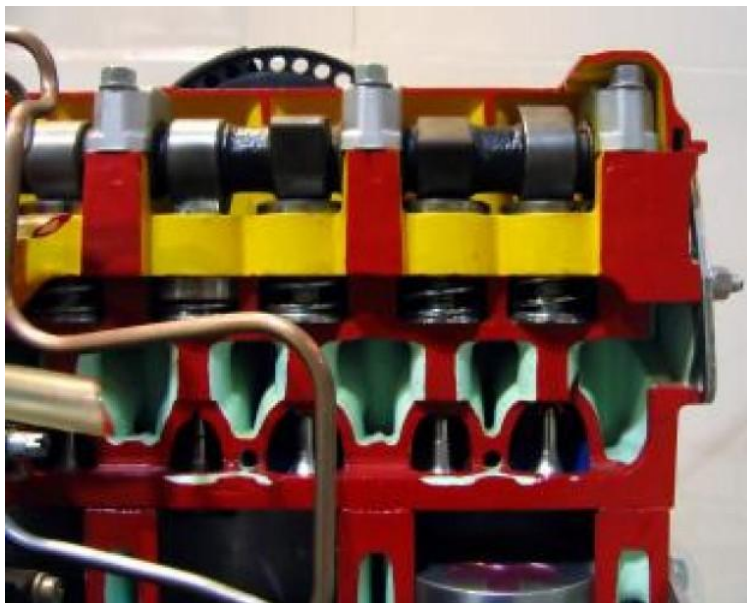


**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΧΥΣΗΣ ΤΟΥ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΣΕ ΝΑΥΤΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ DIESEL



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΣΤΑΥΡΟΣ ΒΟΥΤΣΑΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΛΑΡΑΚΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2012

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο τμήμα Μηχανολογίας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πάτρας. Στόχος αυτής της πτυχιακής είναι η μελέτη του συστήματος έγχυσης καυσίμου στις ναυτικές μηχανές diesel γενικά, αλλά και σε συγκεκριμένη ναυτική μηχανή diesel, σύμφωνα με τα στοιχεία κατασκευαστικών εταιριών.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου Δρ. Αλέξανδρο Καλαράκη για τη πολύτιμη βοήθεια του για την υλοποίηση αυτής της πτυχιακής. Τον ευχαριστώ πολύ για όλα όσα μου προσέφερε. Επίσης θέλω να ευχαριστήσω τον αδερφό μου Ανδρέα Βουτσά για τις πληροφορίες, τα στοιχεία και το υλικό που μου προσέφερε ο οποίος είναι κάτοχος διπλώματος Β' Μηχανικού.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή αναφέρεται στο σύστημα έγχυσης καυσίμου στις ναυτικές μηχανές Diesel όπου αποτελεί και το βασικότερο σύστημα της μηχανής, καθώς από αυτό εξαρτάται και η αποδοτική λειτουργία της μηχανής. Η ανάπτυξη του κυρίως θέματος γίνεται σε πέντε κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται ανάπτυξη των χαρακτηριστικών ιδιοτήτων, και παρουσιάζονται οι χρησιμοποιούμενοι τύποι του καυσίμου των ναυτικών μηχανών Diesel. Έπειτα γίνεται αναφορά ως προς τη προετοιμασία που πρέπει να γίνει στο καύσιμο προτού φθάσει στο σύστημα έγχυσης καυσίμου.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναπτύσσεται η αρχή λειτουργίας του συστήματος έγχυσης καυσίμου, η περιγραφή των αντλιών έγχυσης καυσίμου και τέλος τα τεχνικά στοιχεία αυτών με την ανάλυση παραδειγμάτων.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται περιγραφή των δυο συστημάτων έγχυσης καυσίμου, δίνονται οι οδηγίες για τον τρόπο ρύθμισης και λειτουργίας αυτών. Σύμφωνα με αυτούς τους τύπους συστημάτων γίνεται κατανοητό για το ποιο σύστημα επιφέρει μειωμένο κόστος του ενός συστήματος σε σχέση με το άλλο.

Στο τέταρτο κεφάλαιο δίνονται κάποιες γενικές οδηγίες για τη προετοιμασία της μηχανής και του συστήματος έγχυσης καυσίμου για της εκκίνηση της μηχανής, όπως επίσης και τους παράγοντες που μπορεί να δυσκολεύουν της εκκίνηση της μηχανής. Τέλος δίνονται περιληπτικά κάποια στοιχεία για τη ρύθμιση των στροφών.

Στο πέμπτο κεφάλαιο δίνονται κάποιες γενικές οδηγίες για την επισκευή των βλαβών που προκαλούνται στη μηχανή, που σχετίζονται με το σύστημα έγχυσης καυσίμου.

Τέλος τα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι ότι σύμφωνα με την ανάπτυξη της τεχνολογίας η πλειοψηφία των βλαβών μπορεί να γίνει μέσα στο ίδιο το πλοίο, οπότε αυτό προϋποθέτει και μικρότερο (ετήσιο) κόστος.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	i
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	ii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	iv
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΚΑΥΣΙΜΑ ΤΩΝ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ DIESEL... ..	9
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.2 ΘΕΡΜΟΓΟΝΟΣ ΔΥΝΑΜΗ.....	9
1.3 ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ.....	10
1.4 ΙΞΩΔΕΣ.....	14
1.5 ΣΗΜΕΙΟ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ.....	16
1.6 ΣΗΜΕΙΟ ΡΟΗΣ.....	17
1.7 ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΚΤΑΝΙΟΥ.....	17
1.8 ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΕΤΑΝΙΟΥ.....	18
1.9 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΝΕΡΟ.....	19
1.10 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΘΕΙΟ.....	20
1.11 ΤΕΦΡΑ.....	20
1.12 ΕΞΑΝΘΡΑΚΩΜΑ.....	20
1.13 ΚΑΥΣΙΜΑ ΤΩΝ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ DIESEL.....	21
1.14 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΚΑΥΣΗ.....	23
1.15 ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗ, ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΚΑΥΣΙΜΟΥ.....	26
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΓΧΥΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ.....	30
2.1 ΕΓΧΥΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ.....	30
2.2 ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΓΧΥΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ.....	31
2.3 ΑΝΤΛΙΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ.....	31
2.4 ΨΕΚΑΣΤΗΡΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ.....	32

2.5	ΤΡΟΠΟΣ ΕΓΧΥΣΕΩΣ.....	33
2.6	ΑΝΤΛΙΕΣ ΕΓΧΥΣΕΩΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ.....	34
2.7	ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΤΛΙΩΝ ΕΓΧΥΣΕΩΣ	34
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΥΠΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΕΓΧΥΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ.....		40
3.1	ΜΗΧΑΝΕΣ BURMEISTER & WAIN.....	40
3.2	ΜΗΧΑΝΕΣ SULZER.....	51
3.3	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΜΗΧΑΝΩΝ.....	56
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ		58
4.1	ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ.....	58
4.2	ΡΥΘΜΙΣΗ ΣΤΡΟΦΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ.....	61
4.3	ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΡΥΘΜΙΣΤΗ ΣΤΡΟΦΩΝ.....	62
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΒΛΑΒΕΣ-ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ-ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΓΧΥΣΕΩΣ.....		64
5.1	ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΩΜΑΛΙΩΝ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΓΧΥΣΗΣ.....	64
5.2	ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΩΜΑΛΙΩΝ.....	67
5.3	ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ.....	69
5.4	ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΕΓΧΥΤΗΡΩΝ.....	72
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....		74
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....		76

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. Η μηχανή diesel

Η πρώτη μηχανή Diesel κατασκευάστηκε το 1897 από τις γερμανικές εταιρίες Krupp και MAN σύμφωνα με τις μελέτες του Rudolf Diesel.

Ο Rudolf Diesel έκανε γνωστή την εφεύρεση του το 1892 και έπειτα το 1893 τη δημοσίευσε. Έτσι η μηχανή Diesel αναπτύχθηκε και βελτιώθηκε πάρα πολύ και αποτελεί ακόμα και σήμερα ένα πολύ σημαντικό παράγοντα για την τεχνολογική εξέλιξη του 20ού αιώνα.

Σε πλοίο τοποθετήθηκε **η πρώτη μηχανή Diesel το 1902** και έτσι εξελίχθηκε στον μοναδικό σχεδόν τύπο μηχανής εσωτερικής καύσης σε εφαρμογές πάνω σε πλοίο. Τα τελευταία χρόνια εγκαθίστανται μηχανές Diesel για την κίνηση των εμπορικών πλοίων συνολικής ισχύος 20.000 [MW].

Εκτός από τη μηχανή diesel για την κίνηση των πλοίων χρησιμοποιούνται σήμερα βενζινομηχανές, παλινδρομικές μηχανές, ατμοστρόβιλοι κλπ. Οι βενζινομηχανές κατασκευάζονται κυρίως για μικρές ισχύος μηχανές όπως για παράδειγμα μηχανές για βάρκες ή μηχανές για μικρά πλοιάρια. Στις μηχανές που εργάζονται με ατμό, αυτός παράγεται σε ατμολέβητα με καύση πετρελαίου ή μέσω θερμότητας πυρηνικών αντιδραστήρων.

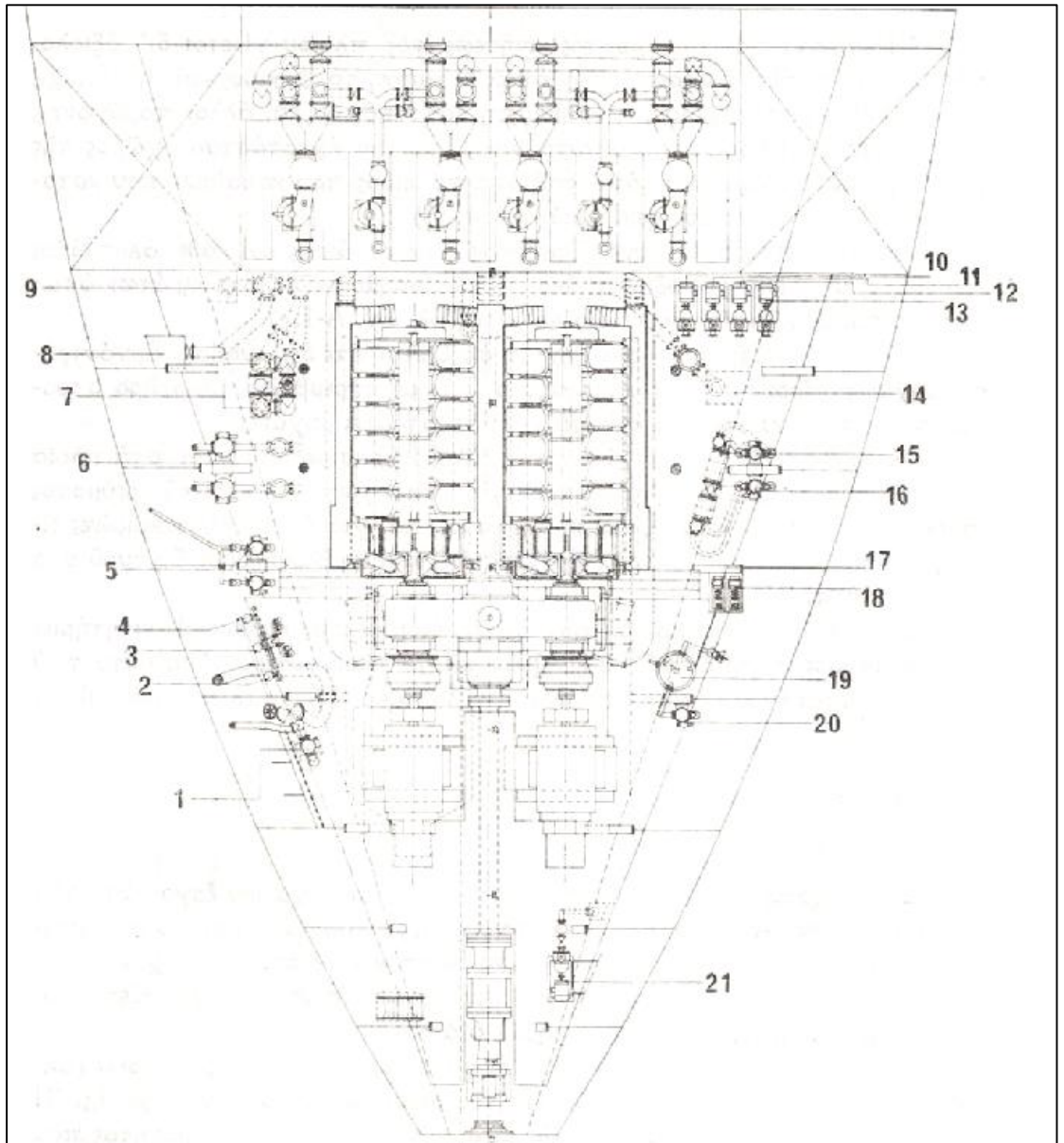
Για να γίνει η επιλογή του συστήματος κινήσεως ενός πλοίου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως είναι ο τύπος, το μέγεθος και η περιοχή του πλοίου, το βάρος και απαιτούμενος χώρος για την εγκατάσταση της μηχανής, η απόδοση της, επίσης

το είδος του καυσίμου που θα καταναλώνεται, η ευκολία στους χειρισμούς κλπ.

Για τη λειτουργία κάθε είδους κινητήριας μηχανής χρειάζονται και τα απαραίτητα βοηθητικά μηχανήματα όπως είναι οι αντλίες τα φίλτρα, δίκτυα σωληνώσεων κλπ, όπως φαίνεται στο σχήμα 1.

Με την έλικα η κινητήρια μηχανή συνδέεται είτε απευθείας (αργόστροφες μηχανές) μέσω συνδέσμων και άξονα είτε με παρεμβολή μειωτήρα στροφών για τις πολύστροφες μηχανές ή για τις μέσου αριθμού μηχανές.

Επίσης οι μηχανές diesel στα πλοία χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με ηλεκτρικές γεννήτριες για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος όπως επίσης χρησιμοποιούνται και για κάποιες εργασίες όπως είναι η κίνηση γερανών, η κίνηση βαρούλκων δικτύου στα ψαράδικα και για άλλες χρήσεις.



ΣΧΗΜΑ 1: Κάτοψη πρώτου δαπέδου μηχανοστασίου πλοίου κινούμενο από δυο μηχανές diesel (μηχανές STORK—WERKSPOOR, ΤΥΠΟΣ TM 410)

1=Αντλία ελαίου του μηχανισμού κινήσεως

2=Αντλία μεταφοράς ελαίου δεξιάς μηχανής

3=Αμοιβή αντλίας μεταφοράς ελαίου προς καθορισμό

4=Αντλία μεταφοράς ελαίου αριστερής μηχανής προς καθορισμό

5=Αντλίες περιστροφής πτερυγίων έλικας

6=Αντλίες ελαίου λιπάνσεως κυρίων μηχανών

- 7=Αντλίες κυκλοφορίας θαλάσσης
- 8=Αναρρόφηση θαλάσσης(υψηλή)
- 9=Αναρρόφηση θαλάσσης(χαμηλή)
- 10=Αντλία κύτους
- 11=Αντλία πυρκαγιάς
- 12=Βοηθητική αντλία κυκλοφορίας
- 13=Αντλία εξαντλήσεως
- 14=Αναρρόφηση θαλασσής(χαμηλή)
- 15=Αντλία μεταγίσεως βαρύ πετρελαίου
- 16=Αντλία μεταγίσεως πετρελαίου diesel
- 17=Αντλία πόσιμου νερού
- 18=Αντλία υγιεινής
- 19=Διχωρηστήρας υδάτων κύτους
- 20=Βοηθητική αντλία κύτους
- 21=Αντλία θαλάσσης ηλεκτρομηχανών

2. Κατάταξη μηχανών εσωτερικής καύσεως

Οι εμβολοφόρες παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσεως κατατάσσονται σε διάφορους τύπους ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους και με τα ιδιαίτερα κατασκευαστικά τους χαρακτηριστικά όπως θα δούμε παρακάτω.

2.1 Ως προς το θερμικό κύκλο λειτουργίας

- Μηχανές Otto
- Μηχανές Diesel
- Μηχανές Semi—Diesel

2.2 Ως προς τους χρόνους.

- Δίχρονη
- Τετράχρονη

2.3 Ως προς τον αριθμό των κυλίνδρων.

--Μονοκύλινδρος, Δικύλινδρος και γενικά πολυκύλινδρος μηχανή

2.4 Ως προς την διάταξη των κυλίνδρων

--Μηχανές οριζόντιες, κατακόρυφες, σταυροειδής κλπ.

2.5 Ως προς τρόπο επενέργειας των καυσαερίων κατά την εκτόνωση.

--Μηχανές απλής και διπλής ενέργειας και αντιθέτων εμβόλων.

2.6 Ως προς τον τρόπο μεταδόσεως κινήσεως από το έμβολο στο στροφαλοφόρο άξονα.

--Μηχανές μετά ζυγώματος και άνευ ζυγώματος.

2.7 Ως προς τη φορά κινήσεως.

--Αριστερόστροφες και δεξιόστροφες μηχανές.

2.8 Ως προς το χρησιμοποιούμενο καύσιμο.

--Βενζινομηχανές, μηχανές diesel.

2.9 Ως προς το σύστημα εγχύσεως του καυσίμου

--Μηχανές με έγχυση με εμφύσηση αέρα και μηχανές με μηχανική έγχυση.

2.10 Ως προς τη τροφοδότηση του αέρα.

--Μηχανές με φυσική τροφοδότηση, μηχανές με υπερτροφοδότηση η υπερπλήρωση.

2.11 Ως προς τον τρόπο αποβολής της θερμότητας.

--Αερόψυκτες και υδρόψυκτες μηχανές.

2.12 12.Ως προς τον αριθμό των στροφών.

--Αργόστροφες μηχανές (75 έως 300 RPM)

--Μηχανές μέσου αριθμού στροφών (300 έως 1000 RPM)

--Πολύστροφες μηχανές (πάνω από 1000 RPM)

2.13 13.Ως προς την δυνατότητα αναστροφής της κίνησης

--Μηχανές μιας διεύθυνσης (μη αναστρέψιμες) και δυο διευθύνσεων (αναστρέψιμες) .

3. ΚΑΥΣΗ

ΓΕΝΙΚΑ

Ο σπουδαιότερος παράγοντας για την ικανοποιητική λειτουργία μιας μηχανής είναι η τέλεια καύση του καυσίμου, διότι από αυτήν εξαρτάται η ισχύς, η απόδοση της μηχανής και επομένως η διατήρηση των διαφόρων εξαρτημάτων της μηχανής σε καλή κατάσταση όπως για παράδειγμα τα έμβολα, οι βαλβίδες κλπ.

Σκοπός της καύσης είναι η μετατροπή της χημικής ενέργειας που περιέχεται στο καύσιμο σε θερμική ενέργεια. Τα κύρια προϊόντα της καύσεως είναι το διοξείδιο και το μονοξείδιο του άνθρακα (CO_2 , CO), το νερό (H_2O). Επίσης δημιουργούνται και ένα πλήθος άλλων ενώσεων και καταλοίπων ανάλογα με τις προσμίξεις που θα έχει το καύσιμο και ανάλογα με τη ποιότητα της καύσεως.

Όταν λέμε τέλεια καύση εννοούμε ότι κάηκε πλήρως όλο το καύσιμο που διασκορπίστηκε στον κύλινδρο της μηχανής. Όσο περισσότερο η καύση πλησιάζει τη τέλεια, τόσο μεγαλύτερη είναι και η θερμογόνο δύναμη του καυσίμου (θα εξηγηθεί παρακάτω), άρα τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η αποδιδόμενη ισχύς της μηχανής.

Από τους κυριότερους παράγοντες για τη τέλεια καύση του καυσίμου είναι ο τρόπος εγχύσεως και επομένως ο διασκορπισμός του καυσίμου στον κύλινδρο της μηχανής. Για αυτό το λόγο θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη σημασία ώστε να ακολουθείται συνεχής έλεγχος της κατάστασης και της λειτουργίας των εξαρτημάτων του συστήματος εγχύσεως. Επίσης άλλοι παράγοντες που επιδρούν στη καλή καύση είναι φυσικά και η ποιότητα του καυσίμου που θα χρησιμοποιηθεί, όπου εκεί παίζουν ρόλο το ειδικό βάρος, το ιξώδες κλπ, που θα εξηγήσουμε παρακάτω.

4. Περίσσεια Αέρα - Συντελεστής Περίσσειας

Όταν μια καύσιμη ουσία καίγεται πλήρως με τόσο μόνο οξυγόνο όσο θεωρητικά χρειάζεται για τις χημικές αντιδράσεις, τότε έχουμε μια Πλήρη Στοιχειομετρική Καύση. Πλήρη επειδή δεν παραμένουν άκαυστα όπως άνθρακας, υδρογονάνθρακες ή μονοξείδιο του άνθρακα και στοιχειομετρική επειδή δεν υπάρχει καθόλου περίσσεια οξυγόνου. Το καύσιμο στην περίπτωση αυτή έχει αποδώσει το μέγιστο της θερμικής ενέργειας που θα μπορούσε να αποδώσει.

Εάν στα προϊόντα της καύσης υπάρχουν άκαυστα όπως άνθρακας, μονοξείδιο του άνθρακα ή υδρογονάνθρακες, τότε έχουμε μια Ατελή Καύση. Είναι φανερό ότι στην περίπτωση αυτή το καύσιμο αποδίδει ένα μέρος μόνο της θερμαντικής του ικανότητας.

Τέλος, εάν στην καύση παρέχεται περισσότερο οξυγόνο από όσο στοιχειομετρικά που απαιτείται για την πλήρη καύση, τότε έχουμε *περίσσεια οξυγόνου*.

Σε βιομηχανικές εστίες, όσο καλή και αν είναι η ανάμιξη αέρα-καυσίμου, δεν είναι δυνατό να έχουμε πλήρη καύση με το στοιχειομετρικό μόνο οξυγόνο. Για πλήρη καύση θα πρέπει να υπάρχει *περίσσεια αέρα*. Αν ο αέρας που παρέχεται είναι στην πραγματικότητα είναι, W , ενώ ο στοιχειομετρικά απαιτούμενος αέρας είναι, W_0 , τότε η επί τοις εκατό περίσσεια αέρα είναι:

$$\text{Περίσσεια αέρα, \%} = \frac{W - W_0}{W_0} 100$$

Η περίσσεια αέρα εκφράζεται και ως συντελεστής περίσσειας, λ :

$$\lambda = \frac{W}{W_0}$$

Η σχέση μεταξύ επί τοις εκατό περίσσειας και συντελεστή περίσσειας αέρα είναι:

$$\text{Περίσσεια αέρα, \%} = 100 (\lambda - 1)$$

Περίσσεια αέρα 25% π.χ. σημαίνει ότι στην καύση τροφοδοτείται 25% περισσότερος αέρας από ότι θεωρητικά απαιτείται για πλήρη καύση. Στην περίπτωση αυτή ο συντελεστής περίσσειας είναι $\lambda=1,25$.

Η περίσσεια αέρα που απαιτείται για να εξασφαλιστεί η τέλεια καύση κυμαίνεται από 10% μέχρι 100%. Ανάλογα με το είδος του καυσίμου σε γενικές γραμμές καθορίζεται για στερεά καύσιμα μέχρι 10%, για υγρά καύσιμα 10-20% και για αέρια καύσιμα 5-10%.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΚΑΥΣΙΜΑ ΤΩΝ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ DIESEL

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι κυριότερες φυσικές και χημικές ιδιότητες με τις οποίες αξιολογούμε τα καύσιμα είναι:

- Θερμογόνος Δύναμη
- Πυκνότητα
- Ιξώδες
- Σημείο Ανάφλεξης
- Σημείο Ροής
- Αριθμός Οκτανίου
- Αριθμός Κετανίου
- Περιεκτικότητα σε Νερό
- Περιεκτικότητα σε Θείο
- Τέφρα
- Εξανθράκωμα

1.2 ΘΕΡΜΟΓΟΝΟΣ ΔΥΝΑΜΗ

Η θερμογόνος δύναμη είναι η θερμική ενέργεια που αποδίδεται κατά τη τέλεια καύση μιας ορισμένης ποσότητας καυσίμου. Μετράται σε [kcal/kg] στο μετρικό σύστημα και σε [BTU/lb] στο αγγλοσαξονικό σύστημα και ισχύει ότι:

$$1 \text{ [kcal/kg]} = 1,8 \text{ [BTU/lb]}$$

Η θερμογόνος δύναμη είναι τόσο μεγαλύτερη όσο περισσότερο υδρογόνο περιέχεται στο καύσιμο και κυμαίνεται από 9500 έως 10200 [kcal/kg] για τα καύσιμα diesel και από 10200 έως 10400 [kcal/kg] για τα καύσιμα των βενζινομηχανών.

Στις θεωρητικές τιμές της θερμογόνου δύναμης που μπορούν να υπολογιστούν βάσει της χημικής σύστασης του καυσίμου πρέπει να γίνονται ορισμένες διορθώσεις ανάλογα με τη περιεκτικότητα σε νερό και θείο. Η θερμογόνος δύναμη καθορίζεται πειραματικά με το θερμιδόμετρο.

1.3 ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ

Η πυκνότητα είναι η απόλυτη σχέση μεταξύ της μάζας και του όγκου σε μία δηλωμένη θερμοκρασία. Η μονάδα μέτρησης της πυκνότητας στο SI είναι kg/m^3 .

Η *πυκνότητα* είναι μια σημαντική ιδιότητα διότι:

- Είναι απαραίτητη για τον προσδιορισμό της ποσότητας του καυσίμου (μετατροπή του όγκου σε βάρος) κατά την παραλαβή του καυσίμου.
- Μας παρέχει κάποιες ενδείξεις για την ποιότητα του καυσίμου. Όπως έχει προαναφερθεί τα αρωματικά και ασφαλούχα συστατικά έχουν μεγαλύτερη πυκνότητα από αυτήν του καυσίμου, οπότε όσο ελαφρύτερο είναι το καύσιμο τόσο καλύτερη είναι η ποιότητα του.
- Χρησιμεύει για τον έμμεσο υπολογισμό της θερμογόνου δύναμης και της ποιότητας ανάφλεξης.

Η πυκνότητα εξαρτάται από την θερμοκρασία και είναι πάντοτε αντιστρόφως ανάλογη της θερμοκρασίας, διότι όταν θερμανθεί ένα υγρό

αυξάνει ο όγκος του και κατά συνέπεια μικραίνει η πυκνότητα του. Για αυτό όταν δίδεται η τιμή της πυκνότητας ενός καυσίμου πρέπει να αναφέρεται και η θερμοκρασία στην οποία αντιστοιχεί.

Η θερμοκρασία στην οποία συνήθως αναφέρεται η πυκνότητα στο SI είναι 15 °C οι δε διακανονισμοί των καυσίμων γίνονται στους 60 °F/15,5 °C. Εφόσον η πυκνότητα εκφράζεται στους 60 °F ή 15 °C δεν είναι απαραίτητη η αναφορά της θερμοκρασίας, εάν όμως εκφράζεται σε διαφορετική θερμοκρασία αυτή πρέπει να αναφέρεται.

Η μέτρηση της πυκνότητας γίνεται με ειδικά όργανα που ονομάζονται *πυκνόμετρα* ή *αραιόμετρα*. Η λειτουργία των πυκνομέτρων στηρίζεται στην αρχή του Αρχιμήδη, κατά την οποία στη θέση ισορροπίας ένα σώμα βυθίζεται μέσα σένα υγρό τόσο λιγότερο όσο πυκνότερο είναι το υγρό. Για να μετρηθεί η πυκνότητα ενός υγρού με πυκνόμετρο ή αραιόμετρο πρέπει να βυθιστεί αυτό μέσα στο υγρό και, όταν ισορροπήσει, να σημειωθεί το βάθος μέχρι το οποίο έχει βυθιστεί και να διαβαστεί στην κλίμακα βαθμολόγησης του πυκνομέτρου η υποδιαίρεση εκείνη, που η επιφάνεια του υγρού τέμνει την κλίμακα. Η ένδειξη αυτή παριστάνει τη ζητούμενη πυκνότητα, συνήθως σε g/cm^3 , στην θερμοκρασία ελέγχου. Στην περίπτωση που η θερμοκρασία ελέγχου είναι ανώτερη ή κατώτερη της θερμοκρασίας των 60 °F ή των 15 °C απαιτείται η διόρθωση της πυκνότητας.

Επειδή τα καύσιμα εκτός των άλλων προσμίξεων περιέχουν κεριά και άλλα ασφαλτούχα συστατικά, τα οποία ως παχύρευστα δυσχεραίνουν την μέτρηση της πυκνότητας, η μέτρηση της πυκνότητας γίνεται σε υψηλή θερμοκρασία (40-80 °C) και στη συνέχεια εκφράζεται στην επιθυμητή θερμοκρασία (60 °F ή 15 °C). Η αναγωγή της τιμής της πυκνότητας από μια θερμοκρασία σε άλλη γίνεται με τη βοήθεια του συντελεστή διόρθωσης της πυκνότητας. Επειδή το βάρος μιας συγκεκριμένης ποσότητας καυσίμου παραμένει πάντα σταθερό, με την

μεταβολή της θερμοκρασίας μεταβάλλεται, εκτός από την πυκνότητα, και ο όγκος των καυσίμων. Με το συντελεστή διόρθωσης του όγκου και το συντελεστή μεταβολής του όγκου μπορεί να υπολογισθεί, όταν είναι γνωστός ο όγκος ενός καυσίμου σε μια ορισμένη θερμοκρασία, η μεταβολή αυτού, όταν αλλάξει η θερμοκρασία εφόσον ληφθεί υπόψη ότι ο όγκος αυξομειώνεται ανάλογα με την θερμοκρασία.

Σχετική πυκνότητα μιας ουσίας στις θερμοκρασίες θ_1/θ_2 καλείται ο λόγος της πυκνότητας, ρ , της ουσίας στην θερμοκρασία θ_1 προς την πυκνότητα, ρ' , ίσου όγκου κάποιας ουσίας αναφοράς στην θερμοκρασία θ_2 .

$$\rho_{\text{σχετ.}} = \rho \text{ (στους } \theta_1) / \rho' \text{ (στους } \theta_2)$$

Εάν πολλαπλασιαστούν επί g και οι δύο όροι του κλάσματος της προηγούμενης σχέσης προκύπτει το *σχετικό ειδικό βάρος*, που είναι αριθμητικά ίσο με τη σχετική πυκνότητα. Έτσι, το σχετικό ειδικό βάρος είναι ο λόγος των δύο πυκνοτήτων, δηλαδή της πυκνότητας της ουσίας προς την πυκνότητα κάποιας ουσίας αναφοράς.

Ως ουσία αναφοράς για τα υγρά και στερεά χρησιμοποιείται το νερό. Η πυκνότητα των υγρών μπορεί να θεωρηθεί ανεξάρτητη της πίεσης αλλά όπως αναφέρθηκε παραπάνω μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία. Επομένως για να οριστεί με ακρίβεια η σχετική πυκνότητα ενός υγρού, πρέπει να καθοριστούν οι θερμοκρασίες στις οποίες μετριοούνται οι πυκνότητες του υγρού και της ουσίας αναφοράς (δηλ. του νερού).

Στις Ηνωμένες Πολιτείες και σε μερικές άλλες χώρες η πυκνότητα των πετρελαιοειδών καθορίζεται σε βαθμούς της πυκνομετρικής κλίμακας API. Αυτή είναι μια αυθαίρετη κλίμακα που υιοθετείται από το Αμερικανικό Ίδρυμα Πετρελαίου (American Petroleum Institute) για την έκφραση της σχετικής πυκνότητας και του σχετικού ειδικού βάρους των

πετρελαίων. Η σχέση της κλίμακας API με την σχετική πυκνότητα και το σχετικό ειδικό βάρος είναι:

$$API = (141,5 / \text{σχετική πυκνότητα } 60^\circ/60^\circ\text{F}) - 131,5$$

$$API = (141,5 / \text{σχετικό ειδικό βάρος } 60^\circ/60^\circ\text{F}) - 131,5$$

και αντίστοιχα,

$$\text{σχετική πυκνότητα } 60^\circ/60^\circ\text{F} = 141,5 / (API + 131,5)$$

$$\text{σχετικό ειδικό βάρος } 60^\circ/60^\circ\text{F} = 141,5 / (API + 131,5)$$

Επίσης κατά προσέγγιση μπορεί να χρησιμοποιηθεί η σχέση,

$$API = 141,5/\rho - 131,5$$

όπου, ρ η πυκνότητα του καυσίμου στους 15°C σε g/cm^3 ή kg/l .

Από την παραπάνω σχέση προκύπτει ότι όσο πιο μικρή είναι η πυκνότητα τόσο πιο μεγάλη είναι η τιμή της κλίμακας API και τόσο πιο ελαφρύ είναι το προϊόν.

Όταν η ένδειξη του πυκνομέτρου παριστάνει τη ζητούμενη πυκνότητα σε βαθμούς της κλίμακας Baume για τον υπολογισμό πυκνότητας, σε g/cm^3 ή kg/l , χρησιμοποιείται η σχέση:

$$\rho = 140 / (\text{Βαθμοί Baume} + 130)$$

και αντίστοιχα

$$\text{Βαθμοί Baume} = (140 / \rho) - 130$$

όπου, ρ η πυκνότητα σε g/cm^3 ή kg/l .

Ακόμη, όταν η ένδειξη του πυκνόμετρου παριστάνει τη ζητούμενη πυκνότητα σε βαθμούς της κλίμακας Baume για τον υπολογισμό των βαθμών API χρησιμοποιείται η σχέση:

$$\text{API} = (\text{Βαθμοί Baume} + 1,017) - 0,109$$

1.4 ΙΞΩΔΕΣ

Το *ιξώδες* ενός ρευστού αποτελεί ένα μέτρο της εσωτερικής του αντίστασης στη ροή. Όσο μεγαλύτερο είναι το ιξώδες, τόσο μεγαλύτερη είναι η αντίσταση στη ροή και αντίστροφα. Μπορεί να εκφραστεί ως απόλυτο ή δυναμικό ιξώδες ή ως κινηματικό ιξώδες.

Η μονάδα μέτρησης του απόλυτου ή δυναμικού ιξώδους, μ , στο SI είναι το Pascal επί δευτερόλεπτο (Pa s). Μια μονάδα που χρησιμοποιείται συχνά για τη μέτρηση του απόλυτου ιξώδους είναι το poise (P), το οποίο ισούται με το 1/10 του Pa s:

$$1 \text{ poise} = 1 \text{ g} / (\text{cm} \cdot \text{s}) = 0,1 \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

Στην πράξη χρησιμοποιείται συνήθως το centipoise (cP):

$$1 \text{ cP} = 10^{-2} \text{ poise} = 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$$

Το απόλυτο ή δυναμικό με το κινηματικό ιξώδες συνδέονται με την σχέση:

$$\nu = \mu / \rho$$

όπου, ν το κινηματικό ιξώδες, μ το απόλυτο ή δυναμικό ιξώδες και ρ η πυκνότητα του ρευστού.

Η μονάδα μέτρησης του κινηματικού ιξώδους στο σύστημα SI είναι m^2/s . Αρκετά συχνά αντί της μονάδας αυτής, χρησιμοποιείται το stokes (St) ή το centi stokes (cSt):

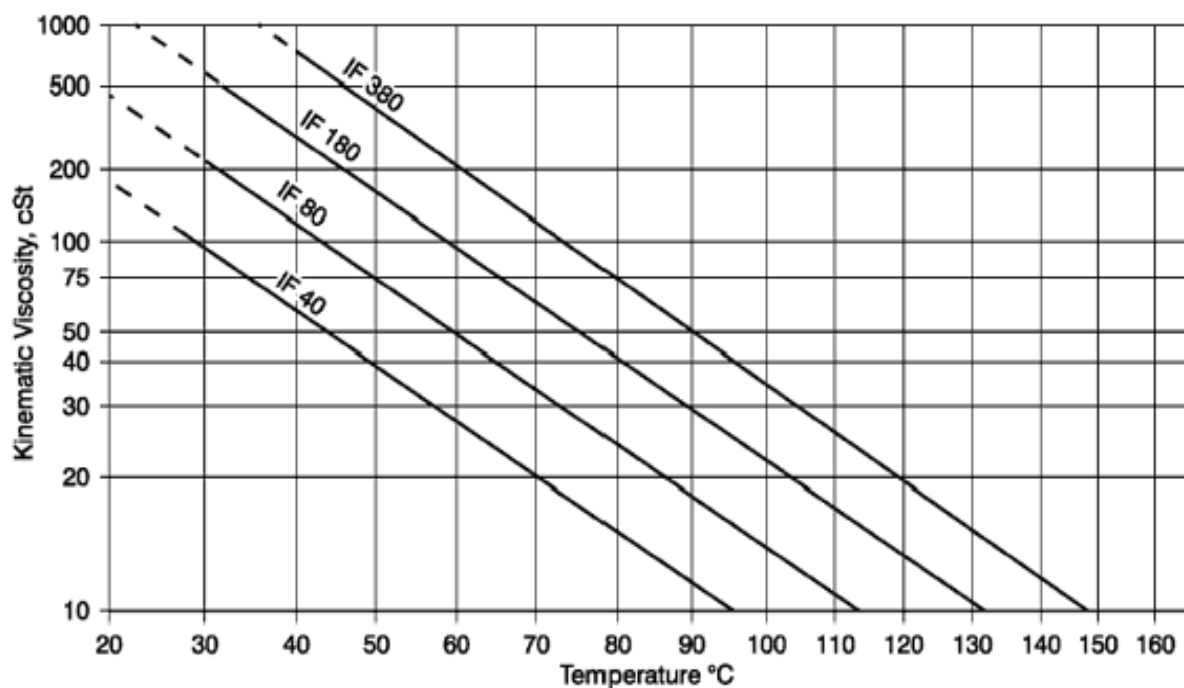
$$1 \text{ St} = 1 \text{ cm}^2/\text{s} = 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

Το ιξώδες των υγρών καυσίμων μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα με τη θερμοκρασία και για αυτό πρέπει πάντοτε να αναφέρεται η θερμοκρασία κάτω από την οποία πραγματοποιήθηκε η μέτρηση του σε κατάλληλο ιξωδόμετρο. Για τα αποστάγματα η θερμοκρασία αναφοράς είναι 40 °C ενώ για τα υπολείμματα καυσίμων 50 °C.

Από το ιξώδες του καυσίμου εξαρτάται η ευκολία κυκλοφορίας του μέσα στο δίκτυο του καυσίμου, η κατασκευή και η λειτουργία των αντλιών και των εγχυτήρων του καυσίμου, ο καλός διασκορπισμός στον θάλαμο καύσης και γενικά η αποδοτικότητα της καύσης του καυσίμου.

Η τιμή του ιξώδους έχει ιδιαίτερη σημασία για τον καθορισμό της θερμοκρασίας προθέρμανσης του καυσίμου με σκοπό της επίτευξης της επιθυμητής μείωσης της τιμής. Έτσι ανάλογα με το εξάρτημα (π.χ. αντλία τροφοδοσίας, διαχωριστής καυσίμου, αντλία έγχυσης κ.λπ.) υπάρχουν ορισμένα όρια του ιξώδους που είναι τα καταλληλότερα και που εξαρτώνται βέβαια και από τον τύπο της κάθε κατασκευής.

Από διαγράμματα ιξώδους-θερμοκρασίας (βλ. σχήμα 1) υπολογίζεται, για τα διάφορα είδη καυσίμων, η θερμοκρασία της αναγκαίας προθέρμανσης για την εξασφάλιση καλής αντλητικότητας και καλού ψεκασμού.



ΣΧΗΜΑ 2: Μεταβολή κινηματικού ιξώδους με τη θερμοκρασία.

Στο διάγραμμα του **σχήματος 2** βλέπουμε ότι στον οριζόντιο άξονα δίνεται η θερμοκρασία και στο κατακόρυφο δίνεται το κινηματικό ιξώδες. Επίσης οι ευθείες κεκλιμένες γραμμές παριστάνουν καύσιμα ορισμένου τύπου.

Επίσης βλέπουμε ότι για το IF 180 έχει κινηματικό ιξώδες 50cSt στους 75°C και 30 cSt στους 90°C.

1.5 ΣΗΜΕΙΟ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ

Το *σημείο ανάφλεξης* είναι η χαμηλότερη θερμοκρασία στην οποία αναφλέγονται οι ατμοί του καυσίμου με προσαγωγή όταν αυτό θερμαίνεται κάτω από πρότυπες συνθήκες.

Το σημείο ανάφλεξης αποτελεί μια προδιαγραφή ασφαλείας για τις συνθήκες αποθήκευσης και μεταφοράς.

1.6 ΣΗΜΕΙΟ ΡΟΗΣ

Το *σημείο ροής* δίνει τη θερμοκρασία στην οποία ο διαχωρισμός παραφίνης* είναι τόσο έντονος που δεν επιτρέπει στο καύσιμο να είναι ρευστό, όταν ψυχθεί κάτω από ειδικές συνθήκες της μεθόδου μέτρησης.

Το πρόβλημα με το σημείο ροής είναι ότι παρέχονται δύο ακραίες θερμοκρασίες: αυτή της εμφάνισης των πρώτων κρυστάλλων παραφίνης και αυτή στην οποία η διαχωρισμένη παραφίνη δεν επιτρέπει στο καύσιμο να είναι ρευστό, χωρίς να παρέχεται η ενδιάμεση θερμοκρασία στην οποία η ποσότητα της παραφίνης είναι ικανή να εμποδίσει τη ροή σε ένα σύστημα τροφοδοσίας κινητήρα ή καυστήρα.

1.7 ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΚΤΑΝΙΟΥ

Ο *αριθμός οκτανίου* χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της αντιδραστικότητας της βενζίνης, δηλαδή, την τάση της να αντέχει σε συμπίεση και να καίγεται ομαλά στον κύλινδρο του βενζινοκινητήρα χωρίς να προκαλεί "χτύπημα" †. Στηρίζεται σε μια αυθαίρετη κλίμακα μέτρησης από 0 μέχρι 100.

* Οι *παραφίνες* ή τα *αλκάνια* είναι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες. Για παράδειγμα τα ελαφρά πετρέλαια αποτελούνται κυρίως από παραφίνες και τα βαρύτερα συστατικά τους μπορεί να είναι παραφινικά κεριά. Όταν η θερμοκρασία πέσει κάτω από μία κρίσιμη τιμή, οι παραφίνες αυτές καθιζάνουν και σχηματίζεται κεριό το οποίο μπορεί να φράξει τη σωλήνωση παραγωγής καθώς και άλλες σωληνώσεις, εξαρτήματα και αγωγούς. Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται κυρίως με την προσθήκη χημικών που παρεμποδίζουν το σχηματισμό των κεριών, είτε με περιοδική θέρμανση και απόξεση των σωληνώσεων αν ο σχηματισμός των κεριών έχει ήδη συμβεί.

† Σε βενζινοκινητήρα από τη στιγμή που εισέρχεται το μίγμα αέρα-καυσίμου στο θάλαμο καύσης συμπιέζεται και όταν το έμβολο πλησιάζει στο Άνω Νεκρό Σημείο αναφλέγεται, από τον σπινθήρα που δημιουργείται στο μπουζί (σπινθηριστής). Η φλόγα αναπτύσσεται στον θάλαμο καύσης με περίπου σταθερό ρυθμό και σταθερή αύξηση της πίεσης. Μπροστά από το μέτωπο της φλόγας, το υπολειπόμενο άκαυστο μίγμα συμπιέζεται και ταυτόχρονα αυξάνονται η θερμοκρασία και η πυκνότητα του. Όταν η ανύψωση της θερμοκρασίας είναι τέτοια ώστε να προκαλέσει την αυτανάφλεξη των συστατικών του άκαυστου μίγματος πριν να φθάσει η φλόγα σε

Η τιμή αριθμού οκτανίου 0 χαρακτηρίζει το κανονικό επτάνιο (κ- C_7H_{16}), το οποίο είναι παραφινικός υδρογονάνθρακας και εμφανίζει μεγάλη τάση για κτύπημα σε βενζινοκινητήρες.

Η τιμή αριθμού οκτανίου 100 χαρακτηρίζει το ισο-οκτάνιο, του οποίου η τάση για κτύπημα είναι μικρή.

Ο έλεγχος της αντιδραστικότητας του καυσίμου γίνεται με τη βοήθεια πρότυπου μονοκύλινδρου κινητήρα και με βάση τα κτυπήματα που δίνει η βενζίνη, σε σύγκριση με τα μίγματα των δύο υδρογονανθράκων, που χρησιμοποιούνται ως μέτρο σύγκρισης.

Ο αριθμός οκτανίου μίας βενζίνης είναι το επί τοις εκατό κατά όγκο ποσοστό του ισο-οκτανίου σε μίγμα του κανονικού επτανίου/ισο-οκτανίου το οποίο παρουσιάζει την ίδια αντιδραστικότητα, στον πρότυπο κινητήρα, με τη βενζίνη, που εξετάζεται. Έτσι όταν λέμε ότι μια βενζίνη είναι 90 οκτανίων, εννοούμε ότι βενζίνη αυτή παρουσιάζει στον πρότυπο βενζινοκινητήρα την ίδια συμπεριφορά, ως προς το κτύπημα, με μίγμα αποτελούμενο κατά 10% από κανονικό επτάνιο και κατά 90% από ισοοκτάνιο. Διευκρινίζεται ότι η βενζίνη αυτή θα μπορούσε να μην έχει ως συστατικά καθόλου ισοοκτάνιο ή κανονικό επτάνιο, αλλά άλλους υδρογονάνθρακες με αντίστοιχη προς αυτούς αντιδραστικότητα.

1.8 ΑΡΙΘΜΟΣ ΚΕΤΑΝΙΟΥ

αυτό, προκαλείται απότομη αύξηση της πίεσης που γίνεται αντιληπτή ως μεταλλικό **κτύπημα** διαφορετικής έντασης. Επιπτώσεις του φαινομένου αυτού είναι η υπερθέρμανση και η απώλεια ισχύος.

Κτύπημα μπορεί να εμφανιστεί σε κάθε κινητήρα ανάλογα με την ποιότητα του καυσίμου ενώ ουσιαστικά επηρεάζουν το φαινόμενο ο σχεδιασμός και οι συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα.

Η ετοιμότητα ενός καυσίμου να αναφλεγεί όταν ψεκάζεται σένα κινητήρα Diesel, φαίνεται από τον αριθμό κετανίου. Όσο υψηλότερος είναι ο αριθμός κετανίου, τόσο ευκολότερη είναι η ανάφλεξη.

Ο έλεγχος της ποιότητα καύσης του πετρελαίου Diesel γίνεται με τη βοήθεια πρότυπου κινητήρα δοκιμών, με ευρύτερα αποδεκτό τον Κινητήρα Μέτρησης Κετανίου CFR.

Ο αριθμός κετανίου ενός καυσίμου ορίζεται με σύγκριση της ποιότητας ανάφλεξης, κάτω από πρότυπες συνθήκες λειτουργίας, με δύο γνωστά καύσιμα αναφοράς γνωστού αριθμού κετανίου. Τα καύσιμα αναφοράς ετοιμάζονται με ανάμιξη κανονικού δεκαεξανίου (κετανίου), στο οποίο ο αριθμός κετανίου είναι 100 επειδή έχει καλή ποιότητα καύσης, με επτα-μεθυλο-εννεάνιο, στο οποίο ο αριθμός κετανίου είναι 15. Αρχικά είχε χρησιμοποιηθεί α-μεθυλο-εννεάνιο, στο οποίο ο αριθμός κετανίου είναι 0, αλλά από το 1964 αντικαταστάθηκε από το επτα-μεθυλο-εννεάνιο εξαιτίας της δυσκολίας ανάφλεξης που παρουσίαζε στον πρότυπο κινητήρα.

Όταν ένα καύσιμο που δοκιμάζεται έχει την ίδια ποιότητα ανάφλεξης, στον πρότυπο κινητήρα, με μίγμα ορισμένης σύστασης των δύο καυσίμων αναφοράς ο αριθμός κετανίου ορίζεται από την εξίσωση:

$$\text{Αριθμός Κετανίου} = (\% \kappa\text{-δεκαεξάνιο}) + 0,15 (\% \text{επτα-μεθυλο-εννεάνιο})$$

Για τις ντηζελομηχανές αρκεί συνήθως ο αριθμός κετανίου 40-60 ανάλογα πόσο αργόστροφες είναι.

1.9 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΝΕΡΟ

Το *νερό* μπορεί να εισέλθει στο καύσιμο κατά τις διεργασίες παραγωγής ή από το δίκτυο αποθήκευσης και μεταφοράς. Τα καύσιμα περιέχουν νερό σε ελεύθερη μορφή ή γαλακτωματοποιημένο. Ο

σχηματισμός γαλακτωμάτων του καυσίμου με νερό μπορεί να δώσει μια θολερότητα στην εμφάνιση του καυσίμου, κάτι που προκαλεί προβλήματα διάθεσης του στην αγορά.

Η ύπαρξη νερού στα καύσιμα προκαλεί αρκετά προβλήματα κατά τον χειρισμό, στην καύση και στο κόστος. Το νερό απομακρύνεται, αφού προηγηθεί θέρμανση του καυσίμου στις δεξαμενές κατακάθισης ή στον φυγοκεντρικό διαχωριστή. Το γαλακτωματοποιημένο νερό για να απομακρυνθεί απαιτεί πρόσθετα που προκαλούν την διάσπαση των γαλακτωμάτων.

1.10 ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΕ ΘΕΙΟ

Η περιεκτικότητα του καυσίμου σε *θείο* εξαρτάται από το είδος του αργού πετρελαίου από το οποίο προήλθε και βρίσκεται στα καύσιμα με τη μορφή θειούχων ενώσεων (μερκαπτάνες, σουλφίδια).

Η παρουσία του θείου προκαλεί τον σχηματισμό αποθέσεων στο θάλαμο καύσης, και έχει βλαβερή επίδραση στην μηχανή, εξαιτίας της μετατροπής του σε SO_2 , SO_3 και στη συνέχεια σε θειικό οξύ που είναι έντονα διαβρωτικό. Επίσης είναι ανεπιθύμητη και για περιβαλλοντικούς λόγους εξαιτίας της ρύπανσης που προκαλείται από την μετατροπή του θείου σε SO_2 .

1.11 ΤΕΦΡΑ

Τα καύσιμα μπορεί να περιέχουν μικρές ποσότητες υλικών που μπορεί να οδηγήσουν στο σχηματισμό *τέφρας* κατά την καύση, όπως αιωρούμενα στερεά και διαλυτές οργανομεταλλικές ενώσεις. Οι ενώσεις αυτές μπορεί να δημιουργήσουν προβλήματα αποθέσεων στο σύστημα ψεκασμού του καυσίμου, καθώς και φθορά στο έμβολο ή τα ελατήρια.

1.12 ΕΞΑΝΘΡΑΚΩΜΑ

Κατά τη διάρκεια της καύσης μια μικρή ποσότητα βαρέων συστατικών που υπάρχουν στο καύσιμο είναι δυνατόν αντί να οξειδωθούν πλήρως να πολυμεριστούν σχηματίζοντας ένα είδος ανθρακούχου κοιτάσματος.

Το *εξανθράκωμα* προσδιορίζει την τάση του καυσίμου να δημιουργεί ανθρακούχες ενώσεις. Αναφέρεται στο % βάρος κατά βάρος ανθρακούχο υπόλειμμα που παραμένει μετά την καύση δείγματος καυσίμου κάτω από ορισμένες συνθήκες. Η τιμή του εξαρτάται από τις διαδικασίες καθαρισμού που υιοθετούνται κατά την παραγωγή των καυσίμων.

Τα μεγάλα εξανθρακώματα μειώνουν την απόδοση των ακροφυσίων ψεκασμού μειώνοντας την απόδοση του κινητήρα, ενώ ταυτόχρονα εντείνουν τη φθορά τους. Επίσης ρυπαίνουν τους κυλίνδρους, τις θυρίδες σάρωσης κλπ. Για την αντιμετώπιση του εξανθρακώματος εκτός από τον καλό καθαρισμό του καυσίμου χρησιμοποιούνται απορρυπαντικά λάδια που καθαρίζουν τα ακροφύσια ψεκασμού, τις θυρίδες, τις βαλβίδες και τα ελατήρια.

1.13 ΚΑΥΣΙΜΑ ΤΩΝ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ DIESEL

Στις ναυτικές μηχανές Diesel χρησιμοποιούνται πολλοί τύποι πετρελαίων, όπου παράγονται με ανάμειξη περισσότερων προϊόντων από τα διάφορα στάδια της κλασματικής απόσταξης του αργού πετρελαίου.

Οι κανονισμοί διαφόρων χωρών όπως της Αμερικής και της Αγγλίας ορίζουν με πίνακες τις βασικές ιδιότητες και τις μεθόδους ελέγχου των προδιαγραφόμενων τύπων καυσίμων και οι κατασκευαστές των μηχανών με τη σειρά τους προδιαγράφουν λεπτομερώς τις ιδιότητες των καυσίμων που επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται έτσι ώστε να έχουμε και την καλύτερη απόδοση της μηχανής και να αποφεύγονται τυχόν φθορές.

Το **ιξώδες** είναι το σημαντικότερο χαρακτηριστικό που διαφοροποιεί τις διάφορες κατηγορίες καυσίμων, είναι δηλαδή αυτό που επιδρά περισσότερο σε όλη τη λειτουργία του συστήματος εγχύσεως.

Ο **αριθμός κητενίων** του καυσίμου είναι επίσης ένας πολύ σημαντικός παράγοντας.

1.13.1 ΒΑΣΙΚΕΣ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Κατηγορία I. Ελαφρύ πετρέλαιο. (GAS OIL)

--Είναι το ελαφρότερο πετρέλαιο

--Χρησιμοποιείται κυρίως σε πολύστροφες και μέσου αριθμού στροφών μηχανές.

--Αριθμός κητενίων τουλάχιστον 45 και σημείο αναφλέξεως τουλάχιστον $150^{\circ}F$.

--Όριο ιξώδους $1,33^{\circ}E/20^{\circ}C$

Κατηγορία II. Πετρέλαιο Diesel. (DIESEL OIL)

--Είναι ένα βαρύτερο κλάσμα αποστάξεως του αργού πετρελαίου και μπορεί να περιέχει προϊόντα πυρολυτικής διάσπασης.

--Χρησιμοποιείται σε μηχανές μέσου αριθμού στροφών.

--Αριθμός κητενίων τουλάχιστον 40 και σημείο αναφλέξεως τουλάχιστον $150^{\circ}F$.

--Όριο ιξώδους $1,38^{\circ}E/50^{\circ}C$

Κατηγορία III. Βαρύ πετρέλαιο. (BUNKER B)

--Αποτελεί μίγμα από ελαφρύ πετρέλαιο ή πετρέλαιο Diesel με βαρύ πετρέλαιο.

--Ονομάζεται συνήθως σε μονάδες REDWOOD στους $100^{\circ}F$.

--Όριο ιξώδους $22^{\circ}E/50^{\circ}C$

Κατηγορία IV. Βαρύ πετρέλαιο. (BUNKER C)

--Παράγεται από τα τελευταία κλάσματα και από τα υπόλοιπα της κλασματικής απόσταξης του αργού πετρελαίου. Είναι μαύρο παχύρευστο και με μεγάλη πυκνότητα.

--Χρησιμοποιείται για ανάμειξη με τα ελαφρότερα πετρέλαια, σαν καύσιμο λεβήτων αλλά και σαν καύσιμο σε αργόστροφες μηχανές.

--Όριο ιξώδους $46^{\circ}E/50^{\circ}C$.

Παρατήρηση: Το $^{\circ}E$ είναι μονάδα μέτρησης σε βαθμούς Engler.

1.13.2 ΑΡΓΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ

Μερικές μηχανές diesel είναι έτσι κατασκευασμένες (αντλίες, συστήματα ασφαλείας κλπ.) ώστε να χρησιμοποιούν αργό πετρέλαιο. Τέτοιες εφαρμογές μπορούμε να δούμε σε δεξαμενόπλοια μεταφοράς αργού πετρελαίου που είναι πρακτικότερη η χρησιμοποίηση μικρού μέρους του μεταφερόμενου πετρελαίου.

1.14 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΓΙΑ ΤΗ ΚΑΥΣΗ

1.14.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το καύσιμο προτού φθάσει στο σύστημα εγχύσεως μιας μηχανής για να μην προκληθούν βλάβες και η απόδοση του να είναι η βέλτιστη, θα πρέπει να υποστεί μια προετοιμασία αποθήκευσης και καθαρισμού.

ΣΚΟΠΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΓΧΥΣΕΩΣ

- ▼ Η αποθήκευση του καυσίμου για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα λειτουργίας της μηχανής.

- ✓ Ο καθαρισμός του από νερό, αέρα και γενικά διάφορες ξένες ουσίες.
- ✓ Η τροφοδότηση του στο σύστημα έγχυσης με το κατάλληλο ιξώδες ώστε η έγχυση και η ανάμειξη του με τον αέρα στον κύλινδρο της μηχανής να γίνει με όσο το δυνατόν καλύτερο τρόπο.

Σύμφωνα με τα παραπάνω ο βαθμός απόδοσης της μηχανής (όσο εξαρτάται από το καύσιμο) θα είναι όσο το δυνατόν μεγάλος και επίσης έτσι θα αποφεύγονται στο ελάχιστο τυχόν φθορές. Σαν αποτέλεσμα αυτού, όπου είναι και ένας πολύ σημαντικός παράγοντας, το κόστος συντηρήσεως και επισκευών (διαφόρων εξαρτημάτων π.χ. βαλβίδες) θα είναι πολύ μικρό.

Η αποθήκευση του πετρελαίου στα πλοία γίνεται σε ειδικές δεξαμενές καυσίμου και στα διπύθμενα του πλοίου που διαμορφώνονται κατάλληλα για αυτό. Σύμφωνα με τις προδιαγραφές δεν πρέπει να αποθηκεύεται όλη η ποσότητα του καυσίμου στα διπύθμενα, αλλά μια ποσότητα 10 έως 20% της συνολικής ποσότητας πρέπει οπωσδήποτε να είναι σε δεξαμενές που είναι ψηλά, όσο το δυνατόν πιο κοντά στο μηχανοστάσιο. Επίσης η κατανάλωση του καυσίμου πρέπει να αρχίζει αρχικά από τα διπύθμενα και έπειτα από τις ψηλότερες δεξαμενές. Σε άλλη περίπτωση θα έχουμε ζημιά στα ύφαλα του πλοίου και επομένως αχρήστευση των διπύθμενων δεξαμενών του πλοίου.

Επίσης οι δεξαμενές καυσίμου είναι εξοπλισμένες με σωλήνα εξαερισμού και υπερχειλίσεως με όργανα ενδείξεως στάθμης και χρειάζεται βαρύ πετρέλαιο με θερμαντικά στοιχεία για την διευκόλυνση της αντλήσεως του πετρελαίου. Οι δεξαμενές καυσίμου έχουν ανθρωποθυρίδες για επιθεωρήσεις και καθαρισμό.

Η παρουσία αλάτων στο καύσιμο μπορεί να προκύψει από κάποια διαρροή των διπύθμενων, αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να παρουσιαστεί

κάποια βλάβη στη λειτουργία της μηχανής και αυτό γιατί κατά τη καύση δημιουργείται μαζί με τα υπόλοιπα της πίσσας μια σκληρή κολλώδης μάζα που καταστρέφει τις έδρες των βαλβίδων, τα ελατήρια εμβόλου κλπ. Αυτά τα άλατα μπορούν να απομακρυνθούν μόνο με τη χρήση χημικών προσθέτων.

Εκτός από τις δεξαμενές αποθηκεύσεως του καυσίμου χρησιμοποιούνται και οι **δεξαμενές κατακαθήσεως και δεξαμενές ημερήσιας κατανάλωσης**.

- Ø Ο σκοπός των **δεξαμενών κατακαθήσεως** είναι να γίνεται ένας αρχικός καθαρισμός του καυσίμου από το νερό και γενικά από άλλες που προσμίξεις που κατακάθονται κατά το στάδιο αποθηκεύσεως
- Ø Η **δεξαμενή ημερήσιας καταναλώσεως** έχει χωρητικότητα που αντιστοιχεί σε 24ωρη λειτουργία της μηχανής και τοποθετείται συνήθως σε επίπεδο ψηλότερο του επιπέδου των αντλιών εγχύσεως προς τις οποίες ρέει έτσι δια της βαρύτητας.

1.15 ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗ, ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΚΑΙ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

1.15.1 ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΟΥ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ DIESEL

Όπως αναφερθήκαμε και πριν το ιξώδες του καυσίμου πρέπει να είναι σε ορισμένα όρια για την καλύτερη απόδοση της μηχανής. Ο διασκορπισμός του καυσίμου πρέπει να γίνεται με τη μορφή λεπτών σταγονιδίων και αυτό μπορεί να επιτευχτεί

- α) με καλή διαμόρφωση του ακροφυσίου του εγχυτήρα του καυσίμου,
- β) με μικρό ιξώδες του καυσίμου.

Επίσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και παχύρευστο δηλαδή μεγάλου ιξώδους καύσιμο για τη καλή λίπανση και να μην φθείρονται εύκολα τα κινούμενα μέρη των αντλιών εγχύσεως και εγχυτήρων καυσίμου.

Επομένως ανάλογα με το εξάρτημα υπάρχουν ορισμένα όρια ιξώδους που κατάλληλα για την λειτουργία και που εξαρτώνται από το τύπο κατασκευής. Τα όρια αυτά φαίνονται παρακάτω:

- Στο σύστημα εγχύσεως το κινηματικό ιξώδες πρέπει να είναι από 7 έως 18 cSt και γενικά όχι μεγαλύτερο από 27cSt στους 40°C .
- Στους φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες (καθαριστές) καυσίμου το ιξώδες πρέπει να είναι από 13 έως 49cSt στους 40°C .
- Τα ανώτατα όρια του κινηματικού ιξώδους για τις αντλίες τροφοδοσίας και μεταγγίσεως είναι από 740 έως 1000cSt στους 40°C .

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Χρήση καύσιμου με ιξώδες 250 στους 100 °F .

Το καύσιμο αυτό θα παρουσιάσει δυσκολίες για την άντληση και κυκλοφορία σε θερμοκρασίες μικρότερες από -3 °C . Στη περίπτωση που χρειάζεται καθαρισμός σε **φυγοκεντρικό διαχωριστή**[‡] πρέπει να προθερμανθεί πριν την είσοδο του στον διαχωριστή σε θερμοκρασία από 42 έως 77 °C . Για τη καλή λειτουργία του συστήματος εγχύσεως η θερμοκρασία του καυσίμου πρέπει να είναι οπωσδήποτε πάνω από 55 °C . Η **προθέρμανση** του καυσίμου γίνεται με ειδικές συσκευές στους προθερμαντήρες που λειτουργούν με ατμό ή ηλεκτρικά θερμαντικά στοιχεία. Για να αποφευχθούμε διάφορες απώλειες από τις σωληνώσεις, η ισχύς των προθερμαντήρων πρέπει να υπολογίζεται έτσι ώστε να αντιστοιχεί σε θερμοκρασία περίπου [10°C] μεγαλύτερη από την επιθυμητή θερμοκρασία προθερμάνσεως.

Η επίδραση των διαχωριστών στα χαρακτηριστικά του καύσιμου

Δεν επηρεάζονται τα εξής:

- Η πυκνότητα
- Το ιξώδες
- Το σημείο ανάφλεξης
- Το θείο

[‡] Οι φυγοκεντρικοί διαχωριστήρες χρησιμοποιούνται σε όλες τις εγκαταστάσεις των πλοίων για τον καθαρισμό του λαδιού και του καυσίμου από το νερό, τη λάσπη και τα διάφορα στερεά σώματα . Ο αποχωρισμός γίνεται μέσω φυγοκεντρισμού από τη διαφορά που υπάρχει μεταξύ ειδικού βάρους και των διαφόρων σωμάτων . Ο αποχωρισμός γίνεται μέσα σε στη λεκάνη διαχωρισμού, ο οποίος περιστρέφεται με ταχύτητα 15000 [RPM] και άνω

- Τα ασφαλτένια

Επίσης με την επίδραση των διαχωριστών μειώνονται ελαφρώς τα εξής:

- Η τέφρα
- Το ασβέστιο
- Το συνολικό ίζημα

1.15.2 ΑΝΤΛΗΣΗ ΚΑΙ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΤΟΥ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Για την μετάγγιση του καυσίμου από τα διπύθμενα προς τις δεξαμενές κατακαθήσεως και ημερήσιας κατανάλωσης και από εκεί προς το σύστημα εγχύσεως της μηχανής μέσω των σωληνώσεων και των διάφορων εξαρτημάτων του συστήματος καυσίμου χρησιμοποιούνται διάφοροι τύποι αντλιών χαμηλής πίεσεως ενώ η αντλία εγχύσεως είναι υψηλής πίεσης, δηλαδή καταθλίβει το καύσιμο σε πίεση εκατοντάδων ατμοσφαιρών. Η αντλία χαμηλής πίεσης μπορεί να είναι εξαρτημένη της μηχανής δηλαδή να παίρνει κίνηση από τη μηχανή ή ανεξάρτητη από τη κίνηση της μηχανής. Λίγο πριν την αντλία εγχύσεως υπάρχει συνήθως και μια άλλη χειροκίνητη ή ηλεκτροκίνητη αντλία. Σκοπός της είναι η πλήρωση πριν την εκκίνηση της μηχανής, του μέρους του δικτύου του καυσίμου, που βρίσκεται μετά την δεξαμενή ημερήσιας κατανάλωσης.

1.15.3 ΦΙΛΤΡΑ

Με τα φίλτρα αποχωρίζονται από το καύσιμο διάφορες ξένες προσμίξεις και νερό. Αυτό επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση κατάλληλων υλικών δηλαδή υλικών που έχουν πόρους και σχισμές διαφόρου μεγέθους και προσανατολισμού. Οι διαστάσεις των

ανοιγμάτων του φίλτρου είναι ίδιες με το μέγεθος των ακαθαρσιών που πρέπει να κατακρατάει. Τα φίλτρα παρουσιάζουν μια αντίσταση ροής στο κύκλωμα του καυσίμου που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς του συστήματος. Αφού κατακρατούνται οι ακαθαρσίες κλείνουν σιγά-σιγά οι πόροι και αυξάνεται η αντίσταση ροής. Επομένως με ειδικά πιεσόμετρα είναι δυνατόν να παρακολουθείται η διαφορά πίεσεως στην είσοδο και στην έξοδο του φίλτρου με αποτέλεσμα να βλέπουμε πότε πρέπει να καθαρίζεται το φίλτρο, όταν δηλαδή η πίεση ανέβει πάνω από μια συγκεκριμένη τιμή. Επίσης σε εγκαταστάσεις που λειτουργούν με βαρύ πετρέλαιο γίνεται με τη χρήση πολύπλοκων συστημάτων φίλτρων καθαρισμού του καυσίμου από τις προσμίξεις και το νερό, που συμπληρώνουν ή και υποκαθιστούν τη λειτουργία των φυγοκεντρικών διαχωριστήρων. Ο διαχωρισμός του νερού από το καύσιμο στα φίλτρα αυτά γίνεται βάσει δύο παραγόντων:

- Λόγω διαφοράς του ειδικού βάρους .
- Λόγω διαφοράς των επιφανειακών τάσεων των υγρών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΓΧΥΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

2.1 ΕΓΧΥΣΗ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Με τον όρο *έγχυση πετρελαίου* εννοούμε τη *κατάθλιψη του πετρελαίου εντός του κυλίνδρου σε πολύ μικρά μόρια*. Η καλή καύση του πετρελαίου, που έχει σαν αποτέλεσμα και τη μέγιστη ισχύ της μηχανής, επιτυγχάνεται με τη τέλεια διάσπαση και διείσδυση του πετρελαίου εντός του κυλίνδρου.

Επομένως οι σημαντικότερες απαιτήσεις που πρέπει να πληροί ένα σύστημα έγχυσης είναι οι ακόλουθες:

- 1) Πολύ καλός διασκορπισμός και η ανάμειξη του καυσίμου με τον αέρα καύσεως στον κύλινδρο.
- 2) Η ακριβής ρύθμιση της ποσότητας του καυσίμου που πρέπει να παρέχεται στον κάθε κύλινδρο ανά κύκλο λειτουργίας. Σε περίπτωση μη ακριβούς ρύθμισης της ποσότητας, η οποία είναι μικρή, έχει σαν αποτέλεσμα αφενός μειωμένη ισχύ της μηχανής και αφετέρου ατελή καύση με συνέπεια αύξησης της κατανάλωσης του καυσίμου.
- 3) Η ακριβής ρύθμιση των σημείων αρχής και τέλους της εγχύσεως του καυσίμου, δηλαδή άνοιγμα και κλείσιμο των οργάνων εγχύσεως και διασκορπισμού στις προδιαγραφόμενες μοίρες του στροφάλου.
- 4) Δυνατότητα προσαρμογής του συστήματος έγχυσης κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της μηχανής στην περίπτωση που αυξάνεται το φορτίο και οι στροφές της μηχανής ώστε να δουλεύει η μηχανή κατά το βέλτιστο τρόπο.

2.2 ΒΑΣΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΓΧΥΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Τα κύρια συστήματα έγχυσης καυσίμου είναι τα εξής:

- ✓ Το σύστημα έγχυσης με εμφύσηση αέρα (inkjet).
- ✓ Το σύστημα μηχανικής έγχυσης.

Αναλυτικότερα για το σύστημα έγχυσης με εμφύσηση αέρα το καύσιμο εγχέεται και διασκορπίζεται στον κύλινδρο με τη βοήθεια πεπιεσμένου αέρα χαμηλής σχετικά πίεσης (50-80 [atm]), ενώ στο σύστημα μηχανικής έγχυσης η έγχυση, η διάχυση και ο διασκορπισμός του καυσίμου γίνεται απευθείας από υψηλή πίεση, η οποία κυμαίνεται από 200-1100[atm] και είναι τόσο μεγαλύτερη όσο αυξάνεται ο αριθμός των στροφών της μηχανής.

Το **σύστημα έγχυσης με εμφύσηση αέρα** δημιουργεί καλή ανάμειξη του καυσίμου με τον αέρα καύσεως αλλά έχει το μειονέκτημα, ότι χρειάζεται ιδιαίτερο σύστημα πεπιεσμένου αέρα όπου **απορροφά έως και το 10% της ωφέλιμης ισχύς** της μηχανής, και για αυτό το λόγο δεν εφαρμόζεται πλέον. Από την άλλη όμως **το σύστημα μηχανικής έγχυσης** είναι εκείνο που χρησιμοποιείται σήμερα στις ναυτικές μηχανές Diesel και απορροφά για τη λειτουργία του **μόνο το 2% περίπου της ισχύς** της μηχανής.

2.3 ΑΝΤΛΙΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Οι αντλίες πετρελαίου αναρροφούν το πετρέλαιο από τη δεξαμενή ημερήσιας κατανάλωσης ή μέσω άλλης αντλίας χαμηλής πίεσεως και

καταθλίβουν την ανάλογη ποσότητα σε υψηλή πίεση μέσα στους κυλίνδρους μέσω των ψεκαστήρων πετρελαίου.

Οι αντλίες πετρελαίου διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες:

- i) Αντλία συνεχούς πίεσης.
- ii) Αντλία σταθερής διαδρομής.
- iii) Αντλία μεταβλητής διαδρομής.

2.3.1 ΑΝΤΛΙΑ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΠΙΕΣΕΩΣ

Οι αντλίες συνεχούς πίεσεως διατηρούν μια σταθερή διαδρομή στο δίκτυο της κατάθλιψης. Η έναρξη και το πέρας της έγχυσης ρυθμίζεται από το ψεκαστήρα όπου ανοίγει και κλείνει μηχανικά.

2.3.2 ΑΝΤΛΙΕΣ ΣΤΑΘΕΡΑΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ

Οι αντλίες σταθερής διαδρομής καταθλίβουν μια συγκεκριμένη ποσότητα πετρελαίου εντός των κυλίνδρων. Η αυξομείωση της παροχής γίνεται με την αυξομείωση της διαδρομής της βαλβίδας αναρρόφησης ή επιστροφής.

2.3.3 ΑΝΤΛΙΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΗΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ

Στις αντλίες αυτές εφόσον κινείται το έμβολο (κατά τη φάση της κατάθλιψης) γίνεται πάντοτε κατάθλιψη και προώθηση του καυσίμου προς τον εγχυτήρα. Έτσι η ρύθμιση της έναρξης και της διακοπής εγχύσεως όπως επίσης και της ποσότητας του καυσίμου γίνεται μόνο με μεταβολή της διαδρομής του εμβόλου.

2.4 ΨΕΚΑΣΤΗΡΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Οι ψεκαστήρες πετρελαίου είναι τα εξαρτήματα της μηχανής μέσω των οποίων γίνεται ο ψεκασμός του πετρελαίου εντός του κυλίνδρου υπό υψηλή πίεση. Ο ψεκαστήρας ψεκάζει ορισμένη ποσότητα καυσίμου τη κατάλληλη στιγμή. Η έγχυση γίνεται πολύ γρήγορα αναλόγως τις στροφές και την ισχύ της μηχανής.

Οι βασικοί τύποι ψεκαστήρων είναι οι εξής:

- § Άνοιγμα της βελόνης δια υδραυλικής πίεση.
- § Άνοιγμα της βελόνης διά μηχανικής πίεση.
- § Συνδυασμός των παραπάνω μεθόδων.

Η λειτουργία τους αναλύεται στις επόμενες παραγράφους.

2.5 ΤΡΟΠΟΣ ΕΓΧΥΣΕΩΣ

Όπως αναφερθήκαμε και προηγουμένως έχουμε δύο τρόπους διάχυσης του πετρελαίου, μηχανικά ή με εμφύσηση αέρα, είτε τον ένα τρόπο έχουμε είτε το δεύτερο το άνοιγμα της βελόνης γίνεται με μια από τις παρακάτω μεθόδους.

2.5.1 ΥΔΡΑΥΛΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ

Αυτό επιτυγχάνεται υδραυλικά, δηλαδή μια ισχυρή ατομική αντλία αυξάνει τη πίεση κατάθλιψης του πετρελαίου και υπερνικώντας την αντίσταση του ελατηρίου σηκώνει τη βελόνη και το καύσιμο καταθλίβεται μέσα στο κύλινδρο.

2.5.2 ΜΗΧΑΝΙΚΟ ΑΝΟΙΓΜΑ

Αυτό επιτυγχάνεται μηχανικά, δηλαδή μια αντλία εξυπηρετεί όλους τους κυλίνδρους καταθλίβοντας μέσα σε κοινό αγωγό. Το άνοιγμα

της βελόνης του ψεκαστήρα επιτυγχάνεται μέσω μοχλού παίρνοντας εξ ενός έκκεντρου τη κατάλληλη στιγμή.

2.6 ΑΝΤΛΙΕΣ ΕΓΧΥΣΕΩΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

2.6.1 ΚΑΤΑΤΑΞΗ

Οι πολλές προσπάθειες των κατασκευαστών για την επίτευξη της απόδοσης και ειδικότερα **της οικονομικότητας** των ναυτικών μηχανών, όπως επίσης και η επέκταση του μέσου αριθμού στροφών και των πολύστροφων μηχανών σε μεγάλες ισχύς και τέλος η συνεχής χρήση του βαρύ πετρελαίου, δημιούργησαν σημαντικές απαιτήσεις στις αντλίες εγχύσεως καυσίμου όπως θα δούμε παρακάτω:

1. Αύξηση της συχνότητας εγχύσεως.
2. Αύξηση της ποσότητας του εγχυμένου καυσίμου ανά μοίρα γωνίας στροφάλου.
3. Καταλληλότητα για χρήση διαφόρων κατηγοριών καυσίμου.
4. Μείωση της ειδικής καταναλώσεως του καυσίμου.
5. Αύξηση των πιέσεων εγχύσεως.

Μερικές από τις απαιτήσεις που προϋποθέτουν ισχυρή κατασκευή των αντλιών είναι μέταλλα καλής αντοχής στις υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες, μικρή αδράνεια των κινούμενων μερών κ.λπ.

2.7 ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΤΛΙΩΝ ΕΓΧΥΣΕΩΣ

A. ΕΝΕΡΓΟΣ ΔΙΑΔΡΟΜΗ

Ενεργός διαδρομή του εμβόλου ονομάζεται η αξονική μετατόπιση του εμβόλου της αντλίας εγχύσεως, από τη στιγμή που αρχίζει η έγχυση

του καυσίμου, μέχρι τη στιγμή που διακόπτεται. Επομένως η ενεργός διαδρομή αντιπροσωπεύει τη ποσότητα του καυσίμου που καταθλίβεται στο κάθε κύλινδρο σε κάθε κύκλο εγχύσεως.

Η ενεργός διαδρομή, θεωρητικά, υπολογίζεται από τη σχέση:

$$(E.A.)= \text{Όγκος καταθλιβομένου καυσίμου ανά διαδρομή προς επιφάνεια εμβόλου αντλίας.} \quad (1)$$

B. ΠΑΡΟΧΗ ΑΝΤΛΙΑΣ

Η παροχή αντλίας μετράται σε cm^3 /διαδρομή και υπολογίζεται θεωρητικά από την εξής σχέση:

$$Q' = \frac{be \times Ne}{i \times n \times r \times 60} \quad (2)$$

όπου,

Q' = Η θεωρητική παροχή σε cm^3 /διαδρομή.

be = Η ειδική κατανάλωση καυσίμου σε [gr/BHP.h].

Ne = Ισχύς της μηχανής [BHP].

i = Αριθμός κυλίνδρων της μηχανής.

n = Αριθμός στροφών της αντλίας ανά [min].

ρ = Ειδικό βάρος καυσίμου σε [gr/ cm^3].

Ο αριθμός των στροφών της αντλίας είναι ο ίδιος με τον αριθμό στροφών της μηχανής στις δίχρονες μηχανές και ίσος με το ήμισυ του αριθμού στροφών της μηχανής στις τετράχρονες μηχανές.

Η πραγματική παροχή Q βλέπουμε ότι είναι ίση, όπως φαίνεται παρακάτω:

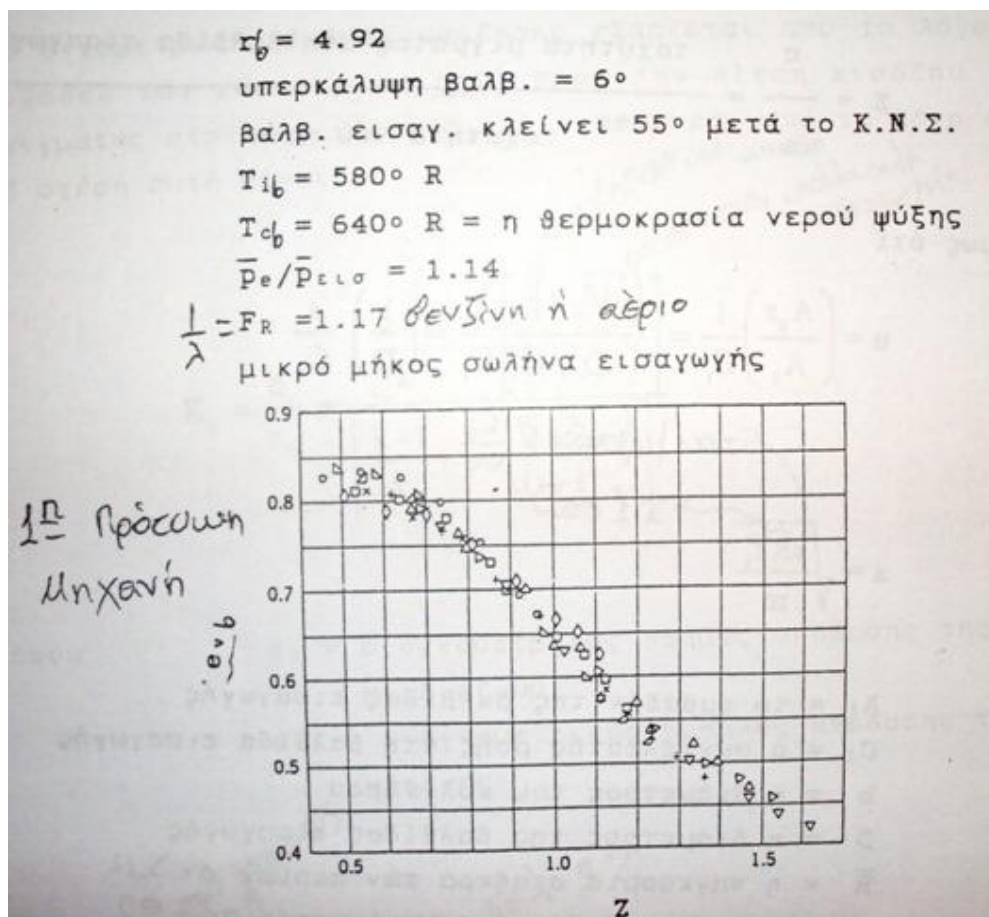
$$Q = \frac{Q'}{n} \quad (3)$$

Όπου,

n = ο ογκομετρικός βαθμός απόδοσης της αντλίας, δηλαδή μετρά την ικανότητα του κινητήρα και συγκεκριμένα την ικανότητα του εμβόλου και των βαλβίδων εισαγωγής να αναρροφούν φρέσκο μίγμα.

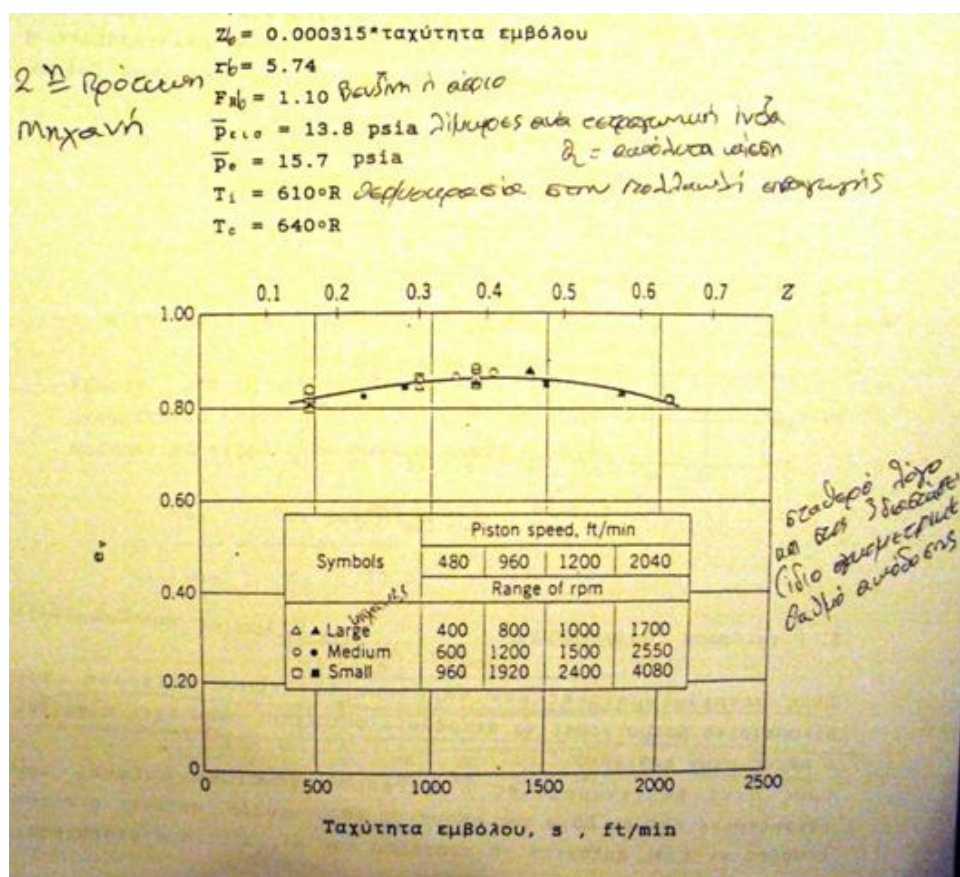
ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΤΕΡΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΟΓΚΟΜΕΤΡΙΚΟ ΒΑΘΜΟ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ

Ο ογκομετρικός βαθμός απόδοσης Z , εξαρτάται από τον αριθμό Mach. Στο παρακάτω διάγραμμα 1 παρουσιάζεται αυτή η εξάρτηση. Στο παρακάτω διάγραμμα 1 φαίνεται επίσης ότι ο ογκομετρικός βαθμός απόδοσης έχει υψηλή τιμή μέχρι περίπου $Z = 0,6$ και έπειτα έχει σημαντική πτώση. Επειδή ο κύριος σχεδιαστικός στόχος είναι η μεγιστοποίηση του ογκομετρικού βαθμού απόδοσης, δεν θα πρέπει η τιμή του Z να είναι μεγαλύτερη του 0,6. Το παρακάτω διάγραμμα 1 έχει προκύψει από μετρήσεις που έχουν προκύψει από μια πρότυπη μηχανή.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1: Εξάρτηση του ογκομετρικού βαθμού απόδοσης Z από τον αριθμό Mach

Ο ογκομετρικός βαθμός εξαρτάται επίσης και από την ταχύτητα του εμβόλου (s). Από μετρήσεις που έγιναν στο Πανεπιστήμιο MIT σε τρεις μηχανές που είχαν την ίδια γεωμετρική αναλογία προέκυψε το παρακάτω διάγραμμα 2. Από το διάγραμμα 2 προκύπτει ότι ο ογκομετρικός βαθμός απόδοσης έχει τις ίδιες τιμές σε μηχανές που έχουν γεωμετρική αναλογία, ίδια ταχύτητα εμβόλου, ίδιες πιέσεις εισόδου και εξόδου, ίδιες θερμοκρασίες εισόδου και νερού ψύξης και ίδιο λόγο καυσίμου/αέρα. Το διάγραμμα 2 είναι η 2η πρότυπη μηχανή.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2: Εξάρτηση του ογκομετρικού βαθμού απόδοσης Z από την ταχύτητα του εμβόλου s

Παρακάτω θα δούμε ένα απλό **παράδειγμα υπολογισμού**:

Θέλουμε να υπολογίσουμε την ενεργό διαδρομή μιας αντλίας εγχύσεως σύμφωνα με τα παρακάτω στοιχεία:

Ενδεικτική ισχύς μηχανής	3150[BHP]
Δίχρονη μηχανή αριθμού στροφών	130[RPM]
Ειδική κατανάλωση καυσίμου	110[gr/BHP.h] [§]
Διάμετρος εμβόλου αντλίας	3.2 [cm]
Ογκομετρικός βαθμός απόδοσης αντλίας	0.80
Ειδικό βάρος καυσίμου	0.83[gr/cm ³]
Αριθμός κυλίνδρων μηχανής	6

Σύμφωνα με τις σχέσεις (2) και (3) έχουμε,

$$Q = \frac{1}{0,8} \times \frac{110 \times 3150}{6 \times 130 \times 0.83 \times 60} = \mathbf{11.15} \text{ [cm}^3\text{/διαδρομή]}$$

Επομένως η **ενεργός διαδρομή** της αντλίας σύμφωνα με τη σχέση (1) είναι :

$$(E.\Delta) = \frac{11.15}{\frac{P}{4} \times (3.2)^2} = \frac{11.15}{0.7854 \times (3.2)^2} = \mathbf{1.386} \text{ [cm]}$$

Άρα η αντλία πρέπει να έχει δυνατότητα διαδρομής του εμβόλου περίπου $3 \times 1.386 = \mathbf{4.16}$ [cm].

[§] **Παρατήρηση:** Το BHP που αναφερθήκαμε αντιστοιχεί σε αγγλική μονάδα μέτρησης δηλαδή: 1BHP=746 W ή αλλιώς 1kw= 1,3410 BHP.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΥΠΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ ΕΓΧΥΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα περιγραφούν οι δύο πιο συνηθισμένες με μηχανές που τοποθετούνται σε πλοία και συγκεκριμένα οι μηχανές τύπου Sulzer και οι μηχανές τύπου Burmeister & Wain (B & W). Οι μηχανές τύπου Sulzer εμφανίζονται σε παλαιότερου τύπου πλοία ενώ στα καινούργια χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον μηχανές τύπου Burmeister & Wain.

Αρχικά θα περιγραφεί η μηχανή Burmeister & Wain που είναι και η μηχανή που έχει γίνει εκτενέστερη μελέτη όπως είναι τοποθετημένη και σε λειτουργία στο πλοίο HELLAS ENDURANCE, το οποίο είναι γκαζάδικο και μεταφέρει διάφορα καύσιμα όπως για παράδειγμα, πετρέλαιο (diesel), βενζίνη 90,95 ή 100 οκτανίων κλπ.

3.1 ΜΗΧΑΝΕΣ BURMEISTER & WAIN (B & W)

3.1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Το σύστημα εγχύσεως των μηχανών B & W αποτελείται από τα εξής μέρη:

- 1) Από μια ή δυο αντλίες χαμηλής πίεσεως.
- 2) Από μια ή δυο σειρές φίλτρων.
- 3) Από την αντλία εγχύσεως και τον εγχυτήρα.
- 4) Από ένα ψυγείο επιφάνειας, εφόσον το χρησιμοποιούμενο καύσιμο είναι ελαφρύ πετρέλαιο ή καύσιμο diesel.

Το καύσιμο αναρροφάται με την αντλία χαμηλής πίεσεως και μεταφέρεται από τη δεξαμενή ημερήσιας κατανάλωσης προς τις αντλίες εγχύσεως, έπειτα γεμίζει τους κυλίνδρους των αντλιών και στη συνέχεια μέσω του σωλήνα υψηλής πίεσεως καταθλίβεται προς τον εγχυτήρα για

την έγχυση. Παράλληλα μέσω άλλου σωλήνα τροφοδοτείται για τη ψύξη των εγχυτήρων και από εκεί επιστρέφει προς τη δεξαμενή ημερήσιας κατανάλωσης. Στη περίπτωση που το καύσιμο είναι ελαφρύ η πετρέλαιο Diesel, μεταξύ εξαγωγής εγχυτήρα και δεξαμενής ημερήσιας κατανάλωσης υπάρχει ψυγείο στο οποίο εξωτερικά κυκλοφορεί το καύσιμο και εσωτερικά κυκλοφορεί θαλάσσιο νερό. Με τη κατάλληλη παροχή νερού θαλάσσης ελέγχεται η θερμοκρασία του της δεξαμενής ημερήσιας κατανάλωσης. Από την άλλη όταν χρησιμοποιείται βαρύ πετρέλαιο, δεδομένου της υψηλής θερμοκρασίας δεν χρειάζεται ψυγείο και επομένως το καύσιμο οδηγείται κατευθείαν στη δεξαμενή ημερήσιας κατανάλωσης ή στη δεξαμενή ανάμειξης.

3.1.2 ΑΝΤΛΙΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ BURMEISTER & WAIN

Ο κάθε κύλινδρος της μηχανής είναι εφοδιασμένος με τη δική του αντλία πετρελαίου τύπου VIT** (μεταβαλλόμενου χρονισμού έγχυσης), που είναι προσαρμοσμένη πάνω στο κέλυφος του οδηγού του ράουλου πάνω από το τμήμα του κνωδακοφόρου άξονα που αντιστοιχεί στον αναφερόμενο κύλινδρο.

Η τετράγωνη βάση του κελύφους της αντλίας πετρελαίου είναι εφοδιασμένη με έναν αύλακα για τη συλλογή του διαρρέοντος πετρελαίου, το οποίο αποστραγγίζεται τελικά μέσω μιας σωλήνας αποστράγγισης. Υπάρχουν δύο οπές στη βάση για τους οδοντωτούς

** VARIABLE INJECTION TIMING= Μεταβλητός χρονισμός έγχυσης. Είναι έλεγχος χρονισμού(δηλαδή ένα ράφι το οποίο περιστρέφεται το έμβολο στο βαρέλι). Η αντλία καυσίμου είναι εξοπλισμένη με ένα ρυθμιζόμενο βαρέλι. Το βαρέλι βρίσκεται σε μια βιδωτή υποδοχή που περιστρέφεται από ένα δεύτερο ράφι. **Σκοπός** του VIT είναι να επιτευχθεί μεγαλύτερη οικονομία καυσίμου.

κανόνες. Ο πάνω κανόνας χρησιμεύει για τη ρύθμιση του χρονισμού έγχυσης και ο κάτω κανόνας ελέγχει την ποσότητα του πετρελαίου που παρέχεται στην αντλία μέσω ενός ρυθμιστικού οδηγού.

Στο πάνω τμήμα το κέλυφος της αντλίας είναι κλειστό με ένα πώμα που περιλαμβάνει μια βελονοειδή βαλβίδα. Το πώμα συγκρατείται με περικόχλια και αμφικόχλια (μποζώνια), φυτεμένα στο κέλυφος της αντλίας. Το κάτω τμήμα του πάνω πώματος είναι εφοδιασμένο με μια βαλβίδα αναρρόφησης που λειτουργεί επίσης σαν ένας οδηγός του κυλίνδρου της αντλίας.

Ένας δακτύλιος στεγανότητας τοποθετείται στο κάτω τμήμα της αναρροφητικής βαλβίδας, για να στεφανοποιήσει τον κύλινδρο και την αναρροφητική βαλβίδα.

Πετρέλαιο παρέχεται μέσω μιας φλαντζωτής σύνδεσης στην πλευρά του κελύφους της αντλίας. Μια αντίστοιχη φλάντζα στην αντίθετη θέση του κελύφους είναι εφοδιασμένη με έναν αποσβεστήρα κραδασμών (shock absorber), που εξουδετερώνει το σοκ που προκαλείται όταν το έμβολο της αντλίας αποκαλύπτει τις οπές στο άκρο κάθε διαδρομής κατάθλιψης.

Ο αποσβεστήρας αποτελείται από ένα κύλινδρο με ένα έμβολο (εφοδιασμένο με ελατήριο) το οποίο πιέζεται προς τα πίσω όταν το επιπλέον πετρέλαιο από το θάλαμο κατάθλιψης βγαίνει με δύναμη στον εσωτερικό χώρο γύρω από τον κύλινδρο της αντλίας.

Δύο βιδωτές τάπες είναι τοποθετημένες στο κέλυφος της αντλίας απέναντι από τις οπές διακοπής του κυλίνδρου. Οι πίδακες (jets) του πετρελαίου που πετιούνται μέσω των οπών στο τέλος της διαδρομής της κατάθλιψης, «χτυπούν» τις βιδωτές τάπες που μπορούν να αντικατασταθούν όταν φθαρούν.

Ένας πείρος τοποθέτησης μπαίνει στο πάνω μέρος του κελύφους της αντλίας και εξασφαλίζει τη σωστή τοποθέτηση των εξαρτημάτων.

3.1.3 Ο ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΚΑΙ Ο ΟΔΗΓΟΣ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ (ΣΧΗΜΑ 3)

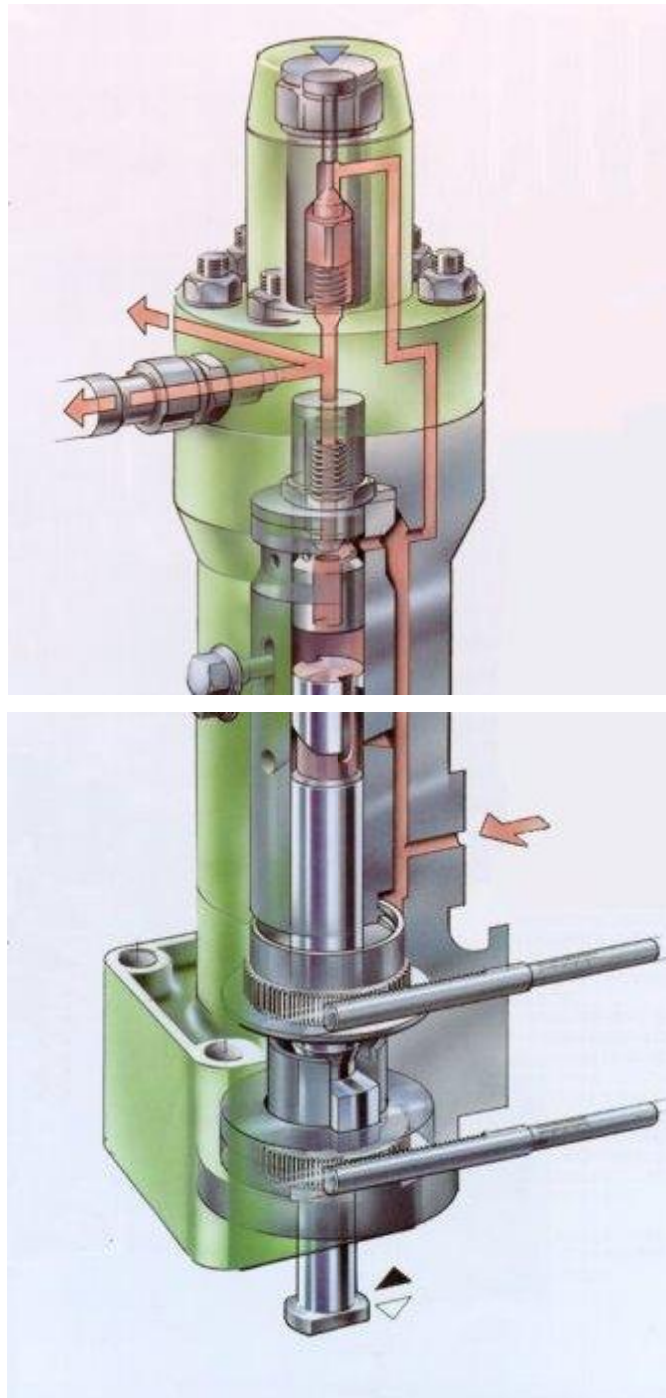
Ο κύλινδρος της αντλίας οδηγείται στα πάνω και κάτω σημεία του κελύφους. Τρεις δακτύλιοι στεγανότητας τοποθετούνται στους αύλακες και στον κύλινδρο για να στεγανοποιήσουν τον κύλινδρο και το κέλυφος. Ο κύλινδρος έχει ένα στόμιο εξυδάτωσης που βρίσκεται στο κάτω άκρο μεταξύ των δύο δακτυλίων στεγανότητας.

Ο κύλινδρος της αντλίας έχει ένα κάτω άκρο με σπείρωμα που ταιριάζει στο εσωτερικό σπείρωμα του οδηγού χρονισμού.

Ο οδηγός χρονισμού έχει μία γραναζωτή στεφάνη (gear rim) που έρχεται σε επαφή με τον πάνω οδοντωτό κανόνα στη βάση του κελύφους. Η γραναζωτή στεφάνη και ο οδοντωτός κανόνας είναι σημειωμένα με γραμμές που επιτρέπουν στα εξαρτήματα να τοποθετηθούν σωστά μετά την εξάρμωση (Σχήμα 3).

Ο οδοντωτός κανόνας συνδέεται με ένα σερβοελεγχόμενο κύλινδρο (servo air cylinder) ο οποίος ε-λέγεται σύμφωνα με τη θέση του ρυθμιστικού άξονα. Η θέση του πάνω οδοντωτού κανόνα προσδιορίζει την κάθετη θέση του κυλίνδρου σε σχέση με το έμβολο μέσω ενός συνδέσμου με σπείρωμα.

Με αυτό τον τρόπο η αρχική ροπή της έγχυσης του πετρελαίου στον κύλινδρο μπορεί να ρυθμιστεί με έναν σερβοελεγχόμενο κύλινδρο (servo air cylinder).



ΣΧΗΜΑ 3: Κύλινδρος αντλίας και οδηγός χρονισμού

3.1.4 ΕΜΒΟΛΟ ΑΝΤΛΙΑΣ ΚΑΙ Ο ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ

Το έμβολο της αντλίας είναι εφοδιασμένο με έναν κύλινδρο και έχει λειανθεί με ακρίβεια ώστε να είναι απόλυτα στεγανό από τυχόν

διαρροή λαδιού. Ο κύλινδρος και το έμβολο πρέπει πάντοτε να βρίσκονται μαζί και δεν αντικαθίστανται το κάθε ένα χωριστά.

Κατά τη διαδρομή του εμβόλου δύο οπές διακοπής καυσίμου του κυλίνδρου καλύπτονται και αντιστρόφως.

Η λειτουργία αυτή σε συνδυασμό με τη στρέψη του εμβόλου που γίνεται από τον μηχανισμό ρύθμισης, εξυπηρετεί στο να ρυθμίζει την ποσότητα του πετρελαίου που εγχέεται στον κύλινδρο της μηχανής.

Το έμβολο της αντλίας είναι εφοδιασμένο με έναν οδηγό σχεδιασμένο να παλινδρομεί σε ένα σφηνόδρομο στον οδηγό ρύθμισης. Το κάτω τμήμα διαθέτει ένα «πόδι» το οποίο ακουμπά πάνω σ' έναν ωστικό δίσκο στον σύνδεσμο τύπου μπαγιονέτ (φουρκέτα) στο λαιμό του οδηγού του ράουλου. Μια ελευθερία περίπου 0,1 mm μεταξύ του πέλματος του εμβόλου και του οδηγού του ράουλου επιτρέπει στο έμβολο να στρέφεται μέσα στον οδηγό του ράουλου. Ο ρυθμιστικός οδηγός έχει μια γραναζωτή στεφάνη που συνδέεται με τον κάτω οδοντωτό κανόνα στη βάση του κελύφους. Η γραναζωτή στεφάνη και ο οδοντωτός κανόνας είναι σημειωμένα με γραμμές που επιτρέπουν στα εξαρτήματα να τοποθετηθούν σωστά μετά την εξάρμωση. Ο οδοντωτός κανόνας συνδέεται με τον μηχανισμό ρύθμισης της μηχανής μέσω ενός ελατηριωτού συνδέσμου. Έτσι στην περίπτωση που το έμβολο μιας αντλίας κολλήσει ο μηχανισμός ρύθμισης των υπόλοιπων αντλιών πετρελαίου δεν θα μπλοκαριστεί.

3.1.5 Η ΒΕΛΟΝΟΕΙΔΗΣ (ΔΙΑΤΡΗΤΗ) ΒΑΛΒΙΔΑ

Στο πάνω πόμα της αντλίας είναι προσαρμοσμένη μια βελονοειδής βαλβίδα. Η βελονοειδής αυτή βαλβίδα αποτελείται από ένα έμβολο που συγκοινωνεί με το σύστημα ελέγχου αέρα της μηχανής. Στην περίπτωση ενεργοποίησης του συστήματος κράτησης της μηχανής ή το «Σύστημα

συναγερμού διαρροής πετρελαίου» (προαιρετικό) ή όταν έχει ενεργοποιηθεί η εντολή «ΚΡΑΤΕΙ» παρέχεται πεπιεσμένος αέρας στο πάνω μέρος του εμβόλου πιέζοντας το έμβολο με τον πείρο προς τα κάτω προκαλώντας «διάτρηση» στη ροή του πετρελαίου προς τον εγχυτήρα. Όσο ή βελονοειδής βαλβίδα είναι ενεργοποιημένη, το πετρέλαιο επιστρέφει μέσω μιας σωλήνας προς το κέλυφος της αντλίας χωρίς να γίνεται καμία έγχυση.

3.1.6 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Το πετρέλαιο τροφοδοτείται μέσω μιας σωλήνας στην πλευρά του κελύφους της αντλίας από την ηλεκτροκίνητη κύρια αντλία. Η πίεση του πετρελαίου διατηρείται σταθερή μέσω μιας βαλβίδας υπερχείλισης που βρίσκεται μεταξύ της κύριας γραμμής τροφοδότησης πετρελαίου προς τις αντλίες και της γραμμής επιστροφών. Η αντλία πετρελαίου και οι εγχυτήρες είναι σχεδιασμένοι για την κυκλοφορία ζεστού πετρελαίου, που τις καθιστά ικανές να προθερμανθούν κοντά την περίοδο της ακινησίας και μεταξύ διαδοχικών εγχύσεων πετρελαίου.

3.1.7 ΕΓΧΥΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Κατά τη διαδρομή της αναρρόφησης, η εφοδιασμένη με ελατήριο βαλβίδα αναρρόφησης ανοίγει και ο θάλαμος κατάθλιψης γεμίζει με πετρέλαιο.

Όσο γρηγορότερα το έμβολο της αντλίας (υδρέμβολο) καλύψει τις οπές διακοπής του κυλίνδρου της αντλίας κατά την πάνω κίνηση, τόσο γρηγορότερα αρχίζει αμέσως η έγχυση μέσω των εγχυτήρων. Η κάθετη θέση των οπών ελέγχει έτσι τον χρονισμό της έγχυσης. Η έγχυση θα διαρκέσει έως ότου οι οπές διακοπής αποκαλυφθούν από τις πλάγιες

«λοξές» έδρες διακοπής και ακολούθως το πετρέλαιο οδηγείται διαμέσου δύο φρεζαριστών αυλακών στην πλευρά του υδρεμβόλου και προς τα έξω διάμεσου των οπών διακοπής του κυλίνδρου κατά τη διάρκεια της υπόλοιπης διαδρομής κατάθλιψης.

3.1.8 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Ένα κέλυφος του οδηγού του ράουλου του περιέχει την αντλία πετρελαίου, τον μηχανισμό ενεργοποίησης της βαλβίδας εξαγωγής και το μηχανισμό του δυναμοδείκτη (προαιρετικό) είναι κοχλιωμένο στην πλευρά του κνωδακοφόρου άξονα του κάθε πλαισίου των κυλίνδρων της μηχανής.

Σε σχέση με το σχεδιασμό και τη λειτουργία, ο οδηγός του ράουλου της αντλίας πετρελαίου είναι τελείως διαφορετικός από τον οδηγό του ράουλου της βαλβίδας εξαγωγής.

Ο οδηγός του ράουλου για κάθε αντλία πετρελαίου περιλαμβάνει έναν ζωντανό σύνδεσμο αντιστροφής που μετατίθεται.

Η αντλία πετρελαίου ενεργοποιείται με έναν κνώδακα στον κνωδακοφόρο άξονα. Η κίνηση μεταδίδεται μέσω ενός οδηγού ράουλου στο υδρέμβολο του κυλίνδρου του κελύφους της αντλίας το οποίο μέσω των σωλήνων υψηλής πίεσης - συνδέεται με τους εγχυτήρες πετρελαίου πάνω στο πώμα του κυλίνδρου.

Ο οδηγός του ράουλου πιέζεται προς τα κάτω με δύο ελικοειδή ελατήρια που βρίσκονται σταθερά τοποθετημένα μεταξύ του οδηγού ράουλου και της αντλίας, ώστε το ράουλο του οδηγού του ράουλου να ακολουθήσει τον κνώδακα του κνωδακοφόρου άξονα.

Η βάση της αντλίας είναι προσαρμοσμένη στο κέλυφος του κνωδακοφόρου άξονα με τέσσερα αμφικόχλια.

Το σπείρωμα σε δύο από αυτούς είναι αρκετά μακρύ, ώστε να επιτρέπουν το σταδιακό ελευθέρωμα των ελατηρίων των οδηγών των ράουλων όταν εφαρμόζονται τα εξαρτήματα.

Το έμβολο εδράζεται πάνω σε μία ωστική ροδέλα στο λαιμό του οδηγού του ράουλου και ασφαρίζεται με τον οδηγό του ράουλου με μια ασφάλεια τύπου μπαγιονέτ. Ο ίδιος ο οδηγός του ράουλου εμποδίζεται από το να στραφεί με μια οδηγητική πλάκα που είναι προσαρμοσμένη στο χιτώνιο του κελύφους.

Το πάνω σημείο του λαιμού του οδηγητικού ράουλου βρίσκεται μέσα στην βάση της αντλίας και είναι εφοδιασμένο με ένα πώμα. Το πώμα αυτό, μαζί με την μπούσα στεγανότητας το οποίο είναι πρεσαριστό μέσα στη βάση της αντλίας, σχηματίζει ένα λαβύρινθο για να εμποδίσει το πετρέλαιο από το να διεισδύσει στο λιπαντικό λάδι του κνωδακοφόρου άξονα.

Το κάθε κέλυφος του οδηγού του ράουλου έχει ένα μηχανισμό ανύψωσης που λειτουργεί χειροκίνητα και είναι ικανό να ανυψώσει τον κνώδακα πετρελαίου. Ο μηχανισμός ανύψωσης είναι τοποθετημένος στην πλευρά του κελύφους του οδηγού του ράουλου .

3.1.9 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΑΣΤΡΟΦΗΣ

Η αναστροφή επιτυγχάνεται μετατοπίζοντας το ράουλο του μηχανισμού κίνησης της αντλίας πετρελαίου σε κάθε κύλινδρο. Ο σύνδεσμος που συνδέει τον οδηγό του ράουλου με το ράουλο είναι εφοδιασμένος με ένα βραχίονα αναστροφής και ένας στροφέας είναι τοποθετημένος στο πάνω άκρο του βραχίονα αναστροφής. Ο στροφέας παλινδρομεί σε έναν οδηγό αναστροφής που συνδέεται με έναν κύλινδρο αέρα. Ο σύνδεσμος αυτός αντασφαλίζεται στις θέσεις «ΠΡΟΣΩ» ή «ΑΝΑΠΟΔΑ», χωρίς τη βοήθεια εξωτερικών δυνάμεων. Ο κάθε

κύλινδρος αναστρέφει χωριστά και ο μηχανισμός αναστροφής ενεργοποιείται με πεπιεσμένο αέρα.

Παρακάτω παρουσιάζεται μια εικόνα από τη συγκεκριμένη αντλία πετρελαίου (**B & W**) από το καράβι **HELLAS ENDURANCE** όπου φαίνεται το σύστημα εγχύσεως.



ΕΙΚΟΝΑ 1: Σύστημα έγχυσης αντλίας πετρελαίου Burmeister & Wain τοποθετημένη στο καράβι HELLAS ENDURANCE

Παρακάτω θα δούμε ένα σκαρίφημα (σχήμα 4) του συστήματος έγχυσης καυσίμου της αντλίας BURMEISTER AND WAIN.

ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΣΚΑΡΙΦΗΜΑΤΟΣ:

PUNCTURE VALVE: ΒΑΛΒΙΔΑ ΟΠΗΣ

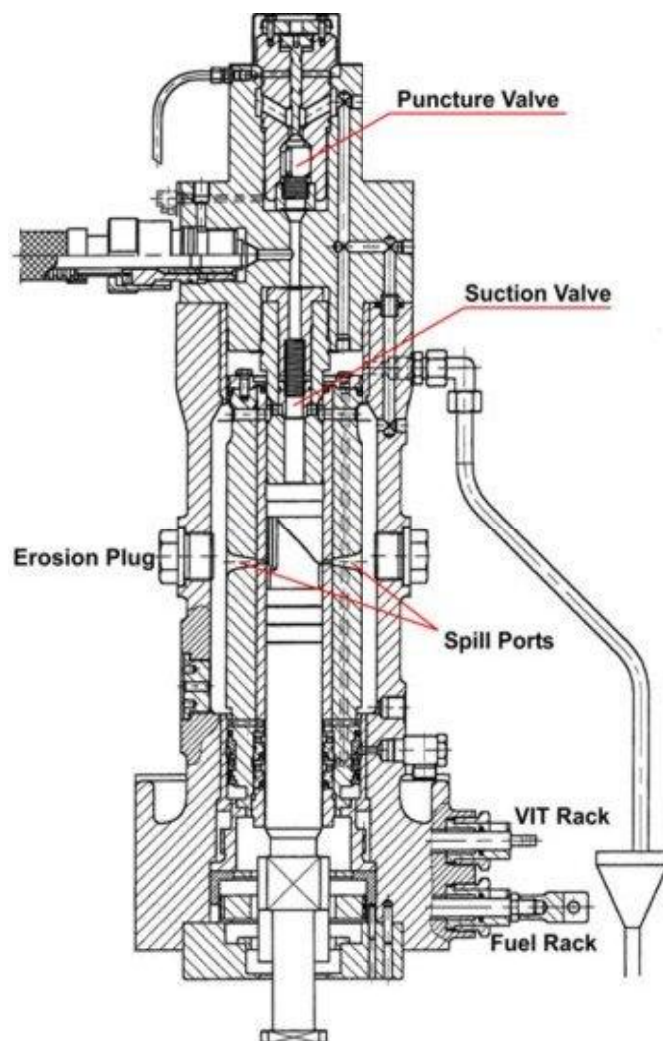
SUCTION VALVE: ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ

EROSION PLUG: ΒΥΣΜΑ ΔΙΑΒΡΩΣΗΣ (δηλαδή φθορά του εμβόλου λόγω κραδασμού)

SPOIL PORTS: ΕΙΣΟΔΟΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

VIT RACK: ΚΑΝΟΝΑΣ ΠΟΥ ΡΥΘΜΙΖΕΙ ΤΟΝ ΑΕΡΑ

FUEL RACK: ΚΑΝΟΝΑΣ ΠΟΥ ΡΥΘΜΙΖΕΙ ΤΗ ΡΟΗ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ ΑΝΑΛΟΓΩΣ ΜΕ ΤΟ ΦΟΡΤΙΟ.



ΣΧΗΜΑ 4: Σύστημα έγχυσης Burmeister and Wain

3.2 ΜΗΧΑΝΕΣ SULZER

3.2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι μηχανές Sulzer κατασκευάζονται για απόδοση ισχύος από 375 έως 48000 [BHP] και αριθμό στροφών από 108 έως 1200 [RPM] και για καύση κάθε είδους πετρελαίου. Οι αργόστροφες (τύπου RD, SD, RS, RSD, οι παλαιότερες και οι νεότερες RND, RLA) είναι δίχρονες με ζύγωμα, αριθμού στροφών από 108 έως 170 [RPM], αριθμού κυλίνδρων από 5 έως 12 και τέλος ισχύος από 4760 έως 48000 [BHP]. Σε κάποιες μηχανές μέσου αριθμού στροφών όπως για παράδειγμα τύπου Z 40/48 και 65/65 είναι τετράχρονης σειράς αριθμού στροφών από 400 έως 600 [RPM], αριθμού κυλίνδρων από 6 έως 18 και ισχύος από 3600 έως 26000 [BHP]. Τελευταία κατασκευάζονται και δίχρονες μηχανές του τύπου αυτού. Οι πολύστροφες μηχανές κατασκευάζονται για ισχύς από 375 έως 4000 [BHP]. Στις αργόστροφες μηχανές χρησιμοποιούνται αντλίες εγχύσεως με συμπαγές έμβολο οι οποίες μπορεί να είναι είτε **απλού ελέγχου** είτε **διπλού ελέγχου**, ενώ στις πολύστροφες και στις μέσου αριθμού στροφών χρησιμοποιούνται αντλίες με ελικοπτόμενο έμβολο.

3.2.2 ΑΝΤΛΙΕΣ ΑΠΛΟΥ ΚΑΙ ΔΙΠΛΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

3.2.2.1 ΑΝΤΛΙΕΣ ΑΠΛΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Αρχικά πρέπει να σημειωθεί ότι οι αντλίες απλού ελέγχου δεν έχουν την απόδοση που έχουν οι διπλού ελέγχου. Χαρακτηριστικά αυτών είναι ότι η **απλή κατασκευή τους** και ο **μικρός όγκος τους** .

ΕΙΔΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΑΠΛΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

I. Αντλίες με σταθερή έναρξη εγχύσεως και μεταβαλλόμενο πέρας εγχύσεως ανάλογα με το φορτίο της μηχανής. Δηλαδή το καύσιμο

καταθλίβεται προς τον εγχυτήρα μόλις το έμβολο της αντλίας αρχίσει να ανέρχεται και το άνοιγμα της βαλβίδας γίνεται ανάλογα με το φορτίο της μηχανής.

II. Αντλίες με σταθερό πέρας εγχύσεως και μεταβλητή έναρξη στα διάφορα φορτία. Στις αντλίες αυτές η έναρξη της εγχύσεως γίνεται αφού κλείσει η βαλβίδα εισαγωγής και το πέρας όταν το έμβολο της αντλίας φθάσει το ΑΝΣ.

3.2.2.2 ΑΝΤΛΙΕΣ ΔΙΠΛΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ

Σε αυτές μεταβάλλεται τόσο η αρχή όσο και το πέρας της εγχύσεως. Οι αντλίες αυτές διαθέτουν δυο βαλβίδες, πρώτον τη βαλβίδα εισαγωγής η οποία ελέγχει την αρχή της εγχύσεως και δεύτερον η βαλβίδα επιστροφής όπου ελέγχει το πέρας. Από το ρυθμιστή στροφών και το χειριστήριο ελέγχονται οι μηχανισμοί και των δυο βαλβίδων συμμετρικά ή ασύμμετρα.

Στη συμμετρική ρύθμιση αυξανόμενου του φορτίου η έναρξη και το πέρας εγχύσεως μεταβάλλονται συμμετρικά ως προς τη κεντρική θέση της μηδενικής εγχύσεως. Στη περίπτωση που έχουμε ασύμμετρη ρύθμιση πλησιάζει περισσότερο προς τη ρύθμιση σταθερής έναρξης ή μπορεί επίσης να πλησιάζει περισσότερο προς τη ρύθμιση σταθερού πέρατος.

3.2.3 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΓΙΑ ΤΗ ΡΥΘΜΙΣΗ

Πριν τη ρύθμιση των αντλιών εγχύσεως γίνονται κάποιες προετοιμασίες όπως θα δούμε παρακάτω:

1. Εφαρμόζονται οι σωλήνες εισαγωγής και κατάθλιψης.
2. Εκκενώνεται ο χώρος από το καύσιμο.
3. Τοποθετείται ο τηλεγράφος στη θέση «ΠΡΟΣΩ», ο μοχλός καυσίμου στη θέση «πλήρους φορτίου» και τίθεται σε λειτουργία η αντλία του ελαίου.

4. Ασφαλίζεται ο μοχλός αυτόματου διακοπής από τον σερβοκινητήρα, δηλαδή όταν σταματήσει η κυκλοφορία του νερού στη μηχανή διακόπτεται η παροχή του καυσίμου.
5. Ο μοχλός ελέγχου του ρυθμιστή τίθεται στη θέση παροχής καυσίμου.
6. Εφαρμόζονται τα περικόχλια, οι σύνδεσμοι όπως επίσης και οι βαλβίδες εισαγωγής και επιστροφής.
7. Γίνεται καθαρισμός, εφαρμογή και επιθεώρηση των βαλβίδων και επανατοποθέτηση τους χωρίς τα υπόλοιπα εξαρτήματα.
8. Τοποθετούνται επάνω από το έμβολο και τις βαλβίδες τα αντίστοιχα μετρητικά όργανα, ώστε τα βάρτρα τους να ακουμπούν επί του προσώπου του εμβόλου και των βαλβίδων.
9. Ελέγχεται η ελεύθερη λειτουργία όλων των μηχανισμών καυσίμου και συγκρίνεται αν η θέση του μοχλού καυσίμου και των αριθμημένων πλακών των αντλιών είναι αυτή που προδιαγράφεται για τον έλεγχο.

3.2.4 ΡΥΘΜΙΣΗ ΑΝΤΛΙΑΣ ΜΗΧΑΝΗΣ ΤΥΠΟΥ SD

Παρακάτω θα δούμε κάποια στοιχεία που πρέπει να τονιστούν για τη ρύθμιση μιας αντλίας τύπου SD, η οποία όμως δε διαφέρει από άλλες αντλίες αυτού του τύπου μηχανών.

Αυτά είναι τα εξής:

1. Αρχικά σε περίπτωση που η μηχανή δεν ξεκινήσει τότε θα πρέπει να τοποθετηθεί ο τηλέγραφος και ο μοχλός χειρισμών στη θέση «πρόσω», έπειτα να τεθεί σε λειτουργία η αντλία ελαίου και ο μοχλός καυσίμου στη θέση πλήρους φορτίου που αναφέρεται στο πρωτόκολλο δοκιμών της μηχανής.

2. Σε επόμενο στάδιο πρέπει να εκτελεστούν οι οδηγίες που αναφέραμε σε προηγούμενη παράγραφο (3.2.3).
3. Η επιτρεπόμενη απόκλιση για τη διαδρομή του εμβόλου είναι 0,05 [mm].
4. Έπειτα η γωνία εγχύσεως πρέπει να προσδιορίζεται από τον κνώδακα και όχι από τη βαλβίδα. Η βαλβίδα ρυθμίζεται ανάλογα με τη διαδρομή του εμβόλου.
5. Προκειμένου να τοποθετηθεί μια αποσυναρμολογημένη αντλία εγχύσεως θα πρέπει πάντα ο κνώδακας να βρίσκεται στο υψηλότερο σημείο. Αυτό βρίσκεται περίπου 14° μετά το ΑΝΣ.

3.2.5 ΕΛΕΓΧΟΣ ΔΙΑΚΟΠΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Μετά από κάθε έλεγχο ρυθμίσεως των αντλιών πρέπει να γίνεται και έλεγχος της διακοπής του καυσίμου από τους διάφορους μηχανισμούς όπως θα δούμε παρακάτω:

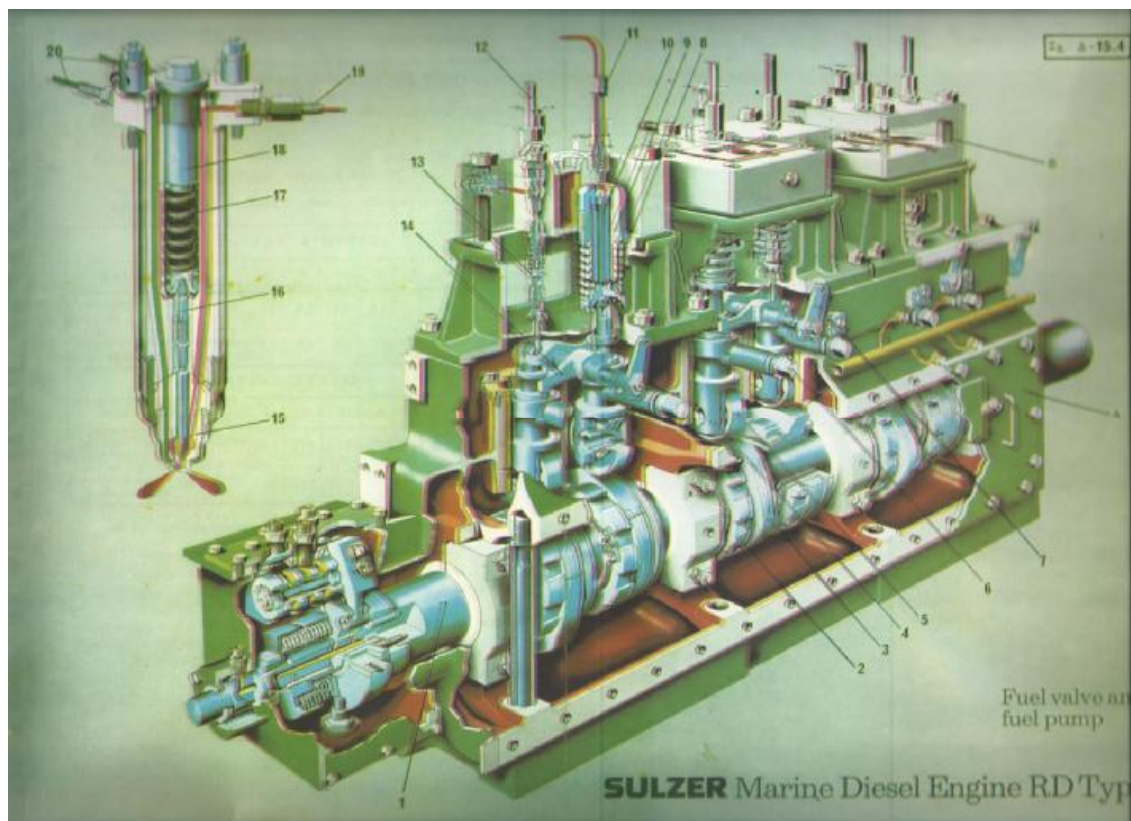
- 1) Αρχικά ελέγχεται η ταύτιση των κλιμάκων των μοχλών του καυσίμου, σερβοκινητήρα και του ρυθμιστή των στροφών.
- 2) Έλεγχος του ρυθμιστή υπερταγχύσεως, δηλαδή ελέγχεται η καλή λειτουργία του μοχλού κρατήσεως παροχής καυσίμου από τον ρυθμιστή υπερταγχύσεως.
- 3) Χειροκίνητη απομόνωση της αντλίας δηλαδή ανυψώνουμε το έμβολο της αντλίας μηχανικά και το ασφαλίζουμε στο ΑΝΣ της διαδρομής του με το μοχλό διακοπής. Περιστρέφουμε τη μηχανή ώστε το αντίστοιχο έκκεντρο να φθάσει στο ψηλότερο σημείο.
- 4) Έλεγχος διαδρομής των βαλβίδων όπου μια από τις δυο βαλβίδες εισαγωγής ή επιστροφής πρέπει να είναι ανοιχτή. Σύμφωνα με το εγχειρίδιο της μηχανής μπορούμε να κοιτάξουμε πόσα χιλιοστά

είναι ανυψωμένη η βαλβίδα επιστροφής τη στιγμή που κλείνει η βαλβίδα εισαγωγής.

5) Έλεγχος τη διαδρομής ασφαλείας, είναι δηλαδή η ελάχιστη θέση του χειριστηρίου που οι αντλίες εγχύσεως καταθλίβουν το καύσιμο προς του εγχυτήρες. Επίσης πάλι από το εγχειρίδιο της μηχανής βλέπουμε ότι η θέση αυτή αντιστοιχεί περίπου στη τιμή 1,2 του δείκτη φορτίσεως των αντλιών.

6) Τέλος στη περίπτωση που προστεθούν ελάσματα μειώσεως του φορτίου, πρέπει στους παραπάνω ελέγχους να προστεθεί και ο έλεγχος των βαλβίδων.

Στη φωτογραφία που ακολουθεί θα δούμε ένα συγκρότημα έγχυσης συμπαγούς εμβόλου, απλού ελέγχου μηχανής SULZER τύπου RD.



ΕΙΚΟΝΑ 2: Μηχανή SULZER τύπου RD

ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΤΟΥ ΣΧΗΜΑΤΟΣ:

- A. Πλαίσιο συγκροτήματος αντλιών.
- B. Σώμα αντλίας.
 - 1. Εκκεντροφόρος άξονας.
 - 2. Περικόχλιο συγκρατήσεως κνώδακα.
 - 3. Κνώδακας.
 - 4. Ευθυντιρία
 - 5. Τροχαλία.
 - 6. Μοχλός διακοπής.
 - 7. Μοχλός αυξομείωσης παροχής.
 - 8. Ανασταλτικό ελατήριο.
 - 9. Χιτώνιο αντλίας.
 - 10. Εμβολο αντλίας.
 - 11. Σωλήνας καταθλίψεως.
 - 12. Σωλήνας εισαγωγής.
 - 13. Βαλβίδα εισαγωγής.
 - 14. Μηχανισμός βαλβίδας.
 - 15. Προστόμιο εγχυτήρα.
 - 16. Βάκτρο της βαλβίδας του εγχυτήρα.
 - 17. Ανασταλτικό ελατήριο.
 - 18. Κοχλίας ρυθμίσεως της πίεσης ανοίγματος του εγχυτήρα.
 - 19. Σωλήνας καταθλίψεως.
 - 20. Σωλήνες μέσου ψύξεως του εγχυτήρα.

3.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΔΥΟ ΜΗΧΑΝΩΝ

Κάνοντας μια αποτίμηση των μηχανών τύπου «BURMEISTER AND WAIN» και «SULZER» συμπεραίνουμε πως η πρώτη είναι πιο

αξιόπιστη, και πιο οικονομική σε σχέση με τη δεύτερη που τείνει πλέον να αποσυρθεί. Επιπλέον η μηχανή τύπου “B&W” εξακολουθεί να κατασκευάζεται και υπάρχουν γνήσια ανταλλακτικά σε αντίθεση με την τύπου «SULZER», γεγονός που διευκολύνει την συντήρηση της και την αποκατάσταση τυχόν ζημιών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Στο κεφάλαιο αυτό θα ασχοληθούμε με τη συμπεριφορά του δικτύου συστήματος έγχυσης καυσίμου κατά την εκκίνηση, και όχι με τον τρόπο εκκίνησης των μηχανών που αναφέραμε προηγουμένως. Οι οδηγίες που δίνονται παρακάτω αναφέρονται ισχύουν για τα συστήματα έγχυσης των μηχανών BURMEISTER AND WAIN (B&W) όπως επίσης και για τις μηχανές SULZER. Πρέπει να αναφερθεί ότι τα στοιχεία αυτά δεν διαφέρουν κατά πολύ από τα άλλα συστήματα έγχυσης.

4.1 ΓΕΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ

Κατά την εκκίνηση του συστήματος εγχύσεως πρέπει να γίνεται μια προετοιμασία όπου εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

- I. Τη χρονική περίοδο που μια μηχανή είχε παραμείνει εκτός λειτουργίας έχει επίδραση στο σύστημα έγχυσης και πρέπει να γίνουν κάποιες επιθεωρήσεις μετά από μια μεγάλη διάρκεια ακινησίας της μηχανής.
- II. Το είδος της μηχανής εκφράζει τη σοβαρότητα που πρέπει να δοθεί στη προετοιμασία, στη περίπτωση που μια μηχανή είναι απευθείας συνδεδεμένη με την έλικα, επομένως δεν μας αφήνει περιθώρια αποτυχίας της εκκινήσεως, όπως συμβαίνει με μια μηχανή που είναι έμμεσα συνδεδεμένη που η εκκίνηση της μπορεί να γίνει λίγο πριν τη χρειαστούμε.
- III. Το χρησιμοποιούμενο καύσιμο που παρουσιάζει ανάλογες ανάγκες με το τύπο του καυσίμου.

Υποθέτουμε πως έχουμε μια μηχανή η οποία χρησιμοποιεί δυο είδη καυσίμων. Το ένα είναι πετρέλαιο **Diesel** για τη διάρκεια των χειρισμών και το δεύτερο είναι **βαρύ πετρέλαιο** για τη λειτουργία

πελάγους, πρέπει να γίνουν ορισμένες ενέργειες μετά από μια μικρή διακοπή λειτουργίας και εφόσον δεν έγιναν οι απαραίτητες εργασίες συντηρήσεως στο διάστημα αυτό:

1. Έλεγχος της στάθμης των δεξαμενών ημερήσιας κατανάλωσης και κατακαθήσεως τόσο για το πετρέλαιο Diesel όσο και για το βαρύ πετρέλαιο.
2. Έλεγχος της θερμοκρασίας των δεξαμενών του βαρέως πετρελαίου.
3. Εξυδάτωση των δεξαμενών.
4. Έλεγχος των μοχλών κινήσεως αντλιών, όπως επίσης και η λίπανση των μερών που έχουν ανάγκη.
5. Εκκίνηση της αντλίας χαμηλής πίεσεως και έλεγχος του δικτύου για τυχόν απώλειες ή διαρροές.
6. Έλεγχος της πίεσεως του δικτύου (άλλη πίεση απαιτείται όταν χρησιμοποιείται πετρέλαιο Diesel και άλλη όταν χρησιμοποιείται βαρύ πετρέλαιο).

Όταν η μηχανή έχει παραμείνει μεγαλύτερο καιρό εκτός λειτουργίας επιβάλλεται ο εξαερισμός του δικτύου όπως επίσης και μια πολύ προσεκτική επιθεώρηση των μηχανισμών εγχύσεως.

Κατά την εκκίνηση ένας σημαντικός παράγοντας είναι και η μετάδοση της θερμότητας. Αυτός είναι και ένας από τους λόγους που γίνεται προθέρμανση στη μηχανή, επειδή μέρος της θερμότητας του αέρα μεταδίδεται προς τα ψυχρότερα τοιχώματα του κυλίνδρου, του εμβόλου και του πώματος με αποτέλεσμα να μειώνεται η θερμοκρασία του.

Η εκκίνηση της μηχανής μπορεί να δυσκολεύεται από παράγοντες όπως είναι η φθορά των **χιτωνίων, ελατηρίων, βαλβίδων.**

4.1.1 ΦΘΟΡΑ ΧΙΤΩΝΙΩΝ

Η φθορά των **χιτωνίων** εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:

- Û Από κακή ποιότητα καυσίμου.
- Û Κακό στρώσιμο χιτωνίου.
- Û Κακή λίπανση.
- Û Από αντικανονικές ελευθερίες ελατηρίου.
- Û Αντικανονική τοποθέτηση ελατηρίου.
- Û Από αντικανονική ψύξη.
- Û Από κακή ευθυγράμμιση εμβόλου-βάκτρου-στροφάλου.

4.1.2 ΦΘΟΡΕΣ ΕΛΑΤΗΡΙΩΝ

Οι φορές των ελατηρίων οφείλονται σε φθορές και διαβρώσεις του χιτωνίου καθώς και των υποδοχών των ελατηρίων. Κόλλημα των ελατηρίων από εξανθρακώματα που σχηματίζονται όταν η θερμοκρασία ξεπεράσει τους $220^{\circ}C$ από κακή λίπανση, λίγο λάδι, κάψιμο λαδιού όταν τα καυσαέρια περνάνε μεταξύ ελατηρίων και χιτωνίου, μικρές ελευθερίες κ.λπ.

4.1.3 ΘΕΡΜΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΒΑΛΒΙΔΑΣ

Κατά το άνοιγμα της βαλβίδας στη στενή δίοδο μεταξύ της κεφαλής της βαλβίδας και της έδρας λόγω της μεγάλης διαφοράς πίεσης που επικρατεί στα θερμά καυσαέρια εξέρχονται με ταχύτητα ίση με τη ταχύτητα του ήχου. Έτσι αυξάνεται σημαντικά ο ρυθμός μετάδοσης της θερμότητας από τα καυσαέρια προς τη βαλβίδα και προς την έδρα της. Η θερμοκρασία της βαλβίδας στην περιοχή της επαφής της με την έδρα

πρέπει να διατηρείται κάτω από τους 500°C . Τα βαρέα πετρέλαια περιέχουν βανάδιο και νάτριο τα οποία κατά τη καύση οξειδώνονται σχηματίζοντας τα αντίστοιχα οξειδία, στη συνέχεια αντιδρούν μεταξύ τους σχηματίζοντας εύτηκτα άλατα σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 500°C . Οι ενώσεις των οξειδίων έχουν σημείο τήξης λίγο πάνω από τους 600°C , πάνω από τη θερμοκρασία αυτή σχηματίζουν υαλώδη στρώματα στην επιφάνεια επαφής της βαλβίδας με της έδρα και αντιδρούν με τα μέταλλα της βαλβίδας και τα διαβρώνουν.

4.2 ΡΥΘΜΙΣΗ ΣΤΡΟΦΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Το θέμα της ρύθμισης της ισχύος και του αριθμού των στροφών μιας μηχανής diesel είναι άμεσα συνδεδεμένο με το σύστημα έγχυσης του καυσίμου καθώς ανάγεται στην ακριβή ποσότητα του καυσίμου που καταθλίβεται για καύση στους κυλίνδρους της μηχανής. Η απαιτούμενη αυξομείωση της παροχής καυσίμου κατά τις διάφορες φάσεις λειτουργίας της μηχανής γίνεται με μεταβολή της ενεργού διαδρομής του εμβόλου της αντλίας εγχύσεως.

Η ρύθμιση του φορτίου ή η ρύθμιση των στροφών της μηχανής μπορεί να γίνει είτε με το χέρι είτε με τηλεχειρισμό από το κεντρικό χειριστήριο της μηχανής είτε με αυτόματο τρόπο μέσω του ρυθμιστή στροφών.

Οι ρυθμιστές στροφών είναι ιδιαίτεροι μηχανισμοί που είναι τοποθετημένοι στη μηχανή με σκοπό τη συνεχή παρακολούθηση των στροφών και τη διατήρησή τους μέσα στα επιθυμητά όρια. Οι ρυθμιστές επενεργούν στο σύστημα εγχύσεως του καυσίμου με ακρίβεια και ταχύτητα που δεν είναι δυνατόν να επιτευχθεί με χειροκίνητους χειρισμούς.

Από την άποψη του τρόπου επενέργειας επί του συστήματος εγχύσεως του καυσίμου οι ρυθμιστές στροφών διακρίνονται σε δυο κατηγορίες:

- 1) Στους μηχανικούς ρυθμιστές.
- 2) Στους υδραυλικούς ρυθμιστές.

4.3 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΡΥΘΜΙΣΤΗ ΣΤΡΟΦΩΝ

Κάθε ρυθμιστής έχει ορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά που χαρακτηρίζουν λεπτομερέστερα την λειτουργία του και βάσει των οποίων γίνεται η επιλογή του για ένα συγκεκριμένο τύπο μηχανής.

Τα χαρακτηριστικά αυτά είναι τα εξής:

1. **Η σταθερότητα ή ευστάθεια** που είναι η ικανότητα του ρυθμιστή να επανέρχεται γρήγορα στη θέση ισορροπίας που έχει ρυθμιστεί, χωρίς να προκαλείται ταλάντωση των στροφών της μηχανής για μεγάλο χρονικό διάστημα μετά από κάποια αύξηση ή μείωση του φορτίου.
2. **Η ακρίβεια ρυθμίσεως** που εκφράζει σε ποσοστό της ονομαστικής τιμής του αριθμού στροφών, εκφράζει δηλαδή τη πραγματική διαφορά του μέγιστου και του ελάχιστου αριθμού στροφών που δουλεύει η μηχανή.
3. **Η ευστάθεια του ρυθμιστή** που εκφράζει το ποσοστό της ονομαστικής τιμής του αριθμού στροφών, δηλαδή την ελάχιστη μεταβολή στροφών που χρειάζεται να γίνει στη μηχανή ώστε να αρχίσει να επενεργεί ο ρυθμιστής.
4. **Η περιοχή λειτουργίας** του ρυθμιστή, δηλαδή τα όρια του αριθμού στροφών της μηχανής για τα οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί, όπως για παράδειγμα από 300 έως 1500

[RPM]. Η περιοχή λειτουργίας μπορεί να είναι πολύ μικρή ή πολύ μεγάλη ανάλογα με τη κατασκευή και τον προορισμό του ρυθμιστή. Στη περίπτωση που η περιοχή λειτουργίας είναι μικρή, η αλλαγή της, εφόσον είναι εφικτή, μπορεί να γίνει μόνο σε εργαστήριο και με ειδικό εξοπλισμό. Από την άλλη οι ρυθμιστές με μεγάλη περιοχή λειτουργίας έχουν περισσότερα από ένα ελατήρια ισορροπίας, που το καθένα ενεργοποιείται αντίστοιχα με το συγκεκριμένο κάθε φορά αριθμό στροφών λειτουργίας.

5. **Η ροπή** που εξασκούν κατά την επενέργεια τους μετρούμενη σε [cm × kp] ή [ft × lbs]. Η συνήθης ροπή των χρησιμοποιούμενων ρυθμιστών φτάνει μέχρι 50[ft × lbs] ή 750[cm × kp].
6. **Η γωνία περιστροφής** του μοχλού επενέργειας του ρυθμιστή. Η γωνία αυτή φτάνει μέχρι 45°, αλλά χρησιμοποιείται ένα 80% περίπου της μέγιστης τιμής.
7. **Η ισχύς κινήσεως** [KW] που απορροφά για την κίνηση του ο ρυθμιστής. Η ισχύς αυτή είναι συνήθως μικρότερη από 1 [KW].
8. **Η σχέση μετάδοσης** στροφών από τη μηχανή στο ρυθμιστή. Η σχέση αυτή εξαρτάται και από τις στροφές της μηχανής και φθάνει μέχρι 1 : 5.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΒΛΑΒΕΣ -ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ- ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΕΓΧΥΣΕΩΣ

5.1 ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΩΜΑΛΙΩΝ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΟΥ ΟΦΕΙΛΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΓΧΥΣΗΣ

Τις ανωμαλίες του συστήματος εγχύσεως των μηχανών μπορούμε να τις κατατάξουμε σε δυο κατηγορίες:

1. Στις ανωμαλίες που παρουσιάζονται κατά τη λειτουργία της μηχανής.
2. Στις ανωμαλίες που παρουσιάζονται κατά την εκκίνηση, μετά βέβαια από επιθεώρηση κάποιων μερών στο σύστημα έγχυσης.

5.1.1 ΑΙΤΙΑ ΑΝΩΜΑΛΙΩΝ ΠΟΥ ΠΑΡΟΥΣΙΑΖΟΝΤΑΙ ΚΑΤΑ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ

Πτώση της πίεσεως του καυσίμου (μερική ή ολική) της της αντλίες εγχύσεως, δηλαδή η ανωμαλία αυτή μπορεί να οφείλεται στα εξής αίτια:

- 1) Εκκένωση της δεξαμενής ημερήσιας κατανάλωσης του καυσίμου.

- 2) Βλάβη (μηχανική ή ηλεκτρική) της αντλία χαμηλής πίεσεως.
- 3) Διαρροή στο σωλήνα καταθλίψεως ή στον προθερμαντήρα.
- 4) Φράξιμο του φίλτρου στην αναρρόφηση της αντλίας χαμηλής πίεσεως.
- 5) Το στόμιο της αναρρόφησης μπορεί να έπαθε ζημιά ή μπορεί να το έκλεισε κάποιος κατά λάθος.
- 6) Βλάβη ή άνοιγμα της ασφαλιστικής βαλβίδας της αντλίας.

Πτώση των στροφών της μηχανής.

Στη περίπτωση που η μηχανή χάνει στροφές χωρίς να μεταβληθεί η παροχή τότε αυτό οφείλεται στα εξής αίτια:

A) Φράξιμο του φίλτρου μεταξύ αντλίας χαμηλής πίεσης και αντλίας εγχύσεως.

B) Βλάβη σε μια ή και περισσότερες αντλίες εγχύσεως, όπως για παράδειγμα καταστροφή ελατηρίου των βαλβίδων, καταστροφή έδρας βαλβίδας, κόλλημα εμβόλου της αντλίας κλπ.

Γ) Βλάβη σε έναν ή περισσότερους εγχυτήρες όπως για παράδειγμα διαρροή μεταξύ των εδρών, φράξιμο οπών κλπ.

Δ) Κόλλημα της βελόνας του εγχυτήρα σε ανοιχτή θέση. Η ανωμαλία αυτή μπορεί να συμβαίνει σε οποιαδήποτε μηχανή με τη διαφορά ότι εάν η αντλία εγχύσεως έχει βαλβίδα καταθλίψεως, η ανωμαλία, δηλαδή το κόλλημα της βελόνας του εγχυτήρα σε ανοιχτή θέση δεν θα ελαττώσει τις στροφές αλλά θα προκαλέσει κτύπο στο έμβολο της μηχανής και δημιουργία μαύρου καπνού από την καπνοδόχο.

5.1.2 ΘΟΡΥΒΩΔΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΚΥΛΙΝΔΡΟΥ

Όταν η λειτουργία ενός κυλίνδρου γίνει θορυβώδης, αρχικά πρέπει να γίνει διαχωρισμός εάν ο κτύπος είναι μεταλλικός, δηλαδή εάν προκαλείται από φθορά ή ζημιά σε κάποιο εξάρτημα ή εάν ο κτύπος προέρχεται από κακή καύση του καυσίμου. Σε αυτή τη περίπτωση, όπου μας ενδιαφέρει και περισσότερο μπορεί να συμβαίνουν τα εξής:

- 1) Κόλλημα ή καταστροφή των ελατηρίων συμπίεσεως του κυλίνδρου.
- 2) Σπάσιμο του ελατηρίου του εγχυτήρα.
- 3) Να υπάρχει στάξιμο από το ακροφύσιο του εγχυτήρα.
- 4) Υψηλή θερμοκρασία εμβόλου
- 5) Υπερφόρτωση του κυλίνδρου.
- 6) Καθυστέρηση αναφλέξεως και ιδιαίτερα από τη γωνία εγχύσεως.

Γενικά η θορυβώδης λειτουργία στον κύλινδρο δημιουργείται είτε από προανάφλεξη του καυσίμου δηλαδή προπορεία είτε από αργοπορία.

Στη προπορεία ο θόρυβος που δημιουργείται στον κύλινδρο πλησιάζει τον μεταλλικό κτύπο, όπου δηλαδή έχουμε αύξηση των θερμοκρασιών στον κύλινδρο και κυρίως στο έμβολο. Από τη άλλη στην αργοπορία ο θόρυβος ακούγεται περισσότερο εκτός του κυλίνδρου, στους θαλάμους και αγωγούς εξαγωγής και τέλος παρατηρείται αύξηση της θερμοκρασίας των καυσαερίων.

5.1.3 ΚΑΠΝΩΔΗΣ ΕΞΑΓΩΓΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΠΝΟΔΟΧΟ

Το χρώμα των καυσαερίων, καθώς εξέρχονται από τη καπνοδόχο είναι ένα από τα βασικότερα κριτήρια εκτίμησης της καλής λειτουργίας της μηχανής. Σε κανονική λειτουργία τα καυσαέρια είναι άχρωμα. Όταν από την καπνοδόχο εξέρχεται μαύρος καπνός σε κανονικό φορτίο μηχανής τότε κάτι δεν πάει καλά με το σύστημα εγχύσεως. Οι πιθανές ανωμαλίες δημιουργίας μαύρου καπνού είναι η κακή λειτουργία του εγχυτήρα καυσίμου. Στη περίπτωση που μια μηχανή δουλεύει κανονικά και ξαφνικά αρχίζει να βγαίνει καπνός τότε αυτό που θα πρέπει να ελεγχθεί είναι οι εγχυτήρες.

5.2 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΩΜΑΛΙΩΝ

Αρχικά στη περίπτωση που ένας εγχυτήρας ο οποίος δεν δουλεύει, δεν πρέπει να αντικατασταθεί αλλά να ρυθμιστεί μια κακώς ρυθμισμένη αντλία. Παρακάτω θα δούμε κάποιες οδηγίες και κάποια προστατευτικά μέτρα ώστε να μπορούν να αντιμετωπιστούν οι διάφορες ανωμαλίες:

- 1) Να γίνεται καλή εξαέρωση του κυκλώματος από τις δεξαμενές μέχρι τους εγχυτήρες ύστερα από κάθε εργασία.
- 2) Στη περίπτωση που η μηχανή δεν εκκινεί με καύσιμο, θα πρέπει να ειδοποιηθεί αμέσως η γέφυρα ώστε να λάβουν τα απαραίτητα μέτρα.
- 3) Οι συνεχείς ανεπιτυχείς προσπάθειες εκκινήσεως γεμίζουν τους κυλίνδρους με καύσιμο. Μετά την αποκατάσταση της βλάβης είναι απαραίτητο να ανοιχθούν τα ασφαλιστικά επιστόμια και να περιστραφεί η μηχανή με αέρα. Έτσι θα αποφευχθούν οι βίαιες αναφλέξεις κατά την επόμενη εκκίνηση.

- 4) Σε κάθε ανωμαλία θα πρέπει να εντοπιστεί η άμεση αιτία και στη συνέχεια τα δευτερεύοντα αίτια που την προκαλούν.
- 5) Να ελέγχεται πάντα η καλή λειτουργία του διαχωριστήρα καυσίμου.
- 6) Να ελέγχεται η στάθμη των δεξαμενών.
- 7) Να καθαρίζονται συχνά τα φίλτρα σύμφωνα φυσικά με τις οδηγίες του κατασκευαστή και την ποιότητα του καυσίμου και την κατάσταση των δεξαμενών.
- 8) Σε κάθε ανωμαλία που θα παρατηρείται σε κύλινδρο κατά τη λειτουργία της μηχανής θα πρέπει να γίνεται λήψη δυναμοδεικτικού διαγράμματος, έτσι ώστε να γίνεται ανάγνωση αυτού και να συγκριθούν οι τιμές των θερμοκρασιών και των πιέσεων με τις προδιαγραφόμενες.
- 9) Όταν γίνεται αντιληπτή κάποια ανωμαλία θα πρέπει να ελέγχεται και να επιδιορθώνεται αμέσως διότι σε άλλη περίπτωση η ζημιά θα είναι μεγαλύτερη.
- 10) Όταν σε κάποιο κύλινδρο ακούγεται θόρυβος τότε θα πρέπει να απομονώνεται ώστε να γίνει ακριβέστερος έλεγχος, δηλαδή εάν ο θόρυβος είναι από το καύσιμο ή εάν μηχανικό.

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

Υψηλή πίεση καύσεως και χαμηλή θερμοκρασία εξαγωγής προέρχεται από προπορεία εγχύσεως, η οποία μπορεί να είναι και βλάβη του εγχυτήρα.

Χαμηλή πίεση καύσεως και υψηλή θερμοκρασία εξαγωγής των καυσαερίων προκαλείται από αργοπορία εγχύσεως, όπως επίσης αργοπορία μπορεί να προκύψει και από κακή ρύθμιση του εγχυτήρα, ώστε να ανοίγει σε μεγαλύτερη πίεση.

5.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ

5.3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Στα εγχειρίδια των μηχανών δίνονται οδηγίες σχετικά με το χρόνο λειτουργίας που θα πρέπει να επιθεωρηθεί, δοκιμαστεί και καθαριστεί κάθε εξάρτημα. Οι οδηγίες αυτές είναι αποτέλεσμα μακροχρόνιας εμπειρίας και δοκιμών που έγιναν και με τις οποίες θα πρέπει να ακολουθεί ο κάθε ασχολούμενος.

Στις εργασίες αυτές ανήκουν οι εργασίες συντηρήσεως οι οποίες είναι περιοδικές και πρέπει να γίνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα, ακόμα και αν υπάρχει η ελάχιστη ένδειξη κακής λειτουργίας.

Είναι κάποιες φορές όμως που προκύπτουν κάποιες φθορές ή βλάβες σε κάποια εξαρτήματα όπου απαιτούνται τεχνικές γνώσεις και αυτές δίνονται στις γενικές οδηγίες του κατασκευαστή. Για αυτόν το λόγο πρέπει να υπάρχουν τα απαραίτητα εργαλεία στο προσωπικό του κάθε μηχανοστασίου. Για γενική επισκευή και έλεγχο απαιτείται ειδικευμένο προσωπικό και συνεργείο με το κατάλληλο εξοπλισμό.

5.3.2 ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΑΝΤΛΙΩΝ ΕΓΧΥΣΕΩΣ

Τα μέρη μιας αντλίας που υπόκεινται φθορές ή βλάβες είναι τα εξής:

- a) Ο μηχανισμός κινήσεως.
- b) Τα έμβολα και τα χιτώνια.
- c) Οι βαλβίδες.
- d) Τροχαλίες.

Στο μηχανισμό κινήσεως φθείρονται κυρίως οι πείροι και οι δακτύλιοι. Τα έμβολα και τα χιτώνια είναι ζευγάρι, οπότε η αντικατάσταση του ενός επιφέρει και την αντικατάσταση του άλλου. Ο χρόνος ζωής τους εξαρτάται από τη ποιότητα και τη καθαριότητα του καυσίμου. Η ύπαρξη νερού και ακαθαρσιών μέσα στο καύσιμο είναι καταστρεπτική για τα έμβολα και τα χιτώνια αντίστοιχα, όπως επίσης και για όλα τα εξαρτήματα που έρχονται σε επαφή με αυτό.

Ο έλεγχος για τυχόν φθορά δε γίνεται με μετρητικά εργαλεία αλλά θα πρέπει να δημιουργηθεί παλινδρομική κίνηση στο έμβολο με το σωλήνα καταθλίψεως στον εγχυτήρα. Στη θέση του καυσίμου πρέπει να χρησιμοποιηθεί καθαρό ελαφρύ πετρέλαιο και να γίνει έλεγχος στη περίπτωση που υπάρχουν διαρροές μεταξύ εμβόλου και χιτωνίου.

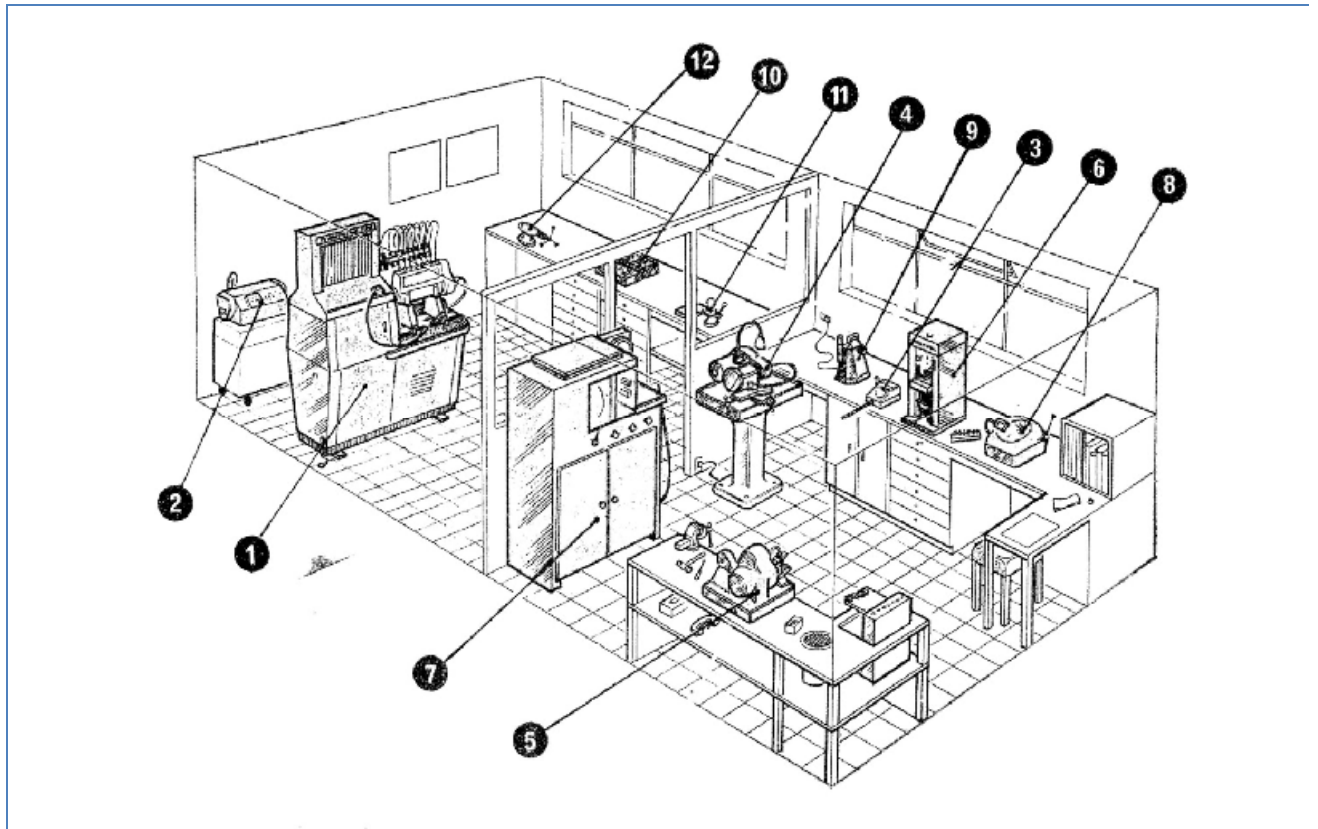
Στο σύστημα έμβολο-χιτώνιο μπορεί να προκληθεί βλάβη και από υπερθέρμανση ή σπηλαίωση. Στις περιπτώσεις αυτές παρουσιάζονται στο έμβολο τοπικά επιφανειακά σημάδια. Όταν συμβαίνει κάτι τέτοιο το έμβολο παρουσιάζει δυσκολία παλινδρόμησης, κυρίως όταν βρίσκεται στο Κάτω Νεκρό Σημείο της αντλίας. Σε αυτή τη περίπτωση γίνεται στίλβωση μεταξύ εμβόλου και χιτωνίου.

Η βλάβη των βαλβίδων είναι μερική ή ολική καταστροφή των εδρών. Μια τέτοια βλάβη δημιουργεί, ανάλογα με το προορισμό της βαλβίδας, διαρροές και αργοπορία εγχύσεως.

Τα ελατήρια παθαίνουν τις συνηθισμένες βλάβες δηλαδή σπάσιμο ή εξασθένηση. Σε αυτές τις περιπτώσεις δεν υπάρχουν περιθώρια επισκευής, οπότε πρέπει αντικαθιστούνται.

Οι τροχαλίες με τη πάροδο του χρόνου φθείρονται και συνήθως φθείρονται οι δακτύλιοι από τη τριβή και στη συνέχεια οι πείροι.

Παρακάτω θα δούμε μια διάταξη επισκευαστικής μονάδας μηχανισμού του συστήματος εγχύσεως.



ΕΙΚΟΝΑ 3: Διάταξη επισκευαστικής μονάδας μηχανισμού του συστήματος εγχύσεως

Επεξήγηση:

1. Μηχάνημα ελέγχου αντλιών εγχύσεως.
2. Μηχάνημα ανάλυσης καυσαερίων.
3. Δοκιμαστική αντλία εγχυτήρων.
4. Μηχάνημα λείανσης προστομίων των εγχυτήρων.
5. Μηχάνημα δοκιμής των προστομίων.
6. Μηχάνημα επισκευής προστομίων των εγχυτήρων.
7. Μηχάνημα δοκιμής εγχυτήρων μακράς διάρκειας.
8. Μηχάνημα καθαρισμού προστομίων.
9. Μηχάνημα οπτικού ελέγχου προστομίων.
10. Κιβώτιο με εργαλεία.
11. Σφικτήρας.
12. Φορμαδόρος μαστών.

5.4 ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΕΓΧΥΤΗΡΩΝ

5.4.1 ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΕΓΧΥΤΗΡΩΝ

Οι εγχυτήρες γενικά υπόκεινται σε συχνές φθορές και θα πρέπει να καθαρίζονται με τη πάροδο κάποιου χρονικού διαστήματος. Ο χρόνος ζωής ενός εγχυτήρα δεν είναι δυνατόν να καθοριστεί γιατί εξαρτάται από κάποιους παράγοντες οι οποίοι είναι οι εξής:

1. Οι συνθήκες εργασίας.
2. Η ποιότητα του καυσίμου.
3. Η ύπαρξη νερού στο καύσιμο.

Ένας επίσης σημαντικός παράγοντας είναι η διάρκεια ζωής των βελονοειδών βαλβίδων που είναι περίπου 6000-8000 ώρες, δηλαδή για ένα φορτηγό πλοίο αυτό αντιστοιχεί σε 12 έως 18 μήνες. Η ζωή των ακροφυσίων είναι 50% έως και 100% περισσότερη της ζωής των βελονοειδών βαλβίδων.

Οι εγχυτήρες κατά περιόδους υπόκεινται σε εργασίες συντηρήσεως. Τα διαστήματα αυτά σε ώρες λειτουργίας αναφέρονται από τους κατασκευαστές και ποικίλουν ανάλογα με το τύπο της μηχανής. Η περίοδος επιθεωρήσεως είναι περίπου **600** έως **3000** ώρες λειτουργίας.

5.4.2 ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΡΟΦΥΛΑΞΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΟΚΙΜΗ ΤΩΝ ΕΓΧΥΤΗΡΩΝ

Κατά τη δοκιμή ενός εγχυτήρα πρέπει να τηρούνται οι ακόλουθες προφυλάξεις:

- 1) Αρχικά πρέπει να βεβαιωθούμε για τη καλή στεγανοποίηση των συνδέσμων ώστε να αποφευχθεί η εκτόξευση του καυσίμου με υψηλή πίεση.
- 2) Να χρησιμοποιείται πάντα καθαρό πετρέλαιο έστω και αν η εγκατάσταση έχει λεπτό δικτυωτό φίλτρο στην αναρρόφηση.
- 3) Σε περίπτωση διάβρωσης ή ρωγμής του σωλήνα υψηλής πίεσης, τότε πρέπει να αντικατασταθεί.
- 4) Θα πρέπει να ελέγχεται πάντα η καλή λειτουργία της αντλίας.

Η μακροχρόνια χρησιμοποίηση της βελονοειδούς βαλβίδας του εγχυτήρα δημιουργεί πρόσθετες φθορές και η επισκευή του στο πλοίο είναι αδύνατη. Στη περίπτωση αυτή θα πρέπει να αποσταλεί σε ειδικό εργαστήριο για επισκευή. Κάτι τέτοιο είναι ασύμφορο αν ληφθούν υπόψη τα μεταφορικά έξοδα, το κόστος της επισκευής και η διάρκεια ζωής του εγχυτήρα προς επισκευή σε σχέση με την αγορά του αντίστοιχου καινούριου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι αντλίες πετρελαίου BURMEISTER & WAIN είναι πιο σύγχρονες σε σχέση με τις αντλίες πετρελαίου SULZER. Οι αντλίες πετρελαίου SULZER είναι αυτές που χρησιμοποιούνταν στα πιο παλιά χρόνια και οι λόγοι της μη τόσο καλής απόδοσης τους, οι πλέον διαδεδομένες και σύγχρονες είναι οι Burmeister & Wain. Σε περίπτωση κάποια βλάβης στο σύστημα έγχυσης η επισκευή μπορεί να γίνει είτε μέσα στο ίδιο το πλοίο είτε να πρέπει να πάει ειδικό συνεργείο σε ειδικές περιπτώσεις όπου το πρόβλημα είναι μεγάλο. Λόγω της ανάπτυξης της τεχνολογίας, μέσα στα πλοία υπάρχει ειδική μονάδα επισκευής του μηχανισμού του συστήματος έγχυσης. Οπότε σε περίπτωση βλάβης το **κόστος επισκευής** σε μια αντλία πετρελαίου Burmeister & Wain είναι πολύ μικρότερο σε σχέση με την αντλία πετρελαίου Sulzer. Επίσης οι σύγχρονες μηχανές είναι έτσι διαμορφωμένες από τους κατασκευαστές ώστε να έχουμε και μεγαλύτερη οικονομία καυσίμου. Επιπλέον η αξία επισκευής των μηχανών εξαρτάται και από το προσωπικό στο γεγονός κατά πόσο τηρούν τις οδηγίες του κάθε κατασκευαστή. Τέλος στο συγκεκριμένο πλοίο που μελετήσαμε, «HELLAS ENDURANCE», οι εργασίες συντηρήσεως γίνονται στα διαστήματα που απαιτείται και έτσι το ετήσιο κόστος τους είναι πολύ μικρό.

Ειδικότερα για το πλοίο «HELLAS ENDURANCE» έχει 890,5 MT (μετρικούς τόνους) και όταν είναι φορτωμένο η ημερήσια κατανάλωση του πλοίου είναι 30 MT (μετρικούς τόνους) και όταν είναι σε κατάσταση ballast (δηλαδή αξεφόρτωτο) η ημερήσια κατανάλωση

είναι 28 MT. Σε αντίθεση το πλοίο «ALPHA EFFORT» έχει 890,5 MT και όταν είναι φορτωμένο η ημερήσια κατανάλωση είναι 34 MT και όταν είναι σε κατάσταση ballast (δηλαδή αζεφόρτωτο) η ημερήσια κατανάλωση είναι 28 MT. Επομένως το ετήσιο κόστος του «HELLAS ENDURANSE» είναι μικρότερο από αυτό του «ALPHA EFFORT». Αυτό συμβαίνει διότι η μηχανή BURMEISTER AND WAIN είναι σύγχρονη, επομένως χρησιμοποιούνται τα γνήσια ανταλλακτικά του κατασκευαστή, σε αντίθεση με τη SULZER και λόγω της παλαιότητας της δεν υπάρχουν τα γνήσια ανταλλακτικά και λόγω αυτού επιφέρει μεγαλύτερη κατανάλωση. Υπάρχουν και φορές που τα ανταλλακτικά μπορούν να γίνουν με ειδική παραγγελία, άρα και πάλι μεγαλύτερο κόστος.

Τέλος με βάση την έρευνα και την ανάλυση που παρουσιάσαμε στα προηγούμενα κεφάλαια, προτείνουμε ότι η μηχανή «BURMEISTER AND WAIN» είναι σαφώς πιο αξιόπιστη και κυρίως πιο οικονομική σε σχέση με τη «SULZER». Επιπλέον κατά την συντήρηση της θα πρέπει να τηρούνται οι προδιαγραφές του κατασκευαστή και να γίνεται στα τακτά προκαθορισμένα διαστήματα από εξειδικευμένο ή κατάλληλα εκπαιδευμένο προσωπικό για αποφυγή δυσλειτουργιών και δαπανηρών ζημιών.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Παπαγεωργίου Β.Π., “Εφαρμοσμένη Οργανική Χημεία: Άκυκλες Ενώσεις”, Εκδόσεις Παρατηρητής, Θεσσαλονίκη 1986.
- www.metal.ntua.gr
- Κ.Α. ΜΟΣΤΡΑΤΟΥ: «ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΧΑΝΩΝ DIESEL» Ν. ΣΤΑΥΡΙΔΑΚΗΣ & ΥΙΟΣ , ΠΕΙΡΕΥΕΣ, 1970.
- Τεχνικά εγχειρίδια των Εταιριών: B&W και SULZER.
- Wikipedia
- C.C. POUNDER: «Marine diesel Engines» Newnes-Butterworths, London, 1972.