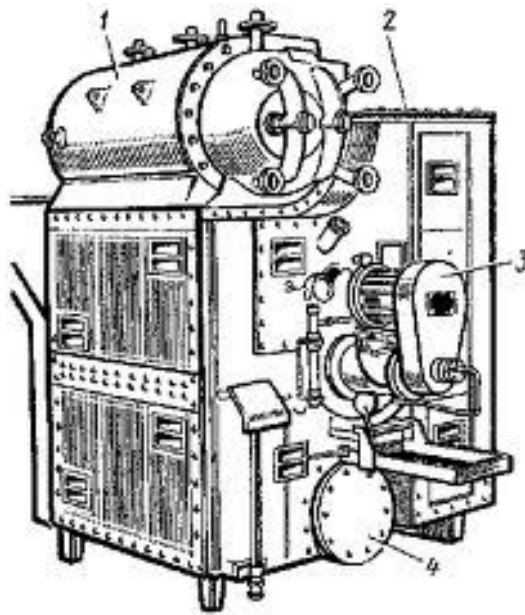


**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΒΛΑΒΕΣ ΛΕΒΗΤΩΝ – ΑΙΤΙΕΣ- ΤΡΟΠΟΙ
ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥΣ**



Σπουδαστής: ΤΣΙΩΝΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ-ΧΑΪΤΙΔΗΣ ΘΕΟΔΟΣΙΟΣ

Επιβλέπων καθηγητής: ΧΙΛΙΤΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

**ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ
2012**

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΒΛΑΒΕΣ ΛΕΒΗΤΩΝ ΑΙΤΙΕΣ ΚΑΙ
ΤΡΟΠΟΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥΣ**

Σπουδαστές: ΤΣΙΩΝΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ-ΧΑΪΤΙΑΗΣ ΘΕΟΔΟΣΙΟΣ

Επιβλέπων Καθηγητής: ΧΙΛΙΤΙΑΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

Νέα Μηχανιώνα

2012

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εργασία αυτή αποτελεί την Πτυχιακή μου Εργασία στα πλαίσια των σπουδών μου στο Τμήμα Μηχανικών του Α.Ε.Ν Μακεδονίας. Η εκπόνησή της ξεκίνησε τον Φεβρουάριο του 2013 και ολοκληρώθηκε τον Ιούνιο του 2013, υπό την επίβλεψη του κ. Χιλιτίδη Γεώργιου, καθηγητή του Τμήματος Μηχανικών, της Σχολής Ακαδημίας Εμπορικού Ναυτικού, της Α.Ε.Ν Μακεδονίας.

Η παρούσα εργασία, είχε ως σκοπό τις βλάβες λεβητών τις αιτίες και τους τρόπους αποκατάστασής τους. Ο τελικός στόχος αυτής ήταν η συγκέντρωση στοιχείων, η διατύπωση παρατηρήσεων και η εξαγωγή συμπερασμάτων τα οποία πιθανό να φανούν χρήσιμα στη μελλοντική ευρεία χρήση των Λεβητών.

Αισθάνομαι την υποχρέωση να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου για την ανάθεση του θέματος, όσο και για το αμείωτο ενδιαφέρον, τις εύστοχες υποδείξεις σχετικά με τον τρόπο χειρισμού του θέματος, καθώς επίσης και για την αμέριστη βοήθεια, καθοδήγηση και συμπαράσταση που μου παρείχε όλο αυτό το διάστημα. Η συμβολή του στην πραγματοποίηση αυτής της εργασίας ήταν καθοριστική.

Τελειώνοντας, θα ήταν παράλειψή μου να μην αναφερθώ στους καθηγητές και στους συμφοιτητές μου, για την προθυμία με την οποία μου παρείχαν τη βοήθειά τους, όποτε τη χρειάστηκα, καθώς επίσης και σε όλους αυτούς που ανήκουν στο φιλικό μου περιβάλλον, οι οποίοι μου συμπαράσταν και με ενθάρρυναν κατά την προσπάθεια πραγματοποίησης των στόχων μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να δείξουμε από που προέρχονται οι βλάβες των λεβητών καθώς και να προτείνουμε μια μεθοδολογία/τρόπους για την αποκατάστασή τους, με συμπεράσματα που βγήκαν μετά από θεωρητική μελέτη, εμπειρία καθώς και έρευνα στο διαδίκτυο. Έρευνα σε εκπαιδευτικά ιδρύματα της χώρας, καθώς και συνεργασία με τοπικούς εμπόρους λεβητών, για την εύρεση και εκμετάλλευση των πληροφοριών που αποκτήθηκαν.

Αντικείμενο της εργασίας αυτής είναι η μελέτη αποκατάστασης βλαβών ενός λέβητα πλοίου, καθώς και μια πρόταση κατασκευής από την αρχή, ενός λέβητα πλοίου, σαν αυτούς που κυκλοφορούν στο εμπόριο και γνωρίζουν μεγάλη επιτυχία. Με σωστή μελέτη, είναι δυνατό να προκύψει μια πιο οικονομική υλοποίηση, προσφέροντας παράλληλα την ικανοποίηση, την εμπειρία και το γόητρο της χειροποίητης κατασκευής.

Η πρόταση απευθύνεται περισσότερο σε ηλεκτρονικούς ερασιτέχνες με ένα μέσο ή πιο υψηλό επίπεδο γνώσεων στην ηλεκτρονική και στις μηχανουργικές κατασκευές, ή σε όποιον ενδιαφέρεται να μάθει τη γενική ιδέα των λεβητών πλοίων. Για να ξεκινήσει ο σχεδιασμός ενός νέου προϊόντος, πρέπει να γίνει πρώτα μια προεργασία.

Τι ακριβώς απαιτούν αυτή τη στιγμή οι σύγχρονες τάσεις. Έρευνα στην ιστορία των λεβητών πλοίων για ιδέες που ίσως με τα σύγχρονα εργαλεία να είναι πραγματοποιήσιμες. Έλεγχος αγοράς, για το εάν υπάρχει αυτό που θα σχεδιαστεί, και πως είναι κατασκευασμένο, ώστε να υπάρξουν κάποιες βάσεις.

Προφανώς στα χαρακτηριστικά που θα συντελέσουν στην επιτυχία του, πρέπει να είναι και οι κανονισμοί της ευρωπαϊκής Ένωσης. Έτσι αφότου απομονωθούν τα χαρακτηριστικά των υπαρχόντων πλαισίων λεβητών πλοίων, και αφομοιωθούν στο μέτρο του δυνατού στο νέο πλαίσιο, θα πρέπει να γίνουν έλεγχοι αντοχής, οι οποίοι πρέπει να πληρούν τους προαναφερθέντες κανονισμούς

Κάθε κομμάτι της εργασίας και οι εναλλακτικές προτάσεις που γνωρίζουμε, περιγράφονται με τρόπο απλό ώστε να αποφεύγεται η ανάλυση παραμέτρων που εδώ δεν χρειάζονται.

Abstract

The purpose of this paper is to show where they come from damage to the boiler and to propose a methodology / way to restore them, with conclusions that came out after a theoretical study, experience and internet research. Research in educational institutions in the country, and cooperation with local merchant's boilers, finding and using information acquired.

The object of this work is the study of a boiler breakdown recovery ship, and a proposal of building from scratch, a boiler vessel, such as those commercially available and have a great success. With proper design, it is possible to obtain a more economical implementation, while providing satisfaction, experience and prestige of handmade construction.

It is aimed more at electronic hobby with a medium or higher level of knowledge in electronics and machining construction, or anyone interested in learning the concept of marine boilers. To start designing a new product, it must be a first preparation.

What exactly require at the moment trends. Research in the history of marine boilers for ideas that maybe with modern tools is feasible. Market control, whether it is to be designed, and how it is made to be some bases.

Obviously the characteristics that contribute to its success, must be and regulations of the European Union. So after isolate the characteristics of existing frameworks boilers ships and assimilate as much as possible in the new context, it should be endurance tests, which must comply with the above regulations

Each piece of work and the alternatives we know, are described in a simple way to avoid the analysis parameters are not needed.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	
.....7ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	
.....9	

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Ιστορική αναδρομή.....	11
1.2 Γενικά για τους λέβητες	14
1.3 Ιδιότητες λεβητών	15
1.4 Τύποι λεβητών.....	16

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Εξαρτήματα λέβητα.....	18
2.2 Έκρηξη λέβητα	21
2.3 Αιτίες.....	22
2.4 Βασικές λειτουργίες λέβητα.....	24

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Μέρη λεβητών.....	26
3.2 Γενικά χαρακτηριστικά λέβητα	30
3.3 Κατασκευή λειτουργίας Ναυτικών λεβητών.....	32

3.4 Κατάταξη Ναυτικών λεβητών ανάλογα με τα βασικά χαρακτηριστικά κατασκευής τους	36
---	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Σύγχρονοι λέβητες πλοίων/Βοηθητικοί λέβητες.....	41
4.2 Προβλήματα στους λέβητες.....	55
4.3 Συντήρηση λεβητών.....	57
4.4 Τρόποι αποκατάστασης λεβητών.....	58

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	60
-------------------	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	61
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	62

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι ναυτικοί λέβητες είναι το σημαντικότερο τμήμα των εγκαταστάσεων προώσεως των πλοίων, αλλά και στα ντιζελοκίνητα πλοία υπάρχουν λέβητες, που τροφοδοτούνται με τα καυσαέρια των κυρίων μηχανών ντιζελ ή με πετρέλαιο ή και με τα δύο, για την κάλυψη των αναγκών σε ατμό των πλοίων, για βοηθητικές χρήσεις ζωτικής σημασίας και για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι κατασκευαστές προσπαθούν ώστε:

- ✓ Ο βαθμός αποδόσεως των ναυτικών λεβήτων να είναι ο μεγαλύτερος που μπορεί να αποδοθεί.
- ✓ Να παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντοχή, ασφάλεια λειτουργίας και διάρκεια ζωής.
- ✓ Να παθαίνουν, όσον γίνεται, λιγότερες βλάβες.

Για την πραγματοποίηση όμως των παραπάνω απαιτείται η καλή και η ορθή χρήση, καθώς και η επιμελημένη συντήρηση του λέβητα. Την ευθύνη για την καλή λειτουργία και συντήρηση έχουν οι μηχανικοί του πλοίου. Επομένως αυτό πρέπει να γνωρίζουν καλά τη δομή και τα βασικά χαρακτηριστικά των λεβήτων, καθώς και οποιουδήποτε οργάνου ή μηχανισμού που σχετίζεται με αυτούς, το σκοπό που το κάθε όργανο ή μηχανισμός εκπληρώνει, καθώς και τον τρόπο λειτουργίας τους.

Απαραίτητη επομένως είναι για τον σπουδαστή η πλήρης κατανόησή των σχετικών με τους λέβητες στοιχείων που εμπεριέχονται στο βιβλίο και όχι η απλή μόνο απομνημόνευσή τους, η οποία στην πράξη αποδεικνύεται εντελώς άχρηστη.

Πρέπει να τονιστεί ότι εδώ αναφέρονται, περιληπτικά βέβαια, και στοιχεία που αφορούν τους ανθρακολέβητες των πλοίων, γιατί μερικά από τα νεοναυπηγούμενα πλοία, λόγω της ενεργειακής κρίσεως, διαθέτουν τέτοιους λέβητες.

Στο βιβλίο αυτό θα εξετάσουμε τους λέβητες που χρησιμοποιούνται για την εξυπηρέτηση της προωστήριας και της βοηθητικής μηχανής εγκαταστάσεως των πλοίων. Οι πρώτοι χαρακτηρίζονται ως κύριοι λέβητες, ενώ οι δεύτεροι ως βοηθητικοί. Και οι δύο ονομάζονται γενικά ναυτικοί λέβητες.

Ο λέβητας είναι μία μεταλλική ατμοπαραγωγική συσκευή, ένα συγκρότημα το οποίο από το νερό παράγει ατμό με τη χρησιμοποίηση της θερμότητας. Αλλιώς μπορούμε να ορίσουμε το λέβητα ως έναν εναλλάκτη θερμότητας μέσα στον οποίο πραγματοποιείται η

εναλλαγή θερμότητας μεταξύ ενός ρεύματος θερμών καυσαερίων, που παράγεται με την καύση του καυσίμου, και ενός ρεύματος νερού, Το οποίο, καθώς διατρέχει το λέβητα, μετατρέπεται προοδευτικά στον ατμό, κορεσμένο αρχικά και στη συνέχεια υπέρθερμο.

Οι μηχανικές Εγκαταστάσεις των πλοίων χρησιμοποιούν ως εργαζομένη ουσία το νερό και είναι δύο ειδών: αυτές στις οποίες χρησιμοποιούνται εμβολοφόρος παλινδρομικής μηχανές και αυτές που λειτουργούν με ατμοστρόβιλους.

Οι πρώτες έχουν σχεδόν εκλείψει τελείως τα τελευταία χρόνια. Χρησιμοποιούνται ακόμη ελάχιστα ως προωστήριες και ως βοηθητικές για την κίνηση βοηθητικών μηχανημάτων ατμοκίνητων ή πετρελαιοκίνητων πλοίων.

Οι εγκαταστάσεις με ατμοστρόβιλους είναι σε ευρεία χρήση στα πολύ μεγάλα πετρελαιοφόρα. Και αυτοί όμως, για λόγους οικονομίας σ καύσιμο, αντικαθίστανται προοδευτικά από τις πετρελαιομηχανές Diesel.

Στο πρώτο κεφάλαιο αυτής της εργασίας, δίνονται γενικές πληροφορίες για τους λέβητες πλοίων και γενικές εγκυκλοπαιδικές γνώσεις που σχετίζονται με αυτό.

Το δεύτερο κεφάλαιο εξηγεί από τι αποτελείται ένα τέτοιο σύστημα, την λειτουργία , τα αίτια και τις βασικές λειτουργίες τους.

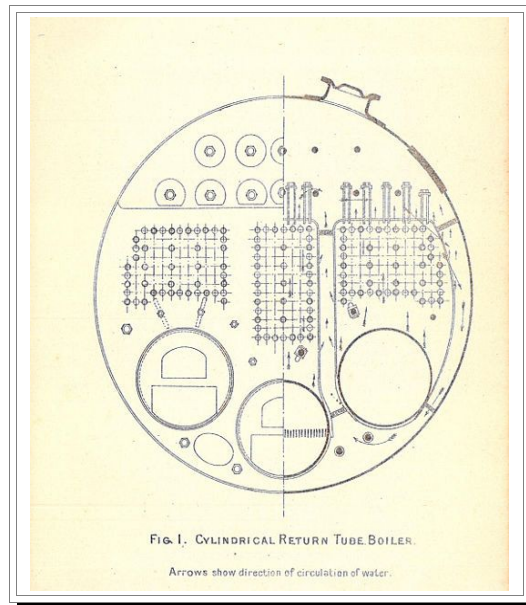
Το τρίτο κεφάλαιο προχωρά σε μια εκτενή ανάλυση των λεβητών, τα μέρη από τα οποία αποτελούνται και τα γενικά τους χαρακτηριστικά. καθώς και στα λάθη που πρέπει να αποφευχθούν για να μη προκύψουν προβλήματα.

Τέλος, θα μελετήσουμε τους τρόπους αποκατάστασης τους και τις απώλειες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΉ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Πρώτοι υπήρξαν οι φλογαυλωτοί λέβητες που κατασκευάστηκαν σε δύο τύπους, τους κυλινδρικούς λεγόμενοι και "ευθείας φλόγας" ή "λέβητες Αγγλικού Ναυαρχείου", και στους επίσης κυλινδρικούς "επιστρεφόμενης φλόγας" απλής ή διπλής πρόσοψης. Οι πρώτοι φέρουν τους αυλούς σε προέκταση του κλιβάνου έτσι ώστε φλόγες και καυσαέρια να οδεύουν εξ αυτών κατευθείαν προς τη καπνοδόχο (εικόνα 1.1).

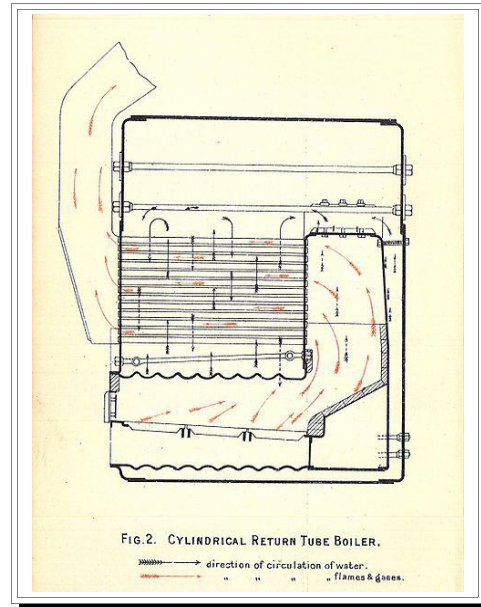


Εικόνα 1.1 Κυλινδρικός φλογαυλωτός λέβητας επιστρεφόμενης φλόγας Σκωτικού τύπου.

Οι δεύτεροι φέρουν τους αυλούς πάνω και παράλληλα από τους κλιβάνους έτσι ώστε φλόγες και καυσαέρια να αναστρέφουν και να εισέρχονται στους αυλούς οδεύοντας μέσω αυτών στη καπνοδόχο.

Από τους φλογαυλωτούς λέβητες ο επιστρεφόμενης φλόγας που ονομάζονταν και "Σκωτικός" ή Σκοτσέζικος λέβητας" (Scotch boiler) ήταν εκείνος που χρησιμοποιήθηκε εντονότερα κατά τον προηγούμενο αιώνα μέχρι τις αρχές του 20ου, λόγω των περισσότερων πλεονεκτημάτων του. Ο τύπος αυτός χρησιμοποιήθηκε ως

γαιανθρακολέβητας και ως πετρελαιολέβητας με πολλές κατά καιρούς βελτιώσεις (εικόνα 1.2).



Εικόνα 1.2 Κάτοψη διάταξης ατμολέβητα επιστρεφόμενης φλόγας Σκωτικού τύπου, απλής πρόσοψης.

Στα τέλη του 19ου αιώνα με την εισαγωγή στα πλοία της παλινδρομικής μηχανής τριπλής εκτόνωσης και στη συνέχεια (1894) του ατμοστροβίλου διαπιστώθηκε ότι οι φλογαυλωτοί παρά τις βελτιώσεις τους ήταν πλέον ανεπαρκείς. Έτσι κατέστη ανάγκη κατασκευής των υδραυλωτών ατμολεβήτων που αποδείχθηκαν τελικά ικανότεροι στη ταχεία παραγωγή ατμού υψηλής πίεσης και με διαστάσεις και βάρους μικρότερα των ισοδύναμων φλογαυλωτών.

Η κατασκευή των υδραυλωτών σημείωσε αλματώδη εξέλιξη στον 20ο αιώνα. Κύριος ανασταλτικός παράγοντας στην αρχή της ανάπτυξης των ήταν η εναπόθεση καθυαλώσεων, (άλατος), στο εσωτερικό των αυλών που επέφεραν τη καταστροφή τους. Τέτοιο βεβαίως πρόβλημα παρουσίαζαν και οι φλογαυλωτοί που όμως σε εκείνους ήταν λιγότερες οι συνέπειες λόγω του μεγάλου όγκου νερού, της χαμηλής πίεσης και του μικρού σχετικά βαθμού ατμοποίησης.

Το εμπόδιο αυτό τελικά ξεπεράστηκε με χρησιμοποίηση αποσταγμένου νερού με χημική επεξεργασία (αφαλάτωση). Έτσι ξεπερνώντας το πρόβλημα άρχισαν να κατασκευάζονται με τη πάροδο του χρόνου οι λέβητες "περιορισμένης κυκλοφορίας", όπως οι τύπου "Belleville", στη Γαλλία, και παράλληλα οι "ελεύθερης κυκλοφορίας" που αναπτύχθηκαν στην Αμερική, όπως οι πολλοί γνωστοί στο χώρο, "Μπαμπκόκ-Γουίλκόξ"

(Babcock-Wilcox), ενώ στην Αγγλία εμφανίζονται οι υδραυλωτοί "ταχείας κυκλοφορίας" τύπου A, όπως οι Γιάροου (Yarrow), Θόρνυκροφτ (Thornycroft), Γουάϊτ-Φόρστερ (White-Foster) κ.ά.

Στα τελευταία χρόνια εξ όλων των παραπάνω η κατασκευή υδραυλωτών λέβητων "ταχείας κυκλοφορίας" υπήρξε αλματώδης σε πλείστους τύπους. Σήμερα οι λέβητες αυτοί εφοδιάζονται επιπρόσθετα και με άλλες απαραίτητες συσκευές όπως οικονομητήρες, υπερθερμαντήρες, προθερμαντήρες αέρος καθώς και με τα πλέον εξελιγμένα εξαρτήματα ελέγχου της λειτουργίας των. Σήμερα τα μεγαλύτερα εργοστάσια κατασκευής ναυτικών λέβητων είναι των εταιρειών Babcock-Wilcox Co, Foster-Wheeler Co και Combustion Engineering Co.

Ανεξάρτητα όμως των παραπάνω και σήμερα ακόμη συνεχίζουν να χρησιμοποιούνται φλογαυλωτοί λέβητες κατακόρυφου ή οριζόντιου τύπου, περισσότερο όμως ως βοηθητικοί λέβητες.

Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο εμφανίσθηκε η κατασκευή των ατμογεννητριών υψίστης πίεσης που επέβαλε η ανάγκη χρήσης ακόμη υψηλότερης πίεσης ατμού. Η κατασκευή των ατμογεννητριών βασίστηκε σε νέες αρχές που κάποιες εξ αυτών είχαν εφαρμοστεί περιορισμένα στους κλασικούς λέβητες.

Τέλος μέγα και αποφασιστικό βήμα στην εξέλιξη των ατμολεβήτων στη σύγχρονη εποχή θα μπορούσε να θεωρηθεί η χρήση της ατομικής ή πυρηνικής ενέργειας στο πλαίσιο της ατμοπαραγωγικής εγκατάστασης.

Οι ατμογεννήτριες χαρακτηρίζονται ως ατμολέβητες "υψηλής πίεσης αναγκαστικής κυκλοφορίας". Αντιπροσωπευτικοί τύποι αυτών είναι οι τύποι: Μπένσον (Benson), Λαμόντ (Lamont), Σούλτσερ (Soulzer), Σμιντθ Χάρτμαν (Smidth - Hartman), κ.ά. Η χρήση αυτών σε πλοία ήταν μάλλον περιορισμένη.

Λέβητας ονομάζεται κάθε κλειστή μεταλλική συσκευή (δοχείο) εντός του οποίου νερό ή άλλο υγρό θερμαίνεται και μετατρέπεται σε ατμό.

Η θερμότητα παράγεται από την καύση του καυσίμου, με το οποίο τροφοδοτείται ο λέβητας, και χάρη στο εργαζόμενο μέσο, που ανακυκλοφορεί μέσα σε σωληνώσεις και μεταφέρει τη θερμότητα αυτή στο σημείο που θα καταναλωθεί, είτε για θέρμανση είτε για παραγωγή έργου. Για τους συνήθεις λέβητες σε συστήματα κεντρικής θέρμανσης, το εργαζόμενο μέσο είναι το νερό.

1.2 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΛΕΒΗΤΕΣ

Οι λέβητες που χρησιμοποιούνται για την εξυπηρέτηση της προωστήριας και της βοηθητικής μηχανικής εγκαταστάσεως των πλοίων. Οι πρώτοι χαρακτηρίζονται ως κύριοι λέβητες, ενώ οι δεύτεροι ως βοηθητικοί. και οι δύο ονομάζονται γενικά Ναυτικοί Ατμολέβητες,

Ο λέβητας είναι μία μεταλλική ατμοπαραγωγική συσκευή, ένα συγκρότημα το οποίο από το νερό παράγει ατμό με τη χρησιμοποίηση της θερμότητας. Αλλιώς μπορούμε να ορίσουμε το λέβητα ως έναν εναλλάκτη θερμότητας μέσα στον οποίο πράγμα το οποίο είναι η εναλλαγή θερμότητας μεταξύ ενός ρεύματος θερμών καυσαερίων, που παράγεται με την καύση του καυσίμου, και ενός ρεύματος νερού, το οποίο, καθώς διατρέχει το λέβητα, μετατρέπεται προοδευτικά σε ατμό, κορεσμένο αρχικά και στη συνέχεια υπέρθερμο.

Οι μηχανικές εγκαταστάσεις των πλοίων χρησιμοποιούν ως εργαζομένη ουσία το νερό και είναι δύο ειδών: α. αυτές στις οποίες χρησιμοποιούνται για εμβολοφόρους παλινδρομικών μηχανών και

β. αυτές που λειτουργούν με ατμοστρόβιλους.

Οι πρώτες έχουν σχεδόν εκλείπουν τελείως τα τελευταία χρόνια. Χρησιμοποιούνται ακόμη ελάχιστα ως προωστήριες και ως βοηθητικές για την κίνηση βοηθητικών μηχανημάτων ατμοκίνητων ή πετρελαιοκίνητων πλοίων.

Οι εγκαταστάσεις με ατμοστρόβιλους είναι σε ευρεία χρήση στα πολύ μεγάλα πετρελαιοφόρα. Και αυτοί όμως, για λόγους οικονομίας σε καύσιμο, αντικαθίστανται προοδευτικά από τις πετρελαιομηχανές.

Οι κατασκευαστές αυτών των τύπων ατμολεβήτων καταβάλουν συνεχείς προσπάθειες προκειμένου να πετύχουν: α) τον μέγιστο βαθμό απόδοσής των,

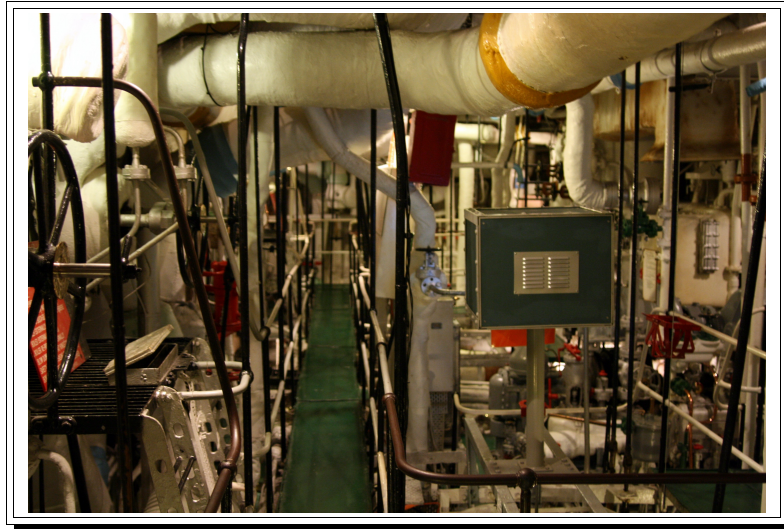
β) τη μεγαλύτερη δυνατή αντοχή, ασφάλεια λειτουργίας και διάρκεια ζωής των και

γ) την ελαχιστοποίηση βλαβών.

Για την επίτευξη όμως των παραπάνω απαιτείται πρώτιστα η καλή λειτουργία και η επιμελημένη συντήρηση αυτών, την ευθύνη των οποίων φέρουν οι Μηχανικοί και το πλήρωμα μηχανής των πλοίων που οφείλουν να γνωρίζουν τη δομή, τα βασικά

χαρακτηριστικά αυτών αλλά και κάθε οργάνου ή μηχανισμού που σχετίζεται με τους ατμολέβητες καθώς και το σκοπό και τον τρόπο λειτουργίας εκάστου.

Ο χώρος στον οποίο εγκαθίσταται ναυτικός ατμολέβητας στα πλοία ονομάζεται λεβητοστάσιο που βρίσκεται πλώραθεν του μηχανοστασίου των πλοίων. Αν όμως βρίσκεται μέσα στο Μηχανοστάσιο τότε όλος ο χώρος ονομάζεται Μηχανολεβητοστάσιο (εικόνα 1.4).



Εικόνα 1.4 Τμήμα του Λεβητοστασίου του αγγλικού πολεμικού πλοίου Μπέλφαστ.

1.3 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΛΕΒΗΤΩΝ

Λόγω των ιδιαίτερων συνθηκών λειτουργίας και της ανάγκης ικανοποιητικής ανταπόκρισης αυτών στις εγκαταστάσεις των πλοίων, θα πρέπει αυτοί να παρουσιάζουν τις ακόλουθες ιδιότητες:

1. Ελάχιστο δυνατό όγκο και βάρος. Αυτό επιτυγχάνεται με την αύξηση της ταχύτητας κυκλοφορίας του νερού, της ταχύτητας των καυσαερίων, της θερμαινόμενης επιφάνειας και του βαθμού καύσης, (που αυξάνεται με την εφαρμογή κυρίως τεχνητού ελκυσμού και της "υπό πίεση" καύσης).

2. Μέγιστη απόδοση ορίων ατμοπαραγωγής. Αυτή επιτυγχάνεται με την ορθή κατανομή της απορρόφησης θερμότητας μέσα στο λέβητα, του οικονομητήρα, του προθερμαντήρα αέρος και του υπερθερμαντήρα.

3. Ικανότητα παροχής ατμού με ευρεία όρια μεταβολής της ατμοπαραγωγής. Αυτή επιτυγχάνεται με ορθό υπολογισμό και σχεδίαση του υπερθερμαντήρα με τη χρήση κατάλληλων οργάνων ελέγχου της θερμοκρασίας του υπέρθερμου.

4. Μέγιστη ικανότητα προσαρμογής σε αυξομείωση ατμοπαραγωγής. Αυτό επιτυγχάνεται με τον απαραίτητο μεγάλο όγκο ατμοθαλάμου που ενεργεί στη προκειμένη περίπτωση ως συσσωρευτής ατμού.

5. Μικρό χρόνο ατμοποίησης. Αυτό εξαρτάται από τη σχέση θερμαινόμενης επιφάνειας ως προς τον όγκο του περιεχομένου νερού.

6. Μεγάλη ασφάλεια λειτουργίας. Αυτή εξαρτάται από τη σχεδίαση και καταλληλότητα των υλικών κατασκευής.

7. Μικρή απώλεια ακτινοβολίας στο χώρο εγκατάστασης. Επιτυγχάνεται με χρήση κατάλληλων αντιπυρικών και αντιθερμικών μονωτικών υλών στη κατασκευή των εστιών και στους υδροτοίχους και αγωγούς.

8. Μεγάλη ευχέρεια επιθεώρησης, καθαρισμού και επισκευής. Αυτή εξαρτάται κυρίως από τη εργοστασιακή σχεδίαση και τον υπάρχοντα χώρο της εγκατάστασης στα πλοία.

9. Επαρκή, (ικανοποιητική), εγκατάσταση απαραίτητων οργάνων ελέγχου και λειτουργίας. Όλες οι παραπάνω προϋποθέσεις μαζί με την πείρα των κατασκευαστών χρησίμευσαν ως οδηγός τόσο στη θερμοδυναμική όσο και στη κατασκευαστική μελέτη των ναυτικών ατμολεβήτων κατά την εξέλιξη αυτών στο πέρασμα των χρόνων μέχρι του σημείου που σήμερα να έχουν αυτοί τελειοποιηθεί.

1.4 ΤΥΠΟΙ ΛΕΒΗΤΩΝ

Ο τύπος του λέβητα που θα χρησιμοποιηθεί σε μια εφαρμογή καθορίζεται κυρίως από την απαιτούμενη θερμοκρασία και πίεση του παραγόμενου ατμού ή νερού.

Οι λέβητες διακρίνονται γενικά σύμφωνα με το υλικό κατασκευής τους σε χυτοσίδηρους και χαλύβδινους. Οι χυτοσίδηροι αντέχουν καλύτερα στη διάβρωση, μπορούν να επιδεχθούν προσθήκες στοιχείων και χρειάζονται μικρότερες ποσότητες νερού

κατά τη λειτουργία τους. Οι χαλύβδινοι έχουν μικρότερο βάρος και αντέχουν καλύτερα στις πιέσεις και στις απότομες αλλαγές θερμοκρασίας. Οι διαστάσεις τους προσαρμόζονται καλύτερα στις διάφορες απαιτήσεις και έχουν χαμηλό κόστος.

Επίσης εκ του μέσου καύσης αυτοί διακρίνονται σε γαιανθρακολέβητες, λέβητες κονιοποιημένου γαιάνθρακα, και πετρελαιολέβητες.

Οι ναυτικοί λέβητες κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- α) ανάλογα με τη θέση του θαλάμου καύσης και του υδροθαλάμου, και
- β) ανάλογα του τρόπου κυκλοφορίας του νερού.

Με βάση αυτών οι λέβητες διακρίνονται σε:

1. Λέβητες εσωτερικής εστίας, που καλούνται και φλογαβλωτοί λέβητες.
2. Λέβητες εξωτερικής εστίας, που καλούνται και υδραυλωτοί λέβητες.
3. Λέβητες φυσικής κυκλοφορίας, και
4. Λέβητες τεχνητής κυκλοφορίας ή βεβιασμένης κυκλοφορίας.

Οι λέβητες εσωτερικής εστίας ή φλογαυλωτοί περιβάλλονται από τον υδροθάλαμο, ενώ οι εξωτερικής εστίας ή υδραυλωτοί είναι εκτός υδροθαλάμου. Το χαρακτηριστικό των φλογαυλωτών είναι ότι εσωτερικά των αυλών διέρχονται φλόγες και καυσαέρια ενώ εξωτερικά περιβάλλονται από νερό. Στους υδραυλωτούς συμβαίνει ακριβώς το αντίθετο. Στους λέβητες φυσικής κυκλοφορίας, η κυκλοφορία πραγματοποιείται με μόνη τη θέρμανση του νερού, ενώ αντίθετα στους τεχνητής κυκλοφορίας αυτή συμβαίνει με μηχανικά μέσα που ονομάζονται αντλίες κυκλοφορίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2.1 ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΑ ΛΕΒΗΤΑ

Γενικά τα εξαρτήματα των ναυτικών ατμολεβήτων είναι όργανα και μέσα που εξασφαλίζουν και ελέγχουν τη σωστή και απρόσκοπτη λειτουργία τους. Αυτά διακρίνονται σε "εσωτερικά" και "εξωτερικά εξαρτήματα" και σχετίζονται με το νερό και τον ατμό. Τα εξαρτήματα που σχετίζονται με τη καύση αποτελούν ιδιαίτερη κατηγορία.

Εσωτερικά εξαρτήματα.

1. Ο εσωτερικός τροφοδοτικός σωλήνας. Ο σωλήνας αυτός συνδέεται με το τροφοδοτικό επιστόμιο του λέβητα και σε όλο το μήκος του είναι διάτρητος έτσι ώστε το ψυχρό νερό που εισέρχεται να κατανέμεται σε όλο τον εσωτερικό χώρο, προς αποφυγή τάσεων στο υλικό που θα συνέβαινε από τη συσσώρευση του νερού σε ένα σημείο του υδροθαλάμου.

2. Ο εσωτερικός εξαφριστικός σωλήνας. Ο σωλήνας αυτός που προσαρμόζεται εξωτερικά του ατμουδροθαλάμου καταλήγει στη χοάνη, περί τη στάθμη του λέβητα, όπου μέσω αυτού οι διάφορες ελαιώδεις αφροί απάγονται στη θάλασσα ή σε ειδικό χώρο συγκέντρωσης.

3. Τα εμποδιστικά διαφράγματα. Πρόκειται για ειδικά ελάσματα που τοποθετούνται κάθετα με σκοπό να εμποδίζουν την μετακίνηση της μάζας του νερού στις περιπτώσεις διατοιχισμού του σκάφους, που θα είχε ως συνέπεια την αποκάλυψη θερμαινόμενων επιφανειών στη φωτιά και την καταστροφή τους.

4. Οι αποχωριστήρες ατμού. Αυτά είναι ελάσματα ή δοχεία ειδικής κατασκευής μέσα από τα οποία ο διερχόμενος ατμός αποχωρίζεται από την υγρασία που παρασύρει κατά την έξοδό του από το λέβητα.

5. Ο σωλήνας απαγωγής ατμού. Αυτός φέρεται προσαρμοσμένος στο ανώτερο σημείο του ατμοθαλάμου καθ' όλο το μήκος του. Είναι διάτρητος στο επάνω μέρος

προκειμένου να συλλέγει όσο το δυνατόν στεγνό ατμό που άγεται στη συνέχεια στον ατμοφράκτη και από εκεί στη χρήση του.

6. **Οι ψευδάργυροι ηλεκτρόλυσης.** Αυτοί είναι τεμάχια καθαρού ηλεκτρολυτικού ψευδαργύρου που φέρονται μέσα στον υδροθάλαμο για την προστασία του από ηλεκτρολυτικές φθορές.

Εξωτερικά εξαρτήματα

1. **Οι ατμοφράκτες.** Πρόκειται για βαλβίδες διακοπής παροχής ατμού που φέρονται στο υψηλότερο σημείο του ατμοθαλάμου και συγκοινωνούν με τον εσωτερικό σωλήνα απαγωγής ατμού. Οι ατμοφράκτες σε κάθε ατμολέβητα είναι τρεις: ο "κύριος ατμοφράκτης", που παρέχει ατμό στη κύρια ατμαγωγό σωλήνωση, (προς τη κυρία μηχανή), ο "βοηθητικός ατμοφράκτης" που διοχετεύει στη δευτερεύουσα ή βοηθητική ατμαγωγό σωλήνωση, (προς βοηθητικές μηχανές), και ο "τοπικός ατμοφράκτης" που διοχετεύει ατμό στις μηχανές του λεβητοστασίου.

2. **Τα ασφαλιστικά επιστόμια.** Αυτές είναι ειδικές βαλβίδες που φορτίζονται και ρυθμίζονται έτσι ώστε να ανοίγουν σε ορισμένη πίεση προκειμένου να εξέρχεται δια αυτών ο πλεονάζων ατμός προς την ατμόσφαιρα. Αυτά χρησιμεύουν για η διατήρηση του μέγιστου ορίου πίεσης ασφαλείας του λέβητα και να προλαμβάνεται τυχόν παραμόρφωσή του ή ακόμα και η έκρηξή του.

3. **Τα τροφοδοτικά επιστόμια.** Αυτά είναι απλά επιστόμια με ανεπίστροφη βαλβίδα με απομονωτικό διακόπτη. Αυτά χρησιμεύουν για τον έλεγχο της εισερχόμενης ποσότητας τροφοδοτικού νερού.

4. **Οι τροφοδοτικοί ρυθμιστές.** Είναι εξαρτήματα που επιδρούν στα παραπάνω τροφοδοτικά επιστόμια και ρυθμίζουν τη παροχή του νερού έτσι ώστε η στάθμη αυτού στο λέβητα να παραμένει σταθερά. Αυτοί φέρονται στη πρόσοψη του λέβητα και συγκοινωνούν με τον υδροθάλαμο και τον ατμοθάλαμο.

5. **Τα θλιβόμετρα.** Πρόκειται για όργανα μέτρησης πίεσης που τοποθετούνται (δύο τουλάχιστον) ανά λέβητα και δεικνύουν την πίεση στον ατμοθάλαμο. Φέρουν βαθμολογημένο δίσκο ενδείξεων πίεσης σε Kg/cm² ή P.S.I από κανονικής λειτουργίας μέχρι την ανώτερη, (όπου και ανοίγουν τα ασφαλιστικά επιστόμια).

6. **Οι υδροδείκτες.** Αυτοί δεικνύουν τη στάθμη του νερού. Φέρονται στη πρόσοψη και συγκοινωνούν με τον υδροθάλαμο και ατμοθάλαμο.

7. **Οι δοκιμαστικοί κρουνοί.** Είναι τρεις κρουνοί που φέρονται εξωτερικά του λέβητα περί την προβλεπόμενη εσωτερική στάθμη του νερού και αντιστοιχούν στη κατώτερη, στη κανονική και στην ανώτερη στάθμη του λέβητα. Με τη βοήθεια αυτών διαπιστώνεται μηχανικά η περίπου στάθμη του νερού σε περίπτωση βλάβης των υδροδεικτών.

8. **Ο εξαεριστικός κρουνός.** Αυτός φέρεται στο ανώτερο σημείο του ατμοθαλάμου και χρησιμεύει στην επικοινωνία του με την ατμόσφαιρα. Αυτός ανοίγεται κατά την αφή της φωτιάς για την έξοδο του ατμοσφαιρικού αέρα, καθώς και για την πλήρωση ή εκκένωση όταν ο λέβητας τεθεί εκτός λειτουργίας.

9. **Ο εξαφριστικός κρουνός.** Αυτός ανοίγεται κατά τη λειτουργία, ανά διαστήματα, προκειμένου να αφαιρεθούν ελαιώδεις ουσίες και λιπαροί αφροί από την επιφάνεια του νερού, που προέρχονται από τα διάφορα έλαια λίπανσης μηχανών και μηχανημάτων.

10. **Ο κρουνός εξαγωγής νερού.** Αυτός φέρεται στο κατώτερο σημείο του υδροθαλάμου και ανοίγεται κατά τη λειτουργία κάθε φορά που καθίσταται αναγκαία η εξαγωγή μέρους του νερού προς ελάττωση της πυκνότητάς του.

11. **Ο κρουνός εκκένωσης.** Χρησιμεύει για την εκκένωση του λέβητα όταν αυτός δεν λειτουργεί.

12. **Οι κρουνοί εξυδάτωσης.** Αυτοί χρησιμεύουν για την εξυδάτωση των υπερθερμαντήρων και των ατμαγωγών.

13. **Ο κρουνός αλατόμετρου.** Φέρεται στο κατώτερο μέρος του υδροθαλάμου για δειγματοληψία του νερού για χημικές μετρήσεις.

14. **Το υδροκίνητρο.** Αυτό φέρεται μόνο στους κυλινδρικούς λέβητες και χρησιμοποιείται για την αναγκαστική κυκλοφορία του νερού του υδροθαλάμου ειδικότερα με την αφή της φωτιάς.

15. **Τα θερμομέτρα.** Πρόκειται για θερμομέτρα ατμού.

16. **Το σύστημα συναγεμού.** Αυτό μπορεί να είναι οπτικό ή ακουστικό ή και τα δύο μαζί, που ενεργοποιείται σε περίπτωση υψηλής θερμοκρασίας του ατμού.

17. **Οι δείκτες ροής ατμού.** (όργανα ροής ατμού).

Εξαρτήματα καύσης

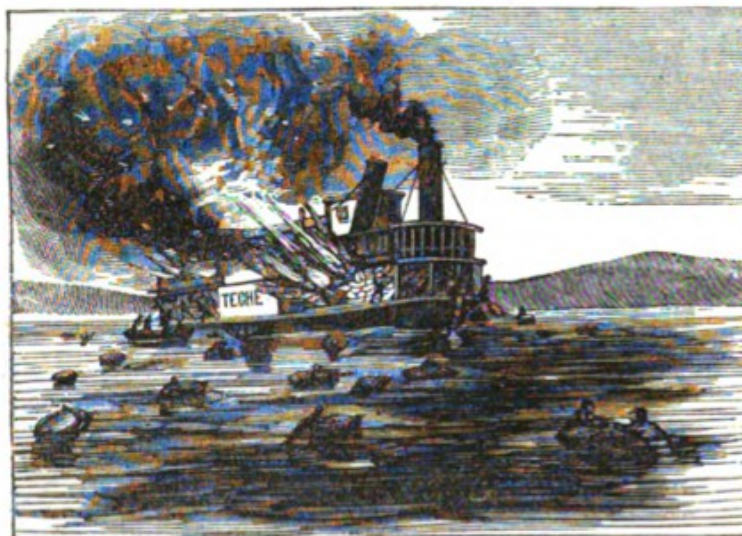
1. Οι καυστήρες
2. Οι κώνοι αέρος

3. Τα πυρόμετρα
4. Τα υδροθλιβόμετρα ή αραιόμετρα
5. Οι ενδείκτες καπνού (ή περισκόπια καπνού) και
6. Οι εκκαπνιστήρες ατμού

2.2 ΕΚΡΗΞΗ ΛΕΒΗΤΑ

Η Έκρηξη λέβητα (καθαρεύουσα *έκρηξης λέβητος*) αποτελεί ότι χειρότερο μπορεί να συμβεί σε λέβητα επιφέροντας την ολοκληρωτική καταστροφή του, αλλά και το πλέον επικίνδυνο συμβάν για όσους βρίσκονται κοντά στο χώρο αυτού. Πρόκειται για έκρηξη μεγάλης ισχύος και ιδιαίτερα υψηλής επικινδυνότητας.

Πολλά ναυτικά ατυχήματα κατά το παρελθόν οφείλονταν σε τέτοιες εκρήξεις επιφέροντας ακόμα και την ολική απώλεια βύθιση πλοίων. Παρόμοια ατυχήματα είχαν συμβεί επίσης σε σιδηροδρομικές ατμάμαξες και σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Για την πληρέστερη αντίληψη της ισχύος της έκρηξης λέβητα αρκεί να αναφερθεί ότι η έκρηξη ενός λέβητα ενός τόνου νερού αντιστοιχεί με εκείνη των 100 περίπου κιλών TNT, αν πρόκειται δε για ναυτικό ατμολέβητα, ή βιομηχανικό, των 10 τόνων νερού τότε η έκρηξή του ισοδυναμεί αντίστοιχα με εκείνη του ενός περίπου τόνου TNT (εικόνα 2.1).



EXPLOSION AND BURNING OF THE TECHE.

Εικόνα 2.1
Ξυλογραφία
που εικονίζει
έκρηξη λέβητα
το 1825.

Πηγή:
Βικιπαίδεια.

2.3

ΑΙΤΙΕΣ

ΕΚΡΗΞΗΣ ΛΕΒΗΤΑ

Βασικότερες αιτίες έκρηξης λέβητα είναι η εσωτερική ασκούμενη πίεση του ατμού όταν υπερβεί το όριο αντοχής του λέβητα και γενικότερα η κακή λειτουργία (χειρισμός του) και πλημμελής συντήρησή του. Ειδικότερα, σοβαρές αιτίες μπορεί να είναι:

1. Η ελαττωματική κατασκευή του λέβητα, ή η κακή ποιότητα του υλικού κατασκευής του.

2. Η εκ παλαιότητας βαθμιαία φθορά του λέβητα, λόγω εσωτερικής ή εξωτερικής οξειδωσης.

3. Η πτώση της στάθμης του εντός αυτού ύδατος.
η παραγόμενη υψηλή πίεση.

4. Η συνεχής και παχιά στρώση λεβητολίθου η ελλιπής συντήρηση γενικά και ειδικότερα των μερών ασφαλείας αυτού.

5. Η τυχόν πυρκαγιά του λεβητοστασίου.

6. Η κατάκλιση του λεβητοστασίου με νερό από οποιαδήποτε αιτία και άλλες σπανιότερες αιτίες, π.χ. δολιοφθορά, εμβολισμός πλοίου κ.λπ.

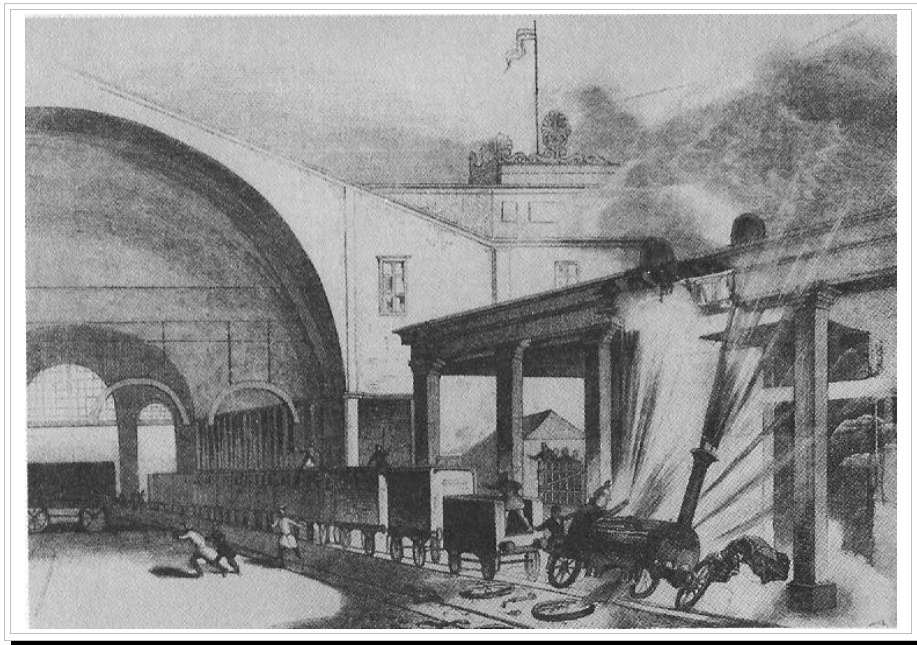
Επί των παραπάνω ως "*ελαττωματική κατασκευή*" νοείται η κακή "ήλωση" (κάρφωμα) των αρχικών λεβήτων οι λεγόμενοι καρφωτοί, και ως υλικά κακής ποιότητας τα πρώτα μεταλλικά τμήματα που ήταν σκληρά, ελαττωματικά, ή κακώς "ξεπυρωμένα ελάσματα", ή ήλοι (καρφιά) καθώς και τα ηλεκτρόδια ηλεκτροσυγκόλλησης που δεν ανταποκρίνονται στις προδιαγραφές, κατά το στάδιο της κατασκευής τους. Αυτές οι αιτίες ήταν και οι κυρίαρχες στις πρώτες δεκαετίες κατασκευής των λεβήτων μέχρι σιγά - σιγά να καθιερωθούν ασφαλέστερα υλικά και ασφαλέστερες προδιαγραφές.

Ως "*παλαιότητα*" χαρακτηρίζεται η κακή κατάσταση του υλικού των λεβήτων λόγω κυρίως μακροχρόνιας χρήσης όπου χωρίς τακτικές επιθεωρήσεις, η οξειδωση αυτών έχει προχωρήσει είτε εσωτερικά, είτε εξωτερικά ελαττώνοντας έτσι την αντοχή του υλικού και κατά επέκταση του λέβητα.

Όσον αφορά την "*πτώση της στάθμης*" του νερού, εξυπακούεται ότι αν τούτο συμβεί τότε είναι πολύ πιθανό οι θερμαινόμενες επιφάνειες του λέβητα να ερυθροπυρωθούν τοπικά δημιουργώντας ακαριαία εξάτμιση, υπερβολική πίεση με επακόλουθο την έκρηξη.

Η δε "*υψηλή πίεση*" του ατμού, όταν δεν γίνει αντιληπτή, ίσως και από κακή λειτουργία των θλιβόμετρων και δεν λειτουργήσουν τα ασφαλιστικά (ειδικές φερόμενες βαλβίδες), μπορεί να προκαλέσει κόπωση πέραν του ορίου αντοχής ασφαλείας και να επέλθει διάρρηξη του λέβητα ή και έκρηξη.

Το ίδιο περίπου μπορεί να συμβεί και με την υπέρμετρη καθαλάτωση και τη δημιουργία λεβητολίθου, όπου το έλασμα στο οποίο έχει επικαθήσει, λόγω της δυσθερμαγωγού ιδιότητάς του, υπερθερμαίνεται, ερυθροπυρώνεται και διογκώνεται. Τότε σπάει ο λεβητόλιθος οπότε το έλασμα ερυθροπυρωμένο όπως είναι, ερχόμενο σε επαφή με το νερό, απότομα διαστέλλεται, διαρρηγνύεται, ή ακολουθεί γενική έκρηξη, χωρίς όπως τούτο να σημαίνει ότι υποχρεωτικά μετά από διάρρηξη λέβητα ακολουθεί την ίδια στιγμή η έκρηξή του (εικόνα 2.2).



Εικόνα 2.2 Χαρακτικό με θέμα την έκρηξη της ατμάμαζας Windsbraut. Σιδ. σταθμός Λειψίας, 1846

Πηγή: Βικιπαίδεια.

Ως "ελλιπής συντήρηση" γενικά νοείται η μη πιστή εφαρμογή των όρων της ορθής λειτουργίας του λέβητα που δίνει ο κατασκευαστής, η μη περιοδική επιθεώρηση αυτού καθώς και η μη άμεση αντιμετώπιση και θεραπεία διαφόρων επιμέρους βλαβών ή προβλημάτων που μπορεί να παρατηρηθούν. Γενικά το ζήτημα αυτό επαφίεται στις γνώσεις, στην ευσυνειδησία αλλά και στην εμπειρία των χειριστών των λεβητών και των εποπτών αυτών. Πάντως επί του θέματος ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην αφή πυράς του λέβητα (είτε γαιανθρακολέβητα, είτε πετρελαιολέβητα), στη συνεχή παρακολούθηση της λειτουργίας του, στην αντιμετώπιση διαφυγών ατμού ή ύδατος, τη βλάβη υδροδεικτών, την πτώση στάθμης νερού, την τυχόν ανάβραση λέβητα, διαρροή

αυλών και αντικατάσταση αυτών, στη διαρροή πετρελαίου, σε παρατηρούμενες δονήσεις του λέβητα, στον τακτικό καθαρισμό του κ.ά.

Όσον αφορά στη "*πυρκαγιά λεβητοστασίου*", αυτή μπορεί να συμβεί κυρίως στους εγκατεστημένους πετρελαιολέβητες και ειδικότερα όταν παρουσιασθεί διαρροή πετρελαίου όπου απαραίτητος θα πρέπει να τηρούνται σχολαστικά όλα τα προληπτικά μέτρα με άμεση ετοιμότητα εφαρμογής των κατασταλτικών μέτρων. Αν όλα τηρηθούν σωστά αποκλείεται η έκρηξη λέβητα από τέτοια αιτία.

Όσο για τις δύο τελευταίες περιπτώσεις αιτιών έκρηξης λέβητα είναι ιδιαίτερα σπάνιες και τελείως εξωγενείς εκτός αντικειμένου. Σημειώνεται ότι και στους δύο Παγκόσμιους Πολέμους σε πλοία που βυθίζονταν "εν λειτουργία" των μηχανών σημειώνονταν εκρήξεις που ασφαλώς και δεν προέρχονταν από έκρηξη πυρομαχικών, ή πρόσκρουση σε νάρκη ή τορπίλη όπως λανθασμένα τρίτοι αντιλαμβάνονταν.

2.4 ΒΑΣΙΚΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΕΣ ΛΕΒΗΤΑ

Οι κύριες λειτουργίες που παρατηρούνται σε ένα ναυτικό λέβητα είναι βασικά τρεις:

α) ***Η καύση του καυσίμου***, δια της οποίας η χημική του ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα.

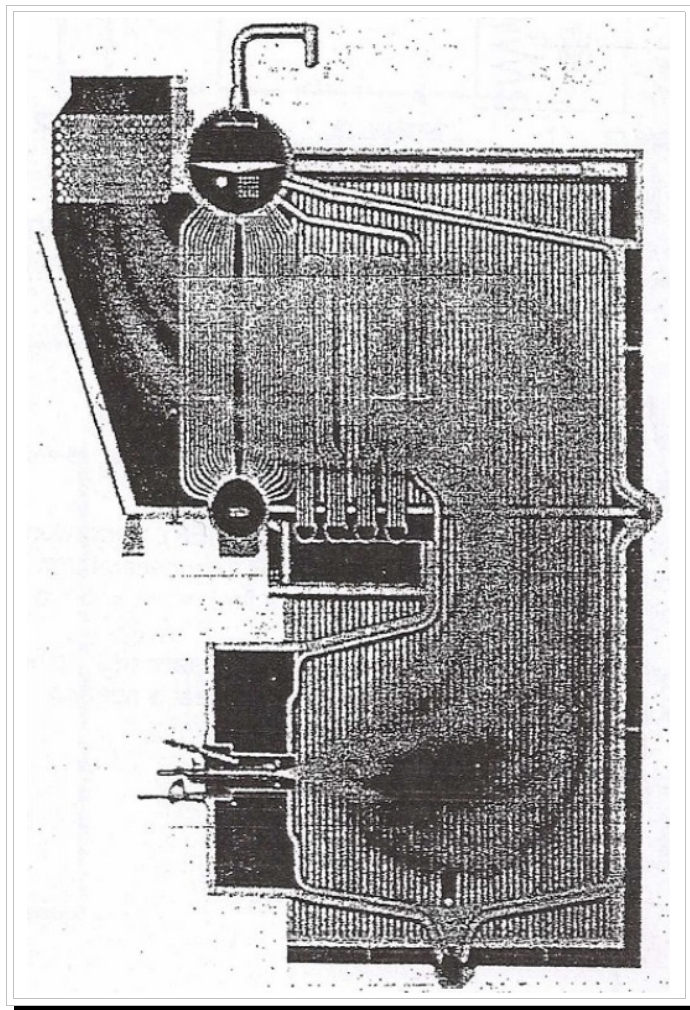
β) ***Η μετάδοση της εκλυόμενης θερμότητας***, στο νερό του υδροθαλάμου, και

γ) ***Η μετατροπή του νερού σε ατμό, (ατμοποίηση)***.

Για την λειτουργία του λέβητα απαιτείται και επιπλέον εξοπλισμός όπως:

- Μονάδα προκατεργασίας του νερού τροφοδοσίας λέβητα για την αποφυγή επικαθίσεων (demineralizer)
- Αντλία νερού τροφοδοσίας που εισάγει το νερό στον λέβητα.
- Δοχείο απομάκρυνσης του αέρα από το νερό τροφοδοσίας απαερωτής (deaerator). Τα δοχεία αυτά είναι εφοδιασμένα με μια μικρή στήλη απογύμνωσης στην οποία απομακρύνεται ο αέρας με την βοήθεια ατμού.
- Δοχείο συλλογής συμπυκνωμάτων όπου επιστρέφει το σύνολο των συμπυκνωμάτων από τους χρήστες ατμού.

- Σύστημα αυτομάτου ελέγχου και μετρήσεων της λειτουργίας του λέβητα.
- Σύστημα σωληνώσεων κατανομής ατμού προς του καταναλωτές και επιστροφές του συμπυκνώματος από τους καταναλωτές στον απαερωτή ή δοχείο συμπυκνωμάτων.
- Κεντρικοί συλλέκτες ατμού και συμπυκνώματος: είναι οι σωληνογραμμές στις οποίες καταλήγουν ή από τις οποίες ξεκινούν οι γραμμές παροχής ατμού στους χρήστες ή οι γραμμές επιστροφής συμπυκνωμάτων (σχήμα 2.1).



Σχήμα 2.1 Λέβητας σε λειτουργία.

Πηγή: www.allaboutenergy.gr/Levites.html.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.1 ΜΕΡΗ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΛΕΒΗΤΩΝ

Τα βασικά μέρη, από τα οποία αποτελούνται όλοι σχεδόν οι λέβητες, είναι ο θερμαντήρας, ο υδροθάλαμος και ο ατμοθάλαμος

α) Θερμαντήρας ονομάζεται ο χώρος μέσα στον οποίο συντελείται η καύση και διαμέσου του οποίου φλόγες και καυσαέρια κατευθύνονται προς την καπνοδόχο.

β) Υδροθάλαμος είναι ο χώρος του λέβητα που καταλαμβάνει το νερό.

γ) Ατμοθάλαμος είναι ο χώρος που καταλαμβάνει ο ατμός. Υδροθάλαμος και ατμοθάλαμος διαχωρίζονται μεταξύ τους με τη στάθμη του νερού. Πολλές φορές αναφέρονται μαζί και ως ατμοοδροθάλυμος

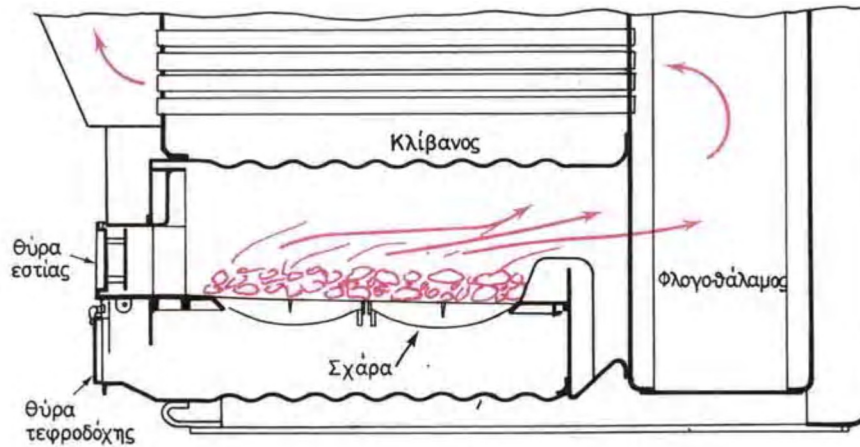
Εκτός από τα παραπάνω διακρίνονται και τα εξής μέρη:

δ) Η εστία ή θάλαμος καύσεως μέσα στην οποία γίνεται η κυρίως καύση με εισαγωγή καυσίμου και καυσιγόνου αέρα.

Στους κυλινδρικούς λέβητες, η εστία περικλείεται σ ένα μεταλλικό κυλινδρικό κυματοειδές περίβλημα το οποίο Ειδικότερα λέγεται κλίβανος (φούρνος).

Στη σχάρα (κοινού τύπου ή μηχανική, κινούμενη με ιδιαίτερο εξωτερικό μηχανήμα), τοποθετείται ο προς καύση γαιάνθρακας. Αυτή αποτελείται από τα εσχάρια (μπάρες).

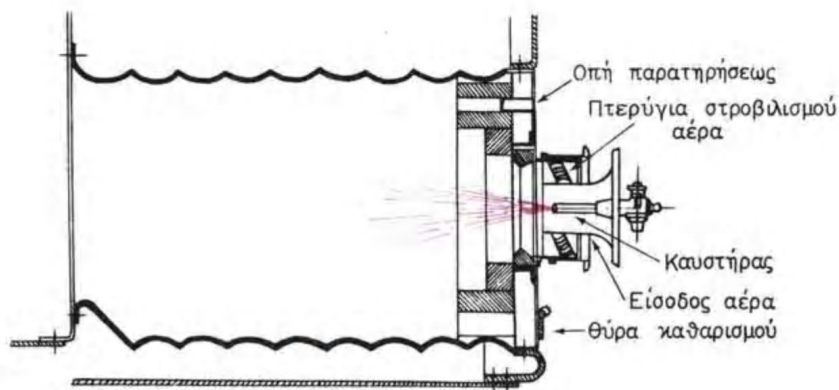
Στο (σχήμα 3.1) φαίνεται η διάταξη εστίας τροφοδόχης σχάρας σε κυλινδρικό γαιανθρακολέβητα. Διακρίνονται επίσης η θύρα της εστίας από την οποία γίνεται η εισαγωγή του γαιάνθρακα, και η θύρα της τροφοδόχης, από την οποία εισέρχεται ο καυσιγόνος αέρας και εξάγονται αντίστοιχα τα κατάλοιπα της καύσεως (τέφρες και σκουριές).



Σχήμα 3.1 Η διάταξη εστίας σχάρας σε κυλινδρικό λέβητα.

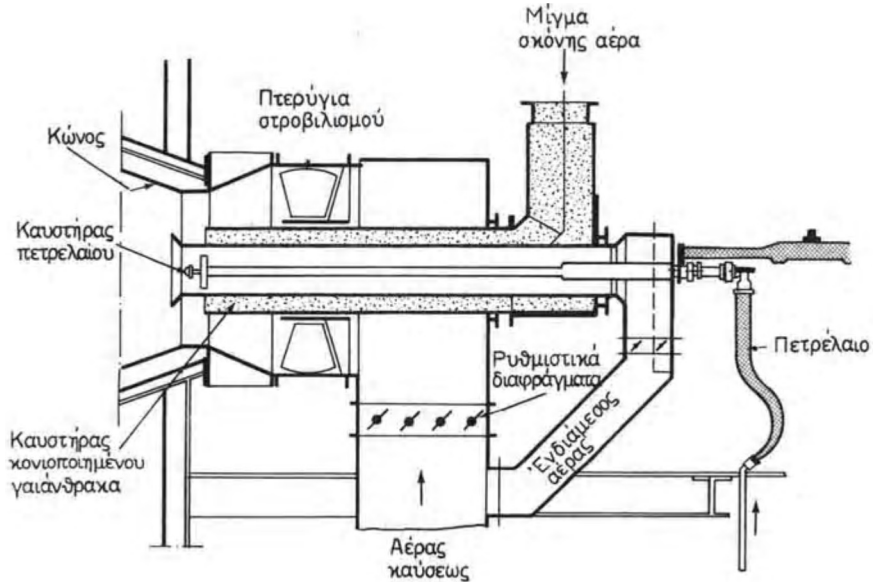
Στα πλοία, από το τέλος του Β' Παγκόσμιου πολέμου και μετά, χρησιμοποιείται, αποκλειστικά σχεδόν, το πετρέλαιο λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει. Με την ελλάτωση όμως των αποθεμάτων του πετρελαίου στον πλανήτη μας, άρχισε ξανά η χρησιμοποίηση του γαιάνθρακα και στα πλοία.

Στους πετρελαιολέβητες δεν υπάρχει σχάρα. Το καύσιμο στην περίπτωση αυτή εισάγεται με πίεση στην εστία από ειδικό εξάρτημα που λέγεται καυστήρας και ο καυσιγόνος αέρας από κατάλληλες θυρίδες που υπάρχουν στο λεγόμενο κώνο αέρα, ο οποίος περιβάλλει τον καυστήρα (σχήμα 3.2).



Σχήμα 3.2 Η εισαγωγή του καυσίμου στους πετρελαιολέβητες.

Το ίδιο συμβαίνει και στους λέβητες κονιοποιημένου γαιάνθρακα. Στο (σχήμα 3.3) φαίνεται ο καυστήρας του κονιοποιημένου γαιάνθρακα ο οποίος εσωτερικό φέρει και καυστήρα για την καύση πετρελαίου.



Σχήμα 3.3 Ο καυστήρας κονιοποιημένου γαιάνθρακα στους λέβητες.

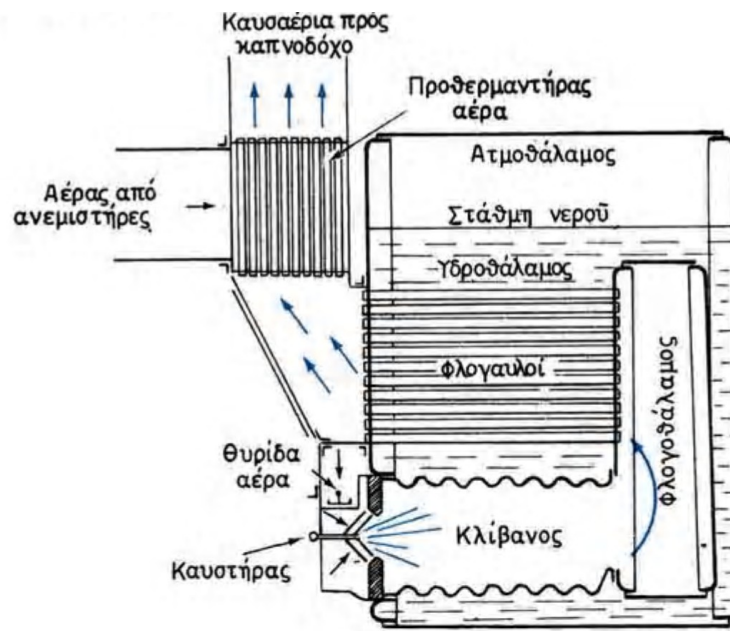
Διακρίνουμε τα ελικοειδή πτερύγια στροβιλισμού του καυσιγόνου αέρα και τον κατακόρυφα τροφοδοτικό σωλήνα του μίγματος σκόνης αέρα που έρχεται υπό πίεση από ιδιαίτερο ανεμιστήρα. Επίσης τον κώνο αέρα ο οποίος περιβάλλει τον καυστήρα.

ε) **Ο φλογοθάλαμος** είναι ο χώρος μέσο στον οποίο απορατώνεται η καύση των αερίων.

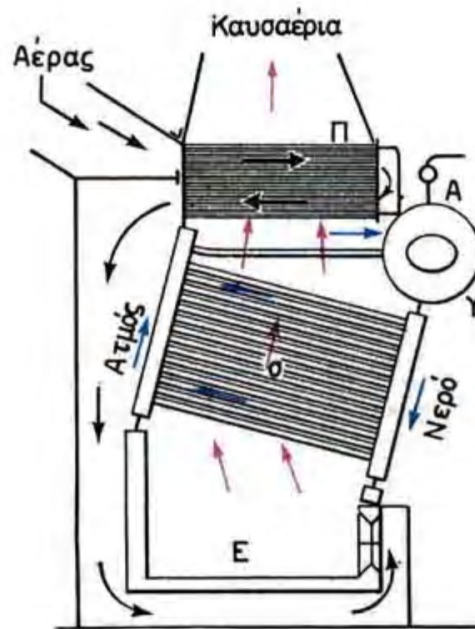
στ) **Οι αυλοί** είναι σωλήνες με μεγάλο μήκος και μικρή διάμετρο. Μέσα από τους αυλούς διέρχονται φλόγες και καυσαέρια (φλογαυλοί, οπότε αυτοί περιβάλλονται από το νερό, ή το προς ατμοποίηση νερό (υδραυλοί, οπότε περιβάλλοντα, από τις φλόγες και τα καυσαέρια. Σκοπός των αυλών είναι να δημιουργήσουν μεγάλη επιφάνεια μεταδόσεως της θερμότητας στο νερό μέσα σε έναν ορισμένο χώρο.

ζ) **Ο καπνοθάλαμος**, που συνδέει το θερμαντήρα με την καπνοδόχο.

η) **Η καπνοδόχος**, που οδηγεί τα αέρια της καύσεως προς την ατμόσφαιρα. Στο (σχήμα 3.4α και 3β) φαίνεται η γενική διάταξη κυλινδρικού πετρελαιολέβητα στον οποίο διακρίνονται τα κυριότερα μέρη του. Αυτός είναι εφοδιασμένος και με προθερμαντήρα αέρα, ο οποίος καταθλίβεται με πίεση από τους ανεμιστήρες προς τους κώνους αέρα.



Σχήμα 3.4α Η γενική διάταξη κυλινδρικού πετρελαιολέβητα.



Σχήμα 3.4β Γενική διάταξη πετρελαιολέβητα.

3.2 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΒΗΤΑ

Τα κύρια χαρακτηριστικά στοιχεία που προσδιορίζουν το μέγεθος και τις ικανότητες των λεβητών, είναι η πίεση και η θερμοκρασία του παραγόμενου ατμού και η παροχή του, που αλλιώς λέγεται ατμοπαραγωγική ικανότητα.

α) Η πίεση του ατμού p μετρείται με βάση τη φυσική ατμόσφαιρα (atm) σε μονάδες ή bar σε kp/cm^2 ή τέλος στο αγγλικό σύστημα σε lb/in^2 (λίμπρες ανά τετραγωνική ίντσα) που γράφονται psi (pounds per square inch).

Είναι:

$$1 \text{ atm} = 1,033 \text{ kp}/\text{cm}^2 = 1,01325 \text{ bar} = 14,7 \text{ psi}$$

$$1 \text{ bar} = 1,0197 \text{ kp}/\text{cm}^2 = 14,5038 \text{ psi}$$

$$1 \text{ kp}/\text{cm}^2 = 14,223 \text{ psi}$$

Στην πράξη είναι αρκετό να λαμβάνονται ως:

$$1 \text{ bar} = 1,02 \text{ kp}/\text{cm}^2 = 14,5 \text{ psi}$$

και $1 \text{ kp}/\text{cm}^2 = 14,22 \text{ psi}$

β) Η θερμοκρασία του ατμού t μετρείται σε βαθμούς Κελσίου $^{\circ}\text{C}$ ή είναι:

$$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \times \frac{5}{9} \quad \text{και} \quad ^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} ^{\circ}\text{C} + 32$$

γ) Η ατμοπαραγωγική ικανότητα A χρησιμεύει ως μέτρο της ισχύος του λέβητα και κατ' επέκταση της υποδυνάμεως της μηχανής που μπορεί αυτός να εξυπηρετήσει. Μετρείται σε τόνους ή kg ή lb παραγόμενου ατμού ανά ώρα.

Είναι φανερό ότι επειδή η ατμοπαραγωγική ικανότητα είναι πηλίκων του βάρους του ατμού δια του χρόνου και κάθε μονάδα βάρους ατμού περιέχει ορισμένη θερμότητα, που αντιστοιχεί σε ανάλογο έργο, θα ισοδυναμεί με έργο που παράγεται στη μονάδα του χρόνου. Έτσι έχει τις ίδιες φυσικές διαστάσεις με την ισχύ, ώστε αντί για την υποδύναμη του λέβητα να δίνεται η ατμοπαραγωγική ικανότητά του και τα στοιχεία (πίεση-θερμοκρασία) του ατμού που παράγει.

Για τη μέτρηση της ισχύος των λεβητών, αλλά ορθότερα για τη σύγκριση διαφόρων λεβητών μεταξύ τους, χρησιμοποιείται μερικές φορές και ο λεγόμενος διεθνής ίππος λέβητα.

1. Ο τύπος λέβητα.

Ο όρος αυτός χαρακτηρίζει την κατηγορία στην οποία ανήκει ο λέβητας και συχνά συνοδεύεται από το όνομα του εργοστασίου που τον κατασκεύασε. Λεμέ π.χ. λέβητας υδραυλωτός, δηλαδή ναυτικού τύπου ακτινοβολίας με αναθέρμανση του ατμού κλπ.

2. Η θερμαινόμενη επιφάνεια.

Αυτή αποτελείται από το άθροισμα των επιφανειών διαμέσου των οποίων η θερμότητα μεταδίδεται προς το νερό ή αλλιώς Είναι η επιφάνεια που περικλείει το θερμαντήρα. Βρίσκεται σε επαφή από τη μια πλευρά της με τις φλόγες και τα καυσαέρια και από την άλλη με το νερό. Όταν βρίσκεται σε επαφή με τις φλόγες λέγεται άμεση. ενώ όταν βρίσκεται σε επαφή με τα καυσαέρια έμμεση.

Η επιφάνεια ακτινοβολίας απορροφά μέχρι και 40% από τη θερμότητα της καύσεως και συντελεί στην αύξηση της αποδόσεως του λέβητα. Γι' αυτό και η χρήση της έχει γενικευθεί σε όλους σχεδόν τους σύγχρονους λέβητες. Η Θερμαινόμενη επιφάνεια μετρείται σε m².

3. Ο όγκος θαλάμου καύσεως V_κ.

Είναι ο χώρος της εστίας μέσα στον οποίο καίγεται το καύσιμο μέχρι τις πρώτες σειρές των αυλών. Αφορά όλους τους λέβητες. Η σχέση μεταξύ θερμαινόμενης επιφάνειας και θαλάμου καύσεως: $\Theta/V_{κ}$ κυμαίνεται από 25 - 40 για τους υδραυλωτούς λέβητες. Ο όγκος θαλάμου καύσεως μετρείται σε m³.

4. Βαθμός καύσεως β.

Είναι το μέτρο της ποσότητας του καυσίμου που καίγεται, ανά μονάδα θερμαινόμενης επιφάνειας ή όγκου θαλάμου καύσεως στη 1 ώρα.

Μετρείται επομένως σε kg/m²/h ή kg/m³/h. Ειδικότερα στους γαιανθρακολέβητες, ο βαθμός καύσεως μετρείται σε kg ανά m² επιφάνειας σχάρας και ανά ώρα kg/m²/h και λέγεται τότε ειδική φόρτιση της σχάρας.

Οι τιμές του βαθμού καύσεως ποικίλλουν σε ευρύτατα όρια, ανάλογα με την ποιότητα και το είδος του καυσίμου, τη μέθοδο και τις συνθήκες καύσεως, το είδος των καυστήρων, το είδος του ελκυσμού κλπ.

3.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΛΕΒΗΤΩΝ

Ο λέβητας, για να πραγματοποιεί ικανοποιητικά τον σκοπό του, πρέπει να εκπληρώνει ορισμένες προϋποθέσεις ή αλλιώς να παρουσιάζει ορισμένα πλεονεκτήματα, τα οποία

Είναι:

α) Η μεγάλη θερμαινόμενη επιφάνεια.

Στο μικρότερο δυνατό χώρο και βάρος του λέβητα. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση των αυλών μεγάλου μήκους και μικρής διαμέτρου και με την κατάλληλη διάταξη της όλης επιφάνειας σ' έναν ορισμένο χώρο.

β) Η μεγάλη μετάδοση της θερμότητας.

Αυτή επιτυγχάνεται:

- Με τη χρήση, για την κατασκευή της θερμαινόμενης επιφάνειας, ευθερμαγωγών υλικών από μαλακό χάλυβα και ειδικά κράματά του.
- Με την επένδυση της εστίας με αυλούς.
- Με την καλή σχεδίαση και διάταξη της θερμαινόμενης επιφάνειας σε σχέση προς την πορεία των καυσαερίων, ώστε αυτά να εγκαταλείπουν το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητάς τους στο νερό. Τοποθετείται δηλαδή η θερμαινόμενη επιφάνεια έτσι, ώστε τα καυσαέρια κατά την πορεία τους προς την καπνοδόχο να την προσβάλλουν σχεδόν κάθετα. Για το λόγο αυτό μέσα στο θερμαντήρα τοποθετούνται κατάλληλα οδηγητικά διαφράγματα που ρυθμίζουν την πορεία των καυσαερίων.
- Με την προσπάθεια που καταβάλλεται, όταν ο λέβητας λειτουργεί, να διατηρείται η θερμαινόμενη επιφάνεια καθαρή και από την πλευρά καύσεως (χρήση εκκαπνιστών) και από την πλευρά νερού (χημική επεξεργασία του νερού - εξαγωγές), γιατί και η αιθάλη και τα άλατα αποτελούν δυσθερμαγωγικές ουσίες που εμποδίζουν τη διάβαση της θερμότητας στο νερό.

γ) Η έντονη κυκλοφορία του νερού.

Αυτή συντελεί στην αύξηση της μεταδόσεως της θερμότητας και την επιτάχυνση της ατμοποίησης. Πραγματοποιείται με την κατάλληλη τοποθέτηση των αυλών, ώστε να πλησιάζουν την κατακόρυφο και να αυξάνεται έτσι η φυσική κυκλοφορία του νερού. Σε νεότερους λέβητες εφαρμόζεται η τεχνητή κυκλοφορία με ιδιαίτερη αντλία που προκαλεί την επιτάχυνση της ροής του νερού και ταχύτερη την ατμοποίηση.

δ) Οι μικρές απώλειες από ακτινοβολία του λέβητα προς το περιβάλλον.

Για το σκοπό αυτό, ο λέβητας επενδύεται με θερμομονωτικές ουσίες, όπως π.χ μίγμα από γύψο-αμίαντο, και τα τοιχώματα της εστίας κατασκευάζονται από μονωτικούς πυρόπλινθους (πυρότουβλα) ή αυλούς, όπως έχομε αναφέρει, που αποτελούν τους υδρότοιχους. Αυτοί εκτός από το ότι απορροφούν τη θερμότητα μ ακτινοβολία, εμποδίζουν τη διαφυγή της προς το περιβάλλον. Επιχρίονται γι' αυτό με Ειδικά πυρίμαχα υλικά όπως είναι το ορυκτό χρώμιο και άλλα ανάλογο υλικό.

ε) Η ασφάλεια του λέβητα.

Ο λέβητας κατασκευάζεται από υλικά άριστης ποιότητας, τα οποία είναι ανθεκτικά στην πίεση, στις υψηλές θερμοκρασίες και στις διαβρώσεις, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος για το προσωπικό που τον χειρίζεται, αλλά και για την εγκατάσταση γενικά. Υπολογίζεται και σχεδιάζεται σύμφωνα με κανόνες των διαφόρων Νηογνομόνων, οι οποίοι προδιαγράφουν τα υλικά και τις μεθόδους κατασκευής. μετά την κατασκευή του υποβάλλεται πάντοτε στις αναγκαίες αυστηρές δοκιμές ασφάλειας και ικανοποιητικής λειτουργίας.

Εκτός από αυτά που αναφέραμε παραπάνω, οι ναυτικοί λέβητες, λόγω τω ιδιαιτέρων συνθηκών στις οποίες εργάζονται πρέπει να παρουσιάζουν:

1. Ελάχιστο όγκο και βάρος. Αυτό Επιτυγχάνεται μ την αύξηση της ταχύτητας κυκλοφορίας του νερού, της ταχύτητας των καυσαερίων, της θερμαινόμενης επιφάνειας και του βαθμού καύσεως, ο οποίος αυξάνει με τη χρησιμοποίηση του τεχνητού ελκυσμού.

2. Ικανότητας παροχής ατμού στη μέγιστη θερμοκρασία του μέσα σε μεγάλα όρια μεταβολής του βαθμού ατμοπαραγωγής. Αυτή επιτυγχάνεται με τον ορθό υπολογισμό και σωστή σχεδίαση του υπερθερμαντήρα και τη χρήση των καταλλήλων οργάνων Ελέγχου θερμοκρασίας του υπέρθερμου.

3. Μέγιστη απόδοση σ πολύ μεγάλα όρια ατμοπαραγωγής.

4. Μέγιστη ικανότητα προσαρμογής στις αυξομειώσεις της ατμοπαραγωγής, ανάλογα με τις απαιτήσεις της μηχανής.

5. Μικρό χρόνο ατμοποίησης

6. Μεγάλη ευχέρεια επιθεωρήσεως, καθαρισμού και επισκευών.

Η λειτουργία ενός λέβητα διαιρείται και θα εξετασθεί συνεπώς, σε δύο διαφορετικά κύκλωμα: το κύκλωμα καυσίμου-αέρα-καυσαερίων και το κύκλωμα τροφοδοτικού νερού-ατμού.

α) Το κύκλωμα καυσίμου-αέρα-καυσαερίων αναφέρεται στην είσοδο του καυσίμου μέσα στην εστία και στην παράλληλη είσοδο του ατμοσφαιρικού καυσιγόνου αέρα. Στους πετρελαιολέβητες το υγρό πετρέλαιο εισάγεται με τον καυστήρα στην εστία υπό την πίεση της αντλίας πετρελαίου, ενώ ο αέρας εισάγεται με τον κώνο αέρα που περιβάλλει τον καυστήρα. Στην υψηλή θερμοκρασία της εστίας, το πετρέλαιο ενώνεται χημικά με το οξυγόνο του αέρα, δηλαδή καίγεται, και παράγονται οι φλόγες και τα καυσαέρια.

Οι παραγόμενες φλόγες και τα καυσαέρια οδεύουν προς την και καπνοδόχο του θερμαντήρα. Κατά την πορεία τους αυτή μεταδίδουν μέσα από τη θερμαινόμενη επιφάνεια τη θερμότητα στο νερό, το οποίο ατμοποιείται. Από την καπνοδόχο και τέλος εξέρχονται προς την ατμόσφαιρα.

Σε περιπτώσεις λεβήτων μ κοινή σχάρα, ο στερεός γαιάνθρακας εισάγεται από τη θύρα της εστίας και διανέμεται πάνω στην επιφάνεια της σχάρας. Ο αέρας εισάγεται από τη θύρα της τροφοδόχης και μέσω των διακένων της σχάρας εισέρχεται στο χώρο της εστίας. Εκεί, κάτω από υψηλή θερμοκρασία, ο γαιάνθρακας καίγεται και παράγονται οι φλόγες και τα καυσαέρια. Ανάλογη είναι η καύση του γαιάνθρακα πάνω στις μηχανικές σχάρες.

Ο κονιοποιημένος γαιάνθρακας στους αντίστοιχους λέβητες εισάγεται στο θάλαμο καύσεως υπό πίεση αέρα εμφυσήσεως μ κατάλληλους καυστήρες και καίγεται όπως το πετρέλαιο.

β) Το κύκλωμα τροφοδοτικού νερού-ατμού αναφέρεται στην είσοδο του τροφοδοτικού νερού στο λέβητα και στην ατμοποίησή του.

Το νερό καταθλίβεται από την τροφοδοτική αντλία με πίεση μεγαλύτερη από αυτή που επικρατεί μέσα στο λέβητα και εισάγεται στον υδροθάλαμο. Εκεί θερμαίνεται από τις φλόγες και τα καυσαέρια μέσω της θερμαινόμενης επιφάνειας, ατμοποιείται και ως ατμός συγκεντρώνεται στον ατμοθάλαμο του λέβητα από όπου από τον ατμοφράκτη παρέχεται προς κατανάλωση στη μηχανή.

Στα παραπάνω πρέπει να προστεθούν και τα εξής συναφή με τη λειτουργία του λέβητα:

1) Το πετρέλαιο εισέρχεται στην εστία, αφού πρώτα προθερμαθεί με ατμό μέσα στον προθερμαντήρα πετρελαίου.

2) Ο αέρας εισάγεται στην εστία είτε μόνο με τη βοήθεια τού αναρροφητικού ρεύματος τής καπνοδόχου, δηλαδή μ φυσικό ελκυσμό, είτε με τη βοήθεια τεχνητών μέσων, των ανεμιστήρων, δηλαδή μ τεχνητό ελκυσμό. Ακόμα ο αέρας μπορεί να εισέρχεται στην

εστία ψυχρός, δηλαδή με τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, ή θερμός, αφού προηγουμένως περάσει μέσα από ιδιαίτερη συσκευή, τον προθερμαντήρα αέρα.

3) Το τροφοδοτικό νερό εισέρχεται στον υδροθάλαμο, αφού πρώτα προθερμαθεί μέσα σε προθερμαντήρα νερού, που λειτουργεί με τη θερμότητα των εξατμίσεων των βοηθητικών μηχανημάτων, ή μέσα σε 2 ή 3 εναλλάκτες θερμότητας, που λειτουργούν με ατμό απομαστεύσεως από τους στρόβιλους ή μέσα στην εξαεριστική δεξαμενή, ή τέλος, μέσα σε οικονομητήρα, ο οποίος λειτουργεί με τη θερμότητα των καυσαερίων που εξέρχονται προς την ατμόσφαιρα.

4) Όταν ο ατμός εξέρχεται από το λέβητα, οδεύει απευθείας προς την κατανάλωση ως φυσικός ατμός (υγρός ή ξηρός κορεσμένος) ή περνά και από τον υπερθερμαντήρα, όπου υπερθερμαίνεται. Στην περίπτωση αυτή καλείται υπέρθερμος ατμός.

Ο υπέρθερμος ατμός, κατά την πορεία του μέσα από το στρόβιλο, μπορεί να παραληφθεί από μία ενδιάμεση εκτονωτική βαθμίδα και να οδηγηθεί ξανά μέσα σε ιδιαίτερη συσκευή του λέβητα, που λέγεται αναθερμαντήρας (παρόμοια με τον υπερθερμαντήρα), όπου αναθερμαίνεται και οδηγείται κατόπιν στην επόμενη εκτονωτική βαθμίδα του στρόβιλου με υψηλότερο θερμικό περιεχόμενο.

Τα δύο λοιπόν βασικά κυκλώματα λειτουργίας του λέβητα είναι:

α) Προθέρμανση πετρελαίου - προθέρμανση αέρα - είσοδος καυσίμου και αέρα στην εστία - καύση και παραγωγή φλογών και καυσαερίων - μετάδοση της θερμότητας στο νερό προς ατμοποίηση - υπερθέρμανση του ατμού από τον υπερθερμαντήρα και ενδεχομένως αναθέρμανσή του στον αναθερμαντήρα - προθέρμανση του τροφοδοτικού νερού από τον οικονομητήρα - προθέρμανση του καυσιγόνου αέρα από τον προθερμαντήρα αέρα - έξοδος καυσαερίων προς την ατμόσφαιρα.

β) Προθέρμανση του νερού στον προθερμαντήρα ή στους εναλλάκτες θερμότητας και την εξαεριστική δεξαμενή - προθέρμανση του νερού στον οικονομητήρα - είσοδος στον υδροθάλαμο - ατμοποίηση - υπερθέρμανση του ατμού - έξοδος του προς την κατανάλωση - ενδεχομένως ενδιάμεση αναθέρμανση του ατμού και επιστροφή προς την κατανάλωση.

3.4 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΛΕΒΗΤΩΝ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΑ ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΤΟΥΣ

Οι ναυτικοί λέβητες διαιρούνται σε δύο βασικές κατηγορίες:

Στους φλογαυλωτούς, οι οποίοι ονομάζονται και κυλινδρικοί, και στους υδραυλωτούς

Πρώτοι εμφανίστηκαν οι φλογαυλωτοί λέβητες, που κατασκευάστηκαν σε δύο τύπους, στους κυλινδρικούς ευθείας φλόγας ή αγγλικού ναυαρχείου και στους κυλινδρικούς επιστρέφουσας φλόγας. Στους φλογαυλωτούς λέβητες γενικά, οι αυλοί διατρέχονται εσωτερικά από τις φλόγες και τα καυσαέρια, ενώ εξωτερικά περιβάλλονται από το νερό.

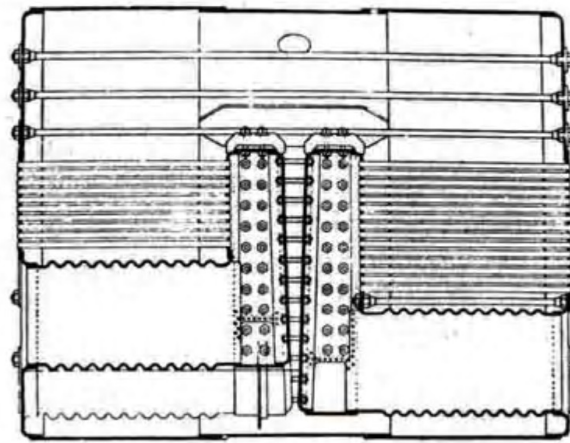
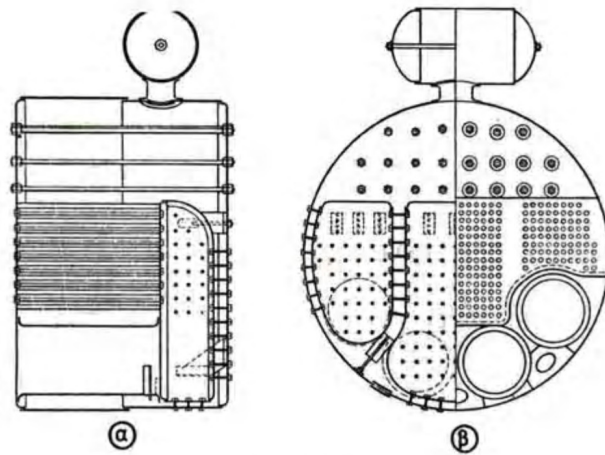
Ο λέβητας επιστρέφουσας φλόγας έχει τους αυλούς τοποθετημένους Επάνω και παράλληλα προς τους κλίβανους, ώστε οι φλόγες και τα καυσαέρια να αναγκάζονται να αναστραφούν για να εισέλθουν στους αυλούς και στη συνέχεια να οδεύσουν προς την καπνοδόχο. Ο λέβητας ευθείας φλόγας φέρει τους αυλούς στην προέκταση του κλιβάνου, ώστε φλόγες και καυσαέρια να οδεύουν από αυτόν κατευθείαν προς την καπνοδόχο.

Από τους φλογαυλωτούς λέβητες ο λέβητας επιστρέφουσας φλόγας, ο οποίος και ονομάστηκε σκωτικός λέβητας, χρησιμοποιήθηκε πάρα πολύ τον περασμένο και στις αρχές του αιώνα μας λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων του, ως γαιανθρακολέβητας και ως πετρελαιολέβητας.

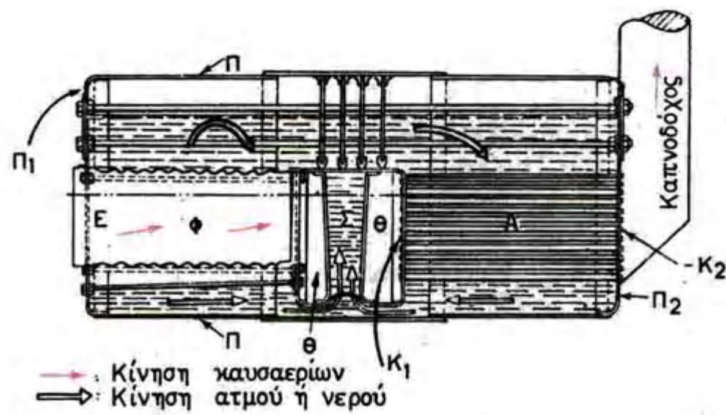
Στο (σχήμα 3.5 α) φαίνεται σε εγκάρσια ημίτομη και διαμήκη τομή λέβητας σκωτικού τύπου, κυλινδρικός επιστρέφουσας φλόγας απλής προσόψεως. Στο (σχήμα 3.5β) φαίνεται σε τομή κυλινδρικός επιστρέφουσας φλόγας διπλής προσόψεως και στο σχήμα (3.6) κυλινδρικός ευθείας φλόγας αγγλικού ναυαρχείου (σε τομή).

Στο τέλος περίπου του 19ου αιώνα με την εισαγωγή στα πλοία της παλινδρομικής μηχανής τριπλής εκτονώσεως και αργότερα (1894) του ατμοστρόβιλου, διαπιστώθηκε ότι οι φλογαυλωτοί λέβητες παρά τις τροποποιήσεις και βελτιώσεις ήταν ανεπαρκείς. Έτσι δημιουργήθηκε η ανάγκη κατασκευής των υδραυλωτών λεβητών, οι οποίοι αποδείχθηκαν πολύ ικανότεροι, για γρήγορη παραγωγή ατμού υψηλής πίεσεως, και με διαστάσεις και βάρος μικρότερα από τα αντίστοιχα των ισοδυνάμων φλογαυλωτών λεβητών.

Στους υδραυλωτούς λέβητες οι αυλοί διατρέχονται εσωτερικά από το νερό ή τον ατμό ή και τα δύο, ενώ εξωτερικά περιβάλλονται από τα καυσαέρια, τα οποία διαμέσου του θερμαντήρα οδεύουν προς την καπνοδόχο.



Σχήμα 3.5 Λέβητας σκαυτικού τύπου.
α) Διαμήκης τομή. β) Εγκάρσια ημιτομή.

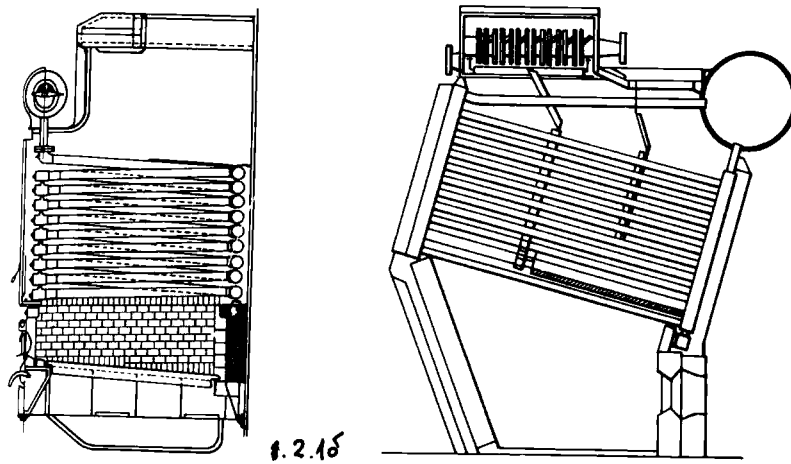


Σχήμα 3.6 Υπόμνημα

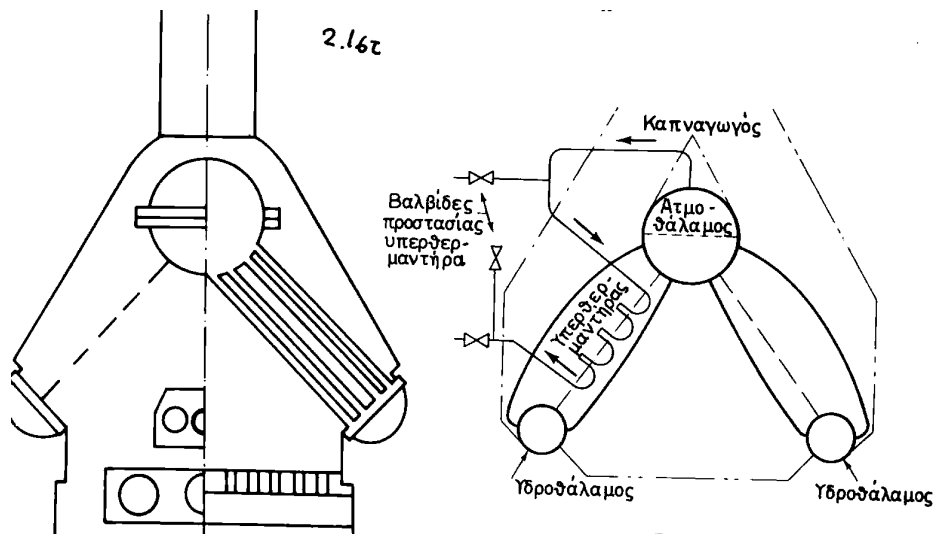
Π) Περίβλημα του λέβητα. Π1) Πρόσοψη. Π2) Πυθμένας. Φ) Κλίβανος. Θ) Φλογοθάλαμος. Α) Φλογαυλοί.
Κ1-Κ2) Εμπρόσθιο και οπίσθιο αυλοφόρος πλάκα. Σ) Σωλήνας κυκλοφορίας του νερού.

Με την πάροδο των ετών κατασκευασθήκαν οι λέβητες περιορισμένης κυκλοφορίας Belleville στην Γαλλία, ενώ παράλληλα αναπτύχθηκαν στην Αμερική οι λέβητες ελεύθερης κυκλοφορίας όπως είναι οι Babcock-Wilcox. Στην Αγγλία χρησιμοποιήθηκαν υδραυλωτοί ταχείας κυκλοφορίας τύπου A.

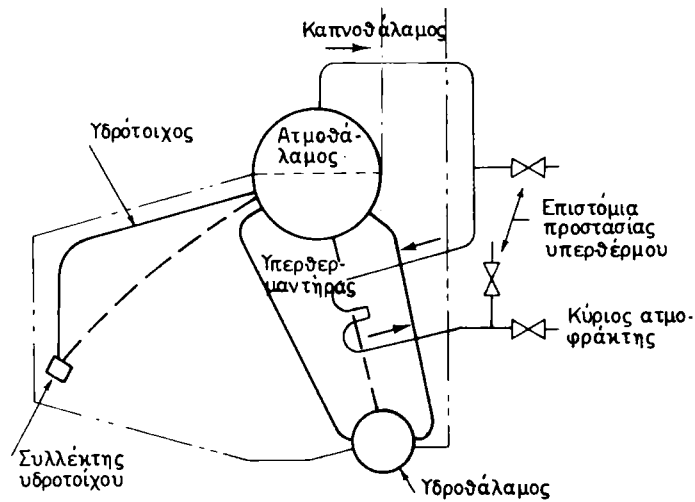
Στο (σχήμα 3.7) παριστάνεται σε εγκάρσια τομή λέβητας περιορισμένης κυκλοφορίας τύπου Belleville στο (σχήμα 3.8) λέβητας ελεύθερης κυκλοφορίας και στα (σχήματα 3.8) παριστάνονται η διαμόρφωση του λέβητα (τύπου A) ταχείας κυκλοφορίας, δηλαδή η αρχική και η εξελιγμένη μορφή του. Στο (σχήμα 3.9) φαίνεται η βασική μορφή λέβητα τύπου «1».



Σχήμα 3.7 Λέβητας τύπου Belleville.



Σχήμα 3.8 Λέβητας ελεύθερης κυκλοφορίας.



Σχήμα 3.9 Βασική μορφή λέβητα.

Οι ναυτικοί λέβητες ταξινομούνται ανάλογα με τα διάφορα χαρακτηριστικά τους, ως εξής:

α) Ανάλογα με το είδος των αυλών, σε φλογαυλωτούς και υδραυλωτούς, φλογαυλωτοί λέβητες Είναι, όπως έχουμε αναφέρει, οι κυλινδρικοί ευθείας φλόγας ή επιστρέφουσας φλόγας απλής ή διπλής προσόψεως.

Οι φλογαυλωτοί χαρακτηρίζονται και ως λέβητες μεγάλου όγκου ατμοϋδροθάλαμου και βραδείας ατμοπαραγωγής, ενώ οι υδραυλωτοί μέτριου ή μικρού όγκου ατμοϋδροθάλαμου και ταχείας ατμοπαραγωγής.

β) Με βάση τη μέθοδο κυκλοφορίας του νερού διακρίνονται σε: λέβητες φυσικής κυκλοφορίας και λέβητες τεχνητής κυκλοφορίας.

Στους πρώτους η κυκλοφορία γίνεται μόνη τη θέρμανση του νερού, ενώ στους δεύτερους με ιδιαίτερη αντλία κυκλοφορίας. Η φυσική κυκλοφορία του νερού υποβοηθείται, όπως έχουμε πει, από την κλίση των αυλών. Έτσι οι λέβητες φυσικής κυκλοφορίας διακρίνονται σε βραδείας κυκλοφορίας, που είναι κατά κανόνα οι φλογαυλωτοί, και περιορισμένης ταχείας και οι περισσότεροι από τους νεότερους λέβητες αποτελούν εξελίξεις των βασικών αρχικών τύπων.

γ) Ανάλογα με την πίεση του ατμού που παράγουν, διακρίνονται σε λέβητες χαμηλής πίεσεως μέχρι 15 bar περίπου, υψηλής μέχρι 60 bar και μερικές φορές πάρα πολύ υψηλής από 60 μέχρι 200 bar.

δ) Ανάλογα με το είδος του ατμού, σε λέβητες κορεσμένου, που είναι οι παλιότεροι λέβητες χαμηλών πιέσεων, και υπέρθερμου, που είναι σχεδόν όλοι οι νεότεροι υψηλών πιέσεων και πάνω.

ε) Ανάλογα με το είδος του καυσίμου, διακρίνονται σε γαιανθρακολέβητες και σε πετρελαιολέβητες. Όλοι οι σύγχρονοι ναυτικοί λέβητες είναι πετρελαιολέβητες. Τα τελευταία χρόνια άρχισε η επαναχρησιμοποίηση του γαιάνθρακα σε διάφορες μορφές, κονιοποιημένου, ρευστοποιημένου κλπ.

στ) Ανάλογα με το είδος του ελκυσμού, σε λέβητες φυσικού ελκυσμού, όπου ο καυσιγόνος αέρας εισάγεται με τη βοήθεια της καπνοδόχου και τεχνητού ελκυσμού, όπου εισάγεται με τη βοήθεια ανεμιστήρων. Όλοι σχεδόν οι σύγχρονοι λέβητες είναι τεχνητού ελκυσμού.

ζ) Ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετούν σε κύριους και βοηθητικούς. Οι βοηθητικοί είναι φλογαυλωτοί, κατακόρυφοι, τύπου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4.1 ΣΥΓΧΡΟΝΟΙ ΛΕΒΗΤΕΣ ΠΛΟΙΩΝ / ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΙ ΛΕΒΗΤΕΣ

Οι λέβητες που χρησιμοποιούνται σήμερα στα εμπορικά πλοία αποτελούν κατά κανόνα εξελιγμένες μορφές του λέβητα τύπου D της Foster -Wheeler που έχουμε αναφέρει.

Αυτός αρχικά κατασκευάστηκε με αυλούς των οποίων η κλίση πλησιάζει την κατακόρυφο, με πλευρικό υδροτοίχωμα, με ενδιάμεσο υπερθερμαντήρα και οικονομητήρα στην έξοδο των καυσαερίων.

Αργότερα οι αυλοί του τοποθετήθηκαν κατακόρυφα και προστέθηκαν τα υδροτοίχωμα του οπίσθιου πυθμένα της εστίας και του δαπέδου.

Κατασκευάστηκαν στη συνέχεια οι λέβητες F.W δύο εστιών και B & W τύπου M όπου διατίθενται 2 εστίες: μία που θερμαίνει τους αυλούς για παραγωγή κορεσμένου ατμού και μία που μπαίνει σε ενέργεια όταν ο λέβητας παράγει υπέρθερμο ατμό. Η χρήση των λέβητων αυτών ήταν περιορισμένη στο εμπορικό ναυτικό, αλλά χρησιμοποιούνται αυτοί στα πολεμικά και επιβατηγό πλοία.

Αργότερα στους λέβητες τύπου D ο υπερθερμαντήρας μιας ή περισσοτέρων διαβάσεων του ατμού τοποθετήθηκε εξωτερικά από τους αυλούς, Εφοδιάστηκαν αυτοί με αναθερμαντήρα ατμού και προθερμαντήρα αέρα, και η εστία της κατασκευάστηκε σε μεγάλες διαστάσεις και με καυστήρες στην οροφή της με σκοπό την τελεία καύση και την εκμετάλλευση στο μέγιστο βαθμό της μεταδόσεως της θερμότητας με ακτινοβολία.

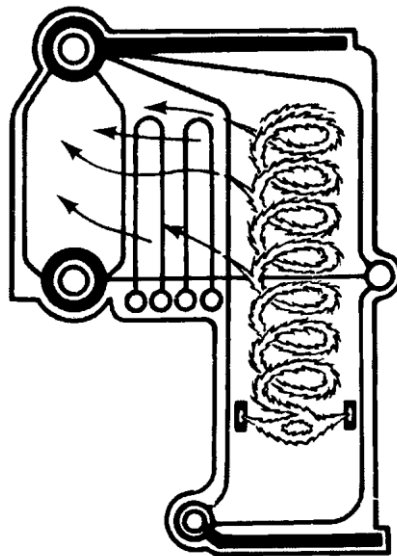
Έτσι προέκυψαν οι σύγχρονοι αυτοί λέβητες που κατασκευάζονται από πολλά στον κόσμο εργοστάσια με βάση σχέδια των κυριότερων κατασκευαστικών οίκων Babcock-Wilcox, Foster-Wheeler, Combustion Engineering, Mitsubishi, Kawasaki κλπ. Αντιπροσωπευτικούς τύπους των εταιριών αυτών θα περιγράψουμε στις επόμενες υποπαραγράφους.

Λέβητας Combustion Engineering Co

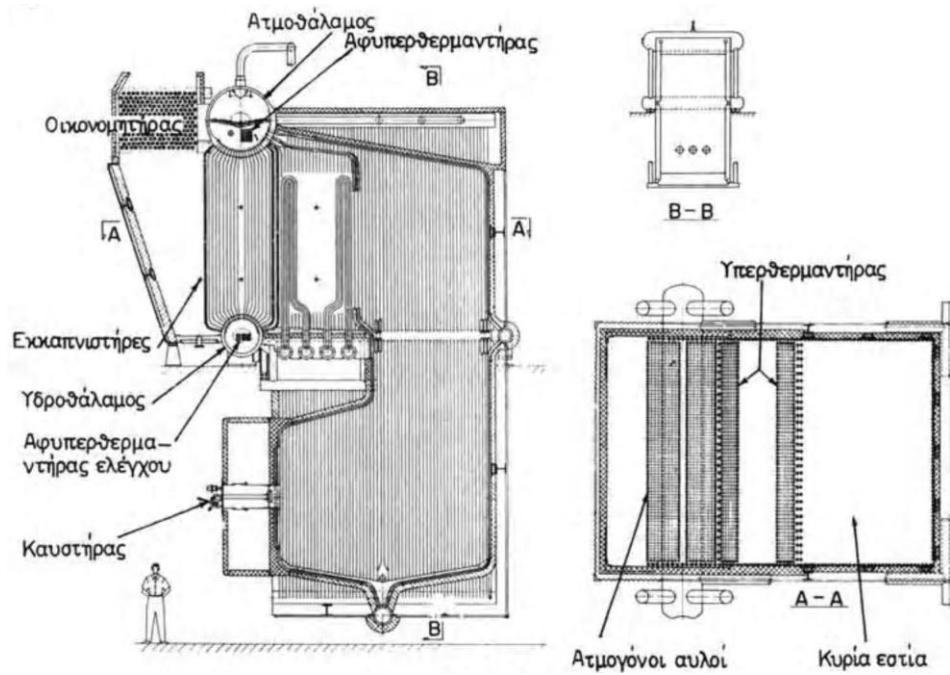
Κατασκευάζεται σε δύο μορφές: την απλή μορφή και τη μορφή με αναθερμαντήρα του ατμού, που λαμβάνεται από ενδιάμεσες βαθμίδες του στροβίλου.

Χαρακτηριστικό της κατασκευής του είναι ότι δεν έχει μονωτική πλινθοδομή εστίας και οι αυλοί που αποτελούν τους υδρότοιχους, είναι συγκολλημένοι μεταξύ τους, με αποτέλεσμα να δημιουργείται ένας τελείως στεγανός υδρότοιχος. Οι καυστήρες είναι τοποθετημένοι στην οροφή.

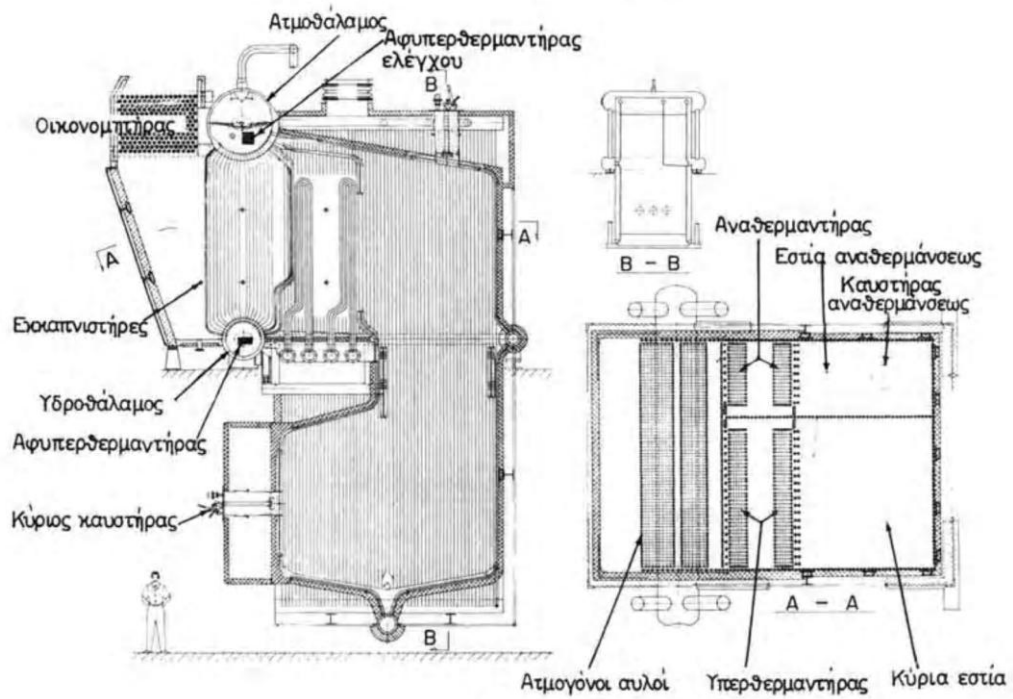
Στο (σχήματα 4.1, 4.2, 4.3) εικονίζεται ο λέβητας στη γενική διαγραμματική διάταξή του.



Σχήμα 4.1 Λέβητας Combustion Engineering Co.



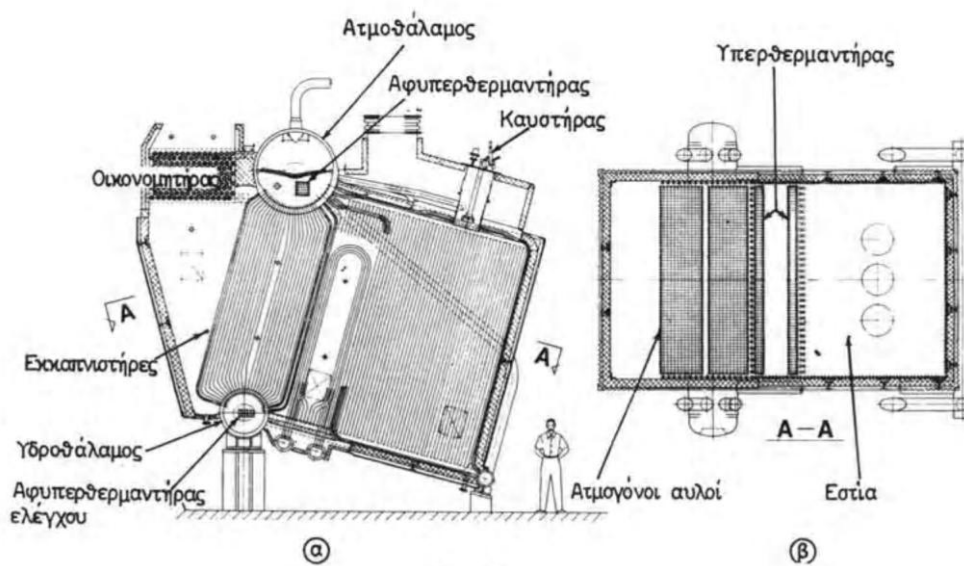
Σχήμα 4.2 Λέβητας Combustion Engineering Co.



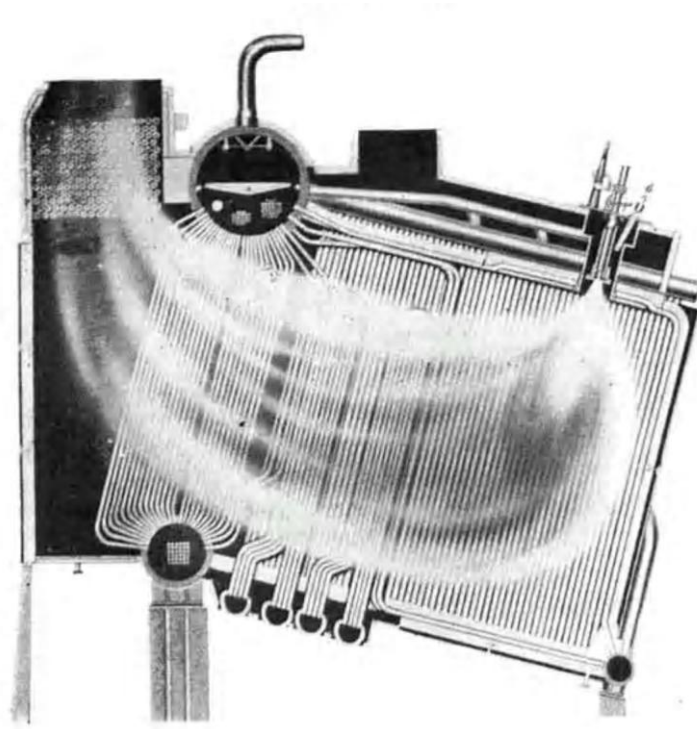
Σχήμα 4.3 Γενική διάταξη λέβητα.



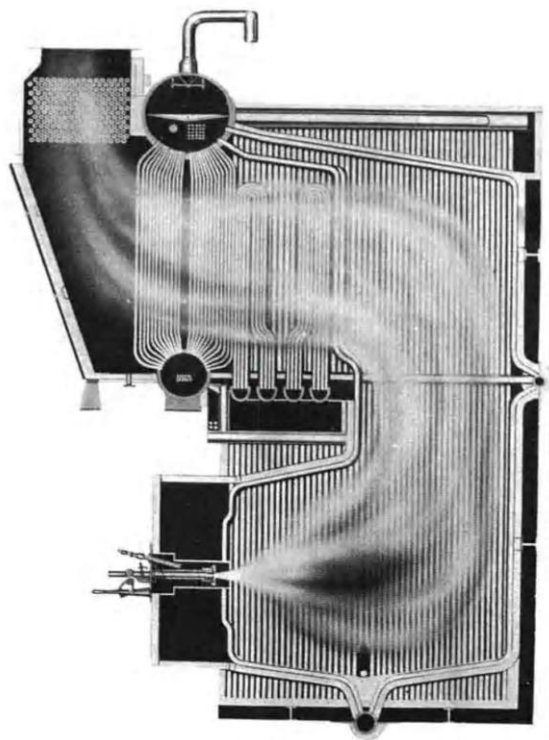
Σχήμα 4.3 Γενική διάταξη λέβητα και τοιχώματα αυλών.



Σχήμα 4.4 Διάταξη λέβητα α) Κατακόρυφη τομή και β) Οριζόντια τομή.



Σχήμα 4.5 Λέβητας σε λειτουργία.



Σχήμα 4.5 Λέβητας σε λειτουργία.

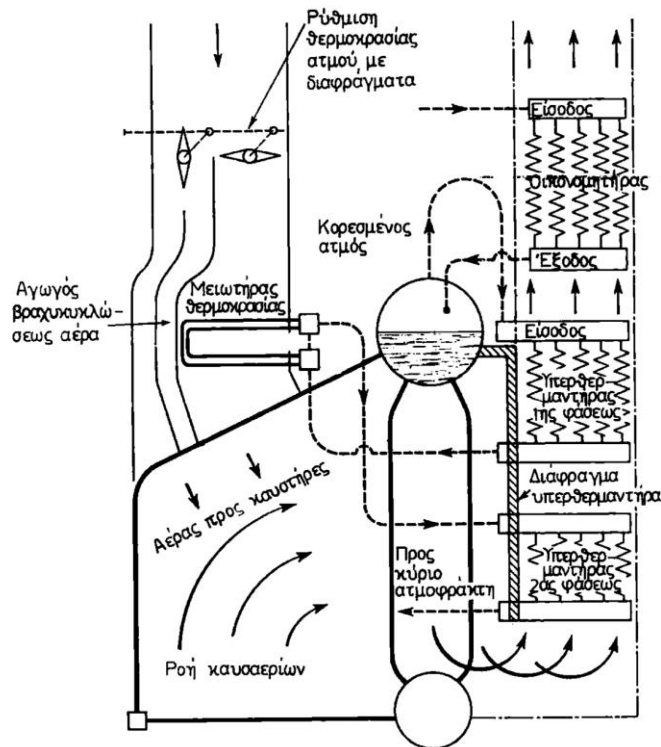
Λέβητας E.S.D της Foster - Wheeler

Ο λέβητας αυτός σχεδιάστηκε για να αντιμετωπισθούν οι ανωμαλίες που παρουσιάζονται στους ενδιάμεσους υπερθερμαντήρες από την συσσώρευση σκουριάς, λόγω χρησιμοποίησης πετρελαίων που περιέχουν ενώσεις βαναδίου, σιδήρου, νικελίου, θείου και νατρίου.

Οι μεγαλύτερες συσσωρεύσεις σκουριάς και στάχτης προκαλούνται στον υπερθερμαντήρα, όπου η θερμοκρασία των καυσαερίων και της θερμαινόμενης επιφάνειας είναι υψηλές. Λιγότερη σκουριά σχηματίζεται πάνω στους ατιμογόνους αυλούς όπου οι θερμοκρασίες των καυσαερίων είναι πολύ υψηλότερες, αλλά οι θερμοκρασίες της θερμαινόμενης επιφάνειας είναι χαμηλότερες.

Οι αυλοί υδροτοίχων εστίας σπάνια φέρουν σημαντικές ρυπάνσεις. Τα ελαφρά και εύθραυστα κατάλοιπα δε σχηματίζουν συνεκτικές επικαλύψεις όπως αυτές που τόσο συχνά χαρακτηρίζουν τη σκουριά και τη στάχτη των αυλών υπερθερμοντήρων.

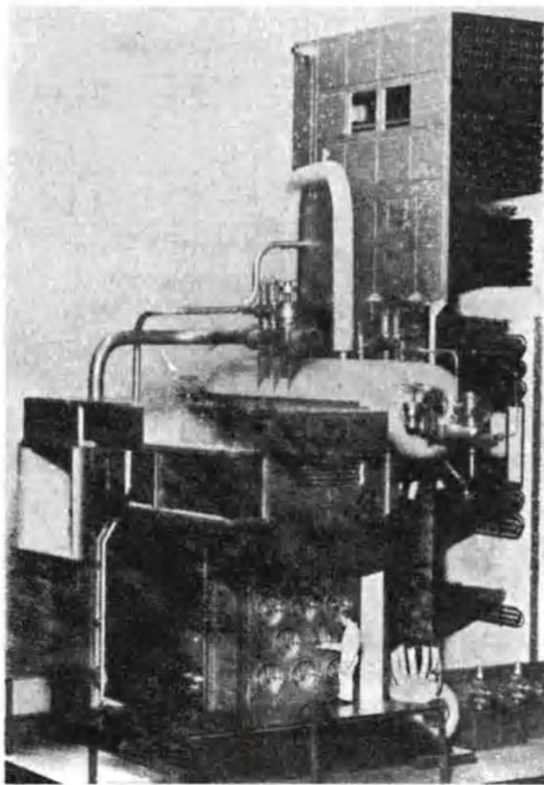
Έτσι προέκυψε η ανάγκη κατασκευής του λέβητα «D» με εξωτερικό υπερθερμοντήρα. Ο όρος E.S.D σημαίνει: External Superheat «D», δηλαδή λέβητας του τύπου «D» με εξωτερικό υπερθερμαντήρα (σχήμα 4.6).



Σχήμα 4.6 Διαγραμματική παράσταση λέβητα.

Η θερμοκρασία του υπέρθερμου ρυθμίζεται με χειρισμό των διαγραμμάτων ή αεριοφρακτών που βρίσκονται στην είσοδο του αγωγού αέρα, ενός απομονωτικού και ενός βραχυκυκλώσεως. Κλείνοντας το διάφραγμα βραχυκυκλώσεως του μειωτήρα, προκαλούμε πτώση της θερμοκρασίας του υπέρθερμου, γιατί όλος ο αέρας θα διέρχεται γύρω από το μειωτήρα.

Στο (σχήμα 4.7) φαίνεται λέβητας τύπου E.S.D.



Σχήμα 4.7 Λέβητας τύπου E.S.D.

Λέβητας Marine Radiant (MR) της Babcock.

Ο λέβητας αυτός (σχήμα 4.8) του οποίου η λειτουργία βασίζεται στη μετάδοση της θερμότητας με ακτινοβολία, αποτελεί παραλλαγή των αντιστοίχων λεβήτων των ατμολεκτρικών σταθμών ξηράς. Τα γενικά χαρακτηριστικά της λειτουργίας του είναι τα παρακάτω:

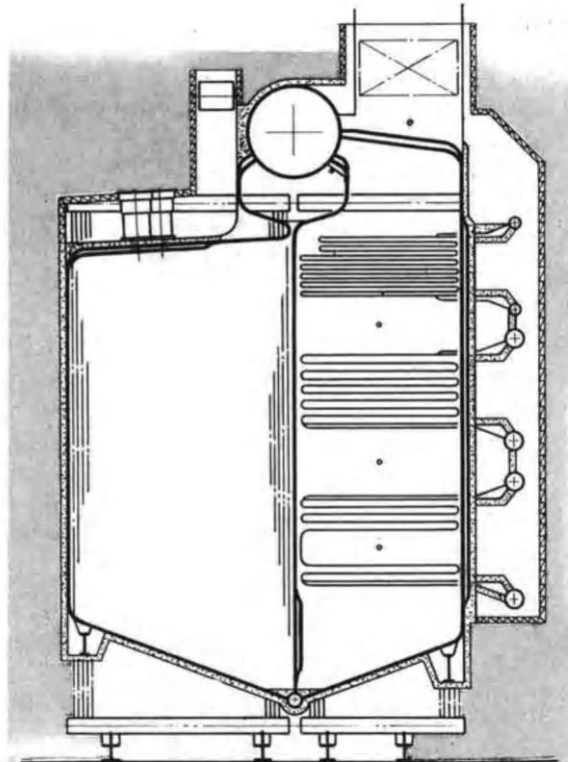
- ✓ Ατμοπαραγωγή 45-226 ton/h.
- ✓ Πίεση ατμού στην έξοδο από τον υπερθερμαντήρα 48-145 kp/cm².

- ✓ Θερμοκρασία υπέρθερμου 470-538°C.
- ✓ Όρια ρυθμίσεως θερμοκρασίας υπέρθερμου επί τοις εκατό % του μέγιστου φορτίου 60-100.
- ✓ Θερμοκρασία τροφοδοτήσεως 138-249°C.

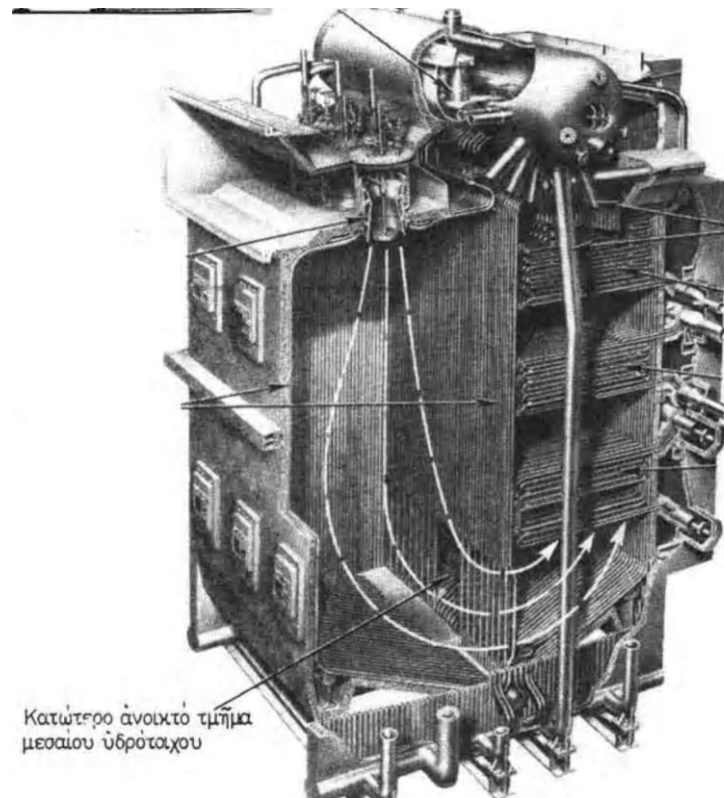
Χρησιμοποιείται για την πρόωση πλοίων μεταφορικής ικανότητας 200000 ως 500000 τόνων.

Αποτελείται βασικά από δύο συνδεδεμένα συγκροτήματα μιας υδρόψυκτης Εστίας και ενός πλήρους υδρόψυκτου θαλάμου, ο οποίος περιλαμβάνει τις αυτοτελείς θερμαινόμενες με αγωγή επιφάνειες. Οι δύο επιφάνειες διαχωρίζονται από έναν υδρότοιχο. Ο υδρότοιχος αυτός είναι αεριοστεγανός Εκτός από ένα άνοιγμα στο κάτω άκρο του, μέσω του οποίου εξέρχονται τα αέρια που εγκαταλείπουν την εστία (σχήμα 4.8, σχήμα 4.9).

Οι καυστήρες πετρελαίου είναι τοποθετημένοι στην οροφή της εστίας.



Σχήμα 4.8 Λέβητας Babcock.



Σχήμα 4.9 Λέβητας Babcock.

Λέβητας κατασκευής Kawasaki

Οι λέβητες αυτοί, που κατασκευάζονται από τα ιαπωνικά εργοστάσια Kawasaki, τοποθετούνται σε πετρελαιοφόρα 300000 DWT ή και περισσότερο, στα οποία χρησιμοποιείται ένας μόνο λέβητας για την πρόωση και την εκφόρτωση του φορτίου. Ο δεύτερος και μοναδικός λέβητας που τοποθετείται πάνω στο πλοίο είναι ένας μικρός βοηθητικός λέβητας, σχετικά χαμηλής πίεσης, ο οποίος χρησιμοποιείται μόνο εν αναμονή» (Standby). Χρησιμοποιείται δηλαδή μόνο για να οδηγήσει το πλοίο στο πλησιέστερο κατάλληλο λιμάνι, σε περίπτωση βλάβης του κύριου λέβητα.

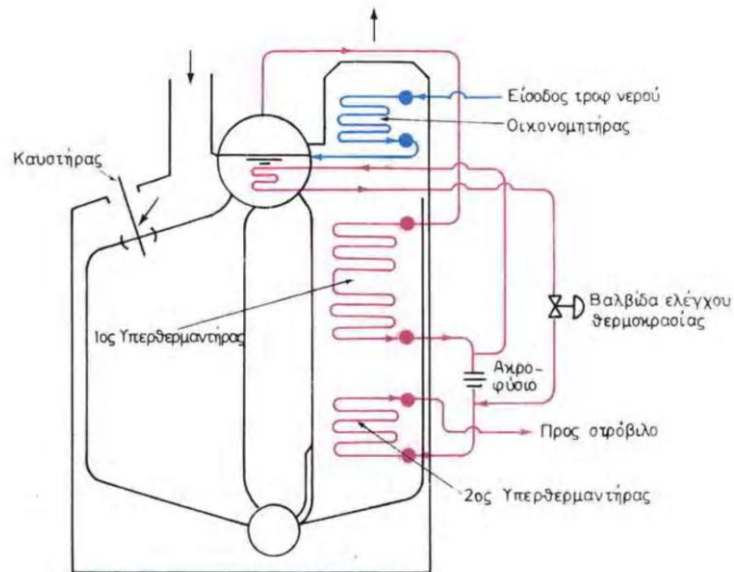
Οι λέβητες Kawasaki κατασκευάζονται σε δύο τύπους UFG και UFR.

Η διαφορά μεταξύ τους είναι ότι ο τύπος UFG είναι εφοδιασμένος μέσα στον ατμοϋδροθάλαμό του με αφυπερθερμαντήρα, ενώ ο UFR έχει δύο τμήματα. το ένα έχει ιδιαίτερο οικονομητήρα ελέγχου της θερμοκρασίας, όπως έχουμε αναφέρει και στα

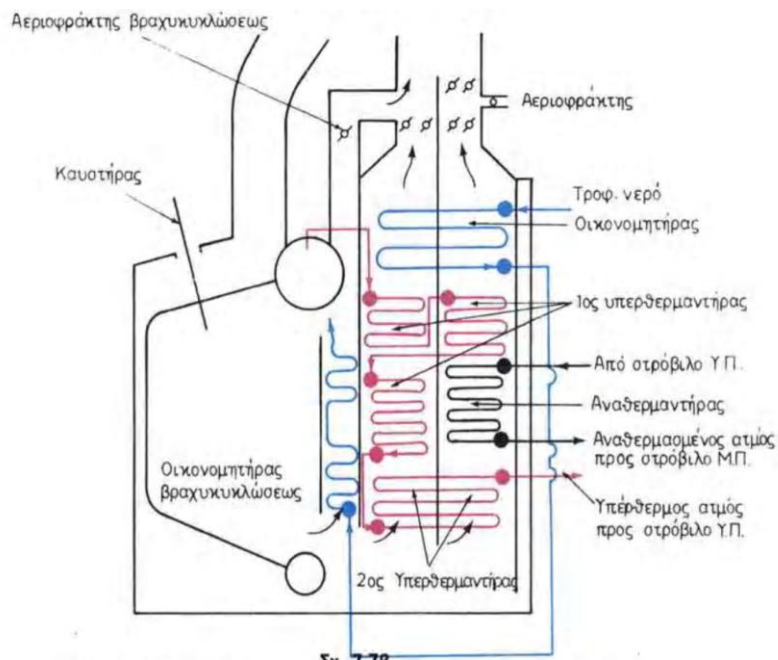
προηγούμενα, για την ρύθμιση της υπερθερμάνσεως, ενώ το άλλο περιλαμβάνει και αναθερμαντήρα ατμού μεταξύ στρόβιλου Υ.Π. και στρόβιλου Μ.Π.

Στο (σχήμα 4.10α) φαίνεται η διάταξη του λέβητα UFG με αφυπερθερμαντήρα και στο (σχήμα 4.10β) η διάταξη του λέβητα UFR με ανοθερμαντήρα και οικονομητήρα ελέγχου (bye-pass).

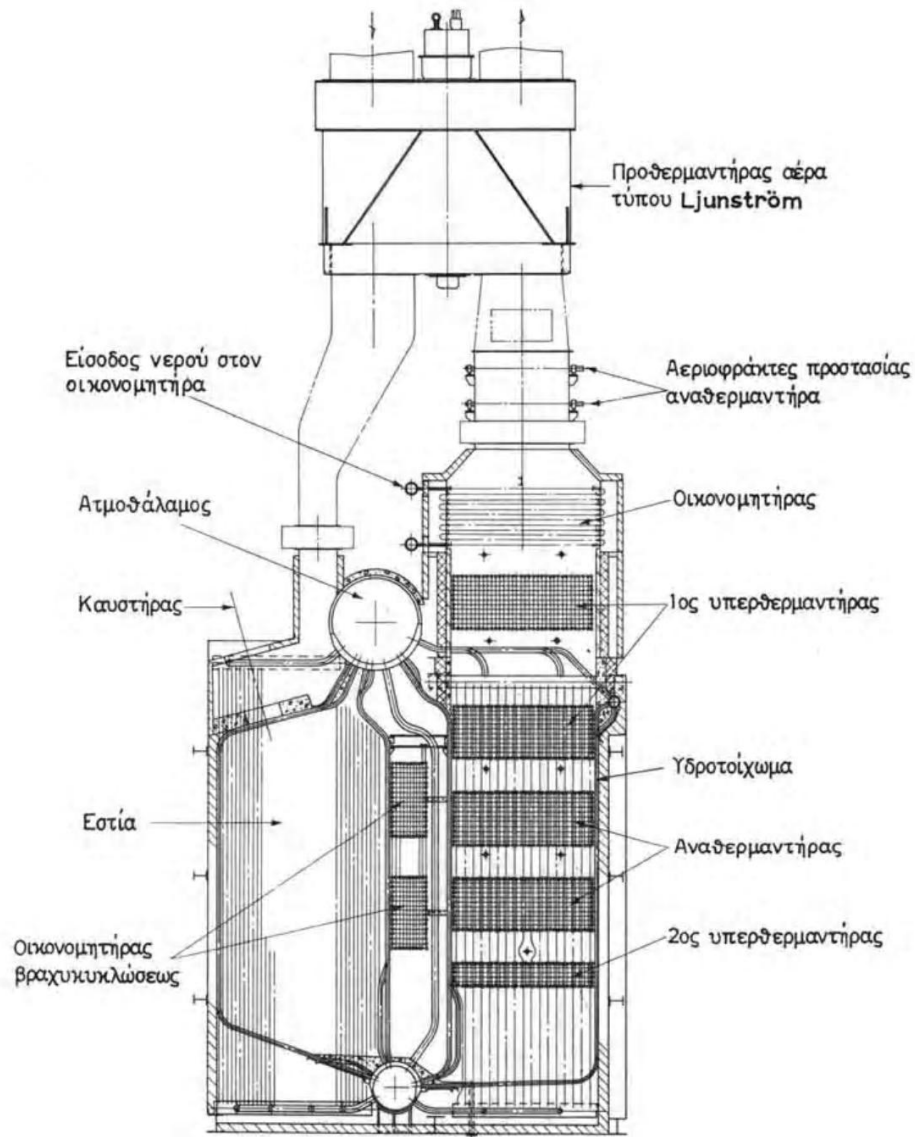
Στα (σχήματα 4.10γ και 4.11) φαίνονται σε δύο τομές, εγκάρσια και πλευρική, διάφορες κατασκευαστικές λεπτομέρειες του λέβητα UFR.



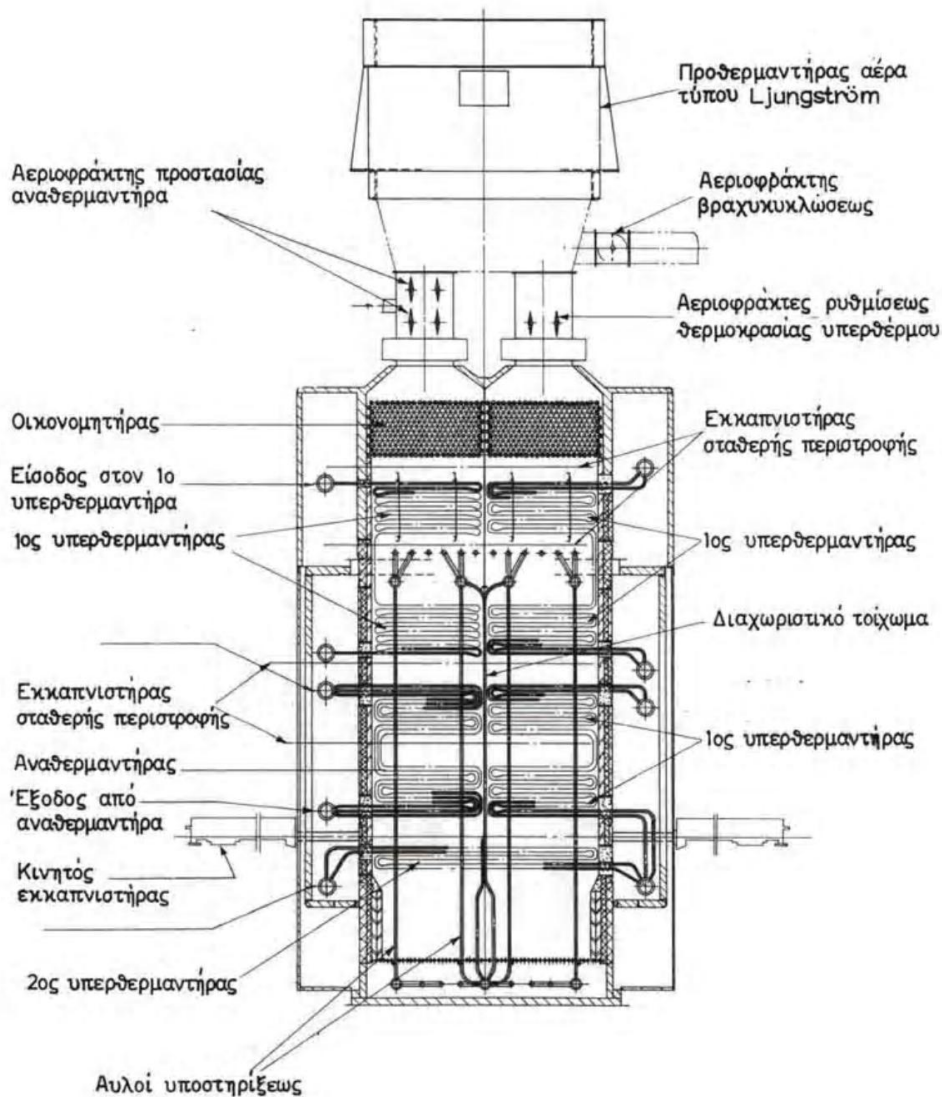
Σχήμα 4.10 α Διάταξη λέβητα UFG.



Σχήμα 4.10 β Διάταξη λέβητα UFR..



Σχήμα 4.10γ Λεπτομέρειες λέβητα UFR.



Σχήμα 4.11 Λέβητας UFR. Πλευρική τομή.

Οι βοηθητικοί λέβητες χρησιμοποιούνται πάρα πολύ στα πλοία, για την παραγωγή ατμού βοηθητικών χρήσεων. Αρχικά, κατασκευάζονταν ως γαιανθρακολέβητες, σήμερα όμως στα πλοία χρησιμοποιούνται ως πετρελαιολέβητες.

Οι βοηθητικές χρήσεις του ατμού των λεβήτων αυτών στα πλοία είναι ποικίλες, όπως π.χ. θέρμανση των χώρων του πλοίου, θέρμανση του πετρελαίου μέσα στις δεξαμενές, κίνηση των ατμοηλεκτρικών του πλοίου και των βοηθητικών μηχανημάτων του, ιδίως σε πλοία που κινούνται με Μηχανές Εσωτερικής Καύσεως κλπ. Ιδιαίτερα στα πλοία αυτά και για λόγους οικονομίας γίνεται χρήση λεβήτων, οι οποίοι για την παραγωγή ατμού

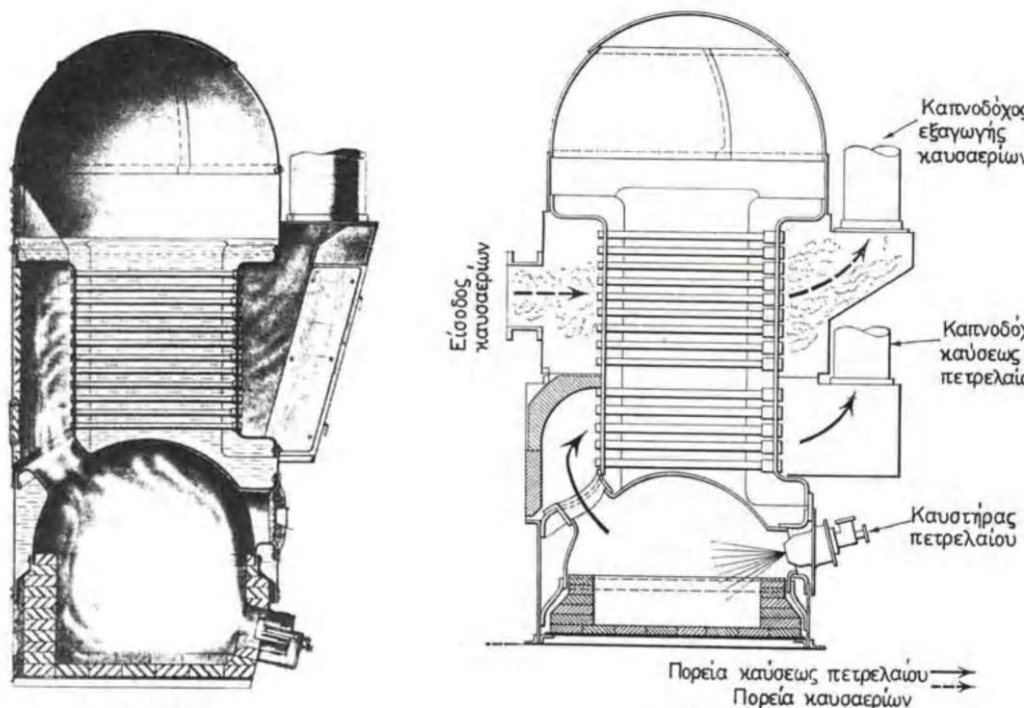
χρησιμοποιούν τη θερμότητα των καυσαερίων της κύριας Μηχανής Εσωτερικής Καύσεως,

Οι παραπάνω λέβητες συχνό μπορούν παράλληλα προς τη χρησιμοποίηση των καυσαερίων να καίνε και αυτούσιο πετρέλαιο που εγχέεται από καυστήρα, είτε ανεξάρτητα από τα καυσαέρια είτε σε συνδυασμό με αυτά.

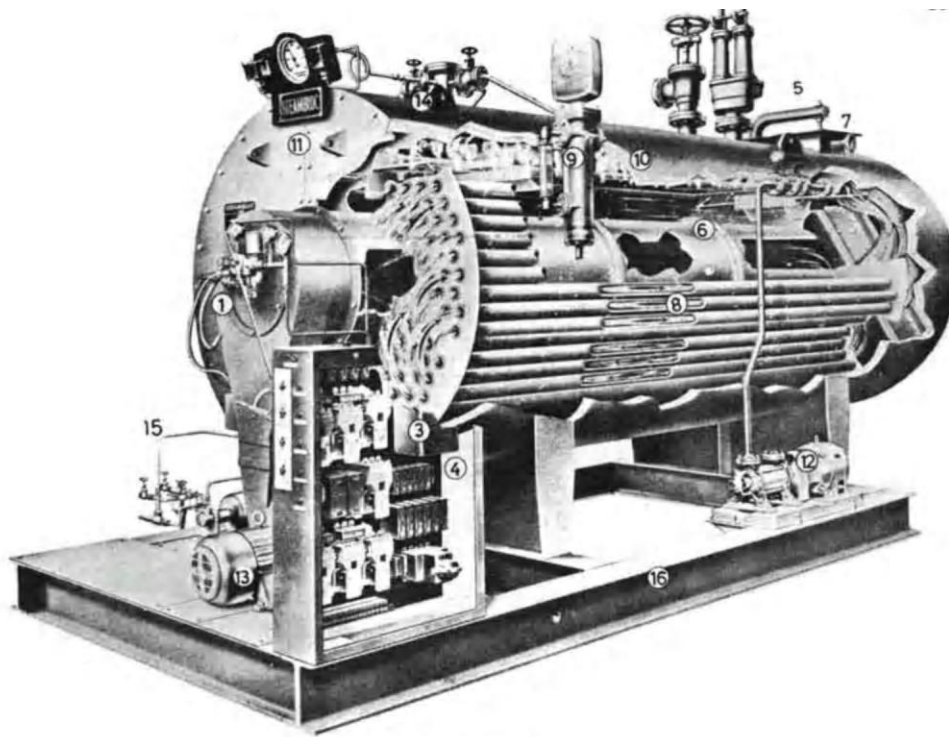
Σε μερικά πλοία εξάλλου συναντάτε και ο τύπος βοηθητικού λέβητα με ατμό, ο οποίος παράγει ατμό χαμηλής πίεσεως και χρησιμοποιεί την παρερχομένη σ' αυτόν θερμότητα από ατμό υψηλής πίεσεως.

Μία άλλη τέλος μορφή βοηθητικών λεβήτων είναι οι ηλεκτρικοί λέβητες. Αυτοί χρησιμοποιούν ως πηγή θερμότητας ηλεκτρική ενέργεια, η οποία τους παρέχεται από ηλεκτρικές αντιστάσεις. Η χρήση τους είναι σπάνια σε Ναυτικές Εγκαταστάσεις και δεν θα ασχοληθούμε με αυτούς εδώ.

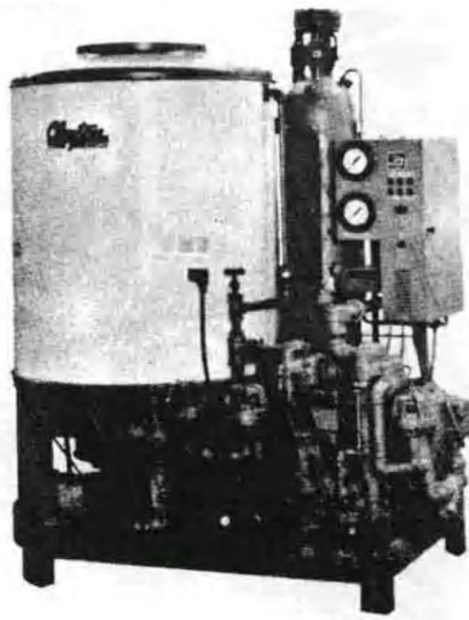
Οι βοηθητικοί λέβητες γενικά κατασκευάζονται ως φλογαυλωτοί ή υδραυλωτοί, όρθιου ή οριζόντιου τύπου, και συνήθως εφοδιάζονται με πλήρη αυτόματη διάταξη της λειτουργίας τους (εικόνες 4.1,4.2,4.3,4.4).



Εικόνα 4.1 Φλογαυλωτός λέβητας.



Εικόνα 4.2 Λέβητας τύπου *Steam bloc*.



Εικόνα 4.3 Λέβητας βοηθητικός ελεγχόμενης κυκλοφορίας.

4.2 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΤΟΥΣ ΛΕΒΗΤΕΣ

Διάβρωση γενικά ονομάζεται η φθορά ή αποσύνθεση ενός μετάλλου και εμφανίζεται με τη χαρακτηριστική μορφή της επιφανειακής σκωριάσεως του.

Η διάβρωση ορίζεται ως:

- 1) Γενική διάβρωση, όταν η σκωρίαση πιάνει συνεχές και μεγάλο τμήμα της επιφανείας του μετάλλου.
- 2) Ευλογίαση, όταν παρουσιάζεται με τη μορφή στιγμάτων πάνω στη μεταλλική επιφάνεια.
- 3) Αυλάκωση, όταν εμφανίζεται τοπικά με τη μορφή αυλακιού.

Οι διαβρώσεις ανάλογα με τη θέση τους διακρίνονται σε εσωτερικές, οι οποίες εμφανίζονται μέσα στην περιοχή του ατμο-υδροθαλάμου, και εξωτερικές οι οποίες εμφανίζονται στην εξωτερική επιφάνεια του.

Αίτια, τα οποία προκαλούν διάβρωση, θεωρούνται βασικά το οξυγόνο, τα οξέα και η ηλεκτρόλυση.

Οξειδωση ονομάζεται η χημική ένωση ενός μετάλλου με το στοιχείο οξυγόνο, από την οποία και προκύπτει η δημιουργία νέου σώματος, που καλείται οξείδιο του μετάλλου. Τα οξείδια των διαφόρων μετάλλων είναι όσα κοινώς ονομάζουμε «σκωρίες».

Για να πραγματοποιηθεί η οξειδωση ενός μετάλλου είναι αναγκαία η ταυτόχρονη παρουσία μετάλλου, υγρασίας και οξυγόνου. Έτσι, αν εμβαπτίσουμε μία μεταλλική πλάκα σε χημικώς καθαρό νερό απαλλαγμένο από αέρα ή αντίστροφα, αν την εκθέσουμε στον αέρα τελείως ξηρό, καμιά οξειδωση της μεταλλικής πλάκας δε θα παρατηρήσουμε. Από τη στιγμή όμως που θα μπει αέρας μέσα στο χημικώς καθαρό νερό ή αντίθετο υγρασία στον ξηρό αέρα, θα διαπιστώσουμε ότι αρχίζουν έντονα τα φαινόμενα της οξειδώσεως.

Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι η ύπαρξη ατμοσφαιρικού αέρα, ο οποίος είναι και φορέας του οξυγόνου, μέσα στον ατμο-υδροθάλαμο του λέβητα συντελεί στην οξειδωση της μεταλλικής επιφανείας του. Πρέπει επομένως να καταβάλλεται μεγάλη προσπάθεια, όπως είπαμε, για την απαερίωση του τροφοδοτικού νερού πριν από την είσοδό του στο λέβητα. Αυτό, όπως είναι γνωστό, επιτυγχάνεται κυρίως με το κλειστό τροφοδοτικό σύστημα και την ανελλιπή και απρόσκοπτη λειτουργία της εξαεριστικής τροφοδοτικής δεξαμενής.

Τα οξέα γενικός προσβάλλουν χημικώς τα διάφορα μέταλλα και αποτελούν προφανώς σοβαρότατη αιτία φθοράς των μετάλλων του λέβητα. Γι' αυτό πρέπει να καταβάλλεται η μεγαλύτερη δυνατή προσπάθεια προς αντιμετώπιση τους. Αυτό επιτυγχάνεται κυρίως με την προσθήκη χημικών ουσιών, όπως προηγουμένως αναφέρθηκε, ώστε το νερό των λεβήτων να διατηρείται ουδέτερο ελαφρώς αλκαλικό και να εξασφαλίζεται έτσι ότι αυτό δε θα παρουσιάζει όξινη αντίδραση.

Με τον όρο ηλεκτρόλυση εννοούμε τη διάσπαση ενός σώματος στα στοιχεία, από τα οποία αυτό αποτελείται, με τη βοήθεια του ηλεκτρικού ρεύματος.

Εφαρμογή της θεωρίας της ηλεκτρολύσεως αποτελεί το υγρά ηλεκτρικό στοιχείο, το οποίο αποτελείται από διάλυμα υδροχλωρικού οξέος και δύο ηλεκτρόδια ψευδαργύρου και χαλκού, τα οποία εμβαπτίζονται μέσα στο διάλυμα. Η χημική ενεργεία του στοιχείου αυτού δημιουργεί διαφορά ηλεκτρικού δυναμικού στα άκρα των δύο ηλεκτροδίων, ώστε, εάν τα ενώσουμε εξωτερικά, θα παραχθεί ηλεκτρικό ρεύμα, το οποίο θα διατρέχει το στοιχείο.

Με τη δράση του ρεύματος ηλεκτρολύεται το νερό του διαλύματος και διασπάται στο υδρογόνο και οξυγόνο. Το οξυγόνο μεταβαίνει προς το θετικό ηλεκτρόδιο, δηλαδή τον ψευδάργυρο, ενώ το υδρογόνο προς το αρνητικό, δηλαδή το χαλκό. Το οξυγόνο αυτό της ηλεκτρολύσεως δρα στη συνέχεια οξειδωτικά, δηλαδή ενώνεται με τον ψευδάργυρο και σχηματίζει οξείδιο του ψευδαργύρου, ενώ το υδρογόνο καλύπτει το χαλκό και τον προστατεύει.

Για να αντιμετωπισθεί η διάβρωση από την ηλεκτρόλυση καταβάλλεται προσπάθεια επαρκούς χημικής επεξεργασίας του νερού ώστε ποτέ να μην περιέχονται οξέα, τα οποία την υποβοηθούν.

Γενικά σε όλους τους λέβητες εμφανίζονται στα κατώτερα μέρη τους και στην περιοχή της στάθμης του νερού υπό μορφή αυλακώσεως ή μέσα στους αυλούς στις συμβολές ελασμάτων, στις καρφώσεις, στα σημεία διόδου των αυλών από τις πλάκες, όπου συνήθως υπάρχουν και διαφορές των υλικών που χρησιμοποιούνται.

Οι εξωτερικές διαβρώσεις εμφανίζονται στις εξωτερικές επιφάνειες του λέβητα και οφείλονται στην ύπαρξη υγρασίας μέσα στο λεβητοστάσιο, τον ατμοσφαιρικό αέρα και την ηλεκτρόλυση.

Παρουσιάζονται, συνήθως, στα σημεία στηρίξεως του λέβητα και σε σημεία γειτονικά προς το πλινθοκτίσματα.

Οι εξωτερικές διαβρώσεις μπορούν επίσης να οφείλονται σε υγρασία, η οποία εμποτίζει τη μόνωση από αμίαντο ή άλλα μονωτικά υλικά των εξωτερικών επιφανειών του λέβητα.

Στα κάτω μέρη του λέβητα που βρίσκονται σε μικρή απόσταση από το κύτος η διάβρωση μπορεί να αποβεί σοβαρή λόγω και της δυσκολίας επιθεώρησης που παρουσιάζουν.

Η αντιμετώπιση των εξωτερικών διαβρώσεων συνίσταται κυρίως σε επιμελημένη επιθεώρηση των μερών που προσβάλλονται από το νερό, καθαρισμό και πιθανή αναγόμωσή τους με ηλεκτροσυγκόλληση και τέλος με επίχριση των επιφανειών με προστατευτικό αντιδιαβρωτικά χρώματα και επιμελή κάλυψη του λέβητα.

4.3 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΛΕΒΗΤΩΝ

Όταν ο λέβητας δεν πρόκειται να παραμείνει εκτός λειτουργίας για μεγάλο χρονικό διάστημα, δεν παίρνονται σοβαρά ιδιαίτερα μέτρα συντηρήσεώς του. Η στάθμη του νερού μόνο είτε αναβιβάζεται είτε καταβιβάζεται κατά διαστήματα και κατά 5 ως 7 cm περίπου, ώστε να μη προσβάλλεται το εσωτερικό του ατμο-υδροθαλάμου στην ίδια πάντοτε γραμμή και δημιουργείται έτσι διάβρωση της μορφής της αυλακώσεως γύρω από τη στάθμη του νερού.

Όταν όμως ο λέβητας πρόκειται να παραμείνει για μεγάλο χρονικό διάστημα εκτός λειτουργίας, τότε εφαρμόζεται μια από τις παρακάτω μεθόδους της «υγρής» ή της «ξηρής» συντηρήσεως.

Η υγρή συντήρηση είναι η συνηθέστερη και εφαρμόζεται όταν ο λέβητας πρόκειται να αργήσει για διάστημα μέχρι 6 μήνες περίπου.

Για την εφαρμογή της μεθόδου πραγματοποιείται πρώτα καλός εσωτερικός καθορισμός και εκκαπνισμός του λέβητα. Γεμίζει ο λέβητας μέχρι την ανώτατη στάθμη λειτουργίας με αλκαλικό νερό και ανάβονται τα πυρά, ώστε να βράσει το νερό για μισή ώρα τουλάχιστο υπό πίεση 1 έως 1.2 bar.

Ο βρασμός αυτός πραγματοποιείται με ανοικτό το ασφαλιστικό, ώστε να απομακρυνθεί όλος ο αέρας που περιέχεται στο νερό. Σβήνονται στη συνέχεια τα πυρά και καταθλίβεται αλκαλικό νερό, μέχρις ότου ο λέβητας γεμίσει τελείως. Κλείνεται το ασφαλιστικό και ελέγχεται η στεγανότητα όλων των επιστομίων.

Ανά δεκαήμερο περίπου ελέγχεται ξανά η στεγανότητα και εξακριβώνεται Εάν υπάρχει απώλεια, οπότε αναπληρώνεται αυτή με τη χειραντλία ή την ηλεκτραντλία.

Το νερό πρέπει να είναι ελαφρά αλκαλικό. Η θερμοκρασία του λεβητοστασίου πρέπει να διατηρείται ικανοποιητική, ώστε να αποκλείεται περίπτωση πήξεως του νερού.

Η ξηρή συντήρηση είναι πολυπλοκότερη από την προηγούμενη και εφαρμόζεται για διαστήματα αργίας του λέβητα πάνω από 6 μήνες.

Κατά την εφαρμογή της μεθόδου της ξηρής συντηρήσεως αδειάζετε πρώτα ο λέβητας και εκτελείται καλός εσωτερικός και εξωτερικός καθαρισμός. Στη συνέχεια τοποθετούνται μέσα στο λέβητα από τις ανθρωποθυρίδες πύραυλα (μαγκάλια) με αναμμένους ξυλάνθρακες. Συγχρόνως ανάβεται μικρή πυρά στην εστία. Έτσι επιτυγχάνεται η στέγνωση του λέβητα και ελαττώνεται ο αέρας που περιέχεται σ' αυτόν με αποτέλεσμα να σβήνουν προοδευτικά και οι ξυλάνθρακες των πυραύλων λόγω καταναλώσεως του οξυγόνου. Μόλις συμβεί αυτό τοποθετούνται γρήγορα μέσα στο λέβητα δίσκοι (τάσια) με άνυδρο ασβέστη (μη σβησμένο) και αμέσως κατόπιν τοποθετούνται τα πόματα. Η αναλογία ασβέστη είναι 5 kg περίπου ανά m³ όγκου ατμο-υδροθαλάμου.

Με τη μέθοδο αυτή επιτυγχάνεται η απορρόφηση της υγρασίας η οποία παρουσιάζεται κατά το διάστημα της συντηρήσεως. Για την επιτυχία της μεθόδου της ξηρής συντηρήσεως απαιτείται καλή στεγανότητα του λέβητα, έλλειψη αέρα και υγρασίας, και ταχύτητα κινήσεων κατά την εκτέλεση των διαφόρων εργασιών.

Κατά την ξηρή συντήρηση στα υγρά κλίματα μια φορά την εβδομάδα ή ανά 15θήμερο ανάπτεται στις εστίες φωτιά με ξυλάνθρακες για την απορρόφηση της υγρασίας.

Και στις δύο μεθόδους πρέπει τα εξωτερικά μέρη των λεβήτων να διατηρούνται σε καλή κατάσταση, Ενώ τα κατώτερα να χρωματίζονται με μίνιο. Το κύτος του λεβητοστασίου πρέπει να είναι στεγνό, ώστε να αποφεύγονται οι διαβρώσεις στα κατώτερα μέρη του εξωτερικού περιβλήματος του λέβητα.

4.4 ΤΡΟΠΟΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΛΕΒΗΤΩΝ

Κατά κανόνα, ως αίτια των βλαβών του υλικού των λεβήτων θεωρούνται η κακή ποιότητα του υλικού και η κακή συντήρηση και χειρισμός του.

- 1) Κακή ποιότητα υλικού και κατασκευή.

Η περίπτωση βέβαια είναι σπάνια, δεδομένου ότι και η ποιότητα του υλικού και ο τρόπος εκτελέσεως της κατασκευής του προδιαγράφονται σαφώς από τους κανόνες των Νηογνομόνων. Οι παραπάνω κανόνες περιλαμβάνουν και την εκτέλεση αυστηρών δοκιμών των υλικών που χρησιμοποιούνται και του όλου λέβητα. Μ' αυτούς ελέγχονται και η καλή ποιότητα των υλικών και η καλή εκτέλεση της εργασίας.

2) Κακή συντήρηση και χειρισμός.

- ✓ Οι ανομοιόμορφες συστολές - διαστολές του λέβητα, που προέρχονται από τυχόν βιασμένη ή εναλλασσόμενη θέρμανση και ψύξη του, όπως σε περιπτώσεις γρήγορης ατμοποίησης ή απομονώσεώς του.
- ✓ Η ύπαρξη αλάτων και ελαιωδών ουσιών μέσα στον υδροθάλαμο, των οποίων η επιβλαβής ενέργεια είναι ήδη γνωστή.
- ✓ Η ύπαρξη εκτεταμένων διαβρώσεων, οι οποίες και συνεπάγονται επόμενη αντοχή του υλικού.
- ✓ Η υπερθέρμανση του υλικού, η οποία έχει ως συνέπεια την ελάττωση της αντοχής του, και την αλλοίωση των βασικών συστατικών του με πολύ δυσάρεστο αποτελέσματα μερικές φορές. Το φαινόμενο της υπερθερμάνσεως εμφανίζεται όπως είναι γνωστό κυρίως σε περιπτώσεις πτώσεως της στάθμης του νερού. Εξαιτίας αυτής επέρχεται αποκάλυψη των θερμαινόμενων επιφανειών στις φλόγες και στη συνέχεια ερυθροπύρωση του υλικού ή και κατάπαυση του, με άμεση μερικές φορές συνέπεια τη διάρρηξή του και την τοπική ή και μεγαλύτερη έκρηξη του λέβητα. Υπερθέρμανση εμφανίζεται επίσης σε περιπτώσεις, κατά τις οποίες η ροή του θερμαινόμενου ρευστού (νερού ή ατμού) είναι ανεπαρκής ή η απορρόφηση της χορηγούμενης θερμότητας περιορισμένη. Τότε η θερμότητα παραμένει στο υλικό με αποτέλεσμα την υπερθέρμανση ή και ερυθροπύρωσή του.

Τονίζεται ότι σε καλά συντηρούμενους και ελεγχόμενους λέβητες, κατά τη λειτουργία τους η εμφάνιση βλαβών είναι ασυνήθης. Στους φλογαυλωτούς λέβητες πάντως οι βλάβες είναι πολυπλοκότερες και ποικίλες, ενώ στους υδραυλωτούς αφορούν βασικά τους αυλούς τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στόχος της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν οι αναφορά στους Ναυτικούς λέβητες που είναι το σημαντικότερο τμήμα των εγκαταστάσεων προώσεως των ατμοκίνητων πλοίων, αλλά και στα ντιζελοκίνητα πλοία υπάρχουν λέβητες, που τροφοδοτούνται με τα καυσαέρια των κυρίων μηχανών ντίζελ ή με πετρέλαιο ή και με τα δύο, για την κάλυψη των αναγκών σε ατμό των πλοίων, για βοηθητικές χρήσεις ζωτικής σημασίας και για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι κατασκευαστές προσπαθούν ώστε:

- Ο βαθμός αποδόσεως των Ναυτικών λεβήτων να είναι ο μεγαλύτερος που μπορεί να αποδοθεί.
- Να παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντοχή, ασφάλεια λειτουργίας και διάρκεια ζωής.
- Να παθαίνουν, όσον γίνεται, λιγότερες βλάβες.

Για την πραγματοποίηση όμως των παραπάνω απαιτείται η καλή και η ορθή χρήση, καθώς και η επιμελημένη συντήρηση του λέβητα. Την ευθύνη για την καλή λειτουργία και συντήρηση έχουν οι Μηχανικοί του πλοίου. Επομένως αυτό πρέπει να γνωρίζουν καλά τη δομή και τα βασικά χαρακτηριστικά των λεβήτων, καθώς και οποιουδήποτε οργάνου ή μηχανισμού που σχετίζεται με αυτούς, το σκοπό που το κάθε όργανο ή μηχανισμός εκπληρώνει, καθώς και τον τρόπο λειτουργίας τους. Απαραίτητη επομένως είναι για τον σπουδαστή η πλήρης κατανόησή των σχετικών με τους λέβητες στοιχείων που εμπεριέχονται στη πτυχιακή.

Πρέπει να τονιστεί εδώ ότι στην πτυχιακή αναφέρονται, περιληπτικά βέβαια, και στοιχεία που αφορούν τους γαιανθρακολέβητες των πλοίων, γιατί μερικά από τα προηγούμενα πλοία, λόγω της ενεργειακής κρίσεως, διαθέτουν τέτοιους λέβητες.

Πιστεύουμε ότι το βιβλίο αυτό, γραμμένο σύμφωνα με το αναλυτικό πρόγραμμα της σχολής μου, θα δώσει τα κατάλληλα εφόδια στους σπουδαστές και θα συντελέσει, ώστε να γίνουν ενεργοί παράγοντες καλής λειτουργίας των πλοίων και προόδου της πολύτιμης για την οικονομία και το γόητρο της χώρας μας Εμπορικής Ναυτιλίας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΑΡΘΡΑ

- 1) Γ. Γράτσος *Ναυτικό Επιμελητήριο Ελλάδος (Ναυτιλία και Περιβάλλον, 2009).*
- 2) Ν. Κυρτάτος, “Σημαντικά Θέματα Έρευνας και Εξέλιξης στους Ναυτικούς Κινητήρες 0I”, *Εργαστήριο Ναυτικής Μηχανολογίας (Τμήμα Ναυπηγών Μηχανολόγων Μηχανικών, Αθήνα).*
- 3) Απόσπασμα από την Ιταλική εφημερίδα *La Repubblica*, άρθρο του υπεύθυνου περιβάλλοντος της *Maersk*.
- 4) *International Maritime Organization*, συνεδριάσεις για το περιβάλλον.
- 5) Απόσπασμα από ανακοίνωση της Ένωσης Ελλήνων Εφοπλιστών.
- 6) Marpol 73/78 Annex VI, International Maritime Organization (IMO).
- 7) Marpol 73/78, NOx Technical Code, International Maritime Organization (IMO).
- 8) Ε. Βούσσυρας, *Μηχανές Εσωτερικής Καύσης.*
- 9) Use of Seawater Scrubbing for SO₂ Removal from Marine Engine Exhaust Gas Anders Andreasen* and Stefan Mayer.
- 10) Wartsila Technical Journal; Sox Scrubbing of marine exhaust gases (2007.)

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

- 1) www.Physics4u.gr
- 2) www.MarineDiesels.co.uk
- 3) www.Man B&W.com

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Τυπικές παραδεικτές μέθοδοι συγκολλήσεως.

Περιγραφή	Υλικό	Διαδικασία συγκολλήσεως	Ηλεκτρόδιο ή σύρμα	Προ-θέρμανση	Θέρμανση μετά	Επιθεώρηση
<p>Κορδόνι συγκολλήσεως σε στοιχεία υπερθεμαντήρα 1 Cr 1/2 Mo</p>	2 1/4 CrMo	1) Διαδρομή βάσεως TIG, υπόλοιπα κορδόνια μεταλλικό τόξο με το χέρι 2) εξ ολοκλήρου TIG	2-4 mm σύρμα γεμίματος 12 G ηλεκτρόδια χαμηλού υδρογόνου	150°C	650/690°C	Οπτική και 10% ακτινογραφία
<p>Κορδόνι ελασμάτων σε εστίες, φλογοθάλαμους που υπόκεινται σε εξωτερικές πιέσεις</p>	Μαλακός χάλυβας	εξ ολοκλήρου οξυγονοασετιλίνη	10 C & 8G ηλεκτρόδια ρουτιλίου	Καμία	Καμία	Οπτική, 100% έλεγχος για ρωγμές, 10% ακτινογραφία
<p>Ενωση καθρεπτών αυλών με περίβλημα</p>	Μαλακός χάλυβας	εξ ολοκλήρου οξυγονοασετιλίνη	10G, 8G & 6G ηλεκτρόδια χαμηλού υδρογόνου	550°C	Καμία	Οπτική, 100% έλεγχος για ρωγμές
<p>Αυλοί ή μαστοί σε συλλέκτες</p>	Μαλακός χάλυβας	Μεταλλικό τόξο με το χέρι	10G & 8G ηλεκτρόδια χαμηλού υδρογόνου	450°C	580/620°C	Οπτική, 100% έλεγχος για ρωγμές
<p>Καπναγωγός και οχετός καυστήρων</p>	Μαλακός χάλυβας	Μεταλλικό τόξο με το χέρι	10G & 8G ηλεκτρόδια ρουτιλίου	Καμία	Καμία	Οπτική, 100% έλεγχος για ρωγμές
<p>Εσωτερικοί ατμαγωγοί, έξοδος υπερθεμαντήρα προς κ. ατμαγωγό</p>	1) 2 1/4 Cr 1 Mo 2) 1/2 Cr 1/4 Mo	Τηκόμενο παρενθεμα βάσεως, υπόλοιπα κορδόνια, μεταλλικό τόξο με το χέρι	12G, 10G & 8G ηλεκτρόδια χαμηλού υδρογόνου	200°C	1) 650/690°C 2) 650/710°C	Οπτική, μαγνητικός έλεγχος ρωγμών τήξεως βάσεως, 100% ακτινογραφία

**ΠΙΝΑΚΑΣ 15.9.1.
Τυπικές παραδεικτές μέθοδοι συγκολλήσεως.**

Περιγραφή	Υλικό	Διαδικασία συγκολλήσεως	Ηλεκτρόδιο ή σύρμα	Προ-θέρμανση	Θέρμανση μετά	Επιθεώρηση
Κορδόνι συγκολλήσεως σε αυλούς, στοιχεία οικονομητήρων, αυλούς υπερθερμαντήρων από μαλακό χάλυβα, αυλούς κυκλοφορίας, σωλήνες τροφοδοτήσεως και ανόδου με εξωτερική διάμετρο κάτω από 170 mm	Μαλακός χάλυβας	1) Διαδρομή βάσεως TIG, υπόλοιπα κορδόνια, μεταλλικό τόξο με το χέρι 2) εξ ολοκλήρου TIG ή 3) εξ ολοκλήρου οξυγονοασετούλινη	12G ηλεκτρόδιο 2-4 mm σύρμα γεμίσματος	1) Καμία 2) Καμία 3) Καμία	1) Καμία 2) Καμία 3) Φλόγα επαναφοράς 900/920°C επί 2 min	Οπτική και 10% ακτινογραφία
Κορδόνι συγκολλήσεως σε συλλέκτες και αυλούς με εξωτερική διάμετρο πάνω από 170 mm	Μαλακός χάλυβας	Διαδρομή βάσεως TIG, υπόλοιπα κορδόνια, μεταλλικό τόξο με το χέρι	2-4 mm σύρμα γεμίσματος 12G & 10G ηλεκτρόδιο	Καμία μέχρι 20 mm πάχους 100°C πάνω από 20 mm - 75 mm πάχους 150°C πάνω από 75 mm πάχους	Καμία 580/620°C 580/620°C	Οπτική και 100% ακτινογραφία
Κορδόνι συγκολλήσεως σε στοιχεία υπερθερμαντήρα 1 Cr 1/2 Mo	1Cr ¹ / ₂ Mo	1) Διαδρομή βάσεως TIG υπερθερμαντήρα 1 Cr ¹ / ₂ Mo Μεταλλικό τόξο με το χέρι 2) εξ ολοκλήρου TIG	2-4 mm σύρμα γεμίσματος 12G ηλεκτρόδια χαμηλού υδρογόνου	100°C	620/670°C	Οπτική και 10% ακτινογραφία

ΛΕΒΗΤΕΣ Χ.Π. ΚΕΚΟΡΕΣΜΕΝΟΥ ΑΤΜΟΥ

Τμήμα λέβητα	BS	ASTM	DIN
Ελάσματα ανθρωποθυρίδων και χειροθυρίδων και οι γέφυρές τους	1501-151-Gr.28A	A285-Gr.C	H1, H11 - 17155
Φλάντζες	4360-43A	A181-Gr.1 (Forgings)	H1, H11 - 17155 19 Mn 5-17155 15 Mo 3-17155

ΛΕΒΗΤΕΣ Χ.Π. ΚΕΚΟΡΕΣΜΕΝΟΥ ΑΤΜΟΥ

Τμήμα λέβητα	BS	ASTM	DIN
Περίβλημα, καθρέπτες, ουρανός φλογοθάλαμου, φλογοθάλαμος, καπναγωγός, οχετός καυστήρων.	1501-151-Gr.28A	A285-Gr.C	H 1, H 11, H111-17155 17 Mn 4-17155 19 Mn 5-17155
Εστία	1501-151-Gr.28A	A53-Gr.B	H1, H11, H111-17155
Αυλοί	3059 Part 1 Steel 33.ERW or HFS	A178-Gr.A	St.35.8-17175 St.45.8-17175
Ενδότες (πράντες)	1502-161 Gr.28	A31-Gr.B	C22, C35-17240 St.42.2-17100
Κατακόρυφοι σωλήνες και ακροφύσια	3602 HFS 23	A181-Gr.1 (Forgings)	St.35.8-17175 St.45.8-17175

ΛΕΒΗΤΕΣ Υ.Π. ΥΠΕΡΘΕΡΜΟΥ ΑΤΜΟΥ			
Τμήμα λέβητα	BS	ASTM	DIN
Ατμοθάλαμοι υδροθάλαμοι	1501-213-Gr.32 1501-221-Gr.32 1501-223-Gr.32 1501-224-Gr.32 1501-271B	A516-Gr.70	H1, H11, H111-17155 17 Mn 4-17155 19 Mn 5-17155 15 Mo 3-17155 13 Cr.Mo 44-17155
Συλλέκτες (ανάλογα με τη μέγιστη θερμο- κρασία υπολογισμού)	3602 HFS 27 and 35 3602 HF 620 and 622 3604 HF 620 1501-271B	A106-Gr.B A335-Gr.P-11 and P-22	St. 35.8-17175 St.45.8-17175 15 Mo.3-17175 13 Cr.Mo44-17175 10 Cr.Mo. 910-17175
Αυλοί κυκλοφορίας	3602 HFS 27 and 35	A106-Gr.B	St.45.8-17175
Εσωτερικοί ατμαγωγοί	3602 HFS 35 3604 HF 622	A106-Gr.B	St.35.8-17175 13 Cr. Mo 44-17175 St.45.8-17175
Αυλοί υπερθερμαντήρων η οικονομητήρων. Αυλοί υδροτοίχων και σωλήνων ανόδου (ανάλογα με τη μέγιστη θερμοκρασία υπολογισμού)	3059 Pt.2.ERW St.33. Pt.2.St.45. Pt.2.St.620 Pt.2.St.622 3602 3604	A178-Gr.A A192 A213-Gr.T-11 and T-22. A423-Gr.1.	St.35.8-17175 St.45.8-17175 13 Cr.Mo.44-17175 10 Cr.Mo.910-17175
Ακροφύσια και κατακόρυφοι σωλήνες	3602 HFS 27S 3604 24Part 4 Class B. (Forgings)	A105 (Forgings) A182 Gr.F-11	St.35.8-17175 St. 45.8-17175