

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΥΠΩΝ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΡΩΝ
ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (COOLERS, HEATERS) ΣΕ ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΠΛΟΙΑ**

68-2/2014

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΧΑΤΖΗΑΓΓΕΛΙΔΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΣΑΑΝΤ ΦΑΝΤΙ

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

2012

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΥΠΩΝ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΡΩΝ
ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ (COOLERS, HEATERS) ΣΕ ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΠΛΟΙΑ**

68-2/2014

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΧΑΤΖΗΑΓΓΕΛΙΔΗΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

ΑΜ : 4626

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ:

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εκπόνηση της πτυχιακής αυτής εργασίας έχει σκοπό να μας ενημερώσει και να μας παρουσιάσει διαφόρων τύπων εναλλακτικών θερμότητας πάνω στα εμπορικά πλοία τα οποία υπάρχουν. Έχει χωριστεί σε τρία κεφάλαια, κάνοντας πιο κατανοητή την εικόνα και για τους προθερμαντήρες αλλά και για τα ψυγεία. Έχουμε αναλυτική κατάταξη των εναλλακτικών θερμότητας και του είδους τους αλλά και στον τύπο τους, με τις αντίστοιχες εικόνες για την καλύτερη εμπέδωση της μορφής του κάθε τύπου. Με τα ανάλογα σχεδιαγράμματα, μας δείχνει την ροή των ρευστών με σκοπό την κατανόηση της μετάδοσης της θερμότητας από το ένα ρευστό στο άλλο. Ακολουθεί μία πλήρης αναλυτική επεξήγηση σχετικά με τα ψυγεία εξηγώντας και δείχνοντάς μας με τις ανάλογες εικόνες όλους τους τύπους, τα εξαρτήματα, τη λειτουργία, τη συντήρηση και τις επισκευές ανάλογα με τις διάφορες κατασκευαστικές εταιρίες και το που χρησιμοποιείται το κάθε ψυγείο ξεχωριστά. Τέλος, έρχονται οι προθερμαντήρες και οι χρήσεις τους. Μας εξηγεί το κύριο και σημαντικό σκοπό της προθέρμανσης των ρευστών πάνω στο πλοίο. Αναφέρονται πολλά είδη, ανάλογα τον σκοπό και την χρήση την προθέρμανσης⁸³ και με την ακολουθία των κατάλληλων εικόνων και διαγραμμάτων, έρχεται να μας συμπληρώσει τις γνώσεις μας σε ένα ευρύ πλαίσιο.

Abstract

The development of this thesis aims to inform us and to show us different types enallaktiron heat on commercial vessels which exist. He has been divided into three chapters, making more comprehensible image and for preheater and for refrigerators. We analytical ranking of alternatives; iron heat and their kind and on their type, with the corresponding images to better consolidate the form of each type. With the analogs drawings, shows the flow of fluids in order to understand the transmission of heat from one fluid to another. Here is a full detailed explanation on refrigerators explaining and showing us the analogous images all types, components, operation, maintenance and repairs according to the different construction companies and used each refrigerator separately. Finally, the glow coming and their uses. Explains the main and essential purpose of the warm fluid on board. Listed many types, depending on the purpose and use of the prothermansis83 and followed by appropriate images and diagrams comes in complement our expertise in a broad context.

Πρόλογος

Εναλλάκτες θερμότητας ονομάζονται οι συσκευές, με τις οποίες επιτυγχάνεται η μεταβίβαση ποσού θερμότητας από ένα ρευστό σε άλλο με χαμηλότερη θερμοκρασία.

Για να πραγματοποιηθεί η μεταβίβαση αυτή είναι απαραίτητο να υπάρχει διαφορά θερμοκρασίας των δύο συναλλασσόμενων ρευστών γιατί, κατά το Β' θερμοδυναμικό νόμο, η θερμότητα πορεύεται από τις υψηλότερες προς της χαμηλότερες θερμοκρασίες.

Στις μηχανολογικές εγκαταστάσεις του πλοίου συναντάμε τους εναλλακτήρες θερμότητας σε διάφορες μορφές, όπως τα ψυγεία των εξατμίσεων στις ατμομηχανές, οι ψυκτικές λαδιού λιπάνσεως, πόσιμο νερού ή αέρα, οι βραστήρες παραγωγής αποσταγμένου νερού, οι προθερμαντήρες τροφοδοτικού νερού, λαδιού λιπάνσεως, πετρελαίου, νερού καθαρισμού δεξαμενών, καυσιγόνου αέρα, οι οικονομητήρες τροφοδοτικού νερού, οι υπερθερμαντήρες, αφυπερθερμαντήρες, αναθερμαντήρες ατμού, οι αναθερμαντήρες των αεριοστροβίλων κλπ.

Με τους εναλλακτήρες θερμότητας επιδιώκεται είτε η θέρμανση ενός ρευστού από ένα άλλο με υψηλότερη θερμοκρασία, οπότε γενικά ονομάζονται θερμαντήρες, είτε η αφαίρεση θερμότητας, δηλαδή η ψύξη ενός ρευστού από ένα άλλο με χαμηλότερη θερμοκρασία, οπότε γενικά ονομάζονται ψυγεία.

Σε περιπτώσεις που κατά την εναλλαγή πραγματοποιείται εξάτμιση ή συμπύκνωση του ενός ρευστού με σταθερή, ως γνωστό, θερμοκρασία, τότε οι εναλλακτήρες ονομάζονται ειδικότερα εξατμιστήρες και συμπυκνωτές αντίστοιχα

Κεφάλαιο 1

Κατάταξη εναλλακτών θερμότητας

Οι εναλλακτές θερμότητας διακρίνονται σε δυο κατηγορίες:

Εναλλακτές αναμίξεως ή εξ' επαφής.

Σ' αυτούς τα δυο ρευστά αναμιγνύονται μεταξύ τους. Οι εναλλακτές αυτοί δεν χρησιμοποιούνται πια, εκτός από τα ψυγεία αναμίξεως των εκχυτήρων που χρησιμοποιούνται για την ψύξη του μίγματος εκχυτήρων κενού. Σ' αυτούς όμως η ψύξη γίνεται με το νερό που καταθλίβει η αντλία συμπτυκνώματος, δηλαδή δεν επέρχεται μόλυνση του όλου τροφοδοτικού κυκλώματος με άλατα.

Εναλλακτές επιφάνειας.

Σ' αυτούς τα δυο ρευστά, το θερμό και το ψυχρό, διαχωρίζονται πάντα μεταξύ τους από διαχωριστικό μεταλλικό σώμα ορισμένου πάχους. Αυτό μπορεί να είναι διαχωριστική πλάκα ή συνηθέστερα το σώμα σωλήνα (αυλού), μέσα στον οποίο κυκλοφορεί το ένα ρευστό, ενώ εξωτερικά ο σωλήνας αυτός περιβάλλεται από το άλλο.

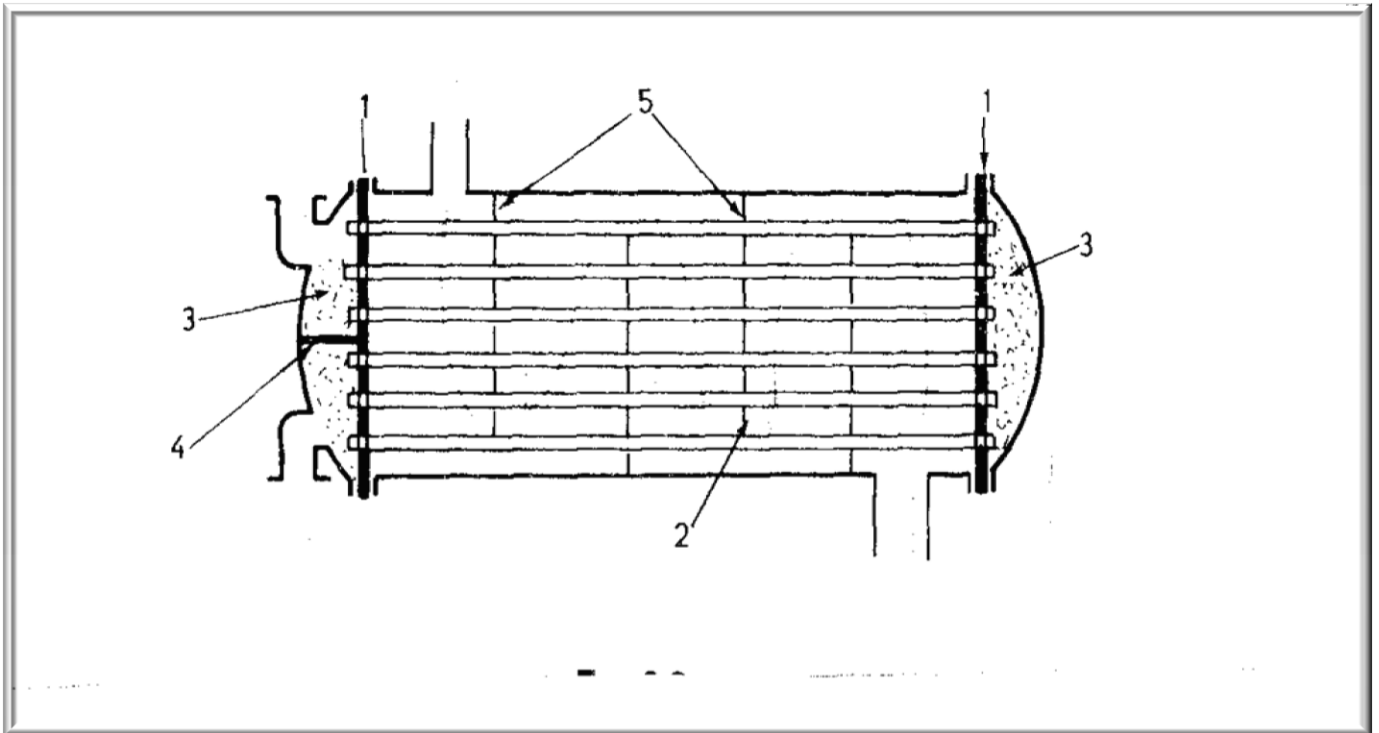
Οι εναλλακτές επιφάνειας κατασκευάζονται σε τρεις διαφορετικούς τύπους:

1. Τους αυλωτούς
2. Τους κυψελωτούς
3. Τους με επίπεδες ψυκτικές πλάκες ή επιφάνειες.

Ακόμα οι εναλλάκτες θερμότητας διαχωρίζονται σε τρεις τύπους:

1. Εναλλάκτες ομορροής, όπου τα δύο ρευστά ρέουν από την ίδια διεύθυνση.
2. Εναλλάκτες αντιρροής όπου δύο ρευστά ρέουν προς αντίθετες διευθύνσεις.
3. Εναλλάκτες σταυρορροής όπου τα δυο ρευστά ρέουν προς διασταυρωμένες διευθύνσεις.

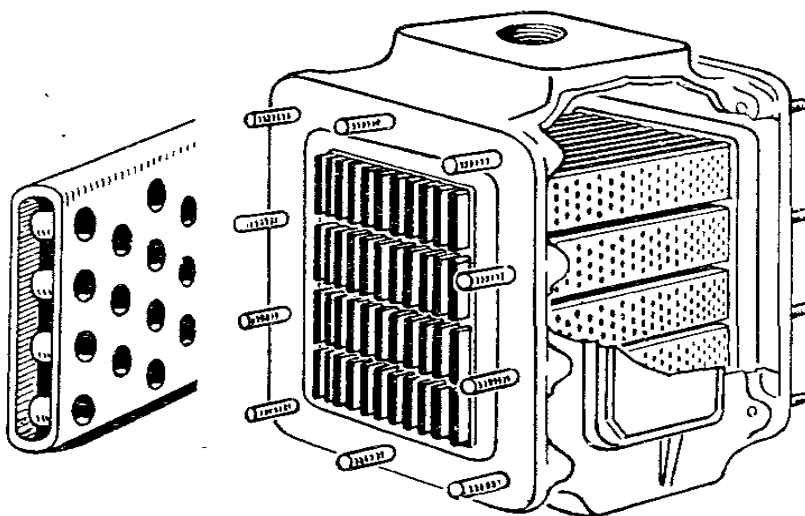
Τυπική απλοποιημένη μορφή αυλωτού εναλλακτήρα επιφάνειας που αποτελείται από δυο αυλοφόρες πλάκες (1), τους αυλούς (2), και τα δυο πώματα ή συλλέκτες (3), απεικονίζεται στην εικόνα 1.



Εικόνα 1 : Αυλωτός εναλλακτηρας επιφανίας

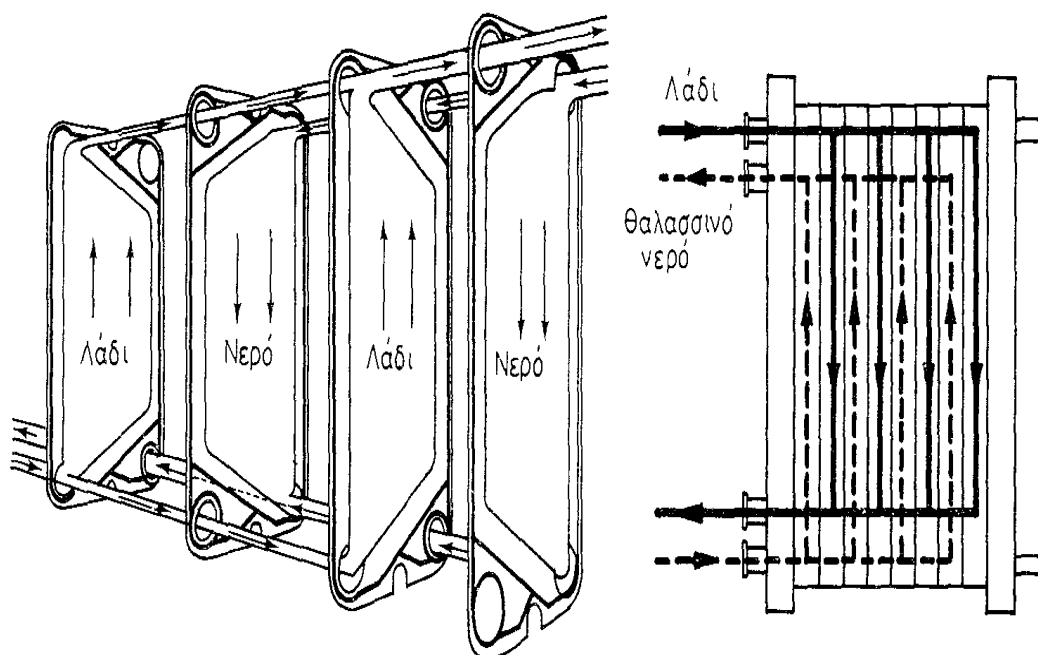
Διακρίνεται η πορεία των δυο ρευστών με τα ενδεικτικά βέλη, δηλαδή του ενός που είναι και το ψυκτικό μέσο σε δυο οριζόντιες διαδρομές στο εσωτερικό των αυλών με τη βοήθεια του διαφράγματος (4) και του ψυχωμένου ρευστού σε πέντε διαδρομές με τη βοήθεια τεσσάρων εγκάρσιων διαφραγμάτων (5) εξωτερικά στους αυλούς.

Οι κυψελωτοί εναλλακτήρες αποτελούνται από ορθογωνικές κυψέλες, δια των οποίων ρέει το ψυχόμενο ρευστό, οι κυψέλες διαπερνούνται από μεγάλο αριθμό αυλών καθέτων προς αυτές, μέσω των οποίων ρέει το ψυκτικό μέσο. Εναλλακτήρας αυτού του είδους απεικονίζεται στο εικόνα 2.



Εικόνα 2 : Κυψελωτοί εναλλακτήρες με ορθογωνικές κυψέλες

Στην εικόνα 3 απεικονίζεται διαγραμματικά η διαμόρφωση του εναλλακτήρα με πλάκες ή επίπεδα ψυκτικών επιφανειών. Οι πλάκες ή επιφάνειες εφάπτονται μεταξύ τους μέσα σε κατάλληλο σκελετό. Παριστάνεται επίσης και η ροή των δύο συναλλασσομένων ρευστών, στην προκειμένη περίπτωση λαδιού λιπάνσεως και θαλασσινού νερού.



Εικόνα 3 : Εναλλακτήρας με πλάκες ή επίπεδα ψυκτικών επιφανειών

Οι κυψελωτοί εναλλακτήρες κατασκευάζονται από τα εργοστάσια Harisson, de Laval κ.α . Σήμερα οι περισσότερο χρησιμοποιούμενοι εναλλακτήρες είναι αυλωτού τύπου, όμως οι κυψελωτοί ,σε μεσαίας κυρίως ιπποδυνάμεως Μ.Ε.Κ , και οι με πλάκες στις μεγαλύτερες τείνουν να τους εκτοπίσουν.

Αυτό οφείλεται στα πολλά πλεονεκτήματα τους με κυριότερο το σαφώς μικρότερο χώρο που καταλαμβάνουν στην εγκατάσταση.

Στους εναλλακτήρες επιφάνειας γενικά η μεταδόση πραγματοποιείται ως μια από τις μορφές της αγωγής που καλείται σύνθετη διάβαση της θερμότητας.

Σύμφωνα με αυτή δηλαδή η θερμότητα είναι υποχρεωμένη να διέλθει από αλλεπάλληλα στρώματα ή θερμικές αντιστάσεις.

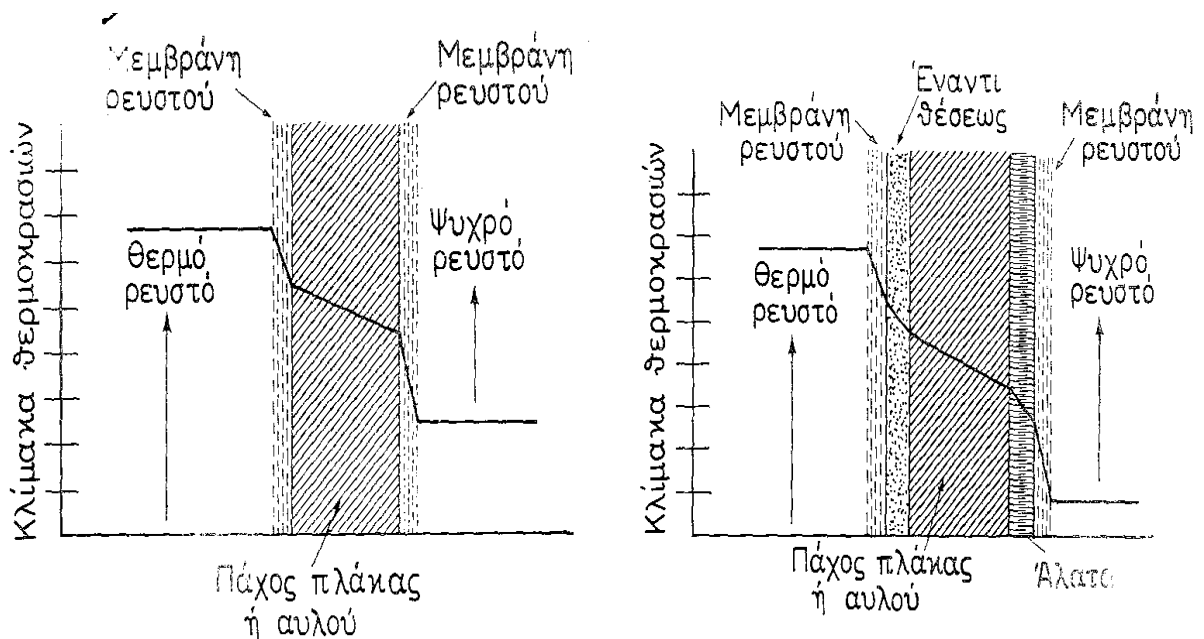
Στην πράξη και κατά τη λειτουργία εναλλακτήρα αυτού του είδους και αν θεωρήσουμε ως αμελητέα την ακτινοβολία της συσκευής προς το περιβάλλον (δεδομένου άλλωστε ότι μονώνεται επαρκώς), πάρα πολλοί παράγοντες υπεισέρχονται επηρεάζοντας την απόδοση του.

Οι παράγοντες αυτοί είναι οι στιγμιαίες μεταβολές της θερμοκρασίας των ρευστών, η ρύπανση των επιφανειών μεταδόσεως της θερμότητας (αυλών κλπ.) από αιθάλη ή άλατα ή γαιώδεις ύλες, θαλάσσιους οργανισμούς και άλλους, ανάλογα με τη φύση της συσκευής.

Εκτός από αυτά η ταχύτητα κινήσεως και η ποσότητα των ρευστών που κυκλοφορούν αποτελούν πολύ σοβαρούς παράγοντες, μια και ανεξάρτητα από το επίπεδο των θερμοκρασιών των δυο συναλλασσομένων ρευστών, το ένα παρέχει και το άλλο απορροφά τη θερμότητα. Αν η απορρόφηση αυτή πέσει κάτω από ένα όριο προσδιορισμένο από πριν, τότε προκαλείται υπερθέρμανση του υλικού, μέσω του οποίου μεταδίδεται η θερμότητα, με καταστρεπτικά για τη συσκευή αποτελέσματα.

Η μετάδοση της θερμότητας στους εναλλακτικές επιφάνειες.

Για τη μελέτη του φαινομένου λαμβάνουμε υπόψη (διάγραμμα 1) ότι, όταν ρευστό κινείται και εφάπτεται σε στερεή επιφάνεια, τότε στην επιφάνεια αυτή σχηματίζεται πάντοτε λεπτό στρώμα ή μεμβράνη που κινείται με ελάχιστη ταχύτητα ή παραμένει σχεδόν ακίνητη. Η θερμότητα του ρευστού αναγκάζεται έτσι να διέλθει πρώτα μέσω της μεμβράνης αυτής και στη συνέχεια να εισέλθει στη στερεή πλάκα. Το πάχος της μεμβράνης αυτής εξαρτάται από το συντελεστή ιξώδους του ρευστού και από την ταχύτητα κινήσεώς του. Είναι δηλαδή μικρότερο όσο το ρευστό είναι πιο λεπτόρευστο και όσο η ταχύτητα κινήσεως του είναι μεγαλύτερη. Το πάχος της μεμβράνης ελαττώνεται στο ελάχιστο, όταν η ροή του από στρωτή, όπως είναι σε μικρές ταχύτητες, μετατραπεί σε στροβιλώδη (στις μεγαλύτερες ταχύτητες) ή διαφορετικά, όταν υπερβεί την κρίσιμη ταχύτητα ροής.



Διάγραμμα 1 : Παράμετροι μετάδοσης θερμότητας

Οπωσδήποτε όμως η μεμβράνη αυτή, ανεξάρτητα από το πάχος που έχει κάθε φορά, προσφέρει σοβαρή αντίσταση στη διάβαση της θερμότητας. Η αντίσταση αυτή εκφράζεται με' το λεγόμενο συντελεστή μεμβράνης (film coefficient) του ρευστού.

Στο σχήμα 4 εικονίζεται γραφικά η πτώση της θερμοκρασίας από το θερμό ρευστό προς το ψυχρό μέσω των δυο μεμβρανών και του σώματος της πλάκας. Παρατηρούμε ότι είναι μεγαλύτερη στις μεμβράνες και μικρότερη στην πλάκα, που πάντως κατασκευάζεται κατά κανόνα από ευθερμαγωγό μέταλλο, χάλυβα, ορείχαλκο κλπ.

Το φαινόμενο γίνεται περισσότερο έντονο, αν, όπως συμβαίνει στην πράξη, ληφθούν υπόψη οι εναποθέσεις αλάτων που συσσωρεύονται και στις δύο επιφάνειες της πλάκας οί επικαθίσεις άλλων δυσθερμαγωγών οπωσδήποτε ουσιών.

Οι εναποθέσεις αυτές παρεμβάλλονται μεταξύ του υλικού της πλάκας και των μεμβρανών, και προσφέρουν αντίστοιχα πρόσθετες αντιστάσεις στη διάβαση της θερμότητας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΤΥΠΟΙ ΨΥΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΟΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥΣ

ΨΥΓΕΙΑ

Με τον όρο ψυγεία εννοούμε γενικά εναλλακτήρες, με τους οποίους επιτυγχάνουμε τον υποβιβασμό της θερμοκρασίας ή την ψύξη ενός ρευστού από άλλο, το οποίο καλείται ψυκτικό μέσο.

Η ψύξη όταν το ψυχόμενο ρευστό βρίσκεται σε κατάσταση ατμών, συνοδεύεται από μερική ή ολική συμπύκνωση των ατμών και αντίστοιχα μετάβαση του ρευστού σε υγρή κατάσταση. Αυτό συμβαίνει σε περιπτώσεις ψυγείων ατμομηχανών και ψυκτικών μηχανών, οπότε τα ψυγεία καλούνται ορθότερα ψυγεία συμπυκνώσεως ή συμπυκνωτές (condensers).

Σε περιπτώσεις όπου το ψυχόμενο ρευστό είναι υγρό, (λάδι λιπάνσεως, νερό) τότε τα ψυγεία αποκαλούνται ψυκτήρες (coolers).

ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΨΥΓΕΙΩΝ

Τα ψυγεία επιφάνειας διακρίνονται σε απλής ροής, όπου το νερό πορεύεται προς μια κατεύθυνση και διπλής ροής ή αναστρεφόμενης. Για την επίτευξη της αναστροφής της ροής ο συλλέκτης χωρίζεται σε δυο μισά με τη βοήθεια διαχωριστικής πλάκας ή διαφράγματος. Έτσι το νερό κατευθύνεται δια των αυλών που βρίσκονται στο κάτω μισό, προς τη μια κατεύθυνση και αναστρέφει πορεία μέσα στον οπίσθιο συλλέκτη (συλλέκτη αναστροφής) από όπου εισέρχεται στους αυλούς του επάνω μισού, πορεύεται εξέρχεται από επάνω με τον οχετό εξαγωγής.

Τα ψυγεία διακρίνονται επίσης ανάλογα με την ειδική τους διαμόρφωση σε κυλινδρικά, ελλειπτικά, αψοειδή ή καρδιοειδή ψυγεία τύπου contraflow (αναστρεφόμενης ροής του ατμού τύπου αναθερμάνσεως (regenerative)).

Παράγοντες που επηρεάζουν τη λειτουργία του ψυγείου.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη λειτουργία του ψυγείου είναι οι παρακάτω:

1. Συμπύκνωση και διαφορά θερμοκρασίας.

Μέσα στο ψυγείο οι εξατμίσεις τείνουν να συμπυκνωθούν σε μια πίεση, όση, αντιστοιχεί από τους πίνακες ατμού στη θερμοκρασία της επιφάνειας των αυλών. Κατά τη φάση της συμπυκνώσεως η λανθάνουσα θερμότητα πρέπει να μεταδίδεται από τον ατμό προς την εξωτερική επιφάνεια των αυλών και στη συνέχεια μέσω του υλικού και της εσωτερικής επιφάνειας τους προς το ψυκτικό μέσο.

2. Παρουσία ατμοσφαιρικού αέρα και αφαίρεση του.

Η ύπαρξη αέρα μέσα στο ψυγείο δημιουργεί πρόσθετη αντίσταση στη διάβαση της θερμότητας

προς το ψυκτικό νερό, γιατί αυτός προσκολλάτε στις επιφάνειες των αυλών και τους απομονώνει κατά κάποιο τρόπο από τον ατμό. Αποτέλεσμα αυτού είναι η πλημμελής συμπύκνωση και η μείωση του κενού του ψυγείου. Μεγαλύτερη μείωση του κενού οφείλεται στη μερική πίεση του αέρα, που προστίθεται στην πίεση του υπό συμπύκνωση ατμού μέσα στο ψυγείο.

Ο αέρας μπορεί να εισέλθει στο ψυγείο με πολλούς τρόπους:

ο διαλυμένος στο τροφοδοτικό νερό, το οποίο τελικά με μορφή εξατμίσεων από το στρόβιλο τον μεταφέρει και τον εισάγει στο ψυγείο,

λόγω κακής στεγανότητας των στυπιοθλιπτών των στροβίλων Χ.Π των ενώσεων στεγανότητάς τους.

Για την απαγωγή του χρησιμοποιούνται οι αεραντλίες και οι εκχυτήρες. Σε περίπτωση όμως που θα έπρεπε μαζί με τον αέρα να αφαιρεθούν και ικανές ποσότητες μη συμπυκνωμένων ατμών, προκαλείται υπερφόρτισή τους.

Για να αποφευχθεί η υπερφόρτιση και να διευκολυνθεί το έργο τους χρησιμοποιείται κατάλληλη διάταξη και διαφράγματα μέσα στα ψυγεία που συμβάλλουν στον αποχωρισμό του αέρα και στη συγκέντρωσή του σε κατάλληλα σημεία που βρίσκονται ψηλότερα από τη στάθμη του συμπυκνώματος, ώστε η απαγωγή του αέρα να είναι εύκολη.

Τα σημεία αυτά καλούνται τμήματα ψύξεως αέρα, και σ' αυτά φθάνει ο εισερχόμενος ατμός, αφού πρώτα έρθει σε επαφή με μεγάλο αριθμό αυλών και υποστεί στο μεταξύ επαρκή συμπύκνωση. Στα τμήματα αυτά εξάλλου ο αέρας ψύχεται επαρκώς, ώστε να παρουσιάζει και μικρό τελικό όγκο για απαγωγή.

3. Ροή του ατμού

Αυτή γίνεται από την εισαγωγή των εξατμίσεων μέσα στο ψυγείο προς τα τμήματα ψύξεως αέρα που υπάρχουν μέσα σ' αυτό, όπου επικρατεί η μικρότερη πίεση. Κατά τη διαδρομή του ατμού και ενώ πραγματοποιείται η συμπύκνωσή του, η απαιτούμενη διατομή διελεύσεώς του γίνεται μικρότερη. Αυτό οδήγησε ορισμένους κατασκευαστές σύγχρονων ψυγείων στη διαμόρφωση τους με απιοειδή ή καρδιοειδή μορφή.

Εξάλλου για την ομοιόμορφη κατανομή του ατμού σε όσο δυνατό μεγαλύτερο αριθμό αυλών και σε όλο το μήκος τους, δημιουργήθηκε ένας (ή και περισσότεροι) διαμήκης αγωγός μεταξύ των αυλών δια του οποίου επιτυγχάνεται η κατά μήκος διανομή του αέρα.

Ο αγωγός αυτός άλλωστε εξυπηρετεί την αναθέρμανση του συμπυκνώματος για την αντιμετώπιση της υποψύξεώς του.

4. Ροή νερού κυκλοφορίας-υπόψυξη και αναθέρμανση του συμπυκνώματος.

Το νερό ψύξεως που κυκλοφορεί, απάγει ένα ποσοστό από τις θερμίδες που περιέχει ο ατμός κατά την είσοδο του στο ψυγείο. Η απαγωγή αυτή της θερμότητας προκαλεί και υποβίβασμό της

θερμοκρασίας του συμπυκνώματος που συγκεντρώνεται στον πυθμένα του ψυγείου, κατά 5-10° C καμιά φορά κάτω από τη θερμοκρασία, η οποία βάσει των πινάκων του ατμού αντιστοιχεί στην απόλυτη πίεση που επικρατεί μέσα στο ψυγείο. Το φαινόμενο καλείται υπόψυξη του συμπυκνώματος και είναι διπλά επιζήμιο για όλη τη λειτουργία της εγκαταστάσεως.

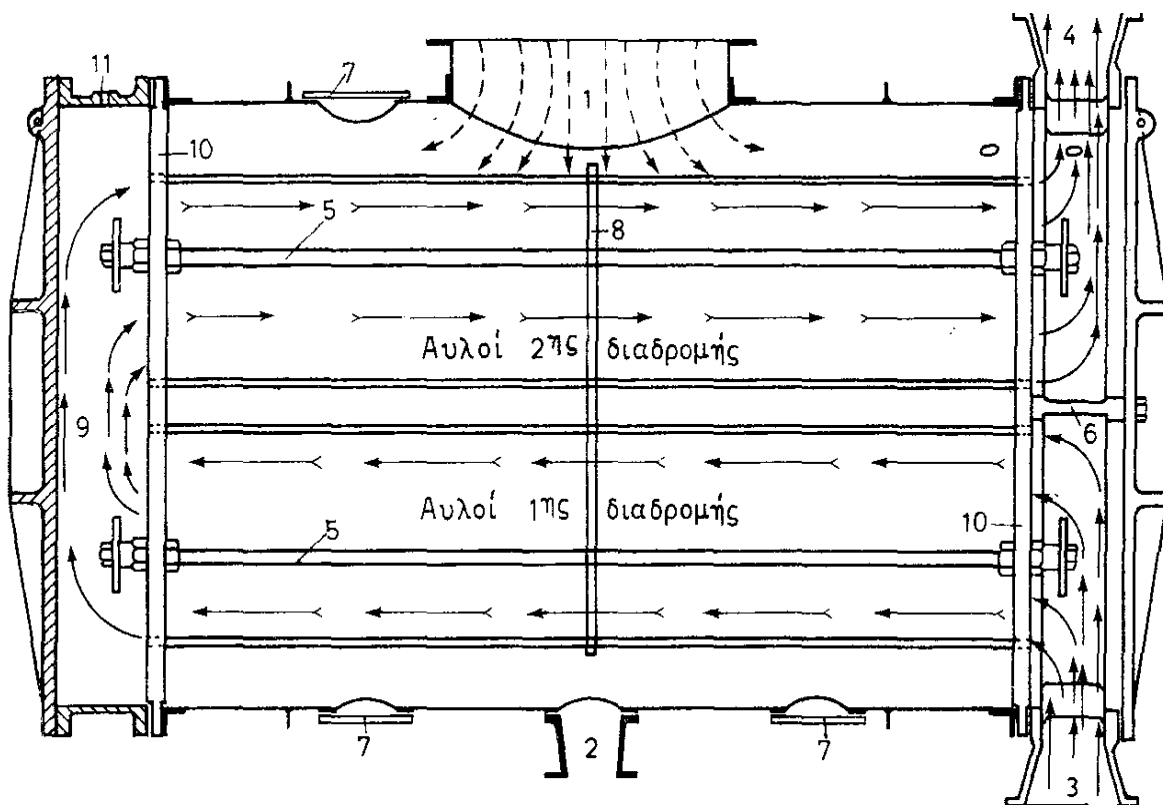
α) Το συμπύκνωμα θα απορροφήσει μεγαλύτερα ποσά θερμότητας για την προθέρμανση του αργότερα μέσα στους προθερμαντήρες τροφοδοτούν νερού, προκειμένου να εισαχθεί στο λέβητα με ορισμένη θερμοκρασία.

β) Επειδή η θερμοκρασία του είναι χαμηλή απορροφά και διαλύει μέσα του ευκολότερα μεγαλύτερες ποσότητες από τον ατμοσφαιρικό αέρα του ψυγείου.

Ο κεντρικός αγωγός διανομής του ατμού που αναφέρθηκε προηγουμένως, συμβάλλει στην αντιμετώπιση του φαινομένου της υπόψυξης γιατί προσάγει ατμό ως το φρεάτιο του συμπυκνώματος και προκαλεί έτσι την αναθέρμανσή του σε θερμοκρασία μέχρι και 1° C χαμηλότερη από τη θερμοκρασία που αντιστοιχεί στο κενό. Γι' αυτό ονομάζεται και αγωγός αναθερμάνσεως ψυγεία που κατασκευάζονται με βάση την αρχή αυτή, ονομάζονται ψυγεία τύπου αναθερμάνσεως (regenerative condensers).

Τύποι ψυγείων που χρησιμοποιούνται.

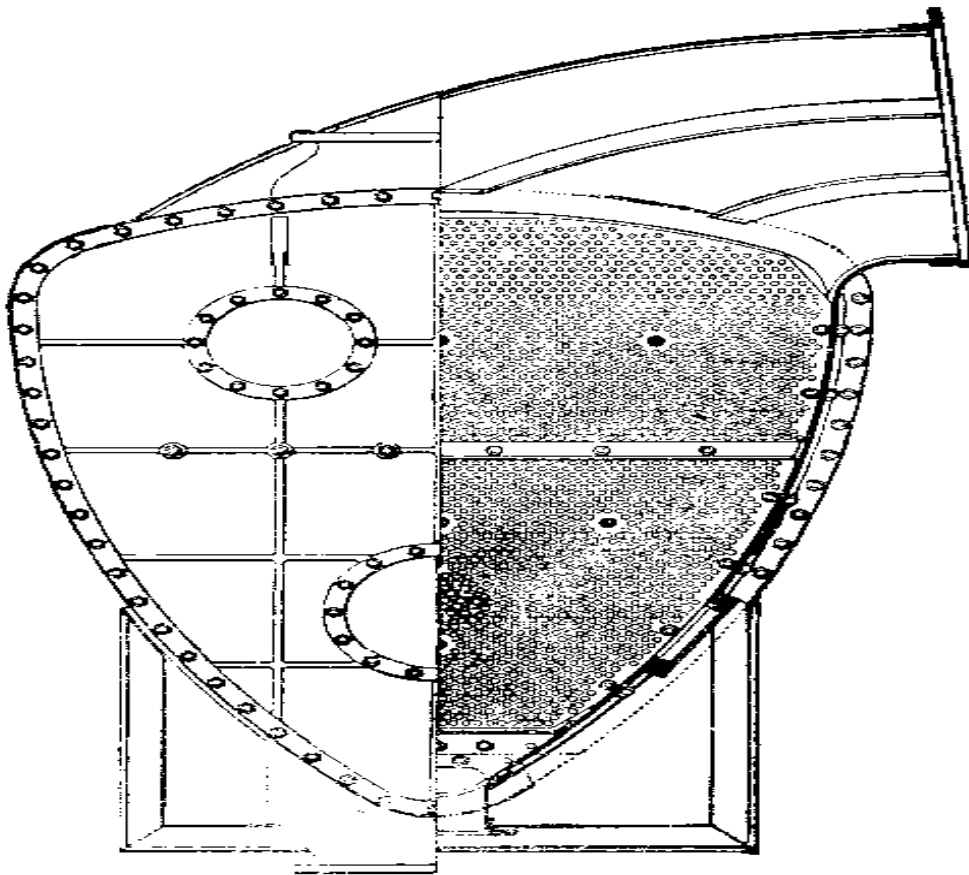
α) Στην εικόνα 4 εικονίζεται κυλινδρικό ψυγείο επιφάνειας διπλής ροής που χρησιμοποιείται σε παλινδρομικές ατμομηχανές.



Εικόνα 4 : Κυλινδρικό ψυγείο επιφάνειας διπλής ροής

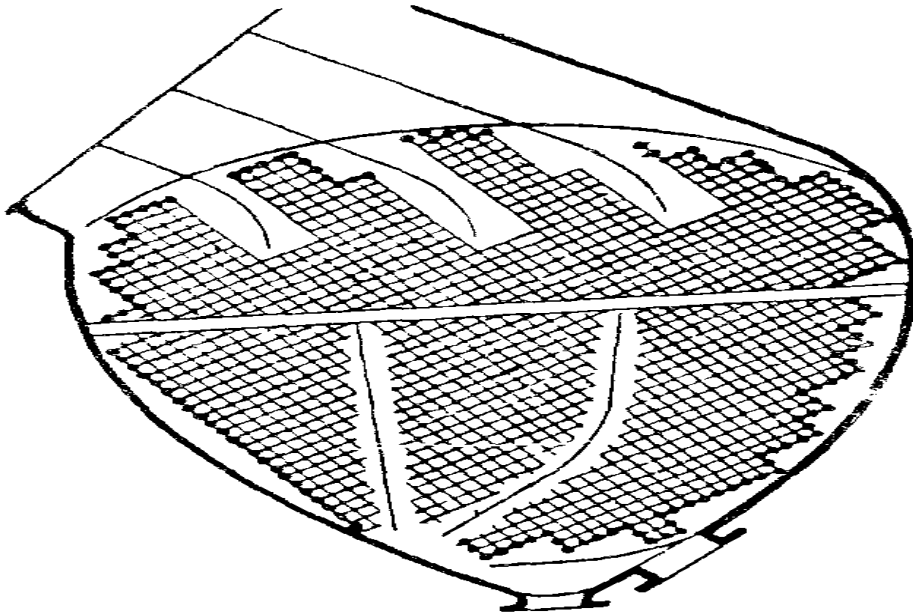
- 1) ΑΤΜΟΣ ΕΞΑΤΜΙΣΕΩΝ ΑΠΟ ΚΥΛΙΝΔΡΟ Χ.Π ΠΡΟΣ ΨΥΓΕΙΟ.
- 2) ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗ ΑΕΡΑΝΤΛΙΑΣ
- 3) ΕΙΣΟΔΟΣ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ
- 4) ΕΞΑΓΩΓΗ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ ΕΞΩ ΑΠΟ ΤΟ ΠΛΟΙΟ
- 5) ΣΥΝΔΕΤΕΣ ΑΥΛΟΦΟΡΩΝ ΠΛΑΚΩΝ
- 6) ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΙΚΟ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑ
- 7) ΘΥΡΙΔΕΣ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ
- 8) ΠΛΑΚΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΕΩΣ ΑΥΛΩΝ
- 9) ΠΛΑΚΕΣ ΧΑΛΥΒΔΙΝΕΣ ΑΝΤΙΔΙΑΒΡΩΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
- 10) ΥΑΛΟΦΟΡΕΣ ΠΛΑΚΕΣ
- 11) ΕΞΑΕΡΙΣΤΙΚΟ ΘΑΛΑΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΣ

β) Στην εικόνα 5 εικονίζεται απιοειδές ψυγείο τύπου «uniflux» ή ενιαίας ροής. Χαρακτηριστικό του είναι ότι η ταχύτητα ροής του ατμού παραμένει σταθερή ή ενιαία, δεδομένου ότι η ελάττωση του όγκου του από τη συμπύκνωση αντιμετωπίζεται με αντίστοιχη ελάττωση της διατομής διελεύσεως του. Είναι ψυγείο διπλής ροής νερού και η ροή του ατμού γίνεται ανεμπόδιστα, γιατί δεν υπάρχουν διαφράγματα μέσα σ' αυτό. Λόγω της σταθερής ταχύτητας ροής του ατμού έχει υψηλή ψυκτική απόδοση και γι' αυτό η ψυκτική του επιφάνεια είναι μικρότερη με μόνη απαίτηση την αύξηση της ποσότητας του νερού που κυκλοφορεί. Χρησιμοποιείται σε αμοστρόβιλους.



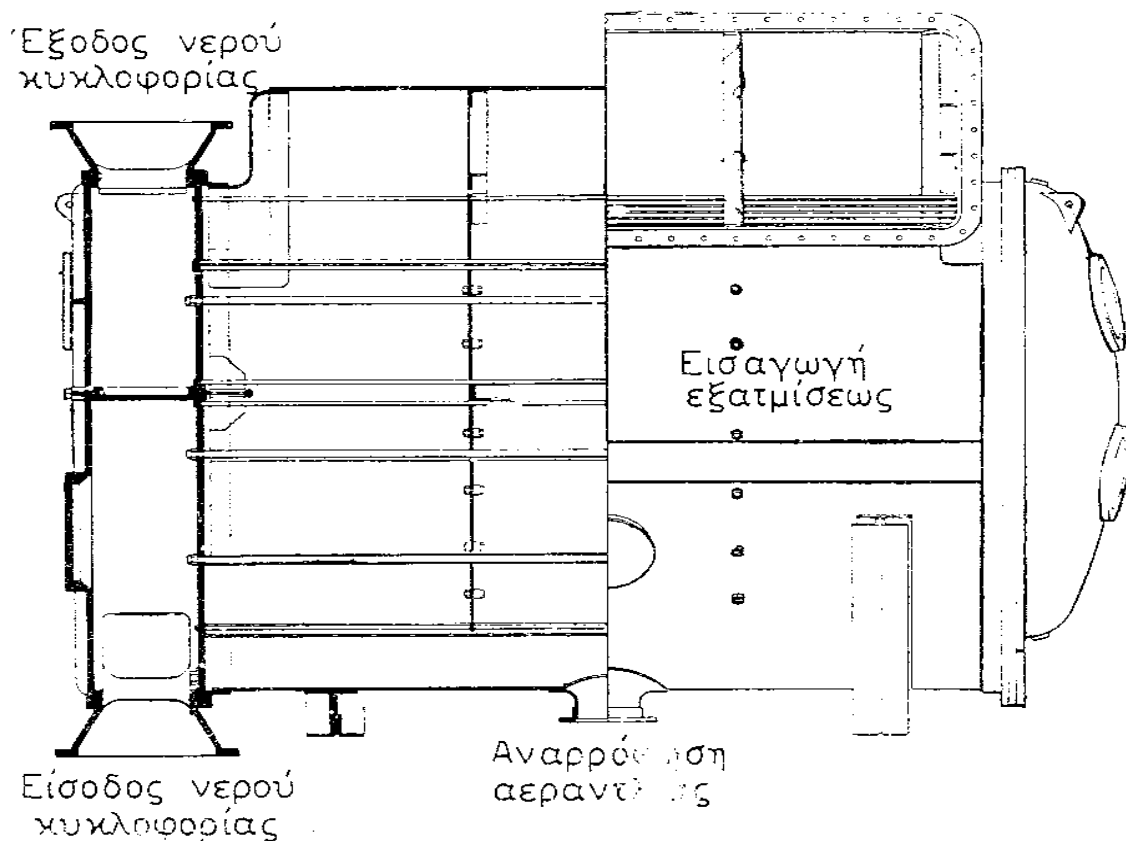
Εικόνα 5 : Απιοειδές ψυγείο τύπου «uniflux» ή ενιαίας ροής

γ) Στην εικόνα 6 εικονίζεται ψυγείο αμμοστροβίλων αναστρεφόμενης ροής (contraflow) με χαρακτηριστική την ύπαρξη διαφραγμάτων ελέγχου της πορείας του ατμού.



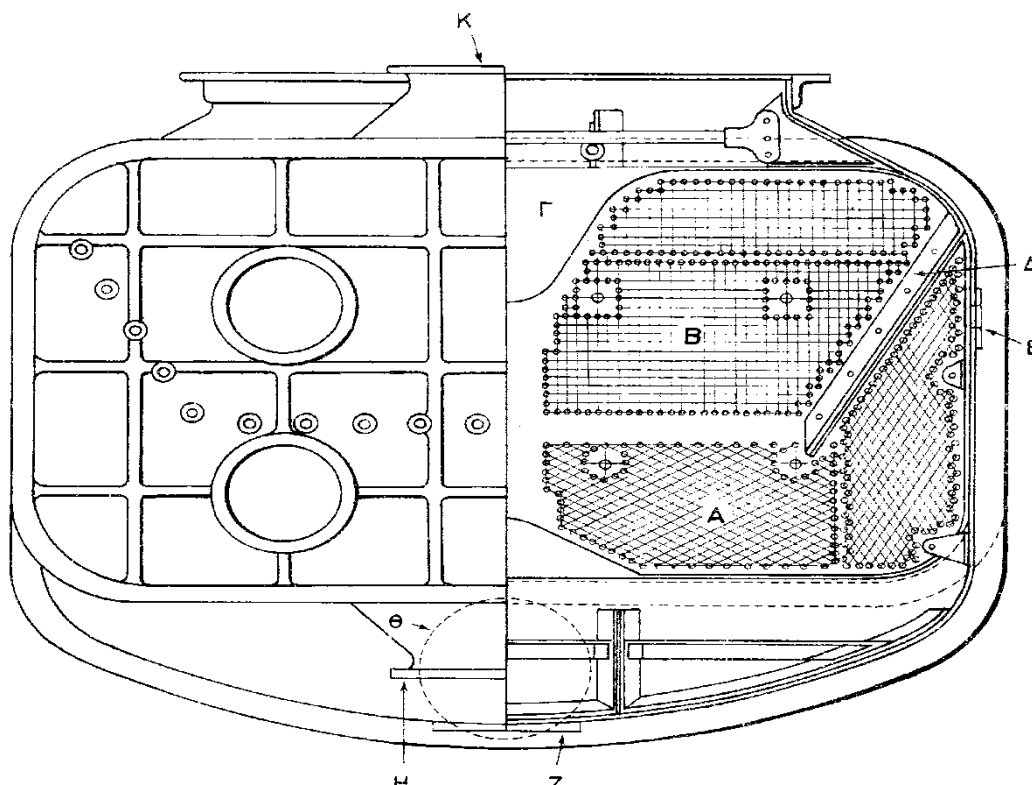
Εικόνα 6 : Ψυγείο αμμοστροβίλων αναστρεφόμενης ροής (contraflow)

δ) Η εικόνα 7 παριστάνει ψυγείο τύπου Elliot με θερμοδοχείο αναθερμάνσεως.



Εικόνα 7 : Ψυγείο τύπου Elliot

ε) Η εικόνα 8 παριστάνει ψυγείο αναθερμάνσεως τύπου Weir που χρησιμοποιείται πολύ σε ναυτικές εγκαταστάσεις. Σ' αυτό διακρίνουμε την εισαγωγή των εξατμίσεων και τον κεντρικό αγωγό Γ δια του οποίου ο ατμός ρέει κατευθείαν προς τον πυθμένα και ο οποίος διαιρεί την όλη ψυκτική επιφάνεια σε δυο συμμετρικές ομάδες αυλών δεξιά και αριστερά.



Εικόνα 8 : Ψυγείο αναθερμάνσεως τύπου Weir

Η κάθε ομάδα υποδιαιρείται σε δυο συγκροτήματα αυλών Α και Β μέσω των διαφραγμάτων Δ. Το νερό ψύξεως κα ως εισέρχεται από το σημείο Η κυκλοφορεί στα δυο κατώτερα συγκροτήματα, όπου αναστρέφει πορεία και μετά εξέρχεται από το πλοίο. Το Ε παριστάνει την αναρρόφηση των εγχυτήρων και το Ζ την αναρρόφηση του συμπυκνώματος.

Κατασκευαστικά στοιχεία των ψυγείων.

α) Το κέλυφος και τα πόματα.

Το κέλυφος στις σύγχρονες κατασκευές και ιδίως σε αμοστρόβιλους, κατασκευάζεται χωριστά ή από χυτοσίδηρο ή, κυρίως, από σιδερένιο έλασμα ή χαλύβδινο ηλεκτροσυγκολλητό. Τα πόματα του ψυγείου κατασκευάζονται επίσης χυτά από χυτοσίδηρο, χυτοχάλυβα η ορείχαλκο. Το κέλυφος και τα πόματα φέρουν νευρώσεις που ενισχύουν την αντοχή τους. Για την ενίσχυση των παραλλήλων τοιχωμάτων των κελυφών χρησιμοποιούνται και ενδέτες. Επάνω στο κέλυφος, και

στα πώματα υπάρχουν κατάλληλες θυρίδες επιθεώρησης και λαιμοί προσαρμογής των διαφόρων σωληνώσεων εξαρτημάτων και οργάνων ελέγχου της λειτουργίας του ψυγείου.

β) Αυλοφόρες πλάκες-αυλοι-στυπιοθλιπτες αυλών.

Οι αυλοφόρες πλάκες ή καθρέπτες κατασκευάζονται από μέταλλο **muntz** (κράμα χαλκού 60% και ψευδαργύρου 40%) ή από ελατό ορείχαλκο. Όμοιας κατασκευής είναι και τα ενδιάμεσα διαφράγματα στηρίξεως των αυλών. Για την ενίσχυση της αντοχής των καθρεπτών χρησιμοποιούνται κατάλληλοι συνδέτες ορειχάλκινοι ή χαλύβδινοι, ανάλογα με τις περιπτώσεις. Οι αυλοί κατασκευάζονται χωρίς ραφή τραβηκτοί από ορείχαλκο (75% χαλκός και 25% ψευδάργυρος) ή και από ειδικό κράμα χαλκού με 40% περίπου νικέλιο. Τέλος χρησιμοποιείται και κράμα χαλκού-αλουμινίου.

Για την αποφυγή διαβρώσεως, λόγω ηλεκτρολυτικής ενέργειας, αυλοί, καθρέπτες, διαφράγματα, ενδέτες, συνδέτες κατασκευάζονται κατά κανόνα από κράμα με την ίδια σύνθεση. Η τοποθέτηση των αυλών στις πλάκες γίνεται κατά κανόνα σε ρομβοειδή διάταξη και άλλοτε μεν προσαρμόζονται με εκτόνωση τους μέσα στις οπές των αυλοφόρων πλακών και στα δύο άκρα, άλλοτε με εκτόνωση του ενός άκρου, οπότε το άλλο στεγανοποιείται με στυπιοθλίπτη, άλλοτε τέλος με στυπιοθλίπτες και στα δύο άκρα. Σε περιπτώσεις χρησιμοποίησης στυπιοθλιπτών οι οπές που ανοίγονται στις αυλοφόρες πλάκες για τους αυλούς, διαμορφώνονται κατάλληλα σε στυπιοθαλάμους, όπου τοποθετούνται κατάλληλα παρεμβύσματα συμπιεζόμενα από κοχλιωτούς στυπιοθλίπτες.

γ) Αντιδιαβρωτική προστασία των ψυγείων

Για την αποφυγή της φθοράς των αυλών, πλακών κλπ., λόγω διαβρώσεως τους από ηλεκτρολυτική ενέργεια, χρησιμοποιούνται μέσα στους θαλάμους κυκλοφορίας του νερού πλάκες προστασίας από ψευδάργυρο, όταν το κέλυφος και τα πώματα είναι σιδερένια ή χαλύβδινα, ενώ όταν αυτά είναι ορειχάλκινα, τοποθετούνται προστατευτικές πλάκες από μαλακό σίδηρο ή χάλυβα.

δ) Τα εξαρτήματα του ψυγείου.

Αυτά είναι:

- Οι θυρίδες στα πώματα για την επιθεώρηση και το καθαρισμό των αυλών.
- Οι θυρίδες στο κέλυφος στο επάνω μέρος του για την επιθεώρηση του ατμοθαλάμου του.
- Οι ιλυοθυρίδες στο κάτω μέρος του κελύφους για τον καθαρισμό του.
- Ο κρουνός συγκοινωνίας του κελύφους με την τροφοδοτική δεξαμενή για την συμπλήρωση των απωλειών τροφοδοτικού νερού.
- Η βαλβίδα είσαγωγής ατμού για το βρασμό του ψυγείου.
- Ο κρουνός είσαγωγής σόδας ή μίγματος λεβήτων για το βρασμό επίσης του ψυγείου.
- Οι κρουνοί εκκενώσεως και αποστραγγίσεως. Το κενόμετρο.

- Ο υδροδείκτης της στάθμης του συμπυκνώματος.
- Ο εξαεριστικοί, κρουνός του κελύφους.
- Ο εξαεριστικός κρουνός του οχετού νερού κυκλοφορίας στην κατάθλιψη έξω από το πλοίο.

Η ψυκτική επιφάνεια.

Ένας τρόπος υπολογισμού της ψυκτικής επιφάνειας ή και ελέγχου αυτής που προκύπτει από υπολογισμό είναι με βάση εμπειρικά δεδομένα των κατασκευαστών και την ιπποδύναμη της μηχανής. Έτσι π.χ. για ατμοστρόβιλους λαμβάνονται 1,25sq ft ψυκτικής επιφάνειας ανά ίππο μηχανής.

Οί τιμές της ψυκτικής επιφάνειας που βρίσκονται περιέχουν και περιθώριο ασφαλείας, γιατί πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ο παράγων της ρυπάνσεως του ψυγείου με την πάροδο του χρόνου λειτουργίας του. Άρα σε καινούργιο ψυγείο ή ψυγείο που λειτουργεί μετά από ανάλωση ή καθαρισμό, πιθανόν να απαιτείται κάθε φορά μικρότερη ταχύτητα της αντλίας κυκλοφορίας. Έτσι επιτυγχάνονται τα λειτουργικά δεδομένα του ψυγείου και δεν προκύπτουν λόγω της υπεράρκειας της ψυκτικής επιφάνειας ανεπιθύμητες απώλειες θερμότητας που θα απάγεται από το νερό κυκλοφορίας.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

A) Κατά την προετοιμασία της εγκαταστάσεως πρέπει να δίνεται μεγάλη προσοχή, ώστε το ψυγείο να λειτουργεί σωστά. Ατελείς ή βιαστικές ενέργειες μπορεί να προκαλέσουν παραμόρφωση των αυλών, απώλεια της στεγανότητας τους, ακόμα δε και ρήγματα σε χυτοσιδερένια ιδίως κελύφη.

B) Κατά τη λειτουργία της κύριας μηχανής η κυριότερη ένδειξη ικανοποιητικής ανταποκρίσεως του ψυγείου στις απαιτήσεις της μηχανολογικής εγκαταστάσεως του πλοίου είναι η τιμή του κενού, του οποίου η σημασία άλλωστε είναι μέγιστη για την απόδοση της. Το κενό το μετράμε με το κενόμετρο.

Οι κυριότερες αιτίες χαμηλού κενού ή πτώσεως του είναι:

- Διαρροή αέρα μέσα στα μηχανήματα και συσκευές που βρίσκονται υπό κενό.
- Αντικανονική λειτουργία της συσκευής απαγωγής αέρα (αεραντλίας-εκχυτήρα).
- Αντικανονική απαγωγή του συμπυκνώματος από το ψυγείο.
- Υψηλή θερμοκρασία του νερού κυκλοφορίας (σε θερμά κλίματα).
- Ανεπαρκής ροή νερού κυκλοφορίας οφειλόμενη σε μικρή ταχύτητα της αντλίας κυκλοφορίας ή μερική έμφραξη των αυλών.
- Υπερφόρτιση του ψυγείου και υπερθέρμανσή του.
- Ακάθαρτο ψυγείο στο εσωτερικό των αυλών λόγω αλάτων, και στο εξωτερικό λόγω επικαθήσεων λαδιού που ενδεχομένως μπορούν να προέρχονται είτε από την εσωτερική

λίπανση μηχανημάτων είτε και από διαρροή του θερμαντήρα λαδιού λιπάνσεως των φυγοκεντρικών καθαριστών.

Ανάλογα με την αιτία είναι και τα λαμβανόμενα μέτρα αποκαταστάσεως του κενού.

Η σοβαρότερη πάντως ανωμαλία του ψυγείου είναι η διαρροή των αυλών του που συνεπάγεται και την πτώση του κενού και τη μόλυνση του τροφοδοτικού νερού λόγω εισροής θαλασσινού σ' αυτό από τις περιοχές της διαρροής.

Γ) Κατά την απομόνωση της εγκαταστάσεως λαμβάνεται ανάλογη μέριμνα όπως και κατά την προετοιμασία για εκκίνηση που αποσκοπεί στην ομαλή απόψυξη του ψυγείου.

ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

α) Για την προφύλαξη του ψυγείου από την ενέργεια διαβρώσεως λόγω ηλεκτρολυτικής ενέργειας χρησιμοποιούνται προστατευτικές πλάκες από ψευδάργυρο ή από μαλακό χάλυβα.

Οι αυλοφόρες πλάκες και οι αυλοί εσωτερικά προσβάλλονται από μηχανική διάβρωση, ιδίως όταν η ταχύτητα κυκλοφορίας του νερού είναι μεγάλη. Για την προστασία των αυλών εξωτερικά από την μηχανική ενέργεια τοποθετούνται πριν από την εισαγωγή του σ' αυτό προφυλακτικά ελάσματα, ώστε να μην προσπίπτει αυτός κατευθείαν πάνω τους.

β) Στα εμπορικά πλοία συνήθως καθαρίζονται οι επιφάνειες του ψυγείου που είναι σε επαφή με την θάλασσα από την λάσπη και τις καθαλατώσεις με χημικά παρασκευάσματα. Η μέθοδος είναι ασφαλής και γρήγορη.

γ) Για την αφαίρεση των ελαιωδών επικαθήσεων επάνω στους αυλούς εκτελείται ο βρασμός του ψυγείου.

δ) Τα σε ακινησία ψυγεία πρέπει να συντηρούνται ή τελείως γεμάτα νερό προς το χώρο της θάλασσας ή τελείως κενά, ανάλογα με την μέθοδο στεγανοποίησεως των άκρων των αυλών. Όλα σχεδόν τα ψυγεία των πλοίων έχουν τους αυλούς ή εκτονούμενους στα δύο άκρα ή εκτονούμενους στο άκρο της εισόδου και μεστυπειοθλίπτη με μεταλλικά παρεμβύσματα στο άκρο της εξόδου ή με στυπειοθλίπτη με παρεμβύσματα από φίμπερ στην είσοδο και στυπειοθλίπτη με μεταλλικό παρέμβυσμα στην έξοδο. Στις περιπτώσεις αυτές διατηρούνται κενά και τελείως στεγνά όταν είναι σε ακινησία. Όταν όμως πρόκειται να τεθούν σε λειτουργία μετά μια εβδομάδα περίπου, τότε πρέπει να φυλάσσονται γεμάτα νερό. Γεμάτα νερό πρέπει να φυλάσσονται επίσης και τα ψυγεία με ινώδη παρεμβύσματα για να μην επέρχεται αποξήρανσή τους και λόγω αυτής ανάλογη διαρροή.

ΔΟΚΙΜΗ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΨΥΓΕΙΩΝ

Η δοκιμή στεγανότητας εκτελείται κατά τους ακόλουθους τρόπους:

α) Θέτουμε το χώρο ατμού υπό πίεση αέρα 5 p.s.i και γεμίζουμε σιγά-σιγά το χώρο θάλασσας του ψυγείου με νερό τοποθετώντας ταυτόχρονα τις θυρίδες επιθεωρήσεως επάνω στα πώματα, καθώς

το νερό ανέρχεται κοντά στα ανοίγματά τους. Σε περίπτωση διαρροής αυλού θα παρουσιαστούν φυσαλίδες αέρα. Για τον έλεγχο διαρροής των αυλών, που βρίσκονται πάνω από το κατώτερο άκρο της ψηλότερης. θυρίδας, χρησιμοποιούμε φλόγα κεριού ή επάλειψη με παχύ στρώμα διαλύσεως σαπουνιού, οπότε ο εξερχόμενος αέρας σε περίπτωση διαρροής θα διαταράξει ή θα σβήσει τη φλόγα ή θα δημιουργήσει φυσαλίδες με περίβλημα σαπουνιού.

β) Για τον έλεγχο μεγάλων διαρροών που οφείλονται σε διάρρηξη αυλών αφαιρούμε τις θυρίδες επιθεωρήσεως και θέτουμε σε λειτουργία τους εγχυτήρες. Προσεγγίζουμε φλόγα στα άκρα των αυλών, οπότε αυτή θα απορροφάται από τα διαρέοντα. Κατά την εκτέλεση της δοκιμής η ψύξη των ψυγείων των εγχυτήρων πρέπει να εξασφαλίζετε με την λειτουργία της αντλίας συμπυκνώματος στην επανακυκλοφορία.

γ) Ένας εύκολος τρόπος ελέγχου των διαρροών είναι αυτός που εκτελείται με τον ανιχνευτή διαρροών. Μέσα στο νερό του χώρου του ατμού του ψυγείου διαλύεται ποσότητα μη τοξικής χρωστικής ύλης που έχει ως βάση το φθόριο. Ο χώρος γεμίζει με νερό, ενώ ταυτόχρονα ρίχνεται η χρωστική ύλη και το μίγμα αναδεύεται με αέρα με τη βοήθεια κατάλληλου σωλήνα και ακροσωληνίου. Η αναλογία είναι 1 lb χρωστικής ουσίας ανά 1000 γαλόνια νερού.

Μετά την πλήρωση του ψυγείου ελέγχεται η εξωτερική επιφάνεια των αυλοφόρων πλακών με τον ανιχνευτή διαρροών. Σε οποιαδήποτε θέση υπάρχει και η ελάχιστη διαρροή η χρωστική ύλη θα παράγει ισχυρή πράσινο-κίτρινη λάμψη.

ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΨΥΓΕΙΩΝ

Αυτές αφορούν κυρίως τις αυλοφόρες πλάκες και τους αυλούς και εκτελούνται όπως παρακάτω όπως παρακάτω :

- Σε περίπτωση πορώδους αυλοφόρου πλάκας οι πόροι αποκαθίστανται με καλαφάτισμα ή με κασσιτεροκόλληση ή τέλος με επάλειψη με βραστό λινέλαιο. Στην τελευταία περίπτωση το ψυγείο πρέπει να βρίσκετε υπό κενό.
- Σε περίπτωση ρωγμής αυλοφόρας πλάκας η αποκατάσταση γίνεται με συρραφή με ήλους και έτσι, ώστε οι ακραίοι ήλοι να υπερκαλύπτουν τα ακραία όρια της ρωγμής.
- Σε περίπτωση κακής στεγανότητας των αυλών αντικαθίστανται οι συσκευές στεγανότητας ή εκτονώνονται ξανά οι αυλοί, ανάλογα με το σύστημα στεγανότητας τους.
- Σε περίπτωση διατρήσεως αυλού πωματίζεται αυτός και από τις δύο πλευρές με μεταλλικά ή πλαστικά πώματα. Στην τελευταία περίπτωση χρησιμοποιείται και αδιάβροχη κόλλα.
- Σε περίπτωση μεγάλου αριθμού πωματισμένων αυλών γίνεται μερική ή ολική αντικατάστασή τους (αναύλωση) που ακολουθείται από υδραυλική δοκιμή.

ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ.

Σε περίπτωση μεγάλης εκτάσεως εισόδου αέρα στο ψυγείο το κενό θα ελαττωθεί σοβαρά και πρέπει να ληφθούν πολύ γρήγορα τα κατάλληλα μέτρα αποκαταστάσεως.

Η ασφαλιστική βαλβίδα που υπάρχει στο συλλέκτη εισαγωγής του νερού κυκλοφορίας πρέπει να είναι ρυθμισμένη στα 15 p.s.i

Αν παρουσιασθεί απώλεια κενού με σύγχρονη υπερθέρμανση του ψυγείου ή άνοδο της στάθμης του συμπυκνώματος, οι μονάδες που εξατμίζουν σ' αυτό πρέπει να κρατούνται ή να ελαττωθεί η ταχύτητά τους, ώσπου να αποκατασταθεί η ανωμαλία.

Σταθερή φροντίδα από το προσωπικό φυλακής να καταβάλλεται για τον έλεγχο, εντοπισμό και αποκατάσταση διαφυγής αέρα στο σύστημα κενού. Σταθερός έλεγχος του νερού του συμπυκνώματος πρέπει να γίνεται κατά τη λειτουργία του ψυγείου με χημική ανάλυσή του.

Το ηλεκτρικό-αλατόμετρο (*σαλινόμετρο*) να διατηρείται σε κατάσταση καλής λειτουργίας και να παρακολουθείται κατά τη φυλακή ανελλιπώς από το προσωπικό.

Οι προφυλακτικές πλάκες ψευδαργύρου ή χάλυβα να τηρούνται καθαρές και με κανονική μεταλλική επαφή.

Απαγορεύεται η προσέγγιση φλόγας ή άλλου εξαρτήματος που μπορεί να προκαλέσει σπινθήρα σε ψυγείο που μόλις ανοίχθηκε, μέχρι να αερισθεί καλά με αέρα ή ατμό, γιατί είναι πιθανή η ύπαρξη υδρογόνου ή άλλου αερίου που μπορεί να προκαλέσει έκρηξη.

Ψυγεία σε ακινησία να διατηρούνται κατά κανόνα στεγνά και καθαρά, ιδίως όταν έχει προηγηθεί λειτουργία τους σε ακάθαρτα νερά. Να διατηρούνται γεμάτα νερό σε περιπτώσεις βαμβακερών κορδονιών (παρεμβυσμάτων) στεγανότητας.

Πριν και κατά τη διάρκεια βρασμού να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα και να εκτελούνται οι αναγκαίες επιθεωρήσεις για την αποφυγή εγκυμάτων ή άλλης φύσεως ατυχημάτων στο προσωπικό.

ΨΥΓΕΙΟ ΑΤΜΟΜΗΧΑΝΩΝ

ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Κύριος σκοπός του ψυγείου αυτού είναι η δημιουργία κενού, που αποτελεί βασικό παράγοντα της αποδοτικής λειτουργίας των ατμομηχανών.

Η δημιουργία του κενού μέσα στο ψυγείο επιτυγχάνεται με συμπύκνωση των εξατμίσεων της μηχανής και με αφαίρεση ή απαγωγή των υδρατμών που δεν έχουν συμπυκνωθεί και του ατμοσφαιρικού αέρα.

Το κενό μέσα στα ψυγεία το μετρούμε σε χιλιοστά, εκατοστά ή δακτύλους στήλης υδραργύρου. Οι τιμές του τέλειου κενού είναι αντίστοιχα, 760 mm, 76 cm ή 30" στήλης Hg. Αυτό διαφορετικά

λέγεται και κενό 100%.

Μέσα στα ψυγεία επικρατούν κάθε φορά, ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας, ενδιάμεσες τιμές από το μηδέν μέχρι το τέλειο κενό. Σε κάθε τιμή του κενού αντιστοιχεί και μια απόλυτη πίεση των ατμών μέσα σ' αυτό, ενώ σ' αυτήν αντιστοιχεί και μια θερμοκρασία ατμών που βρίσκουμε από τους πίνακες ατμού. Στις παλινδρομικές μηχανές το κενό φθάνει μέχρι 27" Hg ή 90% με αντίστοιχη θερμοκρασία 11.5 *C , χωρίς να υφίστανται σ' αυτούς περιορισμούς ως προς το βαθμό εκτονώσεως του ατμού.

Στην απλή του μορφή το ψυγείο αποτελείται από κυλινδρικό κέλυφος και δύο αυλοφόρες πλάκες, τις αυλοφόρες πλάκες. Μεταξύ των δύο πλακών τοποθετούνται σωλήνες μικρής διαμέτρου που καλούνται αυλοί. Δυο πώματα ή συλλέκτες, ένα στην εισαγωγή και ένα στην εξαγωγή του νερού κυκλοφορίας, και οι απαραίτητες σωληνώσεις , εξαρτήματα ελέγχου και ενδεικτικά όργανα συμπληρώνουν την όλη κατασκευή του.

Ο αγωγός των εξατμίσεων της μηχανής της οδηγεί στο κέλυφος και εξωτερικά από τους αυλούς. Στο εσωτερικό των αυλών κυκλοφορεί το θαλασσινό νερό, που ψύχει τις εξατμίσεις. Αυτές συμπυκνώνονται σε νερό και με την συμπύκνωση αυτή δημιουργούν το κενό. Η επί πλέον αφαίρεση του αέρα και των υδρατμών που έχουν συμπυκνωθεί συντελεί στην επίτευξη υψηλού κενού.

Για να λειτουργήσει το ψυγείο απαιτούνται ορισμένα βοηθητικά μηχανήματα και συσκευές : Η αντλία κυκλοφορίας, που παρέχει θαλασσινό νερό ψύξεως και η αντλία συμπυκνώματος, που παραλαμβάνει το συμπύκνωμα καλείται και αεραντλία, όταν χρησιμοποιείται για την αφαίρεση και του αέρα. Σε νεώτερες εγκαταστάσεις η αφαίρεση του αέρα και ατμών που δεν έχουν συμπυκνωθεί πραγματοποιείται με τη βοήθεια των εγχυτήρων κενού.

Δευτερεύων σκοπός του ψυγείου , αλλά εξίσου σημαντικός για την οικονομική λειτουργία εγκαταστάσεως, είναι η διατήρηση του τροφοδοτικού νερού που κυκλοφορεί, ώστε αυτό να κυκλοφορεί σε κλειστό κύκλωμα. Έτσι δεν απαιτείται συνεχώς μια ποσότητα νερού, όπως συνέβαινε παλαιότερα σε μηχανές χωρίς ψυγείο, και πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η δαπάνη παραγωγής του είναι πολύ υψηλή. Μικρές μόνο ποσότητες νέου τροφοδοτικού νερού πρέπει κάθε φορά να εισαχθούν στο τροφοδοτικό κύκλωμα για αναπλήρωση των αναπόφευκτων απωλειών.

Εκτός από τα παραπάνω, το ψυγείο συντελεί επίσης και:

- ✓ Στην απαλλαγή του τροφοδοτικού νερού από μεγάλη ποσότητα του οξυγόνου που βρίσκεται διαλυμένο σε αυτό του οποίου η καταστρεπτική ενέργεια στους ατμολέβητες είναι μεγάλη. Η πλήρης απαλλαγή του τροφοδοτικού νερού από το διαλυμένο οξυγόνο γίνεται μέσα στην εξαεριστική τροφοδοτική δεξαμενή.
- ✓ Τη διατήρηση μέρους της θερμότητας μέσα στην εγκατάσταση και την επωφελή

χρησιμοποίηση της με τη μεταφορά της μέσα στους εναλλακτικές θερμότητας.

- ✓ Τη συγκέντρωση ή περισυλλογή του τροφοδοτικού νερού που προέρχεται και από άλλα δίκτυα, όπως αυτό των υγρών, ατμού, στεγανότητας των στυπιοθλιπτών κλπ.
- ✓ Τη συμπλήρωση του τροφοδοτικού νερού που κυκλοφορεί κάθε φορά στο σύστημα, όταν αυτό έχει ελαττωθεί. Για το σκοπό αυτό στο κέλυφος του ψυγείου προσαρμόζεται μικρός κρουνός συγκοινωνίας, με τον οποίο το κέλυφος συγκοινωνεί με σωλήνα προς την εφεδρική τροφοδοτική δεξαμενή. Όταν υπάρχει ανάγκη συμπλήρωσεως σε νερό, τότε ανοίγεται ο κρουνός και μέσω αυτού, λόγω του κενού του ψυγείου, αναρροφάτε τροφοδοτικό νερό από τη δεξαμενή ώσπου να συμπληρωθεί η στάθμη του στο κέλυφος του ψυγείου.

ΆΛΛΑ ΨΥΓΕΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΑΤΜΟΜΗΧΑΝΩΝ

Εκτός από τα παραπάνω χρησιμοποιούνται και άλλα ψυγεία, όπως τα λεγόμενα βοηθητικά ψυγεία, τα ψυγεία εγχυτήρων, τα ψυγεία ή ψυκτικές υγρών και τα ψυγεία ατμού στεγανότητας στυπιοθλιπτών.

Η λειτουργία τους βασίζεται στην αρχή της μεταδόσεως της θερμότητας μέσα στους εναλλακτικές και οι αρχές κατασκευής, χειρισμού, συντηρήσεως, επισκευών κ.λπ. ταυτίζονται με αυτές που ισχύουν και για το κύριο ψυγείο.

Κατά γενικό κανόνα αυτά κατασκευάζονται με κυλινδρικό, ελλειψοειδές ή ορθογωνικό σχήμα.

1. Βοηθητικό ψυγείο

Το Βοηθητικό ψυγείο χρησιμοποιείται σε μεγάλες εγκαταστάσεις με σκοπό την εξυπηρέτηση των στροβιλοηλεκτρικών και των βοηθητικών μηχανημάτων εν ορμώ, ώστε να μη χρησιμοποιείται γι' αυτό το κύριο ψυγείο.

Το βοηθητικό ψυγείο εξυπηρετείται από ιδιαίτερη αντλία κυκλοφορίας με ανάλογες διαστάσεις η από μια από τις βοηθητικές αντλίες έρματος κλπ. και από ιδιαίτερη επίσης αεραντλία. Η αντλία κυκλοφορίας και η αεραντλία συνδυάζονται καμία φορά σε ένα ζεύγος από ορισμένους κατασκευαστές.

2. Ψυγείο υγρών

Σε αυτό ψύχονται τα υγρά και οι εξατμίσεις των βοηθητικών μηχανημάτων μετά την χρησιμοποίησή τους στον προθερμαντήρα τροφοδοτικού νερού.

Είναι συνηθισμένης κατασκευής αυλωτό ψυγείο με διαφράγματα που υποχρεώνουν τα υγρά να παραμείνουν περισσότερο μέσα σ' αυτό, ώστε να αποβάλλουν το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας τους προς το ψυκτικό νερό. Ως ψυκτικό νερό, που κυκλοφορεί μέσα στους αυλούς του ψυγείου υγρών, χρησιμοποιείται νερό από την κατάθλιψη της αντλίας συμπυκνώματος του κύριου ψυγείου, το οποίο έτσι και προθερμαίνεται. Τα υγρά των βοηθητικών μηχανημάτων σε εγκαταστάσεις με παλινδρομικά μηχανήματα περιέχουν συνήθως και ίχνη λαδιών που προέρχονται από τη λίπανση

των μηχανημάτων. Γι' αυτό μετά την ψύξη τους διέρχονται προηγουμένως από κατάλληλα διωλιστήρια, ώστε να εισέλθουν απαλλαγμένα από λάδια στο τροφοδοτικό σύστημα.

3. Ψυγεία λαδιού.

Είναι τύπου επιφανείας και χρησιμεύουν για την ψύξη του λαδιού λιπάνσεως και του λαδιού των μειωτήρων στροφών των κύριων στροβίλων.

Ως ψυκτικό μέσο χρησιμοποιείται θαλασσινό νερό παρεχόμενο από ιδιαίτερη αντλία. Από κατασκευαστική άποψη μπορούν να είναι αυλωτά, κυψελωτά ή με επίπεδες ψυκτικές πλάκες, όπως και τα αντίστοιχα που χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις Μ.Ε.Κ. .

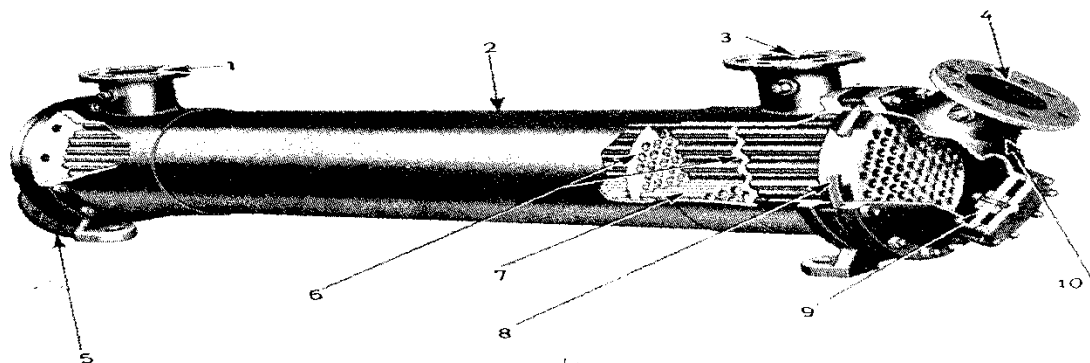
ΨΥΓΕΙΑ ΜΗΧΑΝΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΕΩΣ.

Στις Μ.Ε.Κ. χρησιμοποιούνται πολύ ψυγεία των διαφόρων ρευστών που σχετίζονται με τη λειτουργία τους. Αυτά είναι κατά κανόνα ψυγεία-ψυκτήρες (δεδομένου ότι μέσα σ' αυτά δεν γίνεται συμπίκνωση ατμών), τύπου επιφανειακής μεταδόσεως της θερμότητας, αυλωτά, κυψελωτά ή με πλάκες.

Ως προς τον τρόπο μεταδόσεως της θερμότητας, εφαρμόζεται σ' αυτά η αρχή της αντίστροφης ροής των εναλλακτών. Είναι ψυγεία διπλής ή και τετραπλής ροής, όπου το ψυχόμενο ρευστό πραγματοποιεί περισσότερες από μία (μέχρι και 8) διαδρομές μέσα σ' αυτό, με τη βοήθεια κατάλληλων διαφραγμάτων που είναι τοποθετημένα κάθετα προς τους αυλούς.

α) ψυγείο νερού ψύξεως της μηχανής.

Σε αυτό πραγματοποιείται η ψύξη του αποσταγμένου νερού ψύξεως της μηχανής το οποίο κυκλοφορεί από την αντλία σε οι κλειστό κύκλωμα. Στην εικόνα 9 εικονίζεται αυλωτό ψυγείο νερού με όλες τις λεπτομέρειες. Το θαλασσινό νερό κυκλοφορεί μέσα στους αυλούς, ενώ εξωτερικά από αυτούς σε πολλαπλές διαδρομές, λόγω των διαφραγμάτων, κυκλοφορεί το ψυχόμενο γλυκό νερό.



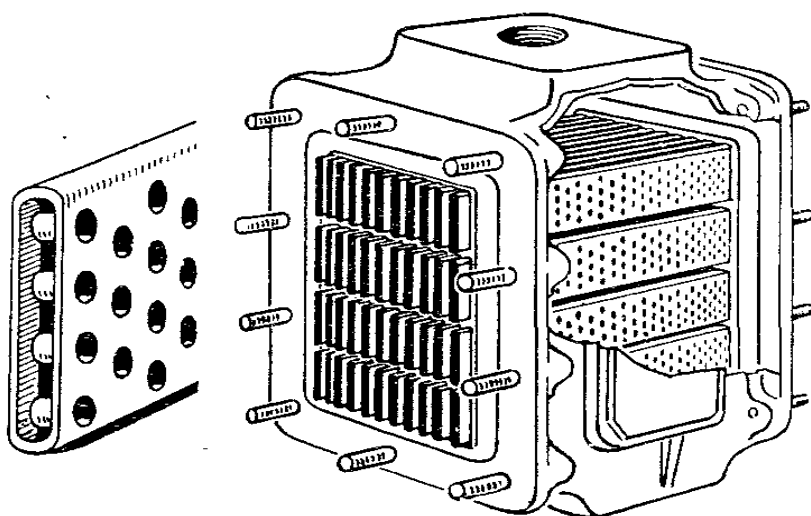
Εικόνα 9 : Αυλωτό ψυγείο νερού

- 1) ΕΙΣΟΔΟΣ ΓΛΥΚΟΥ ΝΕΡΟΥ
- 2) ΚΕΛΥΦΟΣ
- 3) ΕΞΟΔΟΣ ΓΛΥΚΟΥ ΝΕΡΟΥ
- 4) ΕΞΟΔΟΣ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ
- 5) ΕΙΣΟΔΟΣ ΘΑΛΑΣΣΙΝΟΥ ΝΕΡΟΥ
- 6) ΔΙΑΦΡΑΓΜΑ
- 7) ΑΥΛΟΙ
- 8) ΕΛΕΥΘΕΡΗ ΕΝΩΣΗ
- 9) ΠΛΑΚΑ ΨΕΥΔΑΡΓΥΡΟΥ
- 10) ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ

Το ψυγείο εφοδιάζεται με αυτόματη θερμοστατική βαλβίδα που ρυθμίζεται κατάλληλα, ώστε να ελέγχει την ποσότητα του καταθλιβόμενου θαλασσινού νερού μέσω του ψυγείου και να διατηρεί τη θερμοκρασία στις τιμές που απαιτούνται για τη λειτουργία της μηχανής. Η πλεονάζουσα ποσότητα νερού ψύξεως οδηγείται μέσω παρακαμπτήριος σωληνώσεως, η οποία βραχυκυκλώνει τη θερμοστατική βαλβίδα και ενώνεται με το νερό ψύξεως που διέρχεται από αυτήν, σε κοινή εξαγωγή. Η θερμοστατική βαλβίδα διατηρεί τη θερμοκρασία με μεταβολές της ποσότητας του νερού ψύξεως που διέρχεται έξω από τον ψυκτήρα.

Η βαλβίδα μπορεί να τεθεί εκτός λειτουργίας σε περίπτωση ανωμαλίας της με κατάλληλο χειρισμό των επιστομίων που υπάρχουν για το σκοπό αυτό, οπότε η ρύθμιση της ποσότητας του νερού ψύξεως γίνεται χειροκίνητα.

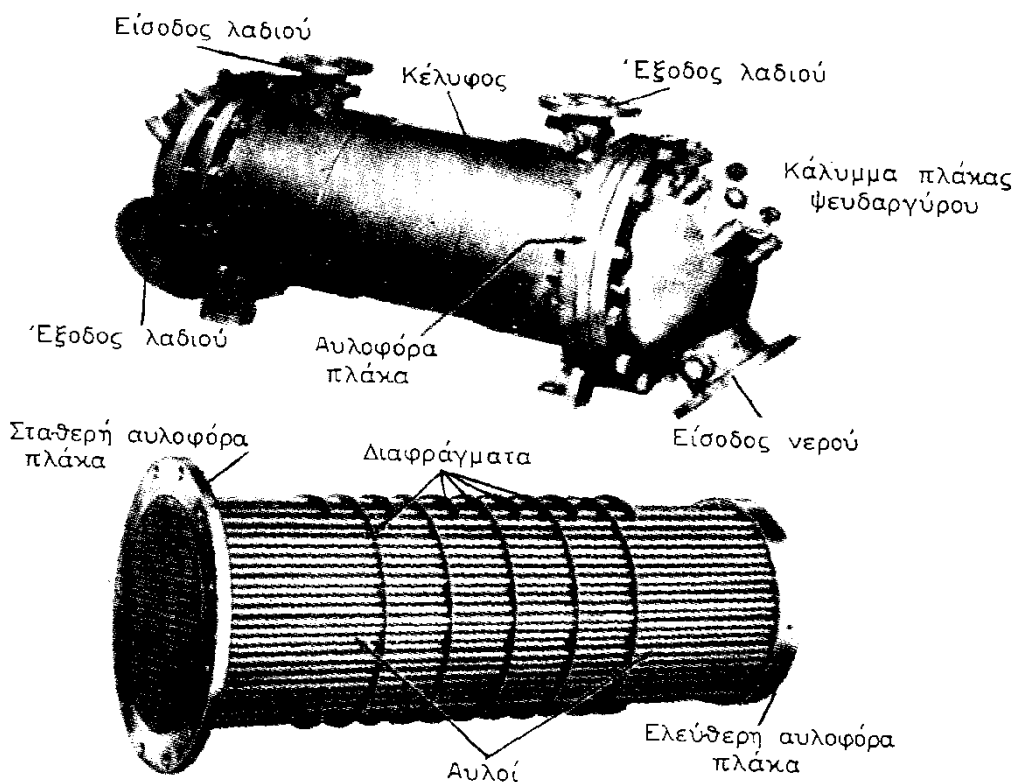
Στην εικόνα 10 εικονίζεται κυψελωτό ψυγείο (stüttube cooler) νερού μεσαίου μεγέθους. Αποτελείται από ορθογώνιες αύλακες ή κιβώτια όπου ρέει ψυχόμενο νερό και οι οποίες συγκρατούνται από δύο πώματα. Κάθε κιβώτιο φέρει μεγάλο αριθμό από κάθετους προς αυλούς. Το νερό ψύξης περιβάλλει τα κιβώτια και κυκλοφορεί μέσω των αυλών.



Εικόνα 10 : Κυψελωτό ψυγείο μεσαίου μεγέθους (stüttube cooler)

β) Ψυγείο λαδιού.

Χρησιμεύει για την ψύξη του λαδιού λιπάνσεως της μηχανής. Είναι τύπου αυλωτού ή κυψελωτού ή με επίπεδες ψυκτικές πλάκες και η ψύξη γίνεται με κυκλοφορία θαλασσινού νερού, που καταθλίβεται από την αντλία κυκλοφορίας θάλασσας και αφού πρώτα πραγματοποιήσει την ψύξη του νερού ψύξεως της μηχανής. Εφοδιάζεται όπως και το ψυγείο νερού με θερμοστατική βαλβίδα ελέγχου. Στην εικόνα 11 εικονίζεται ψυγείο λαδιού αυλωτού τύπου. Κυψελωτά ψυγεία χρησιμοποιούνται και για το λάδι όπως και στην περίπτωση των ψυγείων νερού. Ανάλογα είναι τα ψυγεία λαδιού λιπάνσεως μειωτήρων σε περιπτώσεις μεσαίου μεγέθους ταχύστροφων μηχανών, οι οποίες χρησιμοποιούν μειωτήρες για την μετάδοση της κινήσεως από τη μηχανή προς την έλικα. Στην περίπτωση αυτή, αυτά εξυπηρετούνται από ιδιαίτερη αντλία θαλασσινού νερού ψύξεως.



Σχ. 7.14γ.

Εικόνα 11 : Ψυγείο λαδιού αυλωτού τύπου

γ) Ψυγεία νερό ψύξεως καυστήρων.

Είναι ιδιαίτερα μικρά ψυγεία, μέσα στα οποία ψύχεται το γλυκό νερό που κυκλοφορεί γύρω από τους καυστήρες για την ψύξη τους. Ως ψυκτικό μέσο χρησιμοποιείται και σ' αυτά θαλασσινό νερό.

δ) Ψυγεία καυσιγόνου αέρα

Σε περιπτώσεις δίχρονων μηχανών με υπερτροφοδότηση μεταξύ στροβιλοσυμπιεστή και οχετού σαρώσεως τοποθετείται κατάλληλο ψυγείο ψυχόμενο με θαλασσινό νερό για την ψύξη του αέρα

πριν από την είσοδο στη μηχανή.

Η διαδικασία αυτή είναι αναγκαία για τον υποβιβασμό της θερμοκρασίας του αέρα, του οποίου η θερμοκρασία ανέρχεται κατά τη συμπίεσή του στο στροβιλοσυμπιεστή, λαμβανομένου υπόψη ότι ο αέρας της εισαγωγής πρέπει να ψύχει κατά τη φάση της σαρώσεως και τους κυλίνδρους και τις θυρίδες εξαγωγής. Ένας άλλος λόγος που την καθιστά απαραίτητη, είναι η ελάττωση του ειδικού όγκου του εισερχόμενου στους κυλίνδρους αέρα δια της συστολής του από την ψύξη, με σκοπό την εισαγωγή στους κυλίνδρους μεγαλύτερου βάρους αέρα ή, όπως λέμε την αύξηση του βαθμού υπερτροφοδοτήσεως.

Τα ψυγεία αυτά καλούνται και μεταψυκτικές (after-coolers). Σε ορισμένες περιπτώσεις ψυκτικές αέρα τοποθετούνται και πριν από την αναρρόφηση των στροβιλοσυμπιεστών. Καλούνται τότε προψυκτικές.

ε) Ψυγεία αέρα γεννητριών και κινητήρων.

Για τον υποβιβασμό της θερμοκρασίας του αέρα σε μεγάλες ηλεκτρογεννήτριες και ηλεκτροκινητήρες προώσεως χρησιμοποιούνται ψυκτικές διαφόρων τύπων. Η ψύξη του αέρα στην περίπτωση αυτή είναι συχνά αναγκαία για την προστασία της μονώσεως, που θα μπορούσε να καταστραφεί εξαιτίας υπερβολικά υψηλών θερμοκρασιών. Είναι αυλωτού τύπου με πτερυγωτούς αυλούς. Κάθε αυλός είναι διπλός, αποτελείται δηλαδή από ένα εσωτερικό και ένα εξωτερικό, που περιβάλλει τον εσωτερικό.

ΨΥΓΕΙΑ ΑΛΛΩΝ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ

Αυτά χρησιμοποιούνται ως ψυγεία ψυκτικών εγκαταστάσεων και εγκαταστάσεων κλιματισμού, ψυγεία βραστήρων, ψυγεία πεπιεσμένου αέρα, ψυγεία νερού κλπ., τα οποία σε γενικές γραμμές είναι όμοια με τα παραπάνω.

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΡΥΠΑΝΣΕΩΣ

Σε όλους τους πιο πάνω εναλλάκτες θερμότητας μετά από μια περίοδο λειτουργίας παρουσιάζεται το φαινόμενο της ρυπάνσεως ή της διαβρώσεως των επιφανειών συναλλαγής θερμότητας. Και στις δύο περιπτώσεις παρουσιάζεται μια πρόσθετη αντίσταση στη ροή της θερμότητας, η οποία έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της απόδοσης του εναλλάκτη. Την πρόσθετη αυτή αντίσταση την λαμβάνουμε υπ' όψη μας με το συντελεστή ρυπάνσεως R_f , τον οποίο συμπεριλαμβάνουμε στον υπολογισμό του ολικού συντελεστή μεταδόσεως θερμότητας K_o .

Ο συντελεστής R_f προσδιορίζεται πειραματικά από τις τιμές του K_o για καθαρές και ρυπασμένες επιφάνειες του εναλλάκτη. Έτσι, ο R_f ορίζεται ως :

$$R_f = 1/K_{op} - 1/K_{ok}$$

όπου οι δείκτες P και κ αναφέρονται σε ρυπασμένο και καθαρό εναλλάκτη αντίστοιχα.

ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΣ ΑΝΤΙΠΡΟΗΣ

Αποδεικνύεται ότι είναι ο αποδοτικότερος εναλλάκτης από όλους τους άλλους, γιατί θεωρητικά τουλάχιστον, η θερμοκρασία εξόδου του ζεστού ρευστού είναι δυνατό να ταυτισθεί με τη θερμοκρασία εισόδου του κρύου, αντίστοιχα δε η θερμοκρασία εξόδου του κρύου ρευστού με τη θερμοκρασία εισόδου του ζεστού. Αυτή η πλήρης εναλλαγή της θερμότητας είναι δυνατή μόνο στους εναλλάκτες αντιπροής.

ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΣ ΜΟΝΟΠΡΟΗΣ

Σ' αυτόν η θερμοκρασία του ζεστού ρευστού παραμένει σταθερή σ' όλο το μήκος του. Αυτής της μορφής εναλλάκτης είναι το ψυγείο ατμού της εγκατάστασης αμμοστροβίλου, όπου ο ατμός συμπυκνώνεται, δηλαδή ψύχεται, με σταθερή θερμοκρασία.

ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ

Την αποδοτικότητα του εναλλάκτη την ορίζουμε ως :
αποδοτικότητα $\epsilon' =$ (πραγματική/μέγιστη /δυνατή) θερμότητα που μεταφέρεται.

Η πραγματική θερμότητα που μεταφέρεται μπορεί να υπολογισθεί είτε από την απώλεια ενέργειας του ζεστού ρευστού είτε από την αύξηση της ενέργειας του κρύου νερού.

Η μέγιστη δυνατή θερμότητα που μεταφέρεται σ' ένα εναλλάκτη επιτυγχάνεται όταν η μεταβολή της θερμοκρασίας του ενός από τα ρευστά είναι ίση με τη μέγιστη θερμοκρασιακή διαφορά που υπάρχει στον εναλλάκτη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΤΥΠΟΙ ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΩΝ ΚΑΙ ΟΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥΣ

Οι προθερμαντήρες είναι εναλλακτικές θερμότητας, με τους οποίους επιτυγχάνουμε την ύψωση της θερμοκρασίας ενός ρευστού με τη βοήθεια άλλου που βρίσκεται σε υψηλότερη θερμοκρασία. Χρησιμοποιούνται στις μηχανολογικές εγκαταστάσεις πλοίων ως προθερμαντήρες τροφοδοτικού νερού και εξαερωτήρες, ως προθερμαντήρες πετρελαίου λέβητων ή βαρέως πετρελαίου Μ.Ε.Κ, ως προθερμαντήρες αέρα, λαδιού λιπάνσεως πριν από τον καθαρισμό του, νερού καθαρισμού των δεξαμενών του συστήματος Butterworth κλπ.

Προθερμαντήρες τροφοδοτικού νερού

Σκοπός της προθερμάνσεως

Η προθέρμανση του τροφοδοτικού νερού, πριν εισέλθει στο λέβητα, είναι απαραίτητη, γιατί έτσι επιτυγχάνεται οικονομία στην κατανάλωση καυσίμου και καλύτερη συντήρηση του λέβητα.

Είναι γνωστό ότι το νερό του συμπυκνώματος του ψυγείου έχει θερμοκρασία που κυμαίνεται γύρω στους 40° C, ενώ η θερμοκρασία, με την οποία συντελείται η ατμοποίηση στο λέβητα, φθάνει και τους 250° C σε ναυτικές εγκαταστάσεις και είναι ακόμα μεγαλύτερη σε εγκαταστάσεις ξηράς, όπου χρησιμοποιούνται λέβητες υψηλής πίεσεως.

Με την προθέρμανση μειώνεται αισθητά η διαφορά μεταξύ των δύο και αποφεύγεται η ψύξη των μερών του λέβητα που είναι πλησιέστερη προς το τροφοδοτικό επιστόμιο του. Η ψύξη αυτή θα προκαλούσε ανομοιόμορφες συστολές του υλικού του λέβητα, ισχυρές τάσεις παραμορφώσεως και διαρροές σ' αυτόν. Με την προθέρμανση ελαττώνεται επίσης η περιεκτικότητα του νερού σε αέρα, και ως εκ τούτου περιορίζονται στο ελάχιστο οι διαβρώσεις των μερών του λέβητα που οφείλονται στο ελεύθερο οξυγόνο. Η προθέρμανση διευκολύνει την κυκλοφορία και δημιουργεί ευνοϊκότερες συνθήκες ατμοπαραγωγής.

Η οικονομία στην κατανάλωση προέρχεται από το γεγονός ότι η θερμότητα που περιέχεται στις εξατμίσεις των μηχανημάτων χρησιμοποιείται επωφελώς "για την θέρμανση του νερού, που έτσι απορροφά λιγότερες θερμίδες από τις παραγόμενες με την καύση στο λέβητα. Η θερμότητα αυτή διαφορετικά θα χανόταν, μια και απάγεται από το νερό κυκλοφορίας του ψυγείου. Το ίδιο ισχύει και για την προθέρμανση του νερού με τη βοήθεια των προς την ατμόσφαιρα επαγόμενων καυσαερίων του λέβητα. Τη θερμότητα των καυσαερίων αυτών εκμεταλλευόμαστε μέσα σε ιδιαίτερη συσκευή, που ονομάζεται **οικονομητήρας** και ενσωματώνεται στο λέβητα.

Σε σύγχρονες εγκαταστάσεις η προθέρμανση εκτελείται σε πολλές φάσεις ή στάδια, γι' αυτό και αποκαλείται πολυσταδιακή. Κατ' αυτήν το τροφοδοτικό νερό προθερμαίνεται καθώς διέρχεται σε

ΕΙΔΗ ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΩΝ

Την τελική του προθέρμανση το τροφοδοτικό νερό λαμβάνει μέσα στον οικονομητήρα, με τον οποίο εφοδιάζονται όλοι οι σύγχρονοι λέβητες. Οι οικονομητήρες είναι εναλλακτικές, στους οποίους η θέρμανση γίνεται με τα καυσαέρια. Αποτελούν τμήμα των λεβήτων και γι' αυτό εξετάζονται μαζί με κάθε τύπο λέβητα.

ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ

Χαρακτηρίζονται ως προθερμαντήρες Χ.Π., όταν λειτουργούν με πιέσεις νερού μέχρι και 7 kg/cm^2 και Υ.Π., όταν λειτουργούν με υψηλότερες πιέσεις, μέχρι και 60 kg/cm^2 . Οι Χ. Π εγκαθίστανται στην σωλήνωση της αναρροφήσεως της τροφοδοτικής αντλίας, ενώ οι Υ.Π στη σωλήνωση της καταθλίψεως αυτής προς το λέβητα. Σε πολυσταδιακά συστήματα αναθερμάνσεως του νερού είναι αναγκαίο να χαρακτηρίζονται ως προθερμαντήρες Υ.Π, Μ.Π, Χ.Π αντίστοιχα.

Από κατασκευαστικής άποψης οι προθερμαντήρες δεν διαφέρουν ουσιαστικά από τα ψυγεία. Με τη βοήθεια κατάλληλων διαφραγμάτων, που τοποθετούνται στους δύο συλλέκτες, ρυθμίζεται ώστε το νερό που κυκλοφορεί μέσα στους αυλούς, να πραγματοποιεί περισσότερες από μια διαδρομές (μέχρι 8). Ανάλογη κυματοειδής διαδρομή πραγματοποιείται από τον ατμό που θερμαίνει, ο οποίος περιβάλλει τους αυλούς με τη βοήθεια εγκάρσιων προς αυτούς διαφραγμάτων που χρησιμεύουν και για τη στήριξη των αυλών. Με την πολλαπλή αυτή ροή των δυο ρευστών επιτυγχάνεται η μέγιστη απόδοση κατά τη μετάδοση της θερμότητας και η μέγιστη επίσης ελάττωση των διαστάσεων της συσκευής.

Σε ορισμένες περιπτώσεις οι αυλοί κατασκευάζονται σε σχήμα U, οπότε η συσκευή κατασκευάζεται με ένα μόνο πώμα και μια αυλοφόρα πλάκα, στην οποία εκτονώνονται και τα δυο άκρα των αυλών σχήματος U. Με τη βοήθεια διαμήκους διαφράγματος στο πώμα το νερό πραγματοποιεί τότε δυο μόνο διαδρομές.

Οι προθερμαντήρες Χ.Π κατασκευάζονται με τραβηκτούς αυλούς και πλάκες από ορείχαλκο ή από μέταλλο muntz, ενώ τα πώματα και τα κελύφη από χυτοσίδηρο ή μαλακό χάλυβα.

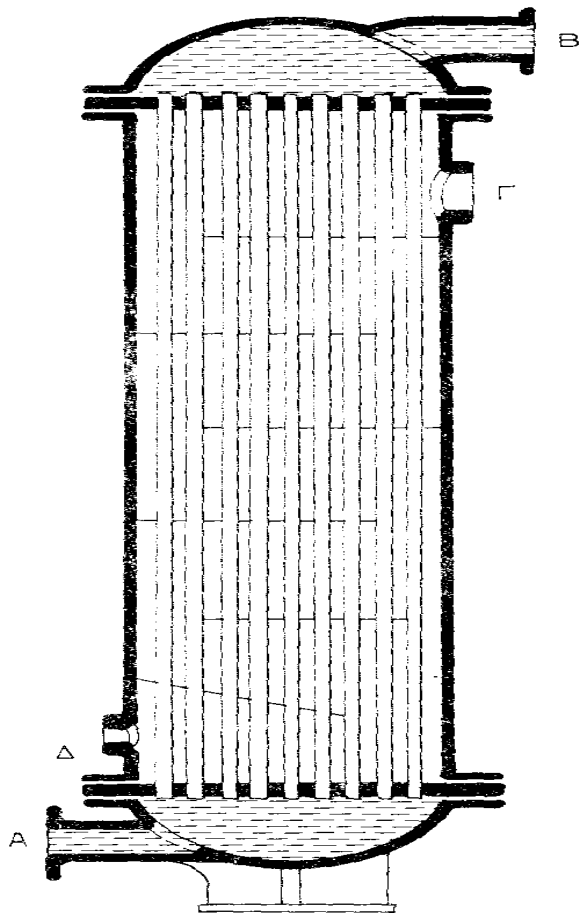
Οι προθερμαντήρες Υ.Π κατασκευάζονται αντίστοιχα με τραβηκτούς αυλούς και πλάκες από χαλκό ή κράμα χαλκού-νικελίου (cupro-nickel), τα πώματα από μαλακό σφυρήλατο χάλυβα και τα κελύφη από ελάσματα μαλακού χάλυβα. Οι προθερμαντήρες κατασκευάζονται οριζόντιοι ή κατακόρυφοι

Εκτός από τα κύρια μέρη τους από τα οποία αποτελούνται, έχουν τα παρακάτω εξαρτήματα:

- Θυρίδες επιθεώρησης Και καθαρισμού.
- Βαλβίδες εισόδου και εξόδου του νερού και του ατμού.
- Εξαεριστικά του χώρου νερού και ατμού.

- Ασφαλιστικά.
- Βαλβίδες ατμού και νερού και υδροδεικτών υγρών.

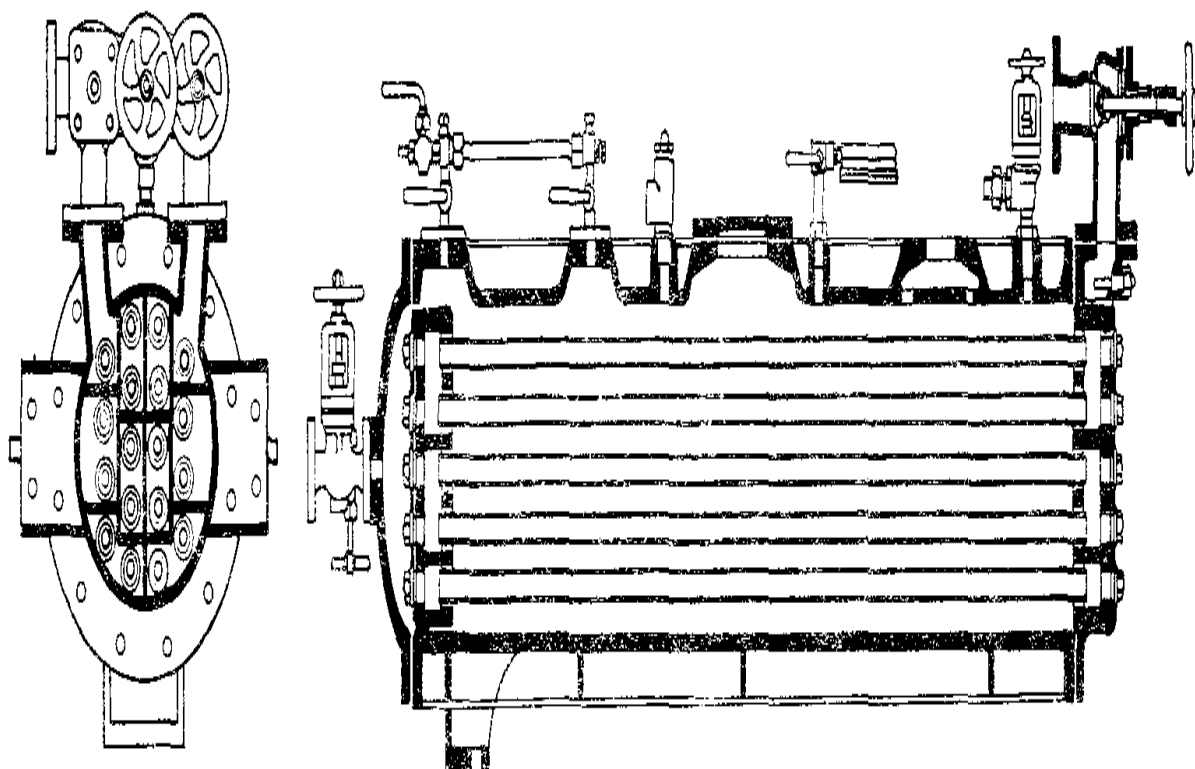
Στην εικόνα 12 εικονίζεται απλός προθερμαντήρας τροφοδοτικού νερού απλής διαδρομής.



- A) ΕΙΣΟΔΟΣ ΝΕΡΟΥ
- B) ΕΞΟΔΟΣ ΝΕΡΟΥ
- Γ) ΕΙΣΟΔΟΣ ΑΤΜΟΥ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΕΙ ΚΥΜΑΤΟΕΙΔΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΛΟΓΟ ΤΩΝ ΔΙΑΦΡΑΓΜΑΤΩΝ
- Δ) ΕΞΑΓΩΓΗ ΣΥΜΠΥΚΝΩΜΑΤΟΣ.

Εικόνα 12 : Προθερμαντήρας τροφοδοτικού νερού απλής διαδρομής

Στην εικόνα 13 εικονίζεται κατακόρυφος προθερμαντήρας πολλαπλής ροής τύπου «multi-flow» όπου διακρίνεται καθαρά η εσωτερική διαμόρφωση των διαφραγμάτων των πωμάτων προς επίτευξη των επανειλημμένων διαδρομών του νερού.

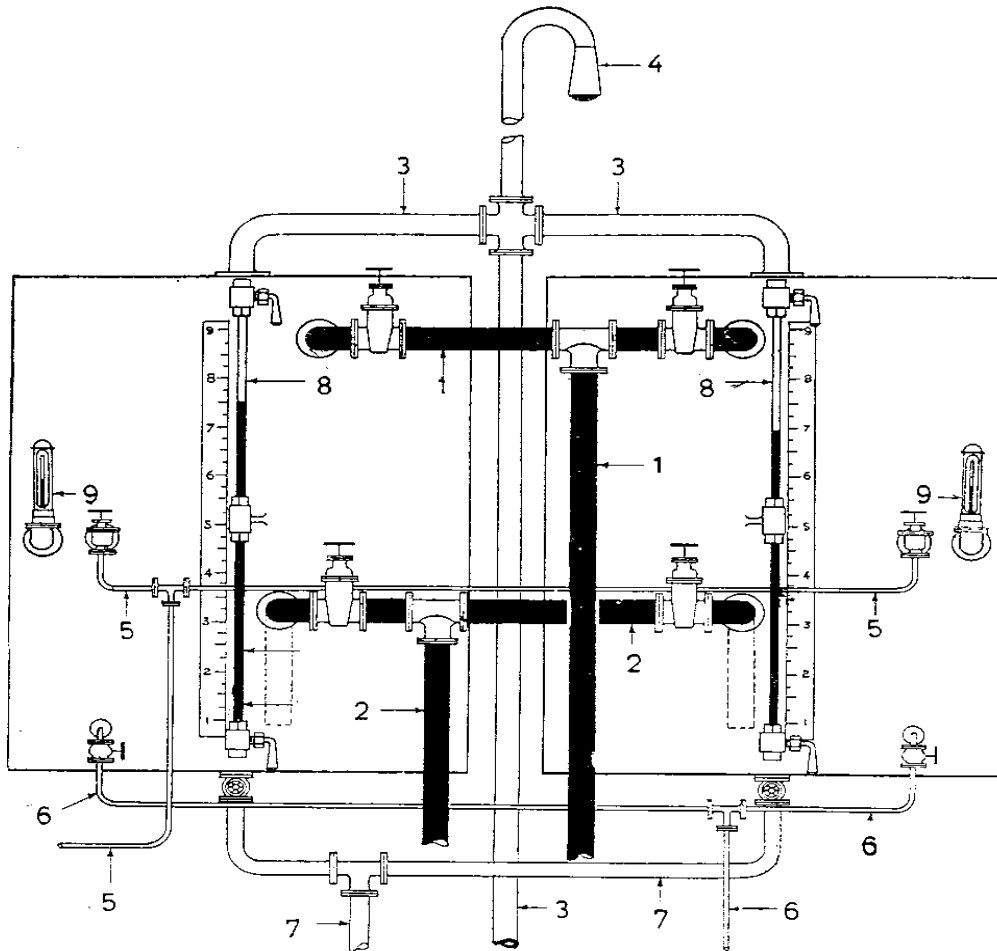


Εικόνα 13 : Κατακόρυφος προθερμαντήρας πολλαπλής ροής τύπου «multi-flow»

Στις νεότερες εγκαταστάσεις οι προθερμαντήρες τροφοδοτικού νερού έχουν αντικατασταθεί από τις εξαεριστικές τροφοδοτικές δεξαμενές ή εξαερωτήρες.

ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΛΕΒΗΤΩΝ

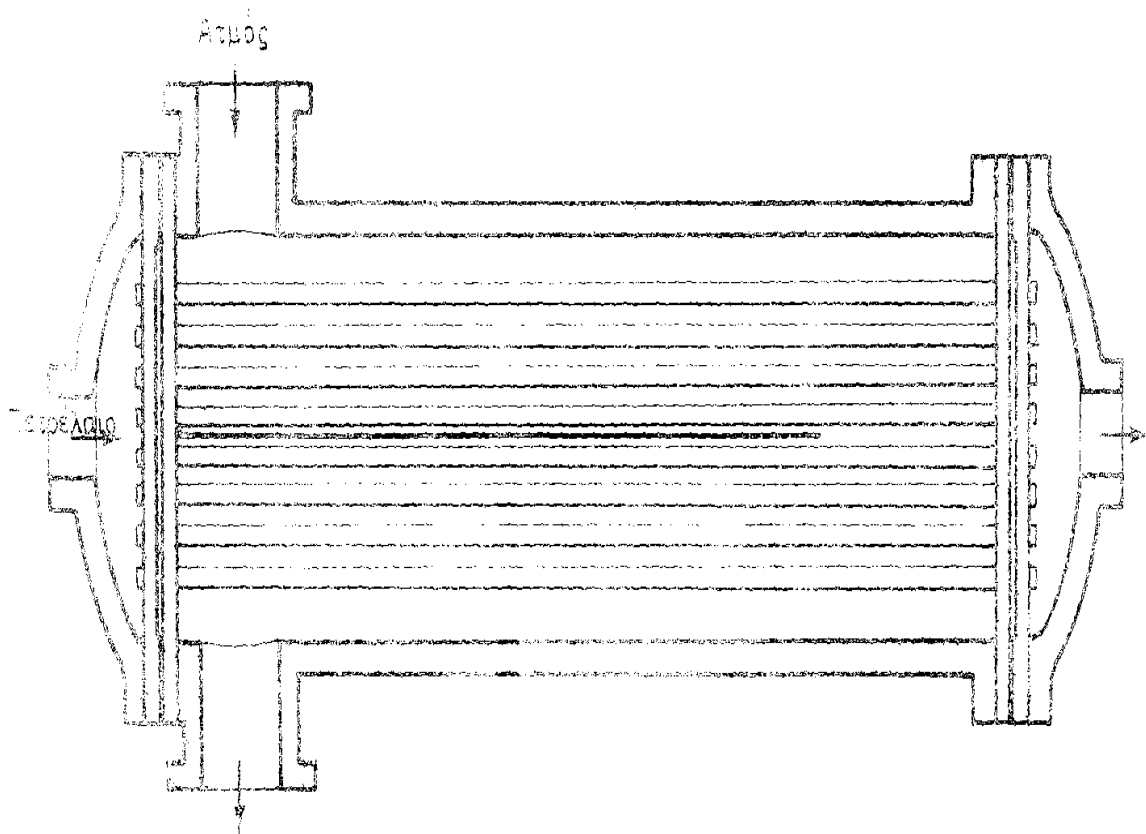
Για να ελαττωθεί το ιξώδες του πετρελαίου και να γίνει πιο λεπτόρρευστο, για ικανοποιητικό ψεκασμό από τον καυστήρα, είναι απαραίτητο να έχει ορισμένη θερμοκρασία. Η θερμοκρασία αυτή κυμαίνεται περί τους 70°-120° C ανάλογα με τον τύπο του πετρελαίου. Για το σκοπό αυτό, αλλά και για ευκολότερη άντληση του πετρελαίου από τις δεξαμενές αποθηκείσεως και χρήσεως, γίνεται μια πρώτη προθέρμανσή του με οφιοειδή στοιχεία που είναι εγκατεστημένα μέσα στις δεξαμενές. Στα στοιχεία αυτά κυκλοφορεί ατμός θερμάνσεως, ο οποίος ενυδατώνεται και τα υγρά της εξυδατώσεως αυτής επιστρέφουν στο δίκτυο υγρών. Η σημαντικότερη προθέρμανση του πετρελαίου γίνεται μέσα στους προθερμαντήρες, οι οποίοι παρεμβάλλονται μεταξύ της αντλίας πετρελαίου και των καυστήρων. Στην εικόνα 14 εικονίζεται τυπική εγκατάσταση προθερμάνσεως του πετρελαίου μέσα στις δεξαμενές χρήσεως, όπου η θερμοκρασία δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 55° C.



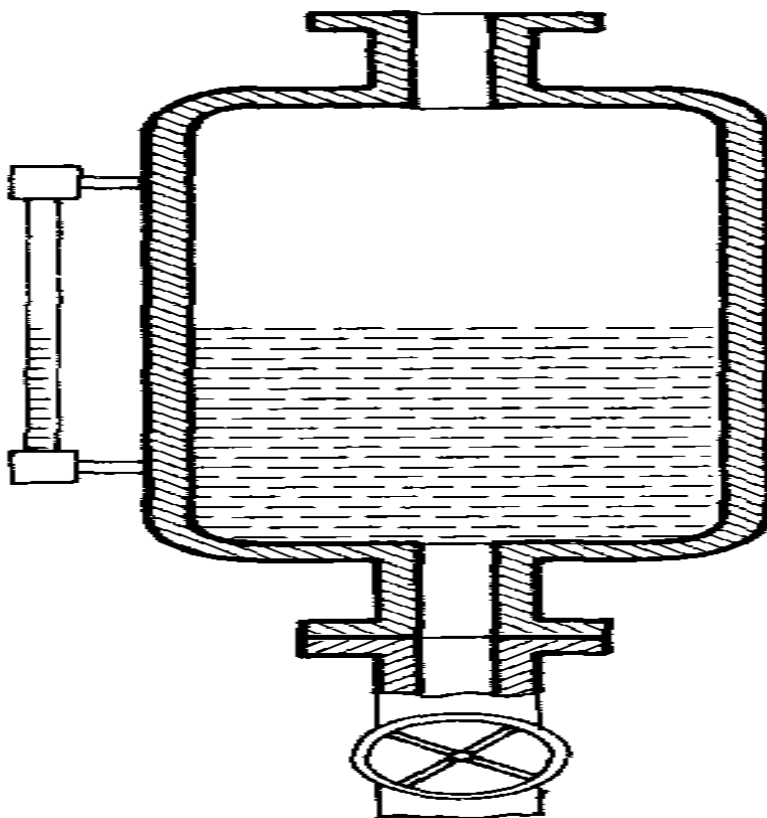
Εικόνα 14 : Εγκατάσταση προθερμάνσεως πετρελαίου μέσα στις δεξαμενές χρήσεως

Οι προθερμαντήρες πετρελαίου είναι γενικά εναλλακτικές επιφάνειας οριζόντιας ή κατακόρυφης τοποθέτησεως, στους οποίους ως θερμαντική πηγή χρησιμοποιείται ο ατμός. Οι προθερμαντήρες κατά κανόνα εφοδιάζονται με φρεάτιο υγρών και φέρουν γυάλινο ενδείκτη στάθμης. Μέσα στο φρεάτιο συγκεντρώνονται τα υγρά από τη συμπύκνωση του ατμού και με τη βοήθεια της βαλβίδας εξαγωγής διατηρούνται σε μια μέση στάθμη ορατή στον ενδείκτη. Η διάταξη αυτή είναι αναγκαία, ώστε να ελέγχουμε μήπως υπάρχει πετρέλαιο μέσα στα υγρά, πράγμα που θα σήμαινε διαρροή των στοιχείων του θερμαντήρα, με συνέπεια τη μόλυνση του τροφοδοτικού νερού με πετρέλαιο. Σε κανονική λειτουργία του προθερμαντήρα τα υγρά οδηγούνται στο δίκτυο. Σε περίπτωση διαπιστώσεως διαρροής, τότε αυτά πρέπει να οδηγηθούν άμεσα στο κύτος και να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα αποκαταστάσεως της ανωμαλίας .

Στην εικόνα 15 εικονίζεται προθερμαντήρας απλής διαδρομής του πετρελαίου και στην εικόνα 16 το φρεάτιο υγρών με τον ενδείκτη στάθμης.



Εικόνα 15 : Προθερμαντήρας πετρελαίου απλής διαδρομής



Εικόνα 16 : Φρεάτιο υγρών προθερμαντήρα με ενδείκτη στάθμης

ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΑΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΜΕ ΟΦΙΟΕΙΔΗΣ ΣΩΛΗΝΕΣ

Είναι πολύ διαδεδομένος τύπος προθερμαντήρα και αποτελείται από κυλινδρικό κέλυφος από χάλυβα που κλείνει με δυο πώματα. Στο εσωτερικό του είναι τοποθετημένοι οι αυλοί που περιελίσσονται σε μια ή περισσότερες σπείρες. Τα άκρα των αυλών φέρονται γενικά μαζί με το ένα πώμα, το ανώτερο σε περίπτωση κατακόρυφης διατάξεως. Το κέλυφος φέρει ενδείκτη στάθμης υγρών, που είναι προσαρμοσμένος στο εξωτερικό του.

Οι προθερμαντήρες αυτού του τύπου έχουν τα εξής πλεονεκτήματα:

- Οι οφιοειδής σωλήνες είναι ελεύθεροι να διαστέλλονται.
- Αποφεύγονται οι μολύνσεις του νερού με πετρέλαιο λόγω απωλειών στα εκτονώματα ή τα παρεμβύσματα στεγανότητας των αυλών.
- Οι εργασίες επιθεωρήσεως, καθαρισμού και επισκευών του είναι πολύ απλές, δεδομένου ότι αρκεί γι' αυτό η αφαίρεση ενός μόνο πώματος της συσκευής.

ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΜΕ ΠΤΕΡΥΓΩΤΟΥΣ ΑΥΛΟΥΣ

Σ' αυτούς, για να αυξηθεί η επιφάνεια μεταδόσεως της θερμότητας από τον ατμό προς το πετρέλαιο, χρησιμοποιούνται αυλοί με πτερύγια συγκολλητά στο σώμα τους και κατά το μήκος τους. Με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται γενικά μείωση των διαστάσεων του προθερμαντήρα. Οι πτερυγωτοί αυλοί του προθερμαντήρα τοποθετούνται μέσα σε αυλούς με μεγαλύτερη διάμετρο. Ο ατμός θερμάνσεως κυκλοφορεί μέσα στους πτερυγωτούς αυλούς, ενώ το πετρελαίο στον μεταξύ εσωτερικών και πτερυγωτών αυλών χώρο.

ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ Μ.Ε.Κ

Όταν μια μηχανή εσωτερικής καύσεως προορίζεται να λειτουργεί με βαρύ πετρέλαιο είναι αναγκαία η προθέρμανση του πετρελαίου. Η προθέρμανση απαιτείται για να υποβιβασθεί το ιξώδες του σε επίπεδα που να επιτρέπουν την εύκολη άντλησή του από τις δεξαμενές, ιδίως σε ψυχρές περιοχές, για τον καθαρισμό του με φυγοκεντρισμό στα φυγοκεντρικά καθαριστήρια. Ο υποβιβασμός του ιξώδους συντελεί επίσης στον ικανοποιητικό ψεκασμό του πετρελαίου από τους καυστήρες της μηχανής.

ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΑΕΡΑ

Είναι επιφανειακοί εναλλακτικές θερμότητας, που χρησιμεύουν για την προθέρμανση του καυσιγόνου αέρα των λεβήτων. Άλλοτε είναι ενσωματωμένοι στην κατασκευή του κύριου λέβητα και άλλοτε τοποθετούνται ως πρόσθετες εξωτερικές συσκευές του, οπότε και κατά κανόνα τοποθετούνται στην έξοδο των καυσαερίων πριν από την καπνοδόχο.

Κατά την απλούστερη διάταξη αποτελούνται από δέσμη χαλύβδινων αυλών, από το εσωτερικό των οποίων διέρχονται τα καυσαέρια, ενώ εξωτερικά οι αυλοί περιβάλλονται από τον αέρα, που προθερμαίνεται και στην συνέχεια οδηγείται προς την εστία.

Σκοπός των προθερμαντήρων είναι η εκμετάλλευση της θερμότητας των καυσαερίων που οδεύουν προς την ατμόσφαιρα. Η θερμότητα των καυσαερίων μέσω του προθερμαινόμενου με αυτά αέρα επανεισάγεται στην εστία και περιορίζεται έτσι η απώλεια θερμίδων λόγω καυσαερίων, επομένως αυξάνεται η απόδοση του λέβητα. Με την προθέρμανση του καυσιγόνου αέρα επιτυγχάνονται τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

- Μικρότερη περίσσεια αέρα.
- Τελειότερη καύση του καυσίμου.

Μεγαλύτερη θερμοκρασία της εστίας, από την οποία πραγματοποιείται σε μεγαλύτερο ποσοστό η μετάδοση της θερμότητας προς τη θερμαινόμενη επιφάνεια με ακτινοβολία παρά με αγωγή.

Στους προθερμαντήρες αέρα συμβαίνει εύκολα έμφραξη των αυλών από αιθάλη και άλλα κατάλοιπα των καυσαερίων, ιδίως όταν χρησιμοποιούνται βαριά πετρέλαια. Για το λόγο αυτό υποβάλλονται κατά συχνά κανονικά διαστήματα (ανά 4ωρία) σε εκκαπνισμό με τη βοήθεια φυσητήρων αιθάλης με ατμό ή με αέρα, όταν ο λέβητας βρίσκεται σε λειτουργία.

Τα κυριότερα από τα μειονεκτήματά τους είναι:

- Πρόσθετο βάρος και όγκος της εγκατάστασης του λέβητα.
- Αδυναμία εντοπισμού τυχόν αυλών του προθερμαντήρα που παρουσιάζουν διαρροή.

ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΛΑΔΙΟΥ ΛΙΠΑΝΣΕΩΣ ΚΑΙ ΜΕΙΩΤΗΡΩΝ

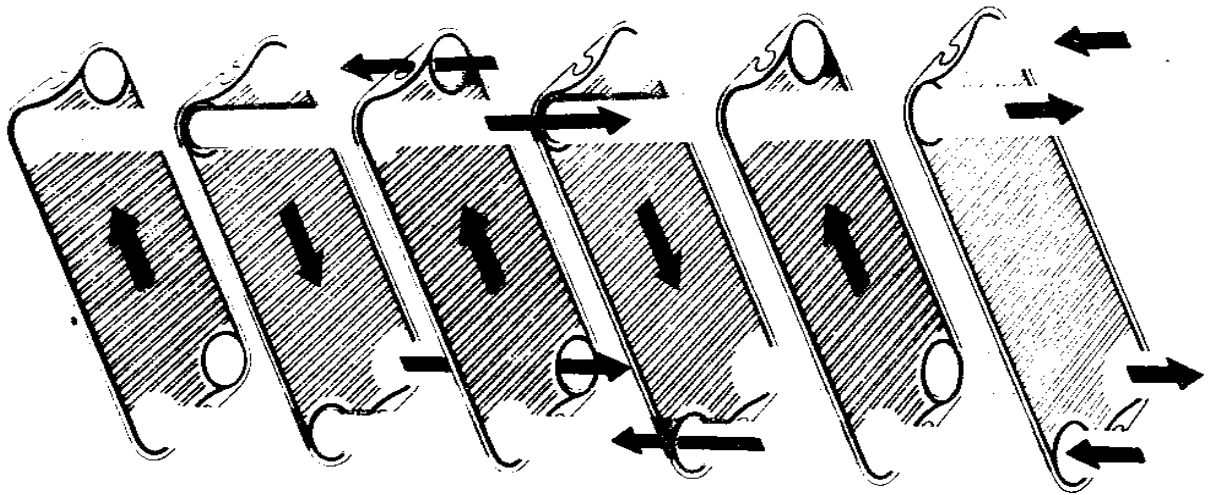
Για τους προθερμαντήρες ελαίου λιπάνσεως και μειωτήρων, στην προθέρμανση του λαδιού γενικά χρησιμοποιούνται προθερμαντήρες επιφανειακής μεταδόσεως με ατμό, αυλωτοί ή με επίπεδες πλάκες, ή και προθερμαντήρες ηλεκτρικής θερμάνσεως.

ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΑΣ ALFA-LAVAL ΜΕ ΑΤΜΟ

Οι προθερμαντήρες Alfa-Laval με ατμό είναι αυλωτού τύπου οριζόντιος ή κατακόρυφος, εφοδιασμένος με θερμοστάτη ρυθμίσεως θερμοκρασίας προθερμάνσεως σε 50°-120° C και με ανοχή σε ρύθμιση +2°, -2° C.

ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΜΕ ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ALFA-LAVAL

Οι προθερμαντήρες Alfa-Laval λειτουργούν όπως όλοι οι προθερμαντήρες που έχουν ήδη αναφερθεί. Στην εικόνα 17 παριστάνεται η κυκλοφορία του ατμού που θερμαίνει και του λαδιού που θερμαίνεται μέσα στις πλάκες κατά την αρχή της αντίστροφης ροής.



Εικόνα 17 : Κυκλοφορία ατμού θέρμανσεως του λαδιού

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΑΣ ΛΑΔΙΟΥ ALFA-LAVAL

Στον ηλεκτρικό προθερμαντήρα λαδιού της Alfa-Laval η θέρμανση γίνεται με στοιχεία ηλεκτρικής αντιστάσεως, με ικανότητα καθενός 1 KW , με ίδιο μήκος και διάμετρο για όλα τα μεγέθη προθερμαντήρων του τύπου αυτού. Τα ηλεκτρικά αυτά στοιχεία εισέρχονται μέσα στους χαλύβδινους αυλούς του προθερμαντήρα.

ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΑΣ BUTTERWORTH

Οι προθερμαντήρες τύπου Butterworth χρησιμοποιούνται για την προθέρμανση σε 172° F περίπου του νερού καθαρισμού των δεξαμενών με αυτό το σύστημα. Είναι επιφανειακοί εναλλακτήρες με ατμό, αυλωτού τύπου και δεν τους χαρακτηρίζει κάποια ιδιαιτερότητα.

Επίλογος - Συμπεράσματα

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΣΤΑΥΡΙΑΔΑΚΗ :

ΑΛΦΑ L AVAL ΕΝΧΕΙΡΙΔΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΤΗΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ
ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ.

2. ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ :

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΠΛΟΙΩΝ.

Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	3
Abstract	4
Πρόλογος.....	5
Κεφάλαιο 1	6
Κατάταξη εναλλακτικών θερμότητας.....	6
Η μετάδοση της θερμότητας στους εναλλακτικές επιφάνειας.....	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	11
ΤΥΠΟΙ ΨΥΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΟΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥΣ.....	11
ΨΥΓΕΙΑ	11
ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΨΥΓΕΙΩΝ	11
Παράγοντες που επηρεάζουν τη λειτουργία του ψυγείου.....	11
Τύποι ψυγείων που χρησιμοποιούνται.....	13
Κατασκευαστικά στοιχεία των ψυγείων.....	16
Η ψυκτική επιφάνεια.....	18
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	18
ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	19
ΔΟΚΙΜΗ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΨΥΓΕΙΩΝ.....	19
ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΨΥΓΕΙΩΝ	20
ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ.....	21
ΨΥΓΕΙΟ ΑΤΜΟΜΗΧΑΝΩΝ.....	21
ΠΡΟΟΡΙΣΜΟΣ - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	21
ΑΛΛΑ ΨΥΓΕΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΑΤΜΟΜΗΧΑΝΩΝ.....	23
ΨΥΓΕΙΑ ΜΗΧΑΝΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΕΩΣ.....	24
ΨΥΓΕΙΑ ΑΛΛΩΝ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ.....	27
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΕΣ ΡΥΠΑΝΣΕΩΣ	27
ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΣ ΑΝΤΙΠΡΟΗΣ.....	28
ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΣ ΜΟΝΟΠΡΟΗΣ.....	28
ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΩΝ.....	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	29
ΤΥΠΟΙ ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΩΝ ΚΑΙ ΟΙ ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥΣ	29
Προθερμαντήρες τροφοδοτικού νερού.....	29
Σκοπός της προθερμάνσεως	29
ΕΙΔΗ ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΩΝ.....	31
ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ.....	31

ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΛΕΒΗΤΩΝ.....	33
ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΑΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΜΕ ΟΦΙΟΕΙΔΗΣ ΣΩΛΗΝΕΣ	36
ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΜΕ ΠΤΕΡΥΓΩΤΟΥΣ ΑΥΛΟΥΣ	36
ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ Μ.Ε.Κ.....	36
ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΑΕΡΑ.....	36
ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΛΑΔΙΟΥ ΛΙΠΑΝΣΕΩΣ ΚΑΙ ΜΕΙΩΤΗΡΩΝ	37
ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΑΣ ΑΛΦΑ-LAVAL ΜΕ ΑΤΜΟ.....	37
ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΜΕ ΕΠΙΠΕΔΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΑΛΦΑ-LAVAL.....	37
ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΑΣ ΛΑΔΙΟΥ ΑΛΦΑ-LAVAL.....	38
ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΑΣ BUTTERWORTH	38
Επίλογος - Συμπεράσματα.....	39
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	40