

Περίληψη

Στην παρούσα εργασία προσπαθούμε να αναδείξουμε ότι ο σημαντικότερος παράγοντας για την σωστή λειτουργία μιας δίχρονης μηχανής για πολλά χρόνια είναι η σωστή λίπανση. Πρέπει να ακολουθούνται πιστά οι οδηγίες του κατασκευαστή για την ποιότητα και την χρήση του λιπαντικού. Βέβαια η ορθή χρήση των λιπαντικών έχει ως αποτέλεσμα και την εξοικονόμηση χρημάτων αφού μειώνονται οι βλάβες της μηχανής και οι ποσότητες των λιπαντικών που χρησιμοποιούνται.

Αρχικά θα αναφερθούμε δίκτυα και συστήματα λιπάνσεως, που είναι απαραίτητα για την ομαλή λειτουργία μιας αργόστροφης δίχρονης μηχανής. Επίσης γίνεται αναφορά και στον έλεγχο των δικτύων και στην συντήρησή τους.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφερόμαστε εκτενώς στην λίπανση των κυλίνδρων της μηχανής καθώς και στους λιπαντήρες. Στη συνέχεια παρουσιάζουμε τα λιπαντικά που χρησιμοποιούμε για την λίπανση των κυλίνδρων.

Στο τελευταίο μέρος της εργασίας γίνεται λόγος για τις πιθανές βλάβες στα συστήματα λίπανσης και τις πιθανές αιτίες αυτών καθώς και τις φθορές που προκαλούνται από αυτές τις πιθανές βλάβες.

Abstract

In this paper we try to highlight that the most important factor for the proper functioning of a two-cycle engine for many years is the correct lubrication. The manufacturer's instructions should be followed closely for the quality and use of lubricant. Of course, the proper anointing lubricants results and saving money since the engine damage and reduced quantities of lubricants used. Initially we will refer to networks and lubrication systems, which are necessary for the smooth operation of a low-speed two-stroke engine. Also reference is made to control the networks and their maintenance.

In the second chapter we refer extensively to the lubrication of the engine cylinders and the lubricators. Then we present the lubricants used for the lubrication of the cylinders.

In the last part of the work refers to the potential damage to the lubrication systems and the possible causes of these and the damage caused by these potential damage.

Πρόλογος

Τα λιπαντικά κατασκευάζονται από την απόσταξη αργού πετρελαίου και την προσθήκη χημικών πρόσθετων, με στόχο τη βελτιστοποίηση της λιπαντικής τους ικανότητας, δηλαδή την ελάττωση των φθορών των συνεργαζόμενων εξαρτημάτων της ΜΕΚ αποκλείοντας την απ' ευθείας τριβή των επιφανειών μεταξύ τους, με την τριβή των μορίων του λιπαντικού που παρεμβάλλεται μεταξύ αυτών. Για τη σωστή μεταφορά του λιπαντικού στον κινητήρα, είναι υπεύθυνο το σύστημα λίπανσης, το οποίο μέσω μιας σειράς εξαρτημάτων διοχετεύει τις κατάλληλες ποσότητες λιπαντικού, με τη σωστή πίεση στα μέρη που χρήζουν λίπανση.

Όπως ακριβώς ένας κινητήρας δεν μπορεί να λειτουργήσει χωρίς καύσιμα, δεν μπορεί να λειτουργήσει ούτε χωρίς λιπαντικά. Η χρησιμότητα της λίπανσης έγκειται στη σημαντική μείωση των τριβών, οι οποίες δημιουργούνται όταν τα μεταλλικά μέρη του κινητήρα έρχονται σε επαφή. Έτσι μειώνονται σημαντικά οι φθορές, ψύχονται οι τριβόμενες επιφάνειες, απορροφούνται οι θόρυβοι που δημιουργούνται από την κρούση και παρεμποδίζεται η δημιουργία οξειδωσης, με αποτέλεσμα τη μέγιστη δυνατή απόδοση του κινητήρα.

Στο χώρο της ναυτιλίας 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. Λόγο 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.

1. Δίκτυο λιπάνσεως

1.1 Γενικά

Το δίκτυο λιπάνσεως εξασφαλίζει τη λίπανση και τον περιορισμό των φθορών λόγω υπερθερμάνσεως των διαφόρων εξαρτημάτων της μηχανής (έμβολα, κομβία, τριβείς κ.λ.π.). Εξασφαλίζει επίσης τον καθαρισμό αυτών από εξανθρακώματα και αποκολλώμενα ρινίσματα μετάλλων.

Παλαιότερα, η λίπανση των μηχανών γινόταν με την εμβάπτιση κάποιων κινουμένων μερών και την εκτόξευση του λαδιού στις πιο απομακρυσμένες από την ελαιολεκάνη τριβόμενες επιφάνειες. Σήμερα εφαρμόζεται η αναγκαστική κυκλοφορία του λαδιού λιπάνσεως με τη χρήση αντλιών.

Λόγω του πλήθους των ποιοτήτων λαδιού που απαιτείται για τη λειτουργία των ναυτικών μηχανών, τα συστήματα λιπάνσεως είναι ιδιαίτερα πολύπλοκα. Ένα σύστημα λιπάνσεως αργόστροφης πετρελαιομηχανής μπορεί να περιλαμβάνει τρεις ποιότητες λαδιού για την κύρια μηχανή (μια για το λάδι κυκλοφορίας, μια για το κυλινδρέλαιο και μια για τους στροβιλοϋπερπληρωτές), καθώς και μια άλλη ποιότητα για τις βοηθητικές μηχανές. Μια εγκατάσταση μεσόστροφης πετρελαιομηχανής με μειωτήρα στροφών μπορεί να απαιτεί διαφορετική ποιότητα λαδιού για τις κύριες και τις βοηθητικές μηχανές, διαφορετική ποιότητα για το μειωτήρα στροφών, και πιθανώς διαφορετική ποιότητα λαδιού για τους στροβιλοϋπερπληρωτές (τουρμπινέλαιο) ή άλλες χρήσεις.

Η συνολική εγκατάσταση λιπάνσεως κύριας και βοηθητικών μηχανών και μηχανημάτων αποτελείται από τα ακόλουθα επιμέρους συστήματα:

-Αποθηκεύσεως, μεταφοράς και καθαρισμού των διαφορετικών ποιοτήτων λαδιού.

- Λιπάνσεως κυρίων μηχανών με λάδι κυκλοφορίας.
- Λιπάνσεως κυρίων μηχανών με κυλινδρέλαιο.
- Λιπάνσεως στροβιλοϋπερπληρωτών.
- Λιπάνσεως βοηθητικών μηχανών.

1.2 Συστήματα αποθηκείσεως, μεταφοράς και καθαρισμού λαδιού λιπάνσεως

Κάθε διαφορετική ποιότητα χρησιμοποιούμενου λαδιού διαθέτει ανεξάρτητο κύκλωμα αποθηκείσεως, μεταφοράς και καθαρισμού του λαδιού. Το λάδι, από το σύνδεσμο πλήρωσεως του καταστρώματος, οδηγείται με βαρύτητα στην αντίστοιχη δεξαμενή αποθηκείσεως. Η δεξαμενή αποθηκείσεως διαθέτει και αγωγό εξαερώσεως, που καταλήγει στο κατάστρωμα. Από τη δεξαμενή αποθηκείσεως το λάδι οδηγείται στην ανάλογη χρήση (π.χ. το λάδι κύριας μηχανής οδηγείται στην ελαιολεκάνη). Η κύρια δεξαμενή αποθηκείσεως του λαδιού λιπάνσεως, έχει χωρητικότητα τουλάχιστον ίση με την απαιτούμενη ποσότητα λαδιού για μια πλήρωση του κάθε κινητήρα επιπλέον των ποσοτήτων του λαδιού που απαιτούνται για τις υπόλοιπες χρήσεις.

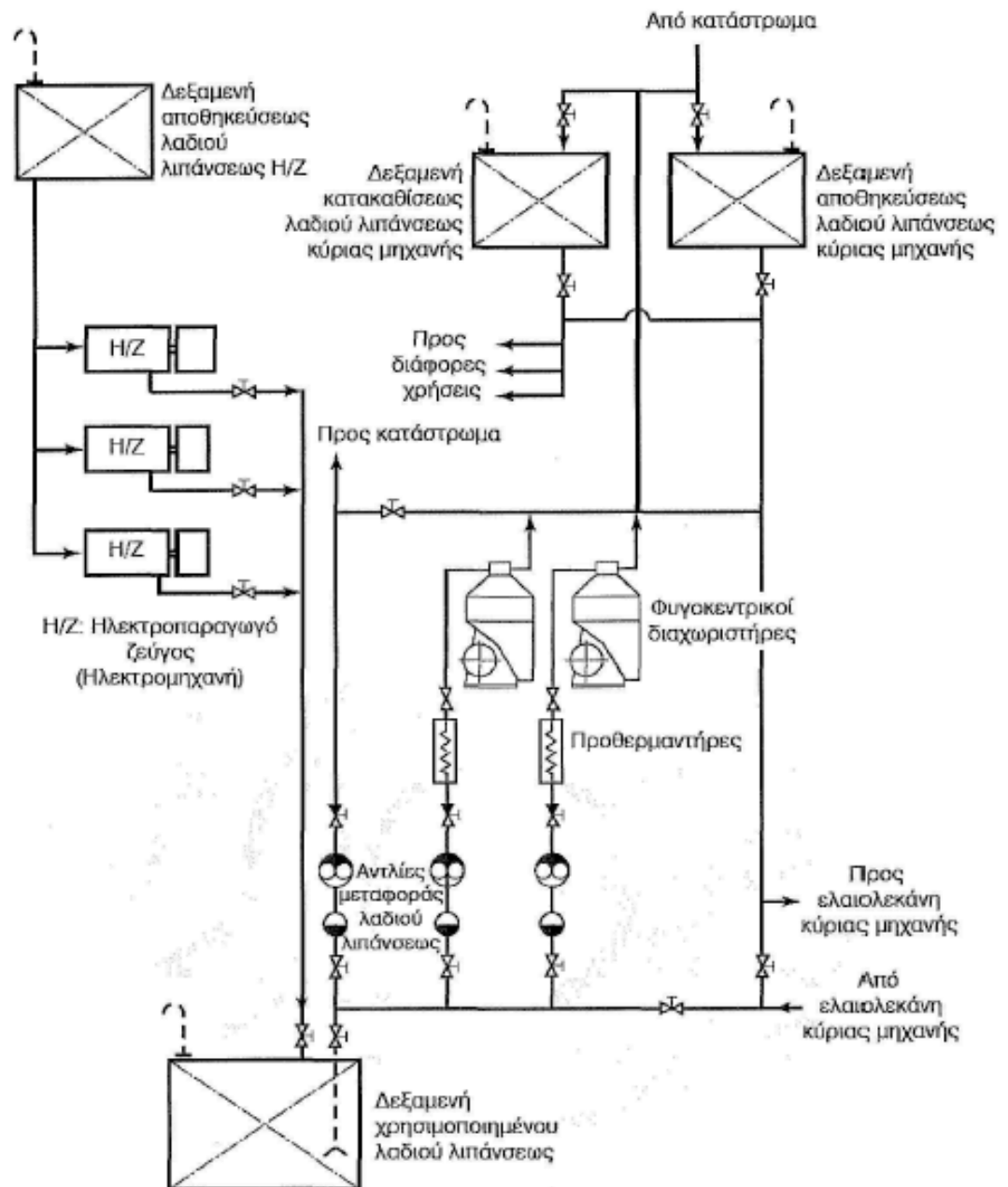
Παράλληλα συνδεδεμένη με τη δεξαμενή αποθηκείσεως υπάρχει δεξαμενή καθιζήσεως, η οποία είναι συνήθως κενή. Αν ρυπανθεί σε μεγάλη έκταση το λάδι κυκλοφορίας, για παράδειγμα από νερό, τότε μπορεί να μεταφερθεί στη δεξαμενή καθιζήσεως μέσω της αντλίας μεταφοράς και να αντικατασταθεί με νέο λάδι από τη δεξαμενή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

Συνήθως, το σύνολο του λαδιού της κύριας μηχανής δύο φορές το χρόνο μεταγγίζεται από την κύρια δεξαμενή στη δεξαμενή καθιζήσεως, όπου θερμαίνεται για 24 ώρες σε θερμοκρασία 60°C. Όταν κατακαθίσουν το νερό και η λάσπη, αφαιρούνται με κρουνοί ή αντλίες, ενώ το λάδι φυγοκεντρίζεται και ξαναστελνεται στην κύρια δεξαμενή αποθηκείσεως. Το λάδι θερμαίνεται στους 80° - 90° C στη δεξαμενή καθιζήσεως, όταν παρουσιαστεί μικροβιολογική μόλυνση από διαρροή νερού (Ph<7). Αυτό γίνεται, γιατί στους 40°C το μολυσμένο λάδι δημιουργεί γαλάκτωμα που προκαλεί φθορές (ευλογιάσεις) στα κομβία και στους τριβείς ακριβείας, με αποτέλεσμα οι τριβείς να καταστρέφονται.

Εάν το μολυσμένο λάδι δεν μπορεί να καθαριστεί με συνδυασμό καθιζήσεως και φυγοκεντρισμού, τότε μπορεί να μεταφερθεί στο λιμάνι ή σε φορτηγίδα για αναζωογόνηση. Όπως και η δεξαμενή αποθηκείσεως, η δεξαμενή καθιζήσεως διαθέτει αγωγό εξαερώσεως και αγωγό εκκενώσεως.

Το λάδι μετά τη χρήση του οδηγείται στο συγκρότημα καθαρισμού. Σε μικρότερους ταχύστροφους κινητήρες αρκεί η διήθηση και οι περιοδικές αλλαγές, ώστε να διατηρείται η σωστή ποιότητα του λαδιού κυκλοφορίας. Αντίθετα, για τους

περισσότερους κινητήρες μεγαλύτερου μεγέθους, προβλέπεται συνεχής καθαρισμός του λαδιού με τη χρήση φυγοκεντρικών διαχωριστήρων εγκατεστημένων σε παρακαμπτήριο κύκλωμα. Οι διαχωριστήρες είναι τέτοιου μεγέθους, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα καθαρισμού του ολικού περιεχομένου της δεξαμενής αποστραγγίσεως τρεις έως πέντε φορές την ημέρα. Από τους συνήθως δύο παράλληλα τοποθετημένους διαχωριστήρες, ο ένας χρησιμοποιείται ως εφεδρικός. Είναι δυνατόν όμως ως εφεδρική μονάδα καθαρισμού του λαδιού να χρησιμοποιείται ο εφεδρικός διαχωριστήρας του καυσίμου, που συνδέεται στο δίκτυο λαδιού με τυφλή φλάντζα. Συνήθως ο διαχωριστήρας αναρροφά μέσω κωδωνοειδούς στομίου από το φρεάτιο αναρροφήσεως της δεξαμενής αποστραγγίσεως ή την ελαιολεκάνη, επιστρέφοντας το λάδι στο πρόσθιο άκρο της ίδιας δεξαμενής, έτσι ώστε να αποφεύγεται βραχυκύκλωση του λαδιού. Η αναρρόφηση του διαχωριστήρα βρίσκεται συνήθως πρύμα από την αναρρόφηση της αντλίας κυκλοφορίας του λαδιού και χαμηλότερα, περίπου 50 mm πάνω από τον πυθμένα της δεξαμενής, έτσι ώστε να αναρροφά το νερό πριν αυτό φθάσει στην αντλία κυκλοφορίας. Η γραμμή αναρροφήσεως του διαχωριστήρα πρέπει να είναι σχετικά μικρής διαμέτρου, για να ανάπτυσσεται αρκετά μεγάλη ταχύτητα ροής, ικανή να παρασύρει νερό και ιζήματα προς τον καθαριστή, αποφεύγοντας τις καθιζήσεις. Της εισόδου του λαδιού σε κάθε διαχωριστήρα προηγείται η προθέρμανση.



Τυπικό σύστημα αποθηκείσεως, καθαρισμού και μεταφοράς λαδιού λιπάνσεως κύριας μηχανής και ηλεκτρομηχανών

Οι σύγχρονοι διαχωριστήρες είναι συνήθως αυτοκαθαριζόμενοι και πλήρως αυτόματοι. Γενικά, οι αντλίες των διαχωριστήρων είναι εξαρτημένες θετικής εκτοπίσεως (εφοδιασμένες με φίλτρο αναρροφήσεως). Οι διαχωριστήρες λαδιού είναι τοποθετημένοι στο δάπεδο, έτσι ώστε να μειώνεται το απαιτούμενο ύψος αναρροφήσεως από τη δεξαμενή αποστραγγίσεως της κύριας μηχανής. Εναλλακτική διάταξη αποτελεί η τοποθέτηση ηλεκτροκίνητης αντλίας στο δάπεδο, ώστε να υπάρχει περισσότερη ευελιξία στο χώρο τοποθέτησεως του διαχωριστήρα. Στις

περισσότερες εγκαταστάσεις το λάδι εξέρχεται του διαχωριστήρα με αρκετή πίεση, έτσι ώστε να φθάσει στη δεξαμενή καθίζησης όταν απαιτηθεί. Εάν αυτό δεν είναι δυνατό, τότε εγκαθίσταται αντλία καταθλίψεως.

Σε ειδικές περιπτώσεις, στο κυκλωμάτων φυγοκεντρικών διαχωριστήρων της κύριας μηχανής, είναι δυνατή και η σύνδεση του κυκλώματος λιπάνσεως των βοηθητικών μηχανών, για να επιτρέπεται ο περιοδικός καθαρισμός του λαδιού τους. Αυτό αποτελεί σπάνια κατασκευαστική επιλογή, καθώς οι ποσότητες του συγκεκριμένου λαδιού είναι σχετικά μικρές, ενώ υπάρχει κίνδυνος ρυπάνσεως του λαδιού κυκλοφορίας της κυρίας μηχανής. Το απορρυπαντικό λάδι με αλκαλικά πρόσθετα των βοηθητικών μηχανών θα πρέπει σε κάθε περίπτωση να αντικαθίσταται κατά τακτά χρονικά διαστήματα. Όταν όμως υπάρχουν βοηθητικές μηχανές μεγάλου μεγέθους, δικαιολογείται η ύπαρξη ενός ξεχωριστού φυγοκεντρικού διαχωριστήρα. Η σωλήνωση που φαίνεται στο σχήμα για την πλήρωση και αποστράγγιση των ελαιολεκανών των βοηθητικών μηχανών, μπορεί να μην υπάρχει σε εγκαταστάσεις μικρότερου μεγέθους.

Ανάλογο πρόβλημα παρουσιάζεται και σε εγκαταστάσεις μεσοστρόφων κινητήρων, όπου ο μειωτήρας στροφών περιέχει ορυκτέλαιο, το οποίο υπόκειται σε ρύπανση με νερό από υγροποίηση στο κιβώτιο του μειωτήρα. Αν δεν συνέβαινε αυτό, το λάδι του μειωτήρα θα διαρκούσε επ' άπειρον. Στην περίπτωση αυτή, επίσης λόγω του κινδύνου ρυπάνσεως του λαδιού του μειωτήρα από το αλκαλικό λάδι της κύριας μηχανής, έστω κι αν υπάρχουν συνδέσεις των διαχωριστήρων, είναι μάλλον απίθανο να χρησιμοποιηθούν. Μερικοί χειριστές προσαρμύζουν υδροαπορροφητικά (και μαγνητικά) φίλτρα στο κύκλωμα λιπάνσεως του μειωτήρα, ενώ άλλοι καθαρίζουν όλη την ποσότητα του λαδιού από καιρό σε καιρό με φορητό διαχωριστήρα ή φίλτρο.

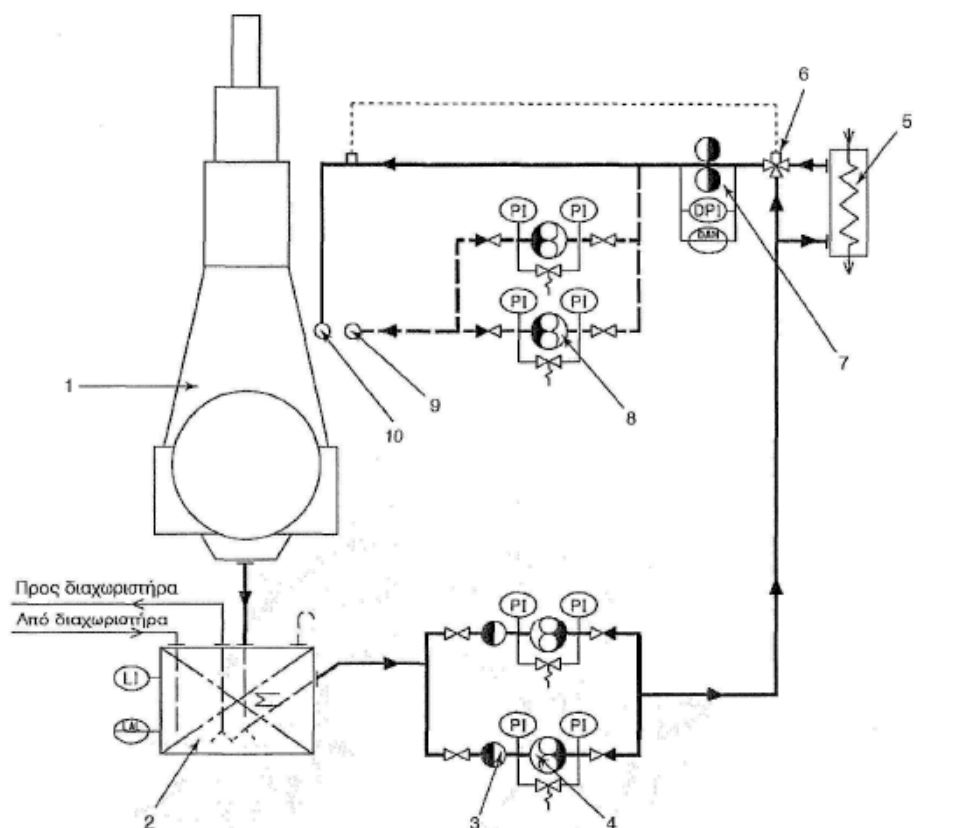
1.3 Σύστημα λιπάνσεως κύριας μηχανής

Ένα τυπικό σύστημα λαδιού κυκλοφορίας παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα. Το λάδι που αποστραγγίζεται από τα έδρανα και τις διόδους ψύξεως στον πυθμένα του στροφαλοθαλάμου περνά σε ανεξάρτητη δεξαμενή αποστράγγισης, κατασκευασμένη στα διπύθμενα κάτω από την κύρια μηχανή. Από εκεί μέσω των αντλιών κυκλοφορίας λαδιού οδηγείται στο ψυγείο και τα φίλτρα λαδιού. Η αναρρόφηση του λαδιού από τη δεξαμενή αποστράγγισης 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. Σε μικρότερες κινητήρες, το πρόσθετο κόστος και η πολυπλοκότητα της δεξαμενής αποστραγγίσεως αποφεύγονται με τη χρησιμοποίηση ελαιολεκάνης, που αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της μηχανής και σχηματίζει τον πυθμένα του στροφαλοθαλάμου. Η δεξαμενή αποστραγγίσεως ή η ελαιολεκάνη πρέπει να είναι κατάλληλα σχεδιασμένες, έτσι ώστε η αναρρόφηση να είναι δυνατή ακόμη και σε ακραίες συνθήκες εγκάρσιας κλίσεως ή αναταράξεως του λαδιού. Αυτό επιτυγχάνεται με το σχηματισμό κατάλληλου κοιλώματος γύρω από το στόμιο αναρροφήσεως.

Οι αντλίες κυκλοφορίας του λαδιού λιπάνσεως είναι συνήθως περιστροφικές αντλίες θετικής εκτοπίσεως, και σε μεγάλες εγκαταστάσεις, συνήθως τοποθετούνται διπλές ή τριπλές για λόγους ασφαλείας. Σε εγκαταστάσεις αργόστροφων μηχανών οι αντλίες κινούνται από ηλεκτροκινητήρες, ενώ σε ταχύστροφες μηχανές συνήθως τοποθετείται μια αντλία εξαρτημένη από την κύρια μηχανή, ενώ το ρόλο της εφεδρικής αναλαμβάνει μια αντλία κινούμενη από ηλεκτροκινητήρα. Σε πολύ μεγάλες μηχανές, είναι δυνατόν να υπάρχουν τρεις αντλίες, από τις οποίες οι δύο λειτουργούν και η μία βρίσκεται σε ετοιμότητα (εφεδρική). Κατ' αυτόν τον τρόπο μπορεί να ικανοποιηθεί το μεγάλο φορτίο που απαιτείται κατά την εκκίνηση. Κάθε αντλία έχει ιδιαίτερο φίλτρο αναρροφήσεως για δική της προστασία. Συνιστάται η κατασκευή χωριστής γραμμής αναρροφήσεως για κάθε αντλία. Ως εναλλακτική επιλογή, αντί των περιστροφικών αντλιών θετικής εκτοπίσεως, μπορούν να χρησιμοποιηθούν φυγοκεντρικές αντλίες βαθέων φρεάτων, εμβαπτισμένες στη δεξαμενή αποστραγγίσεως.

Εκτός από τα φίλτρα αναρροφήσεως, μετά τις αντλίες ακολουθούν τα κύρια φίλτρα λαδιού τα οποία είναι συνήθως διπλά. Καλύτερη διήθηση εξασφαλίζει η χρήση φίλτρου με απορριπτόμενο στοιχείο (σε μικρότερες μηχανές) ή δύο αυτοκαθαριζομένων φίλτρων παράλληλα συνδεδεμένων μεταξύ τους, με πιθανότητα υπέρξεως και τρίτου σε παράκαμψη ως εφεδρεία. Το φιλτραρισμένο λάδι διανέμεται στους τριβείς του κινητήρα, στα συστήματα ρυθμίσεων και ελέγχου, στους μηχανισμούς των βαλβίδων και σε κινητήρες χωρίς ζύγωμα ή και σε μερικούς κινητήρες με ζύγωμα, για την ψύξη των εμβόλων. Μερικές από τις χρήσεις αυτές μπορεί να απαιτούν λάδι υψηλότερης πίεσεως, που μπορεί να προέλθει από υποβοηθητικές αντλίες ή από ένα δεύτερο κύκλωμα υψηλότερης πίεσεως (λίπανση ζυγώματος).



- | | |
|--|---|
| <p>1. Κύρια μηχανή (Main engine).</p> <p>2. Δεξαμενή χρησιμοποιημένου λαδιού (Lubricating oil drain tank).</p> <p>3. Φίλτρο αναρρόφησης (Suction oil filter).</p> <p>4. Αντλία λαδιού (Lubricating oil pump).</p> <p>5. Ψυγείο λαδιού (Lubricating oil cooler).</p> <p>DAH: Συναγερμός υψηλής διαφορικής πίεσης (Differential Pressure Alarm High).</p> <p>DPI: Μετρητής διαφορικής πίεσης (Differential Pressure Indicator).</p> <p>PI: Μετρητής πίεσης (Pressure Indicator).</p> <p>LI: Ενδείκτης στάθμης (Level Indicator).</p> <p>LAL: Συναγερμός χαμηλής στάθμης (Level Alarm Low).</p> | <p>6. Αυτόματη βαλβίδα ρυθμίσεως θερμοκρασίας του λαδιού (Automatic temperature control valve).</p> <p>7. Φίλτρο λαδιού (Lubricating oil filter).</p> <p>8. Αντλία λαδιού ζυγώματος (Crosshead lubricating oil pump).</p> <p>9. Είσοδος λαδιού ζυγώματος (Crosshead lubricating oil inlet).</p> <p>10. Είσοδος λαδιού λιπάνσεως (Lubricating oil inlet).</p> <p>— — Αγωγοί εξαερισμού (Air vent pipes).</p> <p>— — Αγωγοί λιπάνσεως εδράνων και ψύξεως εμβόλων (Bearing lub. and piston cooling oil pipes).</p> <p>--- Αγωγοί λιπάνσεως ζυγώματος (Crosshead lub. oil).</p> <p>⊖ ⊖ Αγωγοί πάνω στη μηχανή /συνδέσεις αγωγών (Pipes on engine/pipe connections).</p> |
|--|---|

Τυπικό σύστημα λιπάνσεως (λαδιού κυκλοφορίας) κύριας μηχανής

Συνήθως το λάδι λιπάνσεως των εδράνων του υπερπληρωτή προέρχεται από το λάδι κυκλοφορίας του κινητήρα, αλλά μερικοί υπερπληρωτές έχουν δικό τους κλειστό κύκλωμα λιπάνσεως, που επιτρέπει τη χρήση διαφορετικού λαδιού. Σε κάθε περίπτωση όμως, ο υπερπληρωτής υποστηρίζεται και από εφεδρικό σύστημα τροφοδοσίας λαδιού, καθώς θα συνεχίζει να κινείται με υψηλή ταχύτητα περιστροφής για αρκετή ώρα, ακόμη και αν παρουσιαστεί βλάβη στο κύριο σύστημα λαδιού της μηχανής, οπότε η κυρία μηχανή κάνει «κρατεί» αυτομάτως. Το σύστημα του επόμενου σχήματος περιλαμβάνει δεξαμενή βαρύτητας για το σκοπό αυτό.

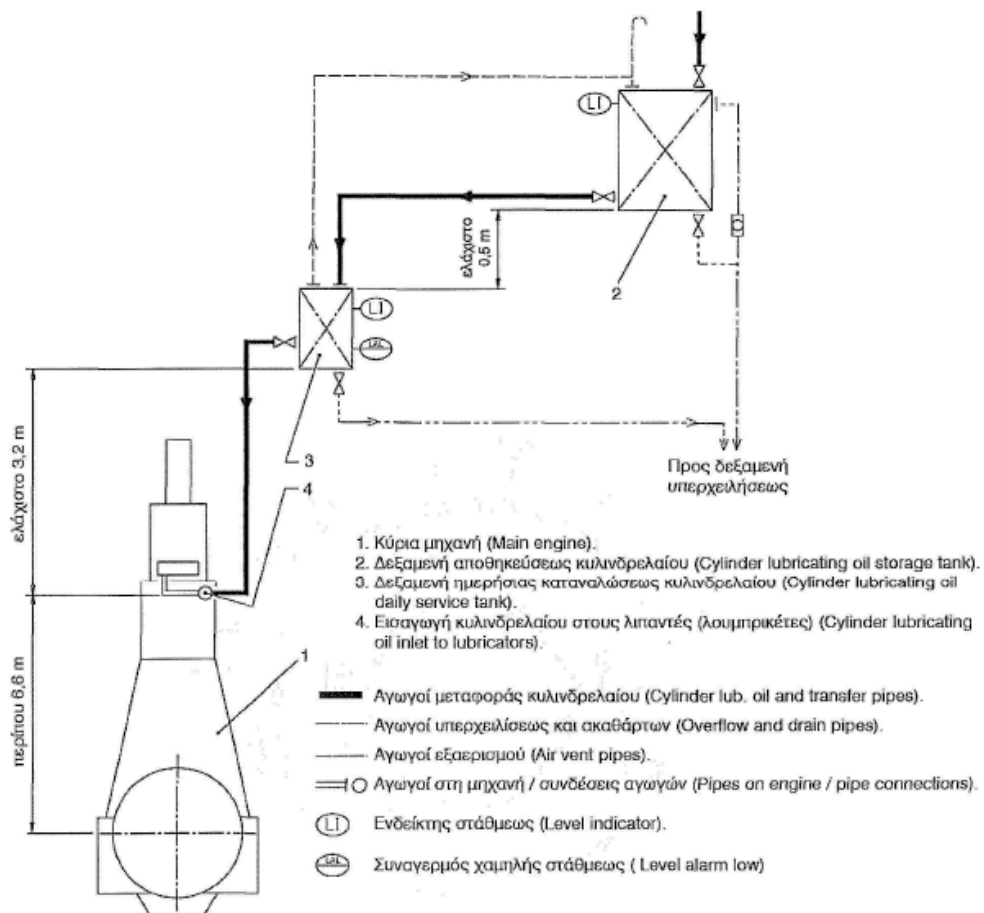
Σε κινητήρες με ζύγωμα, ο στροφαλοθάλαμος και το λάδι κυκλοφορίας απομονώνονται από το χώρο του κιβωτίου σαρώσεως, με τη βοήθεια του στυπιοθλίπτη του βάκτρου. Κατ' αυτόν τον τρόπο αποτρέπεται η ρύπανση του λαδιού κυκλοφορίας από τα προϊόντα της καύσεως, που ξεφεύγουν από τα ελατήρια. Η ρύπανση αυτή είναι αναπόφευκτη σε κινητήρες χωρίς ζύγωμα. Για το λόγο αυτό, σε κινητήρες με ζύγωμα χρησιμοποιείται ακατέργαστο ορυκτέλαιο (SMO) με πρόσθετα για να αποφεύγεται η διάβρωση ή οξειδωση ανεξάρτητα από το χρησιμοποιούμενο καύσιμο. Σε κινητήρες χωρίς ζύγωμα συνήθως χρησιμοποιείται απορρυπαντικό λάδι με αλκαλικά πρόσθετα, τα οποία ρυθμίζονται σύμφωνα με την περιεκτικότητα του καυσίμου σε θείο.

Ενώ το λάδι κυκλοφορίας σε κινητήρα με ζύγωμα σπάνια απαιτεί αλλαγή υπό ομαλές συνθήκες λειτουργίας, δεν συμβαίνει το ίδιο και με τους κινητήρες χωρίς ζύγωμα. Σ' αυτούς πρέπει να γίνεται περιοδική αντικατάσταση όλης της ποσότητας του λαδιού κυκλοφορίας, λόγω ακριβώς της επαφής του με προϊόντα της καύσεως και λόγω της σταδιακής γηράνσεώς του. Σε κινητήρες χωρίς ζύγωμα, η διάρκεια ζωής του λαδιού κυκλοφορίας παρατείνεται, καθώς φρέσκο λάδι προστίθεται, για να αναπληρώσει εκείνο που καίγεται κατά τη λίπανση των κυλίνδρων. Περαιτέρω παράταση της ζωής του λαδιού εξασφαλίζεται, εάν ληφθούν πρόσθετα μέτρα, όπως η εγκατάσταση προσθέτων πολύ λεπτών φίλτρων (συνήθως με απορριπτόμενα στοιχεία) και αν είναι απαραίτητη, η περιοδική συμπλήρωση χημικών προσθέτων στο λάδι.

1.4 Σύστημα κυλινδρελαίου κύριας μηχανής

Οι κινητήρες με ζύγωμα, καθώς και μερικοί κινητήρες χωρίς ζύγωμα είναι εφοδιασμένοι με ανεξάρτητο σύστημα κυλινδρελαίου για τη λίπανση των ελατηρίων των εμβόλων. Ένα τυπικό σύστημα κυλινδρελαίου παρουσιάζεται παρακάτω. Το κυλινδρέλαιο αποθηκεύεται σε μία, ή κατά προτίμηση, σε δύο δεξαμενές και μεταφέρεται καθημερινά σε μετρητική δεξαμενή ημερήσιας καταναλώσεως μικρής χωρητικότητας. Από τη δεξαμενή τροφοδοτούνται με βαρύτητα οι λιπαντήρες (lubricators - λουμπρικέςτες) των κυλίνδρων του κινητήρα. Οι λιπαντήρες είναι εγχυτήρες, οι οποίοι κινούνται από τον κινητήρα, ρυθμισμένοι με ακρίβεια, έτσι ώστε

να εγχύνουν καθορισμένη ποσότητα λαδιού στους κυλίνδρους, τη στιγμή που τα ελατήρια των εμβόλων ανερχόμενα περνούν από τα σημεία εγχύσεως. Το λάδι αυτό τελικά καίγεται μαζί με το καύσιμο. Επειδή οι ποσότητες του κυλινδρελαίου που εγχύονται σε κάθε διαδρομή είναι μικρές, η μετρητική δεξαμενή επιτρέπει τον ακριβή προσδιορισμό της καταναλώσεως του κυλινδρελαίου, μέσω της μετρήσεως της μεταβολής της στάθμης της σε δεδομένο χρονικό διάστημα.



Τυπικό σύστημα κυλινδρελαίου

Το κυλινδρέλαιο είναι ορυκτέλαιο υψηλού ιξώδους, με TBN κατάλληλο για το καύσιμο με την προβλεπόμενη περιεκτικότητα σε θείο. Η εγκατάσταση δύο δεξαμενών κυλινδρελαίου προσφέρει ευελιξία, καθώς επιτρέπει τη μεταφορά κυλινδρελαίων διαφορετικού TBN. Οι δεξαμενές αποθήκευσης του κυλινδρελαίου συνήθως πληρώνονται από το κατάστρωμα με τη βαρύτητα.

Στους περισσότερους κινητήρες χωρίς ζύγωμα, η λίπανση των κυλίνδρων γίνεται από το λάδι κυκλοφορίας, το οποίο φθάνει στα ελατήρια και στα τοιχώματα

των χιτωνίων των κυλίνδρων μέσω ελεγχόμενης διαρροής του τριβέα στον πείρο του εμβόλου. Σε μερικούς κινητήρες χωρίς ζύγωμα, το λάδι εγχύεται για λίπανση των κυλίνδρων με όμοιο τρόπο, όπως στις αργόστροφες μηχανές. Στις περισσότερες περιπτώσεις το λάδι προέρχεται από το δίκτυο κυκλοφορίας, αν και μερικές μηχανές έχουν χωριστό δίκτυο παροχής κυλινδρελαιου.

1.5 Σύστημα λιπάνσεως στροβιλοϋπερπληρωτών

Το σύστημα λιπάνσεως των στροβιλοϋπερπληρωτών στις περισσότερες περιπτώσεις αποτελεί τμήμα του δικτύου λιπάνσεως της κύριας μηχανής. Το λάδι, μετά το ψυγείο, οδηγείται, με παρεμβολή βαλβίδας αντεπιστροφής, στα έδρανα του στροβιλοϋπερπληρωτή. Για λόγους ασφαλείας, υπάρχει απαιτητως και μία μικρή εφεδρική δεξαμενή βαρύτητας, η οποία τροφοδοτείται συνεχώς με λάδι. Το λάδι της δεξαμενής βαρύτητας θα χρησιμοποιηθεί μόνο στην περίπτωση, που η μηχανή κάνει «κράτει», ενώ ο υπερπληρωτής συνεχίζει να περιστρέφεται λόγω αδράνειας.

Σε παλαιότερους στροβιλοϋπερπληρωτές υπήρχε ξεχωριστό δίκτυο λιπάνσεως των εδράνων τους με ειδική ποιότητα λαδιού (τουρμπινέλαιο) και ανεξάρτητες δεξαμενές, -ψυγεία, φίλτρα και αντλίες.

1.6 Έλεγχος του δικτύου λιπάνσεως

Κατά τη λειτουργία της μηχανής του πλοίου, ο μηχανικός υπηρεσίας (βάρδιας) στο μηχανοστάσιο πρέπει να εκτελεί τους ακόλουθους ελέγχους:

α) Μέτρηση πιέσεως λειτουργίας δικτύου.

Η πίεση λειτουργίας πρέπει να είναι η προδιαγεγραμμένη από τον κατασκευαστή. Η πτώση πιέσεως στα φίλτρα πρέπει να είναι 0,5 - 0,7 kp/cm. Η πτώση πιέσεως στο δίκτυο δεν πρέπει να υπερβεί συγκεκριμένη τιμή που ορίζει ο κατασκευαστής (συνήθως 0,8kp/cm). Όταν η πτώση πιέσεως φθάσει τη συγκεκριμένη τιμή, τότε ανάβει μια κόκκινη ενδεικτική λυχνία, και αν παρουσιαστεί μεγαλύτερη πτώση πιέσεως, τότε ενεργοποιείται η σειρήνα για να ληφθούν άμεσα τα απαραίτητα μέτρα.

β) Έλεγχος θερμοκρασίας λειτουργίας δικτύου.

Η θερμοκρασία πρέπει να διατηρείται μέσα σε προκαθορισμένα από τον κατασκευαστή όρια. Αυτά συνήθως κυμαίνονται μεταξύ 50°C και 60°C. Εάν η θερμοκρασία του λιπαντικού είναι μικρότερη του κατώτερου ορίου, τότε προκαλείται αύξηση τριβών, λόγω αυξήσεως του ιξώδους. Στην περίπτωση που υπερβεί το άνω όριο, ελαττώνεται το ιξώδες και παρουσιάζεται αυξημένη πτώση πίεσεως, λόγω αυξήσεως των διαρροών στα σημεία λιπάνσεως. Μετά το ψυγείο λαδιού η θερμοκρασία πρέπει να μειώνεται, οπότε γίνεται παράλληλα έλεγχος της καθαρότητας του ψυγείου.

Σε περίπτωση που δεν επιτυγχάνεται η επιθυμητή πτώση της θερμοκρασίας στο ψυγείο, τότε επεμβαίνουν οι μηχανισμοί ασφαλείας και είτε αυξάνεται η παροχή του νερού ψύξεως είτε ανάβει κόκκινη ενδεικτική λυχνία και, εάν συνεχιστεί, ενεργοποιούνται σειρήνες.

Τα σύγχρονα πλοία διαθέτουν αυτοματισμό με αισθητήρες (sensors) θερμοκρασιών τοποθετημένους στους τριβείς, η παρακολούθηση των οποίων γίνεται από την κεντρική κονσόλα του μηχανοστασίου.

γ) Έλεγχος υπέρξεως ατμών ελαίου στο στροφαλοθάλαμο.

Σοβαρός κίνδυνος εκρήξεως θα δημιουργηθεί στο χώρο του στροφαλοθαλάμου από τη δημιουργία ατμών λαδιού, λόγω υπερθερμάνσεως τμήματος της μηχανής. Για το λόγο αυτό, τοποθετούνται ειδικά αισθητήρια ανιχνεύσεως ατμών λαδιού εντός του στροφαλοθαλάμου. Σε περίπτωση ανιχνεύσεως ατμών ενεργοποιείται σειρήνα, και εάν δε λυθεί το πρόβλημα η μηχανή αυτομάτως κάνει «κρατεί».

δ) Έλεγχος καταναλώσεως λαδιού.

Η αυξημένη κατανάλωση του κυλινδρελαίου κατά τη λειτουργία των δίχρονων μηχανών οφείλεται σε:

- Αυξημένη φθορά χιτωνίων, άρα και κακή στεγανότητα των ελατηρίων.
- Παραμορφώσεις των ελατηρίων των εμβόλων λόγω φθοράς των υποδοχών τους.
- Κακό στρώσιμο του χιτωνίου.
- Κόλλημα των ελατηρίων των εμβόλων.
- Αύξηση της θερμοκρασίας των χιτωνίων.
- Αύξηση θερμοκρασίας της κεφαλής του εμβόλου.
- Χρήση πετρελαίου κακής ποιότητας.

1.7 Καθαρισμός του δικτύου λιπάνσεως

Καθαρισμός του δικτύου λιπάνσεως γίνεται στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- Μετά την αρχική δοκιμή της μηχανής.
- Όταν αφαιρείται το λάδι, για να γίνουν επισκευές στην εγκατάσταση λιπάνσεως.
- Όταν γίνεται αντικατάσταση του λαδιού.

Ο καθαρισμός πραγματοποιείται για να αφαιρεθούν τυχόν σωματίδια και ιζήματα στα φίλτρα, στα ψυγεία, στις δεξαμενές και στις σωληνώσεις.

Για τον καθαρισμό χρησιμοποιείται, συνήθως διάλυμα οξέος, το οποίο παροχετεύεται στην εγκατάσταση. Στη συνέχεια, η εγκατάσταση αποπλένεται με αλκαλικό υγρό και ακολουθεί κυκλοφορία λαδιού, παρακάμπτοντας όμως τους τριβείς και θέτοντας σε λειτουργία τα φυγοκεντρικά καθαριστήρια λαδιού. Το λάδι με τις ακαθαρσίες μεταφέρεται στη δεξαμενή καθιζήσεως. Σε κάθε περίπτωση, πρέπει να ακολουθούνται σχολαστικά οι οδηγίες του κατασκευαστή.

1.8 Μέτρα προς αποφυγή της πρόωρης αποσυνθέσεως του λαδιού

Εάν στο σύστημα λιπάνσεως της κύριας μηχανής παρατηρηθεί μερική αποσύνθεση του λαδιού, για αποφυγή μεγαλύτερων προβλημάτων ακολουθούνται τα παρακάτω:

1) Το συλλεγόμενο λάδι στον οχετό σαρώσεως πρέπει να απομακρύνεται, για να μην αναμειγνύεται με το υπόλοιπο λάδι και το αλλοιώνει.

2) Γίνεται έλεγχος των δεξαμενών για πιθανή καταστροφή της αντισκωριακής προστασίας των τοιχωμάτων τους, που προκαλεί επιτάχυνση της οξειδώσεως του λαδιού.

3) Σε περίπτωση μη ικανοποιητικού φυγοκεντρικού διαχωρισμού ελέγχεται:

- Εάν η προθέρμανση είναι επαρκής.
- Εάν υπάρχει λανθασμένη ρύθμιση της διαχωριστικής επιφάνειας νερού-λαδιού στο φυγοκεντρικό διαχωριστήρα.
- Εάν υπάρχει υπερβολική παροχή λαδιού στο φυγοκεντρικό διαχωριστήρα.

4) Να μην γίνεται ανάμειξη δυο διαφορετικών τύπων λαδιού, εκτός εάν το

επιτρέπουν οι εταιρείες προμήθειας λαδιού.

5) Να μην λειτουργεί το λάδι σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες, διότι τότε αποσυντίθεται.

2. Λίπανση Κυλίνδρων

2.1 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 ταχύτητα 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 πιέσεις. 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 ιδιαιτέρα 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.

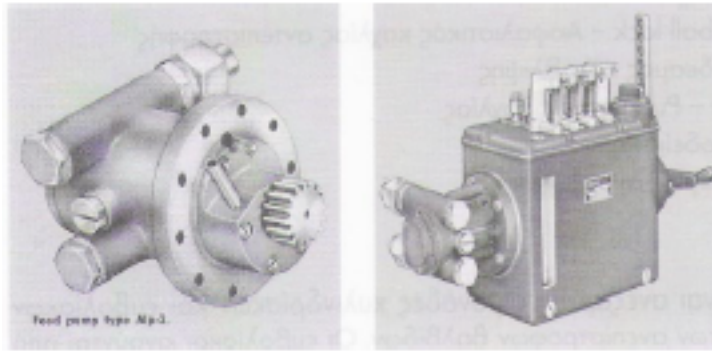
Ένας ακόμα παράγοντας που δημιουργεί σοβαρά προβλήματα φθοράς χιτωνίων/ εμβόλων είναι η διαφυγή (blow by) του αέρα συμπίεσεως ή των αερίων της

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.

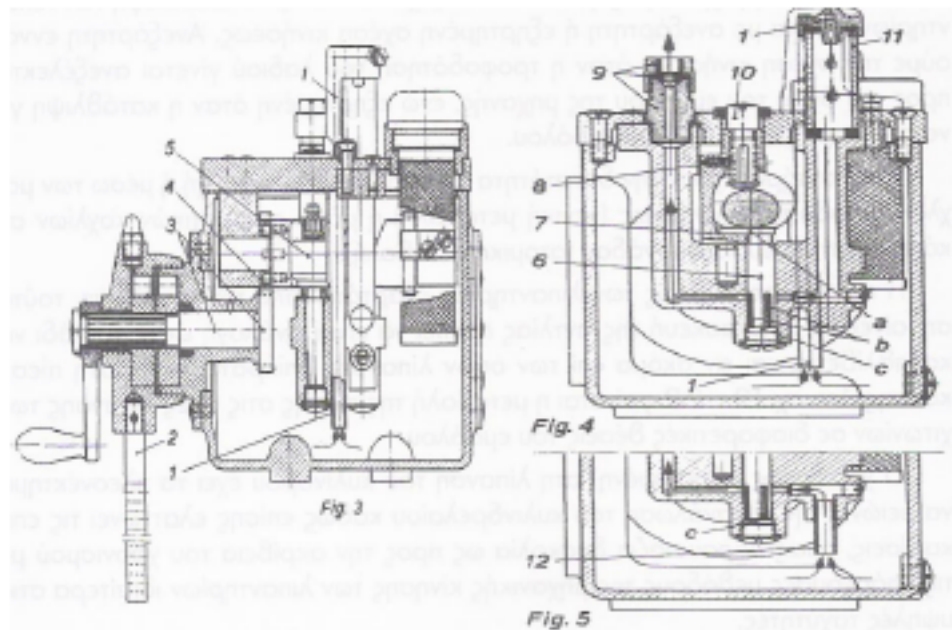
2.2 Λιπαντήρες

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.



Λιπαντήρας (δεξιά) με την τροφοδοτική του αντλία (αριστερά)

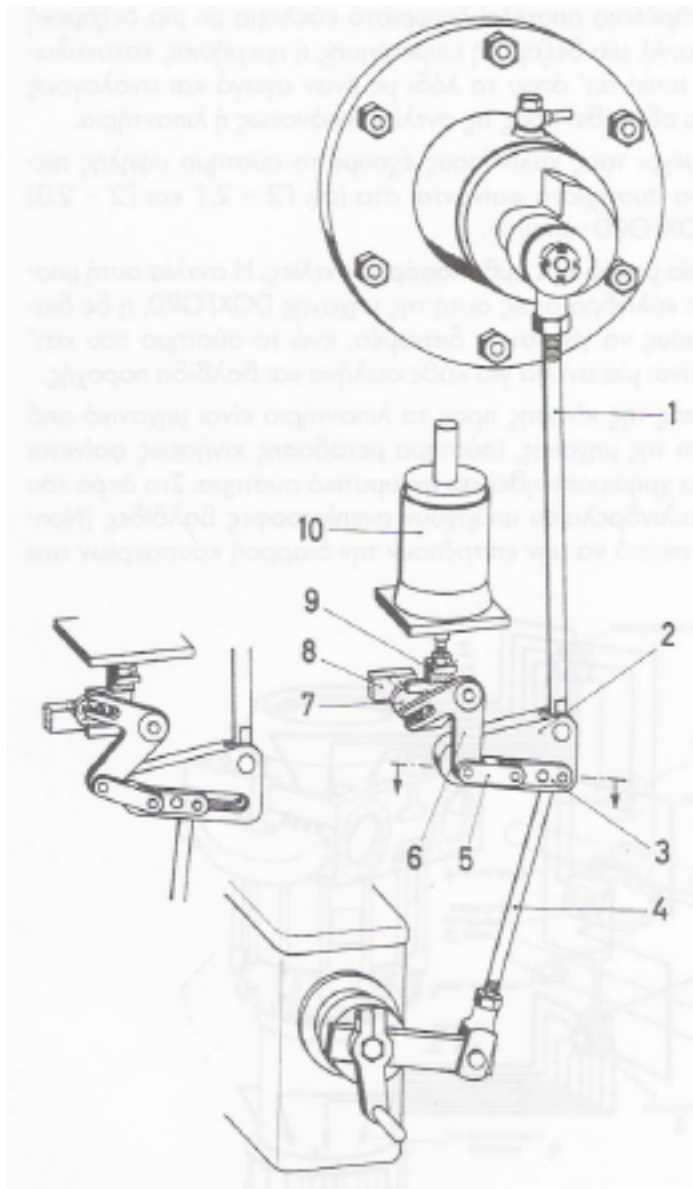


Λιπαντήρας ASSA σε τομή (αριστερά και δεξιά)

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. Η κίνηση του εκκεντροφόρου των λιπαντήρων γίνεται από τον στροφαλοφόρο ή τον εκκεντροφόρο άξονα της μηχανής μέσω μηχανισμού.

Ένας τέτοιος μηχανισμός φαίνεται στο παρακάτω σχήμα. 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.



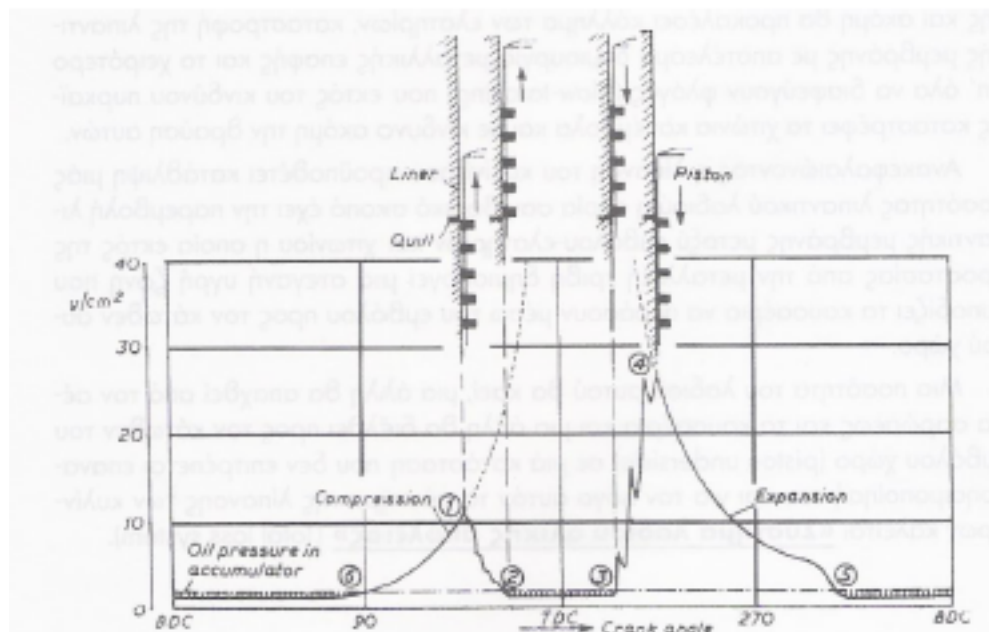
Σύστημα μεταδόσεως κινήσεως προς τις αντλίες λιπάνσεως των κυλίνδρων

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.

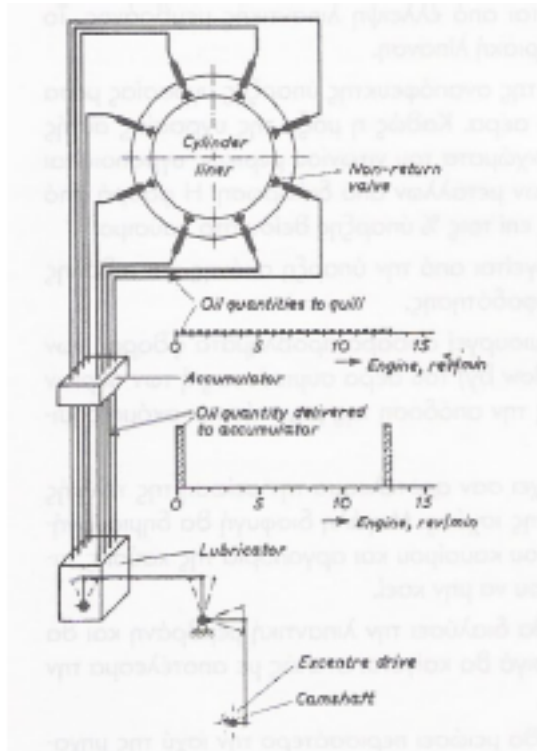
Το σύστημα λίπανσης κυλίνδρων με συσσωρευτή αποτελείται από μια αντλία η οποία αναρροφά από έναν ενιαίο λιπαντήρα και καταθλίβει σε ένα συσσωρευτή (accumulator). Σκοπός του συσσωρευτή είναι να διατηρεί επάρκεια λιπαντελαίου υπό πίεση. Η κατάθλιψη του λιπαντελαίου στον κύλινδρο επιτυγχάνεται λόγω διαφοράς

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 παρακάτω 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.



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



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

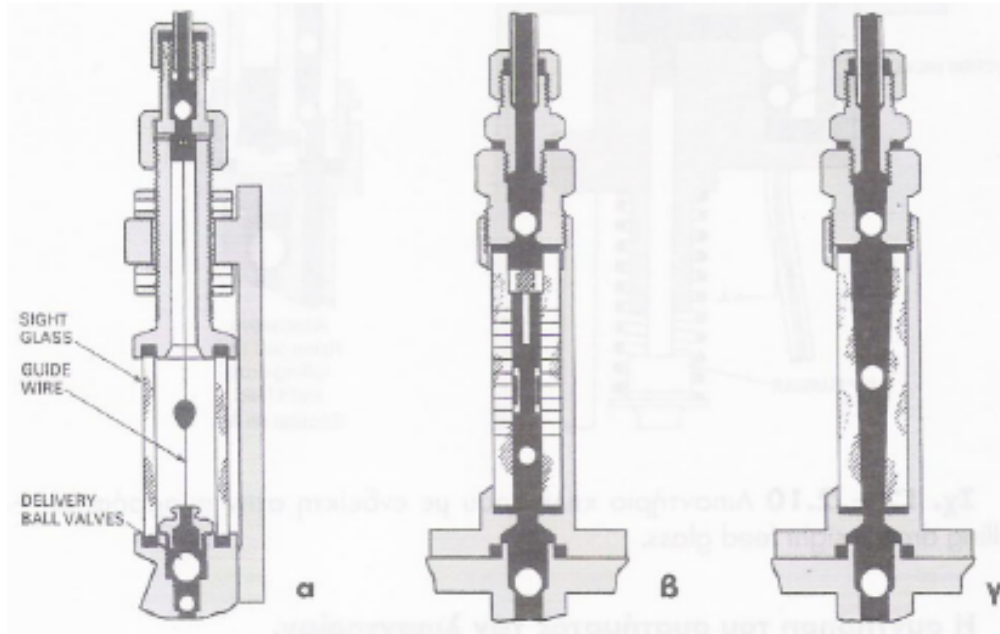
Για τον έλεγχο ομαλής λειτουργίας και την αποφυγή εκτεταμένων φθορών στον κύλινδρο, κάθε λιπαντήρας είναι εφοδιασμένος με κατάλληλο ενδείκτη ροής (sight feed glass) που επιτρέπει στο προσωπικό τον διαρκή οπτικό έλεγχο της ροής του λιπαντελαίου από αυτόν.

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.

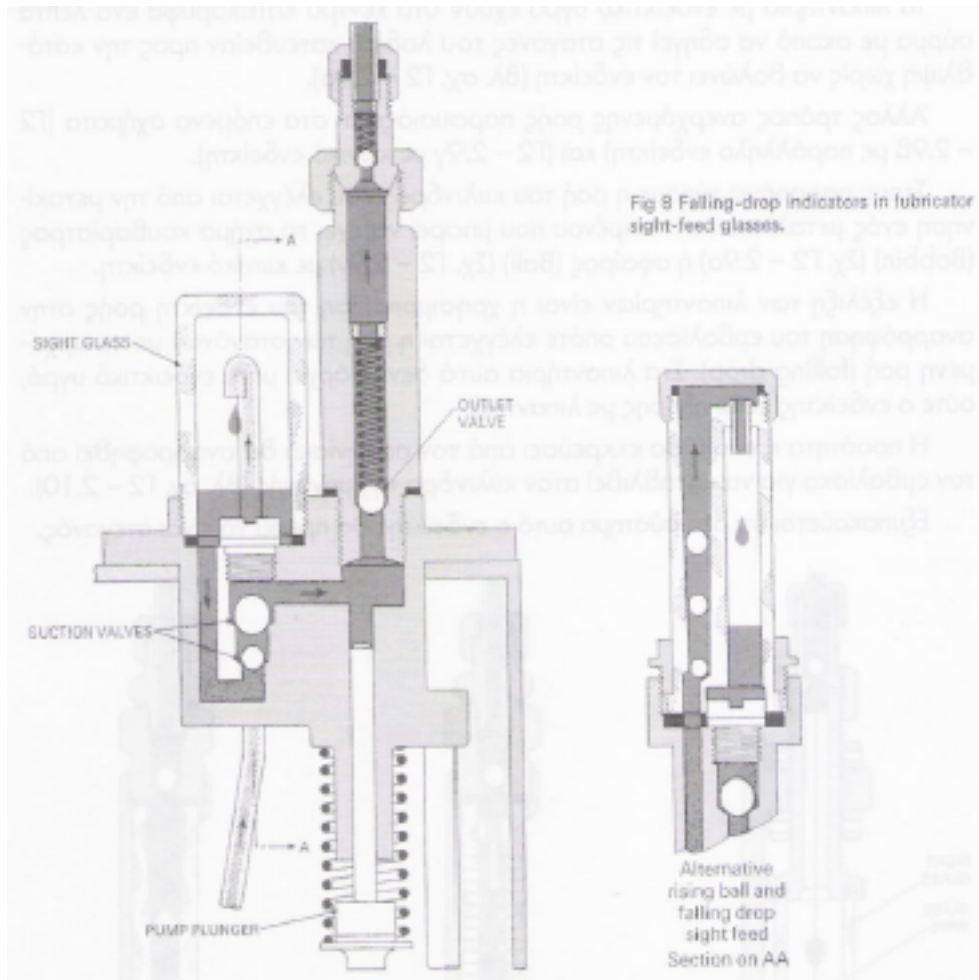
Άλλοι τρόποι ανερχόμενης ροής είναι με παράλληλο ενδείκτη και με κωνικό ενδείκτη. Στους παραπάνω τύπους η ροή του κυλινδρελαίου ελέγχεται από την

μετακίνηση ενός μεταλλικού αντικειμένου που μπορεί να έχει το σχήμα κουβαρίστρας (Bobbin), στον παράλληλο ενδείκτη, ή σφαίρας (Ball) στον κωνικό ενδείκτη.



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. Εξυπακούεται ότι στο σύστημα αυτό ο ενδείκτης θα πρέπει να είναι στεγανός.



Λιπαντήρας κυλίνδρου 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. Λιπαντικά

3.1 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 at 100°C	247 cSt 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 at 100°C	222 cSt 20 cSt
Viscosity Index	104
TBN	70 mg KOH/g

Shell Alexia 50		Result
SAE Viscosity Grade		50
Kinematic Viscosity at 40 °C at 100 °C		225 cSt 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
DENSITY 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 λιγосτεύει 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.

4. Ανωμαλίες - Βλάβες στο σύστημα λιπάνσεως της μηχανής

4.1 Απότομη πτώση της πίεσεως τον λιπαντικού της μηχανής

Η απότομη πτώση της πίεσεως στο δίκτυο λιπάνσεως της μηχανής γίνεται αντιληπτή με τη βοήθεια των μανομέτρων, καθώς και με την ενεργοποίηση των συστημάτων συναγερμού. Σε περίπτωση καθυστερημένης αντιδράσεως του προσωπικού του μηχανοστασίου ακολουθεί αυτόματη κράτηση της μηχανής από το σύστημα ελέγχου.

Η απότομη πτώση της πίεσεως του λιπαντικού οφείλεται συνήθως στις ακόλουθες αιτίες:

- Μεγάλη διαρροή του δικτύου ή των δεξαμενών.
- Ηλεκτρική ή μηχανική βλάβη της αντλίας κυκλοφορίας του λαδιού.

Στην περίπτωση που παρουσιασθεί εκτεταμένη διαρροή λιπαντικού, αυτή μπορεί να οφείλεται σε κάποιο ατύχημα ή σε αστοχία κεντρικού αγωγού του δικτύου ή σε ρηγμάτων δεξαμενών. Τότε είναι επιβεβλημένη η διακοπή της λειτουργίας της μηχανής, ώστε να αποφευχθεί καταστροφή της και να αποκατασταθεί άμεσα η βλάβη. Μετά την αποκατάσταση της βλάβης πρέπει να συμπληρωθεί το δίκτυο με νέο λιπαντικό (του ίδιου τύπου ή αντίστοιχο συμβατό). Η περίπτωση αυτή είναι αρκετά σπάνια, ενώ αντιθέτως είναι συνήθεις οι μικροδιαρροές λιπαντικού σε διάφορα σημεία του δικτύου (π.χ. στα παρεμβύσματα στεγανότητας των φίλτρων και των εναλλακτών θερμότητας, των φλαντζών συνδέσεως με το υπόλοιπο δίκτυο του λιπαντικού κλπ.).

Οι μικροδιαρροές λιπαντικού που παρουσιάζονται σε όλους τους τύπους και τα μεγέθη των μηχανών προέρχονται από κακή σύσφιγξη, τη χρήση ακατάλληλου υλικού παρεμβύσματος ή τη χρήση ακατάλληλου ή κατεστραμμένου παρεμβύσματος στη συναρμολόγηση των εξωτερικών τμημάτων της μηχανής (π.χ. θυρίδες ασφαλείας, θυρίδες επιθεωρήσεως, εξωτερικά καλύμματα κεφαλών κυλίνδρων κλπ.).

Στην περίπτωση που η πτώση της πίεσεως οφείλεται σε βλάβη της αντλίας, τίθεται αυτόματα (ή και χειροκίνητα αν απαιτηθεί) σε λειτουργία η αντίστοιχη εφεδρική αντλία κυκλοφορίας. Εφόσον η αντίδραση των μηχανικών είναι άμεση (ή ενεργοποιηθεί άμεσα ο αντίστοιχος αυτοματισμός) τότε δεν είναι απαραίτητη η

κράτηση της μηχανής. Εάν όμως κατά την προσπάθεια εκκινήσεως της εφεδρικής αντλίας παρουσιασθούν και άλλα προβλήματα (ηλεκτρικά ή μηχανικά), τότε πρέπει να διακοπεί αμέσως η λειτουργία της μηχανής. Μετά την επισκευή της μίας τουλάχιστον αντλίας μπορεί να επανεκκινήσει η μηχανή.

Στην περίπτωση αυτή, λόγω ελλείψεως εφεδρικής αντλίας, απαιτείται αυξημένη επιτήρηση της λειτουργίας του δικτύου λιπάνσεως από το προσωπικό του μηχανοστασίου, ενώ προγραμματίζεται το συντομότερο δυνατόν η επισκευή της αντλίας που έχει υποστεί βλάβη.

4.2 Σταδιακή πτώση της πίεσεως τον λιπαντικού της μηχανής

Η σταδιακή πτώση της πίεσεως γίνεται αντιληπτή μέσω των ενδείξεων των μανομέτρων. Εάν συνεχισθεί για αρκετό χρονικό διάστημα χωρίς να γίνει αντιληπτή, τότε ενεργοποιούνται τα συστήματα συναγερμού. Η σταδιακή πτώση της πίεσεως οφείλεται συνήθως στις ακόλουθες αιτίες:

- Κακή αναρρόφηση της αντλίας λαδιού, λόγω αποφράξεως του φίλτρου αναρροφήσεως ή λόγω αποφράξεως των φίλτρων αποστραγγίσεως του στροφαλοθαλάμου.

- Αναρρόφηση αέρα από την αντλία λαδιού.

- Υπερβολικά διάκενα των τριβέων της μηχανής.

- Εσωτερικές διαρροές στο δίκτυο λιπάνσεως (π.χ. στους τηλεσκοπικούς βραχίονες του εμβόλου).

Μόλις γίνει αντιληπτή η πτώση της πίεσεως, πρέπει να ελεγχθούν τα πιθανά σημεία όπου μπορεί να εντοπίζεται το πρόβλημα. Καθ' όλη τη διάρκεια της αναζητήσεως της αιτίας του προβλήματος, απαιτείται αυξημένη προσοχή του προσωπικού φυλακής του μηχανοστασίου. Εάν δεν αποκατασταθεί άμεσα η βλάβη μετά τον εντοπισμό της, τότε παρατείνεται η επαγρύπνηση μέχρι την επισκευή.

Εάν η πτώση της πίεσεως οφείλεται σε απόφραξη φίλτρου το καθαρίζομε ή το αντικαθιστούμε. Η οξειδωση του λιπαντικού δημιουργεί συσσώρευση μεγάλων ποσοτήτων ιζήματος στις δεξαμενές και συχνή απόφραξη των φίλτρων. Σε περίπτωση οξειδώσεως του λιπαντικού είναι επιβεβλημένη η σύντομη αντικατάσταση του. Το πρόβλημα είναι σοβαρότερο εάν παρατηρηθούν λασπώδη κατάλοιπα στο σκελετό και

στις θυρίδες του στροφαλοθαλάμου, οπότε η αντικατάσταση πρέπει να γίνει άμεσα. Η απόφραξη του μεταλλικού πλέγματος στο στροφαλοθάλαμο οφείλεται κατά πάσα πιθανότητα σε ξεχασμένα αντικείμενα κατά την επισκευή (π.χ. πανιά, στουπιά κλπ.).

Εάν η ανωμαλία προέρχεται από αναρρόφηση αέρα στην αντλία λαδιού, αυτό συνήθως συμβαίνει λόγω χαμηλής στάθμης του λιπαντικού στην ελαιολεκάνη οπότε, λόγω διατοιχισμού του πλοίου, αποκαλύπτεται η αναρρόφηση της αντλίας. Το πρόβλημα αποκαθίσταται με τη συμπλήρωση λιπαντικού στο δίκτυο. Στις σύγχρονες μηχανές αυτό έχει αντιμετωπισθεί με το σχηματισμό κατάλληλου κοιλώματος γύρω από το στόμιο αναρρόφησης της αντλίας. Άλλη αιτία προκλήσεως της ίδιας ανωμαλίας είναι η προμήθεια ακατάλληλου λιπαντικού με χαμηλή αντιαφριστική ικανότητα. Στην περίπτωση αυτή υπάρχει αυξημένη ποσότητα εγκλωβισμένου αέρα εντός του λιπαντικού. Λόγω της συμπίεσής του αέρα, μειώνεται η απόδοση της αντλίας λαδιού και ελαττώνεται η ποσότητα του λιπαντικού που καταλήγει στις λιπαινόμενες επιφάνειες. Η ανωμαλία αποκαθίσταται με την αντικατάσταση του λιπαντικού.

Στην περίπτωση που τα διάκενα στα έδρανα είναι μεγαλύτερα από τα επιτρεπόμενα, εμφανίζονται εκτεταμένες διαρροές λαδιού από τα πλάγια των τριβέων. Προκαλείται έτσι πτώση της πίεσεως του λιπαντικού της μηχανής. Η αύξηση των διακένων μπορεί να οφείλεται σε μεγάλες φυσιολογικές φθορές, σε φθορές από κακή ευθυγράμμιση του στροφαλοφόρου, σε λανθασμένη τοποθέτηση των τριβέων ή σε λανθασμένη επιλογή προσθηκών. Αυξημένες φθορές σε συγκεκριμένα έδρανα δυνατόν να οφείλονται σε ανομοιόμορφη φόρτιση των κυλίνδρων ή εμφάνιση φαινομένων συντονισμού. Σε οποιαδήποτε περίπτωση κρίνεται απαραίτητη η επισκευή της μηχανής το συντομότερο δυνατόν. Ο χρόνος της επισκευής καθορίζεται από το μέγεθος του προβλήματος. Στις περισσότερες από τις παραπάνω περιπτώσεις η επισκευή δεν μπορεί να γίνει μόνο από το προσωπικό της μηχανής.

Εάν η ανωμαλία προέρχεται από διαρροές στο εσωτερικό δίκτυο της μηχανής, προβαίνουμε σε επισκευή ή αντικατάσταση του ελαττωματικού εξαρτήματος. Η επισκευή πραγματοποιείται συνήθως όταν φθάσει το πλοίο στο λιμάνι, αφού σταματήσει η αντλία κυκλοφορίας του λαδιού και κρυώσει η μηχανή.

4.3 Αύξηση της θερμοκρασίας του λιπαντικού

Η αύξηση της θερμοκρασίας του λαδιού γίνεται αντιληπτή με τη βοήθεια των αισθητήρων θερμοκρασίας στον πίνακα ελέγχου ή τοπικά με τα θερμόμετρα στη μηχανή. Σε περίπτωση απότομης αυξήσεως της θερμοκρασίας, και εφόσον δεν προλάβει το προσωπικό να αντιδράσει άμεσα, ενεργοποιούνται τα συστήματα συναγερμού και ακολουθεί αυτόματη κράτηση της μηχανής.

Η αύξηση της θερμοκρασίας του λαδιού συνήθως οφείλεται στους παρακάτω λόγους:

- Ανεπαρκής ποσότητα λαδιού στην ελαιολεκάνη του στροφαλοθαλάμου.
- Υπερβολική αύξηση της τριβής σε κάποιο σημείο της μηχανής.
- Θραύση τηλεσκοπικού αγωγού ψύξεως του εμβόλου.
- Πρόβλημα στο σύστημα ψύξεως του λιπαντικού.
- Κακή λειτουργία του συστήματος ρυθμίσεως της θερμοκρασίας του λιπαντικού.
- Κακή στεγανότητα των ελατηρίων του εμβόλου.
- Υψηλό ποσοστό ιζήματος στα φίλτρα και στη λεκάνη του στροφαλοθαλάμου.
- Ανεπαρκής κυκλοφορία λαδιού (πρόβλημα αντλίας, φραγμένα φίλτρα κλπ.).
- Παρατεταμένη υπερφόρτιση της μηχανής.
- Ανεπαρκής ψύξη χιτωνίων.
- Λανθασμένο ιξώδες λιπαντικού.
- Κακός χρονισμός της εγχύσεως.

Σε περίπτωση που μειωθεί η στάθμη του λιπαντικού και δεν συμπληρωθεί εγκαίρως υπάρχει κίνδυνος αυξήσεως της θερμοκρασίας του. Η μεγάλη και ταυτόχρονα απότομη αύξηση της θερμοκρασίας του λαδιού είναι δυνατόν να συμβεί μόνο σε μηχανές που χρησιμοποιούν για τη λειτουργία τους μικρή ποσότητα λιπαντικού. Αντίθετα στις μηχανές που κατά την κανονική λειτουργία τους χρησιμοποιούν μεγάλες ποσότητες λιπαντικού δεν είναι δυνατόν να συμβεί απότομη αύξηση της θερμοκρασίας, λόγω της μεγάλης μάζας του λιπαντικού και της αντίστοιχα μεγάλης θερμοχωρητικότητάς του.

Η αύξηση των τριβών είναι καθοριστική αιτία ανόδου της θερμοκρασίας του λιπαντικού και μία αρκετά κρίσιμη κατάσταση για τη σωστή λειτουργία της μηχανής. Εάν σε κάποια τριβόμενη επιφάνεια μειωθεί το πάχος της λιπαντικής μεμβράνης και

εμφανισθεί ξηρή τριβή, η αύξηση της θερμοκρασίας που θα προκληθεί επιδεινώνει το πρόβλημα, λόγω της μείωσης του ιξώδους του λιπαντικού. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται άμεση αντίδραση και υποχρεωτική κράτηση της μηχανής για την προστασία της. Η διάγνωση του συγκεκριμένου προβλήματος γίνεται με τη βοήθεια των αισθητήρων θερμοκρασίας στα σημεία τριβής (όπου υπάρχουν) ή από το σύστημα ανιχνεύσεως ατμών λιπαντικού στο στροφαλοθάλαμο. Στις μικρές μηχανές η διάγνωση γίνεται μόνο από την αύξηση της θερμοκρασίας του λιπαντικού και την πτώση της ισχύος της μηχανής.

Η ανάπτυξη υπέρμετρης τριβής μεταξύ των τριβομένων τμημάτων της μηχανής προκαλεί συνήθως εκτεταμένη καταστροφή του μετάλλου των αντιστοιχών τριβέων, π.χ. των εδράνων της μηχανής (άρπαγμα κουζινέτου), των τριβέων του ποδιού ή της κεφαλής του διωστήρα (άρπαγμα μπιέλας), των εδράνων του εκκεντροφόρου άξονα (άρπαγμα εκκεντροφόρου) κλπ.

Η θραύση στο εσωτερικό της μηχανής τηλεσκοπικού αγωγού λαδιού ψύξεως έχει ως αποτέλεσμα την υπέρμετρη αύξηση της θερμοκρασίας του αντίστοιχου εμβόλου και των ελατηρίων του. Εάν δεν πραγματοποιηθεί άμεσα κράτηση της μηχανής υπάρχει κίνδυνος κολλημάτος της. Η βλάβη αυτή γίνεται ταχύτερα αντιληπτή διότι έχουμε ταυτόχρονα σημαντική πτώση της πίεσεως του λιπαντικού και υπέρμετρη αύξηση της θερμοκρασίας των καυσαερίων και του νερού ψύξεως του αντίστοιχου κυλίνδρου.

Εάν η αύξηση της θερμοκρασίας του λιπαντικού προέρχεται από κακή ψύξη του λιπαντικού τότε γίνεται εύκολα αντιληπτή από τον έλεγχο των θερμοκρασιών πριν και μετά τον εναλλάκτη. Στους εναλλάκτες που λειτουργούν με θαλασσινό νερό, με την πάροδο του χρόνου φράζουν οι δίοδοι από τους θαλάσσιους μικροοργανισμούς, οπότε επιβάλλεται να προγραμματισθεί ο καθαρισμός τους.

Η θερμοκρασία του λιπαντικού ρυθμίζεται με τη βοήθεια βαλβίδας ανακυκλοφορίας, η οποία καθορίζει το ποσοστό του λαδιού που παρακάμπτει τον εναλλάκτη θερμότητας. Σε περίπτωση κακής λειτουργίας της βαλβίδας ή του αντίστοιχου αισθητήρα θερμοκρασίας, είναι δυνατόν να προκληθεί αύξηση ή μείωση της θερμοκρασίας του λιπαντικού, ανάλογα με τη θέση στην οποία θα κολληθεί η βαλβίδα. Σε αυτήν την περίπτωση η ρύθμιση της ποσότητας του λαδιού που παρακάμπτει το ψυγείο πραγματοποιείται χειροκίνητα, μέχρι τη διόρθωση της βλάβης. Αντίστοιχο πρόβλημα μπορεί να εμφανιστεί στο κύκλωμα του ψυκτικού μέσου. Και στις δύο περιπτώσεις απαιτείται αυξημένη επιτήρηση από το προσωπικό,

μέχρι την αποκατάσταση του προβλήματος.

Σε όλες της μηχανές χωρίς βάκτρο, όταν υπάρχουν μεγάλες φθορές στα ελατήρια και στα χιτώνια, ή λόγω κολλήματος ή θραύσεως των ελατηρίων, καυσαέρια διαρρέουν προς το στροφαλοθάλαμο και ανεβάζουν τη θερμοκρασία του λιπαντικού. Η διαρροή καυσαερίων προς το στροφαλοθάλαμο αυξάνει κατά πολύ τον κίνδυνο εκρήξεως εάν ταυτόχρονα υπάρχουν και συνθήκες δημιουργίας ατμών λιπαντικού.

Το υψηλό ποσοστό ιζήματος στα φίλτρα και στην ελαιολεκάνη του στροφαλοθαλάμου προκαλεί μείωση της ροής του λιπαντικού και σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας του. Συνοδεύεται από πτώση της πίεσεως στην αναρρόφηση της αντλίας κυκλοφορίας.

Βλάβη στην αντλία κυκλοφορίας του λαδιού ή απόφραξη των φίλτρων από στερεά κατάλοιπα μειώνει την παροχή λιπαντικού στη μηχανή και συνεπώς αυξάνει τη θερμοκρασία του. Οι αντίστοιχες βλάβες γίνονται αντιληπτές από τη διαφοροποίηση της πίεσεως στα αντίστοιχα σημεία. Στα φίλτρα η διαφορά πίεσεως πριν και μετά το φίλτρο δεν πρέπει να υπερβεί τις προκαθορισμένες τιμές του κατασκευαστή (συνήθως μέχρι 0,6 kP/cm²).

Σε περίπτωση παρατεταμένης υπερφορτίσεως της μηχανής, αυξάνεται υπερβολικά η θερμοκρασία των τμημάτων του θαλάμου καύσεως, με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του νερού ψύξεως και του λιπαντικού. Ανάλογες καταστάσεις πρέπει να αποφεύγονται, διότι υπάρχει μεγάλος κίνδυνος καταστροφής της μηχανής.

Βλάβες στο σύστημα ψύξεως της μηχανής, έχουν ως επακόλουθο και την αύξηση της θερμοκρασίας του λιπαντικού. Εάν δεν λυθεί άμεσα το πρόβλημα στο δίκτυο ψύξεως, ακολουθούν αλυσιδωτά προβλήματα σε όλα τα σημεία της μηχανής που λιπαίνονται.

Λανθασμένη επιλογή λιπαντικού με χαμηλό ιξώδες έχει ως αποτέλεσμα την εύκολη ροή του λιπαντικού από τα διάκενα των εδράνων και τη δυσκολία διατήρησης της λιπαντικής μεμβράνης. Συνεπώς αυξάνεται ο κίνδυνος ξηρής τριβής, ακολουθεί τοπική αύξηση της θερμοκρασίας των εδράνων και του λιπαντικού, οπότε μειώνεται επιπλέον το ιξώδες και επιδεινώνεται το πρόβλημα. Η αλυσιδωτή αυτή διαδικασία έχει ως τελικό αποτέλεσμα την καταστροφή της μηχανής εάν δεν υπάρξει έγκαιρη αντίδραση από το προσωπικό του μηχανοστασίου.

Κακός χρονισμός της εγχύσεως (από μη ενδεδειγμένη επέμβαση στο σύστημα

χρονισμού των αντλιών υψηλής πίεσης) μπορεί να έχει ως συνέπεια την υπερθέρμανση του αντίστοιχου κυλίνδρου. Ακολουθεί αλυσιδωτά αύξηση της θερμοκρασίας του ψυκτικού μέσου και του λιπαντικού, με τα προαναφερθέντα αποτελέσματα. Η βλάβη γίνεται αρχικά αντιληπτή από την άνοδο της θερμοκρασίας των καυσαερίων στον αντίστοιχο κύλινδρο και επιβεβαιώνεται με τη λήψη δυναμοδεικτικού διαγράμματος.

4.4 Ανάμειξη του λιπαντικού με νερό

Η πιθανότητα αναμείξεως του λιπαντικού με θαλασσινό νερό υπάρχει μόνο στον εναλλάκτη θερμότητας εφόσον υπάρχει διαρροή. Τότε κατά τη λειτουργία της μηχανής θα υπάρχει διαρροή λιπαντικού προς το δίκτυο θαλασσινού νερού, λόγω υψηλότερης πίεσης λειτουργίας του αντίστοιχου δικτύου. Η διαρροή αυτή γίνεται αντιληπτή από την πτώση της πίεσης του λιπαντικού.

Κατά την κράτηση της μηχανής και εφόσον δεν λειτουργεί η αντλία του λαδιού, επειδή επικρατεί μεγαλύτερη πίεση από την πλευρά του ψυκτικού μέσου, εισέρχεται θαλασσινό νερό στο εσωτερικό του εναλλάκτη, με αποτέλεσμα την καθολική ρύπανση του λιπαντικού και την υποχρεωτική αντικατάστασή του. Αυτό συνέβαινε μόνο στις παλαιότερες εγκαταστάσεις που χρησιμοποιούσαν ως ψυκτικό μέσο θαλασσινό νερό. Στις νεότερες εγκαταστάσεις η χρήση κεντρικού συστήματος ψύξεως με γλυκό νερό αποκλείει την ανάμειξη του λιπαντικού με θαλασσινό νερό. Εάν υπάρξει ανάμειξη του λιπαντικού με Το νερό του κεντρικού συστήματος ψύξεως αυτό αποβάλλεται στους φυγοκεντρικούς καθαριστές χωρίς άλλες επιπτώσεις. Επιβάλλεται όμως η άμεση αποκατάσταση της βλάβης, η οποία γίνεται αντιληπτή από τον αυξημένο ρυθμό αποβολής νερού στους φυγοκεντρικούς διαχωριστές λιπαντικού, καθώς και από την πτώση της στάθμης του νερού στην αντίστοιχη δεξαμενή του κεντρικού συστήματος ψύξεως.

4.5 Αύξηση της καταναλώσεως τον λιπαντικού

Όλες οι MEK κατά τη λειτουργία τους καταναλώνουν ποσότητες λιπαντικού. Τα όρια καταναλώσεως (μέγιστη-ελάχιστη) τα καθορίζει ο κατασκευαστής της

μηχανής. Σε περίπτωση αυξημένης καταναλώσεως λιπαντικού, αυξάνεται το κόστος λειτουργίας της μηχανής και η εκπομπή ρύπων στο περιβάλλον, αποτελεί δε αυτό μία από τις ασφαλέστερες ενδείξεις για την ανάγκη επισκευής της μηχανής.

Οι συνηθέστερες αιτίες αυξημένης καταναλώσεως λιπαντικού είναι οι ακόλουθες:

- Μεγάλη αύξηση των φθορών των ελατηρίων.
- Μεγάλα διάκενα στις υποδοχές των ελατηρίων.
- Κολλημένα ελατήρια.
- Λανθασμένη τοποθέτηση ή κακή επιλογή ελατηρίων.
- Φραγμένες οπές αποστραγγίσεως του λιπαντικού στις υποδοχές των ελατηρίων του εμβόλου ή λανθασμένη τοποθέτηση του ελατηρίου λαδιού.
- Υπερβολική φθορά ή κακή λείανση των χιτωνίων.
- Υπερβολική λείανση του χιτωνίου από το σχηματισμό εξανθρακώματος περιφερειακά της κορώνας του εμβόλου.
- Μεγάλη αύξηση των διακένων στους οδηγούς των βαλβίδων.
- Υπερβολική παροχή κυλινδρελαίου στους κυλίνδρους από τις ογκομετρικές αντλίες (λουμπρικέτες).
- Υψηλή πίεση προσαγωγής λιπαντικού.
- Χαμηλό ιξώδες λιπαντικού.
- Υψηλή θερμοκρασία του λιπαντικού στην έξοδο του ψυγείου λαδιού.
- Συχνή αποβολή κατακαθίσεων από τους φυγοκεντρικούς διαχωριστές λαδιού.
- Υπερθέρμανση εμβόλου.

Αυξημένη κατανάλωση λιπαντικού παρατηρείται στις εμβολοφόρες μηχανές μετά την πάροδο μεγάλου χρονικού διαστήματος χωρίς επισκευή. Κατά τη λειτουργία της μηχανής οι περισσότερες φθορές λόγω τριβών παρουσιάζονται στα ελατήρια του εμβόλου και στο χιτώνιο, με αποτέλεσμα τη δημιουργία μεγάλων διακένων. Με την αύξηση αυτή των διακένων ποσότητες λιπαντικού διαφεύγουν προς το θάλαμο καύσεως όπου και καίγονται. Η κατανάλωση του λιπαντικού αυξάνεται ανάλογα με τις φθορές της μηχανής κίαι γίνεται εύκολα αντιληπτή από την πτώση της στάθμης του λιπαντικού στη δεξαμενή καθώς και από το λευκό-γαλαζωπό χρώμα των καυσαερίων.

Η αύξηση των φθορών των ελατηρίων ακολουθείται από παράλληλη αύξηση των διακένων στις υποδοχές των ελατηρίων. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αντλείται

λιπαντικό προς το θάλαμο καύσεως με την κίνηση των ελατηρίων μέσα στις υποδοχές τους (oil pumping). Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με την αντικατάσταση των ελατηρίων από αντίστοιχα μεγαλύτερου πάχους.

Επακόλουθο των φθορών που προαναφέρθηκαν είναι και η δυσανάλογα μεγάλη συγκέντρωση εξανθρακωμάτων στα ελατήρια και στις υποδοχές των εμβόλων, με αποτέλεσμα το κόλλημα των ελατηρίων. Αυτό με τη σειρά του έχει ως επακόλουθο την κακή στεγανότητα του κυλίνδρου και την αύξηση των διαρροών καυσαερίων περιφερειακά του εμβόλου (επιδείνωση του προβλήματος).

Στις μηχανές χωρίς βάκτρο η διαφυγή καυσαερίων προς το στροφαλοθάλαμο μολύνει σε μεγάλο βαθμό το λιπαντικό, αυξάνει δε την πιθανότητα εκρήξεως στο στροφαλοθάλαμο. Στις μηχανές με βάκτρο αυξάνεται σημαντικά ο κίνδυνος πυρκαγιάς στον οχετό σαρώσεως. Με το κόλλημα των ελατηρίων αυξάνονται η κατανάλωση λιπαντικού, η κατανάλωση καυσίμου και η αποβολή ρύπων στο περιβάλλον.

Λανθασμένη τοποθέτηση των ελατηρίων συμπίεσεως έχει ως αποτέλεσμα την προώθηση λιπαντικού προς το θάλαμο καύσεως και την κακή στεγανοποίηση του. Ειδικά στην περίπτωση λανθασμένης τοποθέτησεως των ελατηρίων λαδιού το πρόβλημα επιδεινώνεται σημαντικά, λόγω του σχήματος και του προορισμού του ελατηρίου αυτού (αντί να στρώνει τη μεμβράνη λαδιού πάνω στο χιτώνιο, προωθεί το λάδι προς το θάλαμο καύσεως). Αντίστοιχα οι φραγμένες από εξανθρακώματα οπές αποστραγγίσεως του λαδιού εμποδίζουν την επιστροφή του στην ελαιολεκάνη (στις μηχανές χωρίς βάκτρο) με συνέπεια την αύξηση της καταναλώσεως, έντονο σχηματισμό εξανθρακωμάτων στις αυλακώσεις τοποθέτησεως των ελατηρίων των εμβόλων και κόλλημα των ελατηρίων.

Αυξημένη κατανάλωση του λιπαντικού προκαλεί υπέρμετρη λείανση ή υπερβολική φθορά του χιτωνίου. Επίσης η συσσώρευση εξανθρακωμάτων περιμετρικά της κορώνας του εμβόλου, κατά την παλινδρόμηση του λειαίνει υπερβολικά το χιτώνιο, με αποτέλεσμα την ανεπαρκή συγκράτηση του λιπαντικού, καθώς και την αύξηση της καταναλώσεως του. Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με τοποθέτηση αφαιρούμενου δακτυλίου μικρότερης διαμέτρου στο ανώτερο τμήμα του χιτωνίου. Ο δακτύλιος αυτός αποξέει τα εξανθρακώματα, προστατεύοντας το χιτώνιο.

Η αύξηση, λόγω φθορών, των διακένων στους οδηγούς των βαλβίδων (ιδιαίτερα στις πολυβάλβιδες μηχανές), επιτρέπει τη διαρροή λιπαντικού προς το θάλαμο καύσεως και αυξάνει την κατανάλωση λιπαντικού. Σε προχωρημένη φθορά

των οδηγών, το φαινόμενο γίνεται αντιληπτό και από το χρώμα των καυσαερίων.

Στις μεγάλες δίχρονες πετρελαιομηχανές, η παροχή κυλινδρελαίου στα χιτώνια πρέπει να ρυθμίζεται με εξαιρετική ακρίβεια. Στην περίπτωση μειωμένης παροχής υπάρχει κίνδυνος αυξημένων φθορών στο χιτώνιο και στα ελατήρια. Στην αντίθετη περίπτωση αυξάνεται η κατανάλωση κυλινδρελαίου, καθώς και ο κίνδυνος πυρκαγιάς στον οχετό σαρώσεως ενώ προκαλείται υπέρμετρη παραγωγή ρύπων.

Στις μεσόστροφες πετρελαιομηχανές, η υψηλή πίεση προσαγωγής λιπαντικού οδηγεί αυξημένη ποσότητα λιπαντικού στα έμβολα για τη λίπανση των χιτωνίων, οπότε αυξάνεται παράλληλα και η κατανάλωση λιπαντικού. Αντίστοιχα αποτελέσματα έχει και η μείωση του ιξώδους του λιπαντικού (ή λανθασμένη επιλογή του), αφού ευνοείται η διαρροή του λιπαντικού μέσα από τα ελατήρια και από τους οδηγούς των βαλβίδων. Το μειωμένο ιξώδες μπορεί να προκληθεί από αυξημένη θερμοκρασία λιπαντικού στην έξοδο του εναλλάκτη.

Κακή καύση και σχηματισμός εξανθρακωμάτων ρυπαίνουν το λιπαντικό στις μηχανές χωρίς βάκτρο, οπότε αυξάνεται η συχνότητα αποβολής ιζημάτων (μαζί με λιπαντικό) στους φυγοκεντρικούς διαχωριστές.

Υπερθέρμανση του εμβόλου (από στάξιμο εγχυτήρων ή βλάβη του συστήματος ψύξεως) ειδικά στις δίχρονες πετρελαιομηχανές, οδηγεί σε αύξηση της καταναλώσεως λιπαντικού και δημιουργία εξανθρακωμάτων από το ίδιο το λιπαντικό. Αυτό γίνεται αντιληπτό από την άνοδο των θερμοκρασιών αλλά και από την αυξημένη αποβολή ιζημάτων στους φυγοκεντρικούς διαχωριστές.

4.6 Φθορές και βλάβες εμβόλων

Το έμβολο καταπονείται από θλιπτικές τάσεις λόγω της εκτονώσεως των καυσαερίων (καθώς και κατά τη φάση της συμπίεσεως) και από θερμικές τάσεις λόγω της μεγάλης διαφοράς θερμοκρασίας μεταξύ του θερμού άνω τμήματος της κεφαλής του και του ψυχόμενου εσωτερικού του. Επίσης, όταν το έμβολο δεν βρίσκεται στο άνω ή στο κάτω νεκρό σημείο, για μηχανές χωρίς βάκτρο, καταπονείται σε οριζόντιες θλιπτικές τάσεις, λόγω της οριζόντιας συνιστώσας (κάθετης στον πείρο του εμβόλου) της δυνάμεως που εξασκείται σε αυτό κατά τις φάσεις της συμπίεσεως και της εκτονώσεως.

Το θερμαινόμενο άνω εξωτερικό τμήμα του εμβόλου τείνει να διασταλεί λόγω

υψηλής θερμοκρασίας, αλλά εμποδίζεται από το εσωτερικό ψυχόμενο τμήμα. Έτσι το πρώτο καταπονείται από θλιπτικές θερμικές τάσεις, ενώ το δεύτερο από εφελκυστικές. Οι θερμικές αυτές τάσεις προστίθενται στις θλιπτικές που προέρχονται από την εκτόνωση των καυσαερίων. Η μεγαλύτερη καταπόνηση όπως είναι φυσικό ασκείται στο ανώτερο τμήμα του εμβόλου (κεφαλή). Οι εσωτερικές εφελκυστικές τάσεις αυξάνονται σημαντικά στα ισχυρά θερμικά φορτία (λόγω σταξίματος των εγχυτήρων, ένεκα κακής μεταδόσεως της θερμότητας από την εναπόθεση δυσθερμαγωγών καταλοίπων στο χώρο ψύξεως ή λόγω υπερφορτίσεως του κινητήρα) και προκαλούν εσωτερικές ρωγμές που βαθμιαία επεκτείνονται προς τα έξω. Συνήθως εμφανίζονται στην περιοχή των αυλακών των ελατηρίων, όπου λόγω του μικρότερου πάχους του εμβόλου εμφανίζονται οι μεγαλύτερες μεταβολές της θερμοκρασίας άρα και οι μεγαλύτερες θερμικές τάσεις.

Υπερθέρμανση της κεφαλής και ακόλουθη ψύξη (λόγω απότομης μείωσης του φορτίου), προκαλεί ακτινικές ρωγμές, που οδηγούν στην καταστροφή της κεφαλής του εμβόλου. Με την ψύξη που ακολουθεί την υπερθέρμανση δημιουργούνται εφελκυστικές τάσεις στην εξωτερική επιφάνεια της κεφαλής, οι οποίες προκαλούν τις παραπάνω ρωγμές.

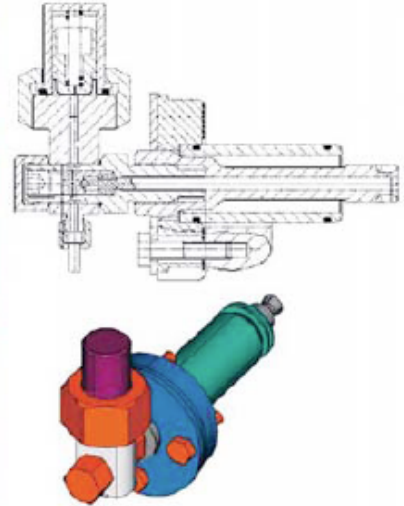
5. Σύγχρονα συστήματα

5.1 WÄRTSILÄ και ALPHA Lubrication

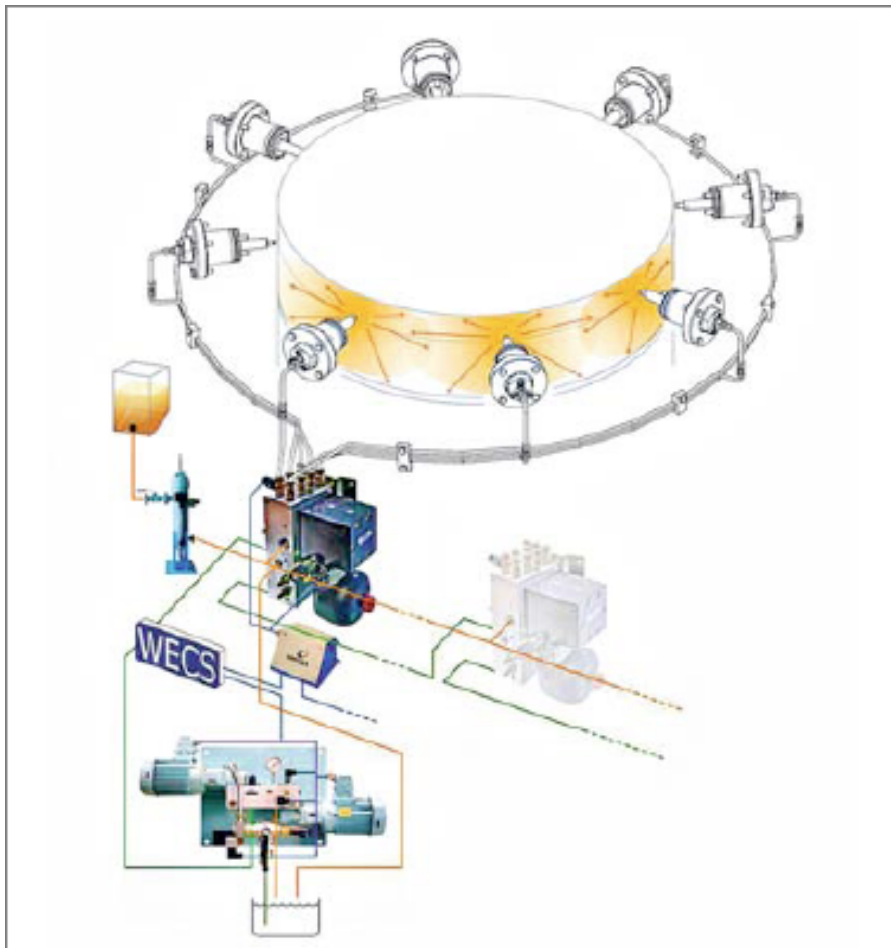
Μία από τις κρισιμότερες παραμέτρους στην λειτουργία των αργόστροφων ναυτικών μηχανών εσωτερικής καύσης είναι η ποσότητα του λιπαντικού που ψεκάζεται στον κύλινδρο. Η λίπανση του κυλίνδρου είναι συνήθως οριακή, δηλαδή το πάχος της λιπαντικής μεμβράνης δεν επιτρέπει τον μόνιμο διαχωρισμό μεταξύ των τριβομένων 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 του 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.



Σύστημα CLU3



Παλμικός λιπαντήρας

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), 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.

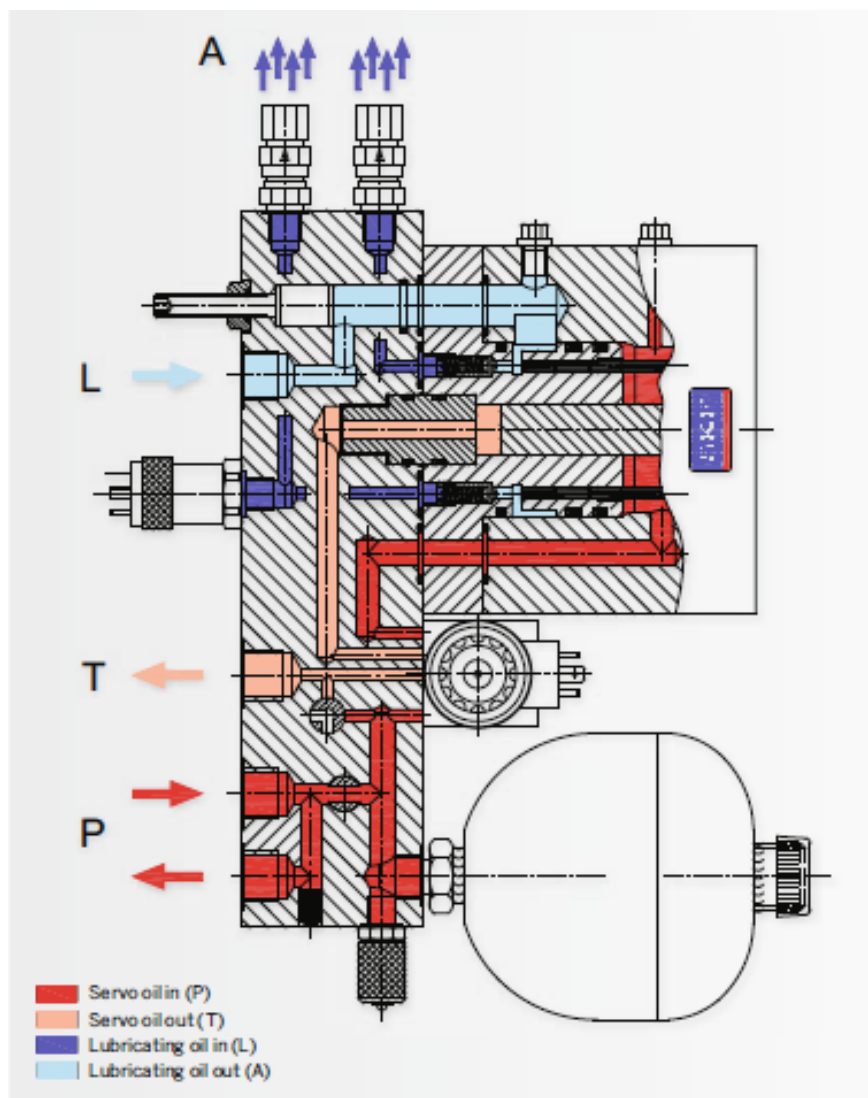
- Μείωση του ρυθμού ψεκασμού και συνεπώς μείωση του κόστους λειτουργίας της μηχανής.
- Ακριβέστερος χρονισμός ψεκασμού του λιπαντικού στην επιφάνεια του χιτωνίου.
- Ακριβέστερα μετρημένες ποσότητες λιπαντικού.
- Βελτιωμένη κατανομή του κυλινδρελαίου στην επιφάνεια του χιτωνίου

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.

Το CLU-4 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 προφυσίων 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.



Αντλία CLU4

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.

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.

ALPHA Lubricator for 70-88MC/MC-C



ALPHA Booster Pump Unit



ALPHA Lubricator for 50-60MC/MC-C



ME Heating Tank



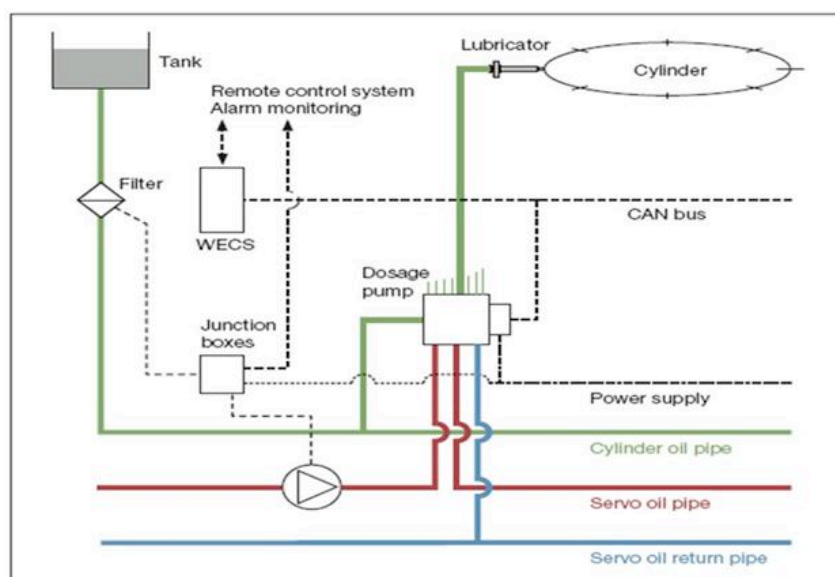
ME Lubricator



Σύστημα ALPHA Lubrication

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 εξελιγμένο σύστημα να παίρνουμε ένα συνεχές δείγμα πριν τις αντλίες πετρελαίου, το οποίο θα αναλύει συνεχώς ο υπολογιστής και θα προσαρμόζει τη δοσολογία αναλόγως.

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.



Για πετρέλαια με περιεκτικότητα σε θείο έως 2% παρατηρούμε την ελάχιστη κατανάλωση λιπαντικού (0.5 g/bhph). Για μεγαλύτερες αναλογίες θείου παρατίθεται το διάγραμμα, 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. Σε κάθε αλλαγή της ποιότητας του καυσίμου γίνεται νέα καταχώριση.

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	5% x 0.25 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

Συμπεράσματα

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 όξυνα κατάλοιπα στον κύλινδρο, απαιτείται η χρήση αλκαλικού λιπαντικού για την λίπανση των κυλίνδρων το οποίο είναι και ολικής απώλειας.

Η ύπαρξη του κινητήρα λοιπόν, δεν υφίσταται χωρίς το λιπαντικό το οποίο αναμφίβολα αποτελεί το Α και το Ω στη ζωή του κινητήρα. Με άλλα λόγια, η σωστή και ομαλή λειτουργία του κινητήρα αλλά και η μεγιστοποίηση της απόδοσής του, που είναι και το ζητούμενο κάθε οδηγού και κάθε κατασκευαστικής εταιρίας, είναι άρρηκτα συνδεδεμένα με τη χρήση των κατάλληλων λιπαντικών.

Ως γνωστόν, ο κινητήρας αποτελείται από διάφορα μεταλλικά εξαρτήματα τα οποία έρχονται σε επαφή μεταξύ τους δημιουργώντας φθορές στον κινητήρα. Σε αυτό το σημείο εντοπίζεται και η αναγκαιότητα της λίπανσης και ο καθοριστικός ρόλος που διαδραματίζει.

Σημαντικό ρόλο κατέχουν επίσης και ο έλεγχος και η συντήρηση των εξαρτημάτων του συστήματος λίπανσης. Θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στις ενδείξεις που αφορούν τις βλάβες ώστε να αντιμετωπίζονται έγκαιρα και ορθά.

Εν κατακλείδι, για την αποφυγή των ουκ ολίγων βλαβών που ελλοχεύουν, ορθό θα ήταν να τηρούνται οι κανόνες ελέγχου και συντήρησης του συστήματος λίπανσης, εξασφαλίζοντας κατ' αυτόν τον τρόπο μια σωστή και αποτελεσματική πρόληψη.

Βιβλιογραφία

- Κλιάνη Λ., Νικολού Ι., Σιδερί Ι. *Μηχανές Εσωτερικής Κάύσης Τόμος δεύτερος*. Ίδρυμα Ευγενίδου Αθήνα 2003.
- Κλιάνη Λ., Νικολού Ι., Σιδερί Ι. *Μηχανές Εσωτερικής Κάύσης Τόμος πρώτος*, Ίδρυμα Ευγενίδου Αθήνα 2003.
- Δάγκινης Ι. & Γλύκας Α. *Βοηθητικά μηχανήματα πλοίων*. Ίδρυμα Ευγενίδου Αθήνα 2015.
- Βλαχογιάννης Ι., Παπαχρήστου Δ., Χαμηλοθώρης Γ. *Εισαγωγή στον αυτόματο έλεγχο – αυτοματισμοί πλοίων*. Ίδρυμα Ευγενίδου Αθήνα 2009.
- Βλάχος Α. *Ηλεκτρικές μηχανές*. Ίδρυμα Ευγενίδου Αθήνα 2016.
- Καραπάνος Χ., Κοτσιλιέρης Α., Κουντουράς Λ., *Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Τεύχος Α', ΤΕΕ*. Εκδόσεις Υπουργείου Εθνικής παιδείας και Θρησκευμάτων, Αθήνα 2001.
- SFOC Optimisation Methods For MAN B&W Two-stroke IMO Tier II Engines, MAN Diesel.
- Intelligent cylinder lubrication for modern marine engines (<http://www.marineinsight.com/marine/marine-news/headline/intelligent-cylinderlubrication-for-modern-marine-engines-part-1/>)

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	1
Abstract.....	2
Πρόλογος.....	3
1. Δίκτυο λιπάνσεως.....	4
1.1 Γενικά.....	4
1.2 Συστήματα αποθηκεύσεως, μεταφοράς και καθαρισμού λαδιού λιπάνσεως.....	5
1.3 Σύστημα λιπάνσεως κύριας μηχανής.....	8
1.4 Σύστημα κυλινδρελαίου κύριας μηχανής.....	12
1.5 Σύστημα λιπάνσεως στροβιλοϋπερπληρωτών.....	14
1.6 Έλεγχος του δικτύου λιπάνσεως.....	14
1.7 Καθαρισμός του δικτύου λιπάνσεως.....	16
1.8 Μέτρα προς αποφυγή της πρόωρης αποσυνθέσεως του λαδιού.....	16
2. Λίπανση Κυλίνδρων.....	18
2.1 Γενικά Στοιχεία.....	18
2.2 Λιπαντήρες.....	20
3. Λιπαντικά.....	28
3.1 Κυλινδρέλαια.....	28
4. Ανωμαλίες - Βλάβες στο σύστημα λιπάνσεως της μηχανής.....	32
4.1 Απότομη πτώση της πιέσεως τον λιπαντικού της μηχανής.....	32
4.2 Σταδιακή πτώση της πιέσεως τον λιπαντικού της μηχανής.....	33
4.3 Αύξηση της θερμοκρασίας του λιπαντικού.....	35
4.4 Ανάμειξη του λιπαντικού με νερό.....	38
4.5 Αύξηση της καταναλώσεως τον λιπαντικού.....	38
4.6 Φθορές και βλάβες εμβόλων.....	41
5. Σύγχρονα συστήματα.....	43
5.1 WÄRTSILÄ και ALPHA Lubrication.....	43
Συμπεράσματα.....	50
Βιβλιογραφία.....	51

Περιεχόμενα52