

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ :

**ALPHA LUBRICATOR και λίπανση κυλίνδρων 2X ναυτικών
μηχανών**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : Αραβανής Γεώργιος

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Σχοινιάς Χρήστος

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

ΙΟΥΝΙΟΣ 2015

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ :

**ALPHA LUBRICATOR και λίπανση κυλίνδρων 2X ναυτικών
μηχανών**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : Αραβανής Γεώργιος

ΑΜ : 4759

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

Περίληψη

Ο σκοπός του συστήματος Alpha Lubricator είναι να λιπαίνει τα χιτώνια των κυλίνδρων με έγχυση λιπαντικού υψηλής πίεσης. Είναι οικονομικό σύστημα ως προς την κατανάλωση ελαίου αφού ο χρονισμός της έγχυσης γίνεται ηλεκτρονικά. Ο χειρισμός της αναλογίας είναι πλέον πολύ εύκολος και ακριβής κι επίσης μας δίνει τη δυνατότητα να προλιπαίνουμε τους κυλίνδρους πριν ξεκινήσει η μηχανή. Υπάρχουν, εκτός των Alpha Lubricator και οι λιπαντήρες μηχανικού τύπου. Μεταξύ των δύο, υπάρχουν πολλές διαφορές αφού η κατανάλωση λαδιού στα Alpha Lubricator γίνεται αναλόγως του φορτίου της μηχανής και στου μηχανικού τύπου είναι αναλόγως των στροφών. Επίσης, διαφέρουν ως προς την αναλογία της τροφοδοσίας, τις περιστροφές των αντλιών τους, τις συχνότητα έγχυσης, στην πίεση της αντλίας έγχυσης και τέλος στην μέθοδο λειτουργίας τους. Το Alpha Lubricator αποτελείται από έναν σταθμό δύο αντλιών που λειτουργούν ξεχωριστά, μονάδες λίπανσης (μία για κάθε κύλινδρο) με έναν ή δύο λιπαντήρες αναλόγως το μέγεθος της μηχανής, μια μονάδα ελέγχου (ALCU) η οποία περιλαμβάνει άλλες τρεις μονάδες (κύρια μονάδα ελέγχου - MCU, εφεδρική μονάδα ελέγχου - BCU, μονάδα πίνακα διακοπών - SBU), το load transmitter (φορτίο πομπού) το οποίο υπολογίζει το φορτίο του κινητήρα, ένα σύστημα ενεργοποίησης συνδεδεμένο στον στροφαλοφόρο άξονα, ένα εφεδρικό σύστημα ενεργοποίησης και τέλος έναν πίνακα διεπαφής ανθρώπου - μηχανής (HMI) απ' τον οποίο λαμβάνουμε πληροφορίες και δίνουμε εντολές στο σύστημα. Το κυλινδρέλαιο είναι απαραίτητο για έναν δίχρονο κινητήρα αφού δεν χρησιμεύει μόνο στο να λιπαίνει κινούμενα μέρη, αλλά είναι επίσης σχεδιασμένο για να ελέγχεται ο βαθμός της διάβρωσης στην επιφάνεια της επένδυσης. Τα Alpha Lubricator χρησιμοποιούνται ευρύτατα στις δίχρονες ναυτικές μηχανές.

Abstract

The purpose of Alpha Lubricator system is to lubricate the cylinder liners with high pressure injection. It is an economic system in terms of oil consumption since the timing of the injection is adjusted electronically. The handling of the ratio is now very easy and precise and allows us to prelubricate the cylinders before starting the engine. Except the Alpha Lubricator Systems there are also mechanical type lubricators. Between the two, there are many differences since the oil consumption in the Alpha Lubricator is depending on the load of the engine and the mechanical type is depending of rpm. Also differ in the ratio of the feed, the rotations of the pump, the injection frequency, the pressure of the injection pump and finally in their method of operation. The Alpha Lubricator comprises a station of two pumps operating separately lubrication points (one for each cylinder) with one or two lubricators accordingly the size of the engine, a control unit (ALCU) which includes three other units (main control unit - MCU , backup control unit - BCU, switch board unit - SBU), the load transmitter which calculates the engine load, an actuating system connected to the crankshaft, a backup activation system and finally a human machine interface (HMI) from which we receive information and give orders to the system. The cylinder oil is necessary for a two-stroke engine since it only serves to lubricate moving parts, but is also designed to control the degree of erosion in the coating surface. The Alpha Lubricator is widely used in two stroke marine engines.

Πρόλογος

Σαν σκοπό η πτυχιακή αυτή εργασία έχει να βοηθήσει στην κατανόηση μερικών βασικών στοιχείων για τα συστήματα λίπανσης Alpha Lubricator σε δίχρονες ναυτικές μηχανές. Το Alpha Lubricator είναι ίσως ένα από τα πιο βασικά και ευαίσθητα εξαρτήματα των δίχρονων ναυτικών μηχανών που έστω και μια μικρή δυσλειτουργία μπορεί να δημιουργήσει σοβαρά προβλήματα.

Στην πτυχιακή αυτή εργασία θα αναφερθεί η βασική λειτουργία και τα βασικότερα μέρη ενός συστήματος Alpha Lubricator που χρησιμοποιείται κατά κόρον σε σύγχρονα εμπορικά πλοία.

Στο πρώτο κεφάλαιο θα αναφερθούμε στο τι είναι γενικότερα το Alpha Lubricator System και πως μας βοηθάει σε σχέση με τα παλαιότερα συστήματα λίπανσης κυλίνδρων.

Στο δεύτερο κεφάλαιο θα δούμε τη διάταξη του συστήματος και θα αναλύσουμε τα κύρια και επιμέρους εξαρτήματά του.

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφονται η αρχή λειτουργίας, η σύνδεση του συστήματος καθώς και οι καθοδηγητικές τιμές αυτοματισμού.

Έπειτα, στο τέταρτο κεφάλαιο, θα μιλήσουμε για την λειτουργία του συστήματος μέσω του πίνακα διεπαφής ανθρώπου-μηχανής.

Στη συνέχεια, στο πέμπτο κεφάλαιο, θα πραγματοποιούμε μια σύγκριση μεταξύ του Alpha Lubricator και ενός παλαιότερου συστήματος μηχανικού τύπου.

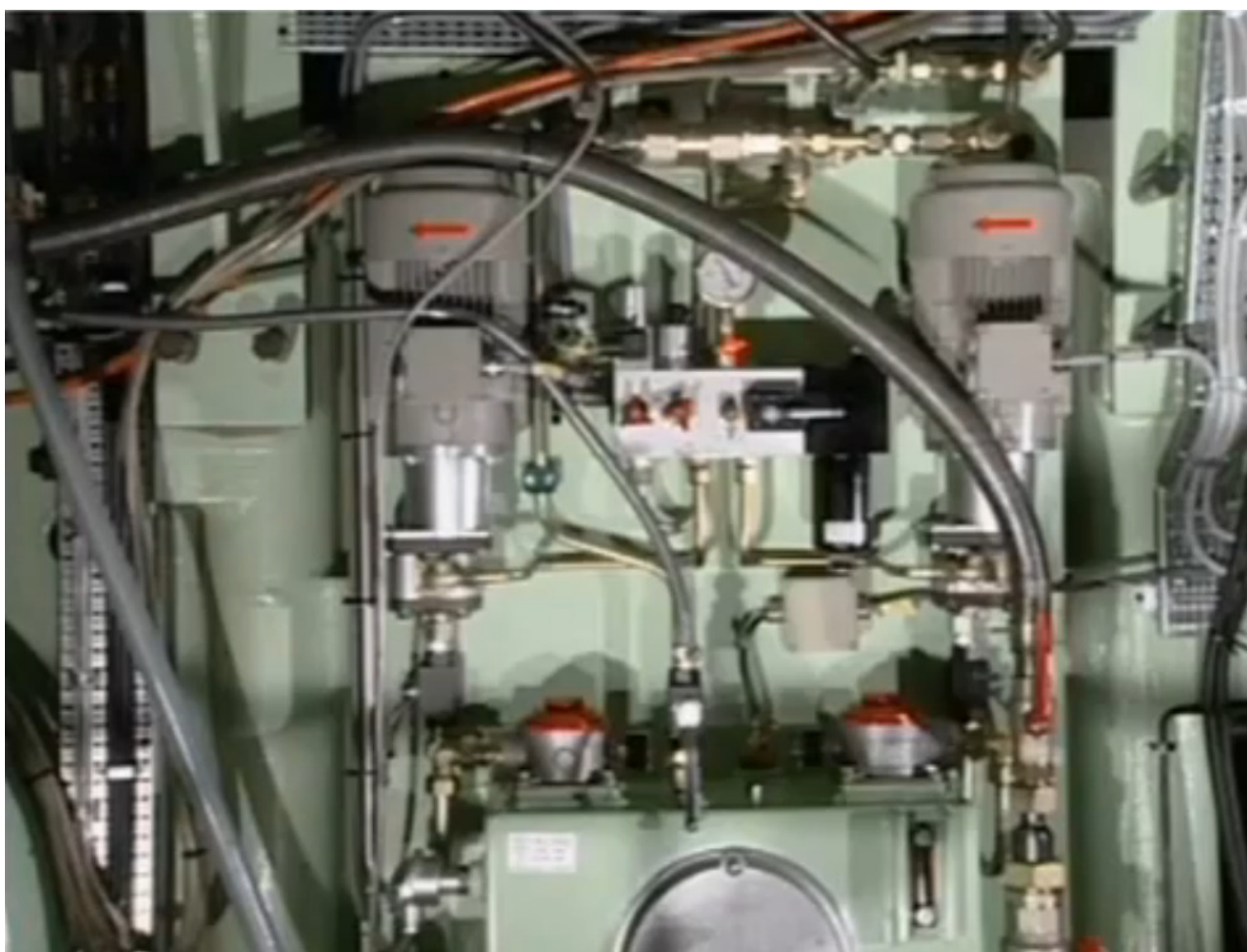
Ακόμη, στο έκτο κεφάλαιο, θα δούμε με ποιούς τρόπους μπορούμε να αναβαθμίσουμε το Alpha Lubricator, τα εξαρτήματα αναβάθμισης, τα συστήματα βελτίωσης καθώς και την εγκατάσταση αυτών.

Τέλος, στο έβδομο κεφάλαιο, θα γίνει μια αναφορά στους δίχρονους κινητήρες, στον έλεγχο ψυχρής διάβρωσης και στην εισαγωγή κυλινδρελαίου BN100.

Κεφάλαιο 1

Τι είναι το Alpha Lubricator

Το Alpha Lubricator είναι ένα σύστημα το οποίο πραγματοποιεί λίπανση με ψεκασμό υψηλής πίεσης απ' ευθείας στα ελατήρια του εμβόλου. Ο χρονισμός της έγχυσης είναι πολύ ακριβής μιας και είναι ηλεκτρονικός. Γίνεται βέλτιστη αξιοποίηση του λαδιού καθώς υπάρχει ελάχιστη απώλεια. Επίσης γίνεται πολύ εύκολος και ακριβής ο χειρισμός της αναλογίας τροφοδοσίας και τέλος πραγματοποιείται προ-λίπανση του κυλίνδρου πριν ξεκινήσει η μηχανή.



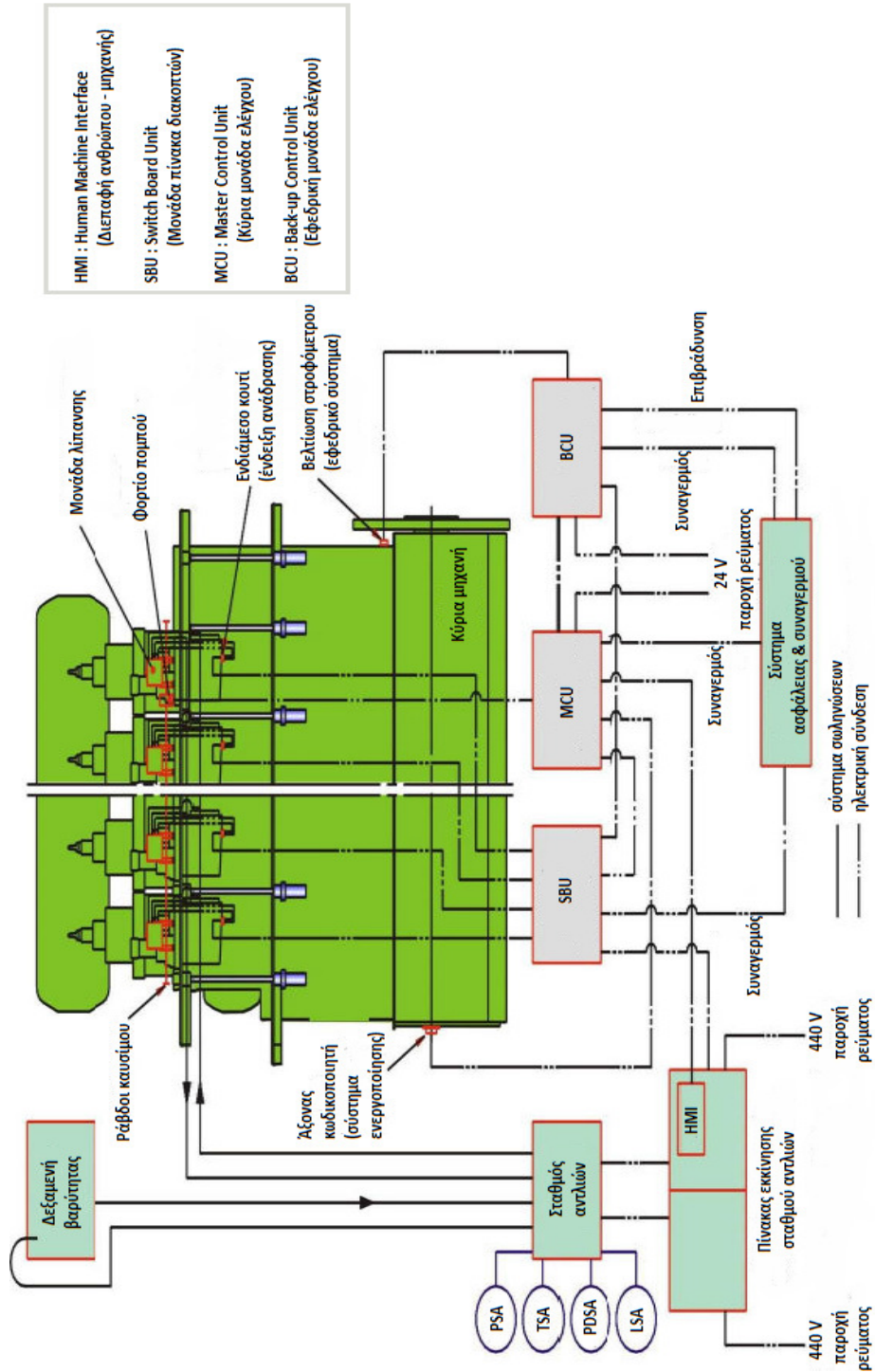
Εικόνα 1

Κεφάλαιο 2

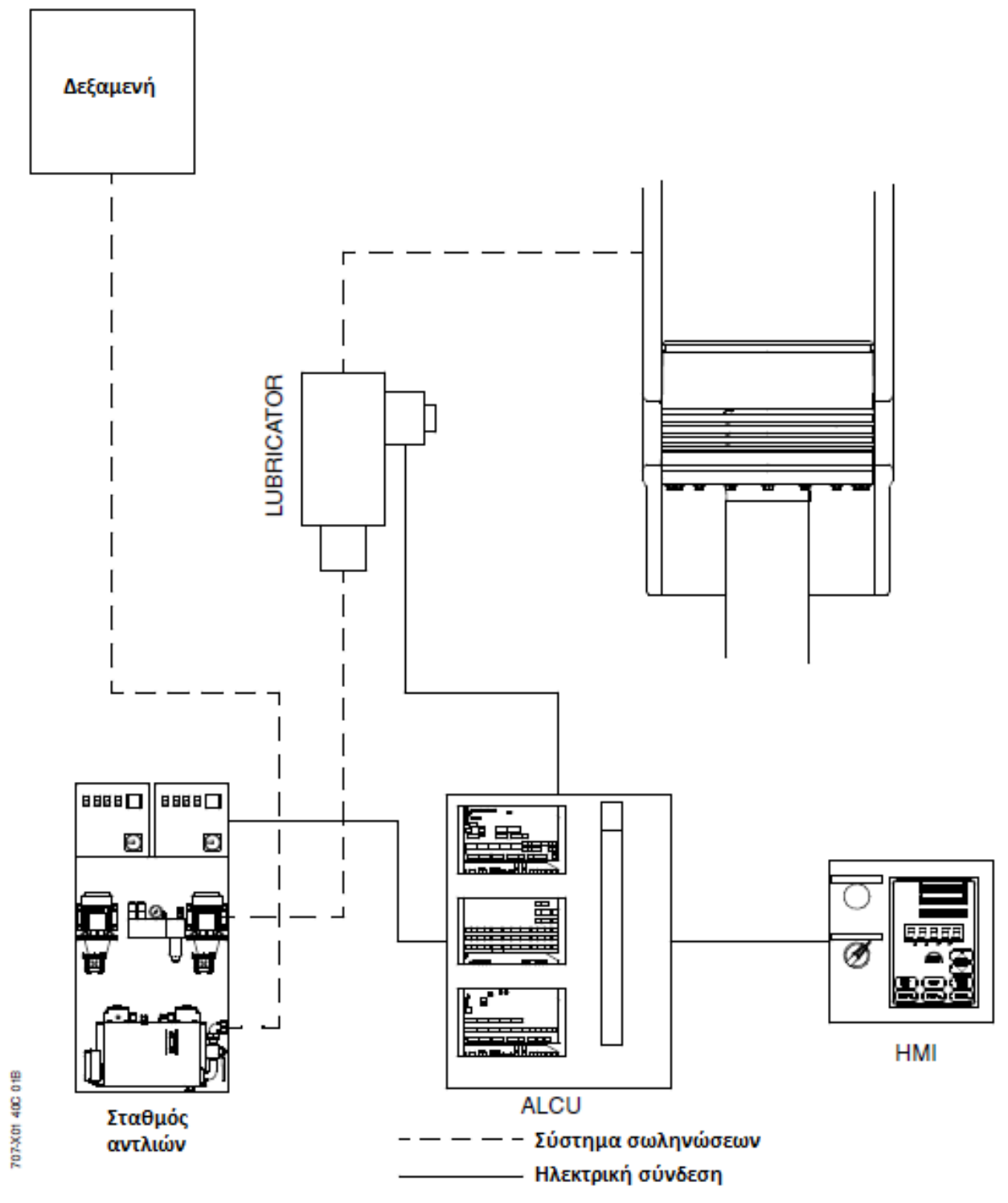
Κύρια εξαρτήματα

2.1 Διάταξη συστήματος του Alpha Lubricator

Η διάταξη του συστήματος του Alpha Lubricator παρουσιάζεται στο παρακάτω διάγραμμα:



Εικόνα 2.1.α



707X01 40C 01B

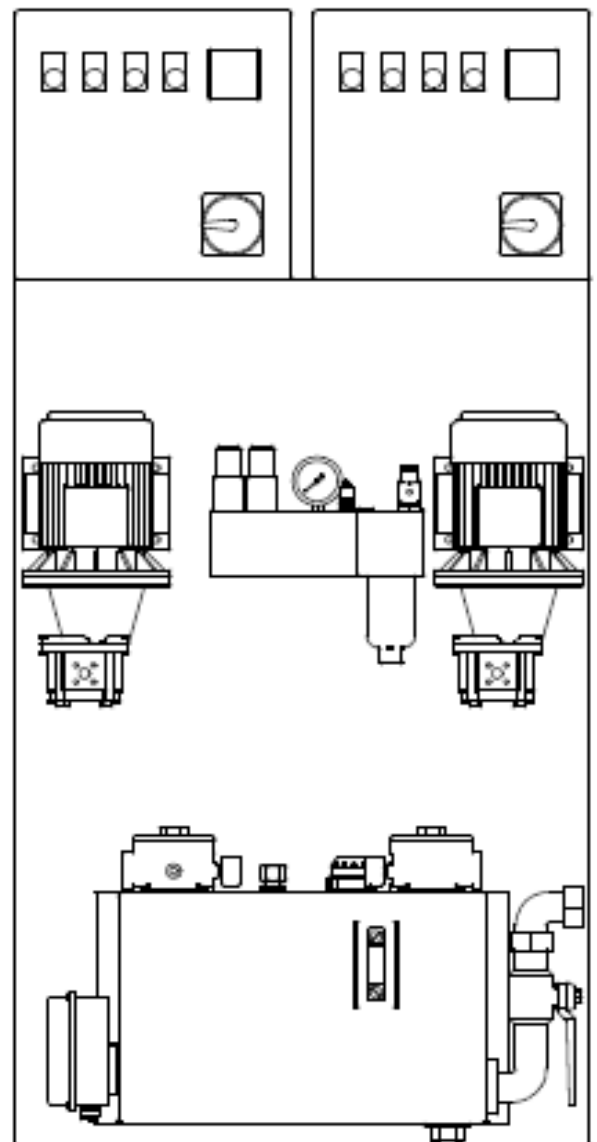
Εικόνα 2.1.β

2.2 Σταθμός αντλιών και πίνακας εκκίνησης

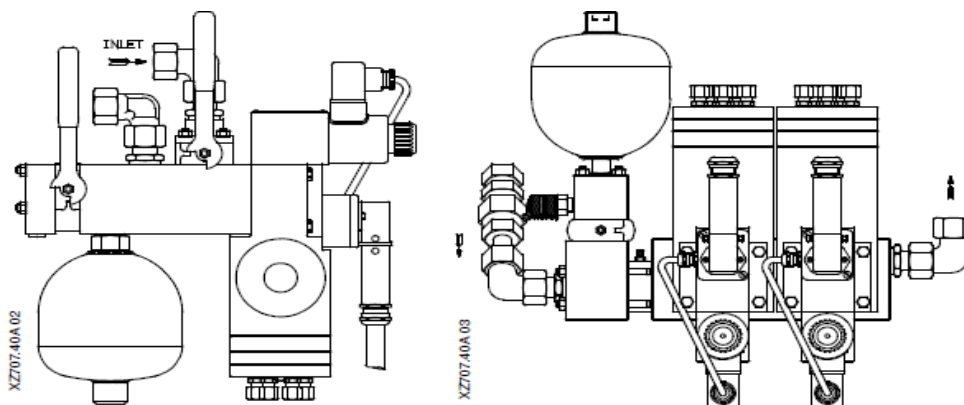
Ο σταθμός αντλιών αποτελείται από δύο αντλίες που λειτουργούν ξεχωριστά, πηνίο θέρμανσης, φίλτρα και δεξαμενή αναρρόφησης. Η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος στον πίνακα εκκίνησης του σταθμού αντλιών λαμβάνεται από δύο διακόπτες διαφορετικού κυκλώματος, μία παροχή για κάθε αντλία.

2.3 Μονάδες λίπανσης

Οι μονάδες λίπανσης, μία για κάθε κύλινδρο, η καθε μία αποτελείται από δύο λιπαντήρες για μηχανές διαμετρήματος 98 - 70 και έναν λιπαντήρα για μεσαίου και μικρού διαμετρήματος μηχανές. Κάθε μονάδα λίπανσης είναι εξοπλισμένη με έναν συσσωρευτή με προπεπισμένο άζωτο στα 25 - 30 bar εσωτερικά και ένα συσσωρευτή στην εξωτερική του κάθε λιπαντήρα με προπεπισμένο άζωτο στα 1,5 bar. Κάθε λιπαντήρας διαθέτει 3,4,5 ή 6 έμβολα λίπανσης, ανάλογα με τον τύπο της μηχανής, μια ανατροφοδότηση και μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα.



Εικόνα 2.2



Εικόνα 2.3

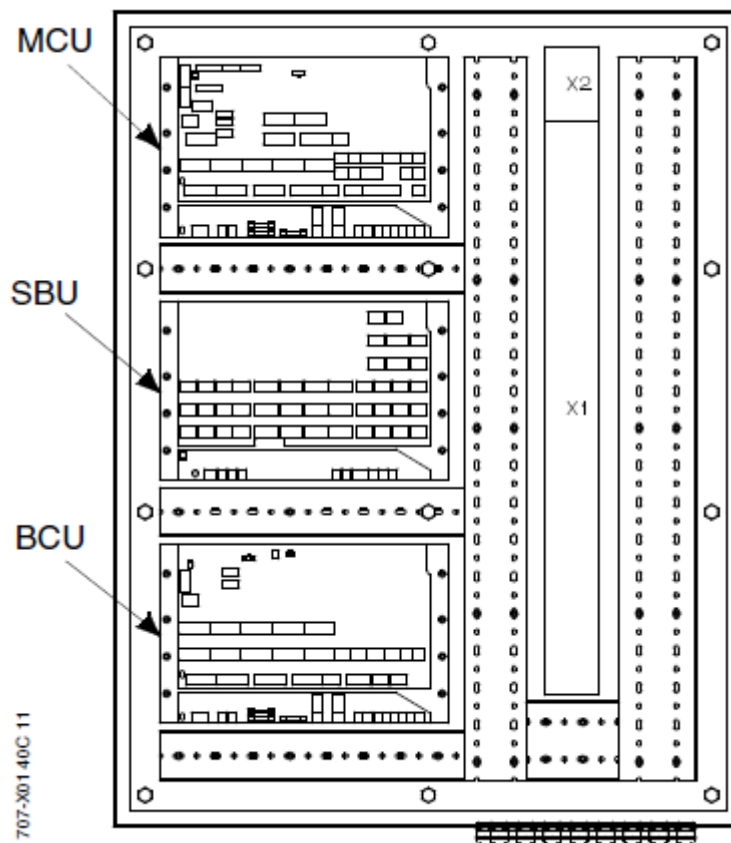
2.4 Μονάδα ελέγχου Alpha Lubricator - ALCU (Alpha Lubricator Control Unit)

Τα τρία κύρια ηλεκτρονικά εξαρτήματα για τον έλεγχο του κυλινδρελαίου περιλαμβάνονται σε ένα χαλύβδινο κουτί, η λεγόμενη μονάδα ALCU.

Οι τρεις μονάδες είναι

- Κύρια μονάδα ελέγχου - MCU (Master Control Unit)
- Εφεδρική μονάδα ελέγχου - BCU (Backup Control Unit)
- Μονάδα πίνακα διακοπών - SBU (Switch Board Unit)

Ένας κορμός ακροδεκτών διασυνδέει όλες τις ηλεκτρικές συνδέσεις στον κινητήρα.

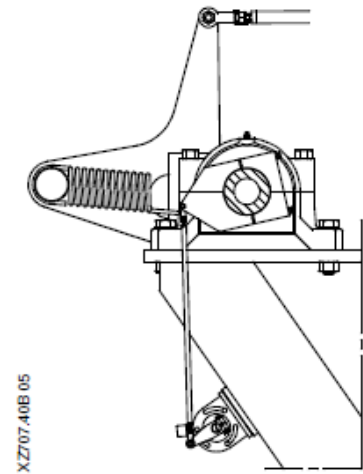


Εικόνα 2.4

Το 24 V DC ισχύς παρέχεται από δύο μεμονωμένες πηγές ενέργειας, από διαφορετικούς διακόπτες στη μονάδα UPS.

2.5 Φορτίο πομπού

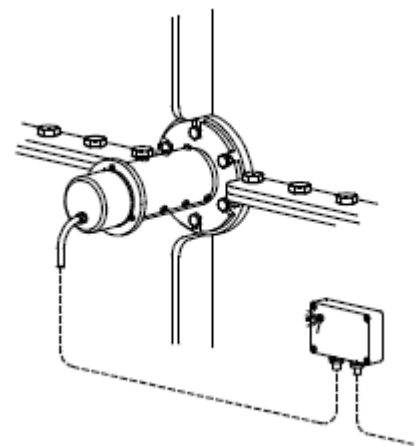
Ο πομπός φορτίου είναι συνδεδεμένος με τη ράβδο καυσίμου. Με αυτόν τον τρόπο διαβιβάζεται συνεχώς ο δείκτης % καυσίμου στη MCU, το οποίο υπολογίζει το φορτίο του κινητήρα από αυτές τις πληροφορίες και τις στροφές/λεπτό (rpm) του κινητήρα που ανιχνεύτηκαν.



Εικόνα 2.5

2.6 Σύστημα ενεργοποίησης (κωδικοποιητής αξόνων)

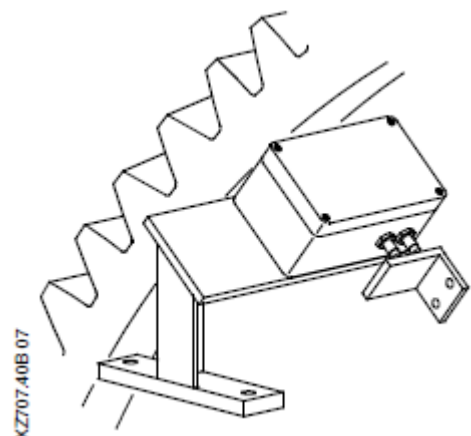
Ο κωδικοποιητής αξόνων συνδέεται με το πρόσθιο άκρο του στροφαλοφόρου άξονα, και τα σήματα διαβιβάζονται στους πίνακες υπολογιστών μέσω ενός κουτιού ακροδεκτών. Για τους κινητήρες στους οποίους το πρόσθιο άκρο του στροφαλοφόρου άξονα δεν είναι διαθέσιμο για την εγκατάσταση κωδικοποιητή γωνίας, ένας δακτύλιος ώθησης και στροφόμετρο εγκαθίστανται στο σφόνδυλο.



Εικόνα 2.6

2.7 Εφεδρικό σύστημα ενεργοποίησης

Το εφεδρικό σύστημα ώθησης περιλαμβάνει δύο βελτιωτικά στροφόμετρα σε ένα κουτί στο σφόνδυλο. Με αυτόν τον τρόπο διαβιβάζονται οι στροφές/λεπτό (rpm) του κινητήρα στο BCU. Οι εφεδρικές επαναλείψεις συνδέονται επίσης με το MCU για λόγους επιτήρησης.

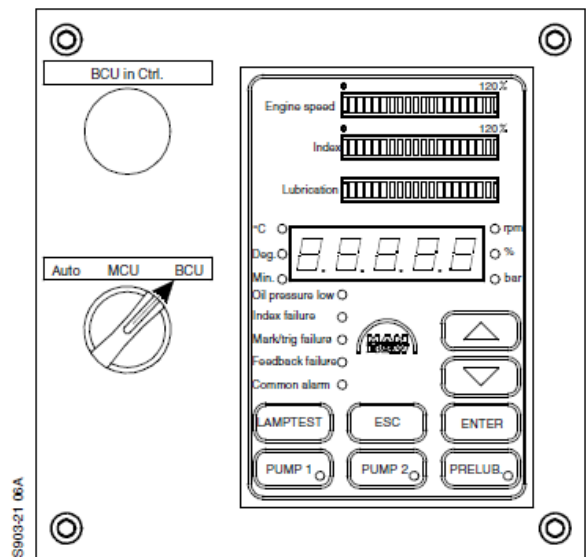


Εικόνα 2.7

2.8 Πίνακας διεπαφής ανθρώπου - μηχανής (HMI)

Στον πίνακα HMI, είναι δυνατή η μεμονομένη ρύθμιση της λίπανσης των κυλίνδρων, επιδεικνύονται διάφορες τιμές και συναγερμοί, είναι διαθέσιμα κουμπιά ελέγχου για τον σταθμό αντλιών, και είναι δυνατή η χειροκίνητη εκτέλεση της προλίπανσης.

Ο πίνακας HMI τοποθετείται ως πρότυπο στην αίθουσα ελέγχου του κινητήρα.



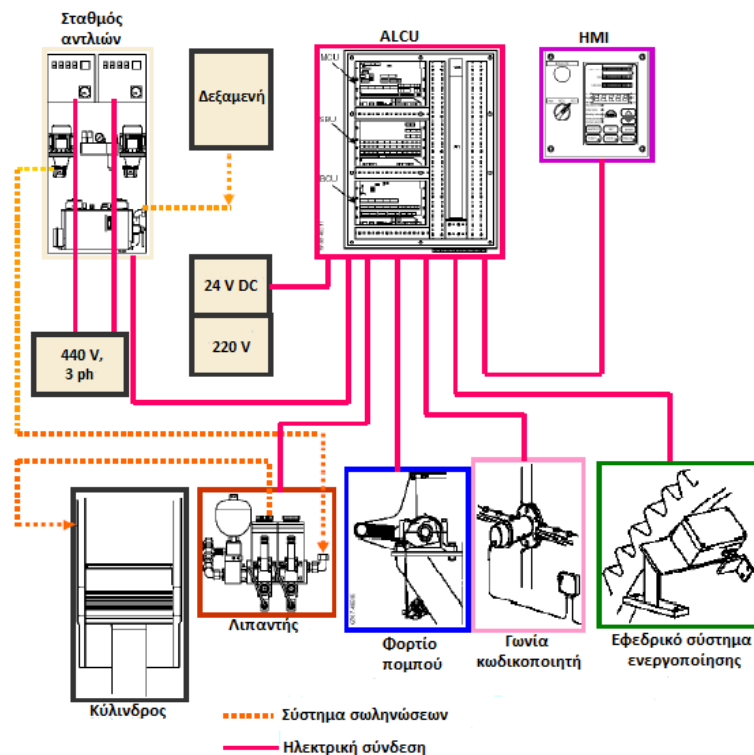
Εικόνα 2.8

Κεφάλαιο 3

Αρχή λειτουργίας

- Ο σταθμός αντλιών τροφοδοτεί το Alpha Lubricator με πίεση 40 - 50 bar του λαδιού.
- Το MCU ελέγχει την έγχυση λαδιού, ενεργοποιώντας μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα που βρίσκεται στο σχετικό λιπαντήρα.
- Ένα σήμα ανάδρασης από κάθε λιπαντήρα δείχνει ότι η έγχυση λαδιού έχει πραγματοποιηθεί. Αυτό φαίνεται από εκπέμπουσες διόδους φωτός (LED) στα ενδιάμεσα κουτιά για κάθε κύλινδρο.
- Ο χρονισμός βασίζεται σε δύο σήματα από τον κωδικοποιητή γωνίας, ένα δείκτη κυλίνδρου TDC και μία θέση ενεργοποίησης του στροφαλοφόρου. Το Alpha Lubricator σύστημα είναι κανονικά χρονισμένο για να εγχύσει κυλινδρέλαιο στα ελατήρια εμβόλου κατά τη διάρκεια του χρόνου συμπίεσης.
- Η λίπανση κυλίνδρων είναι βασισμένη με μια σταθερή ποσότητα λαδιού που τροφοδοτείται ανά έγχυση. Το συγκεκριμένο ποσοστό τροφοδοσίας ελέγχεται με τη μεταβολή της συχνότητας εγχύσεως.
- Η συχνότητα έγχυσης υπολογίζεται από το δείκτη και την ταχύτητα, και είναι κανονικά ανάλογη της μέσης πραγματικής πίεσης του κινητήρα.

- Το βασικό ποσοστό τροφοδοσίας κυλινδρελαίου στη MCR (100%) υπολογίζεται ως συσχετισμός μεταξύ ενός αριθμού εγχύσεων / περιστροφών/ λεπτό και της διαδρομής της λίπανσης.
- Στον πίνακα HMI, η ρύθμιση του ποσοστού της τροφοδοσίας της λίπανσης για τους μεμονωμένους κυλίνδρους είναι δυνατή μεταξύ 60% και 200%. Η προκαθορισμένη τιμή είναι 100%.
- Κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας, το σύστημα ελέγχεται απο την κύρια μονάδα ελέγχου(MCU). Εάν ανιχνευτούν τυχόν αποτυχίες στο σύστημα, ένας κοινός συναγερμός ενεργοποιείται στο δωμάτιο ελέγχου. Η λεπτομερής αναφορά συναγερμών εμφανίζεται στον πίνακα HMI.
- Αν μια κρίσιμη αποτυχία ανιχνεύεται στην κύρια μονάδα ελέγχου(MCU), η εφεδρική μονάδα ελέγχου(BCU) αναλαμβάνει αυτόματα (σημείωση: ο διακόπτης ελέγχου πρέπει να είναι στη θέση "auto"). Μια ενδεικτική λυχνία "εφεδρική μονάδα ελέγχου(BCU) σε έλεγχο" ανάβει στον πίνακα στον πίνακα που περιέχει τον πίνακα HMI. Σε παλαιότερες εγκαταστάσεις οι ενδεικτικές λυχνίες μπορεί να βρίσκονται αλλού.
- Η εφεδρική μονάδα ελέγχου(BCU) βασίζεται στην τυχαία χρονική στιγμή και την λειτουργία περιστροφής/λεπτό. Η συχνότητα της έγχυσης είναι ρυθμιζόμενη στην εφεδρική μονάδα ελέγχου(BCU) και είναι κανονικά, ως το ελάχιστο, με το βασικό ποσοστό τροφοδοσίας κυλινδρελαίου του κινητήρα, προσαυξημένο κατά 50%.



Εικόνα 3

3.1 Καθοδηγητικές τιμές αυτοματισμού

Πίνακας 3.1

Πίεση κυλινδρελαίου		Θερμοκρασία κυλινδρελαίου	
Κανονική τιμή λειτουργίας	40 - 50 bar	Κανονική τιμή λειτουργίας	30 - 60° C
Συναγερμός ελάχιστο	35 bar	Συναγερμός μέγιστο	70° C
Συναγερμός μέγιστο	60 bar		

Κεφάλαιο 4

Λειτουργία του συστήματος

4.1 Πίνακας διεπαφής ανθρώπου - μηχανής (HMI) / Πίνακας Λειτουργιών

1. Σαν πρότυπο, ο πίνακας HMI, ένας διακόπτης λειτουργίας τριών θέσεων και μια ενδεικτική λυχνία είναι τοποθετημένος στο δωμάτιο ελέγχου κινητήρων. Ωστόσο ένας πρόσθετος πίνακας HMI κλπ μπορούν, ως εναλλακτική λύση, να εγκαταστηθούν σε έναν από τους πίνακες εκκίνησης σταθμού αντλιών. Σε αυτή τη περίπτωση πρέπει να εγκατασταθεί ένας τοπικός/απομακρυσμένος διακόπτης.

Ο διακόπτης τριών θέσεων παρέχει τη δυνατότητα επιλογής μεταξύ:

- Αυτόματη λειτουργία - η εφεδρική μονάδα ελέγχου (BCU) αναλαμβάνει αυτόματα, εάν η λίπανση δεν μπορεί να διατηρηθεί από την κύρια μονάδα ελέγχου(MCU). Εάν η εφεδρική μονάδα ελέγχου (BCU) έχει αναλάβει τον έλεγχο, αυτή η λειτουργία μπορεί να διαγραφτεί μόνο χειροκίνητα και να επιστρέψει στη λειτουργία της κύρια μονάδας ελέγχου (MCU) και τη αυτόματη θέση.
 - Λειτουργία κύριας μονάδας ελέγχου (MCU) - αναγκαστικός έλεγχος από την κύρια μονάδα ελέγχου (MCU).
 - λειτουργία εφεδρικής μονάδας ελέγχου (BCU) - αναγκαστικός έλεγχος από την εφεδρική μονάδα ελέγχου (BCU).
2. Η πορτοκαλί ενδεικτική λυχνία - υποδηλώνει ότι η εφεδρική μονάδα ελέγχου (BCU) είναι υπό έλεγχο.

Κεφάλαιο 5

Σύγκριση Alpha Lubricator με μηχανικό τύπο

Στο Alpha Lubricator η αναλογία τροφοδοσίας είναι $S\% \times 0.25 \text{ g/bhph}$ (κανονικό: 0.75g/bhph), ενώ μηχανικά είναι 0.9g/bhph για αργόστροφες μηχανές με λόγο διαδρομής εμβόλου προς διάμετρο κυλίνδρου (K) και (L) (Short και Long αντίστοιχα) και 1.1g/bhph για αργόστροφες μηχανές με λόγο διαδρομής εμβόλου προς διάμετρο κυλίνδρου (S) (Super Long).

Η κατανάλωση λαδιού στα Alpha Lubricator γίνεται αναλόγως του φορτίου, εν αντιθέσει του μηχανικού τυπου που είναι αναλόγως των στροφών (rpm).

Η αναλογία της τροφοδοσίας προσαρμόζεται στα Alpha με την συχνότητα έγχυσης (σε HMI) και στον μηχανικό τύπο με την περιστροφή της αντλίας που γίνεται με την ρύθμιση της βίδας.

Στα Alpha Lubricator οι περιστροφές της αντλίας είναι σταθερές, στον μηχανικό τύπο είναι ρυθμιζόμενες.

Η συχνότητα της έγχυσης στα Alpha είναι προσαρμοσμένη, ενώ μηχανικά γίνεται 1/1 περιστροφών σταθερά.

Μεγάλη διαφορά υπάρχει και στην πίεση της αντλίας έγχυσης. Στα Alpha φτάνει τα 40 με 50 bar, κάτι που μηχανικά είναι μόλις στα 4 με 5 bar.

Η κινητήρια δύναμη του λαδιού στα Alpha Lubricator είναι η ώθηση με πίεση λαδιού και στον μηχανικό τύπο η περιστροφή του εκκεντροφόρου.

Τέλος, η μέθοδος λειτουργίας στα Alpha είναι ηλεκτρονικά ελεγχόμενη και ρυθμιζόμενη ενώ στον μηχανικό τύπο είναι σαφώς μηχανικά.

Κεφάλαιο 6

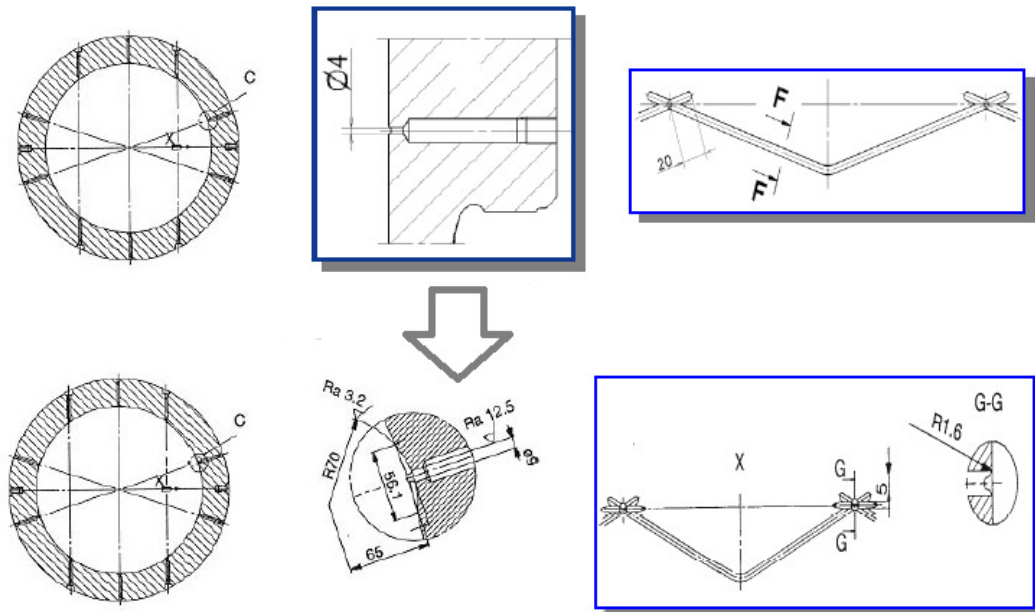
Αναβάθμιση του Alpha Lubricator

6.1 Εξαρτήματα μετατροπής για Alpha

Χιτώνια κυλίνδρων

Στην περίπτωση του προηγούμενου σχεδιασμού

- Τρυπάμε (μεγεθύνουμε) την οπή λαδιού ($\Phi 4 \rightarrow \Phi 9$) και λειαίνουμε τις αυλακώσεις λαδιού
- Υιοθέτηση καθαρισμού ελατηρίων εμβόλων (προαιρετικά & συνιστώμενο)

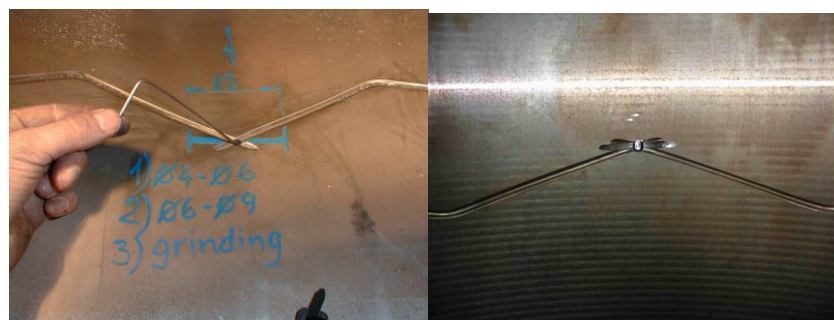


Εικόνα 6.1.α

Τροποποίηση της πέννας του λιπαντή

- τρυπάμε και λειαίνουμε

Τροποποίηση της πέννας του λιπαντή



Πριν

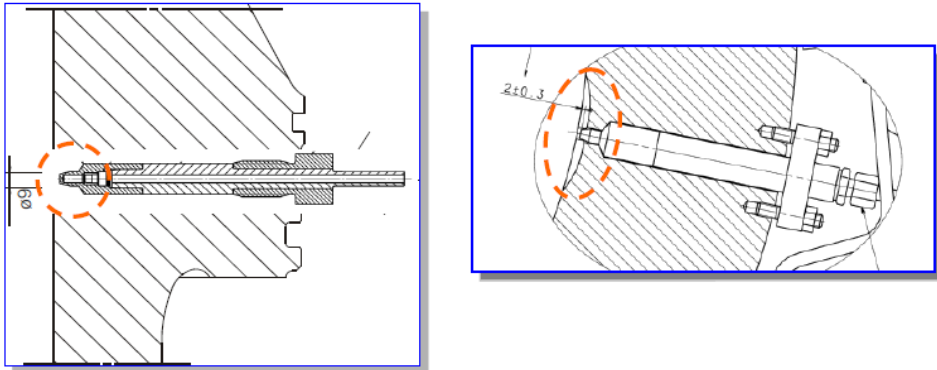
Εικόνα 6.1.β

Μετά

Εικόνα 6.1.γ

Βαλβίδα ανεπιστροφής

- Υιοθέτηση νέας ανεπίστροφης βαλβίδας

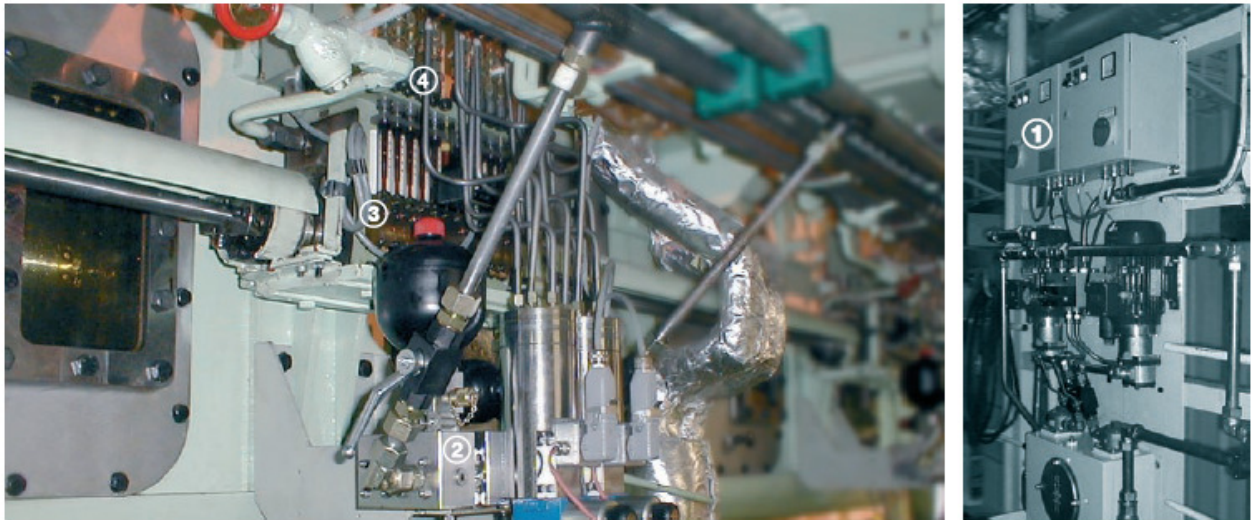
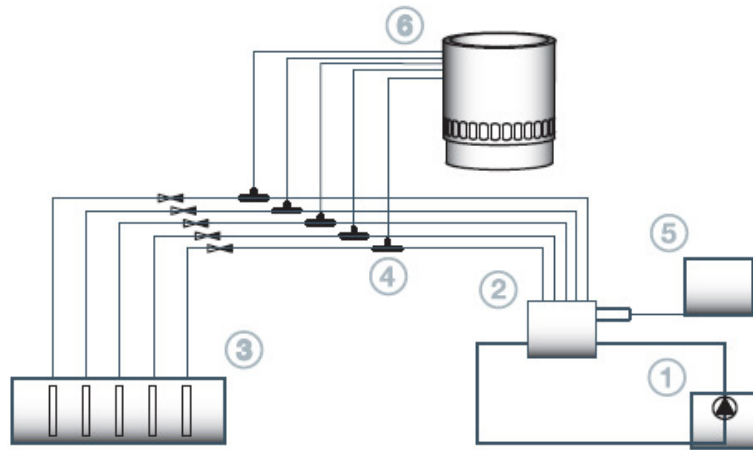


Εικόνα 6.1.δ

6.2 Τα συστήματα βελτίωσης των Alpha Lubricator για τα πλοία σε υπηρεσία

Εν πλω (βλέπε εικόνα 6.2) :

- Τοποθέτηση των Alpha Lubricator (θέση 2)
- Εγκατάσταση του σταθμού αντλιών (θέση 1)
- Σωληνώσεις μεταξύ του Alpha Lubricator και του σταθμού αντλιών
- Καλωδίωση μεταξύ του Alpha Lubricator και της μονάδας ελέγχου Alpha Lubricator (ALCU) (θέση 5)
- Σωληνώσεις από τον Alpha Lubricator έως το T-κομμάτι (αλλά όχι την τελική σύνδεση στο T-κομμάτι) (θέση 4)



Εικόνα 6.2

Στο λιμάνι /στον ανεφοδιασμό με τον κινητήρα σβηστό:

- Τροποποίηση των χιτωνίων κυλίνδρων (πένα του πετρελαίου, μεγαλύτερες τρύπες και βαλβίδες ανεπιστροφής). Η τροποποίηση μπορεί να γίνεται επιτόπια. Μερικά χιτώνια κυλίνδρων μπορεί να είναι ήδη προετοιμασμένα για το σύστημα του Alpha Lubricator.
- Εγκατάσταση του κωδικοποιητή γωνίας και επανάληψη.
- Εισαγωγή των ανεπίστροφων βαλβίδων και των T-κομματιών με τάπες σε υπάρχουσες σωληνώσεις lubricator μεταξύ των υπάρχουσων lubricator και των χιτωνίων.
- Επιφόρτιση

6.3 Εγκατάσταση

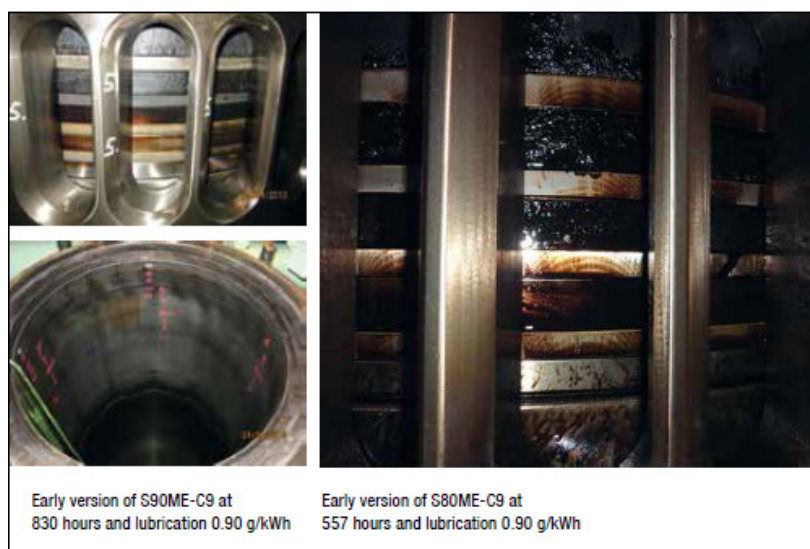
Η αναβάθμιση της εγκατάστασης του Alpha Lubricator πραγματοποιείται ανάλογα με την επιλογή του ιδιοκτήτη. Όλα τα προγράμματα είναι κατάλληλα βασισμένα στις ακόλουθες συσκευασίες:

- Παροχή τμημάτων
- Παροχή τμημάτων και εποπτείας
- Παροχή τμημάτων, εποπτεία και συνεργεία
- Ετοιμοπαράδοτα έργα

Κεφάλαιο 7

Δίχρονοι κινητήρες

7.1 Έλεγχος ψυχρής διάβρωσης



Εικόνα 7.1

Πρόσφατα, η ψυχρή διάβρωση των χιτωνίων κυλίνδρων έχει εξελεχθεί σε μείζον ζήτημα για την τελευταία γενιά δίχρονων κινητήρων της MAN B&W. Αυτό ζήτησε τη λήψη μέτρων για τον έλεγχο/ καταστολή της ψυχρής διάβρωσης, οδηγώντας την MAN Diesel & Turbo να αναλάβει τις εξής πρωτοβουλίες:

- Εισαγωγή κυλινδρέλαια BN 100
- Αύξηση του μανδύα ψύξης θερμοκρασίας νερού - διάφορα συστήματα
- Επανασχεδίαση του χιτωνίου του κυλίνδρου

- Νέος κύλινδρος λίπανσης: Alpha Lubricator Mk II

7.2 Εισαγωγή κυλινδρέλαιου BN 100

Από το φθινόπωρο του 2013, έχει ζητηθεί από τις εταιρείες πετρελαίου να επικεντρωθούν στην ανάπτυξη του BN 100 κυλινδρέλαιου για την νεότερη γενιά των κινητήρων. Η BN 100 του κυλινδρέλαιου είναι "η βάση σχεδιασμού" για τις νέες γενιές κινητήρων και κατά τη MAN B&W έχει λάβει θετική απάντηση στο αίτημά της από όλες τις μεγάλες εταιρείες πετρελαίου, τα οποία έχουν τώρα BN 100 έλαια που διατίθενται σε όλα τα σημαντικά λιμάνια.

Οι κατευθυντήριες οδηγίες της MAN B&W σχετικά με τη λίπανση των κυλίνδρων των αργόστροφων μηχανών MAN B&W, επικαιροποιούνται σε σχέση με την ακόλυθη εξέλιξη:

- Πρόσφατες αλλαγές στα επιχειρησιακά σχέδια στη βελτιστοποίηση λειτουργίας χαμηλού /μερικού φορτίου .
- Ανάπτυξη νέων κυλινδρέλαιων που είναι ακόμη καλύτερα για να καλύψουν μια μεγάλη διακύμανση στα επίπεδα περιεκτικότητας σε θείο μαζούτ.
- Η γενική εξέλιξη των κινητήρων προς τις μεγαλύτερες αναλογίες του διαμετρήματος και τις αλλαγμένες παραμέτρους της διαδικασίας που προκαλούνται από τους κανόνες της περιβαλλοντικής συμμόρφωσης.

Με βάση τα παραπάνω, η MAN Diesel & Turbo συνιστά τα ακόλουθα:

- Λίπανση σε νεότερα σχέδια του κινητήρα (Mk 8 με 8,1 και νεότερα) με κυλινδρέλαια με την υψηλότερη όξινη δυνατότητα εξουδετέρωσης από τα παραδοσιακά BN 70 κυλινδρέλαια, δηλαδή BN 100 και SAE 50, όταν λειτουργεί με υψηλή περιεκτικότητα σε θείο του βαρέος μαζούτ.
- Αυξημένο ρυθμό τροφοδοσίας λιπαντικού, ή λίπανση με υψηλότερα -BN έλαια σε μερικό φορτίο και καύσιμα βελτιστοποιημένων κινητήρων χαμηλού φορτίου που απαιτούν αυξημένη ικανότητα εξουδετέρωσης.

Τον τελευταίο καιρό, η MAN Diesel & Turbo έχει επικεντρωθεί στην περαιτέρω ενίσχυση της αποδοτικότητας των καυσίμων κατά την εκπλήρωση της Tier II. Προκειμένου να βελτιωθεί η ειδική κατανάλωση καυσίμου, η πίεση στον θάλαμο καύσης έχει αυξηθεί για τα νεότερα σχέδια του κινητήρα, ειδικά σε χαμηλή /μέρος φορτίου. Αυτή η αύξηση της πίεσης, μαζί με την αύξηση του

χρόνου λειτουργίας σε χαμηλή /μέρος φορτίου, έχει οδηγήσει σε αύξηση του νερού και συμπύκνωση οξέος στα τοιχώματα του κυλίνδρου, η οποία οδηγεί στην ψυχρή διάβρωση.

Επίσης, οι πιο πρόσφατες επιλογές συντονισμού μερικού φορτίου και με χαμηλό φορτίο χρησιμοποιούν την αυξημένη πίεση του θαλάμου καύσης ως το κύριο εργαλείο για την εξασφάλιση χαμηλού SFOC (ειδική κατανάλωση καυσίμων).

Οι κατάλληλοι ρυθμοί τροφοδοσίας κυλινδρελαίου και οι τιμές ACC (προσαρμόσιμος έλεγχος λαδιού κυλίνδρων) πρέπει να λαμβάνονται από υπηρεσίες ελέγχων, μετρώντας τη φθορά από τα τμήματα του θαλάμου καύσης (εμβόλων, χιτώνια και κορώνες) και μπορούν να συμπληρώνονται με τις αναλύσεις από τις διαροές λαδιού του σχετού σαρώσεως.

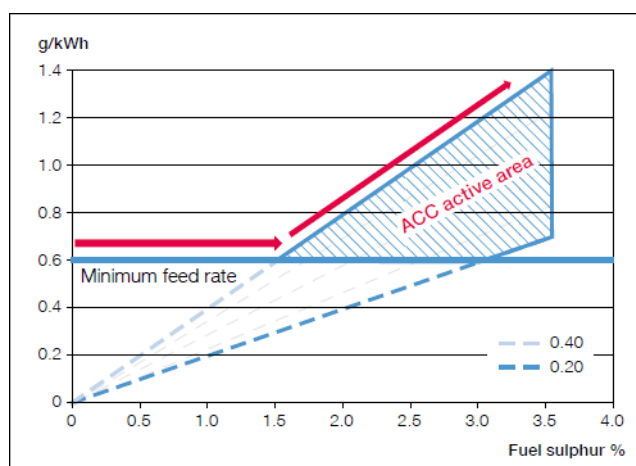
Το κυλινδρέλαιο είναι απαραίτητο για ένα δίχρονο κινητήρα. Σήμερα, τα κυλινδρέλαια γίνονται με μια σύνθετη χημεία, και ως εκ τούτου η μεμονωμένη ποσότητα τροφοδοσίας πρέπει να αξιολογείται για κάθε μάρκα λαδιού, κατηγορία ιξώδους και το επίπεδο BN.

Ένα κυλινδρέλαιο αναμιγνύεται για να επιτευχθεί το αναγκαίο επίπεδο απορρυπαντικότητας και dispersancy για να κρατήσει καθαρά τα ελατήρια εμβόλου και της κεφαλής εμβόλου, και τον απαραίτητο αριθμό βάσης (BN) για να εξουδετερώσει τα οξέα που σχηματίζονται κατά την καύση.

Το κυλινδρέλαιο δεν χρησιμεύει μόνο για να λιπαίνει τα κινούμενα μέρη, αλλά είναι επίσης σχεδιασμένο για να ελέγχεται ο βαθμός της διάβρωσης στην επιφάνεια της επένδυσης.

Αυτό φαίνεται από τον οδηγό του ρυθμού τροφοδοσίας μας, η οποία καθορίζει το ελάχιστο ποσοστό της τροφοδοσίας στο επίπεδο που απαιτείται για να κρατήσει τα μέρη μέσα σε ένα ασφαλές περιθώριο. Ωστόσο, προκειμένου να εξασφαλίσει την απαραίτητη επίδραση της λίπανσης, ένας αυξανόμενος σχηματισμός του οξέος θα απαιτούσε ένα υψηλότερο επίπεδο BN που προσδιορίζεται με τον ελάχιστο ρυθμό τροφοδοσίας. Αυτό αντισταθμίζεται από τον υπολογισμό ενός ρυθμού τροφοδοσίας που βασίζεται σε παράγοντα ACC μέσα στον οδηγό που φαίνεται στον πίνακα 7.2.α.

Πίνακας 7.2.α



Προκειμένου να απλοποιηθεί η διαδικασία λίπανσης στα πλοία, καθώς επίσης και την απαραίτητη υλικοτεχνική υποδομή της προμήθειας, οι πετρελαϊκές εταιρείες έχουν αναπτύξει κυλινδρέλαια που μπορούν να λιπαίνουν τους κυλίνδρους ανεξάρτητα από την περιεκτικότητα του καυσίμου σε θείο:

- Τέτοια έλαια έχουν επίπεδα BN που είναι χαμηλότερα από ό, τι τα παραδοσιακά BN 70 κυλινδρέλαια.
- Τέτοια έλαια έχουν αποδεκτή απόδοση στα τεστ των υπηρεσιών που πραγματοποιούνται.
- Τέτοια έλαια μπορούν κάλλιστα να χρησιμοποιηθούν για τη συντριπτική πλειονότητα των προηγούμενων τύπου MAN B & W κινητήρες που δεν επηρεάζονται από το κρύο στη διάβρωση, αλλά δεν πρέπει να εφαρμόζονται σε νεότερα σχέδια του κινητήρα με υψηλότερα επίπεδα κρύου στη διάβρωση.

Η MAN Diesel & Turbo συνιστά τη χρήση των κυλινδρέλαιων που χαρακτηρίζονται κυρίως από τον αριθμό BN και SAE ιξώδες και να χρησιμοποιεί ένα ρυθμό τροφοδοσίας σύμφωνα με την BN περιεκτικότητα στο κυλινδρέλαιο και το θείο του καυσίμου. Η MAN Diesel & Turbo γνωρίζει ότι ορισμένοι κινητήρες μπορεί να λειτουργήσουν ικανοποιητικά σε ακόμη χαμηλότερες τιμές τροφοδοσίας. Ως εκ τούτου, οι τιμές της τροφοδοσίας, όπως και πριν, είναι βασιμμένες στην πρακτική εμπειρία και όχι προϋπολογισμένες αριθμητικά.

Από τα παραπάνω αντικατροπτίζεται η σημασία του γεγονότος ότι το πλήρωμα προκαλεί τον συντελεστή ρυθμού τροφοδοσίας ACC κυλινδρελαίου για να βρει τη σωστή τιμή ACC που ταιριάζει στην πραγματική ρύθμιση του κινητήρα και το φορτίο του κινητήρα.

Ο καλύτερος τρόπος για να δημιουργηθεί ο βέλτιστος παράγοντας ACC είναι η μέτρηση του χιτωνίου και η φθορά του ελατηρίου του εμβόλου. Εάν ο ρυθμός φθοράς της επένδυσης και των ελατηρίων του εμβόλου είναι πολύ υψηλός, λόγω της διάβρωσης, ο παράγοντας ACC πρέπει να αυξηθεί για να μειωθεί η φθορά.

Ωστόσο, ο παράγοντας ACC μπορεί να εκτιμηθεί μόνο όταν η περιεκτικότητα των καυσίμων σε θείο ήταν αρκετά υψηλή ώστε να διασφαλιστεί ότι η λίπανση έχει στην ενεργό περιοχή ACC (η μπλε περιοχή που σημειώνεται στην παραπάνω εικόνα). Στα χαμηλότερα επίπεδα περιεκτικότητας σε θείο των καυσίμων, ο κινητήρας είναι υπερβολικά προστατευμένος έναντι της διάβρωσης, λόγω της δραστικού ελάχιστου ποσοστού τροφοδοσίας.

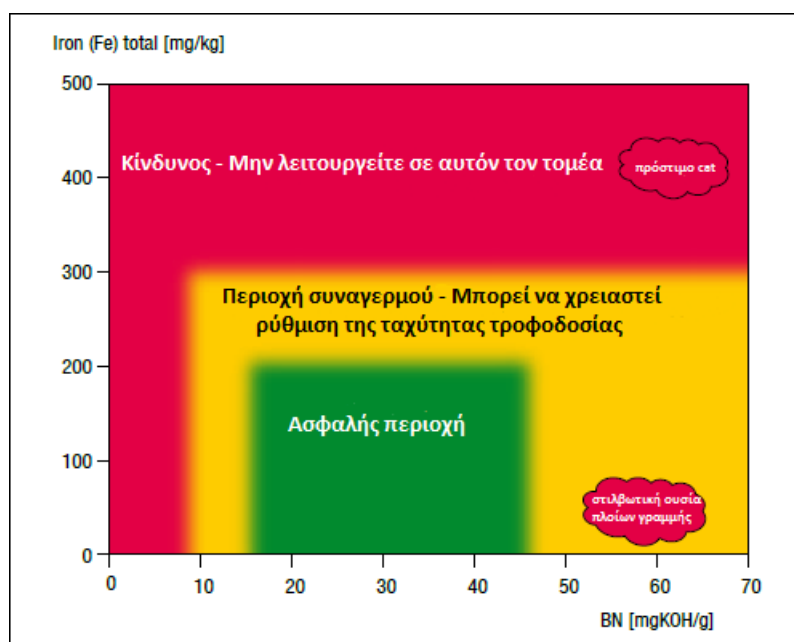
Τα αποδεκτά ποσοστά φθοράς χιτωνίου πρέπει να είναι σύμφωνα με τις συστάσεις της MAN B&W σχετικά με τα διαστήματα εξέτασης και την αναμενόμενη διάρκεια ζωής των εξαρτημάτων. Ποσοστά φθοράς επένδυσης είναι συνήθως κάτω από 0,1 χιλιοστά / 1000 ώρες λειτουργίας.

Υψηλή παραμόρφωση στην φθορά των χιτωνίων θα μπορούσε να είναι ένα σημάδι της διάβρωσης. Καθώς η θερμοκρασία της επιφάνειας των χιτωνίων δεν είναι κατ' ανάγκην ομοιόμορφη, η διάβρωση εμφανίζεται στις ψυχρότερες περιοχές.

Η φθορά του ελατηρίου του εμβόλου πρέπει επίσης να είναι υπό παρακολούθηση, και πρέπει να είναι σίγουρο ότι το αυλάκι ελεγχόμενης διαρροής (CL) για τα ελατήρια του εμβόλου δεν φοριέται κάτω από το αποδεκτό ελάχιστο και ότι το αυλάκι του TOP-ring δεν υπερβαίνει τη μέγιστη επιτρεπόμενη φθορά του. Τα TOP-rings σχεδιάζονται με αυλακώσεις διαρροής αερίου στην κάτω επιφάνεια του ελατηρίου του εμβόλου.

Μια ανάλυση της διαρροής λαδιού είναι επίσης ένα ισχυρό εργαλείο για την εκτίμηση της κατάστασης φθοράς του κινητήρα. Στραγγίζουμε δείγματα λαδιού που ελήφθησαν σε ενεργή λειτουργία και ο ACC θα δείξει εάν ο ρυθμός τροφοδοσίας λαδιού μπορεί να βελτιστοποιηθεί διατηρώντας το BN μεταξύ 10-25 mg KOH / kg και το περιεχόμενο σιδήρου (Fe) κατωτέρω 200-300 mg / kg σε έλαιο αποστράγγισης. Βλέπε πίνακα 7.2.β

Πίνακας 7.2.β



Το χρησιμοποιημένα λάδια από τον κινητήρα που λαμβάνονται μέσω της αποστράγγισης κατώτατου αγωγού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση της κατάστασης του κύλινδρου.

Τα επί του σκάφους σύνολα δειγματοληψίας υπάρχουν, αλλά είναι σημαντικό να αποκτηθεί ένα έγκυρο αποτέλεσμα της δοκιμής που δείχνει τη συνολική περιεκτικότητα σε σίδηρο (Fe). Εργαστηριακές δοκιμές σύμφωνα με το ASTM D5185-09 είναι ο μόνος σίγουρος τρόπος μέτρησης. Το BN πρέπει να ελέγχεται σύμφωνα με το πρότυπο ISO3771:2011 (E).

Τα κυλινδρέλαια μπορούν να υποβαθμιστούν σε ένα ορισμένο επίπεδο, όπου το επίπεδο διάβρωσης αρχίζει να αυξάνεται. Το επίπεδο της εξάντλησης είναι διαφορετικό μεταξύ των εμπορικών σημάτων του λαδιού, καθώς και μεταξύ των μηχανών, και μια ατομική αξιολόγηση του κάθε κινητήρα συνεπώς συστήνεται.

Μια επιλογή είναι να εκτελεστεί μια δοκιμή καταπόνησης που ονομάζεται "σάρωση ταχύτητα τροφοδοσίας". Η δοκιμή σάρωσης είναι βασισμένη σε ένα γρήγορο τεστ έξι ημερών σε σταθερό φορτίο και, κατά προτίμηση, ενώ τρέχει σε ένα καύσιμο στο εύρος υψηλής περιεκτικότητας σε θείο, περιεκτικότητας 2.8- 3.5% σε θείο. Ο ρυθμός τροφοδοσίας ρυθμίζεται για να καθορίζουν τιμές, δηλαδή 1,4, 1,2, 1,0, 0,8 και 0,6 g / kWh. Κάθε ποσότητα τροφοδοσίας πρέπει να εφαρμοστεί για 24 ώρες λειτουργίας πριν από τη δειγματοληψία και τη μετάβαση στο επόμενο ρυθμό τροφοδοσίας.

Οι διάφοροι προμηθευτές πετρελαίου προσφέρουν κυλινδρέλαια με ένα ευρύ φάσμα των επιπέδων -BN. Η MAN B & W στον σχεδιασμό του κινητήρα της, βασίζεται στο λάδι BN 100.

Για τη μετάβαση σε ένα διαφορετικό επίπεδο BN, η MAN B&W, προτείνει να αρχίζει με την κλιμάκωση του συντελεστή ACC από 100 στο νέο επίπεδο BN με τον πολλαπλασιασμό του συντελεστή ACC με το κλάσμα των 100 / BN λαδιού.

Παράδειγμα:

Χρησιμοποιώντας ένα BN 85 και ACC (BN 100)= 0,26

$ACC (BN 85) = 0.26 \times 100/85 = 0,31$

Όταν αντικατασταθεί τα λάδι με λάδι άλλης μάρκας ή τύπου, ο παράγοντας ACC μπορεί να χρειαστεί να επανεκτιμηθεί, όπως περιγράφεται παραπάνω, ξεκινώντας με ένα ACC παράγοντα

στην ανώτερη κλίμακα. Στη συνέχεια, μια σταδιακή μείωση μπορεί να πραγματοποιηθεί με βάση τις πραγματικές συνθήκες παρατηρούμενες ή τη δοκιμή σάρωσης.

Όταν κινούμαστε με βαρύ καύσιμο ναυτιλίας (μαζούτ) χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο, το ποσοστό της τροφοδοσίας πρέπει να ρυθμιστεί στον ελάχιστο ρυθμό τροφοδοσίας. Υψηλά BN κυλινδρέλαια θα οδηγήσουν σε υπερπρόσθετα στην πτυχή του ελέγχου της διάβρωσης καθώς και σε αυξημένη συγκέντρωση των κατακαθίσεων στην κεφαλή του εμβόλου.

Συνίστατε επομένως, η μετάβαση σε ένα χαμηλού BN κυλινδρέλαιο την ίδια στιγμή που μεταβαίνουμε σε βαρύ καύσιμο ναυτιλίας χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο. Η συνεχής λειτουργία με κυλινδρέλαια υψηλού -BN μπορεί να συνιστάται μόνο σε ειδικές περιπτώσεις, και όχι για περισσότερο από 1-2 εβδομάδες.

Επίσης, κατά τη μετάβαση σε καύσιμα αποστάγματος (MGO / MDO), Συνίσταται αλλαγή σε ένα κυλινδρέλαιο χαμηλού -BN κατά την ίδια χρονική στιγμή με την αλλαγή του καυσίμου. Επίσης, δεν συνιστάτε η χρήση ενός κυλινδρελαίου υψηλού -BN κατά τη λειτουργία με καύσιμα αποστάγματος. Για περισσότερες πληροφορίες, δείτε τον πίνακα 7.2.γ.

Πίνακας 7.2.γ

Ενημερωμένος σχεδιασμός για τα κυλινδρέλαια (CLO)
Για τους κινητήρες που λειτουργούν σε distillates LNG και ≤ 40 BN CLO, SAE 50
Για τους προηγούμενους τύπους κινητήρων που λειτουργούν σε βαρύ μαζούτ (Μκ 7 και παλιότεροι) 70-100 BN CLO SAE 50
Για νεότερους τύπους κινητήρων που λειτουργούν σε βαρύ μαζούτ (Μκ 8 με 8,1 και νεότεροι) 100 BN CLO, SAE 50

Κατά τη λειτουργία του κινητήρα υπό μερικό φορτίο, η συμπεριφορά ψυχρής διάβρωσης μπορεί να παρεκκλίνει από τη λειτουργία υπό κανονικό φορτίο. Όταν το πλοίο πλέει με μειωμένα στοιχεία, ο κινητήρας λειτουργεί σε χαμηλό φορτίο, και το χιτώνιο θα γίνει πιο κρύο και ως εκ τούτου, θα αυξηθεί ο κίνδυνος διάβρωσης. Η χαμένη θερμότητα ανακτάται και βελτιστοποιούνται οι δυνατότητες μερικού φορτίου, για παράδειγμα, με διακοπή T / C, με τουρμπίνα μεταβλητής περιοχής υπερσυμπιεστή (VTA), με μετασκευή ECO-cam για κινητήρες MAN B&W σειράς MC

και MCC και με παράκαμψη καυσαερίων (EGB).Υστερα, ίσως χρειαστεί επανεκτίμηση του παράγοντα ACC για να προσαρμόσει το νέο επίπεδο διάβρωσης.

7.3 Πως να ρυθμίσουμε τη δοσολογία σύμφωνα με την αργή της Alpha ACC

Πρώτα απ' όλα, η γνώση του ποσοστού θείου στο πετρέλαιο το οποίο καίγεται αποτελεί προϋπόθεση για οικονομία με το Alpha ACC (Adaptive Cylinder oil Control). Ως εκ τούτου, η MAN B&W προτείνει στα εν λόγω πλοία να συμμετάσχουν σε ένα από τα γνωστά προγράμματα ανάλυσης καυσίμου της αγοράς και να μην αρχίσουν την κατανάλωση του πετρελαίου αυτού, πριν μάθουν τα αποτελέσματα της ανάλυσης. Αυτό θα γίνει υπό κανονικές συνθήκες σε δύο με τέσσερις ημέρες μετά τον ανεφοδιασμό.

Μια από τις βασικές παραμέτρους στην λίπανση με Alpha ACC, είναι ο έλεγχος μερικού φορτίου αναλογικά με το φορτίο του κινητήρα. Αυτό είναι σημαντικό, προκειμένου να αποφευχθεί η υπερβολική λίπανση σε χαμηλά φορτία και είναι μία από τις κύριες παραμέτρους εξοικονόμησης ελαίου, συγκριτικά με την συμβατική λίπανση.

Αν ο "αναλογικός έλεγχος φορτίου" δεν έχει ήδη προκαθοριστεί κατά την παράδοση στο σύστημα Alpha Lubrication, επικοινωνήστε με την MAN B&W Diesel A/S ώστε να δοθούν οδηγίες σχετικά με το πως πραγματοποιείται η αλλαγή του λογισμικού από κάθε αναλογικό έλεγχο της ταχύτητας ή αναλογικό έλεγχο μέσης πίεσης κυλίνδρου.

Όταν ξεκινήσει η κάυση του νέου καυσίμου, οι ρυθμίσεις HMI του Alpha ACC θα πρέπει να είναι προσαρμοσμένες σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης του καυσίμου. Για περαιτέρω πληροφορίες, συμβουλευτείτε τον παρακάτω πίνακα. (Πίνακας 7.3)

Πίνακας 7.3

Θείο	Δοσολογία		HMI
	%	g/bhph	g/kWh
0.0 - 2.0	0.50	0.68	63
2.2	0.55	0.75	69
2.4	0.60	0.82	75
2.6	0.65	0.88	81
2.8	0.70	0.95	88
3.0	0.75	1.02	94
3.2	0.80	1.09	100
3.4	0.85	1.16	106
3.6	0.90	1.22	113

3.8	0.95	1.29	119
4.0	1.00	1.36	125
4.2	1.05	1.43	131
4.4	1.10	1.50	138
4.6	1.15	1.56	144
4.8	1.20	1.63	150
5.0	1.25	1.70	156

Κάποια από τα πρώτα συστήματα Alpha Lubricator έχουν απόκλιση μεταξύ πραγματικής δοσολογίας και δοσολογίας ρύθμισης στο HMI. Όταν η ρύθμιση στο HMI είναι στο 100%, πρέπει να έχουμε παροχή 0.8g/bhph.

Συνήθως, ως "βασική ρύθμιση" επιλέγεται να ληφθεί μια δοσολογία η οποία, σε κατά μέσο όρο συνθήκες, οδηγεί σε ασφαλή συνδιασμό ελαίου και οικονομικής κατάστασης του κυλίνδρου. Αυτό αφήνει δυνατότητες για περαιτέρω μειώσεις στη δοσολογία, έναντι της προτεινόμενης ελάχιστης ρύθμισης.

Στην περίπτωση του Alpha ACC, ο βασικός συντελεστής των 0.25g/bhph x S%, μπορεί επίσης να μειωθεί. Μέχρι στιγμής, ο μικρότερος συντελεστής, έχει αγγίξει το 0.21g/bhph x S%

Επίλογος - Συμπεράσματα

Το Alpha Lubricator είναι πλέον πολύ διαδομένο στις μέρες μας και χρησιμοποιείται ευρέως σε κάθε τύπου εμπορικό πλοίο γιατί έχει πάρα πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα μηχανικού τύπου συστήματα. Εκτός του ότι μας κάνει οικονομία στο κυλινδρέλαιο, μας κρατάει επίσης και τους κινητήρες μας καθαρούς και με λιγότερες φθορές με αποτέλεσμα να επιτυγχάνουμε οικονομία και στα ανταλλακτικά. Τέλος, θα πρέπει να δοθεί έμφαση στη σωστή επιλογή και ποσότητα λιπαντικού ανάλογα με τον τύπο του κινητήρα και το καύσιμο που χρησιμοποιούμε.

Βιβλιογραφία

1. Alpha Lubricator - Alpha Adaptive Cylinder Oil Control (Alpha ACC), MAN Diesel PrimeServ
2. Alpha Lubricator System - Operation Manual - MC Engines, MAN B&W Diesel A/S
3. Service Experience - MAN B&W Two stroke Engines, MAN Diesel & Turbo
4. Adaptive Cylinder Oil Control System - Alpha Lubricator - The Ultimate Lubrication System, Doosan Engine
5. Cylinder Oil Dosage Optimisation - MAN B&W Diesel A/S
6. <http://engine.od.uaman-alphalub>

Περιεχόμενα

Περίληψη	3
Abstract	4
Πρόλογος	5
Κεφάλαιο 1: Τι είναι Alpha Lubricator.....	6
Κεφάλαιο 2: Κύρια εξαρτήματα	7
Κεφάλαιο 3: Αρχή λειτουργίας.....	12
Κεφάλαιο 4: Λειτουργία του συστήματος	14
Κεφάλαιο 5: Σύγκριση Alpha Lubricator με μηχανικό τύπο	15
Κεφάλαιο 6: Αναβάθμιση του Alpha Lubricator	15
Κεφάλαιο 7: Δίχρονοι κινητήρες	19
Επίλογος - Συμπεράσματα	28
Βιβλιογραφία.....	29
Περιεχόμενα.....	30