

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : MAN B&W MCC ME-E FUEL OIL SYSTEM-EX.GAS
VAL. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ POWER POINT**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΗΣ ΑΡΤΕΜΙΟΣ

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Κ. ΙΩΑΝΝΗΣ ΡΑΚΙΤΖΗΣ**

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

2016

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : MAN B&W MCC ME-E FUEL OIL SYSTEM-EX.GAS
VAL. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ POWER POINT**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΑΝΑΣΤΑΣΙΑΔΗΣ ΑΡΤΕΜΙΟΣ
ΑΜ : 4890**

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

Περίληψη

Το δίκτυο πετρελαίου φροντίζει για τη μεταφορά και κατάλληλη επεξεργασία του πετρελαίου από τις δεξαμενές αποθηκείσεως στους εγχυτήρες καυσίμου των κυλίνδρων της μηχανής. Ένα τυπικό δίκτυο πετρελαίου πλοίου πρέπει να είναι ικανό να διαχειρίζεται το βαρύ πετρέλαιο ή μείγματα πετρελαίου, καθώς και πετρέλαιο Diesel αφού αυτό επηρεάζει τη συμπεριφορά του κινητήρα και την απόδοση του. Διακρίνεται σε εσωτερικό και εξωτερικό (εντός και εκτός της μηχανής), ενώ το εξωτερικό διαιρείται σε τρία υποσυστήματα: υποσύστημα πληρώσεως και μεταφοράς, επεξεργασίας και τέλος τροφοδοτήσεως του καυσίμου. Οι αντλίες πετρελαίου και οι εγχυτήρες είναι το τελευταίο τμήμα του δικτύου πετρελαίου μέσα στους οποίους εξασφαλίζεται η απαραίτητη πίεση έγχυσης του. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η περιγραφή του δικτύου πετρελαίου και της βαλβίδας εξαγωγής στους κινητήρες MAN B&W MCC ME όπως και του Συστήματος εγχύσεως με υδραυλική ενεργοποίηση των αντλιών και απουσία εκκεντροφόρου που αναπτύχθηκε από την εταιρεία MAN B&W, προκειμένου να καταστεί δυνατή η εισαγωγή ευφυούς ελέγχου στη λειτουργία των μεγάλων δίχρονων αργόστροφων πετρελαιομηχανών.

Abstract

The fuel oil system takes care of the transport and proper processing of fuel from storage tanks to fuel injectors of the engine cylinders. A typical ship fuel oil system must be able to handle the heavy oil or oil mixtures and oil Diesel since this affects the behavior of the engine and its performance. Usually fuel oil system divided into interior and exterior (inside and outside the engine), while the exterior is divided into three subsystem: Filling and transfer subsystem, processing and end fuel supply subsystem. Oil pumps and injectors is the last part of the fuel oil system into which ensure the necessary injection pressure. The purpose of this study is to describe the system of fuel oil and the exhaust valve on engines MAN B & W ME-E as system injection with hydraulic actuation of pumps and lack camshaft developed by MAN B & W company in order to enable the introduction of intelligent control in the operation of large two-stroke low speed diesel engines.

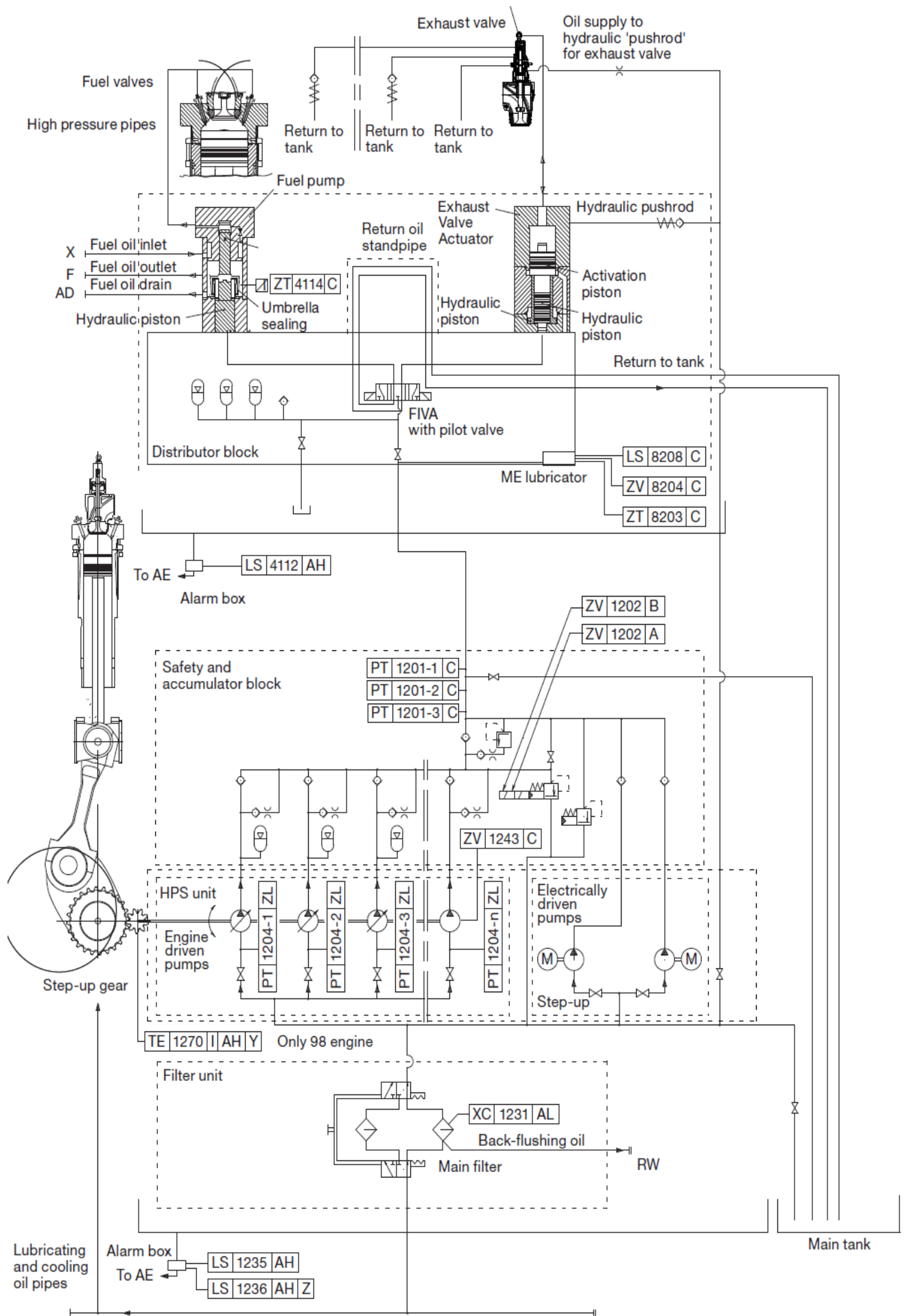
Πρόλογος

Στην παρούσα εργασία γίνεται μια προσπάθεια να παρουσιαστούν το δίκτυο πετρελαίου και η βαλβίδα εξαγωγής που συναντάμε στις MAN B&W MCC ME μηχανές. Στο πρώτο κεφάλαιο δίνονται γενικά στοιχεία για το Σύστημα εγχύσεως με υδραυλική ενεργοποίηση των αντλιών και απουσία εκκεντροφόρου, όπως και για το Υδραυλικομηχανικό σύστημα, καθώς και η περιγραφή Αρχής λειτουργίας ενεργοποιητή βαλβίδας εξαγωγής και της εγχύσεως καυσίμου. Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται το υποσύστημα πλήρώσεως και μεταφοράς, επεξεργασίας και τέλος τροφοδοτήσεως του καυσίμου. Έστερα γίνεται λεπτομερή ανάλυση για τις Ανωμαλίες – Βλάβες στο σύστημα καυσίμου της μηχανής. Το τέταρτο Κεφάλαιο περιέχει Αναλυτική Περιγραφή εξαρτημάτων του δικτύου πετρελαίου. Στο πέμπτο κεφάλαιο περιγράφεται η Βαλβίδα εξαγωγής αργόστροφων πετρελαιομηχανών MAN B&W MCC ME-E όπως και η Θερμική καταπόνηση και ψύξη της βαλβίδας. Το έκτο κεφάλαιο αναφέρεται στους εγχυτήρες, στις βλάβες των εγχυτήρων και στον έλεγχο τους. Στο τελευταίο, έβδομο κεφάλαιο γίνεται λόγος για τον αγωγό καυσίμου υψηλής πίεσεως (high pres-sure fuel line).

Κεφάλαιο 1

Σύστημα εγχύσεως με υδραυλική ενεργοποίηση των αντλιών και απουσία εκκεντροφόρου

Το συγκεκριμένο σύστημα αναπτύχθηκε από την εταιρεία MAN B&W ME, προκειμένου να καταστεί δυνατή η εισαγωγή ευφυούς ελέγχου στη λειτουργία των μεγάλων δίχρονων αργόστροφων πετρελαιομηχανών. Στο σύστημα αυτό, ο εκκεντροφόρος άξονας αντικαθίσταται πλήρως από υδραυλικό σύστημα, το οποίο παρέχει την ισχύ για τη λειτουργία τόσο των αντλιών καυσίμου υψηλής πίεσεως όσο και των βαλβίδων εξαγωγής των κυλίνδρων. Στο υδραυλικό σύστημα η ισχύς παρέχεται από εμβολοφόρες αντλίες, οι οποίες παίρνουν κίνηση από το στροφαλοφόρο άξονα της μηχανής. Ως υδραυλικό υγρό χρησιμοποιείται το ίδιο το λάδι της μηχανής, αποφεύγοντας έτσι την κατασκευή επιπλέον δικτύων και δεξαμενών. Λόγω της λειτουργίας του υδραυλικού συστήματος σε υψηλές πιέσεις, απαιτείται υψηλή καθαρότητα του λαδιού, το οποίο επιτυγχάνεται με τη χρήση ειδικών αυτοκαθαριζόμενων φίλτρων. Η αντλίες καυσίμου (μία για κάθε κύλινδρο) είναι κλασικές αντλίες μονού βυθίσματος, οι οποίες τροφοδοτούν με καύσιμο κλασικούς εγχυτήρες καυσίμου. Η χρήση δοκιμασμένων μηχανισμών αυξάνει την αξιοπιστία του συστήματος και διευκολύνει τη συντήρηση. Το λάδι φθάνει με υψηλή πίεση σε κάθε αντλία καυσίμου, παρέχοντας την αναγκαία ισχύ για την ανύψωση κατάλληλου εμβόλου, το οποίο ωθεί το έμβολο της αντλίας καυσίμου. Τα δύο έμβολα διατηρούνται σε επαφή λόγω της πίεσεως του λαδιού και του καυσίμου που επενεργούν στις δύο αντίθετες πλευρές τους. Για την απόσβεση των κυμάτων πίεσεως εντός του υδραυλικού συστήματος και για την άμεση παροχή της αναγκαίας ποσότητας λαδιού για τη λειτουργία της αντλίας, πριν από κάθε αντλία τοποθετείται κατάλληλος συλλέκτης-αποσβεστήρας. Η παροχή του λαδιού ελέγχεται από ειδική βαλβίδα ελέγχου, η οποία με τη σειρά της καθοδηγείται από το ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου. Η χρήση ηλεκτρονικού ελέγχου στο υδραυλικό σύστημα ανυψώσεως της αντλίας καυσίμου, επιτρέπει τον ακριβή έλεγχο του χρονισμού και της διάρκειας της εγχύσεως, διαφοροποιώντας τις παραμέτρους της εγχύσεως, ανάλογα με το σημείο λειτουργίας της μηχανής. Έτσι είναι δυνατόν να παραχθεί μεγάλη ποικιλία από προφίλ εγχύσεως, όπως για παράδειγμα έγχυση με μειούμενη πίεση (και παροχή) καυσίμου, έγχυση με σταθερή πίεση, έγχυση με προοδευτικά αυξανόμενη πίεση εγχύσεως ή διπλή έγχυση (πιλοτική συν κύρια έγχυση). Με την εφαρμογή εγχύσεως με προοδευτικά αυξανόμενη πίεση επιτυγχάνεται μείωση της καταναλώσεως καυσίμου, ενώ με την εφαρμογή πιλοτικής εγχύσεως μειώνονται οι παραγόμενοι ρύποι. Παράλληλα με τη λειτουργία του συστήματος εγχύσεως, το υδραυλικό σύστημα χρησιμοποιείται για την κίνηση των βαλβίδων εξαγωγής των κυλίνδρων.



Ο χρονισμός της βαλβίδας εξαγωγής και η διάρκεια ανοίγματός της ελέγχονται από ειδική βαλβίδα ταχείας αποκρίσεως στο υδραυλικό σύστημα. Με τη χρήση ηλεκτρονικού ελέγχου, τα χαρακτηριστικά της εγχύσεως μπορούν να βελτιστοποιούνται σε όλο το φάσμα του φορτίου της μηχανής. Με συνδυασμένο έλεγχο του χρονισμού της εγχύσεως και του χρόνου κλεισίματος της βαλβίδας εξαγωγής, είναι δυνατόν να διατηρείται σταθερή η μέγιστη πίεση εντός του κυλίνδρου σε αρκετό εύρος φορτίων (χωρίς κίνδυνο υπερφορτίσεως). Ως αποτέλεσμα, μειώνεται σημαντικά η κατανάλωση καυσίμου σε μερικά φορτία. Επιπλέον επιτυγχάνεται σημαντική μείωση των ελαχίστων στροφών λειτουργίας του κινητήρα, ενώ η λειτουργία του κινητήρα καθίσταται πολύ ομαλότερη στις στροφές αυτές. Η βελτιστοποίηση της λειτουργίας της μηχανής (ως σύνολο αλλά και για κάθε κύλινδρο ξεχωριστά) σε όλα τα φορτία, επιτρέπει τη διατήρηση των επιδόσεων του κινητήρα στα ίδια επίπεδα καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του. Επιπλέον ο κινητήρας μπορεί να λειτουργεί εναλλακτικά με χαρακτηριστικά μειωμένων ρύπων ή με χαρακτηριστικά μειωμένης καταναλώσεως, ανάλογα με την περιοχή που ταξιδεύει το πλοίο.

Η χρήση του ηλεκτρονικού συστήματος ελέγχου επιτρέπει τη βελτιστοποιημένη λειτουργία του κινητήρα ακόμη και κατά τη φάση της αναστροφής του (κάτι που δεν μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση εκκεντροφόρου). Με ειδικό χειρισμό μπορεί επίσης να επιτευχθεί ταχεία επιβράδυνση της μηχανής, μειώνοντας έτσι τη διαδρομή ακινητοποιήσεως του πλοίου. Αντίστοιχα μπορεί να επιτευχθεί ταχύτερη επιτάχυνση του κινητήρα με κατάλληλο έλεγχο της βαλβίδας εξαγωγής (ανοίγοντας πιο νωρίς υπάρχει περισσότερη διαθέσιμη ενέργεια στα καυσαέρια, οπότε επιταχύνεται ο συμπιεστής του στροβιλοϋπερπληρωτή και αυξάνεται η πίεση υπερπληρώσεως). Το ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου συνδυάζεται με αντίστοιχο διαγνωστικό σύστημα βλαβών, το οποίο προστατεύει τον κινητήρα από υπερφόρτιση ή από επικίνδυνες βλάβες, αυξάνοντας έτσι την αξιοπιστία του και μειώνοντας το κόστος συντηρήσεως.

1.1 Υδραυλικομηχανικό σύστημα

Ο κινητήρας ME αποτελείται από ένα υδραυλικομηχανικό σύστημα για την ενεργοποίηση της εγχύσεως πετρελαίου και την λειτουργία των βαλβίδων εξαγωγής. Οι ενεργοποιητές ελέγχονται ηλεκτρονικά από έναν αριθμό μονάδων ελέγχου που αποτελούν το "σύστημα ελέγχου κινητήρα" (σχήμα 2).

Σχημα 2

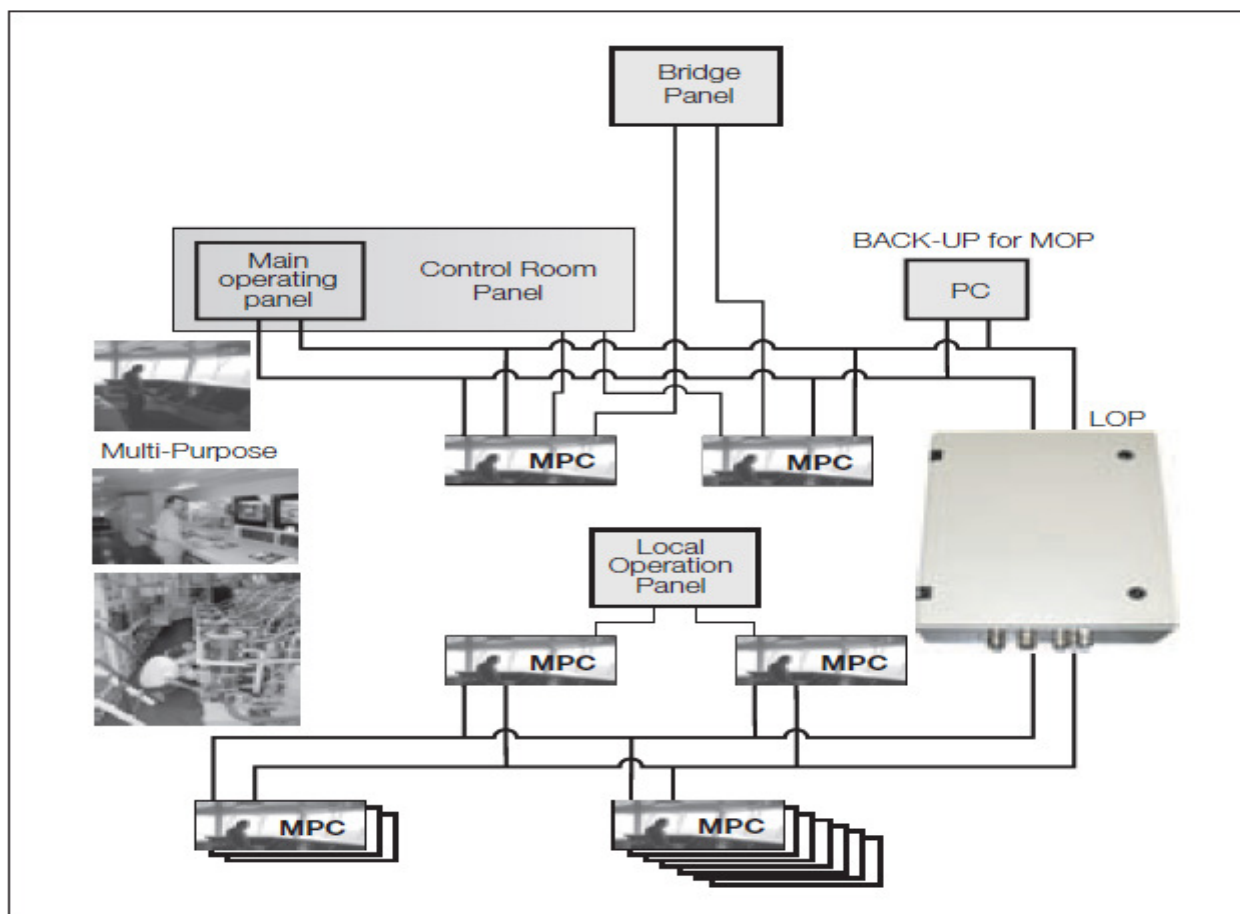


Fig. 2: Engine control system

Ο ψεκασμός καυσίμου επιτυγχάνεται με τους ενισχυτές πίεσης (fuel oil pressure booster) Σχήμα 3 οι οποίοι είναι μηχανικά απλούστεροι από τις αντλίες του καυσίμου στους κινητήρες MC. Το έμβολο καυσίμων στον κινητήρα ME οδηγείται από ένα έμβολο το οποίο ενεργοποιείται με λάδι ελέγχου υπό πίεση από μια ηλεκτρονικά ελεγχόμενη αναλογική βαλβίδα που είναι η πηγή ενέργειας. Η βαλβίδα εξαγωγής ανοίγει υδραυλικά και κλείνει με αέρα, όπως και στον κινητήρα MC. Παρόμοια με τους ενισχυτές πίεσης, ο ηλεκτρονικά ελεγχόμενος ενεργοποιητής βαλβίδας εξαγωγής οδηγείται από το συμπιεσμένο έλαιο ελέγχου το οποίο τροφοδοτείται μέσω μιας βαλβίδας τύπου on / off.

Στο υδραυλικό βρόχο, Σχήμα 3, η κανονική λίπανση χρησιμοποιείται όπως και στις άλλες μηχανές. Διηθείται μέσω ενός λεπτού φίλτρου 10 micron και δέχεται πίεση από μια μονάδα παροχής υδραυλικής ισχύος η οποία είναι τοποθετημένη στον κινητήρα. Από την μονάδα παροχής υδραυλικής ισχύος, το υδραυλικό λάδι τροφοδοτείται μέσω απ'τις σωληνώσεις διπλού τοιχώματος και καταλήγει στις υδραυλικές μονάδες κυλίνδρου. Υπάρχει μια υδραυλική μονάδα ανά κύλινδρο, η οποία αποτελείται από ενισχυτές πίεσης, την βαλβίδα εξαγωγής τους καυστήρες

και την βαλβίδα ενεργοποίησης (FIVA), την βαλβίδα ελέγχου, ηλεκτρονική βαλβίδα Ψεκασμού καυσίμου (EFI) και μια ηλεκτρονική βαλβίδα Ενεργοποίησης (ELVA) βαλβίδων ελέγχου.

Σχημα 3

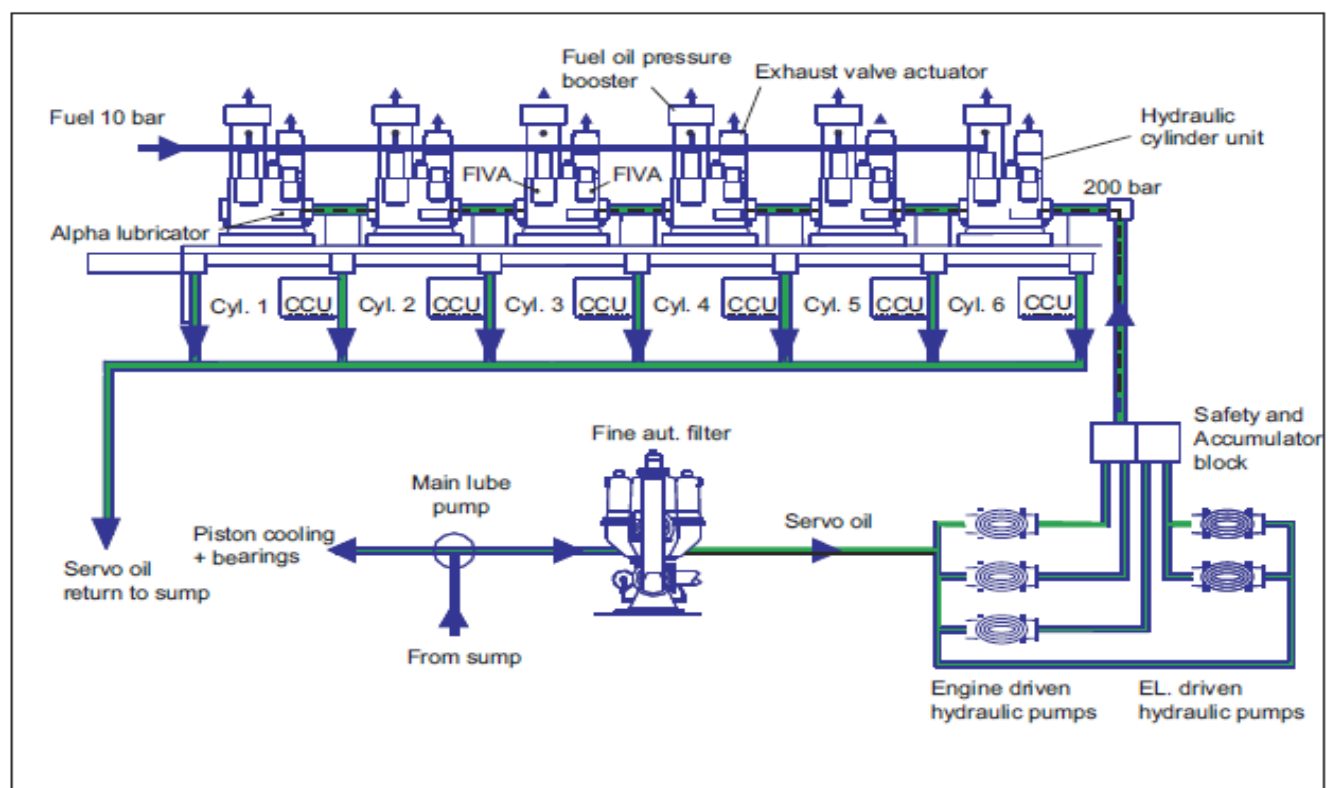
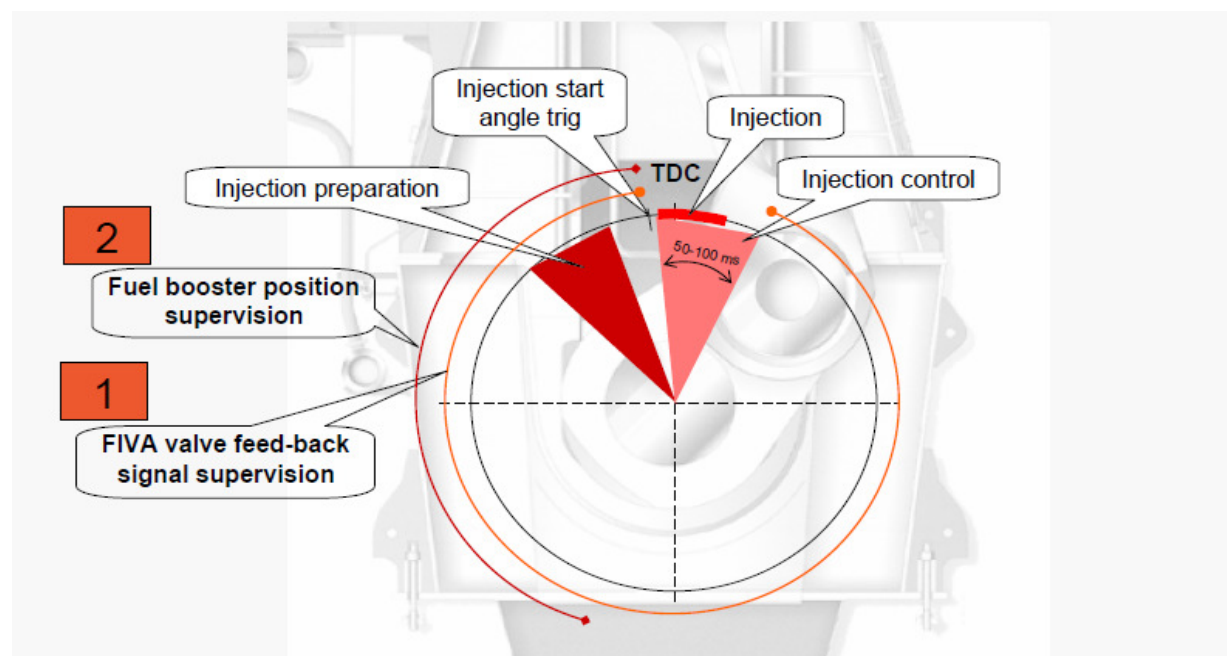


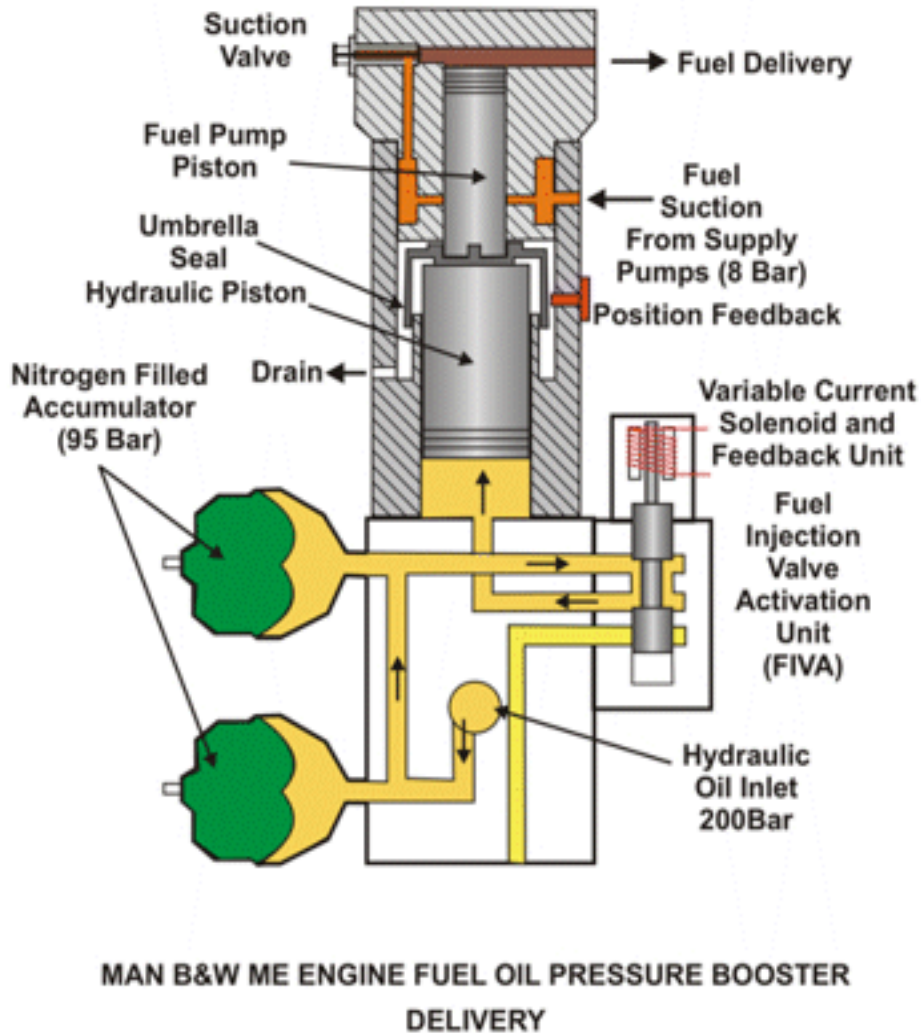
Fig. 3: Hydraulic loop of ME engines

Σχημα 1



1.1.2 Αναλυτική Περιγραφή ψεκασμού του καυσίμου.

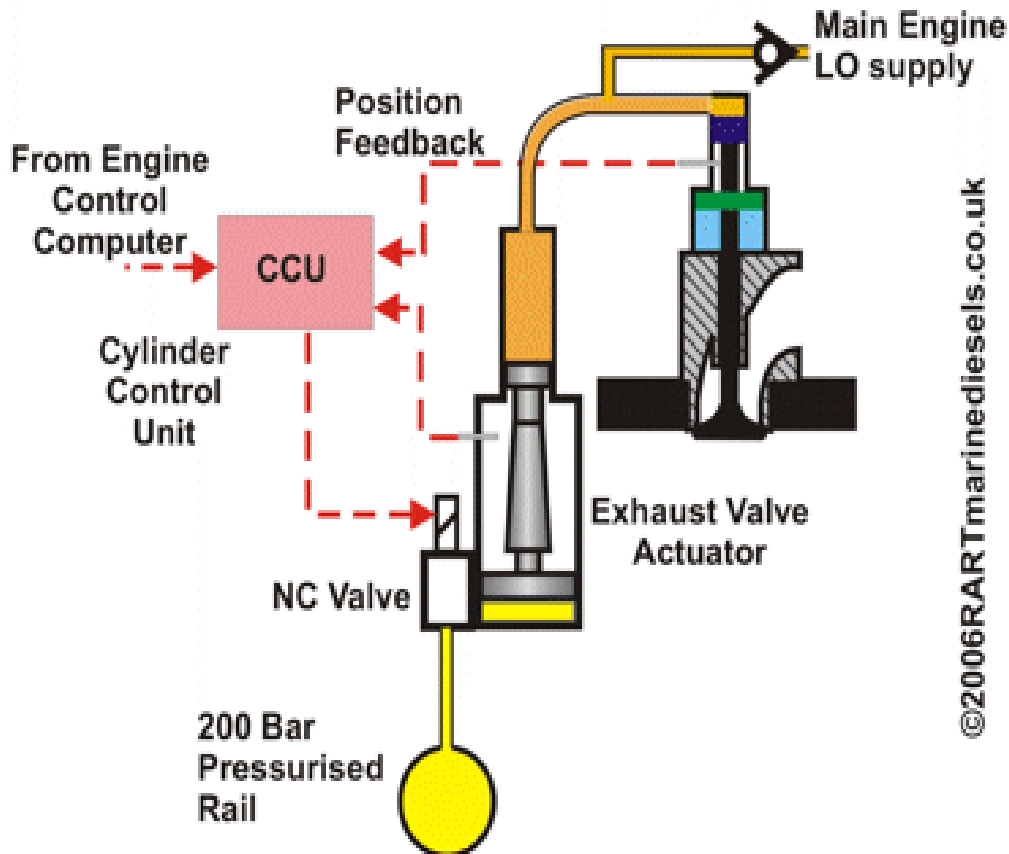
Η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα (βαλβίδα FIVA - Fuel Injection Valve Activation) επιτρέπει στην πίεση λαδιού να περάσει κάτω από το υδραυλικό έμβολο (Umbrella seal hydraulic piston). Αυτό στη συνέχεια μετακινεί το έμβολο της αντλίας καυσίμου (Fuel pump piston) προς τα πάνω, αυξάνοντας την πίεση καυσίμου και ανοίγει τους καυστήρες.



Το άζωτο που περιέχουν οι συσσωρευτές διατηρεί την πίεση υδραυλικού λαδιού κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της αντλίας.

Για να δοθεί ο απαραίτητος χρόνος ψεκασμού καυσίμου το Σύστημα ελέγχου πρέπει να γνωρίζει τη γωνία στροφάλου και των επιμέρους μονάδων. Για να επιτευχθεί αυτό δύο αισθητήρες στροφάλου γωνίας τοποθετούνται στο ελεύθερο άκρο του κινητήρα. Αυτοί οι αισθητήρες έχουν ακρίβεια μέχρι και $0,1^\circ$. Η ισχύς και η πίεση του κάθε κυλίνδρου παρακολουθείται συνεχώς χρησιμοποιώντας μετρητές τάσης ενσωματωμένους στην κυλινδροκεφαλή, ο υπολογιστής

αυτόματα αντισταθμίζει την θέση στροφαλοφόρου και την πίεση του κυλίνδρου .Τα συστήματα έχουν πλήρη γνώση για την έναρξη και το τέλος της έγχυσης και λαμβάνουν υπόψη την ποιότητα των καυσίμων, τον νεκρό χρόνο (ο χρόνος μεταξύ εντολής εκκίνησης έγχυσης και της πραγματοποίησής της), όπως και τον μεταβλητό χρονισμό της έγχυσης (VIT).



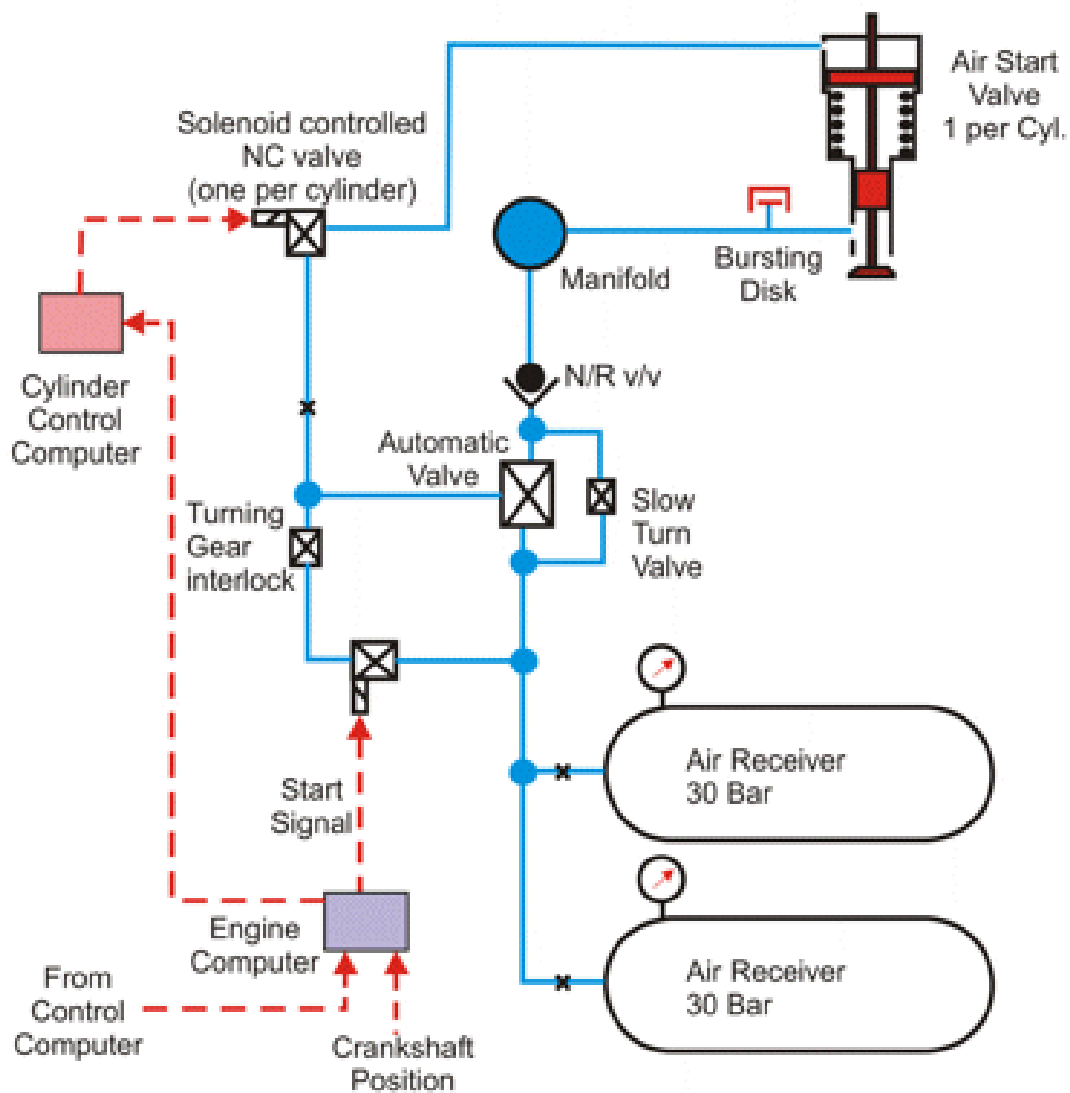
Ο ενεργοποιητής βαλβίδας εξαγωγής αντικαθιστά το έκκεντρο της βαλβίδας εξαγωγής και λειτουργεί μέσω υδραυλικής αντλίας (exhaust valve hydraulic pump). Το λάδι με πίεση στα 200 bar ωθεί ένα έμβολο το οποίο με την σειρά του ωθεί την "ράβδο υδραυλική ώθησης" της βαλβίδας εξαγωγής. Το λάδι με το οποίο ωθείται "η ράβδος υδραυλικής ώθησης" προέρχεται από το LO tank της κύριας μηχανής και τροφοδοτείται μέσω ανεπίστροφης βαλβίδας.

Το σύστημα αέρα προκινήσεως (air start system) είναι παρόμοιο με εκείνο όπως και στους συμβατικούς κινητήρες , με την μόνη διαφορά ότι δεν υπάρχει αεροδιανομέας ο οποίος ανοίγει τις βαλβίδες προκινήσεως τη σωστή στιγμή.

Σε αντίθεση με τις μηχανές με εκκεντροφόρο άξονα, αντί του αεροδιανομέα στο σύστημα του αέρα εκκινήσεως, η κάθε βαλβίδα προκινήσεως ανοίγει στο σωστό χρόνο μέσω των υπολογιστών

του κινητήρα (engine computers) οι οποίοι στέλνουν σήμα σε μια ελεγχόμενη σωληνοειδή βαλβίδα NC (κανονικά κλειστή).

Ο συγχρονισμός των βαλβίδων προκινήσεως ποικίλει ανάλογα με τον κάθε κύλινδρο, έτσι παραμένουν ανοικτές για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα για να μπορεί η μια να επικαλύψει την άλλη, δηλαδή η μια βαλβίδα ανοίγει προτού κλείσει η προηγούμενη, επιτυγχάνοντας με αυτόν τον τρόπο το ξεκίνημα της μηχανής από οποιαδήποτε θέση ανάπαυσης. Το ονομαστικό άνοιγμα θεωρείται απ'τις 0° (δηλαδή ANΣ) μέχρι και τις 110° ATDC.



© 2007 RART marinediesels.co.uk

Ο υπολογιστής δηλαδή ξέρει πότε να στείλετε το σήμα, απ'τις πληροφορίες που λαμβάνονται σχετικά με την θέση του στροφαλοφόρου άξονα από τους αποκωδικοποιητές γωνίας που μετρούν τη θέση του στροφαλοφόρου και τα RPM.

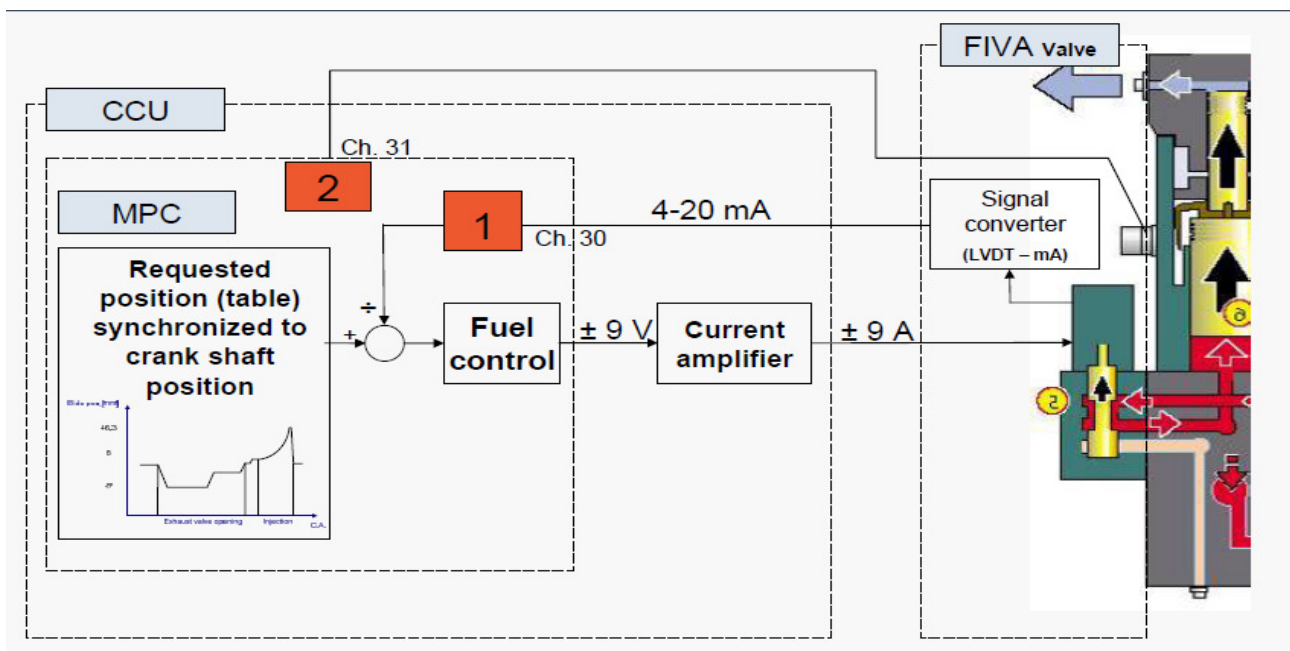
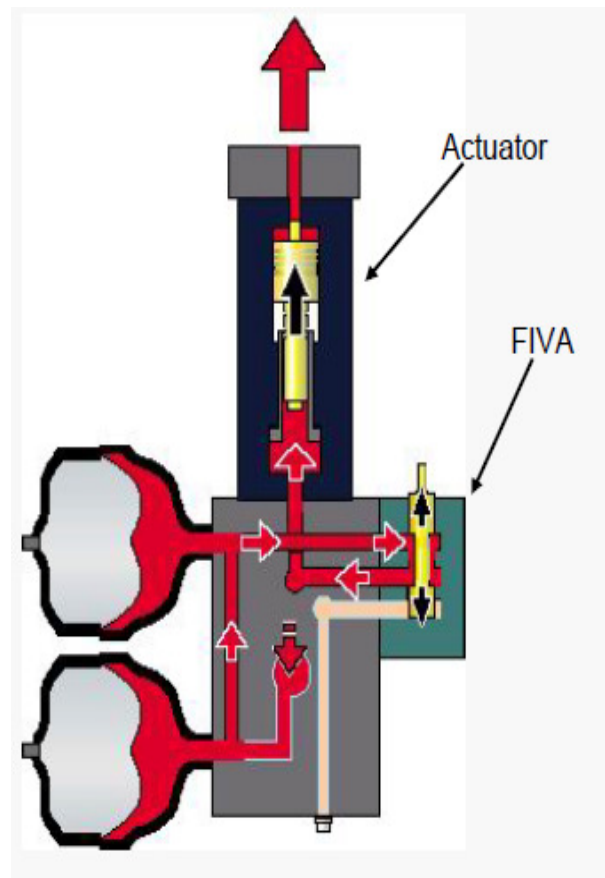
1.2 Αρχή λειτουργίας ενεργοποιητή βαλβίδας εξαγωγής

Η βαλβίδα FIVA που οδηγεί τον ενεργοποιητή (actuator) στην πλευρά εξαγωγής έχει δύο θέσεις, (ανοιχτή) open ή (κλειστή) shut.

Όταν ανοίγει από το σύστημα ελέγχου του κινητήρα (με ένα δυαδικό σήμα), το υδραυλικό λάδι ωθεί τα έμβολα προς τα πάνω, ανοίγοντας την βαλβίδα εξαγωγής του κινητήρα μέσω της υδραυλικής ράβδου ώθησης.

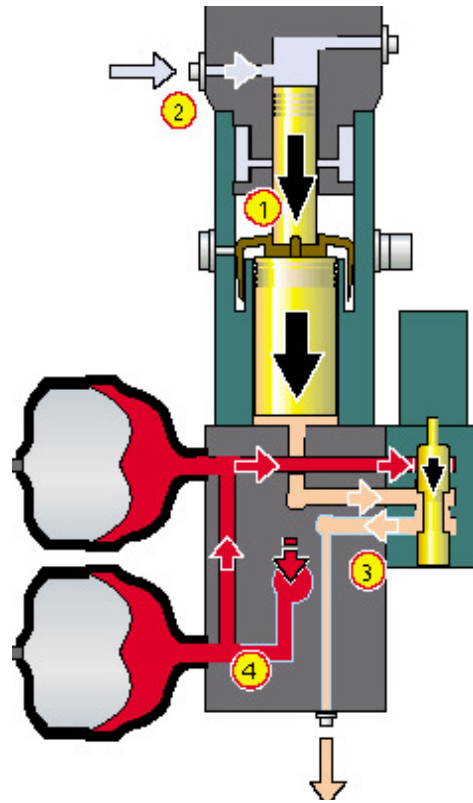
Η πίεση διατηρείται μόνιμα έως ότου η βαλβίδα FIVA ενεργοποιείται για να εμποδίσει την πίεση όταν η φάση εξαγωγής έχει ολοκληρωθεί.

Η βαλβίδα εξαγωγής επιστρέφει στην κλειστή του θέση από τη πίεση του αέρα.

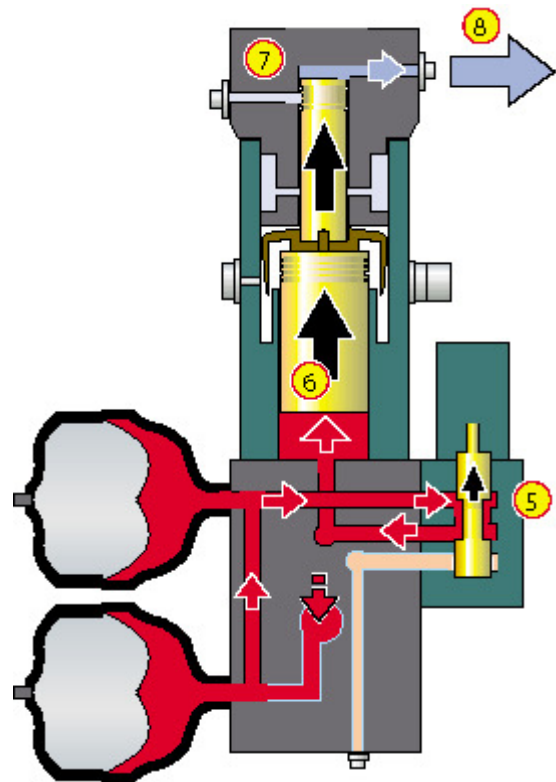


1.3 Αρχή λειτουργίας εγχύσεως καυσίμου

1. Τα έμβολα κινούνται προς τη κάτω θέση.
2. Η είσοδος καυσίμου είναι ανοιχτή.
3. Το Υδραυλικό λάδι εξέρχεται από το θάλαμο του υδραυλικού λαδιού μέσω της βαλβίδας FIVA.
4. Οι συσσωρευτές τροφοδοτούνται από την Υδραυλική πίεση. Το πεπιεσμένο υδραυλικό λάδι κρατιέται πίσω από την κλειστή FIVA βαλβίδα.



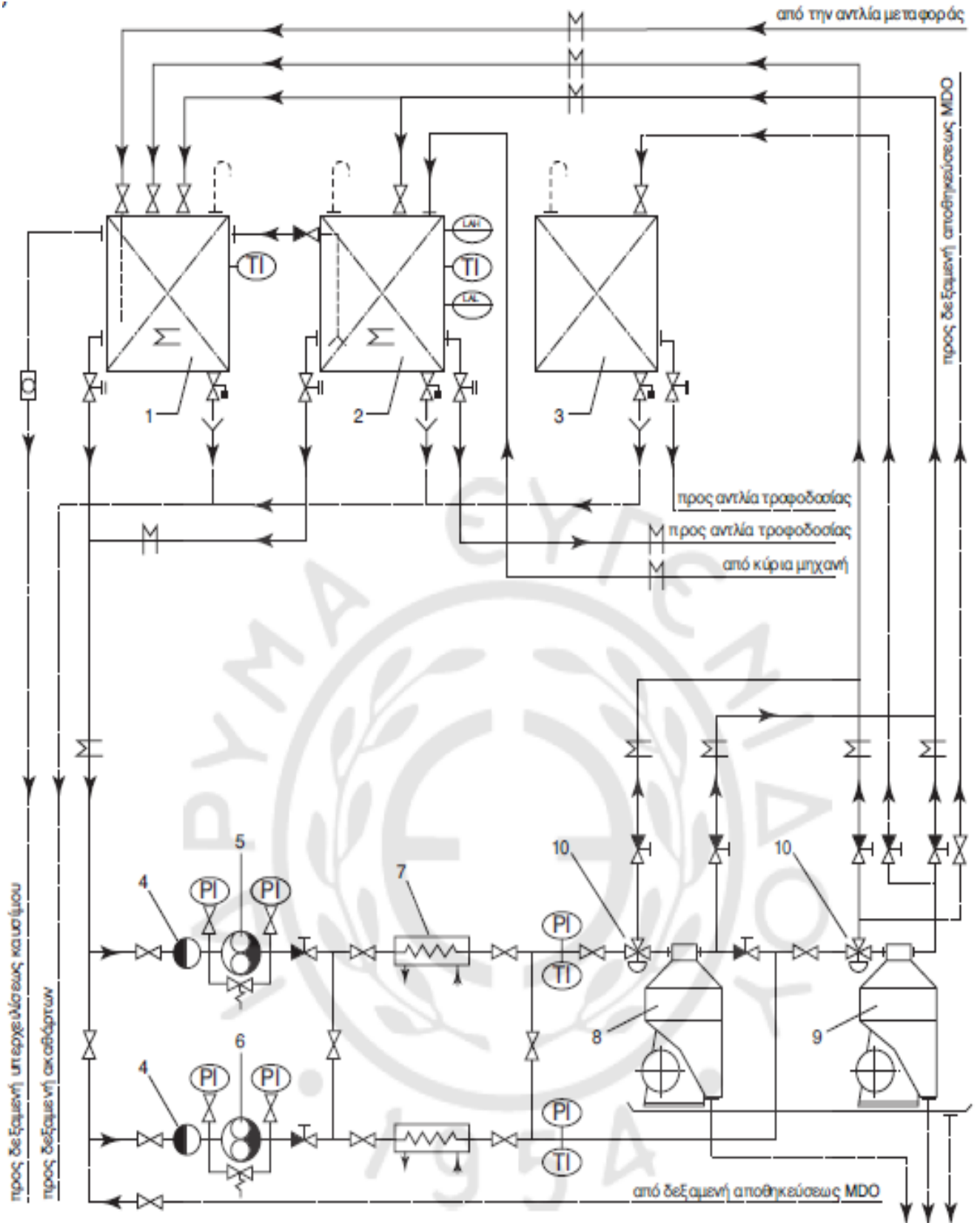
5. Η βαλβίδα FIVA ενεργοποιείται προς τα πάνω, κλείνοντας τη ροή επιστροφής και ανοίγοντας τη ροή του πεπιεσμένου υδραυλικού λαδιού. Το λάδι περνά μέσα από τη βαλβίδα FIVA και γεμίζει το υδραυλικό θάλαμο.
6. Η υψηλή πίεση αναγκάζει τα έμβολα να κινηθούν προς τα πάνω.
7. Η είσοδος του καυσίμου είναι κλειστή.
8. Η πίεση του καυσίμου αυξάνεται και υπερβαίνει τη δύναμη του ελατηρίου στον κύλινδρο του εγχυτήρα.



Κεφάλαιο 2









Το δίκτυο πετρελαίου

Αρχικό τμήμα δικτύου.

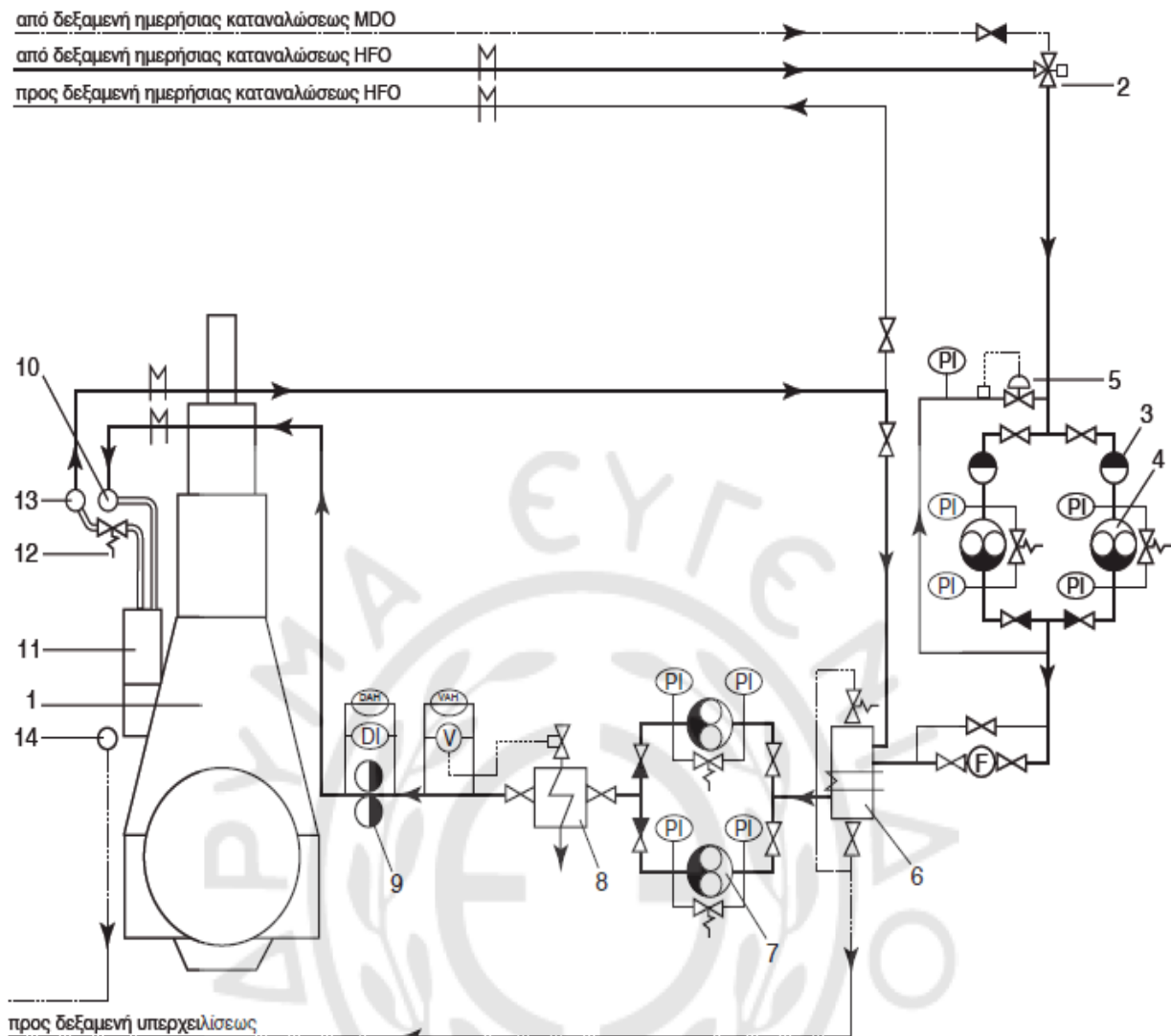


1. Δεξαμενή κατακαθίσεως βαρέος πετρελαίου (HFO settling tank, heated and insulated).
2. Δεξαμενή ημερήσιας καταναλώσεως βαρέος πετρελαίου (HFO daily tank, heated and insulated).
3. Δεξαμενή ημερήσιας καταναλώσεως πετρελαίου Diesel (MDO daily tank).
4. Φίλτρο αναρροφήσεως (Suction filter).
5. Αντλία βαρέος πετρελαίου προς διαχωριστή (HFO separator supply pump).
6. Αντλία βαρέος πετρελαίου Diesel προς διαχωριστή (HFO/MDO separator supply pump).
7. Προθερμαντήρας βαρέος πετρελαίου (HFO pre-heater).
8. Αυτοκαθαριζόμενος διαχωριστής βαρέος πετρελαίου (purifier).
9. Αυτοκαθαριζόμενος διαχωριστής βαρέος πετρελαίου και

πετρελαίου Diesel (clarifier)-(Self-cleaning HFO/MDO separator).
 10. Τρίοδος βαλβίδα (Three-way valve, diaphragm operated).

-  Αγωγοί HFO θερμαινόμενοι και μονωμένοι (HFO pipes, heated and insulated).
-  Αγωγοί MDO (MDO pipes).
-  Αγωγοί εξαερισμού (Air vent pipes).
-  Αγωγοί εξυδατώσεως και υπερχειλίσεως (Drain and overflow pipes).
-  Μετρητής πίεσεως (τοπικός).
-  Μετρητής θερμοκρασίας.
-  Συναγερμός υψηλής στάθμης (Level alarm high).
-  Συναγερμός χαμηλής στάθμης (Level alarm low).

Τελικό τμήμα δικτύου.



1. Κύρια μηχανή (Main engine).
2. Τρίοδος βαλβίδα επιλογής καυσίμου (βαρέος ή Diesel) (Three-way valve, manually or remotely operated).
3. Θερμαινόμενο φίλτρο αναρρόφησης [Suction filter, heated (trace heating acceptable)].
4. Αντλία μεταγίσεως χαμηλής πίεσεως (Low pressure feed pump).
5. Βαλβίδα ρυθμίσεως πίεσεως (Pressure regulating valve).
6. Θερμαινόμενη δεξαμενή αναμείξεως (Mixing unit, heated and insulated).
7. Αντλίες ανακυκλοφορίας (High pressure booster pumps).
8. Τελικός προθερμαντήρας (ελεγχόμενος από το ιξωδόμετρο) (Fuel oil endheater).
9. Θερμαινόμενο φίλτρο [Fuel oil filter, heated (trace heating acceptable)].
10. Είσοδος καυσίμου στο εσωτερικό κύκλωμα (Fuel oil inlet).
11. Αντλία εγχύσεως υψηλής πίεσεως (Fuel injection pump).
12. Βαλβίδα στραγγαλισμού (Pressure retaining valve).
13. Έξοδος καυσίμου από το εσωτερικό κύκλωμα (Fuel oil outlet).
14. Διαρροές καυσίμου από την αντλία εγχύσεως (Fuel oil leakage from fuel pump).



Αγωγοί HFO θερμαινόμενοι και μονωμένοι (HFO pipes, heated and insulated).



Αγωγοί MDO (MDO pipes).



Αγωγοί εξυδάτωσης και υπερχειλίσεως (Drain and overflow pipes).



Μετρητής πίεσεως.



Μετρητής διαφορικής πίεσεως.



Συναγερμός υψηλής διαφοράς πίεσεως (Differential pressure alarm high).



Συναγερμός υψηλού ιξώδους.



Ροόμετρο (Flowmeter).



Ιξωδόμετρο (Viscosimeter).

2.1 Υποσύστημα πληρώσεως και μεταφοράς.

Το υποσύστημα πληρώσεως και μεταφοράς φροντίζει για την πλήρωση των δεξαμενών καυσίμου από αντλίες εγκατεστημένες στο λιμάνι ή σε φορτηγίδες καυσίμου. Η διάταξη του συστήματος είναι τέτοια, ώστε να επιτρέπεται η παραλαβή νέου καυσίμου με την ελάχιστη δυνατή ανάμειξη με το ήδη αποθηκευμένο καύσιμο. Επίσης πρέπει να είναι δυνατή η μεταφορά καυσίμου με αντίστροφη πορεία από το πλοίο προς την ξηρά ή προς τις φορτηγίδες καυσίμου. Κατά την παραλαβή του το βαρύ πετρέλαιο αποθηκεύεται στις δεξαμενές αποθηκείσεως (bunker tanks) στα διπύθμενα του πλοίου. Αυτές διαθέτουν θυρίδες επιθεωρήσεως και αγωγούς εξαερισμού που φθάνουν έως το κατάστρωμα του πλοίου. Στους αγωγούς πληρώσεως και αναρρόφησης φέρουν απαραίτητα βάνες, για να είναι δυνατή η πλήρης απομόνωση της δεξαμενής. Το βαρύ πετρέλαιο διατηρείται στις δεξαμενές αποθηκείσεως σε θερμοκρασία 40 με 50 βαθμούς ή και μεγαλύτερη, με διάταξη θερμάνσεως (σερπαντίνες ατμού). Το σύστημα πληρώσεως και μεταφοράς καυσίμου Diesel αποτελεί απλοποιημένη μορφή του συστήματος βαρέος πετρελαίου, με λιγότερες δεξαμενές χωρίς να απαιτείται η θέρμανση όλων των δεξαμενών και η θερμομόνωση όλων των σωλήνων. Κατά την παραλαβή του το πετρέλαιο Diesel αποθηκεύεται στις αντίστοιχες δεξαμενές αποθηκείσεως (bunkers), οι οποίες βρίσκονται συνήθως στα διπύθμενα του πλοίου. Στο εσωτερικό τους διατρέχονται από θερμαντικά στοιχεία ατμού (σερπαντίνες ατμού), για να διατηρείται η θερμοκρασία του καυσίμου μεταξύ 15 και 40 βαθμούς. Η θέρμανση είναι συχνά επιβεβλημένη για τη μείωση του ιξώδους του πετρελαίου και την εύκολη ροή του στις

σωληνώσεις του δικτύου. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι πλευρικές δεξαμενές αποθηκεύσεως καυσίμου χρησιμοποιούνται και ως δεξαμενές ρυθμίσεως των κλίσεων του πλοίου. Για το λόγο αυτό, συνδέονται μεταξύ τους με αντλίες, έτσι ώστε να είναι δυνατή η μεταφορά πετρελαίου από τη μία πλευρά του πλοίου στην άλλη.

2.2 Υποσύστημα επεξεργασίας καυσίμου.

Στο υποσύστημα επεξεργασίας καυσίμου συμπεριλαμβάνονται οι δεξαμενές καθιζήσεως και οι διαχωριστές, που χρησιμοποιούνται για την απομάκρυνση των στερεών συστατικών και του νερού από το καύσιμο. Με τη βοήθεια αντλιών, το καύσιμο μεταφέρεται από τις δεξαμενές αποθηκεύσεως στις δεξαμενές κατακαθίσεως ή καθιζήσεως (settling tanks), οι οποίες έχουν επικλινή πυθμένα. Εκεί συγκεντρώνεται το περιεχόμενο στο καύσιμο νερό, το οποίο απομακρύνεται με το δίκτυο εξυδατώσεως προς τη δεξαμενή ακαθάρτων. Οι δεξαμενές κατακαθίσεως πρέπει να έχουν αρκούντως μεγάλη επιφάνεια, έτσι ώστε να γίνεται αποτελεσματικά η καθίζηση του νερού (το οποίο έχει μικρή διαφορά πυκνότητας από το καύσιμο). Εξωτερικά φέρουν συνήθως διάφανο δείκτη στάθμης. Οι δεξαμενές καθιζήσεως είναι συνήθως μονωμένες, φέρουν δείκτη θερμοκρασίας, ενώ θερμαίνονται, έτσι ώστε η θερμοκρασία για το Diesel να βρίσκεται μεταξύ 20 και 40 βαθμούς ενώ για το βαρύ να πετρέλαιο να βρίσκεται μεταξύ των 60 και 70. Όταν υπάρχει διαθέσιμος χώρος, εγκαθίστανται δύο δεξαμενές καθιζήσεως βαρέος πετρελαίου, κάθε μία 24ώρου χωρητικότητας, με σκοπό το καύσιμο να παραμένει σε ηρεμία για καθίζηση για αρκετό χρονικό διάστημα. Με τον τρόπο αυτό, μειώνεται το φορτίο των φυγοκεντρικών διαχωριστών. Για την αποφυγή της εισόδου νερού και ιζημάτων στο διαχωριστή, οι δεξαμενές καθιζήσεως πρέπει να έχουν επικλινή πυθμένα και το στόμιο αναρροφήσεως να βρίσκεται από την υψηλότερη πλευρά του πυθμένα, σε απόσταση τουλάχιστον 50 mm από αυτόν. Ενώ μερικές φορές το καύσιμο Diesel θεωρείται κατάλληλο για καύση χωρίς επιπλέον επεξεργασία, πέρα από την καθίζηση και τη διήθηση, συνίσταται η εφαρμογή φυγοκεντρικού διαχωρισμού. Σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας το καύσιμο μεταφέρεται στις δεξαμενές καθιζήσεως απ' ευθείας από τις δεξαμενές αποθηκεύσεως, αλλά φθάνει στη δεξαμενή ημερήσιας καταναλώσεως αφού περάσει από τους διαχωριστές.

Από τη δεξαμενή καθιζήσεως το βαρύ καύσιμο, αφού περάσει από φίλτρα, αντλείται (με αντλίες θετικής μετατοπίσεως) προς τους προθερμαντήρες. Οι προθερμαντήρες πρέπει να έχουν την ικανότητα για να ρυθμίζουν με μεγάλη ακρίβεια τη θερμοκρασία του καυσίμου (με ακρίβεια 2 βαθμών) γιατί από τη θερμοκρασία εξαρτάται το ιξώδες του. Το ιξώδες πρέπει να έχει

συγκεκριμένες τιμές για τον αποτελεσματικό διαχωρισμό του καυσίμου από τα στερεά κατάλοιπα. Η συνήθης θερμοκρασία προθερμάνσεως του βαρέος πετρελαίου είναι 98. Πριν την είσοδο του καυσίμου στους διαχωριστές συνήθως παρεμβάλλονται μετρητικά όργανα μετρήσεως της πίεσεως και της θερμοκρασίας. Τα πλοία εφοδιάζονται με τουλάχιστον δύο φυγοκεντρικούς διαχωριστές, κατάλληλους για συνεχή λειτουργία και συνδεδεμένους είτε παράλληλα είτε εν σειρά. Η ονομαστική ικανότητα κάθε διαχωριστήρα πρέπει να ικανοποιεί τουλάχιστον την κατανάλωση των κυρίων μηχανών στην ονομαστική ισχύ λειτουργίας τους. Πρέπει πάντα να υπάρχει ένα περιθώριο της τάξεως του 10%, έτσι ώστε να επιτρέπεται διακοπή για καθαρισμό των διαχωριστήρων και κάθε είδους συντήρηση. Πρέπει να τονισθεί ότι καλό είναι το περιθώριο αυτό να είναι μεγαλύτερο (όχι περισσότερο από 15%), γιατί πολλοί διαχωριστές στη μέγιστη παροχή τους είναι οριακά αποτελεσματικοί, ως προς την ποιότητα του διαχωρισμού που επιτυγχάνουν. Παλαιότερα, οι διαχωριστές τοποθετούνταν παράλληλα, έτσι ώστε ο δεύτερος να λειτουργεί μόνο σε έκτακτες περιπτώσεις. Η συνήθης πρακτική για κλασικούς διαχωριστές (clarifier - purifier) είναι η εν σειρά σύνδεσή τους, ώστε ο δεύτερος διαχωριστής να βελτιώνει περισσότερο τον καθαρισμό του πετρελαίου (clarifier), αφού αυτό περάσει από τον πρώτο (purifier). Η διάταξη αυτή δίνει τα καλύτερα αποτελέσματα με τη μεγαλύτερη δυνατή ασφάλεια. Με τη χρήση όμως συγχρόνων διαχωριστών αυτόματης ρυθμίσεως της ελεύθερης επιφάνειας νερού-πετρελαίου, είναι δυνατή η χρησιμοποίηση ενός μόνο διαχωριστήρα (με το δεύτερο σε εφεδρεία ή να χρησιμοποιείται για τον καθαρισμό του πετρελαίου Diesel). Οι περισσότεροι σύγχρονοι διαχωριστές αποβάλλουν αυτόματα το ίζημα (αυτοκαθαρισμός ανά 2-4 ώρες), ενώ ο χειρωνακτικός καθαρισμός εκτελείται συμπληρωματικά ανά μήνα, εβδομάδα ή και συχνότερα, ανάλογα με την ποιότητα του καυσίμου που χρησιμοποιείται. Συχνά, ένας από τους διαχωριστές βαρέος πετρελαίου χρησιμοποιείται ως εφεδρικός ενός μοναδικού διαχωριστή πετρελαίου Diesel. Εναλλακτικά, εάν υπάρχουν εγκατεστημένοι περισσότεροι του ενός διαχωριστές ελαίου λιπάνσεως, είναι δυνατή η χρήση ενός εξ αυτών, ως εφεδρικού για το κύκλωμα πετρελαίου Diesel. Οι αντλίες τροφοδοσίας των διαχωριστών μπορεί να είναι εξαρτημένες μονάδες θετικής εκτοπίσεως, με ρύθμιση της παροχής (με τη βοήθεια δικτύου ανακυκλοφορίας), ή ανεξάρτητες ηλεκτροκίνητες μονάδες μεταβλητής παροχής. Στις περισσότερες εγκαταστάσεις, το καύσιμο εξέρχεται από τους διαχωριστές με επαρκή πίεση, έτσι ώστε να φθάσει στις δεξαμενές ημερήσιας καταναλώσεως. Όταν αυτό δεν είναι εφικτό, εγκαθίστανται επιπλέον αντλίες καταθλίψεως. Αν οι δεξαμενές ημερήσιας καταναλώσεως είναι εφοδιασμένες με γραμμή υπερχειλίσεως προς τις δεξαμενές καθιζήσεως, οι διαχωριστές μπορούν να λειτουργούν συνεχώς, ανεξάρτητα από την κατανάλωση των κυρίων μηχανών. Όπως ήδη αναφέρθηκε, το βαρύ πετρέλαιο πρέπει να προθερμαίνεται, πριν διέλθει από τους διαχωριστές σε αρκετά υψηλές θερμοκρασίες (κοντά στο σημείο βρασμού του νερού). Κατ' αυτόν τον τρόπο διευκολύνεται ο καθαρισμός του. Στη

συνέχεια το θερμό καύσιμο εισέρχεται στις δεξαμενές ημερήσιας καταναλώσεως, θερμαίνοντας αυτές σε θερμοκρασία πιθανώς μεγαλύτερη της θερμοκρασίας αναφλέξεως του καυσίμου. Για το λόγο αυτό, μερικές εγκαταστάσεις είναι εφοδιασμένες με ψυγείο καυσίμου στη γραμμή καταθλίψεως του διαχωριστή βαρέος πετρελαίου.

2.3 Υποσύστημα τροφοδοτήσεως καυσίμου.

Το υποσύστημα τροφοδοτήσεως καυσίμου παρέχει καύσιμο στις μηχανές στο κατάλληλο ιξώδες. Μετά τους διαχωριστές το καύσιμο οδηγείται στις δεξαμενές ημερήσιας καταναλώσεως (μία για το βαρύ πετρέλαιο και μία για το πετρέλαιο Diesel). Αυτές είναι επίσης θερμαινόμενες και μονωμένες, ενώ φέρουν επίσης επικλινή πυθμένα για τη συγκέντρωση του νερού και την οδήγησή του στη δεξαμενή ακαθάρτων. Φέρουν εξαιρετικά (τα οποία οδηγούνται στο κατάστρωμα), ενώ στις δεξαμενές αυτές μπορεί να καταλήγουν οι επιστροφές καυσίμου από τις μηχανές (μέσω δεξαμενής αναμείξεως-απαερισμού του καυσίμου). Συνδέονται στις αντίστοιχες δεξαμενές καθιζήσεως με αγωγούς για την οδήγηση της επιπλέον ποσότητας καυσίμου που διαχειρίζονται οι διαχωριστές, ενώ διαθέτουν και εξωτερικό διάφανο δείκτη στάθμης. Οι έξοδοι των δεξαμενών ημερήσιας καταναλώσεως του βαρέος καυσίμου και του πετρελαίου Diesel οδηγούνται σε τρίοδη βάνια, όπου γίνεται η επιλογή του καυσίμου που θα χρησιμοποιηθεί. Ακολουθεί συνήθως μετρητής παροχής. Στη συνέχεια, ακολουθεί ζεύγος αντλιών θετικής μετατοπίσεως, τοποθετημένων παράλληλα (feed pumps). Κάθε αντλία προηγείται μεταλλικό φίλτρο για την προστασία της. Η πίεση μετά τις αντλίες αυξάνεται περίπου στα 6 bar. Ακολουθεί η δεξαμενή (ή στήλη) αναμείξεως-απαερώσεως. Εκτός από το προηγούμενο ζεύγος αντλιών συνήθως παρεμβάλλεται και δεύτερο ζεύγος αντλιών ανακυκλοφορίας (circulating pumps). Οι τελευταίες ανακυκλοφορούν το επιστρεφόμενο από τον κινητήρα καύσιμο, φροντίζοντας για τη διατήρηση της πίεσεως του καυσίμου στον κινητήρα σε σταθερά επίπεδα (περίπου 10 bar). Το καύσιμο που ανακυκλοφορεί, περνά κατά την επιστροφή του από τη δεξαμενή αναμείξεως-απαερώσεως. Μετά τις αντλίες τοποθετείται ο τελικός προθερμαντήρας, ο οποίος φροντίζει να θερμαίνει το καύσιμο σε θερμοκρασία κατάλληλη, έτσι ώστε το ιξώδες του να μην υπερβαίνει το προκαθορισμένο όριο. Ακολουθεί διπλό φίλτρο (συνήθως φίλτρα αυτοκαθαριζόμενα τοποθετημένα παράλληλα) και στη συνέχεια το ιξωδομέτρο. Αυτό ρυθμίζει τη θερμοκρασία εξόδου από τον τελικό προθερμαντήρα για την ακριβή ρύθμιση του ιξώδους του καυσίμου, αυξομειώνοντας την παροχή ατμού μέσα από τον τελικό προθερμαντήρα. Πριν και μετά τον τελικό προθερμαντήρα παρεμβάλλονται υποχρεωτικά όργανα μετρήσεως της θερμοκρασίας, καθώς και θερμοστάτης για την περίπτωση βλάβης του ιξωδομέτρου (ώστε ποτέ να μην πέσει η θερμοκρασία κάτω από συγκεκριμένο όριο). Στη συνέχεια, το καύσιμο οδηγείται στις αντλίες ψεκασμού, ενώ η περίσσεια επιστρέφει στη δεξαμενή αναμείξεως-απαερισμού. Όλοι οι αγωγοί

από τη δεξαμενή ημερήσιας καταναλώσεως μέχρι τους κινητήρες είναι μονωμένοι για τη μείωση των απωλειών θερμότητας και τη διατήρηση της υψηλής θερμοκρασίας του καυσίμου.

Για τον περιορισμό της ψύξεως του βαρέος πετρελαίου στο δίκτυο μεταξύ των θερμοαντήρων και της μηχανής, και για την εξασφάλιση σταθερής πίεσεως στις αντλίες εγχύσεως, διατηρείται παροχή δύο ή τρεις φορές μεγαλύτερη της καταναλώσεως των μηχανών στην ονομαστική τους ισχύ, με ανακυκλοφορία της περίσσειας του καυσίμου. Το καύσιμο που ανακυκλοφορεί, επιστρέφει συνήθως στη δεξαμενή ημερήσιας καταναλώσεως. Η δεξαμενή αναμείξεως-απαερώσεως βοηθάει στην αποφυγή υπερθερμάνσεως στη δεξαμενή ημερήσιας καταναλώσεως. Χρησιμοποιείται για τη σταδιακή μετάβαση από θερμό βαρύ πετρέλαιο σε ψυχρό πετρέλαιο Diesel, καθώς και για την απομάκρυνση των ατμών ελαφρύτερων κλασμάτων του βαρέος πετρελαίου. Σε μερικές εγκαταστάσεις δεν υπάρχει δεξαμενή αναμείξεως και το ανακυκλούμενο καύσιμο επιστρέφει απ' ευθείας στη δεξαμενή ημερήσιας καταναλώσεως. Η δεξαμενή αναμείξεως συχνά τροφοδοτείται με τη βαρύτητα από τη δεξαμενή ημερήσιας καταναλώσεως. Για το λόγο αυτό, ο πυθμένας της πρέπει να βρίσκεται χαμηλότερα από τον πυθμένα της δεξαμενής ημερήσιας καταναλώσεως, ενώ η κορυφή της πρέπει να βρίσκεται υψηλότερα από την κορυφή της δεξαμενής ημερήσιας καταναλώσεως. Για την επίτευξη ταχείας αλλαγής από το ένα καύσιμο στο άλλο, ο όγκος της δεξαμενής αναμείξεως πρέπει να είναι μικρός και για το λόγο αυτό διαμορφώνεται ως κατακόρυφος σωλήνας. Λόγω των υψηλών θερμοκρασιών, στις οποίες πρέπει να προθερμανθεί το βαρύ καύσιμο και λόγω της αντίστοιχης αυξήσεως των παραγομένων αερίων, πολλές φορές το θερμό κύκλωμα μεταφοράς του καυσίμου κατασκευάζεται ως κλειστός βρόγχος υπό πίεση. Κατ' αυτόν το τρόπο περιορίζεται η απελευθέρωση των πτητικών κλασμάτων του πετρελαίου. Αυτός είναι ο λόγος της τοποθέτησεως ενός επιπλέον ζεύγους αντλιών καυσίμου χαμηλής πίεσεως για την τροφοδότηση της δεξαμενής αναμείξεως από τη δεξαμενή ημερήσιας καταναλώσεως. Η τοποθέτηση των αντλιών αυτών αυξάνει τις επιλογές ως προς τη θέση και τη διαστασιολόγηση της δεξαμενής αναμείξεως. Τα παραγόμενα αέρια απομακρύνονται μέσω ανακουφιστικής βαλβίδας. Οι τροφοδοτικές αντλίες χαμηλής πίεσεως τοποθετούνται συνήθως σε ζεύγη και είναι συνήθως περιστροφικές αντλίες θετικής εκτοπίσεως. Λειτουργούν για παροχή μερικώς προθερμασμένου καυσίμου, πρέπει όμως να έχουν και τη δυνατότητα να παρέχουν και πετρέλαιο Diesel (κατά την αλλαγή του καυσίμου) και ψυχρού βαρέος πετρελαίου (κατά το μεταβατικό στάδιο της εκκινήσεως, μέχρι το δίκτυο να φθάσει σε κανονικό σημείο λειτουργίας). Εγκαθίστανται στο δίκτυο συνήθως δύο τελικοί προθερμαντήρες καυσίμου, ο καθένας από τους οποίους πρέπει να είναι ικανός να θερμάνει το βαρύτερο καύσιμο που είναι πιθανό να χρησιμοποιηθεί. Θα πρέπει να υπάρχουν περιθώρια λειτουργίας με ικανοποιητική απόδοση ακόμη και σε κατάσταση συσσωρεύσεως ρύπων. Οι προθερμαντήρες λειτουργούν με ατμό, του οποίου η παροχή ελέγχεται με ιξωδόμετρο, τοποθετημένο κοντά στις

αντλίες εγχύσεως. Η μέτρηση του ιξώδους στηρίζεται συνήθως στην ακόλουθη αρχή: από το δίκτυο καυσίμου λαμβάνεται με μικρή ηλεκτροκίνητη αντλία μια μικρή ποσότητα καυσίμου. Η ποσότητα αυτή καταθλίβεται σε τριχοειδή σωλήνα υπό συνθήκες σταθερής και στρωτής ροής (όχι τυρβώδους). Η πτώση της πίεσεως κατά μήκος αυτού του σωλήνα είναι ανάλογη προς το ιξώδες του καυσίμου. Εάν οι βοηθητικές μηχανές του πλοίου πρόκειται να λειτουργούν και με βαρύ πετρέλαιο, το δίκτυο παροχής καυσίμου κατασκευάζεται εις διπλούν, υπό κλίμακα, και ενσωματώνει μονάδα αναμείξεως. Στην περίπτωση που οι βοηθητικές μηχανές πρέπει να λειτουργούν και όταν δεν υπάρχει διαθέσιμος ατμός, εγκαθίσταται ηλεκτρικός θερμαντήρας καυσίμου σε παράλληλη διάταξη με τους θερμαντήρες ατμού. Αμέσως μετά τον τελικό προθερμαντήρα τοποθετείται το τελικό φίλτρο καυσίμου, για να διευκολύνεται η διήθηση του καυσίμου, λόγω του μειωμένου ιξώδους του θερμού καυσίμου. Το φίλτρο αυτό κυρίως αποτελεί εφεδρεία των διαχωριστών καυσίμου. Μπορεί να είναι αυτοκαθαριζόμενη μονάδα λεπτού πλέγματος ή να αποτελείται από ανταλλακτικό στοιχείο ακόμη λεπτότερου πλέγματος ή συνδυασμό των παραπάνω. Το σύνολο του δικτύου σωληνώσεων ενός συστήματος παροχής βαρέος πετρελαίου, συμπεριλαμβανομένων μερικές φορές των αντλιών και των φίλτρων, είναι πιθανό να θερμαίνεται με ατμό ή ηλεκτρική αντίσταση και να είναι θερμομονωμένο.

Κεφάλαιο 3

Ανωμαλίες – Βλάβες στο σύστημα καυσίμου

της μηχανής.

3.1 Απότομη πτώση της πίεσεως του καυσίμου.

Η απότομη πτώση της πίεσεως στο δίκτυο καυσίμου γίνεται αντιληπτή από τις ενδείξεις των τοπικών μανομέτρων ή τις αντίστοιχες ενδείξεις των οργάνων στο δωμάτιο ελέγχου της μηχανής. Εάν η πτώση της πίεσεως υπερβεί τα αντίστοιχα όρια, ενεργοποιούνται τα συστήματα συναγερμού, ενώ ακολουθεί αυτόματη κράτηση της μηχανής. Η απότομη πτώση της πίεσεως οφείλεται συνήθως στις ακόλουθες αιτίες:

- Σοβαρή βλάβη της τροφοδοτικής αντλίας του καυσίμου
- Βλάβη ή λανθασμένος χειρισμός στο σύστημα ανακυκλοφορίας (επιστροφών) του καυσίμου.
- Θραύση αγωγού παροχής καυσίμου μετά την τροφοδοτική αντλία.

Σημαντικό ρόλο παίζει η ταχύτητα εντοπισμού της βλάβης και η ταχύτητα αντιδράσεως του προσωπικού του μηχανοστασίου. Εάν πρόκειται για βλάβη της τροφοδοτικής αντλίας (ή της αντλίας ανακυκλοφορίας εάν υπάρχει) τίθεται αυτόματα (ή και χειροκίνητα εάν απαιτηθεί) αμέσως σε λειτουργία η αντίστοιχη εφεδρική αντλία. Μέσω της ενεργοποίησεως του συστήματος αυτόματου ελέγχου, έχουν μειωθεί οι στροφές της μηχανής.

Εφόσον η αντίδραση του προσωπικού είναι άμεση, δεν είναι απαραίτητη η κράτηση της μηχανής. Εάν κατά την προσπάθεια εκκινήσεως της εφεδρικής αντλίας παρουσιασθούν και άλλα προβλήματα (ηλεκτρικά ή μηχανικά), τότε ακολουθεί υποχρεωτικά κράτηση της μηχανής. Εάν τεθεί σε λειτουργία χωρίς προβλήματα η εφεδρική αντλία, επαναφέρονται οι στροφές της μηχανής στις κανονικές, ενώ προγραμματίζεται το ταχύτερο δυνατόν η επισκευή της προβληματικής αντλίας, ώστε το σύστημα να μην λειτουργεί για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς εφεδρεία.

Στην περίπτωση που παρουσιαστεί βλάβη και στην εφεδρική αντλία, τότε αναγκαστικά ακολουθεί αυτόματη κράτηση της μηχανής και επιβάλλεται η άμεση επισκευή της μίας τουλάχιστον αντλίας. Κατά τη διάρκεια της επισκευής λειτουργούν όλα τα υπόλοιπα συστήματα της μηχανής (λιπάνσεως, ψύξεως κλπ.), ενώ η μηχανή στρέφεται με τον κρίκο. Μετά την επισκευή της μίας αντλίας ακολουθεί επανεκκίνηση της μηχανής, ενώ καθίσταται επιτακτικότερη η ταχύτατη επισκευή της δεύτερης αντλίας, ώστε το σύστημα να μην λειτουργεί για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς εφεδρεία.

Η βλάβη των τροφοδοτικών αντλιών καυσίμου συνήθως οφείλεται σε μηχανική αιτία (σπάσιμο της σφήνας που ενώνει τον άξονα με την περωτή, φρακάρισμα της περωτής και ακινητοποίηση της αντλίας, καταστροφή των εδράνων της αντλίας ή του ηλεκτροκινητήρα κλπ.) ή συνηθέστερα ηλεκτρική βλάβη (βραχυκύκλωμα του κινητήρα, ενεργοποίηση συστήματος θερμικής προστασίας κλπ.).

Βλάβη στο σύστημα ανακυκλοφορίας προκαλείται συνήθως από δυσλειτουργία (κόλλημα) της ρυθμιστικής βαλβίδας ανακυκλοφορίας στη θέση τελείως ανοικτή ή από λάθος χειρισμό του προσωπικού (άνοιγμα του επιστομίου παρακάμψεως επιστροφών). Η βλάβη της ρυθμιστικής βαλβίδας συνεπάγεται υποχρεωτικά κράτηση της μηχανής, ενώ ακολουθεί επισκευή ή αντικατάσταση της βαλβίδας και επανεκκίνηση της μηχανής. Η θραύση αγωγού καυσίμου μετά την τροφοδοτική αντλία έχει ως αποτέλεσμα την απότομη πτώση της πίεσεως στο δίκτυο. Η θραύση συνήθως οφείλεται σε κάποιο ατύχημα ή σε αστοχία υλικού.

3.2 Σταδιακή πτώση της πίεσεως του καυσίμου.

Η σταδιακή πτώση της πίεσεως στο δίκτυο καυσίμου δεν γίνεται άμεσα αντιληπτή, αλλά εντοπίζεται από τη συνεχή παρακολούθηση των ενδείξεων των τοπικών μανομέτρων ή των αντιστοιχών ενδείξεων των οργάνων στο δωμάτιο ελέγχου της μηχανής. Σε περίπτωση που η πτώση της πίεσεως δεν γίνει έγκαιρα αντιληπτή, αλλά με την πάροδο του χρόνου υπερβεί τα προκαθορισμένα όρια, ενεργοποιούνται τα συστήματα συναγερμού, ενώ σπάνια ακολουθεί αυτόματη κράτηση της μηχανής (αφού συνήθως υπάρχει αρκετός διαθέσιμος χρόνος αντιδράσεως). Η σταδιακή πτώση της πίεσεως οφείλεται συνήθως στις ακόλουθες αιτίες:

- Κακή αναρρόφηση της τροφοδοτικής αντλίας καυσίμου, λόγω σταδιακής αποφράξεως του φίλτρου αναρροφήσεως.
- Απόφραξη του φίλτρου καταθλίψεως.
- Αναρρόφηση αέρα από τη βοηθητική αντλία καυσίμου (από το στυπιοθλίπτη).

Γενικά η απόφραξη των φίλτρων διαπιστώνεται από τη μεγάλη διαφορά πίεσεως πριν και μετά το φίλτρο αυτό. Η μέγιστη επιτρεπόμενη διαφορά πίεσεως στο φίλτρο καταθλίψεως είναι συνήθως 0,6 bar. Η βλάβη αποκαθίσταται με τον άμεσο καθαρισμό των φίλτρων, εκτός από την περίπτωση που το φίλτρο είναι αυτοκαθαριζόμενο, οπότε πραγματοποιείται περιοδικός έλεγχος. Στην περίπτωση που η ανωμαλία προέρχεται από αναρρόφηση αέρα στην τροφοδοτική αντλία καυσίμου, αυτή μπορεί να οφείλεται στις ακόλουθες αιτίες:

- Σε χαμηλή στάθμη της δεξαμενής καυσίμου, οπότε με τους διατοιχισμούς του πλοίου αποκαλύπτεται το στόμιο αναρροφήσεως και γίνεται αναρρόφηση αέρα.
- Σε μεγάλη φθορά των παρεμβυσμάτων του στυπιοθλίπτη, οπότε το πρόβλημα αποκαθίσταται με την αντικατάσταση των παρεμβυσμάτων. Αποτέλεσμα της αναρροφήσεως αέρα από την τροφοδοτική αντλία καυσίμου είναι η εμφάνιση αστάθειας στις στροφές της μηχανής, εξαιτίας της δυσλειτουργίας των αντλιών υψηλής πίεσεως και των εγχυτήρων καυσίμου. Σε περίπτωση που δεν γίνει έγκαιρη αποκατάσταση της βλάβης, ακολουθεί διακοπή λειτουργίας της μηχανής. Για την επαναλειτουργία της πρέπει να επισκευασθεί η βλάβη και να ακολουθήσει υποχρεωτική εξαέρωση όλου του δικτύου καυσίμου.

3.3 Δυσλειτουργία του ρυθμιστή στροφών.

Αποτέλεσμα της κακής λειτουργίας του ρυθμιστή στροφών είναι η εμφάνιση αστάθειας στις στροφές της μηχανής, και η πιθανή ανομοιόμορφη φόρτιση των κυλίνδρων της μηχανής. Ο

εντοπισμός και η αποκατάσταση της βλάβης πραγματοποιούνται με βάση τις οδηγίες του κατασκευαστή του μηχανισμού. Βλάβη στο μηχανισμό υπερταχύνσεως του ρυθμιστή στροφών έχει ως αποτέλεσμα τη διακοπή της παροχής του καυσίμου στη μηχανή και συνεπώς την κράτησή της. Πολλές φορές μετά την κράτηση της μηχανής εμφανίζεται και δυσκολία επανεκκινήσεως. Η αποκατάσταση της βλάβης πραγματοποιείται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή του μηχανισμού.

Οι βλάβες στους ρυθμιστές στροφών ποικίλλουν ανάλογα με την αρχή λειτουργίας στην οποία στηρίζονται. Μπορεί να είναι μηχανικές βλάβες, αν και συνηθέστερα οι βλάβες εμφανίζονται στο ηλεκτρονικό-πνευματικό-υδραυλικό σύστημα ελέγχου που συνδέεται με το ρυθμιστή στροφών. Περισσότερες λεπτομέρειες για τις αρχές λειτουργίας των ρυθμιστών στροφών αναφέρθηκαν στο ένατο κεφάλαιο.

3.4 Βλάβες στις αντλίες καυσίμου και στο δίκτυο υψηλής πίεσεως.

Οι φθορές στις αντλίες υψηλής πίεσεως οφείλονται κυρίως στη χρήση χαμηλής ποιότητας βαρέων πετρελαίων, που φέρουν αδιάλυτα σωματίδια. Εμφανίζονται έτσι φθορές εκτριβής στα έμβολα και στα τοιχώματα του κυλίνδρου. Παράλληλα, λόγω πιθανής ασύμμετρης φθοράς του εμβόλου ή του κυλίνδρου ή κακής μεταξύ τους λιπάνσεως, μπορεί να προκληθεί ξηρή τριβή μεταξύ των αντιστοιχών επιφανειών, με σημαντική αύξηση των φθορών. Στην αναρρόφηση της αντλίας, λόγω της απότομης ανόδου του εμβόλου της, δημιουργούνται κύματα υποπίεσης, τα οποία προκαλούν τοπικά σπηλαιώση του καυσίμου. Η σπηλαιώση συνήθως επηρεάζει το θάλαμο της αντλίας πριν από τη θυρίδα αναρροφήσεως. Ο κίνδυνος σπηλαιώσεως μειώνεται με κατάλληλη σχεδίαση των οπών προσαγωγής και απαγωγής του καυσίμου, ενώ χρησιμοποιούνται και αφαιρούμενα περιβλήματα (συχνά με υψηλή επιφανειακή σκληρότητα), τα οποία μετά τη φθορά τους από σπηλαιώση αντικαθίστανται.

Στις σύγχρονες πετρελαιομηχανές υπάρχει η πρόβλεψη λειτουργίας τόσο με βαριά όσο και με ελαφρά καύσιμα. Τα βαριά καύσιμα προσάγονται στην αντλία σε υψηλή θερμοκρασία, αναγκαία για τη σωστή τους έγχυση. Οι διαστολές που προκαλεί στα μέταλλα η υψηλή θερμοκρασία του καυσίμου πρέπει να παραλαμβάνονται από αντίστοιχα (αυξημένα) διάκενα. Τα διάκενα αυτά μειώνονται με την αύξηση της θερμοκρασίας, εμποδίζοντας τις διαρροές. Όταν όμως διοχετευθεί στην αντλία το ψυχρότερο ελαφρύ καύσιμο οι διαστολές είναι μικρότερες, οπότε τα διάκενα παραμένουν αυξημένα, αυξάνοντας τις διαρροές του καυσίμου. Έτσι υπάρχει κίνδυνος το καύσιμο που διαρρέει να περάσει στο θάλαμο του εκκεντροφόρου και να μολύνει το λιπαντικό.

Η μετάβαση από το ένα καύσιμο στο άλλο πρέπει να γίνεται πάντοτε σταδιακά, ώστε να μην προκαλούνται φορτίσεις στα αντίστοιχα εξαρτήματα από την απότομη μεταβολή της

θερμοκρασίας, να αποφεύγεται ο εγκλωβισμός αέρα και να μειώνεται ο κίνδυνος σπηλαιώσεως. Για το λόγο αυτό στο εξωτερικό δίκτυο του πετρελαίου υπάρχει η στήλη εξαερώσεως-αναμείξεως. Ο κύριος κίνδυνος φθοράς των αγωγών υψηλής πίεσεως οφείλεται στη σπηλαιώση του καυσίμου. Προς το τέλος της εγχύσεως δημιουργούνται εντός του αγωγού κύματα υποπίεσεως (απόλυτη πίεση μικρότερη της ατμοσφαιρικής). Εάν σε κάποιο σημείο του αγωγού η πίεση πέσει κάτω από την πίεση των κεκορεσμένων ατμών του καυσίμου, τότε μέρος του καυσίμου ατμοποιείται τοπικά, σχηματίζοντας φυσαλίδες ατμοποιημένου καυσίμου. Με την απότομη αύξηση της πίεσεως (λόγω διελεύσεως ενός κύματος υπερπίεσεως) οι φυσαλίδες ατμού καταρρέουν και μετατρέπονται σε υγρό. Η μεταβολή αυτή συνοδεύεται από απότομη αύξηση της πίεσεως τοπικά σε πολύ υψηλές τιμές και την ανάπτυξη σημειακών κρουστικών φορτίων πάνω στα τοιχώματα του σωλήνα στα σημεία σχηματισμού των φυσαλίδων. Τα κρουστικά αυτά φορτία προκαλούν την αποκόλληση μικρών ποσοτήτων υλικού από το εσωτερικό τοίχωμα του. Η αύξηση τοπικά της τραχύτητας στο εσωτερικό του αγωγού με την αφαίρεση υλικού, αυξάνει τον κίνδυνο δημιουργίας ρωγμών από τα επαναλαμβανόμενα κρουστικά φορτία των κυμάτων πίεσεως, συνεπώς και την πιθανότητα αστοχίας του αγωγού.

3.5 Βλάβες στους εγχυτήρες καυσίμου.

Οι φθορές των εγχυτήρων εντοπίζονται συνήθως στον οδηγό της βελόνας, στην έδρα της βελόνας, στο ελατήριο, καθώς και στις οπές των ακροφυσίων.

Η έδρα της βελόνας φθείρεται λόγω των περιεχομένων στερεών μικροσωματιδίων στο καύσιμο, της χημικής προσβολής από διαβρωτικές ουσίες που υπάρχουν σε αυτό, της κρουστικής επαφής της βελόνας με την έδρα της κατά το πέρας της εγχύσεως και λόγω σπηλαιώσεως από τη ροή του καυσίμου. Η διάβρωση της έδρας προκαλεί κακή στεγανοποίηση της βαλβίδας του εγχυτήρα, μειώνοντας την ωφέλιμη ζωή του. Αποτέλεσμα της κακής στεγανοποίησης της βαλβίδας είναι το στάξιμο του εγχυτήρα, καθώς και η μείωση της ποιότητας ψεκασμού.

Η θερμοκρασία στο άκρο του εγχυτήρα έχει σημαντικότερο ρόλο στη διατήρηση καθαρών των οπών των ακροφυσίων. Ειδικότερα καθοριστικός είναι ο ρόλος της στους εγχυτήρες των μεγάλων διχρόνων πετρελαιομηχανών, οι οποίοι συχνά φέρουν αρκετά μεγάλη κοιλότητα στο εσωτερικό του συγκροτήματος των ακροφυσίων. Εκεί συγκρατείται σημαντική ποσότητα καυσίμου μετά το πέρας της εγχύσεως. Με την άνοδο της θερμοκρασίας το καύσιμο που έχει παραμείνει εντός της κοιλότητας του συγκροτήματος του ακροφυσίου βράζει και στάζει από τις οπές των ακροφυσίων. Επειδή το στάξιμο συμβαίνει στο πέρας της φάσεως της καύσεως, δεν πραγματοποιείται πλήρης καύση, οπότε σχηματίζονται εναποθέσεις εξανθρακωμάτων γύρω από τις οπές των ακροφυσίων, μειώνοντας σημαντικά την ποιότητα της εγχύσεως ή ακόμα

φράσσοντας αυτές. Στους εγχυτήρες μίας οπής η συσσώρευση εξανθρακωμάτων μπορεί να προκαλέσει κόλλημα της βελόνας με το συγκρότημα του ακροφυσίου.

Η θερμοκρασία στην περιοχή του συγκροτήματος του ακροφυσίου δεν πρέπει επίσης να είναι χαμηλή (λόγω ισχυρού στροβιλισμού του εισερχόμενου αέρα και ιδιαίτερα χαμηλής θερμοκρασίας του). Στην περίπτωση αυτή υπάρχει κίνδυνος επιτεύξεως σημείου δρόσου στην επιφάνεια του συγκροτήματος των ακροφυσίων. Τότε υδροποιείται ο υδρατμός που περιέχεται στο θάλαμο καύσεως, αντιδρά με τα οξείδια του θείου, το οποίο υπάρχει στο καύσιμο, και δημιουργεί θειικό οξύ. Το θειικό οξύ προσβάλλει την εξωτερική επιφάνεια του συγκροτήματος των ακροφυσίων, αυξάνοντας επίσης τη διάμετρο των οπών. Η αύξηση της διαμέτρου των οπών μπορεί να προκληθεί και από μηχανική διάβρωση, από τα περιεχόμενα στο καύσιμο στερεά σωματίδια.

Το τυχόν περιεχόμενο νερό στο καύσιμο προκαλεί επιπλέον διαβρώσεις στον εγχυτήρα. Για θερμοκρασία του νερού μικρότερη από το σημείο βρασμού του, εμφανίζονται φαιοπράσινες ζώνες στις μεταλλικές επιφάνειες που διαβρέχονται από το καύσιμο. Στην περίπτωση που η θερμοκρασία του καυσίμου υπερβαίνει το σημείο βρασμού του νερού υπό ατμοσφαιρική πίεση υπάρχει κίνδυνος, στα σημεία της ροής που εμφανίζονται χαμηλές πιέσεις (π.χ. αγωγός επιστροφής, στο διάκενο μεταξύ της βελόνας και του οδηγού της) να προκληθεί μερική ατμοποίηση του νερού. Ο ιδιαίτερα διαβρωτικός ατμός προκαλεί την επιφανειακή οξείδωση των μεταλλικών επιφανειών. Η οξείδωση αυτή διευρύνεται γρήγορα, καταστρέφει τη στεγανότητα των συνεργαζομένων επιφανειών και τερματίζει την ωφέλιμη ζωή των αντιστοίχων τμημάτων του εγχυτήρα. Το ελατήριο του εγχυτήρα φορτίζεται σε ιδιαίτερα υψηλές τάσεις, ενώ, λόγω της υψηλής σκληρότητάς του, δεν μπορεί να αντέξει τις απότομες αλλαγές στην πίεση που μπορεί να δεχθεί. Έτσι σε περίπτωση που μεταβληθεί σημαντικά η πίεση που δίνει η αντλία καυσίμου, υπάρχει πιθανότητα θραύσεως του ελατηρίου. Η συνεχής λειτουργία του ελατηρίου προκαλεί την πτώση της τάσεώς του, με αποτέλεσμα να απαιτείται επαναρρύθμιση με τη χρήση του αντίστοιχου κοχλίου στο πάνω μέρος του εγχυτήρα.

Κεφάλαιο 4

Αναλυτική Περιγραφή εξαρτημάτων του δικτύου πετρελαίου

4.1 Ταχύτητα ροής καυσίμου πετρελαίου και το ιξώδες

Για τις εξωτερικές συνδέσεις σωλήνων, οι ακόλουθες μέγιστες ταχύτητες ροής

Marine diesel oil..... 1.0 m/s

Heavy fuel oil..... 0.6 m/s

Guiding specification (maximum values)		
Density at 15 °C	kg/m ³	≤ 1.010*
Kinematic viscosity at 100 °C	cSt	≤ 55
at 50 °C	cSt	≤ 700
Flash point	°C	≥ 60
Pour point	°C	≤ 30
Carbon residue	% (m/m)	≤ 22
Ash	% (m/m)	≤ 0.15
Total sediment potential	% (m/m)	≤ 0.10
Water	% (v/v)	≤ 0.5
Sulphur	% (m/m)	≤ 4.5
Vanadium	mg/kg	≤ 600
Aluminum + Silicon	mg/kg	≤ 80
Equal to ISO 8217:2005 - RMK 700 / CIMAC recommendation No. 21 - K700		
* Provided automatic clarifiers are installed m/m = mass v/v = volume		

Engine	Flow rate, litres/cyl. h.
K98ME/ME-C, S90ME-C	1.25
K90ME/ME-C, S/K80ME-C, S70ME-C/ ME-C-GI, L70ME-C, S65ME-C/-GI	0.75
S/L60ME-C, S60ME-C-GI	0.60

4.2 Η Μόνωση των αγωγών πετρελαίου

Οι σωλήνες πρέπει να έχουν μόνωση με 20 mm ορυκτό μαλλί του ελάχιστου 150 kg / m³ και να καλύπτονται με γυάλινο ύφασμα του ελάχιστου 400g / m².

4.3 Αντλία τροφοδοσίας καυσίμου πετρελαίου

Μπορεί να είναι κοχλιοειδούς τύπου (screw type) ή οδοντωτή (gear pump). Το ιξώδες του πετρελαίου, κυμαίνεται έως 700 cSt στους 50 ° C

μέγιστο ιξώδες του πετρελαίου 1000 cSt

πίεσης παράδοσης 4 bar

θερμοκρασία λειτουργίας 100 ° C

Ελάχιστη θερμοκρασία 50 ° C

4.4 Αντλία κυκλοφορίας

Μπορεί να είναι κοχλιοειδούς τύπου (screw type) ή οδοντωτή (gear pump). Το ιξώδες του πετρελαίου, κυμαίνεται έως 700 cSt στους 50 ° C

ιξώδες κανονικό 20 cSt

μέγιστο ιξώδες του πετρελαίου 1000 cSt

πίεσης λειτουργίας 6 bar

πίεσης παράδοσης 10 bar

θερμοκρασία λειτουργίας 150 ° C

4.5 Ο θερμοαντήρας πετρελαίου

Ο θερμοαντήρας είναι να είναι του εναλλάκτη θερμότητας. Η απαιτούμενη θερμοκρασία θέρμανσης για διαφορετικές τιμές του ιξώδους θα εμφανιστεί στο διάγραμμα παρακάτω . Το διάγραμμα βασίζεται σε πληροφορίες που από τους προμηθευτές πετρελαίου για τυπικό θαλάσσια καύσιμα με δείκτη ιξώδους 70-80. Δεδομένου ότι το ιξώδες μετά τον θερμοαντήρα είναι η ελεγχόμενη παράμετρος, η θερμοκρασία θέρμανσης μπορεί να ποικίλει, ανάλογα με το δείκτη ιξώδους. Συνιστώμενη ρύθμιση μετρητή ιξώδους είναι 10-15 cSt.

πτώση πίεσης από την πλευρά πετρελαίου μέγιστο 1 bar

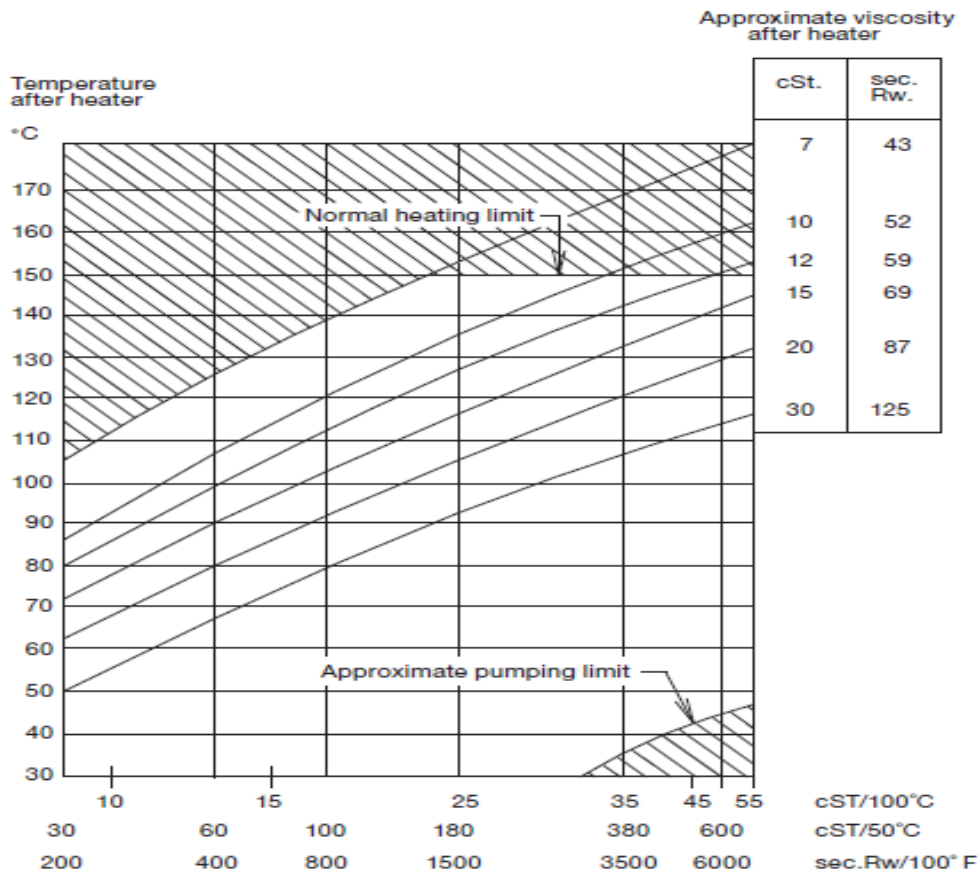
Πίεση λειτουργίας 10 bar

θερμοκρασία εισόδου πετρελαίου περίπου. 100 ° C

θερμοκρασία εξόδου πετρελαίου 150 ° C

παροχή ατμού, κορεσμένου 7 bar

Για να διατηρηθεί ένα σωστό και σταθερό ιξώδες του το πετρελαίου στην είσοδο προς τον κύριο κινητήρα, η παροχή ατμού πρέπει να ελέγχεται αυτόματα, το οποίο συνήθως βασίζεται σε ένα πνευματικό ή ένα ηλεκτρικά ελεγχόμενο σύστημα.



4.6 Φίλτρα καυσίμου

Το φίλτρο καυσίμου πετρελαίου πρέπει να έχει τα εξής χαρακτηριστικά

: 130 cSt στους 80 ° C = 700 cSt στους 50 ° C = 7,000 sec

Redwood I / 100 ° F.

Πίεση λειτουργίας 10 bar

πίεση δοκιμής σύμφωνα με τον κανόνα της κατηγορίας

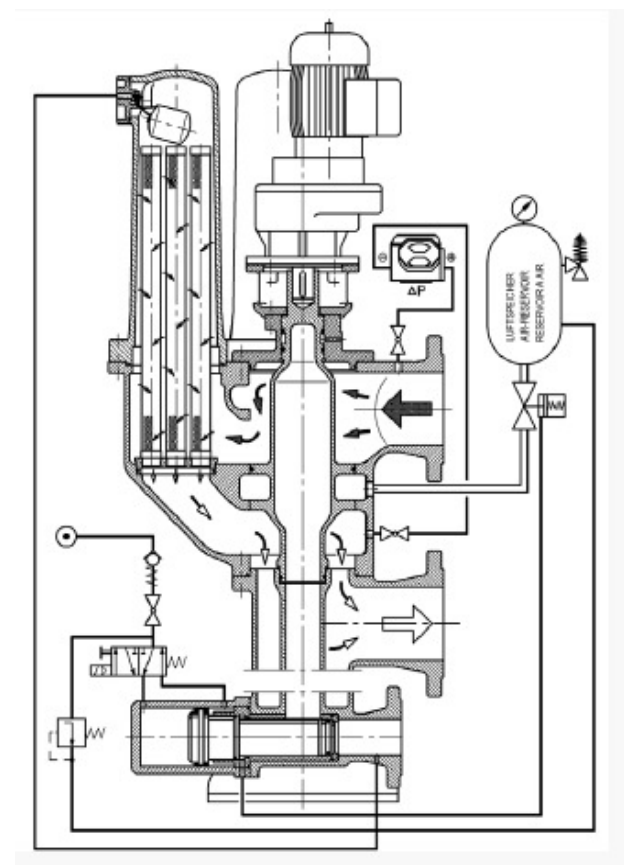
Απόλυτη λεπτότητα 50 μm

θερμοκρασία λειτουργίας μέγιστο 150 ° C

ιξώδες του πετρελαίου σε θερμοκρασία λειτουργίας 15 cSt

πτώση της πίεσης στο καθαρό φίλτρο μέγιστη 0,3 bar

σταγόνα μέγιστη 0,5 bar

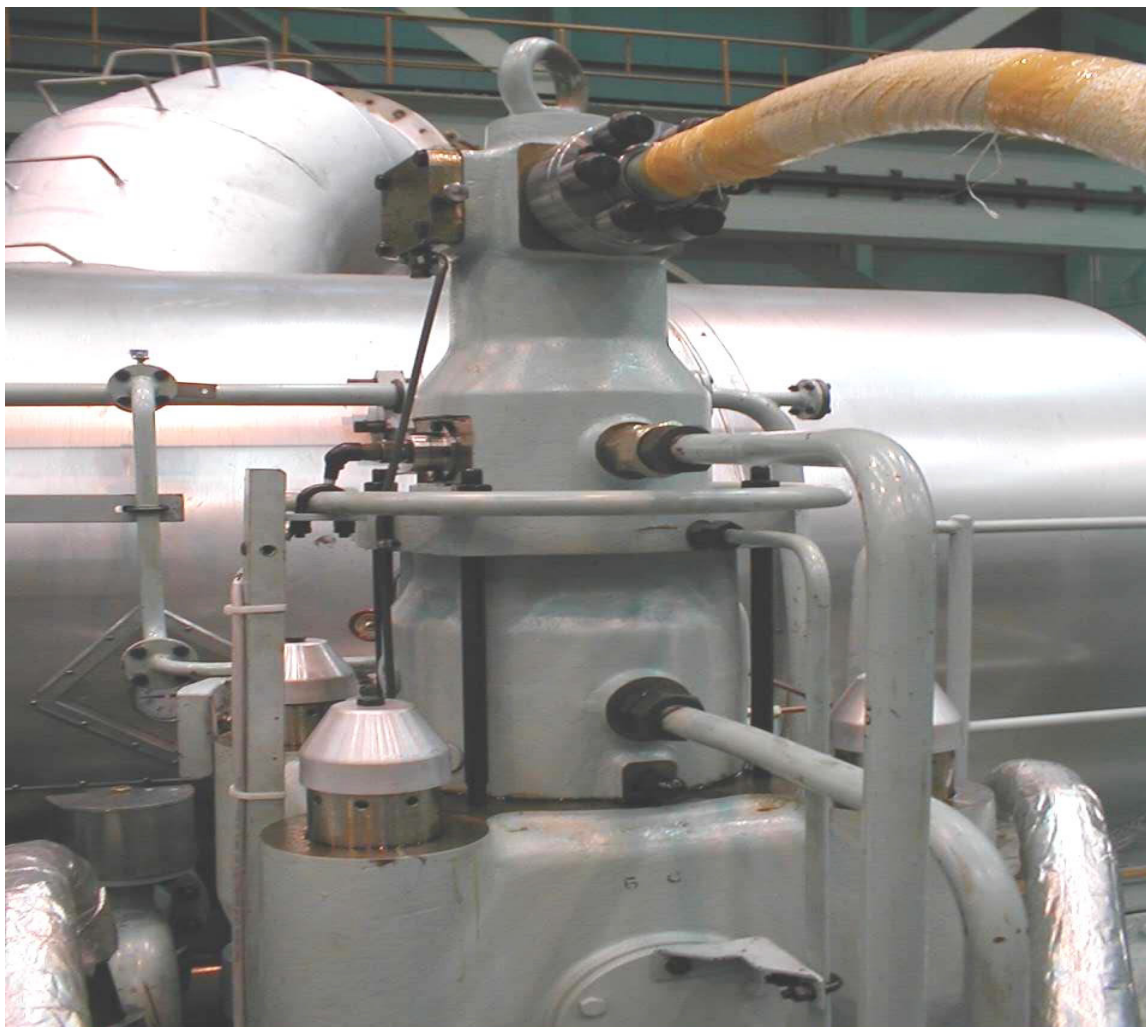


Κεφάλαιο 5

Βαλβίδα εξαγωγής αργόστροφων πετρελαιομηχανών.

Η βαλβίδα εξαγωγής στις δίχρονες αργόστροφες πετρελαιομηχανές είναι το τμήμα της μηχανής, το οποίο αποκτά την υψηλότερη θερμοκρασία. Κατά το άνοιγμα της βαλβίδας, στη στενή διάοδο μεταξύ της κεφαλής και της έδρας της βαλβίδας, λόγω της μεγάλης διαφοράς πίεσεως που επικρατεί, τα θερμά καυσαέρια εξέρχονται με ταχύτητα ίση με την ταχύτητα του ήχου. Εξαιτίας

της πολύ υψηλής ταχύτητας, αυξάνεται σημαντικά ο ρυθμός μεταδόσεως της θερμότητας από τα καυσαέρια προς τη βαλβίδα και προς την έδρα της (μετάδοση θερμότητας κυρίως με συναγωγή). Η υψηλή θερμοροή δεν μπορεί να αντισταθμιστεί άμεσα και τοπικά από τα συστήματα ψύξεως, οπότε η θερμοκρασία της βαλβίδας ανεβαίνει σημαντικά, ειδικά στην κεφαλή της (μανιτάρι).



5.1 Υλικά κατασκευής.

Παλαιότερα, οι βαλβίδες κατασκευάζονταν από ωστενιτικό χάλυβα. Λόγω των πολύ υψηλών θερμικών φορτίων και των πολύ υψηλών θερμοκρασιών που αναπτύσσονται, οι βαλβίδες κατασκευάζονται πλέον με τη χρήση κραμάτων νικελίου ή κοβαλτίου (superalloys), όπως το ni-monic (οικογένεια κραμάτων νικελίου με περιεκτικότητα σε νικέλιο μέχρι 75%, χρώμιο μέχρι 20%, καθώς και κοβάλτιο, μολυβδαίνιο, τιτάνιο, αλουμίνιο, σίδηρο και τέλος άνθρακα σε πολύ μικρή αναλογία) και οι στελλίτες (κράματα κοβαλτίου και χρωμίου με προσθήκη βολφραμίου, μολυβδαίνιου και άνθρακα). Τα κράματα του νικελίου και του κοβαλτίου έχουν υψηλό σημείο τήξεως, ενώ διατηρούν την αντοχή και τη σκληρότητά τους σε υψηλές θερμοκρασίες. Οι βαλβίδες κατασκευάζονται είτε ολόσωμες από τα εν λόγω κράματα είτε σε δύο τμήματα, με την

κεφαλή τους από κράμα νικελίου και το στέλεχος με την ουρά από χάλυβα υψηλής αντοχής. Συνήθως το στέλεχος είναι επιχρωμιωμένο για να μειώνεται η φθορά από την τριβή του με τον οδηγό της βαλβίδας.

Για να προστατεύεται η κεφαλή της βαλβίδας από τη διάβρωση, που δημιουργεί η χρήση βαρέων πετρελαίων και η εγγύτητά της με τις δέσμες του καυσίμου, δοκιμάζονται επικαλύψεις με ειδικά κράματα νικελίου, τα οποία μειώνουν σε υψηλές θερμοκρασίες τη φθορά της βαλβίδας.

Τα υλικά κατασκευής των βαλβίδων, επειδή απαιτείται αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες, με παράλληλη διατήρηση της σκληρότητας, είναι ιδιαίτερα ψαθυρά. Έτσι στην περίπτωση κακής εδράσεως της βαλβίδας υπάρχει αυξημένος κίνδυνος θραύσεώς της. Αυτό συμβαίνει στις περιπτώσεις των θερμικών παραμορφώσεων στις έδρες, της ανομοιόμορφης φθοράς των εδρών και των βαλβίδων και στην περίπτωση της ανομοιόμορφης συσσωρεύσεως επικαθήσεων. Κατά το κλείσιμο της βαλβίδας, για να μην υπάρξει κρουστική επαφή με την έδρα της, χρησιμοποιούνται στην ουρά της βαλβίδας (στα υδραυλικά συστήματα κινήσεως) ειδικοί αποσβεστήρες λαδιού.

Οι οδηγοί των βαλβίδων κατασκευάζονται συνήθως από λεπτόκοκκο φαιό χυτοσίδηρο (λόγω των καλών αντιτριβικών ιδιοτήτων του), ενώ τοποθετούνται με σφιχτή συναρμογή στην οπή τους στο πώμα του κυλίνδρου.

Οι έδρες των βαλβίδων κατασκευάζονται συνήθως από κραματωμένο χάλυβα με επιφανειακή σκλήρυνση, ενώ τοποθετούνται στις υποδοχές τους με σφιχτή συναρμογή (εφαρμόζεται διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της έδρας και του πώματος για την τοποθέτησή τους). Ψύχονται από το εσωτερικό του πώματος με τη χρήση οπών ψύξεως (bore cooling) ή με τη δημιουργία θαλάμων ψυκτικού στην επιφάνεια επαφής τους με το πώμα.

5.2 Θερμική καταπόνηση και ψύξη της βαλβίδας.

Η μέγιστη θερμοκρασία παρατηρείται στην κεφαλή της βαλβίδας από την πλευρά του θαλάμου καύσεως και ειδικότερα, στο κέντρο της, όπως είναι φυσικό. Η θερμοκρασία στο κέντρο της κεφαλής διατηρείται, σε πλήρες φορτίο της μηχανής, συνήθως λίγο κάτω από τους 600 C ενώ οι παρειές της κεφαλής έχουν θερμοκρασία 40 με 50 βαθμούς μικρότερη. Η θερμοκρασία της βαλβίδας στην περιοχή της επαφής της με την έδρα πρέπει να διατηρείται κάτω από τους 500 C για λόγους που θα αναπτυχθούν στη συνέχεια :

Η ψύξη της βαλβίδας πραγματοποιείται με τη ροή του ψυχρού αέρα κατά τη φάση της σαρώσεως (με συναγωγή), με αγωγή θερμότητας μέσω του στελέχους της προς τον οδηγό και

στη συνέχεια προς το ψυχόμενο πώμα, αλλά κυρίως με αγωγή προς την έδρα της, όταν βρίσκεται σε επαφή μαζί της.

Η έδρα της βαλβίδας ψύχεται με την παροχή ψυκτικού κοντά ή μέσα σε αυτήν, με τη δημιουργία οπών ψύξεως (bore cooling). Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται ομοιόμορφη περιφερειακά θερμοκρασία της έδρας, οπότε προκύπτει ομοιόμορφη περιφερειακά ψύξη της κεφαλής της βαλβίδας. Η μέγιστη θερμοκρασία της έδρας είναι της τάξεως των 300-350 C.

Επειδή η ψύξη της βαλβίδας γίνεται κυρίως με αγωγή θερμότητας προς την έδρα της, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να διατηρείται η πολύ καλή επαφή μεταξύ τους, κατά το κλείσιμο της βαλβίδας. Η μη ικανοποιητική επαφή μπορεί να οφείλεται σε ανομοιόμορφη ψύξη της έδρας, η οποία οδηγεί σε τοπική της παραμόρφωση. Έτσι, χάνεται η στεγανότητα μεταξύ της βαλβίδας και της έδρας, οπότε διαφεύγουν τοπικά θερμά καυσαέρια. Η διαρροή των θερμών καυσαερίων δημιουργεί τοπικά πολύ υψηλούς ρυθμούς μεταδόσεως θερμότητας προς την έδρα και τη βαλβίδα. Οι ρυθμοί αυτοί επιτείνουν την παραμόρφωση και οδηγούν στο κάψιμο του υλικού της έδρας και της βαλβίδας. Με την ψύξη των εδρών μέσω οπών, μειώνεται ο παραπάνω κίνδυνος, λόγω του ομοιόμορφου θερμοκρασιακού πεδίου που επιτυγχάνεται. Η δεύτερη αιτία κακής επαφής βαλβίδας και έδρας συνδέεται με τη χρήση βαρέων πετρελαίων ως καυσίμων. Τα βαρέα πετρέλαια περιέχουν βανάδιο και νάτριο, τα οποία κατά την καύση οξειδώνονται σχηματίζοντας, V₂O₅ και Na₂SO₄. Στη συνέχεια, αντιδρούν μεταξύ τους και σχηματίζοντας σε θερμοκρασίες ανώτερες των 550 C, ευτηκτικά άλατα. Οι ενώσεις των οξειδίων αυτών έχουν σημείο τήξεως λίγο πάνω από τους 600 C. Πάνω από τη θερμοκρασία αυτή σχηματίζουν υαλώδη στρώματα στην επιφάνεια επαφής βαλβίδας και έδρας, αντιδρούν με τα μέταλλα της βαλβίδας και της έδρας και τα διαβρώνουν (θερμή διάβρωση). Κατά τη φάση της σαρώσεως, μειώνεται η θερμοκρασία τους, οπότε στερεοποιούνται, σχηματίζοντας ψαθυρά στρώματα. Με το κλείσιμο της βαλβίδας ή κατά το άνοιγμά της, τμήματα αυτών των στρωμάτων θρυμματίζονται ή λιώνουν τοπικά, οπότε εμποδίζεται το στεγανό κλείσιμο της βαλβίδας. Έτσι, εμφανίζονται τοπικές διαρροές καυσαερίων, που διευρύνουν τις διόδους και οδηγούν αρχικά σε τοπική παραμόρφωση και δημιουργία ρωγμών. Στη συνέχεια, προκαλούν το κάψιμο και την καταστροφή της βαλβίδας. Ως επακόλουθο των διαρροών μειώνεται η συμπίεση του κυλίνδρου και πέφτει η απόδοση του κινητήρα. Η θερμοκρασία στην κεφαλή της βαλβίδας δεν πρέπει να πέσει κάτω από 350 C, διότι ευνοείται η εναπόθεση των παραπάνω οξειδίων, που οδηγούν σε θερμή διάβρωση.

Το παραπάνω πρόβλημα αποφεύγεται με συνδυασμό μεθόδων. Η πολύ καλή και ομοιόμορφη ψύξη της έδρας της βαλβίδας συνδυάζεται με αυξημένες ποσότητες αέρα σαρώσεως, έτσι ώστε να βελτιώνεται η ψύξη της βαλβίδας και να πέφτει η θερμοκρασία της κάτω από τη θερμοκρασία τήξεως των οξειδίων του βαναδίου και του νατρίου. Επίσης πρέπει να δίδεται προσοχή κατά τη

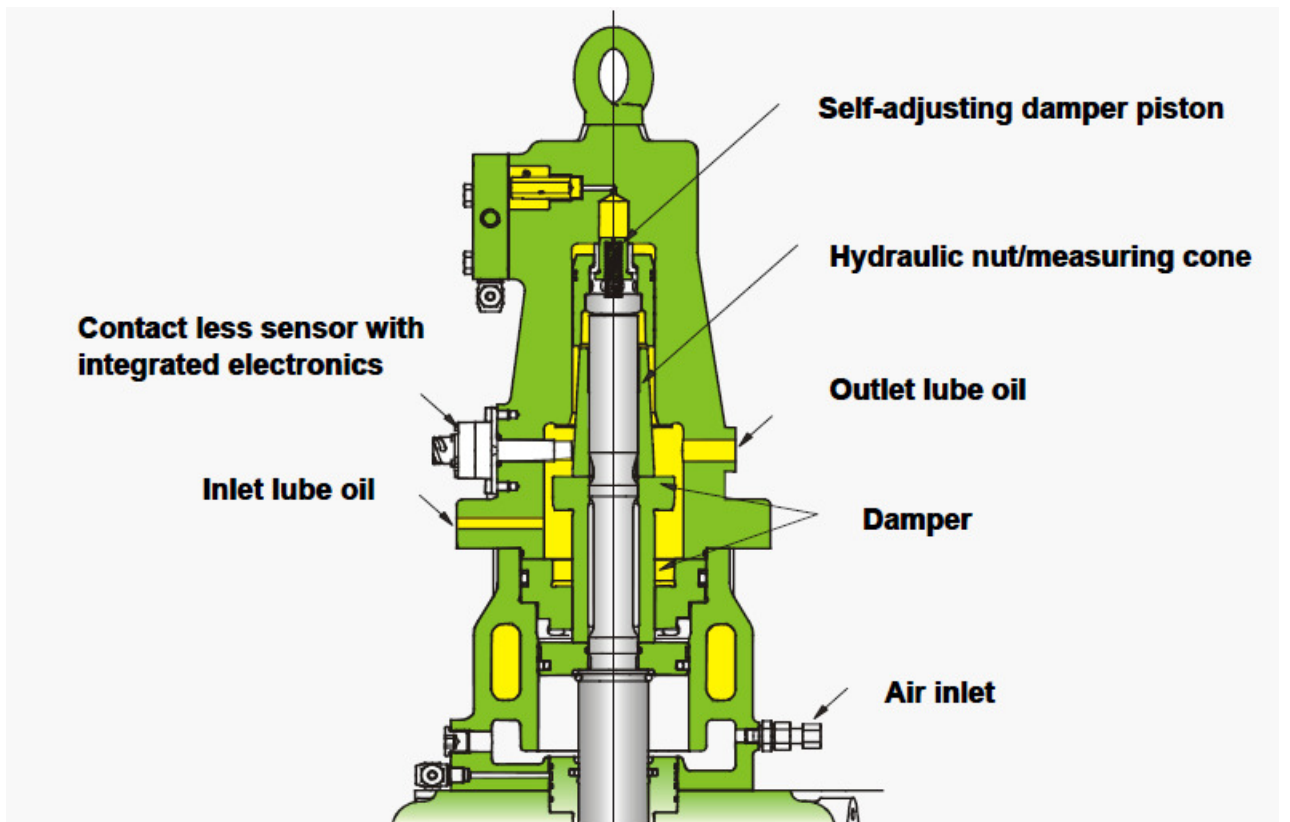
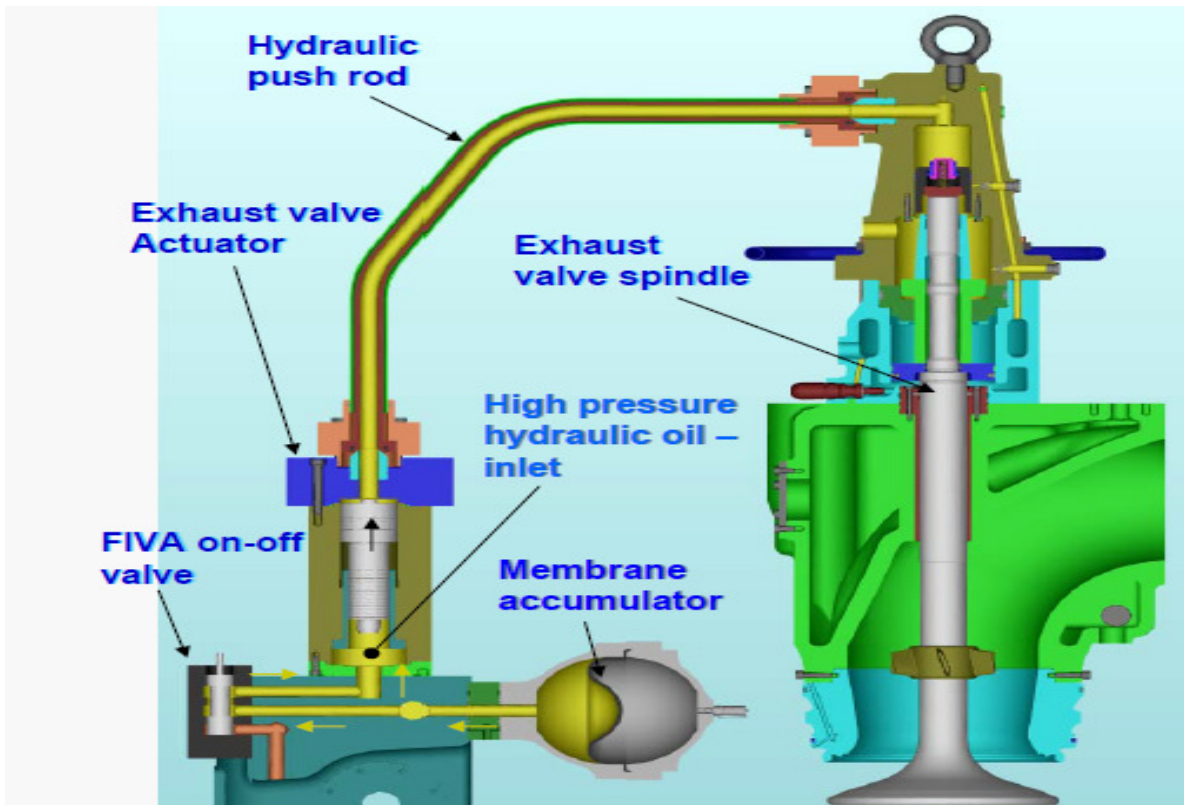
σχεδίαση του κινητήρα στη σχηματιζόμενη ροή των καυσαερίων κατά το άνοιγμα της βαλβίδας. Στην περίπτωση που εμφανίζονται υψηλές ταχύτητες στη ροή των καυσαερίων, αυξάνεται ο ρυθμός μεταδόσεως θερμότητας από τα καυσαέρια προς τη βαλβίδα και την έδρα της, αυξάνοντας τοπικά τις θερμοκρασίες.

Επιπρόσθετα, χρησιμοποιείται η τεχνική της περιστροφής της βαλβίδας. Η βαλβίδα είναι εφοδιασμένη με πτερύγια στο στέλεχος της. Με τη ροή των καυσαερίων μέσα από τα πτερύγια, αναγκάζεται η βαλβίδα να περιστρέφεται, οπότε κατά την επαφή της με την έδρα περιστρεφόμενη αποκολλά τις επικαθήσεις και φροντίζει για τη δημιουργία ομοιόμορφης φθοράς και ομαλής επιφάνειας επαφής μεταξύ έδρας και βαλβίδας, βελτιώνοντας έτσι τη στεγανότητα. Επιπρόσθετα, η περιστροφή της βαλβίδας επιτυγχάνει ομοιόμορφο θερμοκρασιακό πεδίο στην κεφαλή της βαλβίδας, μειώνοντας τις παραμορφώσεις.

Για να είναι δυνατή η εύκολη περιστροφή της βαλβίδας δεν χρησιμοποιούνται κλασικά μεταλλικά ελατήρια αλλά ελατήρια πεπιεσμένου αέρα, που μειώνουν σημαντικά τις τριβές, επιτρέποντας την ελεύθερη περιστροφή της.

5.3 Χρόνοι μεταξύ γενικών επισκευών.

Στις σύγχρονες δίχρονες αργόστροφες πετρελαιομηχανές οι χρόνοι μεταξύ γενικών επιθεωρήσεων και επισκευών των βαλβίδων εξαγωγής και των εδρών τους κυμαίνονται μεταξύ 12.000 και 14.000 ωρών λειτουργίας (πάνω από δύο χρόνια λειτουργίας), αν και έχουν αναφερθεί και χρόνοι λειτουργίας χωρίς ανάγκη επισκευής μεγαλύτεροι των 25.000 ωρών. Οι χρόνοι αυτοί καθορίζονται από τον κατασκευαστή και συνήθως είναι οι ίδιοι για τα κύρια συγκροτήματα της μηχανής, έτσι ώστε να μειώνεται ο χρόνος και το κόστος των επισκευών. Οι χρόνοι μεταξύ των γενικών επιθεωρήσεων και των επισκευών στις παλαιότερες μηχανές είναι σαφώς μικρότεροι, κυμαινόμενοι μεταξύ 2000 και 12.000 ωρών λειτουργίας, ανάλογα με τον τύπο της μηχανής και πάντα σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή.

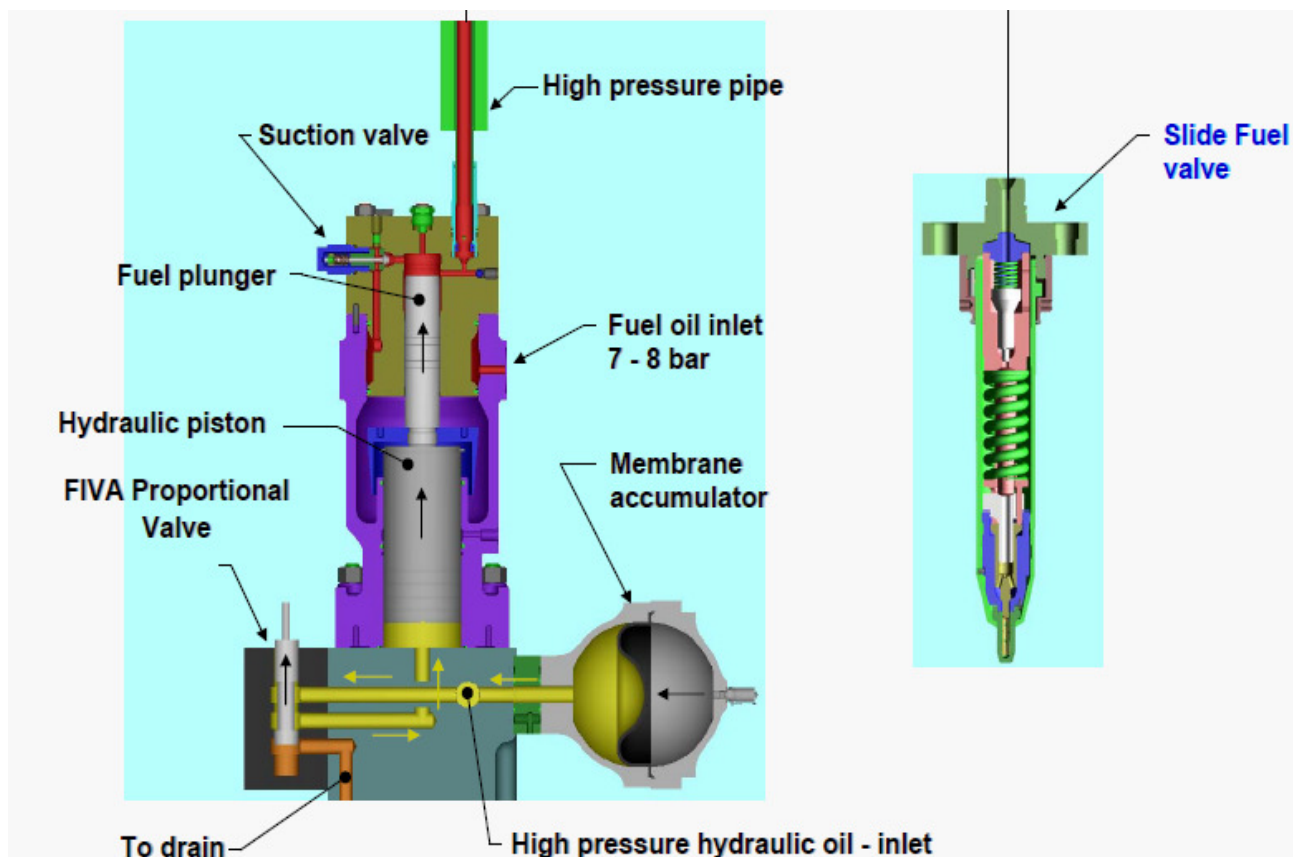


Κεφάλαιο 6

6.1 Εγχυτήρας (Fuel Valve).

Οι εγχυτήρες αποτελούν το τελευταίο τμήμα του συστήματος εγχύσεως των πετρελαιομηχανών. Είναι τοποθετημένοι στην κεφαλή (πώμα) των κυλίνδρων και λόγω της θέσεώς τους καταπονούνται ιδιαίτερα από τις υψηλές πιέσεις και τις μεταβολές της θερμοκρασίας των θαλάμων καύσεως των κυλίνδρων.

Ο κύριος προορισμός τους είναι η έγχυση, η διάσπαση, ο διασκορπισμός και η νεφοποίηση ορισμένης ποσότητας πετρελαίου μέσα στο θερμό και πυκνό αέρα των θαλάμων καύσεως σε δεδομένο (ελάχιστο) χρονικό διάστημα. Από την ακρίβεια της εκτελέσεως όλων αυτών των εργασιών μέσα στον ελάχιστο διατιθέμενο χρόνο του κύκλου λειτουργίας, εξαρτάται η ομαλή καύση του καυσίμου και η αποδοτική λειτουργία της μηχανής. Επιπρόσθετα έχουν και βοηθητικό ρόλο στην επίτευξη σωστής δοσολογίας καυσίμου, ενώ θα πρέπει να επιτυγχάνουν και σωστή στεγανοποίηση του θαλάμου καύσεως στο συγκεκριμένο σημείο που τοποθετούνται.



6.2 Βλάβες των εγχυτήρων.

Οι φθορές των εγχυτήρων εντοπίζονται συνήθως στον οδηγό της βελόνας, στην έδρα της βελόνας, στο ελατήριο, καθώς και στις οπές των ακροφυσίων. Η έδρα της βελόνας φθείρεται λόγω των περιεχομένων στερεών μικροσωματιδίων στο καύσιμο, λόγω χημικής προσβολής από διαβρωτικές ουσίες που περιέχονται, εξαιτίας της κρουστικής επαφής της βελόνας με την έδρα της κατά το πέρας της εγχύσεως και λόγω σπηλαιώσεως από τη ροή του καυσίμου. Η διάβρωση της έδρας προκαλεί κακή στεγανοποίηση της βαλβίδας του εγχυτήρα, μειώνοντας την ωφέλιμη ζωή του. Αποτέλεσμα της κακής στεγανοποίησης της βαλβίδας είναι το στάξιμο του εγχυτήρα, καθώς και η μείωση της ποιότητας ψεκασμού. Η θερμοκρασία στο άκρο του εγχυτήρα παίζει σημαντικότατο ρόλο στη διατήρηση καθαρών των οπών των ακροφυσίων. Στην αρκετά μεγάλη τυφλή κοιλότητα στο εσωτερικό του συγκροτήματος των ακροφυσίων συγκρατείται σημαντική ποσότητα καυσίμου μετά το πέρας της εγχύσεως. Το βαρύ καύσιμο έχει ήδη θερμανθεί κοντά στο σημείο βρασμού του, ώστε να μειωθεί το ιξώδες του και να γίνει δυνατή η έγχυσή του. Τα καύσιμα αυτά έχουν επιπρόσθετα την τάση να αυξάνουν περισσότερο τη θερμοκρασία εντός του θαλάμου κατά την καύση τους, σε σχέση με τα ελαφρύτερα καύσιμα. Με την άνοδο της θερμοκρασίας, το καύσιμο που έχει παραμείνει εντός της κοιλότητας του συγκροτήματος του ακροφυσίου βράζει και στάζει από τις οπές των ακροφυσίων. Επειδή το στάξιμο συμβαίνει στο πέρας της φάσεως της καύσεως, δεν πραγματοποιείται πλήρης καύση, οπότε σχηματίζονται εναποθέσεις εξανθρακωμάτων γύρω από τις οπές των ακροφυσίων, μειώνοντας σημαντικά την ποιότητα της εγχύσεως ή ακόμα φράσσοντας αυτές. Στους εγχυτήρες μίας οπής η συσσώρευση εξανθρακωμάτων μπορεί να προκαλέσει κόλλημα της βελόνας με το συγκρότημα του ακροφυσίου.

Η θερμοκρασία στην περιοχή του συγκροτήματος του ακροφυσίου δεν πρέπει επίσης να είναι χαμηλή (λόγω ισχυρού στροβιλισμού του εισερχόμενου αέρα και ιδιαίτερα χαμηλής θερμοκρασίας του). Στην περίπτωση αυτή υπάρχει κίνδυνος επιτεύξεως σημείου δρόσου στην επιφάνεια του συγκροτήματος των ακροφυσίων. Ως αποτέλεσμα υγροποιείται ο υδρατμός που περιέχεται στο θάλαμο καύσεως, αντιδρά με τα οξείδια του θείου που περιέχεται στο καύσιμο και δημιουργεί θειικό οξύ. Το θειικό οξύ προσβάλλει την εξωτερική επιφάνεια του συγκροτήματος των ακροφυσίων, αυξάνοντας επίσης τη διάμετρο των οπών. Η αύξηση της διαμέτρου των οπών μπορεί να προκληθεί και από μηχανική διάβρωση, από τα περιεχόμενα στο καύσιμο στερεά σωματίδια.

Το τυχόν περιεχόμενο νερό στο καύσιμο προκαλεί επιπλέον διαβρώσεις στον εγχυτήρα. Για θερμοκρασία του νερού μικρότερη από το σημείο βρασμού του, εμφανίζονται φαιοπράσινες ζώνες στις μεταλλικές επιφάνειες που διαβρέχονται από το καύσιμο. Στην περίπτωση που η θερμοκρασία του καυσίμου υπερβαίνει το σημείο βρασμού του νερού υπό ατμοσφαιρική πίεση υπάρχει κίνδυνος, στα σημεία της ροής που εμφανίζονται χαμηλές πιέσεις (π.χ. αγωγός επιστροφής, στο διάκενο μεταξύ βελόνας και του οδηγού της) να προκληθεί μερική ατμοποίηση του νερού. Ο ιδιαίτερα διαβρωτικός ατμός προκαλεί την επιφανειακή οξείδωση των μεταλλικών επιφανειών. Η οξείδωση αυτή διευρύνεται γρήγορα, καταστρέφει τη στεγανότητα των συνεργαζομένων επιφανειών και τερματίζει την ωφέλιμη ζωή των αντιστοίχων τμημάτων του εγχυτήρα. Το ελατήριο του εγχυτήρα φορτίζεται σε ιδιαίτερα υψηλές τάσεις, ενώ, λόγω της υψηλής σκληρότητάς του, δεν μπορεί να αντέξει τις απότομες αλλαγές στην πίεση που μπορεί να δεχθεί. Έτσι σε περίπτωση που μεταβληθεί σημαντικά η πίεση που δίνει η αντλία καυσίμου, υπάρχει πιθανότητα θραύσεως του ελατηρίου. Η συνεχής λειτουργία του ελατηρίου προκαλεί την πτώση της τάσεώς του, με αποτέλεσμα να απαιτείται επαναρρύθμιση με τη χρήση του αντίστοιχου κοχλία στο πάνω μέρος του εγχυτήρα.

6.3 Έλεγχοι του εγχυτήρα

Ο έλεγχος καλής λειτουργίας του εγχυτήρα εντός του μηχανοστασίου πραγματοποιείται με τη χρήση συσκευής ελέγχου εγχυτήρων (δοκιμαστήριο εγχυτήρων). Με την προσαρμογή του εγχυτήρα στη συσκευή μπορούν να γίνουν οι εξής έλεγχοι: πρώτον μέτρηση της τιμής της πίεσεως τη στιγμή της ενάρξεως του ψεκασμού, δεύτερον έλεγχος της μορφής του νέφους των ψεκαζομένων σταγονιδίων και τρίτον έλεγχος της στεγανότητας της έδρας της βαλβίδας του εγχυτήρα. Οι παραπάνω έλεγχοι αναλύονται στη συνέχεια.

I. Μετά την τοποθέτηση του εγχυτήρα στη συσκευή ελέγχου και αφού έχουν καθαριστεί τα ακροφύσια, πρεσσάρεται πετρέλαιο στον εγχυτήρα με χειροκίνητη αντλία (αρχικά σε χαμηλή πίεση) και εκτελείται εξαέρωση του εγχυτήρα. Στη συνέχεια αυξάνεται η πίεση του παρεχόμενου πετρελαίου και ελέγχεται στο μανόμετρο η πίεση στην οποία ανοίγει η βαλβίδα του εγχυτήρα και πραγματοποιείται η έγχυση. Η πίεση αυτή συγκρίνεται με την προδιαγραφόμενη από τον κατασκευαστή και, εάν απαιτείται, ρυθμίζεται η τάση του ελατηρίου με τη σύσφιξη ή αποσύσφιξη του αντίστοιχου ρυθμιστικού κοχλία. Μετά το πέρας της ρυθμίσεως, ο κοχλίας ασφαλίζεται. Εάν κατά τη δοκιμή παρατηρηθεί ιδιαίτερα αυξημένη πίεση ενάρξεως της εγχύσεως, αυτό οφείλεται είτε σε φραγμένες οπές ακροφυσίων, είτε σε δυσκολία μετακινήσεως του στελέχους της βελόνας μέσα στον οδηγό του (πιθανώς λόγω οξείδωσης).

II. Ο έλεγχος της μορφής του νέφους των σωματιδίων συνήθως απαιτεί αρκετή εμπειρία. Αφού καθαρισθούν σχολαστικά τα ακροφύσια και απομονωθεί το μανόμετρο της συσκευής,

ψεκάζεται διαδοχικά πετρέλαιο και ελέγχεται οπτικά η μορφή του νέφους των σταγονιδίων. Σε ορισμένες συσκευές ελέγχου, για εγχυτήρες με ομοιόμορφα διατεταγμένες περιφερειακές οπές, στο διαφανές δοχείο ελέγχου του εγχυτήρα είναι σχηματισμένη η προδιαγεγραμμένη γωνία ψεκασμού του εγχυτήρα. Συγκρίνοντας τη γωνία της δέσμης με την προδιαγεγραμμένη εξάγονται συμπεράσματα, όσον αφορά στην ποιότητα της εγχύσεως και την κατάσταση των ακροφυσίων, της βελόνας και της έδρας της.

III. Η στεγανότητα της έδρας ελέγχεται με την εφαρμογή πίεσεως στον εγχυτήρα μικρότερης από την πίεση ενάρξεως της εγχύσεως. Αν με την εφαρμογή της πίεσεως παρατηρείται στάξιμο πετρελαίου από το ακροφύσιο, υπάρχει πρόβλημα στεγανότητας της βαλβίδας και απαιτείται αντικατάσταση της βελόνας και της έδρας της βαλβίδας. Παράλληλα ελέγχεται και το επίπεδο των εσωτερικών διαρροών προς τον αγωγό επιστροφής. Με την εφαρμογή της αρχικής πίεσεως (και αν δεν παρατηρείται στάξιμο από το ακροφύσιο) μετρείται ο χρόνος που απαιτείται για να πέσει η πίεση του μανομέτρου στο μισό της αρχικής. Αν ο χρόνος αυτός είναι μικρότερος από τον ελάχιστο προδιαγεγραμμένο που δίνει ο κατασκευαστής, τότε υπάρχουν αυξημένες επιστροφές, οφειλόμενες σε αύξηση του διακένου μεταξύ της βελόνας και του οδηγού της. Εάν ο χρόνος είναι μεγαλύτερος από το μέγιστο προδιαγεγραμμένο χρόνο, τότε τα διάκενα μεταξύ βελόνας και οδηγού έχουν μειωθεί και συνεπώς η βελόνα δεν μπορεί να κινηθεί ελεύθερα. Η μείωση των διακένων μπορεί να οφείλεται σε οξείδωση ή συσσώρευση επικαθίσεων. Και στις δύο περιπτώσεις ο εγχυτήρας αντικαθίσταται και ακολουθεί επισκευή του.

Για την αποφυγή προβλημάτων στη λειτουργία της μηχανής από κακή λειτουργία των εγχυτήρων, υπάρχουν πάντα εφεδρικές σειρές εγχυτήρων πάνω στο πλοίο, ώστε να είναι δυνατή η αντικατάσταση των προβληματικών εγχυτήρων. Η αντικατάσταση μπορεί να γίνει εύκολα και εν πλω, μετά το σταμάτημα της μηχανής. Ο κατασκευαστής ορίζει συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα μεταξύ των διαδοχικών ελέγχων των εγχυτήρων. Όταν γίνεται ο έλεγχος όλης της σειράς των εγχυτήρων, στη μηχανή τοποθετείται η εφεδρική σειρά.

Κεφάλαιο 7

Ο αγωγός καυσίμου υψηλής πίεσεως (high pressure fuel line)

Ο αγωγός καυσίμου υψηλής πίεσεως συνδέει την αντλία υψηλής πίεσεως με τον αντίστοιχο εγχυτήρα καυσίμου. Καταπονείται σε ιδιαίτερα υψηλά στατικά φορτία πίεσεως και ταυτόχρονα σε υψηλά δυναμικά (κρουστικά) φορτία, λόγω των κυμάτων πίεσεως που προκαλούνται από τη

λειτουργία της αντλίας καυσίμου. Κατασκευάζονται χωρίς ραφή από χάλυβες υψηλής αντοχής με κατεργασία ψυχρής εξελάσεως υψηλής ακριβείας, για μεγαλύτερη αύξηση της αντοχής τους. Λόγω των δυναμικών κρουστικών φορτίων που αναπτύσσονται στο εσωτερικό τους, υπάρχει σοβαρός κίνδυνος αναπτύξεως ρωγμών. Αυτές πιθανόν να ξεκινήσουν από ελαττώματα στην εσωτερική επιφάνειά τους ή από σημεία με έντονες παραμένουσες τάσεις, λόγω της ψυχρής κατεργασίας κατασκευής τους. Εξαιτίας της υψηλής καταπονήσεώς τους είναι σημαντικό να μην υπόκεινται σε επιπλέον καταπονήσεις από τη λειτουργία του κινητήρα (κραδασμοί-ταλαντώσεις). Αν οι ταλαντώσεις των αγωγών είναι σημαντικές, τότε τοποθετούνται ειδικά στηρίγματα με αποσβεστήρες ταλαντώσεων. Επιπρόσθετα, κατά τη σύνδεση κάθε αγωγού με την αντλία και τον αντίστοιχο εγχυτήρα δεν πρέπει να προκληθούν τάσεις παραμορφώσεως στα σημεία συνδέσεως, διότι υπάρχει κίνδυνος καταστροφής τους στα συγκεκριμένα σημεία. Για μείωση της πιθανότητας προκλήσεως δευτερογενών καταστροφών από τη διάρρηξη κάποιου σωλήνα (λόγω πυρκαγιάς από την επαφή του καυσίμου με τα θερμά τοιχώματα του κινητήρα), στους σύγχρονους κινητήρες επιβάλλεται οι σωλήνες υψηλής πίεσεως να καλύπτονται από ανεξάρτητο εξωτερικό προστατευτικό κάλυμμα. Έτσι στην περίπτωση διαρροής, το καύσιμο οδηγείται σε ειδική δεξαμενή, όπου ενεργοποιείται κατάλληλος αισθητήρας και ειδοποιεί για τη διαρροή.

Οι γεωμετρικές διαστάσεις του αγωγού παίζουν σημαντικό ρόλο στη σωστή λειτουργία του συστήματος εγχύσεως. Ο αγωγός πρέπει να παρέχει στον εγχυτήρα το καύσιμο με τον ίδιο σχεδόν ρυθμό αύξησεως της πίεσεως που το παρέχει η αντλία, καθώς και με την επιθυμητή μέγιστη πίεση. Για να μην υπάρχει σημαντική απόσβεση των κυμάτων πίεσεως, ο αγωγός πρέπει να διαθέτει τον ελάχιστο δυνατό εσωτερικό όγκο και τη μέγιστη δυνατή ακαμψία. Ταυτόχρονα, η εσωτερική διάμετρος του δεν πρέπει να είναι ιδιαίτερα μικρή, ώστε να μην αυξάνονται υπέρμετρα οι απώλειες πίεσεως. Ο τελευταίος περιορισμός σε συνδυασμό με τον περιορισμό του όγκου του αγωγού επιβάλλουν την κατασκευή του αγωγού με το ελάχιστο δυνατό μήκος.

Στην περίπτωση που ο αγωγός κατασκευασθεί με μεγάλο μήκος, τότε η ελαστική παραμόρφωση των τοιχωμάτων του αγωγού και η συμπίεση μεγαλύτερου όγκου καυσίμου στο εσωτερικό του, προκαλούν σημαντική απόσβεση των κυμάτων πίεσεως, που δημιουργεί η αντλία καυσίμου. Ως αποτέλεσμα, τα κύματα πίεσεως φθάνουν στον εγχυτήρα με αρκετή εξομάλυνση και αυξάνουν το χρόνο που διαρκεί το άνοιγμα της βαλβίδας του εγχυτήρα. Αυτό όμως είναι εντελώς ανεπιθύμητο όσον αφορά στην ποιότητα της εγχύσεως, αφού οδηγεί σε αυξημένη κατανάλωση καυσίμου και υπερθέρμανση του κινητήρα.

Ο κύριος κίνδυνος φθοράς των αγωγών υψηλής πίεσεως οφείλεται στη σπηλαιώση του καυσίμου. Προς το τέλος της εγχύσεως δημιουργούνται εντός του αγωγού κύματα υποπίεσεως (απόλυτη πίεση μικρότερη της ατμοσφαιρικής). Εάν σε κάποιο σημείο του αγωγού η πίεση πέσει

κάτω από την πίεση των κεκορεσμένων ατμών του καυσίμου, τότε μέρος του καυσίμου ατμοποιείται τοπικά, σχηματίζοντας φυσαλίδες ατμοποιημένου καυσίμου. Με την απότομη αύξηση της πίεσεως (λόγω διελεύσεως ενός κύματος υπερπίεσεως) οι φυσαλίδες ατμού καταρρέουν και μετατρέπονται σε υγρό. Η μεταβολή αυτή συνοδεύεται με την απότομη αύξηση της πίεσεως τοπικά σε πολύ υψηλές τιμές και την ανάπτυξη σημειακών κρουστικών φορτίων πάνω στα τοιχώματα του σωλήνα, στα σημεία σχηματισμού των φυσαλίδων. Τα κρουστικά αυτά φορτία προσομοιάζουν με ισχυρό τοπικό σφυροκόπημα του σωλήνα και προκαλούν την αποκόλληση μικρών ποσοτήτων υλικού από το εσωτερικό τοίχωμά του. Η αύξηση τοπικά της τραχύτητας στο εσωτερικό του αγωγού με την αφαίρεση υλικού, αυξάνει τον κίνδυνο δημιουργίας ρωγμών από τα επαναλαμβανόμενα κρουστικά φορτία των κυμάτων πίεσεως και συνεπώς αυξάνει την πιθανότητα αστοχίας του αγωγού.

Βιβλιογραφία

1. <http://dieselturbo.man.eu>
2. Maintenance manual, K98ME Volume I
3. Maintenance manual, K98ME Volume II
4. MAN Diesel Introduction to the ME engine
5. http://www.eugenfound.edu.gr/appdata/documents/books_pdf/e_j00067.pdf
6. http://www.eugenfound.edu.gr/appdata/documents/books_pdf/e_j00071.pdf
7. ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΕΩΣ Α' Κλιάνης Λ.-Νικολός Ι.-Σιδέρης Ι. 2002
8. ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΕΩΣ Β' Κλιάνης Λ.- Νικολός Ι.- Σιδέρης Ι. 2003
9. http://www.eugenfound.edu.gr/appdata/documents/books_pdf/e_j00048.pdf
10. http://www.mandieselturbo.com/download/project_guides_tier2/printed/s80mec9.pdf
11. http://www.marinediesels.info/2_stroke_engine_parts/Other_info/electronic_engine.htm

Επίλογος - Συμπεράσματα

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποτελεί το τελευταίο και παράλληλα το πιο δημιουργικό στάδιο της φοίτησης μου στη σχολή Μηχανικών της Ακαδημίας Εμπορικού Ναυτικού. Η πορεία μου στη σχολή φτάνει στο τέλος της έχοντας αποκομίσει μέσα από αυτή πλήθος γνώσεων και εμπειριών όποιες θα με καθοδηγούν για τα υπόλοιπα χρονιά.

Περιεχόμενα

Περίληψη	3
Abstract	4
Πρόλογος.....	5
Κεφάλαιο 1: Σύστημα εγχύσεως με υδραυλική ενεργοποίηση των αντλιών και απουσία εκκεντροφόρου	6
1.1 Υδραυλικομηχανικό σύστημα.....	8
1.1.2 Αναλυτική Περιγραφή ψεκασμού του καυσίμου.....	11
1.2 Αρχή λειτουργίας ενεργοποιητή βαλβίδας εξαγωγής.....	14
1.3 Αρχή λειτουργίας έγχυσης καυσίμου.....	15
Κεφάλαιο 2: Το δίκτυο πετρελαίου.....	16
2.1 Υποσύστημα πληρώσεως και μεταφοράς.....	18
2.2 Υποσύστημα επεξεργασίας καυσίμου.....	19
2.3 Υποσύστημα τροφοδοτήσεως καυσίμου.....	11
Κεφάλαιο 3: Ανωμαλίες – Βλάβες στο σύστημα καυσίμου της μηχανής.....	23
3.1 Απότομη πτώση της πίεσεως του καυσίμου	23
3.2 Σταδιακή πτώση της πίεσεως του καυσίμου.....	25
3.3 Δυσλειτουργία του ρυθμιστή στροφών.....	25
3.4 Βλάβες στις αντλίες καυσίμου και στο δίκτυο υψηλής πίεσεως.....	26
3.5 Βλάβες στους εγχυτήρες καυσίμου.....	27
Κεφάλαιο 4 : Αναλυτική Περιγραφή εξαρτημάτων του δίκτυου πετρελαίου.....	27
4.1 Ταχύτητα ροής καυσίμου πετρελαίου και το ιξώδες.....	28
4.2 Η Μόνωση των αγωγών πετρελαίου.....	29
4.3 Αντλία τροφοδοσίας καυσίμου πετρελαίου.....	29
4.4 Αντλία κυκλοφορίας.....	30
4.5 Ο θερμαντήρας πετρελαίου.....	30
4.6 Φίλτρα καυσίμου.....	31
Κεφάλαιο 5 : Βαλβίδα εξαγωγής αργοστροφών πετρελαιομηχανών.....	32
5.1 Υλικά κατασκευής.....	33
5.2 Θερμική καταπόνηση και ψύξη της βαλβίδας.....	34

5.3 Χρόνοι μεταξύ γενικών επισκευών.....	36
Κεφάλαιο 6: Εγχυτήρας (Fuel Valve).....	38
6.2 Βλάβες των εγχυτήρων.....	38
6.3 Έλεγχοι του εγχυτήρα.....	40
Κεφάλαιο 7 : Ο αγωγός καυσίμου υψηλής πίεσης (high pres-sure fuel line).....	41
Επίλογος - Συμπεράσματα	43
Βιβλιογραφία.....	43
Περιεχόμενα.....	44