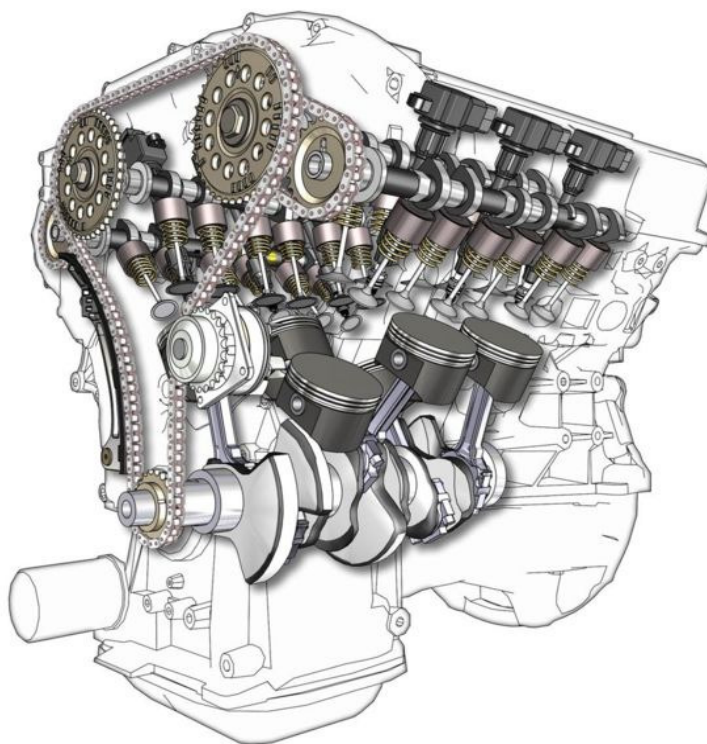


**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ : ΤΟΜΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ ΕΚΚΕΝΤΡΟΦΟΡΟ ΕΠΙ ΚΕΦΑΛΗΣ



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ : ΚΑΡΑΚΑΣΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΚΑΡΑΜΠΑΣΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΡΑΚΙΤΖΗΣ Ι.**

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

2014

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ : ΤΟΜΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ ΕΚΚΕΝΤΡΟΦΟΡΟ ΕΠΙ ΚΕΦΑΛΗΣ

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ : ΚΑΡΑΚΑΣΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΑΜ : 4634

ΚΑΡΑΜΠΑΣΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ ΑΜ : 4606

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Σελίδα

| | |
|--|-----------|
| ΠΡΟΛΟΓΟΣ-ΣΚΟΠΟΣ..... | σελ 4 |
| 1.ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ..... | σελ 5-6 |
| 2.ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΕΣ - ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΙΚΕΣ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ | σελ 6-7 |
| 3. ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ..... | σελ 8 |
| 4. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΣ..... | σελ 9 |
| 5. ΤΑ ΜΕΡΗ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΚΟΠΗ..... | σελ 9-11 |
| 6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΜΕΡΩΝ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ..... | σελ 11 |
| 6.1 Σώμα κυλίνδρων..... | σελ 11 |
| 6.2 Θάλαμος καύσης..... | σελ 12 |
| 6.3 Στροφαλοφόρος άξονας..... | σελ 12-13 |
| 6.4 Έμβολα..... | σελ 13 |
| 6.5 Διωστήρας(μπιέλα)..... | σελ 14 |
| 6.6 Κεφαλή κυλίνδρων (Κυληνδροκεφαλή)..... | σελ 14-15 |
| 6.7 Βαλβίδες, ωστήρια και ζύγωθρα..... | σελ 15-16 |
| 6.8 Εκκεντροφόρος..... | σελ 16-17 |
| 6.9 Τριβείς..... | σελ 17 |
| 6.10 Σύστημα ανάφλεξης..... | σελ 17-18 |
| 6.11 Ψεκασμός καυσίμου..... | σελ 18 |
| 6.12 Σύστημα λίπανσης..... | σελ 18-19 |
| 6.13 Ιμάντας χρονισμού..... | σελ 20 |
| 6.14 Σύστημα εξαγωγής..... | σελ 20 |
| 6.15 Σφόνδυλος..... | σελ 21 |
| 6.16 Δίσκος και Πλατό..... | σελ 21-22 |
| 7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | σελ 23 |

ΠΡΟΛΟΓΟΣ-ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της εν λόγω πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη και η κατανόηση της λειτουργίας μιας τετράχρονης βενζινομηχανής με σύστημα εκκεντροφόρου DOHC (Dual Over Head Cam). Αρχικά θα γίνει μια ιστορική αναδρομή με θέμα τη δημιουργία των πρώτων μηχανών και εν συνεχεία θα παρουσιαστούν κάποιες γενικές πληροφορίες για τις εμβολοφόρες - παλινδρομικές θερμικές μηχανές εσωτερικής καύσεως. Τελικά, θα αναλυθούν ξεχωριστά τα κινούμενα μέρη μιας τετράχρονης βενζινομηχανής (Κατασκευαστής: Toyota Motor Corporation Κυβισμός : 1331cc Ισχύς: 85 @ 6600 rpm).

1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

Η ιστορία των μηχανών εσωτερικής καύσης, αρχίζει μόλις το 1860, τη χρονιά δηλαδή που ο Ζάν Ετιέν Λενουάρ, ένας Βέλγος εφευρέτης, κατασκεύασε τον πρώτο πρακτικά χρησιμοποιήσιμο κινητήρα, από τον οποίο προέρχονται όλοι οι άλλοι κινητήρες εσωτερικής καύσεως. Εντούτοις η αποδιδόμενη ισχύς ήταν πολύ μικρή, σε αυτόν τον πρώτο κινητήρα, αφού το προς καύση μείγμα γκαζιού-αέρα συμπιεζόταν ελάχιστα πριν την ανάφλεξη.

Ο επόμενος σημαντικός σταθμός ήταν στα 1876 όταν ο Γερμανός κόμης και μηχανικός Νικόλας Όττο, εφάρμοσε στην πράξη, με επιτυχία για πρώτη φορά την αρχή του τετράχρονου κύκλου που είχε προτείνει ο Γάλλος Μπω Ντε Ροσσά. Με τον τετράχρονο κύκλο το μείγμα συμπιεζόταν, πράγμα που βελτίωσε σημαντικά την αποδιδόμενη ισχύ. Την ίδια περίπου εποχή άρχισε να χρησιμοποιείται αντί για το γκάζι η βενζίνη (ένα κλασματικό απόσταγμα του πετρελαίου που αρχικά ονομαζόταν γκαζολίνη).



Εικόνα 1.1 Νικόλας Όττο

Κατά την διάρκεια του 1880 η μεγαλύτερη πρόοδος σημειώθηκε στη Γερμανία από τους Γκότλιμπ Νταίμλερ και Κάρλ Μπέντς. Ο Νταίμλερ που δούλευε μαζί με τον Βίλχεμ Μάιμπαχ, κατασκεύασε τον πρώτο κινητήρα του το 1883, προξενώντας αίσθηση μια και ο κινητήρας του

περιστρεφόταν τέσσερις φορές γρηγορότερα από τους κινητήρες Όττο με 900 στροφές το λεπτό. Ο Μπέντς από την άλλη μεριά, είχε σαν αντικειμενικό του σκοπό την κατασκευή ενός δικού του αυτοκινούμενου οχήματος και το 1885 τοποθέτησε τον πρώτο κινητήρα σε ένα τρίκυκλο. Μέσα σε ένα χρόνο περίπου και οι δύο κατασκεύαζαν αυτοκίνητα προς



Εικόνα 1.2 Ένα από τα πρώτα αυτοκίνητα πώληση.

Τότε εμφανίστηκαν στο προσκήνιο οι Γάλλοι μηχανικοί Ρενέ Πανάρ και Εμίλ Λεβασόρ που άρχισαν το 1890 να κατασκευάζουν στη Γαλλία κινητήρες Νταίμλερ, αφού πήραν τα δικαιώματα. Το πρώτο τους αυτοκίνητο είχε τον κινητήρα τοποθετημένο στο κέντρο, αλλά το επόμενο, το 1891 έβαλε τα θεμέλια για τις επερχόμενες

γενιές έχοντάς τον κινητήρα τοποθετημένο μπροστά, προστατευμένο από την σκόνη και της λάσπες των δρόμων εκείνου του καιρού.

Ο Λεβασόρ έκανε ένα ακόμα αποφασιστικό βήμα, θεωρώντας το αυτοκίνητο ένα αυτόνομο μηχανικό κατασκεύασμα και όχι μια άμαξα χωρίς άλογα, ή ένα τρίκυκλο με μηχανή. Η θέση του στην ιστορία εξασφαλίστηκε με τις πρακτικές εφαρμογές του π.χ. την αντικατάσταση της κινήσεως με μίαντες από τον συμπλέκτη και το κιβώτιο ταχυτήτων, ένα τύπο μεταδόσεως που χρησιμοποιείται μέχρι σήμερα. Με την αλλαγή του αιώνα, οι μηχανικοί προσπαθώντας να βελτιώσουν την ισχύ άρχισαν να αυξάνουν τον αριθμό των κυλίνδρων. Πειραματικοί εξακύλινδροι σε σειρά κινητήρες άρχισαν να εμφανίζονται το 1902, ενώ η αγγλική Napier άρχισε την κανονική παραγωγή τους τον επόμενο χρόνο.

Το 1892 από τον Γερμανό μηχανικό Ρούντολφ Ντήζελ (Rudolf Diesel 1858-1913) ανακοινώθηκε ως ευρεσιτεχνία το έτος 1892 ο ομόνυμος κινητήρας και μελετήθηκε στα έτη 1893-1897 με χρηματική υποστήριξη της εταιρίας Friedrich Krupp AG. Το πρώτο λειτουργικά ολοκληρωμένο δείγμα με καλό βαθμό αποδόσεως και εξοικονόμηση καυσίμου, κατασκευάστηκε στο εργοστάσιο της εταιρίας MAN στην πόλη Augsburg της Βαυαρίας. Αργότερα ιδρύθηκαν εργοστάσια σε διάφορες ευρωπαϊκές πόλεις για τη μαζική παραγωγή κινητήρων ντήζελ.



Εικόνα 1.3 Ρούντολφ Ντήζελ

2. Εμβολοφόρες - παλινδρομικές θερμικές μηχανές εσωτερικής καύσεως

Η λειτουργία των μηχανών αυτών στηρίζεται στην παραγωγή μηχανικού έργου από τη χημική ενέργεια των καυσίμων και συγκεκριμένα της καύσης τους.

Καύση είναι η χημική αντίδραση όπου η καύσιμος ύλη ενώνεται με το οξυγόνο του αέρα για να δώσει νέα συστατικά, το διοξείδιο του άνθρακα και νερό (κ.α.).

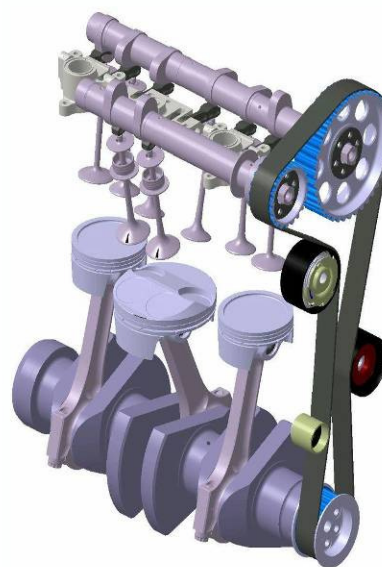
Επειδή η ενέργεια που χρειάζεται για να σχηματιστούν τα νέα αυτά μόρια είναι μικρότερη από αυτή που είχαν τα αρχικά μόρια, μένει ελεύθερο ένα σημαντικό ποσό ενέργειας με την μορφή της θερμότητας (εξώθερμη αντίδραση, αποδιδόμενη ενέργεια). Η θερμότητα δεν είναι ακριβώς αυτό που ζητάμε, την εκμεταλλευόμαστε όμως για να πετύχουμε τον σκοπό μας.

Μέρος λοιπόν αυτής της θερμότητας ανεβάζει την θερμοκρασία των αερίων προϊόντων της καύσης και αυξάνει την πίεσή τους. Τα υπερσυμπιεσμένα αέρια σπρώχνουν προς όλες τις κατευθύνσεις και φυσικά και την επιφάνεια του εμβόλου που αρχίζει να κινείται. Με αυτόν τον τρόπο μετατρέπουμε την θερμότητα σε κινητική ενέργεια. Η κίνηση είναι αυτό που ζητάμε.

Δυστυχώς δεν μπορούμε να μετατρέψουμε όλο το ποσό της εκλυόμενης ενέργειας του καύσιμου σε κινητική. Έτσι λοιπόν η μόνιμη πρόκληση των σχεδιαστών είναι να προσπαθήσουν να μειώσουν τις απώλειες και να παρουσιάσουν κινητήρες με τον καλύτερο βαθμό μετατροπής, της προσφερόμενης ενέργειας σε αποδιδόμενη.

Αυτό ονομάζεται θερμοδυναμική απόδοση των κινητήρων. Ο λόγος, δηλαδή,

ανάμεσα στη θερμότητα που αξιοποιείται (μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια) και στη θεωρητικά διαθέσιμη ενέργεια. Όσο πιο υψηλή είναι αυτή η απόδοση τόσο πιο αποδοτικός είναι ο κινητήρας.



www.3dprint.com

Εικόνα 2.1 βενζινομηχανής με σύστημα εκκεντροφόρου DOHC (Dual Over Head Cam)

Βελτίωση της θερμοδυναμικής απόδοσης ενός κινητήρα σημαίνει αύξηση της αποδιδόμενης ισχύος για την ίδια κατανάλωση καυσίμων, ή μείωση της κατανάλωσης για την ίδια απόδοση ισχύος. Οι πιο γνωστοί τύποι κινητήρα που λειτουργούν με αυτό τον τρόπο είναι ο τετράχρονος βενζινοκινητήρας εσωτερικής καύσης και ο κινητήρας Diesel (Ντήζελ).

Παλαιότερα χρησιμοποιούταν και ο δίχρονος βενζινοκινητήρας εσωτερικής καύσης όμως σήμερα η χρήση του έχει περιοριστεί σε μικρές μηχανές, οικιακής κυρίως χρήσης (πχ. μηχανές κουρέματος του γκαζόν, αλυσοπρίονα) και μικρού κυβισμού μοτοσυκλέτες (το 2008 στην ευρωπαϊκή ένωση θα καταργηθούν εντελώς) λόγω των αυξημένων ρύπων.

3. Βενζινοκινητήρες

Οι βενζινοκινητήρες χρησιμοποιούνται κατ' εξοχήν στην κίνηση επιβατικών οχημάτων και μοτοποδηλάτων, στην πρόωση μικρών ταχυπλόων σκαφών, ελικοφόρων αεροπλάνω καθώς και στην κίνηση μικρών ηλεκτρογεννητριών και γεωργικών μηχανημάτων.

Λόγω της μεγαλύτερης ισχύος που μπορούν να αναπτύξουν στον ίδιο όγκο (σε σχέση με τους αντίστοιχους πετρελαιοκινητήρες), το μικρό τους βάρος και την ταχύτερη απόκριση σε επιτάχυνση, έχουν επικρατήσει στην αυτοκινητοβιομηχανία. Στη βιομηχανία μοτοποδηλάτων και μοτοσυκλετών είναι το μοναδικό είδος που χρησιμοποιείται, λόγω της υψηλής ισχύος που μπορούν να επιτύχουν με ανάλογη αύξηση των στροφών περιστροφής για το απαιτούμενο μικρό βάρος τους.



Εικόνα 3.1 Toyota 4E-FTE βενζινοκινητήρας υπερτροφοδοτούμενος

Η έρευνα τα τελευταία χρόνια στρέφεται προς τη μείωση των ρύπων με την χρήση καταλυτών και την καύση πτωχού μείγματος. παράλληλοι στόχοι είναι η βελτίωση της αποδόσεως σε όλο το φάσμα των στροφών με την χρήση πολυβάλβιδων κινητήρων μεταβλητού χρονισμού, εφαρμογή του άμεσου ή έμεσου ψεκασμού καυσίμου και η ευρύτερη χρήση ηλεκτρονικών συστημάτων για το βέλτιστο έλεγχο του κινητήρα.

4. Τεχνικά χαρακτηριστικά μηχανής

Τύπος: Τετράχρονος βενζινοκινητήρας, υδρόψυκτος, 16 βάλβιδος με επικεφαλής εκκεντροφόρους

Έτος κατασκευής: 1997 - 2000

Κατασκευαστής: Toyota Motor Corporation

Κυβισμός (cc): 1331

Ισχύς: 85 @ 6600 rpm

Ροπή (ft-lbs): 87 @ 5200 rpm

Διάμετρος (mm): 74

Διαδρομή εμβόλου (mm): 77.4

Λόγος συμπίεσης: 9.6:1

Βαλβίδες ανά κύλινδρο: 4

Γωνία Βαλβίδας: 25 °

Σχεδιασμός εκκεντροφόρου : DOHC

Σύστημα ανάφλεξης: Διανομέας

Σύστημα καυσίμου: Άμεσου ψεκασμού

Μπουζί: Denso K16TR11

Διάκενο μπουζί: .032 "

Όγκος του θαλάμου: 39cc



Εικόνα 4.1 Γενική όψη κινητήρα

5. ΤΑ ΜΕΡΗ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΚΟΠΗ ΤΗΣ

Σκοπός της κοπής της μηχανής είναι η παρουσίαση και επεξήγηση των διαφόρων τμημάτων της. Με την τομή στο υδροχιτώνιο του σώματος της μηχανής (εικόνα 5.1), φαίνεται ο τρόπος ψύξεως του χιτωνίου καθώς και ο τρόπος παλινδρόμησης του εμβόλου σε αυτό. Επίσης είναι δυνατή και η διάκριση των τμημάτων του εμβόλου (ελατήρια συμπίεσεως και ελατήριο λαδιού). Με την τομή στην κεφαλή της μηχανής (εικόνα 5.2), φαίνεται ο εκκεντροφόρος άξονας καθώς και τα ωστήρια. Με την αφαίρεση των

πλαστικών καλυμμάτων της μηχανής (εικόνα 5.3), φαίνονται οι τροχαλίες του στροφαλοφόρου και του εκκεντροφόρου άξονα καθώς και ο μιάντας χρονισμού με τα ρουλεμάν του. Τέλος στην εικόνα 5.4 διακρίνονται ο σφόνδυλος (βολάν) και ο δίσκος πλατό.



Εικόνα 5.1 Τομή στο υδροχιτόνιο



Εικόνα 5.2 Τομή στην κεφαλή της μηχανής



Εικόνα 5.3 Τροχαλίες και μιάντας χρονισμού



Εικόνα 5.4 Σφόνδυλος και δίσκος πλατό

6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΜΕΡΩΝ ΤΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ

6.1 Σώμα κυλίνδρων

Το κύριο δομικό στοιχείο των κινητήρων είναι το σώμα κυλίνδρων. Το σώμα αυτό αποτελεί τον σκελετό και ταυτόχρονα φέρει την πλάκα με την οποία ο κινητήρας στηρίζεται στο πλαίσιο. Το σώμα των κυλίνδρων είναι συνήθως από χυτοσίδηρο. Ο στροφαλοθάλαμος σχηματίζεται από το κάτω μέρος του σώματος και από την ελαιολεκάνη, που περικλείει το κάτω μέρος του κινητήρα και χρησιμεύει ως δεξαμενή του λιπαντικού ελαίου.



Εικόνα 6.1 Σώμα κυλίνδρων

6.2 Θάλαμος καύσης

Ο όγκος του θαλάμου καύσης σε σχέση προς τον όγκο εκτόπισης του εμβόλου καθορίζει τον λόγο συμπίεσης του κινητήρα. Ο όγκος εκτόπισης του εμβόλου είναι αυτός που σαρώνεται σε μία διαδρομή. Ο λόγος του μεγαλύτερου δυνατού όγκου με το έμβολο στο χαμηλότερο σημείο του προς τον μικρότερο δυνατό όγκο με το έμβολο στο ανώτερο σημείο ονομάζεται λόγος συμπίεσης. Ο λόγος συμπίεσης είναι ο σημαντικότερος παράγοντας από τον οποίο εξαρτάται η



Εικόνα 6.2 Θάλαμος καύσης

θεωρητική απόδοση του κύκλου του κινητήρα.

6.3 Στροφαλοφόρος Άξονας

Ο στροφαλοφόρος άξονας με την βοήθεια των μπιελών μετατρέπει την παλινδρομική κίνηση των εμβόλων σε περιστροφική. Η κατασκευή του είναι ολόσωμη και ισχυρή γιατί δέχεται βαριές καταπονήσεις. Το υλικό από το οποίο κατασκευάζεται είναι νικελιοχρωμιούχος χάλυβας. Διαμορφώνεται κατ' αρχή με σφυρηλάτηση και μετά ακολουθεί μηχανουργική κατεργασία. Στη συνέχεια γίνεται επιφανειακή σκλήρυνση και τέλος λείανση. Εσωτερικά στον στροφαλοφόρο υπάρχουν αγωγοί



Εικόνα 6.3.1 Στροφαλοφόρος άξονας

λαδιού για την λίπανση.

Μέρη στροφαλοφόρου άξονα, ο στροφαλοφόρος άξονας φέρει τους στροφάλους. Τα κυριότερα μέρη από τα οποία αποτελείται είναι τα ακόλουθα:

- Οι στροφείς (κομβία) της βάσης. Είναι οι στροφείς που αντιστοιχούν στα έδρανα βάσης που υπάρχουν στο σώμα του κυλίνδρου.



- Οι στροφείς (κομβία) των μπιελών. Είναι οι στροφείς στους οποίους συνδέονται οι μπιέλες.
- Οι βραχίονες (κιθάρες). Συνδέουν τους στροφείς της βάσης με τους στροφείς των μπιελών ή μεταξύ τους, τους στροφείς των μπιελών.
- Τα αντίβαρα. Είναι πρόσθετα βάρη που έχουν σχήμα κυκλικού τομέα και τοποθετούνται αντίθετα από τους στροφείς των μπιελών. Έχουν σκοπό τη ζυγοστάθμιση του στροφαλοφόρου άξονα ώστε να μη δημιουργούνται κραδασμοί κατά την λειτουργία

Εικόνα 6.3.2 Στροφαλοφόρος άξονας

6.4 Έμβολο

Ο σκοπός του εμβόλου είναι να δέχεται και να μεταβιβάζει στον στροφαλοφόρο άξονα, μέσω του πείρου και της μπιέλας, τις πιέσεις που δημιουργούνται από την καύση του καυσίμου μίγματος και την εκτόνωση των καυσαερίων. Δημιουργεί το κενό (υποπίεση) για την εισαγωγή του μίγματος και σπρώχνει τα καυσαέρια για τον καθαρισμό του κυλίνδρου. Εργάζεται σε δύσκολες συνθήκες επειδή κατά τη λειτουργία του κινητήρα αναπτύσσονται στο χώρο καύσης υψηλές



Εικόνα 6.4 Έμβολο

πιέσεις (στους βενζινοκινητήρες 25-38 kg/cm²) και υψηλές θερμοκρασίες (1500C-2500 C).

Τα μέρη που αποτελούν το έμβολο είναι τα ακόλουθα:

- Ο δίσκος που είναι η επιφάνεια της κεφαλής του.
- Ο κορμός που είναι το επάνω μέρος του εμβόλου και φέρει αυλάκια στα οποία τοποθετούνται τα ελατήρια του εμβόλου
- Τα κυλινδρικά ανοίγματα (ομφαλοί) όπου στερεώνεται ο πείρος που ενώνει το έμβολο με την μπιέλα.
- Η ποδιά που αποτελεί το υπόλοιπο κάτω μέρος της κυλινδρικής επιφάνειας του εμβόλου και χρησιμεύει για την οδήγηση του εμβόλου μέσα στον κύλινδρο.

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

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

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

6.5 Διωστήρας (μπιέλα)

Η μπιέλα έχει σκοπό να μεταφέρει την κίνηση από το έμβολο στον στροφαλοφόρο άξονα κατά τον



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

Εικόνα 6.5 Διωστήρας (μπιέλα)

Περιγραφή μπιέλας: Η μορφή της μπιέλας είναι ράβδος

με διατομή διπλό (T) και αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη:

- Το πόδι που είναι το έδρανο της μπιέλας στον πείρο του εμβόλου.
- Ο τριβέας του πείρου (δακτυλίδι) με τον οποίο εξασφαλίζεται η ελεύθερη κίνηση στον πείρο. Τοποθετείται εσωτερικά στο έδρανο του ποδιού και είναι κατασκευασμένος από ορείχαλκο.
- Ο κορμός, δηλαδή η ράβδος που συνδέει το πόδι με την κεφαλή.
- Η κεφαλή που βρίσκεται στο άλλο άκρο της μπιέλας. Είναι το έδρανο που χρησιμεύει για την σύνδεση της με το στρόφαλο. Συνήθως η κεφαλή αποτελείται από δυο μέρη που συνδέονται μεταξύ τους με βίδες.Τη βάση και το κάλυμμα (καβαλέτο).
- Ο τριβέας του στροφαλοφόρου που αποτελείται και αυτός από δυο μέρη (κουζινέτα). Τοποθετείται εσωτερικά στο έδρανο της κεφαλής.

6.6 Κεφαλή κυλίνδρων (Κυλινδροκεφαλή)

Η κυλινδροκεφαλή αποτελεί το επάνω μέρος του σώματος των κυλίνδρων. Με την κατάλληλη διαμόρφωση της επιτυγχάνεται η πλήρωση των κυλίνδρων με καύσιμο μίγμα, η ομαλή καύση και η εξαγωγή καυσαερίων. Η στεγανή εφαρμογή της πάνω στο σώμα



Εικόνα 6.6.1 Κεφαλή, Εκκεντροφόρη

του κινητήρα εξασφαλίζεται με την τοποθέτηση ειδικής φλάντζας. Η φλάντζα αυτή συνήθως κατασκευάζεται από φύλλο αμιάντου ντυμένο από τις δύο πλευρές με λεπτό φύλλο χαλκού. Το σφίξιμο των βιδών με τις οποίες συνδέεται στο σώμα γίνεται με μια ορισμένη σειρά, από το μέσο προς τα άκρα και με ροπή στρέψης που ορίζει ο κατασκευαστής.

Στην κυλινδροκεφαλή διαμορφώνεται συνήθως ο θάλαμος καύσης. Υπάρχουν θέσεις για τις βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής, αγωγοί λαδιού, θάλαμοι ψυκτικού υγρού, αγωγοί για την εισαγωγή μίγματος και εξαγωγή καυσαερίων και υποδοχές για τα μπουζί ή τα μπεκ.

Η εξωτερική μορφή της εξαρτάται από την θέση των βαλβίδων και από το σύστημα ψύξης του κινητήρα. Στην περίπτωση αερόψυκτου κινητήρα κάθε κύλινδρος έχει μια ανεξάρτητη τηκυλινδροκεφαλή που εξωτερικά έχει πτερύγια τα οποία κατανέμουν και κατευθύνουν τον αέρα για την ψύξη.

6.7 Βαλβίδες, ωστήρια

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



Εικόνα 6.7.1 Ωστήρια

καυσαερίων γίνεται από κυκλικές οπές που βρίσκονται στο πάνω μέρος του θαλάμου καύσης. Οι βαλβίδες έχουν σκοπό να ανοίγουν και να κλείνουν αυτές τις οπές ανάλογα με τον κύκλο λειτουργίας του κινητήρα ώστε να εξασφαλίζεται η εισαγωγή καυσίμου μίγματος και η εξαγωγή καυσαερίων τον κατάλληλο χρόνο και στην σωστή ποσότητα. Τα μέρη από τα οποία αποτελείται μια βαλβίδα με τον μηχανισμό κίνησης της είναι τα ακόλουθα:

- Κυρίως βαλβίδα. Έχει το σήμα του μανιταριού και αποτελείται από την κεφαλή, το στέλεχος ή κορμό και την ουρά. Η επάνω επιφάνεια της κεφαλής είναι περίπου επίπεδη. Η πλευρική επιφάνεια της κεφαλής που αποτελεί την επιφάνεια έδρασης, έχει σχήμα κόλυρου κώνου με κλίση συνήθως 45 μοιρών. Το στέλεχος της βαλβίδας εξασφαλίζει την καλή οδήγηση της. Η ουρά της βαλβίδας μπορεί να έχει διάφορα σχήματα ανάλογα με τον τρόπο συγκράτησης του ελατηρίου.
- Έδρα βαλβίδας. Η έδρα της βαλβίδας τοποθετείται στην κυλινδροκεφαλή και είναι συνήθως ανεξάρτητο κομμάτι για να μπορεί να αντικατασταθεί εύκολα όταν φθαρεί. Η επιφάνεια της έδρας έχει ίδια κωνικότητα με την πλευρική επιφάνεια της κεφαλής της βαλβίδας ώστε να υπάρχει σωστή έδραση.



- Οδηγός βαλβίδας. Ο οδηγός της βαλβίδας τοποθετείται και αυτός στην κυλινδροκεφαλή και έχει σκοπό να οδηγεί την βαλβίδα ώστε η κίνηση της να είναι μόνο αξονική (πάνω-κάτω). Μπορεί να είναι ανεξάρτητο κομμάτι για να αντικαθίσταται όταν φθαρεί.
- Ελατήρια βαλβίδας. Τα ελατήρια μονά ή διπλά εξασφαλίζουν κλείσιμο της βαλβίδας. Είναι σπειροειδή και ισχυρής κατασκευής ώστε να αντέχουν στη μέγιστη ταχύτητα λειτουργίας του κινητήρα. Το ένα άκρο τους στηρίζεται στο σώμα ή στην κεφαλή των κυλίνδρων ενώ το άλλο άκρο στην ουρά της βαλβίδας με τις ασφάλειες, τους δακτυλίους και τα κιάθια (πιατάκια, καπελότα). Τα ελατήρια λειτουργούν με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι πλήρως συσπειρωμένα όταν η βαλβίδα είναι τελείως ανοικτή.
- Ωστήριο βαλβίδας. Το άνοιγμα της βαλβίδας γίνεται από την ώθηση που εξασκεί σ' αυτήν το έκκεντρο του εκκεντροφόρου άξονα ενώ το κλείσιμο με την ενέργεια του ελατηρίου της. Η ώθηση όμως από το έκκεντρο δεν δίνεται κατ' ευθείαν στην ουρά της βαλβίδας αλλά μέσω του ωστηρίου, προκειμένου να εξουδετερώνονται οι πλευρικές πιέσεις. Το ωστήριο(ποτηράκι) είναι κύλινδρος με διάμετρο 2cm έως 3cm και μήκος 5cm έως 6cm. Στους κινητήρες που ο εκκεντροφόρος άξονας είναι τοποθετημένος στο πλευρό ο μηχανισμός κίνησης της βαλβίδας περιλαμβάνει την ωστική ράβδο και τοζύγωθρο.

Εικόνα 6.7.2 Κεφαλή, Βαλβίδες

6.8 Εκκεντροφόρος άξονας

Είναι ένας άξονας που φέρει ένα σύνολο εκκέντρων. Όταν ο εκκεντροφόρος περιστρέφεται τα έκκεντρα σπρώχνουν τα ωστήρια των βαλβίδων ενώ ανάλογα με την διάταξη του κινητήρα μπορεί να υπάρξει ένας ή και περισσότεροι εκκεντροφόροι. Τα περισσότερα σύγχρονα μοτέρ εξοπλίζονται με δύο εκκεντροφόρους που βρίσκονται στο επάνω μέρος της κυλινδροκεφαλής και λαμβάνουν κίνηση από τον στροφαλοφόρο άξονα μέσω ιμάντα, οδοντωτών τροχών ή αλυσίδας (καδένα). Ο εκκεντροφόρος άξονας περιστρέφεται με τις μισές στροφές από ότι ο στροφαλοφόρος.

Στους παλιότερης τεχνολογίας κινητήρες οι εκκεντροφόροι βρίσκονταν στα πλάγια του κινητήρα και κινούσαν τις βαλβίδες μέσω ωστικών ζύγωθρων τα γνωστά «κοκοράκια». Οι σύγχρονοι κινητήρες χρησιμοποιούν «επικεφαλής εκκεντροφόρους» όπου θα πρέπει να πούμε πως έχουν σχέση με την σχεδίαση των βαλβίδων έτσι ώστε ο



Εικόνα 6.8 Εκκεντροφόρος άξονας

εκκεντροφόρος να βρίσκεται ενσωματωμένος στην κυλινδροκεφαλή και ακριβώς πάνω από αυτές. Ολόκληρος ο μηχανισμός γίνεται πιο συμπαγής σε διαστάσεις και βρίσκεται κοντύτερα στις βαλβίδες και έτσι τα μέρη του όλου μηχανισμού ανοίγματος και κλεισίματός τους μπορούν να είναι και πιο και ελαφριά. Οι βαλβίδες μπορούν να ανοιγοκλείνουν πιο γρήγορα και συνεπώς ο κινητήρας να είναι πιο εύστροφος και πιο ελαστικός στην λειτουργία του.

Στα συστήματα με έναν επικεφαλή εκκεντροφόρο (SOHC) ο ίδιος εκκεντροφόρος κινεί όλες τις βαλβίδες ενώ στους κινητήρες με δύο επικεφαλής εκκεντροφόρους (DOHC) ο ένας κινεί τις βαλβίδες εισαγωγής και ο άλλος τις βαλβίδες εξαγωγής.

6.9 Τριβείς

Ο στροφαλοφόρος άξονας έχει επιφάνειες τριβής σε κάθε πείρο του στροφάλου και στα έδρανα. Τα έδρανα υπόκεινται σε μεγάλα φορτία λόγω των δυνάμεων που ασκούνται από τα έμβολα καθώς και λόγω του βάρους του στροφαλοφόρου και του σφονδύλου. Ένα πολύ μικρό διάκενο ανάμεσα στις επιφάνειες τριβής επιτρέπει την παρουσία ενός λεπτού στρώματος από λιπαντικό έλαιο.



Εικόνα 6.9.1 Τριβείς σε πρόσοψη



Εικόνα 6.9.2 Τριβείς σε πλάγια όψη

6.10 Σύστημα ανάφλεξης (μπουζί)

Τα ηλεκτρικά συστήματα ανάφλεξης είναι μαγνητικά ή συστήματα συσσωρευτή και πηνίου. Το



Εικόνα 6.10 Σύστημα ανάφλεξης (μπουζί)

μαγνητικό σύστημα είναι αυτοδύναμο και χρειάζεται μόνο τους σπινθηριστές και την καλωδίωση, ενώ το σύστημα συσσωρευτή και πηνίου συνεπάγεται χρήση πολλών εξαρτημάτων. Το κύκλωμα περιλαμβάνει τον συσσωρευτή, ένας πόλος του οποίου γειώνεται, ενώ ο άλλος οδηγεί μέσω διακόπτη στην

πρωτεύουσα περιέλιξη του πηνίου και σε έναν αυτόματο διακόπτη. Ο σπινθηριστής λειτουργεί κάτω από αντίξοες συνθήκες. Είναι εκτεθειμένος στις υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις του θαλάμου καύσης καθώς και στις ρυπαντικές ιδιότητες των προϊόντων της καύσης. Απαιτεί επομένως μεγαλύτερη συντήρηση και είναι συνήθως το πλέον βραχύβιο εξάρτημα του βενζινοκινητήρα. Το σύστημα έναυσης με πυκνωτή παρέχει σπινθήρα με μεγάλη ένταση, καθιστώντας έτσι ευκολότερη την έναυση ενός ψυχρού ή υπερπληρωμένου με καύσιμο κυλίνδρου. Συνεχίζει να προκαλεί σπινθήρα ακόμη και όταν στα ηλεκτρόδια του σπινθηριστή υπάρχουν αποθέσεις ή έχει μεγαλώσει το διάκενο. Άλλα πλεονεκτήματα είναι ο μεγαλύτερος χρόνος ζωής του σπινθηριστή, καλύτερη έναυση για μεγαλύτερη περιοχή ταχυτήτων και μεγαλύτερη αντοχή στην υγρασία. Το μαγνητικό σύστημα είναι μια γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος με μόνιμο μαγνήτη, για τη λειτουργία των σπινθηριστών. Το σύστημα αυτό απαιτεί μόνο σπινθηριστές, καλώδια και διακόπτες.

6.11 Ψεκασμός καυσίμου (μπέκ)

Συστήματα με ψεκασμό βενζίνης, στα οποία το καύσιμο προωθείται με αντλία και ψεκάζεται κατ' ευθείαν στον κύλινδρο, είχαν χρησιμοποιηθεί σε μηχανές αεροπλάνων πριν από τον Β' Παγκόσμιο πόλεμο. Η απόδοση των κινητήρων αυτών ήταν εξαιρετική, αλλά το μεγάλο κόστος τους, σε σχέση με τον κινητήρα με εξαεριωτήρα, περιορίσε τη διάδοσή τους. Ένα σύγχρονο σύστημα ψεκασμού μπορεί να αποτελείται από μια απλή αντλία με ανάλογο σύστημα διανομής ή από πολλαπλές αντλίες.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα ψεκασμού της βενζίνης είναι: οικονομία καυσίμου λόγω ακριβέστερης αναλογίας καυσίμου προς αέρα, περισσότερη ισχύς λόγω της μη θέρμανσης του καυσίμου, αποφυγή τυχόν στερεών αποθέσεων



Εικόνα 6.11 Ψεκασμός καυσίμου (μπέκ)

και, τέλος, πιο ομοιόμορφη και άμεση τροφοδοσία καυσίμου μίγματος στους κυλίνδρους

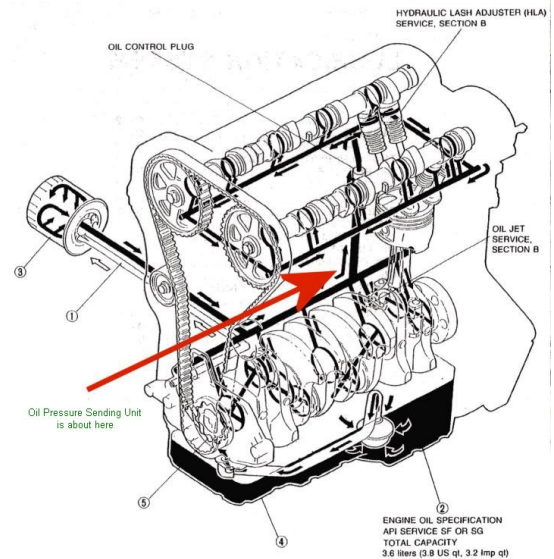
6.12 Σύστημα λίπανσης



Εικόνα 6.12.1 Αναρρόφηση αντλίας απο ελαιολεκάνη .

Η λίπανση, που αποσκοπεί στη μείωση των τριβών, επιτυγχάνεται με παρεμβολή ενός υμένα ελαίου ανάμεσα στα τριβόμενα εξαρτήματα. Σημαντικό ρόλο στην συμπεριφορά των λιπαντικών ελαίων παίζει το ιξώδες, που όπως είναι γνωστό εξαρτάται κυρίως από τη θερμοκρασία. Στους παλιούς κινητήρες εσωτερικής

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



Εικόνα 6.12.2 Δίκτυο λίπανσης

υπάρχει) με μια πίεση από 2-2,5 ατμόσφαιρες. Μετά το ψυγείο, πρεσάρεται στον κεντρικό σωλήνα διανομής και από εκεί με τις απαραίτητες σωληνώσεις στα διάφορα τμήματα του κινητήρα. Έτσι το λάδι οδηγείται πρώτα στα κουζινέτα των εδράνων και αφού λιπάνει τα κομβία τους μετά εισέρχεται στο στροφαλοφόρο άξονα. Ο στροφαλοφόρος είναι διάτρητος και επιτρέπει στο λάδι να φθάσει στα κουζινέτα των ποδιών του διωστήρα. Αφού λιπάνει τα πόδια των διωστήρων ανέρχεται μέσα από αυτούς και φτάνει στους πείρους των εμβόλων.

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



Εικόνα 6.12.3 Φίλτρο λαδιού.

Άλλη διακλάδωση από το ψυγείο λαδιού λιπαίνει με τον ίδιο τρόπο τα κουζινέτα του εκκεντροφόρου άξονα, τα κοκοράκια των βαλβίδων και τα έδρανα των αξόνων των διαφόρων οδοντωτών τροχών. Η ποσότητα αυτή του λαδιού επιστρέφει στο Κάρτερ. Αυτό το σύστημα λίπανσης είναι εφοδιασμένο με βαλβίδα by-pass. Μ' αυτή ρυθμίζεται κάθε φορά η πίεση λαδιού στο κύκλωμα.

6.13 Ιμάντας χρονισμού



Εικόνα 6.13.1 Ιμάντας χρονισμού με τα ρουλεμάν του σωστή λειτουργία του κινητήρα.

Ο συνδυασμός κίνησης στροφαλοφόρου-εκκεντροφόρου πραγματοποιείται με μια μετάδοση κίνησης μέσω δύο και σπανίως τριών οδοντοτροχών που ονομάζονται οδοντοτροχοί (γρανάζια) χρονισμού. Ο χρονισμός είναι βασική προϋπόθεση για την σωστή λειτουργία του κινητήρα μας.



Εικόνα 6.13.2 Τροχαλία εκκεντροφόρου

6.14 Σύστημα εξαγωγής

Τα καυσαέρια περνούν μέσα από τον σιγαστήρα που περιορίζει τις ηχητικές ταλαντώσεις. Ο σιγαστήρας αποσβένει τις ταλαντώσεις αυτές έτσι ώστε τα καυσαέρια να εξέρχονται σχετικά ομαλά και χωρίς μεγάλο θόρυβο. Οι συνηθέστεροι σήμερα σιγαστήρες χρησιμοποιούν θαλάμους συντονισμού που επικοινωνούν με τους χώρους διέλευσης των καυσαερίων. Από κάθε θάλαμο ξεκινούν ταλαντώσεις σε συχνότητα που καθορίζεται από τις διαστάσεις του. Οι ταλαντώσεις αυτές εξουδετερώνουν ή απορροφούν τις ταλαντώσεις του διερχόμενου ρεύματος των καυσαερίων, που έχουν την ίδια



Εικόνα 6.14 Πολλαπλή Εξαγωγή (Χταπίδι)

περίπου συχνότητα. Αρκετοί τέτοιοι θάλαμοι, ένας για κάθε μία από τις επικρατέστερες συχνότητες στο ρεύμα των καυσαερίων μειώνουν αποτελεσματικά τον θόρυβο. Στο σύστημα εξαγωγής προστίθενται συχνά συσκευές ελέγχου των καυσαερίων, με σκοπό τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Μέσα

στο σιγαστήρα τοποθετούνται κατάλληλοι καταλύτες (υλικά που διευκολύνουν επιλεκτικά επιθυμητές χημικές αντιδράσεις), έτσι ώστε να μειώνεται η εκπομπή άκαυστων υδρογονανθράκων ή μονοξειδίου του άνθρακα.

6.15 Σφόνδυλος

Σε κάθε παλινδρομικό κινητήρα η ροπή (δύναμη περιστροφής) εξασκείται διακεκομμένα κάθε



Εικόνα 6.15 Σφόνδυλος

φορά που γίνεται κάπου έναυση. Στα ενδιάμεσα διαστήματα, το ανερχόμενο κατά τη συμπίεση έμβολο και η αντίσταση του φορτίου ασκούν αρνητική ροπή. Η εναλλάξ επιτάχυνση από τις ώσεις ισχύος και στη συνέχεια η επιβράδυνση που οφείλεται στη συμπίεση, έχουν ως αποτέλεσμα ανομοιόμορφη περιστροφή. Ο ρόλος του σφονδύλου που είναι προσαρμοσμένος στο άκρο του στροφαλοφόρου, είναι να εξουδετερώνει την ανομοιομορφία της κίνησης. Ο σφόνδυλος είναι ένας

βαρύν χυτοσίδηρος τροχός. Η μάζα του έχει αρκετή αδρανειακή ορμή, ώστε να ανθίσταται στις μεταβολές της ταχύτητας περιστροφής του, αναγκάζοντας έτσι τον στροφαλοφόρο να στρέφεται με σταθερή ταχύτητα.

6.16 Δίσκος Πλατό

Το πλατό είναι ένα σύνολο εξαρτημάτων το οποίο στερεώνεται με κοχλίες πάνω στον σφόνδυλο και περιστρέφεται μόνιμα μαζί με αυτόν. Αποτελείται από την πλάκα πίεσεως που είναι ένας δίσκος με δακτυλιοειδή μορφή και κατασκευάζεται από χυτοσίδηρο και αναπτύσσει την απαραίτητη τριβή με το

δίσκο. Το κέλυφος είναι μία θήκη από χαλύβδινο έλασμα που περιβάλλει και συγκρατεί την πλάκα πίεσεως και το σύστημα μοχλών. Στους συμπλέκτες με ελατηριωτό διάφραγμα τα ελικοειδή ελατήρια έχουν αντικατασταθεί από ένα ελατηριωτό διάφραγμα με τομείς σαν χτένι με ακτινοειδή διάταξη. Η εξωτερική περιφέρεια του διαφράγματος στερεώνεται πάνω στην πλάκα πίεσεως. Στις δυο πλευρές του ελατηρίου τοποθετούνται δυο



Εικόνα 6.16.1 Δίσκος

δακτυλιοειδή υπομόγλια που στερεώνονται πάνω στο κέλυφος. Τα υπομόγλια αυτά συγκρατούν

ανάμεσα τους το ελατήριο ενώ ο ωστικός τριβέας ενεργεί στην εσωτερική περιφέρεια του διαφράγματος. Η αποσύμπλεξη γίνεται κάτω από την πίεση του ωστικού τριβέα και τα άκρο των ακτινοειδών δακτύλων του ελάσματος γίνεται κοίλο. Η εξωτερική του περιφέρεια τείνει να



Εικόνα 6.16.2 Πλατό

απομακρυνθεί από το σφόνδυλο και παρασύρει την πλάκα πίεσεως. Αυτός ο τύπος συμπλέκτη χρησιμοποιείται στους πολύστροφους κινητήρες διότι αποδίδει καλύτερα αποτελέσματα στην περίοδο σύμπλεξης και στη διάρκεια ζωής του σε σχέση μ' αυτόν με ελικοειδή ελατήρια.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ



Έντυπη μορφή:

- Κλιάνη, Χ. Νικολού, Κ. Σιδέρη, Α. 2002. ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΕΩΣ ΤΟΜΟΣ ΠΡΩΤΟΣ. Αθήνα 2010
- Ι. Δρόσος, Εμμανουήλ Χατζηδάκης. Αυτοκίνητο, Σύγχρονη Τεχνολογία και Εφαρμογές, Μηχανολογία του αυτοκινήτου
- Πεχλιβανόγλου, Γ. Μηχανές Εσωτερικής Καύσης
- Martyn Randall. Toyota Corolla Owners Workshop Manual
- Ν. Φωτιάδης. Το σύγχρονο αυτοκίνητο, Ηλεκτρικά και Ηλεκτρονικά συστήματα του αυτοκινήτου

Ηλεκτρονική μορφή:

- Μηχανές Εσωτερικής Καύσης
Τμήμα Μηχανολογίας Σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών του Α.Τ.Ε.Ι. Κρήτης
<http://www.tm.teiher.gr/Portal/DesktopDefault.aspx?TabId=11>

Φωτογραφικό αρχείο:

- <http://www.turbosquid.com/3d-models/3d-dual-v8-engine-w-model/563352>

- <http://audi-encounter.com/magazine/technology/02-2013/64-pleased-to-meet-you-nicolaus-otto-my-pleasure-rudolf-diesel>