

**ΤΕΙ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ- ΚΡΗΤΗΣ**

**ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΠΟΠΤΙΚΟΥ ΜΕΣΟΥ  
ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΟΥ ΜΟΝΟΚΥΛΙΝΔΡΟΥ ΑΕΡΟΨΥΚΤΟΥ  
ΚΙΝΗΤΗΡΑ**

**ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ : ΑΝΑΓΝΩΣΤΑΚΗΣ ΓΙΑΝΝΗΣ  
ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΜΟΥΡΤΖΑΚΗΣ ΓΙΩΡΓΟΣ**

**ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2009**

## Περιεχόμενα

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....</b>	<b>4</b>
<b>ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ .....</b>	<b>5</b>
<b>ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ .....</b>	<b>6</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b>	
<b>ΜΕΡΗ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ.....</b>	<b>9</b>
• ΣΩΜΑ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ.....	9
• ΚΕΦΑΛΗ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ (ΚΥΛΙΝΔΡΟΚΕΦΑΛΗ) .....	12
• ΕΜΒΟΛΟ.....	14
• ΕΛΑΤΗΡΙΑ ΕΜΒΟΛΟΥ.....	16
• ΠΕΙΡΟΣ ΕΜΒΟΛΟΥ.....	18
• ΜΠΙΕΛΑ (ΔΙΩΣΤΗΡΑΣ) .....	19
• ΣΤΡΟΦΑΛΟΦΟΡΟΣ ΑΞΟΝΑΣ.....	20
• ΣΦΟΝΔΥΛΟΣ (ΒΟΛΑΝ) .....	21
• ΒΑΛΒΙΔΕΣ.....	22
• ΕΚΚΕΝΤΡΟΦΟΡΟΣ ΑΞΟΝΑΣ.....	25
• ΟΔΟΝΤΩΤΟΙ ΤΡΟΧΟΙ ΕΚΚΕΝΤΡΟΦΟΡΟΥ-ΣΤΡΟΦΑΛΟΦΟΡΟΥ ΑΞΟΝΑ.....	25
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b>	
<b>ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ</b>	
• ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΨΥΞΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ.....	26
• ΨΥΚΤΙΚΑ ΥΓΡΑ.....	27
• ΚΥΡΙΑ ΜΕΡΗ ΥΔΡΟΨΥΚΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	28
• ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ ΜΕ ΑΕΡΑ.....	33
• ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΨΥΞΗΣ.....	34
• ΒΛΑΒΕΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΨΥΞΗΣ.....	35
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b>	
<b>ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΙΠΑΝΣΗΣ</b>	
• ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΙΠΑΝΣΗΣ .....	39
• ΛΑΔΙΑ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ.....	40
• ΑΝΤΛΙΑ ΛΑΔΙΟΥ.....	43
• ΦΙΛΤΡΟ ΛΑΔΙΟΥ.....	44
• ΨΥΚΤΗΣ ΛΑΔΙΟΥ (ΨΥΓΕΙΟ) .....	45
• ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΛΙΠΑΝΣΗΣ.....	46
• ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΑΔΙΟΥ.....	46
• ΒΛΑΒΕΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΛΙΠΑΝΣΗΣ.....	47

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4**

### **ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ**

- ΚΑΥΣΙΜΟ ΒΕΝΖΙΝΑ.....49
- ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΒΕΝΖΙΝΑΣ.....49
- ΚΑΥΣΙΜΟ ΜΙΓΜΑ –ΑΝΑΛΟΓΙΑ.....51
- ΒΑΘΜΟΣ ΟΚΤΑΝΙΟΥ.....54
- ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΗΡΩΝ (ΚΥΡΙΑ ΜΕΡΗ) ...54
- ΕΞΑΕΡΩΤΗΣ (ΚΑΡΜΠΥΛΑΤΕΡ) .....57
- ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΕΞΑΓΩΓΗ.....62
- ΣΙΓΑΣΤΗΡΑΣ ΚΑΙ ΠΟΛΛΑΠΛΗ ΕΞΑΓΩΓΗ.....63
- ΡΥΘΜΙΣΗΣ – ΒΛΑΒΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ.....63
- ΣΠΙΝΘΗΡΙΣΤΗΣ (ΜΠΟΥΖΙ) .....63
- ΠΡΟΠΟΡΕΙΑ (ΑΒΑΝΣ) .....64
- ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΧΡΟΝΙΣΜΟΣ.....65
- ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΚΑΙ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑΣ.....66
- ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΟΣ ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ.....67

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5**

### **ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ**

- ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....68
- ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ.....68
- ΣΥΜΒΑΤΙΚΟ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ.....70
- ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ.....89
- ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ .....100
- ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ.....101
- ΕΛΕΓΧΟΙ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ .....102
- ΕΛΕΓΧΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ.....114
- ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΔΙΑΓΝΩΣΤΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ.....114

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6**

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΙΝΗΤΗΡΑ-ΠΛΑΙΣΙΟΥ.....115

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....118**

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε αυτή την εργασία σας παρουσιάζουμε την ιστορία των κινητήρων καθώς και την εξέλιξή τους. Επίσης σας αναφέρουμε ποιος είναι ο σκοπός των κινητήρων και την κατάταξή τους και πως λειτουργεί ο κινητήρας μιας βενζινομηχανής. Πρώτα θα σας παρουσιάσουμε την ιστορική αναδρομή του κινητήρα μέσα στο πέρασμα του χρόνου. Έπειτα θα σας ενημερώσουμε για την κυκλοφορία του πρώτου κινητήρα καθώς και για την κοινωνική τους επανάσταση. Ένας ακόμη παράγοντας για τον οποίο θα αναφερθούμε αργότερα είναι για τα μέρη τα οποία αποτελείται ο κινητήρας, τα συστήματα του κινητήρα και τα τεχνικά χαρακτηριστικά του. Τέλος θα σας ενημερώσουμε για τον αιώνα των κινητήρων καθώς και για τις αρχές λειτουργίες του τετράχρονου κινητήρα.

Για να κινηθεί ένα αυτοκίνητο, τραίνο, πλοίο, αεροπλάνο και γενικά ένα όχημα χρειάζεται μια μηχανή που να τους δίνει την κίνηση, να τους δίνει δηλαδή μηχανική ενέργεια η όπως λέμε αλλιώς κινητήριο έργο. Το ίδιο γίνεται και 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 δεν παράγουν, δηλαδή δεν δίνουν μόνες τους κινητήριο έργο με το οποίο κινούν τα διάφορα οχήματα. Για να δώσουν κινητήριο έργο χρειάζονται να πάρουν ενέργεια από αλλού. Η ενέργεια που παίρνουν αυτές οι μηχανές μπορεί να έχει διάφορες μορφές, δηλαδή μπορεί να είναι θερμική, ηλεκτρική, υδραυλική, κλπ.

Οι μηχανές που μετατρέπουν άλλες μορφές ενέργειας σε μηχανικό έργο λέγονται κινητήριες μηχανές και χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με την μορφή της ενέργειας που χρησιμοποιούν κάθε φορά για να τη μετατρέψουν σε μηχανική ενέργεια. Έτσι αν καταναλώνουν θερμότητα (θερμική ενέργεια) λέγονται θερμικές κινητήριες μηχανές ή θερμοκινητήρες. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι ατμοστρόβιλοι, 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 τη μετατρέπουν σε κινητήριο έργο είναι ηλεκτρική τότε λέγονται ηλεκτροκινητήρες.

## 2.ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Πρόδρομος του βενζινοκινητήρα θεωρείται η ατμομηχανή, που πρωτοεμφανίστηκε τον 18ο αιώνα. Η ΜΕΚ, που ακολούθησε τον 19ο αιώνα ως βελτίωση για πολλές εφαρμογές δεν μπορεί να αποδοθεί μόνο σε έναν εφευρέτη. Ήδη από τον 17ο αιώνα αρκετοί πειραματιστές προσπάθησαν αρχικά να χρησιμοποιήσουν θερμά καυσαέρια για να κινήσουν αντλίες.

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

Το 1824, ο Γάλλος φυσικός Σαντί Carnot δημοσίευσε το κλασικό πλέον σύγγραμμα "Σκέψεις πάνω στην Ωστική δύναμη της θερμότητας" στο οποίο περιέγραψε τις βασικές αρχές της θεωρίας εσωτερικής καύσης. Στα επόμενα έτη εμφανίστηκαν βελτιωμένοι τύποι, καθώς και κινητήρες στους οποίους το καύσιμο συμπιεζόταν πριν αναφλεγεί. Κανένας τους όμως δεν αποδείχθηκε ικανοποιητικός μέχρι το 1860, οπότε ο Γάλλος Ετιέν Λενουάρ παρουσίασε έναν κινητήρα με φωταέριο και με σχετικά καλή απόδοση.

Μια σημαντικότερη εξέλιξη πραγματοποιήθηκε στο Παρίσι το 1862, όταν δημοσιεύτηκε η περιγραφή του ιδανικού κύκλου λειτουργίας μιας μηχανής εσωτερικής καύσης από τον Αλφόνς Μπω ντε Ροσά, ο οποίος ήταν και ο πρώτος που διατύπωσε τις συνθήκες για την άριστη απόδοση.

Ο κινητήρας του Μπω ντε Ροσά προέβλεπε τετράχρονο κύκλο, σε αντίθεση με το δίχρονο κύκλο (είσοδος - ανάφλεξη και ισχύς - έξοδος) του Λενουάρ. Όμως στα επόμενα 14 έτη ο τετράχρονος κινητήρας έμεινε στα χαρτιά. Ο επόμενος σημαντικός σταθμός ήταν στα 1876 όταν ο γερμανός κόμης και μηχανικός Νίκολας Όττο εφάρμοσε στην πράξη, με επιτυχία για πρώτη φορά την αρχή του τετράχρονου κύκλου που είχε προτείνει ο γάλλος Αλφόνς Μπω ντε Ροσά. 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). 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 δυο κατασκεύαζαν αυτοκίνητα προς πώληση.

Τότε εμφανίστηκαν στο προσκήνιο οι Γάλλοι μηχανικοί Ρενέ Πανάρ και Εμίλ Λεβασόρ που άρχισαν το 1890 να κατασκεύαζουν 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 έχοντας τον κινητήρα τοποθετημένο μπροστά, προστατευμένο από την σκόνη και τις 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 μάντες 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.

### 3.ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

Οι διάφοροι τύποι ΜΕΚ μπορούν να ταξινομηθούν με βάση τις μεταξύ τους ομοιότητες. Οι σπουδαιότερες ταξινομήσεις αναφέρονται:

- \*στην τελική εφαρμογή,
- \*στο είδος του καυσίμου και
- \*στον τρόπο εισαγωγής του,
- \*στην ανάφλεξη,
- \*στη χρήση εμβόλων ή περιστροφέα,
- \*στη διάταξη των κυλίνδρων,
- \*στους χρόνους λειτουργίας,
- \*στο σύστημα ψύξης και τέλος
- \*στον τύπο και στη θέση των βαλβίδων.

Οι ταξινομήσεις αυτές εξετάζονται αναλυτικότερα στην περιγραφή των διαφόρων τύπων κινητήρων

#### ===Τετράχρονος Κινητήρας===

Η πιο σημαντική τεχνική για την παραγωγή ισχύος από καύση ήταν αυτή του τετράχρονου κύκλου.

Στον τετράχρονο κύκλο η λειτουργία του κινητήρα αποτελείται από 4 στάδια.

#### \* Χρόνος Εισαγωγής

Με ανοικτή την βαλβίδα εισόδου το έμβολο κατέρχεται, κατά τον χρόνο εισαγωγής. Το κενό που δημιουργείται προκαλεί αναρρόφηση μίγματος ατμών βενζίνης και αέρα.

#### \*Χρόνος Συμπίεσης

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.

#### \* Χρόνος Ισχύος

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

#### \*Χρόνος Εξαγωγής

Κατά τον χρόνο εξαγωγής, το ανερχόμενο έμβολο αναγκάζει τα προϊόντα της καύσης να εξέλθουν από την ανοικτή βαλβίδα εξόδου.

### ===Δίχρονος Κινητήρας===

Αναπτύχθηκε το 1878. Σε αυτόν οι χρόνοι εισαγωγής, συμπίεσης, ισχύος και εξαγωγής συντελούνται μόνο σε μία περιστροφή του στροφαλοφόρου. Στον δίχρονο κινητήρα το μίγμα οδηγείται στον κύλινδρο μέσα από περιμετρικές θυρίδες με τη βοήθεια περιστροφικού φυσητήρα. Τα καυσαέρια περνούν μέσα από μυκητοειδείς βαλβίδες που βρίσκονται πάνω στην κεφαλή του κυλίνδρου.

Το 1891 παρουσιάστηκε μια απλουστευμένη παραλλαγή του δίχρονου κινητήρα, με προσυμπίεση στον στροφαλοθάλαμο για την προώθηση του νωπού μίγματος στον κύλινδρο.

### ===Κινητήρας αντίθετων εμβόλων===

Έχει δύο έμβολα που κινούνται αντίθετα μέσα στον ίδιο κύλινδρο και δύο ομάδες θυρίδων κατάλληλα διατεταγμένες, ώστε η μία από αυτές να καλύπτεται και να αποκαλύπτεται από το ένα έμβολο, ενώ η άλλη να ελέγχεται από το άλλο έμβολο.

Ο σχεδιασμός των αντίθετων εμβόλων έχει δύο βασικά πλεονεκτήματα :οι μάζες που παλινδρομούν κινούνται σε αντίθετες διευθύνσεις ζυγοσταθμίζοντας έτσι τον κινητήρα. Επιπλέον δε χρειάζονται οι μυκητοειδείς βαλβίδες που είναι απαραίτητες σε κινητήρες με μονόδρομη σάρωση.

### ===Περιστροφικός κινητήρας Βάνκελ===

Ένας κινητήρας εσωτερικής καύσης με περιστροφικό έμβολο, που αναπτύχθηκε στη Γερμανία, είναι διαφορετικός σε δομή από τους συμβατικούς κινητήρες με παλινδρομικά έμβολα. Ο κινητήρας επινοήθηκε από τον Φέλιξ Βάνκελ και η κατασκευή του άρχισε το 1956. Αντί για έμβολο ο κινητήρας Βάνκελ έχει έναν τροχιακό ρότορα , ισόπλευρο και περίπου τριγωνικό, που στρέφεται μέσα σε έναν κλειστό θάλαμο, ενώ οι τρεις κορυφές του εφάπτονται συνεχώς πάνω στην εσωτερική επιφάνεια του κελύφους.

Μεταξύ του ρότορα και του κελύφους σχηματίζονται τρεις ημισεληνοειδείς θάλαμοι, ο όγκος των οποίων μεταβάλλεται με την κίνηση του ρότορα.

Ο όγκος αυτός μεγιστοποιείται όταν η πλευρά του ρότορα που σχηματίζει τον θάλαμο είναι παράλληλη προς τη δευτερεύουσα διάμετρο του κελύφους, ενώ ελαχιστοποιείται όταν η ίδια πλευρά του ρότορα καθορίζουν το σχήμα των θαλάμων καύσης και τον λόγο συμπίεσης.

Το καύσιμο μίγμα, προερχόμενο από έναν εξαεριωτήρα, εισέρχεται στους θαλάμους καύσης από μια θυρίδα εισαγωγής σε μία από τις ακραίες πλάκες του κελύφους. Σε μία από τις ακραίες πλάκες του κελύφους. Σε μία από τις επίπεδες πλευρές του κελύφους σχηματίζεται μια θυρίδα εξαγωγής. Ο σπινθηριστής βρίσκεται σε εσοχή που επικοινωνεί με τους θαλάμους μέσα από ένα στένωμα, στην απέναντι πλευρά του κελύφους. Βασικό πρόβλημα στο σχεδιασμό είναι η στεγανοποίηση στις κορυφές και τις παρειές του ρότορα.

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα του κινητήρα Βάνκελ είναι ο μικρός χώρος και το μικρό βάρος ανά μονάδα ισχύος, η στρωτή, χωρίς κραδασμούς αθόρυβη λειτουργία του καθώς και το χαμηλό κόστος κατασκευής του, αποτέλεσμα της μηχανικής του απλότητας. Η απουσία αδρανειακών δυνάμεων από τα μέρη που παλινδρομούν και η κατάργηση των μυκητοειδών βαλβίδων επιτρέπουν λειτουργία σε πολύ μεγαλύτερες ταχύτητες από ό,τι στους παλινδρομικούς κινητήρες. Η εισαγωγή νωπού μίγματος καυσίμων και η εξαγωγή των καυσαερίων είναι αποτελεσματικότερες, γιατί οι θυρίδες του ανοιγοκλείνουν ταχύτερα από ό,τι με μυκητοειδείς βαλβίδες, ενώ η ροή μέσα από αυτές είναι σχεδόν συνεχής. Η οικονομία σε καύσιμο είναι εφάμιλλη με εκείνη στις συμβατικές μηχανές, επιτρέποντας αθόρυβη καύση και μεγαλύτερη ποικιλία καυσίμων. Η μικρότερη μάζα και η χαμηλότερη θέση του κέντρου βάρους καθιστούν τον κινητήρα αυτόν ασφαλέστερο για αυτοκίνητα. Τα κινούμενα μέρη ενός κινητήρα Βάνκελ ανέρχονται στο ένα τρίτο περίπου από ό,τι σε τυπικό εξακύλινδρο κινητήρα.

#### ===Τριδύναμος (Tri-Dyne) περιστροφικός κινητήρας===

Ο κινητήρας αυτός, βρετανικής επινόησης αποτελείται από τρεις ρότορες, έναν για ισχύ, έναν για την καύση και έναν που λειτουργεί ως βαλβίδα φραγής. Ο πρώτος στρέφεται αντίστροφα από τον ρότορα της καύσης και τη βαλβίδα φραγής. Έχει τρεις λοβούς που εφαρμόζουν στους δύο άλλους ρότορες και συγκεκριμένα αντίστοιχα κοιλώματα της περιφέρειάς τους.

Τα κοιλώματα του ρότορα ισχύος σχηματίζουν τους θαλάμους καύσης. Οι ρότορες δεν αγγίζουν ο ένας τον άλλο, αλλά αλληλεπιδρούν έτσι ώστε να συνδέουν διαδοχικά τα κοιλώματα αυτά με τους σωλήνες εισαγωγής και εξαγωγής και να τα απομονώνουν κατά τη καύση. Λόγω της μεγάλης ταχύτητας λειτουργίας δεν απαιτείται απόλυτη στεγανοποίηση των κοιλωμάτων. Δύο σπινθηριστές είναι προσαρμοσμένοι πάνω στο κέλυφος σε τέτοια θέση ώστε να επικοινωνούν με τα κοιλώματα του ρότορα καύσης τη στιγμή του σπινθήρα.

Το πλεονέκτημα του κινητήρα αυτού σε σχέση με τον κινητήρα Βάνκελ έγκειται στο ότι δεν χρειάζεται τη στεγανοποίηση που απαιτεί ο τελευταίος και η οποία περιορίζει την ταχύτητα λειτουργίας και δυσχεραίνει τη λίπανση.

#### ===Ο αεριοστρόβιλος===

Πολλές από τις ατέλειες του παλινδρομικού κινητήρα οφείλονται στην ασυνεχή κίνηση και την περιοδική καύση. Η βασική αρχή του αεριοστρόβιλου ήταν γνωστή από πολύ παλαιά. Χαρακτηριστικό παράδειγμα ο στρόβιλος του Ήρωνα του Αλεξανδρέα, περίπου στους χρόνους του Χριστού. Ουσιαστική όμως εξέλιξη του αεριοστρόβιλου έγινε μόλις τον 20ό αιώνα.



Ο αεριοστρόβιλος είναι μια απλή μονάδα παραγωγής ισχύος. Ένας συμπιεστής τροφοδοτεί συνεχώς με αέρα - σε πίεση τριπλάσια και εξαπλάσια περίπου της ατμοσφαιρικής - έναν θάλαμο καύσης μέσα στον οποίο ψεκάζεται καύσιμο. Τα καυσαέρια εκτονώνονται, στη συνέχεια κινώντας τον κατάλληλο στρόβιλο. Οι ρότορες του συμπιεστή και του στρόβιλου μπορεί να βρίσκονται πάνω στον ίδιο άξονα. Η ισχύς που αναπτύσσεται πέρα από εκείνη για την κίνησή του συμπιεστή είναι ωφέλιμη ισχύς του κινητήρα.

### ===Ο κινητήρας ελεύθερου εμβόλου===

Στον κινητήρα αυτόν τα έμβολα δε συνδέονται στη ίδια άτρακτο, όπως σε ένα συμβατικό κινητήρα. Αντίθετα, τα καυσαέρια μεταδίδουν την ισχύ τους σε έναν στρόβιλο. Κατασκευασμένος αρχικά ως αεροσυμπιεστής, ο κινητήρας αυτός χρησιμοποιήθηκε συστηματικά για πρώτη φορά από τους Γερμανούς κατά τον Β' Παγκόσμιο πόλεμο για την εκτόξευση τορπιλών. Το προς καύση μίγμα αναφλέγεται από τη θερμότητα της συμπίεσης και όχι από σπινθηριστή.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>

### ΜΕΡΗ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

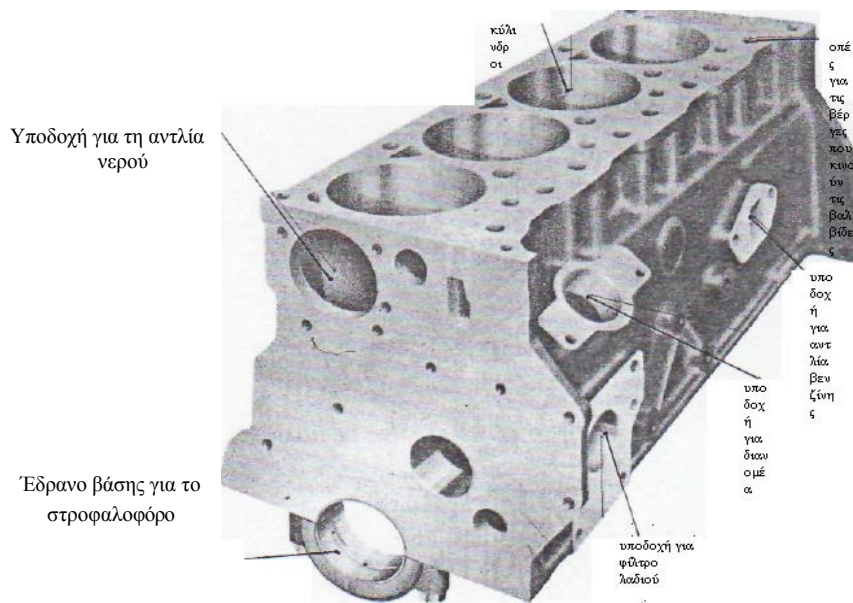
Οι κινητήρες εσωτερικής καύσης αποτελούνται από ένα σύνολο συστημάτων, μηχανισμών και εξαρτημάτων που είναι κατάλληλα διατεταγμένα και όλα μαζί συνεργάζονται ώστε να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα, δηλαδή η μετατροπή της θερμικής ενέργειας που παράγεται από την καύση του μίγματος καυσίμου-αέρα σε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

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

- Το σώμα των κυλίνδρων
- Τα έμβολα με τα ελατήρια και τους πείρους
- τις μπιέλες
- Τον στροφαλοφόρο άξονα
- Τον σφόνδυλο

### ΣΩΜΑ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ

Το σώμα ή κορμός είναι το μεγαλύτερο κομμάτι του κινητήρα στο οποίο βρίσκονται οι κύλινδροι. Στο σώμα επίσης υπάρχουν οι θάλαμοι κυκλοφορίας του νερού ψύξης, οι αγωγοί κυκλοφορίας του λαδιού λίπανσης και βάσεις για την στήριξη διαφόρων άλλων εξαρτημάτων που είναι απαραίτητα για την λειτουργία του κινητήρα.



## Σώμα κυλίνδρων

### ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ-ΔΙΑΤΑΞΗ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ

Οι κύλινδροι είναι το μέρος του κινητήρα στο οποίο πραγματοποιείται η καύση του καυσίμου μίγματος. Από την καύση αναπτύσσονται αέρια με υψηλή πίεση, από την οποία κινούνται τα έμβολα. Υπάρχουν πολλοί τύποι κινητήρων εσωτερικής καύσης ανάλογα με την διάταξη των κυλίνδρων τους στο χώρο. Οι βασικότεροι από αυτούς είναι:

-**Κατακόρυφοι σε σειρά** .Οι άξονες των κυλίνδρων, που είναι τοποθετημένοι ο ένας δίπλα στον άλλο, είναι κατακόρυφοι.

- **Κατακόρυφοι σε δυο σειρές**, η μια δίπλα και παράλληλα στην άλλη (τετράγωνοι κινητήρες).

-**Τύπου V**, όπου δυο σειρές κυλίνδρων είναι τοποθετημένοι υπό γωνία.

-**Αντιτιθέμενοι**, ο ένας κύλινδρος αντίθετα από τον άλλο.

-**Αστεροειδείς**, οι κύλινδροι είναι τοποθετημένοι ακτινικά σαν αστέρι.

-**Περιστροφικοί, Wankel**, όπου δεν διαθέτει κυλινδρικά έμβολα που κινούνται παλινδρομικά, αλλά τριγωνικά έμβολα με κυρτές τις πλευρές τους, που περιστρέφονται έκκεντρα μέσα σε κυλίνδρους.

Η εξωτερική μορφή των κυλίνδρων εξαρτάται κυρίως από τον τρόπο ψύξης. Όταν ο κινητήρας είναι υδρόψυκτος, οι κύλινδροι περιβάλλονται εξωτερικά από τα υδροχιτώνια στα οποία κυκλοφορεί το υγρό ψύξης .Αντίθετα αν ο κινητήρας είναι αερόψυκτος οι κύλινδροι φέρουν στην εξωτερική τους επιφάνεια πτερύγια που κατευθύνουν κατάλληλα τον αέρα για την ψύξη τους. Η εξωτερική μορφή των κυλίνδρων εξαρτάται ακόμη από τη διάταξη των βαλβίδων. Αν δηλαδή οι βαλβίδες είναι τοποθετημένες στην πλευρά ή την κεφαλή τους, Όταν είναι τοποθετημένες στην πλευρά τότε στο σώμα των κυλίνδρων διαμορφώνονται οι έδρες και οι οδηγοί των βαλβίδων όπως και οι αγωγοί εισαγωγής και εξαγωγής. Αυτό δεν συμβαίνει όταν οι βαλβίδες είναι στην κεφαλή των κυλίνδρων οπότε διαμορφώνεται ανάλογα η

κυλινδροκεφαλή. Η εσωτερική επιφάνεια των κυλίνδρων είναι, λεία, κυλινδρική και κατασκευάζεται με μεγάλη ακρίβεια. Μέσα σε κάθε κύλινδρο κινείται παλινδρομικά ένα έμβολο.

### **Χιτώνια κυλίνδρων**

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

Σε περίπτωση σώματος κυλίνδρου με χιτώνια, η εσωτερική διάμετρος των κυρίως κυλίνδρων κατασκευάζεται λίγο μεγαλύτερη ώστε με την σφήνωση των χιτωνίων να προκύψει διάμετρος ίση με την κανονική. Χρησιμοποιούνται δυο είδη χιτωνίων, τα υγρά και τα ξερά. **Υγρά χιτώνια** είναι αυτά που αποτελούν το μοναδικό τοίχωμα των κυλίνδρων, δηλαδή το υγρό ψύξης έρχεται σε επαφή με την εξωτερική επιφάνεια των χιτωνίων. Στην περίπτωση αυτή το σώμα των κυλίνδρων φέρει δυο στεφάνες στήριξης των χιτωνίων, επάνω και κάτω. **Ξερά χιτώνια** είναι αυτά που στην εξωτερική τους επιφάνεια υπάρχει το τοίχωμα του σώματος των κυλίνδρων και δεν έρχονται σε επαφή με το υγρό ψύξης.

### **Υλικό κατασκευής κυλίνδρων**

Για την κατασκευή των κυλίνδρων χρησιμοποιούνται κυρίως κράματα χυτοσιδήρου. Συγκεκριμένα χυτοσίδηρος με πρόσμιξη νικελίου, χρωμίου, πυριτίου και μολυβδενίου που δίνουν μεγάλη αντοχή στη φθορά.

Επίσης κατασκευάζονται κύλινδροι από κράματα αλουμινίου που έχουν μειωμένο βάρος και αυξημένη θερμική αγωγιμότητα. Στους κυλίνδρους αυτούς τοποθετούνται πάντοτε χιτώνια.

### **Φθορά κυλίνδρων**

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

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

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

Η φθορά των κυλίνδρων είναι ελλειπτική ή κωνική.

- **Ελλειπτική φθορά** υπάρχει όταν εμφανίζεται μονόπλευρη αύξηση της διατομής των κυλίνδρων κατά τη διάμετρο που είναι κάθετη προς τον άξονα του πείρου του εμβόλου, ή προς τον διαμήκη άξονα του κινητήρα. Το αποτέλεσμα είναι ο κύλινδρος να αποκτήσει αντί για κυκλική, μια επιμήκη οβάλ διατομή.
- **Κωνική φθορά** υπάρχει όταν εμφανίζεται αύξηση της διατομής του κυλίνδρου κοντά στο ΑΝΣ. Ο κύλινδρος δηλαδή γίνεται κωνικός με μεγαλύτερη διάμετρο στο ΑΝΣ και μικρότερη στο ΚΝΣ. Προκαλείται κυρίως από κακή λίπανση.

Όταν η φθορά είναι μικρής έκτασης, η κατάσταση βελτιώνεται με την αλλαγή των ελατηρίων των εμβόλων. Η επισκευή της φθοράς των κυλίνδρων γίνεται με ειδική κατεργασία (ρεκτιφιέ) και λείανση της εσωτερικής επιφάνειας τους. Λόγω όμως της αύξησης της διαμέτρου απαιτούνται άλλα έμβολα με διάμετρο μεγαλύτερη (oversize) της κανονικής (standard).

Επειδή τα τοιχώματα των κυλίνδρων είναι σχετικά λεπτά μπορεί να γίνουν μόνο 2 ή 3 ρεκτιφιέ. Στη συνέχεια απαιτείται αλλαγή των χιτωνίων του κινητήρα αν υπάρχουν ή η τοποθέτηση εξ' αρχής αν δεν υπάρχουν.

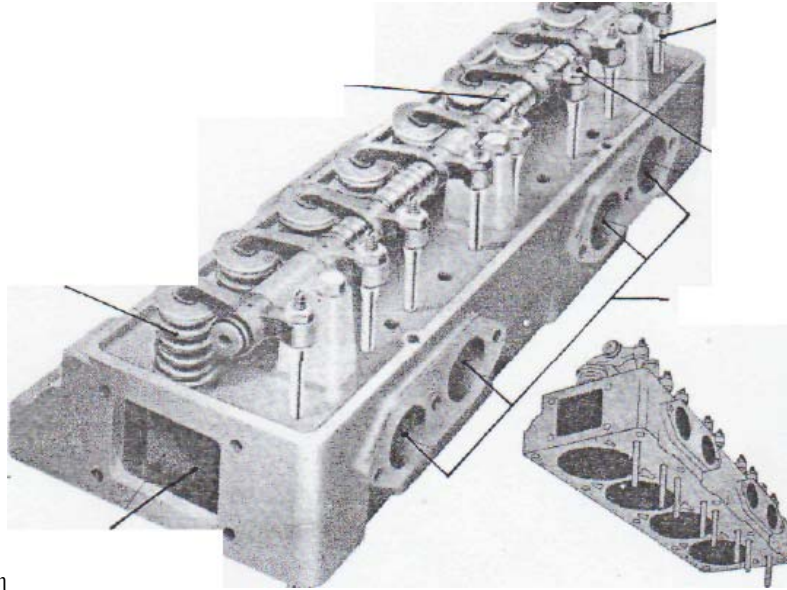
Άλλες βλάβες που παρουσιάζονται στο σώμα των κυλίνδρων είναι οι ρωγμές, οι χαραγές και η θραύση. Το επάνω μέρος του σώματος ελέγχεται με φίλερ για την εξακρίβωση της επιπεδότητας του.

## **ΚΕΦΑΛΗ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ (ΚΥΛΙΝΔΡΟΚΕΦΑΛΗ)**

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 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 κυλινδροκεφαλή που εξωτερικά έχει πτερύγια τα οποία κατανέμουν και κατευθύνουν τον αέρα για την ψύξη.



Υποδοχή για το θερμοστάτη

## Κυλινδροκεφαλή

### Υλικό κατασκευής κυλινδροκεφαλής

Η κατασκευή της κυλινδροκεφαλής γίνεται από ειδικό χυτοσίδηρο ή από κράματα αλουμινίου, που χρησιμοποιούνται συνήθως σήμερα.

Τα πλεονεκτήματα της κυλινδροκεφαλής από κράματα αλουμινίου είναι:

- Η καλύτερη θερμική αγωγιμότητα με αποτέλεσμα να ψύχεται ευκολότερα και να είναι δυνατός ο μεγαλύτερος βαθμός συμπίεσης χωρίς να δημιουργούνται υψηλές θερμοκρασίες.
- Η εύκολη κατεργασία.
- Το μικρότερο βάρος.

Τα μειονεκτήματα είναι:

- Μεγαλύτερη διαστολή και για το λόγο αυτό οι τρύπες των βιδών για την στήριξη της στο σώμα των κυλίνδρων έχουν μεγαλύτερες ανοχές.
- Μικρότερος χρόνος ζωής επειδή το αλουμίνιο είναι μαλακό μέταλλο.

### Βλάβες κυλινδροκεφαλής

Μια συνηθισμένη βλάβη της κυλινδροκεφαλής είναι η στρέβλωση, η οποία διαπιστώνεται με την αφαίρεση της από τον κινητήρα, τον καθαρισμό της και την τοποθέτηση στην επιφάνεια της ενός μεταλλικού χάρακα ακριβείας οριζόντια, κάθετα και διαγώνια. Σε διάφορα σημεία, μεταξύ χάρακα και επιφάνειας τοποθετείται λάμα φίλερ. Στο σημείο που πιθανά υπάρχει διάκενο η επιφάνεια είναι κοίλη. Εάν το διάκενο είναι μεγάλο απαιτείται λείανση της κυλινδροκεφαλής. Θα πρέπει όμως να υπολογιστεί το πάχος που αφαιρέθηκε κατά τη λείανση και να τοποθετηθεί ανάλογη φλάντζα προκειμένου ο χώρος του θαλάμου καύσης να διατηρηθεί σταθερός.

Η στρέβλωση διαπιστώνεται κυρίως από την πτώση ισχύος του κινητήρα, την χαμηλή συμπίεση δύο ή περισσοτέρων κυλίνδρων, τη συχνή καύση της φλάντζας και το ανώμαλο ρελαντί.

Εκτός από την στρέβλωση η κυλινδροκεφαλή μπορεί να εμφανίσει ρωγμές κυρίως από απότομες μεταβολές της θερμοκρασίας.

## ΕΜΒΟΛΟ

### Σκοπός, περιγραφή εμβόλου

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

Δημιουργεί το κενό (υποπίεση) για την εισαγωγή του μίγματος και σπρώχνει τα καυσαέρια για τον καθαρισμό του κυλίνδρου. Εργάζεται σε δύσκολες συνθήκες επειδή κατά τη λειτουργία του κινητήρα αναπτύσσονται στο χώρο καύσης υψηλές πιέσεις (στους βενζινοκινητήρες  $25-38 \text{ kg/cm}^2$ ) και υψηλές θερμοκρασίες ( $1500 \text{ C} - 2500 \text{ C}$ ).

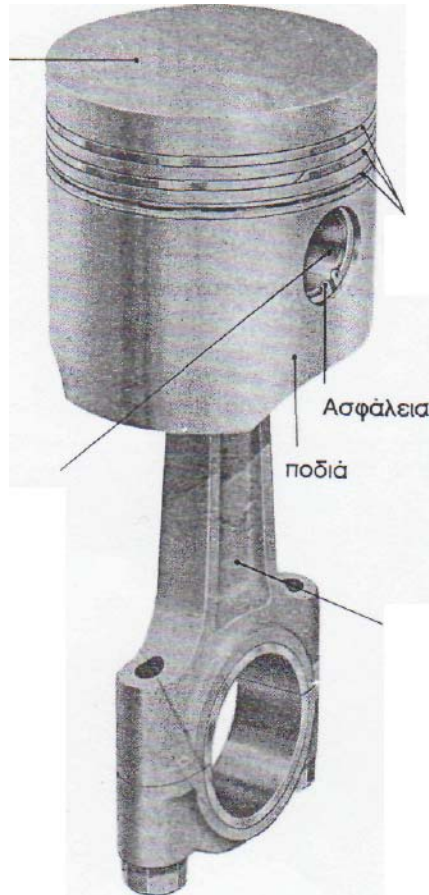
Τα μέρη που αποτελούν το έμβολο είναι τα ακόλουθα:

- 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.



### Συγκρότημα εμβόλου - πείρου - μπιέλας

#### Φθορές του εμβόλου

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

Συγκεκριμένα παρατηρούνται:

- Φθορές και αύξηση του διακένου μεταξύ εμβόλου και κυλίνδρου λόγω της τριβής. Τα αίτια είναι οι υψηλές θερμοκρασίες, η υπερφόρτωση του κινητήρα, η κακή λίπανση και η φθορά των ελατηρίων
- Αποξέσεις που οφείλονται κυρίως στην τριβή και τις υψηλές θερμοκρασίες.
- Χαραγές ή ραβδώσεις που κυρίως προέρχονται από την ύπαρξη ξένων σωμάτων.
- Ραγίσματα που οφείλονται κυρίως στην υπερφόρτωση του κινητήρα η οποία προκαλεί πιέσεις μεγαλύτερες από την αντοχή του εμβόλου, με συνέπεια την εμφάνιση ραγισμάτων.
- Φθορά στους ομφαλούς του πείρου λόγω της τριβής και των δυνάμεων που μεταφέρονται στα σημεία αυτά κατά την κίνηση του εμβόλου.
- Φθορές στα αυλάκια των ελατηρίων επειδή τα ελατήρια πιέζουν τις πλευρές των αυλακιών τους κατά την κίνηση του εμβόλου πάνω κάτω.
- Σφήνωση(κόλλημα) του εμβόλου στον κύλινδρο που είναι μια από τις σπουδαιότερες βλάβες στον κινητήρα. Προέρχεται από υπερφόρτωση, υπερθέρμανση ή κακή λίπανση.

## **Υλικό κατασκευής του εμβόλου**

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

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

## **ΕΛΑΤΗΡΙΑ ΕΜΒΟΛΟΥ**

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

Ακόμη τα ελατήρια διευκολύνουν την ψύξη του εμβόλου, διοχετεύοντας ποσοστό της θερμότητας που συγκεντρώνεται σ' αυτό από την καύση, προς τον κύλινδρο ο οποίος ψύχεται με το σύστημα ψύξης.

## **Περιγραφή των ελατηρίων**

Τα ελατήρια έχουν σχήμα δακτυλιδιού με εξωτερική διάμετρο λίγο μεγαλύτερη από τη διάμετρο του κυλίνδρου ενώ σε ένα σημείο της περιφέρειας τους είναι κομμένα (ανοικτά). Το άνοιγμα (διάκενο) διευκολύνει την τοποθέτησή τους στο έμβολο, την συνεχή επαφή τους λόγω της ελαστικότητας με τον κύλινδρο και επιτρέπει τη διαστολή ή τη συστολή τους με την μεταβολή της θερμοκρασίας. Η τομή για το διάκενο γίνεται κάθετα, διαγώνια ή τεθλασμένα (ραμποτέ). Το διάκενο αυτό ονομάζεται περιφερειακό διάκενο.

Κατά την εφαρμογή των ελατηρίων στο έμβολο διακρίνεται το αξονικό και το ακτινικό διάκενο. Τα ο αξονικό είναι το άνω και κάτω διάκενο που επιτρέπει την ελεύθερη κίνηση του ελατηρίου μέσα στο αυλάκι.

Το ακτινικό είναι το διάκενο πίσω από το ελατήριο που επιτρέπει στο έμβολο να πιέζεται πάνω στον κύλινδρο.

Το υλικό κατασκευής των ελατηρίων είναι ειδικός χυτοσίδηρος υψηλής ποιότητας με μεγάλη ελαστικότητα.

Ο αριθμός των ελατηρίων που τοποθετούνται σε ένα έμβολο εξαρτάται κυρίως από τον βαθμό συμπίεσης του κινητήρα. Συνήθως τοποθετούνται κατά σειρά από το επάνω μέρος του εμβόλου προς τα κάτω δυο ελατήρια συμπίεσης και ένα λαδιού.

## **Είδη ελατηρίων**



Τα ελατήρια, ανάλογα με τον σκοπό που εξυπηρετούν, διακρίνονται σε ελατήρια συμπίεσης και ελατήρια λαδιού.

**Τα ελατήρια συμπίεσης**, εμποδίζουν τα αέρια να διαφύγουν προς τον στροφαλοθάλαμο. Έχουν συνήθως ορθογωνική διατομή με ύψος 2 έως 4 mm και πάχος κατά την ακτίνα ίσο με το 1/25 της διαμέτρου του κυλίνδρου.

**Τα ελατήρια λαδιού**, δεν επιτρέπουν στο λάδι λίπανσης να εισχωρεί στο θάλαμο καύσης. Έχουν και αυτά συνήθως ορθογωνική διατομή με ύψος λίγο μεγαλύτερο από το ύψος των ελατηρίων συμπίεσης. Περιφερειακά φέρουν ένα αυλάκι το οποίο έχει τρύπες για να περνά το λάδι. Το αυλάκι συγκρατεί μια ποσότητα λαδιού για να αλείφεται ο κύλινδρος ενώ από τις τρύπες περνά το λάδι που περισσεύει.

Οι κατασκευαστές προκειμένου να βελτιώσουν τα ελατήρια συμπίεσης και λαδιού, κατασκεύασαν ελατήρια σε διάφορους τύπους και σχήματα, όπως:

- **Ελατήρια με εκτατήρα (εξπάντερ).** Φέρουν στο εσωτερικό τους ένα πολυγωνικό έλασμα (εκτατήρα) προκειμένου να έχουν καλύτερη προσαρμογή στην επιφάνεια του κυλίνδρου. Χρησιμοποιούνται συνήθως όταν ο κύλινδρος έχει σχετικά μικρές φθορές.
- **Ελατήρια με σκαλάκι.** Χρησιμοποιούνται συνήθως σαν ελατήρια συμπίεσης.
- **Λοξά ή Σφηνοειδή ελατήρια.** Η τομή τους δεν είναι ορθογώνια αλλά ένα ισοσκελές τραπέζιο. Δημιουργούν λιγότερες τριβές στο αυλάκι του εμβόλου και έχουν καλύτερη επαφή με τον κύλινδρο. Χρησιμοποιούνται συνήθως σαν δεύτερα ελατήρια συμπίεσης.
- **Ελατήρια με τραπεζοειδή τομή.** Χρησιμοποιούνται σαν δεύτερα ελατήρια συμπίεσης και έχουν τομή τραπεζοειδή. Λόγω του σχήματος αυτού υπάρχει στο κάτω μέρος του ελατηρίου αυξημένη πίεση επαφής με τον κύλινδρο και το ελατήριο συμπεριφέρεται λίγο και σαν ελατήριο λαδιού. Η ίδια συμπεριφορά εξασφαλίζεται και με ένα σκαλάκι που μπορεί να υπάρχει στο κάτω μέρος του ελατηρίου. Μερικές φορές υπάρχει στην εσωτερική πλευρά του ελατηρίου κωνικότητα με αποτέλεσμα να αυξάνεται η πίεση που ασκεί το ελατήριο στις πλευρές του αυλακιού του εμβόλου.
- **Επιχρωμιωμένα ελατήρια.** Στην επιφάνεια επαφής τους με τον κύλινδρο έχουν ένα λεπτό στρώμα χρωμίου. Έχουν μεγαλύτερη αντοχή και χρησιμοποιούνται σαν ελατήρια συμπίεσης και λαδιού. Τα επιχρωμιωμένα ελατήρια τοποθετούνται σε επιχρωμιωμένους κυλίνδρους.

### **Αφαίρεση – τοποθέτηση ελατηρίων – Μέτρηση διακένου**

Η αφαίρεση και η τοποθέτηση των ελατηρίων πρέπει να γίνεται με προσοχή.

Πριν αφαιρεθεί το έμβολο, γίνεται μέτρηση των κυλίνδρων για τυχόν ύπαρξη νυχιών στο επάνω μέρος τους. Το νύχι αφαιρείται με ειδικό εργαλείο προκειμένου να προστατευθούν από θραύση τα ελατήρια και τα χείλη των αυλακιών του εμβόλου. Η αφαίρεση των ελατηρίων γίνεται με ειδικό εργαλείο (λαβίδα) και με σειρά, πρώτα τα ελατήρια συμπίεσης και στη συνέχεια του λαδιού. Μετά την αφαίρεση τα αυλάκια του εμβόλου καθαρίζονται με ειδικό εργαλείο απόξεσης ώστε να απομακρυνθούν οι επικαθήσεις ανθρακωμάτων.

Πριν τοποθετηθούν τα ελατήρια, ελέγχεται το περιφερειακό τους διάκενο (άνοιγμα). Ο έλεγχος γίνεται με τη τοποθέτηση του ελατηρίου μέσα στον κύλινδρο και την ώθηση του με την βοήθεια ενός εμβόλου στο κάτω μέρος της διαδρομής (ΚΝΣ), όπου οι φθορές του κυλίνδρου είναι οι μικρότερες. Έπειτα με φίλερ μετριέται το διάκενο του ελατηρίου που ορίζεται από τους κατασκευαστές και συνήθως είναι ίσο με το 1/400 της διαμέτρου του κυλίνδρου. Εκτός από το περιφερειακό μετριέται

και το αξονικό διάκενο, δηλαδή η πλευρική ανοχή των ελατηρίων στα αυλάκια τους, που πρέπει να είναι 0,02 mm έως 0.04mm.

Στη συνέχεια με το ειδικό εργαλείο τοποθετούνται στο έμβολο τα ελατήρια αντίστροφα από τη σειρά που ακολουθήθηκε κατά την αφαίρεση, δηλαδή πρώτα τα ελατήρια λαδιού και έπειτα της συμπίεσης. Τα ο κάθε ελατήριο πρέπει να τοποθετηθεί στο αυλάκι του, από εκεί που αφαιρέθηκε και με τρόπο ώστε το περιφερειακό του διάκενο(άνοιγμα), να είναι σε τέτοια θέση που να διαφέρει 120 μοίρες ή 180 από το αντίστοιχο διάκενο του προηγούμενου ελατηρίου. Αν στην επιφάνεια των ελατηρίων υπάρχει η λέξη TOP ή UP τότε η επιφάνεια αυτή πρέπει να τοποθετηθεί προς τα επάνω. Τα ελατήρια τύπου εξπαντέρ τοποθετούνται με το χέρι. Πρώτα το κάτω δακτυλίδι μετά ο εκτατήρας και στη συνέχεια το επάνω δακτυλίδι. Η τοποθέτηση τέλος του εμβόλου με τα ελατήρια στον κύλινδρο γίνεται με ειδικό εργαλείο.

### **Βλάβες των ελατηρίων**

Οι συνήθεις βλάβες των ελατηρίων είναι η θραύση και το κόλλημα τους.

Η θραύση που αναγνωρίζεται από την ανώμαλη λειτουργία του κινητήρα και την χαμηλή συμπίεση του κυλίνδρου, προκαλεί φθορές στο έμβολο και στο κύλινδρο. Τα κυριότερα αίτια της θραύσης είναι η κακή λίπανση, η υπερθέρμανση, το κτύπημα του εμβόλου στον κύλινδρο και η κακή προσαρμογή του ελατηρίου στο έμβολο.

Το κόλλημα του ελατηρίου είναι η παραμονή του σε κλειστή θέση εξ αιτίας της εξασθένησης του ή της σφήνωσης του από ανθρακώματα. Αναγνωρίζεται από το ρετάρισμα, τη χαμηλή συμπίεση και την μικρή ισχύ του κινητήρα. Τα αίτια είναι η κακή λίπανση, το υπερβολικό κάπνισμα του χώρου καύσης και η υπερθέρμανση.

### **ΠΕΙΡΟΣ ΕΜΒΟΛΟΥ**

Ο πείρος συνδέει το έμβολο με την μπιέλα. Η δύναμη που ασκείται από τα αέρια πάνω στο έμβολο, μεταφέρεται στα άκρα του πείρου και στη συνέχεια στην μπιέλα που συνδέεται στη μέση του πείρου. Επίσης αντίστροφα μεταφέρεται και η δύναμη από την μπιέλα στο έμβολο κατά τους τρεις παθητικούς χρόνους λειτουργίας.

Ο πείρος είναι ένας κυλινδρικός άξονας, εσωτερικά κοίλος, ώστε να έχει μικρό βάρος. Η εξωτερική του επιφάνεια υποβάλλεται σε σκλήρυνση και λείανση. Κατασκευάζεται από νικελιοχρωμιούχο χάλυβα.

### **Τρόποι στερέωσης του πείρου με το έμβολο και την μπιέλα**

Ο πείρος στερεώνεται με το έμβολο και την μπιέλα με τρεις τρόπους:

- Ελεύθερη σύνδεση του πείρου με έμβολο και με την μπιέλα (πλευστός πείρος). Ο πείρος στηρίζεται ελεύθερα στους ομφαλούς του εμβόλου και στο μικρό άκρο (πόδι) της μπιέλας μέσω ορειχάλκινων (μπρούτζινων) τριβέων σχήματος δακτυλιδιού(κουζινέτα, μέταλλα). Η στήριξη του πείρου στο

έμβολο γίνεται με ασφαλιστικά δακτυλίδια. Στους περισσότερους κινητήρες χρησιμοποιείται αυτός ο τρόπος σύνδεσης.

- Σταθερή σύνδεση του πείρου με την μπιέλα και ελεύθερη με το έμβολο (ημίπλευστος πείρος). Ο πείρος στερεώνεται στο πόδι της μπιέλας με βίδα ή με σφήνωση ενώ στους ομφαλούς του εμβόλου στηρίζεται ελεύθερα πάνω σε κουζινέτα .
- Σταθερή σύνδεση του πείρου στο έμβολο και ελεύθερη στην μπιέλα (σταθερός πείρος). Ο πείρος στερεώνεται σταθερά στο έμβολο και συγκεκριμένα στον ένα από τους δύο ομφαλούς ώστε να μπορεί να διασταλεί, ενώ στην μπιέλα ελεύθερα μέσω κουζινέτων.

### **Φθορές πείρου**

Ο πείρος φθείρεται στα σημεία της ελεύθερης σύνδεσης του, εξ' αιτίας των τριβών. Οι φθορές αναγνωρίζονται από τον θόρυβο που μεταδίδεται από το κτύπημα του πείρου στο έμβολο ή στην μπιέλα. Τα κύρια αίτια είναι η κακή λίπανση, η κακή προσαρμογή και η υπερφόρτωση του κινητήρα.

### **Μπιέλα (Διωστήρας)**

Η μπιέλα έχει σκοπό να μεταφέρει την κίνηση από το έμβολο στον στροφαλοφόρο άξονα κατά τον χρόνο της εκτόνωσης και αντίστροφα, δηλαδή να μεταβιβάσει 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.

### **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 στροφαλό. 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.



## Μπιέλα

### Υλικό κατασκευής μπιέλας

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

### Βλάβες μπιέλας

Οι βλάβες που παρουσιάζονται στη μπιέλα είναι η κάμψη, η στρέβλωση και η θραύση. Τα κύρια αίτια είναι οι καταπονήσεις, η φθορά των κουζινέτων, η χαλαρή σύνδεση του καβαλέτου και το κόλλημα του εμβόλου.

### ΣΤΡΟΦΑΛΟΦΟΡΟΣ ΑΞΟΝΑΣ

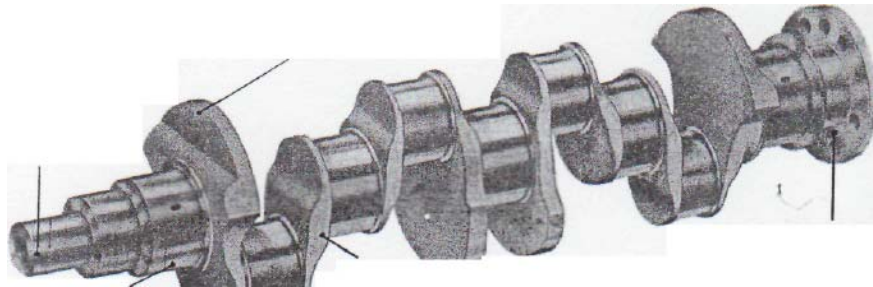
Ο στροφαλοφόρος άξονας με την βοήθεια των μπιελών μετατρέπει την παλινδρομική κίνηση των εμβόλων σε περιστροφική. Η κατασκευή του είναι ολόσωμη και ισχυρή γιατί δέχεται βαριές καταπονήσεις. Το υλικό από το οποίο κατασκευάζεται είναι νικελιοχρωμιούχος χάλυβας. Διαμορφώνεται κατ' αρχή με σφυρηλάτηση και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



## Μέρη στροφαλοφόρου άξονα

### Καταπόνηση στροφαλοφόρου άξονα

Ο στροφαλοφόρος άξονας καταπονείται σε στρέψη και σε κάμψη από δυνάμεις οι οποίες προέρχονται:

1. Από τα αέρια της καύσης. Οι δυνάμεις αυτές μεταφέρονται στον στροφαλοφόρο άξονα από τα έμβολα και τις μπιέλες.

2. Από την αδράνεια των κινούμενων μαζών. Είναι οι δυνάμεις που οφείλονται στην παλινδρομική κίνηση των εμβόλων και των μπιελών και στην περιστροφική κίνηση των ίδιων των μερών (στροφέων, βραχιόνων) του στροφαλοφόρου άξονα.

### Βλάβες στροφαλοφόρου άξονα

Εκτός από τη φθορά των στροφέων στον στροφαλοφόρο άξονα μπορεί να παρουσιαστεί κάμψη, στρέβλωση, ρωγμή.

Η κάμψη συνήθως παρουσιάζεται στη μέση του και ελέγχεται με μικρόμετρο. Η επαναφορά γίνεται με ευθυγράμμιση σε πρέσα εφ' όσον βέβαια η κάμψη δεν έχει περάσει κάποιο όριο.

Η στρέβλωση παρουσιάζεται στα στρόφαλα που βρίσκονται στον ίδιο άξονα. Ελέγχονται με μικρόμετρο και η επαναφορά γίνεται με πρέσα. Αν η στρέβλωση είναι μεγαλύτερη από ένα ανεκτό όριο ο στροφαλοφόρος άξονας αντικαθίσταται.

Η ρωγμή ή η θραύση προκαλείται κυρίως από μεγάλη και απότομη υπερφόρτωση του κινητήρα. Στην περίπτωση αυτή ο στροφαλοφόρος άξονας αντικαθίσταται.

### ΣΦΟΝΔΥΛΟΣ (ΒΟΛΑΝ)

Ο σφόνδυλος είναι ένας βαρύς μεταλλικός δίσκος, ο οποίος τοποθετείται στο πίσω μέρος του στροφαλοφόρου και κάθετα προς τον άξονα περιστροφής του. Έχει προορισμό να αποθηκεύει ενέργεια κατά τον ωφέλιμο ενεργητικό χρόνο της εκτόνωσης και να την δίνει για να ολοκληρωθούν οι υπόλοιποι τρεις παθητικοί χρόνοι της λειτουργίας του κινητήρα, δηλαδή η εισαγωγή, η συμπίεση και η εξαγωγή.

Ο σφόνδυλος κατασκευάζεται από χυτοσίδηρο ή χυτοχάλυβα και το βάρος του εξαρτάται από τον αριθμό των κυλίνδρων. Όσο περισσότερους κυλίνδρους έχει ένας κινητήρας τόσο λιγότερο βαρύς είναι. Πάνω στον σφόνδυλο στερεώνεται ο συμπλέκτης. Η ελεύθερη επιφάνεια του αποτελεί μια από τις δυο επιφάνειες μεταξύ των οποίων σφηνώνεται ο δίσκος του συμπλέκτη.

Περιφερειακά ο σφόνδυλος έχει οδοντωτή στεφάνη στην οποία εμπλέκεται το γρανάζι της μίζας που περιστρέφει αρχικά τον κινητήρα για την εκκίνηση.

Στον σφόνδυλο υπάρχουν σημάδια που χρησιμεύουν για τον εξωτερικό χρονισμό του κινητήρα. Εξωτερικός χρονισμός είναι η ρύθμιση της στιγμής που δίνεται ο σπινθήρας σε σχέση με την θέση του εμβόλου στον κύλινδρο. Ο εξωτερικός χρονισμός γίνεται με την βοήθεια της λυχνίας χρονισμού. Καθώς ο κινητήρας λειτουργεί και πλησιάζετε το διακοπόμενο φως της λυχνίας χρονισμού, τα σημάδια που υπάρχουν στον σφόνδυλο και στο σώμα του κινητήρα πρέπει να ταυτίζονται, ανάλογα με τις οδηγίες του κατασκευαστή ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή προπορεία ανάφλεξης.

### **Φθορές σφονδύλου. Επιτρεπόμενη ανοχή επιπεδότητας**

Στην τριβόμενη με τον δίσκο του συμπλέκτη επιφάνεια του σφονδύλου παρατηρούνται φθορές όπως χαραγές, αποξέσεις, ραγίσματα και παραμορφώσεις.

Οι φθορές και οι παραμορφώσεις έχουν σαν αποτέλεσμα η επιφάνεια του σφονδύλου να χάσει την επιπεδότητα της και να στραβογυρίζει. Ο έλεγχος της επιπεδότητας γίνεται με ωρολογιακό μικρόμετρο που τοποθετείται σε θέση που ορίζεται από τον κατασκευαστή. Η ένδειξη μηδενίζεται και στην συνέχεια περιστρέφεται ο σφόνδυλος με το χέρι. Από την ένδειξη του μικρομέτρου φαίνεται η επιπεδότητα. Αν η παραμόρφωση ξεπερνά την τιμή που δίνει ο κατασκευαστής, (περίπου 0,5mm έως 1,3mm), τότε ο σφόνδυλος λειαιίνεται. Άλλη φθορά που παρατηρείται στον σφόνδυλο είναι η θραύση ή η παραμόρφωση των δοντιών της περιφερειακής στεφάνης του, που προκαλείται κυρίως από την κακή χρήση της μίζας.

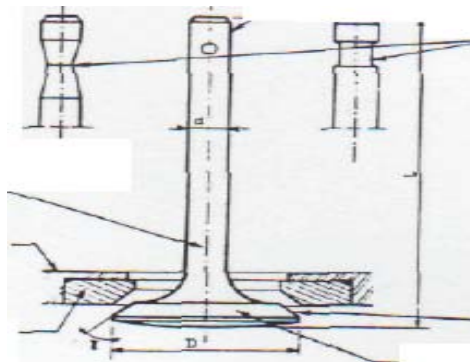
## **ΒΑΛΒΙΔΕΣ**

### **Σκοπός και περιγραφή**

Στους τετράχρονους κινητήρες η εισαγωγή του καυσίμου μίγματος στους κυλίνδρους και η εξαγωγή καυσαερίων γίνεται από κυκλικές οπές που βρίσκονται στο πάνω μέρος του θαλάμου καύσης. Οι βαλβίδες έχουν σκοπό να ανοίγουν και να κλείνουν αυτές τις οπές ανάλογα με τον κύκλο λειτουργίας του κινητήρα ώστε να εξασφαλίζεται η εισαγωγή καυσίμου μίγματος και η εξαγωγή καυσαερίων τον κατάλληλο χρόνο και στην σωστή ποσότητα. 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 κόλουρου 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 κυάθια (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 εκκεντρο του εκκεντροφόρου άξονα ενώ το κλείσιμο με την ενέργεια του ελατηρίου της. Η ώθηση όμως από το εκκεντρο 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 το ζύγωθρο.
- **Ωστική ράβδος.** Η ωστική ράβδος (καλάμι, βέργα) μεταδίδει την κίνηση από τον εκκεντροφόρο στην ουρά της βαλβίδας μέσω του ζυγώθρου. Είναι μια μικρή ράβδος από χυτοσίδηρο, που το ένα άκρο της βρίσκεται μέσα στο ωστήριο το οποίο δέχεται την πίεση του εκκέντρου και το άλλο άκρο της στερεώνεται στο ζύγωθρο.
- **Ζύγωθρο.** Το ζύγωθρο (κοκοράκι) είναι μια μικρή ράβδος κατασκευασμένη από χυτοχάλυβα και περιστρέφεται γύρω από ένα άξονα (πιανόλα). Στο ένα άκρο βρίσκεται η ρυθμιστική βίδα για τη ρύθμιση του διακένου και στην άλλη άκρη υπάρχει το πλήκτρο που την κατάλληλη στιγμή πιέζει την βαλβίδα για να ανοίξει. Το ζύγωθρο χρησιμοποιείται και σε περιπτώσεις που ο εκκεντροφόρος βρίσκεται στην κεφαλή του κινητήρα.



**Βαλβίδα**

## Υλικό κατασκευής βαλβίδων

Οι βαλβίδες κατασκευάζονται από κράματα χάλυβα υψηλής αντοχής ώστε να αντέχουν στις καταπονήσεις και στις υψηλές θερμοκρασίες.

Η βαλβίδα εισαγωγής η οποία παραμένει σχετικά ψυχρή, ( η θερμοκρασία της στους υδρόψυκτους κινητήρες φτάνει περίπου στους 260 C ), κατασκευάζεται από νικελιούχα, χρωμονικελιούχα ή χρωμιομολυβδαινιούχα κράματα χάλυβα.

Η βαλβίδα εξαγωγής φτάνει σε θερμοκρασία περίπου 700 C. Επιπλέον δέχεται τη διαβρωτική ενέργεια των καυσαερίων. Για του λόγος αυτούς η κατασκευή της γίνεται από ανθεκτικό υλικό όπως πυριτιοχρωμιούχοι, κοβαλτιοχρωμιούχοι ή ωστενιτικοί χάλυβες με μεγάλη αναλογία σε νικέλιο και χρώμιο.

Επειδή στους σύγχρονους κινητήρες με τις υψηλές συμπίεσεις αναπτύσσονται υψηλές θερμοκρασίες και επιπλέον ο τετρααιθυλιούχος μόλυβδος του καυσίμου έχει διαβρωτικές και οξειδωτικές επιδράσεις, οι κεφαλές των βαλβίδων για να αντέχουν καλύπτονται από ειδικό κράμα μετάλλων με νικέλιο 80% και χρώμιο 20%.

Υπάρχουν επίσης βαλβίδες που η κεφαλή και το στέλεχος τους είναι κοίλα. Ένα μέρος της κοιλότητας αυτής είναι γεμάτο με νάτριο ή με διάφορα άλατα τα οποία μεταφέρουν τη θερμότητα από την κεφαλή προς το στέλεχος και έτσι επιτυγχάνεται η καλύτερη ψύξη της βαλβίδας. Οι έδρες των βαλβίδων κατασκευάζονται από ειδικούς χάλυβες, κράματα αλουμινίου και ορείχαλκου. Δίδεται προσοχή ώστε το υλικό κατασκευής των εδρών να έχει τον ίδιο συντελεστή διαστολής με αυτόν της κεφαλής της βαλβίδας και του σώματος των κυλίνδρων.

## Συνηθέστερες βλάβες βαλβίδων και αίτια που τις προκαλούν

Οι κυριότερες φθορές και βλάβες των βαλβίδων και των μηχανισμών τους είναι οι εξής:

- **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 βραχιόνες (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.
- **Κάψιμο βαλβίδας.** Η βαλβίδα μπορεί να καεί από υπερθέρμανση επειδή παρέμεινε σε ανοικτή θέση, λόγω κακής ρύθμισης διακένου ή κακής εφαρμογής της στην έδρα ή από κόλλημα.
- **Θραύση βαλβίδας.** Τα αίτια θραύσης της βαλβίδας είναι η κακή εφαρμογή της στην έδρα και η υπερθέρμανση. Η κακή εφαρμογή στην έδρα οφείλεται στην μεγάλη ανοχή μεταξύ βαλβίδας και οδηγού, στην φθορά της έδρας ή στην κάμψη της βαλβίδας.
- **Θόρυβος βαλβίδων.** Ο θόρυβος που μεταδίδεται από τις βαλβίδες οφείλεται στα κτυπήματα των ωστηρίων ή των πλήκτρων των ζυγώθρων στην ουρά της βαλβίδας. Τα αίτια είναι το μεγάλο διάκενο ή η θραύση των ελατηρίων.



## **ΕΚΚΕΝΤΡΟΦΟΡΟΣ ΑΞΟΝΑΣ**

### **Προορισμός-Υλικό κατασκευής εκκεντροφόρου άξονα**

Ο προορισμός του εκκεντροφόρου άξονα είναι να προκαλεί μέσω των εκκέντρων τα οποία φέρει, το άνοιγμα των βαλβίδων εισαγωγής και εξαγωγής την κατάλληλη χρονική στιγμή. Στηρίζεται πάνω σε στροφείς ο αριθμός των οποίων εξαρτάται από τον αριθμό και την διάταξη των κυλίνδρων. Το έκκεντρο είναι δακτύλιος που σε ένα σημείο της περιφέρειας του έχει ένα εξόγκωμα το οποίο ονομάζεται λοβός. Καθώς ο εκκεντροφόρος άξονας περιστρέφεται ο λοβός κάθε έκκεντρου περνά από το ωστήριο της βαλβίδας το ωθεί και έτσι ανοίγει η βαλβίδα. Η θέση των εκκέντρων κανονίζει τη σειρά με την οποία ανοίγουν οι βαλβίδες, ανάλογα με τη σειρά ανάφλεξης.

Το υλικό κατασκευής του εκκεντροφόρου άξονα είναι σφυρήλατος χάλυβας ή χυτοσίδηρος, ειδικά κατεργασμένος ώστε να έχει υψηλή αντοχή και να παρουσιάζει την μικρότερη δυνατή φθορά των επιφανειών των λοβών οι οποίοι σκληρύνονται με επαγωγική μέθοδο.

### **Γωνιακή διάταξη εκκέντρων εκκεντροφόρου άξονα**

Ο αριθμός των εκκέντρων του εκκεντροφόρου άξονα είναι ανάλογος του αριθμού των βαλβίδων του κινητήρα. Η γωνιακή διάταξη των εκκέντρων πάνω στον άξονα εξαρτάται από:

- Τον αριθμό των κυλίνδρων
- Τη σειρά ανάφλεξης
- Την χρονική περίοδο που ανοίγουν οι βαλβίδες

Τα έκκεντρα έχουν διάφορα σχήματα από τα οποία εξαρτώνται:

- Η περίοδος που μένουν ανοικτές οι βαλβίδες
- Ο τρόπος που ανοίγουν οι βαλβίδες
- Το μέγιστο ύψος στο οποίο θα ανοίξει η βαλβίδα

### **Επιτρεπόμενη φθορά στροφών και επιτρεπόμενη ανοχή μεταξύ στροφών και τριβέων εκκεντροφόρου άξονα**

Ο εκκεντροφόρος άξονας φέρει τους στροφείς με τους οποίους εδράζεται στις βάσεις μέσω των τριβέων (κουζινέτων). Οι στροφείς αυτοί φθείρονται από την κακή λίπανση την υπερφόρτωση ή την αντικανονική ανοχή. Ο έλεγχος της φθοράς γίνεται με την μέτρηση των στροφών σταυρωτά σε διάφορα σημεία, χρησιμοποιώντας ένα μικρόμετρο. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων πρέπει να είναι στα όρια που δίνονται από τον κατασκευαστή. Αντίστοιχη μέτρηση γίνεται και για τον προσδιορισμό της φθοράς των τριβέων χρησιμοποιώντας μικρόμετρο για την μέτρηση εσωτερικών διαμέτρων.

Η διαφορά της εξωτερικής διαμέτρου των στροφών και της εσωτερικής διαμέτρου των τριβέων όπως μετρήθηκαν παραπάνω είναι η ανοχή μεταξύ στροφών και τριβέων του εκκεντροφόρου άξονα. Η επιτρεπόμενη ανοχή δίνεται από τον κατασκευαστή και είναι περίπου 0,1mm.

## **ΟΔΟΝΤΩΤΟΙ ΤΡΟΧΟΙ ΕΚΚΕΝΤΡΟΦΟΡΟΥ –ΣΤΡΟΦΑΛΟΦΟΡΟΥ ΑΞΟΝΑ**

Ο εκκεντροφόρος άξονας παίρνει κίνηση από τον στροφαλοφόρο. Ο τρόπος μετάδοσης της κίνησης εξαρτάται κυρίως από τη θέση του ενός άξονα ως προς τον άλλο. Για τη σωστή λειτουργία του κινητήρα πρέπει η σχετική θέση των δυο αξόνων να μην μεταβάλλεται. Η κίνηση μεταδίδεται με διάφορους τρόπους, όπως:

- Με οδοντωτούς τροχούς (γρανάζια) σε άμεση εμπλοκή
- Με οδοντωτούς τροχούς και με αλυσίδα (καδένα)
- Με οδοντωτούς τροχούς και με ιμάντα
- Με κωνικούς οδοντωτούς τροχούς και άξονα

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΕΩΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

Η θερμότητα που αναπτύσσεται σ' έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης κατά τη λειτουργία του, είναι πολύ μεγάλη. Ένα μέρος της μετατρέπεται, με τον μηχανισμό εμβόλου – μπιέλας – στροφαλοφόρου, σε περιστροφική κίνηση. Ένα άλλο μέρος της εξέρχεται με τα καυσαέρια από την εξάτμιση. Ένα τρίτο μέρος της απομακρύνεται με μορφή ακτινοβολίας από την εξωτερική επιφάνεια όλων των θερμών μερών του κινητήρα. Το υπόλοιπο της θερμότητας απάγεται από το σύστημα ψύξης.

Γενικότερα για έναν κινητήρα τα ποσοστά κάθε μέρους αυτής της θερμότητας που χάνονται είναι: 29-36% για τα καυσαέρια που εξέρχονται από την εξάτμιση, 24-32% για παραγωγή έργου στον κινητήρα, 7% ακτινοβολία. Το υπόλοιπο 32%-33% απάγεται από το σύστημα ψύξης.

Η απαγωγή της πλεονάζουσας θερμότητας επιτυγχάνεται με την βοήθεια του συστήματος ψύξης και την κυκλοφορία ενός υγρού, γύρω από τις θερμαινόμενες επιφάνειες (υγρό ή αέριο). Αυτό απορροφά τη θερμότητα και με το ψυγείο την αποβάλλει στην ατμόσφαιρα.

Αν το υγρό αυτό μετά τη θέρμανση του από τον κινητήρα ψύχεται και ξαναχρησιμοποιείται, τότε το σύστημα ψύξης ονομάζεται <<κλειστό>>. Αν το υγρό μετά τη θέρμανση του απομακρύνεται χωρίς να επανακυκλοφορεί, τότε το σύστημα ψύξης ονομάζεται <<ανοικτό>> (π.χ. εξωλέμβιες μηχανές θάλασσας). Στα κλειστά συστήματα ψύξης το υγρό που χρησιμοποιείται είναι το νερό και ο κινητήρας ονομάζεται **υδρόψυκτος**. Στα ανοικτά συστήματα ψύξης χρησιμοποιείται ο αέρας και ο κινητήρας ονομάζεται **αερόψυκτος**. Οι υδρόψυκτοι κινητήρες με σύστημα ψύξης κλειστού κυκλώματος αποτελείται από τα ακόλουθα βασικά μέρη:

- **Το ψυκτικό υγρό**, που απορροφά την ανεπιθύμητη θερμότητα και την απομακρύνει από τον κινητήρα.

- **Το υδροχιτώνιο** (υδροθάλαμος), που περιβάλλει τους κυλίνδρους του κινητήρα.
- **Την αντλία νερού** με την οποία το ψυκτικό υγρό αναγκάζεται να κυκλοφορεί στο σύστημα ψύξης.
- **Τον ανεμιστήρα**, που κατευθύνει τον ατμοσφαιρικό αέρα με ταχύτητα προς το ψυγείο.
- **Το θερμοστάτη**, που εμποδίζει την κυκλοφορία του ψυκτικού υγρού μέχρι να θερμανθεί ο κινητήρας και στη συνέχεια διατηρεί σταθερή τη θερμοκρασία.
- **Το ψυγείο**, στο οποίο μέσω του ατμοσφαιρικού αέρα ψύχεται το ψυκτικό υγρό.
- **Την τάπα πίεσης του ψυγείου**, που εξασφαλίζει την ανύψωση της θερμοκρασίας βρασμού του υγρού ψύξης και λειτουργεί σαν βαλβίδα ασφαλείας για την προστασία του συστήματος ψύξης από υπερπίεση και υποπίεση.
- **Το σωλήνα υπερχειλήσης και το δοχείο διαστολής**, όπου διοχετεύεται το πλεόνασμα του υγρού ψύξης.
- **Τους ελαστικούς σωλήνες (κολλάρα)**, που οδηγούν το ψυκτικό υγρό από το ψυγείο στον κινητήρα και από τον κινητήρα στο ψυγείο. Συνδέονται στο σύστημα ψύξης με σφικτήρες (κολιέ).

Εκτός από τα προαναφερόμενα μέρη το σύστημα ψύξης περιλαμβάνει και το ψυγείο του καλοριφέρ του αυτοκινήτου, από το οποίο περνά ο ατμοσφαιρικός αέρας που τον χειμώνα θερμαίνει την καμπίνα των επιβατών.

## ΨΥΚΤΙΚΑ ΥΓΡΑ

Σαν ψυκτικό υγρό χρησιμοποιείται το νερό. Το νερό σε κανονικές συνθήκες πίεσης, βράζει στους 100 C και πήζει στους 0 C. Με την πήξη του νερού σε πάγο γίνεται διαστολή του όγκου. Όταν το νερό ψύχεται, μέχρι τους 4 C συστέλλεται, σε χαμηλότερη θερμοκρασία αρχίζει να διαστέλεται. Η θερμοκρασία βρασμού του δεν είναι πάντα σταθερή, αλλά εξαρτάται από την πίεση που επικρατεί στο χώρο του βρασμού.

Έτσι αν υποθεθεί ότι έχουμε ένα ανοικτό ψυγείο, η θερμοκρασία στην οποία κάθε φορά βράζει το νερό, εξαρτάται από την ατμοσφαιρική πίεση. Η ατμοσφαιρική πίεση μεταβάλλεται ανάλογα με τις μετεωρολογικές συνθήκες, αλλά κι αντίστροφα ανάλογα με το υψόμετρο. Σ' αυτό το λόγο οφείλεται και το γεγονός ότι όταν το αυτοκίνητο κινείται σε υψόμετρο και το ψυγείο είναι ανοικτό, το νερό βράζει σε χαμηλότερες θερμοκρασίες.

Για την αποφυγή βρασμού του νερού του ψυγείου σε χαμηλές θερμοκρασίες, χρησιμοποιείται ένα ειδικό πάμα (τάπα), με βαλβίδα υπερπίεσης. Με την βοήθεια αυτής της βαλβίδας πετυχαίνετε στο σύστημα ψύξης, πίεση μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική. Έτσι η θερμοκρασία βρασμού μέσα στο ψυγείο είναι μεγαλύτερη από τους 100 C. Με την επιτυγχάνομενη υπερπίεση, η θερμοκρασία βρασμού φτάνει τους 110 C-120 C. Σε περίπτωση υπερθέρμανσης του ψυγείου, η τάπα αφαιρείται με πολλή προσοχή. Κι αυτό γιατί η απότομη πτώση της πίεσης με την αφαίρεση της τάπας, προκαλεί βρασμό μεγάλου όγκου νερού και εκτόξευση βραστού νερού και ατμών.

## Προστιθέμενες ουσίες στα υγρά ψύξης

Στη θερμοκρασία των 0 C ή και μικρότερη από αυτή, το νερό πήζει και μεταβάλλεται σε στερεό πάγο, ενώ ταυτόχρονα διαστέλλεται ο όγκος του. Με τη διαστολή αυτή αναπτύσσονται μεγάλες δυνάμεις, που μπορούν να προκαλέσουν μεγάλες ζημιές στον κινητήρα. Οι ζημιές αυτές, αποφεύγονται, μειώνοντας το σημείο πήξης του νερού και προσθέτοντας ειδικές χημικές ουσίες, που ονομάζονται **αντιπηκτικές ή αντιψυκτικές ουσίες**. Οι ουσίες αυτές σχηματίζουν με το νερό διάλυμα, του οποίου το σημείο πήξης είναι πολύ χαμηλότερο από 0 C. Με το διάλυμα που περιέχει αναλογία 2 μέρη νερού και 1 μέρος αντιπηκτικού, μειώνεται η θερμοκρασία πήξης στους -18 C. Με αναλογία 1 προς 1, δηλαδή από ολόκληρη την ποσότητα του ψυκτικού υγρού, αν η μισή ποσότητα είναι νερό και η άλλη μισή αντιπηκτικό η θερμοκρασία πήξης μειώνεται στους -38 C.

Σαν αντιπηκτικό υγρό χρησιμοποιείται μια χημική ένωση που ονομάζεται αιθυλινογλυκόλη και τα παράγωγα της. Το οινόπνευμα έχει και αυτό καλές αντιπηκτικές ιδιότητες. Βράζει όμως στους 78,4 C και γι' αυτό αποφεύγεται η χρήση του.

Το νερό, όπως γνωρίζουμε, με την ταυτόχρονη ύπαρξη οξυγόνου, διαβρώνει τα μέταλλα. Έτσι το νερό όταν χρησιμοποιείται σαν ψυκτικό υγρό, επειδή έρχεται σε επαφή με τις μεταλλικές επιφάνειες τις διαβρώνει. Για να αποφεύγονται οι διαβρώσεις αυτές μερικοί κατασκευαστές προτείνουν την προσθήκη αντιδιαβρωτικών χημικών ουσιών στο νερό ψύξης. Όμως, πρέπει να χρησιμοποιούνται με μεγάλη προσοχή, γιατί πολλές από αυτές δεν επιφέρουν καμία βελτίωση. Η αντιπηκτική διάλυση (αντιψυκτικό) που προστίθεται στο σύστημα ψύξης, έχει συνήθως και αντιδιαβρωτικές ικανότητες, γι' αυτό και προστατεύει τα μεταλλικά μέρη από εκτεταμένες οξειδώσεις (σκουριές). Η συχνή αντικατάσταση του νερού του συστήματος ψύξης δεν συνιστάται, όπως δεν συνιστάται και η συνεχής συμπλήρωση του όταν υπάρχουν διαρροές. Κι αυτό γιατί το φρέσκο νερό που προστίθεται περιέχει περισσότερο διαλυμένο οξυγόνο, με αποτέλεσμα να γίνονται περισσότερες και πιο εκτεταμένες οξειδώσεις. Γι' αυτό το νερό του συστήματος ψύξης πρέπει να αντικαθίσταται σε αραιά χρονικά διαστήματα, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Όταν διαπιστωθούν εξωτερικές διαρροές πρέπει να επισκευάζονται αμέσως κι όχι να γίνεται συνέχεια συμπλήρωσης.

## **Ροή του ψυκτικού μέσου μέσα στο σύστημα ψύξης**

Η κυκλοφορία του ψυκτικού υγρού μέσα στο κύκλωμα του συστήματος ψύξης είναι η ακόλουθη: Όταν ο θερμοστάτης είναι κλειστός, η κυκλοφορία του ψυκτικού υγρού γίνεται στο εσωτερικό των υδροχιτωνίων του κινητήρα (στον κορμό και στο καπάκι). Όταν η θερμοκρασία φτάσει σε μια ορισμένη τιμή, ανοίγει η βαλβίδα του θερμοστάτη. Όταν ο θερμοστάτης ανοίξει, τότε η κυκλοφορία του ψυκτικού υγρού γίνεται ως εξής:

Η αντλία νερού (που παίρνει κίνηση με ιμάντα από τον στροφαλοφόρο), αναρροφά το ψυχρό ψυκτικό υγρό που συγκεντρώνεται στον κάτω υδροθάλαμο του ψυγείου και το πρεσάρει στα υδροχιτώνια των κυλίνδρων.

Η θερμότητα που αναπτύσσεται μέσα στους κυλίνδρους παραλαμβάνεται και εξέρχεται από το πάνω μέρος των κυλίνδρων, φτάνοντας στον θερμοστάτη. Επειδή η βαλβίδα του θερμοστάτη είναι ανοικτή, το θερμό πλέον ψυκτικό υγρό περνά απ' αυτή. Από τον ελαστικό σωλήνα (κολάρο), φτάνει στον πάνω προθάλαμο του ψυγείου. Από εκεί, εξαιτίας της αναγκαστικής κυκλοφορίας του από την αντλία, περνά μέσα από τους αγωγούς του ψυγείου. Οι αγωγοί εξωτερικά φέρουν πτερύγια με

την μορφή κυψέλης, γύρω από τα οποία διέρχεται ο ατμοσφαιρικός αέρας. Η διέλευση αυτή του αέρα οφείλεται είτε στη μπροστινή κίνηση του αυτοκινήτου, είτε στη λειτουργία του ανεμιστήρα του ψυγείου. Η θερμότητα του ψυκτικού υγρού από τους αγωγούς του ψυγείου μεταφέρεται στα πτερύγια και από αυτά στην ατμόσφαιρα.

Έτσι, πραγματοποιείται, τελικά η μεταφορά θερμότητας από το εσωτερικό των κυλίνδρων στο περιβάλλον. Το ψυκτικό υγρό σχετικά ψυχρό φτάνει πια στον κάτω υδροθάλαμο και από εκεί συνεχίζεται η κυκλοφορία του προς την αντλία.

### **Υδροχιτώνιο-Ψυγείο**

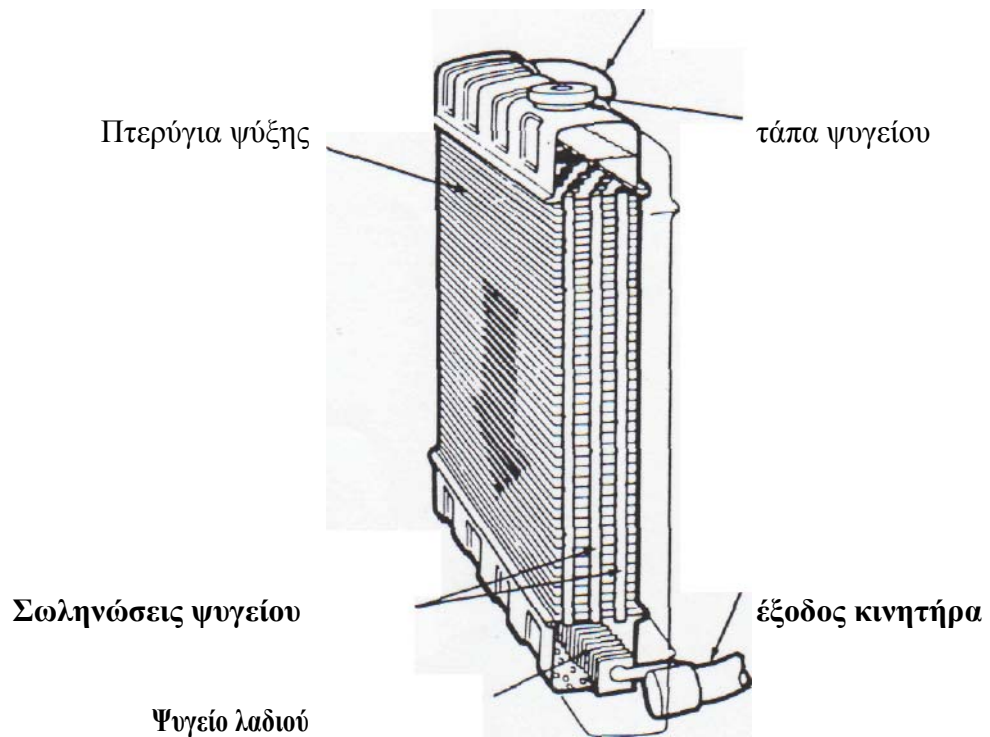
Υδροχιτώνιο ονομάζεται ο κενός χώρος μεταξύ των κυλίνδρων του κινητήρα και του κύριου σώματος του κορμού του. Μέσα στα υδροχιτώνια κυκλοφορεί ψυκτικό υγρό. Αυτό όταν έρχεται σε επαφή με το θερμό τοίχωμα που βρίσκεται προς την πλευρά των κυλίνδρων, ψύχει το τοίχωμα και παραλαμβάνει μέρος της αναπτυσσόμενης θερμότητας μέσα στον κύλινδρο. Το ψυγείο είναι το τμήμα που μεταφέρει τη θερμότητα του ζεστού νερού από τον κινητήρα προς την ατμόσφαιρα. Το ψυγείο αποτελείται από δύο οριζόντιους θαλάμους, τους υδροθαλάμους, που βρίσκονται ο ένας στο πάνω τμήμα κι ο άλλος στο κάτω τμήμα του. Μεταξύ των δυο αυτών υδροθαλάμων, βρίσκεται το κύριο ψυγείο που είναι **σωληνωτό** ή **κυψελωτό**.

**Το σωληνωτό ψυγείο** αποτελείται από πολλούς σωλήνες με λεπτά τοιχώματα και μικρή διάμετρο. Τα τοιχώματα φέρουν πτερύγια για να αυξήσουν την επιφάνεια που χρησιμεύει για το διασκορπισμό της θερμότητας στον ατμοσφαιρικό αέρα.

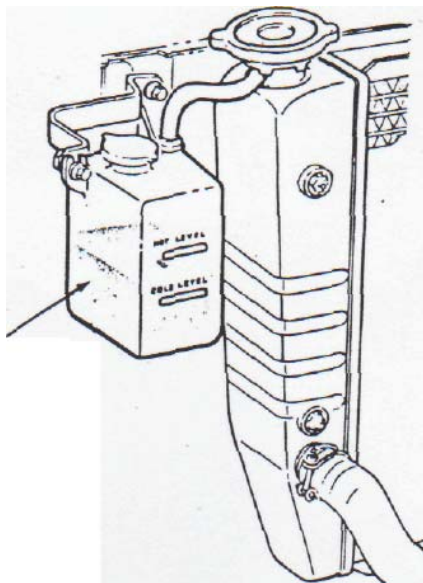
**Το κυψελωτό ψυγείο** αποτελείται από ένα πλέγμα λεπτών μεταλλικών ταινιών, που σχηματίζουν εξάγωνες οπές, όπως οι κυψέλες των μελισσών. Το ψυκτικό υγρό κυκλοφορεί γύρω από τις οπές, ενώ μέσα από αυτές περνά ο ατμοσφαιρικός αέρας.

Στον πάνω υδροθάλαμο του ψυγείου υπάρχει τάπα που έχει δυο βαλβίδες, μια υπερπίεσης και μια υποπίεσης. Στο λαιμό της τάπας υπάρχει ο σωλήνας υπερχειλίσης, ο οποίος στα σύγχρονα αυτοκίνητα καταλήγει σ' ένα ειδικό δοχείο νερού (δοχείο διαστολής). Αυτό χρησιμεύει αφενός για να δέχεται το πλεονάζον από το ψυγείο νερό, αφετέρου να αναρροφάται από το ψυγείο νερό όταν κατά την λειτουργία του συστήματος ψύξης δημιουργηθεί έλλειψη.

Ο κάτω υδροθάλαμος συνδέεται με τον ελαστικό σωλήνα που οδηγεί στην αντλία νερού καθώς και με ένα κρουνό για την εκκένωση (άδειασμα) του ψυγείου. Το κυρίως ψυγείο είναι συγκολλημένο με τους δυο υδροθαλάμους και το συγκρότημα αυτό στερεώνεται σταθερά στο πλαίσιο του αυτοκινήτου.



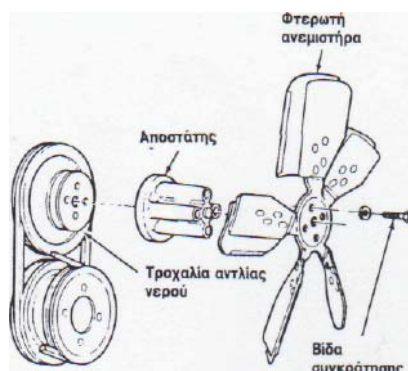
**Τομή ψυγείου νερού.**



**Σύστημα ψύξης στο οποίο χρησιμοποιείται δοχείο διαστολής.**

**Ανεμιστήρας**

Ο ανεμιστήρας χρησιμοποιείται για να επιταχύνεται η κυκλοφορία του αέρα ψύξης γύρω από τα πτερύγια των αγωγών του ψυγείου. Είναι συνήθως αξονικού τύπου με τρία ή περισσότερα πτερύγια. Παίρνει κίνηση με ιμάντα από το στροφαλοφόρο άξονα μαζί με την αντλία νερού. Στα σύγχρονα αυτοκίνητα παίρνει κίνηση από ανεξάρτητο ηλεκτροκινητήρα. Στις περιπτώσεις αυτές, ο ανεμιστήρας ελέγχεται από θερμοστάτη και τίθεται σε λειτουργία μόνο όταν η θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού υπερβεί ένα καθορισμένο όριο. Όταν το όχημα κινείται με μεγάλη ταχύτητα, το ρεύμα αέρα που δημιουργείται είναι αρκετό για την ψύξη του νερού και σταματά η λειτουργία του ανεμιστήρα. Έτσι γίνεται οικονομία ενέργειας που απορροφάται από την κίνηση του ανεμιστήρα, αλλά αποφεύγεται κι η υπερβολική ψύξη.

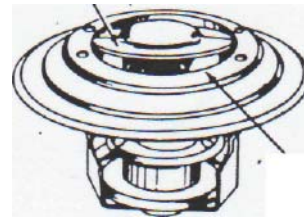
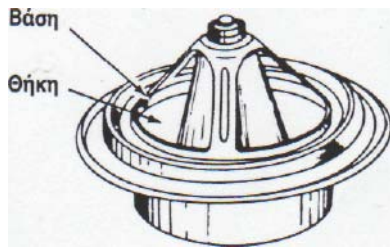


### Στερέωση ανεμιστήρα συστήματος ψύξης.

#### Θερμοστάτης

Η υπερβολική ψύξη του κινητήρα είναι επιβλαβής για την λειτουργία του και πρέπει να αποφεύγεται. Για τη σωστή λειτουργία του πρέπει κατά την ψυχρή εκκίνηση η θερμοκρασία του να ανέβει όσο το δυνατό γρηγορότερα σε μια ορισμένη τιμή και να μείνει κατά το δυνατόν σταθερή στην τιμή αυτή. Αυτό πετυχαίνεται με την χρήση του θερμοστάτη. Ο θερμοστάτης αποτελείται από ένα πτυχωτό τύμπανο που είναι γεμάτο μ' ένα πολύ πτητικό υγρό. Το ένα άκρο του τυμπάνου στερεώνεται στο στέλεχος της βαλβίδας. Ο θερμοστάτης τοποθετείται σε τέτοια θέση, ώστε η βαλβίδα του να βρίσκεται ακριβώς στην έξοδο του ψυκτικού υγρού από τα υδροχιτώνια του κινητήρα. Όταν το ψυκτικό υγρό είναι σχετικά κρύο το τύμπανο του θερμοστάτη είναι <<μαζεμένο>> και η βαλβίδα του κλειστή. Έτσι η κυκλοφορία του ψυκτικού υγρού περιορίζεται μέσα στα υδροχιτώνια του κινητήρα.

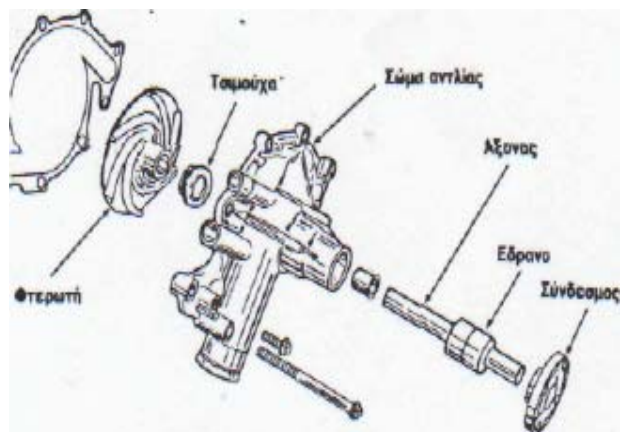
Όταν το ψυκτικό υγρό θερμανθεί πέρα από μια ορισμένη θερμοκρασία το πτητικό υγρό του τυμπάνου του θερμοστάτη αεροποιείται, διαστέλλεται και σπρώχνει το στέλεχος που ανοίγει τη βαλβίδα. Έτσι πετυχαίνεται η κυκλοφορία του ψυκτικού υγρού μέσα από το ψυγείο.



**Δύο διαφορετικοί τύποι θερμοστατών.**

### **Αντλία νερού**

Η αντλία νερού βρίσκεται στο μπροστινό τμήμα του κινητήρα. Παίρνει κίνηση από το στροφαλοφόρο με την βοήθεια μάντα. Είναι φυγοκεντρικού τύπου και προορισμός της είναι η αναρρόφηση του ψυκτικού υγρού από τον κάτω υδροθάλαμο του ψυγείου και η αποστολή του με πίεση στα υδροχιτώνια του κινητήρα.

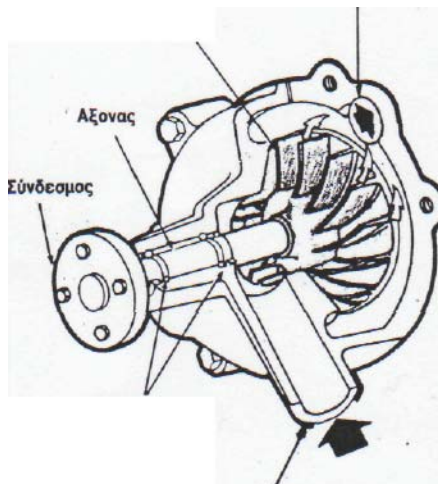


**Αντλία νερού.**



**Φτερωτή**

**έξοδος  
προς υδροχιτώνιο**



**Είσοδος ψυκτικού υγρού**

**Λειτουργία αντλίας νερού.**

### **Σύστημα ψύξης με αέρα**

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται στους αερόψυκτους κινητήρες. Εξαιτίας της πολύ μικρής ειδικής θερμότητας που έχει ο αέρας σε σχέση με το νερό, ο όγκος του είναι πολύ μεγαλύτερος από τον όγκο ίσου βάρους νερού. Έτσι για την απαγωγή μιας ορισμένης ποσότητας θερμότητας απαιτείται πολύ μεγαλύτερος όγκος αέρα. Γι' αυτό το λόγο οι πρώτοι αερόψυκτοι κινητήρες χρησιμοποιήθηκαν σε αεροπλάνα και δίκυκλα, κινητήρες που ήταν αντιμέτωποι σε ισχυρό ρεύμα αέρα κατά την κίνηση τους. Αργότερα χρησιμοποιήθηκαν και σε αυτοκίνητα όπως το VW (που χρησιμοποιεί βενζίνη για καύσιμο) και το Deutz (που χρησιμοποιεί πετρέλαιο).

### **Συγκρότηση του συστήματος ψύξης με αέρα**

Το κυριότερο εξάρτημα του συστήματος ψύξης με αέρα είναι ο ανεμιστήρας. Αυτός είναι αξονικού, ή φυγοκεντρικού τύπου, μεγάλης παροχής αέρα. Η αναρρόφηση του ανεμιστήρα είναι τοποθετημένη στο μπροστινό μέρος του κινητήρα και γενικά στο μπροστινό μέρος του οχήματος. Ο αερόψυκτος κινητήρας έχει ανεξάρτητους μεταξύ τους κυλίνδρους, οι οποίοι έχουν εξωτερικά ειδικά πτερύγια ψύξης. Γύρω από τους κυλίνδρους και τις κεφαλές τους, τοποθετείται περίβλημα από λαμαρίνα κι έτσι σχηματίζεται ένα σύστημα αγωγών αέρα, που ονομάζεται αεροχιτώνιο.

Το σύστημα αυτό εξασφαλίζει τη διοχέτευση του αέρα που προέρχεται από τον ανεμιστήρα σ' όλα τα σημεία των κυλίνδρων και των κεφαλών τους, για να πετυχαίνετε η καλή και ομοιόμορφη ψύξη του κινητήρα. Σε ορισμένες περιπτώσεις αερόψυκτων κινητήρων χρησιμοποιείται και ένα ειδικό ψυγείο λαδιού, που ψύχει το λάδι, συμβάλλοντας έτσι σημαντικά στην ψύξη του κινητήρα.

## Σύγκριση των συστημάτων ψύξης. Πλεονεκτήματα –μειονεκτήματα αυτών.

### A) Υδρόψυκτοι κινητήρες.

#### Πλεονεκτήματα:

- 1) Ανεξαρτησία του συστήματος ψύξης με νερό από την θερμοκρασία του αέρα του περιβάλλοντος.
- 2) Μεγαλύτερη ικανότητα προσαρμογής, στους υδρόψυκτους κινητήρες από τις εναλλασσόμενες φάσεις λειτουργίας τους, που επιβάλλονται από την κίνηση του οχήματος.
- 3) Μείωση του θορύβου που προέρχεται από τη λειτουργία του κινητήρα.

#### Μειονεκτήματα:

- 1) Περιορισμένα όρια εφαρμογής του συστήματος ψύξης, επειδή το νερό βράζει στους 100 C και πήζει στους 0 C.
- 2) Βαρύτερο σύστημα ψύξης. Άρα είναι μεγαλύτερο το συνολικό βάρος του.
- 3) Ακριβότερο σύστημα ψύξης στους υδρόψυκτους απ' ότι στους αερόψυκτους.
- 4) Απαιτήση μεγαλύτερης συντήρησης εξαιτίας των διαρροών στους υδρόψυκτους κινητήρες.

### B) Αερόψυκτοι κινητήρες.

#### Πλεονεκτήματα:

- 1) Απλούστερο σύστημα ψύξης.
- 2) Δυνατότητα δημιουργίας μεγαλύτερων θερμοκρασιών λειτουργίας του κινητήρα.

#### Μειονεκτήματα:

- 1) Περισσότερος θόρυβος, εξαιτίας της λειτουργίας του μεγάλου ανεμιστήρα, πράγμα που δυσχεραίνει τη χρησιμοποίηση του σε μικρά επιβατικά αυτοκίνητα.
- 2) Δυσχέρεια ψύξης κατά τις θερμές μέρες, όταν ο κινητήρας λειτουργεί στο ρελαντί και το αυτοκίνητο είναι σε στάση.

## Βλάβες του συστήματος ψύξης και αποκατάσταση τους

### Ελαττωματική λειτουργία της τάπας του ψυγείου

Η τάπα έχει δυο βαλβίδες που εξασφαλίζουν σταθερή πίεση στο κύκλωμα ψύξης: **α) τη βαλβίδα υποπίεσης και β) τη βαλβίδα υπερπίεσης.** Η βαλβίδα υποπίεσης ανοίγει όταν η πίεση στο ψυγείο γίνει μικρότερη από την ατμοσφαιρική, κατά την ψύξη του κινητήρα ή την απώλεια ψυκτικού υγρού. Στην περίπτωση αυτή, ανοίγει η βαλβίδα υποπίεσης, μπαίνει ατμοσφαιρικός αέρας και εξισώνονται οι πιέσεις.

Η βαλβίδα υπερπίεσης ανοίγει όταν δημιουργηθεί υπερπίεση στο ψυγείο, δηλ. ενεργεί σαν βαλβίδα ασφαλείας. Η κακή λειτουργία της τάπας οφείλεται κυρίως στη

φθορά της φλάντζας, στο κόλλημα των βαλβίδων και στη παραμόρφωση των χειλιών της. Τα αίτια αυτών των βλαβών οφείλονται στην υψηλή θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού, στη συγκέντρωση ακαθαρσιών και στις διαβρώσεις από θερμό ατμό. Η αποκατάσταση των βλαβών γίνεται συνήθως με αντικατάσταση της τάπας.

### **Μικρή απόδοση του ανεμιστήρα**

Η μικρή απόδοση του ανεμιστήρα οφείλεται:

- α) Στην παραμόρφωση των πτερυγίων του ανεμιστήρα.
- β) Στην αντικανονική τοποθέτηση ή χαλάρωση του ιμάντα.
- γ) Στην χαλάρωση της έδρασης του.

Στην περίπτωση ηλεκτροκίνητου ανεμιστήρα οι κυριότερες βλάβες είναι:

- α) Το βραχυκύκλωμα του ηλεκτροκινητήρα
- β) Η κακή λειτουργία της βαλβίδας του βεντιλατέρ( στο ψυγείο νερού).

Άλλες αιτίες μικρής απόδοσης του ανεμιστήρα είναι αυτές που οφείλονται σε παραμόρφωση ή έμφραξη των αεραγωγών του ψυγείου από έντομα, σκόνη, φύλλα κι άλλα μικρά ξένα σωματίδια. Για να αυξηθεί η απόδοση του ανεμιστήρα ελέγχονται τα πτερύγια του, η στερέωση του και η τάση του ιμάντα. Σε έμφραξη του ψυγείου πρέπει: α) να καθαρίζονται συχνά οι αεραγωγοί του ψυγείου με νερό και πεπιεσμένο αέρα, β) να ευθυγραμμίζονται και γ) να αποφεύγεται η τοποθέτηση προβολέων ή άλλων διακοσμητικών μπροστά στο ψυγείο.

### **Ελαττωματική λειτουργία της αντλίας του νερού**

Οι κυριότερες αιτίες ελαττωματικής λειτουργίας της αντλίας είναι:

- 1) Η φθορά των ρουλεμάν της
- 2) Η φθορά του δακτυλιδιού στήριξης του άξονα της
- 3) Η φθορά του στεγανοποιητικού δακτυλίου
- 4) Η κακή λίπανση
- 5) Η υπερβολική τριβή
- 6) Η διάβρωση εξαιτίας του θερμού νερού
- 7) Η υπερβολική τάση του ιμάντα.

Ένας πρόχειρος έλεγχος για τη διαπίστωση των φθορών της αντλίας γίνεται με κίνηση του ανεμιστήρα πάνω-κάτω και δεξιά-αριστερά. Ελέγχονται επίσης ο άξονας και η βάση της αντλίας νερού για διαρροές ψυκτικού υγρού, εξαιτίας κακής εφαρμογής ή χαλαρότητας του στεγανοποιητικού δακτυλίου και της φλάντζας.

### **Κακή ρύθμιση ή θραύση του ιμάντα**

Η ρύθμιση του ιμάντα γίνεται με μετακίνηση του δυναμό με μοχλό και την ασφάλιση του. Η χαλάρωση του ιμάντα προκαλεί την ολίσθηση του, με αποτέλεσμα την απώλεια στροφών και τη μικρή απόδοση της αντλίας. Οι ίδιες βλάβες προκαλούνται επίσης και από το γυάλισμα ή το λάδωμα των τροχαλιών.

Η μεγάλη τάση του ιμάντα προκαλεί φθορά στα έδρανα της αντλίας. Όταν ο ιμάντας σπάσει, τότε παύει η αυτόματη φόρτιση της μπαταρίας κι αυξάνει η θερμοκρασία του κινητήρα. Γι' αυτό πρέπει περιοδικά να αντικαθίσταται ο ιμάντας, σύμφωνα με τα δεδομένα του κατασκευαστή. Μεγάλη προσοχή στη ρύθμιση του ιμάντα, πρέπει να δίνεται στους αερόψυκτους κινητήρες. Σ' αυτούς η παραμικρή ολίσθηση γίνεται αιτία αύξησης της θερμοκρασίας τους.

## **Έμφραξη των υδροχιτωνίων του κινητήρα**

Η έμφραξη των υδροχιτωνίων του κινητήρα, οφείλεται στα διάφορα άλατα, ακαθαρσίες, λίπη και σκουριές που δημιουργούν όλα μαζί μια μονωτική μεμβράνη. Έτσι το ψυκτικό υγρό δεν έρχεται σε επαφή με τις μεταλλικές επιφάνειες των κυλίνδρων, για την απαγωγή της θερμότητας.

Σε μερικές περιπτώσεις, οι παραπάνω ακαθαρσίες φεύγουν από την επιφάνεια των υδροχιτωνίων και συγκεντρώνονται σε ορισμένα σημεία, με αποτέλεσμα την έμφραξη τους. Αυτό προκαλεί τοπική ή ολική υπερθέρμανση του κινητήρα. Για την αποφυγή της βλάβης αυτής χρησιμοποιείται απεσταγμένο νερό. Συμπληρώνεται τακτικά η στάθμη νερού του βοηθητικού δοχείου, ώστε να αποφεύγεται η είσοδος αέρα στο κύκλωμα. Ακόμα χρησιμοποιούνται κατάλληλα αντιδιαβρωτικά μέσα στο ψυκτικό υγρό.

## **Έμφραξη του ψυγείου**

Οι λεπτές διαμέτρου αγωγοί του ψυγείου, πολλές φορές, φράζουν από μικρά κομμάτια σκουριάς κι αλάτων που παρασύρονται από τα υδροχιτώνια με το ψυκτικό υγρό. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη δυσκολία στην κυκλοφορία του ψυκτικού υγρού από τον άνω στον κάτω υδροθάλαμο. Αυτό γίνεται αιτία της διαρροής του υγρού από το σωλήνα υπερχείλισης και τελικά την υπερθέρμανση του κινητήρα. Για τον καθαρισμό του ψυγείου χρησιμοποιείται χαμηλή πίεση νερού με χημικά καθαριστικά και πεπιεσμένο αέρα.

## **Κακή κατάσταση των ελαστικών σωλήνων του ψυκτικού υγρού**

Οι ελαστικοί σωλήνες μεταφοράς νερού παραμορφώνονται, σπάζουν ή χαλαρώνουν, από την κακή σύσφιξη των άκρων τους κι από τους κραδασμούς του κινητήρα. Ακόμα αλλοιώνονται από τις μεταβολές θερμοκρασίας και την ύπαρξη λαδιού στις επιφάνειες τους. Τα παραπάνω προκαλούν διαρροές, είσοδο αέρα στο κύκλωμα, δυσκολία στην κυκλοφορία του ψυκτικού υγρού κι απόσπαση υλικού από το εσωτερικό των σωλήνων με αποτέλεσμα την έμφραξη του ψυγείου.

## **Ελαττωματική λειτουργία του οργάνου ένδειξης θερμοκρασίας**

Το όργανο ένδειξης της θερμοκρασίας είναι τύπου πτητικού υγρού ή τύπου ηλεκτρικής αντίστασης. Τοποθετείται στον πίνακα των οργάνων κι αποτελείται από τον αισθητήρα και το όργανο ένδειξης. Ο αισθητήρας συνδέεται στο σώμα του κινητήρα και έρχεται σε επαφή με το ψυκτικό υγρό ή το λάδι. Το πτητικό υγρό του αισθητήρα εξαιρώνεται από την αύξηση της θερμοκρασίας και πιάζει μια βαλβίδα. Η βαλβίδα αυτή ενεργεί σαν μεταβλητή αντίσταση στο ηλεκτρικό κύκλωμα του οργάνου και επομένως επενεργεί στην κίνηση της βελόνας. Οι αισθητήρες τύπου ηλεκτρικής αντίστασης αποτελούνται από μεταβλητή αντίσταση της οποίας μεταβάλλεται η ωμική αντίσταση ανάλογα με την θερμοκρασία.

## **Ελαττωματικός θερμοστάτης**

Οι κυριότερες βλάβες του θερμοστάτη είναι η παραμόρφωση ή η διάτρηση του τυμπάνου και το κόλλημα της βαλβίδας. Οι συνεχείς μεταβολές του όγκου του πτητικού υγρού(εξαιτίας των μεταβολών της θερμοκρασίας ), και η επίδραση της σκουριάς, προκαλούν θραύση ή παραμόρφωση του τυμπάνου του θερμοστάτη. Έτσι, η βαλβίδα του παραμένει στην ανοικτή ή στην κλειστή θέση και παύει να ελέγχει την κυκλοφορία του ψυκτικού υγρού.

Ο έλεγχος της καλής λειτουργίας του θερμοστάτη πραγματοποιείται με την τοποθέτηση του σε δοχείο θερμού νερού με ένα θερμομέτρο. Πρέπει η βαλβίδα να ανοίγει στους βαθμούς που αναγράφονται στο θερμοστάτη και να κλείνει στους αντίστοιχους αναγραφόμενους βαθμούς. Αν η βαλβίδα καθυστερεί να ανοίξει ή το άνοιγμα είναι μικρό τότε ο θερμοστάτης αντικαθίσταται

### **Διαρροές ψυκτικού υγρού**

Οι διαρροές στους υδρόψυκτους κινητήρες είναι ένα από τα σοβαρότερα μειονεκτήματα. Αιτίες διαρροών είναι: η θραύση, η κακή σύσφιξη, η παραμόρφωση και η διάβρωση των διαφόρων μερών του συστήματος. Οι αιτίες αυτές οφείλονται στις μεγάλες θερμοκρασιακές μεταβολές, στις πιέσεις του ψυκτικού υγρού, και στους κραδασμούς του κινητήρα. Οι εξωτερικές διαρροές αναγνωρίζονται από την ύπαρξη ψυκτικού υγρού στα εξωτερικά μέρη του συστήματος ψύξης. Οι εσωτερικές αναγνωρίζονται από την ύπαρξη νερού στο Κάρτερ ή στους κυλίνδρους.

#### **Οι αιτίες εξωτερικών διαρροών είναι:**

- 1) Το ράγισμα ή η παραμόρφωση της κεφαλής των κυλίνδρων
- 2) Η καύση ή η παραμόρφωση της φλάντζας κεφαλής
- 3) Η κακή σύσφιξη, η φθορά και η παραμόρφωση των φλαντζών της αντλίας νερού και της βάσης του θερμοστάτη
- 4) Η θραύση των σωληνώσεων νερού του ψυγείου
- 5) Η κακή στεγανότητα του άξονα της αντλίας
- 6) Η διάτρηση ή κακή σύσφιξη των ελαστικών σωλήνων νερού
- 7) Η κακή σύσφιξη του κρουνού εκκένωσης του ψυγείου
- 8) Η εξαγωγή ψυκτικού υγρού από το σωλήνα υπερχειλίσης

Η αποκατάσταση των παραπάνω διαρροών απαιτεί ανάλογα με το είδος της βλάβης να γίνει ή σύσφιξη, ή συγκόλληση, ή αντικατάσταση των φθαρμένων μερών.

#### **Οι αιτίες εσωτερικών διαρροών είναι:**

- 1) Η παραμόρφωση της κυλινδροκεφαλής ή της φλάντζας της
- 2) Το ράγισμα της κυλινδροκεφαλής ή του κορμού του κινητήρα
- 3) Η φθορά ή παραμόρφωση των ελαστικών δακτυλίων στεγανοποίησης των υδροχιτωνίων.

Για τη διάγνωση εσωτερικών διαρροών πρέπει να παρατηρηθεί ύπαρξη νερού στο Κάρτερ, άφρισμα του λαδιού, χαμηλή στάθμη στο ψυγείο, ανώμαλη λειτουργία του κινητήρα και εξαγωγή λευκού καπνού στα καυσαέρια. Για την αποκατάσταση των παραπάνω φθορών αποσυναρμολογείται ο κινητήρας και επισκευάζονται τα υπεύθυνα μέρη.

### **Αντικανονική στάθμη του ψυκτικού υγρού στο ψυγείο**

Η στάθμη του ψυκτικού υγρού πρέπει να είναι 2 εκατοστά περίπου κάτω από τη βάση της τάπας. Υψηλότερη ή χαμηλότερη στάθμη θεωρείται αντικανονική. Αιτίες της χαμηλής στάθμης είναι: οι διαρροές ψυκτικού υγρού και η ύπαρξη αέρα στα υδροχιτωνία επειδή ο θερμοστάτης παραμένει στην κλειστή θέση κατά το γέμισμα

του συστήματος ψύξης. Επειδή υπάρχει αέρας στα υδροχιτώνια δεν γίνεται σωστή κυκλοφορία του ψυκτικού υγρού και γι' αυτό δημιουργείται υπερθέρμανση του κινητήρα. Για την αποφυγή αυτής της βλάβης πρέπει κατά το γέμισμα του συστήματος ψύξης με ψυκτικό υγρό να συμπληρώνεται με νερό σιγά –σιγά.

Μετά το γέμισμα τίθεται σε λειτουργία ο κινητήρας, μέχρι να ζεσταθεί, να ανοίξει ο θερμοστάτης και να ξανασυμπληρωθεί με νερό στη σωστή στάθμη. Όταν η στάθμη είναι υψηλή πρέπει να εξετάζονται τα εξής: τυχόν έμφραξη του συστήματος ψύξης, είσοδος καυσαερίων στο σύστημα, ή αναρρόφηση αέρα. Από τις αιτίες αυτές το υγρό βγαίνει από το σωλήνα υπερχειλίσης και προκαλείται έτσι υπερθέρμανση του κινητήρα.

### **Ύπαρξη αέρα και άφρισμα ψυκτικού υγρού**

Η ύπαρξη αέρα στο σύστημα ψύξης αυξάνει τη διάβρωση των υδροχιτωνίων, ελαττώνει την ψυκτική ικανότητα του συστήματος δημιουργώντας άφρισμα του ψυκτικού υγρού που εξέρχεται από το σωλήνα υπερχειλίσης. Ο αέρας μπορεί να μπει στο σύστημα ψύξης από την τάπα του ψυγείου κι από τις χαλαρές συνδέσεις των σωληνώσεων λόγω της υποπίεσης που δημιουργεί η αντλία νερού στην αναρρόφηση.

Το άφρισμα του ψυκτικού υγρού μπορεί να οφείλεται σε ύπαρξη διαφόρων χημικών ενώσεων στο νερό, στη διαρροή καυσαερίων προς το κύκλωμα ψύξης και σε αλλοίωση του αντιπηκτικού.

Για την αποκατάσταση των παραπάνω βλαβών, ελέγχεται η ποιότητα του αντιπηκτικού αδειάζοντας το σύστημα και ξαναγεμίζοντας το με απεσταγμένο νερό. Αν παρατηρηθεί πάλι άφρισμα, αυτό οφείλεται σε είσοδο αέρα ή καυσαερίων στο κύκλωμα.

Αν το άφρισμα οφείλεται στην ύπαρξη αέρα ελέγχονται οι συνδέσεις των σωλήνων νερού, ο τζόγος του άξονα και της αντλίας νερού και γενικά η αντλία για στεγανότητα.

Αν τέλος, το άφρισμα οφείλεται στην είσοδο καυσαερίων στο κύκλωμα, τότε πρέπει να ελέγχονται η παραμόρφωση ή το κάψιμο της φλάντζας της κυλινδροκεφαλής και τυχόν ρωγμές στους κυλίνδρους ή στην κεφαλή.

### **Πήξη του ψυκτικού υγρού**

Το νερό πήζει στους 0 C και κατά την πήξη του αυξάνεται ο όγκος του κατά 9%. Η διαστολή αυτή δημιουργεί ισχυρές πιέσεις στα τοιχώματα του χώρου που βρίσκεται. Η πήξη του νερού μέσα στα υδροχιτώνια και στο ψυγείο μπορεί να προκαλέσει μικρά ή μεγάλα ρήγματα στον κορμό, στην κεφαλή, στις έδρες των βαλβίδων και στο ψυγείο. Για να αποφύγουμε την πήξη του νερού προσθέτουμε αντιπηκτικό διάλυμα που κατεβάζει το σημείο πήξης του νερού πολύ κάτω από το μηδέν. Έτσι δεν υπάρχει φόβος για την δημιουργία των παραπάνω βλαβών.

### **Χαμηλή θερμοκρασία λειτουργίας του κινητήρα**

Οι κυριότερες αιτίες που δημιουργούν χαμηλή θερμοκρασία στη λειτουργία του κινητήρα είναι:

- i. Η παραμονή του θερμοστάτη σε ανοικτή θέση από βλάβη του.
- ii. Ο πολύ ψυχρός αέρας περιβάλλοντος.
- iii. Ψυγείο μεγάλης χωρητικότητας.
- iv. Αντικανονικός ανεμιστήρας

ν. Υπερβολική τάση του ιμάντα.

Η θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού πρέπει να είναι σταθερή γύρω στους 82 C, για να λειτουργεί ομαλά κι αποδοτικά ο κινητήρας. Όταν η θερμοκρασία είναι μικρότερη, τότε δημιουργείται κακή καύση του μίγματος, είσοδος βενζίνας στο Κάρτερ που διαλύει το λάδι, κάπνισμα των κυλίνδρων, υγραποίηση των εισερχομένων στο Κάρτερ υδρατμών που αλλοιώνουν το λάδι, αύξηση της κατανάλωσης βενζίνας και μείωση της απόδοσης του κινητήρα. Για αποκατάσταση των παραπάνω βλαβών ελέγχονται ο ιμάντας, ο θερμοστάτης, το ψυγείο και ο ανεμιστήρας.

### **Υπερθέρμανση του κινητήρα**

Η θερμοκρασία του κινητήρα πρέπει να είναι σταθερή μέσα σε ορισμένα όρια. Αν ανέβει πάνω από 110 C τότε παρατηρούνται: αλλοίωση ή καύση του λαδιού λίπανσης, διαστολή των μεταλλικών μερών καύσης ή φθορά των τριβόμενων μερών του κινητήρα και τέλος κόλλημα ή θραύση του κινητήρα.

Οι κυριότερες βλάβες που προκαλούν υπερθέρμανση του κινητήρα είναι:

- 1) Η κακή λειτουργία της τάπας του ψυγείου.
- 2) Η έμφραξη των αεραγωγών ή σωληνίσκων του ψυγείου
- 3) Η μικρή χωρητικότητα του ψυγείου
- 4) Η στρέβλωση ή κακή τοποθέτηση του ανεμιστήρα
- 5) Η χαλάρωση, ολίσθηση ή θραύση του ιμάντα
- 6) Η κακή λειτουργία του θερμοστάτη
- 7) Η μικρή παροχή της αντλίας
- 8) Η παραμόρφωση ή έμφραξη των αεραγωγών στους αερόψυκτους κινητήρες
- 9) Η μικρή ποσότητα ψυκτικού υγρού εξαιτίας των εσωτερικών ή εξωτερικών διαρροών
- 10) Η διαφυγή καυσαερίων προς το σύστημα ψύξης
- 11) Η αναρρόφηση αέρα ή άφρισμα του ψυκτικού υγρού
- 12) Η μόνωση ή έμφραξη των υδροχιτωνίων από άλατα ή σκουριά
- 13) Η διακοπή ρεύματος στον ηλεκτρικό ανεμιστήρα

Υπερθέρμανση του κινητήρα μπορεί βέβαια να προκληθεί και από άλλες αιτίες κατά τη λειτουργία του που δεν ανήκουν όμως σε βλάβες του συστήματος ψύξης. Π.χ. βλάβη στο σύστημα λίπανσης, τροφοδοσίας κλπ.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>**

### **ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ**

Το σύστημα λίπανσης τροφοδοτεί συνέχεια με λάδι τις τριβόμενες επιφάνειες του κινητήρα, για να εξασφαλίζεται μείωση των φθορών, στεγανότητα, καθαρισμός, μείωση του θορύβου και ψύξη των μεταλλικών επιφανειών. Το σύστημα λίπανσης αποτελείται από:

- Την αντλία λαδιού
- Τις σωληνώσεις

- Τη βαλβίδα ασφαλείας
- Τα φίλτρα λαδιού
- Το δείκτη πίεσης λαδιού
- Το ψυγείο λαδιού

### **Τα λιπαντικά στους κινητήρες εσωτερικής καύσης**

Το λάδι λίπανσης στέλνεται με πίεση και με βαρύτητα στις τριβόμενες επιφάνειες του κινητήρα. Χρησιμοποιείται στους κινητήρες εσωτερικής καύσης γιατί εξυπηρετεί τους παρακάτω σκοπούς:

- 1) Μειώνει την τριβή ανάμεσα στις τριβόμενες μεταλλικές επιφάνειες γιατί σχηματίζει ανάμεσα τους μια προστατευτική μεμβράνη(φιλμ). Η μεμβράνη αυτή δημιουργείται από:
  - Το λάδι που παραμένει στις επιφάνειες , εξαιτίας της χημικής συνάφειας μεταξύ μετάλλου- λιπαντικού
  - Την πίεση που ασκείται στο λάδι από την αντλία λαδιού. Έτσι, η τριβή μεταξύ των δυο μεταλλικών επιφανειών μεταβάλλεται σε τριβή μεταξύ των μορίων του λιπαντικού, με αποτέλεσμα να απορροφάτε λιγότερη ενέργεια για την μετακίνηση των τριβόμενων επιφανειών. Μ' αυτόν τον τρόπο παράγεται λιγότερη θερμότητα και μειώνονται οι φθορές μεταξύ των επιφανειών.
- 2) Στεγανοποιεί το έμβολο με τον κύλινδρο κι εμποδίζει τα αέρια να περάσουν στο στροφαλοθάλαμο. Η στεγανοποίηση αυτή γίνεται με τη δημιουργία προστατευτικής μεμβράνης στα διάκενα μεταξύ εμβόλων-κυλίνδρων κι ελατηρίων- κυλίνδρων.
- 3) Απορροφά τις κρούσεις μεταξύ των τριβόμενων μερών του κινητήρα κι έτσι ελαττώνεται ο θόρυβος που δημιουργείται απ' αυτές.
- 4) Ψύχει τα κουζινέτα του στροφαλοφόρου και του εκκεντροφόρου, τα έμβολα και τους κυλίνδρους γιατί απάγει κάποιο ποσό θερμότητας από τις βαλβίδες, τα έμβολα και τους κυλίνδρους.
- 5) Καθαρίζει τις επιφάνειες που λιπαίνονται, γιατί το λάδι που κυκλοφορεί φιλτράρεται συνέχεια, ενώ μεταφέρει τις διάφορες ακαθαρσίες στα φίλτρα του συστήματος λίπανσης.
- 6) Προστατεύει τα μέταλλα του κινητήρα από την οξείδωση και την διάβρωση.

### **Τα λάδια των κινητήρων και οι ιδιότητες τους**

Τα λάδια των κινητήρων είναι βασικά ορυκτέλαια και προέρχονται από τη διύλιση του αργού πετρελαίου. Οι βασικότερες ιδιότητες που έχουν είναι:

- 1) **Δείκτης ιξώδους(SAE):** Η ιδιότητα αυτή δείχνει την αντίσταση του λαδιού στη ροή. Δείχνει δηλ. πόσο λεπτόρευστο ή παχύρευστο είναι το λάδι. Για τη μέτρηση του ιξώδους υπάρχουν διάφορες μονάδες. Μια μονάδα που είναι αποδεκτή απ' όλες τις χώρες είναι το σεντιστόουκ(centistokes). Ένα λάδι έχει ιξώδες ένα σεντιστόουκ όταν η αντίσταση στη ροή του συμπεριφέρεται όπως το νερό σε θερμοκρασία 20 C. Το ιξώδες του λαδιού πρέπει να μεταβάλλεται μέσα σε ορισμένα όρια, ανάλογα με την μεταβολή της θερμοκρασίας. Αυτό είναι πολύ σημαντικό γιατί κατά την αρχική εκκίνηση του κινητήρα πρέπει το λάδι να φτάνει αμέσως στις τριβόμενες επιφάνειες. Όταν όμως ο κινητήρας ζεσταθεί, το πάχος της μεμβράνης αυτής



πρέπει να διατηρείται σταθερό, ώστε να αποφεύγεται η επαφή των μεταλλικών επιφανειών. Η μεταβολή του ιξώδους είναι αντίστροφη της θερμοκρασίας, δηλ. όσο αυξάνει η θερμοκρασία τόσο μικραίνει το ιξώδες. Για να μην προκαλείται σύγχυση, σήμερα έχει επικρατήσει μια κλίμακα ρευστότητας λαδιού που ισχύει σ' ολόκληρο τον κόσμο. Αυτή είναι γνωστή με τα αρχικά SAE (society of Automotive Engineers) και είναι η γνωστή Αμερικάνικη Ένωση Μηχανικών Αυτοκινήτων.

## **2) Αντοχή στην οξείδωση**

Το λάδι λίπανσης όταν λειτουργεί ο κινητήρας δεν πρέπει να αλλάζει χημική σύσταση και κυρίως δεν πρέπει να οξειδώνεται. Η οξείδωση του προέρχεται από την ύπαρξη διαφόρων χημικών ενώσεων μέσα σ' αυτό. Οι ουσίες αυτές προκαλούν διάβρωση ή αποφλοιώση των μεταλλικών επιφανειών.

## **3) απορρυπαντικότητα-διασκορπισμός**

Αυτές είναι ιδιότητες του λαδιού που χαρακτηρίζουν τη δυνατότητα του λαδιού να συγκρατεί τα αιωρούμενα σωματίδια μέσα στη μάζα του, όπως τα γρέζια των τριβόμενων επιφανειών και τα διάφορα κατάλοιπα της καύσης. Έτσι, αυτά τα ξένα σωματίδια φτάνουν με το λάδι στο φίλτρο, όπου και συγκρατούνται. Από αυτές τις ιδιότητες το λάδι μαυρίζει. Αν δεν μαυρίζει το λάδι μετά από ορισμένη χρήση, δημιουργεί υποψίες ότι αυτό δεν διαθέτει τις απαιτούμενες ιδιότητες καθαρισμού.

## **4) Θερμοκρασία ανάφλεξης**

Το λάδι πρέπει να αντέχει σε υψηλή θερμοκρασία. Με την υψηλή θερμοκρασία εξατμίζονται τα πτητικά συστατικά του και αναφλέγονται, το λάδι καίγεται, το πάχος της λιπαντικής μεμβράνης μειώνεται και οι μεταλλικές επιφάνειες φθείρονται. Όσο μεγαλύτερες είναι οι θερμοκρασίες ανάφλεξης, τόσο καλύτερης ποιότητας είναι το λάδι λίπανσης.

## **5) Ειδική θερμότητα**

Η ειδική θερμότητα χαρακτηρίζει την ψυκτική ικανότητα του λαδιού. Όσο μεγαλύτερη είναι η ειδική θερμότητα του, τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητα του λαδιού να διώχνει τη θερμότητα από τις τριβόμενες επιφάνειες και να τη μεταφέρει στην ελαιολεκάνη(Κάρτερ). Αυτή η ιδιότητα του λαδιού βελτιώνεται με διάφορα χημικά πρόσθετα.

## **6) Το ειδικό βάρος**

Το ειδικό βάρος, είναι το βάρος ορισμένου όγκου λαδιού σε σχέση με το βάρος ίσου όγκου νερού. Το ειδικό βάρος του λαδιού είναι περίπου 0,9.

## **Ιξώδες ενός λαδιού-ορισμός**

Ιξώδες είναι η αντίσταση που προβάλλουν τα μόρια ενός λιπαντικού στη μεταξύ τους κίνηση, ή διαφορετικά η συνεκτικότητα των μορίων του λιπαντικού. Το ιξώδες, μετριέται με ειδικό δοχείο που έχει στο κάτω άκρο οπή με ορισμένη διάμετρο και ονομάζεται ιξωδόμετρο. Η διαδικασία του ελέγχου γίνεται με τη μέτρηση του απαιτούμενου χρόνου, ώστε να διέλθει ορισμένη ποσότητα λιπαντικού, ορισμένης θερμοκρασίας από το ιξωδόμετρο.

## **Πως διακρίνονται τα λάδια**

Τα λάδια διακρίνονται κύρια σε <<ψιλά>> και <<χοντρά>>, δηλ. λεπτόρευστα και παχύρρευστα. Η ιδιότητα αυτή μετριέται με το ιξώδες. Η τυποποίηση των λαδιών προέρχεται από την οργάνωση μηχανικών αυτοκινήτων των ΗΠΑ, SAE. Η τυποποίηση αυτή, κατατάσσει τα λιπαντικά κατά σειρά ιξώδους. Η ταξινόμηση αυτή επιτρέπει την επιλογή κατάλληλου λιπαντικού σύμφωνα με το ιξώδες και την εξωτερική θερμοκρασία περιβάλλοντος. Αντίθετα, το αμερικάνικο ινστιτούτο πετρελαίου A.P.I. χαρακτηρίζει τα λιπαντικά ανάλογα με τον προορισμό τους. Δηλαδή αν αυτά προορίζονται για πετρελαιοκινητήρες και για διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας των κινητήρων. Παρακάτω αναφέρονται παραδείγματα χαρακτηρισμού λαδιών ανάλογα με τον προορισμό τους.

#### **Για βενζινοκινητήρες.**

- MS (Motor Severe) ή SC και SD για βαριά χρήση των κινητήρων, π.χ. για ψυχρό κλίμα, με συχνές στάσεις μέσα στις πόλεις και συχνές ψυχρές εκκινήσεις.
- MM (Motor Moderate) ή SB για λιγότερο βαριές συνθήκες λειτουργίας.
- ML (Motor Light) ή SA για ελαφριές συνθήκες χρήσης, π.χ. μακρινές διαδρομές με μικρό φορτίο.

#### **Για πετρελαιοκινητήρες.**

- DS (Diesel Severe) ή CD για βαριές συνθήκες λειτουργίας.
- DM (Diesel Moderate) ή CB και CC για λιγότερο βαριές συνθήκες λειτουργίας.
- DG (Diesel General) ή CA για συνήθη χρήση.

#### **Τι εννοούμε με τους συμβολισμούς των λαδιών SAE 10, SAE 30, SAE 50.**

Στην τυποποίηση της οργάνωσης μηχανικών αυτοκινήτων των ΗΠΑ, SAE, τα διάφορα λάδια χαρακτηρίζονται με αριθμούς και γράμματα. Στο λάδι **SAE 10**, ο αριθμός 10 φανερώνει την κατηγορία του λαδιού, που κατατάσσεται ανάλογα με το δείκτη ιξώδους του σε θερμοκρασία 0 F (17,8 C). Πρόκειται για λάδι λεπτόρευστο. Στα λάδια **SAE 30** και **SAE 50** οι αριθμοί 30 και 50 φανερώνουν άλλες κατηγορίες λαδιού, ανάλογα με το δείκτη ιξώδους τους σε θερμοκρασία 0 F και είναι πιο παχύρρευστα λάδια από τα **SAE 10**.

Υπάρχουν και τα λάδια πολλαπλής ρευστότητας (πολύτυπα), όπως π.χ. το λάδι **SAE 10W-50**. Σ' αυτά ο αριθμός 10 είναι η κατηγορία του δείκτη ιξώδους του (όπως το **SAE 10**), ενώ ο αριθμός 50 χαρακτηρίζει την κατηγορία του δείκτη ιξώδους του στους 210 F (99 C). Το γράμμα **W** (winter) σημαίνει ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε χαμηλές θερμοκρασίες (χειμερινές).

#### **Διάφορα είδη λαδιών-Συνθήκες που χρησιμοποιούνται.**

- **SAE 5W**: Λάδια για πολύ χαμηλές θερμοκρασίες κάτω από -20 C.
- **SAE 10W**: Λάδια για χαμηλές θερμοκρασίες από -15 C. ως -10 C. Προσφέρεται και για ψυχρή εκκίνηση μέχρι -20 C. θερμοκρασία του κινητήρα.
- **SAE 20W** ή **SAE 20**: Λάδια για θερμοκρασίες από -5 C ως 20 C. Προσφέρονται και για ψυχρή εκκίνηση μέχρι -10 C θερμοκρασία του κινητήρα
- **SAE 30**: Λάδια για θερμοκρασίες από 10 C ως 30 C. Προσφέρονται και για ψυχρή εκκίνηση του κινητήρα μέχρι 0 C θερμοκρασία του κινητήρα.
- **SAE 40**: Λάδια για θερμοκρασίες από 20 C ως 35 C

- **SAE 10W/30:** Λάδια για όλες τις εποχές και ιδιαίτερα για το βαρύ χειμώνα. Για θερμοκρασίες -15 C ως 30 C.
- **SAE 10W/50:** Λάδια για όλες τις εποχές και ιδιαίτερα για το ζεστό καλοκαίρι.
- **SAE 15W/50:** Λάδια για όλες τις εποχές, ειδικά της κεντρικής Ευρώπης. Ειδικά, για θερμοκρασίες από -15 C ως 30 C.
- **SAE 20W/40:** Λάδια για μεσογειακά κλίματα. Προσφέρεται για ψυχρή εκκίνηση μέχρι -15 C για βενζινοκινητήρες και -10 C για πετρελαιοκινητήρες.
- **SAE 20W/50:** Λάδια για μαλακούς χειμώνες και τροπικά καλοκαίρια.

Στα λάδια πολλαπλής ρευστότητας, οι εταιρίες κατασκευής τους, χρησιμοποιούν ειδικά χημικά πρόσθετα.

### **Αντλία λαδιού –Τύποι**

Η αντλία λαδιού παίρνει κίνηση από τον εκκεντροφόρο άξονα με οδοντωτούς τροχούς, ή από το στροφαλοφόρο άξονα με καδένα. Η αντλία λαδιού αναρροφά λάδι από την ελαιολεκάνη και το στέλνει με πίεση 2-4 ατμοσφαιρών στα τριβόμενα μέρη με τις σωληνώσεις.

Χρησιμοποιούνται δυο τύποι αντλιών λαδιού, α) Αντλία λαδιού με οδοντωτούς τροχούς (γρναζωτή) και β) Αντλία με στροφείς (λοβούς).

#### **α) Αντλίες με οδοντωτούς τροχούς.**

Οι αντλίες αυτές φέρουν δυο οδοντωτούς τροχούς. Ο ένας ονομάζεται κινητήριος. Αυτός, συνήθως παίρνει κίνηση από τον εκκεντροφόρο με τον άξονα του διανομέα και τη μεταδίδει στον άλλο οδοντωτό τροχό που ονομάζεται κινούμενος. Το λιπαντικό λάδι μπαίνει από τη μια πλευρά, παρασύρεται μεταξύ των δοντιών των οδοντωτών τροχών και του καλύμματος της αντλίας κι όταν φθάσει στην αντίθετη πλευρά πιέζεται και εξέρχεται με πίεση προς τις σωληνώσεις λαδιού.

#### **β) Αντλίες με στροφείς.**

Στις αντλίες αυτές υπάρχουν δυο στροφείς. Ο κεντρικός κινητήριος στροφέας που έχει 4 λοβούς (ημικύκλια) και παίρνει κίνηση από τον εκκεντροφόρο άξονα.

Σ' αυτόν είναι τοποθετημένος έκκεντρα ο κινούμενος στροφέας που έχει 5 αντίστοιχα με τους λοβούς ανοίγματα. Έτσι, όπως περιστρέφεται ο κινητήριος στροφέας, είναι σε εμπλοκή με ένα ή δύο αντίστοιχα ανοίγματα του κινούμενου στροφέα και τον παρασύρει σε περιστροφή. Ταυτόχρονα δημιουργείται κενός χώρος εξαιτίας του επιπρόσθετου ανοίγματος του κινούμενου στροφέα που γεμίζει με λάδι. Ο χώρος αυτός αυξάνεται σταδιακά, φτάνει σε μια μέγιστη χωρητικότητα και μειώνεται προοδευτικά. Έτσι, πιέζεται το λάδι και εξέρχεται με πίεση από ιδιαίτερο άνοιγμα του καλύμματος.

### **Δείκτες λαδιού (μετρητής πίεσης, προειδοποιητική λυχνία)**

Ο δείκτης λαδιού είναι ένα όργανο που μετρά την πίεση λαδιού στο κύκλωμα λίπανσης. Τοποθετείται στο ταμπλό του αυτοκινήτου, είτε σαν αναλογικό όργανο ένδειξης, είτε σαν προειδοποιητική λυχνία.

Χρησιμοποιούνται δυο τύποι δεικτών λαδιού, ο μανομετρικός τύπος που συνδέεται με μεταλλικό σωλήνα με το δίκτυο λίπανσης κι ο ηλεκτρικός τύπος που συνδέεται στο ηλεκτρικό κύκλωμα.

Όταν ο δείκτης είναι μανομετρικού τύπου, τότε η βελόνα του οργάνου κινείται ανάλογα με την πίεση λαδιού. Η πίεση φτάνει στο όργανο, με μεταλλικό σωλήνα. Όταν ο δείκτης είναι ηλεκτρικού τύπου, τότε το όργανο ή η ενδεικτική λυχνία πίεσης λαδιού συνδέονται στο ηλεκτρικό κύκλωμα.

Ειδικά στους δείκτες που έχουν μόνο μία ενδεικτική λυχνία πίεσης λαδιού, η πίεση μπαίνει από το κάτω τμήμα του αυτόματου διακόπτη πίεσης (βαλβίδα). Η πίεση λαδιού

πέζει τη μεμβράνη επαφής προς τα πάνω, υπερνικά την τάση του ελατήριου και σπρώχνει το ρυθμιστικό κοχλία προς τα πάνω. Αυτός έρχεται σ' επαφή με τον ακροδέκτη κι έτσι κλείνει το κύκλωμα που κρατά ανοικτό το διακόπτη της ενδεικτικής λυχνίας.

Όταν η πίεση πέσει κάτω από την κανονική, η τάση του ελατήριου ανοίγει την επαφή κοχλία - ακροδέκτη κι έτσι ανοίγει το ηλεκτρικό κύκλωμα. Έτσι ενεργοποιείται ο διακόπτης της λυχνίας, κλείνει το κύκλωμα της, αυτή ανάβει και προειδοποιεί ότι πρέπει να σταματήσει το όχημα γιατί η λίπανση δεν είναι επαρκής.

Σκοπός των πιο πάνω δεικτών λαδιού είναι να ειδοποιούν για την πίεση του λαδιού που επικρατεί στο κύκλωμα. Όταν η πίεση αυτή πέσει κάτω από την τιμή που προβλέπεται από τον κατασκευαστή τότε δεν γίνεται σωστή λίπανση. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τις σοβαρές και γρήγορες φθορές του κινητήρα, μέχρι και το κόλλημα του.

### **Μετρητής στάθμης λαδιού**

Η κατανάλωση λαδιού εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως π.χ. από τη σχεδίαση του κινητήρα, την κατάσταση του, τις συνθήκες λειτουργίας του και τις ιδιότητες του λαδιού λίπανσης του.

Οι κατασκευαστές καθορίζουν σαν ανώτερο όριο κατανάλωσης λαδιού 0,1 ως 0,25 λίτρα λαδιού ανά 1000 km για τους μικρούς κινητήρες. Κατανάλωση λαδιού μεγαλύτερη από αυτή θεωρείται υπερκατανάλωση και πρέπει να βρεθούν οι αιτίες που την προκαλούν.

Ο έλεγχος της στάθμης του λαδιού γίνεται με το δείκτη που υπάρχει στο πλευρό του κινητήρα ή στο σωλήνα εξαερισμού.

Για τον έλεγχο της στάθμης πρέπει το αυτοκίνητο να βρίσκεται σε οριζόντιο επίπεδο και ο κινητήρας του να έχει λειτουργήσει μέχρι 20 λεπτά. Μετά σταματάμε τον κινητήρα, περιμένουμε 10 λεπτά και βγάζουμε το δείκτη για να ελέγξουμε το ύψος της στάθμης. Η στάθμη πρέπει να είναι μεταξύ των δύο ενδεικτικών γραμμών του δείκτη.

Κύριες αιτίες υπερκατανάλωσης λαδιού είναι το μικρό ιξώδες (πολύ ψιλό λάδι) και οι διάφορες εσωτερικές και εξωτερικές διαρροές του κινητήρα.

### **Μέρη συστήματος λίπανσης**

Το λάδι από την αντλία πρεσάρεται σε κεντρικό σωλήνα που ονομάζεται κεντρικός σωλήνας διανομής. Από αυτό με κατάλληλους σωληνίσκους οδηγείται στα μέρη του κινητήρα που λιπαίνονται. Το σύστημα αυτό αποτελείται από τα εξής μέρη:

- α) Την πυξίδα λαδιού ή ελαιολεκάνη ή Κάρτερ
- β) την αντλία λαδιού,
- γ) τις σωληνώσεις διανομής,
- δ) τη βαλβίδα πίεσης,
- ε) το φίλτρο εισαγωγής,
- ζ) το κύριο φίλτρο λαδιού,
- η) τους δείκτες πίεσης λαδιού και
- θ) το ψυγείο του λαδιού (όταν υπάρχει).

### **Φίλτρο λαδιού**

Το φίλτρο λαδιού συγκρατεί τα κατάλοιπα της καύσης και τις άλλες ακαθαρσίες που συγκεντρώνονται στο λάδι, ώστε το λάδι που κυκλοφορεί να είναι καθαρό και να γίνεται σωστή λίπανση στα τριβόμενα μέρη του κινητήρα. Το φίλτρο λαδιού τοποθετείται έξω από τον κινητήρα για να καθαρίζεται και να αντικαθίσταται εύκολα. Τοποθετείται:

- α) Σε σειρά πάνω στον αγωγό που συνδέει την αντλία λαδιού με τον κεντρικό σωλήνα διανομής. Στην περίπτωση αυτή, ολόκληρη η ποσότητα του λαδιού που κυκλοφορεί περνά μέσα από το φίλτρο.
- β) Σε μια διακλάδωση του κεντρικού σωλήνα, δηλ. παράλληλα με αυτόν.

Στην περίπτωση αυτή, μόνο ένα μέρος του λαδιού που κυκλοφορεί περνά μέσα από το φίλτρο κι επιστρέφει στο Κάρτερ.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι φίλτρων. Το φίλτρο που έχει σαν στοιχείο καθαρισμού μια στήλη από λεπτούς ελασμάτινους δίσκους. Το φίλτρο που έχει σαν στοιχείο καθαρισμού ειδικό χαρτί, και το φίλτρο είναι φυγοκεντρικού τύπου. Το τελευταίο χρησιμοποιείται συνήθως σε μεγάλους κινητήρες. Το φίλτρο αυτό έχει ένα τύμπανο που με την πίεση του λαδιού περιστρέφεται με περισσότερες από 5000 στροφές το λεπτό και εκσφενδονίζει τα ξένα σωματίδια που βρίσκονται στο λάδι. Αυτά κάθονται στα τοιχώματα του κελύφους του φίλτρου, χωρίς να μπορούν να επιστρέψουν στο Κάρτερ.

Όταν αυτά τα κατάλοιπα και οι ακαθαρσίες αυξηθούν πολύ μέσα στο στοιχείο καθαρισμού, το φίλτρο φράζει. Η έμφραξη του φίλτρου αναγνωρίζεται από τη διακοπή της αποστολής λαδιού στα τριβόμενα μέρη. Εκδηλώνεται, με τη μικρή ένδειξη του οργάνου που μετρά την πίεση, ή με κραδασμούς και υπερθέρμανση του κινητήρα. Το φίλτρο λαδιού αλλάζεται κάθε 10.000 km, για να αποφεύγονται μεγάλες ζημιές από κακή λίπανση.

Το λάδι αλλάζεται κάθε 2.000-5.000 km ανάλογα, με τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα και τις οδηγίες του κατασκευαστή.

### **Εξαεριστήρες θήκης-στροφαλοφόρου άξονα (Κάρτερ - στροφαλοθάλαμος)**

Όταν λειτουργεί ο κινητήρας συγκεντρώνονται μέσα στο Κάρτερ, ατμοί λαδιού, ατμοί νερού, καυσαέρια κλπ. Όλα αυτά τα αέρια αν δεν έχουν ελεύθερη έξοδο προς την ατμόσφαιρα, δημιουργούν πιέσεις μέσα στο Κάρτερ και δυσκολεύουν τη λειτουργία του κινητήρα, καταστρέφουν το λιπαντικό λάδι και δημιουργούν θορύβους. Για την πρόληψη των παραπάνω, οι κινητήρες διαθέτουν σύστημα εξαερισμού του Κάρτερ. Όλα αυτά τα αέρια κι οι ατμοί ή αναρροφούνται και καίγονται στους κυλίνδρους ή βγαίνουν στην ατμόσφαιρα μ' ένα ρεύμα αέρα.

Το ρεύμα αέρα που δημιουργείται για την αναρρόφηση των αναθυμιάσεων του στροφαλοθαλάμου, υποβοηθείται με την υποπίεση που προκαλείται στο καρμπυρατέρ και στην πολλαπλή εισαγωγής.

Με τον τρόπο αυτό, ο αέρας του στροφαλοθαλάμου συνέχεια ανανεώνεται. Οι αναθυμιάσεις οδηγούνται με ελαστικό σωλήνα στην πολλαπλή εισαγωγής ή στην είσοδο του φίλτρου αέρα. Η ανανέωση του αέρα στο εσωτερικό του κινητήρα, ονομάζεται θετικός εξαερισμός ή αναπνοή του κινητήρα.

Πολλές φορές από σκόνη, ακαθαρσίες ή παραμόρφωση των σωληνώσεων κλείνουν τα ανοίγματα εξαερισμού, με αποτέλεσμα την αύξηση της πίεσης στο στροφαλοθάλαμο. Η υπερπίεση αυτή προκαλεί ανώμαλη λειτουργία του κινητήρα, αλλοίωση του λαδιού, εξωτερικές διαρροές και θόρυβο του κινητήρα.

Για την αποφυγή αυτής της βλάβης πρέπει τα μέρη του συστήματος αναπνοής του κινητήρα να καθαρίζονται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

### **Ψύκτης λαδιού (ψυγείο λαδιού) - Σκοπός και λειτουργία του**

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

### **Είδη συστημάτων λίπανσης**

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 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 λιπώνει 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 λιπώνει τα πόδια των διωστήρων ανέρχεται μέσα από αυτούς και φτάνει στους πείρους των εμβόλων.

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

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

Στους μεγάλους πετρελαιοκινητήρες είναι αναγκαία η εσωτερική λίπανση των κυλίνδρων. Αυτή γίνεται με ιδιαίτερη αντλία που πρεσάρει το λάδι στο μέσο ύψος και σε πολλά σημεία της περιφέρειας του κυλίνδρου με ειδικά αντεπίστροφα ακροφύσια. Στους δίχρονους βενζινοκινητήρες η λίπανση γίνεται με άλλο τρόπο. Το λάδι αναμιγνύεται μέσα στη βενζίνα σε αναλογία 1 προς 16 ως 1 προς 40. Μέσα από το στροφαλοθάλαμο γίνεται η αναρρόφηση του μίγματος καυσίμου - αέρα που όμως περιέχει και λάδι. Το λάδι αυτό λιπαίνει τα διάφορα μέρη του κινητήρα και το εσωτερικό του κυλίνδρου. Οι κινητήρες αυτοί μαζί με τη βενζίνα καίνε συνεχώς και μια μικρή ποσότητα λαδιού.

### **Περιοδικός έλεγχος κι αντικατάσταση λαδιού**

Βασικοί παράγοντες για τη σωστή λειτουργία του συστήματος λίπανσης είναι:

- α) Η συχνή αλλαγή λαδιού.
- β) Η αλλαγή του φίλτρου λαδιού ή ο καθαρισμός του, αν αυτό καθαρίζεται και
- γ) Ο συχνός έλεγχος της στάθμης του λαδιού μέσα στο Κάρτερ. Οι κατασκευαστές των αυτοκινήτων αναφέρουν στα βιβλία συντήρησης τους τον τύπο του λαδιού και τη συχνότητα αντικατάστασης του.

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

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

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

Οι κυριότεροι παράγοντες που οδηγούν στη συντόμευση αυτή είναι:

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

### **Βλάβες του συστήματος λίπανσης**

Οι κυριότερες βλάβες του συστήματος λίπανσης είναι:

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

#### **1) Μικρή παροχή της αντλίας λαδιού.**

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

#### **2) Αντικανονική πίεση λαδιού.**

Η πίεση του λαδιού πρέπει να εξασφαλίζει την ύπαρξη της λιπαντικής μεμβράνης στα τριβόμενα μέρη του κινητήρα κι όταν ακόμη η μεταξύ τους ανοχή μεγαλώσει. Η πίεση του λαδιού πρέπει να είναι ικανή να παρασύρει τα τυχόν υπάρχοντα σωματίδια και να ψύχει τις τριβόμενες επιφάνειες. Όταν για διάφορους λόγους η πίεση του λαδιού είναι χαμηλή, προκαλούνται φθορές από την ξηρή τριβή και την υπερθέρμανση των τριβόμενων μεταλλικών επιφανειών. Αντίθετα όταν η πίεση είναι υψηλή υπάρχουν διαρροές και γίνεται υπερκατανάλωση λαδιού.

Αιτίες χαμηλής πίεσης είναι:

- Η φθορά της αντλίας λαδιού.
- Η μεγάλη ανοχή στα κουζινέτατου εκκεντροφόρου ή του στροφαλοφόρου.
- Η έλλειψη λαδιού στο Κάρτερ.
- Η υπερθέρμανση του κινητήρα.
- Η κακή ρύθμιση ή η κακή εξασθένηση του ελατήριου της βαλβίδας ασφαλείας και
- Η έμφραξη του φίλτρου αναρρόφησης.

Η αναγνώριση της χαμηλής πίεσης γίνεται από το δείκτη πίεσης λαδιού ή την ενδεικτική λυχνία λαδιού και από τους κραδασμούς ή την υπερθέρμανση του κινητήρα.

Για να εντοπιστούν τα αίτια της χαμηλής πίεσης, ελέγχεται ο δείκτης πίεσης λαδιού. Αν η ένδειξη είναι μικρή στο αρχικό ξεκίνημα και στη λειτουργία του κινητήρα με κανονική θερμοκρασία τότε οι αιτίες της χαμηλής πίεσης είναι:

- Η ακαταλληλότητα του λαδιού ή η έλλειψη λαδιού.
- Η φθαρμένη αντλία και
- Βουλωμένο φίλτρο.

Αντίθετα, αν η πίεση είναι κανονική στις πρώτες στροφές και πέφτει με το ζέσταμα του κινητήρα, τότε οι αιτίες αυτές είναι:

- Η φθορά των κουζινέτων του στροφαλοφόρου ή του εκκεντροφόρου.

Αιτίες υψηλής πίεσης είναι:

- Η κακή ρύθμιση του ελατήριου της βαλβίδας ασφαλείας.
- Η μερική έμφραξη του φίλτρου λαδιού ή των σωληνώσεων και
- Η χρήση «χοντρού» λαδιού, δηλ. λάδι με μεγαλύτερο ιξώδες.

Η υψηλή πίεση λαδιού εμφανίζεται στο ενδεικτικό όργανο, πλην όμως εντοπίζεται κι από την υπερκατανάλωση λαδιού. Για την αποκατάσταση της βλάβης αυτής ελέγχεται ο δείκτης λαδιού.

Αν η βλάβη δεν οφείλεται σ' αυτόν, τότε αντικαθίσταται το φίλτρο, στη συνέχεια αφαιρείται το Κάρτερ και ελέγχεται η αντλία λαδιού.

### 3) Έμφραξη του φίλτρου λαδιού.

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

### 4) Ελαττωματική λειτουργία της βαλβίδας ασφαλείας.

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

Η κυριότερη αιτία ελαττωματικής λειτουργίας της βαλβίδας ασφαλείας είναι:

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

### 5) Υπερβολική κατανάλωση λαδιού.

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

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

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



**Οι εσωτερικές διαρροές** είναι η εισαγωγή του λαδιού λίπανσης στο χώρο καύσης και στο ψυκτικό υγρό του κινητήρα. Όταν το λάδι περάσει στο χώρο καύσης τότε αυτό καίγεται. Οι κυριότερες αιτίες που φτάνει το λάδι στο χώρο καύσης είναι:

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

Η είσοδος λαδιού στο ψυκτικό υγρό οφείλεται:

- α) σε ρωγμή του κορμού ή της κυλινδροκεφαλής του κινητήρα και
- β) σε κακή τοποθέτηση της φλάντζας της κυλινδροκεφαλής.

Η βλάβη αυτή εντοπίζεται από την ύπαρξη λαδιού στο πάνω μέρος του ψυγείου.

#### **6) Ο κακός εξαερισμός του κινητήρα:**

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

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>**

### **ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ**

#### **Καύσιμο βενζίνα**

Η βενζίνα παράγεται στα διυλιστήρια με την κλασματική απόσταξη του αργού πετρελαίου, σε θερμοκρασίες από 40 C μέχρι 150 C. Το ειδικό βάρος της είναι από 0,72-0,78.

#### **Χαρακτηριστικά της βενζίνης**

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά της βενζίνης είναι:

- **Η πτητικότητα.** Πτητικότητα ονομάζεται η τάση που έχουν τα ελαφρά υγρά καύσιμα (π.χ. η βενζίνα), να εξατμίζονται και εξαρτάται από τη θερμοκρασία εξάτμισης τους. Η ιδιότητα αυτή της βενζίνας είναι σημαντική για την καλή ανάμιξη της με τον ατμοσφαιρικό αέρα και το σχηματισμό του κατάλληλου καυσίμου μίγματος.
- **Η περιεκτικότητα σε θείο.** Η περιεκτικότητα της βενζίνας σε θείο δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0,25%, εξαιτίας της διαβρωτικής επίδρασης του στα μέταλλα.
- **Η περιεκτικότητα σε νερό.** Η υγραποίηση των υδρατμών που εισέρχονται στη δεξαμενή της βενζίνας είναι η βασική αιτία της ύπαρξης νερού στη βενζίνα. Οι υδρατμοί αυτοί με την πτώση της θερμοκρασίας (ειδικά την

νύκτα), υγροποιούνται και συγκεντρώνονται στον πυθμένα του δοχείου βενζίνης.

## **H αντικρουστικότητα (αντικροτικότητα)**

Είναι η ιδιότητα της βενζίνης να καίγεται ομαλά μέσα στον κύλινδρο χωρίς να προκαλούνται κτυπήματα. Στην Ελλάδα, κυκλοφορούν τρεις τύποι βενζίνης: η απλή, η σούπερ και η αμόλυβδη.

Η απλή και η σούπερ περιέχουν ποσότητες τετρααιθυλιούχου μολύβδου. Ο τετρααιθυλιούχος μολύβδος είναι ένα χημικό πρόσθετο που δίνει στη βενζίνη αντικρηκτικές ιδιότητες.

Η αμόλυβδη δεν περιέχει το παραπάνω συστατικό και χρησιμοποιείται μόνο στα αυτοκίνητα που έχουν καταλυτικό μετατροπέα.

## **Σκοπός χρήσης της βενζίνης**

Η χρήση της βενζίνης στους βενζινοκινητήρες έχει σκοπό να παράγει έργο για την περιστροφή του στροφαλοφόρου άξονα.

Η παραγωγή έργου δημιουργείται από την καύση της βενζίνης μέσα στον κύλινδρο. Σ' αυτόν αναπτύσσονται υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες από τα αέρια της καύσης. Τα αέρια αυτά μετατοπίζουν το έμβολο προς τα κάτω με αποτέλεσμα η μετατόπιση αυτή με την βοήθεια του διωστήρα (μπιέλα), να μεταφέρεται στον στροφαλοφόρο άξονα. Αυτός με την σειρά του μετατρέπει την παλινδρομική κίνηση του εμβόλου σε περιστροφική.

## **Υπερπλήρωση ή υπερτροφοδότηση (Super Charge ή Boosting)**

Υπερπλήρωση ονομάζεται η εισαγωγή πρόσθετης ποσότητας ατμοσφαιρικού αέρα στον κύλινδρο, σε πίεση μεγαλύτερη από εκείνη που μπορεί να αναρροφηθεί με το κενό (υποπίεση) που δημιουργεί το έμβολο. Η εισαγωγή του αέρα γίνεται με πίεση μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική περίπου 1,5 - 2,2 bar (ατμόσφαιρες) και με αντλία που λέγεται αντλία υπερπλήρωσης ή αντλία υπερτροφοδότησης.

Οι κινητήρες που φέρουν αντλία υπέρ-πλήρωσης ή αντλία υπερτροφοδότησης ονομάζονται υπερπληρούμενοι κινητήρες.

Ατμοσφαιρικοί κινητήρες λέγονται αυτοί που δεν έχουν τέτοια αντλία.

Εξαιτίας της υπερπλήρωσης, δημιουργείται μεγαλύτερη πίεση στην πολλαπλή εισαγωγής κι έχει σαν αποτέλεσμα να εισέρχεται μεγαλύτερη ποσότητα ατμοσφαιρικού αέρα προς καύση. Έτσι, ο κινητήρας μπορεί και καίει μεγαλύτερη ποσότητα καυσίμου, με αποτέλεσμα να αυξάνεται ανάλογα η ισχύς του, ενώ ο όγκος του κυλίνδρου παραμένει σταθερός. Η ποιότητα της καύσης παραμένει το ίδιο καλή, ενώ δεν παρατηρείται υπερβολική αύξηση της θερμοκρασίας του κινητήρα.

Η υπερπλήρωση που εφαρμόζεται σε βενζινοκινητήρες, αλλά και σε πετρελαιοκινητήρες δεν πρέπει να συγχέεται με τη λεγόμενη υπερφόρτωση.

Υπερφόρτωση είναι η Βεβιασμένη αύξηση της ισχύος, για μικρό χρονικό διάστημα και για ποσοστό 10% ως 20% περίπου.

## **Σχέση συμπίεσης**

**Σχέση συμπίεσης σε ένα Βενζινοκινητήρα, ονομάζεται το πηλίκο του συνολικού όγκου (να+vh), που δημιουργείται μέσα στον κύλινδρο όταν το έμβολο είναι στο κάτω νεκρό σημείο (ΚΝΣ), προς τον όγκο (να) που δημιουργείται στον κύλινδρο, όταν το έμβολο είναι στο άνω νεκρό σημείο (ΑΝΣ). Η σχέση συμπίεσης που ονομάζεται και βαθμός συμπίεσης, είναι σύμφωνα με τα παρακάτω:**

$$\beta = \frac{V_A + V_H}{V_A} = 1 + \frac{V_H}{V_A}$$

Όπου β σχέση ή βαθμός συμπίεσης, VA όγκος χώρου καύσης και VH όγκος κυλίνδρου.  
Η σχέση αυτή αποτελεί σημαντικό στοιχείο για το χαρακτηρισμό των ικανοτήτων του κινητήρα, την ποιότητα βενζίνας που μπορεί να χρησιμοποιείται στον κινητήρα και την απόδοση του.

### **Καύσιμο μίγμα - αναλογία καυσίμου-αέρα (αναμιξιμότητα)**

Για να γίνεται τέλεια καύση της βενζίνας, πρέπει αυτή να αεροποιείται και να αναμιγνύεται ομοιομερώς και σε προκαθορισμένη αναλογία με τον καυσιγόνο αέρα. ώστε να σχηματίζεται το μίγμα βενζίνας -αέρα. Το μίγμα αυτό στη συνηθισμένη του κατά βάρος σύνθεση, αποτελείται από 1 μέρος βενζίνας και 15 μέρη αέρα. Η αναλογία αυτή του μίγματος μεταβάλλεται ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα. Σε ειδικές περιπτώσεις (π.χ. κατά την εκκίνηση ή επιτάχυνση), το μίγμα γίνεται πλουσιότερο σε βενζίνη, με αποτέλεσμα ο κινητήρας να μπορεί να αποδώσει για λίγο την πρόσθετη ισχύ που απαιτείται. Σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα, το μίγμα δεν πρέπει να είναι ούτε πολύ πλούσιο ούτε πολύ φτωχό.

**Πλούσιο μίγμα καυσίμου** ονομάζεται το μίγμα που περιέχει μεγαλύτερη αναλογία βενζίνας προς αέρα, από αυτή που χρειάζεται για την πλήρη καύση.

**Φτωχό μίγμα καυσίμου** ονομάζεται το μίγμα που περιέχει μικρότερη αναλογία βενζίνας προς αέρα, από αυτή που απαιτείται για την πλήρη καύση.

Στην περίπτωση που η καύση γίνεται με πλούσιο μίγμα, παρουσιάζεται αυξημένη κατανάλωση καυσίμου εξαιτίας της ατελούς καύσης, ενώ σε περίπτωση καύσης φτωχού μίγματος παρουσιάζεται μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου, εξαιτίας της μεγαλύτερης ποσότητας θερμού αέρα.

Ο αέρας αυτός, εξάγεται με τη μορφή καυσαερίων από την εξάτμιση και απάγει (απομακρύνει) έτσι μεγαλύτερη ποσότητα θερμότητας στην ατμόσφαιρα. Στους περισσότερους από τους βενζινοκινητήρες η εξαέρωση της βενζίνας και η ανάμιξη της με τον ατμοσφαιρικό αέρα γίνεται από το καρμπυρατέρ (εξαερωτής).

Με το καρμπυρατέρ επιτυγχάνεται η ορθή και σταθερή αναλογία καυσίμου - αέρα σε όλα τα φορτία. Με το καρμπυρατέρ επιτυγχάνεται ακόμα:

α) Η αυτόματη ρύθμιση πλουσιότερου μίγματος κατά την εκκίνηση ή επιτάχυνση του κινητήρα, με αναλογία 1 μέρος βενζίνας προς 13,5 περίπου μέρη αέρα.

β) Η αυτόματη ρύθμιση φτωχότερου μίγματος για περιπτώσεις επιβράδυνσης του κινητήρα, με αναλογία 1 μέρος βενζίνας προς 16,5 περίπου μέρη αέρα.

Σε μερικούς τύπους σύγχρονων κινητήρων, εφαρμόζεται η μέθοδος καύσης της βενζίνας με έγχυση. Δηλαδή η καύση της βενζίνας γίνεται με τη βοήθεια εγχυτήρα και με αντλία μηχανικής έγχυσης.

Η απόδοση του βενζινοκινητήρα είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο μεγαλύτερος είναι κι ο βαθμός συμπίεσης (σχέση συμπίεσης). Από το βαθμό αυτόν εξαρτάται η τελική πίεση του μίγματος, όταν το έμβολο φθάνει στο ΑΝΣ.

Η πίεση αυτή στους βενζινοκινητήρες περιορίζεται σε χαμηλά όρια, επειδή υπάρχει το φαινόμενο της αυτανάφλεξης. Το φαινόμενο αυτό εμφανίζεται στους βενζινοκινητήρες, όταν η πίεση υπερβεί μια ορισμένη τιμή. Η πίεση εξαρτάται από τη διαμόρφωση του κινητήρα, αλλά ακόμα περισσότερο από την ίδια τη βενζίνη.

### **Διαδικασία καύσης - ενέργεια σπινθήρα**

Το καύσιμο μίγμα συμπιέζεται στο θάλαμο καύσης με πίεση 8-15 bar (ατμόσφαιρες). Η τελική θερμοκρασία κατά τη συμπίεση του μίγματος φτάνει 400° ως 600°C. Το μέτωπο φλόγας ξεκινά με σχετικά μικρή ταχύτητα από το μπουζί, με τη δημιουργία του σπινθήρα (**ενέργεια σπινθήρα**) και φτάνει στη μέγιστη τιμή, όταν σ' αυτό αναπτυχθεί τοπικά η μέγιστη πίεση 30-40 bar και η μέγιστη θερμοκρασία. Η μέγιστη αυτή θερμοκρασία που φτάνει μέχρι 2000° C ονομάζεται **θερμοκρασία καύσης**. Στη συνέχεια, το μέτωπο της φλόγας εξασθενεί με τη μείωση της θερμοκρασίας και της πίεσης. Αυτό οφείλεται στην έλλειψη οξυγόνου αλλά και στην επαφή με τα σχετικά ψυχρότερα τοιχώματα του κυλίνδρου.

Τα χαρακτηριστικά και η ποιότητα της διαδικασίας της καύσης, εξαρτώνται από τον τρόπο διάδοσης του μετώπου της φλόγας. Δηλαδή το διάστημα που πρέπει να διανύσει και το χρόνο μέσα στον οποίο πρέπει να το διανύσει. Στο σύστημα έναυσης των κινητήρων που χρησιμοποιείται η κλασική διάταξη (συσσωρευτής, πλατίνες, πολλαπλασιαστής, διανομέας, μπουζί), η ενέργεια του σπινθήρα είναι το άθροισμα δύο επί μέρους ενεργειών. Της χωρητικής ενέργειας ( $E_{\chi}$ ) και της επαγωγικής ενέργειας ( $E_{\epsilon}$ ) του συστήματος.

Το δευτερεύον τύλιγμα του πολλαπλασιαστή, έχει χωρητικότητα ίση με τη χωρητικότητα του πυκνωτή που είναι συνδεδεμένος παράλληλα μ' αυτό. Όταν ανοίγουν οι πλατίνες καταρρέει το μαγνητικό πεδίο του πρωτεύοντος, ενώ ταυτόχρονα φορτίζεται χωρητικά το δευτερεύον τύλιγμα, μέχρι να υπερφορτισθεί τόσο ώστε να προκαλέσει την εκτόξευση του σπινθήρα.

Η χωρητική αυτή ενέργεια του σπινθήρα δίνεται από τον τύπο:  $E_{\chi} = 1/2 \cdot O \cdot V^2$  (όπου  $O$  είναι η χωρητικότητα του δευτερεύοντος και  $V$  η τάση μεταξύ των ηλεκτροδίων του μπουζί).

Παράδειγμα: Αν η χωρητικότητα του δευτερεύοντος κυκλώματος είναι  $O = 40 \cdot 10^{-12}$  φάραντ και η τάση στα ηλεκτρόδια του μπουζί 10.000 βολτ, τότε η χωρητική ενέργεια του σπινθήρα είναι:  $E_{\chi} = 1/2 \cdot 40 \cdot 10^{-12} \cdot 10.000^2 = 0,002$  τζάουλ.

Το δευτερεύον τύλιγμα όμως, επειδή έχει πολλές σπείρες ψιλού σύρματος, αναπτύσσει μία επαγωγική ενέργεια τη στιγμή που ανοίγουν οι πλατίνες. Αυτή η επαγωγική ενέργεια, είναι και η κύρια ενέργεια του τυλίγματος που δίνεται από τον τύπο:  $E_{\epsilon} = 1/2 \cdot L \cdot I^2$  (όπου  $L$  η αυτεπαγωγή του δευτερεύοντος και  $I$  η ένταση του ρεύματος που διαρρέει το τύλιγμα).

Παράδειγμα: Αν η αυτεπαγωγή του δευτερεύοντος είναι  $L = 2000$  Ανρί και το ρεύμα που διαρρέει το δευτερεύον  $I = 5$  μι-λιαμπέρ  $= 0,005$  A, τότε η επαγωγική ενέργεια του σπινθήρα είναι  $E_{\epsilon} = 1/2 \cdot 2000 \cdot 0,005^2 = 0,025$  τζάουλ. Στους σύγχρονους βενζινοκινητήρες που διαθέτουν πολλαπλασιαστές υψηλής τάσης, η επαγωγική ενέργεια στις χαμηλές ταχύτητες μπορεί να φτάσει σε μέγιστη τιμή 0,04 τζάουλ για ένα σπινθήρα. Η επαγωγική ενέργεια του σπινθήρα μειώνεται με την αύξηση των στροφών. Ο σπινθήρας που προέρχεται από επαγωγική ενέργεια ονομάζεται επαγωγικός σπινθήρας.

Αν και η χωρητική ενέργεια του σπινθήρα είναι πολύ μικρότερη από την επαγωγική, έχει αποδειχθεί ότι σε βενζινοκινητήρα με καθαρά μπουζί, σωστό διάκενο και σωστή αναλογία αέρα - Βενζίνης, η χωρητική ενέργεια επαρκεί για την παραγωγή σωστού σπινθήρα.

Αντίθετα, η επαγωγική ενέργεια του σπινθήρα με την υψηλή τιμή της δεν είναι τόσο αποτελεσματική. Κι αυτό γιατί μόνο ένα μικρό μέρος από την αρχή του σπινθήρα χρησιμοποιείται για έναυση, ενώ το υπόλοιπο διασκορπίζεται χωρίς κανένα αποτέλεσμα. Η επί πλέον αυτή επαγωγική ενέργεια, είναι χρήσιμη σε περίπτωση ακάθαρτων μπουζί, γιατί τότε μειώνεται η αντίσταση της μόνωσης τους, με αποτέλεσμα η μικρή ενέργεια του σπινθήρα να μη μπορεί να παράγει σπινθήρες και να παρουσιάζονται διακοπές στον κινητήρα.

Η θερμική ενέργεια που χρειάζεται για να ανάψει το συμπιεσμένο μίγμα μέσα στον κύλινδρο, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Οι κυριότεροι από αυτούς είναι: ο λόγος αέρα - καυσίμου, ο βαθμός συμπίεσης, η θερμοκρασία και η σχεδίαση του θαλάμου καύσης. Από πειράματα που έχουν γίνει, έχει μετρηθεί ότι η ελάχιστη ενέργεια που πρέπει να δώσει ο σπινθήρας για να γίνει έναυση του μίγματος είναι 0,005 τζάουλ, ενώ το άθροισμα χωρητικής και επαγωγικής ενέργειας που δίνει ένας σωστός σπινθήρας είναι 0,04 τζάουλ. Δηλαδή, έχουμε ενέργεια σπινθήρα δεκαπλάσια από αυτή που χρειάζεται. Παρ' όλα αυτά όμως πολλές φορές διαπιστώνονται βλάβες από «αδύνατο» σπινθήρα. Στις περιπτώσεις αυτές δεν είναι αδύνατη η ενέργεια του σπινθήρα, αλλά η τάση στα άκρα του ηλεκτροδίου του μπουζί, που είναι ίσως ο σημαντικότερος παράγοντας για τη σωστή καύση του μίγματος.

**Παράμετροι που επιδρούν στην ποιότητα της καύσης είναι:**

- α) Το καύσιμο,**
- β) οι λειτουργικές συνθήκες {στροφές, θερμοκρασία, φορτίο, περίσσειμα ή έλλειψη αέρα} και**
- γ) ο σχεδιασμός του κινητήρα (βαθμός συμπίεσης, μέγεθος κυλίνδρου, σχήμα και υλικό του θαλάμου καύσης).**

Η καύση είναι αποδοτική όταν η απόσταση διάδοσης του μετώπου της φλόγας είναι μικρή. Η έναυση του μίγματος γίνεται στο πιο ζεστό σημείο του θαλάμου καύσης. Το μέτωπο δε της φλόγας προχωρά προς τα ψυχρότερα τοιχώματα του κυλίνδρου, χωρίς να σχηματίζεται ενδιάμεσα άλλο μέτωπο φλόγας.

**Ταχύτητα καύσης · Πραγματοποίηση κανονικής καύσης μέσα στον κύλινδρο**

Τη στιγμή της σπινθηροδότησης αναφλέγονται αρχικά τα πρώτα μόρια του μίγματος, που περιβάλλουν τον σπινθηριστή (μπουζί). Με την καύση τους, παράγεται θερμότητα με υψηλή θερμοκρασία που προκαλεί την ανάφλεξη των μορίων των επόμενων στρωμάτων του μίγματος διαδοχικά. Έτσι, η καύση προχωρεί προς όλες τις κατευθύνσεις με πολύ γρήγορο ρυθμό από το μπουζί μέχρι τα τοιχώματα του θαλάμου καύσης.

**Ταχύτητα καύσης** ονομάζεται η διαδοχική καύση των μορίων του καυσίμου μίγματος (από τον αρχικό σπινθήρα του μπουζί) προς όλες τις κατευθύνσεις στη μονάδα του χρόνου ( $V=S/T$ , όπου  $V$  ταχύτητα,  $S$ : απόσταση και  $T$ : μονάδα του χρόνου). (Αυτή μετριέται σε m/sec δηλαδή σε μέτρα ανά δευτερόλεπτο).

## Ταχύτητα φλόγας

**Ταχύτητα φλόγας** ονομάζεται η ταχύτητα με την οποία προχωρεί το μέτωπο της φλόγας. Αυτή, αυξάνεται με την ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα και μπορεί να φθάσει από 10 μέχρι 20 μέτρα το δευτερόλεπτο (10-20 ιτι/360). Έτσι, η κανονική καύση γίνεται πολύ γρήγορα και θεωρείται σαν έκρηξη. Όμως δεν παίρνει ποτέ τη μορφή της πραγματικής έκρηξης.

## Κρουστική καύση ή αυτανάφλεξη (KNOCKING) - Το φαινόμενο του κτύπηματος

Όταν η βενζίνη δεν είναι κατάλληλη για τον κινητήρα, τότε παρουσιάζεται το φαινόμενο της κρουστικής καύσης ή αυτανάφλεξης. Ενώ η καύση αρχίζει από το μπουζί και εξαπλώνεται κανονικά, ξαφνικά η εξάπλωση αυτή αυξάνεται απότομα, μέχρι που παίρνει τη μορφή έκρηξης, δηλαδή τη μορφή της ακαριαίας καύσης όλου του καυσίμου, που μέχρι εκείνη τη στιγμή είχε παραμείνει άκαυστο. Η έκρηξη αυτή συνοδεύεται από κτύπους που ακούγονται καθαρά έξω από τον κινητήρα και μοιάζουν με μεταλλικούς κτύπους. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται «**πειράκια**».

Το φαινόμενο της αυτανάφλεξης μπορεί να εξηγηθεί ως εξής: Με την πρώτη ανάφλεξη που προκαλεί ο σπινθήρας, αναπτύσσεται μια πρώτη πίεση. Αυτή συμπιέζει το υπόλοιπο μίγμα προς τα τοιχώματα του κυλίνδρου. Το μίγμα αυτανάφλεγεται, όταν η ποιότητα της βενζίνης δεν αντέχει στην ψηλότερη συμπίεση και την αντίστοιχη θερμοκρασία. Έτσι, δημιουργείται ένα δεύτερο κύμα καύσης (μέτωπο φλόγας) που προχωρεί αντίθετα από τα τοιχώματα του κυλίνδρου προς το κέντρο. Τα δύο αυτά μέτωπα της φλόγας συγκρούονται και προκαλούν την ακαριαία έκρηξη του υπόλοιπου καυσίμου που γίνεται αντιληπτή με τους κτύπους.

**Συνέπεια του φαινομένου της αυτανάφλεξης είναι:**

- Η υπερθέρμανση του κινητήρα,
- η πτώση της απόδοσης του,
- η κόπωση των λειτουργούντων εξαρτημάτων του και
- η μερική ή ολική καταστροφή τους (π.χ. τρύπημα εμβόλου).

## Παράγοντες που επηρεάζουν το κτύπημα

Το φαινόμενο της αυτανάφλεξης εξαρτάται από πολλούς παράγοντες:

- Την αύξηση του αριθμού των στροφών και του αριθμού των μπουζί ανά κύλινδρο.
- Την καλή ψύξη μέσα στο θάλαμο καύσης, που ελαττώνει τον κίνδυνο εμφάνισης αυτανάφλεξης.

Αντίθετα αύξηση του φορτίου του κινητήρα προκαλεί:

- Αύξηση της προανάφλεξης (αβάνς).
- Ελάττωση των στροφών και
- Αύξηση της συμπίεσης.

Κύρια αιτία όμως είναι η ποιότητα της βενζίνης και η ιδιότητα της αντιεκρηκτικότητας της.

**Εκρηκτικότητα της Βενζίνης**, είναι η τάση της να αυτανάφλεγεται πρόωρα και να εκδηλώνεται με το φαινόμενο της αυτανάφλεξης ή της κρουστικής καύσης. Αντίθετα

**αντικρηκτικότητα** είναι η αντοχή της βενζίνας, δηλ. η αντίσταση που παρουσιάζει στη συμπίεση και την αυτανάφλεξη, προσδιορίζεται δε με το βαθμό του οκτανίου.

## **Βαθμός οκτανίου**

Είναι γνωστό ότι κάθε βενζινοκινητήρας είναι κατασκευασμένος για να εργάζεται με βενζίνα ορισμένων προδιαγραφών, ώστε να μην εμφανίζεται το φαινόμενο της αυτανάφλεξης. Γι' αυτό, υπάρχει βενζίνα απλή και σούπερ που διαφέρουν μόνο ως προς το βαθμό οκτανίου. Η βαθμολόγηση των διαφόρων τύπων βενζίνας και ο προσδιορισμός του βαθμού οκτανίου τους, γίνεται σε σύγκριση με πρότυπα μίγματα καυσίμων (υδρογονανθράκων), που έχουν ακραία συμπεριφορά στην αυτανάφλεξη. Έτσι, χρησιμοποιούνται το κανονικό επτάνιο που έχει πολύ μικρή αντίσταση στην αυτανάφλεξη και το ισοοκτάνιο που έχει πολύ μεγάλη αντίσταση στην αυτανάφλεξη.

Η σύγκριση των διαφόρων τύπων βενζίνας, με τους δύο παραπάνω τύπους υδρογονανθράκων, γίνεται με ειδικό δοκιμαστικό κινητήρα που ονομάζεται κινητήρας C.F.R

Στον κινητήρα αυτό μπορεί κατά τη λειτουργία του να μεταβάλλεται η συμπίεση, μέχρι να εμφανισθεί η αυτανάφλεξη.

Ένας τύπος βενζίνας έχει βαθμό οκτανίου 85%, όταν κατά τη δοκιμασία της σε κινητήρα C.F.R., παρουσιάζει την ίδια εκρηκτικότητα με μίγμα κανονικού επτανίου και ισοοκτανίου, που περιέχει 85% κατ' όγκο ισοοκτάνιο.

## **Αύξηση αριθμού οκτανίων**

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι όσο μεγαλύτερο βαθμό οκτανίου έχει μία βενζίνα τόσο καλύτερης ποιότητας είναι. Για να αυξηθεί ο βαθμός οκτανίου μιας βενζίνας χρησιμοποιούνται ορισμένα πρόσθετα {π.χ. τετρααιθυλιούχος μόλυβδος}. Αυτά αναμιγνύονται μέσα στη βενζίνα σε πολύ μικρές αναλογίες. Σ' όλη την Ελλάδα, το ανώτερο επιτρεπόμενο όριο είναι 0,40 γραμμ. μόλυβδου ανά λίτρο βενζίνας και 0,15 γραμμ. μόλυβδου ανά λίτρο βενζίνας για την περιοχή του Λεκανοπέδιου Αθηνών. Η απλή βενζίνα έχει ελάχιστο αριθμό οκτανίου 90, και η σούπερ έχει αριθμό οκτανίου 96-98. Κατά την καύση της βενζίνας μέσα στον κύλινδρο μπορεί να συμβεί και το φαινόμενο της προανάφλεξης.

## **Το φαινόμενο της προανάφλεξης**

Το φαινόμενο αυτό είναι τελείως διαφορετικό από το φαινόμενο της αυτανάφλεξης. Η προανάφλεξη είναι μια τοπική ανάφλεξη καυσίμου, συμβαίνει σε ακατάλληλη στιγμή (πριν τη σπινθηροδότηση), εξαιτίας της τοπικής υπερθέρμανσης στην κεφαλή του εμβόλου ή στο θάλαμο καύσης. Η υπερθέρμανση αυτή δημιουργείται από πυρακτωμένα υπολείμματα της καύσης (καρβουνίδια), που παραμένουν μέσα στο θάλαμο καύσης. Η προανάφλεξη οφείλεται συχνά και σε λανθασμένο χρονισμό του συστήματος ανάφλεξης. Εμφανίζεται δε σαν μια μορφή αυτανάφλεξης

## **Σύστημα τροφοδοσίας βενζινοκινητήρων**

Ένα κλασικό σύστημα τροφοδοσίας βενζινοκινητήρα αποτελείται από τα εξής επί μέρους εξαρτήματα:

- 1) Τη δεξαμενή βενζίνας (ρεζερβουάρ).
- 2) Τα φίλτρα βενζίνας,
- 3) Την αντλία βενζίνας,
- 4) Το φίλτρο αέρα,
- 5) Τον εξαερωτή (καρμπυρατέρ),
- 6) Την πολλαπλή εισαγωγής και
- 7) Τις σωληνώσεις βενζίνας.

Προορισμός του συστήματος τροφοδοσίας, είναι να στέλνει βενζίνη στο καρμπυρατέρ, να αναμιγνύει τη βενζίνη με τον αέρα σε κατάλληλες ποσότητες και να στέλνει το μίγμα αυτό στους κυλίνδρους για την καύση του. Για να πραγματοποιηθεί η όλη διαδικασία, πρέπει να υπάρχουν οι εξής βασικές προϋποθέσεις:

- α. Τήρηση σταθερής στάθμης βενζίνης στο δοχείο του πλωτήρα του καρμπυρατέρ για όλες τις στροφές του κινητήρα
- β. Αναρρόφηση της αναγκαίας ποσότητας του αέρα.
- γ. Αναρρόφηση ή ψεκασμός της κατάλληλης ποσότητας βενζίνης στις διάφορες στροφές του κινητήρα.
- δ. Προθέρμανση και στροβιλισμός του μίγματος βενζίνης - αέρα προτού φτάσει στον κύλινδρο.

### **Δεξαμενή βενζίνης (ρεζερβουάρ)**

Η δεξαμενή βενζίνης είναι ένα δοχείο ειδικού σχήματος, με χωρητικότητα επαρκή για μια μέγιστη προβλεπόμενη διαδρομή του οχήματος, χωρίς ανεφοδιασμό. Τοποθετείται στο πίσω, εμπρός ή μέσο τμήμα του αυτοκινήτου σε ειδικά διαμορφωμένη θέση και κατασκευάζεται από γαλβανίζε λαμαρίνα ή ειδικό πλαστικό. Στο εσωτερικό μέρος της, υπάρχουν χωρίσματα για την αύξηση της αντοχής της και την αποφυγή κυματισμών της περιεχόμενης βενζίνης. Υπάρχει ακόμα ένας πλωτήρας (φλοτέρ), που συνδέεται με το όργανο του δείκτη βενζίνης και ένα πλέγμα στην είσοδο του σωλήνα αναρρόφησης για τον καθαρισμό της. Στο εξωτερικό μέρος έχει το σωλήνα πλήρωσης με την τάπα, το μηχανισμό του δείκτη βενζίνης και το σωληνάκι γραμμής τροφοδοσίας του καρμπυρατέρ. Η τάπα χρησιμεύει για τη στεγανοποίηση του σωλήνα πλήρωσης και την αποφυγή διαρροών. Η τάπα μοιάζει λειτουργικά με την τάπα του ψυγείου και έχει δύο βαλβίδες: α) τη βαλβίδα πίεσης και β) της υπο-πίεσης. Η βαλβίδα πίεσης ανοίγει όταν η πίεση του αέρα στη δεξαμενή βενζίνης υπερβεί τη 1 ατμόσφαιρα, εξαιτίας της εξάτμισης της βενζίνης. Αν από έμφραξη ή παραμόρφωση η βαλβίδα πίεσης δεν ανοίξει, τότε η πίεση εφαρμόζεται στη βενζίνη, με αποτέλεσμα την υπερπλήρωση του δοχείου πλωτήρα του καρμπυρατέρ. Αντίθετα, η βαλβίδα υποπίεσης ανοίγει όταν η πίεση στη δεξαμενή γίνει μικρότερη από 1 ατμόσφαιρα, εξαιτίας πτώσης της στάθμης βενζίνης. Κακή λειτουργία της βαλβίδας υποπίεσης μπορεί να προκαλέσει παραμόρφωση της δεξαμενής.

### **Λειτουργία δείκτη βενζίνης**

Ο δείκτης της βενζίνης λειτουργεί ηλεκτρικά και αποτελείται από:

- α) Τον πλωτήρα,
- β) Τον ηλεκτρικό μηχανισμό και
- γ) Το όργανο ένδειξης

Η λειτουργία του βασίζεται στην κίνηση του πλωτήρα, ανάλογα με τη στάθμη της βενζίνης μέσα στη δεξαμενή. Η κίνηση αυτή μεταφέρεται στο βραχίονα μιας μεταβλητής ηλεκτρικής αντίστασης που προκαλεί πτώση της τάσης στο ηλεκτρικό κύκλωμα. Η μέτρηση πτώσης της τάσης γίνεται στο ενδεικτικό όργανο που είναι βαθμολογημένο σε περιεκτικότητα επί τοις εκατό (%) της βενζίνης, μέσα στη δεξαμενή.

### **Φίλτρα βενζίνης**

Συνήθως στους βενζινοκινητήρες υπάρχουν τρία φίλτρα βενζίνης. Το πρώτο τοποθετείται στο σωλήνα πλήρωσης της δεξαμενής της βενζίνης και είναι κατασκευασμένο από μεταλλικό πλέγμα, φίλτρο αυτό συγκρατεί τις ακαθαρσίες που προέρχονται από τη δεξαμενή βενζίνης του πρατήριου. Το δεύτερο φίλτρο είναι τύπου

διηθητήρα, τοποθετείται στο σωλήνα βενζίνας - πριν ή μετά την αντλία βενζίνας - και είναι κατάλληλο για συγκράτηση ακαθαρσιών. Το τρίτο φίλτρο τοποθετείται συνήθως στην είσοδο του καρμπυρατέρ.

## **Αντλία βενζίνας**

Η αντλία βενζίνας παρέχει ορισμένη ποσότητα βενζίνας στο θάλαμο του καρμπυρατέρ, ώστε ο πλωτήρας να κρατά σταθερή τη στάθμη βενζίνας σ' αυτό, για όλες τις στροφές του κινητήρα. Η ποσότητα αυτή στέλνεται με μία τέτοια πίεση, ώστε να καλύπτονται οι τριβές των σωληνώσεων και οι αντιδράσεις των βαλβίδων του κυκλώματος τροφοδοσίας. Για τις ανάγκες αυτές, ο κατασκευαστής έχει καθορίσει τον κατάλληλο τύπο της αντλίας, ώστε να δίνει την απαιτούμενη παροχή βενζίνας με την απαιτούμενη πίεση, είτε ο κινητήρας λειτουργεί σε πλήρες φορτίο είτε στο ρελαντί. Τόσο η παροχή, όσο και η πίεση που δίνει η αντλία αυξάνουν με την αύξηση των στροφών του κινητήρα. Η αντλία αναρροφά βενζίνη από τη δεξαμενή και τη στέλνει με πίεση στο καρμπυρατέρ. Παίρνει κίνηση από τον εκκεντροφόρο ή από ηλεκτρομαγνήτη, γι' αυτό και υπάρχουν δύο τύποι αντλιών: α) η μηχανική και β) η ηλεκτρική αντλία.

Τα βασικά μέρη κάθε αντλίας είναι η μεμβράνη και οι Βαλβίδες

Η πορεία της βενζίνας γίνεται από τη δεξαμενή, με το φίλτρο στη βαλβίδα αναρρόφησης της αντλίας και από την αντλία με τη βαλβίδα κατάθλιψης προς το καρμπυρατέρ. Η λειτουργία της αντλίας βασίζεται στο διάφραγμα ή τη μεμβράνη.

Στις ηλεκτρικές αντλίες η κίνηση πραγματοποιείται με πηνίο που τροφοδοτείται από την ηλεκτρική εγκατάσταση του κινητήρα με ένα ζευγάρι πλατίνες (επαφές). Αυτό διαδοχικά έλκει ή ελευθερώνει το έλασμα που είναι προσαρμοσμένο στο διάφραγμα της αντλίας. Η χρήση ηλεκτρικών αντλιών είναι περιορισμένη, εφαρμόζετε δε κυρίως στα συστήματα ψεκασμού.

## **Φίλτρα αέρα**

Στον κινητήρα εκτός από τη βενζίνη εισέρχεται και ατμοσφαιρικός αέρας που περιέχει σκόνη και άλλα αιωρούμενα σωματίδια. Πρέπει λοιπόν πριν χρησιμοποιηθεί να καθαριστεί, γιατί η εισαγωγή ξένων σωματιδίων μέσα στον κύλινδρο καύσης δημιουργεί φθορά στα έμβολα, τα ελατήρια και τις εσωτερικές επιφάνειες του κυλίνδρου. Για τον καθαρισμό του αέρα χρησιμοποιούνται ειδικά φίλτρα. Αυτά εκτός από τον καθαρισμό, πετυχαίνουν και την απόσβεση του σφουρίγματος του αέρα κατά την είσοδο του στο καρμπυρατέρ. Ακόμα επιτυγχάνουν το σβήσιμο της φλόγας που μερικές φορές εμφανίζεται σ' αυτό.

Τα φίλτρα είναι δύο ειδών: α) τα φίλτρα με λουτρό λαδιού και β) τα χάρτινα φίλτρα.

## **Φίλτρο με λουτρό λαδιού**

Αποτελείται από το κυλινδρικό δοχείο με το κάλυμμα στο πάνω μέρος και τη λεκάνη λαδιού στο κάτω μέρος. Στη μέση της λεκάνης λαδιού υπάρχει σωλήνας αέρα, ενώ πάνω από τη λεκάνη και γύρω από το σωλήνα αέρα έχει τοποθετηθεί διηθητικό στρώμα από λεπτά σύρματα χαλκού.

Ο αέρας εισέρχεται από τα περιφερειακά διάκενα καλύμματος του σώματος του φίλτρου και έρχεται σε επαφή με την επιφάνεια του λαδιού. Από το διηθητικό στρώμα εισχωρεί στο χώρο κάτω από το κάλυμμα και από το κεντρικό σωλήνα μεταφέρεται στο καρμπυρατέρ. Ο αέρας όπως έρχεται σε επαφή με την επιφάνεια του λαδιού παρασύρει ατμούς και σταγόνες από το λάδι, που επικάθονται στα χάλκινα σύρματα του διηθητικού στρώματος. Έτσι ο αέρας καθαρός πια οδηγείται από τον κεντρικό σωλήνα προς το καρμπυρατέρ. Αν όμως εξαιτίας της κακής ρύθμισης των βαλβίδων και του αβάνς,



περάσουν φλόγες από την πολλαπλή εισαγωγή και το καρμπυρατέρ, αυτές σβήνουν μόλις έλθουν σε επαφή με την ψυχρή επιφάνεια των χάλκινων συρμάτων.

## **Φίλτρο χαρτιού**

Το διηθητικό χαρτί διπλώνεται (ζιγκ-ζαγκ) και σχηματίζει κύλινδρο, ώστε να αυξάνεται όσο το δυνατό περισσότερο η διηθητική του επιφάνεια. Τοποθετείται μέσα σε ειδική φωλιά, έτσι ώστε ο αέρας να είναι υποχρεωμένος να περάσει μέσα από το χαρτί πριν περάσει στο καρμπυρατέρ. Έχει υπολογιστεί ότι η φθορά του κυλίνδρου όταν ο κινητήρας λειτουργεί χωρίς φίλτρο αέρα, είναι δεκαπλάσια απ' ό,τι αν λειτουργεί με καθαρό φίλτρο αέρα.

Το φίλτρο αέρα δημιουργεί μια πρόσθετη αντίσταση στην αναρρόφηση του κινητήρα η οποία μειώνει την απόδοση του. Επειδή η αντίσταση αυτή είναι υπολογισμένη από τον κατασκευαστή, κάθε καινούργιο στοιχείο φίλτρου αέρα πρέπει να αντικαθίσταται σε τακτά χρονικά διαστήματα.

## **Ο εξαεριωτής (καρμπυρατέρ)**

Τα καρμπυρατέρ που χρησιμοποιούνται στους διάφορους βενζινοκινητήρες, αν και βασίζονται στην ίδια γενική αρχή λειτουργίας, παρουσιάζουν όμως μεγάλη ποικιλία. Το καθένα από αυτά έχει δική του κατασκευαστική μορφή, η οποία είναι ανάλογη με τον κινητήρα, στον οποίο προβλέπεται να χρησιμοποιηθεί.

Μια βασική διάκριση, γίνεται ανάλογα με τη θέση του διαχυτήρα τους (βεντούρι) και την πορεία του καυσίμου μίγματος

## **Αρχή λειτουργίας του καρμπυρατέρ**

Η λειτουργία του βασίζεται στην ταχύτητα που αποκτά ο αέρας από την υποπίεση που δημιουργεί το έμβολο κατά το χρόνο της εισαγωγής. Η ταχύτητα αυτή επαυξάνεται μέσα στο καρμπυρατέρ, εξαιτίας της ειδικής διαμόρφωσης (στένωσης) του βεντούρι.

Η επιφάνεια της βενζίνης που βρίσκεται μέσα στο ζιγκλέρ με τη βοήθεια του ρεύματος αέρα, δέχεται πίεση μικρότερη από την ατμοσφαιρική (υποπίεση). Στην επιφάνεια της βενζίνης που βρίσκεται στο δοχείο του πλωτήρα ασκείται η ατμοσφαιρική πίεση και δημιουργεί τη διαφορά πίεσης, που αναγκάζει τη βενζίνη να βγει από το ζιγκλέρ. Στη συνέχεια, την αναγκάζει να αναμιχθεί με τον ατμοσφαιρικό αέρα που την περιβάλλει και να αεριοποιηθεί. Μετά διοχετεύεται προς την πολλαπλή εισαγωγής με μεγάλη ταχύτητα. Έτσι, παράγεται το μίγμα αέρα - βενζίνης που καίγεται μέσα στον κύλινδρο. Η πεταλούδα ανοιγοκλείνει και ρυθμίζει ανάλογα την επιφάνεια διατομής της διόδου του μίγματος. Πετυχαίνεται έτσι η παροχή της αναγκαίας ποσότητας του μίγματος προς τους κυλίνδρους, ανάλογα με το φορτίο και την ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα.

## **Λειτουργία του στενωτικού δακτυλίου (βεντούρι) του καρμπυρατέρ**

Είναι γνωστό από τη Φυσική, ότι κατά τη ροή ενός ρευστού μέσα σε ένα σωλήνα που παρουσιάζει στένωση, η ταχύτητα του ρευστού αυξάνει στο σημείο της στένωσης, ενώ ταυτόχρονα ελαττώνεται η πίεση. Στο βεντούρι δημιουργείται λοιπόν υποπίεση, δηλ. πίεση μικρότερη της 1 ατμόσφαιρας. Αν π.χ. απομονωθεί ο σωλήνας με τη στένωση και τοποθετηθούν τρία μανόμετρα το (1ο) πριν το βεντούρι, το (2ο) στο βεντούρι και το (3ο) μετά το βεντούρι παρατηρούνται τα εξής: Το (2ο) μανόμετρο θα παρουσιάσει μεγάλη διαφορά πίεσης (αναρρόφηση), σε σύγκριση με τα μανόμετρα (1) και (3). Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό σαν «θεώρημα του Βερνούλι», από το όνομα του πρώτου επιστήμονα που το ανακάλυψε.

## **Λειτουργία του καρμπυρατέρ κατά τη βραδυπορία (ρελαντί)**

Για να λειτουργήσει ο κινητήρας στο ρελαντί, πρέπει η πεταλούδα να είναι σχεδόν κλειστή. Στην περίπτωση αυτή, η ροή του αέρα είναι πολύ μικρή και δεν μπορεί να δημιουργήσει υποπίεση αρκετή για να αναγκάσει τη βενζίνη να βγει από το ζιγ-κλέρ, οπότε ο κινητήρας θα σταματήσει. Στον αγωγό αέρα του καρμπυρατέρ όμως υπάρχει ένα σημείο του οποίου η ταχύτητα είναι σημαντική. Στο σημείο αυτό μπορεί να επιτευχθεί αναρρόφηση Βενζίνης. Αυτό το σημείο είναι το μικρό διάκενο, μεταξύ των χειλιών της πεταλούδας και του αγωγού αέρα.

### **Λειτουργία του καρμπυρατέρ σε ψυχρή εκκίνηση**

Το χειμώνα για να ξεκινήσει ο κινητήρας τα πρωινά που είναι κρύος, χρειάζεται πλούσιο μίγμα. Το μίγμα αυτό πολλές φορές φτάνει την αναλογία 8 μέρη αέρα προς ένα μέρος βενζίνης και πρέπει να προετοιμαστεί πριν το καρμπυρατέρ. Γι' αυτό το λόγο στο πάνω μέρος του αγωγού εισαγωγής αέρα, τοποθετείται διάφραγμα που ονομάζεται τσοκ (στραγγαλιστής) και το χειρίζεται μηχανικά ο οδηγός από τη θέση του με ντίζα. Το διάφραγμα αυτό που λέγεται και «πεταλούδα αέρα», πολλές φορές έχει μια οπή που είναι κλειστή με τη βοήθεια ελατηρίου. Ανοίγει δε με την αναρρόφηση αέρα. Ο οδηγός για να επιτύχει γρήγορη εκκίνηση πρέπει να βάλει το διάφραγμα 3 στην κλειστή θέση, να πιέσει λίγο το γκάτζι για να ανοίξει λίγο η πεταλούδα του καρμπυρατέρ και να περιστρέψει τον κινητήρα με τη μίζα. Η υποπίεση του κινητήρα, φτάνει στο βεντούρι του καρμπυρατέρ, με αποτέλεσμα την έξοδο μεγάλης ποσότητας βενζίνης από το σωλήνα 2 και το σχηματισμό του απαιτούμενου πλούσιου μίγματος. Όταν ο κινητήρας αρχίσει να λειτουργεί η αναρρόφηση αέρα (υποπίεση), γίνεται ισχυρή, η βαλβίδα 1 ανοίγει και έτσι αποφεύγεται η δημιουργία περισσότερο πλούσιου μίγματος από ότι χρειάζεται. Μόλις ο κινητήρας ζεσταθεί, ο οδηγός Βάζει την πεταλούδα 3 στην ανοικτή θέση και την τροφοδοσία του πια αναλαμβάνει το σύστημα του ρελαντί.

Σε σύγχρονους κινητήρες, ο χειρισμός της πεταλούδας του τσοκ γίνεται αυτόματα με σπειροειδή διμεταλλικό θερμοστατικό έλασμα. Αυτό συγκρατεί την πεταλούδα κλειστή όταν ο κινητήρας είναι κρύος και ανοίγει μόλις αυτός ζεσταθεί

### **Σύστημα στιγμιαίας επιτάχυνσης**

Αν κατά την οδήγηση στο δρόμο ο οδηγός βρεθεί σε θέση τέτοια, ώστε να πρέπει να επιταχύνει το όχημα του απότομα (π.χ. προσπέρασμα), τότε η απότομη πίεση του πεντάλ γκαζιού θα προκαλέσει απότομο άνοιγμα της πεταλούδας. Αυτό θα έχει σαν αποτέλεσμα: πτώση της υποπίεσης στο βεντούρι, δημιουργία ακόμη πιο φτωχού μίγματος και μείωση της ισχύος του κινητήρα τη στιγμή που θα χρειάζονταν αύξηση αυτής. Για να εξαιρεθεί το μειονέκτημα αυτό χρησιμοποιείται ένα ακόμη σύστημα στο καρμπυρατέρ, το σύστημα στιγμιαίας επιτάχυνσης. Στο σύστημα αυτό υπάρχει μια μικρή αντλία βενζίνης, που συνδέεται με τους μοχλούς (ντίζες), που ανοίγουν την πεταλούδα. Ο τρόπος σύνδεσης είναι τέτοιος ώστε όταν αυτή ανοίγει, η αντλία να προσθέτει μια συμπληρωματική ποσότητα βενζίνης, μέσα στο ρεύμα αέρα που διέρχεται από το βεντούρι. Έτσι, πετυχαίνεται η στιγμιαία δημιουργία πλούσιου μίγματος και ο κινητήρας μπορεί να ανταπεξέλθει στο πρόσθετο φορτίο.

Ανακεφαλαιώνοντας διαπιστώνεται ότι ένα σύγχρονο καρμπυρατέρ διαθέτει για τη σωστή λειτουργία του κινητήρα και για όλες τις συνθήκες οδήγησης, τα παρακάτω συστήματα:

- κανονικής πορείας
- με πλήρη ή μερική ισχύ
- ρελαντί
- ψυχρής εκκίνησης και
- στιγμιαίας επιτάχυνσης.

Καλή λειτουργία του καρμπυρατέρ υπάρχει όταν τα συστήματα αυτά λειτουργούν όχι το ένα ανεξάρτητα από το άλλο, αλλά σε συνεργασία μεταξύ τους.

## Κυριότεροι τύποι καρμπυρατέρ

Το καρμπυρατέρ solex είναι ένας από τους πιο απλούς και συνηθισμένους τύπους καρμπυρατέρ .



**Σύστημα καρμπυρατέρ solex**

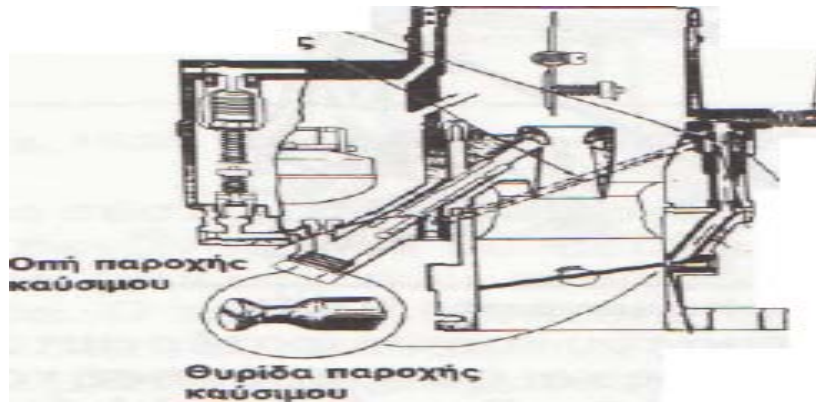
Ο αγωγός αέρα του καρμπυρατέρ αυτού είναι κατακόρυφος και η αναρρόφηση του γίνεται προς τα κάτω. Έχει ένα απλό βεντούρι που στο κέντρο του καταλήγει το ακροφύσιο (ζιγκλέρ) και δοχείο ανάμιξης με οπή για τη διόρθωση της παροχής βενζίνας. Το δοχείο σταθερής στάθμης και οι άλλες οπές που συγκοινωνούν με τον ατμοσφαιρικό αέρα, βρίσκονται μετά το φίλτρο αέρα. Αυτό γίνεται για να επικρατεί πάντα η ίδια ατμοσφαιρική πίεση.

Κατά την ψυχρή εκκίνηση το καρμπυρατέρ solex εκτός από την πεταλούδα (τσοκ), έχει ένα ειδικό σύστημα παροχής καυσίμου που μπαίνει σε λειτουργία με το τράβηγμα του μπουτόν αέρα. Το σύστημα αυτό φέρει δίσκο με σειρά οπών αυξανόμενης διαμέτρου. Οι οπές ανοίγουν τη δίοδο της βενζίνας ανάλογα με το πόσο τραβηγμένο είναι το μπουτόν αέρα. Εξασφαλίζεται έτσι πλουσιότερο μίγμα στην αρχή και φτωχότερο στη συνέχεια. Η επιτάχυνση στο καρμπυρατέρ solex εξασφαλίζεται με μια αντλία που έχει διάφραγμα. Η αντλία παρέχει συμπληρωματική ποσότητα βενζίνας σε κάθε πίεση του πεντάλ γκαζιού με το οποίο συνδέεται ο μοχλός της αντλίας.

## Καρμπυρατέρ zenith (Ζενίθ)

Το καρμπυρατέρ Ζενίθ έχει αναρρόφηση προς τα κάτω, δοχείο σταθερής στάθμης και οπές αερισμού μετά το φίλτρο αέρα. Φέρει δύο στενωτικούς δακτυλίους για καλύτερη ενίσχυση της αναρρόφησης. Το σύστημα ρελαντί αντί δύο οπές παροχής έχει μία θυρίδα που αποκαλύπτεται όταν ανοίγει η πεταλούδα και εξασφαλίζει το απαιτούμενο μίγμα. Η λειτουργία του συστήματος κανονικής πορείας γίνεται σε δύο φάσεις. Στην πρώτη φάση από το 1/4 μέχρι τα 3/4 του ανοίγματος της πεταλούδας, λειτουργεί. Η λειτουργία του είναι παρόμοια με αυτή που έχει εξετασθεί παραπάνω. Στη δεύτερη φάση όταν η πεταλούδα ανοίξει πλήρως, η υποπίεση πέφτει κάτω από το όριο που απαιτείται για να κρατηθεί το έμβολο στην ανώτατη θέση. Έτσι πέφτει το έμβολο, ανοίγει την από κάτω βαλβίδα, και μεταφέρεται νέα ποσότητα βενζίνας προς το κύκλωμα του κύριου ακροφύσιου με αποτέλεσμα την αύξηση της παροχής και τη δημιουργία πλουσιότερου μίγματος.

Το σύστημα επιτάχυνσης χρησιμοποιεί ειδική εμβολοφόρο αντλία. Το σύστημα ψυχρής εκκίνησης χρησιμοποιεί τσοκ με βαλβίδα



### **Σύστημα καρμπυρατέρ ZENITH.**

#### **Καρμπυρατέρ FORD (Φορντ)**

Το καρμπυρατέρ είναι αμερικάνικου τύπου και χρησιμοποιείται κύρια σε οχήματα μεγάλου κυβισμού. Τα βασικά συστήματα του καρμπυρατέρ FORD είναι:

##### **Το σύστημα βραδυπορείας (ρελαντί)**

Η αρχή λειτουργίας είναι παρόμοια με αυτή που περιγράφηκε στα προηγούμενα. Η παροχή μιας μικρής ποσότητας πολύ πλούσιου μίγματος γίνεται από μια έξοδο (που είναι μετά την πεταλούδα του γκαζιού), προς το μέρος του κινητήρα. Για να επιτευχθεί αυτό υπάρχει ένα ιδιαίτερο σύστημα παροχής αέρα και καυσίμου με δυνατότητα ρύθμισης της αναλογίας μεταξύ τους. Υπάρχει ακόμα ένα βιδάκι, που ρυθμίζει το ελάχιστο άνοιγμα της πεταλούδας. Απ' αυτό το βιδάκι ρυθμίζονται οι στροφές του ρελαντί.

##### **Το σύστημα κανονικής πορείας**

Με το άνοιγμα της πεταλούδας μειώνεται η αναρρόφηση μέσα στον αγωγό αέρα στην περιοχή του στενότερου σημείου του βεντούρι. Υπάρχει όμως πάντα αρκετή υποπίεση για να αναρροφηθεί η βενζίνη από το δοχείο του πλωτήρα, να περάσει αυτή από τα διάφορα ακροφύσια και δοχεία ανάμιξης με αέρα και να διασκορπισθεί μέσα στο ρεύμα αέρα που περνά από το βεντούρι. Το μίγμα αέρα - βενζίνας είναι πιο ελαφρύ από τη βενζίνη και αναρροφάται καλύτερα μέσα στο βεντούρι.

##### **Το σύστημα πλήρους ισχύος**

Το σύστημα αυτό παρέχει τη βενζίνη, όταν απαιτείται από τον κινητήρα να αποδώσει τη μεγαλύτερη ισχύ του για να αντιμετωπίσει μεγαλύτερες ταχύτητες και παραπάνω φορτίο. Κι αυτό γιατί στην περίπτωση αυτή το μίγμα πρέπει να είναι πλουσιότερο απ' το κανονικό αλλά και σε μεγαλύτερη ποσότητα. Ο έλεγχος του συστήματος γίνεται από την υποπίεση που επικρατεί κάθε στιγμή μέσα στην πολλαπλή εισαγωγής. Αυτή εξαρτάται από το φορτίο που αντιμετωπίζει εκείνη τη στιγμή ο κινητήρας. Η υποπίεση της πολλαπλής εισαγωγής μεταφέρεται με σωλήνα, στο πάνω μέρος του θαλάμου ενός διαφράγματος. Κατά τη λειτουργία στο ρελαντί και σε κανονική ταχύτητα, η υποπίεση είναι αρκετά ισχυρή και κρατά το διάφραγμα στην πάνω θέση, υπερνικώντας τη δύναμη του ελατηρίου του στελέχους του. Έτσι το στέλεχος είναι μακριά από τη βαλβίδα του δοχείου σταθερής στάθμης που μ' ένα ελατήριο κρα-

τιέται κλειστή. Όταν η υποπίεση μειωθεί κάτω από ένα ορισμένο όριο (που σημαίνει αύξηση φορτίου), η δύναμη του ελατήριου του διαφράγματος υπερνικά και κατεβάζει το διάφραγμα. Επομένως, κατεβαίνει και το στέλεχος του που πιέζει τη βαλβίδα και την ανοίγει. Με το άνοιγμα της βαλβίδας περνά μια νέα ποσότητα βενζίνης.

Στη συνέχεια η βενζίνη από τη βαλβίδα πηγαίνει στο δοχείο ανάμιξης, από εκεί στο ακροφύσιο ψεκασμού και στο ρεύμα αέρα προς τους κυλίνδρους. Έτσι το μίγμα γίνεται περισσότερο και ο κινητήρας μπορεί να αποδώσει τη μέγιστη ισχύ του.

### **Το σύστημα στιγμιαίας επιτάχυνσης**

Το διάφραγμα είναι συνδεδεμένο με το μηχανισμό κίνησης της πεταλούδας. Όταν η πεταλούδα ανοίγει απότομα, το διάφραγμα πιέζει τη βενζίνη που βρίσκεται στο θάλαμο του, κλείνει τη βαλβίδα αναρρόφησης, ανοίγει τη βαλβίδα παροχής και προκαλεί έγχυση βενζίνης μέσα στη ροή του αέρα. Όταν η πεταλούδα είναι κλειστή το επανατατικό ελατήριο του διαφράγματος το σπρώχνει προς τα αριστερά. Τότε η βενζίνη ανασηκώνει την αντεπιστροφή βαλβίδα παροχής και γεμίζει το θάλαμο του διαφράγματος. Κατά το χρόνο αυτό η αντεπιστροφή βαλβίδα παροχής μένει κλειστή και δεν επιτρέπει στον αέρα να μπει στο θάλαμο του διαφράγματος

### **Το σύστημα ψυχρής εκκίνησης**

Το σύστημα ψυχρής εκκίνησης είναι αυτόματο.

Περιλαμβάνει:

- α) ένα ελικοειδές διμεταλλικό θερμοστατικό έλασμα,
- β) ένα έμβολο αναρρόφησης,
- γ) μια βαλβίδα αναρρόφησης και
- δ) ένα έκκεντρο για αυξημένη λειτουργία ρελαντί με τις συνδέσεις του.

Η θέση της πεταλούδας αέρα ελέγχεται από ένα συνδυασμό της ενέργειας του θερμοστατικού ελάσματος και της υποπίεσης της πολλαπλής εισαγωγής. Όταν ο κινητήρας είναι κρύος το θερμοστατικό έλασμα κρατά την πεταλούδα αέρα κλειστή. Μόλις ο κινητήρας λειτουργήσει η ταχύτητα του εισερχόμενου αέρα ανοίγει λίγο την πεταλούδα αέρα (αυτή είναι έκκεντρα περασμένη στον άξονα της). Στην ενέργεια αυτή βοηθά η υποπίεση της πολλαπλής εισαγωγής ενώ αντιστέκεται το θερμοστατικό έλασμα. Όταν λειτουργήσει ο κινητήρας, η αναρρόφηση φέρνει θερμό αέρα στη θήκη που είναι το θερμοστατικό έλασμα και αυτό αρχίζει να θερμαίνεται. Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία του, τόσο μειώνεται η δύναμη που κρατά κλειστή την πεταλούδα. Έτσι αυτή ανοίγει σιγά σιγά. Όταν η πολλαπλή εισαγωγής αποκτήσει την κανονική θερμοκρασία, η πεταλούδα είναι τελείως ανοικτή. Αν όμως ο κινητήρας επιταχυνθεί κατά το χρόνο που προθερμαίνεται, εμφανίζεται μια πτώση της αναρρόφησης. Η πτώση αυτή με το έμβολο αναρρόφησης προκαλεί ένα στιγμιαίο κλείσιμο της πεταλούδας και τη δημιουργία πολύ πλούσιου μίγματος για λίγο χρόνο όμως.

### **Καρμπυρατέρ Carter (Κάρτερ)**

Το καρμπυρατέρ Carter είναι αμερικάνικου τύπου και χρησιμοποιείται κυρίως σε αυτοκίνητα μεγάλου κυβισμού. Εξετάζονται παρακάτω μερικά συστήματα του καρμπυρατέρ Carter που έχουν σημαντική διαφορά με τα συστήματα του καρμπυρατέρ που προαναφέρθηκαν.

### **Το σύστημα βραδυπορείας (ρελαντί)**

Η βενζίνη ξεκινά από το δοχείο σταθερής στάθμης, περνά από το κύριο ακροφύσιο και μ' ένα λοξό αγωγό φτάνει στο ακροφύσιο ρελαντί. Εκεί αναμιγνύεται με αέρα που έρχεται από τη διαπνοή (οπή) βραδυπορείας. Στη συνέχεια, αναμιγνύεται με περισσότερο αέρα που έρχεται από παρακαμπτήριο διαπνοή και ενώ περνάει από τους αγωγούς φτάνει στην επάνω και κάτω έξοδο. Η επάνω έξοδος είναι τοποθετημένη λίγο πάνω απ' το σημείο που κλείνει η πεταλούδα. Στο σημείο αυτό η πεταλούδα σχηματίζει εγκοπή. Η εγκοπή έχει δημιουργηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε ένα μέρος της

εξόδου της να είναι εκτεθειμένο στην υποπίεση της εισαγωγής. Το πάνω τμήμα αυτής της εξόδου δρα σαν βοηθητική διαπνοή. Η κάτω έξοδος φέρει ρυθμιστικό κοχλία. Όταν η πεταλούδα ανοίγει μεγαλώνει το τμήμα της άνω εξόδου και έτσι χορηγείται μίγμα μεγαλύτερης ποσότητας στον αγωγό αέρα. Όταν η πεταλούδα ανοίξει περισσότερο, η υποπίεση γύρω από τα χείλη της μειώνεται και το ποσόν του μίγματος που παρέχει το σύστημα ρελαντί ελαττώνεται. Παράλληλα, αρχίζει να λειτουργεί το σύστημα κανονικής πορείας κι έτσι δεν υπάρχει κίνδυνος ανώμαλης επιτάχυνσης του κινητήρα

### **Το σύστημα ψυχρής εκκίνησης**

Στο καρμπυρατέρ 4 αγωγών οι πεταλούδες αέρα είναι τοποθετημένες στους δυο πρωτεύοντες αγωγούς, πάνω από τα βεντούρι. Όταν οι πεταλούδες είναι κλειστές μια ισχυρή αναρρόφηση δημιουργείται πάνω και κάτω από την πεταλούδα του καρμπυρατέρ. Το μικρό άνοιγμα της πεταλούδας αέρα, όταν ξεκινάει ο κινητήρας, οφείλεται στην ταχύτητα του αέρα και στην έκκεντρο τοποθέτηση του άξονα της πεταλούδας αέρα. Η λειτουργία της πεταλούδας αέρα κατά το ξεκίνημα ελέγχεται από την ταχύτητα του αέρα, την υποπίεση της εισαγωγής και το θερμοστα-τικό ελικοειδές έλασμα. Όταν ο κινητήρας ξεκινήσει, η αναρρόφηση γίνεται αισθητή στο έμβολο της πεταλούδας αέρα. Τότε ανοίγουν οι εγκοπές στο σώμα του εμβόλου και αναρροφάται θερμός αέρας μέσα στη θήκη του θερμοστατικού ελάσματος, από ένα σωλήνα που είναι συνδεδεμένος κοντά στην πολλαπλή εισαγωγής. Όσο θερμαίνεται αυτός ο αέρας, τόσο θερμαίνει και το θερμοστατικό έλασμα και μειώνει τη δύναμη που κρατά κλειστή την πεταλούδα. Όταν ο κινητήρας φτάσει την κανονική του θερμοκρασία η πεταλούδα αέρα είναι τελείως ανοικτή. Το θερμοστατικό έλασμα έχει τη δυνατότητα ρύθμισης, αυξομειώνοντας τη δύναμη που κρατά την πεταλούδα κλειστή.

Έτσι, ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες που κυκλοφορεί το όχημα, είναι δυνατόν να ρυθμίζεται κατάλληλα η λειτουργία του αυτόματου τσοκ.

### **Πολλαπλή εισαγωγής**

Η πολλαπλή εισαγωγής αποτελείται από συγκρότημα σωλήνων από χυτοσίδηρο κατάλληλης διαμέτρου και μορφής. Σε μερικές περιπτώσεις κατασκευάζεται και από χυτό αλουμίνιο. Κατά τη μελέτη της μορφής της πολλαπλής εισαγωγής, αναζητείται συνδυασμός οικονομίας κατασκευής, με τις μικρότερες δυνατές αντιστάσεις εξαιτίας της τριβής μέσα στις σωληνώσεις του καυσίμου μίγματος μεταξύ των κυλίνδρων.

Η πολλαπλή εισαγωγής κατασκευάζεται έχοντας μεγάλη εσωτερική διάμετρο των σωληνώσεων, μεγάλες ακτίνες καμπυλότητας και λεία εσωτερικά τοιχώματα, για την αποφυγή τριβών.

Ένα μέρος της πολλαπλής εισαγωγής, ακριβώς μετά το καρμπυρατέρ, είναι σε επαφή με την πολλαπλή εξαγωγής και θερμαίνεται από αυτή. Σε άλλες περιπτώσεις η πολλαπλή εισαγωγής περιβάλλεται από χιτώνιο που σχηματίζει αγωγό. Απ' αυτόν διέρχονται τα θερμά καυσαέρια που θερμαίνουν το τμήμα της πολλαπλής εισαγωγής για την εξαέρωση της βενζίνης.

Το παραγόμενο στο καρμπυρατέρ μίγμα, οδηγείται στους κυλίνδρους μέσα από την πολλαπλή εισαγωγής. Το μίγμα αέρα -σταγονιδίων βενζίνης μετατρέπεται από υγρή σε αέρια κατάσταση.

Για να μην υπερθερμανθεί το καύσιμο μίγμα και μειωθεί ο βαθμός πλήρωσης των κυλίνδρων, τα καυσαέρια που θερμαίνουν την πολλαπλή εισαγωγής ελέγχονται από διάφραγμα που ανοιγοκλείνει με τη βοήθεια θερμοστατικού διμεταλλικού ελάσματος.

### **Σιγαστήρας και σωλήνας εξαγωγής καυσαερίων**

Ο σιγαστήρας (συλανσιέ) είναι το τελευταίο εξάρτημα των σωληνώσεων απαγωγής των καυσαερίων. Έχει προορισμό να μειώνει το δυνατό θόρυβο που προέρχεται από τα καυσαέρια.

Σε πολλούς τύπους οχημάτων υπάρχουν δύο σιγαστήρες με σειρά. Ο σιγαστήρας στην ουσία είναι μια διεύρυνση του σωλήνα απαγωγής και δημιουργεί ένα θάλαμο. Ο θάλαμος αυτός είναι έτσι διαμορφωμένος, ώστε τα διερχόμενα καυσαέρια να εκτονώνονται και να χάνουν σημαντικό μέρος από την ταχύτητα και την πίεση τους. Έτσι, όταν αυτά εισέρχονται στην ατμόσφαιρα έχουν ομαλή συνεχόμενη ροή και όχι ροή κατά κύματα, όπως συμβαίνει όταν εξέρχονται από τους κυλίνδρους.

Κατά τη λειτουργία οποιουδήποτε τύπου σιγαστήρα, δημιουργείται παρεμπόδιση της ελεύθερης ροής των καυσαερίων. Αυτό μειώνει την ισχύ του κινητήρα. Οι κατασκευαστές των οχημάτων επιλέγουν τη χρυσή τομή μεταξύ μείωσης της ισχύος του κινητήρα και αθόρυβης λειτουργίας του, ώστε να εξασφαλίζεται άνετη οδήγηση.

## Ρυθμίσεις - βλάβες του συστήματος τροφοδοσίας

Οι κυριότερες βλάβες του συστήματος τροφοδοσίας είναι:

- Η αντικανονική πίεση ή η παροχή της αντλίας βενζίνας.
- Η είσοδος αέρα στο σύστημα τροφοδοσίας.
- Η ελαττωματική λειτουργία της αντλίας βενζίνας.
- Η ανώμαλη λειτουργία του κινητήρα στο ρελαντί.
- Η ύπαρξη πλούσιου μίγματος βενζίνας - αέρα.
- Η ύπαρξη φτωχού μίγματος βενζίνας - αέρα.
- Οι διαρροές βενζίνας από το καρμπυρατέρ.
- Οι επιστροφές φλογών στο καρμπυρατέρ.
- Η έμφραξη του φίλτρου αέρα.
- Οι διαλείψεις κατά την επιτάχυνση του κινητήρα, και
- Η παραμόρφωση ή θραύση της πολλαπλής εισαγωγής.

## Σπινθηριστής (μπουζί)

Το μπουζί είναι εξάρτημα του συστήματος ανάφλεξης. Προορισμός του είναι να δίνει τον σπινθήρα, την κατάλληλη στιγμή, ώστε να γίνεται σωστή καύση του καύσιμου μίγματος μέσα στον κύλινδρο.

Το μπουζί αποτελείται από τρία βασικά μέρη:

- α) το μεταλλικό σώμα με την ακίδα του σώματος,
- β) τη μόνωση και
- γ) το κεντρικό ηλεκτρόδιο.

Κατά τη λειτουργία του κινητήρα, οι ακίδες φτάνουν σε θερμοκρασία μέχρι 1200° F (Φαρενάιτ). Το κεντρικό ηλεκτρόδιο κατασκευάζεται συνήθως από νικέλιο ή κράματα νικελίου (τελευταία και από χαλκό), για να αντέχει στις υψηλές θερμοκρασίες. Η μόνωση κατασκευάζεται από πορσελάνη ή παρόμοια κεραμικά υλικά, ώστε να έχει υψηλή ηλεκτρική αντίσταση και να αντέχει στις υψηλές θερμοκρασίες.

## Τύποι αναφλεκτήρων

Υπάρχουν δυο βασικοί τύποι μπουζί: α) τα ψυχρά και β) τα θερμά μπουζί. Αυτά διαφέρουν στο πάχος της μόνωσης και το μήκος του σπειρώματος. Καθένας από τους τύπους αυτούς, περιλαμβάνει ψυχρότερα ή θερμότερα μπουζί που χρησιμοποιούνται στους κινητήρες, ανάλογα με τη συμπίεση τους, τον τρόπο κίνησης του της μηχανής και τις κλιματολογικές συνθήκες. Εκτός από τα κοινά μπουζί, υπάρχουν και άλλα που έχουν σε σειρά με το κεντρικό ηλεκτρόδιο, αντίσταση από άνθρακα. Η αντίσταση αυτή είναι της τάξης των 10 Κίλωμ (ΚΩ) και παρέχει αντιπαρασιτική προστασία. Τα μπουζί καταπονούνται από υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες.

Για να έχουν «σωστό» σπινθήρα πρέπει να λειτουργούν, ανάλογα με το είδος τους, μέσα σε ορισμένα όρια θερμοκρασίας. Αν τα μπουζί είναι πολύ ψυχρά, τότε σχηματίζεται άνθρακας στα εσωτερικά άκρα της μόνωσης. Αυτό προκαλεί διαλείψεις (ρεταρίσματα) στον κινητήρα. Αν πάλι είναι θερμά, η μόνωση και οι ακίδες καταστρέφονται γρήγορα. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις τα θερμά μπουζί προκαλούν προαναφλέξεις

Η ικανότητα του μπουζί να μεταφέρει τη θερμοκρασία από το μονωμένο κεντρικό ηλεκτρόδιο στο σώμα του, εξαρτάται από το σχήμα του. Η μόνη οδός διαφυγής της θερμοκρασίας είναι από το άκρο της μόνωσης και το μεταλλικό σώμα του προς την κυλινδροκεφαλή και από εκεί προς το ψυκτικό υγρό. Το μήκος του σπειρώματος και το σχήμα του μπουζί, αυξάνει τη θερμική αγωγιμότητα μεταξύ μπουζί και κυλινδροκεφαλής και έτσι πετυχαίνεται μεγαλύτερη αγωγή θερμότητας.

Οι ακίδες των μπουζί «παίζουν» σπουδαίο ρόλο στην ποιότητα του σπινθήρα. Πολλές φορές οι ακίδες παραμορφώνονται. Οι βασικότερες αιτίες που δημιουργούν την παραμόρφωση των ακίδων είναι:

- Το αντικανονικό μίγμα,
- Η κακή σύσφιξη,
- Το αντικανονικό διάκενο ακίδων, και
- Η υπερφόρτιση του κινητήρα.

Σε παραμορφωμένες ακίδες το ρεύμα δεν περνά από το κεντρικό ηλεκτρόδιο προς την ακίδα, ή περνά στην ακίδα πολύ εύκολα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αδυναμία δημιουργίας σπινθηρισμού για την ανάφλεξη του μίγματος. Στην περίπτωση αυτή το μπουζί μπορεί να είναι βραχυκυκλωμένο. **Βραχυκυκλωμένο μπουζί**, είναι αυτό που το ρεύμα δεν περνά από το διάκενο μεταξύ κεντρικού ηλεκτρόδιου και ακίδας, αλλά περνά κατευθείαν στο μεταλλικό σώμα του μπουζί ή στο καπάκι του κινητήρα (γείωση). Στην περίπτωση αυτή δεν γίνεται ανάφλεξη και καύση του μίγματος στον κύλινδρο.

## Προπορεία σπινθήρα (αβάνς)

Ο σπινθήρας ανάφλεξης πρέπει να δίνεται σε κάθε κύλινδρο, όταν το έμβολο βρίσκεται σε ορισμένη απόσταση, πριν από το ΑΝΣ κατά το χρόνο της συμπίεσης.

Η απόσταση αυτή μετρούμενη σε γωνία περιστροφής του στροφαλοφόρου, λέγεται «γωνία προπορείας του ρεύματος ανάφλεξης», ή αβάνς. Αυτή είναι σταθερή στις στροφές του ρελαντί και μεταβάλλεται μέχρι μια ορισμένη τιμή με την αύξηση των στροφών. Η αντικανονική μεταβολή της γωνίας αυτής, αποτελεί βλάβη ή κακή ρύθμιση και είναι μία από τις κύριες αιτίες κακής καύσης του μίγματος και της μικρής απόδοσης του κινητήρα.

### Ενδείξεις λανθασμένης προπορείας σπινθήρα είναι:

- α) Η δύσκολη εκκίνηση,
- β) η αυτανάφλεξη (πειράκια),
- γ) τα ρεταρίσματα,
- δ) η υπερθέρμανση του κινητήρα,
- ε) οι ανάποδες στροφές κατά το σβήσιμο,
- στ) οι κραδασμοί και η μικρή ισχύς του κινητήρα.



## **Οι αιτίες της λανθασμένης γωνίας ανάφλεξης (αβάνς) είναι:**

- 1) Η κακή ρύθμιση της γωνίας επαφής των πλατινών,
- 2) ο κακός εσωτερικός ή εξωτερικός χρονισμός του κινητήρα και
- 3) η κακή λειτουργία του αυτόματου ρυθμιστή.

Όσο πιο μεγάλο είναι το διάκενο των πλατινών, τόσο πιο μεγάλη είναι η γωνία προπορείας. Αντίθετα όσο μικρότερο είναι το διάκενο, τόσο πιο μικρή είναι η γωνία προπορείας. Γι' αυτό πριν από τη ρύθμιση της γωνίας προπορείας είναι απαραίτητη η ρύθμιση του διάκενου των πλατινών ή γωνίας DWELL. Η γωνία προπορείας έχει άμεση σχέση και με το σύστημα διανομής. Γι' αυτό πρέπει η έμπλεξη των οδοντωτών τροχών ή αλυσοτροχών να γίνεται με σύμπτωση στα ειδικά σημάδια, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

## **Εξωτερικός χρονισμός**

Ο εξωτερικός χρονισμός του κινητήρα, είναι η διαδικασία ρύθμισης της γωνίας προπορείας, σύμφωνα με την προδιαγεγραμμένη γωνία από τον κατασκευαστή. Η εργασία αυτή γίνεται με ειδική λυχνία, που ονομάζεται «λυχνία χρονισμού», ή στροβοσκοπική λυχνία, ή λυχνία του αβάνς. Η διαδικασία είναι η εξής:

—Περιστρέφεται ο κινητήρας μέχρι να ταυτισθεί με τα σημάδια που βρίσκονται στην τροχαλία του στροφαλοφόρου ή στο σφόνδυλο, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

—Χαλαρώνεται ο διανομέας από τη βάση του.

—Συνδέεται η λυχνία χρονισμού με τη μπαταρία και το πρώτο μπουζί.

—Τίθεται ο διακόπτης της λυχνίας σε λειτουργία.

—Στρέφεται ο διανομέας με το χέρι αντίθετα από τη φορά περιστροφής του ράουλου, μέχρι να ανάψει η λυχνία.

—Σφίγγεται στη θέση αυτή ο διανομέας με τις βίδες που υπάρχουν στη βάση του.

—Σημειώνεται η θέση του ράουλου στο διανομέα και τοποθετείται το καπάκι του.

—Συνδέεται το καλώδιο υψηλής τάσης που βρίσκεται πάνω από το ράουλο στο μπουζί του 1ου κυλίνδρου.

—Συνδέονται τα υπόλοιπα καλώδια υψηλής τάσης, στα μπουζί των υπόλοιπων κυλίνδρων, σύμφωνα με την περιστροφή του ράουλου και τη σειρά ανάφλεξης.

Σε μερικούς τύπους κινητήρων τα καλώδια έχουν έναν αριθμό. Έτσι, μετά την τοποθέτηση του καπακιού του διανομέα, τα καλώδια συνδέονται κατά αύξοντα αριθμό. Η σειρά ανάφλεξης δίνεται από τον κατασκευαστή ή αναγράφεται στην κυλινδροκεφαλή. Αφού τοποθετηθούν τα καλώδια στα μπουζί ελέγχεται η γωνία προπορείας ως εξής:

—Τίθεται σε λειτουργία ο κινητήρας να ζεσταθεί.

—Ελέγχεται το μίγμα βενζίνας - αέρα με τη βοήθεια αναλυτή και γίνονται οι αναγκαίες ρυθμίσεις στο καρμπυρατέρ.

—Ελέγχονται οι στροφές αν είναι οι προβλεπόμενες από τον κατασκευαστή, στροφές ρελαντί.

—Σβήνεται ο κινητήρας και συνδέεται η λυχνία χρονισμού.

—Ξεκινάει ο κινητήρας και πλησιάζεται το διακοπτόμενο φως της λυχνίας στα σημάδια χρονισμού. Τα σημάδια πρέπει να ταυτίζονται στις στροφές του ρελαντί. Αν δεν ταυτίζονται, χαλαρώνεται ο διανομέας και στρέφεται δεξιά ή αριστερά μέχρι να ευθυγραμμισθούν τα σημάδια. Αν τα σημάδια δεν ταυτίζονται στις στροφές ρελαντί εξετάζεται η κατάσταση των πλατινών, των έκκεντρων και του μηχανισμού προπορείας ελέγχοντας το διανομέα σε ειδική κατασκευή.

## **Σύσταση των καυσαερίων και ρύπανση της ατμόσφαιρας από αυτά**

Το μίγμα καυσίμου στο βενζινοκινητήρα αποτελείται από ατμοσφαιρικό αέρα και ατμούς βενζίνης. Η καύση είναι μία χημική αντίδραση κατά την οποία ενώνονται, ο άνθρακας και το υδρογόνο που υπάρχουν στο μόριο της βενζίνης, με το οξυγόνο που βρίσκεται στον ατμοσφαιρικό αέρα. Ταυτόχρονα παράγεται ενέργεια υπό μορφή θερμότητας, που χρησιμεύει για την κίνηση του κινητήρα. Μετά την ένωση των παραπάνω στοιχείων δημιουργούνται νέα αέρια, τα καυσαέρια. Αυτά είναι:

- 1) Το διοξείδιο του άνθρακα που συμβολίζεται με  $\text{CO}_2$  και δεν θεωρείται ρυπαντής.
- 2) Οι υδρατμοί που συμβολίζονται με  $\text{H}_2\text{O}$  και δεν είναι ρυπαντές.
- 3) Το Άζωτο του ατμοσφαιρικού αέρα που δεν ενώθηκε κατά την καύση. Συμβολίζεται με  $\text{N}_2$  και δεν είναι ρυπαντής.
- 4) Το μονοξείδιο του άνθρακα που συμβολίζεται με  $\text{CO}$  και είναι ρυπαντής.
- 5) Οι άκαυστοί ατμοί βενζίνης (άκαυστοί υδρογονάνθρακες) που συμβολίζονται με  $\text{HC}$  και είναι ρυπαντές.
- 6) Τα οξείδια του Αζώτου που συμβολίζονται με  $\text{NO}_x$  και είναι ρυπαντές.
- 7) Μικρές ποσότητες άλλων αερίων που δεν μας ενδιαφέρουν, εκτός από τις ενώσεις που περιέχουν μόλυβδο, που και αυτές θεωρούνται ρυπαντές.

Ανακεφαλαιώνοντας λοιπόν, οι κύριοι ρυπαντές που προέρχονται από την καύση της βενζίνης είναι:

- α) Το μονοξείδιο του άνθρακα ( $\text{CO}$ ),
- β) οι άκαυστοί υδρογονάνθρακες ( $\text{HC}$ ),
- γ) τα οξείδια του αζώτου ( $\text{NO}_x$ ), και
- δ) διάφορες ενώσεις του μόλυβδου.

Οι ρυπαντές αυτοί εξερχόμενοι ρυπαίνουν τον ατμοσφαιρικό αέρα. Βέβαια στον ατμοσφαιρικό αέρα υπάρχουν και άλλοι ρύποι από άλλες πηγές όπως καπνός, διοξείδιο του θείου, σκόνη κλπ. Στις μεγάλες πόλεις όπως το Λεκανοπέδιο της Αθήνας βασικό ρόλο στη ρύπανση του ατμοσφαιρικού αέρα παίζει το αυτοκίνητο.

Οι ρυπαντές που αναφέρθηκαν είναι πρωτογενείς, δηλαδή εξάγονται κατευθείαν από την πηγή ρύπανσης. Στην προκειμένη περίπτωση, η εξάτμιση του οχήματος, καθώς ακόμα το ρεζερβουάρ, το καρμπυρατέρ και στα παλιά αυτοκίνητα και το Κάρτερ, αποτελούν πηγές ρύπανσης, που εκπέμπουν πρωτογενείς ρυπαντές.

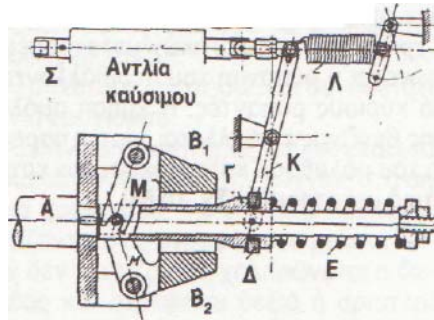
Υπάρχουν όμως και ρυπαντές που σχηματίζονται έξω από το αυτοκίνητο με τη βοήθεια του ηλιακού φωτός. Αυτοί είναι το όζον ( $\text{O}_3$ ) και το νέφος της αιθαλομίχλης. Τόσο το όζον, όσο και το νέφος της αιθαλομίχλης, δημιουργούνται με τη βοήθεια του ηλιακού φωτός και κατάλληλων μετεωρολογικών συνθηκών. Βασικοί παράγοντες για το σχηματισμό τους, είναι τα οξείδια του Αζώτου ( $\text{NO}_x$ ) και οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες ( $\text{HC}$ ) που προέρχονται όχι μόνο από το αυτοκίνητο, αλλά και από άλλες δραστηριότητες του ανθρώπου. Σε έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης όσο αυξάνεται η συμπίεση του, τόσο αυξάνεται και η ισχύς του για τον ίδιο κυβισμό. Για να αυξηθεί όμως η συμπίεση, απαιτείται βενζίνη με μεγάλο βαθμό οκτανίων, γιατί διαφορετικά παρουσιάζεται το φαινόμενο της αυτανάφλεξης. Μεγάλος βαθμός οκτανίων επιτυγχάνεται με την προσθήκη τετρααιθυλιούχου μόλυβδου μέσα στη βενζίνη. Έτσι, ο μόλυβδος υπό μορφή ενώσεων (οξειδίων του μόλυβδου), εξέρχεται σαν ρυπαντής από την εξάτμιση. Στο παρακάτω διάγραμμα εντοπίζεται το πρόβλημα της ρύπανσης.

**Οικονομία =>Αύξηση ισχύος =>Αύξηση συμπίεσης =>Αύξηση οκτανίων =>Αύξηση μόλυβδου =>Αύξηση ατμοσφαιρικής ρύπανσης.**

Για να αποφευχθεί η ρύπανση από το μόλυβδο, σήμερα, χρησιμοποιούνται αυτοκίνητα με κινητήρες χαμηλής συμπίεσης, που καίνε και αμόλυβδη βενζίνη. Η οριστική λύση στο παραπάνω πρόβλημα, είναι η χρήση καταλυτικών μετατροπέων στις εξατμίσεις των οχημάτων. Με τη χρήση των καταλυτικών μετατροπέων μειώνεται η ρύπανση του περιβάλλοντος από κύριους ρυπαντές. Η χρήση αμόλυβδης βενζίνης επιβάλλεται, γιατί η παρουσία του μόλυβδου καταστρέφει τον καταλυτικό μετατροπέα.

## Φυγοκεντρικός ρυθμιστής ή ρυθμιστής WATT

Ο φυγοκεντρικός ρυθμιστής ή ρυθμιστής watt χρησιμοποιείται, κύρια, στους πετρελαιοκινητήρες. Ένας πολύ κοινός τύπος φυγοκεντρικού ρυθμιστή χρησιμοποιείται ως ρυθμιστής υπερτάχυνσης ή ρυθμιστής ασφαλείας. Άλλος τύπος φυγοκεντρικού ρυθμιστή χρησιμοποιείται ως ρυθμιστής σταθερής ταχύτητας σε κινητήρες για να έχουν λειτουργία με σταθερό αριθμό στροφών. Στο σχήμα φαίνεται ένας φυγοκεντρικός ρυθμιστής υπερτάχυνσης. Η λειτουργία είναι η εξής:  
Ο άξονας του ρυθμιστή (Α), παίρνει κίνηση από τη μηχανή με οδοντωτούς τροχούς και



Φυγοκεντρικός ρυθμιστής στροφών.

με σχέση μετάδοσης τέτοια ώστε η ταχύτητα περιστροφής του ρυθμιστή να είναι 3,5 ως 5 φορές μεγαλύτερη

από αυτήν της μηχανής. Μαζί με τον άξονα (Α), περιστρέφονται τα αντίβαρα (Β1) και (Β2). Αυτά είναι στερεωμένα στα άκρα των αγκωνωτών μοχλών (Μ). Τα αντίβαρα με τη βοήθεια των μοχλών (Μ) μπορούν να πάρουν διάφορες θέσεις, ακτινικά ως προς τον άξονα, ανάλογα με τη φυγόκεντρο δύναμη που αναπτύσσεται σ' αυτά. Η μετακίνηση όμως αυτή των αντίβαρων μεταδίδει με τους μοχλούς (Μ) αξονική ώση στο χιτώνιο (Γ), που ολισθαίνει ως προς τον άξονα του ρυθμιστή. Το ελατήριο του ρυθμιστή (Ε) που είναι ρυθμιζόμενης έντασης, κρατά το χιτώνιο (Γ) σε ορισμένη θέση, που αντιστοιχεί σε ορισμένο αριθμό στροφών. Με αύξηση των στροφών του κινητήρα δημιουργείται αύξηση της φυγόκεντρης δύναμης των αντίβαρων και αύξηση της πίεσης στο χιτώνιο (Γ). Αυτή, αφού υπερνικήσει την ένταση του ελατηρίου (Ε), μετακινεί το χιτώνιο προς τα δεξιά. Η μετατόπιση αυτή μεταβιβάζεται με τον δακτύλιο (Δ) στο μοχλό (Κ). Αυτός είναι συνδεδεμένος με το μηχανισμό ρύθμισης της παροχής της αντλίας πετρελαίου. Όπως φαίνεται στο σχήμα, η προς τα δεξιά μετακίνηση του χιτωνίου (Γ), μετακινεί τον άξονα ρύθμισης παροχής της αντλίας προς τη μηδενική παροχή. Η κίνηση αυτή εμποδίζεται εν μέρει από το ελατήριο (Λ). Το ελατήριο (Λ) έχει σκοπό να κρατά την αντλία σε πλήρη παροχή. Με την αυξομείωση της έντασης του ελατηρίου (Λ) επιτυγχάνεται αυξομείωση, μέσα σε περιορισμένα όρια του μέγιστου αριθμού στροφών λειτουργίας του κινητήρα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5<sup>ο</sup>

### ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

## Εισαγωγή

Ο βενζινοκινητήρας, για να λειτουργήσει σωστά, δεν έχει ανάγκη μόνο από τη σωστή αναλογία αέρα-καυσίμου αλλά χρειάζεται και το σωστό σπινθήρα. Όταν λέμε "σωστό" σπινθήρα εννοούμε σπινθήρα δοσμένο στο σωστό χρόνο (σε σχέση με τη θέση του εμβόλου) με την αναγκαία υψηλή τάση (σε KV) και με τη σωστή χρονική διάρκεια. Σωστό σπινθήρα μας εξασφαλίζει το σύστημα ανάφλεξης.

Αν και η βασική αρχή της ανάφλεξης με συσσωρευτή καθώς και η εξωτερική μορφή των εξαρτημάτων της παρέμεινε για δεκαετίες η ίδια, η λειτουργική καλυτέρευση που επιτεύχθηκε είναι αξιόλογη.

Τα σύγχρονα ηλεκτρονικά συστήματα ανάφλεξης ανταποκρίνονται, κατά τον καλύτερο τρόπο, στις σημερινές απαιτήσεις για λειτουργία κινητήρων με λιγότερα καυσαέρια και με μικρότερη κατανάλωση καυσίμου.

## Εγκατάσταση ανάφλεξης βενζινοκινητήρα

Σκοπός μιας τέτοιας εγκατάστασης είναι να δίνει σπινθήρα, στον κάθε κύλινδρο, την κατάλληλη στιγμή, ώστε να προκαλείται ανάφλεξη του συμπιεσμένου μείγματος.

### Γενικά

Σε όλους τους βενζινοκινητήρες που χρησιμοποιούν εξαερωτήρα (καρμπιρατέρ) ή σύστημα έγχυσης καυσίμου, η ανάφλεξη του μείγματος αέρα-καυσίμου γίνεται με τη βοήθεια ενός σπινθήρα, ο οποίος εμφανίζεται στις ακίδες των σπινθηριστών (μπουζί).

Ο σπινθήρας αυτός είναι μικρής χρονικής διάρκειας και η ενέργεια που χρειάζεται για την παραγωγή, του παρέχεται από το συσσωρευτή του αυτοκινήτου ή τον εναλλακτήρα. Ο συσσωρευτής φορτίζεται συνεχώς από τον εναλλακτήρα, όσο ο κινητήρας λειτουργεί.

Η τάση των 12v ή 24v του συσσωρευτή δεν είναι ικανή να δημιουργήσει το σπινθήρα στις ακίδες των μπουζί. Γι' αυτό πρέπει αυτή η τάση να αυξηθεί σημαντικά και να εφαρμοστεί την κατάλληλη χρονική στιγμή στο κατάλληλο μπουζί.

Η υψηλή αυτή τάση που εφαρμόζεται στους σπινθηριστές (μπουζί), γνωστή ως τάση ανάφλεξης, διασπά το διάκενο μεταξύ των ακίδων των μπουζί με τη μορφή σπινθήρα. Η θερμοκρασία που εκλύεται από το σπινθήρα είναι ικανή να προκαλέσει την ανάφλεξη του μείγματος αέρα-καυσίμου. Επίσης, πρέπει να εξασφαλίζεται η ανάφλεξη του μείγματος καυσίμου κάτω από οποιεσδήποτε συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα.

Γι' αυτό:

- Το μείγμα αέρα-καυσίμου πρέπει να βρίσκεται σε σωστή σύνθεση, ώστε να είναι αναφλέξιμο.
- Η τοποθέτηση του διάκενου των ακίδων των σπινθηριστών στο χώρο καύσης, η διάρκεια του σπινθήρα και ο στροβιλισμός του καυσίμου μείγματος είναι καθοριστικής σημασίας.
- Ο σπινθήρας πρέπει να εμφανίζει μια ελάχιστη ενέργεια ανάφλεξης η οποία μετατρέπεται σε θερμότητα, αλλιώς δεν εξασφαλίζεται η ανάφλεξη του μείγματος.

Η στιγμή της ανάφλεξης του μείγματος (χρονισμός ανάφλεξης) επιλέγεται σωστά, ώστε να μην προκαλείται ανώμαλη καύση και φθείρεται ο κινητήρας. Ο χρονισμός της ανάφλεξης ρυθμίζεται σύμφωνα με τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα. Η ανάφλεξη του καυσίμου μείγματος είναι η τελευταία μιας αλυσίδας λειτουργιών που επαναλαμβάνονται πολύ σύντομα:

#### **Αλυσίδα επαναλαμβανόμενων λειτουργιών του κινητήρα:**

- παροχή και αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας
- παραγωγή της υψηλής τάσης
- διανομή της υψηλής τάσης στους σπινθηριστές, σύμφωνα με μια προκαθορισμένη σειρά.
- δημιουργία του σπινθήρα μεταξύ των ακίδων των σπινθηριστών.
- ανάφλεξη του μείγματος καυσίμου

Ο αριθμός των σπινθηρισμών που παράγονται ανά λεπτό σε έναν τετράχρονο κινητήρα δίνεται από τη σχέση:

**αριθμός σπινθηρισμών ανά λεπτό = αριθμός κυλίνδρων X μισές στροφές κινητήρα ανά λεπτό.**

Π.χ. σε έναν εξακύλινδρο κινητήρα, όταν ο στροφαλοφόρος άξονας περιστρέφεται με 3000 στροφές το λεπτό (RPM), παράγονται:  $6 \times 3000 / 2 = 9000$  σπινθηρισμοί ανά λεπτό. Στα συστήματα ανάφλεξης με συσσωρευτή, η ενέργεια που χρειάζεται κάθε στιγμή για την παραγωγή του σπινθήρα στους σπινθηριστές αποθηκεύεται:

- είτε στο μαγνητικό πεδίο ενός πηνίου (επαγωγικό σύστημα ανάφλεξης)
- είτε στο ηλεκτρικό πεδίο ενός πυκνωτή (χωρητικό σύστημα ανάφλεξης)

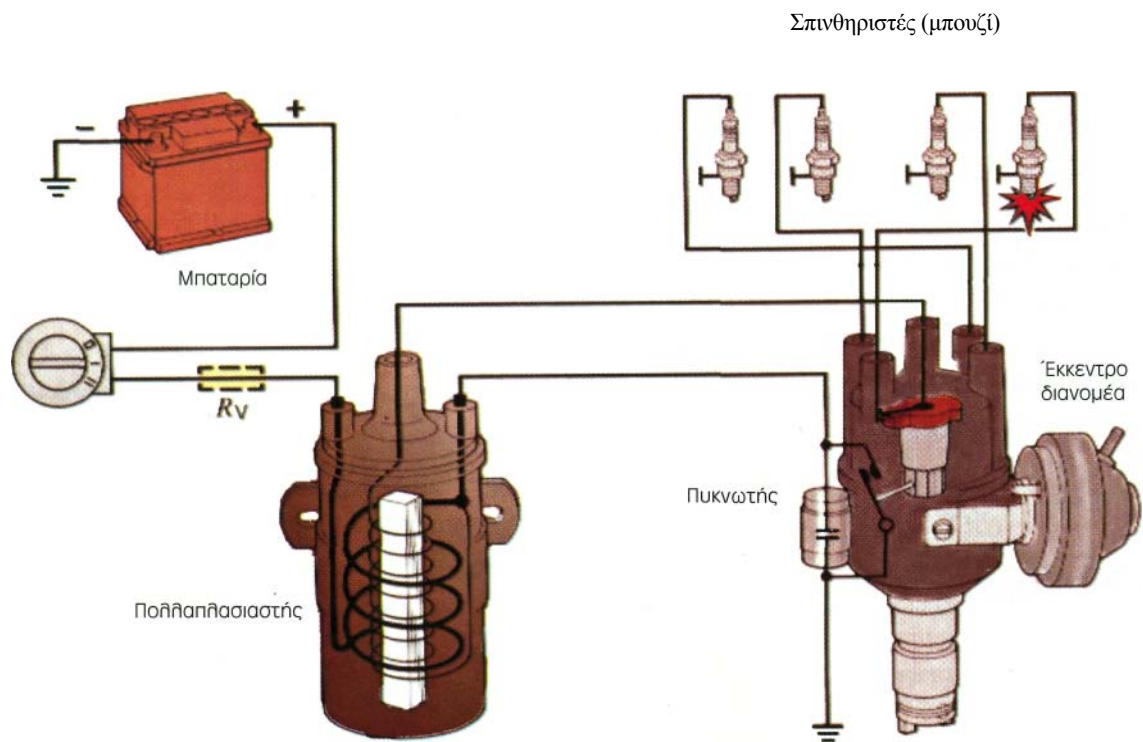
Ο βασικός σχεδιασμός ενός συμβατικού συστήματος ανάφλεξης είναι πολύ απλός και περιλαμβάνει:

- τον συσσωρευτή (μπαταρία) του οποίου ο ένας πόλος (συνήθως ο αρνητικός) συνδέεται στο σασί του αυτοκινήτου.
- τη διάταξη αποθήκευσης της ενέργειας (πολλαπλασιαστής, πυκνωτής)
- τις ηλεκτρικές επαφές "πλατίνες" που ελέγχουν το χρονισμό ανάφλεξης.
- τη διάταξη διανομής της υψηλής τάσης στους σπινθηριστές με προκαθορισμένη σειρά (συναντιέται μόνο στους πολυκύλινδρους κινητήρες). Αυτή η διάταξη εργάζεται σε συγχρονισμό με τις πλατίνες.

Υπάρχουν και συστήματα ανάφλεξης με ημιαγωγούς (τρανζίστορ), συναντώνται δε επίσης με πλατίνες ή χωρίς πλατίνες. Το σύστημα ανάφλεξης είναι ένα από τα βασικότερα μέρη, η καρδιά θα μπορούσαμε να πούμε ενός βενζινοκινητήρα, και πρέπει να συνδυάζεται απόλυτα με τον τύπο του κινητήρα. Το σύστημα ανάφλεξης δεν λειτουργεί αυτόνομα, αλλά δέχεται συνεχώς αυτόματη ρύθμιση, σύμφωνα πάντα με τις στροφές και το φορτίο του κινητήρα. Η κατάσταση των πλατινών και των σπινθηριστών επηρεάζει σοβαρά τη λειτουργία του συστήματος ανάφλεξης.

## **Συμβατικό επαγωγικό σύστημα ανάφλεξης**

Η λειτουργία ενός συμβατικού συστήματος ανάφλεξης ελέγχεται από ηλεκτρικές επαφές (πλατίνες) οι οποίες μπορούν να διακόπτουν ρεύματα αρκετών Αμπέρ, μέχρι και 18.000 φορές το λεπτό. Η ενέργεια που χρειάζεται για την δημιουργία σπινθήρα και την ανάφλεξη του μείγματος αποθηκεύεται στο μαγνητικό πεδίο του πηνίου του πολλαπλασιαστή. Αυτή προσφέρεται την κατάλληλη στιγμή, με μορφή ρεύματος υψηλής τάσης, στον κατάλληλο σπινθηριστή.



Συμβατικό σύστημα ανάφλεξης 4-κύλινδρου κινητήρα με καλωδίωση των βασικών μονάδων.

## Κύρια μέρη συμβατικού συστήματος ανάφλεξης

Ένα συμβατικό επαγωγικό σύστημα ανάφλεξης αποτελείται από τις παρακάτω κύριες μονάδες που κάθε μια εξυπηρετεί κάποιο βασικό σκοπό.

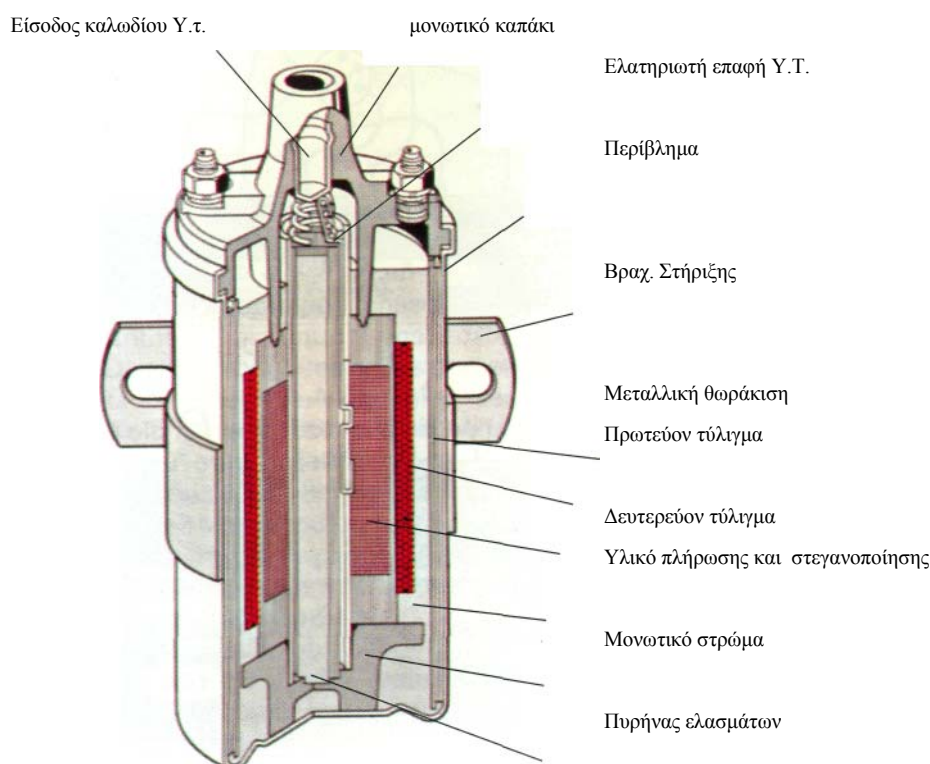
### Διακόπτης ανάφλεξης

Με το διακόπτη ανάφλεξης συνδέουμε ή αποσυνδέουμε τον πολλαπλασιαστή με το συσσωρευτή. Ο διακόπτης αυτός τοποθετείται στο πρωτεύον κύκλωμα ανάφλεξης που λειτουργεί με το κλειδί του κινητήρα. Όταν κλείνουμε το διακόπτη ανάφλεξης και οι πλατίνες είναι κλειστές, ένα σημαντικό ρεύμα κυκλοφορεί από το συσσωρευτή στο πρωτεύον τύλιγμα του πολλαπλασιαστή και τον ζεσταίνει, ει-

δικότερα όταν ο τελευταίος δεν έχει εξωτερική αντίσταση σειράς. Το χαμηλής τάσης ρεύμα του συσσωρευτή δημιουργεί στο πρωτεύον τύλιγμα ένα μαγνητικό πεδίο. Όταν το ρεύμα αυτό διακοπεί (από το άνοιγμα των πλατινών) λόγω του φαινομένου της επαγωγής, εμφανίζεται στο δευτερεύον πηνίο του πολλαπλασιαστή ρεύμα υψηλής τάσης.

### Πολλαπλασιαστής

Ο πολλαπλασιαστής έχει σκοπό να μετατρέψει το ρεύμα χαμηλής τάσης του συσσωρευτή σε ρεύμα υψηλής τάσης (έως 30.00v) το οποίο μεταβιβάζεται στο διανομέα και από εκεί διανέμεται στους σπινθηριστές. Ο πολλαπλασιαστής αποτελείται από δύο πηνία. Το πρωτεύον πηνίο το οποίο έχει μερικές μόνο εκατοντάδες σπείρες σύρματος και το δευτερεύον πηνίο το οποίο έχει χιλιάδες σπείρες (15.000-30.000) μικρής διατομής. Τα πηνία περιβάλλουν ένα πυρήνα σιδηρελασμάτων και είναι καλά μονωμένα τόσο ως προς αυτόν όσο και μεταξύ τους. Το όλο σύστημα τοποθετείται μέσα σε στεγανή θήκη. Μερικοί πολλαπλασιαστές έχουν ως μονωτικό υλικό λάδι, για καλύτερη μόνωση και ψύξη.



Πολλαπλασιαστής σε ημιτομή

### Διανομέας (ντιστριμπιτέρ -distributor )

Ο διανομέας εξυπηρετεί τρεις βασικούς σκοπούς:



- ανοίγει και κλείνει το πρωτεύον κύκλωμα του πολλαπλασιαστή.
- διανέμει το ρεύμα υψηλής τάσης του πολλαπλασιαστή στους σπινθηριστές.
- ρυθμίζει την προπορεία ανάφλεξης, σύμφωνα με τις στροφές, (φυγοκεντρικός ρυθμιστής) και το φορτίο του κινητήρα (ρυθμιστής κενού).

### **Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι διανομέων:**

- ο διανομέας που χρησιμοποιεί επαφές διακοπής (πλατίνες) για να κλείνει και να ανοίγει το πρωτεύον κύκλωμα.
- ο διανομέας που δεν έχει πλατίνες. Αντί αυτών φέρει ένα μαγνητικό ή οπτικό διακόπτη, ο οποίος ανοιγοκλείνει ένα τρανζίστορ που είναι συνδεδεμένο στο πρωτεύον κύκλωμα του πολλαπλασιαστή.

Ο διανομέας είναι ένας κινούμενος μηχανισμός που συγχρονίζει τη λειτουργία ηλεκτρικών εξαρτημάτων του συστήματος ανάφλεξης με τον κινητήρα. Αποτελείται από μια μεταλλική βάση και έναν άξονα που έχει στο μέσον του ένα έκκεντρο, με αριθμό λοβών (προεξοχών), όσοι και οι κύλινδροι του κινητήρα. Ο άξονας φέρει στην κορυφή του ένα περιστρεφόμενο βραχίονα (ράουλο) με το οποίο διανέμεται το ρεύμα υψηλής τάσης του πολλαπλασιαστή στους σπινθηριστές (μπουζί). Καθώς το ράουλο περιστρέφεται, το ρεύμα διοχετεύεται από το κεντρικό καρβουνάκι στο μεταλλικό ηλεκτρόδιο του διανομέα, το οποίο τροφοδοτεί με ορισμένη διαδοχικότητα τους ακροδέκτες των καλωδίων των σπινθηριστών. Επειδή η σειρά ανάφλεξης των κυλίνδρων καθορίζει και τη σειρά με την οποία πρέπει να διοχετεύεται το ρεύμα στους σπινθηριστές, πρέπει να προσέχουμε κάθε φορά, όταν για οποιοδήποτε λόγο αποσυνδέεται κάποιο καλώδιο, να επανατοποθετείται με προσοχή στη σωστή θέση, στο καπάκι του διανομέα.

### **Τα κύρια μέρη του διανομέα είναι:**

Ο άξονας του διανομέα (κονδυλοφόρος άξονας).

Ο άξονας παίρνει συνήθως κίνηση από τον εκκεντροφόρο άξονα του κινητήρα, μέσω των γραναζιών και περιστρέφεται με τις ίδιες στροφές με τον εκκεντροφόρο. Σε ορισμένους κινητήρες, ο άξονας του διανομέα παίρνει κίνηση απευθείας από τον στροφαλοφόρο άξονα, με σύστημα γραναζιών που περιορίζουν τις στροφές στο μισό των στροφών του κινητήρα, ίσες με του εκκεντροφόρου ή των εκκεντροφόρων.

### **Καπάκι του διανομέα**

Κατασκευάζεται από βακελίτη για να έχει ισχυρή μόνωση και αντοχή. Στο μέσον φέρει

υποδοχή για να εισέρχεται το κεντρικό καλώδιο" υψηλής τάσης που έρχεται από τον πολλαπλασιαστή. Το καπάκι έχει τρύπες εξαερισμού για να φεύγουν τα παραγόμενα (από τόξα, εκκενώσεις και φαινόμενο κορώνα) δηλητηριώδη και διαβρωτικά αέρια.

## **Ράουλο**

Τοποθετείται με εγκάθιση, χωρίς να βιδώνεται, στο πάνω μέρος του άξονα του διανομέα. Η μεταλλική του επαφή ακουμπά στο κεντρικό καλώδιο ρεύματος υψηλής τάσης, δια μέσου κυλινδρικού τεμαχίου άνθρακα, και καθώς περιστρέφεται, διανέμει την υψηλή τάση στους περιφερειακούς ακροδέκτες από όπου με καλώδια αυτή οδηγείται στους σπινθηριστές.

## **Κορμός του διανομέα**

Είναι μεταλλικός κύλινδρος και αποτελεί τη βάση του διανομέα. Στο πάνω μέρος του προσαρμόζεται το καπάκι.

## **Ο κορμός του διανομέα περιλαμβάνει:**

- τον μηχανισμό του διακόπτη σφύρας
- τον φυγοκεντρικό ρυθμιστή προπορείας (αβάνς)
- τον ρυθμιστή κενού

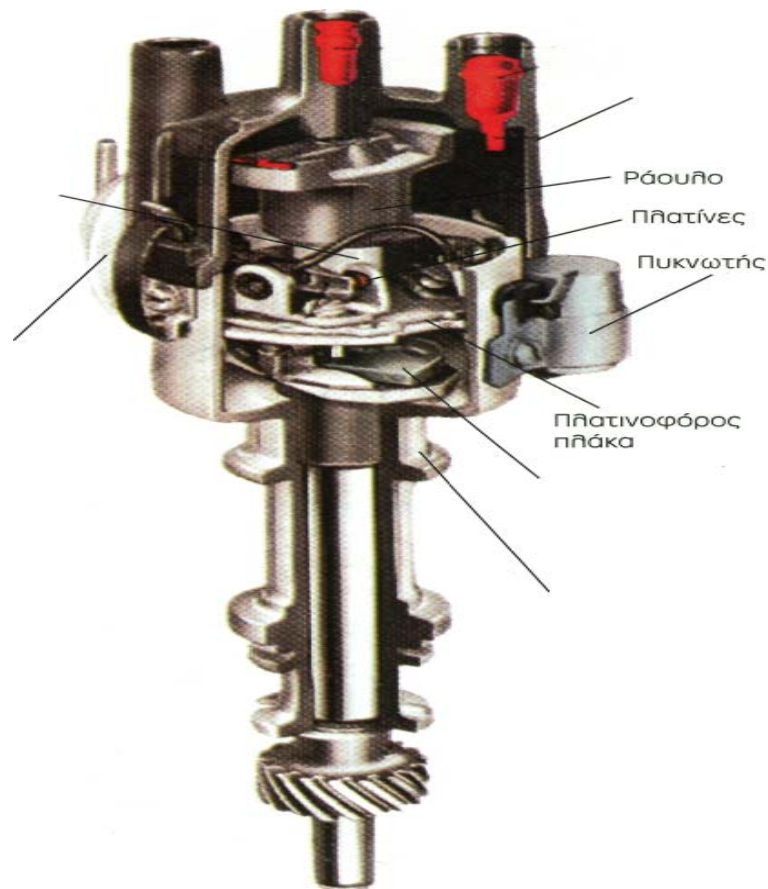
Με τους παραπάνω ρυθμιστές γίνεται η αυτόματη ρύθμιση της προπορείας της ανάφλεξης, ώστε ο σπινθήρας να δίνεται σε κάθε κύλινδρο την κατάλληλη στιγμή, σε συσχετισμό πάντα με τις στροφές και το φορτίο του κινητήρα, ώστε να έχουμε τη μέγιστη ωφέλιμη ισχύ με σωστή καύση (χωρίς καυσαέρια) και οικονομία.

## **Διακόπτης σφύρας (πλατίνες)**

Οι πλατίνες παίρνουν κίνηση από το έκκεντρο τμήμα του κονδυλοφόρου άξονα ή άξονα του διανομέα. Καθώς ο κονδυλοφόρος άξονας περιστρέφεται, το έκκεντρο ή τα έκκεντρα (για πολυκύλινδρους κινητήρες) σπρώχνουν την κινητή επαφή του διακόπτη σφύρας και αναγκάζει τις επαφές να ανοίξουν, προκαλώντας έτσι τη διακοπή του κυκλώματος χαμηλής τάσης. Η δημιουργία σπινθήρα μεταξύ των επαφών κατά το άνοιγμα τους, εμποδίζεται από έναν παράλληλα προς αυτές συνδεδεμένο πυκνωτή χωρητικότητας 0,15-0,25μΡ. Με το άνοιγμα των πλατινών, ο πυκνωτής φορτίζεται, ενώ με το κλείσιμο εκφορτίζεται, κάνοντας τις μεταβολές ρεύματος και δυναμικού στο πρωτεύον του πολλαπλασιαστή πιο έντονες. Ένα ελατήριο κλείνει τις πλατίνες, καθώς το έκκεντρο συνεχίζει την περιστροφή του. Το άνοιγμα ή διάκενο ανάμεσα στις δύο επαφές έχει μεγάλη σημασία. Αυτές, παλαιότερα, κατασκευαζόταν από κράμα πλατίνας, από όπου και το όνομα τους, (πλατίνες), ενώ σήμερα

κατασκευάζονται από τουγκστένιο. Αν σκεφτεί κανείς ότι σε ένα αυτοκίνητο που ταξιδεύει με μεγάλη ταχύτητα οι πλατίνες μπορεί να ανοιγοκλείνουν μέχρι και 18.000 φορές το λεπτό, γίνεται αντιληπτό ότι λανθασμένη ρύθμιση τους σημαίνει ότι από ένα αριθμό στροφών και πέρα ο σπινθήρας θα δίνεται σε λάθος στιγμή. Έτσι, αν μη τι άλλο, ο κινητήρας δεν θα μπορεί να ανεβάσει άλλο το ρυθμό περιστροφής του.

Οι πλατίνες και η μόνωση της κινητής επαφής, που ολισθαίνει πάνω στο έκκεντρο, παθαίνουν μια φυσιολογική φθορά με την χρήση. Εμφανίζεται μεταφορά υλικού από τη θετική επαφή και συσσώρευση του στην αρνητική σταθερή επαφή. Επειδή μέρος του μετάλλου εξατμίζεται, έχουμε επικάλυψη των επιφανειών επαφής με στρώμα οξειδίου, γεγονός που αυξάνει την αντίσταση του πρωτεύοντος κυκλώματος. Η φθορά του φίμπερ έχει ως συνέπεια τη σταδιακή μείωση του διάκενου των πλατινών.



**Τα διάφορα μέρη ενός διανομέα με επαφές διακοπής (πλατίνες).**

## Σπινθηριστές (Μπουζί)

Ο σπινθηριστής ή μπουζί είναι ένα από τα μέρη του συστήματος ανάφλεξης που δέχεται τα μεγαλύτερα θερμικά και ηλεκτρικά φορτία.

### Τα πιο ενδιαφέροντα μέρη του σπινθηριστή είναι:

Το **κεντρικό** και το **πλευρικό** (γειωμένο) ηλεκτρόδιο

Την απόσταση μεταξύ των δύο ηλεκτροδίων (ακίδων) ονομάζουμε διάκενο του σπινθηριστή. Όταν μεταξύ των δύο ηλεκτροδίων εφαρμοστεί υψηλή τάση ικανή να διασπάσει το διάκενο, εμφανίζεται ηλεκτρικός σπινθήρας ο οποίος χρειάζεται για την ανάφλεξη του μείγματος καυσίμου. Η θέση ενός σπινθηριστή στο χώρο της καύσης, το υλικό του και η κατάσταση των ηλεκτροδίων του, είναι μερικοί από τους βασικότερους παράγοντες που καθορίζουν το μέγεθος της τάσης σπινθηρισμού, δηλαδή της τάσης που χρειάζεται να εφαρμοστεί στα δύο του ηλεκτρόδια, ώστε να εμφανιστεί ένας ισχυρός σπινθήρας. Για να εξασφαλιστεί η ανάφλεξη του καυσίμου μείγματος, είναι αναγκαίο να έρχεται ο σπινθηριστής σε επαφή με ικανή ποσότητα του καυσίμου μείγματος, γι' αυτό η θέση του στο χώρο καύσης είναι καθοριστικής σημασίας. Οι κινητήρες των αυτοκινήτων διαφέρουν μεταξύ τους σε πολλά σημεία, π.χ. στο σχεδιασμό, στη συμπίεση, στην ταχύτητα, στο σύστημα ψύξης, στο σύστημα τροφοδοσίας, στο είδος του χρησιμοποιούμενου καυσίμου κλπ. Για τους παραπάνω λόγους, δεν είναι δυνατόν ένας και μόνο τύπος σπινθηριστή να λειτουργεί ικανοποιητικά σε όλους τους κινητήρες.



### Ημιτομή ενός τυπικού σπινθηριστή (μπουζί).

Οι σπινθηριστές κατασκευάζονται σε διάφορους τύπους, ώστε να ανταποκρίνονται όσο γίνεται καλύτερα στις διάφορες συνθήκες λειτουργίας, π.χ.

ταχύτητες περιστροφής των κινητήρων, διαμόρφωση των θαλάμων καύσης, στις διάφορες σχέσεις συμπίεσης και θερμοκρασίες λειτουργίας.

Λόγω της μόνωσης του κεντρικού ηλεκτροδίου με πορσελάνη, δεν υπάρχει η ευχέρεια της απομάκρυνσης των ποσών θερμότητας που συσσωρεύονται σ' αυτό, με αποτέλεσμα η μέση αναπτυσσόμενη θερμοκρασία, να βρίσκεται σε περιοχές ανάλογες με εκείνη του χώρου καύσης. Αυτό βοηθά αφενός την εξαέρωση όλων εκείνων των βραχυκυκλωτικών κατάλοιπων που επικάθονται στην πορσελάνη και αφετέρου στην ανάπτυξη θερμοκρασίας στο τμήμα του σπινθηριστή που επικοινωνεί με το χώρο καύσης, η οποία μπορεί να φτάσει στο κατώφλι της αυτανάφλεξης του μείγματος. Η επιλογή των σπινθηριστών βασίζεται στην αξιολόγηση τους, με βάση την ικανότητα που έχουν να συσσωρεύουν λίγη ή πολύ θερμότητα στην πορσελάνη τους (θερμική κλίμακα).

Η επιλογή ενός σπινθηριστή είναι η σωστή, όταν στο άκρο του μονωτικού τους, στο χώρο καύσης, επικρατεί θερμοκρασία μεταξύ 800° C και 850°C. Αν η θερμοκρασία αυτή, για πλήρες φορτίο, είναι μικρότερη από 800° C, έχει επιλεχθεί "ψυχρός" σπινθηριστής. Στην περίπτωση αυτή, έχουμε επικαθίσεις κατάλοιπων στην επιφάνεια του μονωτικού, με συνέπεια την απώλεια ρεύματος προς το σώμα του κινητήρα

Από την άλλη πλευρά, αν έχει γίνει επιλογή "θερμού" σπινθηριστή, η θερμοκρασία στο μονωτικό υλικό του χώρου καύσης θα ξεπεράσει τους 900° C, με κίνδυνο να προκληθεί προανάφλεξη του μείγματος καυσίμου, δηλαδή ανάφλεξη πριν δοθεί ο ηλεκτρικός σπινθήρας.

### **Κατάταξη των σπινθηριστών**

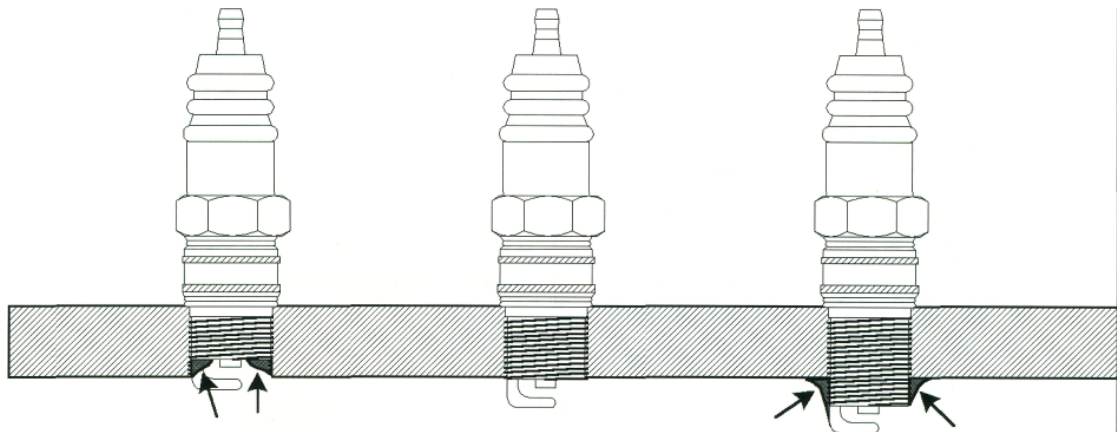
Όταν βλέπουμε έναν σπινθηριστή, διακρίνουμε δίπλα στο όνομα του κατασκευαστή ένα κωδικό σύμπλεγμα από αριθμούς και γράμματα. Η κωδικοποίηση αυτή διαφοροποιεί τους σπινθηριστές όσον αφορά τη θερμική τους κατάταξη, το μήκος και τη διάμετρο του σπειρώματος τους, το σχήμα, το υλικό του ζεύγους των ακροδεκτών, τον τρόπο συναρμογής τους στην κυλινδροκεφαλή κ.λπ.

### **Θερμοί και ψυχροί σπινθηριστές**

Κατασκευαστικά η διάκριση ανάμεσα σε ένα θερμό ή ψυχρό ή ενδιάμεσο σπινθηριστή επιτυγχάνεται με την κατάλληλη επιλογή του μήκους της πορσελάνης που βρίσκεται εκτεθειμένη στο χώρο καύσης. Όσο μεγαλύτερο είναι το μήκος του κωνικού αυτού τμήματος της πορσελάνης, τόσο μεγαλύτερη θα είναι η συγκέντρωση της θερμότητας, άρα θερμότερος ο σπινθηριστής.

### **Σπινθηριστές με μακρύ ή κοντό σπείρωμα (βόλτα)**

Το μήκος του βιδωτού μέρους (βόλτα) ενός σπινθηριστή ποικίλει, ανάλογα με το πάχος της κυλινδροκεφαλής. Είδαμε ότι, ανάλογα με το πάχος της κυλινδροκεφαλής, επιλέγουμε σπινθηριστή με μακρύ ή κοντό σπείρωμα. Πρέπει, επίσης, να προσέξουμε τη διαμόρφωση της υποδοχής τους στην κυλινδροκεφαλή. Αν έχουμε επίπεδη επιφάνεια πρέπει να χρησιμοποιηθούμε σπινθηριστή με δακτυλίδι, Αν η επιφάνεια υποδοχής στην κυλινδροκεφαλή είναι κωνική, πρέπει να χρησιμοποιήσουμε σπινθηριστή με κωνική έδραση, χωρίς δακτυλίδι.



Συγκέντρωση κατάλοιπων καύσης στο ακάλυπτο μέρος σπειρώματος της κυλινδροκεφαλής.

Σπινθηριστής με κανονικό σπείρωμα.

*Το ηλεκτρόδιο που προεξέχει μπορεί να υπερθερμανθεί ή να χτυπήσει πάνω του το έμβολο. Συγκέντρωση κατάλοιπων στο σπείρωμα*

Ένας σπινθηριστής με μακρύ σπείρωμα (βόλτα) δεν πρέπει ποτέ να τοποθετείται σε μια κυλινδροκεφαλή που έχει σχεδιαστεί για σπινθηριστή με κοντό σπείρωμα και αντίστροφα.

## Διάκενο των σπινθηριστών

Το διάκενο μεταξύ των ηλεκτροδίων του σπινθηριστή πρέπει να γίνεται μικρό για να χρειάζεται η ελάχιστη δυνατή τάση σπινθηρισμού για τη λειτουργία του. Κατά τη λειτουργία του κινητήρα, το διάκενο συνεχώς μεγαλώνει ως αποτέλεσμα της φθοράς που προκαλείται στα ηλεκτρόδια τόσο από τους σπινθήρες όσο και από τις χημικές αντιδράσεις της καύσης. Έτσι, η απαιτούμενη τάση σπινθηρισμού συνεχώς θα αυξάνεται και το σύστημα ανάφλεξης δεν θα μπορεί να ανταποκριθεί, με αποτέλεσμα να μην έχουμε σπινθήρα. Επίσης, οι επικαθίσεις ακαθαρσιών στους σπινθηριστές δημιουργούν πρόσθετα προβλήματα. Έτσι, κάθε κατασκευαστής κινητήρα υποδεικνύει τόσο τον τύπο σπινθηριστών που πρέπει να χρησιμοποιούνται καθώς και το διάκενο που πρέπει να έχουμε στις ακίδες. Μερικές φορές υπάρχει

αδυναμία παραγωγής σπινθήρα στις ακίδες των σπινθηριστών, γιατί η παρεχόμενη σ' αυτούς Υ.Τ. είναι μικρότερη της αναγκαίας τάσης για την έκλυση σπινθήρα. Η απαιτούμενη τάση σπινθηρισμού ενός μπουζί αυξάνεται με τη φθορά των ηλεκτροδίων του, με το άνοιγμα του διάκενου του και κατά τη γρήγορη επιτάχυνση του κινητήρα.

Το αντικανονικό διάκενο και οι διάφορες επικαθήσεις, σε συνδυασμό με τη μείωση της παρεχόμενης Υ.Τ. που έχουμε όταν ξεκινάμε τον κινητήρα κρύο και σε υψηλές στροφές, μας προκαλούν διακοπές στη λειτουργία.



Τύπος πολυάκιδου και μονοάκιδου μπουζί.

### **Βασικοί τύποι σπινθηριστών**

Με τη σωστή επιλογή του σπινθηριστή με βάση τη θερμική κλίμακα, έχουμε αποδεκτές μέσες θερμοκρασίες, αλλά μερικές φορές, τοπικά, αναπτύσσονται ακραίες συνθήκες, οι οποίες αποτελούν αιτία κρουστικών καύσεων.

Έτσι, οδηγηθήκαμε στην κατασκευή μιας νέας γενιάς σπινθηριστών από καλύτερα και ακριβότερα μέταλλα και ειδικό σχεδιασμό, ώστε να ανταποκρίνονται στις σύγχρονες απαιτήσεις των κινητήρων.

### **Σπινθηριστές τύπου "P"**

Σε αυτό το είδος σπινθηριστών το μονωτικό προεξέχει του μεταλλικού περιβλήματος. Αυτοί οι σπινθηριστές ανεβάζουν εύκολα θερμοκρασίες και εξασφαλίζουν ομαλή λειτουργία. Αντικαθιστούν τους συμβατικούς σπινθηριστές και έχουν ευρύτερη περιοχή θερμικής αγωγιμότητας. Ενδείκνυνται για τους γρήγορους τετράχρονους κινητήρες και αντενδείκνυνται για τους δίχρονους.

## **Σπινθηριστές τύπου "V"**

Αυτό το είδος σπινθηριστών έχει ένα λεπτό κεντρικό ηλεκτρόδιο από ακριβό μέταλλο. Αυτοί οι σπινθηριστές δίνουν σπινθήρα και σε χαμηλότερες τιμές τάσης. Έτσι, έχουμε ευκολότερα πρωινά ξεκινήματα με πεσμένη μπαταρία, ενώ το "λάδωμα" του σπινθηριστή αποφεύγεται σε μεγάλο βαθμό.

## **Διαβάζοντας το πρόσωπο των σπινθηριστών (μπουζί)**

Κοιτάζοντας την εμφάνιση ενός σπινθηριστή (χρώμα, φθορές πορσελάνης και ηλεκτροδίων, επικαθίσεις άνθρακα) μπορούμε να βγάλουμε χρήσιμα συμπεράσματα για την κατάσταση του κινητήρα.

**Κανονικός σπινθηριστής:** το σωστό χρώμα της πορσελάνης είναι από γκρι έως καφέ, με λίγες επικαθίσεις στη βάση της.

**Λαδωμένος σπινθηριστής:** βγάζοντας ένα σπινθηριστή, αν το δούμε "λαδωμένο", δηλαδή μαύρο και υγρό από λάδι (όχι από βενζίνη), τούτο σημαίνει ότι "ρετάρει" ο κινητήρας και δεν επιταχύνει. Ενδεχομένως ο κινητήρας να έχει φθαρμένα ή σπασμένα ελατήρια ή φθορά στους οδηγούς των βαλβίδων.

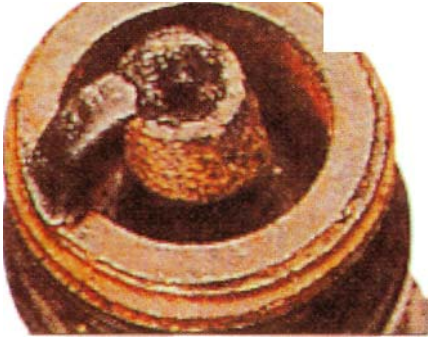
**Καπνισμένος σπινθηριστής:** αν ο σπινθηριστής είναι γεμάτος κάπνες και στεγνός, συνήθως έχουμε πλούσιο μείγμα καυσίμου ή χρησιμοποιούμε πολύ ψυχρούς σπινθηριστές. Το ίδιο αποτέλεσμα ενδεχομένως να έχουμε μετά από συνεχή κυκλοφορία μέσα στην πόλη. Στην περίπτωση αυτή, έχουμε δυσκολίες στην εκκίνηση ή αργή επιτάχυνση.

**Σπινθηριστής με κιτρινωπή πορσελάνη:** ενδεχομένως στην πορσελάνη να υπάρχουν καφέ στίγματα (επικάθιση μολύβδου). Αυτό μπορεί να οφείλεται σε συνεχή λειτουργία σε υψηλές στροφές ή στη χρήση θερμών σπινθηριστών.

**Σπινθηριστής με άσπρη πορσελάνη:** η άσπρη πορσελάνη είναι χαρακτηριστικό κατάστασης υπερθέρμανσης που πιθανόν να οφείλεται σε θερμό μπουζί, φτωχό μείγμα, μικρό διάκενο, λάθος αβάνς ή σε κακή στεγανότητα της κυλινδροκεφαλής

**Στάχτες στην ακίδα σημαίνει καμένα κατάλοιπα λαδιού.** Αν το κεντρικό ηλεκτρόδιο είναι μπλε, τότε έχουμε πολύ αβάνς και αν ο κινητήρας λειτουργήσει για πολλή ώρα, οι ακίδες θα αρχίσουν να λιώνουν.

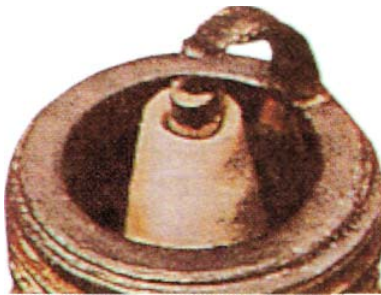




**Κανονικός και κατεστραμμένος σπινθηριστής.**



*Σπινθηριστής με κιτρινωμένη πορσελάνη.*



**Σπινθηριστής με άσπρη πορσελάνη.**



**Καπνισμένος σπινθηριστής.**

### **Προπορεία ανάφλεξης (αβάνς)**

Η γωνία την οποία διαγράφει ο κονδυλοφόρος (άξονας του διανομέα) από τη στιγμή που οι πλατίνες κλείνουν (λόγω της πίεσης του ελατηρίου τους), μέχρι να ανοίξουν, ονομάζεται γωνία επαφής ή γωνία (ντουέλ) dwell.

Όσο ο αριθμός των κυλίνδρων αυξάνεται, τόσο η γωνία επαφής πρέπει να μικραίνει, γιατί πρέπει να γίνονται όλο και περισσότερα ανοιγοκλεισίματα σε κάθε περιστροφή του κονδυλοφόρου άξονα.

*Η γωνία επαφής (dwell.) είναι:*

- στους 4κύλινδρους κινητήρες περίπου 50°
- στους 6κύλινδρους κινητήρες περίπου 38°
- στους 8κύλινδρους κινητήρες περίπου 33°

Μεγάλο διάκενο επαφών σημαίνει μικρή γωνία επαφής. Κάτω από αυτές τις συνθήκες στους χαμηλόστροφους κινητήρες έχουμε καλή λειτουργία ανάφλεξης. Η ταχύτητα ανοίγματος των επαφών είναι μεγάλη, άρα μικρό το μεταξύ τους τόξο, άρα μικρή και η φθορά των επαφών. Μικρό διάκενο επαφών σημαίνει μεγάλη γωνία επαφής. Στην περίπτωση αυτή έχουμε καλή λειτουργία ανάφλεξης για ταχύστροφους κινητήρες. Η μεγάλη χρονική διάρκεια της γωνίας επαφής εξυπηρετεί καλύτερα την αποθήκευση ενέργειας. Απ' την άλλη, όμως, πλευρά αυξάνει ο κίνδυνος εμφάνισης τόξου μεταξύ των επαφών (πλατινών) στις χαμηλές στροφές, γεγονός που προκαλεί τη μεγαλύτερη φθορά τους.

#### **Σωστό διάκενο σημαίνει σωστή γωνία επαφής.**

- Πρέπει να είναι τέτοιο το διάκενο των επαφών, ώστε να συμβιβάζονται τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που εμφανίζονται στις χαμηλές και υψηλές στροφές του κινητήρα.
- Η ποιότητα της καύσης, μέσα στους κυλίνδρους, επηρεάζει άμεσα την απόδοση του κινητήρα.

Δύο βασικοί παράγοντες πρέπει να προσεχτούν:

**1. η σωστή τροφοδοσία, (σωστή ρύθμιση εξαεριοτήρα (καρμπρατέρ), καθαροί αυλοί εισαγωγής κ.λπ.)**

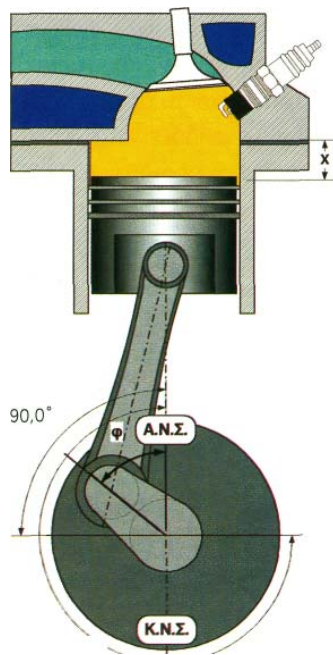
**2. η ανάφλεξη του καυσίμου μείγματος να γίνεται την κατάλληλη χρονική στιγμή.**

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η ένταση και η χρονική στιγμή κατά την οποία εμφανίζεται ο σπινθήρας στους σπινθηριστές. Η τελευταία βρίσκεται σε στενή σχέση με την ταχύτητα και το φορτίο του κινητήρα.

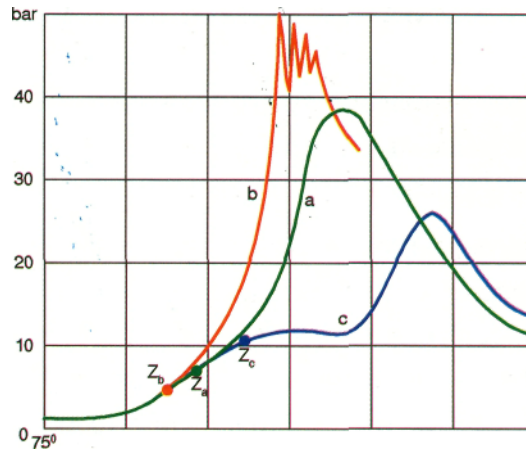
Στο ρελαντί, η ανάφλεξη γίνεται μόλις πριν το έμβολο φτάσει στο Άνω Νεκρό Σημείο (Α.Ν.Σ.) της διαδρομής, κατά τη φάση της συμπίεσης. Έτσι, υπάρχει ο αναγκαίος χρόνος για την εκτόνωση του καυσίμου μείγματος και την ώθηση του εμβόλου προς τα κάτω. Όσο αυξάνονται οι στροφές, τόσο νωρίτερα πρέπει να γίνεται η ανάφλεξη, ώστε να υπάρχει η ευχέρεια για την καύση και εκτόνωση ίου καυσίμου μείγματος.

**Αυτόματη ρύθμιση της προπορείας ανάφλεξης (αβάνς)**

Η ανάφλεξη του μείγματος πρέπει να γίνεται την κατάλληλη χρονική στιγμή, όποιες κι αν είναι οι συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα, ώστε να επιτυγχάνεται καλή καύση, οικονομία βενζίνης και να αποδίδεται από τον κινητήρα η μέγιστη ωφέλιμη ισχύς. Ο σπινθήρας ανάφλεξης πρέπει να δίνεται σε κάθε κύλινδρο, όταν το έμβολο βρίσκεται σε ορισμένη απόσταση από το Α.Ν.Σ. κατά τη φάση της συμπίεσης. Η απόσταση αυτή ( $X$ ), μετρούμενη σε γωνία περιστροφής  $\varphi$  του στροφαλοφόρου, λέγεται γωνία προπορείας της ανάφλεξης ή αβάνς. Η γωνία αυτή ( $\varphi$ ) είναι σταθερή στις στροφές του ρελαντί και μεταβάλλεται σε σχέση με την ταχύτητα και το φορτίο του κινητήρα. Αν ο σπινθήρας ανάφλεξης εκδηλωθεί πολύ νωρίς, καθώς το έμβολο θα ανέρχεται, θα δεχτεί ένα ισχυρό χτύπημα. Αν ο σπινθήρας ανάφλεξης εκδηλωθεί πολύ αργά, η ανάφλεξη του μείγματος θα ξεκινήσει καθώς το έμβολο θα κατεβαίνει.



**Η απόσταση του εμβόλου από το Α.Ν.Σ., μετρούμενη σε γωνία περιστροφής ( $\varphi$ ) του στροφαλοφόρου, λέγεται γωνία προπορείας της ανάφλεξης.**



α) ανάφλεξη τη κατάλληλη στιγμή

β) ανάφλεξη πολύ νωρίς

γ) ανάφλεξη πολύ αργά

**Μεταβολές στην πίεση του θαλάμου καύσης που προκαλούνται για διαφορετικές τιμές προπορείας της ανάφλεξης (αβάνς).**

Για τις δύο παραπάνω περιπτώσεις, η ισχύς του κινητήρα είναι μικρή σε σχέση με το καύσιμο που αναφλέγεται και υπάρχει σοβαρός κίνδυνος καταστροφής των μερών του κινητήρα, από υπερθέρμανση στο χώρο καύσης. Η γωνία προπορείας της ανάφλεξης πρέπει να επιλέγεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη δυνατή ισχύς και απόδοση του κινητήρα. Κατά την ανάφλεξη του μείγματος, η μέγιστη πίεση αναπτύσσεται στην ίδια θέση του εμβόλου σε γωνία μερικών μοιρών μετά το Α.Ν.Σ. Για το λόγο αυτό, όσο οι στροφές του κινητήρα αυξάνονται, τόσο πιο πριν από το Α.Ν.Σ. πρέπει να εκδηλώνεται ο σπινθήρας ανάφλεξης, ώστε να έχουμε το μεγαλύτερο ωφέλιμο έργο από τον κινητήρα.

**Σοβαρό, επίσης, ρόλο στη ρύθμιση του αβάνς, εκτός των στροφών, παίζουν:**

- το φορτίο του κινητήρα, η κατασκευή του κινητήρα, το χρησιμοποιούμενο καύσιμο, ο σχεδιασμός και το μέγεθος του θαλάμου καύσης, η σύνθεση του καυσίμου μείγματος κ.λπ.

Για παράδειγμα, αν ο κινητήρας δεν λειτουργεί σε πλήρες φορτίο, εισάγεται στο χώρο καύσης ένα λιγότερο αναφλέξιμο μείγμα που καίγεται με αργότερο ρυθμό και γι' αυτό πρέπει να αναφλέγεται αρκετά νωρίτερα. Η προπορεία δεν πρέπει να έχει σταθερή τιμή. Για να πάρουμε το μεγαλύτερο ωφέλιμο έργο, χωρίς κρουστική καύση, χρειάζεται κάθε φορά να μεταβάλλουμε την προπορεία ανάλογα με τις

στροφές και το φορτίο του κινητήρα. Γι' αυτό χρησιμοποιείται ένας αυτόματος μηχανισμός του αβάνς εγκαταστημένος στο διανομέα ο οποίος αποτελείται:

- **από το φυγοκεντρικό ρυθμιστή**

Ρυθμίζει την προπορεία σύμφωνα με τις στροφές του κινητήρα.

- **από το ρυθμιστή κενού ή υποπίεσης**

Ρυθμίζει την προπορεία σύμφωνα με το φορτίο του κινητήρα.

Η γωνία προπορείας ή απλώς προπορεία κυμαίνεται από  $10^\circ$  ως  $50^\circ$ , πάντα πριν από το Α,Ν,Σ.

Όσο αυξάνονται οι στροφές, πρέπει και η προπορεία να αυξάνεται, έργο που αναλαμβάνει ο φυγοκεντρικός ρυθμιστής, ο οποίος επεμβαίνει στην προπορεία μετά από ένα αριθμό στροφών.

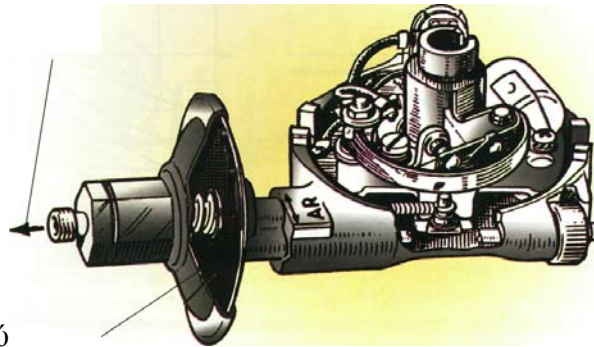
Ο ρυθμιστής κενού αυξάνει την προπορεία ανάλογα με τη μερική υποπίεση της πολλαπλής εισαγωγής (η υποπίεση είναι μέγιστη, όταν η πεταλούδα του γκαζιού είναι μισάνοικτη). Όταν αυξηθεί το φορτίο, η προπορεία, μέσω του ρυθμιστή κενού, ελαττώνεται, αφού η πίεση μειώνεται λόγω μεγαλύτερου ανοίγματος της πεταλούδας του γκαζιού.

Ο φυγοκεντρικός ρυθμιστής λειτουργεί με ειδικό μηχανισμό που αποτελείται από δύο αντίβαρα, συμμετρικά τοποθετημένα και αρθρωμένα πάνω σε μια πλάκα που βρίσκεται μέσα στο σωληνωτό κορμό του διανομέα. Τα αντίβαρα συγκρατούνται, κοντά στον άξονα με ελατήρια. Καθώς οι στροφές του κινητήρα αυξάνονται τα περιστρεφόμενα αντίβαρα απομακρύνονται προς τα έξω λόγω της φυγόκεντρης δύναμης και ασκούν έλξη, ως ζεύγος δυνάμεων, πάνω στο μηχανικό διακόπτη κατά τη φορά περιστροφής του άξονα. Το έκκεντρο του μηχανικού διακόπτη έχει τη δυνατότητα, λόγω της κατασκευής του, να αλλάζει τη σχετική του θέση ως προς τον κονδυλοφόρο άξονα. Η έλξη που δέχεται το έκκεντρο, με την απομάκρυνση των αντίβαρων, είναι ανάλογη των στροφών του κινητήρα, Έτσι, τα έκκεντρα του μηχανικού διακόπτη συναντούν νωρίτερα (ανάλογα με τις στροφές) το βραχίονα της κινητής πλατίνας και οι πλατίνες ανοίγουν νωρίτερα, δηλαδή έχουμε αύξηση της προπορείας (αβάνς). Ο φυγοκεντρικός ρυθμιστής ελέγχει την προπορεία, για συνθήκες πλήρους φόρτισης του κινητήρα, και επεμβαίνει σε μια ζώνη στροφών μεταξύ ενός κατώτατου και ανώτατου ορίου.

#### Ρυθμιστής κενού ή υποπίεσης

Λειτουργεί με τη μερική υποπίεση της πολλαπλής εισαγωγής η οποία εξαρτάται από τη θέση της πεταλούδας του γκαζιού (η υποπίεση είναι μέγιστη, όταν η πεταλούδα είναι μισάνοικτη).

Προς εξαερωτή  
(καρμπρατέρ)



Ρυθμιστής κενού

*Η προπορεία της ανάφλεξης ρυθμίζεται αυτόματα από το φυγοκεντρικό ρυθμιστή και το ρυθμιστή κενού που βρίσκονται εγκαταστημένοι μέσα και πάνω στο διανομέα αντίστοιχα.*

Η υποπίεση αυτή μέσα από σωλήνωση επηρεάζει ένα διάφραγμα (μεμβράνη). Στην άλλη πλευρά του διαφράγματος επικρατεί ατμοσφαιρική πίεση. Η θέση του διαφράγματος καθορίζεται από τη διαφορά των πιέσεων που επικρατούν στις δύο πλευρές του, δηλαδή της ατμοσφαιρικής και της υποπίεσης της πολλαπλής εισαγωγής. Η αρχική ρύθμιση της μονάδας εξασφαλίζεται με την πίεση ενός ελατηρίου.

Η κίνηση του διαφράγματος μεταφέρεται με ένα βραχίονα στην πλατινοφόρο πλάκα και τη στρέφει αντίθετα προς τη φορά περιστροφής του κονδυλοφόρου άξονα, κατά γωνία ανάλογη προς το φορτίο.

Η φυγοκεντρική προπορεία έχει ένα όριο πέρα από το οποίο δεν μπορεί να αυξηθεί, διότι τα αντίβαρα περιορίζονται από τον κορμό του διανομέα και δεν μπορούν να απομακρυνθούν περισσότερο. Ο ρυθμιστής κενού εργάζεται ανεξάρτητα από τον φυγοκεντρικό ρυθμιστή.

Αθροιστικά, οι αυτόματες ρυθμίσεις τόσο του φυγοκεντρικού ρυθμιστή όσο και του ρυθμιστή κενού μας δίνουν την κατάλληλη προπορεία για τις διάφορες συνθήκες λειτουργίας στροφών και φορτίου του κινητήρα, ώστε να έχουμε τη μέγιστη δυνατή ωφέλιμη ισχύ, με οικονομία καυσίμων, χωρίς κρουστικές καύσεις ή ρυπογόνα καυσαέρια.

### Κανονική καύση

Στην κανονική καύση, το μείγμα καίγεται ομαλά. Το κύμα καύσης κινείται γρήγορα αλλά με ελεγχόμενη ταχύτητα και ξεκινώντας από το σπινθηριστή φτάνει μέχρι τις ακραίες περιοχές του θαλάμου καύσης.

### Μη κανονική καύση

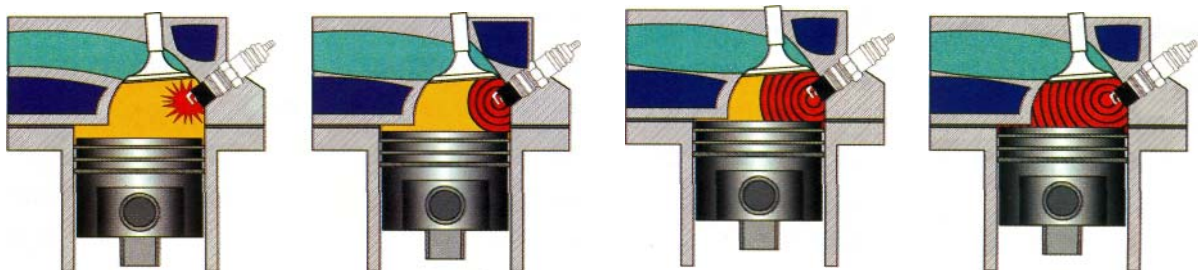
Η προανάφλεξη, η αυτανάφλεξη και τα πειράκια αποτελούν περιπτώσεις μη κανονικής καύσης

### Προανάφλεξη

Όταν λειτουργεί ο κινητήρας, αναπόφευκτα μερικές αποθέσεις-κατάλοιπα καύσης μαζεύονται στο θάλαμο καύσης και στους σπινθηριστές. Όταν ο κινητήρας ζεσταθεί, αυτά τα κατάλοιπα υπερθερμαίνονται και πιθανόν να αναφλέξουν το μείγμα πολύ γρήγορα, πριν ακόμα εκδηλωθεί ο σπινθήρας στα μπουζί, έχουμε δηλαδή προανάφλεξη. Όταν έχουμε μεγάλη προπορεία (αβάνς) προκαλείται ένα κτύπημα με μεταλλικό ήχο, όπως στην κρουστική καύση, το οποίο μπορεί να προκαλέσει βλάβη στα έμβολα. (Ακόμη, τα κατάλοιπα πάνω στον σπινθηριστή μπορεί να δράσουν ως ηλεκτρικοί αγωγοί, να βραχυκυκλώσουν το σπινθηριστή και να μην έχουμε καθόλου ανάφλεξη). Το 90% των προαναφλέξεων προκαλούνται από ελαττωματικούς ή ακατάλληλους σπινθηριστές.

**Συνέπειες:** ο κινητήρας λειτουργεί ακανόνιστα με συνεχή απώλεια ισχύος. Στη χειρότερη περίπτωση οι υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις που αναπτύσσονται μπορούν να προκαλέσουν τρύπα στην κεφαλή του εμβόλου.

**Θεραπεία:** καθαρισμός των χώρων καύσης, προσθήκη ειδικών πρόσθετων στη βενζίνη, ρύθμιση του αβάνς.



Γίνεται σπινθήρας

Αρχίζει η καύση

Συνεχίζεται γρήγορα

γίνεται η ολοκλήρωση

## Κανονική καύση του μείγματος.

### Αυτανάφλεξη

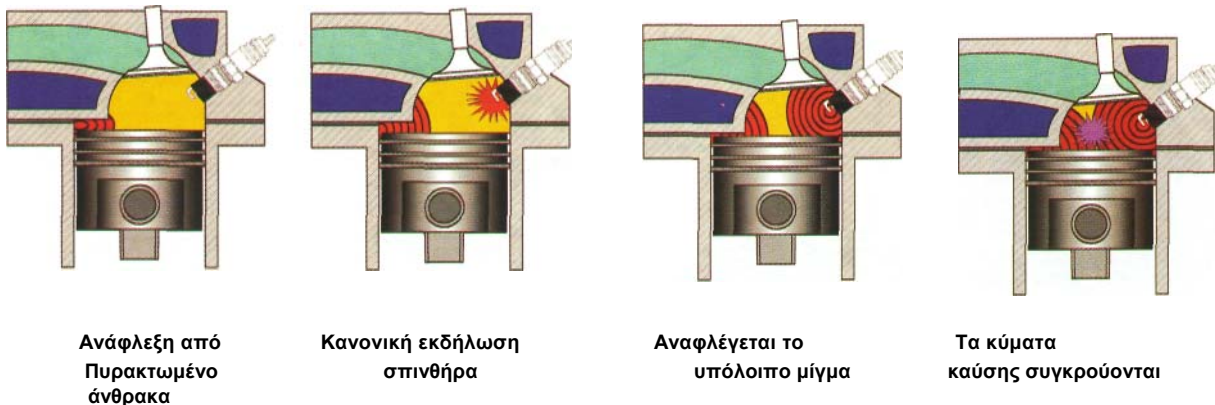
Στην περίπτωση αυτή, ο κινητήρας εξακολουθεί να λειτουργεί παρ' όλο που ο διακόπτης ανάφλεξης βρίσκεται στη θέση OFF (λέμε ότι παίρνει ανάποδες στροφές).

Κάθε μείγμα βενζίνης έχει ένα όριο αντοχής σε πίεση και θερμοκρασία πέρα από το οποίο αυτό εκρήγνυται, χωρίς τη βοήθεια σπινθήρα (αυτανάφλεξη). Το όριο αυτό επηρεάζεται από τον αριθμό οκτανίων του καυσίμου. Ο αριθμός οκτανίων είναι μια ένδειξη της αντίστασης του καυσίμου στην αυτανάφλεξη.

**Αίτια:** όσο πιο σκληρή είναι η οδήγηση και όσο πιο χαμηλού βαθμού οκτανίων είναι το καύσιμο (π.χ. απλή βενζίνη) που χρησιμοποιούμε, τόσο αυξάνεται η πιθανότητα πρόκλησης αυτανάφλεξης.

Η αυτανάφλεξη διαφέρει από την προανάφλεξη στο ότι δεν υπάρχουν συμπτώματα, όταν λειτουργεί ο κινητήρας, γιατί το σημείο αυτανάφλεξης βρίσκεται κοντά στο σημείο ανάφλεξης. Το πρόβλημα εμφανίζεται μετά το άνοιγμα (θέση OFF) του διακόπτη ανάφλεξης.

**Θεραπεία:** έλεγχος του αβάνς και του μείγματος καυσίμου. Ρύθμιση του ρελαντί στις χαμηλότερες δυνατές στροφές. Πριν σταματήσουμε τον κινητήρα, πρέπει προηγουμένως να τον αφήσουμε για λίγο να λειτουργήσει λίγο στο ρελαντί.



## Προανάφλεξη του μείγματος.

### Πειράκια ή κρουστική καύση

Όταν ανεβαίνουμε μια ανηφόρα χρησιμοποιώντας μεγάλες σχέσεις μετάδοσης στο κιβώτιο ταχυτήτων π.χ. 3η ή 4η, ακούμε πολλούς παράξενους, λεπτούς, διαπεραστικούς ήχους από τον κινητήρα που τους λέμε "πειράκια". Η ανάφλεξη του μείγματος ξεκινά κανονικά από το σπινθήρα που παράγει ο σπινθηριστής και εξαπλώνεται. Συχνά, όμως, δημιουργείται ένα κρουστικό κύμα που σπρώχνει και συμπιέζει, όλο και σε μικρότερο χώρο, το άκαυστο μείγμα. Η μικρή ποσότητα του άκαυστου

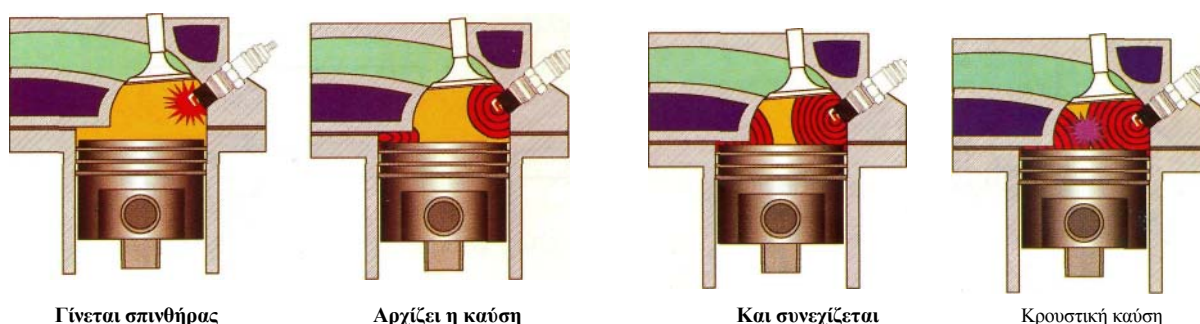


αυτού μείγματος μπορεί να ξεπεράσει το όριο και αντί να αναφλέγει κανονικά, μπορεί να εκραγεί ξαφνικά δημιουργώντας το χαρακτηριστικό θόρυβο που ονομάζουμε "πειράκια".

**Αιτίες:** οι αιτίες που επηρεάζουν αυτήν την τάση του καυσίμου για έκρηξη, είναι: **ο αριθμός οκτανίων, ο βαθμός συμπίεσης, ο χρόνος ανάφλεξης, οι στροφές του κινητήρα και η σχεδίαση του χώρου καύσης.**

**Συνέπειες:** τα πειράκια προκαλούν απώλεια ισχύος και υπερθέρμανση, Αν συμβαίνουν για μεγάλο χρονικό διάστημα, προκαλούν ζημιά στον κινητήρα (ιδιαίτερα στα έμβολα και στα κουζινέτα).

**Θεραπεία:** επιλογή καυσίμου με σωστό αριθμό οκτανίων. Ρύθμιση της προπορείας (αβάνς). Δεν είναι κακό, όπως πιστεύεται, να χρησιμοποιούμε βενζίνη με υψηλό αριθμό οκτανίων σε κινητήρες χαμηλής συμπίεσης.



### **Κρουστική καύση (πειράκια).**

## **Ηλεκτρονικά συστήματα ανάφλεξης**

### **Γενικά**

Σε ένα συμβατικό επαγωγικό σύστημα ανάφλεξης, η ενέργεια ανάφλεξης και η τάση σπινθηρισμού περιορίζονται από την ηλεκτρική και μηχανική δυνατότητα διακοπής των πλατινών. Έτσι, το ρεύμα πρωτεύοντος δεν μπορεί να ξεπεράσει μια ορισμένη τιμή (5 A) και συνεπώς η τάση του δευτερεύοντος κυκλώματος μένει πάντα κάτω από ένα όριο. Στις πολύ υψηλές ταχύτητες των δκύλινδρων ή δκύλινδρων κινητήρων, μικραίνει τόσο πολύ ο χρόνος επαφής των πλατινών (περίοδος dwell), ώστε να μην επαρκεί η αποθηκευόμενη ενέργεια ανάφλεξης για να λειτουργήσει ο κινητήρας κανονικά, δηλαδή χωρίς διαλείψεις.

Με τη χρήση πολλαπλασιαστών υψηλής απόδοσης, το ρεύμα του πρωτεύοντος κυκλώματος αυξήθηκε από τα 3,5 A στα 4,5 A, πλησιάζοντας, έτσι, αρκετά το επιτρεπόμενο όριο διακοπής των πλατινών, δηλαδή τα 5 A. Οι πολλαπλασιαστές υψηλής απόδοσης αποθηκεύουν ενέργεια περίπου 100mJ για κάθε σπινθηρισμό. Το ποσό της θερμότητας που αναπτύσσεται σε αυτούς δεν μπορεί να διαχυθεί γρήγορα προς το περιβάλλον. Η θερμότητα που παράγεται στον πολλαπλασιαστή εξαρτάται από το ρεύμα και την αντίσταση του πρωτεύοντος πηνίου του. Κατασκευάζοντας το πρωτεύον πηνίο του πολλαπλασιαστή με αγωγό μεγαλύτερης διατομής, μειώνουμε την αντίσταση του πηνίου, άρα και την εκλυόμενη σ' αυτό θερμότητα, αρκεί να διατηρηθεί το ρεύμα σταθερό και, φυσικά, εντός των επιτρεπτών ορίων δυνατότητας διακοπής των πλατινών (5 A). Αυτό εξασφαλίζεται μόνο όταν η συνολική αντίσταση του πρωτεύοντος κυκλώματος διατηρηθεί σταθερή. Για το σκοπό αυτό, συνδέεται σε σειρά με το πρωτεύον πηνίο του πολλαπλασιαστή, και φυσικά έξω από αυτόν, μια αντίσταση (προαντίσταση) τιμής 1-2Ω. Όταν φέρουμε το διακόπτη ανάφλεξης στη θέση εκκίνησης (start), ο κλάδος της προαντίστασης παρακάμπτεται και, έτσι, το πρωτεύον κύκλωμα διαρρέεται από το μέγιστο δυνατό ρεύμα. Στην περίπτωση αυτή, η αποθηκευμένη ενέργεια ανάφλεξης και η τάση δευτερεύοντος παίρνουν τις μέγιστες δυνατές τιμές τους και εξασφαλίζεται ένα εύκολο ξεκίνημα. Επανερχόμενος ο διακόπτης στη θέση λειτουργίας (ON), το πρωτεύον κύκλωμα κλείνει διαμέσου της προαντίστασης.

Η χρήση ενός τρανζίστορ αντί των πλατινών, ως διακόπτη και ως ενισχυτή του ρεύματος πρωτεύοντος, εκμηδένισε τους παραπάνω περιορισμούς, αφήνοντας τον κινητήρα ελεύθερο να ανέβει σε πολύ υψηλές στροφές (εφόσον φυσικά το επιτρέπει η σχεδίαση του) και να αυξήσει, έτσι, την απόδοσή του, πάντοτε σε συνδυασμό με τους αυστηρούς νόμους ελέγχου των καυσαερίων. Έτσι, λοιπόν, η δημιουργία σπινθήρα, η ρύθμιση του διάκενου των πλατινών, οι ανεπαρκείς επιδόσεις στις χαμηλές στροφές και η αναπήδηση του έκκεντρου στις υψηλές στροφές κ.λπ. έχουν κατανικηθεί με τη χρήση των ηλεκτρονικών αναφλέξεων.

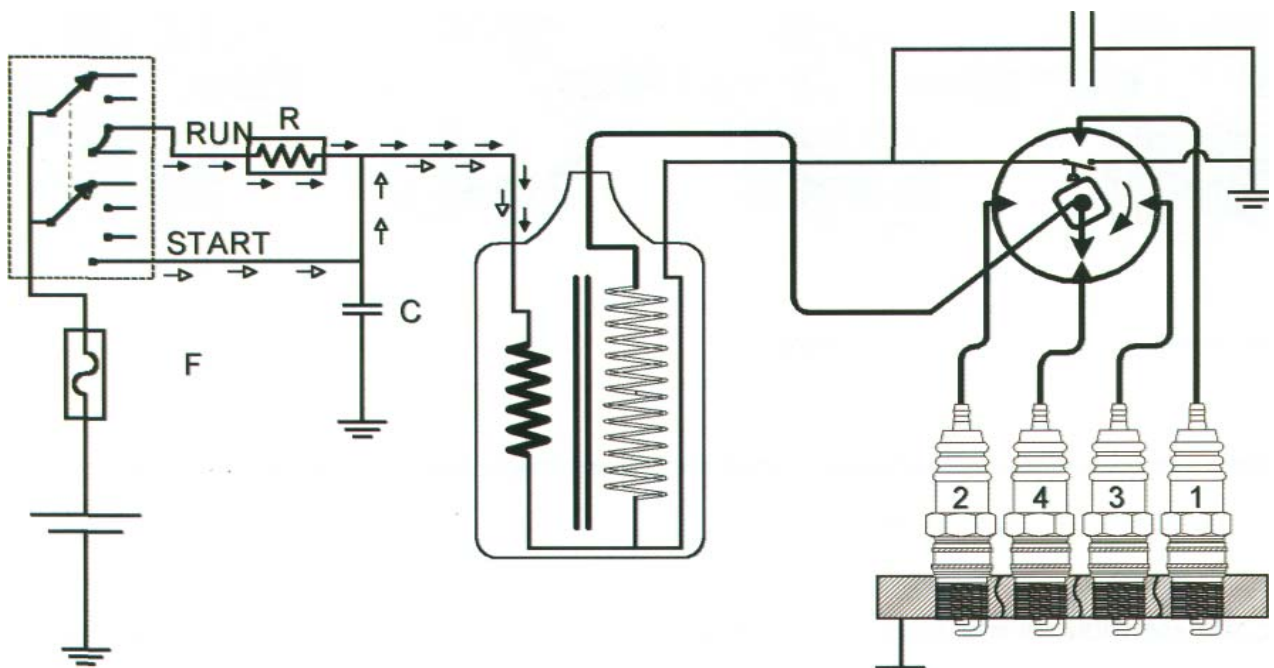
### **Πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα ηλεκτρονικών αναφλέξεων**

#### ***Τα κυριότερα Πλεονεκτήματά τους είναι:***

- \* εργάζονται χωρίς αδράνεια και με αξιοπιστία για μεγάλο χρονικό διάστημα. Δεν χρειάζονται συντήρηση για 50.000 έως 60.000 χλμ και παρατείνουν τη ζωή των σπινθηριστών κατά 50%.
- \* κάνουν πιο ακριβή τον έλεγχο της ανάφλεξης (ψηφιακή επεξεργασία σημάτων), γεγονός που κάνει ανεκτό ένα πιο φτωχό μείγμα βενζίνης/αέρα με αποτέλεσμα μικρή οικονομία στα καύσιμα.
- \* δίνουν εύκολα ξεκινήματα στον κινητήρα τα κρύα πρωινά.

- \* λαμβάνουν υπόψη περισσότερες παραμέτρους για το σωστότερο χρονισμό, σε όλες τις συνθήκες λειτουργίας, ως ακόμη και τη φθορά του κινητήρα.
- \* διατηρούν την τάση δευτερεύοντος σταθερή, σε όλες τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα.

**Το κυριότερο μειονέκτημα τους είναι:** δεν μπορούν να εργαστούν σε υψηλές θερμοκρασίες. Πρέπει να εγκαθίστανται σε θέσεις καλά αεριζόμενες και μακριά από πηγές θερμότητας, π.χ. προς την πλευρά της πολλαπλής εξόδου.



**Κύκλωμα ανάφλεξης με πολλαπλασιαστή υψηλής απόδοσης.**

### Κατηγορίες ηλεκτρονικών αναφλέξεων

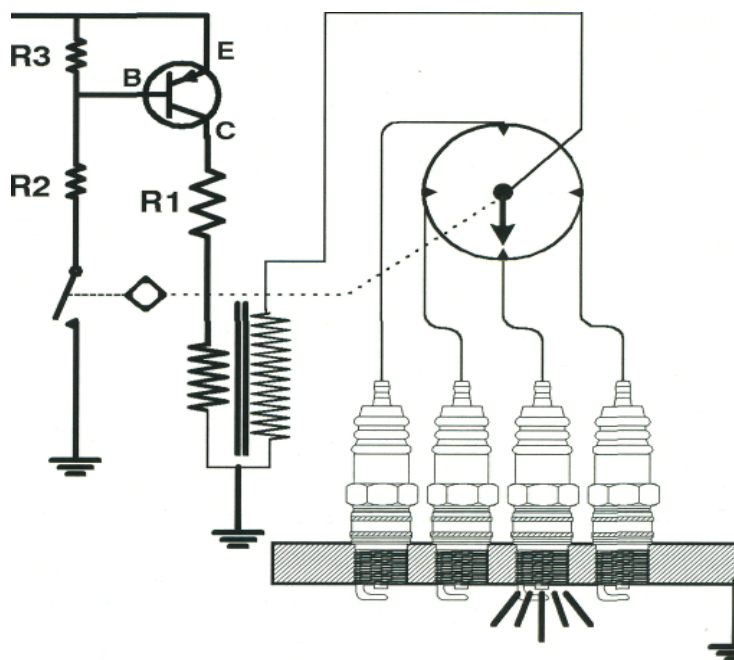
**Οι κυριότεροι τύποι ηλεκτρονικών αναφλέξεων είναι:**

- \* με τρανζίστορ και πολλαπλασιαστή ελεγχόμενο με επαφές (πλατίνες)
- \* με τρανζίστορ και πολλαπλασιαστή ελεγχόμενο χωρίς επαφές.
- \* με κεντρική μονάδα ελέγχου.

### Ηλεκτρονική ανάφλεξη με τρανζίστορ και πολλαπλασιαστή ελεγχόμενο με

επαφές (πλατίνες).

Στη διάταξη αυτή, τη διακοπή του ρεύματος του πρωτεύοντος τυλίγματος του πολλαπλασιαστή τον αναλαμβάνει το τρανζίστορ, ενώ οι πλατίνες παίζουν απλώς το ρόλο του διακόπτη διέγερσης ή αποδιέγερσης του τρανζίστορ, δίνοντας συγχρόνως το χρονισμό ανάφλεξης (πάλι από το έκκεντρο του άξονα του διανομέα). Το τρανζίστορ ανοίγει και κλείνει το πρωτεύον κύκλωμα. Οι πλατίνες του δίνουν απλώς εντολή πότε θα ανοίξει ή θα κλείσει. Έτσι, το τρανζίστορ λειτουργεί ως ρελέ. Δηλαδή περνάει ένα ισχυρό ρεύμα, π.χ. 8 A προς τον πολλαπλασιαστή, ενώ οι πλατίνες διαρρέονται από ένα μικρό ρεύμα π.χ. 1 A, το οποίο ονομάζουμε ρεύμα ελέγχου της λειτουργίας του τρανζίστορ. Φυσικά οι πλατίνες αποκτούν πολλαπλάσια ζωή από ότι στα συμβατικά συστήματα ανάφλεξης αφού διακόπτουν ρεύματα μικρής έντασης. Το τρανζίστορ δεν έχει μηχανικές επαφές και έτσι δεν εμφανίζεται στα άκρα του τόξο κατά τη διακοπή του πρωτεύοντος ρεύματος, ακόμη και στις μικρές ταχύτητες εκκίνησης του κινητήρα. Συνδέεται με τον εκπομπό E και το συλλέκτη C στο πρωτεύον κύκλωμα και η λειτουργία του ελέγχεται με το κύκλωμα ελέγχου μεταξύ βάσης (B) και εκπομπού (E).



**Βασικό κύκλωμα επαγωγικής ανάφλεξης (με τρανζίστορ)**

Μόλις οι πλατίνες κλείσουν το κύκλωμα, ένα ρεύμα περίπου 8 A περνά από τον εκπομπό (E) στο συλλέκτη (C) του τρανζίστορ και από εκεί στο πρωτεύον τύλιγμα του πολλαπλασιαστή, αλλά και ένα ρεύμα μόλις 1 A περνά διαμέσου των πλατινών. Το μικρό αυτό ρεύμα ελέγχου θα μπορούσε να είναι μικρότερο και από 1 A, αλλά

στην περίπτωση αυτή θα εξαλειφόταν πλήρως το φαινόμενο αυτοκαθαρισμού των πλατινών.

Τη στιγμή της ανάφλεξης, οι πλατίνες διακόπτουν το ρεύμα ελέγχου της βάσης του τρανζίστορ και αυτομάτως σταματά το ρεύμα πρωτεύοντος από τον εκπομπό (E) προς το συλλέκτη (O (το τρανζίστορ δεν άγει, ο δρόμος από εκπομπό σε συλλέκτη παρουσιάζει πάρα πολύ μεγάλη αντίσταση). Μόνο όταν αποκατασταθεί το ρεύμα ελέγχου, ο δρόμος εκπομπός-συλλέκτης του τρανζίστορ γίνεται αγωγίμος και κλείνει πάλι το πρωτεύον κύκλωμα. Το τρανζίστορ είναι πολύ ευαίσθητο στις υπερε-ντάσεις και υπερτάσεις, γι' αυτό το κύκλωμα είναι εφοδιασμένο με:

1. μια αντίσταση R1 σε σύνδεση σειράς
2. μια αντίσταση R2 για τον περιορισμό του ρεύματος εκπομπού-βάσης.

Η αντίσταση R3 παρέχει μία θετική τάση στη βάση B του τρανζίστορ τη στιγμή της διακοπής, ώστε το τρανζίστορ να διακόπτει ταχύτερα.

Στις αναφλέξεις αυτές, χρησιμοποιούνται πολλαπλασιαστές ειδικής κατασκευής λόγω της ανάπτυξης ισχυρότερου ηλεκτρομαγνητικού πεδίου. Αν τοποθετήσουμε τον πολλαπλασιαστή ενός συμβατικού συστήματος, αυτός θα καταστραφεί σε σύντομο χρονικό διάστημα. Η μηχανική δυνατότητα των πλατινών σε ένα τέτοιο σύστημα μπορεί να φτάσει τα 21.000 ανοίγματα το λεπτό. Αντίστοιχα, το τρανζίστορ δεν έχει κινητά μέρη, δεν εμφανίζει αδράνεια στη λειτουργία και δεν παθαίνει φθορά, πλην όμως είναι ευαίσθητο στις υπερθερμάνσεις. Το ηλεκτρονικό υλικό, επειδή είναι ευαίσθητο στις μεγάλες θερμοκρασίες, τοποθετείται σε θήκη αλουμινίου με πτερύγια ψύξης. Η ηλεκτρονική μονάδα πρέπει να εγκαθίσταται σε καλά αεριζόμενη θέση και μακριά από πηγές θερμότητας. Η ηλεκτρονική μονάδα καθορίζει με μεγάλη ακρίβεια τη διάρκεια ροής και το μέγεθος της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος προς το πρωτεύον τύλιγμα του πολλαπλασιαστή. Με ηλεκτρονικές αναφλέξεις είναι δυνατό να πάρουμε στην έξοδο του πολλαπλασιαστή υψηλή τάση, η οποία προσεγγίζει τα 30.000 V.

### **Ηλεκτρονική ανάφλεξη με τρανζίστορ και πολλαπλασιαστή ελεγχόμενο χωρίς επαφές**

**Τα κύρια μέρη μιας ηλεκτρονικής ανάφλεξης αυτού του τύπου είναι:**

1. το σύστημα σκανδαλισμού
2. η ηλεκτρονική μονάδα ενίσχυσης και διαχείρισης του ηλεκτρικού ρεύματος με το οποίο τροφοδοτείται το πρωτεύον τύλιγμα του πολλαπλασιαστή.

### **Το σύστημα σκανδαλισμού**

**Ανάλογα με την κατασκευή και την αρχή λειτουργίας τους, οι διατάξεις σκανδαλισμού μπορεί να είναι:**

- α. μία γεννήτρια παλμών επαγωγικού ή μαγνητικού τύπου

β. ένας διακόπτης φαινόμενου HALL (παλμογεννήτρια HALL)

γ. ένας επαγωγικός αισθητήρας εγκαταστημένος κοντά στον σφόνδυλο κλπ,

### **Εντολοδότηση ανάφλεξης με γεννήτρια παλμών επαγωγικού τύπου (T.C.T.i)**

Σε ένα κύκλωμα ηλεκτρονικής ανάφλεξης χωρίς πλατίνες, ο πολλαπλασιαστής διαφέρει μόνο στο τμήμα εκείνο όπου τη θέση των πλατινών έχει πάρει ένας ηλεκτρονικός αισθητήρας (παλμοδότης ή γεννήτρια παλμών). Αποτελείται από ένα αισθητήριο τύλιγμα (πηνίο κεφαλής), ένα μόνιμο μαγνήτη και ένα περιστρεφόμενο τροχό σκανδαλισμού, ο οποίος φέρει τόσα έκκεντρα όσους κυλίνδρους έχει ο κινητήρας.

Καθώς ο τροχός σκανδαλισμού περιστρέφεται, οι προεξοχές του μεταβάλλουν το μαγνητικό πεδίο που υπάρχει μεταξύ του μόνιμου μαγνήτη και του αισθητηρίου τυλίγματος. Αυτές οι μεταβολές μετατρέπονται σε παλμούς ρεύματος, οι οποίοι ερμηνεύονται ως πέρασμα από το Α.Ν.Σ. και στέλνονται στη μονάδα ελέγχου. Εκεί, οι παλμοί αξιοποιούνται για τον έλεγχο της λειτουργίας ενός τρανζίστορ το οποίο ανοίγει και κλείνει το πρωτεύον κύκλωμα του πολλαπλασιαστή. Η αναπτυσσόμενη υψηλή τάση στέλνεται από το διανομέα στους σπινθηριστές κατά το γνωστό τρόπο.

Η απλή γεννήτρια παλμών επαγωγικού τύπου ή επαγωγικός σηματοδότης αποτελείται από ένα μόνιμο μαγνήτη, από το πηνίο κεφαλής και τον τροχό σκανδαλισμού. Καθώς το δόντι (προεξοχή) του τροχού σκανδαλισμού περνά μπροστά από την κεφαλή και το μόνιμο μαγνήτη, μεταβάλλεται το διάκενο αέρος και κατά συνέπεια το μαγνητικό πεδίο το οποίο επηρεάζει το πηνίο. Λόγω των αυξομειώσεων του μαγνητικού πεδίου, αναπτύσσεται στο πηνίο ένας παλμός τάσης Α.Σ, κάθε φορά που περνά μπροστά από το πηνίο το δόντι του τροχού σκανδαλισμού. Το σήμα αξιοποιείται από κατάλληλη ηλεκτρονική μονάδα για τη λειτουργία της ανάφλεξης. Το μέγεθος του σήματος εξαρτάται από την ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα και είναι περίπου 0.5V στις χαμηλές στροφές έως και 100 V στις υψηλές στροφές. Ο επαγωγικός σηματοδότης συναντάται σε διάφορες κατασκευαστικές παραλλαγές. Όταν οι προεκτάσεις στάτη και ρότορα βρεθούν αντικριστά, τότε αναπτύσσεται η μέγιστη τάση στα πηνία.

### **Ηλεκτρονική ανάφλεξη με γεννήτρια τύπου Hall (TCI-h)**

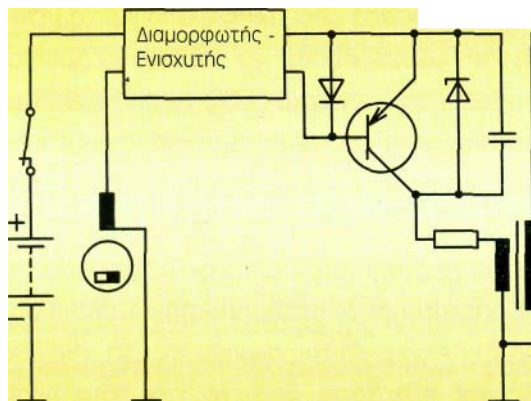
#### **Αρχή λειτουργίας**

Το στοιχείο Hall είναι ένα μικρό λεπτό και επίπεδο πλακίδιο από ημιαγώγιμο υλικό. Όταν μέσα από το κομμάτι αυτό περνάει ρεύμα και το στοιχείο δεν επηρεάζεται από εξωτερικό μαγνητικό πεδίο, η τάση στους ακροδέκτες του είναι μηδενική. Όταν στο πλακίδιο πλησιάσει ένας μαγνήτης, γίνεται εκτροπή των ηλεκτρικών φορτίων που κινούνται μέσα σε αυτό και η μια πλευρά παρουσιάζει πλεόνασμα ηλεκτρονίων (αρνητικός ακροδέκτης), ενώ η άλλη έλλειψη (θετικός ακροδέκτης). Ως αποτέλεσμα τούτου, έχουμε εμφάνιση τάσης μεταξύ των

ακροδεκτών (+) και (-) του στοιχείου. Αν παύσει η επίδραση του μαγνητικού πεδίου, δεν έχουμε τάση στα άκρα του στοιχείου Hall .

Ένας διακόπτης που στηρίζει τη λειτουργία του στο φαινόμενο Hall έχει ακρίβεια στην ανίχνευση δίνει σήμα εξόδου ψηφιακού τύπου και αποτελεί δημοφιλή διάταξη σκανδαλισμού.

Στο μεταξύ τους διάκενο, κινούνται τα πτερύγια ενός περιστρεφόμενου κοίλου διανομέα. Η διαδοχική παρεμβολή των πτερυγίων μεταβάλλει την ένταση του μαγνητικού πεδίου και δημιουργεί ή διακόπτει την τάση συνεχούς μορφής ψηφιακού τύπου που εμφανίζεται στα άκρα του στοιχείου Hall . Το μέγεθος του σήματος εξόδου εξαρτάται από τη θέση των πτερυγίων και είναι ανεξάρτητο της ταχύτητας περιστροφής του σκανδαλιστή, δηλαδή των στροφών του κινητήρα. Ανάλογα με τη θέση των πτερυγίων του σκανδαλιστή, καθώς αυτός περιστρέφεται, έχουμε, εναλλακτικά, διεγέρσεις και αποδιεγέρσεις της ηλεκτρονικής μονάδας από την παλμοδότηση της γεννήτριας τύπου Hall .



**Βασικό κύκλωμα ηλεκτρονικής ανάφλεξης με επαγωγικό σηματοδότη.**

### **Χωρητική ηλεκτρονική ανάφλεξη (CDI) (Capacitor Discharge Ignition system)**

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται σήμερα πάρα πολύ στους κινητήρες υψηλών αποδόσεων και είναι πιο ακριβό από το συμβατικό ή το ηλεκτρονικό με τρανζίστορ και πολλαπλασιαστή. Το κύριο χαρακτηριστικό του συστήματος είναι ότι η ενέργεια ανάφλεξης αποθηκεύεται στο ηλεκτρικό πεδίο ενός πυκνωτή. Η τιμή της χωρητικότητας του πυκνωτή και η τάση φόρτισης του καθορίζουν το μέγεθος της αποθηκευόμενης ενέργειας. Το σύστημα χρειάζεται, επίσης, ένα μετασχηματιστή, ο οποίος εξωτερικά μοιάζει με πολλαπλασιαστή, όχι για να αποθηκεύει ενέργεια στο μαγνητικό πεδίο, αλλά κυρίως για να μεταφέρει την ενέργεια εκ-φόρτισης του πυκνωτή με τη μορφή υψηλής τάσης, που είναι αναγκαία για τη λειτουργία των σπινθηριστών.

Το σύστημα CDI πλεονεκτεί, ως προς τα άλλα συστήματα με πολλαπλασιαστή, στο ότι η τάση δευτερεύοντος σ' αυτό παίρνει τη μέγιστη τιμή της 10 φορές πιο γρήγορα. Αυτό αποτελεί σημαντικό πλεονέκτημα, γιατί τα ηλεκτρικά φορτία που εμφανίζονται στις ακίδες των σπινθηριστών για τη δημιουργία του σπινθήρα, δεν έχουν χρόνο να διατρέξουν τις επιφανειακές επικαθίσεις του μονωτήρα. Έτσι, η ενέργεια ανάφλεξης δεν μειώνεται καθόλου από τις αγωγίμες επικαθίσεις των σπινθηριστών, με αποτέλεσμα να έχουμε ένα ισχυρό σπινθήρα διάρκειας περίπου 30μs.

### **Λειτουργία χωρητικής ηλεκτρονικής ανάφλεξης (CDI)**

Ο πυκνωτής φορτίζεται με μια τάση 400V και τη χρονική στιγμή της ανάφλεξης εκφορτίζεται στο πρωτεύον τύλιγμα του μετασχηματιστή ανάφλεξης, με το κλείσιμο ενός ηλεκτρονικού διακόπτη ισχύος (θυρίστορ). Στο δευτερεύον τύλιγμα δημιουργείται εξ επαγωγής η δευτερεύουσα υψηλή τάση, σε χρόνο 10 φορές πιο σύντομα από ό,τι στα άλλα συστήματα ανάφλεξης.

Το κύκλωμα φόρτισης είναι ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα μετατροπής της τάσης του συσσωρευτή, από 12 σε 400 V, για τη φόρτιση του πυκνωτή. Ο χρόνος φόρτισης είναι τόσο μικρός, ώστε ακόμα και στους υψηλότερους ρυθμούς σπινθηρισμών η αποθηκευόμενη ενέργεια παραμένει σχεδόν στα ίδια επίπεδα.

#### **Οι παλμοί που διευθύνουν τη λειτουργία του θυρίστορ μπορεί να δίνονται:**

- είτε από μια γεννήτρια παλμών επαγωγικού τύπου (σύστημα CDI-I)
- είτε από ένα κύκλωμα που θα ανοιγοκλείνει με πλατίνες (σύστημα CDI-C)

Ως μονάδα ελέγχου των καταστάσεων φόρτισης-εκφόρτισης χρησιμοποιείται ένας ηλεκτρονικός διακόπτης ισχύος (θυρίστορ). Το θυρίστορ, όταν είναι κλειστό, δέχεται ένα ρεύμα εκ-φόρτισης, και όταν ανοίγει, δέχεται μια τάση 400V πράγμα που μπορεί να συμβαίνει μέχρι και 40.000 φορές το λεπτό. Η λειτουργία του θυρίστορ ελέγχεται από τη θύρα G. Ένας σύντομος ρευματικός παλμός στη θύρα είναι αρκετός για να κλείσει στο θυρίστορ το κύκλωμα μεταξύ των ακροδεκτών Ανόδου (A) και Καθόδου (K). Την κατάλληλη χρονική στιγμή ένας τέτοιος παλμός κλείνει το θυρίστορ και έχουμε εκ-φόρτιση του πυκνωτή, και παραγωγή υψηλής τάσης στο δευτερεύον κύκλωμα του μετασχηματιστή ανάφλεξης. Όταν το ρεύμα εκφόρτισης πέσει κάτω από ένα όριο, που χαρακτηρίζεται ως "ρεύμα συγκράτησης" του θυρίστορ, το θυρίστορ ανοίγει για να αρχίσει και πάλι η φόρτιση του πυκνωτή κ.ο.κ. Η δίοδος του κυκλώματος αποκλείει την εκφόρτιση του πυκνωτή προς τα πίσω για όσο διάστημα αυτός παραμένει φορτισμένος. Επειδή και οι πιο αδύνατοι παλμοί είναι αρκετοί για να κάνουν το θυρίστορ ηλεκτρικά αγωγίμο, αυτό είναι πολύ ευαίσθητο σε παρασιτικούς παλμούς, οι οποίοι μπορούν να το ερεθίσουν. Τέτοιοι παλμοί δημιουργούνται συχνά, π.χ. με το χτύπημα των πλατινών, με αποτέλεσμα να έχουμε δυσκολία στη λειτουργία του συστήματος ανάφλεξης. Για να αποφύγουμε αυτό το πρόβλημα, παρεμβάλλεται στο κύκλωμα μεταξύ πλατινών και θύρας G του θυρίστορ μια ειδική διάταξη φραγμού για να σβήνει τους παλμούς των κτυπημάτων των πλατινών. Τελευταία άρχισε να κερδίζει έδαφος και ένας άλλος τύπος



γεννήτριας παλμών. Στηρίζει τη λειτουργία της σε ένα φωτοτρανζίστορ, που παράγει ή όχι ρεύμα, ανάλογα με το αν φωτίζεται ή όχι από ένα LED. Ένας δίσκος με αριθμό εγκοπών όσοι και οι κύλινδροι φροντίζει ώστε το φως να πέφτει πάνω στο φωτοτρανζίστορ την κατάλληλη στιγμή.

### **Προγραμματισμένη ανάφλεξη**

Στις ηλεκτρονικές αναφλέξεις που ήδη γνωρίσαμε, η ρύθμιση του αβάνς γίνεται με μηχανικές διατάξεις (φυγοκεντρικός ρυθμιστής, ρυθμιστής κενού), οι οποίες δεν μπορούν με αξιοπιστία να ανταποκριθούν σε όλες τις περιπτώσεις λειτουργίας ενός σύγχρονου κινητήρα. Στα πιο σύγχρονα ηλεκτρονικά συστήματα ανάφλεξης, αντί των προαναφερθέντων μηχανικών διατάξεων ρύθμισης του αβάνς, χρησιμοποιούνται:

- Για την ανίχνευση των στροφών του κινητήρα σήματα ενός οπτικού ή επαγωγικού ανιχνευτή, τοποθετημένου στον χώρο του στροφαλοφόρου άξονα ή σήματα από ένα διακόπτη τύπου HALL που τοποθετείται στο διανομέα. Η πρώτη μέθοδος είναι πιο αξιόπιστη και χρησιμοποιείται στα νεότερα μοντέλα. Κατ' αυτή, μια οδοντωτή στεφάνη είναι προσαρμοσμένη στο εξωτερικό μέρος του σφονδύλου του στροφαλοφόρου άξονα, ενώ σε ελάχιστη απόσταση από τις οδοντώσεις βρίσκεται σταθερά στερεωμένη η κεφαλή της επαγωγικής γεννήτριας. Καθώς αυτές κινούνται μπροστά στην κεφαλή της γεννήτριας, τα δόντια και τα μεταξύ τους διάκενα, επάγουν παλμούς εναλλασσόμενης τάσης. Αν υπάρχει ένα επιπλέον διάκενο, διαφοροποιείται το πλάτος της παραγόμενης εναλλασσόμενης τάσης και αυτό χρησιμοποιείται ως σήμα αναφοράς προς τη μονάδα ελέγχου για τον προσδιορισμό της θέσης κάθε κυλίνδρου.
- σε σχέση με το φορτίο αναλογικά σήματα ενός ειδικού αισθητήρα υποπίεσης της πολλαπλής εισαγωγής.

Με παραμέτρους τις στροφές και το φορτίο του κινητήρα, αντιστοιχείται η τιμή της προπορείας για την οποία εργαστηριακά ο κινητήρας αποδίδει περισσότερο, με μεγαλύτερη οικονομία και με λιγότερους ρύπους. Έτσι, δημιουργούνται στη μνήμη της ανάφλεξης τριάδες στοιχείων (στροφές-φορτίο-αβάνς) απ' όπου επιλέγεται η τιμή της γωνίας αβάνς που πρέπει να δοθεί την κάθε στιγμή. Το σύνολο της επιφάνειας των χαρτών μπορεί να περιέχει από 1000 έως 4000 ξεχωριστά σημεία ανάφλεξης, τα οποία μπορούν να ανακληθούν από τη μνήμη. Ο μικροϋπολογιστής μπορεί να υπολογίζει, μέχρι και 16000 φορές το λεπτό, το κατάλληλο σημείο ανάφλεξης και τη γωνία DWELL, ώστε ανά πάσα στιγμή να επιτυγχάνεται η βέλτιστη λειτουργία του κινητήρα. Σε πολλές περιπτώσεις, λαμβάνονται υπόψη και άλλα στοιχεία όπως η θερμοκρασία του κινητήρα και του αέρα εισαγωγής, η κατανάλωση καυσίμου, οι συνθήκες οδήγησης (ρελαντί, πλήρες φορτίο, τα καυσαέρια, η τάση του συσσωρευτή κ.ά.). Στους κινητήρες με ηλεκτρονικά συστήματα έγχυσης καυσίμου ο έλεγχος του φορτίου γίνεται με συνεχή μέτρηση της μάζας του εισερχόμενου για καύση αέρα. Στα συστήματα αυτά, η μονάδα ελέγχου της ανάφλεξης και η μονάδα ελέγχου του συστήματος ψεκασμού αποτελούν ενιαίο σύνολο.

### **Ανάφλεξη χωρίς διανομέα**

Μια πιο προωθημένη λύση ηλεκτρονικής ανάφλεξης με κεντρική μονάδα ελέγχου είναι εκείνη που δεν διαθέτει διανομέα της τάσης ανάφλεξης αλλά μια ηλεκτρονική διάταξη διανομής με ανεξάρτητους πολλαπλασιαστές ανά κύλινδρο. Με αυτή έχουμε ακόμη καλύτερα αποτελέσματα και μείωση των παράσιτων, γιατί δεν δημιουργούνται σπινθήρες σε επαφές έξω από το χώρο καύσης, απαιτεί ελάχιστη συντήρηση (αφού δεν έχει κινούμενα μέρη) και λιγότερες συνδέσεις καλωδίων υψηλής τάσης.

### **Σύγκριση των διαφόρων συστημάτων ανάφλεξης**

Η καλή λειτουργία και κατά συνέπεια η ποιότητα ενός συστήματος ανάφλεξης καθορίζονται από τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- το βαθμό εξάρτησης της τάσης του δευτερεύοντος, της ενέργειας ανάφλεξης και το ρυθμό σπινθηρισμού, δηλαδή από τις στροφές του κινητήρα.
- την απαίτηση ισχύος από την πηγή
- τη διάρκεια του σπινθήρα
- τη μείωση της δευτερεύουσας τάσης από επικαθίσεις στους σπινθηριστές
- τη διάρκεια ζωής των εξαρτημάτων και ιδιαίτερα των επαφών διακοπής (αν υπάρχουν)
- το κόστος συντήρησης

Γενικά, ένα ηλεκτρονικό σύστημα ανάφλεξης απαιτεί περισσότερη ισχύ από την πηγή, σε σχέση με ένα συμβατικό σύστημα. Την ισχύ αυτή πρέπει να καλύπτει ο εναλλακτήρας του οποίου η σημερινή σχεδίαση επιτρέπει κάτι τέτοιο. Ο χρόνος και η δαπάνη συντήρησης συστημάτων ανάφλεξης με μπαταρία εξαρτώνται κατά πολύ από τον τύπο του συστήματος και τον τρόπο χρήσης του αυτοκινήτου.

- Ένα συμβατικό σύστημα μπορεί να λειτουργήσει χωρίς προβλήματα και συντήρηση για 10000km περίπου.
- Ένα σύστημα ηλεκτρονικής ανάφλεξης με πλατίνες (επαγωγικό ή χωρητικό) μπορεί να λειτουργήσει χωρίς προβλήματα και συντήρηση για 30000km.
- Ένα σύστημα ηλεκτρονικής ανάφλεξης χωρίς πλατίνες (με γεννήτρια παλμών) δεν χρειάζεται καθόλου συντήρηση,

## **Συμβατικό σύστημα ανάφλεξης(Coil Ignition CI)**

Το συμβατικό σύστημα ανάφλεξης χρησιμοποιείται σήμερα σε ελάχιστα αυτοκίνητα. Αυτό ανταποκρίνεται ικανοποιητικά σε κανονικές απαιτήσεις, π.χ. για ρυθμούς σπινθηρισμού από 2000 μέχρι 18000 ανά λεπτό και τάση δευτερεύοντος από 10000 μέχρι 2000V. Μέσα στα όρια αυτά δεν μπορεί να αγνοηθεί η πτώση της δευτερεύουσας τάσης με την αύξηση του ρυθμού σπινθηρισμού. Η ισχύς, επίσης, μειώνεται από τα 20W στα 10W. Οι πλατίνες, με την περιορισμένη τους μηχανική δυνατότητα διακοπής του, αρκετά σημαντικού, πρωτεύοντος ρεύματος, μας περιορίζουν ακόμη περισσότερο στους υψηλούς ρυθμούς σπινθηρισμού, λόγω του φαινομένου της αναπήδησης του βραχίονα της κινητής τους επαφής.

Την αισθητή πτώση της τάσης δευτερεύοντος τόσο στους χαμηλούς όσο και στους υψηλούς ρυθμούς σπινθηρισμού δεν μπορούμε να την αποφύγουμε. Η διάρκεια του σπινθήρα στους χαμηλούς ρυθμούς σπινθηρισμού είναι περίπου 1,5 sec, όταν η τάση σπινθηρισμού δεν ξεπερνά σημαντικά τα 10000V, Οι αγωγίμες επικαθίσεις μειώνουν αισθητά την τιμή της τάσης δευτερεύοντος.

## **Σύστημα επαγωγικής ηλεκτρονικής ανάφλεξης(Transistorized Coil Ignition TCI)**

Η αρκετά υψηλή τάση δευτερεύοντος του συστήματος, που παρέχεται σε όλο το εύρος των στροφών του κινητήρα, μας εξασφαλίζει ομαλή λειτουργία του κινητήρα κάτω από οποιεσδήποτε συνθήκες (π.χ. σε πόλη, σε ψυχρά κλίματα, σε αυτοκινητόδρομους ταχείας κυκλοφορίας). Η απαιτούμενη από την πηγή ισχύς είναι μεγάλη.

Το σύστημα αυτό εξασφαλίζει εύκολο ξεκίνημα. Το φαινόμενο της αναπήδησης των πλατινών εμφανίζεται, όταν ο ρυθμός σπινθηρισμού ξεπερνά τους 18000 σπινθηρισμούς ανά λεπτό, αλλά αυτό δεν είναι τόσο σοβαρό όσο για το συμβατικό σύστημα. Ο μέγιστος ρυθμός σπινθηρισμού μπορεί να φτάσει τους 21000 σπινθηρισμούς ανά λεπτό.

Η ηλεκτρονική ανάφλεξη χωρίς πλατίνες, απαλλαγμένη από φθορές και αδράνεια, μπορεί να ανταποκριθεί σε υψηλότερες απαιτήσεις και ο ρυθμός σπινθηρισμού να φτάσει τους 40000 σπινθηρισμούς ανά λεπτό.

Οι αγωγίμες επικαθίσεις επηρεάζουν την ηλεκτρονική ανάφλεξη το ίδιο όπως και τη συμβατική.

## **Σύστημα ανάφλεξης χωρητικής εκφόρτισης (Capasitor Discharge Ignition CDI)**

Στους πολύστροφους κινητήρες, το σύστημα αυτό δίνει υψηλότερη δευτερεύουσα τάση και ενέργεια ανάφλεξης από ότι το TCI. Ανταποκρίνεται στις υψηλότερες απαιτήσεις και απαιτεί σχετικά μικρή ισχύ.

**Σε σχέση με το TCI, έχει δύο βασικά πλεονεκτήματα:**

1. ο σπινθήρας είναι αρκετά ισχυρός.
2. δεν επηρεάζεται η δευτερεύουσα τάση από τις επικαθίσεις στους σπινθηριστές.

### **Προγραμματισμένη ανάφλεξη**

Αυτός ο τύπος ανάφλεξης λαμβάνει υπόψη περισσότερες παραμέτρους για τον καλύτερο χρονισμό του κινητήρα κάτω από οποιεσδήποτε συνθήκες λειτουργίας. Η επεξεργασία των στοιχείων γίνεται ψηφιακά, με υψηλή ακρίβεια, γεγονός που σημαίνει καλή λειτουργία και μεγάλη αξιοπιστία. Για το λόγο αυτό έχει επικρατήσει στα σύγχρονα αυτοκίνητα.

### **Συντήρηση του συστήματος ανάφλεξης**

Η καλύτερη τακτική για να μην παρουσιάζει προβλήματα το σύστημα ανάφλεξης, είναι η κανονική και η με προγραμματισμό, συντήρηση του, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Τα χρησιμοποιούμενα σύγχρονα ηλεκτρονικά συστήματα ανάφλεξης είναι σχεδόν απαλλαγμένα από ανάγκες συντήρησης, επειδή, όμως, υπάρχουν και κινητήρες που χρησιμοποιούν συμβατικά συστήματα ανάφλεξης που χρειάζονται συστηματική συντήρηση, θα αναφερθούμε ξεχωριστά στη συντήρηση του κάθε συστήματος και στα μέτρα που πρέπει να λαμβάνονται για τη χωρίς προβλήματα λειτουργία τους.

### **Συντήρηση του συμβατικού συστήματος ανάφλεξης**

Στη συντήρηση του συμβατικού συστήματος ανάφλεξης, ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στα εξαρτήματα μόνωσης όπως το καπάκι του διανομέα, το ράουλο, το καπάκι του πολλαπλασιαστή, τα καλώδια Υ.Τ. κ.λπ. τα οποία πρέπει να καθαρίζονται τακτικά με ένα στεγνό καθαρό πανί που δεν αφήνει χνούδι. Το καπάκι του διανομέα πρέπει να αφαιρείται τακτικά και να καθαρίζεται εσωτερικά, ενώ παράλληλα πρέπει να καθαρίζεται και το ράουλο.

Σε κάθε προγραμματισμένη συντήρηση 10.000 -15.000 km., λιπαίνουμε το ρουλεμάν του άξονα του διανομέα. Αφού αφαιρέσουμε το ράουλο, ρίχνουμε μερικές σταγόνες λιπαντικού στο εσωτερικό του άξονα. Στη συνέχεια επανατοποθετούμε το ράουλο και προσέχουμε να μπει στη σωστή θέση και το καπάκι του διανομέα για να μην χαλάσει ο εξωτερικός χρονισμός του κινητήρα. Οι πλατίνες, το έκκεντρο, το ελατήριο των πλατινών και το φίμπερ είναι τα εξαρτήματα που παρουσιάζουν μεγάλη συχνότητα φθορών. Για να περιοριστούν οι φθορές, σε κάθε αλλαγή πλατινών λιπαίνεται το έκκεντρο με ειδικό γράσο διαρκείας, σε μικρή ποσότητα. Γιατί, αν αφήσουμε μεγάλη ποσότητα γράσου ή λιπαντικού, εξαιτίας των δυνάμεων που αναπτύσσονται κατά την περιστροφή, αυτά θα ρυπάνουν τις επαφές που θα καούν ή θα φθαρούν πρόωρα. Αν δε εμφανιστεί πρόωρη φθορά στις επαφές των πλατινών, αυτή μπορεί να οφείλεται σε ελαττωματικό πυκνωτή ή πυκνωτή με αντικανονική χωρητικότητα ή σε κακή ρύθμιση των πλατινών.

Μετά από κάθε αλλαγή πλατινών, πρέπει να ελέγχεται και να ρυθμίζεται η γωνία Dwell, με αντίστοιχη ρύθμιση του διακένου των πλατινών, και στο τέλος να γίνεται η ρύθμιση της γωνίας προπορείας του σπινθήρα. Ο πολλαπλασιαστής, αντίθετα, δεν χρειάζεται καμία ρύθμιση.

## **Συντήρηση ηλεκτρονικών συστημάτων ανάφλεξης.**

Τα ηλεκτρονικά συστήματα ανάφλεξης είναι απαλλαγμένα πλήρως από τις ανάγκες συντήρησης. Οι κατασκευαστές των κινητήρων φροντίζουν, κατά την κατασκευή του κινητήρα, να παίρνουν τα απαραίτητα μέτρα, ώστε να εξασφαλίζεται η αξιοπιστία των συστημάτων και η μακροζωία τους.

### **Συγκεκριμένα:**

- α. τα εξαρτήματα του συστήματος τοποθετούνται μακριά από τις θερμές περιοχές του κινητήρα,
- β. φροντίζουν να υπάρχει επαρκής αερισμός για την καλύτερη ψύξη των εξαρτημάτων,
- γ. φροντίζουν οι αγωγοί υψηλής τάσης (δευτερεύον κύκλωμα - μπουζοκαλώδια) να έχουν μικρό μήκος,
- δ. φροντίζουν να εξασφαλίζουν καλή γείωση των κυκλωμάτων,
- ε. φροντίζουν να τοποθετούν τον πολλαπλασιαστή πολύ κοντά στο διανομέα,
- στ. φροντίζουν να τοποθετούν τα εξαρτήματα με τέτοιο τρόπο και σε τέτοια σημεία, ώστε να μην καταπονούνται από κραδασμούς.

## **Προβλήματα στο κύκλωμα ανάφλεξης.**

Τα προβλήματα της λειτουργίας του κινητήρα, που οφείλονται σε αντικανονική λειτουργία του συστήματος, δείχνουν πολλές φορές συμπτώματα που δεν είναι καθαρά και κατανοητά. Γι' αυτό απαιτείται συχνά αρκετός χρόνος μέχρι να εντοπιστεί και διορθωθεί το πρόβλημα. Για να μειώσουμε, πολλές φορές, αυτόν τον απαιτούμενο χρόνο, ξεκινάμε την ανίχνευση της βλάβης από τις πιο συνηθισμένες αιτίες και μετά επεκτεινόμαστε στις ασυνήθιστες. Αν παρ' όλα αυτά δεν εντοπισθεί βλάβη στο σύστημα ανάφλεξης, είναι απαραίτητο να ελεγχθούν και άλλα συστήματα όπως το σύστημα εκκίνησης, το σύστημα τροφοδοσίας ή και το σύστημα διανομής καυσίμου.

Αν υπάρχει πρόβλημα στο σύστημα ανάφλεξης, αυτό μπορεί κυρίως να οφείλεται σε κακή ανάφλεξη (αδύνατο σπινθήρα, ώστε να μην μπορεί να καεί το μείγμα καυσίμου - αέρα) ή κακό χρονισμό της ανάφλεξης.

**Οι κυριότερες βλάβες που οφείλονται στην αντικανονική λειτουργία του συστήματος ανάφλεξης είναι:**

1. ο κινητήρας δεν ξεκινά ή ξεκινά δύσκολα.
2. ο κινητήρας λειτουργεί με διακοπές και παρουσιάζει ανώμαλο ρελαντί.

3. ο κινητήρας παρουσιάζει κακή επιτάχυνση ("γονατίζει" και μετά επιταχύνει) ή δεν "αρπάζει" και
4. παρουσιάζει μεγάλη κατανάλωση καυσίμου.

### **Έλεγχος συστήματος ανάφλεξης**

Ο έλεγχος και η διάγνωση βλάβης του συστήματος ανάφλεξης είναι αρκετά δύσκολα, διότι υπάρχουν συμπτώματα βλαβών τα οποία παρουσιάζονται και λόγω αντικανονικής λειτουργίας άλλων συστημάτων του κινητήρα. Για το λόγο αυτό και για οικονομία χρόνου, κάνουμε αρχικά ένα γενικό έλεγχο του συστήματος και, εάν προκύψουν στοιχεία ελαττωματικής λειτουργίας, προχωρούμε σε ξεχωριστό έλεγχο κάθε εξαρτήματος του συστήματος.

### **Γενικός έλεγχος του συστήματος ανάφλεξης.**

Για να κάνουμε γενικό έλεγχο, θέτουμε εκτός λειτουργίας τα φώτα και όλους τους βοηθητικούς μηχανισμούς και προχωρούμε σε μια σειρά από ειδικούς ελέγχους.

Όταν ο κινητήρας ξεκινά στη θέση start (δηλαδή λειτουργεί καλά η μίζα), αλλά σβήνει μόλις ο διακόπτης του κινητήρα έλθει στη θέση κανονικής λειτουργίας (ON), ακολουθούμε τα παρακάτω 8 βήματα ελέγχου:

#### **Βήμα 1ο**

Ελέγχουμε όλες τις συνδέσεις πρωτεύοντος και δευτερεύοντος.

#### **Βήμα 2ο**

Αφαιρούμε το κεντρικό καλώδιο από το καπάκι του διανομέα και το φέρνουμε σε μια απόσταση περίπου 10mm από το σώμα του κινητήρα. Λειτουργούμε τη μίζα. Αν, κατά το γύρισμα του κινητήρα, δεν βγαίνει σπινθήρας ή παράγεται ένας αδύνατος και κίτρινος σπινθήρας, τότε έχουμε βλάβη στο κύκλωμα χαμηλής τάσης ή στον πολλαπλασιαστή. Αν έχουμε σπινθήρα ζωηρό και κίτρινοπράσινο, τούτο σημαίνει ότι το κύκλωμα, μέχρι και τη δευτερεύουσα περιέλιξη του πολλαπλασιαστή, λειτουργεί σωστά. Ελέγχουμε το καπάκι του διανομέα, το ράουλο και τις καλωδιώσεις των μπουζί.

#### **Βήμα 3ο**

Συνδέουμε το βολτόμετρο. Η ένδειξη δεν πρέπει να ξεπεράσει το 1V, όσο λειτουργούμε τη μίζα. Αν δεν υπάρχει ένδειξη, τότε έχουμε πρόβλημα. Έχουμε πχ ανοικτό κύκλωμα ανάφλεξης, κατά την εκκίνηση, στο διακόπτη ή αλλού, ή γείωση στο κύκλωμα από τον ακροδέκτη του πολλαπλασιαστή μέχρι το διακόπτη ανάφλεξης, ή προσγείωση του πηνίου του πολλαπλασιαστή.

#### **Βήμα 4ο**

Συνδέουμε το βολτόμετρο. Φέρνουμε το διακόπτη ανάφλεξης στη θέση ON και τις πλατίνες σε θέση ανοίγματος. Το βολτόμετρο πρέπει να δείξει την τάση μπαταρίας. Αν

όχι, τα προβλήματα μπορεί να είναι: εκφορτισμένη μπαταρία, κλειστές πλατίνες, ή γειωμένο το κύκλωμα ανάφλεξης.

#### **Βήμα 5ο**

Φέρνουμε το διακόπτη ανάφλεξης στη θέση ON και έχουμε τις πλατίνες κλειστές. Η ένδειξη πρέπει να είναι 5-7v

- Αν η ένδειξη ξεπερνά τα 7v

Οι πλατίνες μπορεί να μην έχουν κλείσει, ίσως έχουμε χαλαρή ή ανοιχτή σύνδεση στο διανομέα, ο διανομέας μπορεί να μην είναι καλά γειωμένος στον κινητήρα ή να είναι κατεστραμμένες οι πλατίνες. Μπορεί να έχουμε ανοιχτή σύνδεση μεταξύ του πολλαπλασιαστή και διανομέα, ή η αντίσταση να είναι εκτός κυκλώματος κατά την εκκίνηση, λόγω βραχυκυκλώματος ή λανθασμένης σύνδεσης. Μπορεί οι επαφές του διακόπτη ανάφλεξης να παραμένουν κλειστές, όπως ήταν στη θέση START, ή η αντίσταση να μην έχει κανονική τιμή.

- Αν η ένδειξη είναι μικρότερη των 5v

Μπορεί να έχουμε ανοικτό το κύκλωμα από την αντίσταση, μέσω διακόπτη ανάφλεξης, μέχρι την μπαταρία ή ανοικτό το κύκλωμα μεταξύ της αντίστασης και του πολλαπλασιαστή. Μπορεί η αντίσταση να είναι καμένη ή να έχει υψηλή τιμή.

#### **Βήμα 6ο**

Συνδέουμε το βολτόμετρο στο διακόπτη στη θέση ON και έχουμε τις πλατίνες κλειστές. Η ένδειξη δεν πρέπει να ξεπεράσει τα 0,2 V. Αν η ένδειξη είναι πάνω από 0,2v, τότε οι πλατίνες μπορεί να μην έχουν κλείσει, μπορεί να έχουμε χαλαρή σύνδεση στο διανομέα, ή ο διανομέας ίσως δεν είναι γειωμένος στον κινητήρα. Μπορεί, επίσης να είναι κατεστραμμένες οι πλατίνες. Η πτώση της τάσης στα άκρα των πλατινών δεν πρέπει να ξεπερνά τα 0,125v.

#### **Βήμα 7ο**

Συνδέουμε το βολτόμετρο στο διακόπτη ανάφλεξης στη θέση ON και οι πλατίνες είναι κλειστές. Η ένδειξη του βολτόμετρου δεν πρέπει να ξεπεράσει τα 0,7v. Αν τούτο συμβεί, αναζητούμε κάποιο άνοιγμα στη σύνδεση από την αντίσταση, μέσω του διακόπτη ανάφλεξης, μέχρι τη μπαταρία.

#### **Βήμα 8ο**

Αν αυτοί οι έλεγχοι δεν μας οδηγήσουν σε λύση του προβλήματος, αφαιρούμε τον πολλαπλασιαστή, το διανομέα και την αντίσταση και τα ελέγχουμε ξεχωριστά, ενώ ελέγχουμε, για άλλη μια φορά, τις συνδέσεις.

### **Έλεγχος βασικών μονάδων του κυκλώματος ανάφλεξης.**

Για να προχωρήσουμε στον έλεγχο των επί μέρους μονάδων, που συγκροτούν το κύκλωμα ανάφλεξης, χρειαζόμαστε πολύμετρο (βολτόμετρο - ωμόμετρο), παχυμετρικό έλασμα (φίλερ), ειδικό ελεγκτήρα διάκενου, αναφλεκτήρα και δυναμόκλειδο (ροπόκλειδο).

## **Έλεγχος πολλαπλασιαστή.**

Η αντικανονική λειτουργία του πολλαπλασιαστή αναγνωρίζεται από:

- α) τις διακοπές κατά την λειτουργία του κινητήρα.
- β) την κακή καύση του μείγματος (καυσανάλυση)
- γ) το ρετάρισμα στις υψηλές στροφές λειτουργίας του κινητήρα,
- δ) τη διακοπή λειτουργίας του κινητήρα

Οι πιο συνηθισμένες βλάβες του πολλαπλασιαστή είναι το βραχυκύκλωμα, η διακοπή της περιέλιξης και η υπερθέρμανση.

## **Έλεγχος αντίστασης πρωτεύοντος.**

Πάμε να ελέγξουμε την αντίσταση του πρωτεύοντος, αποσυνδέουμε τα καλώδια του κυκλώματος Χ.Τ. από τους ακροδέκτες του πολλαπλασιαστή και εφαρμόζουμε σ' αυτούς τους ακροδέκτες του οργάνου, έχοντας επιλέξει, στο όργανο, την κλίμακα των ohms . Παραδεκτές τιμές αντίστασης 1,3 -1,6 Ω.

## **Έλεγχος αντίστασης δευτερεύοντος.**

Για να μετρήσουμε την αντίσταση του δευτερεύοντος, τοποθετούμε τον επιλογέα του πολύμετρου στην ένδειξη των ohms και τους ακροδέκτες του οργάνου στο (+) του πολλαπλασιαστή και στον ακροδέκτη υψηλής τάσης. Για να έχουμε σωστή λειτουργία του πολλαπλασιαστή, θα πρέπει η τιμή του να είναι κοντά στην τιμή που δίνει ο κατασκευαστής, επειδή η τιμή αυτή διαφέρει από πολλαπλασιαστή σε πολλαπλασιαστή. Συνηθέστερες τιμές αντίστασης 10 - 15KΩ.

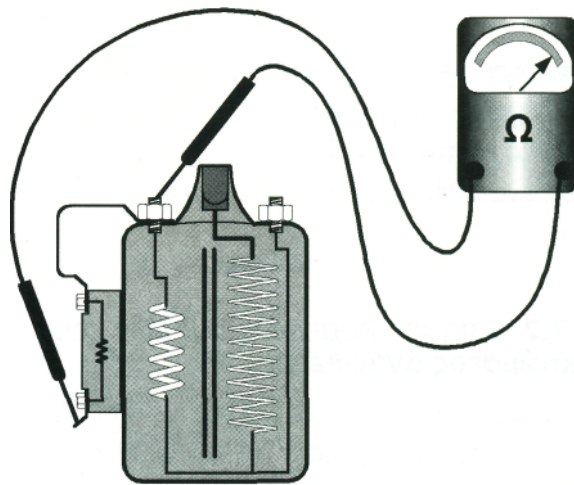


**Μέτρηση αντίστασης δευτερεύοντος.**



## Έλεγχος της εξωτερικής αντίστασης (προαντίσταση).

Χρησιμοποιούμε το πολύμετρο στην ένδειξη των ohms και συνδέουμε τους ακροδέκτες του στα άκρα της αντίστασης. Παραδεκτή τιμή προαντίστασης 1,3- 1,5 Ω.



Μέτρηση προαντίστασης.

## Έλεγχος της μόνωσης του πολλαπλασιαστή.

Τοποθετούμε τον επιλογέα του οργάνου στην υψηλότερη κλίμακα των OHMS. Τοποθετούμε τον ένα ακροδέκτη του οργάνου στο ένα από τα άκρα του πολλαπλασιαστή, και τον άλλο ακροδέκτη του οργάνου στο περίβλημα του πολλαπλασιαστή. Ο δείκτης του οργάνου πρέπει να παραμείνει στην ένδειξη άπειρης αντίστασης, αλλιώς πρέπει να αντικατασταθεί.

## Πρακτικός έλεγχος του πρωτεύοντος τυλίγματος του πολλαπλασιαστή.

Με τις πλατίνες ανοιχτές και το διακόπτη ανάφλεξης στη θέση ON, συνδέουμε τα άκρα μιας δοκιμαστικής λάμπας 12V:

- στο (+) του πολλαπλασιαστή και στη γείωση
- στο (-) του πολλαπλασιαστή και στη γείωση

Η λάμπα πρέπει να ανάβει και στις δύο δοκιμές. Αν η λάμπα ανάβει στη πρώτη και δεν ανάβει στη δεύτερη δοκιμή, τότε το πρωτεύον τυλίγμα είναι γειωμένο ή καμένο και πρέπει να αντικατασταθεί ο πολλαπλασιαστής.

## **Πρακτικός έλεγχος του δευτερεύοντος τυλίγματος του πολλαπλασιαστή.**

Αφαιρούμε το κεντρικό καλώδιο από το καπάκι του διανομέα και το πλησιάζουμε σε απόσταση 10MM από το σώμα του κινητήρα. Λειτουργούμε τη μίζα. Αν παραχθεί σπινθήρας μεταξύ του άκρου του καλωδίου και του σώματος του κινητήρα, το δευτερεύον τυλίγμα δεν έχει πρόβλημα, αλλιώς πρέπει να αντικατασταθεί ο πολλαπλασιαστής.

## **Υπερθέρμανση του πολλαπλασιαστή.**

Η υπερθέρμανση αναγνωρίζεται από τον αδύνατο σπινθήρα και την πτώση της ισχύος του κινητήρα. Στις αιτίες υπερθέρμανσης αναγνωρίζονται:

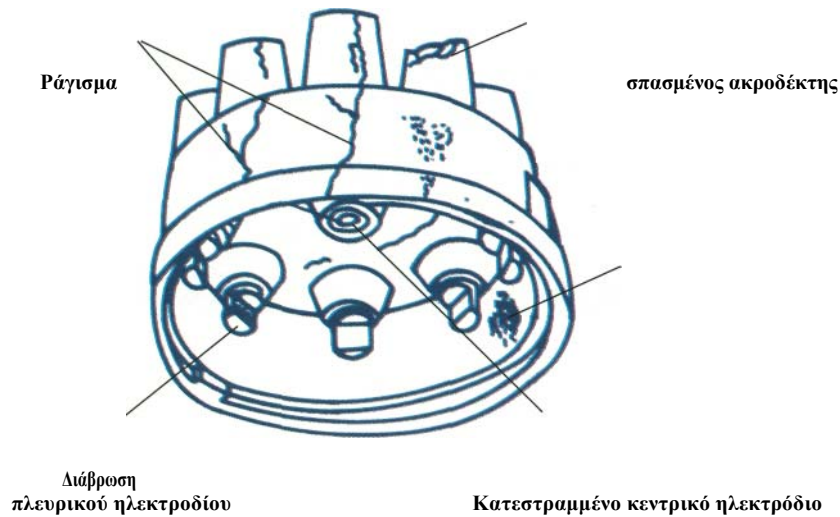
- η διέλευση ρεύματος υψηλής έντασης από το πρωτεύον κύκλωμα.
- η παραμονή των πλατινών σε κλειστή θέση, με το διακόπτη ανάφλεξης στη θέση ON

η μεγάλη διάρκεια λειτουργίας του κινητήρα καθώς και η υψηλή θερμοκρασία του κινητήρα.

## **Έλεγχος του διανομέα**

### **Έλεγχος για ελαττωματικό καπάκι ή ράουλο του διανομέα.**

Η αντικανονική λειτουργία του καπακιού και του ράουλου αναγνωρίζεται από τον αδύνατο σπινθήρα των αναφλεκτήρων (μπουζί) και, σε ακραίες περιπτώσεις, από τη διακοπή της υψηλής τάσης. Για να εντοπίσουμε το πρόβλημα, πρώτα ελέγχουμε τον παραγόμενο από τον πολλαπλασιαστή σπινθήρα, αφαιρώντας το κεντρικό μπουζοκαλώδιο και το πλησιάζουμε σε απόσταση 10 από το σώμα του κινητήρα. Στη συνέχεια, επανατοποθετούμε το κεντρικό μπουζοκαλώδιο και αφαιρούμε το μπουζοκαλώδιο ενός κυλίνδρου, το οποίο και το πλησιάζουμε σε απόσταση 10 από το σώμα του κινητήρα συγκρίνοντας ταυτόχρονα την ένταση του σπινθήρα. Εάν ο σπινθήρας που παράγεται από το κεντρικό μπουζοκαλώδιο είναι ισχυρός και ο σπινθήρας από το καλώδιο του κυλίνδρου είναι αδύνατος, τότε εντοπίζουμε ότι υπάρχει πρόβλημα στο καπάκι ή στο ράουλο του διανομέα. Οι πιο συνηθισμένες βλάβες στο καπάκι του διανομέα είναι η φθορά του κεντρικού ηλεκτροδίου των επαφών (καρβουνάκι), το ράγισμα ή το σπάσιμο τμημάτων του, τα βραχυκυκλώματα από τις επικαθίσεις άνθρακα, η σκόνη και η υγρασία, που μπορούν να προκαλέσουν διαπήδηση της Υ.Τ., και βραχυκύκλωμα μεταξύ των ηλεκτροδίων, η διάβρωση των πλευρικών ηλεκτροδίων από τις ηλεκτρικές εκφορτίσεις και τέλος η καταστροφή της μόνωσης του καπακιού, εξαιτίας της δημιουργίας όζοντος εξ' ιονισμού κατά τη διαπήδηση της Υ.Τ. Για το σκοπό αυτό άλλωστε, υπάρχουν και οι τρύπες εξαερισμού στο καπάκι και στο σώμα του διανομέα.



### **Κατεστραμμένο καπάκι διανομέα.**

Το ράουλο που διανέμει το ρεύμα Υ.Τ μπορεί να υποστεί διάβρωση από τις ηλεκτρικές εκφορτίσεις, σπασίματα ή ρωγμές από μηχανικές καταπατήσεις και εξασθένηση του ελατηρίου, που φέρνει σε επαφή το ηλεκτρόδιο με το κεντρικό ηλεκτρόδιο (καρβουνάκι) του καπακιού. Το ράουλο πρέπει να έχει μόνωση με τον άξονα και ο έλεγχος του, γίνεται με ωμόμετρο. Για τη σωστή λειτουργία του ράουλου, το ωμόμετρο θα πρέπει να δείξει άπειρο (∞).

### **Έλεγχος φυγοκεντρικού ρυθμιστή.**

Στον έλεγχο του φυγοκεντρικού ρυθμιστή, ελέγχουμε το κατά πόσο ο ρυθμιστής λειτουργεί ελεύθερα. Στρέφουμε τον άξονα του διανομέα κατά 5-7° σύμφωνα με τη φορά περιστροφής του, Στη συνέχεια, αφήνουμε τον άξονα ελεύθερο και ελέγχουμε αν επιστρέφει γρήγορα και ελεύθερα στην αρχική του θέση. Ακολούθως, επιχειρούμε να τον στρέψουμε αντίθετα. Εάν δεν μπορέσουμε να τον στρέψουμε αντίθετα και εάν, προηγουμένως, είχε επιστρέψει στη θέση του κανονικά, τότε δεν χρειάζεται καμία επέμβαση τεχνικού.

### **Έλεγχος του ρυθμιστή κενού.**

Για να ελέγξουμε τον ρυθμιστή κενού, περιστρέφουμε την πλατινοφόρο πλάκα κατά αντίθετη φορά της κανονικής φοράς περιστροφής του άξονα. Το αποτέλεσμα είναι να κινηθεί η πλατινοφόρος πλάκα, η οποία πρέπει να επιστρέψει γρήγορα και ομαλά στην αρχική της θέση, μόλις την αφήσουμε.

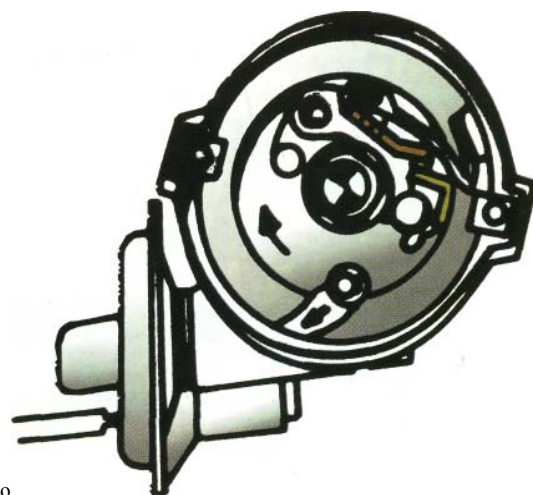
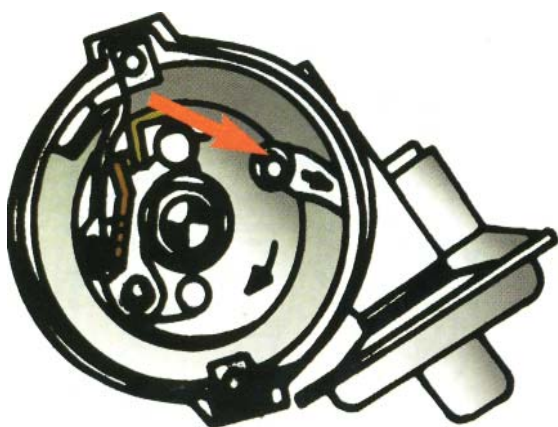
Ένας άλλος τρόπος ελέγχου προβλέπει την αποσύνδεση του σωληνίσκου υποπίεσης, την περιστροφή, όσο είναι δυνατό, της πλατινοφόρου πλάκας και το κλείσιμο, με το δάκτυλο, του στομίου υποπίεσης.

Όταν αφήσουμε τη πλατινοφόρο πλάκα, δεν πρέπει να επιστρέψει στην αρχική της θέση, όσο κρατάμε κλειστό, με το δάκτυλο μας, το στόμιο υποπίεσης, ως ένδειξη καλής στεγανότητας του διαφράγματος. Αν απομακρύνουμε το δάκτυλο μας, πρέπει η πλατινοφόρος πλάκα να γυρίσει πίσω ομαλά. Ο ίδιος έλεγχος μπορεί να γίνεται και με χρήση υποπιεσομέτρου.

### Έλεγχος πλατινών.

Οι έλεγχοι που γίνονται για να διαπιστωθεί η σωστή λειτουργία των πλατινών είναι:

- 1) ο έλεγχος επαφής,
- 2) ο έλεγχος διάκενου
- 3) ο έλεγχος της τάσης ελατηρίου και
- 4) ο έλεγχος βραχυκυκλώματος.



Σύνδεση υποπιεσομέτρου

### Έλεγχος του ρυθμιστή κενού.

#### Έλεγχος επαφής

Κατά τον έλεγχο επαφής, οι επαφές των πλατινών κλείνουν απόλυτα. Εάν η επιφάνεια επαφής δεν είναι κανονική, αυξάνεται η αντίσταση επαφής, με

αποτέλεσμα να μειώνεται η ροή του ρεύματος στο πρωτεύον τύλιγμα του πολλαπλασιαστή.

Ως κύριες αιτίες αύξησης της αντίστασης επαφής αναφέρονται η προσκόλληση λαδιού ή γράσου στις επιφάνειες επαφής και η κακή ευθυγράμμιση των πλατινών. Εξαιτίας της προσκόλλησης λαδιού ή γράσου δημιουργείται ηλεκτρικό τόξο, ενώ, εξαιτίας της κακής ευθυγράμμισης, μειώνεται η επιφάνεια επαφής των πλατινών και επιταχύνεται ταυτόχρονα η οξείδωση και η φθορά τους.

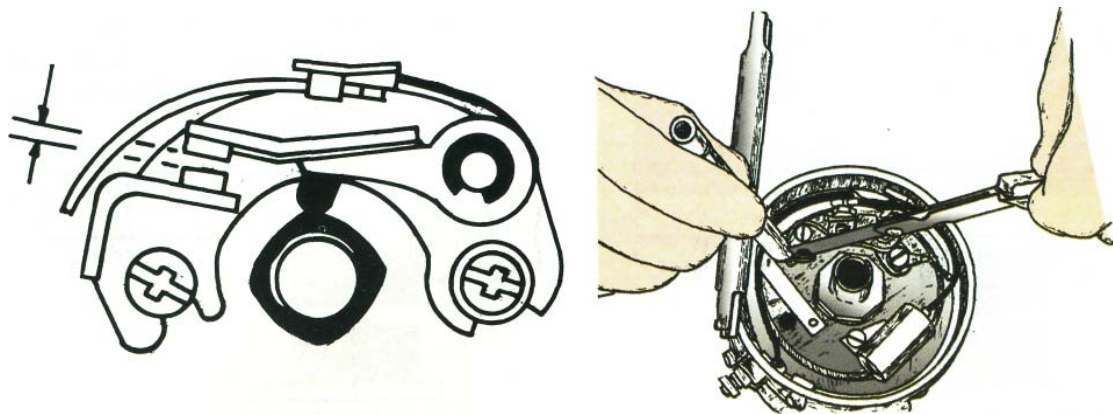
Εάν χρειαστεί να κάμψουμε κάποιο βραχίονα για να πετύχουμε καλή επαφή, τότε κάμπουμε **ΜΟΝΟ** το βραχίονα της σταθερής πλατίνας.

## Έλεγχος διάκενου

Κατά τον έλεγχο του διάκενου, ελέγχεται εάν το διάκενο μεταξύ των πλατινών είναι εκείνο που ορίζει ο κατασκευαστής, τη στιγμή που το έκκεντρο σπρώχνει την κινητή πλατίνα στη μεγαλύτερη απόκλιση της. Εάν, κατά τη διάρκεια του ελέγχου, υπάρχουν στις επαφές παραμορφώσεις ή ανωμαλίες, λόγω ακαθαρσιών ή αποκόλλησης τεμαχίων, οδηγούμαστε σε λάθος μετρήσεις με σοβαρές επιπτώσεις στη λειτουργία του κινητήρα. Η διαδικασία ελέγχου και ρύθμισης του διάκενου παρουσιάζεται ως εξής . Τοποθετούμε στο κιβώτιο ταχυτήτων 4η ή 5η ταχύτητα και κινούμε το όχημα εμπρός - πίσω, μέχρις ότου το έκκεντρο του κονδυλοφόρου άξονα ανοίξει πλήρως τις επιφάνειες επαφής. Στη συνέχεια, με τη βοήθεια ενός φίλερ, πάχους ανάλογο προς το επιθυμητό διάκενο των πλατινών, και ενός κατασαβιδιού ρυθμίζουμε, μέσω του έκκεντρου κοχλία ρύθμισης, το διάκενο έτσι, ώστε το φίλερ να εισέρχεται και να εξέρχεται στο διάκενο με μια μικρή δυσκολία. Μετά απ' αυτά, σφίγγουμε καλά τη βίδα συγκράτησης των πλατινών και επανελέγχουμε το διάκενο.

Οι επαφές των πλατινών πρέπει να είναι παράλληλες και καθαρές και να εφάπτονται σε όλη την επιφάνεια τους, για να περνάει το ρεύμα χαμηλής τάσης με ευκολία.

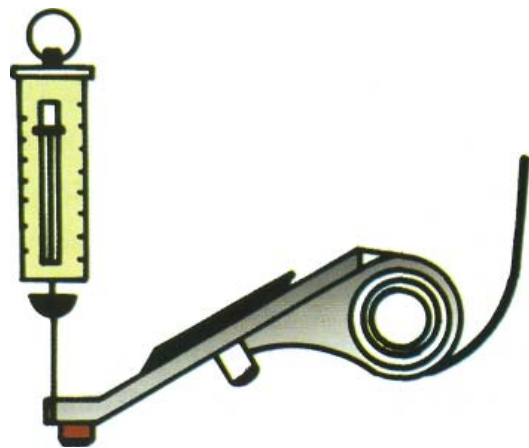
Όταν οι πλατίνες φθαρούν, πρέπει να αντικαθίστανται με καινούργιες. Στην ανάγκη, τις λειαίνουμε με πλατινόλιμα ή ψιλό σμυριδόπανο και μετά τις καθαρίζουμε με οινόπνευμα ή βενζίνη. Ελέγχουμε την τάση του ελατηρίου της κινητής πλατίνας για να δούμε αν είναι πάνω από 600gr. Τυχόν ακαθαρσίες, παραμορφώσεις ή επικαθίσεις υλικού οδηγούν σε λάθος εκτίμηση στη μέτρηση του διάκενου με φίλερ.



**Έλεγχος και ρύθμιση του διάκενου των πλατινών.**

### **Έλεγχος τάσης ελατηρίου**

Στον έλεγχο αυτό, μετρούμε την τάση του ελατηρίου. Εάν η κινητή πλατίνα κινείται, όταν εφαρμόζουμε τάση μικρότερη των 600gr περίπου, τότε το ελατήριο είναι εξασθενημένο και χρειάζεται αντικατάσταση.



**Έλεγχος τάσης ελατηρίου.**

## Έλεγχος βραχυκυκλώματος

Όπως γνωρίζουμε, όταν κλείνουν οι πλατίνες, το ρεύμα της χαμηλής τάσης γειώνεται μέσω της σταθερής πλατίνας. Αν τούτο συμβαίνει χωρίς να είναι κλειστές οι πλατίνες, αυτό σημαίνει ότι έχουμε βραχυκύκλωμα που μπορεί να προέρχεται από καταστροφή της μόνωσης ή λανθασμένη σύνδεση. Το αποτέλεσμα είναι η ελάττωση ή η διακοπή της υψηλής τάσης.

Ένας πρακτικός έλεγχος γίνεται με την σύνδεση του ενός άκρου μιας δοκιμαστικής λυχνίας στην είσοδο του διανομέα και του άλλου άκρου στη γείωση. Όταν οι πλατίνες ανοίγουν, η λυχνία πρέπει να ανάβει, ενώ, όταν οι πλατίνες κλείνουν, η λυχνία πρέπει να σβήνει.

## Έλεγχος πυκνωτή

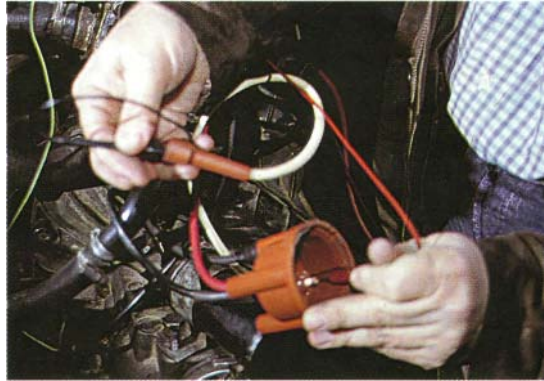
Οι κύριες αιτίες αντικανονικής λειτουργίας του πυκνωτή οφείλονται σε βραχυκύκλωμα του π σε αντικανονική χωρητικότητα του. Η ελαττωματική λειτουργία του αναγνωρίζεται από την πρόωρη φθορά των πλατινών, τον ανίσχυρο σπινθήρα και τις αυταναφλέξεις του άκανστου μείγματος στην εξάτμιση.

Για τον έλεγχο του πυκνωτή, τον αφαιρούμε και συνδέουμε στα δύο άκρα του (μεταλλικό περίβλημα - μονωμένο καλώδιο) τους ακροδέκτες του ωμόμετρου. Έχοντας επιλέξει τη μέγιστη κλίμακα των OHMS, πρέπει να δείξει κάποια ένδειξη και μετά από λίγο άπειρο ( $^{\circ}$ ). Ένας άλλος πρακτικός τρόπος είναι να εφαρμόσουμε στα άκρα του πυκνωτή, με δύο καλώδια, την τάση ενός συσσωρευτή. Αν, κατά τη σύνδεση, προκληθεί, τότε ο πυκνωτής είναι βραχυκυκλωμένος και πρέπει να αντικατασταθεί. Η αντικανονική χωρητικότητα του πυκνωτή αναγνωρίζεται από το "ψόριασμα" και το τρόπο αφαίρεσης του υλικού από τις πλατίνες. Η τιμή της χωρητικότητας του πυκνωτή κυμαίνεται μεταξύ 0,18 - 0,5μF και μετριέται με ειδικό όργανο (καπασιτόμετρο).

## Έλεγχος καλωδίων υψηλής τάσης.

Ο έλεγχος καλής λειτουργίας των καλωδίων υψηλής τάσης περιλαμβάνει τον έλεγχο διαρροής και τον έλεγχο ωμικής αντίστασης. Για να διαπιστώσουμε τη διαρροή του ρεύματος, αφήνουμε τον κινητήρα να λειτουργεί σε ένα σκοτεινό μέρος και παρακολουθούμε στις άκρες των καλωδίων για να δούμε αν υπάρχει μπλε τόξο τόσο στο μπουζί όσο και στο καπάκι του διανομέα. Εάν το τόξο δεν είναι ορατό, μπορούμε να ψεκάσουμε στα σημεία των ενώσεων νερό, το οποίο είναι αγωγίμο και έτσι να ξεκινήσει η δημιουργία εντονότερου τόξου. Άλλος τρόπος ελέγχου των διαρροών είναι η ανίχνευση με ένα καλά μονωμένο καλώδιο. Γειώνουμε τη μία άκρη του καλωδίου και την άλλη τη μετακινούμε δίπλα στο καλώδιο Υ.Τ, σε όλο το μήκος. Εάν υπάρχει διαρροή μεταξύ του αγωγού Υ.Τ και του μονωμένου καλωδίου, θα δημιουργηθεί σπινθήρας. Εάν υπάρχει διαρροή στα καλώδια Υ.Τ, δημιουργείται αδύναμος σπινθήρας και παρουσιάζονται διαλείψεις στη λειτουργία του κινητήρα.

Ο έλεγχος της συνέχειας και της αντίστασης του μπουζοκαλωδίου γίνεται με τη χρήση ωμόμετρου. Εάν η ένδειξη του ωμόμετρου είναι διαφορετική από την προτεινόμενη από τον κατασκευαστή, αντικαθιστούμε το καλώδιο. Συνήθως, μαζί με τη μέτρηση της αντίστασης του μπουζοκαλωδίου, μετράμε και την αντίσταση μεταξύ των μπουζοκαλωδίων και του καπακιού του διανομέα και σε αυτήν την περίπτωση, εάν η αντίσταση είναι αντικανονική, αντικαθίσταται ή το καπάκι ή το καλώδιο.



**Μέτρηση αντίστασης μεταξύ μπουζοκαλωδίων και καπακιού του διανομέα.**

### **Έλεγχος αναφλεκτήρων (σπινθηριστών - μπουζί)**

Η κατάσταση των αναφλεκτήρων είναι σημαντική, τόσο για τη λειτουργία του συστήματος ανάφλεξης όσο και για τη λειτουργία του κινητήρα γενικότερα. Γι' αυτό και οι κατασκευαστές προτείνουν την περιοδική συντήρηση και αντικατάσταση τους. Φθαρμένοι ή κατεστραμμένοι αναφλεκτήρες μπορούν να προκαλέσουν πτώση ισχύος του κινητήρα, δύσκολο ξεκίνημα, υπερβολική κατανάλωση, διακοπές στη λειτουργία, πρόωρη φθορά στα καλώδια Υ.Τ., στο ράουλο και στο καπάκι του διανομέα, καθώς και δημιουργία συνθηκών προανάφλεξης και κρουστικών φαινομένων στον κύλινδρο. Οι αναφλεκτήρες λειτουργούν κάτω από τις πλέον δύσκολες συνθήκες και καταπονούνται από τις ισχυρές πιέσεις των αερίων, λόγω μεταβολών της θερμοκρασίας αλλά και των κραδασμών του κινητήρα. Τα αποτελέσματα αυτών των συνθηκών και καταπονήσεων καταγράφονται στο τμήμα των αναφλεκτήρων που εκτίθεται στο χώρο καύσης. Έτσι, με μια προσεκτική εξέταση, είναι δυνατόν να βγάλουμε χρήσιμα συμπεράσματα για την κατάσταση και τη λειτουργία του κινητήρα. Μετά την οπτική εξέταση των αναφλεκτήρων, και εφόσον δεν υπάρχει φθορά στις ακίδες ή στην μόνωση, γίνεται καθαρισμός σε ειδική συσκευή και ελέγχεται το διάκενο των ηλεκτροδίων τους, με χρήση ειδικού φίλερ. Στη συνέχεια, οι αναφλεκτήρες ελέγχονται στην ειδική συσκευή καθαρισμού και ελέγχου που προαναφέραμε και, εάν είναι κατάλληλοι, επανατοποθετούνται στον κινητήρα, διαφορετικά αντικαθίστανται.





Κατεστραμμένο ηλεκτρόδιο γείωσης



Κατεστραμμένη μόνωση  
κεντρικού ηλεκτροδίου



Λερωμένος  
αναφλεκτήρας από καύση λιπαντικού

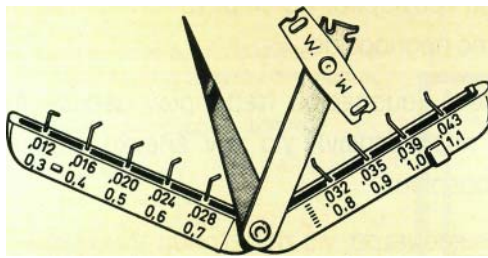
### Πρόσωπα αναφλεκτήρων.

Για να διαπιστώσουμε εάν ένας αναφλεκτήρας λειτουργεί κανονικά, τον ελέγχουμε όπως ακριβώς ελέγχουμε και τη δημιουργία του σπινθήρα από το μπουζοκαλώδιο. Αφαιρούμε δηλαδή τον αναφλεκτήρα από τον κινητήρα, τον συνδέουμε με το μπουζοκαλώδιο και τον πλησιάζουμε σε απόσταση 3-5mm σε μία γείωση, περιστρέφοντας ταυτόχρονα τον κινητήρα με τον εκκινητή. Αν ο σπινθήρας αρχικά είναι ισχυρός και στη συνέχεια αδυνατίζει, τότε έχουμε πρόβλημα στον αναφλεκτήρα. Αν όμως ο σπινθήρας είναι εξαρχής αδύνατος, τότε ευθύνεται το σύστημα ανάφλεξης.

**Οι χρησιμοποιούμενοι αναφλεκτήρες καταστρέφονται κυρίως από τρεις βασικές αιτίες:**

- α. από μηχανική καταπόνηση των μερών τους.
- β. από φυσιολογική ή όχι φθορά των ηλεκτροδίων τους
- γ. από βραχυκύκλωμα.

Στην πρώτη αιτία, τη μηχανική καταπόνηση, το πιο ευαίσθητο σημείο είναι η πορσελάνη της μόνωσης του κεντρικού ηλεκτροδίου. Στην δεύτερη αιτία, τη φθορά των ηλεκτροδίων, υπεύθυνη είναι η υπερθέρμανση και τα διαβρωτικά οξέα που παράγονται στην καύση. Στην τρίτη αιτία, το βραχυκύκλωμα, υπεύθυνα είναι η υγρασία, το ράγισμα της μόνωσης, οι επικαθίσεις των κατάλοιπων της καύσης, οι ακαθαρσίες στο τμήμα της μόνωσης κ.λπ. που γειώνουν το κεντρικό ηλεκτρόδιο και δεν προκαλείται ο απαιτούμενος σπινθηρισμός.



Ειδικό εργαλείο μέτρησης και ρύθμισης διάκενου των μπουζί

### **Έλεγχος ηλεκτρονικής μονάδας ανάφλεξης.**

Ο έλεγχος των βασικών στοιχείων του συστήματος, πολλαπλασιαστή, αναφλεκτήρα καλωδίων Υ.Τ, καπακιού διανομέα και ράουλου, δεν διαφέρει από τον έλεγχο των αντίστοιχων συμβατικών συστημάτων. Ανάλογα με το είδος της χρησιμοποιούμενης ηλεκτρονικής μονάδας ανάφλεξης, διαφοροποιείται ο τρόπος και η διαδικασία ελέγχου. Συνήθως ελέγχονται οι είσοδοι και οι έξοδοι της μονάδας όπως επίσης και τα περιφερειακά εξαρτήματα.

### **Έλεγχος του συστήματος ανάφλεξης με ηλεκτρονική διαγνωστική μονάδα**

Τα τελευταία χρόνια, έκαναν την εμφάνιση τους, στο χώρο επισκευής αυτοκινήτων, δεκάδες ειδικά διαγνωστικά μηχανήματα. Η χρήση τους είναι σχετικά απλή και οι πληροφορίες που μας δίνουν είναι σημαντικά χρήσιμες για σωστές ρυθμίσεις και εντοπισμό βλαβών. Για να αξιοποιηθούν τα μηχανήματα αυτά σωστά, πρέπει ο χειριστής να γνωρίζει τη λειτουργία του ελεγχόμενου συστήματος, και τις δυνατότητες, και τον τρόπο χρήσης της διαγνωστικής μονάδας. Σήμερα, κυκλοφορούν στην αγορά διαγνωστικά μηχανήματα που διαθέτουν ηλεκτρονικό υπολογιστή και μας δίνουν γραπτά τα αποτελέσματα του ελέγχου, ενώ μας εντοπίζουν σφάλματα και αποκλίσεις μεγεθών που χρειάζονται ρύθμιση. Έτσι, ο υποκειμενικός παράγοντας του επισκευαστή περιορίζεται αρκετά και λιγοστεύουν οι λανθασμένες εκτιμήσεις. Ο τεχνικός δεν έχει παρά να συνδέσει, κατά τρόπο απλό, το προς εξέταση αυτοκίνητο με την διαγνωστική μονάδα και να επιλέξει, τον τύπο, το μοντέλο του αυτοκινήτου και το πρόγραμμα των ελέγχων που θέλει να εκτελεστούν.

### **Δομή της ηλεκτρονικής διαγνωστικής μονάδας.**

**Μία ολοκληρωμένη ηλεκτρονική διαγνωστική μονάδα θα πρέπει να είναι σε θέση να ελέγχει:**

- α. το σύστημα ανάφλεξης
- β. το σύστημα τροφοδοσίας και τις εκπομπές καυσαερίων
- γ. το σύστημα φόρτισης
- δ. το σύστημα εκκίνησης

**Για να είναι σε θέση η Η.Δ. Μ να εκτελεί όλους τους παραπάνω ελέγχους, πρέπει να διαθέτει:**

- α) παλμογράφο, για τον έλεγχο των κυκλωμάτων της ανάφλεξης (πρωτεύον δευτερεύον).
- β) πολύμετρο, για τη μέτρηση τάσεων και αντιστάσεων σε επί μέρους συστήματα.
- γ) στροφόμετρο, για τη μέτρηση των στροφών λειτουργίας του κινητήρα.
- δ) λυχνία χρονισμού, για τη μέτρηση και τον έλεγχο της προπορείας.
- ε) αναλυτή καυσαερίου (τεσσάρων αερίων και επτά παραμέτρων), για τον έλεγχο εκπομπών καυσαερίου.
- στ) υποπιεσόμετρο, για τη μέτρηση του κενού στην πολλαπλή εισαγωγής, ρυθμιστή κενού κ.λπ.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6<sup>ο</sup>

### ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ KAWASAKI KAZE-R

#### ΕΠΙΔΟΣΕΙΣ

Μέγιστη Ιπποδύναμη	6,8 KW (9,3PS) στις 8.500 στροφές ανά λεπτό(σαλ)
Μέγιστη Ροπή	9,3 N m (0.95 kg-m) στις 3.500 σαλ
Ελάχιστη Ακτίνα Ανάστροφης Πορείας	1,97 m

#### 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	105 kg

## ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ

Τύπος	Τετράχρονος μονοκύλινδρος, αερόψυκτος με δύο Βαλβίδες κι έναν επικεφαλή εκκεντροφόρο
Κυβισμός	112 cc (κ.εκ.)
Διάμετρος χ Διαδρομή/ Κυβισμός	53,0 χ 50,6 mm
Σχέση ή λόγος συμπίεσης	9,3:1
Σύστημα Ανάφλεξης	C.D.I (ηλεκτρονική, με αποφόρτιση πυκνωτών)
Χρονισμός Ανάφλεξης (<<Αβάνς>>)	6,5 <sup>ο</sup> ΠΑΝΣ@1.200σαλ~27 <sup>ο</sup> ΠΑΝΣ@4.000σαλ
Σύστημα Εκκίνησης	Μανιβέλα & ηλεκτρική μίζα
Καρμπυρατέρ	Καρμπυρατέρ Keihin PB διαμέτρου 18 χιλιοστών
Μπουζί	NGK C6HSA ή ND U20 FS-U
Σύστημα λίπανσης	Μηχανική αντλία λαδιού
Λάδι κινητήρα	Κλάσης SE, SF ή SG, ιξώδους SAE 10W40, 10W50,20W40 ή 20W50
Χωρητικότητα λαδιού	1,1 λίτρα

## ΜΕΤΑΔΟΣΗ

Τύπος Μετάδοσης	4 ταχυτήτων, συνεχούς εμπλοκής, σειριακή
Τύπος Συμπλέκτη	Φυγοκεντρικός – ημιαυτόματος υγρός πολύδισκος
Τύπος Τελικής Μετάδοσης	Αλυσίδα κίνησης
Σχέση Πρωτεύουσας Μετάδοσης	3,048 (64/21)
Σχέση Τελικής Μετάδοσης	3,000 (42/14)
Συνολική Σχέση Μετάδοσης	9,938 (Με 4 <sup>η</sup> ταχύτητα)
Σχέσεις Ταχυτήτων:	
1 <sup>η</sup>	3,000 (36/12)
2 <sup>η</sup>	1,938 (31/16)
3 <sup>η</sup>	1,350 (27/20)
4 <sup>η</sup>	1,087 (25/23)

## ΠΛΑΙΣΙΟ

Γωνία Κάστερ	27 <sup>ο</sup>
Ίχνος	80 mm
Μεγέθη Ελαστικών:	
Εμπρός	2,50-17 38L
Πίσω	2,75-17 41P
Εμπρόσθια ανάρτηση	Τηλεσκοπικό πιρούνι
Πίσω ανάρτηση	Δύο ρυθμιζόμενα αμορτισέρ
Φρένα εμπρός	Μονός δίσκος
Φρένα πίσω	Ταμπούρο
Χωρητικότητα Δοχείου Καυσίμου	4,3 λίτρα

## ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Μπαταρία	12 V 5 Ah
Προβολέας	12 V 18/18 W χ 2
Πίσω Φως / Στοπ	12 V 5/18 W
Φώτα Ελιγμού (Φλας)	12 V 10 W

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά μπορεί να αλλάξουν χωρίς ειδοποίηση.

## **ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ (ΠΛΑΙΣΙΟ)**

Η βάση που στηρίζεται ο κινητήρας την οποία κατασκευάσαμε αποτελείται από τα παρακάτω υλικά:

2 κιλοδοκούς στραντζαριστούς ενισχυμένους	με μήκος 55 cm πλάτος χ ύψος 5χ3 cm
1 κιλοδοκό στραντζαριστό ενισχυμένο	με ύψος 95 cm πλάτος χ ύψος 5χ5 cm
2 ρόδες συμπαγές	πλάτος χ ύψος 2χ5 cm
1 ρόδα συμπαγές με φρένο	πλάτος χ ύψος 2χ5 cm
Στη βάση υπάρχει ένα ταψί σχήματος τριγώνου ανοξείδωτο	μήκους 65 cm Ύψους 1,5 cm Βάθους 35 cm
Για τις τυχόν διαρροές λαδιών του κινητήρα	
Το ταψί αυτό στηρίζεται με 2 στραντζαριστά	πλάτους χ μήκους 1χ1 cm Ύψους 15 cm











