

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ : ΛΙΠΑΝΣΗ ΑΡΓΟΣΤΡΟΦΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΤΡΑΧΑΝΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΣΧΟΙΝΑΣ ΧΡΗΣΤΟΣ**

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

2013

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ : ΛΙΠΑΝΑΣΗ ΑΡΓΟΣΤΡΟΦΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΤΡΑΧΑΝΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΑΜ : 4108

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η σωστή λίπανση μιας μηχανής αποτελεί την πρώτη και ίσως τη σημαντικότερη παράμετρο για την ομαλή και απρόσκοπτη λειτουργία της μηχανής. Παράλληλα, πολύ σημαντική είναι η συνετή χρήση των λιπαντικών, καθώς απαιτούν και αυτά σημαντική δαπάνη για την αγορά τους. Στις δίχρονες αργόστροφες ναυτικές πετρελαιομηχανές, οι οποίες χρησιμοποιούν βαρέα καύσιμα που αφήνουν όξινα κατάλοιπα στον κύλινδρο, απαιτείται η χρήση αλκαλικού λιπαντικού για την λίπανση των κυλίνδρων το οποίο είναι και ολικής απώλειας.

Στην εργασία αυτή γίνεται προσπάθεια της ανάλυσης των σύγχρονων μεθόδων λίπανσης των δίχρονων αργόστροφων μηχανών. Στο πρώτο κεφάλαιο αναλύεται η αργόστροφη μηχανή ναυτικής χρήσεως και τα δίκτυα λίπανσης που βρίσκονται στο μηχανοστάσιο. Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται το κύριο σύστημα λίπανσεως της μηχανής (main lub-oil system). Επεξηγούνται όλες οι συσκευές και τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται στο σύστημα. Παραθέτονται όλα τα μέρη της μηχανής που εξυπηρετούνται από το κύριο σύστημα λίπανσης και εξηγείται η ανάγκη για λίπανση αλλά και η διαδικασία της. Τέλος αναφέρεται η συντήρηση που απαιτείται για την καλή λειτουργία του συστήματος και την διατήρηση των ιδιοτήτων του λιπαντικού λαδιού. Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύεται το σύστημα λίπανσης των κυλίνδρων. Το τελευταίο είναι ιδιαίτερα σημαντικό σύστημα καθώς το λάδι που χρησιμοποιείται δεν επανακυκλοφορεί στο δίκτυο αλλά καίγεται ή απορρίπτεται, συνεπώς είναι πολύ σημαντικός ο έλεγχος της κατανάλωσής του. Επίσης το λάδι που χρησιμοποιείται είναι ακριβότερο λόγω των βελτιωμένων ιδιοτήτων που απαιτούνται. Σε αυτό το κεφαλαίο λοιπόν αναλύεται η διαδικασία, η σπουδαιότητά της, τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται και τέλος αναλύονται τα σύγχρονα συστήματα των κορυφαίων κατασκευαστών. Στο τέταρτο κεφάλαιο παραθέτονται οι διάφοροι τύποι λιπαντικών που χρησιμοποιούνται στις δίχρονες αργόστροφες πετρελαιομηχανές. Εξηγούνται τα φυσικά χαρακτηριστικά τους, σύμφωνα με τους προμηθευτές τους και αναφέρεται η προτεινόμενη από τους κατασκευαστές χρήση τους.

SUMMARY

The correct lubrication of an engine is the first and main parameter for a good and without unnecessary problems operation. Important is also the prudently consumption of lubrication oil, because it demands a big outlay. As regards the two-stroke low speed marine engines, use heavy fuel oil, from which acid residues remain at the cylinder, the use of base lubricants, is necessary for the lubrication of those cylinders.

At this work, the current lubrication systems of two-stroke slow speed marine engines are analyzed. At the first chapter I have tried to analyze the marine slow speed engine and the mains of the engine room. At the second chapter I have been referred to the main lubrication oil system. The equipment and the machineries which are used in the system are also explained as well as the parts of the machine, which are connected to the main lubrication oil system. It is furthermore explained, how important the lubrication is, as well as the process that should be followed. At the end, also referred, what is required for the maintenance for good operation of the system and the confection of oil quality.

At the third chapter I have analyzed the cylinder lubrication system. This is a very important system, because the oil, which is used, is not recirculated but it is burned or dumped, so the control of consumption is important. Furthermore, the cylinder oil is more expensive, because of the improved properties required. In this chapter there is a reference in the procedure, the significance and the machineries used and finally in the current systems of the top constructors. At the end, the main topic of the fourth chapter is the different lubrication oil types which are used at the two-stroke low speed engines. Their natural characteristics, according to their suppliers, are also explained and the recommended use of their manufacturers is mentioned.

Πρόλογος

Στις μέρες μας στον τομέα της ποντοπόρου ναυτιλίας για την πρόωση των πλοίων έχουν επικρατήσει οι μηχανές εσωτερικής καύσης και μάλιστα οι δίχρονες αργόστροφες πετρελαιομηχανές με ζύγωμα. Ο λόγος της επικράτησης αυτής είναι κυρίως οικονομικοί. Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 70 χρησιμοποιούνταν κατά κόρων τα στροβιλοκίνητα πλοία. Η ραγδαία αύξηση της τιμής του πετρελαίου έκανε τη χρήση τους αντιοικονομική. Από τις αρχές της δεκαετίας του 80 όσα πλοία κατασκευάζονταν, είχαν μηχανή εσωτερικής καύσης.

Οι δίχρονες μηχανές διαθέτουν μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης, όχι μόνο από τους στροβίλους αλλά και από της αντίστοιχες τετράχρονες μηχανές. Επιπλέον με την χρήση αργόστροφων μηχανών δεν υπάρχει η ανάγκη χρήσης μειωτήρα στροφών, καθώς η σύζευξη γίνεται απευθείας. Λόγω της αργής κινήσεως του εμβόλου υπάρχει ο απαραίτητος χρόνος για την καύση βαρέως πετρελαίου. Παράλληλα η ύπαρξη λιγότερων κινούμενων μερών μειώνει τις φθορές και αυξάνει την αξιοπιστία της. Η χρήση ζυγώματος και βάκτρου επιτρέπει την απομόνωση του στροφαλοθαλάμου από το κιβώτιο σαρώσεως, οπότε είναι δυνατή η χρήση διαφορετικού λιπαντικού για τους κυλίνδρους και διαφορετικού για την υπόλοιπη μηχανή. Με τη χρήση ειδικών αλκαλικών λιπαντικών αντιμετωπίζονται αποτελεσματικά τα όξινα κατάλοιπα από την καύση των βαρέων πετρελαίων.

Η σωστή λίπανση μιας μηχανής αποτελεί την πρώτη και ίσως τη σημαντικότερη παράμετρο για την καλή και δίχως περιττά προβλήματα λειτουργίας της μηχανής. Παράλληλα πολύ σημαντική είναι η συνετή κατανάλωση των λιπαντικών, καθώς απαιτούν και αυτά σημαντική δαπάνη για την αγορά τους. Στις δίχρονες αργόστροφες πετρελαιομηχανές ναυτικής χρήσεως, οι οποίες χρησιμοποιούν βαρέα καύσιμα τα οποία αφήνουν όξινα κατάλοιπα στον κύλινδρο, απαιτείται η χρήση αλκαλικού λιπαντικού για την λίπανση των κυλίνδρων το οποίο είναι και ολικής απώλειας.

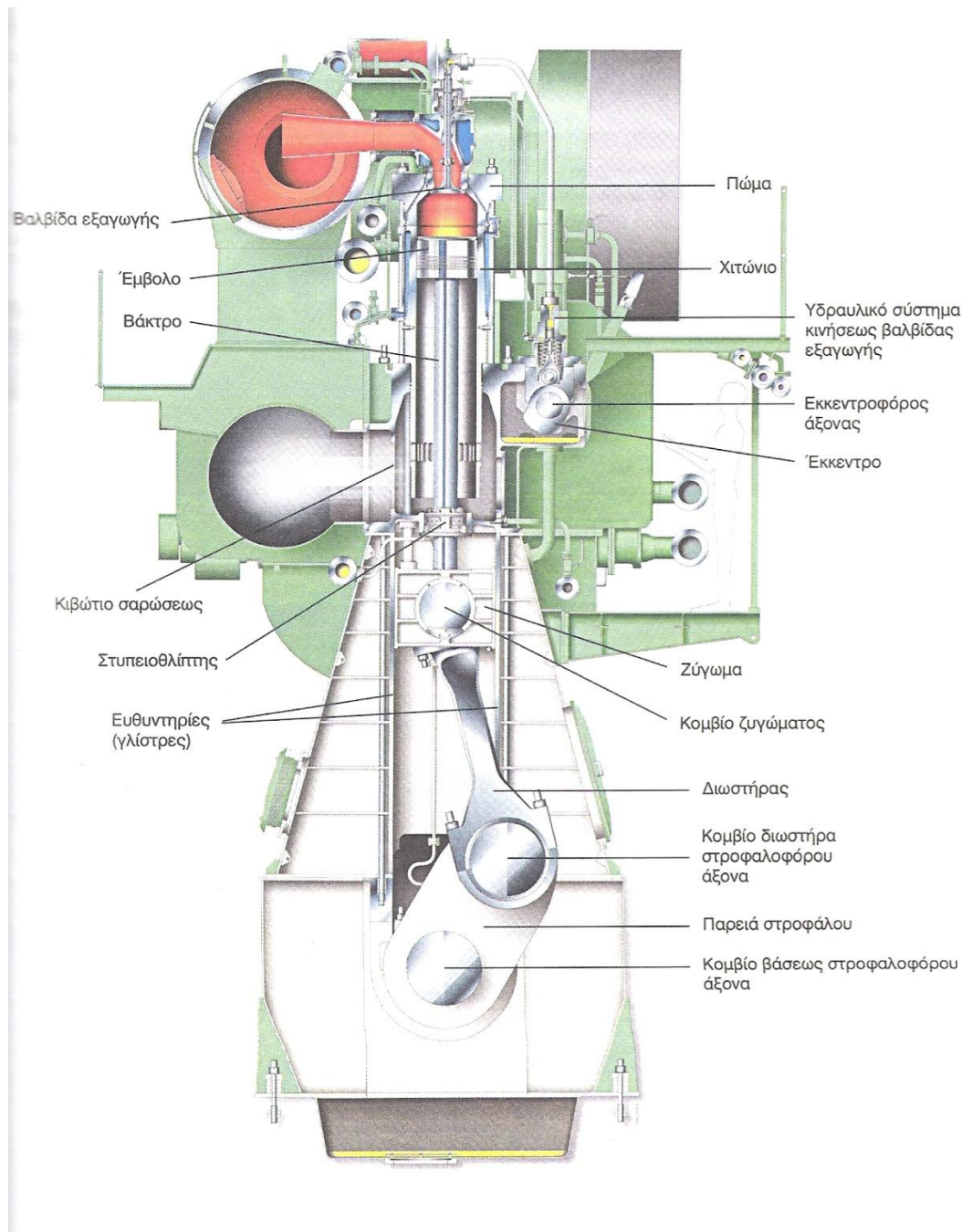
Παρακάτω θα αναλυθεί λεπτομερώς όλη η διαδικασία της λίπανσης των δίχρονων αργόστροφων πετρελαιομηχανών.

Κεφάλαιο 1

Περιγραφή μηχανής και δικτύων λίπανσης

1.1 Περιγραφή μηχανής

Στις μέρες μας στον τομέα της ποντοπόρου ναυτιλίας για την πρόωση των πλοίων έχουν επικρατήσει οι μηχανές εσωτερικής καύσης και μάλιστα οι δίχρονες αργόστροφες πετρελαιομηχανές με ζύγωμα. Ο λόγος της επικράτησης αυτής είναι κυρίως οικονομικοί. Οι δίχρονες αργόστροφες μηχανές μπορεί να είναι βαρύτερες και η κατασκευή τους ακριβότερη από τις τετράχρονες αλλά αυτό αντισταθμίζεται από την οικονομικότερη και αποδοτικότερη χρήση τους. Τα πλεονεκτήματα των αργόστροφων μηχανών είναι κυρίως η ικανότητα καύσεως κακής ποιότητας καυσίμου χωρίς προβλήματα, η απουσία μειωτήρα και η απλούστερη κατασκευή (μικρότερος αριθμός κυλίνδρων και γενικά εξαρτημάτων για δεδομένη ισχύ). Ο μικρότερος αριθμός κυλίνδρων οδηγεί σε μείωση των κινούμενων μερών της μηχανής πράγμα που αυξάνει την αξιοπιστία της. Η χαμηλή ταχύτητα περιστροφής επιτρέπει την απευθείας μετάδοση κινήσεως στην προπέλα χωρίς την παρουσία μειωτήρα. Παράλληλα υπάρχει ο απαραίτητος χρόνος για την καύση χαμηλής ποιότητας καυσίμου. Η χρήση ζυγώματος και βάκτρου επιτρέπει την απομόνωση του στροφαλοθαλάμου από το κιβώτιο σαρώσεως, οπότε είναι δυνατή η χρήση διαφορετικού λιπαντικού για τους κυλίνδρους και διαφορετικού για την υπόλοιπη μηχανή. Με τη χρήση ειδικών αλκαλικών λιπαντικών αντιμετωπίζονται αποτελεσματικά τα όξινα κατάλοιπα από την καύση των βαρέων πετρελαίων.



Σχήμα 1.1.1 Τομή αργόστροφης δίχρονης πετρελαιομηχανής

Στο σχήμα 1.1.1 παρατηρούμε σε τομή μια δίχρονη αργόστροφη πετρελαιομηχανή με ζύγωμα. Στο ανώτερο επίπεδο της μηχανής διακρίνουμε την κεφαλή του κυλίνδρου. Μαζί με το χιτώνιο σχηματίζει τον θάλαμο καύσης. Είναι διαιρούμενη (κάθε κύλινδρος έχει τη δική του) και συνδέεται με το σώμα της μηχανής με φυτευτά μουζόνια. Το εσωτερικό της είναι κατασκευασμένο με κατάλληλες κοιλότητες για τον σχηματισμό υδροθαλάμων για την ψύξη της. Πάνω στην κεφαλή είναι στερεωμένη η βαλβίδα εξαγωγής. Για την επανατατική της κίνηση χρησιμοποιεί ελατήριο αέρα (safety air). Για την καθοδική της κίνηση δέχεται υδραυλική πίεση από λάδι, το οποίο παρέχεται από κατάλληλο μηχανισμό (σχήμα 1.1.1 υδραυλικό σύστημα κινήσεως βαλβίδας

εξαγωγής). Στον μηχανισμό αυτό επενεργεί ο εκκεντροφόρος άξονας με την κίνηση των κατάλληλων για αυτήν τη δουλειά έκκεντρων.

Ο εκκεντροφόρος άξονας δέχεται την κίνηση από τον στροφαλοφόρο άξονα, μέσω της καδένας. Εκτός των βαλβίδων εξαγωγής είναι υπεύθυνος και για την κίνηση των αντλιών πετρελαίου. Εδράζεται στον κορμό της μηχανής. Φέρει διπλά έκκεντρα, το ένα για την πρόσθια κίνηση και το άλλο για το ανάποδα. Για την εμπλοκή του αντίστοιχου έκκεντρου μετατοπίζεται αξονικά με υδραυλική κίνηση. Κατασκευάζεται από νικελιούχο ή χρωμονικελιούχο χάλυβα.

Κάτω από την κεφαλή διακρίνεται το χιτώνιο. Σχηματίζει τον χώρο μέσα στον οποίο παλινδρομεί το έμβολο. Κατασκευάζεται από κράματα φαιού χυτοσιδήρου για να έχει μεγάλη αντοχή στις πιέσεις και την φθορά από την παλινδρόμηση του εμβόλου και τη χρήση βαρέως πετρελαίου. Φέρει εσωτερικές αυλακώσεις ώστε να ρέει το νερό ψύξεως. Η εισαγωγή του αέρα γίνεται από κάτω μέρος του χιτωνίου με κατάλληλα διαμορφωμένες θυρίδες. Οι θυρίδες εισαγωγής επικοινωνούν με το κιβώτιο σαρώσεως που λαμβάνει αέρα από τον υπερπληρωτή.

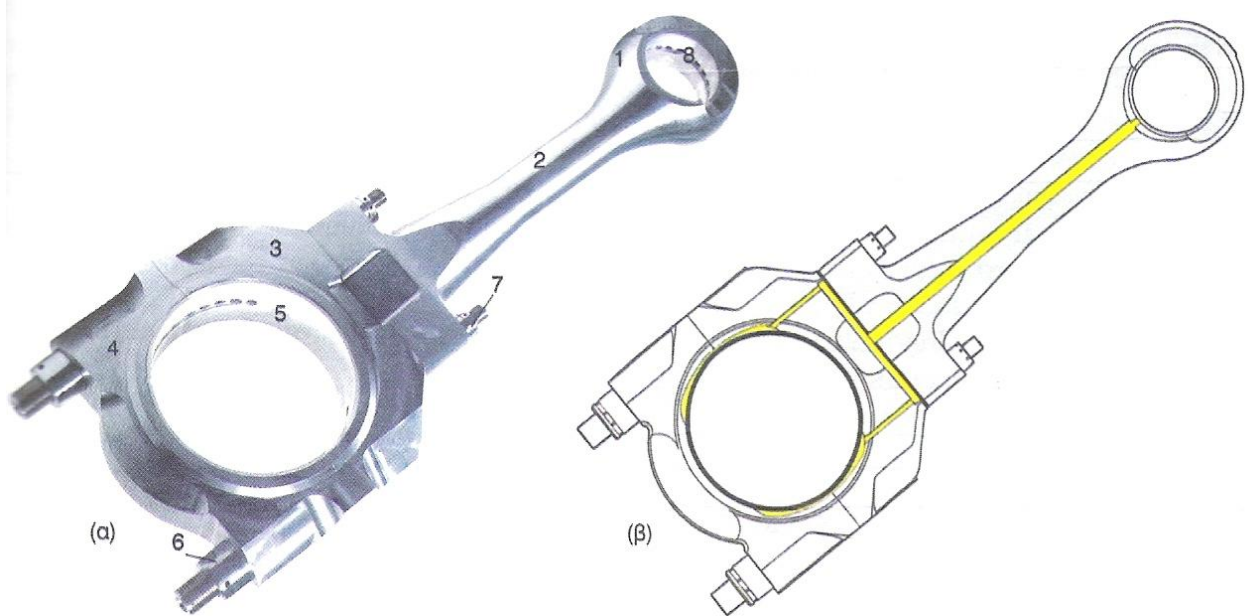
Μέσα στο χιτώνιο παλινδρομεί το έμβολο το οποίο συνδέεται με το ζύγωμα μέσω του βάκτρου. Το έμβολο κατασκευάζεται από χάλυβα. Αποστολή του εμβόλου είναι να παραλαμβάνει την πίεση των καυσαερίων και να την μετατρέπει σε δύναμη. Ελέγχει την εισαγωγή του αέρα, ανοίγοντας και κλείνοντας τις θυρίδες εισαγωγής. Ψύχεται με λάδι που προέρχεται από το κύριο σύστημα λίπανσης. Εσωτερικά είναι ειδικά διαμορφωμένο, φέροντας ενισχύσεις που σχηματίζουν διόδους για την κυκλοφορία του λαδιού ψύξεως, αυξάνοντας την επιφάνεια συναλλαγής θερμότητας. Εξωτερικά φέρει εγκοπές για την τοποθέτηση των ελατηρίων, τρεις συμπίεσεως και μία για το ελατήριο του λαδιού.

Το έμβολο συνδέεται με το ζύγωμα μέσω του βάκτρου. Το βάκτρο είναι ένας χαλύβδινος βραχίονας, από το εσωτερικό του περνάει μέσω αγωγών το λάδι ψύξεως του εμβόλου. Το ζύγωμα είναι ένας ολισθητήρας που διαθέτει που διαθέτει αρθρωτή σύνδεση για την μετάδοση κινήσεως από το βάκτρο στον διωστήρα. Το ζύγωμα ολισθαίνει κατακόρυφα πάνω στις ευθυντηρίες. Στα σημεία επαφής του με τις ευθυντηρίες τοποθετούνται πέδιλα από λευκό μέταλλο για να μειώνεται η τριβή κατά την ολίσθηση. Απαιτείται πολύ καλή λίπανση. Με το μηχανισμό αυτό οι κινήσεις του διωστήρα δεν μεταδίδονται στο έμβολο αλλά στο ζύγωμα και έτσι μειώνονται οι φθορές του. Παράλληλα απομονώνεται η σάρωση από τον στροφαλοθαλάμο. Η στεγανοποίηση επιτυγχάνεται χάρις στον στυπιοθλίπτη, που τοποθετείται στο μεταλλικό διάφραγμα, στον πυθμένα του κιβωτίου σαρώσεως.

Το ζύγωμα συνδέεται με τον διωστήρα (σχήμα 1.1.2), ο οποίος μετατρέπει την ευθύγραμμη κίνηση του βάκτρου σε περιστροφική και την μεταφέρει στον στροφαλοφόρο άξονα. Κατασκευάζεται από σφυρήλατο χάλυβα. Φέρει στα άκρα του δυο οπές για να συνδέεται με το κομβίο του ζυγώματος και το κομβίο του στροφάλου. Στις δύο οπές προσαρμόζονται διαιρούμενοι

τριβείς, οι οποίοι είναι επενδυμένοι συνήθως με λευκό μέταλλο. Εσωτερικά ο διωστήρας φέρει αγωγούς που μεταφέρουν το λιπαντικό στους τριβείς.

Ο στροφαλοφόρος άξονας μετατρέπει με την βοήθεια των διωστήρων την ευθύγραμμη κίνηση των εμβόλων σε περιστροφική. Κατασκευάζεται από σφυρήλατο χάλυβα άριστης ποιότητας και αντοχής. Αποτελείται από τα κύρια κομβία βάσεως (που εδράζονται στα έδρανα βάσεως της μηχανής) και τα κομβία ποδός των διωστήρων, τα οποία συνδέονται μεταξύ τους με βραχίονες. Δυο βραχίονες μαζί με το κομβίο του διωστήρα σχηματίζουν έναν στρόφαλο. Ο αριθμός των στροφάλων ισούται με τον αριθμό των κυλίνδρων. Οι βραχίονες του στροφαλοφόρου άξονα φέρουν αντίβαρα για την ζυγοστάθμιση των έκκεντρων μαζών του στροφαλοφόρου και των παλινδρομούντων μαζών του εμβόλου και του διωστήρα. Στο εσωτερικό του φέρει αγωγούς για τη διοχέτευση του ελαίου λιπάνσεως προς τους κύριους τριβείς βάσεως και τους τριβείς των κομβίων των διωστήρων.



Σχήμα 1.1.2 Διωστήρας

1.2 Δίκτυα λίπανσης

Το δίκτυο λίπανσης μιας μηχανής εξασφαλίζει τη λίπανση και βοηθάει στην ψύξη των διαφόρων εξαρτημάτων της (έμβολα, κομβία, τριβείς κ.λπ.). Επιδρά επίσης και στον καθαρισμό αυτών από εξανθρακώματα και αποκολλώμενα ρινίσματα.

Το σύστημα λίπανσης περιλαμβάνει κατά κανόνα την δεξαμενή όπου θα αποθηκευτεί το λάδι, την αντλία λιπάνσεως, τα φίλτρα, τις στραγγαλιστικές βαλβίδες, εφόσον απαιτούνται διαφορετικές πιέσεις λίπανσης, τον εναλλάκτη θερμότητας και το δίκτυο όπου το λάδι θα οδηγηθεί προς τα λιπαινόμενα μέρη, καθώς και διάφορες άλλες βοηθητικές και ασφαλιστικές διατάξεις. Εκτός του κύριου αυτού δικτύου, υπάρχουν και άλλα βοηθητικά δίκτυα τα οποία αναρροφούν λάδι είτε από τη δεξαμενή του συστήματος ή από ιδιαίτερη δεξαμενή οπότε θα υπάρχει ιδιαίτερο δίκτυο το οποίο και παίρνει την ονομασία του σκοπού που εξυπηρετεί (σύστημα λίπανσης εδράνων ζυγώματος, σύστημα λίπανσης εκκεντροφόρου κ.λπ.). Ακόμη υπάρχουν και άλλα δίκτυα όπου το λάδι μετά τη χρησιμοποίησή του, όσο δεν καταναλωθεί είναι ακατάλληλο για επαναχρησιμοποίηση και αποβάλλεται, όπως είναι το σύστημα λίπανσης των κυλίνδρων, μέρος του δικτύου λιπάνσεως του στυπιοθλίπτη του βάρου του εμβόλου κ.λπ. Τέτοια συστήματα συνήθως ονομάζονται συστήματα ολικής απώλειας (Total loss system).

Κάθε διαφορετική ποιότητα χρησιμοποιούμενου λαδιού διαθέτει ανεξάρτητο δίκτυο, μεταφοράς και καθαρισμού του λαδιού. Το λάδι από το σύνδεσμο πλήρώσεως του καταστρώματος οδηγείται με τη βαρύτητα στην αντίστοιχη δεξαμενή αποθηκεύσεως. Από τη δεξαμενή αποθηκεύσεως το λάδι οδηγείται στην ανάλογη χρήση. Η κύρια δεξαμενή αποθηκεύσεως λαδιού λιπάνσεως, έχει χωρητικότητα τουλάχιστον ίση με την απαιτούμενη ποσότητα για μια πλήρωση του κινητήρα επιπλέον των ποσοτήτων του λαδιού που απαιτούνται για τις υπόλοιπες χρήσεις.

Η συνολική εγκατάσταση λιπάνσεως κύριας μηχανής αποτελείται από τα ακόλουθα επιμέρους συστήματα.

- Αποθηκεύσεως, μεταφοράς και καθαρισμού των διαφορετικών ποιοτήτων λαδιού
- Λιπάνσεως κύριας μηχανής με λάδι κυκλοφορίας
- Λιπάνσεως κύριας μηχανής με κυλινδρέλαιο
- Λιπάνσεως στροβιλουπερπληρωτών.

Στις περισσότερες εγκαταστάσεις οι στροβιλουπερπληρωτές εξυπηρετούνται από το λάδι κυκλοφορίας.

Παράλληλα με την δεξαμενή αποθηκεύσεως υπάρχει και η δεξαμενή καθιζήσεως, η οποία είναι συνήθως κενή. Αν ρυπανθεί το λάδι κυκλοφορίας, για παράδειγμα από νερό, τότε μπορεί να μεταφερθεί στη δεξαμενή καθιζήσεως μέσω της αντλίας μεταφοράς και να αντικατασταθεί με νέο λάδι από τη δεξαμενή αποθηκεύσεως.

Στο σχήμα 1.2.1 παρατηρούμε ένα ολοκληρωμένο δίκτυο λιπάνσεως μηχανής MAN B&W. Στο κέντρο του σχεδιαγράμματος διακρίνεται το sump tank (1). Εκεί αποστραγγίζεται το λιπαντικό του κύριου συστήματος λίπανσης. Το σύστημα αυτό παρέχει λιπαντικό σε όλες τις λιπαινόμενες επιφάνειες της μηχανής (έδρανα, κομβία, κ.λπ.), πλην αυτής των κυλίνδρων για την οποία υπάρχει ξεχωριστό σύστημα. Επίσης το λάδι του κυρίου συστήματος χρησιμοποιείται και για την ψύξη των εμβόλων. Στο σχήμα παρατηρούμε ότι η μηχανή διαθέτει δυο υπερπληρωτές, οι οποίοι εξυπηρετούνται από το κύριο δίκτυο λίπανσης (2), με τρόπο που θα αναλυθεί στο δεύτερο κεφάλαιο. Το κύριο σύστημα σε αντίθεση με το σύστημα κυλινδρελαίου είναι κλειστό σύστημα, δηλαδή το ίδιο λάδι επανακυκλοφορεί στη χρήση αφού πρώτα περάσει από συγκεκριμένη διαδικασία ψύξης και καθαρισμού. Από το sump tank το λιπαντικό αναρροφάται μέσω αντλίας (3) και καταθλίβεται στο ψυγείο λαδιού (4). Αφού η θερμοκρασία του πέσει ικανοποιητικά θα κατευθυνθεί στα αυτόματα φίλτρα (5) και από εκεί στη χρήση (6).

Πάνω αριστερά παρατηρούμε τις δυο δεξαμενές αποθηκεύσεως κυλινδρελαίου (7) συνολικής χωρητικότητας 78,1 m³. Από εκεί το λάδι οδηγείται, με τη δύναμη της βαρύτητας, στην δεξαμενή ημερησίας χρήσεως, ή δεξαμενή καταμετρήσεως (8). Εκεί υπάρχει και ένας ηλεκτρικός προθερμαντήρας για να διατηρεί το λιπαντικό σε θερμοκρασία 40-45 °C. Δύο αντλίες (9) είναι επιφορτισμένες με το να αναρροφούν λάδι από τη δεξαμενή χρήσεως και να το καταθλίβουν στους λιπαντήρες των κυλίνδρων με πίεση 8 bar. Το χρησιμοποιημένο λιπαντικό που απομένει μετά τη χρήση καταλήγει σε κατάλληλη δεξαμενή (SCAV. AIR BOX DRAIN TANK (10)) χωρητικότητας 0,4 m³. Η τελευταία αποστραγγίζεται μια φορά τη ημέρα στην δεξαμενή χρησιμοποιημένων λαδιών.

Κεφάλαιο 2

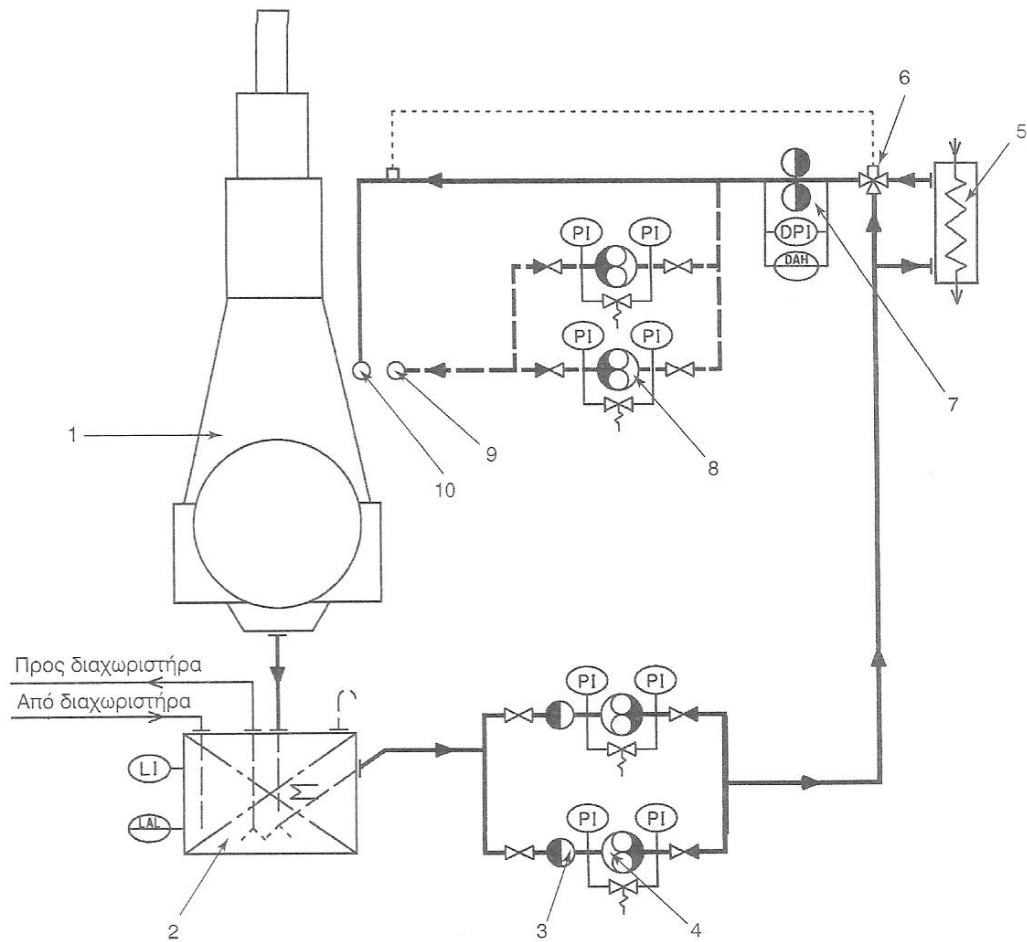
Κύριο σύστημα λίπανσης

2.1 Γενικά στοιχεία

Το κύριο σύστημα λίπανσης είναι αυτό που εξυπηρετεί όλες της ανάγκες της μηχανής για λίπανση και σε ορισμένες περιπτώσεις για ψύξη, πλην των κυλίνδρων. Για αυτούς υπάρχει ένα ξεχωριστό σύστημα λίπανσης ώστε να είναι δυνατόν να χρησιμοποιείται λιπαντικό διαφορετικών ιδιοτήτων και να αποφεύγεται η ρύπανση του δικτύου από προϊόντα της καύσης. Το κύριο σύστημα λίπανσης αποτελείται συνήθως από την δεξαμενή όπου θα αποθηκευτεί το λάδι, την αντλία λιπάνσεως, τα φίλτρα, τις στραγγαλιστικές βαλβίδες, εφόσον απαιτούνται διαφορετικές πιέσεις λίπανσης, τον εναλλάκτη θερμότητας και το δίκτυο όπου το λάδι θα οδηγηθεί προς τα λιπαινόμενα μέρη, καθώς και διάφορες άλλες βοηθητικές και ασφαλιστικές διατάξεις.

Ένα τυπικό σύστημα λιπάνσεως φαίνεται στο σχήμα 2.1.1. Το λάδι αποστραγγίζεται από τα έδρανα και τις διόδους ψύξεως στον πυθμένα του στροφαλοθαλάμου περνά σε ανεξάρτητη δεξαμενή αποστραγγίσεως, κατασκευασμένη στα διπύθμενα κάτω από την κύρια μηχανή. Από εκεί μέσω των αντλιών κυκλοφορίας λαδιού οδηγείται στο ψυγείο και φίλτρα λαδιού. Η αναρρόφηση του λαδιού από τη δεξαμενή αποστραγγίσεως γίνεται με τη χρήση κωδωνοειδών στομιών αναρροφήσεως. Τα στόμια απέχουν από τον πυθμένα τουλάχιστον 100 mm, έτσι ώστε να αποφεύγεται η αναρρόφηση νερού ή ιζημάτων. Η δεξαμενή αποστραγγίσεως πρέπει να είναι κατάλληλα σχεδιασμένη, έτσι ώστε η αναρρόφηση να είναι δυνατή ακόμα και σε ακραίες συνθήκες εγκάρσιας κλίσεως ή αναταράξεως του λαδιού. Αυτό επιτυγχάνεται με τον σχηματισμό κατάλληλου κυκλώματος γύρω από το στόμιο αναρροφήσεως.

Μερικοί υπερπληρωτές διαθέτουν δικό τους ξεχωριστό κύκλωμα λιπάνσεως για τη λίπανση των εδράνων τους. Οι περισσότεροι ωστόσο εξυπηρετούνται από το λάδι κυκλοφορίας της μηχανής. Ο υπερπληρωτής βέβαια, πάντα έχει και εφεδρικό σύστημα, καθώς σε περίπτωση που υπάρξει κάποιο πρόβλημα στο κύριο σύστημα λαδιού δεν θα ακινητοποιηθεί άμεσα όπως η μηχανή, αλλά θα περιστρέφεται για αρκετή ώρα σε υψηλές στροφές διατηρώντας έτσι την ανάγκη για παροχή λιπαντικού. Το σύστημα αυτό αποτελείται από μία δεξαμενή βαρύτητας τοποθετημένη πάνω ακριβώς από τον υπερπληρωτή. Αυτή μπορεί να είναι συμπληρωμένη μόνιμα με λιπαντικό και να επικοινωνεί με το δίκτυο μόνο σε περίπτωση ανάγκης, ή να είναι μέρος του δικτύου και το λάδι που εισάγεται στον υπερπληρωτή να περνάει πρώτα από αυτήν.



Σχήμα 2.2.1 Τυπικό σύστημα λιπάνσεως κύριας μηχανής (system oil)

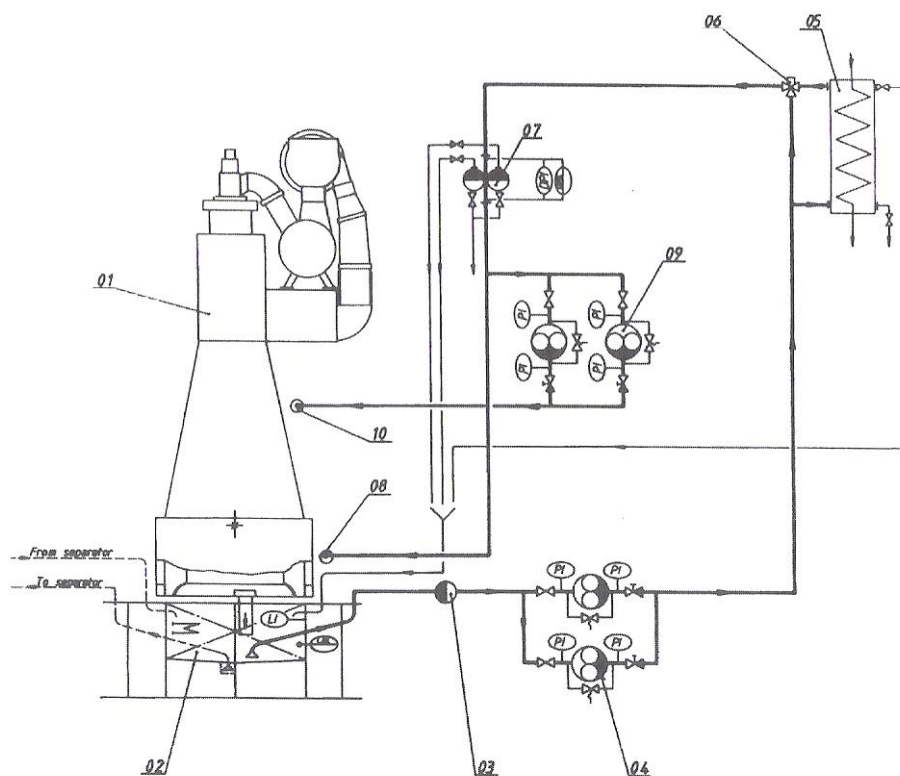
1. Κύρια μηχανή 2. Δεξαμενή λαδιού (sump tank) 3. Φίλτρο αναρροφήσεως 4. Αντλία λαδιού 5. Ψυγείο λαδιού 6. Αυτόματη βαλβίδα ρυθμίσεως θερμοκρασίας λαδιού 7. Φίλτρο λαδιού 8. Αντλία λαδιού ζυγώματος 9. Είσοδος λαδιού ζυγώματος 10. Είσοδος λαδιού λιπάνσεως

2.2 Συσκευές και μηχανήματα κύριου δικτύου λίπανσης

Η δεξαμενή του λαδιού (Sump tank) στις μεγάλες αργόστροφες μηχανές βρίσκεται στο διπύθμενο του πλοίου κάτω ακριβώς από το βάθρο της μηχανής (Σχήμα 2.1.1). Σε ορισμένες περιπτώσεις υπάρχει και εφεδρική. Το λιπαντικό αποστραγγίζεται μετά την χρήση του στον στροφαλοθαλάμο και από εκεί μέσω φίλτρου οδεύει προς την δεξαμενή. Η χωρητικότητα της δεξαμενής είναι περίπου 1-1,3 lt/PS δηλαδή για μηχανή 10000 PS η χωρητικότητα της δεξαμενής πρέπει να είναι 10-13 tons. Η στάθμη της δεξαμενής δεν πρέπει να υπερβαίνει το 80% της συνολικής της χωρητικότητας, ώστε να επιτρέπεται ο ελεύθερος εξαερισμός και να μην δημιουργείται πίεση αντίθλιψης σε περίπτωση κακοκαιρίας. Ο σωλήνας αναρρόφησης βρίσκεται τουλάχιστον 100 mm πάνω από τον πυθμένα ώστε να αποφεύγεται η αναρρόφηση νερού ή

ακαθαρσιών που μπορεί να συγκεντρωθούν στον πυθμένα της δεξαμενής. Αντίθετα η αναρρόφηση του φυγοκεντρικού καθαριστήρα είναι πάντα στον πυθμένα της δεξαμενής για ευνόητους λόγους.

Στο σχήμα 2.2.1 παρουσιάζεται δίκτυο λιπάνσεως σύγχρονης μηχανής SYLZER τύπου RTA με την ακόλουθη ιδιομορφία. Ένα ζεύγος ανεξάρτητων αντλιών τοποθετείται στην προέκταση του δικτύου για την λίπανση των εδράνων του ζυγώματος. Η πίεση στα έδρανα βάσης και ποδός τηρείται στην τιμή των 2,2-3,0 bar. Η πίεση αυτή είναι και η πίεση αναρρόφησης της αντλίας των εδράνων του ζυγώματος και η οποία τελικά καταθλίβει με πίεση 14,5-16 bar. Από τους κατασκευαστές συνιστάται να υπάρχει κατάλληλη συνδεσμολογία ώστε να μην εργάζεται μόνη της η αντλία των εδράνων του ζυγώματος.



Σχήμα 2.2.1 Δίκτυο λιπάνσεως μηχανής SULZER RTA.

1. Κύρια μηχανή
2. Ελαιολεκάνη
3. Φίλτρο αναρροφήσεως
4. Αντλίες λαδιού
5. Εναλλάκτης θερμότητας
6. Αυτόματη βαλβίδα καθορισμού θερμοκρασίας
7. Φίλτρα λαδιού
8. Είσοδος λιπαντελαίου προς τα έδρανα
9. Αντλίες εδράνων ζυγώματος
10. Είσοδος λιπαντελαίου εδράνων ζυγώματος

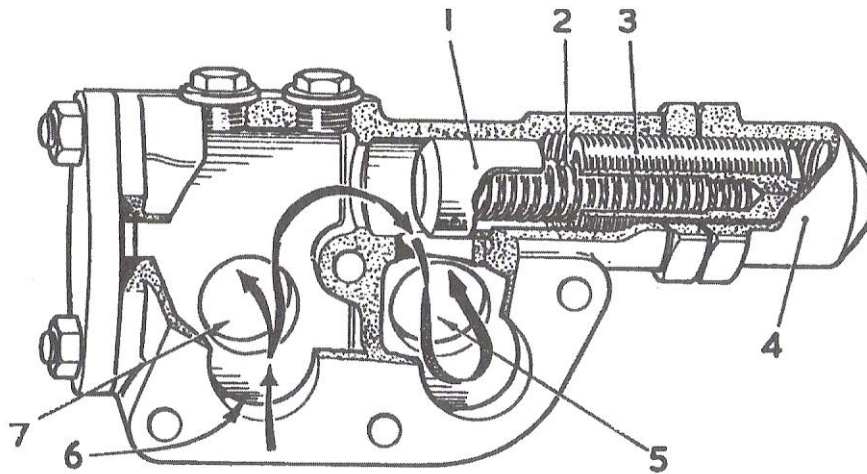
Η αντλίες λαδιού είναι ως επί το πλείστον γραναζωτές (gear pumps) ή ελικοειδείς (screw pumps) και αναρροφά το λάδι κατευθείαν από την δεξαμενή μέσω δικτυωτού φίλτρου (strainer). Οι αντλίες στις μεγάλες αργόστροφες μηχανές είναι ανεξάρτητες της μηχανής, καθώς είναι επιφορτισμένες και με την προλίπανση της μηχανής όταν αυτή σταματάει. Το λάδι καταθλίβεται μέσω μιας ή δυο σειρών φίλτρων. Εφόσον το σύστημα απαιτεί ενιαία πίεση λίπανσης, στον κύριο αγωγό υπάρχουν σύνδεσμοι όπου συνδέονται άλλοι μικρότεροι αγωγοί και οδηγούν το λάδι στα εξαρτήματα όπου απαιτείται λίπανση. Τα εξαρτήματα αυτά κατά κανόνα είναι τα εξής.

1. Έδρανα και κομβία
2. Γρανάζια ή αλυσίδες μεταδόσεως κινήσεως
3. Εκκεντροφόρος άξονας
4. Διάφοροι δακτύλιοι μέσω των οποίων διέρχονται περιστρεφόμενα εξαρτήματα.
5. Βαλβίδες και ωστήρια.
6. Στροβιλοσυμπιεστές (εφόσον το σύστημα το απαιτεί). Ρυθμιστές στροφών κ.λπ.
7. Διάφοροι άλλοι βοηθητικοί μηχανισμοί.

Τις περισσότερες φορές τα διάφορα μέρη απαιτούν διαφορετική πίεση, οπότε το σύστημα σε κάποιο σημείο μετά τα φίλτρα διαχωρίζεται σε υψηλή και χαμηλή πίεση (εφόσον απαιτούνται δύο διαφορετικές πιέσεις) και υψηλή, μέση, χαμηλή πίεση (εφόσον απαιτούνται τρεις διαφορετικές πιέσεις). Υψηλή πίεση είναι η πίεση καταθλίψεως της αντλίας, εκτός εάν υπάρχει ανεξάρτητη αντλία σε κάποιο σημείο του δικτύου που αυξάνει περεταίρω την πίεση για συγκεκριμένη χρήση. Οι χαμηλότερες πιέσεις επιτυγχάνονται με στραγγαλιστικές βαλβίδες.

Ασφαλιστική διάταξη επιβάλλεται πάντοτε σε όλα τα συστήματα. Η διάταξη αυτή είναι πάντοτε μια αυτόματη ανακουφιστική βαλβίδα (Σχήμα 2.2.2) που ανοίγει μόλις η πίεση υπερβεί τη μέγιστη επιτρεπόμενη και οδηγεί το λάδι είτε στο σωλήνα αναρροφήσεως είτε στην ελαιολεκάνη.

Μεγάλη πίεση δημιουργείται από την αντλία κατά την εκκίνηση της μηχανής όπου η θερμοκρασία του λαδιού είναι χαμηλή, ορισμένες μάλιστα εγκαταστάσεις διαθέτουν μεγαλύτερης απόδοσης αντλία όπου η ανακουφιστική βαλβίδα διατηρείται ελαφρώς ανοικτή και κατά την κανονική λειτουργία της μηχανής. Οι μεγάλες εγκαταστάσεις εκτός της ανακουφιστικής αυτής βαλβίδας διαθέτουν και μια ρυθμιστική (by pass) όπου λειτουργεί με το χέρι ή αυτόματα για την επίτευξη της κατάλληλης πίεσης λειτουργίας.



Σχήμα 2.2.2 Ανακουφιστική βαλβίδα δικτύου

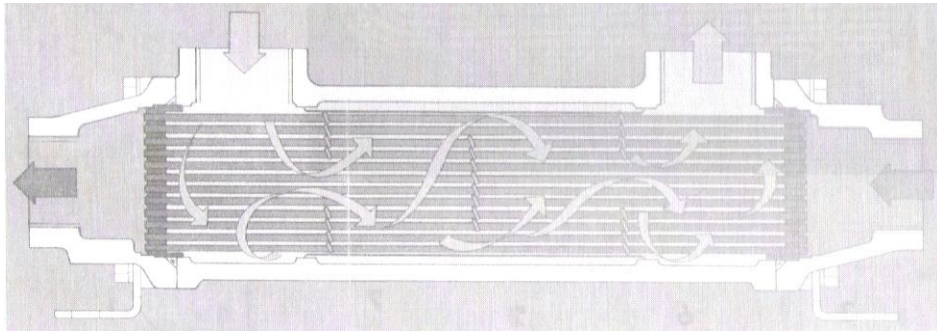
1. Έμβολο
2. Ελατήριο
3. Ρυθμιστικός κοχλίας
4. Περικόχλιο ασφάλισης
5. Θυρίδα εκροής
6. Θυρίδα συνδεδεμένη με το δίκτυο κατάθλιψης της αντλίας
7. Προς αγωγό καταθλίψεως

Ο εναλλάκτης θερμότητας (Heat exchanger) κοινώς ψυγείο (Cooler) έχει σκοπό να αποβάλει μέρος της θερμότητας από το λιπαντικό κυκλοφορίας. Οι βασικότεροι τύποι ψυγείου που χρησιμοποιούνται στη ναυτιλία είναι τα αυλωτά ή επιφανείας (tube type). Στα ψυγεία αυτά εξωτερικά των αυλών κυκλοφορεί το λάδι και εσωτερικά το νερό. Σε παλαιότερες εγκαταστάσεις συνηθίζονταν το νερό να είναι θαλασσίνο. Πλέον όμως αυτό έχει αντικατασταθεί από γλυκό νερό το οποίο ψύχεται από θάλασσα.

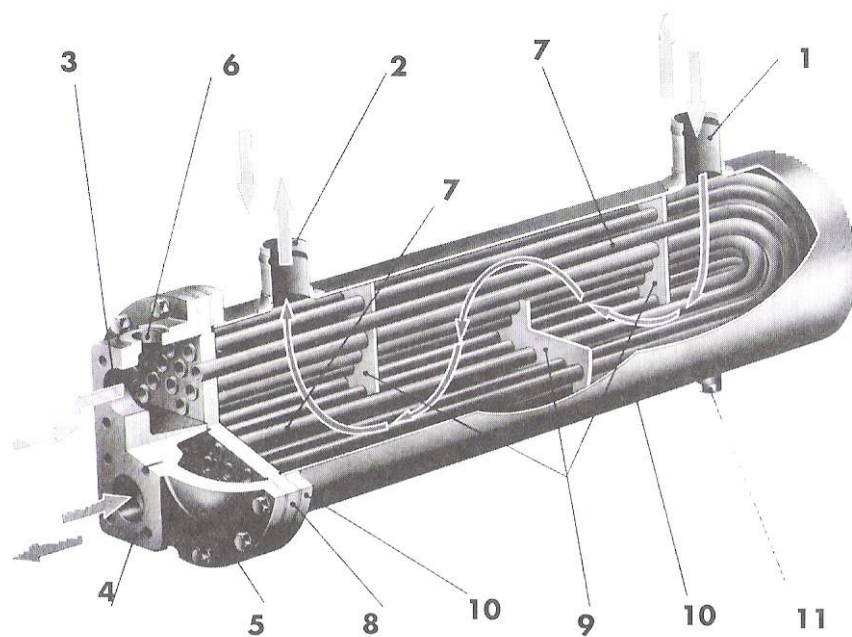
Η ρύθμιση της θερμοκρασίας του λαδιού γίνεται με διακλάδωση της γραμμής του λαδιού ώστε μία ποσότητα του λαδιού να παρακάμπτει το ψυγείο ή με ρύθμιση του νερού που θα διέλθει από το ψυγείο. Η ροή των υγρών γίνεται με διάφορους τρόπους, οι κυριότεροι είναι:

1. Αντιροής (counter flow) όπου όλη η μάζα του νερού διέρχεται στο ψυγείο με διεύθυνση αντίθετη από αυτήν του λαδιού (Σχήμα 2.2.3).
2. Κυπέλης (shell and tube, two tube passes) όπου ένας μόνο αγωγός σε σχήμα σπειρώματος ή με διάφορες στρεβλώσεις (ώστε να αυξάνεται η θερμαντική επιφάνεια) ή ακόμη περισσότεροι αγωγοί σχήματος (U) αποτελούν την επιφάνεια απαγωγής (Σχήμα 2.2.4).

3. Με διάφραγμα μερικής ροής (reverse flow, partial counter flow) όπου το πώμα εισόδου του νερού φέρει διάφραγμα, ενώ οι μισοί αυλοί έχουν αντίθετη κατεύθυνση με τους άλλους μισούς(Σχήμα 2.2.5).

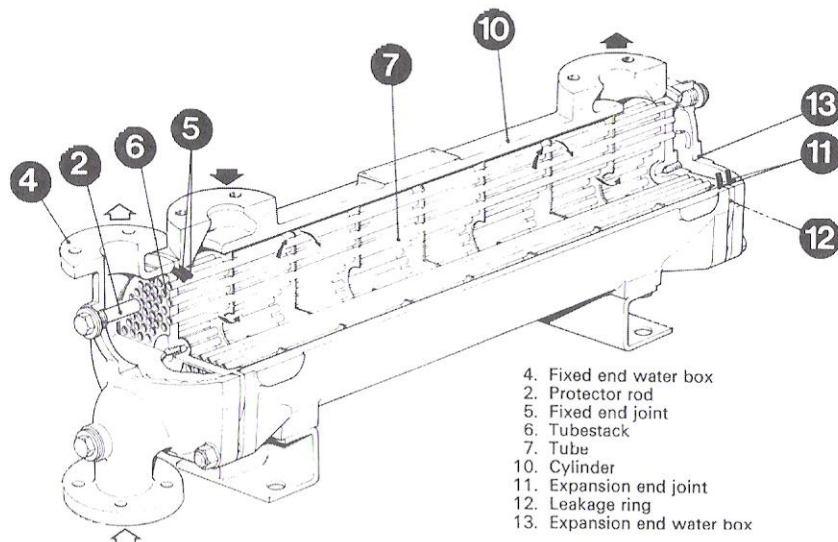


Σχήμα 2.2.3 Εναλλάκτης θερμότητας συστήματος αντιροής (κατασκευή BEHR)



Σχήμα 2.2.4 Εναλλάκτης θερμότητας συστήματος κυβέλης πολλαπλών αυλών (BEHR)

- 1) Είσοδος λαδιού 2) Έξοδος λαδιού 3) Έξοδος νερού 4) Είσοδος νερού 5) Πώμα 6) Πώμα
εξαερισμού και ελέγχου διαρροής 7) Αυλοί 8) Αυλοφόρος πλάκα 9) επιβραδυντικά
διαφράγματα 10) κέλυφος 11) Πώμα εκκένωσης



Σχήμα 2.2.5 Εναλλάκτης θερμότητας με διάφραγμα (SERCK)

- 2) Ανώδιο 4) Σταθερό πώμα 5) Παρέμβυσμα 6) Αυλοφόρος 7) Αυλός 10) κέλυφος 11) Παρέμβυσμα
 12) Δακτύλιος διαρροής 13) Πώμα ολισθαίνον

Τα κυριότερα λειτουργικά χαρακτηριστικά ενός ψυγείου είναι η πίεση λειτουργίας του και η θερμαινόμενη επιφάνειά του (heating area), δηλαδή το άθροισμα της εξωτερικής επιφάνειας όλων των αυλών.

Η σωστή συντήρηση ενός ψυγείου είναι βασικός παράγοντας για την αποδοτική λειτουργία ενός ψυγείου. Αυτή γίνεται ανά τακτά διαστήματα τα οποία προβλέπονται από τον κατασκευαστή. Εάν ωστόσο παρατηρηθεί μείωση της απόδοσης του ψυγείου επιβάλλεται να πραγματοποιηθεί επιπλέον καθαρισμός άμεσα. Ο καθαρισμός γίνεται με μηχανικά ή χημικά μέσα. Συνήθως η έμφραξη γίνεται στην πλευρά του νερού, ιδιαίτερα εάν χρησιμοποιείται θάλασσα. Στον μηχανικό καθαρισμό γίνεται αφαίρεση των κατακαθίσεων από τους χώρους ψύξης, ενώ εσωτερικά των αυλών με συρμάτινες βούρτσες και προβολή νερού. Για να γίνει μηχανικός καθαρισμός είναι απαραίτητη η αφαίρεση των πωμάτων του ψυγείου ενώ για τον χημικό όχι. Είναι δυνατόν, πάντως, να πραγματοποιηθεί ταυτόχρονος καθαρισμός και των δυο πλευρών εφόσον εξαρμοστεί η αυλοφόρος κυψέλη (tube stack) και εμβυπτιστεί σε δοχείο με χημικό κατάλληλο για την αφαίρεση όλων των καταλοίπων.

Ένα σημαντικό πρόβλημα των ψυγείων είναι η διάβρωση. Από τους κατασκευαστές γίνεται πάντα προσπάθεια χρήσης συνδυασμού κατάλληλων μετάλλων για να ελαχιστοποιούνται τα φαινόμενα της διάβρωσης. Επίσης χρησιμοποιούνται αντιδιαβρωτικά προστατευτικά υλικά, όπως επίχριση των εσωτερικών περιβλημάτων με αντιδιαβρωτικά υλικά και χρησιμοποίηση αντιδιαβρωτικών πλακιδίων (ανόδια) στην πλευρά του νερού. Σε κάθε συντήρηση πρέπει να γίνεται έλεγχος της αντιδιαβρωτικής προστασίας και αντικατάσταση των ανοδίων εάν κριθεί απαραίτητο.

Η διάβρωση διακρίνεται σε

- Γενική. Ολόκληρος ο χώρος, το πάμα, το περίβλημα και ο αυλοφόρος έχουν υποστεί χρόνια φθορά.
- Σπηλαιώση. Συμβαίνει στις διόδους εισόδου και εξόδου του νερού.
- Βακτηριακή διάβρωση. Συμβαίνει μετά από κυκλοφορία μολυσμένου νερού.
- Μηχανική διάβρωση. Λόγω της ύπαρξης στερεών σωμάτων στο νερό ή της μεγάλης ταχύτητας του νερού.

Άλλη βλάβη ενός ψυγείου είναι η διαρροή αυλού ή αυλών. Σε περίπτωση που οι αυλοί που έχουν διαρροή είναι σε μικρό αριθμό πωματώνονται. Εάν ο αριθμός των διαρρεόντων αυλών είναι μεγάλος, οπότε έχουμε σημαντική μείωση της θερμαντικής επιφάνειας, πρέπει να γίνει αφαίρεση και αντικατάσταση των αυλών.

Μέσα στα τοιχώματα μιας μηχανής συμπεριλαμβανομένων και των εξαρτημάτων αυτής καθώς επίσης και των δικτύων εναποτίθενται ξένες ανεπιθύμητες προσμίξεις, λόγω οξειδωσης από τον ατμοσφαιρικό αέρα, ή από ξένα σώματα που προσχώρησαν μετά από μια επισκευή ή συντήρηση, ακόμα δε και τμήματα μετάλλου που αποκολλήθηκαν λόγω φθοράς και παρασύρθηκαν από το λιπαντικό. Εάν το λάδι διατεθεί στο σύστημα χωρίς τη αφαίρεση αυτών των ανεπιθύμητων σωμάτων τότε αυτά θα προκαλέσουν ζημιά στα μέρη με τα οποία θα έρθουν σε επαφή. Η προστασία της εγκατάστασης γίνεται με παρέμβαση μονάδων συγκράτησης των στερεών αυτών σωμάτων, τα φίλτρα.

Πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι σε καμία περίπτωση τα φίλτρα δεν υποκαθιστούν τους φυγοκεντρικούς καθαριστήρες, οι οποίοι εκτός της αποβολής στερεών σωμάτων αφαιρούν και υγρά, όπως το νερό. Η βασική αρχή λειτουργίας των φυγοκεντρικών καθαριστών είναι ο διαχωρισμός οιασδήποτε προσμίξεως με διαφορά ειδικού βάρους από το λάδι ενώ τα φίλτρα αφαιρούν συγκρατούν μόνο στερεές προσμίξεις. Επιβάλλεται λοιπόν, ανά τακτά χρονικά διαστήματα, η φυγοκέντριση του λαδιού.

Τα φίλτρα σε γενικές γραμμές μπορούμε να τα ταξινομήσουμε ως εξής.

1. Ως προς τη ροή

- **Το σύστημα πλήρους ροής (Full flow)**, όπου η μάζα του λαδιού προτού οδηγηθεί στη μηχανή για εκπλήρωση του σκοπού του, διέρχεται από το φίλτρο.
- **Το σύστημα μερικής ροής (by pass flow)**, όπου το μέρος της ποσότητας του υγρού, είτε αυτού που οδεύει προς τη μηχανή, είτε από διαφορετικό δίκτυο θα περάσει από το φίλτρο για καθαρισμό.

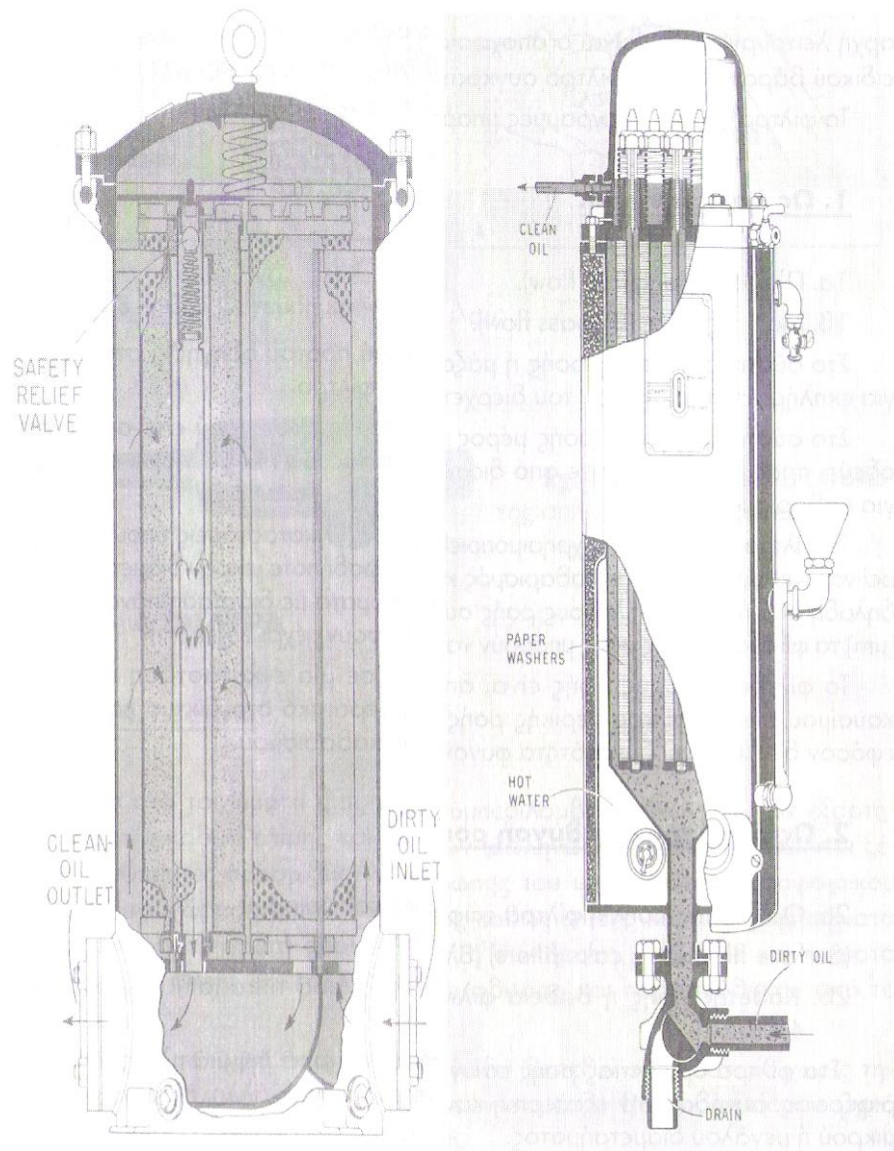
2. Ως προς τη διεύθυνση ροής

- **Οριζόντιας ροής, ή φίλτρα επιφανειακού καθαρισμού (Surface filtration ή Cake filters),** όπου το λάδι εισέρχεται από τη μια πλευρά της περιφέρειας, συνήθως την εξωτερική και εξέρχεται από την άλλη. Μπορεί να είναι μικρού ή μεγάλου διαμετρήματος.
- **Κάθετης ροής ή βαθιά φίλτρα (Deep-bed filtration)** όπου το λάδι εισέρχεται συνήθως από την κάτω πλευρά εξέρχεται από την πάνω. Συνήθως είναι μικρού διαμετρήματος.

3. Ως προς τη λεπτότητα (fineness)

Τα φίλτρα αποτελούνται από το εξωτερικό περίβλημα, ή σώμα, ή βάση (casing, body, base), από το πώμα ή καπάκι (cover, head), και από το ενδιάμεσο στοιχείο (element, media, medium). Το σώμα και το καπάκι κατασκευάζονται από διάφορα υλικά τα κυριότερα εκ των οποίων είναι ο χυτοσίδηρος, ο σίδηρος και το αλουμίνιο. Πάνω στο σώμα βρίσκονται και τα ανοίγματα με τις απαραίτητες φλάντζες ή συνδέσμους ανάλογης διαμέτρου με αυτής της ροής του λαδιού. Το ενδιάμεσο στοιχείο, που είναι και το βασικότερο εξάρτημα είναι συνήθως κυλινδρικού σχήματος που μπορεί να είναι ένα απλό έλασμα με τριχοειδείς οπές, ή πλέγμα (δικτυωτό). Αυτές είναι και απλούστερες μορφές φίλτρου και συνδυασμός πλέγματος, συνήθως εσωτερικού εξωτερικού με ενδιάμεσα στρώματα από διάφορα υλικά. Κατά κανόνα τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ενός ενδιάμεσου στοιχείου είναι

- Χαρτοβάμβακας ή πανί
- Δίσκοι από χόρτο
- Πλαστικό ή εμποτισμένο διπλωμένο χαρτί
- Διηθητική γη
- Συμπιεσμένο μαλί
- Συμπιεσμένα λεπτά σύρματα
- Λεptoί δίσκοι μετάλλου

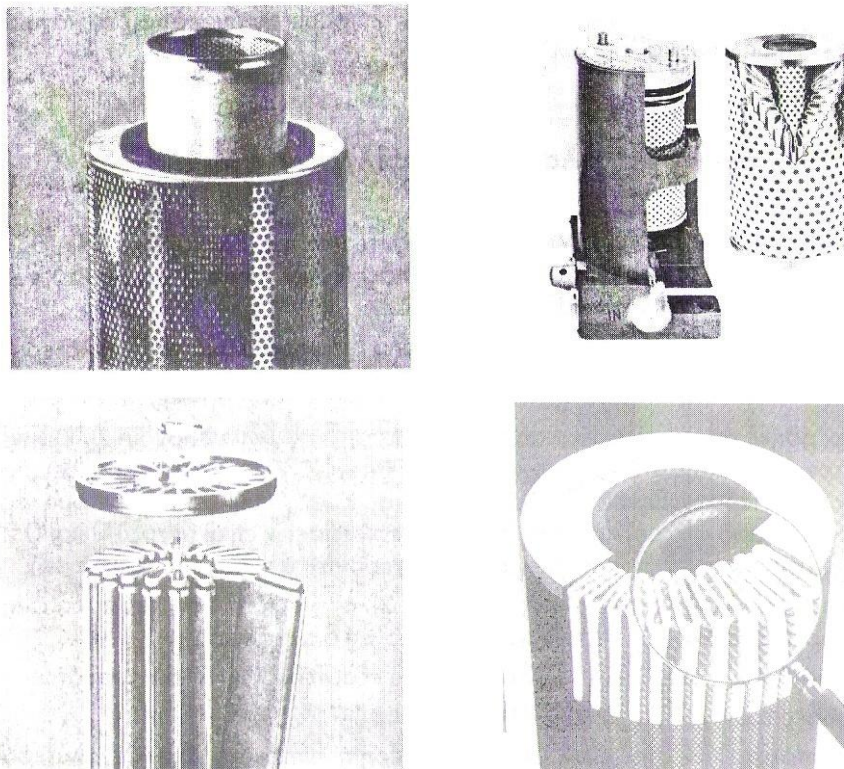


Σχήμα 2.2.6 Φίλτρο οριζόντιας ροής(Αριστερά). Φίλτρο κάθετης ροής(δεξιά)

Τα απλά δικτυωτά φίλτρα (strainers) είναι ο πλέον συνηθής τύπος φίλτρων οριζόντιας ροής και έχουν το πλεονέκτημα ότι καθαρίζονται εύκολα. Είναι απλούστερης κατασκευής και διατίθενται στο εμπόριο ακόμα και σε αυτοκαθαριζόμενο τύπο.

Τα φίλτρα στις περισσότερες μηχανές τοποθετούνται κατά ζεύγη, ώστε με ένα τρίστομο κρουνό που συνδέει ταυτόχρονα τις πλευρές εισόδου και εξόδου να παρέχεται εναλλάξ λειτουργία αυτών να είναι δυνατή η απομόνωση του ενός για καθαρισμό χωρίς να χρειάζεται η κράτηση της μηχανής.

Απαραίτητα όργανα ενός φίλτρου, είναι δύο θλιβόμετρα (εισόδου- εξόδου) ή ένα διαφορικό για να ελέγχεται ο βαθμός ρύπανσης. η διαφορά πίεσεως δε θα πρέπει να ξεπερνάει τα 0,2 bar. Επιπλέον ένας εξυδατικός κρουνός ώστε να εξαερίζεται ο θάλαμος μετά τον καθαρισμό και ένας κρουνός εκκένωσης.



Σχήμα 2.2.7 Εσωτερική κατασκευή διαφόρων τύπων φίλτρων

Σε ένα δίκτυο λαδιού χρησιμοποιούνται ένας ή δυο προθερμαντήρες, ή ζεύγη προθερμαντήρων, δηλαδή αυτοί που απαιτούνται για τον φυγοκεντρικό καθαρισμό και σε ορισμένες περιπτώσεις προθερμαντήρες για την αρχική προθέρμανση του λαδιού. Κατά κανόνα οι προθερμαντήρες είναι ατμού και σε σπανιότερες περιπτώσεις ηλεκτρικοί. Υπάρχει ακόμη και η περίπτωση συνδυασμού των δυο είτε ως βοηθητική λύση, ή ως επιπλέον δισταδιακή εγκατάσταση, όπου πάντα ο ηλεκτρικός έπεται αυτού του ατμού για περαιτέρω ύψωση της θερμοκρασίας.

Στους προθερμαντήρες ατμού επιβάλλεται, η πίεση του ατμού να είναι μικρότερη αυτής του προθερμαινόμενου υγρού ώστε τυχούσα διαρροή να γίνει προς την πλευρά του ατμού, όπου αφενός δεν θα δημιουργήσει προβλήματα στη μηχανή και αφετέρου θα γίνει γρηγορότερα αντιληπτή η βλάβη.

Στη περίπτωση ηλεκτρικών προθερμαντήρων, συνηθίζεται η κατακόρυφη τοποθέτηση αυτών ώστε να υπάρχει η δυνατότητα απομάκρυνσης των καταλοίπων και να μειώνεται η δυνατότητα επικάθησης αυτών στα στοιχεία. Ακόμη πρέπει να διακόπτεται η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος πριν σταματήσει η αντλία ώστε να αποφεύγεται τυχόν υπερθέρμανση του λαδιού που παραμένει στο φίλτρο.

Το μέγεθος του προθερμαντήρα εξαρτάται από την ποσότητα του λαδιού ανά ώρα που απαιτείται, σε σχέση με το βαθμό ύψωσης της θερμοκρασίας, ή και γενικότερα ανάλογα με την ισχύ της μηχανής.

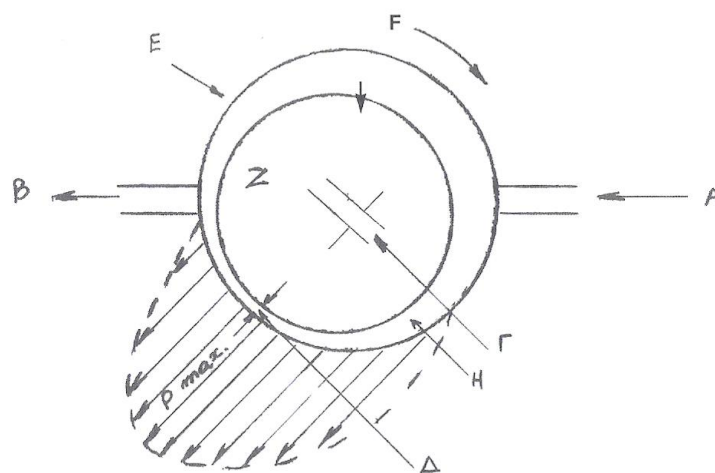
2.3 Λιπανόμενα μέρη της μηχανής

Η μεγαλύτερη ποσότητα του λιπαντικού λαδιού από το δίκτυο λίπανσης θα οδηγηθεί προς τα έδρανα της βάσης και μέσω αυτών στα έδρανα του ποδός του διωστήρα καθώς και στους άλλους μηχανισμούς και εξαρτήματα. Έτσι λοιπόν έχει σχεδόν καθιερωθεί το σύστημα να αναφέρεται ως σύστημα λίπανσης των εδράνων.

Τα έδρανα ποδός οπωσδήποτε καταπονούνται περισσότερο από αυτά της βάσης, λόγω όμως της σπουδαιότητας που έχει η λίπανση στα έδρανα της βάσης (διατήρηση του στροφαλοφόρου σε ευθυγράμμιση) τα τελευταία απαιτούν μεγαλύτερη προσοχή. Στο στροφαλοφόρο άξονα κατά την περιστροφή του και καθώς αυτός δέχεται το φορτίο των βαρών των εξαρτημάτων και της πίεσης των αερίων της καύσης, γίνεται μετατόπιση του κέντρου του κομβίου από το κέντρο του εδράνου (Σχήμα 2.3.1).

Κατά τη περιστροφή του κομβίου δημιουργείται υδροδυναμικά μια σφήνα [Δ] λίπανσης με ελάχιστο πάχος μεμβράνης που δεν επιτρέπει στο κομβίο να ακουμπήσει πάνω στο μέταλλο του εδράνου. Συνήθως το πάχος της λιπαντικής μεμβράνης είναι της τάξης του 2-5 μm. Γίνεται λοιπόν αντιληπτό ότι στερεά σώματα μεγαλύτερου πάχους από την λιπαντική μεμβράνη θα προκαλέσουν ζημιά στα μέταλλα.

Από τα παραδείγματα αυτά βλέπουμε πόσο σημαντική είναι η ελευθερία μεταξύ κομβίου και εδράνου (ελαιοδιάκενο). Μεγάλο ελαιοδιάκενο δημιουργεί απώλεια του λιπαντικού από τα πλευρικά σημεία, άρα μείωση της λιπαντικής μεμβράνης με κίνδυνο καταστροφής του μετάλλου αντιτριβής (αύξηση του συντελεστή τριβής). Αντίθετα μείωση του ελαιοδιάκενου μπορεί να δημιουργήσει μικρή εκκεντρικότητα της λιπαντικής σφήνας που και πάλι θα περιορίσει το πάχος της λιπαντικής μεμβράνης.



Σχήμα 2.3.1 Σκαρίφημα φόρτισης εδράνου βάσης και πάχος λιπαντικής μεμβράνης με υδροδυναμική λίπανση.

F= Φορά περιστροφής, A= Είσοδος λαδιού, B= Έξοδος λαδιού, Γ= Εκκεντρικότητα, Δ= Μικρότερο διάκενο, E= Έδρανο, Z= Κομβίο, H= Συγκλίνουσα πλευρά

Εκτός από το φορτίο και την πίεση του λαδιού σημαντικοί παράγοντες της υδροδυναμικής μεμβράνης είναι η ταχύτητα περιστροφής του κομβίου, το ιξώδες του λαδιού και το μήκος του εδράνου. Το μήκος του εδράνου είναι οπωσδήποτε παράγοντας και διατηρεί την λιπαντική μεμβράνη, όμως δημιουργεί προβλήματα κατανομής του φορτίου όπου είναι μεγαλύτερα στα άκρα. Σήμερα η σχέση της διαμέτρου προς το μήκος του εδράνου είναι μεγαλύτερο ή ίσο της μονάδας. Δηλαδή το μήκος δεν είναι ποτέ μεγαλύτερο της διαμέτρου.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα που παρουσιάζεται στους κατασκευαστές σε ότι αφορά τη λίπανση των εδράνων του ζυγώματος είναι η υψηλή καταπόνηση των εδράνων σε μία κατά τρόπο τινά οριακή λίπανση καθώς δεν υπάρχει ικανή περιστροφική κίνηση του κομβίου να αυξήσει την υδροστατική πίεση του λαδιού και να εξουδετερωθούν οι πιέσεις των αερίων καύσης. Διάφορες μελέτες που έγιναν, για παράδειγμα να δοθεί μεγαλύτερο μήκος στα έδρανα και τα κομβία δεν αποδίδουν τα αναμενόμενα, δεδομένου ότι η καταπόνηση εφαρμόζεται στο κέντρο του βάκτρου όπου δεν εξασφαλίζει ομοιόμορφη κατανομή του φορτίου στην επιφάνεια αντιτριβής. Ακόμη η μείωση του φορτίου στα έδρανα (στη μονάδα της επιφάνειας) είναι η αύξηση της διαμέτρου του κομβίου αλλά και εδώ υπάρχει περιορισμός δεδομένου ότι η αύξηση της σχέσης διαμέτρου προς μήκος εδράνου δεν εξασφαλίζει ικανοποιητική λιπαντική μεμβράνη λόγω διαρροής του λαδιού πλευρικά.

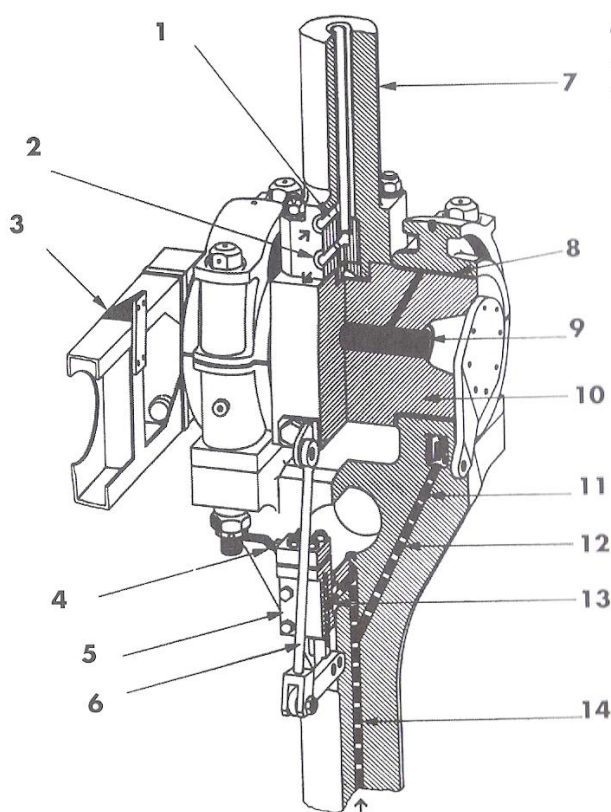
Έτσι λοιπόν οι κατασκευαστές αντιμετωπίζουν την καταπόνηση των εδράνων του ζυγώματος δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στο σύστημα λίπανσης και με διάφορες μεθόδους μεταξύ των οποίων είναι:

- Η τέλεια λείανση του κομβίου
- Η αύξηση της πίεσης καταθλίψεως του λαδιού
- Η ανατροφοδότηση του λαδιού να γίνεται κατά την διάρκεια της καύσης όπου τα έδρανα του ζυγώματος δέχονται το μέγιστο των πιέσεων.
- Κατάλληλη διάταξη των αυλάκων λίπανσης για την όσο το δυνατόν δημιουργία υδροδυναμικής και ελαστοϋδροδυναμικής λίπανσης.

Ένας χαρακτηριστικός τρόπος είναι αυτός που εφαρμόζεται στις μηχανές MAN, όπου το λάδι από το κύριο σύστημα και μέσω του διωστήρα οδηγείται σε μια εμβολοφόρο αντλία (5). Η αντλία αυτή κινείται με μια σειρά μοχλών και αρθρώσεων (6). Από τη διαφορά των κινήσεων που δημιουργείται μεταξύ της αντλίας, που είναι κοχλιωμένη πάνω στο ζύγωμα και του εμβόλου της αντλίας που το άκρο του είναι στερεωμένο με τον μοχλό (6) πάνω στον διωστήρα απ'όπου και παίρνει μια γωνιακή κίνηση δημιουργεί μια διαδρομή (ευθύγραμμη παλινδρομική) στο έμβολο της αντλίας.

Η είσοδος του λαδιού προς την εμβολοφόρο αντλία έχει πίεση (όση και του συστήματος) 2,0-4,5 bar και καταθλίβεται προς τα έδρανα του ζυγώματος με πίεση 100-120 bar κατά την φάση της καύσης-εκτόνωσης.

Οι αυτοί κατασκευαστές επίσης συνιστούν κατά την εφαρμογή (στρώσιμο-bedding in) των εδράνων του ζυγώματος να δίνεται επικλινής μορφή των εδράνων (μεγαλύτερη ελευθερία προς τα έσω) ώστε η εφαρμογή (πάτημα) του κομβίου επί του εδράνου κατά τη λειτουργία να είναι ομοιόμορφη. Η επίτευξη μιας τέτοιας εφαρμογής μπορεί να γίνει είτε εμπειρικά, ή αν ακόμη κατά τη διάρκεια εφαρμογής τοποθετηθούν δυο λεπτά ελάσματα πάχους (0,05-0,1 mm) στις εξωτερικές επιφάνειες των πελμάτων των κάτω ημιεδράνων και τα οποία θα αφαιρεθούν μετά το στρώσιμο.



Σχήμα 2.3.2 Σύστημα λίπανσης εδράνων ζυγώματος με υψηλή πίεση λαδιού (μηχανή MAN τύπος KZ 70/120).

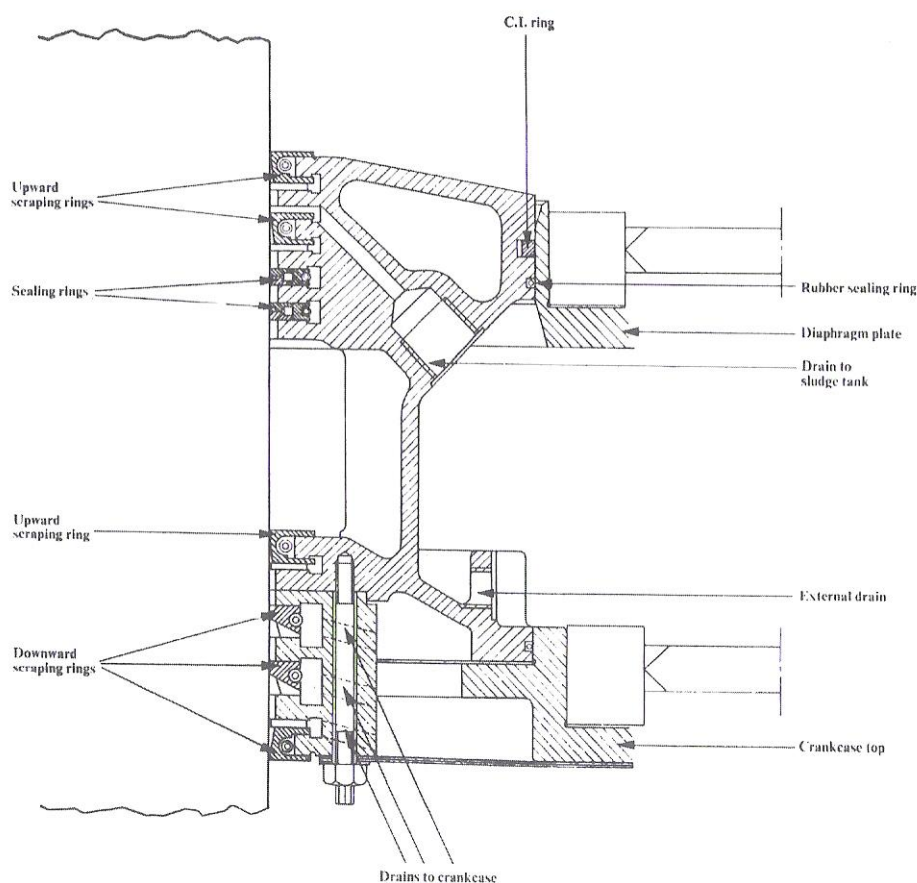
- 1) Είσοδος νερού ψύξεως εμβόλων, 2) Έξοδος νερού ψύξεως εμβόλων 3) Δοκός στήριξης σωλήνων ψύξης εμβόλων 4) Κατάθλιψη λαδιού προς τα έδρανα ζυγώματος 5) Αντλία Υ.Π. 6) Μοχλός κίνησης εμβόλου αντλίας 7) Βάκτρο εμβόλου 8) Μέταλλο αντιτριβής 9) Είσοδος λαδιού προς το ζύγωμα 10) Κομβίο ζυγώματος 11) Δίοδοι λαδιού λίπανσης ευθυντηρίας 12) Λάδι Χ.Π. 13) Είσοδος λαδιού προς την αντλία Υ.Π. 14) Λάδι Χ.Π. δια μέσου εδράνων βάσης και διωστήρα

Ο στυπιοθλίπτης όπως είναι γνωστό στεγανοποιεί το βάκτρο με περισσότερες των δυο πλευρών ελατήρια. Ο αριθμός των σειρών των ελατηρίων εξαρτάται από τιν τύπο της μηχανής. Σε μηχανές

που ο κάτω χώρος του εμβόλου συγκοινωνεί με τον αέρα καύσεως, τοποθετούνται πάνω από πέντε σειρές ελατήρια. Για την καλή λειτουργία των ελατηρίων του στυπιοθλίπτη απαιτείται μόνιμη λίπανση αυτών ιδιαίτερα στους στυπιοθλίπτες που έχουν πολλές σειρές ελατήρια.

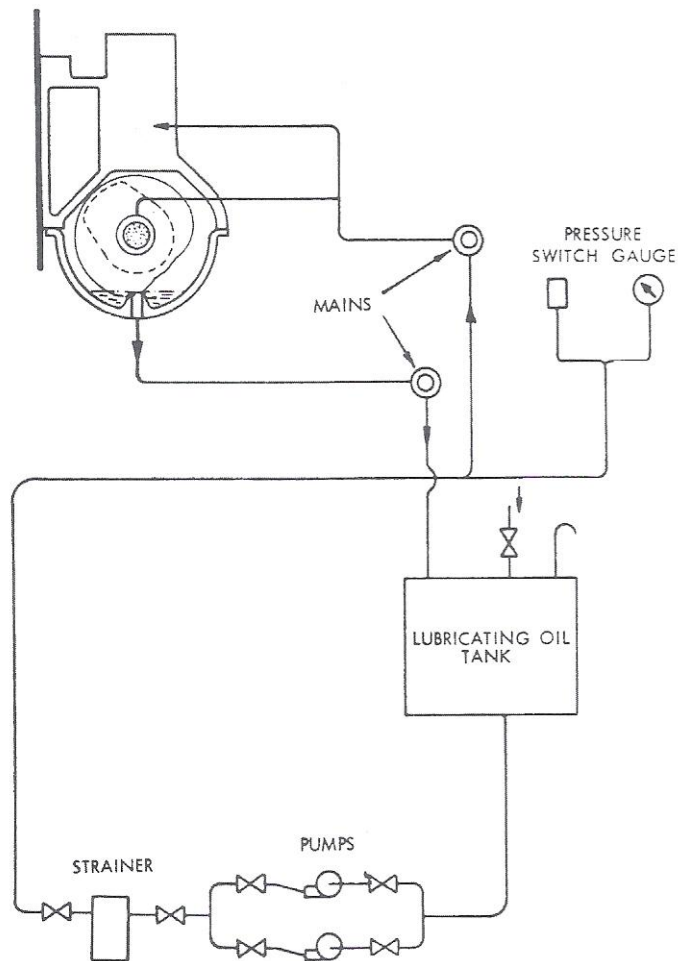
Στην περίπτωση που το διάφραγμα έχει σκοπό να απομονώνει τόσο τον στροφαλοθάλαμο όσο και τον κάτωθι του εμβόλου χώρο ο στυπιοθλίπτης έχει την διάταξη των ελατηρίων όπως δείχνει το σχήμα 2.3.3, δηλαδή υπάρχουν δύο χώροι στεγάνωσης, όπου ο κάτω συγκρατεί τα λάδια από τον στροφαλοθάλαμο ενώ ο πάνω τυχόν διαρροές κυλινδρελαίου μαζί με υπολείματα καύσης.

Μεταξύ των δυο αυτών χώρων στεγάνωσης υπάρχει κενός χώρος. Τυχόν διαροές που θα διαφύγουν από τις κάτω σειρές των ελατηρίων και εφόσον περάσουν τα πρώτα ελατήρια θα διαφύγουν στον κενό χώρο. Σε ορισμένους τύπους μηχανών στον χώρο των κάτω ελατηρίων υπάρχει αγωγός όπου περισυλλέγει τυχόν διαροές και τις οδηγεί και πάλι στον στροφαλοθάλαμο ή σε ειδική δεξαμενή. Το λάδι αυτό θεωρείται κατάλληλο για περαιτέρω χρήση. Από τις πάνω σειρές ελατηρίων οποιαδήποτε διαρροή λαδιού θα οδηγηθεί μέσω αγωγού προς ειδική δεξαμενή ακαθάρτου (sludge tank). Το λάδι αυτό δεν είναι κατάλληλο για περαιτέρω χρήση.



Σχήμα 2.3.3 Διάταξη ελατηρίων στυπιοθλίπτη

Για την περαιτέρω μείωση της πιθανότητας μόλυνσης του μαχαιλαίου από την πρόσμιξη καυσίμου πολλοί κατασκευαστές χρησιμοποιούν ιδιαίτερο δίκτυο λίπανσης του εκκεντροφόρου. Ένα τέτοιο δίκτυο παρουσιάζεται στο σχήμα 2.3.4. Τα σύστημα διαθέτει ατομική δεξαμενή αποθήκευσης από την οποία αναρροφά η αντλία λίπανσης και το καταθλίβει προς τον εκκεντροφόρο μέσω φίλτρου. Το λάδι από την ελαιολεκάνη του εκκεντροφόρου θα οδηγηθεί με βαρύτητα προς τη δεξαμενή. Δεδομένου ότι δεν αναπτύσσονται υψηλές θερμοκρασίες στα μέρη λίπανσης δεν είναι απαραίτητη η χρήση εναλλάκτη θερμότητας.



Σχήμα 2.3.4 Δίκτυο λίπανσης εκκεντροφόρου μηχανής B&W

Η ψύξη των εμβόλων με λάδι είναι επιβεβλημένη σε όλες τις μηχανές άνευ ζυγώματος, ενώ έχει γίνει και ευρεία χρήση και στις μηχανές με ζύγωμα. Το βασικό πλεονέκτημα της ψύξης του εμβόλου με λάδι είναι ότι αποφεύγεται η μόλυνση του λαδιού στο στροφαλοθάλαμο με τυχούσα διαρροή νερού.

Η χρησιμοποίηση του λαδιού και σαν μέσο ψύξης των εμβόλων είναι επόμενο να δημιουργεί υπολείμματα λόγω υψηλής θερμοκρασίας με αποτέλεσμα τη σύντομη μόλυνση του, γι'αυτό είναι αναγκαίο να χρησιμοποιείται λάδι με καλή σταθερότητα. Η ύπαρξη υπολειμάτων δεν δημιουργεί

κινδύνους μόνο στα μέρη του στροφαλοθαλάμου, μια και το λάδι λιπάνσεως και ψύξεως είναι ενιαίο, αλλά δημιουργεί και επικαθίσεις στους χώρους ψύξης του εμβόλου με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας και την δημιουργία υψηλών θερμικών τάσεων. Είναι λοιπόν αναγκαίο το λιπαντέλαιο του συστήματος να περιέχει τα ανάλογα βελτιωτικά που ελαχιστοποιούν τη δημιουργία επικαθίσεων. Τα δημιουργούμενα προϊόντα της μόλυνσης θα απαχθούν προς το σύστημα όπου και θα αφαιρεθούν με τον καθαρισμό του λαδιού. Η μόλυνση του λαδιού επιδεινώνεται με την ύπαρξη αέρα, ή υγρασίας στο θάλαμο.

2.4 Συντήρηση

Το λάδι του συστήματος, μιας και η χρήση του είναι επαναλαμβανόμενη και μακρόχρονη, απαιτεί συνεχή απαλλαγή από τις ανεπιθύμητες στερεές και υγρές προσμίξεις. Οι προσμίξεις αυτές είναι.

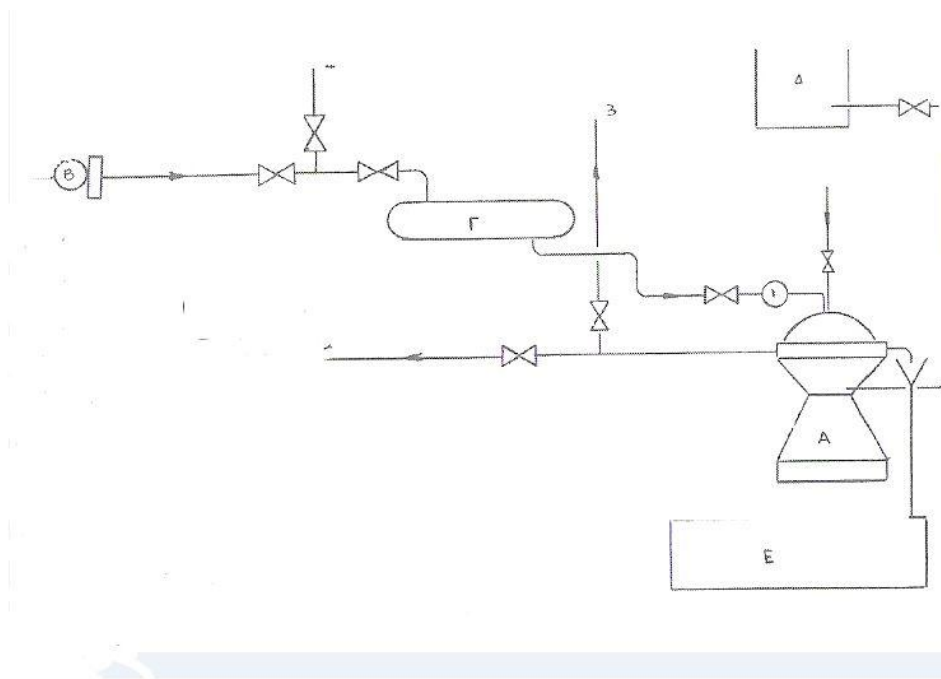
- Υπολείμματα καύσης όπως αιθάλη, οξέα, καύσιμο ατελώς καμένο, διάφορα μέταλλα που περιέχονται στο καύσιμο, αποκαλυπτικά ψήγματα.
- Νερό. Θαλασσίνο ή γλυκό, που προέρχεται από υδρατμούς (υγροποίηση του αέρα του στροφαλοθαλάμου) ή από διαρροή.
- Ατμός ή σκουριά, που προέρχεται συνήθως από καταμετρικούς, ή εξαεριστικούς σωλήνες, δίκτυα κυκλοφορίας και πλήρωσης.
- Από ακαθαρσίες που έχει στη μάζα του το λάδι.

Όλες αυτές οι προαναφερθείσες προσμίξεις με την πάροδο του χρόνου αυξάνουν και μολύνουν το λάδι, οπότε η λειτουργία της μηχανής θα είναι επισφαλής. Για την προστασία της μηχανής χρησιμοποιούνται δυο μέθοδοι. Η αντικατάσταση του λαδιού, ή η χρησιμοποίηση συσκευής καθαρισμού, όπου διατηρεί το λιπαντικό σε αποδεκτά όρια (acceptable sediment level), οπότε δεν χρειάζεται αντικατάσταση του λιπαντικού λαδιού. Η πρώτη μέθοδος συνήθως αποφεύγεται λόγω του υψηλού κόστους.

Μια μηχανή προστατεύεται από τις ανεπιθύμητες προσμίξεις με φιλτράρισμα πλήρους ροής και με παρακαμπτήριο φιλτράρισμα. Το φίλτρο πλήρους ροής είναι εν σειρά με το δίκτυο οπότε όλη η ποσότητα του κυκλοφορούντος υγρού θα περάσει από το φίλτρο. Παρότι απαραίτητη, η τοποθέτηση φίλτρου πλήρους ροής δεν εξασφαλίζει από μόνη της πλήρη προστασία. Έχει αποδειχτεί ότι τα φίλτρα συγκρατούν το 80% περίπου των στερεών προσμίξεων ανάλογα πάντα με το σχήμα των ακαθαρσιών. Η απόδοση των φίλτρων στην αγγλική ορολογία ονομάζεται penetration range.

Επειδή το φίλτρο πλήρους ροής δεν αρκεί τοποθετούνται και μονάδες φυγοκεντρικού καθαρισμού. Μια τέτοια μονάδα περιλαμβάνει τα ακόλουθα.

- Τον φυγοκεντρικό καθαριστή [Α]
- Την αντλία μεταφοράς [Β]
- Τον προθερμαντήρα [Γ]
- Την δεξαμενή νερού (για υγρό φυγοκεντρικό καθαρισμό)
- Την δεξαμενή βαρύτητας [Δ]
- Την δεξαμενή αποβολής ακαθάρτων [Ε]
- Την δεξαμενή ανακαινίσεως (renovating tank) [Ζ]



Σχήμα 2.3.5 σχηματική παράσταση μονάδας φυγοκεντρικού καθαρισμού

Η αντλία μεταφοράς είναι γραναζωτού τύπου εξαρτημένη ή ανεξάρτητη με τον αποχωριστή. Ο προθερμαντήρας έχει σκοπό να διατηρεί την επιθυμητή θερμοκρασία αποχωρισμού και κατά κύριο λόγο η προθέρμανση γίνεται με ατμό. Η δεξαμενή νερού χρησιμοποιείται για υγρό φυγοκεντρικό καθαρισμό, αλλά υπάρχει και η περίπτωση να μην υπάρχει και η τροφοδοσία να γίνεται κατευθείαν από το δίκτυο νερού. Η δεξαμενή βαρύτητας είναι σχετικά μικρή σε χωρητικότητα με προορισμό να δημιουργεί την ανάλογη πίεση για την λειτουργία της λεκάνης του αποχωριστή. Η δεξαμενή ακαθάρτων χρησιμοποιείται για να αποθηκεύσει το νερό και τα στερεά κατάλοιπα που αποχωρίζονται από το λάδι υπό μορφή λάσπης. Η δεξαμενή ανακαινίσεως έχει σκοπό να συλλέγεται εντός αυτής η ποσότητα του χρησιμοποιούμενου λαδιού που πρέπει να υποβληθεί σε καθαρισμό.

Συνίσταται η εργασία του φυγοκεντρικού καθαρισμού να γίνεται όταν δεν λειτουργεί η μηχανή, για να μην παρουσιαστούν τυχόν επιπλοκές. Μετά το πέρας του καθαρισμού λαμβάνεται δείγμα του καθαρισμένου λιπαντικού και στέλνεται για ανάλυση.

Κεφάλαιο 3

Λίπανση Κυλίνδρων

3.1 Γενικά Στοιχεία

Η λίπανση του κυλίνδρου προϋποθέτει κατάθλιψη μιας ποσότητας λιπαντικού λαδιού, η οποία σαν βασικό σκοπό έχει την παρεμβολή λιπαντικής μεμβράνης μεταξύ εμβόλου-ελατηρίων και χιτωνίου, η οποία εκτός της προστασίας από τη μεταλλική τριβή δημιουργεί μια στεγανή υγρή ζώνη που εμποδίζει τα καυσαέρια να περάσουν μέσω του εμβόλου προς τον κάτωθεν αυτού χώρο. Μια ποσότητα του λαδιού αυτού θα καεί, μια άλλη θα απαχθεί από τον αέρα σαρώσεως και τα καυσαέρια και μια άλλη θα διέλθει προς τον κάτωθεν του εμβόλου χώρο (piston underside) σε μια κατάσταση που δεν επιτρέπεται επαναχρησιμοποίησή του και για τον λόγο αυτόν το σύστημα της λίπανσης κυλίνδρων καλείται «**Σύστημα λαδιού ολικής απώλειας**» (**Total loss system**).

Οι κινητήρες με ζύγωμα είναι εφοδιασμένοι με ένα ανεξάρτητο σύστημα κυλινδρελαίου για τη λίπανση των ελατηρίων των εμβόλων. Το κυλινδρέλαιο αποθηκεύεται σε μια, ή κατά προτίμηση, σε δυο δεξαμενές και μεταφέρεται καθημερινά σε μετρική δεξαμενή ημερησίας καταναλώσεως μικρής χωρητικότητας. Από τη δεξαμενή ημερησίας χρήσεως τροφοδοτούνται με τη δύναμη της βαρύτητας οι λιπαντήρες (λουμπρικέςτες). Από τους λιπαντήρες μέχρι τους κυλίνδρους έχουμε το σύστημα υψηλής πίεσης. Επειδή οι ποσότητες του κυλινδρελαίου που εγχύονται σε κάθε διαδρομή είναι μικρές, η μετρική δεξαμενή επιτρέπει τον ακριβή προσδιορισμό της καταναλώσεως του κυλινδρελαίου, μέσω της μετρήσεως της μεταβολής της στάθμης σε δεδομένο χρονικό διάστημα.

Οι δυσμενέστερες συνθήκες για τον σχηματισμό της λιπαντικής μεμβράνης μέσα στον κύλινδρο συναντώνται πλησίον των νεκρών σημείων όπου και η ταχύτητά του εμβόλου είναι μικρή. Επίσης οι επικρατούσες υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις καθώς και πολλές άλλες δυσμενείς συνθήκες δυσχεραίνουν την ικανοποιητική λίπανση του κυλίνδρου.

Όπως προαναφέρθηκε, σε περίπτωση που το λιπαντικό διαρρεύσει στους χώρους εισαγωγής-εξαγωγής είναι μολυσμένο και ακατάλληλο για περαιτέρω χρήση. Η μόλυνση προέρχεται αφενός από τα χημικά που διατέθηκαν για την βελτίωση των ιδιοτήτων τους και αφετέρου από όλες τις συνθήκες που σχετίζονται με την καύση του καυσίμου, όπως είναι ακόλουθες.

1. Ατελής συμπίεση
2. Εσφαλμένος χρονισμός της γωνίας εγχύσεως
3. Μη ικανοποιητικός διασκορπισμός (ατελής έγχυση)
4. Υπερφόρτωση
5. Χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες λειτουργίας
6. Πολύωρη λειτουργία της μηχανής σε χαμηλά φορτία

7. Τις επικρατούσες μέσα στον κύλινδρο πίεσεις. Η πίεση των καυσαερίων δημιουργεί πρόσθετη ένταση των ελατηρίων (δεύτερη στεγανότητα) με αποτέλεσμα την απόξεση της λιπαντικής μεμβράνης και στη συνέχεια αποβολή αυτής προς τον κάτωθεν του εμβόλου χώρο.
8. Από την ταχύτητα του εμβόλου. Η οποία στα νεκρά σημεία ελαττώνεται και δημιουργεί προβλήματα στη δημιουργία μεμβράνης ιδιαίτερα στο Α.Ν.Σ.
9. Την καθαρότητα του αέρα τροφοδοσίας του καυσίμου, δεδομένου ότι σκόνη υγρασία κ.λπ. επιδεινώνουν την μόλυνση.

Αποτέλεσμα της μόλυνσης είναι η δημιουργία επικαθήσεων. Οι επικαθήσεις οφείλονται στην ποσότητα του λαδιού που καίγεται και η οποία παράγει μια κολλώδη ουσία που ενώνεται με την υπάρχουσα σκόνη και αιθάλη με αποτέλεσμα το κόλλημα των ελατηρίων, έμφραξη θυρίδων, διόδων κ.λπ.

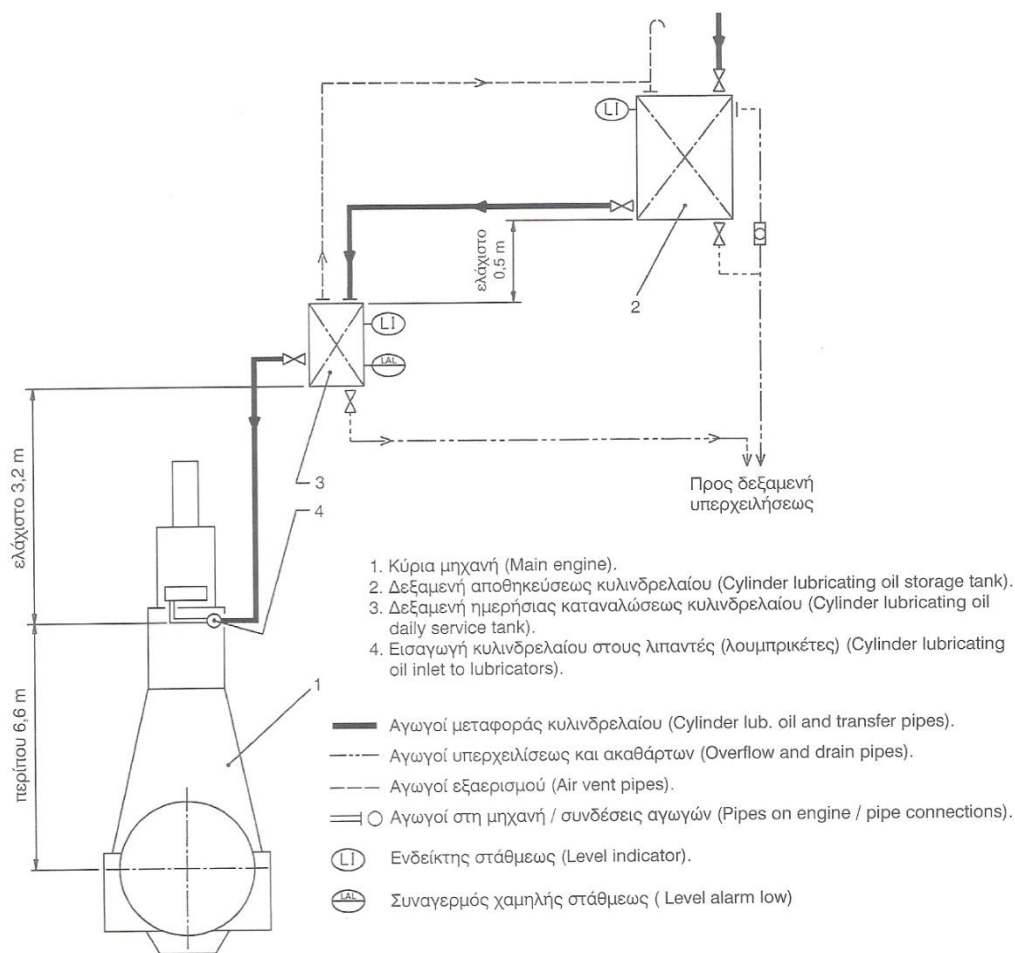
Αποστολή της λίπανσης του κυλίνδρου είναι η προστασία του χιτωνίου και του εμβόλου από φθορές. Η φθορά των χιτωνίων δημιουργείται από τα ακόλουθα.

1. Μεταλλική επαφή
2. Διάβρωση
3. Τριβή

Η μεταλλική επαφή παρουσιάζεται από έλλειψη λιπαντικής μεμβράνης. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται στην οριακή λίπανση. Η διάβρωση δημιουργείται λόγω της αναπόφευκτης υγρασίας μέσα στο καύσιμο και στον ατμοσφαιρικό αέρα. Καθώς η μάζα της υγρασίας αυτής έρχεται σε επαφή με τα ψυχόμενα τοιχώματα του χιτωνίου μερικώς υγροποιείται και επιδρούν στη σύντομη φθορά των μετάλλων από διάβρωση. Η φθορά από διάβρωση αυξάνει με την αύξηση του θείου στο καύσιμο. Τέλος φθορά από τριβή δημιουργείται από την ύπαρξη σκόνης και αιθάλης μέσα στο καύσιμο και στον αέρα καύσεως.

Ένας ακόμα παράγοντας που δημιουργεί σοβαρά προβλήματα φθοράς χιτωνίων/ εμβόλων είναι η διαφυγή (blow by) του αέρα συμπίεσεως ή των αερίων της καύσης που επηρεάζει δυσμενώς την απόδοση της μηχανής και ακόμα δημιουργεί τα παρακάτω προβλήματα. Διαφυγή του αέρα συμπίεσεως έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της τελικής πίεσης συμπίεσεως, δηλαδή μείωση της ισχύος. Μεγάλη διαφυγή θα δημιουργήσει ανεπάρκεια αέρα για την καύση του καυσίμου και αργοπορία της καύσης, πιθανώς δε ορισμένη ποσότητα καυσίμου να μην καεί. Η άκαυστη ποσότητα καυσίμου θα διαλύσει τη λιπαντική μεμβράνη και θα δημιουργήσει ένα στρώμα που σιγά-σιγά θα καίγεται ατελώς με αποτέλεσμα τη δημιουργία αιθάλης και επικαθήσεων. Διαφυγή των αερίων της καύσης θα μειώσει ακόμα περισσότερο την ισχύ της μηχανής και ακόμα θα προκαλέσει κόλλημα των ελατηρίων, καταστροφή της λιπαντικής μεμβράνης με αποτέλεσμα τη δημιουργία μεταλλικής επαφής και το χειρότερο να διαφεύγουν φλόγες (blow-torching) που εκτός

του κινδύνου πυρκαγιάς καταστρέφουν τα χιτώνια και τα έμβολα με κίνδυνο ακόμη και την θραύση τους.



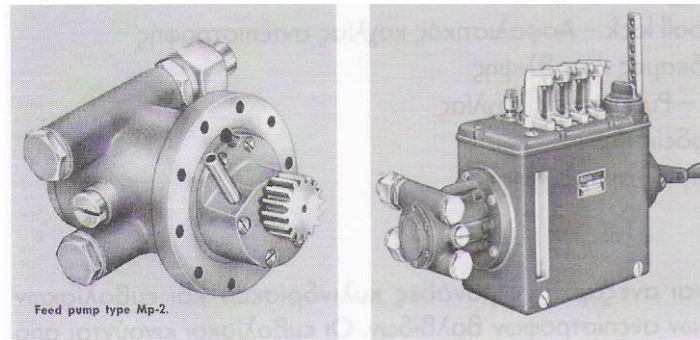
Σχήμα 3.1.1 Τυπικό σύστημα κυλινδρελαίου

3.2 Λιπαντήρες

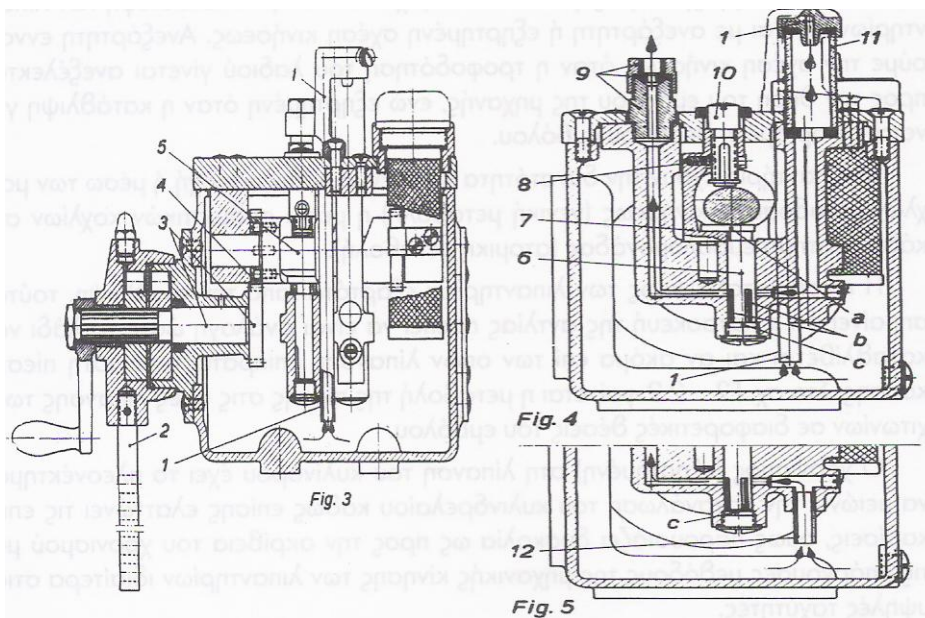
Το περισσότερο διαδεδομένο σύστημα λίπανσης των κυλίνδρων είναι με ατομικούς μηχανικούς λιπαντήρες. Ο θάλαμος των λιπαντήρων (Lubricators) πληρούται από τη δεξαμενή επιμέτρησης με συνεχή ή διακοπτόμενη ροή. Στην περίπτωση της συνεχούς ροής ο θάλαμος είναι στεγανός ενώ στην διακοπτόμενη η συμπλήρωση γίνεται με επιστόμιο από το άνω στόμιο του λιπαντήρα. Η δεξαμενή επιμέτρησης έχει χωρητικότητα για τη λειτουργία της μηχανής για τουλάχιστον μια ημέρα και έχει σκοπό να επαληθεύεται η κατανάλωση του κυλινδρελαίου κατά τον χρόνο της αναπλήρωσης.

Οι λιπαντήρες είναι μια μονάδα με εμβολοφόρες αντλίες. Η αντλία αυτή μπορεί να είναι μια για κάθε κύλινδρο, η δε διανομή προς τους κυλίνδρους γίνεται με διανομέα, ενώ το σύστημα που κατεξοχήν χρησιμοποιείται είναι μια αντλία για κάθε σωλήνα και βαλβίδα παροχής. Ο σκοπός της αντλίας είναι να διατηρεί σταθερή τη στάθμη λαδιού στο λιπαντήρα αυτομάτως χωρίς να χρειάζεται

η παρακολούθησή του από το προσωπικό. Το σύστημα μετάδοσης της κίνησης προς τους λιπαντήρες είναι μηχανικό και παίρνει ισχύ από τον εκκεντροφόρο άξονα της μηχανής, ενώ έχει χρησιμοποιηθεί και πνευματικό σύστημα. Στο άκρο του σωλήνα παροχής του κυλινδρελαίου υπάρχουν ανεπίστροφες βαλβίδες (Non-return valves ή quills) με σκοπό να μην επιτρέπουν τη διαρροή καυσαερίων στο δίκτυο του λαδιού.



Σχήμα 3.2.1 λιπαντήρας (δεξιά) με την τροφοδοτική του αντλία (αριστερά)

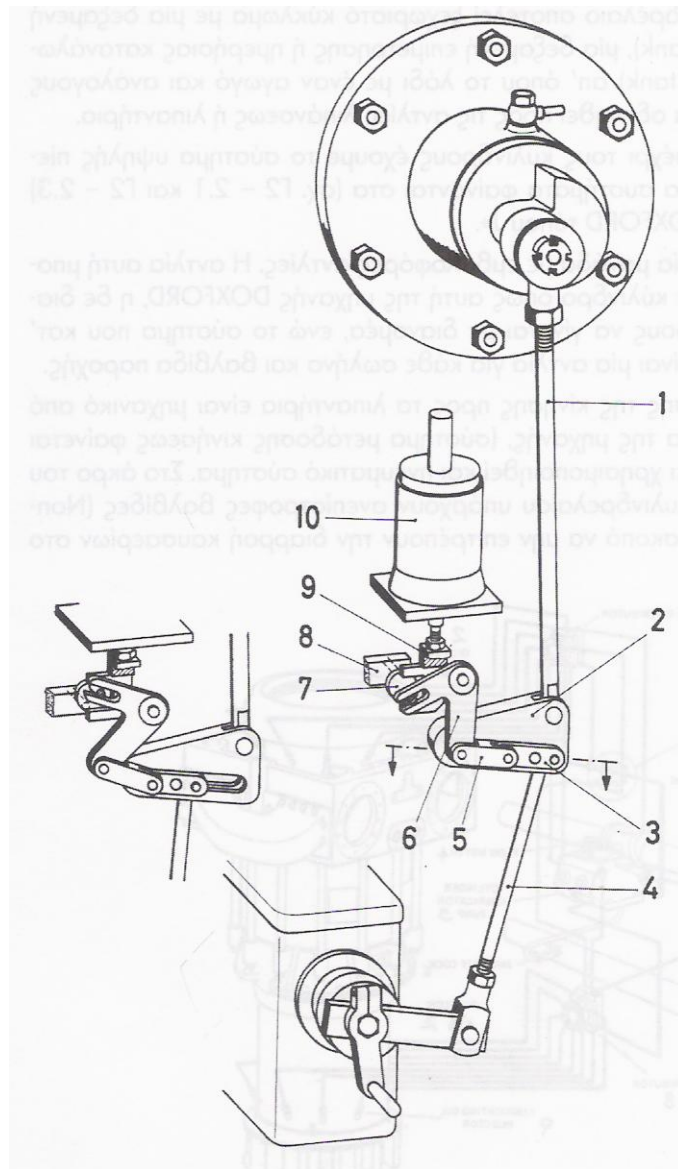


Σχήμα 3.2.2 Λιπαντήρας ASSA σε τομή (αριστερά και δεξιά)

1. Suction pipe – Σωλήνας αναρρόφησης
2. Ratchet lever – Κρικομοχλός
3. Drive shaft – Κινητήριος άξονας
4. Gear – Γρανάζι μετάδοσης κινήσεως
5. Pump shaft – Εκκεντροφόρος αξονίσκος
6. Plunger – Εμβολίσκος
7. Lifter – Ανορθωτήρας
8. Automatic tension ball lock – Ασφαλιστικός κοχλίας ανεπιστροφής
9. Outlet fitting – Σύνδεσμος κατάθλιψης
10. Adjustment screw – Ρυθμιστικός κοχλίας
11. Sight glass – Υαλοδείκτης
12. Intake pipe – Σωλήνας αναρρόφησης

Οι λιπαντήρες είναι ανεξάρτητες μονάδες κυλινδρίσκων και εμβολίσκων όσος και ο αριθμός των ανεπίστροφων βαλβίδων. Οι εμβολίσκοι κινούνται από έναν μικρό εκκεντροφόρο άξονα (Σχήμα 3.2.2). Η κίνηση του εκκεντροφόρου των λιπαντήρων γίνεται από τον στροφαλοφόρο ή τον εκκεντροφόρο άξονα της μηχανής μέσω μηχανισμού.

Ένας τέτοιος μηχανισμός φαίνεται στο σχήμα 3.2.3. Η κατάθλιψη των λιπαντήρων γίνεται με εξαρτημένη ή ανεξάρτητη σχέση κινήσεως. Ανεξάρτητη εννοούμε την σχέση κινήσεως όταν η τροφοδότηση του λαδιού γίνεται ανεξέλεγκτα ως προς την θέση του εμβόλου της μηχανής, ενώ εξαρτημένη όταν η κατάθλιψη γίνεται σε ορισμένη θέση του εμβόλου. Ο χρονισμός (εξαρτημένη) στη λίπανση του κυλίνδρου έχει το πλεονέκτημα να μειώνει την κατανάλωση του κυλινδρελαίου καθώς επίσης ελαττώνει τις επικαθήσεις, όμως παρουσιάζει δυσκολία ως προς την ακρίβεια του χρονισμού με τις υπάρχουσες μεθόδους της μηχανικής κίνησης των λιπαντήρων ιδιαίτερα στις υψηλές ταχύτητες.



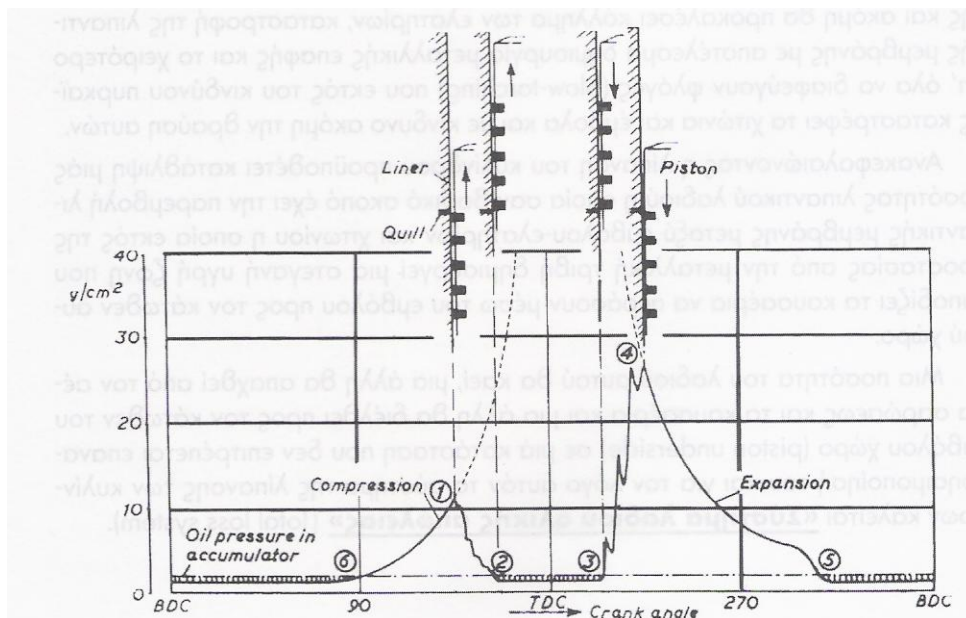
Σχήμα 3.2.3 Σύστημα μεταδόσεως κινήσεως προς τις αντλίες λιπάνσεως των κυλίνδρων

Οι λιπαντήρες έχουν την δυνατότητα να ελέγχουν την παροχή, είτε μέσω των μοχλών μεταδόσεως κινήσεως (γενική μεταβολή), είτε μέσω ρυθμιστικών κοχλιών σε κάθε σύστημα εμβολομονάδας (ατομική μεταβολή). Η πίεση καταθλίψεως των λιπαντήρων εξαρτάται από την αντίθλιψη, αυτό σημαίνει ότι η κατασκευή της αντλίας πρέπει να είναι ανάλογη ώστε το λάδι να καταθλίβεται και αν ακόμα επί των οπών λίπανσης επικρατεί η μέγιστη πίεση καύσης.

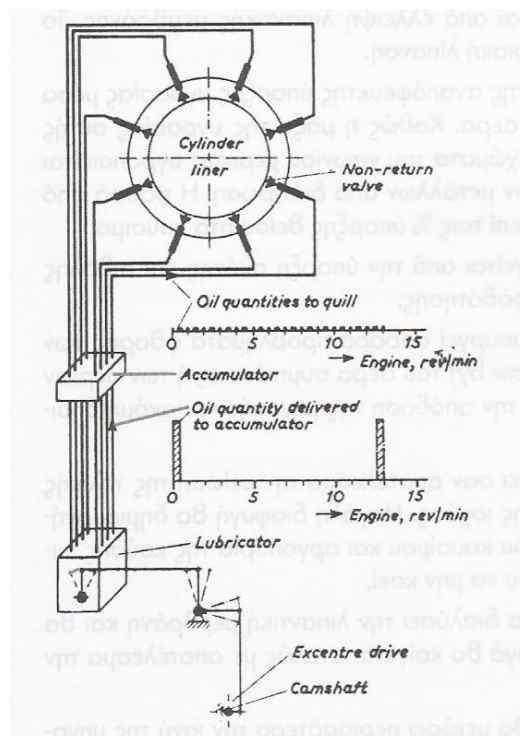
Το σύστημα λίπανσης κυλίνδρων με συσσωρευτή αποτελείται από μια αντλία η οποία αναρροφά από έναν ενιαίο λιπαντήρα και καταθλίβει σε ένα συσσωρευτή (accumulator). Σκοπός του συσσωρευτή είναι να διατηρεί επάρκεια λιπαντελαίου υπό πίεση. Η κατάθλιψη του λιπαντελαίου στον κύλινδρο επιτυγχάνεται λόγω διαφοράς πιέσεων χωρίς την παρεμβολή μηχανικής ενέργειας, δηλαδή μόλις η πίεση σε έναν κύλινδρο πέσει κάτω από την πίεση της

παροχής της αντλίας, λάδι θα εκρεύσει μέσα στον κύλινδρο. Στο σχήμα 3.2.4 φαίνεται η μεταβολή της πίεσης στις οπές λίπανσης των χιτωνίων σε διαφορετικές θέσεις του εμβόλου.

Τελευταία εφαρμόστηκε από ορισμένους κατασκευαστές η μέθοδος με ενιαίο συσσωρευτή λίπανσης οπότε το λάδι καταθλίβεται μόνο εφόσον η πίεση των αερίων στις οπές πέσει κάτω από την πίεση παροχής της αντλίας.



Σχήμα 3.2.4 Μεταβολή της αντίθλιψης στην οπή λίπανσης των κυλίνδρων σε μία πλήρη περιστροφή του στροφάλου σύγχρονου συστήματος με συσσωρευτή



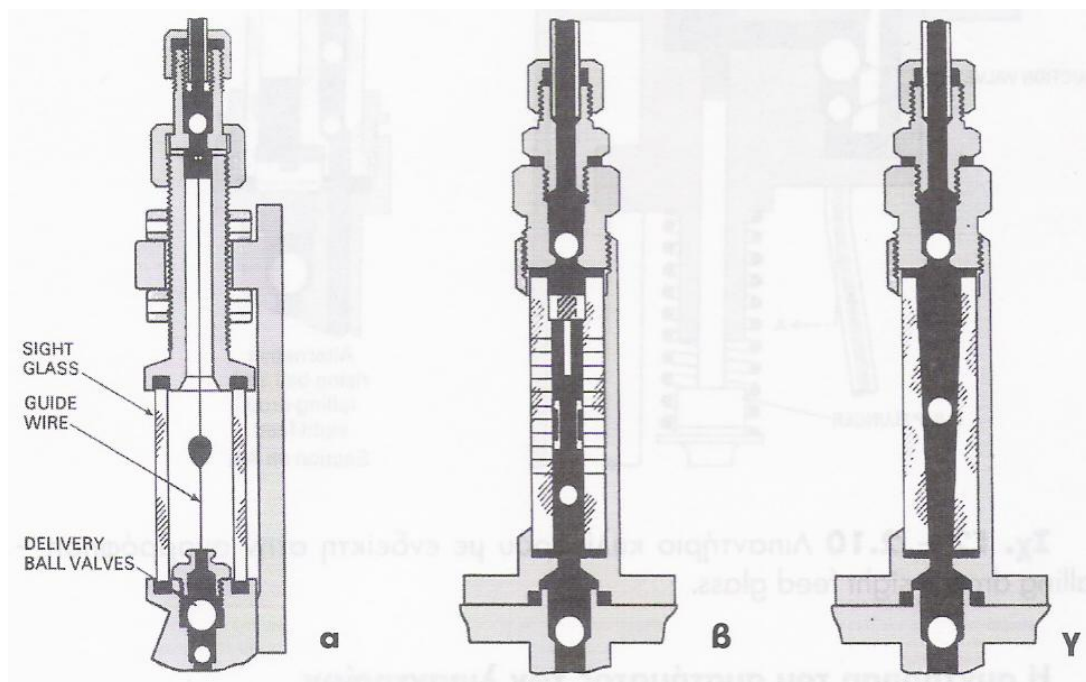
Σχήμα 3.2.5 σύστημα λιπάνσεως κυλίνδρων με συσσωρευτή (χωρίς μηχανική κίνηση ως προς την κατάθλιψη του λαδιού) μηχανής SULZER τύπου RND-M

Για τον έλεγχο ομαλής λειτουργίας και την αποφυγή εκτεταμένων φθορών στον κύλινδρο, κάθε λιπαντήρας είναι εφοδιασμένος με κατάλληλο ενδείκτη ροής (sight feed glass) που επιτρέπει στο προσωπικό τον διαρκή οπτικό έλεγχο της ροής του λιπαντελαίου από αυτόν.

Στον ενδείκτη ροής στην κατάθλιψη με ανερχόμενη ροή (rising drop), ο ενδείκτης ροής είναι πλήρης με ένα διαφανές υγρό που έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από το λάδι. Το υγρό αυτό μπορεί να είναι αποσταγμένο νερό (για straight mineral oil) ή μίγμα αποσταγμένου νερού και γλυκερίνης. Το μίγμα νερού και γλυκερίνης μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για ορισμένα βελτιωμένα λιπαντικά μόνο. Για λιπαντικά με διασκορπιστικά χημικά πρόσθετα το μίγμα νερού-γλυκερίνης θεωρείται ακατάλληλο, στην περίπτωση αυτή δεν χρησιμοποιείται καθόλου ενδεικτικό υγρό οπότε ο ενδεικτικός γυάλινος σωλήνας είναι γεμάτος με λάδι.

Οι λιπαντήρες με ενδεικτικό υγρό έχουν στο κέντρο κατακόρυφα ένα λεπτό σύρμα με σκοπό να οδηγεί τις σταγόνες κατευθείαν προς την κατάθλιψη χωρίς να θολώνει τον ενδείκτη (Σχήμα 3.2.6α).

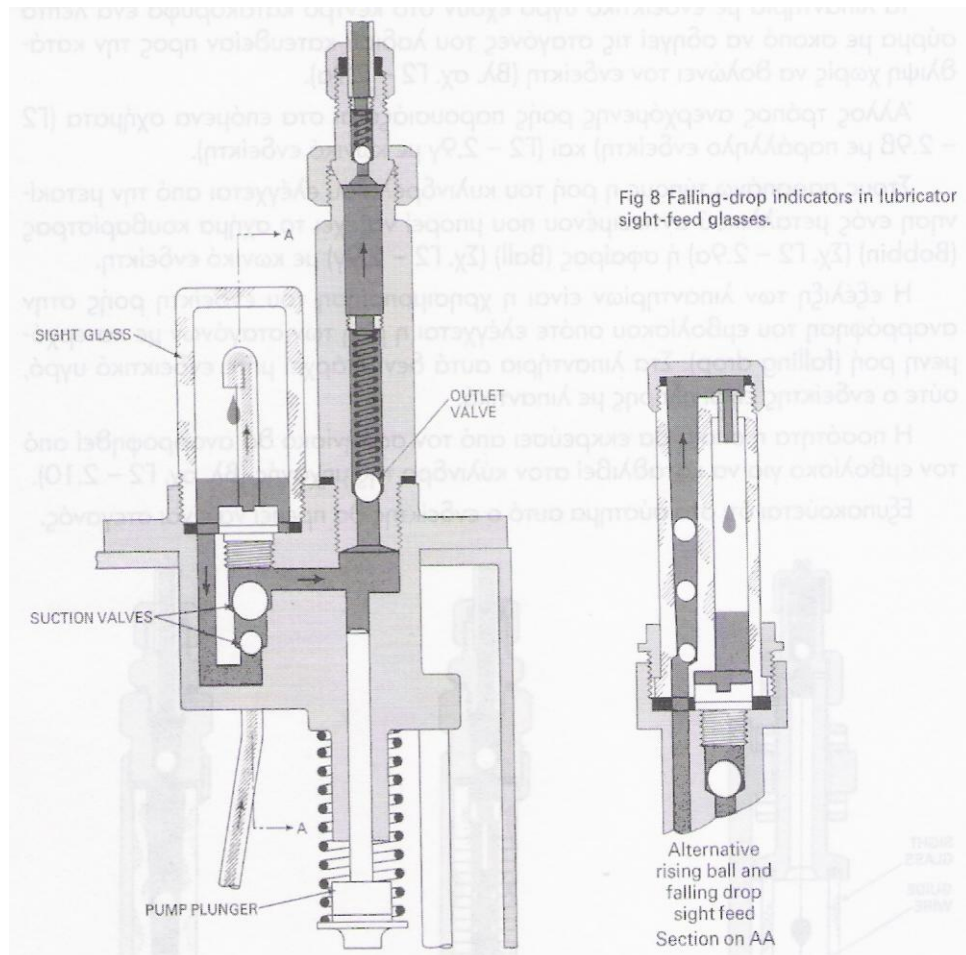
Άλλοι τρόποι ανερχόμενης ροής είναι με παράλληλο ενδείκτη (Σχήμα 3.2.6β) και με κωνικό ενδείκτη (Σχήμα 3.2.6γ). Στους παραπάνω τύπους η ροή του κυλινδρελαίου ελέγχεται από την μετακίνηση ενός μεταλλικού αντικειμένου που μπορεί να έχει το σχήμα κουβαρίστρας (Bobbin), στον παράλληλο ενδείκτη, ή σφαίρας (Ball) στον κωνικό ενδείκτη.



Σχήμα 3.2.6 Ενδείκτες ροής λιπαντήρων κυλινδρελαίου (sight-feed glass)

- α) Με ανερχόμενη ροή-Rising drop β) Με παράλληλο ενδείκτη-parallel sight bobbing γ) Με κωνικό ενδείκτη-tapered sight-feed glass (ball)

Η εξέλιξη των λιπαντήρων είναι η χρησιμοποίηση του ενδείκτη ροής στην αναρρόφηση του εμβολίσκου οπότε ελέγχεται η ροή των σταγόνων με κατερχόμενη ροή (falling drop). Στους λιπαντήρες αυτούς δεν υπάρχει ούτε ενδεικτικό υγρό, ούτε ο ενδείκτης είναι πλήρης με λιπαντικό. Η ποσότητα η οποία θα εκρεύσει από τον σωληνίσκο θα αναρροφηθεί από τον εμβολίσκο για να καταθλιβεί στον κύλινδρο της μηχανής (Σχήμα 3.2.7). Εξυπακούεται ότι στο σύστημα αυτό ο ενδείκτης θα πρέπει να είναι στεγανός.



Σχήμα 3.2.7 Λιπαντήρας κύλινδρου με ενδείκτη στην αναρρόφηση (falling drop-sight feed glass)

Σημαντική για τη σωστή λειτουργία του λιπαντήρα είναι η άρτια συντήρησή του. Σε τακτά χρονικά διαστήματα πρέπει να εκκενώνονται οι λιπαντήρες από το περιεχόμενό τους και να καθαρίζεται ο πυθμένας με υγρό καθαρισμού ή ειδικό λιπαντικό. Να ελέγχονται τα φίλτρα, σωληνώσεις, βαλβίδες και να καθαρίζονται με προβολή πεπιεσμένου αέρα.

3.3 Σύγχρονα συστήματα

Μία από τις κρισιμότερες παραμέτρους στην λειτουργία των αργόστροφων ναυτικών μηχανών εσωτερικής καύσης είναι η ποσότητα του λιπαντικού που ψεκάζεται στον κύλινδρο. Η λίπανση του κυλίνδρου είναι συνήθως οριακή, δηλαδή το πάχος της λιπαντικής μεμβράνης δεν επιτρέπει τον μόνιμο διαχωρισμό μεταξύ των τριβομένων επιφανειών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τον άμεσο κίνδυνο, σε περίπτωση που η ποσότητα του λιπαντικού δεν είναι επαρκής, να σπάσει η λιπαντική μεμβράνη και να δημιουργηθεί μεταλλική επαφή. Επίσης ο καθαρισμός του χιτωνίου από υπολείμματα άνθρακα και θείου δεν θα είναι επαρκής, με αποτέλεσμα τη διάβρωση και τη συσσώρευση τέφρας στο χιτώνιο. Στον αντίποδα η υπερβολική κατανάλωση κυλινδρελαίου, πέρα από την οικονομική επιβάρυνση, θα επιφέρει και αύξηση των εκπεμπόμενων ρύπων της μηχανής. Το τελευταίο μάλιστα αποτελεί μείζον πρόβλημα της σύγχρονης ναυτιλίας.

Όλοι οι κατασκευαστές αργόστροφων ναυτικών μηχανών έχουν αναπτύξει σύγχρονα συστήματα ψεκασμού, τα οποία έχουν ως απαίτηση τη μείωση της κατανάλωσης του κυλινδρελαίου σε όσο το δυνατόν μικρότερες τιμές. Η φιλανδική κατασκευάστρια εταιρεία WÄRTSILÄ, για περισσότερο από 2 δεκαετίες, είχε ως πρότυπο σύστημα ελέγχου δοσολογίας κυλινδρελαίου το CLU-3. Το σύστημα αυτό είχε αναπτυχθεί σε συνεργασία με την γερμανική εταιρεία Vogel (σήμερα SKF).

Το CLU-3 αποτελείται από μία σύνθετη μονάδα για κάθε κύλινδρο ξεχωριστά. Η αντλία παίρνει κίνηση από ένα ενσωματωμένο ηλεκτρικό κινητήρα. Ένας συσσωρευτής τροφοδοτεί τους ψεκαστήρες κρατώντας την πίεση της γραμμής (υψηλή πίεση) σταθερή. Ένας προοδευτικός διανομέας διανέμει το λάδι ισομερώς σε όλους τους ψεκαστήρες, οι οποίοι βρίσκονται στο άνω τρίτο του κυλίνδρου. Το CLU-3 απελευθερώνει μία ποσότητα σε κάθε κύκλο λειτουργίας της μηχανής, όμως λόγω της ύπαρξης του συσσωρευτή οι ψεκασμοί είναι ανεξάρτητοι της θέσεως του εμβόλου. Ο ρυθμός ψεκασμού ελέγχεται από την ταχύτητα περιστροφής του ηλεκτρικού κινητήρα, η οποία μεταβάλλεται ανάλογα με τις ρυθμίσεις. Το CLU-3 ήταν ένα πολύ απλό και αξιόπιστο σύστημα. Οι απαιτήσεις του όμως ήταν μία ποσότητα κυλινδρελαίου της τάξεως του 1-1,6 g/KWH.

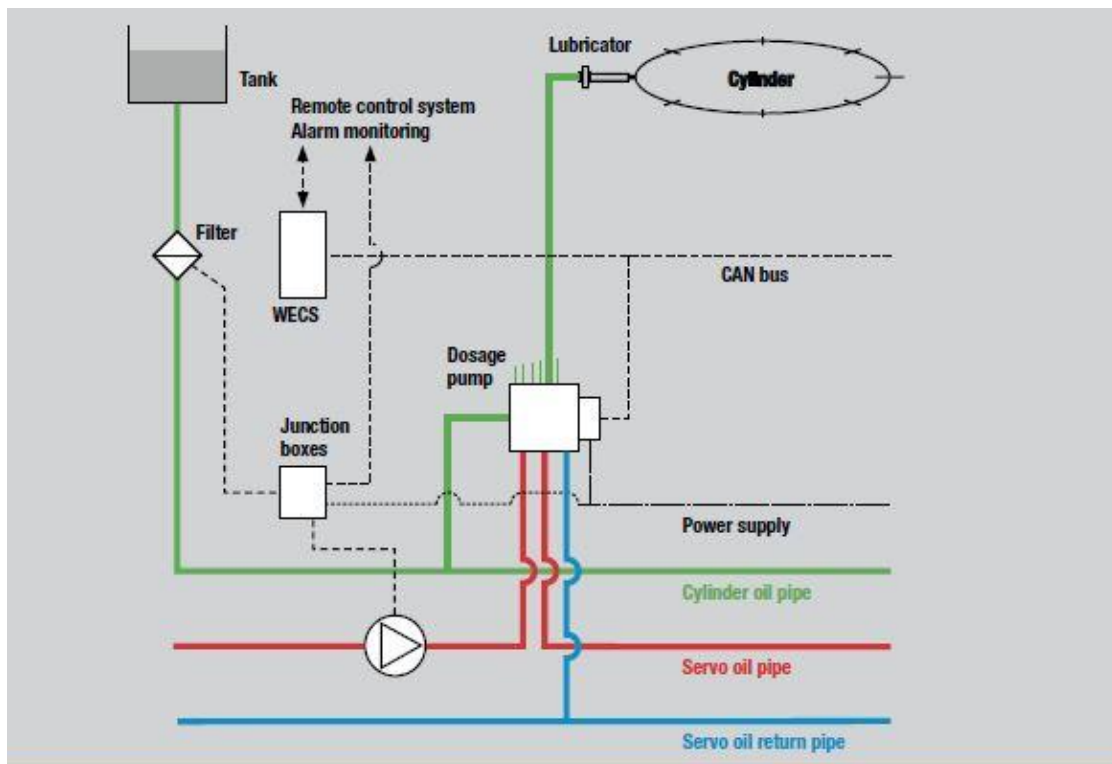
Οι καταναλώσεις αυτές δεν θα ήταν καθόλου ανταγωνιστικές στην σύγχρονη αγορά, λόγω της συνεχούς αύξησης των τιμών των λιπαντικών και των νέων κανονισμών περιορισμού των εκπομπών καυσαερίων στα πλοία. Η WÄRTSILÄ λοιπόν βρέθηκε στην ανάγκη της δημιουργίας ενός διαδόχου συστήματος για το CLU-3. Το νέο σύστημα έπρεπε να μπορεί να εξυπηρετήσει τόσο την νέα ηλεκτρονικά ελεγχόμενη μηχανή Wärtsilä RT-flex όσο και την συμβατική Wärtsilä RTA, πάντα όμως με γνώμονα την μείωση της κατανάλωσης του κυλινδρελαίου.

Το PLS (Pulse Lubricating System-Παλμικό Σύστημα λίπανσης), (Σχήμα 3.3.1), ήταν το νέο σύστημα ψεκασμού κυλινδρελαίου της φιλανδικής εταιρίας. Η αρχή της παλμικής λίπανσης είναι η παράδοση τελειότερα μετρημένων ποσοτήτων ακριβώς στην περιφέρεια του δακτυλίου του εμβόλου και την ποδιά του. Η αναβάθμιση του συστήματος βασίζεται σε μια μονάδα λίπανσης για κάθε κύλινδρο, με ενσωματωμένο ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου. Η κατανάλωση που απαιτεί το νέο σύστημα δεν ξεπερνάει τα 0,8 g/KWH. Η μείωση αυτή οφείλεται στην βελτιωμένη διανομή του λαδιού στα ελατήρια του εμβόλου και τον καλύτερο χρονισμό εγχύσεως. Τα οφέλη του παλμικού συστήματος είναι τα ακόλουθα.

- Μείωση του ρυθμού ψεκασμού και συνεπώς μείωση του κόστους λειτουργίας της μηχανής.
- Ακριβέστερος χρονισμός ψεκασμού του λιπαντικού στην επιφάνεια του χιτωνίου.
- Ακριβέστερα μετρημένες ποσότητες λιπαντικού.
- Βελτιωμένη κατανομή του κυλινδρελαίου στην επιφάνεια του χιτωνίου

Τα κύρια μέρη του PLS είναι τα εξής.

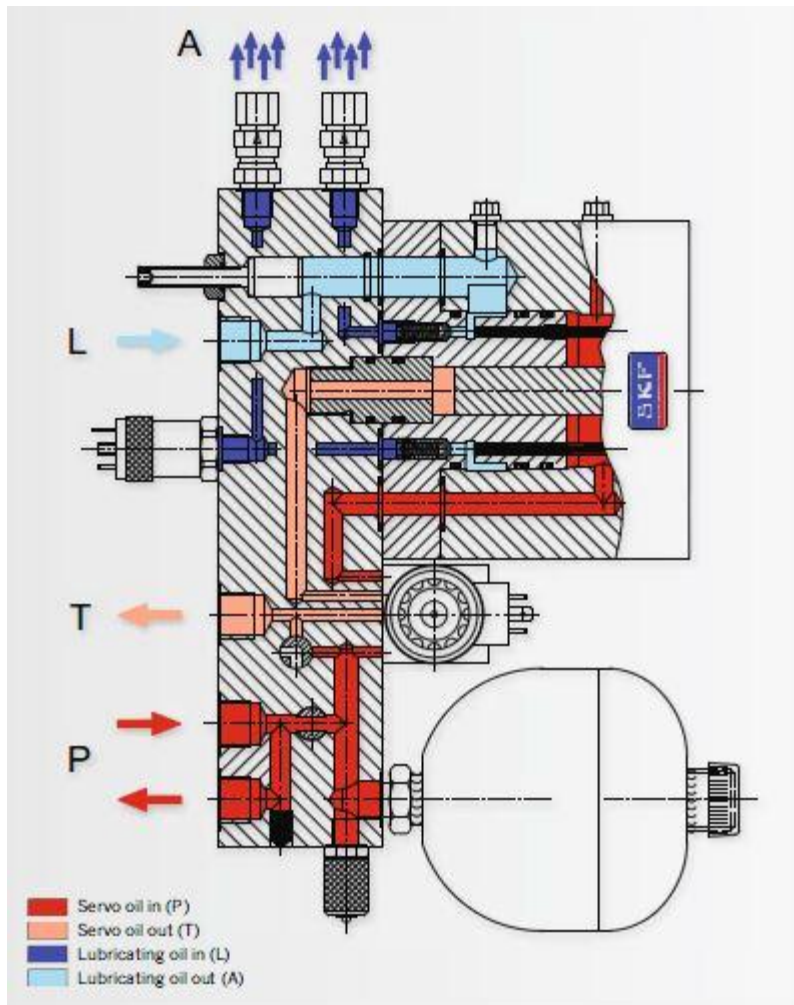
- Παλμικός λιπαντήρας που αποτελείται από μία αντλία δοσολογίας με ηλεκτρονικό χρονισμό.
- Προφύσια, 6 με 8 γύρω από το χιτώνιο.
- Φίλτρο και σύστημα μετρήσεως.
- Μονάδα μείωσης της πίεσης (για RT-flex μηχανές).
- Σύστημα ελέγχου.
- Δύο αισθητήρες θέσεως του στροφάλου, εκ των οποίων ο ένας είναι εφεδρικός.



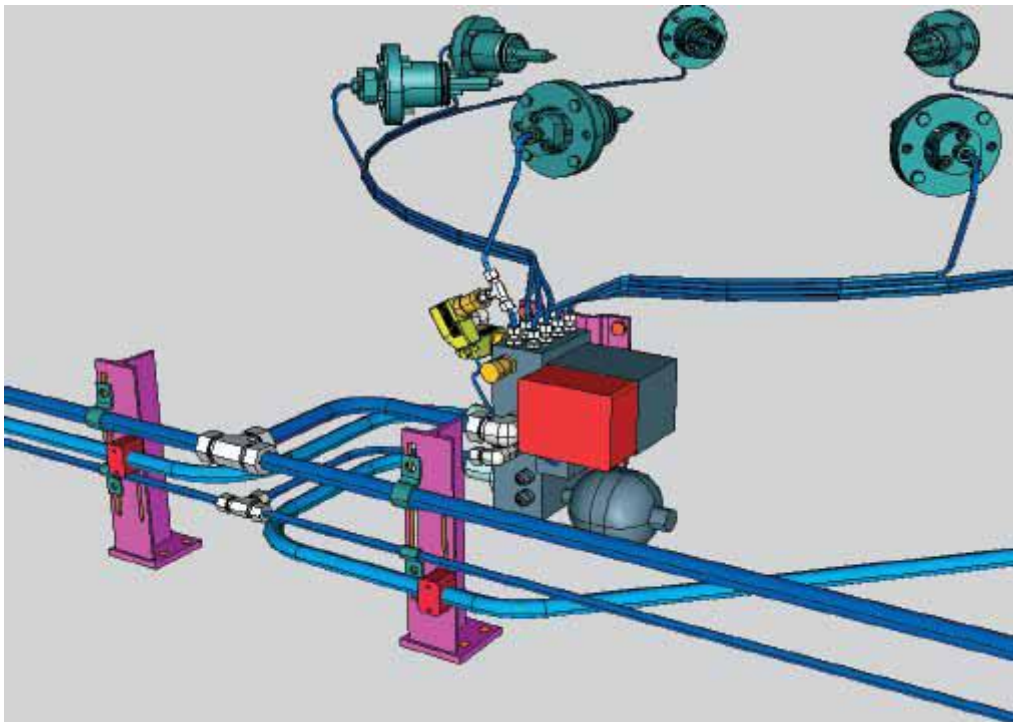
Σχήμα 3.3.1 Σύστημα Παλμικής Λίπανσης (PLS)

Το CLU-4 (Σχήμα 3.3.2) λοιπόν, είναι μια εμβολοφόρα υδραυλική αντλία θετικής εκτοπίσεως, με έναν αριθμό εξόδων του κυλινδρελαίου από την κατάθλιψη προς τον κύλινδρο, ο οποίος είναι ίσος με τον αριθμό των προφύσιων σε κάθε κύλινδρο (6 έως 8). Το έμβολο της αντλίας οδηγείται από έναν υδραυλικό μηχανισμό που πιέζει σε αυτό λάδι με πίεση στα 50 bar. Όταν η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ενεργοποιείται, το έμβολο καταθλίβει στα προφύσια μια προκαθορισμένη ποσότητα λιπαντικού με πίεση. Μόλις απενεργοποιηθεί, το έμβολο επιστρέφει στην αρχική του θέση και σταματάει να καταθλίβει. Ο θάλαμος του κυλινδρελαίου ξαναγεμίζει, με τη δύναμη της βαρύτητας, από τη δεξαμενή ημερησίας χρήσεως και η αντλία περιμένει σε ετοιμότητα τον επόμενο κύκλο λειτουργίας.

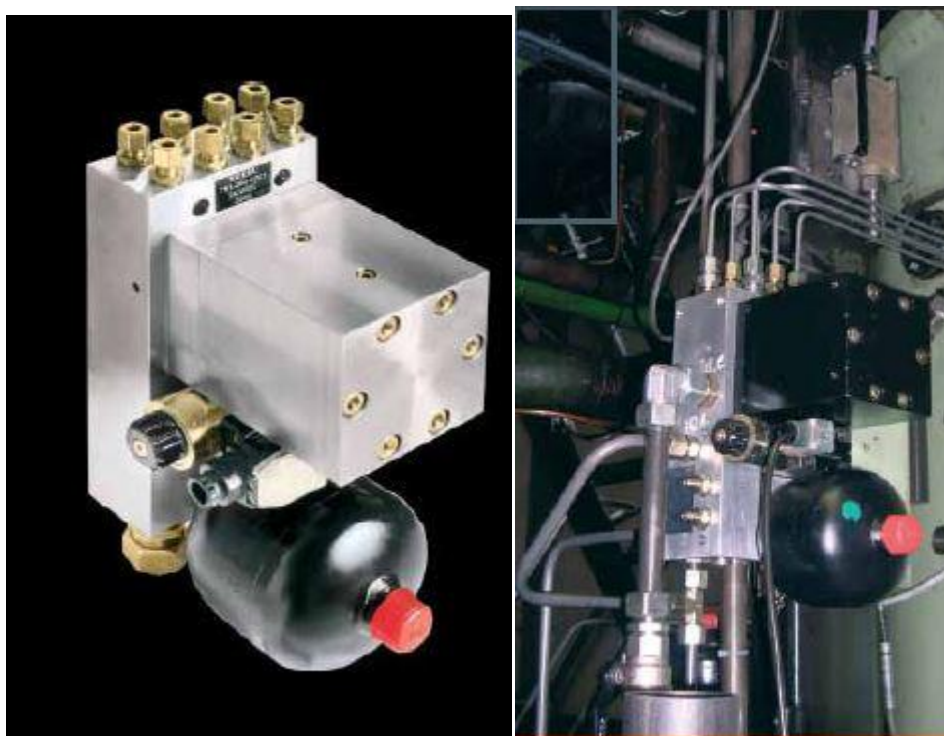
Όπως προαναφέρθηκε η ποσότητα του κυλινδρελαίου που παρέχεται σε κάθε προφύσιο, με κάθε διαδρομή της αντλίας είναι προκαθορισμένη. Το σύστημα ελέγχου μετρά συνεχώς το φορτίο της μηχανής, την ταχύτητα και τη θέση του στροφάλου και υπολογίζει την συχνότητα εγχύσεως. Η μέγιστη συχνότητα είναι μια έγχυση σε κάθε κύκλο λειτουργίας της μηχανής. Η έγχυση του κυλινδρελαίου γίνεται πάντα κατά τη συμπίεση.



Σχήμα 3.3.2 Αντλία CLU-4



Σχήμα 3.3.3 Γενική διάταξη Συστήματος Παλμικής Λίπανσης (PLS)



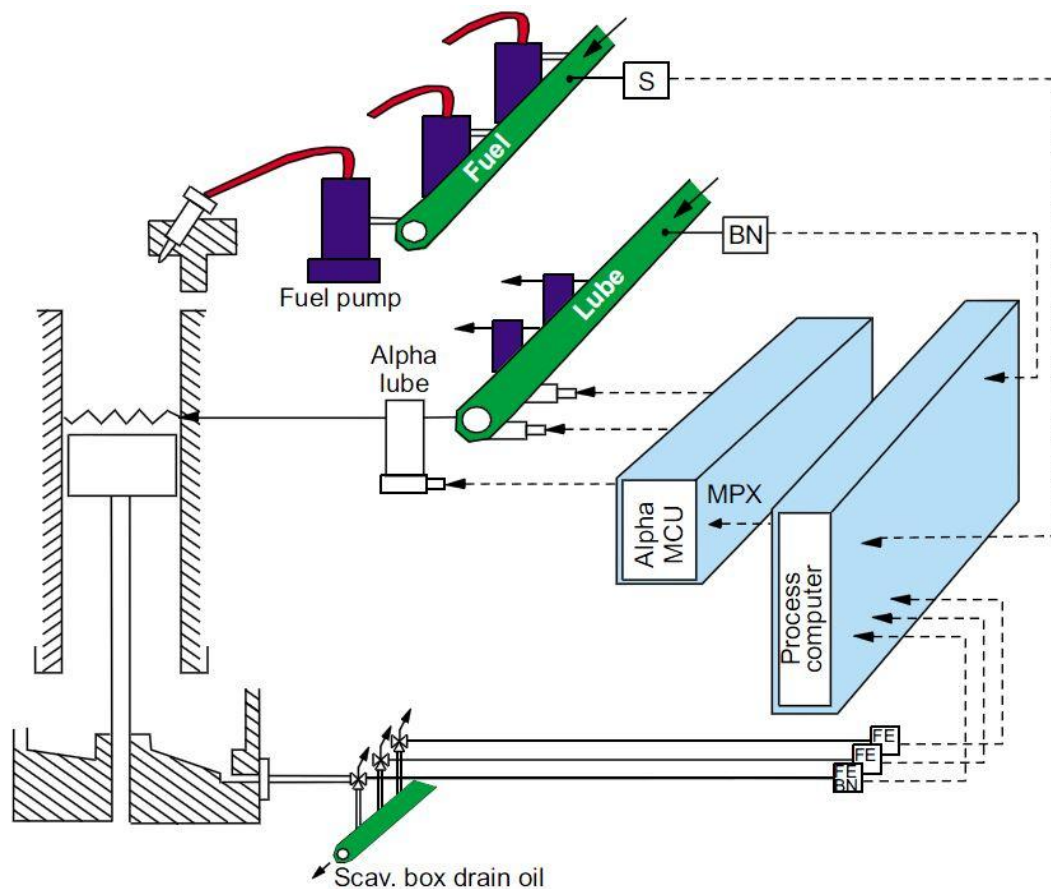
Σχήμα 3.3.4 Λιπαντήρας (PLS) αριστερά, πάνω στη μηχανή δεξιά

Όπως η WÄRTSILÄ έτσι και η γερμανοδανέζικη MAN B&W, σε συνεργασία με την ALPHA LUBRICATORS, έχει αναπτύξει το δικό της σύστημα λίπανσης κυλίνδρου. Το Alpha ACC είναι ένα σύστημα το οποίο βασίζεται σε έναν αλγόριθμο, ο οποίος ελέγχει την συχνότητα και την ποσότητα ψεκασμού του λιπαντικού. Η ποσότητα του κυλινδρελαίου που καταθλίβεται στον κύλινδρο ρυθμίζεται σύμφωνα με την ποσότητα του θείου που εισάγεται στον κύλινδρο με το πετρέλαιο, καθώς και σύμφωνα με το φορτίο της μηχανής. Η αρχή λειτουργίας του Alpha ACC βασίζεται λοιπόν σε δύο παράγοντες που ρυθμίζουν την παροχή.

- Η παροχή κυλινδρελαίου είναι ανάλογη του ποσοστού του θείου που υπάρχει στο πετρέλαιο.
- Η παροχή του κυλινδρελαίου είναι ανάλογη του φορτίου της μηχανής.

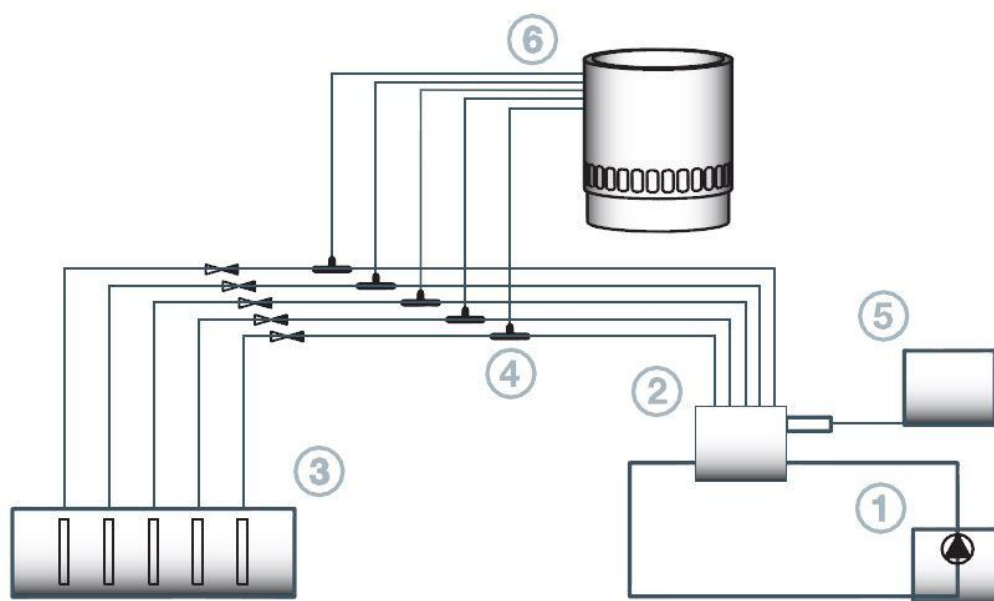
Το σύστημα λαμβάνει συνεχώς δείγμα από το χρησιμοποιημένο λάδι, το οποίο διαρρέει από τον κάθε κύλινδρο. Το λάδι αυτό αναλύεται και δίνει κάποια δεδομένα για την φθορά του κυλίνδρου. Ένας κεντρικός υπολογιστής λαμβάνει όλα τα δεδομένα της φθοράς του κυλίνδρου, του φορτίου της μηχανής, της ποιότητας του κυλινδρελαίου, την περιεκτικότητα σε θείο του πετρελαίου και της δοσολογίας του λιπαντικού. Έτσι δημιουργείται ένας αλγόριθμος. Με τον αλγόριθμο αυτόν ο υπολογιστής υπολογίζει αυτόματα την δοσολογία που χρειάζεται, ώστε να επιτευχθεί η μικρότερη δυνατή κατανάλωση χωρίς να σπάσει η λιπαντική μεμβράνη, ή να μειωθεί η απορρυπαντική και αντιδιαβρωτική δυνατότητα του λιπαντικού. Στη συνέχεια στέλνει σήμα σε όλους τους λιπαντές. Την περιεκτικότητα του πετρελαίου σε θείο μπορούμε να

την εισάγουμε στον υπολογιστή, από την ανάλυσή του, ή σε ένα εξελεγμένο σύστημα να παίρνουμε ένα συνεχές δείγμα πριν τις αντλίες πετρελαίου, το οποίο θα αναλύει συνεχώς ο υπολογιστής και θα προσαρμόζει τη δοσολογία αναλόγως (Σχέδιο 3.3.3).

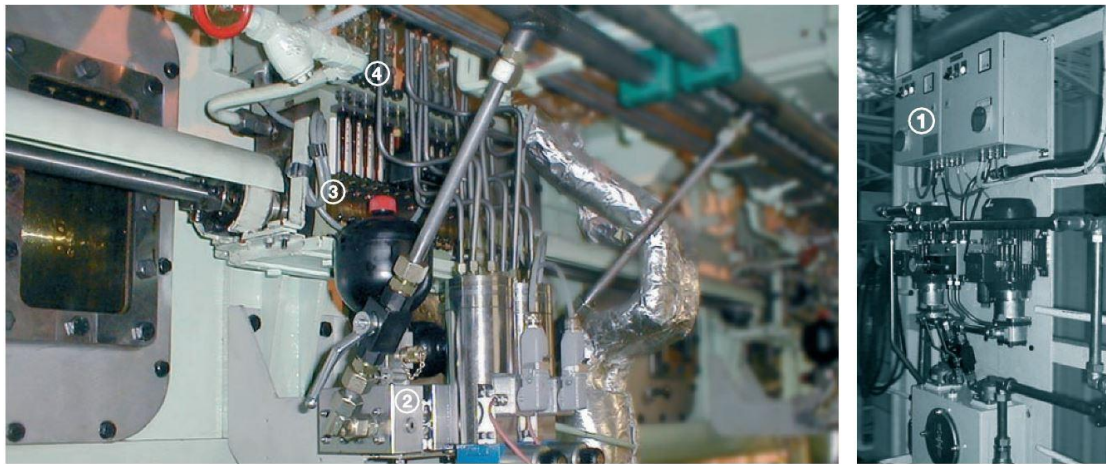


Σχήμα 3.3.5 Alpha ACC με αυτόματο έλεγχο θείου

Ενώ στα σχήματα 3.3.5 και 3.3.6 φαίνεται το σχεδιάγραμμα της εγκατάστασης.



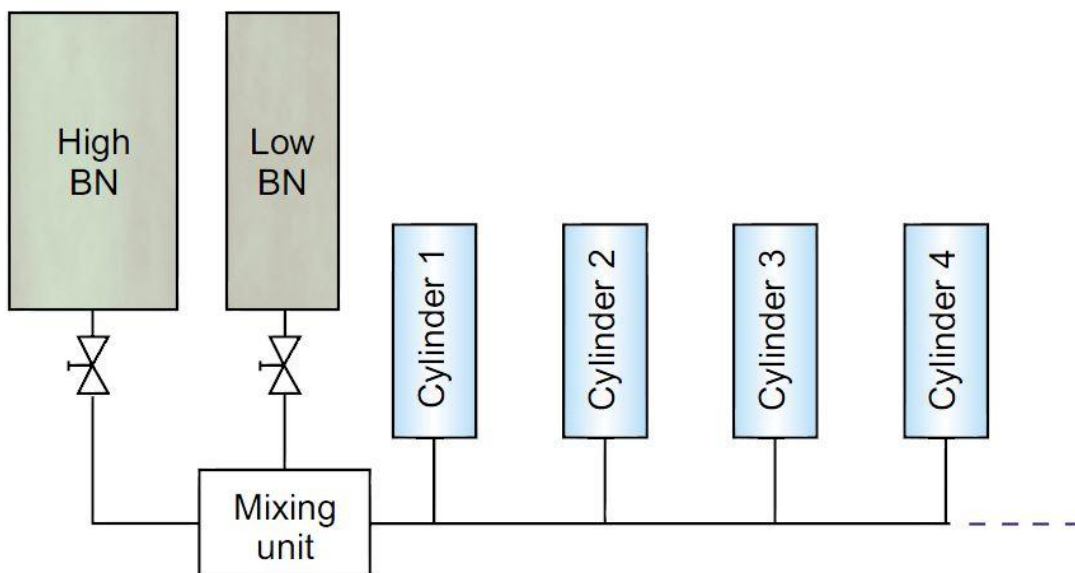
Σχήμα 3.3.6 Σχεδιάγραμμα εγκατάστασης Alpha ACC



Σχήμα 3.3.7 Εγκατάσταση Alpha ACC

- 1) Αντλία
- 2) Alpha lubricator
- 3) Υπάρχων λιπαντήρας
- 4) Ένωση γραμμών
- 5) Ανεπίστροφες βαλβίδες

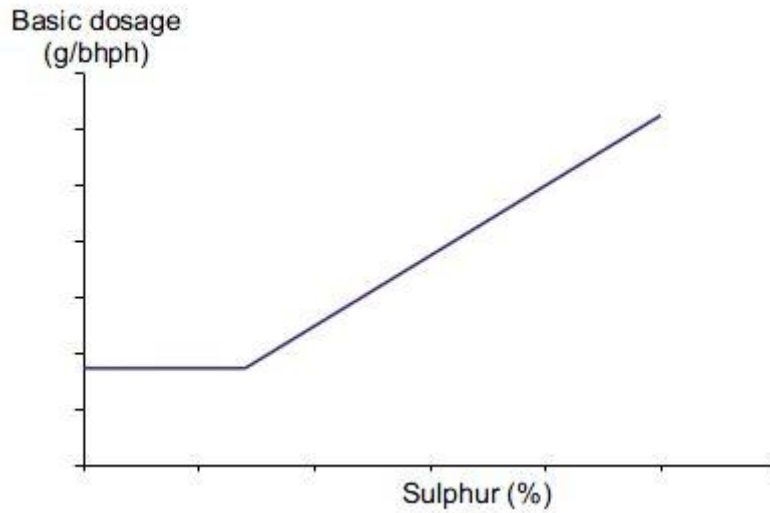
Ένα αρκετά εξελιγμένο σύστημα της Alpha Lubricators χρησιμοποιεί τη μίξη δύο διαφορετικών ποιοτήτων κυλινδρελαίου, στα οποία διαφέρει ο βαθμός αλκαλικότητας, για μεγαλύτερη βελτιστοποίηση των δυνατοτήτων. (Σχήμα 3.3.8)



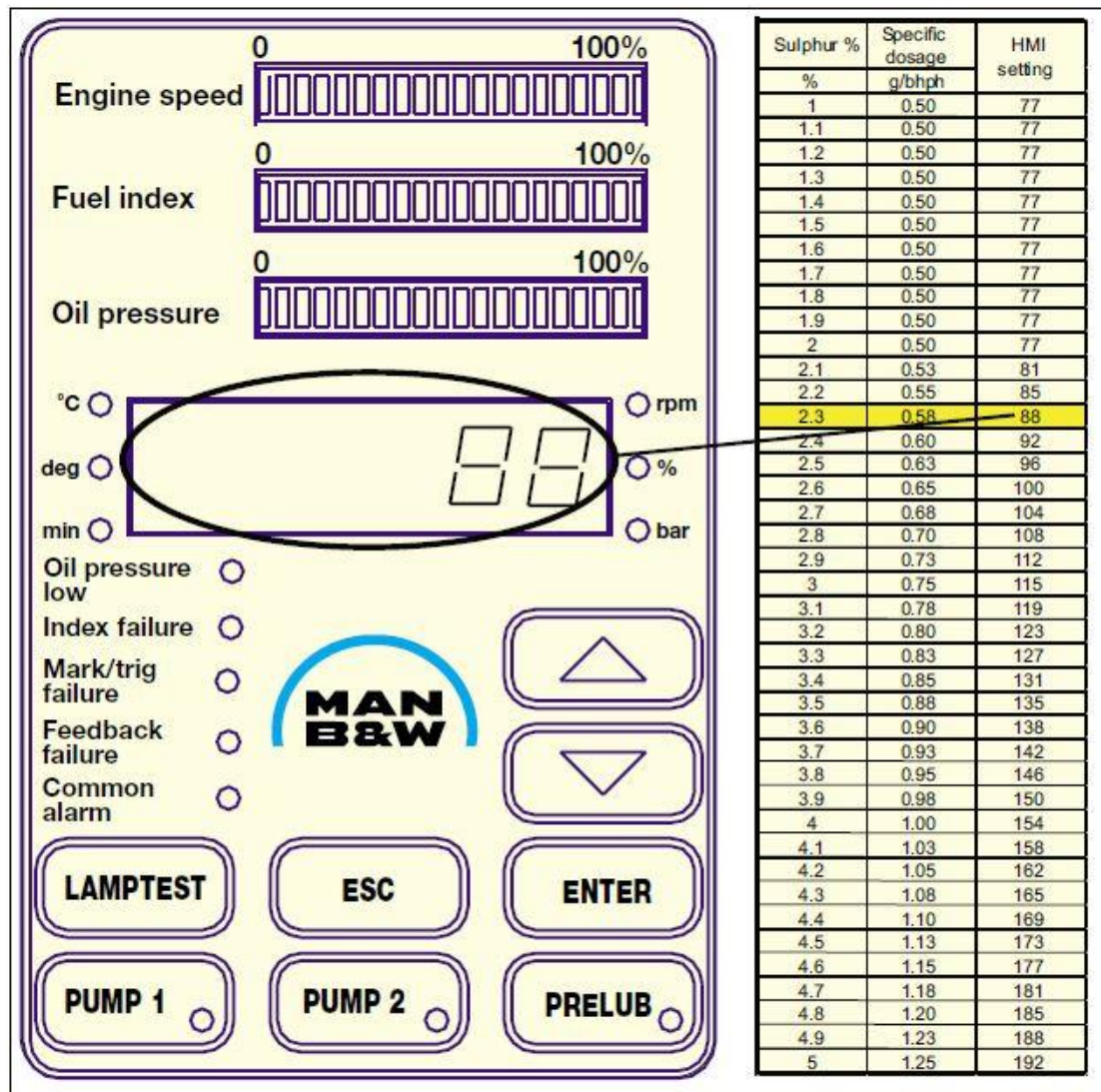
Σχήμα 3.3.8 Μίξη διαφορετικών ποιοτήτων κυλινδρελαίου

Για πετρέλαια με περιεκτικότητα σε θείο έως 2% παρατηρούμε την ελάχιστη κατανάλωση λιπαντικού (0.5 g/bhph). Για μεγαλύτερες αναλογίες θείου παρατίθεται το διάγραμμα στο σχήμα 3.3.8, όπου η αναλογία κυλινδρελαίου αυξάνεται προοδευτικά με την αύξηση της αναλογίας του θείου. Στα πλοία που δεν υπάρχει η αυτόματη ανάλυση του πετρελαίου το πλήρωμα εισάγει στον υπολογιστή το αποκαλούμενο HMI-setting, το οποίο βασίζεται στο ποσοστό της περιεκτικότητας

σε θείο του πετρελαίου (Σχήμα 3.3.9). Σε κάθε αλλαγή της ποιότητας του καυσίμου γίνεται νέα καταχώριση.



Σχήμα 3.3.8 Αύξηση δΟΣΟΛΟΓΙΑΣ κυλινδρελαίου σε συνάρτηση με την περιεκτικότητα θείου.



Σχήμα 3.3.9 Αλγόριθμος θείου στο Alpha Lubricator System.

Η Alpha Lubricator εξέλιξε το υπάρχον μηχανικό σύστημα έγχυσης λιπαντικού στον κύλινδρο.

Οι κυριότερες αλλαγές που εισήγαγε στο σύστημα είναι οι εξής.

- Υψηλή πίεση εγχύσεως ακριβώς πάνω στα ελατήρια του εμβόλου.
- Ηλεκτρονικά προκαθορισμένος χρονισμός εγχύσεως.
- Πληρέστερη εκμετάλλευση του λιπαντικού με ελαχιστοποίηση των απωλειών.
- Εύκολος και προκαθορισμένος ρυθμός παροχής λιπαντικού.

Οι λειτουργικές διαφορές του ηλεκτρονικού συστήματος από το μηχανικό είναι οι παρακάτω.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΜΗΧΑΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	ALPHA LUBRICATOR SYSTEM
Ρυθμός παροχής	11,1 g/bhph	S%x0.25 g/bhph (0,5 g/bhph minimum)
Κατανάλωση	Εξαρτώμενη από την ταχύτητα περιστροφής	Εξαρτώμενη από το φορτίο της μηχανής
Τρόπος ρύθμισης της παροχής	Από τον ρυθμό της αντλίας	Από τη συχνότητα των ψεκασμών
Κίνηση της αντλίας	Μεταβαλλόμενη	Αμετάβλητη
Συχνότητα ψεκασμών	1/1 κύκλο λειτουργίας	Μεταβαλλόμενη (1/2-5 κύκλους λειτ.)
Πίεση εγχύσεως	4-5 bar	40-50 bar
Αιτία έγχυσης του λιπαντικού	Περιστροφή του κνοδακοφόρου άξονα	Υψηλή πίεση λιπαντικού
Μέθοδος λειτουργίας	Μηχανική	Ηλεκτρονική

Κεφάλαιο 4

Λιπαντικά ναυτιλίας

4.1 Κυλινδρέλαια

Στη ναυτιλία και ειδικότερα στις αργόστροφες μηχανές, τα λιπαντικά που χρησιμοποιούνται είναι ορυκτά λάδια. Τα ορυκτέλαια παράγονται από κλάσματα του αργού πετρελαίου. Είναι σχετικά φθηνά, γεγονός που τους δίνει πλεονέκτημα σε σχέση με τα συνθετικά. Το γεγονός ότι υπάρχει ζύγωμα και ο στροφαλοθάλαμος απομονώνεται από τον κύλινδρο, δίνει τη δυνατότητα καταλληλότερης επιλογής ποιότητας λιπαντικού για την κάθε χρήση.

Για την λίπανση των κυλίνδρων το λιπαντικό απαιτείται να είναι μεγάλου ιξώδους. Επίσης πρέπει να είναι εμπλουτισμένο με χημικά πρόσθετα, ώστε να διαθέτει επιπλέον ιδιότητες για να μη δημιουργεί επικαθίσεις που θα έχουν ως αποτέλεσμα την έμφραξη θυρίδων εισαγωγής, χώρων διέλευσης καυσαερίων, φθορές χιτωνίων κ.λπ.

Οι δυο σημαντικότερες ιδιότητες του κυλινδρελαίου είναι το ιξώδες και ο βαθμός αλκαλικότητας.

Ο βαθμός αλκαλικότητας εκφράζει την αλκαλικότητα του λαδιού. Λέγεται και βαθμός εξουδετέρωσης (neutralization number-neut number) και εκφράζεται σε TBN (Total Base Number). Ο βαθμός TBN προσδίδεται στα κυλινδρέλαια με την χρήση αλκαλικών χημικών προσθέτων. Όσο μεγαλύτερος ο δείκτης TBN τόσο μεγαλύτερη η ποσότητα των αλκαλικών προσθέτων. Με άλλα λόγια, η τιμή TBN είναι το μέτρο που εκφράζει κατά πόσο ένα λιπαντικό έχει την δυνατότητα να προστατεύει τη μηχανή από διαβρωτικές φθορές, που δημιουργούν τα οξέα που παράγονται κατά την καύση. Υψηλό TBN σημαίνει υψηλό βαθμό προστασίας.

Όσο μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε θείο έχει το χρησιμοποιούμενο καύσιμο τόσο υψηλότερο TBN απαιτείται. Το βασικό αίτιο παραγωγής όξινων παραγώγων είναι το θειάφι. Όσο μεγαλύτερη η περιεκτικότητα του καυσίμου σε θείο τόσο μεγαλύτερης έκτασης διαβρωτικές φθορές δημιουργούνται. Στα σημερινά κυλινδρέλαια ο βαθμός TBN φθάνει τα 75 και σε ορισμένες περιπτώσεις τα 100 mg KOH/gr.

Το άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό του κυλινδρελαίου είναι το ιξώδες του. Το λάδι στον κύλινδρο εκτός από την λίπανση είναι υπεύθυνο και για την στεγανοποίηση του θαλάμου καύσεως. Για αυτόν τον λόγο το ιξώδες του λαδιού επιβάλλεται να είναι αρκετά υψηλό. Από την άλλη εάν το ιξώδες είναι υπερβολικά υψηλό θα δημιουργηθεί μεγάλη εσωτερική αντίσταση τριβής, οπότε και το έμβολο θα συναντάει περιττή αντίσταση κατά την κίνησή του. Οι περισσότεροι προμηθευτές προτείνουν χρήση λιπαντικών SAE 50.

Η MAN B&W προτείνει για τις μηχανές της τα εξής λιπαντικά.

- Energol CLO-50M/CL 605 (BP)
- Cyltech 70/80 AW (CASTROL)
- Taro Special HT 70 (CHEVRON)
- Talusia HR 70/ Talusia Universal (TOTAL)
- Mobilgard 570 (EXXON MOBILE)
- Alexia 50 (SHELL)

Παρακάτω παρατίθενται τα φυσικά χαρακτηριστικά των προαναφερθέντων λιπαντικών όπως τα δημοσιεύουν οι πάροχοί τους.

Taro Special HT 70	
SAE Viscosity Grade	50
Base number,	70 mg KOH/g
Density at 15°C	0,93 kg/l
Flash point	270 °C
Pour point	-15 °C
Sulphated ash	9,0 %
Viscosity at 40°C	247 cSt
at 100°C	21 cSt
Viscosity index	105

Mobilgard 570	
SAE Grade	50
Specific Gravity at 15°C	0.937
Flash Point	256 °C
Pour Point	-9 °C
Viscosity at 40°C	222 cSt
at 100°C	20 cSt
Viscosity Index	104
TBN	70 mg KOH/g

Shell Alexia 50	Result
SAE Viscosity Grade	50
Kinematic Viscosity at 40 °C	225 cSt
at 100 °C	19.5 cSt
Viscosity Index	226
Density	365
Flash Point (Closed)	34 °C
Pour Point	< -6 °C
BN	70 mg KOH/g
Sulphated Ash	8.7 %

TALUSIA HR 70	
SAE GRADE	50
DENSIY at 15 °C	940 kg/m ³
Kinematic viscosity at 100 °C	20 cSt
Pour Point	-9 °C
Flash point	>230 °C
TBN	70 mg KOH/g

ENEROL CLO 50M	
SAE Number	50
Kinematic viscosity @ 100 °C	19,5 cSt
TBN	70 mg KOH/g
Density @ 15 °C	940 kg/m ³
Flash Point	>190 °C
Pour Point	-9 °C

Τα λιπαντικά με TBN 70 προτείνονται για τα βαρέα καύσιμα υψηλού θείου. Ωστόσο όταν χρησιμοποιούνται καύσιμα χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο θα πρέπει ο βαθμός αλκαλικότητας να πέφτει καθώς θα λιγοστεύει και η παραγωγή όξινων ενώσεων. Η αλλαγή αυτή γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες των κατασκευαστών μηχανών, ανάλογα με το είδος καυσίμου και το χρόνο λειτουργίας του κινητήρα με μειωμένου θείου καύσιμα.

Ένα ακόμη σημαντικό πρόβλημα των κυλίνδρων είναι η μεταλλική τέφρα που δημιουργείται από τη καύση του λιπαντικού (sulphated ash). Η τέφρα αυτή επικάθεται στα προστριβόμενα μέρη και δημιουργεί πρόσθετες φθορές. Δεν υπάρχει όργανο ελέγχου για την μέτρηση της ικανότητας του λαδιού στην δημιουργία καταλοίπων. Ο έλεγχος γίνεται στην πράξη με δοκιμαστική λειτουργία επί των μηχανών και στη συνέχεια καθορίζονται κανόνες για τη σωστή δοσολογία του κυλινδρελαίου.

Λόγο της καύσης κακής ποιότητας καυσίμων σχηματίζονται εξανθρακώματα, τα οποία επικάθονται στην επιφάνεια του κυλίνδρου. Τα απορρυπαντικά πρόσθετα με τα οποία είναι εμπλουτισμένα τα κυλινδρέλαια έχουν την ιδιότητα να τα περιβάλλουν με μία λεπτή μεμβράνη, εμποδίζοντας έτσι την επικάθεισή τους στα εσωτερικά τοιχώματα των κυλίνδρων.

Εκτός από την επιλογή της σωστής ποιότητας λιπαντικού, εξίσου σημαντική είναι και η σωστή δοσολογία. Μικρή ποσότητα λιπαντικού θα έχει ως συνέπεια το σπάσιμο της λιπαντικής μεμβράνης, με αποτέλεσμα την απευθείας επαφή χιτωνίου-εμβόλου και την διαφυγή καυσαερίων προς τη σάρωση. Υπερβολική παροχή λιπαντικού πέρα από την οικονομική επιβάρυνση, θα αυξήσει την μεταλλική τέφρα στον κύλινδρο και θα μειώσει την απόδοση της μηχανής.

Η δοσολογία του κυλινδρελαίου είναι ανάλογη της περιεκτικότητας σε θείο του καυσίμου και του φορτίου της μηχανής. Στο κεφάλαιο 3.3 αναλύθηκαν τα σύγχρονα συστήματα ρύθμισης παροχής που χρησιμοποιούν οι κορυφαίοι αυτή τη στιγμή κατασκευαστές αργόστροφων μηχανών. Επίσης αναφέρεται η ποσότητα λιπαντικού που προτείνεται για κάθε συνάρτηση φορτίου και περιεκτικότητας θείου.

4.2 Λάδια κυκλοφορίας

Το λάδι συστήματος δεν αντιμετωπίζει άμεσο κίνδυνο ρύπανσης από υπολείμματα καύσεως. Το λιπαντικό που χρησιμοποιείται συνεπώς δεν έχει την ανάγκη να εμπλουτισθεί ιδιαίτερα πράγμα που το κάνει φθηνότερο. Εδώ το λάδι χρησιμοποιείται αποκλειστικά για λίπανση και ψύξη, οπότε το ιξώδες του είναι αρκετά μικρότερο. Οι περισσότεροι κατασκευαστές για το κύριο σύστημα λιπάνσεως προτείνουν λιπαντικά SAE 30 και TBN 5-10.

Η MAN B&W για τη λίπανση του συστήματος προτείνει τα εξής λιπαντικά:

- Energol OE-HT 30 (BP)
- CDX 30 (Castrol)
- Veritas 800 Marine 30 (Chevron)

- Atlanta Marine D 3005 (Total)
- Mobilgard 300 (Exxon Mobil)
- Melina 30/30S (Shell)

Παρακάτω παρατίθενται τα φυσικά χαρακτηριστικά των προαναφερθέντων λιπαντικών όπως τα δημοσιεύουν οι πάροχοί τους.

Energol OE-HT 30	
SAE	30
Kinematic Viscosity @ 100 °C	11,5 cSt
TBN	5 mg KOH/g
Density @ 15 °C	890 kg/m
Flash Point	>200 °C
Pour Point	-12 °C

CDX 30	
SAE	30
Density @ 15 °C	0.89 g/ml
Viscosity @ 100 °C	11.5 cSt
TBN	5 mg KOH/g
Flash point	>200 °C
Pour point	12 °C

Veritas 800 Marine 30	
SAE	30
TBN	5.4 mg KOH/g
Density @ 15 °C	0.89 g/ml
Viscosity @ 40 °C	111 cSt
@ 100 °C	12 cSt
Viscosity index	95
Flash point	240 °C
Pour point	-12 °C

Atlanta Marine D 3005	
SAE	30
TBN	5 mg KOH/g
Density @ 15 °C	0.895 g/ml
Pour point	5 °C
Viscosity @ 40 °C	105 cSt
@ 100 °C	11.5 cSt

Mobilgard 300	
SAE	30
Specific Gravity at 15°C	0.889
Flash Point	266 °C
Pour Point	-12 °C
Viscosity at 40°C at 100°C	111 cSt 12 cSt
Viscosity Index	97
TBN	5 mg KOH/g
Sulphated Ash	0.73 %

Melina S 30	
SAE	30
Density @ 15 °C	0.888 kg/l
Flash Point	227 °C
Pour Point	-18 °C
Viscosity at 40°C at 100°C	104 cSt 11,6 cSt
Viscosity Index	102
Sulphated Ash	0.62 %
TBN	5 mg KOH/g

Το λάδι συστήματος μετά την χρήση του αποστραγγίζεται στο sump tank και από εκεί επανακυκλοφορεί στο σύστημα. Η επαναλαμβανόμενη χρήση του έχει ως αποτέλεσμα την φθορά του μετά από κάποιο διάστημα χρήσης.

Καθώς το λιπαντικό χρησιμοποιείται για την ψύξη του εμβόλου, μεταβάλλεται η θερμοκρασία του. Όπως είναι γνωστό αυτή η μεταβολή επηρεάζει το ιξώδες του. Για να αποφευχθούν μεγάλες διακυμάνσεις προστίθενται ειδικά χημικά για να ανεβάσουν τον δείκτη ιξώδους του. Ο δείκτης ιξώδους (Viscosity Index) εκφράζει την δυνατότητα του ρευστού να μη μεταβάλει το ιξώδες του με τη μεταβολή της θερμοκρασίας. Όσο μεγαλύτερο είναι το VI τόσο μικρότερες μεταβολές θα έχουμε και το αντίστροφο. Η βαθμολόγηση της κλίμακας 0 ορίζεται από ορυκτέλαιο που προέρχεται από ναφθενικούς υδρογονάνθρακες. Η βαθμολόγηση της κλίμακας 100 ορίζεται από ορυκτέλαιο που προέρχεται από παραφινικούς υδρογονάνθρακες.

Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό του λαδιού είναι το σημείο ροής. Ποιο κρίσιμο χαρακτηριστικό είναι το σημείο ανάφλεξης (Flash point). Είναι κριτήριο για την ασφαλή αποθήκευση, χρήση και λειτουργία του λιπαντικού. Σαν φυσική ιδιότητα δεν έχει καμία σχέση με την μηχανική απόδοση αλλά με το ιξώδες. Μικρότερο ιξώδες συνεπάγεται χαμηλότερο σημείο ανάφλεξης.

Τα λιπαντικά κατά τη λειτουργία τους έρχονται σε επαφή με τον αέρα δηλαδή το οξυγόνο. Σαν προϊόν ορυκτό έχει από τη φύση του οργανικές ουσίες, οι οποίες ερχόμενες σε επαφή με το οξυγόνο δημιουργούν οξειδωση. Τα λιπαντικά που παράγονται από ναφθένες είναι λιγότερο σταθερά από τα παραφινέλαια και με την πάροδο του χρόνου οξειδώνονται με αποτέλεσμα τη δημιουργία λάσπης. Ο βαθμός οξειδωσης δεν εξαρτάται μόνο από το είδος του λιπαντικού αλλά και από τη θερμοκρασία στην οποία λειτουργεί (διπλασιάζεται κάθε 10 °C πάνω από τους 82 °C. Το

φαινόμενο της οξείδωσης καταπολεμάται με την προσθήκη χημικών αντιοξειδωτικών βελτιωτικών (antioxidant additives).

Ο βαθμός οξύτητας μετράται σε mg KOH/gr, δηλαδή το ποσό σε mg καυστικού καλίου (KOH) που απαιτείται για την εξουδετέρωση των όξινων προϊόντων 1 gr λιπαντελαίου. Η ανόργανη οξύτητα εκφράζεται σε SAN (Strong Acid Number). Ένα καλό λιπαντικό έχει από τη φύση του SAN=0 με επιτρεπόμενο όριο 0,1 mg KOH/gr. Με την πάροδο του χρόνου και καθώς το λιπαντικό έρχεται σε επαφή με τα προϊόντα της καύσης που διαφεύγουν από τα ελατήρια και τους στυπιοθλίπτες, ή με ανάμειξη καμένου κυλινδρελαίου αυξάνεται η οξύτητα του λιπαντικού. Η αυξημένη αυτή οξύτητα εκφράζεται σε TAN (Total Acid Number). Η τιμή ενός καινούργιου λιπαντικού σε TAN είναι μικρότερη του 0,15 mg KOH/gr.

4.3 Αλλοίωση των λιπαντικών

Στο σύστημα κυλινδρελαίου μας απασχολεί μόνο η αρχική ποιοτική κατάσταση του λιπαντικού, δεδομένου ότι το λάδι αυτό καταναλώνεται. Σε αντίθεση, στο σύστημα μηχανέλαιου μας ενδιαφέρει τόσο η ποιοτική όσο και η λειτουργική κατάσταση. Η λειτουργική αντιμετωπίζεται με την διατήρηση της απαραίτητης στάθμης στην ελαιολεκάνη και στη διατήρηση ικανοποιητικής λίπανσης στα μέρη και την σταθερή διατήρηση πίεσεως και θερμοκρασίας.

Στην υψηλή αυτή θερμοκρασία ο αέρας έχει μια τάση οξείδωσης ιδιαίτερα στη μάζα του λαδιού που βρίσκεται υπό την μορφή αιωρούμενων σταγόνων. Εάν λοιπόν το λάδι δεν έχει υψηλή αντίσταση στην οξείδωση με την πάροδο του χρόνου θα δημιουργήσει υπολείμματα και οξέα. Την οποιαδήποτε βλάβη του λαδιού την ονομάζουμε μόλυνση. Εάν μολυνθεί το λάδι γίνεται παχύρευστο και μαύρο. Ένα οποιοδήποτε λιπαντικό μπορεί να μολυνθεί, ανεξάρτητα από την ποιότητά του, εφόσον υπάρχουν δυσμενείς συνθήκες λειτουργίας. Η χρήση βελτιωτικών ελαττώνει τον βαθμό των μολύνσεων όμως δεν τον εκμηδενίζει.

Σε όλες τις μηχανές Diesel η οξείδωση του λαδιού είναι το πιο επικίνδυνο είδος μόλυνσης. Δημιουργείται στα ορυκτέλαια όταν έρχονται σε επαφή με τον θερμό ατμοσφαιρικό αέρα. Ακόμη δημιουργείται και με την ύπαρξη θαλασσινού νερού. Η οξείδωση στο πρώτο της στάδιο δεν γίνεται αντιληπτή εκτός και αν γίνει εργαστηριακός έλεγχος. Σε προχωρημένη μορφή χαρακτηρίζεται από χρώμα βαθύ μαύρο και ύπαρξη λάσπης που θα παρατηρηθεί με συχνό βούλωμα των φίλτρων.

Μία συχνή αιτία αλλοίωσης του λαδιού είναι η είσοδος νερού μέσα στη μάζα του. Η είσοδος του νερού μπορεί να συμβεί από διάφορες αιτίες π.χ. συμπύκνωση θερμού αέρα που υπάρχει στον στροφαλοθαλάμο, διαρροή των αυλών του ψυγείου, διαρροή προθερμαντήρα, διαρροή χιτωνίου κ.λπ. εφόσον γίνει αντιληπτή η παρουσία στο λάδι πρέπει αμέσως να βρεθεί η αιτία και να αποκατασταθεί. Η αποβολή του νερού πρέπει να γίνει το συντομότερο δυνατόν, με φυγοκεντρικό καθαρισμό και να σταλούν δείγματα για εργαστηριακό έλεγχο.

Λόγω της τριβής των μεταλλικών επιφανειών κατά τη λειτουργία της μηχανής, δημιουργούνται ρινίσματα. Αυτά εκτός το ότι αυξάνουν ακόμα περισσότερο τις τριβές, ενεργούν και ως καταλύτες και αυξάνουν τον βαθμό οξείδωσης. Εκτός από την συμπλήρωση λαδιού στην ελαιολεκάνη, που γίνεται τακτικά, θα πρέπει και να αδειάζει ολόκληρη ώστε να καθαριστεί.

Μια άλλη καταστρεπτική μόλυνση είναι η βιολογική. Έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία οργανικών οξέων και λάσπης, εξουδετερώνει την επίδραση των προσθέτων και δημιουργεί διάβρωση. Μοιάζει με την οξείδωση όμως έχει πολύ καταστρεπτικότερη επίδραση από αυτήν. Τις

περισσότερες φορές οι προμηθευτές προτείνουν την αντικατάσταση ολόκληρης της μολυσμένης ποσότητας.

Για τη σωστή συντήρηση του λαδιού είναι πολύ σημαντικός ο καθημερινός του έλεγχος. Το πρώτο κριτήριο της κατάστασης του λαδιού είναι ο οπτικός έλεγχος και τα επόμενα στάδια είναι η πρακτική ανάλυση και η εξειδικευμένη χημική ανάλυση.

Τα υψηλού ιξώδους γαλακτοποιημένα λάδια έχουν συννεφώδη χροιά ή κιτρινοκαστανή. Μερικές φορές το δειγματοληπτικό δοχείο που χρησιμοποιήθηκε για να πάρουμε το δείγμα, μας δίνει και τα πρώτα αποτελέσματα. Για παράδειγμα κόκκοι ή νιφάδες μετάλλου που θα παρατηρηθούν στα τοιχώματα και στον πυθμένα του φιαλιδίου φανερώνουν την ύπαρξη αδιάλυτων.

Πολύ σημαντική για την προστασία του λιπαντικού είναι η σωστή αποθήκευσή του. Προτού γεμίσει η δεξαμενή με λάδι θα πρέπει να γίνει σχολαστικός έλεγχος, ώστε να είναι καθαρή και απαλλαγμένη από σκουριά. Ορισμένες δεξαμενές φέρουν προστατευτική επίχριση με ειδικό χρώμα. Οι λήψεις συμπλήρωσης των δεξαμενών επειδή βρίσκονται στο κατάστρωμα θα πρέπει να ελέγχονται πολύ προσεκτικά ως προς τη στεγανότητά τους.

Όταν γίνεται μια εργασία στον χώρο του στροφαλοθαλάμου θα πρέπει να αδειάσει η ελαιολεκάνη. Μετά την εργασία ο χώρος του στροφαλοθαλάμου πρέπει να καθαριστεί καλά. Μετά τον καθαρισμό μια πρόσθετη προστασία του χώρου θα γίνει αν πλυθεί το σύστημα. Το πλύσιμο (Flushing) θα γίνει με ειδικό λάδι μικρότερου ιξώδους, ή με το ίδιο το λάδι της μηχανής. Δεδομένου ότι στα σημεία τριβής κατά την άρμωση έγινε προσεκτικός καθαρισμός θα πρέπει να ταπωθούν για να προστατευτούν από την είσοδο του καθαριστικού λαδιού. Μετά το πλύσιμο θα πρέπει να αφαιρείται προσεκτικά όλη η ποσότητα του καθαριστικού λαδιού, ιδιαίτερα εάν το λάδι είναι άλλου τύπου από αυτό που χρησιμοποιεί η μηχανή. Για αποτελεσματικότερο καθαρισμό συνήθως προτείνεται η χρήση θερμού λιπαντικού (65 °C). Τέλος μετά την συμπλήρωση ορισμένων ωρών λειτουργίας συνιστάται να γίνει καθαρισμός των φίλτρων.

Επίλογος

Η σωστή λίπανση μιας μηχανής προστατεύει την ασφαλή λειτουργία της, χωρίς ζημιές και λοιπά προβλήματα. Εκτός αυτού η χρήση καλής ποιότητας λιπαντικών είναι μία από τις κύριες αιτίες της αύξησης του ορίου ζωής της μηχανής. Οι δίχρονες αργόστροφες πετρελαιομηχανές έχουν επικρατήσει στην ποντοπόρο ναυτιλία από τις αρχές της δεκαετίας του 80. Έκτοτε έχουν βελτιωθεί σε πολύ μεγάλο βαθμό τα συστήματα λίπανσης, κάνοντας την μηχανή οικονομικότερη στη χρήση αλλά και στην κατασκευή, καθώς υλικά χαμηλότερης ποιότητας από αυτά που χρησιμοποιούνταν παλαιότερα μπορούν να έχουν παρόμοια αντοχή.

Ιδιαίτερα στην λίπανση των κυλίνδρων, οι κορυφαίοι αυτή τη στιγμή κατασκευαστές έχουν συνεργαστεί με έμπειρες εταιρείες για την ανάπτυξη σύγχρονων προγραμμάτων. Η MAN B&W σε συνεργασία με την Alpha Lubricators ανέπτυξε το Alpha ACC και η WARTSILA σε συνεργασία με την SKF ανέπτυξε το Pulse Lubricating System. Τα συστήματα αυτά έχουν σαν αποτέλεσμα την μείωση της κατανάλωσης κυλινδρελαίου και την μείωση των φθορών στους κυλίνδρους και τα έμβολα. Αυτό το πετύχανε με καλύτερο χρονισμό εγχύσεως του λιπαντικού και καλύτερες αναλογίες φορτίου-λιπαντικού και κατάλληλη αλκαλικότητα λιπαντικού ανάλογα με το θείο του καυσίμου.

Στη λίπανση των τριβέων μεγάλο ρόλο παίζει η προσεκτική παρακολούθηση της γενικότερης λειτουργίας της μηχανής. Ο συχνός έλεγχος της στάθμης της ελαιολεκάνης και η επαρκής συντήρηση όλων των συσκευών και μηχανημάτων που σχετίζονται με το κύριο σύστημα λίπανσης (ψυγεία, προθερμαντήρες, φίλτρα, αντλίες κ.λπ.) αποτρέπουν πολλές βλάβες οι οποίες θα μπορούσαν να είναι καταστρεπτικές για τη μηχανή.

Η ποιότητα των χρησιμοποιούμενων λιπαντικών είναι καθοριστικής σημασίας. Όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα του καυσίμου σε θείο, τόσο μεγαλύτερο βαθμό αλκαλικότητας χρειάζεται να έχει το κυλινδρέλαιο. Επίσης το ιξώδες του πρέπει να είναι τέτοιο ώστε να στεγανοποιεί τον θάλαμο καύσεως. Το λάδι συστήματος από την άλλη δεν χρειάζεται τόσο μεγάλο ιξώδες ούτε αλκαλικότητα, λόγω της ύπαρξης του ζυγώματος. Ο δείκτης ιξώδους ωστόσο θα πρέπει να είναι αρκετά μεγάλος επειδή το ίδιο λάδι χρησιμοποιείται για την ψύξη των εμβόλων, οπότε δέχεται μεταβολές στην θερμοκρασία του.

Συνεπώς, από όσα έχουν αναφερθεί στα προηγούμενα κεφάλαια, είναι φανερή η αναγκαιότητα της λίπανσης και ο καθοριστικός ρόλος που αυτή παίζει στην ομαλή οικονομική λειτουργία της μηχανής αλλά και στη μεγάλη διάρκεια ζωής της.

Είναι επίσης καθοριστικός ο ρόλος του μηχανικού, ώστε να επιβλέπει και να φροντίζει την απρόσκοπτη λίπανση της κύριας μηχανής αλλά και όλων των μηχανημάτων και μηχανών που απαιτούν λίπανση.

Βιβλιογραφία

1. Λ. Κλιάνης, Ι. Νικολός, Ι. Σιδέρη. Μηχανές Εσωτερικής Καύσεως τόμος 1^{ος} . Ίδρυμα Ευγενίδου (2006)
2. Λ. Κλιάνης, Ι. Νικολός, Ι. Σιδέρη. Μηχανές Εσωτερικής Καύσεως τόμος 2^{ος}. Ίδρυμα Ευγενίδου (2006)
3. Κ. Μοστράτος. Λίπανση Λιπαντικά. Εκδόσεις Ε. Σταυριδάκη
4. <http://www.mandieselturbo.com>
5. <http://www.wartsila.com>
6. <http://www.skf.com>
7. <http://www.shell.com>
8. <http://www.texacobaltic.eu>
9. <http://www.exxonmobil.com>
10. <http://www.castrol.com>
11. <http://www.bp.com>
12. <http://www.lubmarine.com>
13. Τ. Παπαευαγγέλου. Καύσιμα – Λιπαντικά. Ίδρυμα Ευγενίδου (2012)

Περιεχόμενα

Περίληψη	3
Summary	4
Πρόλογος	5
Κεφάλαιο 1 Περιγραφή μηχανής και δικτύων λίπανσης	6
1.1 Περιγραφή μηχανής	6
1.2 Δίκτυα λίπανσης.....	10
Κεφάλαιο 2 Κύριο σύστημα λίπανσης.....	13
2.1 Γενικά στοιχεία	13
2.2 Συσκευές και μηχανήματα κύριου δικτύου λίπανσης.....	14
2.3 Λιπαινόμενα μέρη της μηχανής	24
2.4 Συντήρηση	29
Κεφάλαιο 3 Λίπανση κυλίνδρων	31
3.1 Γενικά στοιχεία	31
3.2 Λιπαντήρες.....	33
3.3 Σύγχρονα συστήματα	40
Κεφάλαιο 4 Λιπαντικά ναυτιλίας.....	49
4.1 Κυλινδρέλαια	49
4.2 Λάδια κυκλοφορίας.....	51
4.3 Αλλοίωση λιπαντικών.....	54
Επίλογος.....	56
Βιβλιογραφία.....	57
Περιεχόμενα.....	58