



ΧΡΥΣΟΥΝ ΜΕΤΑΛΛΙΟΝ
ΑΚΑΔΗΜΙΑΣ ΑΘΗΝΩΝ

ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΚΕΙΜΕΝΟ
ΑΚΑΔΗΜΙΩΝ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

ΝΑΥΤΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ

ΙΩΑΝΝΗ ΔΑΓΚΙΝΗ

ΠΛΟΙΑΡΧΩΝ



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ: Περιγραφή συστημάτων πρόωσης πλοίων

Εισαγωγή	1
1.1 Μηχανική πρόωση πλοίου με ατμοστρόβιλο	2
1.1.1 Περιγραφή κύριων μερών και εξαρτημάτων ατμοστροβίλων	2
1.1.2 Βασικές κατηγορίες ατμοστροβίλων	7
1.1.3 Περιγραφή λειτουργίας στροβίλων	8
1.1.4 Εγκατάσταση και λειτουργία ατμοστροβίλων σε πλοία	11
1.1.5 Έλεγχος λειτουργίας ατμοστροβίλων	12
1.2 Εισαγωγή στις εμβολοφόρες MEK.....	14
1.3 Πρόωση με αργόστροφες MEK με απευθείας μετάδοση, αναστρεφόμενες.....	15
1.3.1 Εξαρτήματα και τμήματα MEK	16
1.3.2 Λειτουργικά συστήματα MEK.....	22
1.3.3 Λειτουργία αργόστροφων δίχρονων MEK.....	25
1.3.4 Διάταξη απευθείας μετάδοσης στην έλικα από MEK.....	27
1.4 Πρόωση με MEK με μειωτήρα (μη αναστρεφόμενες), μέσου αριθμού στροφών, με έλικα ρυθμιζόμενου βήματος	29
1.4.1 Εξαρτήματα και τμήματα μεσόστροφων MEK	29
1.4.2 Λειτουργία τετράχρονων, μεσόστροφων MEK.....	33
1.4.3 Συστήματα πρόωσης με μεσόστροφες MEK	34
1.5 Αεριοστροβίλοι	36
1.6 Ηλεκτροπρόωση	38
1.6.1 Ηλεκτρικό δίκτυο και χαρακτηριστικά συστημάτων ηλεκτροπρόωσης	39
1.6.2 Ντιζελοηλεκτρική πρόωση	40
1.6.3 Ατμοηλεκτρική πρόωση	42
1.6.4 Σύνθετη ηλεκτροπρόωση (συμπαγωγική)	43
1.7 Σύγκριση συστημάτων πρόωσης	46
1.7.1 Σύγκριση μηχανών πρόωσης πλοίων	46
1.7.2 Σύγκριση εγκαταστάσεων συμβατικής πρόωσης.....	47
1.7.3 Σύγκριση εγκαταστάσεων ηλεκτρικής πρόωσης	48

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ: Βοηθητικά συστήματα προωστήριων μηχανών πλοίων

Γενικά.....	49
2.1 Βοηθητικά συστήματα ατμοστροβίλης πρόωσης	49
2.1.1 Κλειστό κύκλωμα ατμού	49
2.1.2 Σύστημα λίπανσης	51
2.1.3 Σύστημα καυσίμου	52
2.2 Πρόωση με MEK	52
2.2.1 Σύστημα καυσίμου, πετρελαίου και διπλού καυσίμου	52
2.2.2 Σύστημα ψύξης	56
2.2.3 Σύστημα λίπανσης	57

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ: Βοηθητικά μηχανήματα και εγκαταστάσεις

3.1 Βοηθητικοί ατμολέβητες και εγκαταστάσεις ανοικτού κυκλώματος ατμού.....	59
3.2 Σύστημα υδροσυλλεκτών	62

3.3 Ηλεκτρογεννήτριες.....	66
3.3.1 Μέρη και λειτουργία γεννητριών	66
3.3.2 Εγκατάσταση γεννητριών στα πλοία.....	69

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ: Διατάξεις ασφαλούς λειτουργίας του μηχανοστασίου

Γενικά.....	71
4.1 Λειτουργία διατάξεων σχετικών με σύστημα καυσίμου, αέρα μηχανοστασίου και ανίχνευσης αναθυμιάσεων ελαίου	71
4.1.1 Σύστημα άμεσης διακοπής καυσίμου και λιπαντικού.....	71
4.1.2 Διαφράγματα διακοπής του αέρα-αποσβεστήρες πυρκαγιάς	73
4.1.3 Σύστημα ανίχνευσης αναθυμιάσεων ελαίου στροφαλοθαλάμου	73
4.2 Αντλίες πυρόσβεσης, ηλεκτρογεννήτρια κινδύνου, συστήματα κράτησης κινδύνου.....	75
4.2.1 Αντλίες πυρόσβεσης	75
4.2.2 Γεννήτρια έκτακτης ανάγκης.....	76
4.2.3 Σύστημα κράτησης Κ/Μ	79

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ: Συστήματα τηλεχειρισμού, αυτόματου ελέγχου και παρακολούθησης λειτουργίας του μηχανοστασίου

Εισαγωγή	81
5.1 Διαφορά μεταξύ αυτόματου ελέγχου και τηλεχειρισμού.....	81
5.1.1 Ανάλυση συστημάτων αυτόματου ελέγχου	82
5.1.2 Ανάλυση συστημάτων ελέγχου εξ αποστάσεως – τηλεχειρισμού	84
5.1.3 Κατηγορίες και σύγκριση συστημάτων ελέγχου	86
5.2 Σκοποί που εξυπηρετούνται από τον τηλεχειρισμό και τον αυτοματοποιημένο έλεγχο της προωστήριας εγκατάστασης του πλοίου	87
5.3 Πλεονεκτήματα από τη συνεχή παρακολούθηση της λειτουργίας του μηχανοστασίου	88
5.4 Γενική διάταξη θαλάμου ελέγχου μηχανής.....	89
5.5 Πλεονεκτήματα από τη χρήση διαγραμμάτων προσομοιωτή	91

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ: Απόσταση, ταχύτητα, κατανάλωση μηχανής

Εισαγωγή	93
6.1 Ορισμοί και τιμές της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου ανά κιλοβατώρα (kWh) ή ανά ίππο και ώρα (bhp)	93
6.2 Σχέση ταχύτητας, ισχύος και κατανάλωσης καυσίμου	94
6.3 Έλικα, βήμα και ολίσθηση	94
6.3.1 Βήμα έλικας.....	95
6.3.2 Ολίσθηση.....	96
6.3.3 Συντελεστής ολίσθησης.....	97
6.3.4 Φαινομενική και πραγματική ολίσθηση	97
6.3.5 Υπολογισμός ολίσθησης σε σχέση με την πραγματική απόσταση και την ταχύτητα της μηχανής	97

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ: Μηχανήματα καταστρώματος

Εισαγωγή	99
7.1 Βαρούλκα - Εργάτες	99
7.1.1 Περιγραφή κύριων χαρακτηριστικών βαρούλκου και εργάτη ατμού.....	100
7.1.2 Περιγραφή των κύριων χαρακτηριστικών του ηλεκτρικού βαρούλκου και του εργάτη.....	102
7.1.3 Περιγραφή των κύριων χαρακτηριστικών του υδραυλικού βαρούλκου.....	103

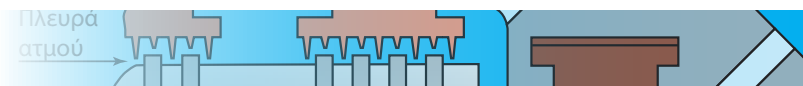
7.2 Αυτοεντεινόμενα βαρούλκα	105
7.2.1 Αυτοεντεινόμενα υδραυλικά βαρούλκα	105
7.2.2 Αυτοεντεινόμενα ηλεκτρικά βαρούλκα	107
7.3 Απαιτούμενες προφυλάξεις ασφαλείας και κατάλληλη χρήση των βαρούλκων	108

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΟΓΔΟΟ: Αντλίες

Εισαγωγή	111
8.1 Είδη αντλιών και τζιφαριών	111
8.2 Λειτουργικά χαρακτηριστικά αντλιών	112
8.2.1 Εμβολοφόρες αντλίες	113
8.2.2 Φυγοκεντρικές αντλίες	114
8.2.3 Αντλίες ακροφυσίου - Εκχυτήρες (τζιφάρια)	117
8.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τη λειτουργία των αντλιών	118
8.4 Συστήματα κίνησης αντλιών	118
8.5 Αντλίες χώρων φορτίου και βοηθητικών δεξαμενών	121
8.5.1 Φυγοκεντρικές αντλίες	121
8.5.2 Φυγοκεντρικές αντλίες κινούμενες από υδραυλικό κινητήρα	123
8.5.3 Εμβολοφόρες αντλίες κινούμενες με ατμομηχανική διάταξη (ατμομηχανή)	124
8.5.4 Φυγοκεντρικές αντλίες κινούμενες από ηλεκτροκινητήρα σε υγραεριοφόρα Δ/Ξ	124
8.5.5 Εκχυτήρες για την άντληση υγρών στα πλοία	125
8.6 Καμπύλες απόδοσης αντλιών	127
8.6.1 Χαρακτηριστικές καμπύλες δυναμικών αντλιών	127
8.6.2 Χαρακτηριστικές καμπύλες αντλιών θετικής μετατόπισης	128
8.7 Επίδραση της φύσης του υγρού στην αντλία και στη λειτουργία του αντλητικού συστήματος	129
8.8 Σύνδεση αντλιών	130
8.9 Όργανα ελέγχου αντλιών και ασφαλιστικές διατάξεις	130
8.10 Κίνδυνοι φθοράς και βλάβες αντλιών	132

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΝΑΤΟ: Σύστημα κίνησης πηδαλίου

Εισαγωγή	135
9.1 Μονάδα ελέγχου και μετάδοσης εντολών πηδαλιουχίας	135
9.1.1 Το μηχανικά ελεγχόμενο πηδάλιο	135
9.1.2 Το ηλεκτροϋδραυλικό σύστημα τηλεκίνησης	135
9.1.3 Το ηλεκτρικά ελεγχόμενο πηδάλιο	137
9.2 Σύστημα πηδαλιουχίας έκτακτης ανάγκης	139
9.3 Μηχανισμοί λήψης και εκτέλεσης εντολών πηδαλιουχίας	139
9.3.1 Μηχανισμός παλινδρομικής στρέψης	140
9.3.2 Μηχανισμός με περιστροφικό πτερύγιο	142
9.4 Γωνιοδείκτης ελέγχου εντολών πηδαλιουχίας	143
9.5 Δυνατότητες – Περιορισμοί – Πιθανές βλάβες	144
9.6 Έλεγχος λειτουργίας	145
9.6.1 Δοκιμές στο λιμάνι και πριν από την αναχώρηση	146
9.6.2 Δοκιμές στη θάλασσα	146
Παράρτημα	147
Ευρετήριο	151
Βιβλιογραφία	153



Εισαγωγή

Πολλές δραστηριότητες της καθημερινής ζωής του ανθρώπου στηρίζονται στη χρήση της θερμότητας. Μία από αυτές ήταν η μεταλλουργία που για πολλούς αιώνες ο άνθρωπος τη χρησιμοποίησε.

Πολύ αργότερα, αντιλήφθηκε ότι η **θερμότητα** μπορεί να συνδεθεί με την κίνηση εάν αξιοποιηθεί σε μια μηχανική διάταξη. Αυτές οι μηχανικές διατάξεις ονομάζονται **θερμικές μηχανές** και έχουν την ικανότητα να μετασχηματίζουν τη θερμότητα σε μηχανικό έργο, επαναλαμβάνοντας συνεχώς την ίδια θερμοδυναμική μεταβολή.

Ιστορικά η πρώτη θερμική μηχανή που κατασκευάστηκε ήταν η εφεύρεση του Ήρωνα του Αλεξανδρινού (Έλληνα μηχανικού και γεωμέτρη) περίπου το 120 μ.Χ., γνωστή και ως **αιολικός κινητήρας του Ήρωνα, αιολόσφαιρα ή ατμοστροβίλος**. Αποτέλεσε την πρώτη γνωστή μεταξύ άλλων απλών ατμομηχανών που είχαν κατασκευαστεί ήδη από την αρχαιότητα, οι οποίες ποτέ δεν βρήκαν πρακτική εφαρμογή, καθώς οι κοινωνίες τότε αξιοποιούσαν κυρίως την μυϊκή δύναμη. Το 1698 όμως κατασκευάζεται από τον Thomas Savery μια ατμομηχανή για την άντληση νερού, η οποία αποτέλεσε την πρώτη μηχανή του είδους που κατασκευάστηκε για πρακτικές εφαρμογές. Επόμενος σταθμός στην εξέλιξη των μηχανών με τη χρήση ατμού ήταν η μηχανή του Thomas Newcomen (1712), την οποία βελτίωσε ο James Watt (1763-1775). Έκτοτε οι ατμομηχανές συνέχισαν να βελτιώνονται και να εξελίσσονται, διαδραματίζοντας βασικό ρόλο στην υλοποίηση της Βιομηχανικής επανάστασης.

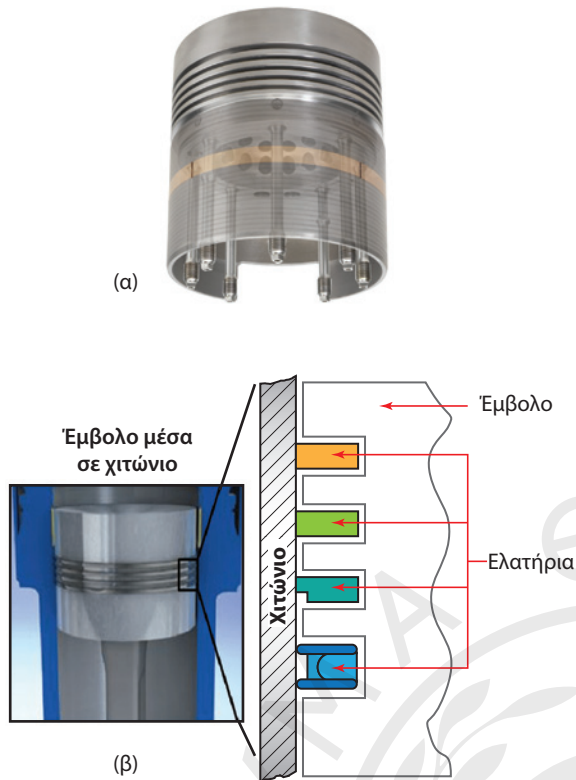
Η ατμομηχανή ουσιαστικά είναι μια μηχανή που εκμεταλλεύεται τη θερμική ενέργεια μεταχηματίζοντάς την σε μηχανικό έργο. Η θερμική ενέργεια που προκύπτει από τα καύσιμα μετασχηματίζει το νερό σε ατμό, ο οποίος στη συνέχεια κινεί τροχούς, μοχλούς ή έλικες. Αποτέλεσμα της εφαρμογής αυτών των μηχανών ήταν η ανάπτυξη και άλλων κλάδων, όπως η ναυσιπλοΐα και η ναυτιλία, με την εμφάνιση των ατμόπλοιοιων, η κίνηση των οποίων δεν εξαρτιόταν πλέον από τον άνεμο.

Με δεδομένο ότι πηγή της θερμότητας είναι τα καύσιμα και αναλόγως το καύσιμο αξιοποιείται η διαθέσιμη τεχνολογία στην παραγωγή έργου, κατά τον 19^ο αιώνα μέχρι και σήμερα νέες, πιο αποδοτικές τεχνολογίες αναπτύχθηκαν. Οι ατμομηχανές εκτοπίστηκαν, σε μεγάλο βαθμό, από τους κινητήρες ντίζελ. Η διαφοροποίηση στη λειτουργία των δύο μηχανών δημιούργησε μια νέα ταξινόμηση των μηχανών, αυτή των **μηχανών εξωτερικής και εσωτερικής καύσης**. Η ταξινόμηση αυτή υφίσταται μέχρι και σήμερα. Οι μηχανές εξωτερικής καύσης περιλαμβάνουν τις εμβολοφόρες μηχανές και τους ατμοστροβίλους που κινούνται με ατμό, ενώ στις μηχανές εσωτερικής καύσης περιλαμβάνονται οι εμβολοφόρες μηχανές και οι αεριοστροβίλοι που η καύση πραγματοποιείται σε θαλάμους ειδικής διαμόρφωσης στο εσωτερικό της μηχανής οι οποίοι ονομάζονται **θάλαμοι καύσης**.

Οι εμβολοφόρες **μηχανές εξωτερικής καύσης** ως πρωτογενείς μηχανές χρησιμοποιήθηκαν στην κίνηση των πλοίων έως τα μέσα του 19^{ου} αιώνα, όμως **σήμερα δεν συναντώνται στα πλοία**. Για τη λειτουργία τους η καύση του καυσίμου για την παραγωγή της θερμότητας λαμβάνει χώρα στον λέβητα ατμοπαραγωγής. Ο ατμός που παράγεται μεταφέρει την θερμική ενέργεια (ως το εργαζόμενο μέσο) και εκτονώνεται στον **κύλινδρο** επιτυγχάνοντας την κίνηση των **εμβόλων** (κύριο τμήματα μιας μηχανής) για την παραγωγή έργου. Ανάλογα, στις **μηχανές εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ)**, η καύση για την παραγωγή της αναγκαίας θερμότητας πραγματοποιείται στο εσωτερικό της μηχανής, ενώ το μέσο για την λειτουργία (εργαζόμενο μέσο) είναι το καυσαέριο, το οποίο εκτονώνεται στον κύλινδρο και προκαλεί την μετακίνηση του εμβόλου παράγοντας έργο.

Η τεχνολογική εξέλιξη οδήγησε είτε στη δημιουργία και άλλων συστημάτων είτε σε συνδυασμούς μηχανών με σκοπό την πρόωση, όπως είναι:

- 1) Οι εμβολοφόρες ΜΕΚ αμέσης μετάδοσης της κίνησης στον άξονα της έλικας.
- 2) Οι εμβολοφόρες ΜΕΚ έμμεσης μετάδοσης της

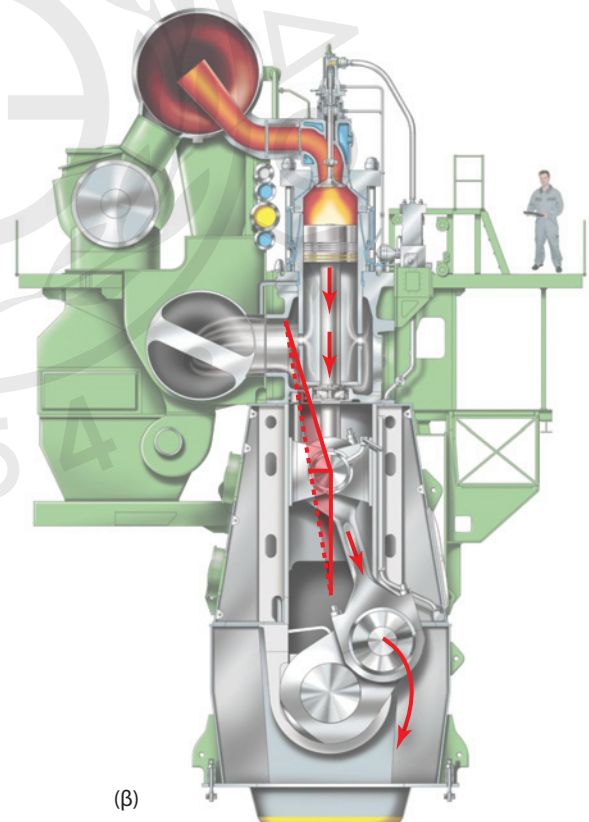
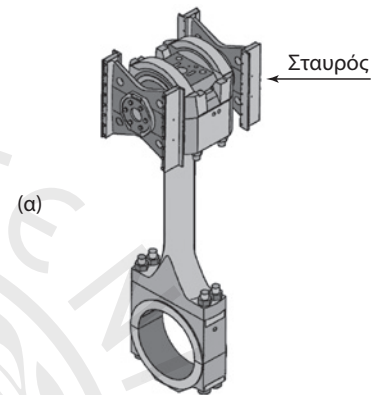


Σχ. 1.23

(α) Έμβολο μηχανής, (β) έμβολο με βάκτρο, έμβολο με εγκατεστημένα ελατήρια και (γ) διάταξη της θέσης του εμβόλου σε δίχρονη ΜΕΚ [πηγές: (α) <https://damenscheldeparts.com>, (β) Tribological Studies of an Internal Combustion Engine]

κομβίο, πάνω στο οποίο προσαρμόζονται οι τριβείς της κεφαλής του διωστήρα. Στα σημεία επαφής του με τις ευθυντηρίες τοποθετούνται αφαιρούμενα πέδιλα από λευκό μέταλλο, ώστε να μειώνεται η τριβή κατά την ολίσθηση.

7) Η **κεφαλή, πώμα – καπάκι** (cylinder head ή cover) των κυλίνδρων, προσαρμόζεται στο επάνω μέρος των χιτωνίων, σχηματίζοντας με το επάνω μέρος του εμβόλου τον χώρο όπου πραγματοποιείται η καύση



Σχ. 1.24

(α) Εικόνα σταυρού και η σύνδεση του σταυρού με τον διωστήρα, και (β) δυναμοπολύγωνο μεταφοράς των δυνάμεων (πηγή: <https://1.bp.blogspot.com>)

συνδυασμό με αεριοστρόβιλους. Σε πλοία μεταφοράς υγροποιημένου αερίου, όπου διατίθεται μέρος του φορτίου για τη χρήση του ως καύσιμο στις μηχανές μπορεί να συνδυάζονται MEK με ατμοστρόβιλους ή αεριοστρόβιλοι με ατμοστρόβιλους (σχ. 1.61).

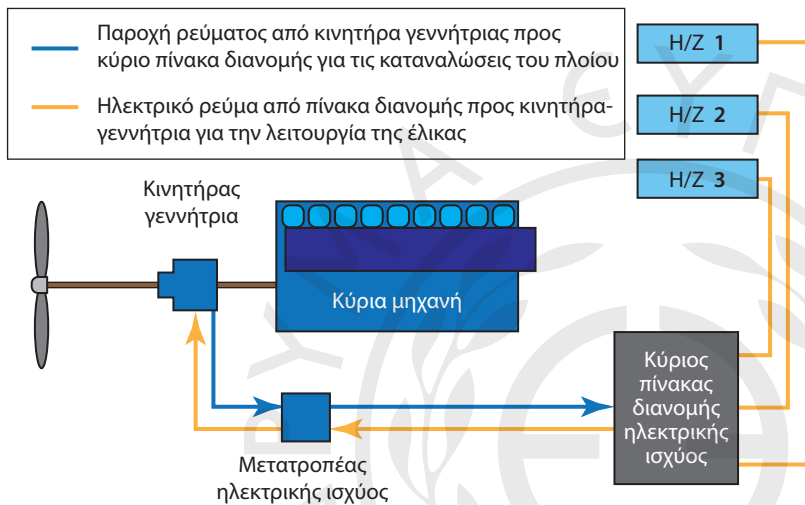
Ανάλογη διαμόρφωση του συνδυασμού ηλεκτρογεννητριών είναι του σχήματος 1.62, όπου, η παραγωγή της ηλεκτρικής ισχύος γίνεται από MEK και αεριοστρόβιλο. Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια τροφοδοτεί ηλεκτρικό πίνακα και στη συνέχεια το ρεύμα μέσω με-

τασηματιστών και μετατροπών ισχύος τροφοδοτεί αζιμουθιακά συστήματα πρόωσης.

2) Ηλεκτροπρόωση με συνδυασμό ηλεκτρικής και μηχανικής ενέργειας σε κοινό μειωτήρα.

Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη (ηλεκτρομηχανές) με τη γεννήτρια να κινείται από τετράχρονες MEK, ενώ η μηχανική από δίχρονη ή τετράχρονη MEK (σχ. 1.63).

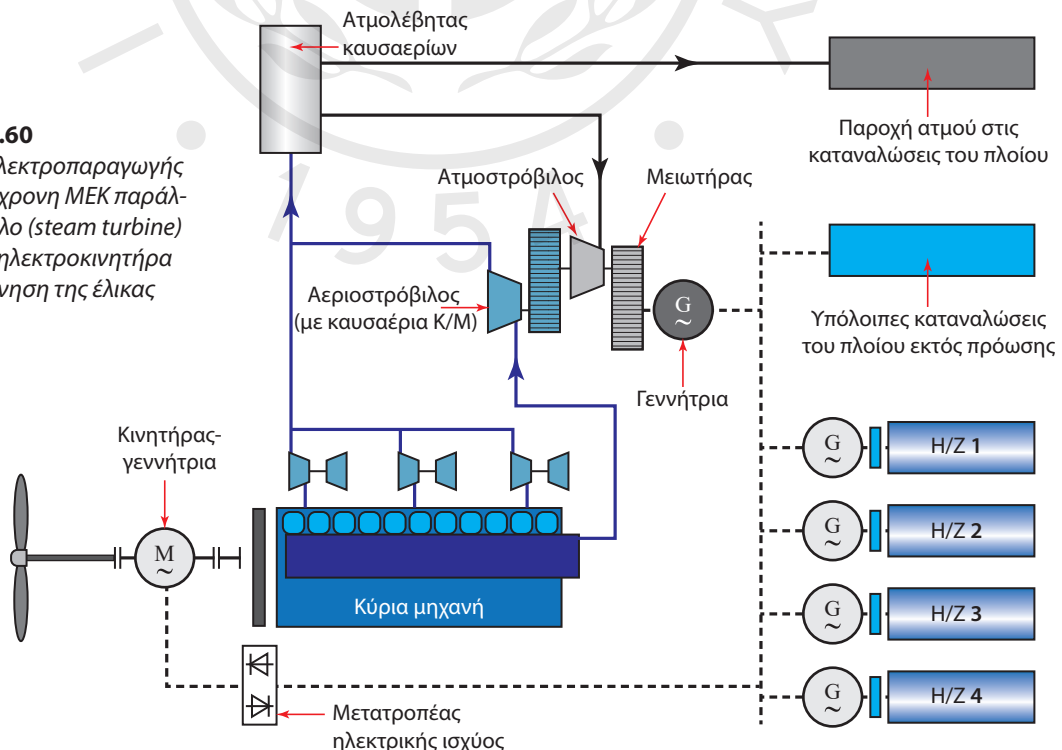
Η ενέργεια που παράγεται και από τα δύο συστήμα-

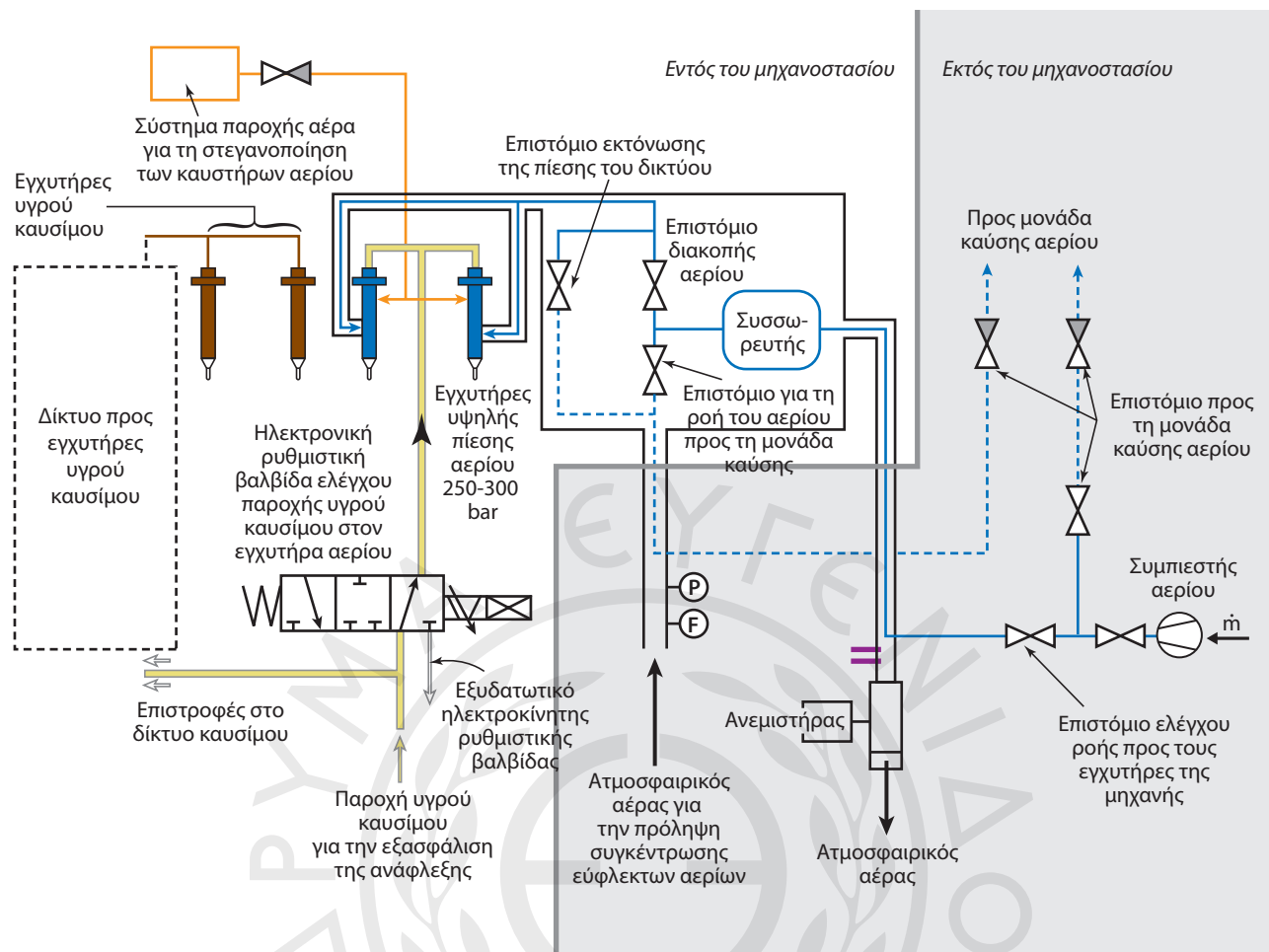


Σχ. 1.59

Διάταξη ηλεκτροπρόωσης με MEK δίχρονη που κινεί κινητήρα-γεννήτρια, διασυνδεμένη με το δίκτυο τετράχρονων ηλεκτρομηχανών

Σχ. 1.60
Διάταξη σύνθετης ηλεκτροπαραγωγής με δίχρονη και τετράχρονη MEK παράλληλα με ατμοστρόβιλο (steam turbine) και διασύνδεση σε ηλεκτροκινητήρα (motor) για την κίνηση της έλικας





Σχ. 2.8

Τυπική διάταξη παροχής σε μηχανή εξατμίσεων υγροποιημένου φυσικού αερίου από τις δεξαμενές

δα ελέγχου παροχής είναι διπλού τοιχώματος, ώστε εξωτερικά του σωλήνα απ' τον οποίο διέρχεται το αέριο, να υπάρχει ροή ατμοσφαιρικού αέρα. Ο αέρας αυτός ελέγχεται συνεχώς από διάταξη αισθητήρων ανίχνευσης τυχόν διαρροών.

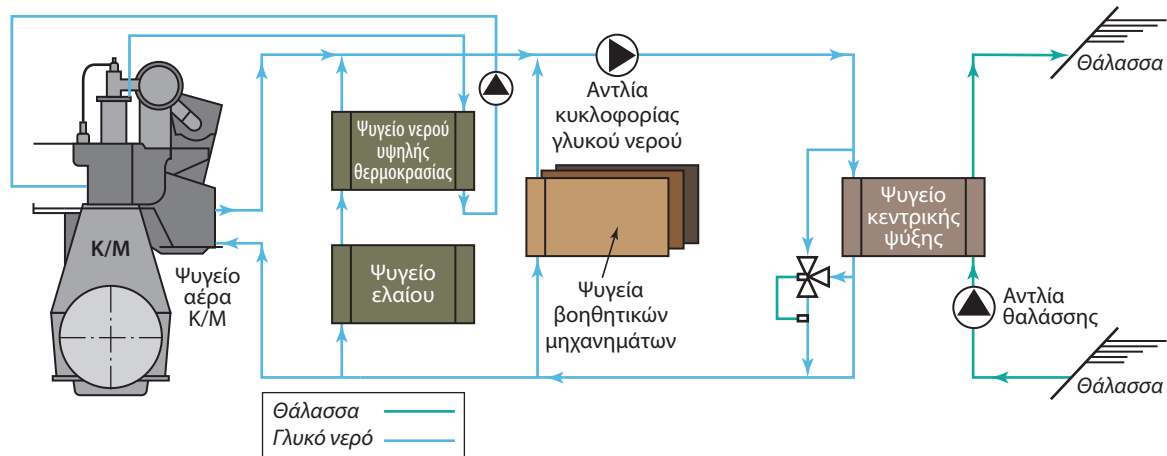
2.2.2 Σύστημα ψύξης

Κατά τη λειτουργία των MEK με την καύση του καυσίμου, μέρος της θερμότητας των καυσαερίων μεταδίδεται στο σώμα της μηχανής. Αυτή η θερμότητα θα πρέπει να απαχθεί από τα μεταλλικά μέρη της μηχανής, διαφορετικά θα προκληθούν βλάβες από την ανεξέλεγκτη θερμική καταπόνηση των εξαρτημάτων της. Προκειμένου να αντιμετωπιστεί η θερμική καταπόνηση στο σώμα της μηχανής, υπάρχουν διαμορφωμένοι οχλοί για την κυκλοφορία νερού ψύξης, που θα απομακρύνει την θερμότητα και η μηχανή θα

λειτουργεί με ασφάλεια.

Το νερό ψύξης είναι επεξεργασμένο απεσταγμένο νερό, που κυκλοφορεί σε κλειστό δίκτυο και με κατάλληλες συνδέσεις στο σώμα της μηχανής κυκλοφορεί στους ειδικά διαμορφωμένους εσωτερικούς οχτούς της. Στη συνέχεια αυτό το νερό ψύχεται σε εναλλάκτες θερμότητας για να επιστρέψει ξανά στη μηχανή. Για να επιτευχθεί η ψύξη του επεξεργασμένου νερού στους εναλλάκτες θερμότητας (ψυγεία) χρησιμοποιείται ως ψυκτικό μέσο θάλασσα. Μια τυπική διάταξη συστήματος ψύξης σε πλοία με MEK παρουσιάζεται στο σχήμα 2.9. Οι εναλλάκτες, καθώς και οι αντλίες του συστήματος ψύξης, είναι διπλοί για την ασφαλή λειτουργία του πλοίου, ενδεικτικά όμως στο σχήμα παρουσιάζεται ένα από κάθε είδος και είναι τα εξής:

1) Η **αντλία θαλάσσης** (sea water pump) για την παροχή θάλασσας στον κεντρικό εναλλάκτη θερμότητας-κεντρικό ψυγείο ή ψυγείο χαμηλής θερμοκρασίας



Σχ. 2.9

Τυπικό δίκτυο με αντλίες θαλάσσης και αντλίες κυκλοφορίας γλυκού νερού σε σύστημα κεντρικής ψύξης του δικτύου των ψυγείων του πλοίου

(low temperature central cooler). Μετά τη διέλευση από το ψυγείο η θάλασσα απορρίπτεται εκτός πλοίου.

2) Ο **κεντρικός εναλλάκτης θερμότητας-ψυγείο χαμηλής θερμοκρασίας** (low temperature central cooler), όπου με θάλασσα ψύχεται το νερό που κυκλοφορεί εξωτερικά των χιτωνίων της K/M και των ηλεκτρομηχανών, στο ψυγείο λαδιού και στα ψυγεία των βοηθητικών μηχανημάτων π.χ. οι αεροσυμπιεστές κ.ά.

3) Ο **εναλλάκτης θερμότητας-ψυγείο υψηλής θερμοκρασίας** (high temperature cooler), όπου ψύχεται το νερό των χιτωνίων. Παράλληλα με αυτό το ψυγείο, με παράκαμψη με τρίοδο βαλβίδα, είναι ο αποστακτήρας παραγωγής νερού.

4) Η **αντλία για την κυκλοφορία** (jacket pump) του γλυκού νερού στο ψυγείο των χιτωνίων της K/M.

5) Η **αντλία για την κυκλοφορία** (low temperature circulation pump) του νερού στο δίκτυο ψύξης που αφορά στο ψυγείο αέρα, λιπαντικού ελαίου, ηλεκτρομηχανών και τα ψυγεία των βοηθητικών μηχανημάτων.

2.2.3 Σύστημα λίπανσης

Η λίπανση αποτελεί απαραίτητη διεργασία κατά τη λειτουργία της K/M διότι:

1) Μειώνει τις τριβές μεταξύ των κινούμενων μερών, όπως στους τριβείς έδρασης, στους σταυρούς (ζύγωμα), στους κυλίνδρους μεταξύ χιτωνίου και εμβόλου κατά την παλινδρομική κίνηση.

2) Αντιμετωπίζονται τα φορτία που αναπτύσσονται μεταξύ των κινούμενων μερών κατά την λειτουργία τους.

3) Παρέχει ψύξη, καθώς διερχόμενο το λιπαντικό

από τις επιφάνειες απομακρύνει τη θερμότητα που αναπτύσσεται μεταξύ κινούμενων μερών.

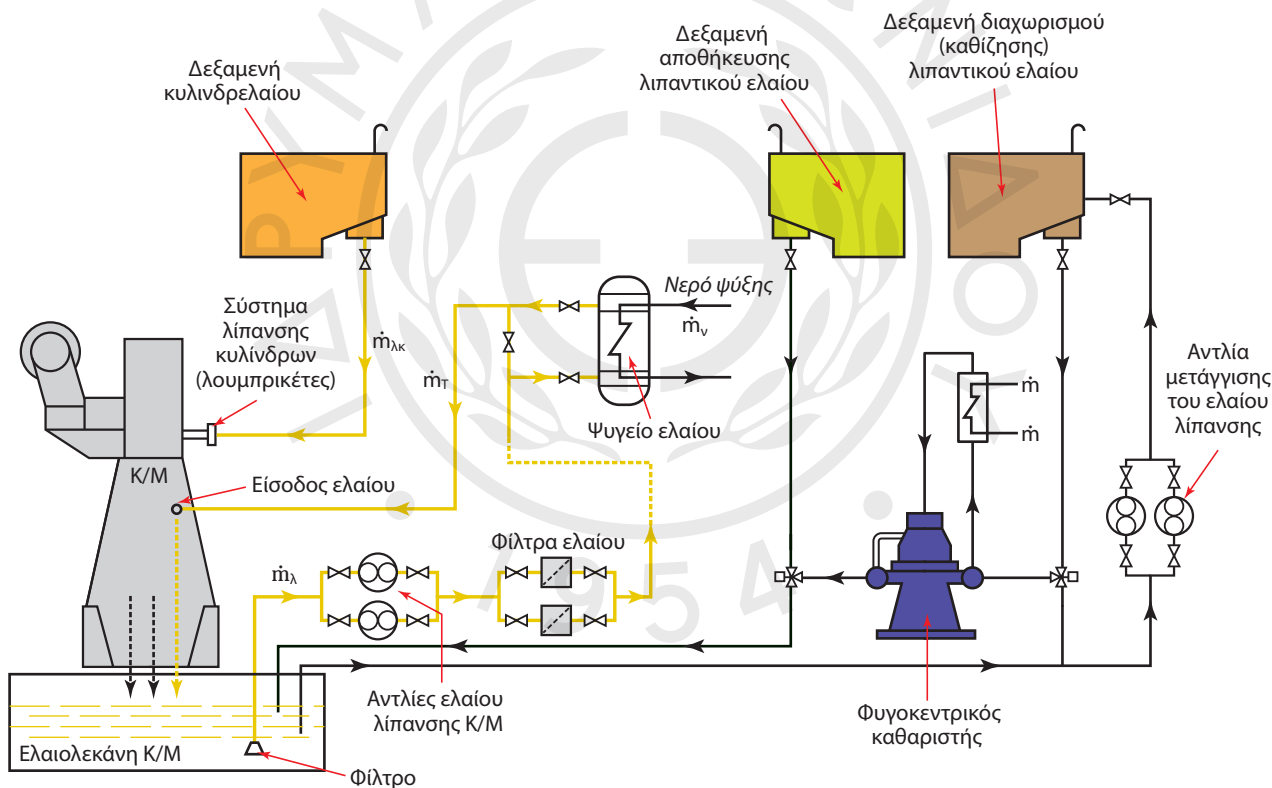
4) Αφαιρεί τυχόν υπολείμματα ή ακαθαρσίες.

Επομένως, στο μηχανοστάσιο ενός πλοίου για την παροχή του λιπαντικού στη μηχανή, αλλά και για τη διατήρηση των ιδιοτήτων του για μεγάλο χρονικό διάστημα, απαιτείται η ύπαρξη των ακόλουθων συστημάτων: του **συστήματος λίπανσης της K/M**, του **συστήματος λίπανσης των κυλίνδρων** και του **συστήματος καθαρισμού του ελαίου** (σχ. 2.10). Ειδικότερα:

1) Σε ένα τυπικό **σύστημα λίπανσης της K/M**, συναντώνται το δίκτυο με τις δύο αντλίες, εκ των οποίων η μία θα λειτουργεί και η άλλη θα είναι σε αναμονή. Οι αντλίες του ελαίου έχουν αναρρόφηση από την ελαιολεκάνη, όπου συγκεντρώνεται με αποστράγγιση το λάδι μετά τη λίπανση των μερών της μηχανής. Η κατάθλιψη των αντλιών ελαίου προς τη μηχανή γίνεται με πίεση, μέσω του ψυγείου ελαίου, το οποίο αφαιρεί τη θερμότητα. Η παροχή στο ψυγείο του λαδιού για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας γίνεται μέσω μιας βαλβίδας τριών κατευθύνσεων που ρυθμίζει πόσο λάδι θα περάσει από αυτό ή πόσο θα παρακάμψει το ψυγείο. Το λάδι στο ψυγείο ελαίου ψύχεται από το σύστημα κεντρικής ψύξης γλυκού νερού. Για την απομάκρυνση τυχόν μεταλλικών υπολειμμάτων και ακαθαρσιών που παρασύρονται, καθώς το λάδι κυκλοφορεί στο εσωτερικό της μηχανής, είναι εγκατεστημένα στο δίκτυο αυτόματης έκπλυσης μαγνητικά φίλτρα. Για τη λίπανση των σταυρών (ζύγωμα) ενδέχεται να απαιτείται η παροχή του ελαίου να γίνεται σε μεγαλύτερη πίεση, οπότε ενδέχεται να υπάρχουν εγκατεστημένες ενισχυτικές αντλίες.

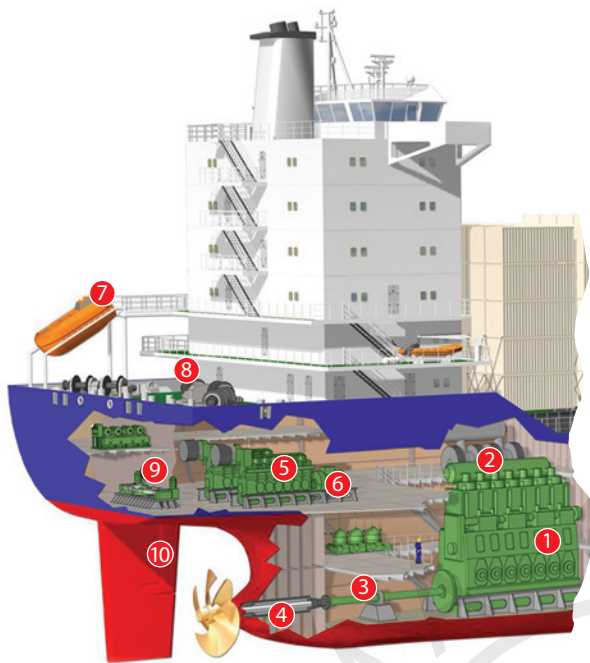
2) Το **σύστημα λίπανσης των κυλίνδρων**, ειδικά στις δίχρονες μηχανές, αποτελείται από ιδιαίτερο δίκτυο, διότι το λιπαντικό που χρησιμοποιείται έχει ιδιαίτερες ιδιότητες, ώστε να αντέχει στις τριβές, στις υψηλές θερμοκρασίες και στην πίεση που αναπτύσσεται κατά την καύση. Αυτό το λάδι, το κυλινδρέλαιο, καίγεται μαζί με το καύσιμο, ενώ τα άκαυστα υπολείμματα που τυχόν προκύπτουν, απομακρύνονται με κατάλληλη διάταξη σε δεξαμενή κατακράτησης ακάθαρτων μειγμάτων για την αποτέφρωσή τους ή την απόδοσή τους σε σταθμούς καταλοίπων στα λιμάνια. Σημειώνεται ότι στις τετράχρονες μηχανές το λιπαντικό που χρησιμοποιείται για την λίπανση των υπόλοιπων τμημάτων της μηχανής είναι αυτό που λιπαίνει και τους κυλίνδρους.

3) Το **σύστημα καθαρισμού του ελαίου** αφορά στο δίκτυο που αναπτύσσεται ανεξάρτητα από το σύστημα λίπανσης της Κ/Μ, και σε αυτό είναι εγκατεστημένοι οι φυγοκεντρικοί διαχωριστές του ελαίου, οι αντλίες για την παροχή του ελαίου, οι προθερμαντήρες για τον αποδοτικό καθαρισμό του στους φυγοκεντρικούς διαχωριστές και οι αντλίες μετάγγισής του για την πλήρωση της μηχανής με νέο λιπαντικό όταν απαιτείται. Ο φυγοκεντρικός καθαριστής του ελαίου αναρροφά λάδι από την ελαιολεκάνη και μετά τον καθαρισμό του λαδιού επιστρέφεται ξανά στην ελαιολεκάνη, διατηρώντας το καθαρό από υγρασία και μικρού μεγέθους ακαθαρσίες που δεν μπορεί να απομακρυνθούν με τη φίλτραυση.



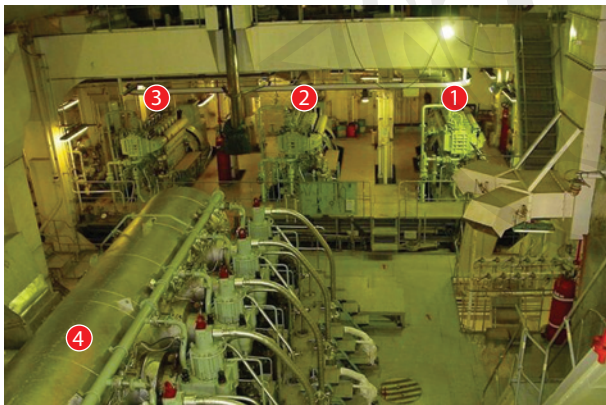
Σχ. 2.10

Το κύριο σύστημα λίπανσης της Κ/Μ, το σύστημα κυλινδρελαίου και το σύστημα καθαρισμού του ελαίου

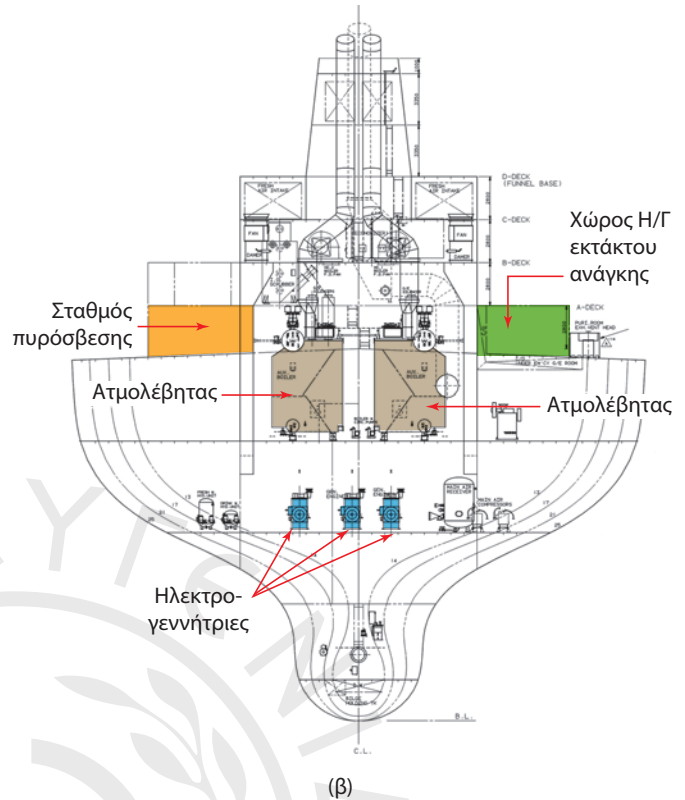


- | | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| 1. Κύρια μηχανή (Κ/Μ) | 6. Γεννήτρια |
| 2. Στροβιλοσυμπιεστές | 7. Σωσίβια λέμβος |
| 3. Άτρακτος | 8. Μηχανισμοί πρόσδεσης (βίντσια) |
| 4. Χοάνη ατράκτου | 9. Μηχανισμός πηδαλίου |
| 5. ΜΕΚ | 10. Πηδάλιο |

(α)



(γ)



Σχ. 3.10

(α) Εγκατεστημένες ηλεκτρογεννήτριες, (β) διάταξη ηλεκτρογεννητριών και χώρος ηλεκτρογεννήτριας εκτάκτου ανάγκης και (γ) ηλεκτρογεννήτριες στο μηχανοστάσιο του πλοίου

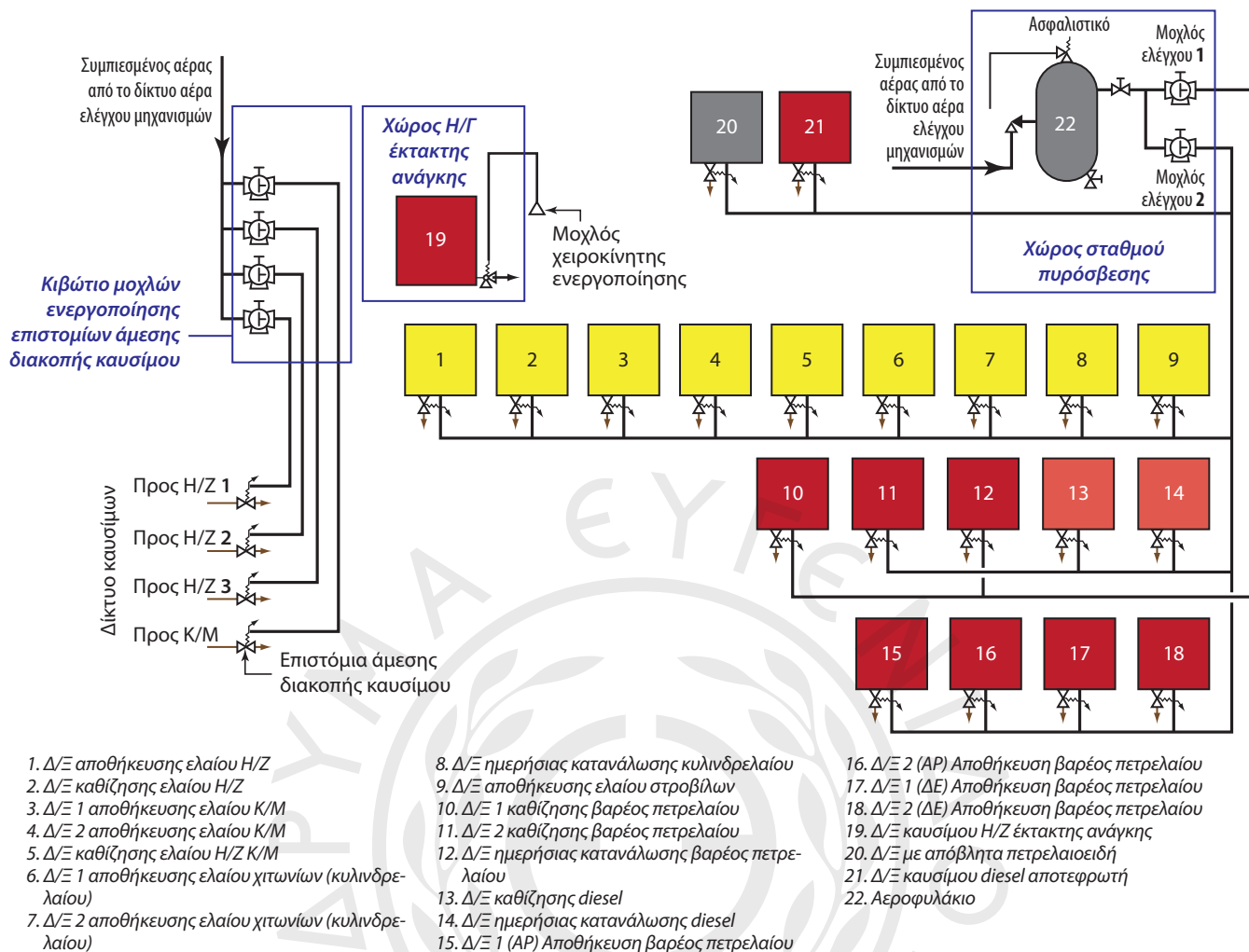
1. Νο1 Η/Ζ, 2. Νο2 Η/Ζ, 3. Νο3 Η/Ζ, 4. Κύρια μηχανή
[πηγές: (α) www.marigraph.com, (γ) [marine insight](http://marineinsight)]

κού (ηλεκτρική τάση) στα άκρα ενός αγωγού, η οποία λαμβάνει χώρα όταν μεταβάλλεται η μαγνητική ροή που διέρχεται από την επιφάνεια την οποία ορίζει ένας αγωγός, προκαλώντας διαταραχή του ηλεκτρικού πεδίου, κίνηση των ηλεκτρονίων και παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος.

Λαμβάνοντας υπόψη τη δημιουργία ηλεκτρικού ρεύματος, σύμφωνα με το φαινόμενο της επαγωγής, αν ένας μαγνήτης κινηθεί κοντά σε έναν αγωγό (ή περιέλιξη), στον αγωγό θα δημιουργηθεί ηλεκτρικό

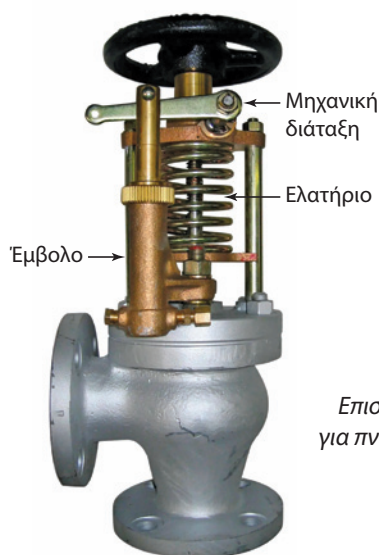
ρεύμα ή και το αντίθετο· αν ένας αγωγός κινηθεί σε σχέση με έναν μαγνήτη, στον αγωγό θα δημιουργηθεί ηλεκτρικό ρεύμα. Το ρεύμα αυτό θα εμφανιστεί ως διαφορά δυναμικού, η οποία θα μεταβάλλεται ανάλογα με τον πόλο του μαγνήτη που θα βρίσκεται κάθε φορά κοντά στον αγωγό.

Στο σχήμα 3.11(α) παρουσιάζεται το μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται από έναν μαγνήτη. Ο μαγνήτης καθώς στρέφεται περνώντας ο βόρειος πόλος του κοντά από τη σταθερή περιέλιξη την «κόβει» παράγο-



Σχ. 4.1

Σύστημα άμεσης διακοπής καυσίμου και λιπαντικού με σύστημα σύρματος έλξης και πνευματικό (πηγή: marineinsight.com)



Σχ. 4.2

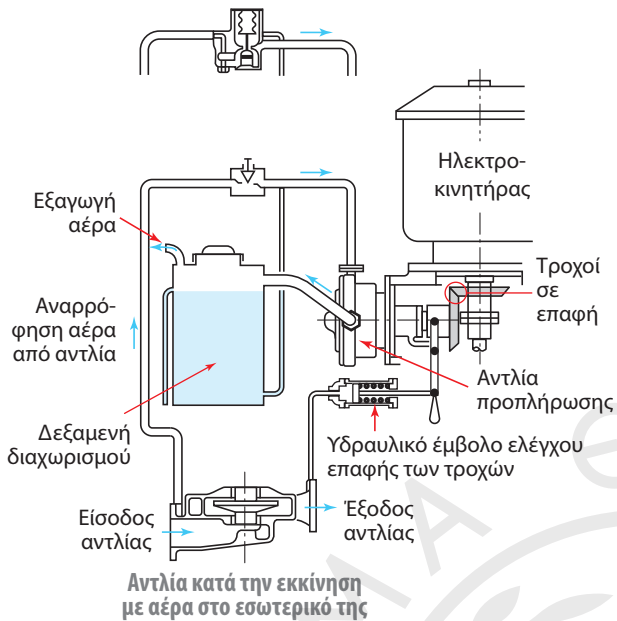
Επιστόμιο με έμβολο για πνευματικό σύστημα

Με την ενεργοποίηση του συστήματος ο αέρας με πίεση παρέχεται στον κύλινδρο, με αποτέλεσμα τη μετατόπιση του εμβόλου. Τότε ελευθερώνεται το ελατήριο μετακινώντας το βάκτρο του επιστομίου και αυτό κλείνει. Η πίεση αέρα που διατηρείται στο αεροφυλάκιο, που συνήθως είναι τοποθετημένο στον πυροσβεστικό σταθμό και απαιτείται για τη λειτουργία του συστήματος, είναι 7 kg/cm^2 . Ένα τέτοιο σύστημα καλύπτει όλες τις δεξαμενές καυσίμων και λιπαντικών του μηχανοστασίου.

2) **Συρματόσχοινο έλξης.** Ένα συρματόσχοινο μικρής διατομής συνδέεται στο ένα άκρο του με το σύστημα μηχανικού βραχίονα, ο οποίος με κατάλληλη διαμόρφωση διατηρεί συσπειρωμένο το ελατήριο (σχ. 4.3). Στο άλλο άκρο του συρματόσχοινου και εξωτερικά του χώρου των μηχανημάτων, τοποθετείται μοχλός για την ενεργοποίηση της διαδικασίας όταν διαπιστω-

ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΤΗΣ ΚΥΡΙΑΣ ΑΝΤΛΙΑΣ

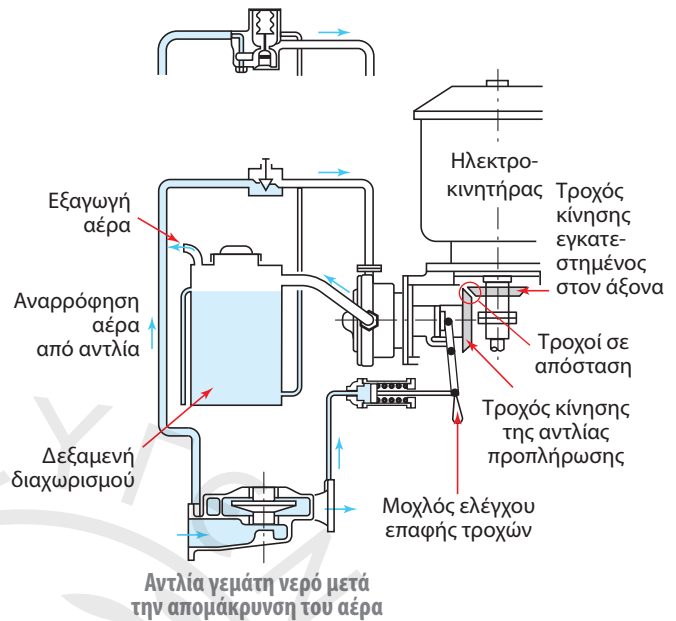
Λεπτομέρεια αυτόματης βαλβίδας



(α)

ΚΑΤΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΚΥΡΙΑΣ ΑΝΤΛΙΑΣ

Λεπτομέρεια αυτόματης βαλβίδας



(β)

Σχ. 4.9

Τυπική διάταξη αντλίας προπλήρωσης, εγκατεστημένη σε φυγοκεντρική αντλία, (α) κατά τη διάρκεια της εκκίνησης και (β) κατά τη διάρκεια της λειτουργίας

1. Ηλεκτρογεννήτρια έκτακτης ανάγκης
2. Ηλεκτρικός πίνακας έκτακτης ανάγκης
3. Κύριος ηλεκτρικός πίνακας διανομής ηλεκτρικής ενέργειας
4. Κ/Μ
5. Ηλεκτρογεννήτριες
6. Πίνακας διανομής ηλεκτρικής ισχύος στο κατάστρωμα
7. Πίνακας ηλεκτρικής ισχύος
8. Έλικα ώσης πλώρης



Σχ. 4.10

Χώρος εγκατάστασης γεννήτριας έκτακτης ανάγκης



Σχ. 5.10

Τηλέγραφος εντολών και χειριστήριο τηλεχειρισμού K/M (πηγή: <https://i.ytimg.com>)

6) Στα σύγχρονα πλοία υπάρχουν οθόνες προσομοίωσης με τα ηλεκτρολόγια χειρισμού για να διευρυνούν οι μηχανικοί στα διάφορα διαγράμματα και να ελέγχουν τα υπόλοιπα βοηθητικά μηχανήματα, τις στάθμες των δεξαμενών, τις περαιτέρω λειτουργικές ενδείξεις θερμοκρασίας-πίεσης των λειτουργούντων μηχανημάτων, καθώς και τη ροή μέσω των δικτύων των διαφόρων ρευστών, όπως νερό για την ψύξη, λιπαντικά έλαια, ατμός, αέρας κ.λπ.

7) Ακριβώς απέναντι και πίσω από τη θέση που έχει ο χειριστής, βρίσκεται ο πίνακας διανομής της ηλεκτρικής ισχύος, του οποίου η διάταξη έχει ως εξής:

α) Στο κέντρο του πίνακα βρίσκονται τα όργανα ελέγχου λειτουργίας των H/Z (ηλεκτρομηχανών), που παράγουν την ηλεκτρική ισχύ για τις καταναλώσεις του πλοίου, με τα αντίστοιχα όργανα ελέγχου του ηλεκτρικού φορτίου, και οι κεντρικοί διακόπτες παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης στον πίνακα αυτόν βρίσκονται οι αυτοματισμοί για την εκκίνηση, την κράτη-

ση και την παράλληλη λειτουργία των H/Z.

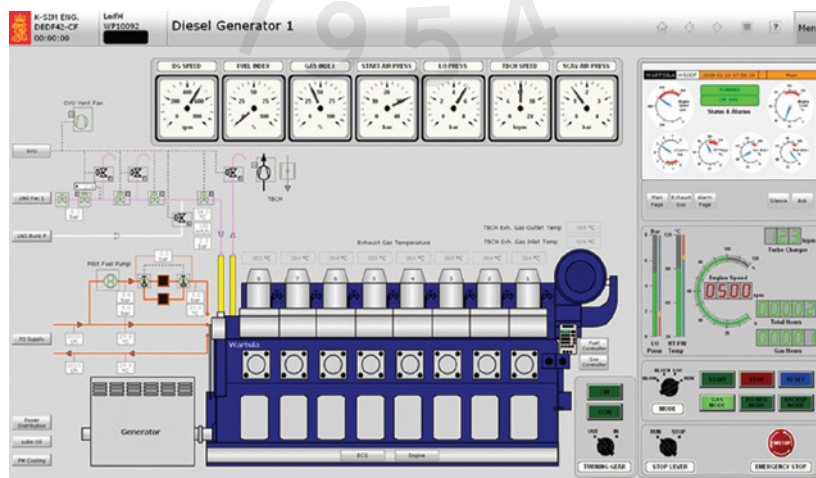
β) Δεξιά και αριστερά του πίνακα των H/Z είναι οι πίνακες με την ένδειξη λειτουργίας των βοηθητικών μηχανημάτων, ενώ για κάθε μηχανήμα υπάρχουν και διακόπτες για την εξ αποστάσεως εκκίνηση και κράτησή τους. Για λόγους ασφάλειας και διαθεσιμότητας όλα τα μηχανήματα του πλοίου είναι τουλάχιστον διπλά. Με σκοπό να διευκολύνεται ο έλεγχός τους, ομαδοποιούνται στους πίνακες. Έτσι, τα Νο 1 μηχανήματα είναι συγκεντρωμένα (ενδεικτικά) στην αριστερή πλευρά του πίνακα και αντίστοιχα τα Νο 2 στη δεξιά.

5.5 Πλεονεκτήματα από τη χρήση διαγραμμάτων προσομοιωτή

Η προσομοίωση αποτελεί βασικό στάδιο της ανάπτυξης ενός συστήματος και σημαντικό εργαλείο ενός μηχανικού. Στην επιστήμη των υπολογιστών, ο προσομοιωτής ενός επεξεργαστή είναι το λογισμικό, το οποίο σχεδιάζεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να εκτελεί και να αναπαράγει την λειτουργία μιας κεντρικής μονάδας επεξεργασίας, όσο το δυνατό πιο αξιόπιστα, βασισμένο πάντα στις αρχές σχεδίασης της αρχιτεκτονικής του υλικού.

Ομοίως, στα σύγχρονα πλοία κατά τη λειτουργία των συστημάτων και για τον έλεγχό τους αναπτύσσονται συστήματα προσομοίωσης που είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να αναπαράγεται η λειτουργία της K/M, των ηλεκτρομηχανών (σχ. 5.11), των λεβήτων, των συστημάτων φορτοεκφόρτωσης και όλων των βοηθητικών μηχανημάτων.

Η παρουσίαση της λειτουργίας των συστημάτων, αλλά και των εγκατεστημένων σε αυτά μηχανημά-

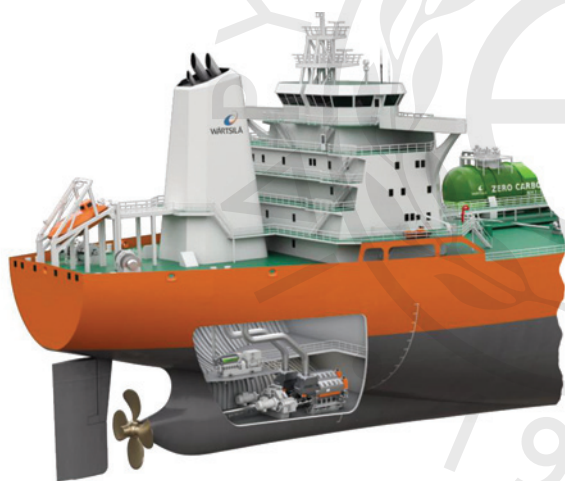


Σχ. 5.11

Διάγραμμα ελέγχου ηλεκτρομηχανής (πηγή: kongsberg.com)

Εισαγωγή

Ο όρος **πλοίο** χρησιμοποιείται για να δηλώσει το πλωτό μέσο που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά αγαθών και προσώπων από ένα σημείο σε άλλο διαμέσου του νερού. Η πρόωση πλοίου πραγματοποιείται με τη βοήθεια-περιστροφή μιας προπέλας¹. Η κύρια πηγή ισχύος για την περιστροφή της έλικας, παράγεται από μηχανές, με τον τύπο μηχανής που χρησιμοποιείται να εξαρτάται από την αποδοτικότητα που μπορεί να επιτυγχάνεται και την τεχνολογική εξέλιξη που υφίσταται κατά περιόδους. Σήμερα, για την πρόωση των πλοίων χρησιμοποιούνται κυρίως οι εμβολοφόρες ΜΕΚ (σχ. 6.1).



Σχ. 6.1

Το μέγεθος της ισχύος που απαιτείται να παραχθεί από τη μηχανή και η ταχύτητα περιστροφής της έλικας που θα πρέπει να επιτευχθεί, εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τη μορφή της γάστρας του πλοίου και τον σχεδιασμό της έλικας. Επομένως, για να διερευνηθεί η αποδοτικότητα του πλοίου και να αξιολογηθεί η ικανότητά του, καθώς και για να εκφραστεί σε συγκρίσιμες μονάδες το αποτέλεσμα από τη λειτουργία του πλοίου, είναι απαραίτητες ορισμένες γνώσεις ως προς τη σχέση

ανάμεσα στην ταχύτητα, την ισχύ, την κατανάλωση του καυσίμου και παραμέτρων όπως το βήμα της έλικας και ο υπολογισμός της διανυόμενης απόστασης σε σχέση με την ταχύτητα της μηχανής.

6.1 Ορισμοί και τιμές της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου ανά κιλοβατώρα (kWh) ή ανά ίππο και ώρα (bhp)

Για όλες τις κατηγορίες μηχανών το κύριο ενδιαφέρον κατά τη λειτουργική διαχείριση είναι η κατανάλωσή τους σε καύσιμα. Για τον υπολογισμό της χρησιμοποιούνται οι όροι **ειδική κατανάλωση καυσίμου πέδησης** BSFC (Brake Specific Fuel Consumption σε gr/kWh ή tons/kWh), η **ωριαία κατανάλωση καυσίμου** hFC (hourly Fuel Consumption) και η **συνολική κατανάλωση** TFOC (Total Fuel Oil Consumption):

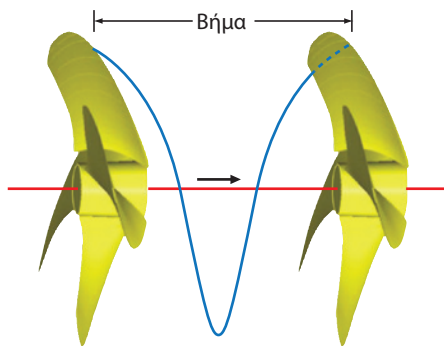
1) Η **ειδική κατανάλωση καυσίμου πέδησης** είναι ένα μέτρο της απόδοσης από την καύση ποσότητας καυσίμου οποιουδήποτε κύριου κινητήρα παράγει περιστροφική ισχύ ή ισχύ στον άξονα. Προσδιορίζεται ως το ποσό του καυσίμου, σε γραμμάρια, που καίει η μηχανή για να παράξει ισχύ (N) ενός κιλοβάτ την ώρα (kWh) [ή αντίστοιχα εάν η ισχύς δίνεται σε ίππους, σε γραμμάρια που καίει η μηχανή για να παράξει μία μονάδα ιπποδύναμης (bhp) την ώρα]. Αποτελεί μέτρο σύγκρισης μεταξύ διαφόρων μηχανών, με μονάδες gr/(kWh) ή gr/(HPH).

2) Η **ωριαία κατανάλωση καυσίμου** είναι η ποσότητα του καυσίμου που καταναλώνεται από τη μηχανή για κάθε ώρα λειτουργίας και δίνεται σε γραμμάρια, από τον πολλαπλασιασμό της ισχύος που παράγεται από τη μηχανή (N) με την ειδική κατανάλωση (BSFC), σύμφωνα με τη σχέση:

$$hFC = BSFC \cdot N \quad (6.1)$$

3) Η **συνολική κατανάλωση** χρησιμοποιείται με σκοπό να προσδιοριστεί η συνολική κατανάλωση της μη-

¹ Ο όρος **προπέλα** χρησιμοποιείται ευρέως και αντιστοιχεί στον ναυτικό όρο **έλικα**, του οργάνου για την πρόωση των πλοίων [Ετυμολ. < αγγλ. propeller (λατ. propello – «προωθώ»)].



Σχ. 6.3
Το βήμα της έλικας

6080 ft αντίστοιχα, ενώ, το p είναι το θεωρητικό βήμα σε m ή ft αντίστοιχα και n ο αριθμός στροφών της έλικας ανά λεπτό.

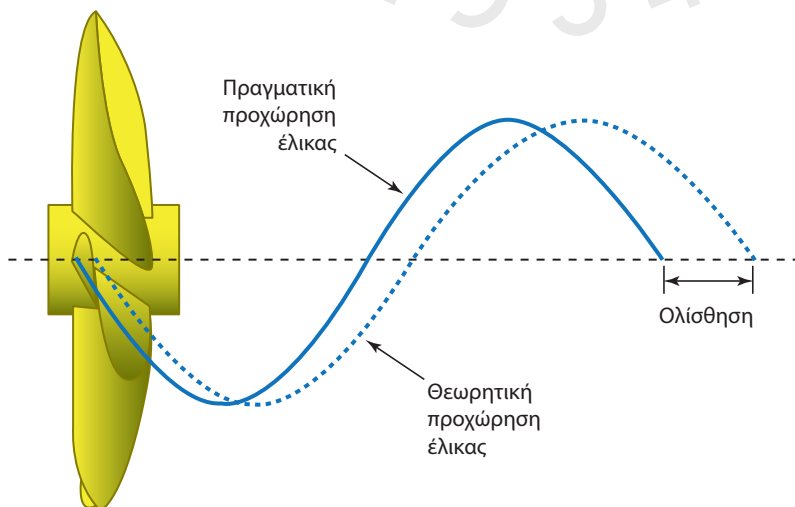
Η έλικα όμως, κατά την περιστροφή της μέσα στο νερό, δεν προχωρεί σε κάθε στροφή απόσταση ίση με το θεωρητικό βήμα της, αλλά μικρότερη. Με άλλα λόγια, η έλικα **ολίσθαινει** (βλ. §6.3.2).

Προκειμένου να οριστεί η ολίσθηση, θα πρέπει εκτός της θεωρητικής ταχύτητας του πλοίου, να οριστεί η **ταχύτητα προχώρησης του πλοίου** (ή απόλυτη ταχύτητα), **η ταχύτητα δηλαδή με την οποία κινείται το πλοίο σε σχέση με την ξηρά**. Για τον υπολογισμό της χρησιμοποιείται η σχέση:

$$v = \frac{H' \cdot n}{60} \text{ σε } \frac{m}{s} \quad (6.12)$$

ή μπορεί να αποδοθεί σε κόμβους από τις σχέσεις:

$$v = \frac{H' \cdot n \cdot 60}{1852} \text{ knots}$$



Σχ. 6.4
Θεωρητική και πραγματική προχώρηση έλικας

$$\text{ή} \quad v = \frac{H' \cdot n \cdot 60}{6080} \text{ knots} \quad (6.13)$$

στο μετρικό σύστημα και στο αγγλικό σύστημα αντίστοιχα, ενώ το H' είναι η **προχώρηση της έλικας**, δηλαδή **η απόσταση που προχωρεί η έλικα όταν περιστραφεί κατά μία στροφή μέσα στο νερό** σε m ή ft αντίστοιχα και n ο αριθμός στροφών της έλικας ανά λεπτό.

6.3.2 Ολίσθηση

Η **ολίσθηση** (slip) της έλικας του πλοίου είναι ένα φαινόμενο που σχετίζεται με τις συνθήκες λειτουργίας της έλικας και οφείλεται στο γεγονός ότι η έλικα δεν «βιδώνεται» μέσα σε κάποιο στερεό, αλλά μέσα σε μια υγρή μάζα, όπου και ολισθαίνει. Επομένως, σε κάθε στροφή της έλικας το σκάφος δεν «προχωρεί» κατά το βήμα της έλικας, αλλά κατά μια απόσταση μικρότερη του βήματος, που είναι η προχώρηση του σκάφους. Δηλαδή, **ολίσθηση της έλικας** ονομάζουμε τη διαφορά μεταξύ θεωρητικού βήματος και προχώρησης (σχ. 6.4). Για μία στροφή της έλικας έχουμε την παρακάτω σχέση:

$$s = p - H' \quad (6.14)$$

όπου s είναι η ολίσθηση της μίας στροφής, p το βήμα της έλικας και H' η προχώρηση της έλικας.

Επομένως, σε συνέχεια του ορισμού της ολίσθησης, έχουμε και τον όρο **συνολική ολίσθηση s_r** , η οποία αφορά στη διαφορά διαστήματος (σε μίλια) που προκύπτει αν η έλικα στρέφεται μέσα στο νερό για χρόνο t ωρών. Τα ν.μ. (Μ) που θεωρητικά διανύει το πλοίο δίνονται από τη σχέση:

ρόφησης πρέπει να είναι γεμάτος με υγρό. Γι' αυτό, οι αντλίες τοποθετούνται στο χαμηλότερο σημείο του αντλιοστασίου, κοντά στον πυθμένα του πλοίου, ώστε η αναρρόφηση να βρίσκεται πολύ χαμηλότερα από την ελεύθερη επιφάνεια του φορτίου που υπάρχει στις δεξαμενές.

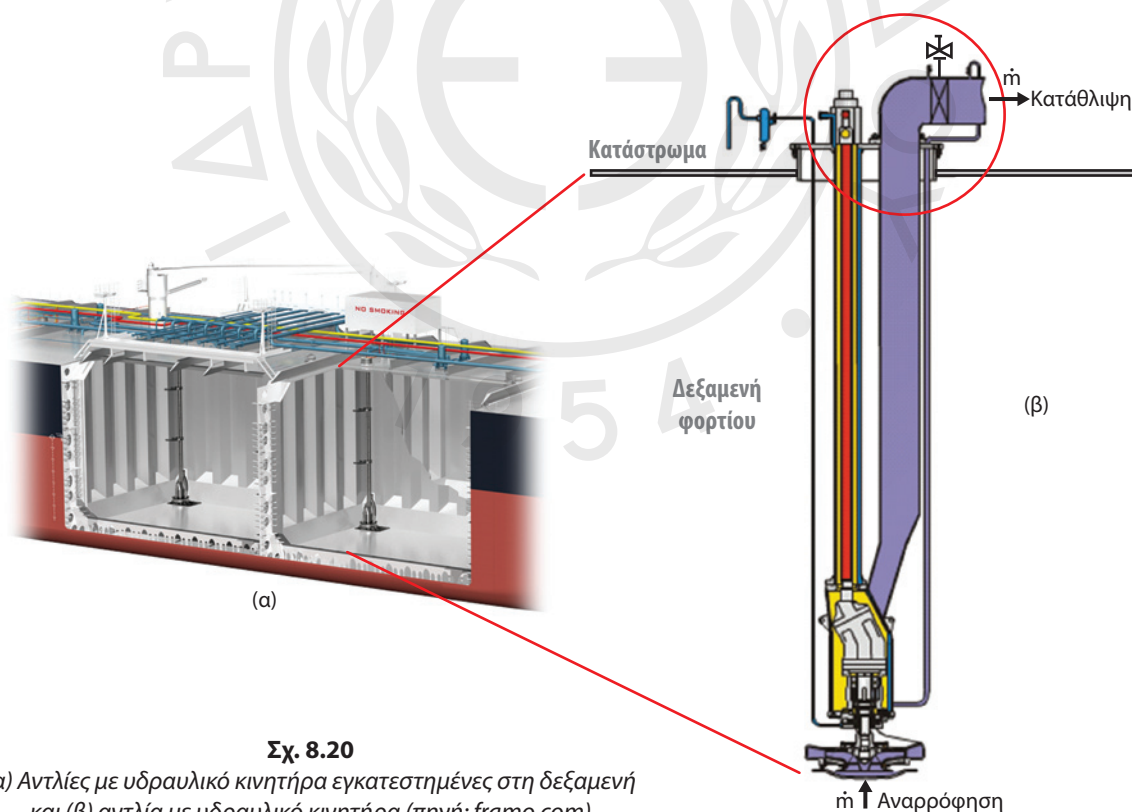
Επίσης, ένα ή περισσότερα εξαεριστικά συνδέονται στον σωλήνα αναρρόφησης εξασφαλίζοντας την απαγωγή του αέρα και των αερίων που δημιουργούνται κατά την αναρρόφηση του φορτίου. Όμως αυτό δεν είναι αρκετό, διότι καθώς μειώνεται το φορτίο στη δεξαμενή, μειώνεται συνεχώς και το ύψος αναρρόφησης. Με την συνεχή μείωση του ύψους αναρρόφησης σε συνδυασμό με την ιδιότητα του φορτίου να δημιουργεί αέρια λόγω της τάσης ατμοποίησης κατά την άντληση, συχνά οι αντλίες λειτουργούν με σχετικά χαμηλή τιμή αναρρόφησης, με κίνδυνο να διακοπεί η άντληση.

Για την αποτροπή αυτών των συνθηκών, αλλά και για την αποστράγγιση των δεξαμενών του πλοίου, υπάρχουν ιδιαίτερες εμβολοφόρες αντλίες θετικής

εκτόπισης με μικρότερη παροχή από τις κύριες αντλίες εκφόρτωσης, ενώ διατίθεται εξοπλισμός με κατάλληλη διάταξη, που αφαιρεί τον αέρα και τα αέρια από τους αγωγούς αναρρόφησης των αντλιών, καθώς μειώνεται η στάθμη του υγρού φορτίου μέσα στη δεξαμενή⁶.

8.5.2 Φυγοκεντρικές αντλίες κινούμενες από υδραυλικό κινητήρα

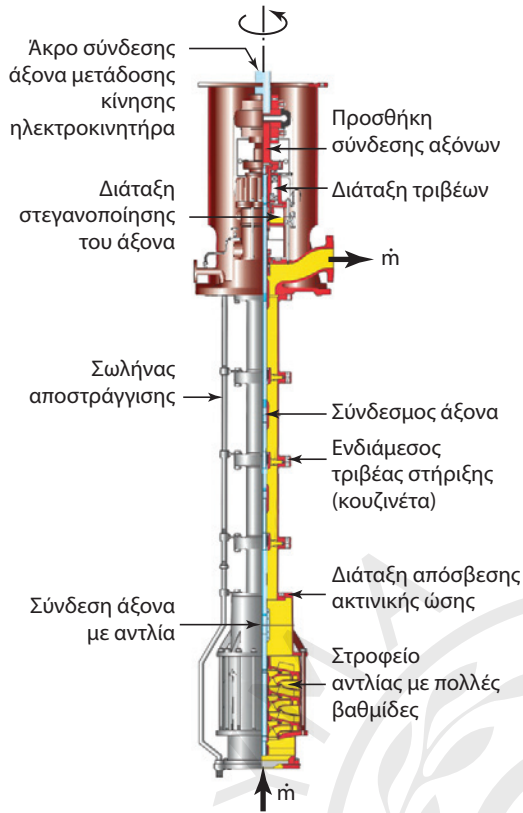
Πρόκειται για φυγοκεντρικές αντλίες που συναντώνται σε Δ/Ξ με ειδικά κατασκευαστικά χαρακτηριστικά, όπως τα χημικά, όπου οι απαιτήσεις κατά τη μεταφορά του φορτίου είναι η ελαχιστοποίηση της συγκέντρωσης αναθυμιάσεων του φορτίου και η δυνατότητα άντλησης από διακριτά διαχωρισμένα δίκτυα. Σε αυτά τα πλοία δεν διατίθεται αντλιοστάσιο για τις αντλίες του φορτίου, αλλά υπάρχει μία ή περισσότερες αντλίες εγκαταστημένες σε κάθε δεξαμενή (σχ. 8.20). Για την κίνηση κάθε αντλίας χρησιμοποιείται υδραυλικός κινητήρας, ο οποίος λειτουργεί με την πίεση υδραυλικού ελαίου.



Σχ. 8.20

(α) Αντλίες με υδραυλικό κινητήρα εγκατεστημένες στη δεξαμενή και (β) αντλία με υδραυλικό κινητήρα (πηγή: framo.com)

⁶ Βοηθητικά Μηχανήματα Πλοίων, (Κεφ. 9), Ι. Δάγκινη, Α. Γλύκα, εκδ. Ιδρύματος Ευγενίδου (β' έκδοση), 2017.

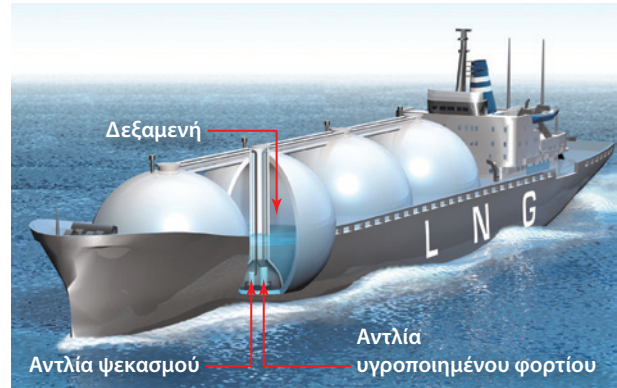


Σχ. 8.22

Αντλία φορτίου βαθύς φρεατίου

ξης βέβαια καθιστά απαγορευτική τη λειτουργία της αντλίας χωρίς φορτίο, διότι υπερθερμαίνονται οι τριβείς του άξονα. Γι' αυτό η αντλία προστατεύεται από θερμικό διακόπτη, προλαμβάνοντας τις βλάβες από την πιθανότητα υπερθέρμανσης. Επίσης, εφαρμόζονται στον άξονα ωστικοί τριβείς για την απόσβεση των αξονικών ώσεων και των τάσεων που οφείλονται στους κραδασμούς του πλοίου.

2) Οι **βυθιζόμενες αντλίες με ηλεκτροκινητήρα** (σχ. 8.23) είναι φυγοκεντρικές, κάθετης διάταξης μονοβάθμιες ή διβάθμιες. Στο κάτω άκρο του άξονα που κινείται από ηλεκτροκινητήρα υπάρχουν εγκατεστημένες οι πτερωτές. Επιπλέον στην αναρρόφηση της πτερωτής (της πρώτης βαθμίδας σε αντλίες δύο βαθμίδων), με σκοπό τη μείωση του καθαρού θετικού απαιτούμενου ύψους αναρρόφησης (NPSHr) για την ομαλή λειτουργία της αντλίας, υπάρχει εγκατεστημένο ένα επαγωγικό στροφείο για τη βελτίωση της ροής. Η βυθιζόμενη αντλία με ηλεκτροκινητήρα αποτελεί ένα ενιαίο σύνολο, και τοποθετείται μία αντλία σε κάθε δεξαμενή. Το υγρό φορτίο εισέρχεται από το άνοιγμα αναρρόφησης των στροφείων στο κάτω



Σχ. 8.23

Βυθιζόμενη φυγοκεντρική αντλία φορτίου πλοίου μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου και μικρότερη αντλία ψεκασμού (πηγή: lgmcryo.com)

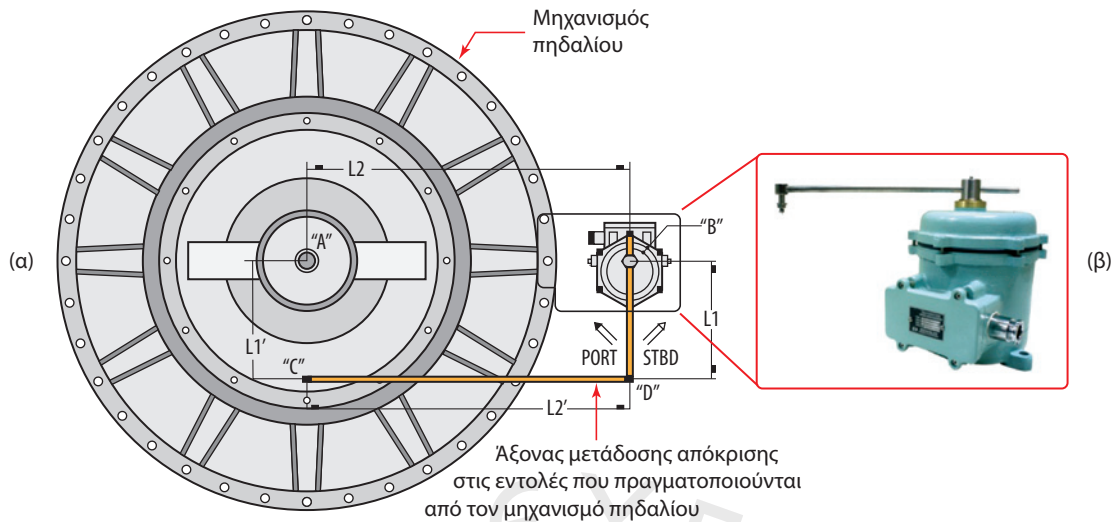
μέρος της αντλίας και καθώς καταθλίβεται, διέρχεται μέσω μιας δακτυλιοειδούς διόδου που σχηματίζεται μεταξύ του πλαισίου του κινητήρα και του εξωτερικού κελύφους που τον περιβάλλει. Μια ποσότητα από το υγρό που αντλείται ρέει διαμέσου του κινητήρα, όπου εκτός από την ψύξη του κινητήρα λιπαίνει και τα ρουλεμάν που υποστηρίζουν τον κοινό άξονα του κινητήρα, όπου είναι εγκατεστημένες οι πτερωτές της αντλίας. Μετά την διέλευση του υγρού φορτίου από τη δακτυλιοειδή διόδο του κινητήρα, καταθλίβεται στον κατακόρυφο σωλήνα που οδηγεί στο κατάστρωμα του πλοίου, όπου αναπτύσσεται το δίκτυο εκφόρτωσης.

Οι ηλεκτροκινητήρες των αντλιών για τα πλοία μεταφοράς υγροποιημένων φορτίων όπως αναφέρεται στην παράγραφο 8.3, είναι ειδικά κατασκευασμένοι, ώστε να λειτουργούν χωρίς κίνδυνο πρόκλησης έκρηξης.

Εκτός από τις **κύριες αντλίες εκφόρτωσης βυθιζόμενου τύπου** που χρησιμοποιούνται στα πλοία μεταφοράς υγροποιημένου φυσικού αερίου, εγκαθίστανται και μικρότερες αντλίες (ψεκασμού). Η εγκατάσταση αυτών των αντλιών εξυπηρετεί την προετοιμασία (ψύξη) των δεξαμενών πριν τη φόρτωση, ψεκάζοντας υγροποιημένο φορτίο στο εσωτερικό των δεξαμενών μέσω ακροφυσίων για την απαγωγή της θερμότητας, και την αποστράγγιση των δεξαμενών από το φορτίο που δεν μπορεί να αντληθεί από τις κύριες αντλίες (σχ. 8.23).

8.5.5 Εκχυτήρες για την άντληση υγρών στα πλοία

Οι εκχυτήρες χρησιμοποιούνται σε πολλές εφαρμογές στο πλοίο. Ειδικά στις λειτουργίες καταστρώ-



Σχ. 9.13

(α) Πομπός γωνιοδείκτη πηδαλίου εγκατεστημένος σε περυγιοφόρο μηχανισμό στρέψης πηδαλίου
(β) πομπός γωνιοδείκτη πηδαλίου

τεστημένος στον θάλαμο μηχανισμού ελέγχου του πηδαλίου και συνδέεται με τον μηχανισμό στρέψης του άξονα του πηδαλίου μέσω ενός μοχλού και μιας ράβδου ζεύξης (σχ. 9.13).

2) Έναν ή περισσότερους **δέκτες ενδείξεων** (indicator receivers) της γωνίας του πηδαλίου (σχ. 9.14 και 9.15), που συναντώνται στη γέφυρα κοντά στο οιακο-στρόφιο, στον θάλαμο ελέγχου του μηχανοστασίου και σε οποιοδήποτε άλλο σημείο του πλοίου μπορεί να είναι εγκατεστημένο σύστημα ελέγχου του πηδαλίου (τιμόνι).

Καθώς το πηδάλιο περιστρέφεται, κατά την πλοήγηση του πλοίου, ο άξονας που συνδέει τον μηχανισμό πηδαλίου με τον πομπό μετατοπίζεται και προκαλεί την περιστροφή ενός κινητήρα με συγχρονισμό γωνίας (angle-synchronized motor) που αποτελείται ο πομπός. Η αλλαγή με τη μετατόπιση της γωνίας μεταξύ στάτορα και ρότορα του κινητήρα αυτού προκαλεί διαφορά τάσης (voltage), με αποτέλεσμα να παράγεται ένα σήμα που παρουσιάζεται στους δέκτες ενδείξεων σε βαθμονομημένη κλίμακα σε μοίρες.

Με σκοπό τον επιτόπιο έλεγχο της γωνίας μετατόπισης του πηδαλίου, στον χώρο εγκατάστασης του μηχανισμού πηδαλιουχίας, υπάρχει μηχανική διάταξη, στην οποία παρουσιάζεται η μεταβολή των μοιρών κατά τη λειτουργία. Η μηχανική διάταξη αποτελείται από έναν βαθμονομημένο σε μοίρες μεταλλικό κανόνα ή έλασμα σε μορφή τόξου, σταθερά εγκατεστημένο στη βάση του πηδαλίου, και έναν μεταλλικό

δείκτη (σαν βέλος) εγκατεστημένο σταθερά στη λαγούδρα του πηδαλίου. Σε κάθε κίνηση ο δείκτης καταδεικνύει τη θέση στην οποία βρίσκεται το πηδάλιο σε μοίρες στον βαθμονομημένο κανόνα. Η μηχανική διάταξη αποτελεί μια αξιόπιστη πηγή πληροφόρησης της θέσης του πηδαλίου σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, όταν υφίσταται βλάβη του γωνιοδείκτη ελέγχου ή σε περίπτωση διακοπής της παροχής ηλεκτρικού ρεύματος στα όργανα ελέγχου.

9.5 Δυνατότητες – Περιορισμοί – Πιθανές βλάβες

Βασικοί κανόνες της SOLAS σχετικά με τις δυνατότητες του συστήματος πηδαλιουχίας, τους περιορι-



Σχ. 9.14

Τύποι δεκτών ενδείξεων θέσης γωνίας πηδαλίου

Με το βιβλίο *Ναυτικές Μηχανές και Μηχανήματα*, επιδιώκεται να ενισχυθεί η γνώση και η κατανόηση των εννοιών και της λειτουργίας των μηχανικών συστημάτων που συναντώνται στο πλοίο.

Τα θέματα που αναπτύσσονται στο βιβλίο αποσκοπούν στη βαθύτερη κατανόηση από τους σπουδαστές των ΑΕΝ Πλοιάρχων, των αρχών κατασκευής και λειτουργίας των διαφόρων τύπων ναυτικών μηχανών που σχετίζονται με την πρόωση του πλοίου, των βοηθητικών μηχανημάτων και των σχετικών με τις προωσθήριες εγκαταστάσεις συστημάτων, των ατμολεβήτων που είναι εγκατεστημένοι στα πλοία, των διατάξεων ασφαλούς λειτουργίας των μηχανημάτων, των αντλιών και των εφαρμογών τους, καθώς και της αποδοτικότητας των ελίκων και των μηχανισμών πρόσδεσης και αγκυροβολίας.

