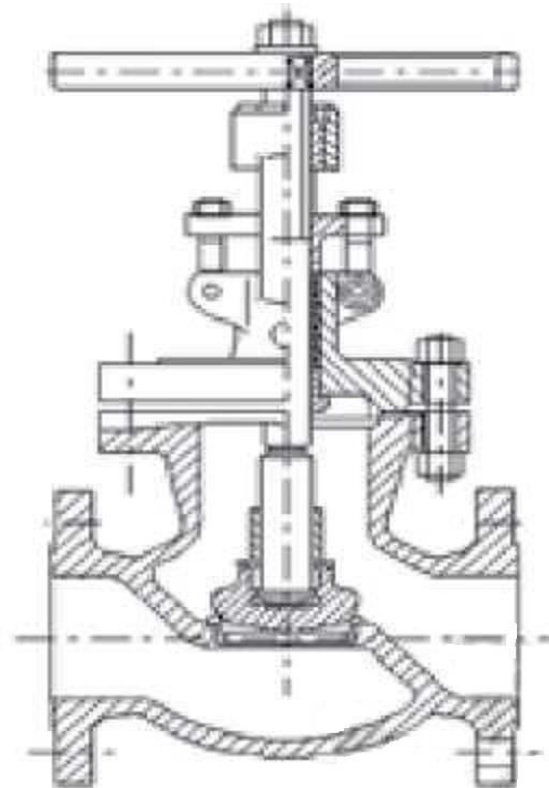
β) Στα αυτόματα επιστόμια ή επιστόμια διακοπής και μη επιστροφής (Check ή Non Return Valves).

Στα επιστόμια αυτά το στοιχείο διακοπής της ροής είναι ένας δίσκος επίπεδος η κοίλος με οδηγό στο κάτω μέρος, ώστε να εξασφαλίζεται η στεγανότητα του όταν είναι στην κλειστή θέση.

Το στοιχείο διάκοπης της ροής ελέγχεται από το βάκτρο χωρίς να είναι μόνιμα συνδεδεμένο στο άκρο του. Έτσι, το ρευστό ρέει μέσα από το επιστόμιο προς τη μία διεύθυνση, ενώ όταν η ροή αντιστραφεί, το στοιχείο διακοπής ροής κλείνει την έδρα, με αποτέλεσμα να αποτρέπεται η κίνηση του ρευστού στην αντίθετη διεύθυνση.

Ταξινόμηση επιστομίων

β) Στα αυτόματα επιστόμια ή επιστόμια διακοπής και μη επιστροφής (Check ή Non Return Valves).



Ταξινόμηση επιστομίων

γ) Στα επιστόμια ρυθμίσεως της πίεσεως (Pressure Reducing Valves).

Με τα επιστόμια αυτά επιτυγχάνεται η απαραίτητη μείωση της πίεσεως του ατμού ή της πίεσεως του αέρα σε πίεση χαμηλότερη απ' αυτήν που παρέχεται από τον λέβητα ή το αεριοφυλάκιο συμπιεσμένου αέρα.

Έτσι, ο ατμός παρέχεται στο δίκτυο με μειωμένη πίεση για τη λειτουργία των βοηθητικών μηχανημάτων ή για άλλες βοηθητικές χρήσεις (π.χ. σε προθερμαντήρες).

Όταν χρησιμοποιούνται στο δίκτυο του αέρα, ο αέρας παρέχεται στην επιθυμητή πίεση που απαιτείται για τον έλεγχο των αυτοματισμών και στο δίκτυο των βοηθητικών χρήσεων.

Η λειτουργία των επιστομίων βασίζεται στη μείωση της πίεσεως είτε με τον στραγγαλισμό του ατμού ή του αέρα μέσω αυτόματου ρυθμιζόμενου ανοίγματος, είτε με τη ρύθμιση της εντάσεως ελατηρίου, ώστε το ρευστό, εξερχόμενο από το επιστόμιο, να έχει την επιθυμητή πίεση.

Αν ο ατμός ή ο αέρας παρέχεται στο επιστόμιο με πίεση μικρότερη ή ίση από εκείνη στην οποία ρυθμίζεται ο μειωτήρας πίεσεως, τότε αυτός παραμένει ανοικτός επιτρέποντας την ελεύθερη διέλευση του ατμού ή του αέρα αντίστοιχα.

Ταξινόμηση επιστομίων

γ) Στα επιστόμια ρυθμίσεως της πιέσεως (Pressure Reducing Valves).

Οι συνηθέστεροι τύποι μειωτήρων πιέσεως είναι:

- 1.** Οι μειωτήρες με ρυθμιζόμενη ένταση του ελατηρίου.
- 2.** Μειωτήρας πιέσεως με βοηθητική βαλβίδα.

Ταξινόμηση επιστομίων

γ) Στα επιστόμια ρυθμίσεως της πίεσης (**Pressure Reducing Valves**).

1. Οι μειωτήρες με **ρυθμιζόμενη ένταση του ελατηρίου**

Η μείωση στην πίεση εξαγωγής του ρευστού απ' τη βαλβίδα ελέγχου ροής του μειωτήρα ελέγχεται από το ελατήριο που εφαρμόζεται κατάλληλα στο διάφραγμα και συνδέεται με αυτή με άξονα.

Η λειτουργία του μειωτήρα βασίζεται στην ισορροπία του εμβόλου και στην επίδραση του ελατηρίου σε σχέση με την πίεση εξαγωγής από το επιστόμιο.

Έτσι, ανάλογο με την ένταση στην οποία είναι ρυθμισμένο το ελατήριο θα είναι και το άνοιγμα της βαλβίδας που θα επιτρέπει τη ροή του ρευστού. Η ισορροπία του εμβόλου, υπό την πίεση P_1 που ασκείται στην εισαγωγή του ρευστού, επιτυγχάνεται διότι η ίδια πίεση ασκείται στις δύο ίσες επιφάνειες A_1 , που η μία είναι η κάτω πλευρά της βαλβίδας ελέγχου ροής και η άλλη είναι η επιφάνεια του εμβόλου του ελατηρίου στην πλευρά του διαφράγματος. Έτσι, η υψηλή πίεση εισόδου διατηρεί το σύστημα βαλβίδας - εμβόλου - διαφράγματος σε ισορροπία.

Τότε, ενεργεί το ελατήριο που πιέζει τη βαλβίδα να ανοίξει, ενώ ταυτόχρονα δέχεται τη μειωμένη πίεση P_2 στην επιφάνεια A_2 της βαλβίδας ελέγχου ροής που την πιέζει να κλείσει.

Τα δύο αυτά μέρη βρίσκονται σε ισορροπία, ώστε οποιαδήποτε μείωση στην πίεση P_2 ανυψώνει τη βαλβίδα επιτρέποντας τη ροή του ρευστού, ενώ οποιαδήποτε αύξηση της πίεσεως στην εξαγωγή όταν εξισωθεί με την ένταση του ελατηρίου θα κλείσει τη βαλβίδα διακόπτοντας τη ροή.

Ταξινόμηση επιστομίων

γ) Στα επιστόμια ρυθμίσεως της πίεσης (**Pressure Reducing Valves**).

1. Οι μειωτήρες με ρυθμιζόμενη ένταση του ελατηρίου

Έτσι, ανάλογα με την ένταση στην οποία ρυθμίζεται το ελατήριο, το ρευστό, όταν μειωθεί η πίεση στην εξαγωγή του επιστομίου, διέρχεται από τη βαλβίδα αυξάνοντας την πίεση P_2 μέχρι να έλθει σε ισορροπία με την ένταση του ελατηρίου και να διακοπεί η ροή.

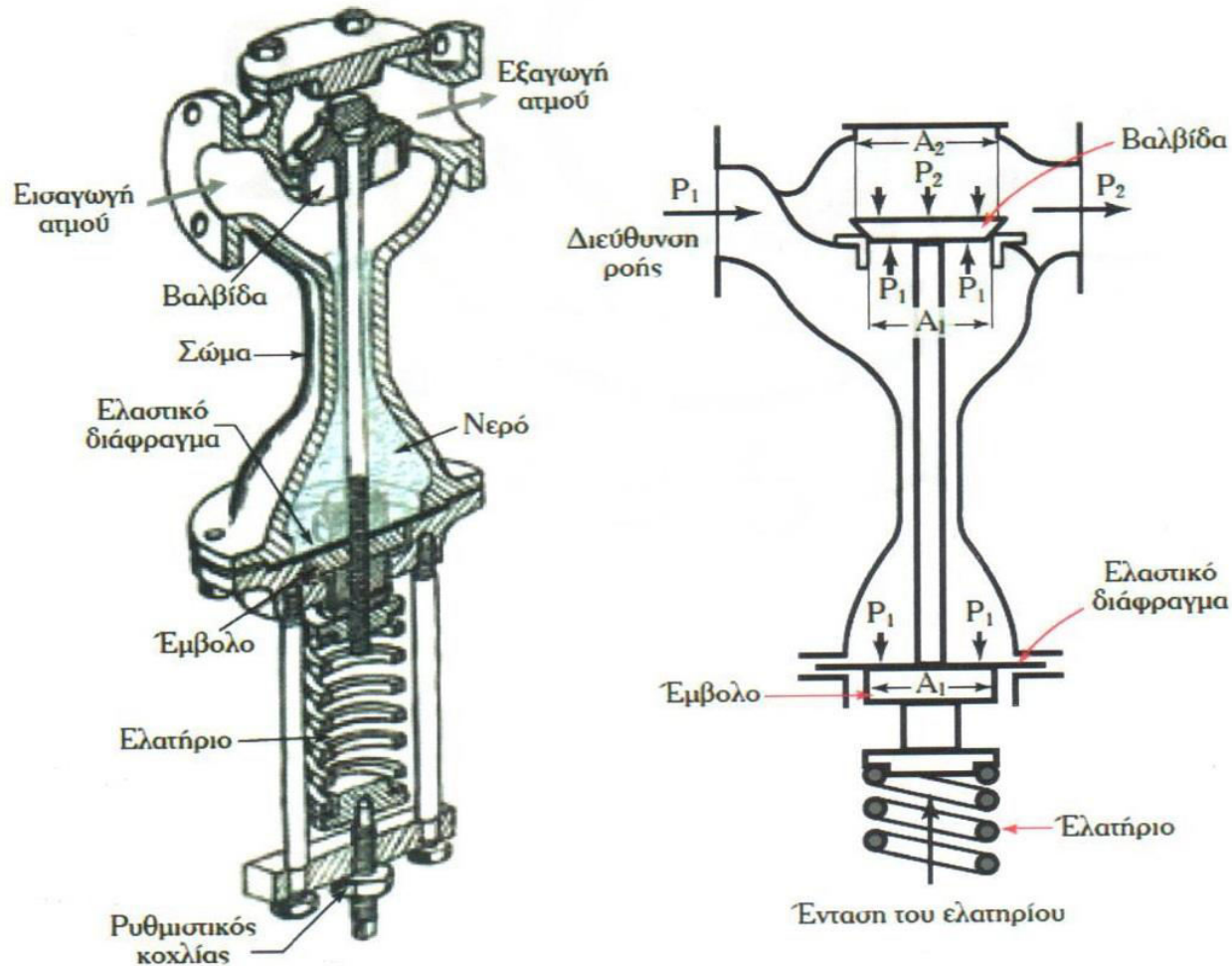
Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να διατηρείται η πίεση στην εξαγωγή του ρευστού στα επιθυμητά επίπεδα, σύμφωνα με την ένταση ρυθμίσεως του ελατηρίου.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι αυτού του είδους οι βαλβίδες είναι πάντα εγκατεστημένες σε κάθετη θέση. Επίσης, όταν οι μειωτήρες χρησιμοποιούνται σε δίκτυα ατμού, τότε το ελατήριο με τη μεμβράνη βρίσκονται στην κάτω πλευρά, ώστε το συμπύκνωμα που συλλέγεται στον χώρο πάνω απ' τη μεμβράνη να την προστατεύει απ' την υψηλή θερμοκρασία. Με όμοιο τρόπο λειτουργούν και οι μειωτήρες που διαθέτουν δύο βαλβίδες και δύο έδρες για τον έλεγχο της ροής του ρευστού.

Ταξινόμηση επιστομίων

γ) Στα επιστόμια ρυθμίσεως της πίεσης (Pressure Reducing Valves).

1. Οι μειωτήρες με ρυθμιζόμενη ένταση του ελατηρίου



Ταξινόμηση επιστομίων

γ) Στα επιστόμια ρυθμίσεως της πίεσεως (**Pressure Reducing Valves**).

2. Μειωτήρας πίεσεως με βοηθητική βαλβίδα

Τα κύρια μέρη απ' τα οποία αποτελείται ο μειωτήρας πίεσεως είναι η κύρια βαλβίδα ελέγχου ροής του ατμού, που συνδέεται μ' ένα έμβολο μεγαλύτερης διαμέτρου απ' αυτήν, μία βοηθητική βαλβίδα, ένα διάφραγμα ελέγχου ροής του ατμού στην βοηθητική βαλβίδα, ένα ελατήριο και η βίδα ρυθμίσεως εντάσεως του ελατηρίου ελέγχου του διαφράγματος.

Ο ατμός υψηλής πίεσεως παρέχεται στην κύρια βαλβίδα ελέγχου ροής και μέσω εσωτερικού αγωγού υψηλής πίεσεως στην βοηθητική βαλβίδα. Στη συνέχεια, μέσω της βοηθητικής βαλβίδας παρέχεται στην επάνω πλευρά του εμβόλου που συνδέεται μέσω βάρκρου με την κύρια βαλβίδα. Τότε ο ατμός υψηλής πίεσεως, λόγω της διαφοράς των επιφανειών του εμβόλου και της κύριας βαλβίδας, την πιέζει να ανοίξει. Ταυτόχρονα, ατμός απ' την πλευρά της μειωμένης πίεσεως επιδρά στη βοηθητική βαλβίδα, ώστε το άθροισμα της μειωμένης πίεσεως με τη δύναμη που ασκείται από την ένταση του ρυθμιστικού ελατηρίου στο διάφραγμα να ελέγχει την πίεση που θα ανοίξει τη βοηθητική βαλβίδα για την παροχή του ατμού στο έμβολο.

Ταξινόμηση επιστομίων

γ) Στα επιστόμια ρυθμίσεως της πίεσεως (Pressure Reducing Valves).

2. Μειωτήρας πίεσεως με βοηθητική βαλβίδα

Το σύστημα βρίσκεται σε ισορροπία, η οποία θα μεταβληθεί, όταν η πίεση στην εξαγωγή μειωθεί, ανοίγοντας τη βοηθητική βαλβίδα και ο ατμός υψηλής πίεσεως ανοίξει την κύρια βαλβίδα πιέζοντας το έμβολο.

Ο ατμός θα διαρρέει την κύρια βαλβίδα, μέχρι η πίεση στην πλευρά μειωμένης πίεσεως να αυξηθεί στο επιθυμητό επίπεδο, επαναφέροντας την ισορροπία στη βοηθητική βαλβίδα, η οποία κλείνει διακόπτοντας την παροχή του ατμού στο έμβολο.

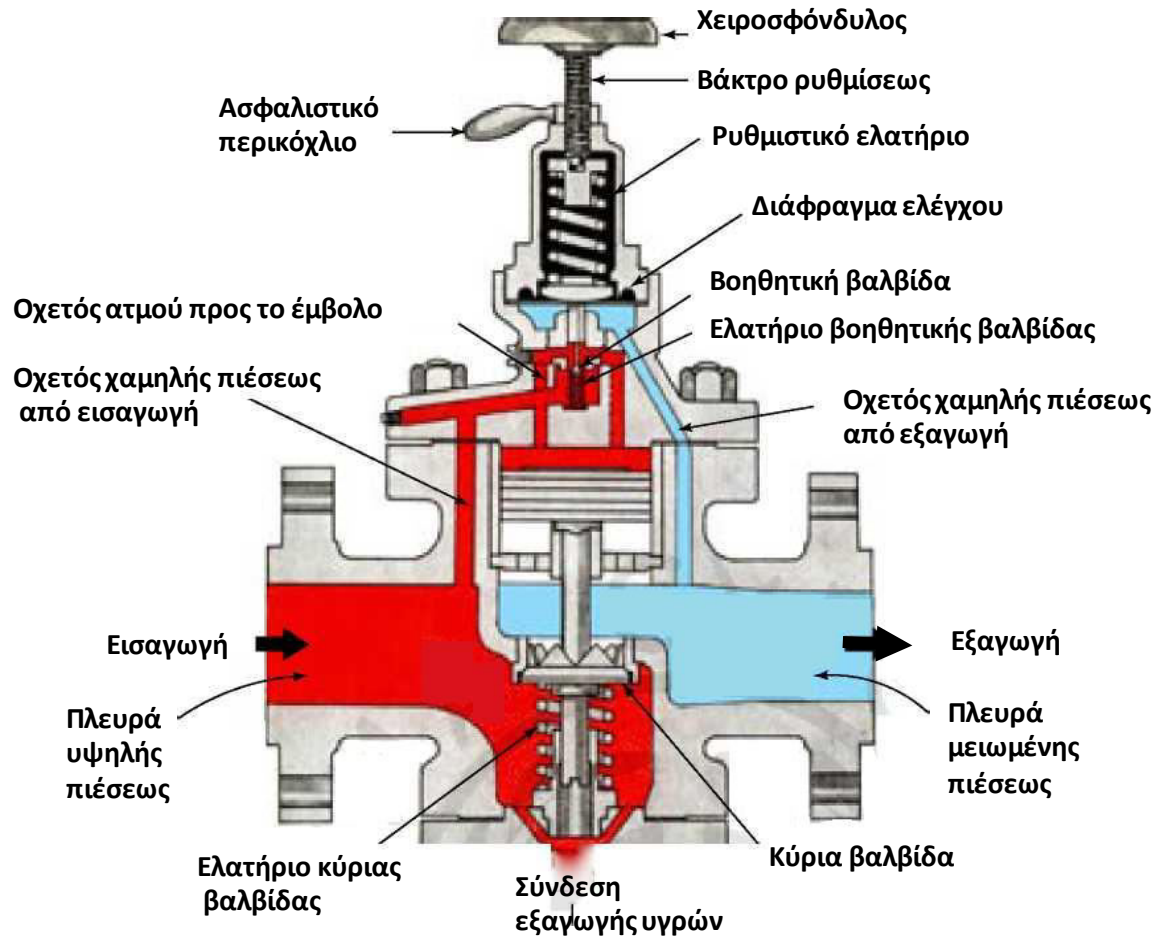
Η κύρια βαλβίδα λόγω της πίεσεως του ατμού εξαγωγής θα κλείσει τελείως, διατηρώντας την πίεση στα προεπιλεγμένα επίπεδα.

Η ρύθμιση της πίεσεως επιτυγχάνεται απ' τη ρύθμιση της εντάσεως του ελατηρίου με χειροσφόνδυλο προοδευτικά, διότι η βαλβίδα αποκρίνεται άμεσα στις μεταβολές.

Ταξινόμηση επιστομίων

γ) Στα επιστόμια ρυθμίσεως της πίεσης (Pressure Reducing Valves).

2. Μειωτήρας πίεσης με βοηθητική βαλβίδα



Ταξινόμηση επιστομίων

δ) Στα ανακουφιστικά επιστόμια-βαλβίδες (Relief Valves).

Η πρόληψη ανεπιθύμητης βλάβης αυξήσεως της πίεσεως σ' ένα δίκτυο ή σε ένα σύστημα ατμού κ.ά. επιτυγχάνεται με τη χρήση ανακουφιστικών βαλβίδων, που επιτρέπουν τη διαφυγή του ρευστού.

Οι βαλβίδες αυτές χρησιμοποιούνται και ως ασφαλιστικές, ενώ όταν το ρευστό επιστρέφει σε μια δεξαμενή επιστροφών ή στη δεξαμενή αναρροφήσεως της αντλίας ονομάζονται βαλβίδες βραχυκυκλώσεως ή επιστροφών.

Οι βαλβίδες αυτές αποτελούνται από το σώμα και το στοιχείο ελέγχου ροής της βαλβίδας που συνδέεται με βάκτρο με ρυθμιζόμενη εντάσεως ελατήριο.

Η βαλβίδα παραμένει κλειστή όσο η πίεση που ασκείται από το ρευστό στην ενεργή επιφάνεια στο κάτω μέρος της βαλβίδας είναι μικρότερη απ' το βάρος της και τη δύναμη της εντάσεως του ελατηρίου.

Όταν η πίεση του ρευστού αυξηθεί τόσο, ώστε πολλαπλασιαζόμενη με την ενεργή επιφάνεια της βαλβίδας να παράγει δύναμη ίση ή μεγαλύτερη απ' το άθροισμα του βάρους της βαλβίδας και της δυνάμεως που ασκείται από τη συμπίεση του ελατηρίου, η βαλβίδα θα υψωθεί επιτρέποντας τη διέλευση του ρευστού σε ασφαλές σημείο προς το περιβάλλον ή προς τη δεξαμενή επιστροφών.

Ταξινόμηση επιστομίων

δ) Στα ανακουφιστικά επιστόμια-βαλβίδες (Relief Valves).

Η βαλβίδα θα επιστρέψει στην έδρα, διακόπτοντας τη ροή όταν η πίεση αυτή μειωθεί.

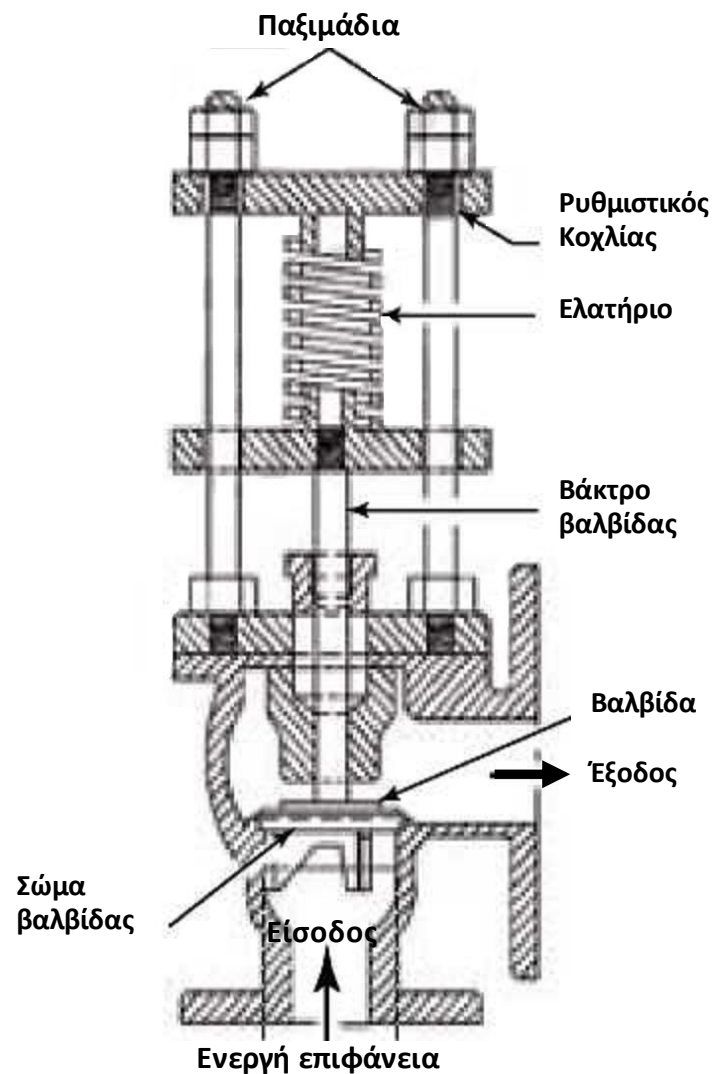
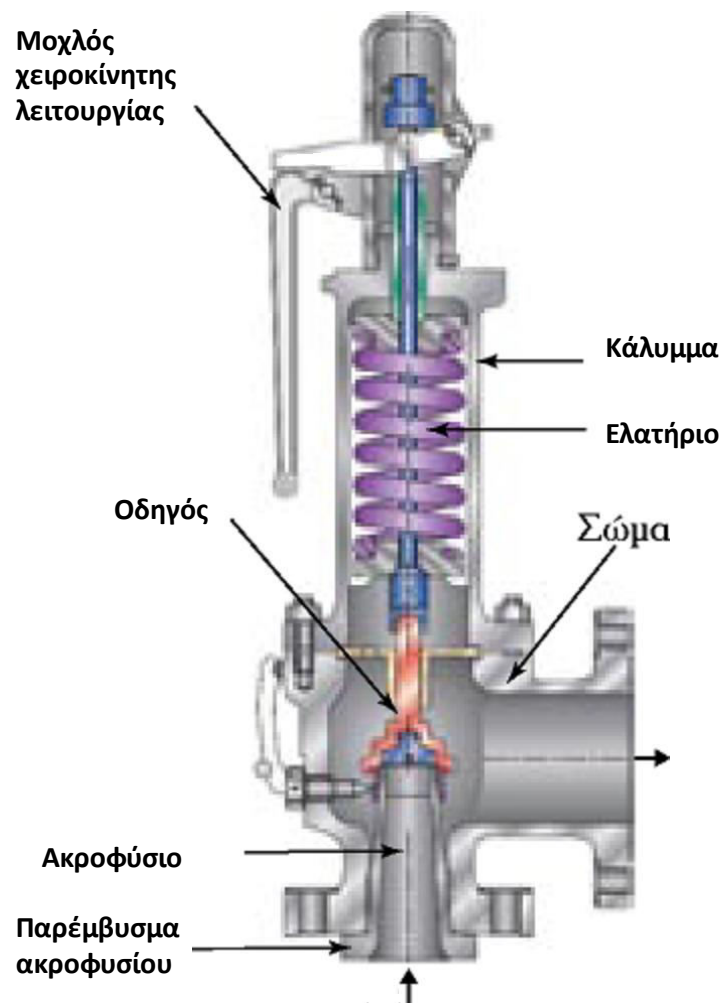
Η ένταση του ελατηρίου ρυθμίζεται κατά τέτοιον τρόπο, ώστε η βαλβίδα να ανοίγει στην επιθυμητή τιμή, παρέχοντας τη δυνατότητα λειτουργίας της στο εύρος πίεσεως του μεγέθους της κάθε βαλβίδας.

Η σωστή ρύθμιση της βαλβίδας αποτρέπει την εσφαλμένη λειτουργία της, ενώ μπορεί να λειτουργήσει και χειροκίνητα σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης ή για την επιθεώρησή της με τη βοήθεια μοχλού ή άλλης κατάλληλης διατάξεως.

Οι ασφαλιστικές βαλβίδες λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο και ανοίγουν προειδοποιώντας όη η πίεση έχει αυξηθεί σε επικίνδυνο όριο, πάνω από το επιθυμητό, στο οποίο έχουν ρυθμιστεί.

Ταξινόμηση επιστομίων

δ) Στα ανακουφιστικά επιστόμια - βαλβίδες (Relief Valves)



Ταξινόμηση επιστομίων

ε) Στα επιστόμια άμεσης διακοπής ροής (**Quick Closing Valves**).

Σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης είναι απαραίτητη η άμεση διάκοπη ροής στο δίκτυο. Γι' αυτόν τον λόγο στις δεξαμενές ευφλέκτων υγρών τοποθετούνται επιστόμια άμεσης διακοπής της ροής.

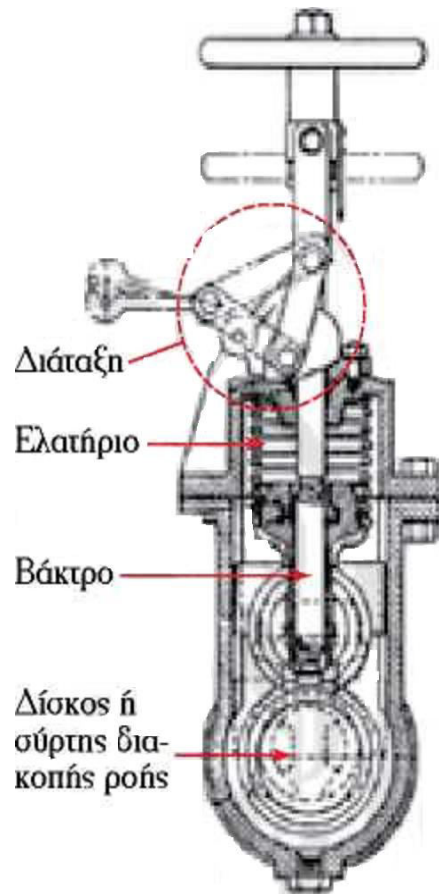
Τα επιστόμια αυτά διαθέτουν σύρτες ή δίσκους διακοπής της ροής, με τους οποίους ο έλεγχος της ροής πραγματοποιείται από κατάλληλα διαμορφωμένη διάταξη στο βάκτρο με ελατήριο ή με έμβολο που λειτουργεί με την παροχή συμπιεσμένου αέρα.

Η διάταξη συνδέεται με το βάκτρο, το οποίο σύρεται επάνω παρασύροντας τον δίσκο που ελέγχει τη ροή. Καθώς το βάκτρο ανεβαίνει με την περιστροφή του χειροσφόνδουλου του επιστομίου, συμπιέζεται το ελατήριο συγκρατώντας το ανοικτό. Με την παροχή αέρα σε έμβολο που συνδέεται στον μηχανισμό συγκρατήσεως του ελατηρίου ή με σύρμα για τη χειροκίνητη λειτουργία, το συμπιεσμένο ελατήριο ελευθερώνεται κλείνοντας το επιστόμιο με ορμή και διακόπτοντας τη ροή.

Τα επιστόμια άμεσης διακοπής της ροής ελέγχονται περιοδικά, προκειμένου να εξασφαλιστεί η αποδοτική τους λειτουργία.

Ταξινόμηση επιστομίων

ε) Στα επιστόμια άμεσης διακοπής ροής (Quick Closing Valves).



Ταξινόμηση επιστομίων

στ) Στα βαλβιδοκιβώτια (Change Over Valve Chest).

Χρησιμοποιούνται για τη διακίνηση διαφόρων ρευστών με την ίδια αντλία όπως πετρέλαιο, ακάθαρτο έρμα, θαλασσινό νερό κ.λπ., εξυπηρετώντας πολλές δεξαμενές.

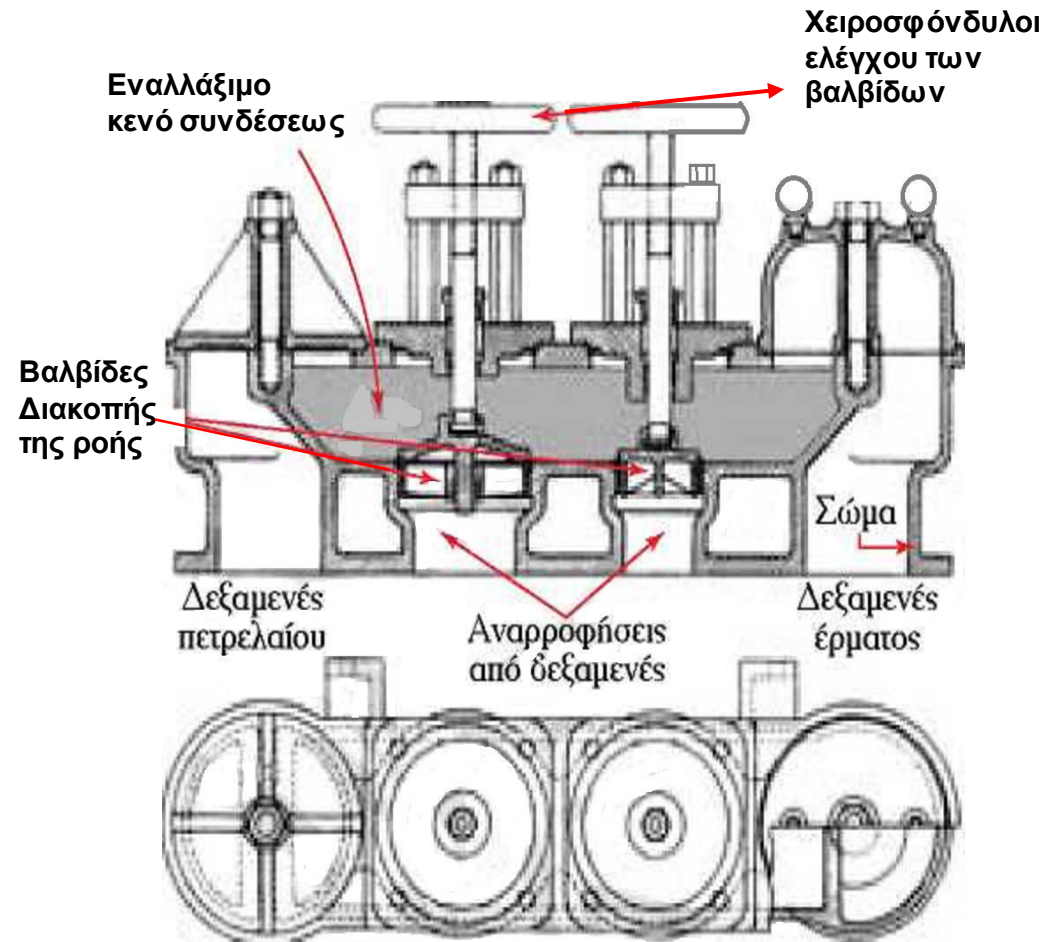
Για παράδειγμα με την ίδια αντλία μπορεί εναλλακτικά να αντληθεί και θάλασσα και να πραγματοποιηθεί άντληση από μια δεξαμενή ακαθάρτου έρματος.

Η λειτουργία των βαλβιδοκιβωτίων επιτυγχάνεται μέσω του εναλλάξιμου κενού συνδέσεως και τον έλεγχο της ροής των ρευστών μέσα σε αυτό με περισσότερες βαλβίδες διακοπής της ροής, που είναι εγκατεστημένες στο σώμα του βαλβιδοκιβωτίου.

Με το άνοιγμα της κατάλληλης βαλβίδας κάθε φορά, πραγματοποιείται η εισαγωγή και η εξαγωγή του ρευστού, που επιθυμούμε να αντληθεί, και η μεταφορά του στις ανάλογες δεξαμενές.

Ταξινόμηση επιστομίων

στ) Στα βαλβιδοκιβώτια (Change Over Valve Chest).



Ταξινόμηση επιστομίων

ζ) Στα αυτόματα επιστόμια εκτονώσεως (**Automatic Discharge Valve**).

Τα επιστόμια αυτά χρησιμοποιούνται σε δίκτυα ατμού με σκοπό την απομάστευση της περίσσιας ποσότητας ατμού προς το κυρίως ψυγείο, όταν η πίεση στον βοηθητικό αγωγό εξατμίσεως αυξάνεται, επιτυγχάνοντας τον έλεγχο της πίεσεως του δικτύου.

Μία πιλοτική ή οδηγητική βαλβίδα ελέγχει την κύρια βαλβίδα που διαρρέεται απ' τον ατμό υψηλής πίεσεως προς το κύριο ψυγείο. Όταν η πίεση του δικτύου αυξηθεί, ο ατμός πιέζει το διάφραγμα υπερνικώντας την ένταση του ελατηρίου και, ενεργώντας στη βαλβίδα του κύριου επιστομίου, εισέρχεται στον αγωγό προς το κυρίως ψυγείο.

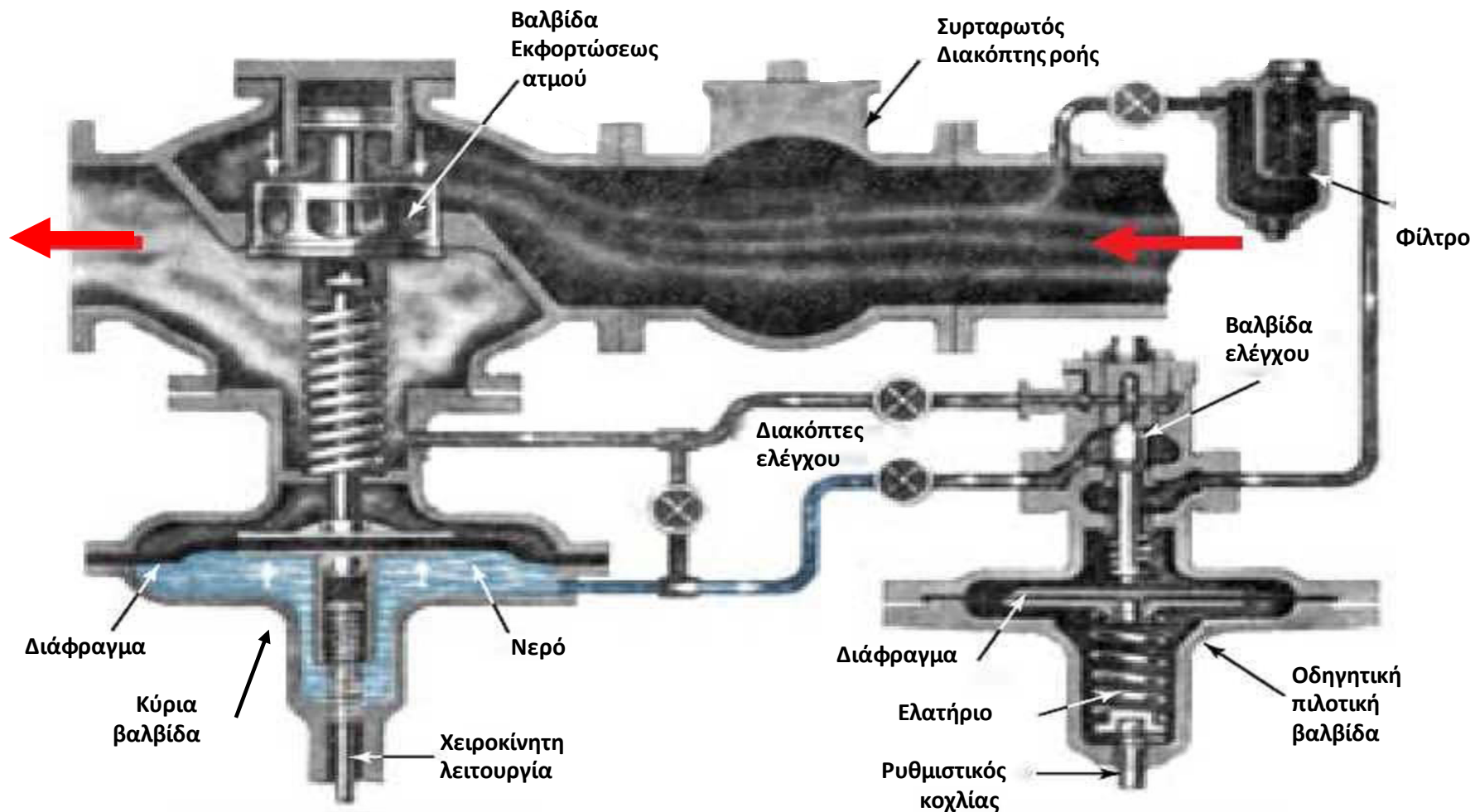
Όταν η πίεση μειωθεί, τότε η πιλοτική βαλβίδα ελέγχου μετατοπίζεται και ο ατμός ρέει στην αντίθετη πλευρά του διαφράγματος πιέζοντας την κύρια βαλβίδα να κλείσει βοηθούμενη και απ' την ένταση του ελατηρίου, διακόπτοντας τη ροή του ατμού.

Η χειροκίνητη λειτουργία της κύριας βαλβίδας εκφορτώσεως ατμού επιτυγχάνεται με κρουούς.

Μέσω των ιδίων κρουών παρέχεται και η δυνατότητα να απομονωθεί η ροή του ατμού με το χειροκίνητο βάκτρο ελέγχου, αν ανοιχθούν και κλειστούν οι κρουνοί, ώστε να διακοπεί ο ατμός λειτουργίας απ' την πιλοτική βαλβίδα.

Ταξινόμηση επιστομίων

ζ) Στα αυτόματα επιστόμια εκτονώσεως (Automatic Discharge Valve).



Επενεργοποιητές σε επιστόμια ελέγχου

Η ροή του δικτύου μέσω των επιστομίων εκτός από την εκκίνηση ή τη διακοπή της, μπορεί να ρυθμιστεί έτσι, ώστε να διέρχεται συγκεκριμένη ποσότητα από το υγρό στο δίκτυο ή στη δεξαμενή.

Με τη ρύθμιση της παροχής επιτυγχάνεται η ταχύτητα με την οποία θα γεμίσει μία δεξαμενή ή η διατήρηση σε επιθυμητά επίπεδα της θερμοκρασίας του ψυχόμενου ρευστού.

Λόγω του μεγάλου αριθμού επιστομίων και τη συνεχή διακύμανση της θερμοκρασίας στα υγρά που διαρρέουν τα περισσότερα απ' τα δίκτυα του πλοίου, δημιουργείται η ανάγκη για την αυτοματοποίηση της λειτουργίας τους.

Γι' αυτόν τον λόγο χρησιμοποιούνται **διατάξεις αυτόματης ρυθμίσεως της ροής**, που εφαρμόζονται στα επιστόμια και ονομάζονται επενεργοποιητές (**Actuators**).

Επενεργοποιητές σε επιστόμια ελέγχου



Επενεργοποιητές σε επιστόμια ελέγχου

Οι επενεργοποιητές συνδέονται στο βάκτρο της βαλβίδας του επιστομίου, ελέγχοντας την ποσότητα που το διαρρέει. Το σύστημα ελέγχου της ροής αποτελείται από δύο κυρίως τμήματα, το ένα είναι ο επενεργοποιητής και το άλλο το επιστόμιο.

Ο **τύπος του επιστομίου** που χρησιμοποιείται **εξαρτάται** απ' **το μέγεθος του σωλήνα του δικτύου** όπου εγκαθίσταται, **το ρευστό που διαρρέει το δίκτυο**, **τον χώρο εγκατάστασής** και **το μέσο που κινεί τον επενεργοποιητή**.

Έτσι, μπορεί να είναι με έδρα και επιστόμιο τύπου άμεσης διακοπής της ροής, ενώ για μεγάλα επιστόμια, λόγω της μικρής διαδρομής και του χρόνου αποκρίσεως που χρειάζεται για να μεταβούν απ' την πλήρως ανοικτή στην πλήρως κλειστή θέση και αντίστροφα, χρησιμοποιούνται επιστόμια με σύρτη ή επιστόμια τύπου πεταλούδας.

Επενεργοποιητές σε επιστόμια ελέγχου

Ο επενεργοποιητής με επιστόμιο αποτελείται από **θάλαμο** μέσα στον οποίο τοποθετείται το **εύκαμπτο διάφραγμα** με το δίκτυο υποστηρίξεως του διαφράγματος, **ελατήριο** και **άξονα** στον οποίο συνδέεται το βάκτρο του επιστομίου.

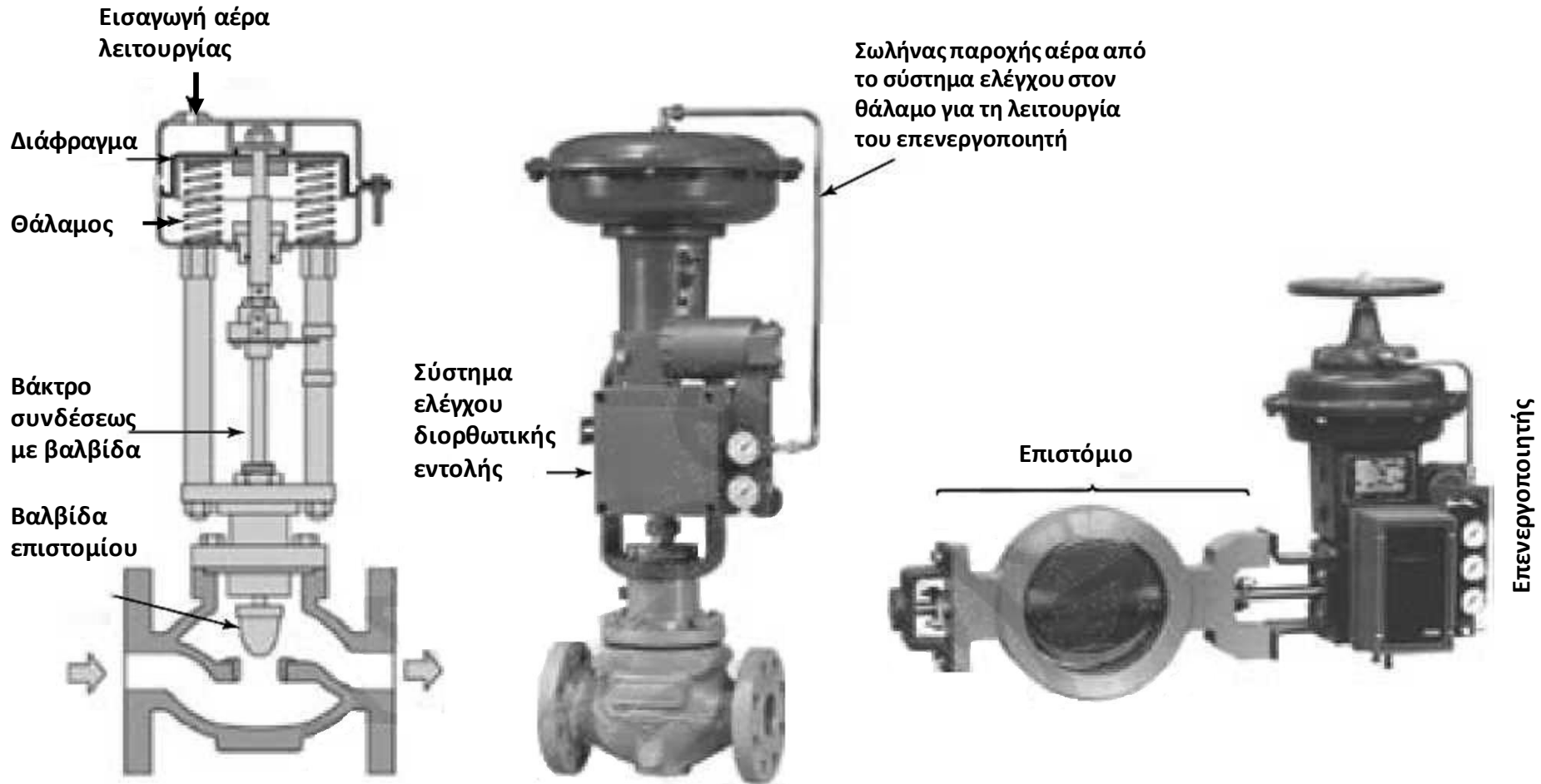
Το ελατήριο τοποθετείται στην αντίθετη πλευρά από την κίνηση της μεμβράνης υπό την επίδραση του αέρα που χρησιμοποιείται για τον έλεγχο της λειτουργίας του.

Έτσι, μεταβαίνει η βαλβίδα του επιστομίου στην ασφαλέστερη θέση ροής για το σύστημα (τελείως ανοικτή ή τελείως κλειστή), σε περίπτωση διακοπής του μέσου ελέγχου του επενεργοποιητή.

Το **σύστημα ελέγχου** που θέτει σε λειτουργία τον επενεργοποιητή μπορεί να είναι **πνευματικό, υδραυλικό ή ηλεκτρικό**.

Το ηλεκτρικό σήμα, λόγω της μικρής τάσεως που χρησιμοποιείται, αδυνατεί να κινήσει τη βαλβίδα. Γι' αυτό λόγω της ιδιαιτερότητας των συνθηκών λειτουργίας, στο πλοίο χρησιμοποιείται ως μέσο λειτουργίας ο πεπιεσμένος αέρας (σε πνευματικό σύστημα) με εύκαμπτο διάφραγμα και ελατήριο ή υδραυλικό, που αποτελείται από κυλίνδρους με υδραυλικά έμβολα.

Επενεργοποιητές σε επιστόμια ελέγχου



Επενεργοποιητές σε επιστόμια ελέγχου

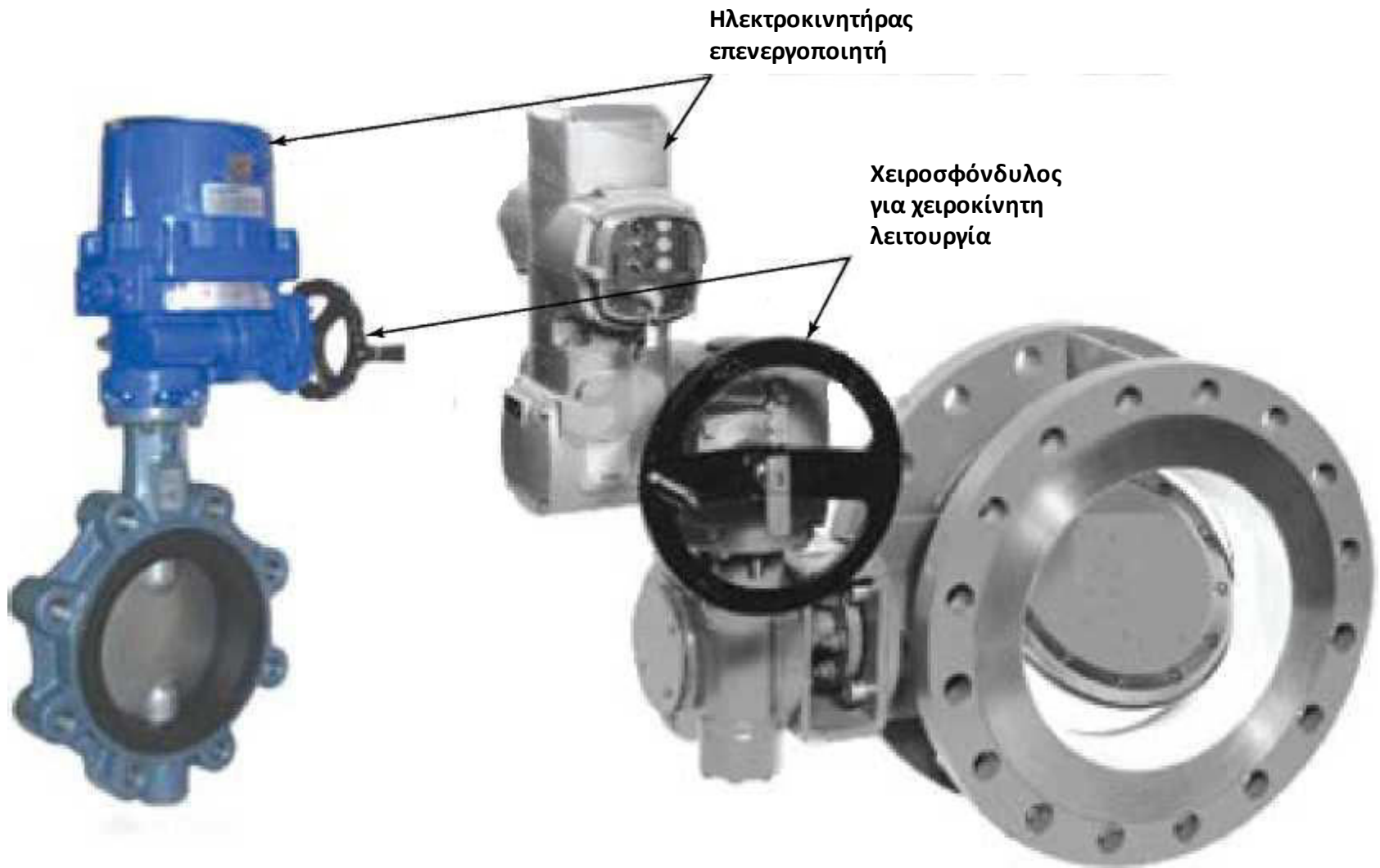
Οι υδραυλικοί επενεργοποιητές χρησιμοποιούνται για τη λειτουργία μεγάλων επιστομίων, για τα οποία απαιτείται και μεγάλος επενεργοποιητής.

Το μέσο λειτουργίας του συστήματος ελέγχου του επενεργοποιητή δεν είναι απαραίτητο να είναι το ίδιο με το μέσο ελέγχου και εντολής που θα δώσει τη διορθωτική εντολή, η οποία θα επαναφέρει τη θέση της βαλβίδας στην προκαθορισμένη από τον χρήστη και το οποίο μπορεί να είναι ηλεκτρικό, πνευματικό ή υδραυλικό.

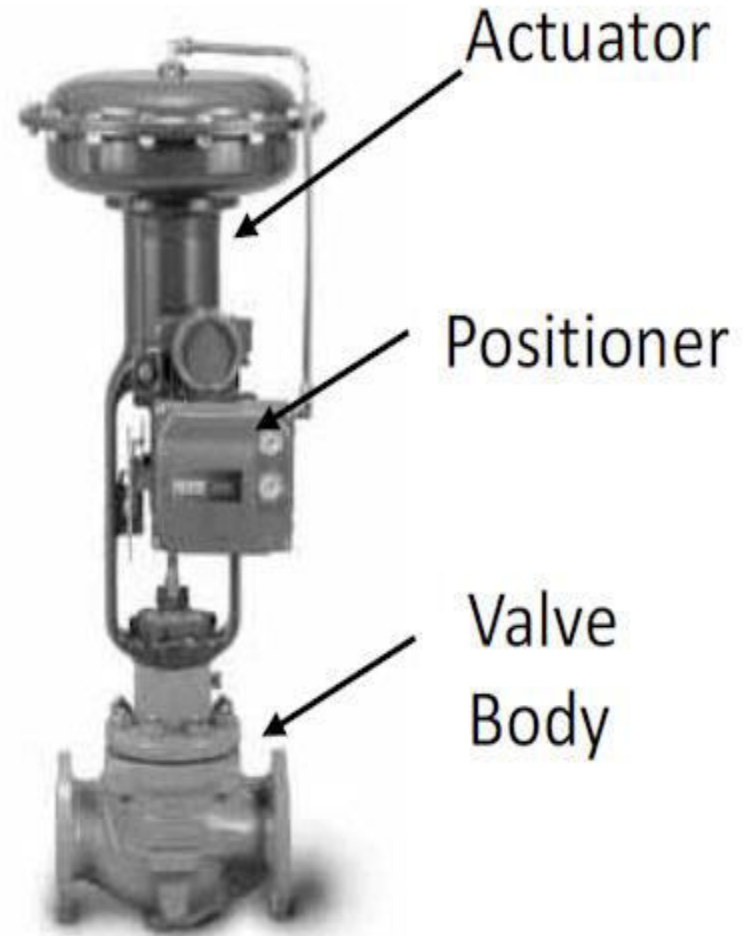
Στα δίκτυα του μηχανοστασίου ενός πλοίου οι επενεργοποιητές είναι πνευματικοί, με αέρα απ' το δίκτυο αέρα ελέγχου, που ρυθμίζεται από μειωτήρα, και με ηλεκτρικό κινητήρα που λειτουργεί ανάλογα με τη χρήση του επιστομίου με ρεύμα τάσεως από 24 - 220 Volt. Το ρεύμα που διαρρέει τον ρυθμιστή για τη μετάδοση του σήματος είναι 4 - 20 mA.

Όλοι οι τύποι επενεργοποιητών διαθέτουν και κατάλληλη διάταξη με ατέρμονα κοχλία, που ελέγχεται από χειροσφόνδυλο και ενεργεί στο βάκτρο της βαλβίδας, επιτυγχάνοντας τη χειροκίνητη λειτουργία του επιστομίου σε περίπτωση βλάβης του συστήματος παροχής συμπιεσμένου αέρα ή τη διακοπή του ηλεκτρικού ρεύματος.

Επενεργοποιητές σε επιστόμια ελέγχου



ΕΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΤΕΣ σε ΕΠΙΣΤΟΜΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ



Components of a Sliding Stem Valve

Ατμοπαγίδες

Οι ατμοπαγίδες (**steam traps**) αποτελούν έναν ειδικό τύπο βαλβίδας, που λειτουργεί αυτόματα και χρησιμοποιείται στις επιστροφές ατμού, όπως στα δίκτυα προθερμάνσεως, στα οποία απομακρύνεται το συμπύκνωμα χωρίς να επιτρέπεται η διέλευση του ατμού.

Το όφελος που παρέχουν οι ατμοπαγίδες είναι ότι ο ατμός παραμένει στο δίκτυο αποδίδοντας όλη τη θερμαντική ενέργεια που μεταφέρει και συνεχίζει τη διαδρομή στο δίκτυο των επιστροφών μόνο όταν έχει υγροποιηθεί.

Ατμοπαγίδες

Οι κύριοι τύποι ατμοπαγίδων είναι:

α) Η μηχανική ατμοπαγίδα.

β) Η θερμοστατική ατμοπαγίδα.

γ) Η θερμοδυναμική ατμοπαγίδα.

Ατμοπαγίδες

α) Η μηχανική ατμοπαγίδα

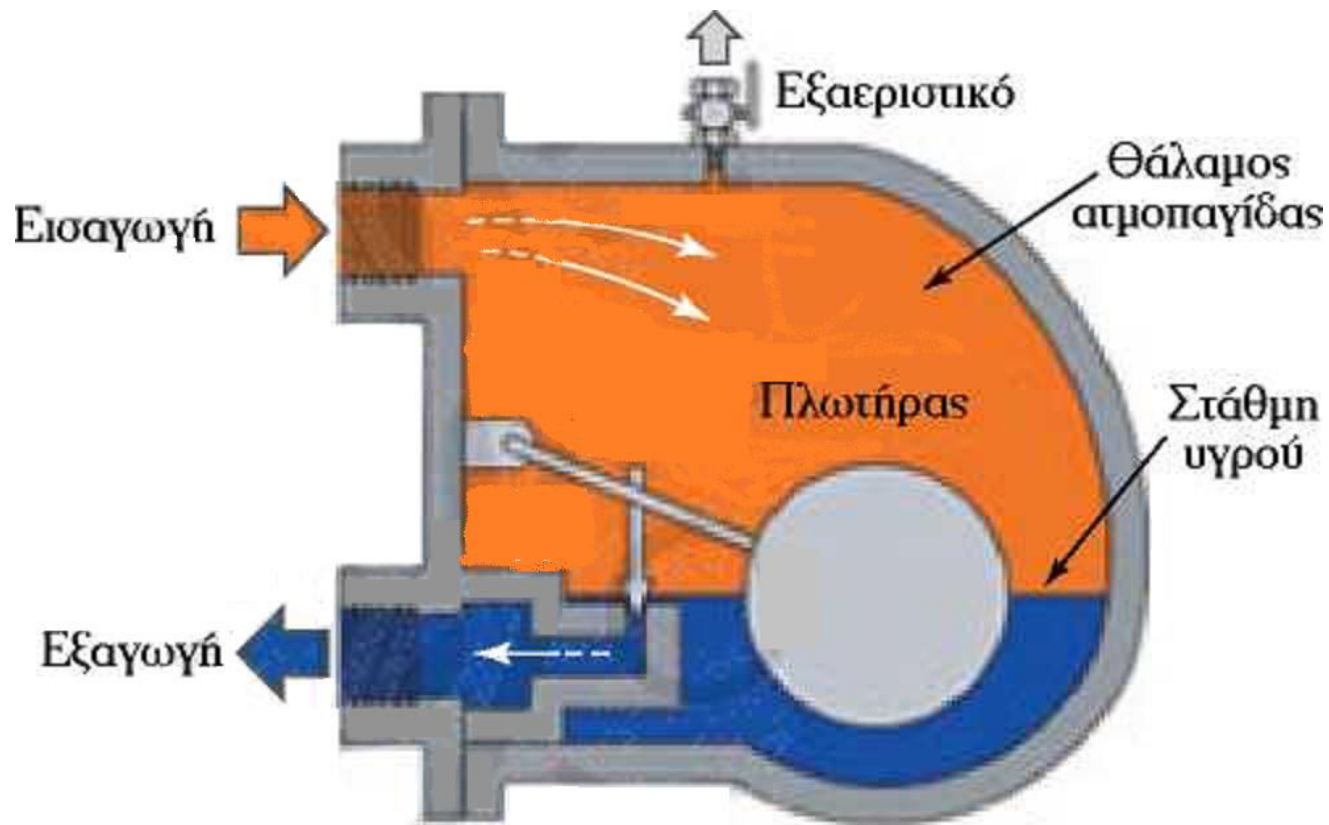
Η οποία αποτελείται απ' τον θάλαμο που περιέχει έναν πλωτήρα.

Καθώς η στάθμη του συμπυκνώματος αυξάνει, ο πλωτήρας ανοίγει τη βαλβίδα και το συμπύκνωμα απομακρύνεται.

Η στάθμη του συμπυκνώματος ελαττώνεται και τότε η βαλβίδα κλείνει, μέχρι νέα ποσότητα συμπυκνώματος να ανεβάσει τον πλωτήρα ανοίγοντας εκ νέου τη βαλβίδα.

Ατμοπαγίδες

α) Η μηχανική ατμοπαγίδα



Ατμοπαγίδες

β) Η θερμοστατική ατμοπαγίδα

Η οποία χρησιμοποιεί την εκτόνωση, που πραγματοποιείται:

- 1.** Στις ατμοπαγίδες με στοιχείο που περιέχει έλαιο.
- 2.** Στις ατμοπαγίδες με διμεταλλικό έλασμα.
- 3.** Οι ατμοπαγίδες με φουσαρμόνικα πληρώνονται με πτητικό υγρό.

Ατμοπαγίδες

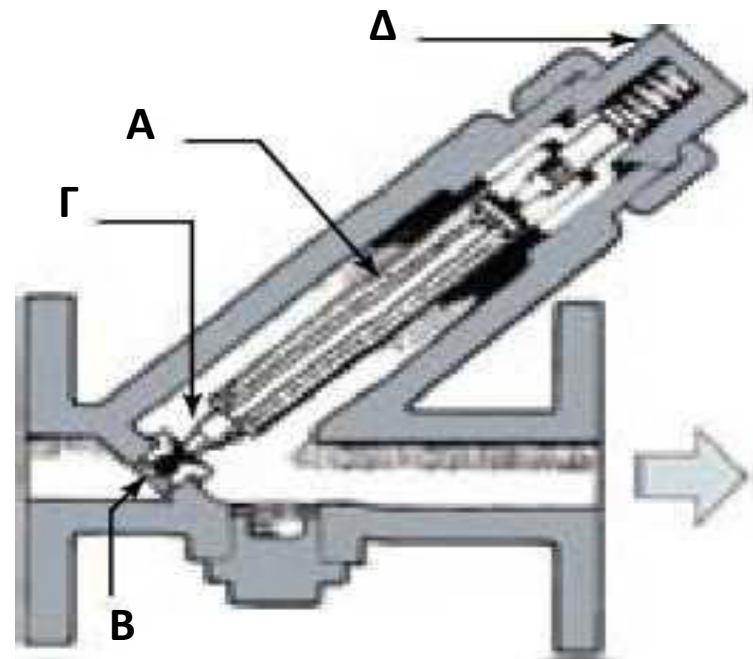
β) Η θερμοστατική ατμοπαγίδα

1. Στις ατμοπαγίδες με στοιχείο που περιέχει έλαιο. Σε αυτές η αύξηση της θερμοκρασίας εκτονώνει το στοιχείο Α κλείνοντας τη βαλβίδα Β με το στοιχείο Γ. Η ατμοπαγίδα αυτή λειτουργεί σε ένα εύρος καθορισμένης θερμοκρασίας, ενώ η διαδρομή της βαλβίδας ρυθμίζεται απ' τη βίδα Δ.

Ατμοπαγίδες

β) Η θερμοστατική ατμοπαγίδα

1. Στις ατμοπαγίδες με στοιχείο που περιέχει έλαιο. Σε αυτές η αύξηση της θερμοκρασίας εκτονώνει το στοιχείο A κλείνοντας τη βαλβίδα B με το στοιχείο Γ. Η ατμοπαγίδα αυτή λειτουργεί σε ένα εύρος καθορισμένης θερμοκρασίας, ενώ η διαδρομή της βαλβίδας ρυθμίζεται απ' τη βίδα Δ.



Ατμοπαγίδες

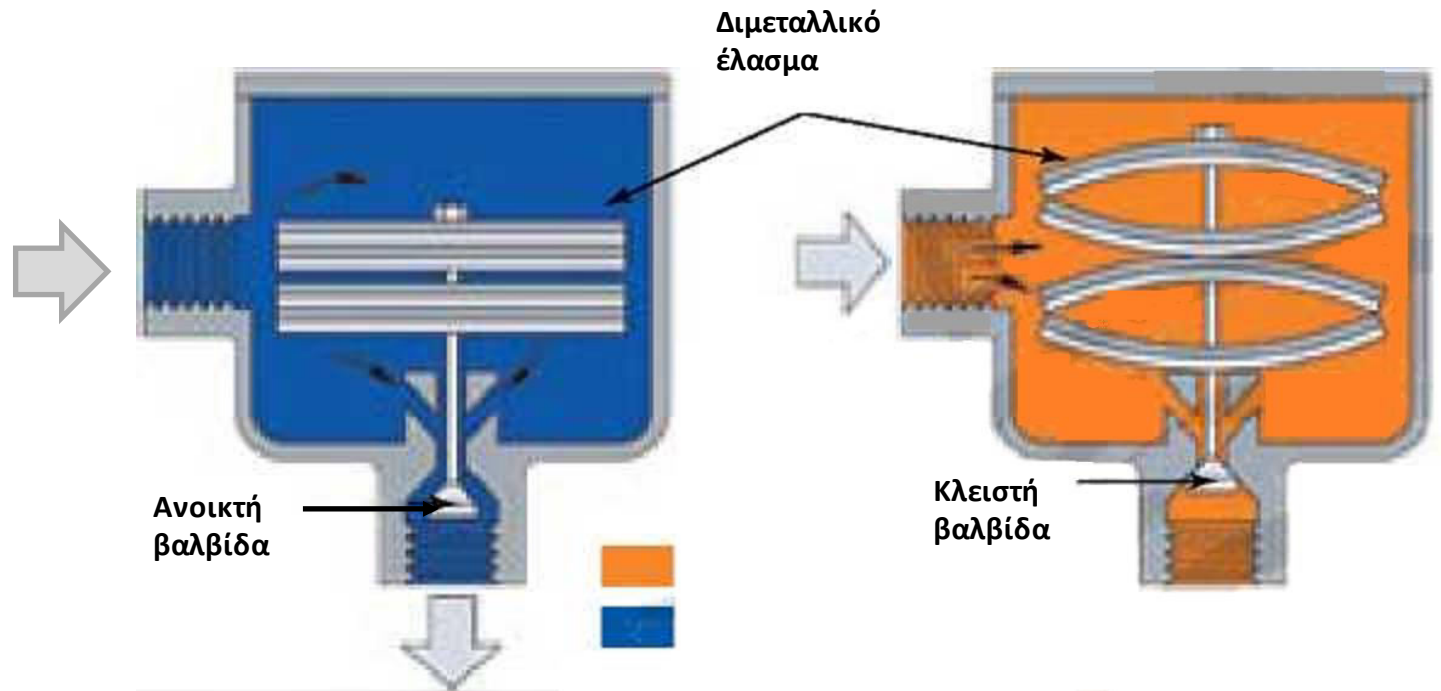
β) Η θερμοστατική ατμοπαγίδα

2. Στις ατμοπαγίδες **με διμεταλλικό έλασμα**. Σε αυτές η αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του ατμού προκαλεί την παραμόρφωση του διμεταλλικού ελάσματος που κλείνει τη βαλβίδα, διακόπτοντας έτσι τη ροή, και αποκαθίσταται ανοίγοντας τη βαλβίδα όταν συγκεντρωθεί συμπύκνωμα, που έχει χαμηλότερη θερμοκρασία. Οι ατμοπαγίδες αυτές χρησιμοποιούνται σε δίκτυο **υπέρθερμου ατμού** χωρίς να χρειάζονται επαναρρύθμιση, ενώ είναι περισσότερο ανθεκτικές στην προκαλούμενη φθορά από κραδασμούς η απ' το υδραυλικό κτύπημα.

Ατμοπαγίδες

β) Η θερμοστατική ατμοπαγίδα

2. Στις ατμοπαγίδες με διμεταλλικό έλασμα.



Ατμοπαγίδες

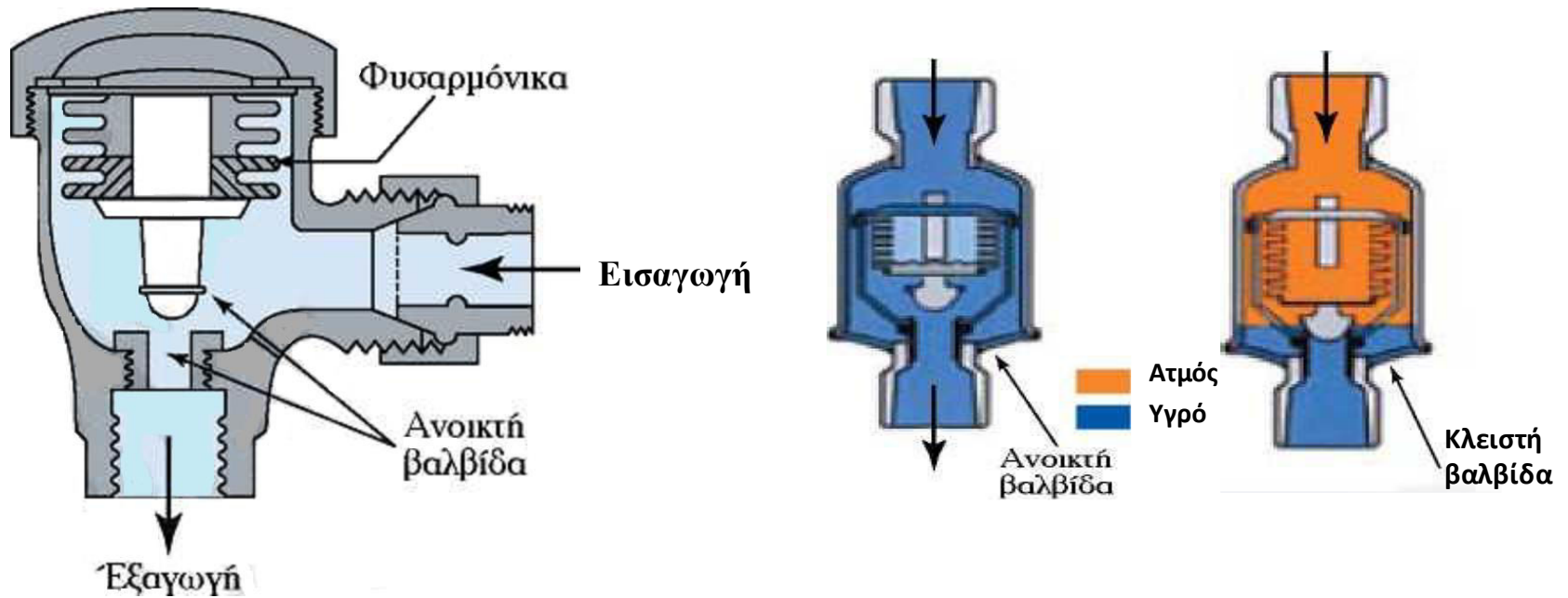
β) Η θερμοστατική ατμοπαγίδα

3. Οι ατμοπαγίδες με φουσαρμόνικα πληρώνονται με πτητικό υγρό, το οποίο, όταν έρχεται σε επαφή με τον ατμό, διαστέλλεται κλείνοντας τη βαλβίδα, ενώ συστέλλεται όταν συγκεντρωθεί συμπύκνωμα ανοίγοντας τη βαλβίδα. Ο τρόπος κατασκευής τους λόγω της φουσαρμόνικας τις καθιστά ευπαθείς στα υδραυλικά κτυπήματα, ενώ δεν είναι κατάλληλες για δίκτυα υπέρθερμου ατμού.

Ατμοπαγίδες

β) Η θερμοστατική ατμοπαγίδα

3. Οι ατμοπαγίδες με φουσαρμόνικα



Ατμοπαγίδες

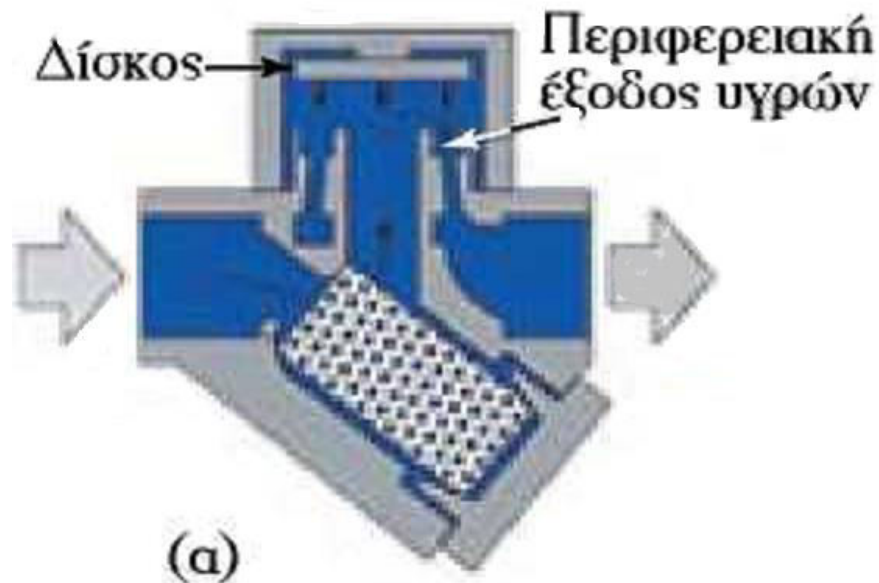
γ) Η θερμοδυναμική ατμοπαγίδα

Οφείλει τη λειτουργία της στη δυναμική επίδραση της ακαριαίας ατμοποίησης, καθώς το συμπύκνωμα διέρχεται απ' αυτήν. Το μόνο κινούμενο μέρος της ατμοπαγίδας είναι ο δίσκος που ανεβαίνει ή κατεβαίνει πάνω από το ακροφύσιο ροής στο εσωτερικό του θαλάμου.

Ατμοπαγίδες

γ) Η θερμοδυναμική ατμοπαγίδα

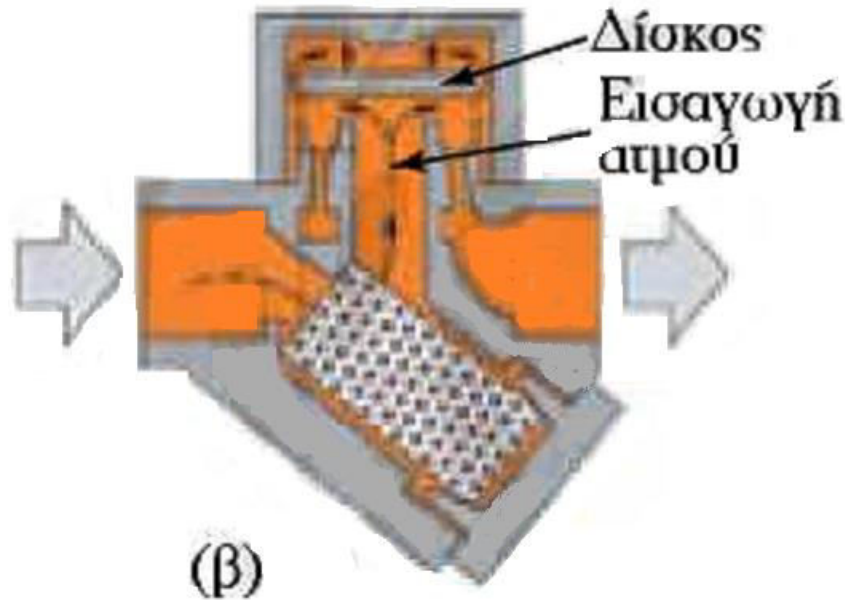
Κατά τη λειτουργία της η πίεση του ρευστού στην εισαγωγή της ατμοπαγίδας ανυψώνει τον δίσκο επιτρέποντας τη ροή του συμπυκνωμένου ατμού και τυχόν διαλυμένου αέρα που υπάρχει στο δίκτυο, προς την εξαγωγή περιφερειακά του ακροφυσίου.



Ατμοπαγίδες

γ) Η θερμοδυναμική ατμοπαγίδα

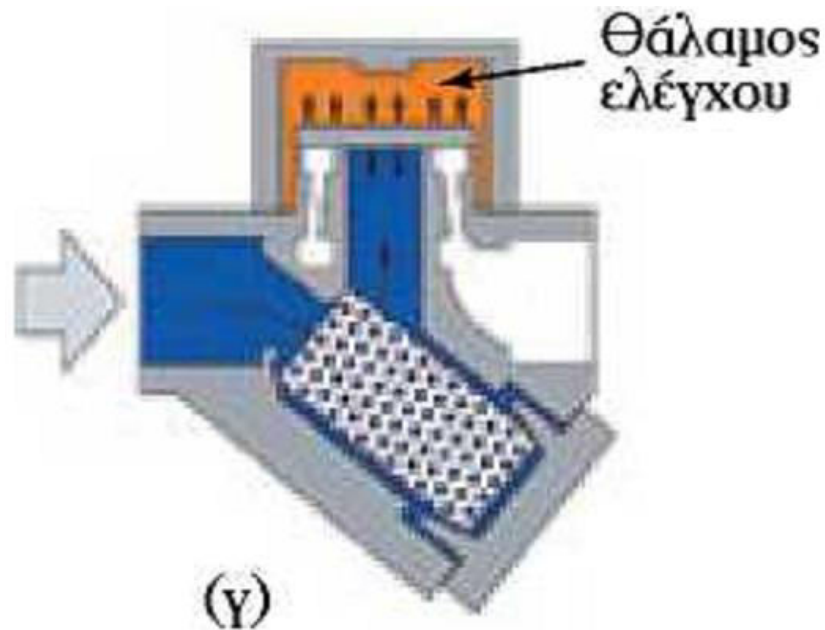
Καθώς το ζεστό συμπύκνωμα διέρχεται στο κάτω μέρος του δίσκου, μέσα στον θάλαμο δημιουργείται πτώση στην πίεση, με αποτέλεσμα την ακαριαία ατμοποίηση.



Ατμοπαγίδες

γ) Η θερμοδυναμική ατμοπαγίδα

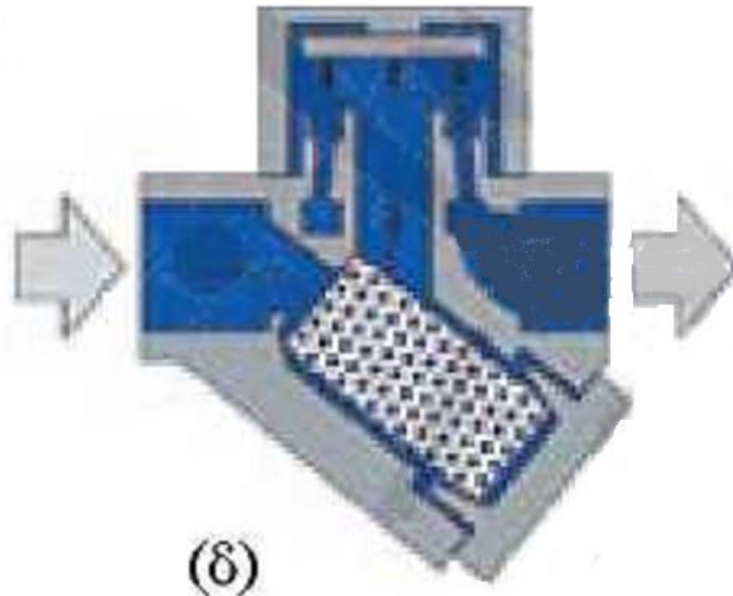
Ο ατμός που κινείται με υψηλή ταχύτητα προκαλεί την πτώση της πίεσεως κάτω απ τον δίσκο, με αποτέλεσμα έλκοντας τον δίσκο να κλείνει το ακροφύσιο. Ταυτόχρονα, η ποσότητα ατμού που συσσωρεύεται στον θάλαμο πάνω από τον δίσκο, τον πιέζει προς τα κάτω, ενώ η πίεση στο κάτω μέρος του δίσκου αυξάνεται σταδιακά, τείνοντας να εξισωθεί μ' αυτήν στο επάνω μέρος του δίσκου. Αυτό συμβαίνει διότι η επιφάνεια που δημιουργείται στην επάνω πλευρά του δίσκου με τον θάλαμο, όπου ασκείται η πίεση, είναι μεγαλύτερη απ' αυτήν που δημιουργείται στην κάτω πλευρά.



Ατμοπαγίδες

γ) Η θερμοδυναμική ατμοπαγίδα

Τελικά, με τη συμπύκνωση του παγιδευμένου ατμού, που δημιουργήθηκε μετά την ακαριαία ατμοποίηση, η πίεση στην επάνω πλευρά του δίσκου μειώνεται και λόγω της αυξημένης πίεσεως στην εισαγωγή ο δίσκος ανυψώνεται επαναλαμβάνοντας τον κύκλο λειτουργίας.



Ατμοπαγίδες

γ) Η θερμοδυναμική ατμοπαγίδα

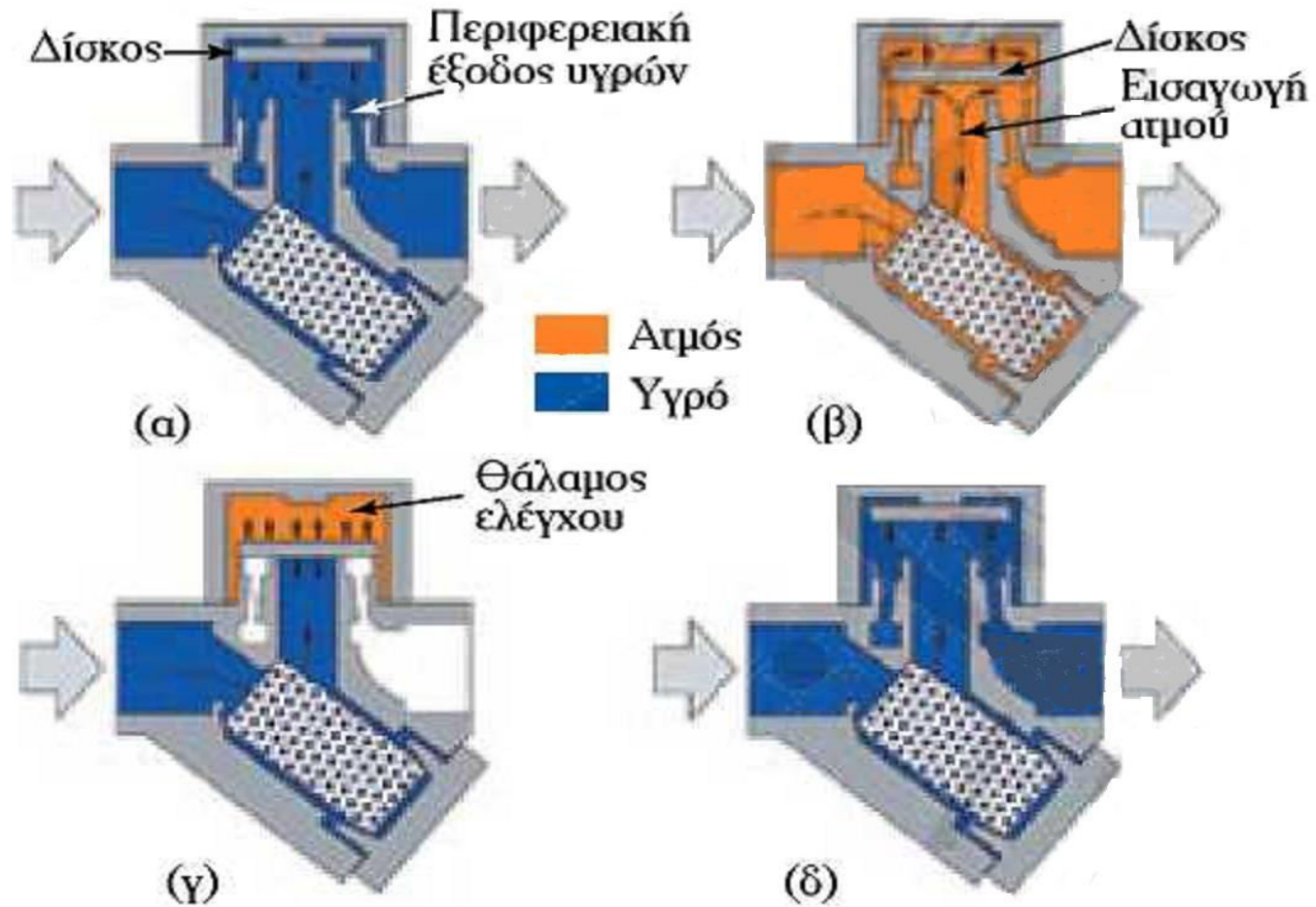
Ο ρυθμός λειτουργίας της ατμοπαγίδας εξαρτάται από τη θερμοκρασία του ατμού που τη διαρρέει και τις συνθήκες του περιβάλλοντος.

Συνήθως, ο χρόνος κατά τον οποίο παραμένει κλειστή μία ατμοπαγίδα κυμαίνεται μεταξύ 20 - 40 s.

Εάν η ατμοπαγίδα ανοίγει πολύ συχνά, αυτό οφείλεται στη χαμηλή θερμοκρασία του περιβάλλοντος και στην υγρασία.

Ο ρυθμός που ανοίγει η βαλβίδα μπορεί να επιβραδυνθεί με την τοποθέτηση μονωτικών υλικών στο επάνω μέρος της.

Ατμοπαγίδες

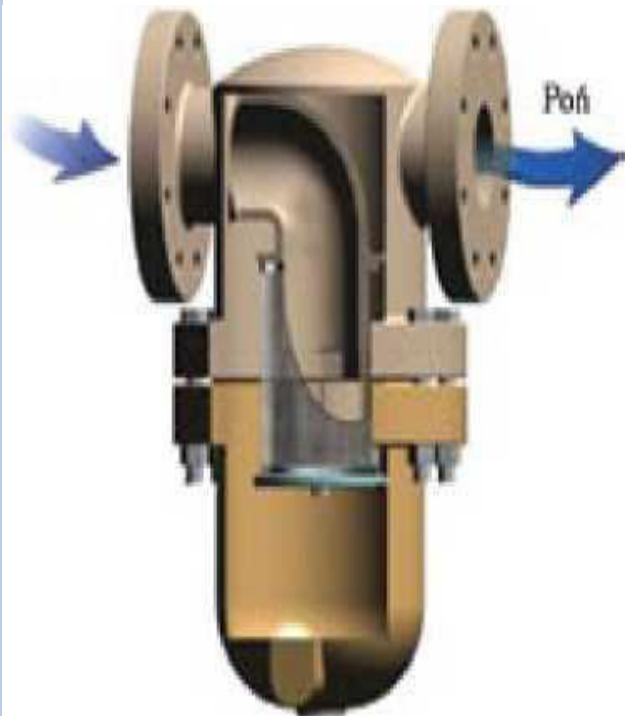


Αποχωριστές ατμού

Σε κατάλληλες θέσεις του δικτύου ατμού, παρεμβάλλονται ειδικές συσκευές, οι λεγόμενοι αποχωριστές ατμού, **με σκοπό τον αποχωρισμό ή την απαλλαγή του ατμού από τα σταγονίδια νερού** που αιωρούνται σ' αυτόν. Η αρχή λειτουργίας τους βασίζεται στην **ελάτπωση της ταχύτητας του ατμού**, η οποία επιτυγχάνεται μέσα στον αποχωριστή, με διατομή διόδου μεγαλύτερη της διατομής των σωλήνων του δικτύου. Με την μείωση της ταχύτητας ο ατμός δεν μπορεί να συγκρατήσει τα μόρια νερού που αιωρούνται στη μάζα του, τα οποία πέφτοντας συλλέγονται στον πυθμένα του αποχωριστή. Μέσα στους αποχωριστές πολλές φορές τοποθετούνται διάτρητα ή επίπεδα διαφράγματα, ώστε με την αλλαγή διεύθυνσεως του ατμού ή μέσω των οπών αντίστοιχα να μηδενίζεται η ταχύτητά του διευκολύνοντας τον αποχωρισμό των αιωρουμένων μορίων νερού.

Ανάλογοι είναι και οι αποχωριστές που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα πεπιεσμένου αέρα επιτυγχάνοντας την κατακράτηση της υγρασίας, που περιέχεται σ' αυτόν.

Η απομάκρυνση των υγρών που συγκεντρώνονται στον αποχωριστή πραγματοποιείται απ' τον κρουνό εξυδατώσεως στον πυθμένα του με τη βοήθεια της πιέσεως του αέρα ή του ατμού του δικτύου.



Φίλτρα

Τα **φίλτρα (Filters)** είναι εξαρτήματα του δικτύου, που έχουν ως σκοπό να αποτρέψουν τη διέλευση ανεπιθύμητων στερεών μέσα σ' ένα δίκτυο, προλαμβάνοντας τις βλάβες που θα προκαλούσαν σε κάποιο μηχάνημα ή το φράξιμο του δικτύου. Στην περίπτωση που τα στερεά είναι πολύ μικρά, δημιουργείται η ανάγκη σχεδιασμού στοιχείων φιλτράνσεως περισσότερο πολυπλόκων, ώστε να ανταποκρίνονται στο είδος των σωματιδίων που μεταφέρονται σε κάθε ρευστό. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται ως φίλτρα είναι η άμμος, το χαρτί, τα ινώδη υλικά, τα μεταλλικά πλέγματα, τα διάτρητα ελάσματα κ.ά..

Φίλτρα

Ο πιο απλός τύπος φίλτρου αποτελείται από ένα δοχείο με αφαιρούμενο καπάκι επιθεωρήσεως και ένα πώμα εκκενώσεως στο κάτω μέρος του δοχείου. Μέσα στο δοχείο τοποθετείται μία επίπεδη διάτρητη πλάκα με σχισμές ή μικρές οπές, ώστε το υγρό να διέρχεται από αυτές. Τα φίλτρα αυτά λόγω του απλούστερου τρόπου κατασκευής τους ονομάζονται και **στραγγιστήρια** (**Strainers**) και συναντώνται σε δίκτυα έρματος και σεντινών, πριν το επιστόμιο αναρροφήσεως, με το μέγεθος των οπών να κυμαίνεται, ανάλογα με τον κατασκευαστή και τη χρήση, από 3 έως 12 mm. Η συνολική επιφάνεια των οπών ενός φίλτρου πρέπει να είναι τουλάχιστον 2,5 φορές μεγαλύτερη της επιφάνειας του σωλήνα εισαγωγής του ρευστού στο φίλτρο.

Φίλτρα

Σε φίλτρα νερού υψηλής πίεσεως, φίλτρα ατμού κ.ά. το στοιχείο του φίλτρου έχει τη μορφή διάτρητου καλαθιού ή κυλινδρικού δοχείου, στο οποίο εφαρμόζεται λεπτό πλέγμα από σύρμα. Η εισαγωγή του ρευστού πραγματοποιείται απ' την επάνω πλευρά και έτσι τα ανεπιθύμητα στερεά συγκρατούνται στο εσωτερικό του καλαθιού και απομακρύνονται με τακτικές επιθεωρήσεις. Το στοιχείο του φίλτρου ελέγχεται κατά την επιθεώρηση και πρέπει να αντικαθίσταται όταν παρατηρείται διάβρωση σ' αυτό.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται κατά τη συναρμολόγηση μετά την επιθεώρηση, ώστε το καπάκι να εφαρμόζει στεγανά, αποτρέποντας την αναρρόφηση αέρα από το περιβάλλον ή τη διαρροή όταν τοποθετείται σε δίκτυο με πίεση. Δεδομένου ότι το καπάκι, ο οπλισμός (κασαλέτο) ή γέφυρα συσφίγξεως και συγκρατήσεως του καπακιού και το κέλυφος-σώμα του φίλτρου κατασκευάζονται από χυτοσίδηρο, η άσκηση υπερβολικής δυνάμεως κατά τη συναρμολόγηση μπορεί να προκαλέσει τη θραύση του φίλτρου. Η απομάκρυνση του αέρα που εγκλωβίζεται μέσα στο φίλτρο μετά την επιθεώρηση, επιτυγχάνεται από εξαεριστικό κρουνό, ο οποίος τοποθετείται στο καπάκι του.

Φίλτρα

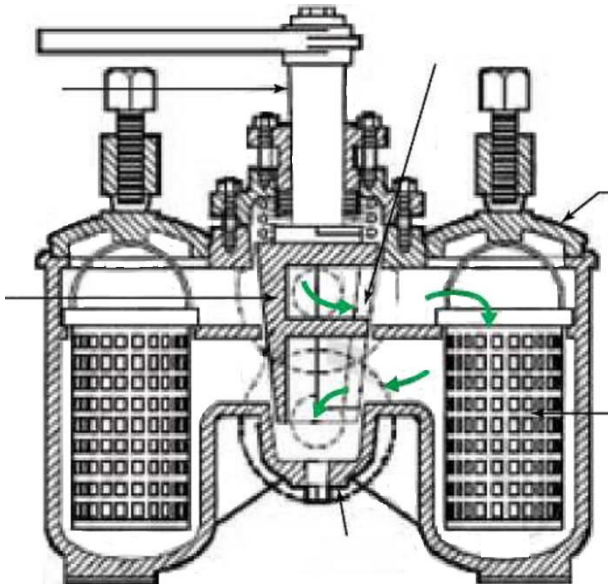
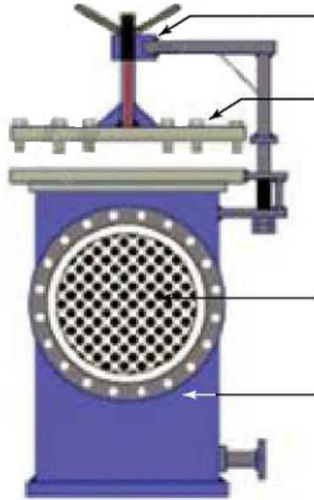
Σε άλλα είδη φίλτρων το στοιχείο φιλτράνσεως κατασκευάζεται από δίσκους με διάκενα μεταξύ τους, μικρότερα του 0,1 mm. Τα στερεά σωματίδια παγιδεύονται στις άκρες μεταξύ των δίσκων και ο καθαρισμός τους επιτυγχάνεται με την περιστροφή των στοιχείων των δίσκων πάνω σε σταθερά ελάσματα. Τα ελάσματα παρεμβάλλονται μεταξύ των δίσκων, με αποτέλεσμα οι ακαθαρσίες να συγκεντρώνονται στον πυθμένα του φίλτρου και από εκεί απομακρύνονται μέσω κρουνού στο κέλυφος κοντά στον πυθμένα.

Ο καθαρισμός σ' αυτού του τύπου τα φίλτρα πρέπει να πραγματοποιείται σε τακτά χρονικά διαστήματα. Διαφορετικά, δημιουργούνται επικαθίσεις, δυσκολεύοντας την περιστροφή και προκαλώντας βλάβες στα στοιχεία του φίλτρου. Για τη διευκόλυνση της διεργασίας του καθαρισμού, σε φίλτρα αυτού του τύπου εφαρμόζεται αυτόματη διάταξη με ηλεκτροκινητήρα για την περιστροφή των στοιχείων του φίλτρου.

Παρόμοια αυτόματη διάταξη χρησιμοποιείται και σε φίλτρα αποτελούμενα από μια σειρά κυλίνδρων από μεταλλικό σύρμα, που είτε περιστρέφονται επάνω στο σώμα του φίλτρου, είτε διαθέτουν κατάλληλη διάταξη περιστροφής της βάσεως ανάλογα με τον κατασκευαστή, μεταβάλλοντας τη διεύθυνση ροής μέσα στο φίλτρο. Έτσι, αυτόματα επιτυγχάνεται ο καθαρισμός με αντιστροφή της ροής (**Automatic Backflushing**) μέσα στα στοιχεία του φίλτρου. Όταν στο ρευστό που διαρρέει τα φίλτρα, για παράδειγμα στα δίκτυα λιπάνσεως, παρασύρονται ρινίσματα μετάλλου, τα φίλτρα εφοδιάζονται με μαγνήτες συγκροτώντας έτσι τα σιδηρούχα υλικά.

Συνήθως, τα φίλτρα τοποθετούνται σε ζεύγη, παρέχοντας τη δυνατότητα να λειτουργούν παράλληλα ή μεμονωμένα. Με αυτόν τον τρόπο και μέσω του επιλογέα ροής του ρευστού παρέχεται η δυνατότητα απομονώσεως κάθε φίλτρου, χωρίς να είναι απαραίτητη η διακοπή της ροής του δικτύου, όπου είναι εγκατεστημένο για τον καθαρισμό ή την επισκευή του.

Φίλτρα



Φίλτρο ελαίου



Φίλτρο πετρελαίου

Υδραυλική δοκιμή δικτύου

Η δοκιμή υδραυλικής πίεσεως σωλήνων του δικτύου **για τον έλεγχο της αντοχής και της στεγανότητάς** του αποτελεί μια απλή λειτουργία, η οποία μπορεί να πραγματοποιηθεί στο πλοίο με ασφάλεια, σύμφωνα με τις ακόλουθες ενέργειες:

- α)** Να υπάρχει σχετική άδεια για την εργασία και αξιολόγηση των κινδύνων (**Risk Assessment – Εκτίμηση Κινδύνων**) πριν την έναρξη των εργασιών.
- β)** Να απομονωθεί η περιοχή, στην οποία θα πραγματοποιηθεί η υδραυλική δοκιμή.
- γ)** Να συμπληρωθούν οι σωλήνες με νερό, φροντίζοντας να εξαλειφθεί κάθε πιθανός θύλακας αέρα πριν από την αύξηση της πίεσεως.
- δ)** Η αύξηση στην πίεση να γίνεται σταδιακά (αργά), ώστε να αποφευχθεί η απότομη φόρτωση του συστήματος, ενώ ταυτόχρονα να γίνεται έλεγχος για τυχόν βλάβες, καθώς η πίεση αυξάνεται.
- ε)** Όταν επιτευχθεί η μέγιστη πίεση, να παραμείνει σταθερή για 15 με 30 λεπτά.
- στ)** Να ελέγχεται η πίεση στο εσωτερικό του σωλήνα με τη χρήση ενός **πιστοποιημένου** μανομέτρου. Επίσης, να ελέγχεται ότι η μείωση της πίεσεως δεν συμβαίνει λόγω της μεταβολής στην πίεση που μπορεί να προκαλείται από τις θερμικές διακυμάνσεις του ρευστού ή του περιβάλλοντος.
- ζ)** Σε μεγάλες εγκαταστάσεις σωληνώσεων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα καταγραφικό με αντιστάθμιση θερμοκρασίας για την καταγραφή της δοκιμής πίεσεως και την πιστοποίηση του ελέγχου.
- η)** Ακόμη και εάν η μείωση στην πίεση δεν είναι σημαντική, πρέπει να γίνει και οπτικός έλεγχος του σωλήνα για τυχόν μικρές διαρροές. Πριν από την πραγματοποίηση αυτού του ελέγχου και για λόγους ασφαλείας, ενδείκνυται να μειωθεί ελαφρά η πίεση στον σωλήνα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ

8

Παραλαβή Καυσίμων
Και Λιπαντικών

Bunkering Of
Fuel And Lubricants

Εισαγωγή

Ως **ανεφοδιασμός** ή **πετρέλευση (Bunkering)** γενικά χαρακτηρίζεται η διαδικασία πληρώσεως των δεξαμενών των πλοίων με καύσιμα. Η διαδικασία αυτή απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή και είναι απαραίτητη η λήψη ειδικών μέτρων ασφαλείας.

Αυτά τα μέτρα ορίζονται από τον Διεθνή Ναυτιλιακό Οργανισμό (**IMO**), λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις της **Διεθνούς Συμβάσεως για την Πρόληψη της Ρυπάνσεως από Πλοία (MARPOL, Παράρτημα VI) / International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL, Annex VI)**.

Εισαγωγή

Ειδικότερα, τα μέτρα και οι διαδικασίες ανεφοδιασμού που ακολουθούνται, αποτελούν βασικά στοιχεία για την ασφαλή λειτουργία του πλοίου και αφορούν στην πλήρωση των δεξαμενών με βαρύ πετρέλαιο ή ντήζελ. Όμως, τα ίδια μέτρα αποτελούν τον οδηγό για τη διαδικασία που ακολουθείται κατά την παραλαβή του ελαίου λιπάνσεως, καθώς και για τις ενέργειες που αφορούν σε άλλες δραστηριότητες στο πλοίο. Παραδείγματα τέτοιων δραστηριοτήτων είναι η μεταφορά των καυσίμων από μία δεξαμενή σε μία άλλη, η διαχείριση των υπολειμμάτων από πετρελαιοειδή, όπως η παράδοση ακάθαρτου ιζήματος (λάσπη **sludge**), που προκύπτει από την επεξεργασία του πετρελαίου και του ελαίου λιπάνσεως των μηχανημάτων ή την παράδοση των υπολειμμάτων από τις δεξαμενές φορτίου (**slops**) εκτός πλοίου, σε φορηγίδες ή σε εγκαταστάσεις ξηράς.

Εισαγωγή

Ετσι, είτε πρόκειται για φορτηγό πλοίο (χύδην ξηρού φορτίου), είτε για δεξαμενόπλοιο (Δ/Ξ), ή για επιβατικό, κατά τον ανεφοδιασμό απαιτείται μέγιστη προσοχή και εγρήγορση για την αποφυγή κάθε είδους ατυχήματος, πυρκαγιάς ή ρυπάνσεως από πετρελαιοειδή.

Επίσης, οι οδηγίες που ακολουθούνται και τα μέτρα που λαμβάνονται, προλαμβάνουν εκτός από τους άμεσους κινδύνους που αναφέρθηκαν, μακροπρόθεσμους κινδύνους, όπως βλάβη ή κακή απόδοση της / των μηχανής/ών λόγω της χαμηλής ποιότητας των καυσίμων.

Επί πλέον, προλαμβάνουν κινδύνους που επηρεάζουν και εμπορικούς παράγοντες (π.χ. οι απαιτήσεις ναυλώσεως κ.λπ.).

Όσον αφορά στα πετρέλαια ανεφοδιασμού, στα πλοία χρησιμοποιούνται δύο κυρίως τύποι πετρελαίων από τα διάφορα που παράγονται στα στάδια διυλίσεως. Αυτοί οι τύποι είναι τα βαρέα ή υπολειμματικά καύσιμα (**Residual Fuels**) και τα καύσιμα από απόσταξη (**Distillate Fuels**).

Εισαγωγή

Τα υπολειμματικά καύσιμα είναι υπολείμματα καυσίμων από διυλιστήρια, που σε συνδυασμό με αποστάγματα, αναμειγνύονται, ώστε το παραγόμενο καύσιμο να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις των προδιαγραφών καύσεως των μηχανών.

Είναι διαθέσιμα σε διάφορα ιξώδη και με υψηλή ή χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο (**High And Low Sulphur Variants**).

Τα καύσιμα από απόσταξη είναι το προϊόν που λαμβάνεται από τη συμπύκνωση των ατμών του πετρελαίου, με απόσταξη αργού πετρελαίου ή προϊόντων του.

Το παραγόμενο πετρέλαιο είναι διαθέσιμο σε δύο διαφορετικά επίπεδα περιεκτικότητας σε **θείο (S)** χαμηλής ή υψηλής περιεκτικότητας και έχει δύο παραλλαγές:

α) Το **ντήζελ πλοίων (Marine Diesel Oil - MDO)**, το οποίο ουσιαστικά είναι το καύσιμο από απόσταξη που μπορεί να περιέχει μια μικρή ποσότητα από υπολειμματικά στοιχεία βαρέων καυσίμων, και

β) Το **ναυτιλιακό ελαφρύ καύσιμο (Marine Gasoil - MGO)**, το οποίο είναι καθαρό, δεν περιέχει υπολειμματικά στοιχεία βαρέων καυσίμων, έχει υψηλό δείκτη κετανίου και χαμηλότερη πυκνότητα από το MDO.

Ανεφοδιασμός με καύσιμα

Οι κύριοι υπεύθυνοι για τον ανεφοδιασμό του πλοίου είναι ο **Πλοίαρχος** και ο **Α' Μηχανικός**.

Οι δυο τους σε συνεννόηση εξασφαλίζουν ότι τα καύσιμα που παραλαμβάνονται είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές αυτών που χρησιμοποιούνται στις μηχανές του πλοίου και κατάλληλα για τα βοηθητικά μηχανήματά του.

Γι' αυτό, η απόδειξη παραλαβής των καυσίμων (**BDN**) ή των λιπαντικών πρέπει να εξετάζεται προσεκτικά πριν από την παραλαβή τους, ώστε να εξασφαλιστεί ότι το **ιξώδες**, η **πυκνότητα** η το **ειδικό βάρος** που αναγράφονται είναι τα κατάλληλα για τις μηχανές και τον εξοπλισμό επεξεργασίας των καυσίμων, ο οποίος διατίθεται στο πλοίο.

Ανεφοδιασμός με καύσιμα

Πιο συγκεκριμένα, ο Πλοίαρχος και ο Α' Μηχανικός εξασφαλίζουν ότι το πλοίο θα ανεφοδιαστεί με επαρκή καύσιμα για την εκτέλεση του ταξιδιού και των απαιτούμενων υπηρεσιών (π.χ. φόρτωση/εκφόρτωση φορτίου, προθέρμανση του φορτίου, καύσιμα για τις ενέργειες καθαρισμού των δεξαμενών, τις καταναλώσεις στο λιμάνι κ.ά.), που ορίζονται από το ναυλοσύμφωνο.

Λαμβάνεται επίσης υπόψη το απαραίτητο ασφαλές περιθώριο (**Safe Margin**) αποθεμάτων σε καύσιμα, που πρέπει να υπάρχει στο πλοίο. Σύμφωνα με τις οδηγίες που περιλαμβάνονται στον Κώδικα Ασφαλούς Διαχειρίσεως του πλοίου, το ασφαλές περιθώριο αποθεμάτων σε καύσιμα είναι το 20% της ποσότητας των καυσίμων που υπολογίζεται ότι θα καταναλωθεί κατά τη διάρκεια ενός συντόμου ταξιδιού (σύντομο ταξίδι ορίζεται ένα ταξίδι διάρκειας 7-10 ημερών), θα πρέπει, επίσης, να ληφθούν υπόψη και οι αναμενόμενες καιρικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή, όπου θα πραγματοποιηθεί το ταξίδι.

Το ασφαλές περιθώριο αποθεμάτων στις δεξαμενές αποθηκείσεως καυσίμων στην περίπτωση των μακροχρονίων ταξιδίων (διάρκειας άνω των 10 ημερών) δεν πρέπει να είναι μικρότερη από το 10% των καυσίμων που θα καταναλωθούν στη διάρκεια του ταξιδιού.

Όσον αφορά στο ντήζελ, το απόθεμα σε καύσιμα αντιστοιχεί στην κατανάλωση για 7 ημέρες λειτουργίας μιας γεννήτριας ντήζελ. Η απόκλιση στις προηγούμενες ποσότητες εξαρτάται από την ύπαρξη ενδιάμεσων λιμένων ανεφοδιασμού κατά τη διάρκεια του ταξιδιού που πρόκειται να πραγματοποιηθεί.

Διαδικασίες ανεφοδιασμού καυσίμων

Ο Α' Μηχανικός, ως κύριος υπεύθυνος, πρέπει να εποπτεύει προσωπικά τις διαδικασίες ανεφοδιασμού καυσίμων (**Bunkering Procedures**), έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο κίνδυνος ρυπάνσεως.

Με την άμεση εποπτεία των διαδικασιών εξασφαλίζεται ότι φορτώνονται οι σωστές ποσότητες στις σωστές δεξαμενές από κάθε είδος καυσίμου ή λιπαντικού, ενώ για τον έλεγχο της ποσότητας που παραλήφθηκε θα πρέπει να έχουν γίνει μετρήσεις στις δεξαμενές πριν και μετά το πέρας του ανεφοδιασμού.

Επίσης, είναι ο άμεσα υπεύθυνος ο οποίος, όπου είναι απαραίτητο, θα επιβάλλει τις σωστές διαδικασίες που πρέπει να ακολουθηθούν κατά την παραλαβή των καυσίμων.

Διαδικασίες ανεφοδιασμού καυσίμων

Οι δεξαμενές καυσίμων και λιπαντικών συνήθως βρίσκονται στο πρυμναίο τμήμα του πλοίου κοντά στο μηχανοστάσιο και αναπτύσσονται στη δεξιά και στην αριστερή πλευρά του. Χωρίζονται σε:

1. Δεξαμενές βαρέων καυσίμων (**Heavy Fuel Oil Tanks - HFO**).
2. Δεξαμενές ντήζελ (**Diesel MDO ή MGO**).
3. Δεξαμενές διαφόρων τύπων ελαίου.

Διαδικασίες ανεφοδιασμού καυσίμων

1. **Δεξαμενές βαρέων καυσίμων (Heavy Fuel Oil Tanks - HFO)**, που προορίζονται για την κύρια μηχανή, τις ηλεκτρομηχανές (ανάλογα με τον τύπο τους) και τους λέβητες ατμοπαραγωγής. Περαιτέρω χωρίζονται σε **δεξαμενές αποθηκεύσεως** δεξιά και αριστερά 1 και 2 (**Storage Tank Port και Starboard 1 and 2**), **δεξαμενές κατακαθίσεως** 1 και 2 (**Settling Tank 1 and 2**), ανάλογα με τον τύπο και το μέγεθος του πλοίου, και σε δεξαμενές **ημερήσιας καταναλώσεως** 1 και 2 (**Service Tank 1 and 2**).

Διαδικασίες ανεφοδιασμού καυσίμων

2. Δεξαμενές ντήζελ (Diesel MDO ή MGO), το οποίο χρησιμοποιείται σε ηλεκτρομηχανές, μηχανήματα φορτοεκφορτώσεως, και σε οποιοδήποτε μηχάνημα εσωτερικής καύσεως απαιτείται καθαρό πετρέλαιο. Αυτές ανάλογα χωρίζονται σε δεξαμενές αποθηκεύσεως (MDO Storage Tank) και ημερήσιας καταναλώσεως (Service Tank).

- 3. Δεξαμενές διαφόρων τύπων ελαίου**, που χρησιμοποιούνται στα μηχανήματα, όπως μηχανέλαιο, κυλινδρέλαιο, τουρμπινέλαιο κ.ά., στις οποίες εξωτερικά αναγράφεται ο τύπος του ελαίου (π.χ. για μηχανέλαιο **Engine oil 300**, **Cylinder oil** κ.λπ.).

Διαδικασίες ανεφοδιασμού καυσίμων

Οι διαδικασίες ανεφοδιασμού καυσίμων αναφέρονται λεπτομερώς σε μια φόρμα (ή πίνακα), η οποία περιέχεται στην εγκύκλιο που περιγράφει το σύστημα ασφαλούς διαχείρισεως του πλοίου.

Οι ενέργειες που περιέχονται στη φόρμα αυτή, σε γενικές γραμμές, διέπονται διεθνώς από το εγχειρίδιο για την πρόληψη της ρυπάνσεως από πετρέλαιο του [IMO στη Marpol Παραρτήματα VI](#), (IMO, Marpol Annex VI), στη Φόρμα (Έντυπο) [Δεδομένων Ασφάλειας Υλικού \(Material Safety Data Sheet\)](#) για τα προϊόντα πετρελαίου στα πλοία και στην πιο πρόσφατη έκδοση του [Διεθνούς Οδηγού Ασφαλείας για τα Πετρελαιοφόρα και Τερματικά \(International Safety Guide for Oil Tankers & Terminals-ISGOTT\)](#).

Εκτός από τους κανονισμούς του IMO, πολλές χώρες ακόμη και επιμέρους λιμάνια, έχουν δικούς τους κανονισμούς, προκειμένου να καλύψουν τις ενέργειες ανεφοδιασμού των πλοίων με καύσιμα. Πρέπει να σημειωθεί ότι η ευαισθητοποίηση για τις συνέπειες της ρυπάνσεως από πετρελαιοειδή και η προσπάθεια για βελτιστοποίηση των διαδικασιών ανεφοδιασμού καυσίμων και λιπαντικών έχει οδηγήσει πολλές ναυτιλιακές εταιρείες να αναπτύξουν για τα πλοία τους φόρμες με περισσότερους και αυστηρότερους ελέγχους.

Διαδικασίες ανεφοδιασμού καυσίμων

Ο σκοπός αυτής της φόρμας είναι να συγκεντρωθούν οι βέλτιστες πρακτικές που πρέπει να ακολουθούνται, περιλαμβάνοντας μια σειρά οδηγιών σχετικά με τα στοιχεία που θα πρέπει να ελέγχονται και τις ενέργειες που πρέπει να επαληθεύονται στα διάφορα στάδια της παραλαβής των καυσίμων. Οι έλεγχοι αυτοί που περιγράφονται στη Φόρμα (Έντυπο προγραμματισμού) Ανεφοδιασμού Καυσίμων (ή **Φόρμα Πετρελεύσεως - Bunkering Plan**) πραγματοποιούνται άμεσα από το πλήρωμα του πλοίου, ενώ αποτελούν τον οδηγό που θα βοηθήσει τους διαχειριστές μιας ναυτιλιακής εταιρείας να δημιουργήσουν έναν δικό τους πίνακα κατά την επανεξέταση των οδηγιών που θα δώσουν για την ασφαλή διαχείριση των πλοίων τους. Έτσι, χρησιμοποιώντας ένα σχέδιο ανεφοδιασμού καυσίμων, μέσω της φόρμας ανεφοδιασμού καυσίμων, δημιουργείται μια προκαθορισμένη τακτική ενεργειών, η οποία ως σκοπό έχει να ελαχιστοποιήσει την πιθανότητα παραβλέψεως σημαντικών ενεργειών που εξασφαλίζουν την ασφάλεια του πλοίου και ταυτόχρονα αποτρέπουν τους κινδύνους ρυπάνσεως του περιβάλλοντος.

Διαδικασίες ανεφοδιασμού καυσίμων

Κατά τη διαδικασία του ανεφοδιασμού, μαζί με τον Α' Μηχανικό, ένας αξιωματικός μηχανής θα πρέπει πάντα να διορίζεται, ώστε να βοηθάει στον συντονισμό της παραλαβής των καυσίμων - λιπαντικών, και να προβλέπεται επίσης ότι το σχέδιο φορτώσεως και η φόρμα ανεφοδιασμού καυσίμων θα χρησιμοποιούνται από αυτόν.

Διαδικασίες ανεφοδιασμού καυσίμων

Από τις κυριότερες προϋποθέσεις που θα πρέπει να εξασφαλιστούν είναι ότι όλα τα μέλη του πληρώματος, τα οποία συμμετέχουν στον ανεφοδιασμό, θα πρέπει να γνωρίζουν την ποσότητα που πρόκειται να παραληφθεί, να είναι ενημερωμένα για την διαδικασία της φορτώσεως και να είναι πλήρως εξοικειωμένα με ης διατάξεις ελέγχου στάθμης των δεξαμενών και τον ήχο από τα συστήματα συναγερμού που χρησιμοποιούνται κατά τη διαδικασία της φορτώσεως. Επίσης, πρωταρχικής σημασίας είναι όλο το πρόσωπικο του πλοίου να γνωρίζει για τον ανεφοδιασμό των καυσίμων, έτσι ώστε να είναι σε ετοιμότητα και να αντεπεξέλθει, χωρίς καθυστέρηση, όταν ενεργοποιηθεί το σχέδιο εκτάκτου ανάγκης σε περίπτωση διαρροής. Επί πλέον, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι η ίδια η εγκατάσταση ανεφοδιασμού, είτε είναι **φορηγίδα (Barge)** είτε **σταθμός ανεφοδιασμού (Terminal)**, μπορεί να αποτελέσει την πηγή της διαρροής. Γι' αυτό, το σχέδιο εκτάκτου ανάγκης των εγκαταστάσεων αυτών θα πρέπει να ελεγχθεί εκ των προτέρων.

Διαδικασίες ανεφοδιασμού καυσίμων

Στο πλοίο πρέπει να είναι διαθέσιμα σαφή και λεπτομερή σχέδια του δικτύου ανεφοδιασμού καυσίμων, τα οποία θα χρησιμοποιηθούν από το πλήρωμα κατά τη διάρκεια της παραλαβής, ενώ συνιστάται ένα διάγραμμα του δικτύου αυτού να έχει αναρτηθεί σε κατάλληλη θέση, ώστε να αποτελέσει εύκολο σημείο αναφοράς, όποτε αυτό χρειαστεί. Η πρόσβαση στα εν λόγω σχέδια, εκτός από την υποβοήθηση που προσφέρουν στον συνήθη έλεγχο των σωλήνων και των εξαρτημάτων του δικτύου, μπορεί να αποδειχθεί ωφέλιμη σε περίπτωση εκτάκτου ανάγκης.

Ενέργειες πριν την παραλαβή καυσίμων

Ο συντονιστής για τον ανεφοδιασμό, στο γραφείο διαχειρίσεως του πλοίου, πριν την παραγγελία καυσίμων θα πρέπει να έχει:

- α)** Επιβεβαιώσει με το τεχνικό τμήμα της εταιρείας τις προδιαγραφές των καυσίμων για το συγκεκριμένο πλοίο.
- β)** Επαληθεύσει σε συνεννόηση με τους προμηθευτές (των οποίων εξετάζονται οι προσφορές), ότι είναι σε θέση να παραδώσουν την καθορισμένη ποιότητα και ποσότητα καυσίμων, μέσω ενός δελτίου παραδόσεως καυσίμων.
- γ)** Εξετάσει ότι ο Πλοίαρχος, κατόπιν συνεννοήσεως με τον επικεφαλής λειτουργικής διαχειρίσεως του γραφείου, έχουν εντοπίσει τον κατάλληλο λιμένα για τον προβλεπόμενο ανεφοδιασμό.
- δ)** Την επιβεβαίωση από τον προμηθευτή ότι τα καύσιμα που πρόκειται να παραδοθούν στο πλοίο είναι σύμφωνα με το πλήρες πρότυπο του Διεθνούς Οργανισμού Τυποποίησης ISO 8217 (International Organization for Standardization), όπως τροποποιήθηκε στην τελευταία έκδοση.
- ε)** Την επιβεβαίωση του προμηθευτή ότι τα καύσιμα δεν περιέχουν χημικά απόβλητα, απόβλητα ελαίων οποιουδήποτε είδους, νερό ή οποιεσδήποτε άλλες ουσίες, που μπορεί να προκαλέσουν βλάβες στο σκάφος, τις μηχανές ή να εγκυμονούν κινδύνους για το πλήρωμα.
- στ)** Την επιβεβαίωση του προμηθευτή καυσίμων ότι το δελτίο παραδόσεως των καυσίμων που θα εκδώσει θα είναι σύμφωνο με το έγγραφο V της MARPOL, Παράρτημα VI (Appendix V of MARPOL, Annex VI).
- ζ)** Την επιβεβαίωση του προμηθευτή καυσίμων ότι αποδέχεται την συλλογή δειγμάτων πετρελαίου με τη μέθοδο δειγματοληψίας με σταγόνες, καθώς επίσης ότι ο εκπρόσωπός του εξουσιοδοτείται να υπογράψει τα δείγματα που συλλέγονται και ότι αυτά αναγνωρίζονται ως δεσμευτικά αποδεικτικά στοιχεία σε περίπτωση που διαπιστωθεί διαφορά στην ποιότητα.

Ενέργειες πριν την παραλαβή καυσίμων

Μετά την ολοκλήρωση των ενεργειών αυτών, ο συντονιστής για τον ανεφοδιασμό στέλνει την εντολή στον προμηθευτή με μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (email) ή τηλεομοιοτυπία (fax).

Στη συνέχεια, μετά την επιβεβαίωση του προμηθευτή, ενημερώνει το πλοίο για την ποσότητα, τον χρόνο και τον τόπο παραδόσεως των καυσίμων. Όποτε κρίνεται απαραίτητο, για λόγους διευθέτησεως διαφορών που μπορεί να προκύψουν μεταξύ του προμηθευτή των καυσίμων και του πλοίου, είναι δυνατόν:

- α)** Να διοριστεί ανεξάρτητος Επιθεωρητής για τον Ανεφοδιασμό (Bunker Surveyor), που θα παρακολουθεί και θα επιβεβαιώσει την ποιότητα και την ποσότητα. Ο Πλοίαρχος και ο Α' Μηχανικός πρέπει να παρέχουν κάθε δυνατή βοήθεια στον επιθεωρητή. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι η παρουσία του στο πλοίο τούς υποκαθιστά.
- β)** Να ζητηθεί από τον επικεφαλής λειτουργικής διαχειρίσεως του πλοίου να διορίσει υπηρεσιακό Πλοίαρχο για τον Λιμένα (Port Captain), ο οποίος θα παρακολουθήσει τον ανεφοδιασμό και θα επιβεβαιώσει τον έλεγχο της ποσότητας καυσίμων που υπάρχουν στο πλοίο (**Remain On Board - ROB**) με μετρήσεις που λαμβάνονται πριν και μετά τον ανεφοδιασμό. Συμφώνα με αυτό, ολοι οι υπηρεσιακοί Πλοίαρχοι της εταιρείας θα πρέπει να είναι εξοικειωμένοι με τις διαδικασίες ανεφοδιασμού.

Ενέργειες πριν την παραλαβή καυσίμων

Ο Α' Μηχανικός, ως υπεύθυνος για τον σωστό σχεδίασμό των ενεργειών για την παραλαβή των καυσίμων, ενημερώνει τον Πλοίαρχο για την ποσότητα των καυσίμων που διαθέτει το πλοίο και αυτή που χρειάζεται για το επόμενο ταξίδι. Μετά τις απαραίτητες ενέργειες από το γραφείο διαχείρισης του πλοίου για την παραγγελία των καυσίμων, προσδιορίζει ποιες δεξαμενές πρέπει να χρησιμοποιηθούν εξασφαλίζοντας, όσο είναι πρακτικά εφικτό, ότι αυτές θα είναι άδειες.

Η αποθήκευση των καυσίμων από τη νέα παραλαβή σε άδειες δεξαμενές, έχει ως σκοπό να αποφευχθεί η ανάμειξη με τα εναπομείναντα καύσιμα. Με τον τρόπο αυτόν εξασφαλίζεται ότι η επεξεργασία των καυσίμων πριν από την χρήση, ανταποκρίνεται στις διαφορετικές απαιτήσεις επεξεργασίας που προκύπτουν από τη διακύμανση των χαρακτηριστικών των καυσίμων. Γι' αυτό, οι μικρές ποσότητες από καύσιμα που έχουν απομείνει στις δεξαμενές του πλοίου πριν τον ανεφοδιασμό θα πρέπει να συγκεντρώνονται σε μία δεξαμενή. Αν όμως η ποσότητα είναι μεγαλύτερη, τότε θα πρέπει να πραγματοποιείται ο ανάλογος καταμερισμός της ποσότητας που έχει απομείνει στις διαθέσιμες δεξαμενές. Έτσι, πριν την άφιξη του πλοίου στο λιμάνι ανεφοδιασμού, επιτυγχάνεται η μείωση του αριθμού των δεξαμενών που έχει σχεδιασθεί να γεμίσουν με νέα καύσιμα, ενώ ταυτόχρονα μειώνεται και η ποσότητα των καυσίμων που θα αναμειχθούν.

Στη νέα ποσότητα των καυσίμων θα πρέπει να γίνει δειγματοληψία, σε φιάλες οι οποίες σφραγίζονται με μοναδικά αριθμημένα πώματα. Το δείγμα στη συνέχεια τοποθετείται σε ειδική συσκευασία και αποστέλλεται σε πιστοποιημένα εργαστήρια ελέγχου με τα οποία συνεργάζεται η πλοιοκτήτρια εταιρεία.

Αρμοδιότητες κατά τον ανεφοδιασμό καυσίμων

Στα πλαίσια της προετοιμασίας για τον ανεφοδιασμό του πλοίου με καύσιμα, το Τμήμα Λειτουργικής Διαχείρισεως της εταιρείας, σε συνεννόηση με τον Πλοίαρχο και τον Α' Μηχανικό, φροντίζει να προωθήσει το αίτημα ανεφοδιασμού προς τον επιλεγμένο προμηθευτή, σύμφωνα με τις σχετικές διαδικασίες. Πιο συγκεκριμένα, στο γραφείο διαχείρισεως του πλοίου μετά την παραλαβή της αιτήσεως για ανεφοδιασμό καυσίμων, γίνεται έλεγχος και σύγκριση, με σκοπό να αξιολογηθούν οι ποσότητες καυσίμων που ζητούνται, σύμφωνα με την τελευταία έκθεση ταξιδιού. Στη συνέχεια, σε συνεργασία με τον υπεύθυνο Αρχιμηχανικό για το συγκεκριμένο πλοίο, γίνεται εκτίμηση της αιτήσεως ανεφοδιασμού με σκοπό τον εντοπισμό προσθέτων απαιτήσεων, καθώς και της ποσότητας καυσίμων χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο, με τα οποία πρέπει να ανεφοδιαστεί το πλοίο. Στο τέλος, οι διαδικασίες από την πλευρά του γραφείου διαχείρισεως ολοκληρώνονται με την οριστικοποίηση της θέσεως ανεφοδιασμού, του χρόνου της παραδόσεως, των αγωγών που θα χρησιμοποιηθούν και εάν ο ανεφοδιασμός θα γίνει από φορτηγίδα ή από σταθμό ξηράς, όταν το πλοίο βρίσκεται στο λιμάνι. Ο Πλοίαρχος, λαμβάνοντας την ενημέρωση ανεφοδιασμού, την κοινοποιεί στον Α' Μηχανικό, ο οποίος φροντίζει για τις υπόλοιπες διαδικασίες ανεφοδιασμού.

Αρμοδιότητες κατά τον ανεφοδιασμό καυσίμων

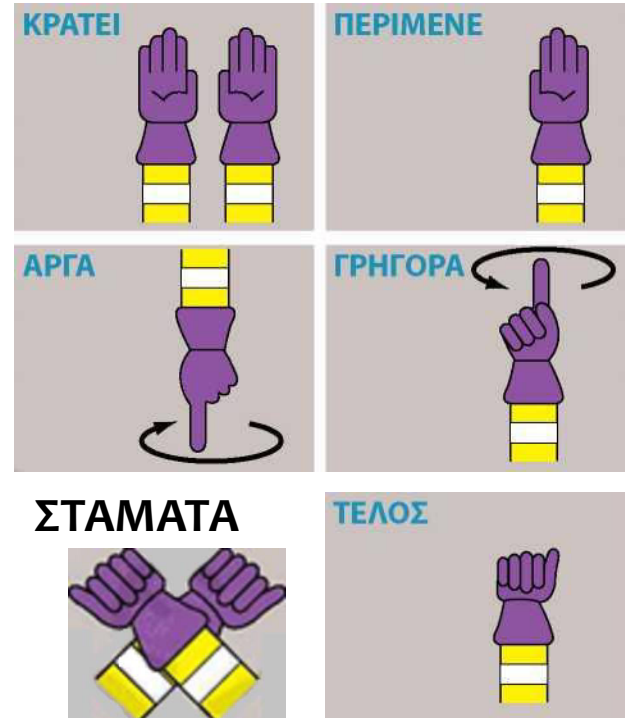
Αναλυτικότερα, οι αρμοδιότητες των μελών του πληρώματος σύμφωνα με τη θέση ευθύνης τους στο πλοίο είναι οι εξής:

- A.** Ο Α' Μηχανικός, ως κύριος υπεύθυνος για την ασφαλή και αποτελεσματική εκτέλεση όλων των δραστηριοτήτων και την ενημέρωση των εμπλεκόμενων σχετικά με τον ανεφοδιασμό του πλοίου με καύσιμα οφείλει να:
- Φροντίζει για τη μέτρηση όλων των δεξαμενών καυσίμων και να συμπληρώνει τη φόρμα υπολογισμού καυσίμων, ώστε να μπορεί να υπολογίσει την ποσότητα που παραλήφθηκε μετά την ολοκλήρωση του ανεφοδιασμού, όταν θα μετρηθούν εκ νέου οι δεξαμενές.
 - Φροντίζει οι διαδικασίες ανεφοδιασμού να πραγματοποιηθούν σύμφωνα με τις οδηγίες που αναγράφονται στη φόρμα Προλήψεως Ρυπάνσεως από Ανεφοδιασμό Καυσίμων.
 - Διασφαλίζει ότι οι γραπτές πάγιες εντολές για ανεφοδιασμό σε καύσιμα έχουν δημοσιευθεί στον σταθμό ανεφοδιασμού ή στο δωμάτιο ελέγχου του μηχανοστασίου στα αγγλικά. Αυτές αφορούν στο διάγραμμα του δικτύου, όπου συμπεριλαμβάνεται η θέση όλων των βαλβίδων και αντλιών, τα εξαιρετικά των δεξαμενών και τα συστήματα υπερχειλίσεως, στον αριθμό των ατόμων που απαιτείται να είναι σε υπηρεσία, στον υπεύθυνο της διαδικασίας, στις διαδικασίες διακοπής ανεφοδιασμού σε έκτακτη ανάγκη, στις διαδικασίες πληρώσεως των δεξαμενών, στις διαδικασίες κλεισίματος των βαλβίδων- επιστομίων, στη διαδικασία επικοινωνίας του πλοίου με τον σταθμό ανεφοδιασμού ξηράς ή τη φορτηγίδα, στην υπενθύμιση για τον έλεγχο της καταστάσεως των σωλήνων και στις διαδικασίες δειγματοληψίας κατά την παραλαβή πετρελαίου.
 - Προσχεδιάζει και πληροφορεί τους υπεύθυνους αξιωματικούς που θα λάβουν μέρος στον ανεφοδιασμό για τη στάθμη που πρέπει να έχει κάθε δεξαμενή μετά το πέρας του ανεφοδιασμού (το μέγιστο όριο στάθμης μέσα στη δεξαμενή δεν πρέπει να υπερβαίνει το 95% της χωρητικότητάς της).
 - Συμφωνεί με τον εκπρόσωπο του προμηθευτή σχετικά με τη χρήση της ταινίας μετρήσεως, με την οποία θα πρέπει να πραγματοποιούνται οι έλεγχοι και από τα δύο μέρη.

Αρμοδιότητες κατά τον ανεφοδιασμό καυσίμων

- Διενεργεί έλεγχο στην ποσότητα των καυσίμων της φορηγίδας πριν τον ανεφοδιασμό, προκειμένου να καθορίσει την ακριβή ποσότητα στο σκάφος, ελέγχοντας όλες τις δεξαμενές φορτίου (σύμφωνα με το επίσημο από τον κατασκευαστή βιβλίο περιεκτικότητας των δεξαμενών), καθώς και τους κενούς χώρους, τα στεγανά, τις δεξαμενές καυσίμων κ.λπ..
- Πληροφορεί τον προμηθευτή για την υπηρεσία που θα αναλύσει το αντιπροσωπευτικό δείγμα του καυσίμου και να τον καλεί να λάβουν μέρος σε κοινή δειγματοληψία.
- Συμπληρώνει τη φόρμα δειγματοληψίας, την οποία υποβάλλει για υπογραφή στον εκπρόσωπο του προμηθευτή. Σημαντική είναι η επιβεβαίωση της ταυτότητας του εκπροσώπου του προμηθευτή, το όνομα του οποίου πρέπει να είναι ευανάγνωστο.
- Σε περίπτωση που ο εκπρόσωπος των προμηθευτών αρνείται να βεβαιώσει τη δειγματοληψία, καταγράφεται το γεγονός στο ημερολόγιο και στις παρατηρήσεις της αποδείξεως παραλαβής καυσίμων.
- Εξασφαλίζει ότι οι εμπλεκόμενοι στη διαδικασία ανεφοδιασμού γνωρίζουν τα σήματα του Ναυτιλιακού Οδηγού Επικοινωνίας σύμφωνα με τις κινήσεις του χεριού.
- Προετοιμάζει τις φιάλες δειγματοληψίας, τις επικέτες που θα κολληθούν σε αυτές, τα μοναδικά αριθμημένα πώματα και τα ειδικά κουτιά, στα οποία θα τοποθετηθούν για την αποστολή τους, ώστε να αποφεύγονται τυχόν καθυστερήσεις του πλοίου στην περίπτωση που ο απόπλους πραγματοποιηθεί αμέσως μετά την ολοκλήρωση του ανεφοδιασμού.
- Προετοιμάζει το συνοδευτικό δελτίο που θα σταλεί με το δείγμα του καυσίμου.

Αρμοδιότητες κατά τον ανεφοδιασμό καυσίμων



Αρμοδιότητες κατά τον ανεφοδιασμό καυσίμων

Σε πλοία στα οποία υπάρχουν διαθέσιμα κιβώτια δοκιμής (**Test Kits**) της ποιότητας των καυσίμων, αυτά πρέπει να χρησιμοποιούνται από τον Α' ή τον Β' Μηχανικό, ώστε να ελεγχθεί το ιξώδες και η πυκνότητα σε ένα δείγμα από την ποσότητα του καυσίμου που παραλαμβάνεται. Εάν τα αποτελέσματα των δοκιμών δεν είναι ανάλογα με αυτά που αναφέρονται στην απόδειξη παραδόσεως, οι δοκιμές αυτές επαναλαμβάνονται. Εάν και μετά τη δεύτερη δοκιμή τα αποτελέσματα δεν είναι ικανοποιητικά, ο Α' Μηχανικός επικοινωνεί με τους διαχειριστές του πλοίου και μπορεί να αρνηθεί την παραλαβή τους, αν κρίνει ότι τα καύσιμα δεν είναι δυνατόν να υποστούν επεξεργασία με τα συστήματα που διαθέτει το πλοίο.

Αρμοδιότητες κατά τον ανεφοδιασμό καυσίμων

- B.** Ο Β' Μηχανικός, κατόπιν συνεννοήσεως με τον Α' Μηχανικό για την σειρά πληρώσεως των δεξαμενών, ελέγχει τη στάθμη των καυσίμων κατά τη διάρκεια του ανεφοδιασμού και βρίσκεται σε συνεχή επαφή με τον σταθμό ανεφοδιασμού καυσίμων. Επίσης, ενημερώνει αμέσως το πλήρωμα της φορτηγίδας ή τον υπεύθυνο για την παράδοση καυσίμων στον σταθμό ξηράς όταν πλησιάζει η πλήρωση των δεξαμενών, ώστε να είναι σε ετοιμότητα και να ρυθμίσουν ανάλογα τον ρυθμό παροχής.
- C.** Ο αξιωματικός φυλακής του μηχανοστασίου πρέπει να είναι σε επαφή με τον Β' Μηχανικό μέσω προσυμφωνημένης συχνότητας σε συσκευή VHF, έτοιμος να εκτελέσει οποιαδήποτε εντολή σχετικά με τη λειτουργία του εξοπλισμού στο μηχανοστάσιο (π.χ. επιστόμια που θα χρησιμοποιηθούν, αντλίες κ.λπ.).
- D.** Ο αξιωματικός φυλακής καταστρώματος είναι υπεύθυνος για την τήρηση των καθηκόντων που αφορούν στην ασφάλεια, όπως η θέση των μελών του πληρώματος στο κατάστρωμα, η επίβλεψη της συνδέσεως των σωλήνων και των μέσων ανυψώσεως που θα χρησιμοποιηθούν, η ασφαλής πρόσδεση της φορτηγίδας ανεφοδιασμού και τα μέσα ασφάλειας και προλήψεως της ρυπάνσεως που θα χρησιμοποιηθούν.
- E.** Ο καθαριστής του μηχανοστασίου βοηθά τον Β' Μηχανικό ανάλογα με τις ανάγκες που προκύπτουν κατά τον ανεφοδιασμό και σύμφωνα με τις οδηγίες του.
- F.** Ο ναύτης της βάρδιας βρίσκεται σε ετοιμότητα στο κατάστρωμα κοντά στην πολλαπλή σύνδεση των σωλήνων παραλαβής καυσίμων, προκειμένου να χρησιμοποιήσει απορροφητικό υλικό σε περίπτωση διαρροής του πετρελαίου.

Αρμοδιότητες κατά τον ανεφοδιασμό καυσίμων

Ένα πλαστικοποιημένο αντίγραφο των καθηκόντων αυτών θα πρέπει να είναι τοποθετημένο στο δωμάτιο ελέγχου του μηχανοστασίου (**Engine Control Room**) και στο δωμάτιο ελέγχου φορτίου (**Cargo Control Room**). Οι διαδικασίες αυτές ακολουθούνται είτε παραλαμβάνεται βαρύ πετρέλαιο (HFO), είτε ντήζελ (MDO ή MGO), απ' το οποίο λαμβάνεται το αντίστοιχο δείγμα.

Η φόρμα ελέγχου και ενεργειών που συμπληρώνεται για τον ανεφοδιασμό καυσίμων είναι διαφορετική απο εταιρεία σε εταιρεία, βασίζεται όμως στην ίδια φιλοσοφία που ως σκοπό έχει την ασφαλή διεξάγηση του ανεφοδιασμού για το πλήρωμα, το πλοίο και το περιβάλλον.

Πρόληψη διαρροής κατά τον ανεφοδιασμό

Κατά τον ανεφοδιασμό καυσίμων, εγκυμονούν κίνδυνοι ρυπάνσεως του περιβάλλοντος. Γι' αυτό, η υπερχειλίση από μία δεξαμενή καυσίμων ή η διαρροή στο δίκτυο μεταφοράς του πετρελαίου κατά τον ανεφοδιασμό είναι το ίδιο ανεπιθύμητη όσο και από μια δεξαμενή φορτίου. Αν και οι ποσότητες που διακινούνται είναι σχετικά μικρές, αυτό δεν σημαίνει ότι τα μέτρα ασφαλείας μπορεί να είναι περιορισμένα.

Γι' αυτό, με σκοπό την πρόληψη της ρυπάνσεως και την ασφαλή διεξαγωγή των εργασιών, κάθε εταιρεία έχει αναπτύξει διαδικασίες και σχέδια έκτακτης ανάγκης, προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν αυτοί οι κίνδυνοι.

Επί πλέον, για την προετοιμασία του πληρώματος πρέπει να πραγματοποιείται Ανάλυση Κινδύνων Εργασίας (**Job Hazard Analysis**), που μπορεί να παρέχεται με τη μορφή πίνακα, πριν από τον ανεφοδιασμό.

Πρόληψη διαρροής κατά τον ανεφοδιασμό

Οι ενέργειες που λαμβάνουν χώρα για την πρόληψη διαρροής κατά τη διάρκεια του ανεφοδιασμού είναι οι ακόλουθες:

- 1.** Επιβεβαιώνεται εγγράφως, μεταξύ του πληρώματος του πλοίου και του προμηθευτή, η ποσότητα καυσίμων και ο ρυθμός παροχής κάθε είδους καυσίμου που θα μεταφερθεί στις δεξαμενές του πλοίου.
- 2.** Ορίζεται το μέσο επικοινωνίας μεταξύ του πληρώματος του πλοίου και του προμηθευτή και ο τρόπος με τον οποίο θα διακοπεί η παροχή για την εξάλειψη διαρροών.
- 3.** Ορίζονται οι διαδικασίες διακοπής της πετρελεύσεως σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης και τα στοιχεία (επιστόμια κ.λπ.), που θα κλείσουν για να διακοπεί η παροχή του καυσίμου από την πλευρά του προμηθευτή και από την πλευρά του πλοίου.
- 4.** Εξασφαλίζεται ότι οι σωλήνες βρίσκονται σε καλή κατάσταση, έχουν συνδεθεί σωστά και τα μέσα στηρίξεώς τους είναι ικανοποιητικά.
- 5.** Ελέγχεται ότι στους σωλήνες ανεφοδιασμού δεν υπάρχουν διαρροές.
- 6.** Εξασφαλίζεται ότι η πίεση στο δίκτυο ανεφοδιασμού ή στις δεξαμενές εκτονώνεται, είτε με επιβράδυνση του ρυθμού παροχής, είτε ανοίγοντας επιστόμια σε άλλες δεξαμενές, που πρόκειται να γεμίσουν με καύσιμα.
- 7.** Ελέγχονται τα επιστόμια των δεξαμενών που θα γεμίσουν με καύσιμα, ώστε να είναι ανοικτά, ενώ τα επιστόμια των δεξαμενών που έχουν γεμίσει, πρέπει να είναι καλά κλεισμένα και η στάθμη σ' αυτά να μην μεταβάλλεται.
- 8.** Το αφηνίδιο κλείσιμο των επιστομίων που οδηγούν στις δεξαμενές του πλοίου δεν επιτρέπεται κατά τη διάρκεια του ανεφοδιασμού, εάν δεν ενημερωθεί πρώτα ο προμηθευτής.

Πρόληψη διαρροής κατά τον ανεφοδιασμό

- 9.** Προβλέπεται ότι, σε περίπτωση αλλαγής της δεξαμενής που τροφοδοτείται με καύσιμα, πρέπει πρώτα να εξασφαλιστεί ότι το επιστόμιο της επόμενης δεξαμενής είναι ανοικτό και υπάρχει ροή μέσα σε αυτήν και μετά να διακοπεί η παροχή στην προηγούμενη.
- 10.** Απορροφητικά υλικά όπως άμμος, πριονίδι, κ.λπ., να είναι εύκολα διαθέσιμα για να χρησιμοποιηθούν.
- 11.** Είναι απαραίτητη η επανάληψη της προειδοποίησής όταν πλησιάζει το πέρας του ανεφοδιασμού, ενώ το σήμα ολοκλήρωσής του ανεφοδιασμού θα πρέπει να δίνεται απ' το πλοίο.
- 12.** Πρέπει να εξασφαλιστεί ότι μετά την πλήρωση των δεξαμενών θα υπάρχει αρκετός χώρος πάνω από την ελεύθερη επιφάνεια του καυσίμου, ώστε να αποτραπεί η υπερχειλίση από την αύξηση της στάθμης, λόγω της διακυμάνσεως στη θερμοκρασία του. Επίσης, στην τελευταία δεξαμενή που θα πληρωθεί με καύσιμο, ο ελεύθερος χώρος πάνω από την ελεύθερη επιφάνεια θα πρέπει να είναι αρκετός, ώστε να εκτονώνεται η περίσσεια του αέρα που χρησιμοποιείται για την αποστράγγιση του δικτύου.
- 13.** Η διαδικασία του ανεφοδιασμού πρέπει να διακοπεί σε περίπτωση βροχής και ηλεκτρικά φορτισμένης ατμόσφαιρας.
- 14.** Οι κανονισμοί σχετικά με την είσοδο σε επικίνδυνες περιοχές πρέπει να τηρούνται αυστηρά.
- 15.** Το κάπνισμα και η γυμνή φλόγα απαγορεύονται στην περιοχή του ανεφοδιασμού με καύσιμα.
- 16.** Τα στοιχεία φωτισμού (μπαλαντέζες με λάμπες) και οι φακοί που χρησιμοποιούνται στις θέσεις ανεφοδιασμού, πρέπει να είναι εγκεκριμένου τύπου και τα κατασκευαστικά τους χαρακτηριστικά να συμμορφώνονται με τους κανονισμούς ασφαλείας.

Πρόληψη διαρροής κατά τον ανεφοδιασμό

Για την άμεση αντιμετώπιση μιας διαρροής, είναι απαραίτητο στο πλοίο να υπάρχουν διαθέσιμα διάφορα μέσα και απορροφητικά υλικά, που θα βοηθήσουν να αποτραπεί η εξάπλωση της ρυπάνσεως.

Ο ελάχιστος εξοπλισμός, με τον οποίο πρέπει να είναι εφοδιασμένο το πλοίο σύμφωνα με τις διατάξεις του Σχεδίου Εκτάκτου Ανάγκης για τη Ρύπανση από Πλοία που ισχύει για επιβατηγά και φορτηγά πλοία SOPEP (Ship Oil Pollution Emergency Plan) αποτελείται από:

- 1) Απορροφητικά ρολά (**Absorbent Rolls**).
- 2) Απορροφητικά μαξιλαράκια (**Absorbent Pads**).
- 3) Σακιά με απορροφητικούς κόκκους (άμμου) (**Absorbent Granules**).
- 4) Σκούπες (**Brooms**).
- 5) Φτυάρια και φαράσια (**Shovels And Scoops**).
- 6) Σφουγγαρίστρες (**Mops**).
- 7) Κενά δοχεία (χωρητικότητας 200 λ) (**Empty Receptacles 200 Liters Capacity**).
- 8) Φορητές αντλίες, που λειτουργούν με αέρα (**Portable Air Driven Pumps**).
- 9) Πλωτά πετρελαιοφράγματα, ικανά να συγκρατήσουν μικρές ποσότητες διαρρέοντος πετρελαίου (**Oil Boom For Small Spill Containment**)
- 10) Ειδικά υγρά διασποράς πετρελαιοκηλίδων (**Oil Spill Dispersants**).

Ενέργειες μετά το πέρας του ανεφοδιασμού

Με την ολοκλήρωση του ανεφοδιασμού με καύσιμα ο Α' Μηχανικός θα πρέπει να διασφαλίσει ότι έχουν ολοκληρωθεί οι ακόλουθες ενέργειες:

1. Οι σωλήνες έχουν αποστραγγιστεί πριν αποσυνδεθούν.
2. Τα επιστόμια του δικτύου ανεφοδιασμού είναι κλειστά.
3. Οι σωλήνες έχουν σφραγιστεί με τυφλές φλάντζες (περιαυχένια χωρίς τρύπα που εφαρμόζονται στους σωλήνες με βίδες) πριν απομακρυνθούν.
4. Η φιάλη δειγματοληψίας (cubitainer) έχει αποσυνδεθεί και προετοιμάζονται τα δείγματα (οι φιάλες πρέπει να γεμίζονται στο 90% με απόκλιση +/-5%).
5. Έχουν ληφθεί μετρήσεις στις δεξαμενές της φορηγίδας με τον ίδιο τρόπο που έγινε πριν τον ανεφοδιασμό.
6. Έχουν γίνει οι υπολογισμοί του όγκου και του βάρους της ποσότητας του καυσίμου που έχει παραδοθεί, λαμβάνοντας υπόψη τη διαφορά μεταξύ των μετρήσεων πριν και μετά τον ανεφοδιασμό, καθώς και τον αντίστοιχο συντελεστή διορθώσεως στους 15°C που θα χρησιμοποιηθεί (Με τις μετρήσεις που θα προκύψουν συμπληρώνεται ανάλογα η απόδειξη παραδόσεως καυσίμων (**Bunkering Delivery Note - BDN**)).
7. Σε περίπτωση που βρεθεί διαφορά στην ποσότητα που παραλήφθηκε από τους υπολογισμούς του Α' Μηχανικού με την ποσότητα που αναγράφεται στην απόδειξη παραδόσεως καυσίμων, αυτή η διαφορά αναγράφεται στην απόδειξη παραδόσεως καυσίμων. Στη συνέχεια, ο Πλοίαρχος προβαίνει σε σύνταξη επιστολής διαμαρτυρίας και ενημερώνει το γραφείο λειτουργικής διαχείρισεως του πλοίου για περαιτέρω οδηγίες.

Απόδειξη παραδόσεως καυσίμων και ποσότητα που παραλήφθηκε

Σύμφωνα με τη MARPOL 73/78, Παράρτημα VI, κανονισμός 18, μετά την ολοκλήρωση του ανεφοδιασμού, τα στοιχεία-χαρακτηριστικά των καυσίμων που παραδίδονται και χρησιμοποιούνται στο πλοίο πρέπει να καταγράφονται στο ημερολόγιο, σύμφωνα με τα στοιχεία που αναγράφονται στην απόδειξη παραδόσεως καυσίμων (**Bunker Delivery Note - BDN**).

Η απόδειξη αυτή περιλαμβάνει τα ακόλουθα:

1. Όνομα και αριθμό IMO του πλοίου που παραλαμβάνει τα καύσιμα.
2. Το λιμάνι ανεφοδιασμού, το όνομα και τον αριθμό IMO της φορτηγίδας που παραδίδει τα καύσιμα.
3. Το όνομα, τη διεύθυνση και το τηλέφωνο του προμηθευτή.
4. Την ονομασία των καυσίμων.
5. Την ποσότητα που παραλήφθηκε σε μετρικούς τόνους.
6. Την πυκνότητα/ειδικό βάρος των καυσίμων στους 15°C.
7. Την περιεκτικότητα του καυσίμου σε θείο.
8. Συνοδευτικά, μία δήλωση υπογεγραμμένη και επικυρωμένη από τον εκπρόσωπο του προμηθευτή ότι τα καύσιμα είναι σύμφωνα με τους κανονισμούς 14 και 18 του Παραρτήματος VI της Marpol.

Απόδειξη παραδόσεως καυσίμων και ποσότητα που παραλήφθηκε

Η απόδειξη παραδόσεως καυσίμων αποτελεί σημαντικό έγγραφο σε περίπτωση που διαπιστωθεί διαφορά στην ποιότητα ή στην ποσότητα του καυσίμου κατά τη χρήση του, στα μηχανήματα του πλοίου.

Γι' αυτό ένα αντίγραφο μένει στο πλοίο, το οποίο θα πρέπει να διατηρηθεί τουλάχιστον για 3 χρόνια από την ημερομηνία ανεφοδιασμού, ώστε να είναι άμεσα διαθέσιμο, αν ζητηθεί απ' τις αρχές στα λιμάνια που προσεγγίζει ή σε ελέγχους από επιθεωρητές. Ένα αντίγραφο αποστέλλεται στο γραφείο της εταιρείας και άλλο ένα αποτελεί το συνοδευτικό έγγραφο του δείγματος που αποστέλλεται στο εργαστήριο ελέγχου ποιότητας του καυσίμου.

Απόδειξη παραδόσεως καυσίμων και ποσότητα που παραλήφθηκε

Το δελτίο του προμηθευτή με τα χαρακτηριστικά ποιότητας του καυσίμου που παραλήφθηκε δεν αποτελεί αποδεικτικό της ποιότητας του καυσίμου και της μεθόδου επεξεργασίας, που θα πρέπει να ακολουθήσει το πλήρωμα πριν τη χρήση. Γι' αυτόν τον λόγο, επιβάλλεται τα νέα καύσιμα να μην χρησιμοποιηθούν πριν την έκδοση των αποτελεσμάτων από το εργαστήριο ελέγχου.

Πρέπει να σημειωθεί ότι το δείγμα που παραμένει στο πλοίο θα πρέπει να διατηρείται για 12 μήνες, σύμφωνα με το Παράρτημα VI της MARPOL. Αυτό είναι απαραίτητο, διότι αποτελεί αποδεικτικό στοιχείο της ποιότητας του καυσίμου που παραδόθηκε σε περίπτωση που προκληθεί βλάβη στα μηχανήματα του πλοίου, η οποία οφείλεται στην ποιότητα του καυσίμου. Μία φιάλη με δείγμα από την ίδια ποσότητα καυσίμου, σφραγισμένη με τα αριθμημένα πώματα και τις ανάλογες ετικέτες, είναι απαραίτητο να παραδοθεί και στον προμηθευτή.

Απόδειξη παραδόσεως καυσίμων και ποσότητα που παραλήφθηκε

Για να γίνουν οι υπολογισμοί στην ποσότητα των καυσίμων που παραλήφθηκαν, πρέπει να ληφθούν υπόψη παράγοντες οι οποίοι, αν παραβλεφθούν, θα επηρεάσουν τα αποτελέσματα και θα οδηγήσουν σε λανθασμένες μετρήσεις. Αυτοί είναι η πυκνότητα του πετρελαίου που διατίθεται και ποικίλλει από τόπο σε τόπο, η θερμοκρασία στην οποία παραδίδεται και η διαγωγή του πλοίου μετά το πέρας του ανεφοδιασμού.

Κατά κανόνα, **η πυκνότητα του πετρελαίου μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας του**, με αποτέλεσμα όταν παρέχεται σε υψηλότερη θερμοκρασία, ο όγκος του να είναι μικρότερος από τον όγκο που θα είχε αν παραδιδόταν σε μικρότερη θερμοκρασία. Γι' αυτό η θερμοκρασία, η πυκνότητα και η διαγωγή του πλοίου είναι παράγοντες που χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής, καθώς επηρεάζουν τις μετρήσεις της ποσότητας των καυσίμων που παραλαμβάνονται.

Η μέτρηση της ποσότητας που παραλήφθηκε στις διάφορες δεξαμενές του πλοίου καλό είναι να πραγματοποιείται τουλάχιστον μισή ώρα μετά την ολοκλήρωση του ανεφοδιασμού, διότι για την αποστράγγιση του δικτύου ανεφοδιασμού χρησιμοποιείται συμπιεσμένος αέρας και σε αυτό το χρονικό διάστημα ο αέρας θα έχει απομακρυνθεί από τη μάζα του ρευστού και δεν θα προκαλέσει λήψη λανθασμένων μετρήσεων. Πριν τον προσδιορισμό της ποσότητας καυσίμου, φρόνιμο είναι να μην σφραγιστεί με τη σφραγίδα του πλοίου και να μην υπογραφεί η απόδειξη παραδόσεως καυσίμων.

Απόδειξη παραδόσεως καυσίμων και ποσότητα που παραλήφθηκε

Η ποσότητα που υπολογίζεται ότι παραλήφθηκε από το πλοίο στη συνέχεια πρέπει να συγκριθεί με την ποσότητα που αναγράφεται στην απόδειξη παραδόσεως καυσίμων, ώστε να διαπιστωθεί εάν υπάρχουν τυχόν διαφορές. Ο υπολογισμός της ποσότητας δεν πρέπει να βασίζεται στις ενδείξεις που καταγράφονται στους ηλεκτρονικούς μετρητές του πλοίου, αλλά να πραγματοποιείται με τους τοπικούς μετρητές κάθε δεξαμενής που βρίσκονται στο κατάστρωμα. Για τις μετρήσεις αυτές χρησιμοποιείται ειδική βαθμονομημένη ταινία βυθομετρήσεως (**Sounding Tape**).

Απόδειξη παραδόσεως καυσίμων και ποσότητα που παραλήφθηκε

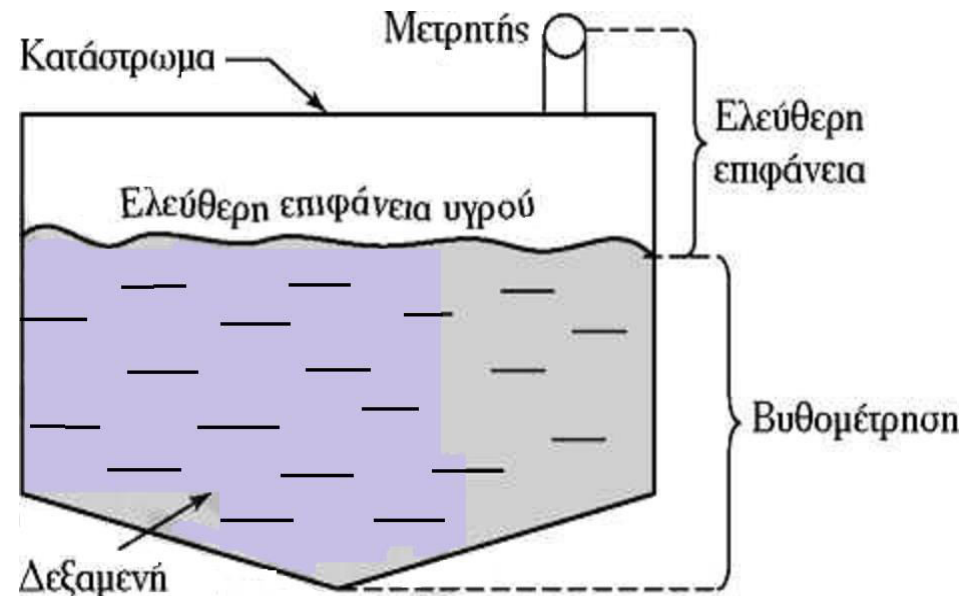
Η μέθοδος των μετρήσεων, η οποία ακολουθείται, εξαρτάται από το είδος που καυσίμου που περιέχει κάθε δεξαμενή. Για παράδειγμα, όταν πρόκειται για δεξαμενές που περιέχουν βαρύ πετρέλαιο (HFO), λόγω της χαμηλής του ρευστότητας που δημιουργεί επικαθήσεις στο τοίχωμα του μετρητή και έως ότου αποστραγγιστεί, θα οδηγήσει σε λανθασμένες μετρήσεις με τη μέθοδο αυτή μετρείται το ύψος από το στόμιο του μετρητή στο κατάστρωμα μέχρι την ελεύθερη επιφάνεια του καυσίμου μέσα στη δεξαμενή (**Ullage**). Στη συνέχεια, με τη βοήθεια του Βιβλίου Πινάκων Βυθομετρήσεως των Δεξαμενών (**Bunker Tanks Sounding Table**), υπολογίζεται η ποσότητα που περιέχεται σε κάθε δεξαμενή. Ανάλογα, για τα καύσιμα που παράγονται από απόσταξη υπάρχουν και οι αντίστοιχοι πίνακες των δεξαμενών, στις οποίες αποθηκεύονται. Για τα καύσιμα αυτά, όπως και για τα λιπανηκά, οι μετρήσεις των δεξαμενών λαμβάνονται με βυθομέτρηση (**Sounding**), διότι λόγω της μεγάλης ρευστότητας, αλλά και της διαύγειάς τους δεν δημιουργούνται επικαθήσεις στα τοιχώματα των μετρητών και άρα δεν λαμβάνονται λανθασμένες μετρήσεις λόγω ψευδούς ενδείξεως της στάθμης.

Από το περιεχόμενο κάθε δεξαμενής που μετρείται, μετά το πέρας του ανεφοδιασμού, αφαιρείται η ποσότητα που υπήρχε μέσα σε κάθε δεξαμενή πριν τον ανεφοδιασμό και έτσι προκύπτει η συνολική ποσότητα που έχει παραληφθεί για κάθε είδος καυσίμου.

Απόδειξη παραδόσεως καυσίμων και ποσότητα που παραλήφθηκε

Η μέθοδος των μετρήσεων, η οποία ακολουθείται, εξαρτάται από το είδος που καυσίμου που περιέχει κάθε δεξαμενή. Για παράδειγμα, όταν πρόκειται για δεξαμενές που περιέχουν βαρύ πετρέλαιο (HFO), λόγω της χαμηλής του ρευστότητας που δημιουργεί επικαθήσεις στο τοίχωμα του μετρητή και έως ότου αποστραγγιστεί, θα οδηγήσει σε λανθασμένες μετρήσεις με τη μέθοδο αυτή μετρείται το ύψος από το στόμιο του μετρητή στο κατάστρωμα μέχρι την ελεύθερη επιφάνεια του καυσίμου μέσα στη δεξαμενή (**Ullage**). Στη συνέχεια, με τη βοήθεια του Βιβλίου Πινάκων Βυθομετρήσεως των Δεξαμενών (**Bunker Tanks Sounding Table**), υπολογίζεται η ποσότητα που περιέχεται σε κάθε δεξαμενή. Ανάλογα, για τα καύσιμα που παράγονται από απόσταξη υπάρχουν και οι αντίστοιχοι πίνακες των δεξαμενών, στις οποίες αποθηκεύονται. Για τα καύσιμα αυτά, όπως και για τα λιπαντικά, οι μετρήσεις των δεξαμενών λαμβάνονται με βυθομέτρηση (**Sounding**), διότι λόγω της μεγάλης ρευστότητας, αλλά και της διαύγειάς τους δεν δημιουργούνται επικαθήσεις στα τοιχώματα των μετρητών και άρα δεν λαμβάνονται λανθασμένες μετρήσεις λόγω ψευδούς ενδείξεως της στάθμης.

Από το περιεχόμενο κάθε δεξαμενής που μετρείται, μετά το πέρας του ανεφοδιασμού, αφαιρείται η ποσότητα που υπήρχε μέσα σε κάθε δεξαμενή πριν τον ανεφοδιασμό και έτσι προκύπτει η συνολική ποσότητα που έχει παραληφθεί για κάθε είδος καυσίμου.



Υπολογισμός της ποσότητας καυσίμων

Η θερμοκρασία των καυσίμων είναι πρωταρχικής σημασίας για τον υπολογισμό της ποσότητας καυσίμου που παραλαμβάνεται, διότι επηρεάζει την πυκνότητα του ρευστού, άρα και τον όγκο που καταλαμβάνει.

Έτσι, εφόσον οι μετρήσεις πραγματοποιούνται στον όγκο της δεξαμενής, οι μετρήσεις της ποσότητας του καυσίμου θα γίνονται σε κυβικά μέτρα (m^3).

Όμως, η ποσότητα που αναγράφεται στην παραγγελία των καυσίμων και στην απόδειξη παραλαβής είναι σε μετρικούς τόνους (MT), με αποτέλεσμα να είναι απαραίτητο τα κυβικά μέτρα που περιέχονται στις δεξαμενές να μετατραπούν σε μετρικούς τόνους.

Υπολογισμός της ποσότητας καυσίμων

Τα δεδομένα που απαιτούνται προκειμένου να πραγματοποιηθούν αυτοί οι υπολογισμοί είναι:

- α) Το αποτέλεσμα της βυθομετρήσεως της δεξαμενής.
- β) Η θερμοκρασία του πετρελαίου στις δεξαμενές, όπως αυτή αναγράφεται στα τοπικά θερμόμετρα.
- γ) Η πυκνότητα του νέου καυσίμου στους 15°C.
- δ) Το βιβλίο της **Αμερικανικής Εταιρείας Δοκιμών και Υλικών (American Society for Testing and Materials – ASTM)**, που περιέχει τους πίνακες **54B** και **56**, ώστε να εξακριβωθούν αντίστοιχα, ο **Συντελεστής Διορθώσεως τον Όγκου (Volume Correction Factor - VCF)** για να μετατραπούν τα κυβικά μέτρα σε χιλιόλιτρα και ο **Συντελεστής Διορθώσεως τον Βάρους (Weight Correction Factor - WCF)** για να μετατραπούν τα χιλιόλιτρα σε μετρικούς τόνους.

Υπολογισμός της ποσότητας καυσίμων

Στην περίπτωση των βαρέων καυσίμων η ακολουθία των ενεργειών για τον υπολογισμό της πραγματικής ποσότητας των καυσίμων, με τα οποία ανεφοδιάστηκε το πλοίο, χρησιμοποιώντας τους πίνακες της διορθώσεως είναι η εξής:

1. Μετρείται το ύψος μέσα στη δεξαμενή από την ελεύθερη επιφάνεια έως το στόμιο του μετρητή.
2. Το ύψος που μετρήθηκε σε εκατοστά, μεταφέρεται στον διορθωτικό πίνακα βαθμονόμησης των δεξαμενών, ώστε να βρεθεί ο καθαρός όγκος σε m³ (**Gross Observed Volume - GOV**), που περιέχεται στη δεξαμενή.
3. Από τον πίνακα 54B, σύμφωνα με την πυκνότητα του καυσίμου στους 15°C που δίνεται από τον προμηθευτή, επιλέγεται ο Συντελεστής Διορθώσεως του Όγκου (**VCF**) σύμφωνα με την θερμοκρασία που επικρατεί στην δεξαμενή. Για παράδειγμα, εάν η πυκνότητα στους 15°C του καυσίμου είναι 0,992, και η θερμοκρασία στη δεξαμενή είναι 33 °C, σύμφωνα με τον πίνακα 54B για 0,992 (ή 992,0) και θερμοκρασία 33°C ο Συντελεστής Διορθώσεως Όγκου (**VCF**) είναι 0,9877.

Τότε:

$$(\text{GOV}) \times (\text{VCF}) = (\text{GSV})$$

όπου **GSV (Gross Standard Volume)** είναι ο μικτός όγκος που περιέχει η δεξαμενή.

4. Από τον πίνακα 56, σύμφωνα με την πυκνότητα στους 15°C, ο Συντελεστής Διορθώσεως Βάρους (**WCF**) επιλέγεται σε συνθήκες κενού, π.χ. για 0,992 (πυκνότητα στους 15°C) το **WCF** (σε συνθήκες κενού) είναι 0,99895. Τότε:

$$\text{GSV} \times \text{WCF} \times (\text{πυκνότητα στους } 15^{\circ}\text{C}) = \text{MT}$$

δηλαδή η μάζα του καυσίμου που υπάρχει στη δεξαμενή σε μετρικούς τόνους (MT).

Υπολογισμός της ποσότητας καυσίμων

Άλλος ένας τύπος, που συνήθως χρησιμοποιείται για να μετατραπούν οι μετρήσεις σε MT λαμβάνοντας υπόψη τους συντελεστές διορθώσεως της θερμοκρασίας και της πυκνότητας, είναι το γινόμενο της Διορθωμένης Πυκνότητας σύμφωνα με τη θερμοκρασία (**Temperature Corrected Density - TCD**) του καυσίμου της δεξαμενής με τον Πραγματικό Όγκο που Μετρήθηκε στη Δεξαμενή (**Actual Sounded Volume - ASV**) και δίνεται ως:

$$MT = TCD \times ASV$$

Η TCD μπορεί να υπολογιστεί από τον τύπο:

$$TCD = (\text{Πυκνότητα του καυσίμου στους } 15^{\circ}\text{C}) \times [1 - \{(T - 15) \times 0,00064\}]$$

όπου: T, η θερμοκρασία του πετρελαίου στις δεξαμενές του πλοίου σε βαθμούς °C και 0,00064 ο συντελεστής διορθώσεως.

Ο ASV είναι ο όγκος του καυσίμου σε m³ και προκύπτει από τον πίνακα βυθομετρήσεως λαμβάνοντας υπόψη τη διαγωγή του πλοίου.

Bunker Survey Calculation

Ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΕΙΝΑΙ ΑΠΛΟ ΚΑΙ ΧΡΕΙΑΖΕΤΑΙ ΤΑ ΑΚΟΛΟΥΘΑ:

❑ ΠΙΝΑΚΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΥΨΟΣ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΑ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΔΕΞΑΜΕΝΩΝ.

ΤΟ ΔΙΟΡΘΩΜΕΝΟ ΥΨΟΣ ΣΗΜΑΙΝΕΙ ΤΟ ΥΨΟΣ ΤΗΣ ΕΛΕΥΘΕΡΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΜΕΣΑ ΣΕ ΚΑΘΕ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΔΙΟΡΘΩΣΕΙ ΛΟΓΟ ΔΙΑΓΩΓΗ (TRIM) ΠΛΟΙΟΥ ΚΑΙ ΚΛΙΣΗ (HEEL).

❑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΤΙΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ

❑ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ @ 15 °C

❑ ΠΙΝΑΚΑΣ ASTM 54B (VCF - VOLUME CORRECTION FACTOR)

❑ ΚΑΙ ΠΙΝΑΚΑ ASTM 56 (WCF - WEIGHT CORRECTION FACTOR)

Bunker Survey Calculation

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

F.O.Tank No. 1 Center, Corrected Sounding (Διορθωμένο ύψος) = 3.27 m

Temperature (Θερμοκρασία) = 34°C

Density @ 15°C = 0.9903 (given density). Πυκνότητα @15°C = 0.9903 (Πυκνότητα προμηθευτή).

Tank Volume at Sounding 3.20 m = 157.20 m³

Όγκος δεξαμενής στα 3.20 Meter = 157.2 m³

Tank Volume at Sounding 3.30 m = 163.60 m³

Όγκος δεξαμενής στα 3.30 Meter = 163.6 m³

$$\begin{aligned}\text{Observe Volume} &= \{(3.27 - 3.20)/(3.30 - 3.20) \times (163.60 - 157.20)\} + 157.20 \\ &= \{(0.07/0.10) \times (6.40)\} + 157.20 = 4.48 + 157.20 \\ &= \underline{161.68 \text{ m}^3 \text{ για } 3.27 \text{ m}}\end{aligned}$$

Bunker Survey Calculation

The Quantity in Metric Ton = Observed Oil Volume x VCF x WCF

Η ποσότητα σε μετρικούς τόννους = όγκου πετρελαίου x VCF x WCF

T 54B (VCF) : Density @ 15°C 0.9903 at 34°C = 0.9870

T 56 (WCF) : Density @15°C 0.9903 at 34°C = 0.9892

Η ποσότητα σε MT είναι: 161.68 x 0.9870 x 0.9892 = 157.85 MT

Bunker Survey Calculation

ΩΣ ΚΑΝΟΝΑΣ, Η ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΜΕΙΩΝΕΤΑΙ ΜΕ ΤΗΝ ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ.

ΕΤΣΙ, ΟΤΑΝ ΤΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΤΡΟΦΟΔΟΤΕΙΤΑΙ ΣΕ ΜΙΑ ΥΨΗΛΟΤΕΡΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ, ΤΟΤΕ Ο ΟΓΚΟΣ ΤΟΥ ΕΛΑΙΟΥ ΠΟΥ ΠΑΡΕΧΕΤΑΙ ΕΙΝΑΙ ΜΙΚΡΟΤΕΡΗ ΑΠΟ Ο,ΤΙ ΤΡΟΦΟΔΟΤΕΙΤΑΙ ΜΕ ΜΙΚΡΟΤΕΡΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ.

Oil Temperature ----- **Density** ----- **Volume Of Oil**
Supplied

Increases ----- **Decreases** ----- **Lesser**

Decreases ----- **Increases** ----- **More**

Διαδικασία δειγματοληψίας καυσίμων

Επειδή το δείγμα από το καύσιμο που παραλαμβάνεται αποτελεί αποδεικτικό στοιχείο πληροφοριών για την ποιότητα του καυσίμου, είναι αναγκαίο η δειγματοληψία να πραγματοποιηθεί με επιμέλεια, ακολουθώντας κάποιες διαδικασίες.

Οι διαδικασίες αυτές θα εξασφαλίσουν την ακρίβεια των αποτελεσμάτων κατά την ανάλυση στο εργαστήριο ελέγχου.

Διαδικασία δειγματοληψίας καυσίμων

Αυτές οι διαδικασίες είναι οι ακόλουθες:

α) Η δειγματοληψία πρέπει να πραγματοποιείται από τον σωλήνα ανεφοδιασμού στο σημείο που βρίσκονται όλες οι συνδέσεις σωλήνων με την ξηρά στο κατάστρωμα του πλοίου (**Manifold**). Η λήψη πραγματοποιείται με σταγόνες που λαμβάνονται από ειδικό περιαυχένιο εφαρμοζόμενο στο σημείο συνδέσεως των σωλήνων, σε όλη τη διάρκεια του ανεφοδιασμού.

β) Η δειγματοληψία ολοκληρώνεται με τον τερματισμό του ανεφοδιασμού, ώστε το δείγμα να είναι αντιπροσωπευτικό ολόκληρης της ποσότητας του καυσίμου.

γ) Η εισαγωγή έστω και ελάχιστης ποσότητας ξένων υλών στο δείγμα του πετρελαίου θα επηρεάσει σοβαρά την ακρίβεια της αναλύσεως. Γι' αυτό θα πρέπει όλος ο εξοπλισμός για τη δειγματοληψία να καθαρίζεται πριν από τη χρήση και να αποφεύγεται η χρήση εργαλείων ή δοχείων από αλουμίνιο ή σκουριασμένο χάλυβα.

δ) Η συλλογή και ο χειρισμός των δειγμάτων θα πρέπει να πραγματοποιείται με καθαρά χέρια από εξουσιοδοτημένο πρόσωπο.

Διαδικασία δειγματοληψίας καυσίμων

ε) Τα υφάσματα (πανιά) που χρησιμοποιούνται για τους καθαρισμούς των δοχείων και των εργαλείων θα πρέπει να είναι καθαρά και να μην αφήνουν ίνες ή χνούδι κατά τη χρήση τους.

στ) Πρέπει να λαμβάνονται επαρκείς προφυλάξεις, ώστε το δείγμα να προστατευθεί από την ανάμειξη με βρωμιά, νερό της βροχής, αλάτι ή από άλλες ξένες ουσίες.

ζ) Οι σωλήνες του δικτύου ανεφοδιασμού θα πρέπει να αποστραγγίζονται το ταχύτερο δυνατό μετά την παραλαβή των καυσίμων, ώστε να αποφευχθεί η ανάμειξη με εναπομείναντα καύσιμα, που θα επηρέαζε την καθαρότητα των δειγμάτων σε μελλοντικό ανεφοδιασμό.

η) Η ποσότητα του δείγματος που συλλέγεται από κάθε είδος καυσίμου πρέπει να είναι τουλάχιστον 5 lt, ώστε να είναι αρκετό κατά το γέμισμα των φιαλών του δείγματος.

θ) Οι φιάλες δειγματοληψίας και η συσκευασία θα πρέπει να πληρούν τις απαιτήσεις της Διεθνούς Ενώσεως Αεροπορικών Μεταφορών (International Air Transportation Association - IATA) για τη μεταφορά των θαλασσίων δειγμάτων καυσίμων, που έχουν χαρακτηριστεί ως μη απαγορευμένα, εφόσον το σημείο αναφλέξεώς τους είναι πάνω από 60,5°C.

Τέλος απο τα δείγματα, όπως έχει ήδη αναφερθεί, μία φιάλη παραμένει στο πλοίο, μία παραδίδεται στον προμηθευτή και μία αποστέλλεται στο εργαστήριο ελέγχου, με το οποίο συνεργάζεται η εταιρεία.

Διαδικασία δειγματοληψίας καυσίμων



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ

9

Μεταφορά πετρελαίου,
συστήματα αντλήσεως και
δίκτυα φορτίου
δεξαμενοπλοίων

Oil Transportation,
Discharging Systems And
Cargo Lines Of Oil Tankers

Αργό πετρέλαιο

Το αργό πετρέλαιο πριν φορτωθεί στα Δ/Ξ για να μεταφερθεί στα διυλιστήρια, υπόκειται σε μια μικρή επεξεργασία, που αλλάζει μερικά από τα χαρακτηριστικά του, χωρίς όμως να αλλάζει τη γενική του ονομασία.

Η επεξεργασία αυτή ως σκοπό έχει να τηρεί τις προδιαγραφές που αφορούν στην τάση ατμών, ώστε να είναι πλήρως σταθεροποιημένο με τάση ατμών 1 atm στη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Στη συνέχεια πρέπει να απομακρυνθούν τυχόν οξειδωτικές ουσίες, όπως θειούχα συστατικά, τα οποία προκαλούν διάβρωση στην κατασκευαστική δομή των πλοίων. Επίσης απομακρύνονται τοξικές ουσίες, κυρίως το H_2S (Υδρόθειο), άλατα που προκαλούν προβλήματα, πτητικά συστατικά, τα οποία είναι εύφλεκτα, μεγάλο ποσοστό του νερού, που τυχόν περιέχει, και τέλος απομακρύνονται χώματα ή άλλες ακαθαρσίες, που δημιουργούν προβλήματα κατά τη διέλευση από δίκτυα και φίλτρα.

Δεξαμενόπλοια

Στην εποχή μας, ο χρόνος παραμονής ενός πλοίου στο λιμάνι είναι δαπανηρός, γι' αυτό ο στόχος της ελαχιστοποίησης του χρόνου εξαρτάται άμεσα από την δυνατότητα του πλοίου στην εκφόρτωση του μεταφερόμενου φορτίου. Η εκφόρτωση ενός Δ/Ξ θα πρέπει να πραγματοποιείται με ταχύ ρυθμό, ενώ ταυτόχρονα να εξασφαλίζεται ο χειρισμός του φορτίου με ασφάλεια.

Από τα κατασκευαστικά του χαρακτηριστικά κάθε Δ/Ξ πρέπει να διαθέτει τα απαραίτητα μέσα, ώστε η εκφόρτωση να πραγματοποιείται σε 24 ώρες. Ο χρόνος αυτός συνήθως αναγράφεται και στην εγγύηση της αντλήσεως φορτίου (cargo rumping warranty). Σ' αυτήν ο ιδιοκτήτης ή διαχειριστής του πλοίου εγγυάται ότι το πλοίο έχει τη δυνατότητα να ολοκληρώσει την εκφόρτωση του συνολικού φορτίου του μέσα σε 24 ώρες και η παροχή από τις αντλίες στον σωλήνα καταθλίψεως (manifold) απ' όπου το φορτίο εξέρχεται από το πλοίο, θα διατηρείται στην πίεση των 7 bar.

Δεξαμενόπλοια

Βέβαια, το τελευταίο εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως το μέγεθος ή το μήκος του σωλήνα καταθλίψεως στην πλευρά της ξηράς, το ύψος των εγκαταστάσεων αποθηκείσεως ή ενδεχομένως σε υπερβολικά χαμηλή θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Έτσι, οποιαδήποτε καθυστέρηση πέραν των 24 ωρών για τους προαναφερθέντες λόγους δεν βαρύνει την αντλητική δυνατότητα του πλοίου, αλλά τις εγκαταστάσεις ξηράς. Τότε, από τον Πλοίαρχο ακολουθούνται οι απαραίτητες διαδικασίες που ορίζονται όταν συμβαίνουν καθυστερήσεις και περιλαμβάνουν την Επιστολή Διαμαρτυρίας (Letter of Protest), την ενημέρωση των ναυλωτών κ.λπ.. Είναι προφανές έτσι, ότι οι αντλίες κάθε πλοίου θα πρέπει να είναι σχεδιασμένες κατά τρόπο τέτοιο, ώστε η απόδοση και η παροχή τους να υπερκαλύπτει αυτήν που απαιτείται από την εγγύηση λειτουργίας τους. Μ' αυτόν τον τρόπο προλαμβάνεται η επιδείνωση της αντλητικής τους δυνατότητας είτε λόγω φθοράς είτε λόγω απροβλέπτων συνθηκών, που μπορεί να προκύψουν κατά τη διάρκεια της εκφορτώσεως.

Δεξαμενόπλοια

Στον σχεδιασμό ενός Δ/Ξ πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι ιδιαιτερότητες του φορτίου, που προορίζεται να μεταφέρει. Έτσι, στον ταχύ ρυθμό ροής της εκφορτώσεως, εκτός από την παροχή των αντλιών, μεγάλη σημασία πρέπει να δοθεί και στον σχεδιασμό του δικτύου εκφορτώσεως με την επιλογή του κατάλληλου μεγέθους σωληνώσεων.

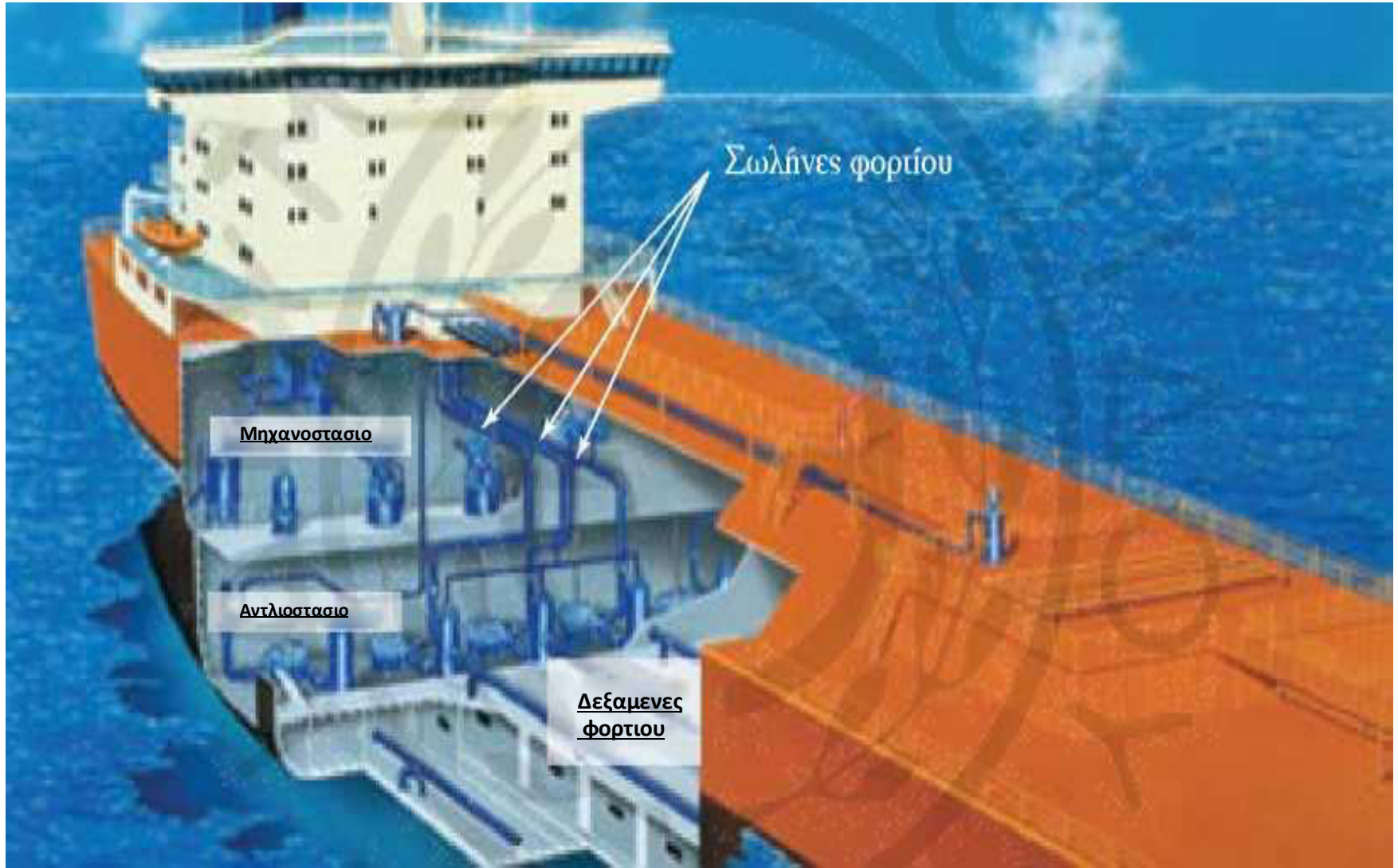
Η ροή στο δίκτυο εκφορτώσεως ενός Δ/Ξ επιτυγχάνεται μέσω μεγάλου αριθμού επιστομίων. Αυτές ελέγχονται από υδραυλικό κύκλωμα που ο χειρισμός του πραγματοποιείται από τον θάλαμο ελέγχου φορτίου (cargo control room), επιτυγχάνοντας την εκφόρτωση με διάφορους συνδυασμούς επιστομίων και δικτύων. Το υδραυλικό κύκλωμα ελέγχου πρέπει να ανταποκρίνεται με ταχύτητα και ακρίβεια στον έλεγχο των βαλβίδων, παρέχοντας την απαιτούμενη ασφάλεια σε περίπτωση διαρροής, καλύπτοντας και την αποφυγή του κινδύνου πυρκαγιάς.

Αντλίες φορτίου δεξαμενοπλοίων

Οι αντλίες που χρησιμοποιούνται στην εκφόρτωση του φορτίου των Δ/Ξ, συμπεριλαμβανομένων και των πολύ μεγάλων Δ/Ξ [(**Ultra Large Crude Carrier - ULCC**) και **Very Large Crude Carrier - VLCC**], είναι φυγοκεντρικές ενός ή δύο σταδίων. Συνήθως εγκαθίστανται τρεις ή τέσσερις αντλίες και τοποθετούνται στο αντλιοστάσιο.

Το στροφείο των φυγοκεντρικών αντλιών είναι μονής ή διπλής αναρροφήσεως. Η στήριξη του στροφείου για τις αντλίες διπλής αναρροφήσεως πραγματοποιείται μεταξύ δύο ένσφαιρων τριβέων (ρουλεμάν).

Αντλίες φορτίου δεξαμενοπλοίων

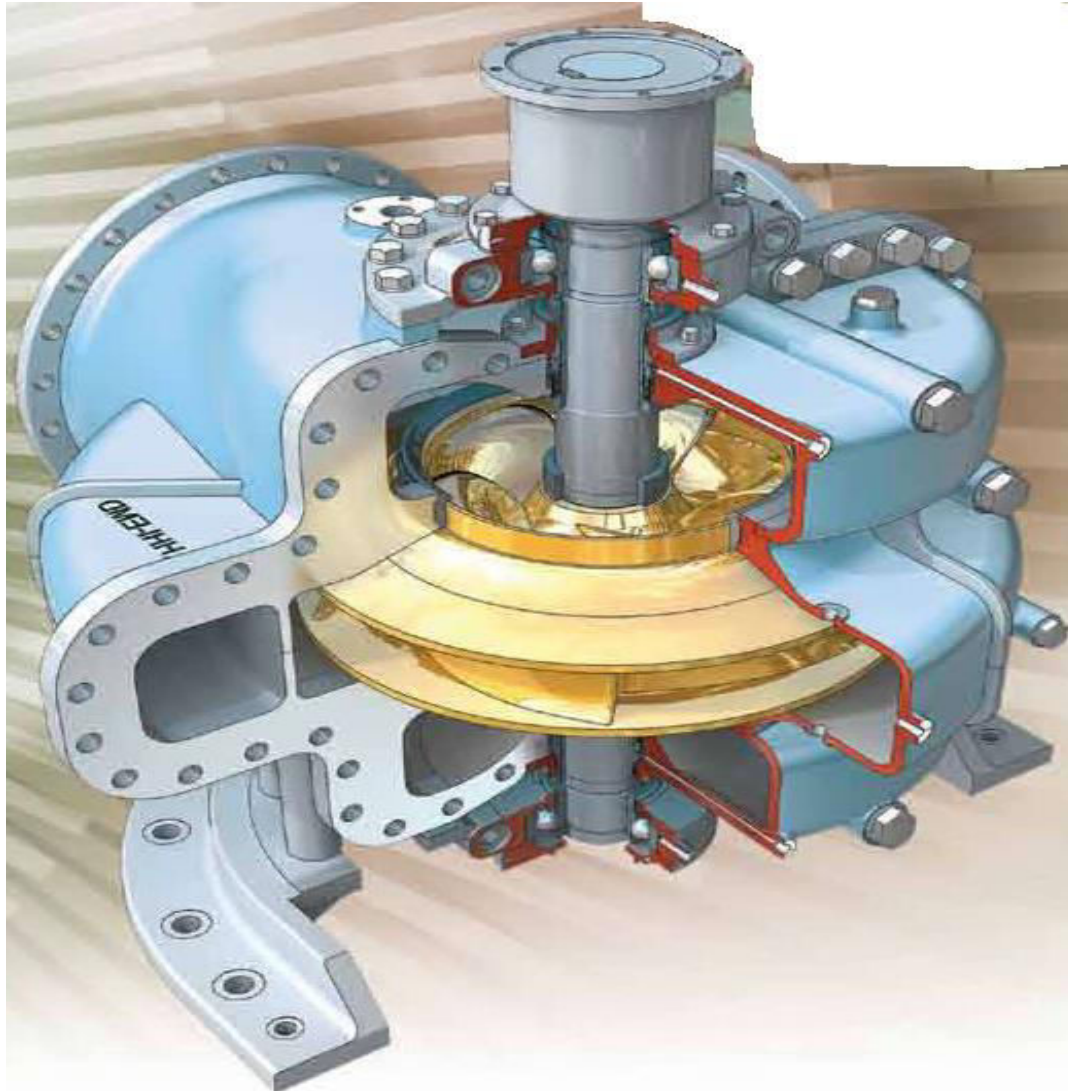


Αντλίες φορτίου δεξαμενοπλοίων

Οι αντλίες μπορεί να τοποθετούνται κάθετα ή οριζόντια, ενώ η στεγανοποίηση του άξονα με το κέλυφος πραγματοποιείται με μηχανικό στυπαιοθλίπτη (**Mechanical Seal**) και στις δύο πλευρές. Όταν οι αντλίες τοποθετούνται κάθετα, η στήριξη της πτερωτής επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση των ένσφαιρων τριβέων στην επάνω πλευρά της πτερωτής, στο άκρο του άξονα που συνδέεται με τον μηχανισμό περιστροφής. Με αυτόν τον τρόπο διευκολύνεται η συντήρηση της αντλίας. Στο κέλυφος των τριβέων συχνά τοποθετούνται ανιχνευτές θερμοκρασίας, αποτρέποντας εκρήξεις, που μπορεί να προκαλέσει η αύξηση της θερμοκρασίας τους λόγω της συγκεντρώσεως των αερίων στον χώρο του αντλιοστασίου, και προστατεύοντας παράλληλα τους τριβείς από άλλες σοβαρές βλάβες.

Αντλίες φορτίου δεξαμενοπλοίων

ΚΕΝΤΡΟΦΥΓΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ



Αντλίες φορτίου δεξαμενοπλοίων

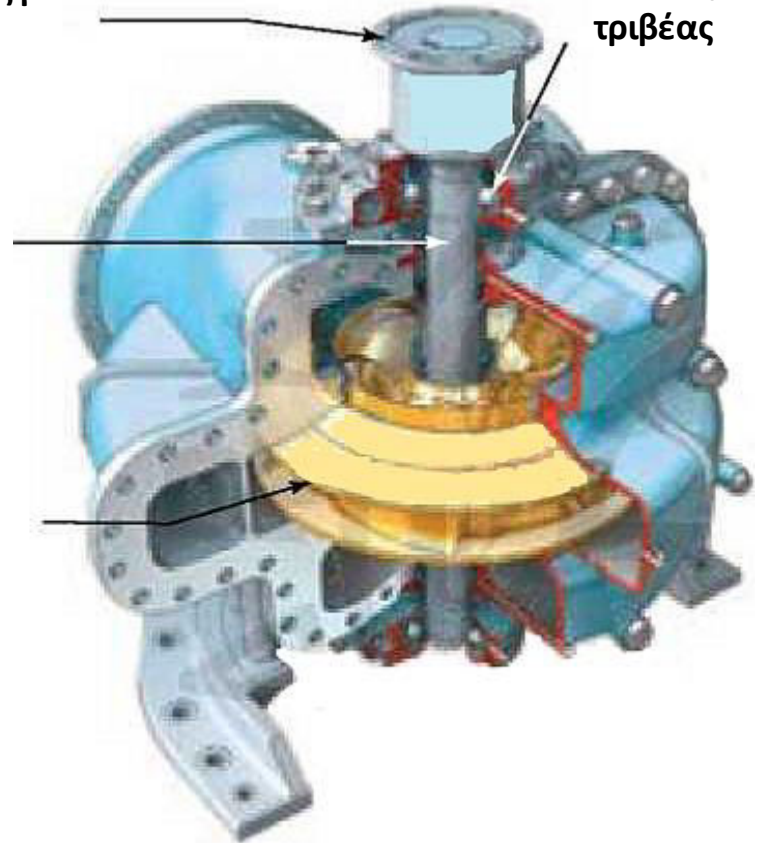


Σύνδεσμος
Συνδέσεως με
κινητήρα

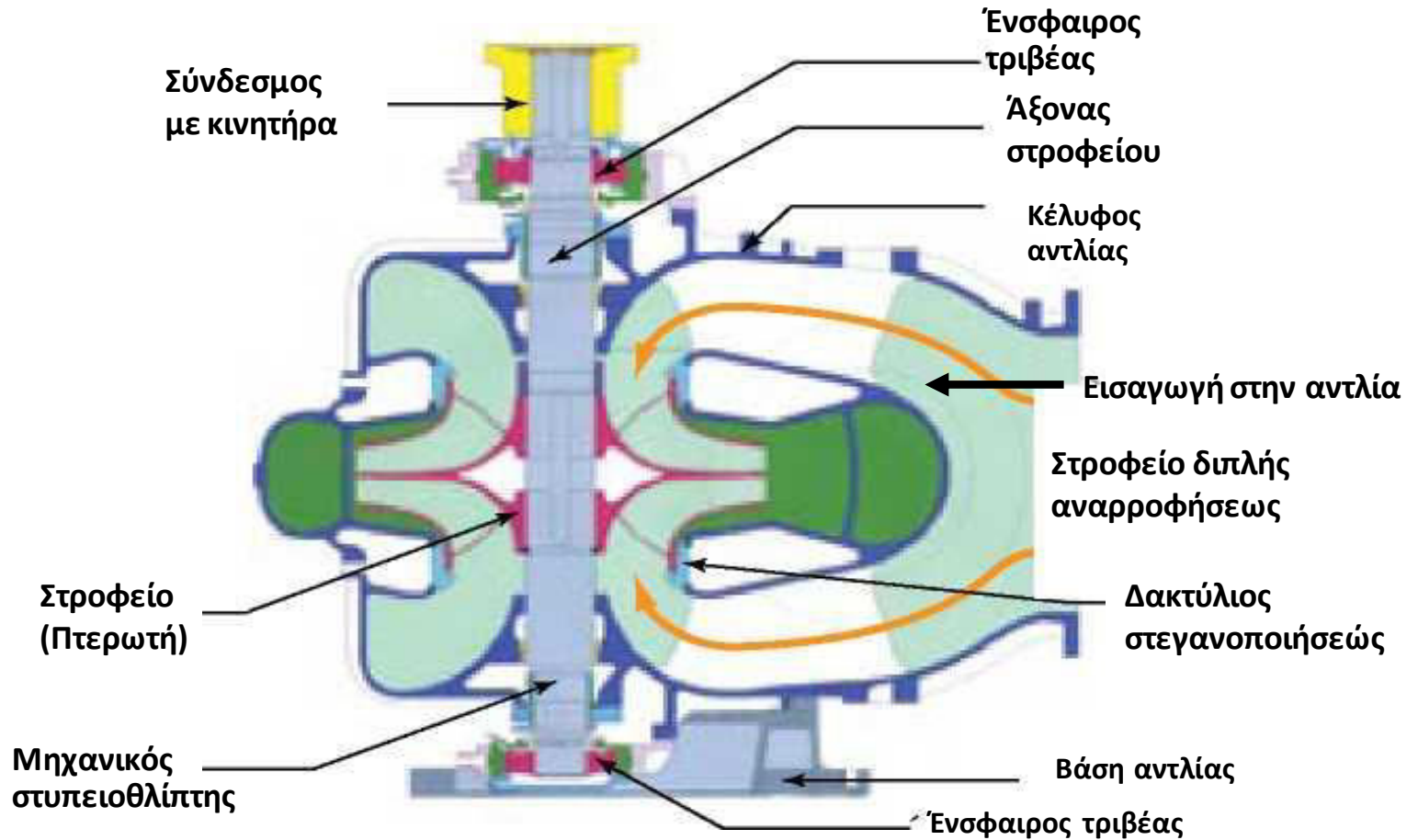
Ένσφαιρος
τριβέας

Αξονας

Στροφείο
περωτή



Αντλίες φορτίου δεξαμενοπλοίων



Αντλίες φορτίου δεξαμενοπλοίων

ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟ ΑΝΤΛΙΑΣ

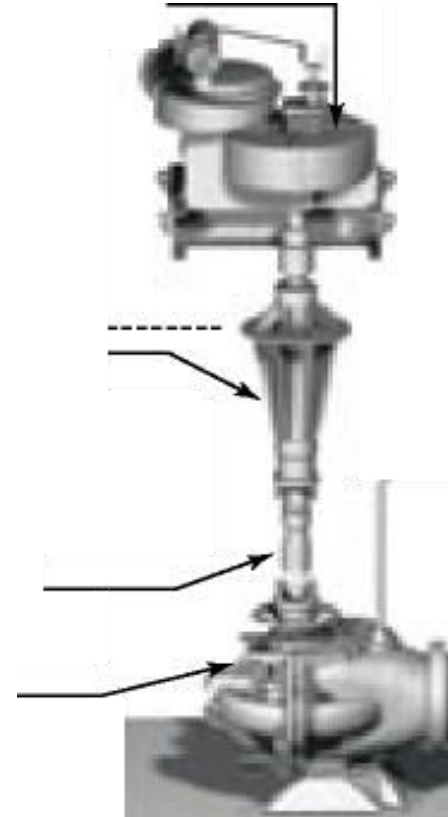


Αντλίες φορτίου δεξαμενοπλοίων

Για τη λειτουργία των φυγοκεντρικών αντλιών φορτίου συνήθως χρησιμοποιούνται ατμοστρόβιλοι, που μεταδίδουν την περιστροφική κίνηση στον άξονα της αντλίας μέσω συστήματος οδοντωτών τροχών. Αντίθετα, σε άλλες εγκαταστάσεις η λειτουργία τους μπορεί να πραγματοποιείται με άμεση μετάδοση από ηλεκτροκινητήρα. Τα κινητήρια μέσα εγκαθίστανται στο μηχανοστάσιο δίπλα στο αντλιοστάσιο, διότι λόγω των αναθυμιάσεων που δημιουργούνται, εγκυμονούν κινδύνους εκρήξεως, αλλά και για να διευκολύνουν τον έλεγχο των ατμοστροβίλων. Έτσι, συνδέονται με τις αντλίες μέσω αξόνων σε οριζόντια ή κάθετη διάταξη.

Με αυτήν τη σύνδεση απομονώνονται το αντλιοστάσιο και το μηχανοστάσιο, ενώ το σημείο απ' το οποίο διέρχεται ο άξονας της αντλίας από τη φρακτή, μεταξύ των δύο χώρων, στεγανοποιείται με αεροστεγή διάταξη στυπαιοθαλάμου (**Gas - Tight Stuffing Box**) επιτυγχάνοντας την πρόληψη διαφυγής αερίων προς το μηχανοστάσιο. Στις αντλίες με κάθετη διάταξη ο άξονας μεταδόσεως, λόγω βάρους, υποστηρίζεται από κατάλληλα τοποθετημένο ωστικό τριβέα.

Αντλίες φορτίου δεξαμενοπλοίων



Αντλίες φορτίου δεξαμενοπλοίων

Για να πραγματοποιηθεί η αναρρόφηση του φορτίου στις φυγοκεντρικές αντλίες, ο σωλήνας αναρροφήσεως πρέπει να είναι γεμάτος με υγρό. Έτσι, οι αντλίες τοποθετούνται στο χαμηλότερο σημείο του αντλιοστασίου, κοντά στον πυθμένα του πλοίου, ώστε η αναρρόφηση να βρίσκεται πολύ χαμηλότερα από την ελεύθερη επιφάνεια του φορτίου που υπάρχει στις δεξαμενές.

Επίσης, ένα η περισσότερα εξαεριστικά συνδέονται στον σωλήνα αναρροφήσεως εξασφαλίζοντας την απαγωγή του αέρα και των αερίων, που δημιουργούνται κατά την αναρρόφηση του φορτίου. Όμως αυτό δεν είναι αρκετό, διότι οι φυγοκεντρικές αντλίες δεν είναι αυτόματης αναρροφήσεως και καθώς μειώνεται το φορτίο μέσα στη δεξαμενή, μειώνεται συνεχώς και το ύψος αναρροφήσεως. Με την συνεχή μείωση του ύψους αναρροφήσεως σε συνδυασμό με την ιδιότητα του φορτίου να δημιουργεί αέρια κατά την άντληση, συχνά οι αντλίες λειτουργούν με σχετικά χαμηλή τιμή καθαρού θετικού μανομετρικού ύψους αναρροφήσεως (**Net Positive Suction Head - NPSH**).

Σε παλαιότερες εγκαταστάσεις, για την αποστράγγιση των δεξαμενών του πλοίου, έπρεπε να υπάρχουν ιδιαίτερες εμβολοφόρες αντλίες θετικής εκτοπίσεως με μικρότερη παροχή από τις κύριες αντλίες εκφορτώσεως. Σήμερα, υπάρχουν συστήματα που αφαιρούν τον αέρα και τα αέρια από τους αγωγούς αναρροφήσεως των αντλιών, όπως επίσης και σύστημα αυτόματης ρυθμίσεως, που μειώνει την ταχύτητα άντλησεως, καθώς μειώνεται η στάθμη του υγρού φορτίου μέσα στη δεξαμενή.

Τα συστήματα αποστραγγίσεως δεξαμενών σε Δ/Ξ με φυγοκεντρικές αντλίες είναι:

α) Το σύστημα **Primavac**.

β) Το σύστημα **Vac Strip**.

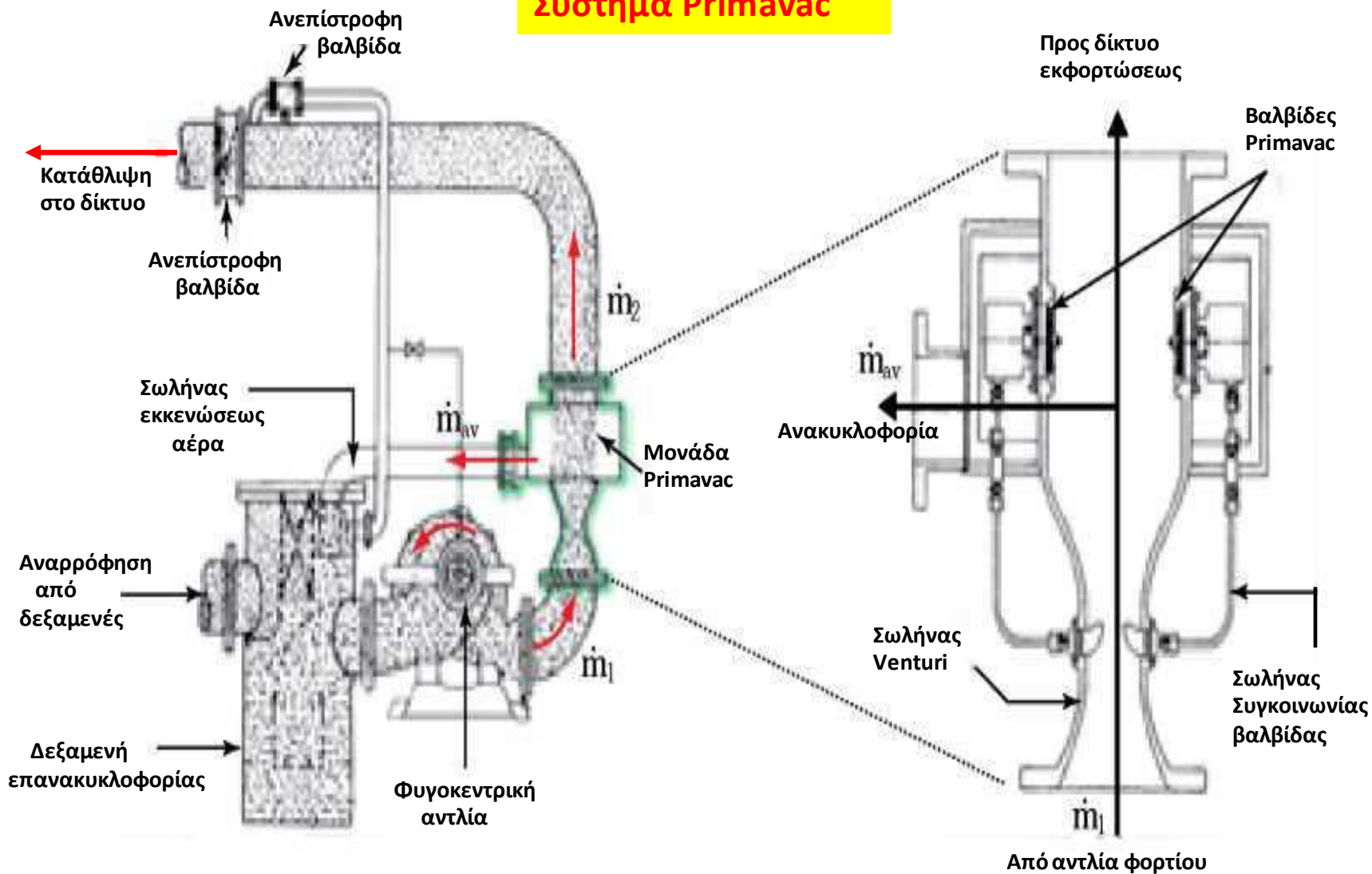
Συστήματα αποστραγγίσεως δεξαμενών φορτίου

α) Το σύστημα **Primavac**, που παρέχει τη δυνατότητα σε μια φυγοκεντρική αντλία να λειτουργεί αυτόματα, δημιουργώντας το απαραίτητο κενό στην αναρρόφηση. Είναι κατάλληλο για παροχές της κύριας αντλίας μέχρι 6500 m³/h, όπου η αντλία λειτουργεί πάντα με υγρό, χωρίς να ελέγχεται από κάποιο ηλεκτρονικό ή άλλο βοηθητικό μέσο. Το σύστημα αυτό αποτελείται από δυο συγκροτήματα: το ένα τοποθετείται στην αναρρόφηση και είναι μια δεξαμενή επανακυκλοφορίας, ενώ το άλλο είναι η μονάδα Primavac, που τοποθετείται στην κατάθλιψη της αντλίας.

Το Primavac αποτελείται από δύο βαλβίδες, οι οποίες είναι η «καρδιά» του συστήματος, και έναν σωλήνα Venturi, που υποστηρίζει τη λειτουργία του συστήματος. Όταν υπάρχει ροή, οι βαλβίδες μένουν κλειστές, λόγω της διαφοράς πιέσεως μεταξύ του σωλήνα Venturi και του τμήματος του σωλήνα, όπου είναι τοποθετημένες οι βαλβίδες. Όταν η ροή διακόπτεται λόγω της υπάρξεως αερίων στην αναρρόφηση από τη διαφορά της πιέσεως που δημιουργείται και με τη βοήθεια της εντάσεως ελατηρίου, η βαλβίδα ανοίγει επιτρέποντας στο υγρό να επιστρέφει από την κατάθλιψη στη δεξαμενή επανακυκλοφορίας, που βρίσκεται στην αναρρόφηση της αντλίας. Η ποσότητα του υγρού που επιστρέφει στην αναρρόφηση δημιουργεί ροή στην αντλία, επαναφέροντας τη διαδικασία της αντλήσεως. Έτσι, η αντλία λειτουργεί πάντα με υγρό, με το σύστημα να παρέχει αυτόματη ανάκτηση της αναρροφήσεως και προστασία στην αντλία από φθορές και βλάβες. Το σύστημα είναι κατάλληλο για πολύ μεγάλες παροχές, απλό στη λειτουργία του και απαιτεί ελάχιστη συντήρηση των βαλβίδων.

Συστήματα αποστραγγίσεως δεξαμενών φορτίου

Σύστημα Primavac



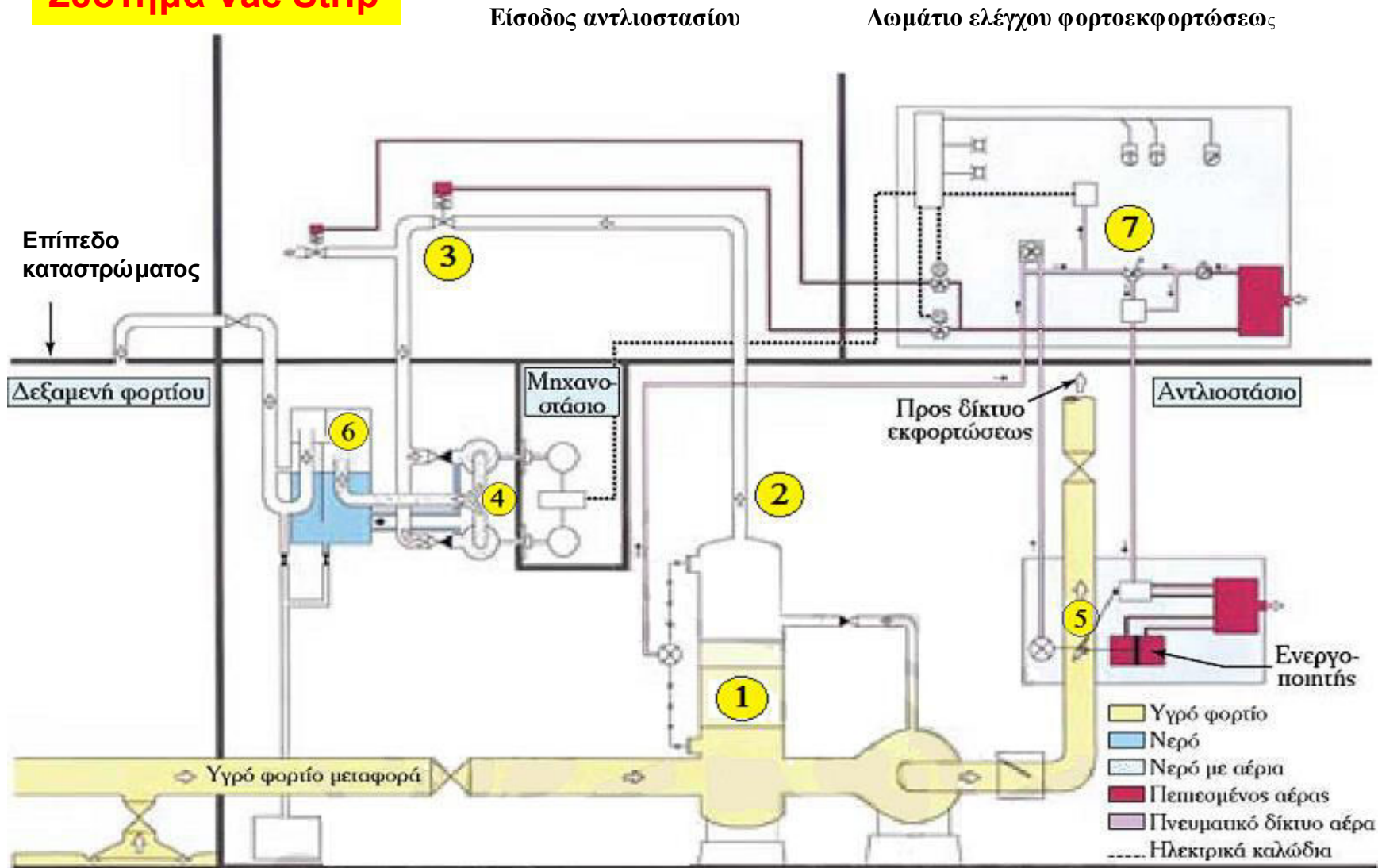
Συστήματα αποστραγγίσεως δεξαμενών φορτίου

β) Το σύστημα **Vac Strip**, αποτελείται από:

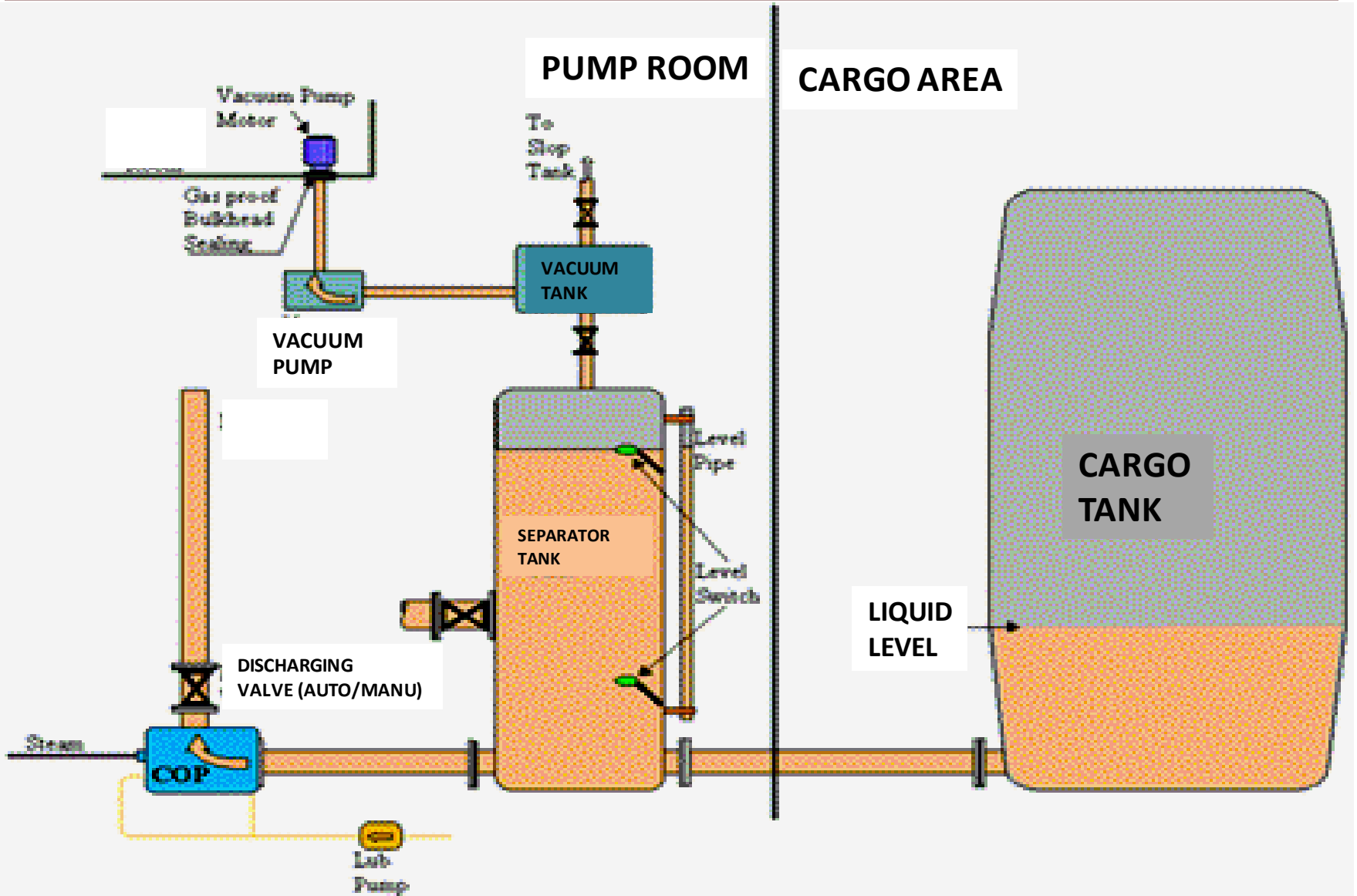
- Το δοχείο διαχωρισμού, που βρίσκεται στην αναρρόφηση της αντλίας (1).
- Έναν σωλήνα εξαερισμού (2), που συνδέεται στην κορυφή του δοχείου διαχωρισμού με το δοχείο στεγανοποίησης, το οποίο αποτρέπει επιστροφές αερίων από τις δεξαμενές φορτίου (6).
- Μία αυτόματη βαλβίδα ελέγχου αερίων, που τοποθετείται στον σωλήνα εξαερισμού, ελέγχοντας τα αέρια που εξέρχονται από το δίκτυο (3).
- Μία ή περισσότερες αντλίες κενού (4).
- Τη βαλβίδα καταθλίψεως της αντλίας (5), ελεγχόμενη από ενεργοποιητή (actuator), η οποία συνδέεται με τους αυτοματισμούς ελέγχου της αντλίας κενού (7) και τη βαλβίδα ελέγχου των αερίων που εξέρχονται από το δίκτυο (3).

Συστήματα αποστραγγίσεως δεξαμενών φορτίου

Σύστημα Vac Strip



Συστήματα αποστραγγίσεως δεξαμενών φορτίου



Συστήματα αποστραγγίσεως δεξαμενών φορτίου

ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

ΤΟ separator tank ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ ΣΑΝ ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΟΥ ΤΡΟΦΟΔΟΤΕΙ ΤΗΝ ΑΝΤΛΙΑ ΜΕ ΥΓΡΟ.

Η ΣΤΑΘΜΗ ΤΟΥ ΥΓΡΟΥ ΜΕΣΑ ΣΤΟ separator tank ΘΑ ΜΕΙΩΘΕΙ ΟΤΑΝ Η ΣΤΑΘΜΗ ΣΤΟ cargo tank ΓΕΙΝΕΙ ΧΑΜΗΛΟΤΕΡΗ ΑΠΟ ΤΟ ΥΨΟΣ ΣΤΟ separator tank.

Ο ΚΕΝΟΣ ΧΩΡΟΣ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΟ ΥΓΡΟ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΟΥ separator tank ΘΑ ΑΥΞΗΘΕΙ. ΣΕ ΑΥΤΟ ΤΟ ΣΤΑΔΙΟ, ΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΠΙΕΣΗΣ ΣΤΗΝ ΑΝΤΛΙΑ ΘΑ ΠΑΡΑΤΗΡΗΘΕΙ ΠΡΙΝ ΤΟ vacuum system ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΕΙΘΕΙ.

ΣΕ ΕΝΑ ΣΥΓΚΕΚΡΙΜΕΝΟ ΥΨΟΣ ΣΤΟ separator tank, Η vacuum pump ΘΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΕΙ ΚΕΝΟ ΣΤΟΝ ΚΕΝΟ ΧΩΡΟ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΗ ΣΤΑΘΜΗ ΤΟΥ ΥΓΡΟΥ.

Η ΒΑΛΒΙΔΑ ΜΕΤΑΞΥ ΤΟΥ separator tank ΚΑΙ ΤΟ vacuum tank ΘΑ ΑΝΟΙΞΕΙ ΚΑΙ ΤΟ ΥΓΡΟ ΘΑ ΑΝΑΡΡΟΦΗΘΕΙ ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ separator tank ΛΟΓΩ ΤΟΥ ΚΕΝΟΥ.

ΤΑΥΤΟΧΡΟΝΑ, Η ΒΑΛΒΙΔΑ ΚΑΤΑΘΛΙΨΕΩΣ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΕΙΝΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΑ (Η ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΑ) ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΕΝΗ. ΑΥΤΟ ΓΙΝΕΤΑΙ ΓΙΑ ΝΑ ΔΟΘΕΙ ΧΡΟΝΟΣ ΣΤΟ separator tank ΝΑ ΞΑΝΑΓΕΜΙΣΕΙ.

ΤΟ ΥΓΡΟ ΣΤΟ separator tank ΥΠΟΣΤΗΡΙΖΕΙ ΤΗΝ ΑΝΤΛΙΑ ΜΕ ΥΓΡΟ, ΑΚΟΜΑ ΚΑΙ ΑΝ Η ΡΟΗ ΑΠΟ ΤΟ cargo tank ΕΙΝΑΙ ΜΕΙΩΜΕΝΗ.

ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΣΤΡΑΓΓΙΣΕΩΣ ΜΕ ΚΕΝΟ ΠΑΡΕΧΕΙ ΚΑΛΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗ ΑΝΑΡΟΦΗΣΗ. ΑΥΤΟ ΕΠΙΤΥΓΧΑΝΕΤΑΙ ΧΑΡΗ ΣΤΗΝ ΚΑΛΗ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑΞΥ ΒΑΛΒΙΔΑ ΚΑΤΑΘΛΙΨΕΩΣ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΚΑΙ ΤΗΣ vacuum pump .

Συστήματα αποστραγγίσεως δεξαμενών φορτίου

β) Το σύστημα **Vac Strip**

Με τη λειτουργία του συστήματος, το μείγμα αέρα, αερίων και πετρελαίου ρέει από τον σωλήνα αναρροφήσεως στο δοχείο διαχωρισμού (1). Το υγρό διαχωρίζεται από τον αέρα και τα αέρια, που συγκεντρώνονται στην κορυφή του δοχείου. Όταν η στάθμη στο δοχείο διαχωρισμού μειωθεί, στη βαλβίδα ελέγχου (3) επιδρά ο ρυθμιστής στάθμης, ανοίγοντάς την. Τα αέρια αναρροφώνται από την αντλία κενού (4) και καταθλίβονται από το εξαεριστικό (2) στη δεξαμενή φορτίου ή στην ατμόσφαιρα σε κατάλληλο ύψος πάνω από το κατάστρωμα ή στο δίκτυο πτητικών αερίων του πλοίου. Το δίκτυο αυτό αναπτύσσεται στο κατάστρωμα και σκοπό έχει τα πτητικά αέρια να παρδίδονται στην ξηρά και να μην απελευθερώνονται στο περιβάλλον. Οι αντλίες κενού (4) τίθενται σε λειτουργία με σήμα που δίδεται από τον ρυθμιστή στάθμης, καθώς η στάθμη του υγρού της δεξαμενής εξακολουθεί να μειώνεται απομακρύνοντας τα αέρια. Ταυτόχρονα, η αυτόματη βαλβίδα ανοίγει ή κλείνει, καθώς η στάθμη του υγρού μέσα στο διαχωριστικό δοχείο αυξάνεται η μειώνεται αντίστοιχα, μέχρι να φθάσει τη μέγιστη δυνατή θέση αποστραγγίσεως του φορτίου από τη δεξαμενή.

Συστήματα αποστραγγίσεως δεξαμενών φορτίου

β) Το σύστημα **Vac Strip**

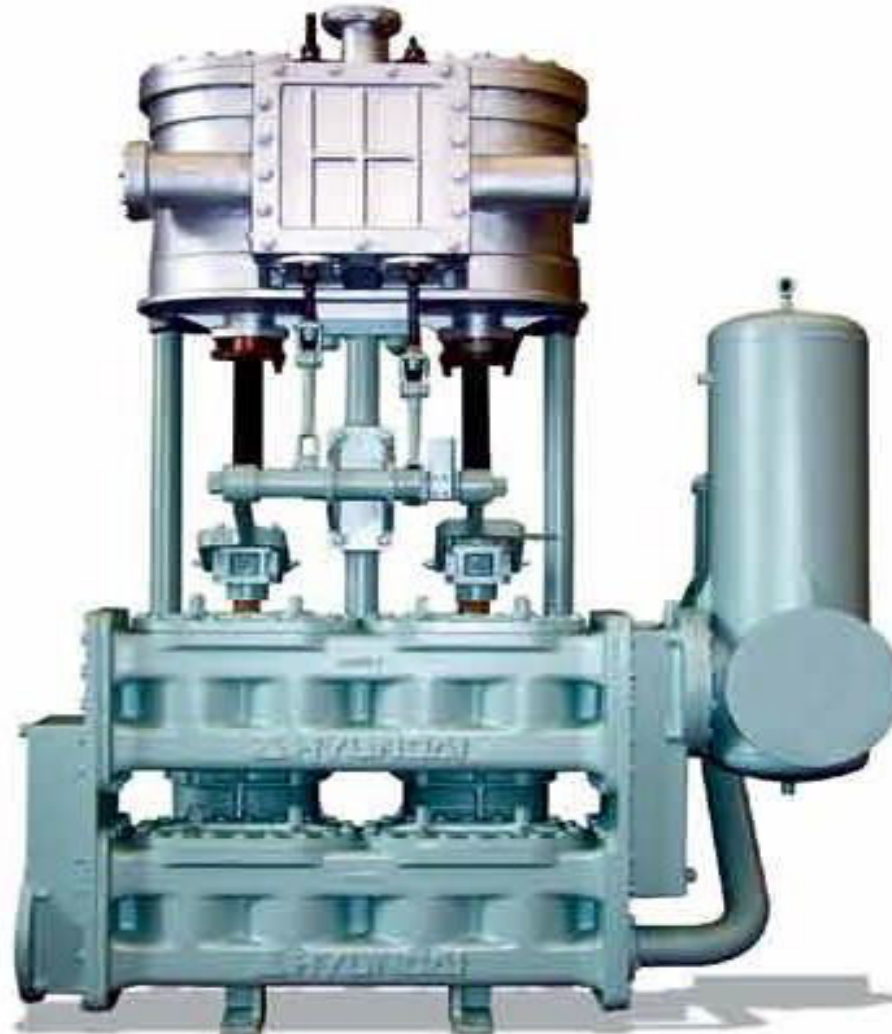
Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται όσο υπάρχουν αέρας ή αέρια μέσα στο υγρό που αναρροφάται από τη δεξαμενή και μέχρι να ολοκληρωθεί η άντληση του φορτίου από αυτήν.

Για την ασφαλή λειτουργία μιας αντλίας εγκαθίσταται θερμοστάτης στο κέλυφός της, ο οποίος παρεμβάλλεται με ηλεκτρικό κύκλωμα λειτουργίας της, ώστε αν η αντλία λειτουργεί από δεξαμενή που έχει εκκενωθεί ή αν αυξηθεί η θερμοκρασία του υγρού μέσα στην αντλία, ο θερμοστάτης διακόπτει τη λειτουργία της.

Συνήθως, οι αντλίες για την αποστράγγιση του φορτίου από τις δεξαμενές είναι αντλίες θετικής εκτοπίσεως, χωρίς να αποκλείεται η χρήση περιστροφικών αντλιών. Γενικά, πρόκειται για αντλίες υψηλής αντοχής, ώστε να ανταποκρίνονται στην άντληση παχυρρευστών υγρών (π.χ. όταν μεταφέρεται αργό πετρέλαιο). Χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για το φορτίο και καταθλίβουν της κύριες σωληνώσεις καταθλίψεως των αντλιών φορτίου, ενώ για τον ερματισμό και τον αφερματισμό χρησιμοποιείται φυγοκεντρική αντλία, που διακινεί το νερό σε ορισμένες μόνο σωληνώσεις.

Συστήματα αποστραγγίσεως δεξαμενών φορτίου

VERTICAL DUPLEX STEAM DRIVEN STRIPPING PUMP



Συστήματα αποστραγγίσεως δεξαμενών φορτίου

VERTICAL DUPLEX STEAM DRIVEN STRIPPING PUMP



Συστήματα εξαερισμού δεξαμενών

Τα διάφορα είδη πετρελαίου και τα παράγωγά τους που μεταφέρονται στις δεξαμενές των πλοίων έχουν την τάση να δημιουργούν αέρια λόγω θερμάνσεως του φορτίου ή λόγω της μεγάλης πτητικότητάς τους.

Επίσης, κατά τη φόρτωση ή την εκφόρτωση δημιουργείται αύξηση ή μείωση της πίεσεως στη δεξαμενή αντίστοιχα. Γι' αυτό, όλες οι δεξαμενές φορτίου πρέπει να εφοδιάζονται με σύστημα εξαερισμού ανάλογο των μεταφερομένων φορτίων.

Συστήματα εξαερισμού δεξαμενών

Τα συστήματα εξαερισμού σχεδιάζονται ώστε:

- α)** Να ελαχιστοποιείται η πιθανότητα συσσωρεύσεως των αερίων, που δημιουργούνται από το φορτίο στο κατάστρωμα.
- β)** Να αποτρέπεται η είσοδος των αερίων σε χώρους ενδιαιτήσεως ή στο μηχανοστάσιο και σε σταθμούς ελέγχου, διότι στην περίπτωση συγκεντρώσεως των ευφλέκτων ατμών σε κλειστούς χώρους που περιέχουν πηγές αναφλέξεως, δημιουργείται κίνδυνος εκρήξεων.
- γ)** Να προλαμβάνεται η είσοδος νερού στις δεξαμενές φορτίου.
- δ)** Η κατάθλιψη των αναθυμιάσεων να πραγματοποιείται προς τα επάνω με έντονη ροή και ταχύτητα εξόδου τουλάχιστον 30 m/s.

Συστήματα εξαερισμού δεξαμενών

Τα συστήματα εξαερισμού πρέπει να συνδέονται στην κορυφή κάθε δεξαμενής και σε απόσταση που να επιτρέπει στις συμπυκνώσεις των αερίων να επιστρέφουν στη δεξαμενή κάτω απ' τις συνήθεις συνθήκες λειτουργίας και τη μεταβολή της διαγωγής του πλοίου. Οι μεγάλες ποσότητες συμπυκνωμένων αναθυμιάσεων ή μείγμα με νερό προβλέπεται να οδηγούνται μέσω δικτύου στις δεξαμενές συγκεντρώσεως καταλοίπων (**Slop Tanks**).

Το ανώτερο όριο πίεσεως ή το κενό που ανοίγει ένα σύστημα εξαερώσεως, δεν πρέπει να υπερβαίνει τις παραμέτρους σχεδιασμού της δεξαμενής, διότι υπάρχει κίνδυνος με την αύξηση ή την μείωση της πίεσεως, κάτω από την ατμοσφαιρική, να δημιουργηθούν μέσα στη δεξαμενή ρήγματα στα αδύνατα σημεία ή άλλου είδους βλάβες στα τοιχώματα των δεξαμενών. Για παράδειγμα, μία συνηθισμένη πίεση 0,24 bar που ενεργεί στη μεγάλη μεταλλική επιφάνεια μίας δεξαμενής δύναται να προκαλέσει τέτοιου είδους βλάβες.

Συστήματα εξαερισμού δεξαμενών

Οι κύριοι παράγοντες που εξετάζονται στη δημιουργία ενός συστήματος εξαερισμού είναι:

α) Ο ρυθμός φορτώσεως και εκφορτώσεως της δεξαμενής.

β) Ο ρυθμός δημιουργίας ατμών, σύμφωνα με τα είδη του φορτίου που είναι σχεδιασμένο να μεταφέρει το πλοίο.

γ) Η πυκνότητα του μείγματος ατμών του φορτίου.

δ) Η πτώση πίεσεως σε σωληνώσεις εξαερισμού, βαλβίδες και εξαρτήματα.

ε) Η πίεση ή το κενό, στα οποία πρέπει να είναι ρυθμισμένες οι συσκευές εκτονώσεως.

Συστήματα εξαερισμού δεξαμενών

Το σύστημα εξαερισμού και το αντίστοιχο δίκτυο είναι κατασκευασμένα από κατάλληλο υλικό, σύμφωνα με το φορτίο που μεταφέρεται, ή επικαλύπτονται από ανθεκτικό υλικό, που ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις χειρισμού ειδικών φορτίων.

Οι κανονισμοί απαιτούν όλα τα Δ/Ξ να διαθέτουν σύστημα ασφαλούς εξαερισμού. Τα εξαεριστικά που τοποθετούνται σε δεξαμενές με όγκο που υπερβαίνει τα 20 m^3 πρέπει να είναι τουλάχιστον δύο, ενώ για μικρότερες των 20 m^3 χρειάζεται μόνο ένα.

Συστήματα εξαερισμού δεξαμενών

Η θέση των εξαεριστικών που ελέγχουν την εξαγωγή των αερίων πρέπει να βρίσκεται:

- α)** Σε ύψος τουλάχιστον 6 m από το κατάστρωμα του πλοίου ή, σε περίπτωση που τοποθετούνται πάνω από υπερυψωμένη διάβαση, σε ύψος πάνω από 4 m.
- β)** Σε απόσταση τουλάχιστον 10 m οριζόντια από την πλησιέστερη εισαγωγή αέρα ή από το άνοιγμα προς τους χώρους ενδιαιτήσεως, το μηχανοστάσιο ή άλλο χώρο που περιέχει πηγή αναφλέξεως.

Συστήματα εξαερισμού δεξαμενών

Τα συστήματα εξαερισμού διακρίνονται:

α) Στο ανεξάρτητο σύστημα, όπου μία βαλβίδα τοποθετείται στο άκρο του σωλήνα εξαερώσεως κάθε δεξαμενής.

β) Στο ενιαίο σύστημα, όπου οι σωλήνες από κάθε δεξαμενή ενώνονται με έναν κοινό αγωγό αερίου και στη συνέχεια με έναν μεγαλύτερο που διατρέχει το κατάστρωμα. Ο αγωγός καταλήγει σε δύο ιστούς με φλογοπαγίδες, σε ύψος ανώτερο του καταστρώματος. Στη βάση κάθε ιστού τοποθετείται βαλβίδα πίεσεως-κενού για τον έλεγχο διαφυγής αερίων ή εισόδου αέρα. Σε κάθε δεξαμενή υπάρχει μία βαλβίδα, συνήθως χειροκίνητη, η οποία την απομονώνει από τις άλλες δεξαμενές. Το πλεονέκτημα του ενιαίου συστήματος είναι ότι η απελευθέρωση του αερίου πραγματοποιείται σε αρκετό ύψος πάνω από το κατάστρωμα. Μειονεκτεί λόγω της πιθανότητας μόλυνσεως του φορτίου όταν μεταφέρονται διαφορετικού είδους φορτία ή όταν η βαλβίδα πίεσεως στη βάση του ιστού υποστεί βλάβη και προκαλούνται σημαντικές απώλειες, αφού η εξαέρωση πραγματοποιείται από όλες τις δεξαμενές.

γ) Το σύστημα εξαερισμού κατά ομάδες είναι αυτό που συνήθως χρησιμοποιείται στις νεότερες κατασκευές. Το δίκτυο εξαερώσεως διαιρείται σε ομάδες και σε κάθε δεξαμενή τοποθετούνται βαλβίδες πίεσεως-κενού, που συνδέονται με τον ιδιαίτερο αγωγό αερίων της κάθε ομάδας. Τέλος, σε κάθε αγωγό τοποθετείται αντίστοιχα και μία φλογοπαγίδα.

Συστήματα εξαερισμού δεξαμενών

Οι βαλβίδες που χρησιμοποιούνται για την εξαγωγή των αερίων είναι:

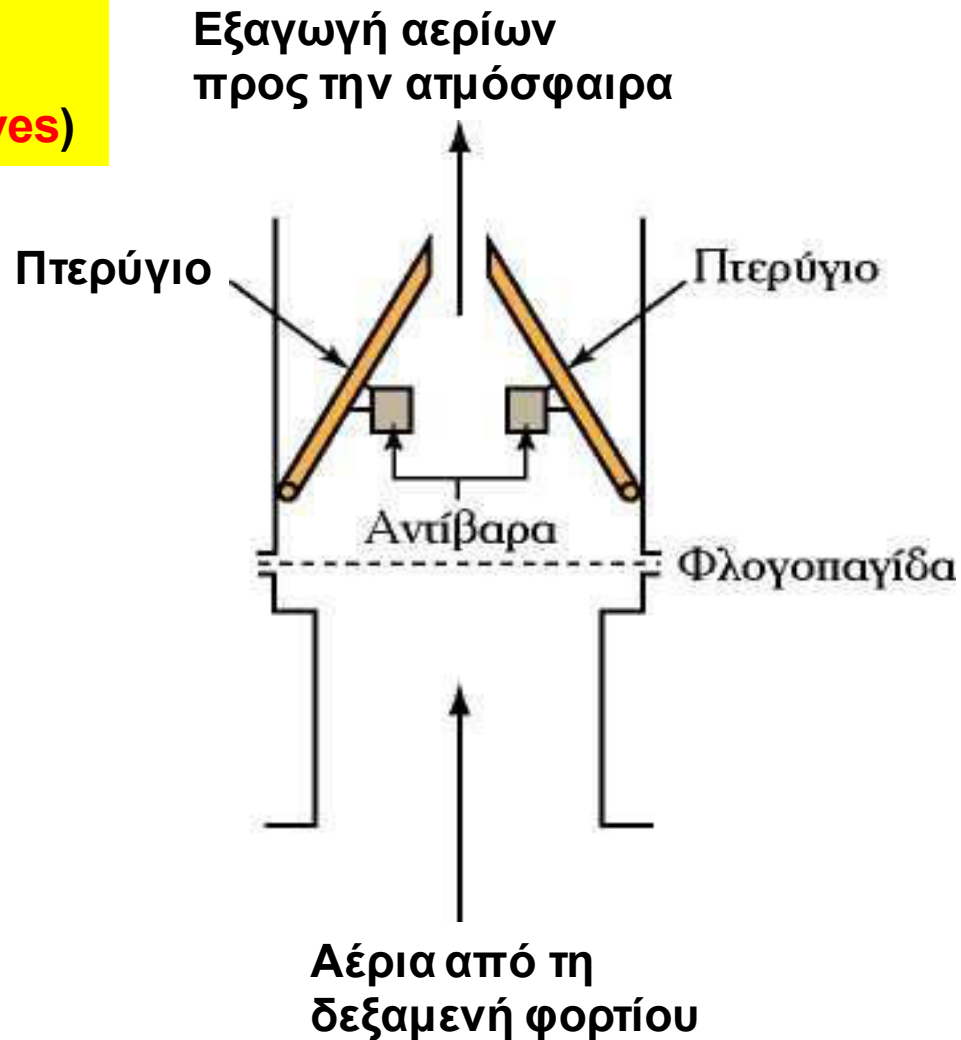
- α)** Η απλή βαλβίδα εξαερώσεως με πτερύγια (**Dump Valves**).
- β)** Οι βαλβίδες πίεσεως – κενού (**Pressure - Vacuum Valves**).
- γ)** Η βαλβίδα τύπου γιώτα (**IOTA valve**).
- δ)** Οι βαλβίδες υψηλής ταχύτητας.

Συστήματα εξαερισμού δεξαμενών

α) Η απλή βαλβίδα εξαερώσεως με πτερύγια (**Dump Valves**), η οποία αποτελείται από δύο πτερύγια που σταθμίζονται με αντίβαρα και ανοίγουν όταν η πίεση στη δεξαμενή αυξηθεί, υπερνικώντας το βάρος των πτερυγίων. Έτσι, επιτυγχάνεται η απελευθέρωση των αερίων με τρόπο παρόμοιο με τα ακροφύσια. Στο κάτω μέρος της βαλβίδας τοποθετείται δικτυωτό διάφραγμα, που ενεργεί σαν φλογοπαγίδα. Λόγω της συγκεντρώσεως υπολειμμάτων με κολλώδη υφή, οι βαλβίδες αυτές πρέπει να καθαρίζονται σε τακτά χρονικά διαστήματα, εξασφαλίζοντας τον αποτελεσματικό εξαερισμό στις δεξαμενές.

Συστήματα εξαερισμού δεξαμενών

α) Η απλή βαλβίδα εξαερώσεως με πτερύγια (**Dump Valves**)

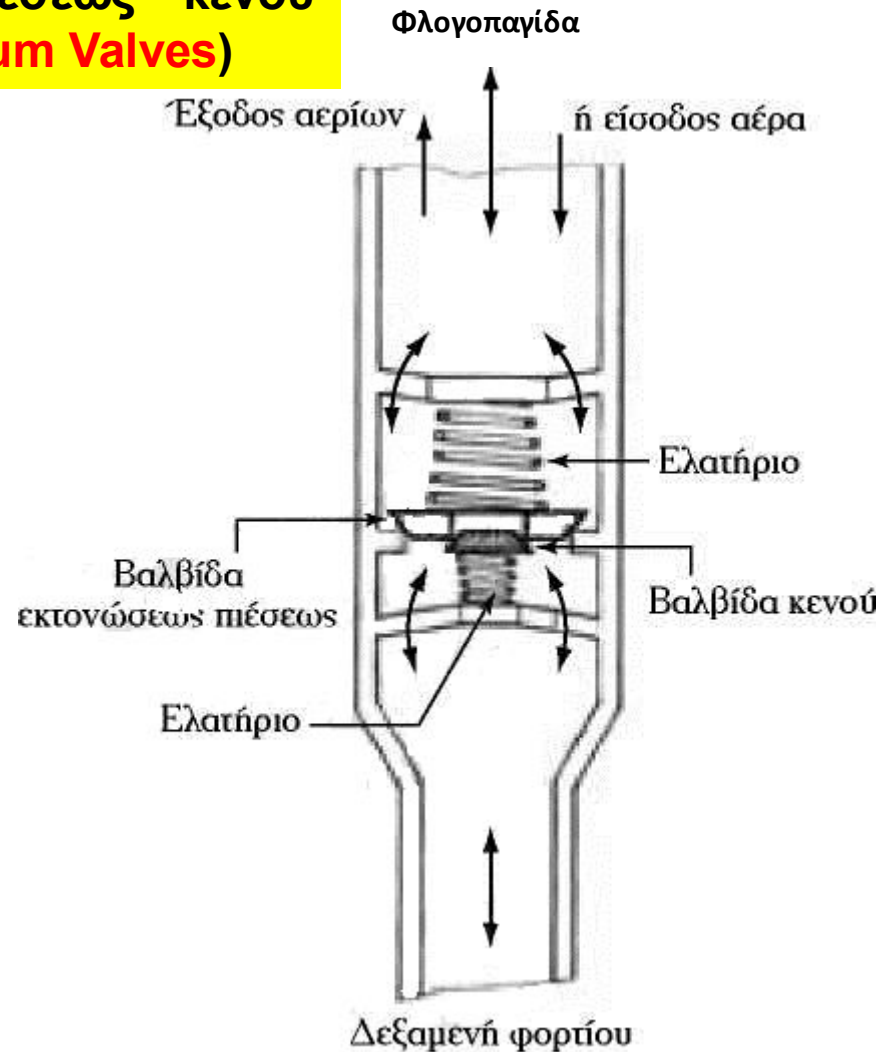


Συστήματα εξαερισμού δεξαμενών

β) Οι βαλβίδες **πίεσεως - κενού (Pressure- Vacuum Valves)**, με τις οποίες επιτυγχάνεται εξαέρωση και ταυτόχρονα αντιμετωπίζεται η υποπίεση στη δεξαμενή. Η ένταση των ελατηρίων που συγκροτούν τις βαλβίδες υπολογίζεται, προκειμένου η βαλβίδα εκτονώσεως πίεσεως μεγαλύτερης διαμέτρου που ελέγχει την εξαγωγή των αερίων να ανοίγει όταν η πίεση υπερβεί τα 0,14 bar, ενώ η βαλβίδα κενού μικρότερης διαμέτρου να ανοίγει όταν δημιουργηθεί υποπίεση στη δεξαμενή για την εισαγωγή αέρα. Στην εξαγωγή της βαλβίδας τοποθετείται δικτυωτό διάφραγμα, το οποίο λειτουργεί ως φλογοπαγίδα.

Συστήματα εξαερισμού δεξαμενών

β) Οι βαλβίδες πίεσης - κενού (Pressure - Vacuum Valves)

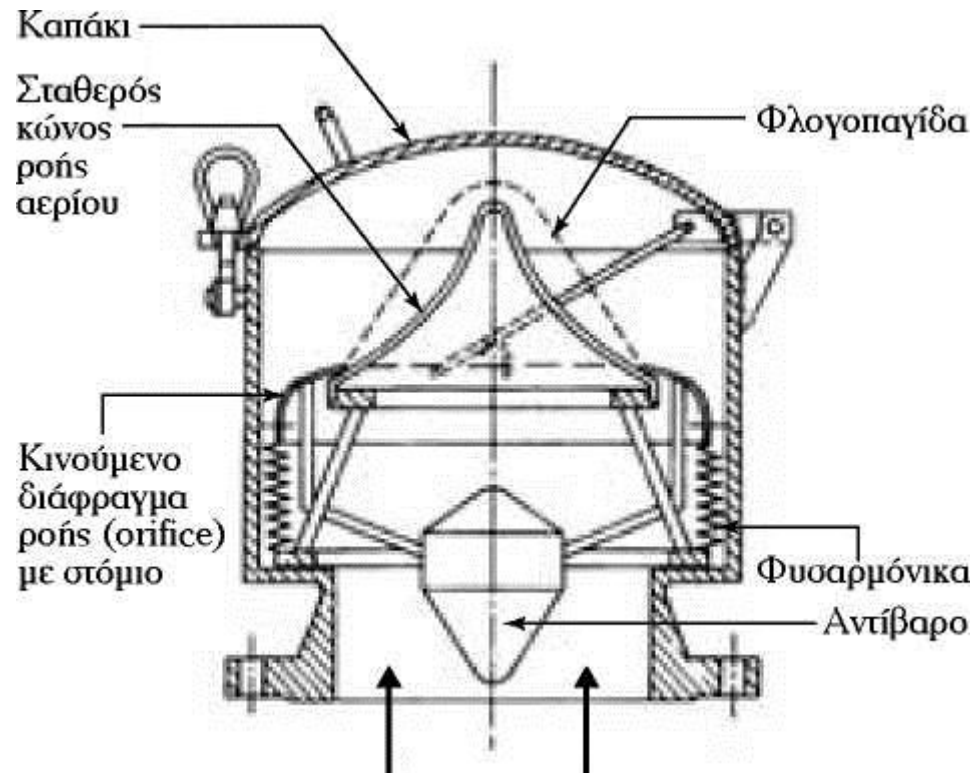


Συστήματα εξαερισμού δεξαμενών

γ) Η βαλβίδα **τύπου γιώτα (IOTA Valve)**, η οποία αποτελείται από ένα κινούμενο διάφραγμα ροής (με στόμιο), που στηρίζεται σε εύκαμπτο τοίχωμα (**Bellow**) και σφραγίζει σε σταθερό κώνο με τη βοήθεια ενός αντίβαρου στο κάτω μέρος του στομίου. Η πίεση που δημιουργείται στη δεξαμενή ανυψώνει το διάφραγμα ροής και από το διάκενό εξέρχεται το αέριο στο περιβάλλον. Το αέριο διερχόμενο από το διάκενο του διαφράγματος ροής, λόγω του κώνου κινείται προς τα πάνω με μεγάλη ταχύτητα που φτάνει τα 30 m/s, ώστε γρήγορα το αέριο μείγμα να αραιώνεται στην ατμόσφαιρα, μειώνοντας τους κινδύνους εκρήξεως. Οι βαλβίδες αυτές περιβάλλονται από χαλύβδινο κάλυμμα που τις προστατεύει από μηχανικές βλάβες και λειτουργούν σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από -18 έως +65°C. Η απόδοσή τους εξασφαλίζεται με καθαρισμό από τις κολλώδεις ουσίες που δημιουργούνται στις επιφάνειες από τις αναθυμιάσεις.

Συστήματα εξαερισμού δεξαμενών

γ) Η βαλβίδα τύπου γιώτα (IOTA Valve)



Συστήματα εξαερισμού δεξαμενών

δ) Οι βαλβίδες **υψηλής ταχύτητας** αποτελούνται από δύο τμήματα, το ένα για την εξαγωγή του αερίου και το άλλο για την εισαγωγή του αέρα. Ανάλογα με τον κατασκευαστή, η εξαγωγή του αερίου πραγματοποιείται από το στόμιο, στο κάτω μέρος του οποίου εφαρμόζεται κώνος με αντίβαρο, ενώ για την εισαγωγή του αέρα όταν υπάρχει υποπίεση στη δεξαμενή, υψώνεται ο δίσκος που εφαρμόζει στην έδρα της βαλβίδας κενού. Στην είσοδο της βαλβίδας κενού τοποθετείται η φλογοπαγίδα που διαθέτει βραχίονα χειροκίνητης λειτουργίας.

Συστήματα εξαερισμού δεξαμενών

Βαλβίδα
πίεσεως
για την
εξαγωγή αερίου

Η βαλβίδα
πίεσεως σε
ανοικτή θέση

Δίσκος
κενού σε
ανοικτή θέση

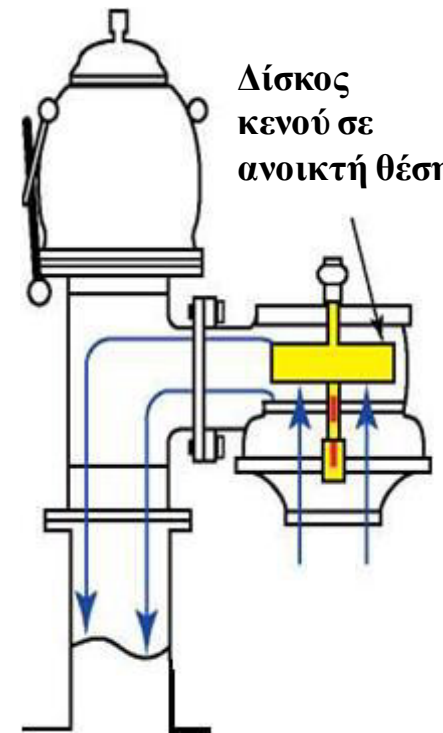
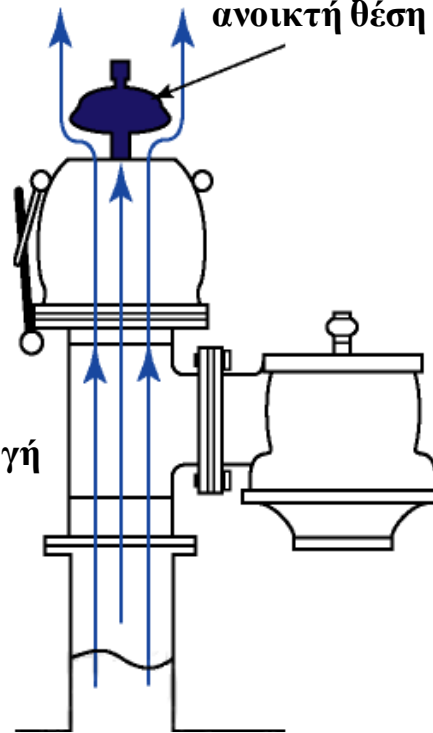
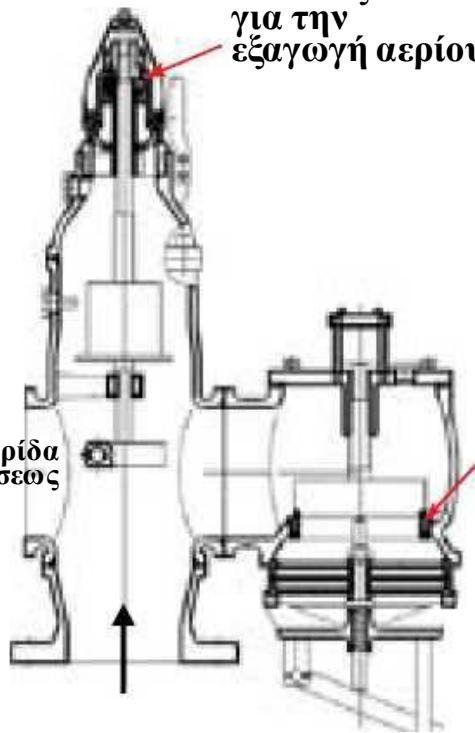
Θυρίδα
επιθεωρήσεως

Δίσκος
κενού για
την εισαγωγή
αέρα

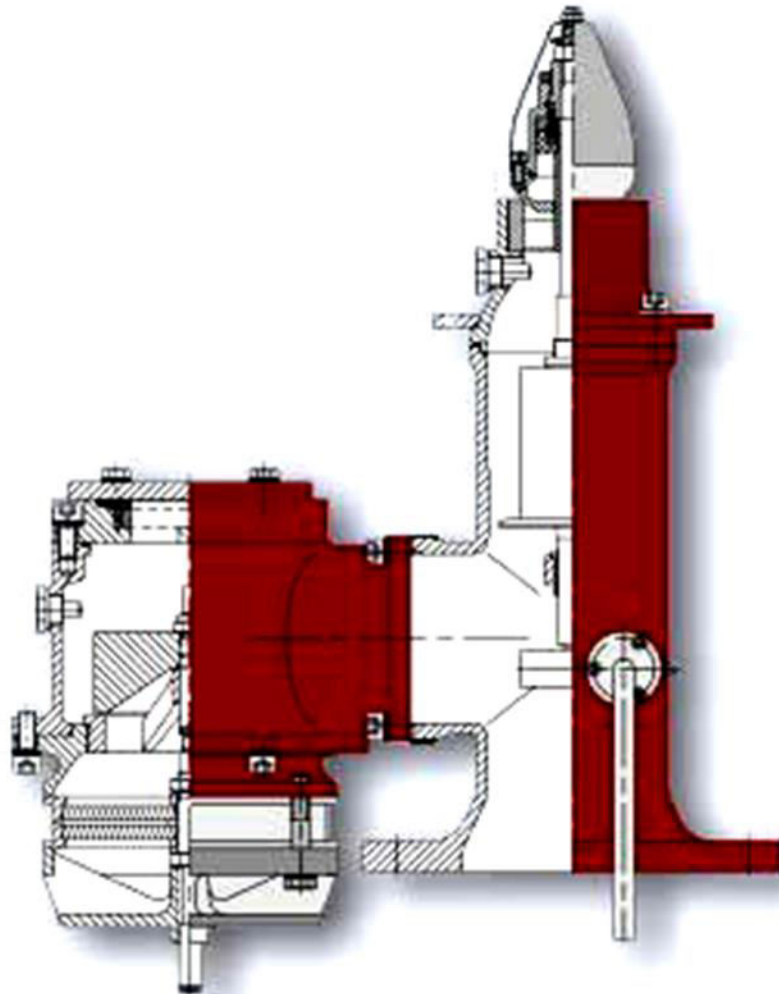
Από δεξαμενή

Βραχίονας
χειροκίνητης
λειτουργίας

δ) Οι βαλβίδες υψηλής ταχύτητας



Συστήματα εξαερισμού δεξαμενών



Συστήματα εξαερισμού δεξαμενών



Προθέρμανση φορτίου

Το αργό πετρέλαιο, όπως και μερικά υγρά φορτία προϊόντων διυλίσεως, κατά τη μεταφορά τους με τα Δ/Ξ από τον τόπο παραγωγής τους ως το λιμάνι εκφορτώσεως, χρειάζονται θέρμανση για να διατηρείται η ρευστότητά τους, τα χαρακτηριστικά τους και για να είναι δυνατή η εκφόρτωσή τους από τις αντλίες του πλοίου.

Προθέρμανση φορτίου

Με τη θέρμανση του φορτίου λοιπόν:

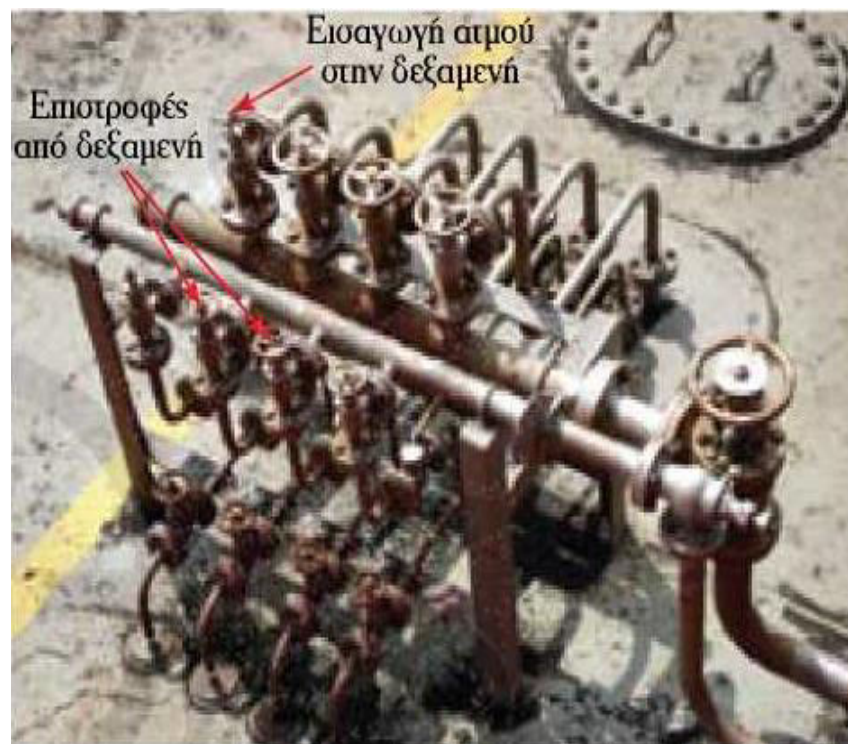
- α)** Μειώνεται το ιξώδες του υγρού.
- β)** Αποτρέπεται η δημιουργία κρυστάλλων, που καταστρέφουν το φορτίο.
- γ)** Μειώνεται η πίεση καταθλίψεως από τις αντλίες φορτίου.
- δ)** Μειώνεται η ποσότητα που μένει στη δεξαμενή και δεν είναι δυνατόν να αντληθεί.

Προθέρμανση φορτίου

Για να διατηρηθεί το φορτίο στην επιθυμητή θερμοκρασία, ένα δίκτυο σωληνώσεων αναπτύσσεται στις δεξαμενές του πλοίου. Οι σωλήνες που αποτελούν το δίκτυο θερμάνσεως και ονομάζονται σερπαντίνες (**Heating Coils**) και αναπτύσσεται στα πλευρικά τοιχώματα και στον πυθμένα της δεξαμενής. Το δίκτυο προθερμάνσεως διαρρέεται από ατμό, προερχόμενο από το κύριο δίκτυο ατμού του πλοίου μέσω μειωτήρα πίεσεως με κλίμακα 1 - 7 bar.

Η διακλάδωση του δικτύου σε κάθε δεξαμενή πραγματοποιείται στο κατάστρωμα του πλοίου. Οι σερπαντίνες χωρίζονται σε ομάδες και ελέγχονται με τοπικά επιστόμια εισαγωγής του ατμού και εξαγωγής του συμπυκνώματος.

Προθέρμανση φορτίου



Προθέρμανση φορτίου



Προθέρμανση φορτίου



Προθέρμανση φορτίου

Στην εξαγωγή κάθε σερπαντίνας από τη δεξαμενή, εκτός του επιστομίου των επιστροφών εγκαθίσταται και ατμοπαγίδα και όλες οι επιστροφές συγκεντρώνονται σε έναν ενιαίο σωλήνα.

Στη συνέχεια, οδηγούνται στο πρώτο στάδιο της δεξαμενής επιστροφών (**θερμοδοχείο**) (**Cascade**), όπου ελέγχονται για τυχόν διαρροή φορτίου από κάποια σερπαντίνα, η οποία θα προκαλούσε τη μόλυνση του τροφοδοτικού νερού.

Τότε, ελέγχεται το δίκτυο και απομονώνεται η σερπαντίνα ή οι σερπαντίνες που έχουν υποστεί βλάβη, μέχρι να πραγματοποιηθούν οι κατάλληλες ενέργειες επισκευής τους μετά την εκκένωση της δεξαμενής.

Η ρύθμιση της θερμοκρασίας επιτυγχάνεται σταδιακά και η θερμοκρασία των δεξαμενών καταγράφεται σε ημερολόγιο σε όλη τη διάρκεια του ταξιδιού.

Σε περίπτωση μεγάλης απώλειας τροφοδοτικού νερού από το δίκτυο του λέβητα, είναι πιθανό αυτή να οφείλεται σε βλάβη κάποιας από τις σερπαντίνες.

Προθέρμανση φορτίου

Το υλικό κατασκευής των σερπαντίνων σε παλαιότερες κατασκευές ήταν ο χυτοσίδηρος και ο μαλακός χάλυβας. Σε νεότερες κατασκευές χρησιμοποιούνται κράματα αλουμινίου ή αλουμινίου και ορειχάλκου, ενώ για πλοία που μεταφέρουν χημικά φορτία οι σερπαντίνες κατασκευάζονται από ανοξείδωτο χάλυβα ή άλλο ανθεκτικό κράμα, που έχει ανάλογη αντοχή.

Προθέρμανση φορτίου

Η εγκατάσταση των σερπαντίνων πρέπει:

- α)** Να παρέχει ικανοποιητική μετάδοση της θερμότητας προς το φορτίο της δεξαμενής.
- β)** Να είναι ανθεκτική στη διάβρωση, η οποία προκαλείται από τα διάφορα είδη μεταφερομένων φορτίων.
- γ)** Να αντέχει στις αναπόφευκτες τάσεις που αναπτύσσονται από τις κινήσεις του πλοίου και τους κραδασμούς.
- δ)** Να αντέχει σε πιθανές εξωτερικές κακώσεις, που προκαλούνται κατά τον καθαρισμό των δεξαμενών, σε επισκευές κ.λπ..
- ε)** Να συναρμολογείται εύκολα, ώστε να επισκευάζεται ή να αντικαθίστανται τμήματα του δικτύου όταν αυτό είναι αναγκαίο.
- στ)** Να κατασκευάζεται έτσι, ώστε να μην προκαλεί σημαντικές τροποποιήσεις στη δομή του πλοίου.
- ζ)** Να έχει χαμηλό κόστος κατασκευής και τοποθέτησεως.

Συστήματα αντλήσεως στα χημικά Δ/Ξ

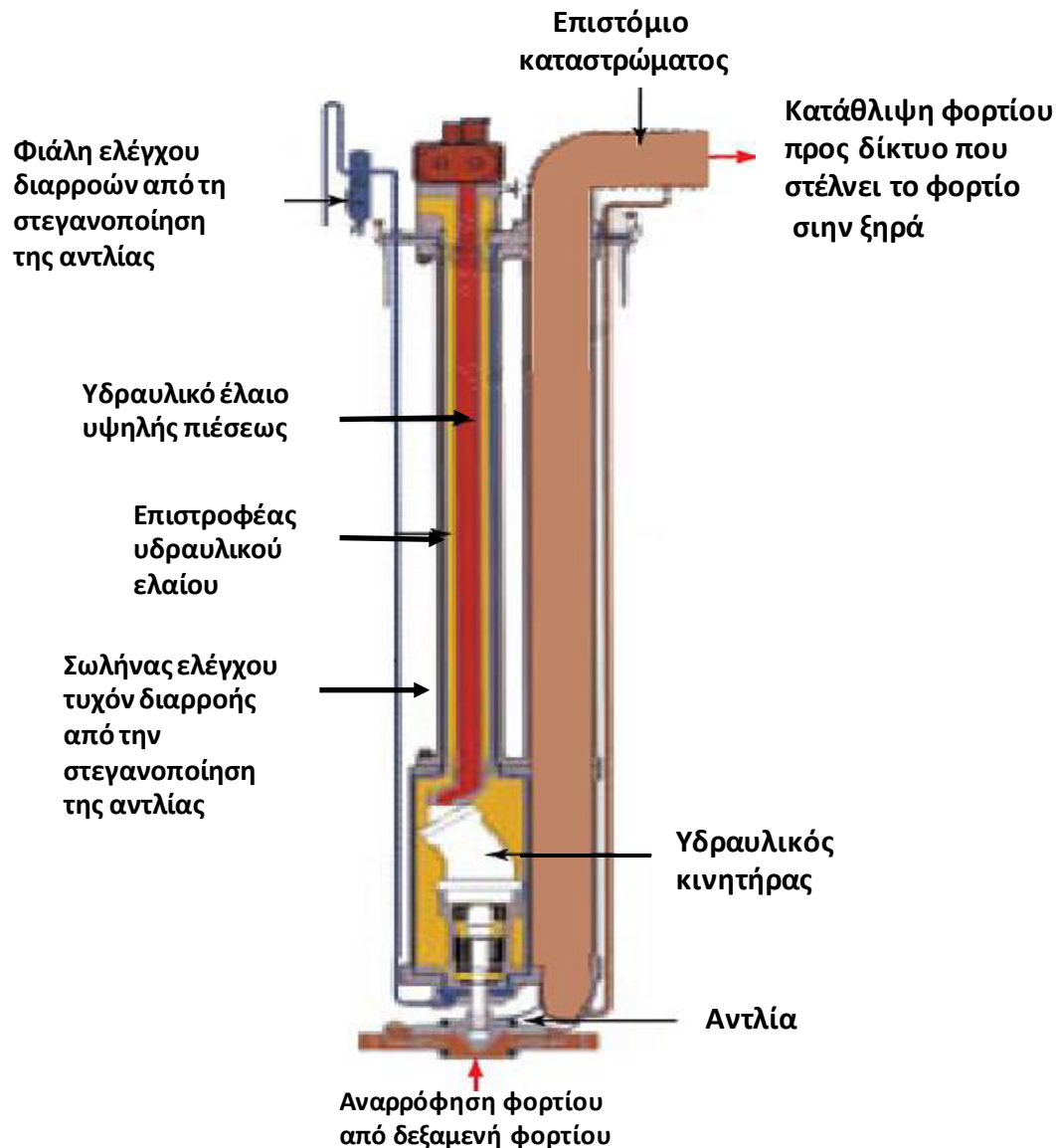
Η αύξηση της ποσότητας μεταφοράς χύδην χημικών φορτίων, οδήγησε στην κατασκευή πλοίων με ειδικά χαρακτηριστικά, ούτως ώστε να ανταποκρίνονται στις ανάγκες χειρισμού αυτών των φορτίων.

Τα χημικά Δ/Ξ συνήθως κατασκευάζονται σε μεγέθη που κυμαίνονται από 5.000 - 40.000 dwt.

Οι δεξαμενές τους έχουν εσωτερική επίστρωση από ειδικά υλικά όπως έποξυ φαινόλη (**Phenolic Epoxy**) ή κατασκευάζονται από ανοξείδωτο χάλυβα. Διαφέρουν από τα υπόλοιπα Δ/Ξ στο ότι δεν διαθέτουν αντλιοστάσιο.

Το σύστημα εκφορτώσεως αποτελείται από μόνιμες φυγοκεντρικές αντλίες βαθέος φρέατος (**Deep Well**) ή από καταδυόμενες αντλίες (**Submersible**), που είναι εγκατεστημένες σε κάθε δεξαμενή, αποκλείοντας τους δημιουργούμενους κινδύνους στα αντλιοστάσια. Ταυτόχρονα, μειώνεται η πιθανότητα αναμείξεως ή μόλυνσεως ενός φορτίου απο άλλο, όταν στις δεξαμενές μεταφέρονται διαφορετικά είδη φορτίου.

Συστήματα αντλήσεως στα χημικά Δ/Ξ



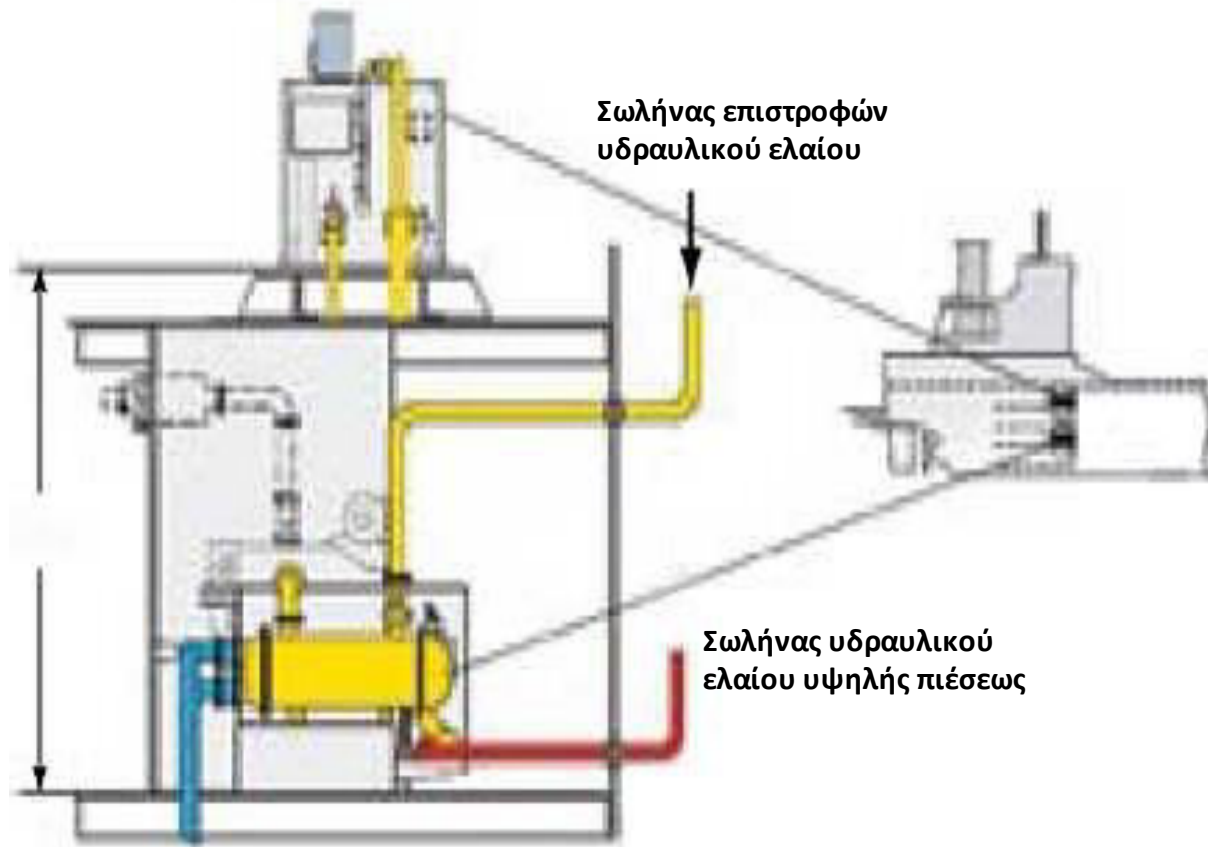
Συστήματα αντλήσεως στα χημικά Δ/Ξ

Οι καταδυόμενες αντλίες είναι φυγοκεντρικές αντλίες που λειτουργούν με υδραυλικό κινητήρα υπό την πίεση υδραυλικού ελαίου. Ο κινητήρας της αντλίας αποτελείται από έμβολα σε αξονική διάταξη και η πίεση λειτουργίας τους, που αναπτύσσεται απ' την κεντρική υδραυλική μονάδα ισχύος (**Hydraulic Power Unit**), φτάνει τα 170 bar, ενώ οι επιστροφές από τον κινητήρα τα 3 bar.

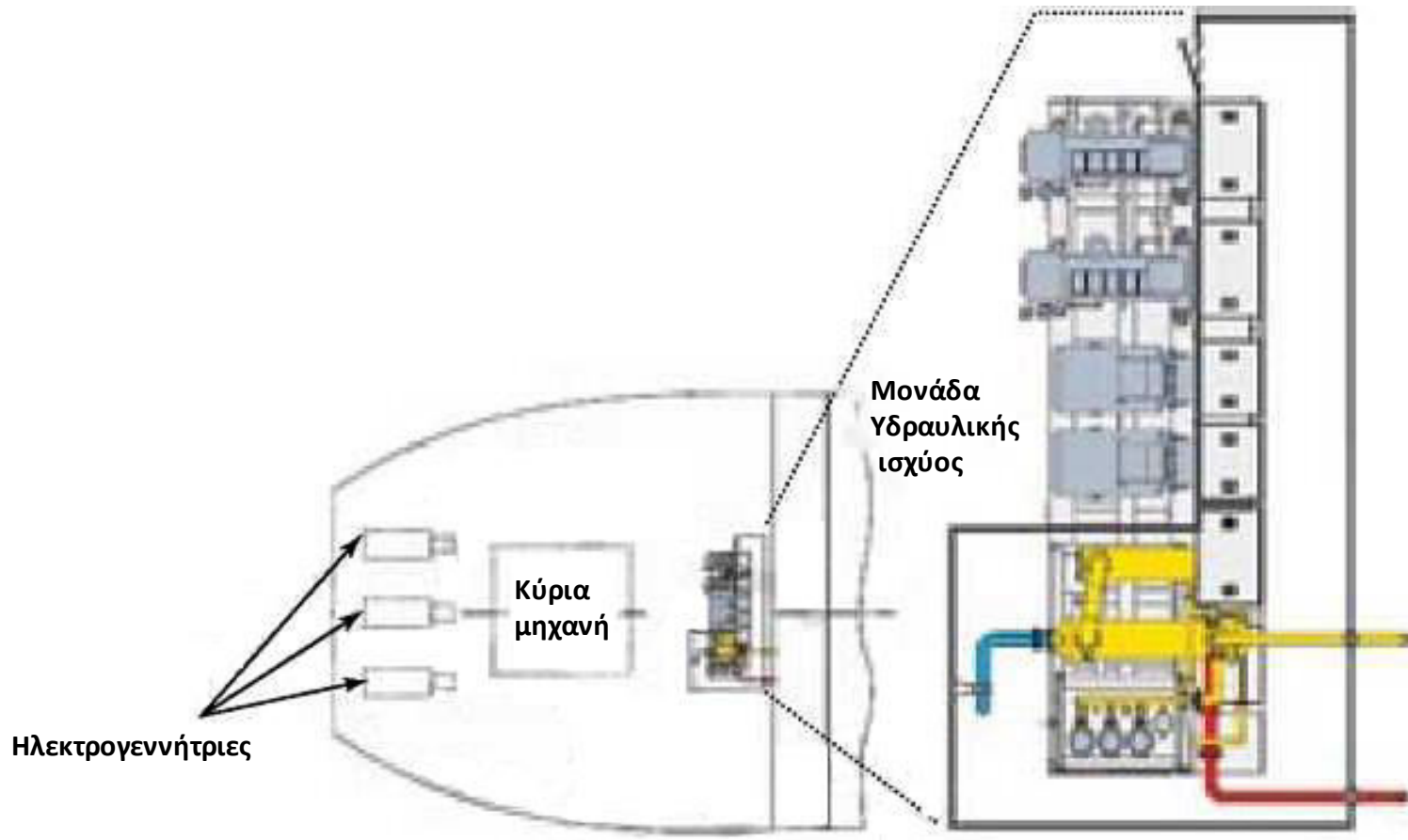
Η υδραυλική μονάδα βρίσκεται στο μηχανοστάσιο και οι κινητήρες για την αύξηση της πίεσεως του υδραυλικού ελαίου λειτουργούν με μηχανές καθαρού πετρελαίου (**Gas Oil**) ή με ηλεκτροκινητήρες ή με συνδυασμό και των δύο.

Ο αριθμός κινητήρων που λειτουργούν και συγκοινωνούν με το υδραυλικό δίκτυο, εξαρτάται από τον αριθμό των αντλιών που χρειάζονται για την εκφόρτωση και την επιθυμητή πίεση που πρέπει να αναπτυχθεί στο υδραυλικό δίκτυο, ώστε να εξασφαλισθεί η αποδοτική λειτουργία των αντλιών φορτίου στις δεξαμενές. Τυπικό δίκτυο εκφορτώσεως με υδραυλική μονάδα ισχύος είναι το σύστημα αντλήσεως **Framo**.

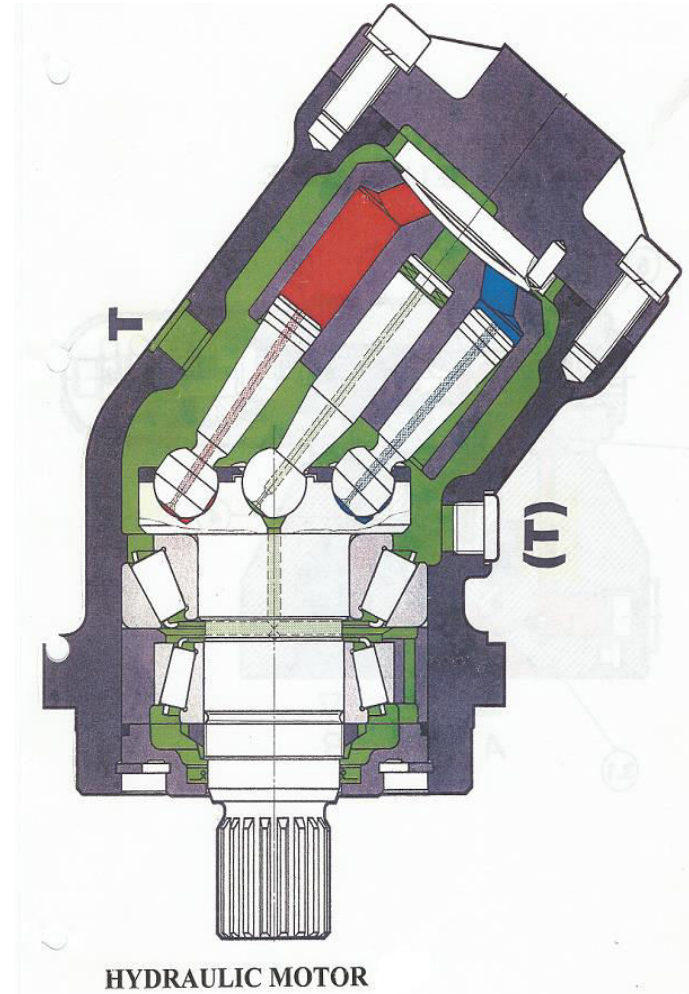
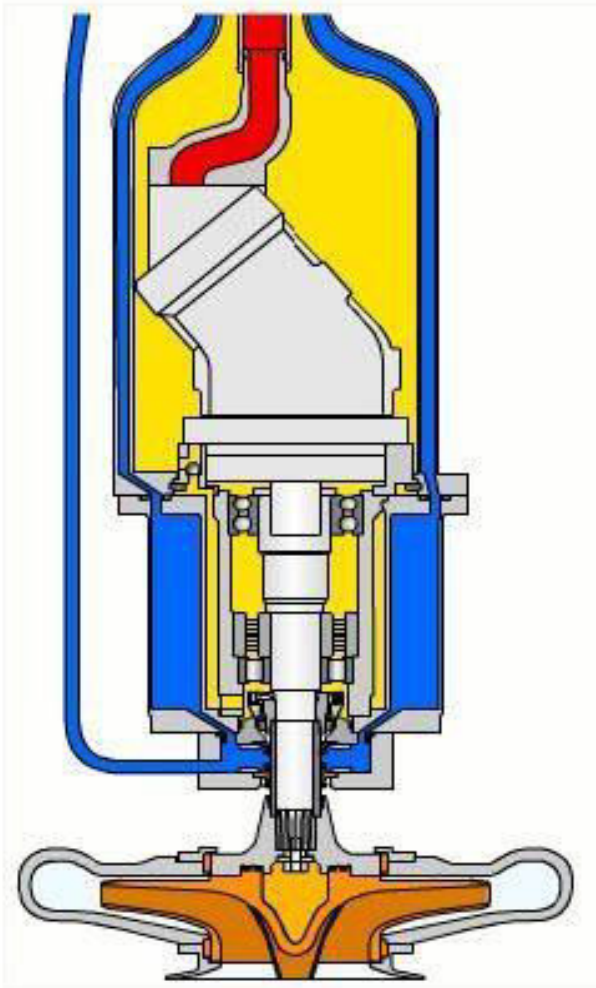
Συστήματα αντλήσεως στα χημικά Δ/Ξ



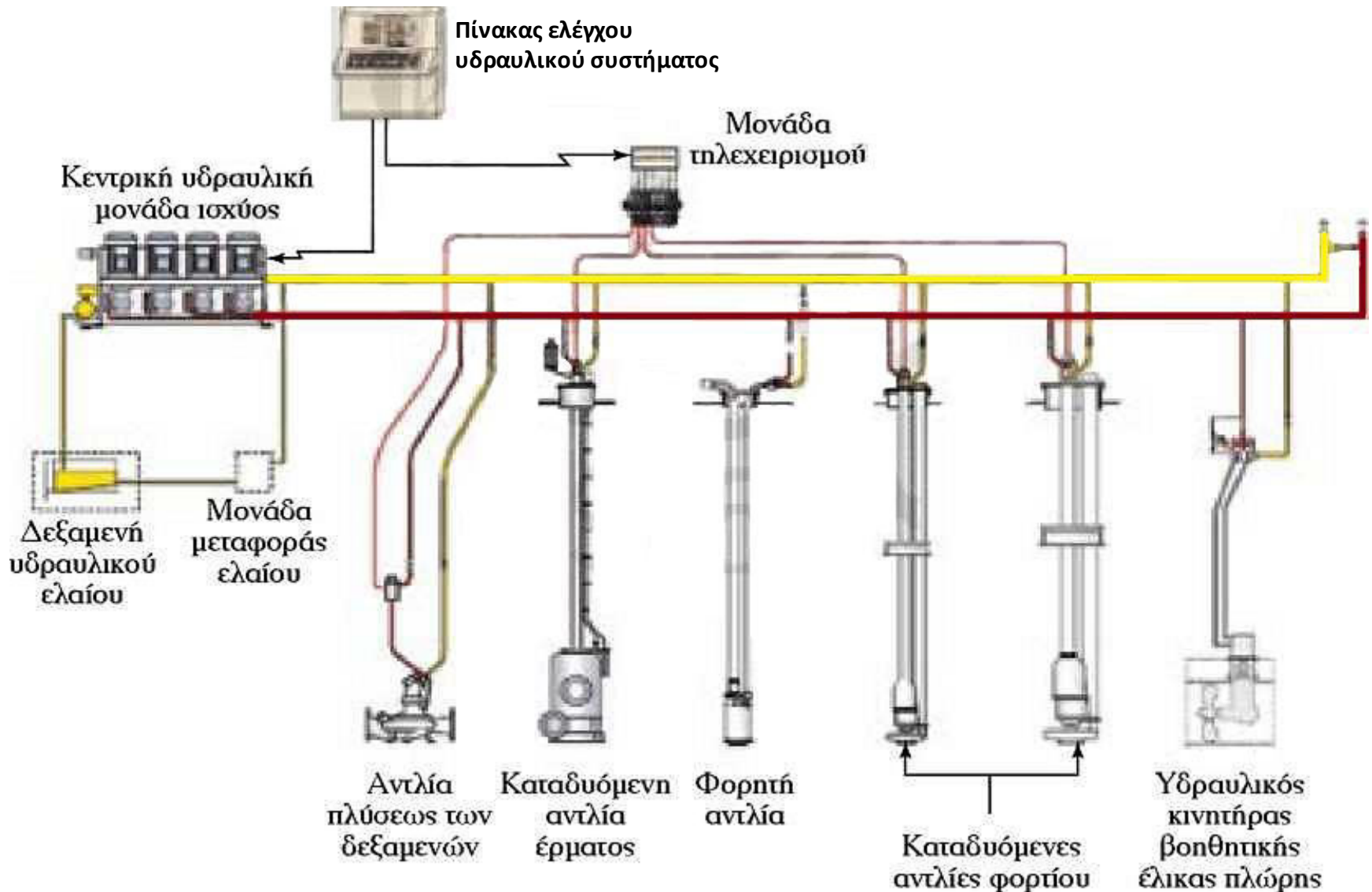
Συστήματα αντλήσεως στα χημικά Δ/Ξ



Συστήματα αντλήσεως στα χημικά Δ/Ξ



Συστήματα αντλήσεως στα χημικά Δ/Ξ



Συστήματα αντλήσεως στα χημικά Δ/Ξ

Η συγκοινωνία των αντλιών στο δίκτυο πραγματοποιείται μέσω πίνακα ελέγχου, που βρίσκεται στο δωμάτιο διαχειρίσεως φορτίου του πλοίου (**Cargo Control Room**). Το σύστημα του υδραυλικού κινητήρα της αντλίας φορτίου συνδέεται στο στροφείο της φυγοκεντρικής αντλίας με μικρού μήκους άξονα και όλο μαζί το σύστημα είναι εγκατεστημένο στον πυθμένα της δεξαμενής. Η αναρρόφηση της αντλίας πραγματοποιείται μέσα από μικρό φρεάτιο, ειδικά διαμορφωμένο στον πυθμένα της δεξαμενής για την αποστράγγιση απ' το φορτίο. Η στεγανοποίηση της αντλίας επιτυγχάνεται με δακτύλιους από τεφλόν, ενώ η στεγανοποίηση του άξονα γίνεται με μηχανικό στυπαιοθλίπτη κατασκευασμένο από υλικά ανθεκτικά στη διάβρωση του φορτίου.

Συστήματα αντλήσεως στα χημικά Δ/Ξ

Οι σωλήνες του δικτύου υδραυλικού ελαίου υψηλής πίεσεως διέρχονται από το κατάστρωμα έως τον υδραυλικό κινητήρα της αντλίας με κατάλληλη στεγανοποίηση, προλαμβάνοντας τις διαρροές υδραυλικού ελαίου και την ανάμειξή του με το φορτίο. Παράλληλα με αυτούς, ο σωλήνας καταθλίψεως της αντλίας φτάνει το κατάστρωμα και συνδέεται στο δίκτυο εκφορτώσεως.

Λόγω του μεγάλου μήκους των σωλήνων από την αντλία έως το κατάστρωμα, τοποθετούνται κατά διαστήματα στηρίγματα, που εξασφαλίζουν τη σταθερότητα των σωλήνων απ' τους αναπόφευκτους κραδασμούς του πλοίου.

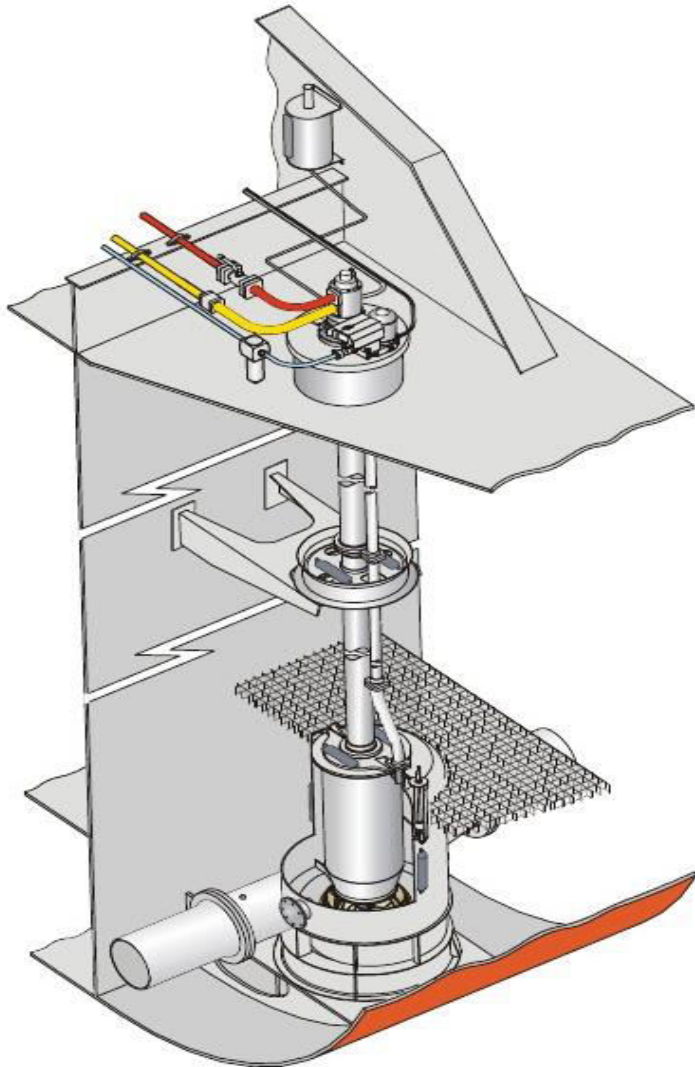
Συστήματα αντλήσεως στα χημικά Δ/Ξ

Οι αντλίες βαθύς φρέατος είναι φυγοκεντρικές αντλίες που λειτουργούν με υδραυλικό ή ηλεκτρικό κινητήρα. Οι αντλίες με υδραυλικό κινητήρα τύπου **Framo**, με την πίεση του υδραυλικού ελαίου να αναπτύσσεται απο υδραυλική μονάδα κεντρικής ισχύος.

Στις εγκαταστάσεις αντλιών με ηλεκτρικό κινητήρα τύπου **Hamworthy**, ο κινητήρας βρίσκεται εγκατεστημένος στο κατάστρωμα και συνδέεται με άξονα μεγάλου μήκους στην αντλία με ενδιάμεσους τριβείς και σημεία στηρίξεως μέσα σε ένα φρεάτιο.

Οι αντλίες αποτελούνται από ένα ή περισσότερα στροφεία, ενώ πριν το πρώτο στάδιο της αντλίας τοποθετείται ένα στροφείο επαγωγής (**Inducer Impeller**) για να μειώσει το καθαρό θετικό μανομετρικό ύψος αναρροφήσεως της αντλίας.

Συστήματα αντλήσεως στα χημικά Δ/Ξ ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ (FRAMO PUMP)



Συστήματα αντλήσεως στα χημικά Δ/Ξ ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ (FRAMO PUMP)

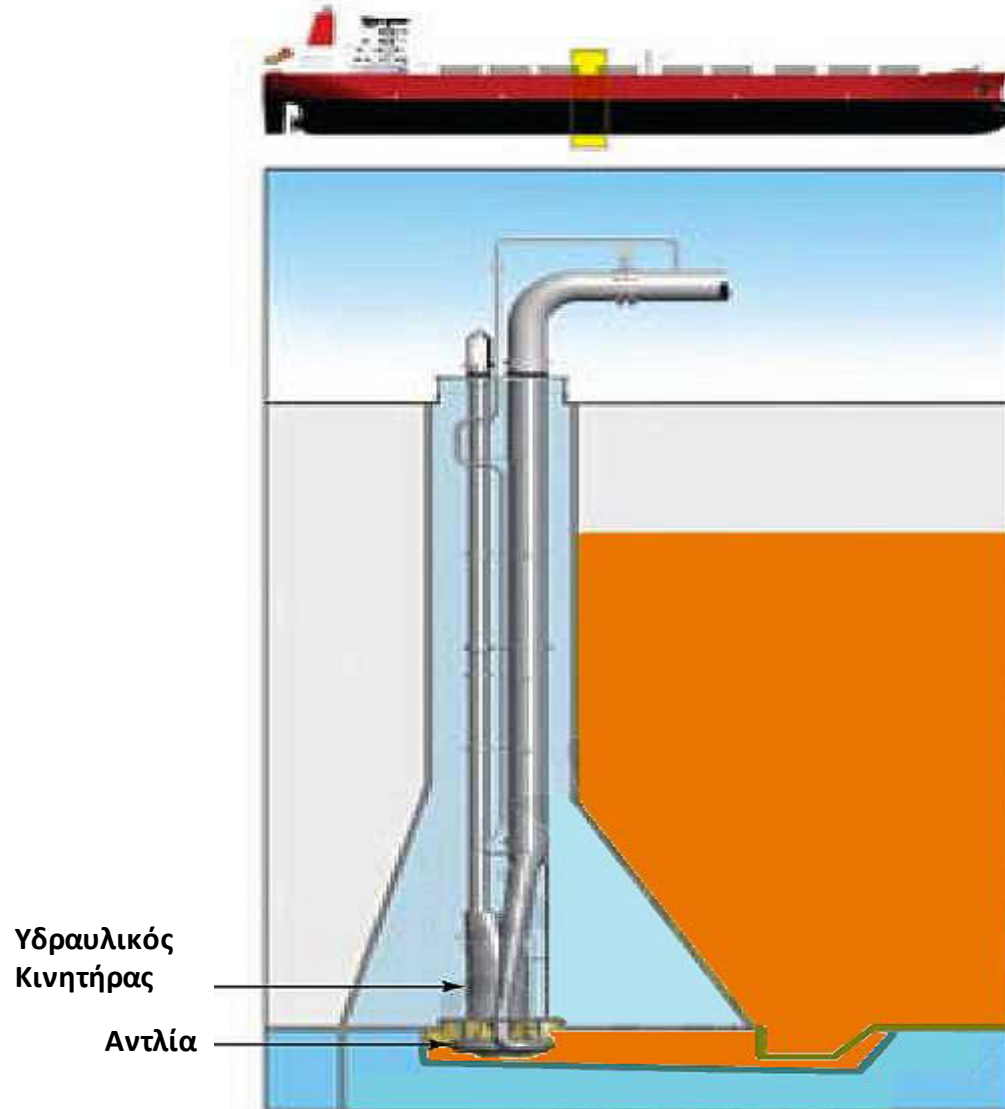


Συστήματα αντλήσεως στα χημικά Δ/Ξ

ΥΔΡΑΥΛΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ (FRAMO PUMP)



Συστήματα αντλήσεως στα χημικά Δ/Ξ

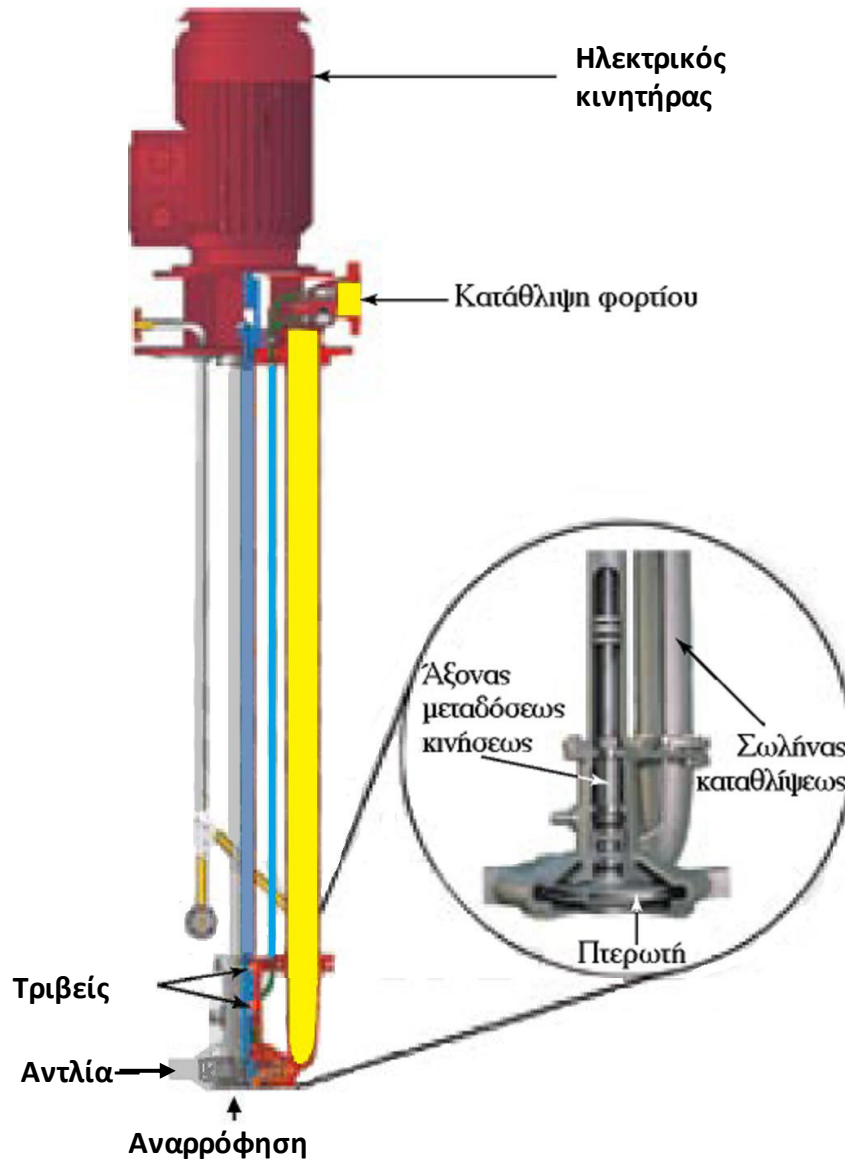


Αντλία βαθύος φρέατος
Framo

Υδραυλικός
Κινητήρας

Αντλία

Συστήματα αντλήσεως στα χημικά Δ/Ξ



Αντλία βαθύς φρέατος
Hamworthy DL

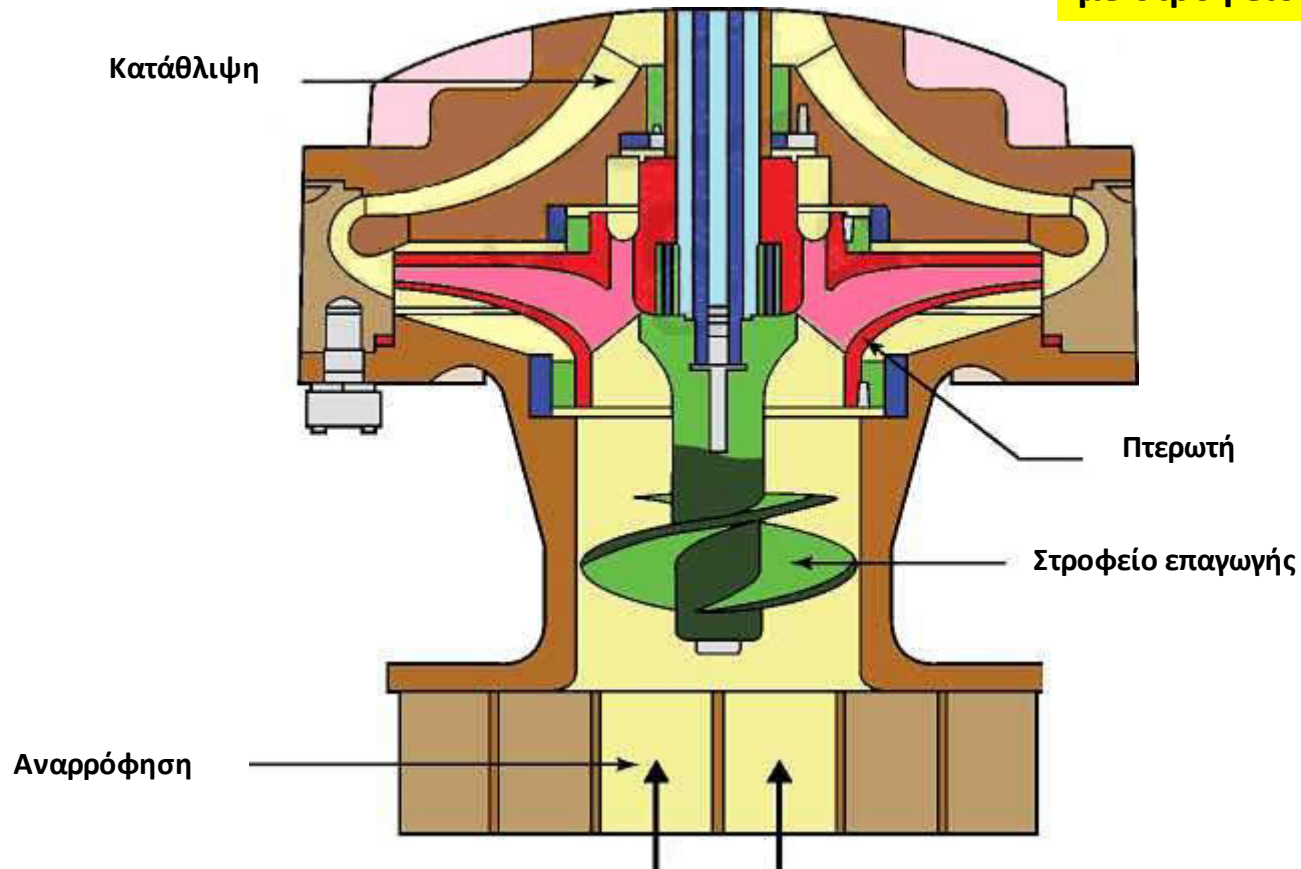
Συστήματα αντλήσεως στα χημικά Δ/Ξ



**Αντλία βαθύς φρέατος
Hamworthy DL**

Συστήματα αντλήσεως στα χημικά Δ/Ξ

Αντλία βαθύς φρέατος με στροφέιο επαγωγής



Σύστημα αδρανούς αερίου (Inert Gas System)

Η μεγάλη πτητικότητα των πετρελαιοειδών που μεταφέρονται από τα Δ/Ξ, όπως και η εξάτμιση του φορτίου λόγω θερμάνσεως σε ορισμένα από αυτά, δημιουργεί στον κλειστό χώρο της δεξαμενής πάνω από την ελεύθερη επιφάνεια του φορτίου μείγμα ευφλέκτων αερίων.

Η αναλογία του μείγματος κάτω από κατάλληλες προϋποθέσεις, όπως και η παρουσία πυροφορικού θειούχου σιδήρου (**Pyrophoric Iron Sulphide**) μπορεί να προκαλέσει έκρηξη και πυρκαγιά με καταστροφικά αποτελέσματα.

Σύστημα αδρανούς αερίου (Inert Gas System)

Για να ξεκινήσει μια πυρκαγιά και να διατηρηθεί, θα πρέπει οπωσδήποτε να συνυπάρχουν ταυτόχρονα οξυγόνο, καύσιμο, κατάλληλη θερμοκρασία και η αλυσιδωτή αντίδραση.

Αν ένα από αυτά τα στοιχεία απομακρυνθεί ή μειωθεί η αναλογία του, τότε η πιθανότητα εκρήξεως και πυρκαγιάς μειώνονται.

Σύστημα αδρανούς αερίου (Inert Gas System)

Θεωρητικά, οποιοδήποτε μείγμα με περιεκτικότητα σε οξυγόνο μικρότερη από **11,5%** δεν είναι ικανό να υποστηρίξει καύση. Γι' αυτό η πρόληψη κινδύνων εκρήξεως και πυρκαγιάς στα Δ/Ξ επιτυγχάνεται με τον έλεγχο της ατμόσφαιρας των δεξαμενών. Η πρόληψη μίας πιθανής πυρκαγιάς επιτυγχάνεται με μείωση της αναλογίας του οξυγόνου στο μείγμα που υπάρχει στον χώρο των δεξαμενών επάνω από το φορτίο και την πλήρωσή του από αδρανές αέριο.

Σύστημα αδρανούς αερίου (Inert Gas System)

Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται κατά την εκφόρτωση του πλοίου ή τη φόρτωση, όταν μεταβάλλεται ο ελεύθερος όγκος πάνω από την επιφάνεια του φορτίου στον χώρο της δεξαμενής, αλλά και κατά τη διάρκεια καθαρισμού της με **Crude Oil Washing** ή την προετοιμασία για επιθεώρηση ή επισκευή της πριν τον εξαερισμό της.

Έτσι η μία από τις πλευρές του τριγώνου πυρκαγιάς εξαλείφεται εκμηδενίζοντας τους προαναφερόμενους κινδύνους.

Όσον αφορά στην παρουσία πυροφορικού θείου και σιδήρου και την ικανότητά του να υποστεί οξείδωση στον ατμοσφαιρικό αέρα, αντιμετωπίζεται με τη συνεχή διατήρηση των αδρανοποιημένων δεξαμενών.

Σύστημα αδρανούς αερίου (Inert Gas System)

Οι πηγές αδρανούς αερίου μέσα σε ένα πλοίο είναι:

- α)** Τα καυσαέρια των λεβήτων.
- β)** Μία ανεξάρτητη γεννήτρια αδρανούς αερίου IGG (Inert Gas Generator).
- γ)** Το σύστημα αδρανούς αερίου με παραγωγή αζώτου (N-generator).
- δ)** Τα καυσαέρια της κυρίας μηχανής ή τα καυσαέρια από έναν στρόβιλο με μετάκαυση, τα οποία δεν χρησιμοποιούνται συχνά στα πλοία, λόγω της χαμηλής ποιότητας του αδρανούς αερίου που παράγεται.

Σύστημα αδρανούς αερίου (Inert Gas System)

Ενα σύστημα αδρανούς αερίου πρέπει να έχει την δυνατότητα:

- α)** Της αδρανοποίησης κενών δεξαμενών φορτίου, μειώνοντας την περιεκτικότητα σε οξυγόνο στην ατμόσφαιρα κάθε δεξαμενής, σε επίπεδο που δεν υποστηρίζεται η καύση.
- β)** Της διατηρήσεως της ατμόσφαιρας στη δεξαμενή του φορτίου σε θετική πίεση και με περιεκτικότητα σε οξυγόνο μικρότερη του **8% κατ' όγκο** σε οποιοδήποτε σημείο της δεξαμενής φορτίου και των δεξαμενών καταλοίπων.
- γ)** Της εκκαθάρισεως κενών δεξαμενών φορτίου από αέρια υδρογονανθράκων, ώστε οι επόμενες λειτουργίες για τον εξαερισμό τους να μην δημιουργούν εύφλεκτη ατμόσφαιρα σε αυτές.
- δ)** Της παροχής αδρανούς αερίου στις δεξαμενές με ρυθμό τουλάχιστον **1,25%** του μέγιστου ποσοστού του ρυθμού εκφορτώσεως του πλοίου εκφρασμένο σε όγκο.
- ζ)** Της παροχής αδρανούς αερίου στον κύριο αγωγό προς τις δεξαμενές, σε κάθε απαιτούμενη ταχύτητα ροής εκφορτώσεως, με περιεκτικότητα σε οξυγόνο που δεν υπερβαίνει το **5% κατ' όγκο**.
- στ)** Της διατηρήσεως θετικής πίεσεως του αερίου μέσα στις δεξαμενές πάνω από **100 mm H₂O**.

Σύστημα αδρανούς αερίου με καυσαέρια λεβήτων

Τα καυσαέρια από την καύση του πετρελαίου στον λέβητα αποτελούν ανεπεξέργαστα αδρανή αέρια που είναι ζεστά και περιέχουν αιθάλη, οξείδια του θείου, θειώδες οξύ και θειικό οξύ. Συγκεκριμένα, έχουν μέση σύνθεση 12-14% CO₂, 3-4% O₂, 0,2-0,3% SO₂ και SO₃, ενώ το υπόλοιπο 77% είναι άζωτο (N₂) και σωματίδια 150 mg/m³ με θερμοκρασία 170°C.

Η σύνθεση αυτή παρέχει αδρανές αέριο, που είναι άμεσα διαθέσιμο στο πλοίο εμποδίζοντας την καύση και την έκρηξη. Όμως τα καυσαέρια με τα παραπάνω χαρακτηριστικά μπορεί να είναι επιβλαβή όταν έρθουν σε επαφή με το φορτίο και τις δεξαμενές.

Για να χρησιμοποιηθούν, η μόνη απαίτηση είναι ένα σύστημα για την ψύξη και τον καθαρισμό των καυσαερίων πριν αυτά οδηγηθούν στις δεξαμενές.

Σύστημα αδρανούς αερίου με καυσαέρια λεβήτων

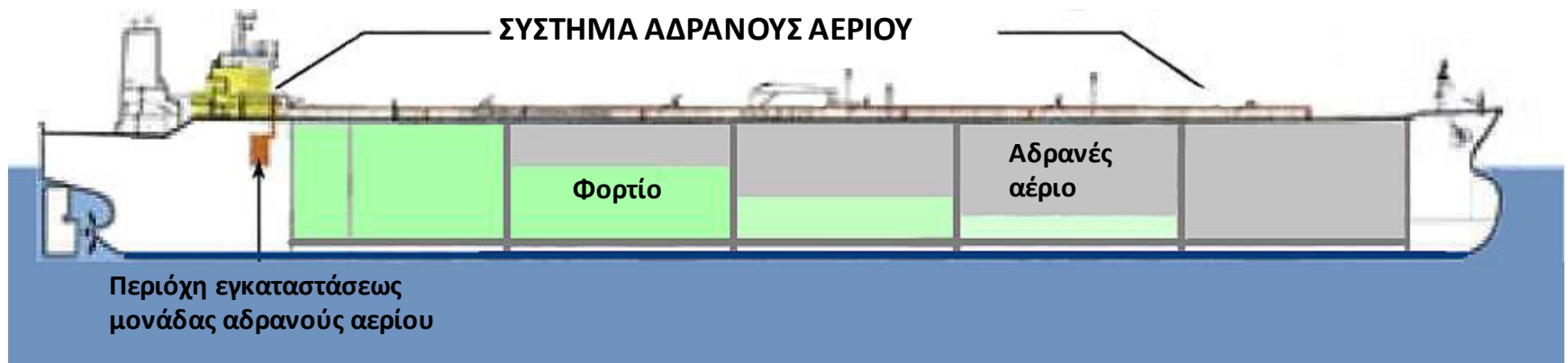
Το σύστημα ψύξεως καθαρισμού και διανομής του αδρανούς αερίου, αποτελεί το Inert Gas System και περιέχει:

- α)** Τη βαλβίδα απαγωγής καυσαερίων από τον οχετό εξαγωγής του λέβητα (**UPTAKE VALVE**).
- β)** Τον πύργο καθαρισμού και ψύξεως (**SCRUBBER**), όπου με τη διέλευση των καυσαερίων απομακρύνονται τα σωματίδια από υπολείμματα καύσεως.
- γ)** Τους ανεμιστήρες του αδρανούς αερίου (**INERT GAS FANS**), που είναι φυγοκεντρικοί ανεμιστήρες, και την πτερωτή, η οποία κατασκευάζεται από κράμα χρωμίου και ανοξειδώτου χάλυβα. Με τα παραπάνω προλαμβάνεται η διάβρωση της πτερωτής και τα προβλήματα κραδασμών που θα δημιουργούσε η μεγάλη ταχύτητα περιστροφής που αναπτύσσεται από τον ανεμιστήρα.
- δ)** Τις αυτόματες βαλβίδες καταθλίψεως του αδρανούς αερίου στο δίκτυο καταστρώματος προς τις δεξαμενές.

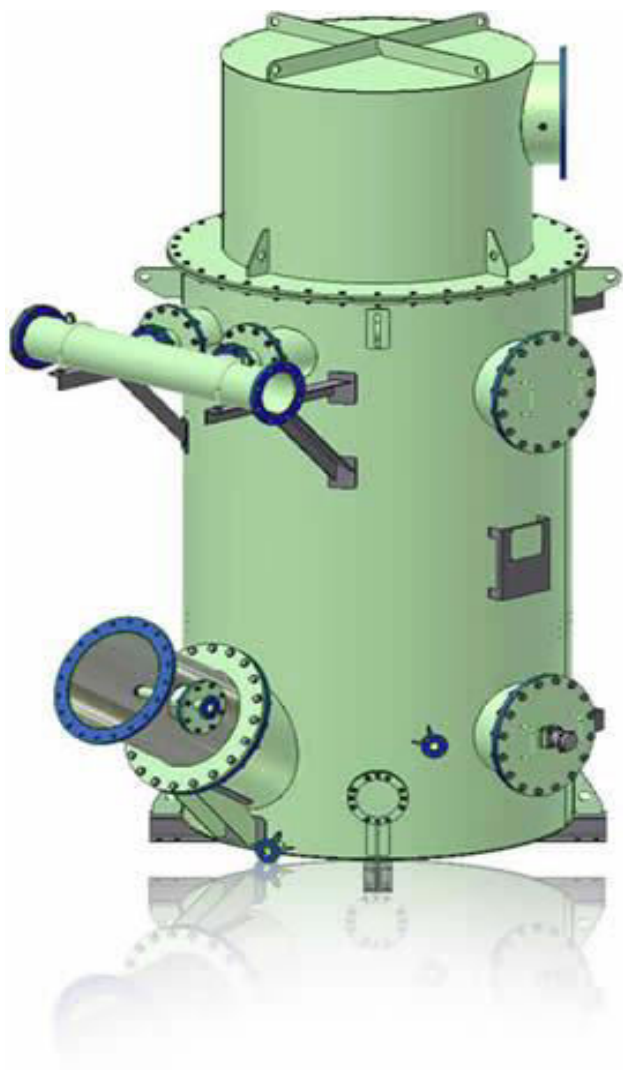
Σύστημα αδρανούς αερίου με καυσαέρια λεβήτων

- ε) Τον μετρητή περιεκτικότητας οξυγόνου στο αέριο (**OXYGEN ANALYZER**).
- στ) Την ενδιάμεση δεξαμενή νερού του καταστρώματος (**DECK SEAL**), που εξασφαλίζει τη ροή του αδρανούς αερίου προς τις δεξαμενές αποτρέποντας την επιστροφή του ή την διέλευση επικινδύνων αερίων του φορτίου όταν διακοπεί η λειτουργία των ανεμιστήρων.
- ζ) Τη βαλβίδα για προστασία ανωμάτων μεταβολών πιέσεως (**P/V BREAKER**), που τοποθετείται στον κύριο αγωγό του αδρανούς αερίου και προστατεύει τις δεξαμενές από ανώμαλες μεταβολές στην πίεση και στην υποπίεση σε περίπτωση διακοπής της παραγωγής αδρανούς αερίου κατά την εκφόρτωση ή την αύξηση της πιέσεως κατά τη φόρτωση.
- η) Τον πίνακα ελέγχου, που διαθέτει τους διακόπτες ελέγχου λειτουργίας του συστήματος και τους μηχανισμούς προειδοποιήσεως ανωμαλίας κατά τη λειτουργία (**ALARMS**) με τις ανάλογες ενδεικτικές λυχνίες.
- θ) Την αντλία παροχής θαλάσσης στον πύργο πλύσεως και καθαρισμού καυσαερίων.

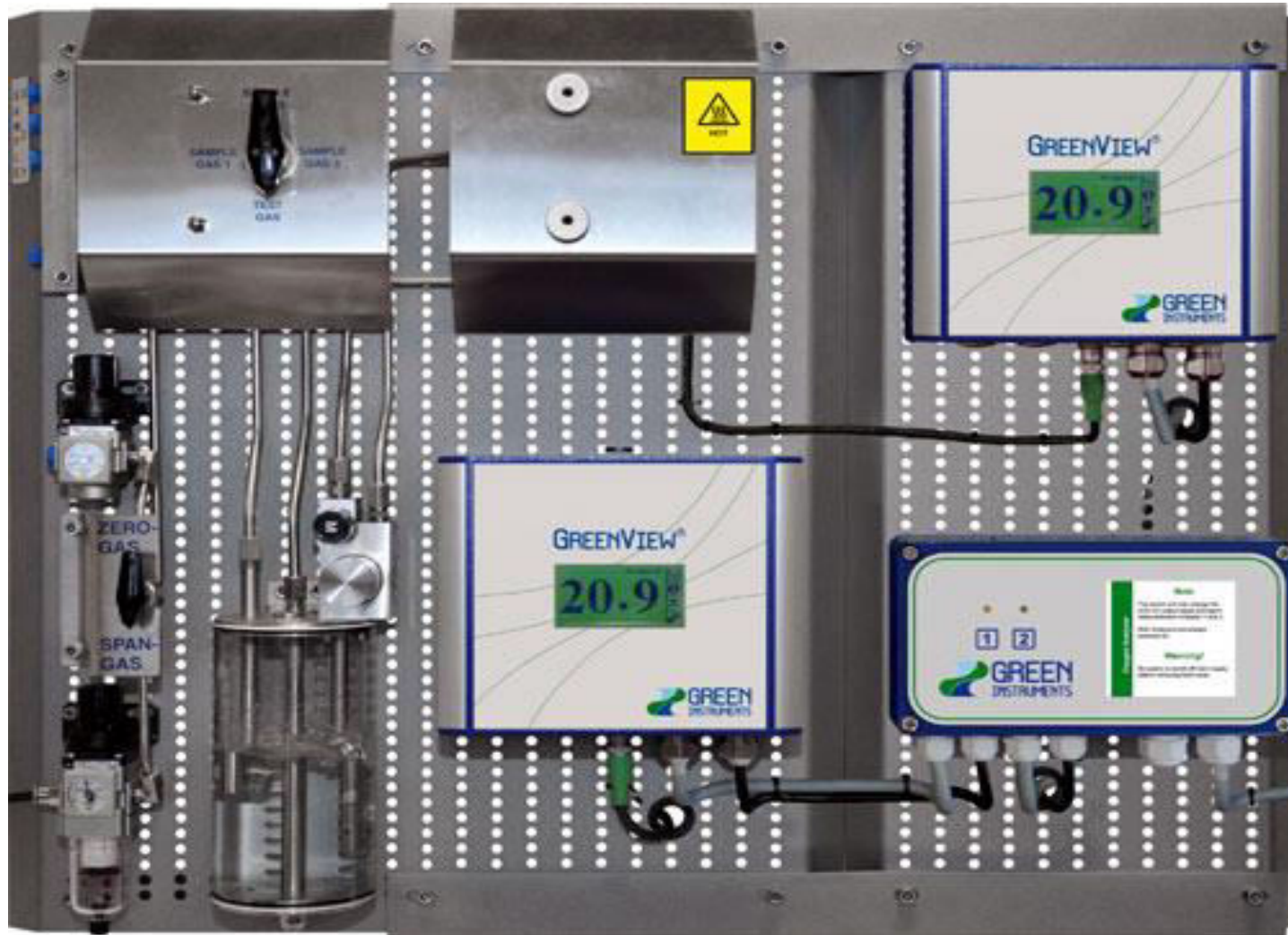
Σύστημα αδρανούς αερίου με καυσαέρια λεβήτων



Σύστημα αδρανούς αερίου με καυσαέρια λεβήτων



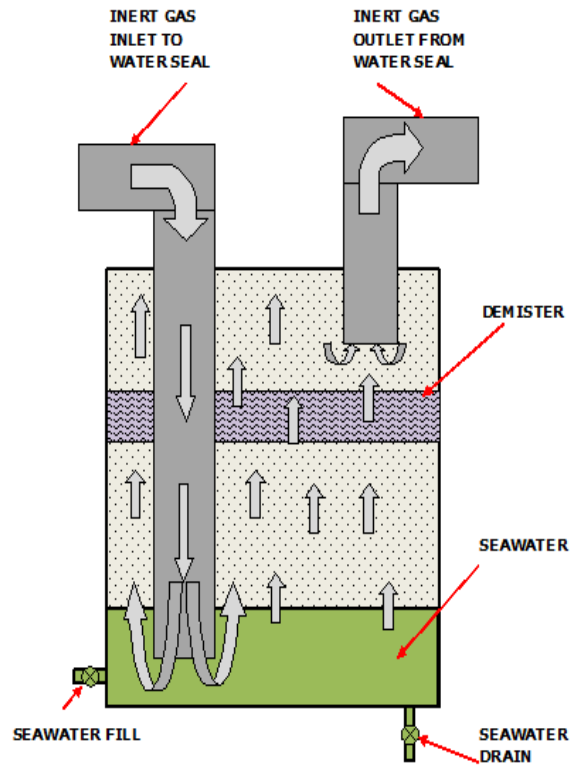
Σύστημα αδρανούς αερίου με καυσάερια λεβήτων



Σύστημα αδρανούς αερίου με καυσαέρια λεβήτων



Σύστημα αδρανούς αερίου με καυσαέρια λεβήτων



INERT GAS WATER SEAL UNIT



Σύστημα αδρανούς αερίου με καυσαέρια λεβήτων

MAST RISER



Σύστημα αδρανούς αερίου με καυσαέρια λεβήτων

MAST RISER



Σύστημα αδρανούς αερίου με καυσαέρια λεβήτων

Inert gas deck main



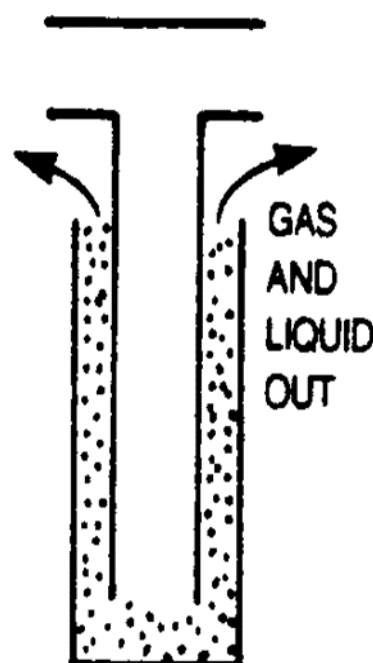
(a)

Atmospheric pressure



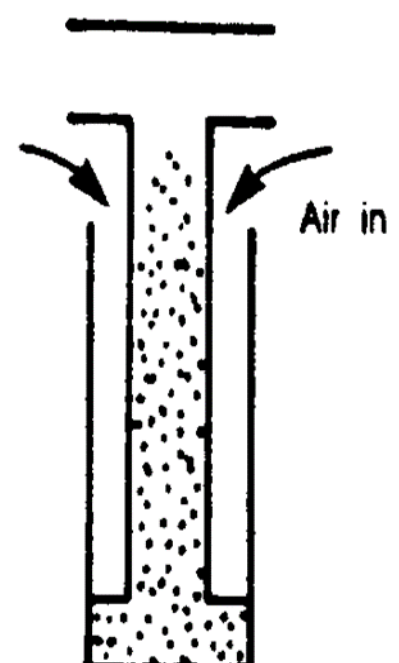
(b)

Operating condition
(e.g. 1000mm w.g.)



(c)

Pressure relief
(e.g. 1600mm w.g.)



(d)

Vacuum relief
(e.g. -400mm w.g.)

Σύστημα αδρανούς αερίου με καυσαέρια λεβήτων

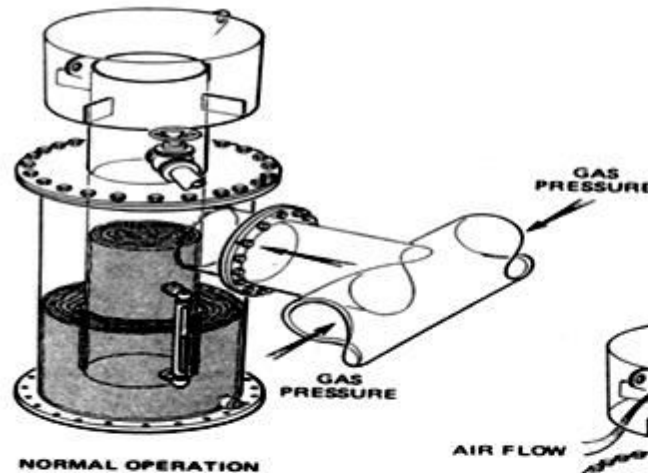


Σύστημα αδρανούς αερίου με καυσαέρια λεβήτων



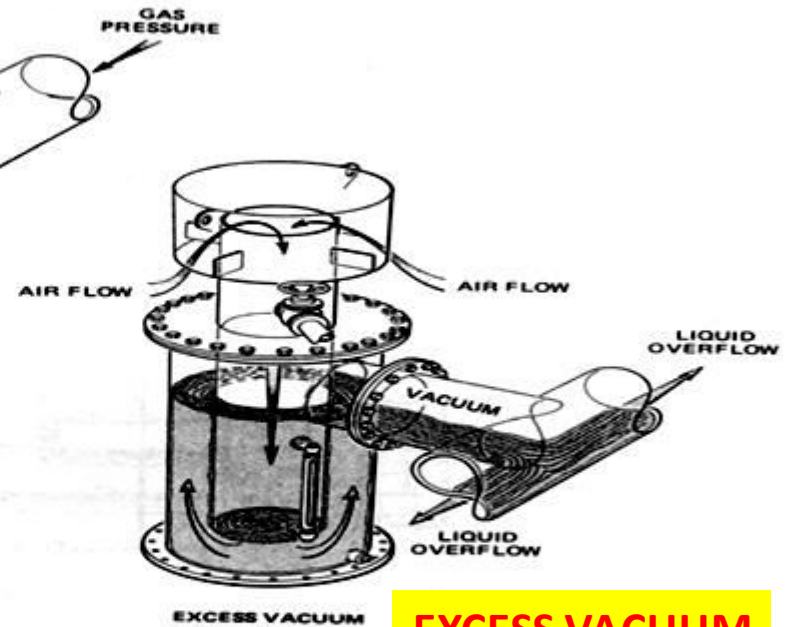
P V BREAKER

Σύστημα αδρανούς αερίου με καυσαέρια λεβήτων



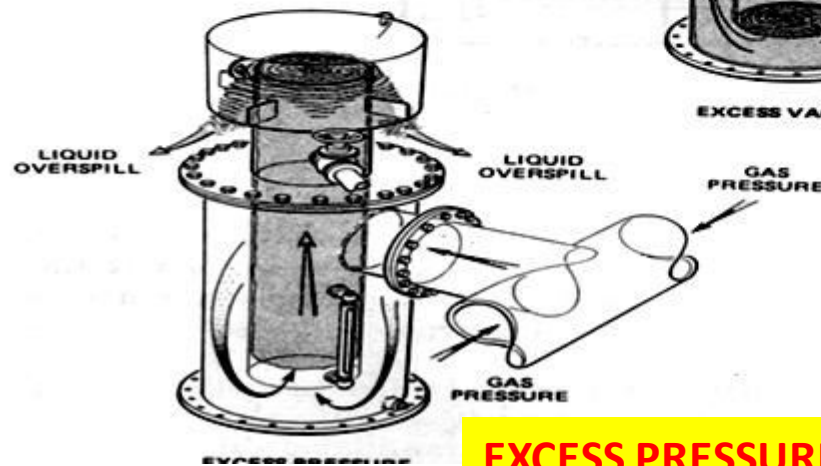
NORMAL OPERATION

NORMAL OPERATION



EXCESS VACUUM

EXCESS VACUUM



EXCESS PRESSURE

EXCESS PRESSURE

Πως λειτουργεί το σύστημα

Με τη λειτουργία του συστήματος, τα καυσαέρια από τον λέβητα εισέρχονται στον πύργο (**scrubber**). Ο πύργος αποτελείται από τον οχετό εισαγωγής του καυσαερίου, το δοχείο (**water seal**) που σχηματίζεται μέσα στον πύργο και περιέχει θάλασσα, τα ακροφύσια ψεκασμού θάλασσας, τα φίλτρα καθαρισμού και κατακρατήσεως σωματιδίων και υγρασίας, ενώ στο τέλος καταλήγει σε έναν οχετό απο τον οποίο εξέρχεται το αδρανές αέριο. Με την είσοδο του αερίου μέσω δοχείου νερού (**water seal**), και καθώς αυτό διέρχεται από τον πύργο, το διοξείδιο του θείου μειώνεται με τη συνεχή παροχή θαλασσινού νερού, που ψεκάζεται από τα ακροφύσια. Η περιεκτικότητα στο αέριο του διοξειδίου του θείου μειώνεται σε μικρότερη του 10%, ενώ την ίδια στιγμή το αέριο ψύχεται από το θαλασσινό νερό φτάνοντας σε θερμοκρασία τους 60-70°C. Στη συνέχεια, διέρχεται από φίλτρα πολυπροπυλενίου (**demisters**), που συγκρατούν την υγρασία. Τα συγκεντρωμένα υγρά των φίλτρων επιστρέφουν στον πυθμένα του πύργου καθαρισμού, απ' όπου απομακρύνονται συνεχώς με κατάλληλη διάταξη υπερχειλίσεως.

Πως λειτουργεί το σύστημα

Στην εξαγωγή του αδρανούς αερίου η θερμοκρασία του φτάνει τους 5°C πάνω από τη θερμοκρασία του θαλασσινού νερού που το περιβάλλει. Σε συνέχεια του πύργου πιθανόν να υπάρχει και διάταξη σωλήνα τύπου **Venturi** με σκοπό την περαιτέρω απομάκρυνση της υγρασίας από το αδρανές αέριο.

Η σύνθεση του αδρανούς αερίου στην εξαγωγή του πύργου (**scrubber**) είναι 13% CO₂, 4% O₂, το υπόλοιπο άζωτο (N) και ατμοί νερού.

Μικρότερες τιμές στην περιεκτικότητα οξυγόνου στο αδρανές αέριο επιτυγχάνονται με τον έλεγχο της καύσεως που πραγματοποιείται στον λέβητα και μπορεί να φτάσει το 3,5% O₂.

Χαμηλότερες τιμές στην περιεκτικότητα του οξυγόνου οφείλονται σε μείωση του αέρα και ατελή καύση του πετρελαίου στον λέβητα, αλλά έτσι δημιουργούνται επικαθίσεις άκαυστου πετρελαίου στις επιφάνειες της εστίας του λέβητα και ανωμαλίες κατά τη λειτουργία του.

Στη συνέχεια, το αδρανές αέριο μέσω των ανεμιστήρων καταθλίβεται στον αγωγό, που οδηγεί στο κατάστρωμα.

Η παροχή των ανεμιστήρων είναι τόση, ώστε η πίεση μέσα στις δεξαμενές να είναι ανώτερη της ατμοσφαιρικής, με μέγιστη από 1250 έως 1500 mm H₂O.

Πως λειτουργεί το σύστημα

Το αδρανές αέριο, στη διαδρομή προς το δίκτυο του καταστρώματος, διέρχεται από τη δεξαμενή νερού (**deck seal**), που εμποδίζει την επιστροφή ευφλέκτων αερίων από τους χώρους των δεξαμενών φορτίου στους ανεμιστήρες. Η δεξαμενή αυτή, σε πλοία που ταξιδεύουν σε περιοχές με χαμηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος, εφοδιάζεται με δίκτυο προθερμάνσεως, εξασφαλίζοντας την ροή του αερίου μέσω της δεξαμενής νερού και κατ' επέκταση την ομαλή λειτουργία του συστήματος. Οι σερπαντίνες (στοιχεία σωλήνων) του δικτύου προθερμάνσεως διαρρέονται με ατμό.

Σε δείγμα από το καθαρό αδρανές αέριο που παράγεται, πραγματοποιείται συνεχής έλεγχος για την περιεκτικότητά του σε O₂. Όταν αυτό υπερβεί τα όρια που τίθενται στη ρυθμιστική διάταξη αναλύσεως αερίου (**oxygen analyser**), οδηγείται μέσω τριόδου βαλβίδας στην ατμόσφαιρα. Έτσι προλαμβάνεται η μόλυνση του αερίου, που παρέχεται στις δεξαμενές από αέριο με υψηλή περιεκτικότητα σε O₂. Όταν πληρούνται οι επιθυμητές τιμές, η τρίοδος βαλβίδα οδηγεί ξανά το αέριο στη δεξαμενή νερού και στη συνέχεια μέσω του κύριου αγωγού παροχής αδρανούς αερίου, στις δεξαμενές.

Πως λειτουργεί το σύστημα

Το σύστημα αδρανούς αερίου λειτουργεί συνεχώς κατά την εκφόρτωση του πλοίου για την πλήρωση των δεξαμενών, διατηρώντας την πίεσή τους σε επιθυμητά επίπεδα, ανεξάρτητα από τον ρυθμό εκφορτώσεως. Κατά την φόρτωση, οι δεξαμενές είναι συνήθως υπό πίεση και γεμάτες με αδρανές αέριο. Με την εισαγωγή του φορτίου η πίεση του αερίου αυξάνεται και διατηρείται στα επιθυμητά επίπεδα, με την εκτόνωση του αερίου στην ατμόσφαιρα ή μέσω δικτύου αερίων σε εγκαταστάσεις υποδοχής στην ξηρά. Η εκτόνωση πραγματοποιείται μέσω βαλβίδων, που είναι εγκατεστημένες στις δεξαμενές π.χ. τύπου **lota valves**, οι οποίες κλείνονται μετά το πέρας της φορτώσεως.

Η τιμή της πίεσεως του αερίου διατηρείται μετά τη φόρτωση είτε με την παροχή νέας ποσότητας αδρανούς αερίου, είτε με εξαγωγή, διότι οι μεταβολές στη θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του ταξιδιού έχουν ως αποτέλεσμα την πτώση ή την αύξηση της πιέσεως του στις δεξαμενές. Τα επιθυμητά επίπεδα διατηρήσεως της πίεσεως κυμαίνονται από 250 έως 750mmH₂O (1 mm H₂O = 0,073556 mm Hg = 9,80665 Pa). Γι' αυτό, σε περίπτωση μείωσης νέα ποσότητα συμπληρώνεται, ενώ όταν αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας σε θερμά κλίματα, η εκτόνωση πραγματοποιείται μέσω βαλβίδων στην ατμόσφαιρα.

Ανεξάρτητη γεννήτρια αδρανούς αερίου (Inert Gas Generator)

Στα Δ/Ξ , όταν οι λέβητες έχουν βοηθητικό χαρακτήρα, όπως στα χημικά Δ/Ξ , όπου οι αντλίες φορτίου κινούνται με υδραυλικό σύστημα ή για την πλήρωση δεξαμενών χωρίς τη χρήση των καυσαερίων του λέβητα όταν προβλέπεται από τον κατασκευαστή, η παραγωγή αδρανούς αερίου πραγματοποιείται από ανεξάρτητες γεννήτριες.

Ο σχεδιασμός και η λειτουργική διαδικασία είναι η ίδια με τα συστήματα αδρανούς αερίου που χρησιμοποιούν τα καυσαέρια, τα οποία παράγονται από μεγάλους λέβητες.

Η διαφορά των γεννητριών αδρανούς αερίου είναι ότι η καύση για την παραγωγή του αδρανούς αερίου πραγματοποιείται από ένα ενιαίο σύστημα.

Ανεξάρτητη γεννήτρια αδρανούς αερίου (Inert Gas Generator)

Ο αέρας για την καύση παρέχεται απ' τον ανεμιστήρα δημιουργώντας και την πίεση που οδηγεί το αέριο στις δεξαμενές. Η εισαγωγή του αέρα μαζί με τον καυστήρα πετρελαίου τοποθετούνται στο κέλυφος της μονάδας.

Με τον διασκορπισμό και την καύση παράγονται καυσαέρια, που οδηγούνται προς την έξοδο από τον θάλαμο καύσεως, πλένονται και ταυτόχρονα ψύχονται με ψεκασμό θαλασσινού νερού από ακροφύσια. Η θάλασσα παρέχεται στη μονάδα από ιδιαίτερη αντλία, την αντλία πλύσεως (**scrubber**) και το θαλασσινό νερό εξέρχεται στο τέλος του αγωγού, παρασύροντας τα υπολείμματα καύσεως εκτός πλοίου.

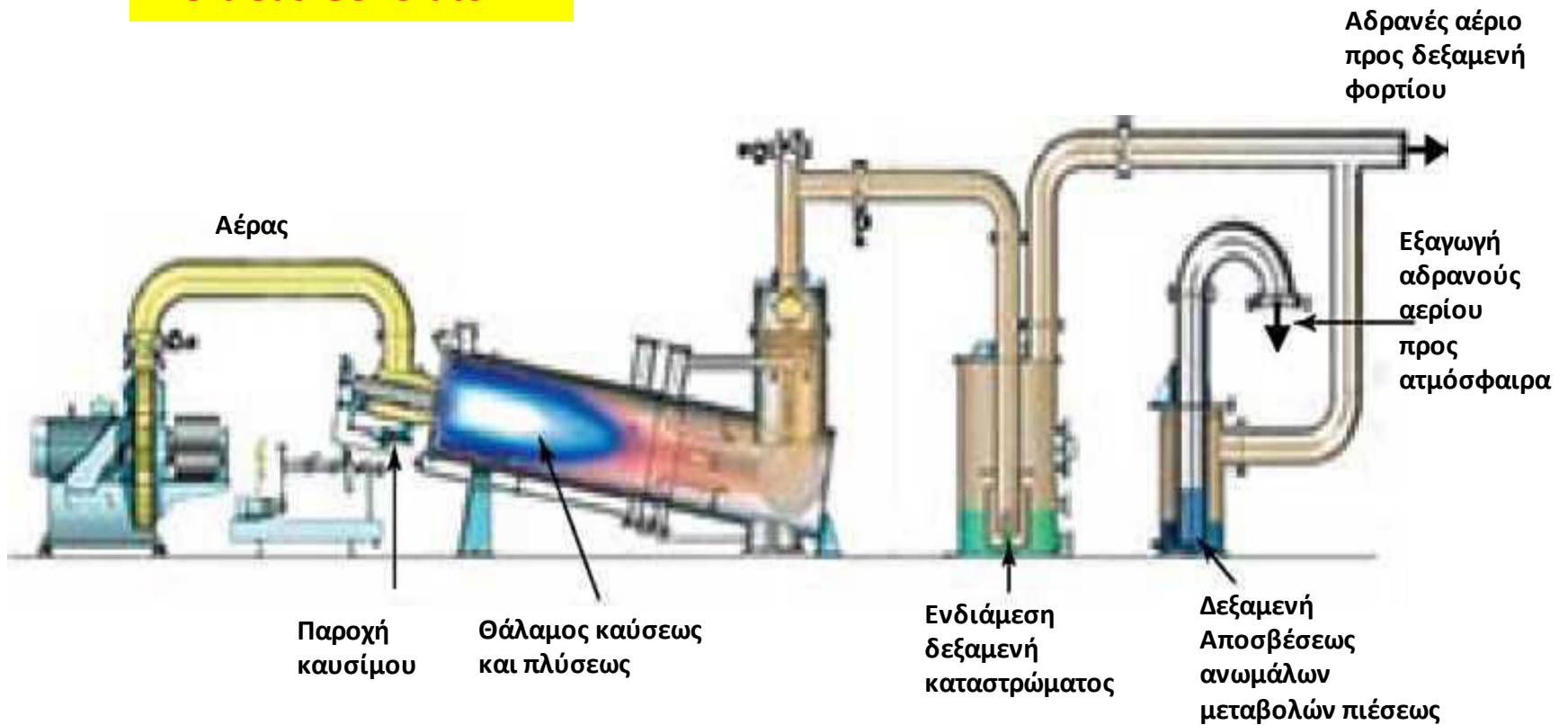
Ανεξάρτητη γεννήτρια αδρανούς αερίου (Inert Gas Generator)

Στις γεννήτριες αδρανούς αερίου το καύσιμο μπορεί να είναι ντήζελ, αργό πετρέλαιο ή φυσικό αέριο, το οποίο ψεκάζεται από καυστήρα στον θάλαμο καύσεως.

Από την εξαγωγή της γεννήτριας το αδρανές αέριο οδηγείται στη δεξαμενή νερού στο κατάστρωμα, που αποτελεί την ασφαλιστική διάταξη ροής του αερίου και στη συνέχεια στους αγωγούς αδρανούς αερίου των δεξαμενών φορτίου.

Ανεξάρτητη γεννήτρια αδρανούς αερίου (Inert Gas Generator)

Inert Gas Generator



Ανεξάρτητη γεννήτρια αδρανούς αερίου (Inert Gas Generator)

Inert Gas Generator



Σύστημα αδρανούς αερίου με παραγωγή αζώτου

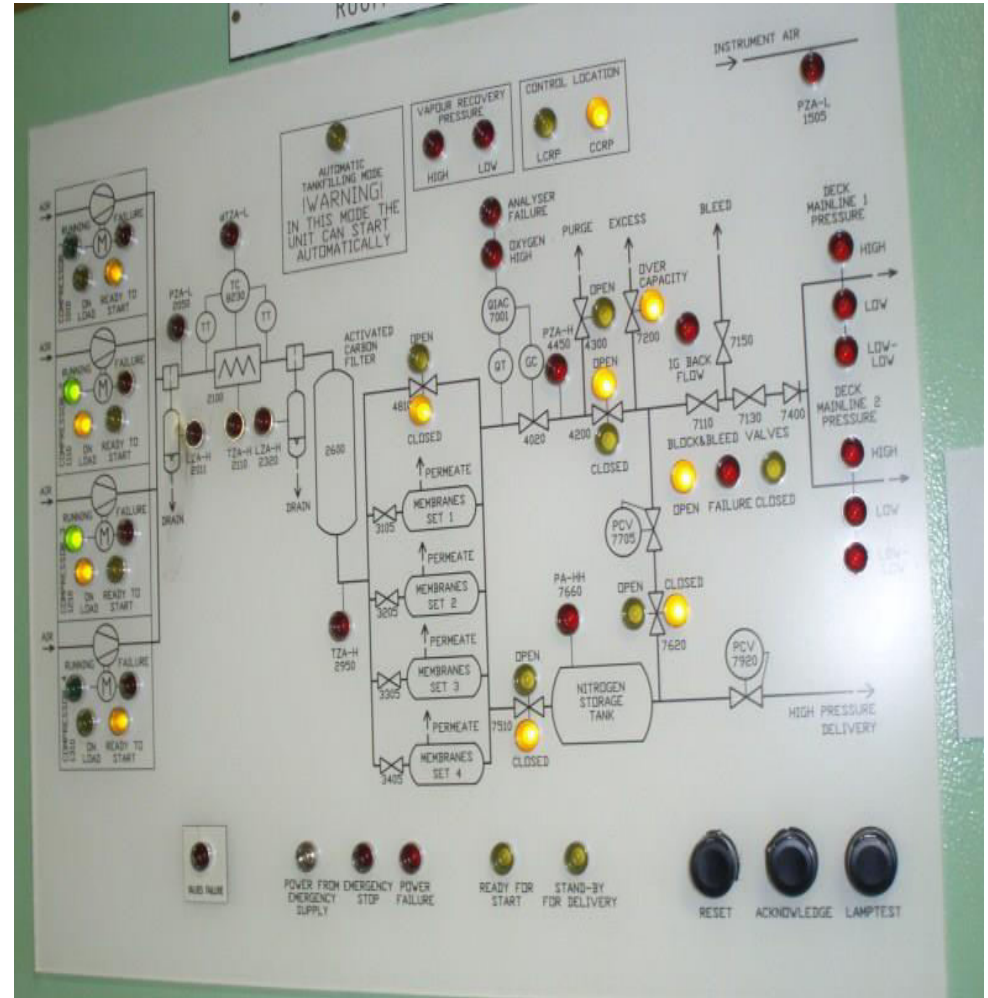
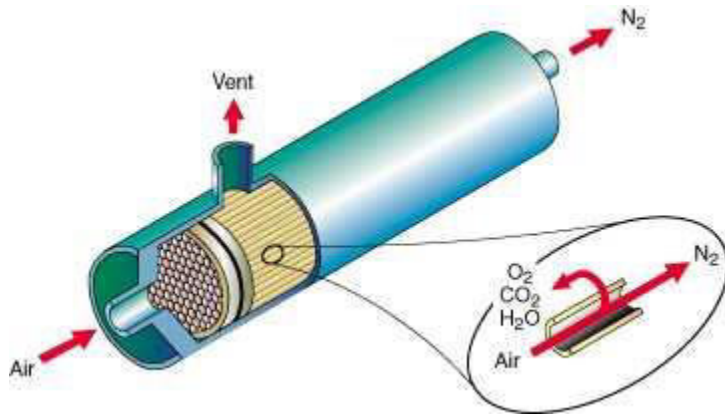
Τα τελευταία χρόνια έχουν αναπτυχθεί συστήματα παραγωγής αζώτου (N_2), που παρέχουν αδρανές αέριο, καθαρό και ελεύθερο από υγρασία. Η απαγωγή της υγρασίας απ' το παραγόμενο αέριο επιτυγχάνεται με την προσθήκη αφυγραντήρων στο σύστημα.

Η παραγωγή του αζώτου πραγματοποιείται μέσα σε συστήματα μεμβράνης, που αποτελούνται από ινώδη πολυμερή.

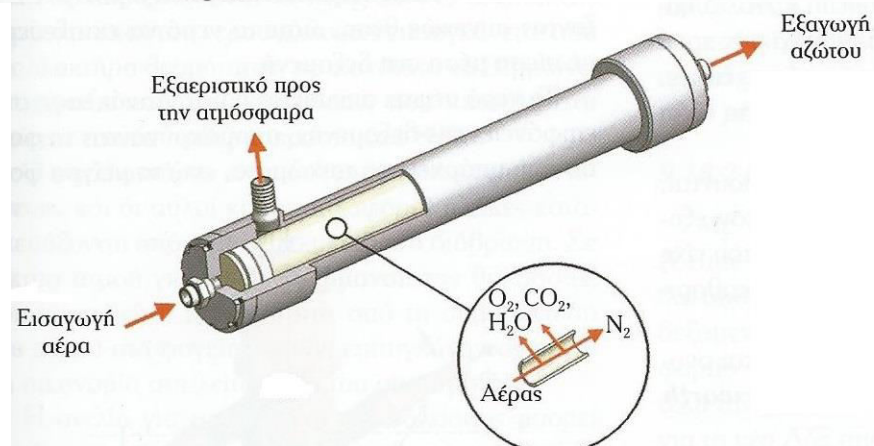
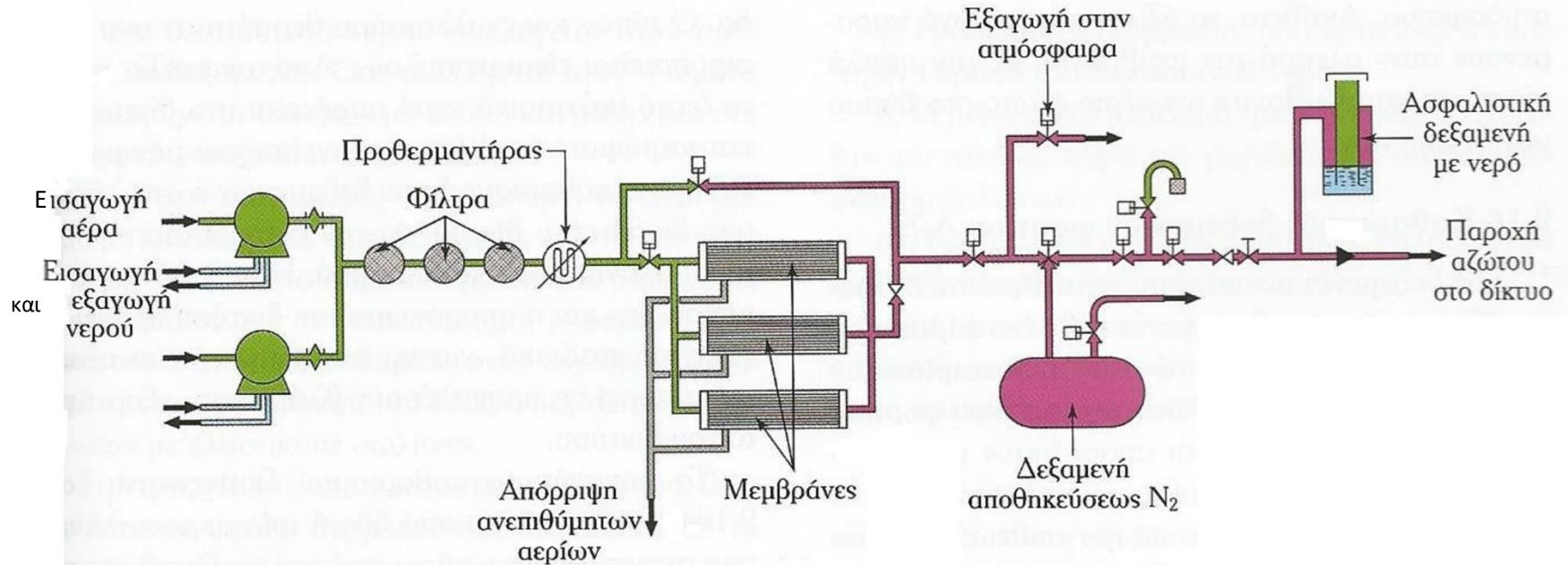
Η λειτουργία του βασίζεται στο δεδομένο ότι ο αέρας αποτελείται από διάφορα συστατικά, καθένα απ' τα οποία διαπερνά τη μεμβράνη με διαφορετικό ρυθμό.

Έτσι, η παραγωγή του αζώτου βασίζεται στη διάχυση του αέρα μέσα από μεμβράνες στη βέλτιστη πίεση και θερμοκρασία. Τότε, συστατικά όπως το οξυγόνο, το διοξείδιο του άνθρακα και οι υδρατμοί διαπερνούν τη μεμβράνη στην πλευρά της χαμηλής πίεσεως και καταθλίβονται μέσω εξαεριστικών με ασφάλεια στην ατμόσφαιρα. Αντίθετα, το άζωτο και το αργό παραμένουν στην πλευρά της μεμβράνης με την υψηλή πίεση και καταθλίβονται ως αέριο άζωτο στο δίκτυο των δεξαμενών.

Σύστημα αδρανούς αερίου με παραγωγή αζώτου



Σύστημα αδρανούς αερίου με παραγωγή αζώτου



Καθαρισμός δεξαμενών φορτίου Δ/Ξ

Στις δεξαμενές των πλοίων, μεταφέρονται διάφορα είδη φορτίων με ιδιαίτερα το κάθε ένα χαρακτηριστικά. Για τη διατήρηση αυτών των χαρακτηριστικών και προς αποφυγή της μόλυνσεως του νέου φορτίου από το προηγούμενο, είναι απαραίτητος ο καθαρισμός των δεξαμενών.

Καθαρισμός επίσης μπορεί να πραγματοποιείται με σκοπό την επιθεώρηση μίας δεξαμενής, τη μεταφορά καθαρότερου φορτίου, την προετοιμασία ενός πλοίου για επισκευή κ.λπ..

Ο καθαρισμός των δεξαμενών είναι δυνατόν να μην χρειάζεται, εάν οι οδηγίες των ναυλωτών είναι τέτοιες, στην περίπτωση που το φορτίο προς φόρτωση είναι συμβατό με το προηγούμενο.

Καθαρισμός δεξαμενών φορτίου Δ/Ξ

Οι μέθοδοι καθαρισμού που ακολουθούνται, εξαρτώνται από τα μέσα που διατίθενται στον εξοπλισμό του πλοίου και το είδος του φορτίου που είχε μεταφερθεί στο προηγούμενο ταξίδι.

Ένας καθαρισμός μπορεί να πραγματοποιηθεί:

- α)** Με θαλασσινό νερό, ζεστό ή κρύο και ονομάζεται καθαρισμός δεξαμενών **Butterworth (Tank Cleaning Butterworth)**.
- β)** Με αργό πετρέλαιο, χρησιμοποιώντας το ίδιο το φορτίο, που ονομάζεται μέθοδος πλύσεως με αργό πετρέλαιο (**Crude Oil Washing - COW**).
- γ)** Με γλυκό νερό (**Flushing**).

Μέθοδος καθαρισμού Butterworth

Το πρώτο σύστημα καθαρισμού δεξαμενών που χρησιμοποιήθηκε ήταν αυτό με τη μέθοδο **Butterworth**.

Το σύστημα αυτό αποτελείται από τα μηχανήματα καθαρισμού, τον θερμαντήρα του θαλασσινού νερού και την αντλία.

Ο καθαρισμός των δεξαμενών πραγματοποιείται μετά την αδρανοποίηση της δεξαμενής και στη συνέχεια τον καλό εξαερισμό τους, αποκλείοντας την πιθανότητα εκρήξεως ή άλλου ατυχήματος.

Μέθοδος καθαρισμού Butterworth

Για την πλύση των δεξαμενών χρησιμοποιείται θάλασσα, η οποία θερμαίνεται στον προθερμαντήρα που συνήθως είναι τοποθετημένος στο αντλιοστάσιο.

Η προθέρμανση της θάλασσας επιτυγχάνεται με ατμό από τον λέβητα, μέσω δικτύου εφοδιασμένου με ρυθμιστική βαλβίδα παροχής ατμού για τη διατήρηση της θερμοκρασίας στα επιθυμητά επίπεδα.

Ο τύπος του εναλλακτήρα θερμότητας που χρησιμοποιείται είναι με αυλούς. Από τον εναλλακτήρα το ζεστό θαλασσινό νερό παρέχεται στο δίκτυο του καταστρώματος απ' όπου οδηγείται στα μόνιμα μηχανήματα καθαρισμού των δεξαμενών ή στις λήψεις που διαθέτει το δίκτυο για την εγκατάσταση φορητών μηχανημάτων καθαρισμού.

Η αύξηση της θερμοκρασίας και η απομόνωση του δικτύου πρέπει να γίνονται σταδιακά, για να αποφεύγονται οι τάσεις που μπορεί να προκαλέσουν βλάβες στα εξαρτήματα του δικτύου.

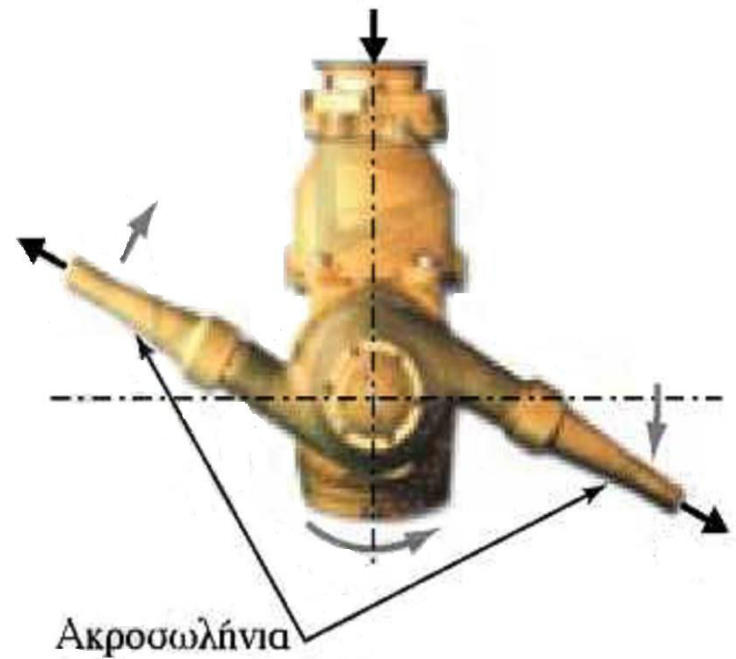
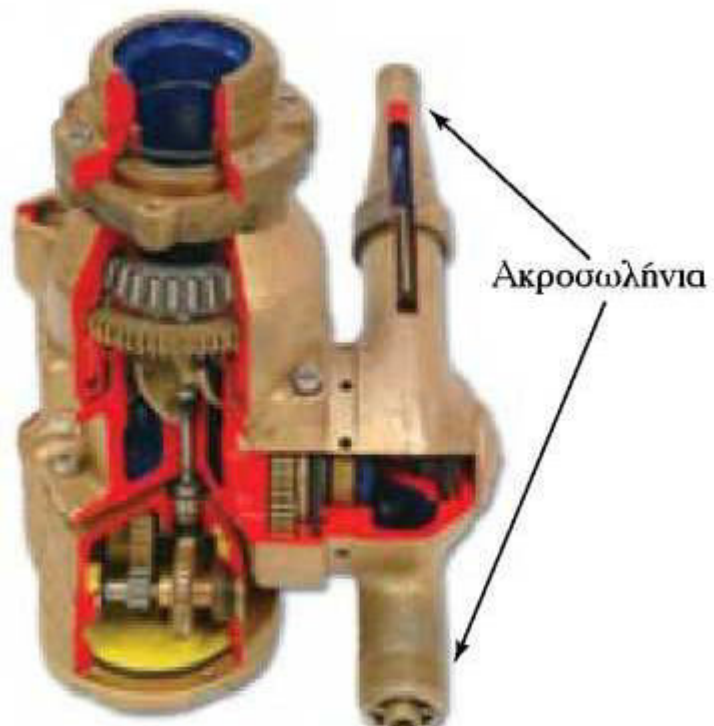
Μέθοδος καθαρισμού Butterworth

Τα μηχανήματα καθαρισμού **Butterworth** αποτελούνται από δύο ή τρία ακροσωλήνια, που περιστρέφονται γύρω από τον οριζόντιο και τον κάθετο άξονα του σώματος του μηχανήματος αλλάζοντας συνεχώς θέση, ώστε το νερό να εκτοξεύεται με πίεση μέσα στη δεξαμενή.

Το νερό πέφτει απευθείας ή με αντανάκλαση στις επιφάνειες της δεξαμενής, απομακρύνοντας το φορτίο που υπάρχει στα τοιχώματα, ενώ το μείγμα φορτίου και θαλασσινού νερού συλλέγεται στον πυθμένα της δεξαμενής.

Ό,τι συλλέγεται στον πυθμένα απομακρύνεται συνεχώς με αντλία και οδηγείται στη δεξαμενή καταλοίπων.

Μέθοδος καθαρισμού Butterworth



Μέθοδος καθαρισμού Butterworth

Τα μηχανήματα καθαρισμού μπορεί να είναι μόνιμα εγκατεστημένα στις δεξαμενές και να συνδέονται με σωλήνα στο δίκτυο παροχής της θάλασσας, που εγκαθίσταται στο κατάστρωμα, ή φορητά, που εισάγονται από ειδική θυρίδα στην κορυφή της δεξαμενής και συνδέονται στο δίκτυο παροχής της θάλασσας με ελαστικούς σωλήνες.

Το νερό, για τον αποτελεσματικό καθαρισμό, θερμαίνεται σε υψηλή θερμοκρασία, που πλησιάζει το σημείο βρασμού και η πίεση που εκτοξεύεται πρέπει είναι υψηλή, φτάνοντας τα 14 kg/cm^2 .

Η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού πλύσεως επιτυγχάνεται από εναλλακτήρα θερμότητας, με ικανότητα να θερμαίνει τη μέγιστη ποσότητα θάλασσας, που καταθλίβεται από την αντλία σε θερμοκρασία έως 89°C .

Μέθοδος καθαρισμού Butterworth

Ο εναλλακτήρας είναι αυλωτού τύπου υψηλής πίεσεως, και οι αυλοί και οι αυλοφόρες πλάκες κατασκευάζονται από ανθεκτικό υλικό στη διάβρωση.

Σε δίκτυα ατμού για την προθέρμανση της θάλασσας, χρησιμοποιείται η θερμότητα από τη συμπύκνωση του ατμού στο ψυγείο υγρών, επιτυγχάνοντας μεγάλη οικονομία στη λειτουργία του συστήματος.

Η αντλία για την παροχή της θάλασσας μπορεί να εξυπηρετεί μόνο το σύστημα καθαρισμού ή εναλλακτικά να χρησιμοποιείται η αντλία πυρκαγιάς. Για την προστασία του συστήματος υπάρχει ρυθμιστής στάθμης υγρού στον θερμαντήρα και ασφαλιστικό στην αντλία Butterworth ή στο δίκτυο, ρυθμισμένο να ανοίγει όταν η πίεση υπερβεί τα $14,7 \text{ kg/cm}^2$.

Μέθοδος καθαρισμού Butterworth

Το μείγμα που συλλέγεται στις δεξαμενές καταλοίπων παραμένει εκεί μέχρι να διαχωρισθεί το νερό από το πετρέλαιο. Το καθαρό νερό αποβάλλεται στη θάλασσα μέσω του συστήματος Ελέγχου Περιεκτικότητας Ελαίου (**Oil Detection Monitor - ODM**), ενώ το υπόλοιπο μείγμα, με τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε πετρέλαιο, παραμένει στις δεξαμενές καταλοίπων του πλοίου και παραδίδεται στις εγκαταστάσεις ξηράς για περαιτέρω επεξεργασία.

Μέθοδος καθαρισμού Butterworth

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου καθαρισμού με τη χρήση θάλασσας είναι:

- α)** Το κόστος, διότι ο χρόνος που απαιτείται για το πλύσιμο κάθε δεξαμενής είναι μεγάλος, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η κατανάλωση καυσίμου.
- β)** Η πιθανότητα ρυπάνσεως του περιβάλλοντος, εφόσον οι ποσότητες νερού που χρησιμοποιούνται είναι μεγάλες.
- γ)** Η αυξημένη διάβρωση, που προκαλεί η εκτεταμένη χρήση του θαλασσινού νερού.
- δ)** Η μείωση της ωφέλιμης μεταφορικής ικανότητας του πλοίου, λόγω της μεγαλύτερης συγκεντρώσεως καταλοίπων.
- ε)** Η κατάθλιψη μεγάλης ποσότητας θάλασσας με τα κατάλοιπα στα διυλιστήρια.
- στ)** Ο μεγάλος χρόνος που απαιτείται στην προετοιμασία των δεξαμενών του πλοίου, για επισκευή ή για οποιαδήποτε εργασία πρέπει να πραγματοποιηθεί.

Μέθοδος καθαρισμού Butterworth

Με την αύξηση του μεγέθους των Δ/Ξ και τους αυστηρούς κανονισμούς που τέθηκαν σε ισχύ για την αντιμετώπιση της ρυπάνσεως του θαλάσσιου περιβάλλοντος, η μέθοδος πλύσεως με τη χρήση θάλασσας περιορίστηκε και αντικαταστάθηκε από την πλύση με αργό πετρέλαιο, που αποτελεί μια βελτιωμένη μέθοδο καθαρισμού.

Η μέθοδος πλύσεως με αργό πετρέλαιο (C.O.W.)

Με τη μέθοδο πλύσεως με αργό πετρέλαιο (**Crude Oil Washing - COW**) δεν χρησιμοποιείται θαλασσινό νερό στα μηχανήματα καθαρισμού της δεξαμενής, αλλά αργό πετρέλαιο, δηλαδή το ίδιο το φορτίο.

Η εφαρμογή της ξεκίνησε στα τέλη της δεκαετίας του '70 και κατέστη υποχρεωτική για τα νέα Δ/Ξ από τη MARPOL το 1978. Στην πλύση με αργό πετρέλαιο, το ίδιο το φορτίο εκτοξεύεται από τα μηχανήματα καθαρισμού στα τοιχώματα της δεξαμενής κατά τη διάρκεια της εκφορτώσεως σταδιακά της επιφάνειες που αποκαλύπτονται.

Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, όσο πετρέλαιο έχει προσκολληθεί στα τοιχώματα να διαλύεται και να παρασύρεται με το υπόλοιπο φορτίο.

Το πετρέλαιο που χρησιμοποιείται ως μέρος του φορτίου καταθλίβεται με αυτό από τις αντλίες εκφορτώσεως, μειώνοντας τα κατάλοιπα και την ανάγκη αποθηκεύσεώς τους σε δεξαμενές.

Η μέθοδος πλύσεως με αργό πετρέλαιο (C.O.W.)

Τα μηχανήματα καθαρισμού αποτελούνται από ακροφύσια με ενσωματωμένο τον μηχανισμό περιστροφής στον μηχανισμό στηρίξεως.

Σε κάθε δεξαμενή υπάρχουν ένα ή δύο μόνιμα εγκατεστημένα, ανάλογα με το μέγεθος και τη διαμόρφωσή της. Αυτά περιστρέφονται με σταδιακή αλλαγή της γωνίας του ακροφυσίου και άρα της δέσμης εκτοξεύσεως προς τον άξονα στηρίξεώς του, ώστε το πετρέλαιο που διέρχεται να πέφτει απευθείας ή με αντανάκλαση σε όλες τις επιφάνειες της δεξαμενής.

Η πλύση κατά την εκφόρτωση ολοκληρώνεται με την χρήση ακροφυσίων που είναι τοποθετημένα στον πυθμένα της δεξαμενής.

Με την ενεργοποίηση των ακροφυσίων αυτών, παρασύρεται το φορτίο που υπάρχει κάτω από τις σερπαντίνες θερμάνσεως του φορτίου, πριν αυτό στερεοποιηθεί ή γίνει τόσο παχύρρευστο, που θα είναι δύσκολο να αντληθεί.

Τα μηχανήματα καθαρισμού αποτελούνται από το κιβώτιο γραναζιών για την περιστροφή, το χειριστήριο ρυθμίσεως της ταχύτητας περιστροφής και τον ρυθμιστή της γωνίας εκτοξεύσεως του υγρού, που βρίσκονται στο κατάστρωμα, ακριβώς πάνω από το ακροφύσιο, το οποίο βρίσκεται στη δεξαμενή.

Ο μηχανισμός μαζί με τον σωλήνα (κανονάκι) απ' τον οποίο διέρχεται το φορτίο για την πλύση αποτελούν ένα ενιαίο σύστημα.

Το μηχάνημα πλύσεως καθώς περιστρέφεται, ταυτόχρονα κατεβαίνει από τις 45° έως τις 120°, ώστε το αργό πετρέλαιο διαδοχικά να εκτοξεύεται σε όλη την επιφάνεια της δεξαμενής.

Η μέθοδος πλύσεως με αργό πετρέλαιο (C.O.W.)

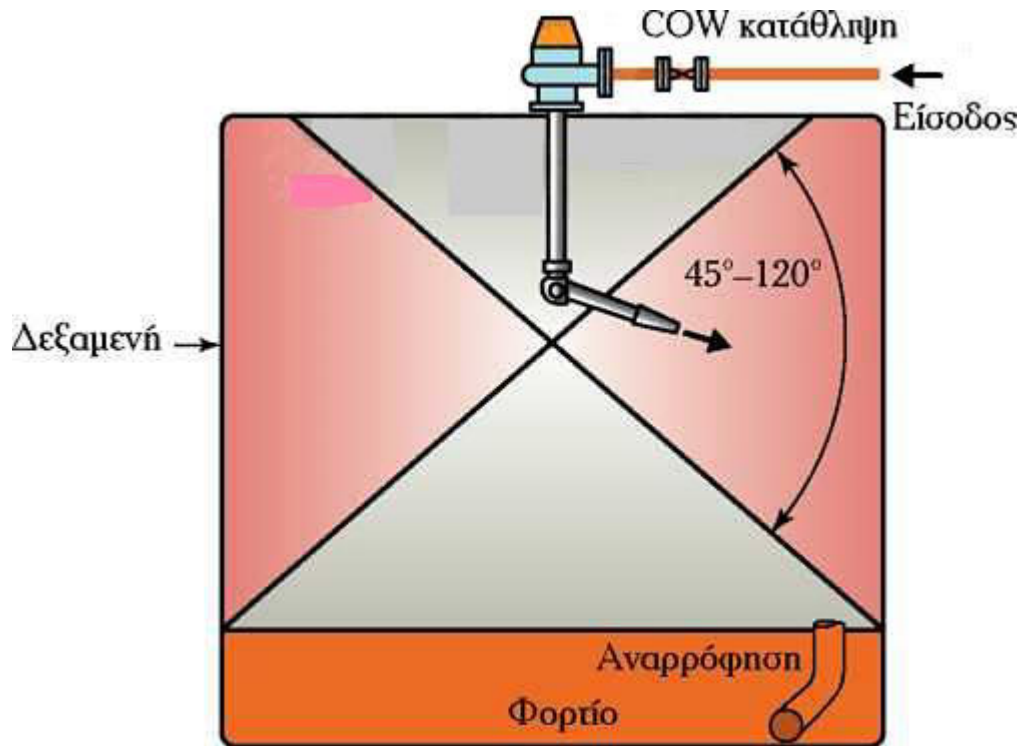
Το υλικό κατασκευής του μηχανισμού πλύσεως είναι ανθεκτικό στη διάβρωση και συνήθως είναι από κράμα χαλκού ή αλουμινίου χαλκού, ενώ η στεγανοποίηση των μερών τους επιτυγχάνεται με συνθετικούς δακτυλίους.

Η περιστροφή των ακροφυσίων εκτοξεύσεως προς όλες τις κατευθύνσεις πραγματοποιείται από σύστημα γραναζιών, ενώ για τη λειτουργία τους πρέπει να υπάρχει πίεση στο δίκτυο παροχής του πετρελαίου στον μηχανισμό.

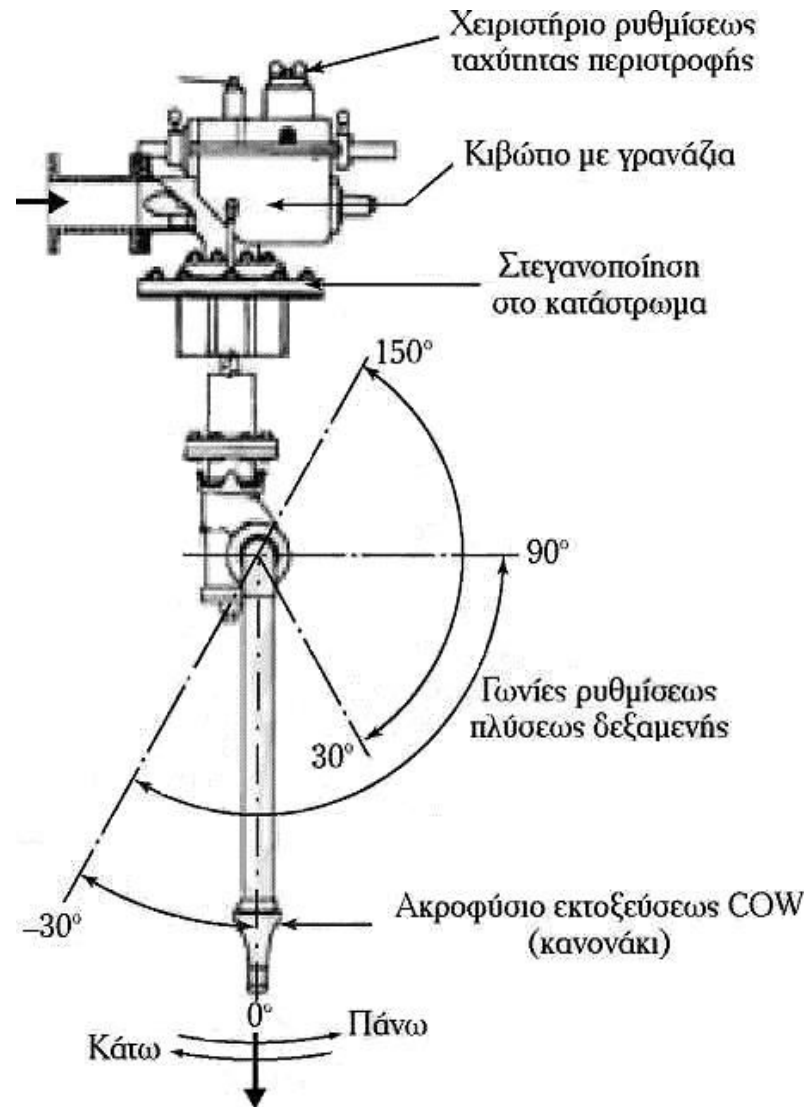
Η παροχή του πετρελαίου για το πλύσιμο γίνεται μέσω μόνιμου δικτύου υψηλής πιέσεως, που λειτουργεί παράλληλα με το κύριο δίκτυο εκφορτώσεως και είναι εγκατεστημένο στο κατάστρωμα του πλοίου.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η λειτουργία του συστήματος αδρανούς αερίου είναι απαραίτητη κατά τη διαδικασία καθαρισμού της δεξαμενής και η χρήση θαλασσινού νερού γίνεται μετά την ολοκλήρωση του καθαρισμού με πετρέλαιο στην προετοιμασία για επισκευή ή όταν το επόμενο φορτίο έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά.

Η μέθοδος πλύσεως με αργό πετρέλαιο (C.O.W.)



Η μέθοδος πλύσεως με αργό πετρέλαιο (C.O.W.)



Η μέθοδος πλύσεως με αργό πετρέλαιο (C.O.W.)



Η μέθοδος πλύσεως με αργό πετρέλαιο (C.O.W.)

Στο πλύσιμο των δεξαμενών φορτίου με τη μέθοδο **COW**, δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μείγματα του αργού πετρελαίου και νερού, διότι η εκτόξευση του μείγματος από τα μηχανήματα πλύσεως (κανονάκια) παράγει ηλεκτρικά φορτισμένη ομίχλη, με ηλεκτρικό δυναμικό σημαντικά μεγαλύτερο (και κίνδυνο δημιουργίας ηλεκτρικών εκκενώσεων) από εκείνον που παράγεται από την εκτόξευση απαλλαγμένου από νερό αργού πετρελαίου (**dry crude oil**).

Η χρήση του **dry crude oil** είναι σημαντική, γι' αυτό πριν ξεκινήσει η πλύση, πρέπει από κάθε δεξαμενή που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί ως πηγή του αργού πετρελαίου για το πλύσιμο να απομακρυνθεί το νερό που τυχόν έχει συγκεντρωθεί στον πυθμένα της κατά τη διάρκεια του ταξιδιού. Η απομάκρυνση ενός στρώματος φορτίου τουλάχιστον ένα μέτρο σε βάθος είναι αναγκαία για τον σκοπό αυτόν.

Η παραγωγή ηλεκτρικά φορτισμένης ομίχλης είναι ο ίδιος λόγος που εάν για το πλύσιμο της δεξαμενής χρησιμοποιηθεί πετρέλαιο από τη δεξαμενή καταλοίπων, θα πρέπει πρώτα από τη δεξαμενή καταλοίπων να απομακρυνθεί το νερό ή το μείγμα πετρελαίου και νερού που περιέχεται και στη συνέχεια να ξαναγεμιστεί με απαλλαγμένο από υγρασία αργό πετρέλαιο.

Η μέθοδος πλύσεως με αργό πετρέλαιο (C.O.W.)

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου **COW** είναι:

- α)** Η μείωση της πιθανότητας ρυπάνσεως, εφόσον κατά τη διάρκεια της πλύσεως το δίκτυο δεν έρχεται σε επαφή με θαλασσινό νερό.
- β)** Η μείωση στη συσσώρευση ποσότητας φορτίου, που είναι αδύνατον να αντληθεί (unrumped) στον πυθμένα των δεξαμενών.
- γ)** Η μείωση του χρόνου και του κόστους καθαρισμού της δεξαμενής στην προετοιμασία για την επόμενη φόρτωση, διότι το πετρέλαιο διαλύει και απομακρύνει πιο εύκολα τα ασφαλικά υπολείμματα και τη λάσπη του φορτίου.
- δ)** Η μείωση του χρόνου καθαρισμού της δεξαμενής στην προετοιμασία για επισκευή ή επιθεώρηση.
- ε)** Η μείωση της ποσότητας μεταφοράς καταλοίπων.
- στ)** Η μείωση της διαβρώσεως στις δεξαμενές, στα συστήματα προθερμάνσεως του φορτίου και εκφορτώσεως, εφόσον δεν χρησιμοποιείται θαλασσινό νερό.

Η μέθοδος πλύσεως με αργό πετρέλαιο (C.O.W.)

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου **COW** είναι:

- α)** Η αύξηση του χρόνου εκφορτώσεως.
- β)** Το κόστος κατασκευής του δικτύου.
- γ)** Η ανάγκη μεγαλύτερου αριθμού πληρώματος κατά τη διάρκεια της εκφορτώσεως.
- δ)** Η αύξηση στο κόστος της συντηρήσεως, εφόσον χρησιμοποιούνται περισσότερα μηχανήματα.

Μέθοδος καθαρισμού με γλυκό νερό

Το πλύσιμο με γλυκό νερό (**Flushing**) γίνεται με χρήση χημικών διαλυτικών ή με πετρελαϊκά προϊόντα, με τα οποία καθαρίζεται ο πυθμένας των δεξαμενών απ' τα υπολείμματα του προηγούμενου φορτίου, το οποίο είναι διαφορετικό αλλά συμβατό με φορτίο που πρόκειται να φορτώσει το πλοίο.

Αυτού του είδους ο καθαρισμός των δεξαμενών πραγματοποιείται κατόπιν οδηγιών που λαμβάνει ο Πλοίαρχος από τον πλοιοκτήτη ή το διαχειριστικό γραφείο και γίνεται ανάλογα με το πλοίο, τον σκοπό του καθαρισμού, το είδος του φορτίου και τα χαρακτηριστικά του.

Εξαερισμός δεξαμενών

Πριν την είσοδο μελών του πληρώματος για την πραγματοποίηση εργασιών ή για τον περαιτέρω καθαρισμό των δεξαμενών, είναι απαραίτητος ο εξαερισμός τους.

Λόγω της περιεκτικότητας ευφλέκτων αερίων των δεξαμενών από τα υπολείμματα φορτίου ο εξαερισμός πρέπει να πραγματοποιείται με ασφάλεια, διότι ισχύουν οι ίδιες συνθήκες αναφλεξιμότητας με την αδρανοποίηση.

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για τον εξαερισμό μιας δεξαμενής εξαρτάται από τα συστήματα που διαθέτει το πλοίο και την περιεκτικότητα σε αδρανές αέριο, το οποίο πρέπει να απομακρυνθεί.

Εξαερισμός δεξαμενών

Μία μέθοδος εξαερισμού είναι με την εγκατάσταση φορητών ανεμιστήρων σε ανοίγματα των δεξαμενών στο κατάστρωμα, που λειτουργούν με θαλασσινό νερό από την αντλία πυροσβέσεως.

Η άλλη μέθοδος είναι με τους ανεμιστήρες του συστήματος αδρανούς αερίου, όταν απομονωθεί η αναρρόφηση από τον πύργο καθαρισμού κλείνοντας το κατάλληλο επιστόμιο και ανοίγοντας το επιστόμιο αναρροφήσεως του ατμοσφαιρικού αέρα.

Εξαερισμός δεξαμενών

Η παροχή του αέρα στις δεξαμενές πραγματοποιείται μέσω των αγωγών αδρανούς αερίου στο κατάστρωμα του πλοίου και ο εξαερισμός επιτυγχάνεται:

α) Με αρραίωση τον μείγματος στον χώρο της δεξαμενής

Με αυτόν τον τρόπο έκτοξεύοντας αέρα μέσα στη δεξαμενή δημιουργούνται ρεύματα και η εξαγωγή πραγματοποιείται από τα ανοίγματα στην κορυφή της δεξαμενής.

β) Με μετατόπιση του αερίου μείγματος της δεξαμενής

Τότε ο αέρας εισέρχεται με χαμηλή ταχύτητα μέσα στη δεξαμενή και μετατοπίζει το αέριο που εξέρχεται από τον σωλήνα φορτώσεως στον πυθμένα της δεξαμενής. Η πλήρωση της δεξαμενής γίνεται από επάνω προς τα κάτω παρέχοντας πλήρη έλεγχο των λειτουργιών κατά τον εξαερισμό.

Εξαερισμός δεξαμενών

Ο όρος purging σημαίνει την εισαγωγή του **αδρανές αερίου** σε μια δεξαμενή φορτίου με σκοπό τη μείωση της περιεκτικότητας σε υδρογονάνθρακες και / ή την περαιτέρω μείωση της περιεκτικότητας σε οξυγόνο.

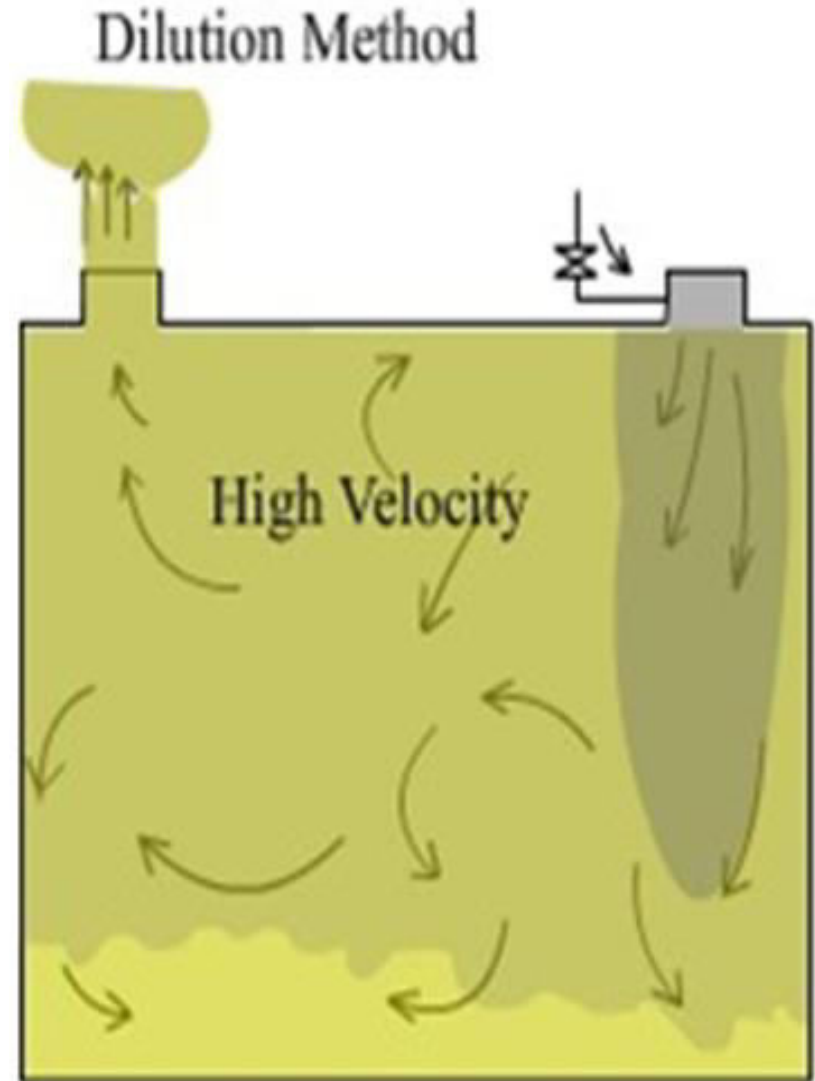
Purging γίνεται με τη μέθοδο **αραίωσης (dilution)** ή τη μέθοδο **μετατόπισης (displacement)**.

Εξαερισμός δεξαμενών

Μέθοδος Αραίωσης (Dilution)

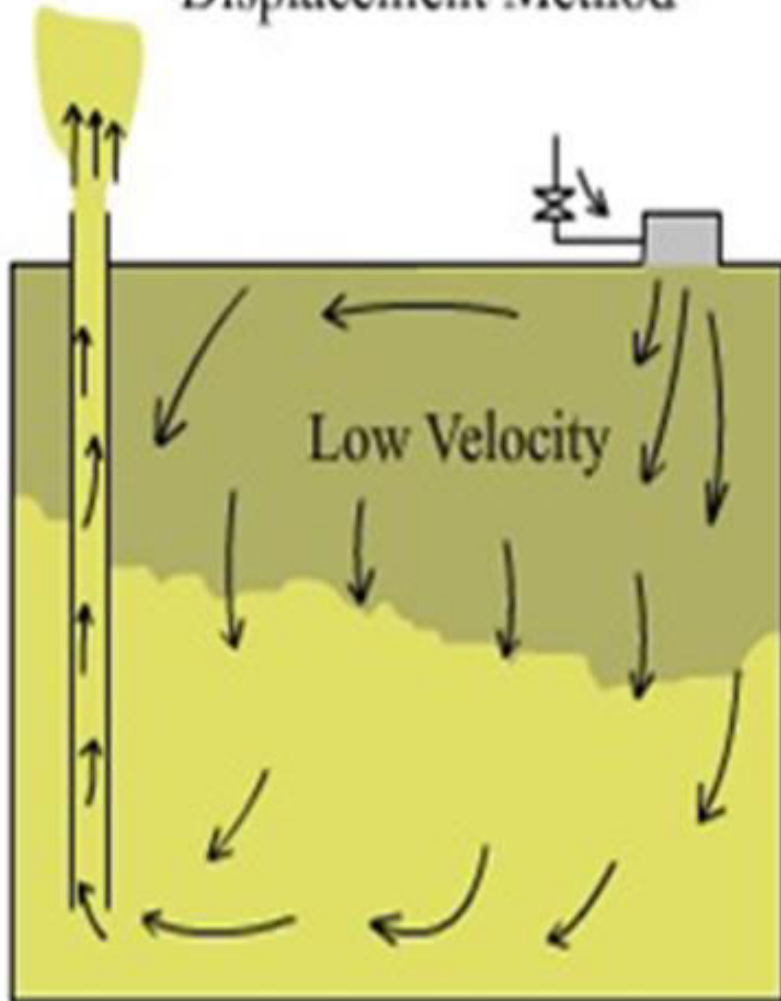
σημαίνει αναγκαστική ανάμειξη με ψεκασμό υψηλής ταχύτητας του αδρανές αερίου ή αέρας.

Σε ένα σκάφος που δεν είναι εφοδιασμένο με σωλήνα purge στις δεξαμενές φορτίου, η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται. Στην περίπτωση αυτή, η ατμόσφαιρα της δεξαμενής αραιώνεται με αδρανές αέριο ή αέρας, τα οποία εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα.



Εξαερισμός δεξαμενών

Displacement Method



Μέθοδος Μετατόπισης (Displacement)

Την αλλαγή της ατμόσφαιρας της δεξαμενής χρησιμοποιώντας διάφορες πυκνότητες αδρανές αερίου, υδρογονανθράκων και φρέσκο αέρα. Σε σκάφος εξοπλισμένος με σωλήνα surge στις δεξαμενές φορτίου, η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται.

Στην περίπτωση αυτή, η παροχή αδρανές αέριο διατηρείται σε χαμηλή ταχύτητα για να αποτρεψεί την ανάμειξη των αερίων στην δεξαμενή φορτίου.

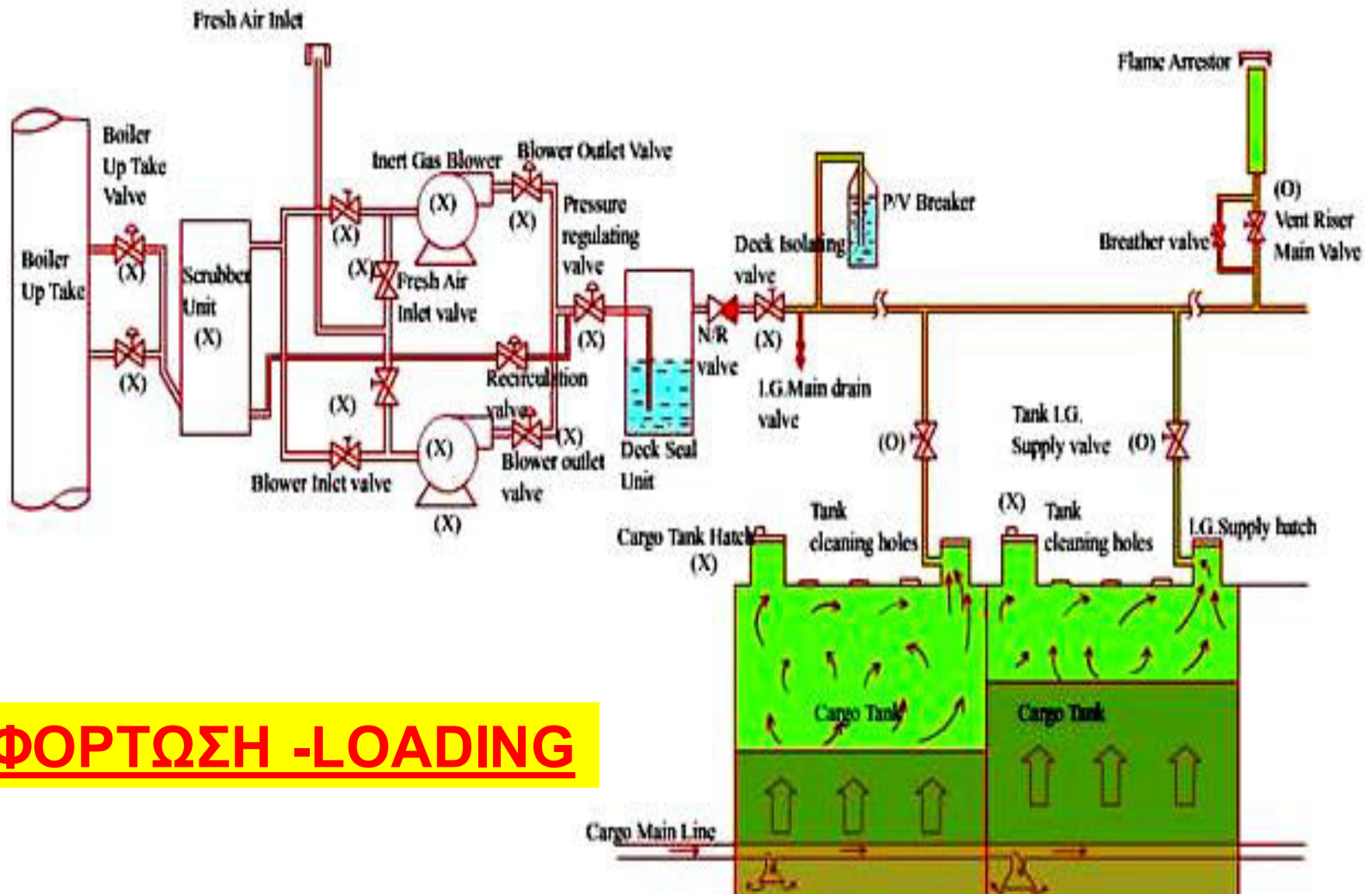
Τα αέρια εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα μέσω της σωλήνας. Η ατμόσφαιρα της δεξαμενής μετατοπίζεται απο αδρανές αέριο.

Εξαερισμός δεξαμενών

Τα πλεονεκτήματα μιας κεντρικής μονάδας εξαερώσεως, με μεγάλη ικανότητα παροχής αέρα, όπως αυτή των ανεμιστήρων του συστήματος αδρανούς αερίου, είναι ότι:

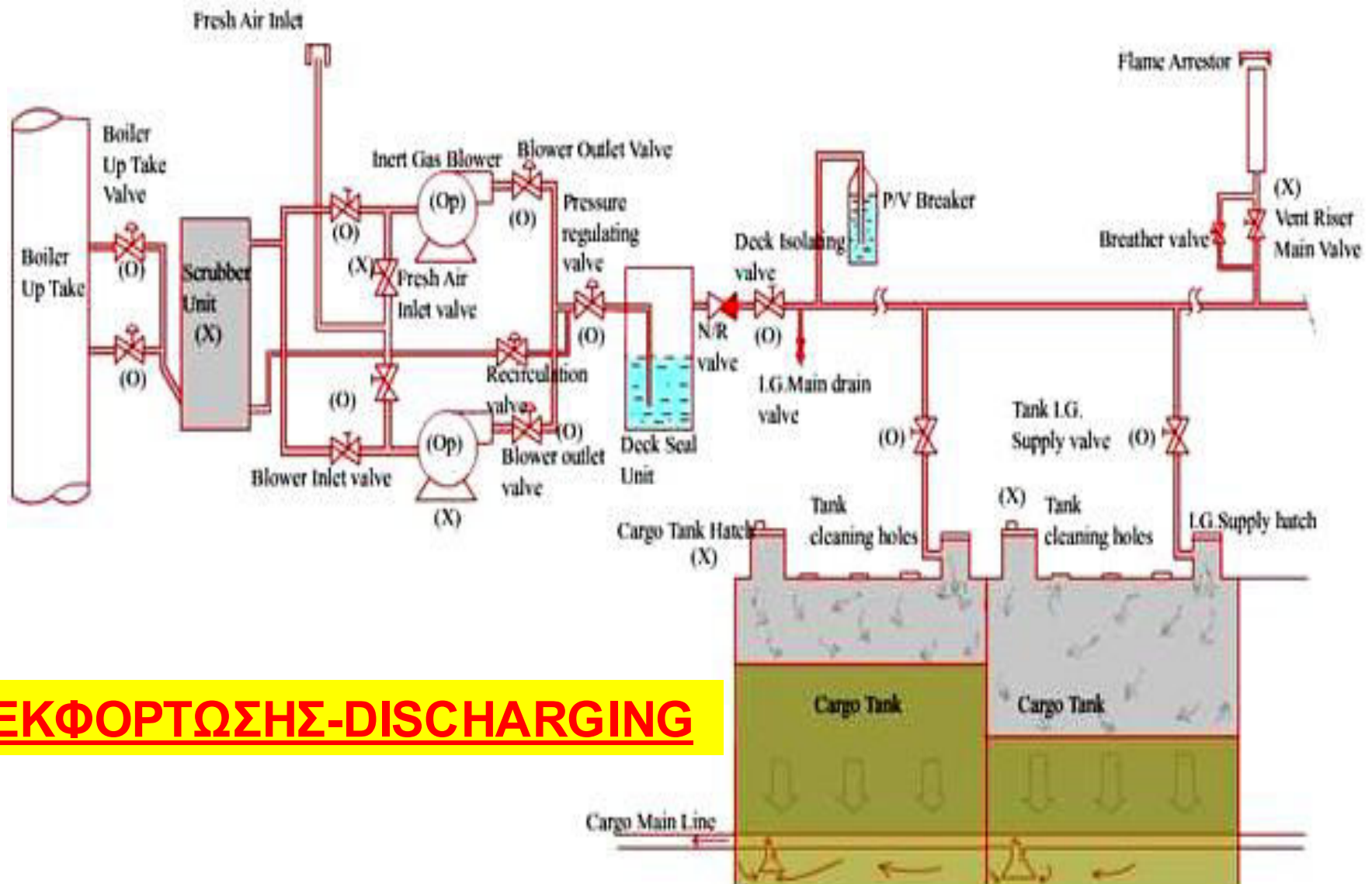
- α)** Ρυθμίζεται εύκολα και ο αερισμός πραγματοποιείται γρήγορα και με ασφάλεια.
- β)** Το σύστημα μπορεί και ελέγχεται από έναν χειριστή.
- γ)** Δεν απαιτείται η μεταφορά και η εγκατάσταση μηχανημάτων με μεγάλο βάρος.
- δ)** Έχουν χαμηλό κόστος, διότι χρησιμοποιούνται οι εγκαταστάσεις και τα υπάρχοντα δίκτυα του πλοίου.

Πως λειτουργεί ένα σύστημα αδρανές αερίου ανάλογα με τις λειτουργίες του δεξαμενόπλοιου



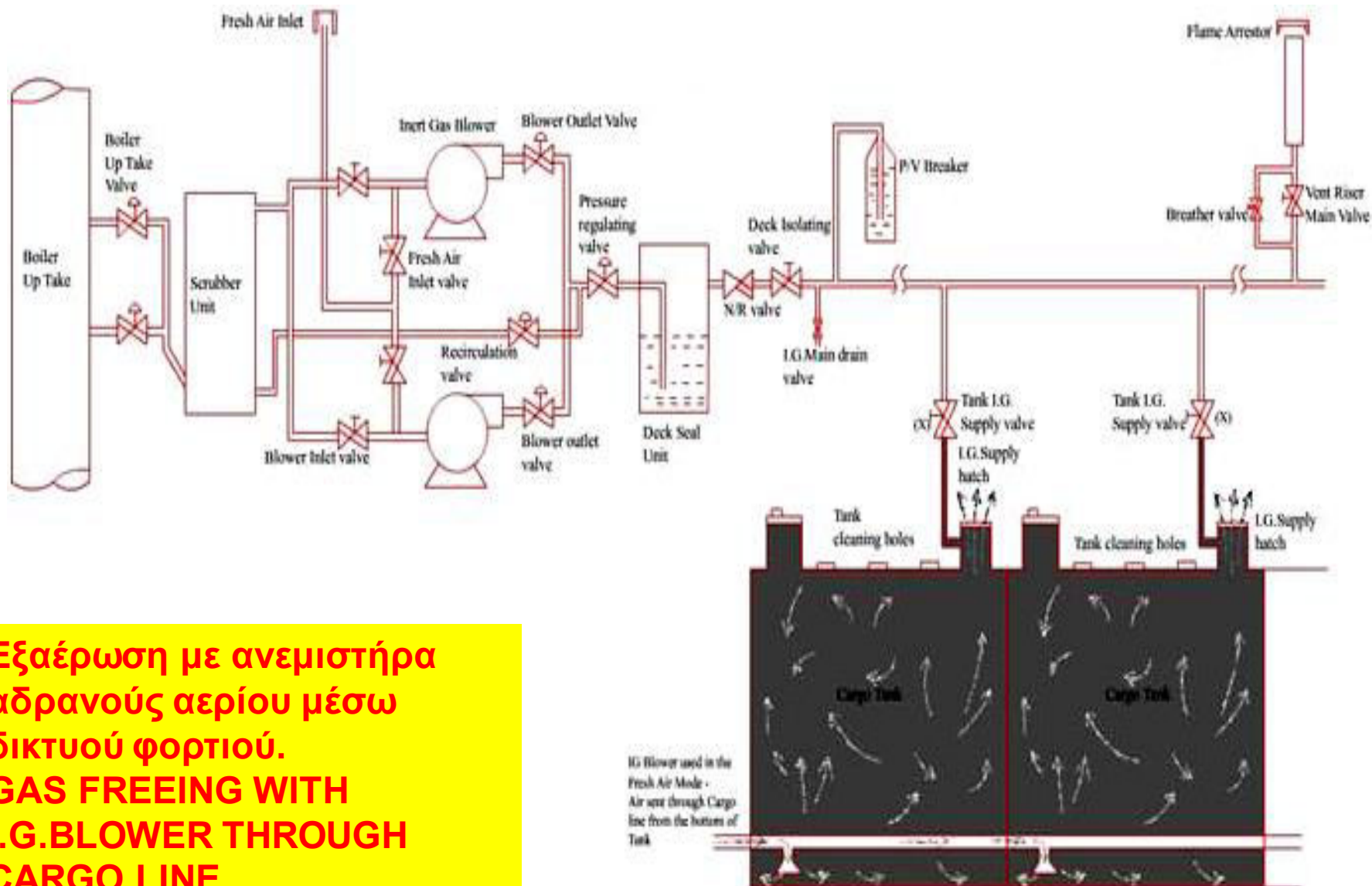
ΦΟΡΤΩΣΗ -LOADING

Πως λειτουργεί ένα σύστημα αδρανές αερίου ανάλογα με τις λειτουργίες του δεξαμενόπλοιου



ΕΚΦΟΡΤΩΣΗΣ-DISCHARGING

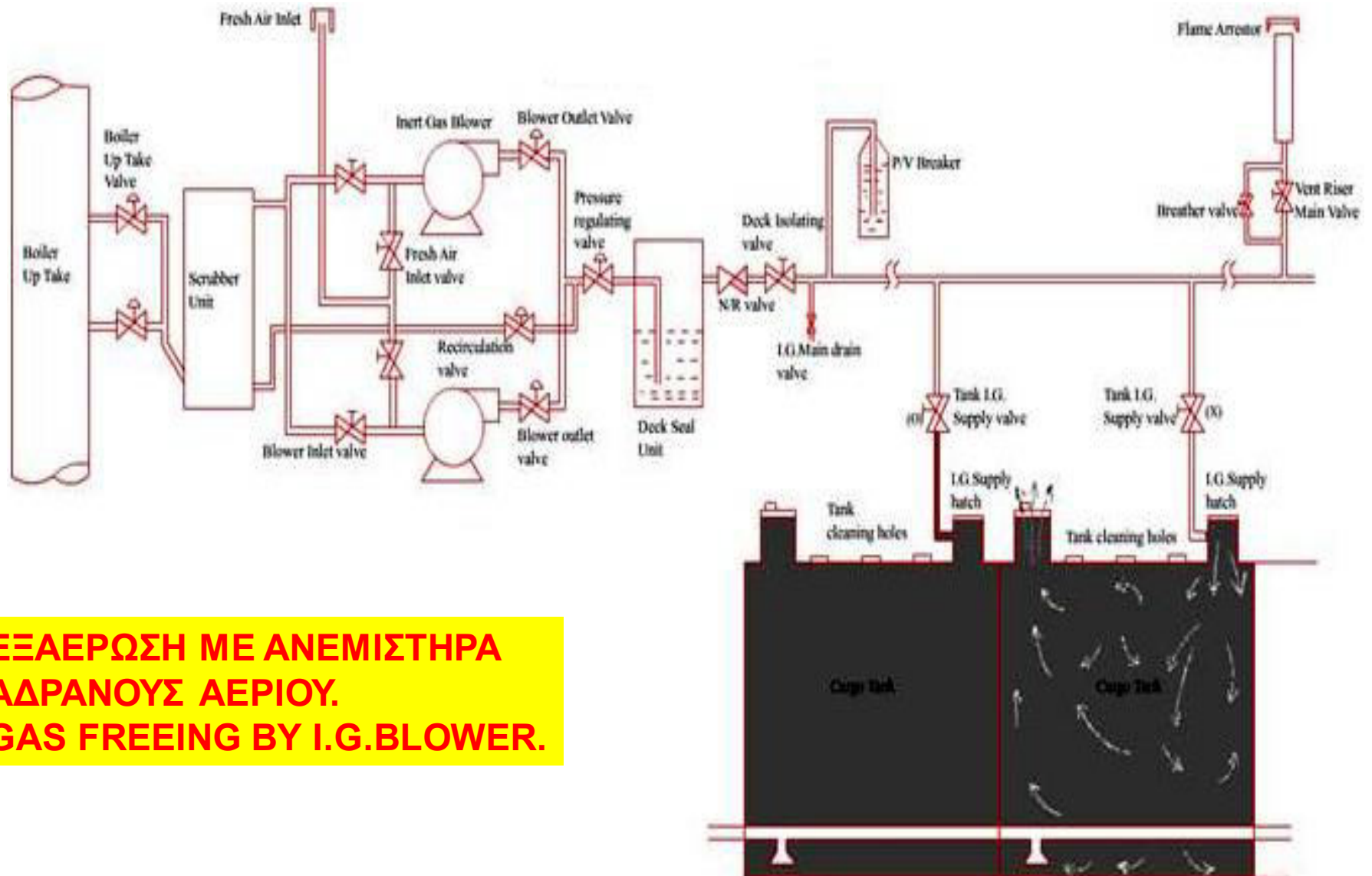
Πως λειτουργεί ένα σύστημα αδρανές αερίου ανάλογα με τις λειτουργίες του δεξαμενόπλοιου



**Εξαέρωση με ανεμιστήρα
αδρανούς αερίου μέσω
δικτύου φορτιού.
GAS FREEING WITH
I.G.BLOWER THROUGH
CARGO LINE.**

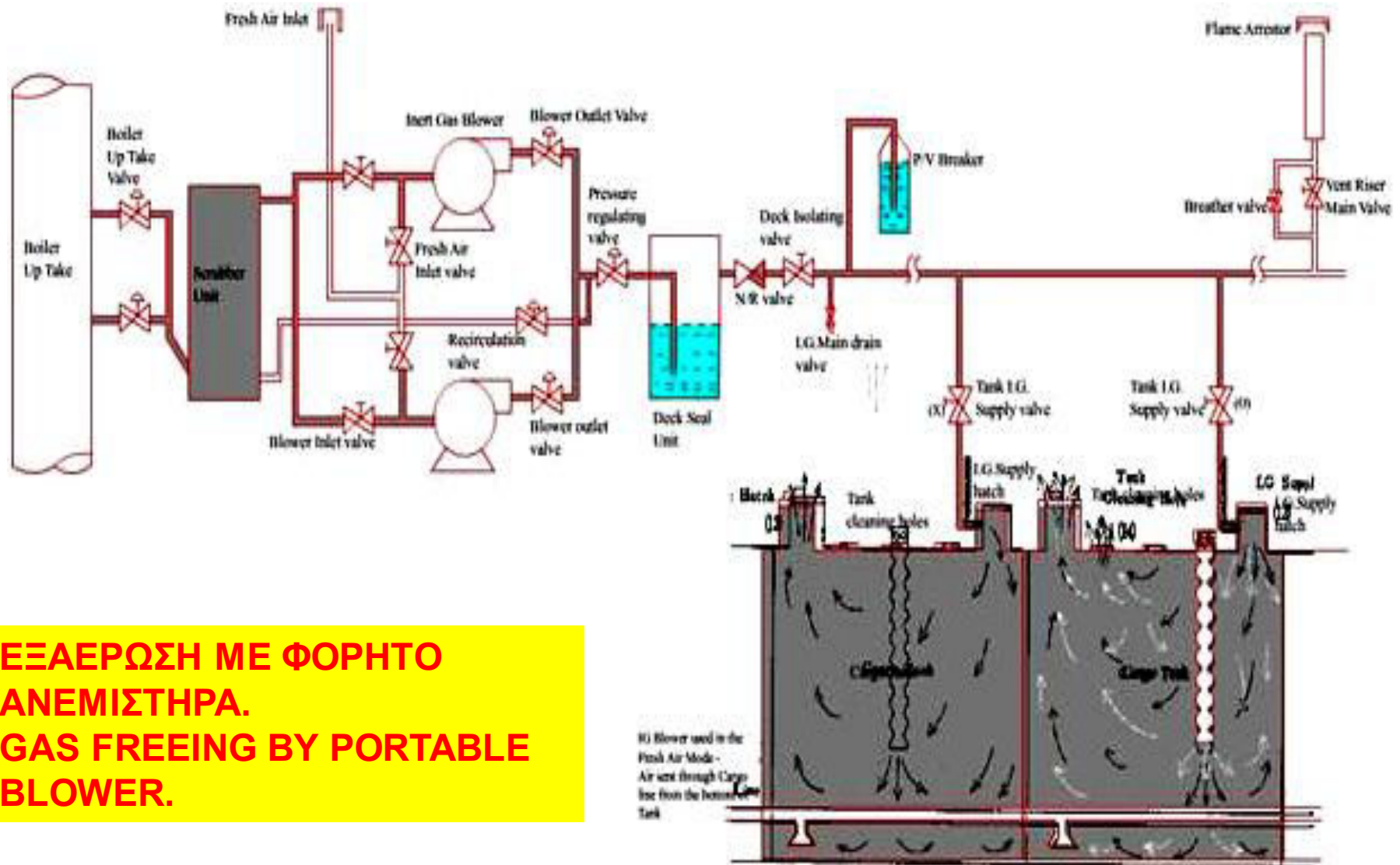
I.G Blower used in the
Fresh Air Mode -
Air sent through Cargo
Line from the bottom of
Tank

Πως λειτουργεί ένα σύστημα αδρανές αερίου ανάλογα με τις λειτουργίες του δεξαμενόπλοιου



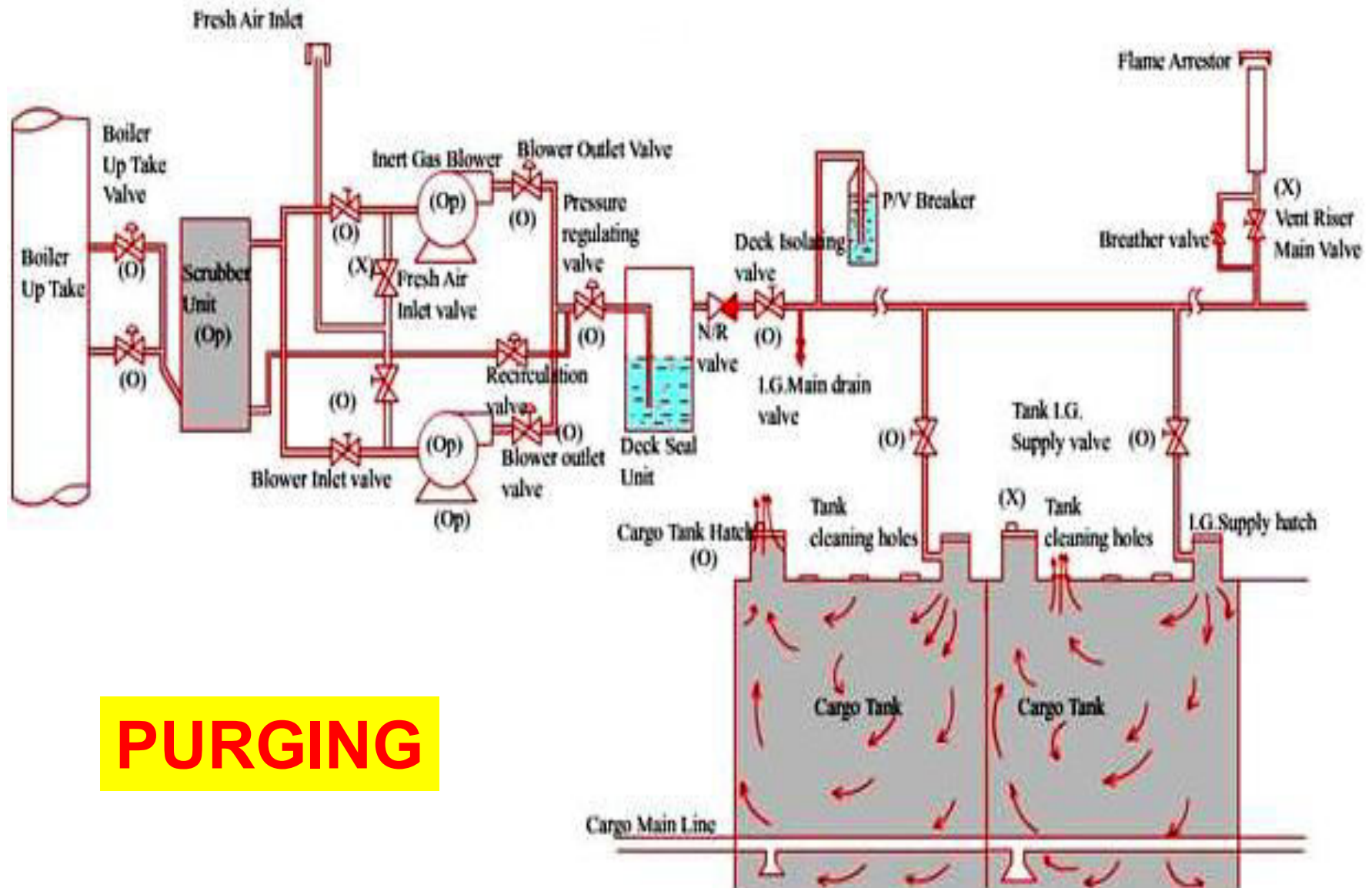
**ΕΞΑΕΡΩΣΗ ΜΕ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ
ΑΔΡΑΝΟΥΣ ΑΕΡΙΟΥ.
GAS FREEING BY I.G.BLOWER.**

Πως λειτουργεί ένα σύστημα αδρανές αερίου ανάλογα με τις λειτουργίες του δεξαμενόπλοιου



**ΕΞΑΕΡΩΣΗ ΜΕ ΦΟΡΗΤΟ
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑ.
GAS FREEING BY PORTABLE
BLOWER.**

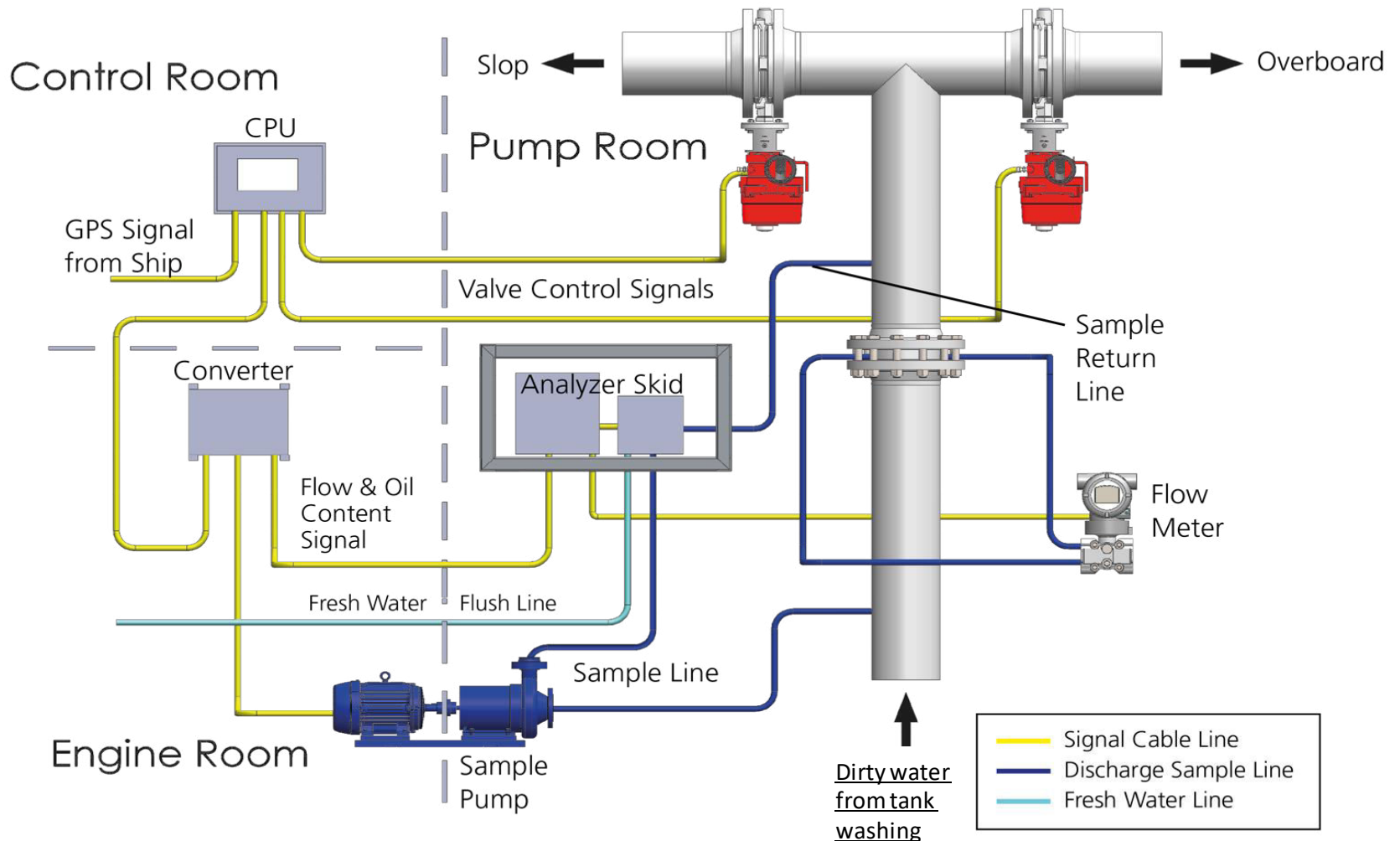
Πως λειτουργεί ένα σύστημα αδρανές αερίου ανάλογα με τις λειτουργίες του δεξαμενόπλοιου



Αποχωριστής πετρελαίου

- Παλαιότερα τα νερά της πλύσεως των δεξαμενών τα έριχναν στη θάλασσα.
- Τα συγκέντρωναν σε δεξαμενή του πλοίου (**slop**), που αποχωριζόταν το νερό από το πετρέλαιο λόγο διαφορετικό ειδικό βάρος.
- Σήμερα με τον περιορισμό της ρυπάνσεως των θαλασσών, έχουν τοποθετηθεί αποχωριστήρες πετρελαίου και συστήματα ελέγχου του νερού που εκκενώνεται στην θάλασσα από τις δεξαμενές φορτιού.
(**O.D.M. Oil Discharge Monitor**)

Αποχωριστής πετρελαίου



ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΚΑΤΟ

10

Αεριοφόρα πλοία

Liquid Gas Carriers

Εισαγωγή

Η μεταφορά του υγραερίου με πλοία αποτελεί συχνά τον μόνο τρόπο μεταφοράς από τις απομακρυσμένες πηγές παραγωγής στις χώρες καταναλώσεως.

Γενικά, η μεταφορά με υγραεριοφόρα πλοία είναι η μόνη απάντηση εάν η μεταφορά με αγωγούς δεν είναι εφικτή για τεχνικούς λόγους, ενώ το κόστος της είναι χαμηλότερο από αυτό των υποθαλασσίων αγωγών ή των χερσαίων αγωγών όταν η απόσταση είναι εξαιρετικά μεγάλη.

Τα υγραεριοφόρα αποτελούν ειδικές κατασκευές πλοίων για τη μεταφορά υγροποιημένων πετρελαϊκών αερίων (Liquefied Petroleum Gas - LPG) και υγροποιημένου φυσικού αερίου (Liquefied Natural Gas - LNG), τα οποία διαθέτουν ορισμένα κοινά χαρακτηριστικά με τα υπόλοιπα δεξαμενόπλοια (Δ/Ξ) που χρησιμοποιούνται στη μεταφορά χύδην υγρών φορτίων, όπως το πετρέλαιο και τα χημικά προϊόντα.

Εισαγωγή



Εισαγωγή



Εισαγωγή



Εισαγωγή

Λόγω του μεταφερόμενου φορτίου, τα υγραέριοφορά διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

- α) Στα Δ/Ξ υγροποιημένων πετρελαϊκών προϊόντων (**Liquefied Petroleum Gas Carriers - LPGCs**), όπως το βουτάνιο, το προπάνιο, το προπυλένιο κ.ά.
- β) Στα Δ/Ξ υγροποιημένου φυσικού αερίου (**Liquefied Natural Gas Carriers - LNGCs**), όπως το μεθάνιο.

Εισαγωγή

Ένα σχεδόν μοναδικό χαρακτηριστικό των πλοίων μεταφοράς υγροποιημένων αερίων είναι ότι το φορτίο διατηρείται υπό θετική πίεση, εμποδίζοντας την είσοδο του αέρα στις δεξαμενές του φορτίου. Αυτό σημαίνει ότι μέσα σε αυτές υπάρχει μόνο το υγρό φορτίο και οι ατμοί του, με αποτέλεσμα να αποτρέπεται η ανάπτυξη εύφλεκτης ατμόσφαιρας. Έπι πλέον, σε όλα τα υγραεριοφόρα το σύστημα διακινήσεως του φορτίου είναι κλειστό, ώστε να μην επιτρέπεται ο εξαερισμός προς την ατμόσφαιρα των ατμών που δημιουργούνται από την εξάτμιση του φορτίου κατά τη φόρτωση ή την εκφόρτωση.

Εισαγωγή

Γι' αυτό στα πλοία **LNG** προβλέπεται (εκτός των γραμμών - αγωγών διακινήσεως του φορτίου) πάντα μία γραμμή επιστροφών μεταξύ του Δ/Ξ και της ξηράς, μέσω της οποίας διακινούνται οι ατμοί, που μετατοπίζονται κατά τις ενέργειες φορτοεκφορτώσεως.

Εισαγωγή

Στα **LPG** αυτό το δίκτυο δεν υπάρχει πάντα, διότι σε περίπτωση που διατίθεται σύστημα επανυγροποίησης, χρησιμοποιείται για να συγγρατούνται οι ατμοί του φορτίου στις δεξαμενές του πλοίου.

Κάτω από αυτές τις συνθήκες ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος αναφλέξεως των ατμών του φορτίου από την απελευθέρωσή τους προς την ατμόσφαιρα.

Εισαγωγή

Τα υγραεριοφόρα πρέπει να συμμορφώνονται με τα πρότυπα που ορίζονται από τους **Κώδικες Ασφαλείας Αερίων ή τους Εθνικούς κανόνες**, καθώς και με όλες τις προδιαγραφές ασφάλειας και ρυπάνσεως που είναι κοινές με τα άλλα Δ/Ξ. Τα χαρακτηριστικά που συνδέονται με τις απαιτήσεις σχεδιασμού των Δ/Ξ υγρού φορτίου, έχουν βοηθήσει σημαντικά στην ασφάλεια των υγραεριοφόρων πλοίων.

Οι απαιτήσεις εξοπλισμού για τα πλοία μεταφοράς υγροποιημένων αερίων περιλαμβάνουν συστήματα για την παρακολούθηση της θερμοκρασίας και της πίεσεως, συστήματα ανιχνεύσεως αερίων του φορτίου και δεικτών στάθμης υγρού της δεξαμενής. Τα συστήματα αυτά είναι συνδεδεμένα με αντίστοιχα συστήματα συναγερμού. Έτσι καθίστανται τα πλοία αυτού του είδους τα ασφαλέστερα πλοία που κατασκευάζονται σήμερα.

Δεξαμενές φορτίου

Η φόρτωση στις δεξαμενές των πλοίων, των αερίων φορτίων πετρελαιοειδών και φυσικού αερίου επιτυγχάνεται με τη μείωση του όγκου τους στο ελάχιστο δυνατό επιτρεπόμενο σημείο. Σε πολλά από τα υγραέρια για να πραγματοποιηθεί η υγροποίησή τους και να διατηρηθούν σε αυτήν τη μορφή είναι απαραίτητο να ψύχονται σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες, οι οποίες θα πρέπει να διατηρούνται και κατά τη διάρκεια της μεταφοράς, (π.χ. το αιθυλένιο στους -104°C ή το LNG στους -163°C). Οι σημαντικές διαφορές που υπάρχουν στον σχεδιασμό, στην κατασκευή και στη λειτουργία των πλοίων μεταφοράς υγροποιημένων φορτίων οφείλεται στην ποικιλία των φορτίων και των συστημάτων μεταφοράς τους.

Δεξαμενές φορτίου

Τα συστήματα μεταφοράς είναι η συνολική διάταξη για τη συγκράτηση του φορτίου, τα οποία συμπεριλαμβάνουν κατά περίπτωση:

- α) Το βασικό διάφραγμα (**Primary Barrier**), που αποτελεί τα τοιχώματα της βασικής δεξαμενής του φορτίου.
- β) Το δευτερεύον διάφραγμα (**Secondary Barrier**) (εάν υπάρχει).
- γ) Τη θερμομόνωση (**Thermal Insulation**).
- δ) Τους ενδιάμεσους κενούς χώρους (**Intervening Spaces**) μεταξύ των δεξαμενών.
- ε) Τα παρακείμενα κατασκευαστικά στοιχεία (**Adjacent Structures**) για τη στήριξη των προηγούμενων, εάν είναι απαραίτητο.

Δεξαμενές φορτίου

Για τα φορτία που μεταφέρονται σε θερμοκρασίες μεταξύ -10°C και -55°C το εσωτερικό του κύτους του πλοίου μπορεί να αποτελεί το δευτερεύον διάφραγμα, δημιουργώντας τον κενό χώρο στον οποίο βρίσκονται οι δεξαμενές.

Η θερμομόνωση είναι απαραίτητο να τοποθετείται στις δεξαμενές φορτίου:

- α)** Για να ελαχιστοποιηθεί η ροή θερμότητας προς το φορτίο, μειώνοντας την δημιουργία εξατμίσεων.
- β)** Για την προστασία της δομής του Δ/Ξ γύρω από τις δεξαμενές φορτίου από τις επιπτώσεις της χαμηλής θερμοκρασίας.

Δεξαμενές φορτίου

Τα μονωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται στα υγραεριοφόρα πλοία πρέπει να διαθέτουν τα ακόλουθα βασικά χαρακτηριστικά:

- α) Χαμηλή θερμική αγωγιμότητα.**
- β) Αντοχή στην άσκηση πιέσεως από τα φορτία.**
- γ) Αντοχή σε μηχανική βλάβη.**
- δ) Μικρό βάρος.**
- ε) Να μην επηρεάζονται από το υγρό φορτίο ή τους ατμούς του.**

Επίσης, είναι απαραίτητο στο σύστημα μονώσεως να αποφεύγεται η διείσδυση νερού ή υδρατμών, διότι η υγρασία αποτελεί αιτία για να αυξηθεί η θερμική αγωγιμότητα, ώστε η προοδευτική συμπύκνωση υδρατμών και η ψύξη μπορεί να προκαλέσουν εκτεταμένες ζημίες στη μόνωση.

Γι' αυτό, πρέπει οι συνθήκες υγρασίας να διατηρούνται όσο το δυνατόν χαμηλότερες στον κενό χώρο του κύτους μεταξύ των δεξαμενών.

Τύποι δεξαμενών φορτίου

Οι βασικοί τύποι δεξαμενών φορτίου που χρησιμοποιούνται στα πλοία για τη μεταφορά υγροποιημένων αερίων είναι είτε οι **ανεξάρτητου τύπου** δεξαμενές (πλήρους πιέσεως, μέσης πιέσεως ή πλήρους ψύξεως), είτε οι **τύπου μεμβράνης**.

Δεξαμενές ανεξάρτητου τύπου

Οι ανεξάρτητες δεξαμενές (**Independent Tanks**) είναι αυτοφερόμενες (**Self-supporting**), δηλαδή δεν αποτελούν μέρος της δομής του κύτους του πλοίου και ως εκ τούτου δεν συμβάλλουν στην ενίσχυσή του. Όπως ορίζεται στον Διεθνή Κώδικα για την Κατασκευή και τον Εξοπλισμό των Πλοίων Μεταφοράς Χύδην Υγροποιημένων Αερίων (**International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied gases in Bulk - IGC**), υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τύποι ανεξαρτήτων δεξαμενών (ή συστημάτων συγκρατήσεως) μεταφοράς υγροποιημένου φορτίου.

Αυτές είναι γνωστές ως τύπου **A**, **B** και **C** και διακρίνονται ανάλογα με την πίεση που έχουν σχεδιαστεί να αντέχουν.

Δεξαμενές ανεξάρτητου τύπου

α) Οι ανεξάρτητες δεξαμενές τύπου A

Κατασκευάζονται κυρίως με επίπεδες επιφάνειες.

Η μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση ατμών στον χώρο του φορτίου, για τον οποίο σχεδιάζονται οι δεξαμενές, είναι μικρότερη των 0,7 barg (MARVS < 0,7 barg).

Όπου **barg** σημαίνει μετρητή (gauge) και **MARVS** (Μέγιστη Επιτρεπόμενη Ρύθμιση της Βαλβίδας Ανακουφίσεως (Maximum Allowable Relief Valve Setting))

Δεξαμενές ανεξάρτητου τύπου

α) Οι ανεξάρτητες δεξαμενές τύπου A

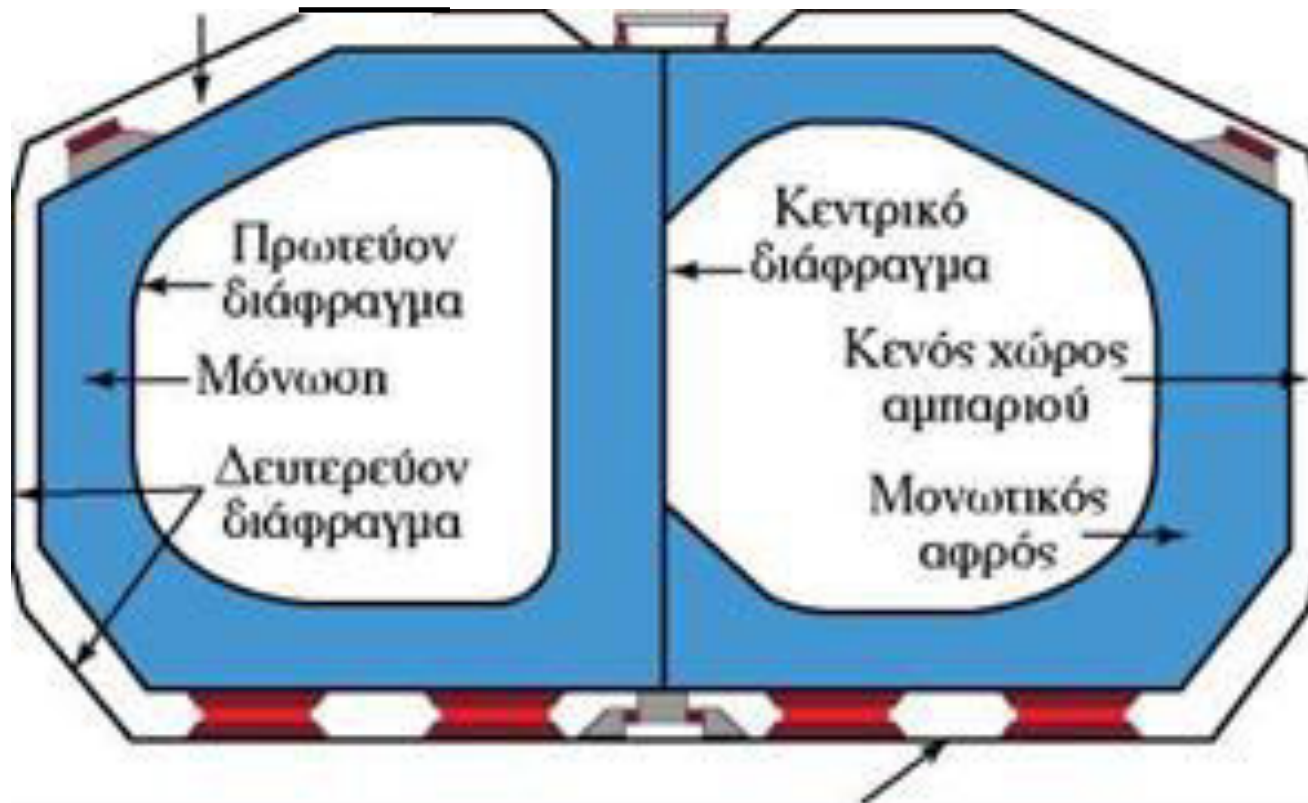
Αυτό σημαίνει ότι το φορτίο θα πρέπει να μεταφέρεται σε κατάσταση πλήρους ψύξεως ή κοντά σε ατμοσφαιρική πίεση (συνήθως κάτω από 0,25 barg). Πρόκειται για μια πρισματική δεξαμενή, που υποστηρίζεται από τη μόνωση και από στοιχεία (**blocks**), τα οποία αποτρέπουν την μετατόπιση ή την επίπλευσή της. Στο παράδειγμα του σχήματος η δεξαμενή περιβάλλεται από μια επικάλυψη με μονωτικό αφρό, ενώ όταν χρησιμοποιείται μόνωση από περλίτη, αυτός θα πρέπει να καταλαμβάνει όλο τον ελεύθερο χώρο που υπάρχει εξωτερικά της δεξαμενής στο εσωτερικό του κύτους. Λόγω των ευφλέκτων φορτίων που μεταφέρονται, οι κενοί χώροι εξωτερικά των δεξαμενών (**hold space**) πρέπει να συμπληρωθούν με αδρανές αέριο για να αποφευχθεί η δημιουργία εύφλεκτης ατμόσφαιρας, στην περίπτωση διαρροής από το πρωτεύον διάφραγμα (**primary barrier**), το οποίο αποτελεί και το τοίχωμα της δεξαμενής.

Δεξαμενές ανεξάρτητου τύπου

α) Οι ανεξάρτητες δεξαμενές τύπου Α

Μέση τομή μιας δεξαμενής τύπου Α σε ένα πλήρους ψύξεως υγραεριοφόρο LPG

Δεξαμενή έρματος



Δεξαμενή διτυθμένων

Δεξαμενές ανεξάρτητου τύπου

α) Οι ανεξάρτητες δεξαμενές τύπου A

Το υλικό που χρησιμοποιείται για δεξαμενές τύπου A δεν είναι ανθεκτικό στα ραγίσματα. Ως εκ τούτου, προκειμένου να εξασφαλιστεί η ασφάλεια, στην απίθανη περίπτωση διαρροής της δεξαμενής φορτίου, είναι απαραίτητο ένα δευτερεύον σύστημα συγκρατήσεως (γνωστό ως δευτερεύον φράγμα). Αυτό αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα όλων των Δ/Ξ με δεξαμενές τύπου A, που διαθέτουν ικανότητα μεταφοράς φορτίων σε θερμοκρασία κάτω από τους -10°C . Οι δεξαμενές χωρίζονται κεντρικά από διάφραγμα, το οποίο είναι εγκατεστημένο κατά μήκος. Με το χαρακτηριστικό κεντρικό διάφραγμα, μαζί με το λοξότμητο ανώτερο τμήμα της δεξαμενής, μειώνεται η ελεύθερη επιφάνεια του υγρού αυξάνοντας την ευστάθεια του πλοίου. Όταν οι δεξαμενές προορίζονται για τη μεταφορά υγραερίου LPG σε -50°C , κατασκευάζονται από κράμα λεπτόκοκκου χάλυβα-μαγγανίου χαμηλής περιεκτικότητας σε άνθρακα. Για τη μεταφορά υγροποιημένου φυσικού αερίου LNG στους -163°C , έχει αναπτυχθεί για τον σχεδιάσμό δεξαμενών το σχήμα κοχυλιού (**conch**), ενώ το κράμα που αποτελεί το υλικό κατασκευής τους πρέπει να περιέχει 9% νικέλιο ή αλουμίνιο.

Δεξαμενές ανεξάρτητου τύπου

β) Οι ανεξάρτητες δεξαμενές τύπου B

(MARVS <0,7 barg) είναι δυνατόν είτε να είναι σφαιρικού τύπου είτε να κατασκευάζονται με επίπεδες επιφάνειες (πρισματικού σχήματος). Αυτός ο τύπος συστήματος συγκρατήσεως αποτελεί αντικείμενο πολύ πιο λεπτομερούς αναλύσεως των τάσεων σε σύγκριση με τα συστήματα τύπου A. Η ανάλυση αυτή πραγματοποιείται με ελέγχους που πρέπει να περιλαμβάνουν την ανάλυση των κοπώσεων καθ' όλη τη διάρκεια χρήσεώς τους και ανάλυση εξαπλώσεως τυχόν ρωγμών. Ο πιο συνηθισμένος τύπος των δεξαμενών τύπου B είναι οι σφαιρικές δεξαμενές σχεδιασμού Kvaerner Moss. Εξαιτίας του βελτιωμένου σχεδιασμού τους, στις δεξαμενές τύπου B απαιτείται μόνο ένα μερικό δευτερεύον διάφραγμα με τη μορφή ενός δίσκου ενσταλάξεως (τάσι).

Δεξαμενές ανεξάρτητου τύπου

β) Οι ανεξάρτητες δεξαμενές τύπου B

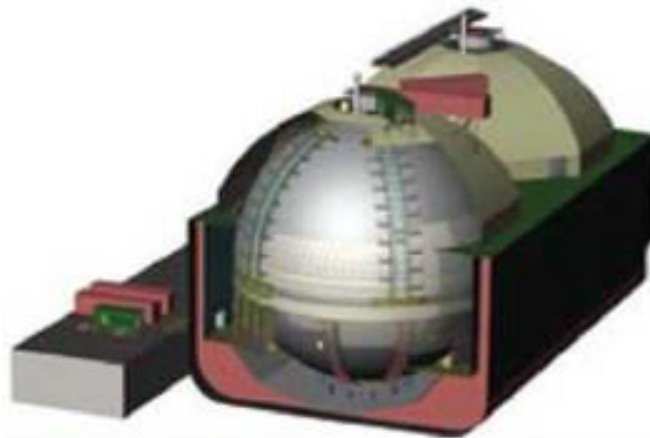
Ο χώρος στο εσωτερικό του κύτους (αμπάρι) συνήθως γεμίζεται με ξηρό αδρανές αέριο. Ωστόσο, σύμφωνα με σύγχρονες πρακτικές που υιοθετούνται, μπορεί να συμπληρωθεί με ξηρό αέρα, υπό την προϋπόθεση ότι η αδρανοποίηση του χώρου μπορεί να επιτευχθεί, εάν από το σύστημα ανιχνεύσεως διαρροής ατμών ανιχνευθεί η παρουσία ατμών του φορτίου. Πάνω από το επίπεδο του καταστρώματος υπάρχει εγκατεστημένος ένας προστατευτικός θόλος από χάλυβα καλύπτοντας το πρωτεύον διάφραγμα της δεξαμενής, ενώ στο εξωτερικό της υπάρχει μόνωση. Οι σφαιρικές δεξαμενές τύπου B χρησιμοποιούνται αποκλειστικά σχεδόν στα πλοία LNG και σπάνια σε LPG. Το υλικό κατασκευής τους είναι κράμα που περιέχει 9% νικέλιο ή αλουμίνιο.

Δεξαμενές ανεξάρτητου τύπου

β) Οι ανεξάρτητες δεξαμενές τύπου Β



**Ανεξάρτητη δεξαμενή
σφαιρικού σχήματος
(τύπου Β)**



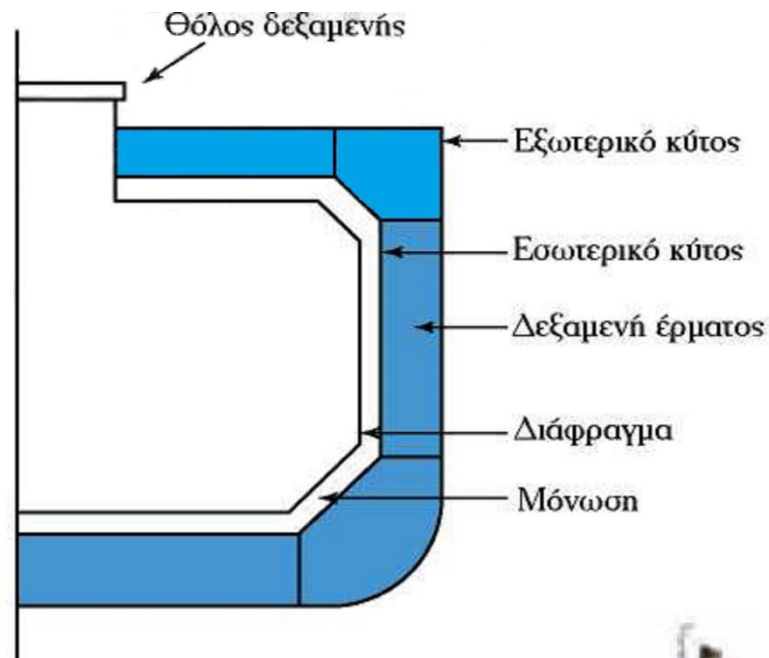
Δεξαμενές ανεξάρτητου τύπου

β) Οι ανεξάρτητες δεξαμενές τύπου B

Ο τύπος των δεξαμενών τύπου B δεν είναι απαραίτητο να είναι σφαιρικού σχήματος. Στα υγραεριοφόρα LNG υπάρχουν και σε **πρισματικό σχήμα**, που πλεονεκτούν στη μεγιστοποίηση της ογκομετρικής αποδόσεως του κύτους του Δ/Ξ και στο ότι το σύνολο των δεξαμενών του φορτίου τοποθετείται κάτω από το κύριο κατάστρωμα. Όταν χρησιμοποιούνται οι δεξαμενές με πρισματικό σχήμα, η μέγιστη πίεση σχεδιασμού των ατμών φορτίου περιορίζεται σε 0,7 barg, όπως και στις δεξαμενές τύπου A.

Δεξαμενές ανεξάρτητου τύπου

β) Οι ανεξάρτητες δεξαμενές τύπου Β



**Ανεξάρτητη δεξαμενή
πρισματικού σχήματος
(τύπου Β)**



Δεξαμενές ανεξάρτητου τύπου

γ) Οι ανεξάρτητες δεξαμενές τύπου C

(σε πλήρη πίεση) είναι συνήθως σφαιρικά ή κυλινδρικά δοχεία σε κάθετη ή οριζόντια διάταξη και σχεδιασμένα να αντέχουν σε πίεση υψηλότερη από 4 barg. Αυτός ο τύπος συστήματος συγκρατήσεως χρησιμοποιείται πάντοτε για μεταφορές αερίου σε μέση και σε πλήρη πίεση. Τα πλοία με δεξαμενές μέσης πίεσεως μπορεί να χρησιμοποιηθούν και για μεταφορά φορτίων με πλήρη ψύξη, αρκεί ο χάλυβας κατασκευής των δεξαμενών να είναι κατάλληλος για χαμηλές θερμοκρασίες. Οι δεξαμενές τύπου C ως δοχεία πίεσεως έχουν σχεδιαστεί και κατασκευαστεί βάσει συμβατικών κωδίκων και ως εκ τούτου μπορούν να υποβληθούν σε ακριβείς ελέγχους κοπώσεως. Κατά συνέπεια, δεν απαιτείται δευτερεύον διάφραγμα και ο κενός χώρος του κύτους μπορεί να πληρωθεί είτε με αδρανές αέριο είτε με ξηρό αέρα, ενώ στα Δ/Ξ πλήρους πίεσεως μπορεί να επιτρέπεται και η πλήρωση με ατμοσφαιρικό.

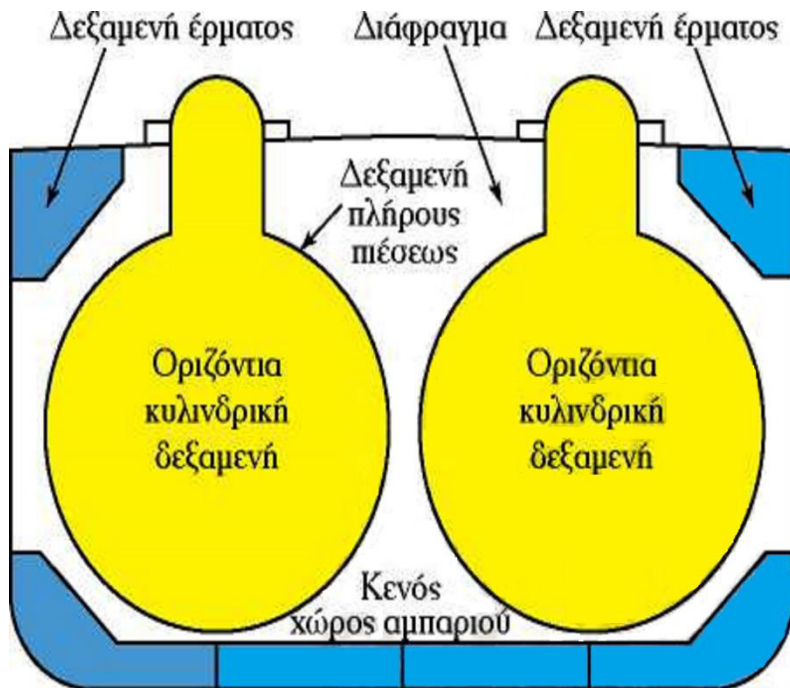
Δεξαμενές ανεξάρτητου τύπου

γ) Οι ανεξάρτητες δεξαμενές τύπου C

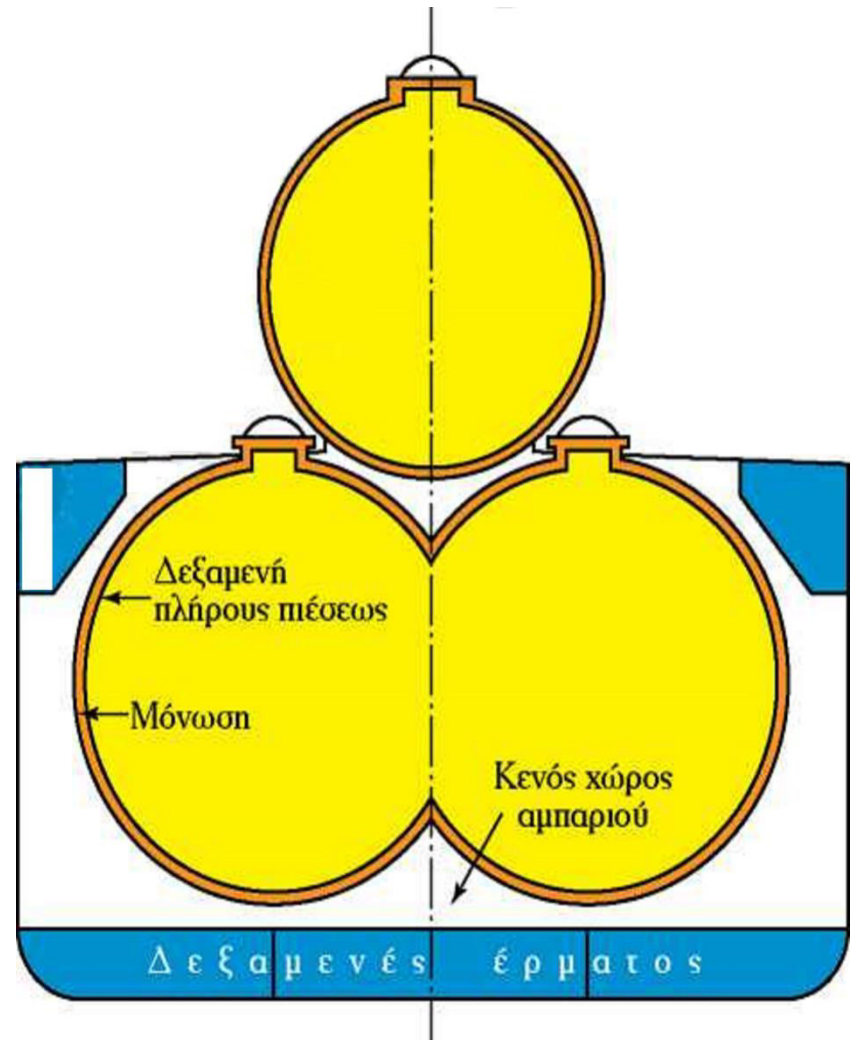
Στην περίπτωση ενός τυπικού Δ/Ξ σε πλήρη πίεση (όπου το φορτίο μεταφέρεται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος), οι δεξαμενές μπορούν να είναι σχεδιασμένες για μέγιστη πίεση λειτουργίας περίπου τα 18 barg, ενώ για τα Δ/Ξ μέσης πίεσεως, οι δεξαμενές φορτίου και ο σχετικός εξοπλισμός είναι σχεδιασμένα για πίεση λειτουργίας 5 έως 7 barg περίπου και σε κενό 0,3 barg. Τυπικά, ο κατασκευαστικός χάλυβας των δεξαμενών μέσης πίεσεως έχει αντοχή για μεταφορά φορτίων με θερμοκρασία -48°C για το LPG ή -104°C για το αιθυλένιο.

Η διάταξη των δεξαμενών αυτών στο οποίο διακρίνεται λόγω του σφαιρικού σχήματος και της θέσεώς του στο κύτος η απώλεια στην εκμετάλλευση ωφέλιμου όγκου με αποτέλεσμα την συγκριτικά μικρή ογκομετρική απόδοσή τους Ωστόσο, αυτό μπορεί να βελτιωθεί χρησιμοποιώντας τεμνόμενα δοχεία πίεσεως η δεξαμενές αμφιλοβικού τύπου, για πλοία μέσης πίεσεως- πλήρους ψύξεως, τα οποία μπορεί να σχεδιαστούν με κωνικό σχήμα στο πρόσθιο άκρο του Δ/Ξ. Το υλικό κατασκευής των δεξαμενών, εφόσον τα πλοία χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά αιθυλενίου, είναι ο χάλυβας με προσμείξεις νικελίου 5%

Δεξαμενές ανεξάρτητου τύπου



Ανεξάρτητες δεξαμενές πλήρους πίεσης τύπου C



Ανεξάρτητες δεξαμενές μέσης πίεσης-πλήρους ψύξεως τύπου C με τεμνόμενα δοχεία πίεσης ή δεξαμενές αμφιλοβικού τύπου

Δεξαμενές τύπου μεμβράνης

Οι δεξαμενές αυτές διακρίνονται σε:

**α) Δεξαμενές μεμβράνης
(Membrane Tanks)**

**β) Δεξαμενές μερικής μεμβράνης
(Semi-Membrane Tanks)**

Δεξαμενές τύπου μεμβράνης

α) Δεξαμενές μεμβράνης (Membrane Tanks)

Με πάχος μεμβράνης από 0,7 έως 1,5 mm. Η ιδέα του συστήματος συγκρατήσεως μεμβράνης βασίζεται σε ένα πολύ λεπτό πρωτεύον διάφραγμα (τη μεμβράνη πάχους 0,7 έως 1,5 mm), το οποίο υποστηρίζεται μέσω της μονώσεως. Αυτές οι δεξαμενές δεν είναι αυτοφερόμενες, όπως οι ανεξάρτητες δεξαμενές, αλλά ένα εσωτερικό κύτος σχηματίζει τη δομή εδράσεως της δεξαμενής του φορτίου. Το σύστημα συγκρατήσεως της μεμβράνης πρέπει πάντα να υποστηρίζεται από ένα δευτερεύον διάφραγμα, το οποίο διασφαλίζει την ακεραιότητα του συνολικού συστήματος σε περίπτωση διαρροής από το πρωτεύον διάφραγμα. Η μεμβράνη είναι σχεδιασμένη με τέτοιο τρόπο, ώστε η θερμική διαστολή ή συστολή να αντισταθμίζεται χωρίς υπερβολική καταπόνηση της μεμβράνης. Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι του συστήματος μεμβράνης, που φέρουν το όνομα των εταιρειών που τις ανέπτυξαν και έχουν σχεδιαστεί για τη μεταφορά κυρίως υγροποιημένου φυσικού αερίου. Οι εταιρείες έχουν πλέον συγχωνευτεί σε μία, αναπτύσσοντας νέες βελτιωμένες τεχνολογίες.

Δεξαμενές τύπου μεμβράνης

α) Δεξαμενές μεμβράνης (Membrane Tanks)

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι του συστήματος μεμβράνης, που φέρουν το όνομα των εταιρειών που τις ανέπτυξαν και έχουν σχεδιαστεί για τη μεταφορά κυρίως υγροποιημένου φυσικού αερίου. Οι εταιρείες έχουν πλέον συγχωνευτεί σε μία, αναπτύσσοντας νέες βελτιωμένες τεχνολογίες.

Δεξαμενές τύπου μεμβράνης

α) Δεξαμενές μεμβράνης (Membrane Tanks)

- 1.** Οι δεξαμενές με σύστημα μεμβράνης GTT 96 (Gaz Transport & Technigaz Membrane system)
- 2.** Οι δεξαμενές με σύστημα μεμβράνης τύπου Mark III

Δεξαμενές τύπου μεμβράνης

α) Δεξαμενές μεμβράνης (Membrane Tanks)

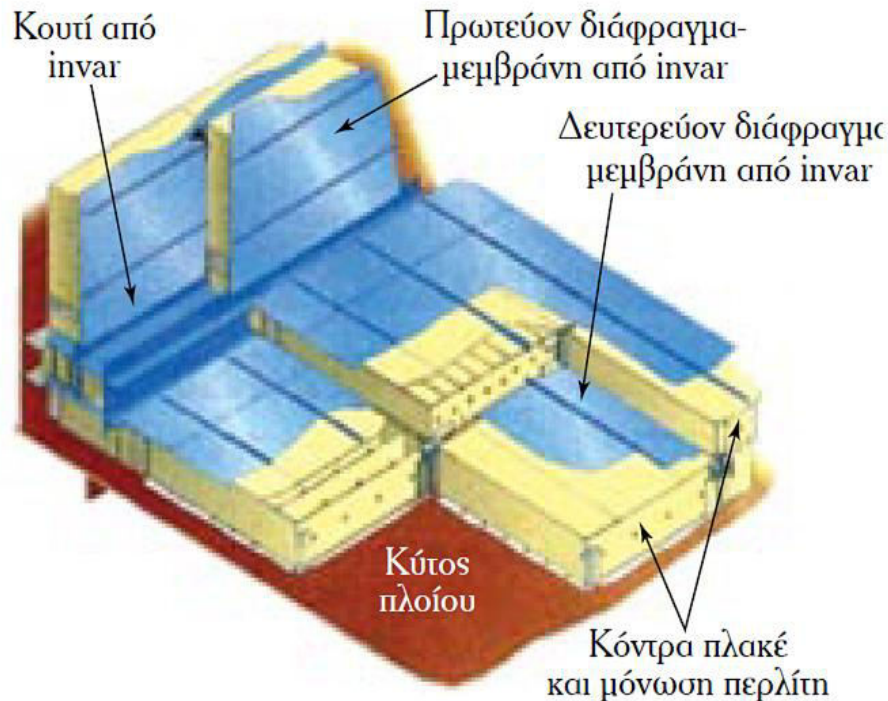
1. Οι δεξαμενές με σύστημα μεμβράνης GTT 96 (Gaz Transport & Technigaz Membrane system)

Ο τύπος αυτός περιλαμβάνει μία μεμβράνη από λεπτό **invar**, η οποία αποτελεί το πρωτεύον διάφραγμα. Το **invar** είναι ένα κράμα ανοξειδωτου χάλυβα, που περιέχει περίπου 36% νικέλιο και 0,2% άνθρακα. Τοποθετείται στην εσωτερική επιφάνεια (κρύα πλευρά), που σχηματίζει ένα τεράστιο κουτί από κόντρα πλακέ, το οποίο περιέχει την δεξαμενή από **invar**. Μεταξύ του **invar** και του κόντρα πλακέ υπάρχει περλίτης, ο οποίος χρησιμοποιείται ως κύρια μόνωση. Τα κουτιά έχουν πάχος μεταξύ 200 και 300 mm. Αυτά, με τη σειρά τους, συνδέονται πάνω από ένα όμοιο εσωτερικό στρώμα από **invar** (που αποτελεί το δευτερεύον διάφραγμα), το οποίο περιβάλλεται από περλίτη και κόντρα πλακέ. Το σύνολο των στοιχείων δημιουργεί νέα κουτιά, που περιέχουν τα πρώτα σχηματίζοντας μια δεύτερη μόνωση. Ο λόγος που επιλέγεται το κράμα **invar** για τις μεμβράνες είναι ο πολύ χαμηλός συντελεστής της θερμικής διαστολής του, καθιστώντας περιττή τη δημιουργία αρμών διαστολής ή αυλακώσεων στα διαφράγματα. Ο περλίτης σε νεότερες κατασκευές έχει αντικατασταθεί από σιλίκονη, καθιστώντας αδιαπέραστη τη μόνωση από το νερό ή την υγρασία. Το πάχος των πλαισίων μόνωσης μπορεί να προσαρμόζεται ανάλογα με τις απαιτήσεις που δημιουργούνται από την ποσότητα των εξατμίσεων (boil-off).

Δεξαμενές τύπου μεμβράνης

α) Δεξαμενές μεμβράνης (Membrane Tanks)

- 1. Οι δεξαμενές με σύστημα μεμβράνης GTT 96 (Gaz Transport & Technigaz Membrane system)**



(α) Διάταξη υλικών μονώσεως



(β) Τομή δεξαμενής

Δεξαμενές με σύστημα μεμβράνης GTT 96.

Δεξαμενές τύπου μεμβράνης

α) Δεξαμενές μεμβράνης (Membrane Tanks)

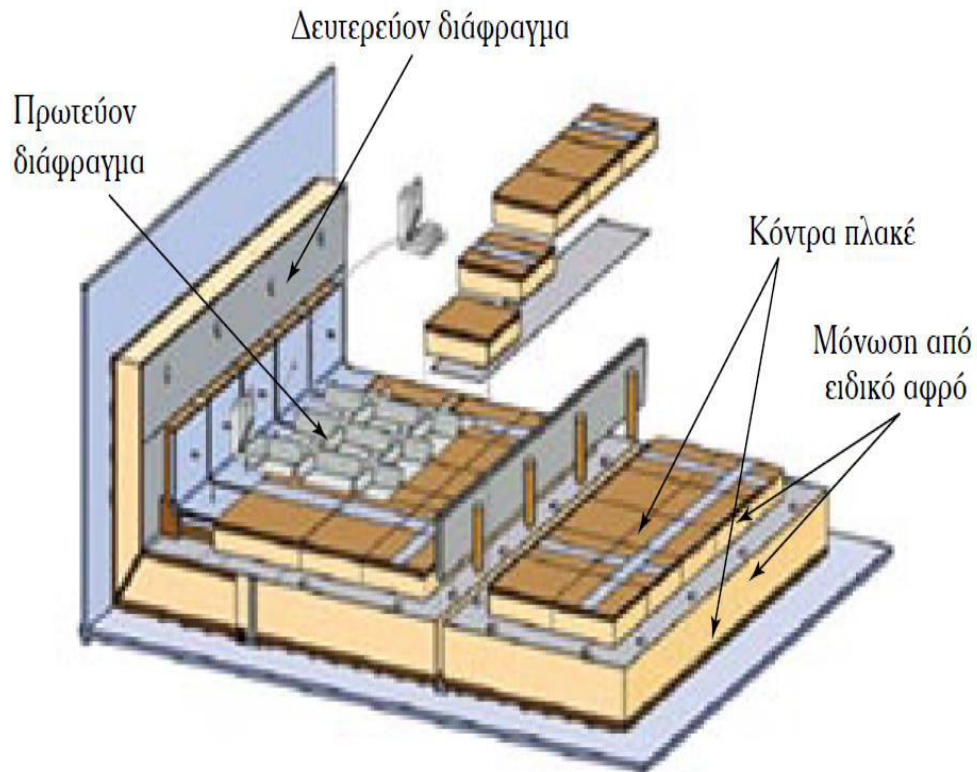
2. Οι δεξαμενές με σύστημα μεμβράνης τύπου Mark III

Ο τύπος αυτός διαθέτει ένα βασικό (πρωτεύον) διάφραγμα από ανοξείδωτο χάλυβα (πάχους 1,2 mm) με αυλακώσεις ή waffles, ώστε να είναι δυνατή η διαστολή και η συστολή. Στον αρχικό σχεδιάσμά του τύπου μεμβράνης Mark I, τη μόνωση που υποστήριζε την πρωταρχική μεμβράνη αποτελούσαν ένα πλαστικοποιημένο πάνελ από ξύλο **balsa** τοποθετημένο ανάμεσα σε δύο στρώματα κόντρα πλακέ, όπου η πλαστικοποιημένη επιφάνεια σχημάτιζε το δευτερεύον διάφραγμα. Τα πάνελ από **balsa** συνδεόταν με ειδικά σχεδιασμένες αρθρώσεις από σφήνες αφρού PVC και πλαστικοποιημένα πάνελ ως στήριξη στο εσωτερικό κύτος του Δ/Ξ. Για τον σχεδιάσμά των μεμβρανών τύπου Mark III, η μόνωση από ξύλο **balsa** αντικαθίσταται από οπλισμένο κυψελοειδή αφρό, μέσα στον οποίο υπάρχει ύφασμα **fiberglass** με έλασμα αλουμινίου που ενεργεί ως δευτερεύον διάφραγμα.

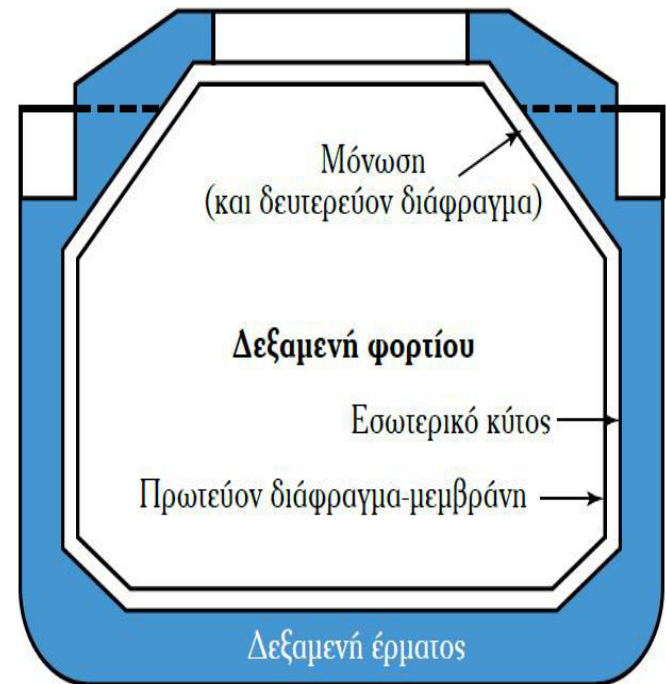
Δεξαμενές τύπου μεμβράνης

α) Δεξαμενές μεμβράνης (**Membrane Tanks**)

2. Οι δεξαμενές με σύστημα μεμβράνης τύπου Mark III



(α) Διάταξη υλικών μονώσεως



(β) Τομή δεξαμενής

Νέου τύπου μεμβράνες Mark III.

Δεξαμενές τύπου μεμβράνης

β) Δεξαμενές μερικής μεμβράνης (Semi - Membrane Tanks)

Με μέγιστη επιτρεπόμενη ρύθμιση της βαλβίδας ανακουφίσεως MARVS NORMALLY < 0,25 bar.

Οι δεξαμενές μερικής μεμβράνης είναι μια παραλλαγή του συστήματος δεξαμενής μεμβράνης. Το πρωτεύον διάφραγμα είναι πολύ παχύτερο από ό,τι στο σύστημα μεμβράνης, έχοντας επίπεδες πλευρές και μεγάλες στρογγυλεμένες γωνίες. Η δεξαμενή αυτή είναι αυτοστηριζόμενη όταν είναι κενή, οπότε το υγρό (υδροστατικά) και η πίεση των ατμών του φορτίου ενεργούν στο βασικό (πρωτεύον) διάφραγμα μεταδίδοντας την πίεση μέσω της μονώσεως προς το εσωτερικό του σκάφους, όπως και στις δεξαμενές μεμβράνης. Οι γωνίες και τα άκρα έχουν σχεδιαστεί έτσι, ώστε να δέχονται και να απορροφούν τις τάσεις, που δημιουργούνται από την επέκταση και τη συστολή της μεμβράνης.

Παρόλο που οι δεξαμενές μερικής μεμβράνης αναπτύχθηκαν αρχικά για τη μεταφορά υγροποιημένου φυσικού αερίου LNG, η κατασκευή Δ/Ξ για εμπορικούς σκοπούς με αυτόν τον σχεδιασμό είχε καθυστερήσει.

Ωστόσο, το σύστημα δεξαμενών αυτού του τύπου έχει εγκριθεί για την εφαρμογή σε Δ/Ξ LPG.

Δεξαμενές ενσωματωμένου τύπου

Οι δεξαμενές ενσωματωμένου τύπου (**Integral Tanks**)

Με μέγιστη επιτρεπόμενη ρύθμιση της βαλβίδας ανακουφίσεως MARVS NORMALLY < 0,25 bar, αποτελούν δομικό στοιχείο του κύτους του πλοίου και επηρεάζονται με τον ίδιο τρόπο από τα φορτία που ασκούνται στην παρακείμενη δομή του κύτους.

Αυτή η μορφή δεξαμενών κατά κανόνα δεν επιτρέπεται, εάν η θερμοκρασία μεταφοράς του φορτίου είναι κάτω από -10°C.

Σήμερα, οι δεξαμενές που κατασκευάζονται σύμφωνα με αυτόν τον τύπο χρησιμοποιούνται σε ορισμένα πλοία LPG για τη μεταφορά βουτανίου.

Δίκτυα σωληνώσεων

Τα δίκτυα των σωλήνων που αποτελούν το σύστημα χειρισμού του φορτίου στα πλοία μεταφοράς υγροποιημένων αερίων περιλαμβάνουν:

Το δίκτυο του καταστρώματος, το οποίο διαρρέεται από υγρό φορτίο και τους ατμούς του

Το δίκτυο συμπυκνωμάτων και επιστροφών

Το δίκτυο διαφυγής ατμών του φορτίου στον ιστό του καταστρώματος

Το δίκτυο μέσα στις δεξαμενές του φορτίου και

Το δίκτυο θαλασσινού νερού στη μονάδα ψύξεως του φορτίου.

Όλοι οι σωλήνες που απαρτίζουν αυτά τα δίκτυα πρέπει να ικανοποιούν τις ίδιες απαιτήσεις που πληρούν και τα συστήματα διαχειρίσεως και οι δεξαμενές του φορτίου και αφορούν στην αντοχή τους σε θερμοκρασία και πίεση.

Δίκτυα σωληνώσεων

Το υλικό από το οποίο κατασκευάζονται τα δίκτυα του φορτίου στα υγραεριοφόρα είναι ο ανοξείδωτος χάλυβας ή το κράμα χάλυβα νικελίου, ενώ οι σωλήνες που βρίσκονται έξω από τις δεξαμενές θα πρέπει να έχουν σημείο τήξεως τουλάχιστον τους 925°C .

Επίσης, σε όλα τα σημεία συνδέσεως των σωλήνων του δικτύου φορτίου, που έχουν εξωτερική διάμετρο πάνω από 25 mm, οι συνδέσεις πρέπει να γίνονται με περιαιχένια, διαφορετικά οι συνδέσεις των σωλήνων με εξωτερική διάμετρο μικρότερη των 25 mm πραγματοποιείται βιδωτά με σπείρωμα στα άκρα του σωλήνα.

Τα δίκτυα που έχουν σχεδιαστεί για διακίνηση φορτίου σε θερμοκρασίες χαμηλότερες από -10°C πρέπει να είναι μονωμένα από το κύτος του πλοίου, ώστε να αποφευχθεί η ψύξη της λαμαρίνας του κύτους σε θερμοκρασία κάτω από τη θερμοκρασία σχεδιασμού.

Δίκτυα σωληνώσεων

Επίσης, στα σημεία συνδέσεως του δικτύου φορτίου ή όπου υπάρχουν εγκατεστημένα επιστόμια, τοποθετούνται ξύλινες σανίδες ή κόντρα πλακέ, με σκοπό την προστασία της λαμαρίνας του κύτους σε περίπτωση διαρροής φορτίου, που θα προκαλούσε απότομη ψύξη στον περιβάλλοντα χώρο.

Λόγω της μονώσεως του δικτύου από το κύτος του πλοίου, καθώς και στα σημεία συνδέσεως των σωλήνων όπου χρησιμοποιούνται παρεμβύσματα προς αποφυγή της αναπτύξεως στατικού ηλεκτρισμού που εγκυμονεί τον κίνδυνο δημιουργίας σπινθήρα, πραγματοποιείται γείωση του δικτύου με το σκάφος με σύρμα από χάλυβα ή χαλύβδινες ταινίες.

Κάτω από τα επιστόμια συνδέσεως με την ξηρά, με σκοπό την πρόληψη της απότομης ψύξεως του καταστρώματος σε μια πιθανή διαρροή του φορτίου, τοποθετούνται δίσκοι συλλογής του διαρρέοντος φορτίου.

Δίκτυα σωληνώσεων

Σε όλες τις γραμμές φορτίου, **απαιτείται να υπάρχει εγκατεστημένη βαλβίδα ασφαλείας**, ώστε να εκτονώνεται η πίεση από τη δημιουργία αερίων κατά τη διακίνηση του φορτίου.

Οι ατμοί από την έξοδο της βαλβίδας ασφαλείας **είτε επιστρέφουν στην δεξαμενή φορτίου, είτε οδηγούνται στον ιστό διαφυγής** ή εξαερισμού.

Εάν η επιστροφή πραγματοποιείται στον ιστό διαφυγής, κάτω από αυτόν θα πρέπει να είναι εγκατεστημένος ένας συλλέκτης υγρού για να συγκεντρώνονται τυχόν υγροποιήσεις από το φορτίο.

Το σημείο ρυθμίσεως που ανοίγει η βαλβίδα ασφαλείας εξαρτάται από την πίεση, για την οποία έχει σχεδιαστεί το δίκτυο, ενώ θα πρέπει να ελέγχονται και να σφραγίζονται από τον νηογνώμονα.

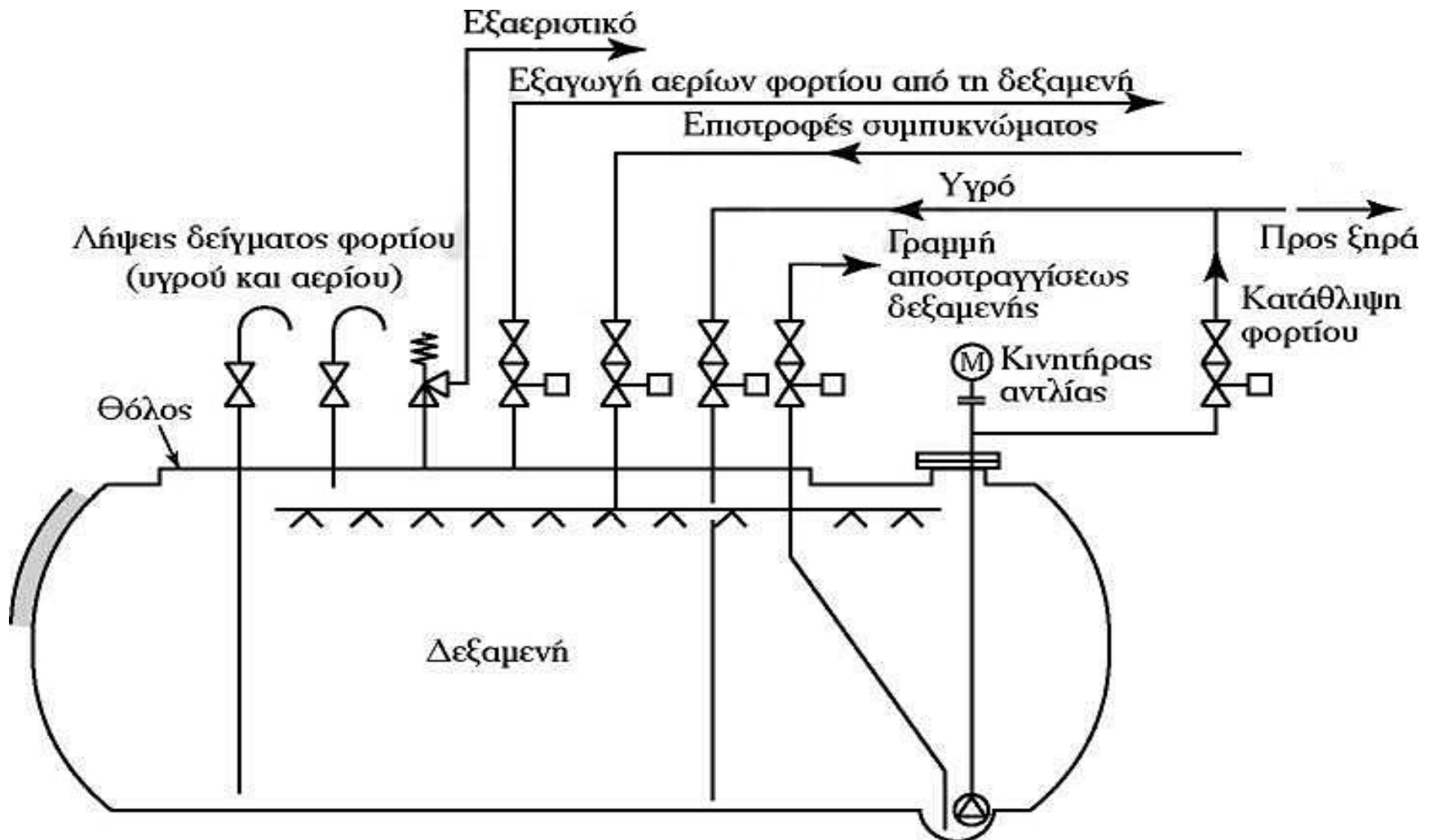
Δίκτυα σωληνώσεων

Οι σωληνώσεις δικτύων του φορτίου σε πλοία μεταφοράς υγραερίων δεν επιτρέπεται να αναπτύσσονται κάτω από το επίπεδο του καταστρώματος. Ως εκ τούτου, όλοι οι σωλήνες των δεξαμενών που φτάνουν κάτω από το επίπεδο του καταστρώματος διέρχονται μέσω του θόλου των δεξαμενών φορτίου, που αναπτύσσονται πάνω από το κατάστρωμα.

Επίσης, στον θόλο κάθε δεξαμενής υπάρχουν εγκατεστημένες τουλάχιστον δύο ανακουφιστικές βαλβίδες πίεσεως, των οποίων η εκτόνωση πρέπει να πραγματοποιείται σε ασφαλή απόσταση από τους χώρους διαμονής και σε ύψος που καθορίζεται από τους κώδικες του **IMO**.

Τα επιστόμια που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα των πλοίων μεταφοράς υγραερίων θα πρέπει να κατασκευάζονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις του IMO. Όταν οι δεξαμενές φορτίου έχουν MARVS > 0,7 barg (σε δεξαμενές φορτίου τύπου C) ή < 0,7 barg (για τους τύπους A και B), τα επιστόμια απομονώσεως και ελέγχου ροής του δικτύου πρέπει να είναι διπλά, εγκατεστημένα σε σειρά, εκ των οποίων το ένα λειτουργεί χειροκίνητα, ενώ το άλλο ελέγχεται από απόσταση.

Δίκτυα σωληνώσεων



Διάταξη σωληνώσεων στον θόλο της δεξαμενής φορτίου

Δίκτυα σωληνώσεων

Στα υγραεριφόρα πλοία (στα LPG και σε πλοία μεταφοράς χημικών αερίων), με εξαίρεση τα πλοία μεταφοράς φορτίου σε πλήρη πίεση (**Fully Pressurised Gas Carriers**), προβλέπονται εγκαταστάσεις επανυγροποιήσεως τόσο κατά τη φόρτωση, όσο και κατά τη μεταφορά επιτυγχάνοντας τον έλεγχο των αερίων του φορτίου στις δεξαμενές.

Οι εγκαταστάσεις αυτές έχουν σχεδιαστεί ειδικά με σκοπό να εκτελούν τις ακόλουθες βασικές λειτουργίες, όπως:

- α)** Την ψύξη των δεξαμενών του φορτίου και των σχετικών αγωγών πριν από τη φόρτωση, προλαμβάνοντας την απότομη ψύξη των εγκαταστάσεων που μπορεί να προκαλέσει θραύση των στοιχείων.
- β)** Την επανυγροποίηση των αερίων που παράγονται από την ακαριαία εξάτμιση (**Flash Evaporation**) του υγρού φορτίου, όταν δεν υπάρχει δίκτυο επιστροφών των αερίων προς την ξηρά.
- γ)** Τη διατήρηση ή τη μείωση της θερμοκρασίας και της πίεσεως του φορτίου στις δεξαμενές κατά τη μεταφορά, εντός των προβλεπόμενων ορίων, σύμφωνα με τα οποία έχει σχεδιαστεί το σύστημα του πλοίου.

Δίκτυα σωληνώσεων

Για την επανυγροποίηση του φορτίου υπάρχουν οι εξής δύο τύποι συστημάτων - εγκαταστάσεων:

- α) Το σύστημα επανυγροποίησης άμεσου κύκλου (**Direct Cycle**).
- β) Το σύστημα επανυγροποίησης έμμεσου κύκλου (**Indirect Cycle**).

Δίκτυα σωληνώσεων

α) Το σύστημα επανυγροποίησης άμεσου κύκλου (Direct Cycle)

Στο σύστημα αυτό **λαμβάνει χώρα κατά τη μεταφορά** η συμπίεση, η συμπύκνωση και η επιστροφή στη δεξαμενή των υγροποιημένων αερίων που παράγονται από την εξάτμιση του φορτίου ή των αερίων που παράγονται κατά την εκφόρτωση πάνω από την ελεύθερη επιφάνεια, καθώς μετατοπίζεται το φορτίο μέσα στη δεξαμενή. Αυτό είναι το σύστημα που συνήθως χρησιμοποιείται, αλλά δεν μπορεί να εφαρμοστεί σε ορισμένα αέρια που ορίζονται στον Κώδικα IGC π.χ. οξείδιο του αιθυλενίου, οξείδιο προπυλενίου.

Δίκτυα σωληνώσεων

α) Το σύστημα επανυγροποιήσεως άμεσου κύκλου (Direct Cycle)

Υπάρχουν οι εξής τρεις τύποι συστημάτων επανυγροποιήσεως άμεσου κύκλου.

1. Το μονοβάθμιο (ή ενός σταδίου) σύστημα άμεσου κύκλου (single - stage direct cycle)
2. Το διβάθμιο (ή δύο σταδίων) σύστημα άμεσου κύκλου (two - stage direct cycle)
3. Ο διαδοχικός κύκλος επανυγροποιήσεως (cascade cycle)

Δίκτυα σωληνώσεων

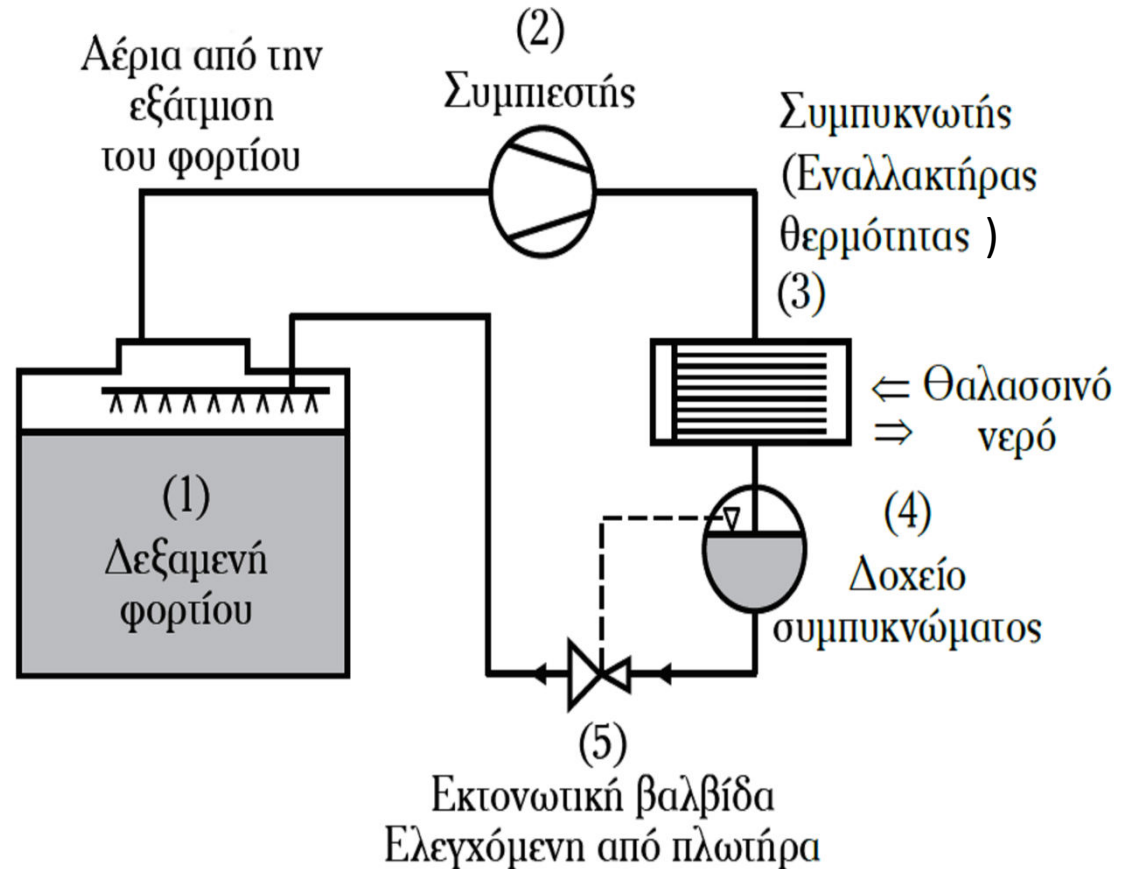
α) Το σύστημα επανυγροποίησης άμεσου κύκλου (**Direct Cycle**)

1. Το μονοβάθμιο (ή ενός σταδίου) σύστημα άμεσου κύκλου (single - stage direct cycle) που είναι κατάλληλο **όταν η πίεση αναρροφήσεως των αερίων του φορτίου είναι σχετικά υψηλή**, όπως συμβαίνει στη μεταφορά φορτίων σε μέση ψύξη. Κατά τη λειτουργία του συστήματος τα αέρια από την εξάτμιση (**boil-off vapours**) του φορτίου στη δεξαμενή (1) αναρροφώνται από τον συμπιεστή (2) και συμπιέζονται. Με τη συμπίεση αυξάνεται η πίεση και η θερμοκρασία των αερίων, με αποτέλεσμα να μπορούν να συμπυκνωθούν από τη θερμοκρασία του θαλασσινού νερού που διαρρέει τον συμπυκνωτή (3). Το συμπυκνωμένο φορτίο στη συνέχεια επιστρέφει προς τη δεξαμενή μέσω του δοχείου συμπυκνώματος (4) μίας εκτονωτικής βαλβίδας (5) ελεγχόμενης από πλωτήρα. Το μείγμα αερίων και υγρού διαχέεται στη δεξαμενή είτε με ψεκασμό μέσω του σωλήνα που είναι εγκατεστημένος είτε στην κορυφή της όταν η δεξαμενή είναι άδεια, είτε στον πυθμένα της δεξαμενής, αποτρέποντας την εκ νέου εξάτμιση όταν η δεξαμενή είναι γεμάτη φορτίο.

Δίκτυα σωληνώσεων

α) Το σύστημα επανυγροποίησης άμεσου κύκλου (**Direct Cycle**)

1. Το μονοβάθμιο (ή ενός σταδίου) σύστημα άμεσου κύκλου (**single - stage direct cycle**) που είναι κατάλληλο όταν η πίεση αναρροφήσεως των αερίων του φορτίου είναι σχετικά υψηλή, όπως συμβαίνει στη μεταφορά φορτίων σε μέση ψύξη. Κατά τη λειτουργία του συστήματος τα αέρια από την εξάτμιση (**boil-off vapours**) του φορτίου στη δεξαμενή (1) αναρροφώνται από τον συμπιεστή (2) και συμπιέζονται. Με τη συμπίεση αυξάνεται η πίεση και η θερμοκρασία των αερίων, με αποτέλεσμα να μπορούν να συμπυκνωθούν από τη θερμοκρασία του θαλασσινού νερού που διαρρέει τον συμπυκνωτή (3). Το συμπυκνωμένο φορτίο στη συνέχεια επιστρέφει προς τη δεξαμενή μέσω του δοχείου συμπυκνώματος (4) μίας εκτονωτικής βαλβίδας (5) ελεγχόμενης από πλωτήρα. Το μείγμα αερίων και υγρού διαχέεται στη δεξαμενή είτε με ψεκασμό μέσω του σωλήνα που είναι εγκατεστημένος είτε στην κορυφή της όταν η δεξαμενή είναι άδεια, είτε στον πυθμένα της δεξαμενής, αποτρέποντας την εκ νέου εξάτμιση όταν η δεξαμενή είναι γεμάτη φορτίο.



Απλοποιημένο σύστημα κύκλου με μονοβάθμια άμεση επανυγροποίηση.

Δίκτυα σωληνώσεων

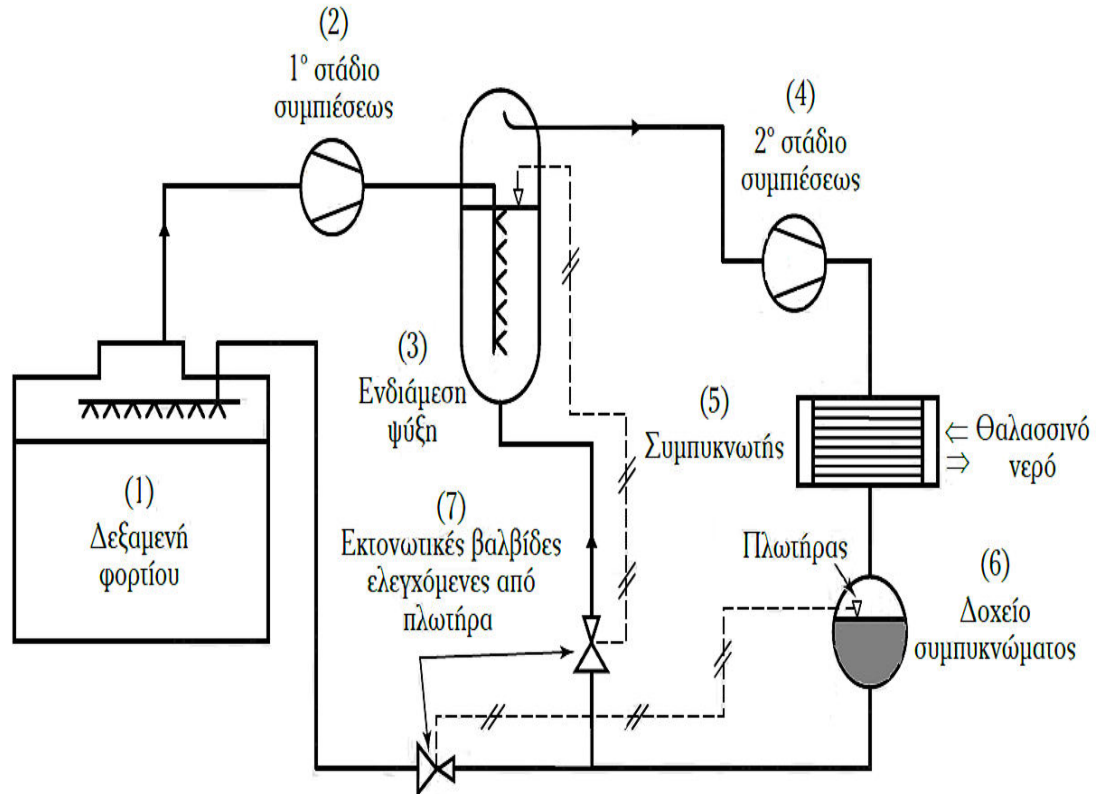
α) Το σύστημα επανυγροποίησης άμεσου κύκλου (Direct Cycle)

2. Το διβάθμιο (ή δύο σταδίων) σύστημα άμεσου κύκλου (two - stage direct cycle) το οποίο χωρίς να αποτελεί την πλέον συνήθη εφαρμογή, χρησιμοποιείται σε ευρύ φάσμα προϊόντων, ειδικά για φορτία όπως το βουταδιένιο και το βινυλοχλωρίδιο. Το διβάθμιο σύστημα με ενδιάμεση ψύξη χρησιμοποιείται, όπου **οι πιέσεις στην αναρρόφηση του συμπιεστή είναι χαμηλές**. Κατά συνέπεια ο βαθμός συμπίεσης πρέπει να είναι μεγάλος σε σχέση με τον κύκλο συμπίεσης στο μονοβάθμιο σύστημα (υποθέτοντας ότι το μέσο συμπυκνώσεως που διαρρέει τον συμπυκνωτή είναι το θαλασσινό νερό). Η ενδιάμεση ψύξη είναι απαραίτητη, προκειμένου να περιοριστεί η θερμοκρασία καταθλίψεως του συμπιεστή, η οποία αυξάνεται σημαντικά λόγω του μεγάλου βαθμού συμπίεσης. Με τη λειτουργία του συστήματος τα αέρια από την εξάτμιση του φορτίου στη δεξαμενή (1) αναρροφώνται από τον πρώτο συμπιεστή (2), η κατάθλιψη του οποίου γίνεται στο ενδιάμεσο ψυγείο (3) όπου μειώνεται η υψηλή θερμοκρασία που έχει αποκτήσει από τη συμπίεση. Το ψυκτικό μέσο στο ενδιάμεσο ψυγείο είναι το ίδιο το φορτίο που επιστρέφει μετά τη συμπίεση στον δεύτερο συμπιεστή (4) μέσω του συμπυκνωτή (5) που ψύχεται με θάλασσα, του δοχείου συμπυκνώματος (6) και της εκτονωτικής βαλβίδας (7). Το υγρό φορτίο από το δεύτερο στάδιο συμπίεσης επιστρέφει στη δεξαμενή μέσω εκτονωτικής βαλβίδας με τον ίδιο τρόπο που επιστρέφει στο μονοβάθμιο σύστημα άμεσου κύκλου.

Δίκτυα σωληνώσεων

α) Το σύστημα επανυγροποίησης άμεσου κύκλου (**Direct Cycle**)

2. Το διβάθμιο (ή δύο σταδίων) σύστημα άμεσου κύκλου (two - stage direct cycle) το οποίο χωρίζεται να αποτελεί την πλέον συνήθη εφαρμογή, χρησιμοποιείται σε ευρύ φάσμα προϊόντων, ειδικά για φορτία όπως το βουταδιένιο και το βινυλοχλωρίδιο. Το διβάθμιο σύστημα με ενδιάμεση ψύξη χρησιμοποιείται, όπου **οι πιέσεις στην αναρρόφηση του συμπιεστή είναι χαμηλές**. Κατά συνέπεια ο βαθμός συμπίεσης πρέπει να είναι μεγάλος σε σχέση με τον κύκλο συμπίεσης στο μονοβάθμιο σύστημα (υποθέτοντας ότι το μέσο συμπυκνώσεως που διαρρέει τον συμπυκνωτή είναι το θαλασσινό νερό). Η ενδιάμεση ψύξη είναι απαραίτητη, προκειμένου να περιοριστεί η θερμοκρασία καταθλίψεως του συμπιεστή, η οποία αυξάνεται σημαντικά λόγω του μεγάλου βαθμού συμπίεσης. Με τη λειτουργία του συστήματος τα αέρια από την εξάτμιση του φορτίου στη δεξαμενή (1) αναρροφώνται από τον πρώτο συμπιεστή (2), η κατάθλιψη του οποίου γίνεται στο ενδιάμεσο ψυγείο (3) όπου μειώνεται η υψηλή θερμοκρασία που έχει αποκτήσει από τη συμπίεση. Το ψυκτικό μέσο στο ενδιάμεσο ψυγείο είναι το ίδιο το φορτίο που επιστρέφει μετά τη συμπίεση στον δεύτερο συμπιεστή (4) μέσω του συμπυκνωτή (5) που ψύχεται με θάλασσα, του δοχείου συμπυκνώματος (6) και της εκτονωτικής βαλβίδας (7). Το υγρό φορτίο από το δεύτερο στάδιο συμπίεσης επιστρέφει στη δεξαμενή μέσω εκτονωτικής βαλβίδας με τον ίδιο τρόπο που επιστρέφει στο μονοβάθμιο σύστημα άμεσου κύκλου.



Ψυκτικός κύκλος υγροποίησης αερίων φορτίων με ενδιάμεση ψύξη από συμπυκνωμένο αέριο.

Δίκτυα σωληνώσεων

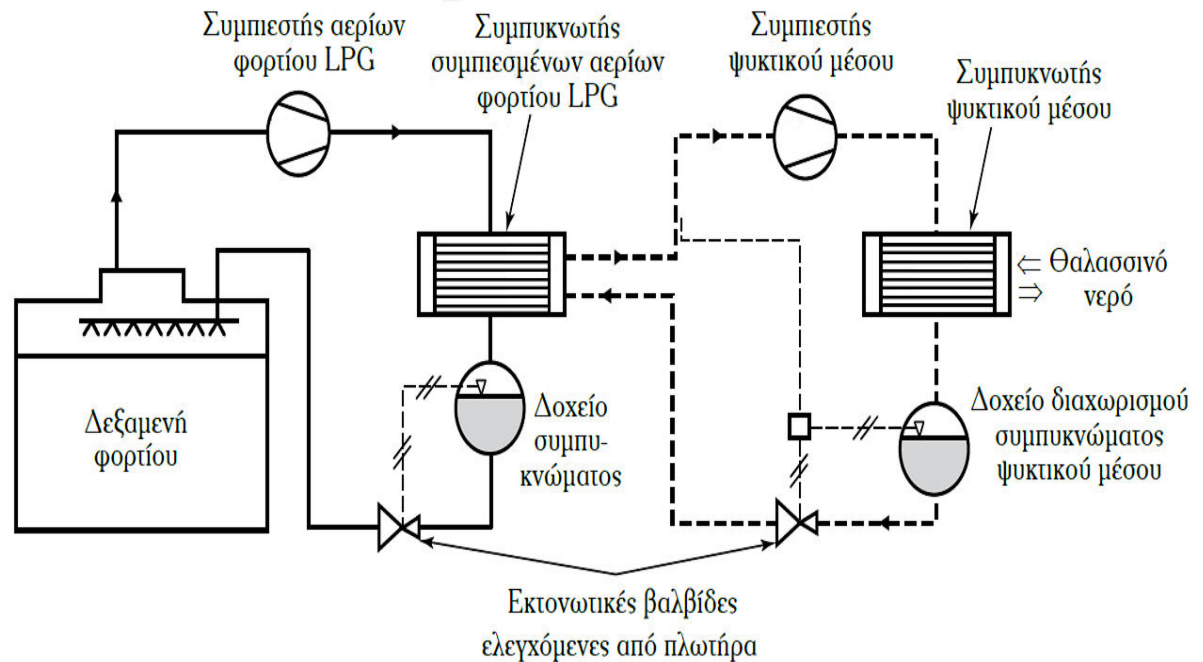
α) Το σύστημα επανυγροποίησης άμεσου κύκλου (**Direct Cycle**)

3. Ο διαδοχικός κύκλος επανυγροποίησης (cascade cycle), εφαρμόζεται σε φορτία σε πλήρη ψύξη (**fully refrigerated cargoes**), όπου ένα ψυκτικό μέσο, π.χ. το R22 (ή άλλο ψυκτικό μέσο λόγω της αποσύρσεως του R22 από τα συστήματα ψύξεως), χρησιμοποιείται **για να επιτευχθούν πολύ χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη μεταφορά**. Επί πλέον, **σε αυτά τα συστήματα οι δυνατότητες των μονάδων παραγωγής ψύξεως δεν επηρεάζονται τόσο από τις αλλαγές της θερμοκρασίας της θάλασσας σε σύγκριση με τους κύκλους επανυγροποίησης στα άλλα συστήματα**. Οι εγκαταστάσεις αυτού του τύπου είναι απαραίτητες για τη μεταφορά φορτίων, για τα οποία απαιτείται πολύ χαμηλή θερμοκρασία, όπως το αιθυλένιο. Το ψυκτικό μέσο στο διαδοχικό σύστημα χρησιμοποιείται για τη συμπύκνωση των αερίων του φορτίου. Η συμπίεση των αερίων που λαμβάνονται από τη δεξαμενή του φορτίου πραγματοποιείται σε ένα στάδιο, όπως στον μονοβάθμιο κύκλο επανυγροποίησης, με τη διαφορά ότι το ψυκτικό μέσο του συμπυκνωτή των συμπιεσμένων αερίων του φορτίου ακολουθεί έναν κλειστό κύκλο εξατμίσεως - συμπίεσεως - συμπυκνώσεως. Το συμπύκνωμα του φορτίου δεν έρχεται σε επαφή με τη θάλασσα, παρά μόνο το ψυκτικό μέσο στη διαδοχική διεργασία επανυγροποίησης.

Δίκτυα σωληνώσεων

α) Το σύστημα επανυγροποιήσεως άμεσου κύκλου (**Direct Cycle**)

3. Ο διαδοχικός κύκλος επανυγροποιήσεως (cascade cycle), εφαρμόζεται σε φορτία σε πλήρη ψύξη (**fully refrigerated cargoes**), όπου ένα ψυκτικό μέσο, π.χ. το R22 (ή άλλο ψυκτικό μέσο λόγω της αποσύρσεως του R22 από τα συστήματα ψύξεως), χρησιμοποιείται **για να επιτευχθούν πολύ χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη μεταφορά. Επί πλέον, σε αυτά τα συστήματα οι δυνατότητες των μονάδων παραγωγής ψύξεως δεν επηρεάζονται τόσο από τις αλλαγές της θερμοκρασίας της θάλασσας σε σύγκριση με τους κύκλους επανυγροποιήσεως στα άλλα συστήματα.** Οι εγκαταστάσεις αυτού του τύπου είναι απαραίτητες για τη μεταφορά φορτίων, για τα οποία απαιτείται πολύ χαμηλή θερμοκρασία, όπως το αιθυλένιο. Το ψυκτικό μέσο στο διαδοχικό σύστημα χρησιμοποιείται για τη συμπύκνωση των αερίων του φορτίου. Η συμπίεση των αερίων που λαμβάνονται από τη δεξαμενή του φορτίου πραγματοποιείται σε ένα στάδιο, όπως στον μονοβάθμιο κύκλο επανυγροποιήσεως, με τη διαφορά ότι το ψυκτικό μέσο του συμπυκνωτή των συμπιεσμένων αερίων του φορτίου ακολουθεί έναν κλειστό κύκλο εξατμίσεως - συμπίεσεως - συμπυκνώσεως. Το συμπύκνωμα του φορτίου δεν έρχεται σε επαφή με τη θάλασσα, παρά μόνο το ψυκτικό μέσο στη διαδοχική διεργασία επανυγροποιήσεως.



Απλοποιημένο σύστημα ενός σταδίου συμπίεσεως του αερίου φορτίου σε ψυκτικούς κύκλους διαδοχικής επανυγροποιήσεως (σύστημα cascade).

Δίκτυα σωληνώσεων

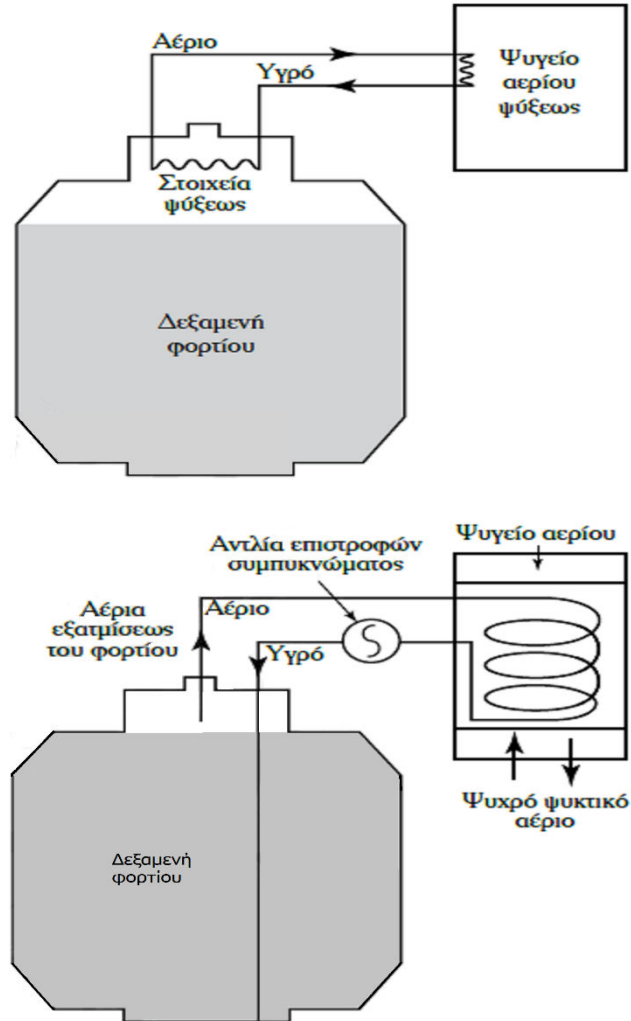
β) Το σύστημα επανυγροποιήσεως έμμεσου κύκλου (Indirect Cycle)

Στο σύστημα αυτό μία εξωτερική μονάδα ψύξεως χρησιμοποιείται προκειμένου να συμπυκνώσει τα αέρια τα οποία δημιουργούνται από την εξάτμιση του φορτίου χωρίς όμως να συμπιέζονται. Τα συστήματα έμμεσου κύκλου δεν συναντώνται συχνά, διότι αφορούν σε μικρό αριθμό φορτίων και για να λειτουργούν αποδοτικά απαιτείται ψυκτικό μέσο με πολύ χαμηλή θερμοκρασία και μεγάλες επιφάνειες από τον Κώδικα IGC για πλοία μεταφοράς αερίων φορτίων, όπως το **χλώριο**, το **οξειδίο του αιθυλενίου**, το **οξειδίο του αιθυλενίου με μείγμα οξειδίου του προπυλενίου και το προπυλενοξειδίο**.

Δίκτυα σωληνώσεων

β) Το σύστημα επανυγροποίησης έμμεσου κύκλου (Indirect Cycle)

Στο σύστημα αυτό μία εξωτερική μονάδα ψύξεως χρησιμοποιείται προκειμένου να συμπυκνώσει τα αέρια τα οποία δημιουργούνται από την εξάτμιση του φορτίου χωρίς όμως να συμπιέζονται. Τα συστήματα έμμεσου κύκλου δεν συναντώνται συχνά, διότι αφορούν σε μικρό αριθμό φορτίων και για να λειτουργούν αποδοτικά απαιτείται ψυκτικό μέσο με πολύ χαμηλή θερμοκρασία και μεγάλες επιφάνειες από τον Κώδικα IGC για πλοία μεταφοράς αερίων φορτίων, όπως το **χλώριο**, το **οξείδιο του αιθυλενίου**, το **οξείδιο του αιθυλενίου με μείγμα οξειδίου του προπυλενίου** και το **προπυλενοξείδιο**.



Τυπική διάταξη εγκαταστάσεων έμμεσου κύκλου.

Σύστημα επανυγροποίησης και έλεγχος της εξατμίσεως του φορτίου για Δ/Ξ LNG

Το φυσικό αέριο αποτελείται από μεθάνιο με χαμηλές συγκεντρώσεις άλλων υδρογονανθράκων, νερού, διοξειδίου του άνθρακα, αζώτου, οξυγόνου και ορισμένων ενώσεων του θείου.

Προκειμένου να φτάσει το φυσικό αέριο στην υγροποιημένη μορφή, ψύχεται κάτω από το σημείο βρασμού του (**Boil Off Gas-BOG**), που είναι οι -161°C .

Μετά την ψύξη του γίνεται ένα **διαυγές, μη τοξικό, άχρωμο και άοσμο υγρό**, για το οποίο απαιτούνται κατά τη μεταφορά του συνθήκες μεγάλης ψύξεως, που κυμαίνονται από -162 έως -163°C (φτάνουν και τους -165°C στο χαμηλότερο σημείο της δεξαμενής).

Σύστημα επανυγροποίησης και έλεγχος της εξατμίσεως του φορτίου για Δ/Ξ LNG

Στη διάρκεια της μεταφοράς, πάνω από την ελεύθερη επιφάνειά του στο εσωτερικό των δεξαμενών, δημιουργούνται αέρια, τα οποία προέρχονται από την εξατμισμό του φορτίου, είτε λόγω της μεταβολής της θερμοκρασίας στο εξωτερικό περιβάλλον (παρά την ισχυρή μόνωση των δεξαμενών), είτε κατά τη διαδικασία φορτώσεως και εκφορτώσεως λόγω των διακυμάνσεων της στάθμης.

Γι' αυτό, έχουν αναπτυχθεί εγκαταστάσεις επανυγροποίησης (**Reliquefaction Plants**) των αερίων, ώστε κατά τη μεταφορά του LNG να περιορίζεται η ποσότητα του φορτίου που θα φτάσει στο σημείο βρασμού του υγροποιημένου αερίου και θα εξατμιστεί. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται ο έλεγχος της θερμοκρασίας του φορτίου, αλλά και της πίεσεως στις δεξαμενές, διατηρώντας τες στα βασικά κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του πλοίου.

Σύστημα επανυγροποίησης και έλεγχος της εξατμίσεως του φορτίου για Δ/Ξ LNG

Η διεργασία επανυγροποίησης μιας ποσότητας του υγροποιημένου αερίου που αναπόφευκτα φτάνει στο σημείο βρασμού, πραγματοποιείται από τους συμπιεστές BOG (σε δύο ή περισσότερες βαθμίδες συμπίεσεως) και τον συμπυκνωτή, σε ένα σύστημα διαδοχικού κύκλου επανυγροποίησης.

Κατά τη λειτουργία του συστήματος, η αναρρόφηση του αεροσυμπιεστή πραγματοποιείται άμεσα από τις δεξαμενές του φορτίου σε χαμηλή θερμοκρασία και (σχεδόν) ατμοσφαιρική πίεση.

Το αέριο φορτίο μετά τη συμπίεση ψύχεται και συμπυκνώνεται στον συμπυκνωτή για να επιστρέψει στη δεξαμενή μέσω του δοχείου συμπυκνώματος.

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας διάφορα συστήματα αναπτύχθηκαν από τους κατασκευαστές για την επανυγροποίηση του φυσικού αερίου. Το διάγραμμα ροής του συστήματος επανυγροποίησης παρουσιάζει την άντληση των αερίων φορτίου BOG από τις δεξαμενές μέσω φυγοκεντρικού αεροσυμπιεστή δύο σταδίων.

Σύστημα επανυγροποίησης και έλεγχος της εξατμίσεως του φορτίου για Δ/Ξ LNG

Μετά τη συμπίεση, το BOG ψύχεται και συμπυκνώνεται σε υγροποιημένο αέριο LNG στον **κρυογονικό εναλλακτήρα θερμότητας (Cold Box)** από ένα κλειστό σύστημα ψύξεως, στο οποίο κυκλοφορεί άζωτο.

Το συμπύκνωμα μαζί με τα μη συμπυκνωμένα αέρια στοιχεία (κυρίως άζωτο) οδηγούνται στο δοχείο συμπυκνώματος, όπου πραγματοποιείται διαχωρισμός και τα μη συμπυκνωμένα αέρια ελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα, ενώ το υγροποιημένο LNG επιστρέφει στις δεξαμενές φορτίου απ' τη διαφορά πίεσεως στο σύστημα.

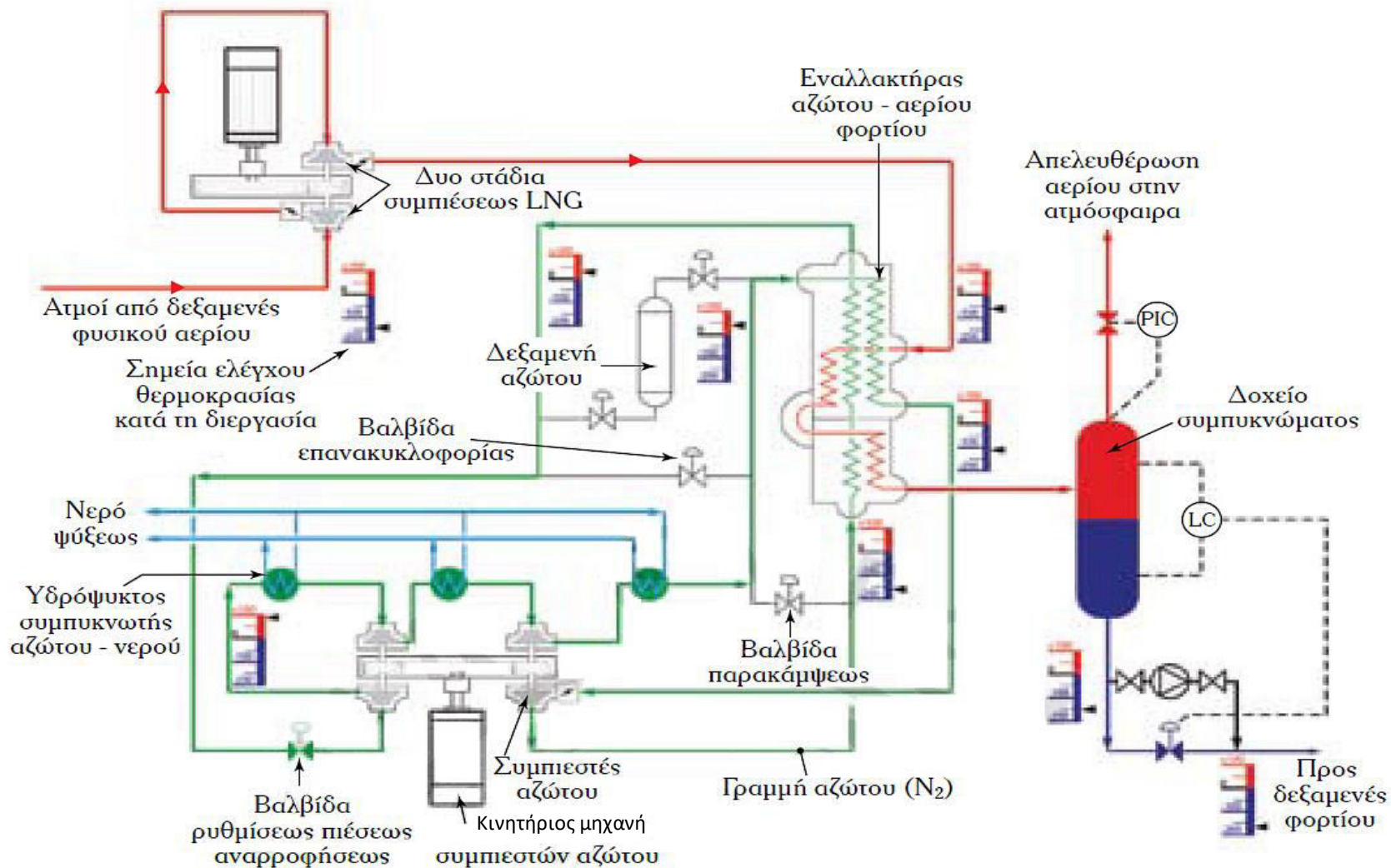
Ο συμπιεστής που χρησιμοποιείται στο σύστημα ψύξεως με άζωτο του LNG είναι φυγοκεντρικός πολυβάθμιος συμπιεστής. Το ψυκτικό μέσο που αναρροφάται με τον συμπιεστή του ψυκτικού μέσου από τον κρυογονικό εναλλακτήρα θερμότητας, συμπιέζεται σε τρία στάδια, μεταξύ των οποίων πραγματοποιείται ψύξη του συμπιεσμένου αερίου κάθε σταδίου από εναλλακτήρα θερμότητας που ψύχεται με νερό. Ως ψυκτικό μέσο των συμπιεσμένων αερίων του φορτίου, εκτός από άζωτο, μπορεί να χρησιμοποιούνται και άλλα αέρια.

Σύστημα επανυγροποίησης και έλεγχος της εξατμίσεως του φορτίου για Δ/Ξ LNG

Το διάγραμμα ροής της διαδικασίας επανυγροποίησης του φυσικού αερίου, αποτελεί το σύστημα πρώτης γενιάς **Moss RS** και το διάγραμμα, που αποτελεί το σύστημα τρίτης γενιάς **Mark III** της εταιρείας **Hamworthy**, διαφέρουν στην προσθήκη ενός ακόμα σταδίου στον αεροσυμπιεστή επανυγροποίησης του LNG (στο σύστημα Mark III) και στην ψύξη που λαμβάνει χώρα στα ενδιάμεσα στάδια συμπίεσεως στον συμπιεστή των αερίων του φορτίου.

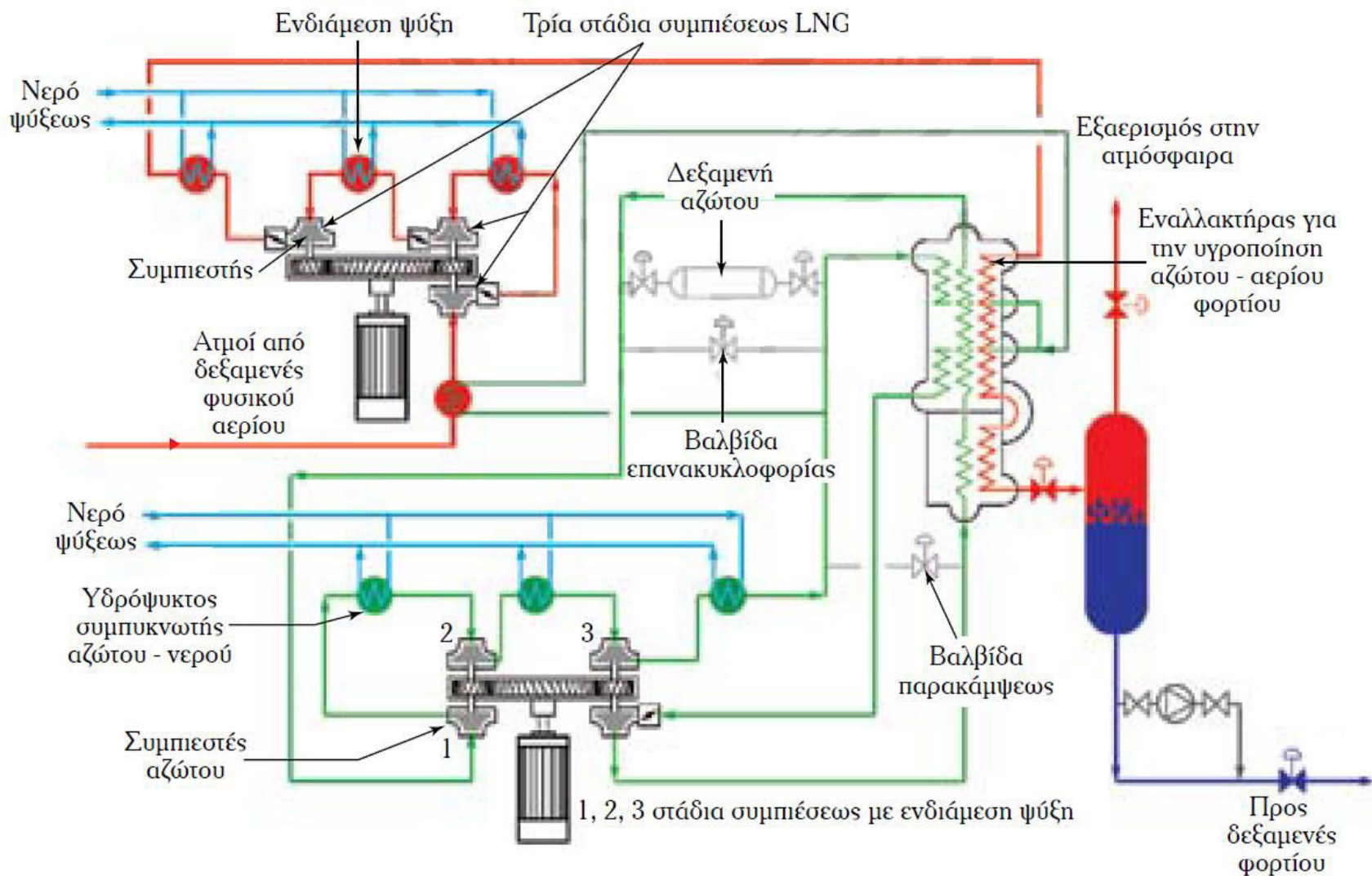
Ο εξοπλισμός των πλοίων παρέχει τη δυνατότητα υγροποίησης ενός μέρους των αερίων του φορτίου και επιστροφής τους στις δεξαμενές, ενώ ένα άλλο μέρος των αερίων του φορτίου χρησιμοποιείται ως καύσιμο για τη λειτουργία των συστημάτων παραγωγής ισχύος.

Σύστημα επανυγροποίησης και έλεγχος της εξατμίσεως του φορτίου για Δ/Ξ LNG



Τυπικό διάγραμμα ροής φυσικού αερίου (Moss RS).

Σύστημα επανυγροποίησης και έλεγχος της εξατμίσεως του φορτίου για Δ/Ξ LNG



Τυπικό διάγραμμα ροής φυσικού αερίου (Mark III).

Ιδιότητες φορτίου

Υγροποιημένο αέριο ονομάζεται η υγρή μορφή μιας ουσίας, η οποία σε θερμοκρασία περιβάλλοντος και υπό ατμοσφαιρική πίεση, θα ήταν σε αέρια μορφή.

Τα περισσότερα υγροποιημένα αέρια είναι υδρογονάνθρακες, που αποτελούν βασική πηγή ενέργειας, αλλά οι ιδιότητές τους, τους καθιστούν ταυτόχρονα επικίνδυνους.

Τα υγροποιημένα αέρια ως υδρογονάνθρακες διαθέτουν τις ακόλουθες ιδιότητες:

- α)** Η τάση ατμών
- β)** Ο κορεσμός
- γ)** Η δημιουργία διπλών ή τριπλών δεσμών
- δ)** Πυκνότητα υγρών και ατμών
- ε)** Η συμπύκνωση
- στ)** Η αναφλεξιμότητα και εκρηκτικότητα
- ζ)** Ο πολυμερισμός
- η)** Ο σχηματισμός ένυδρου άλατος

Ιδιότητες φορτίου

α) Η τάση ατμών (vapour pressure), που είναι η σημαντικότερη ιδιότητα ενός υγροποιημένου αερίου, σε σχέση με την άντληση και την αποθήκευσή του και η οποία είναι η απόλυτη πίεση που ασκείται όταν το υγρό ισορροπεί με τον ατμό του σε δεδομένη θερμοκρασία. Η τάση ατμών εξαρτάται από τη θερμοκρασία της υγρής και της αέριας φάσεως του φορτίου, την πίεση της περιβάλλουσας ατμόσφαιρας και τον υπάρχοντα κενό χώρο μέσα στη δεξαμενή.

Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία του υγροποιημένου φορτίου και των ατμών του ή όσο μειώνεται η πίεση της ατμόσφαιρας στον χώρο του φορτίου, τόσο αυξάνεται η τάση ατμών. Ο IMO, με σκοπό την τήρηση των κανονισμών μεταφοράς υγροποιημένων αερίων, την πίεση κορεσμένων ατμών σε δεδομένη θερμοκρασία έχει υιοθετήσει τον παρακάτω ορισμό για τη μεταφορά χύδην υγροποιημένων αερίων που μεταφέρονται από τα πλοία: «Υγροποιημένα αέρια είναι τα υγρά με απόλυτη πίεση ατμών μεγαλύτερη από 2,8 bar σε θερμοκρασία 37,8°C».

Σύμφωνα με την πίεση ατμών τους σε 37,8°C και το ανάλογο σημείο βρασμού μερικών υγροποιημένων αερίων, που μεταφέρονται εν πλω.

Ιδιότητες φορτίου

α) Η τάση ατμών (vapour pressure)

<i>Υγροποιημένο αέριο</i>	<i>Πίεση ατμών στους 37,8 °C (bars absolute)</i>	<i>Σημείο βρασμού σε ατμοσφαιρική πίεση και σε °C</i>
Μεθάνιο	Αέριο	-161,5
Προπάνιο	12,9	-42,3
n-Βουτάνιο	3,6	-0,5
Αμμωνία	14,7	-33,4
Χλωριούχο βινύλιο	5,7	-13,8
Βουταδιένιο	4,0	-5
Οξείδιο αιθυλενίου	2,7	+ 10,7

**Πίεση ατμών και σημείο
βρασμού μερικών
υγροποιημένων αερίων.**

Ιδιότητες φορτίου

β) Ο κορεσμός, που αναφέρεται στην **ιδιότητα των υδρογονανθράκων να σχηματίζουν δεσμούς με το υδρογόνο**.

Οι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες (**Saturated Hydrocarbons**), αποτελούνται εξ ολοκλήρου από απλούς δεσμούς και είναι κορεσμένοι με υδρογόνο. Οι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες όπως το μεθάνιο, το αιθάνιο, το προπάνιο και το βουτάνιο είναι άχρωμα και άοσμα υγρά.

Σε αέρια κατάσταση όλα είναι εύφλεκτα αέρια και καίγονται με την παρουσία οξυγόνου ή ατμοσφαιρικού αέρα, παράγοντας διοξείδιο του άνθρακα και υδρατμούς.

Δεν παρουσιάζουν προβλήματα χημικής συμβατότητας που μπορεί να προκαλέσουν διάβρωση, όταν έρχονται σε επαφή με τα υλικά κατασκευής, που συνήθως χρησιμοποιούνται στους χειρισμούς των φορτίων υγραερίων. Με την παρουσία της υγρασίας όμως οι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες μπορούν να σχηματίσουν **ένυδρα άλατα** (**Είναι τα άλατα τα οποία συγκρατούν ορισμένο αριθμό μορίων νερού (κρυσταλλικό νερό) για το σχηματισμό του κρυσταλλικού τους πλέγματος**).

Ιδιότητες φορτίου

γ) Η δημιουργία διπλών ή τριπλών δεσμών μεταξύ των ατόμων άνθρακα. Η ιδιότητα αυτή αναφέρεται στους ακόρεστους υδρογονάνθρακες (**Unsaturated Hydrocarbons**). Οι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες όπως το αιθυλένιο, το προπυλένιο, το βουτυλένιο, το βουταδιένιο και το ισοπρένιο είναι άχρωμα υγρά με ελαφρά γλυκίζουσα χαρακτηριστική οσμή. Όπως και οι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες, σχηματίζουν εύφλεκτα μείγματα στον ατμοσφαιρικό αέρα ή με το οξυγόνο, παράγοντας διοξείδιο του άνθρακα και υδρατμούς. Είναι χημικά περισσότερο δραστικοί από τους κορεσμένους υδρογονάνθρακες και μπορούν να αντιδράσουν επικίνδυνα με το χλώριο. Το αιθυλένιο, το προπυλένιο και το βουτυλένιο δεν παρουσιάζουν προβλήματα χημικής συμβατότητας με τα υλικά κατασκευής, ενώ το βουταδιένιο και το ισοπρένιο, έχουν δύο ζεύγη διπλών δεσμών, κάτι που τα καθιστά μακράν τα πιο χημικά δραστικά στοιχεία, ικανά να προκαλέσουν διάβρωση σε αυτήν την ομάδα. Μπορούν να αντιδράσουν με τον αέρα σχηματίζοντας υπεροξείδια, τα οποία είναι ασταθή και τείνουν να οδηγήσουν σε πολυμερισμό.

Ιδιότητες φορτίου

δ) Πυκνότητα υγρών και ατμών (Liquid And Vapour Density).

Η ιδιότητα αυτή ενός υγρού (και γενικά κάθε σώματος) ορίζεται ως το πηλίκο της μάζας ανά μονάδα όγκου και συνήθως μετρείται σε χιλιόγραμμα ανά κυβικό δεκατόμετρο (kg/dm^3). Εναλλακτικά, η πυκνότητα του υγρού μπορεί να εκφράζεται σε kg/lt ή σε kg/m^3 . Όλα τα υγροποιημένα αέρια, με εξαίρεση το χλώριο, έχουν σχετικές πυκνότητες υγρών λιγότερο από ένα, που σημαίνει ότι σε περίπτωση διαρροής στο νερό αυτά τα υγρά θα επιπλέουν πριν εξατμιστούν. Όλα τα υγροποιημένα αέρια παράγουν ατμούς που έχουν σχετική πυκνότητα ατμών μεγαλύτερη από τη μονάδα. Εξαίρεση το μεθάνιο (σε θερμοκρασίες $> -100^\circ\text{C}$), στο οποίο οι ατμοί που απελευθερώνονται στην ατμόσφαιρα είναι πυκνότεροι από τον αέρα δεν διασκορπίζονται εύκολα και τείνουν να παραμείνουν χαμηλά.

Ιδιότητες φορτίου

ε) Η συμπύκνωση (Condensation) ή υγροποίηση (Liquefaction), που είναι η μετατροπή αερίου σε υγρό και αποτελεί μια από τις αλλαγές φάσεως της φυσικής μορφής της ύλης. Με τη συμπύκνωση τα μόρια του αερίου να δημιουργήσουν ένα πιο πολύπλοκο μείγμα υδρογονάνθρακα συχνά μεγαλύτερου μοριακού βάρους και να μεταβούν από την αέρια κατάσταση στην υγρή. Η υγροποίηση ή συμπύκνωση επιτυγχάνεται με τη συμπίεση, όταν οι κορεσμένοι ατμοί παραμένουν κορεσμένοι και με τη μείωση της θερμοκρασίας.

Ιδιότητες φορτίου

στ) Η αναφλεξιμότητα και εκρηκτικότητα (Flammability And Explosion). Η χημική αντίδραση που ξεκινά από μια πηγή αναφλέξεως, στην οποία εύφλεκτος ατμός ενώνεται με το οξυγόνο σε κατάλληλες αναλογίες, ώστε να παραχθούν διοξείδιο του άνθρακα, υδρατμοί και θερμότητα, ονομάζεται καύση. Έτσι, τα υγροποιημένα αέρια και οι ατμοί τους έχουν την ιδιότητα, σε κατάλληλες αναλογίες, να υποστηρίξουν καύση, ενώ για κάθε ένα από αυτά δίνεται και το ανάλογο εύφλεκτο εύρος. Ως εύφλεκτο εύρος (**Flammable Range**) χαρακτηρίζεται το μέτρο της αναλογίας των ευφλέκτων ατμών και του αέρα που απαιτούνται, ώστε να είναι δυνατή η καύση. Το εύφλεκτο εύρος είναι δηλαδή το εύρος μεταξύ της ελάχιστης και της μέγιστης συγκεντρώσεως ατμών (επί τοις εκατό κατ' όγκο) στον αέρα, τα οποία σχηματίζουν ένα εύφλεκτο μείγμα. Αυτοί οι όροι συνήθως δίνονται σε συντομογραφία ως κατώτερο όριο αναφλεξιμότητας (**Lower Flammable Limit - LFL**) και ανώτερο όριο αναφλέξεως (**Upper Flammable Limit - UFL**). Όλα τα υγροποιημένα αέρια με εξαίρεση το χλώριο είναι εύφλεκτα, αλλά οι τιμές του εύφλεκτου εύρους τους μεταβάλλονται και εξαρτώνται απ' τη συγκέντρωση των ατμών κατ' όγκο. Για τα υγραεριοφόρα, λόγω του πλούσιου μείγματος μέσα στις δεξαμενές του φορτίου δεν υφίσταται κίνδυνος αναφλέξεως, εκτός εάν η ποσοστιαία αναλογία του οξυγόνου αυξηθεί ή εκτός από την περίπτωση διαρροής και συγκεντρώσεως αερίων σε περιοχές, όπου υπάρχουν πηγές αναφλέξεως.

Ιδιότητες Φορτίου

ζ) Ο πολυμερισμός (Polymerisation). Ενώ πολλά από τα υγροποιημένα αέρια είναι πολυμεριζόμενα (όπως υποδεικνύεται με τον διπλό δεσμό στη μοριακή δομή τους), οι δυσκολίες πολυμερισμού φορτίου στην πράξη προκύπτουν μόνο στην περίπτωση του βουταδιένιου, του ισοπρένιου, του οξειδίου του αιθυλένιου και του χλωριούχου βινυλίου.

Ο πολυμερισμός που είναι επικίνδυνος υπό ορισμένες συνθήκες, μπορεί να καθυστερήσει ή να ελέγχεται με την προσθήκη αναστολέων.

Ο πολυμερισμός λαμβάνει χώρα όταν ένα μόνο μόριο (α μονομερές) αντιδρά με ένα άλλο μόριο της ίδιας ουσίας για να σχηματίσουν ένα διμερές μόριο. Αυτή η διαδικασία μπορεί να συνεχιστεί έως ότου σχηματιστεί μια μακρά αλυσίδα από το μόριο, έχοντας πολλές χιλιάδες μεμονωμένων μορίων (ένα πολυμερές). Η διαδικασία μπορεί να πραγματοποιείται με μεγάλη ταχύτητα και έχει ως συνέπεια την παραγωγή μεγάλης θερμότητας. Μπορεί να ξεκινήσει αυθόρμητα να καταλύεται από την παρουσία οξυγόνου (ή άλλων ακαθαρσιών) ή με μεταφορά θερμότητας κατά τη διάρκεια ενεργειών διαχειρίσεως του φορτίου. Κατά τη διάρκεια του πολυμερισμού, το ιξώδες του φορτίου αυξάνεται, έως ότου τελικά σχηματιστεί ένα πολυμερές στερεό και χωρίς δυνατότητα να αντληθεί.

Ιδιότητες Φορτίου

η) Ο σχηματισμός ένυδρου άλατος (Hydrate Formation). Το προπάνιο και το βουτάνιο μπορεί να σχηματίζουν ένυδρα άλατα (Είναι τα άλατα τα οποία συγκρατούν ορισμένο αριθμό μορίων νερού (κρυσταλλικό νερό) για το σχηματισμό του κρυσταλλικού τους πλέγματος) κάτω από ορισμένες συνθήκες θερμοκρασίας και πιέσεως με την παρουσία ελεύθερου νερού. Αυτό το νερό μπορεί να υπάρχει στο υγραέριο ως ακαθαρσία ή μπορεί να εξαχθεί από τα διαφράγματα της δεξαμενής φορτίου, εφόσον έχουν σκουριά. Η σκουριά, η οποία έχει αφυδατωθεί, εφόσον η υγρασία της απορροφάται από το υγραέριο χάνει την πρόσφυσή της στις επιφάνειες της δεξαμενής, με αποτέλεσμα να συγκεντρώνεται στον πυθμένα της δεξαμενής ως λεπτή σκόνη. Τα ένυδρα άλατα των φορτίων LPG αποτελούν λευκά κρυσταλλικά στερεά σωματίδια, που μπορεί να φράξουν τα φίλτρα, τις βαλβίδες του συστήματος επανυγροποίησης και να προκαλέσουν βλάβες στις αντλίες του φορτίου. Για την πρόληψη του σχηματισμού ένυδρων αλάτων μπορεί να χρησιμοποιηθούν αναστολείς, όπως η μεθανόλη ή η αιθανόλη, οι οποίοι είναι δυνατόν να προστεθούν σε κατάλληλα σημεία στο σύστημα, αλλά μόνο μετά από τη συγκατάθεση του ναυλωτή και των διαχειριστών του πλοίου. Σε διαφορετική περίπτωση απαγορεύεται, θα πρέπει να σημειωθεί ότι σε ορισμένες χώρες η χρήση μεθανόλης απαγορεύεται, ενώ ορισμένα χημικά αέρια μπορεί να τεθούν εκτός προδιαγραφών με την προσθήκη μεθανόλης. Δεδομένου ότι η μεθανόλη είναι τοξική, πρέπει να ληφθεί μέριμνα για τον ασφαλή χειρισμό του φορτίου.

Διεθνής Κώδικας για την Κατασκευή και τον Εξοπλισμό Πλοίων Μεταφοράς Χύδην Υγροποιημένων Αερίων

Ο Διεθνής Κώδικας για την Κατασκευή και τον Εξοπλισμό των Πλοίων Μεταφοράς Χύδην Υγροποιημένων Αερίων (International Code for the Construction and Equipment of Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk - IGC), εφαρμόζεται στα πλοία μεταφοράς αερίου, τα οποία κατασκευάστηκαν την/ή μετά την 1η Ιουλίου 1986. Τα πλοία μεταφοράς φυσικού αερίου που κατασκευάστηκαν πριν από την ημερομηνία αυτή και μετά την 31.12.1976 θα πρέπει να συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις του Κώδικα για την Κατασκευή και τον Εξοπλισμό των Πλοίων που Μεταφέρουν Χύδην Υγροποιημένα Αέρια ο οποίος είναι γνωστός ως Κώδικας Μεταφοράς Αερίων (εν συντομία Κώδικας GC). Τα πλοία με ημερομηνία κατασκευής πριν το 1977 καλύπτονται από τον Κώδικα για τα Υπάρχοντα Πλοία που Μεταφέρουν Χύδην Υγροποιημένα Αέρια (Code for Existing Ships Carrying Liquefied Gases in Bulk).

Διεθνής Κώδικας για την Κατασκευή και τον Εξοπλισμό Πλοίων Μεταφοράς Χύδην Υγροποιημένων Αερίων

Ο σκοπός της δημιουργίας του **IGC** είναι να καθιερώσει ένα διεθνές πρότυπο για την ασφαλή θαλάσσια μεταφορά χύδην υγροποιημένων αερίων και ορισμένων άλλων φορτίων με παρόμοια χαρακτηριστικά.

Στον IGC προσδιορίζονται οι απαιτήσεις για τον σχεδιασμό και την κατασκευή των πλοίων που χρησιμοποιούνται στις μεταφορές χύδην υγροποιημένων αερίων, καθώς και για τον εξοπλισμό που πρέπει να φέρουν τα πλοία ώστε, λαμβάνοντας υπόψη τη φύση των προϊόντων που μεταφέρονται, να ελαχιστοποιηθούν οι κίνδυνοι που μπορεί να προκύψουν για το πλοίο, το πλήρωμα και το περιβάλλον. Στον IGC και στις ανανεωμένες εκδόσεις του περιλαμβάνονται οι βελτιώσεις στη διαχείριση και στη λειτουργία των υγραεριοφόρων, σύμφωνα με την ανάπτυξη της τεχνολογίας και τις ανάγκες που δημιουργούνται.

Διεθνής Κώδικας για την Κατασκευή και τον Εξοπλισμό Πλοίων Μεταφοράς Χύδην Υγροποιημένων Αερίων

Η βασική φιλοσοφία του IGC σχετίζεται με τους τύπους των πλοίων και των κινδύνων που προκύπτουν από τις επικίνδυνες ιδιότητες των φορτίων, π.χ. των πιθανών κινδύνων που μπορεί να προκύψουν από τα προϊόντα που μεταφέρονται υπό κρυογονικές συνθήκες (μεγάλη ψύξη) ή συνθήκες πίεσεως. Επίσης, λαμβάνονται υπόψη τα αποτελέσματα από μία πιθανή σύγκρουση ή προσάραξη, που θα μπορούσε να οδηγήσει σε βλάβη της δεξαμενής του φορτίου και στην ανεξέλεγκτη απελευθέρωση του προϊόντος στο περιβάλλον. Τέτοια απελευθέρωση είναι δυνατό να οδηγήσει στην εξάτμιση και διασπορά του φορτίου, που σε ορισμένες περιπτώσεις θα μπορούσε να προκαλέσει θραύση της γάστρας του πλοίου. Οι απαιτήσεις του IGC έχουν ως στόχο την ελαχιστοποίηση των κινδύνων αυτών στον βαθμό που είναι εφικτό, με βάση την παρούσα γνώση και τεχνολογία.

Διεθνής Κώδικας για την Κατασκευή και τον Εξοπλισμό Πλοίων Μεταφοράς Χύδην Υγροποιημένων Αερίων

Ο IGC ασχολείται κυρίως με τον σχεδιασμό των πλοίων και του εξοπλισμού μεταφοράς, προκειμένου **να εξασφαλιστεί η ασφαλής μεταφορά των προϊόντων**, ενώ γίνεται εκτίμηση και του συνολικού συστήματος διαχειρίσεως του φορτίου. Άλλες σημαντικές πτυχές της ασφαλούς μεταφοράς των προϊόντων, που αναφέρονται στον Κώδικα αυτόν, **αφορούν στην εκπαίδευση των πληρωμάτων, στις ιδιότητες και στους κινδύνους των φορτίων, στον έλεγχο και στη διασύνδεση του πλοίου με την ξηρά και στους χειρισμούς στο λιμάνι.**

Ασφαλιστικές διατάξεις κατά τη φόρτωση και την εκφόρτωση

Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των φορτίων που οφείλονται στις ιδιότητες του υγροποιημένου αερίου, η διατήρηση του φορτίου κάτω από ειδικές συνθήκες και ο συνεχής έλεγχος της καταστάσεως από τη φόρτωση κατά τη διάρκεια του ταξιδιού, μέχρι την εκφόρτωση στον σταθμό ξηράς, έχουν οδηγήσει στη ναυπήγηση πλοίων υψηλής ποιότητας και προδιαγραφών. Τα πλοία αυτά είναι εφοδιασμένα με ελεγκτικούς μηχανισμούς και ασφαλιστικές διατάξεις που καθιστούν τα υγραεριοφόρα τα πιο ασφαλή πλοία που κατασκευάζονται σήμερα.

Ασφαλιστικές διατάξεις κατά τη φόρτωση και την εκφόρτωση

Οι διατάξεις που ελέγχουν την ασφαλή διαχείριση του φορτίου κατά τη φόρτωση, τη μεταφορά και την εκφόρτωση του πλοίου περιλαμβάνουν:

- α)** Το σύστημα έκτακτης διακοπής των λειτουργιών (Emergency ShutDown-ESD)
- β)** Την εγκατάσταση πνευματικών ή ηλεκτρικών διακοπών άμεσης διακοπής της λειτουργίας του συστήματος διαχείρισεως φορτίου (remote shutdown buttons)
- γ)** Τις βαλβίδες προστασίας από την αύξηση της πίεσεως (pressure – relief and vacuum protection valves) ή τις συνθήκες υποπίεσεως
- δ)** Τις φλογοπαγίδες (flameproof equipment)
- ε)** Τα όργανα μετρήσεως στάθμης τον υγρού στις δεξαμενές (liquid level instrumentation).
- στ)** Το σύστημα συναγερμού και διακοπής των λειτουργιών (level alarm and automatic shutdown system)
- ζ)** Τις συσκευές ελέγχου πίεσεως και θερμοκρασίας (pressure and temperature monitoring).
- η)** Τα συστήματα ανιχνεύσεως αερίων (gas detection systems).
- θ)** Τον εξοπλισμό επιμελούς μεταφοράς (LNG custody transfer system).

α) Το σύστημα έκτακτης διακοπής των λειτουργιών (Emergency ShutDown - ESD), η οποία επιτυγχάνεται με την απομόνωση του συστήματος με το αυτόματο κλείσιμο επιστομίων, σε περίπτωση απώλειας της ηλεκτρικής ισχύος στο πλοίο, σε περίπτωση πυρκαγιάς στον θόλο μιας δεξαμενής φορτίου ή σε περίπτωση πυρκαγιάς στις συνδέσεις των σωλήνων με την ξηρά.

Ασφαλιστικές διατάξεις κατά τη φόρτωση και την εκφόρτωση

β) Την εγκατάσταση πνευματικών ή ηλεκτρικών διακοπών άμεσης διακοπής της λειτουργίας του συστήματος διαχείρισης φορτίου (Remote Shutdown Buttons), σε διάφορα σημεία του πλοίου, για παράδειγμα στη γέφυρα, στον διάδρομο του καταστρώματος, στο δωμάτιο των συμπιεστών και στο δωμάτιο ελέγχου του φορτίου, μέσω των οποίων διακόπτεται εξ αποστάσεως η λειτουργία των αντλιών του φορτίου και των συμπιεστών, ενώ ταυτόχρονα κλείνουν τα επιστόμια διακόπτοντας τη ροή φορτίου σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης.

Τα είδη των επιστομίων απομονώσεως του δικτύου συνήθως είναι εγκατεστημένα σε Δ/Ξ μεταφοράς υγροποιημένων αερίων. Είναι σφαιρικού τύπου (**Ball Valves**) λόγω της μεγάλης επιφάνειας εδράσεως της βαλβίδας (στοιχείο διακοπής της ροής του επιστομίου), που τα καθιστά ιδιαίτερα ανθεκτικά στις ιδιότητες του φορτίου. Μπορεί επίσης να είναι και συρταρωτού (**Gate**) ή τύπου πεταλούδας (**Butterfly**), τα οποία είναι εφοδιασμένα με πνευματικό ή περιστασιακά υδραυλικό ενεργοποιητή. Οι βαλβίδες σφαιρικού τύπου στα πλοία LNG και αιθυλενίου διαθέτουν εσωτερικό σύστημα εκτονώσεως της πίεσεως (μία τρύπα που ανοίγει και συνδέει την κοιλότητα της βαλβίδας με την κάτω πλευρά του επιστομίου).

Ασφαλιστικές διατάξεις κατά τη φόρτωση και την εκφόρτωση

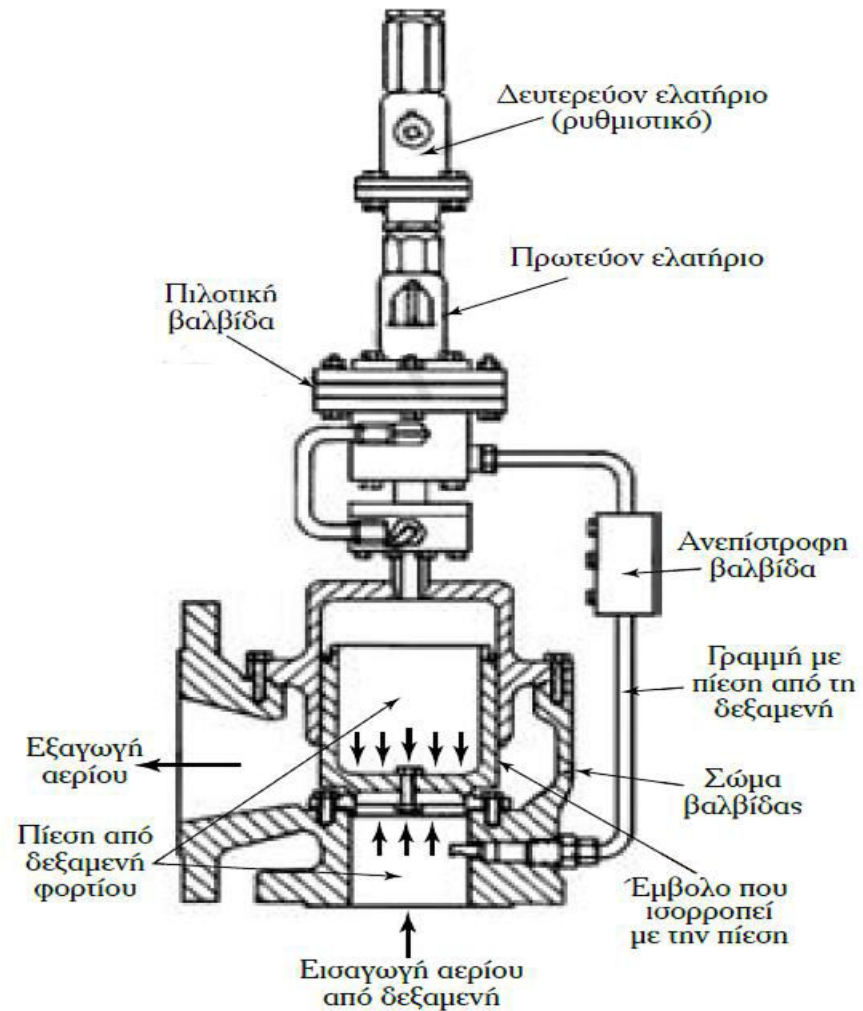
γ) Τις βαλβίδες προστασίας από την αύξηση της πιέσεως (Pressure-relief And Vacuum Protection Valves) ή τις συνθήκες υποπίεσεως, για τις οποίες ο ΙΜΟ ορίζει ότι θα πρέπει να εγκαθίστανται δύο σε κάθε δεξαμενή φορτίου χωρητικότητας μεγαλύτερης από 20 m³, ενώ κάτω από 20 m³ μπορεί να υπάρχει μία. Οι τύποι των βαλβίδων είναι είτε με ελατήριο, είτε με πιλοτική βαλβίδα. Οι εκτονωτικές βαλβίδες με πιλοτική βαλβίδα λειτουργίας τοποθετούνται σε δεξαμενές τύπου Α, Β και C, ενώ οι εκτονωτικές βαλβίδες ελατηρίου συνήθως χρησιμοποιούνται μόνο για δεξαμενές τύπου C.

Η χρήση της βαλβίδας με πιλοτική λειτουργία σε δεξαμενές τύπου Α εξασφαλίζει ακριβή λειτουργία στις χαμηλής συνθήκες πιέσεως που επικρατούν, ενώ η χρήση τους σε δεξαμενές τύπου C, επιτρέπει χρησιμοποιώντας την ίδια βαλβίδα να μεταβάλλεται η ρύθμιση της πιέσεως εκτονώσεως.

Στις βαλβίδες με ελατήριο η μεταβολή στη ρύθμιση της πιέσεως εκτονώσεως επιτυγχάνεται με την αλλαγή του ελατηρίου.

Ασφαλιστικές διατάξεις κατά τη φόρτωση και την εκφόρτωση

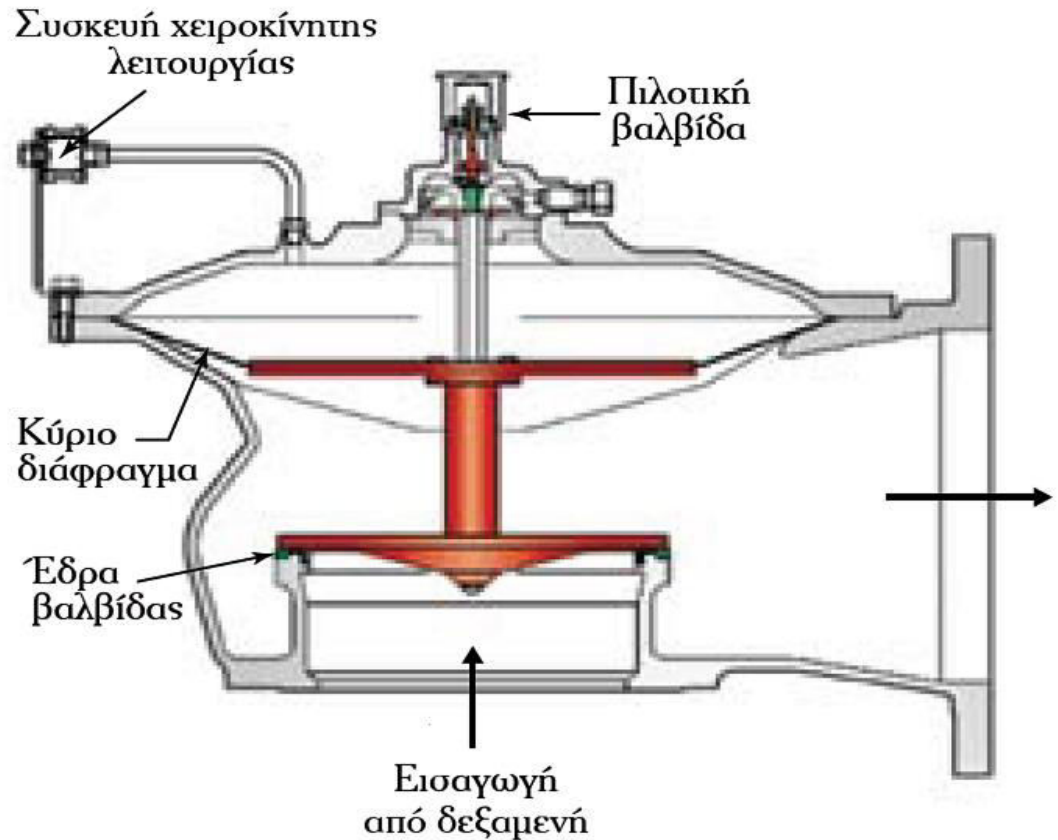
γ) Τις βαλβίδες προστασίας από την αύξηση της πιέσεως (Pressure - relief And Vacuum Protection Valves) ή τις συνθήκες ΥΠΟΠΙΕΣΕΩΣ



Βαλβίδα προστασίας από την αύξηση της πιέσεως με πιλοτική βαλβίδα.

Ασφαλιστικές διατάξεις κατά τη φόρτωση και την εκφόρτωση

γ) Τις βαλβίδες προστασίας από την αύξηση της πίεσεως (Pressure - relief And Vacuum Protection Valves) ή τις συνθήκες ΥΠΟΠΙΕΣΕΩΣ



Βαλβίδα προστασίας από την αύξηση της πίεσεως με διάφραγμα και πιλοτική βαλβίδα.

Ασφαλιστικές διατάξεις κατά τη φόρτωση και την εκφόρτωση

δ) Τις φλογοπαγίδες (Flameproof Equipment), που προστατεύουν από την επιστροφή της φλόγας μέσα στους σωλήνες του δικτύου σε περίπτωση αναφλέξεως των αερίων του φορτίου. Οι φλογοπαγίδες αποτελούνται από έναν θάλαμο με δυνατότητα να αντέξει την πίεση που αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια αναφλέξεως ενός εύφλεκτου μείγματος. Ο σχεδιασμός τους είναι τέτοιος που αποτρέπει την απελευθέρωση στην ατμόσφαιρα οποιωνδήποτε προϊόντων εκρήξεως, που συμβαίνει μέσα στο θάλαμο, πριν η θερμοκρασία τους μειωθεί κάτω από το σημείο αναφλέξεως. Ως εκ τούτου, η διαδρομή της φλόγας μέσα στη φλογοπαγίδα, που εξαρτάται από τον τρόπο συναρμολογήσεως μετά από επιθεώρηση, θα πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη φροντίδα καθώς ώστε να διατηρείται η φλογοπαγίδα σε καλή κατάσταση, και να επιτυγχάνονται τα επιθυμητά αποτελέσματα.

Ασφαλιστικές διατάξεις κατά τη φόρτωση και την εκφόρτωση

ε) Τα όργανα μετρήσεως στάθμης τον υγρού στις δεξαμενές (Liquid Level Instrumentation). Ο IGC απαιτεί να υπάρχει τουλάχιστον ένα τέτοιο όργανο εγκατεστημένο σε κάθε δεξαμενή. Επίσης για συγκεκριμένα φορτία, ορίζονται διαφορετικοί τύποι οργάνων μετρήσεως και ταξινομούνται ως:

- Έμμεσα συστήματα μετρήσεως στάθμης, τα οποία μπορεί να είναι είτε συστήματα μετρήσεως βάρους, είτε συστήματα μετρήσεως ροής.
- Κλειστά συστήματα μετρήσεως που δεν διαπερνούν την δεξαμενή φορτίου, στα οποία ανήκουν οι συσκευές υπερήχων ή οι μετρητές ραδιοσυχνότητας.
- Κλειστά συστήματα μετρήσεως, που διαπερνούν τη δεξαμενή φορτίου, όπως οι μετρητές με πλωτήρα και οι σωλήνες με ένδειξη φουσαλίδων.
- Κλειστά συστήματα μετρήσεως, που διαπερνούν τη δεξαμενή, αλλά απελευθερώνουν μικρές ποσότητες υγρού ή αερίου στην ατμόσφαιρα κατά τη χρήση τους, τα οποία όταν δεν χρησιμοποιούνται θα πρέπει να είναι εντελώς απομονωμένα.

στ) Το σύστημα συναγερμού και διακοπής των λειτουργιών (Level Alarm And Automatic Shutdown System), που ενεργοποιείται από ανεξάρτητο αισθητήρα υψηλής στάθμης, με τον οποίο πρέπει να είναι εφοδιασμένη κάθε δεξαμενή, με εξαίρεση τα πλοία με δεξαμενές τύπου C χωρητικότητας $< 200 \text{ m}^3$. Μαζί με την ενεργοποίηση του συστήματος θα πρέπει να ενεργοποιείται και ηχητικός συναγερμός. Εναλλακτικά, γι' αυτόν τον σκοπό είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται οι μετρητές στάθμης με πλωτήρα ή οι μετρητές υπερήχων.

ζ) Τις συσκευές ελέγχου πιέσεως και θερμοκρασίας (Pressure And Temperature Monitoring). Οι συσκευές ελέγχου πιέσεως τοποθετούνται σε πολλά σημεία του δικτύου του φορτίου, όπως στις δεξαμενές φορτίου, στην αντλία, στις γραμμές εκκενώσεως του συμπιεστή κ.ά., ενώ τοποθετούνται δύο συσκευές ελέγχου της θερμοκρασίας σε κάθε δεξαμενή, μία κοντά στον πυθμένα και μία στην ανώτερη στάθμη του υγρού μέσα στη δεξαμενή.

Ασφαλιστικές διατάξεις κατά τη φόρτωση και την εκφόρτωση

η) Τα συστήματα ανιχνεύσεως αερίων (Gas Detection Systems). Η διάταξη των συστημάτων ανιχνεύσεως αερίων στα πλοία μεταφοράς υγροποιημένων αερίων είναι σημαντική και ο IGC απαιτεί τα πλοία αυτά να διαθέτουν σταθερό σύστημα ανιχνεύσεως αερίων, που να υποστηρίζει ηχητικά και οπτικά σήματα συναγερμού. Επαναλήπτες των ενδείξεων του ανιχνευτή πρέπει να τοποθετούνται στη γέφυρα, στο δωμάτιο ελέγχου του φορτίου και στον χώρο εγκαταστάσεως του πίνακα ελέγχου του ανιχνευτή. Οι αισθητήρες ανιχνεύσεως θα πρέπει να ενεργοποιούν τον συναγερμό, όταν η συγκέντρωση αερίων του φορτίου φτάνει το 30% του κατώτερου ορίου ευφλεκτότητας και τοποθετούνται:

- Στον χώρο εγκαταστάσεως των συμπιεστών του φορτίου.
- Στον χώρο εγκαταστάσεως των ηλεκτροκινητήρων.
- Στο δωμάτιο ελέγχου του φορτίου.
- Σε κλειστούς χώρους, όπως στον χώρο του κύτους, όπου είναι εγκατεστημένες οι δεξαμενές, και σε χώρους που σχηματίζονται από διαφράγματα.
- Στο μηχανοστάσιο.
- Στον θάλαμο ελέγχου της παροχής αερίου φορτίου στις μηχανές διπλών καυσίμων.

Ασφαλιστικές διατάξεις κατά τη φόρτωση και την εκφόρτωση

θ) Τον εξοπλισμό επιμελούς μεταφοράς (LNG Custody Transfer System). Το σύστημα αυτό περιλαμβάνει ένα βαθμονομημένο πακέτο εξοπλισμού από όργανα μετρήσεως φορτίου εγκατεστημένο στα πλοία μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου. Αποτελεί ένα ανεξάρτητο σύστημα ακριβείας για τον έλεγχο της ποσότητας του φορτίου, το οποίο συχνά υποστηρίζεται από καταγραφή δεδομένων και υπηρεσίες υπολογισμού του φορτίου και καθορίζει την ποσότητα του προϊόντος, που μεταφέρεται μεταξύ πωλητή και αγοραστή. Η ακρίβεια είναι σημαντική, δεδομένου ότι οι ποσότητες που καθορίζονται, χρησιμοποιούνται ως βάση για τους εισαγωγικούς δασμούς. Το σύστημα περιλαμβάνει τους μετρητές στάθμης, τους αισθητήρες θερμοκρασίας (συχνά τύπου με αντίσταση από λευκόχρυσο) και τους μετρητές πίεσεως.

Μονάδες ελέγχου παροχής καυσίμου

Οι μονάδες ελέγχου που υποστηρίζουν τη χρήση του υγραερίου φορτίου ως καύσιμο αποτελούν υβριδικά συστήματα, στα οποία ο έλεγχος για την παροχή καυσίμου εξαρτάται από τον τύπο της μηχανής που χρησιμοποιείται. Στην περίπτωση που χρησιμοποιείται λέβητας διπλού καυσίμου (**Dual Fuel**) για την καύση των εξατμίσεων του φορτίου, ενώ η κινητήρια ισχύς παρέχεται από την κύρια ΜΕΚ υγρών καυσίμων, η διαδικασία στην καύση του αερίου είναι πιο απλή. Η απλότητα οφείλεται στην ευκολία αλλαγής του καυσίμου από βαρύ πετρέλαιο σε αέρια από τις εξατμίσεις του φορτίου και στο ότι η παροχή στον καυστήρα του λέβητα του αερίου από τη δεξαμενή πραγματοποιείται μέσω ενός συμπιεστή χαμηλής πίεσης και ενός εναλλακτήρα, για την αύξηση της θερμοκρασίας του αερίου.

Μονάδες ελέγχου παροχής καυσίμου

Φυσικά, θα πρέπει να τηρούνται ειδικές προφυλάξεις στις σωληνώσεις του αερίου, για την πρόληψη τυχόν διαρροής μέσα στο μηχανοστάσιο (π.χ. σωλήνες διπλού τοιχώματος).

Το LNG είναι το μόνο υγροποιημένο αέριο που επιτρέπεται από τον IGC να καεί σε λέβητες του πλοίου, διότι οι εξατμίσεις των άλλων υγροποιημένων αερίων έχουν πυκνότητα μεγαλύτερη από τον αέρα, με αποτέλεσμα να θεωρούνται επικίνδυνα, διότι δημιουργούν συγκέντρωση εύφλεκτων αερίων.

Η ποσότητα του ατμού που παράγεται στους λέβητες διπλού καυσίμου χρησιμοποιείται για την κίνηση των συμπιεστών του δικτύου επανυγροποιήσεως του φορτίου και για τη λειτουργία της ηλεκτρογεννήτριας με ατμοστρόβιλο, η οποία παρέχει ηλεκτρική ενέργεια στην ηλεκτροκίνητη έλικα και τις υπόλοιπες καταναλώσεις του πλοίου.

Για συστήματα παραγωγής κινητήριας ισχύος σε πλοία με MEK διπλού καυσίμου, οι μονάδες ελέγχου παροχής καυσίμου που χρησιμοποιούνται εξαρτώνται από τον τύπο της μηχανής, δηλαδή εάν είναι **τετράχρονη η δίχρονη**.

Μονάδες ελέγχου παροχής καυσίμου Τετράχρονες μηχανές διπλού καυσίμου

Οι τετράχρονες μηχανές διπλού καυσίμου χρησιμοποιούνται στα εμπορικά πλοία, συνήθως για την καύση υγροποιημένου φυσικού αερίου LNG. Έχουν ωστόσο αναπτυχθεί και μηχανές που χρησιμοποιούν υγροποιημένα πετρελαϊκά αέρια LPG. Η απόδοση ωφέλιμης ισχύος από την καύση του αερίου των μηχανών διπλού καυσίμου πλησιάζει το 50%. Όταν όμως εγκαθίστανται για την παραγωγή ενέργειας σε συστήματα ηλεκτροπρώσεως, η γενική απόδοση είναι περίπου 43%, λόγω απωλειών σε μετασχηματιστές, μετατροπείς ισχύος, κινητήρες και μειωτήρες.

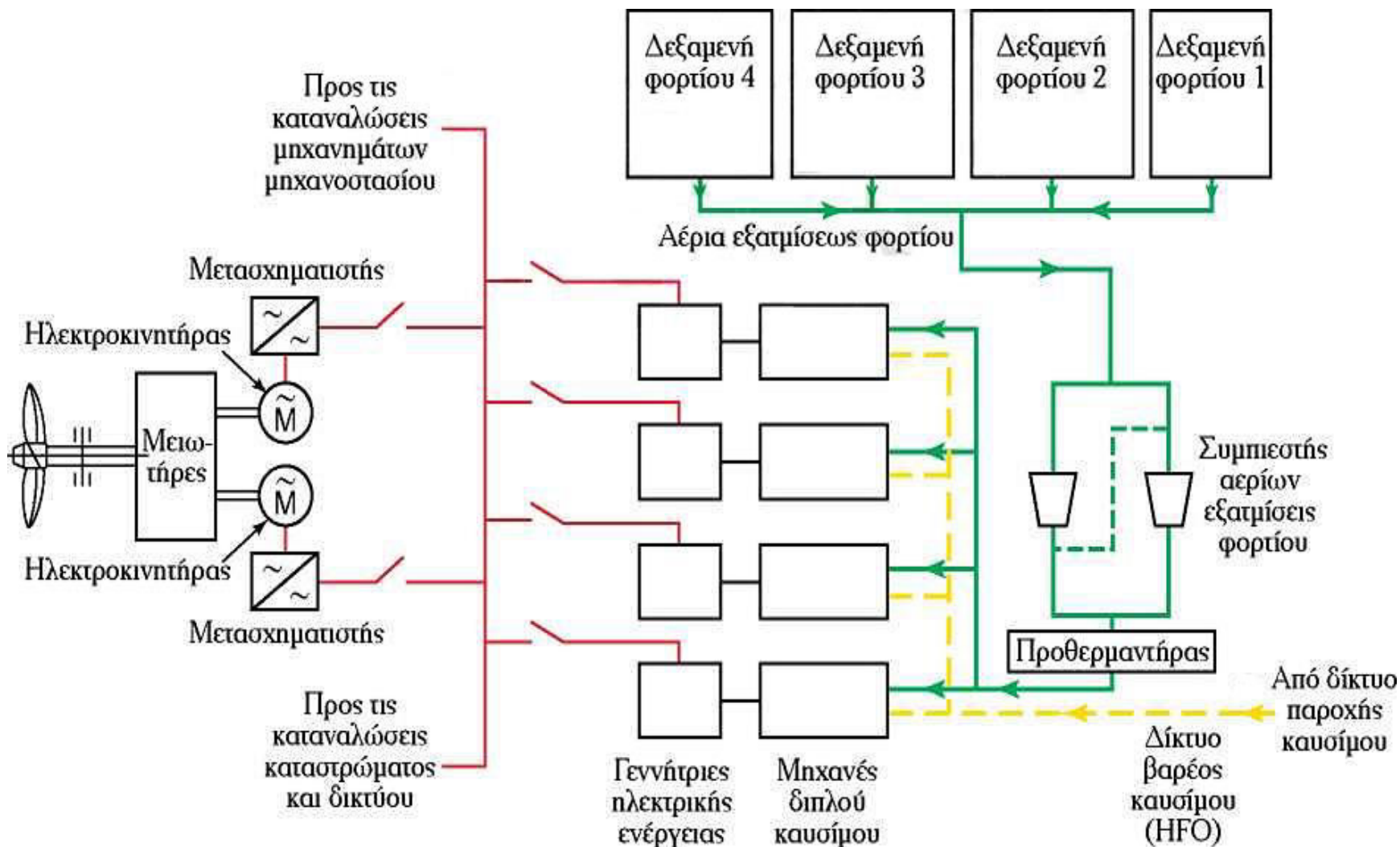
Παρ' όλα αυτά, η απόδοση από τη χρήση αερίων φορτίου ως καύσιμο στις μηχανές διπλού καυσίμου, υπερβαίνει κατά πολύ την απόδοση εάν συγκριθεί με τις εγκαταστάσεις ατμοστροβίλου, η οποία είναι περίπου 29% για εγκαταστάσεις πρώσεως και 25% για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Μονάδες ελέγχου παροχής καυσίμου
Τετράχρονες μηχανές διπλού καυσίμου

Κατά τη λειτουργία της εγκαταστάσεως, το αέριο αναρροφάται από τον συμπιεστή εξατμίσεων του φορτίου (**Compressor Of BOG**), ο οποίος το συμπιέζει στα 5,5 bar περίπου. Το συμπιεσμένο αέριο διέρχεται από προθερμαντήρα (**Heater**) και θερμαίνεται στους 30°C, ώστε να μπορεί να καεί στη μηχανή. Στη συνέχεια, **το αέριο εγχέεται στον οχετό εισαγωγής του αέρα πριν αυτός εισέλθει στους κυλίνδρους**. Το μείγμα αναφλέγεται με τη βοήθεια μίας μικρής ποσότητας καυσίμου ντίζελ που παρέχεται πιλοτικά (**βοηθητικά**) για να βοηθήσει στην ανάφλεξη (λιγότερο από 1% της καταναλώσεως καυσίμου σε ονομαστικό φορτίο). Η έγχυση του αερίου και του καυσίμου μπορεί να πραγματοποιείται από δύο διαφορετικούς εγχυτήρες ή από έναν, ανάλογα με τον κατασκευαστή.

Μονάδες ελέγχου παροχής καυσίμου

Τετράχρονες μηχανές διπλού καυσίμου



Τυπική εγκατάσταση τετράχρονων ΜΕΚ διπλού καυσίμου

Μονάδες ελέγχου παροχής καυσίμου Τετράχρονες μηχανές διπλού καυσίμου

Οι ατμοί του υγροποιημένου φυσικού αερίου (**Natural Boil of Gas - NBOG**) διοχετεύονται στις μηχανές διπλού καυσίμου μέσω μιας διαδικασίας πολλαπλών σταδίων, η οποία υποστηρίζεται από:

- α) Τον σωλήνα ψεκασμού υγροποιημένου αερίου (**LNG Spray Pipe**)
- β) Τον δυναμικό εξατμιστή (**Forcing Vaporizer**)
- γ) Τον διαχωριστή (**Mist Separator**)
- δ) Τον συμπιεστή χαμηλού φορτίου (**Low Duty Compressor – LDC**)
- ε) Τον προθερμαντήρα (**Gas Heater**)
- στ) Το ψυγείο του αερίου (**Gas Cooler**)
- ζ) Την κύρια βαλβίδα τροφοδοσίας αερίου φορτίου (**Master Gas Valve**)
- η) Τη μονάδα καύσεως του αερίου (**Gas Combustion Unit ή Thermal Oxidizer**)
- θ) Τη μονάδα βαλβίδων παροχής του αερίου (**Gas Valve Unit – GVV**)

Μονάδες ελέγχου παροχής καυσίμου
Τετράχρονες μηχανές διπλού καυσίμου

α) Τον σωλήνα ψεκασμού υγροποιημένου αερίου (LNG Spray Pipe) για την ψύξη των εξατμίσεων του φυσικού αερίου, που ψεκάζει υγροποιημένο φυσικό αέριο, με αποτέλεσμα να φτάνει σε θερμοκρασία -105°C (η θερμοκρασία αυτή είναι και η θερμοκρασία σχεδιασμού του συμπιεστή για την εισαγωγή του αερίου), ενώ μπορεί να φτάσει τους -70°C κατά τη διάρκεια ταξιδιού σε κατάσταση ερματισμού (χωρίς φορτίο).

Μονάδες ελέγχου παροχής καυσίμου
Τετράχρονες μηχανές διπλού καυσίμου

β) Τον δυναμικό εξατμιστή (Forcing Vaporizer), που χρησιμοποιείται για την εξαέρωση του φυσικού αερίου. Οι ατμοί που παράγονται χρησιμοποιούνται για να συμπληρωθεί η παροχή αερίου που καίγεται στους λέβητες ή στις ΜΕΚ, όταν η φυσιολογική εξαέρωση λόγω των ιδιοτήτων του υγροποιημένου φορτίου (**Natural Boil-off**), που λαμβάνει χώρα κατά την μεταφορά του, δεν παρέχει την ποσότητα αερίου που απαιτείται για τη λειτουργία του συστήματος.

γ) Τον διαχωριστή (Mist Separator), ο οποίος απομακρύνει τυχόν σταγονίδια, που θα μπορούσαν να προκαλέσουν σοβαρή βλάβη στο συμπιεστή και βαριά στοιχεία του αερίου καυσίμου, που θα αποτελούσαν κίνδυνο για τη μηχανή από την ατελή (κακή) καύση του καυσίμου.

δ) Τον συμπιεστή χαμηλού φορτίου (Low Duty Compressor - LDC), με τον οποίο το αέριο συμπιέζεται περίπου στα 5,5 bar επιτρέποντάς του να εγχέεται από τους εγχυτήρες της μηχανής.

Μονάδες ελέγχου παροχής καυσίμου
Τετράχρονες μηχανές διπλού καυσίμου

ε) Τον προθερμαντήρα (Gas Heater), από τον οποίο διέρχεται το αέριο, εάν απαιτείται, για να αποκτήσει θερμοκρασία πάνω από 20°C και να εξασφαλιστεί η στοιχειομετρική (καλή) καύση του στη μηχανή.

Η προθέρμανση σε αυτήν την περίπτωση, λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας του αερίου, επιτυγχάνεται με θάλασσα.

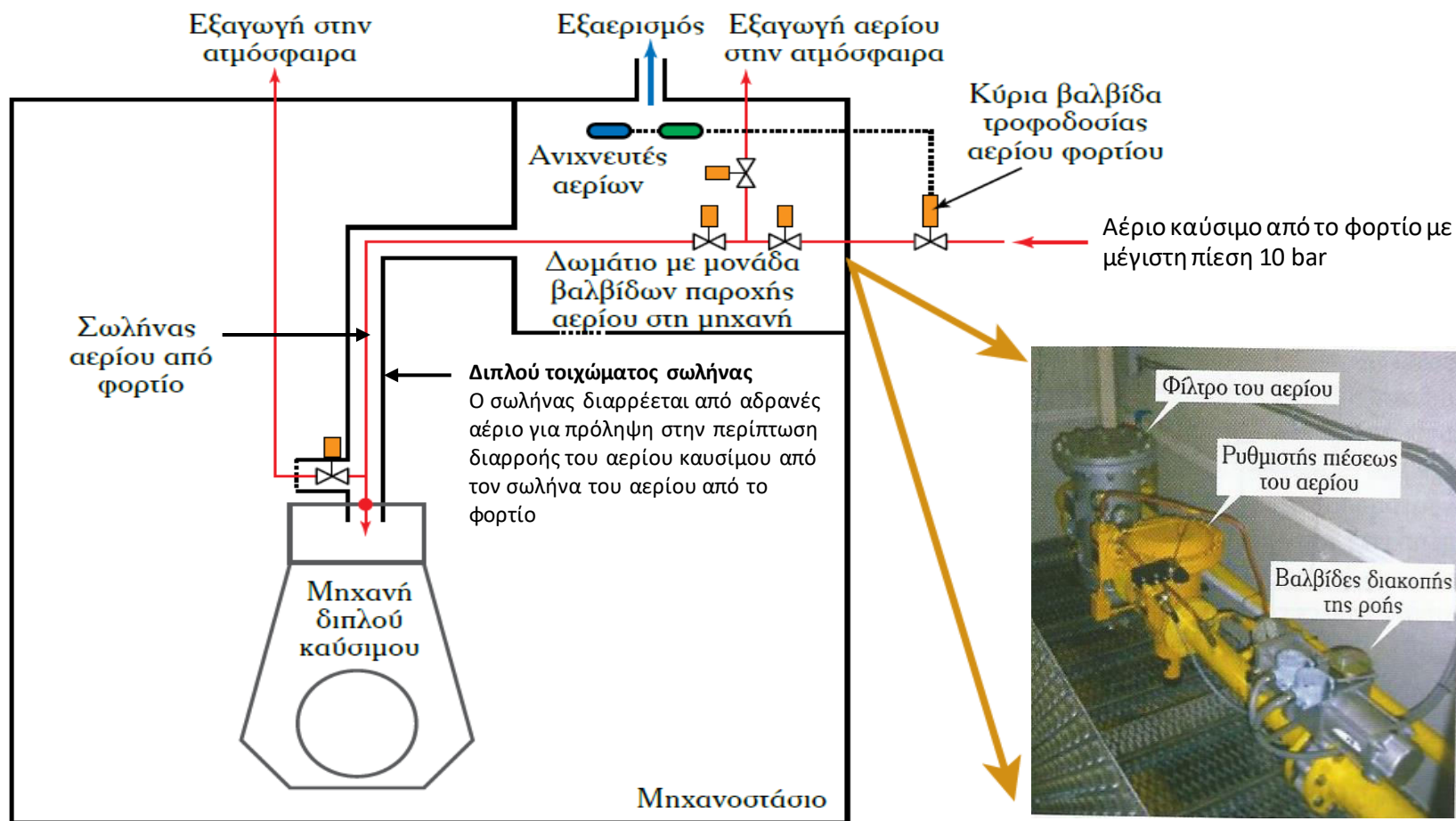
στ) Το ψυγείο του αερίου (Gas Cooler), από το οποίο διέρχεται το αέριο σε περίπτωση που η θερμοκρασία του υπερβαίνει τη θερμοκρασία των 30°C.

ζ) Την κύρια βαλβίδα
τροφοδοσίας αερίου φορτίου
(Master Gas Valve), η οποία
είναι εγκατεστημένη στο
δίκτυο παροχής αερίου προς
τις μηχανές για την καύση.

Μονάδες ελέγχου παροχής καυσίμου

Τετράχρονες μηχανές διπλού καυσίμου

ζ) Την κύρια βαλβίδα τροφοδοσίας αερίου φορτίου (**Master Gas Valve**)



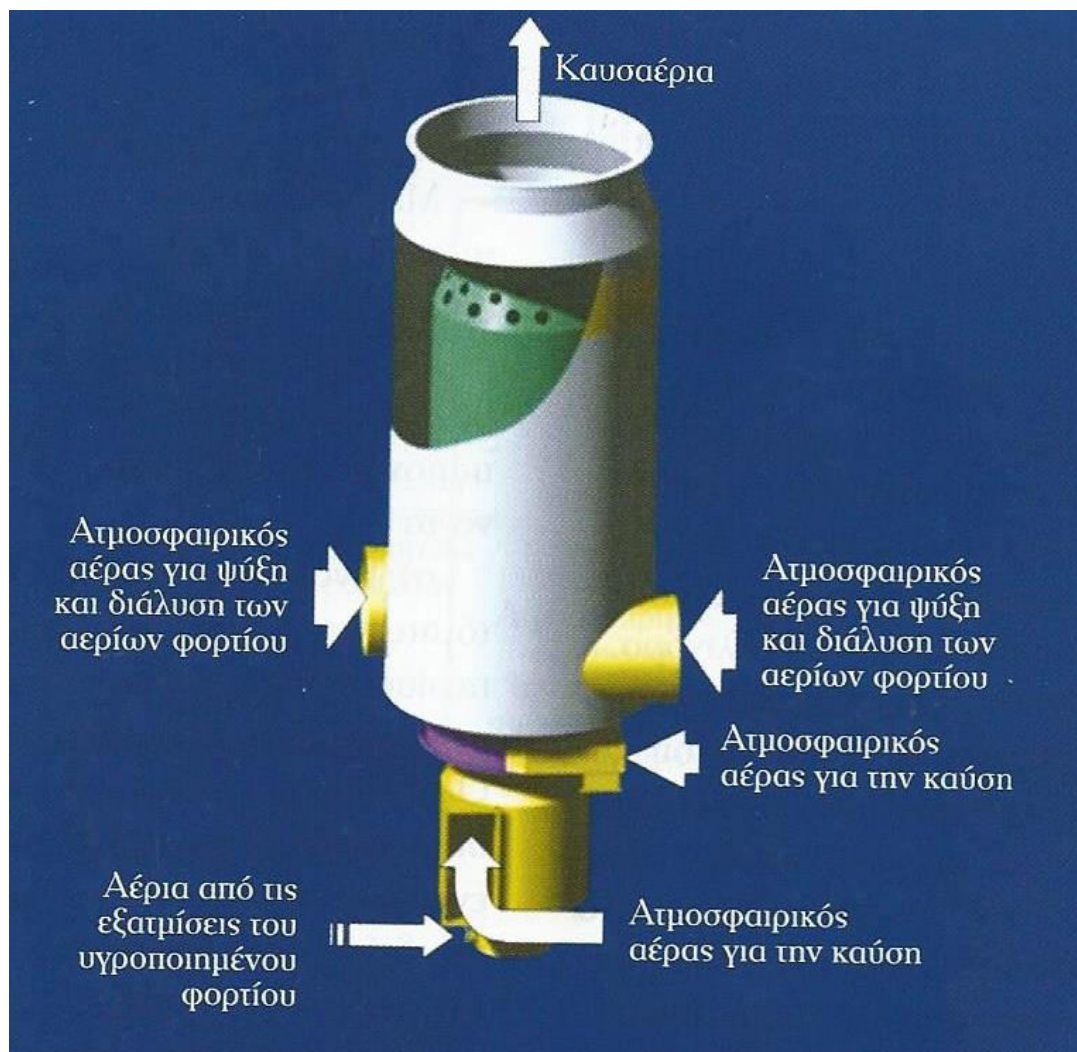
Τυπική διάταξη μονάδας βαλβίδων παροχής τον αερίου και εγκατεστημένα στοιχεία ελέγχου ροής.

Μονάδες ελέγχου παροχής καυσίμου
Τετράχρονες μηχανές διπλού καυσίμου

η) Τη μονάδα καύσεως του αερίου (Gas Combustion Unit ή Thermal Oxidizer), που τοποθετείται σε υπερυψωμένο σημείο του δικτύου πάνω απ' το κατάστρωμα (π.χ. στην τσιμινιέρα). Σ' αυτήν οδηγείται το αέριο και καίγεται στην ατμόσφαιρα, όταν είναι απαραίτητο να διακοπεί η παροχή του αερίου φορτίου προς το δίκτυο της μηχανής. Η ροή στο δίκτυο που οδηγεί στη μονάδα καύσεως του αερίου, ελέγχεται από βαλβίδα που ανοίγει όταν ανιχνευθεί από τους αντίστοιχους ανιχνευτές συγκεντρώσεως ευφλέκτων αερίων, μεγαλύτερη από τα όρια ασφαλείας.

Μονάδες ελέγχου παροχής καυσίμου Τετράχρονες μηχανές διπλού καυσίμου

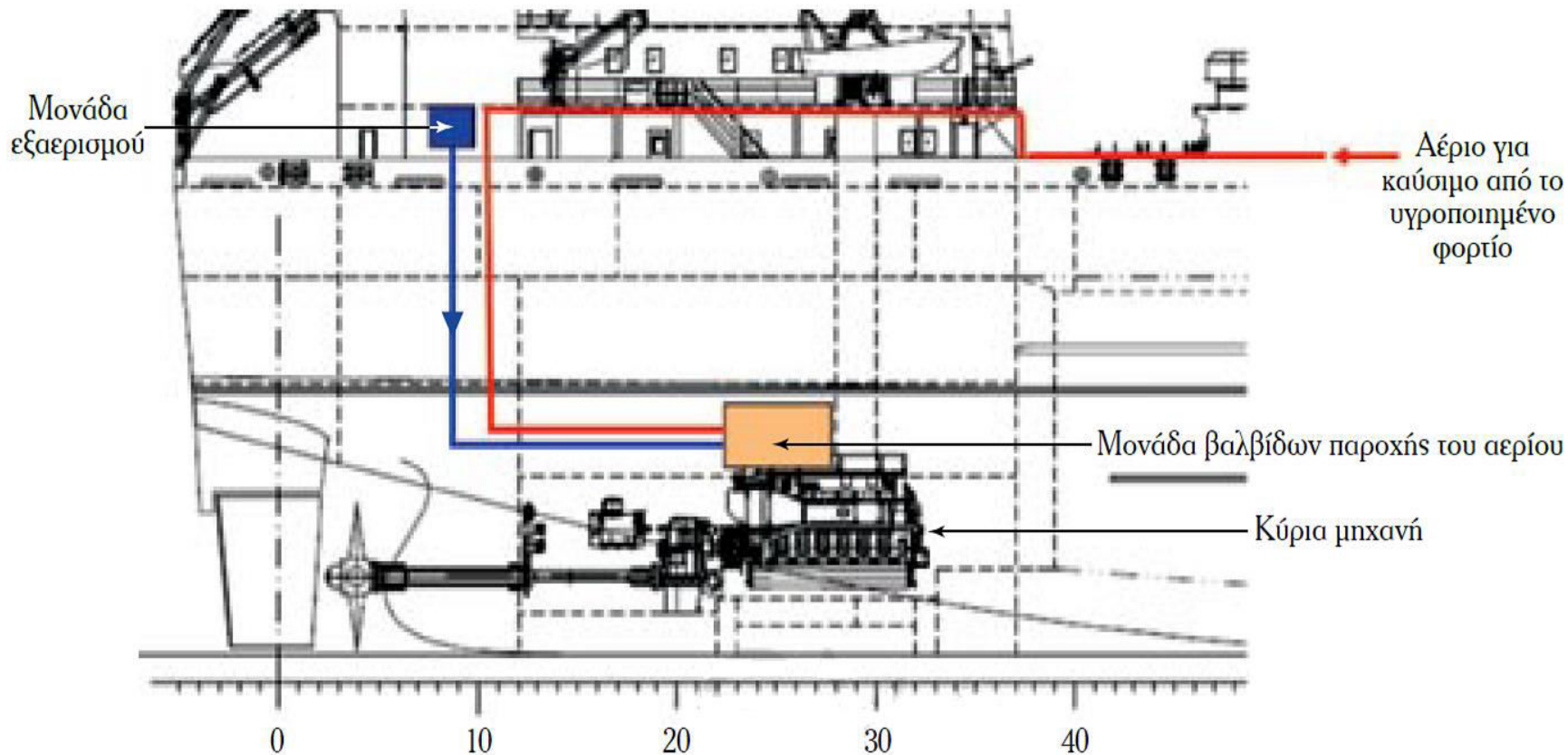
η) Τη μονάδα καύσεως του αερίου (Gas Combustion Unit ή Thermal Oxidizer)



Μονάδες ελέγχου παροχής καυσίμου
Τετράχρονες μηχανές διπλού καυσίμου

θ) Τη μονάδα βαλβίδων παροχής του αερίου (Gas Valve Unit - GUV), η κύρια λειτουργία της οποίας είναι η ρύθμιση της πίεσεως του καυσίμου σύμφωνα με το φορτίο της μηχανής. Η μονάδα είναι εγκατεστημένη σε απομονωμένο χώρο του μηχανοστασίου για την πρόληψη τυχόν διαρροής. Ο έλεγχος της ατμόσφαιρας πραγματοποιείται από δύο ανιχνευτές αερίου, οι οποίοι ενεργοποιώντας την κύρια βαλβίδα τροφοδοσίας διακόπτουν την παροχή αερίου σε περίπτωση διαρροής. Το αέριο για την καύση από τη μονάδα GUV διοχετεύεται προς τη μηχανή μέσω ενός διπλού τοιχώματος σωλήνα μεγάλης διαμέτρου, που φτάνει έως τις βαλβίδες εγχύσεως του αερίου στους κυλίνδρους. Μεταξύ του σωλήνα παροχής του αερίου και του εξωτερικού τοιχώματος κυκλοφορεί αέρας για την πρόληψη συγκεντρώσεως ευφλέκτων αερίων. Ο χώρος της μονάδας GUV αερίζεται από ανεμιστήρα με παροχή, για ανανέωση του ατμοσφαιρικού αέρα, 30 φορές την ώρα.

Μονάδες ελέγχου παροχής καυσίμου Τετράχρονες μηχανές διπλού καυσίμου



Εγκατάσταση μονάδας βαλβίδων παροχής του αερίου

Μονάδες ελέγχου παροχής καυσίμου
Τετράχρονες μηχανές διπλού καυσίμου

θ) Τη μονάδα βαλβίδων παροχής του αερίου (Gas Valve Unit - GUV)

Στο τμήμα του δικτύου αερίου καυσίμου που διέρχεται από τη μονάδα GUV υπάρχουν εγκατεστημένα:

- Το φίλτρο του αερίου (**Filter**).
- Ο μετρητής ροής του αερίου (**Flow Meter**).
- Ο ρυθμιστής πίεσεως του αερίου (**Gas Regulator Unit**).
- Δύο συνήθως βαλβίδες διακοπής της ροής (**Shut Off Valves**), που ελέγχονται από πνευματικούς ή ηλεκτρικούς επενεργοποιητές πιστοποιημένους για λειτουργία σε χώρους, όπου υπάρχουν εύφλεκτα αέρια.
- Η βαλβίδα απελευθέρωσης του αερίου στην ατμόσφαιρα (**Venting Valve**).

Μονάδες ελέγχου παροχής καυσίμου
Δίχρονες μηχανές διπλού καυσίμου

Σε δίχρονες μηχανές διπλού καυσίμου, δεδομένου ότι η έγχυση του αερίου δεν μπορεί να γίνει στον οχετό σαρώσεως του αέρα καύσεως λόγω της δημιουργίας μεγάλης ποσότητας επικίνδυνου εκρηκτικού μείγματος έξω απ' τον χώρο καύσεως της μηχανής, υπάρχουν δύο πιθανές μέθοδοι πραγματοποίησεως της εγχύσεως του αερίου καυσίμου στον κύλινδρο.

Μονάδες ελέγχου παροχής καυσίμου
Δίχρονες μηχανές διπλού καυσίμου

α) Στην πρώτη μέθοδο εισάγεται αέριο με χαμηλή πίεση, μέσω βαλβίδας στην κεφαλή του κυλίνδρου. Η εισαγωγή του αερίου πραγματοποιείται όταν η βαλβίδα εξαγωγής των καυσαερίων έχει κλείσει και η πίεση του κυλίνδρου είναι χαμηλή. Το αέριο στη συνέχεια, καθώς το έμβολο κινείται προς το άνω νεκρό σημείο, συμπιέζεται και καθώς αναμειγνύεται με τον αέρα από τη σάρωση, αναφλέγεται. Για να υποστηριχθεί η ανάφλεξη, εγχέεται και μικρή ποσότητα αργού πετρελαίου.

Μονάδες ελέγχου παροχής καυσίμου
Δίχρονες μηχανές διπλού καυσίμου

β) Στη δεύτερη μέθοδο το αέριο συμπιέζεται σε υψηλή πίεση (250-300 bar) και εγχέεται μέσα στον κύλινδρο μέσω εγχυτήρων αερίου στον ίδιο χρόνο με το αργό πετρέλαιο. Οι εγχυτήρες αερίου είναι ξεχωριστοί από τους εγχυτήρες αργού πετρελαίου, αλλά και οι δύο εγχυτήρες (του αερίου και του βαρέος καυσίμου) κάθε κυλίνδρου ελέγχονται από σύστημα ηλεκτρονικού υπολογιστή (**Programmable Logic Controller**), που παρέχει τη δυνατότητα καύσεως οποιοσδήποτε αναλογίας αερίου φορτίου και υγρού καυσίμου. Με τη λειτουργία του συστήματος παροχής εξατμίσεως υγροποιημένου αερίου το αέριο συμπιέζεται από παλινδρομικό συμπιεστή στα 250-300 bar. Στη συνέχεια, ψύχεται και οδηγείται μέσω μιας κύριας βαλβίδας στη μονάδα παροχής αερίου.

Μονάδες ελέγχου παροχής καυσίμου Δίχρονες μηχανές διπλού καυσίμου

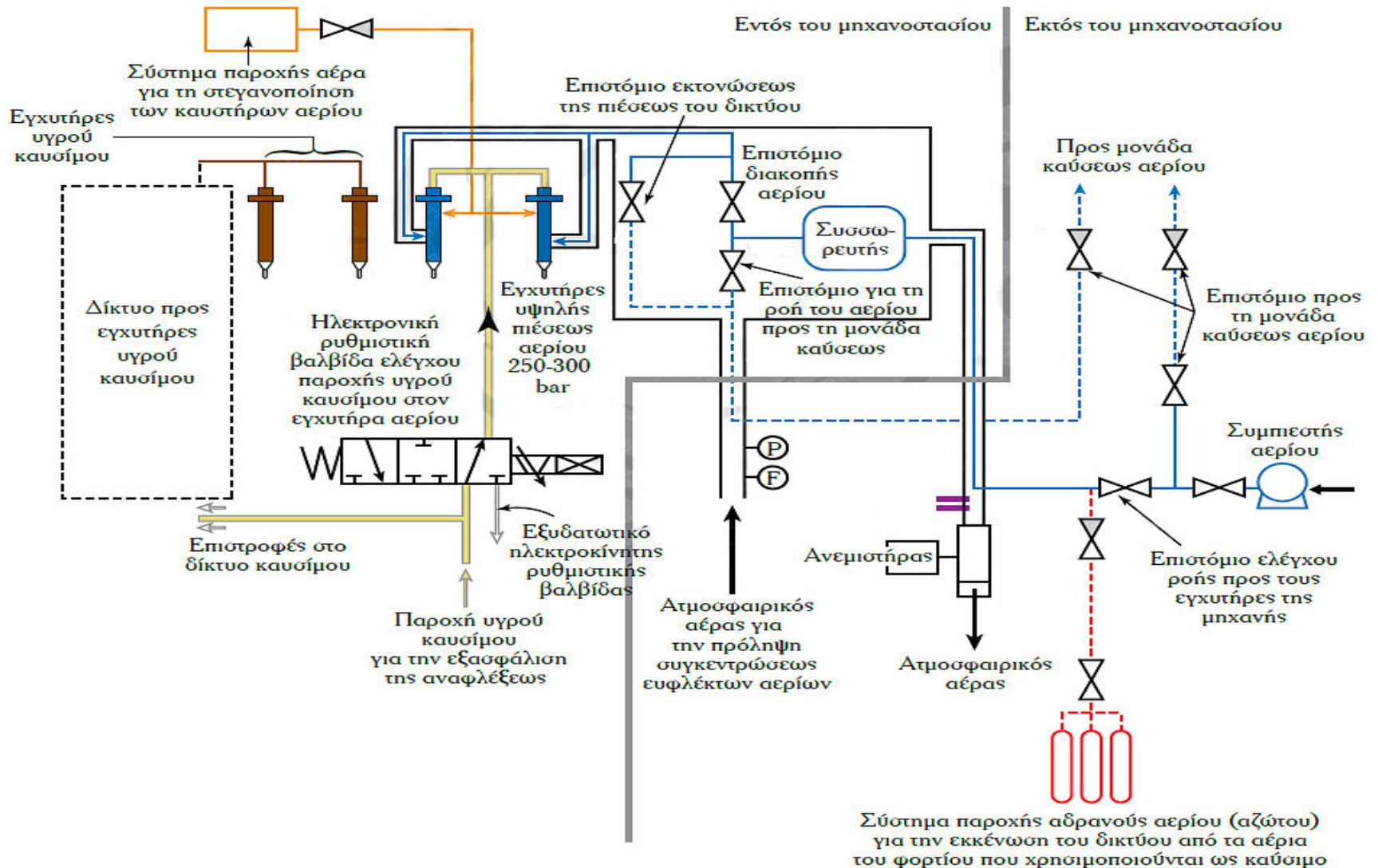
β) Στη δεύτερη μέθοδο

Στη μονάδα παροχής αερίου καυσίμου υπάρχουν εγκατεστημένα τα εξής:

- α)** Ένας συσσωρευτής (**accumulator**) με δυνατότητα να αποθηκεύσει όγκο αερίου που αντιστοιχεί περίπου 20 φορές στην ποσότητα αερίου, το οποίο εγχέεται όταν η μηχανή λειτουργεί με πλήρες φορτίο. Ο σκοπός του συσσωρευτή είναι η ελαχιστοποίηση οποιασδήποτε πτώσεως στην πίεση κατά τη διάρκεια εγχύσεως του αερίου σε λειτουργία με πλήρες φορτίο, διότι η πτώση της πίεσεως θα έθετε σε κίνδυνο την ασφαλή λειτουργία της μηχανής.
- β)** Το επιστόμιο ελέγχου της ροής αερίου προς τους εγχυτήρες της μηχανής.
- γ)** Το επιστόμιο για την απελευθέρωση του αερίου προς τη μονάδα καύσεως του αερίου, και
- δ)** το επιστόμιο εκτονώσεως της πίεσεως του δικτύου.

Μονάδες ελέγχου παροχής καυσίμου

Δίχρονες μηχανές διπλού καυσίμου



Τυπική διάταξη συστήματος παροχής εξατμίσεων του υγροποιημένου αερίου σε δίχρονη μηχανή.

Μονάδες ελέγχου παροχής καυσίμου Δίχρονες μηχανές διπλού καυσίμου

Για να εξασφαλιστεί η **ασφαλής παροχή** του αερίου προς τη μηχανή, ο **σωλήνας από τη μονάδα ελέγχου παροχής είναι διπλού τοιχώματος**, ώστε εξωτερικά του σωλήνα απ' τον οποίο διαρρέεται το αέριο, να υπάρχει ροή ατμοσφαιρικού αέρα. Επίσης, ο αέρας της μονάδας παροχής ανανεώνεται από ανεμιστήρα.

Με σκοπό την πρόληψη της διαρροής αερίου απ' **τους εγχυτήρες** και τη **λίπανση των κινουμένων μερών** τους, στους εγχυτήρες αερίου **παρέχεται μικρή ποσότητα ελαίου για στεγανοποίηση, με πίεση 25-50 bar πάνω από την πίεση εγχύσεως του αερίου**. Η μικρή ποσότητα του ελαίου, η οποία διαρρέει το αέριο, στη συνέχεια καίγεται στον κινητήρα. Η παροχή του ελαίου στεγανοποιήσεως πραγματοποιείται από δύο αντλίες, εφοδιασμένες με ελατήριο, που διατηρεί την πίεση του συστήματος σε περίπτωση αιφνίδιας διακοπής της λειτουργίας της αντλίας, ενώ αυτόματα γίνεται εκκίνηση της δεύτερης αντλίας, που λειτουργεί ως εφεδρική.

Σε **περίπτωση εμπλοκής σε κάποιον από τους εγχυτήρες**, που θα οδηγούσε σε πτώση της πιέσεως στον συσσωρευτή της μονάδας παροχής αερίου, η ροή στο δίκτυο θα διακοπεί αμέσως από τα επιστόμια διακοπής της ροής. Ταυτόχρονα, στο δίκτυο παρέχεται αδρανές αέριο με σκοπό την απομάκρυνση του εύφλεκτου αερίου του φορτίου που έχει απομείνει στους σωλήνες. Αδρανές αέριο παρέχεται στο δίκτυο και κατά την απομόνωσή του, όταν γίνεται η αλλαγή από αέριο σε υγρό καύσιμο.

Μονάδες ελέγχου παροχής καυσίμου Δίχρονες μηχανές διπλού καυσίμου

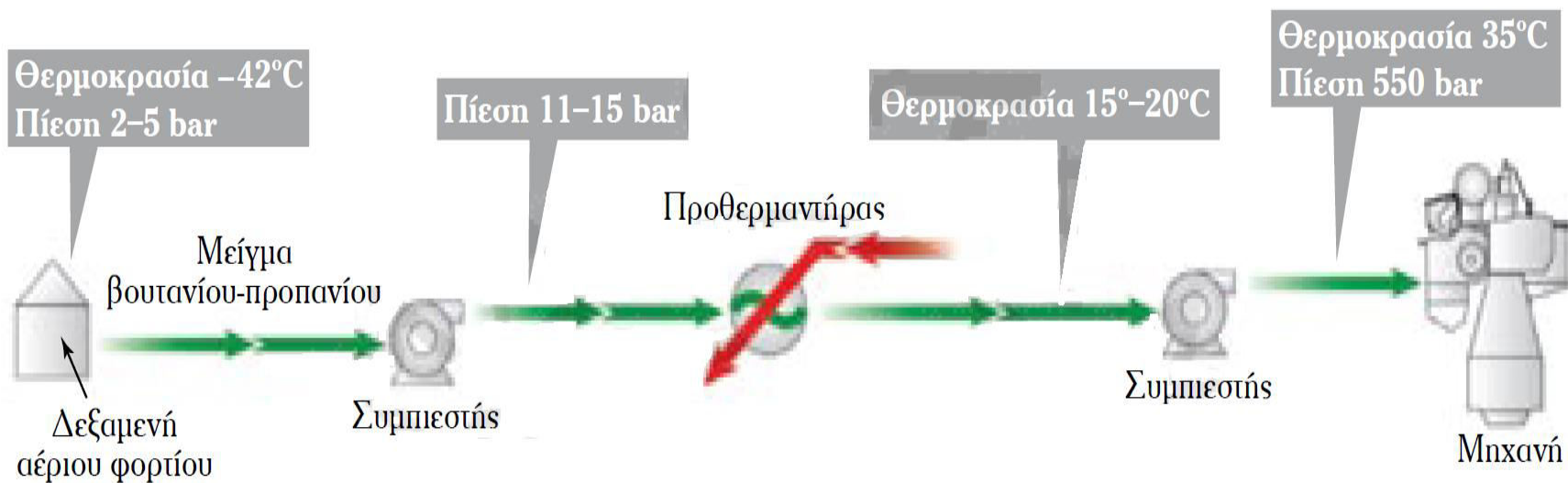
Το σύστημα παροχής αερίου, προσφέρει τη δυνατότητα χρησιμοποίησής του καυσίμου απευθείας από τις δεξαμενές φορτίου ή από αποκλειστική δεξαμενή καυσίμου για την καύση στις μηχανές εγκατεστημένη στο κατάστρωμα.

Εάν μια δεξαμενή καυσίμου είναι εγκατεστημένη στο κατάστρωμα, συνιστάται η μόνωσή της για τον έλεγχο της θερμοκρασίας και της πίεσής του καυσίμου. Το αέριο καύσιμο LPG μεταφέρεται μέσω ενός συμπιεστή χαμηλής θερμοκρασίας και χαμηλής πίεσής, για παράδειγμα μια συνηθισμένη θερμοκρασία για το προπάνιο είναι περίπου -42°C .

Μετά την εξαγωγή του αερίου από τον συμπιεστή χαμηλής πίεσής, η πίεση είναι πάνω από 11 bar και το καύσιμο υγραέριο έχει θερμοκρασία που κυμαίνεται από $20-25^{\circ}\text{C}$. Στη συνέχεια του δικτύου υπάρχει εγκατεστημένος προθερμαντήρας με θαλασσινό νερό, ο οποίος χρησιμοποιείται για την περίπτωση που η θερμοκρασία δεν είναι στο επιθυμητό επίπεδο που απαιτείται για την καύση στις μηχανές. Η ικανοποιητική θερμοκρασία για την εισαγωγή του αερίου καυσίμου στις μηχανές είναι περίπου 30°C . Τέλος, το LPG συμπιέζεται από μία αντλία υψηλής πίεσής στην απαιτούμενη πίεση εγχύσεως των 550 bar.

Μονάδες ελέγχου παροχής καυσίμου

Δίχρονες μηχανές διπλού καυσίμου



Τυπική διάταξη υγροποιημένου αερίου προς τη μηχανή.

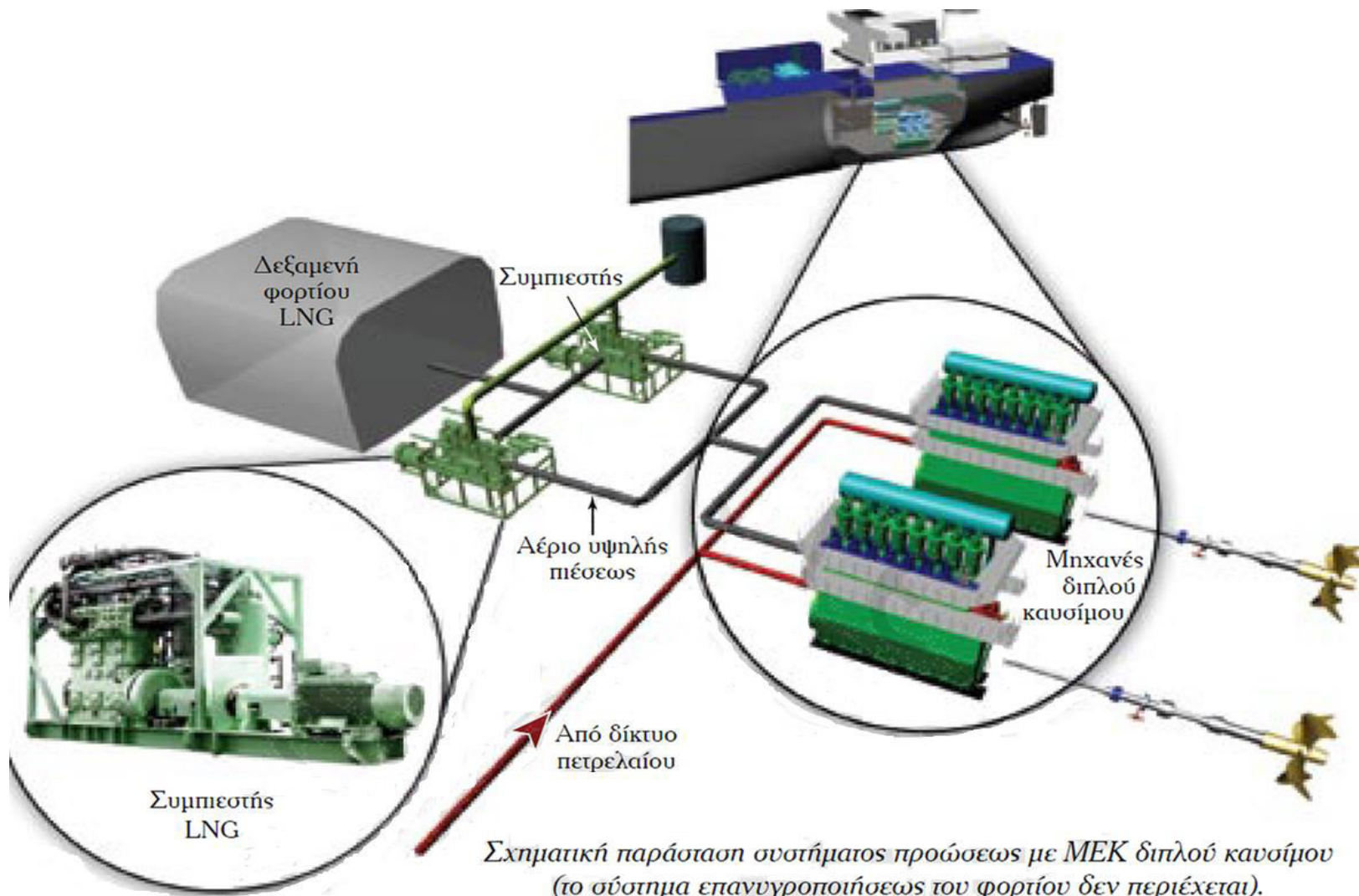
Μονάδες ελέγχου παροχής καυσίμου
Δίχρονες μηχανές διπλού καυσίμου

Η ποσότητα της ενέργειας που χρησιμοποιείται από τους συμπιεστές είναι αρκετά μικρή και αντιστοιχεί σε μείωση της αποδόσεως ισχύος του κινητήρα περίπου 0,5-1%.

Κάθε συμπιεστής έχει σχεδιαστεί για την παροχή των αερίων εξατμίσεως σε μια μεταβλητή πίεση που κυμαίνεται από 150-265 barg, σύμφωνα με τις απαιτήσεις φορτίου των δύο εγκατεστημένων μηχανών (διπλού καύσιμου).

Κατά τη λειτουργία της εγκαταστάσεως, ο ένας από τους δύο όμοιους συμπιεστές επιλέγεται σε συνεχή λειτουργία, ενώ η εκκίνηση του δεύτερου γίνεται χειροκίνητα κατ'επιλογή του χειριστή ή σε περίπτωση δυσλειτουργίας του επιλεγμένου συμπιεστή.

Μονάδες ελέγχου παροχής καυσίμου Δίχρονες μηχανές διπλού καυσίμου



Μηχανισμοί για τη διαχείριση φορτίου στα υγραεριοφόρα Δ/Ξ

Συμπιεστές υγροποιημένων φορτίων

Για τη λειτουργία των συστημάτων διαχειρίσεως του φορτίου στα υγραεριοφόρα Δ/Ξ, αλλά και για τη χρήση των αερίων από την εξάτμιση του φορτίου σαν καύσιμο στις μηχανές του πλοίου, χρησιμοποιούνται συμπιεστές. Οι συμπιεστές αυτοί στη διαχείριση των αερίων λειτουργούν ως αντλίες του φορτίου είτε στη διαδικασία επανυγροποιήσεως των εξατμίσεων και την ψύξη του φορτίου, είτε στην άντληση των εξατμίσεων του φορτίου και την κατάθλιψή τους στην ξηρά, είτε στην κατάθλιψη των εξατμίσεων του φορτίου στο δίκτυο καυσίμου των μηχανών. Οι τύποι των συμπιεστών που χρησιμοποιούνται, συνήθως, μπορεί να είναι με έμβολα ή τύπου κοχλία. Τη λειτουργία των συστημάτων εκτός από τους αυτοματισμούς και τα επιστόμια ελέγχου της ροής ολοκληρώνουν οι εναλλακτικές θερμότητας.

Μηχανισμοί για τη διαχείριση φορτίου
στα υγραεριοφόρα Δ/Ξ

1) Συμπιεστές για LPG Δ/Ξ

Οι τύποι των συμπιεστών που χρησιμοποιούνται στην επανυγροποίηση πετρελαϊκών προϊόντων είναι:

- α) Οι παλινδρομικοί - εμβολοφόροι συμπιεστές
(Reciprocating Air Compressors)**
- β) Οι συμπιεστές τύπου κοχλία
(Screw Air Compressors)**
- γ) Οι συμπιεστές τύπου πληρώσεως ελαίου
(Oil - Flooded)**

Μηχανισμοί για τη διαχείριση φορτίου στα υγραεριοφόρα Δ/Ξ

1) Συμπιεστές για LPG Δ/Ξ

Συμπιεστές υγραεριοποιημένων φορτίων

α) Οι παλινδρομικοί - εμβολοφόροι συμπιεστές (Reciprocating Air Compressors)

που χρησιμοποιούνται για την επανυγραεριοποίηση των αερίων του φορτίου. Η συμπίεση επιτυγχάνεται από έμβολα διπλής ενέργειας, που λειτουργούν χωρίς λιπαντικό για τη στεγανοποίηση μεταξύ του εμβόλου και του τοιχώματος του κυλίνδρου. Η στεγανοποίηση στα σημεία ολισθήσεως του εμβόλου με τα τοιχώματα του κυλίνδρου πραγματοποιείται με την χρήση μηχανικών λαβυρίνθων στεγανοποίησεως βάκτρου. Επίσης, στο σημείο που εισέρχεται το βάκτρο του εμβόλου στον κύλινδρο συμπίεσεως δεν υπάρχει λιπαντικό, αλλά η στεγανοποίηση πραγματοποιείται με κολάρο που φέρει λαβυρίνθους. Κατά συνέπεια, δεν απαιτείται η λίπανση των επιφανειών και λόγω της απουσίας επαφής τους μειώνεται η φθορά στα σημεία στεγανοποίησεως.

Η στεγανοποίηση του τμήματος συμπίεσεως που λειτουργεί χωρίς λίπανση και του στροφαλοθαλάμου στον οποίο συνδέονται τα βάκτρα των εμβόλων με τον στροφαλοφόρο άξονα, επιτυγχάνεται με την εφαρμογή δακτυλίων αποξέσεως (κοινώς ξύστρες). Με αυτούς απομακρύνεται το έλαιο που παρασύρεται κατά την παλινδρομική κίνηση του βάκτρου. Έτσι, το βάκτρο φέρει δακτύλιο, που αποτρέπει την ανοδική πορεία οποιοσδήποτε ποσότητας υπολείμματος ελαίου σε αυτό. Επί πλέον για να αποκλειστεί η μόλυνση των αερίων φορτίου με οποιαδήποτε ποσότητα λιπαντικού, η απόσταση μεταξύ του στροφάλου και του κολάρου στεγανοποίησεως αυξάνεται, ώστε το τμήμα του βάκτρου, το οποίο υπάρχει πιθανότητα να μεταφέρει κάποια ποσότητα ελαίου, να μην εισέρχεται στην πλευρά που λειτουργεί χωρίς έλαιο. Λόγω της αυξήσεως της αποστάσεως του τμήματος συμπίεσεως και του στροφαλοθαλάμου αντίστοιχα αυξάνεται το μήκος του βάκτρου, ενώ η ενδιάμεση παρεμβολή στο σώμα του συμπιεστή δημιουργεί θαλάμους, που αποτρέπουν την ανάμειξη λιπαντικού και αερίου.

Μηχανισμοί για τη διαχείριση φορτίου στα υγραεριοφόρα Δ/Ξ

1) Συμπιεστές για LPG Δ/Ξ

Συμπιεστές υγροτοποιημένων φορτίων

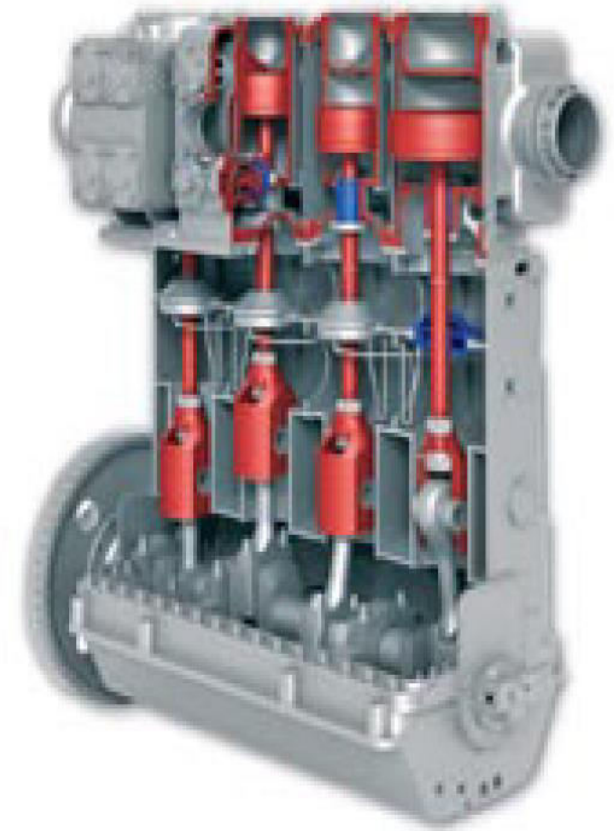
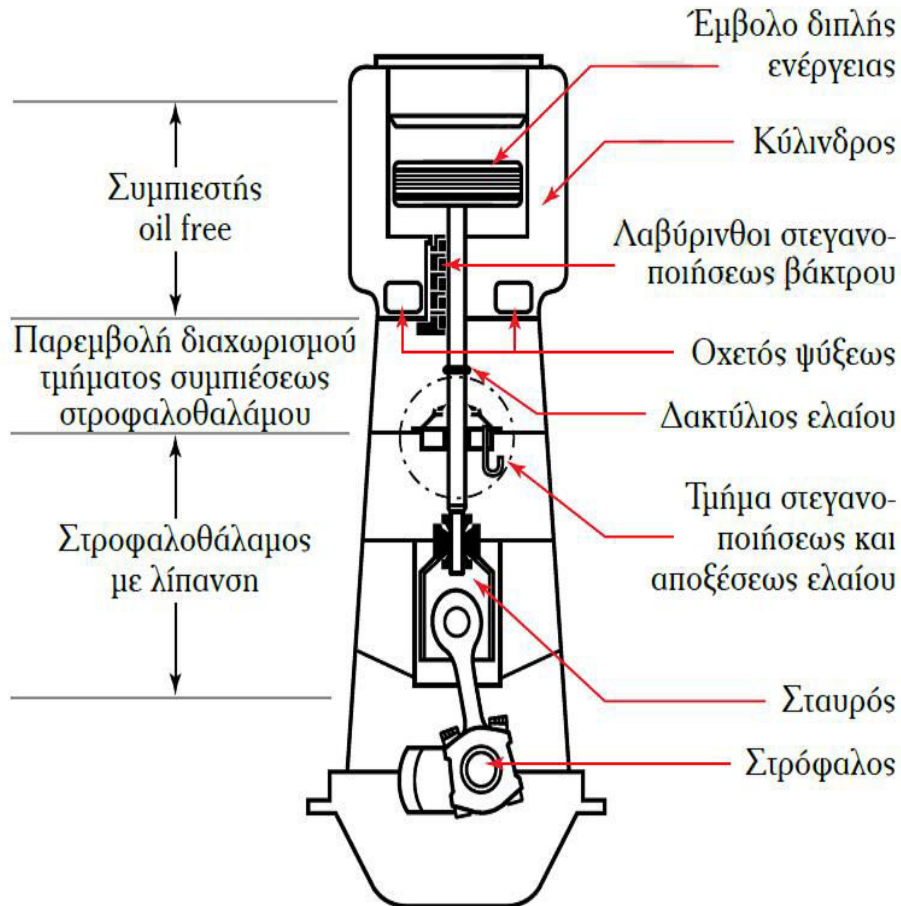
α) Οι παλινδρομικοί - εμβολοφόροι συμπιεστές (Reciprocating Air Compressors)

Ο στροφαλοθάλαμος και ο χώρος διαχωρισμού του ελαίου διατηρούνται κάτω από την πίεση αναρροφήσεως, ενώ οποιαδήποτε διαρροή του αέριου μέσω του κολάρου στεγανοποιήσεως επιστρέφει στην αναρρόφηση.

Ο έλεγχος για την λειτουργική απόδοση του συμπιεστή πραγματοποιείται με την ανύψωση των βαλβίδων αναρροφήσεως κατά τη διάρκεια της συμπίεσεως. Η ανύψωση αυτή, συνήθως γίνεται με την υδραυλική πίεση του υγρού που παρέχεται από την αντλία του ελαίου λιπάνσεως. Όταν διακοπεί η λειτουργία του συμπιεστή, τα αέρια του φορτίου που έχουν απομείνει στους κυλίνδρους είναι δυνατόν να συμπυκνωθούν και να περάσουν στον στροφαλοθάλαμο, προκαλώντας προβλήματα στη λίπανση όταν ο συμπιεστής τεθεί ξανά σε λειτουργία. Γι' αυτό, με στόχο την καλή λειτουργία του συμπιεστή, προβλέπεται η θέρμανση του στροφαλοθαλάμου όταν αυτός βρίσκεται σε αδράνεια, ενώ όταν βρίσκεται σε λειτουργία πρέπει να προβλέπεται η ψύξη στον στροφαλοθάλαμο για τους σταυρούς και τους τριβείς εδράσεως του στροφάλου. Αυτό πραγματοποιείται συνήθως από ένα κλειστό κύκλωμα με μείγμα γλυκόλης - νερού, που παρέχει το μέσο για τη θέρμανση όταν ο συμπιεστής βρίσκεται εκτός λειτουργίας, και την ψύξη, όταν ο συμπιεστής λειτουργεί. Συγκρίνοντας τους παλινδρομικούς εμβολοφόρους συμπιεστές με τους συμπιεστές τύπου κοχλία (της επόμενης παραγράφου) η κατανάλωση ενέργειας είναι μεγαλύτερη στους τύπου κοχλία

Μηχανισμοί για τη διαχείριση φορτίου στα υγραεριοφόρα Δ/Ξ

1) Συμπιεστές για LPG Δ/Ξ



Παλινδρομικός - εμβολοφόρος συμπιεστής

1) Συμπιεστές για LPG Δ/Ξ

Συμπιεστές υγροτοποιημένων φορτίων

β) Οι συμπιεστές τύπου κοχλία (Screw Air Compressors)

που μπορεί να λειτουργούν χωρίς έλαιο (ξηρού τύπου) ή με κατακλυσμό - έγχυση ελαίου (**Oil - Flooded**).

Στους συμπιεστές ξηρού τύπου τα κοχλιοειδή στροφεία με τα ανάλογα πτερύγια δεν έρχονται σε επαφή, αλλά περιστρέφονται μέσα στο σώμα που αποτελεί το κέλυφος του συμπιεστή και κινούνται από εξωτερικό σύστημα οδοντωτών τροχών.

Η διαρροή που εμφανίζεται αναπόφευκτα μέσω των διακένων που δημιουργούνται μεταξύ των πτερυγίων των στροφείων αντιμετωπίζεται με την υψηλή ταχύτητα περιστροφής, απαραίτητη για να διατηρηθεί η αποδοτική λειτουργία του συμπιεστή.

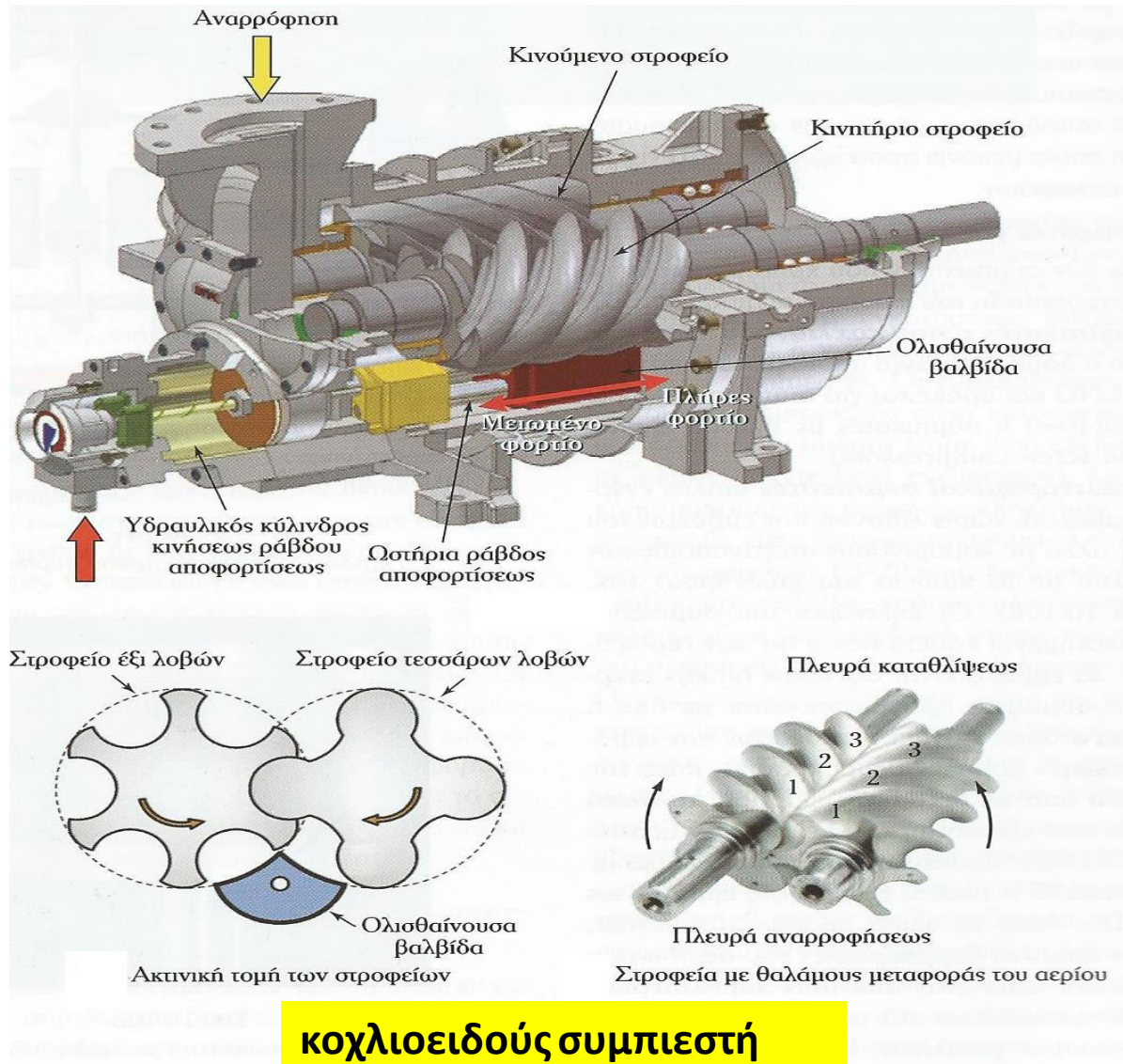
Η ταχύτητα αυτή συνήθως φτάνει στις 12.000 rpm.

Η συνεργασία των λοβών κατά την περιστροφή μέσα στο κέλυφος έχει ως αποτέλεσμα τη συμπίεση του αερίου στους θαλάμους που δημιουργούνται (με αρίθμηση 1,2,3), ενώ το μέγεθος των θαλάμων μειώνεται σταδιακά, καθώς τα κοχλιοειδή στροφεία περιστρέφονται.

Η αναρρόφηση και η κατάθλιψη του αερίου επιτυγχάνεται από τις θυρίδες αναρροφήσεως και καταθλίψεως που υπάρχουν στο κέλυφος του συμπιεστή.

Μηχανισμοί για τη διαχείριση φορτίου στα υγραεριοφόρα Δ/Ξ

1) Συμπιεστές για LPG Δ/Ξ



κοχλιοειδούς συμπιεστή

1) Συμπιεστές για LPG Δ/Ξ

Συμπιεστές υγροτοποιημένων φορτίων

γ) Οι συμπιεστές τύπου πληρώσεως ελαίου (Oil - flooded)

που στηρίζονται στην έγχυση του ελαίου μεταξύ των κοχλιών.

Με αυτόν τον τρόπο εξαλείφεται η ανάγκη των εξωτερικών γραναζιών χρονισμού για την περιστροφή τους.

Η κινητήρια δύναμη μεταδίδεται από το ένα κοχλιοειδές στροφέιο στο άλλο, ενώ το έλαιο που εγχέεται, λειτουργεί εκτός από λιπαντικό και ως ψυκτικό υγρό.

Με τη στεγανοποίηση που επιτυγχάνεται από το έλαιο στα διάκενα, η διαρροή του αερίου μεταξύ των πτερυγίων των στροφείων και των σημείων που εφάπτονται στο κέλυφος είναι πολύ μικρότερη, με αποτέλεσμα η ταχύτητα περιστροφής του να περιορίζεται στις 3.000 rpm.

Για να επιτευχθεί ο έλεγχος της αποδόσεως των συμπιεστών τύπου κοχλία χρησιμοποιούνται διάφοροι τρόποι.

Ο συνηθέστερος από αυτούς είναι μέσω μιας ολισθαίνουσας βαλβίδας, η οποία μειώνει αποτελεσματικά το ενεργό μήκος των στροφείων.

Οι τύποι των συμπιεστών που χρησιμοποιούνται στην επανυγροποίηση του φυσικού αερίου είναι:

- α) Οι συμπιεστές τύπου κοχλία**
- β) Οι παλινδρομικοί συμπιεστές**
- γ) Οι φυγοκεντρικοί συμπιεστές**

Συμπιεστές υγροτοποιημένων φορτίων

α) Οι συμπιεστές τύπου κοχλία
που η λειτουργία τους και η δομή τους είναι όμοια με τους κοχλιοειδείς των LPG και πρόκειται για συμπιεστές χωρίς λίπανση (**Oil - Free**) ή συμπιεστές με έγχυση ελαίου (**Oil Injected Screw Compressors**).

Συμπιεστές υγροποιημένων φορτίων

β) Οι παλινδρομικοί συμπιεστές διπλής ενέργειας του εμβόλου

χωρίς λίπανση των εμβόλων του συμπιεστή, αλλά με λαβυρίνθους στεγανοποιήσεως (του εμβόλου με το χιτώνιο του κυλίνδρου). Οι κύλινδροι του συμπιεστή είναι εγκατεστημένοι κάθετα πάνω απ' τον στροφαλοθάλαμο. Τα έμβολα είναι συνήθως διπλής ενέργειας και η συμπίεση πραγματοποιείται σε δύο ή περισσότερα στάδια. Λόγω της εκθέσεως των εμβόλων σε ιδιαίτερα χαμηλές θερμοκρασίες, κατά την αναρρόφηση από τις δεξαμενές φορτίου, το υλικό κατασκευής τους είναι εξαιρετικά ελατό. Ένα τέτοιο είναι το GGGNi35 πρόκειται για ένα χυτό υλικό με περιεκτικότητα 35% nickel, γνωστό στο εμπόριο ως Ni-Resist D5. Αυτό το υλικό παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες του αερίου που το διαρρέει και έχει έναν από τους χαμηλότερους συντελεστές εκτονώσεως στις μεταβολές θερμοκρασίας των γνωστών μετάλλων. Επίσης, το υλικό κατασκευής των κυλίνδρων είναι από ανθεκτικό υλικό (χυτοσίδηρο και γκρι χυτοσίδηρο) λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών αναρροφήσεως. Γενικά, όλο το δίκτυο κατασκευάζεται από υλικά που ανταποκρίνονται σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος αναρροφήσεως, που ξεκινούν από +30°C έως -160°C.

Συμπιεστές υγροτοποιημένων φορτίων

γ) Οι φυγοκεντρικοί συμπιεστές

εγκαθίστανται στο δίκτυο συμπίεσεως με ενδιάμεση ψύξη του αερίου μεταξύ των σταδίων συμπίεσεως και

επανυγροποιήσεως του αερίου.

Το υλικό κατασκευής των στροφείων

είναι από ανθεκτικά υλικά, ενώ η

στεγανοποίηση του χώρου συμπίεσεως

πραγματοποιείται με λαβυρίνθους.

Μηχανισμοί για τη διαχείριση φορτίου στα υγραεριοφόρα Δ/Ξ

2) Συμπιεστές για LNG Δ/Ξ



Φυγοκεντρικός συμπιεστής φυσικού αερίου LNG.

Μηχανισμοί για τη διαχείριση φορτίου στα υγραεριοφόρα Δ/Ξ

3) Συμπιεστές χαμηλού και υψηλού φορτίου

Στα LNG Δ/Ξ χρησιμοποιούνται συμπιεστές αξονικής ροής για να χειριστούν τους ατμούς από την εξάτμιση, οι οποίοι παράγονται κατά τη διαδικασία ψύξεως του συστήματος στην προετοιμασία για φόρτωση, κατά τη διάρκεια της φορτώσεως και όταν το πλοίο ταξιδεύει σε κατάσταση ερματισμού.

Συνήθως, ο χειρισμός των ατμών που παράγονται από την εξάτμιση του φορτίου γίνεται με τον συμπιεστή χαμηλού φορτίου (**Low Duty Compressor**), ενώ όταν η παραγωγή ατμών είναι μεγάλη π.χ. κατά τη φόρτωση, που οι ατμοί επιστρέφουν στην ξηρά, χρησιμοποιείται συμπιεστής υψηλού φορτίου (**High Duty Compressor**).

Οι συμπιεστές βρίσκονται εγκατεστημένοι στο κατάστρωμα, σε χώρο που είναι απομονωμένος και δεν επιτρέπεται η εισαγωγή τυχόν αναθυμιάσεων του φορτίου σε αυτόν. Η σύνδεση με το δίκτυο που στέλνει το αέριο στις μηχανές διπλού καυσίμου, γίνεται από ειδικά σχεδιασμένους σωλήνες διπλού τοιχώματος.

Εναλλακτήρες θερμότητας υγροποιημένων αερίων

Οι εναλλακτήρες θερμότητας χρησιμοποιούνται σε διάφορα σημεία του δικτύου διακινήσεως των υγροποιημένων φορτίων, αλλά και στο δίκτυο για την προετοιμασία αερίων του φορτίου για την καύση τους στις μηχανές διπλού καυσίμου.

Έτσι, μπορεί να χρησιμοποιούνται ως **θερμαντήρες του φορτίου**, ως **συμπυκνωτές στην εγκατάσταση ψύξεως φορτίου**, ως **εξατμιστές ή για την ψύξη του ελαίου λιπάνσεως στους συμπιεστές**.

Οι εναλλακτήρες που χρησιμοποιούνται μπορεί να είναι κατασκευασμένοι είτε με κέλυφος και αυλούς (**Tube Heat Exchangers**), είτε με πλάκες (**Plate Heat Exchangers**).

Εναλλακτήρες θερμότητας υγροποιημένων αερίων

Οι αυλοί που χρησιμοποιούνται στους εναλλακτήρες θερμότητας με αυλούς είναι ίσιοι ή σε σχήμα «U» με εσωτερική διάμετρο από 10-20 mm.

Κατασκευάζονται από ανοξείδωτο χάλυβα, κράμα χαλκού-νικελίου, ορείχαλκο-κράμα μπρούντζου ή τιτάνιο και η εφαρμογή του υλικού εξαρτάται από τις ιδιότητες του φορτίου. Οι εναλλακτήρες με πλάκες, λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας και της πίεσεως του φορτίου που τους διαρρέει, είναι κατασκευασμένοι με συγκολλημένες πλάκες (**Welded Type Plate Heat Exchangers**).

Η επιλογή του υλικού και σε αυτούς τους εναλλακτήρες εξαρτάται από τις ιδιότητες του φορτίου.

Ο καθαρισμός και στους δύο τύπους εναλλακτήρων είναι απαραίτητος για να απομακρύνονται τα άλατα που επικάθονται στις επιφάνειες από τη διέλευση του θαλασσινού νερού ή άλλων υλικών που μειώνουν την ροή της θερμότητας από το μέσο που χρησιμοποιείται προς το υγροποιημένο φορτίο.

Εναλλακτικές θερμότητας υγροποιημένων αερίων

**1) Θερμαντήρες φορτίου
υγραεριοφόρων**

**2) Εξατμιστές φορτίου (Cargo
Vaporisers)**

Εναλλακτικές θερμότητας υγροποιημένων αερίων

1) Θερμαντήρες φορτίου υγραεριοφόρων

Κατά την εκφόρτωση των υγροποιημένων αερίων φορτίων στις εγκαταστάσεις ξηράς, συνήθως είναι απαραίτητη η θέρμανση του φορτίου, ώστε να αποφευχθεί η θερμική καταπόνηση του δικτύου και των δεξαμενών αποθηκείσεως από το ψυχρό φορτίο.

Γι' αυτόν τον σκοπό χρησιμοποιούνται θερμαντήρες, οι οποίοι, στις περισσότερες εγκαταστάσεις που συναντώνται, είναι εναλλακτικές οριζόντιας διατάξεως, με κέλυφος και αυλούς. Οι θερμαντήρες τοποθετούνται στο ανοικτό κατάστρωμα του πλοίου, για να βρίσκονται εκτεθειμένοι στον ατμοσφαιρικό αέρα. Το μέσο που χρησιμοποιείται για την θέρμανση του φορτίου είναι θαλασσινό νερό ή αφαλατωμένο νερό ή κάποιο άλλο σε περίπτωση που από τους κανονισμούς των σταθμών ξηράς δεν επιτρέπεται η χρήση του θαλασσινού νερού ως θερμαντικού μέσου.

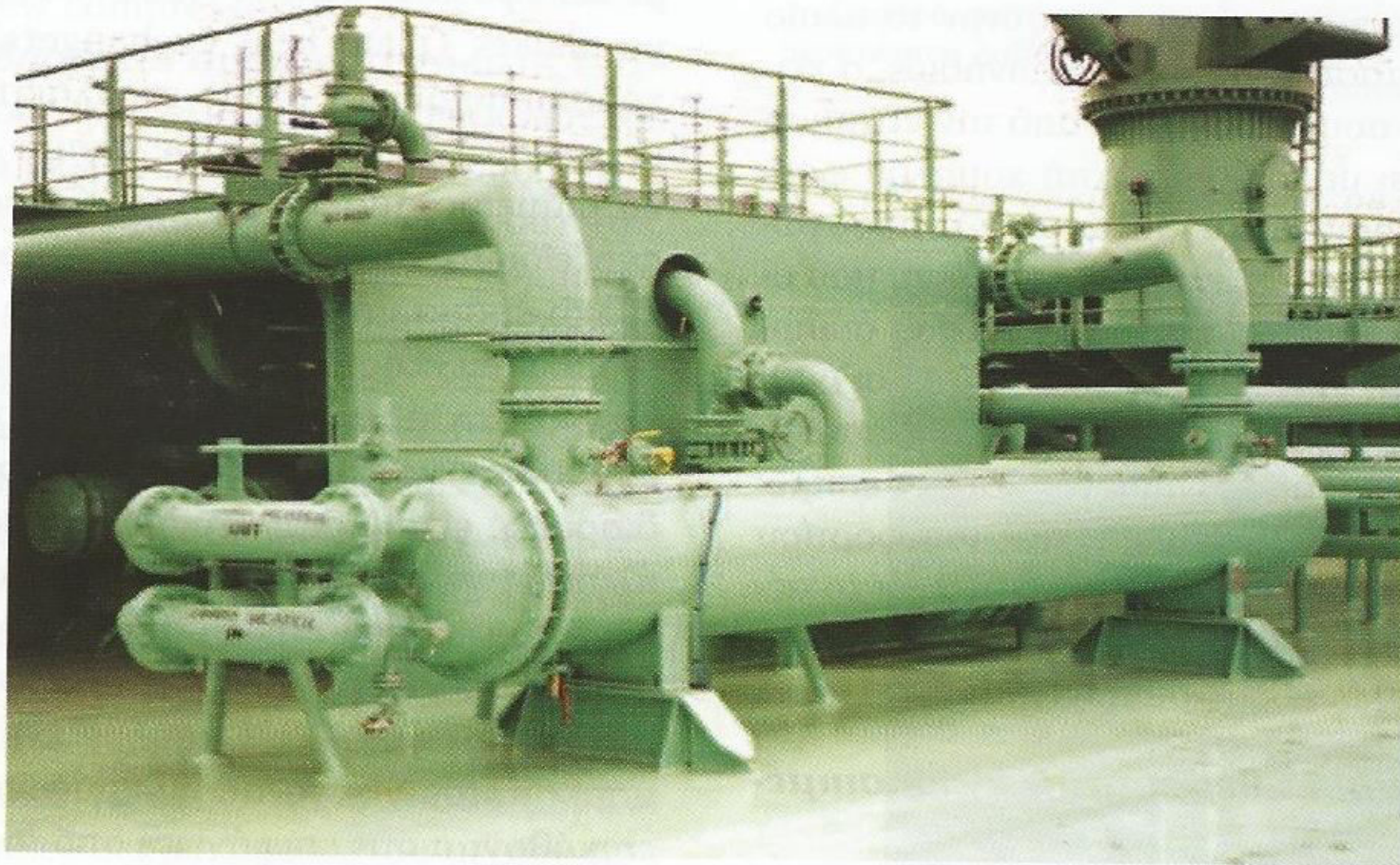
Το θερμαντικό μέσο διέρχεται από το εσωτερικό των αυλών, ενώ το υγροποιημένο φορτίο περνά γύρω από αυτούς.

Εναλλακτικές θερμότητας υγροποιημένων αερίων

1) Θερμαντήρες φορτίου υγραεριοφόρων

Οι θερμαντήρες είναι σχεδιασμένοι για να αυξήσουν τη θερμοκρασία των φορτίων που μεταφέρονται σε πλήρη ψύξη κάτω από -10°C , π.χ. μπορούν να αυξήσουν τη θερμοκρασία του προπανίου από -45°C σε -5°C . Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο ρυθμός ροής του φορτίου, στο οποίο μπορεί να επιτευχθεί αυτή η αύξηση της θερμοκρασίας, μειώνεται σημαντικά σε περιοχές, όπου η θερμοκρασία της θάλασσας είναι χαμηλή. Σε αυτές τις συνθήκες, η θέρμανση του φορτίου μπορεί να επιτευχθεί μόνο με μεγάλη μείωση της ροής του μέσα από τον θερμαντήρα, ενώ όταν η θερμοκρασία του θαλασσινού νερού πέσει κάτω από 5°C , επειδή θα είναι δύσκολο να επιτευχθεί η θέρμανση του φορτίου απ' ευθείας με το θαλασσινό νερό, χρησιμοποιείται σύστημα για την αύξηση της θερμοκρασίας του νερού που διαρρέει τον θερμαντήρα ή άλλο μέσο θερμάνσεως, όπως κάποιο έλαιο. Για τον έλεγχο της αποδόσεως και της καλής λειτουργίας του θερμαντήρα, είναι απαραίτητη η εγκατάσταση μετρητών, που ελέγχουν την πίεση και τη θερμοκρασία του. Τα όργανα ελέγχου συνδέονται με τον πίνακα ελέγχου του συστήματος και με συναγερμό προειδοποίησεως, για να ληφθούν οι απαραίτητες ενέργειες και να προφυλαχθεί η συσκευή από πιθανό πάγωμα.

Εναλλακτήρες θερμότητας υγροποιημένων αερίων



Εναλλακτήρας LPG στο κατάστρωμα πλοίου που λειτουργεί ως θερμαντήρας και ως εξατμιστής κατασκευασμένος με αυλούς από τιάνιο.

Εναλλακτικές θερμότητας υγροποιημένων αερίων

2) Εξατμιστές φορτίου (Cargo Vaporisers)

Συχνά, στα πλοία μεταφοράς υγροποιημένων αερίων είναι απαραίτητο να υπάρχει ένας τρόπος εξατμίσεως του φορτίου, για παράδειγμα η πλήρωση με αέριο των δεξαμενών πριν τη φόρτωση ή η διατήρηση της πιέσεως στη δεξαμενή του φορτίου κατά την εκφόρτωση.

Κατά συνέπεια, ο εξαεριστήρας αποτελεί την απαραίτητη συσκευή που εξυπηρετεί αυτόν τον σκοπό.

Οι εξαεριστήρες είναι εναλλακτικές θερμότητας κάθετης ή οριζόντιας διατάξεως με αυλούς και το θαλάσσινο νερό ή, κάτω από ορισμένες συνθήκες, ο ατμός αποτελεί το μέσο για την εξάτμιση του φορτίου.

Διαχωριστής υγρών από τις εξατμίσεις του φορτίου

Για την προστασία των συμπιεστών από τυχόν σταγονίδια, τα οποία μεταφέρονται με το αέριο από την εξάτμιση του υγρού φορτίου, είναι απαραίτητη η εγκατάσταση μιας συσκευής διαχωρισμού, εφόσον το υγρό είναι ασυμπίεστο.

Κατά συνέπεια, αποτελεί συνήθη πρακτική η εγκατάσταση ενός διαχωριστή μείγματος υγρού-αερίου στη γραμμή αναρροφήσεως του συμπιεστή που έρχεται από τις δεξαμενές φορτίου.

Ο διαχωριστής μείγματος υγρού-αερίου (**Mist Separator**), ο οποίος αποτελεί έναν θάλαμο στο δίκτυο του φορτίου εγκαταστημένο μετά τον εξατμιστή ή πριν την αναρρόφηση του συμπιεστή, ως σκοπό έχει τη μείωση της ταχύτητας των ατμών, με αποτέλεσμα να απορρίπτονται τα σταγονίδια που μεταφέρονται με το αέριο.

Το υγρό συγκεντρώνεται στον πυθμένα του διαχωριστή και σε περίπτωση υπερβολικής αυξήσεως της στάθμης, υπάρχει εγκατεστημένος αισθητήρας υψηλής στάθμης που ενεργοποιεί τον συναγερμό, ενώ ταυτόχρονα διακόπτεται η λειτουργία του συμπιεστή.

Αντλίες σε υγραεριοφόρα Δ/Ξ

Η άντληση φορτίου στα νγραεριοφόρα (**Liquefied Gas Cargo Pumps**) πραγματοποιείται με αντλίες βαθέος φρέατος (**Deep Well Pumps**), διότι οι χαμηλές θερμοκρασίες κατά την εκφόρτωση του υγροποιημένου αερίου απαγορεύουν τη χρήση αντλιών καταβυθίσεως με υδραυλικό κινητήρα λόγω του ελαίου που κυκλοφορεί στο δίκτυο.

Η αντλία εγκαθίσταται μόνιμα στον πυθμένα κάθε δεξαμενής και αποτελείται από ένα ή περισσότερα στροφεία. Ο αριθμός των αντλιών σε κάθε δεξαμενή ορίζεται από τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του πλοίου, ενώ υπάρχει κατάλληλο άνοιγμα στο κατάστρωμα, όπου τοποθετείται φορητή αντλία εκφορτώσεως σε περίπτωση βλάβης του μόνιμου συστήματος.

Ο αριθμός των στροφείων για κάθε αντλία εξαρτάται από το επιθυμητό ύψος καταθλίψεως, ενώ ένα επαγωγικό στροφείο στην αναρρόφηση της αντλίας βελτιώνει τη ροή των πτητικών υγρών. Τα στροφεία συνδέονται με άξονα μεγάλου μήκους στο κινητήριο μηχανήμα, που τοποθετείται στο ύψος του καταστρώματος πάνω από την αντλία.

Αντλίες σε υγραεριοφόρα Δ/Ξ

Ο μηχανισμός κινήσεως που χρησιμοποιείται είναι ηλεκτροκινητήρας τύπου Ex-e (**Explosion-Protected**) (κατασκευασμένος δηλ. να λειτουργεί χωρίς κίνδυνο προκλήσεως εκρήξεως) με χαρακτηριστικά σύμφωνα με τις απαιτήσεις των κανονισμών ασφαλείας. Ο άξονας είναι τοποθετημένος εσωτερικά του σωλήνα καταθλίψεως της αντλίας και υποστηρίζεται σε διάφορα σημεία από ανθρακικά έδρανα στηρίξεως.

Για την προστασία των σημείων αυτών κατά τη λειτουργία της αντλίας στον άξονα προσαρμόζεται κυλινδρικό περίβλημα από ανοξείδωτο ατσάλι.

Με τον άξονα της αντλίας, εσωτερικά του σωλήνα καταθλίψεως, επιτυγχάνεται η λίπανση και η ψύξη των τριβέων από το υγρό φορτίο. Αυτός ο τρόπος στηρίξεως βέβαια απαγορεύει τη λειτουργία της αντλίας χωρίς φορτίο, διότι υπερθερμαίνονται οι τριβείς του άξονα.

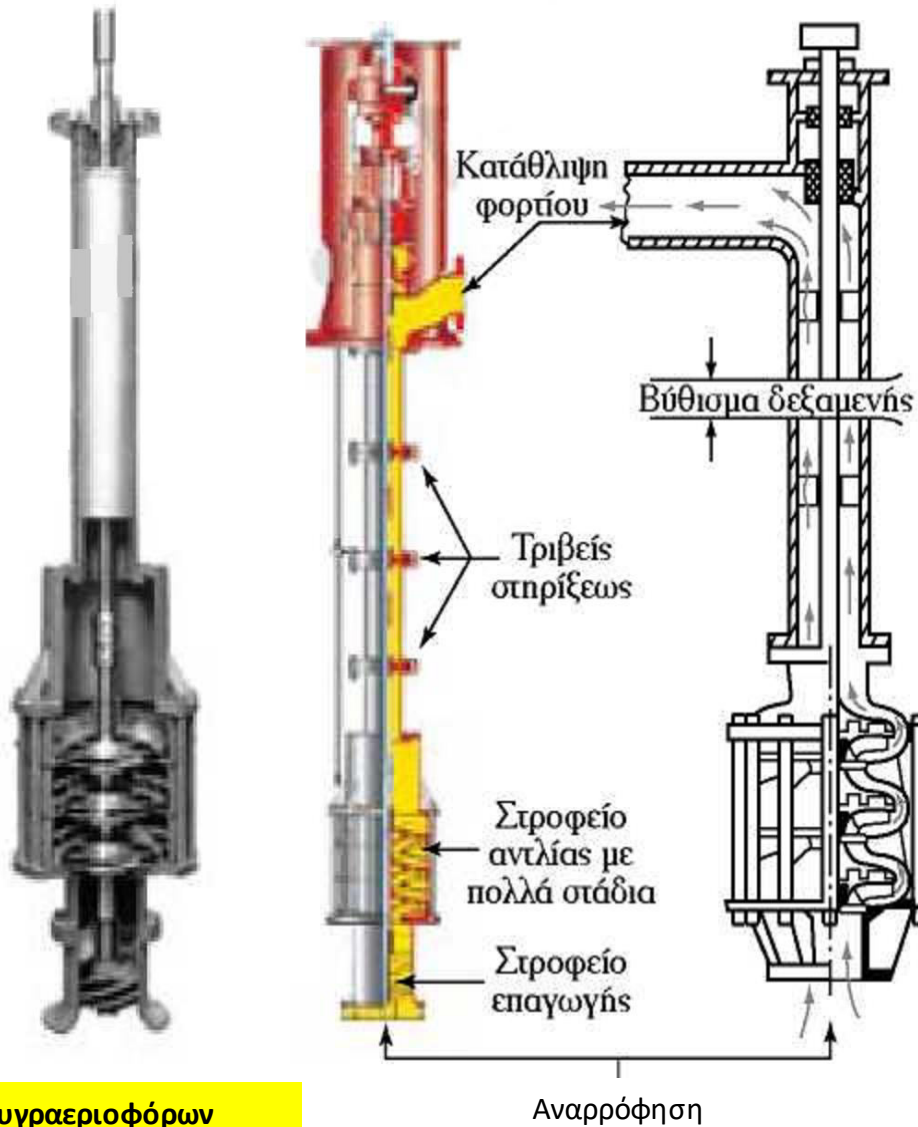
Αντλίες σε υγραεριοφόρα Δ/Ξ

Γι' αυτό, η αντλία προστατεύεται από θερμικό διακόπτη, προλαμβάνοντας τις βλάβες από την πιθανότητα υπερθερμάνσεως. Επίσης, εφαρμόζονται στον άξονα ωστικοί τριβείς για την απόσβεση των αξονικών ώσεων και των τάσεων που οφείλονται στους κραδασμούς του πλοίου.

Με τη βελτίωση των αντλιών και των ηλεκτροκινητήρων, οι αντλίες βαθύς φρέατος (**Deep Well Pumps**) κατασκευάζονται με μικρό άξονα μεταδόσεως από τον κινητήρα στο στροφείο της αντλίας και όλο το σύστημα τοποθετείται μέσα στο φρεάτιο στον πυθμένα της δεξαμενής.

Έτσι, η ψύξη του ηλεκτροκινητήρα πραγματοποιείται με την κυκλοφορία του φορτίου, καθώς καταθλίβεται από την αντλία, εξωτερικά του ηλεκτροκινητήρα.

Αντλίες σε υγραεριοφόρα Δ/Ξ



Αντλία βαθύος φρέατος υγραεριοφόρων

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **ΤΑ ΚΕΙΜΕΝΑ ΕΧΟΥΝ ΑΝΤΙΓΡΑΦΘΕΙ ΑΠΟ ΤΟ ΒΙΒΛΙΟ ΤΗΣ ΑΕΝ – ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ (ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΠΛΟΙΩΝ – ΙΩΑΝΝΗ Κ. ΔΑΓΚΙΝΗ, ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΥ Ι. ΓΛΥΚΑ).**
- **ΑΠΟ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΙΣΤΙΟΣΕΛΙΔΕΣ ΤΟΥ ΔΙΑΔΥΚΤΙΟΥ.**

ΥΛΗ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΠΛΟΙΩΝ – Ε' ΕΞΑΜΗΝΟ

- ΚΕΦ. 5: ΟΛΟ
- ΚΕΦ. 6: ΕΚΤΟΣ 6.3.3, 6.3.4,
- ΚΕΦ. 7: ΕΚΤΟΣ 7.9
- ΚΕΦ. 8: ΟΛΟ
- ΚΕΦ. 9: ΟΛΟ
- ΚΕΦ. 10: ΟΛΟ