

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΡΗΤΗΣ



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ
ΗΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ
ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ



ΦΟΙΤΗΤΗΣ :

ΔΑΣΚΑΛΑΚΗΣ Α.

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ :

ΣΑΒΒΑΚΗΣ Κ.

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2013

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα μιλήσουμε για τα Λιπαντικά Ηλεκτρομηχανολογικών Εφαρμογών. Θα αναφερθούμε στα χαρακτηριστικά και τις λειτουργίες των λιπαντικών στις μέρες μας και θα δούμε πως αυτά ταξινομούνται βάση κάποιων χαρακτηριστικών και πως πρέπει να γίνετε η σωστή επιλογή τους για τους κινητήρες που θα χρησιμοποιηθούν. Τέλος, θα αναφερθούμε στη διαχείριση και ανακύκλωση των λιπαντικών και πως αυτά μπορούν να επηρεάσουν την υγεία και το περιβάλλον μας.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Σαββάκη Κ. που με βοήθησε και με καθοδήγησε μέχρι να ολοκληρώσω αυτή την εργασία, την οικογένεια μου και τους φίλους μου που με στήριξαν σε όλο αυτό το διάστημα των σπουδών μου που δεν ήταν και λίγο.



Περιεχόμενα

Εισαγωγή 4

1..... 1^ο Κεφάλαιο – Η Έννοια και τα Χαρακτηριστικά των Λιπαντικών στις Μέρες μας 7

- 1.1 Τα Λιπαντικά στις Μέρες μας 7
- 1.2 Ιδιότητες των Λιπαντικών στις Μέρες μας..... 10
- 1.3 Στοιχεία που Εντοπίζονται στην Σύνθεση των Λιπαντικών 12
- 1.4 Γενικά Στοιχεία για τα Λιπαντικά των Εμβολοφόρων Μ.Ε.Κ 16

2..... 2^ο Κεφάλαιο – Λειτουργία και Επιλογή Λιπαντικών 20

- 2.1 Βάση των Λιπαντικών στις Μέρες μας 20
- 2.2 Ο Ρόλος των Πρόσθετων Συστατικών στη Λειτουργία των Λιπαντικών..... 21
- 2.3 Οι Κύριες Λειτουργίες των Λιπαντικών στις Μέρες μας 22
- 2.4 Κριτήρια Επιλογής Λιπαντικού 24
- 2.5 Διάγνωση Φυσικοχημικών Ιδιοτήτων Λιπαντικών με Σκοπό την Ορθή Επιλογή τους..... 25
 - 2.5.1 Ο Ρόλος των Πρόσθετων στην Επιλογή και Λειτουργία των Λιπαντικών
26
- 2.6 Σημεία που Αναφέρονται στην Ορθή Επιλογή Λιπαντικών 26

3..... 3^ο Κεφάλαιο – Ταξινόμηση των Λιπαντικών στις Μέρες μας 30

3.1	Είδη και Ταξινόμηση Λιπαντικών	30
3.2	Διάκριση Λιπαντικών Βάση Τεχνικών Χαρακτηριστικών	34

4.....4° Κεφάλαιο – Λιπαντικά Πλοίων και Αεροπλάνων 39

4.1	Λιπαντικά για Λίπανση Μηχανών Πλοίων.....	39
4.1.1	<i>Τα Γενικά Χαρακτηριστικά Ενός Λιπαντικού για Μηχανή Πλοίων.....</i>	39
4.2	Λιπαντικά Αεροπλάνων	43

5.....5° Κεφάλαιο – Λιπαντικά Βιομηχανικών Εφαρμογών 47

5.1	Λιπαντικά για Βιομηχανικές Εφαρμογές.....	47
-----	---	----

6..... 6° Κεφάλαιο – Διαχείριση και Ανακύκλωση Λιπαντικών 50

6.1	Ανακύκλωση Λιπαντικών.....	50
-----	----------------------------	----

Επίλογος - Συμπεράσματα 54

Βιβλιογραφία..... 56

Εισαγωγή

Αναφερόμενοι στα λιπαντικά και στη χρήση αυτών στις μέρες μας, θα λέγαμε πρώτιστα πως οι βασικές κατηγορίες αυτών είναι τα *Ορυκτέλαια*, τα οποία σημειώνουν διαφορά σε μέγεθος και σύνδεση τα μόριά τους και έτσι καταπονούνται πολύ περισσότερο και σε λίγο διάστημα¹. Δεν είναι δυνατό να αφαιρεθούν όλα τα χημικά που δε χρειάζονται και συνήθως επηρεάζουν τη δοκιμή και το μέγεθος των μορίων, από την κατεργασία που δέχονται τα λιπαντικά. Έτσι «σπάνε» οι μοριακές αλυσίδες και υποβαθμίζουν το ιξώδες του λαδιού και με αυτόν τον τρόπο δεν είναι σε θέση να λιπάνει σωστά τα μηχανικά μέρη. Οι αντοχές των νέων κινητήρων είναι μακρύτερες από εκείνες των αυτοκινήτων παλαιάς τεχνολογίας και έτσι το ορυκτέλαιο προσφέρει την απαραίτητη λίπανση².



Αναφέρονται επίσης τα συνθετικά λιπαντικά τα οποία παράγονται μέσα από μια ειδική εργαστηριακή επεξεργασία όπου διενεργείται και η προσθήκη

¹ Στουρνάρας Σ., Λόης Ε., Ζαννίκος Φ., Τεχνολογία Καυσίμων και Λιπαντικών, Αθήνα. (2008)

² M.A. Fazal, A.S.M.A. Haseeb, H.H. Masjuki. Biodiesel feasibility study: An evaluation of material compatibility; performance; emission and engine durability. Renewable and Sustainable Energy Reviews. (2011)

ειδικών χημικών. Φυσικά η διαδικασία αυτή κοστίζει αρκετά καθώς και οι πρώτες ύλες και επομένως και η τιμή των λαδιών αυτών είναι υψηλότερη από αυτή των ορυκτέλαιων. Τα συνθετικά λιπαντικά έχουν την ικανότητα να διατηρούν σταθερές τις μοριακές αλυσίδες και ειδικά σε υψηλές θερμοκρασίες. Το ιξώδες τους είναι σταθερό και ο κινητήρας λιπαίνεται σε κάθε περίπτωση. Περιέχουν καθαριστικά τα οποία μπορούν και απορροφούν τα υπολείμματα του κινητήρα³.

Αναφέρονται επίσης τα ημισυνθετικά λιπαντικά τα οποία δεν είναι τίποτε άλλο από μείγματα συνθετικών και ορυκτέλαιων με μεγάλες επιδόσεις από τα απλά ορυκτέλαια. Δε πρέπει να αναμιγνύονται με συνθετικά λιπαντικά. Τέλος, αναφέρονται τα ανακυκλωμένα λιπαντικά, τα οποία διαθέτουν ιδιαίτερα υψηλό βαθμό απόδοσης περί του 70%.

Ένας όρος όμως ο οποίος χαρακτηρίζει τα λιπαντικά στις μέρες μας, είναι ουσιαστικά και το ιξώδες. Ο όρος ιξώδες χαρακτηρίζεται μια από τις ιδιότητες της ύλης περισσότερο σε υγρά και αέρια κατά την οποία υπάρχει αντίσταση στη ροή τους. Το λιπαντικό δεν έχει την ίδια αντίσταση με το νερό, αφού έχει μεγαλύτερο ιξώδες. Η σύστασή του ευθύνεται για αυτή την αντίσταση και οι εσωτερικές τριβές των μορίων από δυνάμεις συνοχής. Καταλήγοντας στην εισαγωγή της παρούσης εργασίας, θα λέγαμε πως οι κύριες ιδιότητες των λιπαντικών στις μέρες μας, αναφέρονται στα εξής χαρακτηριστικά⁴.

- Λιπαντική ικανότητα όπου από το λιπαντικό στρώμα των λιπαντικών σε μεταλλικές επιφάνειες σε καταστάσεις λειτουργίας διατηρείται σε καλή κατάσταση ο κινητήρας.
- Ψυκτική ικανότητα όπου σχετικά ποσά θερμότητας παράγονται από τη τριβή των μεταλλικών επιφανειών και έτσι δεν υπάρχει αύξηση θερμότητας

³ Ζιώμας Γ., Ατμόσφαιρα-Ατμοσφαιρική Ρύπανση, Αθήνα. (2007)

⁴ M.A. Fazal, A.S.M.A. Haseeb, H.H. Masjuki. Biodiesel feasibility study: An evaluation of material compatibility; performance; emission and engine durability. Renewable and Sustainable Energy Reviews. (2011)

- Δημιουργία παθητικότητας ή αδράνειας που είναι η ιδιότητα η οποία σημειώνεται στο λιπαντικό και έτσι δε δημιουργεί διαβρωτικές ουσίες που είναι αρνητικές για τις μεταλλικές επιφάνειες. Παρέχει επίσης αντιδιαβρωτική προστασία από εξωτερικές συνθήκες
- Δημιουργείται σταθερότητα αφού το λιπαντικό εμποδίζει τις όποιες αλλοιώσεις της ύλης του.

Τέλος, θα πρέπει να αναφερθούμε στην χρήση των μονότυπων και πολύτυπων λιπαντικών αντίστοιχα. Το μονότυπο λιπαντικό δείχνει την πτώση του ιξώδες του συναρτήσει της θερμοκρασίας. Ο ρυθμός πτώσης του ιξώδες είναι μεγαλύτερος στα μονότυπα λιπαντικά, αφού είναι μη αξιοποιήσιμα σε αλλαγές της θερμοκρασίας. Στην αντίθετη περίπτωση σε αλλαγές της θερμοκρασίας, τα πολύτυπα αλλάζουν συμπεριφορά και γίνονται παχύρευστα αν κάτι τέτοιο γίνει αντιληπτό σε ίδια θερμοκρασία. Έτσι ο ρυθμός πτώσης του ιξώδες είναι πιο αργός και το γεγονός αυτό τα κάνει αξιοποιήσιμα σε μεγάλο εύρος θερμοκρασιών λειτουργίας⁵.

Ωστόσο σημειώνεται πως με τα ειδικά πρόσθετα, εξασφαλίζεται η συμπεριφορά των πολύτυπων λιπαντικών. Το αν είναι πολύτυπο ή μονότυπο ένα λιπαντικό, δεν του εξασφαλίζει και την ποιότητά του αντίστοιχα. Η ίδια λιπαντική βάση μπορεί να χρησιμοποιείται για ένα μονότυπο λιπαντικό και φέρει τα ίδια πρόσθετα με ένα πολύτυπο. Οι κινητήρες βέβαια νέας τεχνολογίας στις μέρες μας, απαιτούν μια τέτοια συμπεριφορά λόγω της καύσης στην οποία υπάρχουν υψηλές θερμοκρασίες αλλά και λόγω των καιρικών συνθηκών με τις χαμηλές θερμοκρασίες⁶.

⁵ Ζιώμας Γ., Ατμόσφαιρα-Ατμοσφαιρική Ρύπανση, Αθήνα. (2007)

⁶ Στουρνάρας Σ., Λόης Ε., Ζαννίκος Φ., Τεχνολογία Καυσίμων και Λιπαντικών, Αθήνα. (2008)

1. 1^ο Κεφάλαιο – Η Έννοια και τα Χαρακτηριστικά των Λιπαντικών στις Μέρες μας

1.1 Τα Λιπαντικά στις Μέρες μας



Αποτελεί γεγονός πως κάθε λιπαντικό που καλύπτει ή υπερβαίνει τις προδιαγραφές ενός κατασκευαστή για ένα συγκεκριμένο όχημα ή μηχανή, μπορεί να θεωρείται κατάλληλο για τον κινητήρα αυτό⁷. Τα όσα αναφέρονται από διάφορους και ως προς την δυσφήμιση κάποιων λιπαντικών, είναι απλώς σημεία συμφέροντος προς συγκεκριμένα προϊόντα ή ακόμα και άγνοια σε θέματα λιπαντικών. Τα λιπαντικά τα οποία χρησιμοποιούνται για μηχανές και οχήματα στις μέρες μας, διαχωρίζονται σε δυο κύριες κατηγορίες :

- Μονότυπα
- Πολύτυπα

Η πρώτη κατηγορία, τα μονότυπα, είναι τα λιπαντικά με απλή ρευστότητα και αφορούν τα οχήματα τα οποία είναι παλαιάς τεχνολογίας. Η δεύτερη κατηγορία τα πολύτυπα αντίθετα, είναι λιπαντικά πολλαπλής ρευστότητας και αφορούν οχήματα νέας τεχνολογίας. Στη συνέχεια

⁷ M.A. Fazal, A.S.M.A. Haseeb, H.H. Masjuki. Biodiesel feasibility study: An evaluation of material compatibility;performance; emission and engine durability. Renewable and Sustainable Energy Reviews. (2011)

αναφέρονται οι κατηγορίες στις οποίες χωρίζονται τα πολύτυπα, οι οποίες είναι οι εξής⁸:

- Ημισυνθετικά
- Συνθετικά
- Ορυκτή βάση

Τα ορυκτή βάσης ή αλλιώς ορυκτέλαια, δημιουργούνται από ακατέργαστο πετρέλαιο το οποίο έχει περάσει από κάποιες σύνθετες διαδικασίες διύλισης. Η χρήση τους σε αυτοκίνητα και σε βιομηχανικές εφαρμογές είναι αρκετά συχνή. Από τη χημική επεξεργασία διαφόρων συστατικών προέρχονται τα συνθετικά και είναι ότι καλύτερο υπάρχει στις μέρες μας στο χώρο της τεχνολογίας των λιπαντικών. Για την κατασκευή τους χρησιμοποιούνται⁹:

- Εστέρες
- Συνθετικοί υδρογονάνθρακες, polyphaolefins οι οποίες δημιουργούνται από αιθυλένιο του πετρελαίου που είναι ακατέργαστο



Τα ημισυνθετικά προέρχονται από τη μίξη δυο τύπων βάσης λιπαντικών, Αυτά συνήθως είναι 70-80% ορυκτέλαιο και 20-30% συνθετικό

⁸ Στουρνάρας Σ., Λόης Ε., Ζαννίκος Φ., Τεχνολογία Καυσίμων και Λιπαντικών, Αθήνα. (2008)

⁹ Demirbas, Ayhan. Importance of biodiesel as transportation fuel. Energy Policy. (2007)

λιπαντικό. Σε σχέση με τα ορυκτέλαια, αυτά είναι καλύτερης ποιότητας. Οι φυσικές ιδιότητες των συνθετικών λιπαντικών είναι εξαιρετικές τόσο οι φυσικές όσο και η θερμική τους σταθερότητα. Η βασική αιτία για αυτό είναι η επεξεργασία τους. Σε σχέση με τη τιμή τους, είναι ακριβότερα αλλά η προστασία που δίνουν στον κινητήρα είναι μεγάλη. Είναι γνωστό ότι σχεδόν όλες οι εταιρείες χρησιμοποιούν πρόσθετα προκειμένου να κάνουν τις ιδιότητες της λιπαντικής βάσης καλύτερες¹⁰ :



Δεν είναι βέβαια και απόλυτα διακριτή η παραπάνω κατηγοριοποίηση των λιπαντικών, αφού ανάλογα με τη σύνθεση τους έχουν δημιουργηθεί και κάποια άλλα λιπαντικά τα οποία ανήκουν στην ενδιάμεση κατηγορία. Στην κατηγορία Group IV, ανήκουν τα συνθετικά αυτά λιπαντικά τα οποία δημιουργούνται από πολυ-αλφαοελίφινες. Τα συνθετικά λιπαντικά τα οποία προέρχονται από εστέρες, ανήκουν στην κατηγορία Group V. Δεν είναι απαραίτητο ότι οι εστέρες προέρχονται από τα παράγωγα του πετρελαίου. Οι εστέρες είναι πολύ χρήσιμοι στα λιπαντικά, αφού μπορούν και προσφέρουν στο λιπαντικό τις ιδιότητες τις οποίες ο κατασκευαστής μιας μηχανής επιθυμεί.

Οι εστέρες και ιδιαίτερα τα λιπαντικά με εστέρες δεν είναι δυνατό να σταθούν χωρίς λιπαντική βάση. Το γεγονός αυτό σημαίνει ότι πρέπει να περιέχουν μια σημαντική ποσότητα ορυκτέλαιου¹¹. Τα 100% πραγματικά

¹⁰ Στουρνάρας Σ., Λόης Ε., Ζαννίκος Φ., Τεχνολογία Καυσίμων και Λιπαντικών, Αθήνα. (2008)

¹¹ Demirbas, Ayhan. Importance of biodiesel as transportation fuel. Energy Policy. (2007)

συνθετικά και κυρίως των Group V Group IV είναι Group IV/V. Στην Ευρώπη για να αποδοθεί η ονομασία του σύνθετου λιπαντικού, είναι απαραίτητη η χρήση 100% συνθετικής βάσης. Αλλά στην Αμερική σύμφωνα με τη νομοθεσία, ακόμα και κάποιο λιπαντικό Group III χρησιμοποιείται και χαρακτηρίζεται συνθετικό. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην αναγραφή «συνθετική βάση» αφού τα ημισυνθετικά λιπαντικά έχουν κάποιο ποσοστό συνθετικής βάσης. Έτσι αν κάποιος θέλει να χρησιμοποιήσει κάποιο λιπαντικό πλήρως συνθετικό πρέπει να ψάξει για την αναγραφή «πλήρως συνθετικό». Συνήθως τα ημι-συνθετικά λάδια είναι σύνθετης βάσης¹².

1.2 Ιδιότητες των Λιπαντικών στις Μέρες μας

Τα χαρακτηριστικά των ιδιοτήτων λιπαντικών στις μέρες μας, αναφέρονται ως εξής¹³

- *HTHS*. Είναι ο δείκτης που αναφέρεται στην αντοχή του λιπαντικού. Αν η τιμή του λιπαντικού είναι μεγάλη, τότε στην πίεση ανάμεσα σε δυο μεταλλικές επιφάνειες το λιπαντικό φιλμ παραμένει παχύτερο.
- *Viscosity Inde, VI*. Είναι ο δείκτης ιξώδους ο οποίος αναφέρεται στην περιγραφή της αντίστασης του λαδιού απέναντι στη μεταβολή που έχει το ιξώδες με την αύξηση της θερμοκρασίας.
- *Flash Point, FP*. Είναι το σημείο ανάφλεξης. Ιδιαίτερα επικίνδυνο σημείο, αφού το λιπαντικό δημιουργεί ατμούς και μπορεί να γίνει ανάφλεξη με φλόγες ή και αέρα. Το σημείο ανάφλεξης σε χρησιμοποιημένα λιπαντικά υποβαθμίζεται και για αυτό το λόγο και εξατμίζεται πιο εύκολα. Α η διάρκεια της ανάφλεξης είναι πάνω από 5 δευτερόλεπτα τότε γίνεται λόγος για το σημείο Καύσης του λιπαντικού. Το σημείο αυτό είναι θερμοκρασιακά υψηλότερο από το σημείο ανάφλεξης. Το

¹² Στουρνάρας Σ., Λόης Ε., Ζαννίκος Φ., Τεχνολογία Καυσίμων και Λιπαντικών, Αθήνα. (2008)

¹³ M.A. Fazal, A.S.M.A. Haseeb, H.H. Masjuki. Biodiesel feasibility study: An evaluation of material compatibility; performance; emission and engine durability. Renewable and Sustainable Energy Reviews. (2011)

λιπαντικό καίγεται υπό την παρουσία αέρα και δεν υπάρχει φλόγα.

- Pour Point, PP. Είναι το σημείο ροής κατά το οποίο το οποίο το λιπαντικό ρέει κάτω από την επίδραση του βάρους του. Το σημείο στο οποίο το λάδι είναι θολό είναι εκείνο το οποίο ονομάζεται σημείο θόλωσης ή το σημείο στο οποίο η θερμοκρασία υφίσταται χημικές ανακατατάξεις.
- Αντοχή στην οξείδωση. Είναι το σημείο όπου δείχνει την αντοχή του λιπαντικού σε οξείδωση από τις υψηλές θερμοκρασίες και τον αέρα.
- TAN, Total Acid Number. Αναφέρεται σε οξύτητα και σε ποσότητα mg KOH. Είναι η εξουδετέρωση της οξύτητας που έχει το λιπαντικό και η μετατροπή του σε ουδέτερο pH.
- TBN, Total Base Number. Είναι η αλκαλικότητα ή το πρόσθετο το οποίο προστίθεται για να εξουδετερωθεί η αλκαλικότητα του λιπαντικού. Μετατρέπεται με αυτό σε διάλυμα με ουδέτερο pH. Το TNB μειώνεται από τη χρήση του λιπαντικού.
- Sulfate Ash. Είναι η «τέφρα» η οποία δημιουργείται από μεταλλικά στοιχεία. Τα στοιχεία αυτά υπάρχουν στα πρόσθετα που χρησιμοποιούνται για το λιπαντικό αλλά και στα κατάλοιπα που προκύπτουν από τη χρήση λαδιού.

1.3 Στοιχεία που Εντοπίζονται στην Σύνθεση των Λιπαντικών



Πρόσθετα

- Βελτιωτές ιξώδους. Αυξάνουν το δείκτη ιξώδους
- Πρόσθετα με υψηλή πίεση. Δίνουν ιδιαίτερη προστασία από τη στιγμή που σπάει το φιλμ του λαδιού. Έτσι δημιουργείται ένα λιπαντικό στερεό με καλή πρόσφυση στα μεταλλικά εξαρτήματα
- Αντιοξειδωτικά τα οποία προσφέρουν προστασία στο λιπαντικό από την οξείδωση
- Απορρυπαντικά και διασκορπιστικά πρόσθετα. Χρησιμεύουν για να μη δημιουργείται λάσπη στο κάρτερ και ταυτόχρονα δεσμεύουν την υγρασία η οποία διαρρέει στο λιπαντικό
- Πρόσθετα για περαιτέρω μείωση του σημείου ροής τα οποία μειώνουν τη θερμοκρασία που το λάδι ρέει
- Αντιδιαβρωτικά. Δίνουν προστασία στα μεταλλικά εξαρτήματα του κινητήρα που δημιουργείται από την ηλεκτροχημική διάβρωση
- Αντιαφριστικά πρόσθετα. Η διάρκεια ζωής των φυσαλίδων που βρίσκονται μειώνεται και ταυτόχρονα έχουν σημαντικό ρόλο σε ένωση αρκετών μικρών φυσαλίδων.
- Λιπαρά πρόσθετα. Δίνουν καλύτερη προστασία στο λιπαντικό αν υπάρξει οριακή λίπανση

Πιστοποιήσεις – Προδιαγραφές

Στο κουτί του κάθε λιπαντικού αναγράφονται χρήσιμες πληροφορίες οι οποίες χρησιμεύουν για να αναγνωρίζονται τα λιπαντικά ως εξής.

Viscosity. Ιξώδες Λιπαντικό

Αναφέρονται οι ενδείξεις SAE OW -30, SAE 5W-40, SAE 10W-40, SAE 10W-60 κλπ. Η συμπεριφορά του λαδιού γενικά είναι το ιξώδες κατά τη διάρκεια του χειμώνα ή και του καλοκαιριού. Σύμφωνα με τις ανάλογες ενδείξεις φαίνεται και η συμπεριφορά του λιπαντικού απέναντι στο ιξώδες το χειμώνα ή το καλοκαίρι. Επίσης η διαφορά είναι μεγαλύτερη σε ότι αφορά το δείκτη από το χειμώνα και το καλοκαίρι. Έτσι φαίνεται και η μεγάλη παρουσία πρόσθετων για την ενίσχυση ιξώδους στο λιπαντικό. Έτσι αν δεν υπάρχουν κάποια ενισχυτικά ιξώδους στο 10W-60 θα ήταν 10W-40. Σε αντίθετη περίπτωση αν δε χρησιμοποιούνται πολλά πρόσθετα για να ενισχυθεί το ιξώδες τότε η αντοχή ιξώδους αυξάνεται με το χρόνο.

Base Oil. Λιπαντική βάση

Ανάμεσα στα λιπαντικά η απόδοση και τα χαρακτηριστικά διαφέρουν. Το μόνο χαρακτηριστικό είναι ότι προέρχονται από μια λιπαντική βάση που καλύπτει το 75-85% του λιπαντικού και ίσως είναι πετρελαϊκή.

Type of Engine. Τύπος κινητήρα

Είναι η ένδειξη η οποία αναφέρεται στον τύπο του κινητήρα και για ποιόν τύπου αρμόζει.

Manufacturer Certification. Πιστοποιητικά κατασκευαστών

Είναι τα πιστοποιητικά τα οποία καλύπτουν κάποιο συγκεκριμένο λιπαντικό.

Norms. Κανόνες API & ACEA

Δεν είναι τίποτε άλλο από τα αρχικά του Συνδέσμου Ευρωπαϊκών Κατασκευαστών Αυτοκινήτων. Τα αρχικά API είναι το Αμερικάνικο Πετρελαϊκό Ινστιτούτο το οποίο έχει θεσπίσει κάποιες προδιαγραφές λιπαντικών. Οι προδιαγραφές αυτές είναι αποδεκτές από τις αυτοκινητοβιομηχανίες και τις

εταιρείες λιπαντικών. Οι κανόνες της ACEA χωρίζονται σε κατηγορίες A-B-C-E.

- A = βενζοκινητήρες
- B = ντιζελοκινητήρες
- C= βενζοκινητήρες/ πετρελαιοκινητήρες με κατακράτηση σωματιδίων
- E= ντιζελοκινητήρες εμπορικών οχημάτων και φορτηγών

Κάθε μια από αυτές τις κατηγορίες έχει και κάποια επίπεδα απόδοσης και αυτά περιγράφονται με κάποιο νούμερο. Χαρακτηριστικά οι τυποποιήσεις ACEA του 1996 ήταν για τους βενζοκινητήρες, οι εξής¹⁴ :

- A1 = λιπαντικά χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας
- A2-96 = λιπαντικά κανονικής χρήσης
- A3-96 = λιπαντικά για χρήση σε δύσκολες συνθήκες

Για το 2008 ήταν :

- A= βενζοκινητήρες / B = ντιζελοκινητήρες
- A1/B1-08
- A3/B3-08
- A3-B4-08
- A5/β5-98
- C= βενζοκινητήρες/πετρελαιοκινητήρες με κατακράτηση σωματιδίων
- C1-08
- C2-08

¹⁴ Στουρνάρας Σ., Λόης Ε., Ζαννίκος Φ., Τεχνολογία Καυσίμων και Λιπαντικών, Αθήνα. (2008)

- C3-08
- C4-08
- E= ντιζελοκινητήρες
- E4-08
- E6-08
- E7-08
- E9-08

Οι κατηγορίες που χωρίζονται οι κανόνες του API είναι οι S & C

- S =βενζινοκινητήρες – 2011 SN
- C = ντιζελοκινητήρες – 2011 C14

Τα επίπεδα απόδοσης της κάθε κατηγορίας είναι διαφορετικά και περιγράφονται με γράμματα για τους βενζινοκινητήρες ή για τους ντιζελοκινητήρες.

Ορολογία

- Fuel Economy – οικονομία στο καύσιμο
- Oxidate Thickening- ποσότητα αντιοξειδωτικών για προστασία οξειδωσης λιπαντικού
- Piston Deposits- εναποθέσεις σε πιστόνια κατάλοιπων καύσης
- Sludge- λάσπη
- Soot Thickening- μικρά αιωρούμενα σωματίδια στο λιπαντικό τα οποία προέρχονται από υπολείμματα καύσης
- Wear- φθορά
- After treatment Compability - συμβατότητα για μείωση διαφόρων κατάλοιπων καύσης που επηρεάζουν τα συστήματα κατακράτησης ρύπων.

1.4 Γενικά Στοιχεία για τα Λιπαντικά των Εμβολοφόρων Μ.Ε.Κ

Αποτελεί γεγονός πως δεν είναι εύκολη υπόθεση να προτείνει κάποιος ένα συγκεκριμένο τύπου λιπαντικού. Το ιδανικό λιπαντικό για κάποιο τύπο κινητήρα προέρχεται από δοκιμές και συγκρίσεις και αυτό γιατί οι κινητήρες εξαρτώνται από τις διαφορετικές συνθήκες που δουλεύουν, τη διαφορετική συντήρηση την οδήγηση καθώς και άλλους παράγοντες¹⁵. Σκοπός άλλωστε δεν είναι να χρησιμοποιηθεί το καλύτερο λιπαντικό της αγοράς αλλά το πιο σωστό που να ανταποκρίνεται στις αντοχές του κινητήρα. Στο κουτί δεν αναγράφονται τα χαρακτηριστικά τα τεχνικά του λιπαντικού αλλά αυτά βρίσκονται σε αρχεία και δημοσιεύονται στο διαδίκτυο. Κάποια από τα αναγραφόμενα τεχνικά χαρακτηριστικά πρέπει να παρατηρηθούν καλύτερα αφού οι κατασκευαστές δε παρουσιάζουν όλα τα χαρακτηριστικά που χρειάζονται¹⁶:

Τα πιο σημαντικά είναι ο δείκτης ιξώδους και ο δείκτης αντοχής λιπαντικού. Η πρακτική βέβαια κατά την οποία περιλαμβάνονται βαλβίδες και σύστημα αυτών αλλά και η κυκλοφορία του λιπαντικού πέρα από τις άκρες των ελατηρίων όλων των βαλβίδων, είναι πλέον καθολική. Η δυσκολία όμως είναι να υπάρξει αρκετή λίπανση και στις βαλβίδες χωρίς να υπάρξει υπερβολική κατανάλωση λιπαντικού. Ένα ειδικό πρόβλημα για τους κινητήρες είναι η απώλεια λαδιού από τους οδηγούς βαλβίδων εισαγωγής. Κυρίως για τους κινητήρες Otto στους οποίους η ρυθμιστική δικλίδα είναι ανοικτή όταν λειτουργεί. Πέρα από τα συνηθισμένα ορυκτέλαια που χρησιμοποιούνται για τη λίπανση των ΜΕΚ και τα χαρακτηριστικά τους που είναι φυσικοχημικά, πρέπει να υπάρχουν και οι απορρυπαντικές ιδιότητες¹⁷. Τα βασικά φυσικοχημικά χαρακτηριστικά είναι πως αναφέρονται:

- Ιξώδες
- Σημείο ανάφλεξης
- Σημείο ροής

¹⁵

¹⁶ Ζιώμας Γ., Ατμόσφαιρα-Ατμοσφαιρική Ρύπανση, Αθήνα. (2007)

¹⁷ Demirbas, Ayhan. Importance of biodiesel as transportation fuel. Energy Policy. (2007)

- Σταθερή οξειδωση
- Σταθερή ιξώδες θερμοκρασία

Οι απορρυπαντικές ιδιότητες πρέπει να απομακρύνουν τα όποια εξωνθρακώματα σχηματίζονται στις λιπαινόμενες επιφάνειες. Τα εξανθρακώματα δημιουργούνται από την υπερθέρμανση του εμβόλου και έτσι εμφανίζονται ρωγμές λόγω της κακής αναμοιόμορφης μετάδοσης θερμότητας. Έτσι χρησιμοποιούνται κατάλληλα αντιρρυπαντικά πρόσθετα προκειμένου να διατηρήσουν την επιφάνεια των χιτωνίων και των εμβόλων καθαρές. Πέρα όμως από τις ρωγμές μπορεί να σχηματισθούν και εκρήξεις στο στροφαλοθάλαμο και κυρίως αν το λιπαντικό έχει διαλυμένο καύσιμο. Αν έχει γίνει καλή συντήρηση στο στροφαλοθάλαμο του κινητήρα η έκρηξη μπορεί να αποφευχθεί. Η χρήση λιπαντικού το οποίο είναι ενισχυμένο με αντιρρυπαντικά πρόσθετα αποφεύγεται προκειμένου ο κινητήρας να είναι καθαρός και να μην υπάρχει υπερθέρμανση από τα εξανθρακώματα. Τα λιπαντικά έλαια ενισχύονται και με¹⁸ :

- Βελτιωτικά δείκτη ιξώδους τα οποία αυξάνουν τη τιμή δείκτη ιξώδους
- Αντιοξειδωτικά πρόσθετα τα οποία περιορίζουν την ταχύτητα και το βαθμό οξειδωσης

Οι κατηγορίες λιπαντικών στις μέρες μας, είναι τρεις :

- Κοινά λάδια. Χρησιμοποιούνται για κινητήρες ολιγόστροφους και με μικρά φορτία. Ιδιαίτερα αν δεν υπάρχουν δυσμενείς συνθήκες λιπάνσεως
- Λάδια μερικώς ενισχυμένα. Ενισχύονται με αντιοξειδωτικά πρόσθετα και είναι ειδικά για λίπανση MEK. Ειδικά για συνθήκες όπου η καταπόνηση του λιπαντικού είναι μέτρια. Είτε από το φορτίο είτε από τη θερμοκρασία. Έχουν το συμβολισμό DG αν είναι για λάδια πετρελαιοκινητήρων και MM αν είναι για λάδια βενζινοκινητήρων

¹⁸ Στουρνάρας Σ., Λόης Ε., Ζαννίκος Φ., Τεχνολογία Καυσίμων και Λιπαντικών, Αθήνα. (2008)

- Λάδια βαριών απαιτήσεων. Ενισχύονται με αντιοξειδωτικά και αντιρρυπαντικά πρόσθετα. Έτσι μπορούν να αντιμετωπίσουν τις δύσκολες συνθήκες λίπανσης. Συμβολίζονται με MS για βενζινοκινητήρες και με DS ή HD για κινητήρες Diesel.

Σε ότι αφορά τους πετρελαιοκινητήρες, ειδικότερα και ανάλογα με το τμήμα το οποίο θα λιπάνουν, διακρίνονται σε¹⁹ :

- Λάδια κυλίνδρων ή κυλινδρέλαια. Η χρήση του ενδείκνυται μόνο για τα τοιχώματα των κυλίνδρων και τη λίπανσή τους. Επίσης σε μηχανές όπου οι κύλινδροι λιπαίνονται χωριστά. Οι κύλινδροι είναι αυτοί με βάκτρο και ζύγωμα σαν τις κατεχοχήν αργόστροφες πετρελαιομηχανές του εμπορικού ναυτικού
- Λάδια στροφαλοθαλάμων. Η χρήση του είναι για λίπανση τριβέων κατά τη διάρκεια ψύξης εμβόλων. Αλλά και για περιπτώσεις λίπανσης όπου γίνεται χωριστά χωρίς να επηρεάζει η λίπανση κυλίνδρων. Χρησιμοποιείται σε αργόστροφες ναυτικές πετρελαιομηχανές

Σε μηχανές μέσης και υψηλής ταχύτητας οι οποίες λειτουργούν χωρίς ζύγωμα αλλά με διωστήρα η λίπανση είναι η ίδια για τους κυλίνδρους και τους τριβείς. Υπάρχει ένα κοινό δίκτυο λίπανσης και μια κοινή ποιότητα λιπαντικού. Σε αργόστροφες πετρελαιομηχανές ναυτικές υπάρχουν ανεξάρτητα δίκτυα λίπανσης από αυτά των τριβέων και φυσικά χρησιμοποιούνται διαφορετικά λιπαντικά. Τα κυλινδρέλαια είναι πιο βαριά από τα έλαια με αλκαλικά πρόσθετα προκειμένου να εξουδετερώνεται το θειικό οξύ το οποίο παράγεται από την καύση του πετρελαίου²⁰.

¹⁹ M.A. Fazal, A.S.M.A. Haseeb, H.H. Masjuki. Biodiesel feasibility study: An evaluation of material compatibility;performance; emission and engine durability. Renewable and Sustainable Energy Reviews. (2011)

²⁰ Demirbas, Ayhan. Importance of biodiesel as transportation fuel. Energy Policy. (2007)

2. 2^ο Κεφάλαιο – Λειτουργία και Επιλογή Λιπαντικών

2.1 Βάση των Λιπαντικών στις Μέρες μας

Αναφερόμενοι στην λειτουργία των λιπαντικών στις μέρες μας, θα πρέπει πρώτιστα αυτός που τα χρησιμοποιεί να γνωρίζει πως τα λιπαντικά τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως, διαχωρίζονται σε δυο κύριες κατηγορίες²¹. Θα πρέπει να σημειωθεί σχετικά δε πως η σύνθεσή τους και τα βασικά στοιχεία αυτής, καθορίζονται από την μοριακή τους δομή η οποία έχει αλλάξει έπειτα από σχετική χημική αντίδραση που έχουν υποστεί. Η σχετική αυτή αντίδραση θεωρείται απαραίτητη προκειμένου να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κινητήρες διαφόρων οχημάτων με σκοπό τη λίπανση

²¹ Ζιώμας Γ., Ατμόσφαιρα-Ατμοσφαιρική Ρύπανση, Αθήνα. (2007)

αυτών. Έτσι μ' αυτό τον τρόπο, τα λιπαντικά αποκτούν τα χαρακτηριστικά που τους είναι απαραίτητα για τη συγκεκριμένη λειτουργία²².



Σημειώνεται επίσης πως τα είδη των λιπαντικών ανάλογα με τη βάση που χρησιμοποιούν κατόπιν επεξεργασίας, είναι τα εξής²³:

- Ορυκτέλαια
- Ημισυνθετικά
- Συνθετικά

Τέλος, λιπαντικά με την έννοια έλαια ορίζονται τα λιπαντικά αυτά τα οποία περιέχουν συγκεκριμένες ουσίες ορυκτών και αναλογίες βάση σύνθεσής τους όπου ουσιαστικά δεν είναι τίποτα άλλο από τα ημισυνθετικά έλαια.

²² Στουρνάρας Σ., Λόης Ε., Ζαννίκος Φ., Τεχνολογία Καυσίμων και Λιπαντικών, Αθήνα. (2008)

²³ Demirbas, Ayhan. Importance of biodiesel as transportation fuel. Energy Policy. (2007)

2.2 Ο Ρόλος των Πρόσθετων Συστατικών στη Λειτουργία των Λιπαντικών



Οι πρώτες εταιρίες λιπαντικών οι οποίες λειτούργησαν περί το 1920, κατάφεραν να δημιουργήσουν αλλά και να δημιουργήσουν νέους «δρόμους» σε θέματα χρήσης των σύγχρονων λιπαντικών και ειδικά στα λεγόμενα σταθεροποιητικά λιπαντικά. Έτσι για πρώτη φορά τη περίοδο εκείνη, χρησιμοποιήθηκαν λιπαντικά με υδρογονάνθρακες με βάση τα ορυκτά και με προσθήκη προσθετικών συστατικών και ουσιών. Οι ουσίες οι οποίες χρησιμοποιούνται για να βελτιώσουν ορισμένα βασικά ορυκτέλαια και τα χαρακτηριστικά στους ή για να εισάγουν νέα χαρακτηριστικά σε αυτά, αναφέρονται στα λεγόμενα πρόσθετα τα οποία αναφέρονται σε χημικές ουσίες. Για παράδειγμα ένας κινητήρας πετρελαίου συνήθως περιέχει 20% πρόσθετο χημικών ουσιών²⁴.

Αναφέρεται επίσης πως οι βασικοί λόγοι για τους οποίους χρησιμοποιούνται τα πρόσθετα στα λιπαντικά στις μέρες μας, είναι τα εξής²⁵:

- Πρόσθετη ύλη αντι-οξειδωτικό για να διατηρούνται οι ιδιότητες του πετρελαίου στη διάρκεια του χρόνου

²⁴ M.A. Fazal, A.S.M.A. Haseeb, H.H. Masjuki. Biodiesel feasibility study: An evaluation of material compatibility; performance; emission and engine durability. Renewable and Sustainable Energy Reviews. (2011)

²⁵ Στουρνάρας Σ., Λόης Ε., Ζαννίκος Φ., Τεχνολογία Καυσίμων και Λιπαντικών, Αθήνα. (2008)

- Αντι-φρώδες πρόσθετης ύλης που αποσκοπεί σε καλύτερη λίπανση, όσο γίνεται, και κυρίως στην πρόληψη του πετρελαίου αφρού
- Απορρυπαντικά πρόσθετης ύλης τα οποία μπορούν και χρησιμοποιούνται κατά της βρωμιάς και για την ακραία πίεση στην ταινία του πετρελαίου σε υψηλά φορτία. Τα έλαια αυτά είναι κατάλληλα για μεταδόσεις.

2.3 Οι Κύριες Λειτουργίες των Λιπαντικών στις Μέρες μας

Οι κύριες λειτουργίες των λιπαντικών στις μέρες μας για όποιο μεταφορικό όχημα εκείνα προορίζονται για χρήση λίπανσης, αναφέρονται ως εξής²⁶.

- Μειώνουν τις τριβές
- Προσφέρουν προστασία σε μηχανικά μέρη
- Μπορούν και αφαιρούν τις προσμείξεις
- Ενισχύουν την απόδοση και αυξάνουν την ιπποδύναμη μηχανής
- Συμβάλλουν στην αποβολή θερμότητας
- Μειώνουν την εκπομπή ρύπων
- Εξοικονομούν καύσιμα για τη κίνηση του οχήματος

Εκτός όμως των παραπάνω, ιδιαίτερα σημαντική είναι η λειτουργία του λιπαντικού στον κινητήρα του οχήματος. Για τη λειτουργία του κινητήρα τα λιπαντικά αποτελούν ένα σημαντικό στοιχείο προκειμένου εκείνο να προσφέρει πλήρης μηχανική κάλυψη. Φυσικά θα πρέπει να είναι άριστης ποιότητας λιπαντικό και σε οποιαδήποτε συνθήκη να είναι σε θέση να διατηρεί τον κινητήρα σε άριστη κατάσταση²⁷.

Οι απαιτήσεις των αυτοκινήτων νέας τεχνολογίας είναι τεράστιες και ολοένα αυξάνονται απέναντι στα λιπαντικά των κινητήρων. Έτσι σαν αποτέλεσμα αυτών των στοιχείων, έχουν εμφανισθεί τα λιπαντικά νέας γενιάς. Τα λιπαντικά αυτά διαθέτουν νέα χαρακτηριστικά τα οποία θεωρούνται

²⁶ M.A. Fazal, A.S.M.A. Haseeb, H.H. Masjuki. Biodiesel feasibility study: An evaluation of material compatibility; performance; emission and engine durability. Renewable and Sustainable Energy Reviews. (2011)

²⁷ Ζιώμας Γ., Ατμόσφαιρα-Ατμοσφαιρική Ρύπανση, Αθήνα. (2007)

εξειδικευμένα και προσφέρονται με νέες πιστοποιήσεις από τους κατασκευαστές, αφού τα διαβρωτικά χημικά προϊόντα τα οποία δημιουργούνται από τη καύση, μπορούν να διασπούν το λιπαντικό εντός του κινητήρα. Τα λιπαντικά με πρωτογενή βάση διαθέτουν και την καλύτερη ποιότητα, αφού μπορούν και αποφεύγουν να εξουδετερωθούν από τα χημικά προϊόντα και την πρόσμιξή τους σε αυτά. Ταυτόχρονα διατηρούν όλες τις φυσικοχημικές τους ιδιότητες και έτσι είναι σε θέση να προσφέρουν μια πολύ καλή προστασία στο κινητήρα κυρίως από διάβρωση και φθορά²⁸. Έτσι έχουν την ιδιότητα να ενεργούν στο κινητήρα και να :

- Τον λιπαίνουν
- Του προσφέρουν προστασία από οξειδωση
- Καθαρίζουν το κινητήρα από προσμίξεις
- Ψύχουν
- Στεγανοποιούν
- Του προσφέρουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής

Το γεγονός ότι η ποιότητα του λιπαντικού κινητήρα επιδρά και μάλιστα άμεσα σε επιδόσεις του κινητήρα, είναι ένα στοιχείο το οποίο δε είναι γνωστό σε πολλούς. Αν χρησιμοποιηθεί το σωστό λιπαντικό το οποίο θα έχει άριστη ποιότητα αλλά και θα είναι υψηλών προδιαγραφών, θα επιτευχθούν τα παρακάτω :

- Καλύτερες επιδόσεις κινητήρα
- Καλύτερη προστασία κινητήρα
- Λιγότερες φθορές
- Μικρό κόστος συντήρησης
- Λιγότερη κατανάλωση καυσίμων
- Καλύτερη διάρκεια ζωής του κινητήρα

2.4 Κριτήρια Επιλογής Λιπαντικού

Όλα τα λιπαντικά θα πρέπει να είναι τα κατάλληλα με σκοπό να προσαρμόζονται στον κινητήρα και στον τύπο του, αφού δεν είναι όλα τα λιπαντικά κατάλληλα για μια χρήση και για όλα τα οχήματα. Επίσης σημαντικό

²⁸ Στουρνάρας Σ., Λόης Ε., Ζαννίκος Φ., Τεχνολογία Καυσίμων και Λιπαντικών, Αθήνα. (2008)

ρόλο «παίζουν» η τεχνολογία και ο σχεδιασμός του κινητήρα που μπορεί να είναι άμεσου ή έμμεσου ψεκασμού. Τέλος, λαμβάνεται υπόψη και η απόδοση του κινητήρα στο όχημα, αναλόγως της ιπποδύναμης που εκείνο διαθέτει.

2.5 Διάγνωση Φυσικοχημικών Ιδιοτήτων Λιπαντικών με Σκοπό την Ορθή Επιλογή τους

➤ **Δείκτης Ιξώδους**

Δίνει την περιγραφή που έχει το λιπαντικό σε μεταβολές του ιξώδους του μαζί με την αύξηση θερμοκρασίας. Αν ο συγκεκριμένος αυτός αριθμός του λιπαντικού είναι μικρός, τότε και το ιξώδες είναι ευαίσθητο στη θερμοκρασία

➤ **Αντοχή σε οξείδωση**

Δεν είναι τίποτε άλλο από την οξείδωση από υψηλές θερμοκρασίες και από τον αέρα.

➤ **Σημείο ροής – σημείο θόλωσης**

Η κατώτερη θερμοκρασία είναι το σημείο ροής στην οποία υπάρχει ροή του λιπαντικού με μοναδική επίδραση το βάρος του. Σαν σημείο θόλωσης αναφέρεται η θερμοκρασία η οποία δημιουργείται από τις χημικές αντιδράσεις και η οποία «θολώνει» το λιπαντικό. Ανώτερο από το σημείο ροής, είναι το σημείο θόλωσης

➤ **Οξύτητα**

Είναι η ποσότητα των mg-KOH τα οποία χρειάζονται για να εξουδετερωθεί ένα 1 gr όξινου λιπαντικού. Με διαφορετικά λόγια, πόσα mg KOH είναι απαραίτητα για να υπάρξει αύξηση του pH διαλύματος σε ουδέτερο 7. Με την έννοια της αλκαλικότητας, νοείται η ποσότητα από μια ένωση η οποία αυξάνει το pH. Βασικό pH7 είναι αυτό που εκφράζει την συγκέντρωση του H⁺ ή OH⁻ σε κάποιο διάλυμα. Σαν όξινο διάλυμα 7, αναφέρεται εκείνο το οποίο διαθέτει pH>7. Σαν δείκτης μέτρησης αποτελεσματικότητας πρόσθετων χρησιμοποιείται, το TBN. Ο δείκτης αυτός μειώνεται με τη χρήση λιπαντικού.

➤ **Θετική τέφρα**

Τα μεταλλικά στοιχεία είναι εκείνα που δημιουργούν τη θετική τέφρα και αυτά συνήθως βρίσκονται σε πρόσθετα λιπαντικού. Μπορεί να είναι ρινίσματα μετάλλων, οξειδία ή σκόνη.

➤ **Σημείο ανάφλεξης – σημείο αυτοανάφλεξης**

Το σημείο ανάφλεξης και αυτό-αναφλέξης είναι και ο βασικός παράγοντας στη λειτουργία των μηχανών. Από τη σωστή επιλογή του λιπαντικού εξαρτάται και η ζωή του κινητήρα. Η καλή λειτουργία των μηχανικών μερών έχει απόλυτη σχέση με την επιλογή του λιπαντικού αφού έτσι μειώνονται οι τριβές, περιορίζεται η κατανάλωση καύσιμου και ο κινητήρας έχει πιο λίγες φθορές. Η ξηρή τριβή ανάμεσα σε δυο μεταλλικές επιφάνειες μετατρέπεται σε υγρή. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται ο συντελεστής τριβής να μειώνεται σε μεγάλο βαθμό αλλά και ο συντελεστής φθοράς.

Είναι πολύ σημαντικός ο ρόλος του λιπαντικού στον κινητήρα. Από τη σωστή επιλογή του λιπαντικού εξαρτάται άμεσα η καλή ζωή της μηχανής. Από την ανάμειξη ποσοτήτων λαδιών και πακέτων χημικών προσθέτων δημιουργούνται τα λιπαντικά. Σκοπός των λιπαντικών και της χρήσης τους είναι να υπάρχει μειωμένη τριβή των μεταλλικών στοιχείων και μερών του κινητήρα αλλά και να καθαρίζεται από τα όποια σωματίδια από τις καύσεις.

2.5.1 Ο Ρόλος των Πρόσθετων στην Επιλογή και Λειτουργία των Λιπαντικών

Αποτελεί γεγονός πως νέες απαιτήσεις από τα λιπαντικά δημιουργήθηκαν από την ανάπτυξη της τεχνολογίας στους κινητήρες. Έτσι σαν αποτέλεσμα άρχισαν να παράγονται προϊόντα διάλυσης μαζί με χημικές ουσίες για τα λιπαντικά²⁹. Αυτές οι ουσίες είναι τα πρόσθετα ή αλλιώς βελτιωτικά ορυκτέλαιων. Λιγότερα πρόσθετα χρειάζονται αν το λάδι είναι άριστης ποιότητας. Οι καλές πρώτες ύλες είναι απαραίτητες να χρησιμοποιούνται από τους κατασκευαστές προκειμένου να μην χρησιμοποιούνται τόσα πρόσθετα,. Τα πρόσθετα έχουν τα παρακάτω αποτελέσματα για τους κινητήρες³⁰ :

²⁹ Ζιώμας Γ., Ατμόσφαιρα-Ατμοσφαιρική Ρύπανση, Αθήνα. (2007)

³⁰ Demirbas, Ayhan. Importance of biodiesel as transportation fuel. Energy Policy. (2007)

- Μειώνουν το ρυθμό κατά τον οποίο το λιπαντικό εμφανίζει ποιοτικές μεταβολές από τη χρήση του
- Επιτυγχάνουν βελτίωση πολλών ιδιοτήτων λιπαντικού
- Το λιπαντικό αποκτά νέες βελτιωμένες ιδιότητες

2.6 Σημεία που Αναφέρονται στην Ορθή Επιλογή Λιπαντικών

Στις μέρες μας, τα κατάλληλα λιπαντικά προτείνονται από τον κατασκευαστή αυτοκινήτων ή φορτηγών που είναι χρήσιμα για κάθε κινητήρα. Ο λόγος είναι ότι είναι γνώστης της τραχύτητας του μετάλλου και προκειμένου να διαχωρισθούν οι κινούμενες επιφάνειες γνωρίζει ποιο είναι το καλύτερο λιπαντικό. Όσο πιο πολύστροφο είναι, τόσο πιο λεπτόρευστο λιπαντικό απαιτείται σύμφωνα με το κανόνα. Αν σε ένα πολύστροφο μηχάνημα χρησιμοποιηθεί παχύρευστο λιπαντικό, τότε το όχημα «φρενάρεται» και δημιουργούνται υψηλές θερμοκρασίες όπου με αυτό τον τρόπο δημιουργούνται φθορές στον κινητήρα. Η χρήση λεπτόρευστου λιπαντικού προσφέρει :

- Μείωση φθορών στον κινητήρα
- Μειωμένη κατανάλωση καυσίμων
- χαμηλό κόστος λειτουργίας οχήματος
- Μειωμένη χρήση πρώτων υλών και ανταλλακτικών στις μηχανές

Στη περίπτωση που ένα φορτηγό για παράδειγμα χρησιμοποιεί λεπτόρευστο λιπαντικό για το διαχωρισμό των επιφανειών, τότε η μειωμένη κατανάλωση καυσίμων φτάνει μέχρι και 15%³¹.

Αναφέρεται επίσης πως η σφραγίδα ποιότητας είναι απαραίτητη σε όσα λιπαντικά πληρούν τις προδιαγραφές για χρήση σε οχήματα και μηχανές. Όλα τα λιπαντικά αρχικά δοκιμάζονται σε πρότυπες μηχανές και με αυτό τον τρόπο διαπιστώνεται αν λειτουργούν ικανοποιητικά όλα τα κινούμενα μέρη του οχήματος. Έτσι το λιπαντικό σφραγίζεται με τη σφραγίδα ποιότητας αν περάσει με επιτυχία τα τεστ και αποκτά την κατάλληλη πιστοποίηση. Πολλές φορές όμως ένα λιπαντικό μπορεί να «περάσει» τα τεστ μετά από δέκα φορές

³¹ Στουρνάρας Σ., Λόης Ε., Ζαννίκος Φ., Τεχνολογία Καυσίμων και Λιπαντικών, Αθήνα. (2008)

ενώ κάποιο άλλο με την πρώτη όπου έτσι όμως δε θα αποκτήσουν την ίδια σφραγίδα πιστοποίησης. Παρ' όλα αυτά έχουν την ίδια ποιότητα. Συνήθως όμως ο καταναλωτής δεν γνωρίζει τη διαφορά πιστοποίησης³². Επίσης εντοπίζονται κάποιοι συγκεκριμένοι παράγοντες που διαμορφώνουν την καταλληλότητα του όπως :

- Η διαδικασία διύλισης
- Το είδος του αργού πετρελαίου
- Ο βασικός τύπος λαδιών
- Τα χημικά πρόσθετα

Το λιπαντικό το οποίο σκουραίνει μετά τη χρήση του, είναι και το καλύτερο αφού εμπεριέχει πολλά αιωρούμενα σωματίδια. Από το σκούρο χρώμα φαίνεται αντίστοιχα ότι ο κινητήρας καθαρίστηκε από τη προηγούμενη χρήση λιπαντικών.

Σημαντική επίσης για την επιλογή ενός λιπαντικού, θεωρείται και η αντοχή στην οξειδωση. Αν το λιπαντικό είναι λεπτόρευστο, τότε απάγει τη θερμότητα και ταυτόχρονα στεγανοποιεί. Έτσι τα καυσαέρια δε εισέρχονται στο θάλαμο καύσης του κινητήρα. Η αντοχή στην οξειδωση από το λιπαντικό θεωρείται απαραίτητη στις μέρες μας. Η οξειδωση δημιουργείται από την επαφή των λαδιών με τον αέρα αλλά και από τους καταλύτες και τη θερμοκρασία. Τα αποτελέσματα αυτής είναι :

- Δημιουργία λάσπης η οποία επικάθεται στα τοιχώματα των κάρτερ και κιβωτίων
- Αύξηση ανθρακούχων υπολειμμάτων σε τριβόμενες επιφάνειες με δημιουργία φθορών

Έτσι αναφέρεται πως ένας κινητήρας για να λειτουργήσει σωστά και να διαρκέσει αρκετά χρόνια, θα πρέπει να έχει σωστή λίπανση. Έχει μεγάλη σημασία η σωστή επιλογή λιπαντικού

Τα μηχανικά μέρη τα οποία αποτελούν ένα κινητήρα εσωτερικής καύσης είναι πολλά. Με τη χρήση όμως αλλοιώνονται. Οι στροφές λειτουργίας αυξάνονται κάθε φορά που πατάει κανείς το γκάζι και έτσι τα μέρη αυτά

³² Demirbas, Ayhan. Importance of biodiesel as transportation fuel. Energy Policy. (2007)

καταπονούνται. Σαν αποτέλεσμα δημιουργούνται σε αυτά τριβές αλλά και μεγάλες θερμοκρασίες. Έτσι αυτό είναι το σημείο στο οποίο θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί το λιπαντικό. Το λιπαντικό έχει πολυδιάστατο ρόλο αφού λειτουργεί εντός του κινητήρα με πολλές ωφέλειες. Εισχωρεί στα μηχανικά μέρη και μειώνει τις τριβές και την αύξηση της θερμοκρασίας. Ταυτόχρονα μειώνει και το θόρυβο από τα κινούμενα μέρη και την επαφή τους. Από μια τρόμπα γίνεται η κυκλοφορία του λαδιού που είναι ζωτικό³³.

Αλλά όλα τα λιπαντικά δεν είναι κατάλληλα για όλους τους τύπους των κινητήρων. Όλα τα λάδια τηρούν ορισμένους κανονισμούς που πρέπει να είναι γνωστοί στους μηχανικούς και ιδιοκτήτες οχημάτων. Συγκεκριμένη είναι η διάρκεια του κάθε λιπαντικού και ο κατασκευαστής τους είναι υπεύθυνος για αυτή όπως και ο κατασκευαστής του αυτοκινήτου ο οποίος είναι γνώστης των καταπονήσεων του μηχανικού συνόλου. Από τις ειδικές καθαριστικές ιδιότητες του λιπαντικού μπορεί και απομακρύνει τα όποια υπολείμματα καύσης, γεγονός πολύ σημαντικό για τη «ζωή» των κινητήρων.

Ωστόσο σημειώνεται στις μέρες μας πως περισσότερο απαιτητικοί θεωρούνται οι κινητήρες turbo σε ότι αφορά τη χρήση λιπαντικών σε σχέση με τους συμβατικούς κινητήρες. Η αξία ανάμεσα σε απλά και συνθετικά λάδια είναι η βασική διαφορά τους. Η διάρκεια ζωής επίσης, αφού έχουν μικρό ιξώδες και πρόσθετα συστατικά. Τα αυτοκίνητα νέας τεχνολογίας μπορούν να διανύσουν μέχρι και 30.000 και μετά να αντικαταστήσουν τα λιπαντικά τους.

³³ Demirbas, Ayhan. Importance of biodiesel as transportation fuel. Energy Policy. (2007)

3. 3^ο Κεφάλαιο – Ταξινόμηση των Λιπαντικών στις Μέρες μας

3.1 Είδη και Ταξινόμηση Λιπαντικών



Οι κατηγορίες στις οποίες διακρίνονται τα βασικά λιπαντικά, είναι οι ακόλουθες³⁴ :

- Λιπαντικά για βενζινοκινητήρες εσωτερικής καύσης
- Λιπαντικά για βενζινοκινητήρες
- Λιπαντικά για ελαφρώς πετρελαιοκινητήρες
- Λιπαντικά για εξωλέμβιες δίχρονους και Κινητήρες μοτοσυκλετών
- Λιπαντικά για εξωλέμβιες τετράχρονους και κινητήρες μοτοσυκλετών
- Λιπαντικά πετρελαιοκινητήρων
- Λιπαντικά για γριναζοκιβώτια και συστήματα μετάδοσης κίνησης
- Λιπαντικά για βιομηχανίες
- Γράσα – σάπωνες

³⁴ Ζιώμας Γ., Ατμόσφαιρα-Ατμοσφαιρική Ρύπανση, Αθήνα. (2007)

Ο βαθμός ιξώδους ο οποίος και προσδιορίζει τα χαρακτηριστικά ροής των λιπαντικών, χαρακτηρίζει και τα ίδια τα λιπαντικά, φυσικά σε κάποιο βαθμός ορισμένης θερμοκρασία. Έτσι αναφέρεται η βαθμονόμηση κατά SAE που χρησιμοποιείται για την κατηγοριοποίηση λιπαντικών, ως εξής³⁵ :

- Λιπαντικά για τετράχρονους κινητήρες
- Βαλβολίνες
- Λιπαντικά συστημάτων μετάδοσης κίνησης

Σύμφωνα με τη βαθμονόμηση αυτή, τα λιπαντικά αυτά διακρίνονται σε :

- Μονοβάθμια ή μονότυπα
- Πολυβάθμια ή πολύτυπα

Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν τα λιπαντικά αυτά τα οποία μπορούν και προσαρμόζουν το ιξώδες σε μικρές θερμοκρασίες. Παράδειγμα SAE 10W, 20W, 75W.

Επίσης, αναφέρεται πως η ροή του λιπαντικού χαρακτηρίζεται από το πρόθεμα W, πάντα σε χαμηλή θερμοκρασία. Η ονομασία ISO-VG χρησιμοποιείται για τα λιπαντικά βιομηχανίας και σύμφωνα με αυτό τον όρο όλα τα βιομηχανικά λιπαντικά έχουν ιξώδες σε 40°C . Σε ότι αφορά τα γράσα, υπάρχει η βαθμονόμηση NLGI η οποία χαρακτηρίζει το μικρότερο απόλυτο αριθμό που υπάρχει και τότε το γράσο είναι λεπτότερο. Όσο πιο μικρός ο αριθμός που χρησιμοποιείται ως πρόθεμα, τόσο πιο λεπτότερο το γράσο. Υπάρχουν λοιπόν οι εξής τύποι³⁶ :

- NLG 00
- NLG 0
- NLG 1
- NLG 2

³⁵ Στουρνάρας Σ., Λόης Ε., Ζαννίκος Φ., Τεχνολογία Καυσίμων και Λιπαντικών, Αθήνα. (2008)

³⁶ Στουρνάρας Σ., Λόης Ε., Ζαννίκος Φ., Τεχνολογία Καυσίμων και Λιπαντικών, Αθήνα. (2008)

➤ NLG 3

Εκτός των παραπάνω όμως και ανάλογα με τη χρήση τους τα λιπαντικά διακρίνονται σε κάποιες κατηγορίες. Οι βασικές αυτές κατηγορίες είναι οι εξής:

- ACEA προδιαγραφές (Ένωση Ευρωπαϊκών Κατασκευαστών Οχημάτων)

Οι παραπάνω αυτές προδιαγραφές διακρίνονται σε :

- ✓ Λιπαντικά βενζινοκινητήρων
- ✓ Λιπαντικά ελαφρών βενζινοκινητήρων
- ✓ Λιπαντικά τα οποία είναι συμβατά με συστήματα επεξεργασίας καυσαερίων
- ✓ Λιπαντικά τα οποία χρησιμοποιούνται σε βαρέα πετρελαιοκίνητα οχήματα (φορτηγά, λεωφορεία, χωματουργικά)

Σε όλη την Ευρώπη έχουν επικρατήσει οι προδιαγραφές αυτές και με τη σειρά τους διακρίνονται σε δυο κατηγορίες :

- Λιπαντικά για μηχανές εσωτερικής καύσης
- Κατηγορία S που είναι τα λιπαντικά για βενζινοκινητήρες

Η τελευταία προδιαγραφή συγκεκριμένα χαρακτηρίζεται από το πρόθεμα S. Σε σχέση με τη προδιαγραφή SM είναι υψηλότερη από την προδιαγραφή SN. Χρησιμοποιούνται σε αντιστοιχία τα γράμματα του λατινικού αλφαβήτου.

- Κατηγορία C

Αναφέρεται στα λιπαντικά πετρελαιοκινητήρων και χρησιμοποιεί και αυτή τα γράμματα του λατινικού αλφαβήτου. Σε ότι έχει να κάνει σχετικά με τα λιπαντικά που χρησιμοποιούνται σε γριναζοκιβώτια αναφέρονται οι προδιαγραφές AP GL-1 μέχρι GL-5. Τα περισσότερα οχήματα χρησιμοποιούν βαλβολίνες με την προδιαγραφή GL-5 ή 4. Έτσι αναφέρονται οι εξής προδιαγραφές³⁷

³⁷ M.A. Fazal, A.S.M.A. Haseeb, H.H. Masjuki. Biodiesel feasibility study: An evaluation of material compatibility; performance; emission and engine durability. Renewable and Sustainable Energy Reviews. (2011)

- DIN σύμφωνα με την οποία ένας οργανισμός έχει θεσπίσει τις προδιαγραφές των λιπαντικών σε κατηγορίες ανάλογα με τη χρήση αλλά και τις απαιτήσεις τις οποίες εξυπηρετούν. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα που αναφέρεται για τα λιπαντικά που χρησιμοποιούνται σε υδραυλικά συστήματα. Οι πιο συνηθισμένες προδιαγραφές είναι η DIN 51524, Part I,III.
- Προδιαγραφές JASO οι οποίες κυρίως χαρακτηρίζουν τα λιπαντικά τα οποία χρησιμοποιούνται σε κινητήρες τετράχρονους αλλά και δίχρονους. Αυτές είναι οι FA, FB, FC, FD για τους δίχρονους. Για τους τετράχρονους είναι οι MA, MA1, MB.
- Προδιαγραφές NMMA. Από το Σύνδεσμο Κατασκευαστών Εξωλέμβιων Κινητήρων. Σε κινητήρες εξωλέμβιους που είναι δίχρονοι η συνηθισμένη προδιαγραφή είναι η TCW-3. Σε τετράχρονους εξωλέμβιους κινητήρες είναι η FC-W.
- Μια μεγάλη ποικιλία από αριθμούς υπάρχει επίσης ως συμπλήρωμα σε προδιαγραφές των διεθνών οργανισμών. Οι προδιαγραφές αυτές έχουν δημιουργηθεί και αναπτυχθεί από Κατασκευαστές οχημάτων. Οι προδιαγραφές υγρών αυτόματων κιβωτίων αναφέρονται σαν χαρακτηριστικό παράδειγμα και η πιο συνηθισμένη προδιαγραφή είναι η Dexron 3

Οι σχετικές προδιαγραφές είναι οι παρακάτω :

- Βαθμός ιξώδους που προτείνεται ανάλογα τις κλιματολογικές συνθήκες και θερμοκρασίες
- Χρόνος αλλαγής που προτείνεται για το λιπαντικό και ο χρόνος αυτός εκφράζεται σε χιλιόμετρα και σε διάνυση αυτών ή σε ώρες λειτουργίας

Είναι πολύ σημαντικό να τονισθεί ότι τα λιπαντικά πρέπει να αλλάζονται τουλάχιστον μια φορά το χρόνο. Η μακροζωία και η καλή λειτουργία του οχήματος εξασφαλίζονται από το συνδυασμό των παραπάνω στοιχείων και την σωστή επιλογή του αξιόπιστου συνεργάτη³⁸.

³⁸ Ζιώμας Γ., Ατμόσφαιρα-Ατμοσφαιρική Ρύπανση, Αθήνα. (2007)

3.2 Διάκριση Λιπαντικών Βάση Τεχνικών Χαρακτηριστικών

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά με τα οποία διακρίνονται τα λιπαντικά είναι τα εξής:

➤ Χημική σύσταση

-Συνθετικά όππου αποτελούνται από μόρια και πολυεστέρες

-Ορυκτέλαια τα οποία αποτελούνται από μόρια όπως υδρογονάνθρακες με διαφορετικό μοριακό βάρος.

-Ημισυνθετικά τα οποία αποτελούν μείγμα από τις παραπάνω κατηγορίες

➤ Ρευστότητα

Το κατά πόσο εύκολα ρέει ένα λιπαντικό, καθορίζεται από το ιξώδες. Επίσης και το κατά πόσο συνεκτικό είναι ένα γράσο. Η ποιότητα δεν έχει τόσο μεγάλο ρόλο. Αναφέρονται οι διεθνείς οργανισμοί οι οποίοι καθορίζουν την κατάταξη.

- Σύνδεσμος Μηχανικών Αυτοκινητοβιομηχανίας των ΗΠΑ, κυρίως σε λιπαντικά για οχήματα και βαλβολίνες
- Διεθνής Οργανισμός τυποποίησης για λιπαντικά βιομηχανίας
- National Lubricating Grease Institute USA για γράσα

Πίνακας Νο.1 – Ταξινόμηση Λιπαντικών Βάση Ρευστότητας

Ταξινόμηση λιπαντικών βάση ρευστότητας			
Λιπαντικά Κινητήρων (SAE)	Βαλβολίνες (SAE)	Λιπαντικά βιομηχανίας (ISO)	Γράσα (NLGI)
0W	70W	2	000
5W	75W	3	00
10W	80W	5	0
15W	85W	7	1
20W		10	2

25W	80	15	3
	85	22	4
20	90	32	5
30	140	46	6
40	250	68	
50		100	
60		180	
		220	
		320	
		460	
		680	
		1000	
		1500	

Πίνακας Νο.2 – Σύγκριση Κατατάξεων Ιξώδους

Σύγκριση Κατατάξεων Ιξώδους		
ISO-VG	SAE-VG	SAE-Gear VG
5	0W	
7		
10		
15	5W	70W
22	10W	
32		
46	15W	80W
	20W	
68	25W	
	20	
100	30	85W

150	40	90
220	50	
320		140
460		
680		250
1000		
1500		

Βάση των ανωτέρω, θα πρέπει να σημειωθεί πως αν το SAE είναι αυξημένο, τότε είναι και πιο παχύρευστο και σημαίνει ότι το λιπαντικό δε ρέει σε 10°C αλλά στην περίπτωση που το SAE είναι 5w, τότε ρέει μέχρι τους -25°C. Μονότυπα είναι τα λιπαντικά τα οποία φέρουν ένα αριθμό SAE. Αυτά που φέρουν δυο βαθμούς, είναι πολύτυπα. Τα πολύτυπα έχουν ένα πλεονέκτημα το οποίο είναι ότι όταν ξεκινήσει ο κινητήρας το λιπαντικό είναι λεπτότερο με κρύο κινητήρα. Κατά τη διάρκεια που η θερμοκρασία αυξάνεται το λιπαντικό διατηρεί την ανάλογη ρευστότητα³⁹.

➤ Ποιοτική στάθμη

Έχουν δημιουργηθεί συστήματα κατάταξης ποιοτικής στάθμης λιπαντικών από πολλούς διεθνείς οργανισμούς. Αυτά τα συστήματα είναι πολύπλοκα και δε είναι λίγες οι φορές που προκαλούν σύγχυση σε μηχανικούς και καταναλωτές. Βασική αιτία η αλληλο-επικάλυψή τους. Η εξειδίκευση σε αυτά είναι απαραίτητη και σε κάθε περίπτωση το εγχειρίδιο κατασκευαστή είναι απαραίτητο.

Πίνακας Νο.3 – Ποιοτική Ταξινόμηση Λιπαντικών Βάση Συστημάτων

Συστήματα ποιοτικής κατάταξης λιπαντικών	
ΕΙΔΟΣ ΛΙΠΑΝΤΙΚΟΥ / ΧΡΗΣΗ	ΣΥΣΤΗΜΑ
Λιπαντικά κινητήρων	API (αμερικάνικες)

³⁹ Demirbas, Ayhan. Importance of biodiesel as transportation fuel. Energy Policy. (2007)

	<i>ACEA (ευρωπαϊκές) Κατασκευαστές</i>
<i>Βαλβολίνες οχημάτων</i>	<i>API Κατασκευαστές</i>
<i>Υγρά φρένων</i>	<i>SAE DOT</i>
<i>Αντιψυκτικά</i>	<i>Κατασκευαστές</i>
<i>Δίχρονοι κινητήρες δικύκλων</i>	<i>API JASO (ιαπωνικές) ISO-L (διεθνείς)</i>
<i>Τετράχρονοι κινητήρες δικύκλων</i>	<i>API JASO</i>
<i>Εξωλέμβιες</i>	<i>NNMA</i>
<i>Βιομηχανικές Βαλβολίνες</i>	<i>ANSI/AGMA</i>
<i>Βιομηχανικά Λιπαντικά</i>	<i>DIN (γερμανικές) Κατασκευαστές</i>
<i>Γράσα</i>	<i>DIN 51502</i>

Πίνακας Νο.4 – Ταξινόμηση Λιπαντικών Κατά API

Κατάταξη λιπαντικών κατά API		
Βενζινοκινητήρες	Πετρελαιοκινητήρες	Βαλβολίνες
<i>SF (1980)</i>	<i>CD (1955)</i>	<i>GL-1 Ελαφρές συνθήκες λειτουργίας</i>
<i>SG (1989)</i>	<i>CE (1983)</i>	<i>GL-2 Μέτριες συνθήκες λειτουργίας</i>
<i>SH (1994)</i>	<i>CF (1994)</i>	<i>GL-3 Εντονες συνθήκες</i>

		Λειτουργίας
SJ (1996)	CF-4 (1990)	GL-4 Πολύ έντονες συνθήκες λειτουργίας
SL (2001)	CG-4 (1994)	GL-5 Για υποειδή (Hybrid) κυρίως γρανάζια
SM (2004)	CH-4 (1998)	
	CL-4 (2002)	

Πίνακας Νο.5 – Ταξινόμηση Λιπαντικών Κινητήρων Κατά ACEA

Κατάταξη λιπαντικών κινητήρων κατά ACEA (νέες : ισχύουν από 1/11/04)		
Βενζινοκινητήρες / Μικροί πετρελαιοκινητήρες		Μεγάλοι πετρελαιοκινητήρες
Παλιοί	Νέοι*	
A1/B1	C1	E2 : Μέσης απόδοσης
A3/B2	C2	E4 : SHPD : Euro I, II, III, IV
A3/B4	C3	E6* : κινητήρες με φίλτρο αιθάλης : Euro IV
A5/B5		E7 : USHPD : Euro IV

* πρόκειται για κινητήρες μετά το 2004, που είναι εφοδιασμένοι με τα συστήματα περαιτέρω μείωσης καυσαερίων (DPF = Diesel Particulate Filter ή TWS = Three Way Catalyst). Τα λιπαντικά για τους κινητήρες αυτούς έχουν εξαιρετικά χαμηλή περιεκτικότητα σε SAPS (θειική τέφρα, θείο, φωσφόρο).

4. 4^ο Κεφάλαιο – Λιπαντικά Πλοίων και Αεροπλάνων

4.1 Λιπαντικά για Λίπανση Μηχανών Πλοίων

4.1.1 Τα Γενικά Χαρακτηριστικά Ενός Λιπαντικού για Μηχανή Πλοίων



Οι βασικές απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιεί μια ουσία που προορίζεται για λιπαντικό πλοίων είναι οι εξής⁴⁰:

A) Να έχει κατάλληλο ιξώδες, αλλά και να διατηρεί κατά το δυνατό ανεπηρέαστο στις μεταβολές της θερμοκρασίας, που το λιπαντικό θα συναντήσει στις διάφορες φάσεις λειτουργίας του κινητήρα. Δεν αρκεί να έχουμε στον κινητήρα μας λιπαντικό με κατάλληλο ιξώδες κατά την εκκίνηση. Όταν ο κινητήρας ζεσταθεί, ύστερα από ορισμένο χρόνο λειτουργίας, πρέπει το ιξώδες του λιπαντικού να παραμένει αρκετά υψηλό, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος εκθλίψεως της λιπαντικής μεμβράνης.

Όταν το ιξώδες είναι μεγαλύτερο από το κανονικό δυσχεραίνει την εκκίνηση του κινητήρα και προκαλεί απώλεια ισχύος και μείωση του βαθμού αποδόσεως. Αντίθετα, χαμηλό ιξώδες δεν εξασφαλίζει πάντοτε τη λιπαντική

⁴⁰ Στουρνάρας Σ., Λόης Ε., Ζαννίκος Φ., Τεχνολογία Καυσίμων και Λιπαντικών, Αθήνα. (2008)

μεμβράνη που απαιτείται ανάμεσα στις τριβόμενες επιφάνειες. Την απαίτηση για τη μέγιστη δυνατή σταθερότητα του ιξώδους στις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας εξασφαλίζει η άλλη ιδιότητα του λιπαντικού, που εκφράζει με το δείκτη ιξώδους.

Β) Να μην έχει διαβρωτική επίδραση στις μεταλλικές επιφάνειες τις οποίες λιπαίνει. Αποστολή των λιπαντικών είναι προστασία των μεταλλικών επιφανειών από τη διάβρωση. Κατά κανόνα τα ορυκτέλαια ικανοποιούν τέλεια αυτή τη βασική απαίτηση.

Γ) Να έχει ικανοποιητική πρόσφυση στις μεταλλικές επιφάνειες τις οποίες λιπαίνει, ώστε η προστασία τους από τη διάβρωση να συνεχίζεται και όταν ο κινητήρας δε λειτουργεί.

Δ) Να έχει χημική σταθερότητα, για να μην αλλοιώνεται από τους παράγοντες που συναντά κατά τη λειτουργία του κινητήρα και που είναι: ο ατμοσφαιρικός αέρας, το νερό, τα μέταλλα, τα καυσαέρια και οι συχνές εναλλαγές της θερμοκρασίας. Η αλλοίωση του λιπαντικού από τους παράγοντες αυτούς εκδηλώνεται με τους εξής κυρίως τρόπους:

- Εμφάνιση ιλύος (λάσπης) και ασφαλικών καταλοίπων.
- Προϊόντα αλλοιώσεως με διαβρωτική δράση στα μέταλλα(όξινα συστατικά).
- Αύξηση του ιξώδους. Η αύξηση όμως αυτή πιθανόν να μην εκδηλώνεται, γιατί μπορεί το λιπαντικό να μολύνεται με καύσιμο, το οποίο σε πολλές περιπτώσεις, έχει μικρότερο ιξώδες από το λιπαντέλαιο, ενώ σε άλλα μεγαλύτερο, οπότε το αυξημένο ιξώδες θα οφειλόταν στο υψηλό ιξώδες του καυσίμου που υπεισέρχεται στο λιπαντέλαιο.

Τις παραπάνω απαιτήσεις εξασφαλίζουμε με τους εξής κυρίως τρόπους:

- α) Την καλή συντήρηση του κινητήρα.
- β) Την επιλογή του κατάλληλου λιπαντικού, του οποίου η καταλληλότητα επηρεάζεται από την επιλογή των πρώτων υλών.
- γ) Την κατάλληλη επεξεργασία και

- δ) Την ανάμιξη με κατάλληλα χημικά πρόσθετα (additives).

Σημειώνεται επίσης πως σήμερα αναφέρεται ως μια καθολική πρακτική να εσωκλείονται οι βαλβίδες και το σύστημα βαλβίδων και να κυκλοφορεί το λιπαντικό πέρα από τις άκρες των ελατηρίων όλων των βαλβίδων. Εδώ ένα δύσκολο πρόβλημα είναι να παρασχεθεί αρκετή λίπανση στα στελέχη των βαλβίδων χωρίς την εμφάνιση υπερβολικής κατανάλωσης λιπαντικού. Η απώλεια ελαίου μέσω των οδηγών των βαλβίδων εισαγωγής είναι ένα ειδικό πρόβλημα για τους κινητήρες Otto πλοίων που η ρυθμιστική δικλίδα είναι ανοικτή τις περισσότερες φορές κατά τη λειτουργία, όπως στην περίπτωση των επιβατικών αυτοκινήτων⁴¹.

Τα ορυκτέλαια που χρησιμοποιούνται για τη λίπανση των ΜΕΚ, εκτός από τα συνηθισμένα φυσικοχημικά τους χαρακτηριστικά (ιξώδες, σημείο αναφλέξεως, σημείο ροής, σταθερότητα στη οξειδωση, σταθερότητα ιξώδους-θερμοκρασίας κλπ, των οποίων οι τιμές αναγράφονται στον πίνακα προδιαγραφών) πρέπει να έχουν και έντονες απορρυπαντικές ιδιότητες. Να μπορούν δηλαδή να απομακρύνουν από τις λιπαινόμενες επιφάνειες τα εξανθρακώματα που σχηματίζονται και επικάθονται σ' αυτές.

Τα εξανθρακώματα αυτά σχηματίζονται συνήθως από την υπερθέρμανση του εμβόλου και έχουν σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση ρωγμών σ' αυτά, που οφείλονται στην κακή και ανομοιόμορφη μετάδοση της θερμότητας, την οποία προκαλούν τα εξανθρακώματα. Για την αύξηση της απορρυπαντικότητας των λιπαντελαίων ΜΕΚ χρησιμοποιούνται κατάλληλα αντιρρυπαντικά πρόσθετα (detergents), που συμβάλλουν στη διατήρηση των επιφανειών των χιτωνίων και των εμβόλων καθαρών. Η υπερθέρμανση των εμβόλων εξάλλου, εκτός από τις ρωγμές μπορεί να προκαλέσει και "έκρηξη" στο στροφαλοθάλαμο, ιδίως όταν το λιπαντικό έλαιο περιέχει διαλυμένο καύσιμο από κακή λειτουργία των καυστήρων πλοίων⁴².

⁴¹ M.A. Fazal, A.S.M.A. Haseeb, H.H. Masjuki. Biodiesel feasibility study: An evaluation of material compatibility; performance; emission and engine durability. Renewable and Sustainable Energy Reviews. (2011)

⁴² Demirbas, Ayhan. Importance of biodiesel as transportation fuel. Energy Policy. (2007)

Η “έκρηξη” στο στροφαλοθάλαμο αποφεύγεται με την καλή συντήρηση του κινητήρα ώστε οι καυστήρες να λειτουργούν ικανοποιητικά. Αποφεύγεται επίσης και με τη χρήση λιπαντικού καλής ποιότητας, δηλαδή ενισχυμένου με τα κατάλληλα αντιρρυπαντικά πρόσθετα, ώστε ο κινητήρας να διατηρείται καθαρός και να αποτρέπεται έτσι η υπερθέρμανση από τα εξανθρακώματα. Εκτός από τα αντιρρυπαντικά πρόσθετα, τα λιπαντικά έλαια των Μ.Ε.Κ. πλοίων ενισχύονται με⁴³:

- Βελτιωτικά δείκτη ιξώδους, που αυξάνουν την τιμή του δείκτη ιξώδους, δηλαδή περιορίζουν τη μεταβολή του ιξώδους με τη θερμοκρασία.
- Αντιοξειδωτικά πρόσθετα, που περιορίζουν το βαθμό και την ταχύτητα οξειδώσεως, παρατείνοντας έτσι την χρήση τους.

Διακρίνονται τρεις κατηγορίες λιπαντελαίων Μ.Ε.Κ. πλοίων:

α) *Κοινά λάδια (regular)*: Χρησιμοποιούνται σε ολιγόστροφους κινητήρες με μικρά φορτία και γενικά όπου δεν προβλέπονται δυσμενείς συνθήκες λιπάνσεως. Τα έλαια αυτά δεν περιέχουν πρόσθετα.

β) *Λάδια μερικώς ενισχυμένα (premium)*: Είναι ενισχυμένα με αντιοξειδωτικά πρόσθετα και επομένως κατάλληλα για τη λίπανση Μ.Ε.Κ. στις οποίες προβλέπονται συνθήκες με μέτρια καταπόνηση του λιπαντικού, τόσο από το φορτίο όσο και από τη θερμοκρασία. Στο εμπόριο φέρουν το συμβολισμό DG, όταν πρόκειται για λάδια πετρελαιοκινητήρων και MM όταν πρόκειται για λάδια βενζινοκινητήρων.

γ) *Λάδια βαριών απαιτήσεων (heavy duty)*: Είναι ενισχυμένα με αντιοξειδωτικά και αντιρρυπαντικά πρόσθετα, ώστε να μπορούν να αντιμετωπίσουν τις πιο δυσμενείς συνθήκες λιπάνσεως, ως προς το φορτίο και τις θερμοκρασίες. Τα λάδια της κατηγορίας αυτής συμβολίζονται με MS για τους βενζινοκινητήρες, ενώ τα αντίστοιχα λάδια των κινητήρων Diesel συμβολίζονται με DS ή HD.

Ειδικότερα για τους πετρελαιοκινητήρες, ανάλογα με το τμήμα του πετρελαιοκινητήρα που πρόκειται να λιπάνουν, διακρίνονται σε:

⁴³ Στουρνάρας Σ., Λόης Ε., Ζαννίκος Φ., Τεχνολογία Καυσίμων και Λιπαντικών, Αθήνα. (2008)

α) *Λάδια κυλίνδρων ή κυλινδρέλαια (cylinder oils)*: Χρησιμοποιούνται μόνο για τη λίπανση των τοιχωμάτων των κυλίνδρων, στις μηχανές εκείνες στις οποίες η λίπανση των κυλίνδρων γίνεται χωριστά. Πρόκειται για τους κινητήρες με βάκτρο και ζύγωμα (crosshead engines), όπως είναι κατ' εξοχή οι αργόστροφες πετρελαιομηχανές που χρησιμοποιούνται στο εμπορικό ναυτικό.

β) *Λάδια στροφαλοθαλάμων (crankcase oils)*: Χρησιμοποιούνται μόνο για τη λίπανση των τριβέων και την ψύξη των εμβόλων, και πάλι στις περιπτώσεις που η λίπανσή τους γίνεται χωριστά, ανεξάρτητα από τη λίπανση των κυλίνδρων, δηλαδή στις αργόστροφες ναυτικές πετρελαιομηχανές.

Στις μικρές μηχανές μέσης και υψηλής ταχύτητας, που λειτουργούν χωρίς ζύγωμα, δηλαδή με διωστήρα (trunk piston engines), η λίπανση είναι ενιαία τόσο για τους κυλίνδρους όσο και για τους τριβείς. Το δίκτυο λιπάνσεως είναι κοινό και η ποιότητα του λιπαντικού ενιαία, και καθορίζεται από τις αντίστοιχες προδιαγραφές. Στις αργόστροφες ναυτικές πετρελαιομηχανές τα δίκτυα λιπάνσεως των κυλίνδρων είναι ανεξάρτητα από το δίκτυο των τριβέων και φυσικά και τα λιπαντικά των δύο αυτών τμημάτων είναι διαφορετικά. Συνήθως τα κυλινδρέλαια είναι βαρύτερα από τα λάδια των ελαιοδεξαμενών (κάρτερ) και περισσότερο ενισχυμένα με αλκαλικά πρόσθετα για την εξουδετέρωση του θειικού οξέος που παράγεται κατά την καύση του πετρελαίου.

4.2 Λιπαντικά Αεροπλάνων

Η χρήση του λιπαντικού για αεροπλάνα είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για τη λειτουργία των κινητήρων τους, αφού στις μέρες μας η τεχνολογία δεν έχει καταφέρει ακόμα η λειτουργία των μηχανικών τμημάτων των αεροπλάνων να συνεργάζονται χωρίς να υπάρχει η παραμικρή τριβή στα έμβολα ή στους κυλίνδρους της μηχανής αντίστοιχα⁴⁴

⁴⁴ Ζιώμας Γ., Ατμόσφαιρα-Ατμοσφαιρική Ρύπανση, Αθήνα. (2007)



Αυτό που πρέπει να τονισθεί είναι ότι το λιπαντικό στις μηχανές αεροσκαφών λειτουργεί και ως ψυκτικό μέσο και μπορεί να αναλαμβάνει τα όποια ψυκτικά φορτία των επιφανειών μηχανής οι οποίες δε είναι σε θέση να έρθουν σε επαφή με το υγρό από το βασικό ψυκτικό σύστημα⁴⁵.

Το βασικό χαρακτηριστικό των λιπαντικών για αεροπλάνα θα πρέπει να αναφέρεται στη λιπαντική τους ικανότητα. Με άλλα λόγια, η ικανότητα που έχουν στο να δημιουργούν μια λιπαντική μεμβράνη αλλά και στο να τη διατηρούν σε καλή λειτουργία. Με αυτό τον τρόπο, οι ειδικοί καταφέρνουν και ελαττώνουν τις τριβές και τις φθορές στις μηχανές στα αεροσκάφη. Ένα άλλο χαρακτηριστικό των λιπαντικών είναι οι ψυκτικές τους ικανότητες σύμφωνα με τις οποίες μπορούν και μειώνουν τη θερμότητα η οποία παράγεται από τα τμήματα των επιφανειών οι οποίες τρίβονται στις μηχανές αεροσκαφών. Έτσι στο σημείο αυτό ελαττώνουν τη θερμοκρασία της λειτουργίας τους.

Ο τρόπος λειτουργίας των λιπαντικών στα αεροσκάφη, αναφέρεται στο γεγονός πως ένα λιπαντικό στρώμα δημιουργείται υδροδυναμικά από την κίνηση και την περιστροφή ενός στροφέα ενός άξονα της ατράκτου στη μηχανή όπου η περιστροφή αυτή γίνεται μέσα στο έδρανό του. Ο στροφέας δεν είναι σε θέση να έρθει σε επαφή με το έδρανο από τη χρήση του στρώματος λιπαντικού. Στην πραγματικότητα το πάχος του στρώματος είναι μόλις ένα δεκάκις χιλιοστό του εκατοστού. Κατά τη λειτουργία του κινητήρα

⁴⁵ M.A. Fazal, A.S.M.A. Haseeb, H.H. Masjuki. Biodiesel feasibility study: An evaluation of material compatibility; performance; emission and engine durability. Renewable and Sustainable Energy Reviews. (2011)

στις μηχανές αεροσκαφών, ένα καλοσχεδιασμένο έδρανο μπορεί να το διασπάσει. Από τη σχεδίαση του κινητήρα δημιουργείται και η ανάγκη για τη χρήση λιπαντικού σε αυτόν. Από τη στιγμή που η ταχύτητα με την οποία λειτουργεί μια μηχανή είναι υψηλή η ισχύ η οποία δημιουργείται από τη τριβή χάνεται⁴⁶.

Βάση των παραπάνω, θα λέγαμε λοιπόν πως η χρήση των λιπαντικών στα αεροσκάφη είναι αναγκαία για τη λειτουργία των μηχανών τους, αφού βασικός προορισμός τους είναι η μείωση της τριβής (άρα και της απώλειας έργου) και προστασία από τη φθορά των κινητών μερών. Σε ένα αεροσκάφος, υπολογίζεται, ότι το 6% από την ενέργεια που αποδίδει το καύσιμο, καταναλώνεται σαν ενέργεια τριβών. Οι βασικές ιδιότητες που πρέπει να έχει ένα λιπαντικό στα αεροσκάφη, είναι οι εξής⁴⁷:

- **Η Λιπαντική Ικανότητα:** Σ' αυτήν την ιδιότητα οφείλεται η μείωση των τριβών καθώς και των φθορών σε μία μηχανή στα αεροσκάφη. Με το σχηματισμό ενός φιλμ από λιπαντικό ανάμεσα στις κινούμενες μεταλλικές επιφάνειες, επιτυγχάνεται η μετατροπή της τριβής από «ξηρά» σε «υγρή». Οι λιπανόμενες μεταλλικές επιφάνειες, ασκούν πίεση τείνοντας να απομακρύνουν το φιλμ του λιπαντικού, το οποίο για να αντισταθεί πρέπει να είναι σε θέση να «φέρει» φορτίο.
- **Η Ψυκτική Ικανότητα:** Η θερμότητα που αναπτύσσεται από το έργο της μηχανής που καταναλώνεται σε ενέργεια τριβών στα αεροσκάφη, πρέπει να απαχθεί από τα σημεία τριβής για να αποτραπεί η δημιουργία υψηλών θερμοκρασιών. Το ρόλο του ψυκτικού μέσου παίζει το λιπαντικό. Η ικανότητα του λιπαντικού να ψύχει τις τριβόμενες επιφάνειες, έχει άμεση σχέση με την ειδική του θερμότητα και τη θερμική του αγωγιμότητα.
- **Μη Διαβρωτικότητα:** Το λιπαντικό στα αεροσκάφη δεν πρέπει να περιέχει, ούτε να δημιουργεί ουσίες που είναι δυνατό να προσβάλλουν (διαβρώσουν) τις τριβόμενες επιφάνειες, καθώς και το υπόλοιπο

⁴⁶ Στουρνάρας Σ., Λόης Ε., Ζαννίκος Φ., Τεχνολογία Καυσίμων και Λιπαντικών, Αθήνα. (2008)

⁴⁷ Demirbas, Ayhan. Importance of biodiesel as transportation fuel. Energy Policy. (2007)

σύστημα λίπανσης (αγωγούς και δεξαμενή αποθήκευσης). Πολλές φορές το λιπαντικό καλείται να προστατεύσει τις λιπαινόμενες επιφάνειες, από διάβρωση οφειλόμενη σε εξωτερικούς παράγοντες, όπως υγρασία, οξυγόνο κ.λπ.

- **Η Σταθερότητα:** Το λιπαντικό στα αεροσκάφη δεν πρέπει κάτω από τις δυσμενείς συνθήκες λειτουργίας, να υφίσταται αλλοιώσεις τέτοιες, που να απαγορεύουν την παραπέρα χρήση του. Ένα μέγεθος που χαρακτηρίζει τα λιπαντικά στα αεροσκάφη, είναι το ιξώδες. Χονδρικά θα μπορούσαμε να πούμε, ότι το ιξώδες φανερώνει πόσο παχύ ρευστό είναι ένα λιπαντικό. Για μια συγκεκριμένη θερμοκρασία, όσο χαμηλότερο είναι το ιξώδες, τόσο πιο λεπτόρρευστο θα είναι το λιπαντικό. Το ιξώδες ενός λιπαντικού μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα σε σχέση με τη θερμοκρασία, πράγμα που σημαίνει, ότι στις υψηλές θερμοκρασίες το λάδι γίνεται πιο λεπτόρρευστο. Οι μεταβολές αυτές είναι ανεπιθύμητες. Στην πραγματικότητα οι απαιτήσεις είναι διαμετρικά αντίθετες, αφού για την καλή λίπανση και την εύκολη εκκίνηση ενός κρύου κινητήρα στα αεροσκάφη χρειάζεται χαμηλό ιξώδες.

5. 5^ο Κεφάλαιο – Λιπαντικά Βιομηχανικών Εφαρμογών

5.1 Λιπαντικά για Βιομηχανικές Εφαρμογές



Αναφερόμενοι στα λιπαντικά για βιομηχανικές εφαρμογές, θα λέγαμε πως στη συντριπτική πλειοψηφία τους, τα λιπαντικά που χρησιμοποιούνται σήμερα, για τη λίπανση των μηχανών βιομηχανιών σ' όλο τον Κόσμο, είναι ορυκτέλαια πετρελαϊκής προέλευσης⁴⁸. Η παραγωγή τους γίνεται με τη διύλιση του πετρελαίου και, πριν πάρουν την τελική μορφή τους, απαλλάσσονται από διάφορα κλάσματα που θα μπορούσαν να δημιουργήσουν προβλήματα στη λειτουργία των κινητήρων. Τέτοια είναι τα κλάσματα που είναι ασταθή στη θερμότητα και την οξείδωση και τα κλάσματα που κρυσταλλοποιούνται στις χαμηλές θερμοκρασίες.

Τα ορυκτέλαια για λιπαντικά βιομηχανιών, είναι βέβαια υδρογονάνθρακες, που περιλαμβάνουν 20 ως 70 άτομα άνθρακα στο μόριο τους, ενώ δεν περιλαμβάνουν πάντα τα ίδια συστατικά στις ίδιες αναλογίες, αφού υπάρχουν λάδια με μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε παραφίνες και άλλα με μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ασθενικά. Αν και τα ορυκτέλαια είναι λιγότερο καλά λιπαντικά από τα ζωικά και τα φυτικά έλαια, έχουν πολύ

⁴⁸ Ζιώμας Γ., Ατμόσφαιρα-Ατμοσφαιρική Ρύπανση, Αθήνα. (2007)

καλύτερη θερμική σταθερότητα και αντοχή στην οξειδωση, όπως και χαμηλότερη τιμή, γεγονός που εξηγεί την πλήρη κυριαρχία τους⁴⁹.

Πρόσφατα έχουν αρχίσει ν' αναπτύσσονται στο χώρο του αυτοκινήτου και τα συνθετικά λάδια χρησιμοποιήση των οποίων ξεκίνησε από ορισμένες ειδικές περιπτώσεις, όπως π.χ. οι κινητήρες των υπερηχητικών αεροπλάνων. Τα συνθετικά λάδια που χρησιμοποιούνται στους κινητήρες των αυτοκινήτων, είναι κυρίως ολιγομερή α-ολεφινών. Σε σχέση με τα ορυκτέλαια, έχουν χαμηλότερη πτητικότητα, καλύτερο δείκτη ιξώδους (μικρότερη δηλαδή μεταβολή στη θερμοκρασία), ελαφρά μικρότερη λιπαντική ικανότητα, μικρότερη αντοχή στην υδρόλυση, ελαφρά χειρότερη αναμειξιμότητα με άλλα λάδια, ενώ είναι το ίδιο εύφλεκτα με τα ορυκτέλαια και οι ιδιότητές τους επηρεάζονται πολύ λιγότερο με τη χρησιμοποίηση προσθέτων. Η σύγκριση αυτή μας δίνει ένα ακόμη μέτρο της σπουδαιότητας που έχει η μικρή μεταβολή του ιξώδους, δηλαδή της ρευστότητας, με τη θερμοκρασία και κατά συνέπεια της σπουδαιότητας χρησιμοποίησης του σωστού λαδιού στον κινητήρα.

Γιατί, όπως βλέπουμε, το ουσιαστικό πλεονέκτημα των συνθετικών λαδιών σε σχέση με τα ορυκτέλαια είναι ακριβώς η μικρότερη μεταβολή του ιξώδους τους με τη θερμοκρασία. Πλεονέκτημα, που αρκεί για να δημιουργήσει γι' αυτά μια θέση στην αγορά που αν δεν είναι ακόμη σημαντική, δεν είναι πάντως αμελητέα. Με όσα αναφέραμε παραπάνω, δεν πιστεύουμε ότι κάναμε μια ολοκληρωμένη παρουσίαση και ανάλυση των λαδιών λίπανσης των κινητήρων, των ιδιοτήτων, της κατασκευής, των χαρακτηριστικών και των «μυστικών» τους. Ίσως άλλωστε και να μην είναι απαραίτητη η επέκταση σε τόσες λεπτομέρειες⁵⁰.

Αναφερόμενοι λοιπόν στα λιπαντικά των βιομηχανικών εφαρμογών, θα λέγαμε πως η ολοένα και πιο αυστηρή περιβαλλοντική νομοθεσία αναγκάζει τις βιομηχανίες λιπαντικών να στραφούν σε φιλικά προς το περιβάλλον προϊόντα. Σημειώνεται λοιπόν πως τα βιομηχανικά λιπαντικά επηρεάζονται ολοένα και περισσότερο από την περιβαλλοντική νομοθεσία. Σύμφωνα με τις

⁴⁹ Demirbas, Ayhan. Importance of biodiesel as transportation fuel. Energy Policy. (2007)

⁵⁰ Στουρνάρας Σ., Λόης Ε., Ζαννίκος Φ., Τεχνολογία Καυσίμων και Λιπαντικών, Αθήνα. (2008)

βιομηχανίες, οι μηχανικοί που σχεδιάζουν υδραυλικά συστήματα πιέζονται από τη νομοθεσία να χρησιμοποιούν λιπαντικά έλαια που δεν περιέχουν πρόσθετα από βαρέα μέταλλα⁵¹.

Τα περισσότερα συμβατικά έλαια που είναι κατάλληλα για υδραυλικές εφαρμογές χρησιμοποιούν πρόσθετα με υψηλή περιεκτικότητα σε ψευδάργυρο τα οποία εξασφαλίζουν μακροχρόνια και ικανοποιητική απόδοση σε αρκετές εφαρμογές. Εντούτοις, τα λιπαντικά αυτά δεν είναι πάντα αποδοτικά για ορισμένες από τις σύγχρονες εφαρμογές, όπως για παράδειγμα οι αντλίες υψηλής απόδοσης. Αν και υπάρχουν ειδικά βιοδιασπώμενα και φυτικά υδραυλικά έλαια τα οποία μειώνουν τις επιπτώσεις στο περιβάλλον και εξασφαλίζουν πολύ καλύτερη απόδοση, αυτά είναι πολύ ακριβά με αποτέλεσμα η βιομηχανία να εξακολουθεί να χρησιμοποιεί ευρέως συμβατικά λιπαντικά με βάση βαρέα μέταλλα. Η νέα σειρά λιπαντικών των περισσότερων βιομηχανιών (μηδενικός ψευδάργυρος) για βιομηχανικές εφαρμογές, μειώνει σημαντικά τις επιπτώσεις για το περιβάλλον. Οι σειρές αυτές περιέχουν πρόσθετα με χαμηλή περιεκτικότητα σε ψευδάργυρο και επιτυγχάνει ένα συμβιβασμό μεταξύ των περιβαλλοντικών περιορισμών που θέτει η νομοθεσία και των αντιδιαβρωτικών απαιτήσεων ευαίσθητων εφαρμογών όπως η λίπανση των αντλιών με πτερύγια και των αντλιών εμβόλου⁵².

⁵¹ Demirbas, Ayhan. Importance of biodiesel as transportation fuel. Energy Policy. (2007)

⁵² M.A. Fazal, A.S.M.A. Haseeb, H.H. Masjuki. Biodiesel feasibility study: An evaluation of material compatibility; performance; emission and engine durability. Renewable and Sustainable Energy Reviews. (2011)

6. 6^ο Κεφάλαιο – Διαχείριση και Ανακύκλωση Λιπαντικών

6.1 Ανακύκλωση Λιπαντικών

Η ανακύκλωση των χρησιμοποιημένων λιπαντικών, θεωρείται άκρως απαραίτητη στις μέρες μας. Μόνο όμως κατά 30% κάτι τέτοιο πραγματοποιείται από επιχειρήσεις και ειδικούς στο χώρο⁵³. Τις περισσότερες φορές όλη η υπόλοιπη ποσότητα παραμένει στα ράφια των συνεργείων. Φυσικά το γεγονός αυτό αποτελεί σοβαρό κίνδυνο πυρκαγιάς αφού η ποσότητα αυτή μπορεί να χυθεί στο έδαφος ή/και στις αποχετεύσεις. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι μια ποσότητα τεσσάρων λίτρων λαδιού είναι σε θέση να μολύνουν 100.000 λίτρα φέρου στο έδαφος. Αρκετά καμένα υποπροϊόντα καύσης βρίσκονται σε λιπαντικά τα οποία είναι μεταχειρισμένα. Όπως είναι γνωστό τα υποπροϊόντα αυτά είναι καρκινογόνα. Το θέμα γίνεται όμως ακόμα πιο σοβαρό από τη στιγμή που πολλοί έμποροι λιπαντικών κάνουν δεκτά στα βενζινάδικα λιπαντικά που είναι χρησιμοποιημένα.

Στη χώρα μας, ακόμη και σήμερα, μεγάλες ποσότητες λιπαντικών αποβλήτων απορρίπτονται στο έδαφος ή οδηγούνται σε παράνομη καύση. Μια υπερσύγχρονη μονάδα, εγκεκριμένη από το ΥΠΕΧΩΔΕ, λειτουργεί στον Ασπρόπυργο και έχει συντελέσει στην αποτελεσματικότερη διαχείριση των λιπαντικών αποβλήτων, που κρίνονται ιδιαίτερα επικίνδυνα για το περιβάλλον και την υγεία μας και επιβάλλεται να ανακυκλώνονται⁵⁴.

Το Π.Δ. 82/2004 που καλύπτει το θέμα των λιπαντικών ελαίων και της διαχείρισής τους, απαγορεύει, την απόρριψη αποβλήτων λιπαντικών στο αποχετευτικό σύστημα, την εναπόθεση ή η απόρριψή τους στο έδαφος και τον υδροφόρο ορίζοντα και κάθε επεξεργασία που προκαλεί ρύπανση. Οποιοσδήποτε έχει στην κατοχή του απόβλητα λιπαντικά υποχρεούται να τα παραδώσει στα συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης, μέσω των ανθρώπων

⁵³ Στουρνάρας Σ., Λόης Ε., Ζαννίκος Φ., Τεχνολογία Καυσίμων και Λιπαντικών, Αθήνα. (2008)

⁵⁴ M.A. Fazal, A.S.M.A. Haseeb, H.H. Masjuki. Biodiesel feasibility study: An evaluation of material compatibility; performance; emission and engine durability. Renewable and Sustainable Energy Reviews. (2011)

που διαθέτουν την ειδική άδεια συλλογής. Η Ελληνική Τεχνολογία Περιβάλλοντος έχει οργανώσει ένα μεγάλο δίκτυο συλλογής των λιπαντικών αποβλήτων από 30 χιλιάδες σημεία σε όλη την Ελλάδα. Τα κέντρα συλλογής που λειτουργούν σήμερα στη χώρα μας βρίσκονται στην Αθήνα, τη Θεσσαλονίκη, την Πάτρα και την Κοζάνη⁵⁵.

Αναφερόμενοι στη διαχείριση και ανακύκλωση των λιπαντικών στην Ελλάδα, θα λέγαμε πως το θεσμικό πλαίσιο για την διαχείριση των ΑΛΕ είναι ο Νόμος 2939/2001 (ΦΕΚ 179 Α), και το Προεδρικό Διάταγμα 82/2004 (ΦΕΚ 64 Α), με το οποίο ρυθμίζονται οι όροι και προϋποθέσεις καθώς και κάθε αναγκαία λεπτομέρεια για την εναλλακτική διαχείριση των αποβλήτων λιπαντικών ελαίων. Στο προαναφερόμενο ΠΔ, εκτός των άλλων περιλαμβάνονται και οι υποχρεώσεις των εμπλεκόμενων στη διαχείριση των αποβλήτων λιπαντικών ελαίων, οι όροι, οι προϋποθέσεις και τα προγράμματα εναλλακτικής διαχείρισης καθώς και ποσοτικοί στόχοι συλλογής και αναγέννησης των αποβλήτων λιπαντικών ελαίων. Η αδειοδότηση των εργασιών εναλλακτικής διαχείρισης, δηλαδή συλλογή – μεταφορά, προσωρινή αποθήκευση και επεξεργασία υπόκειται στις διατάξεις της κείμενης νομοθεσίας για τα επικίνδυνα απόβλητα και συγκεκριμένα τις ΚΥΑ 13588/725/2006 (ΦΕΚ 383 Β) και ΚΥΑ Η.Π. 24944/1159/06⁵⁶

Επισημαίνεται ότι σύμφωνα με τις διατάξεις του ΠΔ υπ'αρ. 82/2004, όταν ο συλλέκτης – μεταφοράς δραστηριοποιείται σε περισσότερες Νομαρχιακές Αυτοδιοικήσεις, την άδεια συλλογής – μεταφοράς χορηγεί ο Υπουργός ΠΕΧΩΔΕ. Τα απόβλητα λιπαντικών ελαίων κατά τη συλλογή – μεταφορά τους συνοδεύονται από έντυπο αναγνώρισης, το περιεχόμενο του οποίου περιλαμβάνεται στο παράρτημα Ε του υπ'αρ. 82/2004 ΠΔ. Όταν τα απόβλητα λιπαντικά έλαια περιέχουν PCB/PCT σε περιεκτικότητα των ουσιών αυτών μεγαλύτερη του 0.005% (50 ppm), η διαχείριση αυτών υπόκειται στις

⁵⁵ Στουρνάρας Σ., Λόης Ε., Ζαννίκος Φ., Τεχνολογία Καυσίμων και Λιπαντικών, Αθήνα. (2008)

⁵⁶ Demirbas, Ayhan. Importance of biodiesel as transportation fuel. Energy Policy. (2007)

διατάξεις της ΚΥΑ 7589/731/2000 για τον «Καθορισμό μέτρων και όρων για τη διαχείριση των πολυχλωροδифαινυλίων και πολυχλωροτριφαινυλίων»⁵⁷.

Σημειώνεται πως οι παραγωγοί και εισαγωγείς των λιπαντικών ελαίων, έχουν ευθύνη να οργανώνουν ατομικά συστήματα ή να συμμετέχουν σε συλλογικά συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης. Η προθεσμία που έθετε ο Νόμος 2939/01 για την υποβολή προς έγκριση συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης «άλλων προϊόντων», στα οποία περιλαμβάνονται και τα απόβλητα λιπαντικών ελαίων, ήταν έως δεκαοκτώ μήνες από την έναρξη ισχύος αυτού. Τα συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης στοχεύουν⁵⁸:

- Στην επιστροφή των αποβλήτων λιπαντικών ελαίων από τον καταναλωτή ή άλλο τελικό χρήστη, προκειμένου να διοχετεύονται προς τις πλέον ενδεδειγμένες εναλλακτικές λύσεις διαχείρισης αποβλήτων
 - Στην επεξεργασία των συλλεγομένων αποβλήτων λιπαντικών ελαίων με τη χρησιμοποίηση καθαρών τεχνολογιών.
 - Η οργάνωση των συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης γίνεται από τους παραγωγούς και εισαγωγείς
- ❖ α) ατομικά ή
 - ❖ β) συλλογικά, με τη συμμετοχή τους σε εγκεκριμένα συστήματα συλλογικής εναλλακτικής διαχείρισης

Για την οργάνωση κάθε συστήματος εναλλακτικής διαχείρισης απαιτείται η χορήγηση έγκρισης από τον ΕΟΕΔΣΑΠ ενώ στην μεταβατική περίοδο (μέχρι την έναρξη λειτουργίας του ΕΟΕΔΣΑΠ), από τον Υπουργό ΠΕΧΩΔΕ, μετά από εισήγηση της ΕΠΕΔ. Η έγκριση των συστημάτων από τον ΕΟΕΔΣΑΠ, ισχύει για έξι (6) χρόνια και μπορεί να ανανεώνεται με τροποποίηση ή αναθεώρηση της προβλεπόμενης μελέτης σύμφωνα με τα τότε ισχύοντα νέα δεδομένα.

⁵⁷ M.A. Fazal, A.S.M.A. Haseeb, H.H. Masjuki. Biodiesel feasibility study: An evaluation of material compatibility; performance; emission and engine durability. Renewable and Sustainable Energy Reviews. (2011)

⁵⁸ Demirbas, Ayhan. Importance of biodiesel as transportation fuel. Energy Policy. (2007)

Επισημαίνεται ότι προϋπόθεση για την υλοποίηση των δραστηριοτήτων εναλλακτικής διαχείρισης αποβλήτων λιπαντικών ελαίων, δηλαδή συλλογή - μεταφορά, αποθήκευση, επεξεργασία, είναι οι εταιρίες οι οποίες δραστηριοποιούνται στις εργασίες αυτές να έχουν συνάψει σύμβαση συνεργασίας με εγκεκριμένα συστήματα εναλλακτικής διαχείρισης αποβλήτων λιπαντικών ελαίων.

Επίσης, σύμφωνα με το ΠΔ υπ'αρ. 82/2004, τα ΑΛΕ μετά τη συλλογή τους υποβάλλονται⁵⁹:

- Κατά προτεραιότητα σε επεξεργασία με αναγέννηση
- Εφόσον η επεξεργασία με αναγέννηση δεν είναι εφικτή από τεχνικοοικονομική και οργανωτική άποψη, η επεξεργασία γίνεται με καύση. Στην περίπτωση αυτή η επεξεργασία δεν θα πρέπει να προκαλεί δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον και στη δημόσια υγεία
- Εφόσον και η επεξεργασία με καύση δεν είναι εφικτή από τεχνικοοικονομική και οργανωτική άποψη, πρέπει να εξασφαλίζεται η ακίνδυνη καταστροφή τους ή η ελεγχόμενη αποθήκευση ή εναπόθεσή τους.

Τέλος, σχετικά με την υφιστάμενη κατάσταση αναφορικά με τη διαχείριση των λιπαντικών ελαίων στην Ελλάδα, η κατανάλωση των λιπαντικών ελαίων στην Ελλάδα, εκτιμάται ότι ανέρχεται σε 90.000 t ετησίως. Η ποσότητα των αποβλήτων λιπαντικών ελαίων (ΑΛΕ), εκτιμάται ότι ανέρχεται σε 54.000 t. Το έτος 2010 η συλλογή των ΑΛΕ ανήλθε σε 38.900 t. Οι συλλεχθείσες ποσότητες οδηγήθηκαν σε εγκαταστάσεις αναγέννησης της χώρας μας⁶⁰.

⁵⁹ Ζιώμας Γ., Ατμόσφαιρα-Ατμοσφαιρική Ρύπανση, Αθήνα. (2007)

⁶⁰ Στουρνάρας Σ., Λόης Ε., Ζαννίκος Φ., Τεχνολογία Καυσίμων και Λιπαντικών, Αθήνα. (2008)

Επίλογος - Συμπεράσματα

Αναφερόμενοι στα λιπαντικά και στη χρήση αυτών στις μέρες μας, θα λέγαμε πρώτιστα πως οι βασικές κατηγορίες αυτών είναι τα *Ορυκτέλαια*, τα οποία σημειώνουν διαφορά σε μέγεθος και σύνδεση τα μόριά τους και έτσι καταπονούνται πολύ περισσότερο και σε λίγο διάστημα. Αποτελεί γεγονός πως κάθε λιπαντικό που καλύπτει ή υπερβαίνει τις προδιαγραφές ενός κατασκευαστή για ένα συγκεκριμένο όχημα ή μηχανή, μπορεί να θεωρείται κατάλληλο για τον κινητήρα αυτό⁶¹.

Τα όσα αναφέρονται από διάφορους και ως προς την δυσφήμιση κάποιων λιπαντικών, είναι απλώς σημεία συμφέροντος προς συγκεκριμένα προϊόντα ή ακόμα και άγνοια σε θέματα λιπαντικών. Αποτελεί γεγονός πως δεν είναι εύκολη υπόθεση να προτείνει κάποιος ένα συγκεκριμένο τύπου λιπαντικού. Το ιδανικό λιπαντικό για κάποιο τύπο κινητήρα προέρχεται από δοκιμές και συγκρίσεις και αυτό γιατί οι κινητήρες εξαρτώνται από τις διαφορετικές συνθήκες που δουλεύουν, τη διαφορετική συντήρηση την οδήγηση καθώς και άλλους παράγοντες.

Τα ορυκτέλαια που χρησιμοποιούνται για τη λίπανση των ΜΕΚ, εκτός από τα συνηθισμένα φυσικοχημικά τους χαρακτηριστικά (ιξώδες, σημείο αναφλέξεως, σημείο ροής, σταθερότητα στη οξειδωση, σταθερότητα ιξώδους-θερμοκρασίας κλπ, των οποίων οι τιμές αναγράφονται στον πίνακα προδιαγραφών) πρέπει να έχουν και έντονες απορρυπαντικές ιδιότητες. Να μπορούν δηλαδή να απομακρύνουν από τις λιπαινόμενες επιφάνειες τα εξανθρακώματα που σχηματίζονται και επικάθονται σ' αυτές.

Ο τρόπος λειτουργίας των λιπαντικών στα αεροσκάφη, αναφέρεται στο γεγονός πως ένα λιπαντικό στρώμα δημιουργείται υδροδυναμικά από την κίνηση και την περιστροφή ενός τροφέα ενός άξονα της ατράκτου στη μηχανή όπου η περιστροφή αυτή γίνεται μέσα στο έδρανό του. Ο τροφέας δεν είναι σε θέση να έρθει σε επαφή με το έδρανο από τη χρήση του

⁶¹ M.A. Fazal, A.S.M.A. Haseeb, H.H. Masjuki. Biodiesel feasibility study: An evaluation of material compatibility; performance; emission and engine durability. Renewable and Sustainable Energy Reviews. (2011)

στρώματος λιπαντικού. Στην πραγματικότητα το πάχος του στρώματος είναι μόλις ένα δεκάκις χιλιοστό του εκατοστού. Κατά τη λειτουργία του κινητήρα στις μηχανές αεροσκαφών, ένα καλοσχεδιασμένο έδρανο μπορεί να το διασπάσει. Από τη σχεδίαση του κινητήρα δημιουργείται και η ανάγκη για τη χρήση λιπαντικού σε αυτόν.

Από τη στιγμή που η ταχύτητα με την οποία λειτουργεί μια μηχανή είναι υψηλή η ισχύ η οποία δημιουργείται από τη τριβή χάνεται Αναφερόμενοι στα λιπαντικά για βιομηχανικές εφαρμογές, θα λέγαμε πως στη συντριπτική πλειοψηφία τους, τα λιπαντικά που χρησιμοποιούνται σήμερα, για τη λίπανση των μηχανών βιομηχανιών σ' όλο τον Κόσμο, είναι ορυκτέλαια πετρελαϊκής προέλευσης.

Τέλος, η ανακύκλωση των χρησιμοποιημένων λιπαντικών, θεωρείται άκρως απαραίτητη στις μέρες μας. Μόνο όμως κατά 30% κάτι τέτοιο πραγματοποιείται από επιχειρήσεις και ειδικούς στο χώρο⁶². Τις περισσότερες φορές όλη η υπόλοιπη ποσότητα παραμένει στα ράφια των συνεργείων. Φυσικά το γεγονός αυτό αποτελεί σοβαρό κίνδυνο πυρκαγιάς αφού η ποσότητα αυτή μπορεί να χυθεί στο έδαφος ή/και στις αποχετεύσεις. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι μια ποσότητα τεσσάρων λίτρων λαδιού είναι σε θέση να μολύνουν 100.000 λίτρα νερού στο έδαφος. Αρκετά καμένα υποπροϊόντα καύσης βρίσκονται σε λιπαντικά τα οποία είναι μεταχειρισμένα.

⁶² Στουρνάρας Σ., Λόης Ε., Ζαννίκος Φ., Τεχνολογία Καυσίμων και Λιπαντικών, Αθήνα. (2008)

Βιβλιογραφία

- Demirbas, Ayhan. Importance of biodiesel as transportation fuel. Energy Policy. (2007)
- M.A. Fazal, A.S.M.A. Haseeb, H.H. Masjuki. Biodiesel feasibility study: An evaluation of material compatibility; performance; emission and engine durability. Renewable and Sustainable Energy Reviews. (2011)
- Ζιώμας Γ., Ατμόσφαιρα-Ατμοσφαιρική Ρύπανση, Αθήνα. (2007)
- Στουρνάρας Σ., Λόης Ε., Ζαννίκος Φ., Τεχνολογία Καυσίμων και Λιπαντικών, Αθήνα. (2008)
- Λοιζίδου Μ., Εισαγωγή στην Περιβαλλοντική Επιστήμη- Περιβαλλοντική Πολιτική, Αθήνα. (2006)
- Wenlei Xie, Haitao Li, Alumina-supported potassium iodide as a heterogeneous catalyst for biodiesel production from soybean oil, Journal of Molecular Catalysis A: Chemical 255, May (2006)
- Abebe K. Endalew, Yohannes Kiros, Rolando Zanzi, Inorganic heterogeneous catalysts for biodiesel production from vegetable oils, N.Y. (2009)
- Giulio Santori, Giovanni Di Nicola b, Matteo Moglie b, Fabio Polonara b A review analyzing the industrial biodiesel production practice starting from vegetable oil refining, N.Y. (2007)

Links:

- <http://www.syntheticlubricants.ca/english/view.asp?x=1>

- <http://iceal.wikidot.com/lipantika>

- http://www.autotriti.gr/data/news/preview_news/111830.asp

- <http://lancialybra.mlemo.gr/operation/oils/oils5.htm>

- <http://www.wisegeek.org/what-are-the-different-types-of-lubricants.htm>

- http://www.enpo.eu/mediaupload/pdf_files/motor_oil_basic_info.pdf