



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΤΙΤΛΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ: «ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΓΙΑ
ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΒΕΝΖΙΝΗΣ»**

Όνοματεπώνυμο: Τζώρτζης Μιχαήλ Σήφης

ΑΜ: 6126

Επιβλέπων καθηγητής: Τζιράκης Ευάγγελος, ΕΔΙΠ

Εισηγητής καθηγητής : Τζιράκης Κωνσταντίνος, Επίκουρος

Ηράκλειο, 2021-2022

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όσους με βοήθησαν να φέρω εις πέρας την πτυχιακή μου εργασία τόσο σε εργαστηριακό επίπεδο όσο και σε θεωρητικό. Αρχικά, τον καθηγητή και επιβλέπων κ.Τζιράκη Ευάγγελο για τη σημαντική βοήθεια και συνεργασία του. Επίσης, το συνεργείο αυτοκινήτων του κ. Γιώργου Γαλανάκη για την άψογη βοήθεια, συνεργασία καθώς επίσης και την παραχώρηση του χώρου για την ολοκλήρωση της επισκευής του κινητήρα. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω το κατάστημα ανταλλακτικών «ΚΟΥΖΟΥΛΟΓΛΟΥ» για την άμεση και σωστή παροχή αναγκαίων και δυσεύρετων ανταλλακτικών, λόγω παλαιότητας, που χρειάστηκαν για την επισκευή του κινητήρα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

1.1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

1.1.2 ΓΕΝΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

1.1.3 ΓΕΝΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

1.2 ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

2. ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΛΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΟΚΥΛΙΝΔΡΗΣ ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

3. ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΗΣ - ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΗΣ ΒΕΝΖΙΝΟΜΗΧΑΝΗΣ

3.1 ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΗΣ ΒΕΝΖΙΝΟΜΗΧΑΝΗΣ

4. ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ

4.1.1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΨΥΞΗΣ

4.1.2 ΨΥΚΤΙΚΟ ΥΓΡΟ

4.1.3 ΨΥΓΕΙΟ

4.1.4 ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΗΣ

4.1.5 ΤΡΟΜΠΑ - ΑΝΤΛΙΑ ΝΕΡΟΥ

5. ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΙΠΑΝΣΗΣ

5.1. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΡΙΒΗΣ

5.2. ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ

5.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ

5.3.1 ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΛΑΔΙΟΥ – ΚΑΡΤΕΡ

5.3.2 ΑΝΤΛΙΕΣ ΛΑΔΙΟΥ

5.3.3 ΨΥΓΕΙΟ ΛΑΔΙΟΥ

5.3.4 ΦΙΛΤΡΟ ΛΑΔΙΟΥ

5.3.5 ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

6. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΗΧΑΝΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ ΓΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΥΣ ΣΚΟΠΟΥΣ – ΟΡΙΣΜΟΣ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟΥ

7. ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟΥ

8. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟΥ ΝΕΡΟΥ

9. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

9.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

9.2 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΒΛΑΒΕΣ ΚΑΙ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

9.3 ΑΡΧΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

10. ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

10.1. ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΨΥΞΗΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

10.2. ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΡΩΝ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

11. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

12. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποσκοπεί στην ανακατασκευή, την επισκευή, τη συντήρηση και την άρτια λειτουργία ενός εργαστηριακού κινητήρα εσωτερικής καύσης συνδεδεμένου με δυναμόμετρο νερού. Επίσης, στοχεύει στην σωστή λειτουργία και επίδειξη των περιφερειακών συστημάτων του, αυτό του συστήματος ψύξης, του συστήματος λίπανσης και του ηλεκτρονικού συστήματος διαχείρισης του κινητήρα, τα οποία χρήζουν επισκευής βελτιώσεων και επανεγκαταστάσεων.



1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΕΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

1.1.1 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

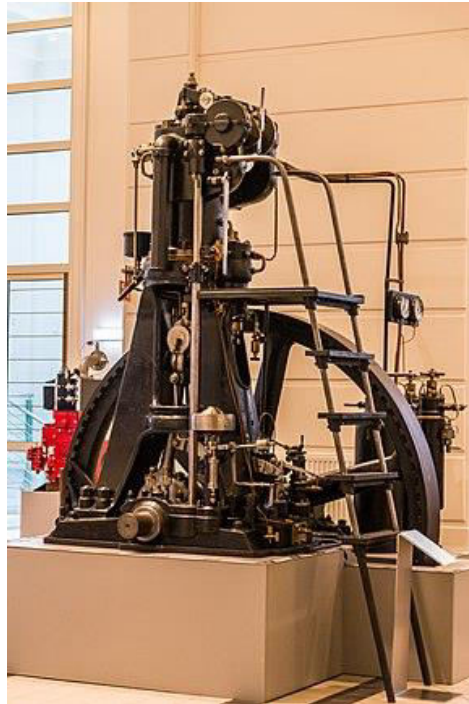
Ο περασμένος αιώνας μπορεί να χαρακτηριστεί ως η περίοδος των τεχνικών και τεχνολογικών εξελίξεων σε όλους τους τομείς.

Από τις αρχές του αιώνα, ραγδαία εξάπλωση και πρόοδος σημείωσαν οι μηχανές εσωτερικής καύσης δίνοντας το έναυσμα για την επιδίωξη της ανάπτυξης στον τομέα των μεταφορών. Η πρώτη μηχανή εσωτερικής καύσης με ικανοποιητική λειτουργία κατασκευάστηκε από το Ζαν-Ζοζέφ-Ετιέν Λενουάρ (Jean-Joseph-Etienne Lenoir, 1822- 1900), ένα Γάλλο εφευρέτη γεννημένο στο Βέλγιο. Η μηχανή αυτή χρησιμοποιούσε ως καύσιμο ένα μείγμα από κάρβουνο, φωταέριο και αέρα. Το 1860, ο Λενουάρ 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 Λενουάρ ήταν πιο μικρό και είχε καλύτερη οδική συμπεριφορά. Εν τούτοις, η μηχανή εσωτερικής καύσης του Λενουάρ είχε πολύ χαμηλή απόδοση. Ο Αυστριακός Ζίγκφριντ Μάρκους (Siegfried Marcus) έκανε πειράματα με μηχανές που χρησιμοποιούσαν ως καύσιμο τη βενζίνη. Ο Μάρκους τοποθέτησε μια τέτοια 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 Νικολάους Άουγκουστ Όττο (Nikolaus August Otto , 1832-1891) πειραματίστηκε με τη μηχανή του Lenoir (Λενουάρ) και κατασκεύασε τον πρώτο τετράχρονο κινητήρα το 1876. Οι αρχές λειτουργίας του κινητήρα του Otto αποτέλεσαν τις βάσεις, πάνω στις οποίες λειτουργούν ακόμα και σήμερα οι βενζινοκινητήρες.

Με την καθιέρωση του κινητήρα του Otto οι έρευνες στράφηκαν στην εξέλιξη και βελτίωση της μεθόδου αναφλέξεως του μείγματος καυσίμου – αέρα. Το αποτέλεσμα των ερευνών αυτών ήταν η ανακάλυψη του τύπου κινητήρα συμπίεσης – ανάφλεξης. Ο κινητήρας αυτός λειτουργούσε με τη μέθοδο της μεγάλης συμπίεσης αέρα μέσα στο κύλινδρο με σκοπό να δημιουργηθεί μεγάλη θερμοκρασία. Στη συνέχεια, το καύσιμο ψεκαζόταν μέσα στον κύλινδρο όπου λόγω της ήδη υψηλής θερμοκρασίας του αέρα ξεκινούσε η καύση του. Έτσι, η εκτόνωση των αερίων μπορούσε να απελευθερώσει μεγάλη ποσότητα ενέργειας. Παράλληλα, με την ανακάλυψη του συγκεκριμένου τύπου κινητήρα, δεν έλειψαν τα προβλήματα που παρουσιάστηκαν στις έρευνες αυτές. Ένα απ’αυτά ήταν η δυσκολία ψεκασμού του καυσίμου στον κύλινδρο λόγω της υψηλής πίεσης που επικρατούσε μέσα σε αυτόν λόγω της συμπίεσης του αέρα. Επίσης, οι υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις

που αναπτύσσονταν στους συγκεκριμένους κινητήρες είχαν ως αποτέλεσμα την πρόκληση σοβαρών επιπτώσεων στην αντοχή των υλικών κατασκευής τους.

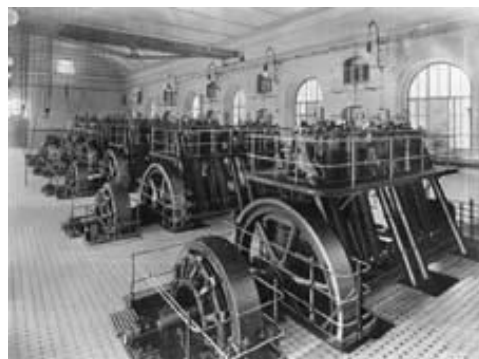
Την επόμενη δεκαετία, ο Γερμανός μηχανικός Rudolf Christian Karl Diesel επιχείρησε και πέτυχε την αύξηση της αξιοπιστίας των κινητήρων συμπίεσης – ανάφλεξης. Στην αρχή, προσπάθησε χρησιμοποιώντας ως καύσιμο τον γαιάνθρακα, όμως, οι κινητήρες καταστρέφονταν. Το 1894, χρησιμοποιώντας ως καύσιμο το πετρέλαιο κατάφερε να δημιουργήσει τον πιο οικονομικό και καλύτερο από άποψη απόδοσης κινητήρα εκείνης την εποχής.



Εικόνα 1 Ο πρώτος κινητήρας που σχεδιάστηκε και λειτούργησε από τον Rudolf Christian Karl Diesel, βρίσκεται στο μουσείο «Deutsches Museum» στο Μόναχο της Γερμανίας. (πληροφορίες – πηγή: βιογραφικό Karl Diesel)

Μέχρι την έναρξη της δεκαετίας του 1900 οι πετρελαιοκινητήρες είχαν διαδοθεί ευρέως σε ολόκληρη την Ευρώπη. Ο τεράστιος όγκος τους σε συνδυασμό με το πολύ μεγάλο βάρος τους τους καθιστούσαν μόνο ως κινητήρες βάσης, καταναλώνοντας συνεπώς μεγάλη έκταση χώρου. Για παράδειγμα, κύρια χρήση τους αποτελούσε η τοποθέτησή τους σε εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

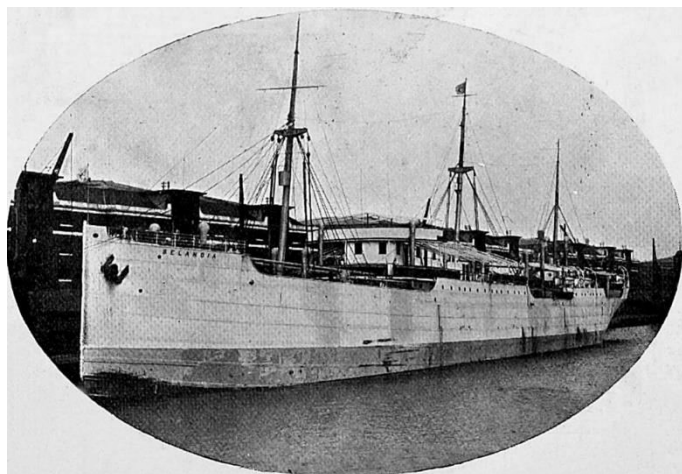
Εικόνα 2 Ένας από τους πρώτους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο Κίεβο το 1904. Αποτελείται από κινητήρες Diesel της MAN έξι ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη με τετρακύλινδρες, τετράχρονα πετρελαιομηχανές ισχύος 400 hp η κάθε μια. (πληροφορίες – πηγή: MAN)



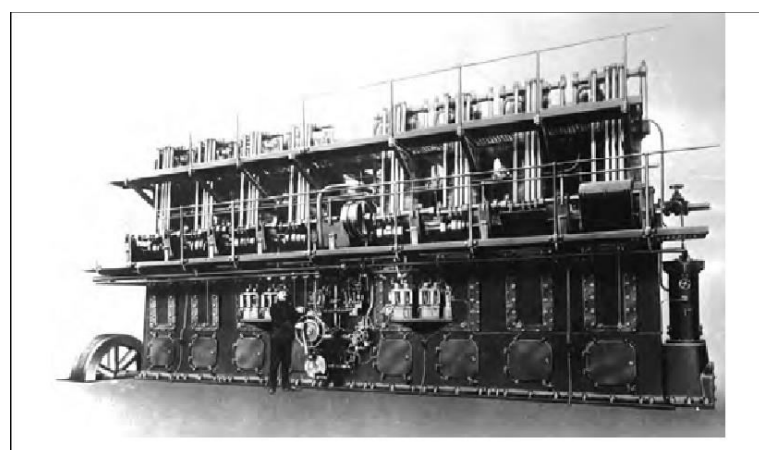
Ο τομέας της ναυτιλίας διαδραμάτισε καθοριστικό ρόλο για την εξέλιξη κυρίως του κινητήρα Diesel αλλά και γενικά των πετρελαιοκινητήρων.

Το πρώτο πλοίο με εγκατεστημένο κινητήρα Diesel ήταν το Romagna 678 τόνων, το οποίο ναυπηγήθηκε το 1910 στα ναυπηγεία Cantieri Navali Riuniti διαθέτοντας δύο τετρακύλινδρους κινητήρες Sultzer των 280 kW έκαστος με διάμετρο εμβόλου 310 mm (χιλιοστά) διαδρομή 460 mm και ταχύτητα περιστροφής 250 rpm (στροφές ανά λεπτό).

Το 1912, έγινε η πρώτη εγκατάσταση πετρελαιοκινητήρα σε εμπορικό πλοίο και πραγματοποιήθηκε από την εταιρεία Burmeister&Wain στο πλοίο με το όνομα Selandia (εικόνα 3). Το συγκεκριμένο πλοίο πραγματοποίησε στη συνέχεια ταξίδι 20.000 ναυτικών μιλίων από την Κοπεγχάγη μέχρι την Άπω Ανατολή. Η τεραστίων διαστάσεων μηχανή του (εικόνα 4) στάθηκε αντάξια των προσδοκιών και μέχρι το 1920 είχαν κατασκευαστεί 16 παρόμοια πλοία από το ίδιο ναυπηγείο.

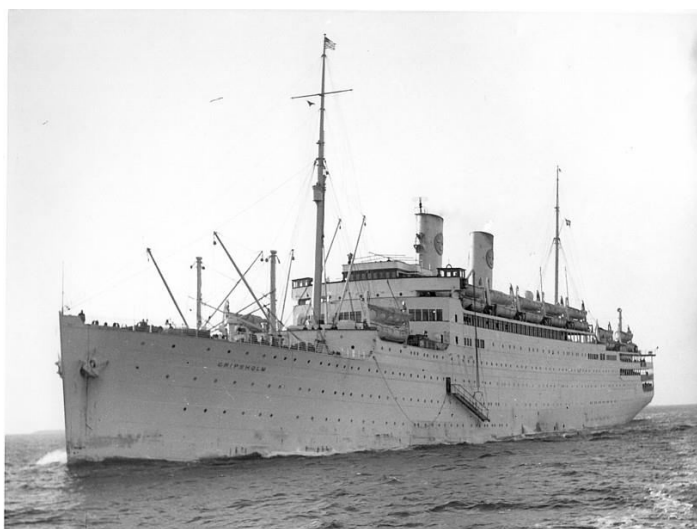


Εικόνα 3 Το εμπορικό πλοίο Selandia. (πηγή: Ευγενίδιο εκπαιδευτικό ίδρυμα, τμήμα μηχανών εσωτερικής καύσης).



Εικόνα 4 Ένας από τους δύο τετράχρονους οκτακύλινδρους κινητήρες DE-8150-X, ισχύος 1125 hp, ύψους περίπου 6 μέτρων, πλάτους περίπου 8,5 και μήκους περίπου 10 μέτρων κατασκευής B&W, του πλοίου Selandia ναυπηγήσεως 1912. (πηγή: Ευγενίδιο εκπαιδευτικό ίδρυμα, τμήμα μηχανών εσωτερικής καύσης).

Το 1914 υπήρχαν λιγότερα από 300 ντιζελοκίνητα πλοία, συνολικού τονάζ 235.000 τόνων. Την επόμενη δεκαετία, ο αριθμός τους αυξήθηκε στα 2.000 πλοία συνολικού τονάζ 2 εκατομμυρίων τόνων. Μέχρι το 1940, ο αριθμός των πλοίων αυξήθηκε στα 8.000 πλοία με 18 εκατομμύρια τόνους τονάζ. Στη συνέχεια, μεταξύ των δύο παγκοσμίων πολέμων το ποσοστό των ντιζελοκίνητων πλοίων εκτοξεύθηκε από το 1.3% στο 25% του συνολικού τονάζ. Η ραγδαία εξέλιξη στα ντιζελοκίνητα πλοία έφερε το 1925 τη ναυπήγηση του πρώτου υπερατλαντικού επιβατηγού πλοίου με κινητήρες Diesel (εικόνα 5) . Το πλοίο πήρε το όνομα Gripsholm και ήταν εξοπλισμένο με δύο εξακύλινδρους τετράχρονους κινητήρες της B&W συνολικής ισχύος 9.930 KW.



Εικόνα 5 Το υπερατλαντικό επιβατηγό πλοίο Gripsholm, έτος ναυπήγησης 1925. (πηγή : Ευγενίδιο εκπαιδευτικό ίδρυμα, τμήμα μηχανών εσωτερικής καύσης).

Η υιοθέτηση της υπερπληρώσεως στους τετράχρονους κινητήρες έδωσε μεγάλη ώθηση για την κατασκευή μικρότερων χωρητικά κινητήρων οι οποίοι απέδιδαν μεγαλύτερη ισχύ. Η υπερπλήρωση άρχισε να εφαρμόζεται τη δεκαετία του 1920 για την αποτελεσματικότερη απόπλυση των κυλίνδρων

με τη χρήση μηχανικών συμπιεστών. Η πρώτη ευρεσιτεχνία στροβιλοϋπερπληρωτή κατατέθηκε από τον Buchi το 1905. Χρειάστηκαν, όμως, πέντε δεκαετίες για την πλήρη του εφαρμογή σε μεγάλες ναυτικές μηχανές. Η πρώτη ναυτική μηχανή με χρήση στροβιλοϋπερπληρωτή κατασκευάστηκε το 1927 από την MAN διαθέτοντας σύστημα υπερπληρώσεως σταθερής πίεσεως της Brown Boveri. Το σύστημα αυτό αύξησε την ισχύ της μηχανής από 1250 KW στις 240 rpm στα 1765 KW στις 275 rpm και στη συνέχεια στα 2960 KW στις 317 rpm.

Σημαντική εξέλιξη στις ναυτικές μηχανές αποτέλεσε η χρήση βαρέος πετρελαίου από τα μέσα της δεκαετίας του 1950. Αυτό σε συνδυασμό με τη χρήση κατάλληλων λιπαντικών τα οποία εξουδετέρωναν τα όξινα παράγωγα της καύσεως του βαρέου τύπου πετρελαίου επέτρεπαν τη μείωση της φθοράς του κινητήρα με τη χρήση των συγκεκριμένων βαρέων καυσίμων σε επίπεδα αντίστοιχα με εκείνων του καθαρού Diesel.

Το 1927, η εταιρεία Robert Bosch ξεκίνησε τη κατασκευή εξαρτημάτων για τους πετρελαιοκινητήρες. Ειδικότερα, εστίασε στα εξαρτήματα για τους μηχανισμούς

ψεκασμού των κινητήρων. Η δυνατότητα της εταιρείας να παράγει μαζικά εξοπλισμό με μεγάλη ποικιλία εφαρμογών στα συστήματα ψεκασμού των κινητήρων, ενώ παράλληλα η απόκτηση άδειας κατασκευής εξαρτημάτων και σε άλλες χώρες δημιουργώντας έξτρα μονάδες παραγωγής έκαναν τους πετρελαιοκινητήρες και την εταιρεία Robert Bosch δημοφιλείς ακόμη περισσότερο διεθνώς.

Το 1936, έκανε την εμφάνισή της η εταιρεία Mercedes-Benz, η οποία ξεκίνησε την παραγωγή ενός μικρού, σχετικά για τα δεδομένα της εποχής, επιβατικού πετρελαιοκίνητου οχήματος. Κατά τη διάρκεια και με το πέρας του Β' παγκοσμίου πολέμου, σε όλες τις χώρες παγκοσμίως εκτός των ΗΠΑ η τιμή της βενζίνης είχε εκτοξευτεί. Έτσι, η Ευρώπη και η Ιαπωνία αναγκάστηκαν να οδηγηθούν στην κατασκευή μικρών πετρελαιοκινητήρων κατάλληλων για χρήση σε μικρής κατηγορίας φορτηγά και επιβατικά οχήματα, την ίδια ώρα που στις ΗΠΑ υπήρχε ραγδαία εξέλιξη στην ανάπτυξη αποδοτικότερων κινητήρων κατάλληλων για μεγάλα φορτηγά. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την ευρεία εξέλιξη και ανάπτυξη των πετρελαιοκινητήρων και σε άλλες εφαρμογές.

Την δεκαετία του 1970 και συγκεκριμένα το 1973, ξεκίνησε το εμπάργκο του πετρελαίου από τα αραβικά κράτη. Ως αποτέλεσμα αυτού ήταν η τεράστια αύξηση των τιμών του πετρελαίου. Έτσι, οι συνθήκες που δημιουργήθηκαν από το εμπάργκο των αραβικών κρατών και σε συνδυασμό με τον Β' παγκόσμιο πόλεμο, λίγες μόλις δεκαετίες πριν όρισαν την οικονομία του καυσίμου τον σημαντικότερο παράγοντα από τον οποίο εξαρτιόνταν η ανάπτυξη και η σχεδίαση νέων κινητήρων εσωτερικής καύσης είτε αυτός ήταν βενζίνης είτε πετρελαίου. Παράλληλα, λοιπόν, με το εμπάργκο αναπτύχθηκε αισθητά η εξέλιξη και η δημιουργία ικανότερων κινητήρων εσωτερικής καύσης με καύσιμο την βενζίνη. Έτσι, μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 1970 πολλοί κατασκευαστές προσέφεραν τα ίδια μοντέλα είτε επιβατικά είτε ελαφρά φορτηγά εξοπλισμένα με κινητήρες βενζίνης ή πετρελαίου.

Στα μέσα της επόμενης δεκαετίας, περίπου το 1986 η τιμή της βενζίνης μειώθηκε σημαντικά. Το γεγονός αυτό και σε συνδυασμό με το επιπλέον κόστος κατασκευής και βάρους του πετρελαιοκινητήρα οδήγησε τους κατασκευαστές να περιορίσουν αισθητά τη χρήση των πετρελαιοκινητήρων στα επιβατικά οχήματα. Έτσι, η χρήση του πετρελαιοκινητήρα συνδέθηκε κυρίως με τα μικρά και ελαφρά φορτηγά στα μεσαίας και βαριάς κατηγορίας οχήματα καθώς επίσης και στην πλειοψηφία σχεδόν όλων των γεωργικών μηχανημάτων.

Η εισαγωγή της ηλεκτρονικής τεχνολογίας για την επίτευξη του συνεχή ελέγχου της καύσεως μέσω ειδικών αισθητήρων στα καυσαέρια στα μέσα της δεκαετίας του 1990, έμελλε να δώσει περισσότερες λύσεις και τεράστια ποσοστά εξέλιξης και βελτίωσης σε όλους του κινητήρες εσωτερικής καύσης. Δόθηκε έτσι η δυνατότητα να αναπτυχθούν ακόμη περισσότερο οι κινητήρες Otto και Diesel πτωχού μείγματος οι οποίοι διακρίνονταν για την υψηλή οικονομία και την χαμηλή εκπομπή ρύπων.

Από την δεκαετία του 1990 μέχρι σήμερα, οι τεχνολογικές εξελίξεις έχουν οδηγήσει τους κινητήρες εσωτερικής καύσης σε μονοπάτια που μέχρι πριν λίγες δεκαετίες ήταν αδιανόητα. Συστήματα, όπως το θρυλικό VTEC της HONDA το οποίο στα μέσα της δεκαετίας του 1990 εκτόξευσε την ισχύ των ατμοσφαιρικών κινητήρων στα 100ps/lt. και τεχνολογίες, όπως η υπερτροφοδότηση κι ο άμεσος ψεκασμός αποτέλεσαν την αιχμή του δόρατος στην άνευ προηγουμένου εξέλιξη που ακολούθησε και η οποία εξακολουθεί να καλπάζει στις μέρες μας σε όλους του κινητήρες εσωτερικής καύσης ανεξαρτήτου καυσίμου.

1.1.2 ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

Κύρια χρήση των βενζινοκινητήρων αποτελεί η κίνηση οχημάτων, μοτοποδηλάτων, μοτοσυκλετών, μικρών και μεσαίων σκαφών, ελικοφόρων αεροσκαφών. Ακόμα, η ευρεία χρήση τους εντοπίζεται στα γεωργικά μηχανήματα καθώς και σε μικρές έως και μεσαίες ηλεκτρογεννήτριες. Παρακάτω, παρουσιάζονται οι βασικότερες κατηγορίες χρήσης τους.

1. Μηχανές αυτοκινήτων

Οι βενζινοκινητήρες λόγω του μικρού τους βάρους, τους χαμηλούς παραγόμενους ρύπους, της ταχύτερης ανταπόκρισης σε επιτάχυνση καθώς και της μεγαλύτερης παραγόμενης ισχύς στον ίδιο όγκο, έχουν επικρατήσει ακόμα και σήμερα στο χώρο της αυτοκινητοβιομηχανίας. Παρόλο που πλέον η εξέλιξη των πετρελαιοκινητήρων έχει φέρει τις δύο κατηγορίες κινητήρων στα ίδια σχεδόν επίπεδα.



Εικόνα 6 Τετρακύλινδρος βενζινοκινητήρας αυτοκινήτου (πηγή : HONDA).

2. Μηχανές μοτοσικλετών

Στην κατηγορία των μοτοσικλετών αποτελούν το μοναδικό είδος που χρησιμοποιείται στη βιομηχανία. Αυτό συμβαίνει λόγω της υψηλής ισχύος που μπορούν να αποδώσουν, των υψηλών στροφών περιστροφής που μπορούν να αναπτύξουν έχοντας έτσι την καλύτερη δυνατή επιτάχυνση. Αυτά αποτελούν δεδομένα τα οποία είναι αντιστρόφως ανάλογα με το βάρος και τον όγκο των βενζινοκινητήρων στην συγκεκριμένη κατηγορία.



Εικόνα 7 Μονοκύλινδρος κινητήρας μοτοσυκλέτας (πηγή : HONDA).

3. Μηχανές γεωργικών μηχανημάτων

Οι κινητήρες γεωργικών μηχανημάτων είναι ως επί το πλείστον κινητήρες δίχρονοι ελαφράς κατασκευής με αρκετά υψηλές αντοχές και επιδόσεις. Η κατασκευή και η λειτουργία τους είναι αρκετά απλουστευμένη. Η συντήρησή τους είναι φθηνή και αρκετά συμβατή σε οικονομικό επίπεδο αλλά και στην εύρεση ανταλλακτικών. Μηχανήματα που φέρουν τέτοιου είδους βενζινοκινητήρες είναι τα αλυσοπρίονα χορτοκοπτικά σκαφτικά και άλλα.



Εικόνα 8 Εσωτερική όψη ενός βενζινοκίνητου δίχρονου αλυσοπρίονου (πηγή : Husqvarna).

4. Ναυτικές μηχανές

Ως ναυτικές μηχανές οι βενζινοκίνητες μηχανές χρησιμοποιούνται για την κίνηση σε ταχύπλοα σκάφη και jet-ski. Στην κατηγορία αυτή, οι βενζινοκινητήρες είναι είτε δίχρονοι είτε τετράχρονοι, υδρόψυκτοι κινητήρες με ανοικτό κύκλωμα ψύξεως.



Εικόνα 8:



Εικόνα 9 Στις εικόνες 8 και 9 παραπάνω απεικονίζεται ένας υπερσύγχρονος τετράχρονος κινητήρας ταχύπλου σκάφους από 20 έως 45 πόδια της εταιρίας VOLVO με ονομασία μοντέλου PENTA IPS AQUAMATIC STERNDRIVE (πηγή : VOLVO).

5. Βενζινοκίνητα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη (γεννήτριες)

Τα βενζινοκίνητα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη χρησιμοποιούνται όπου απαιτείται μικρή παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς. Είναι εύκολα στη μεταφορά και με μικρό βάρος. Χρησιμοποιούνται σε περιοχές που δεν καλύπτονται από σταθερό δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, σε γεωργικές και οικιακές εκμεταλλεύσεις.

6. Εμβολοφόροι αεροπορικοί κινητήρες

Μικρά ελικοφόρα αεροσκάφη και μικρά ελικόπτερα γενικής αεροπορίας είναι αυτά που χρησιμοποιούν εμβολοφόρους αεροπορικούς κινητήρες. Καταναλώνουν ειδικό καύσιμο, αεροπορική βενζίνη – κηροζίνη, έχουν μικρό βάρος, υψηλό αριθμό στροφών και είναι αερόψυκτοι. Εξαιτίας του μεγάλου ύψους λειτουργίας τους και της δυνατότητας ανάστροφης πτήσης, διαθέτουν ειδικά συστήματα λίπανσης και τροφοδοσίας. Στην πλειοψηφία τους, οι κινητήρες αυτοί είναι εμβολοφόροι παλινδρομικοί και σε μικρότερες κλίμακες τέτοιων αεροσκαφών μπορούν να χρησιμοποιηθούν κινητήρες τύπου Wankel.

1.1.3 ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

1. Κινητήρες αυτοκινήτων

Στις μέρες μας, η εξέλιξη των πετρελαιοκινητήρων είναι ραγδαία. Έτσι, εκτός από την κατηγορία των φορτηγών, των λεωφορείων και των βαρέων μηχανημάτων, στα οποία επί χρόνια η χρήση πετρελαιοκινητήρων έχει επικρατήσει, η παρουσία τους αυξάνεται έντονα και στην κατηγορία των αυτοκινήτων. Κύριοι λόγοι της ανάπτυξης αυτής αποτελούν οι βελτιώσεις στα χαρακτηριστικά λειτουργίας τους. Πιο συγκεκριμένα, η παροχή οικονομίας καυσίμου και η μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων είναι οι δύο κύριοι λόγοι της χρήσης των πετρελαιοκινητήρων στο χώρο των αυτοκινήτων.

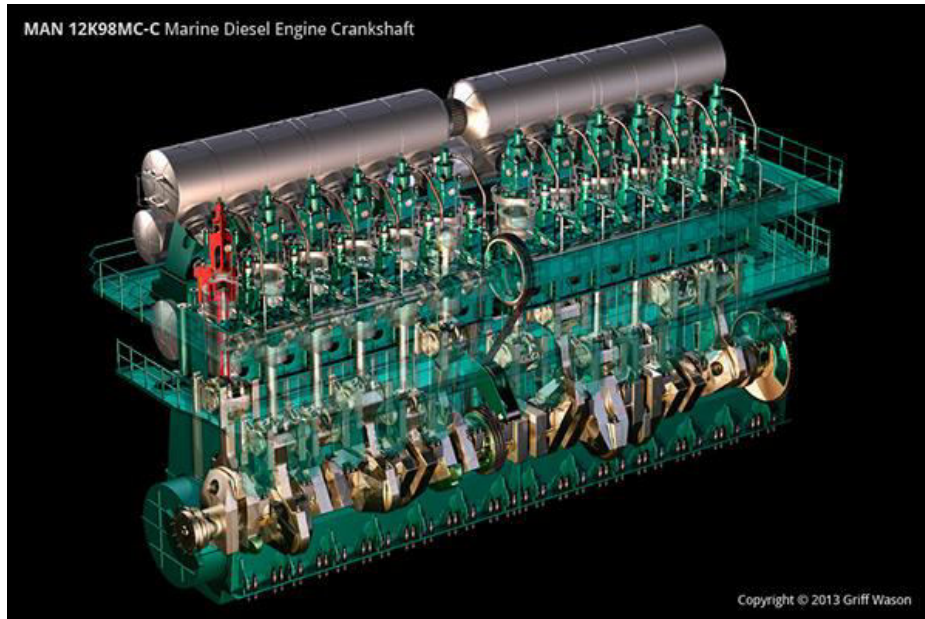
Κύρια χαρακτηριστικά των πετρελαιοκινητήρων που χρησιμοποιούνται στα αυτοκίνητα είναι το μικρό βάρος ανά παραγόμενο ίππο, ο μεγάλος αριθμός στροφών ανά λεπτό (2200-5000 rpm) , η λειτουργία χωρίς κραδασμούς, το γρήγορο ξεκίνημα σε κρύο περιβάλλον, η χρήση ειδικής ποιότητας καυσίμου (πετρέλαιο κίνησης – diesel) και η σχεδίαση και κατασκευή τους για την όσο το δυνατόν μικρότερη εκπομπή ρύπων. Στο μεγαλύτερο τους μέρος οι κινητήρες αυτοί είναι υπερπληρούμενοι.



Εικόνα 10 Τετρακύλινδρος πετρελαιοκινητήρας αυτοκινήτου με μέγιστη δυνατότητα απόδοσης 2500 κυβικών εκατοστών (πηγή : MITSUBISHI).

2. Ναυτικές μηχανές

Σε όλα τα θαλάσσια μέσα από μεσαία - μεγάλα σκάφη μέχρι εμπορικά, πολεμικά πλοία και υποβρύχια συναντάται η χρήση των πετρελαιοκινητήρων. Ποικίλλουν ανά τύπο, τετράχρονης - δίχρονης, διαφόρων μεγεθών και ισχύος. Το σύνολο των μηχανών αυτών και σε αυτή τη κατηγορία είναι υπερπληρούμενο.



Εικόνα 11 Ναυτικός δωδεκάκύλινδρος πετρελαιοκινητήρας (πηγή : MAN).

3. Κινητήρες βαρέων οχημάτων

Στις κατηγορίες των χωματουργικών και των γεωργικών μηχανημάτων γίνεται ευρεία χρήση των πετρελαιοκινητήρων μηχανών. Πρόκειται για κινητήρες μεγαλύτερης ισχύος, υπερπληρούμενους, μεγαλύτερου μεγέθους, βάρους, στιβαρής κατασκευής και με μικρότερο αριθμό στροφών από αυτόν των αυτοκινήτων.

4. Πετρελαιοκινητήρες ηλεκτρογεννητριών

Για την ηλεκτροδότηση νησιών, μικρών περιοχών, νοσοκομείων βιομηχανικών και στρατιωτικών εγκαταστάσεων σε έκτακτη ανάγκη και μη, γίνεται χρήση πετρελαιοκινητήριων ηλεκτρογεννητριών. Η παρουσία τους σε εργοστάσια ηλεκτροδότησης μεγαλύτερων περιοχών εντοπίζεται ιδιαίτερα στην Ελλάδα με πολλά εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας να χρησιμοποιούν πετρελαιοκίνητες γεννήτριες τύπου Diesel ή βαρύτερου καυσίμου παράγωγου του πετρελαίου όπως το μαζούτ. Κύρια χαρακτηριστικά τους είναι η υψηλή ισχύς που μπορούν να αποδώσουν, ο μεγάλος βαθμός αξιοπιστίας στη λειτουργία τους, οι σταθερές στροφές λειτουργίας τους για την επίτευξη σταθερής συχνότητας ρεύματος.



Εικόνα 12 Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος ισχύος άνω των 3500 kW κινούμενο με πετρελαιοκινητήρα (πηγή: CATERPILLAR).

1.2 ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΜΗΧΑΝΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

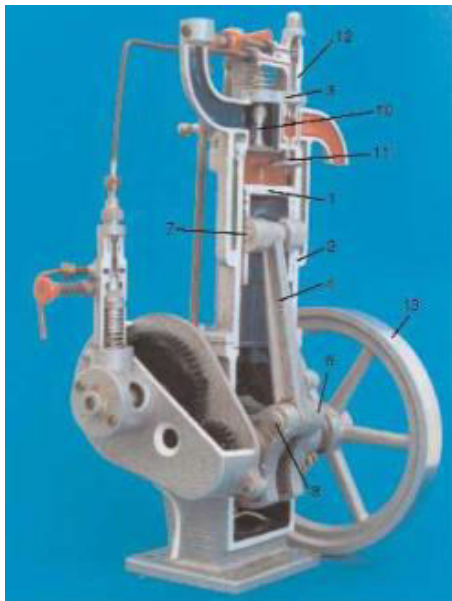
Οι μηχανές εσωτερικής καύσης διακρίνονται σε τρεις βασικές κατηγορίες στις εμβολοφόρες παλινδρομικές, στις περιστροφικές και στους αεριοστροβίλους. Οι εμβολοφόρες παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ) κατατάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες και κάποιες από αυτές με τη σειρά τους σε ακόλουθες υποκατηγορίες.

- 1) Ανάλογα με το τρόπο καύσης (αναφλέξεως) του καυσίμου κατατάσσονται σε :
 - i. Μηχανές εναύσεως με σπινθήρα ή βενζινοκινητήρες ή κινητήρες Otto – spark ignition engines
 - ii. Μηχανές εναύσεως με συμπίεση ή πετρελαιοκινητήρες ή κινητήρες Diesel – compression ignition engines
 - iii. Μηχανές Semi – Diesel (hot – bulb engines)
- 2) Ανάλογα με τον αριθμό διαδρομών του εμβόλου για την ολοκλήρωση του κύκλου λειτουργίας διακρίνονται σε τετράχρονες (four-stroke engines) και σε δίχρονες μηχανές (two-stroke engines).
- 3) Ανάλογα με το είδος του καυσίμου καύσης κατατάσσονται σε :
 - i. Μηχανές βαρέος πετρελαίου (μαζούτ)
 - ii. Μηχανές ελαφρών καυσίμων (βενζίνη πετρέλαιο – diesel)
 - iii. Μηχανές αερίων καυσίμων (υδρογόνο φυσικό αέριο)
 - iv. Μηχανές πολλαπλών καυσίμων (multi - fuel engines)
- 4) Ανάλογα με τη γωνιακή ταχύτητα περιστροφής του στροφαλοφόρου άξονα διακρίνονται σε αργόστροφες με ταχύτητα περιστροφής έως 350 rpm περίπου (μηχανές πλοίων) μεσόστροφες με ταχύτητα περιστροφής έως 1500 rpm περίπου (μηχανές πλοίων, τρένων, και ηλεκτροπαραγωγών ζευγών) πολύστροφες έως και 5000 rpm (μηχανές τροχοφόρων) και τέλος ταχύστροφες με ταχύτητα περιστροφής άνω των 5000 rpm (αυτοκίνητα νέας τεχνολογίας, αγωνιστικά αυτοκίνητα, δίτροχα μεγάλου κυβισμού)

- 5) Ανάλογα με τον αριθμό κυλίνδρων διακρίνονται σε μονοκύλινδρες και πολυκύλινδρες μηχανές.
- 6) Ανάλογα με την διάταξη των κυλίνδρων κατατάσσονται σε κατακόρυφες ή σε σειρά τύπου (V), (W), (Δ), (H), (X), αντιτιθεμένων κυλίνδρων (οριζόντιες-boxer), σταυροειδείς, αστεροειδείς, πολυγωνικές, διπλών εμβόλων.
- 7) Ανάλογα με τον τρόπο ψύξεως των κυλίνδρων διαχωρίζονται σε υδρόψυκτες και αερόψυκτες μηχανές.
- 8) Ανάλογα με τον τρόπο συνδέσεως του εμβόλου με τον διωστήρα διαχωρίζονται σε μηχανές με ή χωρίς βάκτρο και ζύγωμα.
- 9) Ανάλογα με τον τρόπο, την πίεση και την ποσότητα του αέρα που εισάγεται στον κύλινδρο διαχωρίζονται σε υπερπληρούμενες (super – charged) και ατμοσφαιρικές (atmospheric – induction engines, φυσικής αναπνοής).
- 10) Ανάλογα με τον τρόπο εγκαταστάσεως διακρίνονται σε μηχανές σταθερής ή μόνιμης βάσεως και σε μηχανές κινούμενου φορέα (κινητές ή φορητές).
- 11) Ανάλογα με τη χρήση τους κατατάσσονται σε μηχανές οχημάτων, ναυτικές μηχανές, βιομηχανικές μηχανές, μηχανές αεροσκαφών.
- 12) Ανάλογα με τη μέθοδο εισαγωγής του καυσίμου οι βενζινομηχανές διαχωρίζονται σε μηχανές με εξαερωτήρα (carburator) και σε μηχανές με αντλία εγχύσεως και εγχυτήρα (injection).
- 13) Ανάλογα με τη φορά περιστροφής του στροφαλοφόρου άξονα διαχωρίζονται σε μηχανές ορισμένης φοράς περιστροφής (δεξιόστροφες ή αριστερόστροφες) και σε αναστρέψιμες μηχανές.
- 14) Ανάλογα με την παραγόμενη ισχύ ανά κύλινδρο στις κανονικές στροφές λειτουργίας κατατάσσονται σε μηχανές μικρής ισχύος (μέχρι 20 Ps), μέσης ισχύος (μέχρι 200 Ps) και μεγάλης ισχύος (άνω των 200 Ps).
- 15) Ανάλογα με τον τρόπο αποδόσεως της ισχύος διαχωρίζονται σε μηχανές σταθερών στροφών (και μεταβλητού φορτίου) και σε μηχανές μεταβλητών στροφών.
- 16) Ανάλογα με το είδος του θαλάμου καύσεως διακρίνονται σε μηχανές με ενιαίο θάλαμο καύσεως και σε μηχανές με διαιρούμενο θάλαμο καύσεως.

2. ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΠΛΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΟΝΟΚΥΛΙΝΔΡΗΣ ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΟΥ ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ.

Η μετατροπή της θερμικής ενέργειας που ελκύεται από την καύση του μείγματος καυσίμου – οξυγόνου μέσα σε κατάλληλα διαμορφωμένο κλειστό χώρο (θάλαμος καύσεως) , σε μηχανικό έργο αποτελεί την αρχή λειτουργίας των εμβολοφόρων

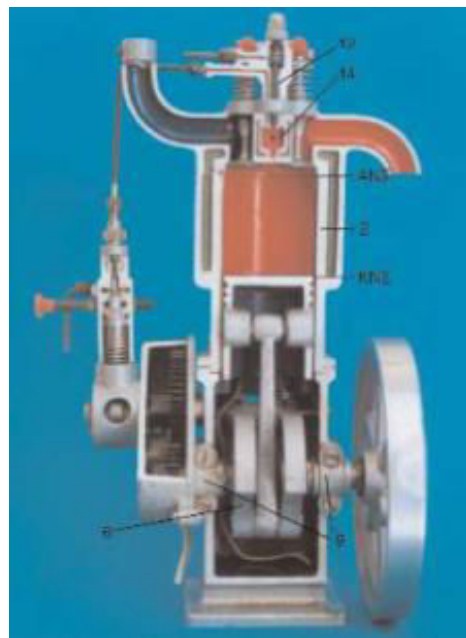


Εικόνα 13 Απλή μονοκύλινδρη εμβολοφόρος μηχανή εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ) σε πλάγια λοξή τομή. (πηγή: Ευγενίδιο εκπαιδευτικό ίδρυμα, τμήμα μηχανών εσωτερικής καύσης).

παλινδρομικών μηχανών εσωτερικής καύσης. Η αντίδραση καύσης των υδρογονανθράκων όντας εξώθερμη παράγει μεγάλα ποσά θερμότητας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της πίεσεως και της θερμότητας του μείγματος αέρα – καυσίμου το οποίο μετά την αντίδραση καύσης μετατρέπεται σε καυσαέριο μέσα στο θάλαμο καύσης. Ο θάλαμος καύσης ορίζεται από την πάνω επιφάνεια του εμβόλου όταν αυτό βρίσκεται στο ανώτερο σημείο του (στις βαλβίδες εισαγωγής – εξαγωγής) , τα εσωτερικά τοιχώματα του κυλίνδρου και το πώμα – κορόνα – καπάκι του κυλίνδρου (cylinder head) (3).

Η πίεση αυτή ασκείται σε όλο το θάλαμο καύσης και μπορεί να μετατραπεί σε μηχανικό έργο. Αυτό επιτυγχάνεται με την

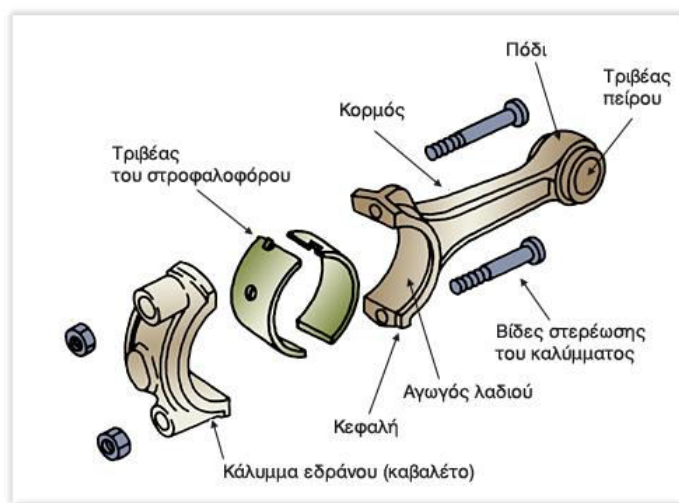
άσκηση κάθετης δύναμης στην κορόνα – πώμα του πιστονιού και συνεπώς στην κίνηση του εμβόλου (piston) (1) εντός του κυλίνδρου (cylinder) (2) της μηχανής. Στην συνέχεια, η κάθετη δύναμη που ασκείται στο έμβολο μετατρέπεται σε περιστροφική μέσω κατάλληλου κινηματικού μηχανισμού που αποτελείται από τον διωστήρα – μπιέλα (connecting rod) (4) , το κομβίο του στροφαλοφόρου άξονα (5) το οποίο αποτελεί τμήμα του στροφαλοφόρου άξονα (crankshaft) (6). Ο διωστήρας – μπιέλα συνδέεται στο άνω άκρο του με το έμβολο χρησιμοποιώντας έναν κατάλληλο πείρο (7). Στο κάτω άκρο του συνδέεται με το κομβίο (8) με τη βοήθεια και το συνδυασμού ενός κατάλληλου εδράνου - καβαλέτου και του τριβέα του στροφαλοφόρου ο οποίος στηρίζεται με τη σειρά του στα δύο άκρα του στα έδρανα βάσεως (9).



Εικόνα 14 Απλή μονοκύλινδρη εμβολοφόρος ΜΕΚ σε πλάγια τομή. (πηγή: Ευγενίδιο εκπαιδευτικό ίδρυμα, τμήμα μηχανών εσωτερικής καύσης).

Οι δυο ακραίες θέσεις μετακινήσεως του εμβόλου οι οποίες ονομάζονται Άνω Νεκρό Σημείο (ΑΝΣ) (Top Dead Center) και Κάτω Νεκρό Σημείο (ΚΝΣ) (Bottom Dead Center) ορίζονται από την περιστροφική κίνηση του στροφάλου και το διπλάσιο της ακτίνας του. Η απόσταση μεταξύ των δύο αυτών σημείων ονομάζονται διαδρομή (S) (stroke) του εμβόλου.

Ο όγκος εμβολισμού (Vh) ονομάζεται ο όγκος του κυλίνδρου που περιέχεται μεταξύ των άνω επιφανειών του εμβόλου στο Άνω Νεκρό Σημείο και στο Κάτω Νεκρό Σημείο και ισούται με το γινόμενο της διαδρομής του εμβόλου επί το εμβαδόν της διατομής του κυλίνδρου. Ενώ, όγκος θαλάμου καύσεως ή επιζήσιος όγκος (Vc) ονομάζεται ο όγκος του κυλίνδρου που περιέχεται μεταξύ της άνω επιφάνειας του εμβόλου στο ΑΝΣ και της κάτω επιφάνειας του πώματος – κορόνας.



Στην κορυφή του ΑΝΣ στο πώμα του κυλίνδρου υπάρχουν κατάλληλα

Εικόνα 15 Μορφή και αναλυτική συνδεσμολογία του διωστήρα – μπιέλα μιας εμβολοφόρου ΜΕΚ. (πηγή: Ευγενίδιο εκπαιδευτικό ίδρυμα, τμήμα μηχανών εσωτερικής καύσης).

διαμορφωμένοι αγωγοί από τους οποίους εισέρχεται ο αέρας στον κύλινδρο και εξέρχονται τα καυσαέρια μετά την καύση. Με τη χρήση των βαλβίδων πραγματοποιείται η ρύθμιση της ροής μέσα στους αγωγούς αυτούς, πραγματοποιώντας κινήσεις ανοίγματος και κλεισίματος των αγωγών. Οι βαλβίδες αυτές διακρίνονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα τη λειτουργία τους και συνεπώς σε ποιόν αγωγό βρίσκονται. Βαλβίδες εισαγωγής (intake valves) είναι αυτές οι οποίες βρίσκονται στον αγωγό στον οποίο εισέρχεται ο αέρας (ή το μείγμα αέρα-καυσίμου) (10). Βαλβίδες εξαγωγής (exhaust valves) (11) είναι οι βαλβίδες που βρίσκονται στον αγωγό από τον οποίο εξέρχονται τα καυσαέρια μετά τη πάροδο της καύσης.

Ανάλογα τον τύπο της μηχανής γίνεται και η διαδικασία εισόδου του καυσίμου στον κύλινδρο. Ο πρώτος τρόπος σχετίζεται με τον αέρα εισαγωγής, ο δεύτερος τρόπος με τον ψεκασμό του καυσίμου κατευθείαν μέσα στον κύλινδρο μέσω του εγχυτήρα (injection valve) (12). Ο τρίτος τρόπος αφορά τον ψεκασμό του καυσίμου σε προθάλαμο καύσης (14).

Το έργο από την εκτόνωση των καυσαερίων παράγεται κατά τη μετακίνηση του εμβόλου από το Άνω Νεκρό Σημείο στο Κάτω Νεκρό Σημείο. Η μετακίνηση αυτή του εμβόλου μεταξύ των νεκρών σημείων, εκτός από τη διαδρομή κατά την εκτόνωση των καυσαερίων απαιτεί και την κατανάλωση έργου. Το έργο αυτό παρέχεται από τον σφόνδυλο (flywheel) (13) ο οποίος συνδέεται με το στροφαλοφόρο άξονα. Λόγω

της μεγάλης μάζας και της περιστροφικής του κινήσεως ο σφόνδυλος αποταμιεύει ενέργεια κατά την εκτόνωση των καυσαερίων την οποία αποδίδει για τις υπόλοιπες μετακινήσεις του εμβόλου.

Ο κύκλος λειτουργίας της μηχανής περιλαμβάνει τη διαδικασία εισαγωγής του ατμοσφαιρικού αέρα μέσα στον κύλινδρο, τη συμπίεση του, την εισαγωγή του καυσίμου, τη διαδικασία της καύσεως, την εκτόνωση των καυσαερίων και τέλος την εξαγωγή τους στο περιβάλλον. Οι διεργασίες αυτές ανάλογα με τον τύπο της μηχανής πραγματοποιούνται σε δύο ή σε τέσσερις διαδρομές του εμβόλου, δηλαδή σε μια ή σε δύο πλήρεις περιστροφές του στροφαλοφόρου άξονα (δίχρονη-τετράχρονη μηχανή). Η ρύθμιση της ισχύος και του αριθμού στροφών της μηχανής συναρτάται με τη παροχή καυσίμου στον κινητήρα.

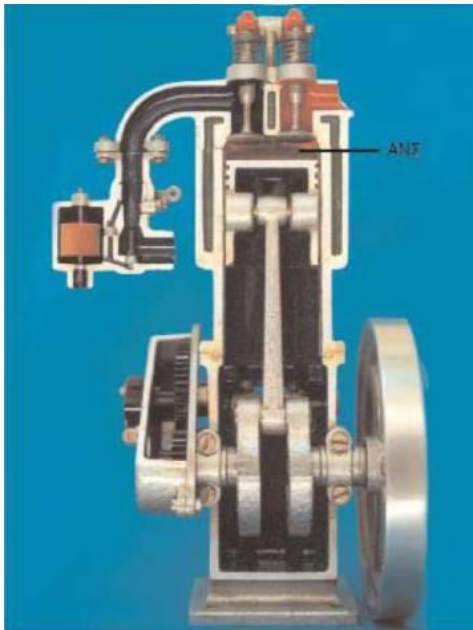
3. ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΗΣ – ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΗΣ ΒΕΝΖΙΝΟΜΗΧΑΝΗΣ

Παρακάτω, παρατίθεται για αρχή μια απλοποιημένη περιγραφή των φάσεων και χρόνων της τετράχρονης βενζινομηχανής (θεωρητική λειτουργία των ΜΕΚ). Θα θεωρήσουμε ότι έχουμε μια μονοκύλινδρη βενζινομηχανή η οποία στην κορόνα - πώμα της έχει δυο βαλβίδες, μια εισαγωγής και μια εξαγωγής καθώς επίσης και τον σπινθηριστή-μπουζί (εικόνα 15). Θεωρούμε επίσης, ότι η μηχανή λειτουργεί στο μέγιστο των δυνατοτήτων της (στροφές) και σε πλήρες φορτίο.

Σε τέσσερις φάσεις και τέσσερις χρόνους, δηλαδή, τις διαδρομές του εμβόλου μεταξύ του άνω και του κάτω νεκρού σημείου ολοκληρώνει τον κύκλο λειτουργίας της η τετράχρονη βενζινομηχανή, όπως και η αντίστοιχη πετρελαιομηχανή. Σημαντικές διαφορές παρουσιάζονται μεταξύ των βενζινομηχανών και των πετρελαιομηχανών. Οι διαφορές αυτές διακρίνονται στον τρόπο εισαγωγής, εναύσεως και καύσεως του καυσίμου. Διαφορές στις οποίες συμβάλουν καθοριστικά οι διαφορετικές ιδιότητες των αντίστοιχων καυσίμων. Στις βενζινομηχανές, η έναυση του καυσίμου πραγματοποιείται με κατάλληλο ηλεκτρικό σπινθηριστή (μπουζί). Αντίθετα, στις πετρελαιομηχανές η έναυση του καυσίμου πραγματοποιείται με αυτανάφλεξη.

Λόγω του ότι η βενζίνη είναι πολύ πτητική, δηλαδή, έχει τη φυσική δυνατότητα να εξατμίζεται με μεγάλη ευκολία δίνεται η δυνατότητα να γίνεται εύκολα η ανάμειξη με τον αέρα από την εισαγωγή του κινητήρα, εκτός του κυλίνδρου. Έτσι, εισάγεται στον κύλινδρο κατευθείαν ένα μείγμα αέρα – καυσίμου.

A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

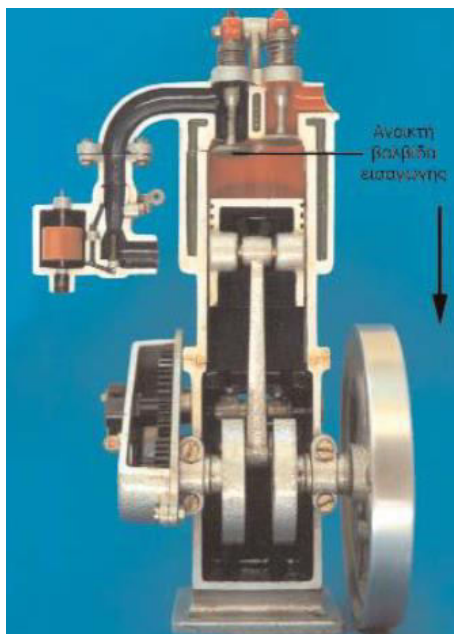


Εικόνα 16 Απλή μονοκύλινδρη εμβολοφόρος ΜΕΚ σε πλάγια τομή. Το έμβολο βρίσκεται στο Άνω Νεκρό Σημείο στην αρχή του πρώτου χρόνου λειτουργίας της μηχανής. (πηγή: Ευγενίδιο εκπαιδευτικό ίδρυμα, τμήμα μηχανών εσωτερικής καύσης).

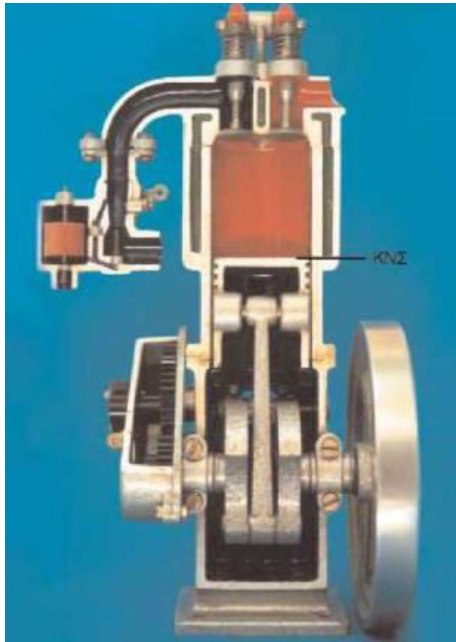
Είναι η πρώτη φάση λειτουργίας της τετράχρονης βενζινομηχανής και είναι σχεδόν ίδια με την αντίστοιχη φάση της τετράχρονης πετρελαιομηχανής. Ξεκινώντας καθώς το έμβολο βρίσκεται στο Άνω Νεκρό Σημείο ανοίγει η βαλβίδα εισαγωγής ενώ την ίδια στιγμή η βαλβίδα εξαγωγής παραμένει κλειστή. Με την κίνηση του εμβόλου από το ΑΝΣ στο ΚΝΣ ο όγκος στο εσωτερικό του κυλίνδρου αυξάνεται. Αντίστροφα, την ίδια χρονική στιγμή η πίεση στο εσωτερικό του κυλίνδρου μειώνεται. Λόγω της υψηλότερης εξωτερικής πίεσεως το μείγμα αέρα – καυσίμου καταλαμβάνει τον όγκο στο εσωτερικό του κυλίνδρου μέσω της ανοικτής βαλβίδας εισαγωγής (εικόνα 16). Ο στροφαλοφόρος άξονας μέσω του διωστήρα-μπιέλας εξαναγκάζει να πραγματοποιηθεί η κίνηση αυτή του εμβόλου το οποίο αντλεί μηχανική ενέργεια από το σφόνδυλο, ο

οποίος βρίσκεται στον στροφαλοφόρο άξονα.

Η φάση της εισαγωγής λαμβάνει τέλος με την άφιξη του εμβόλου στο Κάτω Νεκρό Σημείο (εικόνα 17). Εκείνη τη χρονική στιγμή η βαλβίδα εισαγωγής κλείνει ενώ ταυτόχρονα το μείγμα αέρα – καυσίμου έχει καταλάβει ολόκληρο τον όγκο του κυλίνδρου. Η ολοκλήρωση της κίνησης του εμβόλου από το ΑΝΣ στο ΚΝΣ ολοκληρώνει τον πρώτο χρόνο λειτουργίας της τετράχρονης βενζινομηχανής.



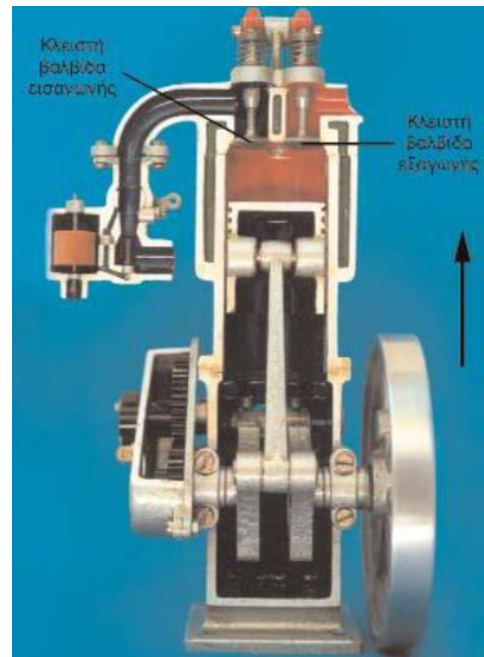
Εικόνα 17 Το έμβολο κινείται προς το ΚΝΣ ενώ ταυτόχρονα η βαλβίδα εισαγωγής είναι ανοικτή και το μείγμα αέρα – καυσίμου στον κύλινδρο. Φάση εισαγωγής (πρώτος χρόνος). (πηγή: Ευγενίδιο εκπαιδευτικό ίδρυμα, τμήμα μηχανών εσωτερικής καύσης).



Εικόνα 18 Το έμβολο βρίσκεται στο ΚΝΣ και η βαλβίδα εισαγωγής είναι κλειστή. Είναι το σημείο στο οποίο τελειώνει η φάση της εισαγωγής και παράλληλα του πρώτου χρόνου λειτουργίας. (πηγή: Ευγενίδιο εκπαιδευτικό ίδρυμα, τμήμα μηχανών εσωτερικής καύσης).

B. ΣΥΜΠΙΕΣΗ

Με πλήρη αλληλουχία η φάση της συμπίεσης ξεκινάει από εκεί που σταματάει η φάση της εισαγωγής. Όταν το έμβολο βρίσκεται στο ΚΝΣ για να επιτευχθεί η στεγανοποίηση του κυλίνδρου ενώ οι βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής είναι κλειστές. Για να επιτευχθεί η κίνηση του εμβόλου, όπως και στην φάση της εισαγωγής το έμβολο αντλεί μηχανική ενέργεια από τον σφόνδυλο του στροφάλου. Έτσι, κατά την κίνηση από το ΚΝΣ στο ΑΝΣ το έμβολο μειώνει τον όγκο του κυλίνδρου στον οποίο πλέον βρίσκεται το μείγμα αέρα – καυσίμου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της πίεσης και της θερμοκρασίας του μείγματος αέρα – καυσίμου (εικόνα 19). Στην τελική θέση της φάσης της συμπίεσης, όταν το έμβολο φτάσει στο ΑΝΣ ο όγκος του μείγματος έχει περιοριστεί στο χώρο μεταξύ του πώματος – κορόνας και της κεφαλής του εμβόλου. Εκεί έχει ολοκληρωθεί η φάση της συμπίεσης και παράλληλα του δεύτερου χρόνου λειτουργίας της τετράχρονης βενζινομηχανής.



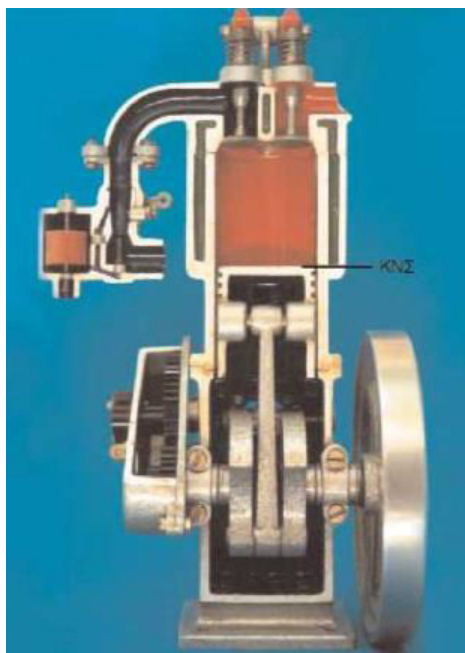
Εικόνα 19 Δεύτερος χρόνος λειτουργίας, φάση συμπίεσης. Το έμβολο ανέρχεται από το ΚΝΣ στο ΑΝΣ συμπιέζοντας το μείγμα αέρα – καυσίμου ενώ οι βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής είναι κλειστές. (πηγή: Ευγενίδιο εκπαιδευτικό ίδρυμα, τμήμα μηχανών εσωτερικής καύσης).

Γ. ΚΑΥΣΗ – ΕΚΤΟΝΩΣΗ

Η φάση της καύσης – εκτόνωσης ξεκινάει από το τελευταίο στάδιο της συμπίεσης. Δηλαδή, όταν το έμβολο βρίσκεται στο ΑΝΣ και οι βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής είναι κλειστές. Στον επιζήμιο όγκο που έχει δημιουργηθεί στον κύλινδρο έχουν αναπτυχθεί υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες, οι οποίες όμως δεν είναι σε τέτοιο επίπεδο ώστε να πραγματοποιηθεί η αυτανάφλεξη του καυσίμου.

Η ανάφλεξη του μείγματος αέρα – καυσίμου θα πραγματοποιηθεί με τη χρήση του σπινθηριστή – μπουζί. Σε εξαιρετικά μικρό χρονικό διάστημα ο σπινθήρας που δημιουργείται από το σπινθηριστή μεταξύ των ηλεκτροδίων του σπινθηριστή ξεκινά μια τοπική καύση του μείγματος ενώ η φλόγα μεταδίδεται ακαριαία σε όλο τον όγκο του μείγματος. Η καύση του μείγματος αέρα – καυσίμου απελευθερώνει μεγάλα ποσά θερμότητας αυξάνοντας έτσι τη πίεση και τη θερμοκρασία μέσα στον κύλινδρο. Η αυξημένη πίεση των καυσαερίων που παράγονται μετά την καύση είναι υπεύθυνη για την ώθηση του εμβόλου στο ΚΝΣ (εικόνα 20). Η ευθύγραμμη κίνηση του εμβόλου προς το ΚΝΣ μεταδίδει μέσω του διωστήρα – μπιέλα την κίνηση στον στρόφαλο ο οποίος μετατρέπει την ευθύγραμμη κίνηση σε περιστροφική.

Όταν το έμβολο φτάσει στο ΚΝΣ, τελειώνει η Τρίτη φάση λειτουργίας της βενζινομηχανής. Από το παραγόμενο έργο της φάσης αυτής ένα τμήμα του αποθηκεύεται στο σφόνδυλο με τη μορφή κινητικής ενέργειας και το υπόλοιπο χρησιμοποιείται. Έτσι τελειώνει ο τρίτος χρόνος λειτουργίας του τετράχρονου βενζινοκινητήρα.

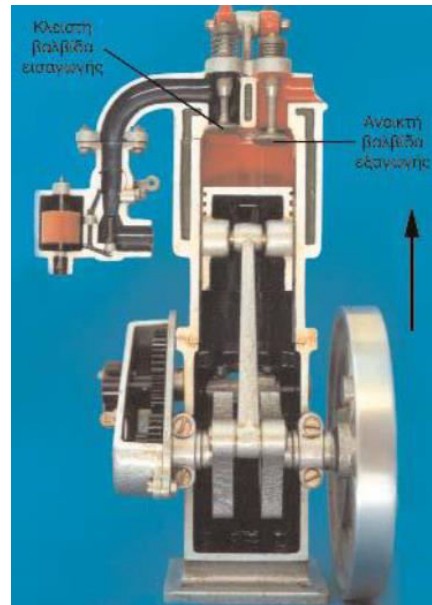


Εικόνα 20 Τρίτος χρόνος λειτουργίας, το έμβολο βρίσκεται στο ΚΝΣ λόγω της εκτόνωσης των καυσαερίων. (πηγή: Ευγενίδιο εκπαιδευτικό ίδρυμα, τμήμα μηχανών εσωτερικής καύσης).

Δ. ΕΞΑΓΩΓΗ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

Η εξαγωγή καυσαερίων αποτελεί την τέταρτη και τελευταία φάση λειτουργίας της τετράχρονης βενζινομηχανής. Η φάση αυτή ξεκινά με το έμβολο να βρίσκεται στο ΚΝΣ. Ξεκινώντας το έμβολο την άνοδο του προς το ΑΝΣ ακαριαία ανοίγει η βαλβίδα εξαγωγής ενώ αντίθετα η βαλβίδα εισαγωγής παραμένει κλειστή. Λόγω των υψηλών πιέσεων που επικρατούν μέσα στο κύλινδρο σε σχέση με την εξωτερική ατμοσφαιρική πίεση, σε συνδυασμό με την εξαναγκασμένη κίνηση του εμβόλου προς το ΑΝΣ. Τα καυσαέρια οδηγούνται προς την ατμόσφαιρα μέσω της ανοιχτής βαλβίδας εξαγωγής και στην συνέχεια μέσω του αγωγού εξαγωγής (εικόνα 21).

Η κίνηση αυτή του εμβόλου και συνάμα η φάση της εξαγωγής ολοκληρώνεται όταν το έμβολο φτάσει στο ΑΝΣ όπου και κλείνει η βαλβίδα εξαγωγής. Η κίνηση αυτή πραγματοποιείται αντλώντας μηχανική ενέργεια από το σφόνδυλο και ολοκληρώνει ένα πλήρη θεωρητικό κύκλο λειτουργίας μια τετράχρονης βενζινομηχανής.



Εικόνα 21 Τέταρτος χρόνος, φάση εξαγωγής. Το έμβολο κινείται από το ΚΝΣ στο ΑΝΣ και ωθεί τα καυσαέρια να εξέλθουν από την ανοιχτή βαλβίδα εξαγωγής, ενώ η βαλβίδα εισαγωγής παραμένει κλειστή. (πηγή : Ευγενίδιο εκπαιδευτικό ίδρυμα, τμήμα μηχανών εσωτερικής καύσης).

3.1 ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΗΣ ΒΕΝΖΙΝΟΜΗΧΑΝΗΣ

Στην πραγματική λειτουργία της τετράχρονης βενζινομηχανής οι φάσεις λειτουργίας δεν οριοθετούνται από το Άνω Νεκρό Σημείο και το Κάτω Νεκρό Σημείο και συνεπώς δεν ταυτίζονται με τους αντίστοιχους χρόνους. Αυτό συμβαίνει διότι για μηχανικούς λόγους το άνοιγμα και κλείσιμο των βαλβίδων εισαγωγής και εξαγωγής δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί στιγμιαία στα νεκρά σημεία. Ταυτόχρονα, για θερμοδυναμικούς λόγους η παρουσία του εμβόλου στα νεκρά σημεία δεν συμπίπτει με τις χρονικές στιγμές ολοκλήρωσης του ανοιγοκλεισίματος των βαλβίδων. Έτσι, λοιπόν, παρακάτω παρουσιάζεται μια πιο αναπαραστατική περιγραφή της λειτουργίας μιας τετράχρονης βενζινομηχανής.

A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ενώ βρισκόμαστε στη φάση της εξαγωγής του προηγούμενου κύκλου λειτουργίας πριν το έμβολο φτάσει στο ΑΝΣ και τερματίσει η θεωρητική φάση της εξαγωγής παρουσιάζεται το φαινόμενο της προπορείας εισαγωγής. Πιο αναλυτικά, πριν το έμβολο φτάσει στο ΑΝΣ και τερματιστεί η φάση της εξαγωγής του προηγούμενου κύκλου η βαλβίδα εισαγωγής έχει ξεκινήσει το άνοιγμα της αρκετές μοίρες πριν (από 5 έως 25 μοίρες). Έτσι, όταν το έμβολο βρεθεί στο ΑΝΣ η βαλβίδα εισαγωγής είναι ήδη τελείως ανοικτή. Στη συνέχεια, αφού το έμβολο ξεκινήσει την κάθοδο του προς το ΚΝΣ λόγω της πλήρως ανοικτής βαλβίδας εισαγωγής, η τροφοδοσία του μείγματος αέρα – καυσίμου γίνεται πολύ ευκολότερα και γρήγορα κατά μήκος του κυλίνδρου.

Μετά την άφιξη του εμβόλου στο ΚΝΣ πραγματοποιείται το κλείσιμο της βαλβίδας εισαγωγής μεταξύ 30 και 60 μοιρών. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται βραδυπορία εισαγωγής. Παρόλο που το έμβολο έχει ξεκινήσει τη διαδρομή προς το ΑΝΣ η αδράνεια του εισερχόμενου μείγματος του επιτρέπει να εξακολουθεί να εισέρχεται στο κύλινδρο. Με τη χρήση του συστήματος μεταβλητού χρονισμού είναι δυνατόν να πετύχουμε την βέλτιστη πλήρωση του κυλίνδρου. Δηλαδή, όταν ο κινητήρας δουλεύει σε χαμηλές στροφές η βαλβίδα εισαγωγής πρέπει να κλείνει νωρίς. Αντίθετα όταν δουλεύει σε υψηλές στροφές το κλείσιμο της βαλβίδας εισαγωγής πρέπει να πραγματοποιείται αργά.

Όταν το μείγμα αέρα – καυσίμου εισέρχεται στον κύλινδρο και έρχεται σε επαφή με τις θερμές επιφάνειες του κυλίνδρου αυξάνεται η θερμοκρασία του με αποτέλεσμα τη μείωση της πυκνότητας του. Έτσι, η μάζα του μείγματος που καταλαμβάνει τον όγκο του κυλίνδρου είναι μικρότερη σε σχέση με αυτήν που θα εισέφερε σε ιδανικές συνθήκες. Τέλος, τα φαινόμενα της προπορείας εισαγωγής και βραδυπορίας εισαγωγής παρουσιάζονται τόσο στους βενζινοκινητήρες όσο και στους πετρελαιοκινητήρες.

B. ΣΥΜΠΙΕΣΗ

Η έναρξη της φάσης συμπίεσης ξεκινάει αρκετές μοίρες μετά την άφιξη του εμβόλου στο ΚΝΣ. Παράλληλα, η συμπίεση του μείγματος αέρα – καυσίμου αρχίζει με το σταδιακό κλείσιμο της βαλβίδας εισαγωγής. Ταυτόχρονα είναι προφανές ότι η βαλβίδα εξαγωγής είναι κλειστή. Μέχρι το τέλος της φάσης της συμπίεσης, η πίεση και η θερμοκρασία του αέρα έχουν αυξηθεί κατακόρυφα μέσα στον κύλινδρο. Ενδεικτικές τιμές της πίεσης και της θερμοκρασίας κυμαίνονται από 10 έως 25 bar και από 400 έως 500 βαθμούς κελσίου (C) αντίστοιχα.

Στο σημείο αυτό, υπάρχει μια σύγκριση μεταξύ των βενζινοκινητήρων και των πετρελαιοκινητήρων στο τομέα της συμπίεσης. Λόγω της ιδιότητας της βενζίνης να αναφλέγεται σε μικρότερες θερμοκρασίες από ότι το πετρέλαιο θα πρέπει στο τέλος της φάσης της συμπίεσης η θερμοκρασία στον βενζινοκινητήρα να είναι μικρότερη

από αυτή του πετρελαιοκινητήρα. Κύριος λόγος της αύξησης της θερμοκρασίας στον κύλινδρο αποτελεί η αύξηση της πίεσης. Συνεπώς, το γεγονός ότι η πίεση και η θερμοκρασία είναι ανάλογες μεταξύ τους και η πίεση πρωταρχικός παράγοντας για την αύξηση της θερμοκρασίας, συμπεραίνουμε ότι οι πιέσεις στον βενζινοκινητήρα θα πρέπει να είναι και αυτές μικρότερες από ότι στον πετρελαιοκινητήρα.

Η μείωση του όγκου του κυλίνδρου (βαθμός συμπίεσης) λόγω της κίνησης του εμβόλου αποτελεί τον κύριο λόγο της αύξησης της πίεσης. Έτσι, λοιπόν, στους βενζινοκινητήρες ο βαθμός συμπίεσης θα πρέπει να είναι μικρότερος από αυτόν στους πετρελαιοκινητήρες για να τηρείτε στη συνέχεια η αλληλουχία μεταξύ πίεσης και θερμοκρασίας. Τέλος, παρατηρείται ότι ο τελικός όγκος του κυλίνδρου στο τέλος της φάσης της συμπίεσης κυμαίνεται από το 1/8 έως το 1/12 του αρχικού όγκου του κυλίνδρου.

Γ. ΚΑΥΣΗ – ΕΚΤΟΝΩΣΗ

Η έναυση – καύση του μείγματος αέρα – καυσίμου με τη δημιουργία σπινθήρα δεν ξεκινά στο ΑΝΣ όπως είδαμε στη θεωρητική λειτουργία. Μέχρι και 40 μοίρες από το ΑΝΣ είναι εφικτή η έναρξη της έναυσης του μείγματος. Για τη διάδοση της φλόγας σε όλο τον όγκο του κυλίνδρου απαιτείται ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Έτσι, η έναυση του καυσίμου πρέπει να γίνει έγκαιρα, ώστε η μέγιστη πίεση εντός του κυλίνδρου από τη καύση του μείγματος και την απελευθέρωση της θερμότητας να εμφανιστεί αμέσως μετά το ΑΝΣ, όταν η φλόγα θα έχει διαδοθεί σε ολόκληρο το μείγμα.

Ο κίνδυνος απώλειας πολύτιμης ενέργειας από τον σφόνδυλο και παράλληλα η μείωση της αποδιδόμενης προς χρήση ενέργειας είναι πού πιθανός. Για το λόγο αυτό η έναυση – καύση του μείγματος δεν πρέπει να γίνει αρκετά νωρίς γιατί έτσι η αυξημένη πίεση από την καύση του μείγματος θα δημιουργήσει περισσότερη αντίσταση στην άνοδο του εμβόλου προς το ΑΝΣ. Η πλήρης καύση του μείγματος πραγματοποιείται αστραπιαία όσο το έμβολο βρίσκεται ακόμη κοντά στο ΑΝΣ. Πιο συγκεκριμένα, η πλήρης καύση του μείγματος ολοκληρώνεται περίπου 5 έως 10 μοίρες γωνίας στροφάλου μετά το ΑΝΣ. Αντίθετα, στις πετρελαιομηχανές η καύση του μείγματος συνεχίζεται σχεδόν σε όλη τη διάρκεια της εκτόνωσης. Τέλος και στις δύο κατηγορίες κινητήρων (βενζινομηχανών και πετρελαιομηχανών) μετά την πάροδο της καύσης του μείγματος η θερμοκρασία μπορεί να φτάσει από 2000 έως 2500 βαθμούς Κελσίου (C) ενώ η πίεση κυμαίνεται μεταξύ των 30 και 60 bar.

Δ. ΕΞΑΓΩΓΗ

Πριν το έμβολο φτάσει στο ΚΝΣ η βαλβίδα εξαγωγής αρχίζει να ανοίγει αρκετές μοίρες πριν, από 35 έως 50. Με το πρόωρο άνοιγμα της βαλβίδας εξαγωγής επιτυγχάνεται η ταχύτερη αποσυμπίεση του κυλίνδρου λόγω της εξόδου των

καυσαερίων. Η αποσημπίεση αυτή προκαλεί μια μείωση του έργου που θα μπορούσε να παράξει το έμβολο εάν ακολουθούσε μια πλήρη εκτόνωση των καυσαερίων μέχρι το ΚΝΣ. Αντίθετα, η ζήτηση της ενέργειας για την εκτόνωση των καυσαερίων στην επόμενη φάση, όταν δηλαδή το έμβολο θα κινούταν προς το ΑΝΣ θα ήταν μεγαλύτερη. Κάτι το οποίο λόγω της έγκαιρης πτώσης της πίεσης με το πρόωρο άνοιγμα της βαλβίδας εξαγωγής δεν συμβαίνει.

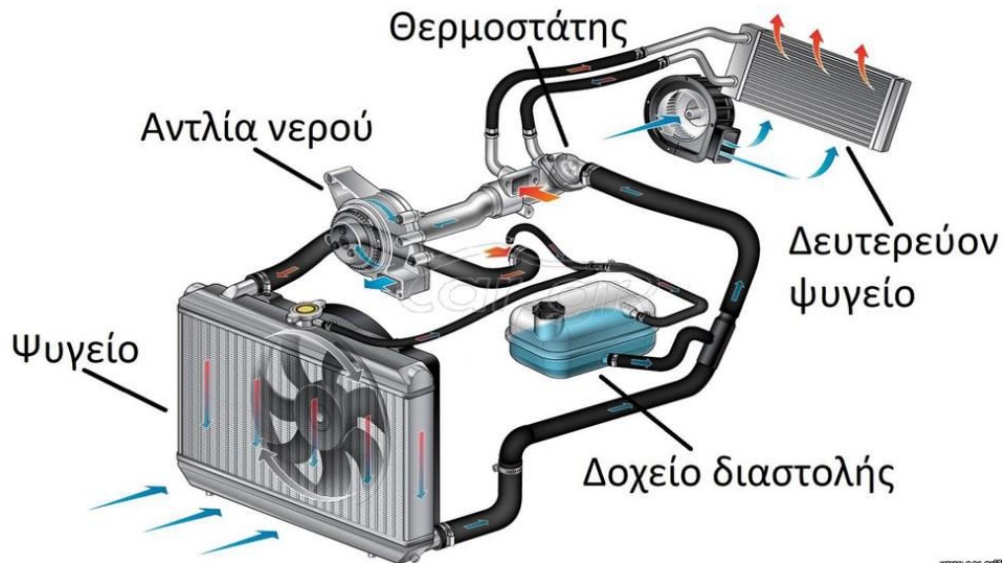
Από την έναρξη της εξαγωγής των καυσαερίων η πίεση στον κύλινδρο έχει πέσει μεταξύ 3 και 6 bar. Ενώ παράλληλα, η θερμοκρασία των καυσαερίων κυμαίνεται από 450 έως 600 βαθμούς κελσίου.

Μετά το άνοιγμα της βαλβίδας εξαγωγής στο ΚΝΣ έως το ΑΝΣ παραμένει ανοικτή σε όλη τη διαδρομή του εμβόλου. Το κλείσιμο της βαλβίδας πραγματοποιείται από τις 5 έως τις 15 μοίρες αφότου το έμβολο έχει «περάσει» το ΑΝΣ και έχει αρχίσει η φάση της εισαγωγής. Καθώς το έμβολο κινείται προς το ΑΝΣ η πίεση των καυσαερίων εντός του κυλίνδρου κυμαίνεται λίγο πιο πάνω από την ατμοσφαιρική δηλαδή 0.2 έως 0.3 bar.

Πριν και μετά το ΑΝΣ για ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα οι βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής συμπιπτον και οι δύο σε ανοικτή θέση. Επιτυγχάνεται με τον τρόπο αυτό ο καλύτερος καθαρισμός του κυλίνδρου από τα καυσαέρια. Ταυτόχρονα, ψύχονται οι βαλβίδες και η κεφαλή – κορόνα του εμβόλου ενώ ακόμα καθαρίζεται ο χώρος καύσεως από τα στερεά κατάλοιπα της καύσης. Το μικρό χρονικό διάστημα αυτό συμβάλλει στην επιμήκυνση του χρόνου ζωής του κινητήρα καθώς και στο διάστημα μεταξύ των επισκευών. Η κίνηση των καυσαερίων από την βαλβίδα εξαγωγής προς το περιβάλλον δημιουργεί υποπίεση στο εσωτερικό του κυλίνδρου. Με αυτόν τον τρόπο, διευκολύνεται η είσοδος του μείγματος αέρα – καυσίμου στον κύλινδρο βελτιώνοντας την πλήρωση του σε μεγάλο βαθμό. Αντίθετα, όμως, εμφανίζονται απώλειες στο καύσιμο από την βαλβίδα εξαγωγής.

4. ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ

4.1. ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΨΥΞΗΣ



Εικόνα 22 Ενδεικτική απεικόνιση του συστήματος ψύξης αποτελούμενο από τις σωληνώσεις την αντλία νερού τον θερμοστάτη το δοχείο διαστολής το κύριο ψυγείο όπως επίσης και το δευτερεύον αν αυτό υπάρχει στην εκάστοτε διάταξη. (πηγή: διαδικτυακή ιστοσελίδα βελτίωσης και ενημέρωσης αυτοκινήτου «POWER AUTOMOTIVE MAGAZINE»).

Στον κινητήρα εσωτερικής καύσης αυτό που χρειάζεται είναι μια διάταξη που να αποτρέπει την άνοδο της θερμοκρασίας του κινητήρα σε επίπεδα παραπάνω από τα επιτρεπόμενα. Κατά την έκρηξη του μείγματος στον θάλαμο καύσης, η θερμοκρασία του αερίου φτάνει σε υψηλά επίπεδα. Ο υψηλός βαθμός αυτών των επιπέδων εξαρτάται από πολλούς παράγοντες που σχετίζονται με τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά του κινητήρα, αλλά μια τυπική τιμή είναι η 3.000 βαθμοί Κελσίου. Αυτή η μέγιστη τιμή δεν διατηρείται σε όλο το κύκλο λειτουργίας του κινητήρα, αλλά είναι στιγμιαία. Αυτό σημαίνει ότι στον θάλαμο του κυλίνδρου η θερμοκρασία δεν είναι συνεχώς σε αυτά τα επίπεδα αλλά αυξομειώνεται, μεταβάλλοντας προφανώς και τη θερμοκρασία των μεταλλικών μερών του κινητήρα που περιβάλλουν το θάλαμο.

Τα μέρη αυτά είναι αρκετά και απολύτως ζωτικά για τον κινητήρα. Πρώτο από όλα, το κάλυμμα του κυλίνδρου, δηλαδή, το πάνω μέρος του θαλάμου καύσης το οποίο καταπονείται θερμικά κάθε φορά που ξεσπάει σπινθήρας. Προφανώς, αφού οι βαλβίδες βρίσκονται πάνω στην κυλινδροκεφαλή, δέχονται και αυτές μεγάλα θερμικά φορτία. Στο μπλοκ του κινητήρα την μεγαλύτερη θερμική καταπόνηση την δέχεται το πιστόνι, ειδικά το πάνω μέρος του που βρίσκεται άμεσα εκτεθειμένο στο καυτό μείγμα, ενώ φυσικά εκτεθειμένα στη θερμότητα είναι και τα τοιχώματα του κυλίνδρου. Τα τοιχώματα αυτά δεν είναι ενιαίο κομμάτι με το μπλοκ του κινητήρα, τουλάχιστον στους περισσότερους κινητήρες. Στην πραγματικότητα, τα τοιχώματα του κυλίνδρου (χιτώνια) δεν αποτελούν σώμα του του μπλοκ, αλλά είναι προστατευτικά κυλινδρικά μεταλλικά στοιχεία. Μαζί με την επιφάνεια του εμβόλου και το πάνω μέρος του θαλάμου καύσης, τα χιτώνια δέχονται τα μεγαλύτερα ποσά θερμότητας από την καύση του μείγματος. Η θερμότητα, δηλαδή, η ενέργεια που πηγαίνει στα μεταλλικά μέρη του κινητήρα, διαδίδεται στη συγκεκριμένη

περίπτωση με δύο τρόπους. Την ακτινοβολία και την συναγωγή, οι οποίες αποτελούν θεωρίες μεταφοράς θερμότητας. Το σημαντικό είναι ότι η παραγόμενη θερμότητα είναι υπεραρκετή για να υπερθερμάνει τα μέταλλα του κινητήρα. Όταν τα μέταλλα ζεσταθούν πολύ και φτάσουν σε υψηλές θερμοκρασίες, υπόκεινται σε αλλαγές στη μικροδομή τους, συνεπώς οι μηχανικές ιδιότητες τους αλλοιώνονται. Αυτό σημαίνει ότι σε υψηλές θερμοκρασίες η μπιέλα μπορεί να στραβώσει με μεγάλη ευκολία και οι βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής να γίνουν δύο ή περισσότερα κομμάτια.

Η λύση στο πρόβλημα αυτό είναι η εξωτερική ψύξη των ευαίσθητων μηχανικών μερών που καταπονούνται ιδιαίτερα από τη θερμοκρασία. Η θερμότητα που ελκύεται κατά την καύση του μείγματος είναι αναμφίβολα ευπρόσδεκτη για τις αποδόσεις του κινητήρα. Η υψηλή θερμοκρασία συνοδεύεται από υψηλή πίεση και αντίστροφα, άρα το έμβολο πιέζεται με δύναμη προς τα κάτω δίνοντας περισσότερη ροπή και ισχύ. Όταν αφαιρούμε ένα μέρος αυτής της θερμότητας αφαιρούμε δύναμη από τον κινητήρα. Εργαστηριακές έρευνες έχουν δείξει ότι από το ψυκτικό υγρό που κυκλοφορεί μέσα στις θυρίδες του μπλοκ του κινητήρα, έχουμε απώλεια της θερμικής ενέργειας του καυσίμου σε ποσοστό 20-30%. Το επόμενο μεγάλο βήμα για την εξέλιξη των εμβολοφόρων κινητήρων θα ήταν από τον τομέα των υλικών. Πιο αναλυτικά, αν ανακαλυφθεί ένα υλικό με λογικό κόστος παρασκευής το οποίο θα παρουσιάζει μεγαλύτερη αντοχή στη θερμότητα αμέσως θα αποτελεί ένα μεγάλο όφελος στην ισχύ του κινητήρα.

Οι μεγάλες θερμοκρασίες μέσα στον θάλαμο καύσης δεν διαρκούν πολύ σε κάθε κύκλο λειτουργίας της μηχανής. Επομένως, τα μέταλλα αποκτούν μικρότερη θερμοκρασία από αυτή που έχει το καιγόμενο αέριο μέσα στο θάλαμο καύσης. Σημαντικό ρόλο σε αυτό το φαινόμενο παίζει και το λιπαντικό, το οποίο δημιουργεί ένα προστατευτικό οριακό στρώμα στα τοιχώματα του κυλίνδρου. Έτσι, τελικά οι θερμοκρασίες των τοιχωμάτων είναι μικρές, ενώ πολύ μικρή είναι και η διακύμανση τους. Σε αντίθετη περίπτωση, ο κινητήρας δεν θα μπορούσε να λειτουργήσει αφού τα μεταλλικά μέρη από τα οποία αποτελείται θα μπορούσαν να φτάσουν ακόμα και στο στάδιο της παραμόρφωσης.

4.2. ΨΥΚΤΙΚΟ ΥΓΡΟ

Στο μπλοκ του κινητήρα υπάρχουν δίοδοι κενού (υδροχιτώνια) σχεδιασμένοι έτσι ώστε να περικλείουν του κυλίνδρους και την κεφαλή. Σε αυτούς τους αγωγούς, διέρχεται το ψυκτικό υγρό που σκοπό έχει να ψύχει τον κινητήρα διατηρώντας τη θερμοκρασία στα επιθυμητά επίπεδα. Στο σύστημα ψύξης των αυτοκινήτων μπορεί να κυκλοφορεί και νερό. Όμως, το νερό σε συνδυασμό με την ύπαρξη οξυγόνου προκαλεί διάβρωση στα μέταλλα, με αποτέλεσμα να υπάρχει μεγάλος κίνδυνος να

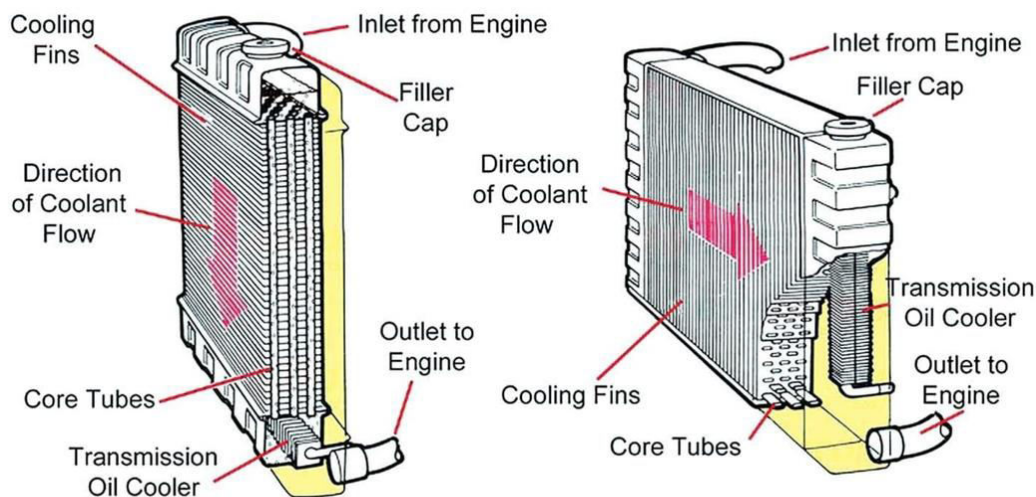
προκληθούν ζημιές, ειδικά σε παλαιού τύπου μεταλλικά ψυγεία. Παράλληλα, το σκέτο νερό στο σύστημα ψύξης του αυτοκινήτου δεν είναι ικανό να αντιμετωπίσει εξολοκλήρου τα μεγάλα ποσοστά θερμότητας που παράγονται από τον κινητήρα.

Η λύση στα προβλήματα δίδεται από τα ψυκτικά υγρά. Το ψυκτικό υγρό είναι ένα χρωματιστό υγρό που αναμειγνύεται με το νερό στο ψυγείο του αυτοκινήτου για την καλύτερη ρύθμιση της θερμοκρασίας του κινητήρα. Κύριο συστατικό του είναι η αιθυλενογλυκόλη, η οποία μειώνει το σημείο πήξης του νερού και αυξάνει το σημείο βρασμού του. Αυτό βοηθά στην αποτροπή της κατάψυξης, του βρασμού ή της εξάτμισης του νερού στο ψυγείο του αυτοκινήτου. Μαζί με το καύσιμο και το λάδι, το ψυκτικό είναι ένα απαραίτητο υγρό για την καλή λειτουργία ενός κινητήρα. Χωρίς αυτό, η θερμότητα που παράγεται από τον κύκλο της καύσης θα υπερθέρμαινε γρήγορα τον κινητήρα ή/και θα προκαλούσε την πλήρη καταστροφή του. Το ψυκτικό λιπαίνει επίσης εξαρτήματα του συστήματος ψύξης που έρχονται σε επαφή με το νερό και αποτρέπει τη διάβρωση των μεταλλικών εξαρτημάτων.

Οι όροι «αντιψυκτικό» και «ψυκτικό» χρησιμοποιούνται συχνά και είναι όροι οι οποίοι συγχέονται. Το αντιψυκτικό είναι συστατικό του ψυκτικού υγρού κινητήρα. Για να είμαστε πιο ακριβείς, θα πούμε ότι το ψυκτικό υγρό είναι ένα μείγμα αντιψυκτικού, απιονισμένου νερού και αντιοξειδωτικού. Το νερό από μόνο του δεν αρκεί για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας ενός κινητήρα. Αντιμέτωπος με τη θερμότητα που παράγεται από την καύση, στο τέλος θα εξατμιζόταν εντελώς. Το καλοκαίρι, το νερό θα μπορούσε να εξατμιστεί και τον χειμώνα θα μπορούσε να παγώσει, καθιστώντας το άχρηστο και στις δύο περιπτώσεις.

Όπως όλα τα υγρά του αυτοκινήτου, το ψυκτικό υγρό χάνει τις ιδιότητές του με την πάροδο του χρόνου και τελικά γίνεται όξινο. Αυτό προκαλεί διάβρωση, η οποία μπορεί να βλάψει το ψυγείο και άλλα σημαντικά συστατικά μέρη του συστήματος ψύξης, όπως η αντλία νερού, τα κολάρια, ο θερμοστάτης και η τάπα του ψυγείου. Σκουριά, βρωμιά και άλλα επιβλαβή σωματίδια μπορούν επίσης να συσσωρευτούν στο ψυγείο. Τέτοιοι ρυπαντές θα θέσουν σε κίνδυνο την ικανότητα του ψυκτικού υγρού να ρυθμίζει τη θερμοκρασία του κινητήρα. Κάτι που μπορεί να προκαλέσει υπερθέρμανση του μοτέρ, είτε σπάζοντας τελικά το μπλοκ του είτε ακόμη και να κολλήσει ένα έμβολο στον κύλινδρο του.

4.3. ΨΥΓΕΙΟ



Εικόνα 23 Όψη και τομή δύο διαφορετικών τύπων ψυγείων ψύξης. Πιο αναλυτικά διακρίνονται , Cooling fins – περύγια ψύξης (κυψέλες), direction of coolant flow – κατεύθυνση ροής ψυκτικού υγρού, core tubes – σωλήνες πυρήνα, transmission oil cooler - ψυγείο λαδιού κιβωτίου ταχυτήτων (δεν περιλαμβάνετε σε όλα τα ψυγεία ψύξης), inlet from engine – είσοδος από τον κινητήρα, filler cap – καπάκι (τάπα) ψυγείου, outlet to engine – έξοδος προς τον κινητήρα. (πηγή: διαδικτυακή ιστοσελίδα βελτίωσης και ενημέρωσης αυτοκινήτου «POWER AUTOMOTIVE MAGAZINE»).

Όλα τα ψυγεία των αυτοκινήτων πρέπει να ρίξουν τη θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού με τη βοήθεια του αέρα του περιβάλλοντος. Για να γίνει αυτό είναι απαραίτητη μια διάταξη στην οποία να εφαρμόζονται όλες οι θερμορρουστομηχανικές θεωρίες μεταφοράς θερμότητας. Για να κρυώσει ένα σώμα πρέπει να έρθει σε επαφή με ένα άλλο σώμα πιο κρύο. Η μέθοδος αυτή λαμβάνει χώρα στα ψυγεία των αυτοκινήτων.

Τα ψυγεία αποτελούνται κυρίως από δύο ανεξάρτητα κυκλώματα αγωγών. Στο ένα κύκλωμα κυκλοφορεί το ψυκτικό υγρό και στο άλλο ο αέρας. Μέσω των μεταλλικών επιφανειών που αποτελούν τα τοιχώματα των αγωγών διαχέεται θερμότητα ώστε να ψύχεται το ψυκτικό υγρό. Σε κάθε ψυγείο, αυτό που συμβαίνει είναι να θερμαίνεται ο αέρας που διέρχεται από αυτό αφού η μεταφορά θερμότητας είναι πάντα από το ζεστό υγρό στο κρύο περιβάλλον, λόγω θερμοκρασιακής διαφοράς. Για τον λόγο αυτόν, τα ψυγεία τοποθετούνται στη μετόπη του αυτοκινήτου έτσι ώστε να υπάρχει άφθονη παροχή αέρα.

Αντίθετα, όταν το αυτοκίνητο δεν κινείται και ο κινητήρας δουλεύει ενώ το αυτοκίνητο παραμένει στάσιμο η παραπάνω παραδοχή δεν αποτελεί λύση. Έτσι, για το λόγο αυτό πίσω από το κάθε ψυγείο είναι τοποθετημένος ένας ηλεκτρικός ανεμιστήρας. Ο ανεμιστήρας αυτός δεν είναι σε συνεχή λειτουργία αλλά παίρνει κίνηση μόνο όταν η θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού ξεπεράσει ένα συγκεκριμένο όριο. Σκοπός του είναι η δημιουργία ρεύματος αέρα που θα διέρχεται από το ψυγείο έτσι ώστε να γίνεται η συναλλαγή θερμότητας.

4.4. ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΗΣ

Η μεταβαλλόμενη παροχή της αντλίας νερού και η ταχύτητα ροής του εισερχόμενου στο ψυγείο αέρα, δεν είναι παράγοντες ισχυροί αρκετά ώστε να μπορούν να ρυθμίσουν σωστά την επιθυμητή θερμοκρασία του ψυκτικού. Η ανάγκη για την ύπαρξη ενός τέτοιου αξιόπιστου και ακριβή ρυθμιστή στο σύστημα ψύξης είναι επιτακτική για τη σωστή λειτουργία του κινητήρα.



Εικόνα 24 Κοινώς θερμοστάτης μηχανής εσωτερικής καύσης. (πηγή : διαδικτυακή ιστοσελίδα βελτίωσης και ενημέρωσης αυτοκινήτου «POWER AUTOMOTIVE MAGAZINE»).

Κύριο μέλημα είναι αφενός ο κινητήρας να κρατάει μια σταθερή θερμοκρασία λειτουργίας μέσα σε ένα στενό εύρος και αφετέρου να φτάνει σε αυτήν τη θερμοκρασία όσο το δυνατόν γρηγορότερα έπειτα από την κρύα εκκίνηση αποσκοπώντας κυρίως στην μείωση των ρύπων και την αύξηση του βαθμού απόδοσης.

Η διάταξη που μας επιτρέπει να κάνουμε αυτή ακριβώς τη δουλειά, είναι ο θερμοστάτης, ο οποίος είναι απλός στη λειτουργία του, αλλά ταυτόχρονα και τόσο σημαντικός για την καλή υγεία του κινητήρα. Βρίσκεται κοντά στην έξοδο του ψυκτικού από τον κινητήρα-κεφαλή προς το ψυγείο δηλαδή κοντά στο πιο θερμό σημείο του κυκλώματος. Σκοπός του είναι να ρυθμίζεται η θερμοκρασία του

ψυκτικού μέσω ρύθμισης της ποσότητας αυτού που θα περνάει ή δεν θα περνάει από το ψυγείο. Έχουμε δηλαδή μια μεταβλητή διάταξη η οποία ρυθμίζει τη ροή του ψυκτικού υγρού έχοντας μια βασική είσοδο και δύο βασικές εξόδους ροής. Η διάταξη αυτή κατευθύνει την εισερχόμενη καυτή ροή είτε προς το ψυγείο για να κρυώσει, είτε προς την είσοδο του κινητήρα για να θερμανθεί περισσότερο.



Εικόνα 25 Σύγχρονος ηλεκτρονικά ελεγχόμενος θερμοστάτης διπλής βαλβίδας. (πηγή: διαδικτυακή ιστοσελίδα βελτίωσης και ενημέρωσης αυτοκινήτου «POWER AUTOMOTIVE MAGAZINE»).

Πιο συγκεκριμένα, σε χαμηλές θερμοκρασίες η έξοδος προς το ψυγείο είναι σχεδόν τελείως κλειστή και σχεδόν όλο το ψυκτικό μένει να κυκλοφορεί γύρω και μέσα από τον κινητήρα. Όταν η θερμοκρασία του φτάσει σε κάποιο

καθορισμένο-προσχεδιασμένο σημείο το οποίο διαφέρει ανάλογα με τα ειδικά

χαρακτηριστικά του θερμοστάτη, αλλά συνήθως βρίσκεται στο φάσμα 80-90 βαθμών κελσίου, ο θερμοστάτης σταδιακά αρχίζει να ανοίγει και να επιτρέπει ποσό ροής να διοχετευτεί προς το ψυγείο, ενώ από κάποια θερμοκρασία και μετά, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του πάλι, μετά τους 90-95 βαθμούς, ανοίγει εντελώς αφήνοντας το μέγιστο της δυνατής παροχής να περάσει προς το ψυγείο. Στα ενδιάμεσα στάδια λειτουργίας ο θερμοστάτης μεταβάλλει συνεχώς το άνοιγμα του όταν υπάρχει ερέθισμα του εσωτερικού του στοιχείου (μεταβολές θερμοκρασίας).

Το μυστικό της απλοϊκής λειτουργίας του θερμοστάτη βρίσκεται σε ένα μικρό κυλινδράκι στο κέντρο του το οποίο είναι γεμάτο με κερί. Το κερί αυτό την άκρη ενός μικρού πείρου, ανάλογα με τον τύπο του θερμοστάτη είτε μέσω διαφράγματος, είτε μέσω ελαστικού χιτωνίου, στην άλλη άκρη του οποίου βρίσκεται η βαλβίδα του θερμοστάτη που ανοίγει την δίοδο προς το ψυγείο. Καθώς το κερί λιώνει, καθώς, δηλαδή, περνάει από την στερεά μορφή στην υγρή, λόγω των φυσικών ιδιοτήτων του διαστέλλεται και η αύξηση αυτή του όγκου του σπρώχνει το εμβολάκι, μαζί με την βαλβίδα στην άκρη του.

Η πλειοψηφία των σύγχρονων θερμοστατών ανήκει στην κατηγορία διπλής βαλβίδας, αφού έτσι μπορεί να ρυθμιστεί η θερμοκρασία λειτουργίας σε ακόμα στενότερο εύρος. Ο έλεγχος των σύγχρονων θερμοστατών γίνεται ηλεκτρονικά από τον εγκέφαλο (ECU) του κινητήρα. Στους μεν μονής βαλβίδας που αναφέραμε προηγουμένως, απλά ελέγχεται με δισκοειδή βαλβίδα η διατομή του αγωγού προς το ψυγείο και η ροή του ζεστού υγρού προς την είσοδο πάλι του κινητήρα είναι ελεύθερη, στους δε διπλής υπάρχει και μία δεύτερη δισκοειδής βαλβίδα που ταυτόχρονα κλείνει την δίοδο by-pass προς την τρόμπα του ψυκτικού υγρού.

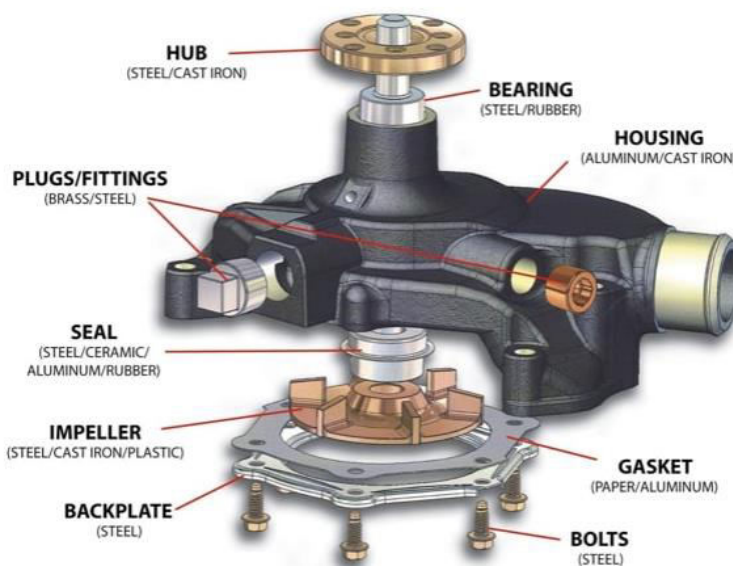
4.5. ΤΡΟΜΠΑ – ΑΝΤΛΙΑ ΝΕΡΟΥ

Αν λάβουμε αυστηρά ρευστομηχανικά κριτήρια, η τρόμπα – αντλία νερού του συστήματος ψύξης μιας μηχανής εσωτερικής καύσης είναι στην πραγματικότητα ένας κυκλοφορητής νερού, διότι σκοπός της «αντλίας» είναι απλά να κυκλοφορήσει το υγρό με μία ορισμένη, μικρή ταχύτητα, αναπληρώνοντας μόνο τις ολικές απώλειες πίεσης του κυκλώματος δηλαδή τις γραμμικές όσο το ψυκτικό διαρρέει τις ευθείες των σωληνώσεων. Έτσι, δεν έχει σκοπό να αυξήσει την ολική-στατική πίεση του υγρού στο βαθμό ενός impeller (πτερωτής) μίας πραγματικής υδραντλίας. Οι όροι αντλία και τρόμπα νερού έχουν κυριαρχήσει προσδίδοντας σε μια πιο γενική και κατανοητή εξήγηση του συγκεκριμένου εξαρτήματος.

Κρατώντας, λοιπόν, το χαρακτηρισμό της τρόμπας και της αντλίας στην πραγματικότητα έχουμε να κάνουμε με μία με μία υδροδυναμική διάταξη ακτινικής-φυγοκεντρικής κατηγορίας φτερωτής. Δηλαδή ενός impeller (πτερωτής) η οποία, αφού δεχτεί το ψυκτικό υγρό, το φυγοκεντρίζει ώσπου να φτάσει στην έξοδο κάπου στην περιφέρεια της. Η αντλία – τρόμπα νερού εφαρμόζεται είτε μέσα στον κορμό της μηχανής είτε εφάπτεται στο κάτω μέρος του κορμού. Αντλεί ενέργεια και

κίνηση έμμεσα από τον στρόφαλο μέσω, ανάλογα με την εφαρμογή, είτε του κυρίου μάντα χρονισμού, είτε του βοηθητικού ο οποίος περιστρέφει τον άξονα μέσω τροχαλίας στην εξωτερική πλευρά του. Συνήθως, την αντλία την συναντάμε στην είσοδο του μπλοκ που προσλαμβάνει την ροή του ψυκτικού από την σωλήνωση εξόδου του ψυγείου και από εκεί και μετά η «τρομπαραρισμένη» ροή οδηγείται κατά σειρά στους αγωγούς ψυκτικού του μπλοκ και των χιτωνίων και στη συνέχεια στους αντίστοιχους της κεφαλής. Ο ρυθμός περιστροφής της παραδοσιακής «μηχανικής» τρόμπας νερού ακολουθεί

επομένως το στροφάρισμα του κινητήρα, αυξάνοντας την παροχή (και τις απώλειες για την κίνηση της) όταν πραγματικά χρειάζεται (υψηλές στροφές – μεγάλη ισχύς – μεγάλη παραγωγή θερμότητας) και μειώνοντάς την όταν οι ανάγκες πέσουν (μικρό στροφάρισμα – μικρή ισχύς – μικρότερη παραγωγή θερμότητας). Αυτή είναι μια γενική προσέγγιση εξισορρόπησης των αναγκών και του τρόπου λειτουργίας της αντλίας.



Εικόνα 26 Αναλυτική απεικόνιση μιας αντλίας νερού σε κομμάτια. Πιο αναλυτικά διακρίνονται, HUB – τροχαλία κίνησης (κατασκευασμένο από ατσάλι ή χυτοσίδηρο), BEARING – ρουλεμάν (κατασκευασμένο από ατσάλι και καουτσούκ), HOUSING – κέλυφος της αντλίας (κατασκευασμένο από αλουμίνιο ή χυτοσίδηρο), GASKET – τσιμούχα στεγανοποίησης (κατασκευασμένη από πεπιεσμένο χαρτί ή αλουμίνιο), BOLTS – βίδες συγκράτησης (κατασκευασμένες από σίδηρο), BACKPLATE – πίσω πλάκα αντλίας (κατασκευασμένη από σίδηρο), IMPELLER – στροφέιο – φτερωτή (κατασκευασμένη από σίδηρο ή χυτοσίδηρο ή πλαστικό), SEAL – άξονας κίνησης και ασφάλιση της φτερωτής όπου παράλληλα παρέχει στεγανοποίηση στη βάση της φτερωτής (κατασκευασμένο από σίδηρο ή αλουμίνιο ή κεραμικό), PLUGS/FITTINGS – εξαρτήματα στήριξης και εφαρμογής της αντλίας (κατασκευασμένα από ορείχαλκο ή σίδηρο). (πηγή : διαδικτυακή ιστοσελίδα βελτίωσης και ενημέρωσης αυτοκινήτου «POWER AUTOMOTIVE MAGAZINE»).

Σε τεχνικό κομμάτι τα «ζωτικά» μέρη της αντλίας – τρόμπας του νερού είναι ένας συνδυασμός διαφόρων εξαρτημάτων κάτω από το κέλυφος της. Η αντλία νερού εσωτερικά διαθέτει δύο κύρια στεγανοποιητικά δηλαδή τσιμούχες, ένα περιστρεφόμενο άξονα, το κινητό μέρος του εδράνου και την πτερωτή – impeller και ένα σταθερό στο στατικό μέρος του εδράνου. Μεταξύ τους, μέσω προφόρτισης ελάσματος, εξασφαλίζεται η απαραίτητη στεγανότητα από την διαρροή ψυκτικού. Στο κέλυφος της αντλίας υπάρχουν δύο μικρές τρύπες, οι οποίες

εξαέρωσης και αποστράγγισης, μία στο πάνω μέρος και μία στο κάτω. Κύριος σκοπός της πρώτης είναι η διοχέτευση ατμοσφαιρικής πίεσης προς το εσωτερικό της αντλίας και αποβολής της υγρασίας η οποία δεν πρέπει να συσσωρεύεται στο έδρανο του άξονα. Η κάτω οπή επιτρέπει την διόδο ψυκτικού εκτός του κελύφους. Μία πολύ μικρή ποσότητα ψυκτικού είναι απολύτως φυσιολογικό να υπάρχει ορατή στην οπή αυτή, αφού μία μικρή ποσότητα αντιψυκτικού προβλέπεται να περνάει ανάμεσα στις δύο εσωτερικές τσιμούχες για την λίπανση της συναρμογής τους.

Η νέα εποχή στους κινητήρες εσωτερικής καύσης έφερε, όπως είναι λογικό αλλαγές και στις «παραδοσιακές» αντλίες νερού. Έτσι, λόγω της ανάγκης εξοικονόμησης καυσίμου οι τελευταίες γενιάς αντλίες έχουν σταματήσει να παίρνουν κίνηση από τον στρόφαλο. Συνεπώς, οι νέες αντλίες νερού έχουν γίνει ηλεκτρικές δίνοντας τη δυνατότητα στον εγκέφαλο της μηχανής (ECU), σε κλειστό πλέον βρόγχο, να μπορεί να αποφασίζει ανά πάσα στιγμή το «πότε» και «πόση» παροχή ψυκτικού υγρού χρειάζεται ο κινητήρας ανάλογα με την θερμοκρασία του.

5. ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΙΠΑΝΣΗΣ

5.1. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΤΡΙΒΗΣ

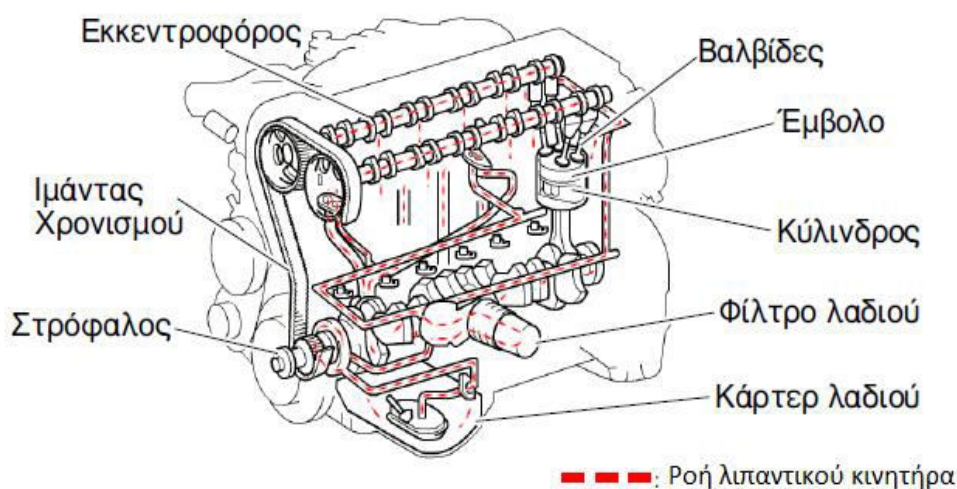
Μεταξύ δύο επιφανειών που έρχονται σε επαφή και κινούνται ή τείνουν να κινηθούν η μια ως προς την άλλη, αναπτύσσεται δύναμη τριβής. Η τριβή εξαρτάται από τα φορτία που πιέζουν τις επιφάνειες μεταξύ τους και την φύση των υλικών, τόσο ως προς τη χημική τους σύσταση όσο και ως προς τη τραχύτητα των τριβόμενων επιφανειών τους.

Τραχύτητα ορίζεται το μέγεθος που φανερώνει το πόσο «άγρια» είναι μια επιφάνεια. Αν πολλαπλασιάσουμε τη δύναμη της τριβής με την ταχύτητα που οι επιφάνειες τρίβονται μεταξύ τους, τότε παίρνουμε την ισχύ της τριβής ή αλλιώς το πόση ενέργεια μεταφέρεται από την τριβή στη μονάδα του χρόνου. Η ενέργεια αυτή που μεταφέρεται με τη τριβή είναι γνωστή με τον όρο θερμική ενέργεια η οποία εκλύεται στο περιβάλλον ως έκλυση θερμότητας. Από τη στιγμή, όμως, που έχουμε παραγωγή θερμότητας σε ένα στοιχείο μηχανής έχουμε και αύξηση της θερμοκρασίας του. Το αποτέλεσμα της αύξησης της θερμοκρασίας ενός υλικού και ειδικά ενός μετάλλου είναι η μεταβολή της διάστασης του και πιο συγκεκριμένα η διαστολή του. Σε ένα μηχανισμό, όπως ο κινητήρας εσωτερικής καύσης, τον οποίο τον απαρτίζουν πλήθος μερών με πολύ μικρές ανοχές στη συναρμογή τους και που το κάθε μέρος συνήθως επηρεάζει ολόκληρο το σύνολο, η ανεξέλεγκτη μεταβολή στις διαστάσεις μπορεί να σημαίνει την ολική καταστροφή του κινητήρα.

Αν δύο επιφάνειες τρίβονται και αναπτύσσεται θερμότητα, όταν στη συνέχεια σταματήσει η κίνηση και επανέλθουν οι κανονικές θερμοκρασίες, οι επιφάνειες έχουν χάσει για πάντα την αρχική τους μορφή, έχουν φθαρεί. Η φθορά αφορά τόσο την παραμόρφωση της μικροδομής της επιφάνειας όσο και την απομάκρυνση ποσότητας υλικού από την κυρίως μάζα του σώματος.

5.2. ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΛΙΠΑΝΤΙΚΟΥ

Σχετικά με την ανεπιθύμητη τριβή, επιδιώκεται η ελαχιστοποίηση της. Σε αυτήν την περίπτωση, με τα δεδομένα, όπως τα φορτία μεταξύ δύο επιφανειών, ο παράγοντας που πρέπει να καταπολεμηστεί είναι ο συντελεστής τριβής. Σ' αυτό το σημείο, είναι απαραίτητη η παρουσία των λιπαντικών ουσιών. Εκείνων, δηλαδή, που κύριος στόχος είναι η μείωση του συντελεστή τριβής των επιφανειών και κατ' επέκταση της τριβής. Επομένως, η μείωση της αναπτυσσόμενης θερμότητας και της φθοράς που συνεπάγεται η τριβή επιτυγχάνεται κυρίως με την παρεμβολή μικρής ποσότητας λιπαντικού ανάμεσα στις επιφάνειες ώστε να μην έρχονται σε άμεση επαφή. Το πιο επίφοβο στάδιο για ζημιά στον κινητήρα είναι αυτό της κρύας εκκίνησης.



Εικόνα 27 Ροή λιπαντικού υγρού μέσα στον κινητήρα. (πηγή: διαδικτυακή ιστοσελίδα βελτίωσης και ενημέρωσης αυτοκινήτου «POWER AUTOMOTIVE MAGAZINE»).

Γενικά, η στατική τριβή είναι λίγο μεγαλύτερη από αυτήν της ολίσθησης, άρα κατά την κρύα εκκίνηση οι συνθήκες είναι πιο αντίξοες για τον κινητήρα. Αυτό συμβαίνει, διότι ο χρόνος που χρειάζεται το λιπαντικό να φτάσει σε όλα τα κινούμενα μέρη του κινητήρα είναι μεγαλύτερος και παράλληλα πολύ σημαντικός. Σύμφωνα με μελέτες, πάνω από το 90% της φθοράς ενός κινητήρα που λειτουργεί «υπό κανονικές συνθήκες» συντελείται κατά τις ψυχρές εκκινήσεις. Κατά την ψυχρή εκκίνηση το λιπαντικό δεν έχει προλάβει να σχηματίσει λιπαντικό “film” (λεπτό στρώμα) παντού,

και επίσης δεν βρίσκεται σε θερμοκρασία μέγιστης λιπαντικής ικανότητας. Αφού, λοιπόν, ο κινητήρας ξεκινήσει τότε ερχόμαστε στις δύο βασικές λειτουργίες του λιπαντικού που προαναφέραμε, δηλαδή την αποτροπή της φθοράς των κινούμενων μερών και την μείωση των δυνάμεων τριβής που αναπτύσσονται. Και οι δύο βασικές λειτουργίες του λιπαντικού στηρίζονται στη δημιουργία του λιπαντικού film του οποίου το πάχος κυμαίνεται στα 0.025mm περίπου. Το εν λόγω film αποτρέπει την άμεση επαφή των επιφανειών, ενώ παράλληλα προστατεύει και από τυχόν μικροσωματίδια που έτυχε να σχηματιστούν κατά την τριβή του υλικού. Το πάχος του film σε σχέση με το μέγεθος των μεταλλικών αυτών κόκκων είναι αυτό που τελικά θα καθορίσει το αν οι επιφάνειες θα φθαρούν από την παρουσία των κόκκων αυτών.

Με την μείωση της τριβής, μειώνεται και η θερμότητα που δημιουργείται από την ίδια. Το γεγονός αυτό από την μια πλευρά ελαχιστοποιεί τα παραγόμενα θερμικά φορτία που θα πρέπει ο κινητήρας να περάσει στην ατμόσφαιρα από την άλλη πλευρά, όμως, στην θέση της θερμότητας παίρνουμε παραγόμενη ισχύ αφού έχουμε μικρότερες θερμικές απώλειες.

Κάνοντας αναφορά στη θερμότητα βρισκόμαστε σε άλλη μια βασική λειτουργία του λιπαντικού, η οποία είναι η ψύξη των μερών με τα οποία έρχεται σε επαφή. Το σύστημα λίπανσης του κινητήρα συμπληρώνει αυτό της ψύξης, ιδίως σε αερόψυκτους κινητήρες. Το λιπαντικό ακολουθεί έτσι ένα μεγάλο ταξίδι για να βρεθεί σε όλα τα βασικά μέρη του κινητήρα, έτσι ώστε να βρεθεί σε όλα τα κινούμενα μέρη, αποσπώντας θερμικά φορτία από τα μέρη στα οποία ρέει. Μέσω της συνεχούς ροής του στο κύκλωμα το λιπαντικό αποβάλλει τα θερμικά φορτία στην ατμόσφαιρα είτε μέσω ψυγείου είτε σε σημεία του κυκλώματος τα οποία δεν δέχονται μεγάλες θερμικές καταπονήσεις.

Άλλος ένας στόχος του λιπαντικού είναι αυτός του καθαρισμού του κινητήρα από τα κατάλοιπα της καύσης. Λόγω της μη τέλει καύσης του μείγματος ένα ποσοστό άνθρακα μένει «άκαυτο» και φεύγει προς την εξάτμιση. Το υπόλοιπο μπορεί να περάσει από τα ελατήρια των εμβόλων στο θάλαμο του στροφάλου. Εκεί έχει τη δυνατότητα να αντιδράσει με υδρατμούς και να δημιουργήσει μια είδους «λάσπη» η οποία έχει τη δυνατότητα να προσκολληθεί στα κινούμενα μέρη και να δυσχεραίνει την ψύξη και τη λίπανση τους. Στο σημείο αυτό, ενεργεί το λιπαντικό το οποίο αναλαμβάνει να κρατά το ποσοστό αυτό του άνθρακα αιωρούμενη στη μάζα του. Παράλληλα, καθαρίζει τα κινούμενα μέρη και εμποδίζει τις επικαθίσεις και τη δημιουργία της «λάσπης» όπως προαναφέρθηκε.

5.3. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ

Το σύστημα λίπανσης αποτελείται από πολλά εξαρτήματα τα οποία συμπράττουν μεταξύ τους για να καταφέρουν να διοχετεύσουν το λιπαντικό σε όλα τα

απαραίτητα σημεία του κινητήρα, κινούμενα και μη. Τα βασικά εξαρτήματα του συστήματος λίπανσης είναι τα ακόλουθα :

- Το Κάρτερ, είναι μια δεξαμενή στην οποία αποθηκεύεται το λάδι
- Η αντλία λαδιού η οποία απορροφά το λάδι μέσα από το Κάρτερ ανακτώντας κίνηση από τον στροφαλοφόρο άξονα και το διοχετεύει στον κινητήρα.
- Το ψυγείο λαδιού το οποίο ψύχει το λάδι πριν εισχωρήσει στα θερμά μέρη του κινητήρα.
- Το φίλτρο λαδιού το οποίο κατακρατά τις ακαθαρσίες και τα κατάλοιπα της καύσης.
- Η βαλβίδα ανακύκλωσης αναθυμιάσεων, η οποία χρησιμεύει σε περίπτωση που η πίεση των ατμών του λιπαντικού ξεπεράσει το επιτρεπόμενο όριο.

5.3.1 ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΛΑΔΙΟΥ – ΚΑΡΤΕΡ

Οι δεξαμενές λαδιού ή Κάρτερ είναι κατασκευασμένες συνήθως από κράμα αλουμινίου ή από λαμαρίνα. Στο εξωτερικό του περιβλήμα, διαθέτουν πτερυγώσεις για να επιτυγχάνεται η βέλτιστη ψύξη του λαδιού το οποίο βρίσκεται μέσα του. Το Κάρτερ βρίσκεται στην κάτω μεριά του κορμού του κινητήρα – μπλοκ και συνδέεται με αυτόν με την εφαρμογή κατάλληλης φλάντζας για την επίτευξη απόλυτης στεγανοποίησης.



Εικόνα 28 Δεξαμενή λαδιού – Κάρτερ. (πηγή: διαδικτυακή ιστοσελίδα βελτίωσης και ενημέρωσης αυτοκινήτου «POWER AUTOMOTIVE MAGAZINE»).

5.3.2 ΑΝΤΛΙΕΣ ΛΑΔΙΟΥ

Δουλειά της αντλίας λαδιού, όπως και κάθε αντλίας, είναι να δίνει την απαραίτητη ενέργεια στο ρευστό ώστε αυτό να κυκλοφορεί με μια χ επιθυμητή ταχύτητα και παροχή μέσα σε ένα κύκλωμα. Η αντλία έχει την πλευρά της αναρρόφησης από την οποία τραβάει το λάδι και την πλευρά της παροχής από την οποία διοχετεύει το λάδι με αυξημένη πίεση. Η διαφορά πίεσης των δύο πλευρών θα δώσει στο λάδι τη δυνατότητα να ξεπεράσει όλες τις απώλειες πίεσης στα εμπόδια που θα παρουσιαστούν στη διαδρομή του μέσα στο κύκλωμα λίπανσης.

Η πλευρά χαμηλής πίεσης της αντλίας λαδιού επικοινωνεί με το Κάρτερ, από το οποίο αναρροφά λάδι μέσω του αντίστοιχου οδηγού αγωγού. Την ενέργεια που προσδίδει στο λάδι ώστε αυτό να εγκαταλείψει την αντλία με μεγαλύτερη πίεση την παρέχει στην αντλία ο στρόφαλος. Γενικά, η αντλία λαδιού είναι συνδεδεμένη κάπου στην του στροφάλου για να παίρνει κίνηση από αυτόν. Αυτά ισχύουν για όλες τις αντλίες λαδιού που συναντάμε σε ένα κινητήρα εσωτερικής καύσης, ανεξαρτήτως το είδος τους. Κάνοντας λόγο για «είδη αντλιών» ουσιαστικά εννοούμε τον τρόπο με τον οποίο η κάθε αντλία αυξάνει την πίεση του ρευστού στο εσωτερικό της.

Διάφοροι τύποι αντλιών είναι οι εξής :

A. ΑΝΤΛΙΕΣ ΟΔΟΝΤΩΣΗΣ – (MESHED GEAR PUMP)

Η αντλία της συγκεκριμένης κατηγορίας αποτελείται από δύο συνεργαζόμενα στενά γρανάζια εντός ενός κλειστού περιβλήματος – κελύφους. Τα γρανάζια αυτά καθώς γυρίζουν εγκλωβίζουν από την πλευρά της χαμηλής πίεσης ποσότητες λαδιού ανάμεσα στα δόντια τους.

Τις ποσότητες αυτές του λαδιού η αντλία τις αντλεί από την λεκάνη λαδιού – Κάρτερ. Καθώς τα δόντια των γραναζιών «κλείνουν» το κενό ανάμεσα τους, αυξάνουν τη πίεση του λαδιού πριν τελικά το απελευθερώσουν προς τον αγωγό εξόδου της αντλίας.

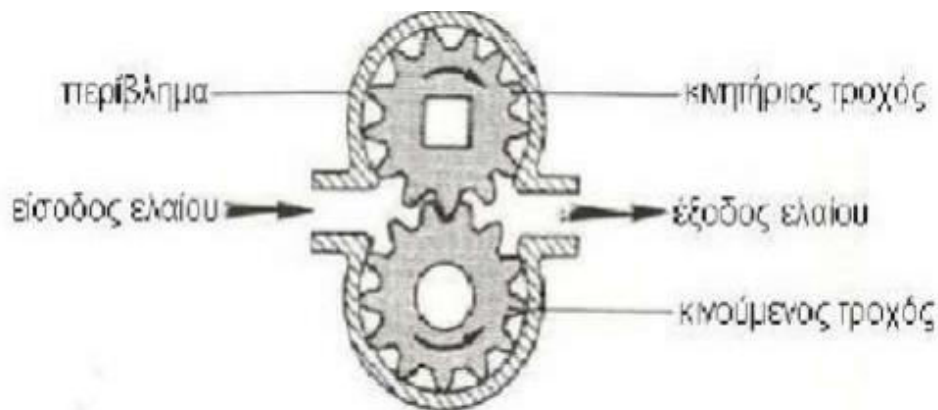
Όσον αναφορά την λειτουργία μιας αντλίας οδόντωσης, το ένα από τα



Εικόνα 29 Αντλία οδόντωσης εμπλεκόμενων γραναζιών. (πηγή: διαδικτυακή ιστοσελίδα βελτίωσης και ενημέρωσης αυτοκινήτου «POWER AUTOMOTIVE MAGAZINE»).

δύο γρανάζια είναι το «κινούν» και το άλλο το «κινούμενο». Το πρώτο, παίρνει κίνηση από το στρόφαλο με διάφορους τρόπους είτε μέσω καδένας είτε με κάποιο ενδιάμεσο γρανάζι είτε με μικρό άξονα. Στη συνέχεια, μεταδίδει την κίνηση και στο άλλο γρανάζι της αντλίας ώστε τελικά να γυρνάνε με κοινές στροφές. Ανάλογα με τη σχέση μετάδοσης που επιτυγχάνεται ανάμεσα στο στρόφαλο και τον άξονα της αντλίας οδόντωσης η αντλία γυρνάει με τις αντίστοιχες στροφές. Οι στροφές αυτές συνήθως έχουν το κατά το ήμισυ ποσό από αυτές του στροφάλου, όπως συμβαίνει και με τον εκκεντροφόρο του οποίου το «κύκλωμα» συνδέεται σε αρκετές περιπτώσεις η αντλία λαδιού.

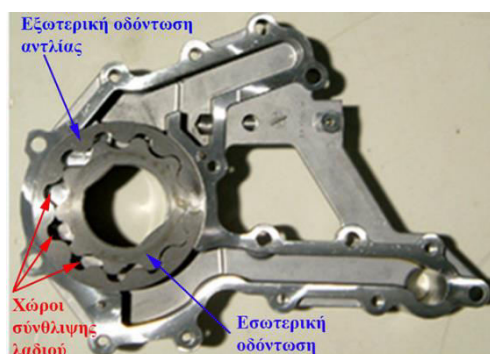
Η παροχή της αντλίας οδόντωσης εξαρτάται από τη διάμετρο των γραναζιών, το πλάτος των δοντιών τους, την απόσταση των δύο γραναζιών από κέντρο σε κέντρο και είναι ανάλογη με το ρυθμό περιστροφής της. Η αποτελεσματικότητα μιας αντλίας οδόντωσης εξαρτάται κατά πολύ από τις ανοχές των μερών της, δηλαδή, το διάκενο ανάμεσα ανάμεσα στις πλευρικές επιφάνειες των γραναζιών και το κέλυφος της αντλίας.



Εικόνα 30 Αντλία οδόντωσης εμπλεκόμενων γραναζιών σε τομή. (πηγή: Ευγενίδιο εκπαιδευτικό ίδρυμα, τμήμα μηχανών εσωτερικής καύσης).

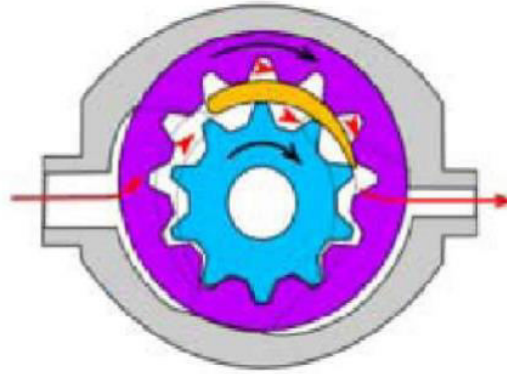
B. ΑΝΤΛΙΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΟΔΟΝΤΩΣΗΣ

Ένα άλλο είδος αυτού του τύπου είναι ένας οδοντωτός τροχός να έχει εσωτερική οδόντωση. Και στις δύο περιπτώσεις, ο τρόπος λειτουργίας η παροχή και η αποτελεσματικότητα της αντλίας, παραμένει ο ίδιος.



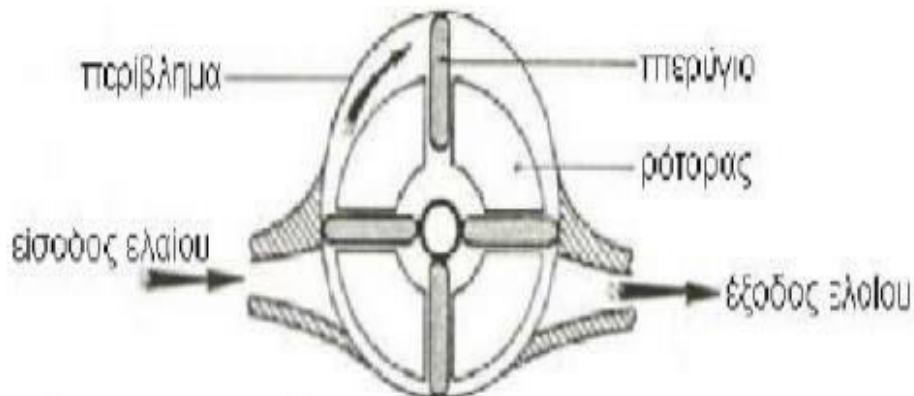
Εικόνα 31 Αντλία εσωτερικής οδόντωσης. (πηγή : διαδικτυακή ιστοσελίδα βελτίωσης και ενημέρωσης αυτοκινήτου «POWER AUTOMOTIVE MAGAZINE»).

Εικόνα 32 Αντλία εσωτερικής οδόντωσης σε τομή και απεικόνιση της ροής του λιπαντικού μέσα σε αυτή καθώς επίσης και της φοράς περιστροφής των εμπλεκόμενων γραναζιών της αντλίας. (πηγή : διαδικτυακή ιστοσελίδα βελτίωσης και ενημέρωσης αυτοκινήτου «POWER



Γ. ΠΤΕΡΥΓΩΤΗ ΑΝΤΛΙΑ

Το συγκεκριμένο είδος αντλίας αποτελείται από ένα στροφέιο και ένα κέλυφος. Το στροφέιο περιστρέφεται γύρω από το κέντρο, το οποίο βρίσκεται σε παράκεντρη θέση σε σχέση με το κέντρο του κυλινδρικού κελύφους. Το στροφέιο αυτό φέρει ακτινικούς αύλακες μέσα στους οποίους υπάρχει ένα μεταλλικό έλασμα. Καθώς το στροφέιο περιστρέφεται, αναπτύσσεται φυγόκεντρος δύναμη, με αποτέλεσμα να μετακινούνται τα μεταλλικά ελάσματα προς την περιφέρεια τόσο, όσο τους επιτρέπει το κέλυφος της αντλίας. Έτσι, ο χώρος μεταξύ στροφέιου και ελάσματος γίνεται προοδευτικά μεγαλύτερος και δημιουργείται κενό. Με αυτόν τον τρόπο, το λιπαντικό εισέρχεται από τον αυλό της εισαγωγής και μεταφέρεται μεταξύ των τμημάτων των στρεφόμενων πτερυγίων και του περιβλήματος. Το λιπαντικό εγκαταλείπει την αντλία από τον αυλό εξαγωγής υπό πίεση την οποία την δημιουργεί η αντλία.



Εικόνα 33 Πτερυγωτή αντλία. (πηγή: διαδικτυακή ιστοσελίδα βελτίωσης και ενημέρωσης αυτοκινήτου «POWER AUTOMOTIVE MAGAZINE»).

5.3.3 ΨΥΓΕΙΟ ΛΑΔΙΟΥ

Οι δεξαμενές λαδιού – Κάρτερ δε χρησιμεύουν μόνο στη συγκέντρωση του λαδιού στην εκάστοτε μηχανή εσωτερικής καύσης αλλά και στην ψύξη του. Η τοποθέτησή του στο κατώτερο σημείο του μοτέρ λίγο πάνω από το έδαφος δε γίνεται τυχαία. Τοποθετείται εκεί, διότι η ροή του αέρα κάτω από το πάτωμα βοηθάει ιδιαίτερα στην ψύξη του λιμνάζοντος λαδιού.

Όταν μια μηχανή εσωτερικής καύσης, είτε λόγω κατασκευής είτε λόγω χρήσης, έχει την τάση να ξεπερνά τους 120-130 βαθμούς κελσίου, χρειάζεται οπωσδήποτε τη βοήθεια ενός ψυγείου λαδιού. Το ψυγείο αυτό είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας λαδιού και αέρα, το οποίο εξωτερικά μοιάζει με μικρό ψυγείο νερού. Τα περισσότερα ψυγεία λαδιού είναι αλουμινένια και τοποθετούνται ανάμεσα στην αντλία και το φίλτρο λαδιού.

Οι αγωγοί του λιπαντικού είναι πεπλατυσμένοι και έχουν τέτοια διατομή και αριθμό ώστε να μην εμποδίζουν τη ροή του λαδιού και να μην ζορίζουν υπερβολικά την αντλία, αλλά και να προσφέρουν αρκετή επιφάνεια επαφής με τον αέρα για αποδοτική απαγωγή θερμότητας. Φυσικά, όπως σε όλα τα ψυγεία, έτσι και σε αυτά του λαδιού στο εσωτερικό τους υπάρχουν οι σωληνώσεις με μορφή «σερπαντίνας» για την ακόμα καλύτερη αποβολή της θερμότητας. Τέλος, στο εσωτερικό των αγωγών υπάρχουν μικρά πτερύγια τα οποία έχουν δύο σκοπούς : πρώτον τη δημιουργία τυρβώδους ροής στο εσωτερικό του ψυγείου και δεύτερον τη δομική ενίσχυση του ψυγείου ώστε να αντέξει σε ενδεχόμενη αύξηση της πίεσης του κυκλώματος.



Εικόνα 34 Σύνηθες ψυγείο λαδιού. (πηγή: διαδικτυακή ιστοσελίδα βελτίωσης και ενημέρωσης αυτοκινήτου «POWER AUTOMOTIVE MAGAZINE»).



Εικόνα 35 Ψυγείο λαδιού ενσωματωμένο στη βάση του φίλτρου λαδιού. (πηγή : διαδικτυακή ιστοσελίδα βελτίωσης και ενημέρωσης αυτοκινήτου «POWER AUTOMOTIVE MAGAZINE»).

5.3.4 ΦΙΛΤΡΟ ΛΑΔΙΟΥ

Τη διαδικασία καθαρισμού του λιπαντικού λαδιού την επιφορτίζεται το φίλτρο λαδιού. Πρόκειται για ένα κυλινδρικό κουτάκι που βιδώνει χαμηλά στην εξωτερική πλευρά του κορμού του κινητήρα. Σκοπός του είναι το φιλτράρισμα μέρους ή ολόκληρης της ποσότητας του λαδιού και η συγκέντρωση και παρακράτηση πάσης φύσεως ξένων σωματιδίων και ακαθαρσιών, καθώς και των υπολοίπων της καύσης που μεταφέρει το λιπαντικό μέσο από τα διάφορα μέρη του κινητήρα.

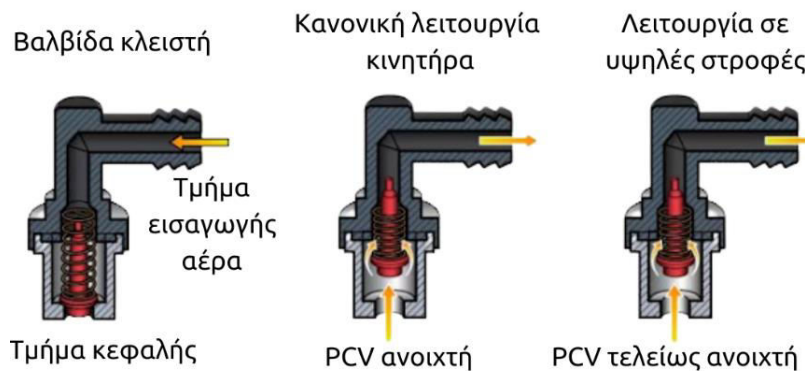


Εικόνα 36 Κοινό «χάρτινο» φίλτρο λαδιού σε τομή.
(πηγή : διαδικτυακή ιστοσελίδα βελτίωσης και ενημέρωσης αυτοκινήτου «POWER AUTOMOTIVE MAGAZINE»).

Η αποτελεσματικότητα και ανάγκη ύπαρξης της διαδικασίας αυτής είναι ζωτικής σημασίας για κάθε μηχανή εσωτερικής καύσης. Τα στοιχεία από τα οποία μπορεί να αποτελείται το φίλτρο είναι τέσσερα διαφορετικά υλικά. Τα πιο διαδεδομένα φίλτρα είναι αυτά που χρησιμοποιούνται και στα αυτοκίνητα παραγωγής και αποκαλούνται χάρτινα φίλτρα. Μια καλύτερη κατηγορία από άποψη αποδοτικότητας και φιλτραρίσματος είναι τα φίλτρα «γάζας». Ακόμα, υπάρχουν τα φίλτρα από αφρώδες υλικό και τα λεγόμενα «συρμάτινα» φίλτρα τα οποία όμως και οι δύο κατηγορίες αυτές υστερούν στην απόδοση φιλτραρίσματος του λιπαντικού σε σχέση με τα δύο πρώτα.

5.3.5 ΒΑΛΒΙΔΑ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΑΝΑΘΥΜΙΑΣΕΩΝ

Η βαλβίδα ανακύκλωσης αναθυμιάσεων είναι τοποθετημένη στις περισσότερες περιπτώσεις στην κεφαλή της κάθε μηχανής εσωτερικής καύσης. Έχει ως στόχο να κατευθύνει τους ατμούς του λιπαντικού στη εισαγωγή του αέρα της μηχανής, όταν αυτοί ξεπεράσουν ένα συγκεκριμένο όριο.



Εικόνα 37 Βαλβίδα ανακύκλωσης αναθυμιάσεων σε τομή κατά τις 3 φάσεις λειτουργίας της. (πηγή : διαδικτυακή ιστοσελίδα βελτίωσης και ενημέρωσης αυτοκινήτου «POWER AUTOMOTIVE MAGAZINE»).

6. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΜΗΧΑΝΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ ΓΙΑ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΥΣ ΣΚΟΠΟΥΣ – ΟΡΙΣΜΟΣ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟΥ

Η παρουσία των μηχανών εσωτερικής καύσης για εργαστηριακούς σκοπούς είναι δεδομένη και ευρέως γνωστή. Οι ΜΕΚ συναντιούνται σε εργαστήρια είτε για εκπαιδευτικούς σκοπούς είτε για σκοπούς μετρήσεων, δοκιμών και εξέλιξης. Όταν χρησιμοποιούνται για εκπαιδευτικούς σκοπούς βρίσκονται πάνω σε ειδικά διαμορφωμένα πλαίσια έτσι ώστε να είναι εύκολη η παρατήρησή τους κατά τη λειτουργία τους. Επίσης, σε πολλά εργαστήρια θα βρούμε ολόκληρους κινητήρες εσωτερικής καύσης σε κομμάτια για την καλύτερη κατανόηση και εξερεύνηση των μηχανών από τους σπουδαστές.

Όσον αφορά τους σκοπούς των μετρήσεων και των δοκιμών, γίνεται χρήση των δυναμόμετρων μηχανών εσωτερικής καύσης. Το δυναμόμετρο είναι μια συσκευή μέτρησης δύναμης. Ένα δυναμόμετρο έχει τη δυνατότητα να υπολογίσει την δύναμη που προέρχεται από οποιοδήποτε περιστρεφόμενο άξονα. Είτε αυτός προέρχεται από μια μηχανή εσωτερικής καύσης είτε από ένα ηλεκτροκινητήρα. Ταυτόχρονα, το δυναμόμετρο μπορεί να υπολογίσει τη ροπή και την ταχύτητα σε στροφές ανά λεπτό του άξονα που περιστρέφεται. Μια άλλη ικανότητα του δυναμόμετρου είναι η χρήση του για τον έλεγχο και τον καθορισμό της απαιτούμενης δύναμης και ροπής που χρειάζεται για την σωστή λειτουργία μιας συσκευής με περιστρεφόμενο άξονα, όπως μια αντλία. Στη περίπτωση αυτή, χρησιμοποιείται το καθοδηγούμενο δυναμόμετρο (Motoring Dynamometer ή Driving dynamometer). Ακόμα ένα δυναμόμετρο που είναι σχεδιασμένο να λειτουργεί υπό την επίδραση του κινητήρα τον οποίο εξετάζει ονομάζεται Δυναμόμετρο Απορρόφησης ή Παθητικό Δυναμόμετρο (Absorption Dynamometer ή Passive dynamometer). Τέλος, υπάρχει άλλη μια κατηγορία δυναμόμετρων η οποία ονομάζεται υβριδικός τύπος και έχει τη δυνατότητα να εκτελεί και τις λειτουργίες των δύο ανωτέρων και ονομάζεται Ενεργητικό Δυναμόμετρο (Universal Dynamometer ή Active dynamometer).

7. ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΜΗΜΑΤΩΝ ΔΗΝΑΜΟΜΕΤΡΟΥ

Τα δυναμόμετρα είναι εξοπλισμένα με όργανα μέτρησης ταχύτητας και ροπής, μεγέθη τα οποία είναι απαραίτητα για τον υπολογισμό της δύναμης που ασκείται στον άξονα. Ένα δυναμόμετρο απορρόφησης ενέργειας επιδρά ως ένα φερόμενο φορτίο στον περιστρεφόμενο άξονα τον οποίο εξετάζει. Άρα, το δυναμόμετρο πρέπει να λειτουργεί σε οποιαδήποτε ταχύτητα, άσκηση ροπής και οποιοδήποτε φορτίο που του επιβάλλει ο άξονας. Το δυναμόμετρο οφείλει να απορροφά την ενέργεια που παράγεται από τον άξονα περιστροφής και να την αποβάλει στον αέρα ή να την μεταφέρει στο ψυκτικό υγρό.

Κάποια δυναμόμετρα είναι εξοπλισμένα με σύστημα σταθεροποίησης ροπής ή σταθεροποίησης της ταχύτητας περιστροφής. Έτσι, ένα δυναμόμετρο με ρυθμιστή ροπής μπορεί να παρέχει στο περιστρεφόμενο άξονα μια συγκεκριμένη τιμή ροπής για οποιαδήποτε ταχύτητα που αυτός κινείται. Αντίστοιχα ένα δυναμόμετρο με ρυθμιστή ταχύτητας μπορεί να παρέχει στον περιστρεφόμενο άξονα οποιαδήποτε τιμή ροπής είναι απαραίτητη για να μείνει σταθερή η ταχύτητα του.



Εικόνα 38 Το εργαστηριακό δυναμόμετρο νερού στο οποίο ήταν συνδεδεμένος ο εργαστηριακός κινητήρας.

Ο απορροφητής (absorber) είναι ένα βασικό τμήμα το οποίο δεν λείπει από τα δυναμόμετρα πάσης φύσεως.

Πρόκειται για μια μονάδα απορρόφησης ενέργειας στην οποία είναι τοποθετημένα τα όργανα μέτρησης της ροπής και της ταχύτητας περιστροφής. Η μονάδα αυτή, δηλαδή, ο εδραζόμενος ρότορας είναι συνδεδεμένος με τον άξονα της μηχανής ο οποίος περιστρέφεται με τις ίδιες στροφές με αυτόν. Η άσκηση της ροπής στον άξονα της μηχανής πραγματοποιείται με διάφορους τρόπους ανάλογα τον τύπο του δυναμομέτρου. Τέτοιοι τρόποι είναι τα υλικά τριβής, υδραυλικά μέσα και ηλεκτρομαγνήτες.

Η έδραση του δυναμομέτρου είναι ο τρόπος μέτρησης της ασκούμενης ροπής. Πρέπει να είναι ελεύθερη περιστροφής αλλά ταυτόχρονα να συγκρατείται από ένα βραχίονα. Ένας άλλος τρόπος για την ελεύθερη κίνηση της έδρασης είναι να εδραστεί σε έδρανα ολίσθησης που είναι ενσωματωμένα σε βάσεις. Στην άκρη του βραχίονα υπάρχει μια ζυγαριά η οποία μετρά την ασκούμενη δύναμη που ασκείται από την έδραση στο ρότορα ο οποίος περιστρέφεται. Έτσι το μέγεθος του βραχίονα

πολλαπλασιάζεται με την ένδειξη της ζυγαριάς που μετρά την ασκούμενη δύναμη και υπολογίζεται η ασκούμενη ροπή.

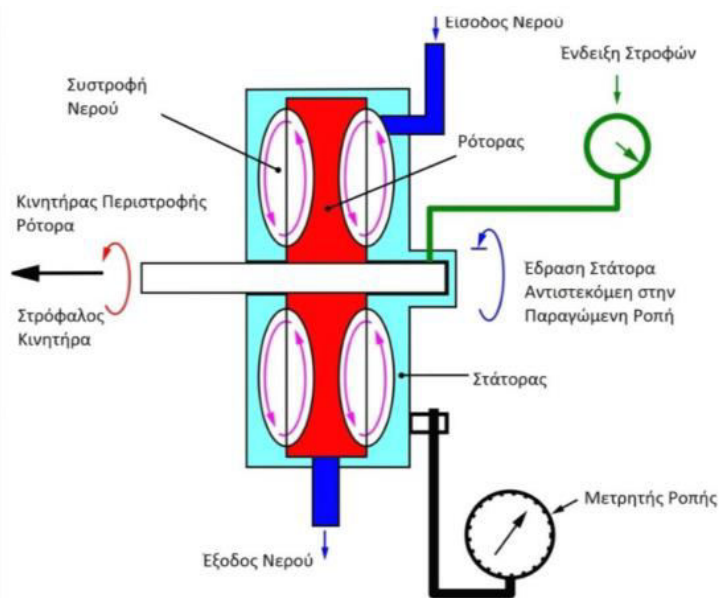
Πιο εξελιγμένοι τρόποι μέτρησης της ροπής είναι να περιβάλλεται μεταξύ του κινητήρα και του δυναμομέτρου ένας αισθητήρας ροής ο οποίος παράγει ηλεκτρικά σήματα ανάλογα της ασκούμενης ροπής. Τέλος, η ροπή γίνεται να υπολογιστεί κατευθείαν από τη μονάδα απορρόφησης (absorber) μέσω ηλεκτρικών σημάτων.

8. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟΥ ΝΕΡΟΥ

Ιδιαίτερα δημοφιλή κατηγορία δυναμόμετρων είναι αυτή των δυναμόμετρων νερού (water brake dynamometers). Η υδραυλική πέδη νερού ανήκει στη κατηγορία των δυναμόμετρων απορρόφησης ισχύος. Αυτά είναι μικρά σε μέγεθος, ελαφριά και έχουν τη δυνατότητα να διαχειριστούν μεγάλες δυνάμεις και ροπές. Κάτι που τα καθιστά κατάλληλα για τη χρήση τους σε μηχανές εσωτερικής καύσης. Βασικά μειονεκτήματα των δυναμόμετρων νερού είναι η ανάγκη συνεχούς παροχής κρύου νερού. Η ανάγκη αυτή συνδέεται άμεσα με το επόμενο μειονέκτημα τους, την ανάγκη ύπαρξης αρκετού χρόνου για την σταθεροποίηση του φορτίου που ασκείται στον άξονα περιστροφής του κινητήρα ο οποίος εξετάζεται.

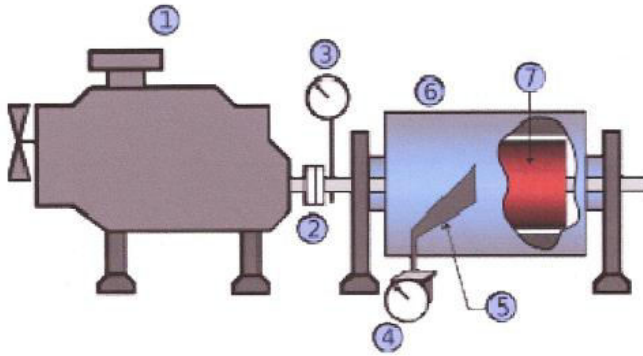
Η σύνδεση της μηχανής εσωτερικής καύσης με το δυναμόμετρο νερού γίνεται με την σύνδεση του

βολάν – στροφάλου της ΜΕΚ με το στροφείο του δυναμόμετρου στο οποίο έχουν δημιουργηθεί ακτινικές κοιλότητες ημι-ελλειπτικής μορφής. Το στροφείο αυτό περικλείεται από ένα κέλυφος στο οποίο έχουν δημιουργηθεί αντίστοιχες ημι-



Εικόνα 39 Αρχή λειτουργίας, διάγραμμα ροής δυναμόμετρου νερού. (πηγή: Πολυτεχνείο Κρήτης, σχολή Μηχανικών Παραγωγής και Διοίκησης).

ελλειπτικές κοιλότητες. Το δυναμόμετρο γεμίζει με νερό το οποίο διαρρέει το κενό χώρο ανάμεσα στο στροφείο και στο κέλυφος. Αφότου ο χώρος αυτός γεμίσει με νερό λόγω του ιξώδους του νερού όταν περιστρέφεται το στροφείο του δυναμόμετρου από τον κινητήρα τείνει να περιστρέψει και το κέλυφος. Με τον τρόπο αυτό το δυναμόμετρο απορροφά ισχύ από το κινητήρα.



Εικόνα 40 Δυναμόμετρο απορρόφησης ισχύος – νερού. 1: Μ.Ε.Κ υπό δοκιμή, 2: Συνδυασμός μετάδοσης κίνησης, 3: Στροφόμετρο μέτρησης γωνιακής ταχύτητας περιστροφής, 4: Δυναμοκυψέλη, 5: Μοχλοβραχίονας, 6: Κέλυφος δυναμομέτρου, 7: Στροφέιο δυναμομέτρου. (πηγή : «Εργαστηριακές Ασκήσεις Μηχανών Εσωτερικής Καύσης» καθηγητή Φατσής Αντώνιος

Η ύπαρξη της δυναμοκυψέλης στο δυναμόμετρο μας δίνει τη δυνατότητα να υπολογίζουμε την επαπτομενική δύναμη που ασκείται στο κέλυφος του δυναμομέτρου. Έτσι, με το τρόπο αυτό μπορούμε να υπολογίσουμε τη ροπή στρέψης του κινητήρα, την ογκομετρική κατανάλωση καυσίμου, την παροχή

μάζας αέρα και των καυσαερίων αντίστοιχα. Τέλος, μπορεί να διευκρινιστεί ο λόγος ισοδυναμίας αέρα – καυσίμου, η πραγματική πίεση του κινητήρα και να γίνει ο ενεργειακός ισολογισμός του κινητήρα.

9. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στο εργαστήριο Μηχανών Εσωτερικής Καύσης I και II υπάρχει ένα δυναμόμετρο νερού. Στο δυναμόμετρο αυτό βρισκόταν εγκατεστημένη μια μηχανή εσωτερικής καύσης μάρκας Ford η οποία είχε τεθεί εκτός λειτουργίας λόγω παλαιότητας, μη χρήσης καθώς και διαφόρων βλαβών τις οποίες είχε η μηχανή.

Κατόπιν συνεννοήσεως με τον υπεύθυνο καθηγητή του εργαστηρίου κύριο Τζιράκη Ευάγγελο αποφασίσαμε να πραγματοποιηθεί μια οργανωμένη πτυχιακή εργασία εκ μέρους μου. Στη πτυχιακή αυτή γίνεται λόγος γενικά γύρω από τις μηχανές εσωτερικής καύσης. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζεται μια ιστορική αναδρομή στην ιστορία των μηχανών αυτών, στις αρχές λειτουργίας τους καθώς και στην εξέλιξη τους. Στη συνέχεια, αναλύεται το σύστημα ψύξης και το σύστημα λίπανσης των μηχανών εσωτερικής καύσης. Επίσης, έγινε αναφορά στην εφαρμογή των μηχανών εσωτερικής καύσης για εργαστηριακούς σκοπούς. Δίνεται έμφαση στην ύπαρξή τους και στον τρόπο λειτουργίας τους μαζί με τα δυναμόμετρα. Ακόμα, γίνεται αναφορά στα δυναμόμετρα, στη λειτουργία τους καθώς και στα αποτελέσματα τα οποία μπορούν να μας δώσουν. Μέρος της παρούσας εργασίας αποτέλεσε ακόμα το σύστημα ψύξης και το σύστημα λίπανσης των μηχανών εσωτερικής καύσης. Τέλος, παρακάτω παρατίθεται η διαδικασία, τα προβλήματα που παρουσιάστηκαν καθώς και οι ενέργειες για την αποκατάσταση της συγκεκριμένης μηχανής εσωτερικής καύσης ώστε να είναι ξανά λειτουργική.

9.1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΗΚΑ ΜΗΧΑΝΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

Παρακάτω παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά του εργαστηριακού κινητήρα εσωτερικής καύσης πάνω στον οποίο βασίστηκε η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία. Ο συγκεκριμένος κινητήρας είναι μάρκας Ford με έτος κατασκευής το 1988.

Πιο αναλυτικά :

Τύπος καυσίμου : βενζίνη

Τύπος σύστημα καυσίμου : καρμπυρατέρ (εξαερωτήρας)

Κυβισμός κινητήρα : 1597 κ.ε. (κυβικά εκατοστά)

Μηχανισμός βαλβιδών : εκκεντροφόροι επικεφαλής

Διάταξη κυλίνδρων : σε σειρά

Αριθμός κυλίνδρων : 4 (τέσσερα)

Αριθμός βαλβιδών ανα κύλινδρο : 2 (δύο)

Διάμετρος κυλίνδρου : 81.30 mm (χιλιοστά)

0,27 ft (πόδια)

3,20 in (ίντσες)

0,0813 μ (μέτρα)

Διαδρομή κυλίνδρου : 77.00 (χιλιοστά)

0,25 ft (πόδια)

3,03 in (ίντσες)

0,0770 μ (μέτρα)

Μέγιστη ισχύς : 72 hp (βρετανική ιπποδύναμη)

53.7 kw (κιλοβάτ)

73 ps (μετρική ιπποδύναμη)

Μέγιστη ισχύς σε στροφές : 4900 στρ/λεπτό (στροφές ανά λεπτό)

Μέγιστη ροπή : 119 Nm (νιούτον-μέτρα)

12.1 kgm (χιλιόγραμμα ανά κυβικό μέτρο)

87.8 ft-lb (πόδια – λίμπρες)

Μέγιστη ροπή σε στροφές : 2900 στρ/λεπτό (στροφές ανά λεπτό)

9.2. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΒΛΑΒΕΣ ΚΑΙ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

Κύριοι λόγοι για την εμφάνιση προβλημάτων, βλαβών και δυσκολιών κατά τη συντήρηση και αποκατάσταση του κινητήρα αποτέλεσαν η παλαιότητα του κινητήρα, το μεγάλο χρονικό διάστημα μη λειτουργίας του, η αποσύνδεση του από τα όργανα ελέγχου του και γενικά η αποσύνδεση του από τα περιφερειακά του συστήματα όπως για παράδειγμα από το σύστημα ψύξης του και από το σύστημα ελέγχου του. Λόγω των παραπάνω παρουσιάστηκαν σοβαρές βλάβες στον κινητήρα, οι οποίες θα μπορούσαν να συμβάλουν αρνητικά στην βιωσιμότητα και τη λειτουργία του. Κύριες βλάβες ήταν ο λάθος χρονισμός της μηχανής, προφανώς

σε παλαιότερη προσπάθεια συντήρησης του. Καθώς και η ακατάλληλη κατάσταση του ιμάντα χρονισμού για τη σωστή λειτουργία του κινητήρα. Σημάδια τα οποία επιβεβαιώνουν την ακατάλληλη κατάσταση του ιμάντα ήταν τα «σκασίματα» και τα σκισίματα τα οποία έφερε πάνω του ο ιμάντας χρονισμού.

Εξαιτίας της αφαίρεσης και αποκοπής του κινητήρα από τα όργανα ελέγχου του, δηλαδή, από το ηλεκτρολογικό κύκλωμα του, η αποκατάσταση του κυκλώματος αποτέλεσε βασική προπόθεση για την επαναλειτουργία του καθώς ο κινητήρας δεν είχε παροχή ρεύματος, δηλαδή, μπαταρία και διακόπτη εκκίνησης. Επιπλέον, η φθορά των καλωδιώσεων του ηλεκτρικού κυκλώματος αποτέλεσαν σχετικά μικρό αλλά χρονοβόρο πρόβλημα για την σωστή αποκατάσταση και λειτουργία του κυκλώματος. Ακόμα, η μη λειτουργία της μηχανής για μεγάλο χρονικό διάστημα παρουσίασε πρόβλημα στο καρμπυρατέρ της μηχανής λόγω πολλών ακαθαρσιών που εντοπίστηκαν στην «ευαίσθητη» περιοχή του καρμπυρατέρ καθώς και της οξείδωσης η οποία είχε κάνει αισθητή την παρουσία της σε πολλά μέρη του καρμπυρατέρ.

Στην περίπτωση του συστήματος ψύξης του κινητήρα, παρουσιάστηκαν αρκετά και σημαντικά προβλήματα καθώς ο κινητήρας δεν ήταν συνδεδεμένος με κάποιο σύστημα ψύξης. Στο σύνολο του δυναμόμετρου νερού και του κινητήρα συμπλήρωνε μια μονάδα παροχής και ψύξης νερού. Η μονάδα αυτή ελεγχόταν από δική της μονάδα ελέγχου η οποία επικοινωνούσε με αυτή του δυναμόμετρου – κινητήρα και φρόντιζε για την παροχή κρύου νερού στο δυναμόμετρο και παραλληλά για την ψύξη του κινητήρα. Η μονάδα αυτή είχε αποσυνδεθεί και λόγω αυτού η μονάδα παροχής και ψύξης νερού είχε τεθεί εκτός λειτουργίας. Κατά τον έλεγχο της μονάδας αυτής για τον σχεδιασμό της εξέλιξης της πτυχιακής εργασίας διαπιστώθηκε ότι οι αντλίες παροχής νερού είχαν τεθεί εκτός λειτουργίας λόγω βλάβης και μη λειτουργίας τους για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ακόμα, πολλά μέρη του συστήματος ψύξης έφεραν βλάβες είτε από οξείδωση είτε από κομμάτια τα οποία είχαν αφαιρεθεί στο παρελθόν και κατέστησαν την ύπαρξη της μονάδας παροχής νερού και ψύξης, μη βιώσιμη και λειτουργική.

9.3. ΑΡΧΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

Ξεκινώντας τη διαδικασία για την αποκατάσταση του κινητήρα έγινε για αρχή η αποσυναρμολόγηση και η αποκοπή του από το δυναμόμετρο νερού πάνω στο οποίο ήταν συνδεδεμένος. Ταυτόχρονα, δημιουργήθηκε ένα γενικό πλάνο για τις βασικές ενέργειες που θα χρειαστεί ο κινητήρας για να είναι ξανά λειτουργικός. Έπειτα, από τον διαχωρισμό του κινητήρα έγινε έλεγχος στα παρόν συστήματα του κινητήρα τα οποία ήταν συνδεδεμένα με το δυναμόμετρο για την σωστή και ατόφια απενεργοποίηση τους. Στη συνέχεια, ο κινητήρας μεταφέρθηκε σε συνεργείο

αυτοκινήτων (του κ. Γιώργου Γαλανάκη) καθώς η ύπαρξη ειδικών εργαλείων και κατάλληλου χώρου για το χρονισμό του κινητήρα, τη σωστή συντήρηση και αποκατάσταση ορισμένων βλαβών ήταν αναγκαία.

Απ'τη στιγμή που ο κινητήρας ήταν συνδεδεμένος με το δυναμόμετρο νερού το σύστημα ψύξης του κινητήρα ήταν ενσωματωμένο με την παροχή νερού η οποία τροφοδοτούσε το δυναμόμετρο. Έτσι, λοιπόν, χρειάστηκε να γίνει η αποσυναρμολόγηση της μονάδας τροφοδοσίας νερού και ψύξης του κινητήρα. Αυτό συνέβη, διότι το σύστημα τροφοδοσίας νερού ήταν εγκαταλλεμένο και εκτός λειτουργίας καθώς έφερε βλάβη στα συστήματα ελέγχου του καθώς και σε δύο αντλίες παροχής νερού. Ήταν, όμως, απαραίτητη η χρήση του ψυγείου νερού και κάποιων άλλων συστημάτων που θα αναφερθούν παρακάτω λεπτομερώς.

10. ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

Όπως προαναφέραμε ο κινητήρας δεν έφερε κάποια μονάδα ελέγχου ούτε τον απαραίτητο ηλεκτρικό κύκλωμα το οποίο είναι απαραίτητο για την σωστή λειτουργία του. Ακόμα, τα ήδη υπάρχοντα ηλεκτρικά κομμάτια, όπως οι καλωδιώσεις ήταν σε ακατάλληλη κατάσταση για τη σωστή λειτουργία του. Έτσι, λοιπόν, μετά την αποσύνδεση του κινητήρα από το δυναμόμετρο έγινε μια μελέτη για τις ανάγκες του κινητήρα για τη σωστή και λειτουργική αποκατάσταση του ηλεκτρικού του κυκλώματος. Η αρχή έγινε με τον έλεγχο, τη συντήρηση και τη διόρθωση, όπου αυτή

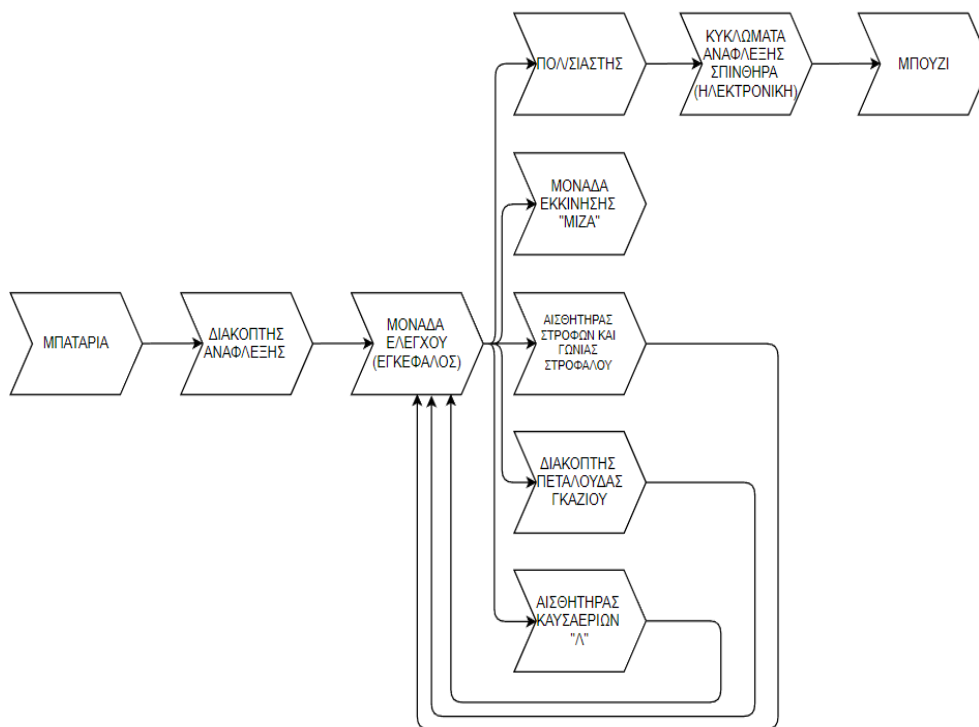


Εικόνα 41 Στην φωτογραφία διακρίνονται η λυχνία φωτός, ο διακόπτης εκκίνησης και το όργανο μέτρησης των στροφών του κινητήρα.

χρειαζόταν, των ήδη υπάρχοντων λιγοστών καλωδιώσεων όπου είχαν μείνει πάνω στον κινητήρα. Στη συνέχεια, έγινε ο σχεδιασμός και η εγκατάσταση για την τοποθέτηση μιας μπαταρίας έτσι ώστε ο κινητήρας να γίνει αυτόνομος καθώς η τροφοδοσία του με ρεύμα γινόταν από τη μονάδα ελέγχου η οποία είχε τεθεί εκτός λειτουργίας. Έγινε, λοιπόν, η τοποθέτηση των απαραίτητων καλωδίων για τους πόλους της μπαταρίας και η σύνδεση τους με το σύστημα του κινητήρα. Έπειτα, ήταν αναγκαία η

τοποθέτηση ενός διακόπτη εκκίνησης (μίζας) για να μπορεί ο κινητήρας να τεθεί σε λειτουργία.

Έτσι, συνδέθηκε ο διακόπτης με το κύκλωμα της μπαταρίας για να ολοκληρωθεί το κύκλωμα εκκίνησης. Παράλληλα, πραγματοποιήθηκε συντήρηση στην μονάδα της μίζας του κινητήρα η οποία ουσιαστικά είναι αυτή που εκκινεί τον κινητήρα μέσω του βολάν. Καθώς είναι τοποθετημένη πλησίον του βολάν πάνω στο μπλοκ του κινητήρα και συνδέεται με το βολάν μέσω ενός γραναζιού. Πιο συγκεκριμένα, αλλάχτηκαν τα καρβουνάκια της μίζας και πραγματοποιήθηκε ένας καθαρισμός σε αυτήν. Επιπλέον, έγινε τοποθέτηση μιας λυχνίας φωτός (λάμπα) πάνω από τον διακόπτη εκκίνησης, για την επισήμανση όταν το κύκλωμα είναι σε ανοικτή θέση (on) και είναι έτοιμο να εκκινήσει το κινητήρα. Επίσης, η λυχνία είναι σε λειτουργία ακόμα και όταν ο κινητήρας δουλεύει. Τέλος, έγινε εγκατάσταση ενός οργάνου μέτρησης των στροφών ανά λεπτό του κινητήρα (στροφόμετρο) για τον καλύτερο έλεγχο του κατά τη λειτουργία του.



Εικόνα 42 Διάγραμμα ροής ηλεκτρικού κυκλώματος Μηχανής Εσωτερικής Καύσης.

10.1 ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΨΥΞΗΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

Έπειτα απ' το διαχωρισμό του κινητήρα από το δυναμόμετρο νερού το κύκλωμα ψύξης έπρεπε να αποκατασταθεί από την αρχή. Ο κινητήρας ήταν αδύνατο να λειτουργήσει και να είναι βιώσιμος χωρίς αυτό. Το σύστημα κινητήρα – δυναμόμετρου διέθετε μια ξεχωριστή μονάδα η οποία πραγματοποιούσε την παροχή κρύου νερού στο δυναμόμετρο και παράλληλα έψυχε τη μονάδα του κινητήρα. Μια ζημιά στις αντλίες παροχής νερού στο σύστημα, η ανικανότητα επισκευής τους και εύρεσης ανταλλακτικών για αυτές καθώς επίσης και η μη ύπαρξη της μονάδας ελέγχου του συστήματος ψύξης ήταν ο λόγος για τον διαχωρισμό του ήδη υπάρχοντος συστήματος ψύξης.



Εικόνα 43 : Η αρχική μονάδα ψήξης και παροχής νερού του συστήματος Μηχανής Εσωτερικής Καύσης-δυναμόμετρου.

Πραγματοποιήθηκε ο διαχωρισμός της μονάδας παροχής νερού και αφαιρέθηκε το ψυγείο νερού το οποίο αποτελεί βασικό εξάρτημα για την ψύξη του κινητήρα. Μαζί με το ψυγείο αφαιρέθηκαν και δύο ανεμιστήρες – βεντιλατέρ απαραίτητα για την σωστή ψύξη του ψυκτικού υγρού. Μετά την αφαίρεση του ψυγείου, πραγματοποιήθηκε έλεγχος σε αυτό για τυχόν διαρροές και στη συνέχεια έγινε καθαρισμός από τα παλιά ψυκτικά υγρά, με ειδικό φάρμακο, καθώς και από σκουριές οι οποίες είχαν κάνει αισθητή τη παρουσία τους στο εξωτερικό του ψυγείου ειδικά στα σημεία ένωσης των σωληνώσεων του.



Εικόνα 44 Η τοποθετημένη καινούργια αντλία νερού.

Όσον αφορά την αντλία – τρόμπα νερού του κινητήρα λόγω της μεγάλης χρονικής ακινησίας και παλιότητας τέθηκε εκτός λειτουργίας και για αυτό το λόγο υπήρχε διαρροή ψυκτικού υγρού από τη βάση της αντλίας νερού. Ακόμα, μετά την αντικατάσταση της, παρατηρήθηκε ότι η φτερωτή της τρόμπας νερού είχε υποστεί και αυτή ζημιά αφού είχαν αποκολληθεί μέρη της. Για να αποφευχθούν τυχόν διαρροές ακολούθησε ο καθαρισμός των μετάλλων στο κορμό της μηχανής (μπλόκ), εκεί δηλαδή, όπου εδρεύει η αντλία νερού καθώς λόγω της υπάρχουσας διαρροής η διάβρωση και η οξείδωση είχαν κάνει αισθητή την παρουσία τους. Έπειτα, από

το καθαρισμό της επιφάνειας του μπλόκ τοποθετήθηκε η απαραίτητη καινούργια φλάτζα μεταξύ της τρόμπας και του μπλόκ και τοποθετήθηκε τελικά η καινούργια αντλία νερού.

Για να ολοκληρωθεί το κομμάτι του ψυγείου ψύξης του κινητήρα, πραγματοποιήθηκε έλεγχος στους δύο ανεμιστήρες – βεντιλατέρ της ήδη υπάρχουσας μονάδας, για τη σωστή λειτουργία τους. Να σημειωθεί ότι τα δύο βεντιλατέρ

λειτουργούσαν μέσω της μονάδας ελέγχου του συστήματος ψύξης και παροχής νερού στο δυναμόμετρο με παροχή ρεύματος 220 volt. Αφού η μονάδα ελέγχου είχε τεθεί εκτός λειτουργίας έγινε μια μετατροπή στο τρόπο λειτουργίας των βεντιλατέρ,

τοποθετώντας μία αυτόνομη ασφάλεια για το κάθε βεντιλατέρ και

παροχή ρεύματος 220 volt (μέσω μπρίζας) για την λειτουργία τους. Ο τρόπος αυτός επιλέχθηκε, διότι η απαιτούμενη ισχύς των μοτέρ των βεντιλατέρ ήταν πολύ μεγάλη (2*220 volt) και το ηλεκτρικό κύκλωμα του κινητήρα αδυνατούσε να ανταπεξέλθει για την παροχή τους.

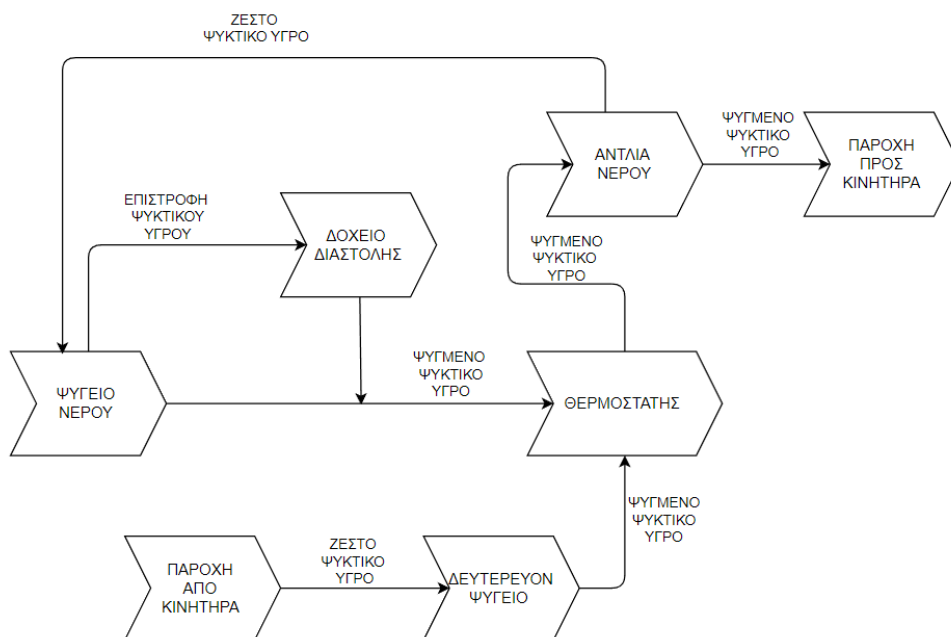


Εικόνα 45 Τα δύο βεντιλατέρ-ανεμιστήρες του συστήματος ψύξης μαζί με το κουτί ασφαλειών εκκίνησης τους.



Εικόνα 46 Το ολοκληρωμένο πλέον σύστημα του ψυγείου ψύξης του κινητήρα με τοποθετημένα τα δύο βεντιλατέρ και τις καινούριες σωληνώσεις ένωσης με τον κινητήρα (τα πράσινα μέρη αποτελούν τα δύο κομμάτια σωληνώσεων –

Οι σωληνώσεις της μονάδας παροχής και ψύξης νερού αποτελούνταν από χάλκινες σωλήνες. Όπως είναι κατανοητό, λόγω της παλαιότητας της μονάδας οι σωληνώσεις αυτές δεν ήταν δυνατόν να ανταπεξέλθουν για τη σωστή λειτουργία του κυκλώματος. Η οξείδωση και η διαρροή νερού από αρκετά σημεία είχε κάνει αισθητή τη παρουσία της στο κύκλωμα. Για το λόγω αυτό μετά την αφαίρεση του ψυγείου χρησιμοποιήθηκαν καινούργια κολάρα για την σύνδεση ψυγείου – κινητήρα. Τέλος, λόγω της διαφοράς διαμέτρου μεταξύ των κολάρων του ψυγείου και του κινητήρα τοποθετήθηκαν 2 κομμάτια σωλήνωσης, σύνδεσμοι, από υλικό PVC με διαφορετική διάμετρο εξόδου από κάθε μεριά.



Εικόνα 47 Διάγραμμα ροής συστήματος ψύξης Μηχανής εσωτερικής καύσης.

10.2 ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΡΩΝ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

Αρχικά, πραγματοποιήθηκε περιφερειακός καθαρισμός του κινητήρα καθώς λόγω της μακροχρόνιας μη λειτουργίας του οι ακαθαρσίες και η οξείδωση είχαν κάνει αισθητή την παρουσία τους σε διάφορα σημεία του κινητήρα. Στη συνέχεια, δημιουργήθηκε και τοποθετήθηκε μια βάση για τη μπαταρία του ηλεκτρικού κυκλώματος στην κάτω μεριά του πλαισίου, όπου εδρεύει ο κινητήρας για να είναι εφικτή η ολοκλήρωση του ηλεκτρικού κυκλώματος του κινητήρα. Ακολούθησε το καρμπυρατέρ καθώς λόγω της μη λειτουργίας του κινητήρα ήταν αναγκαίος ο εξωνυχιστικός καθαρισμός του. Έτσι, πραγματοποιήθηκε η αποσυναρμολόγηση του καρμπυρατέρ και έγινε καθαρισμός σε όλα τα μέρη του, ειδικά στο ζιγκλέρ του καρμπυρατέρ και στα υπόλοιπα πιο εσωτερικά εξαρτήματα

του, όπου η οξείδωση και οι ακαθαρσίες από τις παλιές βενζίνες ήταν αρκετά έντονες. Κατά τη συναρμολόγηση και επανατοποθέτηση του καρμπυρατέρ, έγινε και η μερική ρύθμιση στο μείγμα αέρα – βενζίνης ώστε να μπορεί να εκκινήσει ο κινητήρας όταν θα είναι έτοιμος. Μετά την ολοκλήρωση στο κομμάτι του καρμπυρατέρ έγινε τοποθέτηση και σύνδεση ενός μικρού ρεζερβουάρ βενζίνης πλησίον του καρμπυρατέρ καθώς ο κινητήρας δεν διέθετε πριν το εν λόγω εξάρτημα.

Αφού ολοκληρώθηκαν οι εργασίες στο καρμπυρατέρ και στην παροχή βενζίνης σειρά πήρε η πραγματοποίηση ενός service στον κινητήρα. Λόγω της μεγάλης παρόδου του χρόνου στον οποίο ο κινητήρας δεν λειτουργούσε πραγματοποιήθηκε αναγκάσιο service. Πιο αναλυτικά, αντικαταστάθηκε το φίλτρο λαδιού καθώς επίσης έγινε και μία όσο το δυνατόν καλύτερη αλλαγή λαδιών. Τοποθετήθηκε μετά την αλλαγή 4,5 λίτρα λάδι τύπου 10 – 40. Ακόμα, αλλάχθηκαν τα μπουζί του κινητήρα και ελέγχθηκαν τα μπουζοκαλώδια τους για τη σωστή λειτουργία τους, όπως επίσης και στην ηλεκτρονική πλακέτα η οποία τους δίνει το σήμα για τον σπινθήρα.



Εικόνα 48 Το καρμπυρατέρ τοποθετημένο και συναρμολογημένο έπειτα από τη διαδικασία καθαρισμού του.

Στην κατηγορία του service θα κατατάσσουμε και την αλλαγή του ιμάντα χρονισμού. Ο ιμάντας χρονισμού δεν ήταν σε θέση να εγγυηθεί τη σωστή και χωρίς ζημιά λειτουργία του κινητήρα. Αυτό διότι λόγω της παλαιότητας του τα «σημάδια του χρόνου», τα σχησίματα κατά μήκος του καθώς και η αλλίωση του υλικού του ήταν ξεκάθαρα εμφανή. Έτσι, λοιπόν, πραγματοποιήθηκε η αντικατάσταση του αφού σε κάθε άλλη περίπτωση εάν ο κινητήρας δούλευε με τον συγκεκριμένο ιμάντα



Εικόνα 49 Στη φωτογραφία απεικονίζεται ο καινούργιος ιμάντας χρονισμού τοποθετημένος στα σημεία του.

υπήρχαν τεράστιες πιθανότητες πραγματοποίησης πολύ σοβαρής ζημιάς στον κινητήρα. Όπως το στράβωμα των βαλβιδών εισαγωγής και εξαγωγής, το φάγωμα ή το σπάσιμο του εκκεντροφόρου ή ακόμα χειρότερα η καταστροφή των πιστονιών και των μπιελών του κινητήρα.

Έπειτα, από την έρεση του κατάλληλου ιμάντα χρονισμού βάση του τύπου και των χαρακτηριστικών της μηχανής έγινε ο χρονισμός της μηχανής. Χρησιμοποιώντας τα κατάλληλα εργαλεία για την ενέργεια του χρονισμού του συγκεκριμένου κινητήρα και σε συνδυασμό με την τοποθέτηση των γριναζιών εκκεντροφόρου και στροφάλου στα κατάλληλα εργοστασιακά σημεία πραγματοποιήθηκε το «κλείδωμα» του κινητήρα. Η διαδικασία αυτή έγινε για να μπορέσει να αντικατασταθεί ο

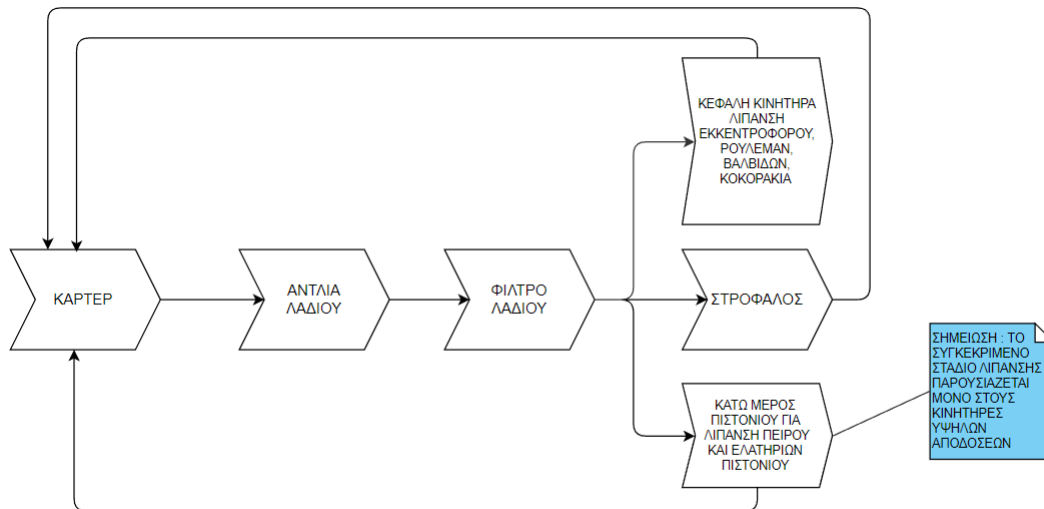
ιμάντας χρονισμού και να διατηρηθεί το σωστό χρόνισμα του κινητήρα και η εξασφάλιση της σωστής λειτουργίας του.

Στο σημείο αυτό και πριν την εγκατάσταση του καινούριου ιμάντα χρονισμού πραγματοποιήθηκε και η αντικατάσταση της τρόμπας νερού όπως προαναφέραμε σε προηγούμενη ενότητα. Στην περίπτωση του συγκεκριμένου κινητήρα, η τρόμπα νερού παίρνει κίνηση από τον ιμάντα χρονισμού του κινητήρα. Έτσι ακολούθησε η αφαίρεση της παλιάς τρόμπας νερού και ο αναγκάιος καθαρισμός από την οξείδωση και τα άλατα, λόγω διαρροής, του μπλόκ του κινητήρα, στο σημείο δηλαδή όπου εδρεύει η τρόμπα νερού. Στη συνέχεια, τοποθετήθηκε η ειδική φλάντζα μεταξύ του κορμού του κινητήρα και της τρόμπας νερού για την καλύτερη στεγανοποίηση μεταξύ των μετάλλων. Ολοκληρώθηκε έτσι η τοποθέτηση της



Εικόνα 50 Στη φωτογραφία απεικονίζεται στη κάτω μεριά η κανούργια τρόμπα νερού συνδεδεμένη με τον ιμάντα χρονισμού και από πάνω της ο τεντωτήρας του ιμάντα χρονισμού ο οποίος έχει φέρει τον ιμάντα στο σωστό τέντωμα λειτουργίας του.

τρόμπας νερού με το σφίξιμο στις βίδες οι οποίες εδρεύουν στη βάση της και αφαιρέθηκε ο παλιός τεντωτήρας του ιμάντα χρονισμού ο οποίος είναι υπεύθυνος για το σωστό τέντωμα του ιμάντα. Η δουλειά, του οποίου είναι πολύ σημαντική καθώς δεν επιτρέπει στον ιμάντα να λασκάρει και στη συνέχεια να «πηδήξει δόντι», όπως κοινώς λέγεται, δηλαδή, να χαθεί σταδιακά ή απότομα το χρόνισμα της μηχανής. Μετά το πέρας των εργασιών αυτών πραγματοποιήθηκε έλεγχος για τη σωστή τοποθέτηση των γραναζιών του στροφάλου και του εκκεντροφόρου και την παραμονή τους στα αντίστοιχα σημάδια – σημεία τους. Αφού όλα ήταν έτοιμα και τοποθετημένα στα σωστά σημάδια τοποθετήθηκε και ο καινούργιος ιμάντας χρονισμού. Ακολούθησε το ξεκλείδωμα του τεντωτήρα έτσι ώστε να τεντώσει ο ιμάντας στις φυσιολογικές συνθήκες λειτουργίας του.



Εικόνα 51 Διάγραμμα ροής συστήματος λίπανσης Μηχανής εσωτερικής καύσης.

Προτού κλείσουμε το πλαστικό καπάκι προστασίας του μάντα χρονισμού ήταν απαραίτητος ο έλεγχος του χρονίσματος του κινητήρα. Με την χρήση μιας καστανίας και της απαραίτητης φωλιάς για τη βίδα στη τροχαλία του στρόφαλου θα ελεγχθεί το χρόνισμα του κινητήρα. Τοποθετώντας τα εργαλεία γυρίζουμε τη τροχαλία πάντα προς τα μπροστά, δηλαδή, δεξιόστροφα. Γυρίζοντας τη τροχαλία, δηλαδή, το στρόφαλο της μηχανής περνάμε από όλες τις φάσεις λειτουργίας της μηχανής, εισαγωγή – εξαγωγή, συμπίεση, καύση – εκτόνωση, εξαγωγή. Αφού πραγματοποιήσουμε ένα ή και περισσότερους κύκλους στο κινητήρα χειροκίνητα όταν έρθουμε στο αρχικό μας σημείο ελέγχουμε ότι τα σημάδια των γραναζιών συμπίπτουν στα ίδια σημεία με αυτά που ήμασταν πριν ξεκινήσουμε και έτσι επαληθεύουμε ότι το χρόνισμα του κινητήρα είναι σωστό και συνεπώς δεν θα παρουσιαστεί κάποια ζημία κατά την εκκίνηση του κινητήρα.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΚΙΝΗΤΗΡΑ	ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΠΟΥ ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ
ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ	ΑΛΛΑΓΗ ΑΝΤΛΙΑΣ ΝΕΡΟΥ, ΑΛΛΑΓΗ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ, ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΨΥΓΕΙΟΥ ΨΥΞΗΣ, ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΚΑΙΝΟΥΡΓΙΟΥ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΥΓΡΟΥ, ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΒΕΝΤΙΛΑΤΕΡ ΣΤΟ ΨΥΓΕΙΟ ΨΥΞΗΣ
ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΙΠΑΝΗΣ	ΑΛΛΑΓΗ ΛΑΔΙΩΝ 10-40, ΑΛΛΑΓΗ ΦΙΛΤΡΟΥ ΛΑΔΙΟΥ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ, ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ (ΜΙΖΑΣ), ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΟΡΓΑΝΟΥ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΣΤΡΟΦΩΝ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ, ΑΛΛΑΓΗ ΜΠΟΥΖΙ, ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΩΝ
ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ	ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΣ ΚΑΡΜΠΥΡΑΤΕΡ, ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΡΕΖΕΡΒΟΥΑΡ ΒΕΝΖΙΝΗΣ
ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΚΙΝΗΤΗΡΑ – ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΜΕΡΗ	ΑΛΛΑΓΗ ΙΜΑΝΤΑ ΧΡΟΝΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΧΡΟΝΙΣΜΟΣ ΜΗΧΑΝΗΣ

11. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Έπειτα από την ιστορική αναδρομή των Μηχανών Εσωτερικής Καύσης και την παρουσίαση των μερών και φάσεων λειτουργίας τους παρατίθενται οι ενέργειες – μετατροπές που έγιναν στον εργαστηριακό κινητήρα εσωτερικής κάυσης.

Από τις παραπάνω ενέργειες που πραγματοποιήθηκαν στον κινητήρα του εργαστηρίου, συμπεραίνουμε ότι για την βιωσιμότητα και τη σωστή λειτουργία του οι επεμβάσεις – μετατροπές αυτές ήταν απαραίτητες. Με την τελειοποίηση των επεμβάσεων αυτών ο κινητήρας πλέον είναι αυτόνομος, όσον αναφορά τη λειτουργία του καθώς διαθέτει εξ' ολοκλήρου δικό του σύστημα ψύξης. Επιπρόσθετα, πραγματοποιήθηκε η αποκατάσταση και η τελειοποίηση του ηλεκτρικού κυκλώματος προσθέτοντας σε αυτό τα απαραίτητα εξαρτήματα που του έλειπαν, όπως για παράδειγμα, ο διακόπτης εκκίνησης και η μπαταρία.

Τέλος, η πραγματοποίηση του απαιτούμενου γενικού service στο κινητήρα και η αλλαγή του ιμάντα χρονισμού κατέστησαν τον κινητήρα, έπειτα από τις

απαραίτητες δοκιμές, έτοιμο προς λειτουργία. Έτσι, είναι έτοιμος πλέον να παρουσιάσει αναλυτικά στο κοινό τη σωστή λειτουργία του και τα περιφερειακά του συστήματα.

12. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Λαζάρου Χ. Κλιάνη, Ιωάννη Κ. Νικολού, Ιωάννα Α. Σιδέρη
«ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ» Τόμος Πρώτος, Β' έκδοση, Αθήνα 2017
https://www.eef.edu.gr/media/2528/e_j00067.pdf

Λαζάρου Χ. Κλιάνη, Ιωάννη Κ. Νικολού, Ιωάννα Α. Σιδέρη
«ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ» Τόμος Δεύτερος, Β' έκδοση, Αθήνα 2017
https://www.eef.edu.gr/media/2532/e_j00071.pdf

<https://weberlubricants.com/genika-peri-lipantikon/>
Αγερίδης Νικόλαος, Καραμπίλας Πέτρος, Ρώσσης Κυριάκος
«ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ Ι» Τεύχος Α', Αθήνα 2001
<http://icelab.uniwa.gr/wordpress/wp-content/docs/Mixanes-Esoterikis-Kaysis1.pdf>

Φατσής Αντώνιος, Χατζιαποστόλου Αντώνιος
«ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΜΗΧΑΝΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ» Αθήνα 2015
https://repository.kallipos.gr/handle/11419/4926?fbclid=IwAR1oaDU27mYvL8T_cOkJt6V1E8Rz6b1CYIKJVIGMRkWG--ffhjLcSLEgwSo

Φατσής Αντώνιος, Χατζιαποστόλου Αντώνιος
«ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΗ ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΟΥ ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ
ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΠΕΔΗΣ ΝΕΡΟΥ» Αθήνα 2015
<https://repository.kallipos.gr/handle/11419/4938?fbclid=IwAR2OXMD1KiqJ-ljTEZ8lIMU0AOd959vxV2zqjn8eMxPiq3QYgep-pFPNVTI>

Γιώργος Παύλου
«ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ» Αθήνα 2014
https://www.powermag.gr/el/sistema-psixis-iii.html?fbclid=IwAROF1tocPEoKIJbRBgNZCBshTIR6jU3D7_i_n3ilTmhjif695_wginzvq-l

<https://mekepal.gr/mek1/wp-content/uploads/sites/5/2018/03/4.10-%CF%88%CF%85%CE%BE%CE%B7.pdf?fbclid=IwAR05IGt0koc1DAEQbrcp9k0qKPZUSXkPNfavjdCpmcghKrJelUoC4zuT5P0>

«ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΟΙ ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ, ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ
ΒΑΣΙΚΩΝ ΜΕΡΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΤΟΥΣ» Αθήνα 2016

https://valadis-kotorlos.blogspot.com/2016/09/blog-post.html?fbclid=IwAR208-304qZ42mQHO6yBRcn0mmlwAD_Vzp9uus0nBPd2_8632CCq-t00aNc

Καραπάνος Χαράλαμπος, Κοτσιλιέρης Ανάργυρος, Κουντουράς Λίνος
«ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ II» Τεύχος Α', Αθήνα 2001

http://1epal-ymitt.att.sch.gr/content/oximatwn/Mixanes-Esoterikis-kaysis2.PDF?fbclid=IwAR24pTjWifkX8FugnlMQshS5hdUbl5mG-Zw6oqxdTsjCBCKm3s-A_riUuZo

http://iceal.wikidot.com/vasikes-arches-leitoyrgias-katataxi?fbclid=IwAR0wburVsIJX_sYK4r2RhhdAD_7M-UTyjd1T1oCcD_oVtsTf1vJcRQVL1kQ

https://www.thecaryoudrive.com/el/035381c4d7?fbclid=IwAR0sPnzphbUbAKQ37leSxiU2GuDHAw9vvSBs1CLH6_AD5otvFvLtoikRLpU

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ : Κραχτούδη Αλέξανδρου <https://dias.library.tuc.gr/view/66628>

Αραβανής Ιωάννης https://docplayer.gr/67721251-Anotato-tehnologiko-ekpaideytiko-idryma-kritis-sholi-tehnologikon-efarmogon-tmima-mihanologias.html?fbclid=IwAR1O6ws8ql1k9hqGDufD_CAI-ShnYMOaonw8MY43Hr-RjemavthOnslfwNo

Μανωλιουδάκη Παναγιώτη

https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/45931/%CE%9C%CE%B5%CF%84%CE%B1%CF%80%CF%84%CF%85%CF%87%CE%B9%CE%B1%CE%BA%CE%AE%20%CE%95%CF%81%CE%B3%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1%20%CE%9C%CE%B1%CE%BD%CF%89%CE%BB%CE%B9%CE%BF%CF%85%CE%B4%CE%AC%CE%BA%CE%B7%20%CE%A0%CE%B1%CE%BD%CE%B1%CE%B3%CE%B9%CF%8E%CF%84%CE%B7.pdf?sequence=1&fbclid=IwAR24pTjWifkX8FugnlMQshS5hdUbl5mG-Zw6oqxdTsjCBCKm3s-A_riUuZo

ΕΓΚΥΚΛΟΠΑΙΔΕΙΣ - ΕΝΤΥΠΑ :

ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΙ ΤΗ ΧΡΗΣΗ (ΝΙΚΟΛΑΟΣ Α. ΚΥΡΙΑΚΗΣ – ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Α.Π.Θ)

POWER MAGAZINE - ΕΓΚΥΚΛΟΠΑΙΔΕΙΑ ΤΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΤΟΥ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ

