

ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΜΙΚΡΩΝ ΜΕΚ ΚΑΙ Η
ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΛΙΠΑΝΤΙΚΟΥ ΣΑΝ ΜΕΣΟ
ΑΠΟΒΟΛΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ»

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΘΕΟΔΩΡΑΚΑΚΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ
ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΗΛΙΟΔΡΟΜΙΤΗΣ ΜΙΧΑΛΗΣ
Α.Μ.: 32039

ΑΙΓΑΛΕΩ 2013

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΜΗΧ/ΚΟΝ/ΣΤ/85
Τ.Ε.
ΜΗΧ/ΧΗΜ
ΜΗΧ/ΚΟΝ
ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ

Περιεχόμενα

| | |
|--|-----------|
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΠΕΡΙΛΗΨΗ..... | 2 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 | |
| ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ..... | 3 |
| ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΜΕΚ..... | 9 |
| ΚΥΚΛΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΜΕΚ..... | 12 |
| ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ..... | 14 |
| ΚΥΡΙΑ ΜΕΡΗ ΜΙΚΡΩΝ ΜΕΚ (κινητήρας μοντέλου)..... | 19 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 | |
| ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΨΥΞΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ | |
| ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ..... | 27 |
| ΕΙΔΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΛΙΠΑΝΣΗΣ..... | 28 |
| ΥΓΡΟ ΚΑΙ ΞΗΡΟ ΚΑΡΤΕΡ..... | 30 |
| ΛΙΠΑΝΣΗ-ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ-ΜΕΤΡΗΣΗ ΙΞΩΔΟΥΣ..... | 42 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 | |
| ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΤΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ .. | 56 |
| ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ - ΛΗΨΗ ΤΙΜΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ..... | 61 |
| ΣΧΟΛΙΑ-ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ..... | 66 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 68 |

ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η ανάλυση της λειτουργίας των κινητήρων εσωτερικής καύσης, των συστημάτων λίπανσης και ψύξης καθώς επίσης και η εκμετάλλευση του λιπαντικού τους σαν μέσο αποβολής θερμότητας.

Οι μετρήσεις της θερμοκρασίας θα γίνουν με τη βοήθεια μικρής ΜΕΚ ειδικά τοποθετημένη σε μοντέλο για τη παρουσίαση της εργασίας. Στο μοντέλο χρησιμοποιούμε έναν μικρό αερόψυκτο κινητήρα εσωτερικής καύσης 100κ. εκ. στον οποίο και θα εφαρμόσουμε με ειδική κατεργασία ψυγείο λαδιού. Θα ακολουθήσει πειραματική διαδικασία ,καθώς επίσης και αναφορά στα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματά του.

INTRODUCTION-SUMMARY

The purpose of this thesis is the analysis of the operation of internal combustion engines, lubrication and cooling systems as well as the exploitation of their oil as a means of elimination heat. Temperature measurements will be done with the help of a small internal combustion engine specially mounted on a model for the presentation of the work. In the model we use a small air cooled internal combustion engine at 100cc in which we apply with special machining an oil cooler. Experimental procedure will follow, as well as a report on the advantages and disadvantages of the oil cooler.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η πρώτη θερμική μηχανή που αναπτύχθηκε από τον άνθρωπο είναι η «Σφαίρα του Ήρωνος», που φαίνεται στο Σχήμα 1.1. Πρόκειται για σφαίρα με δυνατότητα περιστροφής γύρω από οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το κέντρο της. Στο επίπεδο που διέρχεται από το κέντρο της και είναι κάθετο προς τον άξονα περιστροφής, φέρει δύο αντιδιαμετρικούς ακτινικά τοποθετημένους σωλήνες, το ελεύθερο άκρο των οποίων είναι στραμμένο κατά ορθή γωνία, στο ίδιο επίπεδο, αλλά με αντίθετη φορά. Γεμίζοντας τη σφαίρα με νερό και θερμαίνοντας προκαλείται εξάτμιση του νερού και παραγωγή ατμού, ο οποίος τείνει να αυξήσει την πίεση στο εσωτερικό της. Ο ατμός εκτονώνεται μέσω των σωλήνων, εξερχόμενος με κάποια ταχύτητα, η οποία τελικά εξαναγκάζει τη σφαίρα σε περιστροφή.



Σχήμα 1.1: Η «Σφαίρα του Ήρωνος»

Πρόκειται περί θερμικής μηχανής, γιατί η χημική ενέργεια της καύσιμης ύλης που τοποθετείται κάτω από τη σφαίρα μετατρέπεται σε θερμική, προσδίδεται στο εργαζόμενο σώμα, που είναι το νερό στο εσωτερικό της σφαίρας, η εκτόνωση του οποίου

μέσω των σωλήνων εξαναγκάζει τη σφαίρα σε περιστροφή, παράγοντας μηχανικό έργο. Ο θάλαμος καύσης αυτής της θερμικής μηχανής είναι η σχάρα, πάνω στην οποία γίνεται καύση, και είναι εντελώς ανεξάρτητος από την ίδια τη θερμική μηχανή.

Οι μηχανές αυτού του τύπου, εκείνες δηλαδή όπου ο θάλαμος καύσης είναι ανεξάρτητος από την διάταξη στην οποία γίνεται η παραγωγή μηχανικού έργου και οι οποίες χρησιμοποιούν κάποιο εργαζόμενο σώμα διαφορετικό από το καυσαέριο που παράγεται από την καύση για την μεταφορά της θερμικής ενέργειας, ονομάζονται μηχανές εξωτερικής καύσης. Στα πρώτα χρόνια της βιομηχανικής εποχής, το σύνολο πρακτικά των μηχανών που χρησιμοποιήθηκαν ήταν μηχανές εξωτερικής καύσης, με κυρίαρχο την ατμομηχανή. Στον αντίποδα των μηχανών εξωτερικής καύσης βρίσκονται οι μηχανές εσωτερικής καύσης. Οι κύριες διαφορές τους από τις μηχανές εξωτερικής καύσης είναι αφ' ενός στη χωροταξία, με το θάλαμο καύσης να αποτελεί ενιαία μονάδα με την διάταξη μετατροπής της θερμικής ενέργειας σε μηχανικό έργο και αφ' ετέρου η απουσία εργαζόμενου σώματος.

Η πρώτη ιστορικά μηχανή εσωτερικής καύσης πρέπει να αποδοθεί στον Christian Huygens. Συγκεκριμένα ο Huygens το 1678 πρότεινε μια διάταξη που θα χρησιμοποιούσε ως καύσιμο την πυρίτιδα και θα μπορούσε να θεωρηθεί ως πρόδρομος των σημερινών μηχανών εσωτερικής καύσης. Η πρόταση αυτή όμως ποτέ δεν υλοποιήθηκε. Μέχρι το 1860 που χρησιμοποιήθηκε η μηχανή εσωτερικής καύσης για πρώτη φορά σε όχημα, η κίνηση των οχημάτων γινόταν με ατμομηχανές. Το πρώτο ατμοκίνητο όχημα ήταν του μηχανικού Nicholas Cugnot, το 1769. Το όχημα αυτό ήταν τρίκυκλο με ένα τεράστιο καζάνι εμπρός από τον εμπρόσθιο τροχό του, Σχήμα 1.2.



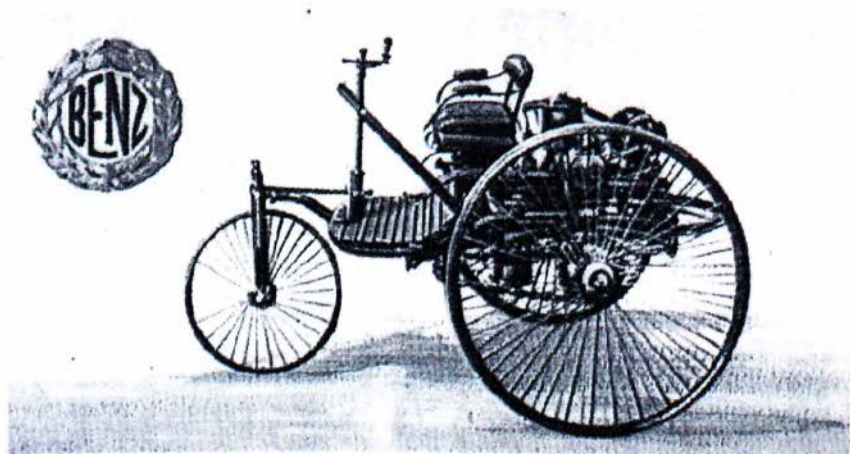
Σχήμα 1.2: Το ατμοκίνητο όχημα του Cugnot (1769)

Εξ' αιτίας του βάρους του, η οδήγηση ήταν πολύ δύσκολη, ενώ η ταχύτητά του έφτανε τα 3 χιλιόμετρα ανά ώρα. Επιπλέον χρειαζόταν πολύς χρόνος ώσπου να θερμανθεί και να βράσει το νερό, ώστε να μπορεί να κινηθεί το όχημα. Επί ενάμισι αιώνα, οι ατμομηχανές παρήγαγαν τον ατμό έξω από το σύστημα, στο οποίο έδιναν κίνηση. Η πρώτη μηχανή εσωτερικής καύσης που λειτούργησε ικανοποιητικά κατασκευάστηκε από τον Jean-Joseph-Etienne Lenoir, ένα Γάλλο εφευρέτη γεννημένο στο Βέλγιο, και έζησε από το 1822 έως το 1900. Η μηχανή αυτή χρησιμοποιούσε ως καύσιμο ένα μίγμα από κάρβουνο, φωταέριο και αέρα. Το 1860, ο Lenoir τοποθέτησε μια τέτοια μηχανή σε ένα μικρό όχημα και έτσι δημιούργησε μια «άμαξα χωρίς άλογα». Υπήρχαν ήδη τέτοιες άμαξες που κινούνταν με ατμό, αλλά το όχημα του Lenoir ήταν πιο μικρό και είχε καλύτερη οδική συμπεριφορά. Εν τούτοις, η μηχανή εσωτερικής καύσης του Lenoir είχε πολύ χαμηλή απόδοση.

Το 1862, ο Beau de Rochas (1815-1893) δημοσίευσε μια κριτική της μηχανής του Lenoir, στην οποία για πρώτη φορά ανέφερε την δυνατότητα διαχωρισμού του κύκλου λειτουργίας σε ανεξάρτητες φάσεις, αναφέρθηκε δηλαδή στην αρχή λειτουργίας του σημερινού τετράχρονου κινητήρα. Επίσης σχολιάζοντας την αυξημένη κατανάλωση καυσίμου της συγκεκριμένης μηχανής, την απέδωσε στην απουσία συμπίεσης του μίγματος πριν από την καύση. Πρότεινε εξ άλλου την ιδέα της μεγιστοποίησης του όγκου του κυλίνδρου, με ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση της ψυχόμενης επιφάνειας αυτού, σε μια προσπάθεια μείωσης των απωλειών θερμότητας του κυλίνδρου. Ο Αυστριακός Siegfried Marcus έκανε πειράματα με μηχανές που χρησιμοποιούσαν ως καύσιμο τη βενζίνη. Ο Marcus τοποθέτησε μια μηχανή πάνω σε μια χειράμαξα το 1864 και η κατασκευή αυτή θα πρέπει να θεωρηθεί ως το πρώτο βενζινοκίνητο αυτοκίνητο. Η πρώτη, όμως, μηχανή με βενζίνη που ήταν αρκετά αποδοτική ώστε να διαδοθεί ευρέως, θα κατασκευαζόταν την επόμενη δεκαετία. Ο Γερμανός μηχανικός Nikolaus August Otto (1832-1891), κατασκεύασε μια τροποποιημένη μορφή κινητήρα, στην οποία το έμβολο προκαλούσε την κίνηση. Ο Otto κατασκεύασε μια τέτοια τετράχρονη μηχανή το 1876, με βελτιωμένη αλλά όχι ικανοποιητική απόδοση. Ο κινητήρας Otto, όπως ονομάστηκε, αποτελούσε μια τεράστια βελτίωση σε σχέση με τη μηχανή του Lenoir και γρήγορα διαδόθηκε η χρήση του. Η σχεδίαση και η

φιλοσοφία του κινητήρα αυτού αποτέλεσαν τη βάση των σημερινών εξελιγμένων μηχανών εσωτερικής καύσης.

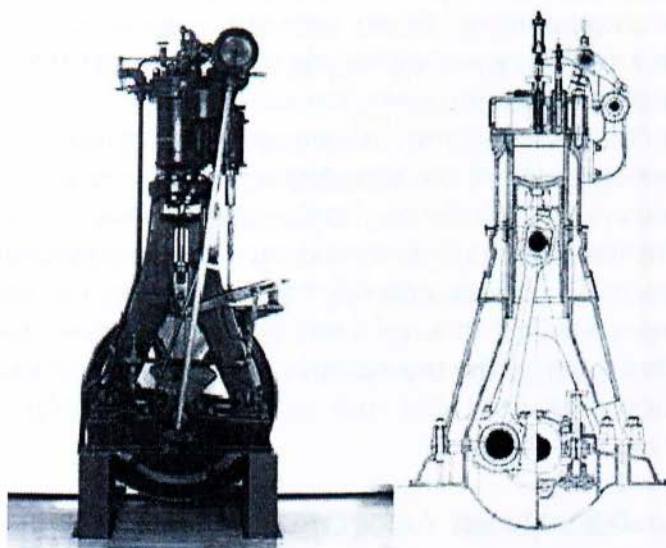
Λίγα χρόνια αργότερα, στις αρχές του 1855, ο Γερμανός μηχανολόγος μηχανικός Carl Friedrich Benz (1844-1929) κατασκεύασε, τον πρώτο πραγματικά αποδοτικό βενζινοκινητήρα εσωτερικής καύσης, τον οποίο τοποθέτησε σε ένα όχημα δικής του κατασκευής. Το όχημα αυτό του Benz (Σχήμα 1.3), ήταν το πρώτο εύχρηστο αυτοκίνητο με βενζινοκινητήρα μηχανή εσωτερικής καύσης και είχε τρεις τροχούς, όμοιους με εκείνους του ποδηλάτου, ενώ ανέπτυξε ανώτατη ταχύτητα 15 χιλιομέτρων την ώρα και αποτέλεσε τον προάγγελο των μετέπειτα εξελίξεων.



Σχήμα 1.3: Το τρίτροχο αυτοκίνητο του Benz

Μια βελτιωμένη μηχανή παρουσιάστηκε στο τον Brayton στις ΗΠΑ, το 1872 και εισήχθη στην Μ. Βρετανία το 1876. Χρησιμοποιούσε ως καύσιμο βαρύ πετρέλαιο και κηροζίνη, με σημείο βρασμού στην περιοχή των 150°C. Η πρώτη εμπορικά επιτυχής κατασκευή με υγρό καύσιμο ήταν αυτή των αδελφών Priestman το 1888. Χρησιμοποιούσε διατάξεις εκνέφωσης του καυσίμου και εξατμιστήρα, αξιοποιώντας για την εξάτμιση την θερμότητα των καυσαερίων.

Πραγματική επανάσταση στις μηχανές υγρού καυσίμου έφερε ο Dr. Rudolf Diesel όταν το 1892 κατέθεσε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας (No 7241) στο οποίο και έθεσε τις βάσεις για τον σύγχρονο πετρελαιοκινητήρα υψηλής απόδοσης, που πρακτικά λειτουργεί μέχρι σήμερα. Η εργασία του ήταν αρχικά θεωρητική, τις ιδέες του όμως υλοποίησε σε συνεργασία με την εταιρία Augsburg Krupp στο Essen της Γερμανίας. Μια από τις πρώτες κατασκευές φαίνεται στο Σχήμα 1.4. Πρόκειται για τετράχρονο, μονοκύλινδρο, κατακόρυφο κινητήρα.



Σχήμα 1.4: Η μηχανή του R. Diesel

Ήταν εξοπλισμένος με μια μικρή αντλία αέρα και με αντλίες καυσίμου. Η πίεση αέρα ήταν της τάξης των 35-50 bar, γεγονός που οδηγούσε σε ικανοποιητικό διασκορπισμό του καυσίμου. Η ρύθμιση φορτίου του κινητήρα γίνονταν είτε με διαφοροποίηση της διάρκειας έγχυσης καυσίμου είτε με διαφοροποίηση της πίεσης αέρα. Ο συνολικός βαθμός απόδοσης των κατασκευών αυτών στην περίοδο 1897-1903 ήταν στην περιοχή 27,5-32,5%, με μηχανικούς βαθμούς απόδοσης στην περιοχή 75-80%. Ο κινητήρας αυτός κυριάρχησε γρήγορα στην αγορά της εποχής, ενώ αναπτύχθηκαν και διάφορες παραλλαγές του (δίχρονος, υπερπληρούμενος, διπλής δράσης τετράχρονος). Κατασκευάστηκαν κινητήρες

διαφόρων μεγεθών, με μέγιστη ισχύ 700-1700 PS ανα κύλινδρο, σε μια προσπάθεια ανταγωνισμού της μέχρι τότε κυρίαρχης μηχανής, δηλαδή της ατμομηχανής. Τα κύρια πλεονεκτήματά τους έναντι των ατμομηχανών ήταν η σημαντική οικονομία καυσίμου, η απουσία λέβητα/καυστήρα και του αντίστοιχου προσωπικού για την τροφοδοσία με καύσιμο και η χρήση υγρού καυσίμου, που αποθηκεύεται και διαχειρίζεται ευκολότερα από τον άνθρακα των ατμομηχανών.

Η ευρεία αποδοχή των μηχανών εσωτερικής καύσης επέτρεψε να διατεθούν περισσότεροι πόροι για την ανάπτυξή τους, η φιλοσοφία κατασκευής και σχεδίασης να απαλλαχθεί τελείως από την επίδραση των ατμομηχανών, και να

φτάσουμε έτσι σταδιακά στην πλήρη πρακτικά επικράτηση τους. Ταυτόχρονα, η πρόοδος της τεχνολογίας των καυσίμων επέτρεψε την παραγωγή της βενζίνης, οπότε, υιοθετώντας τις βασικές κατασκευαστικές αρχές του κινητήρα του Diesel, εμφανίστηκαν οι βενζινομηχανές. Η γενική πρόοδος της τεχνολογίας των μηχανών, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη των βενζινοκινητήρων επέτρεψε να ξεπεραστεί γρήγορα ο περιορισμός του αριθμού στροφών, που όπως αναφέρθηκε ήταν ένα από τα κύρια μειονεκτήματα των μηχανών του Diesel.

Ας σημειωθεί, πάντως ότι η εκκίνηση του κινητήρα των αυτοκινήτων γινόταν ακόμη και μέχρι το 1911, με ένα χειροστρόφαλο (μανιβέλα) που εισαγόταν στο πρόσθιο μέρος του αυτοκινήτου και περιέστρεφε τον ρότορα. Η περιστροφή αυτή, βέβαια χρειαζόταν μεγάλη προσπάθεια. Επί πλέον, όταν άρχιζε να λειτουργεί ο κινητήρας, ο χειροστρόφαλος περιστρεφόταν με μεγάλη ταχύτητα και υπήρχε κίνδυνος να προκαλέσει κατάγματα στα χέρια του ανθρώπου που τον χειριζόταν. Το 1911, ο Αμερικάνος εφευρέτης Charles Franklin Kettering (1876- 1958) επινόησε έναν ηλεκτρικό εκκινητήρα (μίζα) που έθεσε σε κίνηση τη μηχανή με το γύρισμα ενός κλειδιού και την ταυτόχρονη παροχή ρεύματος. Τον εκκινητήρα αυτόν πρώτο χρησιμοποίησε η αυτοκινητοβιομηχανία Kadillac το 1912, και γρήγορα τον υιοθέτησαν και άλλοι κατασκευαστές. Εφόσον λύθηκε το πρόβλημα του χειροστροφάλου, ολοένα και περισσότεροι άνθρωποι μπορούσαν να θέσουν σε κίνηση και να οδηγήσουν ένα αυτοκίνητο, με αποτέλεσμα να εξαπλωθεί ραγδαία η χρήση του.

Παρ' όλα αυτά, η κατοχή οχήματος ήταν προνόμιο των πλουσίων, καθώς η κατασκευή του ήταν υπερβολικά μεγάλου κόστους. Αυτή η κατάσταση άλλαξε χάρη στον Αμερικανό βιομήχανο Henry Ford (1863-1947), ο οποίος κατασκεύασε το πρώτο του αυτοκίνητο το 1893 και το 1899 ίδρυσε τη γνωστή δική του εταιρία κατασκευής αυτοκινήτων.

Κλείνοντας αυτή την ιστορική αναδρομή στις μηχανές εσωτερικής καύσης, θα πρέπει να αναφερθεί ότι ουσιαστική αλλαγή της αρχικής κατασκευής του Rudolf Diesel έγινε μόλις στο δεύτερο μισό της δεκαετίας του 1990, με την εισαγωγή των ηλεκτρικών και της ανάπτυξης του συστήματος έγχυσης καυσίμου με πολλαπλή καυσίμου (κινητήρες common rail). Μέχρι τότε οι διαφοροποιήσεις από την κατασκευή του R. Diesel θα πρέπει να θεωρηθούν ως «βελτιώσεις μικρής σχετικά έκτασης», χαρακτηρισμός που δείχνει το βαθμό πρωτοπορίας και πρωτοτυπίας που κατάφερε να ενσωματώσει ο Diesel στη κατασκευή του 100 χρόνια πριν. Ίκρια λοιπόν ο πετρελαιοκινητήρας φέρει το όνομά του, και χαρακτηρίζεται ως κινητήρας Diesel.

ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ Μ.Ε.Κ.

Οι Μηχανές Εσωτερικής Καύσης (ΜΕΚ), είναι θερμικές μηχανές που παράγουν μηχανικό έργο καταναλώνοντας θερμική ενέργεια η οποία περιέχεται στα υγρά καύσιμα. Η λειτουργία τους βασίζεται στην μετατροπή μέρους της θερμικής ενέργειας σε μηχανικό έργο προκαλώντας την περιστροφή του στροφαλοφόρου άξονα. Οι κινητήρες των μηχανών εσωτερικής καύσης ταξινομούνται ανάλογα με

- Το καύσιμο που καταναλώνουν σε βενζινοκινητήρες, πετρελαιοκινητήρες και κινητήρες αερίου. Τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται είναι είτε υγρά όπως η βενζίνη και το πετρέλαιο, είτε αέρια όπως το υγραέριο και το φυσικό αέριο.
- Τους χρόνους λειτουργίας τους σε τετράχρονους κινητήρες και δίχρονους κινητήρες
- Την υπερπλήρωση καυσίμου ή όχι σε υπερπληρωμένους κινητήρες και φυσικής αναπνοής (ατμοσφαιρικούς)

Μεταβολές αερίων και καταστατικές εξισώσεις

Προκειμένου να κατανοήσουμε και να βγάλουμε συμπεράσματα που έχουν σχέση με τη λειτουργία των μηχανών, θα πρέπει να εξετάσουμε τις πιο σημαντικές αλλαγές της κατάστασης των αερίων. Η κατάσταση ενός αερίου χαρακτηρίζεται από την πίεσή του (P), τον όγκο του (V) και την θερμοκρασία του (T). **Πίεση**, ονομάζουμε το πηλίκο της δύναμης που ενεργεί κάθετα και ομοιόμορφα πάνω σε μια επιφάνεια, δια του εμβαδού αυτής της επιφάνειας. Εκφράζεται δηλαδή από τον τύπο: $P=F/A$ και έχει μονάδες μέτρησης το παस्कάλ (Pa), το μπάρ (bar) ή την φυσική ατμόσφαιρα (atm). Ειδικό **όγκο**, ονομάζουμε τον όγκο που καταλαμβάνει η μονάδα μάζας του αερίου, και εκφράζεται με την μαθηματική σχέση: $v=V/m$. Οι μονάδες μέτρησης του ειδικού όγκου είναι m^3/Kg . Σχετική **θερμοκρασία** t ονομάζουμε την θερμοκρασία που μετριέται από τους $0^\circ C$ και χαρακτηρίζεται ως θετική αν είναι πάνω από το μηδέν και αρνητική αν είναι κάτω από το μηδέν. Μετριέται σε $^\circ C$. Απόλυτη θερμοκρασία T είναι η θερμοκρασία που μετριέται από το απόλυτο μηδέν (που αντιστοιχεί στους $-273^\circ C$). Το απόλυτο μηδέν είναι στη θερμοκρασία στην οποία τα μόρια των σωμάτων δεν κινούνται. Η απόλυτη θερμοκρασία είναι πάντοτε θετική. Μετριέται σε K . Ισχύει η σχέση $T=t+273$.

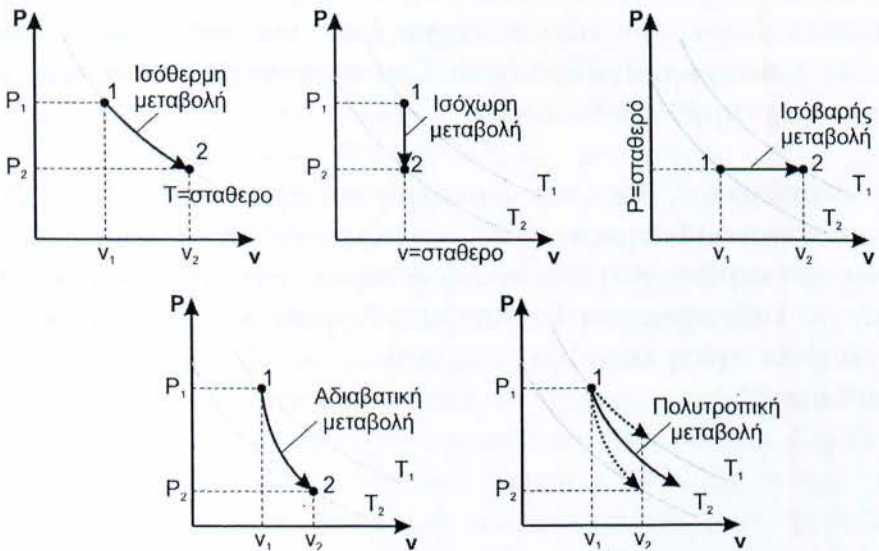
Αλλαγή στην κατάσταση ενός αερίου έχουμε όταν έστω και ένα από τα στοιχεία, πίεση, ειδικός όγκος και θερμοκρασία του αερίου αλλάξει. Αυτή η αλλαγή στη κατάσταση ενός αερίου μπορεί να περιγραφεί με τα διαγράμματα $P-v$. Το διάγραμμα $P - v$ αποτελείται από ένα σύστημα δύο ορθογωνίων αξόνων που τέμνονται μεταξύ τους στο σημείο $O (0,0)$. Στον κάθετο άξονα μετράμε την πίεση του αερίου και στον οριζόντιο τον ειδικό όγκο του. Το διάγραμμα $P - v$ μας παριστάνει γραφικά την εκάστοτε κατάσταση του αερίου καθώς και την αλλαγή του από μια κατάσταση αρχική σε μια κατάσταση τελική.

Έχουμε πέντε μεταβολές της κατάστασης ενός αερίου που φαίνονται στο Σχήμα 2.1 και αναλύονται παρακάτω:

- Ισόθερμη (ή ισοθερμοκρασιακή). Ονομάζουμε την μεταβολή της

κατάστασης του αερίου κατά την οποία παραμένει σταθερή η θερμοκρασία του αερίου και μεταβάλλονται ο ειδικός όγκος και η πίεσή του.

- Ισόχωρη (ή ισόογκη). Ονομάζουμε την μεταβολή της κατάστασης του αερίου κατά την οποία παραμένει σταθερός ο ειδικός όγκος και μεταβάλλονται η πίεση και η θερμοκρασία του
- Ισοβαρής (ή ισόθλιπη). Ονομάζουμε τη μεταβολή της κατάστασης του αερίου κατά την οποία παραμένει σταθερή η πίεση του αερίου και μεταβάλλονται ο ειδικός όγκος και η θερμοκρασία του.
- Αδιαβατική (ή αδιάθερμη). Ονομάζουμε την μεταβολή της κατάστασης του αερίου κατά την οποία ούτε προστίθεται, ούτε αφαιρείται θερμότητα από εξωτερική πηγή από ή προς το αέριο.
- Πολυτροπική. Ονομάζουμε την μεταβολή κατάστασης του αερίου που βρίσκεται ενδιάμεσα της αδιαβατικής και της ισόθερμης μεταβολής



Σχήμα 2.1: Κατηγορίες μεταβολών αερίων

Τέλεια αέρια ονομάζουμε τα αέρια εκείνα που συμπεριφέρονται σύμφωνα με τους νόμους των Boyle-Mariotte και Gay-Lussac.

Ο νόμος των Boyle-Mariotte μας λέει ότι σε μια ισόθερμη μεταβολή (που παραμένει σταθερή η θερμοκρασία του αερίου και μεταβάλλονται ο ειδικός όγκος και η πίεσή του) ισχύουν ότι το γινόμενο της απόλυτης πίεσης επί τον αντίστοιχο ειδικό όγκο παραμένει σταθερό. _ηλαδή ισχύει: $P v = \text{σταθερό}$. Επιπλέον οι

διάφορες απόλυτες πιέσεις τις οποίες ασκεί το αέριο είναι αντιστρόφως ανάλογες των εκάστοτε ειδικών όγκων που καταλαμβάνει αυτό. _ηλαδή ισχύει: $P_1 v_1 = P_2 v_2$

Ο νόμος του Gay-Lussac εξετάζει δύο περιπτώσεις. Από την μία, όταν η μεταβολή είναι ισοβαρής (P =σταθερό), τότε ίσες μεταβολές της θερμοκρασίας προκαλούν ίσες μεταβολές του ειδικού όγκου του αερίου: $T_1/T_2 = V_1/V_2$ (1)

και από την άλλη, όταν η μεταβολή είναι ισόχωρη (v =σταθερό), οι απόλυτες πιέσεις του αερίου μεταβάλλονται ανάλογα προς τις απόλυτες θερμοκρασίες του: $T_1/T_2 = P_1/P_2$ (2)

Για την αδιαβατική μεταβολή ισχύει η σχέση $P \cdot V^\gamma = \text{σταθερό}$ (3)

όπου P είναι η πίεση του αερίου, v ο ειδικός όγκος του αερίου και γ είναι ο λόγος των ειδικών θερμοτήτων του αερίου κάτω από σταθερή πίεση και σταθερό όγκο. Για την πολυτροπική μεταβολή ισχύει η σχέση: $P \cdot V^k = \text{σταθερό}$ (4)

Η καταστατική εξίσωση των αερίων είναι η σχέση: $P \cdot V = m \cdot R \cdot T$ (5)
όπου P είναι η πίεση του αερίου, v ο ειδικός όγκος του αερίου, m η μάζα του αερίου, R η σταθερά του αερίου και έχει διαφορετική τιμή για κάθε αέριο και T η απόλυτη θερμοκρασία του αερίου. Η παραπάνω σχέση εκφράζει τους νόμους των Boyle-Mariotte και Gay-Lussac.

ΚΥΚΛΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ Μ.Ε.Κ

Κυκλική μεταβολή ονομάζουμε τη μεταβολή αυτή που το καύσιμο μίγμα ξεκινάει από μια αρχική κατάσταση (P_1, v_1, T_1) και μετά από μια σειρά διαδοχικών αλλαγών επανέρχεται στην ίδια κατάσταση σε ότι αφορά τις αρχικές τιμές πίεσης, όγκου και θερμοκρασίας, που υπήρχαν κατά την έναρξη του κύκλου. Όταν σε ένα καύσιμο μίγμα εκτελούνται κατά προκαθορισμένη σειρά δύο ή και περισσότερες αλλαγές (μεταβολές) που το επαναφέρουν

στην αρχική του κατάσταση (P_1, v_1, T_1) τότε το σύνολο αυτών των μεταβολών το ονομάζουμε θερμοδυναμικό κύκλο. Με τον όρο εργαζόμενη ουσία γενικότερα ονομάζουμε το ρευστό που υφίσταται θερμοδυναμικές μεταβολές (ισόθερμη, ισόχωρη, ισοβαρή, αδιαβατική και πολυτροπική). Είναι δηλαδή η ουσία πάνω στην οποία εμείς εργαζόμαστε για να πάρουμε το αποτέλεσμα που επιθυμούμε. Στις ΜΕΚ η εργαζόμενη ουσία είναι το καύσιμο μίγμα (δηλαδή ο ατμοσφαιρικός αέρας αναμειγμένος με καύσιμο). Για να μελετήσουμε καλύτερα τις ΜΕΚ θεωρούμε ότι το καύσιμο μίγμα είναι τέλειο αέριο.

Ο κύκλος Carnot είναι ένας θεωρητικός θερμοδυναμικός κύκλος ο οποίος θεωρείται ως ιδανικός κύκλος και με τον οποίο συγκρίνονται όλοι οι πραγματικοί θερμοδυναμικοί κύκλοι. Έχει αποδειχτεί ότι ο κύκλος αυτός έχει την μεγαλύτερη απόδοση από όλους τους κύκλους. Αποτελείται από δύο ισόθερμες και δύο αδιαβατικές μεταβολές. Ο κύκλος Carnot αποδεικνύει ότι ακόμα και κάτω από ιδανικές συνθήκες, μια θερμική μηχανή δεν μπορεί να μετατρέψει όλη την προσδιδόμενη σε αυτή θερμική ενέργεια σε μηχανική, δηλαδή μια μηχανή δέχεται θερμότητα από πηγή υψηλής θερμοκρασίας (θερμό σώμα), μετατρέπει μέρος της θερμότητας που έλαβε σε μηχανικό έργο και απορρίπτει την υπόλοιπη σε μια δεξαμενή χαμηλής θερμοκρασίας (ψυχρό σώμα). Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά μεταξύ θερμού και ψυχρού σώματος, τόσο μεγαλύτερη είναι η απόδοση της μηχανής.

Χρόνο, κατά τη λειτουργία ενός κινητήρα, ονομάζουμε την διαδρομή που εκτελεί το έμβολο μεταξύ του Άνω Νεκρού Σημείου (Α.Ν.Σ) και του Κάτω Νεκρού Σημείου (Κ.Ν.Σ.) ή και το αντίστροφο. Αυτή η διαδρομή αντιστοιχεί με μισή περίπου περιστροφή του στροφαλοφόρου άξονα. Ένας πλήρης κύκλος λειτουργίας στους τετράχρονους κινητήρες πραγματοποιείται σε 4 διαδρομές μεταξύ του Α.Ν.Σ. και Κ.Ν.Σ. που αντιστοιχούν σε 2 παλινδρομήσεις του εμβόλου, ταυτόχρονα με 2 περιστροφές του στροφαλοφόρου άξονα. Ένας πλήρης κύκλος λειτουργίας στους δίχρονους κινητήρες πραγματοποιείται σε 2 διαδρομές μεταξύ του Α.Ν.Σ. και Κ.Ν.Σ. που αντιστοιχούν σε μια παλινδρόμηση του εμβόλου και αρα μια περιστροφή του στροφαλοφόρου άξονα.

ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

Η λειτουργία των βενζινοκινητήρων βασίζεται στον κύκλο του Otto. Η λειτουργία των πετρελαιοκινητήρων βασίζεται στον Κύκλο του Diesel.

Ο κύκλος του Otto

Οι διεργασίες που εκτελούνται στο καύσιμο μίγμα σε ένα κύκλο λειτουργίας (κύκλος Otto) ενός τετράχρονου βενζινοκινητήρα είναι πέντε και πραγματοποιούνται σε τέσσερις χρόνους, Σχήμα 2.2. Στον 1ο χρόνο γίνεται η εισαγωγή ή αναρρόφηση του καύσιμου μίγματος. Στο 2ο χρόνο πραγματοποιείται η συμπίεση του καύσιμου μίγματος. Στον 3ο χρόνο γίνεται η Καύση και Εκτόνωση του καύσιμου μίγματος - καυσαερίων και στον 4ο χρόνο η Εξαγωγή των καυσαερίων.

Παρακάτω ακολουθεί αναλυτική περιγραφή των χρόνων λειτουργίας ενός τετράχρονου βενζινοκινητήρα.

1ος Χρόνος: ΕΙΣΑΓΩΓΗ (0-1): Το έμβολο από το Α.Ν.Σ. κατέρχεται προς το Κ.Ν.Σ. Η βαλβίδα της εισαγωγής είναι ανοιχτή και της εξαγωγής κλειστή. Πραγματοποιείται από την βαλβίδα της εισαγωγής η εισαγωγή του καύσιμου μίγματος. Μόλις το έμβολο φτάσει στο Κ.Ν.Σ. η βαλβίδα της εισαγωγής κλείνει.

2ος Χρόνος: ΣΥΜΠΙΕΣΗ (1-2): Το έμβολο από το Κ.Ν.Σ. ανέρχεται στο Α.Ν.Σ. Οι βαλβίδες της εισαγωγής και της εξαγωγής είναι κλειστές. Πραγματοποιείται η συμπίεση του καύσιμου μίγματος και λόγω της αύξησης της πίεσης αυξάνεται και η θερμοκρασία του.

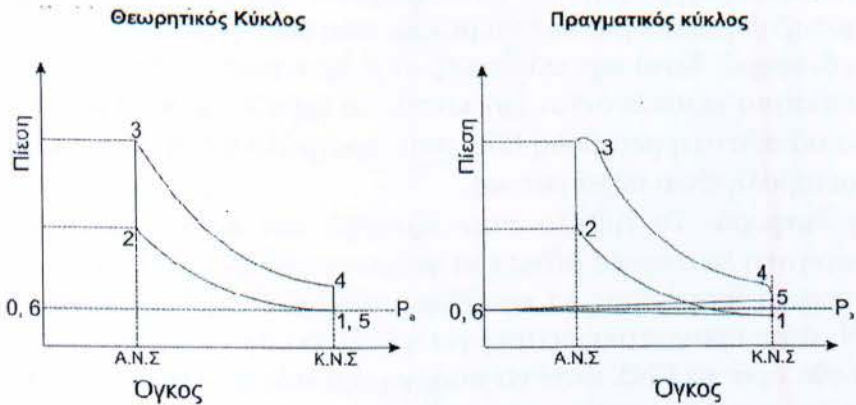
3ος Χρόνος: ΚΑΥΣΗ (3-4) & ΕΚΤΟΝ_ΣΗ (4-5): Όταν το έμβολο φτάσει στο Α.Ν.Σ. δίνεται ο σπινθήρας από το μπουζί, το καύσιμο μίγμα αναφλέγεται και αρχίζει η καύση του. Κατά την καύση του μίγματος παράγονται καυσαέρια που λόγω της υψηλής πίεσης (κατά την συμπίεση) σπρώχνουν το έμβολο προς τα κάτω. Πραγματοποιώντας έτσι την εκτόνωση των καυσαερίων με αποτέλεσμα την παραγωγή μηχανικού έργου από τον κινητήρα.

4ος Χρόνος: ΕΞΑΓΩΓΗ (5,6): Μόλις το έμβολο φτάσει στο Κ.Ν.Σ. ανοίγει η βαλβίδα της εξαγωγής. Τότε τα καυσαέρια αρχίζουν να εξέρχονται στο περιβάλλον από την βαλβίδα εξαγωγής. Το έμβολο ανέρχεται στο Α.Ν.Σ. και βοηθάει στην εξαγωγή των καυσαερίων ωθώντας τα προς την βαλβίδα εξαγωγής.



Σχήμα 2.2: Τετράχρονος κύλινδρος βενζινοκινητήρα

Φυσικά στην πραγματικότητα εμφανίζονται διαφορές στον πραγματικό κύκλο λειτουργίας σε σχέση με τον θεωρητικό που μόλις περιγράφηκε. Οι διαφορές που εντοπίζονται είναι οι παρακάτω και στο Σχήμα 2.3 φαίνονται τα αντίστοιχα διαγράμμάτα τους.



Σχήμα 2.3: Θεωρητικός και πραγματικός κύκλος βενζινοκινητήρα

Η διαφορά: η εισαγωγή του καυσίμου είναι μια ισοβαρής μεταβολή στην θεωρητική λειτουργία (δηλαδή είναι μια διεργασία που γίνεται κάτω από σταθερή πίεση), EN_ στην πραγματική

λειτουργία αυτή η μεταβολή δεν είναι ισοβαρής, αλλά δημιουργείται υποπίεση λόγω αύξησης του όγκου του κυλίνδρου. Έτσι η καμπύλη της πραγματικής λειτουργίας για την εισαγωγή καυσίμου παριστάνεται με καμπύλη και όχι ευθεία γραμμή.

2η διαφορά: Το άνοιγμα της βαλβίδας εισαγωγής στη θεωρητική λειτουργία γίνεται στο ANΣ και κλείνει στο ΚΝΣ, EN_ στην πραγματική λειτουργία η βαλβίδα εισαγωγής γίνεται 10-20ο πριν το ANΣ και κλείνει 30-45ο μετά το ΚΝΣ. Αυτό γίνεται για την καλύτερη πλήρωση του κυλίνδρου.

3η διαφορά: Η συμπίεση στην θεωρητική λειτουργία είναι αδιαβατική μεταβολή EN_ στην πραγματική λειτουργία είναι πολυτροπική.

4η διαφορά: Το έμβολο κατά την συμπίεση στην θεωρητική λειτουργία πηγαίνει από το ΚΝΣ στο ANΣ, EN_ στην πραγματική λειτουργία η συμπίεση ξεκινάει αφού το έμβολο έχει μετακινηθεί 30-40ο από το ΚΝΣ.

5η διαφορά: Κατά την καύση, στην θεωρητική λειτουργία, μόλις το έμβολο φτάσει στο ANΣ το μπουζί δίνει τον σπινθήρα και το μίγμα αναφλέγεται EN_ στην πραγματική λειτουργία ο σπινθήρας πρέπει να δοθεί 0-40ο πριν το ANΣ.

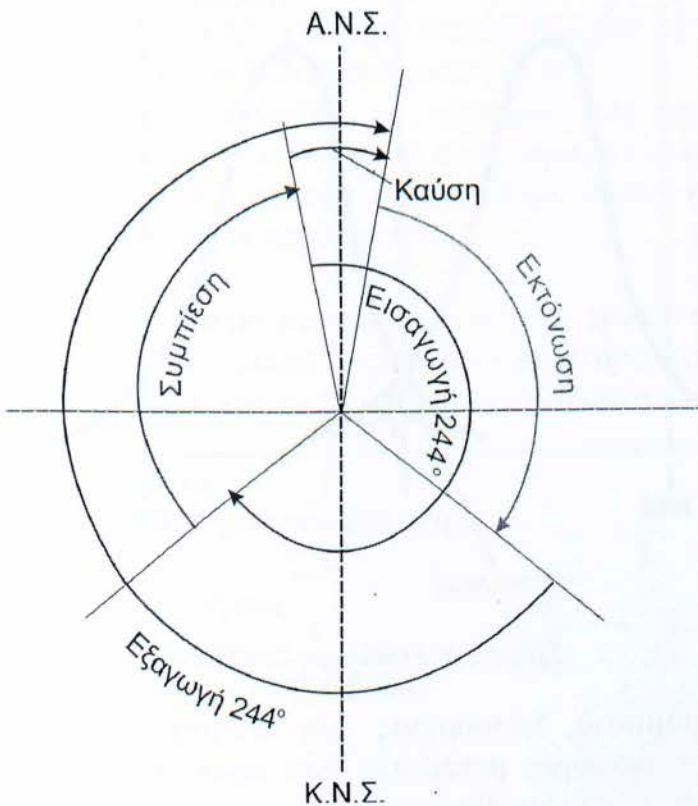
6η διαφορά: Η καύση γίνεται ακαριαία στην θεωρητική λειτουργία και η αύξηση της πίεσης γίνεται σε σταθερό όγκο (ισόχωρη μεταβολή) EN_ στην πραγματική λειτουργία η διαδικασία της καύσης δεν είναι ακαριαία άρα δεν είναι ισόχωρη η μεταβολή και παριστάνεται με καμπύλη και όχι με ευθεία.

7η διαφορά: Κατά την εκτόνωση, στην πραγματική λειτουργία τα καυσαέρια εκτονώνονται και κινούν το έμβολο προς τα κάτω με μια αδιαβατική μεταβολή EN_ στην πραγματική λειτουργία αυτή η μεταβολή είναι πολυτροπική.

8η διαφορά: Το έμβολο στην εξαγωγή των καυσαερίων στην θεωρητική λειτουργία μόλις έχει φτάσει στο ΚΝΣ, και με ακαριαία απαγωγή θερμότητας τα καυσαέρια αποκάνε την αρχική πίεση EN_ στην πραγματική λειτουργία η βαλβίδα της εξαγωγής γίνεται 30-60ο πριν το ΚΝΣ ώστε να υπάρχει αρκετός χρόνος να εξισωθεί η πίεση των καυσαερίων με την ατμοσφαιρική.

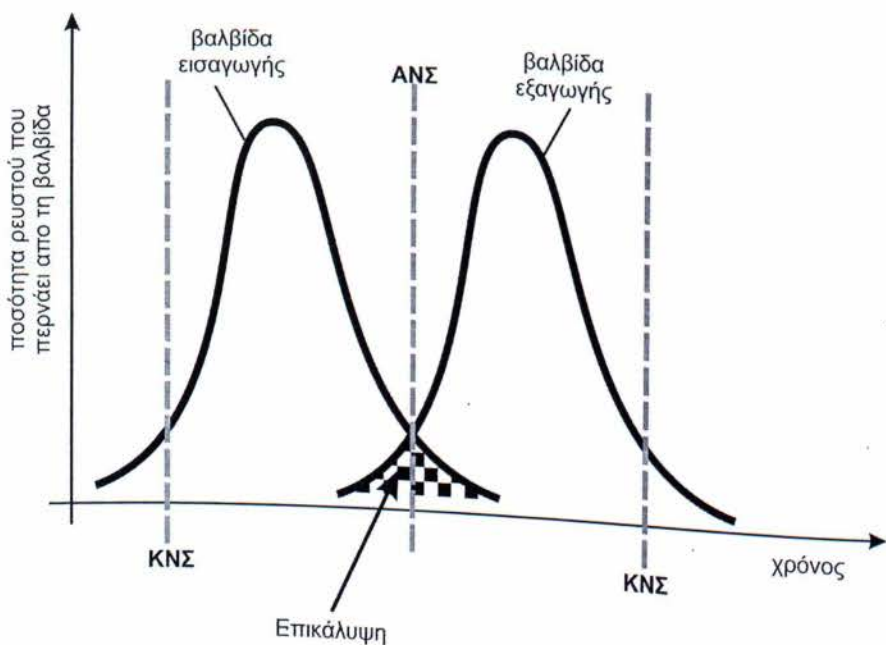
9η διαφορά: Η εξαγωγή των καυσαερίων και η εξισορρόπηση της πίεσής τους με την ατμοσφαιρική είναι ισόχωρη διαδικασία στην θεωρητική λειτουργία EN_ στην πραγματική λειτουργία δεν είναι.

Το σπειροειδές διάγραμμα, είναι ένα διάγραμμα που έχει την μορφή σπείρας, Σχήμα 2.4. Το διάγραμμα αυτό παριστάνει γραφικά την πραγματική λειτουργία, καθώς και τον χρονισμό του κινητήρα. Συγκεκριμένα απεικονίζει τη διάρκεια των φάσεων (εισαγωγή - συμπίεση - καύση - εκτόνωση - εξαγωγή) της πραγματικής λειτουργίας σε μοίρες γωνίας του στροφάλου. Στο σπειροειδές διάγραμμα φαίνονται η διάρκεια της κάθε φάσης, όπως και οι μοίρες πριν ή μετά το ΑΝΣ ή ΚΝΣ με τις οποίες ανοίγουν και κλείνουν οι βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής (χρονισμός των βαλβίδων).



Σχήμα 2.4: Σπειροειδές διάγραμμα βενζινοκινητήρα

Επικάλυψη βαλβίδων (Σχήμα 2.5) ονομάζουμε την φάση εκείνη που για κάποιο χρονικό διάστημα τόσο η βαλβίδα της εισαγωγής όσο και η βαλβίδα της εξαγωγής είναι ανοικτές. Αυτό συμβαίνει προς το τέλος του χρόνου της εξαγωγής ενός κύκλου λειτουργίας και του χρόνου εισαγωγής για τον επόμενο κύκλο λειτουργίας του κινητήρα. Η επικάλυψη των βαλβίδων διευκολύνει την εξαγωγή των καυσαερίων από τον κύλινδρο, την μείωση της θερμοκρασίας που αναπτύσσεται μέσα στο θάλαμο καύσης και τη διαδικασία πλήρωσης του κυλίνδρου με νέο καύσιμο μίγμα.



Σχήμα 2.5: Επικάλυψη βαλβίδων

Στα διαγράμματα λειτουργίας του κινητήρα απεικονίζονται γραφικά οι διάφορες μεταβολές που υφίσταται η εργαζόμενη ουσία καθώς και οι συνθήκες πίεσης - όγκου και θερμοκρασίας κάτω από τις οποίες πραγματοποιούνται αυτές. Με σύγκριση του πραγματικού και θεωρητικού διαγράμματος λειτουργίας μπορούμε να βγάλουμε χρήσιμα συμπεράσματα όπως να δούμε τις ιδανικές συνθήκες λειτουργίας και να υπολογίσουμε το παραγόμενο έργο που μπορεί να μας δώσει χωρίς απώλειες μέσω

του θεωρητικού κύκλου και επίσης μπορούμε να δούμε την πραγματική λειτουργία, μέσω του πραγματικού κύκλου, και να υπολογίσουμε το ωφέλιμο πραγματικό έργο του που φτάνει στον στροφαλοφόρο άξονα καθώς και το έργο που χάνεται λόγω απωλειών.

ΚΥΡΙΑ ΜΕΡΗ ΜΙΚΡΩΝ ΜΕΚ (ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ ΜΟΝΤΕΛΟΥ)

Οι κινητήρες εσωτερικής καύσης αποτελούνται από ένα σύνολο συστημάτων, μηχανισμών και εξαρτημάτων που είναι κατάλληλα διατεταγμένα και όλα μαζί συνεργάζονται ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα, δηλαδή η μετατροπή της θερμικής ενέργειας που παράγεται από την καύση του μίγματος καυσίμου-αέρα σε μηχανική ενέργεια. Δυο από τα συστήματα ενός κινητήρα εσωτερικής καύσης είναι το σύστημα παραγωγής και μετατροπής της κίνησης και το σύστημα διανομής καυσίμου.

Το πρώτο σύστημα, δηλαδή, το σύστημα παραγωγής και μετατροπής της κίνησης έχει σκοπό την παραγωγή μηχανικής ενέργειας και την μετατροπή της από την μορφή της ευθυγράμμου παλινδρομικής κίνησης σε περιστροφική.

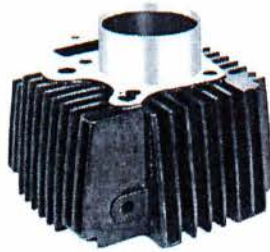
Όπως έχουμε προαναφέρει και παραπάνω, στην εργασία αυτή θα ασχοληθούμε με έναν μικρό αερόψυκτο κινητήρα εσωτερικής καύσης, ο οποίος αποτελείται κυρίως από τα παρακάτω μέρη:

- Τον κύλινδρο
- Την κυλινδροκεφαλή
- Το έμβολο με τα ελατήρια και τον πείρο
- Τη μπιέλα
- Τον στροφαλοφόρο άξονα
- Τον σφόνδυλο
- Τον εκκεντροφόρο και τις βαλβίδες

Κύλινδρος

Ο κύλινδρος είναι το μέρος του κινητήρα στο οποίο πραγματοποιείται η καύση του καυσίμου μίγματος. Από την καύση αναπτύσσονται αέρια με υψηλή πίεση, από την οποία κινείται το έμβολο. Η εξωτερική μορφή των κυλινδρών εξαρτάται κυρίως από τον τρόπο ψύξης. Όταν ο κινητήρας είναι

υδροψυκτος, οι κύλινδροι περιβάλλονται εξωτερικά από τα υδροχιτώνια στα οποία κυκλοφορεί το υγρό ψύξης. Αντίθετα αν ο κινητήρας είναι αερόψυκτος (όπως και στη περίπτωση μας) οι κύλινδροι φέρουν στην εξωτερική τους επιφάνεια πτερόγια που κατευθύνουν κατάλληλα τον αέρα για την ψύξη τους.



Χιτώνια κυλίνδρων

Η εσωτερική επιφάνεια των κυλίνδρων φθείρεται γρήγορα αφ' ενός λόγω των υψηλών πιέσεων και θερμοκρασιών που δημιουργούνται από την καύση και αφ' ετέρου λόγω των τριβών που δημιουργούνται από την κίνηση του εμβόλου. Σε πολλούς κινητήρες για να αποφευχθεί η καταστροφή ολόκληρου του σώματος των κυλίνδρων, τοποθετείται εσωτερικά σε κάθε κύλινδρο ένας άλλος κύλινδρος που ονομάζεται χιτώνιο (πουκάμισο), που όταν φθαρεί αντικαθιστάται.

Φθορά κυλίνδρων

Η φθορά της εσωτερικής επιφάνειας των κυλίνδρων είναι μια από τις σοβαρότερες βλάβες του κινητήρα. Γίνεται αντιληπτή από την πτώση της ισχύος, τη μείωση της συμπίεσης και την υπερβολική κατανάλωση καυσίμου και λαδιού. Το λάδι περνά και καίγεται στο θάλαμο καύσης με αποτέλεσμα την εμφάνιση γαλάζιου καπνού στην εξαγωγή καυσαερίων.

Η φθορά μετριέται με μικρόμετρα σε εκατοστά του χιλιοστού και οι κυριότερες αιτίες που την προκαλούν είναι:

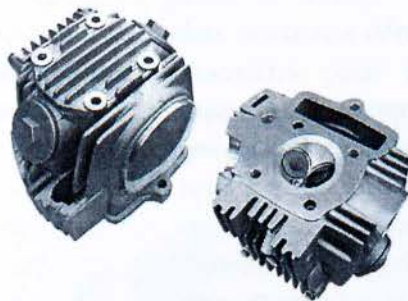
- Η τριβή των ελατηρίων του εμβόλου στις πλευρικές επιφάνειες του κυλίνδρου.
- Η υψηλή θερμοκρασία που δημιουργείται στον κύλινδρο και ιδιαίτερα στο επάνω μέρος του.
- Τα οξέα που σχηματίζονται κατά την καύση τα οποία καταστρέφουν το λιπαντικό και προκαλούν διάβρωση.

-Η κακή λίπανση.

-Η σκόνη που μπαίνει στον κύλινδρο με τον εισαγόμενο αέρα.

Κεφαλή κυλίνδρου-κυλινδροκεφαλή

Η κυλινδροκεφαλή αποτελεί το επάνω μέρος του σώματος του κυλίνδρου. Με την κατάλληλη διαμόρφωση της επιτυγχάνεται η πλήρωση των κυλίνδρων με καύσιμο μίγμα, η ομαλή καύση και η εξαγωγή καυσαερίων. Η στεγανή εφαρμογή της πάνω στον κύλινδρο εξασφαλίζεται με την τοποθέτηση ειδικής φλάντζας. Η φλάντζα αυτή συνήθως κατασκευάζεται από φύλλο αμιάντου ντυμένο από τις δύο πλευρές με λεπτό φύλλο χαλκού. Το σφίξιμο των βιδών με τις οποίες συνδέεται στο σώμα γίνεται με μια ορισμένη σειρά και με ροπή στρέψης που ορίζει ο κατασκευαστής. Στην κυλινδροκεφαλή διαμορφώνεται συνήθως ο θάλαμος καύσης. Υπάρχουν θέσεις για τις βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής, αγωγοί λαδιού, αγωγοί για την εισαγωγή μίγματος και εξαγωγή καυσαερίων και υποδοχές για το μπουζί. Σε περίπτωση αερόψυκτου κινητήρα κάθε κύλινδρος έχει μια ανεξάρτητη κυλινδροκεφαλή που εξωτερικά έχει περύγια τα οποία κατανέμουν και κατευθύνουν τον αέρα για την ψύξη.



Εμβολο

Ο σκοπός του εμβόλου είναι να δέχεται και να μεταβιβάζει στον στροφαλοφόρο άξονα, μέσω του πείρου και της μπιέλας, τις πιέσεις που δημιουργούνται από την καύση του καυσίμου μίγματος και την εκτόνωση των καυσαερίων.

Δημιουργεί το κενό (υποπίεση) για την εισαγωγή του μίγματος και σπρώχνει τα καυσαέρια για τον καθαρισμό του κυλίνδρου. Εργάζεται σε δύσκολες συνθήκες επειδή κατά τη λειτουργία του κινητήρα αναπτύσσονται στο χώρο καύσης υψηλές πιέσεις και υψηλές θερμοκρασίες .

Τα μέρη που αποτελούν το έμβολο είναι τα ακόλουθα:

-Ο δίσκος που είναι η επιφάνεια της κεφαλής του.

-Ο κορμός που είναι το επάνω μέρος του εμβόλου και φέρει αυλάκια στα οποία τοποθετούνται τα ελατήρια του εμβόλου

-Τα κυλινδρικά ανοίγματα (ομφαλοί) όπου στερεώνεται ο πείρος που ενώνει το έμβολο με την μπίελα.

-Η ποδιά που αποτελεί το υπόλοιπο κάτω μέρος της κυλινδρικής επιφάνειας του εμβόλου και χρησιμεύει για την οδήγηση του εμβόλου μέσα στον κύλινδρο.

Το έμβολο έχει την μορφή κωνικού κυλίνδρου, δηλαδή στο επάνω μέρος έχει μικρότερη διάμετρο. Η κατασκευή του γίνεται κωνική ώστε κατά την καύση που αναπτύσσονται υψηλές θερμοκρασίες να γίνεται τελείως κυλινδρικό.

Το κάτω μέρος (ποδιά) είναι ελλειπτικό και κατά τον άξονα που είναι κάθετος προς τον άξονα του πείρου. Αυτό επιβάλλεται λόγω των ισχυρών πιέσεων που δέχεται στο σημείο αυτό έτσι ώστε κατά τη λειτουργία του κινητήρα να παίρνει το επιθυμητό σχήμα του κυλίνδρου.

Ανάμεσα στο έμβολο και στον κύλινδρο υπάρχει κάποιο διάκενο που δίνεται από τους κατασκευαστές προκειμένου κατά τις μεταβολές της θερμοκρασίας ,αφ' ενός να υπάρχει στεγανότητα και αφ' ετέρου να αποκλείεται η σφήνωση.



Φθορές του εμβόλου

Οι κυριότερες φθορές του εμβόλου παρουσιάζονται στην πλευρική επιφάνεια του στα αυλάκια των ελατηρίων και στους ομφαλούς που στερεώνεται ο πείρος. Συγκεκριμένα παρατηρούνται:

-Φθορές και αύξηση του διακένου μεταξύ εμβόλου και κυλίνδρου λόγω της τριβής. Τα αίτια είναι οι υψηλές θερμοκρασίες, η υπερφόρτωση του κινητήρα, η κακή λίπανση και η φθορά των ελατηρίων

-Αποξέσεις που οφείλονται κυρίως στην τριβή και τις υψηλές θερμοκρασίες.

-Χαραγές ή ραβδώσεις που κυρίως προέρχονται από την ύπαρξη ξένων σωμάτων.

-Ραγίσματα που οφείλονται κυρίως στην υπερφόρτωση του κινητήρα η οποία προκαλεί πιέσεις μεγαλύτερες από την αντοχή του εμβόλου, με συνέπεια την εμφάνιση ραγισμάτων.

-Φθορά στους ομφαλούς του πείρου λόγω της τριβής και των δυνάμεων που μεταφέρονται στα σημεία αυτά κατά την κίνηση του εμβόλου.

-Φθορές στα αυλάκια των ελατηρίων επειδή τα ελατήρια πιέζουν τις πλευρές των αυλακίων τους κατά την κίνηση του εμβόλου πάνω κάτω.

-Σφήνωση(κόλλημα) του εμβόλου στον κύλινδρο που είναι μια από τις σπουδαιότερες βλάβες στον κινητήρα. Προέρχεται από υπερφόρτωση, υπερθέρμανση ή κακή λίπανση.

Υλικό κατασκευής του εμβόλου

Η κατασκευή του εμβόλου παλαιότερα γινόταν από χυτοσίδηρο ώστε κατά τη λειτουργία του κινητήρα να διαστέλλεται όμοια με τους κυλίνδρους που ήταν κατασκευασμένοι από το ίδιο υλικό. Στους σημερινούς πολύστροφους κινητήρες, τα έμβολα κατασκευάζονται από ελαφρά κράματα αλουμινίου.

Η εξωτερική του επιφάνεια υποβάλλεται από μερικούς κατασκευαστές σε ανοδική οξειδωση προκειμένου να αυξηθεί η σκληρότητα της και δημιουργηθούν πόροι για να συγκρατείται το λάδι λίπανσης. Άλλοι κατασκευαστές καλύπτουν την εξωτερική επιφάνεια του εμβόλου με κασσίτερο, ο οποίος σε περίπτωση υπερθέρμανσης λιώνει, δημιουργεί λιπαντική επικάλυψη και αποφεύγεται η σφήνωση. Το έμβολο κατασκευάζεται σε ειδικά καλούπια και η τελική του διαμόρφωση γίνεται με ειδική επεξεργασία.

Ελατήρια εμβόλου

Τα ελατήρια τοποθετούνται στις εγκοπές (αυλάκια), που βρίσκονται στο πάνω μέρος του κυλινδρικού κορμού του εμβόλου. Ο σκοπός των ελατηρίων είναι η στεγανοποίηση της συναρμογής εμβόλου-κυλίνδρου, μεταξύ των οποίων είναι απαραίτητο να υπάρχει διάκενο. Έτσι εξασφαλίζεται η στεγανότητα του θαλάμου καύσης και δεν διαφεύγουν αέρια προς τον στροφαλοθάλαμο. Ακόμη εμποδίζεται το λάδι που λιπαίνει τις τριβόμενες επιφάνειες, να εισχωρήσει στον χώρο καύσης όπου καθώς καίγεται σχηματίζει ανθρακώματα τα οποία δημιουργούν ανωμαλία στη λειτουργία του κινητήρα.

Μπιέλα (Διωστήρας)

Η μπιέλα έχει σκοπό να μεταφέρει την κίνηση από το έμβολο στον στροφαλοφόρο άξονα κατά τον χρόνο της εκτόνωσης και αντίστροφα, δηλαδή να μεταβιβάζει από τον στροφαλοφόρο άξονα τη δύναμη που χρειάζεται το έμβολο για να κινηθεί κατά τους χρόνους της εισαγωγής, της συμπίεσης και της εξαγωγής. Στους χρόνους εκτόνωσης, συμπίεσης και εξαγωγής η μπιέλα καταπονείται σε λυγισμό και θλίψη ενώ στο χρόνο της εισαγωγής καταπονείται σε εφελκυσμό.



Υλικό κατασκευής μπιέλας

Η μπιέλα κατασκευάζεται από ειδικό κράμμα χυτοχάλυβα με προσμίξεις χρωμίου, νικελίου, βοναδίου και διαμορφώνεται με σφυρηλάτηση αφού πρώτα θερμοθεταθεί.

Στροφαλοφόρος άξονας

Ο στροφαλοφόρος άξονας με την βοήθεια της μπιέλας μετατρέπει την παλινδρομική κίνηση του εμβόλου σε περιστροφική. Η

κατασκευή του είναι ολόσωμη και ισχυρή γιατί δέχεται βαριές καταπονήσεις. Το υλικό από το οποίο κατασκευάζεται είναι νικελιοχρωμιούχος χάλυβας. Διαμορφώνεται κατ' αρχήν με σφυρηλάτηση και μετά ακολουθεί μηχανουργική κατεργασία. Στη συνέχεια γίνεται επιφανειακή σκλήρυνση και τέλος λείανση.



Σφόνδυλος

Ο σφόνδυλος είναι ένας βαρύς μεταλλικός δίσκος, ο οποίος τοποθετείται στο πίσω μέρος του στροφαλοφόρου και κάθετα προς τον άξονα περιστροφής του. Έχει προορισμό να αποθηκεύει ενέργεια κατά τον ωφέλιμο ενεργητικό χρόνο της εκτόνωσης και να την δίνει για να ολοκληρωθούν οι υπόλοιποι τρεις παθητικοί χρόνοι της λειτουργίας του κινητήρα, δηλαδή η εισαγωγή, η συμπίεση και η εξαγωγή. Ο σφόνδυλος κατασκευάζεται από χυτοσίδηρο ή χυτοχάλυβα και το βάρος του εξαρτάται από τον αριθμό των κυλίνδρων. Όσο περισσότερους κυλίνδρους έχει ένας κινητήρας τόσο λιγότερο βαρύς είναι.

Στον σφόνδυλο υπάρχουν σημάδια που χρησιμεύουν για τον εξωτερικό χρονισμό του κινητήρα. Εξωτερικός χρονισμός είναι η ρύθμιση της στιγμής που δίνεται ο σπινθήρας σε σχέση με την θέση του εμβόλου στον κύλινδρο.



Βαλβίδες

Στους τετράχρονους κινητήρες η εισαγωγή του καυσίμου μίγματος στους κυλίνδρους και η εξαγωγή καυσαερίων γίνεται

από κυκλικές οπές που βρίσκονται στο πάνω μέρος του θαλάμου καύσης. Οι βαλβίδες έχουν σκοπό να ανοίγουν και να κλείνουν αυτές τις οπές ανάλογα με τον κύκλο λειτουργίας του κινητήρα ώστε να εξασφαλίζεται η εισαγωγή καυσίμου μίγματος και η εξαγωγή καυσαερίων τον κατάλληλο χρόνο και στην σωστή ποσότητα.



Εκκεντροφόρος άξονας

Ο προορισμός του εκκεντροφόρου άξονα είναι να προκαλεί μέσω των εκκέντρων τα οποία φέρει, το άνοιγμα των βαλβίδων εισαγωγής και εξαγωγής την κατάλληλη χρονική στιγμή. Το υλικό κατασκευής του εκκεντροφόρου άξονα είναι σφυρήλατος χάλυβας ή χυτοσίδηρος, ειδικά κατεργασμένος ώστε να έχει υψηλή αντοχή και να παρουσιάζει την μικρότερη δυνατή φθορά των επιφανειών.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΨΥΞΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

Η θερμότητα που αναπτύσσεται σ' έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης κατά τη λειτουργία του, είναι πολύ μεγάλη. Ένα μέρος της μετατρέπεται, με τον μηχανισμό εμβόλου - μπιέλας - στροφαλοφόρου, σε περιστροφική κίνηση. Ένα άλλο μέρος της εξέρχεται με τα καυσαέρια από την εξάτμιση. Ένα τρίτο μέρος της απομακρύνεται με μορφή ακτινοβολίας από την εξωτερική επιφάνεια όλων των θερμών μερών του κινητήρα. Το υπόλοιπο της θερμότητας, στους υδρόψυκτους κινητήρες, απάγεται από το σύστημα ψύξης. Στη περίπτωση μας και γενικά στους αερόψυκτους κινητήρες λόγω απώλειας συστήματος ψύξης η θερμότητα αυτή είναι υποχρεωμένη να απελευθερωθεί από τις ψήκτρες που υπάρχουν στην εξωτερική επιφάνεια των μερών της μηχανής. Τα πράγματα όμως γίνονται δυσκολότερα τους καλοκαιρινούς μήνες και ειδικότερα σε καταστάσεις όπου το όχημα παραμένει ακίνητο ή κινείται με ελάχιστη ταχύτητα με αποτέλεσμα ο αέρας που προσκρούει πάνω στις ψήκτρες του κινητήρα να είναι ανεπαρκής και η θερμοκρασία του να κυμαίνεται σε πολύ υψηλά επίπεδα. Το αποτέλεσμα αυτής της κατάστασης είναι η φθορά μερών του κινητήρα, η αλλοίωση των λιπαντικών αλλά ακόμα και η καταστροφή του καθώς μια πολύ υψηλή θερμοκρασία στη περιοχή του κυλίνδρου-εμβόλου είναι ικανή να προκαλέσει σε συνδυασμό με κακή λίπανση το «φρενάρισμα» του κινητήρα.

ΨΥΚΤΗΣ ΛΑΔΙΟΥ

Στους μεγάλους κινητήρες και ιδιαίτερα στους αερόψυκτους κινητήρες το λάδι λίπανσης χρησιμοποιείται εκτός από λιπαντικό και σαν μέσο ψύξης τους. Στις περιπτώσεις αυτές η φυσιολογική ψύξη του λαδιού, που οφείλεται στην επαφή του με τα ψυχρά τοιχώματα του Κάρτερ δεν επαρκεί. Γι' αυτό ο κινητήρας εφοδιάζεται με ειδικό ψυγείο λαδιού. Το ψυγείο λαδιού μοιάζει με το ψυγείο νερού και τοποθετείται με τέτοιο τρόπο ώστε να περνά από αυτό το ρεύμα του ατμοσφαιρικού αέρα ψύξης (για αερόψυκτους και υδρόψυκτους κινητήρες). Σε σπανιότερες περιπτώσεις το ψυγείο λαδιού είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας λαδιού - νερού. Στην περίπτωση αυτή το λάδι λίπανσης ψύχεται από το νερό του συστήματος ψύξης. Σκοπός του ψυγείου λαδιού είναι να παραλαμβάνει τη θερμότητα του λαδιού που επιστρέφει από τα διάφορα τριβόμενα μέρη του κινητήρα και κύρια από τους κυλίνδρους και να τη μεταδίνει στον ατμοσφαιρικό αέρα που διέρχεται από τις σωληνώσεις του, ή στο νερό ψύξης του κινητήρα.

ΕΙΔΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΛΙΠΑΝΣΗΣ

Στους παλιούς κινητήρες εσωτερικής καύσης, οι πιέσεις και οι ταχύτητες τριβόμενων επιφανειών ήταν μικρές. Η λίπανση γινόταν με τη μέθοδο της εκτίναξης του λαδιού κατά την περιστροφή του στροφαλοφόρου άξονα. Αυτός με τα άκρα των στροφάλων του, ερχόταν σε επαφή με το λάδι στο Κάρτερ και εξαιτίας της ταχύτητας περιστροφής του το εκσφενδόνιζε με δύναμη προς όλες τις κατευθύνσεις, μέσα στο στροφαλοθάλαμο. Έτσι δημιουργείται ένα είδος ομίχλης λαδιού που περιέλουζε όλα τα εσωτερικά μέρη του κινητήρα. Ο τρόπος όμως αυτός επειδή δεν ήταν πλήρης, σύντομα αντικαταστάθηκε με άλλο, με τον οποίο το λάδι οδηγείτο πλέον με πίεση σε όλες τις τριβόμενες επιφάνειες. Ο τρόπος αυτός ονομάζεται λίπανση με αναγκαστική κυκλοφορία. Η λίπανση στο σύστημα αυτό, γίνεται ως εξής: Η αντλία λαδιού που είναι συνήθως γραναζωτή, κινείται από τον στροφαλοφόρο άξονα στους πετρελαιοκινητήρες και από τον εκκεντροφόρο στους βενζινοκινητήρες (στην περίπτωση μας από τον στροφαλοφόρο). Αναρροφά λάδι με ένα φίλτρο από το Κάρτερ και το στέλνει στο φίλτρο λαδιού (αν υπάρχει). Στη συνέχεια, το λάδι αποστέλλεται στο ψυγείο (αν υπάρχει) με μια πίεση από 2-2,5 ατμόσφαιρες.

Μετά το ψυγείο, πρεσάρεται στον κεντρικό σωλήνα διανομής και από εκεί με τις απαραίτητες σωληνώσεις στα διάφορα τμήματα του κινητήρα. Έτσι το λάδι οδηγείται πρώτα στα κουζινέτα των εδράνων και αφού λιπάνει τα κομβία τους μετά εισέρχεται στο στροφαλοφόρο άξονα. Ο στροφαλοφόρος είναι διάτρητος και επιτρέπει στο λάδι να φθάσει στα κουζινέτα των ποδιών του διωστήρα.. Αφού λιπάνει τα πόδια των διωστήρων ανέρχεται μέσα από αυτούς και φτάνει στους πείρους των εμβόλων.

Μετά τη λίπανση των πείρων των εμβόλων μια μικρή ποσότητα λαδιού φεύγει από τα άκρα των πείρων και λιπαίνει το εσωτερικό των κυλίνδρων. Μετά από τη λίπανση των πείρων το λάδι επιστρέφει ζεστό στο Κάρτερ.

Άλλη διακλάδωση από το ψυγείο λαδιού λιπαίνει με τον ίδιο τρόπο τα κουζινέτα του εκκεντροφόρου άξονα, τα κοκοράκια των βαλβίδων και τα έδρανα των αξόνων των διαφόρων οδοντωτών τροχών. Η ποσότητα αυτή του λαδιού επιστρέφει στο Κάρτερ. Αυτό το σύστημα λίπανσης είναι εφοδιασμένο με βαλβίδα by-pass. Μ' αυτή ρυθμίζεται κάθε φορά η πίεση λαδιού στο κύκλωμα. Στους μεγάλους πετρελαιοκινητήρες είναι αναγκαία η εσωτερική λίπανση των κυλίνδρων. Αυτή γίνεται με ιδιαίτερη αντλία που πρεσάρει το λάδι στο μέσο ύψος και σε πολλά σημεία της περιφέρειας του κυλίνδρου με ειδικά ανεπίστροφασκροφύσια.

Στους δίχρονους βενζινοκινητήρες η λίπανση γίνεται με άλλο τρόπο. Το λάδι αναμιγνύεται μέσα στη βενζίνη σε αναλογία 1 προς 16 ως 1 προς 40. Μέσα από το στροφαλοθάλαμο γίνεται η αναρρόφηση του μίγματος καυσίμου - αέρα που όμως περιέχει και λάδι. Το λάδι αυτό λιπαίνει τα διάφορα μέρη του κινητήρα και το εσωτερικό του κυλίνδρου. Οι κινητήρες αυτοί μαζί με τη βενζίνη καίνε συνεχώς και μια μικρή ποσότητα λαδιού.

ΞΗΡΟ ΚΑΙ ΥΓΡΟ ΚΑΡΤΕΡ

Το σύστημα λίπανσης ξηρού κάρτερ (Ξ.Κ) έχει να κάνει με τον τρόπο λίπανσης μιας μηχανής εσωτερικής καύσης ενός οχήματος. Το ξηρό κάρτερ βρίσκει εφαρμογή σε αυτοκίνητα, μοτοσυκλέτες ακόμα και σε σκάφη. Πρώτα απ' όλα, πρέπει να αναφερθεί ότι το σύστημα αυτό αφορά και είναι εσωματωμένο μόνο σε αυτοκίνητα υψηλών επιδόσεων. Αναφορά γίνεται στα μονοθέσια της Formula 1, στα Super Cars, στα αυτοκίνητα παγκοσμίου πρωταθλήματος ράλι (WRC) ή σε αυτοκίνητα αγώνων μικρότερου βεληνεκούς. Ο λόγος για τον οποίο το Ξ.Κ δεν εφαρμόζεται στα συμβατικά αυτοκίνητα του εμπορίου παρουσιάζεται στην συνέχεια. Εκτιμάτε ότι αν όχι το πρώτο, ένα από τα πρώτα οχήματα τεσσάρων τροχών που ως συστήματα λίπανσης χρησιμοποιούσαν το ξηρό κάρτερ, ήταν το Mercedes-Benz 300SL ή "γλάρος" όπως χαρακτηριστικά αποκαλούνταν, λόγω του ανάλογου ανοίγματος των πορτών του.

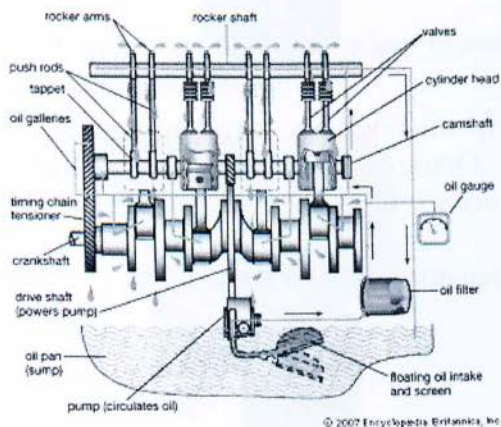


Mercedes-Benz 300SL

Ας ξεκινήσουμε από το σύστημα λίπανσης που γνωρίζουμε λίγο ή πολύ περισσότερο από τη συμβατική αυτοκίνηση, όπου ο καθένας μας έχει μια βασική ιδέα, ως καθημερινός χρήστης ενός συμβατικού οχήματος. Η αναφορά αυτή είναι κρίσιμη για την κατανόηση της λειτουργίας του συστήματος λίπανσης υγρού κάρτερ (Υ.Κ)-Wet sump

Ο τρόπος λειτουργίας του υγρού κάρτερ.

Το λιπαντικό λάδι του κινητήρα συγκεντρώνεται στο κατώτερο μέρος του, όπου είναι τοποθετημένη η ελαιολεκάνη, γνωστή στο εύρη κοινό ως κάρτερ. Με την βοήθεια της αντλίας λαδιού η οποία είναι τοποθετημένη στο κάτω μέρος του κορμού, με τον σωλήνα αναρρόφησης ο οποίος αποτελεί πρόσθετο μέρος της αντλίας ο οποίος είναι εμβαπτισμένος στο λιπαντικό υγρό, φτάνοντας ελάχιστα χιλιοστά πριν το κατώτερο μέρος του κάρτερ. Με τον τρόπο αυτό το λιπαντικό αναρροφάτε προς τα επάνω μέρος του **κινητήρα περνώντας αρχικά από το φίλτρο λαδιού έπειτα στις επιφάνειες της στροφαλοφόρου ατράκτου και τέλος στον χώρο της κυλινδροκεφαλής.** Το λάδι επανέρχεται στο κάρτερ με την βοήθεια της βαρύτητας μέσω των αγωγών που βρίσκονται σε όλο το εύρος του κινητήρα. Το σύστημα Υ.Κ παρέχει πίεση λαδιού του ύψους 2Bar (λειτουργία στο ρελαντί) έως 4Bar (λειτουργία σε υψηλό εύρος στροφών). Έχοντας αναλύσει τον τρόπο λειτουργίας λίπανσης του υγρού κάρτερ παρατηρείτε ότι τα βασικά εξαρτήματα που απαιτούνται είναι η ελαιολεκάνη, η αντλία λαδιού και το φίλτρο λαδιού. Αξίζει να σημειωθεί ότι υπάρχει ένα σημείο στον κινητήρα στο οποίο γίνεται η αποβολή των αναθυμιάσεων του λιπαντικού λαδιού προς την ατμόσφαιρα, μέσω ενός ελαστικού σωλήνα (συνήθως το σημείο αυτό είναι στο ανώτερο μέρος του κινητήρα, στην κυλινδροκεφαλή).

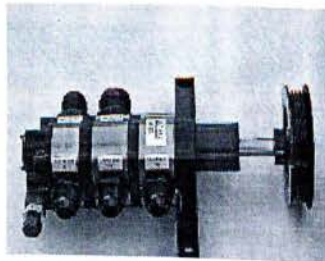


Σχήμα 1. Σύστημα λίπανσης υγρού κάρτερ

Γίνεται λοιπόν αντιληπτό ότι το Υ.Κ αποτελεί μια απλή μέθοδος λίπανσης ενός κινητήρα αυτοκινήτου. Σε αντίθεση, το Ξ.Κ έχει να κάνει με μια πιο σύνθετη λειτουργία λίπανσης, περιλαμβάνοντας ορισμένα πρόσθετα εξαρτήματα.

Τα βασικά εξαρτήματα που απαρτίζουν το σύστημα ξηρού κάρτερ είναι τα παρακάτω:

Εξωτερική αντλία λαδιού.



Δεξαμενή αποθήκευσης λιπαντικού λαδιού.

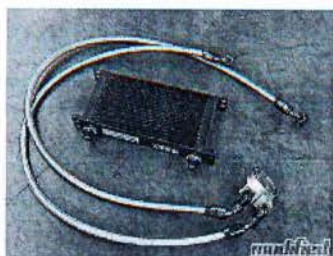


Στην δεξαμενή αποθήκευσης περιλαμβάνεται και το δοχείο αναθυμιάσεων. Ορισμένες φορές είναι τοποθετημένο στο επάνω μέρος της δεξαμενής.

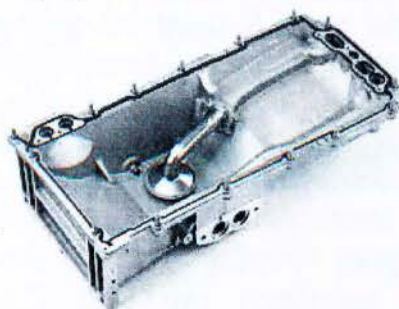
Ειδικά διαμορφωμένο φίλτρο λαδιού Ξ.Κ.



Ψυγείο λαδιού.



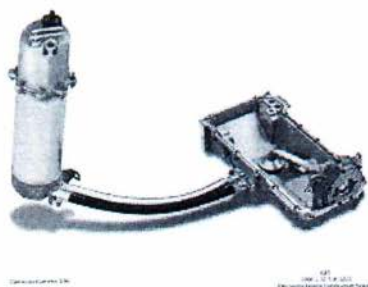
Ελαιολεκάνη ξηρού κάρτερ.



Πρόσθετη τροχαλία για την στροφαλοφόρο άτρακτο ώστε να υπάρχει σύνδεση με την αντλία λαδιού.



Σωληνώσεις για την σύνδεση του κυκλώματος λιπανσης .

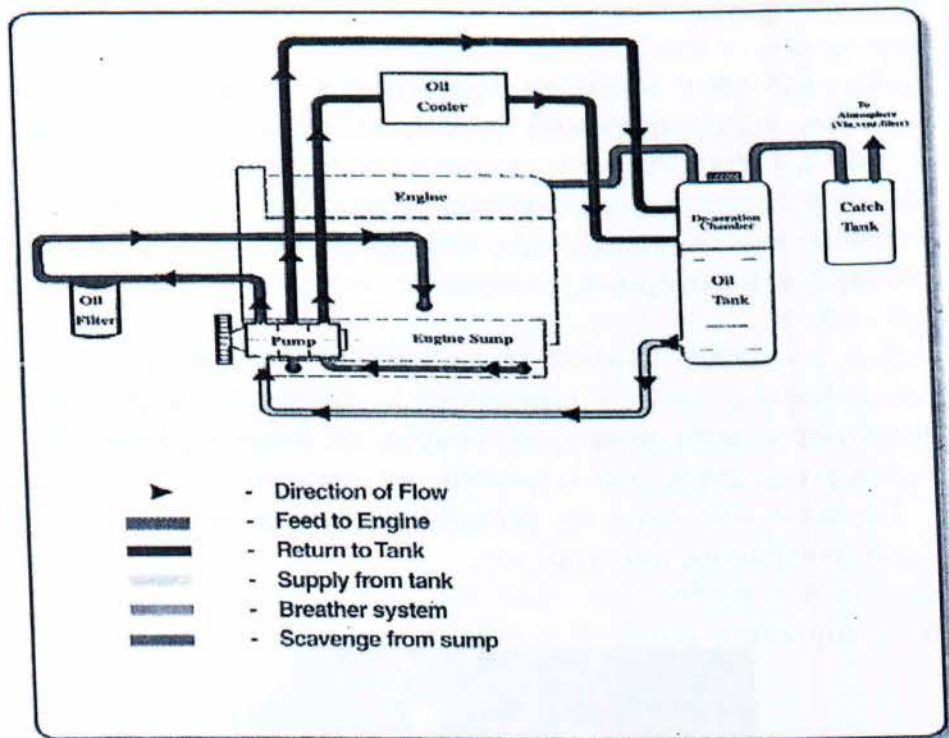


Ο τρόπος λειτουργίας του ξυρού κάρτερ.

Η βασική λειτουργία του Ξ.Κ βασίζεται κατά κύριο λόγο στην εξωτερική αντλία λαδιού που είναι τοποθετημένη σε ένα χαμηλό μέρος του κορμού είτε εξωτερικά του κάρτερ. Η αντλία αυτή εκτιμάτε ότι παρέχει στο σύστημα από 4 έως 5,1Bar πίεσης στις 4.000Rpm. Η τροφοδοσία ξεκινά από την δεξαμενή αποθήκευσης του λιπαντικού, η οποία βρίσκεται τις περισσότερες φορές στο πορτμπαγκάζ (Κίτρινη Γραμμή). Το λάδι περνώντας από την εξωτερική αντλία καταλήγει στο φίλτρο λαδιού το οποίο βρίσκεται συνήθως εκτός κινητήρα, αλλά είναι τοποθετημένο σε κάποιο σημείο του χώρου του (καπό). Έχοντας φιλτραριστεί το λάδι, εισέρχεται στο κινητήρα και πραγματοποιείται η λίπανση αυτού (Μοβ Γραμμή). Το λάδι έχοντας πραγματοποιήσει την λίπανση του κινητήρα με τη βοήθεια της βαρύτητας επιστρέφει ξανά στο κάρτερ. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι η ποσότητα λαδιού που παραμένει στο κάρτερ είναι ελάχιστη, καθώς ο χώρος αποθήκευσης είναι η δεξαμενή λαδιού όπως έχουμε παρουσιάσει παραπάνω. Έτσι λοιπόν, το λάδι που φτάνει στο κάρτερ η αντλία το επιστρέφει στην δεξαμενή αποθήκευσης από δύο διαδρομές (Κόκκινες Γραμμές). Η πρώτη, το επιστρέφει απευθείας (Αριστερή Μπλε Γραμμή). Η δεύτερη, το επιστρέφει αφού πρώτα το λάδι εισέρθει από το ψυγείο λαδιού (Δεξιά Μπλε Γραμμή). Με τον τρόπο αυτό λοιπόν, πραγματοποιείται η λίπανση του κινητήρα παρέχοντας συνεχώς τροφοδοσία λιπαντικού λαδιού υψηλής πίεσης σε όλα τα μέρη του κινητήρα, με σημείο συσσώρευσης του λιπαντικού μόνο την δεξαμενή αποθήκευσης.

Τέλος, οι αναθυμιάσεις του λαδιού μεταφέρονται από το ένα σημείο του κινητήρα (συνήθως από την κυλινδροκεφαλή) στην δεξαμενή αποθήκευσης και από εκεί στο δοχείο των αναθυμιάσεων, το οποίο με την σειρά του τις αποβάλλει στο περιβάλλον, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2.

drop in pressure.



Σχήμα 2. Σύστημα λίπανσης ξηρού κάρτερ

Σε ότι αφορά τους δύο τροχούς, ο τρόπος λειτουργίας λίπανσης είναι ο ίδιος. Εδώ η εφαρμογή του Ε.Κ είναι απαραίτητη και σε συμβατικές μηχανές σε αντίθεση με τα επιβατηγά αυτοκίνητα, καθώς θέλουμε την μείωση του ύψους του κινητήρα ενώ έχουμε και την λειτουργία του κινητήρα σε αυξημένο εύρος στροφών.

Πλεονεκτήματα

1 Εφόσον ο κινητήρας τοποθετείτε σε χαμηλότερο σημείο, καθώς απέχει η γνωστή μεγάλη ελαιολεκάνη (Βλέπε Υγρό Κάρτερ) μέρος στο οποίο γίνεται η συσσώρευση του λιπαντικού υγρού, μειώνεται το κέντρο βάρους του οχήματος με αποτέλεσμα την καλύτερη αξιοπιστία σε ότι αφορά την οδήγηση του οχήματος.

2 Καθώς τοποθετείτε η εξωτερική δεξαμενή για την αποθήκευση του απαιτούμενου λιπαντικού υγρού του κινητήρα, αυτή μπορεί να υπάρξει σε διάφορες θέσεις του οχήματος χωρίς κατά κανόνα να υπερτερεί η θέση του Πορτμπαγκάζ, λόγω της βελτιστοποίησης της κατανομής του κέντρου βάρους του οχήματος.



3 Το γεγονός ότι υπάρχει ψυγείο λαδιού στο σύστημα λίπανσης του ξηρού Κάρτερ, το λάδι περνά από το ψυγείο, ψύχεται και επανέρχεται κατά το βέλτιστο δυνατό στην αρχική

του κατάσταση εντός της δεξαμενής λαδιού. Έτσι αποφεύγεται ο βρασμός του λαδιού, ώστε να επιτυγχάνεται η βέλτιστη λίπανση στο εσωτερικό μέρος του κινητήρα.

4 Ένα ακόμα πλεονέκτημα του συστήματος αυτού, είναι ότι ο κινητήρας δεν στερείτε αποτελεσματικής λίπανσης στα εσωτερικά εξαρτήματα του, όταν το όχημα κινείται σε δρόμους που δεν είναι ομαλή ή σε δύσκολες συνθήκες οδήγησης αγόνων. Το πλεονέκτημα αυτό γίνεται αισθητό σε απότομες πλευρικές επιταχύνσεις σε κάποια πίστα ή όταν το οδόστρωμα έχει μεγάλες κλίσεις (κλίση στροφών σε μεγάλους αυτοκινητόδρομους) κ.α.

5 Με το συγκεκριμένο σύστημα υπάρχει η δυνατότητα αποφυγής της μετατροπής του λιπαντικού λαδιού σε αφρό καθώς στο κάρτερ δεν συσσωρεύεται το λάδι. Έτσι λοιπόν, αποφεύγεται η ανάδευση του λιπαντικού λαδιού στο χώρο της μηχανής κατά την λειτουργία του κινητήρα (κυρίως στα υψηλά φόρτια) και το λιπαντικό υγρό δεν παίρνει την μορφή αφρού. Πρέπει να τονιστεί ότι με την μετατροπή του λαδιού σε μορφή αφρού αλλοιώνεται η σύσταση του με αποτέλεσμα να μην πραγματοποιείτε η σωστή λίπανση.

6 Έχοντας τις αντλίες του λιπαντικού λαδιού σε εξωτερικό μέρος του κινητήρα, επιτρέπεται ευκολότερη- οικονομικότερη συντήρηση και αντικατάσταση.

7 Με βάση όλα τα παραπάνω το σύστημα λίπανσης ξηρού Κάρτερ μειώνει αποτελεσματικά τις τριβές στο εσωτερικό μιας μηχανής εσωτερικής καύσης ενός οχήματος, γεγονός που επιτρέπει την παροχή μακροπρόθεσμης αξιοπιστίας. Ακόμα, δίνει την δυνατότητα σχεδίασης ενός κινητήρα υψηλών επιδόσεων με εγγυημένη την ασφαλή λειτουργία του.

Μειονεκτήματα

1 Η αντλία λαδιού για να λειτουργήσει συνδέεται με έναν ιμάντα όπως έχει αναφερθεί παραπάνω με την στροφαλοφόρο άτρακτο. Σε περίπτωση που ο ιμάντας αυτός κατά την διάρκεια λειτουργίας αποσυνδεθεί αντικανονικά (μπορεί να καταστραφεί ή να αποσυνδεθεί από την τροχαλία στην οποία

είναι τοποθετημένος), η αντλία θα σταματήσει να τροφοδοτεί τον κινητήρα με λιπαντικό, και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την θραύση εξαρτημάτων εσωτερικά της μηχανής.

2. Ένα από τα σημαντικότερα μειονεκτήματα του συστήματος ξηρού κάρτερ είναι το αυξημένο κόστος κατασκευής και συντήρησης. Για παράδειγμα το δοχείο λαδιού έχει περίπου χωρητικότητα 10 έως 14 λίτρα, σε σχέση με το υγρό Κάρτερ που αγγίζει τα 10 λίτρα.

3. Αξίζει να αναφερθώ στο όχημα που είχε τοποθετηθεί για πρώτη φορά το σύστημα ξηρού κάρτερ που έχει παρουσιαστεί στην αρχή του άρθρου, **Mercedes-Benz 330SL**. Αρχικά, στο συγκεκριμένο μοντέλο το σύστημα Ξ.Κ είχε τοποθετηθεί στη κοινή συμβατική έκδοση, όπου υπήρχε το πρόβλημα της υπερβολικής ψύξης του λιπαντικού λαδιού της μηχανής. Με την υπερβολική ψύξη του λιπαντικού δεν πραγματοποιείτε η εύρυθμη λειτουργία ενός κινητήρα. Αυτό συνέβαινε γιατί τα συμβατικά οχήματα δεν λειτουργούν σε υψηλό εύρος στροφών και δεν έχουν αυξημένη θερμοκρασία λαδιού. Εφ' όσον λοιπόν το λάδι περνούσε από το ψυγείο λαδιού με σχετικά χαμηλή θερμοκρασία για τα δεδομένα του Ξ.Κ, το λάδι δεχόταν την ανάλογη ψύξη και έτσι προέκυπε η υπερβολική ψύξη του λιπαντικού λαδιού. Η παρουσίαση του παραπάνω προβλήματος αποτελεί απόδειξη ότι το σύστημα ξηρού κάρτερ δεν έχει θετικά αποτελέσματα σε συμβατικά οχήματα.

Κλίνοντας, πρέπει να διατυπωθεί ότι με το ξηρό κάρτερ δεν αυξάνετε άμεσα η ιπποδύναμη του οχήματος. Το ξηρό κάρτερ παρέχει σωστή συντήρηση του λιπαντικού λαδιού του κινητήρα με αποτέλεσμα να έχουμε την βέλτιστη λίπανση σε ένα υψηλό εύρος στροφών λειτουργίας. Το τελευταίο, δίνει την δυνατότητα στον κατασκευαστή να επέμβει σε αύξηση των επιδόσεων, εφόσον η μηχανή που είναι προς σχεδιασμό έχει την δυνατότητα να λιπαίνεται σε υψηλές στροφές με τον καλύτερο τρόπο εφόσον υπάρχει συνεχής ροή λαδιού υψηλής πίεσης.

Περιοδικός έλεγχος κι αντικατάσταση λαδιού

Βασικοί παράγοντες για τη σωστή λειτουργία του συστήματος λίπανσης είναι:

α) Η συχνή αλλαγή λαδιού.

β) Η αλλαγή του φίλτρου λαδιού ή ο καθαρισμός του, αν αυτό καθαρίζεται και

γ) Ο συχνός έλεγχος της στάθμης του λαδιού μέσα στο Κάρτερ. Οι κατασκευαστές των αυτοκινήτων αναφέρουν στα βιβλία συντήρησης τους τον τύπο του λαδιού και τη συχνότητα αντικατάστασης του.

Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν τα στοιχεία του κατασκευαστή, τότε η αλλαγή λαδιών πρέπει να γίνεται μετά από διαδρομή 2.000 km ως 5.000 km, ανάλογα με τον τύπο του λαδιού που χρησιμοποιείται και με τον κινητήρα ζεστό.

Το λιπαντικό έχει μεγαλύτερη ρευστότητα όταν ο κινητήρας είναι ζεστός, ενώ παράλληλα ανακινούνται τυχόν κατακάθια στον πυθμένα του Κάρτερ. Μετά το άδειασμα του λαδιού είναι ωφέλιμο να καθαρίζεται το σύστημα λίπανσης με πολύ ψιλό λάδι στο 1/3 της κανονικής ποσότητας του και ο κινητήρας να λειτουργεί για 2-3 λεπτά στο ρελαντί. Πριν το γέμισμα του κινητήρα με καινούργιο λάδι, καλό είναι να καθαρίζεται ή να αλλάζεται το φίλτρο λαδιού.

Σε ό,τι αφορά τη χρονική διάρκεια της αντικατάστασης του λαδιού, η κανονική περίοδος αλλαγής που δίνεται από τον κατασκευαστή, μπορεί να συντομευθεί.

Οι κυριότεροι παράγοντες που οδηγούν στη συντόμευση αυτή είναι:

- 1) Η γενικότερη κατάσταση του κινητήρα
- 2) Το είδος του λαδιού που χρησιμοποιείται (αν δηλ. είναι κοινό λάδι ή λάδι πολλαπλής ρευστότητας).
- 3) Οι εξωτερικές ατμοσφαιρικές συνθήκες (π.χ. υψηλές ή χαμηλές θερμοκρασίες).
- 4) Η κατάσταση των δρόμων που κινείται το όχημα (π.χ. χωματόδρομοι με χαμηλές ταχύτητες ή αυτοκινητόδρομοι για υψηλές ταχύτητες).
- 5) Η συμπίεση των κυλίνδρων (όταν υπάρχει χαμηλή συμπίεση εξαιτίας φθορών πρέπει να χρησιμοποιείται παχύρευστο λάδι και να αλλάζεται πιο συχνά),
- 6) Η ηλικία του οχήματος και
- 7) Ο τρόπος οδήγησης του (δηλ. νευρικό ή μαλακό οδήγημα).

Βλάβες του συστήματος λίπανσης

Οι κυριότερες βλάβες του συστήματος λίπανσης είναι:

- Η μικρή παροχή της αντλίας λαδιού,
- Η αντικανονική πίεση λαδιού,
- Η έμφραξη του φίλτρου λαδιού,
- Η ελαττωματική λειτουργία της βαλβίδας ασφαλείας,
- Η υπερκατανάλωση λαδιού και
- Ο κακός εξαερισμός του στροφαλοθαλάμου του κινητήρα.

1) Μικρή παροχή της αντλίας λαδιού.

Η μικρή παροχή της αντλίας λαδιού οφείλεται στις φθορές της, στην έλλειψη λαδιού και στην έμφραξη ή στην κακή ρύθμιση του φίλτρου αναρρόφησης. Εξαιτίας της μικρής παροχής λαδιού μηδενίζεται το πάχος της λιπαντικής προστατευτικής μεμβράνης στα τριβόμενα μέρη του κινητήρα και προκαλούνται μεγάλες φθορές ή και κόλλημα του. Η βλάβη αυτή αναγνωρίζεται από τη μικρή πίεση του δείκτη λαδιού, από το θόρυβο στις χαμηλές στροφές και από την υπερθέρμανση του κινητήρα.

2) Αντικανονική πίεση λαδιού.

Η πίεση του λαδιού πρέπει να εξασφαλίζει την ύπαρξη της λιπαντικής μεμβράνης στα τριβόμενα μέρη του κινητήρα κι όταν ακόμη η μεταξύ τους ανοχή μεγαλώσει. Η πίεση του λαδιού πρέπει να είναι ικανή να παρασύρει τα τυχόν υπάρχοντα σωματίδια και να ψύχει τις τριβόμενες επιφάνειες.

Όταν για διάφορους λόγους η πίεση του λαδιού είναι χαμηλή, προκαλούνται φθορές από την ξηρή τριβή και την υπερθέρμανση των τριβόμενων μεταλλικών επιφανειών. Αντίθετα όταν η πίεση είναι υψηλή υπάρχουν διαρροές και γίνεται υπερκατανάλωση λαδιού.

3) Έμφραξη του φίλτρου λαδιού.

Αιτία έμφραξης του φίλτρου είναι η υπερβολική κατακράτηση κατάλοιπων της καύσης και ξένων σωματιδίων που υπάρχουν στο λάδι. Αυτό συμβαίνει είτε γιατί πέρασε πολύς καιρός χωρίς ν' αλλαχτεί το λάδι, είτε γιατί δεν καθαρίστηκε το φίλτρο, αν αυτό καθαρίζεται. Η έμφραξη αναγνωρίζεται από τη διακοπή μεταφοράς λαδιού στα τριβόμενα μέρη, οπότε μειώνεται πάρα πολύ η ένδειξη του οργάνου πίεσης και εμφανίζονται κραδασμοί και υπερθέρμανση του κινητήρα.

4) Ελαττωματική λειτουργία της βαλβίδας ασφαλείας.

Η βαλβίδα αυτή που βρίσκεται στην αντλία λαδιού, ανοίγει όταν η πίεση του λαδιού υπερβαίνει μια ορισμένη τιμή (συνήθως σε 4-5 kg/km). Έτσι εξασφαλίζεται σταθερή πίεση λαδιού στο σύστημα λίπανσης.

Η κυριότερη αιτία ελαττωματικής λειτουργίας της βαλβίδας ασφαλείας είναι:

- Η κακή της ρύθμιση, ή η εξασθένηση, ή θραύση, ή το κόλλημα του ελατηρίου της. Απ' τις αιτίες αυτές δεν ανοιγοκλείνει καλά η βαλβίδα, με αποτέλεσμα το λάδι να επιστρέφει στο Κάρτερ ή να στέλνεται με υπερβολική πίεση στα τριβόμενα μέρη. Η ελαττωματική λειτουργία της βαλβίδας ασφαλείας αναγνωρίζεται από την ένδειξη χαμηλής ή υψηλής πίεσης στο ενδεικτικό όργανο και από την υπερθέρμανση του κινητήρα. Συνήθως όταν εντοπισθεί η βλάβη στη βαλβίδα ασφαλείας αλλάζεται ολόκληρος ο μηχανισμός της βαλβίδας.

5) Υπερβολική κατανάλωση λαδιού.

Η κατανάλωση λαδιού εξαρτάται από αρκετούς παράγοντες όπως: η σχεδίαση του κινητήρα, η κατάσταση του, οι συνθήκες λειτουργίας του και ο τύπος του λαδιού που χρησιμοποιείται. Υπερκατανάλωση υπάρχει όταν συμπληρώνεται συχνά λάδι για να διατηρηθεί η σωστή στάθμη. Ο έλεγχος της στάθμης γίνεται με το δείκτη λαδιού, όπως προαναφέρθηκε. Για τη σωστή εκτίμηση της κατανάλωσης λαδιού, ο έλεγχος στάθμης πρέπει να γίνεται σύμφωνα με τις ακριβείς οδηγίες του κατασκευαστή. Οι κυριότερες αιτίες υπερκατανάλωσης που οφείλονται σε βλάβες είναι:

Οι εσωτερικές και εξωτερικές διαρροές και η καύση του λαδιού στους κυλίνδρους.

Οι εξωτερικές διαρροές λαδιού αναγνωρίζονται από την ύπαρξη λαδιού ή από τη συγκέντρωση σκόνης όταν εξωτερικά μέρη του κινητήρα. Αυτό οφείλεται στη θραύση των διάφορων μερών των φλαντζών και των τσιμουχών στεγανοποίησης. Τα μέρη που παρατηρούνται αυτές οι διαρροές είναι το κάλυμμα των βαλβίδων, το κάλυμμα του καθρέπτη, το Κάρτερ, το φίλτρο λαδιού, η αντλία βενζίνης, η βάση λαδιού και οι τσιμούχες του στροφαλοφόρου.

Οι εσωτερικές διαρροές είναι η εισαγωγή του λαδιού λίπανσης στο χώρο καύσης και στο ψυκτικό υγρό του κινητήρα. Όταν το

λάδι περάσει στο χώρο καύσης τότε αυτό καίγεται. Οι κυριότερες αιτίες που φτάνει το λάδι στο χώρο καύσης είναι:

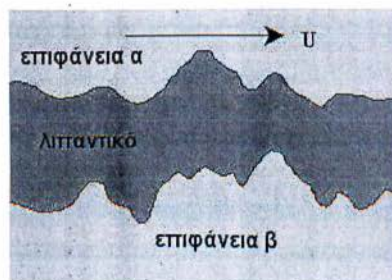
- Η φθορά ή το οβάλ των κυλίνδρων.
- Η κακή τοποθέτηση, η φθορά ή το κόλλημα των ελατηρίων των εμβόλων στις εγκοπές τους.
- Η μεγάλη ανοχή μεταξύ των βαλβίδων εισαγωγής και των οδηγών τους.
- Η κακή εφαρμογή της φλάντζας της κυλινδροκεφαλής.
- Ο κακός εξαερισμός του κινητήρα και
- Η αναρρόφηση λαδιού από την αντλία Βενζίνας.

6) Ο κακός εξαερισμός του κινητήρα:

Οφείλεται σε σκόνη, ακαθαρσίες ή παραμόρφωση των σωληνώσεων που κλείνουν το δρόμο εξαερισμού με αποτέλεσμα την αύξηση της πίεσης στο στροφαλοθάλαμο. Η υπερπίεση αυτή αναγνωρίζεται από την ανώμαλη λειτουργία του κινητήρα, την αλλοίωση του λαδιού και το θόρυβο του κινητήρα. Ο εντοπισμός αυτής της βλάβης διαπιστώνεται με υπερκατανάλωση λαδιού ή βενζίνας, ανώμαλο ρελαντί, έξοδο μπλε καπνού από την εξάτμιση και χαμηλή ισχύ του κινητήρα. Τέλος, η υπερπίεση μέσα στο στροφαλοθάλαμο διαπιστώνεται κι από τις εξωτερικές διαρροές λαδιού.

ΛΙΠΑΝΣΗ-ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ-ΜΕΤΡΗΣΗ ΙΣΩΔΟΥΣ

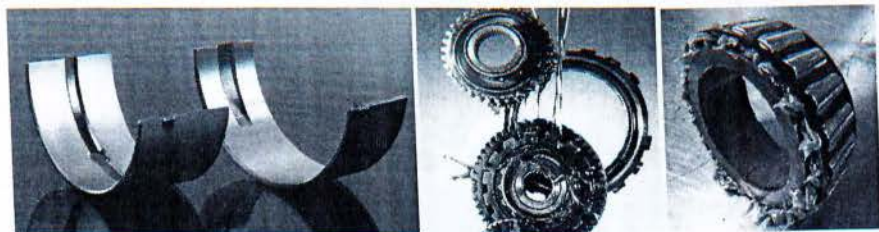
Ως λίπανση ορίζεται η παρεμβολή μεταξύ των δύο στοιχείων του τριβουστήματος τρίτου κατάλληλου σώματος, του λιπαντικού, για τον περιορισμό της τριβής και της συνεπακόλουθης φθοράς.



Είδη λίπανσης

Ανάλογα με την κατάσταση του χρησιμοποιούμενου λιπαντικού, η λίπανση διακρίνεται σε:

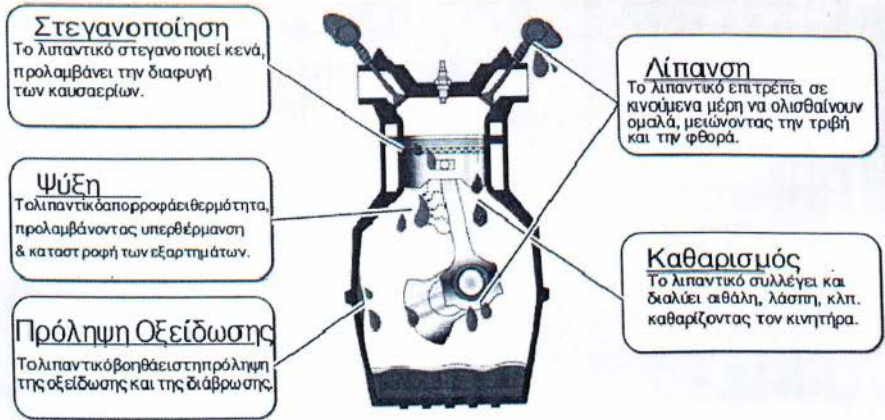
- **Στερεά** (κόνεις, επικαλύψεις κ.λπ.)
- **Υγρή** (τα πιο συνηθισμένα λιπαντικά είναι υγρά)
- **Αέρια** (μικρό φορτίο και μεγάλο αριθμό στροφών)



Ιδιότητες των υγρών λιπαντικών (1)

1. Εισχωρούν με ευκολία μεταξύ των κινούμενων μερών
2. Μειώνουν τις τριβές, επιτυγχάνοντας εξοικονόμηση ενέργειας για τη λειτουργία του μηχανήματος
3. Μειώνουν τις φθορές: Προφανής λειτουργία του λιπαντικού, απαραίτητη για τη μακροζωία και αποδοτικότητα του μηχανήματος.
4. Έχουν σχετικά υψηλή ικανότητα απαγωγής θερμότητας και ψύχουν τα εφαιπόμενα μέρη (π.χ. στις Μ.Ε.Κ), μη επιτρέποντας την άνοδο της θερμοκρασίας στις εφαιπόμενες επιφάνειες.
5. Αποκτούν τις επιθυμητές ιδιότητες για συγκεκριμένη εφαρμογή, μετά από ανάμιξή τους με τις κατάλληλες χημικές ουσίες.
6. Διευκολύνουν την απομάκρυνση των ψηγμάτων φθοράς από τη διεπιφάνεια.

Ιδιότητες των υγρών λιπαντικών (2)



Σύσταση υγρών λιπαντικών (1)

Τα λιπαντικά είναι αποτέλεσμα ανάμειξης βασικών ελαίων και χημικών προσθέτων, σε συγκεκριμένες αναλογίες, και διασφαλίζουν τις απαιτήσεις των προδιαγραφών των μηχανημάτων που λιπαίνουν που υπηρετούν.

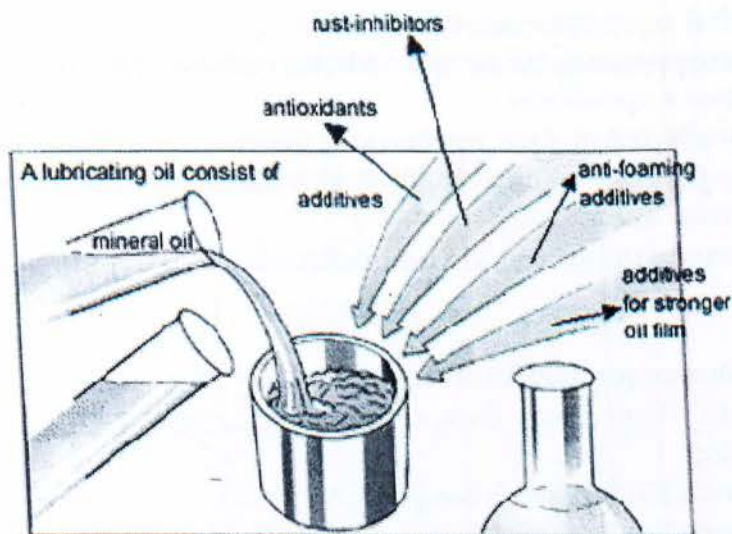
Ορυκτά βασικά έλαια: προϊόντα διύλισης του αργού πετρελαίου.

Συνθετικά βασικά έλαια: προϊόντα χημικής σύνθεσης, με διεργασίες

που στοχεύουν, κύρια, στη βελτιστοποίηση των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών.

Χημικά / βελτιωτικά πρόσθετα: προϊόντα ειδικής σύνθεσης που προσδίδουν στο λιπαντικό ειδικά χαρακτηριστικά/ ιδιότητες, οι οποίες καθορίζονται από τις προδιαγραφές της συγκεκριμένης εφαρμογής.

Σύσταση υγρών λιπαντικών (2)



Σύσταση υγρών λιπαντικών (3)

Τύποι πρόσθετων

- Αντιοξειδωτικά
- Καθαριστικά μετάλλου
- Πρόσθετα κατά της φθοράς
- Σταχεία διατήρησης ιξώδους
- Σταχεία μείωσης οξειδωσης
- Στοιχεία μείωσης τριβής
- Σταθεροποιητές σημείου ροής
- Σταχεία κατά του αερίσματος



Είδη βασικού λιπαντικού

- Συνθετικό λιπαντικό
- Υδροδιασπώμενο λιπαντικό
- Διλυσημένο με διαλύτες λιπαντικό

Σύσταση υγρών λιπαντικών (4)

Σαν αποτέλεσμα των ανωτέρω στην αγορά κυκλοφορούν οι παρακάτω κατηγορίες προϊόντων :

- **Ορυκτής βάσεως λιπαντικά :** Μίγμα ορυκτών βασικών λαδιών και χημικών προσθέτων
- **Ημισυνθετικά ή /και συνθετικής βάσεως λιπαντικά :** Μίγμα ορυκτών βασικών, υδρογονωμένων βασικών, συνθετικών βασικών και χημικών προσθέτων
- **Συνθετικά λιπαντικά :** Μίγμα συνθετικών βασικών και χημικών προσθέτων.

Κατηγοριοποίηση των λιπαντικών

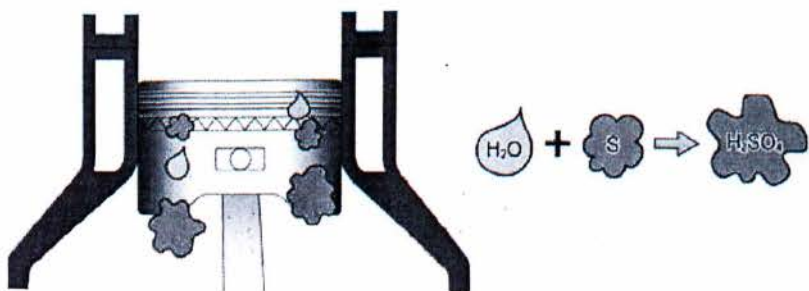
Πλέον τα λιπαντικά διακρίνονται στις ακόλουθες γενικές κατηγορίες :

- Λιπαντικά Κινητήρων Εσωτερικής Καύσεως
- Λιπαντικά Βενζινοκινητήρων
- Λιπαντικά Ελαφρών Πετρελαιοκινητήρων
- Λιπαντικά Δίχρονων Εξωλέμβιων και Κινητήρων Μοτοσικλετών
- Λιπαντικά Πετρελαιοκινητήρων
- Λιπαντικά Γραναζοκιβωτίων και Συστημάτων Μετάδοσης Κίνησης
- Λιπαντικά Βιομηχανίας
- Γράσα

Λάθος χρήση λιπαντικού

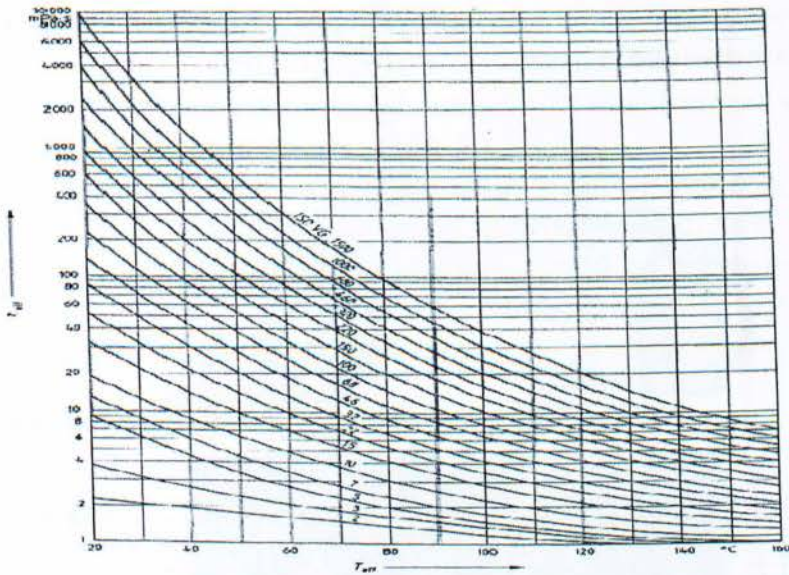
Αν χρησιμοποιηθεί λιπαντικό βενζινοκινητήρα σε κινητήρα πετρελαίου, θα εμφανιστούν τα παρακάτω προβλήματα:

- Διάβρωση του μετάλλου λόγω σχηματισμού θειϊκού οξέως.
- Αύξηση του ιξώδους του λιπαντικού λόγω σχηματισμού αιθάλης.

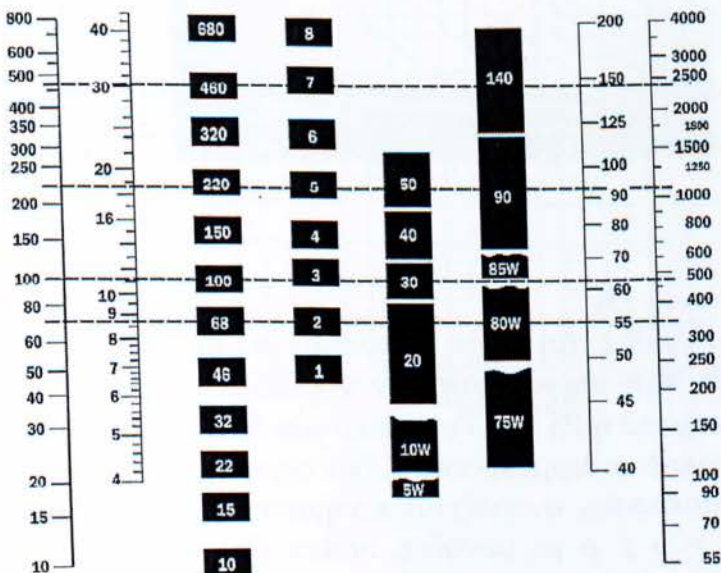


Ιξώδες λιπαντικών (1)

Τα λιπαντικά χαρακτηρίζονται από το Ιξώδες, το οποίο προσδιορίζει τα χαρακτηριστικά ροής του λιπαντικού σε συγκεκριμένη θερμοκρασία.

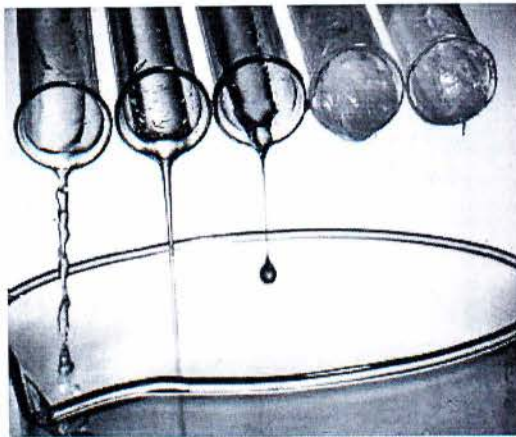
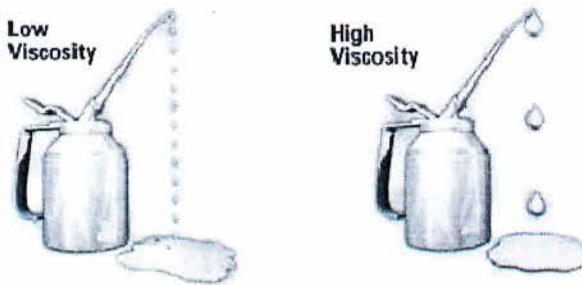


| KINEMATIC VISCOSITIES | | Grade Systems | | | | SAYBOLT VISCOSITIES | |
|-----------------------|--------------|---------------|------|-------------------|-----------------|---------------------|--------------|
| cSt 40°C | cSt 100°C | ISO | AGMA | SAE ENGINE OIL | SAE GEAR OIL | SUS 210°F | SUS 100°F |



Ιξώδες λιπαντικών (2)

Το **ιξώδες** είναι χαρακτηριστική φυσική ιδιότητα ενός ρευστού. Σαν φυσικό μέγεθος, είναι μέτρο της εσωτερικής τριβής ενός ρευστού την οποία αντιλαμβανόμαστε μακροσκοπικά ως την αντίσταση που παρουσιάζει το ρευστό αυτό κατά τη ροή του. Με βάση αυτό τον ορισμό τα λιπαντικά διακρίνονται σε **λεπτόρευστα** και **παχύρευστα**.



Ιξώδες λιπαντικών (3)

Το **δυναμικό ιξώδες (μ)** είναι ανάλογο με τη δύναμη που απαιτείται για την υπερνίκηση των εσωτερικών τριβών. Με μονάδες: $(\text{N sec})/\text{m}^2$ ή Pa sec . Το πηλίκο του δυναμικού ιξώδους (μ) ενός λιπαντικού σε θερμοκρασία T , δια της πυκνότητάς του (ρ) στην ίδια θερμοκρασία, ονομάζεται **κινηματικό ιξώδες (ν)** του λιπαντικού. $\nu = \mu / \rho$ με μονάδες: Stokes (St), όπου $1\text{St} = 1 \text{ cm}^2/\text{sec}$

Στην πράξη, τα λιπαντικά εμφανίζουν ιξώδες της τάξεως του centistoke (cSt)

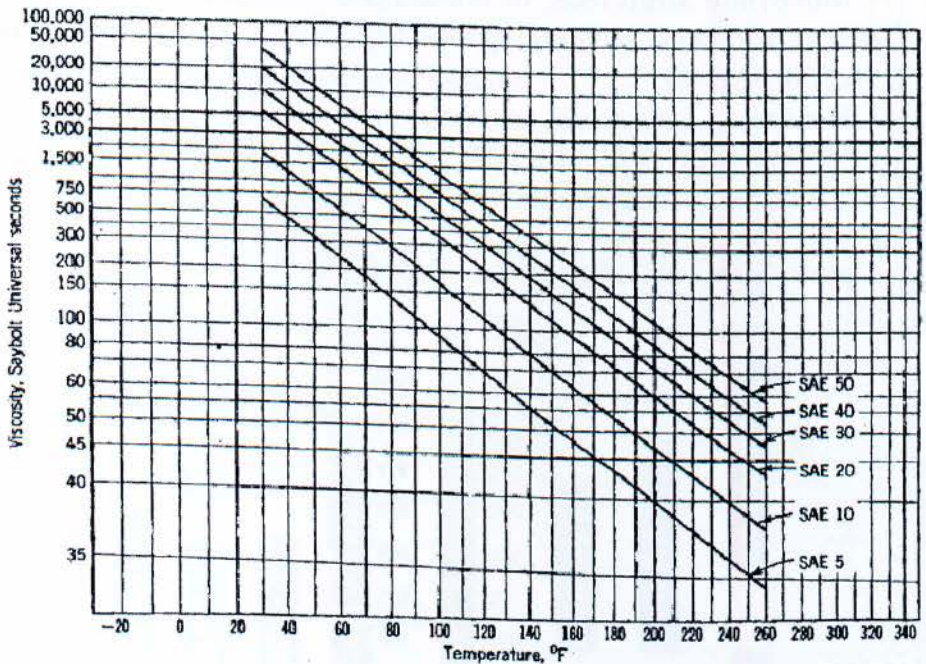
$$1\text{cSt} = 10^{-2} \text{St} = 0,01 \text{St}$$

Τυποποίηση των λιπαντικών

Η τυποποίηση της μεταβολής του ιξώδους ($\Delta\nu$) με τη θερμοκρασία (θ) έχει προταθεί από την Αμερικάνικη Εταιρεία Δοκιμής Μετάλλων (ASTM) και χρησιμοποιείται στην καθημερινή πρακτική: Για διάφορους τύπους λιπαντικού, υπάρχουν «χάρτες», όπου η ($\Delta\nu$) μεταβάλλεται γραμμικά με τη (θ)

Για τη σύνταξη των «χαρτών» αυτών έγινε η παραδοχή ότι το ιξώδες μειώνεται λογαριθμικά με τη θερμοκρασία, που ισχύει με ικανοποιητική προσέγγιση για όλα τα υγρά σε θερμοκρασίες -50 $^{\circ}\text{C}$ έως 150 $^{\circ}\text{C}$, εφόσον δεν υπάρχει αλλαγή φάσης στη θερμοκρασιακή αυτή περιοχή.

Τυποποίηση των λιπαντικών - SAE (1)



Τυποποίηση των λιπαντικών - SAE (2)

Κατά SAE (Society of Automotive Engineers), τα λιπαντικά διαίρουνται σε κλάσεις με βάση το ιξώδες τους σε θερμοκρασία 98,9 οC, όπως φαίνεται στον ακόλουθο πίνακα.

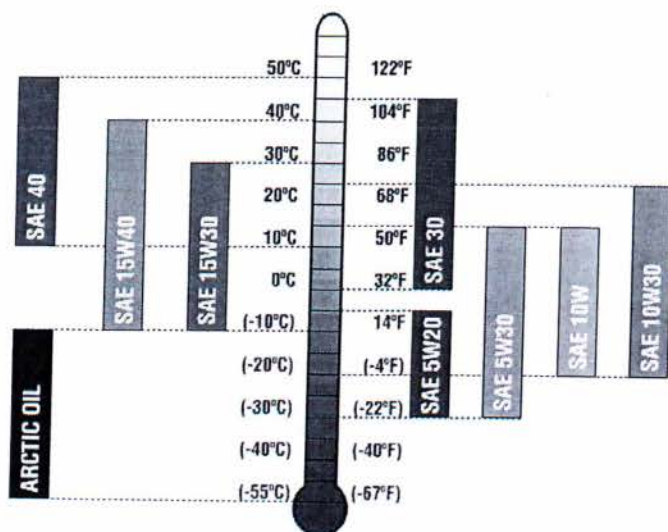
| Κλάση ιξώδους S.A.E. | Μονάδες ιξώδους | Δυνάμ. ιξώδες | | Κινήμ. ιξώδες | |
|-------------------------|--------------------|-----------------|------|------------------|--------|
| | | 0 °F ή -17.8 °C | | 210 °F ή 98.8 °C | |
| | | min | max | min | max |
| 5W ^b | cP | | 1200 | 3.9 | |
| 10W | | 1200* | 2400 | | |
| 15W ^c | | 2400 | 4800 | | |
| 20W | | 2400* | 9600 | | |
| 20 | cS | | | 5.7 | < 9.6 |
| 30 | | | | 9.6 | < 12.9 |
| 40 | | | | 12.9 | < 16.8 |
| 50 | | | | 16.8 | < 22.7 |

Τυποποίηση των λιπαντικών - SAE (3)

Σύμφωνα με την ονοματολογία κατά SAE, τα λιπαντικά διακρίνονται σε :

- **Μονότοπα λιπαντικά**, τα οποία προσαρμόζουν το ιξώδες (ή τη ρευστότητά τους) σε μικρό φάσμα θερμοκρασιών (π.χ. SAE 10W, SAE 30, SAE 90).
- **Πολύτοπα λιπαντικά**, τα οποία προσαρμόζουν και διατηρούν τη ρευστότητά τους σε ευρύ φάσμα θερμοκρασιών (π.χ. SAE 10W/40, SAE 20W/50, SAE 75W/90).

Τυποποίηση των λιπαντικών - SAE (4)



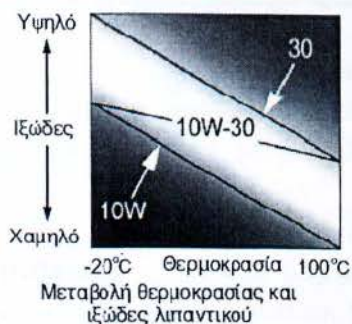
Τυποποίηση των λιπαντικών - SAE (5)



*Το πρόθεμα W αναφέρεται στα χαρακτηριστικά ροής του λιπαντικού σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Τυποποίηση των λιπαντικών - SAE (6)

Ο συμβολισμός του ιξώδους του λιπαντικού δείχνει πόσο καλά "αντέχει" το λιπαντικό τις μεταβολές της θερμοκρασίας.



Τυποποίηση των λιπαντικών - ISO

Στα λιπαντικά βιομηχανίας έχει υιοθετηθεί η ονομασία ISO - VG (International Organization for Standardization - Viscosity Grade). Σύμφωνα με το ISO, τα βιομηχανικά λιπαντικά χαρακτηρίζονται σύμφωνα με το ιξώδες τους στους 40°C.

| ISO Viscosity Grade | Midpoint Kinematic Viscosity mm ² /s at 40°C (104°F) | Kinematic Viscosity Limit mm ² /s at 40°C (104°F) Minimum | Kinematic Viscosity Limit mm ² /s at 40°C (104°F) Maximum |
|---------------------|--|---|---|
| ISO VG 2 | 2.2 | 1.98 | 2.42 |
| ISO VG 3 | 3.2 | 2.88 | 3.52 |
| ISO VG 5 | 4.6 | 4.14 | 5.06 |
| ISO VG 7 | 6.8 | 6.12 | 7.46 |
| ISO VG 10 | 10 | 9.00 | 11.0 |
| ISO VG 15 | 15 | 13.5 | 16.5 |
| ISO VG 22 | 22 | 19.8 | 24.2 |
| ISO VG 32 | 32 | 29.8 | 35.2 |
| ISO VG 46 | 46 | 41.4 | 50.6 |
| ISO VG 68 | 68 | 61.2 | 74.8 |
| ISO VG 100 | 100 | 90.0 | 110 |
| ISO VG 150 | 150 | 135 | 165 |
| ISO VG 220 | 220 | 198 | 242 |
| ISO VG 320 | 320 | 288 | 352 |
| ISO VG 460 | 460 | 414 | 506 |
| ISO VG 680 | 680 | 612 | 748 |
| ISO VG 1000 | 1000 | 900 | 1100 |
| ISO VG 1500 | 1500 | 1350 | 1650 |
| ISO VG 2200 | 2200 | 1980 | 2420 |
| ISO VG 3200 | 3200 | 2880 | 3520 |

Μέτρηση κινηματικού ιξώδους λιπαντικών

Για τη μέτρηση του κινηματικού ιξώδους λιπαντικών χρησιμοποιούνται διάφορες μεθοδολογίες και αντίστοιχες διατάξεις: τα **ιξωδόμετρα**.

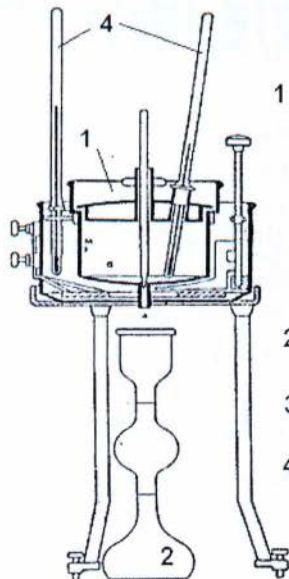
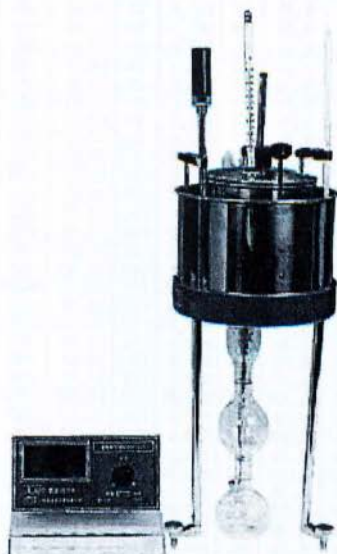
Η αρχή μέτρησης των ιξωδομέτρων είναι κοινή:

Για τον προσδιορισμό του κινηματικού ιξώδους, μετράται ο χρόνος εκροής ορισμένης ποσότητας λαδιού, μέσω τριχοειδούς σωλήνα σύμφωνα με το νόμο του Poisseuille.

Σύμφωνα με το νόμο αυτό, ο χρόνος ροής του λαδιού είναι ανάλογος του ιξώδους, όταν η ροή είναι στρωτή και το υγρό νευτώνειο.

Ιξωδόμετρο Engler (1)

Η μέθοδος αυτή καλύπτει τον προσδιορισμό του κινηματικού ιξώδους πετρελαϊκών προϊόντων. Τα αποτελέσματα μετρούνται σε βαθμούς Engler (οΕ)



- 1 Ένα ορειχάλκινο επιχρυσωμένο δοχείο το οποίο έχει έναν κεντρικό οχετός στο εσωτερικό. Στο ένα τμήμα του δοχείου τοποθετείται νερό και στο άλλο το προς μέτρηση λιπαντικό. Και τα δύο τμήματα θερμαίνονται στην ίδια θερμοκρασία η οποία θα πρέπει να είναι σταθερή. Το δοχείο που περιέχει το λιπαντικό έχει ένα κάλυμμα. Ο οχετός εκροής κλείνεται από ένα ξύλινο κωνικό αποφρακτικό στέλεχος το οποίο μπορεί να αφαιρεθεί χωρίς να βγει το κάλυμμα.
- 2 Το δοχείο περισυλλογής του λιπαντικού, χωρητικότητας 200 cm^3 .
- 3 Χρονόμετρο κλίμακας $1/5$ του δευτερολέπτου.
- 4 Θερμόμετρα υδραργυρικού τύπου τυποποιημένα κατά Engler.

Ιξωδόμετρο Engler (2)

| cSt | °E | RI | SSU | cSt | °E | RI | SSU | cSt | °E | RI | SSU | cSt | °E | RI | SSU |
|------|------|------|------|------|------|-----|-------|-----|-------|-----|-------|-----|------|------|------|
| 1,0 | 1,04 | 29 | 29,5 | 35,5 | 4,78 | 147 | 167,4 | 91 | 12,01 | 373 | 424,5 | 255 | 35,7 | 1046 | 1190 |
| 1,5 | 1,08 | 30 | 31,1 | 36,0 | 4,84 | 149 | 169,7 | 92 | 12,14 | 377 | 429,5 | 260 | 34,3 | 1066 | 1213 |
| 2,0 | 1,12 | 31 | 32,8 | 36,5 | 4,91 | 151 | 172,0 | 93 | 12,28 | 381 | 434,0 | 265 | 35,0 | 1087 | 1237 |
| 2,5 | 1,17 | 32 | 34,5 | 37,0 | 4,97 | 153 | 174,3 | 94 | 12,41 | 386 | 438,5 | 270 | 35,6 | 1107 | 1260 |
| 3,0 | 1,22 | 33 | 36,2 | 37,5 | 5,03 | 155 | 176,6 | 95 | 12,54 | 390 | 443,5 | 275 | 36,3 | 1128 | 1283 |
| 3,5 | 1,26 | 35 | 37,8 | 38,0 | 5,09 | 157 | 178,8 | 96 | 12,67 | 394 | 448,0 | 280 | 37,0 | 1148 | 1307 |
| 4,0 | 1,31 | 36 | 39,5 | 38,5 | 5,16 | 159 | 181,1 | 97 | 12,80 | 398 | 452,5 | 285 | 37,6 | 1169 | 1330 |
| 4,5 | 1,35 | 37 | 41,1 | 39,0 | 5,22 | 161 | 183,4 | 98 | 12,94 | 402 | 457,5 | 290 | 38,3 | 1189 | 1353 |
| 5,0 | 1,39 | 39 | 42,7 | 39,5 | 5,29 | 163 | 185,7 | 99 | 13,07 | 406 | 462,0 | 295 | 39,0 | 1210 | 1377 |
| 5,5 | 1,44 | 40 | 44,3 | 40,0 | 5,35 | 165 | 188,0 | 100 | 13,20 | 410 | 466,5 | 300 | 39,6 | 1230 | 1400 |
| 6,0 | 1,48 | 41 | 45,9 | 40,5 | 5,42 | 167 | 190,3 | 102 | 13,46 | 418 | 476 | 310 | 40,9 | 1271 | 1447 |
| 6,5 | 1,52 | 42 | 47,5 | 41,0 | 5,48 | 169 | 192,6 | 104 | 13,73 | 426 | 485 | 320 | 42,2 | 1312 | 1493 |
| 7,0 | 1,57 | 44 | 49,1 | 41,5 | 5,55 | 171 | 194,9 | 106 | 13,99 | 435 | 495 | 330 | 43,6 | 1353 | 1540 |
| 7,5 | 1,61 | 45 | 50,8 | 42,0 | 5,61 | 173 | 197,2 | 108 | 14,26 | 443 | 504 | 340 | 44,9 | 1394 | 1587 |
| 8,0 | 1,65 | 46 | 52,4 | 42,5 | 5,68 | 175 | 199,1 | 110 | 14,52 | 451 | 513 | 350 | 46,2 | 1435 | 1633 |
| 8,5 | 1,70 | 48 | 54,1 | 43,0 | 5,74 | 177 | 201,0 | 112 | 14,78 | 459 | 523 | 360 | 47,5 | 1476 | 1680 |
| 9,0 | 1,74 | 49 | 55,8 | 43,5 | 5,81 | 179 | 203,5 | 114 | 15,05 | 467 | 532 | 370 | 48,8 | 1517 | 1727 |
| 9,5 | 1,79 | 51 | 57,5 | 44,0 | 5,87 | 181 | 206,0 | 116 | 15,31 | 476 | 541 | 380 | 50,2 | 1558 | 1773 |
| 10,0 | 1,82 | 52 | 59,2 | 44,6 | 5,94 | 183 | 208,5 | 118 | 15,58 | 484 | 551 | 390 | 51,5 | 1599 | 1820 |
| 10,5 | 1,88 | 53,5 | 62,0 | 45,0 | 6,00 | 185 | 211,0 | 120 | 15,84 | 492 | 560 | 400 | 52,8 | 1640 | 1867 |
| 11,0 | 1,93 | 55 | 62,8 | 45,5 | 6,07 | 187 | 213,0 | 122 | 16,10 | 500 | 569 | 410 | 54,1 | 1681 | 1913 |
| 11,5 | 1,98 | 57 | 64,7 | 46,0 | 6,13 | 189 | 215,0 | 124 | 16,37 | 508 | 579 | 420 | 55,4 | 1722 | 1960 |
| 12,0 | 2,03 | 58,5 | 66,5 | 46,5 | 6,20 | 191 | 217,5 | 126 | 16,63 | 517 | 588 | 430 | 56,8 | 1763 | 2007 |
| 12,5 | 2,07 | 60 | 68,4 | 47,0 | 6,26 | 193 | 220,0 | 128 | 16,90 | 525 | 597 | 440 | 58,1 | 1804 | 2053 |
| 13,0 | 2,12 | 62 | 70,2 | 47,5 | 6,33 | 195 | 222,0 | 130 | 17,16 | 533 | 607 | 450 | 59,4 | 1845 | 2100 |
| 13,5 | 2,17 | 63,5 | 72,1 | 48,0 | 6,39 | 197 | 224,0 | 132 | 17,42 | 541 | 616 | 460 | 60,7 | 1886 | 2147 |
| 14,0 | 2,22 | 65 | 74,0 | 48,5 | 6,46 | 199 | 226,5 | 134 | 17,69 | 549 | 625 | 470 | 62,0 | 1927 | 2193 |
| 14,5 | 2,27 | 66,5 | 76,0 | 49,0 | 6,52 | 201 | 229,0 | 136 | 17,95 | 558 | 635 | 480 | 63,4 | 1968 | 2240 |
| 15,0 | 2,33 | 68 | 77,9 | 49,5 | 6,59 | 203 | 231,5 | 138 | 18,22 | 566 | 644 | 490 | 64,7 | 2009 | 2287 |
| 15,5 | 2,38 | 70 | 79,9 | 50,0 | 6,65 | 205 | 234,0 | 140 | 18,48 | 574 | 653 | 500 | 66,0 | 2050 | 2334 |
| 16,0 | 2,43 | 72 | 81,9 | 51 | 6,78 | 209 | 238,5 | 142 | 18,74 | 582 | 663 | 510 | 67,3 | 2091 | 2380 |
| 16,5 | 2,49 | 73,5 | 83,9 | 52 | 6,91 | 213 | 243,0 | 144 | 19,01 | 590 | 672 | 520 | 68,6 | 2132 | 2427 |
| 17,0 | 2,54 | 75 | 86,0 | 53 | 7,04 | 217 | 247,5 | 146 | 19,27 | 599 | 681 | 530 | 70,0 | 2173 | 2474 |
| 17,5 | 2,60 | 77 | 88,0 | 54 | 7,17 | 222 | 252,0 | 148 | 19,54 | 607 | 691 | 540 | 71,3 | 2214 | 2520 |

Ιξωδομέτρηση με ιξωδόμετρο Engler (1)

200cm³ λιπαντικού ρέουν διαμέσου σωλήνα μικρής διατομής υπό καθορισμένες συνθήκες σε θερμοκρασία T °C. Η ίδια ποσότητα απεσταγμένου νερού στους 20°C ρέει από τον ίδιο σωλήνα και μετρώνται οι χρόνοι εκροής στη μία και στην άλλη περίπτωση.

$${}^{\circ}\text{Engler} = \frac{\text{χρόνος (sec) για } 200\text{cm}^3 \text{ λιπαντικού σε } (T)^{\circ}\text{C}}{\text{χρόνος (sec) για } 200\text{cm}^3 \text{ απεσταγμένου νερού σε } (T)^{\circ}\text{C}}$$

Ιξωδομέτρηση με ιξωδόμετρο Engler (2)

Το λιπαντικό φιλτράρεται, τοποθετείται στο δοχείο σε ποσότητα ελαφρώς μεγαλύτερη από τη στάθμη αναφοράς, και στη συνέχεια τοποθετείται το κάλυμμα του δοχείου, όπου έχει προσαρμοσθεί θερμόμετρο.

Η θερμοκρασία του εξεταζόμενου λιπαντικού διατηρείται σταθερή με τη χρήση υδατόλουτρου, το οποίο περιβάλλει το δοχείο, όπου τοποθετείται το λιπαντικό.

Οι θερμοκρασίες του υδατόλουτρου που περιβάλλει το δοχείο μέτρησης είναι:

- 20 οC για δοκιμές στους 20 οC
- 50,25 οC για δοκιμές στους 50 οC
- 100 οC για δοκιμές στους 100 οC

Ιξωδομέτρηση με ιξωδόμετρο Engler (3)

Όταν επιτευχθεί η ζητούμενη θερμοκρασία και αφού αυτή παραμένει σταθερή για 5min τουλάχιστον, αφαιρείται η περίσσεια λιπαντικού με τη βοήθεια του ξύλινου στελέχους.

Ρυθμίζεται εκ νέου η θερμοκρασία, και αφού σταθεροποιηθεί για 5min, απελευθερώνεται το αποφρακτικό στέλεχος και μετράται ο χρόνος εκροής 200cm³ λιπαντικού.

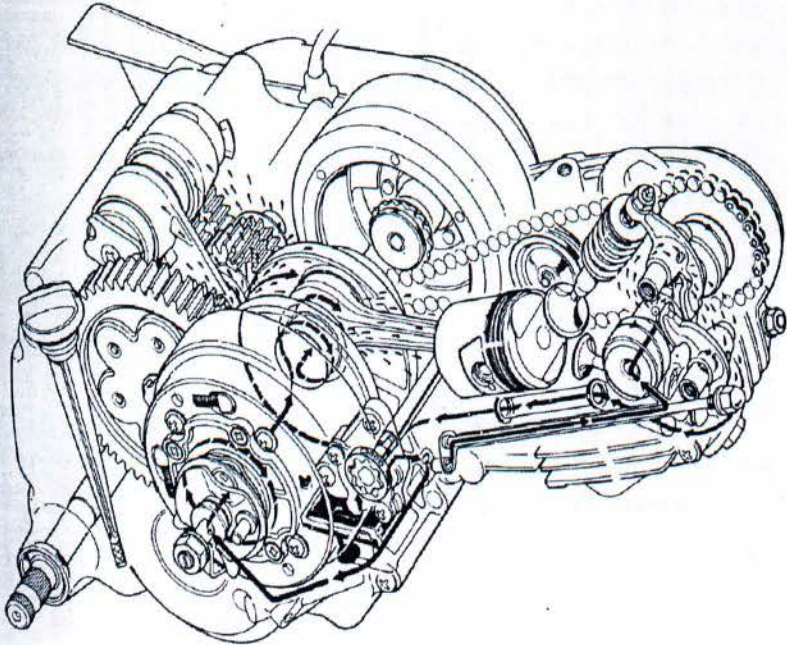
Κατά τη διάρκεια της πειραματικής άσκησης εκτελούνται μετρήσεις σε διαφορετικές θερμοκρασίες και προσδιορίζεται το κινηματικό ιξώδες σε (οE) στις θερμοκρασίες αυτές.

Οι μετρήσεις επαναλαμβάνονται για δεύτερο λιπαντικό.

Γίνεται τυποποίηση του λιπαντικού, σύμφωνα με τα βιβλιογραφικά δεδομένα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΑΣ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΡΟΗΣ ΛΑΔΙΟΥ



Στο κεφάλαιο 1 ,είδαμε τα κύρια μέρη του κινητήρα του μοντέλου. Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται το σύστημα λιπανσης και η διαδρομή που ακολουθεί το λιπαντικό για να καταλήξει και παλι στο κάρτερ και τη τρόμπα λαδιού. Σε πολλά σημεία, όπως στο κυβώτιο ταχυτήτων και στα κοκοράκια του εκκεντροφόρου η λιπανση γίνεται χάρη στο λιπαντικό νέφος που δημιουργείται από το στροβιλισμό των μερών του κινητήρα.

Η τρόμπα λαδιού η οποία είναι τοποθετημένη στο δεξι κάρτερ της μηχανής δέχεται κίνηση από από τον στροφαλοφόρο άξονα χάρη στη συνεργασία ενός συστήματος γραναζιών , καδένας και ενός άξονα. Επομένως ,όσες οι στροφές του κινητήρα, τόσες και οι στροφές περιστροφής της τρόμπας λαδιού.

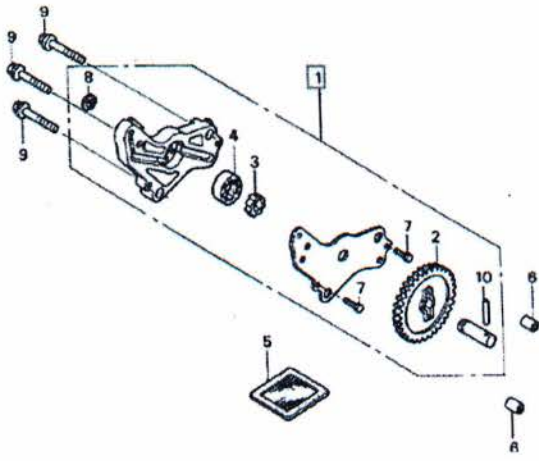
Το λάδι ακολουθεί δύο διαφορετικές διαδρομές :

- 1) Η πρώτη διαδρομή αφορά στη λίπανση των μερών της καύσης.Το λάδι από τη τρόμπα λαδιού πέφτει στο δεξι κάρτερ ,περνά από μια οπή στο κύλινδρο ,όπου και ακολουθεί το μπουλόνι σύσφιξης της κεφαλής και του κυλίνδρου και οδηγείται στο δεξι καπάκι της κυλινδροκεφαλής. Χάρη στην ειδική καταργασία του καπακιού πέφτει στον εκκεντροφόρο άξονα όπου χάρη στο στροβιλισμό που δημιουργείται λιπαίνονται και τα υπολοιπα μέρη της κεφαλής: τα κοκοράκια, οι βαλβίδες και τα ρουλμάν του εκκεντροφόρου.
- 2) Η δεύτερη διαδρομή χρησιμεύει για τη λίπανση των υπολοίπων μερών της μηχανής , όπως είναι ο στρόφαλος, και το σασμάν.Το λάδι φεύγει απ τη τρόμπα και πέφτει στο δεξι κάρτερ. Από εκεί οδηγείται στο δεξι καπάκι και από εκεί στη βίδα ρύθμισης του συμπλέκτη. Διαπερνά το φυγοκεντρικό φίλτρο λαδιού και πέφτει στον στροφαλοφόρο άξονα. Εκεί δημιουργείται και πάλι στροβιλισμός ,ο οποίος βοηθάει στη λίπανση του σασμάν και του διωστήρα - εμβόλου. Τέλος ,χάρη στη βαρύτητα το λάδι που κατακάθεται στα κάρτερ συλλέγεται και πάλι από τη τρόμπα λαδιού για να ακολουθήσει ξανά τις δυο διαδρομές.

Για να μπορέσουμε να εκμεταλευτούμε τη ροή του λιπαντικού χρειάζεται να επέμβουμε στη πρώτη διαδρομή και στο δεξι καπάκι της κυλινδροκεφαλής , στο σημείο όπου περνά το λάδι πριν την είσοδό του στον εκκεντροφόρο. Έτσι θα καταφέρουμε την έξοδο του λαδιού από τον κινητήρα και τη διέλευσή του από το ψυγείο λαδιού με σκοπό την αποβολή θερμότητας.

Η τρόμπα του κινητήρα στέλνει το λάδι μέχρι και 2,5 bar πίεση στη μέγιστη ισχύ της. Μετά όμως και τη διέλευση του λαδιού από το ψυγείο και τις υπόλοιπες σωληνώσεις είναι λογικό να υπάρχει κάποια πτώση πίεσης η οποία όμως δεν επηρεάζει το σύστημα και την ικανότητα λίπανσης καθώς ο συγκεκριμένος κινητήρας δεν

διαθέτει έδρανα υψηλής πίεσης. Σίγουρα όμως καταπονείται περισσότερο η τρόμπα λαδιού η οποία και θα ήταν προτιμότερο να αντικατασταθεί με κάποια πιο ισχυρή και ανθεκτική.



Στις εικόνες παρακάτω φαίνονται οι ενέργειες που χρειάστηκαν για να οδηγήσουμε το λάδι στο ψυγείο λαδιού.

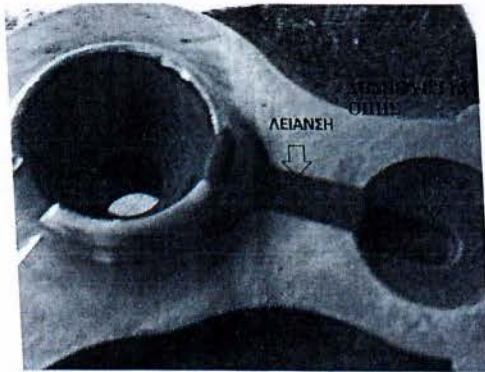


Μπλοκάροντας τη διαδρομή που ακολουθεί το λιπαντικό με ειδική κόλλα και με μια οπή στο καπάκι όπως θα δούμε και παρακάτω ,επιτυγχάνουμε την έξοδο του λιπαντικού.

(εικ. 1)



(εικ. 2)



(εικ. 3)

Αφου καταφέρουμε να οδηγήσουμε το λιπαντικό εκτός κινητήρα , με τις κατάλληλες σωληνώσεις το οδηγούμε στο ψυγείο λαδιού όπου ψύχεται και στη συνέχεια χάρη στη πίεση που δημιουργεί η τρόμπα επιστρέφει και πέφτει με χαμηλότερη θερμοκρασία στον κινητήρα. Για να γίνει αυτό επιβάλλεται η δημιουργία νέου αυλακιού αλλά και οπής κατά την είσοδο του λαδιού από τη ψύκτρα.



(ΕΙΚ. 4)

Η ΤΕΛΙΚΗ ΜΟΡΦΗ ΤΟΥ ΚΑΠΑΚΙΟΥ-ΨΥΚΤΡΑΣ



(ΕΙΚ. 5)



(ΕΙΚ.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΔΗΨΗ ΤΙΜΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ

1^η Δοκιμή

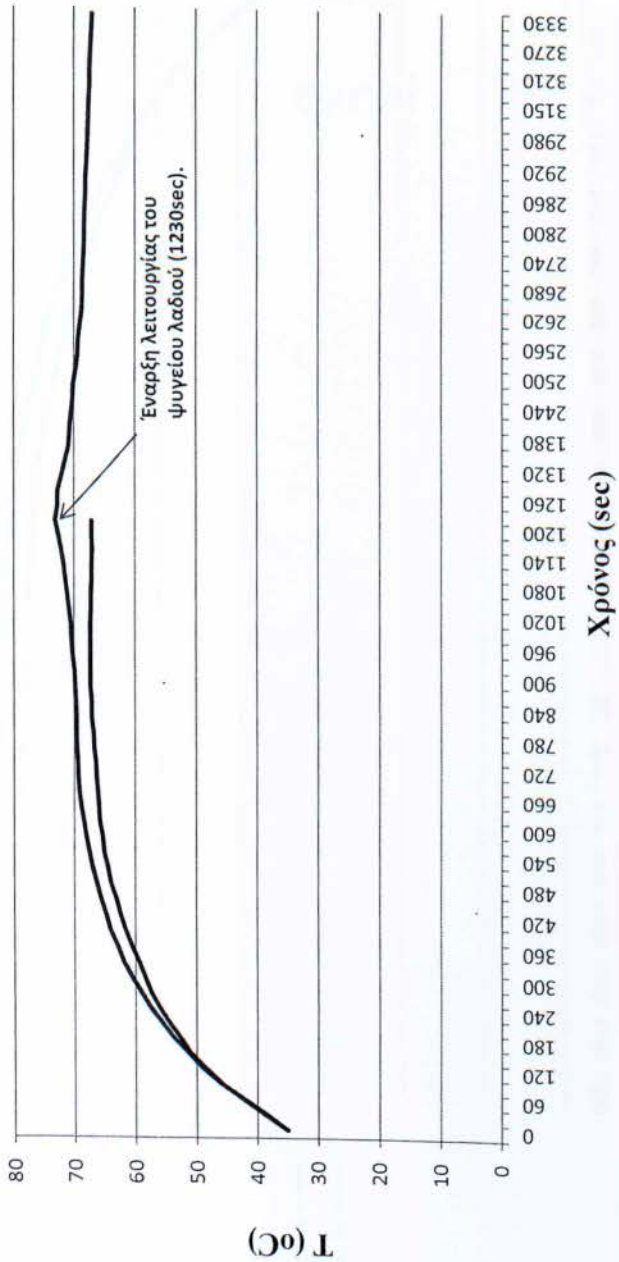
Σε κάθε περίπτωση (χρήση ψυγείου λαδιού ή μη) ,οι τιμές της θερμοκρασίας θα ξεκινούν με αρχική τιμή θερμοκρασίας του κινητήρα τους 35 °C και σταθερό φορτίο στις 1400 rpm.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΤΙΜΩΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΕ °C

| T(sec) | χωρίς ψυγείο λαδιού | με ψυγείο λαδιού |
|--------|---------------------|------------------|
| 0 | 35 | 35 |
| 30 | 38,5 | 38,8 |
| 60 | 42,3 | 42,4 |
| 90 | 46 | 45,9 |
| 120 | 49 | 48,5 |
| 150 | 51,4 | 51 |
| 180 | 53,7 | 52,6 |
| 210 | 55,6 | 54,4 |
| 240 | 57,5 | 56 |
| 270 | 59 | 57,4 |
| 300 | 60,5 | 58,4 |
| 330 | 61,9 | 59,4 |
| 360 | 62,9 | 60,6 |
| 390 | 64,1 | 61,6 |
| 420 | 64,8 | 62,4 |
| 450 | 65,6 | 63,1 |
| 480 | 66,3 | 64 |
| 510 | 67 | 64,5 |
| 540 | 67,5 | 65,1 |
| 570 | 68 | 65,3 |
| 600 | 68,4 | 65,8 |
| 630 | 68,8 | 65,9 |
| 660 | 69,1 | 66,1 |
| 690 | 69,3 | 66,3 |
| 720 | 69,4 | 66,4 |
| 750 | 69,5 | 66,7 |
| 780 | 69,6 | 66,8 |
| 810 | 69,6 | 67,1 |
| 840 | 69,7 | 67,1 |
| 870 | 69,8 | 67,3 |

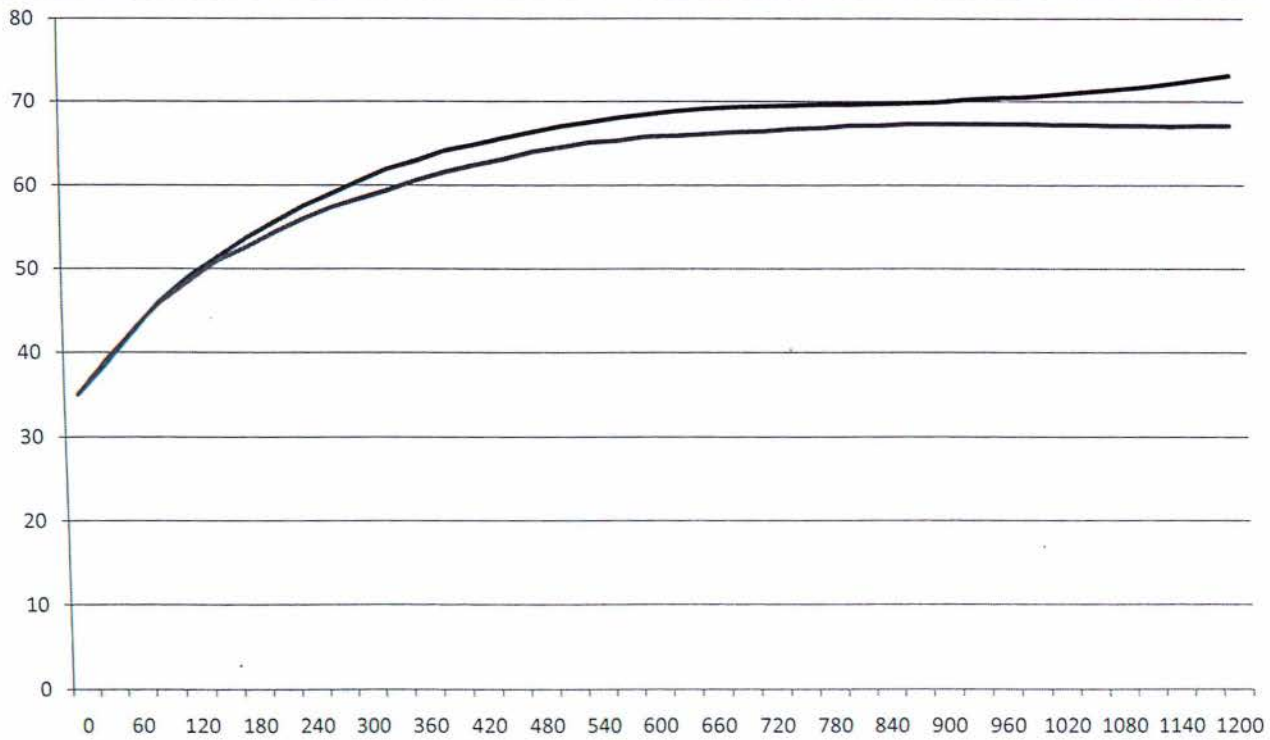
| | | |
|------|------|------|
| 900 | 69,9 | 67,3 |
| 930 | 70,2 | 67,3 |
| 960 | 70,4 | 67,3 |
| 990 | 70,5 | 67,3 |
| 1020 | 70,8 | 67,2 |
| 1050 | 71,1 | 67,2 |
| 1080 | 71,4 | 67,1 |
| 1110 | 71,7 | 67,1 |
| 1140 | 72,1 | 67 |
| 1170 | 72,6 | 67,1 |
| 1200 | 73,1 | 67,1 |
| 1230 | 72,7 | 67 |
| 1260 | 72,7 | |
| 1290 | 72,1 | |
| 1320 | 71,5 | |
| 1350 | 70,9 | |
| 1380 | 70,7 | |
| 2410 | 70,5 | |
| 2440 | 70,2 | |
| 2470 | 70,1 | |
| 2500 | 69,7 | |
| 2530 | 69,4 | |
| 2560 | 69,3 | |
| 2590 | 69 | |
| 2620 | 68,7 | |
| 2650 | 68,6 | |
| 2680 | 68,6 | |
| 2710 | 68,5 | |
| 2740 | 68,4 | |
| 2770 | 68,3 | |
| 2800 | 68,3 | |
| 2830 | 68,2 | |
| 2860 | 68,1 | |
| 2890 | 68,1 | |
| 2920 | 67,9 | |
| 2950 | 67,8 | |
| 2980 | 67,7 | |
| 3120 | 67,6 | |
| 3150 | 67,5 | |
| 3180 | 67,4 | |
| 3210 | 67,4 | |
| 3240 | 67,3 | |
| 3270 | 67,2 | |
| 3300 | 67,1 | |
| 3330 | 67 | |

Ενεργοποίηση του
κυκλώματος ψύξης



Διάγραμμα 2

T (oC)



χωρίς ψυγείο λαδιού
με ψυγείο λαδιού

Διάγραμμα 1

Διάγραμμα 1

Από

excel

ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ

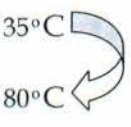
| Χρόνος Λειτουργίας (min) | ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΙΝΗΤΗΡΑ (°C) | | | |
|--------------------------------|--------------------------------|-----------|--------|--|
| | ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΨΥΓΕΙΟΥ ΛΑΔΙΟΥ | ΑΕΡΟΨΥΚΤΟ | | |
| 0 | 35 | 35 | | |
| 3 | 53,7 | 52,6 | | |
| 6 | 60,6 | 62,9 | | |
| 10 | 65,8 | 68,4 | | |
| 15 | 67,3 | 69,9 | | |
| 18 | 67,1 | 71,4 | | |
| 20 | 67,1 | 73,1 | | |
| Θερμοκρασία λαδιού | | Εισόδου | Εξόδου | <div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 40px; height: 40px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;">57,5</div> |
| | °C | 44,3 | 28,0 | |
| | ΔT | 16,3 | | |

Διάγραμμα 2

Από
excel

2^η Δοκιμή

Στη δεύτερη δοκιμή, θα αυξήσουμε το φορτίο στις 2000 rpm και θα σημειώσουμε για κάθε περίπτωση ξεχωριστά το χρόνο που θα χρειαστεί η μηχανή για να φτάσει από τους 35 στους 80 °C, καθώς και τη θερμοκρασία του λαδιού.

|  35°C 80°C | 2000 rpm | |
|---|-----------|--------------|
| | ΜΕ ΨΥΓΕΙΟ | ΧΩΡΙΣ ΨΥΓΕΙΟ |
| Χρόνος (min) | 16:35:81 | 8:55:32 |
| Θερμοκρασία λαδιού (°C) | 46,6 | 59,8 |

Σχόλια-παρατηρήσεις διαγραμμάτων:

Στη πρώτη δοκιμή όπου το φορτίο είναι σταθερό στις 1400 Rpm παρατηρούμε ότι χωρίς το ψυγείο λαδιού η τιμή της θερμοκρασίας έχει συνεχώς αυξανόμενη τάση. Με τη χρήση του ψυγείου και υπό τις ίδιες συνθήκες η θερμοκρασία της μηχανής αγγίζει τους 67,3 °C και σταθεροποιείται στους 67,1 °C (διάγραμμα 1) με τη διαφορά θερμοκρασίας στις δύο περιπτώσεις να φτάνει τους 16,3 °C.

Η αποβολή της θερμότητας αυτής φαίνεται καλύτερα στη περίπτωση όπου έχουμε κλειστό το κύκλωμα του ψυγείου λαδιού και με τη θερμοκρασία να βρίσκεται στους 73,1 °C. Στο σημείο εκείνο ενεργοποιούμε το κύκλωμα του ψυγείου και παρατηρούμε πτώση της θερμοκρασίας στους 67 °C (διάγραμμα 2).

Στη δεύτερη περίπτωση και ενώ έχουμε αυξήσει τις στροφές του κινητήρα στις 2000 Rpm, παρατηρούμε ότι με τη χρήση του ψυγείου λαδιού για να φτάσει η θερμοκρασία του κινητήρα στους 80 °C χρειάζεται το διπλάσιο σχεδόν χρόνο από ότι χρειάζεται απλά και μόνο με τη ψύξη του αέρα.

Να σημειώσουμε επίσης ότι δε θα μπορούσαμε να αυξήσουμε κατά πολύ τις στροφές του κινητήρα γιατί συγχρόνως θα έπρεπε να αυξήσουμε και τη ταχύτητα του αέρα ,πράγμα που στη περίπτωση μας δεν είναι εφικτό.

Γενικά μπορούμε να συμπεράνουμε πως το ψυγείο λαδιού είναι ένα πολύτιμο εργαλείο, ειδικά στις πολύστροφες μηχανές και στις μηχανές όπου θέλουμε να πετύχουμε υψηλές επιδόσεις και με μεγαλύτερη ασφάλεια. Χρήσιμο όμως είναι και για τα συμβατικά οχήματα με την προϋπόθεση η χρήση του να είναι ελεγχόμενη και όχι συνεχής. Στα δίκυκλα οχήματα η χρήση του είναι πιο σποραδική και ειδικά στις μηχανές μικρού κυβισμού καθώς δεν θεωρείται αναγκαίο.

Κάθε κατασκευαστής προτού δώσει στη παραγωγή το συγκεκριμένο κινητήρα με το ψυγείο λαδιού έχει αφιερώσει άπειρες δοκιμές και μελέτες καθώς η θερμοκρασία του λαδιού θα πρέπει να διατηρείται σε κάποιο συγκεκριμένο εύρος θερμοκρασιών και σε συγκεκριμένη πίεση εντός του κυκλώματος λίπανσης. Έτσι η προσθήκη του ψυγείου λαδιού σε έναν κινητήρα δεν θα έχει πάντα θετικά αποτελέσματα. Για παράδειγμα σε χώρες όπου το χειμώνα η θερμοκρασία συχνά πέφτει σε πολύ χαμηλά επίπεδα, ένας κινητήρας με ψυγείο λαδιού ποτέ δε θα έφτανε στη κατάλληλη θερμοκρασία και το ιξώδες του λαδιού θα ήταν πολύ χαμηλό, με αποτέλεσμα να μη λιπαίνεται σωστά ο κινητήρας και οι ανοχές των μετάλλων να είναι αρκετά μεγάλες. Αυτό θα οδηγούσε σε αυξημένο θόρυβο και στη πρόωρη φθορά μερών του κινητήρα.

Αντίθετα σε χώρες όπου το καλοκαίρι η θερμοκρασία κυμαίνεται σε πολύ υψηλά επίπεδα και ειδικά σε κατάσταση ακινησίας ή πολύ κίνησης θα ήταν χρήσιμη η χρήση του ψυγείου λαδιού καθώς δε θα επέτρεπε στη θερμοκρασία του λαδιού να ανέβει σε επικίνδυνα σημεία όπου το λάδι θα έχανε τις ιδιότητές του και θα καταστρεφόταν πρόωρα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Τ. Καπετανάκης, Π. Καραμπίλας, Θ. Ζαχμάνογλου, Γ. Πατσιαβός: Τεχνολογία αυτοκινήτου, πορεία προς το 2000, Β.Δ. Παπαθανασίου ΑΕ 1990
- Ιωαν. Δρόσος, Εμμ. Χατζηδάκης: Αυτοκίνητο, Σύγχρονη Πασχάλη Αθ. Ρετζεπή: Τεχνολογία αυτοκινήτου 2η και 3η έκδοση
- Κινητήριες Μηχανές II: Γ.Φ. ΔΑΝΙΗΛ
Αθανάσιος Μουρλός ,εργαστήριο τριβολογίας ,ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ, εργαστηριακή άσκηση μέτρησης ιξώδους λιπαντικών 2011
- Ιωάννης Νάτσος ,μηχανολόγος μηχανικός, ΑΤΕΙ Θεσσαλονίκης ,τμήμα οχημάτων
- Καραπάνος Χ., Κοτσιλιέρης Α., Κουντούρας Λ., Μηχανές Εσωτερικής Καύσης II, τεύχος Α΄ ,ΤΕΕ , Εκδόσεις Υπουργείου Εθνικής Παιδείας και Θρησκευμάτων
- Κονδύλης Γ., Μηχανές Εσωτερικής Καύσης II, Τεύχος 1 , Εκδόσεις Κωστόγιαννος ,2001