

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ -ΣΤΕΦ**

**Βελτίωση και αύξηση κυβισμού κινητήρα  
Kawasaki και 45%**

**Τουρλάκης Δημήτριος**

**Επιβλέπων Κουδουμάς Γεώργιος**

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ :</b> .....	1
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b> .....	3
<b>ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ</b>	
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b> .....	7
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΚΙΝΗΤΗΡΙΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ</b> .....	
2.1. ΚΙΝΗΤΗΡΙΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ.....	9

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b> .....	
<b>ΚΥΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ Μ.Ε.Κ.</b> .....	13
3.1.ΔΙΑΦΟΡΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ.....	15
3.2. ΚΑΥΣΗ – ΑΝΑΦΛΕΞΗ – ΡΥΠΟΙ.....	26
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</b> .....	
<b>ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΟΥ ΜΟΝΟΚΥΛΙΝΔΡΟΥ</b> .....	
4.1 ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΣΕ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΑΞΟΝΩΝ ΠΙΕΣΗΣ – ΟΓΚΟΥ ΑΛΛΑ ΚΑΙ ΣΕ ΣΠΕΙΡΟΕΙΔΕΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ	
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5</b> .....	
<b>ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ – ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΑ –ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ</b> .....	35
5.1 FUCHS s.a.....	41
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6</b> .....	
<b>ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΛΗΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b> .....	43
6.1. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟΣ ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΑΛΛΑΓΩΝ.....	49
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	51
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	52
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ</b> .....	53

**ΤΙΤΛΟΣ : Βελτίωση κινητήρα KAWASAKI και αύξηση του κυβισμού του κατά 45%.**

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ :**

Σκοπός της πτυχιακής αυτής είναι ως φοιτητής-τελειόφοιτος να αποδείξω ότι γνώρισα τις βασικές αρχές λειτουργίας και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των Μηχανών Εσωτερικής Καύσεως (ΜΕΚ), που χρησιμοποιούνται στα σύγχρονα οχήματα (μοτοσυκλέτες- αυτοκίνητα- πλοία) , και κατανόησα τη λειτουργία των διαφόρων συστημάτων τους (σύστημα ψύξης-λίπανσης-τροφοδοσίας κτλ) και εν

τέλει να αποκτήσω τις βασικές αλλά και τις εξειδικευμένες γνώσεις που απαιτούνται για τον προσδιορισμό βλαβών και την επισκευή των μηχανών αλλά και των συστημάτων τους.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποτελεί ουσιαστικά τον επίλογο της φοίτησής μου στο Τ.Ε.Ι. της Κρήτης. Κατά την σύνταξη της ένιωσα ότι συνθέτω ένα άλμπουμ όχι φωτογραφιών αλλά εμπειριών που απέκτησα σε αυτά τα 6 χρόνια συμπεριλαμβανομένης και της στρατιωτικής μου θητείας.

Κοιτάζοντας το δικό μου άλμπουμ βλέπουμε πως κάποιες εμπειρίες - μαθήματα είναι καλά τοποθετημένα άλλα δεν είναι στη σωστή θέση και πολύ λίγα λείπουν. Η τελική εικόνα όμως είναι όμορφη και δείχνει ξεκάθαρη.

Ένα κομμάτι του άλμπουμ αποτελούν **οι Μηχανές Εσωτερικής Καύσης** και είναι το κομμάτι που από μικρό με ενδιέφερε, αυτός είναι και ο λόγος που "υπηρέτησα" ως μαθητευόμενος στο εργαστήριο των ΜΕΚ Ι&ΙΙ κοντά στους δασκάλους κ. Σημαντιράκη , κ. Κουδουμά και κ. Αναγνωστάκη.

Σας ευχαριστώ πολύ.



*Αφιερωμένο στην οικογένεια μου*

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1**

### **ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ**

Πρόδρομος του βενζινοκινητήρα θεωρείται η ατμομηχανή, που πρωτοεμφανίστηκε το 18<sup>ο</sup> αιώνα. Η ΜΕΚ που ακολούθησε τον 19<sup>ο</sup> αιώνα ως βελτίωση για πολλές εφαρμογές, δε μπορεί να αποδοθεί μόνο σε ένα εφευρέτη. Ήδη

από τον 17<sup>ο</sup> αιώνα αρκετοί πειραματιστές προσπάθησαν αρχικά να χρησιμοποιήσουν θερμά καυσαέρια για να κινήσουν αντλίες .

Το **1820** στην Αγγλία ένας κινητήρας λειτουργούσε με βάση τα την έκρηξη μίγματος αέρα -υδρογόνου. Οι κινητήρες αυτοί ήταν βαρείς και χονδροειδής στη κατασκευή αλλά περιείχαν πολλά βασικά στοιχεία των μετέπειτα, πιο επιτυχημένων συσκευών.

Το **1824** ,ο Γάλλος φυσικός Σάντι Καρνό \* δημοσίευσε το κλασσικό πλέον σύγγραμμα Σκέψεις πάνω στην ωστική δύναμη της θερμότητας στο οποίο περιέγραψε τις βασικές αρχές της θεωρίας εσωτερικής καύσης. Στα επόμενα χρόνια εμφανίστηκαν βελτιωμένοι τύποι , καθώς και κινητήρες στους οποίους το καύσιμο συμπιεζόταν πριν αναφλεγεί.

Κανένας τους όμως δεν αποδείχτηκε ικανοποιητικός μέχρι το **1860**,τη χρονιά δηλαδή που ο Ζαν Ετιέν Λενουάρ \* ,ένας Γάλλος εφευρέτης ,κατασκεύασε τον πρώτο πρακτικά χρησιμοποιήσιμο κινητήρα ,από τον οποίο προέρχονται όλοι οι άλλοι κινητήρες εσωτερικής καύσεως .Συναρμολόγησε τη πρώτη μηχανή εσωτερικής καύσεως βιομηχανικής παραγωγής χρησιμοποιώντας ως καύσιμο το φωταέριο. Η αποδιδόμενη ισχύς ήταν πολύ μικρή αφού το προς καύση μείγμα γκαζιού-αέρα συμπιεζόταν ελάχιστα πριν την ανάφλεξη. Η μηχανή αυτή είχε μέγιστη ιπποδύναμη περίπου 2,5 ίππους και είχε αναλογία μίγματος κι αέρα 7/1.Χαρακτηριστικό είναι το ιδιαίτερο λεπτό σύστημα ψεκασμού που διέθετε .

Μια σημαντική εξέλιξη πραγματοποιήθηκε το **1862**,όταν δημοσιεύτηκε η περιγραφή του ιδανικού κύκλου λειτουργίας μιας μηχανής εσωτερικής καύσης από τον Αλφονς Μπω ντε Ρόσα \* ,ο οποίος ήταν ο πρώτος που διατύπωσε τις συνθήκες για την άριστη απόδοση. Ο κινητήρας αυτός προέβλεπε τετράχρονο κύκλο, σε αντίθεση με το δίχρονο κύκλο (είσοδος- ανάφλεξη και ισχύς-έξοδος) του Λενουάρ .

\* υπάρχει φωτογραφικό υλικό στο παράρτημα.

Όμως τα επόμενα 14 χρόνια ο τετράχρονος κινητήρας έμεινε στα χαρτιά. Ο επόμενος άνθρωπος που έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη των μηχανών εσωτερικής καύσεως ήταν ο Γερμανός Νίκολας Όττο \*.

Ο Όττο πειραματίστηκε στη μηχανή του Λενουάρ προσπαθώντας να βελτιώσει σχεδιαστικά και τεχνολογικά. Κατασκεύασε ένα βελτιωμένο δίχρονο κινητήρα ο οποίος ήταν πολύ θορυβώδης και μικρής ισχύος, όμως η κατανάλωση

καυσίμου ανά μονάδα ισχύος ήταν μικρότερη από τη μισή κατανάλωση του κινητήρα του Λενουάρ ,γι αυτό και είχε εμπορική επιτυχία.

Το **1864** δημιούργησαν μαζί με τον Eugene Langen \*μια από της σημαντικότερες βιομηχανίες μηχανών εσωτερικής καύσης.

Το **1867** κατασκεύασαν μια μηχανή η οποία είχε ένα μεγάλο τροχό πάνω από τον κύλινδρο και επίσης είχε ένα σύστημα μετάδοσης κίνησης μέσω γραναζιών .Η μηχανή αυτή χρησιμοποιούσε το μισό καύσιμο από τις άλλες. Ο κινητήρας αυτός παρουσιάστηκε στην παγκόσμια έκθεση του Παρισιού και, παρά τη θορυβώδη λειτουργία του, πήρε ένα χρυσό βραβείο ,γιατί είχε κατά 60% μειωμένη κατανάλωση καυσίμου.

Το **1872** κινούμενος πάντα με τα κριτήρια του Carnot, άρχισε να πειραματίζεται σε μια μηχανή με μανιβέλα χειρός, δηλαδή περιστρεφόταν δίνοντας κίνηση μέσω μιας μανιβέλας ,πάνω στους τέσσερις χρόνους, την εισαγωγή, τη συμπίεση ,την ανάφλεξη (βενζινοκινητήρας )- ψεκασμό (μηχανές Diesel),και την εξαγωγή αν θα μπορούσαν να γίνονταν σε ένα ξεχωριστό έμβολο .Έτσι ,ολόκληρος ο κύκλος θα απαιτούσε τέσσερις ολόκληρες περιστροφές του εμβόλου ή σε δύο πλήρεις περιστροφές του στροφάλου.

Μετά από επίπονες προσπάθειες και παρά τις επιφυλάξεις για την αποδοτικότητα της μηχανής ,το **1876** κατασκεύασε τη πρώτη μηχανή εσωτερικής καύσης τεσσάρων χρονών ,που για πρώτη φορά είχε προτείνει ο Μπω ντε Ρόσα .Με τον τετράχρονο κύκλο το μείγμα συμπιεζόταν ,πράγμα που βελτίωσε την αποδιδόμενη ισχύ. Την ίδια εποχή άρχισε να χρησιμοποιείται αντί για το γκάζι η βενζίνη (ένα κλασματικό απόσταγμα πετρελαίου που αρχικά ονομαζόταν γκαζολίνη ). Οι αρχές λειτουργίας του κινητήρα του Οττο αποτέλεσαν τις βάσεις πάνω στις οποίες λειτουργούν ακόμα και σήμερα οι βενζινοκινητήρες.

\* υπάρχει φωτογραφικό υλικό στο παράρτημα

Ο Σκωτσέζος Dugal Clerk το **1879** έβαλε τα θεμέλια για την εξέλιξη των δίχρονων κινητήρων και ασχολήθηκε με αυτούς σε ολόκληρη την επόμενη δεκαετία.

Κατά τη διάρκεια του **1880** η μεγαλύτερη πρόοδος σημειώθηκε στη Γερμανία από τους Γκοτλιπ Νταίμλερ και Κάρλ Μπέντς \*.

Ο Νταίμλερ που δούλευε μαζί με τον Βίλχεμ Μάιμπαχ, κατασκεύασε τον πρώτο κινητήρα του **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 αυτοκινούμενο οχήματος και στηριζόμενος στο πρότυπο-ιδέα του Clerk κατασκεύασε μια μικρή μονοκύλινδρη δίχρονη μηχανή

Τότε εμφανίστηκαν οι Γάλλοι μηχανικοί Ρενέ Πανάρ και Εμίλ Λεβασόρ \* που άρχισαν το **1890** να κατασκευάζουν στη Γαλλία κινητήρες Νταίμλερ ,αφού πήραν τα δικαιώματα.

Οι προσπάθειες για τελειοποίηση για μέγιστη αποδοτικότητα ,τόσο για τους δίχρονους όσο και τους τετράχρονους κινητήρες συνεχιζόταν ,μια προκλητική και δραστική λύση δόθηκε από τον νεαρό Rudolf Diesel \*.

Το **1892** εκδίδει σε χειρόγραφες σημειώσεις το “The Theory and Construction of a Rational Heat Engine to Replace Steam Engines and Contemporary Combustion Engines”(Θεωρία και κατασκευή των θερμικών μηχανών τεσσάρων χρόνων ,για αντικατάσταση των ατμομηχανών και σύγχρονες μηχανές εσωτερικής καύσης) .Κατά βάθος ήταν πεπεισμένος ότι το μυστικό για τη μέγιστη αποδοτικότητα είναι στη συμπίεση με σταθερή και υψηλή πίεση.

Έθεσε τη θεωρία του σε πράξη, το **1894**,και τελικά κατασκεύασε μια μηχανή που είχε δυο πιστόνια τα οποία ήταν τοποθετημένα σε γωνία 90°,δηλαδή σχημάτιζαν ένα V.Η μηχανή αυτή όμως δε λειτούργησε πολύ ,μόνο για ένα λεπτό .Οι επόμενες προσπάθειες ήταν πιο εντατικές κι έτσι η νέα μηχανή είχε καλύτερα αποτελέσματα αλλά και προβλήματα όπως η καθυστερημένη διαδικασία ψεκασμού του μείγματος και πολλά σύννεφα καπνού από μη καμένο λάδι .Μετά από κάποιους μήνες και με πολύ σκληρή δουλειά, αλλαγές και δοκιμές στα σχέδια της μηχανής ,στα καύσιμα και σε κάθε μηχανικό μέρος .

\* υπάρχει φωτογραφικό υλικό στο παράρτημα

Τελικά τον Ιανουάριο του **1895** έκανε μια μηχανή η οποία είχε 16 in.διαδρομή εμβόλου της μηχανής ,η διάμετρος του κυλίνδρου ήταν 9 in.,η απόδοση της ήταν 22,5 hp στις 200 rpm.

Τα αποτελέσματα δεν ήταν κάτι το ιδιαίτερο αλλά ήταν μια σημαντικά υπόσχεση για την εξέλιξη των μηχανών .Τον επόμενο χρόνο έγινε πρόταση, στις 20 Φεβρουαρίου ,γίνεται πρόταση για τη κατασκευή μηχανών οι οποίες θα μπορούν να διοχετευτούν στην αγορά και θα έχουν διάμετρο εμβόλου 10 in και διαδρομή



εμβόλου 16 in. Ο σχεδιασμός της μηχανής σταμάτησε τον Απρίλιο του ίδιου έτους. Η μηχανή είχε πολλές διαφορές από την πρωτόγονη της για αυτό και θεωρήθηκε ευρεσιτεχνία και κατοχυρώθηκε στον Diesel.

Μερικές από τις διαφορές ήταν οι παρακάτω :

- η μηχανή ήταν υδρόψυκτη ,δηλαδή χρησιμοποιούσε νερό για την ψύξη της,
- ήταν εφοδιασμένη με ένα καινούριο σύστημα ψεκασμού και καινούριο σύστημα λίπανσης.
- Επίσης όλες οι βαλβίδες που υπήρχαν στη μηχανή ήταν σχεδιασμένες από την αρχή και είχαν καινούριο σχήμα.

Τελικά η μηχανή ήταν έτοιμη το Δεκέμβριο του **1896** και τον επόμενο Ιανουάριο ήταν έτοιμη για δοκιμές. Τα αποτελέσματα των δοκιμών: χρησιμοποιούσε φτηνή κηροζίνη, απέδιδε 17,5 hp μόλις στις 154 rpm, ο συντελεστής θερμικής απόδοσης ήταν 26,2%. Και καθώς οι μηχανικοί άρχισαν να μαθαίνουν η αποδοτικότητα της αυξήθηκε και η κατανάλωση σε καύσιμα μειώθηκε αρκετά.

Το **1896** η παράγωγή της μηχανής ήταν μαζική και οι πωλήσεις της αυξήθηκαν ραγδαία και ο Diesel έγινε εκατομμυριούχος.

Το 1910 κατάφερε να κατασκευάσει το πρώτο αυτοκίνητο το οποίο δε μπόρεσε να ευδοκιμήσει ,το **1910** από την εταιρεία Sulzer κατασκευάζεται ένας αρκετά δυνατός κινητήρας Diesel 2000 ίππων που προοριζόταν για ναυτική χρήση.

Το 1913 κατασκεύασε ένα αρκετά ικανό κινητήρα για σιδηροδρομική χρήση. Την ίδια χρονιά έχασε όλη του τη περιουσία και έτσι αυτοκτόνησε πέφτοντας σε ένα αγγλικό κανάλι.

Κι έτσι πέθανε ο εφευρέτης των μηχανών Diesel οι οποίες έχουν τεράστια απήχηση ακόμα και στις μέρες μας.

Ο Diesel έγινε αποδέκτης μεγάλης και έντονης κριτικής γιατί δε παρήγαγε μια νέα ιδέα και παρήγαγε μια νέα θεωρία, αλλά ήταν αυτός που μπόρεσε να ενοποιήσει τα ήδη υπάρχοντα στοιχεία και να δημιουργήσει αυτό το νέο σύνολο. Μετά το 1940

ενσωματώθηκαν τεχνολογίες και μηχανισμοί όπως αυτοί της υπερπλήρωσης και της μηχανικής έγχυσης καυσίμου.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2**

### **ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΚΙΝΗΤΗΡΙΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ**

Κινητήρια μηχανή ονομάζεται γενικά κάθε μηχανή που παράγει κινητήριο ωφέλιμο μηχανικό έργο. Τέτοιες μηχανές είναι των σιδηροδρόμων, των πλοίων, των αυτοκινήτων, αεροπλάνων, διαφόρων αντλιών, καθώς και οι μηχανές γεννητριών παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Η διάταξη της σύγχρονης γενικά μηχανής είναι

τέτοια ώστε να επιτυγχάνεται τελικά η κίνηση του λεγόμενου άξονα της μηχανής, από τον οποίο και παραλαμβάνεται το κινητήριο ή ωφέλιμο έργο.

Για να κινηθεί ένα αυτοκίνητο, τρένο, πλοίο, αεροπλάνο και γενικά ένα όχημα χρειάζεται μια μηχανή που να τους δίνει τη κίνηση, να τους δίνει δηλαδή μηχανική ενέργεια η όπως λέμε αλλιώς κινητήριο έργο. Το ίδιο γίνεται όταν πρέπει να κινηθεί μια ηλεκτρογεννήτρια για να δώσει ηλεκτρικό ρεύμα ή μια αντλία για να αντλήσει ένα υγρό από μια δεξαμενή.

Όλες αυτές οι μηχανές δε παράγουν ,δηλαδή δε δίνουν μόνες τους κινητήριο έργο με το οποίο κινούν τα διάφορα οχήματα .Για να δώσουν κινητήριο έργο χρειάζονται να πάρουν ενέργεια από αλλού και την μετατρέπουν σε μηχανική ενέργεια ή κινητήριο έργο .Η ενέργεια που παίρνουν αυτές οι μηχανές μπορεί να έχει διάφορες μορφές δηλαδή μπορεί να είναι θερμική, ηλεκτρική, υδραυλική κλπ.

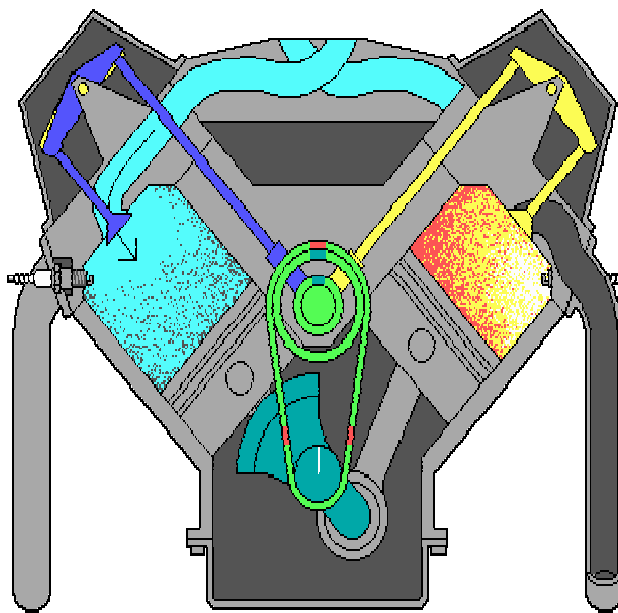
Όταν γίνεται αναφορά στον όρο θερμική μηχανή εννοούμε έναν μηχανισμό οποίος μετατρέπει την θερμική ενέργεια σε μηχανική, η οποία είναι ικανή να παράγεται σε μηχανές εσωτερικής και εξωτερικής καύσης. Η παρούσα πτυχιακή εργασία , όπως αναφέρθηκε, ασχολείται με τις μηχανές εσωτερικής καύσης. Στις μηχανές εξωτερικής καύσης η καύση γίνεται εξωτερικά του κυλίνδρου καύσης σε ένα καυστήρα. Αντίθετα, στις μηχανές εσωτερικής καύσης η μετατροπή της ενέργειας και η παραγωγή του έργου γίνονται εσωτερικά στο χώρο καύσης.

Ακολουθεί μια εικόνα η οποία δείχνει τη διαφορά των παραπάνω τύπων μηχανών.



Στις μηχανές εσωτερικής καύσης τα προϊόντα της καύσεως του αέρα με το καύσιμο, αποτελούν το μέσο για την παραγωγή της μηχανικής ισχύος. Έτσι, λόγω του ότι η καύση γίνεται εσωτερικά και ο αέρας και το καύσιμο, χρησιμοποιούνται σε ανοικτό κύκλωμα. Σε αυτού του είδους τις μηχανές ανήκουν και οι εμβολοφόρες μηχανές εσωτερικής καύσης. Η εμβολοφόρος μηχανή εσωτερικής καύσης αποτελεί την πιο κοινή μορφή κινητήριας μηχανής. Λόγω της απλότητας στη κατασκευής της καθώς πρόκειται για μηχανή εσωτερικής καύσης και δεν περιέχει επιφάνειες συναλλαγής θερμότητας, όπως οι συμπυκνωτές, οι ατμοπαραγωγοί κ.λπ. και της δυνατότητας της να χρησιμοποιεί το εργαζόμενο μέσο σε υψηλές θερμοκρασίες, καταφέρνει να συνδυάσει ένα καλό βαθμό απόδοσης – με υψηλή συγκέντρωση ισχύος.

Σε όλες τις μηχανές εσωτερικής καύσης το εργαζόμενο μέσο αρχικά αναρροφάται και συμπιέζεται από την μηχανή μέχρι μια συγκεκριμένη τιμή πίεσης, οπότε αυξάνεται η θερμοκρασία του, έπειτα προσδίδεται σε αυτό η θερμική ενέργεια που έχει προέλθει από την καύση του μίγματος. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας, της πίεσης του και ίσως του όγκου του. Κατά την εκτόνωση του εμβόλου που ακολουθεί, παράγεται το κινητήριο έργο, ένα μέρος του λαμβάνουν χώρα μέσα στον κύλινδρο, δηλαδή στο χώρο καύσης.



**Κινητήρας ή Μηχανή** είναι μια στιβαρή κατασκευή από κατάλληλα εξαρτήματα και μηχανισμούς που μετατρέπουν την κάθε μορφής ενέργεια, που τους παρέχεται, μέσα σε ένα κατάλληλα διαμορφωμένο κλειστό χώρο (θάλαμος καύσεως), σε ωφέλιμο μηχανικό έργο .Στις Μηχανές Εσωτερικής Καύσης (Μ.Ε.Κ.) επομένως μετατρέπεται η χημική ενέργεια που περικλείεται στο καύσιμο σε θερμική ενέργεια και μέρος της θερμικής σε μηχανική ενέργεια. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της διαδικασίας της καύσης.

Οι μηχανές που μετατρέπουν άλλες μορφές ενέργειας σε μηχανικό έργο λέγονται **κινητήριες μηχανές** και χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με τη μορφή ενέργειας που χρησιμοποιούν κάθε φορά για να τη μετατρέψουν σε μηχανική ενέργεια .

Έτσι αν καταναλώνουν θερμότητα (θερμική ενέργεια) λέγονται θερμικές κινητήριες μηχανές ή θερμοκινητήρες .Στη κατηγορία αυτή ανήκουν οι ατμοστρόβιλοι ,οι αεριοστρόβιλοι ,οι βενζινοκινητήρες (ΟΤΤΟ), οι πετρελαιοκινητήρες (DIESEL) κλπ.

Οι κινητήριες μηχανές πάλι, που για να δουλέψουν χρειάζονται να πάρουν υδραυλική ενέργεια λέγονται υδραυλικές κινητήριες μηχανές. Τέτοιες μηχανές είναι οι υδροστρόβιλοι. Αν η ενέργεια που παίρνουν και μετατρέπουν σε κινητήριο έργο είναι ηλεκτρική τότε λέγονται ηλεκτροκινητήρες.

## **2.1 ΚΙΝΗΤΗΡΙΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ**

Στις **Μηχανές Εσωτερικής Καύσης –ΜΕΚ** η καύση και η παραγωγή του μηχανικού έργου συντελούνται ταυτόχρονα στον ίδιο χώρο, στο θάλαμο καύσης του κινητήρα, στο εσωτερικό του κυλίνδρου, και γι αυτό αυτές καλούνται και ενδοθερμικοί κινητήρες .

Η παραγωγή του μηχανικού έργου οφείλεται στην εκτονωτική δύναμη του καυσαερίου στην άνω επιφάνεια του εμβόλου, η οποία μετατρέπεται σε ροπή του στροφαλοφόρου άξονα του κινητήρα με το σύστημα εμβόλου-διωστήρα-στροφάλου.

### **ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΜΕΚ**

Οι κινητήριες μηχανές διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες ,ανάλογα με τη μορφή ενέργειας την οποία παραλαμβάνουν και που μετατρέπουν ,τελικά, σε κινητική.

Οι μηχανές που καταναλώνουν θερμική ενέργεια ,ονομάζονται θερμικές μηχανές και τέτοιες είναι οι εσωτερικής καύσης (βενζινοκινητήρες ή κινητήρες πετρελαίου) ,οι ατμοστρόβιλοι και οι αεριοστρόβιλοι.

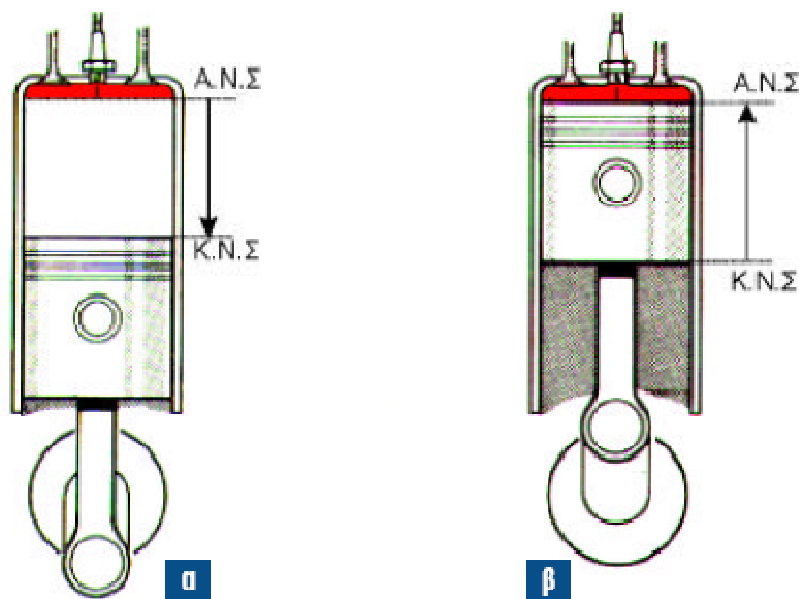
Οι μηχανές που χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια για την παραγωγή μηχανικού έργου, ονομάζονται ηλεκτροκινητήρες, ενώ οι κινητήριες μηχανές που χρησιμοποιούν υδραυλική ενέργεια , υδραυλικοί κινητήρες.

Οι εμβολοφόροι ΜΕΚ κατατάσσονται ως εξής :

1. Ανάλογα με τον **τρόπο έναυσης** (ανάφλεξης) του καυσίμου σε μηχανές έκρηξης ή ΟΤΤΟ ή βενζινομηχανές – αεριομηχανές ,σε μηχανές καύσης ή DIESEL ή σε πετρελαιομηχανές και σε μηχανές μικτού κύκλου ΟΤΤΟ-DIESEL.
2. Ανάλογα με τον αριθμό των **απλών διαδρομών** του εμβόλου, που πραγματοποιούνται μεταξύ δύο διαδοχικών αναφλέξεων μέσα στον ίδιο κύλινδρο, σε τετράχρονες (4-X) και σε δίχρονες (2-X) μηχανές.

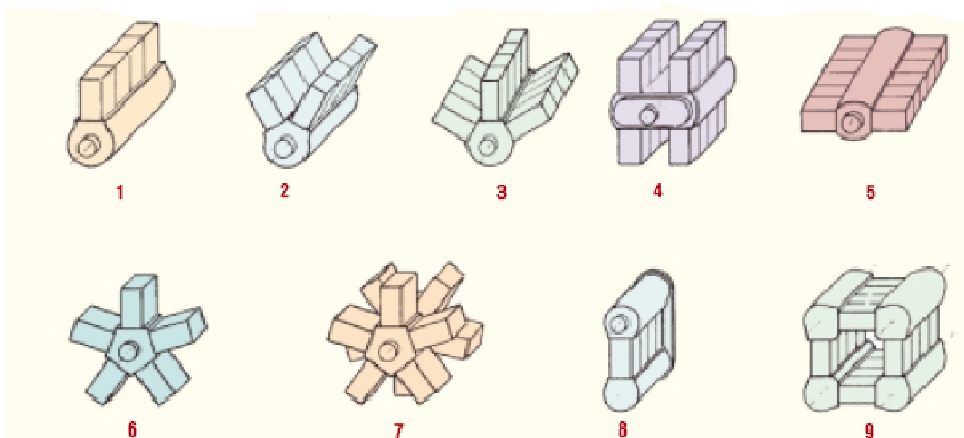
### Ορισμός του χρόνου «Stroke»

Ως χρόνος λειτουργίας ορίζεται μία απλή διαδρομή του εμβόλου, που αυτό εκτελεί ανάμεσα στις δύο ακραίες θέσεις του: (από το Άνω Νεκρό Σημείο ή Α.Ν.Σ έως το Κάτω Νεκρό Σημείο– Κ.Ν.Σ, αντιστοίχως).Ως Άνω Νεκρό Σημείο (Α.Ν.Σ) ορίζεται η ανώτερη θέση στην οποία μπορεί να φτάσει το έμβολο, στην θέση αυτή, μηδενίζεται η ταχύτητα του εμβόλου, ενώ ταυτόχρονα αλλάζει και η φορά κίνησης του προς τα κάτω.Ως Κάτω Νεκρό Σημείο (Κ.Ν.Σ) ορίζεται η κατώτερη θέση στην οποία μπορεί να φτάσει το έμβολο. Στην θέση αυτή και πάλι μηδενίζεται η ταχύτητα του εμβόλου, ενώ ταυτόχρονα αλλάζει και η φορά κίνησης του προς τα άνω



(α): Κίνηση του εμβόλου από το Άνω Νεκρό Σημείο έως το Κάτω Νεκρό Σημείο  
(β): Κίνηση του εμβόλου από το Κάτω Νεκρό Σημείο έως το Άνω Νεκρό Σημείο

3. Ανάλογα με το χώρο, στον οποίο γίνεται η καύση σχετικά με τις δυο όψεις του εμβόλου ,σε μηχανές **απλής και διπλής ενέργειας**.
4. Ανάλογα με τον **αριθμό στροφών** του στροφαλοφόρου άξονα της μηχανής σε ολιγόστροφες ή βραδύστροφες (ως 350στρ/min) σε μέσου αριθμού στροφών (ως 1500 στρ/min),σε πολύστροφες ή ταχύστροφες (έως 5000στρ/min) και σε πολύ ταχύστροφες ή πολύ υψηλής ταχύτητας (άνω των 5000στρ/min).
5. Ανάλογα με των **αριθμό των κυλίνδρων**, σε μονοκύλινδρες και πολυκύλινδρες μηχανές.
6. Ανάλογα με τη **διάταξη** των κυλίνδρων, σε κατακόρυφες ,οριζόντιες ,τύπου **V,Δ,W** σταυροειδής, αστεροειδής ,πολυγωνικές, διπλών εμβόλων και περιστρεφόμενων εμβόλων (Wankel).



Διάφορες διατάξεις πολυκύλινδρων κινητήρων :

1. Κύλινδροι εν σειρά. 2. Κινητήρας V. 3. Κινητήρας W. 4. Κινητήρας H. 5. Κινητήρας «boxer»
6. Αστεροειδής κινητήρας (απλού αστέρου). 7. Αστεροειδής κινητήρας (δύπλου αστέρου)
8. Κινητήρας με αντίθετα έμβολα. 9. Κινητήρας αντίθετων εμβόλων (τετραγωνικής διάταξης)

7.



8. Ανάλογα με τον **τρόπο ψύξης** των κυλίνδρων, σε υδρόψυκτες και σε αερόψυκτες.
9. Ανάλογα με τον τρόπο και τη **ποσότητα του αέρα καύσης**, σε μηχανές με υπερπλήρωση ή υπερτροφοδότηση και σε μηχανές χωρίς υπερπλήρωση (φυσική αναπνοής ή ατμοσφαιρικές ).
10. Ανάλογα με το τρόπο **σύνδεσης του εμβόλου και του διωστήρα**, σε μηχανές με ή χωρίς βάκτρο και ζύγωμα.
11. Ανάλογα με τον **τρόπο εγκατάστασης**, σε μόνιμες ή σταθερές ,σε κινητές και σε φορητές μηχανές (για άντληση υδάτων, φορητών, αεροσυμπιεστών κ.λπ.)
12. Ανάλογα με τη **χρήση**, σε μηχανές οχημάτων ναυτικές ,σιδηροδρόμων ,αεροπλάνων ,βιομηχανικές κ.λπ.
13. Ανάλογα με τον **τρόπο εισαγωγής** του καυσίμου, διακρίνουμε στους μεν βενζινοκινητήρες μηχανές με εξαερωτή (καρμπυρατέρ) και με μηχανική έγχυση (injection),ενώ στους πετρελαιοκινητήρες διακρίνουμε μηχανές DIESEL με πεπιεσμένο αέρα εμφύσησης που διασκορπίζει το πετρέλαιο (καταργήθηκαν),SUPER DIESEL με αντλία μηχανικής έγχυσης του πετρελαίου και με SEMI-DIESEL με πυροκεφαλή ανάφλεξης (πίεση πετρελαίου ως 20 at).Οι μηχανές SUPER DIESEL έχουν επικρατήσει και για το λόγο αυτό αναφέρονται απλά ως DIESEL.Τέλος ,αναφέρονται και οι μηχανές μικτού κύκλου OTTO-DIESEL,στις οποίες η καύση του πετρελαίου γίνεται ταχύτερα.
14. Ανάλογα με τη **φορά του στροφαλοφόρου άξονα**, σε μηχανές σταθερήςφοράς (δεξιόστροφες ή αριστερόστροφες ) και σε μηχανές αναστρέψιμες.
15. Ανάλογα με **την ισχύ που αποδίδουν** ,σε μηχανές μικρής, μέσης και μεγάλης ισχύος.

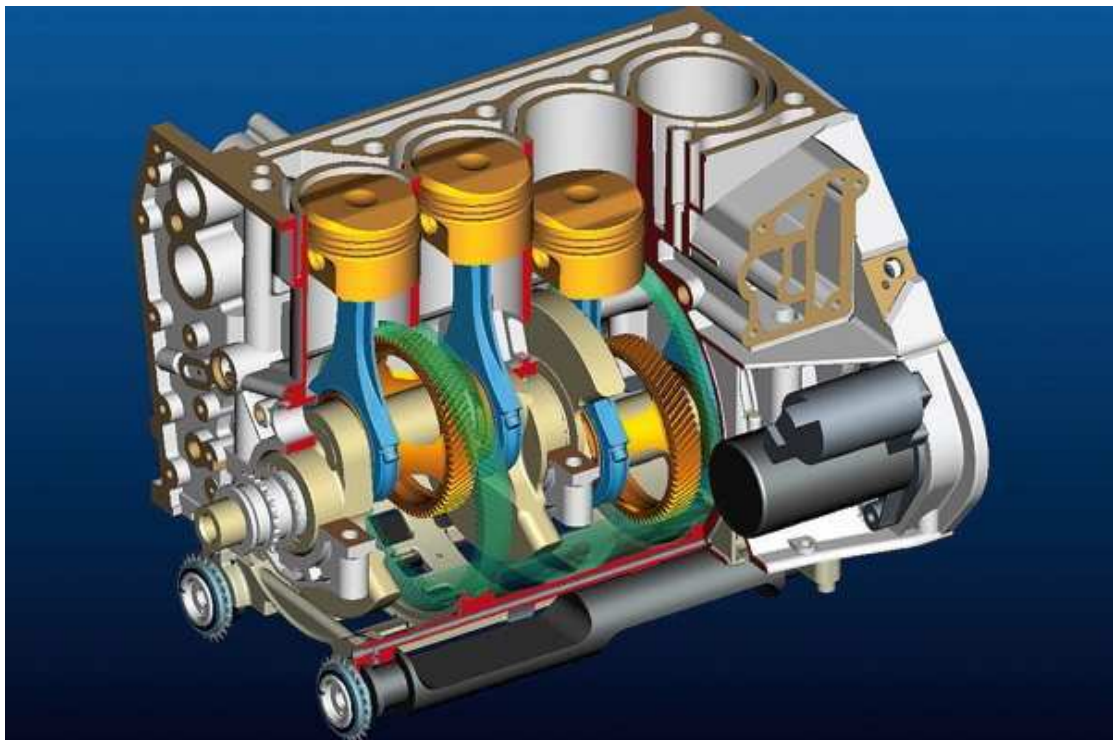
## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΚΥΡΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ Μ.Ε.Κ.

- **3.1. ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ**

Τα δομικά στοιχεία του συστήματος αυτού είναι:

- 1) Το σώμα των κυλίνδρων (Μπλοκ ή κορμός)
- 2) Τα έμβολα με τα ελατήρια τους
- 3) Οι διωστήρες (μπιέλες)
- 4) Ο στροφαλοφόρος άξονας
- 5) Ο σφόνδυλος (βολάν)



3.1.1 **Το σώμα των κυλίνδρων** είναι μια πολύπλοκη κατασκευή και το μεγαλύτερο τμήμα του κινητήρα, που περιλαμβάνει εκτός από τους κυλίνδρους:

- την επιφάνεια στήριξης της κυλινδροκεφαλής
- τη θέση υποδοχής του συστήματος μεταδόσεως τις κινήσεως
- τους θαλάμους κυκλοφορίας του νερού ψύξης (υδροχιτώνια }
- τις βάσεις για τη στήριξη του στροφαλοφόρου και μερικές φορές και του εκκεντροφόρου άξονα
- ένα μέρος των αγωγών κυκλοφορίας του λιπαντικού
- τον χώρο για τα γρανάζια του εσωτερικού χρονισμού (καθρέπτης)
- τις βάσεις για τη στήριξη της ελαιολεκάνης (Κάρτερ)
- την αντλία λαδιού

Το Υλικό κατασκευής του σώματος των κυλίνδρων είναι ο χυτοσίδηρος, ενώ σε νεότερες κατασκευές χρησιμοποιούνται και κράματα αλουμινίου. Πολλές φορές οι κύλινδροι δεν αποτελούν ένα ενιαίο τμήμα με το σώμα, αλλά τοποθετούνται σε αυτούς προσθαιρετά χιτώνια (πουκάμισα), που είναι δυο τύπων:

- τα ξηρά χιτώνια.
- τα υγρά χιτώνια.

Μέσα στους κυλίνδρους παλινδρομούν το έμβολα. Η κεφαλή του εμβόλου φέρει, περιφερειακά, αυλακώσεις μέσα στις οποίες τοποθετούνται τα ελατήρια, τόσο για τη στεγανοποίηση, όσο και για την λίπανση των κυλίνδρων.

Η σύνδεση του εμβόλου με το διωστήρα γίνεται μέσω του πείρου του εμβόλου, ο οποίος προσαρμόζεται σε κυλινδρικές οπές που βρίσκονται στα τοιχώματα του ίδιου του εμβόλου.



Στη μέση του πείρου στηρίζεται ο διωστήρας, μέσω ειδικής υποδοχής που φέρει στο άκρο του. Ο διωστήρας συνδέει το έμβολο με το στροφαλοφόρο άξονα και μεταβιβάζει σε αυτόν τις δυνάμεις που ασκούνται από το έμβολο. Τα κύρια μέρη του διωστήρα είναι το πόδι, η κεφαλή και ο κορμός.

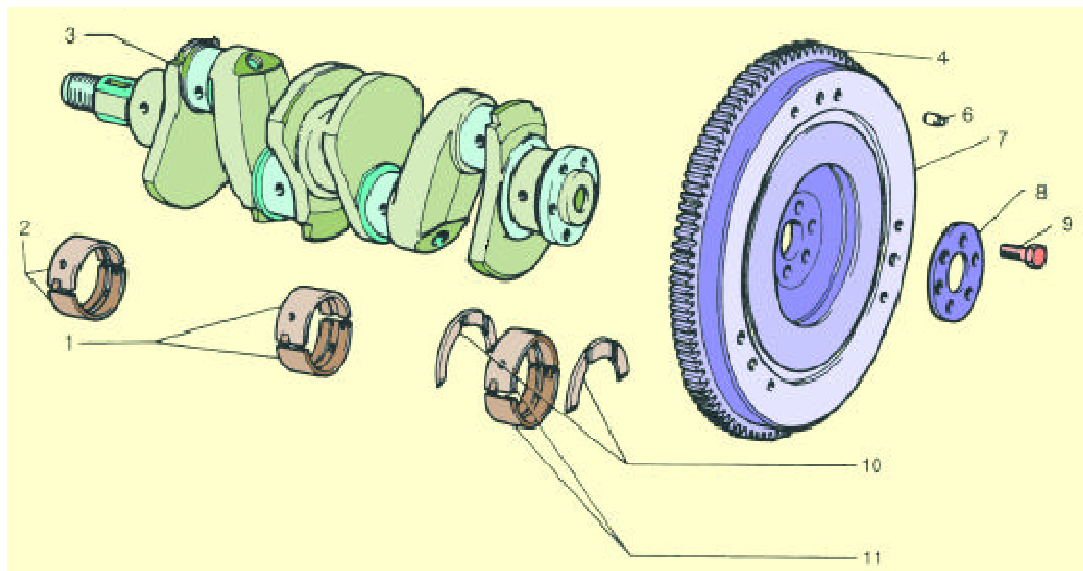
Ο στροφαλοφόρος άξονας φέρει τους στροφείς της βάσης με τους οποίους εδράζεται στα αντίστοιχα έδρανα της βάσης του σώματος των κυλίνδρων, τους στροφείς των διωστήρων, τους βραχίονες και τα αντίβαρα.



Ο σφόνδυλος ή βολάν είναι ένας αρκετά βαρύς μεταλλικός δίσκος, που αποθηκεύει ενέργεια από τον ωφέλιμο χρόνο της εκτόνωσης και στη συνέχεια την αποδίδει για να πραγματοποιηθούν οι υπόλοιποι τρεις παθητικοί χρόνοι της εισαγωγής, της συμπίεσης και της εξαγωγής. Όσους περισσότερους κυλίνδρους έχει ένας κινητήρας, τόσο μικρότερο βάρος έχει ο σφόνδυλος



Στην οδοντωτή στεφάνη που βρίσκεται στην περιφέρεια του σφονδύλου εμπλέκεται το γρανάκι της μίζας. Τέλος, στην εξωτερική επιφάνεια του σφονδύλου στηρίζεται ο μηχανισμός μεταδόσεως τις κίνησης (Δίσκος-Πλατώ).



Στροφαλοφόρος άξονας και σφόνδυλος (βολάν)

- |                                    |                              |
|------------------------------------|------------------------------|
| 1. Κουζινέτο μεσαίου εδράνου βάσης | 7. Βολάν                     |
| 2. Κουζινέτα                       | 8. Μεταλλική φλάντζα         |
| 3. Στρόφαλος                       | 9. Βίδα                      |
| 4. Γρανάκι μίζας                   | 10. Αξονικοί τριβείς (Θροός) |
| 5. Οδηγός                          | 11. Κουζινέτα                |

### 3.1.2 Η κυλινδροκεφαλή

Η διαμόρφωση της κυλινδροκεφαλής αποσκοπεί στην:

α) Πλήρωση του κυλίνδρου με καύσιμο μείγμα

β) Εξαγωγή των καυσαερίων

- Η κυλινδροκεφαλή προσαρμόζεται σταθερά μέσω κοχλιών στο επάνω σώμα των κυλίνδρων και αποτελεί το επάνω μέρος του θαλάμου καύσης.
- Εντός της κυλινδροκεφαλής υπάρχουν οι αγωγοί του λαδιού για τη λίπανση, οι θάλαμοι του νερού για την ψύξη, οι αυλοί εισαγωγής του μίγματος και εξαγωγής των καυσαερίων, οι υποδοχές (σπειρώματα) για τα μπουζί ή τους εγχυτήρες και οι διάφορες υποδοχές για μηχανισμούς ή εξαρτήματα που στερεώνονται επάνω της.
- Το υλικό από το οποίο κατασκευάζονταν οι κυλινδροκεφαλές παλαιότερα, ήταν ο χυτοσίδηρος, πλέον όμως, χρησιμοποιούνται διάφορα κράματα αλουμινίου.
- Το σφίξιμο της κυλινδροκεφαλής, είναι μία από τις πλέον βασικές εργασίες. Πρέπει να ακολουθούνται υποχρεωτικά οι προδιαγραφές και οι οδηγίες του κατασκευαστή.

### 3.1.3. ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΚΑΙ ΑΠΑΓΩΓΗΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

#### (Σύστημα Εισαγωγής-εξαγωγής)

Ο εκκεντροφόρος άξονας και οι βαλβίδες αποτελούν τα κύρια μέρη του συστήματος διανομής του καυσίμου μίγματος προς τον κάθε κύλινδρο και απαγωγής των καυσαερίων από τον κάθε κύλινδρο.

Προορισμός του εκκεντροφόρου άξονα είναι να ανοίγει (βύθισμα) και να καθορίζει-επιτρέπει το κλείσιμο των βαλβίδων την κατάλληλη χρονική στιγμή.

Ο εκκεντροφόρος είναι ένας άξονας που στηρίζεται επάνω σε στροφείς, αριθμός των οποίων εξαρτάται από τον αριθμό των κυλίνδρων του κινητήρα.

Φέρει μία σειρά από έκκεντρα, που συνήθως είναι τόσα, όσες και οι βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής του καυσίμου και των καυσαερίων.

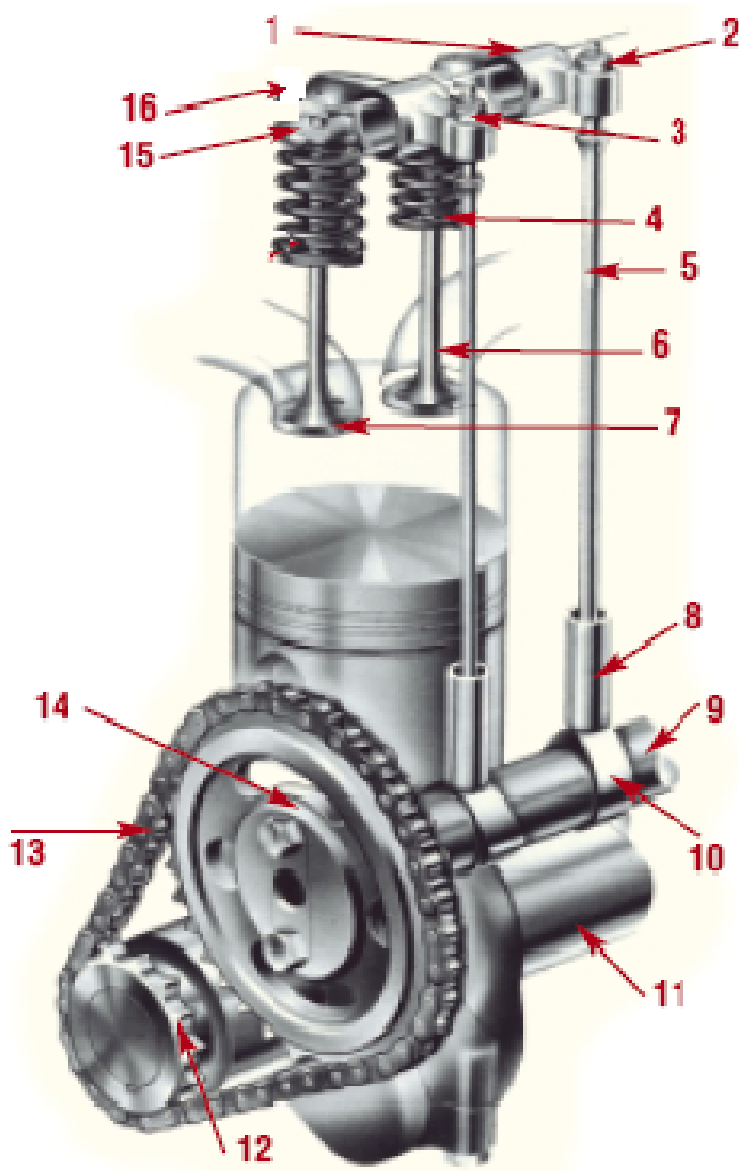


Οι βαλβίδες έχουν προορισμό να ανοίγουν και να κλείνουν( μέσω του έκκεντρον) στην κατάλληλη στιγμή του κάθε κύκλου λειτουργίας του κινητήρα, ώστε να εξασφαλίζεται η διαδοχική σειρά των χρόνων του κινητήρα.



Όταν αναφερόμαστε στα έκκεντρα του εκκεντροφόρου άξονα τότε πρόκειται για τους χαρακτηριστικούς λοβούς που υπάρχουν στην άτρακτο του εκκεντροφόρου. Λόγω του σχήματος τους όταν ο εκκεντροφόρος άξονας περιστρέφεται η κίνησή τους μετατρέπεται σε παλινδρομική των βαλβίδων εξαγωγής και εισαγωγής. Η διατομή κάθε έκκεντρου καθορίζει το χρόνο που η κάθε βαλβίδα μένει ανοιχτή καθώς και τη μέγιστη τιμή βύθισης που παίρνει η κάθε μία από αυτές.

**Σύστημα διανομής καυσίμου και απογώγις καυσαερίων.**



1. Πληκτροφορέας
2. Ρυθμιστική βίδα
3. Ασφαλιστικό παξιμάδι
4. Ελατήριο βαλβίδας
5. Οπτική ράβδος
6. Βαλβίδα εξαγωγής
7. Βαλβίδα εισαγωγής
8. Οπήριο
9. Εκκεντροφόρος άξονας
10. Έκκεντρο
11. Στροφαλοφόρος άξονας
12. Γρανάζι στροφαλοφόρου
13. Αλυσίδα
14. Γρανάζι εκκεντροφόρου
15. Δίσκονο βαλβίδας
16. Ζύγωθρο



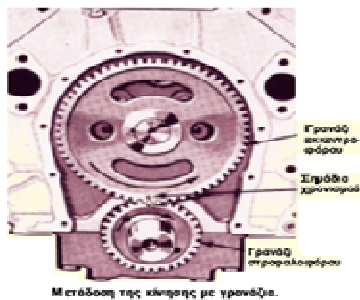
### 3.1.4. Εσωτερικός χρονισμός κινητήρα

Χρονισμός είναι ο συντονισμός της κίνησης του εμβόλου με την κίνηση των βαλβίδων.

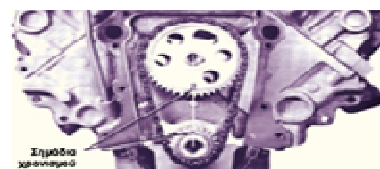
Για να εξασφαλιστεί ο συντονισμός αυτός της κίνησης του στροφαλοφόρου πάνω στον οποίο πιάνει το έμβολο μέσω του διωστήρα, θα πρέπει να συνδυαστεί με την κίνηση του εκκεντροφόρου, ο οποίος ανοίγει και κλείνει τις βαλβίδες σε τέτοια σημεία του κύκλου λειτουργίας, ώστε επιτυγχάνεται η σωστή λειτουργία του κινητήρα.

Ο συνδυασμός κίνησης στροφαλοφόρου-εκκεντροφόρου πραγματοποιείται με μια μετάδοση κίνησης μέσω δύο και σπανίως τριών οδοντοτροχών που ονομάζονται οδοντοτροχοί (γρανάζια) χρονισμού.

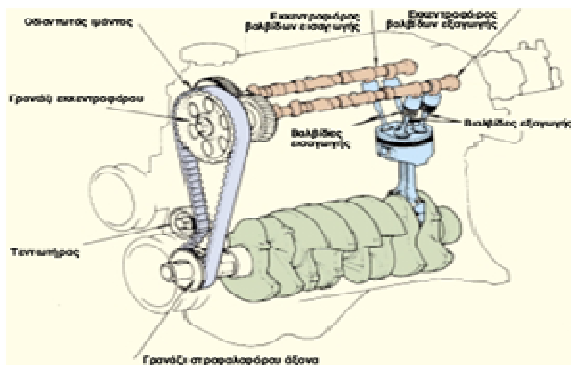
Ο συγχρονισμός μεταξύ στροφαλοφόρου και εκκεντροφόρου άξονα, την κατάλληλη χρονική στιγμή του κάθε κύκλου λειτουργίας του κινητήρα, ώστε να εξασφαλίζεται η διαδοχική σειρά των χρόνων του κινητήρα, λέγεται εσωτερικός χρονισμός του κινητήρα, γίνεται με διάφορες διατάξεις μετάδοσης της κίνησης και σύνδεσης μεταξύ των δυο προαναφερόμενων αξόνων, είναι δε προφανές ότι πρέπει να γίνεται σωστά και με προσοχή, αφού έχει ιδιαίτερη σημασία για την ομαλή και ασφαλή λειτουργία του κινητήρα.



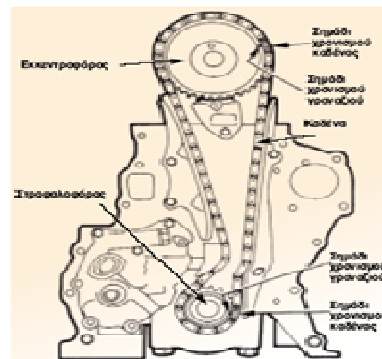
Μετάδοση της κίνησης με γρανάζια.



Μετάδοση της κίνησης με αλυσίδα



Μετάδοση της κίνησης με αθύνα από γράντζα.



Μετάδοση της κίνησης με αλυσίδα σε σύστημα διανομής με εκκεντροφόρο επικεφαλής.

### 3.1.5. ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου έχει ως σκοπό την άντληση καυσίμου από το δοχείο αποθήκευσής του και την συνεχή τροφοδοσία του κινητήρα με την αναγκαία, ποσότητα καυσίμου.

Ένα συμβατικό σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου αποτελείται από:

- Τη **δεξαμενή βενζίνης** (ρεζερβουάρ) επί της οποίας ευρίσκεται και ο δείκτης στάθμης καυσίμου (φλοτέρ που μεταφέρει τις μετρήσεις του σε ένα ηλεκτρικό όργανο που βρίσκεται στον πίνακα οργάνων (ταμπλό) στον οδηγό.



- Τις **σωληνώσεις** βενζίνης : από τη δεξαμενή , στην αντλία βενζίνης έως και τον εξαεριοτή (καρμπυρατέρ)
- Τα **φίλτρα βενζίνης**.



- **Την αντλία** , που μπορεί να είναι μηχανική ή ηλεκτρική. Η αντλία σκοπό έχει να παρέχει ορισμένη ποσότητα βενζίνης στον εξαεριωτή για όλες τις στροφές του κινητήρα. Τόσο η παροχή, όσο και η πίεση που δίνει η αντλία αυξάνουν με την αύξηση των στροφών του κινητήρα.



- **Το φίλτρο αέρα.**

Η μοτοσικλέτας μας χρειάζεται μεγάλες ποσότητες αέρα για να μπορεί να λειτουργήσει (για την καύση οξυγόνου). Δυστυχώς στον αέρα αιωρούνται πολλά σωματίδια που η πλειοψηφία αυτών αν βρεθεί στο εσωτερικό του κινητήρα μπορεί να προκαλέσει φθορές. Την ευθύνη για να κρατηθούν μακριά αυτά τα σωματίδια από τον κινητήρα την αναλαμβάνει το φίλτρο αέρα



### 3.1.6. ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΜΙΓΜΑΤΟΣ

- Στα συμβατικής τεχνολογίας οχήματα το μείγμα παρασκευάζεται εξωτερικά από τον εξαεριοτή

#### Εξαεριοτής

Οι Εξαεριοτές (καρμπυρατέρ) που χρησιμοποιούνται στους διάφορους βενζινοκινητήρες για την εξαέρωση της βενζίνης, ώστε αυτή να αναμιχθεί καλύτερα με τον αέρα, αν και βασίζονται στην ίδια γενική αρχή λειτουργίας, παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία. Ο κάθε τύπος έχει τη δική του κατασκευαστική μορφή, που είναι ανάλογη με τον κινητήρα στον οποίο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί.

Επισημαίνεται ότι, στα σύγχρονης τεχνολογίας οχήματα, έχει επικρατήσει η χρήση των ηλεκτρονικών συστημάτων ψεκασμού καυσίμου.

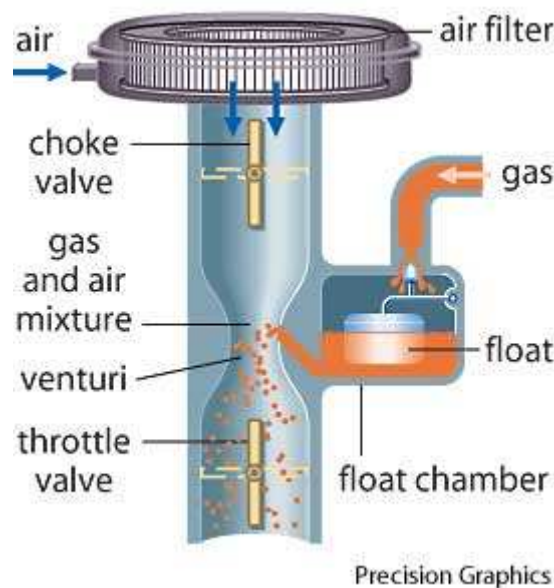


- Αρχή λειτουργίας του εξαεριοτή.

Η λειτουργία του εξαεριοτή βασίζεται στην ταχύτητα που αναπτύσσει ο αέρας από την υποπίεση που δημιουργεί το έμβολο κατά το χρόνο εισαγωγής του καυσίμου στον κύλινδρο. Η ταχύτητα αυτή του αέρα επαυξάνεται μέσα στο εξαεριοτή, λόγω της διαμόρφωσης του βεντούρι (οπου σύμφωνα με τη Φυσική):

<<κατά τη ροή ενός ρευστού μέσα σε σωλήνα, η μείωση της διατομής (στένωση του σωλήνα δημιουργεί αύξηση της ταχύτητας ροής και ταυτοχρόνως μείωση της πίεσης του ρευστού>>

Έτσι, δημιουργείται επιπλέον υποπίεση που παρασύρει περαιτέρω τη βενζίνη.



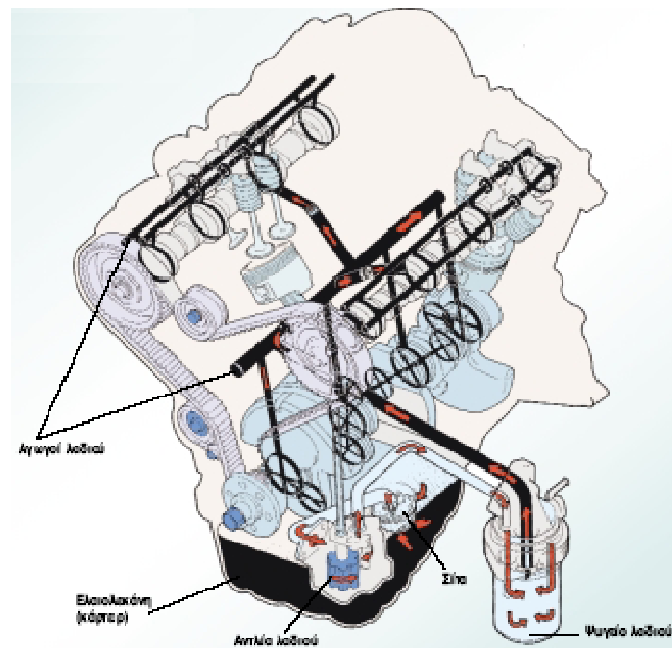
Τα συστήματα του εξαεριοτή.

Οι σύγχρονοι εξαεριοτές διαθέτουν για τη σωστή λειτουργία του κινητήρα και για όλες τις περιοχές στροφών, τα ακόλουθα συστήματα:

1. Σύστημα κανονικής πορείας με μερική ή πλήρη ισχύ του κινητήρα.
2. Σύστημα άφορτης λειτουργίας (ρελαντί).

3. Σύστημα στιγμιαίας επιτάχυνσης.
4. Σύστημα ψυχρής εκκίνησης.
5. Δοχείο σταθερής στάθμης.(αποθήκη καυσίμου)

• **3.1.7. Σύστημα λίπανσης Μ.Ε.Κ**



Το σύστημα λίπανσης αποτελείται από:

- Την αντλία λαδιού
- Τις σωληνώσεις
- Την ανακουφιστική βαλβίδα ασφαλείας ή υπερπίεσης
- Τα φίλτρα λαδιού
- Το δείκτη πίεσης λαδιού
- Βαλβίδα πίεσης λαδιού (ενδεικτικού οργάνου)
- Το ψυγείο λαδιού (όπου υπάρχει)

Στο εσωτερικό ενός κινητήρα δυνάμεις τριβής δημιουργούνται παντού, κάθε ζευγάρι επιφανειών που βρίσκονται σ' επαφή και κινούνται, ή τείνουν να κινηθούν μεταξύ τους, εμποδίζονται από τις δυνάμεις αυτές. Έτσι, εμποδίζεται τελικά η ίδια η λειτουργία του κινητήρα.

Τα λιπαντικά είναι ρευστές ουσίες που ελαττώνουν τις φθορές των συνεργαζόμενων εξαρτημάτων αποκλείοντας την απ' ευθείας τριβή των επιφανειών μεταξύ τους, με την τριβή των μορίων του λιπαντικού που παρεμβάλλεται μεταξύ αυτών.

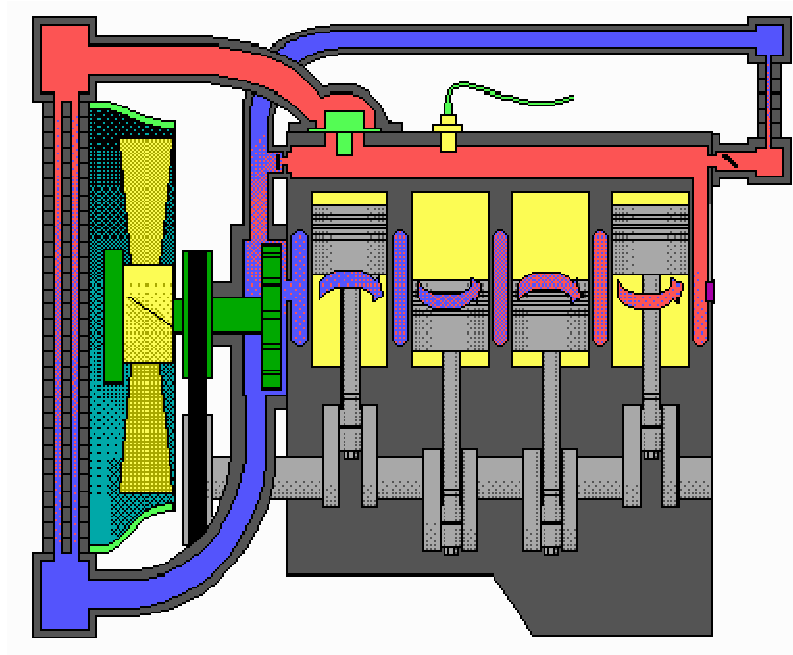
( Πάντα ανάμεσα στις επιφάνειες που έρχονται σ' επαφή, φροντίζουμε να υπάρχει ένα λεπτό στρώμα λιπαντικού που προστατεύει τις τριβόμενες επιφάνειες από τη φθορά)

Εννοείται δηλαδή πως σ' έναν κινητήρα δεν υπάρχει πουθενά στεγνή τριβή μετάλλου με μέταλλο.

Το λεπτό στρώμα λαδιού που παρεμβάλλεται, έχει ως στόχο :

- 1 Να αποτρέψει το ενδεχόμενο φθοράς.( αποτρέπει την επαφή μετάλλου με μέταλλο)
- 2 Να διευκολύνει την απαγωγή της θερμότητας του κινητήρα
- 3 Να απορροφά κρουστικά φορτία από τα κουζινέτα ,τα ρουλεμάν, και άλλα εξαρτήματα.
- 4 Να εξασφαλίζει και να βελτιώνει την στεγανότητα των περιστρεφόμενων εξαρτημάτων
- 5 Να λειτουργεί σαν καθαριστικό συγκεντρώνοντας και μεταφέροντας τα διάφορα μικροσκοπικά ρινίσματα, και τα οδηγεί στο φίλτρο.

- 3.1.8. Συστήματα ψύξεως ΜΕΚ.



Στις μηχανές εσωτερικής καύσης, κατά την λειτουργία τους , αναπτύσσεται, πολύ μεγάλη θερμοκρασία, κυρίως κατά την φάση της καύσης-εκτόνωσης ,αλλά και λόγω των τριβών των κινουμένων μερών της.

Ένα μέρος της μετατρέπεται, με τον κινηματικό μηχανισμό εμβόλου - μπιέλας - στροφαλοφόρου, σε περιστροφική κίνηση, ένα άλλο εξέρχεται με τα καυσαέρια από την εξάτμιση, ενώ ένα τρίτο μέρος της απομακρύνεται, με μορφή ακτινοβολίας, από την εξωτερική επιφάνεια όλων των θερμών μερών του κινητήρα.

Ειδικότερα, , τα ποσοστά της παραγόμενης θερμότητας κατά τη λειτουργία μίας μηχανής κατανέμονται ως εξής:

29-36% από τα καυσαέρια εξέρχονται από την εξάτμιση

24 - 32% καταναλίσκονται στην παραγωγή έργου

7% απάγονται μέσω ακτινοβολίας.

Το δε υπόλοιπο 32% - 33% απάγεται από το σύστημα ψύξης.



Εάν, επομένως δεν είχε προβλεφθεί κάποιο σύστημα για να απάγει το υπόλοιπο μέρος της θερμότητας αλλά και να εξασφαλίζει τη σωστή λειτουργία του κινητήρα κάτω από συγκεκριμένες τιμές θερμοκρασίας νερού. η μηχανή μετά από κάποιο σύντομο χρονικό διάστημα λειτουργίας, θα υπερθερμαινόταν . Τα συστήματα ψύξης ταξινομούνται σε δύο κύριες κατηγορίες συστημάτων:

\* Υδρόψυκτα

\* Αερόψυκτα.

Στα υδρόψυκτα συστήματα η απαγωγή της πλεονάζουσας θερμότητας επιτυγχάνεται με τη κυκλοφορία ψυκτικού υγρού, γύρω από τις θερμαινόμενες επιφάνειες, το οποίο απορροφά τη θερμότητα και μέσω του ψυγείου την αποβάλλει στην ατμόσφαιρα.

Αν το υγρό αυτό, μετά την θέρμανση του από τον κινητήρα ψύχεται και επανακυκλοφορεί, τότε το σύστημα ψύξης ονομάζεται «κλειστό». Αν, όμως, το υγρό μετά τη θέρμανση του απομακρύνεται χωρίς να επανακυκλοφορεί, τότε το σύστημα ψύξης ονομάζεται «ανοικτό».

Σαν ψυκτικό υγρό χρησιμοποιείται το νερό. Πρακτικά όμως σήμερα χρησιμοποιείται ως ψυκτικό υγρό μία χημική ένωση με βάση την αιθυλαινογλυκόλη, και παράγωγα της. Η αντιπηκτική διάλυση (αντιψυκτικό- αντιπηκτικό υγρό) με την οποία πληρώνεται το σύστημα ψύξης έχει, συνήθως, και αντιδιαβρωτικές ικανότητες, γι' αυτό και προστατεύει επίσης τα μεταλλικά μέρη από την οξείδωση.

Το ψυγείο είναι το εξάρτημα που μεταφέρει τη θερμότητα του ζεστού ψυκτικού από τον κινητήρα προς την ατμόσφαιρα. Ο ανεμιστήρας χρησιμοποιείται για να επιταχύνεται η κυκλοφορία του αέρα ψύξης γύρω από τα πτερύγια των αγωγών του ψυγείου. Διακρίνεται σε: μηχανικού τύπου, όταν παίρνει κίνηση με ιμάντα από το στροφαλοφόρο άξονα μαζί με την αντλία νερού, και σε ηλεκτρικού τύπου, όταν παίρνει κίνηση από ανεξάρτητο ηλεκτροκινητήρα - μοτέρ.

Η αντλία νερού βρίσκεται στο μπροστινό τμήμα του κινητήρα και παίρνει κίνηση από το στροφαλοφόρο άξονα με τη βοήθεια ιμάντα. Προορισμός της είναι η

αναρρόφηση του ψυκτικού υγρού από τον κάτω υδροθάλαμο του ψυγείου και η αποστολή του με πίεση προς κυκλοφορία γύρω από τα υδροχιτώνια του κινητήρα.

Ο θερμοστάτης στο σύστημα ψύξης εξασφαλίζει τη σωστή λειτουργία του κινητήρα κάτω από συγκεκριμένες τιμές θερμοκρασίας του ψυκτικού υγρού

- **Αερόψυκτα συστήματα**

Το σύστημα ψύξης με αέρα χρησιμοποιεί σαν μέσο ψύξης τον αέρα, για την απαγωγή της θερμότητας από τα τμήματα του κινητήρα στην ατμόσφαιρα. Ένα από τα κυριότερα εξαρτήματα του συστήματος ψύξης με αέρα, είναι ο ανεμιστήρας.

Η όλη διάταξη του ανεμιστήρα είναι τοποθετημένη έτσι ώστε να εκμεταλλεύεται την κίνηση του οχήματος με τον καλύτερο τρόπο και να επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη δυνατή αναρρόφηση του αέρα.

Ο αερόψυκτος κινητήρας, κατασκευαστικά, διαθέτει ανεξάρτητους μεταξύ τους κυλίνδρους, οι οποίοι έχουν, εξωτερικά, ειδικά πτερύγια ψύξης(ψήκτρες), ενώ γύρω από τους κυλίνδρους και τις κεφαλές τους τοποθετείται μεταλλικό περίβλημα (από λαμαρίνα) και έτσι σχηματίζεται ένα σύστημα αεραγωγών, που ονομάζεται αεροχιτώνιο, καθώς τα πτερύγια ψύξης(ψήκτρες) αυξάνουν την επιφάνεια του κινητήρα απέναντι στη ροή του αέρα, για την καλύτερη απαγωγή της θερμότητας.

Σήμερα διαφαίνεται πλέον καθαρά, ότι έχουν επικρατήσει οι υδρόψυκτοι και πολύ λίγοι κατασκευαστές χρησιμοποιούν ακόμα συστήματα ψύξης με αέρα, στα επιβατικά αυτοκίνητα.

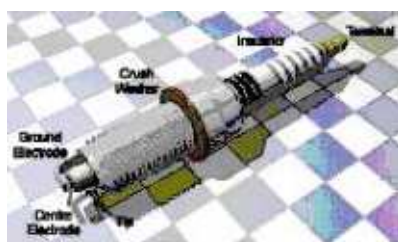


## 3.2 ΚΑΥΣΗ- ΑΝΑΦΛΕΞΗ- ΡΥΠΟΙ

- ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ



Το υποσύστημα ανάφλεξης είναι εκείνο το σύστημα που δημιουργεί τον σπινθήρα για την ανάφλεξη του καυσίμου μείγματος στην κατάλληλη στιγμή ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας,



Το σύστημα ανάφλεξης αποτελείται από:

- Το συσσωρευτή (μπαταρία) που παρέχει ηλεκτρικό ρεύμα στο κύκλωμα κατά την εκκίνηση του κινητήρα και μέχρι ο εναλλάκτης να αποκτήσει τάση ορισμένης τιμής
- Το μηχανισμό διακοπής του μαγνητικού πηνίου του πολλαπλασιαστή
- Το πρωτεύον πηνίο του πολλαπλασιαστή (που δημιουργεί την επαγωγική τάση) και το δευτερεύον πηνίο
- Το έκκεντρο και τις επαφές του μηχανισμού διακοπής του μαγνητικού πεδίου.

Αποτελείται στην ουσία από δύο κύκλωμα. Το πρωτεύον κύκλωμα το οποίο διαρρέεται από ρεύμα που προκαλείται από χαμηλή τάση και το δευτερεύον κύκλωμα που διαρρέεται από ρεύμα υψηλής τάσης.

- **Βασικές έννοιες της καύσεως**

Όταν αναφερόμαστε στην πλήρη τέλεια καύση εννοούμε την μετατροπή των καύσιμων υλικών ουσιών με ουσίες που δεν δέχονται περαιτέρω ενώσεις με το  $O_2$ . Η επίτευξη τέλει καύσης αποτελεί ουσιώδη επιδίωξη, διότι όταν μιλάμε για ατελή καύση σημαίνει μη εκμετάλλευση της χημικής ενέργειας των καυσίμων, και αυτό κατά κανόνα συνοδεύει την εμφάνιση προϊόντων καύσεως ενοχλητικών ή επιβλαβών ουσιών

#### **Διαδικασία καύσεως σε βενζινοκινητήρα**

Το καύσιμο μίγμα συμπιέζεται από το έμβολο στο θάλαμο καύσης. Μετά την ολοκλήρωση της συμπίεσης, η πίεση φθάνει τα 8 έως 15 bar (ατμόσφαιρες) και η θερμοκρασία τους 400 με 600 °C. Το μέτωπο της φλόγας ξεκινά με σχετικά μικρή ταχύτητα από τον αναφλεκτήρα (μπουζί) μετά τη δημιουργία του σπινθήρα και φθάνει στη μέγιστη τιμή, όταν σε αυτό αναπτυχθεί, τοπικά, η μέγιστη πίεση των 30 με 40 bar και η μέγιστη θερμοκρασία. Η μέγιστη αυτή θερμοκρασία, που φθάνει μέχρι τους 2.000 °C, ονομάζεται θερμοκρασία καύσης. Στη συνέχεια, με τη μείωση της θερμοκρασίας και της πίεσης, το μέτωπο της φλόγας εξασθενεί. Αυτό οφείλεται στην έλλειψη οξυγόνου, αλλά και στην επαφή με τα, σχετικά, ψυχρά τοιχώματα του κυλίνδρου.

Τα χαρακτηριστικά της όλης διαδικασίας και η ποιότητα της καύσης εξαρτώνται από τον τρόπο διάδοσης του μετώπου της φλόγας, ο οποίος τρόπος διαμορφώνεται από το διάστημα που πρέπει η φλόγα να διανύσει και από το χρόνο μέσα τον οποίο πρέπει αυτή να διανύσει το διάστημα αυτό. Η θερμική ενέργεια που χρειάζεται για να αναφλεγεί το συμπιεσμένο μίγμα μέσα στον κύλινδρο, Ο ρυθμός με τον οποίο προχωρά η καύση, λέγεται ταχύτητα καύσης. Η τιμή της αυξάνεται με την ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα και μπορεί να φθάσει από 10 μέχρι 20 μέτρα το δευτερόλεπτο. Έτσι, η κανονική καύση γίνεται πολύ γρήγορα και μοιάζει με έκρηξη, χωρίς, ωστόσο, να πάρει ποτέ τη μορφή μιας πραγματικής έκρηξης.

- **Ομαλή καύση και ο μηχανισμός της**

Για να δουλέψει μια μηχανή σπουδαίο ρόλο παίζει η στιγμή της εναύσεως γιατί από αυτήν εξαρτάται η πορεία της πίεσης στον κύλινδρο, έτσι καθορίζεται το έργο και η απόδοση μια μηχανής. Απαιτείται πάντοτε μια «προπορεία εναύσεως» αρκετές μοίρες από το άνω νεκρό σημείο, όπου η βέλτιστη τιμή της εξαρτάται από την ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα, τον βαθμό συμπίεσεως, την σύνθεση του μείγματος, το φορτίο κ.α. Όλα αυτά, μπορούμε να τα δούμε μόνο σε πειραματικό στάδιο και συμπεραίνουμε ότι η προπορεία πρέπει να είναι τέτοια ώστε η καύση να πραγματοποιείται στο άνω νεκρό σημείο, η μέγιστη πίεση στον κύλινδρο να εμφανίζεται λίγο μετά το ΑΝΣ και η προπορεία εναύσεως πρέπει να αυξάνεται με την ταχύτητα περιστροφής



.Η αυτόματη αποκατάσταση της αποτελεί μέρος της ρυθμίσεως του κινητήρα. Μια απλή ρύθμιση της προπορείας γίνεται στην αυτόματη περιστροφή του κελύφους του διακοπέα. Κατά την καύση έχουμε δύο στάδια:

Στο **πρώτο στάδιο** βλέπουμε τον σχηματισμό πυρήνα στην φλόγα χημικής διεργασίας, αντιστοιχεί σε μία περίοδο καθυστέρησης αναφλέξεως όπου εξαρτάται από την πίεση, την θερμοκρασία, την σύνθεση του μείγματος και την φύση του καυσίμου. Ο πυρήνας θα σχηματιστεί μετά από την συμπίεση λίγο πριν την καύση.

Καθώς προσπαθεί να σχηματιστεί ,μετατοπίζεται εύκολα λόγω και του μικρού μεγέθους που έχει, και μετατοπίζει και τη θέση της εναύσεως, έτσι μεταβάλλεται ο ρυθμός της καύσεως από κύκλο σε κύκλο. Αυτό το φαινόμενο ονομάζετε κυκλική διασπορά και προκαλεί μείωση της ισχύος και της ειδική κατανάλωσης του καυσίμου και έχει σαν συνέπεια την επιβράδυνση της εξάπλωσης της φλόγας ,δυστυχώς αυτό το φαινόμενο δεν μπορεί να εξαλειφθεί εντελώς.

Στο **δεύτερο στάδιο** έχουμε την διάδοση της φλόγας στο θάλαμο καύσεως. Από την θέση εναύσεως η ανάφλεξη εξαπλώνεται μέσα στην μάζα του μείγματος προς όλες τις κατευθύνσεις, έτσι κατά την καύση του μείγματος ελκύετε τέτοια θερμική ενέργεια που βοηθάει στην προετοιμασία του αμέσως επομένου στρώματος μείγματος να αναφλέγει.. Σε κάθε στιγμή της εξελισσόμενης καύσεως έχουμε διαχωρισμό μεταξύ καμένου μέρους μείγματος το οποίο πήρε μέρος στην ανάφλεξη , και του άκαυστου μέρους μείγματος το οποίο πηγαίνει προς όλες τις κατευθύνσεις στ θάλαμο καύσεως και το ονομάζουμε μέτωπο της φλόγας.

Με την λεγόμενη ταχύτητα εξάπλωσης της φλόγας μεταδίδεται η καύση δηλαδή η ταχύτητα μας περιγράφει πώς μεταδίδεται η φλόγα στα μόρια του μείγματος καθώς αυτά βρίσκονται σε στροβιλώδη κίνηση μέσω της τριβής που αναπτύσσεται σε συνδυασμό με την θερμότητα .Μέσα στον κύλινδρο υπάρχει μια στροβιλώδη κίνηση των μορίων που δεν σταματά ποτέ, προκαλείται από την αναρρόφηση στον κύλινδρο της βαλβίδας εισαγωγής σε συνδυασμό με την εκτοπιστική δράση του εμβόλου κατά την συμπίεση.

Η κατάλληλη διαμόρφωση του οχετού , της βαλβίδας εισαγωγής ή ακόμη και των θυρίδων εισαγωγής βοηθάνε το μείγμα να αποκτήσει ακτινική περιστροφή παρότι κατά κανόνα η ένταση του στροβιλισμού μειώνετε κατά την μετάβαση από την αναρρόφηση προς την εξαγωγή των καυσαερίων.

Πάντοτε υπάρχει στον κύλινδρο αρκετός στροβιλισμός .Έτσι λοιπόν η ταχύτητα εξάπλωσης της φλόγας εξαρτάται αρχικά από τον βαθμό τύρβης στον κύλινδρο και από την μέση ταχύτητα του εμβόλου δηλαδή από τη ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα.

Στους κινητήρες Otto δεν έχουμε περιορισμό στην ταχύτητα περιστροφής από την πλευρά της καύσεως, η καύση διαρκεί με χρόνο αντιστρόφως ανάλογο της ταχύτητας περιστροφής και επομένως επί σταθερό διάστημα γωνίας στροφάλου.

Υπάρχουν κι άλλοι δευτερεύοντες παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα εξάπλωσης της φλόγας όπως :

- το καύσιμο,
- η σύνθεση του μείγματος,
- η προπορεία εναύσεως,
- ο βαθμός συμπίεσης ,
- η πίεση κατά την έναρξη της συμπίεσεως ,
- η θερμοκρασία κατά την έναρξη της συμπίεσεως
- η υγρασία του αέρα του περιβάλλοντος και
- η ύπαρξη παραμένουστος καυσαερίου.

Η μέγιστη πίεση στους κινητήρες Otto κυμαίνεται μεταξύ 35-50bar, και επηρεάζεται από διαμόρφωση του θαλάμου καύσεως από τον αριθμό σπινθηριστών κ.α. Επομένως η εκλογή κατάλληλων τιμών πιέσεων θα μας δώσει έναν κινητήρα ικανοποιητικής απόδοσης

- **Πυρανάφλεξη :**

μη αναμενόμενη ανάφλεξη του μείγματος στον κύλινδρο, η οποία προκαλείται από θερμά-πυρακτωμένα σώματα όπως επικαθίσεις από λιπαντικά έλαια ή καύσιμο κ.α. κοντά στα τοιχώματα του θαλάμου. Δηλαδή λόγω των παραπάνω αιτιών μπορεί να προκληθεί μια μη προγραμματισμένη ανάφλεξη πριν ή μετά την προγραμματισμένη, έτσι θα έχουμε **προανάφλεξη ή μετανάφλεξη** .

Έτσι λέμε ότι έχουμε την συνήθη πυρανόφλεξη όπου δημιουργεί εστίες εναύσεως στον θάλαμο με αποτέλεσμα να εκκινεί ένα μέτωπο φλόγας ,το οποίο συνυπάρχει με άλλα μέτωπα που πήραν εκκίνηση από τον σπινθηριστή κι έτσι έχουμε μεγάλη αύξηση την πίεσεως και του θορύβου του κινητήρα , καλή μεταβίβαση θερμότητας στον θάλαμο αλλά και αυξημένες απώλειες ψύξεως με αποτέλεσμα μειωμένο έργο και βαθμό απόδοσης, στην πορεία όμως συνεχίζει να λειτουργεί ο κινητήρας εξαιτίας της συνεχιζόμενης πυρανόφλεξης.

Σπανιότερα μπορεί να έχουμε επιταχυνόμενη πυρανόφλεξη η οποία οφείλετε στην υπερθέρμανση μεταλλικών επιφανειών ,την αύξηση της  $P_{max}$  κατόπιν την μείωση της , την αύξηση της γωνίας προαναφλέξεως και την μείωση της ισχύος μέχρι τελικής τάσεως του κινητήρα και αυτό θα έχει καταστρεπτικές συνέπειες.

Ακόμη είναι δυνατόν η πυρανόφλεξη για διάφορους λόγους να προκαλέσει κρουστική καύση και να δημιουργήσει πολύ δυσμενές συνθήκες στην διάρκεια της καύσης αλλά και στον κινητήρα. Επίσης η πυρανόφλεξη ευνοείται από την αύξησης της ταχύτητας περιστροφής ενώ η κρουστική καύση δέχεται κατασταλτική επίδραση. Η αύξησης του βαθμού συμπίεσης ευνοεί άλλωστε και τα δύο φαινόμενα. Υπάρχει όμως μεταξύ τους και ένα κοινό γνώρισμα ότι το ένα μπορεί να προκαλέσει το άλλο λόγω του ότι και τα δύο προκαλούν υπερθέρμανση των τοιχωμάτων του θαλάμου καύσεως.

- **Κρουστική καύση:**

Πρόκειται για ένα φαινόμενο που γίνεται αντιληπτό από εξωτερικούς «μεταλλικούς» ήχους και οφείλεται στην ταχύτερη και βίαιη καύση του μίγματος. Με άλλα λόγια η καύση του μίγματος αέρα/βενζίνης δεν γίνεται ομαλά αλλά απότομα με ρυθμό έκρηξης καθώς η φλόγα μεταδίδεται πολύ πιο γρήγορα

Γενικά, είναι μία ακανόνιστη (πολύ ταχεία και έντονη) καύση ενός καυσίμου, που μοιάζει με έκρηξη. Στην περίπτωση των κινητήρων εσωτερικής καύσης, ενώ η καύση του μίγματος βενζίνης-αέρα στους κυλίνδρους αρχίζει κανονικά από τον αναφλεκτήρα και εξαπλώνεται επίσης κανονικά, ξαφνικά, η εξάπλωση αυτή αυξάνεται απότομα μέχρι που παίρνει τη μορφή έκρηξης.



Στην κατάσταση αυτή έχουμε ακαριαία καύση όλου του καυσίμου, που μέχρι εκείνη τη στιγμή είχε παραμείνει άκαυστο. Η καύση αυτή συνοδεύεται από κτύπους που ακούγονται ευκρινώς έξω από τον κινητήρα και οι οποίοι μοιάζουν με μεταλλικούς κτύπους . Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται «πειράκια».

. Συνθήκες που δημιουργούν «πειράκια» είναι η αμόλυβδη με μικρό βαθμό οκτανίων, η κακή ρύθμιση του αβάνς, η λειτουργία του κινητήρα με υπερβολικό φορτίο, η «πειραγμένη» υψηλότερη σχέση συμπίεσης, από την κακή ψύξη των κυλίνδρων κ.α. Πέρα από τον ενοχλητικό ήχο οι συνέπειες της κρουστικής καύσης είναι η μείωση της απόδοσης, η αύξηση της κατανάλωσης και των ρύπων, η υπερθέρμανση του κινητήρα, η φθορά εξαρτημάτων (εμβόλου, μπιέλας, ελατηρίων κ.α.), μέχρι και το τρύπημα του πιστονιού!

- **Σχηματισμός ρύπων σε βενζινοκινητήρα-Καυσαέρια**

Από την καύση του μίγματος αέρα-βενζίνης παράγονται ορισμένα προϊόντα που συνθέτουν τα καυσαέρια. Η καύση είναι μια χημική διεργασία, και αν τη δούμε από τη σκοπιά αυτή, τότε λέμε ότι έχουμε την ταχεία οξείδωση της βενζίνης με την παρουσία αέρα και την παραγωγή θερμότητας και νέων χημικών ενώσεων, το σύνολο των οποίων αποτελούν τα καυσαέρια. Εάν η καύση είναι τέλεια, τότε ολόκληρη η ποσότητα του άνθρακα και του υδρογόνου του υδρογονάνθρακα (βενζίνης)

- **Οξείδια του αζώτου (NO<sub>x</sub>)**

Τα οξείδια του αζώτου που θεωρούνται ατμοσφαιρικοί ρύποι είναι το μονοξείδιο του αζώτου (NO), το διοξείδιο του αζώτου(NO<sub>2</sub>) και το υποξείδιο του αζώτου (N<sub>2</sub>O).Οι δυο πρώτες από αυτές τις ενώσεις αναφέρονται από κοινού ως NO<sub>x</sub>, αλλά το NO είναι το οξείδιο του αζώτου που παράγεται από κινητήρες εσωτερικής καύσης. Σχεδόν όλη η ποσότητα NO<sub>x</sub>(94%) που εκπέμπεται στην ατμόσφαιρα προέρχεται από ανθρωπογενείς δραστηριότητες

- **Μονοξείδιο του Άνθρακα (CO)**

Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) παράγεται κυρίως λόγω της καύσης στερεών, αερίων και υγρών καυσίμων. Η τοξικότητα του CO οφείλεται στην ικανότητα που έχει, για μείωση της μεταφορικής ικανότητας του αίματος σε οξυγόνο και προκαλεί πονοκεφάλους και προβλήματα στο κυκλοφορικό σύστημα. Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) είναι αποτέλεσμα ατελούς καύσης των υδρογονάνθρακων (και του άνθρακα γενικότερα) και σχηματίζεται κυρίως στις περιοχές του θαλάμου καύσης, οι οποίες είναι ιδιαίτερα πλούσιες σε καύσιμο.

- **Άκαυστοι Υδρογονάνθρακες (HC)**

Όλοι οι υδρογονάνθρακες στην ατμόσφαιρα θεωρούνται πτητικές οργανικές ενώσεις και δεν λογίζονται στο σύνολο τους ως ρύποι, παρ'όλο που κάποια συγκεκριμένα συστατικά τους χαρακτηρίζονται ως τοξικά. Οι περισσότεροι υδρογονάνθρακες δεν είναι τοξικοί σε χαμηλές συγκεντρώσεις ενώ ορισμένες ενώσεις είναι καρκινογενείς ή ύποπτες ως καρκινογόνες (ιδιαίτερα το βενζόλιο). Η σημασία τους προκύπτει από τη συμμετοχή τους στο σχηματισμό όζοντος άρα και φωτοχημικού νέφους.

- **Σωματιδιακές εκπομπές**

Η μεγάλη συγκέντρωση αιθάλης, που σχηματίζεται από την καύση, γίνεται αντιληπτή ως μαύρος καπνός στην εξαγωγή. Ο όρος "αιθάλη" δίνεται για τα σωματίδια άνθρακα που σχηματίζονται κατά την καύση, που λαμβάνει χώρα σε αέρια φάση υπό υψηλή θερμοκρασία. Η αιθάλη όταν εξετάζεται σε ηλεκτρονικό μικροσκόπιο έχει τη μορφή αλυσίδας στερεών συσσωματώσεων, που αποτελούνται από συλλογές μικρότερων πρωτογενών σωματιδίων. Αυτά είναι σφαιρικά ή σχεδόν σφαιρικά (πρωτεύοντα σωματίδια αιθάλης) συσσωρευμένα σε συναθροίσεις (συγκροτήματα ή αλυσίδες) καλούμενα σωματίδια, τα οποία εκπέμπονται από κινητήρες diesel, έχουν μέγεθος που ποικίλλει από 10 ως 80 nm και περιέχουν μικρή ποσότητα υδρογόνου.

- **Το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>)**

Το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>) παράγεται κυρίως από την καύση καυσίμων που περιέχουν θείο. Η χρήση καυσίμων σε κινητήρες οχημάτων και παραγωγής ισχύος εκτιμάται ότι είναι η πηγή λιγότερου από το 3% των συνολικών εκπομπών SO<sub>2</sub>. Το διοξείδιο του θείου προκαλεί μέτρια όχληση στους πνεύμονες και ελάττωση της ορατότητας. Μαζί με τα NO<sub>x</sub> είναι οι βασικότερες ενώσεις σχηματισμού όξινων επικαθίσεων λόγω της όξινης βροχής.

- **Το μέλλον των Μ.Ε.Κ.**

Οι σύγχρονες ανάγκες:

Τα πλεονεκτήματά του κινητήρα εσωτερικής καύσης του έδωσαν τη δυνατότητα να εκτοπίσει τους άλλους τύπους κινητήρων (εξωτερικής καύσης, ηλεκτροκινητήρες) και να αποτελέσει εδώ και έναν αιώνα τον κυρίαρχο τύπο κινητήρα αυτοκινήτων, βρίσκοντας παράλληλα και μια σειρά άλλες εφαρμογές.

Μπορεί το 1900 οι άνθρωποι να ενδιαφέρονταν πρώτα απ' όλα για το πώς θα εξασφαλίσουν ένα μεταφορικό μέσον και να μην ενδιαφέρονταν για την ποσότητα και την ποιότητα των καυσαερίων που σκορπούσε στο πέρασμά του το αυτοκίνητο, όπως δεν ενδιαφέρονταν ιδιαίτερα ούτε και για την ποσότητα του καυσίμου που κατανάλωναν οι κινητήρες των αυτοκινήτων. Σήμερα όμως τα πράγματα έχουν αλλάξει.

Τα γνωστά παγκόσμια αποθέματα σε πετρέλαιο αρκούν με βάση την τωρινή ετήσια κατανάλωση, για να καλύψουν τις ανάγκες της ανθρωπότητας για 44,4 χρόνια. Οι κινητήρες εσωτερικής καύσης είναι ένας σημαντικότερος καταναλωτής των προϊόντων της κλασματικής απόσταξης του πετρελαίου, οπότε είναι απόλυτα φυσικό ένα μέρος των προσπαθειών εξοικονόμησης των υπαρχουσών και εξεύρεσης νέων πηγών ενέργειας, να αφορά τους κινητήρες αυτούς. Οι κλασικοί τετράχρονοι εμβολοφόροι κινητήρες εσωτερικής καύσης δεν έπαψαν ποτέ να εξελίσσονται.

Αρχικά στόχος των μηχανικών ήταν η αύξηση της ισχύος και της αξιοπιστίας των κινητήρων, σήμερα όμως που είναι γνωστοί πάρα πολλοί τρόποι αύξησης της ισχύος και πρόβλημα αξιοπιστίας πλέον δεν τίθεται, οι προσπάθειες των μηχανικών είναι προσανατολισμένες στη μείωση της κατανάλωσης και στον περιορισμό των εκπομπών βλαβερών ουσιών, στην ατμόσφαιρα.

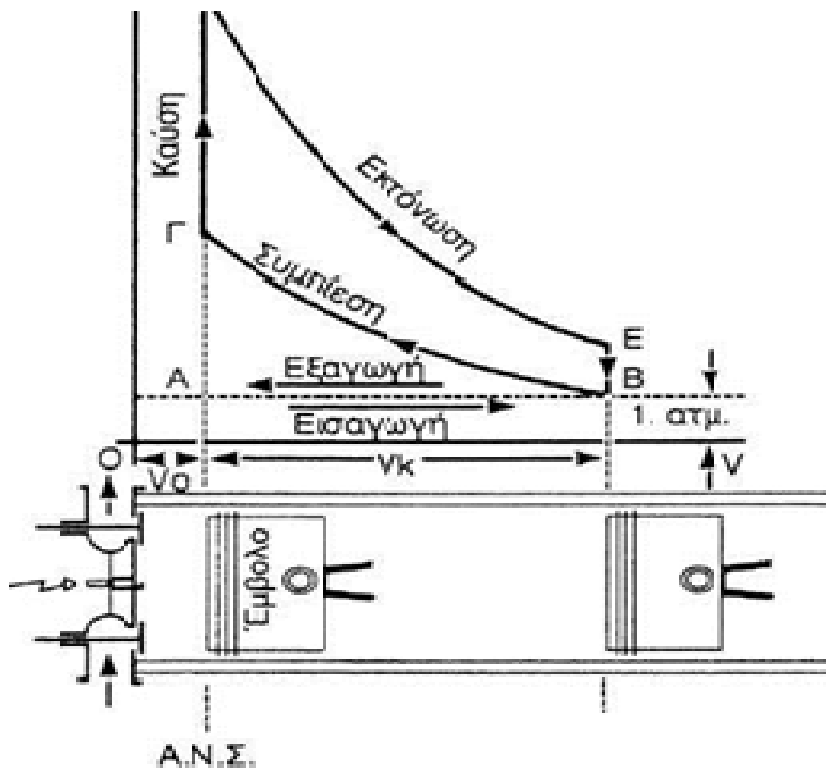
Συστήματα άμεσου ψεκασμού "Άμεση" επίπτωση σε ισχύ και κατανάλωση. Τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα των κινητήρων άμεσου ψεκασμού είναι η επίτευξη μειωμένης κατανάλωσης καυσίμου και τα χαμηλά επίπεδα εκπομπής ρύπων.

Όλες σχεδόν οι μεγάλες αυτοκινητοβιομηχανίες παγκοσμίως, διεξάγουν εδώ και πολλά χρόνια μελέτες για το πέρασμα στην εποχή της ανεξάρτησης από τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως είναι το πετρέλαιο και τα παράγωγά του. Έχουν θέσει ως πρώτη προτεραιότητά τους την εξέλιξη των υπάρχοντων κινητήρων εσωτερικής καύσης, ώστε αυτοί να γίνουν όσο το δυνατόν **περισσότερο οικονομικοί** σε κατανάλωση καυσίμου, ενώ παράλληλα να είναι **αρκετά αποδοτικοί** και να περιορίζουν στο ελάχιστο δυνατό την **εκπομπή ρύπων**, όπως το διοξείδιο του άνθρακα

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

- Θεωρητική αποτύπωση λειτουργίας τετράχρονου βενζινοκινητήρα με γραφική παράσταση επί αξόνων P - V.



Θεωρητική λειτουργία τετράχρονου βενζινοκινητήρα.

AB=Εισαγωγή, ΒΓ= Συμπίεση, ΓΔ = Καύση, ΔΕ = Εκτόνωση, ΕΒΑ = Εξαγωγή

Ο θεωρητικός κύκλος λειτουργίας ενός τετράχρονου βενζινοκινητήρα αποτυπώνεται υπό μορφή γραφικής παράστασης πάνω σε δύο άξονες, έναν κατακόρυφο που δείχνει τις μεταβολές της πίεσης (P) και έναν οριζόντιο που δείχνει τις μεταβολές του όγκου (V) μέσα στον κύλινδρο του κινητήρα, ανάλογα με τη θέση του εμβόλου. Κάτω από το διάγραμμα όπως φαίνεται στο σχήμα, τοποθετείται ένας κύλινδρος με το έμβολο για να γίνει πιο εύκολη η μελέτη του διαγράμματος.

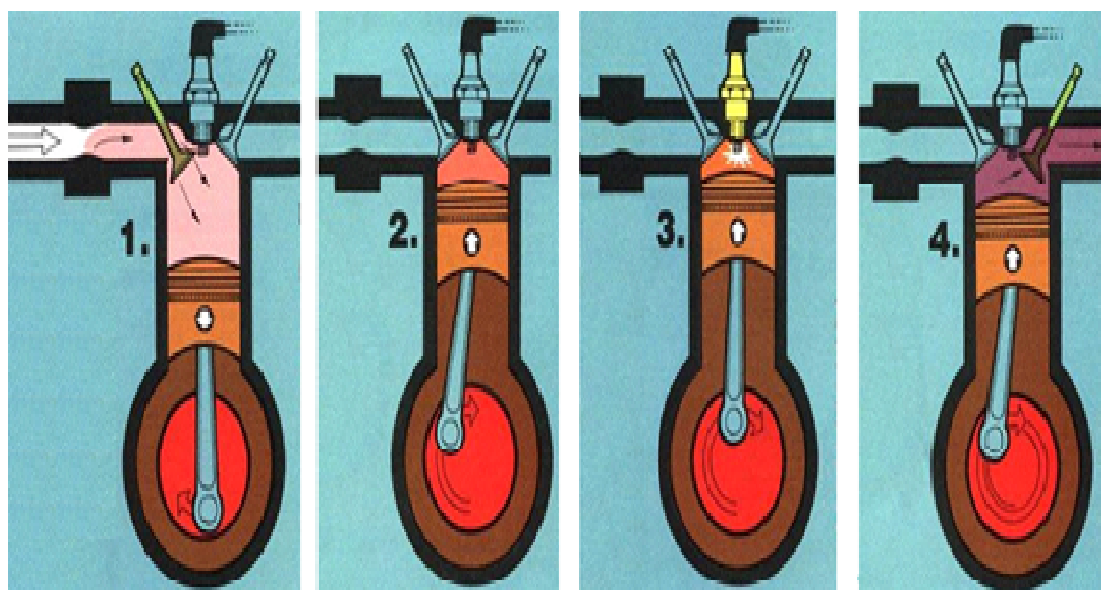
Ο πλήρης κύκλος λειτουργίας μιας Μ.Ε.Κ, περιλαμβάνει τους εξής 4 χρόνους-φάσεις, οι οποίες πραγματοποιούνται μέσα στον κύλινδρο, ξεκινώντας από τη φάση της εισαγωγής του μίγματος και επανερχόμενοι πάλι σ' αυτήν.

α) Εισαγωγή (αναρρόφηση του αέρα ή του καυσίμου μίγματος)

β) Συμπίεση (του αέρα ή του καυσίμου μίγματος)

γ) Καύση και εκτόνωση του μίγματος αέρα-καυσίμου -«Ωφέλιμος χρόνος»

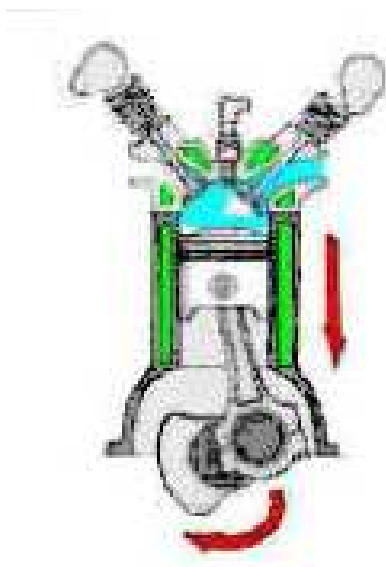
δ) Εξαγωγή των καυσαερίων



### 1ος Χρόνος: Εισαγωγή

Το έμβολο κινείται από το Α.Ν.Σ. προς το Κ.Ν.Σ. Το διάγραμμα ξεκινάει από το σημείο Α μέχρι το Β. 1. Με ανοιχτή την βαλβίδα εισόδου το έμβολο κατέρχεται, κατά τον χρόνο εισαγωγής. Το κενό που δημιουργείται προκαλεί αναρρόφηση μίγματος ατμών βενζίνης και αέρα.

Η πίεση μέσα στον κύλινδρο, επειδή είναι ανοικτή η βαλβίδα της εισαγωγής και επικοινωνεί το εσωτερικό του κυλίνδρου με την ατμόσφαιρα, δεχόμαστε ότι είναι σταθερή και ίση με την ατμοσφαιρική (1 Atm). Ο όγκος μεγαλώνει από το σημείο Α μέχρι το σημείο Β όπου παίρνει και τη μεγαλύτερη τιμή.

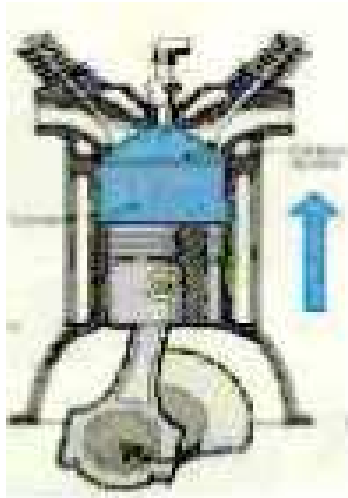


### 2ος Χρόνος: Συμπίεση

Το έμβολο κινείται από το Κ.Ν.Σ. προς το Α.Ν.Σ. και στο διάγραμμα η μεταβολή αυτή παριστάνεται από το σημείο Β προς στο Γ.

Το μίγμα συμπιέζεται καθώς το έμβολο ανέρχεται κατά τον χρόνο συμπίεσης με κλειστές βαλβίδες. Με το τέλος του χρόνου αυτού, το μίγμα αναφλέγεται με τη βοήθεια ηλεκτρικού σπινθήρα.

Ο όγκος συνεχώς μειώνεται, το μίγμα συμπιέζεται και αυξάνει η πίεση. (Οι βαλβίδες είναι και οι δύο κλειστές).

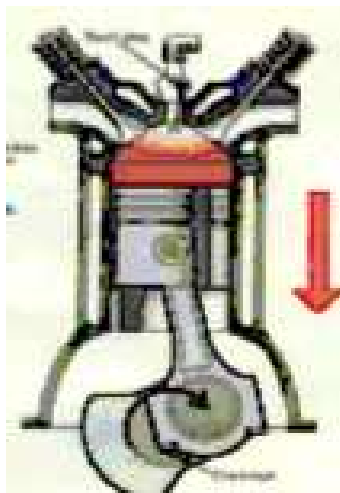


### 3ος Χρόνος: Καύση - Εκτόνωση.

Κατά τον χρόνο ισχύος οι βαλβίδες παραμένουν κλειστές ενώ η πίεση από την καύση πιέζει την κεφαλή του εμβόλου.

Η καύση παρίσταται από το τμήμα ΓΔ. Στο σημείο Γ δίνεται ο σπινθήρας. Εδώ δεχόμαστε ότι η καύση γίνεται ακαριαία σαν έκρηξη και ότι το έμβολο στο χρόνο αυτό δεν προλαβαίνει να κινηθεί, άρα δεν έχουμε μεταβολή του όγκου. Δημιουργείται όμως μία απότομη αύξηση της πίεσης μέχρι το σημείο Δ

Μόλις ολοκληρωθεί η καύση το έμβολο κάτω από την πίεση των αερίων κινείται από το Α.Ν.Σ. προς το Κ.Ν.Σ.



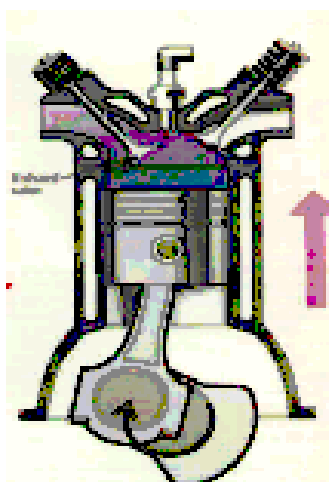


#### 4ος Χρόνος: Εξαγωγή.

Η εξαγωγή παρίσταται από το τμήμα EB και BA. Στο σημείο E που είναι και το τέλος της εκτόνωσης. Δεχόμαστε ότι μόλις ανοίξει η βαλβίδα της εξαγωγής τα καυσαέρια εκτονώνονται ακαριαία και η πίεση πέφτει στην ατμοσφαιρική (τμήμα EB), πριν το έμβολο προλάβει να μετακινηθεί.

Στη συνέχεια το έμβολο κινείται προς το Α.Ν.Σ., διώχνει τα καυσαέρια και εφόσον η βαλβίδα εξαγωγής παραμένει ανοικτή, η πίεση είναι σταθερή και ίση με την ατμοσφαιρική. Ο όγκος μικραίνει (τμήμα BA).

Το εμβαδόν του διαγράμματος ΒΓΔΕΒ δίνει το θεωρητικό έργο που παράγεται σε κάθε κύλινδρο. Κατά τον χρόνο εξαγωγής, το ανερχόμενο έμβολο αναγκάζει τα προϊόντα της καύσης να εξέλθουν από την ανοικτή βαλβίδα εξόδου.



## Θεωρητικός κύκλος τετράχρονου κινητήρα

### Ορισμός - Παραδοχές

Ο θεωρητικός κύκλος λειτουργίας ενός τετράχρονου κινητήρα δεν ταυτίζεται με τον αντίστοιχο πραγματικό ανοιχτό κύκλο λειτουργίας του (δυναμοδεικτικό διάγραμμα), αλλά αποτελεί μια θεωρητική προσέγγισή του, με βάση τους γνωστούς θερμοδυναμικούς κύκλους Otto, Diesel και μικτό. Η προσέγγιση αυτή χρειάζεται για να συγκρίνεται η λειτουργία ενός κινητήρα με θερμοδυναμικούς κύκλους, που αποτελούν μια απλή και γνωστή βάση για σύγκριση. Έτσι γίνεται αναγωγή σε έναν θερμοδυναμικά ισοδύναμο κύκλο. Το δυναμοδεικτικό διάγραμμα ενός κινητήρα Otto και ενός κινητήρα Diesel μοιάζει πάρα πολύ με το θεωρητικό διάγραμμα του μικτού κύκλου. Οπότε ο μικτός κύκλος αποτελεί τον θεωρητικό ισοδύναμο κύκλο λειτουργίας ενός τετράχρονου κινητήρα.

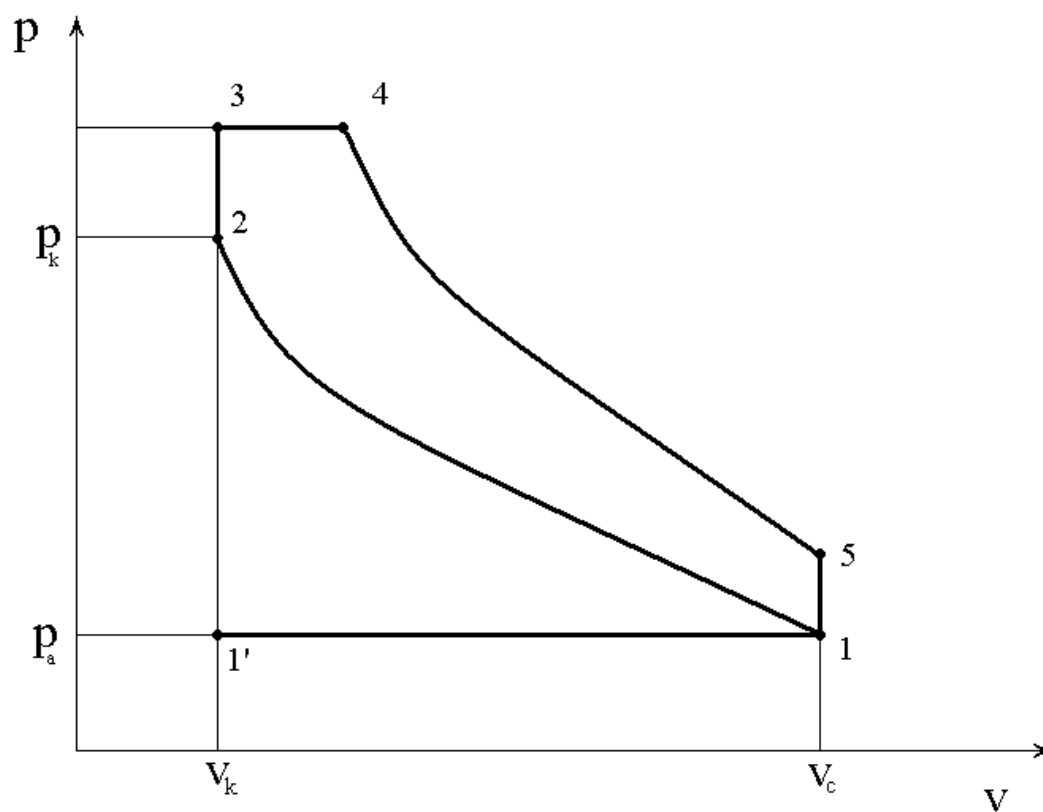
Στον μικτό θεωρητικό κύκλο ακολουθούνται οι εξής **παραδοχές**:

- Η ισόογκη και η ισόθλιπτη πρόσδωση θερμότητας αντιστοιχεί με την καύση του μίγματος.
- Η μεταβολές της συμπίεσης και της εκτόνωσης θεωρούνται αδιαβατικές. Δεν λαμβάνεται υπόψη ο ρυθμός πρόσδωσης θερμότητας.
- Η θερμογόνος δύναμη του καυσίμου θεωρείται σταθερή.
- Το εργαζόμενο μέσο είναι αέρας και θεωρείται τέλειο αέριο αμετάβλητης ποσότητας και σύστασης.
- Η ειδικές θερμοχωρητικότητες υπό σταθερή πίεση  $c_p$  και υπό σταθερό όγκο  $c_v$  του εργαζόμενου μέσου, καθώς και ο εκθέτης της αδιαβατικής μεταβολής  $\gamma$  θεωρούνται σταθερά μεγέθη, ανεξάρτητα της θερμοκρασίας και ίσα με:

$$(1) c_p = 1.0048 \text{ kJ/kgK}$$

$$(2) c_v = 0.7177 \text{ kJ/kgK}$$

$$(3) \gamma = 1.4$$



Από το παραπάνω σχήμα, οι μεταβολές του αερίου που λαμβάνουν χώρα στο μικτό κύκλο είναι οι ακόλουθες:

1-2: Αδιαβατική συμπίεση

2-3: Πρόσδωση θερμότητας υπό σταθερό όγκο (Ισόχωρη)

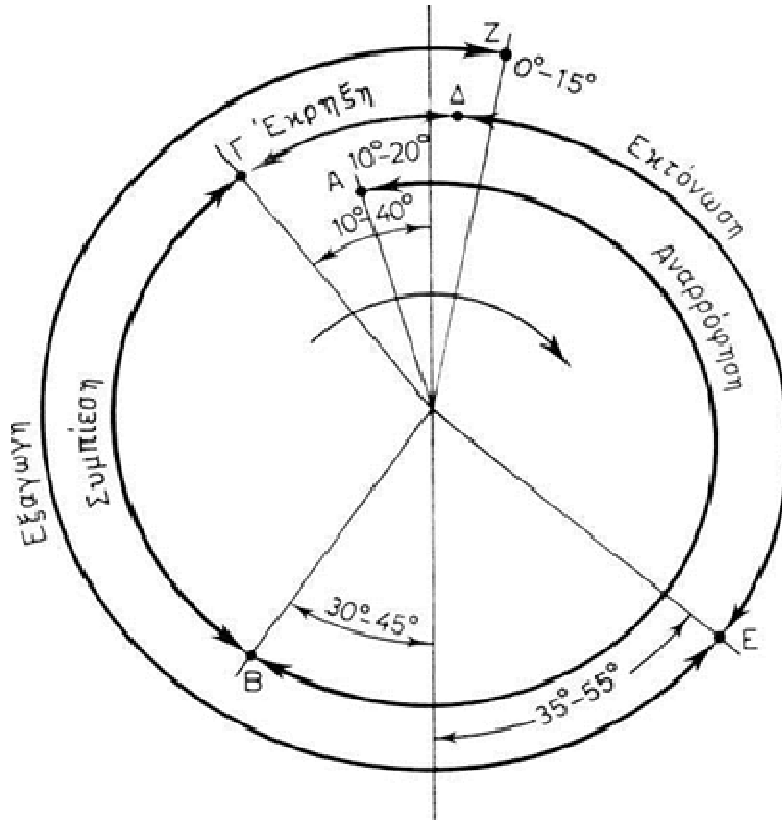
3-4: Πρόσδωση θερμότητας υπό σταθερή πίεση (Ισόθλιπτη)

4-5: Αδιαβατική εκτόνωση

5-1: Αποβολή θερμότητας υπό σταθερό όγκο (Ισόχωρη)

Περιγραφή της πραγματικής λειτουργίας τετράχρονου βενζινοκινητήρα επί σπειροειδούς-κυκλικού διαγράμματος

A.N.Σ.



K.N.Σ.

Κατά την θεωρητική προσέγγιση της λειτουργίας ενός τετράχρονου βενζινοκινητήρα αποδεχθήκαμε ότι το άνοιγμα και το κλείσιμο των βαλβίδων αλλά και κάθε διαδικασία του κινητήρα γίνεται ακριβώς στο ΑΝΣ και στο ΚΝΣ, στην πραγματικότητα όμως όπως ξεκάθαρα διαφαίνεται από το ανωτέρω διάγραμμα οι διαδικασίες αρχίζουν λίγο πριν ή λίγο μετά τα σημεία αυτά.

Το άνοιγμα της βαλβίδας εισαγωγής πραγματοποιείται στο σημείο Α, δηλαδή όταν ο στρόφαλος βρίσκεται  $10^{\circ} - 20^{\circ}$  πριν από το Α.Ν.Σ.(εξαρτάται από τον κατασκευαστικό σχεδιασμό του κινητήρα). Αυτό γίνεται με σκοπό να ανοίξει βαθμηδόν η βαλβίδα της εισαγωγής και να εισαχθεί το νέο μίγμα, πριν τελειώσει η εξαγωγή των καυσαερίων από τον προηγούμενο κύκλο λειτουργίας.

Έτσι επιτυγχάνεται ένας σύντομος καθαρισμός του κυλίνδρου από τα καυσαέρια, τα οποία στο μεταξύ εξέρχονται από τη βαλβίδα της εξαγωγής, η οποία εξακολουθεί να παραμένει ανοικτή μέχρι και  $15^\circ$  μερικές φορές μετά το Α.Ν.Σ.

Το κλείσιμο της βαλβίδας εισαγωγής, πραγματοποιείται στο σημείο Β, δηλαδή  $30^\circ - 45^\circ$  μετά το Κ.Ν.Σ., ώστε ο κύλινδρος να γεμίσει εντελώς με μίγμα αέρα - βενζίνης. Από το σημείο Β αρχίζει η συμπίεση.

Η σπινθηροδότηση και η έναυση ή ανάφλεξη του καυσίμου γίνεται στο σημείο Γ δηλαδή από  $10^\circ - 40^\circ$  πριν από το Α.Ν.Σ. έτσι, ώστε το μίγμα να έχει καεί σχεδόν τελείως όταν το έμβολο φθάσει λίγο μετά το Α.Ν.Σ., δηλαδή στο σημείο Δ του διαγράμματος, και τα καυσαέρια να έχουν τότε τη μεγαλύτερη εκτονωτική δύναμη τους και να ωθήσουν το έμβολο όσο το δυνατόν ισχυρότερα προς τα κάτω κατά την ακολουθούσα εκτόνωση.

Το άνοιγμα της βαλβίδας εξαγωγής πραγματοποιείται στο σημείο Ε, δηλαδή από  $35^\circ - 55^\circ$  πριν από το Κ.Ν.Σ. έτσι, ώστε τα καυσαέρια να αρχίσουν να εξέρχονται προς την ατμόσφαιρα ενωρίτερα, με σκοπό να ελαττωθεί έγκαιρα η αντίθλιψη πάνω στο έμβολο, όταν αυτό θα αρχίσει να ανέρχεται προς το Α.Ν.Σ.

Το κλείσιμο της εξαγωγής πραγματοποιείται στο σημείο Ζ, δηλαδή  $0^\circ - 15^\circ$  μετά το Α.Ν.Σ. Αυτό γίνεται, για να δοθεί περισσότερος χρόνος εξόδου στα καυσαέρια και να καθαρισθεί ο κύλινδρος τελείως από αυτά, όταν μάλιστα θα έχει αρχίσει να εισέρχεται στον κύλινδρο το νέο μίγμα.

Από το σπειροειδές ή κυκλικό διάγραμμα συμπεραίνουμε ότι στην διάρκεια της κάθε φάσεως λειτουργίας αντιστοιχούν τα εξής τόξα:

Τόξο (ΑΒ) αναρρόφηση ή εισαγωγή του μίγματος.

Τόξο (ΒΓ) συμπίεση του μίγματος.

Τόξο (ΓΔ) καύση του μίγματος (έκρηξη).

Τόξο (ΔΕ) εκτόνωση των καυσαερίων.

Τόξο (ΕΖ) εξαγωγή των καυσαερίων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### Δυναμομέτρηση – δυναμόμετρα – αρχή λειτουργίας

- Δυναμομετρήσεις

Η αναζήτηση της αλήθειας σε ό,τι αφορά την απόδοση των κινητήρων δεν έχει μόνο μία απάντηση, καθώς οι διάφορες μέθοδοι δυναμομέτρησης μπορούν να οδηγήσουν σε διαφορετικά αποτελέσματα. Η απόδοση του κινητήρα αποτελεί, σε πολλές περιπτώσεις, ένα από τα ισχυρότερα κίνητρα για την επιλογή ενός αυτοκινήτου. Δεν είναι τυχαίο, άλλωστε, πως το όνομα και η εικόνα πολλών οχημάτων έχουν συνδεθεί άμεσα με την ιπποδύναμή τους. Εκτός αυτού, η αναζήτηση για μεγαλύτερες τιμές απόδοσης γίνεται όλο και πιο επίμονη και από τους ίδιους τους κατόχους, που καταφεύγουν στις προτάσεις διάφορων βελτιωτών, οι οποίοι με επεμβάσεις κυρίως στα ηλεκτρονικά συστήματα του κινητήρα υπόσχονται σημαντική βελτίωση της απόδοσης.

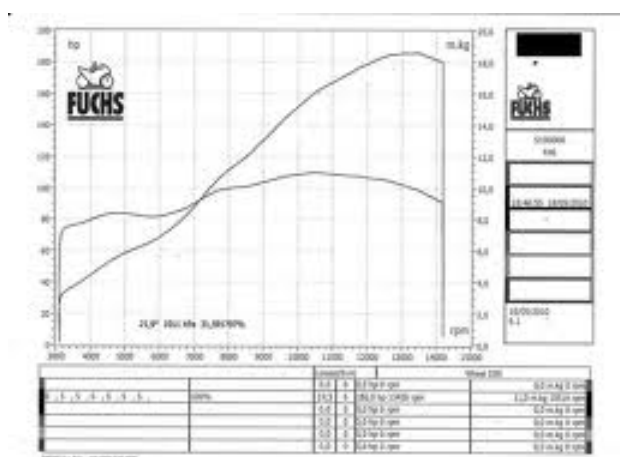
Ωστόσο, η μέτρηση της απόδοσης ενός κινητήρα δεν είναι μια απλή υπόθεση, καθώς οι μέθοδοι δυναμομέτρησης διαφέρουν τόσο στον τρόπο διεξαγωγής τους όσο και στα αποτελέσματα που δίνουν. Οι δύο βασικές μορφές δυναμομέτρων είναι τα δυναμόμετρα πάγκου και τα δυναμόμετρα αδράνειας. Τα πρώτα χρησιμοποιούνται από τις κατασκευάστριες εταιρείες περισσότερο σε ερευνητικό επίπεδο κατά τη φάση της εξέλιξης, αλλά και για την πιστοποίηση σε ό,τι αφορά στην ιπποδύναμη που στη συνέχεια ανακοινώνουν.



ΕΝΑΡΞΗ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΗΣ

Ο συγκεκριμένος τρόπος μέτρησης είναι και ο πλέον ακριβής, καθώς γίνεται κάτω από πλήρως ελεγχόμενες συνθήκες. Το εξωτερικό περιβάλλον είναι ικανό να επηρεάσει δραματικά τα αποτελέσματα μιας δυναμομέτρησης, καθώς παράγοντες, όπως η θερμοκρασία, η πυκνότητα του αέρα, η ατμοσφαιρική πίεση, αλλά και η ποιότητα της βενζίνης, είναι άμεσα συνδεδεμένοι με τη λειτουργία και την απόδοση του κινητήρα. Για το λόγο αυτό, οι δυναμομετρήσεις πάγκου γίνονται, στη μεγάλη τους πλειονότητα, σε ειδικά διαμορφωμένους χώρους, όπου όλοι οι παραπάνω παράγοντες μπορούν να ελεγχθούν και να ρυθμιστούν κατάλληλα.

Η αρχή λειτουργίας των δυναμομέτρων πάγκου στηρίζεται σε ηλεκτρομαγνητικά φαινόμενα. Το δυναμόμετρο ελέγχει τις στροφές του κινητήρα και μετρά τη ροπή που αυτός αποδίδει σε συγκεκριμένες συνθήκες. Ουσιαστικά πρόκειται για μια ηλεκτρική γεννήτρια που συνδέεται με τον κινητήρα εφαρμόζοντας σε αυτόν αντίσταση. Το φορτίο της ηλεκτρικής γεννήτριας αυξομειώνεται μεταβάλλοντας το μαγνητικό πεδίο μέσω ενός ροοστάτη. Η ροπή που αποδίδει ο κινητήρας συνδέεται μηχανικά με την αντίθετη ροπή που παράγεται από το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο του δυναμομέτρου.



#### ΕΞΑΓΩΓΗ ΤΕΛΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΟΥ

Με αυτόν τον τρόπο, η μέτρηση της ροπής του δυναμομέτρου αντιστοιχεί στην αποδιδόμενη από τον κινητήρα ροπή. Η συγκεκριμένη μέθοδος μέτρησης παρέχει μεγαλύτερη ακρίβεια, αφού, εκτός από τις σταθερές συνθήκες που δεν επηρεάζουν την απόδοση του κινητήρα, η άμεση σύνδεση με το δυναμόμετρο

εξασφαλίζει την απουσία απωλειών που προκαλούνται από τα υπόλοιπα μηχανικά μέρη, με τα οποία συνδέεται ο κινητήρας. Έτσι, οι τιμές που παίρνουμε αναφέρονται στην πραγματική ισχύ του κινητήρα στο στρόφαλο. Αυτή τη μέθοδο χρησιμοποιούν και οι αυτοκινητοβιομηχανίες για την πιστοποίηση της ιπποδύναμης των κινητήρων, η οποία αποτελεί το μέσον όρο των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από ένα μεγάλο αριθμό δυναμομετρήσεων (σε περίπου 300-500 κινητήρες).

Η δεύτερη μέθοδος δυναμομέτρησης, που είναι και η πιο διαδεδομένη σε επίπεδο ιδιωτικής χρήσης, είναι αυτή που γίνεται στα δυναμόμετρα αδράνειας. Αποτελούνται από έναν ή δύο οριζόντιους μεταλλικούς κυλίνδρους, επάνω στους οποίους πατάνε οι κινητήριοι τροχοί του αυτοκινήτου. Οι κύλινδροι του δυναμομέτρου, όπως και ο κινητήρας του αυτοκινήτου, επικοινωνούν με τον κεντρικό υπολογιστή, ο οποίος καταγράφει δεδομένα, όπως τις στροφές του κινητήρα και τη γωνιακή ταχύτητα των κυλίνδρων, και με το κατάλληλο λογισμικό υπολογίζει την ταχύτητα του αυτοκινήτου, αλλά και την αποδιδόμενη ισχύ. Κατά τη δυναμομέτρηση, οι κινητήριοι τροχοί μεταφέρουν την κίνηση στους κυλίνδρους και η διαδικασία περιλαμβάνει τη λειτουργία του κινητήρα μέχρι το όριο στροφών με όλες τις σχέσεις του κιβωτίου. Γνωρίζοντας τις αντιστάσεις και τις απώλειες από την περιστροφή των κυλίνδρων και με βάση τη γωνιακή επιτάχυνση που μπορούν να προσδώσουν στους κυλίνδρους οι κινητήριοι τροχοί, υπολογίζεται η εκμεταλλεύσιμη ισχύς που τελικά φθάνει στους τροχούς.

Η μέτρηση των απωλειών από το σύστημα μετάδοσης γίνεται με βάση την επιβράδυνση των τροχών από τη στιγμή που ο κινητήρας έχει φθάσει το μέγιστο της απόδοσής του μέχρι την πλήρη ακινητοποίηση, χωρίς την επέμβαση του συστήματος πέδησης και χωρίς την εμπλοκή κάποιας σχέσης στο κιβώτιο. Ο τρόπος, αλλά και οι συνθήκες διεξαγωγής της συγκεκριμένης μεθόδου δυναμομέτρησης, ευνοούν την ευρεία εφαρμογή της, όμως τα αποτελέσματα που δίνει έχουν περισσότερο το χαρακτήρα της ένδειξης και όχι της απόλυτης ακρίβειας. Το γεγονός πως επιτρέπει την άμεση δυναμομέτρηση σχεδόν κάθε είδους οχήματος με λογικό κόστος, την καθιστά ιδανική για χρήση σε ιδιωτικό επίπεδο με στόχο τη διαπίστωση, για παράδειγμα, της αποτελεσματικότητας κάποιας μετατροπής στον κινητήρα.



Από εκεί και πέρα, όμως, οι επιμέρους παράγοντες που επηρεάζουν τα αποτελέσματα της δυναμομέτρησης είναι ιδιαίτερα σημαντικοί και ικανοί να μεταβάλουν την ακρίβεια της μέτρησης. Ο χώρος, στον οποίο είναι εγκατεστημένα τα δυναμόμετρα αδράνειας, βρίσκεται σε άμεση επαφή με το εξωτερικό περιβάλλον, με αποτέλεσμα οι συνθήκες που επικρατούν (θερμοκρασία, πίεση, υγρασία) να επηρεάζουν άμεσα την απόδοση του κινητήρα.

Επιπλέον, το μηχανικό σύστημα που παρεμβάλλεται μεταξύ του κινητήρα και του τελικού αποδέκτη, που είναι ο ηλεκτρονικός υπολογιστής (η μετάδοση του αυτοκινήτου, οι κύλινδροι του δυναμομέτρου, η πίεση των ελαστικών κ.ά.), αποτελεί πηγή σύνθετων απωλειών, οι οποίες δεν μπορούν να μετρηθούν με απόλυτη ακρίβεια, ώστε, προστιθέμενες στην ισχύ που φθάνει στους τροχούς, να προκύπτει η συνολική απόδοση του κινητήρα. Γι' αυτόν το λόγο, και παρά το γεγονός πως οι μετρήσεις των δυναμομέτρων αδράνειας περιέχουν συντελεστές διόρθωσης (για αναγωγή της μέτρησης σε συγκεκριμένες συνθήκες), τις περισσότερες φορές οι αποδόσεις που αναφέρουν οι κατασκευάστριες εταιρείες (από μετρήσεις σε δυναμόμετρα πάγκου) διαφέρουν από αυτές που παίρνουμε από τις δυναμομετρήσεις αδράνειας. Είναι απόλυτα φυσιολογικό, λοιπόν, οι δύο τρόποι δυναμομέτρησης να παρουσιάζουν διαφορές της τάξης του 5-7% και κάτι τέτοιο δεν θα πρέπει να δημιουργεί υποψίες για πρόβλημα στον κινητήρα ή για λαθεμένες προδιαγραφές από τον κατασκευαστή. Όμως, παρά το γεγονός ότι οι δυναμομετρήσεις τριβής δεν παρέχουν απόλυτη ακρίβεια, αποτελούν ένα πολύτιμο εργαλείο για την παροχή απαντήσεων και συμπερασμάτων σε ερωτηματικά που έχουν να κάνουν με την απόδοση και τις επιδόσεις ενός οχήματος.

Τέλος, εκτός από τη διαπίστωση της τάξης μεγέθους της υποδύναμης (σε σχέση με αυτή που ανακοινώνεται επίσημα), η δυναμομέτρηση μπορεί, σε αρκετές περιπτώσεις, να εξηγήσει, μέσω των διαγραμμάτων ισχύος και ροπής, τα όποια φαινόμενα παρατηρούνται στα χαρακτηριστικά λειτουργίας του κινητήρα, ενώ, σε συνδυασμό με τις μετρήσεις των επιδόσεων, δίνουν μια ολοκληρωμένη εικόνα των δυνατοτήτων του αυτοκινήτου.

Κατά τη διάρκεια της δυναμομέτρησης, μεγάλοι αεραγωγοί τοποθετούνται μπροστά στο Όχημα , προκειμένου να εξασφαλίσουν ικανοποιητική παροχή αέρα στον κινητήρα, εξομοιώνοντας, παράλληλα, τις συνθήκες πραγματικής κίνησης. Οι δύο μεγάλοι κύλινδροι, επάνω στους οποίους πατάει ο κινητήριος τροχος, είναι καλυμμένοι με αντιολισθητικό υλικό, ώστε να αποφεύγεται κάθε είδους ολίσθηση και,επομένως, απώλεια.



Η μέτρηση της ιπποδύναμης βασίζεται ουσιαστικά στην ικανότητα των τροχών να υπερνικήσουν την αδράνεια των κυλίνδρων προσδίδοντας σε αυτούς γωνιακή επιτάχυνση, η μέτρηση της οποίας, μετά από κατάλληλους υπολογισμούς, μας δίνει την ιπποδύναμη.

Στον πίνακα οργάνων του δυναμομέτρου εμφανίζεται η θεωρητική ταχύτητα του οχήματος, καθώς και οι στροφές του κινητήρα. Κατά τη διάρκεια της δυναμομέτρησης, τα οχήματα δένονται με ιμάντες, ώστε να αποτραπεί κάθε είδους μετακίνηση κατά τον εγκάρσιο ή το διαμήκη άξονα.

## Δυναμομετρα

- **Αδρανειακά δυναμόμετρα**

Τα αδρανειακά δυναμόμετρα, στην ουσία τους, είναι επιταχυνσιόμετρα, δηλαδή οι μετρήσεις που παρέχουν εξέρχονται ύστερα από υπολογισμό του χρόνου που χρειάζεται ένας κινητήρας, προκειμένου να επιταχύνει μια γνωστή μάζα, που, στην προκειμένη περίπτωση, είναι αυτή του κάθε ράουλου, από το χαμηλότερο στο υψηλότερο όριο περιστροφής του. Παράλληλα, οι στιγμιαίες επιταχύνσεις που επιτυγχάνει δίνουν ως αποτέλεσμα τη ροπή του αυτοκινήτου.

Το πλεονέκτημα που παρουσιάζει ένας τέτοιος τρόπος μέτρησης είναι, πρώτα και κύρια, η μεγάλη ακρίβεια επαναληψιμότητας. Το άλλο τους πλεονέκτημα είναι ότι, με τη διαδικασία της επιβράδυνσης των τύμπανων από το αυτοκίνητο, μετά το τέλος της μέτρησης, τη λεγόμενη «αρνητική δυναμομέτρηση, είναι σε θέση να δώσουν μια εκτίμηση για τις απώλειες του συστήματος μετάδοσης.

Ένα μειονέκτημα είναι πως, λόγω του πολύ μεγάλου βάρους κάθε τυμπάνου, η μέτρηση χάνει σε ένα ποσοστό την ακρίβειά της, όταν αφορά ένα πολύ αδύναμο κινητήρα, για την ισχύ του οποίου οι αδρανειακές δυνάμεις των τυμπάνων είναι δυσανάλογα μεγάλες.

- **Μη αδρανειακά δυναμόμετρα**

Επεκτείνοντας την ανάλυση στα υδραυλικά δυναμόμετρα, γίνεται αμέσως φανερό το αδύνατο σημείο τους. Αυτά έχουν μια λειτουργία που μοιάζει με εκείνη της αντλίας. Ένας αισθητήρας φροντίζει να μετρά την παροχή και τις μεταβολές της στην έξοδο αυτής της αντλίας, οπότε, με κατάλληλους αλγορίθμους, προκύπτει η ιπποδύναμη και η ροπή του συνόλου που την κινεί.

Καθετί υδραυλικό έχει, όμως, από τη φύση του μια ευαισθησία στη θερμοκρασία. Έτσι, λοιπόν, στην περίπτωση του δυναμομέτρου, οι συνεχόμενες μετρήσεις, που έχουν ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του εργαζόμενου ρευστού, αλλοιώνουν την ακρίβεια της μέτρησης και, κυρίως, δεν εξασφαλίζουν την απόλυτη επαναληψιμότητά της. Από την άλλη πλευρά, ο τρόπος με τον οποίο συνδέεται μια κατηγορία δυναμομέτρων, εξαφανίζει ένα σημαντικό παράγοντα που προκαλεί απώλειες, τα ελαστικά. Εκεί η μέτρηση γίνεται κατευθείαν επάνω στην πλήμνη των κινητήριων τροχών, οπότε σε αυτή δεν εισέρχονται μεταβλητές παράμετροι από τα ελαστικά.

Στην ίδια κατηγορία, των μη αδρανειακών δυναμομέτρων, συμπεριλαμβάνονται και αυτά των οποίων η λειτουργία βασίζεται στη φόρτιση, με ηλεκτρομαγνητικό τρόπο, των ράουλων. Στην ουσία, αυτά τα δυναμόμετρα βασίζονται στην ισχύ που παράγει μια ηλεκτρογεννήτρια, η οποία παίρνει κίνηση από την κίνηση των τροχών του αυτοκινήτου.



# FUCHS

**BANCS D'ESSAIS MOTO**

Η Fuchs SA είναι μια εταιρία που ειδικεύεται 100% στην κατασκευή δυναμόμετρων και εργαλείων διάγνωσης για τις μοτοσικλέτες. Είναι γαλλική εταιρεία με παρουσία σε περισσότερες από 20 χώρες, εξάγοντας πάνω από το 70% των προϊόντων παραγωγής. Έχει γίνει διάσημη σε όλο τον κόσμο χάρη στην ποιότητα και στο υψηλό επίπεδο τεχνικής στις εξέδρες δυναμομέτρησης για τις μοτοσικλέτες, και έχουν γίνει αναφορά σε αυτό το είδος. Συνεχώς αναπτύσσει νέες λειτουργίες και εξαρτήματα που αναβαθμίζουν τα δυναμόμετρα και επεκτείνουν το φάσμα των προϊόντων. Όλες οι βελτιώσεις - στο υλικό και λογισμικό - γίνονται από τους ίδιους. Με το σύστημα LAMBDA της FUCHS γίνεται ακριβής υπολογισμός της αναλογίας αέρα-καυσίμου κάνοντας την ρύθμιση της σωστής αναλογίας εύκολη υπόθεση. Το διάγραμμα δείχνει με ακρίβεια αν το μίγμα είναι φτωχό ή πλούσιο σε όλο το φάσμα στροφών του κινητήρα ώστε να γίνουν οι απαιτούμενες ρυθμίσεις.



## ΕΝΑΡΞΗ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ KAWASAKI KAZE-R

- **Λύσιμο και δέσιμο της δεξιάς πλευράς κινητήρα**

Σκοπός της αποσυναρμολόγησης αυτής είναι η σκοπό την αλλαγή των δίσκων του συμπλέκτη. Αυτή η αλλαγή θα επιφέρει άμεσα αποτελέσματα περνώντας στο γκρίπ του γκαζιού πάντα την απαιτούμενη ισχύ.

1. Ξεκινάμε αφαιρώντας την μανιβέλα



2. Αφαιρούμε και το κάτω μικρό φίλτρο λαδιού



3. Αφαιρώ και την βίδα του ρυθμιστή του συμπλέκτη



4. Με κατάλληλη πίεση αφαιρώ και το δεξί καπάκι



5. Και καθαρίζω ότι μπορώ.



6. Σειρά έχουν οι βίδες που κρατάνε το καπάκι των δίσκων τις οποίες πρέπει να τις βγάλουμε με συγκεκριμένη σειρά.





7. Αφού βγάλω το καπάκι των δίσκων ελέγγω ένα τα δισκάκια.



8. Μετά την αλλαγή ακολουθώ ακριβώς τις ίδιες εργασίες με αντίστροφη σειρά και πριν το κλείσιμο τοποθετώ την καινούργια φλάντζα αφού πρώτα την περάσω με φλαντζόκολλα.

- **Λύσιμο και δέσιμο της κυλινδροκεφαλής και του κυλινδροπίστονου**

Για να βγάλουμε την κεφαλή εργαζόμαστε ως εξής :

- 1) Αφαιρούμε τον λαιμό με τον εξαεριοτή
- 2) Αφαιρώ και την εξάτμιση



- 3) Ξεβιδώνουμε τον σπινθηριστή



4) Βγάζουμε το σωληνάκι του λαδιού



5) Γυρνάμε το πιστόνι στην κορυφαία θέση ΑΝΣ, όπως φαίνεται στις ζεπόμενες φωτογραφίες



6) Λύνουμε το σύστημα που κρατάει τεντωμένη την αλυσίδα του εκκεντροφόρου



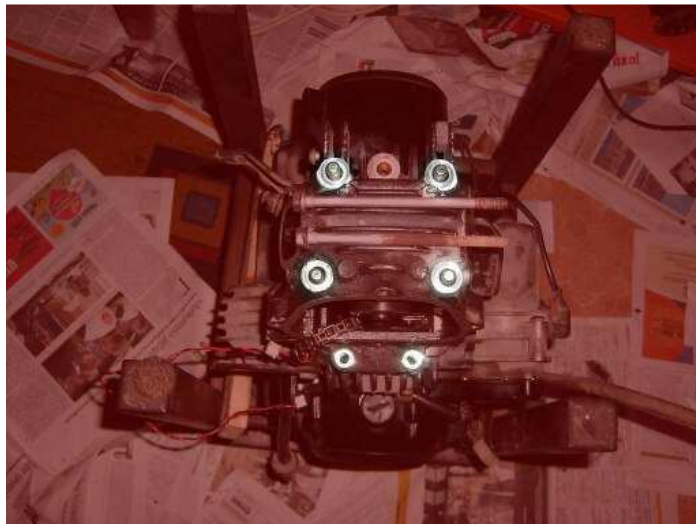
7) Βγάζουμε τις δύο βίδες που κρατάνε το γρανάζι, και το ίδιο το γρανάζι.



8) Δένουμε με ένα σύρμα την αλυσίδα, για να μη μας πέσει μέσα στον κινητήρα,



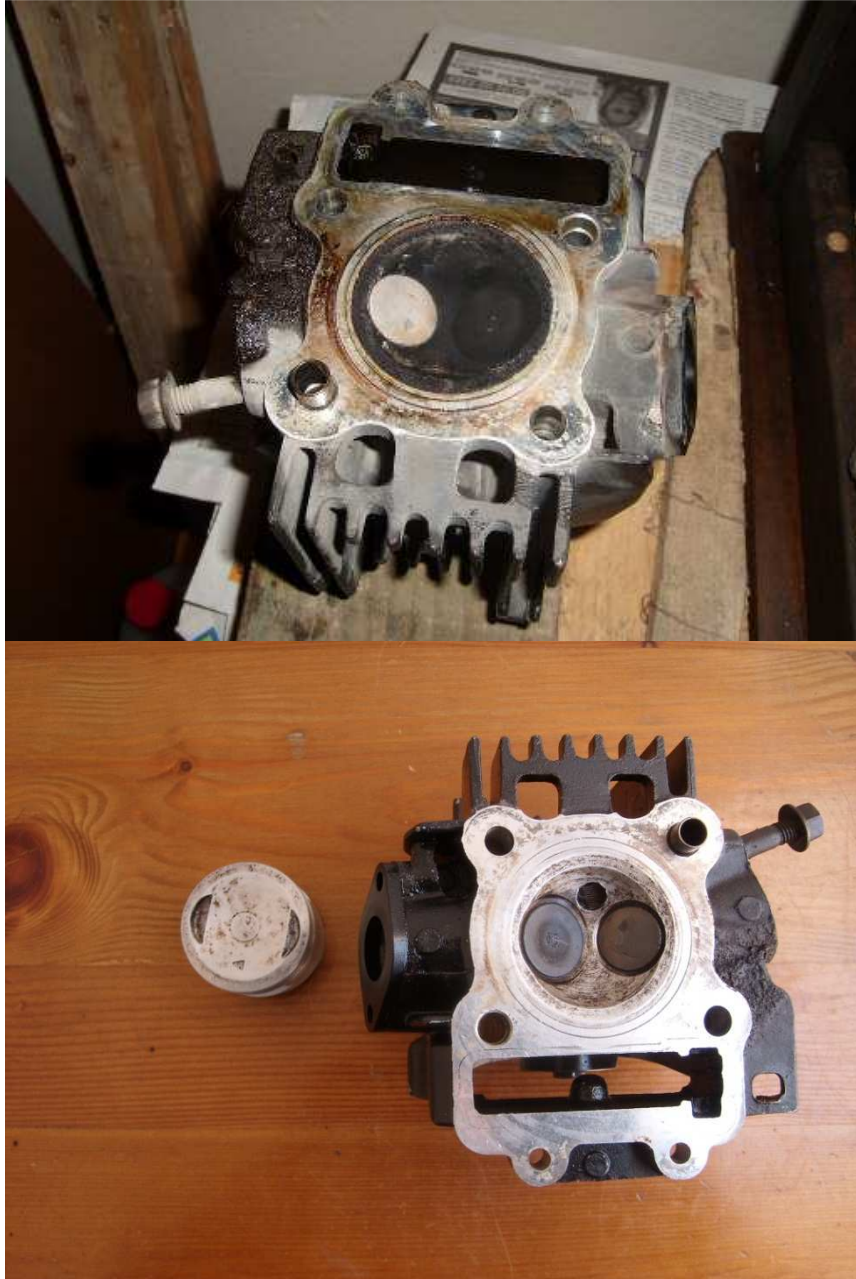
9) Ξεβιδώνουμε τις 6 βίδες



10) Βγάζουμε την κεφαλή



11) και καθαρίζουμε τις εφαιπτόμενες επιφάνειες



- Αφαίρεση κυλίνδρου και επανατοποθέτηση του μετά το ρεκτιφιέ που υπέστη

1. Στην φωτογραφία φαίνεται η κακή κατάσταση του κυλίνδρου. Γι'αυτό και θα αφαιρεθεί με σκοπό την αύξηση της διαμέτρου του



2. Με τρόπο, αφαιρούμε το κύλινδρο



3. Τα κατάλοιπα της καύσης .Το πιστόνι θα αφαιρεθεί για να τοποθετήσουμε ένα με μεγαλύτερη διάμετρο



4. Φασκιώνουμε το πιστόνι, για να μη μας πέσει η πλαϊνή ασφάλεια, μέσα στο κινητήρα και την αφαιρούμε με ένα μυτοσίμπιδο





5. Σειρά έχει να βγάλουμε τον πείρο από το παλιό έμβολο και να το αντικαταστήσουμε με το καινούργιο



6. Το μελαψό χρώμα, στα πλαϊνά και στο από κάτω μέρος, δείχνουν ότι τα ελατήρια, αφήναν προϊόντα της καύσης να περάσουν, προς το σώμα του κινητήρα, αλλά και προφανώς, αφήναν λάδι, να περάσει προς το χώρο καύσης. Γι αυτό και το μηχανάκι έκαιγε λάδια.



- **Τοποθέτηση νέου κυλινδροπίστονου και επισκευασμένης κυλινδροκεφαλής**

1. Μετά την αλλαγή ακολουθώ ακριβώς τις ίδιες εργασίες με αντίστροφη σειρά και πριν τη τοποθέτηση του μεγαλωμένου κυλίνδρου τοποθετώ την καινούργια φλάντζα βάσης αφού πρώτα την περάσω με φλαντζόκολλα
2. Έπειτα βάζω την κυλινδροκεφαλή και την φλάντζα εκρήξεως.
3. Και εφαρμόζουμε όπως και στην αρχή την καδένα μετά τον εκκεντροφόρο άξονα με το γρανάζι του και τις βίδες συγκράτησης,

Κλείνουμε τα καπάκια των βαλβίδων και ξανατοποθετούμε τον λαιμό με τον εξαεριωτή, την εξάτμιση, τον σπινθηριστή και την γραμμή λαδιού.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο

### ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑWASAKI ΚΑΖΕ-R



## ΕΠΙΔΟΣΕΙΣ

- Μέγιστη Ιπποδύναμη (9,3PS) στις 7.500 στροφές ανά λεπτό(σαλ)
- Μέγιστη Ροπή (0.8 kgm) στις 3.500 σαλ

## ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ

- Συνολικό Μήκος 1.925 mm
- Συνολικό Πλάτος 710 mm
- Συνολικό Ύψος 1.050 mm
- Μεταξόνιο 1.250 mm
- Ελεύθερη Απόσταση από το έδαφος 130 mm
- Καθαρό Βάρος 112 kg

## ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ

- Τύπος: .....4X ,1K, 2V , 1 ΕΕΚ,αερόψυκτος
- Κυβισμός ..... 101 cc (κ.εκ.)
- Διάμετρος χ Διαδρομή .....51,0 mm χ 51,6 mm
- λόγος συμπίεσης .....9,3:1
- Σύστημα Ανάφλεξης .....C.D.I (ηλεκτρονική, με αποφόρτιση πυκνωτών)
- Χρονισμός Ανάφλεξης (<<Αβάνς>>) 6,5 Ο ΑΝΣ@1.200σαλ~27 Ο ΑΝΣ@4.000σαλ
- Σύστημα Εκκίνησης .....Μανιβέλα & ηλεκτρική μίζα
- Καρμπυρατέρ ΚΕΙΗΙΝ ..... 18 χιλιοστών
- Μπουζί .....NGK C6HSA
- Σύστημα λίπανσης .....Μηχανική αντλία λαδιού
- Λάδι κινητήρα ..... SAE 10W40 ή 20W50
- Χωρητικότητα λαδιού .....1,2 λίτρα

## ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΛΗΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

### 1. ΑΛΛΑΓΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ



Το σύστημα ηλεκτρικής εκκίνησης λειτουργούσε κανονικά από το 1998 όποτε και αγοράστηκε το μηχανάκι. Δυστυχώς όμως από την πάροδο του χρόνου δεν ανταποκρινόταν στις εκκινήσεις χωρίς να φταίει ο συσσωρευτής η το σύστημα εκκίνησης στο σύνολό του. Ο λόγος ήταν τα λάδια που είχαν περάσει στο εσωτερικό της μίζας και είχαν βραχυκυκλώσει τα καρβουνάκια της.

**Κόστος αλλαγής : 32ευρω**

### 2. ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΗ ΑΠΟ ΕΝΑΝ ΜΕ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΕΝΤΑΣΗ.

Ο συνηθισμένος συσσωρευτής που χρησιμοποιεί η αντιπροσωπεία για το kazer είναι ένας κοινός 12V ανοικτού τύπου ο οποίος δεν μπορούσε να γυρίσει την νέα μίζα που πλέον είχε υπερνικήσει μεγαλύτερες τριβές γιαυτο και επιλέχτηκε ένας καινούργιος συσσωρευτής ίδιας τάσης αλλά μεγαλύτερης έντασης κατά 7,5 A

**Κόστος αντικατάστασης : 30 ευρώ**

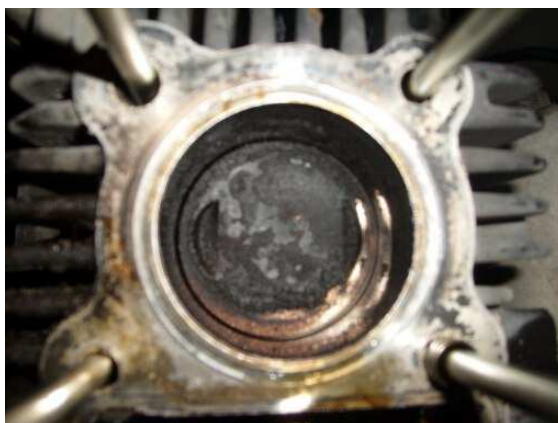
### 3. ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΠΡΟ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ

Στην κατάσταση που βρισκόταν το μηχανάκι και λειτουργούσε κρίθηκε σκόπιμη η πρώτη δυναμομέτρηση του κινητήρα με σκοπό να μπορέσουμε να

τις συγκρίνουμε στο τέλος.. Η δυναμομέτρηση έγινε σε μηχάνημα της FUCHS υπό την εποπτεία του Μανόλη Χρονάκη και έδειξε ισχύ ίση με 7,6hp

**Κόστος δυναμομέτρησης : 40 ευρώ**

#### 4. ΡΕΚΤΙΦΙΕ ΚΥΛΙΝΔΡΟΥ



Ο φθαρμένος από την πολύχρονη χρήση κύλινδρος υπέστη το κατάλληλο ρεκτιφιέ έτσι ώστε να αυξηθεί η χωρητικότητα του από 101 cm<sup>3</sup> σε 148cm<sup>3</sup>.

**Κόστος ρεκτιφιέ : 66 ευρώ**

#### 5. ΑΛΛΑΓΗ ΕΜΒΟΛΟΥ ΚΑΙ ΕΛΑΤΗΡΙΩΝ ΑΥΤΟΥ



Μετά την αύξηση του κυλινδρισμού σειρά είχε το έμβολο που από τα 51mm αυξήθηκε η διάμετρος του στα 59mm. Μαζί με το έμβολο αλλάχτηκαν και ο πείρος του εμβόλου καθώς και τα ελατήρια στεγάνωσης και απόξυσης .

**Κόστος αγοράς : 24 ευρώ**

## 6. ΑΛΛΑΓΗ ΦΛΑΝΤΖΑΣ ΒΑΣΗΣ-ΕΚΡΗΞΕΩΣ

Όλες οι φλάντζες ήταν παλιές και κολλημένες πάνω στα μέρη του κινητήρα που σφράγιζαν και ήταν σχεδόν αδύνατο ακόμα και να ξεκολλήσουν. όλες όμως αλλάχθηκαν από ένα νέο σετ παρεμβυσμάτων συμπεριλαμβανομένου και της φλάντζας βάσης – έκρηξης η οποία πάχυνε αναγκαστικά μιας και στην μελέτη μας έγινε και πλανάρισμα κεφαλής .

**Κόστος αγοράς : 13 ευρώ**

## 7. ΠΛΑΝΙΑΡΙΣΜΑ ΚΕΦΑΛΗΣ



Το πλαναρισμα ήταν αναπόφευκτο. Η κεφαλή τόσα χρόνια λειτουργίας είχε δεχτεί και είχε αποβάλει τεράστια ποσά θερμότητας με αποτέλεσμα να έχει χάσει την επιπεδότητα της και να έχει πετσικάρει. Το πλαναρισμα έγινε στη πλάνη του TEI κατά 0,01mm.

**Κόστος εργασίας : 0 ευρώ**

## 8. ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΝΕΟΥ ΕΚΚΕΝΤΡΟΦΟΡΟΥ –ΒΑΛΒΙΔΩΝ-ΤΣΙΜΟΥΧΩΝ

Για την καλύτερη πλήρωση του κυλίνδρου και την εξαγωγή των καυσαερίων τοποθετήθηκε ένας καινούργιος επί κεφαλής εκκεντροφόρος που επιτρέπει όλα τα παραπάνω. Ταυτόχρονα τοποθετήθηκαν και καινούργιες βαλβίδες εισαγωγής-εξαγωγής μαζί με τα τσιμουχάκια και τα καινούργια ελατήρια τους

**Κόστος αγοράς : 55 ευρώ**

## 9. ΑΛΛΑΓΗ ΤΩΝ ΟΔΗΓΩΝ ΤΩΝ ΒΑΛΒΙΔΩΝ ΤΗΣ ΚΕΦΑΛΗΣ



Κρίθηκε αναγκαία και η αλλαγή των οδηγών των βαλβίδων οι οποίοι είχαν με την σειρά τους χάσει και αυτοί την αρχική τους ανοχή . Η αλλαγή αυτή γίνεται σε πρέσα πρώτα ξεπρεσάρονται οι παλιοί οδηγοί και μετά από ένα μικρό γέμισμα τοποθετούνται με ακρίβεια οι νέοι οδηγοί

**Κόστος εργασίας : 50 ευρώ**

## 10. ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΝΕΑΣ ΚΑΔΕΝΑΣ ΕΚΚΕΝΤΡΟΦΟΡΟΥ

Η καδένα μετάδοσης κίνησης από τον στροφαλοφόρο άξονα στον εκκεντροφόρο αλλάχθηκε και αυτή μαζί με τον τεντωτήρα της γιατί είχε χάσει και αυτή την ανοχή της με αποτέλεσμα να ακουμπάει διαρκώς πάνω στην γλίστρα και να περνάει θόρυβο

**Κόστος αγοράς : 11 ευρώ**

## 11. ΑΛΛΑΓΗ ΔΙΣΚΩΝ –ΕΛΛΑΤΗΡΙΩΝ ΣΥΜΠΛΕΚΤΗ



Τα δισκάκια του συμπλέκτη αλλάχθηκαν και αυτά μαζί με τα ελατήρια τους από άλλα καλύτερα που δεν θα φθαρούν τόσο γρήγορα . Να σημειωθεί πως τα παλιά ελατήρια είχαν διαφορετική σκληρότητα με αποτέλεσμα να φαγωθούν ατ δισκάκια πρόωρα και ο κινητήρας να πατινάρει.

**Κόστος αγοράς : 29 ευρώ**

## 12. ΤΕΛΙΚΗ ΣΥΝΑΡΜΟΛΟΓΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

Με όλες τις εργασίες διεκπεραιωμένες ξεκινήσαμε την συναρμολόγηση του κινητήρα προσεκτικά ακολουθώντας ένα ένα τα βήματα του κατασκευαστή.

## 13. ΤΕΛΙΚΗ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΗ

Έχοντας τοποθετήσει τον κινητήρα πάνω στο μηχανάκι ρυθμίζουμε από την αρχή τον εξαεριστή προτού πάμε για την τελική δυναμομέτρηση . Λαμβάνουμε υπόψη μας ότι κάποιοι παράγοντες όπως η ζέστη και η θερμοκρασία θα επηρεάσουν την δυναμομέτρηση μας μιας και η πρώτη είχε γίνει στη διάρκεια του χειμώνα και ενώ έβρεχε

**Κόστος δυναμομέτρησης : 40 ευρώ**



## 14. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΥΝΑΜΟΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

1998

Ο κινητήρας του Kaze-R διακρίνεται για τις επιδόσεις που παρέχει ο κυβισμός του με ισχύ 7,7 ίπποι στις 7500 σ.α.λ. Με αυτήν την ονομαστική ιπποδύναμη, κατατασσόταν στους δυνατότερους της κατηγορίας.

Η ροπή του βρίσκεται στα 0,8 kg\*m και αποδίδεται στις 3420σ.α.λ., παρέχοντας απόλυτα ικανοποιητικές εκκινήσεις και επιταχύνσεις, αλλά και αρκετά υψηλή ταχύτητα

2011

13 χρόνια μετά και ύστερα από σκληρή χρήση και κακομεταχείριση η απόδοση του κινητήρα έμελε να μην ήταν ίδια. Παρατηρήθηκε μια πτώση της ισχύος στους 7,6 ίππους στις 7420 σ.α.λ. και μια μεταβολή της ροπής στα 0.7 kgm στις 4890 σ.α.λ. . Αναμενόμενο ήταν το πατινάρισμα των δίσκων του συμπλέκτη κάτι που γινόταν ιδιαίτερα αντιληπτό όταν οδηγούσαμε με συνεπιβάτη ή όταν έπρεπε να ανεβούμε δρόμο με κλίση.

Τέλος λίγο πριν την δυναμομέτρηση καλό είναι να αναφερθούμε και στην κατανάλωση του καυσίμου η οποία είχε φτάσει να κοστίζει 5.5 ευρώ για διανυμένη απόσταση 100km σε κύκλο πόλης δηλαδή με μια τιμή λίτρου ίση με 1,85 ευρώ χρειαζόμασταν 3,7 lit καυσίμου όσο σχεδόν και ένα μικρό αμάξι πόλης

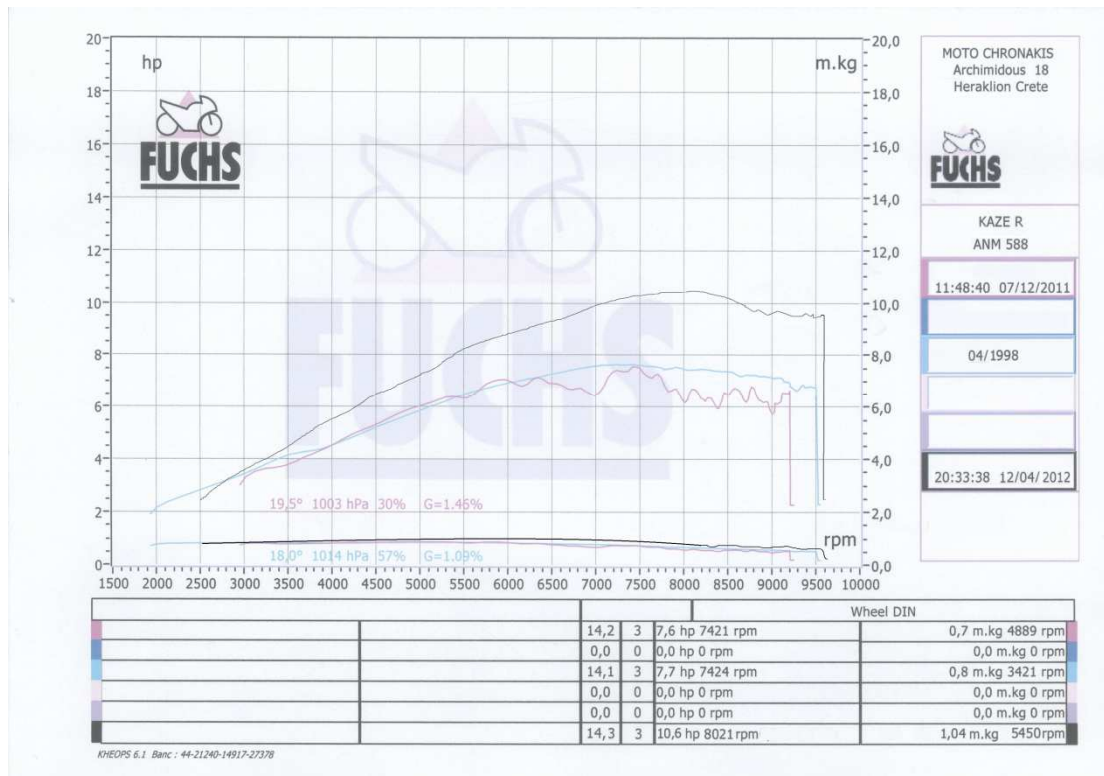
-2012

2012 , από τα πρώτα κιόλας λεπτά μετά την δυναμομέτρηση ήταν διαφορετικός ο ήχος που έβγαινε από την εξάτμιση χωρίς αυτό να σημαίνει ηχορύπανση και μόλυνση του περιβάλλοντος. Με όλα όσα προσθέσαμε στον κινητήρα η τελική δυναμομέτρηση έδειξε ισχύ ίση με 10,6hp στις 8020 σ.α.λ. ενώ η ροπή του άγγιξε το 1,04 στις 5450 σ.α.λ.

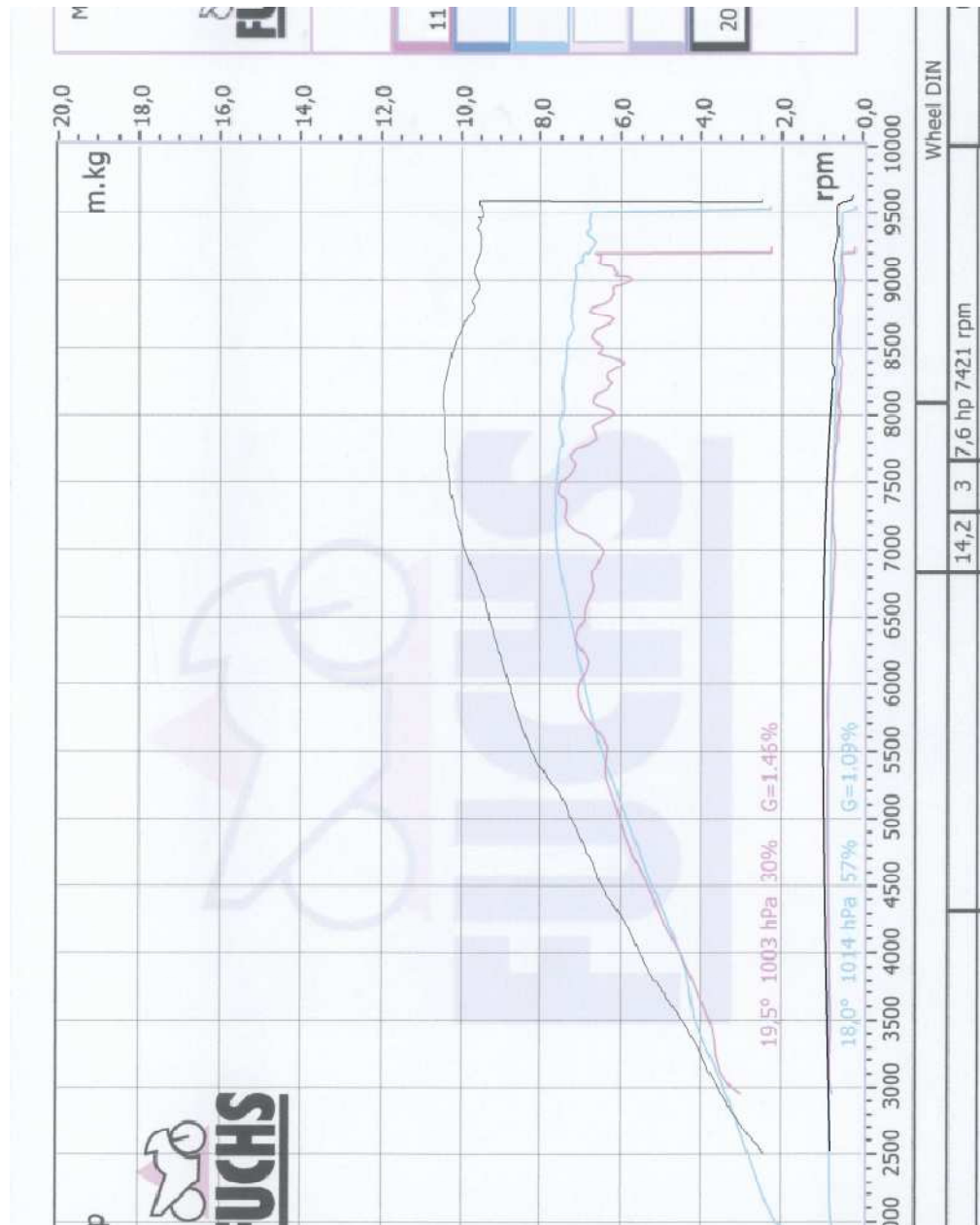
Άξια αναφοράς είναι και η κατανάλωση βενζίνης που είχαμε μετά την γενική επισκευή η οποία με ένα πρόχειρο υπολογισμό (διανυμένα χιλιόμετρα ανά ντεπόζιτο) ήταν ίση με 4.29 ευρώ για 100km δηλαδή με μια μέση τιμή λίτρου ίση με 1,85 ευρώ τελικά θα χρειαστούμε μόλις 2,6 ευρώ /100km

Ακολουθεί συνοπτικό διάγραμμα από το δυναμόμετρο στο οποίο φαίνεται αναλυτικά :

- η δυναμομέτρηση του εργοστασίου κατά τη αγορά,
- η δυναμομέτρηση λίγο πριν την γενική επισκευή καθώς και
- η τελική δυναμομέτρηση της 12 Απριλίου 2012



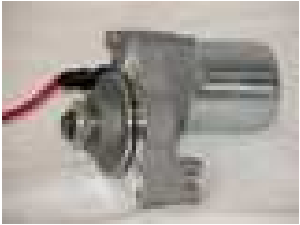





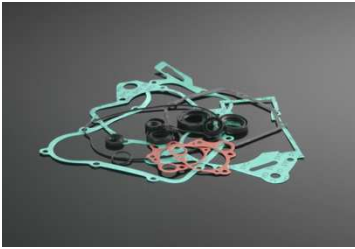



Με **γαλάζια γραμμή** ορίζεται η καμπύλη ισχύος και η καμπύλη ροπής του κινητήρα βάση των δεδομένων που μας έστειλε η αντιπροσωπεία , με **κόκκινη γραμμή** οι καμπύλες ισχύος –ροπής του κινητήρα το 2011 ενώ με **γκρι-μαύρο** οι καμπύλες ισχύος-ροπής του κινητήρα μετά την βελτίωση που δέχθηκε



## 6.1 ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟΣ ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΑΛΛΑΓΩΝ

KAWASAKI	AFTERMARKET	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
----------	-------------	-----------

		<p>Ηλεκτρική τάση 12 [V]  Χωρητικότητα 10 [AH]  Ρεύμα κρύας εκκίνησης 175 [A](EN)</p>
		<p>Η μίζα που είχε το εργοστάσιο επάνω είχε γεμίσει λάδια και για αυτό το λόγο αντικαταστάθηκε με μια άλλη ίδιων χαρακτηριστικών</p>
		<p>Ο εκκεντροφόρος επί κεφαλής αντικαταστάθηκε και αυτός με έναν της forego που κρατάει την βαλβίδα εισαγωγής περισσότερη ώρα ανοιχτή</p>
		<p>Το έμβολο ο πείρος και τα ελατήρια του εργοστασίου αντικαταστάθηκαν με ένα της KITACO με διάμετρο 60mm αυξάνοντας τον κυβισμό στα 148cm<sup>3</sup></p>
		<p>Μετά την πλήρη αποσυναρμολόγηση του κινητήρα όλα τα μέρη πλύθηκαν με βενζίνη για να απομακρυνθούν τα παλιά έλαια και χρησιμοποιήθηκαν φλάντζες καινούργιες</p>

		<p>Επίσης καινούργια είναι και τα δισκάκια του συμπλέκτη όπως και τα ελατήρια τους .Επιλέχτηκαν αυτά της ΚΙΤΑΚΟ</p>
		<p>Για την καλύτερη εξαγωγή των καυσαερίων η εργοστασιακή εξάτμιση αλλάχτηκε με μια κατάλληλη της SEBRING</p>

## **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ :**

Η εφαρμογή της τεχνικής κατασκευαστικής μελέτης αναμένεται να φέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα και σημαντικά οφέλη στην βελτίωση της ποιότητας της κύλισης αλλά και της λειτουργίας του κινητήρα μας .Η παραπάνω μελέτη θεωρείται επικερδής , σύμφωνα με τα οικονομικά στοιχεία που συλλέξαμε και διανύοντας 410 km με 17,6 ευρώ συνολικά.. ( 44,81 km / lit)

Αναλυτικά σας αναφέρουμε ότι με την ολοκλήρωση των μελετών επιτυγχάνεται πλήρως ο σκοπός και οι στόχοι της εργασίας, που είχαμε θέσει ως προτεραιότητά μας. Θα αποκτηθούν τόσο κατά κατασκευή όσο και μετά από αυτήν πολλές εμπειρίες κάτι το οποίο είναι και το μείζων πρόβλημα στις μέρες μας

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **Έντυπη μορφή**

- εγκυκλοπαίδεια PAPYRUS LAROYSSE BRITANNICA
- Εγκυκλοπαίδεια Moto&Moto
- Το μέλλον των κινητήρων εσωτερικής καύσης, Νίκος Λουπάκης
- Ιστορία της τεχνολογίας , Στυλιανός Φραγκόπουλος
- Μηχανές Εσωτερικής Καύσης II Περικλής Χασιώτης
- Αρχές εμβολοφόρων Μ.Ε.Κ. Κωνσταντίνος Ρακόπουλος
- Μηχανές εσωτερικής καύσης / Κωνσταντίνος Π. Μαυρίδης

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

### INTERNET

- <http://www.teiath.gr/sgtks /ptyxiaki.htm>
- <http://openarchives.gr> ψηφιακή βιβλιοθήκη  
Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου , σχολής Μηχανολόγων  
Μηχανικών
- [www.technicaleducationforum.wikispaces.com](http://www.technicaleducationforum.wikispaces.com)
- [www.iceal.wikidot.com](http://www.iceal.wikidot.com)
- <http://el.wikipedia.org>
- <http://www.texnikiekpaideysi.gr/mek>
- [www.tm.teiher.gr/portal](http://www.tm.teiher.gr/portal)
- [www.library.techlink.gr](http://www.library.techlink.gr)

## **ΠΗΓΕΣ:**

- Υποδείξεις καθηγητή : κ.Κουδουμά Γεώργιου
- Συνεργείο μοτοσυκλετών motoΧΡΟΝΑΚΗΣ
- Κέντρο Επαγγελματικής Κατάρτισης
- Μηχανολογικό Δήμου Ηρακλείου
- KAWASAKI HELLAS (Αντιπροσωπεία )
- ΤΕΙ ΤΜΗΜΑ: Μηχανολογίας

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ**

- Στον φίλο μου και συνάδελφο Κωστή Μπουρναζάκη
- Στον δάσκαλο μου Κουδουμά Γεώργιο
- Και σε ένα ξεχωριστό άνθρωπο , Ιωαννίδου Πόπη



## ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

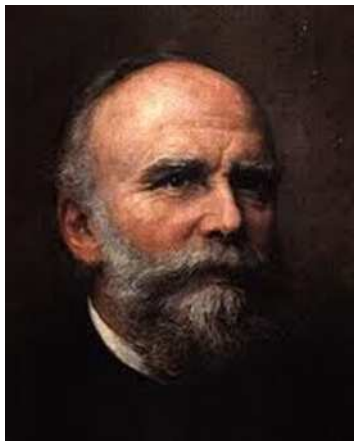
### ΙΣΤΟΡΙΚΑ ΠΡΟΣΩΠΑ ΠΟΥ ΕΦΕΡΑΝ ΤΗΝ ΑΛΛΑΓΗ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ



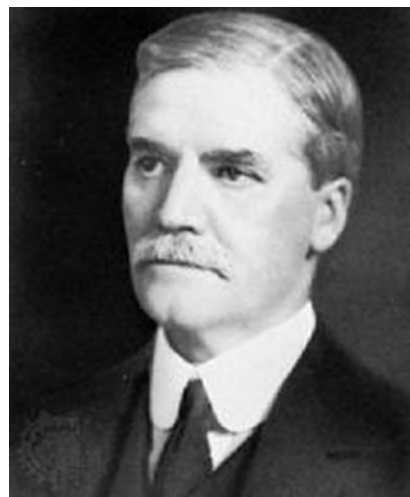
Σάντι Καρνό 1824



Γερμανός Νίκολας Όττο



Eugene Langen 1864



Dugal Clerk 1879



Γκοτλιπ Νταίμλερ 1880



Κάρλ Μπέντς 1880



Ρενέ Πανάρ και Εμίλ Λεβασόρ 1890



Rudolf Diesel