ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
1954

ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ
ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΓΙΑ ΠΛΟΙΑΡΧΟΥΣ

ΓΕΩΡΓΙΟΥ Φ. ΔΑΝΙΗΛ

β΄ έκδοση

ΠΛΟΙΑΡΧΩΝ



ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ



ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΚΕΙΜΕΝΟ

ΔΗΜΟΣΙΩΝ ΣΧΟΛΩΝ

ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΜΠΟΡΙΚΗΣ ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
1954

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΓΙΑ ΠΛΟΙΑΡΧΟΥΣ

ΓΕΩΡΓΙΟΥ Φ. ΔΑΝΙΗΛ
Υποναυάρχου Μηχ. ε.α.
Πρώην Τεχνικού Συμβούλου του Υ.Ε.Ν.
και Καθηγητού Σχολής Ν. Δοκίμων (Μηχανικών) και
Σχολής Δοκίμων Αξιωματικών Λιμ. Σώματος

ΑΘΗΝΑ
2021

Α΄ ΕΚΔΟΣΗ 1977
Β΄ ΕΚΔΟΣΗ 2021
ISBN: 978-960-337-172-4

Copyright © 2021 Ίδρυμα Ευγενίδου
Απαγορεύεται η ολική ή μερική ανατύπωση του βιβλίου και των εικόνων με κάθε μέσο καθώς και η διασκευή, η προσαρμογή, η μετατροπή και η κυκλοφορία του (Άρθρο 3 του ν. 2121/1993)

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Το 1952 ο Ευγένιος Ευγενίδης (1882-1954) όρισε με τη διαθήκη του τη σύσταση του Ιδρύματος Ευγενίδου, του οποίου ως μοναδικό σκοπό έταξε «νὰ συμβάλῃ εἰς τὴν ἐκπαίδευσιν νέων ἑλληνικῆς ὑπηκοότητος ἐν τῷ ἐπιστημονικῷ καὶ τεχνικῷ πεδίῳ». Ο ιδρυτής και χορηγός του Ιδρύματος Ευγενίδου ορθά προέβλεψε ότι αναγκαίο παράγοντα για την πρόοδο της Ελλάδος αποτελεί η άρτια κατάρτιση των Ελλήνων τεχνιτών κατά τα πρότυπα της επαγγελματικής εκπαίδευσης άλλων ευρωπαϊκών χωρών.

Την 23η Φεβρουαρίου του 1956 εγκρίθηκε η σύσταση του κοινωφελούς Ιδρύματος Ευγενίδου, την διοίκηση και διαχείριση του οποίου κατά την ρητή επιθυμία του ιδρυτή του ανέλαβε η αδελφή του Μαριάνθη Σίμου (1895-1981). Τότε ξεκίνησε η υλοποίηση του σκοπού του Ιδρύματος και η εκπλήρωση μίας από τις βασικότερες ανάγκες του εθνικού μας βίου από την Μαριάνθη Σίμου και τους επιστημονικούς συνεργάτες της.

Το έργο της Μαριάνθης Σίμου συνέχισε από το 1981 ο πολύτιμος συνεργάτης και διάδοχος του Ευγενίου Ευγενίδη, Νικόλαος Βερνίκος-Ευγενίδης (1920-2000). Από το 2000 το έργο του Ιδρύματος Ευγενίδου συνεχίζει ο Λεωνίδας Δημητριάδης-Ευγενίδης, ο οποίος υλοποιεί τον σκοπό του Ιδρύματος προσαρμόζοντας το όραμα του ιδρυτή του στις σύγχρονες εξελίξεις.

Μία από τις πρώτες δραστηριότητες του Ιδρύματος Ευγενίδου, ευθύς μετά την ίδρυσή του, υπήρξε η συγγραφή και έκδοση εκπαιδευτικών βιβλίων για τους μαθητές των τεχνικών σχολών, καθώς διαπιστώθηκε ότι αποτελεί πρωταρχική ανάγκη ο εφοδιασμός τους με σειρές από βιβλία, τα οποία θα έθεταν τα ορθά θεμέλια για την παιδεία τους και θα αποτελούσαν συγχρόνως πολύτιμη βιβλιοθήκη για κάθε τεχνικό. Καρπός αυτής της δραστηριότητας είναι η Βιβλιοθήκη του Τεχνίτη, η οποία αριθμεί 32 τίτλους, η Βιβλιοθήκη του Τεχνικού, που περιλαμβάνει 50 τίτλους, η Τεχνική Βιβλιοθήκη με 11 τίτλους και η Βιβλιοθήκη του Τεχνικού Βοηθού Χημικού με 3 τίτλους. Επιπλέον, από το 1977 μέχρι σήμερα έχουν εκδοθεί 171 τίτλοι για τους μαθητές των Τεχνικών και Επαγγελματικών Λυκείων και 16 για τους μαθητές των Σχολών Μέσης Τεχνικής και Επαγγελματικής εκπαίδευσης.

Ξεχωριστή σειρά βιβλίων του Ιδρύματος Ευγενίδου αποτελεί η Βιβλιοθήκη του Ναυτικού (1967 έως σήμερα), η οποία είναι το αποτέλεσμα της συνεργασίας του Ιδρύματος Ευγενίδου με την Διεύθυνση Εκπαίδευσης Ναυτικών του Υπουργείου Ναυτιλίας. Η συγγραφή και έκδοση των εκπαιδευτικών βιβλίων για τους σπουδαστές των ναυτικών σχολών ανατέθηκε στο Ίδρυμα Ευγενίδου με την υπ' αριθμ. 61288/5031/9.8.1966 απόφαση του Υπουργείου Εμπορικής Ναυτιλίας, οπότε και λειτούργησε η αρμόδια Επιτροπή Εκδόσεων, η οποία είχε συσταθεί ήδη από το 1958. Η συνεργασία Ιδρύματος Ευγενίδου και Υπουργείου Εμπορικής Ναυτιλίας ανανεώθηκε και επικαιροποιήθηκε με Υπουργικές Αποφάσεις το 1999 και το 2005, με τις οποίες το ΥΕΝ ανέθεσε στο Ίδρυμα Ευγενίδου την συγγραφή των εκπαιδευτικών βοηθημάτων για τις Ακαδημίες Εμπορικού Ναυτικού (Α.Ε.Ν.). Η ανάθεση της αρμοδιότητας για την έκδοση των διδακτικών βιβλίων για τις Ακαδημίες επαναβεβαιώθηκε με νομοθετική ρύθμιση τον Μάρτιο του 2020 (Ν. 4676).

Στην Βιβλιοθήκη του Ναυτικού περιλαμβάνονται 138 διδακτικά βιβλία ναυτικής εκπαίδευσης, καθώς και σχετικές έρευνες και πρακτικά συνεδρίων. Όλα τα βιβλία της Βιβλιοθήκης του Ναυτικού ανταποκρίνονται στις ανάγκες των σπουδαστών των ΑΕΝ και είναι γενικότερα χρήσιμα για όλους τους αξιωματικούς του Εμπορικού Ναυτικού, που ασκούν το επάγγελμα ή εξελίσσονται στην ιεραρχία. Επιπλέον οι συγγραφείς και η Επιτροπή Εκδόσεων καταβάλλουν κάθε προσπάθεια ώστε τα διδακτικά βιβλία να είναι επιστημονικώς άρτια, να επικαιροποιούνται με βάση τα εκάστοτε αναλυτικά προγράμματα σπουδών των Α.Ε.Ν. και να παραμένουν συμβατά με τις μεταβαλλόμενες διεθνείς απαιτήσεις.

Η διαχρονική συμβολή του Ιδρύματος Ευγενίδου στη Ναυτική Εκπαίδευση επιτυγχάνεται όχι μόνο με την έκδοση των σχετικών εκπαιδευτικών βιβλίων αλλά και με δωρεές στις Ακαδημίες Εμπορικού Ναυτικού, υποτροφίες σε αξιωματικούς του Λιμενικού Σώματος, εκπόνηση μελετών/ ερευνών και διεξαγωγή συνεδρίων για την ναυτική εκπαίδευση και την ναυτιλία γενικότερα, καθώς και παροχή πρόσβασης σε κορυφαίες ναυτιλιακές βάσεις δεδομένων μέσω της Βιβλιοθήκης του.

Με την προσφορά των εκδόσεών του στους καθηγητές, στους σπουδαστές των ΑΕΝ και σε όλους τους αξιωματικούς του Εμπορικού Ναυτικού, αλλά και με την πλειάδα εκδόσεων για Τεχνικούς, το Ίδρυμα Ευγενίδου συνεχίζει να συμβάλλει στην τεχνική εκπαίδευση της Ελλάδος, υλοποιώντας επί 60 και πλέον χρόνια το όραμα του ιδρυτή του, αείμνηστου ευεργέτη Ευγένιου Ευγενίδη.

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΕΚΔΟΣΕΩΝ ΙΔΡΥΜΑΤΟΣ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

Ιωάννης Γκόλιας, Καθηγητής ΕΜΠ, Πρόεδρος.
Αχιλλέας Ματσάγγος, Αντιναύαρχος Λ.Σ. (ε.α.).
Γεώργιος Γεωργούλης, Πλοίαρχος Α΄ Ε.Ν., Ε.Δι.Π. Παν/μίου Αιγαίου.
Ελευθέριος Πετρόπουλος, Αρχιπλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., Υπ. Ναυτιλίας και Νησιωτικής Πολιτικής.
Χρήστος Βαγιωνάκης, Προϊστάμενος Τμήματος Κανονισμών και Εκπαιδευτικών Προγραμμάτων, Υπ. Ναυτιλίας και Νησιωτικής Πολιτικής.
Γραμματέας της Επιτροπής, **Ελευθερία Τελειώνη**.

Διατελέσαντα μέλη της Επιτροπής

Πρόεδροι
Α. Παππάς (1955-1983) Καθηγητής ΕΜΠ, *Μ. Αγγελόπουλος* (1983-2003) ομ. Καθηγητής ΕΜΠ, *Α. Σταυρόπουλος* ομ. Καθηγητής Πανεπ. Πειραιώς (2003-2008), *Ε. Δρης*, ομ. Καθηγητής ΕΜΠ (2008-2020)

Λοιπά μέλη
Γ. Κακριδής (1955-1959) Καθηγητής ΕΜΠ, *Α. Καλογεράς* (1957-1970) Καθηγητής ΕΜΠ, *Χ. Καβουνίδης* (1955-1984) Μηχ. Ηλ. ΕΜΠ, Μ. Αγγελόπουλος (1970-1983), Ομ. Καθηγητής ΕΜΠ, *Σπ. Γουλιέλμος (1958)* Αντιπλοίαρχος, *Ξ. Αντωνιάδης* (1959-1966) Αντιπλοίαρχος, Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Π. Γ. Τσακίρης* (1967-1969) Πλοίαρχος, Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Ελλ. Σίδερης* (1967-1969) Υποναύαρχος, *Π. Φουστέρης* (1969-1971) Αντιπλοίαρχος Λ.Σ, Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Αλ. Μοσχονάς* (1971-1972) Αντιπλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Ι. Χρυσανθακόπουλος* (1972-1974) Αντιπλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Αθαν. Σωτηρόπουλος* (1974-1977) Πλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Γ. Σπαρτιώτης* (1977) Αντιπλοίαρχος Λ.Σ., προσωρινός Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Θ. Πουλάκης* (1977-1979) Πλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Π. Λυκούδης* (1979-1981) Πλοίαρχος Λ. Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Αναστ. Δημαράκης* (1981-1982) Πλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Κ. Τσαντήλας* (1982-1984) Πλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Ε. Τζαβέλας* (1984-1986) Πλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Γ. Γρηγοράκος* (1986-1988) Πλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Α. Μπαρκατσάς* (19881989) Αρχιπλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Κ. Παπαναστασίου* (1989) Αρχιπλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Γ. Λάμπρου* (1989-1992) Πλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Κ. Κοκορέτσας* (1992-1993) Πλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Κ. Μαρκάκης* (1993-1994) Πλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Ι. Ζουμπούλης* (1994-1995) Πλοίαρχος Λ.Σ., *Φ. Ψαρράς* (1995-1996) Πλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Γ. Καλαρώνης* (1996-1998) Πλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Θ. Ρεντζεπέρης* (1998-2000) Αντιπλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Ι. Στεφανάκης* (2000-2001) Πλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Κ. Μαρίνος* (2001) Πλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Π. Εξαρχόπουλος* (2001-2003) Πλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Κ. Μπριλάκης (*2003-2004) Πλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Ν. Θεμέλαρος* (2003-2004) Αντιπλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Π. Κουβέλης* (2004-2005) Πλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Δ. Βασιλάκης* (2005-2008) Πλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Π. Πετρόπουλος* (2008-2009) Πλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Α. Ματσάγγος* (2009-2011) Πλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Ι. Σέργης* (2011-2012) Αρχιπλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Ι. Τζαβάρας*, (2004-2013) Αντιναύαρχος Λ.Σ. (Ε.Α.), *Ι. Τεγόπουλος* (1988-2013) Ομ. Καθηγητής ΕΜΠ, *Α. Θεοφανόπουλος* (2012-2014) Πλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Β. Καλλιπολίτου* (2014-2017) Αντιπλοίαρχος Λ.Σ. Δ/ντρια Ναυτ. Εκπαιδ., *Σ. Μπέλλας* (2017-2018) Αρχιπλοίαρχος Λ.Σ. Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., *Α. Τσελίκης* (2018-2019) Αρχιπλοίαρχος Λ.Σ. Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ., (2019-2020) *Α. Βουτσινάς*, Αντιπλοίαρχος Λ.Σ., Δ/ντής Ναυτ. Εκπαιδ..

Σύμβουλοι επί των Εκδόσεων

Δ .Γ. Νιάνιας (1956-1965) Καθηγητής ΕΜΠ, *Κ. Αγγ. Μανάφης* (1966-2018), ομ. Καθηγ. Φιλοσ. Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το βιβλίο αυτό περιέχει τις βασικές στοιχειώδεις γνώσεις της Μηχανολογίας του πλοίου, που χρειάζονται στον Πλοίαρχο του Ε.Ν. για την επιτυχή εκπλήρωση της αποστολής του.

Η ύλη του αναπτύσσεται έτσι ώστε να συμφωνεί με τις απαιτήσεις του προγράμματος του Υ.Ε.Ν. και να παρέχει όσο το δυνατόν περισσότερες έννοιες μέσα στην οπωσδήποτε περιορισμένη έκτασή του, που όμως, θεωρήθηκε απαραίτητη εξαιτίας του περιορισμένου χρόνου διδασκαλίας του μαθήματος.

Για να αποφευχθούν οι εκτενείς περιγραφές και να αφομοιωθούν από τους σπουδαστές τα νοήματα ευκολότερα, χρησιμοποιήθηκαν πολλά σχήματα, διαγράμματα και εικόνες.

Το βιβλίο γράφηκε αρχικά σε απλή καθαρεύουσα. Στο μεταξύ διάστημα θεσπίσθηκε από την Πολιτεία η δημοτική ως γλώσσα της Παιδείας. Έτσι έπρεπε να μεταγλωττισθεί το κείμενο στην δημοτική. Η μεταγλώττιση έγινε με επιτυχία και προσήλωση στα νοήματα του κειμένου, από το Εκδοτικό Τμήμα του Ιδρύματος Ευγενίδου, προς το όποιο εκφράζονται οι ευχαριστίες του συγγραφέα.

Κατά τη μελλοντική υπηρεσία τους στα πλοία, οι Αξιωματικοί του Ε.Ν. θα χρειασθούν ασφαλώς περισσότερα στοιχεία από όσα περιέχονται εδώ για να αντιμετωπίσουν τα προβλήματα τεχνικής φύσης που θα τους παρουσιασθούν συχνά.

Συνιστάται όπως στις περιπτώσεις αυτές, ή ακόμη και για να επαυξήσουν οι ίδιοι τις τεχνικές τους γνώσεις, να ανατρέχουν στα ειδικά για τους Αξιωματικούς Μηχανικούς του Ε.Ν. βιβλία του Ιδρύματος Ευγενίδου, όπως είναι τα: «Στοιχεία Ναυπηγίας», «Ν. Λέβητες», «Ατμοστρόβιλοι», «Μηχανήματα Σκάφους», «Καύσιμα – Λιπαντικά», «Αυτοματισμός-Τηλεκίνησις», «Ηλεκτρονικαί Εφαρμογαί Πλοίων», όπως και όσα ανάλογα πρόκειται να εκδοθούν από το Ίδρυμα στο μέλλον.

Συνιστάται επίσης να συμβουλεύονται κάθε φορά με προσοχή τα συγκεκριμένα στοιχεία, με τα οποία είναι εφοδιασμένο ένα πλοίο από το Ναυπηγείο και τους κατασκευαστές των Μηχανών και Μηχανημάτων του. Τα στοιχεία αυτά δίνονται στο πλοίο είτε με τη μορφή σχεδιαγραμμάτων (Blue Prints) είτε ως οδηγίες χειρισμού (Operating Instructions) είτε ως εγχειρίδια περιγραφής και συντήρησης (Description and Maintenance Manuals).

Με την κατάλληλη χρησιμοποίηση όσων αναφέραμε προηγουμένως και, βοηθούμενοι ασφαλώς και από την πείρα που θα αποκτήσουν οι ίδιοι, κατά την υπηρεσία τους στα πλοία, θεωρείται βέβαιο ότι οι Αξιωματικοί του Ε.Ν. θα εκπληρώσουν με επιτυχία την αποστολή τους και θα αντιμετωπίσουν ικανοποιητικά πάντοτε τα τεχνικά ζητήματα που θα τους παρουσιασθούν κατά τη σταδιοδρομία τους.

Ο συγγραφέας

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
1954

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ► Γενικά

1.1 Ορισμός κινητήριας μηχανής....1
1.2 Εργαζόμενη ουσία....1
1.3 Χαρακτηριστικά στοιχεία των αερίων και των ατμών....2
1.4 Πίεση....2
1.5 Κενό. Απόλυτη και πραγματική πίεση....3
1.6 Ειδικός όγκος και ειδικό βάρος....5
1.7 Θερμοκρασία....6
1.8 Μηχανικό έργο....8
1.9 Ενέργεια....8
1.10 Μηχανική ενέργεια....8
1.11 Θερμική ενέργεια ή θερμότητα....9
1.12 Ειδική θερμότητα....10
1.13 Ισχύς....10
1.14 Ίππος....11
1.15 Το μηχανικό ισοδύναμο της θερμότητας και το θερμικό ισοδύναμο του έργου....12
1.16 Κατάταξη των θερμικών μηχανών....12
1.16.1 Μηχανές εξωτερικής καύσης....13
1.16.2 Μηχανές εσωτερικής καύσης....13
1.17 Ναυτικές μηχανές....13
1.18 Ασκήσεις....14

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ► Υδρατμός – Ατμολέβητες

2.1 Σχηματισμός υδρατμού....15
2.2 Υγρός, ξηρός και υπέρθερμος ατμός....16
2.3 Η θερμότητα ατμοπαραγωγής....17
2.4 Πίνακες ατμού....18
2.5 Προορισμός των λεβήτων....18
2.6 Τα βασικά μέρη των λεβήτων....19
2.7 Ατμογόνοι αυλοί....19
2.8 Αυλοί κυκλοφορίας....19
2.9 Εστία – Φλογοθάλαμος – Καπνοθάλαμος....20
2.10 Καυστήρες....20

2.11 Οικονομητήρες – Υπερθερμαντήρες – Προθερμαντήρες αέρα....20
2.12 Σκαριφηματική διάταξη κυλινδρικού και υδραυλωτού λέβητα....22
2.13 Τα χαρακτηριστικά στοιχεία των λεβήτων....23
2.14 Πώς λειτουργεί ο λέβητας....23
2.15 Καύσιμα των λεβήτων. Γενικά χαρακτηριστικά τους. Καύση....24
2.16 Ελκυσμός....27
2.17 Καυσαέρια. Αίτια εξαγωγής μαύρου και λευκού καπνού από την καπνοδόχο....28
2.18 Προφυλάξεις αποθήκευσης του πετρελαίου....29
2.19 Κατάταξη των ναυτικών ατμολεβήτων....30
2.20 Γενική περιγραφή του φλογαυλωτού λέβητα (κυλινδρικός με επιστρεφόμενη φλόγα απλής πρόσοψης)....30
2.21 Γενική περιγραφή του υδραυλωτού λέβητα Babcock-Wilcox....32
2.22 Μηχανήματα των λεβήτων....34
2.23 Τα εξαρτήματα των λεβήτων....35
2.24 Βοηθητικοί λέβητες....36
2.25 Αφή πυρών. Απαιτούμενος χρόνος για την ομαλή προετοιμασία του λέβητα....38
2.26 Παρακολούθηση της λειτουργίας των λεβήτων....38
2.27 Η απομόνωση του λέβητα....38
2.28 Κίνδυνοι βλαβών από βεβιασμένη ατμοπαραγωγή....38
2.29 Έκρηξη λέβητα....38
2.30 Κύκλος ατμού σε ατμοκίνητο πλοίο....39

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ► Εγκαταστάσεις μηχανοστασίου

3.1 Γενικά....42

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ► Παλινδρομικές ατμομηχανές

4.1 Γενικά....43
4.2 Περιγραφή μονοκύλινδρης παλινδρομικής ατμομηχανής....44
4.3 Τα μέρη της μηχανής....48
4.4 Πώς λειτουργεί η παλινδρομική ατμομηχανή. Τι είναι το άνω και το κάτω νεκρό σημείο....52
4.5 Αναστροφή της ατμομηχανής....53
4.6 Ιπποδύναμη ενδεικτική....55
4.7 Διάταξη εγκατάστασης μηχανολεβητοστασίου πλοίου με παλινδρομική ατμομηχανή....55

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ► Ατμοστρόβιλοι

5.1 Τι είναι ο ατμοστρόβιλος....57
5.2 Τι είναι δράση και τι αντίδραση....58

5.3 Περιγραφή απλού ατμοστρόβιλου – Στροφείο – Κέλυφος – Ακροφύσια – Πτερύγια (σταθερά - κινητά) 59
5.4 Πώς λειτουργούν οι ατμοστρόβιλοι 63
5.5 Κατάταξη των ναυτικών ατμοστροβίλων 64
5.6 Ατμοστρόβιλοι δράσης 64
5.7 Ατμοστρόβιλοι αντίδρασης Parson's 67
5.8 Ο μικτός στρόβιλος δράσης – αντίδρασης 68
5.9 Μειωτήρες στροφών 68
5.10 Ωστικός τριβέας 71
5.11 Πώς προετοιμάζεται για τον απόπλου ένας ατμοστρόβιλος 72
5.12 Πώς γίνεται η αναστροφή (ανάποδα) του ατμοστρόβιλου και του πλοίου 73
5.13 Πώς γίνεται η κράτηση και απομόνωση του στροβίλου μετά τον κατάπλου 73
5.14 Ποιες είναι οι πιθανότητες βλάβης του ατμοστροβίλου, αν δεν τηρηθούν τα χρονικά όρια προετοιμασίας για τον απόπλου 74
5.15 Σύγκριση παλινδρομικής ατμομηχανής και ατμοστροβίλου. Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα 74
5.16 Διάταξη εγκατάστασης μηχανολεβητοστασίου πλοίου με ατμοστροβίλους 75

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ► ΜΕΚ – Εμβολοφόρες Μηχανές Εσωτερικής Καύσης

6.1 Γενικά 77
6.2 Τα μέρη και εξαρτήματα των Μ.Ε.Κ. 82
6.2.1 Βενζινομηχανές 82
6.2.2 Μηχανές Ντήζελ. Στοιχειώδης περιγραφή 83
6.3 Υπερπλήρωση 86
6.4 Μηχανές Doxford 90
6.5 Τα καύσιμα των Μ.Ε.Κ. 91
6.6 Το πετρέλαιο Ντήζελ 91
6.7 Το πετρέλαιο Μαζούτ 94
6.8 Καύση. Τι απαιτείται για την καύση κάθε καυσίμου στις Μ.Ε.Κ. 94
6.9 Λόγοι χρησιμοποίησης βαρέος πετρελαίου ή μείγματός του με πετρέλαιο Ντήζελ 94
6.10 Ισχύς των Μ.Ε.Κ. 94
6.11 Ειδικοί όροι ισχύος Μ.Ε.Κ. 95
6.12 Ισχύς πρόσω και ανάποδα 95
6.13 Οικονομική λειτουργία της μηχανής 95
6.14 Μετάδοση της κίνησης άμεση και έμμεση (με μειωτήρες), σε προωστήριες μηχανές 95
6.15 Αναπόδιση 96
6.16 Σύγκριση Μ.Ε.Κ. με ατμοστρόβιλο 98
6.17 Διάταξη εγκατάστασης μηχανοστασίου πλοίου με μηχανή Ντήζελ 100

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 ► Αεριοστρόβιλοι

7.1 Γενικά 102
7.2 Αεριοστρόβιλος ανοικτού κυκλώματος 102
7.3 Αεριοστρόβιλος ανοικτού κυκλώματος δύο βαθμίδων Υ.Π - Χ.Π. 104
7.4 Τα μέρη και μηχανήματα των αεριοστροβίλων 105
7.5 Τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του αεριοστρόβιλου.
Γιατί δεν είναι ακόμα διαδεδομένη η χρήση του στο Ε.Ν. 106

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ► Μηχανήματα καταστρώματος

8.1 Ονοματολογία, χρήση και σκοπός των μηχανημάτων καταστρώματος
(βαρούλκα, εργάτες κ.λπ.) 108
8.2 Μηχανήματα ασφαλείας ελέγχου βλαβών (damage control) 110
8.3 Φορητές αντλίες 112
8.4 Μηχάνημα πηδαλίου 112

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9 ► Μηχανήματα καταστρώματος

9.1 Για πλοίο ατμοκίνητο, με παλινδρομική ατμομηχανή 114
9.2 Για πλοίο ατμοκίνητο με ατμοστρόβιλο 115
9.3 Για πλοίο με στροβιλοηλεκτρική πρόωση 116
9.4 Για ντηζελοκίνητο πλοίο 116
9.5 Για πλοίο με Ντηζελο-ηλεκτρική πρόωση 118
9.6 Για πλοίο με πρόωση από αεριοστροβίλους 118
9.6.1 Ηλεκτρομηχανές 118
9.6.2 Βραστήρας 119
9.6.3 Αντλίες 121

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 ► Αντλίες Φορτοεκφόρτωσης Δ/Ξ

10.1 Περιγραφή 124
10.2 Λειτουργία 126
10.3 Οδηγίες 126
10.4 Συντήρηση 127

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11 ► Καταναλώσεις

11.1 Ορισμός και τιμές της ειδικής ανά ίππο και ώρα κατανάλωσης 128
11.2 Σχέσεις κατανάλωσης προς την ισχύ των μηχανών, τον χρόνο και
την ταχύτητα του πλοίου 129

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12 ► Ολίσθηση (πραγματική & φαινόμενη)

12.1 Γενικά 133
12.2 Η θεωρητική ταχύτητα του πλοίου 133
12.3 Η ταχύτητα προχώρησης του πλοίου 134
12.4 Ολίσθηση 134
12.5 Συντελεστής ολίσθησης 134
12.6 Φαινομενική και πραγματική ολίσθηση 135

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13 ► Καύσιμα και λιπαντικά

13.1 Ορισμός καύσης και καυσίμων 140
13.2 Κατάταξη των καυσίμων 140
13.3 Η απόσταξη του πετρελαίου 141
13.4 Τα γενικά χαρακτηριστικά των υγρών καυσίμων. 141
13.5 Βενζίνη 142
13.6 Φωτιστικό πετρέλαιο (κηροζίνη) 143
13.7 Πετρέλαιο Ντήζελ 143
13.8 Πετρέλαιο λεβήτων 143
13.9 Ορισμός λίπανσης και λιπαντικών 144
13.10 Κατάταξη των λιπαντικών 144
13.11 Τα χαρακτηριστικά των λιπαντικών 144
13.12 Ιδιότητες των λιπαντικών 145
13.13 Λιπαντικά παλινδρομικών ατμομηχανών 145
13.14 Λιπαντικά ατμοστροβίλων 146
13.15 Λιπαντικά Μ.Ε.Κ. 146
13.16 Λιπαντικά άλλων χρήσεων 146
13.17 Η χρήση των λιπαντικών 146
13.18 Εμπορικές ονομασίες των λιπαντικών 147

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14 ► Τηλεκίνηση – Αυτοματισμός

14.1 Τηλεκίνηση - Ορισμός 148
14.2 Εφαρμογές της τηλεκίνησης 148
14.3 Συστήματα τηλεκίνησης 148
14.4 Χρήση της τηλεκίνησης 150
14.5 Αυτοματισμός - Ορισμός 150
14.6 Χαρακτηριστικά του αυτόματου ελέγχου 151
14.7 Στοιχειώδης λειτουργία του αυτόματου συστήματος 151
14.8 Τα μέρη του αυτόματου συστήματος 154
14.9 Τα συστήματα αυτόματου ελέγχου 154

14.10 Τα όργανα του αυτόματου ελέγχου μέτρησης και ένδειξης – Μεταδότες....154
14.11 Ο χειρισμός και η παρακολούθηση του αυτόματου συστήματος ελέγχου....155
14.12 Η εφαρμογή του αυτόματου ελέγχου στα πλοία....156

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15 ► Νηογνώμονες – Κανονισμοί – Επιθεωρήσεις – Πιστοποιητικά

15.1 Γενικά....162
15.2 Ποιοι είναι οι εγκυρότεροι Νηογνώμονες....162
15.3 Ναυπήγηση των πλοίων....162
15.4 Κλάση του πλοίου....163
15.5 Πιστοποιητικά του πλοίου....163
15.6 Πιστοποιητικά Νηογνωμόνων - Επιθεωρήσεις....163
15.7 Επιθεωρήσεις αναλόγως της ηλικίας των πλοίων....166
15.8 Κρατικά πιστοποιητικά....166
15.9 Πιστοποιητικά εκφόρτωσης και παραμονής σε λιμάνι....167
15.10 Επιθεώρηση εμπορικών πλοίων (Ε.Ε.Π.)....168
Ευρετήριο....169

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

1 Γενικά

1.1 Ορισμός κινητήριας μηχανής

Κινητήρια μηχανή ονομάζεται γενικά, συγκρότημα από μεταλλικά κυρίως τεμάχια και εξαρτήματα κατάλληλο να επιτυγχάνει την μετατροπή μέρους ορισμένης μορφής ενέργειας σε ***ωφέλιμο*** ή ***κινητήριο έργο***.

Τα μέρη της μηχανής διακρίνονται σε *σταθερά* και *κινητά* και λειτουργούν έτσι ώστε να προκαλούν την περιστροφή του άξονα της μηχανής, από τον οποίο τελικά παραλαμβάνουμε το έργο.

Ανάλογα με τη μορφή ενέργειας που χρησιμοποιείται για την απόδοση έργου, οι κινητήριες μηχανές διακρίνονται σε ***θερμικές*** ή ***θερμοκινητήρες***, ***υδραυλικές*** ή ***υδραυλικούς κινητήρες***, ***ηλεκτρικές*** ή ***ηλεκτροκινητήρες*** κ.λπ. Τελευταία έχουν κατασκευασθεί και μηχανές *πυρηνικής ενέργειας*.

Οι θερμικές μηχανές διακρίνονται σε ***ατμομηχανές παλινδρομικές*** ή ***στροβίλους*** και ***μηχανές εσωτερικής καύσης*** (Μ.Ε.Κ.) ***παλινδρομικές***, όπως οι ***πετρελαιομηχανές*** Ντήζελ, οι ***βενζινομηχανές***, *οι* ***αεριομηχανές*** ή ***περιστροφικές***, όπως οι ***αεριοστρόβιλοι***.

Ειδικότερα, όταν οι προηγούμενες μηχανές χρησιμοποιούνται για την κίνηση πλοίων και πλωτών μέσων γενικά, ονομάζονται ***Ναυτικές Μηχανές***.

1.2 Εργαζόμενη ουσία

Για να επιτευχθεί η παραγωγή έργου με τις θερμικές μηχανές, χρησιμοποιείται σε αυτές πάντοτε ένα υλικό που υποβάλλεται σε προκαθορισμένες μεταβολές και χρησιμεύει για να μεταφέρει τη θερμότητα κατά προκαθορισμένο τρόπο. Το υλικό αυτό ονομάζεται ***εργαζόμενη ουσία***.

Στις ατμομηχανές για παράδειγμα ως εργαζόμενη ουσία χρησιμοποιείται το νερό, που θερμαίνεται και μετατρέπεται σε ατμό. Ο ατμός χρησιμεύει για να μεταφέρει τη θερμότητα και γενικότερα την ενέργεια, ένα μέρος της οποίας η μηχανή μετατρέπει σε έργο. Μετά τη μετατροπή αυτή, ο ατμός συμπυκνώνεται πάλι σε νερό, το οποίο, όσο εργάζεται η μηχανή, υποβάλλεται στις ίδιες μεταβολές, δηλαδή ***θέρμανση***, ***ατμοποίηση***, ***παραγωγή έργου*** και ***συμπύκνωση***.

Στις Μ.Ε.Κ. χρησιμοποιείται βασικά ο αέρας και τα αέρια που παράγονται από την καύση του καυσίμου μέσα σε αυτές.

Στους αεριοστρόβιλους ειδικότερα χρησιμοποιείται ο αέρας και τα καυσαέρια ή κάποιο από τα λεγόμενα αδρανή αέρια, όπως το ***κρυπτόν***, το ***αργόν***, το ***ξένον*** ή το ***ήλιον***.

1.3 Χαρακτηριστικά στοιχεία των αερίων και των ατμών

Η στιγμιαία κατάσταση ενός αερίου ή ατμού προσδιορίζεται από τα εξής φυσικά μεγέθη: την *πίεση,* τον *όγκο* και τη *θερμοκρασία* του. Αυτά τα φυσικά μεγέθη εξετάζονται αναλυτικότερα στις επόμενες παραγράφους.

Όταν μεταβάλλονται ένα ή περισσότερα από τα φυσικά αυτά μεγέθη, τότε λέμε ότι μεταβάλλεται και η κατάσταση του αερίου ή του ατμού. Στη Θερμοδυναμική, όταν μια τέτοια μεταβολή γίνεται κατά συνέχεια και κατά ορισμένο νόμο, λέμε ότι έχουμε μία «αλλαγή κατάστασης» του αερίου ή του ατμού. Η λειτουργία των Θερμικών μηχανών εξαρτάται από συγκεκριμένες τέτοιες αλλαγές, που επαναλαμβάνονται εξακολουθητικά όσο η μηχανή εργάζεται.

1.4 Πίεση

Όλα τα αέρια έχουν τη φυσική τάση να καταλαμβάνουν συνεχώς μεγαλύτερο χώρο. Έτσι, αν ένα αέριο περιορισθεί μέσα σε ένα δοχείο, η τάση του αυτή εκδηλώνεται ως δύναμη, που ασκείται ομοιόμορφα στα τοιχώματα του δοχείου, ώστε σε ίσες επιφάνειες των τοιχωμάτων να εφαρμόζονται ίσες δυνάμεις. Έτσι, σε κάθε μονάδα επιφάνειας των τοιχωμάτων (cm^2 ή in^2) εφαρμόζεται μία δύναμη, που ονομάζεται ***πίεση***. Πίεση είναι δηλαδή η δύναμη, που αντιστοιχεί στη μονάδα της επιφάνειας. Μαθηματικά ορίζεται ως το πηλίκο μιας δύναμης διά την επιφάνεια, επάνω στην οποία εφαρμόζεται η δύναμη αυτή.

Έτσι, συμβολίζοντας με P την πίεση, με F τη δύναμη και με S την επιφάνεια, θα έχουμε:

$$P = \frac{F}{S}$$

Όσο περισσότερο περιορίζουμε τον όγκο ενός αερίου, τόσο μεγαλύτερη πίεση ασκεί αυτό στα τοιχώματα του δοχείου. Λέμε τότε ότι το αέριο ***συμπιέζεται***. Αντιστρόφως, όταν επιτρέπουμε στο αέριο να καταλάβει μεγαλύτερο χώρο, ελαττώνεται η πίεσή του. Τότε λέμε ότι το αέριο ***εκτονώνεται***. Έτσι έχουμε τους όρους ***συμπίεση*** και ***εκτόνωση*** του αερίου.

Για τη μέτρηση της πίεσης χρησιμοποιούνται κατάλληλες μονάδες στο μετρικό και στο Αγγλικό σύστημα.

Πρώτη μονάδα πίεσης είναι η ***ατμόσφαιρα,*** η οποία αντιπροσωπεύει την πίεση που ασκεί το βάρος του αέρα της ατμόσφαιρας στην επιφάνεια της Γης. Ο Torricelli τη μέτρησε πειραματικά και βρήκε ότι είναι ίση με την πίεση στήλης υδραργύρου (Hg), ύψους 760 mm ή 76 cm ή 30″ (ίντσες), ή αντίστοιχα στήλης νερού ύψους 10,33 m. Ώστε:

$$1\ Atm = 760mm\ Hg = 76\ cm\ Hg = 30"\ Hg = 10{,}33\ m\ (H_2O)$$

Η στήλη τώρα ύψους 10,33 m ή 1033 cm νερού και βάσης 1 cm^2 έχει βάρος 1033 gr ή 1,033 kg, ώστε να είναι:

$$1\ Atm = 1{,}033\ kg/cm^2$$

Αυτή λέγεται και ***φυσική ατμόσφαιρα***.

Στην Τεχνική, για λόγους ευκολίας, χρησιμοποιούμε την ***τεχνική ατμόσφαιρα*** (At), που είναι ίση με 1 kg /cm^2. Ώστε:

$$1 \text{ At} = 1 \text{ kg/cm}^2 = 735{,}5 \text{ mm Hg}$$

οπότε και $1 \text{ Atm} = 1{,}033 \text{ At}$

Στο αγγλικό σύστημα, αντί kg και cm^2 χρησιμοποιούνται λίμπρες (lb) και τετραγωνικες ίντσες (in^2 ή sq. in). Έτσι, στο σύστημα αυτό μονάδα πίεσης είναι ή lib /in^2 ή p.s.i. *(Pound per square inch),* δηλαδή μία λίμπρα ανά τετραγωνική ίντσα.

Επειδή 1 lb = 0,453 kg, 1 in = 2,54 cm και 1 sq.in = 6,45 em^2, έχουμε τις σχέσεις:

$$1 \text{ Atm} = 1{,}033 \text{ kg/cm}^2 = 14{,}7 \text{ p.s.i.}$$

και $1 \text{ At} = 1 \text{ kg/cm}^2 = 14{,}22 \text{ p.s.i}$

Τα όργανα που χρησιμοποιούμε για τη μέτρηση της πίεσης, λέγονται ***θλιβόμετρα*** ή και ***μανόμετρα***.

Για τη μέτρηση, τέλος, μεγάλων πιέσεων, χρησιμοποιούμε πολλαπλάσια των μονάδων του μετρικού ή του αγγλικού συστήματος.

Λέμε για παράδειγμα:

10, 30, 150, 200 kg/cm^2 ή 5, 25, 85, 900, 1200 p.s.i. κ.ο.κ.

– Εφαρμογές

Παράδειγμα: Να μετατραπούν:

α) 5 Atm σε p.s.i.

β) 782,1 p.s.i. σε kg /cm^2.

Λύση

α) $5 \times 14{,}7 = 73{,}5$ p.s.i.

β) $782{,}1 : 14{,}22 = 55$ kg /cm^2.

1.5 Κενό. Απόλυτη και πραγματική πίεση

Αν από έναν χώρο αφαιρέσουμε τελείως τον αέρα, λέμε ότι στον χώρο αυτό επικρατεί ***τέλειο κενό***, δηλαδή μηδενική πίεση.

Γενικότερα, κάθε πίεση μικρότερη από την ατμοσφαιρική ονομάζεται ***κενό*** και προσδιορίζεται ως κλάσμα του τέλειου κενού.

Στις τεχνικές εγκαταστάσεις πλησιάζουμε πάρα πολύ το τέλειο κενό. Είναι αδύνατο όμως να το επιτύχουμε.

Το κενό το μετράμε με τις ίδιες μονάδες που μετράμε και την ατμοσφαιρική πίεση, δηλαδή σε mm Hg ή cm Hg ή in Hg.

Επίσης το εκφράζουμε και ως ποσοστό επί τοις εκατό (%) του τέλειου κενού. Είναι φανερό ότι, όσο το κενό μέσα σε έναν χώρο πλησιάζει το τέλειο κενό, τόσο μικρότερη είναι αντίστοιχα η πίεση που ασκείται μέσα στον χώρο αυτό. Η μέτρηση

του κενού στην πράξη γίνεται με όργανα παρόμοια με τα θλιβόμετρα, που λέγονται τότε ***κενόμετρα***.

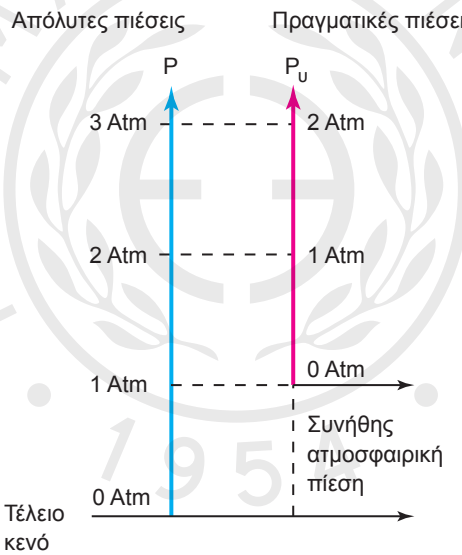
Εδώ πρέπει να τονίσουμε ότι η σημασία του κενού που δημιουργείται κυρίως στο ψυγείο των ατμομηχανών είναι πολύ μεγάλη για τη λειτουργία τους. Όσο αυτό πλησιάζει περισσότερο προς το τέλειο κενό, τόσο οικονομικότερα εργάζεται η μηχανή.

Αν τη μέτρηση μιας πίεσης την αρχίσουμε από το τέλειο κενό, τότε την ονομάζουμε ***απόλυτη πίεση***, P. Αν πάλι την αρχίσουμε από την ατμοσφαιρική πίεση προς τα επάνω, τη λέμε ***πραγματική*** ή ***μανομετρική*** *πίεση,* P_u. Η διαφορά μεταξύ τους είναι 1 Atm.

Ώστε $P = P_u + 1\ Atm$

και $P = P - 1\ Atm$

Το σχήμα 1.1 παριστάνει γραφικά την απόλυτη πίεση, την πραγματική πίεση και το κενό. Η μεταξύ τους συσχέτιση φαίνεται καθαρά.



Σχ. 1.1

– Εφαρμογές

Παράδειγμα

1) Να εκφρασθεί στο μετρικό και στο αγγλικό σύστημα:
α) το τέλειο κενό, β) ενδιάμεσο κενό 92%.

2) Να δοθεί η ερμηνεία του μηδενικού κενού.

3) Να μετατραπεί η απόλυτη πίεση 36,033 kg/cm^2, που ασκείται επάνω στο έμβολο μηχανής Ντήζελ κατά την καύση του πετρελαίου, σε πραγματική πίεση, στο αγγλικό σύστημα.

Λύση

1) α) Τέλειο κενό 100%.
Τέλειο κενό 760 mm Hg ή 76 cm Hg.
Τέλειο κενό 30″ Hg.
β) Κενό 92%.
$\frac{92}{100} \times 760 = 699$ mm Hg $= 69{,}9$ cm Hg.
$\frac{92}{100} \times 30 = 27{,}6$″ Hg.
2) Μηδενικό κενό παριστάνει την ατμοσφαιρική πίεση.
3) Έχουμε: $P_υ = P - 1$ Atm
$P_υ = 36{,}033 - 1{,}033 = 35$ kg/cm^2
35 kg/cm^2 $\times$ 14,22 = 497,7 p.s.i.

1.6 Ειδικός όγκος και ειδικό βάρος

Ειδικός όγκος v ενός αερίου καλείται ο όγκος που καταλαμβάνει το αέριο αυτό σε βάρος ίσο προς τη μονάδα βάρους.

Ειδικό βάρος γ αντιστρόφως, είναι το βάρος που έχει το αέριο σε όγκο ίσο προς τη μονάδα όγκου.

Επομένως, μετράμε τον ειδικό όγκο σε m^3/kg (κυβικά μέτρα ανά χιλιόγραμμο) ή ft^3 /lb (κυβικά πόδια ανά λίμπρα), και το ειδικό βάρος σε kg/m^3 ή lb /ft^3 αντιστοίχως.

Ο ειδικός όγκος προσδιορίζεται και αν διαιρεθεί ένας οποιοσδήποτε όγκος V του αερίου διά του βάρους Β που έχει ο όγκος αυτός.

Το ειδικός βάρος προσδιορίζεται, αν διαιρεθεί ένα οποιοδήποτε βάρος Β του αερίου διά του όγκου V που καταλαμβάνει αυτό.

Έτσι θα έχουμε: $v = \frac{V}{B}$ και $\gamma = \frac{B}{V}$

από τα οποία: $v = \frac{1}{\gamma}$ και $\gamma = \frac{1}{v}$

Από τους τύπους αυτούς συμπεραίνουμε ότι ειδικός όγκος και ειδικό βάρος βρίσκονται μεταξύ τους σε σχέση αντίστροφη.

Σημειώνουμε εδώ ότι ο ειδικός όγκος και το ειδικό βάρος των αερίων δεν είναι σταθερά, όπως συμβαίνει περίπου στα στερεά και στα υγρά σώματα, αλλά μεταβάλλονται πάντοτε σε σχέση με την πίεση και τη θερμοκρασία του αερίου. Όσο δηλαδή μικρότερη είναι η πίεση και όσο υψηλότερη η θερμοκρασία του αερίου, τόσο αυτό είναι αραιότερο και ελαφρύτερο, δηλαδή τόσο μεγαλύτερος είναι ο ειδικός όγκος του και τόσο μικρότερο το ειδικό βάρος του, και αντιστρόφως. Γι' αυτό, κάθε φορά που μετράμε ειδικό όγκο και ειδικό βάρος ενός αερίου, πρέπει να καθορίζουμε και την πίεση και τη θερμοκρασία κατά τη στιγμή της μέτρησης.

– Εφαρμογές

Παράδειγμα 1

Ο ατμοσφαιρικός αέρας σε πίεση 760 mm Hg και θερμοκρασία 0°C έχει ειδικό βάρος γ = 1,293 kg/m^3. Ποιος είναι ο ειδικός όγκος του;

Λύση

Έχουμε $v = \frac{1}{\gamma}$, άρα $v = \frac{1}{1,293} = 0,773$ m^3/kg.

Παράδειγμα 2

Ατμός νερού με απόλυτη πίεση 8 Atm και θερμοκρασία 170°C έχει ειδ. όγκο 0,2454 m3/kg. Ποιο είναι το ειδικό βάρος του;

Λύση

Έχουμε $\gamma = \frac{1}{v}$, άρα $\gamma \frac{1}{0,2454} = 4,075$ m^3/kg.

1.7 Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία είναι το ***μέτρο*** με το οποίο προσδιορίζουμε τη ***θερμική κατάσταση*** των διάφορων σωμάτων. Είναι δηλαδή ένα φυσικό μέγεθος που προσδιορίζει πόσο θερμό ή πόσο ψυχρό είναι ένα σώμα.

Το αίτιο που δημιουργεί το αίσθημα του θερμού ή του ψυχρού είναι η θερμότητα. Η θερμοκρασία ενός σώματος μεταβάλλεται (ανεβαίνει ή κατεβαίνει), όταν σε ένα σώμα παρέχουμε ή αντίστοιχα αφαιρούμε απ' αυτό θερμότητα.

Μετράμε τη θερμοκρασία με ειδικά όργανα, τα ***θερμόμετρα***. Αυτά είναι βαθμολογημένα σε βαθμούς Κελσίου (°C) στο μετρικό σύστημα, και σε βαθμούς Φαρενάιτ (°F) στο αγγλικό.

Στο θερμόμετρο Celsius, το μηδέν της κλίμακας (0° C) αντιστοιχεί στη θερμοκρασία που λειώνει ο πάγος (από αποσταγμένο νερό) και το εκατό (100°C) στη θερμοκρασία που βράζει το αποσταγμένο νερό, υπό ατμοσφαιρική πίεση. Το διάστημα μεταξύ των 0°C και 100°C υποδιαιρείται σε 100 ίσα μέρη, δηλαδή σε 100 βαθμούς Κελσίου.

Στο θερμόμετρο Fahrenheit, η θερμοκρασία που λειώνει ο πάγος αντιστοιχεί στους 32° F, και η θερμοκρασία που βράζει το νερό στους 212° F. Το διάστημα μεταξύ των 32° F και 212° F υποδιαιρείται σε 180 ίσα μέρη, δηλαδή σε 180° Fahrenheit.

Έτσι, οι 180° F αντιστοιχούν με 100° C, άρα: 1°C = 1,8° F

Επειδή τώρα οι 32° F αντιστοιχούν στους 0° C, καταλαβαίνουμε εύκολα ότι για τις μετατροπές θα ισχύουν οι τύποι:

$$C = (F - 32)\frac{100^o}{180^o} \quad \text{και} \quad F = \frac{180^o}{100^o}C + 32^o$$

ή πιο απλά: $C = (F - 32)\frac{5}{9}$ και $F = \frac{9}{5}C + 32$

Οι δύο κλίμακες συγκρίνονται στο σχήμα 1.2.

Η μετατροπή των βαθμών θερμοκρασίας από τη μία κλίμακα στην άλλη γίνεται εύκολα και με τη βοήθεια κατάλληλων πινάκων.

– *Σχετική και απόλυτη θερμοκρασία*

Κάθε θερμοκρασία του μετράμε αρχίζοντας από το μηδέν της κλίμακας Κελσίου ή Φαρενάιτ, ονομάζεται ***σχετική*** (t).

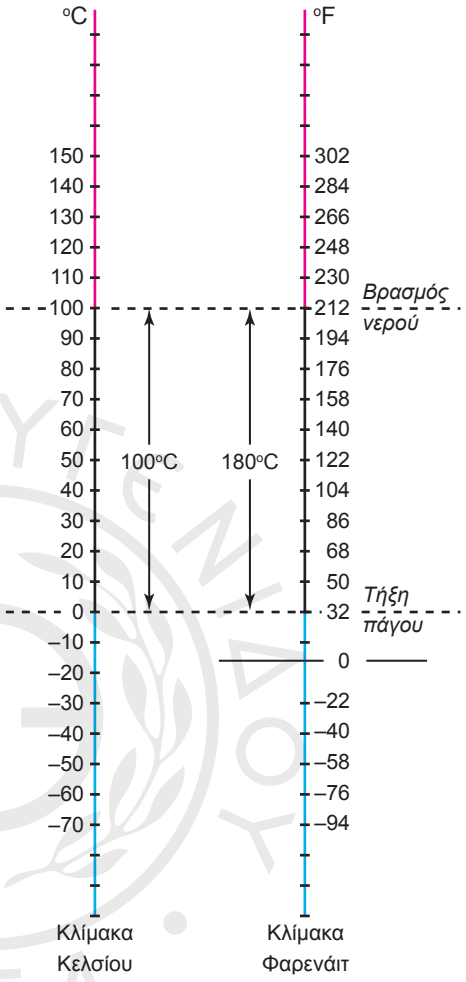
Η θερμοκρασία είναι θετική, αν είναι πάνω από το μηδέν και αρνητική, αν είναι κάτω από το μηδέν. Η θερμοκρασία αυτή χρησιμοποιείται ευρύτατα στην καθημερινή ζωή και στις τεχνικές εφαρμογές.

Αν μετρήσουμε μία θερμοκρασία αρχίζοντας από το απόλυτο μηδέν της κλίμακας, την ονομάζουμε ***απόλυτη*** (T).

Το απόλυτο μηδέν είναι η χαμηλότερη δυνατή θερμοκρασία στη φύση και είναι –273°C ή –461°F. Η απόλυτη θερμοκρασία είναι πάντοτε θετική. Συνεπώς έχουμε τους τύπους:

$$T = t + 273^{o}C$$

$$T = t + 461^{o}F$$



Σχ. 1.2

– Εφαρμογές

Παράδειγμα 1

Η θερμοκρασία των καυσαερίων μιας Μ.Ε.Κ. είναι 702° F. Να μετατραπεί σε °C.

Λύση

Θα έχουμε: $C = (F - 32)\frac{5}{9}$ ή $C = (702 - 32)\frac{5}{9} = 372°\ C.$

Παράδειγμα 2

Η παραπάνω σχετική θερμοκρασία των 372° C να μετατραπεί σε απόλυτη.

Λύση

Θα έχουμε: $T = t + 273°\ C$, άρα $T = 372 + 273 = 645°\ C.$

1.8 Μηχανικό έργο

Έργο, στη Μηχανική, ονομάζεται το αποτέλεσμα που προκύπτει όταν μία δύναμη υπερνικά μιαν αντίσταση και επιτυγχάνει τη μετάθεση του σημείου εφαρμογής της κατά την ίδια της κατεύθυνση.

Το έργο υπολογίζεται με το γινόμενο της δύναμης επί την απόσταση που διάνυσε το σημείο εφαρμογής της. Επειδή μετράμε τη δύναμη σε kg ή lb και την απόσταση σε m ή ft, το έργο υπολογίζεται σε χιλιογραμμόμετρα (kgm) στο μετρικό σύστημα ή σε ποδόλιμπρα (ft × lb) στο αγγλικό σύστημα μέτρησης.

1 kgm είναι το έργο που παράγει δύναμη 1 kg όταν μεταθέτει το σημείο εφαρμογής της κατά 1 m. Επίσης 1 ft · lb είναι το έργο που παράγει δύναμη 1 lb όταν μεταθέτει το σημείο εφαρμογής της κατά 1 ft.

Συμβολίζοντας λοιπόν με W το έργο, με F τη δύναμη και με l τη μετακίνηση, θα έχουμε:

$$W = F \times l$$

Αν πάλι η μετακίνηση δεν γίνεται κατά την έννοια της δύναμης, αλλά σχηματίζει με αυτή γωνία φ, τότε ο τύπος που μας δίνει το έργο θα είναι:

$$W = F \times l \, \text{συνφ}$$

– Εφαρμογές

Παράδειγμα: Υπολογίστε το έργο που παράγεται όταν ανυψώνουμε βάρος 3 kg σε ύψος 4 m, υπερνικώντας την αντίσταση της βαρύτητας.

Λύση: Από τον τύπο $W = F \times l$ έχουμε: $W = 3 \times 4 = 12$ kgm.

1.9 Ενέργεια

Όταν ένα σώμα είναι ικανό να μας αποδώσει έργο, λέμε ότι έχει ενέργεια.

Πρέπει απαραιτήτως να έχουμε υπόψη μας ότι οι έννοιες ***ενέργεια*** και ***έργο*** διαφέρουν μεταξύ τους.

Η ενέργεια είναι μία ποσότητα, όπως και το έργο, και τη μετράμε με τις ίδιες ή αντίστοιχες προς αυτό μονάδες. Παρ' όλα αυτά, δεν ταυτίζεται με το έργο. Είναι η ***ικανότητα*** ενός σώματος να αποδίδει έργο, και όχι αυτό το ίδιο το έργο, που αποδίδει το σώμα.

Στη φύση υπάρχουν πολλές μορφές ή είδη ενέργειας, όπως: η ***μηχανική***, η ***μαγνητική***, η ***ηλεκτρική***, η ***χημική***, η ***θερμική*** και η ***ατομική*** ή ***πυρηνική***, που βρίσκεται μέσα στα άτομα της ύλης και αποδίδεται, όταν διασπαστεί ο πυρήνας τους.

1.10 Μηχανική ενέργεια

Η μηχανική ενέργεια διακρίνεται σε ***κινητική*** και ***δυναμική***. Κινητική ενέργεια είναι η ενέργεια που έχει ένα σώμα όταν βρίσκεται σε κίνηση.

Η ***δυναμική*** ή ***ενέργεια θέσης*** είναι η ενέργεια που έχει ένα σώμα όταν βρίσκεται σε απόσταση από το έδαφος ή ακριβέστερα από ένα επίπεδο χαμηλότερης στάθμης.

Εάν αφήσουμε το σώμα να πέσει επάνω σ' αυτό, θα αποδώσει έργο. Και τα δύο είδη ενέργειας υπολογίζονται με τις ίδιες μονάδες που υπολογίζουμε και το έργο, δηλαδή σε kgm ή ft × lb.

1.11 Θερμική ενέργεια ή θερμότητα

Θερμική ενέργεια είναι η ενέργεια που έχει ένα σώμα όταν βρίσκεται σε υψηλή θερμοκρασία. Επίσης λέγεται και ***θερμότητα*** και αποτελεί το ***αίτιο*** της μεταβολής της ***θερμικής κατάστασης*** των σωμάτων.

Στην τεχνική, ο συνηθισμένος τρόπος παραγωγής θερμότητας είναι η καύση των καυσίμων, με την οποία η χημική τους ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική. Η θερμότητα είναι ένα ποσόν, που μπορούμε να το προσδώσουμε σε ένα σώμα ή να το αφαιρέσουμε από αυτό.

Όταν θερμαίνουμε ένα σώμα, δηλαδή όταν του προσδίδουμε θερμότητα, παρατηρούμε ότι η θερμοκρασία του ανεβαίνει. Αντίθετα, όταν το ψύχουμε, δηλαδή όταν του αφαιρούμε θερμότητα, η θερμοκρασία του κατεβαίνει. Επομένως η ***θερμότητα είναι το αίτιο και η θερμοκρασία το αποτέλεσμα***. Η θερμότητα είναι ένα ποσόν που δίνεται σε ένα σώμα ή αφαιρείται από αυτό, ενώ η θερμοκρασία είναι ένα μέτρο που προσδιορίζει τη θερμική κατάστασή του.

Στη Φυσική, η σχέση μεταξύ θερμότητας και θερμοκρασίας ερμηνεύεται με τη λεγόμενη «κινητική θεωρία», σύμφωνα με την οποία: Τα μόρια ενός σώματος κινούνται με ταχεία παλμική κίνηση ανάλογη προς τη θερμοκρασία του, ώστε όταν θερμαίνουμε ένα σώμα, η παλμική κίνηση των μορίων του να γίνεται ταχύτερη και αντίθετα, όταν το ψύχουμε, να επιβραδύνεται. Από αυτό καταλαβαίνουμε επίσης ότι, η θερμότητα που χορηγούμε σε ένα σώμα, μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια των μορίων του, γι' αυτό και στην αρχή είπαμε ότι θερμότητα και θερμική ενέργεια είναι έννοιες ταυτόσημες.

Από τα προηγούμενα μπορούμε πάλι να πούμε ότι η θερμοκρασία είναι το ***μέτρο*** της ***ταχύτητας***, με την οποία κινούνται παλμικά τα μόρια του σώματος. Η ταχύτητα αυτή μηδενίζεται, όταν η θερμοκρασία του σώματος φτάσει στο απόλυτο μηδέν, δηλαδή στους –273° C ή –461° F.

Μονάδες για τη μέτρηση της θερμότητας, που μας ενδιαφέρει ιδιαίτερα, είναι η μετρική θερμίδα, kcal, και η βρετανική θερμίδα, B.T.U.

1 kcal είναι το ποσόν της θερμότητας που απαιτείται για να υψωθεί κατά 1°C η θερμοκρασία 1 kg νερού αποσταγμένου.

1 B.T.U. είναι το ποσόν της θερμότητας που απαιτείται για να υψωθεί η θερμοκρασία 1 lb νερού αποσταγμένου κατά 1°F.

Μεταξύ τους υπάρχει η σχέση:

1 kcal = 3,968 B.T.U. (ή περίπου 4 B.T.U.)

1 B.T.U = 0,252 kcal (ή περίπου 1/4 kcal)

– Εφαρμογές

Παράδειγμα: Σε πόσες B.T.U. αντιστοιχούν 637 kcal, που απαιτούνται για να μετατραπεί 1 kg νερού σε ατμό, υπό ατμοσφαιρική πίεση;

Λύση: Θα έχουμε: $637 \times 3{,}968 = 2527$ B.T.U.

1.12 Ειδική θερμότητα

Ειδική θερμότητα c ενός σώματος είναι το ποσό της θερμότητας που απαιτείται για να υψωθεί η θερμοκρασία 1 kg βάρους του σώματος αυτού κατά 1°C.

Κάθε σώμα έχει τη δική του ειδική θερμότητα. Για παράδειγμα το νερό έχει τη μονάδα 1, το αλουμίνιο 0,21, το μηχανέλαιο 0,40 κ.λπ.

Η ειδική θερμότητα ενός σώματος μεταβάλλεται ανάλογα με τη θερμοκρασία στην οποία βρίσκεται το σώμα. Για τις συνηθισμένες όμως θερμοκρασίες λαμβάνεται περίπου σταθερή.

Το γεγονός ότι το διάφορα σώματα έχουν και διαφορετική ειδική θερμότητα, αποδεικνύει ότι κάθε σώμα δέχεται ή χωράει τη θερμότητα μέσα στη μάζα του με διαφορετικό τρόπο. Γι' αυτό:

Το γινόμενο του βάρους Β ενός σώματος επί την ειδική θερμότητα c ονομάζεται ***θερμοχωρητικότητα*** Θ. Είναι δηλαδή:

$$\Theta = B \times c$$

Τα παραπάνω ισχύουν για τα στερεά και τα υγρά σώματα, ενώ για τα αέρια διακρίνουμε την ειδική θερμότητα υπό *σταθερή πίεση* c_p, και την ειδική θερμότητα ***υπό σταθερό όγκο***, c_v.

Στον Πίνακα 1.1 δίνουμε τις τιμές της c_p και της c_v ορισμένων αερίων που έχουν ιδιαίτερη σημασία στις τεχνικές εφαρμογές.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1
Ειδική θερμότητα διαφόρων αερίων

Αέριο	c_p	c_v
Ατμοσφαιρικός αέρας	0,24	0,17
Υδρογόνο	3,40	2,45
Οξυγόνο	0,16	0,22
Διοξείδιο του άνθρακα	0,15	0,20

1.13 Ισχύς

Η ισχύς Ν είναι ένα φυσικό μέγεθος που χρησιμεύει ως μέτρο σύγκρισης των διαφόρων μηχανών. Εκφράζεται με το έργο που μπορεί να μας αποδώσουν οι μηχανές που συγκρίνονται, στον ίδιο χρόνο ή στη μονάδα του χρόνου, δηλαδή σε 1 δευτερόλεπτο (sec).

Εάν λοιπόν μία μηχανή αποδίδει περισσότερο έργο από μία άλλη, όταν και οι

δύο εργαστούν τον ίδιο χρόνο, λέμε ότι έχει μεγαλύτερη ισχύ ή ότι είναι ισχυρότερη.

Για να συγκρίνουμε, επομένως, δύο μηχανές, δεν αρκεί να συγκρίνουμε μόνο το έργο που αποδίδουν, αλλά πρέπει να λάβουμε υπόψη μας σε πόσο χρόνο το αποδίδουν. Δεν πρέπει όμως να συγχέουμε τις έννοιες του έργου και της ισχύος.

Ισχύς, όπως είπαμε, ***είναι το έργο που παράγεται στη μονάδα του χρόνου***. Βρίσκουμε την ισχύ διαιρώντας το έργο W διά του αντίστοιχου χρόνου t, στον οποίο παράγεται αυτό, δηλαδή:

$$N = \frac{W}{t}$$

Επειδή ως μονάδα έργου χρησιμοποιούμε το kgm και ως μονάδα χρόνου το sec, συμπεραίνουμε ότι η μονάδα ισχύος στο μετρικό σύστημα είναι το 1 kgm/sec. Στο αγγλικό σύστημα μονάδα ισχύος είναι το 1 ft × lb/sec.

Οι μονάδες όμως αυτές έχουν περισσότερο θεωρητική αξία, γιατί είναι πολύ μικρές για τη μέτρηση της ισχύος των συνηθισμένων μηχανών. Στην τεχνική χρησιμοποιούμε πολλαπλάσιά τους, όπως είναι ο μετρικός ίππος PS ή ο αγγλικός ίππος HP.

1.14 Ίππος

Ο μετρικός ίππος ισούται με 75 kgm/sec. Είναι δηλαδή: 1 PS = 75 kgm/sec

Ο αγγλικός ίππος ισούται με 550 ft × lb /sec. Είναι δηλαδή: 1 HP = 550 ft × lb /sec

Ο αγγλικός ίππος είναι λίγο μεγαλύτερος από τον μετρικό ίππο. Ισούται με 76 kgm/sec.

Με την εισαγωγή του ίππου ως μονάδας μέτρησης της ισχύος στις μηχανές, επικράτησε να ονομάζουμε συχνά την ισχύ και ***ιπποδύναμη***.

Λέμε π.χ. μηχανή ισχύος ή ιπποδύναμης 50, 100, 250, 1500, 1700 ίππων κ.ο.κ.

Συχνά πάλι είναι αναγκαίο να μετατρέψουμε τους μετρικούς ίππους σε μονάδες μέτρησης της ηλεκτρικής ισχύος.

Ως μονάδα μέτρησης της ηλεκτρικής ισχύος χρησιμοποιείται το 1 ***κιλοβάτ*** (1 kW). Ισχύουν οι σχέσεις:

$$1\ PS = 0{,}736\ kW \quad \text{και} \quad 1\ kW = 1{,}36\ PS$$

– Εφαρμογές

Παράδειγμα 1: Ένας γερανός ανυψώνει βάρος 2000 kg σε ύψος 8 m, σε χρόνο 20 sec. Ποια ισχύ αναπτύσσει ο κινητήρας του;

Λύση

Θα έχουμε: $N = \frac{W}{t}$, και $W = F \times l$, όπου F = το βάρος 2000 kg και l = 8 m,

άρα: $N = \frac{2000\ kg \times 8\ m}{20\ sec} = 800$ kgm/sec.

Επειδή: 1 PS = 75 kgm/sec,

θα είναι: $N = \frac{800}{75} = 10,66$ PS.

Παράδειγμα 2: Ένα άλογο έλκει μίαν άμαξα με ελκτική δύναμη 30 kg, και διανύει απόσταση 120 m σε 1 λεπτό. Ποια ισχύ αναπτύσσει το άλογο;

Λύση

Θα έχουμε το έργο, W, του αλόγου: $W = 30 \times 120 = 3600$ kgm.
Ο χρόνος t = 1΄ = 60 sec,

άρα: $N = \frac{3600 \text{ kgm}}{60 \text{ sec}} = 60$ kgm/sec ή: $N = \frac{60}{75} = 0,8$ PS.

1.15 Το μηχανικό ισοδύναμο της θερμότητας και το θερμικό ισοδύναμο του έργου

Το μηχανικό ισοδύναμο της θερμότητας καθορίζει τη σχέση που ισχύει κατά τη μετατροπή της θερμότητας σε έργο.

Στη Φυσική, η σχέση αυτή εκφράζεται με τον αριθμό 427 (στο μετρικό σύστημα) και με τον αριθμό 778 (στο αγγλικό σύστημα). Ο πρώτος αριθμός σημαίνει ότι, αν καταναλώσουμε 1 kcal, θα πάρουμε μηχανικό έργο ίσο πάντοτε προς 427 kgm. Ο δεύτερος, ότι αν καταναλώσουμε 1 B.T.U., θα πάρουμε έργο ίσο προς 778 ft × lb.

Αντίθετα, 427 kgm ή 778 ft × lb όταν μετατραπούν σε θερμότητα, θα αποδώσουν 1 kcal ή 1 B.T.U. Ισχύουν, επομένως, οι σχέσεις:

$$1 \text{ kcal} = 427 \text{ kgm} \qquad 1 \text{ B.T.U.} = 778 \text{ ft} \times \text{lb}$$

$$1 \text{ kgm} = \frac{1}{427} \text{ kcal} \qquad 1 \text{ ft} \times \text{lb} = \frac{1}{778} \text{ B.T.U.}$$

Οι αριθμοί 427 και 778 καλούνται ***μηχανικό ισοδύναμο της θερμότητας*** και τα αντίστροφά τους 1/427 και 1/778 ***θερμικό ισοδύναμο του έργου***.

– Εφαρμογές

Παράδειγμα 1: Τι έργο θα αποδώσουν 15 kcal;

Λύση: $15 \times 427 = 6405$ kgm.

Παράδειγμα 2: Πόσες B.T.U. θα πάρουμε, αν μετατρέψουμε 38.900 ft × lb σε θερμότητα;

Λύση: 38.900 / 778 = 50 B.T.U.

1.16 Κατάταξη των θερμικών μηχανών

Οι θερμικές μηχανές κατατάσσονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

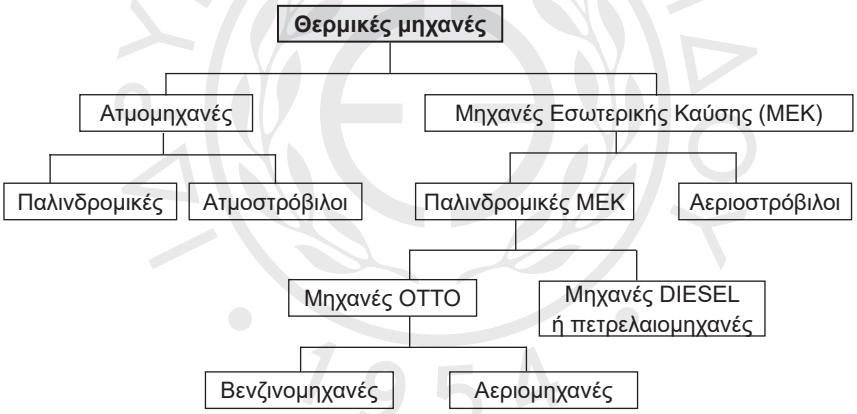
1.16.1 Μηχανές εξωτερικής καύσης

Σε αυτές χρησιμοποιείται ιδιαίτερη συσκευή, μέσα στην οποία γίνεται η καύση, δημιουργείται η θερμότητα και παράγεται ο ατμός. Η συσκευή αυτή λέγεται *λέβητας* ή *ατμολέβητας*. Ο ατμός που παράγεται από τον λέβητα, εργάζεται μέσα στην κυρίως μηχανή, στην οποία και παράγει το έργο του. Η μηχανή αυτή μπορεί να είναι ή εμβολοφόρος παλινδρομική ή πτερυγιοφόρος περιστροφική (στρόβιλος). Οι μηχανές εξωτερικής καύσης λέγονται γι' αυτό και ***ατμομηχανές***, και διακρίνονται σε ***παλινδρομικές*** και ***ατμοστροβίλους***.

1.16.2 Μηχανές εσωτερικής καύσης (Μ.Ε.Κ.)

Σε αυτές το κινητήριο έργο παράγεται από τα καυσαέρια που δημιουργούνται από την καύση μέσα σ' αυτή την ίδια τη μηχανή. Διακρίνονται σε: Εμβολοφόρες παλινδρομικές, όπως είναι οι μηχανές Otto, (δηλ. *βενζινομηχανές, αεριομηχανές)* και οι μηχανές Diesel (δηλ. οι πετρελαιομηχανές) και σε πτερυγιοφόρες ***περιστροφικές*** ή ***αεριοστροβίλους***.

Στο σχήμα 1.3 απεικονίζεται η βασική αυτή διαίρεση των θερμικών μηχανών.



Σχ. 1.3

1.17 Ναυτικές μηχανές

Ναυτικές μηχανές ονομάζονται οι μηχανές που αναφέραμε μέχρι τώρα, όταν χρησιμοποιούνται για την κίνηση πλοίων και γενικότερα πλωτών μέσων. Ειδικότερα οι αεριομηχανές δεν έχουν καμμιά εφαρμογή ως ναυτικές μηχανές.

Οι ναυτικές μηχανές διακρίνονται γενικά σε:

1) ***Κύριες*** ή ***προωστήριες:*** Είναι οι μηχανές που παρέχουν στο πλοίο την αναγκαία ισχύ, ώστε να υπερνικήσει την αντίσταση της θάλασσας κατά την προώθησή του και να κινηθεί μέσα σ' αυτήν με ορισμένη ταχύτητα.

2) ***Βοηθητικές:*** Είναι οι μηχανές που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, ώστε να κινούνται με ηλεκτρικούς κινητήρες όλα τα υπόλοιπα μηχανήματα του πλοίου. Τα μηχανήματα αυτά είναι ο εργάτης αγκυρών, τα βαρούλκα

φορτίου, οι κάθε είδους αντλίες, οι αεροσυμπιεστές κ.λπ. Οι κινητήριες μηχανές των ηλεκτρογεννητριών είναι ατμοκίνητες παλινδρομικές ή ατμοστρόβιλοι, και κυρίως Ντήζελ. Σε πολλά πλοία χρησιμοποιούνται ανεξάρτητες μηχανές, παλινδρομικές ή ατμοστρόβιλοι, για την κίνηση αντλιών, αεροσυμπιεστών κ.λπ.

Στο βιβλίο αυτό θα ασχοληθούμε αποκλειστικά με τους διάφορους τύπους ναυτικών μηχανών, κύριων ή βοηθητικών, και τα κυριότερα μηχανήματα του πλοίου.

1.18 Ασκήσεις

1) Σε επιφάνεια 0,5 m^2 ασκείται πίεση 6 kg /cm^2. Ποια είναι η ολική δύναμη που δέχεται η επιφάνεια αυτή; (1 m^2= 10.000 cm^2).

(Απ.: 30.000 kg ή 30 ton)

2) Σε έμβολο ατμομηχανής διαμέτρου 2 ft ενεργεί ατμός με πίεση 180 p.s.i. Ποια είναι η ολική δύναμη που ασκείται στο έμβολο; (1 ft = 12 in).

(Απ.: 81.388,8 lb).

3) Κενό ψυγείου ατμοστροβίλου 98% να μετατραπεί σε cmHg και σε in Hg.

(Απ.: 74,48 cmHg ή 29,4 in Hg).

4) Ατμός πίεσης 10 Atm και θερμοκρασίας 180° C έχει ειδικό βάρος γ= 5,037 kg/m^3. Ποιος είναι ο ειδικός όγκος του;

(Απ.: v = 0,1985 m^3/kg).

5) Η θερμοκρασία που έχει το λάδι λίπανσης ενός ατμοστροβίλου είναι 45° C. Να μετατραπεί σε °F.

(Απ.: 113° F)

6) Να υπολογισθεί ποια είναι η θερμοκρασία που και στα δύο θερμόμετρα, Κελσίου και Φαρενάιτ, παριστάνεται με τον ίδιο αριθμό.

(Απ.: – 40°C = – 40° F).

7) Να μετατραπούν 7936 B.T.U. σε kcal.

(Απ.: 2000 kcal)

8) Η ειδική θερμότητα του αέρα υπό σταθερό όγκο είναι c_v= 0,17. Τι ποσό θερμότητας απαιτείται για να υψωθεί η θερμοκρασία 5 kg αέρα, που περιέχεται σε κλειστό δοχείο, από 20° σε 105° C.

(Απ.: 72,25 kcal).

9) Χύτρα από αλουμίνιο ζυγίζει 0,4 kg. Η ειδική θερμότητα του αλουμινίου είναι c=0,21. Τι ποσό θερμότητας απορροφά η χύτρα, όταν η θερμοκρασία της ανεβεί από 20° C σε 100° C;

(Απ.: 6,72 kcal).

10) Η επιφάνεια εμβόλου Μ.Ε.Κ. είναι 200 cm^2. Το έμβολο αυτό ωθείται από τα αέρια της καύσης σε απόσταση 8 cm. Τι μηχανικό έργο παράγουν τα καυσαέρια κατά τη μετακίνηση αυτή, όταν η πίεση των αερίων είναι 35 kg /cm^2; (1 m = 100 cm).

(Απ.: 560 kgm).

11) Μια μηχανή παράγει έργο 360.000 kgm σε 1΄. Ποια είναι η ισχύς της μηχανής αυτής σε ίππους PS, και πόσο έργο θα αποδώσει, εάν εργαστεί επί μισή ώρα;

(Απ.: 80 PS και 10.800.000 kgm).

12) Πόσα kgm θα πάρουμε, εάν μετατρέψουμε 200 B.T.U. σε έργο;

(Απ.: 21.521 kgm περίπου).

2 Υδρατμός - Ατμολέβητες

2.1 Σχηματισμός υδρατμού

Υδρατμός ή ***ατμός*** του νερού είναι το ίδιο το νερό σε κατάσταση αερίου.

Το νερό μετατρέπεται σε ατμό με τη βοήθεια της θερμότητας. Η μετατροπή αυτή καλείται ***ατμοποίηση*** ή ***ατμοπαραγωγή***.

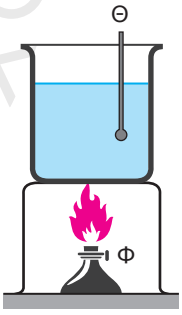
Κατά την ατμοποίηση, το νερό θερμαίνεται σε κατάλληλο μεταλλικό δοχείο και φτάνει στη ***θερμοκρασία ατμοποίησης***. Βράζει, και από την υγρή κατάσταση μεταπίπτει στην αέρια. Γι' αυτό και η θερμοκρασία, στην οποία γίνεται η ατμοποίηση λέγεται και ***θερμοκρασία βρασμού***.

Κατά τον βρασμό, δημιουργούνται φυσαλίδες αερίου μέσα στη μάζα του νερού. Αυτές ανεβαίνουν μέχρι την επιφάνειά του και εκεί ελευθερώνουν το αέριο, που είναι ο ατμός του νερού.

Την ατμοπαραγωγή την εξετάζουμε στις εξής χαρακτηριστικές περιπτώσεις:

1) Ατμοπαραγωγή σε ανοικτό δοχείο

Σε ανοικτό δοχείο (σχ. 2.1), με ποσότητα αποσταγμένου νερού, που βρίσκεται έτσι υπό ατμοσφαιρική πίεση, τοποθετούμε θερμόμετρο Θ και θερμαίνουμε με τη φλόγα Φ. Παρατηρούμε ότι η θερμοκρασία αυξάνεται προοδευτικά. Όταν αυτή φτάσει στους 100° C (ή 212° F), αρχίζει ο βρασμός: τον αντιλαμβανόμαστε από την αναταραχή της μάζας του νερού και από τις φυσαλίδες που ανεβαίνουν μέχρι την επιφάνειά του. Από αυτές ελευθερώνεται ο παραγόμενος ατμός. Στο πείραμα αυτό παρατηρούμε ότι:



Σχ. 2.1

α) Ο παραγόμενος ατμός έχει την ίδια θερμοκρασία (100° C ή 212° F) και πίεση (την ατμοσφαιρική) με το νερό από το οποίο παράγεται.

β) Αν συνεχιστεί έτσι η θέρμανση, εξακολουθεί η ατμοπαραγωγή, χωρίς να παρουσιάζεται καμία αύξηση της θερμοκρασίας στο θερμόμετρο.

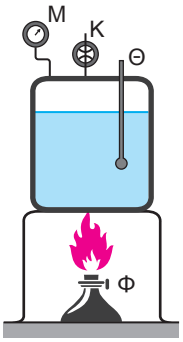
2) Ατμοπαραγωγή σε κλειστό δοχείο

Σε κλειστό δοχείο (σχ. 2.2), που ονομάζεται στην τεχνική ατμολέβητας, με ***εξαεριστικό κρουνό*** Κ, ***θλιβόμετρο*** Μ και ***θερμόμετρο*** Θ, τοποθετούμε αποσταγμένο νερό μέχρι ένα ορισμένο σημείο. Με ανοικτό τον κρουνό Κ, ώστε η πίεση επάνω στην επιφάνεια του νερού να είναι ίση με την ατμοσφαιρική, θερμαίνουμε το νερό. Έτσι, αρχικά έχουμε το φαινόμενο της ατμοπαραγωγής σε ανοικτό δοχείο.

Η ατμοπαραγωγή, όπως και προηγουμένως, αρχίζει στους 100° C ή 212° F, οπότε, υστέρα από λίγο, κλείνουμε τον κρουνό Κ, και έχουμε, από τη στιγμή αυτή, το φαινόμενο της ατμοπαραγωγής σε κλειστό δοχείο.

Μόλις κλείσουμε τον κρουνό, ο παραγόμενος ατμός συγκεντρώνεται μέσα στον ατμοθάλαμο του δοχείου, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η πίεσή του.

Ταυτόχρονα όμως με την αύξηση της πίεσης στο θλιβόμετρο, ανεβαίνει και η *θερμοκρασία* του βρασμού στο θερμόμετρο πάνω από 100° C (ή 212° F), και πάντοτε σε *αντιστοιχία* προς την αύξηση της πίεσης.



Σχ. 2.2

3) Ατμοπαραγωγή υπό πίεση μικρότερη από την ατμοσφαιρική

Παρατηρείται η ατμοπαραγωγή αυτή σε μεγάλα υψόμετρα, ή μέσα στο ψυγείο των ατμομηχανών, όπου επικρατεί κενό.

Επιτυγχάνεται σε θερμοκρασίες μικρότερες από 100°C (ή 212°F). Έτσι, σε πίεση π.χ. 0,5 Atm, η ατμοποίηση επέρχεται περίπου σε 81° C ή 178°F.

Από τα προηγούμενα συμπεραίνουμε ότι υπάρχει απόλυτη σχέση μεταξύ θερμοκρασίας ατμοποίησης και πίεσης υπό την οποία πραγματοποιείται αυτή. Η αρχή αυτή αποτελεί φυσικό νόμο, κατά τον οποίο, σε κάθε πίεση, ***υπό την οποία γίνεται η ατμοπαραγωγή, αντιστοιχεί μία και μόνη ορισμένη θερμοκρασία βρασμού***. Η θερμοκρασία αυτή είναι η ίδια και για το νερό και για τον ατμό που παράγεται. Λέγεται γι' αυτό και ***φυσική θερμοκρασία του ατμού*** (t).

Στους λέβητες έχουμε επομένως ατμοπαραγωγή ανοικτού δοχείου, μέχρι να κλείσουμε τον εξαεριστικό κρουνό, και έπειτα ατμοπαραγωγή κλειστού δοχείου. Κατά τη λειτουργία τους ρυθμίζουμε την ένταση της καύσης, ώστε ανάλογα με την κατανάλωση, η πίεση του παραγόμενου ατμού και η θερμοκρασία του να είναι σταθερές.

2.2 Υγρός, ξηρός και υπέρθερμος ατμός

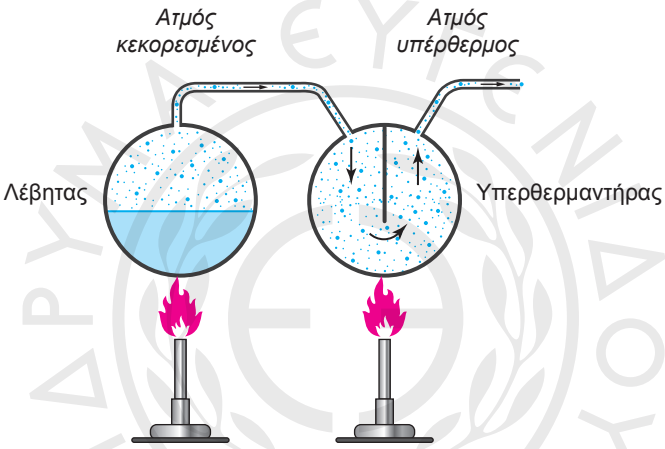
Ο ατμός που παράγεται από τους λέβητες, καλείται ***φυσικός ατμός***. Λέγεται και ***κεκορεσμένος***, από το χαρακτηριστικό ότι ο χώρος στον οποίο περιέχεται, έχει κορεστεί με ατμό ορισμένης κατάστασης. Αν τώρα ο ατμός είναι τελείως καθαρός ή ξηρός, λέγεται ***ξηρός κεκορεσμένος***. Αν πάλι περιέχει και υγρασία, που την παρασύρει από την επιφάνεια του νερού, λέγεται ***υγρός κεκορεσμένος***. Καλούμε ***τίτλο*** ή ***σχετική ξηρότητα***, χ, του ατμού, το ποσοστό του ξηρού ατμού που περιέχεται μέσα στον υγρό κεκορεσμένο. ***Σχετική υγρότητα*** ψ καλούμε το ποσοστό της υγρασίας. Είναι: χ + ψ = 1.

Έτσι, αν π.χ. είναι:

	χ = 93%,	θα είναι	ψ =	7%
αν	χ = 100%,	θα είναι	ψ =	0% (ξηρός ατμός)
αν	χ = 0%,	θα είναι	ψ =	100% (νερό).

Στις σύγχρονες εγκαταστάσεις των πλοίων, ο κεκορεσμένος ατμός που παράγεται από τους λέβητες, υποχρεώνεται να περάσει μέσα από μια συσκευή, που εξωτερικά θερμαίνεται από τα καυσαέρια του λέβητα. Τότε ο ατμός, χωρίς να μεταβληθεί η πίεσή του, γίνεται πρώτα ξηρός. Έπειτα, αποκτά μια θερμοκρασία $t_υ$, μεγαλύτερη από αυτή που είχε ως κεκορεσμένος, δηλαδή $t_υ > t$. Ο ατμός αυτός λέγεται τότε ***υπέρθερμος***, και η συσκευή μέσα στην οποία υπερθερμαίνεται ***υπερθερμαντήρας***. Εύκολα αντιλαμβανόμαστε ότι, από έναν κεκορεσμένο ατμό πίεσης p και θερμοκρασίας t, μπορούμε να πάρουμε υπέρθερμο ατμό με διάφορες θερμοκρασίες $t_υ$, ανάλογα με την πρόσθετη θέρμανση, στην οποία υποβάλλουμε τον κεκορεσμένο ατμό.

Το σχήμα 2.3 δείχνει παραστατικά πώς παράγεται ο υπέρθερμος ατμός από τον κεκορεσμένο.



Σχ. 2.3

Η διαφορά $t_υ - t$ καλείται ***βαθμός υπερθέρμανσης***.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, ένας ατμός προσδιορίζεται ως εξής: αν είναι κεκορεσμένος, πρέπει να ορίσουμε την πίεση του p, οπότε η θερμοκρασία του t είναι ορισμένη, δηλαδή η θερμοκρασία που αντιστοιχεί στην πίεσή του. Αν είναι υγρός κεκορεσμένος, ορίζουμε την πίεση του p και τον τίτλο του χ, δηλαδή τη σχετική ξηρότητά του. Αν, τέλος, είναι υπέρθερμος, την πίεσή του p και τη θερμοκρασία υπερθέρμανσής του $t_υ$.

2.3 Η θερμότητα ατμοπαραγωγής

Θερμότητα ατμοπαραγωγής είναι το ποσό της θερμότητας που απαιτείται για να μετατραπεί 1 kg (ή 1 lb) νερού, θερμοκρασίας 0°C (ή 32° F), σε ατμό ορισμένης κατάστασης. Η θερμότητα αυτή αναλύεται στα εξής ποσά:

1) Την ***αισθητή θερμότητα*** q ή θερμότητα του υγρού, που απορροφά το 1 kg του νερού θερμοκρασίας 0°C, για να φτάσει στη θερμοκρασία βρασμού t, που αντιστοιχεί στην πίεση του p.

Σε ανοικτό δοχείο η αισθητή θερμότητα υπό ατμοσφαιρική πίεση είναι 100 kcal.

2) Τη ***λανθάνουσα θερμότητα*** L, η οποία καταναλώνεται για να μετατραπεί το νερό, που έχει φτάσει σε μία θερμοκρασία t, σε ατμό της ίδιας θερμοκρασίας.

Σε ανοικτό δοχείο η λανθάνουσα θερμότητα είναι 537 kcal.

3) Την ***ολική θερμότητα*** i, που είναι το άθροισμα των προηγούμενων, δηλαδή:

$$i = q + L$$

Συνεπώς σε ανοικτό δοχείο η ολική θερμότητα θα είναι:

$$100 + 537 = 637 \text{ kcal.}$$

Για να βρούμε την ολική θερμότητα i_s του υπέρθερμου ατμού, πρέπει στην ολική θερμότητα i του ξηρού ατμού να προσθέσουμε και τη ***θερμότητα υπερθέρμανσης*** S, που είναι:

$$S = c(t_u - t)$$

όπου: c η ειδική θερμότητα του υπέρθερμου ατμού, ίση με 0,48 περίπου. Θα είναι επομένως:

$$i_s + i + S \quad \text{ή} \quad i_s = q + L + c\,(t_u - t)$$

2.4 Πίνακες ατμού

Στους υπολογισμούς, για ευκολία, χρησιμοποιούνται ευρύτατα πίνακες ατμού. Σε αυτούς καταγράφονται, στο μετρικό σύστημα (ή στο Αγγλικό) όλα τα στοιχεία του ξηρού κορεσμένου ατμού, με βάση την πίεση, δηλαδή: ***πίεση, θερμοκρασία, ειδικός όγκος*** του ατμού, ***ειδικό βάρος, αισθητή, λανθάνουσα*** και ***ολική*** θερμότητα ατμοποίησης.

2.5 Προορισμός των λεβήτων

Για να λειτουργήσει ο λέβητας, είναι απαραίτητο πρώτα-πρώτα να παραχθεί θερμότητα, από τη χημική ενέργεια του καυσίμου με την καύση του. Κατόπιν, πρέπει η θερμότητα αυτή να μεταδοθεί στο νερό, ώστε να βράσει και να μετατραπεί σε ατμό. Οι βασικές λειτουργίες λοιπόν σε οποιονδήποτε λέβητα είναι οι εξής: ***καύση*** του καυσίμου, ***μετάδοση*** της θερμότητας στο νερό, ***μετατροπή*** του νερού σε ατμό (ατμοποίηση).

Οι λέβητες που χρησιμοποιούνται στα πλοία, καλούνται ***ναυτικοί ατμολέβητες***, και διακρίνονται σε ***κύριους*** και ***βοηθητικούς***. Οι ***κύριοι*** παρέχουν ατμό για την κύρια εγκατάσταση του πλοίου και οι ***βοηθητικοί*** για ορισμένες βοηθητικές χρήσεις ή για την κίνηση ορισμένων βοηθητικών μηχανημάτων.

Στους ναυτικούς ατμολέβητες σήμερα χρησιμοποιείται ως καύσιμο αποκλειστικά το πετρέλαιο. Παλαιότερα, μέχρι και πριν 20 χρόνια περίπου, χρησιμοποιούσαν και τον γαιάνθρακα.

2.6 Τα βασικά μέρη των λεβήτων

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

1) ***Θερμαντήρας*** καλείται ο χώρος μέσα στον οποίο συντελείται η καύση και μέσα από τον οποίο φλόγες και καυσαέρια κατευθύνονται προς την καπνοδόχο, μεταδίδοντας έτσι διαμέσου της επιφάνειάς του μέρος από την παραγόμενη θερμότητα προς το νερό.

2) ***Υδροθάλαμος*** είναι ο χώρος του λέβητα που περιέχει το νερό.

3) ***Ατμοθάλαμος*** είναι ο χώρος που καταλαμβάνεται από τον ατμό. Συχνά ο ***ατμοθάλαμος*** και ο ***υδροθάλαμος*** αναφέρονται μαζί και ως ***ατμοϋδροθάλαμος***.

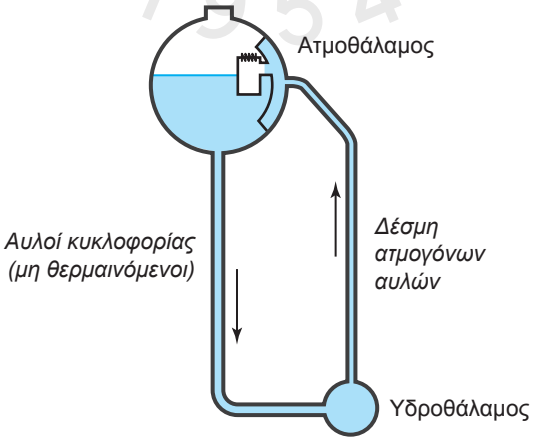
2.7 Ατμογόνοι αυλοί

Είναι σωλήνες μικρής διαμέτρου και μεγάλου μήκους, ώστε μέσα σε ορισμένο χώρο να δημιουργούν μεγάλη επιφάνεια μετάδοσης της θερμότητας. Διακρίνονται σε ***φλογαυλούς***, μέσα στους οποίους κυκλοφορούν φλόγες και καυσαέρια και γύρω απ' αυτούς το προς ατμοποίηση νερό, και σε ***υδραυλούς***, μέσα στους οποίους κυκλοφορεί το νερό και γύρω τους οι φλόγες και τα καυσαέρια. Οι λέβητες διακρίνονται έτσι σε ***φλογαυλωτούς*** και ***υδραυλωτούς***.

2.8 Αυλοί κυκλοφορίας

Είναι αυλοί μεγάλης διαμέτρου, που συνδέουν τον ατμοθάλαμο με τους υδροθαλάμους, στους υδραυλωτούς λέβητες. Χρησιμεύουν για να τροφοδοτούν τους υδροθαλάμους με νερό, και έχουν ιδιαίτερη σημασία στους λέβητες υψηλής ταχύτητας κυκλοφορίας.

Στο σχήμα 2.4 δίδεται σκαρίφημα ενός ατμοθαλάμου, υδροθαλάμου, ατμογόνων αυλών και αυλών κυκλοφορίας. Στο ίδιο σχήμα φαίνεται πώς κυκλοφορεί το νερό μέχρι να μετατραπεί σε ατμό.



Σχ. 2.4

2.9 Εστία – Φλογοθάλαμος – Καπνοθάλαμος

Ο θερμαντήρας, που αναφέραμε προηγουμένως, αποτελείται από την ***εστία,*** τον ***φλογοθάλαμο*** και τον ***καπνοθάλαμο***.

Η ***εστία*** είναι ο χώρος μέσα στον οποίο γίνεται η καύση. Στους φλογαυλωτούς λέβητες, το μεταλλικό της περίβλημα λέγεται ειδικά *κλίβανος* (κοινώς φούρνος).

Στον ***φλογοθάλαμο*** αποπερατώνεται η καύση των αερίων.

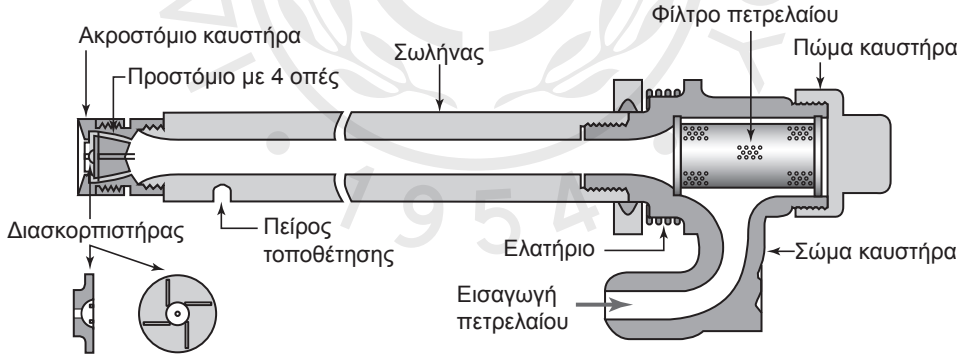
Ο ***καπνοθάλαμος*** συνδέει τον θερμαντήρα με την καπνοδόχο.

Η ***καπνοδόχος*** αποτελεί συνέχεια του καπνοθαλάμου και οδηγεί τα καυσαέρια προς την ατμόσφαιρα.

2.10 Καυστήρες

Οι καυστήρες είναι τα όργανα με τα οποία το πετρέλαιο, καθώς ωθείται από την αντλία πετρελαίου, ψεκάζεται μέσα στην εστία, δηλαδή διασκορπίζεται σε λεπτότατα σταγονίδια. Τα σταγονίδια αυτά αναμειγνύονται με τον αέρα, που χορηγείται ταυτόχρονα στην εστία για να γίνει η καύση, και καίγονται. Ο αέρας αυτός, που ονομάζεται ***καυσιγόνος*** αέρας, εισέρχεται στην εστία, είτε επειδή έλκεται από την καπνοδόχο, είτε επειδή πιέζεται από τους ***ανεμιστήρες,*** και περνά από τους λεγόμενους ***κώνους του αέρα,*** οι οποίοι περιβάλλουν τους καυστήρες.

Το σχήμα 2.5 δείχνει έναν συνηθισμένο καυστήρα, που χρησιμοποιείται σε λέβητα Babcock-Wilcox.

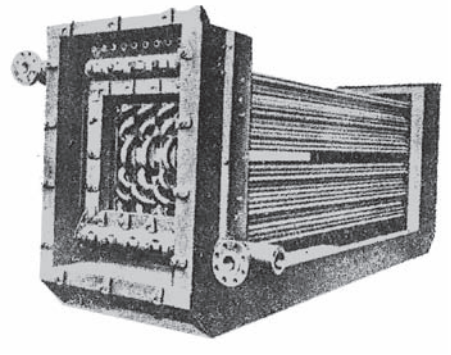


Σχ. 2.5

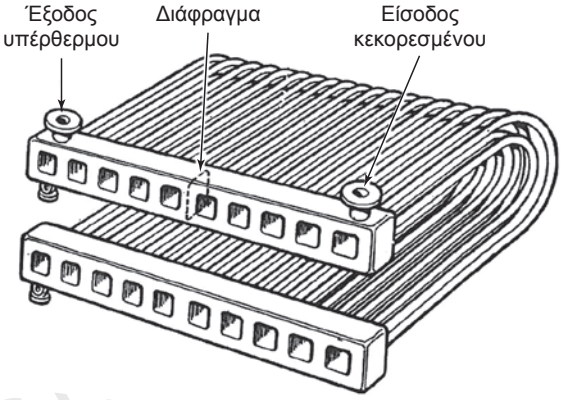
2.11 Οικονομητήρες – Υπερθερμαντήρες – Προθερμαντήρες αέρα

Είναι συσκευές ανάκτησης της θερμότητας των καυσαερίων, προσαρτημένες στον λέβητα.

1) ***Οικονομητήρας*** (σχ. 2.6). Αποτελείται από αυλούς, μέσα από τους οποίους περνά το νερό που καταθλίβει η αντλία τροφοδότησης του λέβητα. Η συσκευή τοποθετείται στην έξοδο των καυσαερίων, στην περιοχή του καπνοθαλάμου. Οι αυλοί



Σχ. 2.6



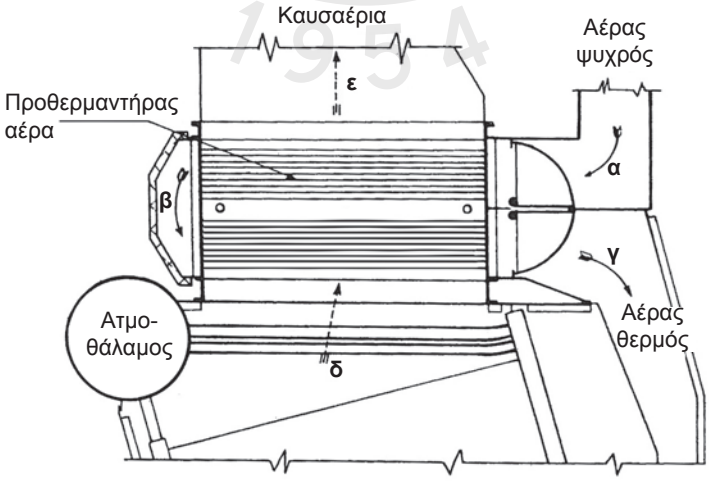
Σχ. 2.7

περιβάλλονται από τα καυσαέρια, και το νερό παίρνει έτσι την τελική θερμοκρασία προθέρμανσής του, πριν μπει στον λέβητα.

2) ***Υπερθερμαντήρας***. Είναι ανάλογος με τον οικονομητήρα (σχ. 2.7). Φέρει αυλούς συνήθως σε σχήμα U, και τοποθετείται, τις περισσότερες φορές, μεταξύ των ατμογόνων αυλών ή και στην έξοδο των καυσαερίων από τον λέβητα. Εσωτερικά στους αυλούς του υπερθερμαντήρα κυκλοφορεί ο κεκορεσμένος ατμός του λέβητα, ενώ εξωτερικά, φλόγες ή καυσαέρια. Έτσι, ο κεκορεσμένος ατμός γίνεται υπέρθερμος.

3) ***Προθερμαντήρας αέρα***. Χρησιμεύει και αυτός για να προθερμαίνει τον αέρα με τη θερμότητα των καυσαερίων. Τοποθετείται κατά κανόνα πριν από την καπνοδόχο.

Στο σχήμα 2.8 φαίνεται ένας προθερμαντήρας αέρα, προσαρμοσμένος σε λέβητα Babcock- Wilcox.

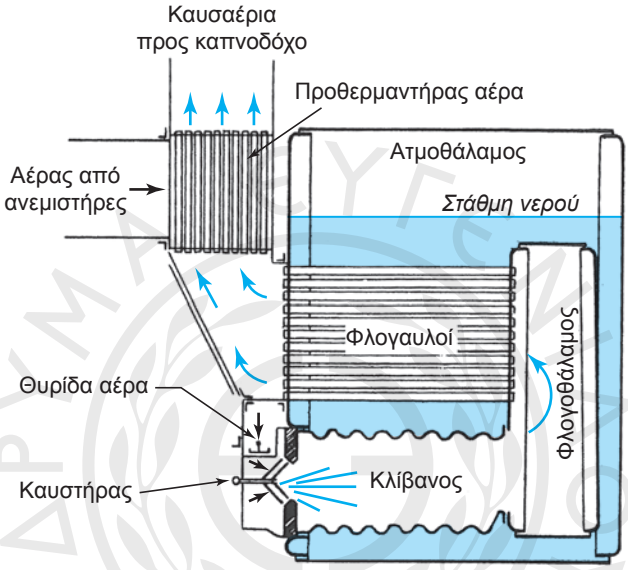


Σχ. 2.8

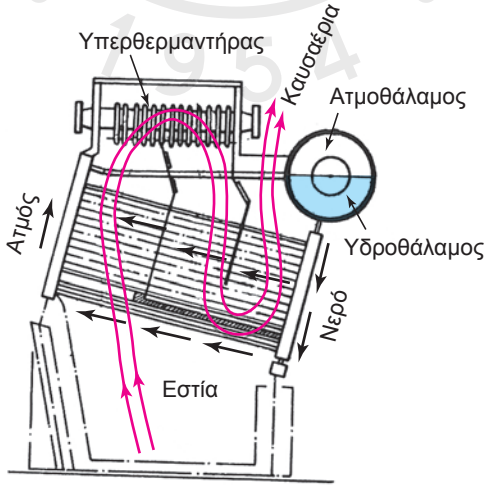
2.12 Σκαριφηματική διάταξη κυλινδρικού και υδραυλωτού λέβητα

1) Στο σχήμα 2.9 δίνεται η γενική διάταξη ενός κυλινδρικού πετρελαιολέβητα, στον οποίο διακρίνονται τα κυριότερα μέρη του.

2) Στο σχήμα 2.10 δίνεται η γενική διάταξη ενός υδραυλωτού πετρελαιολέβητα Babcock-Wilcox, όπου διακρίνεται η πορεία του νερού, μέχρι να ατμοποιηθεί, καθώς και η πορεία των καυσαερίων, από την εστία μέχρι την ατμόσφαιρα.



Σχ. 2.9



Σχ. 2.10

2.13 Τα χαρακτηριστικά στοιχεία των λεβήτων

Τα κύρια στοιχεία που προσδιορίζουν το μέγεθος και τις ικανότητες ενός λέβητα είναι τα έξης:

1) Ο ***τύπος του λέβητα:*** Ο όρος αυτός χαρακτηρίζει την κατηγορία στην οποία ανήκει ο λέβητας. Συχνά συνοδεύεται από το όνομα του εργοστασίου που τον σχεδίασε ή τον κατασκεύασε.

2) Η ***θερμαινόμενη επιφάνεια****:* Αποτελείται από το άθροισμα των επιφανειών μέσω των οποίων η θερμότητα μεταδίδεται στο νερό. Είναι δηλαδή η επιφάνεια που περικλείει τον θερμαντήρα. Βρίσκεται σε επαφή από τη μία πλευρά με τις φλόγες και τα καυσαέρια, και από την άλλη με το νερό πού θα ατμοποιηθεί. Οι ατμογόνοι αυλοί είναι το 80% ως 85% της θερμαινόμενης επιφάνειας.

3) Ο ***όγκος θαλάμου καύσης****:* Στον χώρο αυτό καίγεται το καύσιμο.

4) Ο ***όγκος του υδροθαλάμου****:* Είναι ο όγκος του νερού που περιέχεται στον λέβητα.

5) Ο ***όγκος του ατμοθαλάμου****:* Είναι ο όγκος του χώρου που καταλαμβάνει ο ατμός.

6) Η ***ατμοπαραγωγική ικανότητα του λέβητα:*** Χρησιμεύει ως μέτρο της ισχύος του λέβητα. Εκφράζεται σε kg ή lb ατμού που παράγεται από αυτόν σε μία ώρα.

7) Ο ***βαθμός καύσης****:* Εκφράζει το βάρος του καυσίμου που καίγεται ανά μονάδα θερμαινόμενης επιφάνειας ή όγκου θαλάμου καύσης, ανά ώρα. Εκφράζεται επομένως σε kg/m^2 ή lb/ft^2 ή kg/m^3 ή lb/ft^3 ανά ώρα.

8) Η ***πίεση του παραγόμενου ατμού****:* Εκφράζεται σε kg/cm^2 ή p.s.i.

9) Η ***θερμοκρασία του παραγόμενου ατμού****:* Εκφράζεται σε 0°C ή °F. Χρησιμοποιείται μόνο αν ο λέβητας παράγει υπέρθερμο ατμό.

2.14 Πώς λειτουργεί ο λέβητας

Η λειτουργία του λέβητα εξετάζεται σε δύο ***κυκλώματα****:* το κύκλωμα καυσίμου-αέρα-καυσαερίων και το κύκλωμα τροφοδοτικού νερού-ατμού.

Το κύκλωμα ***καυσίμου-αέρα-καυσαερίων*** αναφέρεται στην είσοδο του καυσίμου μέσα στην εστία και στην παράλληλη είσοδο του ατμοσφαιρικού καυσιγόνου αέρα για την πραγματοποίηση της καύσης.

Το πετρέλαιο, μέσω του καυστήρα, εισάγεται στην εστία, υπό την πίεση της ***αντλίας πετρελαίου****.* Ο αέρας εισάγεται μέσω του κώνου του αέρα, ο οποίος περιβάλλει τον καυστήρα. Υπό την 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 προχωρούν προς την καπνοδόχο μέσω του θερμαντήρα. Κατά την πορεία τους αυτή, μεταδίδουν, μέσω της θερμαινόμενης επιφάνειας, τη θερμότητα στο νερό, το οποίο ατμοποιείται. Από την καπνοδόχο τέλος εξέρχονται τα καυσαέρια στην ατμόσφαιρα.

Το κύκλωμα ***τροφοδοτικού νερού-ατμού*** αναφέρεται στην είσοδο του τροφοδοτικού νερού στον λέβητα και στην ατμοποίησή του.

Το νερό καταθλίβεται από την τροφοδοτική αντλία με πίεση μεγαλύτερη από αυτή

που επικρατεί μέσα στον 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 εκεί, μέσω του ατμοφράκτη, οδεύει προς τη μηχανή, από την οποία καταναλώνεται για την παραγωγή έργου.

Στα παραπάνω πρέπει να προστεθούν και τα εξής, που έχουν σχέση με τη λειτουργία των λεβήτων:

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

2) Ο αέρας είναι δυνατό 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 προθερμανθεί, είτε σε ***προθερμαντήρα νερού***, που λειτουργεί με τη θερμότητα των εξατμίσεων των βοηθητικών μηχανημάτων, είτε σε ***οικονομητήρα***, ο οποίος λειτουργεί με τη θερμότητα των καυσαερίων που εξέρχονται προς την ατμόσφαιρα.

4) Ο ατμός, όταν εξέρχεται από τον λέβητα, προχωρεί απ' ευθείας προς την κατανάλωση ως φυσικός ατμός (υγρός ή ξηρός κεκορεσμένος), ή περνά πρώτα από τον ***υπερθερμαντήρα***, όπου θερμαίνεται περισσότερο και γίνεται υπέρθερμος.

2.15 Καύσιμα των λεβήτων. Γενικά χαρακτηριστικά τους. Καύση

Το πετρέλαιο που χρησιμοποιείται στους λέβητες προέρχεται από το φυσικό ορυκτό ή ακατέργαστο πετρέλαιο (νάφθα). Λαμβάνεται κατά την κλασματική απόσταξή του σε θερμοκρασία 350°C περίπου και ονομάζεται ειδικότερα Μαζούτ.

Στους λέβητες των εμπορικών πλοίων χρησιμοποιείται κατά κανόνα πετρέλαιο τυποποιημένων προδιαγραφών, που ονομάζεται Bunker "C".

Η χημική σύνθεση του πετρελαίου των λεβήτων είναι περίπου:

C = 82 – 87%, H = 12 – 16%, S = 0,2 – 0,5% και O = 1 – 2%

Εκτός από τα παραπάνω στοιχεία περιέχει και διαλυμένες μικρές ποσότητες ασφάλτου και παραφίνης.

1) Τα χαρακτηριστικά του πετρελαίου των λεβήτων

Το πετρέλαιο χαρακτηρίζεται βασικά από την χημική σύνθεσή του, η οποία ποικίλλει ανάλογα με τον τόπο προέλευσής του, αλλά και ως προς τα πιο κάτω χημικά και φυσικά χαρακτηριστικά του:

α) Τα ***χημικά***. Η περιεκτικότητα σε τέφρα μέχρι 0,1%, σε ξένες ύλες μέχρι 1%, σε άσφαλτο και παραφίνη μέχρι 1% και σε νερό μέχρι 1%.

β) Τα ***φυσικά***. Το ***ειδικό βάρος***, που κυμαίνεται από 0,9 ως 0,95 ή και 1,05 μερικές φορές, σε θερμοκρασία 60° F. Η ***θερμοκρασία*** ή ***σημείο ανάφλεξης*** κυμαίνεται από 150° ως 170° F. Το ***ιξώδες***, δηλαδή το μέτρο της εσωτερικής τριβής ή της ρευστότητας του πετρελαίου, που υπολογίζεται σε βαθμούς Engler στην Ευρώπη,

Redwood στην Αγγλία και Saybolt στις Η.Π.Α. (Το ιξώδες είναι από τα σπουδαιότερα χαρακτηριστικά του πετρελαίου. Βάσει αυτού προσδιορίζεται ή θερμοκρασία στην οποία πρέπει να προθερμανθεί για να αποκτήσει την καλύτερη ρευστότητα, ώστε να ψεκασθεί και να καεί τελείως). Το ιξώδες φθάνει μέχρι 3500 Redwood I σε 100°F.

Η ***θερμαντική ικανότητά*** του, περίπου 9800 ως 10.300 kcal/kg ή 17.000 - 18.500 B.T.U./lb.

Η ***θερμοκρασία*** ή ***σημείο πήξης***, που είναι πάντοτε χαμηλότερη από 0° C ή 32° F.

Οι προδιαγραφές των βασικών χαρακτηριστικών του πετρελαίου λεβήτων Bunker "G", που χρησιμοποιείται στους ατμολέβητες των εμπορικών πλοίων, είναι περίπου:

Ιξώδες σε 100° F	3500 Redwood	I μέγιστο
Σημείο ανάφλεξης	150° F ελάχιστο	
Τέφρα	0,25% μέγιστο	
Θείο	4%	
Υπόλειμμα με εκχείλιση	0,5% μέγιστο	
Νερό με απόσταξη	1% μέγιστο	

2) Η καύση του πετρελαίου

Πραγματοποιείται κατά τη χημική ένωση των καυσίμων συστατικών του, δηλαδή των C,H,S, με το οξυγόνο του ατμοσφαιρικού αέρα, σύμφωνα με τις ακόλουθες χημικές εξισώσεις:

α) $2C + 2O_2 = 2CO_2 \rightarrow$ 8100kcal/kg ή 14.540 BTU/lb (τέλεια καύση του άνθρακα).

β) $2C + O_2 = 2CO \rightarrow$ 2440kcal/kg ή 4450 BTU/lb (ατελής καύση του άνθρακα).

γ) $2H_2+O_2 = 2H_2O \rightarrow$ 34.400kcal/kg ή 62.000 BTU/lb.

δ) $S + O_2 = SO_2 \rightarrow$ 2500kcal/kg ή 3940 BTU/lb.

Από τις εξισώσεις αυτές υπολογίζεται και η ***θερμαντική ικανότητα*** του πετρελαίου, και το οξυγόνο που απαιτείται για την καύση της μονάδας βάρους του, όταν είναι γνωστή η εκατοστιαία χημική του σύνθεση. Από το οξυγόνο πάλι, και επειδή αυτό περιέχεται σε αναλογία 23% κατά βάρος μέσα στον αέρα, υπολογίζεται ο καυσιγόνος αέρας A_θ, δηλαδή ο αέρας που απαιτείται θεωρητικά για την τέλεια καύση του. Ο πραγματικά όμως χορηγούμενος αέρας A_π, είναι περισσότερος από τον θεωρητικό. Από τον πραγματικό αέρα A_π, και με πρόσθεση του βάρους (δηλ. του 1 kg) του καυσίμου, και από τη θερμοκρασία που αναπτύσσεται κατά την καύση, υπολογίζεται το βάρος και ο όγκος των παραγόμενων καυσαερίων.

Για την πραγματοποίηση της τέλειας καύσης του πετρελαίου, είναι ανάγκη να το προθερμάνουμε, ώστε να φτάσει σε θερμοκρασία 110° C ή 230° F περίπου, και να το συμπιέσουμε σε πίεση 4 ως 25 kg/cm^2 ή 60 ως 300 p.s.i., περίπου, ανάλογα με την περίπτωση. Τη θερμοκρασία την αποκτά μέσα στον ***προθερμαντήρα*** πετρελαίου και την πίεση τού την παρέχει η ***αντλία πετρελαίου***. Με τα στοιχεία αυτά, επιτυγχάνεται ο καλύτερος δυνατός ψεκασμός του πετρελαίου, με τον καυστήρα, σε

λεπτότατα σταγονίδια, πού αναμειγνύονται με τον γύρω του εισερχόμενο ατμοσφαιρικό αέρα.

Στα σχήματα 2.11 και 2.12 φαίνεται καθαρά η επίδραση της πίεσης στον καλό ψεκασμό του πετρελαίου.

Ο καυσιγόνος αέρας εισέρχεται στην εστία, αφού προηγουμένως προθερμανθεί και αυτός, μέχρι 250° ως 300° F, στον ***προθερμαντήρα αέρα***.

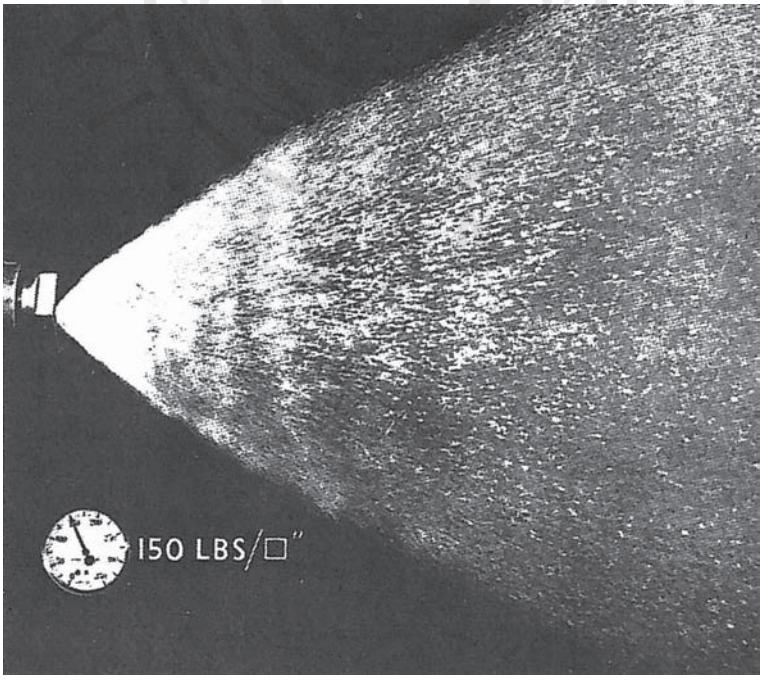
Η ποσότητα του αέρα, που χορηγείται ανά μονάδα βάρους του πετρελαίου, είναι κατ' ελάχιστο όσο υπολογίζεται από τις χημικές εξισώσεις, δηλαδή ίση με A_{Θ}. Παρ' όλα αυτά όμως, επειδή είναι πρακτικά αδύνατη η τέλεια ανάμειξη των μορίων του πετρελαίου και του αέρα, και για να μην δημιουργηθεί έτσι ατελής καύση, χορηγείται πάντοτε, επιπλέον της θεωρητικής, μία ποσότητα αέρα, που καλείται ***περίσσεια αέρα***. Ο πραγματικός αέρας, A_{π}, θα είναι πλέον:

$$A_{\pi} = A_{\theta} \times \lambda$$

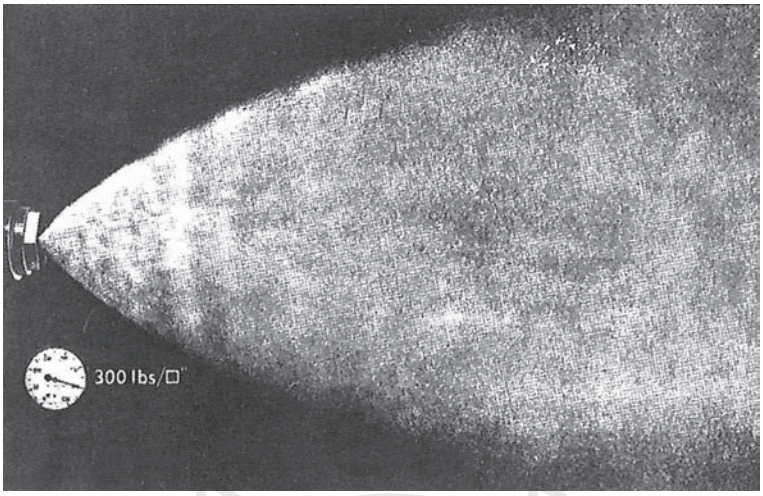
όπου: λ ο ***συντελεστής περίσσειας αέρα***, που κυμαίνεται μεταξύ 1,15 και 1,20.

Αυτό σημαίνει ότι για την τέλεια καύση χορηγούμε κατά 15% ως 20% περισσότερη ποσότητα αέρα από αυτόν που θεωρητικά απαιτείται.

Η θερμοκρασία που αναπτύσσεται κατά την καύση του πετρελαίου μέσα στην εστία φτάνει μέχρι και 2600°F.



Σχ. 2.11



Σχ. 2.12

3) Πότε επιτυγχάνεται καλή καύση

Καλή καύση ή και ***τέλεια καύση*** ονομάζεται η ***καύση*** που στα προϊόντα της δεν έχουν μείνει πλέον καύσιμα συστατικά.

Ιδιαίτερα λέμε ότι το καύσιμο καίγεται καλά, όταν υπάρχει η αναγκαία θερμοκρασία καύσης και ο απαραίτητος αέρας, ώστε ο άνθρακας C του πετρελαίου να καίγεται προς διοξείδιο του άνθρακα CO_2 και όχι προς μονοξείδιο CO, οπότε είναι ***ατελής***. Η σωστή προθέρμανση του πετρελαίου και του αέρα έχει επίσης πολύ μεγάλη σημασία για την επίτευξη της τέλειας καύσης.

Η τέλεια καύση ελέγχεται με τους εξής τρόπους:

α) Η φλόγα πρέπει να έχει κιτρινόλευκη απόχρωση.

β) Τα καυσαέρια που βγαίνουν από την καπνοδόχο πρέπει να είναι άχρωμα έως ελαφρά καστανόχρωμα.

γ) Με παρακολούθηση του ειδικού οργάνου που υπάρχει στους λέβητες και καλείται «ενδείκτης CO_2». Σε αυτόν βλέπουμε σε κάθε στιγμή το ποσοστό του CO_2 που περιέχεται στα καυσαέρια. Το ποσοστό αυτό πρέπει να κυμαίνεται από 13,4 ως 14% περίπου, σε περιπτώσεις τέλειας καύσης.

2.16 Ελκυσμός

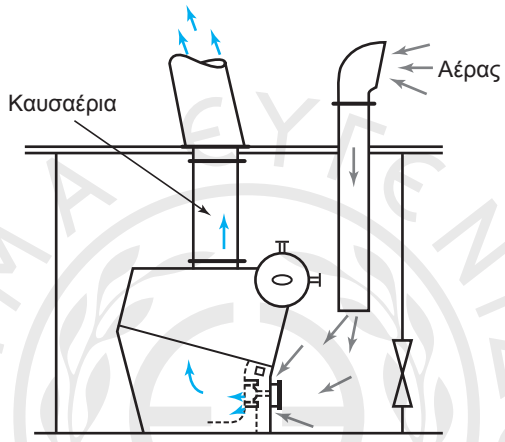
Ελκυσμός καλείται το αίτιο ή η δύναμη, που δημιουργεί το ρεύμα του καυσιγόνου αέρα ο οποίος εισέρχεται στην εστία.

Η δύναμη του ελκυσμού ή όπως αλλιώς ονομάζεται η *ένταση,* υπολογίζεται σε mm ή σε δακτύλους *υδάτινης* στήλης (στήλης νερού). Όργανα μέτρησής της είναι τα ***αερόμετρα*** ή ***υδροθλιβομέτρα***. Ο ελκυσμός διακρίνεται σε ***φυσικό***, όταν δημιουργείται χωρίς ιδιαίτερα τεχνητά μέσα, και σε ***τεχνητό***, όταν για να δημιουργηθεί, χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα μηχανήματα, οι ***ανεμιστήρες***.

1) ***Φυσικός ελκυσμός****:* Το όργανο που δημιουργεί τον φυσικό ελκυσμό είναι η καπνοδόχος.

Τα καυσαέρια μέσα σ' αυτήν, εξ αιτίας της υψηλής τους θερμοκρασίας, καθίστανται ελαφρότερα από τον αέρα του περιβάλλοντος, και κινούνται γι' αυτό με ανάλογη ταχύτητα, καθώς βγαίνουν από την καπνοδόχο προς την ατμόσφαιρα. Έτσι δημιουργούν ένα κενό μέσα στον θερμαντήρα, το οποίο αναπληρώνει ο ατμοσφαιρικός αέρας που εισέρχεται σ' αυτόν από τους κώνους.

Στο σχήμα 2.13 φαίνεται εγκατάσταση φυσικού ελκυσμού σε λέβητα B & W.



Σχ. 2.13

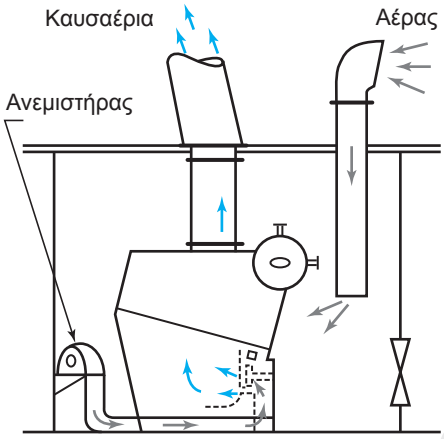
2) ***Τεχνητός ελκυσμός****:* Προκύπτει, όπως είπαμε, από την ενέργεια των ανεμιστήρων.

Στο σχήμα 2.14 παριστάνεται ένα συνηθισμένο σύστημα τεχνητού ελκυσμού, το σύστημα Howden. Σε αυτό χρησιμοποιείται καταθλιπτικός ανεμιστήρας, που απορροφά αέρα από τον χώρο του μηχανολεβητοστασίου, και διά μέσου κλειστού οχετού, που διέρχεται κάτω από τον λέβητα, τον οδηγεί υπό πίεση γύρω από τους κώνους.

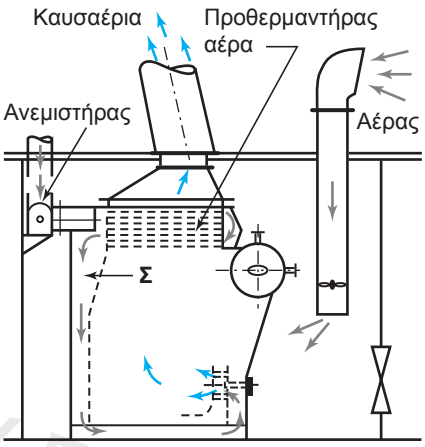
Στο σχήμα 2.15 φαίνεται ανάλογη διάταξη, που διαφέρει από την προηγούμενη στο ότι ο ανεμιστήρας αναρροφά από την ατμόσφαιρα και καταθλίβει τον αέρα υπό πίεση, πρώτα διά μέσου του προθερμαντήρα, και ύστερα στον κλειστό οχετό Σ, που ονομάζεται ***διπλό κέλυφος*** (Double Casing). Ο κλειστός αυτός οχετός, όπως στο προηγούμενο σύστημα, οδηγεί υπό πίεση τον αέρα γύρω και κάτω από τον λέβητα, προς τους κώνους. Με το σύστημα αυτό επιτυγχάνεται και αρκετά ικανοποιητική προθέρμανση του αέρα.

2.17 Καυσαέρια. Αίτια εξαγωγής μαύρου και λευκού καπνού από την καπνοδόχο

1) ***Καυσαέρια*** ονομάζονται τα αεριώδη προϊόντα της καύσης του πετρελαίου και αποτελούνται από:



Σχ. 2.14



Σχ. 2.15

α) ***Διοξείδιο του άνθρακα*** CO_2, από την τέλεια καύση του άνθρακα.

β) ***Μονοξείδιο του άνθρακα*** CO, από την ατελή καύση του άνθρακα.

γ) ***Διοξείδιο του θείου*** SO_2, από την καύση του θείου, που περιέχει το πετρέλαιο.

δ) ***Υδρατμούς***, από την καύση του υδρογόνου και την εξάτμιση του νερού, που ίσως έχει το πετρέλαιο.

ε) ***Οξυγόνο*** O_2, όσο περιέχεται στην περίσσεια του χορηγούμενου καυσιγόνου αέρα στην εστία.

στ) ***Άζωτο*** N_2, όλο όσο περιέχεται στον καυσιγόνο αέρα που εισέρχεται στην εστία.

Σημείωση: Εκτός από τα παραπάνω αεριώδη προϊόντα της καύσης, υπάρχουν και τα στερεά, δηλαδή η αιθάλη (καπνιά) και το εξανθράκωμα (κοκ), που συγκεντρώνεται στο δάπεδο της εστίας.

2) ***Μαύρος*** και ***λευκός καπνός.*** Η έξοδος μαύρου καπνού από την καπνοδόχο οφείλεται στα εξής αίτια:

α) Χαμηλή θερμοκρασία της εστίας.

β) Έλλειψη καυσιγόνου αέρα.

γ) Ρυπαροί καυστήρες.

Αντίθετα, η έξοδος λευκού καπνού οφείλεται σε:

α) Υπερβολική ποσότητα περίσσειας αέρα στην εστία.

β) Ύπαρξη νερού μέσα στο πετρέλαιο, που εξατμίζεται και αναδίδει λευκό νέφος υδρατμού.

Με τον τεχνητό ελκυσμό έχουμε οπωσδήποτε μεγαλύτερη ευχέρεια να ρυθμίζουμε τη σωστή περίσσεια αέρα, ώστε να επιτυγχάνουμε σχεδόν τέλεια καύση και τα καυσαέρια να εξέρχονται από την καπνοδόχο *πολύ ελαφρά* σκοτεινά.

2.18 Προφυλάξεις αποθήκευσης του πετρελαίου

Σε γενικές γραμμές, λαμβάνουμε τα εξής μέτρα:

1) Οι δεξαμενές να γεμίζονται κατά το 95% της χωρητικότητάς τους, ώστε να

υπάρχει ευχέρεια να διαστέλλεται το πετρέλαιο που περιέχουν. Οι δεξαμενές εφοδιάζονται με εξαεριστικές βαλβίδες.

2) Να εξασφαλίζεται η απόλυτη στεγανότητα των δεξαμενών, ώστε να μην διαρρέει το πετρέλαιο.

3) Να τηρούνται με αυστηρότητα όλα τα μέτρα κατά της πυρκαγιάς, να αποφεύγεται η προσέγγιση γυμνής φλόγας, να χρησιμοποιούνται αντιεκρηκτικοί ηλεκτροκινητήρες, να υπάρχουν εγκαταστάσεις κατάσβεσης της πυρκαγιάς με ατμό ή με αφρό, να υπάρχουν πυροσβεστήρες Minimax κ.λπ., όπως προβλέπεται από τους κανονισμούς.

2.19 Κατάταξη των ναυτικών ατμολεβήτων

Οι ναυτικοί ατμολέβητες κατατάσσονται βασικά σε δύο μεγάλες κατηγορίες: τους ***φλογαυλωτούς*** και τους ***υδραυλωτούς***.

Στους φλογαυλωτούς, το χαρακτηριστικό είναι ότι από το εσωτερικό των αυλών περνούν φλόγες και καυσαέρια, ενώ εξωτερικά περιβάλλονται από νερό. Στους υδραυλωτούς συμβαίνει το αντίθετο.

Με βάση τη μέθοδο κυκλοφορίας του νερού, οι λέβητες διακρίνονται σε λέβητες ***φυσικής κυκλοφορίας*** και σε λέβητες ***τεχνητής*** ή ***βεβιασμένης κυκλοφορίας***. Στους πρώτους η κυκλοφορία πραγματοποιείται μόνο με τη θέρμανση του νερού. Με τους δεύτερους δεν θα ασχοληθούμε, γιατί δεν χρησιμοποιούνται στα πλοία.

Η φυσική κυκλοφορία του νερού υποβοηθείται πάρα πολύ από την κλίση των αυλών. Έτσι, οι λέβητες φυσικής κυκλοφορίας διακρίνονται, ανάλογα με την κλίση των αυλών τους, σε λέβητες ***βραδείας κυκλοφορίας*** (οι οποίοι είναι κατά κανόνα φλογαυλωτοί), ***περιορισμένης κυκλοφορίας***, όπως οι παλαιοί λέβητες Belleville, ***ελεύθερης κυκλοφορίας***, όπως οι συνηθισμένοι λέβητες Babcock - Wilcox και ***ταχείας κυκλοφορίας***, όπως οι λέβητες Yarrow, Foster - Wheeler κ.λπ. Όσο η κλίση των αυλών πλησιάζει την κατακόρυφο, τόσο ταχύτερη είναι η κυκλοφορία του νερού.

Ανάλογα με την πίεση του ατμού που παράγουν, οι λέβητες διακρίνονται σε λέβητες ***χαμηλής πίεσης***, μέχρι 75 p.s.i., ***μέσης πίεσης***, μέχρι 200 p.s.i., ***υψηλής πίεσης***, μέχρι 600 p.s.i. και ***ύψιστης πίεσης***, από 900 ως και 3000 p.s.i.

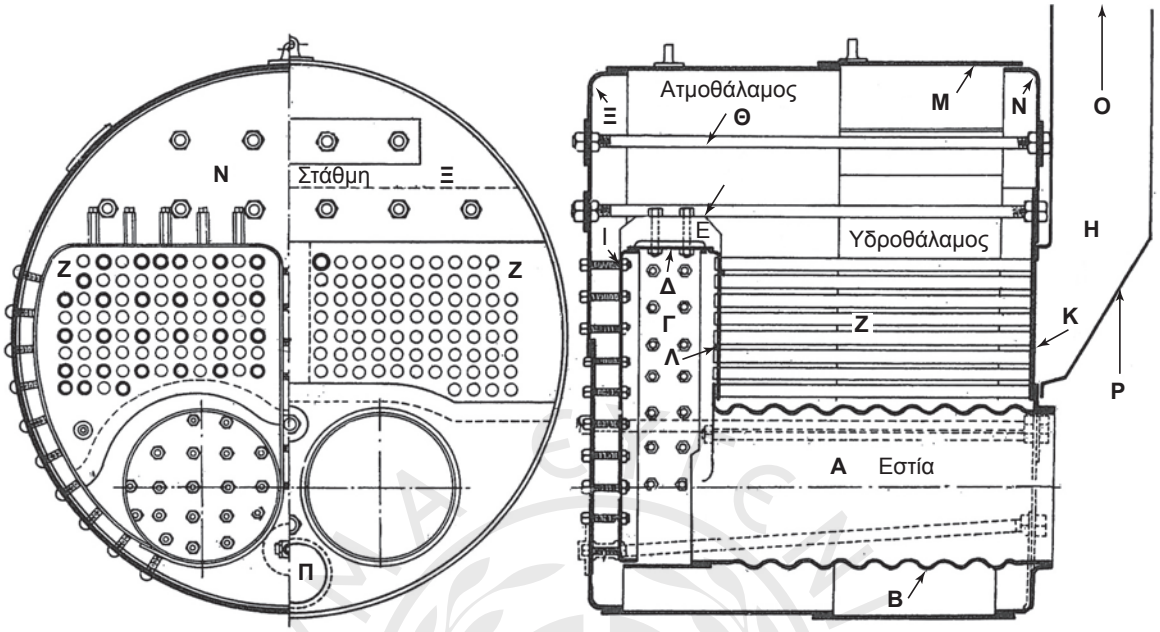
Σήμερα χρησιμοποιούνται μόνο οι κυλινδρικοί φλογαυλωτοί επιστρεφόμενης φλόγας λέβητες και οι υδραυλωτοί ελεύθερης και ταχείας κυκλοφορίας.

2.20 Γενική περιγραφή του φλογαυλωτού λέβητα (κυλινδρικός με επιστρεφόμενη φλόγα απλής πρόσοψης)

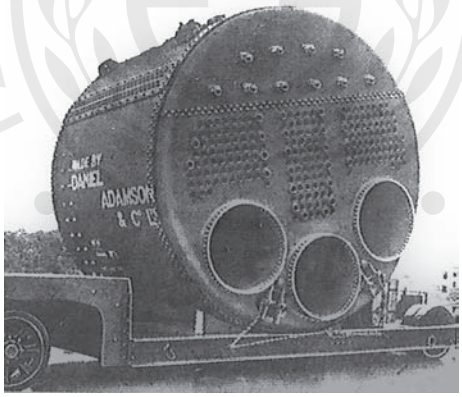
Ο λέβητας αυτός καλείται και λέβητας *Σκωτικού τύπου* (Scotch Boiler). Αποτελείται από ένα κυλινδρικό κέλυφος, δύο πώματα, έναν ή περισσότερους κλιβάνους, με τους αντίστοιχους φλογοθαλάμους και τις δέσμες των φλογαυλών.

Στο σχήμα 2.16 δίνεται η γενική διάταξη του λέβητα με δύο κλιβάνους, σε εγκάρσια και πλάγια τομή. Στο σχήμα 2.17 δίνεται η φωτογραφία όμοιου λέβητα, με τρεις κλιβάνους αντίστοιχα. Τα διάφορα μέρη του λέβητα είναι:

Η ***εστία*** Α, όπου πραγματοποιείται η καύση, ο ***κλίβανος*** Β, δηλαδή το μεταλλικό



Σχ. 2.16



Σχ. 2.17

περίβλημα της εστίας, ο ***φλογοθάλαμος*** Γ, δηλαδή ο χώρος όπου συμπληρώνεται η καύση, ο ***ουρανός φλογοθαλάμου*** Δ, ο ***οπλισμός του ουρανού του φλογοθαλάμου*** Ε, που ενισχύει την αντοχή του, οι ***αυλοί*** και τα ***αυλοστηρίγματα*** Ζ, που αποτελούν το 85% περίπου της θερμαινόμενης επιφάνειας του λέβητα, ο ***καπνοθάλαμος*** Η, μέσα από τον οποίο περνούν τα καυσαέρια, πριν εισέλθουν στην καπνοδόχο οι ***συνδέτες*** Θ, οι οποίοι συνδέουν την πρόσοψη και τον πυθμένα του λέβητα, οι ***ενδέτες*** Ι, που συνδέουν τον φλογοθάλαμο με το κέλυφος και τον πυθμένα, αλλά και τους φλογοθαλάμους μεταξύ τους. Η ***εμπρόσθια αυλοφόρος πλάκα*** Κ. Η ***οπίσθια***

αυλοφόρος πλάκα Λ. Το ***κέλυφος του λέβητα*** Μ, η ***πρόσοψη*** Ν, και ο ***πυθμένας*** του Ξ. Ο ***αεριαγωγός*** Ο, διά μέσου του οποίου τα καυσαέρια οδηγούνται προς την ***καπνοδόχο***. Η ***ιλυοθυρίδα*** Π, εσωτερικής επιθεώρησης και καθαρισμού του λέβητα, και οι ***αυλόθυρες εκκαπνισμού*** Ρ.

Ο λέβητας λειτουργεί ως εξής: Μέσα στην εστία εισάγεται το πετρέλαιο, με τον καυστήρα, και αναμειγνύεται με τον καυσιγόνο αέρα, που εισέρχεται από τον κώνο αέρα του καυστήρα. Ακολουθεί η καύση του πετρελαίου, και τα παραγόμενα καυσαέρια οδεύουν προς τον φλογοθάλαμο, όπου αποπερατώνεται η καύση. Από τον φλογοθάλαμο τα καυσαέρια αλλάζουν πορεία και εισέρχονται στους αυλούς, και μετά στην καπνοδόχο, για να εξέλθουν τελικά στην ατμόσφαιρα.

Τα καυσαέρια, κατά τη διαδρομή τους, μεταδίδουν τη θερμότητά τους στο νερό (μέσω της επιφάνειας των κλιβάνων, των αυλών, των φλογοθαλάμων και των πλακών). Έτσι, το νερό μετατρέπεται σε ατμό, που διέρχεται από τον ατμοφράκτη και οδεύει προς την εγκατάσταση.

Οι λέβητες του τύπου αυτού δίνουν ατμό 180 ως 280 p.s.i. Μερικές φορές εφοδιάζονται με υπερθερμαντήρα, απ' όπου ο ατμός εξέρχεται με θερμοκρασία μέχρι και 700° F ή και με προθερμαντήρα αέρα, που τοποθετείται αμέσως μετά τον καπνοθάλαμο, για να θερμάνει τον αέρα και να εκμεταλλευτεί καλύτερα τη θερμότητα των καυσαερίων (σχ. 2.9).

Το μήκος τους φτάνει τα 4,5 ή και 5 m και η διάμετρός τους τα 5,5 m.

2.21 Γενική περιγραφή του υδραυλωτού λέβητα Babcock-Wilcox

Ανήκει στους υδραυλωτούς λέβητες ελεύθερης κυκλοφορίας. Αποτελείται (σχ. 2.18) από τα εξής μέρη:

1) Τον ***ατμοθάλαμο*** Α, που φέρει και τα εξαρτήματα ελέγχου του λέβητα.

2) Τα ***ατμογόνα*** στοιχεία Σ από αυλούς που διατίθενται σε παράλληλες δέσμες και εκτονώνονται στους εμπρόσθιους ***υδροθαλάμους*** $δ_1$ και στους οπίσθιους $δ_2$, κυματοειδούς κατασκευής. Οι οπίσθιοι υδροθάλαμοι $δ_2$ συγκοινωνούν με τον ατμοθάλαμο με τους επιστροφικούς ατμαγωγούς αυλούς β.

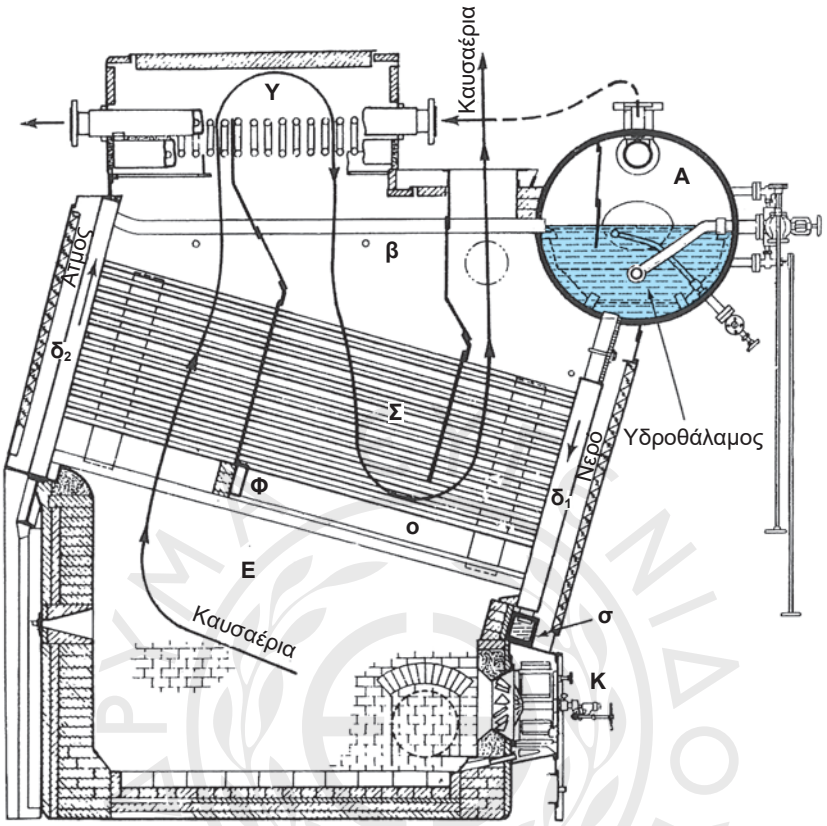
3) Τον ***συλλέκτη*** σ, που είναι χυτοχαλύβδινος οχετός τετραγωνικής τομής. Προς αυτόν συνδέονται τα κάτω άκρα των εμπρόσθιων υδροθαλάμων. Ο συλλέκτης ενώνεται επίσης με τον ατμοϋδροθάλαμο Α με κάθετους εξωτερικούς πλευρικούς οχετούς.

4) Την ***εστία*** Ε, που εσωτερικά είναι πλινθόκτιστη, και το ***περίβλημα*** του λέβητα.

5) Τον ***υπερθερμαντήρα*** Υ, όπου ο κορεσμένος ατμός του λέβητα μετατρέπεται σε υπέρθερμο.

Ο λέβητας λειτουργεί ως εξής:

Το νερό εισέρχεται στο κατώτερο μέρος του ατμοϋδροθαλάμου Α, κατεβαίνει από τους εμπρόσθιους υδροθαλάμους $δ_1$ (ή και από τους κάθετους πλευρικούς αυλούς κυκλοφορίας, αν υπάρχουν), εισέρχεται στους ***ατμογόνους αυλούς*** Σ, θερμαίνεται και ατμοποιείται. Ως ατμός, στη συνέχεια, ανεβαίνει από τους οπίσθιους υδροθαλάμους $δ_2$ και, μέσω των ατμαγωγών αυλών β, εισέρχεται στον ατμοθάλαμο. Κατόπιν



Σχ. 2.18

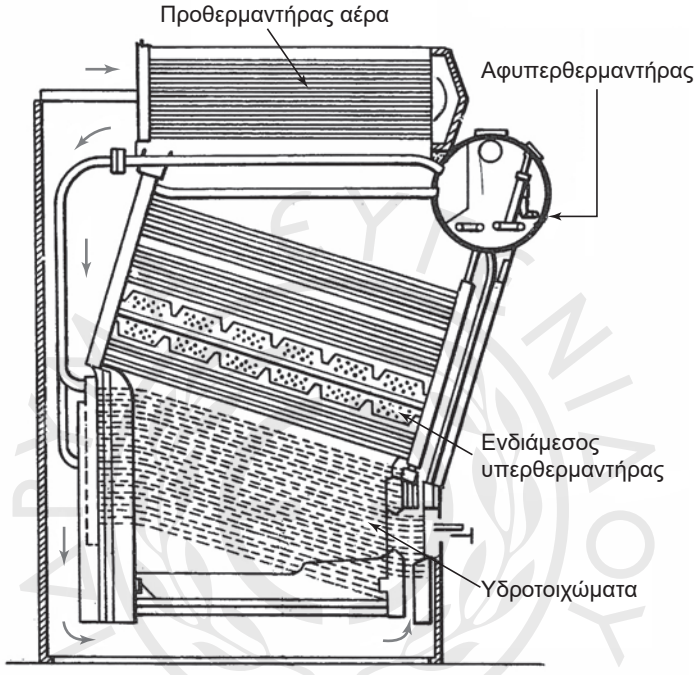
οδηγείται προς τον υπερθερμαντήρα, απ' όπου εξέρχεται ως υπέρθερμος ατμός.

Το πετρέλαιο ψεκάζεται με τον καυστήρα Κ, γύρω από τον οποίο κυκλοφορεί ο καυσιγόνος αέρας, που παρέχεται από τους ανεμιστήρες, και η καύση πραγματοποιείται μέσα στην εστία Ε.

Στο σχήμα 2.18, με το βέλος ορίζεται η πορεία φλογών και καυσαερίων. Επειδή υπάρχουν διαφράγματα, τα καυσαέρια αναγκάζονται να κάνουν τρεις διαδρομές. Έτσι ο λέβητας καλείται *λέβητας τριών διαδρομών καυσαερίων* (Three Pass Boiler). Κατά την πορεία τους, τα καυσαέρια περνούν γύρω από τους αυλούς και γύρω από τον υπερθερμαντήρα, όπου υπερθερμαίνουν τον ατμό. Μετά κατεβαίνουν πάλι προς τα κάτω και ατμοποιούν το νερό. Τέλος, πριν εξέλθουν στην ατμόσφαιρα, περνούν γύρω από τους ***ατμαγωγούς*** β και στεγνώνουν τον ατμό, που φτάνει στον ατμοθάλαμο όσο το δυνατόν ξηρότερος. Ο λέβητας εργάζεται με υψηλές πιέσεις, 23 ατμόσφαιρες ή 350 p.s.i. περίπου και θερμοκρασία υπέρθερμου ατμού 280° ως 350° C ή 660° ως 700° F.

Σε εγκαταστάσεις λεβήτων Babcock-Wilcox, συχνά τοποθετείται ενδιάμεσος υπερθερμαντήρας ατμού. Στην έξοδο των καυσαερίων προς την καπνοδόχο τοποθετείται τότε προθερμαντήρας αέρα. Άλλη μορφή λέβητα Babcock-Wilcox που

χρησιμοποιείται πάρα πολύ, είναι ο ***λέβητας απλής διαδρομής καυσαερίων*** (σχ. 2.19). Παρουσιάζει τα ίδια βασικά χαρακτηριστικά κατασκευής με τον προηγούμενο τύπο. Είναι εφοδιασμένος με ***προθερμαντήρα*** αέρα, ***ενδιάμεσο υπερθερμαντήρα*** και ***αφυπερθερμαντήρα*** ατμού. Η εστία του τέλος περιβάλλεται από υδραυλούς που λέγονται ***υδροτοιχώματα***.



Σχ. 2.19

2.22 Μηχανήματα των λεβήτων

Μηχανήματα απαραίτητα για τη λειτουργία του λέβητα είναι βασικά τα εξής:

1) Ιππάρια ή αντλίες πετρελαίου

Είναι παλινδρομικές ή περιστροφικές αντλίες, που αναρροφούν το πετρέλαιο μέσω *φίλτρων* από τις δεξαμενές, και το καταθλίβουν, μέσα από τον προθερμαντήρα και φίλτρα πετρελαίου, προς τους καυστήρες.

2) Τροφοδοτικά ιππάρια ή αντλίες

Είναι πάλι παλινδρομικές ή περιστροφικές αντλίες, που καταθλίβουν το τροφοδοτικό νερό προς τον λέβητα, με πίεση 1,5 ως 2 φορές μεγαλύτερη από εκείνη που επικρατεί μέσα στον λέβητα. Είναι συνήθως ατμοκίνητα μηχανήματα, υπάρχουν όμως και ηλεκτροκίνητα. Οι αντλίες ***τροφοδότησης*** είναι μερικές φορές διαταγμένες σε δύο βαθμίδες στις εγκαταστάσεις ατμοστροβίλων. Η πρώτη βαθμίδα είναι της ***ενισχυτικής αντλίας τροφοδότησης*** και η δεύτερη της ***κύριας αντλίας τροφοδότη-***

σης. Η ενισχυτική αναρροφά το συμπύκνωμα από το θερμοδοχείο και το καταθλίβει στην αναρρόφηση της κύριας, που τελικά το εισάγει στον λέβητα.

3) Ανεμιστήρες τεχνητού ελκυσμού

Είναι μηχανήματα, που είτε αναρροφούν τα καυσαέρια από την καπνοδόχο και επιταχύνουν την έξοδό τους προς την ατμόσφαιρα, είτε καταθλίβουν αέρα υπό πίεση προς την εστία. Και στα δύο συστήματα επιτυγχάνεται η είσοδος καυσιγόνου αέρα προς την εστία σε μεγαλύτερη ποσότητα από αυτήν που εισέρχεται με τον φυσικό ελκυσμό (δηλ. με την ενέργεια της καπνοδόχου μόνο), με αποτέλεσμα να αυξάνεται έτσι ο βαθμός καύσης του λέβητα.

2.23 Τα εξαρτήματα των λεβήτων

Γενικά, είναι όργανα που εξασφαλίζουν και ελέγχουν την κανονική και συνεχή λειτουργία του λέβητα. Τα κυριότερα από αυτά είναι:

1) Οι ***ατμοφράκτες.*** Είναι βαλβίδες λήψης του ατμού. Τοποθετούνται στο ψηλότερο σημείο του ατμοθαλάμου. Διακρίνονται σε ***κύριο ατμοφράκτη****,* που παρέχει ατμό στην κύρια ατμαγωγό σωλήνωση δηλαδή για την κύρια μηχανή και σε ***βοηθητικό****,* που παρέχει ατμό στη βοηθητική ατμαγωγό σωλήνωση, για τα βοηθητικά μηχανήματα.

2) Τα ***ασφαλιστικά επιστόμια.*** Είναι βαλβίδες με ελατήρια, που ρυθμίζονται να ανοίγουν σε ορισμένη πίεση, για να εξέρχεται προς την ατμόσφαιρα ο ατμός που πλεονάζει. Χρησιμεύουν δηλαδή για να διατηρείται το μέγιστο όριο πίεσης ασφαλείας του λέβητα, ώστε να προλαμβάνεται υπερκόπωση των υλικών του και τυχόν παραμόρφωση η έκρηξή του, όταν η πίεση αυξηθεί και περάσει αυτό το όριο. Τα ασφαλιστικά επιστόμια ρυθμίζονται και ελέγχονται μία φορά τον χρόνο, κατά την επιθεώρηση του λέβητα από τον επιθεωρητή του Νηογνώμονα.

3) Τα ***τροφοδοτικά επιστόμια.*** Χρησιμεύουν για τον έλεγχο της ποσότητας του τροφοδοτικού νερού που εισέρχεται στον λέβητα.

4) Οι ***τροφοδοτικοί ρυθμιστές.*** Είναι εξαρτήματα που επιδρούν στα τροφοδοτικά επιστόμια και ρυθμίζουν έτσι αυτόματα την παροχή του νερού στον λέβητα, ώστε η στάθμη του να διατηρείται σταθερή.

5) Τα ***θλιβόμετρα.*** Είναι όργανα που τοποθετούνται (δύο τουλάχιστον) σε κάθε λέβητα, και δείχνουν την πίεση του ατμοθαλάμου. Είναι βαθμολογημένα σε kg/cm^2 ή p.s.i. Φέρουν και πλάκα ενδείξεων με έντονα χαραγμένη την πίεση λειτουργίας και την ανώτερη πίεση του λέβητα (άνοιγμα ασφαλιστικών επιστομίων).

6) Οι ***υδροδείκτες.*** Δείχνουν τη στάθμη του νερού. Τοποθετούνται έξω από τον λέβητα και στο ύψος της στάθμης, και συγκοινωνούν με τον ατμοθάλαμο και τον υδροθάλαμο.

7) Ο ***εξαεριστικός κρουνός.*** Τοποθετείται στο ανώτερο μέρος του ατμοθαλάμου. Χρησιμεύει για την επικοινωνία του με την ατμόσφαιρα. Τον ανοίγουμε όταν γίνεται «αφή πυρών» στον λέβητα, ώστε να εξέρχεται ο ατμοσφαιρικός αέρας καθώς επίσης και κατά την τροφοδότηση ή εκκένωση του λέβητα, όταν αυτός δεν λειτουργεί.

8) Ο ***εξαφριστικός κρουνός.*** Τοποθετείται επάνω στον λέβητα, σε σημείο πάνω από τη στάθμη του νερού. Εσωτερικά συγκοινωνεί με σωλήνα, που καταλήγει σε μία οριζόντια χοάνη, λίγο κάτω από τη στάθμη λειτουργίας του λέβητα. Ο εξαφριστικός κρουνός ανοίγεται κατά διαστήματα, για να επιτρέψει την έξοδο των ελαιωδών ουσιών και των λιπαρών αφρών, που επιπλέουν στην επιφάνεια του νερού. Οι ουσίες και οι αφροί αυτοί προέρχονται από τα έλαια εσωτερικής λίπανσης μηχανών και μηχανημάτων.

9) Ο ***κρουνός εξαγωγής.*** Τοποθετείται στο κατώτερο σημείο του υδροθάλαμου. Ανοίγεται όταν κατά τη λειτουργία είναι ανάγκη να γίνει «εξαγωγή» ενός μέρους από το νερό του υδροθαλάμου στη θάλασσα, για να ελαττωθεί η πυκνότητά του.

10) Ο ***κρουνός εκκένωσης.*** Χρησιμεύει για την εκκένωση του λέβητα στο κύτος του λεβητοστασίου, όταν ο λέβητας δεν λειτουργεί.

11) Οι ***κρουνοί υγρών.*** Χρησιμεύουν για την εξυδάτωση (δηλ. για την αφαίρεση των υγρών) των υπερθερμαντήρων και των ατμαγωγών.

12) Ο ***κρουνός αλατόμετρου.*** Τοποθετείται στο κατώτερο μέρος του υδροθαλάμου. Χρησιμεύει για να λαμβάνουμε δείγμα νερού, για την εκτέλεση των διάφορων χημικών μετρήσεών του.

13) Τα ***θερμόμετρα.*** Είναι όργανα παρακολούθησης της θερμοκρασίας του ατμού.

14) Το ***σύστημα συναγερμού.*** Είναι προειδοποιητικό όργανο για τις περιπτώσεις υψηλής θερμοκρασίας του ατμού.

2.24 Βοηθητικοί λέβητες

Χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ατμού που χρειάζεται για τα βοηθητικά μηχανήματα και για βοηθητικές χρήσεις στα πλοία. Έχουν ιδιαίτερη σημασία για τα πλοία που κινούνται με πετρελαιομηχανές, γιατί οι βοηθητικοί λέβητες παράγουν ατμό για την κίνηση των ατμοκίνητων βοηθητικών μηχανημάτων της εγκατάστασης. Σ' αυτήν την περίπτωση, είναι συνήθως κατασκευασμένοι έτσι ώστε να λειτουργούν με πετρέλαιο ή και με τα καυσαέρια της κύριας μηχανής. Οι λέβητες αυτοί είναι τις περισσότερες φορές κυλινδρικοί. Οι πιο συνηθισμένοι τύποι είναι οι Cochrane και Spanner. Όταν είναι υδραυλωτοί, ο πιο συνηθισμένος τύπος τους είναι ο Foster-Wheeler.

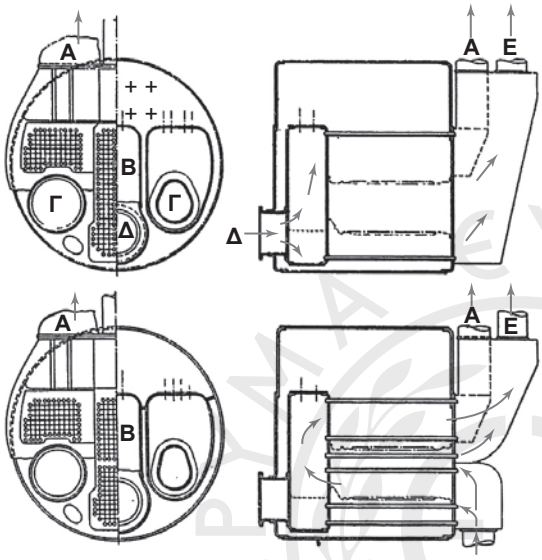
1) Κυλινδρικός λέβητας για καύση πετρελαίου και χρήση καυσαερίων

Εικονίζεται στο σχήμα 2.20 σε δύο μορφές, δηλαδή απλής διαδρομής καυσαερίων (επάνω) και διπλής διαδρομής (κάτω) και είναι κατασκευασμένος έτσι ώστε να μπορεί να καίει πετρέλαιο στους δύο ακραίους κλιβάνους Γ, ενώ από τον μεσαίο περνούν τα θερμά καυσαέρια της μηχανής. Τα καυσαέρια αυτά εισέρχονται από τον πυθμένα του λέβητα, από τον οχετό Δ, και εξέρχονται στην ατμόσφαιρα μέσω του καπναγωγού Ε, αφού πρώτα περάσουν από τον φλογοθάλαμο Β και από τους αυλούς.

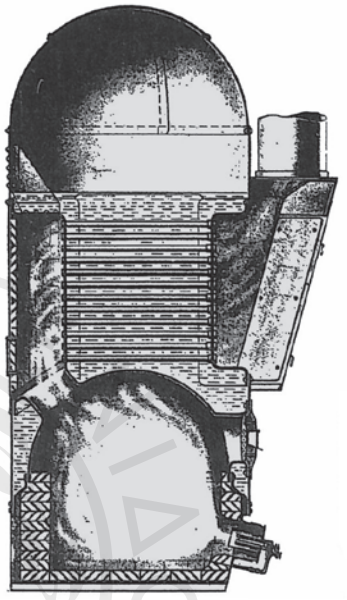
Όπως φαίνεται στο σχήμα 2.20, μεσαίος κλίβανος δεν υπάρχει, γιατί έχει αντικατασταθεί από φλογαυλούς. Οι άλλοι δύο κλίβανοι Γ λειτουργούν κανονικά με πετρέλαιο και βγάζουν τα καυσαέρια μέσω του καπναγωγού Α.

2) Λέβητας τύπου Cochrane

Είναι κάθετος λέβητας επιστρεφόμενης φλόγας. Εικονίζεται στο σχήμα 2.21, από το οποίο γίνεται φανερός και ο τρόπος λειτουργίας του. Παράγει ατμό πίεσης 8 ως 10 kg/cm^2.



Σχ. 2.20



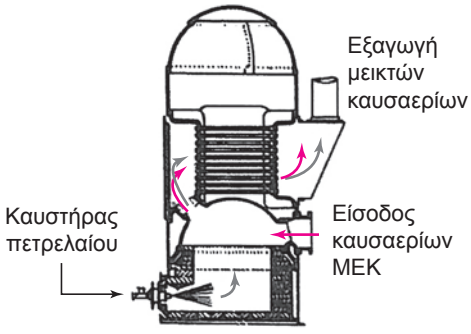
Σχ. 2.21

Χρησιμοποιείται πολύ και ως λέβητας που λειτουργεί με καυσαέρια Μ.Ε.Κ. Μπορεί επίσης να λειτουργεί με πετρέλαιο και καυσαέρια (σχ. 2.22).

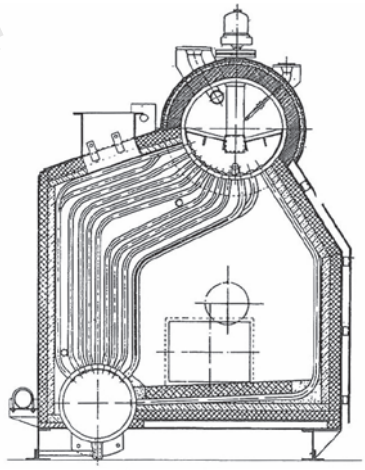
3) Λέβητας υδραυλωτός βοηθητικών χρήσεων κατασκευής Foster - Wheeler

Ο οίκος Foster- Wheeler από πολλά χρόνια κατασκευάζει βοηθητικούς λέβητες, παράλληλα με τους κύριους λέβητες που παράγει για την πρόωση.

Στο σχήμα 2.23 παριστάνεται η τυπική μορφή



Σχ. 2.22



Σχ. 2.23

ενός τέτοιου βοηθητικού λέβητα, τύπου D. Είναι κατάλληλος για πιέσεις μέχρι και 450 p.s.i. και ατμοπαραγωγή μέχρι 62.000 lb/h.

2.25 Αφή πυρών. Απαιτούμενος χρόνος για την ομαλή προετοιμασία του λέβητα

Η «αφή πυρών» είναι σοβαρή τεχνική εργασία και έχει ως σκοπό να θερμάνει τον λέβητα ομαλά, χωρίς δηλαδή απότομες διαστολές του υλικού του ή άλλες ζημιές, ώστε να παράγει ατμό προοδευτικά μέχρι την απαιτούμενη πίεση λειτουργίας του.

Μετά την αφή ακολουθεί η «συγκοινωνία» του λέβητα, που γίνεται με το άνοιγμα του βοηθητικού ατμοφράκτη, η κίνηση των αναγκαίων βοηθητικών μηχανημάτων και τέλος το άνοιγμα του κύριου ατμοφράκτη, από τον οποίο παρέχεται ατμός στην κύρια μηχανή.

2.26 Παρακολούθηση της λειτουργίας των λεβήτων

Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας ενός λέβητα παρακολουθούνται βασικά τα εξής:

1) Η ***στάθμη*** του νερού.
2) Η ***πίεση*** του παραγόμενου ατμού και η θερμοκρασία του.
3) Η καλή ***καύση*** και οι ενδείξεις CO_2.
4) Η ***θερμοκρασία*** του τροφοδοτικού νερού.
5) Η ***ποιότητα*** του τροφοδοτικού νερού και του νερού του υδροθαλάμου.

2.27 Η απομόνωση του λέβητα

Συνίσταται στη σβέση και στην κράτηση του λέβητα και έχει ως σκοπό την ομαλή του απόψυξη. Κατά την απομόνωση του λέβητα ακολουθείται αντίθετη πορεία ενεργειών από την αντίστοιχη για την αφή πυρών-συγκοινωνία. Εκτελείται κατά τους κανόνες και τις ειδικές οδηγίες που υπάρχουν.

2.28 Κίνδυνοι βλαβών από βεβιασμένη ατμοπαραγωγή

Οφείλονται στις απότομες διαστολές του υλικού των μερών του λέβητα και μπορεί να είναι:

1) ***Διαρροές*** στα εκτονώματα των αυλών, δηλαδή στα σημεία όπου οι αυλοί ενώνονται με εκτόνωση με τις αυλοφόρες πλάκες.

2) ***Στρεβλώσεις των αυλών***.

3) ***Ρωγμές*** των αυλών ή και άλλων από τα μεταλλικά μέρη του λέβητα, όταν συνυπάρχει και προχωρημένη φθορά του υλικού τους ή κακή συντήρηση από παράλειψη καθαρισμού ή χρησιμοποίηση θαλάσσιου νερού για την τροφοδότηση του λέβητα, από αμέλεια του πληρώματος.

2.29 Έκρηξη λέβητα

Είναι η σοβαρότερη βλάβη που μπορεί να συμβεί σε λέβητα και ισοδυναμεί με ολοκληρωτική καταστροφή του.

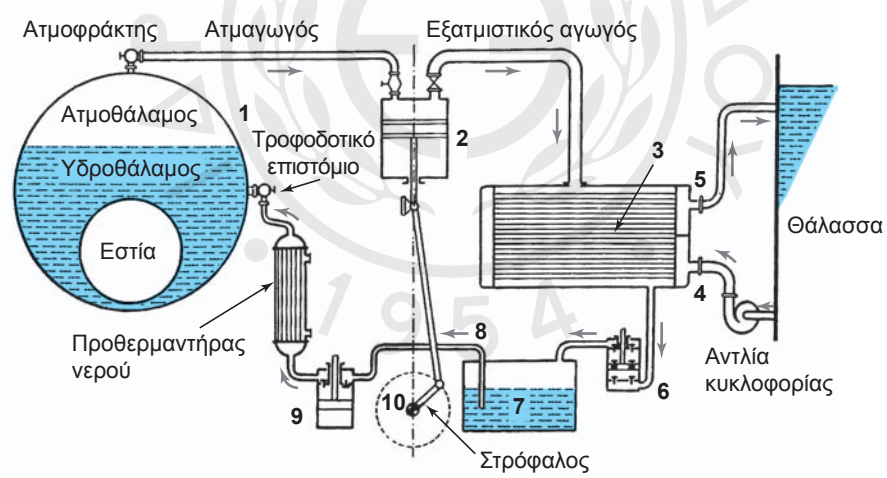
Μπορεί να προέλθει από σοβαρότατη αμέλεια κατά την τροφοδότηση του λέβητα με νερό, με συνέπεια να επέλθει πτώση της στάθμης του ή από κακή συντήρηση ή υπερβολική πίεση ατμού, αν συμβεί να μην ανοίξουν τα ασφαλιστικά. Πάντως σήμερα είναι πολύ σπάνια.

2.30 Κύκλος ατμού σε ατμοκίνητο πλοίο

1) Με παλινδρομική ατμομηχανή

Στο σχήμα 2.24, ο ατμός από τον λέβητα 1 οδηγείται με τον ατμαγωγό σωλήνα στη μηχανή 2, όπου εργάζεται και αποδίδει ενέργεια, την οποία ο περιστρεφόμενος άξονας 10 παραλαμβάνει ως έργο. Κατόπιν, οδηγείται ως εξάτμιση με τον εξατμιστικό σωλήνα προς τον ***συμπυκνωτή*** ή το ***ψυγείο*** 3. Περιβάλλει τους αυλούς του ψυγείου, μέσα από τους οποίους κυκλοφορεί θαλάσσιο νερό ψύξης. Το νερό αυτό καταθλίβεται από την ***περιστροφική*** ή ***αντλία κυκλοφορίας*** με τον σωλήνα 4, και, αφού ψύξει τις εξατμίσεις, βγαίνει στη θάλασσα από την πλευρά του σκάφους, με τον σωλήνα 5.

Έτσι οι εξατμίσεις της μηχανής ψύχονται και συμπυκνώνονται στο κατώτερο μέρος του ψυγείου. Με τη συμπύκνωση αυτή δημιουργείται μέσα στο ψυγείο κενό, που συντελεί στην επαύξηση του έργου της μηχανής.



Σχ. 2.24

Το νερό που προήλθε από τη συμπύκνωση των εξατμίσεων, το αναρροφά η ***αντλία συμπυκνώματος*** ή ***αεραντλία*** 6, και το καταθλίβει στην τροφοδοτική δεξαμενή ή θερμοδοχείο 7. Από εκεί, άλλη αντλία, η τροφοδοτική 9 ή ***τροφοδοτικό ιππάριο,*** το αναρροφά με τον σωλήνα 8, και το καταθλίβει (μέσω του *προθερμαντήρα,* όπου προθερμαίνεται) στον λέβητα προς ατμοποίηση.

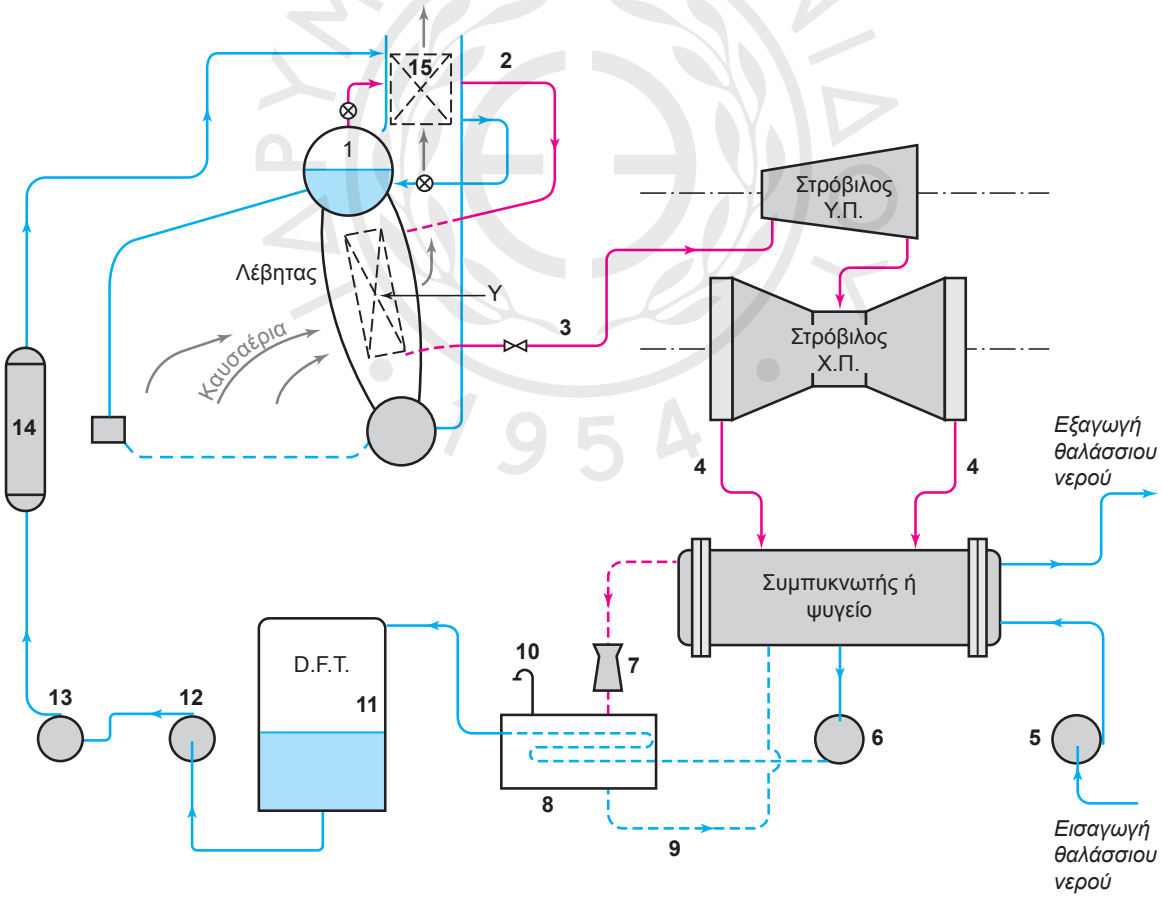
Ο κύκλος των μεταβολών αυτών επαναλαμβάνεται συνεχώς, όσο η μηχανή λειτουργεί.

2) Με ατμοστρόβιλο

Στο σχήμα 2.25 ο κεκορεσμένος ατμός, από τον ατμοθάλαμο 1 του λέβητα, οδεύει με τον ατμαγωγό σωλήνα 2 στον υπερθερμαντήρα Υ, όπου καθίσταται υπέρθερμος. Ως υπέρθερμος οδηγείται με τον ατμαγωγό υπέρθερμου 3 στη μηχανή. Εκεί εκτονώνεται και παράγει το κινητήριο έργο, περνώντας διαδοχικά από τον στρόβιλο ΥΠ και τον στρόβιλο ΧΠ. Κατόπιν, με τους εξατμιστικούς σωλήνες 4-4, πηγαίνει ως εξάτμιση στον συμπυκνωτή ή ψυγείο, όπου συμπυκνώνεται με τη βοήθεια θαλάσσιου νερού, που καταθλίβει η περιστροφική αντλία 5.

Το ψυγείο συνδέεται με την τροφοδοτική δεξαμενή (από την οποία, μέσω κρουνού και λόγω του κενού αναρροφά τροφοδοτικό νερό, για να συμπληρωθεί η ποσότητα του κυκλώματος, αν είναι ανάγκη), με την ***εξαγωγική αντλία συμπυκνώματος*** 6, και με τους ***εκχυτήρες αέρα*** (τζιφάρια) 7.

Η αντλία συμπυκνώματος αναρροφά το νερό από το ψυγείο και το καταθλίβει πρώτα μέσω του ***ψυκτήρα*** 8 των εκχυτήρων. Οι εκχυτήρες αναρροφούν από το ψυγείο τον ατμοσφαιρικό αέρα, που ίσως να έχει εισέλθει στο κύκλωμα, και επίσης



Σχ. 2.25

τον ατμό που δεν συμπυκνώθηκε. Έτσι το κενό του ψυγείου επαυξάνεται σε 98% περίπου. Ο ατμός και ο αέρας αυτός καταθλίβονται στον ψυκτήρα των εκχυτήρων και ψύχονται από το διερχόμενο νερό, που το καταθλίβει η αντλία συμπυκνώματος. Ο ατμός συμπυκνώνεται σε νερό και επιστρέφει με τον σωλήνα 9 στο κύριο ψυγείο, ενώ ο αέρας και τα υπόλοιπα αέρια εξέρχονται στην ατμόσφαιρα από το εξαεριστικό 10.

Το νερό του συμπυκνώματος πηγαίνει μετά προς το θερμοδοχείο 11, που ονομάζεται και ***εξαεριστική δεξαμενή*** (Deaerating Feed Tank – DFT). Εκεί αναμειγνύεται κατάλληλα με ατμό που προέρχεται από τις εξατμίσεις των βοηθητικών μηχανημάτων. Μέσα στο θερμοδοχείο, απαλλάσσεται τελείως από τα αέρια και προθερμαίνεται από τον ατμό των εξατμίσεων των βοηθητικών μηχανημάτων.

Από το θερμοδοχείο αναρροφάται από την ***ενισχυτική αντλία τροφοδότησης*** 12, που το καταθλίβει με πίεση στην αναρρόφηση της ***κύριας αντλίας τροφοδότησης*** 13.

Η ***αντλία τροφοδότησης***, τέλος, το καταθλίβει, με πίεση κατά 50% περίπου υψηλότερη από την πίεση του λέβητα, μέσω του ***προθερμαντήρα*** 14, προς τον ***οικονομητήρα*** 15. Μέσα σ' αυτόν το νερό ανέρχεται σε υψηλή θερμοκρασία προθέρμανσης. Κατόπιν οδεύει προς τον λέβητα, όπου ατμοποιείται πάλι, και επαναλαμβάνεται έτσι συνέχεια το ίδιο κύκλωμα, εφόσον η εγκατάσταση λειτουργεί.

3 Εγκαταστάσεις μηχανοστασίου

3.1 Γενικά

Στα εμπορικά πλοία μικρού και μεσαίου εκτοπίσματος το μηχανοστάσιο και το λεβητοστάσιο αποτελούν ενιαίο χώρο, που ονομάζεται ***μηχανολεβητοστάσιο***.

Μέσα σ' αυτό, στις εγκαταστάσεις με παλινδρομική ατμομηχανή, τοποθετούνται οι λέβητες στο πρωραίο τμήμα του και η μηχανή στο πρυμναίο. Σε εγκαταστάσεις με ατμοστρόβιλους, τοποθετούνται όμοια, όπως προηγουμένως ή με πιο σύγχρονη μέθοδο, οι λέβητες στο πρυμναίο και οι στρόβιλοι στο πρωραίο τμήμα.

Σε εγκαταστάσεις Μ.Ε.Κ., στο μηχανοστάσιο τοποθετούνται οι κύριες μηχανές και στο λεβητοστάσιο δύο ή τρεις βοηθητικοί λέβητες, που παρέχουν ατμό για τα βοηθητικά μηχανήματα, αν είναι ατμοκίνητα, και γενικά για βοηθητικές χρήσεις στο πλοίο. Ο ένας από τους λέβητες λειτουργεί με τα καυσαέρια της κύριας μηχανής, άλλα και με πετρέλαιο, όταν η μηχανή δεν λειτουργεί, δηλαδή όταν το πλοίο είναι «εν όρμω» σε λιμάνι.

Τα βοηθητικά μηχανήματα που είναι απαραίτητα για τη λειτουργία της κύριας μηχανής και των λεβήτων τοποθετούνται στο μηχανοστάσιο-λεβητοστάσιο, σε περίπτωση που αυτό είναι κοινό ή στο μηχανοστάσιο όσα εξυπηρετούν την κύρια μηχανή και στο λεβητοστάσιο όσα εξυπηρετούν τους λέβητες. Αν είναι χωριστά το μηχανοστάσιο από το λεβητοστάσιο, τα βοηθητικά μηχανήματα που εξυπηρετούν τις γενικές ανάγκες του πλοίου, όπως είναι οι αντλίες υγιεινής, οι αντλίες ζυγοστάθμισης ή έρματος (ballast pumps), οι αντλίες πυρκαγιάς κ.λπ. τοποθετούνται στο μηχανοστάσιο.

Πολλές φορές η εγκατάσταση ορισμένων βοηθητικών μηχανημάτων γίνεται σε ιδιαίτερο χώρο, που ονομάζεται ***βοηθητικό μηχανοστάσιο***. Στα πετρελαιοφόρα η εγκατάσταση των αντλιών φορτίου γίνεται σε ιδιαίτερο διαμέρισμα, το ***αντλιοστάσιο***.

Είναι φανερό ότι υπάρχει μεγάλη ποικιλία στη διάταξη των διαφόρων μηχανολεβητοστασίων, ανάλογα με τον τύπο του πλοίου (φορτηγό, πετρελαιοφόρο, επιβατηγό κ.λπ.), το εκτόπισμά του ή την παραδεκτή γραμμή σχεδίασης του κάθε ναυπηγείου, και τέλος ανάλογα με τις ειδικές κάθε φορά απαιτήσεις της πλοιοκτήτριας εταιρείας.

Στα επόμενα κεφάλαια: α) για τις παλινδρομικές ατμομηχανές, β) τους ατμοστρόβιλους και γ) τις μηχανές Ντήζελ, δίνεται η σκαριφηματική διάταξη των αντίστοιχων μηχανολεβητοστασίων στην απλή μορφή τους, με επεξήγηση του σκοπού κάθε μηχανήματος που περιγράφεται σε αυτά.

4 Παλιδρομικές ατμομηχανές

4.1 Γενικά

Η ***παλινδρομική ατμομηχανή***, ή και απλώς ***ατμομηχανή***, είναι θερμική μηχανή, μέσα στην οποία ενεργεί ο ατμός κατά περιοδικό και εναλλασσόμενο τρόπο, και της οποίας τα βασικά μέρη εκτελούν ευθύγραμμη παλινδρομική κίνηση.

Η ευθύγραμμη αυτή παλινδρομική κίνηση μετατρέπεται σε περιστροφική του άξονά της, με την παρεμβολή κατάλληλου μηχανισμού. Ο μηχανισμός αυτός αποτελείται από τον ***διωστήρα*** και τον ***στρόφαλο***, ο οποίος αποτελεί τμήμα του περιστρεφόμενου άξονα. Από τον περιστρεφόμενο άξονα παραλαμβάνεται το κινητήριο έργο της ατμομηχανής.

Μέσα στην παλινδρομική μηχανή ο ατμός ενεργεί με τη θερμότητα και την πίεσή του, δηλαδή με τη θερμική και τη δυναμική του ενέργεια, ένα μέρος των οποίων η μηχανή μετατρέπει σε έργο. Κατά τη μετατροπή, ο ατμός, που εισέρχεται σε ορισμένη κάθε φορά ποσότητα μέσα στον κύλινδρο της μηχανής, εκτονώνεται, οπότε πέφτει η πίεση και η θερμοκρασία του και αυξάνεται ο όγκος του.

Στην απλούστερή της μορφή (σχ. 4.1), η παλινδρομική ατμομηχανή αποτελείται από έναν κύλινδρο Κ, μέσα στον οποίο κινείται το έμβολο Ε. Ο ατμός επενεργεί στο έμβολο αυτό, εναλλακτικά, δηλαδή:

1) από επάνω, οπότε το έμβολο κινείται από την ανώτερη θέση του προς την κατώτερη, και

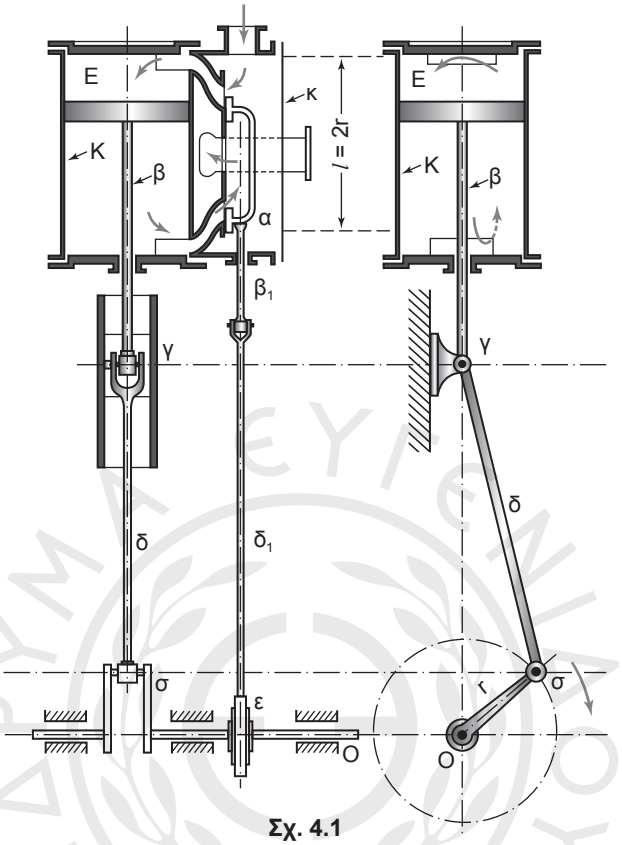
2) από κάτω, οπότε αυτό κινείται αντίστροφα.

Η κίνηση τώρα του εμβόλου μεταδίδεται, μέσω του βάκτρου β, της άρθρωσης γ (που καλείται ***σταυρός*** ή ***ζύγωμα***) και του διωστήρα δ, στον στρόφαλο σ, που κινείται και διαγράφει περιφέρεια κύκλου. Έτσι προκαλεί την περιστροφή του άξονα 0 της μηχανής.

Από τα παραπάνω καταλαβαίνουμε ότι το έμβολο ***παλινδρομεί*** και ο στρόφαλος ***περιστρέφεται***.

Δίπλα στον κύλινδρο κατά το διάμηκες της μηχανής βρίσκεται το ατμοκιβώτιο κ, που μέσα του κινείται παλινδρομικά ο ατμοσύρτης α, και ρυθμίζει την εισαγωγή του ατμού στον κύλινδρο και την εξαγωγή των εξατμίσεων. Ο ατμοσύρτης παίρνει κίνηση από τον άξονα με το έκκεντρο ε, τον διωστήρα $δ_1$ και το βάκτρο $β_1$, όπως θα δούμε λεπτομερέστερα στα επόμενα.

Οι παλινδρομικές μηχανές που χρησιμοποιούνται στα πλοία ονομάζονται γενικά ***ναυτικές παλινδρομικές ατμομηχανές***. Κατασκευάστηκαν σε πολλούς τύπους και ποικίλες ιπποδυνάμεις: πολύ μικρές, για την κίνηση διαφόρων μηχανημάτων, πολύ



Σχ. 4.1

μεγάλες, μέχρι και 20.000 ίππους, ως πολυκύλινδρες προωστήριες μηχανές μεγάλων πλοίων, εμπορικών και πολεμικών. Πιο πολύ χρησιμοποιήθηκαν στις αρχές του 20ού αιώνα. Από τότε όμως, κατά τα τελευταία χρόνια κυρίως, λίγο-λίγο εκτοπίστηκαν από τον ατμοστρόβιλο στις πολύ μεγάλες εγκαταστάσεις, και από τις μηχανές Ντήζελ στις μέτριες και μικρές όλων των κατηγοριών πλοίων.

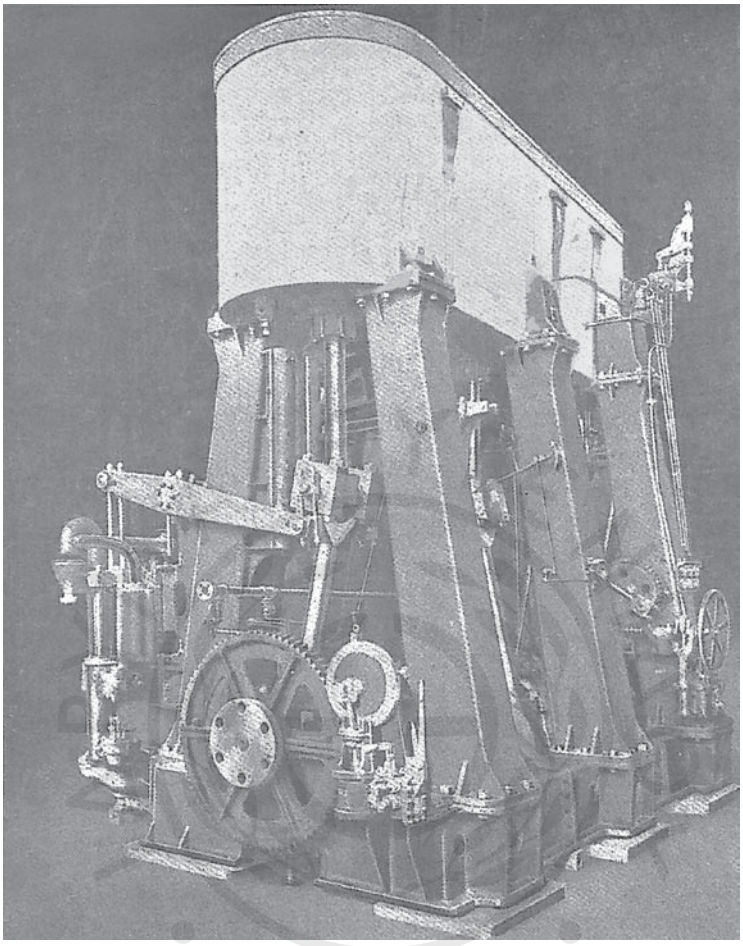
Το σχήμα 4.2 δείχνει φωτογραφία παλινδρομικής μηχανής φορτηγού πλοίου Liberty, που κατασκευάστηκε σε μεγάλο αριθμό κατά τη διάρκεια του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου.

Μονοκύλινδρες και δικύλινδρες παλινδρομικές ατμομηχανές χρησιμοποιούνται σήμερα για την κίνηση βοηθητικών μηχανημάτων σε πλοία που κινούνται με ατμοστρόβιλους και Ντήζελ. Επίσης τις συναντάμε ως κινητήριες μηχανές σε παλιά μικρά πλοία και ρυμουλκά.

4.2 Περιγραφή μονοκύλινδρης παλινδρομικής ατμομηχανής

Το σχήμα 4.3 παριστάνει σε γενικές γραμμές μία μονοκύλινδρη ατμομηχανή. Τα μέρη της μηχανής αυτής είναι:

1) Ο ***κύλινδρος*** Κ, με το ***πώμα*** Π_1 και τον ***πυθμένα*** Π_2. Μέσα στον κύλινδρο



Σχ. 4.2

παράγεται το έργο του ατμού. Στα επάνω και κάτω άκρα του υπάρχουν δύο ατμοθυρίδες θ_1, θ_2, για την εισαγωγή και την εξαγωγή του ατμού επάνω ή κάτω αντίστοιχα. Στον πυθμένα του υπάρχει οπή για να διέρχεται το βάκτρο του εμβόλου. Εκεί τοποθετείται ***στυπειοθλίπτης*** στεγανότητας.

2) Το ***έμβολο*** Ε δέχεται την πίεση του ατμού από επάνω ή από κάτω διαδοχικά και αναγκάζεται έτσι να παλινδρομεί. Η στεγανότητα μεταξύ εμβόλου και κυλίνδρου επιτυγχάνεται με ***ελατήρια***.

3) Το ***βάκτρο*** του εμβόλου β, σταθερά συνδεδεμένο με το έμβολο, μεταφέρει τη δύναμη που ασκείται επάνω στο έμβολο προς τον διωστήρα της μηχανής.

4) Το ***ζύγωμα*** ζ ή ***σταυρός***, με το ***πέδιλο*** π, αποτελεί την αρθρωτή σύνδεση του βάκτρου με την κεφαλή του διωστήρα. Κινείται παλινδρομικά (όπως και το βάκτρο), με τη βοήθεια της ευθυντηρίας.

5) Η ***ενθυντηρία*** γ είναι μία κατακόρυφη λεία πλάκα, σταθερά προσαρμοσμένη

στους ***κίονες*** της μηχανής Λ, παράλληλη προς το βάκτρο. Στις μεγάλες μηχανές τοποθετούνται ευθυντηρίες και στις δύο πλευρές τους.

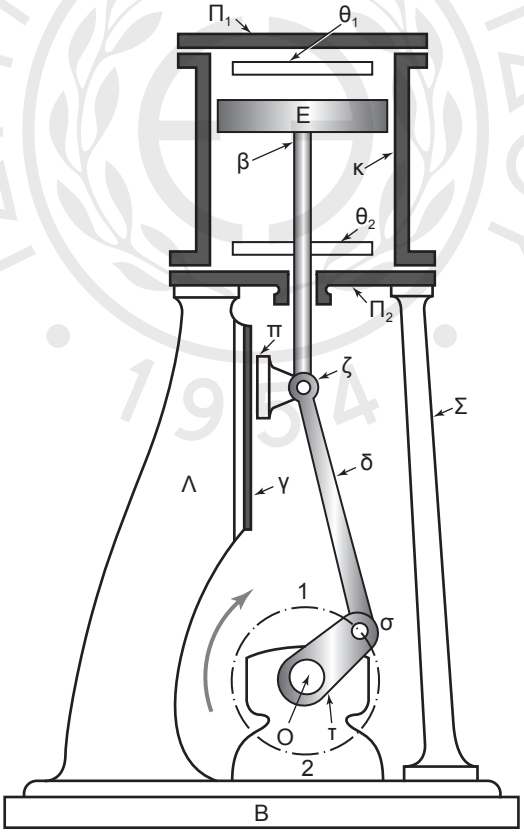
6) Ο ***διωστήρας*** δ μεταφέρει τη δύναμη και την ευθύγραμμη παλινδρομική κίνηση από το βάκτρο στον στρόφαλο, τ, που την μετατρέπει σε περιστροφική. Με την κεφαλή του συνδέεται στο ζύγωμα και με τον πόδα του στο κομβίο σ του στροφάλου.

7) Ο ***στρόφαλος*** τ περιστρέφεται και μεταβιβάζει το έργο της μηχανής στην άτρακτο Ο. Αποτελείται από το ***κομβίο*** και τις ***παρειές*** (κιθάρες), που συνδέονται μεταξύ τους σε σχήμα «Π» (σχ. 4.1).

8) Οι από χυτοσίδηρο ***κίονες*** Λ της μηχανής και οι χαλύβδινοι στύλοι Σ υποβαστάζουν τους κυλίνδρους και τους συνδέουν με τη βάση της. Πάνω σε αυτούς τοποθετούνται οι ευθυντηρίες.

9) Η ***βάση*** β, στην οποία και στηρίζεται όλη η μηχανή, στερεώνεται στο πλοίο, και φέρει υποδοχές για τα έδρανα του στροφαλοφόρου άξονα.

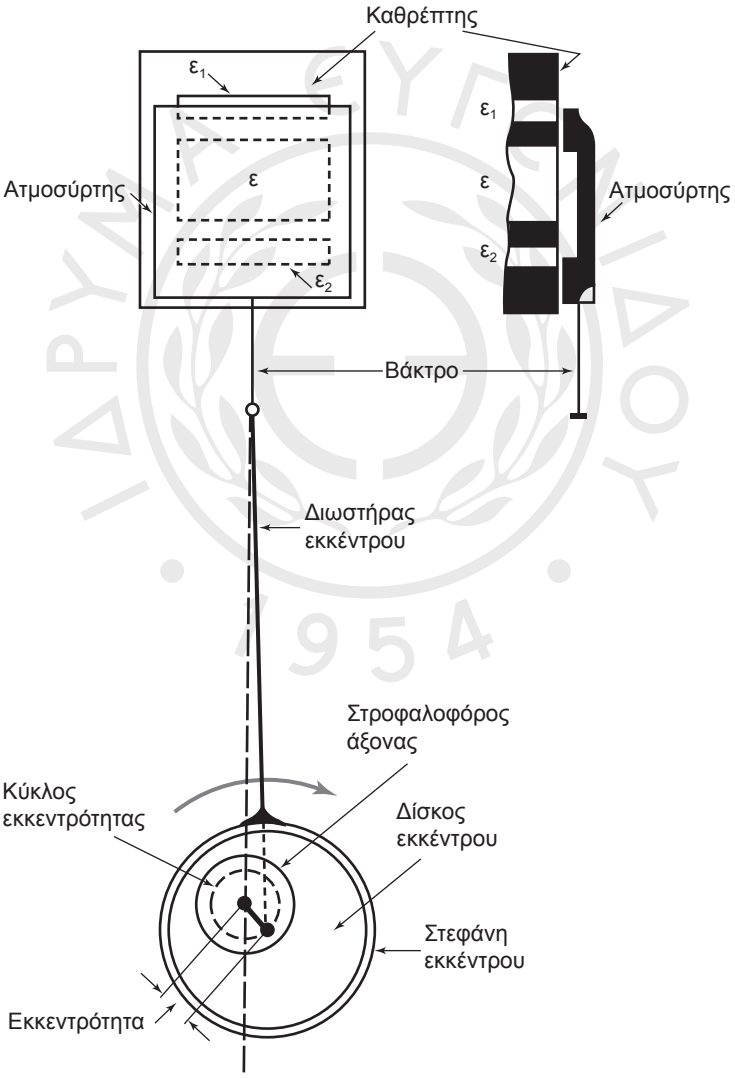
10) Παράλληλα προς τον κύλινδρο (σχ. 4.1) κατά το διάμηκες προς πλώρη ή πρύμνη, προσαρμόζεται το ατμοκιβώτιο, που συγκοινωνεί με τον ατμαγωγό σω-



Σχ. 4.3

λήνα. Μέσα στο ατμοκιβώτιο κινείται παλινδρομικά ο ***ατμοσύρτης***, με τη βοήθεια ***βάκτρου***, ***διωστήρα*** και ***εκκέντρου*** (σχ. 4.4). Το ατμοκιβώτιο στο εσωτερικό του φέρει καθρέπτη με 3 θυρίδες: μία επάνω ($ε_1$), μία κάτω ($ε_2$), που συγκοινωνούν μέσω οχετών προς τις θυρίδες του κυλίνδρου, και μία μεσαία (ε), που συγκοινωνεί με τον αγωγό εξαγωγής του ατμού. Επάνω στον καθρέπτη παλινδρομεί ο ατμοσύρτης, που κινείται από τον δίσκο του εκκέντρου. Ο δίσκος αυτός περιστρέφεται μαζί με τον στροφαλοφόρο άξονα.

Στην επόμενη παράγραφο περιγράφονται λεπτομερέστερα τα κυριότερα μέρη της μηχανής, που αναφέραμε παραπάνω.



Σχ. 4.4

4.3 Τα μέρη της μηχανής

1) Κύλινδρος – Πώμα – Πυθμένας – Στυπειοθλίπτης

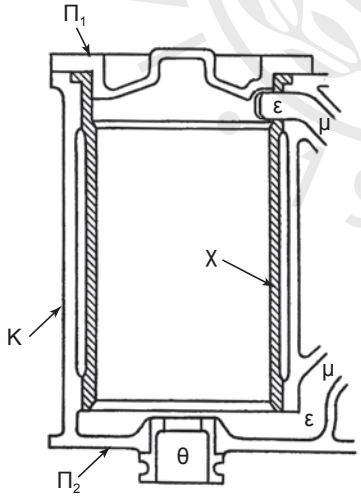
Στο σχήμα 4.5 παριστάνεται κύλινδρος Κ σε τομή. Διακρίνουμε το πώμα $Π_1$ και τον πυθμένα $Π_2$. Όλα κατασκευάζονται από χυτοσίδηρο. Ο πυθμένας $Π_2$ του κυλίνδρου έχει στο κέντρο του οπή Θ, για να περνά το βάκτρο του εμβόλου. Στην οπή αυτή τοποθετείται ειδική συσκευή στεγανότητας, ο ***στυπειοθλίπτης*** (κολλάρο). Περιέχει πλαστικά υλικά, τα ***παρεμβύσματα*** (σαλαμάστρες), που διατηρούν στεγανότητα μεταξύ κυλίνδρου και ατμόσφαιρας.

Ο κύλινδρος έχει ανοίγματα ε, που χρησιμεύουν για την εισαγωγή και εξαγωγή του ατμού από τους οχετούς μ, που διακρίνονται στο σχήμα.

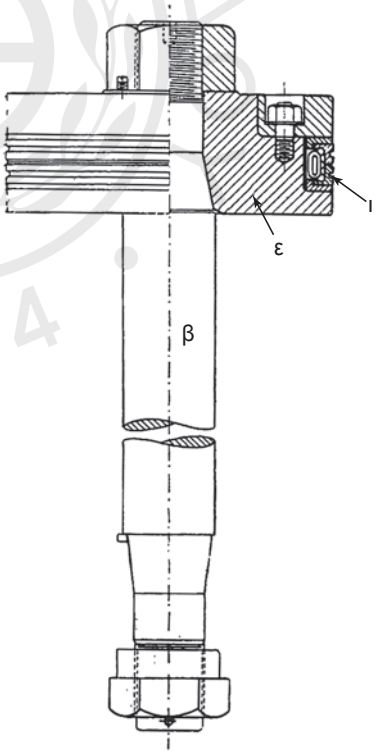
Διακρίνουμε επίσης ότι στο εσωτερικό του ο κύλινδρος έχει χιτώνιο χ (πουκάμισο) από χυτοσίδηρο, που, σε περίπτωση φθοράς, αντικαθίσταται.

2) Το έμβολο με τα ελατήρια και το βάκτρο

Στο σχήμα 4.6 με ε συμβολίζεται το έμβολο, με ι τα ελατήρια ατμοστεγανότητας του εμβόλου με τον κύλινδρο και με β το βάκτρο. Το έμβολο και τα ελατήρια κατασκευάζονται από χυτοσίδηρο, και το βάκτρο από σφυρήλατο χάλυβα.



Σχ. 4.5



Σχ. 4.6

3) Ζύγωμα – Ευθυντηρία

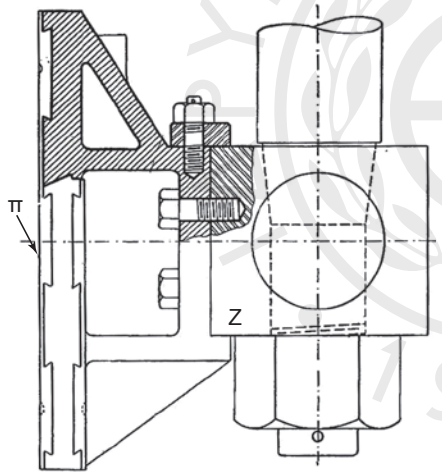
Το ζύγωμα Ζ (σχ. 4.7), που είναι ο αρθρωτός σύνδεσμος του βάκτρου με τον διωστήρα, κινείται παλινδρομικά, μαζί με το βάκτρο, μπροστά από την κατακόρυφο ευθυντηρία, επάνω στην οποία ολισθαίνει με το πέδιλο π. Το σχήμα 4.7 παριστάνει ένα συνηθισμένο ζύγωμα από σφυρήλατο χάλυβα, με το πέδιλο επιστρωμένο με λευκό μέταλλο αντιτριβής. Το σχήμα 4.8 παριστάνει μιαν ευθυντηρία τοποθετημένη επάνω στην κολώνα της μηχανής.

4) Ο διωστήρας (δ)

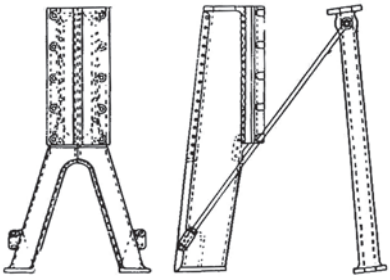
Μεταφέρει στον στρόφαλο, τον οποίο και περιστρέφει, τη δύναμη και την ευθύγραμμη παλινδρομική κίνηση του βάκτρου. Η επάνω άκρη του διωστήρα λέγεται ***κεφαλή*** και η κάτω ***πόδι*** (ποδάρι).

Η κεφαλή κινείται κατά ***παλινδρομική ευθύγραμμη κίνηση***, ενώ το ποδάρι κατά ***περιστροφική***. Όλα τα ενδιάμεσα σημεία του διωστήρα εκτελούν ***μεικτή κίνηση καμπύλης κλειστού σχήματος***.

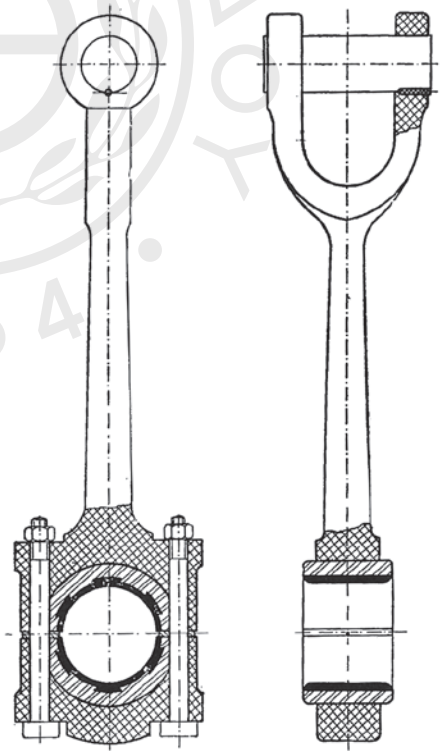
Ο διωστήρας κατασκευάζεται από σφυρήλατο χάλυβα. Στο σχήμα 4.9 παριστάνεται διωστήρας με τους τριβείς του, που επιστρώνονται εσωτερικά με λευκό μέταλλο.



Σχ. 4.7



Σχ. 4.8



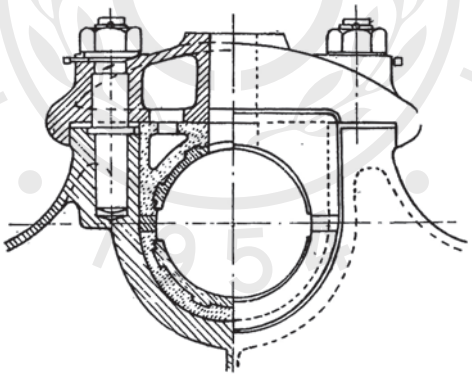
Σχ. 4.9

5) Ο στρόφαλος

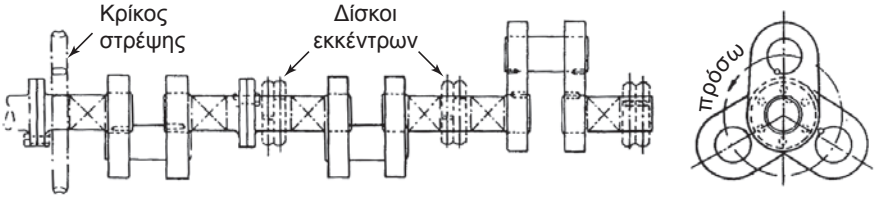
Είναι το περιστρεφόμενο κομμάτι της μηχανής, που περιστρέφει τον άξονα και του μεταβιβάζει το έργο. Αποτελείται από το κομβίο και τους βραχίονες (κιθάρες), που συναρμολογούνται σε σχήμα «Π». Ο άξονας του κομβίου είναι παράλληλος προς τον ***άξονα της ατράκτου*** και συνδέεται με τον διωστήρα με τριβέα.

Όταν η μηχανή είναι πολυκύλινδρη, τότε ο άξονάς της, που ονομάζεται ***στροφαλοφόρος άξονας*** ή ***άτρακτος***, έχει τόσους στροφάλους, όσοι και οι κύλινδροι.

Η στροφαλοφόρος άτρακτος εδράζεται στους λεγόμενους ***τριβείς των εδράνων*** ή ***τριβείς της βάσης***, μέσα στους οποίους και περιστρέφεται. Στο σχήμα 4.10 παριστάνεται ***τριβέας βάσης***, μέσα στον οποίο περιστρέφεται ο στροφαλοφόρος άξονας. Ο τριβέας διαιρείται σε δύο μέρη, το πάνω και το κάτω. Η εσωτερική του κοιλότητα επιστρώνεται με λευκό μέταλλο, ώστε ο άξονας να στρέφεται με την ελάχιστη δυνατή τριβή. Στο σχήμα 4.11 παριστάνεται η στροφαλοφόρος άτρακτος τρικύλινδρης μηχανής. Κατασκευάζεται από σφυρήλατο χάλυβα και φέρει τους στρόφαλους, σε γωνία 120°, τους δίσκους των εκκέντρων και τον κρίκο στρέψης της μηχανής, με τον οποίο τη στρέφουμε, όταν δεν εργάζεται, για να εκτελέσουμε ρυθμίσεις ή άλλες εργασίες. Ο κρίκος στρέψης είναι μηχανισμός που αποτελείται από οδοντωτό τροχό, σφηνωμένο στην άτρακτο, και από ατέρμονα κοχλία, που μπορεί να περιστρέφεται με χειρομοχλό ή βοηθητικό μηχάνημα. Ο ατέρμονας, ανάλογα, εμπλέκεται ή αποσυμπλέκεται από τον οδοντωτό τροχό.



Σχ. 4.10



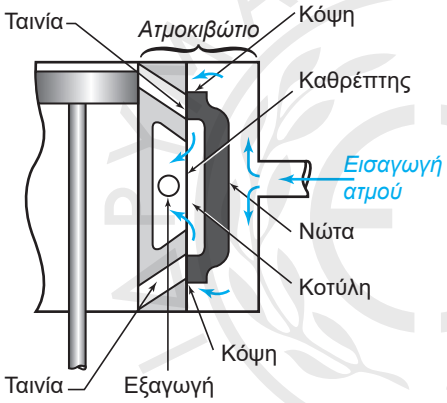
Σχ. 4.11

6) Ατμοκιβώτιο – Ατμοσύρτης – Έκκεντρο

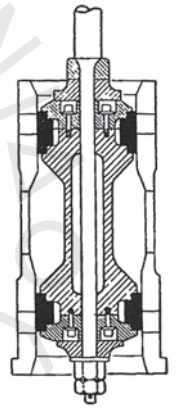
Το ατμοκιβώτιο, όπως έχουμε αναφέρει, τοποθετείται κοντά στον κύλινδρο. Συνήθως αποτελεί ένα τεμάχιο με αυτόν. Έχει πώμα, πυθμένα με στυπειοθλίπτη, και κατασκευάζεται από χυτοσίδηρο. Στο εσωτερικό έχει τον καθρέπτη με τις θυρίδες και τους οχετούς του ατμού. Ο ατμοσύρτης, που και αυτός κατασκευάζεται από χυτοσίδηρο, κινείται παλινδρομικά μπροστά στον καθρέπτη και διανέμει τον ατμό επάνω, κάτω και προς την εξαγωγή.

Στα σχήματα 4.12 και 4.13 παριστάνονται το ατμοκιβώτιο με τον σύρτη, για μηχανή χωρίς εκτόνωση του ατμού και για μηχανή με εκτόνωση. Ο σύρτης στα σχήματα αυτά είναι ***επίπεδος*** ή ***κοτυλοειδής***. Άλλη μορφή σύρτη είναι ο κυλινδρικός (σχ. 4.14), μέσα στο κυλινδρικό επίσης ατμοκιβώτιό του. Έχει και ελατήρια στεγανότητας, όπως το έμβολο.

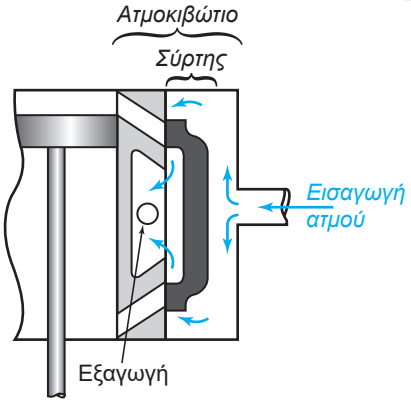
Στο σχήμα 4.15 φαίνεται ο δίσκος του έκκεντρου, που περιστρέφεται μαζί με τον



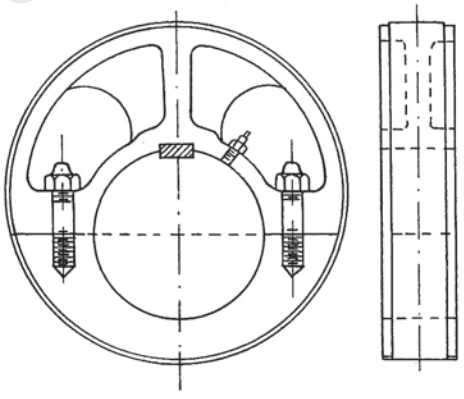
Σχ. 4.12



Σχ. 4.14



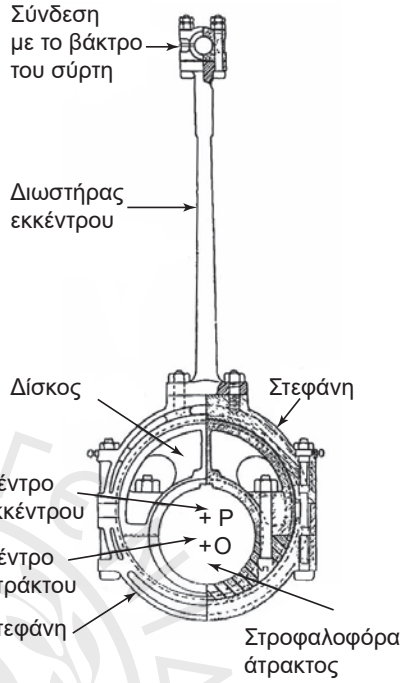
Σχ. 4.13



Σχ. 4.15

στροφαλοφόρο άξονα και μεταδίδει (παράγρ. 4.2ι, σχ. 4.4) την κίνηση προς το βάκτρο του ατμοσύρτη, και προς αυτόν τον ίδιο τον ατμοσύρτη, μέσω της στεφάνης του και του διωστήρα της.

Στο σχήμα 4.16 φαίνεται η διάταξη στροφαλοφόρου άξονα με κέντρο το Ο, δίσκου εκκέντρου με κέντρο το Ρ, στεφάνης και διωστήρα εκκέντρου.



Σχ. 4.16

4.4 Πώς λειτουργεί η παλινδρομική ατμομηχανή. Τι είναι το άνω και το κάτω νεκρό σημείο

1) Στο σχήμα 4.3 παρατηρούμε ότι, όταν το έμβολο Ε βρίσκεται στην ανώτερη θέση του, ο ατμός εισέρχεται στον κύλινδρο από την επάνω ατμοθυρίδα θ, και το ωθεί προς τα κάτω. Μαζί με το έμβολο κινούνται προς τα κάτω και το βάκτρο β και το ζύγωμα ζ. Το ζύγωμα κινεί την κεφαλή του διωστήρα δ, ενώ το πόδι του διωστήρα και το κομβίο του στροφάλου αναγκάζονται να περιστραφούν από το σημείο 1 στο 2, κατά τη φορά του βέλους. Όταν το έμβολο φτάσει στην κατώτερη θέση του, ο στρόφαλος θα έχει διαγράψει το τόξο 1-2, 180°.

Από τη θέση του αυτή το έμβολο θα αρχίσει να κινείται προς τα επάνω, ωθούμενο από τον ατμό, που τώρα εισέρχεται από την κάτω θυρίδα θ_2. Μαζί ανεβαίνουν το βάκτρο, το ζύγωμα και ο διωστήρας, που τώρα περιστρέφει τον στρόφαλο από το σημείο 2 προς το 1, πάντοτε κατά την ίδια φορά. Όταν ο στρόφαλος φτάσει στο σημείο 1, θα έχει διαγράψει πάλι τόξο 180°, το 2-1, ενώ το έμβολο θα βρεθεί στην ανώτερη θέση του. Από εκεί, μόλις εισέλθει νέος ατμός στον κύλινδρο, θα αρχίσει να κατεβαίνει πάλι προς τα κάτω. Η λειτουργία αυτή θα επαναλαμβάνεται όσο η μηχανή εργάζεται. Αξιοσημείωτο είναι ότι, όταν η επάνω θυρίδα επιτρέπει την εισαγωγή του ατμού, η κάτω επιτρέπει την εξαγωγή του ατμού, που έχει ενεργήσει προηγουμένως και αντίστροφα.

Η λειτουργία αυτή ρυθμίζεται από τον ***ατμοσύρτη*** ή ***ατμονομέα***, που έχουμε αναφέρει. Έτσι, το έμβολο ***παλινδρομεί*** και ο στρόφαλος ***περιστρέφεται***. Τώρα, ανάλογα με τη φορά περιστροφής της μηχανής, όταν τη βλέπουμε από την πρύμνη προς την πλώρη, χαρακτηρίζεται ***δεξιόστροφη*** ή ***αριστερόστροφη***.

2) Η ανώτερη θέση του εμβόλου και η αντίστοιχη του σημείου 1 του στροφάλου λέγονται ***άνω νεκρό σημείο*** (Α.Ν.Σ.) του εμβόλου ή του στροφάλου. Η κατώτερη και το σημείο 2 λέγονται ***κάτω νεκρό σημείο*** (Κ.Ν.Σ.) τους. Τα σημεία αυτά καλούνται νεκρά, γιατί θα ήταν αδύνατο να μετακινηθεί από αυτά η μηχανή, αν δεν

τη βοηθούσε ο σφόνδυλος σε μονοκύλινδρη μηχανή, ή το έμβολο άλλου από τους κυλίνδρους της σε πολυκύλινδρη μηχανή.

Το διάστημα από Α.Ν.Σ. μέχρι Κ.Ν.Σ. του εμβόλου, και αντίστροφα, λέγεται ***απλή διαδρομή***. Δύο απλές διαδρομές κάνουν μία ***πλήρη διαδρομή*** ή ***παλινδρόμηση*** του εμβόλου. Η ημιπεριφέρεια του κύκλου του στροφάλου από το σημείο 1 μέχρι το 2, ή από το 2 μέχρι το 1, λέγεται ***μισή στροφή***. Από το σημείο 1 στο 2 και πάλι στο 1 λέγεται ***πλήρης στροφή*** ή απλά, ***μία στροφή***.

3) Η διαδρομή του εμβόλου l είναι ίση με τη διάμετρο d του κύκλου του στροφάλου ή με το διπλάσιο της ακτίνας του r. Είναι δηλαδή (σχ. 4.1):

$$l = d = 2r$$

Με την περιστροφή, τώρα, του στροφαλοφόρου άξονα, περιστρέφεται και ο δίσκος του εκκέντρου, και το κέντρο, που η απόστασή του από το κέντρο του στροφαλοφόρου καλείται ***εκκεντρότητα*** (σχ. 4.4). Το κέντρο του δίσκου διαγράφει κύκλο με ακτίνα ίση με την εκκεντρότητα. Ο δίσκος περιβάλλεται από τη στεφάνη, που ενώνεται σταθερά με τον διωστήρα του εκκέντρου, και μεταδίδει, μέσω άρθρωσης, την κίνηση προς το βάκτρο και τον σύρτη. Έτσι, η περιστροφική κίνηση του δίσκου μετατρέπεται σε παλινδρομική του ατμοσύρτη, που διανέμει κατάλληλα τον ατμό επάνω ή κάτω και προς την εξαγωγή. Είναι φανερό ότι η ***διαδρομή του σύρτη είναι ίση με τη διάμετρο του κύκλου της εκκεντρότητας***.

Στην πολυκύλινδρη μηχανή πολλαπλής εκτόνωσης, η λειτουργία της μονοκύλινδρης μηχανής, που περιγράψαμε, επαναλαμβάνεται διαδοχικά σε κάθε συγκρότημα κυλίνδρου της.

Ο ατμός δηλαδή ενεργεί πρώτα στον κύλινδρο υψηλής πίεσης, Υ.Π., όπου εκτονώνεται κατά ένα ποσοστό, στη συνέχεια πηγαίνει στον κύλινδρο μέσης πίεσης, (Μ.Π.), όπου ενεργεί κατά τον ίδιο τρόπο, και εκτονώνεται πάλι. Ύστερα πηγαίνει στον κύλινδρο χαμηλής πίεσης, (Χ.Π.), εκτονώνεται και εκεί, και κατόπιν εισέρχεται στο ψυγείο, με μεγάλο όγκο, μικρή πίεση και μικρή θερμοκρασία, ως εξάτμιση.

Στη μηχανή αυτή κάθε κύλινδρος αποτελεί ιδιαίτερο συγκρότημα. Όλα όμως τα συγκροτήματα συνδέονται με τον ίδιο στροφαλοφόρο άξονα, που έχει τόσα στρόφαλα, όσοι είναι και οι κύλινδροι (σχ. 4.11). Τα στρόφαλα σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία (εδώ π.χ. 120°), ώστε η ενέργεια των κυλίνδρων επάνω στον άξονα να είναι διαδοχική και η περιστροφή του όσο το δυνατό ομαλότερη.

4.5 Αναστροφή της ατμομηχανής

1) Η αναστροφή της ατμομηχανής επιτυγχάνεται με ιδιαίτερο μηχανισμό, τον ***μηχανισμό αναστροφής***. Οι μηχανές που είναι εφοδιασμένες μ' αυτόν, λέγονται ***αναστρεφόμενες***. Όλες οι προωστήριες μηχανές των πλοίων και ορισμένων βοηθητικών μηχανημάτων, όπως του πηδαλίου, των βαρούλκων κ.λπ., ανήκουν σ' αυτήν την κατηγορία.

2) Αν μία μηχανή κινείται ***πρόσω*** και κλείσουμε τη βαλβίδα ατμού ή τον ατμο-

φράκτη της, θα σταματήσει σε κάποια θέση. Αν ανοίξουμε τον ατμοφράκτη, πάλι ο ατμός θα εισέλθει στον κύλινδρο από την ίδια όψη του εμβόλου που εισερχόταν και πριν. Επομένως η μηχανή μας θα κινηθεί κατά την ίδια φορά περιστροφής, δηλαδή πρόσω.

Για να αλλάξουμε τη φορά περιστροφής της μηχανής, θα πρέπει να επιτύχουμε την εισαγωγή του ατμού από την αντίθετη ακριβώς όψη του εμβόλου, οπότε αυτό θα κινηθεί αντίθετα και θα κάνει τον στροφαλοφόρο άξονα να περιστραφεί κι αυτός αντίστροφα.

Για να γίνει αυτό, πρέπει να μετακινήσουμε τον σύρτη από τη θέση που βρέθηκε, όταν σταμάτησε η μηχανή, σε τέτοια θέση, ώστε να εισέλθει ο ατμός από την αντίθετη όψη του εμβόλου. Αυτό το επιτυγχάνουμε με ένα δεύτερο έκκεντρο επάνω στον άξονα (σχ. 4.17). Έτσι έχουμε δύο ***έκκεντρα***, σφηνωμένα το ένα αντίθετα από το άλλο, ένα για το ***πρόσω*** και ένα για το ***άνάποδα***. Κατάλληλος μηχανισμός αναστροφής θέτει το ένα από τα δύο σε ενέργεια (αυτό που θα κινήσει το βάκτρο του σύρτη), ενώ το άλλο θα εκτελεί ***άεργη*** κίνηση, δηλαδή θα παρασύρεται σε κίνηση, χωρίς να επηρεάζει τον σύρτη.

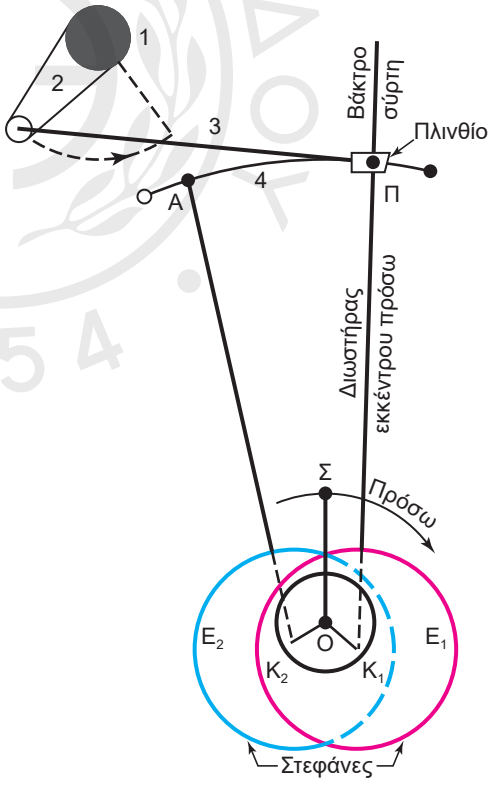
Στο σύστημα Stephenson (σχ. 4.17) χρησιμοποιούνται δύο έκκεντρα, E_1, E_2, με κέντρα K_1, K_2 για κάθε κύλινδρο, σφηνωμένα στην άτρακτο Ο, το ένα κοντά στο άλλο, αλλά με ***αντίθετη*** γωνία. Η στεφάνη του έκκεντρου του πρόσω μέσω του διωστήρα συνδέεται αρθρωτά στο άκρο Π του τόξου ΠΑ, ενώ η στεφάνη του έκκεντρου του ανάποδα συνδέεται στο άκρο Α.

Η σύνδεση του βάκτρου με το τόξο γίνεται μέσω ***πλινθίου ολίσθησης*** Π.

Με την περιστροφή του στροφάλου Σ κινούνται και τα δύο έκκεντρα, καθώς και οι διωστήρες τους, η κεφαλή των οποίων εκτελεί παλινδρομική κίνηση. Το βάκτρο όμως του σύρτη και ο σύρτης ακολουθούν την κίνηση του διωστήρα που βρίσκεται στην προέκταση του βάκτρου, και όχι αυτού που βρίσκεται στην άκρη του τόξου.

Έτσι η μηχανή κινείται κατά τη φορά περιστροφής που καθορίζει το έκκεντρο, του οποίου ο διωστήρας βρίσκεται στην προέκταση του βάκτρου του σύρτη, δηλαδή του πρόσω στο σχήμα 4.17.

Ο οριζόντιος άξονας 1 μεταφέρει



Σχ. 4.17

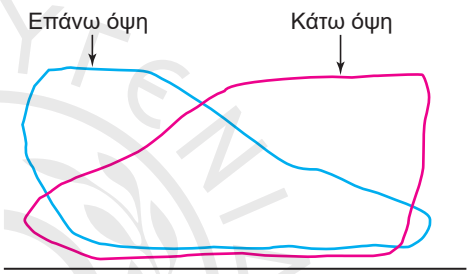
τα τόξα όλων των κυλίνδρων από τη μία θέση στην άλλη, και έτσι αλλάζει τους διωστήρες και τα έκκεντρα σε όλους τους κυλίνδρους ταυτόχρονα.

4.6 Ιπποδύναμη ενδεικτική

Ιπποδύναμη λέγεται η ισχύς της μηχανής σε ίππους.

Ενδεικτική ιπποδύναμη IHP (Indicated Horse Power) ονομάζεται η ιπποδύναμη που αναπτύσσει ο ατμός μέσα στους κυλίνδρους. Αλλιώς λέγεται και ***δυναμοδεικτική***, γιατί υπολογίζεται με τη βοήθεια του ***δυναμοδεικτικού διαγράμματος***. Το διάγραμμα αυτό μας το παρέχει ειδικό αυτογραφικό όργανο, ο ***δυναμοδείκτης***.

Ο δυναμοδείκτης προσαρμόζεται στον κύλινδρο τη στιγμή που λειτουργεί η μηχανή. Έτσι μας δίνει ένα διάγραμμα για κάθε όψη του εμβόλου, που καθένα τους παριστάνει τη λειτουργία του κυλίνδρου εκείνη τη στιγμή. Η λειτουργία του κυλίνδρου παριστάνεται στο διάγραμμα με μία κλειστή γραμμή, που δείχνει τις μεταβολές της πίεσης για τις διάφορες θέσεις του εμβόλου. Στο ίδιο χαρτί έχουμε δύο τέτοια διαγράμματα, ένα για κάθε όψη (σχ. 4.18).



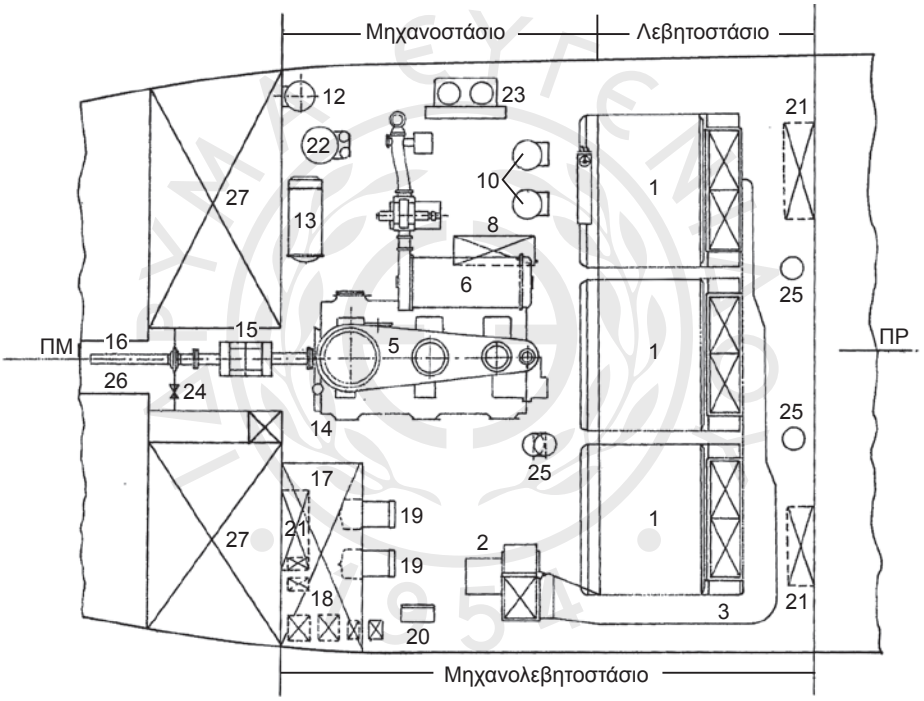
Σχ. 4.18

Από αυτά, με διάφορες μεθόδους της Γεωμετρίας, υπολογίζεται η ***μέση ενδεικτική πίεση*** κάθε όψης του κυλίνδρου. Η μέση ενδεικτική πίεση είναι η σταθερή εκείνη πίεση με την οποία αν ενεργούσε ο ατμός στη μία όψη του εμβόλου σε όλη τη διαδρομή του μέσα στον κύλινδρο, θα μας έδινε το ίδιο έργο που δίνει και τώρα από την ίδια όψη με την μεταβαλλόμενη πίεσή του.

4.7 Διάταξη εγκατάστασης μηχανολεβητοστασίου πλοίου με παλινδρομική ατμομηχανή

Μια διάταξη εγκατάστασης μηχανολεβητοστασίου πλοίου με παλινδρομική ατμομηχανή παριστάνεται στο σχήμα 4.19. Σ' αυτό, (1) είναι οι τρεις ***κυλινδρικοί λέβητες*** παραγωγής ατμού, (2) ο ***ανεμιστήρας*** κατάθλιψης αέρα για την καύση του πετρελαίου στους λέβητες, (3) ο ***αγωγός αέρα*** προς τους λέβητες, (4) οι ***καπνοθάλαμοι*** των λεβήτων, από τους οποίους τα καυσαέρια οδεύουν προς την καπνοδόχο, (5) η κύρια παλινδρομική ***μηχανή***, τρικύλινδρη, τριπλής εκτόνωσης, (6) το ***ψυγείο***, όπου ψύχονται οι εξατμίσεις, (7) η ***αεραντλία*** (εξαρτημένη από την κύρια μηχανή – δεν φαίνεται στο σχήμα), που αναρροφά το συμπύκνωμα του ψυγείου και το στέλνει στο ***θερμοδοχείο*** (8). Οι εξατμίσεις ψύχονται μέσα στο ψυγείο με θαλάσσιο νερό, που το καταθλίβει η ***περιστροφική*** ή ***αντλία κυκλοφορίας*** (9). Από το θερμοδοχείο το νερό αναρροφάται με τα ***τροφοδοτικά ιππάρια*** (10), και καταθλίβεται, μέσω του ***προθερμαντήρα*** (11), στον λέβητα, για να γίνει ατμός, (12)

είναι ο ***βραστήρας*** παραγωγής αποσταγμένου νερού, (13) το ***βοηθητικό ψυγείο*** (14) ο ***μηχανισμός στρέψης*** της μηχανής σε όρμο (κρίκος), (15) ο ***ωστικός τριβέας***, που μεταδίδει στο σκάφος την ώθηση της έλικας, ώστε αυτό να προωθείται στη θάλασσα, (16) ο ***ενδιάμεσος άξονας***, που συνδέει τον άξονα της μηχανής με τον άξονα της έλικας, (17) το ***Γραφείο*** και η ***Αποθήκη***, (18) οι ***δεξαμενές*** για διάφορα υγρά, έλαια κ.λπ., (19) οι ***ατμοηλεκτρικές*** μηχανές παραγωγής ηλεκτρικής ενεργείας για το πλοίο, (20) ο ***ηλεκτρικός πίνακας***, (21) οι ***δεξαμενές περισυλλογής*** υγρών των διάφορων μηχανημάτων, (22) η ***αντλία θαλασσέρματος***, (23) η αντλία νερού ***γενικών χρήσεων***, (24) η ***στεγανή θύρα***, (25) οι ***ανεμοδόχοι αερισμού***, (26) η ***σήραγγα του άξονα*** (τούνελ), (27) οι ***δεξαμενές*** γλυκού νερού.



Σχ. 4.19

5 Ατμοστρόβιλοι

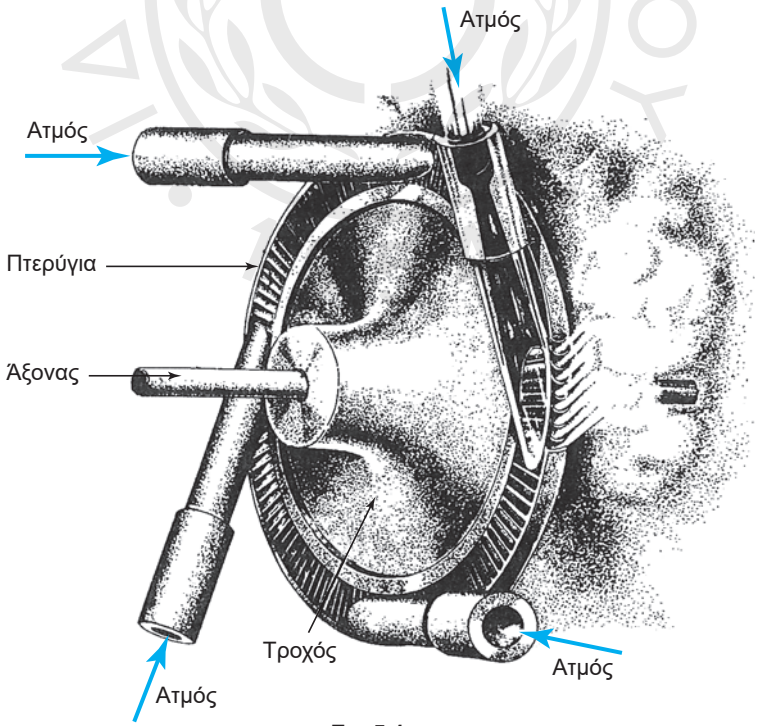
5.1 Τι είναι ο ατμοστρόβιλος

Ο ***ατμοστρόβιλος*** (τουρμπίνα) είναι θερμική μηχανή της κατηγορίας των ατμομηχανών, με την οποία η ενέργεια του ατμού μετατρέπεται σε κινητήριο έργο.

Τα ***κινητά*** μέρη του ατμοστροβίλου εκτελούν περιστροφική κίνηση, γι' αυτό και χαρακτηρίζεται ως περιστροφική ατμομηχανή, σε αντιδιαστολή προς την παλινδρομική.

Συνήθως ο ατμοστρόβιλος (σχ. 5.1) αποτελείται από άξονα, επάνω στον οποίο προσαρμόζεται ένας ή περισσότεροι τροχοί με πτερύγια στην περιφέρειά τους. Αντί για τροχούς μπορεί να προσαρμόζεται στον άξονα τύμπανο, επάνω στον οποίο υπάρχουν σειρές πτερυγίων διαταγμένες κατά περιφέρειες. Σε άλλες κατασκευές συναντάται συνδυασμός τροχών και τυμπάνου επάνω σε κοινό άξονα.

Στα πτερύγια του στροβίλου προσπίπτει ο ατμός, που, λόγω της ταχύτητάς



Σχ. 5.1

του ή της εκτονωτικής του δύναμης, προκαλεί την περιστροφή του άξονα, από τον οποίο και λαμβάνεται το έργο.

Η χρησιμοποίηση των στροβίλων για την προώθηση των πλοίων άρχισε στις αρχές του αιώνα μας. Επειδή έχουν πολλά πλεονεκτήματα, εκτόπισαν σχεδόν εντελώς την παλινδρομική μηχανή. Έτσι σήμερα χρησιμοποιούνται ευρύτατα ως προωστήριες μηχανές των πλοίων και ως κινητήριες των βοηθητικών μηχανημάτων τους. Και οι ατμοστρόβιλοι όμως έχουν αντικατασταθεί τα τελευταία 25 χρόνια από τις Μ.Ε.Κ., όπως θα δούμε στο Κεφάλαιο 6. Οι ατμοστρόβιλοι χρησιμοποιούνται σήμερα κυρίως σε πολύ μεγάλες ιπποδυνάμεις πρόωσης.

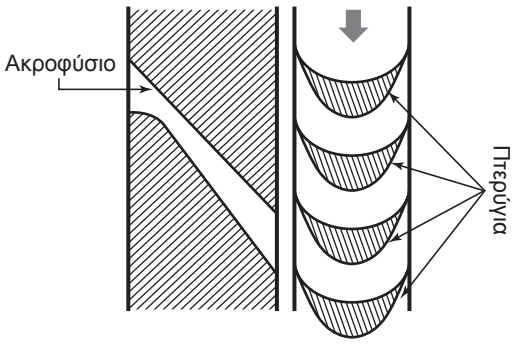
5.2 Τι είναι δράση και τι αντίδραση

Από τη Φυσική είναι γνωστό το αξίωμα της δράσης-αντίδρασης, κατά το οποίο για κάθε δύναμη, ή ***δράση***, υπάρχει πάντοτε μία δύναμη ίση και αντίθετη από αυτήν, η ***αντίδραση***.

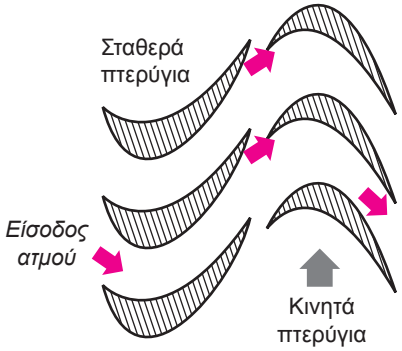
Οι όροι αυτοί, *δράση* και *αντίδραση,* χρησιμοποιούνται και στους ατμοστροβίλους με τις παρακάτω έννοιες:

1) Με τον όρο «δράση» εννοούμε την ώθηση ή τη δύναμη που ασκεί ο ατμός, όταν επιπίπτει με υψηλή ταχύτητα επάνω στα πτερύγια ενός τροχού προσαρμοσμένου σε άξονα που μπορεί να περιστραφεί. Ο ατμός έχει αποκτήσει προηγουμένως την ταχύτητα αυτή με την εκτόνωσή του μέσα σε ειδικά όργανα, ή στόμια, που ονομάζονται ***ακροφύσια*** ή ***προφύσια*** (σχ. 5.2).

2) Με τον όρο «αντίδραση» εννοούμε τη δύναμη που δημιουργείται από την εκτόνωση του ατμού μέσα στις διόδους (αύλακες) που σχηματίζονται μεταξύ διαδοχικών *κινητών πτερυγίων,* προσαρμοσμένων επάνω σε κατάλληλο τύμπανο (σχ. 5.3). Το τύμπανο αυτό πάλι είναι προσαρμοσμένο σε άξονα που μπορεί να περιστραφεί. Στις διόδους αυτές μπαίνει ο ατμός, αφού προηγουμένως περάσει μέσα από τις αντίστοιχες διόδους των ***σταθερών πτερυγίων***, όπου ***εκτονώνεται όπως περίπου στα ακροφύσια***. Έτσι, με την εκτόνωση αποκτά την ταχύτητα που χρειάζεται για να μπει στην κινητή πτερύγωση.



Σχ. 5.2



Σχ. 5.3

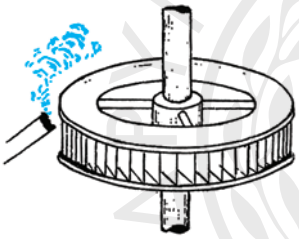
Και η δράση και η αντίδραση έχουν το ίδιο αποτέλεσμα, δηλαδή περιστρέφουν τον άξονα επάνω στον οποίο προσαρμόζεται ο πτερυγιοφόρος τροχός ή το πτερυγιοφόρο τύμπανο. Από τον περιστρεφόμενο άξονα παραλαμβάνουμε το κινητήριο έργο.

Διακρίνουμε λοιπόν τους ατμοστροβίλους σε ατμοστροβίλους ***δράσης*** και σε ατμοστροβίλους ***αντίδρασης***.

Ο ατμοστρόβιλος δράσης αποτελεί εξέλιξη της συσκευής που ο Ιταλός Giovanni di Branca κατασκεύασε το 1629 (σχ. 5.4).

Σ' αυτήν αντιλαμβανόμαστε την περιστροφή του τροχού, που προκαλείται από την πτώση του ατμού επάνω στα πτερύγιά του.

Ο ατμοστρόβιλος αντίδρασης, πάλι, κατάγεται από τη σφαίρα που κατασκεύασε ο Αλεξανδρινός μαθηματικός και φυσικός Ήρων, και είναι γνωστή ως «σφαίρα του Ήρωνος» (σχ. 5.5). Εδώ, όταν ο ατμός εξέρχεται από τα δύο αντιδιαμετρικά τοποθετημένα στόμια, δημιουργείται η αντίδραση που κάνει τη σφαίρα να περιστραφεί με φορά αντίθετη από αυτήν με την οποία εξέρχεται ο ατμός.



Σχ. 5.4



Σχ. 5.5

5.3 Περιγραφή απλού ατμοστρόβιλου – Στροφείο – Κέλυφος – Ακροφύσια – Πτερύγια (σταθερά - κινητά)

Τα κύρια μέρη από τα οποία αποτελείται ένας στρόβιλος είναι το ***στροφείο***, το ***κέλυφος***, τα ***ακροφύσια*** και τα ***πτερύγια***.

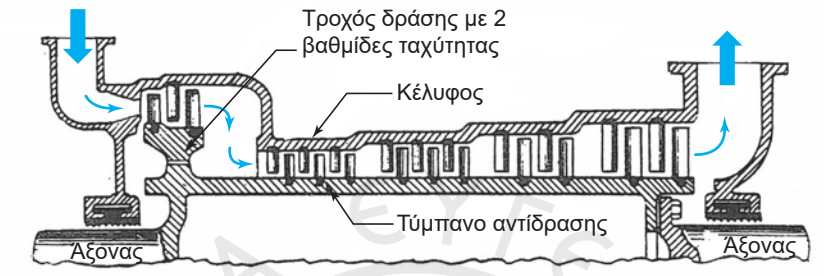
1) Στροφείο και κέλυφος

Το στροφείο αποτελείται από άξονα, επάνω στον οποίο προσαρμόζονται ένας η περισσότεροι ***τροχοί***. Στην περιφέρεια των τροχών, τη στεφάνη, όπως λέγεται, στερεώνονται τα κινητά ***πτερύγια***. Η μορφή αυτή του στροβίλου αποτελεί τον ***στρόβιλο δράσης*** και γι' αυτό ο στρόβιλος δράσης ονομάζεται και ***τροχός*** δράσης.

Στους στροβίλους ***αντίδρασης***, επάνω στον άξονα προσαρμόζεται ένα τύμπανο, και γύρω του στερεώνονται, σε περιφερειακές σειρές, τα ***κινητά πτερύγια***. Το τύμπανο αυτό λέγεται τύμπανο ***αντίδρασης***.

Τέλος, συναντάται και συνδυασμός τροχών και τύμπανου, οπότε έχουμε τον ***μικτό στρόβιλο δράσης-αντίδρασης***.

Στο σχήμα 5.6 παριστάνεται σε ημιτομή ένας τέτοιος μικτός στρόβιλος με ***τροχό δράσης*** και ***τύμπανο αντίδρασης***. Το ***κέλυφος*** αποτελείται από δύο ημικελύφη και περιβάλλει κατάλληλα το *στροφείο*. Στο εσωτερικό του κελύφους και σε όλη του την επιφάνεια ή μόνο σε τμήμα της, τοποθετούνται σε περιφερειακές σειρές ή μόνο σε τόξα αυτών τα ***σταθερά πτερύγια***, αντίστοιχα με τις σειρές των κινητών πτερυγίων και αντίθετα από αυτά.



Σχ. 5.6

Όσα από τα σταθερά πτερύγια αντιστοιχούν σε τροχούς δράσης χρησιμεύουν μόνο για να κατευθύνουν κατάλληλα τον ατμό, ώστε αυτός να εισέλθει στην επόμενη σειρά κινητών πτερυγίων δράσης και γι' αυτό λέγονται ***οδηγητικά***. Όσα αντιστοιχούν στο τύμπανο αντίδρασης λέγονται ***σταθερά πτερύγια αντίδρασης*** και είναι ***εκτονωτικά***, γιατί μέσα σ' αυτά ο ατμός εκτονώνεται και αποκτά υψηλή ταχύτητα, με την οποία εισέρχεται στην επόμενη σειρά κινητών πτερυγίων αντίδρασης.

Στο εμπρόσθιο και στο οπίσθιο άκρο του κελύφους, και εκεί που το διαπερνά ο άξονας, τοποθετούνται κατάλληλα ***συστήματα στεγανότητας*** (στυπειοθλίπτες ή κολλάρα), ώστε να εμποδίζουν και τις διαφυγές του ατμού και την είσοδο του αέρα.

Το κάτω ημικέλυφος του στροβίλου στηρίζεται στη βάση του. Στα δύο άκρα του σχηματίζονται κατάλληλες υποδοχές, για την τοποθέτηση των ***τριβέων έδρασης***, μέσα στους οποίους εδράζεται και περιστρέφεται ο άξονας του στροβίλου και ένας ***τριβέας ισορρόπησης***. Με τον τριβέα αυτόν ρυθμίζεται και διατηρείται η αξονική θέση του στροφείου.

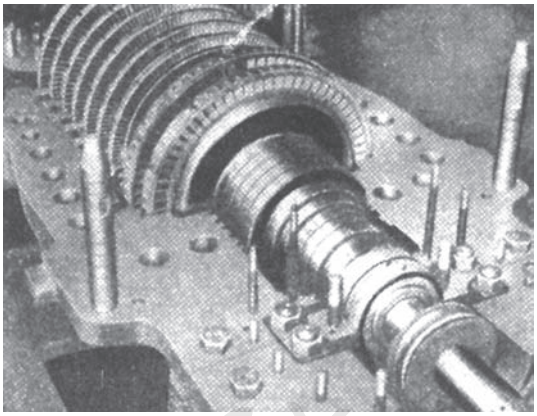
Στο σχήμα 5.7 παριστάνεται το κάτω ημικέλυφος στροβίλου με το στροφείο και τις υπόλοιπες λεπτομέρειές του.

2) Τα ακροφύσια και η ροή του ατμού μέσω αυτών

Τα ακροφύσια είναι τα όργανα με τα οποία δημιουργείται η ταχύτητα του ατμού. Μέσα σε αυτά η θερμική και δυναμική ενέργεια του ατμού μετατρέπονται σε κινητική με την εκτόνωση.

Στο ακροφύσιο Π (σχ. 5.8), εκτονώνεται ο ατμός που προέρχεται από τον χώρο Χ, με υψηλή πίεση P_1, και εισέρχεται στον χώρο χ, χαμηλής πίεσης P_2, με μεγαλύτερη ταχύτητα.

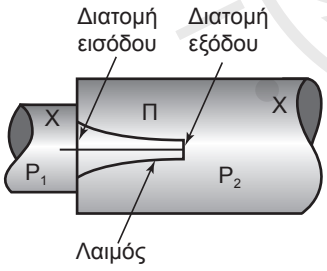
Η διατομή του ακροφυσίου ελαττώνεται προοδευτικά κατά το μήκος του μέχρι το λαιμό, γι' αυτό και ονομάζεται ***συγκλίνον***. Το ακροφύσιο αυτό χρησιμοποιείται για να



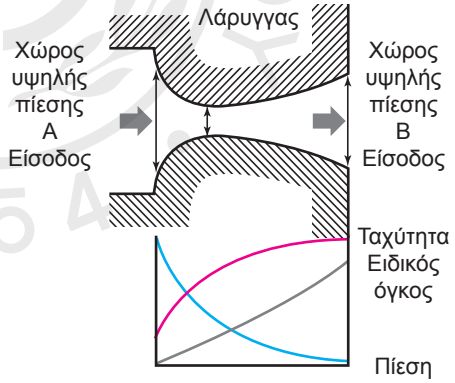
Σχ. 5.7

επιτυγχάνονται ταχύτητες του ατμού μέχρι την ***κρίσιμη*** ή ***ηχητική ταχύτητα***, όπως λέγεται, δηλαδή την ταχύτητα που έχει ο ήχος μέσα στον ατμό, περίπου 450 m/sec.

Για να πέτυχουμε ταχύτητες μεγαλύτερες από την κρίσιμη ή ηχητική, δηλαδή ***υπερκρίσιμες*** ή ***υπερηχητικές***, χρησιμοποιούμε ακροφύσιο (σχ. 5.9), στο οποίο η διατομή αρχικά συγκλίνει μέχρι τον λαιμό ή λάρυγγα, και από εκεί διαπλατύνεται μέχρι την έξοδό του. Το ακροφύσιο αυτό ονομάζεται ***συγκλίνον-αποκλίνον***, ή ακροφύσιο de Laval, από το όνομα του Σουηδού μηχανικού που το επινόησε.



Σχ. 5.8

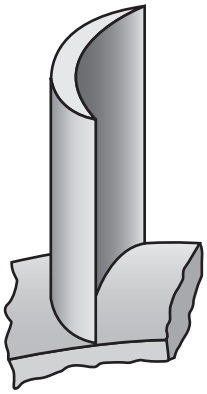


Σχ. 5.9

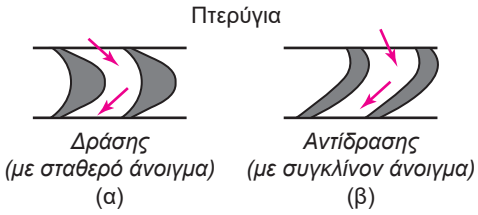
3) Τα πτερύγια των ατμοστροβίλων

Τα πτερύγια των στροβίλων (σχ. 5.10) τοποθετούνται επάνω στους τροχούς ή στο τύμπανο έτσι, ώστε μεταξύ δύο διαδοχικών πτερυγίων να σχηματίζεται δίοδος ροής του ατμού ορισμένου σχήματος, από το οποίο περνά ο ατμός.

Στα πτερύγια δράσης [σχ. 5.11(α)], η δίοδος έχει σταθερή διατομή σε όλο το μήκος της διαδρομής του ατμού, ενώ στα πτερύγια αντίδρασης [σχ. 5.11(β)] η διατομή της ελαττώνεται προοδευτικά, ώστε να μοιάζει με συγκλίνον ακροφύσιο.



Σχ. 5.10



Σχ. 5.11

Τα πτερύγια διακρίνονται ακόμη σε ***σταθερά***, επάνω στο κέλυφος, και ***κινητά***, επάνω στο στροφείο.

Στα ***σταθερά πτερύγια δράσης*** (ή οδηγητικά), ο ατμός κινείται χωρίς να μεταβάλλεται ούτε η πίεση ούτε η ταχύτητά του, αλλάζει κατεύθυνση και οδηγείται προς την επόμενη σειρά κινητών πτερυγίων.

Στα ***κινητά πτερύγια δράσης*** η πίεση του ατμού δεν μεταβάλλεται, ενώ η ταχύτητά του πέφτει, επειδή η κινητική ενέργεια του ατμού καταναλώνεται επάνω σε αυτά για να παραχθεί το κινητήριο έργο.

Στα ***σταθερά πτερύγια αντίδρασης*** ο ατμός εκτονώνεται, δηλαδή πέφτει η πίεσή του και αυξάνεται η ταχύτητά του, όπως στα ακροφύσια.

Στα ***κινητά πτερύγια αντίδρασης*** ο ατμός που προέρχεται από τα σταθερά πτερύγια, ενεργεί με την ταχύτητά του και παράγει τη δύναμη δράσης περιστροφής του στροφείου. Έτσι η ταχύτητά του πέφτει, όπως στα κινητά πτερύγια δράσης, ***συγχρόνως όμως εκτονώνεται***. Κατά την εκτόνωση αυτή, η πίεσή του πέφτει. Παράγεται τότε και ***αντίδραση***, που και αυτή περιστρέφει το στροφείο κατά την ίδια φορά όπως και η δύναμη δράσης, και αυξάνεται η ταχύτητά του, ώστε να πάρει περίπου την αρχική τιμή που είχε, πριν εισέλθει σ' αυτά. Με την ταχύτητα αυτή θα εισέλθει στην επόμενη σειρά σταθερών πτερυγίων κ.ο.κ. Καταλαβαίνουμε λοιπόν ότι στους στροβίλους αντίδρασης ποτέ δεν παρατηρείται μόνη ή αλλιώς, καθαρή ***αντίδραση***, αλλά συγχρόνως και ***δράση*** και ***αντίδραση***, σε ποσοστό που λέγεται ***βαθμός αντίδρασης***, και κυμαίνεται περίπου σε 50%. Συνηθίζεται όμως οι στρόβιλοι αυτοί να λέγονται ***στρόβιλοι αντίδρασης***, για να διακρίνονται από τους στροβίλους ***απλής δράσης***. Μεταξύ σταθερών και κινητών πτερυγίων αφήνονται πάντοτε ***ελευθερίες*** ή ***διάκενα***, κατά την έννοια του άξονα του στροβίλου, για λόγους ασφαλείας, ώστε κατά τη λειτουργία να μην χτυπήσουν τα κινητά με τα σταθερά πτερύγια. Τα διάκενα αυτά καλούνται ***αξονικά***.

Επίσης, πάλι για λόγους ασφαλείας, και για να μην χτυπήσουν οι κορυφές των κινητών πτερυγίων στο κέλυφος ή οι κορυφές των σταθερών πτερυγίων στο στρο-

φείο, αφήνονται αντίστοιχες ελευθερίες ή διάκενα κατά την έννοια της ακτίνας της περιφέρειας της πτερύγωσης. Τα διάκενα αυτά καλούνται ***ακτινικά***.

Στο σχήμα 5.3ζ παριστάνονται τα αξονικά διάκενα με τα σύμβολα **αξ**, ενώ τα ακτινικά με τα σύμβολα **ακ**.

Η διατήρηση των διακένων στην κανονική τους τιμή επιτυγχάνεται με τους τριβείς έδρασης για τα ακτινικά και, με τον τριβέα ισορρόπησης για τα αξονικά διάκενα.

5.4 Πώς λειτουργούν οι ατμοστρόβιλοι

Στην παράγραφο 2.30(β) (σχ. 2.25), περιγράψαμε το κύκλωμα λειτουργίας της συνολικής προωστήριας εγκατάστασης με ατμοστρόβιλο.

Σχετικά με τη λειτουργία του ίδιου του στροβίλου ή αλλιώς με την ενέργεια του ατμού μέσα σε αυτόν μόνο, παρατηρούμε τα εξής:

Όπως αποδεικνύεται στη Θερμοδυναμική, το έργο του ατμού μέσα σε μία ατμομηχανή είναι γενικά περισσότερο και η απόδοσή της αντίστοιχα μεγαλύτερη, ***όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία του ατμού που εισέρχεται στον στρόβιλο και όσο μικρότερη η θερμοκρασία της συμπύκνωσης των εξατμίσεων στο ψυγείο***.

Η θερμοκρασία όμως του ατμού εξαρτάται από την πίεσή του και την υπερθέρμανσή του. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι, για να έχουμε υψηλή απόδοση της ατμομηχανής, πρέπει να χρησιμοποιούμε υψηλές πιέσεις και υψηλή υπερθέρμανση του ατμού κατά την είσοδό του στην μηχανή. Παράλληλα, μέσα στο ψυγείο πρέπει να επικρατεί πολύ χαμηλή πίεση (δηλ. πολύ υψηλό κενό), ή, αλλιώς, να πραγματοποιούμε μεγάλη ***εκτόνωση*** του ατμού, ώστε αυτός να εξέρχεται από τη μηχανή με πίεση πολύ χαμηλή, δηλαδή λίγο μόνο υψηλότερη από την πίεση που αντιστοιχεί στο κενό του ψυγείου και μόνο για να ρέει ο ατμός προς αυτό.

Η μεγάλη εκτόνωση όμως απαιτεί πρώτα απ' όλα να εξέρχεται ο ατμός από τα ακροφύσια με πολύ μεγάλη ταχύτητα. Έτσι όμως και ο στρόβιλος θα περιστρέφεται με πολύ μεγάλη ταχύτητα, που είναι ακατάλληλη στην πράξη, για διάφορους τεχνικούς λόγους. Παρουσιάστηκε έτσι η ανάγκη της διαβάθμισης.

Με τον όρο ***διαβάθμιση*** εννοούμε την κλιμακωτή εκμετάλλευση, μέσα στους στροβίλους, της ταχύτητας του ατμού ή της εκτόνωσής του, σε περισσότερες από μία βαθμίδες. Πραγματοποιείται με τους εξής τρόπους:

1) Με διαδοχική εκμετάλλευση της ταχύτητας που έχει ο ατμός όταν εξέρχεται από τα ακροφύσια, σε περισσότερες από μία σειρές κινητών πτερυγίων, οπότε έχουμε τη ***διαβάθμιση ταχύτητας***.

2) Με κλιμακωτή εκτόνωση του ατμού σε περισσότερες από μία σειρές ακροφυσίων, που κάθε μία ακολουθείται από μία σειρά κινητών πτερυγίων, οπότε έχουμε τη ***διαβάθμιση πίεσης***.

3) Με συνδυασμό των δύο μεθόδων, οπότε έχουμε τη ***«σύνθετη» διαβάθμιση ταχύτητας-πίεσης***.

Με τη μέθοδο της διαβάθμισης επιτυγχάνονται συγχρόνως και η μεγάλη ***συνολική εκτόνωση*** του ατμού, και, εξ αιτίας αυτής, η υψηλή απόδοση του στροβίλου, αλλά και η ελάττωση της ταχύτητας περιστροφής του σε επιτρεπόμενα όρια.

Κατά τη λειτουργία του ο στρόβιλος έχει υψηλότερη απόδοση από την παλινδρομική ατμομηχανή στην οποία αρκετοί τεχνικοί λόγοι εμποδίζουν τη μεγάλη εκτόνωση, δηλαδή τη χρησιμοποίηση υψηλών πιέσεων, αλλά κυρίως του μεγάλου κενού. Το κενό σ' αυτήν δεν ξεπερνά τα 88% του τέλειου κενού. Αντίθετα, στον ατμοστρόβιλο δεν υπάρχουν αυτοί οι περιορισμοί, ούτε για τις υψηλές πιέσεις, ούτε για το κενό, που φτάνει σ' αυτούς μέχρι και 99%, δηλαδή όσο σχεδόν το τέλειο κενό.

Έτσι, συμπεραίνουμε ότι ο στρόβιλος είναι μηχανή πολύ περισσότερο ***οικονομική*** στην ***κατανάλωση ατμού,*** και συνεπώς και ***καυσίμου,*** πράγμα που ενδιαφέρει ιδιαίτερα για τη χρησιμοποίησή του στο πλοίο. Γι' αυτό και στην αρχή είπαμε ότι χρησιμοποιείται κυρίως εκεί όπου απαιτούνται μεγάλες ιπποδυνάμεις.

5.5 Κατάταξη των ναυτικών ατμοστροβίλων

Οι ναυτικοί ατμοστρόβιλοι κατατάσσονται ως εξής:

1) Σε στροβίλους ***δράσης, αντίδρασης*** και ***μικτούς***. Οι στρόβιλοι δράσης υποδιαιρούνται σε στροβίλους με ***διαβάθμιση της ταχύτητας*** του ατμού, με ***διαβάθμιση της πίεσής του,*** και σε ***συνθέτους*** δηλαδή με ***διαβάθμιση πίεσης και ταχύτητας***.

Οι στρόβιλοι *αντίδρασης* είναι πάντοτε στρόβιλοι με διαβάθμιση της πίεσης. Οι μικτοί, τέλος, στρόβιλοι ***δράσης-αντίδρασης*** αποτελούνται από έναν στρόβιλο δράσης και έναν αντίδρασης, που είναι προσαρμοσμένοι στον ίδιο άξονα. Επάνω σ' αυτούς ο ατμός ενεργεί διαδοχικά, πρώτα στον στρόβιλο δράσης και κατόπιν στον στρόβιλο αντίδρασης.

2) Ανάλογα με την τροχιά του ατμού μέσα στους στροβίλους, διακρίνονται σε:

α) Στροβίλους με ***αξονική ροή,*** όταν ο ατμός ρέει από την είσοδό του μέχρι την έξοδό του από τον στρόβιλο παράλληλα προς τον άξονά του. Αυτοί πάλι διακρίνονται σε στροβίλους *απλής ροής,* όταν ο ατμός διαρρέει το στροφείο από το ένα άκρο μέχρι το άλλο, και *διπλής ροής,* όταν εισέρχεται στο μέσον του στροφείου και το διαρρέει μέχρι τα δύο άκρα του.

β) Στροβίλους με ***ακτινική ροή,*** όταν ο ατμός εισέρχεται στο κέντρο του στροβίλου και βγαίνει από την περιφέρειά του.

γ) Στροβίλους με ***περιφερειακή*** ή ***εφαπτομενική ροή,*** όταν ο ατμός εισέρχεται κατά την διεύθυνση της εφαπτομένης του τροχού.

3) Ανάλογα με την πίεση του ατμού, κατατάσσονται σε στροβίλους:

α) *Υψηλής πίεσης* (Υ.Π.), που εργάζονται με τον ατμό του λέβητα.

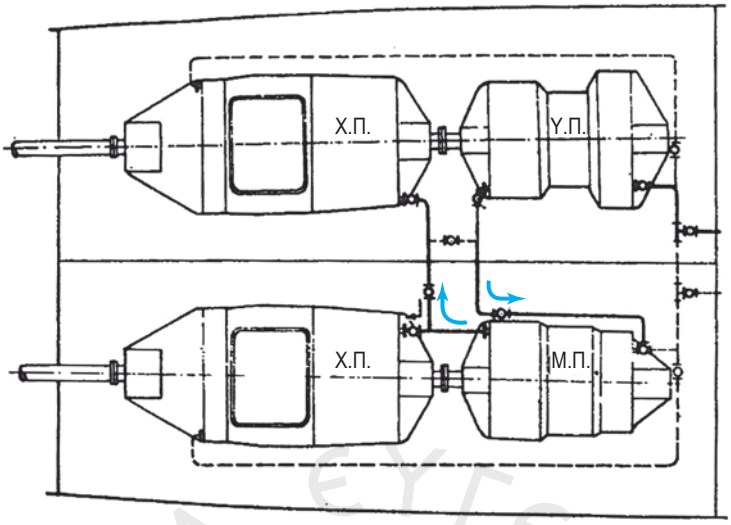
β) *Μέσης πίεσης* (Μ.Π.), που εργάζονται με την εξάτμιση του στροβίλου Υ.Π.

γ) *Χαμηλής πίεσης* (Χ.Π.), που εργάζονται με την εξάτμιση του στροβίλου Μ.Π., και εξάγουν προς το ψυγείο.

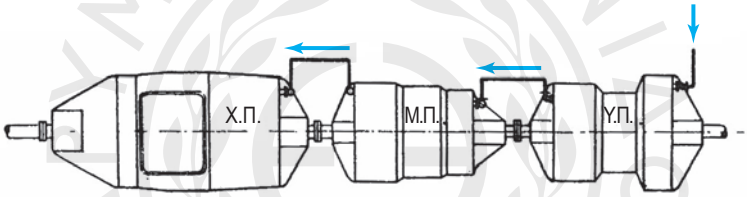
Οι στρόβιλοι υψηλής, μέσης και χαμηλής πίεσης μπορούν να έχουν τους άξονές τους στην ίδια ευθεία (σχ. 5.12 και 5.13) ή παράλληλους (σχ. 5.14).

5.6 Ατμοστρόβιλοι δράσης

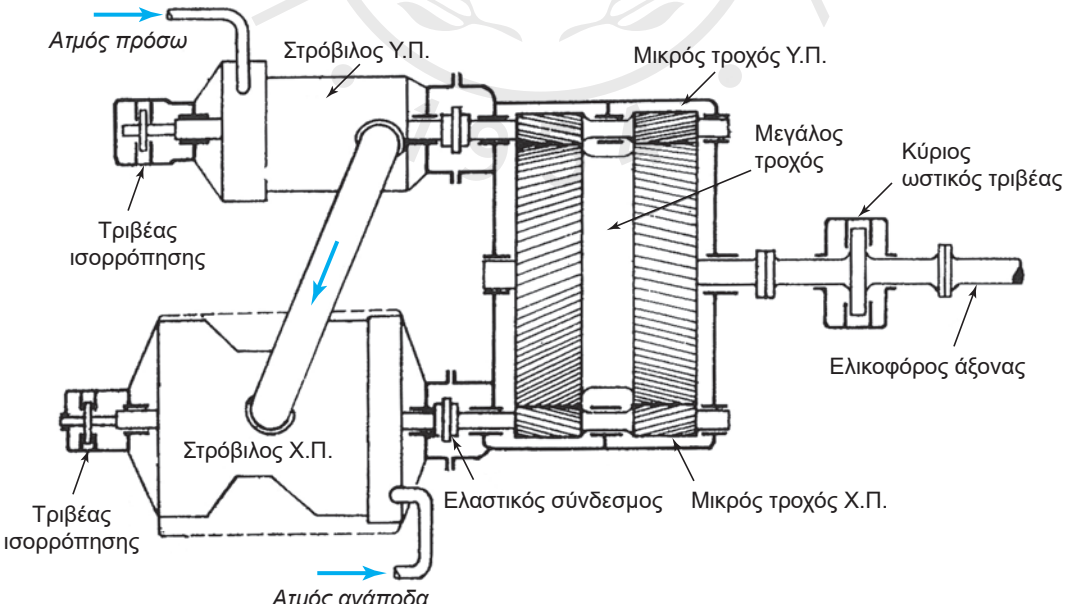
1) ***Τροχός de Laval*** (χωρίς διαβάθμιση). Αποτελείται από μία σειρά ακροφυσίων και επάνω στον τροχό φέρει μία σειρά πτερυγίων δράσης.



Σχ. 5.12

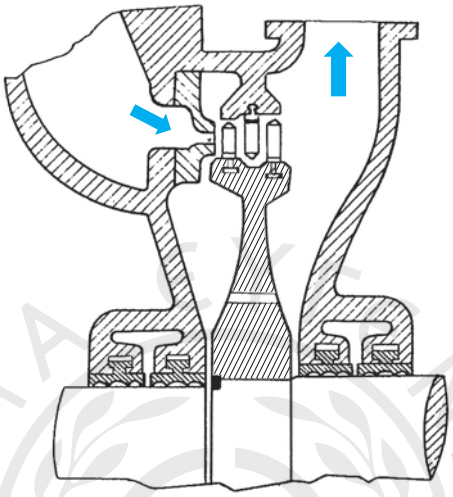


Σχ. 5.13



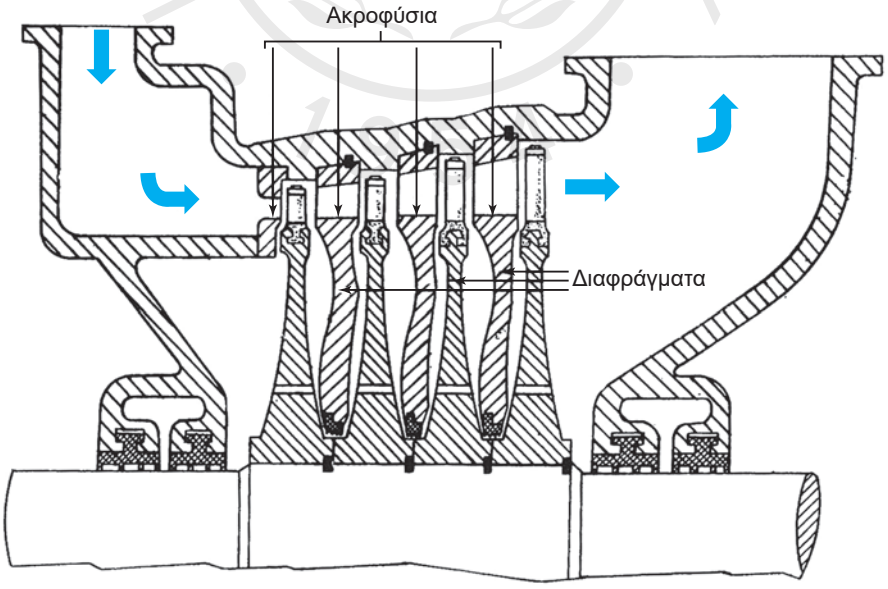
Σχ. 5.14

2) ***Τροχός Curtis*** (με διαβάθμιση ταχύτητας). Αποτελείται (σχ. 5.15) από σειρά ακροφυσίων και φέρει επάνω στον τροχό 2, 3 ή 4 σειρές κινητά πτερύγια δράσης. Μεταξύ τους φέρει αντίστοιχες σειρές σταθερών οδηγητικών πτερυγίων προσαρμοσμένων επάνω στο κέλυφος.



Σχ. 5.15

3) ***Ατμοστρόβιλος Rateau*** με διαβάθμιση πίεσης (σχ. 5.16). Σε αυτόν η εκτόνωση γίνεται τμηματικά σε εκτονωτικές βαθμίδες, σε κάθε μία από τις οποίες υπάρχει



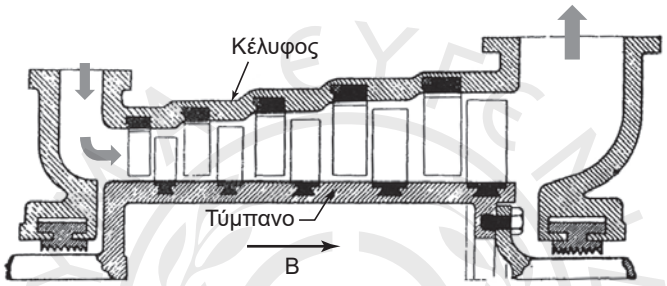
Σχ. 5.16

μία σειρά ακροφυσίων επάνω σε διαφράγματα προσαρμοσμένα στο κέλυφος και αντίστοιχα μία σειρά πτερυγίων δράσεως επάνω στον τροχό.

δ) ***Μικτό σύστημα τροχού Curtis και ατμοστροβίλου Rateau***, τοποθετημένων επάνω στον ίδιο άξονα. Αποτελεί τη γενικότερη μορφή στροβίλων δράσης.

5.7 Ατμοστρόβιλοι αντίδρασης Parson's

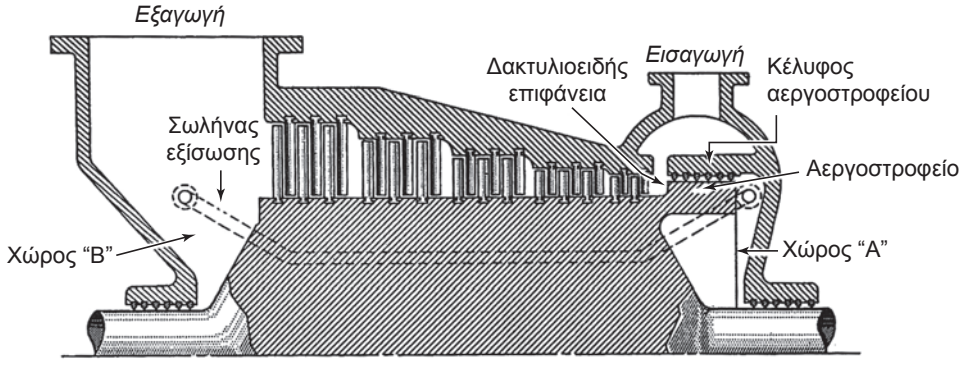
Αποτελούνται από σταθερά πτερύγια αντίδρασης επάνω στο κέλυφος, σε περισσότερες από μία σειρές, και αντίστοιχες σειρές κινητών πτερυγίων αντίδρασης επάνω σε τύμπανο. Στο σχήμα 5.17 παριστάνεται ατμοστρόβιλος αντίδρασης με 5 βαθμίδες.



Σχ. 5.17

– Το αεργοστροφείο στους στροβίλους αντίδρασης

Λόγω της διαφοράς πίεσης που υπάρχει πριν και μετά από κάθε κινητή πτερύγωση των στροβίλων αντίδρασης, δημιουργούνται αξονικές ωθήσεις του στροφείου, προς το οπίσθιο άκρο του. Οι επιμέρους αξονικές ωθήσεις αθροίζονται και δίνουν τη συνολική αξονική ώθηση B του στροφείου προς την κατεύθυνση εξόδου του ατμού (σχ. 5.17). Για να αντισταθμίσουμε αυτή τη συνολική αξονική ώθηση χρησιμοποιούμε ειδική διάταξη στο εμπρόσθιο μέρος του στροβίλου, που ονομάζεται *αεργοστροφείο* (σχ. 5.18).



Σχ. 5.18

Διαμορφώνουμε δηλαδή το εμπρόσθιο άκρο του στροφείου με τέτοιον τρόπο, ώστε να έχει διάμετρο μεγαλύτερη από τη διάμετρο του τυμπάνου, για να δημιουργήσουμε μία δακτυλιοειδή επιφάνεια. Η επιφάνεια αυτή δέχεται την πίεση του ατμού με κατεύθυνση αντίθετη από αυτήν που έχει η ροή του, δηλαδή αντίθετη από την αξονική ώθηση. Έτσι δημιουργείται μία δύναμη αντίθετη προς την αξονική ώθηση, η οποία και την εξουδετερώνει.

Μεταξύ της κυλινδρικής επιφάνειας του αεργοστροφείου και της αντίστοιχης του κελύφους σχηματίζεται λαβύρινθος. Έτσι εμποδίζεται η δίοδος του ατμού, γιατί στον εμπρόσθιο χώρο Α πρέπει να επικρατεί χαμηλή πίεση, ή αυτή η ίδια η πίεση της εξαγωγής του ατμού.

Αυτό επιτυγχάνεται με τον σωλήνα εξίσωσης, που φέρει σε επικοινωνία τον εμπρόσθιο χώρο του αεργοστροφείου με τον χώρο Β, που συγκοινωνεί με την εξαγωγή.

Σε άλλες περιπτώσεις, ο εμπρόσθιος χώρος συγκοινωνεί απ' ευθείας με το ψυγείο. Άλλοτε πάλι συγκοινωνεί μέσα από το εσωτερικό του τυμπάνου με την εξαγωγή. Το τύμπανο τότε κατασκευάζεται κοίλο.

Εξουδετερώνουμε την αξονική ώθηση στους στροβίλους αντίδρασης και με την κατασκευή των ***στροβίλων διπλής ροής***, οπότε προκύπτει και τριβέας ισορρόπησης με πολύ ελαττωμένες διαστάσεις.

5.8 Ο μικτός στρόβιλος δράσης – αντίδρασης

Μικτός ατμοστρόβιλος ονομάζεται ο στρόβιλος που αποτελείται από ένα τμήμα δράσης και ένα αντίδρασης. Τα τμήματα αυτά είναι τοποθετημένα στον ίδιο άξονα και μέσα σε κοινό κέλυφος (σχ. 5.19).

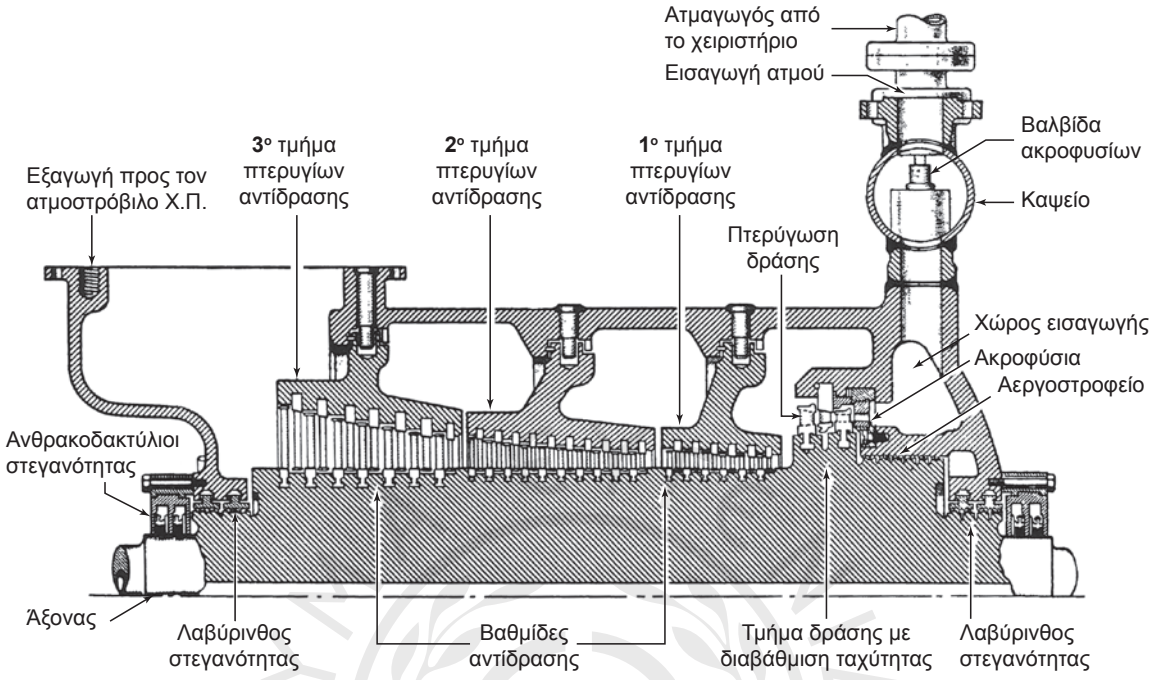
Οι μικτοί στρόβιλοι κατασκευάζονται για πολύ μεγάλες ιπποδυνάμεις.

Το τμήμα ή στρόβιλος δράσης τοποθετείται πάντοτε στην εισαγωγή του ατμού, ενώ το τμήμα ή στρόβιλος της αντίδρασης ακολουθεί κατά μήκος του άξονα μέχρι την εξαγωγή του ατμού από τον στρόβιλο. Οι συνηθισμένοι μικτοί στρόβιλοι αποτελούνται από έναν τροχό Curtis εμπρός και έναν στρόβιλο αντίδρασης Parson's πίσω. Γι' αυτό συχνά ονομάζονται στρόβιλοι Curtis-Parson's.

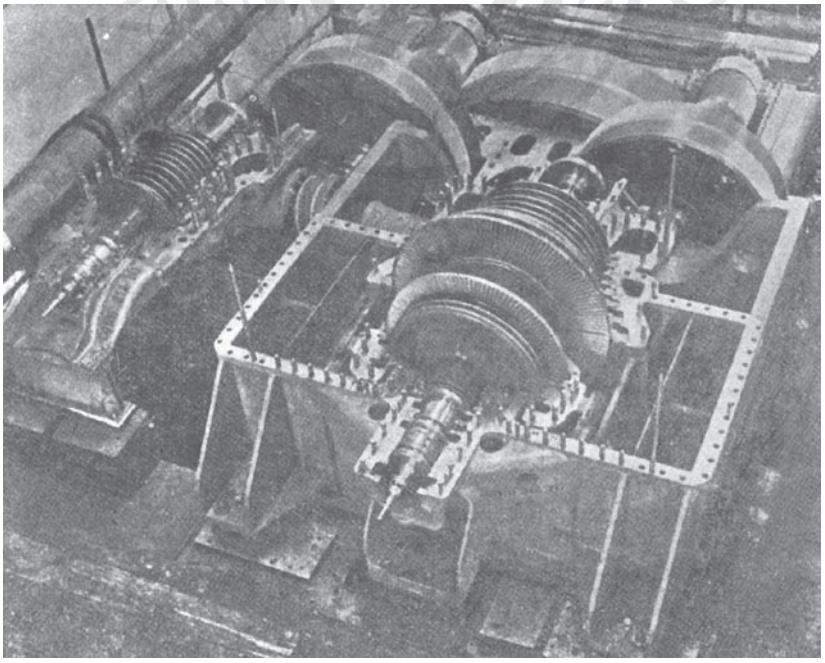
Το σχήμα 5.20 παριστάνει ανοικτό, δηλαδή χωρίς τα επάνω ημικελύφη, ένα συγκρότημα ατμοστροβίλων πλοίου. Διακρίνονται αριστερά ο στρόβιλος Υ.Π. Curtis-Parson's, δεξιά ο στρόβιλος Χ.Π. Parson's, και στο εμπρόσθιο άκρο του ο στρόβιλος του ανάποδα (παράγρ. 5.12). Επίσης διακρίνεται το σύστημα μειωτήρων στροφών με οδοντωτούς τροχούς (παράγρ. 5.9).

5.9 Μειωτήρες στροφών

Στις εγκαταστάσεις στροβίλων (και επειδή η απόδοση του στροβίλου είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των στροφών του ανά λεπτό, ενώ η απόδοση της έλικας είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο μικρότερος ο αριθμός στροφών της ανά λεπτό), είναι αναγκαία η παρεμβολή συστήματος μείωσης των στροφών μεταξύ άξονα στροβίλου και ελικοφόρου, ώστε η απόδοση και των δύο, δηλαδή και του στροβίλου και της έλικας, να μένει υψηλή.


Ατμαγωγός από το χειριστήριο
Εισαγωγή ατμού
Βαλβίδα ακροφυσίων
Καψείο
Εξαγωγή προς τον ατμοστρόβιλο Χ.Π.
3ο τμήμα πτερυγίων αντίδρασης
2ο τμήμα πτερυγίων αντίδρασης
1ο τμήμα πτερυγίων αντίδρασης
Πτερύγωση δράσης
Χώρος εισαγωγής
Ακροφύσια
Αεργοστροφείο
Ανθρακοδακτύλιοι στεγανότητας
Άξονας
Λαβύρινθος στεγανότητας
Βαθμίδες αντίδρασης
Τμήμα δράσης με διαβάθμιση ταχύτητας
Λαβύρινθος στεγανότητας

Σχ. 5.19



Σχ. 5.20

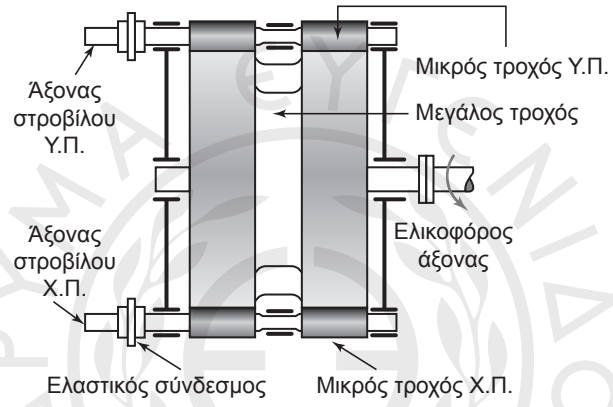
Στους σύγχρονους στροβίλους των πλοίων, υψηλού αριθμού περιστροφών, εφαρμόζονται τα εξής δύο συστήματα μείωσης:

α) Της ***μηχανικής μετάδοσης*** με οδοντωτούς τροχούς. Χρησιμοποιείται (στην απλούστερη μορφή της) ένας μικρός τροχός, που συνδέεται με τον άξονα του στροβίλου, και ένας μεγάλος, που συνδέεται με τον ελικοφόρο άξονα.

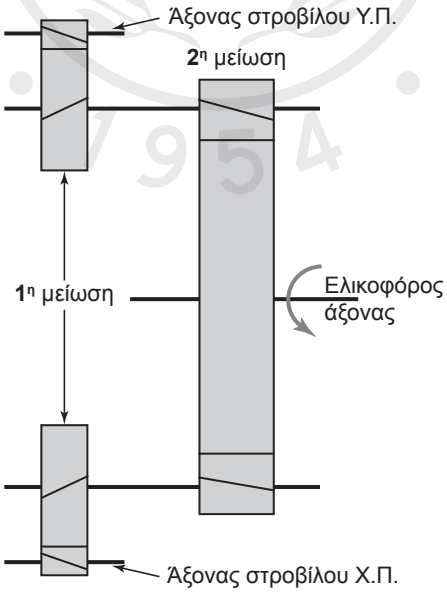
Το σύστημα αυτό έχει ευρύτατη εφαρμογή και απόδοση περίπου 97%.

Η μετάδοση μπορεί να είναι απλής ή πολλαπλής μείωσης. Με το σύστημα αυτό επιτυγχάνεται λόγος μείωσης των στροφών μέχρι και 1:30.

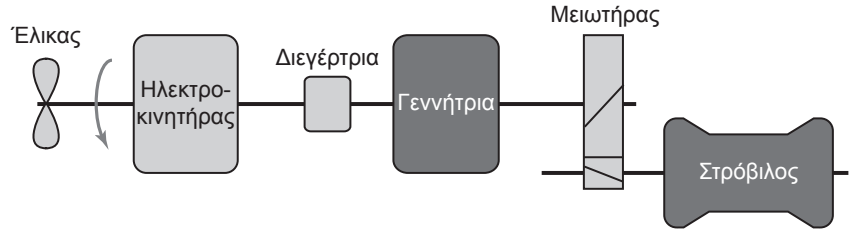
Τα σχήματα 5.21 και 5.22 παριστάνουν τη διάταξη μηχανικής μετάδοσης απλής και διπλής μείωσης αντίστοιχα.



Σχ. 5.21



Σχ. 5.22



Σχ. 5.23

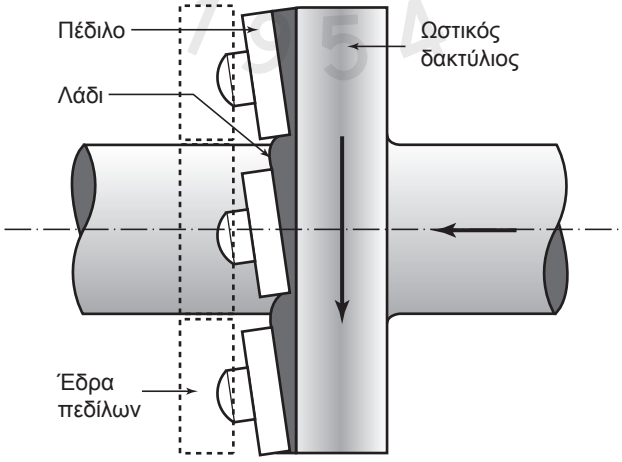
2) Της ***ηλεκτρικής μετάδοσης*** με ηλεκτρογεννήτρια, που στρέφεται από τον άξονα του στροβίλου, και με ηλεκτροκινητήρα, που στρέφεται από το ρεύμα αυτής της ηλεκτρογεννήτριας. Εφαρμόζεται σε αμερικανικές κατασκευές περισσότερο και έχει απόδοση 93% περίπου. Έχει όμως το μειονέκτημα των εύκολων βλαβών, που παρουσιάζονται στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις.

Το σχήμα 5.23 παριστάνει τη στοιχειώδη διάταξη του συστήματος αυτού.

5.10 Ωστικός τριβέας

Ο ωστικός τριβέας χρησιμεύει για να μεταδίδει την ώθηση της έλικας, μέσω του περιστρεφόμενου δακτυλίου του άξονα, στα πλινθία. Από εκεί τη μεταδίδει στο σώμα τού, ισχυρής κατασκευής, κιβωτίου του, και μέσω αυτού προς το σκάφος, που κινείται έτσι μέσα στο νερό.

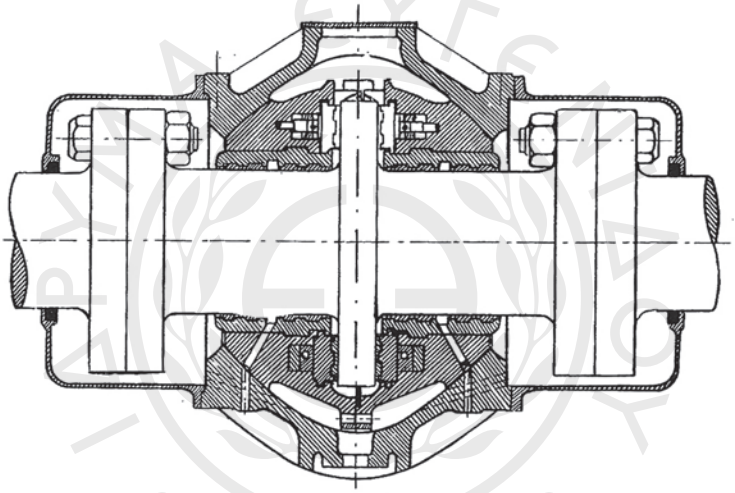
Στους στροβίλους χρησιμοποιείται ο λεγόμενος ***ωστικός τριβέας τύπου Mitchell*** ή ***τύπου Kingsburry*** (σχ. 5.24 και σχ. 5.25). Η αρχή στην οποία βασίζεται η λειτουργία του, είναι σε γενικές γραμμές η ακόλουθη (σχ. 5.24). Η ώθηση του μοναδικού δακτυλίου ασκείται επάνω σε αριθμό επιφανειών (πεδίλων), που αντιστηρίζονται,



Σχ. 5.24

καθώς περιστρέφονται γύρω από έναν πόλο το καθένα. Μεταξύ του δακτυλίου ώθησης και των πεδίλων αυτών παρεμβάλλεται το λιπαντικό λάδι, που έρχεται με πίεση από την αντλία λαδιού, και προκαλεί, εξαιτίας της διαφοράς των επιφανειών του πεδίλου, μία μόνιμη κλίση σε όλα τα πέδιλα, γύρω από τον πόλο. Έτσι, μεταξύ δακτυλίου και πεδίλων σχηματίζονται ***σφήνες*** από λιπαντικό λάδι. Μέσω αυτών, η αξονική ώθηση μεταδίδεται στα πλινθία, και από αυτά στο σώμα του ωστικού τριβέα.

Το σχήμα 5.25 παριστάνει έναν πλήρη ωστικό τριβέα του τύπου που περιγράψαμε, στη γενική του μορφή. Διακρίνονται ο δακτύλιος ώσης, τα πλινθία, δεξιά και αριστερά από τον δακτύλιο, για το ***πρόσω*** και αντίστοιχα για το ***ανάποδα,*** και οι τριβείς έδρασης της ωστικής ατράκτου.



Σχ. 5.25

5.11 Πώς προετοιμάζεται για τον απόπλου ένας ατμοστρόβιλος

Η προετοιμασία αρχίζει με την *προθέρμανση* του ατμοστροβίλου.

Η προθέρμανση είναι λεπτή και σοβαρή εργασία. Είναι απαραίτητη για να έρθουν όλα τα μέρη του στροβίλου ομαλά σε κανονική θερμοκρασία, χωρίς να προκληθούν σ' αυτά ζημιές (στρεβλώσεις ή άλλης μορφής ανωμαλίες) από τυχόν απότομες ή ανομοιόμορφες διαστολές.

Η προθέρμανση γίνεται είτε με τον ατμό από το χειριστήριο, είτε με ιδιαίτερο ατμό προθέρμανσης, που λαμβάνεται μέσω ειδικής βαλβίδας και με ταυτόχρονη στρέψη του στροβίλου με τη βοήθεια του «κρίκου» (μηχανισμού στρέψης). Εκτελείται κατά τους κανόνες της Τεχνικής και τις ειδικές οδηγίες του κατασκευαστή και της εταιρείας του πλοίου, που αφορούν στην εγκατάσταση, και με μεγάλη προσοχή. Συνήθως διαρκεί από 2 ως 3 ώρες.

Κατά τη διάρκεια της προθέρμανσης, το κενό της εγκατάστασης διατηρείται σε

15%, με τη βοήθεια της αεραντλίας. Προς το τέλος της προθέρμανσης υψώνεται σε 98% περίπου, με τη *βοήθεια των εκχυτήρων,* οπότε *αποσυνδέεται ο κρίκος* και εκτελούνται δοκιμαστικές κινήσεις του στροβίλου με πλήρη ατμό. Κατά τη διάρκεια των δοκιμαστικών κινήσεων, πρέπει να λαμβάνεται φροντίδα, ώστε να μην υπάρχει κανένα εμπόδιο στον άξονα του στροβίλου ή στην έλικα του πλοίου.

Η ανάπτυξη μεγαλύτερης ισχύος από τον στρόβιλο πρέπει να γίνεται μετά κατά ομαλό τρόπο και προοδευτικά, και να αποφεύγονται οπωσδήποτε οι απότομες μεταβολές του φορτίου.

5.12 Πώς γίνεται η αναστροφή (ανάποδα) του ατμοστρόβιλου και του πλοίου

Η αναστροφή της κίνησης του στροβιλοκίνητου πλοίου επιτυγχάνεται ως εξής:

1) Σε στροβίλους με ***μηχανική μετάδοση*** της κίνησης με οδοντωτούς τροχούς, επιτυγχάνεται με ιδιαίτερο στρόβιλο, που τοποθετείται στον ίδιο άξονα με τον στρόβιλο του πρόσω, αλλά με πτερυγώσεις τοποθετημένες κατά αντίθετη φορά από τις πτερυγώσεις του πρόσω. Και οι δύο στρόβιλοι, και του πρόσω και του ανάποδα, περικλείονται μέσα στο ίδιο κέλυφος.

Για να εκτελέσουμε την κίνηση του ανάποδα, κλείνουμε τον κύριο ατμοφράκτη του πρόσω και ανοίγουμε τον ατμοφράκτη του ανάποδα. Έτσι ο ατμός διοχετεύεται στον στρόβιλο του ανάποδα. Τότε όλο το συγκρότημα των στροβίλων της εγκατάστασης κινείται παρασυρόμενο από αυτόν κατ' αντίστροφη έννοια. Το ίδιο και ο ελικοφόρος άξονας και η έλικα του πλοίου.

α) Η συνηθισμένη θέση του στροβίλου ανάποδα είναι στο πρωραίο άκρο του στροβίλου Χ.Π. του πρόσω.

β) Ο τύπος του στροβίλου ανάποδα αποτελείται από έναν ή δύο τροχούς Curtis. Σπάνια έχει και μικρό τύμπανο αντίδρασης.

γ) Η *συνηθισμένη ιπποδύναμή του* κυμαίνεται από 40% ως 60% του πρόσω.

2) Σε στροβίλους με *ηλεκτρική μετάδοση* της κίνησης, ο ατμοστρόβιλος έχει πάντοτε την ίδια φορά περιστροφής. Η αναστροφή επιτυγχάνεται με την αλλαγή της φοράς περιστροφής του ηλεκτρονητήρα, που κινεί τον ελικοφόρο άξονα. Στην περίπτωση αυτή διατίθεται η πλήρης ιπποδύναμη του στροβίλου για την αναπόδιση.

5.13 Πώς γίνεται η κράτηση και απομόνωση του στροβίλου μετά τον κατάπλου

Η προσωρινή κράτηση του στροβίλου επιτυγχάνεται με τη διακοπή της παροχής ατμού, αφού κλείσει ο κύριος ατμοφράκτης.

Η οριστική κράτηση και απομόνωση του στροβίλου γίνεται μεθοδικά κατά τους κανόνες της Τεχνικής και τις ειδικές οδηγίες του κατασκευαστή και της πλοιοκτήτριας Εταιρείας.

Διαρκεί από 1 ως 2 ώρες, για να επιτευχθεί ομαλή απόψυξη της εγκατάστασης. Μετά το τέλος της τοποθετείται ο κρίκος στρέψης των στροβίλων.

5.14 Ποιες είναι οι πιθανότητες βλάβης του ατμοστροβίλου, αν δεν τηρηθούν τα χρονικά όρια προετοιμασίας για τον απόπλου

Σε έναν καλά σχεδιασμένο και κατασκευασμένο στρόβιλο, που χειριζόμαστε με προσοχή και συντηρούμε με επιμέλεια, οι βλάβες και οι ανωμαλίες είναι σπάνιες. Όταν όμως συμβούν, συνήθως είναι αρκετά σοβαρές. Μία από τις σοβαρότερες βλάβες, που οφείλεται σε βιαστική ή ανομοιόμορφη θέρμανση του ατμοστροβίλου κατά την προετοιμασία του, είναι η *στρέβλωση* του στροφείου. Γίνεται αντιληπτή από τη δυσκολία που παρουσιάζει ο στρόβιλος στην εκκίνηση (ιδίως μετά από μικρή κράτηση) και από τους ισχυρούς κραδασμούς. Συνήθως, με κανονική βαθμιαία θέρμανση, η βλάβη αυτή διορθώνεται. Διαφορετικά, επιβάλλεται να αφαιρεθεί το στροφείο, για να γίνει έλεγχος *ευθυγράμμισης* και *ζυγοστάθμιση.*

Εάν τεθεί σε κίνηση στροφείο που έχει πάθει σοβαρή στρέβλωση, είναι δυνατόν να προκληθεί επαφή κινητών και ακινήτων μερών του στροφείου και του κελύφους και να καταστραφεί εντελώς ο στρόβιλος.

5.15 Σύγκριση παλινδρομικής ατμομηχανής και ατμοστροβίλου. Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα

Οι δύο αυτές κατηγορίες ατμομηχανών έχουν την εξής βασική διαφορά: στην παλινδρομική ο ατμός ενεργεί με τη θερμική και τη δυναμική του ενέργεια, δηλαδή με την πίεσή του. Στον ατμοστρόβιλο ενεργεί με τη θερμική και την κινητική, δηλαδή με την ταχύτητά του (στους στροβίλους δράσης) ή με τη θερμική, δυναμική και κινητική (στους στροβίλους αντίδρασης).

Άλλη διαφορά μεταξύ τους, λειτουργικής μορφής όμως, είναι ο τρόπος ενέργειας του ατμού μέσα σε κάθε τύπο μηχανής. Στην παλινδρομική, η ενέργεια του ατμού είναι περιοδική και τα κύρια κινητά μέρη της εκτελούν ευθύγραμμη παλινδρομική κίνηση, ενώ στον στρόβιλο η ενέργεια του ατμού είναι συνεχής και πάντοτε κατά την ίδια κατεύθυνση και τα μέρη του εκτελούν περιστροφική κίνηση.

Ο ατμοστρόβιλος όμως παρουσιάζει και ορισμένα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, σχετικά με την παλινδρομική ατμομηχανή.

1) ***Πλεονεκτήματα***

α) Για την ίδια ιπποδύναμη, καταλαμβάνει μικρότερο χώρο και έχει μικρότερο βάρος.

β) Έχει μικρότερη κατανάλωση.

γ) Έχει λιγότερες αρθρώσεις και συνεπώς μικρότερες τριβές και πιθανότητα φθορών.

δ) Απαιτεί λιγότερο προσωπικό και είναι ευκολοχείριστη μηχανή.

ε) Δεν έχει κραδασμούς κατά τη λειτουργία του, γιατί δεν έχει παλινδρομούντα βάρη.

στ) Διατηρεί καθαρό το μηχανοστάσιο.

2) ***Μειονεκτήματα***

α) Απαιτεί εξασκημένο προσωπικό.

β) Η όλη εγκατάστασή του είναι περισσότερο πολύπλοκη από την εγκατάσταση της παλινδρομικής ατμομηχανής.

γ) Σπάνια παθαίνει βλάβες, αλλά όταν συμβούν, είναι σοβαρές.

δ) Δεν διαθέτει την ίδια ισχύ για το ανάποδα, ενώ για την αναπόδιση πρέπει να υπάρχει ειδική πτερύγωση αντίθετης φοράς.

ε) Πρέπει να υπάρχουν μειωτήρες, επειδή ο αριθμός στροφών του είναι υψηλός.

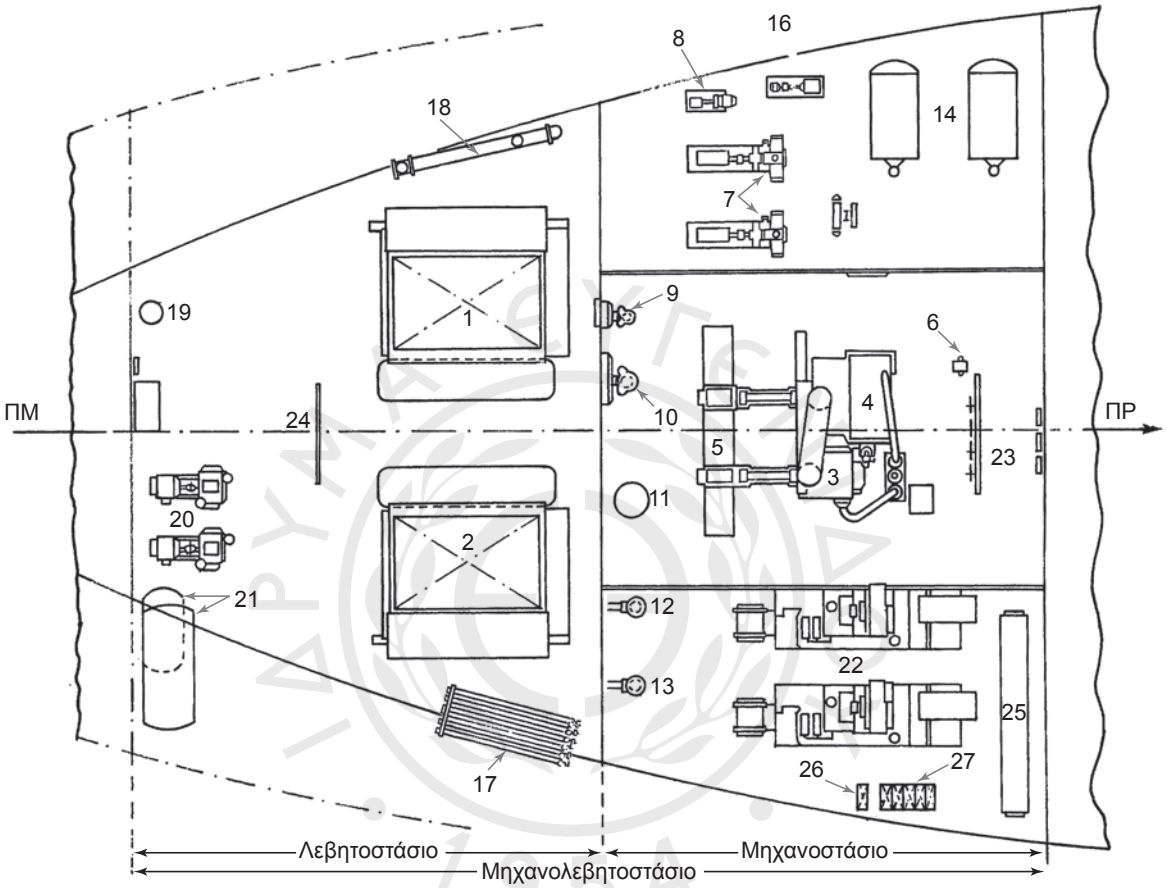
Γίνεται φανερό λοιπόν ότι ο στρόβιλος είναι ποιοτικά πολύ ανώτερος από την παλινδρομική μηχανή, κυρίως για τον μικρό όγκο, το βάρος και την κατανάλωση. Γι᾽ αυτό και σχεδόν την εκτόπισε, και χρησιμοποιείται στις περισσότερες εγκαταστάσεις ατμού μεγάλων ιπποδυνάμεων.

5.16 Διάταξη εγκατάστασης μηχανολεβητοστασίου πλοίου με ατμοστροβίλους

Το σχήμα 5.26 παριστάνει σε κάτοψη τη διάταξη μηχανολεβητοστασίου πετρελαιοφόρου 30.000 tons, με ατμοστρόβιλους. (1) είναι ο αριστερός και (2) ο δεξιός υδραυλωτός ατμολέβητας Babcock - Wilcox, (3) *ατμοστρόβιλος* Υ. Π. και (4) *ατμοστρόβιλος* Χ.Π., (5) οι *μειωτήρες* στροφών με οδοντωτούς τροχούς.

Στον χώρο κάτω από τους στροβίλους βρίσκονται (δεν φαίνονται στο σχέδιο) το *ψυγείο, η αεραντλία* και η *αντλία κυκλοφορίας,* το *βοηθητικό ψυγείο* με τα μηχανήματά του, η *αντλία λίπανσης* των τριβέων των στροβίλων και των μειωτήρων, καθώς και ορισμένα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για άλλες ανάγκες του πλοίου *(αντλίες εξάντλησης κύτους, πυρκαγιάς, νερού λάτρας, νερού ποσίμου, η αντλία έρματος, η* αντλία *γενικών χρήσεων* κ.λπ.), (6) είναι ο *τηλέγραφος* του μηχανοστασίου, (7) οι αντλίες *τροφοδοτικού νερού* των λεβήτων, (8) η εφεδρική αντλία *τροφοδότησης*, (9) ο ψυκτήρας υγρών της εγκατάστασης, (10) ο πρώτος *προθερμαντήρας* τροφοδοτικού νερού, (11) η εξαεριστική δεξαμενή D.F.T., (12) ο δεύτερος *προθερμαντήρας* τροφοδοτικού νερού, (13) ο τρίτος *προθερμαντήρας* τροφοδοτικού νερού. Η προθέρμανση του τροφοδοτικού νερού γίνεται μέσα στον πρώτο προθερμαντήρα με ατμό *απομάστευσης* από τον στρόβιλο Χ.Π. Μέσα στην εξαεριστική δεξαμενή γίνεται με ατμό από τον βοηθητικό ατμαγωγό σωλήνα (μέσω μειωτήρα πίεσης). Μέσα στους προθερμαντήρες 2ης και 3ης διαβάθμισης, με ατμό απομάστευσης από ενδιάμεσες βαθμίδες του στροβίλου Χ.Π. Κατόπιν το νερό που έχει προθερμανθεί πηγαίνει προς τον λέβητα υπό την πίεση των αντλιών *τροφοδότησης*. (14) οι *αποστακτήρες* ή οι *βραστήρες* παραγωγής αποσταγμένου νερού, (15) ο *συμπυκνωτής* ή το ψυγείο των βραστήρων, (16) η *αντλία κενού* των βραστήρων, (17) ο *προθερμαντήρας πετρελαίου* των λεβήτων, όπου το πετρέλαιο προθερμαίνεται και καταθλίβεται από τις αντλίες πετρελαίου (δεν φαίνονται στο σχέδιο), (18) ο *προθερμαντήρας νερού Butterworth,* για τον καθαρισμό των δεξαμενών φορτίου, (19) ο *θερμαντήρας* νερού, (20) οι *αεροσυμπιεστές* παραγωγής πεπιεσμένου αέρα για διάφορες χρήσεις στο πλοίο, (21) τα *αεροφυλάκια* πεπιεσμένου αέρα, (22) οι *στροβιλογεννήτριες* παροχής ηλεκτρικής ενεργείας, (23) ο κύριος *ηλεκτρικός πίνα-*

κας διανομής, (24) ο πίνακας *ελέγχου λειτουργίας* λεβήτων, (25) η δεξαμενή λαδιού λίπανσης, (26) η δεξαμενή κηροζίνης, (27) η δεξαμενή λαδιών και άλλων υγρών.



Σχ. 5.26

6 ΜΕΚ – Εμβολοφόρες Μηχανές Εσωτερικής Καύσης

6.1 Γενικά

1) Ορισμοί

Μηχανές εσωτερικής καύσης *(εμβολοφόρες),* είναι οι θερμικές μηχανές, στις οποίες τόσο η καύση, όσο και η παραγωγή του έργου πραγματοποιούνται μέσα στον κινητήριο κύλινδρό τους. Οι μηχανές εσωτερικής καύσης, που για συντομία τις ονομάζουμε Μ.Ε.Κ., διαφέρουν από τις ατμομηχανές στο ότι στις τελευταίες η καύση γίνεται μέσα στον λέβητα, ενώ το έργο παράγεται μέσα στη μηχανή.

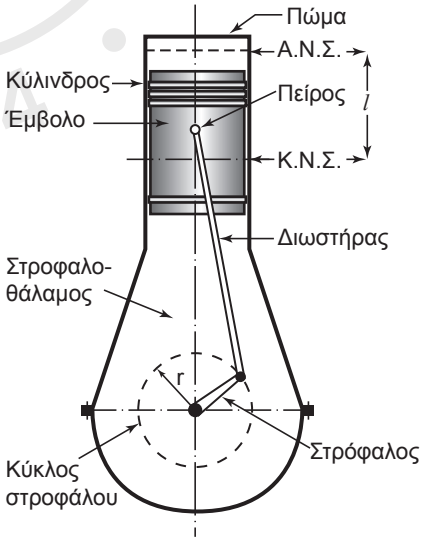
Στις Μ.Ε.Κ. ως ***εργαζόμενη*** ουσία χρησιμοποιείται ο ατμοσφαιρικός αέρας. Είτε αμιγής ο αέρας αυτός, είτε ως μείγμα με καύσιμο σε εξαεριωμένη μορφή, είτε τέλος ως καυσαέρια, που δημιουργούνται κατά την καύση, υποβάλλεται σε ορισμένες αναγκαστικές αλλαγές της κατάστασής του.

Κατά τη διάρκεια των αλλαγών αυτών μεταβάλλονται τα στοιχεία του ***πίεση - θερμοκρασία - όγκος*** και ***εσωτερική ενέργεια****,* με αποτέλεσμα η μηχανή να παράγει το κινητήριο έργο.

Το σύνολο των μεταβολών αυτών, που επαναλαμβάνονται κατά περιοδικό τρόπο, όσο η μηχανή εργάζεται, αποτελεί τον λεγόμενο ***θερμικό κύκλο της λειτουργίας της.***

Τα καύσιμα που χρησιμοποιούμε στις Μ.Ε.Κ. είναι βασικά η *βενζίνη,* το *πετρέλαιο Ντήζελ,* το ενδιάμεσο πετρέλαιο (intermediate), και ακόμη και το βαρύ πετρέλαιο ή *Μαζούτ.* Έτσι ανάλογα με το καύσιμο που χρησιμοποιούν οι Μ.Ε.Κ., διακρίνονται: σε βενζινομηχανές, που λειτουργούν με βενζίνη, και πετρελαιομηχανές ή μηχανές Diesel (από το όνομα του Γερμανού Μηχανικού, που πρώτος μελέτησε το κύκλωμά τους και τις κατασκεύασε), που λειτουργούν με πετρέλαιο ελαφρύ, ενδιάμεσο, μέχρι και βαρύ.

Το σχήμα 6.1 παριστάνει την απλή μορφή μιας Μ.Ε.Κ. Διακρίνουμε τον κύλινδρο, που από επάνω κλείνεται με το πώμα, ενώ από κάτω είναι ανοικτός και συγκοινωνεί με τον στροφαλοθάλαμο.



Σχ. 6.1

Μέσα στον κύλινδρο παλινδρομεί το έμβολο, που συνδέεται μέσω πείρου με τον διωστήρα. Ο διωστήρας συνδέεται με τον στρόφαλο, ώστε, όπως είναι γνωστό από τις παλινδρομικές ατμομηχανές, η παλινδρομική κίνηση του εμβόλου να μετατρέπεται σε περιστροφική του στροφαλοφόρου άξονα, από τον οποίο λαμβάνεται το έργο. Αυτή η διάταξη αφορά μηχανές μικρής ιπποδύναμης.

Σε μηχανές μέτριας και μεγάλης ιπποδύναμης, μεταξύ εμβόλου και διωστήρα παρεμβάλλεται βάκτρο και ζύγωμα, όπως ακριβώς και στις ατμομηχανές.

Διακρίνουμε και εδώ τα Α.Ν.Σ. και Κ.Ν.Σ. του εμβόλου και του στροφάλου. Αντιλαμβανόμαστε εύκολα ότι η διαδρομή l του εμβόλου ισούται με το διπλάσιο της ακτίνας του στροφάλου r:

$$l = 2r$$

2) Ο τρόπος λειτουργίας των Μ.Ε.Κ.

Ιδιαίτερη σημασία για τις Μ.Ε.Κ. έχει ο τρόπος που αναφλέγεται και καίγεται το καύσιμο.

Στις βενζινομηχανές, η βενζίνη εξαεριώνεται προηγουμένως σε ειδικό εξάρτημα της μηχανής, τον ***εξαεριωτή*** (carburateur), και αναμειγνύεται με τον καυσιγόνο αέρα. Το μείγμα που παράγεται εισέρχεται στον κύλινδρο και συμπιέζεται από το ανερχόμενο έμβολο. Όταν το έμβολο φτάσει περίπου στο Α.Ν.Σ., επειδή η πίεση και η θερμοκρασία του συμπιεζόμενου μείγματος είναι χαμηλή και δεν επαρκεί για να αναφλεγεί το μείγμα μόνο του, δίνεται ηλεκτρικός σπινθήρας από τον ***σπινθηριστή*** (μπουζί), και η βενζίνη του μείγματος αναφλέγεται. Έτσι παράγονται τα καυσαέρια, που εκτονώνονται και ωθούν το έμβολο προς τα κάτω. Τότε παράγεται και το έργο της μηχανής.

Με τις βενζινομηχανές, που δεν χρησιμοποιούνται πια στα πλοία του εμπορικού ναυτικού, εξαιτίας του κινδύνου πυρκαγιάς από τη βενζίνη, θα ασχοληθούμε με συντομία. Στις μηχανές Ντήζελ εισάγεται στον κύλινδρο ατμοσφαιρικός αέρας, που συμπιέζεται και αυτός από το έμβολο σε υψηλή όμως πίεση και όταν το έμβολο είναι στο Α.Ν.Σ. περίπου, εισάγεται υπό πίεση από τον εγχυτήρα ή τον καυστήρα το πετρέλαιο, που διασκορπίζεται σε λεπτότατα σταγονίδια. Εκεί, εξαιτίας της υψηλής θερμοκρασίας της συμπίεσης, το πετρέλαιο ***αυταναφλέγεται*** και παράγονται, όπως και προηγουμένως, τα καυσαέρια και το έργο τους επάνω στο έμβολο. Η φάση αυτή της λειτουργίας της μηχανής που περιγράψαμε είναι η ***κινητήρια***. Είναι και η σπουδαιότερη φάση, γιατί κατά τη διάρκειά της παράγεται το έργο. Για να πραγματοποιηθεί όμως, χρειάζονται άλλες τρεις βοηθητικές φάσεις, που αντίθετα, απορροφούν έργο από αυτό που παρέχει η μηχανή. Οι φάσεις αυτές είναι η *αναρρόφηση* ή *εισαγωγή* του μείγματος ή του αέρα, η ***συμπίεσή*** του και η ***εξαγωγή*** των καυσαερίων προς την ατμόσφαιρα.

Όλες μαζί αποτελούν τον ***κύκλο λειτουργίας της μηχανής,*** που είναι:

α) 1η φάση: Αναρρόφηση μείγματος ή αέρα.

β) 2η φάση: Συμπίεση μείγματος ή αέρα.

γ) 3η φάση: Καύση - εκτόνωση αερίων. (Στις μηχανές Ντήζελ εισαγωγή του καυσίμου-καύση-εκτόνωση αερίων).

δ) 4η φάση: Εξαγωγή αερίων.

Ο κύκλος αυτός επαναλαμβάνεται συνεχώς, όσο η μηχανή εργάζεται.

3) Τετράχρονες και δίχρονες Ντήζελ

Ο κύκλος λειτουργίας των Ντήζελ μπορεί να πραγματοποιείται είτε σε 4 απλές διαδρομές του εμβόλου (δηλ. 2 στροφές του στροφάλου), είτε σε 2 απλές διαδρομές (δηλ. 1 στροφή του στροφάλου). Κάθε απλή διαδρομή ονομάζεται και *χρόνος.* Έτσι οι μηχανές διακρίνονται σε *τετράχρονες* και *δίχρονες.*

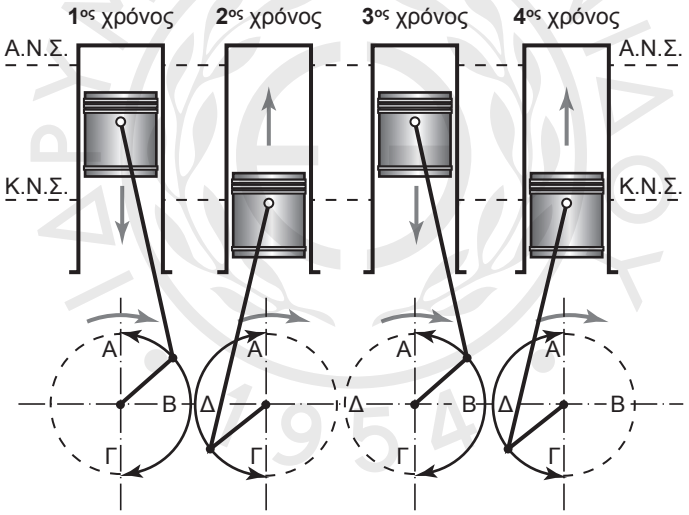
Η λειτουργία της τετράχρονης Ντήζελ φαίνεται στο σχήμα 6.2.

α) *1ος χρόνος: Αναρρόφηση* με τη δύναμη του κενού, που σχηματίζει το κατερχόμενο έμβολο (τόξο ΑΒΓ).

β) *2ος χρόνος: Συμπίεση,* όταν ανέρχεται το έμβολο (τόξο ΓΔΑ).

γ) *3ος χρόνος: Εισαγωγή του* καυσίμου, *καύση - εκτόνωση* (παραγωγή έργου), ώθηση του εμβόλου (τόξο ΑΒΓ).

δ) *4ος χρόνος: Εξαγωγή* αερίων από το ανερχόμενο έμβολο (τόξο ΓΔΑ).



Σχ. 6.2
Σχηματική παράσταση των 4 χρόνων του τετράχρονου κινητήρα

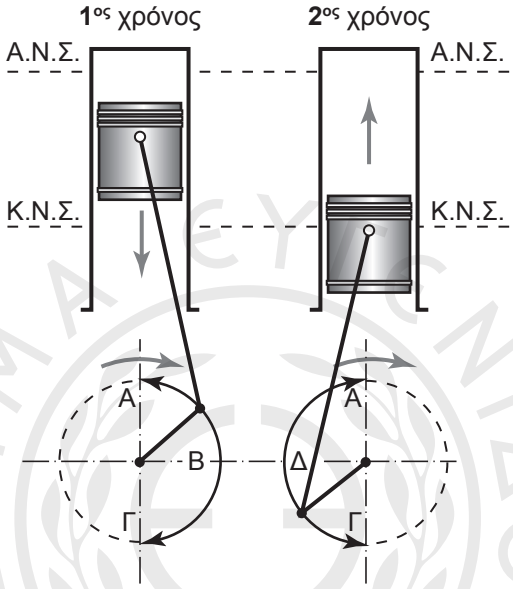
Η λειτουργία της δίχρονης Ντηζελ παρουσιάζεται στο σχήμα 6.3:

α) *1ος χρόνος: Εισαγωγή* του καυσίμου, *καύση - εκτόνωση - προεξαγωγή* των καυσαερίων και *προεισαγωγή* ή *προσάρωση,* όπως λέγεται στις δίχρονες μηχανές (τόξο ΑΒΓ).

β) *2ος χρόνος:* Αποπεράτωση της *εξαγωγής* καυσαερίων - αποπεράτωση της *σάρωσης* - αποπεράτωση της *εισαγωγής του* αέρα - *συμπίεση.*

Χαρακτηριστικό της παραπάνω λειτουργίας των Ντηζελ είναι ότι στις τετράχρονες πραγματοποιείται αυτή με τη βοήθεια βαλβίδων, που βρίσκονται επάνω στο

πώμα και ανοίγουν και κλείνουν μηχανικά την ορισμένη στιγμή, δηλαδή βαλβίδων *εισαγωγής* και βαλβίδων *εξαγωγής*. Στις δίχρονες πραγματοποιείται άλλοτε με βαλβίδες αλλά συνηθέστερα με θυρίδες, που βρίσκονται στις πλευρές του κυλίνδρου και ανοίγουν ή κλείνουν από αυτό το ίδιο το έμβολο, δηλαδή θυρίδες *εξαγωγής* και θυρίδες *σάρωσης*.



Σχ. 6.3
Σχηματική παράσταση των 2 χρόνων του δίχρονου κινητήρα

4) Κατηγορίες μηχανών Ντήζελ

Οι μηχανές Ντήζελ διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

α) *Μονοκύλινδρες* ή *πολυκύλινδρες* με ή χωρίς *ζύγωμα* και *βάκτρο.*

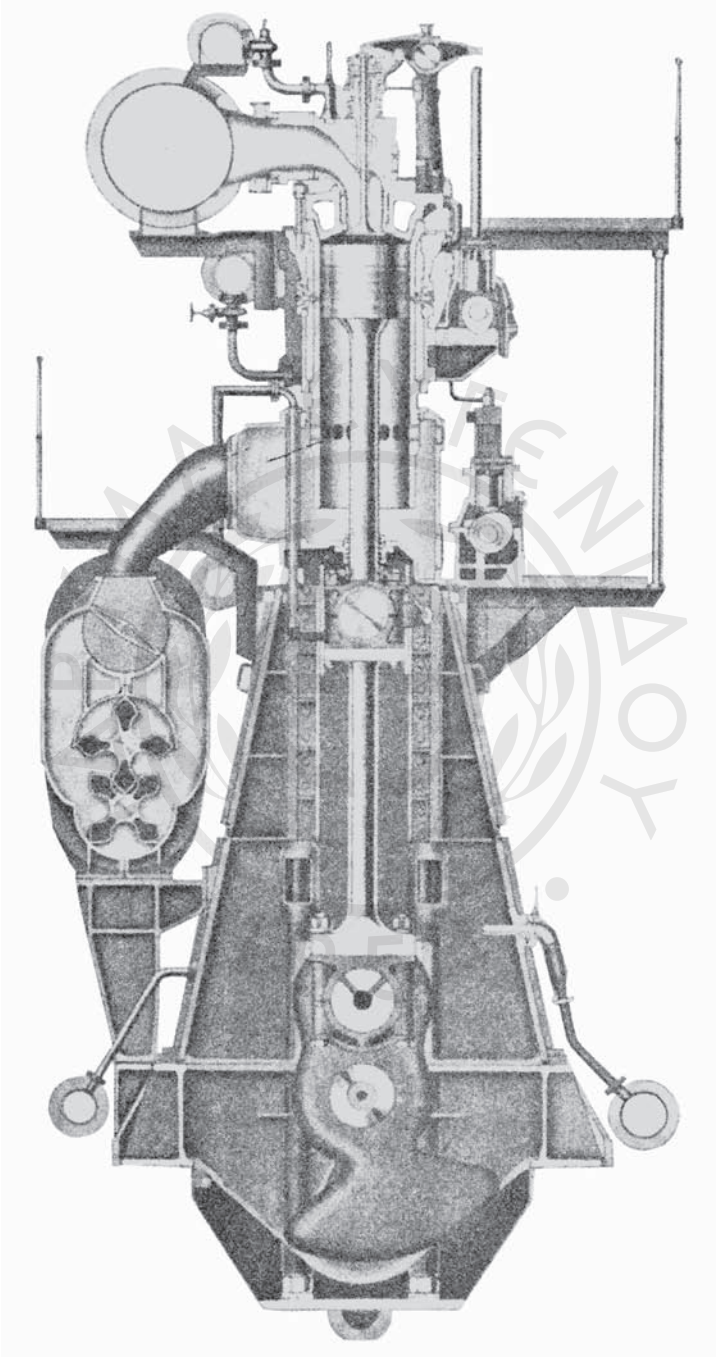
β) *Αερόψυκτες* ή *υδρόψυκτες*.

γ) *Κατακόρυφες, οριζόντιες,* τύπου V ή *αστεροειδείς* κ.λπ.

δ) Χωρίς *υπερτροφοδότηση* ή με *υπερτροφοδότηση,* όπως θα δούμε στην παράγραφο 6.3.

Οι μηχανές Ντήζελ είναι σήμερα όλες *απλής* ενέργειας, δηλαδή σε αυτές γίνεται καύση μόνο από τη μία όψη του εμβόλου. Μηχανές *διπλής* ενέργειας, που η καύση γίνεται και από τις δύο όψεις του εμβόλου, κατασκευάστηκαν κατά το παρελθόν (1940-45), αλλά εγκαταλείφθηκαν, γιατί παρουσίαζαν πολλές τεχνικές δυσχέρειες για την καλή συντήρηση και ομαλή λειτουργία τους. Εξάλλου, το πρόβλημα της αύξησης της, κατά κύλινδρο μιας δεδομένης διαμέτρου, ιπποδύναμης, λύθηκε με την υπερτροφοδότηση. Με αυτήν έγινε δυνατόν να αυξηθεί η ποσότητα της ανά κύκλωμα καιγόμενης ποσότητας πετρελαίου, και έτσι να αυξάνεται η ιπποδύναμη.

Το σχήμα 6.4 παριστάνει μηχανή B & W τύπου 50-TBF-110, 170, ισχύος 160 HP 12 κυλίνδρων δίχρονη.

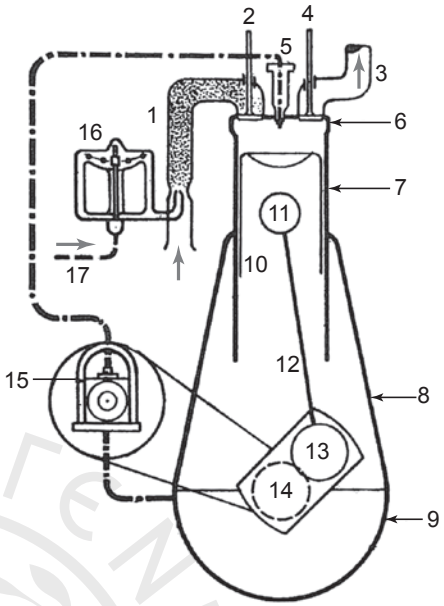


Σχ. 6.4

6.2 Τα μέρη και εξαρτήματα των Μ.Ε.Κ.

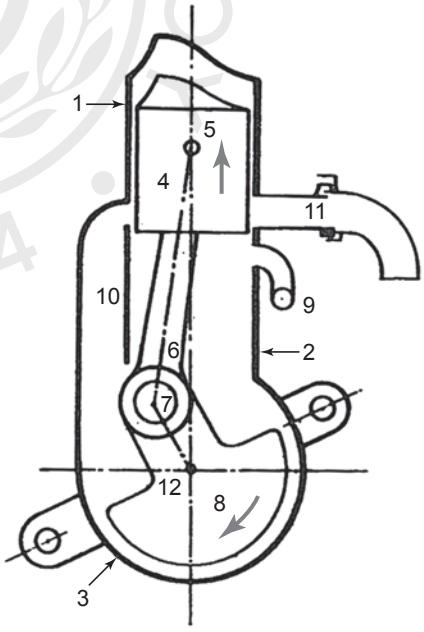
6.2.1 Βενζινομηχανές

Στο σχήμα 6.5 παρουσιάζονται τα μέρη και τα βασικά εξαρτήματα της τετράχρονης βενζινομηχανής. Αυτά είναι: (1) Ο σωλήνας εισαγωγής του μείγματος αέρα-καυσίμου. (2) Η βαλβίδα εισαγωγής. (3) Ο σωλήνας εξαγωγής των καυσαερίων. (4) Η βαλβίδα εξαγωγής. (5) Ο σπινθηριστής (μπουζί). (6) Το πώμα της μηχανής. (7) Ο κύλινδρος. (8) Ο σκελετός της μηχανής. (9) Η βάση της μηχανής, που χρησιμεύει και ως ελαιολεκάνη. (10) Το έμβολο. (11) Ο πείρος του εμβόλου. (12) Ο διωστήρας. (13) Ο στρόφαλος. (14) Ο στροφαλοφόρος άξονας. (15) Η μαγνητοηλεκτρική μηχανή (μανιατό), που δημιουργεί τον σπινθήρα. (16) Ο εξαεριωτής (καρμπυρατέρ). (17) Ο σωλήνας παροχής της βενζίνης προς τον εξαεριωτή.



Σχ. 6.5
Τα βασικά εξαρτήματα τετράχρονης βενζινομηχανής

Το σχήμα 6.6 αντίστοιχα παρουσιάζει τα βασικά εξαρτήματα μιας δίχρονης βενζινομηχανής. Αυτά είναι: (1) Ο κύλινδρος με το πώμα. (2) Ο σκελετός. (3) Η βάση και η ελαιολεκάνη. (4) Το έμβολο. (5) Ο πείρος του εμβόλου. (6) Ο διωστήρας. (7) Ο στρόφαλος. (8) Τα αντίβαρα του στροφάλου. (9) Ο οχετός εισαγωγής του μείγματος μέσα στον στροφαλοθάλαμο. (10) Ο οχετός σάρωσης. (11) Ο οχετός εξαγωγής των καυσαερίων. (12) Ο στροφαλοφόρος άξονας.



Σχ. 6.6
Τα βασικά εξαρτήματα δίχρονης βενζινομηχανής

Στα δύο αυτά σχήματα διακρίνουμε ότι υπάρχουν οι *βαλβίδες* εισαγωγής και εξαγωγής της τετράχρονης μηχανής και οι *θυρίδες* εισαγωγής ή σάρωσης και εξαγωγής της δίχρονης.

Η βασική διαφορά της δίχρονης και της τετράχρονης βενζινομηχανής είναι ότι το μείγμα αέρα-καυσίμου, αντί να εισέλθει στον κύλινδρο, οδηγείται στον στροφαλοθάλαμο, όπου με την κάθοδο του εμβόλου συμπιέζεται και στη συνέχεια εισέρχεται στον κύλιν-

δρο, όπου σαρώνει τα καυσαέρια της προηγούμενης καύσης προς την εξαγωγή. Όταν οι θυρίδες εξαγωγής κλείσουν κατά την άνοδο του εμβόλου που επακολουθεί, το μείγμα αέρα-καυσίμου που παραμένει, συμπιέζεται όπως και στην τετράχρονη μηχανή. Έτσι στο σχήμα 6.6 παρατηρούμε ότι το μείγμα εισέρχεται στον στροφαλοθάλαμο με τον σωλήνα 9, όταν το έμβολο ανέρχεται, ενώ, όταν κατέρχεται, συμπιέζεται, και μέσω του οχετού 10 εισέρχεται στον κύλινδρο.

Για να λειτουργήσει βενζινομηχανή, απαιτούνται και ορισμένα βοηθητικά εξαρτήματα και μηχανήματα, τα οποία είναι:

1) Ο ***εκκεντροφόρος*** ή ***κνωδακοφόρος άξονας***, που κινείται απ' τον στροφαλοφόρο άξονα με οδοντωτούς τροχούς. Φέρει τα ***έκκεντρα*** ή ***κνώδακες***, που, καθώς ο ίδιος περιστρέφεται, περιστρέφονται κι αυτά, και ανυψώνουν τα βάκτρα των βαλβίδων και τις αναγκάζουν να ανοίξουν την καθορισμένη στιγμή.

2) Ο ***εξαεριωτής*** ή ***καρμπυρατέρ*** (που λέγεται και εξανθρακωτής), και όλα τα απαραίτητα εξαρτήματα που συνδέονται με αυτόν, όπως φίλτρο αέρα, σωλήνες βενζίνης κ.λπ. Ο εξαεριωτής προπαρασκευάζει το μείγμα αέρα-καυσίμου σε σωστή αναλογία, πριν αυτό εισέλθει στον κύλινδρο.

3) Η ***αντλία παροχής βενζίνης***, που μεταφέρει τη βενζίνη από τη δεξαμενή προς τον εξαεριωτή ή *εξανθρακωτή.*

4) Το ***ψυγείο και η αντλία νερού ψύξης.***

5) Το ***σύστημα ανάφλεξης***, δηλαδή όλα εκείνα τα εξαρτήματα που χρησιμεύουν για να παράγουν και να δίνουν στην κατάλληλη στιγμή τον σπινθήρα στον σπινθηριστή, για την ανάφλεξη του μείγματος. Αυτά είναι το *μανιατό* ή οι *ηλεκτρικοί συσσωρευτές,* ο *πολλαπλασιαστής,* ο *διανομέας,* ο *σπινθηριστής* και τα διάφορα *ηλεκτρικά καλώδια.*

στ) Τα ***διάφορα όργανα ενδείξεων***, π.χ. *θλιβόμετρα, θερμόμετρα, στροφόμετρα* κ.λπ.

6.2.2 Μηχανές Ντήζελ. Στοιχειώδης περιγραφή

Οι μηχανές Ντήζελ διαφέρουν αρκετά μεταξύ τους ως προς την εξωτερική εμφάνιση, το μέγεθος, τον αριθμό και τη διάταξη των κυλίνδρων και την κατασκευή. Πάντως, έχουν όλες τα ίδια βασικά μέρη, που, έστω και αν διαφέρουν σε εμφάνιση, εργάζονται κατά τον ίδιο τρόπο. Σε κάθε μηχανή υπάρχουν λίγα μόνο βασικά μέρη που κινούνται. Τα υπόλοιπα είναι τα βοηθητικά εξαρτήματά τους.

Τα κύρια εργαζόμενα μέρη είναι: ο *κύλινδρος,* το *έμβολο,* ο *διωστήρας,* ο *στροφαλοφόρος άξονας,* οι *τριβείς,* οι *αντλίες πετρελαίου* και οι *εγχυτήρες.* Στις δίχρονες μηχανές είναι επιπλέον η αντλία *σάρωσης* ή ο *στροβιλοφυσητήρας.*

Τα βοηθητικά εξαρτήματα είναι: Η *αντλία λαδιού λίπανσης,* η *αντλία κυκλοφορίας* νερού ψύξης και το *ψυγείο* της, ο *αεροσυμπιεστής* και οι *φιάλες αέρα εκκίνησης* της μηχανής, το *χειριστήριο* της μηχανής, ο *ρυθμιστής στροφών,* οι *εξαεριστικοί κρουνοί* των κυλίνδρων και διάφορα όργανα ενδείξεων, όπως *θλιβόμετρα, θερμόμετρα, στροφόμετρα* κ.λπ.

1) Τετράχρονη μηχανή

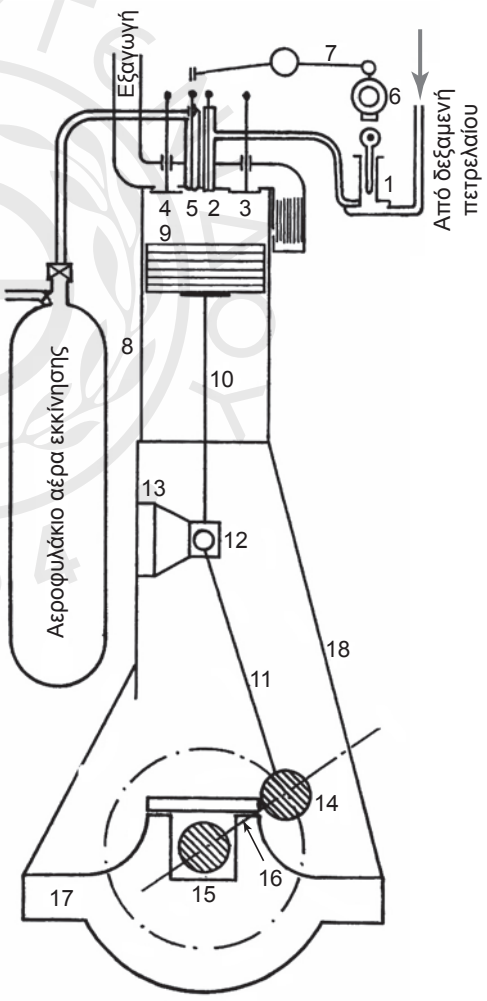
Στο σχήμα 6.7 παριστάνεται μία τετράχρονη απλή μηχανή Ντήζελ, στην οποία διακρίνονται: (1) Η αντλία *έγχυσης* του πετρελαίου. (2) Ο *εγχυτήρας* του πετρελαίου. (3) Η *βαλβίδα αναρρόφησης του* αέρα. (4) Η βαλβίδα της *εξαγωγής.* (5) Η βαλβίδα *εκκίνησης.* (6) Ο *εκκεντροφόρος άξονας.* (7) Οι μοχλοί που μεταδίδουν στις βαλβίδες την κίνηση. (8) Ο *κύλινδρος.* (9) Το *έμβολο. (*10) Το *βάκτρο* του εμβόλου. (11) Ο *διωστήρας.* (12) Ο *σταυρός*. (13) Η *ευθυντηρία. (*14) Το κομβίο του *στροφάλου.* (15) Το κομβίο του *στροφαλοφόρου άξονα.* (16) Οι *παρειές* του στροφάλου. (17) Η *βάση* της μηχανής. (18) Ο *σκελετός* της μηχανής.

Οι κύλινδροι όπου καίγεται το καύσιμο αποτελούνται από τρία μέρη: από το *χιτώνιο,* το *περίβλημα* και το *πώμα.* Μεταξύ χιτωνίου και περιβλήματος, όπως και μέσα στις κοιλότητες του πώματος, κυκλοφορεί ψυχρό νερό. Είναι πόσιμο ή αποσταγμένο νερό, που ψύχεται πρώτα μέσα σε ψυγείο, με θαλάσσιο νερό.

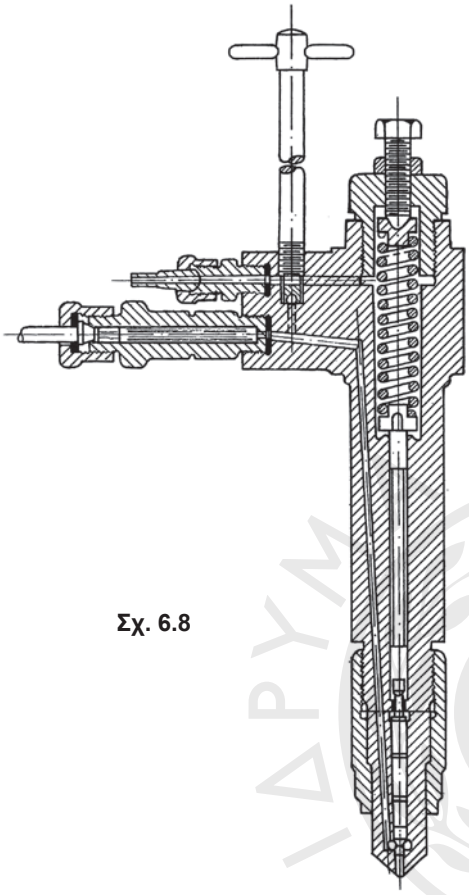
Τα έμβολα στεγανοποιούν με τα ελατήριά τους το κάτω άκρο του θαλάμου της καύσης, και, μέσω του βάκτρου και του διωστήρα μεταδίδουν τη δύναμη που παράγεται μέσα στον κύλινδρο από την καύση του πετρελαίου στον στροφαλοφόρο άξονα. Τα έμβολα είναι κοίλα και ψύχονται εσωτερικά με πόσιμο νερό ή λάδι λίπανσης.

Τα *ελατήρια* των εμβόλων εφαρμόζουν σε ειδικές αυλακώσεις του εμβόλου, στεγανοποιούν τον χώρο μεταξύ του εμβόλου και του χιτωνίου και εμποδίζουν τα υπό υψηλή πίεση καυσαέρια και τον συμπιεζόμενο αέρα, κατά τις αντίστοιχες διαδρομές, να διαφύγουν προς τον στροφαλοθάλαμο. Τα ελατήρια αυτά, που καλούνται *ελατήρια συμπίεσης,* μεταδίδουν επίσης τη θερμότητα από το έμβολο προς το ψυχόμενο χιτώνιο.

Εκτός από τα ελατήρια συμπίεσης, υπάρχουν στο κάτω μέρος του εμβόλου δύο ή τρία *ελατήρια λαδιού,* που έχουν σκοπό να αλείφουν το χιτώνιο με λάδι λίπανσης, όταν το έμβολο κινείται προς τα επάνω. Το λάδι καταθλίβεται κατά σταγόνες στην πλευρά του χιτωνίου, ώστε να είναι αρκετή η λίπανση του χιτωνίου και



Σχ. 6.7



Σχ. 6.8

των ελατηρίων συμπίεσης.

Οι αντλίες έγχυσης συμπιέζουν το πετρέλαιο στην πίεση κατάθλιψής του στον κύλινδρο της μηχανής. Η πίεση αυτή κυμαίνεται ανάλογα με τον τύπο της μηχανής, από 200 ως 600 kg/cm^2. Η πίεση αυτή είναι ικανή να υπερνικήσει την πίεση συμπίεσης 35 ως 40 kg/cm^2 του αέρα που υπάρχει μέσα στον κύλινδρο. Οι αντλίες έγχυσης κινούνται από τον άξονα της μηχανής.

Οι εγχυτήρες είναι τα όργανα με τα οποία το πετρέλαιο εισέρχεται στον κύλινδρο. Προσαρμόζονται στο πώμα και φέρουν βαλβίδα και προστόμιο με μικρές οπές στο άκρο του, που καλείται *ακροφύσιο*. Με την πίεση της αντλίας έγχυσης, η βαλβίδα ανυψώνεται (σχ. 6.8), και το πετρέλαιο διασκορπίζεται από τις οπές του προστομίου με ορμή, σαν νέφος, μέσα στον χώρο της καύσης. Η εισαγωγή του πετρελαίου ονομάζεται *ψέκαση*. Η ψέκαση είναι απαραίτητη για την καλή ανάμειξη του πετρελαίου με τον αέρα και την τέλεια καύση του.

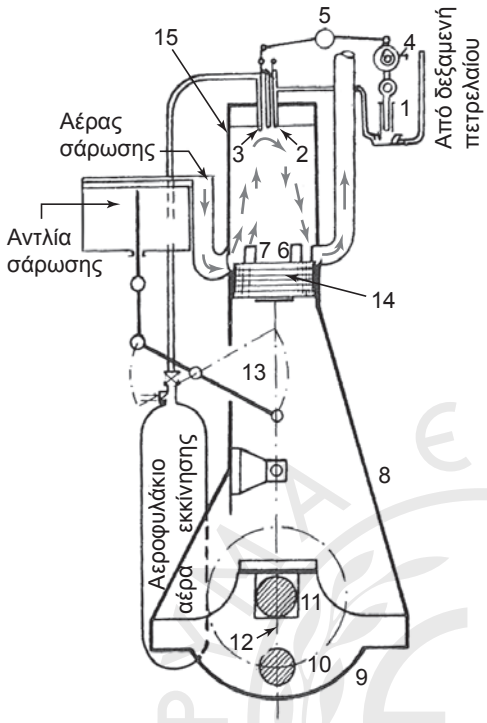
2) Δίχρονη μηχανή

Στο σχήμα 6.9 παριστάνεται μία απλή δίχρονη μηχανή Ντήζελ. Σ' αυτήν έχουμε τα ίδια εξαρτήματα που έχουμε και στην τετράχρονη με τις εξής όμως διαφορές:

α) Αντί για βαλβίδες επάνω στο πώμα, για την εισαγωγή του αέρα και την εξαγωγή των καυσαερίων, έχουμε στα πλευρά του κυλίνδρου τις θυρίδες (7) για την εξαγωγή των καυσαερίων, και άλλες θυρίδες (6) για την είσοδο του αέρα σάρωσης. Αντί για θυρίδες εξαγωγής συχνά υπάρχουν βαλβίδες εξαγωγής των καυσαερίων.

β) Υπάρχει η αντλία σάρωσης, που κινείται από την κύρια μηχανή, όπως φαίνεται στο σχήμα. Καταθλίβει τον αέρα στον κύλινδρο με πίεση μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική. Ο αέρας σαρώνει τα καυσαέρια, όταν το έμβολο φθάσει κάτω και αρχίσει πάλι να κινείται προς τα επάνω. Συγχρόνως γεμίζει τον κύλινδρο με αέρα, που συμπιέζεται στη συνέχεια, όσο το έμβολο κινείται προς τα επάνω, και αποκτά πίεση τόση, όση αντιστοιχεί στη θερμοκρασία που χρειάζεται για να μπορεί να αναφλεγεί το καύσιμο, όπως και στις τετράχρονες μηχανές.

Στο σχήμα, τα βέλη δείχνουν τη διαδρομή του αέρα σάρωσης από τις θυρίδες σάρωσης προς τις θυρίδες εξαγωγής. Έτσι καταλαβαίνουμε ευκολότερα πώς επιτυγχάνεται η σάρωση των καυσαερίων.



Σχ. 6.9
1) Αντλία πετρελαίου
2) Καυστήρας ή εγχυτήρας
3) Βαλβίδα του αέρα προκίνησης της μηχανής
4) Εκκεντροφόρος άξονας
5) Μοχλοί της βαλβίδας εκκίνησης
6) Θυρίδες εξαγωγής των καυσαερίων
7) Θυρίδες εισαγωγής του αέρα σάρωσης
8) Σκελετός της μηχανής
9) Βάση και ελαιολεκάνη
10) Κομβίο στροφάλου
11) Κομβίο στροφαλοφόρου άξονα
12) Παρειές του στροφάλου
13) Ζυγός αντλίας σάρωσης
14) Έμβολο με τα ελατήριά του
15) Κύλινδρος

6.3 Υπερπλήρωση

Υπερπλήρωση ονομάζεται η αναγκαστική εισαγωγή ή είσοδος στον κύλινδρο μεγαλύτερης ποσότητας αέρα από εκείνη που εισέρχεται με το κενό ή με την απλή σάρωση. Επιτυγχάνεται η υπερπλήρωση με ιδιαίτερη αντλία ή συμπιεστή, που συμπιέζει τον αέρα στα 1,7 ως 2,2 kg /cm^2. Η αντλία αυτή καλείται αντλία ***υπερτροφοδότησης*** ή ***υπερπλήρωσης***. Ακριβώς λόγω της μεγαλύτερης πίεσης, ο αέρας της υπερπλήρωσης αποκτά μεγαλύτερο ειδικό βάρος, ώστε μέσα στον όγκο του κυλίνδρου που απογεννά το έμβολο, ο εισερχόμενος αέρας να έχει συνολικά μεγαλύτερο βάρος από αυτό που θα εισερχόταν με μόνο το κενό ή με την απλή σάρωση. Έτσι η μηχανή αποκτά τη δυνατότητα να κάψει περισσότερη ποσότητα καυσίμου. Με την υπερπλήρωση αυξάνεται η ιπποδύναμη της μηχανής, δημιουργείται όμως κακή καύση και αντικανονική ύψωση των θερμοκρασιών.

Η αντλία ***υπερτροφοδότησης*** μπορεί να είναι περιστροφική ή παλινδρομική, όπως και η αντλία σάρωσης. Επίσης μπορεί να είναι φυγοκεντρικού τύπου, οπότε ονομάζεται ***στροβιλοσυμπιεστής υπερτροφοδότησης***, και αποτελείται από στρόβιλο που δέχεται τα καυσαέρια εξαγωγής της μηχανής, και συνδέεται με τον άξονά του με τον ***φυγοκεντρικό συμπιεστή***. Τα καυσαέρια περιστρέφουν τον στρόβιλο, και αυτός με τη σειρά του το στροφείο του συμπιεστή.

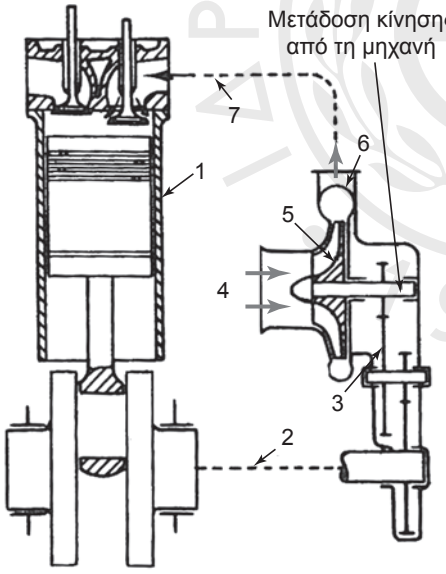
Στις δίχρονες μηχανές με υπερτροφοδότηση, η αντλία υπερτροφοδότησης είναι και αντλία σάρωσης.

Η υπερτροφοδότηση δεν πρέπει να συγχέεται με την υπερφόρτωση της μηχανής, με την οποία εννοούμε την αύξηση της μέγιστης ιπποδύναμής της για μικρό χρονικό διάστημα, το μέγιστο μίας ώρας, και σε ποσοστό 10 ως 15%. Το ποσοστό αυτό δίνεται από τον κατασκευαστή, και χρησιμοποιείται κατά τις πρώτες δοκιμές της μηχανής και σε περίπτωση κινδύνου.

Δεν θα ασχοληθούμε με τις τετράχρονες μηχανές με υπερτροφοδότηση, γιατί δεν χρησιμοποιούνται πια, μετά την εφαρμογή της υπερτροφοδότησης στις δίχρονες μηχανές, οι οποίες χρησιμοποιούνται κατά κανόνα ως κινητήριες μηχανές πλοίων. Τετράχρονες συναντάμε μόνο σε μερικά παλαιότερα πλοία και ως κινητήριες μηχανές ηλεκτρογεννητριών.

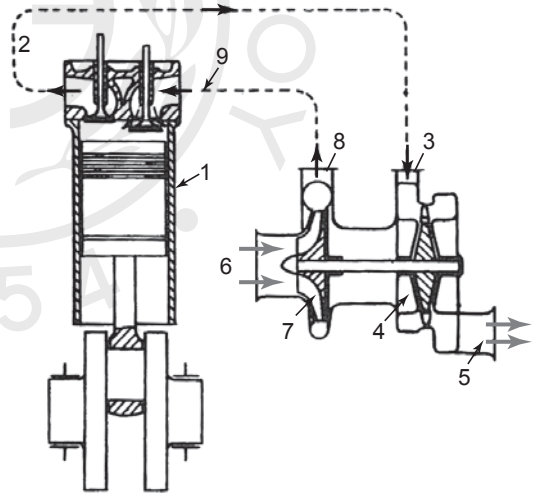
β) Στα σχήματα 6.10 και 6.11 απεικονίζεται η διάταξη τετράχρονης μηχανής με υπερπλήρωση, στις δύο περιπτώσεις, δηλαδή με συμπιεστή εξαρτημένο από την ίδια τη μηχανή, και με συμπιεστή που κινείται από τα καυσαέρια εξαγωγής της. Από τα σχήματα αυτά φαίνεται καθαρά ο τρόπος λειτουργίας της.

γ) Στα σχήματα 6.12 και 6.13 παρουσιάζεται αντίστοιχα δίχρονη μηχανή με υπερπλήρωση. Η χαρακτηριστική διαφορά των δύο διατάξεων είναι ότι: στη μηχανή του σχήματος 6.13 ο στρόβιλος βρίσκεται σε απ' ευθείας επικοινωνία με τον οχετό εξαγωγής και δέχεται συνεχώς απ' ευθείας τα καυσαέρια για να κινηθεί. Στη μηχανή



Σχ. 6.10

(1) Πετρελαιομηχανή 4χρονη. (2) Σύνδεσμος κίνησης συμπιεστή. (3) Οδοντωτοί τροχοί μετάδοσης της κίνησης. (4) Εισαγωγή αέρα στον συμπιεστή. (5) Συμπιεστής. (6) Έξοδος αέρα από τον συμπιεστή. (7) Αγωγός εισαγωγής αέρα στη μηχανή.



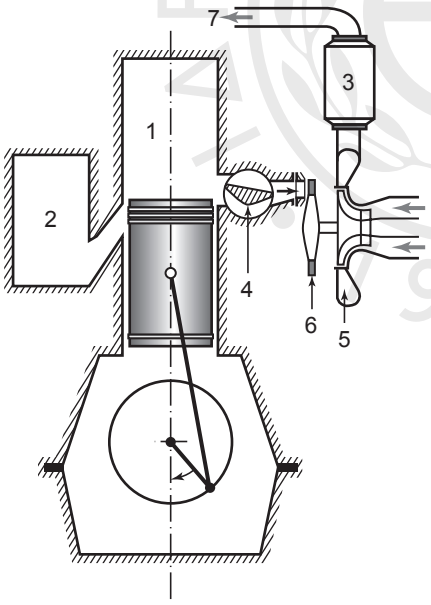
Σχ. 6.11

(1) Πετρελαιομηχανή 4χρονη. (2) Αγωγός εξαγωγής καυσαερίων από τη μηχανή. (3) Εισαγωγή καυσαερίων στον στρόβιλο. (4) Αξονικός στρόβιλος καυσαερίων. (5) Εξαγωγή του στροβίλου. (6) Εισαγωγή αέρα στον συμπιεστή. (7) Φυγοκεντρικός συμπιεστής. (8) Εξαγωγή αέρα από τον συμπιεστή. (9) Αγωγός εισαγωγής αέρα στη μηχανή.

του σχήματος 6.12 μεσολαβεί σε κάθε κύλινδρο περιστρεφόμενη βαλβίδα εξαγωγής, που κινείται από τον άξονα της μηχανής και ρυθμίζει έτσι τη στιγμή της απομόνωσης του χώρου του κυλίνδρου από τον οχετό εξαγωγής, κατά την άνοδο του εμβόλου. Γίνεται φανερό λοιπόν από τα δύο σχήματα, ότι η θυρίδα εξαγωγής αποκαλύπτεται και ο οχετός έρχεται σε επικοινωνία με τον κύλινδρο του σχήματος 6.12 πολύ πιο πριν από τους κυλίνδρους του σχήματος 6.13. Επίσης, κατά την άνοδο του εμβόλου ο κύλινδρος του σχήματος 6.12 μπορεί να απομονωθεί πιο πριν από αυτόν του σχήματος 6.13. Έτσι είναι δυνατό να χορηγηθεί στον κύλινδρο περισσότερος αέρας προς συμπίεση.

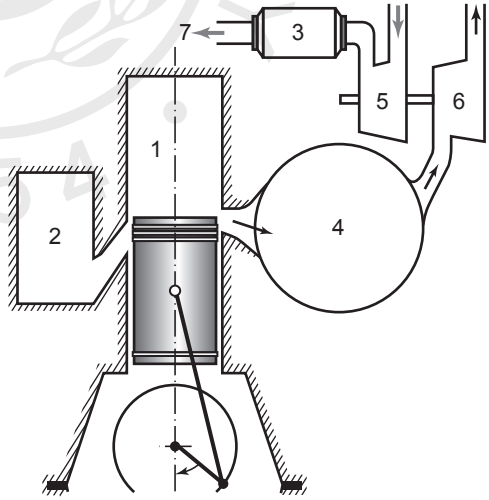
Στο σχήμα 6.14 παριστάνεται ο κύλινδρος μηχανής Burmeister and Wain, με διάμετρο κυλίνδρου 740 mm και διαδρομή εμβόλου 1600 mm, με στροβιλοφυσητήρα και υπερτροφοδότηση. Η ιπποδύναμη της παραπάνω μηχανής, λόγω της καταθλιψης του αέρα σάρωσης υπό πίεση (υπερτροφοδότηση), είναι ανώτερη κατά το ένα τρίτο από την αντίστοιχη μηχανή παλαιού τύπου, χωρίς δηλαδή υπερτροφοδότηση. Η μέση ενδεικτική πίεση στη μηχανή με υπερτροφοδότηση είναι 8 kg/cm^2, ενώ στη μηχανή χωρίς υπερτροφοδότηση είναι 6,5 kg/cm^2. Χαρακτηριστικότερο είναι το γεγονός ότι μία εξακύλινδρη μηχανή με στροβιλοφυσητήρα και υπερτροφοδότηση αποδίδει την ίδια ιπποδύναμη με μία οκτακύλινδρη μηχανή χωρίς υπερτροφοδότηση των ίδιων διαστάσεων κυλίνδρων και του ίδιου αριθμού στροφών.

Στο σχήμα 6.15 παριστάνεται το επάνω μέρος της παραπάνω εξακύλινδρης μη-



Σχ. 6.12

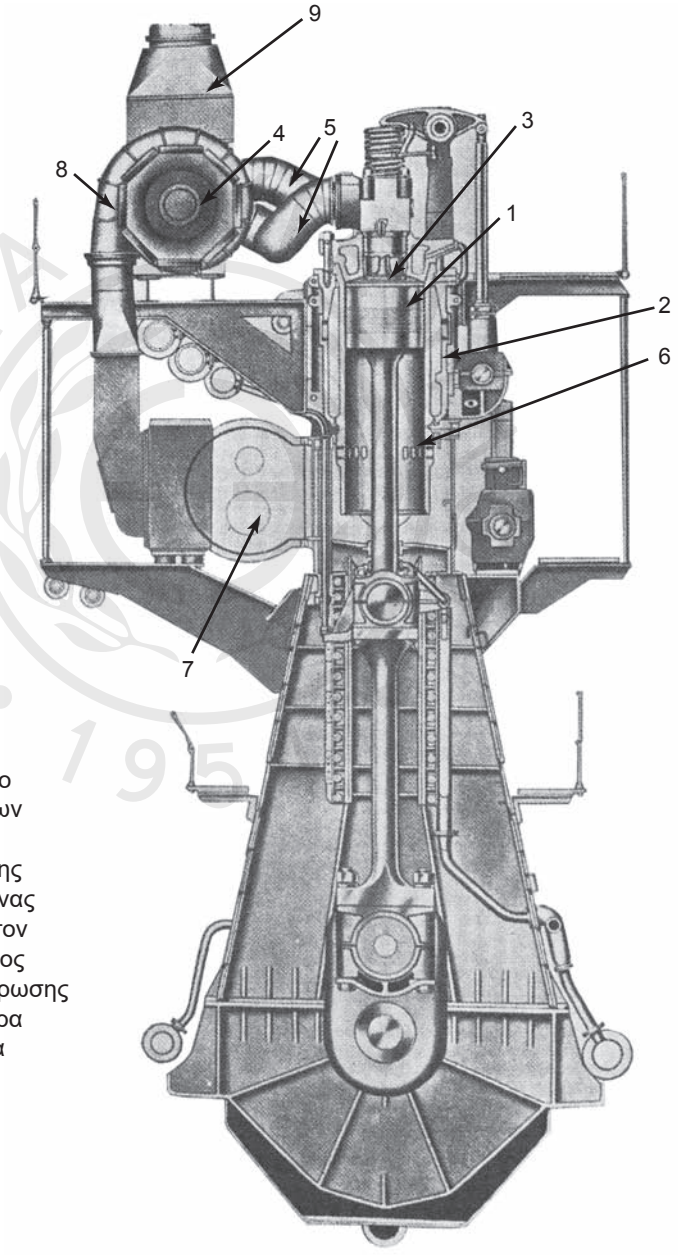
(1) Ο κύλινδρος. (2) Ο συλλέκτης σάρωσης. (3) Το ψυγείο αέρα. (4) Η βαλβίδα οχετού συμπιεστής. (5) Ο συμπιεστής. (6) Ο στρόβιλος. (7) Ο αέρας υπερπλήρωσης.



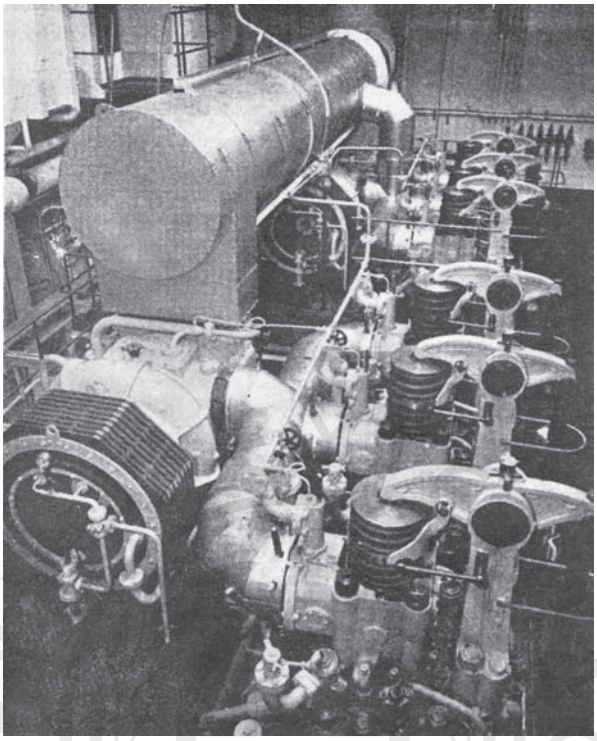
Σχ. 6.13

(1) Ο κύλινδρος. (2) Ο συλλέκτης σάρωσης. (3) Το ψυγείο αέρα. (4) Ο συλλέκτης καυσαερίων εξαγωγής. (5) Ο συμπιεστής. (6) Ο στρόβιλος. (7) Ο αέρας υπερπλήρωσης.

χανής Burmeister and Wain. Όπως βλέπουμε, υπάρχουν δύο στροβιλοφυσητήρες, καθένας από τους οποίους κινείται από τα καυσαέρια τριών συνεχόμενων κυλίνδρων. Φαίνεται επίσης ο οχετός των καυσαερίων, όπου οδηγούνται τα καυσαέρια, αφού κινήσουν τους στροβιλοφυσητήρες. Σχεδόν πάντοτε τα καυσαέρια μέσω του οχετού της εξαγωγής οδηγούνται κατόπιν σε ατμολέβητα και τον θερμαίνουν, για την παραγωγή ατμού για βοηθητικές χρήσεις.



Σχ. 6.14
1) Το έμβολο
2) Οι κύλινδροι
3) Η βαλβίδα εξαγωγής
4) Ο στροβιλοφυσητήρας
5) Ο οχετός εξαγωγής δύο συνεχόμενων κυλίνδρων
6) Οι θυρίδες σάρωσης
7) Ο οχετός αέρα σάρωσης
8) Ο καταθλιπτικός σωλήνας αέρα σαρώσεων από τον στροβιλοφυσητήρα προς τον οχετό του αέρα σάρωσης
9) Η αναρρόφηση του αέρα του στροβιλοφυσητήρα



Σχ. 6.15

6.4 Μηχανές Doxford

Επειδή οι μηχανές Doxford χρησιμοποιούνται πολύ σε ελληνικά πλοία και επειδή η κατασκευή τους είναι ειδική, θα αναφερθούν περιληπτικά τα κύρια χαρακτηριστικά και η λειτουργία τους. Το ιδιαίτερο στοιχείο των μηχανών αυτών είναι ότι σε κάθε κύλινδρο υπάρχουν δύο έμβολα που κινούνται αντίθετα το ένα από το άλλο.

Η μηχανή είναι απλής ενέργειας κάθετη, δίχρονη. Τα έμβολα κινούνται, το ένα προς τα επάνω και το άλλο προς τα κάτω, ωθούμενα έτσι από τα αέρια της καύσης, που δημιουργούνται σε έναν κεντρικό θάλαμο καύσης στο μέσο ύψος του κυλίνδρου. Το κάτω έμβολο αποκαλύπτει μία σειρά θυρίδων αέρα σάρωσης στο κατώτερο μέρος του χιτωνίου, ενώ το άνω έμβολο μία σειρά θυρίδων εξαγωγής στο ανώτερο τμήμα του χιτωνίου. Ο αέρας σάρωσης παρέχεται από τις αντλίες σάρωσης, που βρίσκονται στη μία πλευρά της μηχανής και κινούνται από τη μηχανή μέσω μοχλού από τους κεντρικούς σταυρούς.

Σε κάθε κύλινδρο αντιστοιχούν 3 στρόφαλοι επάνω στον στροφαλοφόρο άξονα. Ο κεντρικός στρόφαλος κινείται μέσω βάκτρου και διωστήρα από το κάτω έμβολο. Έχει 180° διαφορά από τους δύο πλευρικούς στροφάλους, που κινούνται από το επάνω έμβολο μέσω ζυγού (τραβέρσας), δύο πλευρικών βάκτρων, δύο πλευρικών σταυρών και δύο πλευρικών διωστήρων. Για την εξασφάλιση ζυγοστάθμισης των τεμαχίων που παλινδρομούν, η διαδρομή του κάτω εμβόλου είναι περίπου κατά το

ένα τρίτο μεγαλύτερη από τη διαδρομή του άνω εμβόλου. Στο σχήμα 6.16 εικονίζεται η τυπική τομή μηχανής Doxford.

Από το σχήμα 6.17, που δείχνει διαγραμματικά τη διάταξη ενός κυλίνδρου, φαίνεται ότι το βάρος του άνω εμβόλου, με την τραβέρσα, τα δύο πλευρικά βάκτρα, τους δύο πλευρικούς σταυρούς και τους δύο διωστήρες είναι βαρύτερο από το κάτω έμβολο με το ένα βάκτρο, έναν σταυρό και έναν διωστήρα. Το σχήμα δίνει επίσης τις φάσεις του κύκλου που πραγματοποιείται σε κάθε στροφή. Ειδικότερα: (1) Τα έμβολα στο κάτω νεκρό σημείο (θεωρείται ως τέτοιο το Κ.Ν.Σ. του κάτω εμβόλου). Οι θυρίδες σάρωσης ανοίγουν και της εξαγωγής είναι ανοικτές. Εισρέει αέρας σάρωσης στον κύλινδρο, τον διατρέχει, και εξέρχεται από τις θυρίδες εξαγωγής συμπαρασύροντας και τα καυσαέρια. (2) Θυρίδες σάρωσης κλειστές. (3) Θυρίδες εξαγωγής κλειστές. Από το σημείο αυτό αρχίζει η συμπίεση, καθώς τα δύο έμβολα συμπλησιάζουν. (4) Τα έμβολα πλησιάζουν το άνω νεκρό σημείο (θεωρείται ως τέτοιο το Α.Ν.Σ. του κάτω εμβόλου), και αρχίζει η καύση του καυσίμου, που έχει αρχίσει να ψεκάζεται πλήρως 14° πριν μέχρι 16° μετά το Α.Ν.Σ. (5) Τα έμβολα απομακρύνονται και εκτελούν και τα δύο την κινητήρια διαδρομή λόγω της πίεσης των καυσαερίων, ενώ οι θυρίδες εξαγωγής αρχίζουν να ανοίγουν για την εξαγωγή των καυσαερίων. Οι θυρίδες σάρωσης αρχίζουν ύστερα να ανοίγουν για να εισέλθει ο αέρας σάρωσης, που καταθλίβεται από την αντλία σάρωσης. Έτσι σαρώνονται τα καυσαέρια και ο κύλινδρος γεμίζει με καθαρό αέρα.

Στο σχήμα 6.16α τα έμβολα είναι στο Α.Ν.Σ. και στο σχήμα 6.16β τα έμβολα πλησιάζουν το Κ.Ν.Σ.

6.5 Τα καύσιμα των Μ.Ε.Κ.

Καύσιμα που χρησιμοποιούνται στις Μ.Ε.Κ. είναι τα αέρια που χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις ξηράς και τα υγρά καύσιμα. Εδώ θα ασχοληθούμε με τα υγρά καύσιμα.

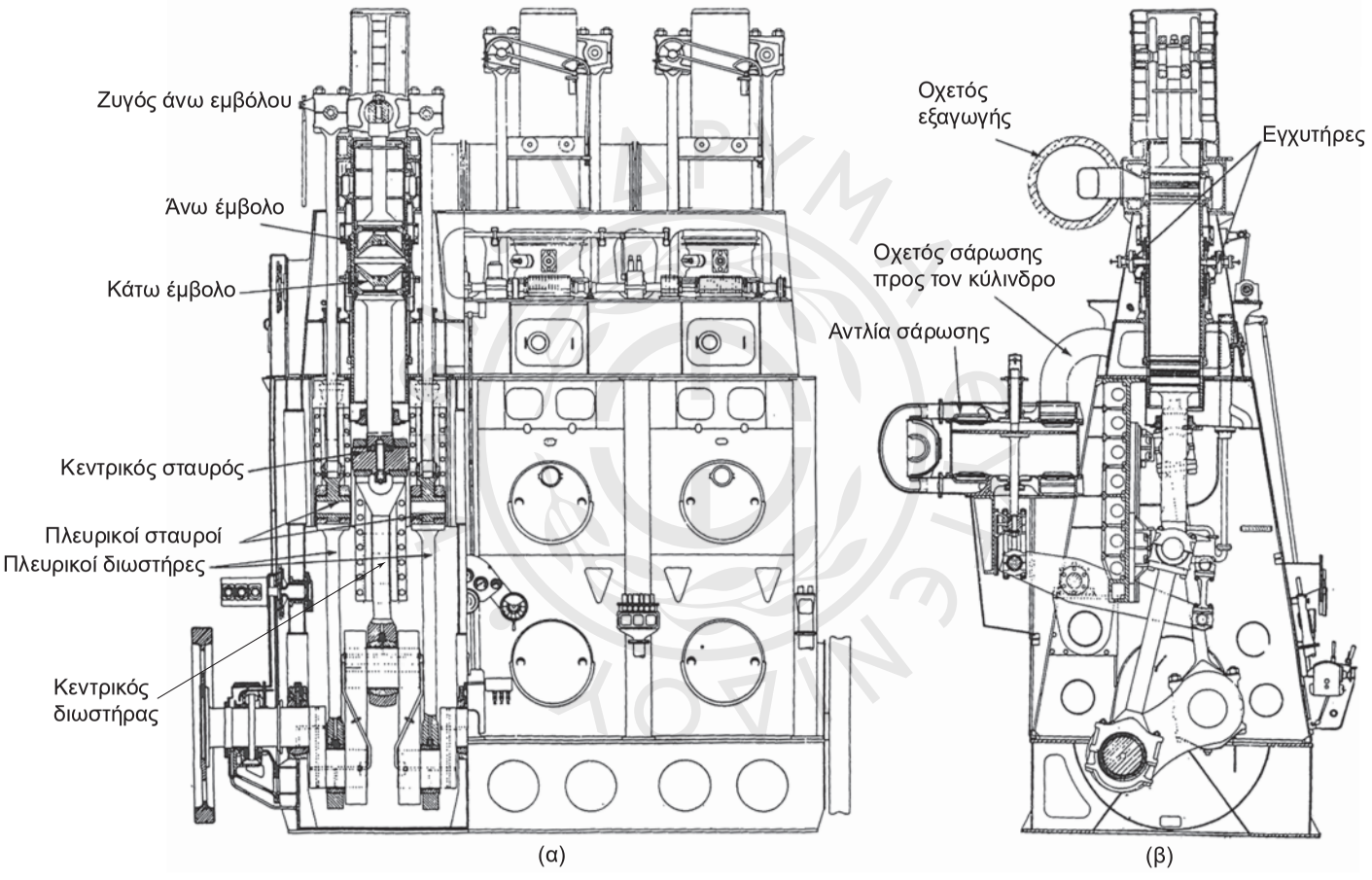
Στις μηχανές έκρηξης (βενζινομηχανές) χρησιμοποιείται η βενζίνη. Στις μηχανές Diesel χρησιμοποιούνται το πετρέλαιο Ντήζελ, πετρέλαιο ενδιάμεσης ρευστότητας (intermediate) των 1500" και βαρύτερο ακόμη, και το Μαζούτ των 3600". Συνήθως όμως στις κινητήριες μηχανές χρησιμοποιείται πετρέλαιο των 1500".

Οι αριθμοί 1500" και 3600" δείχνουν τον βαθμό ρευστότητας του πετρελαίου, σε ειδικό όργανο καταμέτρησης της ρευστότητας.

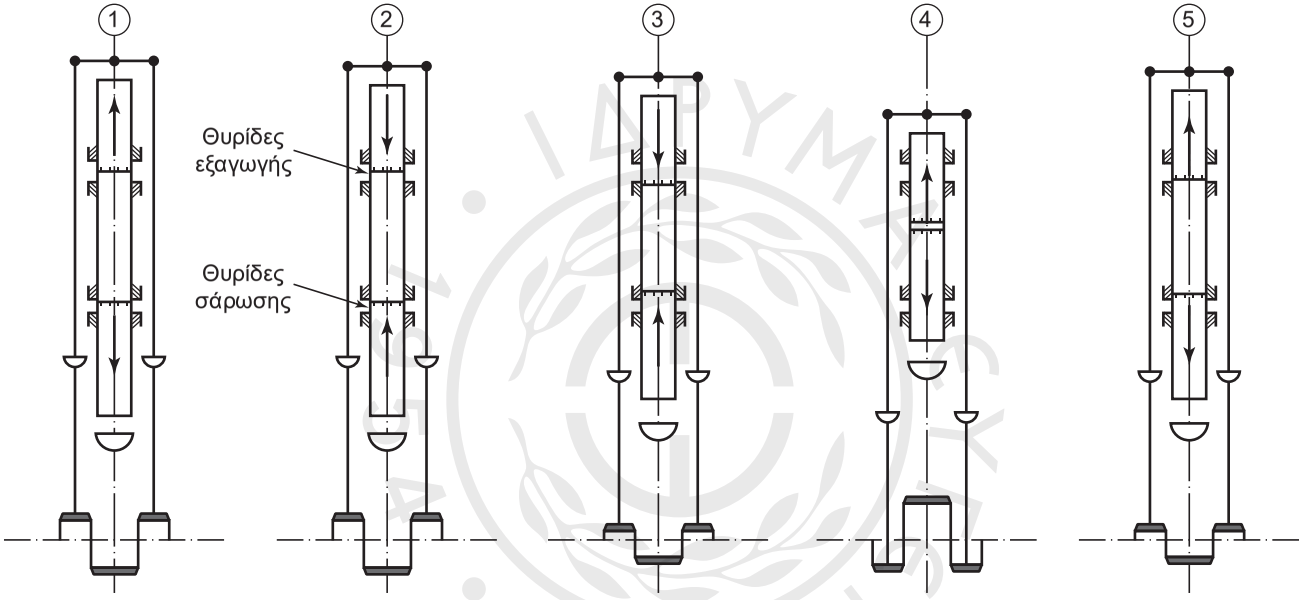
6.6 Το πετρέλαιο Ντήζελ

Το *πετρέλαιο Ντήζελ* είναι κι αυτό προϊόν της απόσταξης της νάφθας, λαμβάνεται σε θερμοκρασία 300° ως 350°C περίπου και αποτελείται από ανώτερα αποστάγματα (από εικοσάνιο μέχρι τριακονταπεντάνιο).

Έχει ειδικό βάρος 0,83 kg/dm^3 περίπου και ***θερμοκρασία αντανάφλεξης*** περίπου 300°C. Ο τρόπος της έγχυσης και της έναυσης του πετρελαίου μέσα στον κύλινδρο επιτρέπουν την υψηλή συμπίεση στη μηχανή Ντήζελ (μέχρι 35 kg/cm^2 και σε μηχανές μεικτού κύκλου μέχρι και 45 kg/cm^2) και λόγω αυτού μεγάλη απόδοση έναντι της βενζινομηχανής. Το πετρέλαιο Ντηζελ είναι ρευστότητας 35" ως 55" Redwood No 1.


Ζυγός άνω εμβόλου
Άνω έμβολο
Κάτω έμβολο
Κεντρικός σταυρός
Πλευρικοί σταυροί
Πλευρικοί διωστήρες
Κεντρικός διωστήρας
(α)
Οχετός εξαγωγής
Εγχυτήρες
Οχετός σάρωσης προς τον κύλινδρο
Αντλία σάρωσης
(β)

Σχ. 6.16



Σχ. 6.17
Φάσεις λειτουργίας μηχανής Doxford

6.7 Το πετρέλαιο Μαζούτ

Μετά την λήψη του πετρελαίου Ντήζελ από την κλασματική απόσταξη, παραμένει υπόλειμμα, που χαρακτηρίζεται ως βαρύ πετρέλαιο Μαζούτ ή πετρέλαιο λεβήτων και χρησιμοποιείται στους λέβητες των πλοίων. Έχει ειδικό βάρος 0,95 ως 1,02 kg/dm^3.

Καθώς συνεχίζεται η κλασματική απόσταξη, και πριν καταλήξουμε στο Μαζούτ, λαμβάνονται πετρέλαια ενδιάμεσης ρευστότητας, με ειδικό βάρος μεταξύ 0,83 kg/dm^3 και 0,95 kg/dm^3. Χρησιμοποιούνται, όπως είπαμε, στις κινητήριες μηχανές Ντηζελ των πλοίων, αντί για το μαζούτ, γιατί έτσι έχουμε πολύ μειωμένη φθορά των εργαζόμενων εξαρτημάτων του θαλάμου καύσης.

6.8 Καύση. Τι απαιτείται για την καύση κάθε καυσίμου στις Μ.Ε.Κ.

Και η βενζίνη και το πετρέλαιο αποτελούνται κυρίως από άνθρακα C και υδρογόνο Η. Η καύση τους ακολουθεί τους γενικούς νόμους της θερμοχημείας, [παράγρ. 2.15(β)]. Τα καύσιμα συστατικά τους, ο C και το Η, ενώνονται με το οξυγόνο Ο του ατμοσφαιρικού αέρα, που εισέρχεται με καθορισμένη περίσσεια μέσα στον κύλινδρο, ο οποίος έχει κατάλληλα σχεδιαστεί από τον κατασκευαστή.

Για την καύση του πετρελαίου Ντήζελ απαιτείται η ***συμπίεση*** του αέρα στον κύλινδρο σε 35 kg/cm^2 περίπου και η ***ψέκαση*** του πετρελαίου υπό πίεση 200 ως 600 kg/cm^2, με τη βοήθεια της ***αντλίας έγχυσης*** και του ***εγχυτήρα***.

Για την καύση του βαρέος πετρελαίου Μαζούτ στις Μ.Ε.Κ. απαιτούνται οι ίδιες προϋποθέσεις, που απαιτούνται και για το πετρέλαιο Ντήζελ. Χρειάζεται όμως επιπλέον επιμελημένη ***προθέρμανσή*** του για να γίνει λεπτόρρευστο και άριστη διύλιση με τους φυγοκεντρικούς *καθαριστές* (De Laval) που έχει το πλοίο.

6.9 Λόγοι χρησιμοποίησης βαρέος πετρελαίου ή μείγματός του με πετρέλαιο Ντήζελ

Η χρησιμοποίηση βαρέος πετρελαίου υπαγορεύεται από λόγους οικονομίας (χαμηλότερο κόστος αγοράς). Η οικονομία αυτή είναι μεγαλύτερη και από την απαιτούμενη δαπάνη εγκατάστασης προθερμαντήρων και καθαριστήρων, και από τις δαπάνες που δημιουργούνται, επειδή η καύση του Μαζούτ ρυπαίνει και φθείρει τους κυλίνδρους πολύ πιο γρήγορα.

Ανεξάρτητα πάντως από τα παραπάνω, η χρήση αμιγούς πετρελαίου Ντήζελ είναι αναγκαία πολλές φορές στα πλοία, για την αρχική εκκίνηση της μηχανής ή και για τη λειτουργία των πετρελαιομηχανών φωτισμού, που εργάζονται με πετρέλαιο Ντήζελ.

6.10 Ισχύς των Μ.Ε.Κ.

Η ισχύς χαρακτηρίζεται ως *ενδεικτική* (Ι.Η.Ρ.) και *πραγματική* (Β.Η.Ρ.).

Η *ενδεικτική ισχύς* υπολογίζεται με βάση το δυναμοδεικτικό διάγραμμα, από το οποίο λαμβάνουμε τη μέση πίεση. Εάν γνωρίζουμε τη διάμετρο και τη διαδρομή του εμβόλου, τον αριθμό στροφών ανά λεπτό κ.λπ., υπολογίζουμε την ιπποδύναμη κάθε κυλίνδρου και όλης της μηχανής.

Η *πραγματική ισχύς* βρίσκεται με την πέδη ή με τον μηχανικό βαθμό απόδοσης $η_μ$ από τον τύπο:

B.H.P. = ημ. I.H.P.

Ο μηχανικός βαθμός απόδοσης στις Μ.Ε.Κ. βαρέος τύπου κυμαίνεται από 0,88 ως 0,94.

6.11 Ειδικοί όροι ισχύος Μ.Ε.Κ.

Ιδιαίτερα στα πλοία με Μ.Ε.Κ. μας ενδιαφέρουν οι όροι ισχύος C.S.R., M.C.R. και O.R., που σημαίνουν:

1) *C.S.R.* (continuous service rating), ισχύς συνεχούς χρήσης.

2) *M.C.R.* (maximum continuous rating), μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύς.

3) *O.R.* (overload rating), ισχύς υπερφόρτωσης.

Οι τιμές αυτές παρέχονται από τους κατασκευαστές. Η *M.C.R.* είναι μεγαλύτερη κατά 8 ως 10% από την *C.S.R.,* και η *O.R.* μεγαλύτερη κατά 10% περίπου από την *M.C.R.*

Σε μηχανή Burmeister and Wain, τύπου K 84 EF π.χ. είναι:

C.S.R. 2270 HP, με στροφές n = 110 r.p.m.
M.S.R. 2500 HP, με στροφές n= 114 r.p.m.
O.R. 2720 HP, με στροφές n = 117 r.p.m.

6.12 Ισχύς πρόσω και ανάποδα

Στις Μ.Ε.Κ., η ισχύς τους κατά το πρόσω και το ανάποδα είναι ίδια περίπου. Μικρή διαφορά προς το λιγότερο κατά την αναπόδιση του πλοίου οφείλεται σε αντίστοιχη ελαττωμένη απόδοση της έλικας και στις μεγαλύτερες αντιστάσεις της γάστρας.

6.13 Οικονομική λειτουργία της μηχανής

Η Μ.Ε.Κ. εργάζεται με μεγαλύτερη απόδοση, δηλαδή οικονομικότερα, στα υψηλά φορτία. Ανεξάρτητα όμως από αυτό, σε ένα πλοίο η κατανάλωση καυσίμων επηρεάζεται και από το σχήμα της γάστρας και από την απόδοση της έλικας, που είναι μεγαλύτερη σε χαμηλούς αριθμούς στροφών.

Ο όρος ***οικονομική ταχύτητα*** περιέχει τους παραπάνω παράγοντες και προσδιορίζει την ταχύτητα που αντιστοιχεί στη μικρότερη ανά μίλι κατανάλωση καυσίμου. Έχει μάλιστα ιδιαίτερη σημασία σε περιπτώσεις περιορισμένου φορτίου καυσίμων κατά τον πλου.

6.14 Μετάδοση της κίνησης άμεση και έμμεση (με μειωτήρες), σε προωστήριες μηχανές

Ο αριθμός στροφών της έλικας, στα συνηθισμένα εμπορικά πλοία, κυμαίνεται από 80 ως 130 r.p.m. (στροφές ανά λεπτό). Στα όρια αυτά η έλικα έχει ικανοποιητική απόδοση. Πολλές φορές όμως φτάνει και τις 170 r.p.m. σε ειδικές κατασκευές, όπως επιβατηγά πλοία κ.λπ.

Οι προωστήριες μηχανές πάλι κινούνται: οι μεν *βραδύστροφες* με τον ίδιο (παραπάνω) αριθμό στροφών, ενώ οι *ταχύστροφες* μέχρι και με 900 r.p.m, για λόγους οικονομίας σε όγκο και βάρος της προωστήριας εγκατάστασης. Έτσι προέκυψαν τα παρακάτω διάφορα συστήματα μετάδοσης της κίνησης από τον στροφαλοφόρο στον ελικοφόρο άξονα:

1) Η ***άμεση*** ή ***απ' ευθείας*** μετάδοση. Εφαρμόζεται στις βραδύστροφες μηχανές. Μηχανές και έλικες στρέφονται με τον ίδιο αριθμό στροφών. Η σύνδεση γίνεται μέσω ελαστικού συνδέσμου, και μετά από αυτόν ακολουθεί ο ωστικός τριβέας. Η μηχανή, σ' αυτήν την περίπτωση, είναι οπωσδήποτε *αναστρεφόμενη.*

2) Η ***έμμεση*** μετάδοση, όπου η μηχανή στρέφεται με μεγάλο αριθμό στροφών, και η έλικα με χαμηλό, διακρίνεται:

α) ***Μηχανική μετάδοση*** (με μειωτήρες μέσω οδοντωτών τροχών), όπου χρησιμοποιούνται οδοντωτοί τροχοί μίας ή περισσότερων πτώσεων των στροφών, όπως στους ατμοστροβίλους [παράγρ. 5.9(α)]. Η μηχανή μπορεί να είναι αναστρεφόμενη ή όχι. Στη δεύτερη περίπτωση, που είναι η πιο συνηθισμένη, μεταξύ μηχανής και μειωτήρων παρεμβάλλεται ο ***συμπλέκτης-αναστροφέας*** (αμπραγιάζ-ρεβέρσα) μηχανικού τύπου ή με αεροθαλάμους (Airflex-type), που εξυπηρετούνται από βοηθητικό αεροσυμπιεστή. Η όλη μετάδοση συμπληρώνεται με ωστικό τριβέα.

β) ***Ηλεκτρική μετάδοση***. Το σύστημα αυτό αποτελείται βασικά από ζεύγος *ηλεκτρογεννήτριας-ηλεκτροκινητήρα,* όπως και στους ατμοστροβίλους [παράγρ. 5.9(β)].

Η ηλεκτρογεννήτρια προσαρμόζεται στον άξονα της πολύστροφης μηχανής και παράγει ηλεκτρικό ρεύμα, που κινεί βραδύστροφο ηλεκτροκινητήρα με ρυθμιζόμενο αριθμό στροφών. Ο ηλεκτροκινητήρας αυτός κινεί ελικοφόρο άξονα με τον επιθυμητό αριθμό στροφών.

6.15 Αναπόδιση

1) Με έλικα σταθερού βήματος (Fixed Pitch Propeller – FPP)

α) Στην ***άμεση*** ή ***απευθείας μετάδοση κίνησης***, η αναπόδοση ή αναστροφή επιτυγχάνεται με αναστροφή της φοράς κίνησης της ίδιας της μηχανής. Αυτό επιτυγχάνεται με ιδιαίτερο μηχανισμό αναστροφής, κατά τρόπο ανάλογο με αυτόν των παλινδρομικών ατμομηχανών. Κατά το συνηθέστερο σύστημα, χρησιμοποιείται δεύτερη σειρά κνωδάκων (εκκέντρων), για τον ανάποδα. Με τον μηχανισμό αναστροφής μετακινείται κατά το διάμηκες ο εκκεντροφόρος άξονας έτσι ώστε, ανάλογα με την επιθυμητή φορά περιστροφής, να τίθενται σε ενέργεια τα έκκεντρα π.χ. του πρόσω, οπότε τα έκκεντρα του ανάποδα στρέφονται άεργα και αντίστροφα.

β) Στην *έμμεση μηχανική μετάδοση με μειωτήρες* και *αναστροφέα*, που εφαρμόζεται σε μικρές και μεσαίου μεγέθους μηχανές, μεταξύ του στροφαλοφόρου άξονα και του άξονα της προέκτασης παρεμβάλλεται *αναστροφέας (ρεβέρσα).* Ο χειρισμός του αναστροφέα επιτυγχάνεται ή μηχανικά ή με πεπιεσμένο αέρα ή με λάδι υπό πίεση. Κατά τη λειτουργία της, η μηχανή στρέφεται πάντα κατά την ίδια κατεύθυνση, και ο αναστροφέας ρυθμίζει την κίνηση του ελικοφόρου άξονα κατά την κίνηση πρόσω ή ανάποδα.

γ) Στην *έμμεση ηλεκτρική μετάδοση,* επιτυγχάνεται με επίδραση του ηλεκτροκινητήρα στην ηλεκτρική συνδεσμολογία, ενώ η μηχανή στρέφεται πάντα με την ίδια φορά.

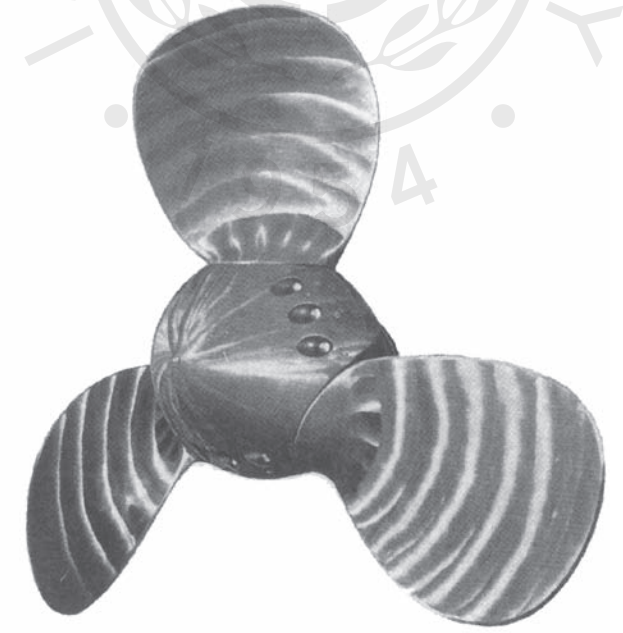
2) Με έλικα ελεγχόμενου ή ρυθμιζόμενου βήματος (Controlable Pitch Propeller – GPP)

Η έλικα ελεγχόμενου βήματος φέρει συνήθως 3 πτερύγια, τα οποία μπορούν να περιστρέφονται, ώστε να μεταβάλλεται το βήμα τους. Η μεταβολή αυτή δίνει στο πλοίο τη δυνατότητα να κάνει κίνηση από *πρόσω ολοταχώς* σε *κράτει,* ως και *ανάποδα ολοταχώς,* ενώ ο ελικοφόρος στρέφεται κατά την ίδια πάντα φορά.

Η μεταβολή του βήματος επιτυγχάνεται από τη γέφυρα, με αρθρωτούς συνδέσμους ή υδραυλικό σύστημα μέσα από την εσωτερική κοιλότητα του ελικοφόρου άξονα μέχρι την πλήμη της έλικας προς τα πτερύγια. Όσο μεγαλύτερο είναι το βήμα των πτερυγίων, τόσο μεγαλύτερη είναι η ταχύτητα του πλοίου. Όταν το βήμα γίνει μηδενικό, δηλαδή όταν η επιφάνεια των πτερυγίων γίνει κάθετη στον άξονα, τότε ο άξονας μπορεί να στρέφει, αλλά καμία ώθηση δεν δίνεται στο πλοίο. Αυτό αντιστοιχεί στην κίνηση *κράτει.* Όταν τα πτερύγια λάβουν αντίθετη κλίση, τότε αρχίζει η αναπόδιση. Το αντίθετο συμβαίνει κατά τη μετάβαση από ανάποδα σε κράτει και στη συνέχεια σε πρόσω κίνηση.

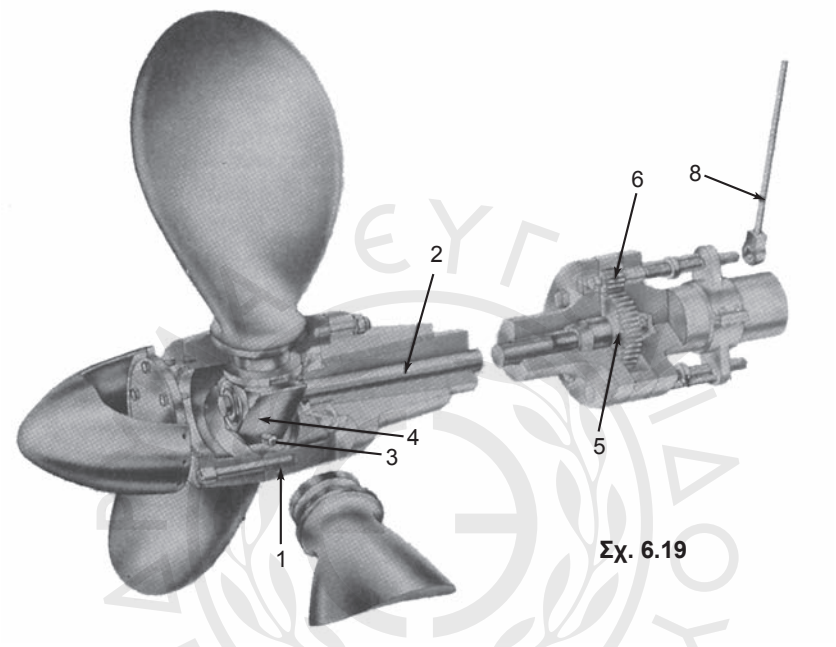
Οι περισσότερο γνωστές έλικες είναι τύπου KA-ME-WA, ACN, Voith-Schneider κ.λπ.

Το σχήμα 6.18 παριστάνει έλικα μεταβλητού βήματος.



Σχ. 6.18

Το σχήμα 6.19 παριστάνει τον μηχανισμό μεταβολής του βήματος, που περιλαμβάνει: (1) Την πλήμη της έλικας. (2) Την ράβδο ελέγχου μεταβολής του βήματος. (3) Τον πείρο προσανατολισμού των πτερυγίων. (4) Τον τροχό ελέγχου. (5) Τον οδοντωτό τροχό. (6) Το πηνίο. (7) Τον ενδείκτη. (8) Τον μοχλό χειρισμού (που συνδέεται με κατάλληλο *βοηθητικό* μηχάνημα).



Σχ. 6.19

Στο σχήμα 6.20 τέλος παριστάνεται η λειτουργία της έλικας σε 4 χαρακτηριστικές θέσεις:

α) Σε άεργη λειτουργία, με τα πτερύγια κάθετα στον άξονα, δηλαδή στην ουδέτερη θέση, όπου, παρά την περιστροφή του άξονα, καμία ώθηση δεν προκαλείται.

β) Σε πρόσω ολοταχώς, με το μέγιστο βήμα και τη μέγιστη ισχύ της μηχανής.

γ) Σε πλου με αυξημένη αντίσταση, δηλαδή μεγάλο βύθισμα, ρυμούλκηση άλλου πλοίου κ.λπ., με τη μέγιστη ισχύ, αλλά μικρότερο βήμα.

δ) Στο ανάποδα, όπου διακρίνονται τα πτερύγια με κλίση αντίθετη από αυτήν που έχουν κατά την κίνηση πρόσω.

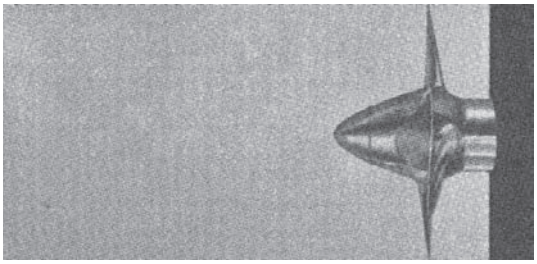
6.16 Σύγκριση Μ.Ε.Κ. με ατμοστρόβιλο

Και οι δύο αυτοί τύποι χρησιμοποιούνται πάρα πολύ στο Ε.Ν. Οι μηχανές Ντήζελ και οι στρόβιλοι παρουσιάζουν μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα. Ειδικότερα:

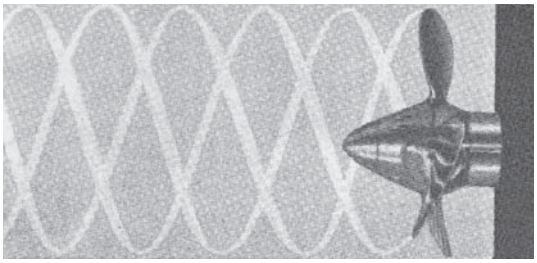
1) Ατμοστρόβιλος

α) ***Πλεονεκτήματα*** (σε σύγκριση με μηχανή Ντήζελ)

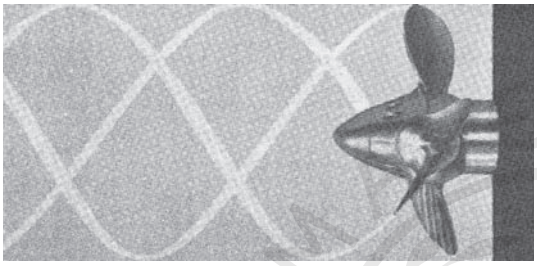
– Είναι απλούστερη μηχανή από τη Ντήζελ, λόγω του ότι δεν έχει μεγάλο αριθμό αρθρώσεων και εξαρτημάτων. Επίσης είναι περισσότερο εύκολη κατά τους



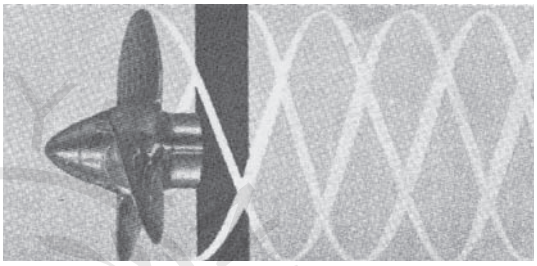
(α)



(γ)



(β)



(δ)

Σχ. 6.20

χειρισμούς.
– Απαιτεί λιγότερο ειδικευμένο προσωπικό.

β) ***Μειονεκτήματα***
– Απαιτεί να υπάρχουν λέβητες για την παραγωγή ατμού, και εξυπηρετικά μηχανήματα, με αποτέλεσμα η όλη εγκατάσταση να έχει μεγαλύτερο βάρος για την ίδια ισχύ με Ντήζελ.
– Έχει μικρότερη θερμική απόδοση από τη Ντήζελ, και συνεπώς μεγαλύτερη κατανάλωση. Το μειονέκτημα αυτό έχει και ως συνέπεια να απαιτούνται μεγαλύτερες ποσότητες πετρελαίου, και γι' αυτό να μειώνεται το ωφέλιμο μεταφερόμενο φορτίο στα φορτηγά πλοία.
– Δεν διαθέτει την ίδια ισχύ στο ανάποδα.
– Χρειάζεται μεγάλη προσοχή στην προθέρμανση, την εκκίνηση και τη συντήρηση, γιατί, όταν παρουσιαστεί ανωμαλία, είναι σοβαρότατη και μπορεί να φτάσει μέχρι και την καταστροφή του στροβίλου.

2) Μηχανές Ντήζελ

α) ***Πλεονεκτήματα***
– Σε περίπτωση βλάβης ενός από τους κυλίνδρους της, μπορεί να συνεχίσει να λειτουργεί με τους υπόλοιπους (με μειωμένη ισχύ).
– Διαθέτει την ίδια ισχύ στο πρόσω και στο ανάποδα.
– Έχει μεγαλύτερη θερμική απόδοση και συνεπώς μικρότερη κατανάλωση. Το πλεονέκτημα αυτό αυξάνεται με χρήση βαρύτερων πετρελαίων.
– Δεν χρειάζεται πολλές ώρες προετοιμασίας για την εκκίνηση μετά από μακροχρόνια κράτηση, όπως συμβαίνει με τους στροβίλους.

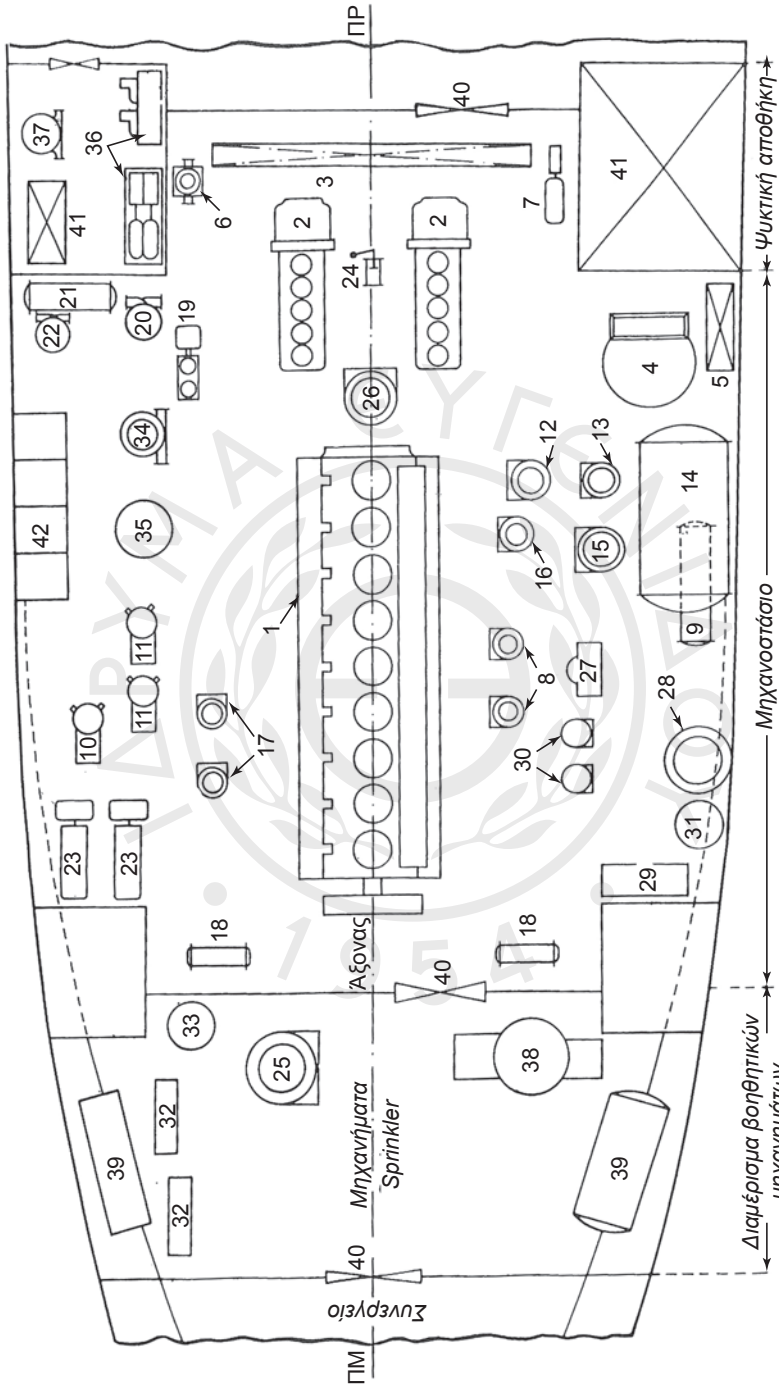
β) ***Μειονεκτήματα***

– Έχει πολλές αρθρώσεις, που απαιτούν μεγαλύτερη παρακολούθηση και ειδικευμένο προσωπικό.
– Παρουσιάζει μεγαλύτερη δυσκολία κατά τους χειρισμούς.
– Πρέπει να υπάρχει στο πλοίο μεγάλος αριθμός ανταλλακτικών, γιατί τα εξαρτήματα του χώρου της καύσης, δηλαδή κεφαλές των εμβόλων, ελατήρια, καυστήρες, απαιτούν συχνές αντικαταστάσεις.

6.17 Διάταξη εγκατάστασης μηχανοστασίου πλοίου με μηχανή Ντήζελ

Το σχήμα 6.21 παριστάνει μία τέτοια διάταξη σε μονέλικο πλοίο. Είναι: (1) Η κύρια μηχανή Ντήζελ. (2) Οι *πετρελαιογεννήτριες* παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. (3) Ο κύριος ηλεκτρικός πίνακας διανομής. (4) Ο κάθετος βοηθητικός *λέβητας* (παράγει ατμό για βοηθητικές χρήσεις στο πλοίο). (5) Το *θερμοδοχείο.* (6) Η ηλεκτραντλία *μετάγγισης πετρελαίου.* (7) Η εμβολοφόρος ηλεκτραντλία πετρελαίου μετάγγισης από τις δεξαμενές αποθήκευσης στις δεξαμενές *ημερήσιας χρήσης.* (8) Οι αντλίες *κυκλοφορίας λαδιού* λίπανσης της κύριας μηχανής. (9) Το *ψυγείο* λαδιού λίπανσης. (10) Ο φυγοκεντρικός *καθαριστής* De Laval του *πετρελαίου.* (11) Οι φυγοκεντρικοί *καθαριστές του λαδιού* λίπανσης. (12) Η ηλεκτραντλία *γλυκού νερού* της κύριας μηχανής (κυκλοφορεί γλυκό νερό μέσα από τους χώρους ψύξης της μηχανής). (13) Η *εφεδρική αντλία γλυκού νερού* ψύξης της κύριας μηχανής. (14) Το *ψυγείο γλυκού νερού* ψύξης της κύριας μηχανής (αυτό ψύχεται με θαλασσινό νερό, που καταθλίβει η ηλεκτραντλία). (15) Η *αντλία κυκλοφορίας* θαλασσινού νερού. (16) Η *εφεδρική* αντλία *κυκλοφορίας* θαλασσινού νερού. (17) Οι αντλίες κυκλοφορίας νερού *ψύξης των καυστήρων* της μηχανής. (18) Τα ψυγεία νερού ψύξης των καυστήρων. (19) Η *αντλία μετάγγισης λαδιού.* (20) Η ηλεκτραντλία. (21) Το ψυγείο γλυκού νερού πετρελαιογεννητριών. (22) Η ηλεκτραντλία *κυκλοφορίας* θαλασσινού νερού *πετρελαιογεννητριών.* (23) Οι *ηλεκτροκίνητοι αεροσυμπιεστές* πεπιεσμένου αέρα προκίνησης κύριας μηχανής και Ντηζελοκίνητων ηλεκτρογεννητριών (συνδέονται προς αεριοφυλάκια, που δεν φαίνονται στο σχήμα και είναι εγκαταστημένα στο διάζωμα του μηχανοστασίου). (24) Ο *χειροκίνητος αεροσυμπιεστής* προκίνησης των πετρελαιογεννητριών, στην περίπτωση που δεν υπάρχει πεπιεσμένος αέρας στις αεριοφιάλες, ούτε διαθέσιμη ηλεκτρική ενέργεια. (25) Η αντλία πυρκαγιάς. (26) Η αντλία θαλασσινού νερού (κινδύνου). (27) Η εμβολοφόρος αντλία κύτους. (28) Ο *αποχωριστής νερών κύτους.* (29) Η εγκατάσταση βραστήρων παραγωγής αποσταγμένου νερού. (30) και (31) Οι ηλεκτραντλίες και η δεξαμενή αέρα υπό πίεση (ή πνεύμονας) νερού *υγιεινής.* (32) και (33) Οι ηλεκτραντλίες και ο πνεύμονας *πόσιμου* νερού. (34) και (35) Η ηλεκτραντλία και ο πνεύμονας νερού πλύσης. (36) Η ψυκτική εγκατάσταση. (37) Η ηλεκτραντλία νερού *γενικών* χρήσεων. (38) Η εγκατάσταση για την εκβολή *ακάθαρτων* νερών (βόθροι). (39) Η εγκατάσταση για την *κατάσβεση πυρκαγιάς* με ράντιση (sprinkler). (40) Οι τηλεχειριζόμενες *στεγανές θύρες.* (41) Η αποθήκη. (42) Οι δεξαμενές διαφόρων υγρών.

Τα μηχανήματα που περιγράψαμε είναι ηλεκτροκίνητα. Σε άλλες εγκαταστάσεις είναι ατμοκίνητα. Τότε τροφοδοτούνται με ατμό από έναν ή δύο βοηθητικούς λέβητες, που εργάζονται με πετρέλαιο και με τα καυσαέρια της κύριας μηχανής, για λόγους οικονομίας.


ΠΡ
ΠΜ
Σωλήνας
Μηχανήματα
Sprinkler
Άξονας
Μηχανοστάσιο
Ψυκτική αποθήκη
Διαμέρισμα βοηθητικών μηχανημάτων

Σχ. 6.21

7 Αεριοστρόβιλοι

7.1 Γενικά

Οι αεριοστρόβιλοι κατατάσσονται στις Μ.Ε.Κ. και χαρακτηρίζονται, αντίθετα από τις παλινδρομικές, ως *περιστροφικές* μηχανές, όπως και οι ατμοστρόβιλοι.

Ως καύσιμο χρησιμοποιούν κατά κανόνα ελαφρύ πετρέλαιο, που λαμβάνεται από την κλασματική απόσταξη του αργού πετρελαίου σε 200° ως 250° C, ή μερικές φορές και βαρύτερο. Ως προς τη μορφή και τον τρόπο λειτουργίας τους, μοιάζουν γενικά με τους ατμοστρόβιλους, από τους οποίους βασικά διαφέρουν ως προς την εργαζόμενη ουσία. Όπως γνωρίζουμε, στους ατμοστρόβιλους ως εργαζόμενη ουσία χρησιμοποιείται το *νερό-ατμός*.

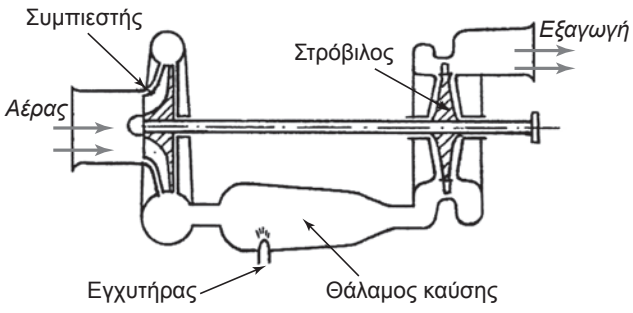
Στους αεριοστροβίλους πάλι, χρησιμοποιείται, στο λεγόμενο «ανοικτό» κύκλωμα λειτουργίας, ο αέρας με τα καυσαέρια που παράγονται από το καύσιμο κατά την καύση του. Στο «κλειστό» κύκλωμα χρησιμοποιείται ο αέρας μόνον ή ένα από τα αδρανή αέρια: *αργόν*, *κρυπτόν*, *ξένον* ή *ήλιον*.

Οι αεριοστρόβιλοι εφοδιάζονται απαραίτητα με *αεριοσυμπιεστή*. Ο αεριοσυμπιεστής αυτός συμπιέζει τον αέρα του ανοικτού κυκλώματος (ή τον αέρα ή το αδρανές αέριο του κλειστού), ώστε να γίνει δυνατή η λειτουργία τους.

Παρακάτω περιγράφουμε τη λειτουργία και τα μέρη αεριοστροβίλου ανοικτού κυκλώματος, που χρησιμοποιείται περισσότερο σήμερα.

7.2 Αεριοστρόβιλος ανοικτού κυκλώματος

Παριστάνεται διαγραμματικά στο σχήμα 7.1. Διακρίνουμε τον αεροσυμπιεστή, τον θάλαμο καύσης με τον εγχυτήρα, τον στρόβιλο και τον άξονα Ρ, από όπου λαμβάνουμε το έργο.

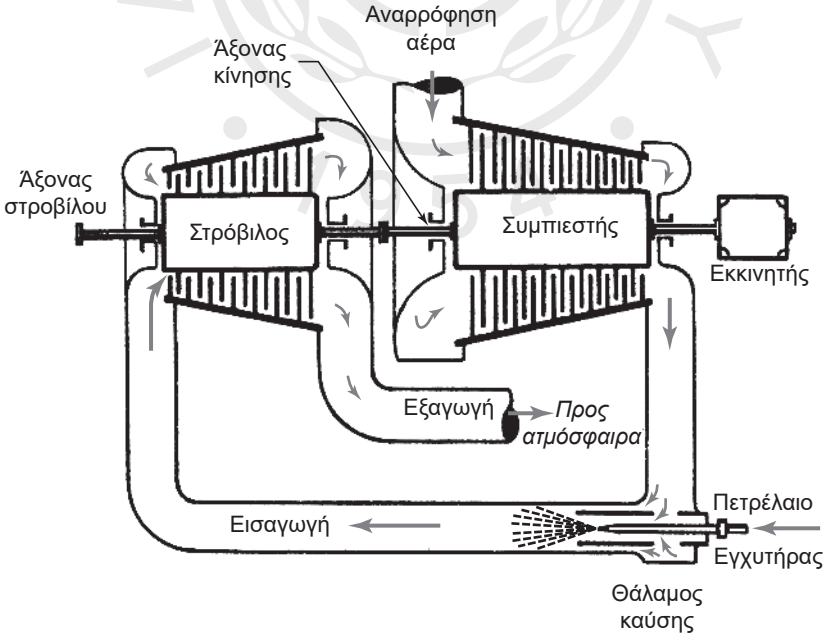


Σχ. 7.1

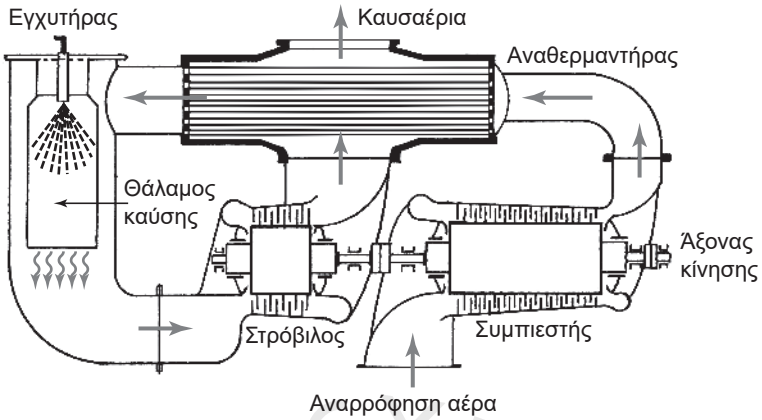
Το σχήμα 7.2 παριστάνει τον ίδιο στρόβιλο σε μεγαλύτερη λεπτομέρεια. Η λειτουργία του έχει ως εξής: η μηχανή ξεκινά με τον εκκινητή, π.χ. με έναν ηλεκτρικό κινητήρα (μίζα). Μόλις η μηχανή ξεκινήσει, ο συμπιεστής αναρροφά αέρα και τον συμπιέζει σε 5 ως 10 kg/cm^2, ανάλογα με την εγκατάσταση. Με την πίεση αυτή ο αέρας εισέρχεται στον *θάλαμο καύσης,* όπου αναμειγνύεται με το πετρέλαιο, το οποίο καταθλίβεται από ειδική αντλία και ψεκάζεται μέσα στον ίδιο χώρο από τον εγχυτήρα. Στον θάλαμο καύσης γίνεται η καύση του πετρελαίου. Αρχικά, κατά την εκκίνηση, δημιουργείται με ηλεκτρική διάταξη. Μετά δημιουργούνται τα καυσαέρια, που έχουν την ίδια πίεση, αλλά μεγαλύτερη θερμοκρασία από τον αέρα που έρχεται από τον συμπιεστή. Η καύση είναι συνεχής και πραγματοποιείται υπό *σταθερή πίεση*. Τα καυσαέρια από τον θάλαμο καύσης οδηγούνται, με σωλήνα εισαγωγής, στον στρόβιλο, περνούν από τα πτερύγιά του και τον περιστρέφουν, αποδίδοντας έργο, με τον ίδιο τρόπο που ο ατμός αποδίδει έργο στον ατμοστρόβιλο.

Με τον άξονα του στροβίλου είναι δυνατόν να συνδεθεί η έλικα πλοίου ή η γεννήτρια ηλεκτρικού ρεύματος κ.λπ., και να αποδοθεί έτσι μηχανικό έργο, που εύκολα μετατρέπεται σε έργο ή ενέργεια άλλης μορφής. Ο περιστρεφόμενος άξονας του στροβίλου περιστρέφει και τον συμπιεστή, που, όπως είπαμε, απορροφά ένα μέρος από το έργο αυτού του ιδίου του στροβίλου.

Τα καυσαέρια, τέλος, αφού πραγματοποιήσουν το έργο τους, εξέρχονται στην ατμόσφαιρα με χαμηλή πίεση, περίπου ίση με την ατμοσφαιρική, μέσω της καπνοδόχου.



Σχ. 7.2



Σχ. 7.3

Αν τα καυσαέρια αυτά χρησιμοποιηθούν για να προθερμανθεί ο αέρας, πριν μπει στον θάλαμο καύσης, τότε θα έχουμε εγκατάσταση με «αναθερμαντήρα», όπως η εγκατάσταση του σχήματος 7.3.

Παρατηρούμε ότι ο αναθερμαντήρας αποτελείται από ένα κέλυφος, δύο πώματα και δύο αυλούς, όπως τα ψυγεία. Μέσα από τους αυλούς περνά ο συμπιεσμένος ατμοσφαιρικός αέρας, ενώ έξω από αυτούς κυκλοφορούν τα καυσαέρια.

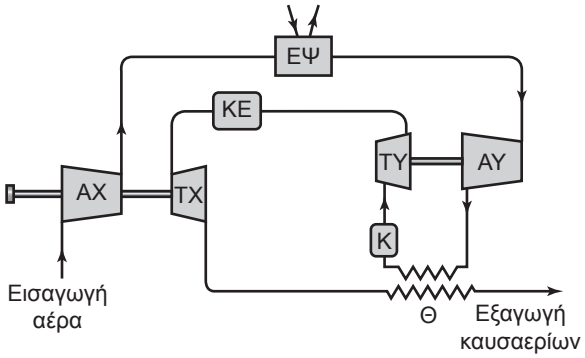
Ο αεριοστρόβιλος ανοικτού κυκλώματος είναι ο μόνος σχεδόν που έχει επικρατήσει, γιατί έχει το σοβαρό πλεονέκτημα ότι είναι πολύ απλός, σε σύγκριση και με τις άλλες θερμικές μηχανές και με τους αεριοστροβίλους του κλειστού και μικτού κυκλώματος.

7.3 Αεριοστρόβιλος ανοικτού κυκλώματος δύο βαθμίδων Υ.Π - Χ.Π.

Εκτός από τον προηγούμενο συνηθισμένο τύπο, υπάρχουν και αεριοστρόβιλοι ανοικτού κυκλώματος δύο βαθμίδων. Η εγκατάστασή τους είναι πιο πολύπλοκη, αλλά έχουν υψηλότερο βαθμό απόδοσης. Σε αυτούς κατά κανόνα υπάρχουν δύο άξονες, από τους οποίους μόνο ο ένας είναι κινητήριος, δηλαδή δίνει το ωφέλιμο έργο της εγκατάστασης.

Συνήθως τα δύο συγκροτήματα έχουν συμπίεση σε δύο βαθμίδες, με ενδιάμεση ψύξη και εκτόνωση σε δύο βαθμίδες επίσης. Μεταξύ των δύο βαθμίδων τοποθετείται πρόσθετος ή *ενδιάμεσος θάλαμος καύσης.* Η όλη εγκατάσταση μπορεί να είναι με ή και χωρίς αναθερμαντήρα.

Στο σχήμα 7.4 παριστάνεται στρόβιλος αυτής της κατηγορίας. Στον άξονά του, ο στρόβιλος της πρώτης βαθμίδας (δηλ. της υψηλής πίεσης), κινεί μόνο τον συμπιεστή της δεύτερης βαθμίδας (δηλ. της υψηλής πίεσης), ενώ στον άλλο άξονα ο στρόβιλος της δεύτερης βαθμίδας (δηλ. της χαμηλής πίεσης), κινεί τον συμπιεστή της πρώτης βαθμίδας (δηλ. της χαμηλής πίεσης), και παρέχει το ωφέλιμο έργο, γιατί περιστρέφει τον κινητήριο άξονα του αεριοστροβίλου.



(ΑΧ) = αεροσυμπιεστής Χ.Π.
(ΑΥ) = αεροσυμπιεστής Υ.Π.
(ΤΥ) = αεριοστρόβιλος Υ.Π.
(ΤΧ) = αεριοστρόβιλος ΧΠ.
(ΕΨ) ενδιάμεση ψύξη αέρα
(Κ) = θάλαμος καύσης
(ΚΕ) = θάλαμος καύσης ενδιάμεσος
(Θ) = αναθερμαντήρας
(Γ) = άξονας.

Σχ. 7.4

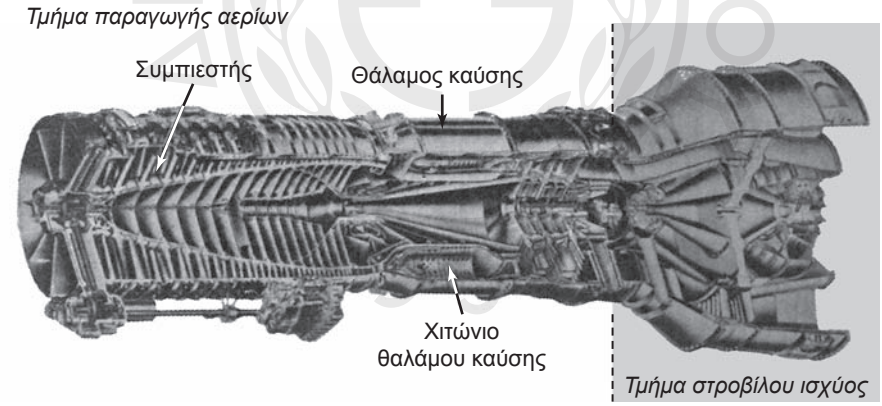
7.4 Τα μέρη και μηχανήματα των αεριοστροβίλων

Στο σχήμα 7.5 παριστάνεται ναυτικός αεριοστρόβιλος. Σημειώνονται και τα κύρια μέρη του.

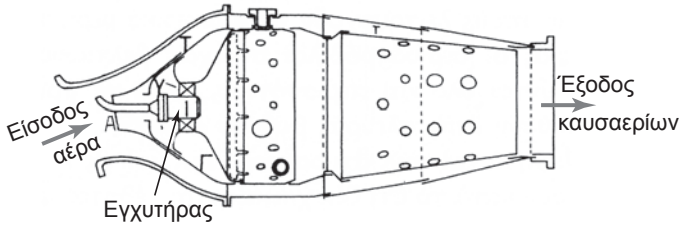
Ειδικότερα, τα μέρη και εξαρτήματα των αεριοστροβίλων είναι:

1) Ο *συμπιεστής, φυγοκεντρικού τύπου* ή *αξονικού τύπου.*

2) Οι *θάλαμοι καύσης* με τον εγχυτήρα τους (σχ. 7.6).



Σχ. 7.5



Σχ. 7.6

3) Ο *ρυθμιστής στροφών.*
4) Ο *κυρίως στρόβιλος* (σχ. 7.7).
5) Ο *αναθερμαντήρας.*
6) Η *αντλία πετρελαίου.*
7) Ο *εκκινητής* (μίζα), για την αρχική εκκίνηση του συγκροτήματος.
8) Ο *αναπτήρας* για να προκαλεί την ανάφλεξη κατά τη φάση της εκκίνησης.
9) Η *αντλία λίπανσης* των τριβόμενων μερών του αεριοστροβίλου.



Σχ. 7.7

7.5 Τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του αεριοστροβίλου. Γιατί δεν είναι ακόμα διαδεδομένη η χρήση του στο Ε.Ν.

Οι αεριοστρόβιλοι άρχισαν να κατασκευάζονται μόνο κατά τα τελευταία 30, περίπου, χρόνια. Παλαιότερα δεν ήταν δυνατόν να κατασκευαστούν κράματα μετάλλων ανθεκτικά στις πολύ υψηλές θερμοκρασίες, υπό τις οποίες λειτουργούν τα εσωτερικά μέρη του αεριοστροβίλου. Σήμερα, οι αεριοστρόβιλοι συνεχώς βελτιώνονται και έτσι χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο, ώστε να προβλέπεται ότι θα τελειοποιηθούν από πλευράς βαθμού απόδοσης, οπότε και θα εκτοπίσουν αισθητά και τους ατμοστρόβιλους και τις εμβολοφόρες Μ.Ε.Κ. Πλεονεκτούν κατά το ότι δεν χρειάζονται λέβητες, ψυγείο και όλα τα άλλα βοηθητικά μηχανήματα των ατμοστροβίλων, και είναι πολύ απλούστερες μηχανές από τις εμβολοφόρες Μ.Ε.Κ. Επίσης κοστίζουν φθηνότερα και απαιτούν πολύ λιγότερες φροντίδες για τη συντήρηση και τη λειτουργία τους.

Οι αεριοστρόβιλοι, που χρησιμοποιούνται για την προώθηση των μεγάλων πλοίων, είναι οι βραδύστροφοι μεγάλης ισχύος, ενώ οι ταχύστροφοι μικρών ιπποδυνάμεων χρησιμοποιούνται σε ταχύπλοα μικρά σκάφη ειδικού προορισμού ή, σε μεγάλα σκάφη, στις μηχανές ηλεκτροπαραγωγής. Η χρήση αεριοστροβίλων στις εγκατα-

στάσεις πλοίων παρέχει οικονομία βάρους και κόστους, απλότητα και στερεότητα, έλλειψη κραδασμών, μικρό χρόνο εκκίνησης. Παρουσιάζει όμως και ένα σοβαρό *μειονέκτημα,* δηλαδή *μικρή απόδοση,* ιδίως στα μικρά φορτία, καθώς και δυσχέρεια στην *αναπόδιση* του πλοίου. Γι' αυτό και δεν έχει ακόμα διαδοθεί αρκετά η χρήση του στα πλοία.

Με σκοπό τη βελτίωση της όλης εγκατάστασης χρησιμοποιούνται οι αεριοστρόβιλοι κατά τη μέθοδο της σύνθετης πρόωσης. Τα συστήματα σύνθετης πρόωσης είναι:

1) CODAG (combined diesel and gas turbine), δηλαδή συνδυασμός μηχανής Ντήζελ και αεριοστροβίλου.

2) COSAG (combined steam and gas turbine), δηλαδή συνδυασμός ατμοστροβίλου και αεριοστρόβιλου.

Η αναπόδιση του πλοίου πάλι, σε όσες περιπτώσεις χρησιμοποιείται για την προώθηση του αεριοστροβίλου μπορεί να πραγματοποιείται με ιδιαίτερο στρόβιλο ιπποδύναμης 30% ως 50% της ιπποδύναμης του πρόσω. Στον στρόβιλο αυτό, τα πτερύγια τοποθετούνται κατά έννοια αντίθετη από του πρόσω.

Σ' αυτήν την περίπτωση πάντως, όταν το πλοίο κινείται προς τα πρόσω, εμφανίζονται μεγάλες απώλειες, λόγω παθητικών αντιστάσεων (ανεμισμός του στροβίλου του ανάποδα), επειδή ο αεριοστρόβιλος δεν εργάζεται μέσα σε κενό, όπως ο ατμοστρόβιλος.

Για τον λόγο αυτό, χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω τρόποι για την αναπόδιση του πλοίου.

1) Ιδιαίτερη μηχανή Ντήζελ ή ιδιαίτερος ατμοστρόβιλος για το ανάποδα και τις μικρές ιπποδυνάμεις.

2) Ηλεκτρική μετάδοση μέσω γεννήτριας-κινητήρα.

3) Χρησιμοποίηση έλικας με πτερύγια μεταβλητού βήματος και φοράς (controllable pitch propeller).

Οι αεριοστρόβιλοι κατασκευάζονται από τα μεγαλύτερα εργοστάσια κατασκευής μηχανών, όπως: η General Electric, η Pratt Whitney και η Allis Chalmers στην Αμερική, η Rolls-Royce και η Ruston στην Αγγλία, η Escher-Wyss στην Γερμανία, η Sulzer και η Brown-Boveri στην Ελβετία, η Fiat στην Ιταλία, η Stahl-Laval στη Σουηδία, η Mitshubishi στην Ιαπωνία κ.λπ.

8 Μηχανήματα καταστρώματος

8.1 Ονοματολογία, χρήση και σκοπός των μηχανημάτων καταστρώματος (βαρούλκα, εργάτες κ.λπ.)

Με τον όρο *μηχανήματα καταστρώματος* εννοούμε όλα εκείνα τα βοηθητικά μηχανήματα που εξυπηρετούν την αγκυροβολία του πλοίου, την πρόσδεση, την πρυμνοδέτηση, τη φορτοεκφόρτωση και άλλες βοηθητικές λειτουργίες. Τοποθετούνται στο κατάστρωμα, ή, σε ορισμένες περιπτώσεις, και σε άλλα μέρη του πλοίου.

1) ***Εργάτης και βαρούλκο άγκυρας***. Για την αγκυροβολία, που συνίσταται σε πόντιση και ανάσπαση της άγκυρας, χρησιμοποιείται ο εργάτης της άγκυρας.

Στον άξονα του εργάτη προσαρμόζεται ***τύμπανο*** ή ***έλικτρο*** με ορισμένο σχήμα (κουβαρίστρα). Το τύμπανο έχει μικρότερη διάμετρο στο μέσο του και μπορεί να περιστραφεί και κατά τις δύο φορές περιστροφής. Φέρει ειδικής μορφής οδοντώσεις ή γλυφές, οι οποίες κατά την περιστροφή του δέχονται τους κρίκους της μετακινούμενης αλυσίδας. Γι' αυτό ονομάζεται ***αλυσέλικτρο***.

Στα οριζόντια βαρούλκα άγκυρας ο μηχανισμός κινεί και δύο ακραία τύμπανα, με τα οποία χειριζόμαστε και τα σχοινιά πρόσδεσης.

Το μηχάνημα του εργάτη είναι ***ατμοκίνητο*** ή ***υδραυλικό*** ή ***ηλεκτροϋδραυλικό*** ή ***ηλεκτρικό***. Ο έλεγχος και ο χειρισμός του γίνεται από το πρόστεγο ή από το διαμέρισμά του.

2) ***Βαρούλκα πρόσδεσης για πρυμνοδέτηση και ρυμούλκηση***. Η κατασκευή τους είναι όμοια με του εργάτη. Χρησιμεύουν για την πλαγιοδέτηση και πρυμνοδέτηση του πλοίου, και για την ρυμούλκηση άλλου πλοίου, όταν χρειαστεί.

Τα βαρούλκα είναι ατμοκίνητα, ηλεκτροκίνητα, ηλεκτροϋδραυλικά ή υδραυλοκίνητα (δηλ. λειτουργούν με υδραυλική ενέργεια, που τους παρέχεται από έναν κεντρικό σταθμό, μέσα στο πλοίο). Ο έλεγχός τους γίνεται και επιτόπου και από μακριά.

Τα βαρούλκα πρόσδεσης στα σύγχρονα πλοία έχουν το πλεονέκτημα ότι διαθέτουν διάταξη αυτόματης ρύθμισης της έντασης ή διάταξη σταθερής τάσης των σχοινιών πρόσδεσης. Τα βαρούλκα ρυμούλκησης πάλι έχουν ανάλογη διάταξη ρύθμισης της έντασης του σχοινιού κατά τη ρυμούλκηση.

3) ***Βαρούλκα επωτίδων και κλιμάκων***. Τα βαρούλκα αυτά, που είναι μικρά, συνήθως είναι ηλεκτροκίνητα. Συχνά πάλι, είναι χειροκίνητα. Χρησιμοποιούνται για την «καθαίρεση» και την «ανέλκυση» των σωσιβίων λέμβων των πλοίων.

4) Μηχανήματα ***φορτοεκφόρτωσης ξηρού φορτίου***. Είναι βαρούλκα όμοια με τα προηγούμενα (ατμοκίνητα, ηλεκτροκίνητα, ηλεκτροϋδραυλικά και υδραυλοκίνητα), για τη φορτοεκφόρτωση ξηρού φορτίου, σε συνεργασία με τους ιστούς και τους

φορτωτήρες. Χειρίζονται επιτόπου ή και από μακριά. Σχετικά με αυτά είναι και τα *μηχανήματα με τα οποία χειριζόμαστε τα καλύμματα των στομίων κυτών.* Εξυπηρετούν το άνοιγμα, το κλείσιμο και τη στεγανή σύσφιγξη των πτυσσόμενων καλυμμάτων στομίων των κυτών. Σε πολλά φορτηγά πλοία, που ναυπηγήθηκαν μέχρι και το 1959, τα καλύμματα των κυτών ήταν ξύλινα ή μεταλλικά ποντόνια. Σε νεότερες κατασκευές είναι τύπου Mac Gregor ή άλλων παρόμοιων τύπων. Είναι ηλεκτροκίνητα ή υδραυλοκίνητα και συνήθως χειρίζονται επιτόπου. Τα καλύμματά τους είναι μεταλλικά ποντόνια συνδεδεμένα μεταξύ τους. Συμπτύσσονται κατά το άνοιγμα του στομίου του κύτους με απλό χειρισμό.

5) ***Μηχανήματα φορτοεκφόρτωσης υγρού φορτίου***. Είναι αντλίες *εμβολοφόρες* ή *φυγοκεντρικές,* για τη *φορτοεκφόρτωση* του υγρού φορτίου, τον ερματισμό και τον αφερματισμό του σκάφους, *αντλίες αποστράγγισης* των δεξαμενών και *εγκατάσταση πλύσης τους* (σύστημα Butterworth). Επίσης *εκχυτήρες* εξαερισμού των καθαρισμένων δεξαμενών φορτίου (σύστημα gollar vent) κ.λπ. Ο χειρισμός τους γίνεται από κεντρικό σταθμό ελέγχου.

6) ***Μηχανήματα φορτοεκφόρτωσης αέριου φορτίου***. Χρησιμοποιούνται για τη φόρτωση, μεταφορά και εκφόρτωση αερίων καυσίμων, *υδρογονανθράκων* ή *αμμωνίας,* σε κατάσταση υγροποίησης. Για τη μεταφορά τους χρησιμοποιούνται τα LPG tankers (liquified petroleum gas tankers) και τα LNG tankers (liquified natural gas tankers), δηλ. τα δεξαμενόπλοια (Δ/Ξ) μεταφοράς «υγροποιημένων αερίων πετρελαίου» και «υγροποιημένων φυσικών αερίων» αντιστοίχως. Η εγκατάσταση περιλαμβάνει *αεριοφυλάκια, αεριοδεξαμενές, μηχανή παραγωγής αδρανούς αερίου,* το οποίο εισάγεται στις δεξαμενές όταν είναι κενές, για να αποφεύγεται ο κίνδυνος έκρηξης από υπολείμματα καυσίμου που τυχόν υπάρχει μέσα σ' αυτές. Περιλαμβάνει ακόμη βοηθητική ψυκτική εγκατάσταση για την ψύξη του αερίου, και τέλος όργανα ελέγχου της εκρηκτικότητας των χώρων, ο χειρισμός των οποίων πραγματοποιείται από ιδιαίτερο σταθμό ελέγχου.

7) ***Μηχανήματα φορτοεκφόρτωσης φορτιοκιβωτίων*** (containers). Η εγκατάσταση περιλαμβάνει ανυψωτικά μηχανήματα, δηλαδή περιστρεφόμενους *γερανούς* ή κυλιόμενες *γερανογέφυρες,* κατάλληλα για τη φορτοεκφόρτωση των φορτιοκιβωτίων σε ειδικά διαρρυθμισμένα πλοία. Γενικά, τα μηχανήματα είναι ατμοκίνητα, ηλεκτρικά, ηλεκτροϋδραυλικά ή υδραυλοκίνητα.

8) ***Μηχανήματα φορτοεκφόρτωσης φορτηγίδων.*** Η εγκατάσταση αφορά τα λεγόμενα πλοία LASH (lighter aboard ship), δηλαδή «φορτηγίδες επάνω στο πλοίο». Περιλαμβάνει ισχυρή *γερανογέφυρα,* που κινείται κατά μήκος του πλοίου. Με αυτήν παραλαμβάνονται οι φορτιο-φορτηγίδες και τοποθετούνται επάνω στο σκάφος ή ανυψώνονται από το σκάφος, καταβιβάζονται στη θάλασσα και παραδίδονται επιπλέουσες για ρυμούλκηση. Τα κινητήρια μηχανήματά τους είναι και αυτά ατμοκίνητα, ηλεκτρικά, υδραυλοκίνητα κ.λπ.

9) ***Μηχανήματα επιβίβασης - αποβίβασης οχημάτων.*** Η εγκατάσταση αφορά κυρίως τα *οχηματαγωγά* πλοία ή *πορθμεία* (ferry-boats), και περιλαμβάνει *ηλεκτροκινητήρες* ή *υδραυλικούς κινητήρες,* με τους οποίους ανοίγονται ή κλείνονται οι θύρες επιβίβασης - αποβίβασης οχημάτων.

8.2 Μηχανήματα ασφαλείας ελέγχου βλαβών (damage control)

Τα μηχανήματα ασφαλείας εξυπηρετούν την ασφάλεια του πλοίου, και ειδικότερα τη δυνατότητά του για κατάσβεση πυρκαγιάς, εξάντληση κυτών, αντιμετώπιση της διαρροής και διατήρηση της στεγανής υποδιαίρεσης του πλοίου. Είναι τα ακόλουθα:

1) ***Αντλία πυρκαγιάς.*** Αυτή αναρροφά θαλασσινό νερό και το καταθλίβει στο δίκτυο πυρκαγιάς του πλοίου. Το δίκτυο αυτό σε καίρια σημεία (σταθμούς) φέρει ***λήψεις****,* όπου προσαρμόζονται οθόνινοι σωλήνες και ***ακροσωλήνια*** κοινά ή σύνθετα. Η αντλία τροφοδοτεί επίσης την εγκατάσταση παραγωγής και εκτόξευσης αφρού για την κατάσβεση της πυρκαγιάς. Συνδέεται συνήθως με τα δίκτυα παροχής νερού, ψύξης, πλύσης και εξάντλησης κυτών, οπότε και ονομάζεται και ***αντλία κύτους-πυρκαγιάς***.

2) ***Αντλία ραντισμού νερού για κατάσβεση της πυρκαγιάς*** (sprinkler pump). Αυτή τροφοδοτεί ειδικό δίκτυο κατάσβεσης της πυρκαγιάς με ραντισμό νερού. Το δίκτυο είναι εγκαταστημένο σε όλους τους χώρους ενδιαίτησης επιβατών και πληρώματος των επιβατηγών πλοίων. Το δίκτυο ή σύστημα Sprinkler περιλαμβάνει και διατάξεις, οι οποίες δείχνουν, σε συγκεντρωτικό ενδεικτικό πίνακα τοποθετημένο στη γέφυρα του πλοίου, την έναρξη της πυρκαγιάς. Έτσι είναι δυνατή η άμεση κινητοποίηση και ορθή κατεύθυνση του αγήματος πυροσβεστών προς το σημείο της πυρκαγιάς.

3) ***Αντλία πυρκαγιάς κινδύνου.*** Είναι ανεξάρτητη πετρελαιοκίνητη αντλία εγκατεστημένη έξω από το μηχανοστάσιο (πολλές φορές στο διαμέρισμα πηδαλίου), η οποία καταθλίβει το θαλασσινό νερό στο δίκτυο πυρκαγιάς. Χρησιμοποιείται όταν οι κύριες αντλίες πυρκαγιάς ακινητούν ή όταν για διάφορους λόγους δεν μπορεί το πλήρωμα να τις πλησιάσει ή να τις θέσει σε λειτουργία. Η αντλία αυτή είναι μικρής παροχής σε σχέση με τις κύριες αντλίες πυρκαγιάς. Χρησιμοποιείται μόνο σε περίπτωση ανάγκης, *αλλά πρέπει να είναι πάντα σε κατάσταση λειτουργίας.*

4) ***Αντλία κύτους.*** Αναρροφά τα ακάθαρτα νερά των κυτών μηχανοστασίου-λεβητοστασίου, κιβωτίων δαπέδου, κυτών φορτίου και κιβωτίων συγκέντρωσης ακάθαρτων νερών των υπόλοιπων διαμερισμάτων, και τα καταθλίβει έξω από το πλοίο. Η αντλία αυτή έχει μεγάλη σημασία για την ασφάλεια του πλοίου. Πολλές φορές είναι διπλής χρήσης, δηλαδή κύτους-πυρκαγιάς. Σε μερικά πλοία, το νερό ορισμένων διαμερισμάτων εξαντλείται και με *εκχυτήρες,* που λειτουργούν με ατμό ή με νερό υπό πίεση.

Επειδή κατά τα τελευταία έτη καθιερώθηκαν διεθνώς αυστηρότατες ποινές σε περιπτώσεις ρύπανσης της θάλασσας, πρέπει να καταβάλλεται πολύ μεγάλη προσοχή κατά την κατάθλιψη των ακάθαρτων νερών από το μηχανοστάσιο, ώστε να μην περιέχουν έλαια ή πετρέλαια.

Σημείωση: Μεγάλες ποσότητες νερού στο μηχανοστάσιο, που προέρχονται από σοβαρή διαρροή, και μόνο όταν κινδυνεύει το πλοίο, εξαντλούνται με την αντλία κυκλοφορίας της προωστήριας μηχανής, μέσω του λεγόμενου ***σωσίβιου κρουνού***. Η εξάντληση με τον τρόπο αυτό έχει ως αποτέλεσμα να ρυπαίνονται σοβαρά οι αυλοί των ψυγείων, από τους οποίους θα περάσουν τα ακάθαρτα νερά

του κύτους του μηχανοστασίου. Γι' αυτό, όπως είπαμε, χρησιμοποιείται σπάνια σε πολύ σοβαρές περιπτώσεις.

5) ***Αντλία κινδύνου εξάντλησης κυτών.*** Είναι αντλία ειδικής κατασκευής, ικανή να λειτουργεί και όταν ακόμη είναι βυθισμένη στο νερό. Χρησιμοποιείται σε ώρα κινδύνου για την εξάντληση του νερού από το κύτος, όπου βρίσκεται και η ίδια η αντλία, ακόμα και όταν αυτό έχει κατακλυσθεί λόγω διαρροής. Το βασικό χαρακτηριστικό της αντλίας αυτής είναι ότι είναι εφοδιασμένη με ηλεκτροκινητήρα, που περιβάλλεται από κώδωνα αέρα. Κατά τον χρόνο της κατάκλυσης ο αέρας συμπιέζεται μέσα στον κώδωνα και εμποδίζει την εισροή νερού. Έτσι ο κινητήρας παραμένει στεγανός και εξακολουθεί να εργάζεται. Γνωστός τύπος της αντλίας αυτής είναι ο Rotary Centrex Pump του οίκου Drysdale.

6) ***Μηχανήματα τηλεχειρισμού θυρών, στεγανών φρακτών.*** Σε περίπτωση σοβαρού κινδύνου του πλοίου, λόγω διαρροής, είναι αναγκαίο τα συγκοινωνούντα διαμερίσματα της στεγανής υποδιαίρεσής του να απομονωθούν και να γίνουν μεταξύ τους στεγανά. Για τον σκοπό αυτό, στις αντίστοιχες φρακτές υπάρχουν ισχυρές συρταρωτές θύρες, που κλείνονται στεγανά, χειριζόμενες από απόσταση ή επιτόπου.

Για τον χειρισμό τους χρησιμοποιούνται κατάλληλοι ηλεκτροκινητήρες ή υδραυλικοί κινητήρες ή κατάλληλα πιεστήρια, που εργάζονται με άζωτο. Ο χειρισμός εκτελείται από κατάλληλο σταθμό ελέγχου, από τη γέφυρα ή και επιτόπου. Ο επιτόπιος χειρισμός στην ανάγκη μπορεί να εκτελεστεί και με τη βοήθεια κατάλληλου χειροσφονδύλου (μανιβέλα).

Κατά τον χειρισμό των θυρών, ενεργοποιούνται κατάλληλες διατάξεις, που εκπέμπουν φωτεινά ή ηχητικά σήματα (κουδουνίσματα). Έτσι ειδοποιείται το προσωπικό εγκαίρως, ώστε να μην κλειστεί σε κάποιο από τα απομονωμένα διαμερίσματα. Πάντως έξοδος ασφαλείας προβλέπεται, και οδηγεί από το διαμέρισμα στο κατάστρωμα, μέσω κατακόρυφου *φρεατίου διαφυγής* και κατάλληλης σκάλας.

7) ***Αντλίες έρματος.*** Χρησιμεύουν για την πλήρωση, εξάντληση ή μεταφορά έρματος από δεξαμενή σε δεξαμενή, για τη ρύθμιση της κλίσης και της «διαγωγής» του πλοίου.

Για τον ερματισμό του πλοίου (σαβούρωμα), όταν δεν έχει φορτίο, χρησιμοποιείται θαλασσινό νερό, που εισάγεται σε ορισμένο αριθμό των διπύθμενων (double bottom tanks ή D.B. tanks) και σε ορισμένα πλοία σε ειδικές δεξαμενές (deep tanks), στις οποίες, όταν το πλοίο είναι φορτωμένο, τοποθετείται φορτίο. Στα φορτηγά χύδην φορτίου (bulk carrier), κατά μήκος του πλοίου δεξιά και αριστερά, υπάρχουν πλευρικές δεξαμενές (side tanks), οι οποίες, όταν το πλοίο δεν έχει φορτίο, γεμίζονται με νερό.

Σε ορισμένες περιπτώσεις γεμίζονται επίσης με έρμα και οι κενές δεξαμενές καυσίμων (Μαζούτ, βαρέος πετρελαίου), ποτέ όμως όταν το καύσιμο είναι πετρέλαιο Ντήζελ. Στην ανάγκη μάλιστα γεμίζονται και οι δεξαμενές κύτους (deep tanks), και σπάνια, σε εξαιρετικές περιπτώσεις, και τα κύτη του φορτίου.

Το δίκτυο αναρρόφησης-κατάθλιψης των αντλιών έρματος συνδέεται και με το αντίστοιχο δίκτυο της αντλίας γενικής χρήσης.

Στα Δ/Ξ, για το έρμα χρησιμοποιούνται οι αντλίες φορτίου, πολλά όμως έχουν και ιδιαίτερη αντλία έρματος.

8) ***Αντλία μετάγγισης πετρελαίου.*** Χρησιμεύει για τη μετάγγιση του πετρελαίου (δηλ. του καυσίμου του πλοίου), από δεξαμενή σε δεξαμενή ή για κατάθλιψή του προς τις δεξαμενές κατακάθισης (settling) και ημερήσιας χρήσης (daily service tanks), ακόμη και για τη μετάγγιση πετρελαίου σε άλλο πλοίο ή στην ξηρά.

Σημείωση: Σε πολλά πλοία, η αντλία αυτή έχει αναρρόφηση και στα κύτη Μηχανοστασίου-Λεβητοστασίου, για εξάντληση των νερών του. Οι αναρροφήσεις αυτές χρησιμοποιούνται μόνο σε περίπτωση ανάγκης, και τα αντίστοιχα επιστόμια είναι ειδικά ασφαλισμένα, για να αποφεύγεται το κατά λάθος άνοιγμά τους.

8.3 Φορητές αντλίες

Είναι αντλίες πετρελαιοκίνητες, ανεξάρτητες, τοποθετημένες σε μεταλλική βάση, για να μπορούν να μεταφερθούν όπου χρειάζονται. Είναι κυρίως αντλίες πυρκαγιάς και εξάντλησης κυτών. Λειτουργούν με δική τους αναρρόφηση και κατάθλιψη, με εύκαμπτους μεταλλικούς, ελαστικούς ή και οθόνινους σωλήνες. Η κατάθλιψη της φορητής αντλίας πυρκαγιάς μπορεί να συνδεθεί και στο μόνιμο δίκτυο πυρκαγιάς.

8.4 Μηχάνημα πηδαλίου

1) Το ***μηχάνημα πηδαλίου*** χρησιμεύει για να στρέφει και να διατηρεί το πηδάλιο σε ορισμένη θέση, σύμφωνα με την εντολή που του δίνει ο πηδαλιούχος.

Τοποθετείται στο πρυμναίο μέρος του πλοίου, σε ιδιαίτερο χώρο, ο οποίος ονομάζεται ***διαμέρισμα πηδαλίου***.

Η ***θέση πηδαλιουχίας*** βρίσκεται στη γέφυρα του πλοίου. Σε μεγάλα πλοία υπάρχουν δύο ή περισσότερες θέσεις πηδαλιουχίας, συνήθως μία στην άνω και μία στην κάτω γέφυρα, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικά, άλλη επάνω στο κύριο κατάστρωμα προς την πρύμνη του πλοίου, και άλλη του επιτόπιου χειρισμού του μηχανήματος από το ίδιο το διαμέρισμα του πηδαλίου. Η μετάδοση της εντολής μπορεί να είναι *μηχανική, υδραυλική* ή *ηλεκτρική.* Το ίδιο το μηχάνημα μπορεί να είναι *ατμοκίνητο παλινδρομικό* ή *ηλεκτροϋδραυλικό* (εμβολοφόρο – ram gear ή περιστροφικό πτερυγιοφόρο – rotary vane) ή τέλος *ηλεκτρικό.*

2) Η ***πρωραία έλικα χειρισμών***. Χρησιμεύει ως *πρωραίο πηδάλιο.* Τοποθετείται στο τμήμα της πλώρης του πλοίου, που βρίσκεται κάτω από την ίσαλο γραμμή, μέσα σε εγκάρσιο στεγανό σωλήνα, που διαπέρνα το πλοίο από τη μία στην άλλη πλευρά. Μέσα σε αυτό περιστρέφεται η έλικα χειρισμών. Τα πτερύγιά της έχουν μεταβλητή κλίση και μεταβλητό βήμα. Περιστρέφεται με οδοντωτούς τροχούς από κατακόρυφο ηλεκτροκινητήρα, που βρίσκεται μέσα στο σκάφος, και, εφόσον τα πτερύγιά της βρίσκονται στην ουδέτερη θέση, δεν προκαλεί καμία κίνηση της πλώρης του πλοίου.

Την κλίση των πτερύγων της έλικας, προς τα δεξιά ή αριστερά, μπορεί να την με-

ταβάλλει υδραυλικός μηχανισμός, που καταλήγει στο κοίλο του σώματος της έλικας και ελέγχεται από το εσωτερικό του σκάφους, δηλαδή από τη γέφυρα ή επιτόπου, από το διαμέρισμα που είναι πάνω από την έλικα. Έτσι, όταν αυτή περιστρέφεται μέσα στον σωλήνα της, παρασύρει την πλώρη του σκάφους ανάλογα, ώστε να υποβοηθεί αποδοτικά τη στροφή του.

Η πρωραία έλικα χειρισμών δεν συνηθίζεται στα πλοία. Χρησιμοποιειται μόνο σε όσα πλοία χρειάζονται μεγάλη ευχέρεια χειρισμών και ειδικότερα στα μεγάλα πορθμεία (ferry-boats).

3) ***Σταθερωτής*** (stabilizer). Είναι εγκατάσταση χειρισμού του πλοίου εν πλω, όμοια προς το πηδάλιο. Αποσκοπεί στην ελάττωση του διατοιχισμού του. Φέρει αντιδιατοιχιστικά *πτερύγια,* που εξέχουν από το σκάφος κάτω από την ίσαλο γραμμή, όπως αν ήταν πλευρικά οριζόντια πηδάλια. Κινούνται από μηχάνημα, που είναι έτσι τοποθετημένο εσωτερικά, ώστε να προκαλούνται στο σκάφος ωθήσεις αντίθετες από αυτές που του δημιουργεί το κύμα. Χρησιμοποιείται κυρίως σε επιβατηγά πλοία.

9 Βοηθητικά μηχανήματα μηχανοστασίου

Τα βοηθητικά μηχανήματα μηχανουστασίου χρησιμεύουν βασικά για να εξυπηρετούν την προώθηση του πλοίου. Παρακάτω περιγράφονται περιληπτικά και κατά κατηγορίες πλοίων.

9.1 Για πλοίο ατμοκίνητο, με παλινδρομική ατμομηχανή

Κύριο ψυγείο. Χρησιμεύει για τη συμπύκνωση των εξατμίσεων, από την οποία δημιουργείται το κενό και για την περισυλλογή του συμπυκνώματος, για επανατροφοδότηση του λέβητα.

Αντλία συμπυκνώματος (αεραντλία). Είναι ατμοκίνητη αντλία, ανεξάρτητη ή εξαρτημένη από την κύρια μηχανή. Αναρροφά το συμπύκνωμα, και τις μη συμπυκνωμένες εξατμίσεις και τυχόν αέρια από το κύριο ψυγείο.

Αντλία κυκλοφορίας (ή περιστροφική). Χρησιμεύει για την κυκλοφορία θαλασσινού νερού στο κύριο ψυγείο.

Θερμοδοχείο. Είναι δεξαμενή, όπου καταθλίβονται και διηθούνται (φιλτράρονται) το συμπύκνωμα του κύριου ψυγείου και τα υγρά που προέρχονται από συμπύκνωση ατμού διαφόρων χρήσεων.

Τροφοδοτική αντλία ή ***ιππάριο.*** Είναι ατμοκίνητη εμβολοφόρος αντλία, ή, σε παλαιότερες εγκαταστάσεις, εξαρτημένη από την κύρια μηχανή. Αναρροφά το τροφοδοτικό νερό από το θερμοδοχείο ή τις εφεδρικές τροφοδοτικές δεξαμενές και το καταθλίβει στον λέβητα.

Προθερμαντήρας τροφοδοτικού νερού. Είναι εναλλακτήρας θερμότητας, όπου οι εξατμίσεις των βοηθητικών μηχανημάτων προθερμαίνουν το τροφοδοτικό νερό.

Ανεμιστήρας τεχνητού ελκυσμού. Είναι ατμοκίνητος ανεμιστήρας που αναρροφά αέρα, είτε από τον χώρο έξω από το πλοίο, είτε από τον χώρο του λεβητοστασίου, και τον καταθλίβει στους κώνους του αέρα για την καύση του πετρελαίου.

Προθερμαντήρας αέρα ελκυσμού. Είναι εναλλακτήρας θερμότητας, μέσα στον οποίο ο αέρας της καύσης προθερμαίνεται από τα καυσαέρια, με σκοπό την τελειότερη καύση του πετρελαίου.

Αντλία πετρελαίου. Αναρροφά πετρέλαιο από τις δεξαμενές κατακάθισης (settling tanks) ή στην ανάγκη απ' ευθείας από τις δεξαμενές αποθήκευσης του πετρελαίου, και το καταθλίβει στους καυστήρες των λεβήτων. Στην αναρρόφηση και κατάθλιψη του πετρελαίου παρεμβάλλονται φίλτρα, που καλούνται αντίστοιχα *ψυχρά* και *θερμά,* τα οποία τοποθετούνται πριν από τον προθερμαντήρα και μετά απ' αυτόν.

Προθερμαντήρας πετρελαίου. Είναι εναλλακτήρας θερμότητας, μέσα στον

οποίο το πετρέλαιο που καταθλίβεται από την αντλία θερμαίνεται από ατμό και αποκτά θερμοκρασία τόση, ώστε να έχει το κατάλληλο ιξώδες για την τέλεια ψέκασή του από τον καυστήρα.

Αντλία ελαίου λίπανσης. Καταθλίβει λάδι για τη λίπανση των μερών της μηχανής, όταν σε αυτήν χρησιμοποιείται τεχνητή λίπανση.

Ψυγείο λαδιού. Για την ψύξη του λιπαντικού λαδιού της μηχανής, σε περίπτωση τεχνητής λίπανσης.

Φυγοκεντρικός καθαριστής λαδιού. Είναι μηχάνημα φυγοκέντρισης του λιπαντικού λαδιού, για τον καθαρισμό του. Είναι εφοδιασμένο με κατάλληλο προθερμαντήρα, όπου το λάδι προθερμαίνεται με ατμό. Χρησιμοποιείται μόνο σε περίπτωση τεχνητής λίπανσης.

9.2 Για πλοίο ατμοκίνητο με ατμοστρόβιλο

Κύριο ψυγείο. Χρησιμεύει για τη συμπύκνωση των εξατμίσεων των ατμοστροβίλων πρόωσης μόνο. Έχει ειδική διαμόρφωση για την απαγωγή του αέρα και των συμπυκνωμένων ατμών, ώστε να επιτυγχάνεται το απαραίτητο για την αποδοτική λειτουργία των στροβίλων υψηλό κενό.

Αντλία συμπυκνώματος. Είναι στροβιλοκίνητη, ή το συνηθέστερο ηλεκτροκίνητη. Αναρροφά το συμπύκνωμα του κύριου ψυγείου και το καταθλίβει, μέσω διαφόρων εναλλακτήρων θερμότητας, στον προθερμαντήρα τροφοδοτικού νερού, με ανάμειξη ατμού, ή στην εξαεριστική δεξαμενή (deaerating feed tank), όπου και συντελείται ο αποχωρισμός και η απαγωγή του αέρα που βρίσκεται αναμειγμένος στο τροφοδοτικό νερό.

Εκχυτήρες κενού. Συσκευή με την οποία απομακρύνονται από το κύριο ψυγείο οι εξατμίσεις που δεν συμπυκνώθηκαν, και κυρίως ο αέρας που με διάφορους τρόπους μπορεί να εισέρχεται στο κύριο ψυγείο.

Εξαεριστής ή εξαεριστική τροφοδοτική δεξαμενή (Deaerator ή deaerating feed tank – D.F.T.). Είναι δεξαμενή κατάλληλα διαμορφωμένη, στην οποία το τροφοδοτικό νερό, καταθλιβόμενο από την αντλία συμπυκνώματος, προθερμαίνεται, με ανάμειξή του με ατμό. Συγχρόνως μέσα σ' αυτήν αποχωρίζεται και απομακρύνεται ο περιεχόμενος σε αυτό αέρας και τα λοιπά αέρια.

Τροφοδοτική αντλία. Στροβιλοκίνητη ή και ηλεκτροκίνητη αντλία, που αναρροφά θερμό τροφοδοτικό νερό από τον εξαεριστή και το καταθλίβει με αρκετή πίεση στον λέβητα, μέσω ενός ή περισσότερων προθερμαντήρων σε σειρά. Σε μερικές εγκαταστάσεις με λέβητες υψηλής πίεσης, μεταξύ του εξαεριστή και της *κύριας αντλίας τροφοδότησης* (main feed water pump), που αναφέραμε πιο πάνω, παρεμβάλλεται η *ενισχυτική αντλία τροφοδότησης* (booster feed pump). Η αντλία αυτή αναρροφά από τον εξαεριστή και καταθλίβει το τροφοδοτικό νερό, με πίεση, στην αναρρόφηση της κύριας τροφοδοτικής αντλίας.

Προθερμαντήρας τροφοδοτικού νερού. Είναι εναλλακτήρας θερμότητας, που θερμαίνει ακόμα περισσότερο το νερό που περνά απ' αυτόν, ήδη θερμό από τον εξαεριστή, πριν αυτό καταθλιβεί προς τον *οικονομητήρα,* όπου θερμαίνεται από τα

καυσαέρια στην τελική θερμοκρασία προθέρμανσής του, με την οποία θα εισέλθει στον λέβητα.

Αφυπερθερμαντήρας ατμού. Είναι εναλλακτήρας θερμότητας έξω από τον λέβητα, και χρησιμεύει για την αφυπερθέρμανση του ατμού. Η χρήση του συνδυάζεται μερικές φορές και με την προθέρμανση του τροφοδοτικού νερού ή και του καυσιγόνου αέρα.

Αναθερμαντήρας ατμού. Είναι εναλλακτήρας θερμότητας, για την αναθέρμανση του ατμού των στροβίλων ενδιάμεσων διαβαθμίσεων.

Αντλία κυκλοφορίας. Είναι στροβιλοκίνητη, αλλά συνηθέστερα ηλεκτροκίνητη, αντλία παροχής θαλασσινού νερού, που χρησιμοποιείται ως ψυκτικό μέσο του κύριου ψυγείου.

Ανεμιστήρες τεχνητού ελκυσμού. Είναι ηλεκτροκίνητοι ή στροβιλοκίνητοι περιστροφικοί ανεμιστήρες, για την εξασφάλιση της αναγκαίας κάθε φορά ποσότητας καυσιγόνου αέρα στους λέβητες, με σωστή κάθε φορά ένταση τεχνητού ελκυσμού.

Προθερμαντήρας αέρα. Είναι εναλλακτήρας θερμότητας, από τον οποίο ο καυσιγόνος αέρας προθερμαίνεται στην κατάλληλη θερμοκρασία με τα καυσαέρια του λέβητα ή και με ατμό Χ.Π.

Μηχανήματα διακίνησης πετρελαίου. Είναι αντλίες, προθερμαντήρες, φίλτρα, ρυθμιστές, για την κατάθλιψη του πετρελαίου μέχρι τους καυστήρες, με κατάλληλη πίεση και θερμοκρασία.

Αντλίες ελαίου λίπανσης. Είναι στροβιλοκίνητες ή ηλεκτροκίνητες αντλίες, για την κατάθλιψη του λιπαντικού λαδιού σε τριβείς, μειωτήρες και ωστικό τριβέα.

Ψυγεία λαδιού. Είναι εναλλακτήρες θερμότητας, όπου υποβιβάζεται η θερμοκρασία του λαδιού, με αφαίρεση μέρους από τη θερμότητα την οποία απέκτησε το λάδι κατά τη δίοδό του από τα λιπαινόμενα μέρη. Ως ψυκτικό μέσο χρησιμοποιείται θαλασσινό νερό.

9.3 Για πλοίο με στροβιλοηλεκτρική πρόωση

Στα πλοία της κατηγορίας αυτής, τα βοηθητικά μηχανήματα πρόωσης είναι τα ίδια με των ατμοστροβιλοκίνητων πλοίων. Διαφέρει μόνο ο τρόπος μετάδοσης της κίνησης στον ελικοφόρο άξονα του πλοίου.

9.4 Για ντηζελοκίνητο πλοίο

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία εγκαταστάσεων πρόωσης σε πλοία Μ.Ε.Κ. Τα βοηθητικά τους μηχανήματα παλαιότερα ήταν ατμοκίνητα και υπήρχαν συνήθως δύο βοηθητικοί ατμολέβητες, που λειτουργούσαν και με τα καυσαέρια της κύριας μηχανής και παρήγαγαν ατμό για την κίνηση των βοηθητικών μηχανημάτων. Τότε ο ατμολέβητας ήταν αναγκαία βοηθητική εγκατάσταση για την πρόωση.

Σε πλοία νεότερης κατασκευής, όλα τα βοηθητικά μηχανήματα είναι ηλεκτροκίνητα, ενώ παράλληλα υπάρχει και βοηθητικός ατμολέβητας *ανεξάρτητος* ή με *καυσαέρια,* για τις λοιπές χρήσεις ατμού στο πλοίο.

Παρακάτω αναφέρονται τα βοηθητικά μηχανήματα πρόωσης των πλοίων της κατηγορίας αυτής.

Μηχανήματα επεξεργασίας βαρέων πετρελαίων. Αποτελούν συγκρότημα από φυγοκεντρικούς αποχωριστήρες, με τις αντλίες τους, προθερμαντήρες, φίλτρα και ρυθμιστές. Το συγκρότημα αυτό επεξεργάζεται το βαρύ πετρέλαιο, για να αποκτήσει κατάλληλο ιξώδες και καθαρότητα, ώστε η ψέκαση μέσα στους κυλίνδρους από τους εγχυτήρες να είναι τέλεια.

Αντλία παροχής ή ***τροφοδότησης πετρελαίου.*** Είναι ηλεκτροκίνητη αντλία, που αναρροφά το πετρέλαιο ή το ήδη επεξεργασμένο βαρύ πετρέλαιο, από τη δεξαμενή χρήσης (service tank), και το καταθλίβει στη σωλήνωση αναρρόφησης των αντλιών μηχανικής έγχυσης του πετρελαίου της κύριας μηχανής.

Αντλία ελαίου λίπανσης. Είναι ηλεκτροκίνητη ή ατμοκίνητη αντλία, που χρησιμεύει για την παροχή λιπαντικού λαδιού υπό πίεση στα λιπαινόμενα μέρη της κύριας μηχανής.

Ψυγεία ελαίου. Είναι εναλλακτήρες επιφανειακής μετάδοσης της θερμότητας. Με αυτά, με ψυκτικό μέσο το θαλασσινό νερό, απάγεται από το λιπαντικό λάδι η θερμότητα την οποία απορρόφησε κατά την κυκλοφορία του στα τριβόμενα μέρη της μηχανής. Στο δίκτυο λαδιού παρεμβάλλονται φίλτρα μαγνητικά και κοινά αυτοκαθαριζόμενα (κτένια).

Φυγοκεντρικός καθαριστής ελαίου. Αυτός, μαζί με τις αντλίες του και τους προθερμαντήρες λαδιού, χρησιμεύει για τον συνεχή καθαρισμό του λαδιού κατά τον πλου.

Αντλία ψύξης κυλίνδρων και πωμάτων. Η αντλία αναρροφά αποσταγμένο νερό και το κυκλοφορεί σε κλειστό κύκλωμα με την αντίστοιχη *δεξαμενή διαστολής,* μέσα στους *περιχιτώνιους θαλάμους* και στα *πώματα* της κύριας μηχανής. Από διακλαδώσεις του ίδιου κυκλώματος ψύχονται και οι καυστήρες ή εγχυτήρες πετρελαίου, και οι βαλβίδες εξαγωγής των καυσαερίων των κυλίνδρων, όταν προβλέπεται ψύξη τους.

Ψυγείο νερού ψύξης κύριας μηχανής. Είναι εναλλακτήρας επιφανειακής μετάδοσης της θερμότητας, μέσα στον οποίο ψύχεται, με θαλασσινό νερό, το αποσταγμένο νερό ψύξης κυλίνδρων και πωμάτων, που κυκλοφορεί σε κλειστό κύκλωμα.

Αντλία ψύξης εμβόλων κύριας μηχανής. Κυκλοφορεί αποσταγμένο νερό ή λάδι μέσα στους χώρους ψύξης των εμβόλων της κύριας μηχανής, για την προστασία τους από υπερθέρμανση και καταστροφή τους κατά τη λειτουργία της.

Ψυγείο ψύξης του ψυκτικού υγρού των εμβόλων. Είναι εναλλακτήρας θερμότητας, όπου το αποσταγμένο νερό ή το λάδι ψύξης εμβόλων ψύχεται με θαλασσινό νερό.

Αντλία κυκλοφορίας. Είναι ηλεκτροκίνητη ή ατμοκίνητη και αναρροφά θαλασσινό νερό απ' ευθείας από τη θάλασσα και το παρέχει στα ψυγεία νερού της μηχανής, νερού ή ελαίου ψύξης εμβόλων, και στα ψυγεία ελαίου λίπανσης, για την ψύξη αυτών των υγρών.

Αεροσυμπιεστές. Είναι ηλεκτροκίνητοι ή ατμοκίνητοι, για την παραγωγή πεπιεσμένου αέρα προκίνησης και χειρισμών της κύριας μηχανής και προκίνησης των πετρελαιογεννητριών. Σύμφωνα με τους κανόνες των Νηογνωμόνων, υπάρχει και ανεξάρτητος, μικρής παροχής πετρελαιοκίνητος αεροσυμπιεστής, για την περίπτωση που το πλοίο στερείται αποθέματος πιεσμένου αέρα, και οι κύριοι αεροσυμπιεστές, όταν λείπει ηλεκτρική ενέργεια ή ατμός, δεν μπορούν να τεθούν σε λειτουργία.

Φιάλες πεπιεσμένου αέρα (αεροφυλάκια). Είναι χαλύβδινα ανθεκτικά κυλινδρικά δοχεία, για την αποθήκευση πεπιεσμένου αέρα προκίνησης των κύριων μηχανών και των πετρελαιογεννητριών.

9.5 Για πλοίο με Ντηζελο-ηλεκτρική πρόωση

Στα πλοία της κατηγορίας αυτής υπάρχουν γενικά τα ίδια μηχανήματα όπως και στα Ντηζελοκίνητα. Διαφορά υπάρχει μόνο ως προς τη μετάδοση της κίνησης στον ελικοφόρο του άξονα.

9.6 Για πλοίο με πρόωση από αεριοστροβίλους

Πλοία που προωθούνται με αεριοστροβίλους υπάρχουν πολύ λίγα. Μόνο μερικά μικρά πολεμικά πλοία χρησιμοποιούν αεριοστροβίλους, και λίγα εμπορικά. Σ' αυτά, τα βασικά μηχανήματα είναι περίπου τα ιδία με τα Ντηζελοκίνητα πλοία.

Αφού μάλιστα ο αεριοστρόβιλος, για λόγους μεγαλύτερης απόδοσης της όλης εγκατάστασης του πλοίου, χρησιμοποιείται πιο πολύ σε συνδυασμό με μηχανή Ντήζελ (Combined Diesel and Gas Turbine – CODAG), ή με ατμοστρόβιλο (Combined Steam and Gas Turbine – COSAG), ευνόητο είναι ότι και στις περιπτώσεις αυτές τα βοηθητικά μηχανήματα είναι τα ίδια με των Ντηζελοκίνητων ή ατμοστροβιλοκίνητων πλοίων.

Μικρή διαφοροποίηση, όμως, υπάρχει, όταν σε περιπτώσεις πλοίων που κινούνται με αεριοστροβίλους, χρησιμοποιούνται και μικροί αεριοστρόβιλοι, ως κινητήριες μηχανές, για όλες ή ορισμένες από τις ηλεκτρογεννήτριές τους.

Εκτός από τα μηχανήματα που περιγράψαμε, σε όλους τους τύπους πλοίων υπάρχουν και τα εξής μηχανήματα μηχανοστασίου:

9.6.1 Ηλεκτρομηχανές

1) Οι ηλεκτρομηχανές εξυπηρετούν την ηλεκτρική εγκατάσταση του πλοίου, που έχει σκοπό να παράγει ηλεκτρική ενέργεια και να την διανέμει για ηλεκτροφωτισμό του πλοίου και κίνηση ή λειτουργία των ηλεκτροκίνητων μηχανημάτων, συσκευών ή μηχανισμών του.

Είναι η πιο μεγάλη σε έκταση βοηθητική εγκατάσταση. Από αυτήν εξαρτώνται οι περισσότερες από τις βοηθητικές λειτουργίες του πλοίου που σχετίζονται με την ασφάλεια, τους χειρισμούς και το φορτίο. Σε ορισμένες περιπτώσεις, εξαρτάται ακόμη και η λειτουργία της εγκατάστασης πρόωσης.

Η σημασία της έχει γίνει τελευταία πολύ μεγαλύτερη, γιατί στις σύγχρονες κατασκευές εγκαταλείπονται σιγά-σιγά τα ατμοκίνητα μηχανήματα, ενώ η χρήση των ηλεκτροκίνητων συνεχώς αυξάνεται.

Κατά κανόνα αποτελείται: ***πρώτον*** από δύο ή περισσότερες ηλεκτρογεννήτριες, ***δεύτερον*** μία ηλεκτρογεννήτρια κινδύνου η οποία κινείται πάντοτε από μηχανή Ντήζελ, και ***τρίτον*** από συστοιχίες συσσωρευτών ή εγκατάσταση χαμηλής τάσης. Επίσης ανήκουν σ' αυτήν και ο κύριος πίνακας διανομής, ο πίνακας γεννήτριας κινδύνου, και άλλοι βοηθητικοί πίνακες διανομής των διαφόρων υποσταθμών ελέγχου του πλοίου. Τέλος, η εγκατάσταση ολοκληρώνεται από τις απαραίτητες ηλεκτρικές καλωδιώσεις, τους ηλεκτροκινητήρες των διαφόρων μηχανημάτων και τους πίνακες ελέγχου τους.

2) Οι κινητήριες μηχανές των ηλεκτρογεννητριών μπορεί να είναι ατμομηχανές

παλινδρομικές ή στρόβιλοι, Μ.Ε.Κ., ενώ σε μερικές εγκαταστάσεις χρησιμοποιούνται τελευταία και οι αεριοστρόβιλοι.

Σε πλοία με ατμοστροβίλους, χρησιμοποιούνται στροβιλογεννήτριες ή και πετρελαιογεννήτριες.

Σε πλοία με Μ.Ε.Κ. και αεριοστροβίλους, χρησιμοποιούνται οι πετρελαιογεννήτριες. Όταν όμως, όπως κατά κανόνα συμβαίνει, υπάρχει βοηθητικός λέβητας καυσαερίων, τότε υπάρχει και ιδιαίτερη βοηθητική εγκατάσταση ατμού. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται και ατμοστρόβιλοι για την κίνηση των ηλεκτρογεννητριών.

Οι πετρελαιογεννήτριες είναι συνήθως κατακόρυφου τύπου, με τους κυλίνδρους σε σειρά ή σε διάταξη V. Οι κύλινδροι μπορεί να είναι μέχρι 12, με κυμαινόμενη ισχύ και μεσαίο αριθμό στροφών από 300 ως και 1200 r.p.m.

Είναι μηχανές δίχρονες ή τετράχρονες, με ή χωρίς υπερτροφοδότηση. Διαθέτουν κατά κανόνα *ρυθμιστή στροφών, διακόπτη υπερτάχυνσης και χειροκίνητο διακόπτη,* που τις περισσότερες φορές ενσωματώνεται στον ίδιο τον ρυθμιστή στροφών.

3) Οι *ηλεκτρογεννήτριες* είναι απ' ευθείας συνδεμένες με τον άξονα του κινητήριου μηχανήματος. Σε περιπτώσεις στροβιλογεννητριών, κινούνται μέσω μειωτήρα στροφών, λόγω του υψηλού αριθμού στροφών του στροβίλου.

Είναι συνεχούς (110V ή 220 V) ή εναλλασσόμενου ρεύματος. Στις σύγχρονες εγκαταστάσεις χρησιμοποιείται περισσότερο το εναλλασσόμενο ρεύμα (τριών φάσεων, 60 κύκλων, 440 V για την κίνηση και 110 V για τον φωτισμό).

4) Κανονισμοί.

Από τους κανονισμούς των Νηογνωμόνων, όπως του Lloyd's Register of Shipping ή του Bureau Veritas κ.λπ., και τις διατάξεις των διεθνών συμβάσεων (τις οποίες έχει εγκρίνει και η Ελλάδα, και κυριότερη θεωρείται η *«Διεθνής Σύμβασις Ασφαλείας της Ανθρωπίνης Ζωής εν Θαλάσση»,* του 1960, ή, όπως συνηθίζεται να λέγεται, «SOLAS - 60», δηλ. Safety Of Life At Sea - 1960), προβλέπεται η ύπαρξη ντηζελογεννήτριας κινδύνου. Η γεννήτρια αυτή εκκινεί αυτόματα, αν για οποιονδήποτε λόγο σταματήσει η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας από τις κύριες γεννήτριες. Από αυτήν τότε τροφοδοτούνται τα ζωτικά και ουσιώδη μόνο κυκλώματα του πλοίου, όπως οι πλοϊκοί φανοί, το ηλεκτροκίνητο πηδάλιο, ο ηλεκτροφωτισμός κινδύνου, η διάταξη κλεισίματος των στεγανών θυρών του πλοίου, τα ηχητικά σήματα, οι διάφοροι ενδείκτες κ.λπ. Ανάλογη είναι και η πρόβλεψη τροφοδότησης, επί ορισμένο χρόνο, μερικών από τα ζωτικά αυτά κυκλώματα από πηγή ηλεκτρικής ενέργειας χαμηλής τάσης (συσσωρευτές).

Η τοποθέτηση και των ντηζελογεννητριών κινδύνου και της πηγής Χ.Τ. γίνεται σε μέρος του πλοίου επάνω από το κύριο κατάστρωμα, και με τέτοιον τρόπο, ώστε να εξασφαλίζεται ότι πυρκαγιά ή άλλη ζημιά μέσα στο μηχανοστάσιο δεν θα επιδρά στην τροφοδότηση ή στη διανομή τους.

9.6.2 Βραστήρας

1) ***Βραστήρας*** ή και ***αποστακτήρας****,* ονομάζεται η εγκατάσταση ή συγκρότημα συσκευών και μηχανημάτων, με τα οποία επιτυγχάνεται η μετατροπή του θαλασσινού νερού σε αποσταγμένο, με τη βοήθεια της θερμότητας.

Το αποσταγμένο νερό χρησιμοποιείται στα πλοία κυρίως για την τροφοδότηση των λεβήτων, για την κυκλοφορία στο κλειστό σύστημα ψύξης των Μ.Ε.Κ., στους συσσωρευτές κ.λπ. σε πλοία που εκτελούν μακρούς πλόες χωρίς ενδιάμεσους σταθμούς, χρησιμοποιείται μερικές φορές και για τη συμπλήρωση των δεξαμενών του πόσιμου νερού.

2) Οι αποστακτήρες κατατάσσονται, ανάλογα με τη φύση του θερμαντικού μέσου, σε:

α) Αποστακτήρες με ατμό.

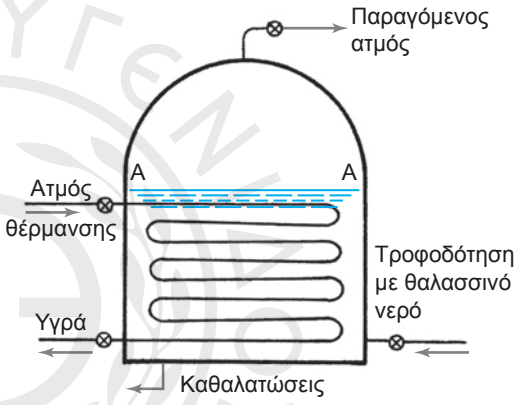
β) Αποστακτήρες με χρήση καυσαερίων.

γ) Αποστακτήρες με ηλεκτρικό ρεύμα.

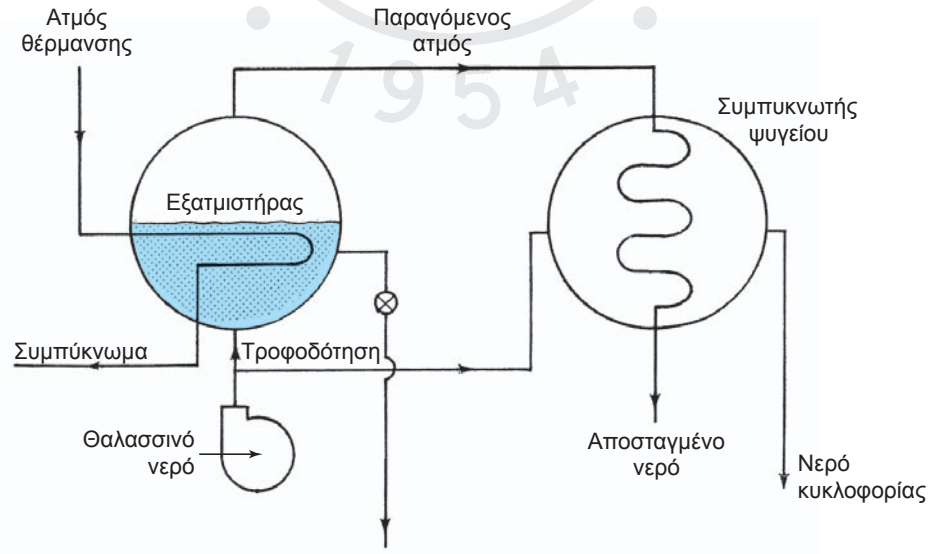
3) Το σχήμα 9.1 απεικονίζει βραστήρα κοινού τύπου, στην απλούστερη μορφή του, και το σχήμα 9.2 παριστάνει διαγραμματικά τη λειτουργία του.

Παρατηρούμε ότι ο ατμός θέρμανσης εισέρχεται στα στοιχεία του αποστακτήρα, όπου θερμαίνει και ατμοποιεί το θαλασσινό νερό, ενώ ο ίδιος μετατρέπεται σε συμπύκνωμα. Ο ατμός που παράγεται, προχωρεί προς το ψυγείο, όπου συμπυκνώνεται και εξέρχεται ως αποσταγμένο νερό, αναρροφάται από την *αντλία αποσταγμένου* νερού και καταθλίβεται προς το θερμοδοχείο ή τις δεξαμενές.

Η *αντλία θαλάσσης* καταθλίβει θαλασσινό νερό, στον υδροθάλαμο του



Σχ. 9.1



Σχ. 9.2

εξατμιστήρα, για την παραγωγή ατμού, και στο ψυγείο, για την ψύξη του.

Μέρος του νερού του υδροθαλάμου αφαιρείται από αυτόν με την *αντλία καθαλατώσεων,* για να ελαττωθεί η πυκνότητά του, με σκοπό να αποφεύγεται ο κίνδυνος δημιουργίας *καθαλατώσεων, ανάβρασης* και *προβολής.*

Οι τρεις αντλίες του βραστήρα, που αναφέρθηκαν προηγουμένως, σε ορισμένες εγκαταστάσεις συνδυάζονται σε μία, η οποία, με ένα κινητήριο μηχάνημα, κινεί τα τρία διαφορετικά έμβολά τους και λέγεται τότε απλώς *αντλία* ή *ιππάριο του βραστήρα.*

9.6.3 Αντλίες

Όπως είδαμε στα προηγούμενα, πάρα πολλά βοηθητικά μηχανήματα είναι αντλίες διαφόρων τύπων.

1) *Ορισμός αντλιών.*

Αντλίες γενικώς ονομάζονται μηχανήματα τα οποία αναρροφούν υγρό από έναν χώρο και το καταθλίβουν με πίεση σε άλλον.

Οι αντλίες, για να πραγματοποιήσουν τον σκοπό τους, καταναλώνουν μηχανικό έργο και προσδίδουν *δυναμική* ή *κινητική* ενέργεια στο υγρό. Χαρακτηρίζονται γι' αυτό ως *εργομηχανές,* σε αντιδιαστολή με τις γνωστές μας κινητήριες μηχανές.

Για τη λειτουργία μιας αντλίας χρησιμοποιείται μηχάνημα που την κινεί, το οποίο λέγεται *κινητήριο μηχάνημα της αντλίας.* Το κινητήριο μηχάνημα μπορεί να είναι *ατμομηχανή, ατμοστρόβιλος, μηχανή Ντήζελ* ή *αεριοστρόβιλος, βενζινομηχανή* και σε μεγάλη κλίμακα *ηλεκτροκινητήρας.* Μία αντλία μικρής παροχής όμως μπορεί να είναι και *χειροκίνητη.*

Όταν μία αντλία κινείται από ανεξάρτητο μηχάνημα (όπως παραπάνω), ονομάζεται *ανεξάρτητη.* Μπορεί όμως να κινείται από κάποιο κινητό μέρος της κύριας μηχανής μέσω οδοντωτών τροχών, ιμάντα, διάταξης εκκέντρου και διωστήρα ή ζυγού, οπότε λέγεται *εξαρτημένη.*

2) *Κατάταξη των αντλιών*.

Τις αντλίες των ναυτικών εγκαταστάσεων τις κατατάσσουμε σε *εμβολοφόρες παλινδρομικές, περιστροφικές* και *φυγοκεντρικές*.

3) *Χαρακτηριστικά στοιχεία των αντλιών*.

Κάθε αντλία χαρακτηρίζεται από ορισμένα βασικά στοιχεία, τα οποία προσδιορίζουν τις δυνατότητές της. Τα στοιχεία αυτά είναι:

α) Τα *ύψη* της αντλίας (αναρρόφησης και κατάθλιψης).

β) Η *παροχή* της.

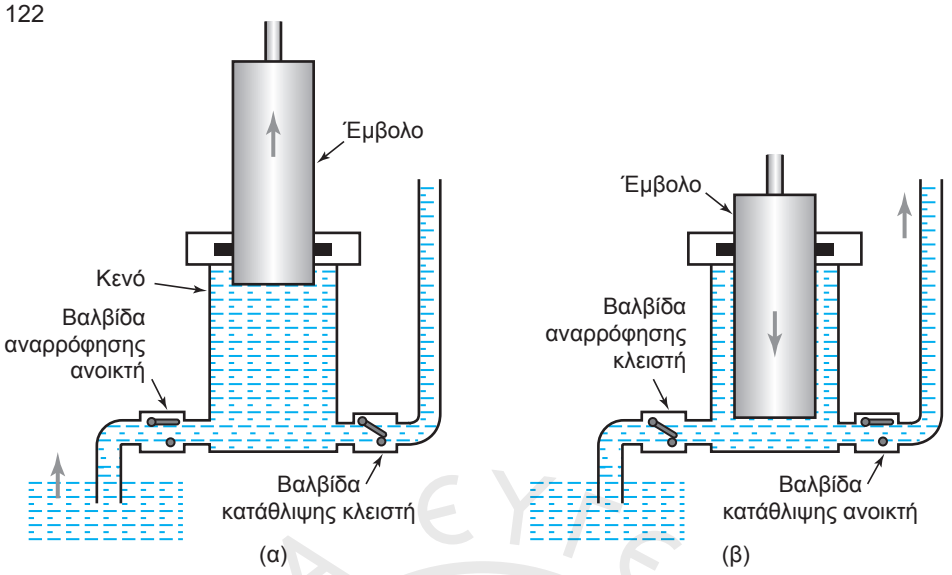
γ) Ο *βαθμός απόδοσης* και το *έργο* της.

δ) Η *ισχύς* ή *ιπποδύναμη* που απαιτείται για την κίνησή της.

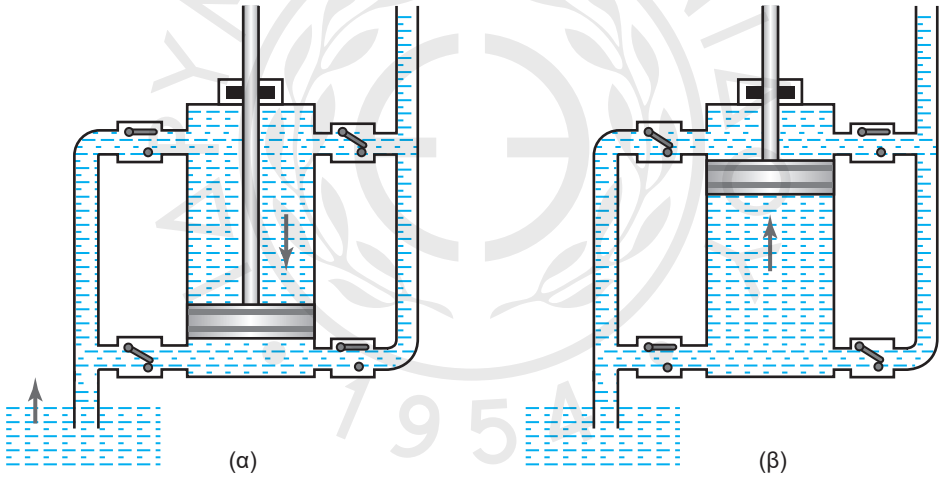
4) Η *εμβολοφόρος αντλία*.

Οι διάφορες εμβολοφόρες αντλίες χρησιμοποιούνται ως τροφοδοτικές, ως αεραντλίες, έρματος, κύτους, πυρκαγιάς κ.λπ.

Το σχήμα 9.3 δείχνει μια καταθλιπτική αντλία απλής ενέργειας. Στο (α) είναι η θέση της αναρρόφησης και στο (β) της κατάθλιψης. Το σχήμα 9.4 παριστάνει καταθλιπτική αντλία διπλής ενέργειας, στην οποία η λειτουργία πραγματοποιείται και από τις δύο όψεις του εμβόλου της.



Σχ. 9.3



Σχ. 9.4

5) Η *περιστροφική αντλία*

Κατασκευάζεται σε διάφορους τύπους, κυρίως ως γραναζωτή, κοχλιοειδής, πτερυγιοφόρος κ.λπ. Κατά κανόνα οι περιστροφικές αντλίες είναι ατμοστροβιλοκίνητες ή ηλεκτροκίνητες. Σε ορισμένες περιπτώσεις, φορητών κυρίως αντλιών, συναντώνται και ως πετρελαιοκίνητες. Το σχήμα 9.5 παριστάνει γραναζωτή αντλία, με τους περιστρεφόμενους τροχούς Α και Β και την είσοδο και έξοδο του διακινούμενου υγρού.

Το σχήμα 9.6 παριστάνει μία κοχλιοειδή αντλία όπου: Α είναι ο κινητήριος άξονας, ο οποίος με τη βοήθεια δύο οδοντωτών τροχών κινεί τον άξονα Β. Και οι δύο άξονες μαζί κινούν τους ατέρμονες κοχλίες της αντλίας, με αποτέλεσμα την αναρρόφηση του υγρού με τον σωλήνα α και την κατάθλιψή του με τον σωλήνα κ.

Οι χρήσεις τους στα πλοία είναι πολλές και ποικίλες. Χρησιμοποιούνται ως αντλί-

ες *πετρελαίου* και *μετάγγισής* του, *αποστράγγισης δεξαμενών, ελαίου λίπανσης και μετάγγισής* του, *βενζίνης, φορτοεκφόρτωσης νερού, κίνησης των υδραυλικών πηδαλίων και βαρούλκων κ.λπ.*

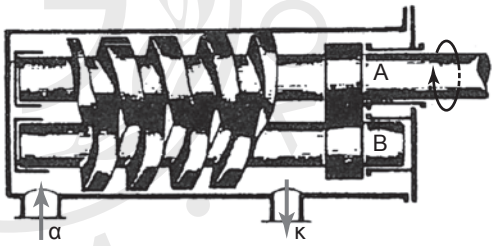
6) Η *φυγοκεντρική αντλία.* Το σχήμα 9.7 παριστάνει μια τυπική φυγοκεντρική αντλία με τα μέρη της. Η ροή στην αντλία αυτή επιτυγχάνεται χάρη στη φυγόκεντρο δύναμη. Η αντλία κατά κανόνα αποτελείται από δύο μέρη: ***πρώτον*** το κινητό περιστρεφόμενο, που ονομάζεται *δρομέας* ή *στροφείο,* ή μερικές φορές και *πτερωτή,* γιατί αποτελείται από πτερύγια, και ***δεύτερον,*** το σταθερό, που λέγεται *κέλυφος,* μέσα στο οποίο περιστρέφεται το στροφείο.

Η αντλία αυτή αναρροφά το υγρό από το κέντρο της και το καταθλίβει προς την περιφέρεια. Το υγρό εισέρχεται σε αυτήν λόγω του κενού που δημιουργεί κατά την περιστροφή της, και καταλαμβάνει τον κεντρικό χώρο της και τον χώρο μεταξύ των πτερυγίων του στροφείου. Καθώς το στροφείο περιστρέφεται με μεγάλη ταχύτητα, εκτινάσσει το υγρό προς την περιφέρεια, λόγω της φυγόκεντρου δύναμης, και από εκεί προς την εξαγωγή.

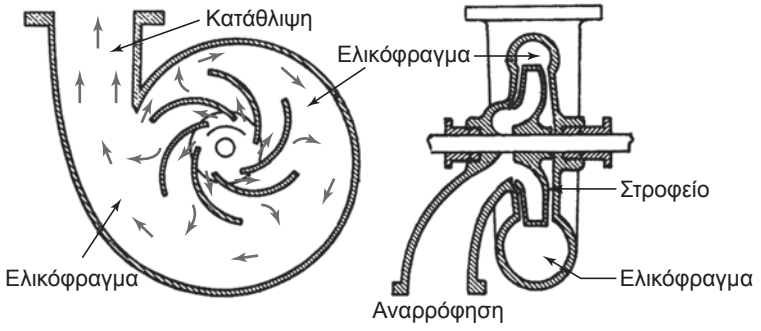
Οι φυγοκεντρικές αντλίες κατασκευάζονται σε διάφορους τύπους (οριζόντιες, κατακόρυφες, μονοβάθμιες ή πολυβάθμιες κ.λπ.). Οι χρήσεις τους στις ναυτικές εγκαταστάσεις είναι ποικίλες. Χρησιμοποιούνται ως αντλίες *συμπυκνώματος, τροφοδότησης λεβήτων, κυκλοφορίας, πυρκαγιάς, θαλασσινού* ή *πόσιμου* νερού, υγρών *καυσίμων* κ.λπ.



Σχ. 9.5



Σχ. 9.6



Σχ. 9.7

10 Αντλίες Φορτοεκφόρτωσης Δ/Ξ

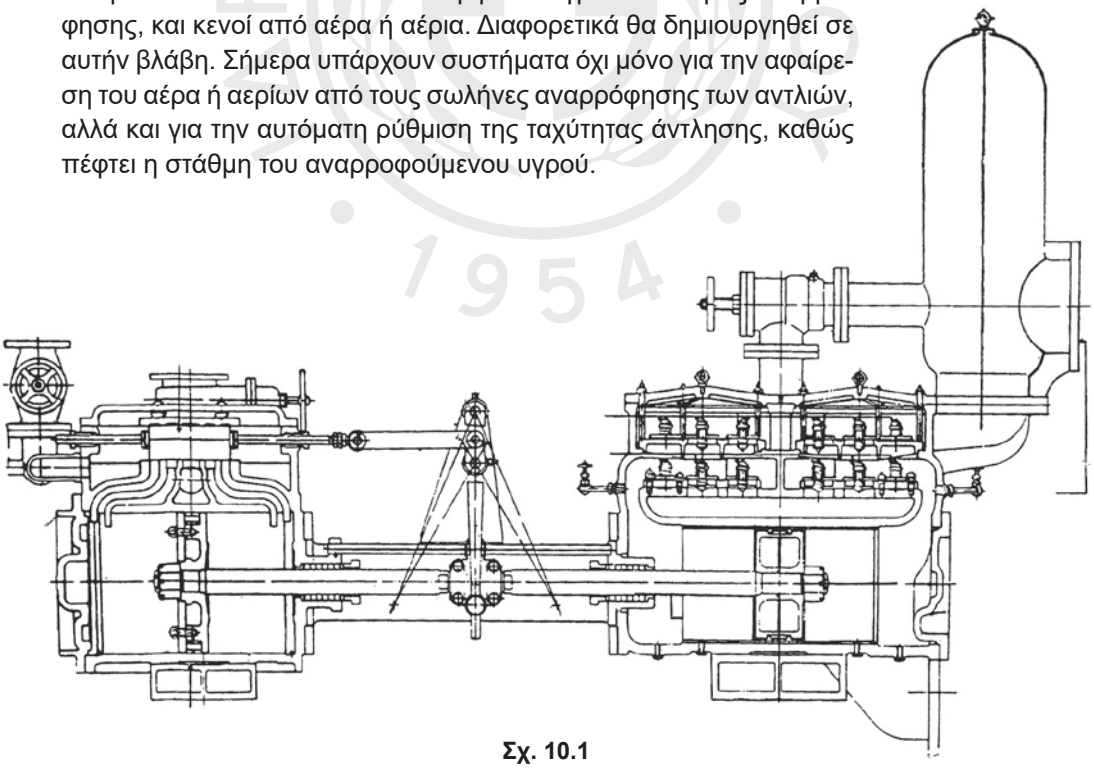
10.1 Περιγραφή

Τα πετρελαιοφόρα και γενικά τα δεξαμενόπλοια (Δ/Ξ) πρέπει να είναι ικανά να εκφορτώνουν το φορτίο τους μέσα σε λίγες ώρες.

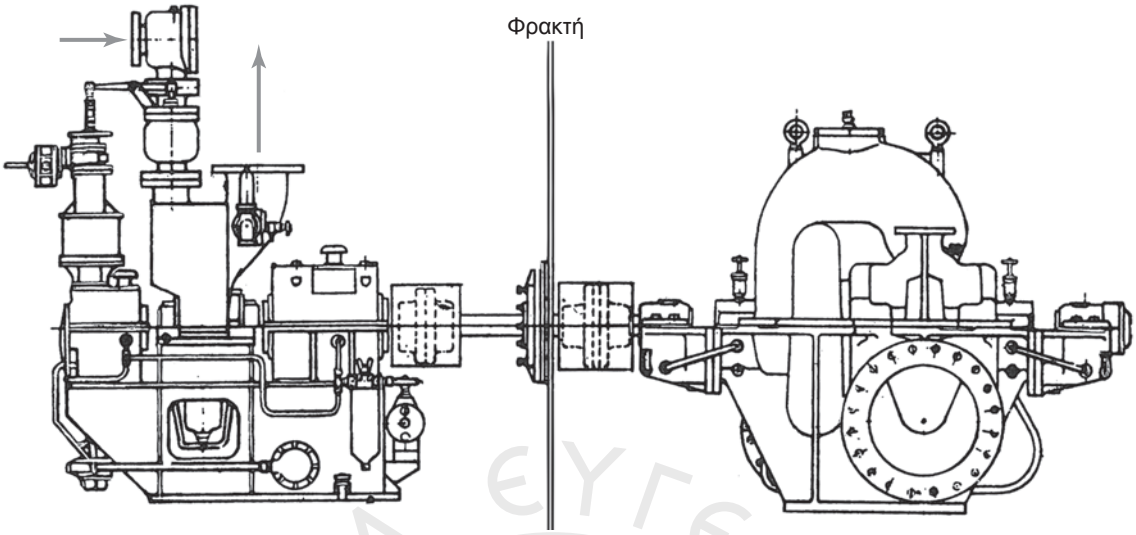
Παλαιότερα οι αντλίες φορτοεκφόρτωσης ήταν *παλινδρομικές,* αλλά η παροχή τους ήταν μικρή. Όσο μεγάλωνε το εκτόπισμα των Δ/Ξ, οι παλινδρομικές εκτοπίστηκαν από *φυγοκεντρικές* αντλίες μεγάλης παροχής, ικανές να αντλήσουν περισσότερους από 8000 τόνους την ώρα.

Το σχήμα 10.1 παριστάνει παλινδρομική ατμοκίνητη αντλία φορτίου, το σχήμα 10.2 στροβιλοκίνητη και το σχήμα 10.3 φυγοκεντρική μονοβάθμια ηλεκτροκίνητη. Σε πλοία που κινούνται με ατμοστροβίλους, αλλά συχνά και σε Ντηζελοκίνητα πλοία, οι αντλίες φορτίου είναι στροβιλοκίνητες.

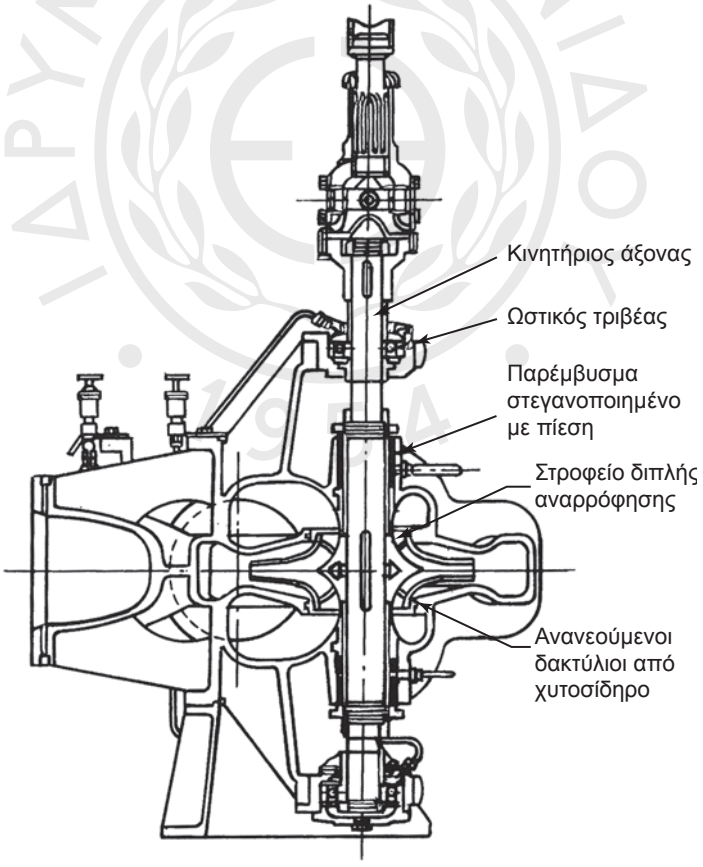
Για την επίτευξη της μέγιστης δυνατής απόδοσης, η αντλία φυγοκεντρικού τύπου απαιτεί να είναι γεμάτοι υγρό οι σωλήνες αναρρόφησης, και κενοί από αέρα ή αέρια. Διαφορετικά θα δημιουργηθεί σε αυτήν βλάβη. Σήμερα υπάρχουν συστήματα όχι μόνο για την αφαίρεση του αέρα ή αερίων από τους σωλήνες αναρρόφησης των αντλιών, αλλά και για την αυτόματη ρύθμιση της ταχύτητας άντλησης, καθώς πέφτει η στάθμη του αναρροφούμενου υγρού.



Σχ. 10.1


Φρακτή

Σχ. 10.2


Κινητήριος άξονας
Ωστικός τριβέας
Παρέμβυσμα στεγανοποιημένο με πίεση
Στροφείο διπλής αναρρόφησης
Ανανεούμενοι δακτύλιοι από χυτοσίδηρο

Σχ. 10.3

Οι αντλίες φορτίου, που χρησιμοποιούνται για την *αποστράγγιση* των δεξαμενών, είναι συνήθως εμβολοφόρες, κατακόρυφες ή οριζόντιες, διπλής ενέργειας ατμοκίνητες. Γενικά έχουν τα ίδια χαρακτηριστικά με τις κανονικές αντλίες φορτίου διπλής ενέργειας. Συνήθως είναι εξαιρετικής αντοχής και μπορούν να αντλούν και λάσπη (ιλύν), όταν μεταφέρεται αργό *πετρέλαιο.* Παράλληλα προς την αντλία αποστράγγισης, τοποθετείται και μία φυγοκεντρική, για τον ερματισμό και τον αφερματισμό, και χρησιμοποιεί ορισμένες μόνο σωληνώσεις. Έτσι, οι κύριες αντλίες και οι αντλίες αποστράγγισης χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για το φορτίο.

Οι αντλίες κινούνται συνήθως με *ατμοστροβίλους* ή *ηλεκτροκινητήρες.* Επειδή όμως τα αντλιοστάσια των πετρελαιοφόρων είναι τα διαμερίσματα όπου υπάρχει περισσότερος κίνδυνος για εκρήξεις, οι αντλίες τοποθετούνται στο διαμέρισμα αντλιών, ενώ οι κινητήρες τους, είτε ατμοστρόβιλοι είτε ηλεκτροκινητήρες, τοποθετούνται στο Μηχανοστάσιο. Ο άξονας που μεταδίδει την κίνηση περνά από τον μπουλμέ (διάφραγμα) που διαχωρίζει το αντλιοστάσιο και το μηχανοστάσιο.

Σύστημα *μειωτήρων με οδοντοτροχούς* είναι συχνά αναγκαίο για να διατηρείται υψηλή η ταχύτητα των αντλιών, και συνεπώς, για να μειώνεται έτσι ο όγκος και το βάρος του όλου μηχανήματος.

Αεροστεγείς *στυπειοθλίπτες* είναι απαραίτητοι μεταξύ των διαμερισμάτων στο σημείο διόδου του άξονα της αντλίας και απαιτούν ιδιαίτερα καλή συντήρηση.

Είναι ευνόητο, τέλος, ότι για πετρέλαια βαρύτερα από το Ντήζελ, δηλαδή για το intermediate και το Μαζούτ, εκτός από την εξάντληση, απαιτείται ισχυρή προθέρμανση, για να γίνεται το πετρέλαιο αντλήσιμο. Ελαφρότερη προθέρμανση συνεχίζεται, όσο το πλοίο ταξιδεύει.

Μετά την εκφόρτωση του πετρελαίου, και κατά τη διάρκεια του πλου, εφόσον το πλοίο είχε μεταφέρει βαρέα πετρέλαια, καθαρίζονται οι δεξαμενές, συνήθως με το σύστημα «Butterworth», προκειμένου να είναι καθαρές για τη φόρτωση άλλου φορτίου.

10.2 Λειτουργία

Η λειτουργία των αντλιών, ανεξάρτητα από τον τύπο τους, πρέπει να είναι ομαλή, χωρίς *κραδασμούς,* με κανονική πίεση κατάθλιψης και χωρίς κινδύνους να δημιουργηθούν *σπινθήρες,* εστίες πυρκαγιάς ή διαρροές καυσίμου. Στην αναρρόφηση της αντλίας υπάρχουν *θλιβόμετρα,* για να δείχνουν την ομαλή ροή του υγρού προς την αντλία, όταν λειτουργεί. Υπάρχουν επίσης και στην κατάθλιψη της αντλίας, για να δείχνουν την αντίθλιψη του δικτύου που πρέπει να υπερνικήσει η αντλία.

10.3 Οδηγίες

Σε κάθε αντλία φορτοεκφόρτωσης πρέπει να υπάρχει σε ευδιάκριτη θέση *πινακίδα* με οδηγίες εκκίνησης και κράτησης, καθώς και των μέτρων που πρέπει να ληφθούν σε περίπτωση *βλάβης, ανωμαλίας* ή *επικίνδυνης κατάστασης.* Οι αντλίες φορτοεκφόρτωσης μπαίνουν σε λειτουργία ή κρατούνται από τον αντλιωρό, αλλά πάντοτε υπό την εποπτεία του *Υποπλοιάρχου.*

10.4 Συντήρηση

Η συντήρηση των αντλιών (λίπανση, περιοδικές λήψεις μετρήσεων, στρέψη, εξυδάτωση, χρωματισμός κ.λπ.), εκτελούνται από τον αντλιωρό, σύμφωνα με το *πρόγραμμα συντήρησης* του κατασκευαστή και με τις οδηγίες του πρώτου μηχανικού. Επίσης, επισκευές και αποκατάσταση ανωμαλιών γίνονται από το προσωπικό της μηχανής, όταν δεν υπάρχει λόγος να ανατεθούν σε συνεργείο ξηράς.

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1954

11 Καταναλώσεις

11.1 Ορισμός και τιμές της ειδικής ανά ίππο και ώρα κατανάλωσης

1) Σε όλες τις κατηγορίες μηχανών ενδιαφέρει η κατανάλωσή τους σε καύσιμα.

Στο βιβλίο, εδώ, χρησιμοποιούμε τους όρους *ειδική κατανάλωση k, ωριαία κατανάλωση k*ω και *συνολική κατανάλωση kt.*

Η ειδική κατανάλωση k, που αποτελεί και μέτρο σύγκρισης μεταξύ διαφόρων μηχανών, ορίζεται ως το ποσό του καυσίμου, σε *γραμμάρια,* που καίει η μηχανή ανά ίππο και ώρα. Λαμβάνει τις ακόλουθες τιμές:

α) Για *παλινδρομική ατμομηχανή,* σε πετρέλαιο λεβήτων 500 περίπου γραμμάρια ανά δυναμοδεικτικό ίππο και ώρα (500 gr/IHP/h). Στην τιμή αυτή προστίθεται ποσοστό 10% ως 12%, για τα βοηθητικά μηχανήματα.

β) Για *ατμοστρόβιλο,* σε πετρέλαιο λεβήτων 300 περίπου γραμμάρια ανά πραγματικό ίππο και ώρα (300 gr/BHP/h). Προσθέτουμε επίσης 7% ως 10% επιπλέον, για τα βοηθητικά του μηχανήματα.

γ) Για τις *Μ.Ε.Κ.*

– Δίχρονες Diesel, 180 ως 220 gr/BHP/h πετρελαίου Ντήζελ.
– Τετράχρονες Diesel, 160 ως 200 gr/BHP/h πετρελαίου Ντήζελ.
– Τετράχρονες Diesel με υψηλή υπερπλήρωση, μέχρι 140 gr/BHP/h πετρελαίου Ντήζελ.
– Βενζινομηχανές συνηθισμένες, 235 ως 250 gr/BHP/h σε βενζίνη.
– Βενζινομηχανές με καύση βενζίνης υψηλού αριθμού οκτανίων, μέχρι 215 ως 220 gr/BHP/h.

Στις τιμές αυτές, πρέπει να προστίθεται ποσοστό 3% ως 7% περίπου για τα βοηθητικά μηχανήματά τους, ανάλογα με το αν αυτά είναι εξαρτημένα ή ανεξάρτητα από την κύρια μηχανή.

δ) Για τους *αεριοστροβίλους.*

Λαμβάνεται σε 200 ως 250 gr/BHP/h, με ποσοστό 3% ως 7% για τα βοηθητικά τους μηχανήματα, όπως και στις Μ.Ε.Κ.

2) Από την ειδική κατανάλωση βρίσκουμε την ωριαία κατανάλωση kω της μηχανής, πολλαπλασιάζοντάς την με την αντίστοιχη ιπποδύναμη της N:

$$k\omega = k \times N$$

3) Εάν επιθυμούμε να βρούμε τη συνολική κατανάλωση kt της μηχανής σε ορισμένο χρόνο πλου, t ωρών π.χ., χρησιμοποιούμε τον τύπο:

$$kt = k\omega \times t \quad \text{ή} \quad kt = k \times N \times t$$

Όλες οι παραπάνω καταναλώσεις υπολογίζονται σε γραμμάρια. Εύκολα πάλι μετατρέπονται σε χιλιόγραμμα, τόνους ή και λίμπρες καυσίμου.

4) Είναι ευνόητο ότι, όσο μικρότερη είναι η ειδική κατανάλωση μιας μηχανής, τόσο υψηλότερη είναι η απόδοσή της, και, αντίστροφα, όσο υψηλότερη είναι η απόδοσή της, τόσο μικρότερη είναι η κατανάλωση, δηλαδή τόσο οικονομικότερη είναι η μηχανή.

Η συνολική, όπως λέμε, απόδοση των διαφόρων μηχανών, είναι:

1) ***Παλινδρομικές ατμομηχανές,*** 11 ως 15%. Σε νεότερες όμως εγκαταστάσεις, όπου χρησιμοποιείται υπέρθερμος ατμός υψηλής πίεσης, με αναθερμαντήρα και με στρόβιλο εργαζόμενο με την εξάτμιση της παλινδρομικής, μέχρι και 18 ως 20%.

2) ***Ατμοστρόβιλοι,*** 24 ως 28%.

3) ***Μ.Ε.Κ.***

α) Δίχρονη Diesel, 30 ως 42%.

β) Τετράχρονη Diesel με υπερπλήρωση, 33 ως 45%.

γ) Βενζινομηχανές, 20 ως 30%.

4) ***Αεριοστρόβιλος ανοικτού κυκλώματος.***

α) Με καύση βαρέος πετρελαίου χωρίς αναθερμαντήρα, 20 ως 22%.

β) Με βαρύ πετρέλαιο και αναθερμαντήρα, 25 ως 27%.

γ) Με πετρέλαιο Ντήζελ χωρίς αναθερμαντήρα, 22 ως 24%.

δ) Με πετρέλαιο Ντήζελ και αναθερμαντήρα, 26 ως 30%.

ε) Ταχύπλοων μικρών σκαφών (και αεροπλάνων), 30 ως 35%.

11.2 Σχέσεις κατανάλωσης προς την ισχύ των μηχανών, τον χρόνο και την ταχύτητα του πλοίου

Καλούμε: I την ισχύ της μηχανής σε HP, t τον χρόνο σε ώρες, v την ταχύτητα του πλοίου σε κόμβους, n τον αριθμό στροφών ανά λεπτό της μηχανής (σ.α.λ. ή r.p.m.) και k την κατανάλωση της μηχανής σε τόνους.

Θα έχουμε τις ακόλουθες σχέσεις:

1) Σχέση κατανάλωσης-ιπποδύναμης:

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{I_1}{I_2}$$

Δηλαδή η κατανάλωση είναι ανάλογη προς την ιπποδύναμη που αναπτύσσει η μηχανή.

2) Σχέση κατανάλωσης-χρόνου:

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{t_1}{t_2}$$

Δηλαδή η κατανάλωση είναι ανάλογη προς τον χρόνο λειτουργίας της μηχανής, με *σταθερή ταχύτητα* του πλοίου.

3) Σχέση κατανάλωσης-ταχύτητας, για σταθερό χρόνο κίνησης:

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{v_1^3}{v_2^3}$$

Δηλαδή η κατανάλωση είναι ανάλογη προς τον κύβο της ταχύτητας που έχει κάθε φορά το πλοίο.

4) Σχέση κατανάλωσης-ταχύτητας, για σταθερά διανυόμενη απόσταση:

$$\frac{k_1}{k_2} = \frac{v_1^2}{v_2^2}$$

Δηλαδή η κατανάλωση είναι ανάλογη προς το τετράγωνο της ταχύτητας που χρησιμοποιείται κάθε φορά για το ίδιο πάντα διάστημα.

5) Σχέση κατανάλωσης-αριθμού στροφών της μηχανής:

$$\frac{k_1^2}{k_2^2} = \frac{n_1^3}{n_2^3}$$

Δηλαδή η κατανάλωση είναι ανάλογη με τον κύβο του αριθμού στροφών ανά λεπτό που χρησιμοποιούνται κάθε φορά.

Η σχέση αυτή ταυτίζεται με την παραπάνω γ, εφόσον ταχύτητα και αριθμός στροφών μηχανής και έλικας είναι ποσά ευθέως ανάλογα, μέσα στα όρια του συνηθισμένου πλου ενός πλοίου.

– Εφαρμογές

Παρακάτω δίνονται δύο παραδείγματα για κάθε περίπτωση. Ακολουθείται η σειρά που αναφέρονται πιο πάνω.

Παράδειγμα 1

Μηχανή πλοίου αναπτύσσει ισχύ $I_1 = 1000$ HP και καταναλώνει ανά 24ωρο $k_1 = 14$ τόνους καυσίμου. Ποια είναι η κατανάλωση της k_2, σε ισχύ $I_2 = 800$ HP;

Λύση

$$k_2 = \frac{I_2}{I_1} \times k_1 = \frac{800}{1000} \times 14 = 11{,}2 \text{ τόνοι ανά 24ωρο}$$

Παράδειγμα 2

Μηχανή πλοίου Diesel, ισχύος 5000 HP, έχει ωριαία κατανάλωση πετρελαίου 1 τόνο. Ποια ισχύ αναπτύσσει σε κατανάλωση 750 kg ανά ώρα;

Λύση

$$I_2 = \frac{k_2}{k_1} \times I_1 = \frac{750}{1000} \times 5000 = 3750 \text{ HP}$$

Παράδειγμα 3

Πλοίο πλέει με σταθερή ταχύτητα επί 10 ώρες, και έχει κατανάλωση 12 τόνους καυσίμου. Πόσο καύσιμο θα καταναλώσει με την ίδια ταχύτητα σε 24 ώρες;

Λύση

$$k_2 = k_1 \times \frac{t_2}{t_1} = 12 \times \frac{24}{10} = 28{,}8 \text{ τόνοι.}$$

Παράδειγμα 4

Πλοίο πλέει με σταθερή ταχύτητα 16 κόμβους και έχει ημερήσια κατανάλωση 28,8 τόνους. Πόση απόσταση μπορεί να διανύσει ακόμη με την ίδια ταχύτητα, αν στις αποθήκες του έχει χρησιμοποιήσιμο υπόλοιπο καυσίμων 144 τόνους;

Λύση

Βρίσκουμε πρώτα πόσο χρόνο μπορεί να πλέει με αυτή την ταχύτητα, δηλαδή:

$$t_2 = t_1 \times \frac{k_2}{k_1} = 24 \times \frac{144}{28{,}8} = 120 \text{ ώρες}$$

άρα μπορεί να διανύσει $120 \times 16 = 1920$ μίλια.

Παράδειγμα 5

Πλοίο πλέει με ταχύτητα $v_1 = 10$ κόμβους. Η μηχανή του αναπτύσσει $I_1 = 1000$ HP. Ποια ιπποδύναμη I_2 θα αναπτύξει, εάν πλεύσει με ταχύτητα $v_2 = 12$ κόμβους;

Λύση

$$I_2 = I_1 \times \frac{v_1^3}{v_2^3} = 1000 \times \frac{12^3}{10^3} = 1728 \text{ HP}$$

Παράδειγμα 6

Πλοίο αναπτύσσει ιπποδύναμη 8000 HP και έχει ταχύτητα 15 κόμβους. Ποια ταχύτητα θα έχει με ισχύ 13.824 HP;

Λύση

$$v_2^3 = \frac{I_2}{I_1} \times v_1^3 = \frac{13.824}{8000} \times 15^3$$

$$\text{ή} \quad v_2 = \frac{\sqrt[3]{13.824}}{\sqrt[3]{8000}} \times 15 \quad \text{ή} \quad v_2 = \frac{24}{20} \times 15 = 18 \text{ κόμβους}$$

Παράδειγμα 7

Πλοίο καταναλώνει $k_1 = 50$ τόνους καυσίμου, σε διάστημα 640 μίλια, με ταχύτητα

v_1= 10 κόμβους. Ποια είναι η κατανάλωση του k_2, για το ίδιο διάστημα, με ταχύτητα v_2 = 12 κόμβους;

Λύση

$$k_2 = k_1 \times \frac{v_2^2}{v_1^2} = 50 \times \frac{12^2}{10^2} = 72{,}2 \text{ τόνοι}$$

Παράδειγμα 8

Πορθμείο διανύει, κατά τη μετάβαση, 750 μίλια απόσταση με ταχύτητα 15 κόμβους, και έχει κατανάλωση 100 τόνους. Αν κατά την επιστροφή ξεκινήσει με υπόλοιπο 64 τόνους χρησιμοποιήσιμου καυσίμου στις αποθήκες του, με ποια ταχύτητα πρέπει να πλεύσει, ώστε να διανύσει το ίδιο διάστημα;

Λύση

$$v_2^2 = \frac{k_2}{k_1} \times v_2^2 \qquad \text{άρα} \qquad v_2^2 = \frac{64}{100} \times 15^2$$

και $$v_2 = \frac{\sqrt{64}}{\sqrt{100}} \times 15 = \frac{8}{10} \times 15 = 12 \text{ κόμβοι.}$$

Παράδειγμα 9

Πλοίο πλέει με n_1 = 70 r.p.m. Καταναλώνει k_1 = 16 t το 24ωρο. Ποια είναι η κατανάλωση του k_2 με n_2 = 84 r.p.m.;

Λύση

$$k_2 = k_1 \times \frac{n_2^3}{n_1^3} = 16\ \frac{84^3}{70^3} = 27{,}65 \text{ τόνοι}$$

Παράδειγμα 10

Πλοίο πλέει με n_1 = 70 r.p.m. Καταναλώνει 34,3 τόνους ανά 24ωρο. Με πόσες στροφές πρέπει να πλεύσει, για να ελαττώσει την κατανάλωσή του σε 21,6 τόνους ανά 24ωρο;

Λύση

$$n_2^3 = \frac{k_2}{k_1} \times n_1^3 = \frac{21{,}6}{34{,}3} \times 70^3$$

άρα $$n_2 = \sqrt[3]{\frac{21{,}6}{34{,}3}} \times 70 = \sqrt[3]{\frac{216}{343}} \times 70$$

και $$n_2 = \frac{6}{7} \times 70 = 60 \text{ r.p.m.}$$

12 Ολίσθηση (πραγματική & φαινόμενη)

12.1 Γενικά

Η έλικα, μέσα στο νερό, στρέφεται όπως ένας κοχλίας στο περικόχλιό του. Κατά την περιστροφή της αναρροφά νερό από το εμπρόσθιο μέρος της και το καταθλίβει προς τα πίσω, με ταχύτητα μεγαλύτερη από εκείνη με την οποία το αναρρόφησε. Η διαφορά ταχυτήτων που δημιουργεί έτσι η έλικα παράγει μια δύναμη αντίδρασης, η οποία προκαλεί την *αξονική της ώθηση.* Η ώθηση αυτή μεταδίδεται, μέσω της ελικοφόρου και της ενδιάμεσης ατράκτου, στον ώστικό τριβέα, και από αυτόν στο σκάφος, που αναγκάζεται έτσι να προχωρήσει στο νερό.

Όπως και τον κοχλία, έτσι και την έλικα τη χαρακτηρίζουμε (εκτός από τα άλλα στοιχεία της, που περιγράφονται στη Ναυπηγία), και από το *βήμα* της, που μας ενδιαφέρει εδώ.

Βήμα της έλικας καλείται η απόσταση που θα προχωρήσει αυτή κατά τον άξονά της, αν περιστραφεί κατά 360° (δηλ. μία πλήρη περιστροφή) μέσα σε σταθερό περικόχλιο. Αυτό είναι το *θεωρητικό,* δηλαδή το γεωμετρικό βήμα της.

Η έλικα όμως, κατά την περιστροφή της μέσα στο νερό, δεν προχωρεί σε κάθε στροφή απόσταση ίση με το θεωρητικό βήμα της, άλλα μικρότερη. Αυτό οφείλεται στο ότι το υδάτινο περιβάλλον της έλικας, που είναι και το περικόχλιό της, δεν είναι σταθερό, άλλα *ολισθηρό.* Υποχωρεί δηλαδή κατά την ανάπτυξη της αντίδρασης, η οποία ωθεί το πλοίο. Με άλλα λόγια, η έλικα *ολισθαίνει.*

Προχώρηση της έλικας καλείται η απόσταση που προχωρεί, όταν περιστραφεί κατά μία στροφή μέσα στο νερό.

Η διαφορά γενικά μεταξύ του θεωρητικού *βήματος* και της προχώρησης της έλικας ονομάζεται *ολίσθηση.* Παριστάνει την απώλεια της έλικας κατά την κίνησή της μέσα στο νερό.

Προκύπτουν λοιπόν, από όσα αναφέραμε πιο πάνω, οι ακόλουθες έννοιες και υπολογιστικοί τύποι.

12.2 Η θεωρητική ταχύτητα του πλοίου

Είναι η ταχύτητα που θα είχε το πλοίο, αν δεν υπήρχε η ολίσθηση της έλικας. Η θεωρητική ταχύτητα υπολογίζεται με βάση το βήμα και τον αριθμό στροφών της έλικας. Χρησιμοποιούμε τους τύπους:

$$v_\theta = \frac{\beta \times n}{60} \text{ m/sec} \qquad \text{(όπου } \beta \text{ δίνεται σε m)}$$

ή $$v_\theta = \frac{\beta \times n \times 60}{1852} \quad \text{και} \quad v_\theta = \frac{\beta \times n \times 60}{6080}$$

σε κόμβους στο μετρικό και στο αγγλικό σύστημα αντίστοιχα, όπου β είναι το θεωρητικό βήμα, σε m ή ft αντίστοιχα, και n ο αριθμός στροφών της έλικας ανά λεπτό, δεδομένου ότι ένα μίλι είναι 1852 m ή 6080 ft.

12.3 Η ταχύτητα προχώρησης του πλοίου

Λέγεται και *απόλυτη* ταχύτητα. Είναι η ταχύτητα με την οποία κινείται το πλοίο σε σχέση με την ξηρά. Υπολογίζεται με τύπους ανάλογους προς τους προηγούμενους, στο μετρικό και στο αγγλικό σύστημα, δηλαδή:

$$v = \frac{\pi \times n}{60} \text{ m/sec}$$

(όπου π δίνεται σε m)

$$v = \frac{\pi \times n \times 60}{1852} \quad \text{και} \quad v = \frac{\pi \times n \times 60}{6080}$$

σε κόμβους, όπου: π είναι η *προχώρηση* της έλικας, σε m ή ft αντίστοιχα.

12.4 Ολίσθηση

Ολίσθηση είναι η διαφορά μεταξύ θεωρητικού βήματος και προχώρησης. Αφορά στη *μία στροφή της έλικας*. Επομένως είναι:

$$\sigma = \beta - \pi$$

όπου: σ είναι η ολίσθηση της μίας στροφής.

Κατ' επέκταση του ορισμού της ολίσθησης, έχουμε και τον όρο *συνολική ολίσθηση* Σ. Αφορά τη διαφορά διαστήματος (σε μίλια), που προκύπτει αν η έλικα στρέφεται μέσα στο νερό για χρόνο t ωρών. Τα μίλια που θεωρητικά διανύει το πλοίο τα βρίσκουμε από τον τύπο:

$$M_\theta = v_\theta \times t$$

και τα μίλια σε σχέση με την ξηρά από τον τύπο:

$$M = v \times t$$

οπότε $$\Sigma = M_\theta - M$$

12.5 Συντελεστής ολίσθησης

Συντελεστής ολίσθησης S καλείται το πηλίκο της ολίσθησης προς το βήμα της έλικας, δηλαδή:

$$S = \frac{\sigma}{\beta} \qquad \text{ή} \qquad S = \frac{\beta - \pi}{\beta}$$

Βρίσκεται και από τη διαφορά των ταχυτήτων, ως:

$$S = \frac{v_\theta - v}{v_\theta}$$

ή και των μιλίων, ως: $$S = \frac{M_\theta - M}{M_\theta}$$

και είναι αριθμός μικρότερος από τη μονάδα, που δίνεται σε ποσοστό επί τοις εκατό (%). Λέγεται και *εκατοστιαία ολίσθηση.*

Από τις παραπάνω σχέσεις, και αν είναι γνωστός ο συντελεστής S, βρίσκουμε την προχώρηση π, ή την πραγματική ταχύτητα v, ή τα πράγματι διανυθέντα μίλια M, με τους τύπους:

$$\pi = \beta\,(1 - S) \qquad v = v_\theta\,(1 - S) \qquad M = M_\theta\,(1 - S)$$

Οι τύποι αυτοί χρησιμοποιούνται πολύ για την επίλυση των σχετικών ναυτιλιακών υπολογισμών.

12.6 Φαινομενική και πραγματική ολίσθηση

Η ολίσθηση, που περιγράφεται πιο πάνω, λέγεται *φαινομενική* ή *φαινόμενη*. Ονομάζεται ***φαινόμενη,*** γιατί και η προχώρηση π και η ταχύτητα v και τα μίλια M *φαίνεται ότι* έχουν αυτές τις τιμές, για έναν παρατηρητή, που βρίσκεται ακίνητος στην ξηρά. Με άλλα λόγια, αυτό σημαίνει και ότι έχουν αυτές τις τιμές σε σχέση με το νερό, που ηρεμεί και βρίσκεται σε απόλυτη ακινησία. Προκύπτει, όπως είδαμε, με σύγκριση των θεωρητικών μεγεθών σ, v_θ και M_θ προς τα π, v ή M αντίστοιχα.

Για πολλούς λόγους όμως, όπως λόγω της ***ομόρου τριβής*** στην περιοχή της πρύμνης, ή λόγω βάθους της έλικας από την επιφάνεια της θάλασσας ή λόγω ανέμου ή ευνοϊκού ρεύματος, η φαινομενική ολίσθηση μπορεί κατά τον υπολογισμό να βρεθεί πολύ μικρή, μηδενική ή και αρνητική ακόμη, πράγμα που αντιβαίνει στο γεγονός ότι πάντως η έλικα ολισθαίνει οπωσδήποτε μέσα στο νερό. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι η σύγκριση γίνεται μεταξύ της θεωρητικής ταχύτητας v_θ της έλικας, και της απόλυτης v (ως προς την ξηρά), και όχι μεταξύ της θεωρητικής και της *σχετικής ταχύτητας v_ε μέσα στο νερό που περιβάλλει την έλικα,* το οποίο όμως κινείται και αυτό. Καλώντας v_σ την ταχύτητα κίνησης του νερού ως προς την ξηρά, θα έχουμε:

$$v_\varepsilon = v - v_\sigma$$

οπότε η *πραγματική* προχώρηση της έλικας σε μία στροφή μέσα στο νερό θα είναι:

$$p = \frac{60 - v_\varepsilon}{n}$$

μέτρα ανά στροφή, και η ολίσθηση της μίας στροφής, που προκύπτει έτσι, θα είναι:

$$\sigma_p = \beta - p$$

και θα ονομάζεται ***πραγματική*** ολίσθηση. Ο συντελεστής πραγματικής ολίσθησης S_p θα είναι:

$$S_p = \frac{\beta - p}{\beta} \qquad \text{ή} \qquad S_p = \frac{v_\theta - v_\varepsilon}{v_\theta}$$

Από τους τύπους αυτούς προκύπτει:

$$S_p = \frac{v_\theta - (v - v_\sigma)}{v_\theta}$$

$$\text{ή} \quad S_p = \frac{v_\theta - v + v_\sigma}{v_\theta} = \frac{v_\theta - v + v_\sigma}{v_\theta} = \left(\frac{v_\theta - v}{v_\theta}\right) + \left(\frac{v_\sigma}{v_\theta}\right)$$

$$\text{ή} \quad S_p = S + \frac{v_\sigma}{v_\theta}$$

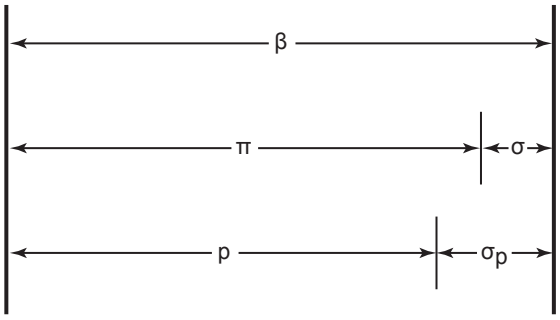
Ο S_p υπολογίζεται σε ποσοστό επί τοις εκατό (%) και λέγεται και *εκατοστιαία πραγματική ολίσθηση.*

Η ταχύτητα v_ε είναι μικρότερη από την v. Συνεπώς ο συντελεστής πραγματικής ολίσθησης είναι *μεγαλύτερος* από τον συντελεστή της φαινομενικής. Συμπεραίνουμε λοιπόν από τα παραπάνω ότι η φαινομενική ολίσθηση σχετίζεται με την κίνηση του πλοίου και της έλικας ως προς την ξηρά, ενώ η πραγματική ως προς το κινούμενο νερό που τα περιβάλλει.

Το σχήμα 12.1 παριστάνει συγκριτικά τα μεγέθη β, π, σ, p και σ_ρ.

Στην πράξη,πάνω στα πλοία, ο προσδιορισμός της πραγματικής ολίσθησης είναι πολύ δύσκολος, σχεδόν αδύνατος. Μας αρκεί λοιπόν η μέτρηση μόνο της φαινομενικής ολίσθησης και *οι υπολογισμοί που βασίζονται σε αυτήν.*

Η μέτρηση της φαινομενικής ολίσθησης γίνεται όταν είναι γνωστό το βήμα της έλικας β, κατά τον δοκιμαστικό πλου του πλοίου, αφού μετρηθεί, κατά τις μεθόδους της ναυτιλίας, η απόσταση Μ ως προς την ξηρά, η οποία διανύεται σε ορισμένο



Σχ. 12.1

χρόνο t, και ο μέσος όρος αριθμού στροφών n της έλικας ανά λεπτό, κατά τον ίδιο χρόνο t.

Οι τιμές του συντελεστή S φαινομενικής ολίσθησης δίνονται από τον πίνακα:

Φορτηγά πλοία	4 ως 10%
Δεξαμενόπλοια	3 ως 8%
Επιβατηγά πλοία	6 ως 12%
Ταχέα επιβατηγά	8 ως 15%
Πολεμικά πλοία	15 ως 25%

– Εφαρμογές

Παράδειγμα 1

1) Πλοίο με έλικα θεωρητικού βήματος β = 4 m και στροφές n = 68 r.p.m., σε διάστημα 10 ωρών διάνυσε απόσταση που μετρήθηκε από τη γέφυρα, M = 80 μίλια. Πόσα είναι τα θεωρητικά μίλια που διάνυσε η έλικα, η συνολική ολίσθηση των 10 ωρών, και 0 συντελεστής S της φαινομενικής ολίσθησης;

Λύση

Ισχύουν οι τύποι:

$$M_\theta = v_\theta \times t$$

$$v_\theta = \frac{\beta \times n \times 60}{1852}$$

άρα $$M_\theta = \frac{4 \times 68 \times 60}{1852} \times 10 = 88 \text{ μίλια}$$

Η συνολική ολίσθηση των 10 ωρών θα είναι:

$$\Sigma = M_\Theta - M$$

δηλαδή $$\Sigma = 88 - 80 = 8 \text{ μίλια},$$

και ο συντελεστής φαινομενικής ολίσθησης:

$$S = \frac{M_\theta - M}{M_\theta} = \frac{8}{88} = 9\% \text{ περίπου}$$

Παράδειγμα 2

Η έλικα πλοίου στρέφεται με n = 110 r.p.m., έχει β = 10 ft, και γνωστό συντελεστή φαινομενικής ολίσθησης S = 9%. Με την προϋπόθεση ότι η θάλασσα στην περιοχή όπου πλέει το πλοίο είναι ακίνητη, να βρεθεί η ως προς την ξηρά ταχύτητα του v.

Λύση

Έχουμε ότι: $\pi = \beta\,(1 - \sigma)$

άρα $\pi = 10\left(1 - \frac{9}{100}\right)$

και $\pi = 9{,}1$ ft.

Επίσης $v = \frac{\pi \times n \times 60}{6080}$,

δηλαδή $v = \frac{9{,}1 \times 110 \times 60}{6080} = 9{,}87$ κόμβοι

Παράδειγμα 3

Δ/Ξ μεσαίου μεγέθους αναπτύσσει απόλυτη ταχύτητα 17 κόμβους, με στροφές έλικας n = 105 ανά λεπτό (r.p.m.). Ποια είναι η φαινομενική ολίσθηση της έλικας, όταν το θεωρητικό βήμα της είναι β = 5,4 m;

Λύση

Έχουμε: $v_\theta = \frac{\beta \times n}{60}$ m/sec

ή $v_\theta = \frac{5{,}4 \times 105}{60} = 9{,}45$ m/sec

Η ταχύτητα του πλοίου είναι 17 κόμβοι· αν ληφθεί υπόψη ότι:

1 κόμβος = 0,514 m /sec

είναι $v = 17 \times 0{,}514 = 8{,}74$ m/sec.

Άρα ο συντελεστής ολίσθησης:

$$S = \frac{v_\theta - v}{v}$$

$$S = \frac{9{,}45 - 8{,}74}{9{,}45}$$

ή $S = 7{,}5\%$.

Παράδειγμα 4

Πλοίο έχει θεωρητική ταχύτητα v_θ = 14 κόμβους, και απόλυτη, που μετρήθηκε από τη γέφυρα, v = 12 κόμβους. Αν η σχετική ταχύτητα του πλοίου στο νερό είναι v_ε = 10,5 κόμβοι, ποια είναι η φαινομενική και η πραγματική ολίσθησή του;

Λύση

Ο συντελεστής φαινομενικής ολίσθησης S είναι:

$$S = \frac{v_\theta - v}{v}$$

δηλαδή $$S = \frac{14 - 12}{14} = 14{,}3\%$$

και της πραγματικής S_p:

$$S_p = \frac{v_\theta - v_e}{v}$$

δηλαδή $$S_p = \frac{14 - 10{,}5}{14} = 25\%$$

Παράδειγμα 5

Πλοίο με βήμα 5 m και n = 112 r.p.m. ανάπτυξε απόλυτη ταχύτητα v = 20 κόμβους. Αν η σχετική ταχύτητα του νερού v_σ = 3 κόμβοι, να βρεθεί η φαινομενική και η πραγματική του ολίσθηση.

Λύση

Θα έχουμε πρώτα:

$$v_\theta = \frac{\beta \times n \times 60}{1852},$$

δηλαδή $$v_\theta = \frac{5 \times 112 \times 60}{1852} = 18{,}1 \text{ κόμβοι}$$

Ο συντελεστής φαινομενικής ολίσθησης S είναι:

$$S = \frac{v_\theta - v}{v_\theta}$$

δηλαδή $S = \frac{18{,}1 - 20}{1852} = -10{,}5\ \%$ (αρνητική, λόγω της κινήσης του νερού).

Ο συντελεστής της πραγματικής:

$$S_\pi = S + \frac{v_\sigma}{v_\theta} \quad \text{άρα} \quad S_\pi = -\frac{10{,}5}{100} + \frac{3}{18{,}1} = 6\% \text{ (θετική)}.$$

Σημείωση: Οι παραπάνω συντελεστές φαινομενικής και πραγματικής ολίσθησης πολλές φορές καλούνται απλώς «ολίσθηση», για ευκολία στην έκφραση. Ανάλογα, τότε, με τη σημασία που δίνεται στη φράση, γίνεται αντιληπτό αν πρόκειται για την ολίσθηση ή τον συντελεστή. Λέμε για παράδειγμα ότι η ολίσθηση της έλικας είναι 7% και εννοούμε ότι έχει συντελεστή ολίσθησης σ = 7%. Ή λέμε ότι το πλοίο είχε ολίσθηση 28 μίλια το 24ωρο, και εννοούμε ότι στο 24ωρο που διάνυσε π.χ. 372 μίλια, είχε συνολική ολίσθηση Σ, δηλ. απώλεια 28 μίλια.

13 Καύσιμα και λιπαντικά

13.1 Ορισμός καύσης και καυσίμων

Καύση ονομάζεται η ταχεία χημική ένωση ενός σώματος με το οξυγόνο του ατμοσφαιρικού αέρα.

Καύσιμα λέγονται τα σώματα που όταν καίγονται, παράγουν θερμότητα υπό υψηλή θερμοκρασία, ώστε να μπορεί να μετατραπεί αυτή σε έργο ή άλλη ενέργεια.

Τα καύσιμα είναι μείγματα υδρογονανθράκων, διαφόρων δηλαδή μορφών χημικών ενώσεων άνθρακα και υδρογόνου.

Κατά την καύση προκαλείται τήξη και εξαέρωση των σωμάτων, ενώ συγχρόνως παράγονται φλόγες και φως. Όλα αυτά αποτελούν τα δευτερογενή φαινόμενά της.

Η καύση διακρίνεται σε:

1) ***Βραδεία καύση***, που είναι η *οξείδωση* των μετάλλων. Κατά την οξείδωση εκλύεται θερμότητα σε πολύ χαμηλή όμως θερμοκρασία, με αποτέλεσμα να μην είναι πρακτικά εκμεταλλεύσιμη.

2) ***Ταχεία καύση*** ή συνηθισμένη, η οποία είναι η καύση των γαιανθράκων και του πετρελαίου, στους λέβητες και στις πετρελαιομηχανές.

3) ***Ακαριαία***, τέλος, ή και έκρηξη η οποία είναι η καύση της βενζίνης στις βενζινομηχανές, η καύση της πυρίτιδας και άλλων υλικών, που χαρακτηρίζονται ως εκρηκτικά.

Τα καύσιμα συστατικά, από τα οποία αποτελείται ένα καύσιμο, είναι ο άνθρακας C, το υδρογόνο H και το θείο S.

Η καύση τους πραγματοποιείται σύμφωνα με τις χημικές εξισώσεις, τις οποίες δώσαμε στην παράγραφο 2.15(β). Με αυτές υπολογίζονται εργαστηριακά η *θερμαντική ικανότητά τους* και ο απαιτούμενος *καυσιγόνος* αέρας που παρέχει το οξυγόνο του για την καύση.

13.2 Κατάταξη των καυσίμων

Τα καύσιμα χαρακτηρίζονται ως *στερεά, υγρά* και *αέρια.* Επίσης ως *φυσικά,* που χρησιμοποιούνται όπως τα παραλαμβάνουμε από τη φύση, και *τεχνητά,* που προέρχονται από τα φυσικά, αφού υποστούν προηγουμένως ορισμένη επεξεργασία.

Φυσικά στερεά είναι το *ξύλο,* η *τύρφη,* ο *γαιάνθρακας* κ.λπ.

Φυσικά υγρά είναι το *ακατέργαστο πετρέλαιο κ.λπ.*

Φυσικά αέρια είναι το *μεθάνιο* κ.λπ.

Τεχνητά στερεά είναι οι *πλινθίδες* (μπρικέττες), το *κοκ* κ.λπ.

Τεχνητά υγρά είναι το *οινόπνευμα,* η *βενζίνη,* το *πετρέλαιο Ντήζελ* και το *Μαζούτ.*

Τεχνητά αέρια είναι το αέριο *υψικαμίνων,* το *φωταέριο* κ.λπ.

Για τις ναυτικές εγκαταστάσεις μας ενδιαφέρουν μόνο τα υγρά καύσιμα, και συγκεκριμένα η *βενζίνη* και το *πετρέλαιο,* με τα οποία και θα ασχοληθούμε περιληπτικά στα επόμενα.

13.3 Η απόσταξη του πετρελαίου

Το φυσικό ή ακατέργαστο πετρέλαιο (crude oil), υποβάλλεται πριν χρησιμοποιηθεί στη λεγόμενη ***κλασματική απόσταξη***. Κατά την απόσταξη αυτή λαμβάνονται διαδοχικά, καθώς υψώνεται η θερμοκρασία απόσταξης, τα εξής προϊόντα:

1) Καύσιμα αέρια – πετρελαϊκός αιθέρας σε 40° C
2) Ελαφριά βενζίνη σε 70° C
3) Βαριά βενζίνη σε 150° C ως 200° C
4) Φωτιστικό πετρέλαιο (κηροζίνη) σε 150° C ως 280° C
5) Πετρέλαιο Ντήζελ σε 320° C ως 350° C
6) Πετρέλαιο λεβήτων, ως υπόλειμμα της απόσταξης των προηγούμενων
7) Ορυκτέλαια – παραφίνες – βαζελίνες
8) Πετρελαιάσφαλτος.

Σημείωση: Τα ενδιάμεσης ρευστότητας πετρέλαια προέρχονται από ανάμειξη πετρελαίου Ντήζελ και Μαζούτ. Παρουσιάζουν όμως σοβαρά μειονεκτήματα, που δεν είναι δυνατόν να αναφερθούν εδώ. Οι Πλοίαρχοι πρέπει να γνωρίζουν ότι πρέπει να αποφεύγουν να παραλαμβάνουν τέτοια πετρέλαια.

13.4 Τα γενικά χαρακτηριστικά των υγρών καυσίμων

Τα γενικά χαρακτηριστικά των υγρών καυσίμων είναι *χημικά* και *φυσικά.* Ειδικότερα:

1) Τα ***χημικά*** είναι:
α) Η χημική σύνθεση (σε C, H, S, O).
β) Η περιεκτικότητα σε τέφρα.
γ) Η περιεκτικότητα σε άσφαλτο και παραφίνες.
δ) Η περιεκτικότητα σε νερό.
ε) Η περιεκτικότητα σε οξέα.
2) Τα ***φυσικά*** είναι:
α) Το ειδικό βάρος.
β) Ο συντελεστής θερμικής διαστολής.
γ) Η ειδική θερμότητα.
δ) Η θερμοκρασία ή το σημείο ανάφλεξης, δηλαδή η θερμοκρασία εκείνη στην οποία το καύσιμο αναδίδει ατμούς που αναφλέγονται όταν πλησιάσει φλόγα. Μετράται με τη συσκευή Pensky-Martens και διακρίνεται σε σημείο ανάφλεξης *ανοικτού* δοχείου και *κλειστού* δοχείου. Το τελευταίο είναι 10° ως 20° C χαμηλότερο από το ανοικτού δοχείου, λόγω μεγαλύτερης συγκέντρωσης αναφλέξιμων ατμών.
ε) Η θερμοκρασία ή σημείο καύσης, στην οποία οι αναδιδόμενοι ατμοί αναφλέγονται και συνεχίζουν πλέον την καύση επάνω στην επιφάνεια του καυσίμου. Είναι κατά 30° ως 60° C υψηλότερο από το σημείο ανάφλεξης ανοικτού δοχείου.

στ) Το ιξώδες, το οποίο αποτελεί το μέτρο της ρευστότητας του υγρού καυσίμου. Μετράται σε βαθμούς Engler (στην Ευρώπη), Redwood (στην Αγγλία) και Saybolt (στην Αμερική). Το όργανο μέτρησής της λέγεται ***ιξόμετρο***. Μετρά τον χρόνο ροής του υγρού από τρύπα ορισμένης διατομής, σε προκαθορισμένες συνθήκες.

Σήμερα, διεθνώς έχει επικρατήσει η ρευστότητα να υπολογίζεται σε Redwood. Σε Redwood υπολογίζεται επίσης σε όλα τα ναυλοσύμφωνα (time charter), στα οποία οι ναυλωτές προμηθεύουν το πετρέλαιο στο ναυλωμένο πλοίο και εκεί υπεισέρχεται η αρμοδιότητα του Πλοιάρχου κατά την παραλαβή του πετρελαίου, όπως προαναφέραμε.

Το ιξώδες είναι ένα από τα σπουδαιότερα χαρακτηριστικά των υγρών καυσίμων. Μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία. Όσο δηλαδή η θερμοκρασία του υγρού ανεβαίνει, τόσο αυτό γίνεται πιο λεπτόρρευστο. Αυτό έχει ιδιαίτερη σημασία για το πετρέλαιο, που πρέπει να προθερμαθεί τόσο, ώστε να αποκτήσει την κατάλληλη θερμοκρασία και ρευστότητα, για να ψεκάζεται τελείως από τον καυστήρα, με σκοπό να επιτυγχάνεται τέλεια καύση. Για τα πολύ λεπτόρρευστα υγρά χρησιμοποιείται το κινηματικό ιξώδες (δηλ. το πηλίκο του απόλυτου ιξώδους διά της πυκνότητας του ρευστού), σε μονάδες centistoke (CS), που μετρά η συσκευή Cannon-Fenske.

ζ) Η *θερμαντική ικανότητα,* που παριστάνει τις θερμίδες τις οποίες δίνει με την τέλεια καύση της η μονάδα βάρους του καυσίμου.

η) Το *σημείο* ή η *θερμοκρασία* ροής ή πήξης, δηλαδή η θερμοκρασία όπου το υγρό πήζει. Το σημείο αυτό πρέπει να είναι χαμηλότερο από τους 0°C, ώστε να είναι ευχερής η άντληση του καυσίμου. Διαφορετικά απαιτείται ανάλογη θέρμανση.

θ) Το σημείο *κατακάθισης,* δηλαδή αποχωρισμού των ξένων υλών (ακαθαρσιών), ελέγχεται εργαστηριακά με φυγοκέντριση δείγματος 100 cm^3, οπότε, υπό ορισμένες συνθήκες, προσδιορίζεται η περιεκτικότητα σε ακάθαρτες ύλες, που δεν πρέπει να ξεπερνούν κατ' όγκο ποσοστό 0,01%. Το σημείο κατακάθισης, με άλλα λόγια, προσδιορίζει τον βαθμό καθαρότητας του καυσίμου.

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά καθορίζονται μέσα σε ορισμένα όρια, από τις διάφορες προδιαγραφές. Κατά την παραλαβή καυσίμου, ο προμηθευτής παραδίδει δελτίο όπου αναφέρονται τα βασικά στοιχεία που πρέπει να βρίσκονται μέσα στα όρια που προδιαγράφουν οι κανονισμοί ή οι απαιτήσεις της πλοιοκτήτριας εταιρείας.

13.5 Βενζίνη

Η βενζίνη που λαμβάνεται κατά την κλασματική απόσταξη, ονομάζεται ***βενζίνη απόσταξης***.

Εκτός από τη βενζίνη αυτή όμως, χρησιμοποιούνται και τα παρακάτω είδη της:

1) *Βενζίνη πυροδιάσπασης* ή *πυρόλυσης,* που προέρχεται μετά από θερμική κατεργασία, με την οποία επιτυγχάνεται διάσπαση των μορίων των βαρέων υδρογονανθράκων (του πετρελαίου), σε άλλους με μικρότερο μοριακό βάρος.

2) *Συνθετική* κατά Bergius, που παράγεται με υδρογόνωση των ανθράκων.

3) *Συνθετική* κατά Fischer, που παράγεται με σύνθεση από αέρια (υδαταέρια-υδρογόνο κ.λπ.).

Η βενζίνη προσδιορίζεται με τα χαρακτηριστικά που αναφέρονται στην παράγραφο 13.4. Ιδιαίτερη όμως σημασία στην πράξη έχει η αντιεκρηκτική ικανότητά της, που χαρακτηρίζεται από τον αριθμό των *οκτανίων* της.

13.6 Φωτιστικό πετρέλαιο (κηροζίνη)

Χρησιμοποιείται ως φωτιστικό μέσο, αλλά και ως καύσιμο ταχύστροφων αεριοστροβίλων. Έχει τα εξής, περίπου, χαρακτηριστικά:

Ειδικό βάρος	0,78 ως 0,83.
Θερμαντική ικανότητα	10.000 ως 10.600 kcal/kg.
Ιξώδες	2 ως 3 CS.
Περιεκτικότητα σε θείο	0,20 % μέγιστο.
Σημείο πήξης	– 25°C μέγιστο.
Βαθμός καθαρότητας	0,01% μέγιστο.

13.7 Πετρέλαιο Ντήζελ

Στο πετρέλαιο Ντήζελ, εκτός από τα άλλα γενικά χαρακτηριστικά, χρησιμοποιείται και ο *αριθμός σετανίου* (cetane number), σε αντιστοιχία προς τον αριθμό οκτανίου της βενζίνης. Το σετάνιο είναι υδρογονάνθρακας παραφινικός, με μέγιστη ικανότητα ανάφλεξης, και παριστάνει το 100% της κλίμακας σύγκρισης. Ο αριθμός σετανίου προσδιορίζει έτσι τη βραδύτητα αυτανάφλεξης του πετρελαίου Ντήζελ, όταν εισέρχεται στον κύλινδρο.

Το πετρέλαιο Ντήζελ δεν πρέπει να έχει ούτε μεγάλη ταχύτητα αυτάναφλεξης, γιατί τότε καίγεται αμέσως και ρυπαίνει τα προστόμια των καυστήρων, ούτε πάλι πολύ μικρή, γιατί καίγεται αργά, δηλαδή εξακολουθεί να καίγεται κατά την εκτόνωση των αερίων μέσα στον κύλινδρο, πράγμα που είναι αντιοικονομικό.

Με βάση τα παραπάνω, οι προδιαγραφές του πετρελαίου Ντήζελ είναι, περίπου, οι εξής:

Ειδικό βάρος	0,82 ως 0,92
Θερμαντική ικανότητα	10.000 ως 10.500 kcal/kg
Ιξώδες σε 100° F	2,5 ως 6% GS
Αριθμός σετανίου	45 ως 60%
Θείο	1% μέγιστο
Τέφρα	0,005% μέγιστο
Περιεκτικότητα σε οξέα	0,5%
Ξένες ύλες με φυγοκέντριση	0,01% μέγιστο
Σημείο ανάφλεξης	60° C ελάχιστο
Σημείο πήξης	–15° C μέγιστο.

13.8 Πετρέλαιο λεβήτων

Οι προδιαγραφές πετρελαίου λεβήτων είναι περίπου οι εξής: Τέφρα, ξένες ύλες, άσφαλτος, παραφίνη, νερό, μέχρι 0,1% από το καθένα.

Θείο	4%
Ειδικό βάρος	0,9 ως 0,98
Συντελεστής θερμ. διαστολής	0,0008 περίπου
Ειδική θερμότητα	0,45 ως 0,50 kcal/kg και 1°C
Σημείο ανάφλεξης	55 ως 65°C
Ιξώδες σε 100° F	3500 Redwood I, μέγιστο
Θερμαντική ικανότητα	9800 ως 10.300 kcal/kg
Σημείο ροής ή πήξης	–10°C ως 0°C μέγιστο.

Τις ειδικές προδιαγραφές του τυποποιημένου καυσίμου λεβήτων για τα εμπορικά πλοία, που είναι γνωστό ως Bunker «C», τις δώσαμε στην παράγραφο 2.15(α).

13.9 Ορισμός λίπανσης και λιπαντικών

Με τον όρο *λίπανση* εννοούμε την παρεμβολή κατάλληλου υλικού μεταξύ δύο μεταλλικών επιφανειών που τρίβονται, με σκοπό να ελαττωθεί η αναπτυσσόμενη τριβή, κατά τη σχετική μεταξύ τους κίνηση. Τα διάφορα υλικά που χρησιμοποιούμε για τη λίπανση, τα ονομάζουμε *λιπαντικά.*

Χωρίς λίπανση, η τριβή που αναπτύσσεται μεταξύ των δύο επιφανειών θα προκαλούσε υπερθέρμανση, τήξη των υλικών και μερική ή ολοκληρωτική καταστροφή τους. Στην πραγματικότητα, με την παρεμβολή του λιπαντικού, την τριβή *ολίσθησης* των δύο ξηρών κινούμενων επιφανειών την μετατρέπουμε σε τριβή κύλισης ανάμεσα σε κάθε μία από τις επιφάνειες και στα μόρια της παρεμβαλλόμενης λιπαντικής μεμβράνης, που είναι πολύ μικρότερη.

13.10 Κατάταξη των λιπαντικών

Τα λιπαντικά κατατάσσονται σε *στερεά,* όπως ο *τάλκης,* ο *γραφίτης,* ο *βόρακας,* η *μίκα,* σε *ημίρρευστα* ή *συνεκτικά,* όπως το *βόειο λίπος,* το *μεταλλικό στέαρ* (γράσο) και σε *υγρά,* δηλαδή τα διάφορα έλαια.

Ανάλογα με την προέλευσή τους, διακρίνονται σε *φυτικά, ζωικά, συνθετικά* λίπη και έλαια και σε *ορυκτέλαια.*

Ανάλογα με τη χρήση τους, διακρίνονται σε λιπαντικά *παλινδρομικών ατμομηχανών, ατμοστροβίλων, Μ.Ε.Κ.* και άλλων χρήσεων, όπως *ψυκτικών* μηχανών, *αεροσυμπιεστών, υδραυλικών* συστημάτων ή σε *μονωτικά* λάδια *μετασχηματιστών,* λιπαντικά *σφαιροτριβέων* κ.λπ. Τα περισσότερα από τα χρησιμοποιούμενα λιπαντικά είναι ορυκτής προέλευσης. Βασικά προέρχονται από την περαιτέρω επεξεργασία του Μαζούτ.

13.11 Τα χαρακτηριστικά των λιπαντικών

Αυτά είναι ανάλογα με των υγρών καυσίμων. Ιδιαίτερη όμως σημασία σ' αυτά έχει το ιξώδες, που προσδιορίζει και τη συνεκτικότητα του λιπαντικού. Το ιξώδες των λαδιών μετράται κατά κανόνα σύμφωνα με τη συμβατική κλίμακα SAE (Society of Automotive Engineers), που εκτείνεται από 5 ως 250. Η τιμή ιξώδους στην κλίμακα

SAE είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο μεγαλύτερο είναι το ιξώδες του. Έτσι έχουμε λάδια SAE 40, SAE 50, SAE 20 W κλπ., και με τη βοήθεια πινάκων μετατροπής βρίσκουμε την τιμή του ιξώδους σε βαθμούς SSU (Saybolt Universal Scale). Όπου χρησιμοποιείται το ψηφίο W (αρχικό της λέξης winter), υποδηλώνεται η καταλληλόλητα του λαδιού για τους χειμερινούς μήνες.

13.12 Ιδιότητες των λιπαντικών

Τα στερεά και τα ημίρρευστα λιπαντικά πρέπει να παρουσιάζουν *πλαστικότητα,* ικανοποιητική *πρόσφυση* στις μεταλλικές επιφάνειες, *σταθερότητα* στις υψηλές θερμοκρασίες, να μην διαβρώνουν τις επιφάνειες και να έχουν υψηλή θερμική *αγωγιμότητα,* ώστε να απάγουν με ευχέρεια τη θερμότητα λόγω υπερθέρμανσης. Χαρακτηρίζονται από τη χρήση για την οποία προορίζονται (τριβέων, αντλιών κ.λπ.) και σε συμβατική κλίμακα, κατά τύπους και βαθμούς, όπως Grade 1, Grade 2, Grade 3, Grade 4.

Τα υγρά πάλι πρέπει:

1) Να έχουν μικρή *πτητικότητα*, η οποία βρίσκεται σε αντιστοιχία με το σημείο ανάφλεξης, που πρέπει να είναι χαμηλό.

2) Μεγάλη *καθαρότητα.*

3) Να μην σχηματίζουν *γαλάκτωμα* κατά την ανάμειξή τους με νερό.

4) Να έχουν χαμηλό σημείο *ροής* και *πήξης.*

5) Να έχουν αντοχή στην *οξείδωση.*

6) Να έχουν μικρό *εξανθράκωμα* (κατά τη μέθοδο *Conradson).*

7) Να έχουν υψηλή *αντοχή,* δηλαδή να μην αλλοιώνονται κατά τις μηχανικές καταπονήσεις τους.

Για τη βελτίωση της ποιότητάς τους γενικά, χρησιμοποιούνται χημικά προσθέματα, τα οποία είναι:

1) Βελτιωτικά του *ιξώδους*.

2) *Αντιπηκτικά,* που υποβιβάζουν το σημείο *ροής* ή *πήξης,*

3) *Αντιρρυπαντικά.*

4) *Αντιοξειδωτικά.*

5) *Αντιδιαβρωτικά.*

13.13 Λιπαντικά παλινδρομικών ατμομηχανών

Διακρίνονται σε λιπαντικά *εξωτερικής* λίπανσης (ευθυντηρίες - τριβείς κ.λπ.) και σε *εσωτερικής,* για τα μέρη που έρχονται σε επαφή με τον ατμό (κύλινδρος - ατμοκιβώτια, βάκτρα κ.λπ).

Για την εξωτερική λίπανση χρησιμοποιείται ορυκτέλαιο ή μείγμα ορυκτελαίου με φυτικό, τα χαρακτηριστικά του οποίου είναι περίπου:

Ειδικό βάρος	0,91 ως 0,93
Ιξώδες σε	210°C 220 ως 240 SSU
Σημείο ανάφλεξης	200°C

Για την εσωτερική λίπανση χρησιμοποιούνται κυλινδρέλαια (ορυκτά), στα οποία

πολλές φορές αναμειγνύουμε και γραφίτη. Το κυλινδρέλαιο πρέπει να έχει περίπου:

	Για κορεσμένο ατμό	*Για υπέρθερμο ατμό*
Ειδικό βάρος	0,93	0,95 ως 0,97
Ιξώδες σε	210°F 200 ως 300 SSU	250 ως 350 SSU
Σημείο ανάφλεξης	220°C	320°C
Σημείο καύσης	260°C	360°C
Σημείο πήξης	–5°C	–5°C

Εκτός από αυτό, χρησιμοποιείται το γράσο (στέαρ) για τη λίπανση των τριβέων της προέκτασης του άξονα.

13.14 Λιπαντικά ατμοστροβίλων

Καλούνται και *στροβιλέλαια* και χρησιμεύουν μόνο για την εξωτερική λίπανση των τριβέων, οδοντωτών τροχών μειωτήρων, ωστικού τριβέα του στροβίλου (μια και δεν υπάρχει εσωτερική λίπανση στον στρόβιλο). Πρέπει να έχουν περίπου τα εξής χαρακτηριστικά:

Ουδέτερη αντίδραση	
Χρόνο πλήρους απογαλάκτωσης	30΄ μέγιστο
Σημείο ανάφλεξης	180° C
Ιξώδες σε 130° F	180 ως 210 SSU
(που αντιστοιχεί σε S.A.E. 20)	
Περιεκτικότητα σε νερό	0,1 μέγιστο

13.15 Λιπαντικά Μ.Ε.Κ.

Διακρίνονται σε *κοινά* (regulars), *ενισχυμένα* (premium) και *βαρέων απαιτήσεων* (heavy duty HD). Διακρίνονται ακόμη σε ***εξωτερικής*** και ***εσωτερικής*** λίπανσης των κυλίνδρων.

Τα λιπαντικά Μ.Ε.Κ. έχουν περίπου τις έξης προδιαγραφές:

	Βενζινομηχανές	*Μηχανές Ντήζελ*
Ιξώδες σε 130°F		200 ως 500 SSU
Ιξώδες σε 210°F	60 ως 90 SSU	
Σημείο ανάφλεξης	200°C	200° ως 215°C
Σημείο ροής	–10°C	–5° ως –26°C
Εξανθράκωμα	0,5% μέγιστο	0,6 ως 1,5% μέγιστο

13.16 Λιπαντικά άλλων χρήσεων

Χρησιμοποιούνται για ειδικές περιπτώσεις λίπανσης και κατά τις οδηγίες των κατασκευαστών.

13.17 Η χρήση των λιπαντικών

Στα πλοία, το σύστημα τεχνητής λίπανσης περιλαμβάνει αντλίες, ψυγεία λαδιού,

φίλτρα καθαρισμού και φυγοκεντρικούς καθαριστές De Laval, με τους οποίους το λάδι διατηρείται σε καλή κατάσταση και αντικαθίσταται μετά από ορισμένες ώρες λειτουργίας.

13.18 Εμπορικές ονομασίες των λιπαντικών

Για ευκολία όσων χρησιμοποιούν τα λιπαντικά, αλλά και για εμπορικούς λόγους, τα διάφορα λιπαντικά κυκλοφορούν από τις εταιρείες στην αγορά με διάφορες εμπορικές ονομασίες. Κάθε εταιρεία καθορίζει τη χρήση τους και υποδεικνύει το καταλληλότερο λιπαντικό για κάθε περίπτωση. Παραδίδει επίσης στα πλοία πίνακες, στους οποίους αναφέρεται η ονομασία κάθε λιπαντικού και η χρήση του. Αν υπάρξει περίπτωση να προμηθευτεί λιπαντικό άλλης εταιρείας ένα πλοίο που βρίσκεται σε λιμάνι, πρέπει να ερωτηθεί ο προμηθευτής αν το λιπαντικό που έχει το πλοίο μπορεί να αναμιχθεί με αυτό που του προμήθευσε. Αν όχι, πρέπει να γίνει αντικατάσταση του παλαιού λιπαντικού σε όλο το κύκλωμα. Πάντως, για το θέμα ειδοποιείται και η πλοιοκτήτρια εταιρεία. Το ίδιο κάνουν και οι κατασκευαστές μηχανών και μηχανημάτων, οι οποίοι, για κάθε τύπο μηχανής ή μηχανήματός τους, υποδεικνύουν τη χρήση των κατάλληλων λιπαντικών απ’ όσα κυκλοφορούν οι διάφορες εταιρείες στην αγορά.

14 Τηλεκίνηση - Αυτοματισμός

14.1 Τηλεκίνηση – Ορισμός

Ο όρος ***τηλεκίνηση*** ή και ***τηλεχειρισμός*** προέρχεται από το «τήλε», που σημαίνει μακριά, και τη λέξη «κίνηση» ή «χειρισμός» αντίστοιχα. Όλη η λέξη σημαίνει την εκτέλεση μίας κίνησης από μακριά ή αλλιώς την ενεργοποίηση και τον έλεγχο ενός εξαρτήματος μηχανήματος ή συσκευής από απόσταση.

14.2 Εφαρμογές της τηλεκίνησης

Η τηλεκίνηση εφαρμόζεται σε στοιχειώδη μορφή στα πλοία από πολλά χρόνια, ενώ τελευταία έχει σχεδόν γενικευθεί στα σύγχρονα πλοία.

Συναφής με την έννοια του τηλεχειρισμού είναι και η έννοια της *τηλένδειξης*. Εφαρμογές τους στα πλοία είναι: Ο *τηλέγραφος* από τη γέφυρα στο μηχανοστάσιο και η μετάδοση της απάντησης από το μηχανοστάσιο στη γέφυρα. Ο χειρισμός *διακοπτών* ατμού από το κατάστρωμα. Ο χειρισμός των *βαλβίδων* υγρού φορτίου από μακριά. Ο χειρισμός του μηχανήματος *πηδαλίου* από τη γέφυρα και η *αναμετάδοση* από το πτερύγιο του πηδαλίου προς τη γέφυρα της γωνίας στροφής του. Ο χειρισμός από τη γέφυρα της μηχανής *πρόωσης* και η *αναμετάδοση* από τον ελικοφόρο άξονα στη γέφυρα του αριθμού στροφών της έλικας ανά λεπτό. Ο χειρισμός των διαφόρων μηχανημάτων καταστρώματος, όπως τα μηχανήματα *φορτοεκφόρτωσης,* οι *εργάτες,* τα *βαρούλκα,* οι *ανελκυστήρες*. Ο χειρισμός της *πρωραίας έλικας* ή του μηχανισμού μεταβολής του *βήματος* σε έλικες ελεγχόμενου βήματος (controllable pitch propeller).

14.3 Συστήματα τηλεκίνησης

Τα συστήματα τηλεχειρισμού που χρησιμοποιούνται στις εφαρμογές πάνω στα πλοία είναι *μηχανικά, υδραυλικά* ή *ηλεκτροκίνητα.*

1) Τα *μηχανικά,* που (σε περιορισμένη οπωσδήποτε χρήση) αποτελούνται από σιδερένιες ράβδους, οδοντωτούς τροχούς, συνδέσμους κ.λπ. όπως στον μηχανικό τηλεχειρισμό διακοπτών ατμού ή υγρών, επίσης από συρματόσχοινα, αλυσίδες, αρθρωτούς άξονες, όπως αυτά που χρησιμοποιούνται σε μικρά πλοία για τον τηλεχειρισμό του μηχανισμού του πηδαλίου, των τηλεγράφων κ.λπ.

2) Τα *υδραυλικά* βασίζονται στο ασυμπίεστο των υγρών. Η δημιουργία πίεσης στο ένα άκρο ενός δικτύου, που είναι γεμάτο με υγρό, έχει σαν αποτέλεσμα να εμφανισθεί η ίδια πρακτικά πίεση και στο άλλο άκρο του. Αποτελούνται κατά κανό-

να από δύο υδραυλικούς τηλεκινητήρες, έναν *πομπό* ή *μεταδότη* (transmitter) και έναν *δέκτη* (receiver). Αυτοί είναι είτε εμβολοφόροι (ram gear), είτε περιστροφικοί πτερυγιοφόροι (rotary vane gear). Κάθε κίνηση του εμβόλου ή του πτερυγίου του μεταδότη προκαλεί ανάλογη κίνηση στο έμβολο ή στο πτερύγιο του δέκτη, μέσω του υδραυλικού δικτύου που τους συνδέει. Στα υδραυλικά αυτά συστήματα χρησιμοποιείται ως υγρό ειδικό λάδι τηλεκινητήρων (telemotor oil) ή μείγμα νερού και γλυκερίνης, για να αποφεύγεται η πήξη του υγρού στα ψυχρά κλίματα.

Κυριότερη εφαρμογή των υδραυλικών συστημάτων είναι τα συστήματα ελέγχου του μηχανήματος πηδαλίου και αυτού του ίδιου του μηχανήματος που στρέφει το πηδάλιο.

Άλλες εφαρμογές των υδραυλικών συστημάτων είναι: οι υδραυλικοί μηχανισμοί υδατοστεγανών θυρών ή οι υδραυλικοί μηχανισμοί χειρισμού μηχανημάτων καταστρώματος ή θυρών επιβίβασης οχημάτων σε οχηματαγωγά πλοία κ.λπ.

Ιδιαίτερη σημασία για τα υδραυλικά συστήματα έχει η καθαριότητα και η στεγανότητα του υδραυλικού δικτύου, ώστε να μην υπάρχουν εμπόδια ή απώλειες και έτσι να υπάρχει ακριβής ανταπόκριση μεταξύ μεταδότη και δέκτη.

3) Τα *ηλεκτρικά* συστήματα αποτελούνται και αυτά από δύο *ηλεκτροκινητήρες,* δηλαδή *μεταδότη* και *δέκτη.* Ο μεταδότης μετατρέπει τη μηχανική κίνηση του χειριστή σε ηλεκτρικό σήμα ή εντολή, που το παραλαμβάνει ο δέκτης και το μετατρέπει πάλι σε μηχανική κίνηση.

Όταν πρόκειται για μετάδοση γωνιών, ο δέκτης στρέφει βελόνα ή δίσκο, με υποδιαιρέσεις σε μοίρες, και δείχνει έτσι τη γωνία στροφής του μεταδότη.

Οι ηλεκτροκινητήρες που χρησιμοποιούνται είναι οι *βηματιστικοί* κινητήρες (μεταδότης και δέκτης), και λειτουργούν με συνεχές ρεύμα, και οι *σύγχρονοι,* που λειτουργούν με εναλλασσόμενο.

Ο τρόπος λειτουργίας τους δεν περιλαμβάνεται στους σκοπούς του εγχειριδίου αυτού[1].

– Τηλενδείξεις

Τα συστήματα τηλένδειξης, με τα οποία γνωστοποιείται στον χειριστή το αποτέλεσμα του χειρισμού του, είναι περισσότερο ηλεκτροκίνητα.

Υπάρχουν βέβαια και όργανα ενδείξης από απόσταση, που δεν είναι ηλεκτρικά, όπως ο υδροδείκτης της στάθμης του λέβητα από απόσταση[2] ή οι δεξαμενομετρητές στάθμης από απόσταση (tank - o - meters ή pneumercators).

Αντίθετα: Τα *πυρόμετρα* (που βασίζονται στην αρχή του γνωστού από τη Φυσική θερμοηλεκτρικού στοιχείου), χρησιμοποιούνται για την ένδειξη της θερμοκρασίας που επικρατεί σε κάθε έναν από τους κυλίνδρους μιας Μ.Ε.Κ. κατά τη λειτουργία της ή και της μέσης θερμοκρασίας του οχετού εξαγωγής της. Τα ηλεκτρικά *σαλινόμε-*

[1] Περισσότερα βλ. στις Ηλεκτροτεχνικές Εφαρμογές Σκάφους, Ίδρ. Ευγενίδου, παράγρ 7.3 και 7.4.
[2] Περισσότερα βλ. Ναυτικοί Ατμολέβητες, Ίδρ. Ευγενίδου, παράγρ. 13-36.

τρα (αλατόμετρα), που βασίζονται στη μεταβολή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του νερού σε συνάρτηση με τα περιεχόμενα σε αυτό άλατα[3]. Οι ενδείκτες της θέσης των τηλεχειριζόμενων βαλβίδων λειτουργούν με τη βοήθεια ηλεκτρικών οριακών διακοπτών. Τα συστήματα *οπτικής* ή ηχητικής ένδειξης πτώσης της πίεσης των δικτύων: όταν η πίεση πέσει κάτω από την κανονική, τότε κλείνει μηχανικά μία ειδική επαφή, που θέτει σε λειτουργία σειρήνα συναγερμού και ανάβει ειδικό λαμπτήρα. Τα ηλεκτρικά *στροφόμετρα* βασικά αποτελούνται από μικρή ηλεκτρογεννήτρια, που κινείται από τον περιστρεφόμενο άξονα, ώστε η γεννήτρια να παράγει ρεύμα με τάση ανάλογη προς τον αριθμό στροφών της ανά λεπτό. Το ρεύμα αυτό διαβιβάζεται σε ένα βολτόμετρο, που μετρά την τάση του ρεύματος, αλλά είναι βαθμολογημένο σε στροφές ανά λεπτό, αντί σε βολτ. Όλα αυτά επομένως ανήκουν στην κατηγορία των ηλεκτρικών οργάνων τηλένδειξης. Τα κυρίως συστήματα τηλένδειξης, όμως, που, όπως είπαμε, είναι κατά κανόνα ηλεκτροκίνητα, βασίζονται στις ίδιες αρχές μετάδοσης, με *βηματιστικούς* ή *σύγχρονους* ηλεκτροκινητήρες, όπως του τηλεχειρισμού, που αναφέραμε. Π.χ. η μεταφορά της περιστροφής της κεραίας του Ραντάρ στον ενδείκτη Ραντάρ της γέφυρας ή η μεταφορά της ένδειξης της γωνίας στροφής του πηδαλίου, από τον άξονα στροφής του πηδαλίου στον ενδείκτη του διαμερίσματος πηδαλιουχίας ή πάλι η μετάδοση της περιστροφής του ανεμολογίου από την κύρια γυροπυξίδα στους επαναλήπτες κοντά στη γέφυρα κ.λπ.

14.4 Χρήση της τηλεκίνησης

Η τηλεκίνηση μπορεί να χρησιμοποιείται σε μεμονωμένες περιπτώσεις μέσα στο πλοίο ή να αποτελεί μέρος του όλου μηχανισμού *αυτοματισμού* ή *αυτόματου ελέγχου* ενός πλοίου, η γενική ιδέα του οποίου παρέχεται στις επόμενες παραγράφους.

14.5 Αυτοματισμός - Ορισμός

Αυτοματισμός ή και ***αυτόματος έλεγχος*** γενικά ονομάζεται το σύνολο μεθόδων χρησιμοποίησης κατάλληλων μηχανισμών (αυτόματων), με σκοπό να υποκαταστήσουν την ανθρώπινη δραστηριότητα μέσα σε ένα λειτουργικό συγκρότημα. Από 15ετίας περίπου, ο αυτοματισμός εφαρμόζεται πάρα πολύ στα εμπορικά πλοία.

Ένα πλοίο λέγεται *μερικώς αυτοματοποιημένο,* όταν διαθέτει αυτόματο έλεγχο μόνο της προωστήριας εγκατάστασης, και *πλήρως αυτοματοποιημένο,* όταν όλες οι λειτουργίες του βρίσκονται υπό αυτόματο έλεγχο.

Ο έλεγχος πραγματοποιείται από κεντρικό σταθμό, όπου στο μηχανοστάσιο ή και στη γέφυρα έχουν συγκεντρωθεί όλα τα χειριστήρια και όργανα ένδειξης, επάνω σε κατάλληλους πίνακες. Οι σταθμοί αυτοί λέγονται *θάλαμος ελέγχου μηχανοστασίου* (Θ.Ε.Μ.) και *θάλαμος ελέγχου γέφυρας* (Θ.Ε.Γ.) και θα τους περιγράψουμε αργότερα.

---

[3] Βλ. Ναυτικοί Ατμολέβητες, Ίδρ. Ευγενίδου, παράγρ. 18.9 β).

14.6 Χαρακτηριστικά του αυτόματου ελέγχου

Η χρήση του αυτόματου ελέγχου παρουσιάζει τα παρακάτω πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα.

1) Πλεονεκτήματα

α) Προσφέρει οικονομία σε προσωπικό.

β) Αυξάνει την απόδοση της όλης εγκατάστασης, επειδή με το αυτόματο σύστημα επιτυγχάνεται ταχύτερα και ευκολότερα, από ό,τι με τον άνθρωπο, η κατάσταση ισορροπίας οποιουδήποτε λειτουργικού συγκροτήματος. Για παράδειγμα ο *αυτόματος πιλότος* παρέχει στο πλοίο τη δυνατότητα να πηδαλιουχείται με ακρίβεια στην ορθή πορεία, χωρίς παροιακίσεις (παρατιμονιές), που είναι αναπόφευκτες για τον πηδαλιούχο. Έτσι επιτυγχάνεται να διανύει το πλοίο τα λιγότερα μίλια σε μια ορισμένη μεταξύ δύο σημείων απόσταση. Κι αυτό σημαίνει μικρότερη κατανάλωση καυσίμων.

Μία άλλη περίπτωση: ο θερμαστής στο *λεβητοστάσιο* πρέπει να ισορροπήσει τρεις παράγοντες, δηλαδή την *τροφοδότηση* του λέβητα με νερό ανάλογα με την κατανάλωση ατμού, ώστε η στάθμη να διατηρείται σταθερή, την ποσότητα του *πετρελαίου* που ψεκάζεται από τους καυστήρες στην εστία και στην παροχή του *καυσιγόνου αέρα* από τους ανεμιστήρες. Το αυτόματο σύστημα επιτυγχάνει τις τιμές ισορροπίας των τριών αυτών παραγόντων γρήγορα και με μικρές διακυμάνσεις. Αν ο θερμαστής όμως δεν εκτελέσει εντελώς σωστά έναν από τους αναγκαίους χειρισμούς, τότε είναι πιθανή και η δημιουργία ανωμαλιών στο όλο συγκρότημα, που το λιγότερο θα είναι η ελάττωση του βαθμού απόδοσης του λέβητα, με συνέπεια η κατανάλωση καυσίμου να είναι μεγαλύτερη.

2) Μειονεκτήματα

α) Παρουσιάζει ελαττωμένη, ελαφρώς, *αξιοπιστία,* λόγω του μεγάλου αριθμού μηχανισμών που παρεμβάλλονται, και που δημιουργούν μεγαλύτερες πιθανότητες βλάβης. Γι' αυτό και απαιτεί ειδικά εκπαιδευμένο προσωπικό. Σε όλα πάντως τα συστήματα αυτοματισμού προβλέπεται η ταχεία μετάβαση από τον αυτόματο στον χειροκίνητο έλεγχο όλης της εγκατάστασης ή ορισμένου μέρους από το συγκρότημά της.

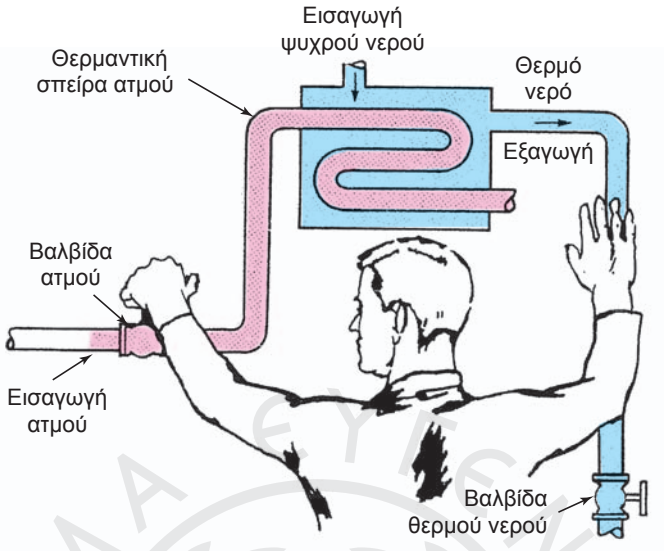
β) Απαιτεί αρκετά επιμελή *συντήρηση,* που πρέπει να γίνεται ακριβώς όπως προβλέπει ο κατασκευαστής.

γ) Δημιουργεί πρόσθετη δαπάνη αρχικής εγκατάστασης, η οποία όμως αντιμετωπίζεται από την οικονομία σε προσωπικό και καύσιμα, επειδή το κέρδος από αυτά είναι πολύ υψηλότερο.

14.7 Στοιχειώδης λειτουργία του αυτόματου συστήματος

Για την κατανόησή του, θα χρησιμοποιηθεί ένα τυπικό παράδειγμα σύγκρισης μεταξύ χειροκίνητου και αυτόματου ελέγχου.

Στο σχήμα 14.1 παριστάνεται ο χειροκίνητος έλεγχος θέρμανσης με ατμό του νερού που βγαίνει από τον θερμαντήρα. Ο χειριστής με το ένα χέρι αισθάνεται τη



Σχ. 14.1

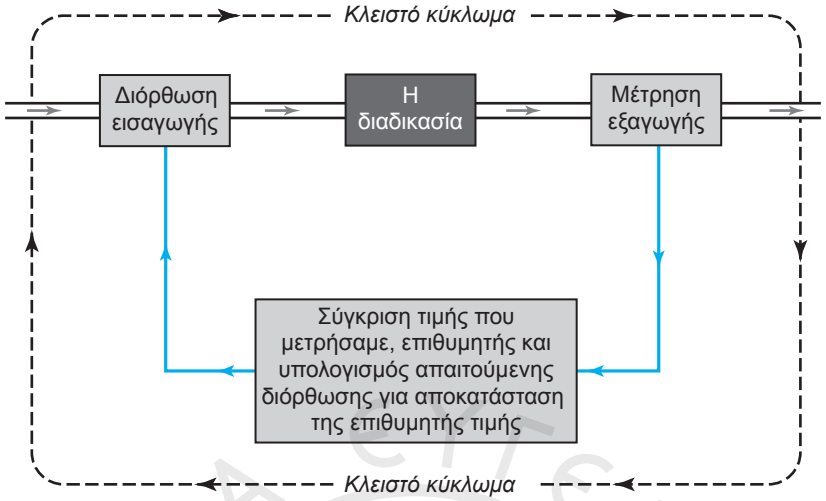
θερμοκρασία του νερού που βγαίνει (ή μπορεί να την βλέπει σε θερμόμετρο), δηλαδή την μετρά. Κατόπιν τη συγκρίνει στον νου του με αυτήν που πρέπει να έχει το εξερχόμενο νερό. Υπολογίζει, πάλι με τον νου του, τη μεταβολή που πρέπει να κάνει στην εισαγωγή του θερμαντικού ατμού και τέλος πραγματοποιεί την ορθή αλλαγή του ανοίγματος της βαλβίδας του ατμού, μέχρι να επιτύχει την επιθυμητή θερμοκρασία του εξερχόμενου νερού. Με άλλα λόγια διορθώνει την εισαγωγή του ατμού ρυθμίζοντας το άνοιγμα της βαλβίδας του.

Το όλο κύκλωμα του ελέγχου παριστάνεται γραφικά στο σχήμα 14.2. Περιλαμβάνει τέσσερεις διαδικασίες:

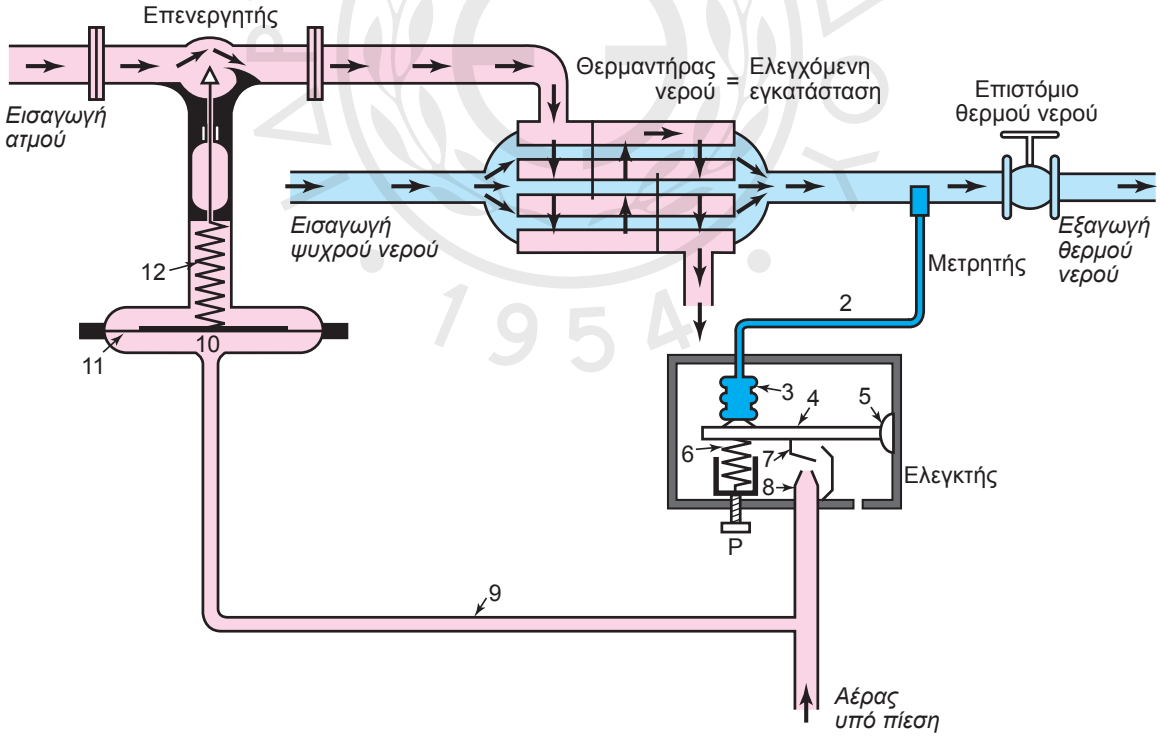
1) *Μέτρηση* της θερμοκρασίας.
2) *Σύγκριση* με την επιθυμητή θερμοκρασία.
3) *Υπολογισμό* της αναγκαίας μεταβολής της θέσης της βαλβίδας του ατμού.
4) *Διόρθωση* της θέσης της βαλβίδας του ατμού.

Επομένως, οι βασικές λειτουργίες ενός συστήματος ελέγχου είναι: *μέτρηση, σύγκριση, υπολογισμός* και *διόρθωση.*

Το σχήμα 14.3 παριστάνει την ίδια διαδικασία, με αυτόματο όμως έλεγχο. Το σύστημα αυτόματου ελέγχου ενεργοποιείται εδώ με τη βοήθεια πεπιεσμένου αέρα που παρέχεται από κατάλληλο αεροσυμπιεστή, χωρίς επέμβαση ανθρώπου. Ο μετρητής (1) μετρά τη θερμοκρασία του νερού που εξέρχεται, και μέσω του *τριχοειδούς* σωλήνα (2) και του *κυματοειδούς* τυμπάνου (3) (που και τα δύο περιέχουν πτητικό υγρό), επηρεάζει τον αρθρωτό βραχίονα (4), που μπορεί να στραφεί γύρω από τον άξονα (5). Ο βραχίονας (4) δέχεται την πίεση του ελατηρίου (6) (ή έντασή του ρυθμίζεται από τον ρυθμιστικό κοχλία Ρ και καθορίζει κατά κάποιον τρόπο την εντολή για την επιθυμητή θερμοκρασία, που δίνεται στο συγκρότημα του «ελεγκτή»).



Σχ. 14.2



Σχ. 14.3
Αυτόματο πνευματικό σύστημα ελέγχου.

Ο βραχίονας (4) συνδέεται με το πτερύγιο (7), το οποίο ελέγχει την είσοδο του αέρα που παρέχεται από τον αεροσυμπιεστή με το στόμιο (8). Όταν το πτερύγιο (7) απέχει πολύ από το στόμιο (8), όλος ο αέρας θα διαφύγει προς την ατμόσφαιρα, ενώ, όταν αυξηθεί η θερμοκρασία του νερού, πλησιάζει στο στόμιο. Η έξοδος τότε του αέρα θα περιοριστεί και θα αναπτυχθεί πίεση, η οποία, μέσω του σωλήνα (9), θα μεταδοθεί (σαν σήμα ή εντολή) στον χώρο (10) και στο διάφραγμα (11), του «επενεργητή». Το διάφραγμα, ανάλογα προς την πίεση αυτή, και υπερνικώντας την ένταση του ελατηρίου (12), θα μετακινηθεί και θα κλείσει μερικώς τη βαλβίδα του ατμού. Τα αντίθετα θα συμβούν, όταν θα πέσει η θερμοκρασία του νερού.

14.8 Τα μέρη του αυτόματου συστήματος

Το σύστημα που περιγράψαμε προηγουμένως περιλαμβάνει:

1) Τον *επενεργητή* ή *τελικό στοιχείο ελέγχου.* Στο παράδειγμα (παράγρ. 14.7) είναι η βαλβίδα ατμού με τον μηχανισμό κίνησής της.

2) Το *διορθωτικό σήμα* που ξεκινά από τον αυτόματο ελεγκτή και καταλήγει στον επενεργητή.

3) Την *ελεγχόμενη διαδικασία.* Στο παράδειγμα της παραγράφου 14.7, είναι ο θερμαντήρας.

4) Τον *μετρητή,* δηλαδή τον βολβό του θερμομέτρου με τον τριχοειδή σωλήνα.

5) Τον *ελεγκτή,* στον οποίο καταλήγει το σήμα της μετρούμενης μεταβλητής (δηλ. της θερμοκρασίας). Ο ελεγκτής είναι ο «εγκέφαλος» του συστήματος και τα όργανα μέτρησης είναι οι «αισθήσεις» του. Όπως καταλαβαίνουμε, η διαδικασία ελέγχου πραγματοποιείται *σε κλειστό* κύκλωμα. Η μεταφορά του σήματος από τον μετρητή εξόδου (δηλ. το θερμόμετρο στην περίπτωση αυτή) προς τον ελεγκτή, αποτελεί τη βάση των συστημάτων αυτόματου ελέγχου. Καλείται «ανασύζευξη», «ανάδραση» ή «ανατροφοδότηση» (feed back). Αν δεν υπάρχει αυτή η ανάδραση, τότε το σύστημα λέγεται *ανοικτό,* υστερεί όμως, γιατί δεν αποδίδει ικανοποιητικό έλεγχο.

14.9 Τα συστήματα αυτόματου ελέγχου

Ανάλογα με το μέσο που ενεργοποιεί τον όλο μηχανισμό, τα συστήματα αυτά διακρίνονται στα ακόλουθα:

1) Με *πεπιεσμένο αέρα* ή *πνευματικά* (pneumatic).

2) *Υδραυλικά.*

3) *Ηλεκτρικά* ή και *ηλεκτροπνευματικά.*

4) *Ηλεκτρονικά.*

5) *Υδραυλικολογικά.*

Στο παράδειγμα της παραγράφου 14.7 αναφέρεται το σύστημα με πεπιεσμένο αέρα.

14.10 Τα όργανα του αυτόματου ελέγχου μέτρησης και ένδειξης – Μεταδότες

1) Τα όργανα *μέτρησης* είναι θερμόμετρα τύπου διαφράγματος ή θλιβομετρικοί

σωλήνες Bourdon, που συνδέονται απ' ευθείας με το ενδεικτικό όργανο ή μέσω ενισχυτικού μεταδότη. Η χρησιμοποίηση *μεταδότη* είναι ιδιαίτερα αναγκαία, όταν το όργανο πρέπει να ενεργοποιήσει κάποιον μηχανισμό του συστήματος. Ως μεταδότες χρησιμοποιούνται κατά κανόνα οι ηλεκτρικοί (με μεταβλητή αντίσταση), και οι πνευματικοί, δηλαδή αυτοί που λειτουργούν με πεπιεσμένο αέρα εφοδιασμένοι με ακροφύσιο, πτερύγιο και κυματοειδές τύμπανο [σχ. 14.3 (3), (7) και (8)]. Χρησιμοποιούνται επίσης πυρόμετρα, ταγκόμετρα και διάφορα άλλα ηλεκτρικά και ενδεικτικά όργανα.

2) *Ελεγκτές.* Όπως είπαμε, ο ελεγκτής αποτελεί τη βασική μονάδα του συστήματος ελέγχου. Εκτελεί τη σύγκριση και τον υπολογισμό της αναγκαίας διορθωτικής δράσης.

Οι χρησιμοποιούμενοι ελεγκτές είναι *διακεκομμένης* και *συνεχούς* δράσης. Οι τελευταίοι διακρίνονται σε *αναλογικούς, ολοκληρωτικούς* ή *διαφορικούς.* Τέλος, διακρίνονται και σε *πνευματικούς* (με πεπιεσμένο αέρα) *ηλεκτρικούς* και *ηλεκτρονικούς.*

3) *Οι επενεργητές.* Είναι *υδραυλικοί* εμβολοφόροι ή με περιστρεφόμενο πτερύγιο, *πεπιεσμένου αέρα* με διαφράγματα, *ηλεκτρικοί,* ή και συνδυασμένοι με ηλεκτρονικές διατάξεις ελέγχου.

Σημείωση: Κατά την εξέλιξη του αυτόματου συστήματος, χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο ο υπολογιστής ή αναγωγέας (computer) ψηφιακού τύπου. Είναι ηλεκτρονικό σύστημα, που δεν διαθέτει σκέψη αλλά μνήμη και ικανότητα εκτέλεσης πράξεων.

Τροφοδοτείται με κατάλληλο πρόγραμμα, εκτελεί τους αναγκαίους υπολογισμούς, και διαβιβάζει το αποτέλεσμα στα υπόλοιπα όργανα του αυτόματου συστήματος, προς εκτέλεση.

14.11 Ο χειρισμός και η παρακολούθηση του αυτόματου συστήματος ελέγχου

Για την ικανοποιητική λειτουργία του συστήματος αυτόματου ελέγχου είναι αναγκαία, όπως είπαμε, η συγκέντρωση όλων των οργάνων παρακολούθησης και χειρισμού σε έναν κεντρικό σταθμό, που τοποθετείται κοντά στο μηχανοστάσιο και λέγεται *θάλαμος ελέγχου μηχανοστασίου* (Θ.Ε.Μ.) ή και στη γέφυρα, οπότε λέγεται *θάλαμος ελέγχου γέφυρας* (Θ.Ε.Γ.).

Στα σύγχρονα πλοία, ο Θ.Ε.Μ. επανδρώνεται μόνο για ένα 8ώρο του 24ώρου, ενώ κατά τις υπόλοιπες 16 ώρες ο έλεγχος και ο χειρισμός της εγκατάστασης εκτελείται από τη γέφυρα.

1) Ο Θάλαμος Ελέγχου Μηχανοστασίου

Ο θάλαμος αυτός τοποθετείται μέσα στο μηχανοστάσιο ή συνέχεια με αυτό. Διαθέτει θερμική και ηχητική μόνωση και σύστημα κλιματισμού, και περιλαμβάνει τα όργανα και χειριστήρια της εγκατάστασης, που τοποθετούνται κατά συγκροτήματα (π.χ. κύριας μηχανής, λέβητα κ.λπ.), σε ειδικά αναλόγια με πίνακες, τα οποία έχει επικρατήσει να λέγονται *«κονσόλες».*

Ο Θ.Ε.Μ. έχει οπτικό έλεγχο του Μηχανοστασίου και του Λεβητοστασίου, μέσα από κατάλληλα υαλοστάσια (τζαμαρίες). Σε ορισμένες περιπτώσεις ο έλεγχος γίνεται

με κλειστό κύκλωμα τηλεόρασης. Η απ' ευθείας επικοινωνία του Α.Φ. (αξιωματικού φυλακής) μηχανής, με τη γέφυρα, γίνεται με κατάλληλο μικρόφωνο ή τηλέφωνο, που βρίσκεται στην κονσόλα ελέγχου χειρισμών. Η κονσόλα χειρισμών της μηχανής και ο τηλέγραφος κινήσεών της βρίσκονται ακριβώς μπροστά στον αξιωματικό φυλακής ώστε, μόλις αυτός δεχτεί από τη γέφυρα τις εντολές για την κίνηση της μηχανής, απαντά σ' αυτήν και εκτελεί την αντίστοιχη κίνηση.

Μέσα στον θάλαμο ελέγχου, και απέναντι από τον χειριστή, υπάρχει ο πίνακας των οργάνων ελέγχου. Αυτός έχει μορφή σκαριφηματικού απομιμητικού διαγράμματος της ελεγχόμενης εγκατάστασης, όπως είναι αυτή στην πραγματικότητα. Σε κατάλληλα σημεία του τοποθετούνται όργανα μέτρησης και ενδεικτικοί λαμπτήρες, ώστε ο χειριστής να έχει άμεση εποπτεία της λειτουργίας της εγκατάστασης.

Στο παραστατικό αυτό διάγραμμα προβλέπονται επίσης και κατάλληλα ηχητικά και φωτεινά σήματα συναγερμού, για την περίπτωση τυχαίας ανωμαλίας του συγκροτήματος.

Εκτός από τον αυτόματο έλεγχο και τηλεχειρισμό της εγκατάστασης από τον Θ.Ε.Μ., προβλέπεται, σε περίπτωση βλάβης, η δυνατότητα τοπικού ελέγχου της κύριας μηχανής και των βοηθητικών της μηχανημάτων από το μηχανοστάσιο, με χειροκίνητο *έλεγχο.* Στο σχήμα 14.4 παριστάνεται, σε προοπτική διάταξη, Θ.Ε.Μ. σύγχρονου Δ/Ξ, με επεξηγηματικό υπόμνημα.

2) Ο Θάλαμος Ελέγχου γέφυρας

Είναι παρόμοιος με τον Θ.Ε.Μ., περιλαμβάνει όμως μόνο τα απαραίτητα όργανα ένδειξης και χειρισμού της κύριας μηχανής, και, σε χωριστή «κονσόλα», τα διάφορα ναυτιλιακά όργανα, όπως ραντάρ, γυροπυξίδα, ηχοβολιστικό κ.λπ. Αυτό συμβαίνει επειδή το κύριο μέλημα του Α.Φ. γέφυρας είναι η ασφάλεια του πλοίου από ναυτιλιακής άποψης. Έτσι, θα πρέπει αυτός να ασχολείται όσο γίνεται λιγότερο με την προωστήρια εγκατάσταση.

Με ειδικό *διακόπτη επιλογής* καθορίζεται ο τόπος από τον οποίο θα γίνεται ο έλεγχος της εγκατάστασης, αν θα είναι δηλαδή ο Θ.Ε.Γ. ή ο Θ.Ε.Μ.

Στον Θ.Ε.Γ. υπάρχει αυτόματο καταγραφικό μηχάνημα, ανάλογο με το μηχάνημα του Θ.Ε.Μ., που καταγράφει κάθε κίνηση των τηλεγράφων, με τον αντίστοιχο χρόνο και τις στροφές της έλικας. Έτσι, δεν απαιτείται να γράφει ο ίδιος ο Α.Φ. γέφυρας το ημερολόγιο κινήσεων της κύριας μηχανής.

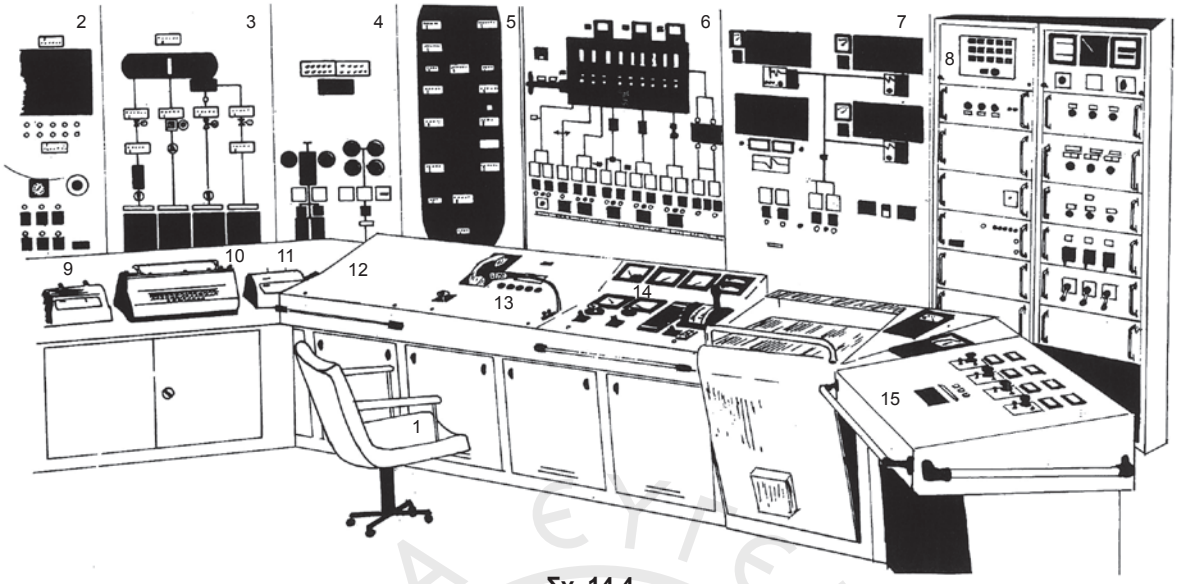
Στο σχήμα 14.5 παριστάνεται η κονσόλα ελέγχου μηχανής, που είναι εγκαταστημένη στο Θ.Ε.Γ. σύγχρονου Δ/Ξ.

14.12 Η εφαρμογή του αυτόματου ελέγχου στα πλοία

Κατά την εφαρμογή του αυτόματου ελέγχου στα πλοία, καλύπτονται τα ακόλουθα βασικά λειτουργικά συγκροτήματα, που περιγράφονται λεπτομερώς σε ειδικά εγχειρίδια:

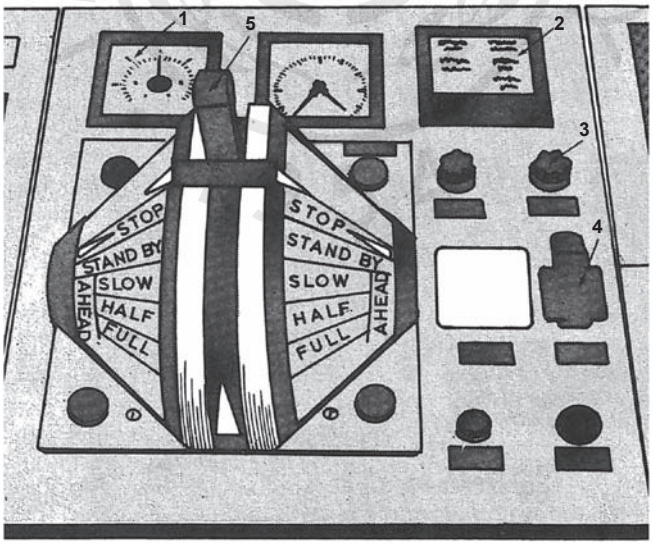
1) Οι κύριοι λέβητες

Σε αυτούς, το «αυτόματο σύστημα καύσης» ενεργοποιεί και συντονίζει τρεις παράγοντες:



Σχ. 14.4

(1) Κάθισμα Α.Φ. Μηχανής. (2) Πίνακας ελέγχου λέβητα καυσαερίων. (3) Πίνακας αυτόματου ελέγχου βοηθητικού λέβητα. (4) Πίνακας οργάνων συναγερμού. (5) Πίνακας ένδειξης στάθμης δεξαμενών. (6) Πίνακας ελέγχου κύριας μηχανής. (7) Πίνακας ελέγχου βοηθητικών μηχανημάτων. (8) Πίνακας ηλεκτρομηχανών. (9) Αυτόματος καταγραφέας ανωμαλιών. (10) Γραφομηχανή. (11) Αυτόματος καταγραφέας χειρισμών. (12) Ενδεικτικά όργανα συστήματος αυτοματισμού. (13) Μικρόφωνο, τηλέφωνο, γραφείο. (14) Κονσόλα ελέγχου χειρισμών κύριας μηχανής. (15) Πίνακας ενδείξεων αυτόματου συστήματος τήρησης θερμοκρασιών. (16) Υαλόφρακτο παράθυρο προς μηχανοστάσιο.



Σχ. 14.5

Κονσόλα ελέγχου κύριας μηχανής από Γέφυρα: (1) Ενδείκτης στροφών. (2) Ενδεικτικός πίνακας κατάστασης κύριας μηχανής. (3) Ρυθμιστικό κομβίο στροφών. (4) Διακόπτης χειρισμών ανάγκης. (5) Τηλέγραφος κύριας μηχανής.

α) Την *τροφοδότηση του νερού,* ώστε να διατηρείται σταθερή η στάθμη, σε συνάρτηση προς την κατανάλωση ατμού.

β) Την *παροχή πετρελαίου.*

γ) Την παροχή *καυσιγόνου αέρα.*

Χρησιμοποιούνται δε τρία συστήματα:

α) Το σύστημα *Hagan,* που λειτουργεί με πεπιεσμένο αέρα και συντονίζει την ποσότητα του πετρελαίου και του καυσιγόνου αέρα, ενώ η διατήρηση σταθερής στάθμης επιτυγχάνεται με έναν από τους συνηθισμένους αυτόματους τροφοδοτικούς ρυθμιστές των λεβήτων Mumford, Weir Robot κ.λπ.[4]

β) Το σύστημα General regulator, που επιτυγχάνει τα ίδια με το προηγούμενο, λειτουργεί όμως με εναλλασσόμενο ρεύμα.

γ) Το σύστημα *Bailey* με πεπιεσμένο αέρα, που συντονίζει και τους τρεις παράγοντες, νερού, πετρελαίου, αέρα.

Εκτός από τα παραπάνω, προβλέπεται και σύστημα αυτόματης λειτουργίας των φυσητήρων αιθάλης, με τους οποίους επιτυγχάνεται ο εκκαπνισμός των λεβήτων.

2) Κύριοι στρόβιλοι

Το αυτόματο σύστημα ελέγχει βασικά τη *φορά περιστροφής του ελικοφόρου* άξονα (πρόσω ή ανάποδα) και την *ταχύτητα περιστροφής* του, κατά τις απαιτήσεις της γέφυρας.

3) Κύρια μηχανή Ντήζελ, αναστρεφόμενη

Σε αυτήν ελέγχεται:

α) Ο χειρισμός περιστροφής του *άξονα* (πρόσω-ανάποδα).

β) Το χειριστήριο παροχής *αέρα εκκίνησης.*

γ) Το χειριστήριο παροχής *πετρελαίου* προς τη μηχανή.

δ) Ο ρυθμιστής σταθερού *αριθμού στροφών* (τύπου Woodward συνήθως).

Ακόμα, ελέγχονται το *ιξώδες* του πετρελαίου και ο σχηματισμός *ομίχλης* ή *ατμών λαδιού* στον στροφαλοθάλαμο, που *δεν πρέπει να ξεπεράσει ορισμένα όρια*, *επειδή υπάρχει κίνδυνος εκρήξεων.*

4) Κύρια μηχανή Ντήζελ, με αναστροφέα

Η μηχανή στρέφεται πάντοτε κατά την ίδια φορά, και ο έλεγχος φοράς περιστροφής του ελικοφόρου αφορά τον χειρισμό του *συμπλέκτη-αναστροφέα.* Η αναστροφή της φοράς του ελικοφόρου πρέπει να προσεχθεί να γίνει μόνο όταν η ροπή στρέψης του άξονα της μηχανής γίνει μεγαλύτερη από αυτήν που δέχεται ο ελικοφόρος (λόγω της κεκτημένης ταχύτητας), κατά την αντίθετη φορά. Η σχετική ταχύτητα των δύο αξόνων πρέπει να είναι όσο γίνεται μικρή. Διαφορετικά, το σύστημα αυτοματισμού δεν επιτρέπει την σύνδεσή τους.

Ελέγχονται ακόμα, όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, ο *αέρας εκκίνησης,* το *πετρέλαιο, ο αριθμός στροφών,* το *ιξώδες* και η *ομίχλη λαδιού.*

---

[4] Βλ. Ναυτικοί Ατμολέβητες, Ίδρ. Ευγενίδου, παράγρ. 13.13 ως 13.20.

5) Ηλεκτρομηχανές

Το αυτόματο σύστημα προβλέπει: *Εκκίνηση* και *κράτηση* ηλεκτρομηχανής, ανάλογα προς το φορτίο, *παραλληλισμό* και *σύνδεση* άλλης ηλεκτρομηχανής, *κατανομή φορτίου,* διατήρηση της *συχνότητας* και της *τάσης του* ρεύματος, προστασία από *βλάβες, αποσύνδεση μη αναγκαίων φορτίων σε περίπτωση ανωμαλίας και, επανασύνδεσή τους.*

6) Βοηθητικός λέβητας με ατμό

Παράγει ατμό από πόσιμο νερό για βοηθητικές χρήσεις, με τη θερμότητα ατμού των κύριων λεβήτων. Ο αυτόματος έλεγχος προβλέπει επίσης και τη διατήρηση σταθερής *στάθμης* νερού και σταθερής *πίεσης* του παραγόμενου ατμού.

7) Τροφοδοτικό νερό

Ο έλεγχος περιλαμβάνει την ανίχνευση για *ελαιώδεις* ουσίες και τη διατήρηση της ποιότητας του νερού μέσα σε προκαθορισμένα όρια, με την προσθήκη *χημικών* ουσιών (σύστημα Aqualert της Bull and Roberts).

8) Φυγοκεντρικά καθαριστήρια

Σ' αυτά προβλέπεται ο *αυτόματος καθαρισμός* και η αφαίρεση της *λάσπης (ιλύος)* και των στερεών *προσμείξεων* που υπήρχαν στο πετρέλαιο ή στο λάδι κατά τη διάρκεια της λειτουργίας τους, και χωρίς να υπάρχει ανάγκη να κρατηθεί το μηχάνημα.

9) Αεροσυμπιεστές

Σ' αυτούς, ο αυτόματος έλεγχος προβλέπει την αυτόματη *εκκίνηση ή κράτηση* του ηλεκτροκινητήρα που κινεί τον αεροσυμπιεστή, ώστε, ανάλογα με τις απαιτήσεις σε πεπιεσμένο αέρα, να διατηρείται σταθερή η πίεσή του στις φιάλες ή και στα δίκτυα.

10) Αποστακτήρες

Σ' αυτούς προβλέπεται ο αυτόματος έλεγχος της *στάθμης* του νερού, της *πυκνότητας των καθαλατώσεων,* της *αλατότητας* του παραγόμενου αποσταγμένου νερού, της *πίεσης* του ατμού θέρμανσης και της παραγόμενης *ποσότητας αποσταγμένου νερού.*

11) Ψυκτική εγκατάσταση

Σ' αυτήν προβλέπεται η αυτόματη *εκκίνηση* και *κράτηση* του συμπιεστή κατά τις ανάγκες, ώστε να διατηρείται η προκαθορισμένη θερμοκρασία σε κάθε ψυκτικό θάλαμο.

12) Εγκατάσταση φόρτωσης Δ/Ξ

Ο αυτόματος έλεγχος επιτυγχάνει την ταχεία *φορτοεκφόρτωση* του Δ/Ξ μέσα σε λίγες ώρες. Προϋποθέτει τη δυνατότητα *τηλεχειρισμού των επιστομίων του* δικτύου και την ανάγνωση της *χωρητικότητας* των δεξαμενών από απόσταση.

Η όλη διαδικασία διενεργείται από *κεντρικό σταθμό ελέγχου,* με τη βοήθεια βαλβίδων (που κατά κανόνα χειρίζονται με υδραυλικό σύστημα) και ενδεικτικών οργάνων από απόσταση.

Το σχήμα 14.6 παριστάνει τη διάταξη κεντρικού ελέγχου φορτοεκφορτώσεων δεξαμενοπλοίου.

Το σχήμα 14.7 παριστάνει υποδειγματική διαρρύθμιση του σταθμού ελέγχου υπερπετρελαιοφόρου και το σχήμα 14.8 υποδειγματική κονσόλα ελέγχου.

13) Δίκτυα πόσιμου και θαλασσινού νερού

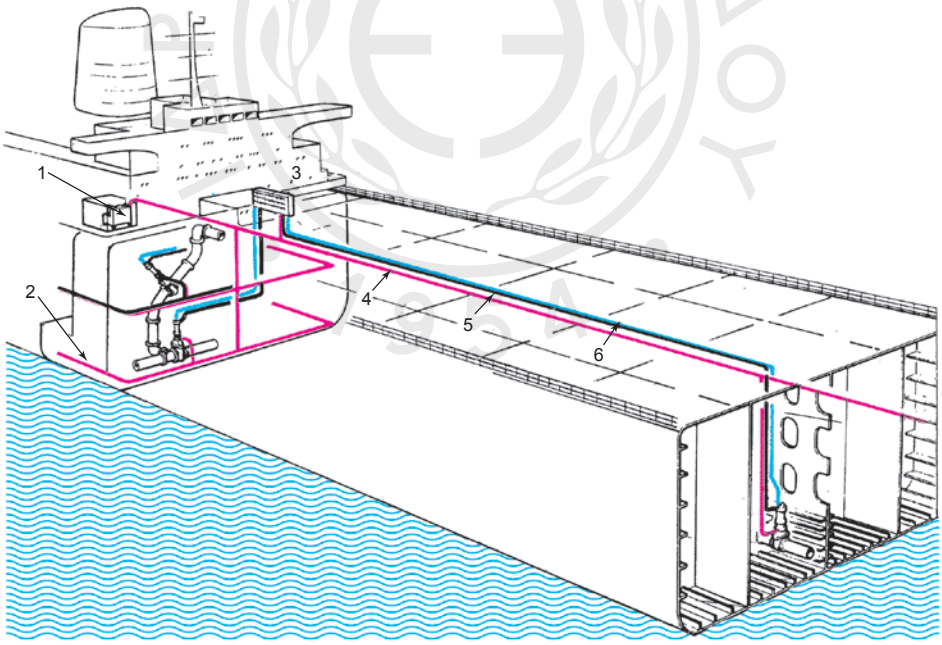
Τροφοδοτούνται κατά κανόνα από πιεστικό πνεύμονα, δηλαδή από δεξαμενή, που εφοδιάζεται με νερό μέχρι ορισμένη στάθμη από αντλία. Πάνω από το νερό αυτό εισάγεται αέρας με πίεση. Το αυτόματο σύστημα προβλέπει τον έλεγχο της *στάθμης* και της *πίεσης,* ώστε να διατηρείται σταθερή η πίεση στο δίκτυο.

14) Αυτόματος πιλότος

Επιτυγχάνει τη διατήρηση σταθερής *πορείας* του σκάφους, ώστε να αποφεύγονται οι παρατιμονιές και να διανύονται όσο το δυνατόν λιγότερα μίλια.

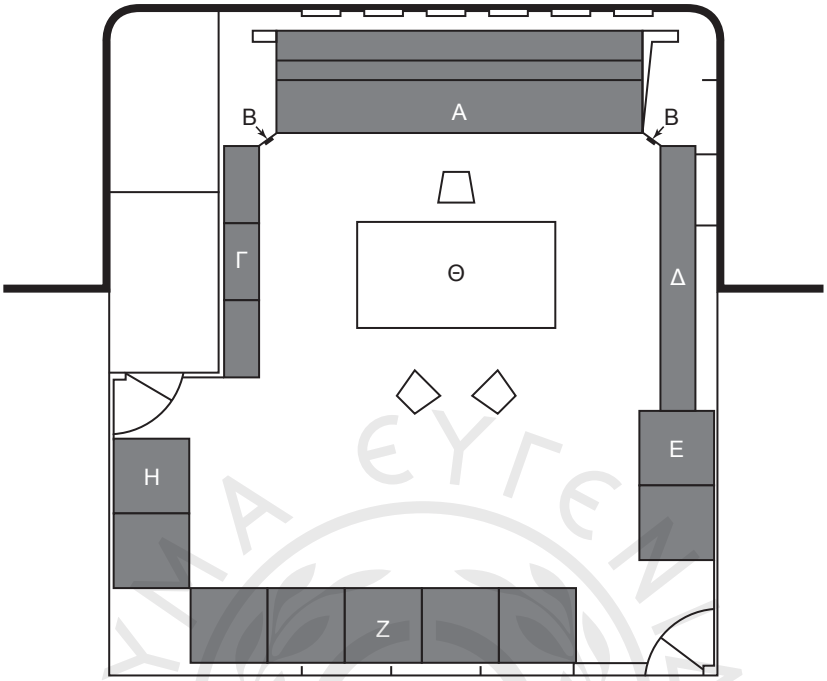
15) Συστήματα ανίχνευσης και συναγερμού

Αφορούν κυρίως στην ανίχνευση, εντοπισμό, προειδοποίηση και συναγερμό, σε περίπτωση *πυρκαγιάς* και την αυτόματη ενεργοποίηση του *συστήματος κατάσβεσής* της.



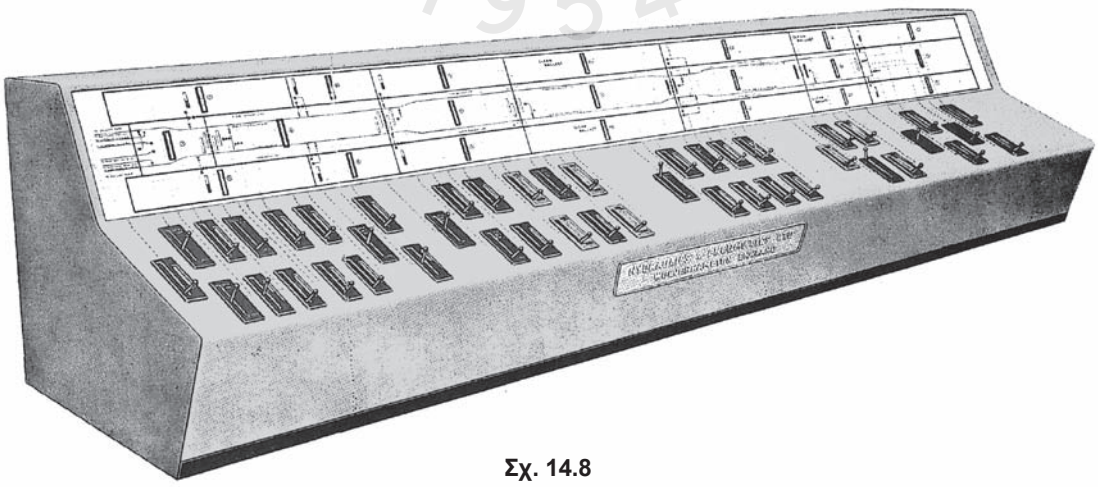
Σχ. 14.6

Κεντρικός έλεγχος συστήματος βαλβίδων υγρού φορτίου για πετρελαιοφόρα. (1) Μονάδα ισχύος. (2) Κύριος σωλήνας αντλιοστασίου 1" ονομαστικής διαμέτρου. (3) Θάλαμος ελέγχου. (4) Ενδεικτικός σωλήνας 3/8" ονομαστικής διαμέτρου. (5) Σωλήνας ελέγχου 1/2" ονομαστικής διαμέτρου. (6) Κύριος σωλήνας πίεσης 1" ονομαστικής διαμέτρου.



Σχ. 14.7

(Α) Κονσόλα φόρτωσης, (Β) Ενδείκτες διαγωγής, (Γ) Έλεγχος αντλιών φορτίου, (Δ) Ενδείκτες χώρου διαστολής, (Ε) Έλεγχος εκχυτήρων και αποστράγγισης, (Ζ) Πίνακας ελέγχου αντλιοστασίου, (Η) Πίνακας ελέγχου επιστομίων καταστρώματος, (Θ) Τράπεζα διαγραμμάτων φόρτωσης



Σχ. 14.8

15 Νηογνώμονες – Κανονισμοί Επιθεωρήσεις – Πιστοποιητικά

15.1 Γενικά

Οι Νηογνώμονες είναι μεγάλοι τεχνικοί οργανισμοί, αναγνωρισμένοι από το κράτος στο οποίο ανήκουν. Οι περισσότεροι είναι διεθνούς κύρους, αναγνωρισμένοι δηλαδή και από όλα τα κράτη.

Κάθε Νηογνώμονας έχει κανόνες ναυπήγησης των πλοίων για το σκάφος, τις μηχανές, την ηλεκτρική εγκατάσταση κ.λπ. Οι κανονισμοί περιλαμβάνουν και τις εργασίες και επιθεωρήσεις που πρέπει να εκτελούνται περιοδικά, ώστε το πλοίο να διατηρείται στην κλάση που το κατέταξαν.

Οι κανονισμοί ναυπήγησης των Νηογνωμόνων δεν διαφέρουν πολύ μεταξύ τους. Διαφέρει μόνο η αυστηρότητα της εφαρμογής από τους επιθεωρητές (Surveyors). Η αυστηρότητα αυτή προσδιορίζει και το διεθνές κύρος των Νηογνωμόνων.

Οι κανονισμοί εκδίδονται κάθε φορά σε ειδικό τόμο. Όταν επανεκδίδονται, συμπληρώνονται με όλα τα τελευταία στοιχεία της τεχνικής, της ναυπήγησης και των κανονισμών ασφαλείας των πλοίων. Ο τίτλος τους είναι: *«Rules and regulations for the construction and classification of steel ships»*.

Παρακάτω θα εξηγήσουμε πώς γίνονται οι επιθεωρήσεις των Νηογνωμόνων και πώς εκδίδονται τα πιστοποιητικά.

15.2 Ποιοι είναι οι εγκυρότεροι Νηογνώμονες

Ο παλαιότερος Νηογνώμονας είναι ο αγγλικός *«Lloyd Register of Shipping»* (L.R.S.).

Άλλοι γνωστοί διεθνώς νηογνώμονες είναι:

1) Ο αμερικανικός *American Bureau of Shipping* (A.B.S.).
2) Ο γαλλικός *Bureau Veritas*.
3) Ο ιταλικός *Registro Italiano Navale-Aeronautica* (R.I.N.A.)
4) Ο γερμανικός *Germanische Lloyd*.
5) Ο νορβηγικός *Norske Veritas*.
6) Ο ιαπωνικός *Nippon Kaji Kwokai* (N.K.K.).

Όλοι οι παραπάνω νηογνώμονες είναι αναγνωρισμένοι από το ελληνικό κράτος. Επίσης υπάρχει και ο *Ελληνικός Νηογνώμονας*.

15.3 Ναυπήγηση των πλοίων

Κάθε ναυπηγούμενο πλοίο οποιασδήποτε κατηγορίας, πρέπει να ανήκει σε κάποιο νηογνώμονα, για να το ασφαλίσουν οι διεθνείς οργανισμοί ασφάλισης πλοίων,

και, βασικά, για να μπορεί να πλέει ελεύθερα. Τα σχέδιά του τότε θα ελεγχθούν και θα εγκριθούν από τον νηογνώμονα που θα επιλέξουν οι πλοιοκτήτες. Ολόκληρη η κατασκευή του, από την τοποθέτηση της τρόπιδας, μέχρι και τη δοκιμή, παρακολουθείται από τους ειδικούς επιθεωρητές σκάφους, μηχανών, ηλεκτρισμού κ.λπ.

Κατά τη ναυπήγηση, κάθε υπόδειξη των επιθεωρητών του νηογνώμονα είναι υποχρεωτική, και για το ναυπηγείο, και για τον αρχιμηχανικό της πλοιοκτήτριας εταιρείας που παρακολουθεί τη ναυπήγηση.

15.4 Κλάση του πλοίου

Όταν υποβληθούν τα σχέδια ναυπήγησης κάποιου πλοίου για έγκριση από τον Νηογνώμονα της εκλογής του πλοιοκτήτη, το πλοίο εντάσσεται σε μία κλάση του Νηογνώμονα, και μετά τις δοκιμές εκδίδονται τα πιστοποιητικά του. Πρέπει λοιπόν να ανανεώνονται κατά κανονικά διαστήματα τα πιστοποιητικά του πλοίου, για να διατηρήσει την κλάση αυτή όσο είναι σε ενέργεια.

15.5 Πιστοποιητικά του πλοίου

Είναι τριών κατηγοριών: τα πιστοποιητικά του Νηογνώμονα, τα κρατικά πιστοποιητικά και τα πιστοποιητικά εκφόρτωσης και παραμονής σε λιμάνια. Ακολούθως αναφέρονται λεπτομερώς όλα τα πιστοποιητικά, και τι απαιτείται για να εκδοθούν. Η ονομασία τους δίνεται στα ελληνικά, και, σε παρένθεση, στα αγγλικά, που είναι και η διεθνής ονομασία.

15.6 Πιστοποιητικά Νηογνωμόνων – Επιθεωρήσεις

Τα πιστοποιητικά του Νηογνώμονα είναι:

1) ***Ειδικής επιθεώρησης σκάφους*** [certificate of Hull (Survey)]

Ισχύει για τέσσερα χρόνια, αλλά, σχεδόν πάντοτε, χορηγείται και ένα *«έτος χάριτος»* (year of grace), οπότε το Special Survey γίνεται κάθε πέντε χρόνια.

Κατά το Special Survey του σκάφους, γίνεται επιθεώρηση όλου του πλοίου: ελασμάτων, καταστρωμάτων, κυτών φορτίου ή δεξαμενών για τα πετρελαιοφόρα, εγκαρσίων διαφραγμάτων (μπουλμέδες κ.λπ.). Το σκάφος δεξαμενίζεται και επιθεωρούνται λεπτομερώς τα ύφαλα. Κάθε ανωμαλία, δηλαδή κάμψη, ρωγμές, ελάττωση πάχους κ.λπ., διορθώνεται με αντικατάσταση των φθαρμένων ελασμάτων, εύθυνση των παραμορφώσεων, αν είναι δυνατόν, με ηλεκτροσυγκόλληση των μικρών ρωγμών κ.λπ.

Κατά το Special Survey του σκάφους, αν οι μηχανές και τα μηχανήματα δεν είναι σε Continuous Survey (δηλ. υπό συνεχή επιθεώρηση, για την οποία θα μιλήσουμε πιο κάτω), πρέπει να γίνει γενική εξάρμοση και να επακολουθήσει επιθεώρηση από τον επιθεωρητή του Νηογνώμονα.

Εννοείται βέβαια ότι η διάρκεια του Special Survey, με τις συνθήκες αυτές, και επομένως η ακινησία του πλοίου, είναι τουλάχιστον δεκαπέντε μέρες, με τις πιο ευνοϊκές συνθήκες.

2) ***Ασφαλούς κατασκευής*** (Safety construction certificate)

Ο Νηογνώμονας, μόλις αποπερατωθεί η κατασκευή του πλοίου, εκδίδει βεβαίωση ασφαλούς κατασκευής του πλοίου, με εξουσιοδότηση της κυβέρνησης του κράτους, τη σημαία του οποίου θα φέρει το πλοίο. Η βεβαίωση αυτή επανεκδίδεται επίσης κάθε πέντε χρόνια, μόλις τελειώσει το Special Survey.

3) ***Συνεχούς επιθεώρησης μηχανής και μηχανημάτων*** (Certificate of Continuous Survey main engine and machinery)

Ισχύει για πέντε χρόνια. Τα ντηζελοκίνητα πλοία ακολουθούν κατά κανόνα το Continuous Survey.

Κατά τη διάρκεια της πενταετίας, που ουσιαστικά είναι και ο χρόνος Special Survey του σκάφους, πάντοτε πρέπει να εξαρμόζονται ορισμένα μηχανήματα και να επιθεωρούνται, όταν το πλοίο βρίσκεται στα λιμάνια φορτοεκφόρτωσης. Ο επιθεωρητής του αρμόδιου Νηογνώμονα πρέπει να παρευρίσκεται και να βεβαιώνει τον έλεγχο. Κατά τη διάρκεια της πενταετίας λοιπόν όλα τα μέρη της μηχανής και όλα τα μηχανήματα πρέπει να εξαρμοσθούν και να επιθεωρηθούν.

Μετά από κάθε επιθεώρηση, εκδίδεται πιστοποιητικό του Νηογνώμονα που αναφέρει λεπτομερώς τι επιθεωρήσεις έγιναν.

Αν οι πλοιοκτήτες το επιθυμούν, μπορεί το σκάφος να τεθεί σε Continuous Survey. Τότε, θα επιθεωρούνται κατά περιόδους ορισμένα μέρη του. Όταν ολοκληρωθούν όλες οι επιθεωρήσεις του σκάφους, εκδίδεται πιστοποιητικό συμπλήρωσης του Special Survey.

Με τον τρόπο αυτό επιθεώρησης, μπορεί να αποφεύγεται η επί μακρό χρόνο ακινησία του πλοίου μετά τη λήξη της πενταετίας του Special Survey. Έτσι, πολλοί πλοιοκτήτες τον προτιμούν.

Κατά τα τελευταία έτη, θεσπίστηκε από τον αγγλικό νηογνώμονα (Lloyd's) ένας γενικός πίνακας όλων των επιθεωρήσεων (Special Survey, Load line, Continuous machinery κ.λπ.). Ο πίνακας αυτός περιέχει κωδικοποιημένα όλα τα εξαρτήματα (items) που πρέπει να επιθεωρηθούν. Ονομάζεται Master List και αποτελεί είδος εγχειριδίου που αποστέλλεται στο πλοίο και στην πλοιοκτήτρια εταιρεία για να παρακολουθούνται οι επιθεωρήσεις. Κάθε εξάμηνο, το Lloyd's αποστέλλει στην πλοιοκτήτρια εταιρεία πίνακα, επίσης με τους κωδικοποιημένους αριθμούς, στον οποίο αναφέρεται πότε λήγει ο χρόνος επιθεώρησης εξαρτημάτων, ποιων έχει ήδη λήξει κ.λπ. Η όλη εργασία των Master List γίνεται από computers.

Τώρα και άλλοι διεθνούς κύρους Νηογνώμονες πρόκειται να εφαρμόσουν το ίδιο σύστημα παρακολούθησης των επιθεωρήσεων.

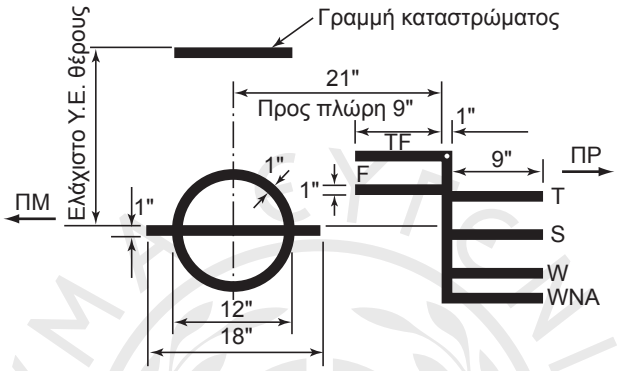
4) ***Ετήσιας επιθεώρησης κλάσης*** (Certificate annual classification survey)

Πραγματοποιείται σύντομη επιθεώρηση σκάφους και μηχανής από τον επιθεωρητή του Νηογνώμονα, για να διαπιστωθεί η καλή κατάσταση του πλοίου, και να διατηρηθεί η κλάση στην οποία το κατέταξαν.

5) ***Γραμμής φόρτωσης*** (Load line Certificate)

Είναι πενταετές και συμπίπτει χρονικά με το Special Survey. Επιθεωρείται ο κύ-

κλος και οι γραμμές φόρτωσης (σχ. 15.1), για να βεβαιωθεί αν βρίσκονται στο κανονικό ύψος που έχει καθορίσει ο Νηογνώμονας, και αν όλα τα ανοίγματα των κυτών φορτίου, δηλαδή καλύμματα στομίων κυτών φορτίων, καλύμματα ανεμοδόχων, θύρες καθόδου στα κύτη φορτίου, είναι απόλυτα στεγανά. Το πιστοποιητικό εκδίδεται από τον Νηογνώμονα, με εξουσιοδότηση του κράτους, τη σημαία του οποίου φέρει το πλοίο.



Σχ. 15.1

*6) **Ετήσιο γραμμής φόρτωσης*** (Annual load line Certificate)

Είναι σύντομη ετήσια επιθεώρηση, όπως παραπάνω. Μετά την επιθεώρηση, ο επιθεωρητής του Νηογνώμονα προσυπογράφει, σε ειδική θέση, στο αντίστοιχο πενταετές πιστοποιητικό.

7) ***Επιθεωρήσεις, όταν το πλοίο είναι στη δεξαμενή*** (Certificate of Docking Survey)

Η διάρκειά του είναι διετής. Για να εκδοθεί, απαιτείται η είσοδος του πλοίου στη δεξαμενή και η λεπτομερής επιθεώρηση των υφάλων, του πηδαλίου, των ελευθεριών των πείρων του πηδαλίου μέσα στους δακτύλους στήριξής του. Αν είναι μεγάλες, πρέπει να ανυψωθεί το πηδάλιο και να αντικατασταθούν οι δακτύλιοι. Αν οι πείροι παρουσιάζουν μεγάλες φθορές, συμπληρώνονται με ηλεκτροσυγκόλληση ή αντικαθίστανται.

Γίνεται επίσης μέτρηση των ελευθεριών του ελικοφόρου άξονα στον ακροπρυμναίο τριβέα. Αν οι ελευθερίες είναι μεγαλύτερες από αυτές που προβλέπει ο κανονισμός, αφαιρείται ο άξονας και αντικαθίσταται το υλικό των δακτυλίων των τριβέων, δηλαδή το μέταλλο ή το αγιόξυλο.

Επιθεωρούνται επίσης οι *λήψεις* της θάλασσας, σε κάθε δεύτερο δεξαμενισμό, και η εφαρμογή τους.

Το πλοίο, κατά τον δεξαμενισμό, καθαρίζεται και χρωματίζεται στα ύφαλα και στις πλευρές (Bootoping).

Συνήθως οι πλοιοκτήτες δεξαμενίζουν τα πλοία κάθε χρόνο, επειδή ρυπαίνονται όταν παραμένουν σε λιμάνια, και έτσι ελαττώνεται η ταχύτητά τους. Στην περίπτω-

ση αυτή, δεν είναι απαραίτητη η παρουσία επιθεωρητή του Νηογνώμονα. Είναι απαραίτητη κατά τον διετή δεξαμενισμό, ώστε να εκδοθεί το Πιστοποιητικό.

8) ***Επιθεωρήσεις ελικοφόρου άξονα*** (Certificate of tailshaft survey)

Είναι τριετές. Κατά τη διάρκεια δεξαμενισμού αφαιρείται ο ελικοφόρος άξονας του πλοίου ή οι ελικοφόροι άξονες, αν το πλοίο είναι διπλέλικο, και επιθεωρείται ο ελικοφόρος άξονας, οπτικά και με ειδική συσκευή, για να διαπιστωθεί μήπως υπάρχουν ρωγμές στο κωνικό τμήμα του άξονα ή μήπως έχει φθαρεί το ορειχάλκινο χιτώνιο.

Αν ο ακροπρυμναίος τριβέας είναι μεταλλικός, ειδικής κατασκευής, η αφαίρεση του ελικοφόρου άξονα μπορεί να γίνεται κάθε τέσσερα χρόνια.

9) ***Ετήσιας επιθεώρησης λέβητα*** (Certificate annual Boiler's Survey)

Οι κύριοι και οι βοηθητικοί λέβητες πρέπει να εκκενώνονται και να καθαρίζονται κάθε χρόνο, εσωτερικά και εξωτερικά, με επιμέλεια. Επίσης, τα επιστόμια ατμού και νερού πρέπει να εξαρμόζονται και να εφαρμόζονται, και να καλείται ο επιθεωρητής για να τα επιθεωρήσει. Κατόπιν οι λέβητες γεμίζονται με νερό, γίνεται ατμοποίηση, ρυθμίζονται τα ασφαλιστικά επιστόμια στην προκαθορισμένη πίεση και επιθεωρείται το σύστημα της καύσης.

Επιθεωρείται επίσης το σύστημα απομόνωσης του λέβητα από το κατάστρωμα, για την περίπτωση πυρκαγιάς ή κατάκλυσης του μηχανοστασίου.

Στα νεότευκτα πλοία, η επιθεώρηση των λεβήτων τα πρώτα οκτώ χρόνια από τη ναυπήγησή τους γίνεται κάθε δύο χρόνια.

10) ***Επιθεωρήσεις σωλήνων ατμού*** (Certificate steam pipes survey)

Είναι πενταετές. Γίνεται επιθεώρηση των ατμαγωγών σωλήνων από τον επιθεωρητή του Νηογνώμονα. Εξαρμόζεται τμήμα τους, κατά την κρίση του επιθεωρητή, και υφίσταται υδραυλική δοκιμή στα όρια που ορίζει ο Νηογνώμονας.

15.7 Επιθεωρήσεις αναλόγως της ηλικίας των πλοίων

Κατά τις επιθεωρήσεις του Special Survey, οι κανονισμοί των Νηογνωμόνων προβλέπουν διαφορετικές επιθεωρήσεις, ανάλογα με την ηλικία των πλοίων. Ανάλογα με την ηλικία τους πάλι, αυξάνονται και οι απαιτήσεις των επιθεωρήσεων.

Μετά τη συμπλήρωση εικοσαετίας από τη ναυπήγηση του σκάφους, κατά το Special Survey μετράται το πάχος των ελασμάτων του κύριου σκάφους, με μηχάνημα υπερήχων (ultra sonic) ή με διάτρηση. Οι μετρήσεις γίνονται σε όλα τα ελάσματα του κυρίου καταστρώματος περιμετρικώς, σε αυτά που βρίσκονται στην ίσαλο και στις δύο ζώνες κάθετα γύρω από το σκάφος, μία στην πλώρη και μία στην πρύμη. Όλα τα ελάσματα που παρουσιάζουν φθορά πάνω από 20% του αρχικού πάχους, αντικαθίστανται.

15.8 Κρατικά πιστοποιητικά

Τα κρατικά πιστοποιητικά εκδίδονται από την αρμόδια κρατική υπηρεσία κάθε

χώρας. Στην Ελλάδα αρμόδια είναι η Επιθεώρηση Εμπορικών Πλοίων (Ε.Ε.Π.), που υπάγεται στο Υπουργείο Εμπορικής Ναυτιλίας.

Τα πιστοποιητικά αυτά είναι:

1) ***Έγγραφο εθνικότητας.*** Αναφέρει το όνομα του πλοίου, τον τύπο της μηχανής του, το διεθνές διακριτικό του σήμα, την καθαρή και ολική χωρητικότητα σε κόρους, το μέγιστο μήκος του, το χαλύβδινο της κατασκευής του, τον αριθμό των ιστών, την ιπποδύναμη της μηχανής του, το λιμάνι και τον αριθμό νηολόγησής του. Το πιστοποιητικό αυτό βρίσκεται πάντοτε στο πλοίο.

2) ***Καταμέτρησης.*** Περιέχει διαστάσεις, ιπποδύναμη μηχανής, έτος κατασκευής, και λεπτομερώς ό,τι άφορα στη χωρητικότητα. Εκδίδεται από την κρατική αρχή, με βάση τα πιστοποιητικά και τις μελέτες του Νηογνώμονα, που στηρίζονται σε σχετική μελέτη του Ναυπηγείου κατασκευής.

3) ***Εφοδίων ασφαλείας*** *(Safety equipment).* Είναι διετές. Από την αρμόδια κρατική αρχή γίνεται γενική επιθεώρηση όλων των εφοδίων ασφαλείας για τη διάσωση της ζωής των επιβατών και του πληρώματος (δηλ. γίνεται έλεγχος των σωσίβιων λέμβων, των πυροσβεστικών μέσων, των ατομικών σωσιβίων, των πνευστών σχεδιών, των υπαρχόντων μέσων στις σωσίβιες λέμβους, της ορμιδοβόλου συσκευής, της φορητής συσκευής ασυρμάτου κ.λπ.).

Στη Δ.Σ. SOLAS 1960, αναφέρονται, με περισσότερη λεπτομέρεια τα επιθεωρούμενα είδη.

Οι Νηογνώμονες κάνουν τις επιθεωρήσεις στα πλοία τους που εκτελούν διεθνείς πλόες. Το τελικό όμως πιστοποιητικό το εκδίδει η κρατική αρχή.

Ειδικά για τις σωσίβιες σχεδίες, το πιστοποιητικό είναι ετήσιο. Οι σχεδίες πρέπει να βγαίνουν από το πλοίο και να επιθεωρούνται σε ειδικούς σταθμούς.

4) ***Ασφαλείας ασυρμάτων*** *(Safety radiotelegraphs).* Είναι ετήσιο. Επιθεωρείται με λεπτομέρεια όλη η εγκατάσταση ασυρμάτου του πλοίου και εκδίδεται το αντίστοιχο πιστοποιητικό. Και στην περίπτωση αυτή ο έλεγχος γίνεται από τον Νηογνώμονα στον οποίο ανήκει το πλοίο, και το τελικό πιστοποιητικό εκδίδεται από την κρατική αρχή.

15.9 Πιστοποιητικά εκφόρτωσης και παραμονής σε λιμάνι

1) ***Μυοκτονίας*** *(Deratisation).* Είναι εξάμηνης διάρκειας. Αν υπάρχει ανάγκη, γίνεται η «μυοκτονία» και εκδίδεται από το λιμεναρχείο το σχετικό πιστοποιητικό.

2) ***Μηχανισμών εκφόρτωσης*** *(Gargo gear check quadrannual).* Είναι τετραετές. Η επιθεώρηση γίνεται είτε από επιθεωρητή του International Cargo Gear Bureau (I.G.G.B.), είτε από τον Νηογνώμονα στον οποίο ανήκει το πλοίο. Επιθεωρούνται και δοκιμάζονται μεμονωμένα όλα τα μέσα εκφορτώσεων.

Τελικά δοκιμάζονται οι φορτωτήρες (μπίγες), σε ανύψωση φορτίου 35% μεγαλύτερου από αυτό της συνηθισμένης του λειτουργίας, και συμπληρώνεται ειδικό βιβλίο που υπάρχει στο πλοίο.

3) ***Μηχανισμών εκφόρτωσης*** *(Annual Cargo gear).* Είναι ετήσιο. Επιθεωρούνται κάθε χρόνο τα μέσα εκφόρτωσης από τον Α΄ Μηχανικό και τον Υποπλοίαρχο ή

τον αντιπρόσωπο του Νηογνώμονα ή του I.G.G.B., που υπογράφουν στο σχετικό βιβλίο (σε όλες τις στήλες ετήσιας επιθεώρησης).

15.10 Επιθεώρηση Εμπορικών Πλοίων (Ε.Ε.Π.)

Όπως προαναφέραμε, στην Ελλάδα αρμόδια υπεύθυνη αρχή για τον έλεγχο ασφαλείας των εμπορικών πλοίων, επιβατηγών και φορτηγών, και για την τήρηση των κανονισμών της Δ.Σ. SOLAS 1960, είναι η Επιθεώρηση Εμπορικών Πλοίων (Ε.Ε.Π.). Η Ε.Ε.Π. εγκρίνει τα σχέδια και παρακολουθεί τη ναυπήγηση μόνο των επιβατηγών πλοίων που ναυπηγούνται στην Ελλάδα, ανεξάρτητα από τον Νηογνώμονα στον οποίο ανήκουν. Η Ε.Ε.Π. έχει δικαίωμα να ανέβει σε κάθε επιβατηγό πλοίο που υπό ξένη σημαία, εισέρχεται σε ελληνικά λιμάνια και να ζητήσει τα πιστοποιητικά. Αν είναι σύμφωνα με τους κανονισμούς, αλλά είναι φανερή μία ανωμαλία, απαιτεί να εκτελεστούν επισκευές, που είναι υποχρεωτικές για το πλοίο. Τα πιστοποιητικά εφοδίων ασφαλείας ή ασφαλείας ασυρμάτων, για επιβατηγά πλοία υπό ελληνική σημαία, εκδίδονται μετά από επιθεώρηση απ' ευθείας από την Ε.Ε.Π.

Παρόμοιο δικαίωμα έχουν όλες οι αντίστοιχες κρατικές υπηρεσίες των διαφόρων κρατών στα λιμάνια τους. Μπορούν δηλαδή να ανεβαίνουν στα ξένα πλοία, να ζητούν τα πιστοποιητικά και να υποδεικνύουν επισκευές των φανερών ανωμαλιών.

Ευρετήριο

A

αεραντλία 39, 55
αεργοστροφείο 67
αεριαγωγός 32
αεριομηχανή 1
αεριοστρόβιλος 1, 13, 102
  ανοικτού κυκλώματος 102
  ανοικτού κυκλώματος δύο βαθμίδων Υ.Π.-Χ.Π. 104
  κλειστού κυκλώματος 102
αερόμετρο 27
αεροσυμπιεστής 100, 117
  προκίνησης 100
  χειροκίνητος 100
αισθητή θερμότητα 17
ακροσωλήνιο 110
ακροφύσιο 58, 59, 85
  συγκλίνον 60
  συγκλίνον - αποκλίνον 61
αλυσέλικτρο 108
αναθερμαντήρας 106, 116
αναπόδιση 107
αναπτήρας 106
αναρρόφηση 78, 79
αναστρεφόμενη μηχανή 53
αναστροφέας 96
αναστροφή 53
ανάφλεξη 83, 141
ανεμιστήρας 20, 27
  τεχνητού ελκυσμού 35, 116
ανεμοδόχοι αερισμού 56
αντίδραση 58, 59
αντλία
  ανεξάρτητη 121
  αποσταγμένου νερού 120
  γενικών χρήσεων 56
  έγχυσης λαδιού λίπανσης 94
  εξαγωγική 40
  εξαρτημένη 121
  εμβολοφόρος 109
  εμβολοφόρος παλινδρομική 121
  έρματος 111
  θαλασσέρματος 56
  θαλάσσης 120
  καθαλατώσεων 121
  κινδύνου εξάντλησης κυτών 111
  κυκλοφορίας 39, 55, 114
  κύτους 110
  λίπανσης 106
  μετάγγισης πετρελαίου 112
  περιστροφική 39, 55, 121
  πετρελαίου 23, 25, 114
  πυρκαγιάς κινδύνου 110
  ραντισμού νερού για κατάσβεση πυρκαγιάς (Sprinkler) 110
  σάρωσης 85
  συμπυκνώματος 39, 40, 114
    εξαγωγική 40
  τροφοδότησης 34, 42, 115
    ενισχυτική 41, 115
    εφεδρική 75
    κύρια 41, 115
  φορητή 112
φορτ/ωσης δεξαμενοπλοίων 124
  φυγοκεντρική 109, 121, 123
  ψύξης εμβόλων 117
  ψύξης κυλίνδρων, πωμάτων 117
αντλιοστάσιο 42
άξονας 50, 56, 83
απομάστευση 75
απομόνωση λέβητα 38
αποστακτήρας 119
απόσταξη πετρελαίου 141
αποστράγγιση 126
αργόν 1
ατμαγωγός 33
ατμογόνα στοιχεία 32
ατμοθάλαμος 19, 32
ατμοκιβώτιο 51
ατμολέβητας 30
  βοηθητικός 116
    ανεξάρτητος 116
    με καυσαέρια 116
  ναυτικός 30
ατμομηχανή 13, 43
  αναστρεφόμενη 53
  ναυτική 43
  παλινδρομική 1, 43, 44
ατμοπαραγωγή 15
  ανοικτού δοχείου 15
  κλειστού δοχείου 15
  υπό πίεση μικρότερη της ατμοσφαιρικής 16
ατμοπαραγωγική ικανότητα 23
ατμός 16
  κεκορεσμένος 16
    ξηρός 16
    υγρός 16
  υπέρθερμος 17
  φυσικός 16
ατμοστρόβιλος 13, 57, 59
  ακτινικής ροής 64
  αντίδρασης 59, 67
  αξονικής ροής 64
  δράσης 59
  Πάρσονς (Parson's) 67
  περιφερειακής ή εφαπτομενικής ροής 64
  Ρατώ (Rateau) 66
ατμοσύρτης 47
ατμόσφαιρα 2
  τεχνική 3
  φυσική 2
ατμοϋδροθάλαμος 19
ατμοφράκτης 35
άτρακτος 50
αυλοί 31
  ατμογόνοι 32
  κυκλοφορίας 19
αυλόθυρα εκκαπνισμού 32
αυλοστηρίγματα 31
αυλοφόρος πλάκα 31
  εμπρόσθια 31
  οπίσθια 31
αυτόματος έλεγχος 150
αυτομάτου ελέγχου συστήματα 154
αυτοματισμός 148
αφή πυρών 35
αφυπερθερμαντήρας ατμού 34, 116

Β

βαθμός
αντίδρασης 62
απόδοσης 121
καύσης 23
υπερθέρμανσης 17
βάκτρο 45, 47
βαρούλκο 108
άγκυρας 108
επωτίδων 108
κλιμάκων 108
πρόσδεσης 108
βάση μηχανής 46
βενζίνη 142
απόσταξης 142
πυροδιάσπασης 142
πυρόλυσης 142
συνθετική κατά Bergius 142
συνθετική κατά Fischer 142
βοηθητικό αντλιοστάσιο 42
ψυγείο 56
βρασμός 16
βραστήρας 56, 119

Γ

γερανογέφυρα 109
γερανός 109

Δ

δεξαμενή 56
γλυκού νερού 56
εξαεριστική (D.F.T.) 41
περισυλλογής 56
διαβάθμιση 63
πίεσης 63
σύνθετη 63
ταχύτητας 63
διάγραμμα δυναμοδεικτικό 55
διαδρομή 34, 53
απλή 53
πλήρης 54
διάκενα 63
ακτινικά 63
αξονικά 62
διακόπτης 119
υπερτάχυνσης 119
χειροκίνητος 119
διανομέας 83
διπλό κέλυφος 28
δίχρονη μηχανή 79, 85
Ντήζελ 79
διωστήρας 43, 47
δράση 58, 59
δρομέας 123
δυναμοδείκτης 55

Ε

εγχυτήρας 94
ειδικό βάρος 5, 18, 24
ειδικός όγκος 5
εισαγωγή καυσίμου 79
εκκαπνισμός 32
έκκεντρο 47
εκκεντρότητα 53
εκκεντροφόρος άξονας 83
εκκινητής 106
έκρηξη λέβητα 38
εκτόνωση 2, 63, 78
εκχυτήρας αέρα 40
ελατήριο
κενού 115
λαδιού 84
συμπίεσης 84
έλικα 97
ελεγχόμενου βήματος (C.P.P.) 97
σταθερού βήματος (F.P.P.) 96
χειρισμού πρωραία 142
έλικτρο 108
ελκυσμός 27
τεχνητός 27, 28
φυσικός 27, 28
έμβολο 45
ενδέτης 31
ενέργεια 8
ατομική 8
δυναμική 8, 121
ηλεκτρική 8
θερμική 8
θέσης 9
κινητική 8, 121
μαγνητική 8
μηχανική 8
πυρηνική 8
χημική 8
εξαγωγή καυσαερίων 78
εξαεριστής 115
εξαεριωτής 78, 83
επενεργητής 155
επιθεώρηση 163
επιθεώρηση εμπορικών πλοίων (Ε.Ε.Π.) 168
εργαζομένη ουσία 1, 77
εργάτης 108
έργο 8
κινητήριο 1
μηχανικό 8
ωφέλιμο 1
εστία 20, 30
ευθυγράμμιση στροφείου 74
ευθυντηρία 45

Ζ

ζυγοστάθμιση στροφείου 74
ζύγωμα 43, 45

Η

ηλεκτρική μετάδοση 71
ηλεκτρικός πίνακας 56
ηλεκτρογεννήτρια 119
ηλεκτροκινητήρας 1
ηλεκτρομηχανή 118
ήλιον 1
Ήρων 59
Ήρωνος σφαίρα 59

Θ

θάλαμος
ελέγχου γέφυρας (Θ.Ε.Γ.) 156
καύσης 103
μηχανοστασίου (Θ.Ε.Μ.) 155
περιχιτώνιος 117
θερμαινόμενη επιφάνεια 23
θέρμανση 1
θερμαντήρας 19
θερμαντική ικανότητα 25, 140
θερμική κατάσταση 6
θερμικό ισοδύναμο του έργου
θερμικός κύκλος λειτουργίας 77
θερμοδοχείο 55, 114
θερμοκινητήρας 1
θερμοκρασία 18
απόλυτη 7
ατμοποίησης 15
βρασμού 15
σχετική 7
φυσική 16
θερμόμετρο 6, 36
θερμότητα
ατμοπαραγωγής 18
ατμοποίησης ολική 18
αισθητή 17

ειδική 10
λανθάνουσα 18
θερμοχωρητικότητα 10
θλιβόμετρο 3, 5, 35
θυρίδα 91
εξαγωγής 91
σάρωσης 91

Ι

ιλυοθυρίδα 32
ιξόμετρο 142
ιξώδες 24
Ένγκλερ (Engler) 24
Ρέντγουντ (Redwood) 25
Σαΐϋμπολτ (Saybolt) 25
ιππάριο 121
βραστήρα 121
τροφοδοτικό 39
ιπποδύναμη 10, 55
δυναμοδεικτική 55
ενδεικτική 55
ίππος 11
αγγλικός 11
μετρικός 11
ισοδύναμο 12
θερμικό 12
μηχανικό 12
ισχύς 10, 94
ανάποδα 95
ενδεικτική 94
θερμική 12
μέγιστη επιτρεπόμενη (M.C.R.) 95
πραγματική 94
πρόσω 95
M.E.K. 95
συνεχούς χρήσης (C.S.R.) 95
υπερφόρτωσης (O.R.) 95

Κ

καθαριστής λαδιού
φυγοκεντρικός 115, 117
καθρέπτης 51
καπνοδόχος 20, 32
καπνοθάλαμος 20, 31, 55
καπνός 29
καυσαέρια 28
καύση 27, 140
ακαριαία 140
ατελής 27
βραδεία 140
ταχεία 140
τέλεια 27
καυσιγόνος αέρας 20, 140
καύσιμο 140
αέριο 140
M.E.K. 91
στερεό 140
τεχνητό 140
υγρό 140
φυσικό 140
καυστήρας 20
κατανάλωση 64, 128
ανά ίππο και ώρα 128
ειδική 128
συνολική 128
ωριαία 128
κεκορεσμένος 16
Κέλσιος 7
κέλυφος 59, 60, 123
αντλίας φυγοκεντρικής 123
λέβητα 32
στροβίλου 60
κενό 3
τέλειο 3
κενόμετρο 4
κεφαλή 49
κιλοβάτ (kW) 10
κινητήρια μηχανή 1
κηροζίνη 143
κίονας μηχανής 46
κλίβανος 30
κομβίο στροφάλου 50
κοτυλοειδής 51
κρίκος στρέψης μηχανής 50
κρουνός 36
αλατόμετρου 36
εκκένωσης 36
εξαγωγής 36
εξαεριστικός 15, 35
εξαφριστικός 36
σωσίβιος 110
υγρών 36
κρυπτόν 1
κυκλοφορία 30
βεβιασμένη 30
βραδεία 30
ελεύθερη 30
περιορισμένη 30
ταχεία 30
τεχνητή 30
φυσική 30
κύλινδρος 44
κώνος αέρα 20

Λ

λέβητα
απομόνωση 38
έκρηξη 38
λειτουργία 38
λέβητας 156
βοηθητικός 23, 36, 159
Γιάρροου (Yarrow) 30
Κόχραν (Cochrane) 36
κυλινδρικός 22, 36
κυλινδρικός 22, 36
Σπάννερ (Spanner) 36
Φόστερ-Γουήλερ (Foster-Wheeler) 36
κύριος 156
Μπάμπκοκ-Γουΐλκοξ (Babcock-Wilcox) 30
ναυτικός 18
Σκωτικού τύπου 30
υδραυλωτός 19, 30
φλογαυλωτός 106
Φόστερ-Γουήλερ (Foster Wheeler) 30
λεβητοστάσιο 56, 112, 151
Λίμπερτι (Liberty) 44
λίπανση 144

Μ

μανόμετρο 3
μειωτήρες στροφών 96
M.E.K. 1, 77
εμβολοφόρες 77
μετάδοση κίνησης 96
άμεση 96
έμμεση 96
ηλεκτρική 96
μηχανική 96
μέτρο 6
μηχανή 1
αναστρεφόμενη 53
βοηθητική 13
εξωτερικής καύσης 1
εσωτερικής καύσης 1
θερμική 1
κινητήρια 1, 78
κύρια 13
ναυτική 13
Ντήζελ (Diesel) 79, 80, 158
Ντόξφορντ (Doxford) 90

παραγωγής αδρανούς αερίου 109
προωστήρια 95, 96
πυρηνικής ενέργειας 1
μηχανήματα
ασφαλείας ελέγχου βλαβών 110
βοηθητικά 98
διακίνησης πετρελαίου 116
επεξεργασίας βαρέων πετρελαίων 117
επιβίβασης αποβίβασης οχημάτων 109
καταστρώματος 108
κινητήρια αντλίας 121
λεβήτων 34
τηλεχειρισμού θυρών, στεγανών φρακτών 111
φορτοεκφόρτωσης 10
αερίου φορτίου 109
ξηρού φορτίου 108
υγρού φορτίου 109
φορτηγίδων 109
φορτοκιβωτίων 109
μηχανικό ισοδύναμο θερμότητας 12
μηχανισμός 53
αναστροφής 53
στρέψης 56
μηχανολεβητοστάσιο 42, 56
μηχανοστάσιο 56
μίζα 106
μπουζί 82

Ν

Ναυτική μηχανή 1, 13
βοηθητική 13
κύρια 13
παλινδρομική 43
νεκρό σημείο 52
άνω (Α.Ν.Σ.) 52
κάτω (Κ.Ν.Σ.) 52
νηογνώμονας 117, 163
ντήζελ 79
δίχρονη 79
τετράχρονη 79

Ξ

ξένον 1
ξηρός ατμός 16
ξηρότητα 16
ατμού 16
σχετική 16

Ο

όγκος 10
ατμοθαλάμου 23
ειδικός 18
θαλάμου καύσης 23
σταθερός 10
υδροθαλάμου 23
οικονομητήρας 20, 24, 41
οκτάνιο βενζίνης 143
ολίσθηση 133
εκατοστιαία 135
πραγματική 135, 136
φαινόμενη 135
ολίσθησης συντελεστής 134
οξείδωση 140
οπλισμός ουρανού φλογοθαλάμου 31
ουρανός φλογοθαλάμου

Π

παλινδρόμηση 53
παραγωγή έργου 1
παρειά στροφάλου 84
παρέμβυσμα 48
πέδιλο ζυγώματος 45
περίβλημα λέβητα 32
περίσσεια αέρα 26
πετρέλαιο 143
ακατέργαστο 140
λεβήτων 141, 143
μαζούτ 94, 140
Μπώνκερ Σι (Bunker “C”) 144
Ντήζελ 91, 143
φυσικό 141
φωτιστικό 141
πετρελαιομηχανή Ντήζελ 1
πηδάλιο 112
πηδαλίου
διαμέρισμα 112
μηχάνημα 112
πίεση 2, 18
απόλυτη 4
μανομετρική 4
μέση 30
παραγόμενου ατμού 23
πραγματική 4
πίνακας 18, 75
ατμού 18
ηλεκτρικός 75
πιστοποιητικά 163
κρατικά 163
νηογνωμόνων 163
πλινθίο 54
πόδι 49
πολλαπλασιαστής 83
προθερμαντήρας 21, 25, 41
αέρα 21, 24, 26, 34, 116
νερού 24
πετρελαίου 24, 114
τροφοδοτικού νερού 115
πρόσοψη 32
πρόσω 53, 54
προφύσιο 58
πρωραία έλικα χειρισμών 112
πτερύγια 58, 59
αντιδιατοιχιστικά 113
αντίδρασης 60, 62
δράσης 62
κινητά 59, 62
οδηγητικά 60
πλευρικά 113
σταθερά 58, 60, 62
πτερωτή 123
πυθμένας 32, 44
πώμα 44, 117

Ρ

ροή 64
αξονική 64
εφαπτομενική 64
περιφερειακή 64
ρυθμιστής 35
στροφών 106
τροφοδοτικός 35
ρυμούλκηση 109

Σ

σαλαμάστρα 48
σημείο
ανάφλεξης 24, 141
κατακάθισης 142
πήξης 25
ροής 142
σήραγγα του άξονα (τούνελ) 56
σπινθήρας 126
σπινθηριστής 78, 83
σταθερωτής 113
σταυρός 43, 45
στεγανή θύρα 56
στρέβλωση στροφείου 74
στρόβιλος 1, 106
αντίδρασης 64
διπλής ροής 68

δράσης 64
κυρίως 106
μικτός 64
στροβιλοσυμπιεστής 86
στροβιλοφυσητήρας 89
στρόφαλος 43
στροφείο 59, 123
στροφή 53
στυπειοθλίπτης 45, 48
συλλέκτης λέβητα 32
συμπίεση 1, 78, 94
συμπιεστής 105
αξονικού τύπου 105
φυγοκεντρικού τύπου 105
συμπυκνωτής 39
συνδέτης 31
συσσωρευτές 83
συντελεστής 134, 136
ολίσθησης 134, 136
περίσσειας αέρα 26
σύστημα
Butterworth 109
στεγανότητας 60
συναγερμού 36
σφήνα λιπαντικού λαδιού 72

Τ

ταχύτητα
ηχητική 61
θεωρητική 132
κρίσιμη 61
υπερηχητική 61
υπερκρίσιμη 61
τηλένδειξη 149
τηλεκίνηση 148
τηλεχειρισμός 148
τίτλος 16
τόξα Στέφενσον 69
Τορικέλι (Torricelli) 2
τριβέας 50, 60
βάσης 50
εδράνων 50
έδρασης 60
ισορρόπησης 60
ωστικός 71
τροφοδοτικό ιππάριο 39, 55
τροφοδοτικό νερού-ατμού 23
τροφοδοτικός ρυθμιστής 35
τροχός ντε Λαβάλ (de Laval) 64
Κέρτις (Curtis) 66
τύμπανο 108
Υ
υγρότητα ατμού 16
υδρατμός 15
υδραυλικές μηχανές 1
υδραυλικοί κινητήρες 1
υδραυλός 19
υδροδείκτης 35
υδροθάλαμος 19, 32
υδροθλιβόμετρο 27
υδροτοιχώματα 34
υπερθερμαντήρας 17, 21, 24, 32, 34
υπερπλήρωση 86
υπερτροφοδότηση 86

Φ

Φαρενάιτ (Fahrenheit) 7
φιάλες πεπιεσμένου αέρα 117
φίλτρα 114
θερμά 114
ψυχρά 114
φλογοθάλαμος 20, 31
φρεάτιο διαφυγής 111
φυγοκεντρικός συμπιεστής 86
φυσική ατμόσφαιρα 2

Χ

χειριστήριο μηχανής 83
χειροκίνητος αεροσυμπιεστής 100
χιτώνιο 84, 105

Ψ

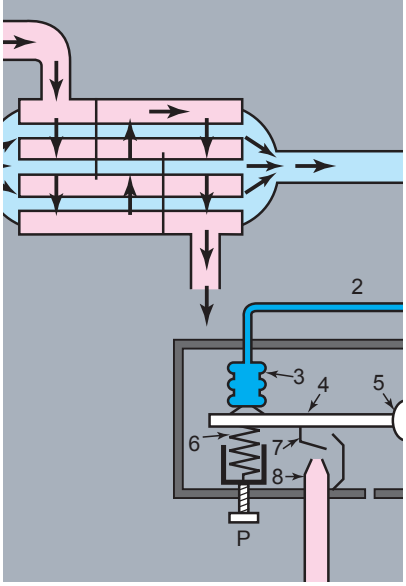
ψέκαση 85, 94
ψυγείο 39, 114
βοηθητικό
κύριο 114, 115
λαδιού 115, 116, 117
νερού ψύξης κύριας μηχανής 117
ψύξης ψυκτικού υγρού εμβόλων 117

Ω

ωστικός τριβέας 79, 71
κύριος 69
τύπου Mitchell 71
τύπου Kingsburry 71

ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
1954

Το βιβλίο αυτό περιέχει τις βασικές γνώσεις της Μηχανολογίας του πλοίου, που χρειάζονται στον πλοίαρχο του Εμπορικού Ναυτικού για την επιτυχή εκπλήρωση της αποστολής του. Με πληθώρα σχημάτων, διαγραμμάτων και εικόνων, οι σπουδαστές θα βοηθηθούν ακόμη περισσότερο στην αντιμετώπιση των τεχνικών ζητημάτων που θα παρουσιαστούν κατά τη σταδιοδρομία τους.





ISBN 978-960-337-172-4