

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΚΑΥΣΗ ΜΗΧΑΝΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ -  
ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ- ΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΙ  
ΠΡΟΙΟΝΤΑ ΚΑΥΣΗΣ**

**Των φοιτητών  
Σταματόπουλο Γεώργιο  
Φαρμάκη Γεώργιο**

**Επιβλέπων: Μιχάλης Παπαδόπουλος Δρ. Μηχανολογίας Μηχανικός**

**ΠΑΤΡΑ 2010**

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολογίας του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πάτρας και αναφέρεται στην καύση μηχανών εσωτερικής καύσης, στην εξοικονόμηση καυσίμου και στα προϊόντα καύσης.

Είναι γνωστό ότι με την ιστορική εξέλιξη της καύσης και περνώντας από την λίθινη εποχή στην εποχή του σιδήρου ή του χαλκού και λόγω των ανθρωπίνων δυνατοτήτων καταφέραμε να διαχειριζόμαστε διαφορετικές μορφές ενέργειας. Έτσι ο 20<sup>ος</sup> αιώνας φτάσαμε να χαρακτηρίζεται από τρομακτική αύξηση της κατανάλωσης ενέργειας. Προβλήματα όπως η προστασία του περιβάλλοντος και η εξάντληση των ενεργειακών πόρων δεν απασχολούσαν κανέναν. Τα πάντα όμως σύντομα άλλαξαν.

Στην αρχή της εργασίας κάνουμε μία αναφορά στην καύση, στα καύσιμα και στις μηχανές εσωτερικής καύσης όπου χρειάζονται για να μας δώσουν το έργο που θέλουμε και τα καυσαέρια. Όλα αυτά τα χρειαστήκαμε για να επιτύχουμε το τελευταίο κεφάλαιο που περιέχει το πειραματικό μέρος.

Ευχαριστούμε πολύ τον επιβλέποντα καθηγητή μας Παπαδόπουλο Μιχάλη για το πλάνο που μας έδωσε για να αναπτύξουμε την πτυχιακή και τη βοήθεια του στο υλικό της.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αρχικά κάνουμε μία σύντομη εισαγωγή, ώστε να δοθεί η ευκαιρία στους αναγνώστες να αποκτήσουν μία συνολική εικόνα των σύγχρονων προβλημάτων της καύσης μέσω των στοιχείων που παρέχει η θεωρία καύσης. Επίσης μέσω αυτής της εισαγωγής δίνεται η δυνατότητα στους αναγνώστες να συνδέσουν το υλικό που καλύπτεται στα επόμενα κεφάλαια.

Το *πρώτο* κεφάλαιο αναφέρεται στο τι είναι καύση, πού εφαρμόζεται, πώς χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση σύγχρονων προβλημάτων και τέλος παρουσιάζονται τα προϊόντα καύσεως από την καύση διαφόρων καυσίμων. Ακόμα στο κεφάλαιο αυτό αναφέρονται τα πλεονεκτήματα των καυσίμων καθώς και οι χημικές αντιδράσεις αυτών.

Το *δεύτερο* κεφάλαιο αναφέρεται γενικά για τα καύσιμα στα συστήματα εξοικονόμησης του καυσίμου καθώς και στις διάφορες κατηγορίες των καυσίμων.

Το *τρίτο* κεφάλαιο αναφέρεται στην έννοια των μηχανών εσωτερικής καύσης, στον τρόπο με τον οποίο λειτουργούν αυτές οι μηχανές καθώς και οι διάφορες κατηγορίες αυτών.

Το *τέταρτο* κεφάλαιο αναφέρεται στην θολερότητα αναλύοντας τον έλεγχο των καυσαερίων, την λειτουργία του νεφελόμετρου και τέλος τον έλεγχο και την καταπολέμηση των εκπομπών μονοξειδίου του άνθρακα.

Το *πέμπτο* κεφάλαιο παρουσιάζει την πραγματοποίηση επισκευής Μ.Ε.Κ, επιμέτρηση λειτουργίας της για την εξοικονόμηση καυσίμου και την μείωση των ρύπων. Σε αυτό το κεφάλαιο θα δούμε κάποια συμπεράσματα που είναι χρήσιμα για όλους εμάς και για το περιβάλλον.

## Περιεχόμενα

<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b> .....	<b>i</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	<b>ii</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>v</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.ΚΑΥΣΗ</b> .....	<b>1</b>
1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΥΣΗΣ.....	1
1.2 ΕΙΔΗ ΚΑΥΣΗΣ .....	2
1.3 ΚΑΥΣΗ DIESEL ΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	3
1.4 ΚΑΥΣΙΜΕΣ ΥΛΕΣ – ΚΑΥΣΙΜΑ.....	4
1.4.1 Η μετατροπή του φυσικού αερίου σε υγρό καύσιμο.....	4
1.4.2 Η τεχνολογία Gas to Liquids.....	4
1.4.3 Πλεονεκτήματα καυσίμου GTL.....	5
1.4.4 Το GTL στην πράξη .....	6
1.5 ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ.....	7
1.5.1 Ταξινόμηση των χημικών αντιδράσεων .....	7
1.5.2 Άλλες κατηγορίες χημικών αντιδράσεων .....	8
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΚΑΥΣΙΜΑ</b> .....	<b>10</b>
2.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ .....	10
2.1.1 Γενικά.....	10
2.1.2 Κατάταξη καυσίμων .....	15
2.1.3 Βιοκαύσιμα .....	15
2.2 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ .....	17
2.2.1 Συστήματα εξοικονόμησης καυσίμου .....	17
2.2.2 Κατηγορίες συστημάτων εξοικονόμησης καυσίμου .....	18
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ</b> .....	<b>27</b>
3.1 ΚΙΝΗΤΗΡΙΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ .....	27
3.1.1 Ορισμός κινητήριας μηχανής .....	277
3.1.2 Κατηγορίες κινητήριων μηχανών.....	277
3.2 Μ.Ε.Κ. ....	288
3.2.1 Ορισμός Μ.Ε.Κ. ....	288
3.2.2 Κατηγορίες Μ.Ε.Κ. ....	299
3.2.3 Κατηγορίες εμβολοφόρων ΜΕΚ .....	31

3.2.3.1 Μ.Ε.Κ με βάση το καύσιμο.....	32
3.2.3.2 Μ.Ε.Κ με βάση τον κύκλο λειτουργίας.....	33
3.2.3.3 Μ.Ε.Κ με βάση των αριθμών κυλίνδρων.....	37
3.2.3.4 Μ.Ε.Κ με βάση τη διάταξη των κυλίνδρων.....	38
3.2.3.5 Μ.Ε.Κ με βάση την ταχύτητα περιστροφής.....	39
3.2.3.6 Μ.Ε.Κ με βάση τον τρόπο ψύξης.....	39
<b>3.3 ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ ΚΑΥΣΙΜΟ DIESEL.....</b>	<b>42</b>
3.3.1 Φίλτρο πετρελαίου.....	42
3.3.2 Κινητήρες με προθάλαμο.....	442
3.3.3 Τρόμπες πετρελαίου.....	43
3.3.4 Εγχυτήρες.....	44
<b>3.4 ΛΙΠΑΝΣΗ Μ.Ε.Κ.....</b>	<b>49</b>
3.4.1 Ορισμός λίπανσης Μ.Ε.Κ.....	49
3.4.2 Συστήματα λίπανσης.....	50
3.4.3 Είδη και μέρη συστημάτων λίπανσης.....	53
3.4.4 Χαρακτηριστικά και είδη λιπαντικών.....	56
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΘΟΛΕΡΟΤΗΤΑ.....</b>	<b>60</b>
4.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ.....	60
4.2 ΝΕΦΕΛΟΜΕΤΡΟ.....	60
4.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ.....	63
4.3.1 Έλεγχος του μείγματος αέρα - καυσίμου.....	64
4.3.2 Οξειδωση των καυσαερίων.....	65
4.3.3 Αλλαγή καυσίμου.....	65
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ Μ.Ε.Κ. ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΓΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΙΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΚΑΙ ΜΕΙΩΣΗ ΡΥΠΩΝ.....</b>	<b>67</b>

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Από τα παλιά χρόνια η καύση χρησιμοποιήθηκε στις μηχανές εσωτερικής καύσης σε συνδυασμό με το σύστημα μετάδοσης κίνησης για να έχουμε το αποτέλεσμα της κίνησης χωρίς την κούραση του ανθρώπινου σώματος.

Η ιστορία των μηχανών εσωτερικής καύσης αρχίζει το 1860, τη χρονιά που ο Ζαν Ετιέν Λενουάρ, ένας Βέλγος εφευρέτης κατασκεύασε το πρώτο χρησιμοποιήσιμο κινητήρα, από τον οποίο προέρχονται όλοι οι άλλοι κινητήρες εσωτερικής καύσης. Η αποδιδόμενη ισχύς του ήταν πολύ μικρή αφού το προς καύση μείγμα γκαζιού – αέρα συμπιεζόταν ελάχιστα προς την ανάφλεξη.

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

Κατά την διάρκεια του 1880 η μεγαλύτερη πρόοδος σημειώθηκε στη Γερμανία από τους Ντάιμερ και Μπέντς. Ο πρώτος το 1883 κατασκεύασε τον πρώτο κινητήρα που περιστρεφόταν 4 φορές γρηγορότερα από τον κινητήρα Όττο – με 900 στροφές το λεπτό, ενώ ο Μπεντς δύο χρόνια αργότερα κατασκεύασε το πρώτο αυτοκινούμενο τοποθετώντας τον πρώτο κινητήρα σε ένα τρίκυκλο. Μέσα σε ένα χρόνο και οι δύο κατασκεύασαν αυτοκίνητα προς πώληση.

Από τότε πολλοί κατασκευαστές δημιούργησαν διάφορα αυτοκίνητα στην αρχή με τον κινητήρα τοποθετημένο στη μέση και αργότερα τοποθετημένο μπροστά, προστατευμένο από τη σκόνη και τη λάσπη.

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 και ένα χρόνο μετά ξεκίνησε η κανονική παραγωγή τους.

Από εκείνη την εποχή έως σήμερα έχει σημειωθεί τεράστια εξέλιξη στους κινητήρες εσωτερικής καύσης, οι στροφές του κινητήρα πολλαπλασιάστηκαν, η κατανάλωση του καυσίμου μειώθηκε δραματικά όπως και οι ρύποι προς το περιβάλλον.

Τέλος λόγω της άσχημης κατάστασης του περιβάλλοντός μας αναμένουμε όλοι την χρήση βιοκαυσίμων η οποία θα μας εξασφαλίσει μηδενικές τιμές ρύπανσης.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΚΑΥΣΗ

## 1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΚΑΥΣΗΣ

Καύση ονομάζεται στη Χημεία το φαινόμενο εκείνο κατά το οποίο η ένωση δύο στοιχείων συνοδεύεται με τη δημιουργία θερμότητας.

Μερικές φορές ο όρος αυτός αφορά τη θερμότητα που παράγεται κατά την ένωση του οξυγόνου με κάποιο άλλο στοιχείο, όπως π.χ. με άνθρακα, σίδηρο κλπ.

Από χημική άποψη, καύση είναι η ταχεία ένωση μιας ουσίας με το οξυγόνο. Είναι δηλαδή μια ειδική περίπτωση της οξειδωσης η οποία έχει επικρατήσει να λέγεται και βραδεία καύση.

Για να υπάρχει καύση, απαραίτητη προϋπόθεση είναι η οξειδωση να γίνει γρήγορα, οπότε παρατηρείται και γρήγορη άνοδος της θερμοκρασίας των ουσιών που οξειδώνονται. Η άνοδος αυτή της θερμοκρασίας οφείλεται στο ότι οι μηχανισμοί μετάδοσης θερμότητας (αγωγιμότητα, ακτινοβολία, συναγωγή) δεν προλαβαίνουν να απομακρύνουν την παραγόμενη θερμότητα.



Σχήμα 1.1 Δημιουργία καύσης

### Μηχανική Καύση

Στην Μηχανολογία, οι ουσίες που καίγονται ονομάζονται καύσιμα. Από τεχνική σκοπιά η ελεγχόμενη καύση των καυσίμων σε θαλάμους καύσης χρησιμοποιείται σε μια σειρά από εφαρμογές (π.χ. "μηχανές **εσωτερικής** καύσης", λέβητες) για την παραγωγή θερμότητας και γενικότερα ενέργειας.

## 1.2 ΕΙΔΗ ΚΑΥΣΗΣ

Μια μεγάλη σειρά καθημερινών δραστηριοτήτων, βασίζονται στην καύση και στα καύσιμα για την παραγωγή ενέργειας.

Τα διάφορα είδη καύσεως κατατάσσονται συνήθως με δύο τρόπους:

### Ανάλογα με τα προϊόντα της καύσης:

- **Τέλεια Καύση**, όταν στα προϊόντα της καύσης δεν υπάρχουν καύσιμα συστατικά
- **Ατελής Καύση**, όταν στα προϊόντα της καύσης υπάρχουν καύσιμα συστατικά που συνήθως είναι μονοξείδιο του άνθρακα και αιθάλη

### Ανάλογα με τον τρόπο που γίνεται η καύση:

- **"Καύση σε εστία"** (π.χ. ξύλα, κάρβουνα)
- **Καύση σε θάλαμο καύσης** (π.χ. βενζινομηχανές, αεροστρόβιλοι)

Το ποσό θερμότητας που παράγεται από την ένωση δύο στοιχείων είναι το ίδιο, ανεξάρτητα από το αν γίνεται η καύση αργά ή γρήγορα. Ο μόνος καθοριστικός παράγοντας είναι η καύση να γίνεται στον ίδιο βαθμό. Όταν η καύση γίνεται γρήγορα, καταλαβαίνουμε τη θερμότητα που εκπέμπεται, ενώ αυτή είναι λιγότερο αισθητή, όταν γίνεται με αργό ρυθμό.

Για την καύση που γίνεται για επαγγελματικούς λόγους υπάρχουν ειδικά μηχανήματα που βοηθούν στην τέλεια εκμετάλλευση της παραγόμενης θερμότητας. Για να εξακριβώσουμε αν η καύση γίνεται καλά, αναλύουμε τα αέρια που εξέρχονται απ' αυτή. Όταν τα αέρια αυτά έχουν μεγάλο ποσοστό μονοξειδίου του άνθρακα, σημαίνει πως η καύση δεν είναι τέλεια.

### Βιολογική Καύση

Καύση γίνεται και στο εσωτερικό του οργανισμού των ζώων. Σ' αυτή την περίπτωση καίγεται το οξυγόνο που εισάγεται στον οργανισμό με τους υδατάνθρακες, τα λίπη, τα λευκώματα. Η φυσιολογική καύση στον οργανισμό είναι από τις βασικότερες λειτουργίες του.

Από αυτή δημιουργείται η θερμοκρασία που εκπέμπει το ανθρώπινο σώμα. Είναι χαρακτηριστικό ότι ο άνθρωπος που έχει καιρό να φάει, παθαίνει ατονία και κρυώνει εύκολα, γιατί του λείπουν οι θερμίδες.

Από αυτά που παίρνει ο οργανισμός μας, καίγονται τελείως τα λίπη και οι υδατάνθρακες. Παράγωγα της καύσης αυτής είναι το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό.



## 1.3 ΚΑΥΣΗ DIESEL ΚΙΝΗΤΗΡΑ

### Κινητήρας

Σύστημα μηχανημάτων, που έχει την ικανότητα να μετατρέπει την κάθε μορφή ενέργειας που του προσφέρεται σε κινητική ενέργεια. Είναι δηλ. μηχανήμα που χρησιμοποιείται, για να βάλει σε κίνηση ένα άλλο μηχανικό συγκρότημα.

Το όνομα κινητήρας, ή αλλιώς κινητήρια μηχανή, χρησιμοποιείται με την πλατιά του έννοια και για τα ζώα ή τους ανθρώπους, όταν χρησιμοποιούνται για την παραγωγή κινητικής ενέργειας. Σ' αυτές τις περιπτώσεις έχουμε τις ζωικές κινητήριες μηχανές. Αυτό όμως αποτελεί μια πολύ χαρακτηριστική επέκταση της έννοιας του κινητήρα.

Συνήθως ονομάζουμε έτσι τα μηχανικά συγκροτήματα και διακρίνουμε τους κινητήρες, ανάλογα με το είδος της ενέργειας, που μετατρέπουν σε κινητική ενέργεια, σε:

### Ηλεκτροκινητήρες ή ηλεκτρικούς κινητήρες .

Αυτή η κατηγορία αποτελείται από τους πιο εκσυγχρονισμένους κινητήρες και συγκεκριμένα από κινητήρες που παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ικανότητα απόδοσης ενέργειας συγκριτικά με την ενέργεια που τους προσφέρεται. Είναι η οικογένεια των κινητήρων που χρησιμοποιούμε, για να βάλουμε σε κίνηση τον ηλεκτρισμό. Διακρίνονται σε **κινητήρες συνεχούς** και **κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος**.

### Κινητήρες εσωτερικής καύσης.

Σ' αυτήν την κατηγορία κινητήρων ανήκουν αυτοί που χρησιμοποιούν σαν κινητήρια δύναμη τη δύναμη που αναπτύσσεται από την ανάφλεξη του και έκρηξη του πετρελαίου ή των παραγώγων του (βενζίνη κλπ.). Είναι οι περισσότεροι διαδομένοι κινητήρες της σύγχρονης εποχής, γιατί συνδυάζουν και ικανοποιητική απόδοση και σχετική ανεξαρτησία απέναντι στην πηγή διοχέτευσης της ενέργειας (η μεγάλη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας προϋποθέτει την ύπαρξη, κοντά στο σημείο κατανάλωσης, του εργοστάσιου παραγωγής της). Διακρίνονται σε κινητήρες ντίζελ, που χρησιμοποιούν σαν καύσιμο το πετρέλαιο και διακρίνονται για την αντοχή και τη δύναμή τους και σε κινητήρες που χρησιμοποιούν σαν καύσιμο τη βενζίνη. Οι δεύτεροι χρειάζονται την ύπαρξη του ηλεκτρικού αναφλεκτήρα (μπουζί), για να δουλέψουν.

### Αερομηχανές ή γκαζομηχανές ,

Που χρησιμοποιούν σαν κινητήρια δύναμη τη δύναμη που παράγεται από την ανάφλεξη μείγματος ορισμένων αερίων και αέρα. Σήμερα κατασκευάζονται τέτοιου είδους κινητήρες με πολύ μεγάλη συνολική ισχύ.

### Υδραυλικούς κινητήρες.

Αυτοί χρησιμοποιούν τη δύναμη που ασκεί το νερό άμα πέφτει πάνω σε μια ορισμένη επιφάνεια από ένα ύψος που ονομάζεται "**ύψος υδατόπτωσης**". Φαίνεται ότι είναι μία απ' τις πρώτες μηχανές παραγωγής κινητικής ενέργειας που ανακάλυψε

ο άνθρωπος. Χρησιμοποιούνται ευρύτατα σήμερα στην Ελλάδα για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

### **Αιολικούς κινητήρες ή ανεμοκινητήρες .**

Κι αυτοί είναι απ' τους κινητήρες που ανακάλυψε ο άνθρωπος απ' τα πρώτα χρόνια της ύπαρξής του. Είναι οι κινητήρες που χρησιμοποιούν τη δύναμη ανέμου που φυσά.

Στη σημερινή εποχή έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούνται και οι **κινητήρες πυρηνικής ενέργειας**. Δεδομένου ότι η χρησιμοποίηση αυτών των κινητήρων βρίσκεται στη βρεφική της ηλικία κι ότι οι δυνατότητές τους είναι τεράστιες, αναμένεται ότι η παραπέρα χρησιμοποίησή τους για παραγωγή ενέργειας θ' αυξηθεί σημαντικά.

## **1.4 ΚΑΥΣΙΜΕΣ ΥΛΕΣ – ΚΑΥΣΙΜΑ**

### **1.4.1 Η μετατροπή του φυσικού αερίου σε υγρό καύσιμο**

Οι επιστήμονες αναζητούν διαρκώς οικονομικότερα και πιο φιλικά προς το περιβάλλον καύσιμα.

**Η τεχνολογία GTL** (gas to liquid = αέριο σε υγρό) δεν είναι καινούργια. Απλώς κάποιιοι την έβγαλαν οριστικά από το χρονοντούλαπο της ιστορίας, που είχε εγκλωβιστεί εδώ και μισό αιώνα, λόγω του συγκριτικά υψηλού κόστους παραγωγής του τελικού προϊόντος. Εξελιγμένη αρχικά για τις ανάγκες της ναζιστικής Γερμανίας, που τη χρησιμοποίησε για να παράγει αεροπορικά καύσιμα, η τεχνολογία αυτή παραμερίστηκε στη συνέχεια ως οικονομικά ασύμφορη. Μόνο η Νότια Αφρική αναγκάστηκε να την εφαρμόσει, προκειμένου να αντιμετωπίσει το εμπάργκο καυσίμων που της είχε επιβληθεί λόγω του Απαρτχάιντ.

Σήμερα, το GTL αναπτύσσεται με γοργούς ρυθμούς, με σημαντικότερη «ζωντανή» απόδειξη το μεγαλύτερο εργοστάσιο υδροποίησης όλων των εποχών, που χτίστηκε στο Κατάρ. Με την επωνυμία Oryx , το υπερσύγχρονο αυτό εργοστάσιο είναι προϊόν μιας στρατηγικής κοινοπραξίας ανάμεσα στη νοτιοαφρικανική Sasol και την τοπική Qatar Petroleum , που βέβαια έγινε αμέσως αντικείμενο στενής παρακολούθησης από όλους τους υπόλοιπους «παίκτες» της διεθνούς ενεργειακής αγοράς. Μάλιστα, το μικροσκοπικό αυτό αραβικό κρατίδιο με τα τεράστια αποθέματα φυσικού αερίου (τρίτο στον κόσμο) μπορεί κάλλιστα να χαρακτηριστεί ως η παγκόσμια πρωτεύουσα των προϊόντων GTL, δεδομένου ότι πολλές ακόμη εταιρείες συζητούν την κατασκευή ανάλογων εργοστασίων στο έδαφός του, ως το 2015.

### **1.4.2 Η τεχνολογία Gas to Liquids**

Η μετατροπή του φυσικού αερίου σε υγρό καύσιμο αποτελεί μια ελκυστική επιλογή για την εμπορευματοποίηση των άφθονων αποθεμάτων φυσικού αερίου

παγκοσμίως, σε συνδυασμό βέβαια και με παραδοσιακές τεχνολογίες, όπως το υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG).

Το GTL είναι ένας όρος που περιλαμβάνει μια ομάδα τεχνολογιών που μπορούν να δημιουργήσουν υγρά συνθετικά καύσιμα μέσα από ποικίλα ακατέργαστα αέρια της πετροχημικής βιομηχανίας. Η βασική τεχνολογία GTL αναπτύχθηκε στη Γερμανία κατά τη δεκαετία του '20 και είναι γνωστή ως διαδικασία Fischer-Tropsch προς τιμήν των εφευρετών της. Στην ουσία χρησιμοποιεί διάφορες καταλυτικές αντιδράσεις για να ενώσει σύνθετους υδρογονάνθρακες μέσα από απλούστερες οργανικές χημικές ουσίες.

Υπάρχουν **δύο κύριες κατηγορίες παραγωγής καυσίμου GTL** με βάση τη διαδικασία Fischer-Tropsch: **α) με υψηλή και β) με χαμηλή θερμοκρασία.**

**Η υψηλής θερμοκρασίας διαδικασία Fischer-Tropsch** χρησιμοποιεί ως καταλύτη το σίδηρο για να παράγει καύσιμα όπως η βενζίνη και το πετρέλαιο, που βρίσκονται πολύ πιο κοντά στη σύσταση εκείνων που παράγονται με τη συμβατική επεξεργασία του ακατέργαστου πετρελαίου. Τα προϊόντα GTL είναι ουσιαστικά απαλλαγμένα από θείο, αλλά εξακολουθούν να περιέχουν αρωματικές ενώσεις.

Αντίθετα, **η χαμηλής θερμοκρασίας διαδικασία Fischer-Tropsch**, που χρησιμοποιεί ως καταλύτη το κοβάλτιο για την παραγωγή καυσίμου GTL, παράγει μια εξαιρετικά καθαρή συνθετική καύσιμη ύλη, που ονομάζεται καύσιμο GTL, η οποία είναι ουσιαστικά απαλλαγμένη από θείο και αρωματικές ενώσεις.

Από τη διαδικασία Fischer-Tropsch GTL μπορούν να δημιουργηθούν και άλλα **παράγωγα προϊόντα**, όπως **νάφθα** για χημικά αέρια, **κανονική παραφίνη** ως πρώτη ύλη στις βιομηχανίες παραγωγής προϊόντων καθαρισμού αλλά και **λιπαντικά προϊόντα πετρελαϊκής βάσης.**

Τα κύρια παραγόμενα προϊόντα μέσα από τη διαδικασία Shell GTL περιλαμβάνουν πρωτίστως τα καθαρά καύσιμα GTL και τη νάφθα. Υπάρχει βέβαια μια ευελιξία στα ποσοστά παραγωγής αυτών των προϊόντων, ανάλογα με την ένταση της διαδικασίας κλασματικής απόσταξης Fischer-Tropsch GTL που ακολουθείται αλλά και κάποιων άλλων παραμέτρων διαχείρισης των προϊόντων.

1. Στο πλαίσιο του ερευνητικού προγράμματος της Airbus για την αξιολόγηση και τη χρήση εναλλακτικών καυσίμων, πραγματοποιήθηκε πειραματική πτήση ενός A380 με χρήση κηροζίνης GTL.

2. Το Δεκέμβριο του 2005, η Shell ανήγγειλε τη συνεργασία με την Audi για να δημιουργήσουν το πρώτο αγωνιστικό αυτοκίνητο με κινητήρα ντίζελ που θα νικούσε στον φημισμένο αγώνα των 24 ωρών του Λε Μαν. Στην πρώτη του επίσημη συμμετοχή σε αγώνες, το Μάρτιο του 2006, το Audi R10 TDI πέτυχε περιφανή νίκη στον επίσης διάσημο αγώνα των 12 ωρών του Σέμπρινγκ στη Φλόριντα. Το Audi R10 χρησιμοποίησε καύσιμα που βασίζονταν στην τεχνολογία Shell V-Power και περιείχαν μείγμα συμβατικού ντίζελ με GTL.

### **1.4.3 Πλεονεκτήματα καυσίμου GTL**

Τα προϊόντα GTL περιέχουν σχεδόν εξ ολοκλήρου καθαρούς παραφινικούς υδρογονάνθρακες, οι οποίοι διαθέτουν άριστες ιδιότητες καύσης με σαφώς ελεγχόμενη φλόγα. Το καύσιμο GTL είναι άχρωμο και εξ ολοκλήρου απαλλαγμένο από θείο και αρωματικές ενώσεις και διαθέτει εξαιρετικά υψηλό αριθμό κετανίου.

Έχει δε αποδειχτεί ότι από τη χρήση του επιτυγχάνονται σημαντικές μειώσεις στις εκπομπές NOx, σωματιδίων και άλλων ρύπων. Ο αριθμός κετανίου μετρά την ποιότητα καύσης του πετρελαίου (diesel), όπως τα οκτάνια στη βενζίνη. Όσο υψηλότερος είναι ο αριθμός κετανίου, τόσο πληρέστερη είναι η διαδικασία καύσης. Το καύσιμο GTL διαθέτει αριθμό κετανίου από 75 έως 80, αριθμό πολύ υψηλότερο από τη συνηθισμένη διακύμανση των 45 με 50 του συμβατικού ντίζελ.

Το μοναδικό αυτό καύσιμο έχει τη δυνατότητα να προσφέρει μεγάλη ευελιξία και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καθαρό προϊόν (κάτι που αποτελεί πολύ ακριβή επιλογή) ή ως μείγμα με συμβατικό καύσιμο ντίζελ. Η τελευταία λύση είναι και η επικρατέστερη, χρησιμοποιείται δε σήμερα από τις εταιρείες πετρελαιοειδών για τη βελτίωση των καυσίμων (κατά κύριο λόγο του ντίζελ) που πωλούν στα πρατήριά τους.

Το ντίζελ GTL μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συμβατικούς πετρελαιοκινητήρες, παρέχει όμως σημαντικά χαμηλότερες εκπομπές ρύπων σε τοπικό επίπεδο, σε σύγκριση ακόμη και με το επονομαζόμενο ντίζελ «χωρίς θείο». Στα πλεονεκτήματα του GTL συμπεριλαμβάνονται και η καθαρότητα καύσης στο εσωτερικό του κινητήρα αλλά και ο συνδυασμός ενεργειακής απόδοσης/καύσης σε σύγκριση με τα συμβατικά καύσιμα.

#### **1.4.4 Το GTL στην πράξη**

Επτά εταιρείες-κολοσσοί έχουν ενώσει τις δυνάμεις τους για την ανάπτυξη συνθετικών καυσίμων στην Ευρώπη δημιουργώντας την ASFE: η Shell, η Daimler, η Renault, η Sasol Chevron, ο όμιλος Volkswagen, η Toyota και η Bosch. Τα μέλη της ASFE μοιράζονται την υποχρέωση να προαγάγουν τα συνθετικά καύσιμα, όπως το GTL, συνεισφέροντας στη μείωση των εκπομπών ρύπων των οχημάτων, αλλά και τη στήριξη ανάλογων δραστηριοτήτων, όπως την έρευνα, τις δοκιμές οχημάτων, τη συνεργασία με τις κυβερνήσεις και την προώθηση της ευαισθητοποίησης των πολιτών.

Το Μάιο του 2003, είκοσι πέντε πετρελαιοκίνητα Volkswagen Golf κινούνταν γύρω από το Βερολίνο, για μια περίοδο πέντε μηνών, μόνο με καύσιμα Shell GTL. Οι δοκιμές έδειξαν σημαντικά οφέλη εκπομπών ρύπων με τη χρήση καυσίμων 100% GTL και, συγκρινόμενα με τους σύγχρονους ευρωπαϊκούς κινητήρες ντίζελ, εμφάνισαν κατά 26% χαμηλότερη εκπομπή σωματιδίων και μείωση κατά 6% των οξειδίων του αζώτου, κατά 63% των υδρογονανθράκων και κατά 91% του μονοξειδίου του άνθρακα.

#### **Υποδομή για το μέλλον...**

Αντίθετα με άλλα εναλλακτικά καύσιμα, τα GTL είναι συμβατά με τους υπάρχοντες κινητήρες πετρελαίου αλλά και την υποδομή διανομής των καυσίμων και, επομένως, οικονομικά είναι πιο αποδοτικά. Μια ανεξάρτητη μελέτη που πραγματοποιήθηκε από την Ενεργειακή Επιτροπή Καλιφόρνιας έδειξε ότι τα καύσιμα GTL είναι τα οικονομικώς πιο αποδοτικά εναλλακτικά καύσιμα για τη μείωση των εκπομπών ρύπων. Μια δεύτερη μελέτη έγινε για να υπολογίσει την αποτελεσματικότητα δαπανών των διάφορων επιλογών ως προς τη μείωση της εξάρτησης της Ευρώπης από το εισαγόμενο πετρέλαιο. Η μελέτη ανέπτυξε μια ποσοτική εκτίμηση της αποτελεσματικότητας κόστους των βασικών εναλλακτικών

καυσίμων (το βίο-ντίζελ, η βίο-αιθανόλη, τα καύσιμα BTL, τα CNG, το υδρογόνο και LPG) και κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα καύσιμα GTL προσφέρουν την οικονομικώς πιο αποδοτική μείωση της εξάρτησης πετρελαίου που μπορεί να εκπληρώσει τους στόχους της Ε.Ε.

## 1.5 ΧΗΜΙΚΕΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΕΙΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Με τον όρο χημική αντίδραση ή χημικό φαινόμενο χαρακτηρίζεται γενικά οποιαδήποτε διεργασία μετασχηματισμού μιας χημικής ουσίας σε άλλη.

Στη χημική αντίδραση τα άτομα των χημικών στοιχείων που λαμβάνουν μέρος είτε μεμονωμένα είτε συμμετέχοντας σε αρχικές χημικές ενώσεις, αναδιατάσσονται με συνέπεια ή να δημιουργούν νέες χημικές ενώσεις ή να αποχωρίζονται από τις αρχικές, σε ίδιο πάντα αριθμό ατόμων, αλλά σε διαφορετικούς όμως συνδυασμούς. Έτσι τα μεν αρχικά στοιχεία ή ενώσεις λέγονται αντιδρώντα ενώ τα παραγόμενα, προϊόντα της χημικής αντίδρασης.

Εξαιτίας των χημικών αντιδράσεων, τα χημικά στοιχεία συνδυάζονται έτσι ώστε να συγκροτούν σχεδόν όλο το Κόσμο γύρω μας. Για παράδειγμα: η σκουριά, το μαύρισμα των ασημικών, το μαγείρεμα των τροφών, οι καύσεις, η πέψη, κ.ά. αποτελούν προϊόντα χημικών αντιδράσεων.

### 1.5.1 Ταξινόμηση των χημικών αντιδράσεων

Η χημική συμπεριφορά ενός σώματος δεν είναι πάντα η ίδια αλλά εξαρτάται από τη φύση του άλλου σώματος με το οποίο αντιδρά και από τις συνθήκες που επικρατούν. Επομένως τα χημικά φαινόμενα δεν είναι όλα του ίδιου τύπου και ταξινομούνται με διάφορα κριτήρια. Μια γενική ταξινόμηση είναι :

- **Οργανικές αντιδράσεις**
- **Ανόργανες αντιδράσεις**

#### Ανάλογα με τις μεταβολές ή μη των αριθμών οξειδωσης

Οι χημικές αντιδράσεις ανάλογα με το αν μεταβάλλονται οι αριθμοί οξειδωσης κάποιων ατόμων των αντιδρώντων, διακρίνονται σε :

- Αντιδράσεις κατά τις οποίες **δεν μεταβάλλεται ο αριθμός οξειδωσης** των στοιχείων και
- Αντιδράσεις κατά τις οποίες **μεταβάλλεται ο αριθμός οξειδωσης** των στοιχείων (οξειδοαναγωγικές).

## Ανάλογα με τη μεταβολή της θερμότητας

Οι χημικές αντιδράσεις ανάλογα με τις μεταβολές της θερμότητας που παρατηρείται σε αυτές κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες:

**Εξώθερμες**, όταν εκλύεται (αποδίδεται) (+Q) θερμότητα στο περιβάλλον. Έτσι ελαττώνεται η ενθαλπία των αντιδρώντων ( $\Delta H < 0$ ). Δηλαδή σ' αυτές τις αντιδράσεις τα προϊόντα βρίσκονται σε χαμηλότερο ενεργειακό επίπεδο από τα αντιδρώντα.

**Ενδόθερμες**, όταν απορροφούν ενέργεια (-Q) από το περιβάλλον. Έτσι αυξάνεται η ενθαλπία των αντιδρώντων ( $\Delta H > 0$ ). Δηλαδή σ' αυτές τις αντιδράσεις τα αντιδρώντα βρίσκονται σε χαμηλότερο ενεργειακό επίπεδο από τα προϊόντα.

**Θερμοουδέτερες** στις οποίες δεν παρατηρούνται ενεργειακές μεταβολές ή αυτές είναι πάρα πολύ μικρές.

Στη πραγματικότητα όλες οι χημικές αντιδράσεις, ακόμη και οι εξώθερμες και οι θερμοουδέτερες απαιτούν την απορρόφηση κάποιας ενέργειας από εξωτερική πηγή προκειμένου αυτές να ξεκινήσουν και ν' αρχίσει η λύση των δεσμών των αντιδρώντων που ασφαλώς και δεν μπορεί να γίνει από μόνη της. Η απαιτούμενη αυτή ενέργεια ονομάζεται "ενέργεια ενεργοποίησης" και παρέχεται συνήθως ως θερμότητα από κάποια άλλη αντίδραση που έχει ήδη ξεκινήσει. Για παράδειγμα από ένα αναμμένο σπίρτο του οποίου η ενέργεια δημιουργήθηκε από χημική αντίδραση των ουσιών της κεφαλής του, παίρνει φωτιά ένα τεμάχιο χάρτου. Η ενέργεια ενεργοποίησης του σπίρτου έγινε μετά από τριβή του σε κατάλληλη επιφάνεια.

## Ανάλογα με τη φύση των αντιδρώντων

Οι αντιδράσεις διακρίνονται σε :

**Μοριακές** στις οποίες τα αντιδρώντα είναι μόρια όπως είναι οι περισσότερες οργανικές αντιδράσεις.

**Ιοντικές** στις οποίες τα αντιδρώντα είναι με μορφή ιόντων.

## Ανάλογα με την απόδοση

**Μονόδρομες ή ποσοτικές** είναι οι χημικές αντιδράσεις κατά τις οποίες παρατηρείται πλήρης μετατροπή των αντιδρώντων σε προϊόντα, εφόσον τα αντιδρώντα βρίσκονται σε στοιχειομετρική αναλογία. Σ' αυτές τις αντιδράσεις η (θεωρητική) απόδοση είναι 100 % και πορεύονται μόνο προς μία κατεύθυνση.

**Αμφίδρομες** είναι οι χημικές αντιδράσεις κατά τις οποίες τα αντιδρώντα, εφόσον είναι σε στοιχειομετρική αναλογία, δε μετασχηματίζονται πλήρως σε προϊόντα αλλά ένα μέρος τους παραμένει ως έχει αφού στη μονάδα του χρόνου τα προϊόντα επανασχηματίζουν τα αντιδρώντα με αποτέλεσμα κάποια στιγμή να επέλθει χημική ισορροπία.

### **1.5.2 Άλλες κατηγορίες χημικών αντιδράσεων**

Υπάρχουν κι άλλες κατηγορίες χημικών αντιδράσεων που δεν είναι όμως τόσο συνηθισμένες ή χρησιμοποιούνται σε ιδιαίτερες περιπτώσεις :

**Στη βιομηχανία** όπου τα χημικά φαινόμενα πρέπει να γίνονται γρήγορα και με μεγάλη απόδοση, οι αντιδράσεις ταξινομούνται σε **καταλυτικές και μη**

**καταλυτικές.**

**Φωτοχημικές** είναι οι χημικές αντιδράσεις που πραγματοποιούνται με την ενέργεια του φωτός.

**Ηλεκτροχημικές** είναι οι χημικές αντιδράσεις που πραγματοποιούνται με την επίδραση του ηλεκτρικού ρεύματος.

**Διαδοχικές** λέγονται οι αντιδράσεις στις οποίες κάποιο από τα προϊόντα της πρώτης αντίδρασης στη σειρά συμμετέχει στα αντιδρώντα της επόμενης κοκ.

∅ Παράδειγμα :  $\text{NaOH} + \text{HCl} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$  (Αντιδράσεις κατά τις οποίες δεν μεταβάλλεται ο αριθμός οξειδωσης των στοιχείων)

∅ Παράδειγμα :  $\text{C} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2$  (Αντιδράσεις κατά τις οποίες μεταβάλλεται ο αριθμός οξειδωσης των στοιχείων. Οξειδοαναγωγικές)

∅ Παράδειγμα :  $\text{H}_2 + 1/2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + 241,6 \text{ KJ}$  ( $\Delta H = - 241,6 \text{ KJ}$ ) (Εξώθερμες)

∅ Παράδειγμα :  $\text{HgO} \rightarrow \text{Hg} + 1/2\text{O}_2 - 90,7 \text{ KJ}$  ( $\Delta H = + 90,7 \text{ KJ}$ ) (Ενδόθερμες)

∅ Εστεροποίηση π.χ.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH} + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOCH}_3 + \text{H}_2\text{O}$  (Θερμοουδέτερες)

∅ Παράδειγμα :  $\text{Ag} + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl}$  (Ιοντικές)

∅ Παράδειγμα :  $\text{Pb}^{2+} + 2\text{Cl}^- \rightarrow \text{PbCl}_2$  (Μονόδρομες ή ποσοτικές)

∅ Παράδειγμα :  $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightarrow 2\text{HI}$  (Αμφίδρομες)

∅ Γίνονται παρουσία καταλύτη δηλ. χημικής ουσίας η οποία προστιθέμενη στο αντιδρών σύστημα, επιταχύνει το φαινόμενο ενώ η ίδια παραμένει αμετάβλητη για πολλούς κύκλους αντιδράσεων. Μετά "δηλητηριάζεται" και αντικαθίσταται ή αναγεννάται. (Καταλυτικές).

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΚΑΥΣΙΜΑ

### 2.1 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

#### 2.1.1 Γενικά

Καύσιμα λέγονται οι ουσίες που ενώνονται με το οξυγόνο παράγοντας θερμότητα (ή όπως λέγεται συνήθως πιο επιστημονικά καίγονται με εξώθερμη αντίδραση). Τα καύσιμα χρησιμοποιούνται σε μια πληθώρα τεχνικών εφαρμογών για την παραγωγή ενέργειας, πιο ειδικά θερμικής ενέργειας (θερμότητας).

Ένα μεγάλο πλήθος ουσιών φυσικής ή τεχνητής προέλευσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν καύσιμα, αλλά μόνο ένας ορισμένος αριθμός από αυτές έχουν πρακτική αξία από τεχνική άποψη για παραγωγή ενέργειας. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα για να γίνει κατανοητή αυτή η λεπτή διαφορά είναι τα μέταλλα: τα μέταλλα δεν καίγονται (εκτός από το μαγνήσιο), όμως κάποια μέταλλα κάτω από ορισμένες συνθήκες ενώνονται με το οξυγόνο πολύ εύκολα. Έτσι π.χ. ο σίδηρος όταν είναι σε λεπτό διαμερισμό καίγεται και αυτό μπορούμε να το παρατηρήσουμε εύκολα κατά το κόψιμο μιας σιδηρόβέργας με ένα τροχό. Η παραγόμενη θερμότητα από αυτού του είδους τις καύσεις δεν είναι τεχνικά εκμεταλλεύσιμη.

Το κριτήριο επομένως για να χαρακτηριστεί μια ουσία καύσιμο, τουλάχιστον από τεχνική άποψη, είναι η παραγόμενη θερμότητα από την καύση της να είναι τεχνικά εκμεταλλεύσιμη, να μπορεί δηλαδή να μετατραπεί σε μηχανικό έργο στις (θερμικές) μηχανές.

Η ανάπτυξη της πυρηνικής φυσικής και συνακόλουθα της πυρηνικής τεχνολογίας, έχει διευρύνει την έννοια των καυσίμων περιλαμβάνοντας σε αυτά και ουσίες για τις οποίες η παραγόμενη θερμότητα δεν προέρχεται από καύση, αλλά από πυρηνικές αντιδράσεις, δηλαδή διεργασίες που γίνονται σε ατομικό επίπεδο στους πυρήνες των μορίων των ουσιών αυτών. Έτσι, **ο ορισμός** για τα καύσιμα έχει πλέον διευρυνθεί, για την τεχνολογία.

**Καύσιμα** είναι ουσίες που απελευθερώνουν ενέργεια κατά μία συμβατική ή πυρηνική αντίδραση και η ενέργεια αυτή είναι εκμεταλλεύσιμη, δηλαδή μπορεί να μετατραπεί σε μηχανικό έργο από θερμικές μηχανές. Τα πιο συνηθισμένα καύσιμα σήμερα, είναι τα προϊόντα της απόσταξης του αργού πετρελαίου, δηλαδή το πετρέλαιο, η βενζίνη, η κηροζίνη κλπ.

Όμως αξίζει να σημειωθεί ότι, το πιο διαδεδομένο αλλά και αυτό που χρησιμοποιήθηκε πρώτο και συνεχίζει να χρησιμοποιείται μέχρι σήμερα από τους αγροτικούς πληθυσμούς τόσο της Αφρικής, της Ινδίας και της λατινικής Αμερικής όσο και της Ευρώπης για να ζεσταθούν, να μαγειρέψουν και να φωτιστούν, είναι το **βιοκαύσιμο**.



Το βιοκαύσιμο προέρχεται από φυτική βάση και πιο συγκεκριμένα από **βιομάζα**. Γενικά, ως βιομάζα ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση. Πρακτικά, στον όρο βιομάζα εμπεριέχεται οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό κόσμο. Πιο συγκεκριμένα, σε αυτόν περιλαμβάνονται:

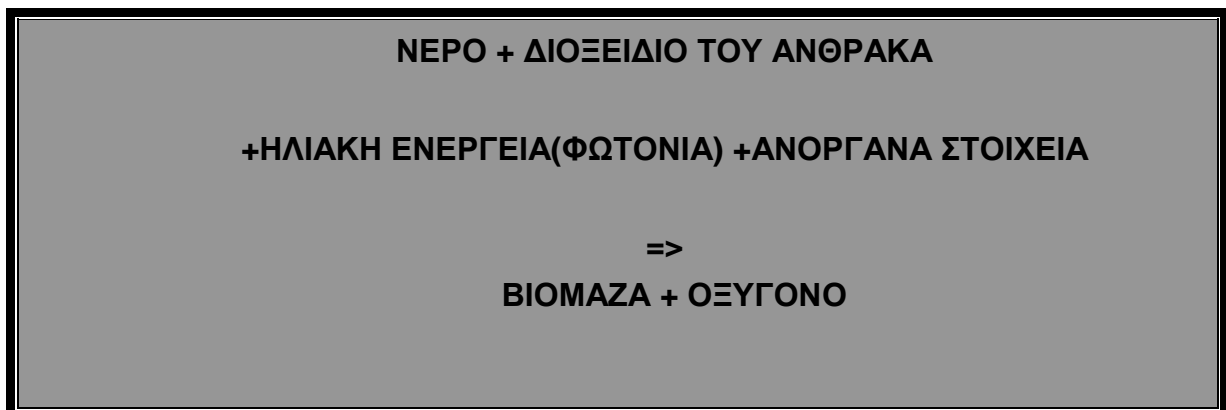
- Οι φυτικές ύλες που προέρχονται είτε από φυσικά οικοσυστήματα, όπως π.χ. τα αυτοφυή φυτά και δάση, είτε από τις ενεργειακές καλλιέργειες (έτσι ονομάζονται τα φυτά που καλλιεργούνται ειδικά με σκοπό την παραγωγή βιομάζας για παραγωγή ενέργειας) γεωργικών και δασικών ειδών, όπως π.χ. το σακχαρούχο, το καλάμι, ο ευκάλυπτος κ.ά.,

- τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα της φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής, όπως π.χ. τα άχυρα, στελέχη αραβόσιπου, στελέχη βαμβακιάς, κλαδοδέματα, κλαδιά δένδρων, φύκι, κτηνοτροφικά απόβλητα, οι κληματίδες κ.ά.,

- τα υποπροϊόντα που προέρχονται από τη μεταποίηση ή επεξεργασία των υλικών αυτών, όπως π.χ. τα ελαιοπυρηνόξυλα, υπολείμματα εκκοκκισμού βαμβακιού, το πριονίδι κ.ά.

- το βιολογικής προέλευσης μέρος των αστικών λυμάτων και σκουπιδιών.

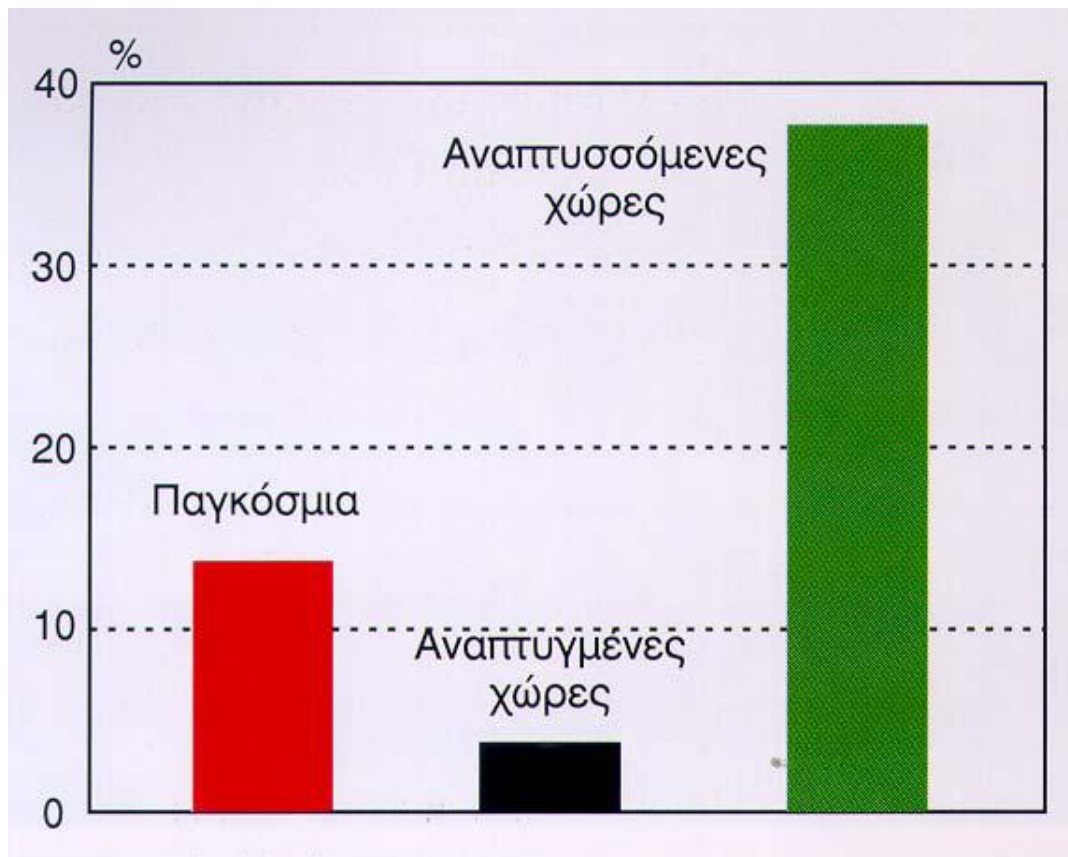
Η βιομάζα αποτελεί μία δεσμευμένη και αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ενέργειας και είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών. Κατ'αυτήν, η χλωροφύλλη των φυτών μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια με μια σειρά διεργασιών, χρησιμοποιώντας ως βασικές πρώτες ύλες διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα καθώς και νερό και ανόργανα συστατικά από το έδαφος. Η διεργασία αυτή μπορεί να παρασταθεί σχηματικά ως εξής:



Από τη στιγμή που σχηματίζεται η βιομάζα, μπορεί κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας. Η βιομάζα αποτελεί μια σημαντική, ανεξάντλητη και φιλική προς το περιβάλλον πηγή ενέργειας, η οποία είναι δυνατό να συμβάλλει σημαντικά στην ενεργειακή επάρκεια, αντικαθιστώντας τα συνεχώς εξαντλούμενα αποθέματα ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο κ.ά.). Η χρήση της βιομάζας ως πηγής ενέργειας δεν είναι νέα. Σ' αυτήν, εξάλλου, συγκαταλέγονται τα καυσόξυλα και οι ξυλάνθρακες που, μέχρι το τέλος του περασμένου αιώνα, κάλυπταν το 97% των ενεργειακών αναγκών της χώρας.

Η βιομάζα που παράγεται κάθε χρόνο στον πλανήτη μας υπολογίζεται ότι ανέρχεται σε 172 δισεκατομμύρια τόνους ξηρού υλικού, με ενεργειακό περιεχόμενο

δεκαπλάσιο της ενέργειας που καταναλώνεται παγκοσμίως στο ίδιο διάστημα. Το τεράστιο αυτό ενεργειακό δυναμικό παραμένει κατά το μεγαλύτερο μέρος του ανεκμετάλλευτο, καθώς, σύμφωνα με πρόσφατες εκτιμήσεις, μόνο το 1/7 της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας καλύπτεται από τη βιομάζα και αφορά κυρίως τις παραδοσιακές χρήσεις της (καυσόξυλα κλπ.).



**Σχήμα 2.1 Η συμμετοχή της βιομάζας (%) στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας**

Στην Ελλάδα, τα κατ' έτος διαθέσιμα γεωργικά και δασικά υπολείμματα ισοδυναμούν ενεργειακά με 3-4 εκατ. τόνους πετρελαίου, ενώ το δυναμικό των ενεργειακών καλλιεργειών μπορεί, με τα σημερινά δεδομένα, να ξεπεράσει άνετα εκείνο των γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων. Το ποσό αυτό αντιστοιχεί ενεργειακά στο 30-40% της ποσότητας του πετρελαίου που καταναλώνεται ετησίως στη χώρα μας. Σημειώνεται ότι 1 τόνος βιομάζας ισοδυναμεί με περίπου 0,4 τόνους πετρελαίου.

Εντούτοις, με τα σημερινά δεδομένα, καλύπτεται μόλις το 3% περίπου των ενεργειακών αναγκών της με τη χρήση της διαθέσιμης βιομάζας.

Η βιομάζα στη χώρα μας χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή, κατά τον παραδοσιακό τρόπο, θερμότητας στον οικιακό τομέα (μαγειρική, θέρμανση), για τη θέρμανση θερμοκηπίων, σε ελαιουργεία, καθώς και, με τη χρήση πιο εξελιγμένων τεχνολογιών, στη βιομηχανία (εκκοκκιστήρια βαμβακιού, παραγωγή προϊόντων ξυλείας, ασβεστοκάμινοι κ.ά.), σε περιορισμένη όμως, κλίμακα. Ως πρώτη ύλη σε αυτές τις περιπτώσεις χρησιμοποιούνται υποπροϊόντα της βιομηχανίας ξύλου, ελαιοπυρηνόξυλα, κουκούτσια ροδακίνων και άλλων φρούτων, τσόφλια αμυγδάλων,

βιομάζα δασικής προέλευσης, άχυρο σιτηρών, υπολείμματα εκκοκκισμού κ.ά. Παρ' όλα αυτά, οι προοπτικές αξιοποίησης της βιομάζας στη χώρα μας είναι εξαιρετικά ευοίωνες, καθώς υπάρχει σημαντικό δυναμικό, μεγάλο μέρος του οποίου είναι άμεσα διαθέσιμο. Παράλληλα, η ενέργεια που μπορεί να παραχθεί είναι, σε πολλές περιπτώσεις, οικονομικά ανταγωνιστική αυτής που παράγεται από τις συμβατικές πηγές ενέργειας.

Από πρόσφατη απογραφή, έχει εκτιμηθεί ότι το σύνολο της άμεσα διαθέσιμης βιομάζας στην Ελλάδα συνίσταται από 7.500.000 περίπου τόνους υπολειμμάτων γεωργικών καλλιεργειών (σιτηρών, αραβόσιτου, βαμβακιού, καπνού, ηλίανθου, κλαδοδεμάτων, κληματίδων, φουρνόξυλου κ.ά.), καθώς και από 2.700.000 τόνους δασικών υπολειμμάτων υλοτομίας (κλάδοι, φλοιοί κ.ά.). Πέραν του ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αυτής της βιομάζας δυστυχώς παραμένει αναξιοποίητο, πολλές φορές αποτελεί αιτία πολλών δυσάρεστων καταστάσεων (πυρκαγιές, δυσκολία στην εκτέλεση εργασιών, διάδοση ασθενειών κ.ά.).

Από τις παραπάνω ποσότητες βιομάζας, το ποσοστό τους εκείνο που προκύπτει σε μορφή υπολειμμάτων κατά τη δευτερογενή παραγωγή προϊόντων (εκκοκκισμός βαμβακιού, μεταποίηση γεωργικών προϊόντων, επεξεργασία ξύλου κ.ά.) είναι άμεσα διαθέσιμο, δεν απαιτεί ιδιαίτερη φροντίδα συλλογής, δεν παρουσιάζει προβλήματα μεταφοράς και μπορεί να τροφοδοτήσει απ' ευθείας διάφορα συστήματα παραγωγής ενέργειας. Μπορεί, δηλαδή, η εκμετάλλευσή του να καταστεί οικονομικά συμφέρουσα. Παράλληλα με την αξιοποίηση των διαφόρων γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων, σημαντικές ποσότητες βιομάζας είναι δυνατό να ληφθούν από τις ενεργειακές καλλιέργειες. Συγκριτικά με τα γεωργικά και δασικά υπολείμματα, οι καλλιέργειες αυτές έχουν το πλεονέκτημα της υψηλότερης παραγωγής ανά μονάδα επιφανείας, καθώς και της ευκολότερης συλλογής.

Στο σημείο αυτό, αξίζει να σημειωθεί ότι οι ενεργειακές καλλιέργειες αποκτούν τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερη σημασία για τις ανεπτυγμένες χώρες, που προσπαθούν, μέσω των καλλιεργειών αυτών, να περιορίσουν, πέραν των περιβαλλοντικών και ενεργειακών τους προβλημάτων, και το πρόβλημα των γεωργικών πλεονασμάτων.

Όπως είναι γνωστό, στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης τα γεωργικά πλεονάσματα, και τα οικονομικά προβλήματα που αυτά δημιουργούν, οδηγούν αναπόφευκτα στη μείωση της γεωργικής γης και της αγροτικής παραγωγής. Υπολογίζεται ότι, την προσεχή δεκαετία, θα μπορούσαν να αποδοθούν στις ενεργειακές καλλιέργειες 100-150 εκατ. στρέμματα γεωργικής γης, προκειμένου να αποφευχθούν τα προβλήματα των επιδοτήσεων των γεωργικών πλεονασμάτων και της απόρριψης αυτών στις χωματερές, με ταυτόχρονη αύξηση των ευρωπαϊκών ενεργειακών πόρων. Στη χώρα μας, για τους ίδιους λόγους, 10 εκατομμύρια στρέμματα καλλιεργήσιμης γης έχουν ήδη περιθωριοποιηθεί ή προβλέπεται να εγκαταλειφθούν στο άμεσο μέλλον. Εάν η έκταση αυτή αποδοθεί για την ανάπτυξη ενεργειακών καλλιεργειών, το καθαρό όφελος σε ενέργεια που μπορεί να αναμένεται υπολογίζεται σε 5-6 ΜΤΙΠ (1 ΜΤΙΠ= 106 ΤΙΠ, όπου ΤΙΠ σημαίνει: Τόνοι Ισοδύναμου Πετρελαίου) δηλαδή στο 50-60% της ετήσιας κατανάλωσης πετρελαίου στην Ελλάδα.

Στον ελληνικό χώρο έχει αποκτηθεί σημαντική εμπειρία στον τομέα των ενεργειακών καλλιεργειών.

Από την πραγματοποίηση σχετικών πειραμάτων και πιλοτικών εφαρμογών, προέκυψαν τα εξής σημαντικά στοιχεία:

1. Η ποσότητα βιομάζας που μπορεί να παραχθεί ανά ποτιστικό στρέμμα

ανέρχεται σε 3-4 τόνους ξηρής ουσίας, ήτοι 1-1,6 ΤΙΠ.

1. Η ποσότητα βιομάζας, που μπορεί να παραχθεί ανά ξηρικό στρέμμα μπορεί να φτάσει τους 2-3 τόνους ξηρής ουσίας, ήτοι 0,7-1,2 ΤΙΠ.

Τα κυριότερα **πλεονεκτήματα** που προκύπτουν από τη χρησιμοποίηση της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας είναι τα ακόλουθα:

1. Η αποτροπή του φαινομένου του θερμοκηπίου, το οποίο οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στο διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) που παράγεται από την καύση ορυκτών καυσίμων. Η βιομάζα δεν συνεισφέρει στην αύξηση της συγκέντρωσης του ρύπου αυτού στην ατμόσφαιρα γιατί, ενώ κατά την καύση της παράγεται CO<sub>2</sub>, κατά την παραγωγή της και μέσω της φωτοσύνθεσης επαναδεσμεύονται σημαντικές ποσότητες αυτού του ρύπου.

2. Η αποφυγή της επιβάρυνσης της ατμόσφαιρας με το διοξείδιο του θείου (SO<sub>2</sub>) που παράγεται κατά την καύση των ορυκτών καυσίμων και συντελεί στο φαινόμενο της “όξινης βροχής”. Η περιεκτικότητα της βιομάζας σε θείο είναι πρακτικά αμελητέα.

3. Η μείωση της ενεργειακής εξάρτησης, που είναι αποτέλεσμα της εισαγωγής καυσίμων από τρίτες χώρες, με αντίστοιχη εξοικονόμηση συναλλάγματος.

4. Η εξασφάλιση εργασίας και η συγκράτηση των αγροτικών πληθυσμών στις παραμεθόριες και τις άλλες γεωργικές περιοχές, συμβάλλει δηλαδή η βιομάζα στην περιφερειακή ανάπτυξη της χώρας.

Τα **μειονεκτήματα** που συνδέονται με τη χρησιμοποίηση της βιομάζας και αφορούν ,ως επί το πλείστον, δυσκολίες στην εκμετάλλευσή της, είναι τα εξής:

1. Ο μεγάλος όγκος της και η μεγάλη περιεκτικότητά της σε υγρασία, ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας.

2. Η δυσκολία στη συλλογή, μεταποίηση, μεταφορά και αποθήκευσή της, έναντι των ορυκτών καυσίμων.

3. Οι δαπανηρότερες εγκαταστάσεις και εξοπλισμός που απαιτούνται για την αξιοποίηση της βιομάζας, σε σχέση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας.

4. Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της.

Εξ αιτίας των παραπάνω μειονεκτημάτων και για την πλειοψηφία των εφαρμογών της, το κόστος της βιομάζας παραμένει, συγκριτικά προς το πετρέλαιο, υψηλό. Ήδη, όμως, υπάρχουν εφαρμογές στις οποίες η αξιοποίηση της βιομάζας παρουσιάζει οικονομικά οφέλη. Επιπλέον, το πρόβλημα αυτό βαθμιαία εξαλείφεται, αφ' ενός λόγω της ανόδου των τιμών του πετρελαίου, αφ' ετέρου και σημαντικότερο, λόγω της βελτίωσης και ανάπτυξης των τεχνολογιών αξιοποίησης της βιομάζας. Τέλος, πρέπει κάθε φορά να συνυπολογίζεται το περιβαλλοντικό όφελος, το οποίο, αν και συχνά δεν μπορεί να αποτιμηθεί με οικονομικά μεγέθη, εντούτοις είναι ουσιαστικής σημασίας για την ποιότητα της ζωής και το μέλλον της ανθρωπότητας.

### 2.1.2 Κατάταξη καυσίμων

Τα καύσιμα μπορούν να καταταγούν με πολλούς τρόπους. Ένας βασικός τρόπος κατάταξης είναι σε:

- **Συμβατικά καύσιμα**, όπως το πετρέλαιο
- **Πυρηνικά καύσιμα**, όπως το ουράνιο

**Τα συμβατικά καύσιμα κατατάσσονται** συνήθως με βάση τις φυσικές τους ιδιότητες σε:

- **Στερεά καύσιμα**, όπως λιγνίτης, λιθάνθρακας, ανθρακίτης
- **Υγρά καύσιμα**, όπως βενζίνη, κηροζίνη
- **Αέρια καύσιμα**, όπως υγραέριο, φυσικό αέριο

### 2.1.3 Βιοκαύσιμα

Βιοκαύσιμα (αγγλ. biofuels) ονομάζονται τα καύσιμα εκείνα στερεά, υγρά ή αέρια τα οποία προέρχονται από τη βιομάζα, το βιοδιασπώμενο δηλαδή κλάσμα προϊόντων ή αποβλήτων διαφόρων ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

Τα βιοκαύσιμα αποτελούν μια υπόσχεση για καθαρότερη ατμόσφαιρα. Είναι γνωστές οι αρνητικές επιπτώσεις που έχουν τα συμβατικά καύσιμα (εκπομπές CO<sub>2</sub>) και ήδη όλη η ανθρωπότητα εργάζεται για να βρει εναλλακτικά καύσιμα. Τα βιοκαύσιμα προέρχονται από φυτική ύλη (κυτταρίνη) και έχουν το πλεονέκτημα, ότι κατά την καύση τους εκπέμπουν πολύ μικρότερες ποσότητες αερίων που συμβάλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το πιο γνωστό βιοκαύσιμο είναι η αιθανόλη, η οποία παράγεται κατά 90% σε Η.Π.Α. και Βραζιλία, με βασικές πρώτες ύλες το καλαμπόκι και το ζαχαροκάλαμο. Η αιθανόλη ήδη έχει ευρεία χρήση, αφού στις ΗΠΑ αναμιγνύεται κατά 10% με συμβατική βενζίνη και χρησιμοποιείται στα συμβατικά αυτοκίνητα. Αν σημειώσουμε ότι οι ΗΠΑ καταναλώνουν ετήσια ποσότητα βενζίνης της τάξης των 520 δισεκατομμυρίων λίτρων, συνεπάγεται ότι η αγορά της αιθανόλης μόνο σε ΗΠΑ αυτή την στιγμή είναι 52 δισεκατομμύρια λίτρα ετησίως. Τα ερωτήματα που προκύπτουν για το μέλλον της αιθανόλης είναι τα εξής :

Θα προκύψουν στο μέλλον τεχνολογίες που να κάνουν εφικτή τη χρήση της αιθανόλης σε ποσοστό ανάμεικτο μεγαλύτερο του 10 % με συμβατικά καύσιμα ή σε αμιγή καύση?

Είναι εφικτό να εξασφαλιστούν οι τεράστιες ποσότητες πρώτης ύλης (φυτειών) που χρειάζονται για την παράγωγή μεγάλων ποσοτήτων αιθανόλης?

Θα είναι ανταγωνιστικό το κόστος της αιθανόλης σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα?

Τα ερωτήματα αυτά προβάλλουν αμείλικτα κι από τις απαντήσεις θα εξαρτηθεί το μέλλον της αιθανόλης και των λοιπών βιοκαυσίμων. Ήδη, σε Η.Π.Α. και Ευρώπη γίνονται σημαντικές έρευνες και πιλοτικές παραγωγές, πάνω σε μεθοδολογίες παραγωγής βιοκαυσίμων 2ης γενιάς, που δίνουν υποσχέσεις. Στις έρευνες περιλαμβάνονται και οι «Κολοσσοί» του πετρελαίου. Ωστόσο, η πολιτική των Η.Π.Α., για απεξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα, βάζει φιλόδοξους στόχους, για ετήσια χρήση τουλάχιστον 80 δισεκατομμυρίων λίτρων «εξελιγμένων» βιοκαυσίμων μέχρι το

2022 (περίπου το 15 % της σημερινής κατανάλωσης βενζίνης).

Για την παραγωγή βιοκαυσίμων, οι ποσότητες που απαιτούνται είναι τεράστιες. Για παράδειγμα, για την παραγωγή 100 δισεκατομμυρίων λίτρων βιοκαυσίμου, απαιτούνται τουλάχιστον 260 εκατομμύρια τόνοι φυτικού υλικού. Για τη καλλιέργεια αυτού του υλικού απαιτούνται περίπου 105 εκατομμύρια στρέμματα (το 80% της έκτασης της Ελλάδας). Οι τεράστιες αυτές ποσότητες κάνουν αμφίβολη τη βιωσιμότητα επέκτασης της τεχνολογίας σε τόσο μεγάλες ποσότητες και βάζουν θέμα για εναλλακτικούς τρόπους ανεύρεσης «βιομάζας» και διαδικασιών μετατροπής της κυτταρίνης σε αλκοόλες. Σε κάθε περίπτωση η εξάπλωση οποιασδήποτε τεχνολογίας βιοκαυσίμων, βάσει του νόμου προσφοράς και ζήτησης, θα οδηγήσει σε άνοδο των τιμών οποιασδήποτε μορφής πρώτης ύλης «βιομάζας» και σε πτώση των τιμών των συμβατικών καυσίμων. Είναι λοιπόν πιθανό, αν δεν παρέμβουν οι κυβερνήσεις σε αντικίνητρα για τη χρήση συμβατικών καυσίμων ( υπό την μορφή φορολογιών – απαγορεύσεων ), ο κόσμος να στραφεί ξανά στα «φθηνά» πετρελαϊκά καύσιμα.

Η βασική διαδικασία παραγωγής βιοκαυσίμων έγκειται στη διάσπαση της κυτταρίνης σε σάκχαρα, τα οποία κατόπιν μετατρέπονται σε αλκοόλες. Η παραγωγική αυτή διαδικασία είναι ακριβή και «βαριά». Υπάρχουν διάφοροι μέθοδοι παραγωγής / διάσπασης της κυτταρίνης, όπως θέρμανση, οξέα, τεχνητά ένζυμα και ορυκτοί καταλύτες. Οι τεχνολογίες αυτές, ενώ είναι επιτυχείς στο εργαστήριο, συχνά αποτυγχάνουν στη πράξη. Για παράδειγμα, ενώ ανακαλύφθηκαν ένζυμα που μετατρέπουν τα άχυρα σε σάκχαρα, όταν δοκιμάστηκαν στη πράξη σε μεγάλες ποσότητες απέτυχαν, λόγω ύπαρξης ρύπων, χρώματος και νεκρών παρασίτων.

Τα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι ότι οι αγρότες θα έχουν ψηλή απασχόληση καλλιεργώντας εκατομμύρια στρέμματα «ενεργοκαλλιεργιών» σε εδάφη που δεν χρησιμοποιούνται για άλλες καλλιέργειες. Οι καλλιέργειες αυτές θα απορροφούν το CO<sub>2</sub> από την ατμόσφαιρα (φωτοσύνθεση), συμβάλλοντας έτσι στη βελτίωση του φαινόμενου του θερμοκηπίου και θα βελτιώνουν τα εδάφη. Επίσης μέσω «βιοκατεργασίας» θα μας δίνουν άφθονο και καθαρό καύσιμο, για να ικανοποιούμε τις ανάγκες μας (παραγωγή, μετακίνηση, ψύξη, θέρμανση). Έτσι θα γλυτώσουμε το περιβάλλον και θα απαγκιστρωθούμε από την εξάρτηση από το πετρέλαιο. Ο δρόμος σίγουρα είναι δύσκολος και μακρύς. Η τεχνολογία της αιθανόλης έχει πολλά αδύνατα σημεία και απαιτείται βαθιά έρευνα για βιοκαύσιμα 2ης γενιάς. Η πολιτική βούληση είναι πολύ σημαντική δεδομένου ότι θα δώσει τα κίνητρα για τη δημιουργία «δυνάμεων εκτροπής» των καταναλωτών από το πετρέλαιο προς τα βιοκαύσιμα. Ακόμη για την εξασφάλιση των τεραστίων πόρων που απαιτούνται για την έρευνα και ανάπτυξη είναι απαραίτητη η ανάμειξη πιο εύρωστων οικονομικά οργανισμών συμπεριλαμβανομένων και των τωρινών κολοσσών του πετρελαίου.

## **2.2 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ**

Τα συστήματα εξοικονόμησης καυσίμου που βρίσκουμε στην αγορά επιτυγχάνουν τη βέλτιστη καύση μέσω της βελτίωσης της ροής του καυσίμου. Οι συσκευές αυτές ποικίλλουν τόσο σε λειτουργία όσο και σε τιμές, ενώ επιφέρουν και διαφορετικά αλλά θετικά αποτελέσματα.

### **2.2.1 Συστήματα εξοικονόμησης καυσίμου**

#### **Τι είναι τα συστήματα εξοικονόμησης καυσίμου**

Με μικρά βήματα τα τελευταία χρόνια, τα συστήματα εξοικονόμησης καυσίμου κάνουν την εμφάνισή τους στην αγορά after market προϊόντων, προσφέροντας μείωση της κατανάλωσης σε κινητήρες εσωτερικής καύσης (πετρελαίου και βενζίνης). Οι συσκευές αυτές βασίζονται στα αποτελέσματα ερευνών περί διάσπασης και διέγερσης των μορίων της βενζίνης και έχουν την ιδιότητα να βελτιώνουν τη ροή του καυσίμου, εξασφαλίζοντας έτσι την καλύτερη δυνατή καύση. Τα συστήματα εξοικονόμησης καυσίμου τοποθετούνται εύκολα στα σωληνάκια παροχής καυσίμου του κινητήρα και πίσω από το φίλτρο αέρα.

#### **Πώς λειτουργούν;**

Η αρχή λειτουργίας των συσκευών αυτών βασίζεται στη σύσταση των υδρογονανθράκων που περιέχει η βενζίνη, με δεδομένο ότι τα ηλεκτρόνια των στοιχείων σε υγρή ή αέρια κατάσταση μπορούν να επηρεαστούν από ένα εξωτερικό μαγνητικό πεδίο. Οι υδρογονάνθρακες αλλάζουν τον προσανατολισμό μαγνητισμού τους καθώς διασχίζουν ένα μαγνητικό πεδίο, ενώ τα μόρια εκείνων αλλάζουν δομή, μειώνοντας έτσι τις ενδομοριακές δυνάμεις έλξης. Ουσιαστικά μιλάμε για διάσπαση των μορίων, με αποτέλεσμα ο άνθρακας και το οξυγόνο να έχουν αντίθετη μαγνητική πολικότητα και κατά συνέπεια να ενώνονται εύκολα μεταξύ τους, παράγοντας μια καλύτερη και πλήρη καύση.

#### **Τι κερδίζουμε από την εφαρμογή τους;**

Ως αποτέλεσμα της βελτίωσης της καύσης του μείγματος (αέρα - καυσίμου) του κινητήρα, εκείνος λειτουργεί αποτελεσματικότερα, αποδίδει τα μέγιστα της ισχύος και της ροπής του, ενώ από την άλλη μειώνει την κατανάλωση καυσίμου και τις εκπομπές ρύπων, όπως τους υδρογονάνθρακες (HC), το μονοξείδιο άνθρακα (CO) και το οξείδιο αζώτου που αποβάλλονται από την εξάτμιση.

## 2.2.2 Κατηγορίες συστημάτων εξοικονόμησης καυσίμου

### Fuel EXX

Το σύστημα αυτό βασίζεται στη μοριακή διάσπαση των υδρογονανθράκων μέσω μαγνητικής διέγερσης που προκαλεί το μαγνητικό πεδίο. Το σύστημα υπόσχεται 30% μείωση της κατανάλωσης, αύξηση της ισχύος και της ροπής του αυτοκινήτου κατά 13%, μείωση των εκπεμπόμενων καυσαερίων έως 80%, ομαλότερη λειτουργία του κινητήρα και αύξηση της ζωής του, μείωση φαινομένου προανάφλεξης (πυράκια), αύξηση οκτανίων του καυσίμου, 25% περισσότερα χιλιόμετρα και μείωση της θερμοκρασίας του κινητήρα κατά 2 έως 5 βαθμούς C<sup>0</sup>. Στα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου συστήματος προσθέστε ότι δε φθείρεται και δε χρειάζεται αντικατάσταση, ότι δουλεύει σε κάθε κινητήρα εσωτερικής καύσης και δεν έχει έξοδα συντήρησης.



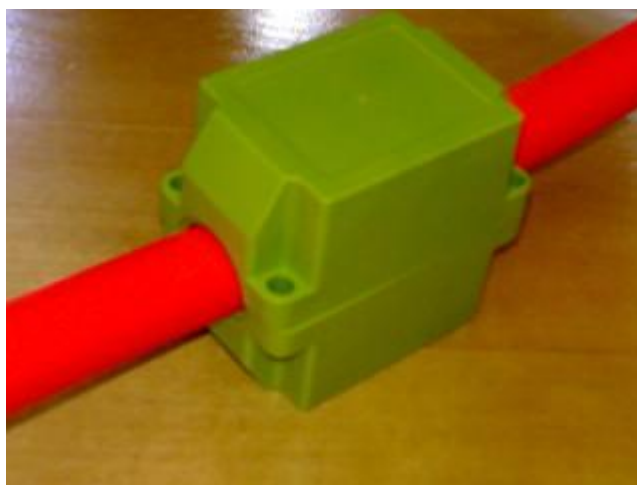
Σχήμα 2.2 fuel EXX

### Super Fuel Max

Το σύστημα εξοικονόμησης καυσίμου Super Fuel Max στηρίζεται στο μαγνητικό συντονισμό και χρησιμοποιείται για περισσότερο από 30 χρόνια στην αγορά. Είναι ιονιστής καυσίμου με ισχύ 16.00 GAUSS, κατάλληλος για όλους τους κινητήρες εσωτερικής καύσης. Το σύστημα υπόσχεται τέλεια καύση και λιγότερα κατάλοιπα στο θάλαμο καύσης του κινητήρα, αύξηση της απόδοσης και βελτίωση της ποιότητας του καυσίμου, όπως επίσης και μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων, ενώ διακρίνεται για τη γρήγορη και εύκολη εγκατάστασή του. Το Super Fuel Max καλύπτεται με εγγύηση λειτουργίας εφ' όρου ζωής και 3μηνη εγγύηση επιστροφής χρημάτων.



## Fuel Saver



**Σχήμα 2.3 fuel saver**

Τα καύσιμα αποτελούνται κυρίως από τους υδρογονάνθρακες. Αυτοί αλλάζουν τον προσανατολισμό μαγνήτισης τους καθώς διασχίζουν ένα μαγνητικό πεδίο στην αντίθετη κατεύθυνση του εξωτερικού μαγνητικού πεδίου. Συγχρόνως, τα μόρια των υδρογονανθράκων αλλάζουν την δομή τους. Έτσι οι ενδομοριακές δυνάμεις έλξης μειώνονται σημαντικά. Αυτός ο μηχανισμός διαιρεί τελικά τα μόρια. Ο άνθρακας και το οξυγόνο έχουν αντίθετη μαγνητική πολικότητα. Κατά συνέπεια, ενώνονται εύκολα μαζί παράγοντας μία καλύτερη και πλήρη καύση.

Ως αποτέλεσμα της ένωσης των καυσίμων και του αέρα, η μηχανή λειτουργεί αποτελεσματικότερα παραγάγει τη μεγαλύτερη δύναμη, που μειώνει την κατανάλωση καυσίμων, και επίσης τους υδρογονάνθρακες (HC), το μονοξείδιο άνθρακα (CO) και το οξείδιο αζώτου που προέρχονται από την εξάτμιση. Δεδομένου ότι τα μόρια καυσίμων και αέρα μαγνητίζονται με την αντίθετη πολικότητα, διαλύουν τον άνθρακα στον θάλαμο καύσης και στο injection και βοηθούν να κρατούν τη μηχανή καθαρή βελτιώνοντας την λειτουργία του κινητήρα, και το οποίο εξασφαλίζει ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα.

Παράγει έναν μεγαλύτερο αριθμό μορίων που μπαίνοντας στον θάλαμο καύσης καθιστά την καύση πληρέστερη. Ένα μικρότερο ποσό του CO κοβαλτίου και του HC παράγεται, το οποίο οδηγεί στην καλύτερη χρησιμοποίηση της ενέργειας και στην εξοικονόμηση καυσίμων.

Το σχήμα μας βοηθά να αποτυπώσουμε καλύτερα το τι συμβαίνει. Στην αριστερή πλευρά έτσι φθάνει το καύσιμό όταν δεν πολώνεται και έχουμε ατελή καύση. Ενώ με την πόλωση η καύση είναι σχεδόν πλήρης.

Όταν ο βελτιωτής καυσίμου εγκατασταθεί στην παροχή καυσίμου που τροφοδοτεί το καρμπυρατέρ ή το injection τότε επιτυγχάνεται πολύ καλύτερη απόδοση της μηχανής η οποία έχει τα εξής αποτελέσματα :

1.- Περισσότερα χιλιόμετρα ανά λίτρο καυσίμου . Σε πολλές περιπτώσεις η εξοικονόμηση φτάνει και πάνω από 30% το οποίο σημαίνει ότι υπάρχει καλύτερη απόδοση της θερμικής αξίας του καυσίμου.

2.- Αύξηση ισχύς και ροπής του κινητήρα. Επιπλέον αύξηση επιτάχυνσης και RPM .

3.- Διατήρηση μπουζί & θαλάμου καύσης καθαρού (χωρίς καρβουνίδια), καθώς κομμάτια άνθρακα καίγονται κατά την διάρκεια της ανάφλεξης.

4.- Έχει μία σημαντική οικολογική επίδραση επειδή μειώνει σημαντικά την αποβολή επικίνδυνων αερίων μέσω της εξάτμισης. Τα επικίνδυνα αέρια που μειώνει είναι : CO (μονοξείδιο του άνθρακα), HC (άκαυστοι υδρογονάνθρακες) NOx (οξείδιο του αζώτου).

5.- Αύξηση ζωής του κινητήρα λόγω της μείωσης του σχηματισμού άνθρακα και μόλυνση με υδρογονάνθρακες του λαδιού του κινητήρα.

6.- Πολύ εύκολη εγκατάσταση. Δεν χρειάζεται να γνωρίζετε από μηχανές.

7.- Απεριόριστη απόδοση. Δεν χρειάζεται συντήρηση. Διαρκεί μια ζωή. Η απόδοση των μαγνητών δεν μειώνεται με τον χρόνο.

### **Fuel Saver**

Θα αναφερθούμε στην προέλευση των μελετών για τον μαγνητισμό. Το 1819 ο Oersted παρουσίασε αποδείξεις που δείχνουν την μαγνητική επίδραση του ηλεκτρικού ρεύματος. Αργότερα, Ο Michael Faraday έδειξε ότι αν και η μαγνητική επίδραση μπορεί να ποικίλει, όλες οι ουσίες είναι μαγνητικές. Κατόπιν ο Johannes Van der Waals απέδειξε ότι τα ηλεκτρόνια των συστατικών σε υγρή ή αέρια κατάσταση μπορούν να επηρεαστούν από ένα εξωτερικό μαγνητικό πεδίο. Αυτές οι ανακαλύψεις μας βοήθησαν να καταλάβουμε την επίδραση των εξωτερικών μαγνητικών πεδίων στους υδρογονάνθρακες. Μέτρηση Gauss μαγνητικών πεδίων. Αυτό που μετριέται συνήθως είναι η μαγνητική ροή, που αντιπροσωπεύεται στη ροή "γραμμές" ανά περιοχή μονάδων. Ένας Gauss ορίζεται ως μια ροή "γραμμής" ανά τετραγωνικό εκατοστό. Η ποιότητα των μαγνητών μας από neodymium μετριέται σε Gauss χρησιμοποιώντας μετρητές Gauss.

### **ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ**

Τα καύσιμα αποτελούνται κυρίως από τους υδρογονάνθρακες. Αυτοί αλλάζουν τον προσανατολισμό μαγνήτισης τους καθώς διασχίζουν ένα μαγνητικό πεδίο στην αντίθετη κατεύθυνση του εξωτερικού μαγνητικού πεδίου. Συγχρόνως, τα μόρια των υδρογονανθράκων αλλάζουν την δομή τους. Έτσι οι ενδομοριακές δυνάμεις έλξης μειώνονται σημαντικά. Αυτός ο μηχανισμός διαιρεί τελικά τα μόρια. Ο άνθρακας και το οξυγόνο έχουν αντίθετη μαγνητική πολικότητα. Κατά συνέπεια, ενώνονται εύκολα μαζί παράγοντας μια καλύτερη και πλήρη καύση. Ως αποτέλεσμα της ένωσης των καυσίμων και του αέρα, η μηχανή λειτουργεί αποτελεσματικότερα παραγάγει τη μεγαλύτερη δύναμη, που μειώνει την κατανάλωση καυσίμων, και επίσης τους υδρογονάνθρακες (HC), το μονοξείδιο άνθρακα (CO) και το οξείδιο αζώτου που προέρχονται από την εξάτμιση. Δεδομένου ότι τα μόρια καυσίμων και αέρα μαγνητίζονται με την αντίθετη πολικότητα, διαλύουν τον άνθρακα στον θάλαμο καύσης και στο injection και βοηθούν να κρατούν τη μηχανή καθαρή βελτιώνοντας την λειτουργία του κινητήρα, και το οποίο εξασφαλίζει ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα. Η καύση του Fuel-air μίγματος παράγει μια σειρά αερίων που προέρχονται από το σωλήνα εξάτμισης. Τα εξής είναι τα σημαντικότερα αέρια σε αυτό το είδος καύσης:

CO<sub>2</sub> (διοξείδιο του άνθρακα), το οποίο εμφανίζεται όταν υπάρχει μια πλήρης καύση υδρογονανθράκων.

CO Κοβάλτιο (μονοξείδιο άνθρακα). Αυτό είναι ένα δηλητηριώδες, πολύ επιβλαβές αέριο, το οποίο παράγεται όταν δεν καίγονται εντελώς τα μόρια υδρογονανθράκων (ελλειπείς καύση).

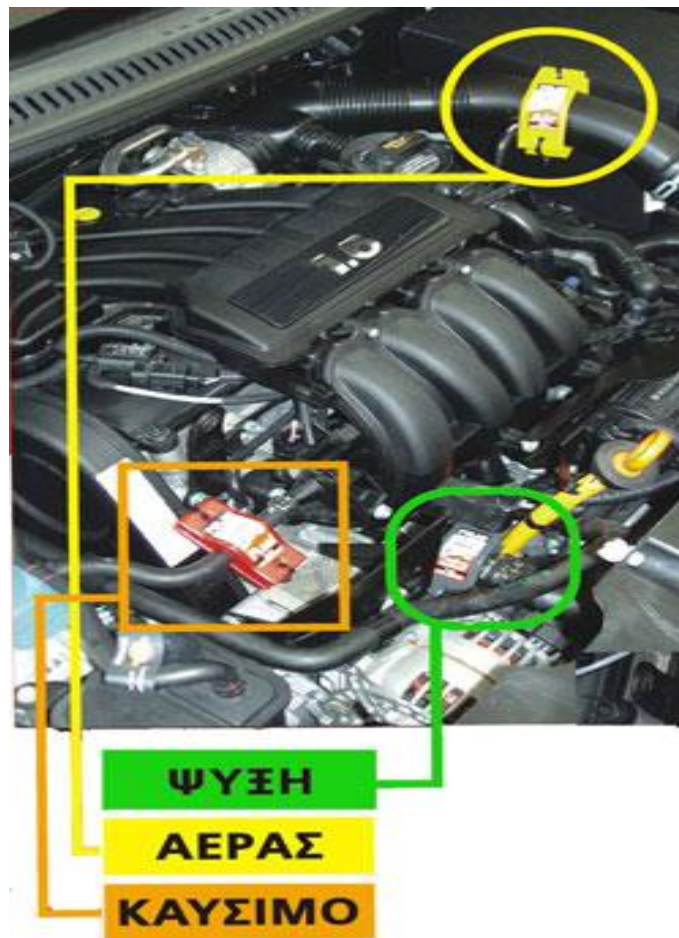
Άκαυστος υδρογονάνθρακας (HC), ο οποίος είναι ένα τοξικό αέριο που αντιπροσωπεύει την αχρησιμοποίητη απελευθερωμένη ενέργεια.

Το οξυγόνο O<sub>2</sub> είναι το υπόλειμμα καύσης και το κύριο συστατικό στη διαδικασία καύσης.

Η χρήση του βελτιωτή καυσίμων είναι να παράγει έναν μεγαλύτερο αριθμό μορίων που μπαίνουν στον θάλαμο καύσης καθιστά την καύση πληρέστερη. Ένα μικρότερο ποσό του CO κοβαλτίου και του HC παράγεται, το οποίο οδηγεί στην καλύτερη χρησιμοποίηση της ενέργειας και στην εξοικονόμηση καυσίμων

### **Auto Polar**

Μετά από έρευνες δεκαετιών στον τομέα της μαγνητικής τεχνολογίας, έχουν αναπτυχθεί ισχυρά και αποτελεσματικά συστήματα ικανά να δίνουν ολοκληρωμένες λύσεις.



Σχήμα 2.4 Auto Polar

#### ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ:

- Οικονομία καυσίμου
- Αύξηση ιπποδύναμης και απόδοσης
- Μείωση καυσαερίων και ρύπων
- Αύξηση ορίου ζωής του καταλύτη και του αισθητήρα λ
- Διατήρηση καθαρών μπουζί και παράταση της διάρκειας ζωής τους
- Καθαρός κινητήρας χωρίς καρβονίδια
- Καθαρίζει και κρατά καθαρά μπεκ και αντλίες
- Αποφυγή προαναφλέξεων
- Αύξηση ορίου ζωής του κινητήρα
- Μείωση κόστους συντήρησης

Το Auto Polar δημιουργεί συνθήκες πληρέστερης καύσης, με αποτέλεσμα να έχουμε οικονομία καυσίμου, μείωση ρύπων, προστασία και καθαρισμό του κινητήρα ή του καυστήρα. Με την τεχνολογία Auto Polar (onepole saving system) πολώνονται και ενεργοποιούνται τα μόρια του καυσίμου, δεσμεύοντας περισσότερο οξυγόνο, με

αποτέλεσμα να έχουμε πληρέστερη καύση. Αυτό είναι εφικτό με την onepole® μαγνητική φόρτιση του καυσίμου, η οποία πολλαπλασιάζει την έλξη με το οξυγόνο μέσα στο θάλαμο καύσης

Το Auto Polar (onepole® saving system) έχει άμεσα εμφανή αποτελέσματα μέσα στην πρώτη ώρα τοποθέτησης. Για να αποδώσει το τελικό αποτέλεσμα, χρειάζεται μία περίοδο μεταξύ ενός και τριών γεμισμάτων (ρεζερβουάρ) καυσίμου. Το πετρέλαιο ίσως χρειαστεί και λίγο περισσότερο. Με τη χρήση του εξασφαλίζετε:

- Οικονομία καυσίμου έως και 30%
- Αύξηση ιπποδύναμης και απόδοσης
- Μείωση καυσαερίων έως και 80%
- Αύξηση ορίου ζωής του καταλύτη και του αισθητήρα λ
- Διατήρηση καθαρών μπουζί και παράταση της διάρκειας ζωής τους
- Καθαρό κινητήρα χωρίς καρβουνίδια
- Καθαρίζει και κρατά καθαρά μπεκ και αντλίες
- Αποφυγή προαναφλέξεων
- Αύξηση ορίου ζωής του κινητήρα
- Μείωση κόστους συντήρησης

Μια διαφορετική εφαρμογή: **BENS FUEL BOOSTER**

Ο Βελτιωτής καυσίμου BENS τοποθετείται γενικότερα, οπουδήποτε χρησιμοποιούμε βενζίνη ή πετρέλαιο.

Είναι κατάλληλο για όλους τους τύπους μοτοσικλετών, αυτοκινήτων, ταξί, φορτοταξί, φορτηγών, λεωφορείων, τρακτέρ, καυστήρων θέρμανσης, σκαφών κ.α.

Συγκεκριμένα, για αυτοκίνητα έως 2000cc βενζίνης και πετρελαίου, καθώς και για όλες τις μοτοσικλέτες, τοποθετούμε το μοντέλο G20.

Για αυτοκίνητα άνω των 2000cc βενζίνης και πετρελαίου, για όλα τα ταξί, για φορτηγά και λεωφορεία έως 180 hp, τοποθετούμε το μοντέλο D50.

Για φορτηγά και λεωφορεία άνω των 180hp έως 600hp, τοποθετούμε το μοντέλο D70.

Για καυστήρες θέρμανσης μέχρι 50.000 Kcal (θερμίδες), τοποθετούμε το μοντέλο D80.

Για καυστήρες θέρμανσης άνω των 50.000 Kcal (θερμίδες) και μέχρι 500.000 Kcal (θερμίδες), τοποθετούμε το μοντέλο D90.

Υπάρχουν και μοντέλα ειδικών κατασκευών, όπως για παράδειγμα για τρένα, καράβια, καυστήρες μαζούτ κ.α.

Λεπτομερή εξήγηση λειτουργίας και χρήσης του **BENS**.

Το BENS FUEL BOOSTER είναι ένας ηλεκτρονικός επεξεργαστής καυσίμου που μας βοηθά να βελτιώσουμε τον ψεκασμό της βενζίνης και του πετρελαίου.

Είναι στην ουσία ένας πομπός, που εκπέμπει ραδιοσυχνότητες στην περιοχή των υπερήχων. Αποτελείται από το κυρίως σώμα (πλαστικό κουτί) που περιέχει το ηλεκτρονικό μέρος της συσκευής (πομπός). Το κίτρινο καλώδιο που περιτυλίσσεται

γύρω από τον σωλήνα παροχής καυσίμου σαν μονό σπирάλ και δημιουργεί την κεραία του πομπού και το μαύρο κόκκινο καλώδιο την γραμμή τροφοδοσίας της συσκευής.

Το πλαστικό περίβλημα είναι κατασκευασμένο από πρώτη ύλη της General Electric. Είναι ανθεκτικό στην θερμοκρασία μέχρι 250 C<sup>0</sup> και είναι αυτοσβαινόμενο κατά UL95. Αξίζει να σημειωθεί ότι η General Electric προμηθεύει με αυτό τις αεροπορικές εταιρίες και την NASA. Επίσης, τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα στο εσωτερικό της συσκευής, είναι στρατιωτικών προδιαγραφών για να έχουν μακροζωία, υψηλή απόδοση και αντοχή στην υψηλή θερμοκρασία. Ολόκληρο το κύκλωμα είναι πακτωμένο με ειδική ρητίνη έτσι ώστε να είναι στεγανό μέχρι 10 ατμόσφαιρες. Ακόμα και το κίτρινο καλώδιο (κεραία) αντέχει σε υψηλή θερμοκρασία ενώ δεν αλλοιώνεται από λάδια, βενζίνη ή πετρέλαιο και έχει υψηλή μηχανική αντοχή.

### **ΠΩΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙ :**

Οι εκπεμπόμενες συχνότητες δημιουργούν στην μάζα του υγρού καυσίμου (βενζίνη-πετρέλαιο), εναλλασσόμενο ηλεκτρικό πεδίο. Αυτό προκαλεί σπάσιμο των αλυσίδων των υδρογονανθράκων είτε είναι κυκλικοί (πετρέλαιο) είτε ελικοειδής (βενζίνη) σε υψηλό ποσοστό που φτάνει το 85%. Αυτό επιτυγχάνεται με την μεγάλη κινητικότητα που αποκτούν τα μόρια λόγω της επιρροής του πεδίου και της ανταλλαγής ηλεκτρονίων μεταξύ των ιόντων. Η διαδικασία αυτή είναι γνωστή χημικά ως οξειδοαναγωγή. Ενώ παράλληλα ελευθερώνεται και μια μικρή ποσότητα υδρογόνων από τα μόρια των υδρογονανθράκων και υπάρχει ελεύθερη στην μάζα του υγρού.

### **ΤΙ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΕΜΦΑΝΙΖΕΙ ΤΟ ΚΑΥΣΙΜΟ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ :**

Μειώνεται δραστικά η επιφανειακή τάση του υγρού σε ποσοστό που φτάνει το 50% και αλλάζει το PH από όξινο σε αλκαλικό. Αυτή η διαδικασία κάνει το καύσιμο να λειτουργεί σαν απορρυπαντικό και να έχει την ικανότητα να διαλύσει τα κατάλοιπα που προϋπάρχουν στο ρεζερβουάρ, στο σύστημα ψεκασμού και στην αντλία και να τα παρασύρει με την ροή. Αυτά μπορεί να είναι βερνίκια, κεριά, παραφίνες κλπ. Το δεύτερο και πιο σημαντικό πλεονέκτημα είναι η βελτίωση του ψεκασμού.

### **ΠΩΣ ΒΕΛΤΙΩΝΕΤΑΙ Ο ΨΕΚΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΤΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΕΧΕΙ ΣΤΟΝ ΚΙΝΗΤΗΡΑ :**

Το πόσο καλά θα ψεκαστεί ένα υγρό εξαρτάται από το πόσο ισχυρός είναι ο δεσμός συνοχής μεταξύ των μορίων που το αποτελούν. Στην περίπτωση των υγρών καυσίμων αυτό που παρουσιάζει μεγαλύτερη δυσκολία ψεκασμού είναι το πετρέλαιο σε σχέση με την βενζίνη. Το FUEL BOOSTER με το ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργεί προκαλεί δραστική μείωση του δεσμού συνοχής μεταξύ των μορίων. Έτσι κατά την φάση του ψεκασμού η βενζίνη και το πετρέλαιο θα σπάσουν σε τριπλάσιο αριθμό σταγονιδίων. Αυτό δίνει το πλεονέκτημα της καλύτερης και πιο ομοιόμορφης διασποράς μέσα στο θάλαμο καύσης. Η συνολική επιφάνεια των μικροσταγονιδίων που έρχεται σε επαφή με τον αέρα είναι τώρα μεγαλύτερη και έτσι εγκλωβίζεται 3 φορές περισσότερο οξυγόνο. Αυτή η διεργασία μας βοηθά να έχουμε μεγαλύτερο μέτωπο φλόγας, ταχύτερη μετάδοση της φλόγας και τέλος να καίγεται 10% - 15%

περισσότερο το καύσιμο από πριν, ενώ διαφορετικά θα εξαγόταν σαν άκαυστοι υδρογονάνθρακες.

#### **ΤΙ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΥΠΑΡΧΕΙ ΣΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΗΣ ΠΡΟΑΝΑΦΛΕΞΗΣ :**

Με την κινητική ενέργεια που αποκτούν τα μόρια λόγω της επίδρασης του πεδίου οδηγούνται οι χημικές αντιδράσεις των συστατικών του υγρού έτσι ώστε να αυξάνεται σημαντικά η φαινόμενη αντικροτική ικανότητά του. Παράλληλα λόγω της βελτιωμένης καύσης επιτυγχάνεται απομάκρυνση των εξανθρακωμάτων που υπάρχουν στο πάνω μέρος των εμβόλων και δημιουργούν διάπυρη μάζα προκαλώντας προανάφλεξη.

#### **ΠΩΣ ΕΠΙΤΥΓΧΑΝΕΤΑΙ ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΡΟΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΙΠΠΟΔΥΝΑΜΗΣ :**

Με την βοήθεια του FUEL BOOSTER εκμεταλλευόμαστε 10% περισσότερο καύσιμο από το προσφερόμενο. Με αυτόν τον τρόπο αυξάνουμε την πίεση που ασκείται στα έμβολα κατά 5% ενώ μηδενίζεται η προανάφλεξη. Για παράδειγμα σε ένα κινητήρα 1600cc η αύξηση της ροπής είναι 1kgf μέσον όρο ενώ η ιπποδύναμη αυξάνεται 7hp μέσον όρο.

#### **ΠΩΣ ΕΠΙΔΡΑ ΤΟ ΒΕΛΤΙΩΜΕΝΟ ΚΑΥΣΙΜΟ ΣΤΗΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ :**

Η βενζίνη εκτός των άλλων παραμέτρων λειτουργεί και σαν ψυκτικό μέσο. Η θερμοκρασία κατά την φάση της έκρηξης μέσα στο θάλαμο καύσης φτάνει τους 3500 C<sup>0</sup>. Κατόπιν ψεκάζεται πάλι μια ποσότητα καυσίμου. Επειδή το βελτιωμένο καύσιμο έχει μεγαλύτερη διασπορά και τα σταγονίδια έχουν διασπαστεί σε τρεις φορές περισσότερα, υπάρχει τρεις φορές μεγαλύτερη επιφάνεια και έτσι το υγρό απορροφά ταχύτερα μεγαλύτερα ποσά θερμότητας από το εσωτερικό των κυλίνδρων. Επίσης λόγω του μηδενισμού της προανάφλεξης και της αύξησης της ιπποδύναμης ο κινητήρας εργάζεται πιο ήπια και έτσι διατηρούνται χαμηλότερες θερμοκρασίες (αυτά τα φαινόμενα είναι πιο έντονα σε κινητήρες τούρμπο).

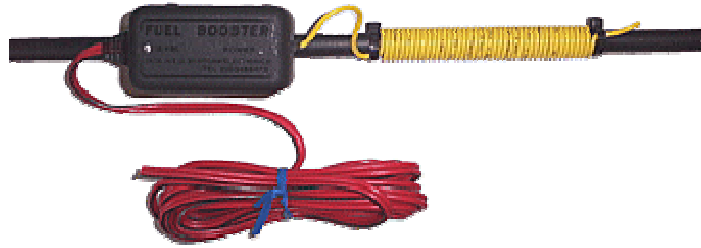
#### **ΓΙΑΤΙ ΚΑΘΑΡΙΖΕΙ Ο ΚΑΤΑΛΥΤΗΣ ΚΑΙ Η ΕΞΑΤΜΙΣΗ :**

Λόγω της βελτιωμένης καύσης, αυξάνεται η πίεση των αερίων 5% και η θερμοκρασία τους από 20C<sup>0</sup> - 40C<sup>0</sup>. Έτσι καίγονται τα υπολείμματα που έχουν συσσωρευτεί στον καταλύτη και στην εξάτμιση και με την βοήθεια της αυξημένης πίεσης παρασύρονται προς τα έξω (πιο έντονα στους πετρελαιοκινητήρες).

#### **ΠΟΣΟ ΜΕΙΩΝΟΝΤΑΙ ΤΑ ΠΟΣΟΣΤΑ ΤΩΝ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΚΑΙ ΓΙΑΤΙ :**

Επειδή ο κινητήρας εκμεταλλεύεται 10% περισσότερο τη βενζίνη και 15% περισσότερο το πετρέλαιο, τα ποσοστά των άκαυστων υδρογονανθράκων μειώνονται από 50% – 90%. Το μονοξειδίο και το διοξειδίο του άνθρακα καθώς και τα νιτρικά οξείδια μηδενίζονται στις περισσότερες περιπτώσεις λόγω της καύσης μικρής ποσότητας καθαρού υδρογόνου που ελευθερώνεται και σχηματίζει με τον υπέρθερμο ατμό. Ακόμα και τα ποσοστά της αιθάλης μειώνονται έως και 80%.

Συσκευή BENS τοποθετημένη σε σωλήνα καυσίμου.



FUEL BOOSTER επεξεργαστής καυσίμου

Ο Βελτιωτής καυσίμου BENS είναι μια Ελληνική παγκόσμια πατέντα, μοναδική στο είδος. Είναι ένας ηλεκτρονικός βελτιωτής καυσίμου που βοηθά στην καλυτέρευση του ψεκασμού και της καύσης της βενζίνης και του πετρελαίου.

Είναι ένα προϊόν μακροχρόνιας έρευνας, που για την κατασκευή του χρησιμοποιούνται ηλεκτρονικά εξαρτήματα προερχόμενα από την αεροδιαστημική τεχνολογία.

Αποφεύγοντας τα μειονεκτήματα και τα προβλήματα που προξενούν τα μαγνητικά πεδία, προκαλεί καλύτερη καύση, με αποτέλεσμα τη μείωση της κατανάλωσης από 15% έως 35% σε οχήματα και 20% έως 45% σε καυστήρες, τη μείωση των καυσαερίων από 40% έως 90%, την αύξηση της ροπής από 0.50kgf έως 2.50kgf, την αύξηση της ιπποδύναμης από 5% έως 7%, κα.

Είναι κατασκευασμένο από εξαρτήματα στρατιωτικών προδιαγραφών για να έχουν μακροζωία, υψηλή απόδοση και αντοχή στην υψηλή θερμοκρασία. Ολόκληρο το κύκλωμα είναι πακτωμένο με ειδική ρητίνη έτσι ώστε να είναι στεγανό μέχρι 10 ατμόσφαιρες. Ακόμα και το κίτρινο καλώδιο (κεραία) αντέχει σε υψηλή θερμοκρασία, ενώ δεν αλλοιώνεται από λάδια, βενζίνη ή πετρέλαιο και έχει υψηλή μηχανική αντοχή. Συνολική διάρκεια ζωής: 300.000 ώρες διαρκούς λειτουργίας (περίπου 35 χρόνια).



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

### 3.1 ΚΙΝΗΤΗΡΙΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

Τα αυτοκίνητα, εκτός από λίγες εξαιρέσεις, χρησιμοποιούν για την κίνησή τους Μηχανές Εσωτερικής Καύσης, που ανήκουν στην κατηγορία των Κινητήριων Μηχανών.

#### 3.1.1 Ορισμός κινητήριας μηχανής

Κινητήρια μηχανή ή κινητήρας λέγεται ή μηχανή που παράγει έργο για να κινήσει άλλες μηχανές, τις κινούμενες. Ανάλογα με τη μορφή της ενέργειας που αξιοποιείται για την παραγωγή έργου, οι κινητήριες μηχανές ταξινομούνται σε:

#### 3.1.2 Κατηγορίες κινητήριων μηχανών

##### 1.Θερμικές μηχανές.

Θερμικές μηχανές ή θερμοκινητήρες: ονομάζονται οι μηχανές οι οποίες μετατρέπουν την θερμότητα που παράγεται από την χημική ενέργεια της καύσης, σε μηχανικό έργο. Ανάλογα με τον τρόπο πραγματοποίησης της καύσης χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- στις μηχανές εσωτερικής καύσεως (Μ.Ε.Κ.) και
- στις μηχανές εξωτερικής καύσεως ή ατμομηχανές.

##### 2.Ηλεκτρικές μηχανές

Ηλεκτρικές μηχανές: ονομάζονται οι μηχανές οι οποίες μετατρέπουν την μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική (γεννήτριες) ή αντίστροφα (κινητήρες) ή μετατρέπουν ηλεκτρική ενέργεια με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά σε ηλεκτρική διαφορετικών χαρακτηριστικών.

##### 3.Υδραυλικές μηχανές

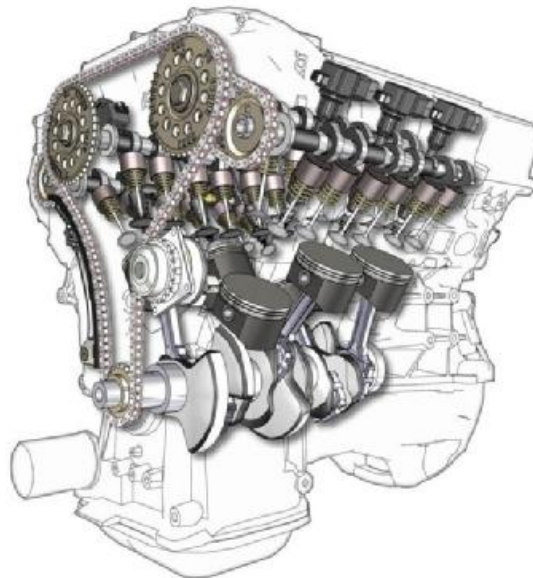
Υδραυλικές μηχανές: ονομάζονται οι μηχανές που μετατρέπουν την κινητική ενέργεια ενός υγρού σε κίνηση, κυρίως του νερού σε μηχανική ενέργεια. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν υδραυλικές τουρμπίνες, υδραυλικούς τροχούς, κινητήρες με στήλη νερού

#### 4.Ανεμομηχανές

Ανεμομηχανές: ονομάζονται οι μηχανές οι οποίες αξιοποιούν την αιολική ενέργεια (δύναμη του ανέμου) για να παραχθεί έργο.

### **3.2 Μ.Ε.Κ**

Στη συνέχεια του κεφαλαίου και μετά από μια σύντομη αναφορά στις κατηγορίες των κινητήριων μηχανών, θα ασχοληθούμε αναλυτικά με μια από τις υποκατηγορίες των μηχανών αυτών, τις μηχανές εσωτερικής καύσης. Οι μηχανές αυτές αν και όπως προείπα ανήκουν σε υποκατηγορία είναι πολύ σημαντικές και αξίζει να δώσουμε ιδιαίτερη σημασία.



**ΣΧΗΜΑ 3.1 ΜΗΧΑΝΗ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ**

#### **3.2.1 Ορισμός Μ.Ε.Κ.**

Μια Μηχανή Εσωτερικής Καύσης είναι ένας κινητήρας στον οποίο η καύση του καυσίμου γίνεται σε ένα θάλαμο καύσης που βρίσκεται ολόκληρος μέσα στο κινητήρα. Με τον όρο μηχανές εσωτερικής καύσης συνήθως εννοούνται κυρίως οι παλινδρομικές - εμβολοφόρες μηχανές και οι κινητήρες Βάνκελ (Wankel). Μια δεύτερη κατηγορία των κινητήρων εσωτερικής καύσης είναι οι κινητήρες τζετ , κάποιοι πύραυλοι και ορισμένες τουρμπίνες ώσης και ισχύος που κάνουν χρήση συνεχούς καύσης.

Σύμφωνα με ένα γενικό ορισμό, ο κινητήρας εσωτερικής καύσης είναι μια θερμική μηχανή, στην οποία καίγεται ένα καύσιμο παρουσία αέρα μέσα σε ένα θάλαμο (θάλαμος καύσης) και από την εξώθερμη αντίδραση του καυσίμου με τον

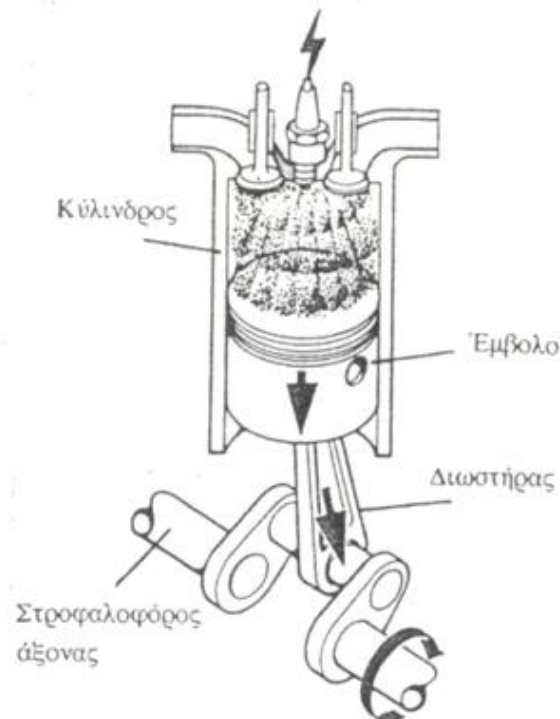
οξειδωτή (θερμική καύση ελεύθερης φλόγας σε αέρια κατάσταση), που είναι το οξυγόνο του αέρα, δημιουργώντας θερμά αέρια. Στον κινητήρα εσωτερικής καύσης είναι πάντα η εκτόνωση της πίεσης των αερίων που παράγονται όπου εφαρμόζουν δύναμη στο κινητό μέρος του κινητήρα, όπως τα έμβολα ή πτερύγια.

### 3.2.2 Κατηγορίες Μ.Ε.Κ.

Οι Μ.Ε.Κ. χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες: στις εμβολοφόρες και στις περιστροφικές.

#### ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΕΣ

Στις εμβολοφόρες μηχανές η θερμική ενέργεια του καυσίμου αξιοποιείται για την παραγωγή της ευθύγραμμης παλινδρομικής κίνησης του εμβόλου μέσα στον κύλινδρο. Αυτή μετατρέπεται σε περιστροφική από το μηχανισμό του διωστήρα-στροφαλοφόρου άξονα όπως φαίνεται στο πιο κάτω σχήμα.



**ΣΧΗΜΑ 3.2 ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΟΣ Μ.Ε.Κ. ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΕΣ**

Στις περιστροφικές μηχανές η θερμική ενέργεια αξιοποιείται, για να παράγεται από την αρχή περιστροφική κίνηση.

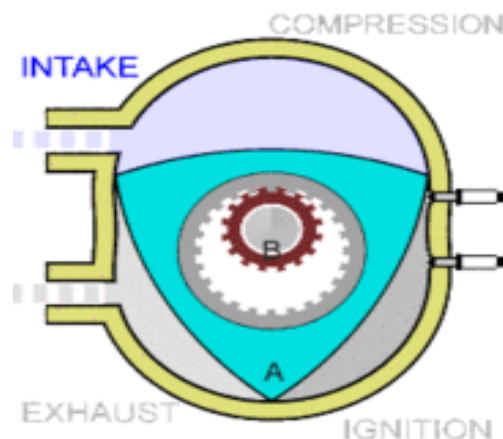
Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι νέοι τύποι μηχανών αυτοκινήτων με περιστρεφόμενα έμβολα (κινητήρες Βάνκελ).

#### 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 σ' 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 εξαερωτήρα, 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.



**Σχήμα 3.3 Λειτουργία Βάνκελ**

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 ότι 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 ότι σε τυπικό εξακύλινδρο κινητήρα.

### 3.2.3 Κατηγορίες εμβολοφόρων Μ.Ε.Κ.

Οι εμβολοφόρες μηχανές ταξινομούνται επίσης σε διάφορες κατηγορίες:

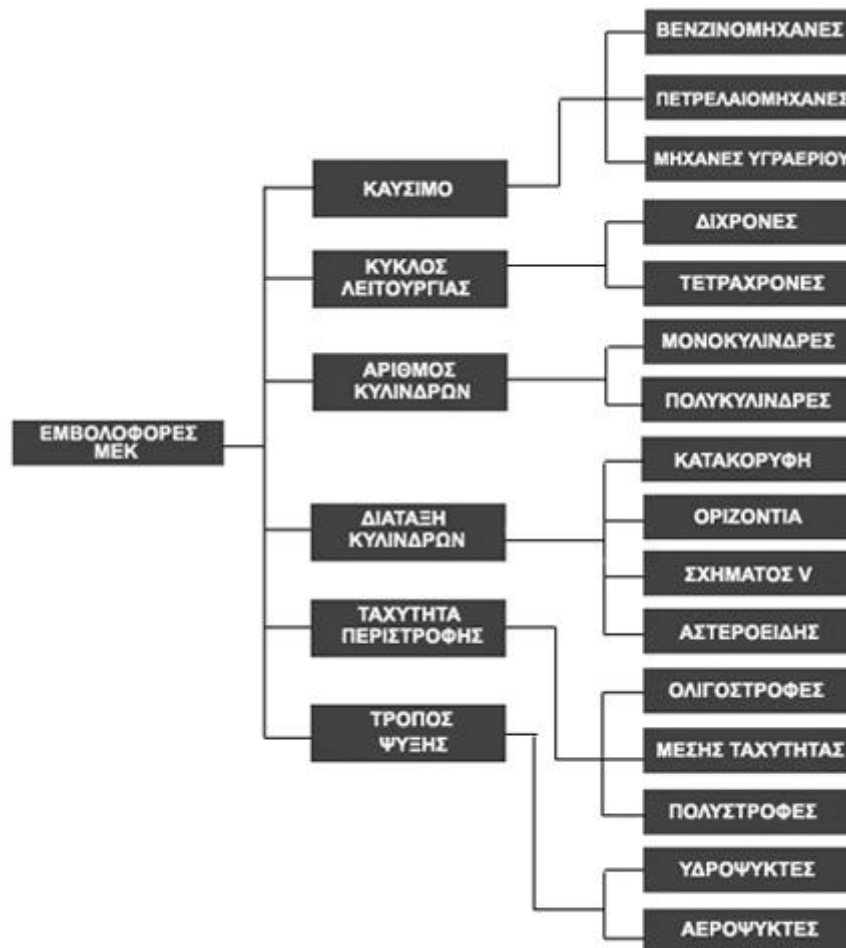
(α) Με βάση το καύσιμο: σε βενζινομηχανές, πετρελαιομηχανές και μηχανές υγραερίου.

(β) Με βάση τον κύκλο λειτουργίας: σε δίχρονες και τετράχρονες.

(γ) Με βάση τη διάταξη των κυλίνδρων: σε κατακόρυφες, οριζόντιες, σχήματος V και αστεροειδής.

(δ) Με βάση την ταχύτητα περιστροφής: οι ολιγόστροφες, μέσου αριθμού στροφών και πολύστροφες.

(ε) Με βάση τον τρόπο ψύξης: σε υδροψυκτες και αερόψυκτες.



ΣΧΗΜΑ 3.4 Ταξινόμηση των ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΩΝ Μ.Ε.Κ.

### 3.2.3.1 Μ.Ε.Κ. με βάση το καύσιμο

Σύμφωνα με την κατηγορία του καυσίμου υπάρχουν τρία είδη ταξινόμησης στις εμβολοφόρες μηχανές εσωτερικής καύσης. Το συμβατικό καύσιμο πετρέλαιο, το υγρό καύσιμο βενζίνη και το αέριο καύσιμο υγραέριο. Υπάρχουν και άλλες μορφές καυσίμου όπως το υδρογόνο όπου είναι σε αρχικό στάδιο και δεν έχει βγει στην παραγωγή.

#### BENZINOKINHTHRES

Ο βενζινοκινητήρας είναι μηχανή εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ) στην οποία η ισχύς παράγεται με την καύση του μίγματος βενζίνης και αέρα.

Οι περισσότεροι βενζινοκινητήρες ανήκουν στην κατηγορία των παλινδρομικών μηχανών, οι πρόσφατες όμως τεχνολογικές εξελίξεις οδηγούν στο συμπέρασμα ότι ο τύπος στρεφόμενου εμβόλου ή ο τύπος στροβίλου υπερέχουν λειτουργικά από ορισμένη άποψη.

Οι βενζινοκινητήρες είναι οι πιο διαδεδομένες μηχανές εσωτερικής καύσης. Το μέγεθος και η ισχύς τους ποικίλλουν από λιγότερο από έναν ίππο για χρήση σε μικρές φορητές συσκευές, μέχρι 35.000 ίππους για αεροπλάνα. Μολονότι οι περισσότεροι βενζινοκινητήρες χρησιμοποιούνται στα αυτοκίνητα, αντιπροσωπεύουν λιγότερο από το μισό του συνολικού αριθμού που είναι σε χρήση, σε παγκόσμια κλίμακα.

#### ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΜΗΧΑΝΕΣ

Οι πετρελαιομηχανές, γνωστές και σαν ντίζελ, αποτελούν σήμερα μια από τις κυριότερες πηγές μηχανικής ενέργειας. Χρησιμοποιούνται σε ευρεία κλίμακα όχι μόνο στα μηχανοκίνητα οχήματα, αλλά και σε πολλούς άλλους τομείς, όπως είναι ο τομέας της βιομηχανίας. Η πετρελαιομηχανή, όπως χρησιμοποιείται στα σημερινά αυτοκίνητα, επιβατηγά και εμπορικά, αποτελεί βελτιωμένη μορφή της αρχικής χαμηλόστροφης στατικής μηχανής. Τα τελευταία χρόνια ο αριθμός των πετρελαιοκίνητων αυτοκινήτων αυξάνεται συνεχώς. Η σχετικά χαμηλή κατανάλωση καυσίμων και το χαμηλό ποσοστό εκβολής ρυπογόνων καυσαερίων, η απουσία μολυβδούχων ενώσεων στο σύστημα εξαγωγής, η βελτιωμένη σχέση ισχύος/βάρους και η μείωση του θορύβου στη σημερινή πετρελαιομηχανή συμβάλλουν στην καθιέρωση της χρήσης της σε ευρεία κλίμακα. Στην οικογένεια των πετρελαιομηχανών περιλαμβάνονται τετράχρονες και δίχρονες μηχανές, όπως και στην περίπτωση των βενζινομηχανών. Η λειτουργία της πετρελαιομηχανής διαφέρει σημαντικά από εκείνη της βενζινομηχανής. Η πετρελαιομηχανή εισάγει μόνο αέρα αντί μίγματος καυσίμου-αέρα και τον συμπιέζει σε πολύ μεγαλύτερο βαθμό. Το καύσιμο ψεκάζεται μέσα στο θερμό συμπιεσμένο αέρα (η πετρελαιομηχανή δεν έχει εξαερωτήρα) και λόγω της υψηλής θερμοκρασίας αυτοαναφλέγεται χωρίς την παρουσία σπινθήρα και σπινθηριστών. Στην πετρελαιομηχανή η προετοιμασία του μίγματος γίνεται αποκλειστικά μέσα στο θάλαμο καύσης, αμέσως πριν την ανάφλεξη, ενώ στη βενζινομηχανή η προετοιμασία αρχίζει στον εξαερωτήρα.

## ΥΓΡΑΕΡΙΟΜΗΧΑΝΕΣ

Το υγραέριο γνωστό σαν LPG (Liquefied Petroleum Gas), είναι ένα αέριο με υπολογίσιμη θερμαντική ικανότητα, που υγροποιείται σε υψηλή πίεση. Αποτελείται, κυρίως, από βουτάνιο και προπάνιο, που είναι αέρια που προέρχονται κυρίως από τις πετρελαιοπηγές ή τις πηγές φυσικών αερίων. Η υγραεριοκίνηση (Autogas) στην Ευρώπη είναι πολύ δημοφιλής και όλο και περισσότερες εταιρείες στρέφονται προς τη χρήση υγραερίου ως καύσιμο κινητήρων ΜΕΚ (μηχανές εσωτερικής καύσης). Από ιστορικής πλευράς, φαίνεται ότι η πρώτη χώρα που χρησιμοποίησε το υγραέριο για την κίνηση των αυτοκινήτων είναι η Ιταλία, πριν από περίπου 25 χρόνια. Μετά, ακολούθησαν η Ολλανδία, η Δανία, η Ιαπωνία και άλλες χώρες. Τα σπουδαιότερα πλεονεκτήματα των υγραεριοκίνητων οχημάτων έναντι των βενζινοκίνητων είναι η εύκολη ανάμιξη του υγραερίου με τον αέρα, χωρίς τα προβλήματα του εξαερωτήρα (καρμπυρατέρ) των βενζινομηχανών η καύση του μείγματος υγραερίου και αέρα γίνεται τελειότερα και γρηγορότερα. Από την καλή καύση που επιτυγχάνεται έχουμε ως αποτέλεσμα, λιγότερο μονοξείδιο του άνθρακα κατά 95%, λιγότερα οξείδια του αζώτου κατά 50%, ελάχιστη ποσότητα άκαυστων υδρογονανθράκων και μηδενική ποσότητα θείου. Ο θόρυβος λειτουργίας των υγραεριοκίνητων μηχανών είναι μικρότερος και η συντήρηση και η αλλαγή λαδιών γίνεται με ποιο αραιούς ρυθμούς και το κόστος του υγραερίου είναι πολύ μικρότερο σε σχέση με την βενζίνη. Τα μειονεκτήματα υγραεριοκίνητων αυτοκινήτων είναι το κόστος μετατροπής του βενζινοκίνητου σε υγραέριο, που στην Ελλάδα ανέρχεται από 1000 έως 1200 Ευρώ. Επίσης, στα μειονεκτήματα συγκαταλέγεται η μείωση του χώρου αποσκευών, με την τοποθέτηση της δεξαμενής υγραερίου, ενώ δεν υπάρχουν, τουλάχιστον στην Ελλάδα, αρκετά πρατήρια διανομής υγραερίου.

Η μετατροπή ενός βενζινοκίνητου σε υγραεριοκίνητο είναι σχετικά απλή. Το υγραέριο βρίσκεται σε πίεση μέσα στη δεξαμενή καυσίμου και χρειάζονται διάφορα πρόσθετα εξαρτήματα για την αεριοποίηση του, την ελάττωση της πίεσής του και την ρύθμιση της παροχής του αερίου προς τον εξαερωτήρα (καρμπυρατέρ).

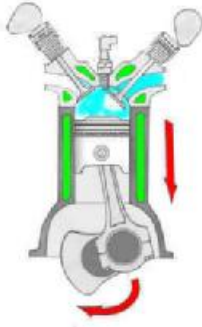
Οι λόγοι αυτοί κάνουν απαραίτητη τη δημιουργία ενός δεύτερου συστήματος τροφοδοσίας υγραερίου που αποτελείται από τα εξής κύρια μέρη: τη δεξαμενή υγραερίου, στην οποία αποθηκεύεται με πίεση (περίπου 3 bar) το υγραέριο, τις σωληνώσεις παροχής του υγραερίου σε υγρή και αέρια κατάσταση, την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα υγραερίου, που ελέγχει την παροχή υγραερίου, την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα βενζίνης, που ελέγχει την παροχή βενζίνης και την συσκευή αεριοποίησης υγραερίου (πνεύμονας) που εξαερώνει και ρυθμίζει την παροχή του υγραερίου ανάλογα με το φορτίο της μηχανής.

### 3.2.3.2 Μ.Ε.Κ. με βάση τον κύκλο λειτουργίας

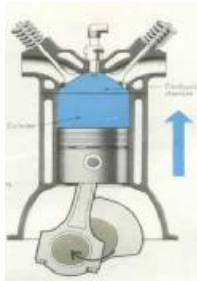
Υπάρχουν δυο ειδών κύκλοι λειτουργίας ο τετράχρονος και ο δίχρονος. Η πιο σημαντική τεχνική για την παραγωγή ισχύος από καύση ήταν αυτή του τετράχρονου κύκλου.

## Τετράχρονος κύκλος

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



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



2. 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.











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



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



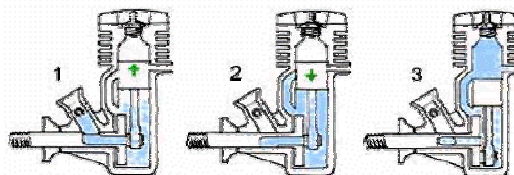
ΧΡΟΝΟΙ	ΓΩΝΙΑ ΣΤΡΟΦΗΣ	ΚΙΝΗΣΗ ΕΜΒΟΛΟΥ	ΒΑΛΒΙΔΕΣ		ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ
			ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ	ΕΞΑΓΩΓΗΣ	
ΕΙΣΑΓΩΓΗ 		ΑΠΟ Κ.Ν.Σ. ΠΡΟΣ Α.Ν.Σ.	ΑΝΟΙΧΤΗ	ΚΛΕΙΣΤΗ	ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗ ΜΕΙΓΜΑΤΟΣ
ΣΥΜΠΙΕΣΗ 		ΑΠΟ Κ.Ν.Σ. ΠΡΟΣ Α.Ν.Σ.	ΚΛΕΙΣΤΗ	ΚΛΕΙΣΤΗ	ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΜΕΙΓΜΑΤΟΣ
ΑΝΑΦΛΕΞΗ 		ΑΠΟ Κ.Ν.Σ. ΠΡΟΣ Α.Ν.Σ.	ΚΛΕΙΣΤΗ	ΚΛΕΙΣΤΗ	ΑΝΑΦΛΕΞΗ ΜΕΙΓΜΑΤΟΣ ΕΚΤΟΝΩΣΗ ΑΕΡΙΩΝ
ΕΞΑΓΩΓΗ 		ΑΠΟ Κ.Ν.Σ. ΠΡΟΣ Α.Ν.Σ.	ΚΛΕΙΣΤΗ	ΑΝΟΙΧΤΗ	ΕΞΑΓΩΓΗ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

**ΣΧΗΜΑ 3.5 Τετράχρονη λειτουργία**

### Δίχρονος κύκλος

Αναπτύχθηκε το 1878. Σ' 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 φουσητήρα. Τα καυσαέρια περνούν μέσα από μυκητοειδείς βαλβίδες που βρίσκονται πάνω στην κεφαλή του κυλίνδρου.

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

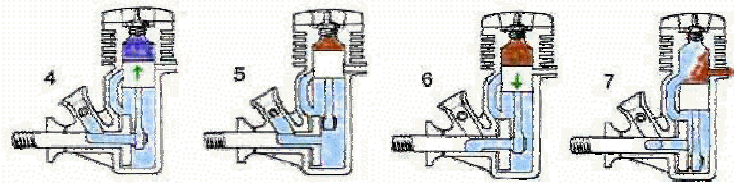


Ο κινητήρας γυρίζει με εξωτερική βοήθεια και το έμβολο ανεβαίνει. Η πίεση στην βάση πέφτει και αναρροφάται μίγμα από την ανοικτή βαλβίδα.

Το έμβολο αρχίζει να κατεβαίνει. Η βαλβίδα εισαγωγής έχει κλείσει. Το μίγμα στην βάση συμπιέζεται.

Το έμβολο έχει φθάσει στο κατώτατο σημείο (με εξωτερική βοήθεια) και έχει αποκαλύψει (έχουν δηλαδή ανοίξει) τις δύο πόρτες της bypass και εξαγωγής (εξάτμιση). Λόγω της διαφοράς πίεσης, το μίγμα ανεβαίνει από τον πλάγιο διάδρομο μεταφοράς και εισχωρεί στον ελεύθερο χώρο του κυλίνδρου, επάνω από το έμβολο.

Επειδή είναι ανοικτή η πόρτα εξαγωγής, μικρό μέρος του μίγματος αρχίζει να εξέρχεται.



**Σχήμα 3.6 Δίχρονη λειτουργία**

Ο στρόφαλος συνεχίζει την αδρανή περιστροφή του και το έμβολο ανεβαίνει κλείνοντας την πόρτα μεταφοράς και την πόρτα εξαγωγής και στο υπόλοιπο της διαδρομής του συμπιέζει το μίγμα. (Επαναλαμβάνεται ταυτόχρονα η φάση 1).

Πλησιάζοντας το ανώτατο σημείο της διαδρομής το μίγμα αναφλέγεται.

Τα αέρια εκτονώνονται και σπρώχνουν το έμβολο προς τα κάτω. Από το σημείο αυτό ο κινητήρας έχει εκκινήσει και μπορεί να επαναλάβει μόνος του τον επόμενο κύκλο με την προϋπόθεση φυσικά ότι όλοι οι άλλοι παράγοντες είναι σωστά ρυθμισμένοι (Επαναλαμβάνεται ταυτόχρονα η φάση 2).

Καθώς το έμβολο κατέρχεται σε κάποιο σημείο ανοίγει η πόρτα εξαγωγής και τα καυσαέρια αρχίζουν να εξέρχονται. Η μεγάλη πίεση που εξασκούσαν στο έμβολο μειώνεται. Σε ελάχιστο χρόνο αργότερα ανοίγει η πόρτα μεταφοράς, και επαναλαμβάνεται η φάση 3, αλλά τώρα το φρέσκο μίγμα θα καταλάβει μόνο τον χώρο που ελευθερώνουν τα καυσαέρια, και θα αναμιχθεί με την ποσότητα των καυσαερίων που μένει στον κύλινδρο.

### Σύγκριση τετράχρονων και δίχρονων κινητήρων

Οι δύο τύποι των εμβολοφόρων βενζινομηχανών παρουσιάζουν ορισμένες χαρακτηριστικές διαφορές μεταξύ τους και βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, τα οποία πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όταν πρόκειται να γίνει επιλογή του τύπου ο οποίος πρέπει να χρησιμοποιηθεί σε κάθε περίπτωση.

Η βασική διαφορά μεταξύ τετράχρονης και δίχρονης βενζινομηχανής έγκειται στον αριθμό των χρόνων ή απλών διαδρομών που απαιτούνται για τη συμπλήρωση του κύκλου λειτουργίας τους.

Στην τετράχρονη βενζινοκίνητη μηχανή χρειάζονται τέσσερις διαδρομές, ενώ στη δίχρονη μόνο δύο. Αυτό είναι πλεονέκτημα των τετράχρονων, επειδή για τον ίδιο αριθμό στροφών παρέχεται περισσότερος χρόνος για να πραγματοποιηθεί η καύση, να γίνει η εξαγωγή των καυσαερίων και να ολοκληρωθεί ο καθαρισμός του κυλίνδρου από τα καυσαέρια, με επακόλουθο η τετράχρονη βενζινομηχανή να έχει πιο ψηλό βαθμό απόδοσης λόγω της πιο αποτελεσματικής καύσης του μείγματος.

Στη δίχρονη βενζινομηχανή, κατά τον καθαρισμό του κυλίνδρου από το έμβολο, όταν είναι ανοιχτές οι θυρίδες εισαγωγής και εξαγωγής, μέρος καθαρού μίγματος που εισέρχεται στον κύλινδρο διαφεύγει μαζί με τα καυσαέρια, με αποτέλεσμα να υπάρχει ανεκμετάλλευτη κατανάλωση καυσίμου, πράγμα που δημιουργεί πρόβλημα σπατάλης στα καύσιμα. Το πρόβλημα μεγαλώνει, όταν μαζί με το καύσιμο μπαίνει και το λιπαντικό το οποίο επίσης σπαταλιέται.

Στην τετράχρονη βενζινομηχανή η καύση πραγματοποιείται κάθε δύο πλήρεις στροφές, ενώ στη δίχρονη στις δύο στροφές πραγματοποιούνται δύο καύσεις, με

αποτέλεσμα η ιπποδύναμη της δίχρονης θεωρητικά να είναι διπλάσια , εάν οι δύο μηχανές έχουν τις ίδιες διαστάσεις και τον ίδιο αριθμό στροφών. Η πραγματική απόδοση όμως της δίχρονης είναι 1.4-1.5 φορές μεγαλύτερη, επειδή ο όγκος του μίγματος είναι ελαττωμένος, λόγω των θυρίδων που αναγκαστικά περιορίζουν τον καθαρό χώρο συμπίεσης.

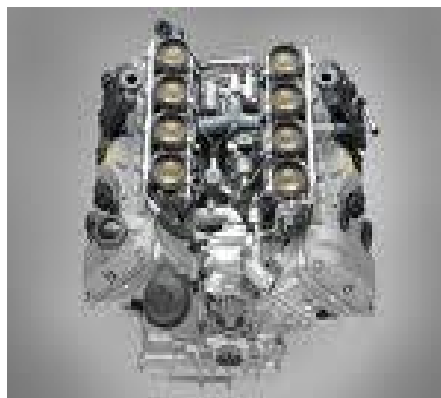
Από κατασκευαστικής πλευράς παρατηρούμε ότι η τετράχρονη έχει περισσότερα κινούμενα μέρη, όπως είναι οι βαλβίδες και ο μηχανισμός που τις ανοιγοκλείνει, πράγμα που απαιτεί περισσότερες ρυθμίσεις, συντήρηση και επισκευή, ενώ στη δίχρονη υπάρχουν οι θυρίδες, που κάνουν πιο απλή την κατασκευή.

Στη δίχρονη, οι θερμοκρασίες που δημιουργούνται στο χώρο εμβόλου-ελατηρίων και κυλίνδρου είναι πιο ψηλές. Λόγω των συχνότερων αναφλέξεων δεν παρέχεται χρόνος για ψύξη, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται μεγαλύτερες φθορές και ανάγκη για πιο συχνές αντικαταστάσεις των εξαρτημάτων.

Στη δίχρονη ο σφόνδυλος είναι μικρότερος σε μέγεθος. Λόγω των συχνών αναφλέξεων η λειτουργία της δίχρονης είναι πιο ομαλή και ζυγοσταθμισμένη και χωρίς ταλαντώσεις. Ο σφόνδυλος επίσης με το μικρό μέγεθός του περιορίζει αρκετά τις διαστάσεις και το βάρος της μηχανής, αλλά από τις συχνές αναφλέξεις προκαλείται περισσότερος θόρυβος με αποτέλεσμα η δίχρονη μηχανή γενικά να είναι θορυβώδης.

### 3.2.3.3 M.E.K. με βάση τον αριθμό κυλίνδρων

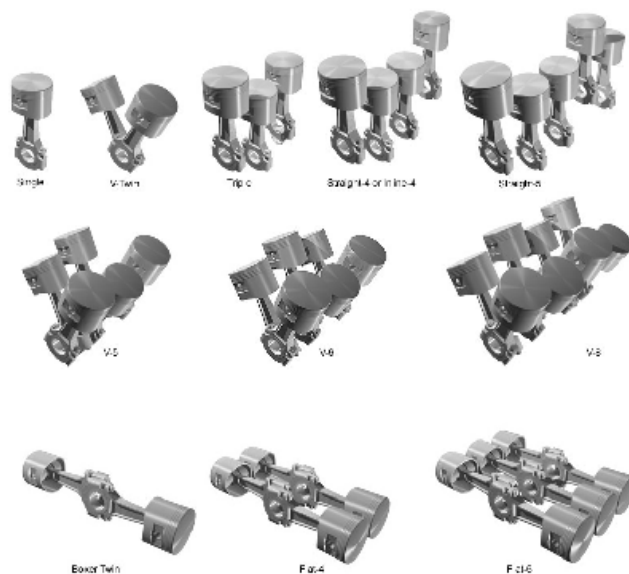
Σε αυτό το υποκεφάλαιο δεν έχουμε να αναφέρουμε κάτι σημαντικό απλώς να πούμε ότι οι κινητήρες μπορούν να παράγουν έργο είτε έχουν ένα κύλινδρο είτε ο κινητήρας αποτελείται από πολλούς κυλίνδρους .Συνεπάγεται ότι το έργο θα είναι τόσες φορές μεγαλύτερο όσο είναι και ο αριθμός των κυλίνδρων ,εξίσου πολλαπλά θα είναι και τα μέρη που αποτελούν τον κινητήρα.



**Σχήμα 3.8 Οχτακύλινδρος κινητήρας**

### 3.2.3.4 Με βάση τη διάταξη των κυλίνδρων

Σύμφωνα και με το σχήμα μας υπάρχουν τριών ειδών διατάξεις. Είναι η κατακόρυφη, η οριζόντια και η σχήματος V. Αυτό το καταλαβαίνουμε από το σχηματισμό των κυλίνδρων μέσα στο κορμό της μηχανής όπου είναι και το κύριο δομικό στοιχείο των κινητήρων. Το σώμα αυτό αποτελεί τον σκελετό και ταυτόχρονα φέρει την πλάκα με την οποία ο κινητήρας στηρίζεται στο πλαίσιο. Το σώμα των κυλίνδρων είναι συνήθως από χυτοσίδηρο. Ο στροφαλοθάλαμος σχηματίζεται από το κάτω μέρος του σώματος και από την ελαιολεκάνη, που περικλείει το κάτω μέρος του κινητήρα και χρησιμεύει ως δεξαμενή του λιπαντικού ελαίου.



**Σχήμα 3.9 Διατάξεις εμβόλων**

Η διάταξη των κυλίνδρων είναι τριών ειδών-κατακόρυφη ή ευθύγραμμη ή σχήματος V. Ο ευθύγραμμος κινητήρας έχει μια σειρά κυλίνδρων τοποθετημένων κατακόρυφα και ευθυγραμμισμένων με τους τριβείς του στροφαλοφόρου. Ο κινητήρας τύπου V έχει δύο σειρές κυλίνδρων, οι άξονες των οποίων σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία 60 ή 90 μοιρών. Οι κινητήρες V-8 (οκτώ κύλινδροι) είναι συνήθως 90 μοιρών. Ορισμένοι μικροί εξακύλινδροι κινητήρες αεροπλάνων τέλος, έχουν οριζόντιους και αντίθετα τοποθετημένους κυλίνδρους.

Σε χώρο κατά μήκος του σώματος των κυλίνδρων βρίσκεται ο εκκεντροφόρος άξονας που ενεργοποιεί τις βαλβίδες. Κατάλληλη διάταξη συνδέει τον εκκεντροφόρο με τον στροφαλοφόρο άξονα. Το κωνοειδές κέλυφος που περικλείει τον σφόνδυλο και στον οποίο προσαρμόζεται το κιβώτιο ταχυτήτων σχηματίζεται στο πίσω άκρο του σώματος. Γύρω από τους κυλίνδρους διαμορφώνονται κατάλληλοι χώροι για την κυκλοφορία του ψυκτικού υγρού.

Ο 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.

### 3.2.3.5 M.E.K. Με βάση την ταχύτητα περιστροφής

Σε αυτό το κεφάλαιο δεν έχουμε να σημειώσουμε κάτι το σημαντικό, αλλά θα κάνουμε μια απλή αναφορά στα όρια περιστροφής και ισχύος για τον κάθε τύπο, χωρίς αυτά τα όρια να είναι απόλυτα αυστηρά.

Χαρακτηριστικά κινητήρων ανάλογα με την ταχύτητα περιστροφής

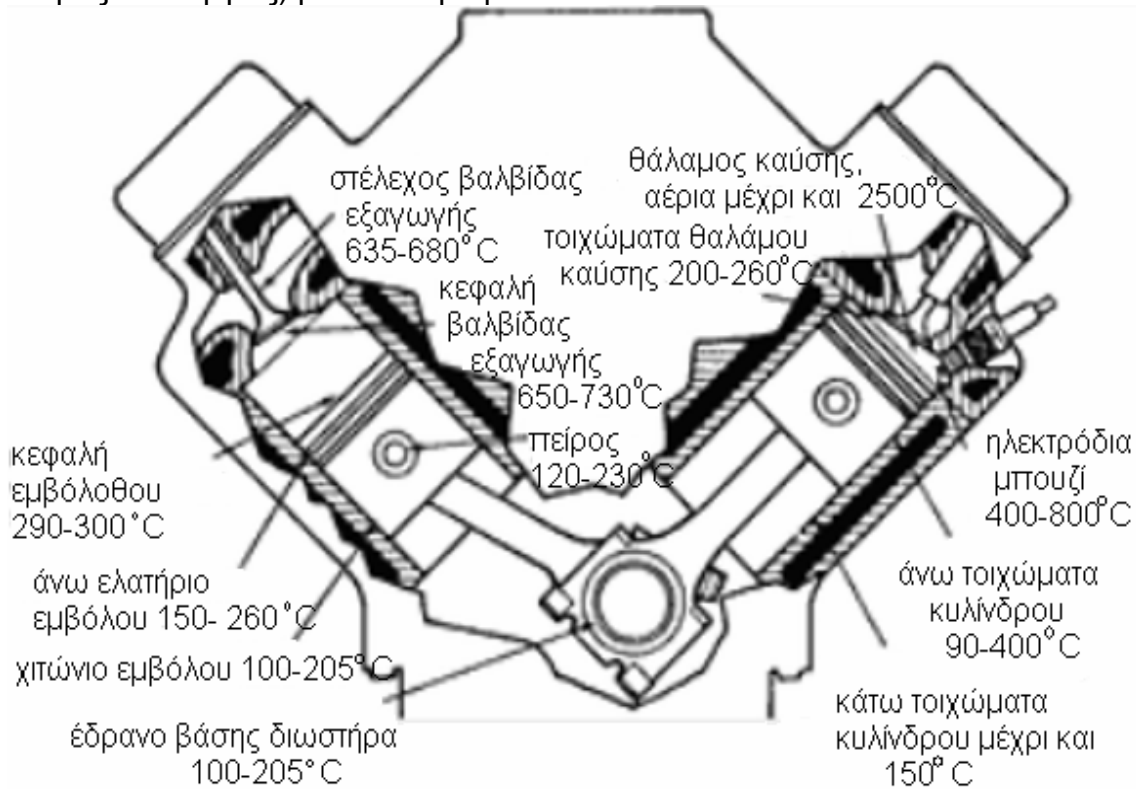
Τύπος	Ταχύτητα (RPM)	Ισχύς (kW)	Εφαρμογές
Ταχύστροφος	1200-3600	75-1.500	Αυτοκίνητα - Πλοία
Μεσόστροφος	500-1200	500-15.000	Πλοία - Σιδηρόδρομος
Βραδύστροφος	100-80	2000-40.000	Πλοία - Βιομηχανία

### 3.2.3.6 M.E.K. Με βάση τον τρόπο ψύξης

Τέλος άξιος αναφοράς είναι ο διαχωρισμός των μηχανών εσωτερικής καύσης, λόγω του διαφορετικού τρόπου ψύξης του κινητήρα σε υδρόψυκτους και αερόψυκτους.

Κατά την καύση μίας οποιασδήποτε ουσίας απελευθερώνεται θερμότητα. Το ίδιο συμβαίνει και κατά την καύση του καυσίμου μίγματος στους κυλίνδρους του κινητήρα εσωτερικής καύσης. Στην περίπτωση όμως αυτή τελικώς μας σκοπός δεν είναι η παραγωγή θερμότητας αλλά η κίνηση του οχήματος στο οποίο βρίσκεται ο κινητήρας ή, με άλλα λόγια, η μετατροπή της ενέργειας που περικλείει το καύσιμο σε κινητική ενέργεια. Οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται στο εσωτερικό των κυλίνδρων του κινητήρα ξεπερνούν σε ορισμένες φάσεις της λειτουργίας τους 2000-2500C (ανάλογα με τον τύπο του κινητήρα). Η θερμοκρασία όμως των διαφόρων εξαρτημάτων που έρχονται σε επαφή με τα αέρια προϊόντα της καύσης του καυσίμου μίγματος επιβάλλεται να είναι αρκετά μικρότερη. Για παράδειγμα, η μέγιστη θερμοκρασία κυλινδροκεφαλής από κράμα αλουμινίου δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 250C, εμβόλου (κατασκευασμένου από παρόμοιο κράμα) 350C, εμβολοχιτώνιου 160-180C. Η υπερθέρμανση του κινητήρα συνεπάγεται αύξηση της κατανάλωσης, ελλειπής λίπανση (θυμίζουμε ότι το ιξώδες του λιπαντικού μεταβάλλεται, ενώ υπερβολική αύξηση της θερμοκρασίας μπορεί να οδηγήσει στην

απανθράκωσή του) και αυξημένες φθορές. Αυτό επιβάλλει την οργάνωση της αποβολής ενός μεγάλου μέρους της παραγόμενης θερμότητας ή, με πιο απλά λόγια, την οργάνωση της ψύξης του κινητήρα. Να πούμε στο σημείο αυτό ότι δυσάρεστες για τον κινητήρα συνέπειες έχει και η διατήρηση της θερμοκρασίας του σε υπερβολικά χαμηλά επίπεδα. Για το λόγο αυτό η ψύξη του κινητήρα οργανώνεται με τέτοιον τρόπο ώστε η θερμοκρασία του να βρίσκεται πάντα (ανεξάρτητα από τις συνθήκες λειτουργίας) μέσα σε ορισμένα πλαίσια.



**ΣΧΗΜΑ 3.10** Χαρακτηριστικές τιμές θερμοκρασιών εντός κυλίνδρου κινητήρα εσωτερικής καύσης.

Η ψύξη του κινητήρα επιτυγχάνεται με δύο κατά κανόνα τρόπους:

α) Με τη βοήθεια κάποιου ψυκτικού υγρού (νερό) το οποίο ερχόμενο σε επαφή με τα θερμαινόμενα μέρη του κινητήρα (κυλινδροκεφαλή και κορμό) παραλαμβάνει από αυτά μια ορισμένη ποσότητα θερμότητας και την αποδίδει μέσω του κατάλληλου εναλλάκτη (ψυγείο) στο περιβάλλον. Στην περίπτωση αυτή απαιτείται η ύπαρξη του αντίστοιχου για την κυκλοφορία του υγρού, κυκλώματος (υδρόψυκτοι κινητήρες).

β) Με τη βοήθεια του αέρα του οποίου η κυκλοφορία οργανώνεται στην περίπτωση αυτή με κατάλληλο τρόπο (αερόψυκτοι κινητήρες). Διαφορετική σε κάθε περίπτωση είναι τόσο η εξωτερική εμφάνιση του κινητήρα (οι αερόψυκτοι είναι μεγαλύτεροι σε διαστάσεις και διαθέτουν τις χαρακτηριστικές ψήκτρες), όσο και ο ήχος του (αρκετά πιο έντονος στους αερόψυκτους).

Διαφορετική είναι επίσης και η απόδοση κάθε τύπου συστήματος ψύξης:

Το σύστημα ψύξης των υδρόψυκτων κινητήρων έχει μεγαλύτερη απόδοση, γεγονός που οδήγησε άλλωστε και στη σχεδόν καθολική επικράτηση τους, αφού σπάνια συναντάμε πλέον αερόψυκτους κινητήρες. Αυτό δεν σημαίνει ότι η ψύξη με νερό δεν έχει αδύνατα σημεία: ο υδρόψυκτος κινητήρας είναι πιο πολύπλοκος από τον αερόψυκτο, ενώ σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες υπάρχει περίπτωση να παγώσει το νερό. Ο τελευταίος κίνδυνος αποτελεί και το λόγο που σαν ψυκτικό υγρό δεν χρησιμοποιείται καθαρό νερό αλλά νερό που περιέχει κάποιο ειδικό (αντιψυκτικό) υγρό. Να θυμίσουμε τέλος ότι το σύστημα λίπανσης βοηθά σε μικρό βέβαια βαθμό το έργο του συστήματος ψύξης. Σε περιπτώσεις μάλιστα ιδιαίτερα βεβαρημένων από θερμική άποψη κινητήρων (π.χ. υπετροφοδοτούμενοι κινητήρες) το σύστημα λίπανσης εφοδιάζεται με τον αντίστοιχο εναλλάκτη (ψυγείο λαδιού).

Όλοι οι κύλινδροι των MEK χρειάζονται ψύξη. Οι περισσότεροι βενζινοκινητήρες είναι υδρόψυκτοι. Το υγρό κυκλοφορεί γύρω από τους κυλίνδρους απάγοντας θερμότητα, την οποία αποδίδει στο ψυγείο του κινητήρα. Το κύκλωμα περιλαμβάνει συνήθως θερμοστάτη για να κρατά τη θερμοκρασία στα χιτώνια των κυλίνδρων σταθερή. Στο σύστημα ψύξης επικρατεί συνήθως υπερπίεση για να ανυψώνει το σημείο ζέσης του ψυκτικού μέσου, έτσι ώστε το τελευταίο να διατηρείται σε υγρή κατάσταση και να διευκολύνεται η μεταφορά θερμότητας στο ψυγείο.

Για αρκετούς λόγους, οι δυσκολίες που σχετίζονται με τη ψύξη αυξάνονται με την αύξηση του μεγέθους του κυλίνδρου. Για το λόγο αυτό ελάχιστοι κινητήρες με διάμετρο κυλίνδρου μεγαλύτερη από 150 mm είναι αερόψυκτοι. Επάνω από αυτό το μέγεθος του κυλίνδρου, η ψύξη με αέρα είναι ακατάλληλη για οποιαδήποτε χρήση. Επιπρόσθετα με τις παραπάνω κατηγορίες, η ψύξη με αέρα είναι ιδιαίτερα ελκυστική για κινητήρες με έναν ή δύο κυλίνδρους. Σε αυτές υπάρχει άφθονος χώρος για τα πτερύγια ψύξης και τέτοιοι κινητήρες χρησιμοποιούνται συχνότερα υπό συνθήκες όπου ένα ψυγείο και ένα σύστημα με νερό θα μπορούσαν δύσκολα να ενσωματωθούν. Έτσι η ψύξη με αέρα φαίνεται η λογική επιλογή για μικρούς φορητούς και σταθερούς κινητήρες και για κινητήρες μοτοσικλετών.

Για τους κινητήρες με 4 ή περισσότερους κυλίνδρους σε σειρά ή σε διάταξη V, μια σύγκριση μεταξύ αερόψυκτων και υδρόψυκτων κινητήρων ίσης ισχύος θα δείξει συνήθως ότι :

1) Συμπεριλαμβανομένου του συστήματος ψύξης το ολικό βάρος θα είναι σχεδόν το ίδιο στην περίπτωση αλουμινίου για τους κυλίνδρους και στους στροφαλοθάλαμους. Η υδρόψυκτη εγκατάσταση θα είναι βαρύτερη από έναν αερόψυκτο κινητήρα αλουμινίου, εάν χρησιμοποιηθεί η συμβατική δομή χυτοσιδήρου.

2) Ο αερόψυκτος κινητήρας θα είναι μεγαλύτερου μήκους εξαιτίας της μεγαλύτερης απόστασης μεταξύ των κυλίνδρων. Οι γενικές διαστάσεις των δυο εγκαταστάσεων θα εξαρτηθούν από το σχεδιασμό και την τοποθέτηση του ψυγείου, του ανεμιστήρα και του αεραγωγού. Με τον καλύτερο σχεδιασμό για το καθένα ο ολικός όγκος μπορεί να μην διαφέρει πολύ. Παρ' όλα αυτά η υδρόψυκτη εγκατάσταση έχει το πλεονέκτημα ότι το ψυγείο μπορεί να είναι μακριά από τον κινητήρα.

3) Εάν ο υδρόψυκτος κινητήρας είναι συμβατικού σχεδιασμού, το κόστος του κινητήρα μαζί με το σύστημα ψύξης θα είναι μικρότερο από αυτό μιας αερόψυκτης εγκατάστασης με τους ξεχωριστούς κυλίνδρους και τα πιο επιμελημένα συστήματα ανεμιστήρα και αγωγού.

4) Η αερόψυκτη εγκατάσταση θα είναι πιο θορυβώδης (όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενη Παράγραφο) λόγω των υψηλότερων ταχυτήτων αέρα και την απουσία των ιδιοτήτων ηχομόνωση του εμβολοχιτώνιου.

5) Στο παρελθόν η ψύξη με νερό είχε σοβαρά μειονεκτήματα λόγω της διαρροής , της διάβρωσης , της φθοράς των αξόνων αντλιών και της και απώλεια του αντιψυκτικού λόγω βρασμού. Αυτές οι δυσκολίες έχουν υπερνικηθεί με τη χρήση καλύτερων αντλιών, βελτίωση του σχεδιασμού στεγανότητας, βελτιωμένα αντιψυκτικά και αντιοξειδωτικές πρόσθετες ουσίες , ανθεκτικότερο λάστιχο σωλήνα , και με κλειστά συστήματα νερού σε πιέσεις υψηλότερες από την περιβαλλοντική. Τα καλώς σχεδιασμένα υδρόψυκτα συστήματα εμφανίζονται τώρα να είναι εξίσου αξιόπιστα και χωρίς προβλήματα όπως τα αερόψυκτα συστήματα.

Στην πράξη ένα ελάχιστο μόνο μέρος των αυτοκινήτων και των βιομηχανικών κινητήρων με τέσσερις ή περισσότερους κυλίνδρους σε σειρά είναι αερόψυκτοι.

### **3.3 ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ ΚΑΥΣΙΜΟ DIESEL**

Ανάλογα με τον τύπο του κινητήρα τοποθετούνται και τα ανάλογα φίλτρα πετρελαίου, τρόμπες πετρελαίου, εγχυτήρες καθώς και προθερμαντήρες οι οποίοι δεν είναι υποχρεωτικό να είναι τοποθετημένοι σε όλους τους κινητήρες.

#### **3.3.1 Φίλτρο πετρελαίου**

Το φίλτρο πετρελαίου φιλτράρει το καύσιμο πριν την είσοδό του στην αντλία πετρελαίου. Η δράση του είναι ιδιαίτερα σημαντική για να προστατέψει την αντλία και τον κινητήρα από ακαθαρσίες και υπολείμματα νερού στο πετρέλαιο. Θα πρέπει να αντικαθιστάται τακτικά ακολουθώντας τις οδηγίες του κατασκευαστή. Θα πρέπει να ελέγχεται ακόμη πιο συχνά στους κινητήρες με σύστημα common rail και injector-pump (εγχυτήρας -αντλία).

#### **3.3.2 Κινητήρες με προθάλαμο**

Πρόκειται για παλαιότερης τεχνολογίας κινητήρες diesel, οι οποίοι ήταν εφοδιασμένοι με προθερμαντήρες, οι οποίοι άναβαν για να προθερμάνουν τον προθάλαμο καύσης, στον οποίο γινόταν η έγχυση του καυσίμου και η έναρξη της καύσης (η καύση συνεχιζόταν και ολοκληρωνόταν με την έξοδο του μισοκαμμένου μίγματος αέρα καυσίμου από τον προθάλαμο στον κυρίως θάλαμο καύσης).

Οι κινητήρες αυτοί ήταν συνήθως εφοδιασμένοι με μηχανικές αντλίες πετρελαίου, ως επί το πλείστον περιστροφικού τύπου για τα επιβατικά αυτοκίνητα, και παλαιότερα αντλίες εν σειρά (όπως είχαν και έχουν ακόμη κάποιοι κινητήρες απ' ευθείας έγχυσης, φορτηγών και λεωφορείων). Η περιστροφικού τύπου αντλία πετρελαίου διανέμει το συμπιεσμένο καύσιμο διαδοχικά στους κυλίνδρους, και οι εγχυτήρες (μπεκ) ανοίγουν με την πίεση του πετρελαίου. Η αντλία πετρελαίου «εν



σειρά» έχει τόσα στοιχεία εμβολοφόρου αντλίας υψηλής πίεσης, όσοι και οι κύλινδροι του κινητήρα. Οι μηχανικές αντλίες πετρελαίου είχαν μειονεκτήματα όσον αφορά τη μεταβατική λειτουργία (απότομες επιταχύνσεις), όπου αύξαναν τις εκπομπές αιθάλης του κινητήρα. Η πίεση έγχυσης στις μηχανικές αντλίες πετρελαίου ήταν της τάξης των 130 bar για τις περιστροφικού τύπου, έως και 150 bar για τις εν σειρά.

### 3.3.3 Τρόμπες πετρελαίου

Υπάρχουν τρία είδη τρόμπας πετρελαίου οι εμβολοφόρες, οι περιστροφικές και οι common rail.

Οι «καθαροί κινητήρες» έρχονται όλο και πιο έντονα στο προσκήνιο. Στο διάβα τους ισοπεδώνουν τα πάντα, ακόμα και τεχνολογίες που χρόνια τώρα θεωρούνταν αναντικατάστατες. Χαρακτηριστικό παράδειγμα οι νέοι κινητήρες πετρελαίου, που χάνουν το πιο κλασικό εξάρτημά τους, την αντλία. Με την τεχνολογία «common rail» η εικόνα των πετρελαιοκινητήρων αλλάζει ριζικά, καθώς πλέον θα αποτελούν πραγματικά εναλλακτική πρόταση στους βενζινοκινητήρες.

Η αντλία είναι ένας πολύπλοκος μηχανισμός, με βασική λειτουργία τη δημιουργία της υψηλής πίεσης τροφοδοσίας, που κυμαίνεται μεταξύ των 350 και 1600 bar (ανάλογα με τις στροφές λειτουργίας και το φορτίο). Παράλληλα φροντίζει για το χρονισμό του ψεκασμού του καυσίμου, δηλαδή τη χρονική στιγμή της έναρξης της παροχής αλλά και τη διάρκειά της. Πέρα από τα παραπάνω αναλαμβάνει και τη ρύθμιση των στροφών του ρελαντί, ενώ περιλαμβάνει και ειδική διάταξη για τον περιορισμό των στροφών λειτουργίας. Υπάρχει ένα πλήθος αντλιών πετρελαίου, με μηχανική λειτουργία, ενώ στις πιο σύγχρονες ο έλεγχος αρκετών ρυθμίσεων γίνεται μέσω ενός ηλεκτρονικού εγκεφάλου. Μετά την αντλία ο τελευταίος σταθμός του πετρελαίου πριν από το θάλαμο καύσης είναι τα ακροφύσια ψεκασμού. Μέχρι σήμερα αυτά είναι μηχανικά, δηλαδή το πετρέλαιο ψεκάζεται όταν η πίεσή του ξεπεράσει μια ορισμένη τιμή και υπερνικήσει την αντίσταση του ελατηρίου που υπάρχει στο εσωτερικό του. Ιδιαίτερη σημασία έχει η διατομή και η επιφάνεια του ακροφυσίου, από όπου βγαίνει το καύσιμο, η οποία καθορίζει την «ομπρέλα» του ψεκασμού καθώς και την ποσότητα που θα βγει κάθε φορά. Η μεγάλη αλλαγή που ευαγγελίζονται σήμερα τα εργαστήρια των αυτοκινητοβιομηχανιών αφορά την αντλία και τα ακροφύσια. Ακολουθώντας τη λογική των βενζινοκινητήρων διαχωρίζουν πλέον τις λειτουργίες του συστήματος τροφοδοσίας, δηλαδή τη δημιουργία της πίεσης του καυσίμου και το χρονισμό του ψεκασμού. Έτσι η αντλία πλέον απλά δημιουργεί την πίεση και παρέχει το πετρέλαιο σε έναν αυλό παροχής πάνω στον οποίο είναι συνδεδεμένα τα ακροφύσια, τα οποία πλέον δεν είναι μηχανικά αλλά ηλεκτρικά και συνδέονται με την κεντρική ηλεκτρονική μονάδα. Η μονάδα αυτή (εγκέφαλος) παρακολουθεί τη λειτουργία του κινητήρα (στροφές, φορτίο, κ.λπ.) καθώς και την πίεση του παρεχόμενου καυσίμου μέσω ενός αισθητήρα που είναι τοποθετημένος πάνω στον αυλό παροχής) και ο οποίος, σύμφωνα με τον προγραμματισμό του, δίνει την εντολή ψεκασμού στα μπεκ την κατάλληλη στιγμή. Η ποσότητα του πετρελαίου που ψεκάζεται είναι ανάλογη με την πίεση του πετρελαίου και του χρόνου που μένουν τα μπεκ ανοιχτά. Χαρακτηριστικό του συστήματος είναι ότι απαιτείται ιδιαίτερα υψηλή πίεση του καυσίμου έτσι, ώστε να επιτυγχάνεται η καλύτερη ανάμειξη του με τον αέρα μέσα στο θάλαμο καύσης μέσα σε ελάχιστο χρονικό διάστημα. Επίσης η πίεση θα πρέπει να διατηρείται υψηλή (μέχρι και 1300 bar) ακόμα και στις χαμηλές στροφές λειτουργίας, κάτι που δε συνέβαινε πάντα με

τις κλασικές αντλίες. Το βασικό πλεονέκτημα του συστήματος είναι ότι με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται καλύτερος έλεγχος της διαδικασίας καύσης, μιας και ψεκάζεται πάντοτε η ιδανική ποσότητα καυσίμου, με αποτέλεσμα την επίτευξη της μέγιστης θερμοδυναμικής απόδοσης. Αυτό σημαίνει βέβαια μεγαλύτερη οικονομία καθώς και λιγότερα καυσαέρια. Το βασικό μειονέκτημα που παρουσιάζει ο ψεκασμός καυσίμου με υψηλή πίεση είναι η αύξηση της περιεκτικότητας των οξειδίων του αζώτου (NOx) στα εκπεμπόμενα καυσαέρια. Για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα, οι τεχνικοί των εταιριών κατέφυγαν σε ένα «τρικ» το οποίο ονομάζεται «πιλοτικός ψεκασμός» ή προ-ψεκασμός.

Πριν από τον κανονικό ψεκασμό λοιπόν τα μπεκ ανοίγουν στιγμιαία και ψεκάζουν μια πολύ μικρή ποσότητα καυσίμου η οποία αναφλέγεται αμέσως, προθερμαίνοντας το θάλαμο καύσης. Η διάρκεια του προ-ψεκασμού είναι γύρω στα 200 μικροδευτερόλεπτα και η ποσότητα του καυσίμου που εισάγεται είναι της τάξης των δύο χιλιοστόλιτρων (ml). Έτσι στη συνέχεια, κατά τη διάρκεια του κανονικού ψεκασμού, το πετρέλαιο αναφλέγεται πιο εύκολα, με αποτέλεσμα να μην παρατηρείται απότομη αύξηση της θερμοκρασίας, παράγοντας που συμβάλει αποφασιστικά στη δημιουργία των οξειδίων του αζώτου. Παράλληλα δεν παρουσιάζονται απότομες μεταβολές πίεσης, με αποτέλεσμα να μειώνεται ο θόρυβος που δημιουργείται από την αυτανάφλεξη του καυσίμου μίγματος.

Έτσι οι πετρελαιοκινητήρες που λειτουργούν με το σύστημα «common rail» από πλευράς θορύβου βρίσκονται ουσιαστικά στα ίδια επίπεδα με αυτούς με προθάλαμο καύσης. Τα συστήματα τροφοδοσίας «common rail» δεν είναι κάτι το καινούριο για τις αυτοκινητοβιομηχανίες, καθώς βρίσκονται σε στάδιο εξέλιξης εδώ και αρκετά χρόνια.

### 3.3.4 Εγχυτήρες

Οι **εγχυτήρες (μπεκ)** στα συστήματα έγχυσης καυσίμου (fuel injection) είναι τα εξαρτήματα μέσω των οποίων το καύσιμο διασκορπίζεται στο θάλαμο καύσης των πετρελαιοκινητήρων. Είναι τα τελευταία εξαρτήματα στο σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου, παραλαμβάνουν το καύσιμο με υψηλή [πίεση](#) από την [αντλία](#) έγχυσης, προετοιμάζουν το καύσιμο για ψεκασμό με την βοήθεια των κατάλληλα διαμορφωμένων ακροφυσίων και το διασκορπίζουν στους θαλάμους καύσης του κινητήρα.

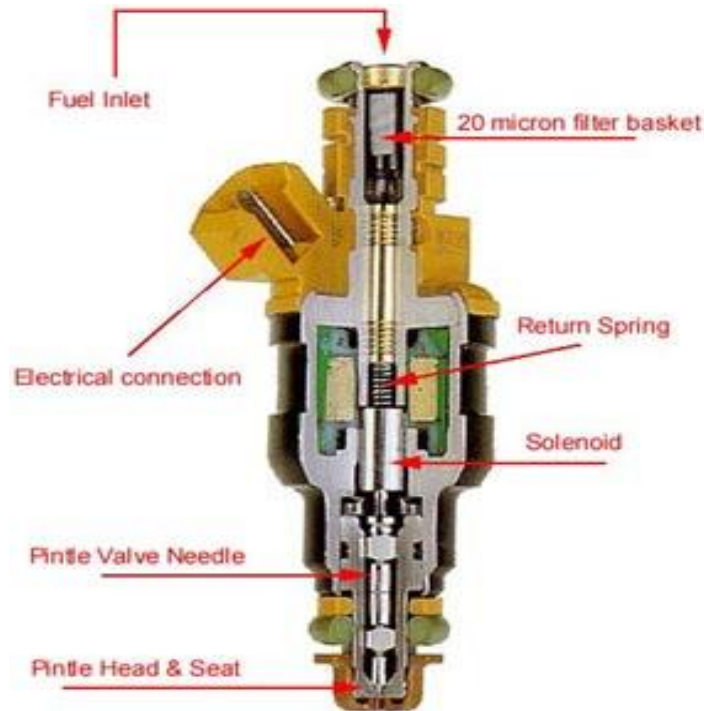
Το μπεκ είναι το τελευταίο εξάρτημα του συστήματος τροφοδοσίας του κινητήρα. Ο ψεκασμός του καυσίμου πρέπει να μπορεί να δώσει στον κινητήρα τόσο την ελάχιστη ποσότητα καυσίμου (στο ρελαντί ή στην περίπτωση κίνησης χωρίς φορτίο), όσο και την μεγαλύτερη ποσότητα (στο πλήρες φορτίο). Γι αυτό, οι διάφορες καταστάσεις λειτουργίας πρέπει να βρίσκονται στην γραμμική χαρακτηριστική ζώνη ψεκασμού του μπεκ. Ο ομοιόμορφος καταμερισμός του μίγματος αέρα-καυσίμου σε όλους τους κυλίνδρους είναι πολύ σημαντικός. Εκτός από τα χαρακτηριστικά της πολλαπλής εισαγωγής, ο καταμερισμός εξαρτάται από την θέση τοποθέτησης και από την ποιότητα διασκορπισμού του μπεκ. Η καλύτερη θέση του μπεκ στο γκρουπ ψεκασμού αποφασίζεται στη φάση σχεδιασμού του κινητήρα. Το μπεκ στηρίζεται σε ένα υποστήριγμα στο πάνω μέρος του γκρουπ ψεκασμού που έχει κατασκευαστεί ώστε να επιτρέπει την τέλεια προετοιμασία του μίγματος και είναι τοποθετημένο, δια μέσου ενός βραχίονα, σε κεντρική θέση ως προς την ροή του εισερχόμενου αέρα. Αυτός ο τρόπος συναρμολόγησης πάνω από την πεταλούδα γκαζιού, έχει σαν

αποτέλεσμα την πλήρη ανάμιξη του καυσίμου με τον εισερχόμενο αέρα. Γι' αυτό τον λόγο, το καύσιμο ψεκάζεται μέσα στη ζώνη της μέγιστης διατάραξης που βρίσκεται μεταξύ της πεταλούδας και του γκρουπ ψεκασμού. Η στεγανότητα του μπεκ προς τα έξω εξασφαλίζεται από στεγανοποιητικά δακτυλίδια (o-ring). Ένα πλαστικό ημισφαιρικό κάλυμμα που κλείνει από πάνω τον θάλαμο συναρμολόγησης, περιέχει την ηλεκτρική σύνδεση του μπεκ και εξασφαλίζει την αξονική του στήριξη. Το μπεκ αποτελείται από το σώμα και το συγκρότημα ψεκασμού. Το σώμα του ψεκαστήρα περιέχει την μαγνητική περιέλιξη και τις επαφές. Το συγκρότημα ψεκασμού, περιέχει ένα ακροφύσιο και μια βελόνα, η οποία οδηγείται από τον οπλισμό του ηλεκτρομαγνήτη. Με έλλειψη ρεύματος στη περιέλιξη, ένα ελικοειδές ελατήριο σπρώχνει με την βοήθεια της πίεσης του συστήματος την βαλβίδα στην έδρα της. Όταν η περιέλιξη διεγείρεται, η βελόνα υψώνεται περίπου 0,06 mm από την έδρα της και το καύσιμο διαφεύγει δια μέσου μιας κυκλικής οπής. Στο κάτω μέρος υπάρχει μια κυλινδρική προεξοχή (ακίδα), η οποία βοηθάει στον σωστό διασκορπισμό του καυσίμου. Οι διαστάσεις του ανοίγματος της βελόνας και του ακροφυσίου, καθορίζουν την “στατική παροχή”, δηλ. την ανώτερη ροή καυσίμου με ανοιχτό ψεκαστή. Η “δυναμική παροχή” που είναι ροή με διακοπές, εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του ελατηρίου, από την μάζα της βελόνας, από το μαγνητικό κύκλωμα και από τα χαρακτηριστικά του κυκλώματος εξόδου του “εγκεφάλου”. Έχοντας σταθερή την (διαφορική) πίεση του καυσίμου, η πραγματική ποσότητα του μεταβαλλόμενου σε λεπτά σταγονίδια καυσίμου από τον ψεκαστή, εξαρτάται μόνο από την διάρκεια του ανοίγματος (διάρκεια ή χρόνος ψεκασμού). Εξ' αιτίας των διαδοχικών ηλεκτρικών παλμών ψεκασμού σε κάθε παλμό ανάφλεξης αντιστοιχεί ένας παλμός ψεκασμού το μπεκ πρέπει να έχει πολύ χαμηλούς χρόνους αδράνειας. Η πολύ μικρή μάζα της βελόνας και το καλύτερο μαγνητικό κύκλωμα, επιτρέπουν χρόνους ανοιγοκλεισίματος μικρότερους του ενός ms. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται μια ακριβής δόση καυσίμου και σε μικρές παροχές.

Το καύσιμο ψεκάζεται με υψηλή πίεση, της οποίας η μέγιστη τιμή φτάνει τα 1.200 Bar ή και περισσότερο. Σε τόσο μεγάλες πιέσεις το καύσιμο δεν μοιάζει σαν κανονικό υγρό αλλά αρχίζει και γίνεται συμπιεστό. Ο χρόνος έγχυσης είναι περίπου 1 χιλιοστό του δευτερολέπτου. Το ακροφύσιο του εγχυτήρα παίζει σπουδαίο ρόλο στο τρόπο διασκορπισμού του καυσίμου. Η διάμετρος και το μήκος της οπής καθώς και η όλη σχεδίαση του ακροφυσίου καθορίζουν τον τρόπο διασκορπισμού του καυσίμου μέσα στον θάλαμο καύσης, με αποτέλεσμα να επηρεάζουν κατά πολύ την ισχύ εξόδου, την κατανάλωση του καυσίμου και τις εκπομπές καυσαερίων.

Η τελική παροχή του καυσίμου μέσα στο θάλαμο καύσης προσδιορίζεται επακριβώς από την διατομή του ακροφυσίου και την προς τα πάνω κίνηση της βελόνας του. Επίσης το ακροφύσιο πρέπει να απομονώνει το σύστημα έγχυσης αφενός από τις υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν στο θάλαμο καύσης (μέχρι 1.000°C), αφετέρου από τα συμπιεσμένα αέρια που επικρατούν μέσα σ' αυτόν.

Για να αποφευχθεί η είσοδος των αερίων καύσης στο σύστημα έγχυσης, θα πρέπει καθ' όλη τη διάρκεια έγχυσης που παραμένουν ανοιχτά τα ακροφύσια, η πίεση του καυσίμου να είναι μεγαλύτερη από την πίεση καύσης. Αυτό είναι δύσκολο να επιτευχθεί κυρίως κατά το πέρας της έγχυσης και απαιτείται απόλυτη συνεργασία μεταξύ της αντλίας έγχυσης, του ακροφυσίου και του ελατηρίου πίεσης.



**Σχήμα 3.11 Εγχυτήρας καυσίμου**

### **Μπεκ ψυχρής εκκίνησης**

Το μπεκ ψυχρής εκκίνησης παρέχει επιπλέον καύσιμο κατά την διάρκεια της εκκίνησης. Αυτό ελέγχεται από ένα θερμικό χρονοδιακόπτη και ένα ρελέ. Το μπεκ ψυχρής εκκίνησης ψεκάζει μια πρόσθετη ποσότητα καυσίμου μέσα στον θάλαμο ηρεμίας της πολλαπλής εισαγωγής. Έτσι κάθε κύλινδρος, όταν ανοίγει η βαλβίδα εισαγωγής, δέχεται την ποσότητα του ψεκαζόμενου καυσίμου από το βασικό μπεκ και μια πρόσθετη ποσότητα καυσίμου από το μπεκ ψυχρής εκκίνησης. Έτσι γίνεται ο εμπλουτισμός του μίγματος κατά την ψυχρή εκκίνηση του κινητήρα.

### **Ηλεκτρομαγνητικά μπεκ ψεκασμού**

Τα μπεκ ψεκασμού είναι ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες που ανοιγοκλείνουν σύμφωνα με τα σήματα που λαμβάνονται από τον εγκέφαλο.

### **Αρχή λειτουργίας**

Η αρχή λειτουργίας τους στηρίζεται στην κίνηση ενός πυρήνα, ο άξονας του οποίου καταλήγει σε μια βελονοειδή βαλβίδα, μέσα σε ένα πηνίο. Όταν ο εγκέφαλος στείλει ένα ηλεκτρικό σήμα, τροφοδοτείται με ρεύμα το πηνίο, έλκεται ο πυρήνας, ο οποίος υπερνικά την δύναμη του ελατηρίου και ανοίγει η οπή ψεκασμού από την βελονοειδή βαλβίδα. Μόλις το σήμα διακοπεί από τον εγκέφαλο τότε το ελατήριο σπρώχνει τον πυρήνα και κλείνει η οπή ψεκασμού από την βελονοειδή βαλβίδα.

Τοποθετούνται στην πολλαπλή εισαγωγής ή στην κυλινδροκεφαλή μαζί με μια ελαστική μόνωση, ώστε να αποφεύγονται:

α) Η δημιουργία υψηλών θερμοκρασιών στην άκρη των μπεκ.

β) Η εξάτμιση του καυσίμου, που έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία φυσαλίδων. Τα μπεκ συνδέονται μεταξύ τους παράλληλα και τροφοδοτούνται από τον διακλαδωτήρα, ώστε να ψεκάζουν με συγκεκριμένη γωνία ψεκασμού πριν την βαλβίδα εισαγωγής. Η διάρκεια του χρόνου ψεκασμού καθορίζεται από τον εγκέφαλο συναρτήσει πολλών παραγόντων.

### **Μηχανικά μπεκ**

Τα μηχανικά μπεκ είναι πολύ απλούστερα από τα ηλεκτρομαγνητικά μπεκ και μετατρέπουν το καύσιμο σε μικρότατα σταγονίδια βενζίνης.

Υπάρχει μια βαλβίδα στο στόμιο στην έξοδο καυσίμου του μπεκ και ένα ελατήριο που την κρατά κλειστή. Η βαλβίδα ανοίγει σε μια συγκεκριμένη πίεση καυσίμου και το μπεκ ψεκάζει καύσιμο συνέχεια πριν από την βαλβίδα εισαγωγής. Μόλις ανοίξει η βαλβίδα εισαγωγής το καύσιμο παρασύρεται και εισέρχεται στον κύλινδρο του κινητήρα.

### **Ανάλυση μηχανικών εγχυτήρων**

Ανάλογα με τον τύπο του θαλάμου καύσης του κινητήρα, εάν δηλαδή υπάρχει προθάλαμος καύσης, προθάλαμος στροβιλισμού ή απευθείας έγχυσης επιλέγεται και ο κατάλληλος τύπος εγχυτήρα. Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι εγχυτήρων, οι εγχυτήρες με ακροφύσιο στραγγαλισμού βελόνας και οι εγχυτήρες με οπές

## **ΕΓΧΥΤΗΡΕΣ ΜΕ ΑΚΡΟΦΥΣΙΟ ΣΤΡΑΓΓΑΛΙΣΜΟΥ ΒΕΛΟΝΑΣ**

### **Χρήση**

Οι εγχυτήρες αυτοί χρησιμοποιούνται όταν ο κινητήρας έχει ξεχωριστό προθάλαμο καύσης ή θάλαμο στροβιλισμού. Το ακροφύσιο αυτού του τύπου των εγχυτήρων ψεκάζει ομοαξονική δέσμη καυσίμου και κατά το άνοιγμα του η βελόνα του ακροφυσίου μετακινείται προς το εσωτερικό του εγχυτήρα.

### **Αρχή λειτουργίας**

Ο εγχυτήρας συνοδεύεται με τον συγκρατητήρα του ο οποίος έχει εσωτερικό σπείρωμα για την συγκράτηση του εγχυτήρα και εξωτερικό σπείρωμα για την συγκράτηση του στη κυλινδροκεφαλή. Χαρακτηριστικό γνώρισμα των εγχυτήρων τύπου βελόνας είναι ο τρόπος ελέγχου της διατομής παροχής καυσίμου. Η ποσότητα καυσίμου που ψεκάζεται είναι συνάρτηση της ανύψωσης της βελόνας του ακροφυσίου. Εάν είναι μικρή η ανύψωση της βελόνας του ακροφυσίου, τότε αυτή εξακολουθεί να παραμένει εντός της οπής του ακροφυσίου και υπάρχει μόνο μια μικρή δακτυλιοειδής διατομή μεταξύ της βελόνας και των τοιχωμάτων της οπής για

τη δίοδο του καυσίμου. Αν η βελόνα ανυψωθεί περισσότερο, η βελόνα εξέρχεται της οπής και η διατομή δίοδου του καυσίμου καλύπτει ολόκληρη την οπή. Έτσι η ποσότητα καυσίμου που ψεκάζεται μέσα στο θάλαμο καύσης στη μονάδα του χρόνου, είναι απευθείας συνάρτηση της διαδρομής της βελόνας του ακροφυσίου.

Η διάμετρος και οι ανοχές κατεργασίας της οπής του ακροφυσίου πρέπει να εξασφαλίζουν τη σωστή λειτουργία του κινητήρα. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι κατά την διάρκεια λειτουργίας δημιουργούνται ανθρακώματα, τα οποία φράζουν μερικά ή ολικά τα ακροφύσια. Ο σχηματισμός αυτών των ανθρακωμάτων γίνεται ανώμαλα και εξαρτάται από την ποιότητα του καυσίμου και τον τρόπο λειτουργίας του κινητήρα. Έτσι μετά από σχετικά μικρό χρονικό διάστημα λειτουργίας, μόνο το 30% της διατομής παραμένει ανοιχτό για την δίοδο του καυσίμου.

Μια ειδική παραλλαγή ακροφυσίου είναι αυτό με την "επίπεδη" βελόνα, στο οποίο πρακτικά δεν υπάρχει διάκενο μεταξύ βελόνας και οπής και το οποίο φράζεται λιγότερο από ανθρακώματα κατά την λειτουργία του. Η βελόνα αυτού του τύπου του ακροφυσίου έχει μεγάλη διατομή και όταν ανυψώνεται, ανοίγει ολόκληρη σχεδόν την δίοδο εξόδου του καυσίμου που σχηματίζεται από την οπή του ακροφυσίου. Δημιουργείται τότε μια φλέβα καυσίμου που συμβάλλει στον αυτοκαθαρισμό του ακροφυσίου από τα ανθρακώματα. Επειδή θερμοκρασίες πάνω από 220°C αρχίζουν να δημιουργούν ανθρακώματα στα ακροφύσια, χρησιμοποιούνται προστατευτικές πλάκες και καλύμματα έναντι της θερμότητας που αναπτύσσεται στον προθάλαμο καύσης, ώστε να απομακρύνουν την θερμότητα και επομένως την αύξηση της, θερμοκρασίας από το ακροφύσιο.

### **Εγχυτήρες τύπου οπής**

Οι εγχυτήρες τύπου οπής χρησιμοποιούνται σε κινητήρες άμεσης έγχυσης που δεν διαθέτουν προθάλαμο καύσης. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία εγχυτήρων τύπου οπής και των αντίστοιχων συγκρατητήρων τους στην αγορά. Οι οπές ψεκασμού του καυσίμου είναι σε διάφορες γωνίες στο σώμα των ακροφυσίων και για τον λόγο αυτό όταν τοποθετούνται οι εγχυτήρες στον κινητήρα πρέπει οι άξονες των οπών να ευθυγραμμίζονται απολύτως σε σχέση με τον θάλαμο καύσης. Για τον λόγο αυτό χρησιμοποιούνται ειδικοί τρόποι στερέωσης των εγχυτήρων στην κυλινδροκεφαλή, με βίδες ασφαλείας καθώς και με χρήση ειδικού εξαρτήματος μανδάλωσης του ακροφυσίου στη σωστή θέση.

Οι εγχυτήρες τύπου οπής έχουν βελόνες διαμέτρου 4 έως 6 mm. Τα ελατήρια των εγχυτήρων είναι υπολογισμένα σε σχέση με την διάμετρο της βελόνας και των πιέσεων ανοίγματος των ακροφυσίων που είναι μεγαλύτερες από 180 Bar. Η μόνωση του ακροφυσίου από τα θερμά καυσαέρια κατά το πέρας της έγχυσης, είναι ένας σοβαρός παράγοντας που λαμβάνεται υπόψη, γιατί επιστροφή αερίων καύσης εντός του εγχυτήρα, προκαλεί υδραυλικές ανωμαλίες κατά την έγχυση ή ακόμα και καταστροφή του ακροφυσίου.

### 3.4 ΛΙΠΑΝΣΗ Μ.Ε.Κ

#### 3.4.1 Ορισμός λίπανσης Μ.Ε.Κ

Το μέρος του έργου που δεν είναι διαθέσιμο καλείται συνήθως απώλειες τριβής. Δεν είναι όλο το έργο που μεταφέρεται στο έμβολο από το αέριο που βρίσκεται μέσα στον κύλινδρο διαθέσιμο στην στροφαλοφόρο άτρακτο.

"Διασκορπίζεται" με ποικίλους τρόπους εντός του κινητήρα και των βοηθητικών εξαρτημάτων του κινητήρα.

Το έργο των τριβών είναι ένα αρκετά μεγάλο μέρος του ενδεικνυόμενου έργου, που ποικίλει από περίπου 10% στο πλήρες φορτίο έως 100% σε μηδενικό φορτίο, και είναι μεγάλης πρακτικής σπουδαιότητας κατά το σχεδιασμό κινητήρων. Οι απώλειες τριβής έχουν άμεσες επιπτώσεις στη μέγιστη πραγματική ροπή και την ελάχιστη πραγματική κατανάλωση καυσίμου. Συχνά, η διαφορά μεταξύ ενός καλοσχεδιασμένου κινητήρα και ενός μέτρια σχεδιασμένου κινητήρα είναι η διαφορά στις απώλειες τριβής. Ένα μεγάλο μέρος των απωλειών τριβής εμφανίζεται ως θερμότητα στο ψυκτικό μέσο και το λιπαντικό έλαιο, που πρέπει να αφαιρεθεί στο ψυγείο και τον ελαιοψυκτήρα. Κατά συνέπεια, οι απώλειες τριβής επηρεάζουν το μέγεθος των συστημάτων ψύξης.

Υπό τους όρους της οριακής λίπανσης, η τριβή μεταξύ δύο επιφανειών στη σχετική κίνηση καθορίζεται από τις ιδιότητες της επιφάνειας καθώς επίσης και από τις ιδιότητες του λιπαντικού. Οι σημαντικές ιδιότητες επιφάνειας είναι η τραχύτητα, η σκληρότητα, η ελαστικότητα, η πλαστικότητα, η δύναμη τριβής, η θερμική αγωγιμότητα, και η υγροποίηση όσον αφορά το λιπαντικό. Οι σημαντικές ιδιότητες του λιπαντικού είναι κυρίως οι επιφανειακές ή οι χημικές, οι οποίες υπερσχύουν της δυνατότητας των μορίων του λιπαντικού (ή των πρόσθετων ουσιών) να συνδεθούν με τις στερεές επιφάνειες.

Κάτω από τις συνθήκες οριακής λίπανσης ο συντελεστής τριβής είναι ουσιαστικά ανεξάρτητος της ταχύτητας. Η οριακή λίπανση εμφανίζεται μεταξύ των μηχανικών μερών κατά τη διάρκεια της εκκίνησης και της διακοπής λειτουργίας (έδρανα, έμβολα και ελατήρια εμβόλων) και κατά τη διάρκεια της κανονικής λειτουργίας στα ελατήρια του εμβόλου στα σημεία της επαφής των ελατηρίων του εμβόλου με το τοίχωμα του κυλίνδρου στα ΑΝΣ και ΚΝΣ, μεταξύ βαριά "φορτωμένων" μερών και μεταξύ αργά κινουμένων μερών όπως τα στελέχη των βαλβίδων, τα ζύγωθρα και τα γρανάζια και οι αλυσίδες χρονισμού στροφαλοφόρου άξονα.

Οι συνθήκες υδροδυναμικής λίπανσης εμφανίζονται όταν η μορφή και η σχετική κίνηση των κυλιόμενων επιφανειών διαμορφώνουν ένα υγρό λεπτό στρώμα στο οποίο υπάρχει ικανοποιητική πίεση για να κρατήσει τις επιφάνειες χωρισμένες. Η αντίσταση εμφανίζεται στα αποτελέσματα κίνησης από τις δυνάμεις τριβής μέσα στο υγρό στρώμα, και όχι από την αλληλεπίδραση μεταξύ των παρατυπιών των επιφανειών όπως συνέβαινε υπό συνθήκες οριακής λίπανσης.

Η πλήρης υδροδυναμική λίπανση ή ιξώδης τριβή είναι ανεξάρτητη από το υλικό ή την τραχύτητα των μερών και εξαρτάται μόνο από το ιξώδες του λιπαντικού. Η υδροδυναμική λίπανση εμφανίζεται μεταξύ δύο συγκλινόντων επιφανειών που

κινούνται σε σχετικά υψηλή ταχύτητα η μια ως προς την άλλη υπό περιορισμένο φορτίο έτσι ώστε κάθε φορά να μπορεί να διαμορφωθεί ένα λεπτό στρώμα ελαίου.

Αυτός ο τύπος λίπανσης παρουσιάζεται στα έδρανα κινητήρων, μεταξύ του χιτωνίου του εμβόλου κάτω από το κάτω ελατήριο και του χιτωνίου του κυλίνδρου και μεταξύ των ελατηρίων του εμβόλου και των χιτωνίων για υψηλές ταχύτητες ολίσθησης.

Η υδροδυναμική λίπανση παύει όταν το πάχος του λεπτού στρώματος ρευστού γίνεται σχεδόν ίδιο με το ύψος της τραχύτητας της επιφάνειας. Στην ιξώδη τριβή προστίθεται η μέταλλο προς μέταλλο στερεά τριβή στις αιχμές της τραχύτητας. Τότε συνυπάρχουν και οι συνθήκες υδροδυναμικής και οριακής λίπανσης. Η υφή της επιφάνειας είναι αυτή που ελέγχει τη μετάβαση από υδροδυναμική σε μικτή λίπανση.

Για παράδειγμα σε τραχύτερες επιφάνειες η μετάβαση από υδροδυναμική σε μικτή λίπανση πραγματοποιείται σε χαμηλότερα φορτία. Το απότομο φορτίο ή οι μεταβολές της ταχύτητας ή οι μηχανικές δονήσεις μπορούν να αναγκάσουν την εμφάνιση αυτής της μετάβασης. Αυτό το φαινόμενο εμφανίζεται μέσα στα έδρανα του διωστήρα και της στροφαλοφόρου ατράκτου, όπου η περιοδική μέταλλο προς μέταλλο επαφή είναι αποτέλεσμα των ξαφνικών "σπασιμάτων" (break-up) στο στρώμα λιπαντικού ελαίου.

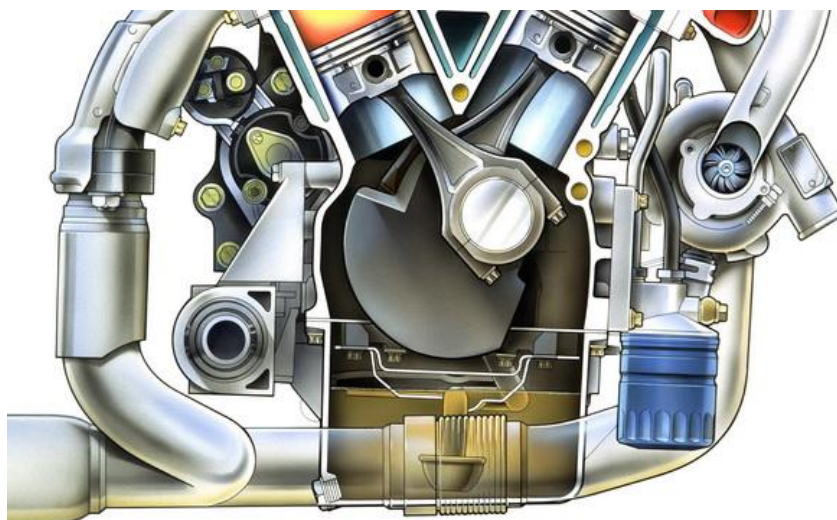
Η περιοχή επαφής μεταξύ των ελατηρίων του εμβόλου και των κυλίνδρων είναι μια ζώνη όπου λόγω των ξαφνικών αλλαγών στην ταχύτητα, το φορτίο και τη θερμοκρασία, η λίπανση είναι μικτού τύπου. Διακοπτόμενες μέταλλο προς μέταλλο επαφές εμφανίζονται ως αποτέλεσμα των "σπασιμάτων" στο λεπτό στρώμα του λιπαντικού ελαίου.

### **3.4.2 Συστήματα λίπανσης**

Το σύστημα λίπανσης είναι σχεδιασμένο ώστε να παρέχει αρκετό λάδι στα μέρη του κινητήρα που απαιτούν λίπανση κατά την κίνηση τους και λειτουργούν κάτω από υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες. Το λάδι διοχετεύεται με την πίεση της αντλίας στα περισσότερα μέρη του κινητήρα και μειώνει την τριβή και τη φθορά στο ελάχιστο και επίσης αποτρέπει την εμφάνιση υπερθέρμανσης σε ορισμένες περιοχές και θα μπορούσε να οδηγήσει σε φθορά του κινητήρα. Μερικά συστατικά δεν λιπαίνονται με τη βοήθεια της πίεσης αλλά ψεκάζονται από το λιπαντικό. Το λάδι που κυκλοφορεί στο σύστημα λίπανσης επίσης βοηθάει στην ψύξη του κινητήρα. Το λιπαντικό και το σύστημα λίπανσης εκτελούν τις ακόλουθες λειτουργίες:

1. Μείωση της τριβής αντίστασης της μηχανής στο ελάχιστο για να εξασφαλιστεί μέγιστη μηχανική απόδοση.
2. Προστασία του κινητήρα από τη φθορά.
3. Συμβολή στη ψύξη του εμβόλου.
4. Αφαίρεση όλων των επιβλαβών ακαθαρσιών από τις λιπαίνόμενες περιοχές.
5. Περιορισμός της διαρροής αερίου και ελαίου (ειδικά στην περιοχή των ελατηρίων) σε ένα αποδεκτό κατώτατο επίπεδο.





**Σχήμα 3.12 Λεκάνη ελαίου (Κάρτερ)**

Τα κύρια κινούμενα μέρη ενός κινητήρα λιπαίνονται με την εισαγωγή ελαίου από ένα σύστημα υπό πίεση. Η αντλία ελαίου μεταφέρει το λιπαντικό από τη λεκάνη ελαίου ( Κάρτερ ) του κινητήρα και μέσω μιας βαλβίδας ελέγχου το οδηγεί στον ελαιοψυκτήρα. Το λιπαντικό περνά έπειτα μέσα από το φίλτρο στο κυρίως κύκλωμα ελαίου. Από το κυρίως κύκλωμα, το λιπαντικό διακλαδίζεται στο έδρανο βάσης, τα έδρανα κάτω κεφαλής διωστήρα και τα έδρανα του εκκεντροφόρου άξονα. Το λιπαντικό επίσης διοχετεύεται στην αντλία έγχυσης καυσίμου. Μέσω ενός περάσματος εντός των εδράνων του εκκεντροφόρου, το λιπαντικό ρέει προς την περιοχή μεταξύ των ωσθηρίων. Καθώς το λιπαντικό περνά από τα ωστήρια και την περιοχή μεταξύ ωσθηρίων, στη συνέχεια κατευθύνεται προς τα πάνω κατά τη διάρκεια της κίνησης των ωσθηρίων βάρκρων, μέσω της κίνησης των ωσθηρίων βάρκρων και των διωστήρων. Για την ψύξη των εμβόλων και τη λίπανση των κυλίνδρων, το λιπαντικό έλαιο ρέει από την κάτω μεριά του εμβόλου μέσω των ακροφυσίων που συνδέονται με τα έδρανα βάσης. Οι συμπιεζόμενες , μέσω ελατηρίου, σφαιρικές βαλβίδες που ενσωματώνονται στα ακροφύσια διακόπτουν την ψύξη σε χαμηλές ταχύτητες περιστροφής του κινητήρα για να διασφαλίσουν ότι η πίεση του ελαίου παραμένει επάνω από ένα ασφαλές επίπεδο.

Τα γρανάζια από τον κύριο μηχανισμό χρονισμού λιπαίνονται καθώς ψεκάζονται (splash lubricated). Το λιπαντικό έλαιο επιστρέφει από την αντλία εγχύσεως και το κάλυμμα του θαλάμου του ζυγώθρου στην λεκάνη ελαίου.

Το λιπαντικό ρέει από τη λεκάνη ελαίου μέσω ενός πλεγματοφίλτρου και μέσω μιας πολυλοβοειδούς αντλίας θετικής μετατόπισης. Η αντλία οδηγείται από οδοντωτό ιμάντα από την στοφαλοφόρο άτρακτο.

Με τη βοήθεια της αντλίας το έλαιο διέρχεται από το ψυγείο λαδιού και από μια σειρά φίλτρων. Τα φίλτρα ελαίου πρέπει να επιτρέπουν την πλήρη ροή από την αντλία, και να ενσωματώνουν ένα σύστημα πίεσης – ανακούφισης στην περίπτωση που το φίλτρο μπλοκάρει. Τα φίλτρα μπορούν να αφαιρέσουν σωματίδια διαμέτρου

5μm και μικρότερα. Η κύρια ροή από το φίλτρο κατευθύνεται στο κυρίως κύκλωμα λίπανσης και από εκεί στα 7 έδρανα βάσης.

Το λιπαντικό περνά στα έδρανα βάσης μέσω των διατρήσεων στην στροφαλοφόρο άτρακτο. Το λιπαντικό από τα έδρανα βάσης περνά στα έδρανα του εκκεντροφόρου άξονα, και επίσης εγχύεται μέσα στους κυλίνδρους για να βοηθήσει την ψύξη των εμβόλων.

Είναι σήμερα καθολική πρακτική να εσωκλείονται οι βαλβίδες και το σύστημα βαλβίδων και να κυκλοφορεί το λιπαντικό πέρα από τις άκρες των ελατηρίων όλων των βαλβίδων. Εδώ ένα δύσκολο πρόβλημα είναι να παρασχεθεί αρκετή λίπανση στα στελέχη των βαλβίδων χωρίς την εμφάνιση υπερβολικής κατανάλωσης λιπαντικού. Η απώλεια ελαίου μέσω των οδηγών των βαλβίδων εισαγωγής είναι ένα ειδικό πρόβλημα για τους κινητήρες Otto που η ρυθμιστική δικλίδα είναι ανοικτή τις περισσότερες φορές κατά τη λειτουργία, όπως στην περίπτωση των επιβατικών αυτοκινήτων. Όταν ο κινητήρας λειτουργεί με ανοικτή τη ρυθμιστική δικλίδα υπάρχει μεγάλη διαφορά πίεσης μεταξύ του περιβλήματος βαλβίδας και του αυλού εισαγωγής.

Ο έλεγχος αυτής της μορφής κατανάλωσης ελαίου επιτυγχάνεται με την αποφυγή οποιασδήποτε συσσώρευσης ελαίου, το οποίο θα βυθίσει την κορυφή του οδηγού βαλβίδων. Η λίπανση των στελεχών των βαλβίδων επιτυγχάνεται με τον "παφλασμό" από τα ελατήρια, τα εκκεντρα και τα ζύγωθρα. Πολλοί κινητήρες χρησιμοποιούν ένα δακτύλιο στεγάνωσης του λιπαντικού ή μια μεταλλική «ομπρέλα» στην κορυφή του οδηγού βαλβίδων ώστε να ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα απώλειας ελαίου μέσω του οδηγού.



**Σχήμα. 3.13 Βαλβίδα πριν και μετά τη χρήση της**

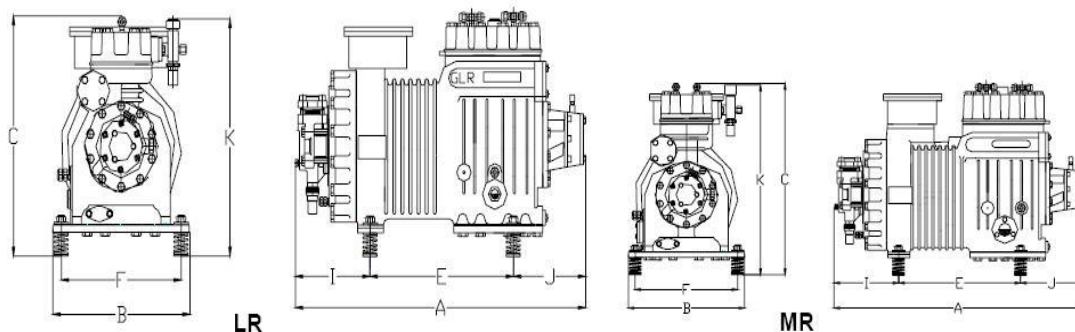
### 3.4.3 Είδη και μέρη συστημάτων λίπανσης

#### Αντλίες ελαίου

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την μετάδοση κίνησης σε μια αντλία λιπαντικού ελαίου. Μερικές κινούνται μέσω οδοντωτών τροχών από την στροφαλοφόρο άτρακτο. Η αντλία τύπου οδόντωσης ή κάποιος παρόμοιος τύπος είναι συνήθως η καλύτερη επιλογή επειδή, όπως για τον συμπιεστή θετικής μετατόπισης, το ποσοστό ροής της τείνει να είναι ανεξάρτητο της πίεσης εξόδου. Για ένα δεδομένο ποσοστό ροής αυτή η πίεση θα ποικίλει αναλόγως με τη φθορά στον κινητήρα και την κατάσταση του φίλτρου ελαίου. Το απαιτούμενο ποσοστό ροής εξαρτάται από λεπτομέρειες του σχεδιασμού του κινητήρα καθώς επίσης και από το μέγεθος και την ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα. Ένας σημαντικός παράγοντας είναι εάν χρησιμοποιείται για τα έμβολα ψύξη με λιπαντικό. Χαρακτηριστικά ποσοστά ροής ελαίου για κινητήρα Diesel με έμβολα που ψύχονται και με νέα έδρανα είναι 0,0025 με 0,0035 σε κατ' όγκο αναλογία ελαίου στην μετατόπιση εμβόλου x rpm. Για να υπερκεραστούν τα προβλήματα φθοράς, η ικανότητα των αντλιών πρέπει να είναι διπλάσια από αυτές τις τιμές. Οι πιέσεις που χρησιμοποιούνται στα σημεία κίνησης των τριβών είναι συνήθως μεταξύ 3,5 και 7 bar.

#### Αντλία οδόντωσης

Ο τύπος αυτός είναι πολύ συνηθισμένος και περιλαμβάνει δυο οδοντωτούς τροχούς, οι οποίοι περιστρέφονται εντός ενός κλειστού περιβλήματος. Ο ένας τροχός κινείται από τον εκκεντροφόρο άξονα και κινεί τον άλλο τροχό καθώς βρίσκονται σε συνεχή αλληλεπαφή. Το λάδι «τραβιέται» από την λεκάνη ελαίου από τη μια πλευρά του περιβλήματος και κάθε οδοντωτός τροχός παγιδεύει μια μικρή ποσότητα ελαίου μεταξύ των δοντιών του και του περιβλήματος κατά τη διάρκεια της λειτουργίας. Το λιπαντικό εγκαταλείπει την αντλία από το πέρασμα εξόδου της υπό πίεση αντλίας και οδηγείται στο σύστημα λίπανσης. Αυτός ο τύπος αντλίας είναι απλός, και αποτελεσματικός αλλά εξαρτάται για τη λειτουργία του στην πολύ μικρή απόσταση εφαρμογής των οδοντωτών τροχών με το περίβλημα. Η αντλία θα πρέπει να ελέγχεται ανά περιόδους για τυχόν φθορές στους τροχούς και για υπερβολική πλεύση των τροχών εντός του περιβλήματος, καθώς αυτή η φθορά μπορεί να οδηγήσει σε ανικανότητα διατήρησης της πίεσης ελαίου κυρίως σε χαμηλές ταχύτητες. Κάποιοι κινητήρες έχουν δυο αντλίες, με τη μια να λειτουργεί ως αντλία τροφοδοσίας και την άλλη ως αντλία σάρωσης. Συνήθως κινούνται από ένα κοινό άξονα και βρίσκονται και οι δυο αντλίες εντός του ίδιου περιβλήματος. Η αντλία σάρωσης χρησιμοποιείται για να απορροφήσει το πλεονάζον έλαιο που μπορεί να συγκεντρωθεί στα ρηχά τμήματα της λεκάνης ελαίου και να το οδηγήσει πίσω στην κεντρική δεξαμενή ελαίου. Ο τρόπος λειτουργίας της αντλίας και στις δυο περιπτώσεις είναι ο ίδιος. Στην αντλία αυτή το λιπαντικό εισέρχεται από τον αυλό εισαγωγής και μεταφέρεται μεταξύ των τμημάτων των στρεφόμενων πτερυγίων και του περιβλήματος. Το έλαιο εγκαταλείπει την αντλία από τον αυλό εξαγωγής υπό την πίεση αντλίας. Τα πτερύγια πρέπει να είναι εφοδιασμένα με ένα ελατήριο ώστε να διατηρείται η επαφή με το περίβλημα ή θα εξαρτώνται από τη φυγόκεντρο δύναμη για τη λειτουργία τους.



**Σχήμα 3.14 Αντλία Ελαίου**

### **Αντλία έκκεντρου**

Η αντλία αυτή συνήθως περιλαμβάνει έναν πολυλοβοειδή ρότορα εκκεντρικά τοποθετημένο εντός ενός δακτυλίου που παρέχει εσωτερικούς λοβούς ώστε να συνεργάζεται με τον ρότορα. Ο δακτύλιος έχει συνήθως έναν παραπάνω λοβό από τον ρότορα. Ο δακτύλιος περιστρέφεται εντός της κυκλικής οπής του περιβλήματος της αντλίας. Η διαδικασία άντλησης πραγματοποιείται με την προοδευτική αύξηση και μείωση του διάκενου μεταξύ κάθε ζεύγους λοβών καθώς περιστρέφονται. Η αντλία αυτή κινείται είτε από την στροφαλοφόρο άτρακτο είτε από τον εκκεντροφόρο άξονα.

### **Ανακουφιστική βαλβίδα**

Οι αντλίες ελαίου είναι σχεδιασμένες να παρέχουν μια συγκεκριμένη ποσότητα ελαίου σε προκαθορισμένη πίεση κατά τη διάρκεια λειτουργίας του κινητήρα στο ρελαντί. Όμως, σε υψηλότερες ταχύτητες η πίεση παροχής της αντλίας είναι υπερβολικά υψηλή οπότε είναι αναγκαίο κάποιο μέσο ώστε να «ανακουφιστεί» κάποια από αυτή τη πίεση για να αποφευχθεί η υπερβολική κατανάλωση λιπαντικού αλλά και ζημιές στη στεγανότητα και στα έδρανα. Η ανακούφιση της πίεσης επιτυγχάνεται με τη χρήση ανακουφιστικής βαλβίδας ενσωματωμένης στο σύστημα. Το σύστημα της βαλβίδας αποτελείται από μια μπάλα ή από ένα έμβολο, το οποίο "κάθετα" πάνω σε ένα ελατήριο και το όλο σύστημα βρίσκεται εντός περιβλήματος συνδεδεμένο στον κεντρικό τροφοδότη από την αντλία ελαίου. Η λειτουργία της βαλβίδας αυτής είναι η ακόλουθη: Καθώς ο κινητήρας είναι σταματημένος το ελατήριο κρατάει τη βαλβίδα κλειστή, δηλαδή τη σφαίρα στη θέση της. Κατά την εκκίνηση του κινητήρα η βαλβίδα παραμένει κλειστή ή ανοίγει ελαφρώς αναλόγως της πίεσης ελαίου και της τάσης του ελατηρίου. Καθώς αυξάνεται η ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα και αυξάνεται και η πίεση του ελαίου, η βαλβίδα ανοίγει περαιτέρω και το επιπλέον λιπαντικό έλαιο περνάει μέσω ενός βοηθητικού αγωγού πίσω στην λεκάνη ελαίου. Η σωστή φόρτιση του ελατηρίου γίνεται μέσω ενός ρυθμιστικού κοχλίου και ενός ασφαλιστικού περικοχλίου. Εάν ο κοχλίας είναι στραμμένος προς τα μέσα, η πίεση προς το ελατήριο αυξάνεται, οπότε απαιτείται υψηλότερη πίεση ελαίου. Στρέφοντας τον κοχλίο προς τα έξω η πίεση προς το ελατήριο μειώνεται, οπότε η βαλβίδα μετακινείται από τη θέση της με χαμηλότερη πίεση λιπαντικού ελαίου.

## **Φίλτρα ελαίου**

Υπάρχουν δυο γενικοί τύποι φίλτρων ελαίου που χρησιμοποιούνται. Και οι δυο τύποι τοποθετούνται στην περιοχή του συστήματος λίπανσης που βρίσκεται υπό πίεση. Το αποτελεσματικό φιλτράρισμα ελαίου είναι ουσιαστικό για όλους τους κινητήρες.

### **Παρακαμπτήριο φίλτρο**

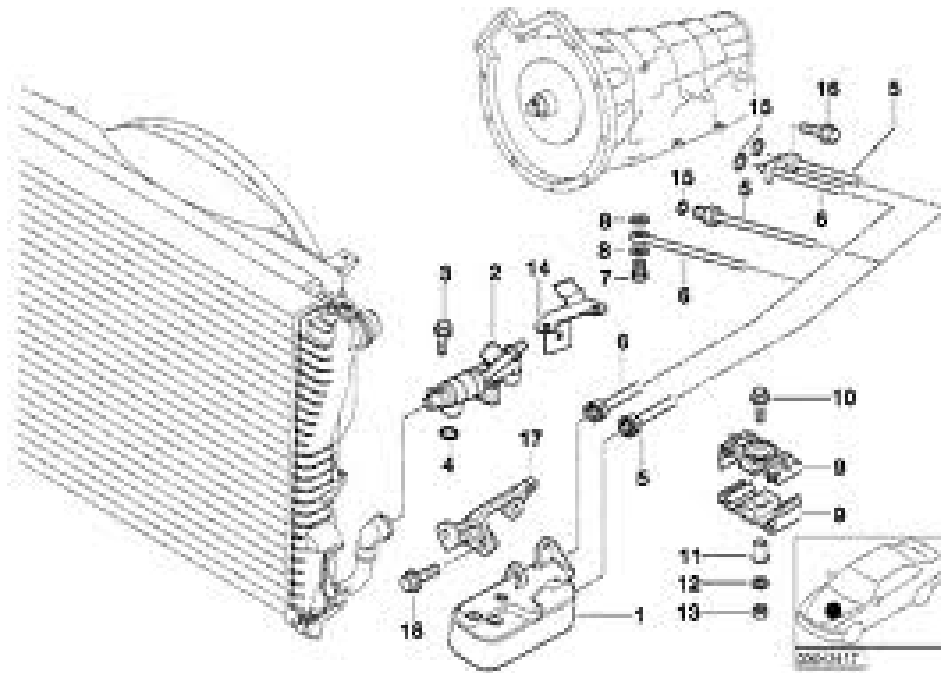
Αυτός ο τύπος φίλτρου τοποθετείται μεταξύ του κυρίου κυκλώματος λιπαντικού και της λεκάνης ελαίου και λαμβάνει μόνο μια μικρή ποσότητα ελαίου από την αντλία. Μετά το φιλτράρισμα το λιπαντικό επιστρέφει πίσω στην λεκάνη ελαίου. Ένα μικρό στόμιο μέτρησης χρησιμοποιείται στο σωλήνα τροφοδοσίας ελαίου προς το φίλτρο ώστε να ελέγχεται η ποσότητα του λιπαντικού που ρέει στη μονάδα, που είναι περίπου 1/10 της απόδοσης της αντλίας και η ολική ποσότητα του λιπαντικού της λεκάνης ελαίου φιλτράρεται περίπου 20 φορές την ώρα για κανονικές ταχύτητες περιστροφής. Η πτώση πίεσης ελαίου δεν είναι τόσο σημαντική για αυτόν τον τύπο όσο για τον τύπο πλήρους ροής, καθώς το λιπαντικό επιστρέφει στην λεκάνη ελαίου αφού φιλτραριστεί. Στον τύπο πλήρους ροής μια πιθανή πτώση πίεσης θα είχε σαν αποτέλεσμα χαμηλή πίεση λιπαντικού ελαίου που διοχετεύεται στα έδρανα.

### **Φίλτρο πλήρους ροής**

Αυτός ο τύπος φίλτρου τοποθετείται μεταξύ της αντλίας και του κυκλώματος λίπανσης και όλο το λιπαντικό από την αντλία διέρχεται μέσω του φίλτρου υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας, προτού τροφοδοτηθεί μέσω του δικτύου προς τα έδρανα. Ο σχεδιασμός του πρέπει να είναι τέτοιος ώστε να υπάρχει ισορροπία μεταξύ αποτελεσματικού καθαρισμού και ποσότητας ροής του λιπαντικού. Εάν το στοιχείο είναι φραγμένο, υπάρχει μια βαλβίδα ασφαλείας ή μια διαρρύθμιση με ελατήριο τοποθετημένο στη βάση του στοιχείου που επιτρέπει το αφιλτράριστο έλαιο να οδηγηθεί προς το κύκλωμα λίπανσης και τα έδρανα. Αυτός ο τύπος φίλτρου είναι σχεδιασμένος να παρέχει μικρή αντίσταση στη ροή λιπαντικού που το διαπερνά, καθώς βρίσκεται στην κύρια γραμμή τροφοδοσίας ελαίου και μια πτώση πίεσης θα προκαλούσε μια χαμηλότερη πίεση διοχέτευσης ελαίου στα έδρανα. Όμως το φιλτράρισμα ξένων ουσιών θα περιορίζεται σε μεγαλύτερα σωματίδια από αυτά που φιλτράρονται από το φίλτρο παράκαμψης.

### **Ψυγεία ελαίου**

Είναι απαραίτητη η ύπαρξη ψυγείων λιπαντικού ελαίου σε ορισμένα οχήματα ώστε να αποφευχθούν οι βλαβερές υψηλές θερμοκρασίες ελαίου κατά τη διάρκεια ακραίων συνθηκών λειτουργίας. Το λιπαντικό διέρχεται μέσα από το ψυγείο στο οποίο η θερμότητα εξάγεται μέσω της αρχής συναλλαγής θερμότητας.



**Σχήμα 3.15 Ψυγείο Ελαίου**



**Σχήμα 3.16 Ψυγείο Ελαίου Τρακτέρ**

### **3.4.4 Χαρακτηριστικά και είδη λιπαντικών**

Τα γενικά χαρακτηριστικά ενός λιπαντικού.

Οι βασικές απαιτήσεις που πρέπει να ικανοποιεί μια ουσία που προορίζεται για λιπαντικό είναι:

Να έχει κατάλληλο ιξώδες, αλλά και να διατηρεί κατά το δυνατό ανεπηρέαστο στις μεταβολές της θερμοκρασίας, που το λιπαντικό θα συναντήσει στις διάφορες

φάσεις λειτουργίας του κινητήρα. Δεν αρκεί να έχουμε στον κινητήρα μας λιπαντικό με κατάλληλο ιξώδες κατά την εκκίνηση. Όταν ο κινητήρας ζεσταθεί, ύστερα από ορισμένο χρόνο λειτουργίας, πρέπει το ιξώδες του λιπαντικού να παραμένει αρκετά υψηλό, ώστε να μην υπάρχει κίνδυνος εκθλίψεως της λιπαντικής μεμβράνης. Όταν το ιξώδες είναι μεγαλύτερο από το κανονικό δυσχεραίνει την εκκίνηση του κινητήρα και προκαλεί απώλεια ισχύος και μείωση του βαθμού αποδόσεως. Αντίθετα, χαμηλό ιξώδες δεν εξασφαλίζει πάντοτε τη λιπαντική μεμβράνη που απαιτείται ανάμεσα στις τριβόμενες επιφάνειες. Την απαίτηση για τη μέγιστη δυνατή σταθερότητα του ιξώδους στις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας εξασφαλίζει η άλλη ιδιότητα του λιπαντικού, που εκφράζει με το δείκτη ιξώδους.

Να μην έχει διαβρωτική επίδραση στις μεταλλικές επιφάνειες τις οποίες λιπαίνει. Αποστολή των λιπαντικών είναι προστασία των μεταλλικών επιφανειών από τη διάβρωση. Κατά κανόνα τα ορυκτέλαια ικανοποιούν τέλεια αυτή τη βασική απαίτηση.

Να έχει ικανοποιητική πρόσφυση στις μεταλλικές επιφάνειες τις οποίες λιπαίνει, ώστε η προστασία τους από τη διάβρωση να συνεχίζεται και όταν ο κινητήρας δε λειτουργεί.

Να έχει χημική σταθερότητα, για να μην αλλοιώνεται από τους παράγοντες που συναντά κατά τη λειτουργία του κινητήρα και που είναι: ο ατμοσφαιρικός αέρας, το νερό, τα μέταλλα, τα καυσαέρια και οι συχνές εναλλαγές της θερμοκρασίας. Η αλλοίωση του λιπαντικού από τους παράγοντες αυτούς εκδηλώνεται με τους εξής κυρίως τρόπους:

1. Εμφάνιση ιλύος (λάσπης) και ασφαλικών καταλοίπων.
2. Προϊόντα αλλοιώσεως με διαβρωτική δράση στα μέταλλα (όξινα συστατικά).
3. Αύξηση του ιξώδους. Η αύξηση όμως αυτή πιθανόν να μην εκδηλώνεται, γιατί μπορεί το λιπαντικό να μολύνεται με καύσιμο, το οποίο σε πολλές περιπτώσεις, έχει μικρότερο ιξώδες από το λιπαντέλαιο, ενώ σε άλλα μεγαλύτερο, οπότε το αυξημένο ιξώδες θα οφειλόταν στο υψηλό ιξώδες του καυσίμου που υπεισέρχεται στο λιπαντέλαιο.

Τις παραπάνω απαιτήσεις εξασφαλίζουμε τους εξής κυρίως τρόπους:

- α) Την καλή συντήρηση του κινητήρα.
- β) Την επιλογή του κατάλληλου λιπαντικού, του οποίου η καταλληλότητα επηρεάζεται από την επιλογή των πρώτων υλών.
- γ) Την κατάλληλη επεξεργασία και
- δ) Την ανάμιξη με κατάλληλα χημικά πρόσθετα (additives).

Γενικά για τα λιπαντικά των εμβολοφόρων Μ.Ε.Κ.

Τα ορυκτέλαια που χρησιμοποιούνται για τη λίπανση των ΜΕΚ, εκτός από τα συνηθισμένα φυσικοχημικά τους χαρακτηριστικά (ιξώδες, σημείο αναφλέξεως, σημείο ροής, σταθερότητα στη οξειδωση, σταθερότητα ιξώδους - θερμοκρασίας κλπ, πρέπει να έχουν και έντονες απορρυπαντικές ιδιότητες. Να μπορούν δηλαδή να απομακρύνουν από τις λιπαινόμενες επιφάνειες τα εξανθρακώματα που σχηματίζονται και επικάθονται σ' αυτές. Τα εξανθρακώματα αυτά σχηματίζονται συνήθως από την υπερθέρμανση του εμβόλου και έχουν σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση ρωγμών σ' αυτά, που οφείλονται στην κακή και ανομοιόμορφη μετάδοση της θερμότητας, την οποία προκαλούν τα εξανθρακώματα. Για την αύξηση της

απορρυπαντικότητας των λιπαντελαίων MEK χρησιμοποιούνται κατάλληλα αντιρρυπαντικά πρόσθετα (detergents), που συμβάλλουν στη διατήρηση των επιφανειών των χιτωνίων και των εμβόλων καθαρών. Η υπερθέρμανση των εμβόλων εξάλλου, εκτός από τις ρωγμές μπορεί να προκαλέσει και "έκρηξη" στο στροφαλοθάλαμο, ιδίως όταν το λιπαντικό έλαιο περιέχει διαλυμένο καύσιμο από κακή λειτουργία των καυστήρων. Η "έκρηξη" στο στροφαλοθάλαμο αποφεύγεται με την καλή συντήρηση του κινητήρα ώστε οι καυστήρες να λειτουργούν ικανοποιητικά. Αποφεύγεται επίσης και με τη χρήση λιπαντικού καλής ποιότητας, δηλαδή ενισχυμένου με τα κατάλληλα αντιρρυπαντικά πρόσθετα, ώστε ο κινητήρας να διατηρείται καθαρός και να αποτρέπεται έτσι η υπερθέρμανση από τα εξανθρακώματα.

Εκτός από τα αντιρρυπαντικά πρόσθετα, τα λιπαντικά έλαια των M.E.K.

ενισχύονται με :

Βελτιωτικά δείκτη ιξώδους, που αυξάνουν την τιμή του δείκτη ιξώδους, δηλαδή περιορίζουν τη μεταβολή του ιξώδους με τη θερμοκρασία.

Αντιοξειδωτικά πρόσθετα, που περιορίζουν το βαθμό και την ταχύτητα οξειδώσεως, παρατείνοντας έτσι την χρήση τους.

Διακρίνονται τρεις κατηγορίες λιπαντελαίων M.E.K. :

α) Κοινά λάδια (regular): Χρησιμοποιούνται σε ολιγόστροφους κινητήρες με μικρά φορτία και γενικά όπου δεν προβλέπονται δυσμενείς συνθήκες λιπάνσεως. Τα έλαια αυτά δεν περιέχουν πρόσθετα.

β) Λάδια μερικώς ενισχυμένα (premium): Είναι ενισχυμένα με αντιοξειδωτικά πρόσθετα και επομένως κατάλληλα για τη λίπανση M.E.K. στις οποίες προβλέπονται συνθήκες με μέτρια καταπόνηση του λιπαντικού, τόσο από το φορτίο όσο και από τη θερμοκρασία. Στο εμπόριο φέρουν το συμβολισμό DG, όταν πρόκειται για λάδια πετρελαιοκινητήρων και MM όταν πρόκειται για λάδια βενζινοκινητήρων.

γ) Λάδια βαριών απαιτήσεων (heavy duty): Είναι ενισχυμένα με αντιοξειδωτικά και αντιρρυπαντικά πρόσθετα, ώστε να μπορούν να αντιμετωπίσουν τις πιο δυσμενείς συνθήκες λιπάνσεως, ως προς το φορτίο και τις θερμοκρασίες. Τα λάδια της κατηγορίας αυτής συμβολίζονται με MS για τους βενζινοκινητήρες, ενώ τα αντίστοιχα λάδια των κινητήρων Diesel συμβολίζονται με DS ή HD.

Ειδικότερα για τους πετρελαιοκινητήρες, ανάλογα με το τμήμα του πετρελαιοκινητήρα που πρόκειται να λιπάνουν, διακρίνονται σε:

α) Λάδια κυλίνδρων ή κυλινδρέλαια (cylinder oils): Χρησιμοποιούνται μόνο για τη λίπανση των τοιχωμάτων των κυλίνδρων, στις μηχανές εκείνες στις οποίες η λίπανση των κυλίνδρων γίνεται χωριστά. Πρόκειται για τους κινητήρες με βάκτρο και ζύγωμα (crosshead engines), όπως είναι κατ' εξοχή οι αργόστροφες πετρελαιομηχανές που χρησιμοποιούνται στο εμπορικό ναυτικό.

β) Λάδια στροφαλοθαλάμων (crankcase oils): Χρησιμοποιούνται μόνο για τη λίπανση των τριβών και την ψύξη των εμβόλων, και πάλι στις περιπτώσεις που η λίπανσή τους γίνεται χωριστά, ανεξάρτητα από τη λίπανση των κυλίνδρων, δηλαδή στις αργόστροφες ναυτικές πετρελαιομηχανές.

Στις μικρές μηχανές μέσης και υψηλής ταχύτητας, που λειτουργούν χωρίς ζύγωμα, δηλαδή με διωστήρα (trunk piston engines), η λίπανση είναι ενιαία τόσο για τους κυλίνδρους όσο και για τους τριβείς. Το δίκτυο λιπάνσεως είναι κοινό και η ποιότητα του λιπαντικού ενιαία, και καθορίζεται από τις αντίστοιχες προδιαγραφές.



Στις αργόστροφες ναυτικές πετρελαιομηχανές τα δίκτυα λιπάνσεως των κυλίνδρων είναι ανεξάρτητα από το δίκτυο των τριβών και φυσικά και τα λιπαντικά των δύο αυτών τμημάτων είναι διαφορετικά. Συνήθως τα κυλινδρέλαια είναι βαρύτερα από τα λάδια των ελαιοδεξαμενών (κάρτερ) και περισσότερο ενισχυμένα με αλκαλικά πρόσθετα για την εξουδετέρωση του θειικού οξέος που παράγεται κατά την καύση του πετρελαίου.



Σχήμα 3.17 Είδη Λαδιών

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΘΟΛΕΡΟΤΗΤΑ

### 4.1 ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

Το ζήτημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι πρωταρχικής σημασίας, μας αφορά όλους και ιδιαίτερα τους χρήστες οχημάτων, διότι τα οχήματα είναι ένας από τους παράγοντες που συνεισφέρουν στην διερεύνηση του προβλήματος της ρύπανσης.

Η πολιτεία προκειμένου να προβεί σε μέτρα για την αντιμετώπιση του νέφους έχει θεσμοθετήσει όρια εκπομπής ρύπων για κάθε κατηγορία οχήματος που κυκλοφορεί. Η πραγματοποίηση των ελέγχων γίνεται με την βοήθεια των αναλυτών καυσαερίων που βασίζονται στην τεχνολογία της μη διασποράς της υπέρυθρης ακτινοβολίας (αναλυτές βενζίνης) και στην τεχνολογία της φωτομετρικής απορρόφησης (αναλυτές πετρελαίου). Συγκεκριμένα τα βενζινοκίνητα και υγραεριοκίνητα ελέγχονται με αυτού του είδους τους αναλυτές, ενώ τα πετρελαιοκίνητα ελέγχονται με τα αιθαλόμετρα. Οι αναλυτές καυσαερίων βενζίνης διακριβώνονται με πρότυπα αέρια σε τακτά χρονικά διαστήματα και έτσι πιστοποιούν την καλή τους λειτουργία, δίνοντας αξιόπιστες μετρήσεις ενώ τα αιθαλόμετρα διακριβώνονται με ειδικά φίλτρα απορρόφησης του φωτός.

Οι ρύποι που προκύπτουν από τους κινητήρες εσωτερικής καύσης των οχημάτων είναι το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC), τα οξειδία του αζώτου (NO)<sub>x</sub>, τα οξειδία του θείου (SO)<sub>x</sub> καθώς και τα μικροσωματίδια της αιθάλης. Όμως οι κυριότεροι ρυπαντές που ελέγχονται από τα Κ.Τ.Ε.Ο και των οποίων τα όρια είναι θεσμοθετημένα από το υπουργείο Μεταφορών και Επικοινωνιών είναι το μονοξείδιο του άνθρακα και οι υδρογονάνθρακες για τους βενζινοκινητήρες (καθώς και ο συντελεστής λ) και η αιθάλη για τους πετρελαιοκινητήρες.

Συνεπώς για να συμβάλουμε στην προστασία του περιβάλλοντος αλλά και για να διαπιστώσουμε την καλή κατάσταση λειτουργίας των κινητήρων των οχημάτων πρέπει να κάνουμε των έλεγχο καυσαερίων τακτικά.

### 4.2 ΝΕΦΕΛΟΜΕΤΡΟ

Σε αυτό το σημείο θα αναφερθούμε πιο συγκεκριμένα στους πετρελαιοκινητήρες καθώς το πείραμα μας στο επόμενο κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί σε τρακτέρ το οποίο διαθέτει πετρελαιοκινητήρα.

Η μέτρηση εκπεμπόμενων ρύπων στους κινητήρες αυτούς γίνεται με τη μέτρηση της θολερότητας, η οποία προέρχεται από τον περιεχόμενο καπνό με βάση

την αρχή της φωτομετρικής απορρόφησης και με δειγματοληψία μερικής ροής καυσαερίων. Το όργανο το οποίο μας βοηθά στην πραγματοποίηση της μέτρησης αυτής είναι το νεφελόμετρο.

Το νεφελόμετρο είναι μια φορητή συσκευή που λειτουργεί με ρεύμα 220 V, 50 HZ. Διαθέτει δύο κλίμακες μετρήσεων, μια για τη μέτρηση του συντελεστή απορρόφησης “K” που η τιμή του κυμαίνεται από 0 έως 9.99 που πρακτικά ισοδυναμεί με το άπειρο σε μονάδες m<sup>-1</sup> και μια για την επί τοις % μέτρηση της θολερότητας των καυσαερίων που η τιμή του κυμαίνεται από 0% έως 100%. Η συγκεκριμένη συσκευή διαθέτει ενσωματωμένο ή ανεξάρτητο στροφόμετρο για την μέτρηση των στροφών του πετρελαιοκινητήρα όπως και θερμοόμετρο για την μέτρηση της θερμοκρασίας του, η οποία γίνεται τοποθετώντας τον ειδικό λήπτη θερμοκρασίας στο δείκτη του λαδιού.



**Σχήμα 4.1 Νεφελόμετρο**

#### **Η μέτρηση της θολερότητας γίνεται με την ακόλουθη διαδικασία:**

Το μηχανογραφικό σύστημα καταγράφει και αναπαριστά όλους τους εκπεμπόμενους ρύπους σε ψηφιακή και αναλογική μορφή, τους συγκρίνει με τα αντίστοιχα όρια του κάθε οχήματος ανάλογα με το τύπο καυσίμου και έχει την δυνατότητα αυτόματης καταγραφής με ηλεκτρονικό χρονόμετρο των ρύπων στις υψηλές στροφές.

Η μέτρηση της θολερότητας των καυσαερίων γίνεται κατά την ελεύθερη επιτάχυνση του αποσυμπλεγμένου κινητήρα από την ταχύτητα βραδυπορίας (ρελαντί) μέχρι την ταχύτητα στην οποία ανακόπτεται η παροχή καυσίμου.

Για να ξεκινήσει ο αναλυτής πετρελαίου την μέτρηση χρειάζεται πρώτα ο κινητήρας του ελεγχόμενου οχήματος να βρίσκεται στην κανονική θερμοκρασία λειτουργίας του. Κατόπιν ο αναλυτής μπαίνει σε κατάσταση αυτομηδενισμού τραβώντας καθαρό αέρα από την αντίστοιχη είσοδο. Ο ελεγκτής επιταχύνει τουλάχιστον τρεις φορές μέχρι το τέρμα του πεντάλ γκαζιού για να καθαρίσει το σύστημα εξαγωγής καυσαερίων και ύστερα προσαρμόζει τον αναλυτή και τον λήπτη του στην εξάτμιση του μετρούμενου οχήματος. Στην οθόνη εμφανίζεται ο αριθμός της πρώτης επιτάχυνσης. Ο ελεγκτής θα πρέπει στη συνέχεια, με τον κινητήρα να λειτουργεί σε κατάσταση ρελαντί, να πατήσει σταδιακά το γκάζι του οχήματος μέχρι να επιτευχθεί η μέγιστη παροχή της αντλίας εγχύσεως. Η θέση αυτή διατηρείται

μέχρις ότου επιτευχθεί η μέγιστη γωνιακή ταχύτητα του κινητήρα και μέχρι την επέμβαση του ρυθμιστή. Μόλις η ταχύτητα αυτή επιτευχθεί, παύει να ασκείται δράση επί του επιταχυντή μέχρις ότου ο κινητήρας επανακτήσει την ταχύτητα καταστάσεως ρελαντί. Μόλις εμφανισθεί ο δεύτερος αριθμός επιτάχυνσης ακολουθεί η ίδια διαδικασία. Αυτή επαναλαμβάνεται για πέντε φορές σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία. Στο τέλος και της πέμπτης επιτάχυνσης καταγράφονται οι τιμές του συντελεστή θολερότητας “Κ” που επιτυγχάνονται κατά την διάρκεια της επιτάχυνσης. Από τις πέντε τιμές της επιτάχυνσης απορρίπτονται η μέγιστη και η ελάχιστη τιμή και από τις τρεις τιμές παίρνουμε το μέσο όρο του συντελεστή θολερότητας “Κ”. Αυτόματα εμφανίζεται συνολικός πίνακας με τα αποτελέσματα των μετρήσεων καθώς και ο μέσος όρος του συντελεστή θολερότητας. Ο τελευταίος υπολογίζεται αυτόματα από το μηχανογραφικό σύστημα (ΜΣ).

Τέλος, εμφανίζεται ένα παράθυρο επιβεβαίωσης και μόλις ο ελεγκτής επιλέξει καταφατικά για τον έλεγχο ότι η διαδικασία είναι αποδεκτή, το σύστημα στέλνει στο κεντρικό υπολογιστή τις τιμές που μετρήθηκαν για το συγκεκριμένο όχημα. Ο ελεγκτής αφαιρεί το όχημα από το λήπτη καυσαερίων.

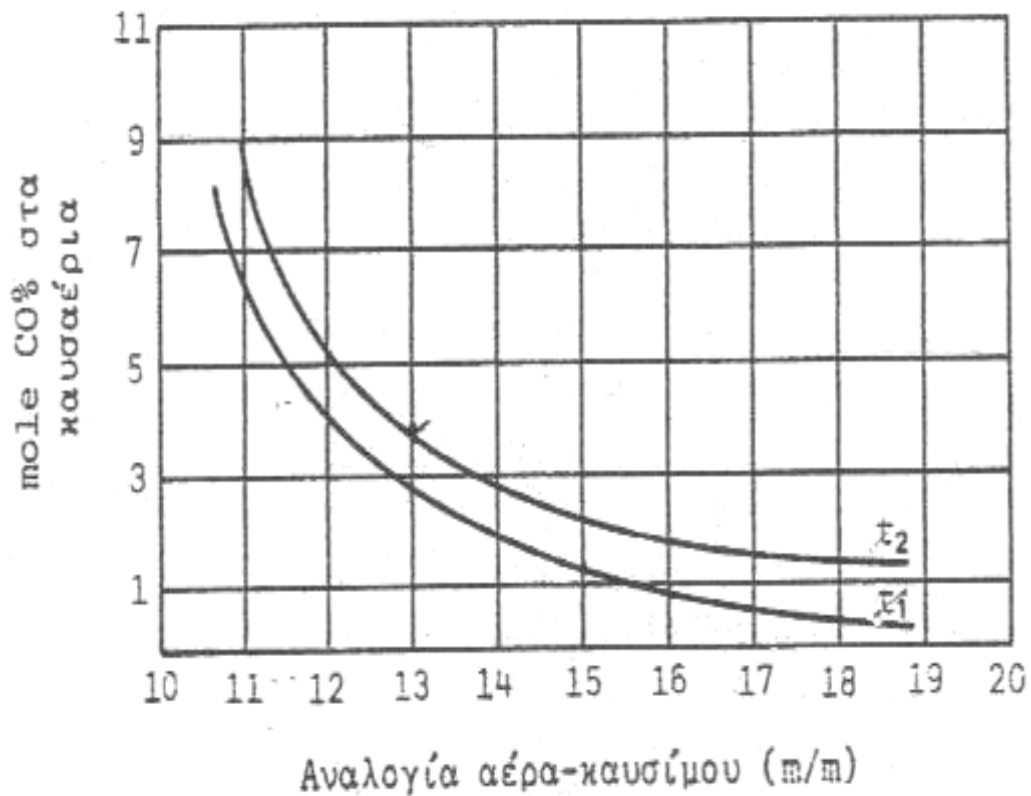
Μετά τον απαραίτητο έλεγχο για να θεωρηθεί ο πετρελαιοκινητήρας κατάλληλος πρέπει ο συντελεστής θολερότητας “Κ” να βρίσκεται στα επιτρεπόμενα όρια.

<b>ΟΧΗΜΑΤΑ</b>	<b>ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ “Κ”</b>
ΦΥΣΙΚΗ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗ	$K \leq 2.5/m$
ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΣΗ TURBO	$K \leq 3/m$
ΠΡΙΝ ΤΗΝ 1/1/1980 ΚΑΙ ΚΥΒΙΣΜΟΣ $\leq 5000 \text{ cm}^3$	$K \leq 3/m$
ΠΡΙΝ ΤΗΝ 1/1/1980 ΚΑΙ ΚΥΒΙΣΜΟΣ $\geq 5000 \text{ cm}^3$	$K \leq 4/m$

### 4.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΠΟΛΕΜΗΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΜΟΝΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ

Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι ο πρώτος σε ποσότητα ρύπος που εκπέμπεται στο περιβάλλον και ιδιαίτερα στις αστικές περιοχές. Κύρια πηγή είναι τα μεταφορικά μέσα και κυρίως οι **μηχανές εσωτερικής καύσεως**.

Στο σχήμα παρέχεται η εξάρτηση του από την σχέση αέρα καυσίμου στις μηχανές εσωτερικής καύσεως για διαφορετικές θερμοκρασίες. Σε χαμηλές αναλογίες αέρα καυσίμου αυξάνεται το παραγόμενο.



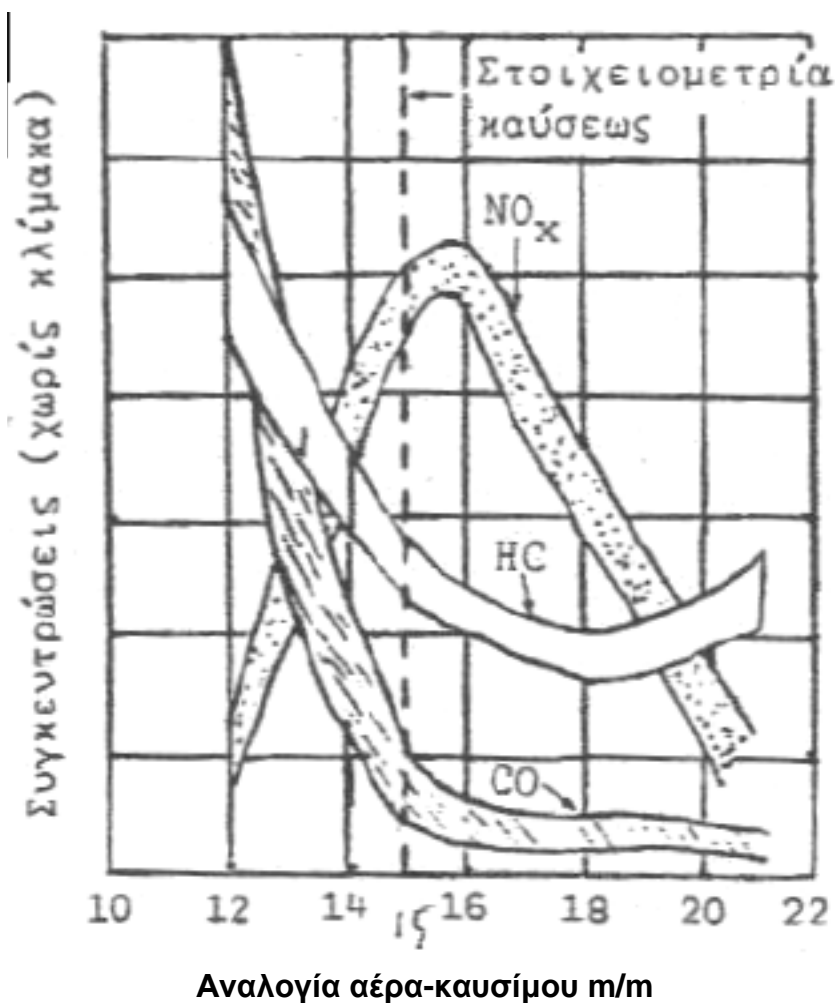
**Σχήμα 4.2** Επίδραση της αναλογίας αέρα καυσίμου στο σχηματισμό σε δύο διαφορετικές θερμοκρασίας  $t_1$  και  $t_2$

Υπάρχουν τρεις τρόποι αντιμετώπισης των εκπομπών CO:

#### 4.3.1 Έλεγχος του μίγματος αέρα - καυσίμου

Ο έλεγχος των εκπομπών ρύπων της μηχανής εσωτερικής καύσης δεν είναι εύκολη διαδικασία. Τα αυτοκίνητα εκπέμπουν στην ατμόσφαιρα κυρίως καπνό, H, NO, O και P. Η ποσότητα εκπομπής των ρύπων H, NO και O ελέγχεται από τις συνθήκες καύσεως, αλλά δεν υπάρχουν συνθήκες που να βελτιώνουν κατά την αυτή φορά την εκπομπή και των τριών ρύπων.

Με την αύξηση της αναλογίας αέρα καυσίμου στις μηχανές εσωτερικής καύσεως, μειώνεται η εκπομπή του O (και των H), αυξάνεται η εκπομπή του NO και στη στοιχειομετρική αναλογία καύσεως (πλήρης καύση) προσεγγίζεται, το ελάχιστο εκπομπής του (και μερικώς των H, αλλά και το μέγιστο εκπομπής των NO(ανεπιθύμητοι και επικίνδυνοι ρύποι). Περαιτέρω αύξηση της αναλογίας αέρα-καυσίμου, μειώνει την εκπομπή NO, αυξάνει την έκλυση H, παραμένει όμως αμετάβλητη η έκλυση .



**Σχήμα 4.3** Παραστατικές καμπύλες εκπομπής CO, NO, HC, σε συνάρτηση του λόγου αερακαυσίμου στις μηχανές εσωτερικής καύσης

Ο έλεγχος της λειτουργίας της μηχανής, ώστε να λειτουργεί κοντά στις συνθήκες πλήρους καύσεως, έχει το πλεονέκτημα της οικονομίας καυσίμων και ελαττώσεως των εκπομπών HC και CO, αλλά παραμένει προς αντιμετώπιση το πρόβλημα των εκπομπών NO, που είναι σημαντικότερο στη δημιουργία της φωτοχημικής ρυπάνσεως.

#### 4.3.2 Οξείδωση των καυσαερίων

Και μετά τη ρύθμιση της καλής λειτουργίας της μηχανής εσωτερικής καύσεως παραμένει για αντιμετώπιση το θέμα της περαιτέρω ελάττωσης των εκπομπών αλλά και των HC. Γενική αρχή είναι να οξειδωθεί το προς (αλλά και οι HC) έξω από τη μηχανή εσωτερικής καύσεως και πριν τα αέρια αφεθούν ελεύθερα στο περιβάλλον. Αυτή η αρχή εφαρμόζεται με την τοποθέτηση ειδικών αντιδραστήρων στο αυτοκίνητο, μετά τη μηχανή εσωτερικής καύσεως και πριν από την εξάτμιση του αυτοκινήτου.

Υπάρχουν δύο τύποι αντιδραστήρων, ο θερμικός και ο καταλυτικός.

α) Ο **θερμικός μετατροπέας**, που είναι θάλαμος καύσεως υψηλής θερμοκρασίας, είναι προσαρμοσμένος στη μηχανή εσωτερικής καύσεως. Καθώς τα καυσαέρια εξέρχονται από τη μηχανή εσωτερικής καύσεως, εισρέει αέρας στο θάλαμο και επιτυγχάνεται πλήρης καύση του CO με ταυτόχρονη θέρμανση σε υψηλότερη θερμοκρασία. Το μειονέκτημα είναι το κόστος του μετατροπέα, ο οποίος πρέπει να είναι κατασκευασμένος από υλικά αντοχής στην υψηλή θερμοκρασία και στη διάβρωση, καθώς και από ένα σύστημα ταχείας θερμάνσεως του θαλάμου.

β) Ο **καταλυτικός μετατροπέας** δρα παρομοίως, με τη διαφορά ότι η οξείδωση γίνεται παρουσία καταλύτη σε χαμηλότερη θερμοκρασία. Το πρόβλημα πάλι είναι το κόστος και η διάρκεια ζωής του καταλύτη. Για πρακτικούς και οικονομικούς λόγους ο μετατροπέας πρέπει να έχει διάρκεια ζωής για 50.000 km. Επιπλέον ο καταλυτικός μετατροπέας έχει το μειονέκτημα ότι "δηλητηριάζεται" από το μόλυβδο της βενζίνης και συνεπώς τα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα με καταλυτικό μετατροπέα απαιτούν βενζίνη χωρίς αντικροτικά (τετραθυλιούχο μόλυβδο κ.ά.) και συνεπώς η απόδοση των αυτοκινήτων είναι μικρότερη.

#### 4.3.3 Αλλαγή καυσίμου

Ένας άλλος τρόπος αντιμετώπισης των εκπομπών του CO από τα αυτοκίνητα είναι η αντικατάσταση της βενζίνης με άλλο καύσιμο που να δίδει καυσαέρια με μικρότερη συγκέντρωση σε CO. Τέτοια καύσιμα που προτείνονται, είναι τα **υγροποιημένα αέρια**, μείγμα προπανίου βουτανίου, το φυσικό αέριο και οι αλκοόλες.

Στον πίνακα παρακάτω παρέχονται συγκριτικά οι συγκεντρώσεις των καυσαερίων σε CO και HC από διάφορα καύσιμα. Όπως φαίνεται, από τον πίνακα, τα καυσαέρια από την καύση υγραερίου περιέχουν μικρότερες συγκεντρώσεις, αλλά σε αυτοκίνητα ισχύος αυξάνονται οι εκπομπές HC στα καυσαέρια. Επίσης έχει αναφερθεί από άλλες μελέτες ότι με την καύση υγραερίου εκπέμπονται, άλλοι

οργανικοί ρύποι, που αυξάνουν τη φωτοχημική ρύπανση. Το αυτό ισχύει και με την καύση αλκοολών κατά την οποία παράγονται αλδεΐδες, που είναι τοξικές ουσίες και επιπροσθέτως ευνοούν τη φωτοχημική ρύπανση.

ΣΤΡΟΦΕΣ ANA min	ΙΠΠΟΔΥΝΑΜΗ ΣΤΟΥΣ ΤΡΟΧΟΥΣ		ΚΑΥΣΑΕΡΙΑ			
			BENZINΗ		LPG	
	BENZINΗ	LPG	CO,%	HO, rpm	CO,%	HO, rpm
4200	60	57	8	200	4,5	200
3750	55	51	7	200	5	200
3200	48	44	8	300	6	200
2600	39	37	5	400	6	220
2100	30	28,5	6	200	6	200
1600	22	20	5,8	200	4,5	220



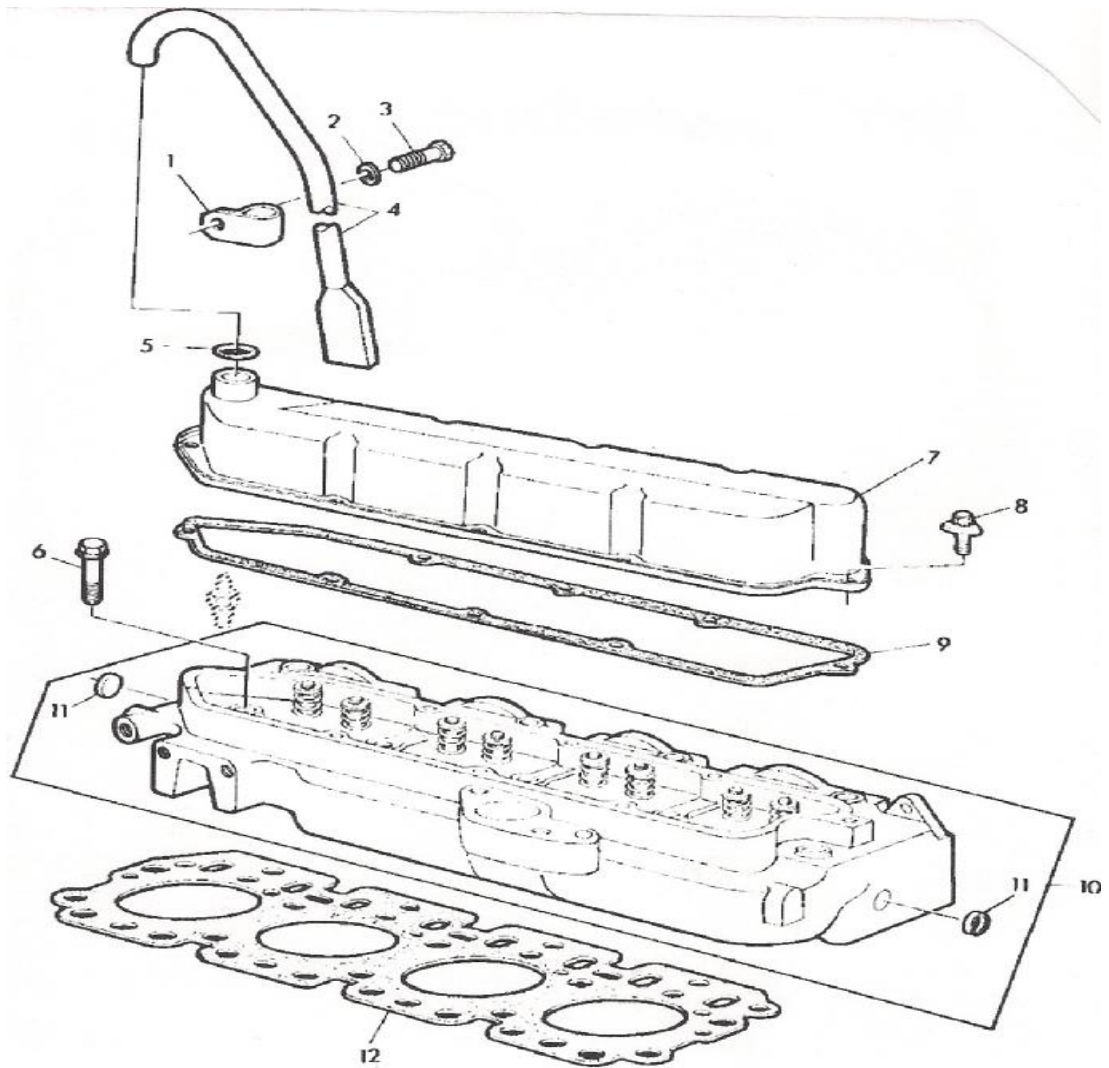
## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΠΡΑΓΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ Μ.Ε.Κ. ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΓΙΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΙΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΚΑΙ ΜΕΙΩΣΗ ΡΥΠΩΝ**

**Πραγματοποίηση επισκευής Μ.Ε.Κ με καύσιμο diesel καθώς και επιμέτρηση λειτουργίας της για την εξοικονόμηση καυσίμου και την μείωση των ρύπων προς το περιβάλλον**

Όπως αναφέρεται και στον τίτλο της εργασίας η πειραματική επισκευή γίνεται με σκοπό να κατανοήσουμε τη λειτουργία ενός κινητήρα, να μάθουμε τα μέρη του(από τη αποτελείται) και επιπλέον να καταφέρουμε μέσω της επισκευής, την εξοικονόμηση του καυσίμου και την μείωση των ρύπων προς το περιβάλλον.

Το αγροτικό μέσο με το οποίο θα ασχοληθούμε είναι ένα τρακτέρ όπου ο κινητήρας του είναι DIESEL 4 κύλινδρος τούρμπο με 8 βαλβίδες και το μοντέλο είναι JOHN DEERE 2140, χρονολογίας 84. Για την πραγματοποίηση και την απόδειξη του πειράματός μας θα πάρουμε μετρήσεις από το μηχάνημα που βγάζουν κάρτα καυσαερίων τα I.X είτε είναι βενζινοκίνητα είτε diesel. Το μηχάνημα αυτό είναι το νεφελόμετρο, που όπως αναφέραμε σε προηγούμενο κεφάλαιο μετράει τη θολερότητα.

Ο ιδιοκτήτης του τρακτέρ αναγκάστηκε να φέρει το τρακτέρ στο συνεργείο γιατί του παρουσίασε κάποια σημαντικά προβλήματα. Η καμένη φλάντζα κεφαλής ήταν το κυριότερο απ' αυτά. Έχοντας αυτή τη φλάντζα καμένη, κατά τη συμπίεση στο χώρο καύσης ένα μέρος αυτής χάνεται και πηγαίνει στη διαδρομή του νερού με αποτέλεσμα να βγαίνουν φυσαλίδες στο πάνω μέρος του ψυγείου. Να πούμε εν συντομία ότι η κυκλοφορία του ψυκτικού υγρού που βρίσκεται στον κινητήρα δεν κυκλοφορεί μόνο εκεί αλλά ψύχει και το καπάκι της μηχανής. Το άλλο πρόβλημα ήταν ότι έκαιγε λάδια ο κινητήρας και αυτό σήμαινε άσκοπη κατανάλωση, φόβος να μην καεί η μηχανή και υπερβολικοί ρύποι προς το περιβάλλον. Αυτό μπορεί να συνέβαινε είτε γιατί τα ελατήρια του κυλίνδρου ήταν ταλαιπωρημένα και δουλεμένα, είτε γιατί οι οδηγοί από τις βαλβίδες, που μπορεί να είναι πρεσαριστεί και ο λαιμός της βαλβίδας να δουλεύει μέσα στον οδηγό ή να υπάρχουν τσιμουχάκια και ο λαιμός της βαλβίδας να δουλεύει μέσα σ' αυτά, να ήταν φαγωμένοι.

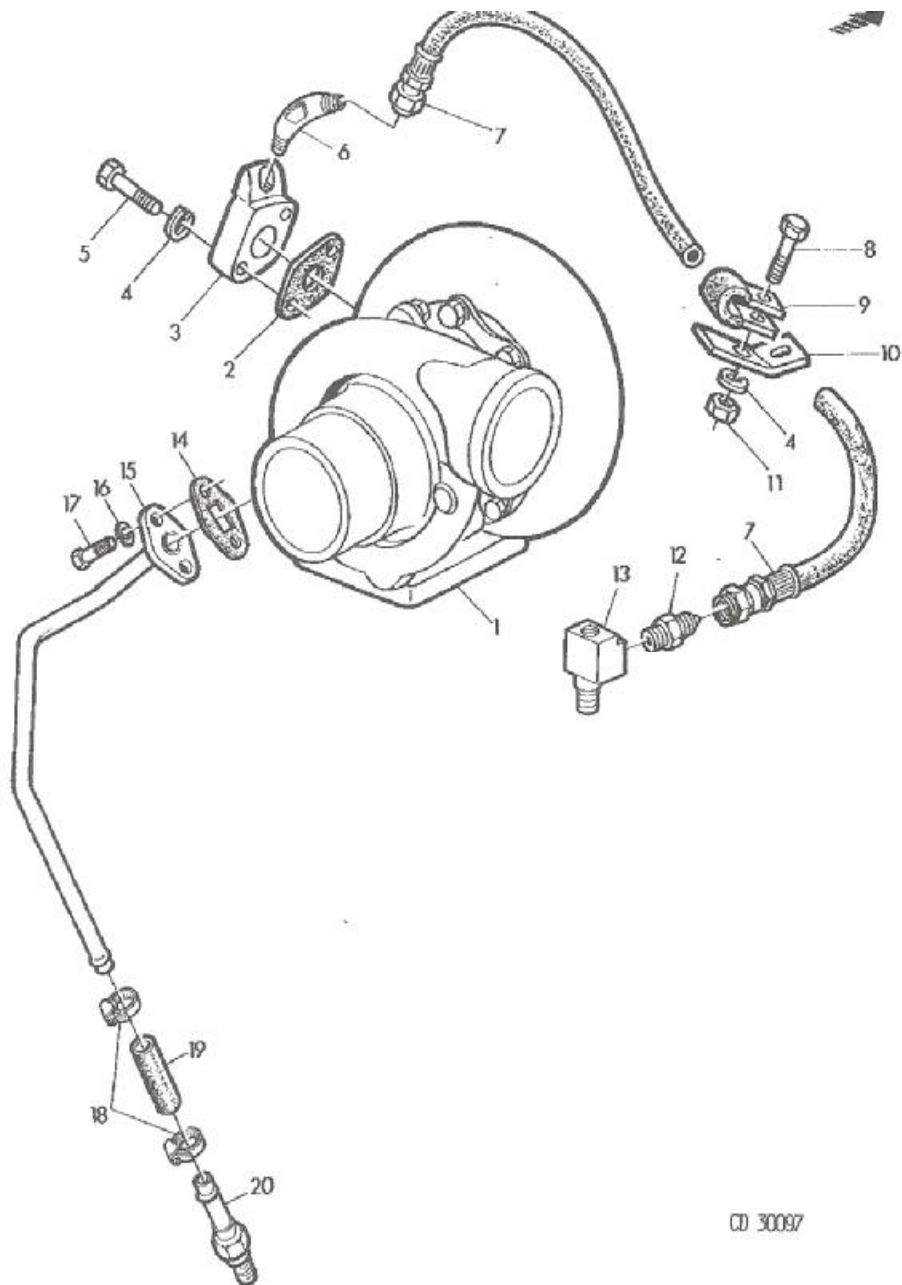


1	ΛΑΜΑΚΙ ΣΤΗΡΙΓΜΑΤΟΣ ΣΩΛΗΝΑΣ
2	ΡΟΔΕΛΑ
3	ΒΙΔΑ
4	ΣΩΛΗΝΑΣ ΑΝΑΘΗΜΙΑΣΕΩΝ
5	ΛΑΣΤΙΧΑΚΙ
6	ΒΙΔΕΣ ΚΑΠΑΚΙΟΥ
7	ΚΑΛΥΜΑ ΒΑΛΒΙΔΩΝ
8	ΒΙΔΕΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΚΑΛΥΜΑΤΟΣ
9	ΦΛΑΝΤΖΑ ΚΑΛΥΜΑΤΟΣ
10	ΚΕΦΑΛΗ
11	ΤΑΠΕΣ ΝΕΡΟΥ
12	ΦΛΑΝΤΖΑ ΚΕΦΑΛΗΣ

Σχήμα 5.1 Κεφαλή και φλάντζα κεφαλής

Μετά την καταγραφή των συγκεκριμένων προβλημάτων, πηγαίνουμε το τρακτέρ για την αρχική μέτρηση. Το βάζουμε δίπλα στο νεφελόμετρο και συνδέουμε το ένα μέρος στην εξάτμιση και το άλλο στον κορμό της μηχανής για να έχουμε τη σωστή θερμοκρασία. Παίρνουμε τρεις μετρήσεις και από εκεί επιλέγουμε το μέσο όρο ο οποίος στο συγκεκριμένο τρακτέρ είναι 0,28 m-1.

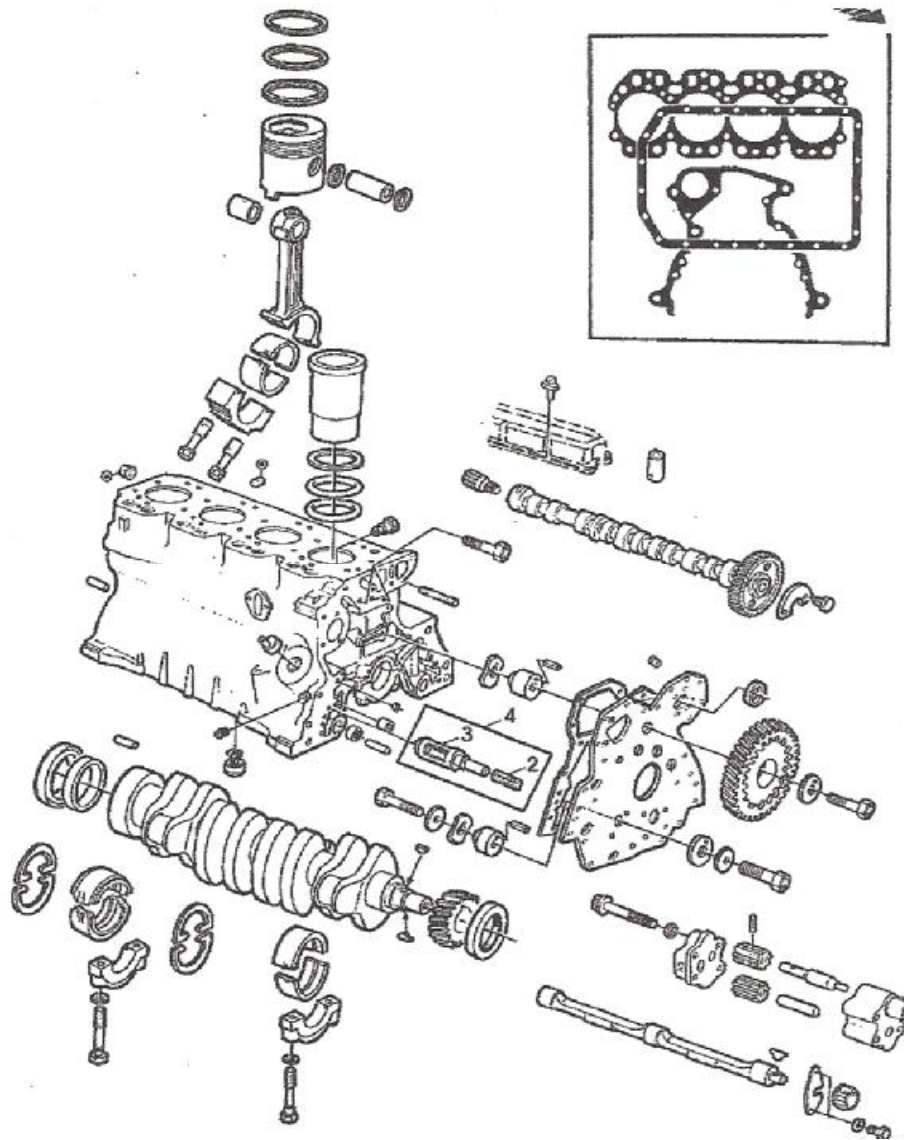
Αφού πήραμε το αποτέλεσμα της μέτρησης ,επιστρέφουμε στο συνεργείο και ξεκινάμε την επισκευή. Για να ξεχωρίσουμε τον κινητήρα από το υπόλοιπο μέρος πρέπει να κόψουμε το τρακτέρ σε 3 μέρη. Ξεκινάμε αφαιρώντας το μπροστινό μέρος. Για να γίνει αυτό αφαιρούμε κάποιες καλωδιώσεις, σωληνάκια πετρελαίου και λαδιού .Αποκολλώντας το μπροστινό μέρος και έχοντας είδη σταθεροποιήσει τη μηχανή ξεκινάμε να την απομακρύνουμε από τις τροχαλίες, τους ιμάντες, την τρόμπα νερού και το δυναμό. Αφήνουμε για την ώρα το μπροστινό μέρος και συνεχίζουμε με το καπάκι της κεφαλής, από το οποίο αφαιρούμε το σωλήνα αναθυμιάσεως, την πολλαπλή μαζί με την τουρμπίνα και τις σωληνώσεις τις(σωλήνας πίεσεως λαδιού και επιστροφής)καθώς και την εισαγωγή του αέρα. Επιπλέον αφαιρούμε την πιανόλα, τα κοκοράκια, τα ωστήρια, τις βέργες και βγάζουμε το καπάκι για να δούμε πού είναι καμένη η φλάντζα. Ανακαλύπτουμε πώς ο κορμός της μηχανής και το καπάκι κεφαλής είναι σε κακή κατάσταση και θα χρειαστούν πλάνισμα. Για να συμβεί αυτό πρέπει το καπάκι της κεφαλής να αποκολληθεί από τις βαλβίδες και τα μπεκ, έτσι ώστε να γίνει το πλάνισμα αλλά και να ανοιχθούν οι οδηγοί για να περαστούν καινούριες και μεγαλύτερης διαμέτρου βαλβίδες στο λαιμό τους. Τα μπεκ μετά την αφαίρεση τους, τα πηγαίνουμε στον τρόμπα για να μετρήσει τις ατμόσφαιρες. Η τιμή των ατμοσφαιρών για τους εγχυτήρες της JOHN DEERE,όταν αυτοί βρίσκονται σε σωστή λειτουργία, υπολογίζεται στα 230 bar.Το αποτέλεσμα όμως της μέτρησης των δικών μας μπεκ ήταν 180 bar,αυτό σήμαινε πως ο ψεκασμός δε γινόταν σωστά, δηλαδή με τη μορφή νέφους, αλλά με μορφή υγρού και έτσι θα χρειαστούν αντικατάσταση.



CD 30097

**Σχήμα 5.2** Τουρμπίνα Τρακτέρ

Έχοντας ελέγξει πλήρως το καπάκι της κεφαλής συνεχίσαμε με την αφαίρεση του κινητήρα από το πίσω μέρος του τρακτέρ, με σκοπό να γίνει έλεγχος στο κορμό. Ο κορμός αποτελείται από τα έμβολα, τις μπιέλες, το στρόφαλο με τα καβαλέτα, τον εκκεντροφόρο, το καθρέφτη με τα γρανάζια, τα αντίβαρα και το σύστημα μετάδοσης κίνησης(βολάν και πλατό) τα οποία πρέπει με τη σειρά τους να αφαιρεθούν από τον κινητήρα και να ελεγχθούν.



**Σχήμα 5.3** Τα μέρη ενός κινητήρα

Αφού είχαμε απομονώσει τον κορμό από μέρη που τον αποτελούν, τον πήγαμε για ρεκτιφιέ. Εκεί οι ειδικοί έλεγξαν το πάνω μέρος του όπου μπαίνει και η φλάντζα κεφαλής και τον στρόφαλο για να δουν κατά πόσο ήταν φθαρμένος καθώς και τα εμβολοχιτώνια μήπως ήταν αναμμένα.

Μετά από τις απαραίτητες ενέργειες και τις ειδικές μετρήσεις που έκαναν στα παραπάνω εξαρτήματα διαπίστωσαν ότι ο στρόφαλος δεν ήταν φθαρμένος παρά μόνο τα μέταλλα του, έτσι χρειάστηκε να αλλάξουμε μία σειρά μέταλλα στα καβαλέτα του στροφάλου και μία σειρά μέταλλα στις μπιέλες. Τα σημεία που λιπαίνεται ο κινητήρας είναι ο στρόφαλος, ο πείρος του εμβόλου, ο εκκεντροφόρος, τα ωστήρια και το καπάκι της μηχανής. Η πίεση από την τρόμπα λαδιού ήταν 4,5 με 5 bar, έτσι εάν δεν αντικαθιστούσαμε τα μέταλλα ένα μέρος της πίεσης του λαδιού θα χανόταν και το λάδι δεν θα ήταν επαρκές για να φτάσει στα ψηλά σημεία.

Τα εμβολοχιτώνια δεν ήταν σε καλή κατάσταση και ειδικά τα χιτώνια τα οποία από την διαδρομή των ελατηρίων είχαν φθαρεί, έτσι αναγκαστήκαμε να ανεβάσουμε τα κυβικά της μηχανής κάνοντας ρεκτιφιέ στο ίδιο το χιτώνιο 0,5mm και αυτά που αλλάχτηκαν ολοκληρωτικά ήταν τα έμβολα με τα ελατήρια. Ο κορμός της μηχανής χρειάστηκε τελικά πλάνισμα 0,2mm ,έτσι σε συνδυασμό αυτών των δύο δηλαδή η αύξηση των κυβικών και το ανέβασμα της συμπίεσης μας έδωσαν ένα πολύ καλό αποτέλεσμα. Αυτό ήταν αναμενόμενο διότι κάναμε τους παρακάτω υπολογισμούς και για την συμπίεση και για τα κυβικά της μηχανής.

**Κυβισμός πετρελαιοκινητήρα  $V_H$  σε  $cm^3$  (πριν την επισκευή)**

- Τύπος:  $VH=Vh*z$  ,  $Vh=(\pi*d^2/4)*H$   $cm^3$

$$\pi=3,14$$

$$d=101 \text{ mm}$$

$$H=13,7 \text{ cm}$$

$$z=4$$

$$V_h=(3.14*10.1^2/4)*13.7 =1097.06cm^3 , V_H =1097.06*4=4388.26 \text{ cm}^3$$

**Κυβισμός πετρελαιοκινητήρα  $V_H$  σε  $cm^3$  (μετά την επισκευή)**

$$\pi=3,14$$

$$d=101,5 \text{ mm}$$

$$H=13,65 \text{ cm}$$

$$z=4$$

$$V_h=(3.14*10.15^2/4)*13.65 =1103.92cm^3 , V_H=1103.92*4=4415.7 \text{ cm}^3$$

Για το **βαθμό συμπίεσης** έχουμε τον εξής τύπο:  $\epsilon=(V_b+V_c+V_h)/(V_b+V_c)$

$$V_b=46.3 \text{ cm}^3$$

$$V_c=32.03 \text{ cm}^3$$

$$V_h=1097.06 \text{ cm}^3$$

**Συμπίεση** πριν το πλάνισμα:  $\epsilon=(46.3+32.03+1097.06)/(46.3+32.03)=15$

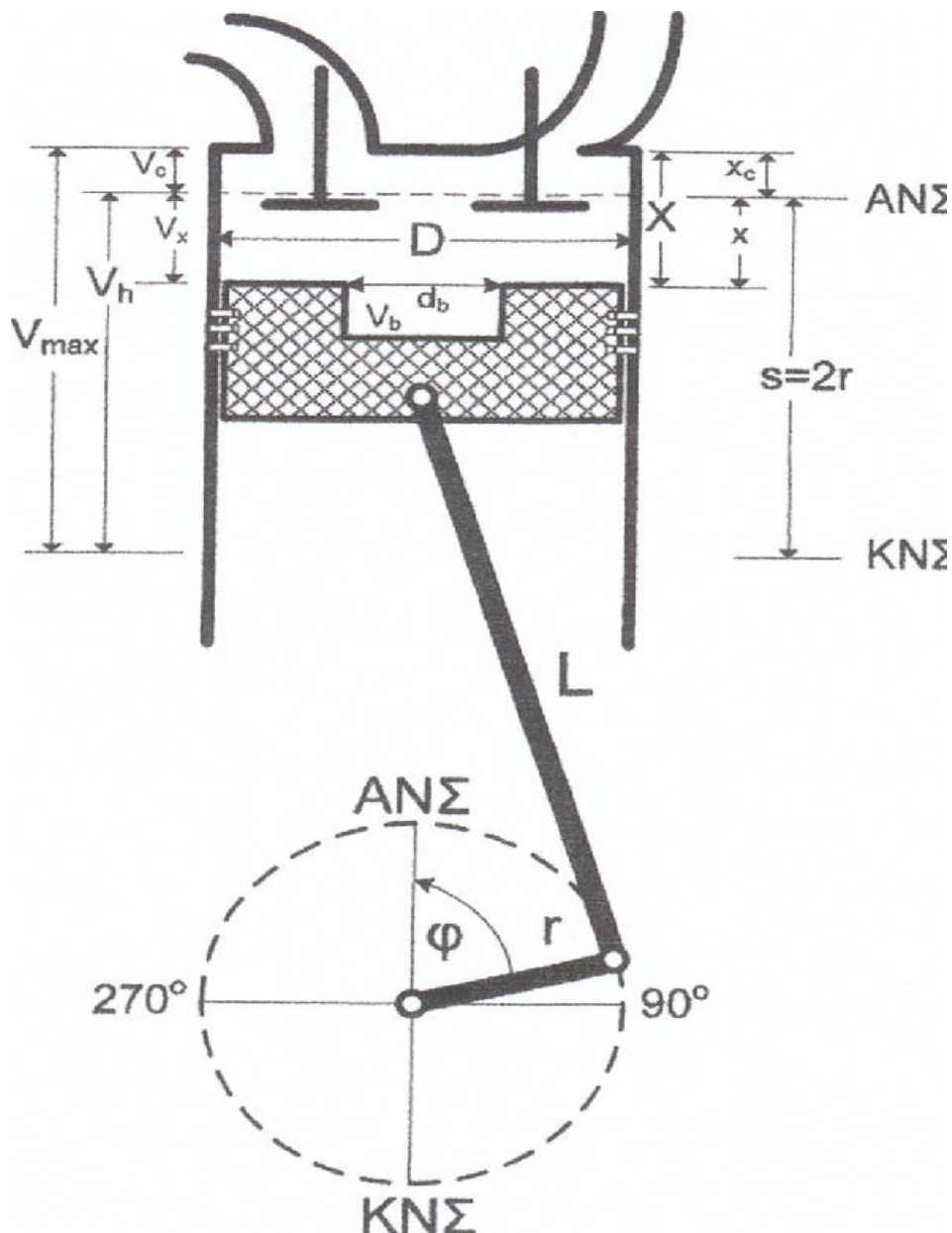
$$V_b=46.3cm^3$$

$$V_c=16.17cm^3$$

$$V_h=1107.95cm^3$$

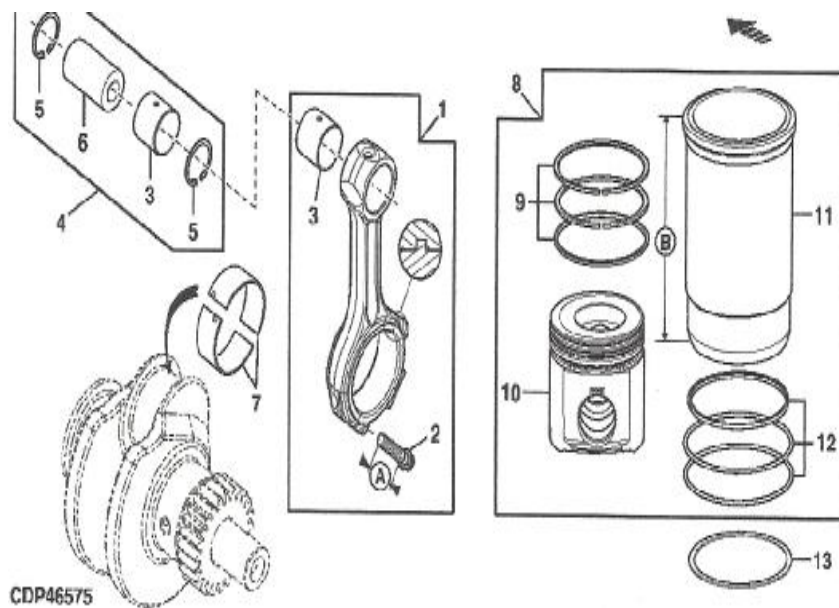
**Συμπίεση** μετά το πλάνισμα:

$$\epsilon=(46.3+16.17+1107.95)/(46.3+16.17)=18.73$$



**Σχήμα 5.4 Γεωμετρικά στοιχεία κινηματικού μηχανισμού εμβόλου-διωστήρα-στροφάλου με έμβολο τύπου κοιλότητας**

Έχοντας τελειώσει από όλες τις απαραίτητες ενέργειες που έπρεπε να γίνουν για να θεωρηθεί ότι το τρακτέρ έχει ελεγχθεί και επισκευαστεί πλήρως, προχωρήσαμε στο δέσιμο της μηχανής. Αυτό που πρέπει να προσέξουμε είναι τα ελατήρια του εμβόλου, έτσι ώστε να αποφύγουμε τη λάθος τοποθέτησή τους. Έπρεπε να προσέξουμε οι εσοχές των ελατηρίων να μην είναι στην ίδια ευθεία. Τα ελατήρια τα οποία ξεκινούν από κάτω προς τα πάνω είναι της λιπάνσεως, η ξύστρα και της συμπίεσης. Για να έχουμε τη συμπίεση που θέλαμε και να μην περνάνε τα λάδια στο χώρο καύσης έπρεπε να τα βάλουμε ανά  $120^\circ$  δηλαδή  $360^\circ/3$ .



2	ΒΙΔΑ ΜΠΙΕΛΑΣ
3	ΔΑΧΤΥΛΙΔΙ ΜΠΙΕΛΑΣ
5	ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ ΠΕΙΡΟΥ ΕΜΒΟΛΟΥ
6	ΠΕΙΡΟΣ
7	ΜΕΤΑΛΛΑ ΜΠΙΕΛΑΣ
9	ΕΛΑΤΗΡΙΑ ΕΜΒΟΛΟΥ
10	ΕΜΒΟΛΟ
11	ΠΟΥΚΑΜΙΣΟ
12	ΛΑΣΤΙΧΑ
13	ΛΑΣΤΙΧΟ ΣΙΛΙΚΟΝΗΣ

**Σχήμα 5.5** Μπιέλα ,έμβολα ,μέταλλα ,χιτώνια.

Κάναμε την αντίθετη διαδικασία από πριν που λύσαμε τον κινητήρα και ύστερα τον τοποθετήσαμε κανονικά. Έπρεπε ακόμα να προσέξουμε τα σημάδια της μηχανής να έρθουν σωστά για το χρόνισμα της μηχανής γιατί αλλιώς θα ήταν αδύνατο να λειτουργήσει και μπορούσε να προκληθεί σοβαρή βλάβη.

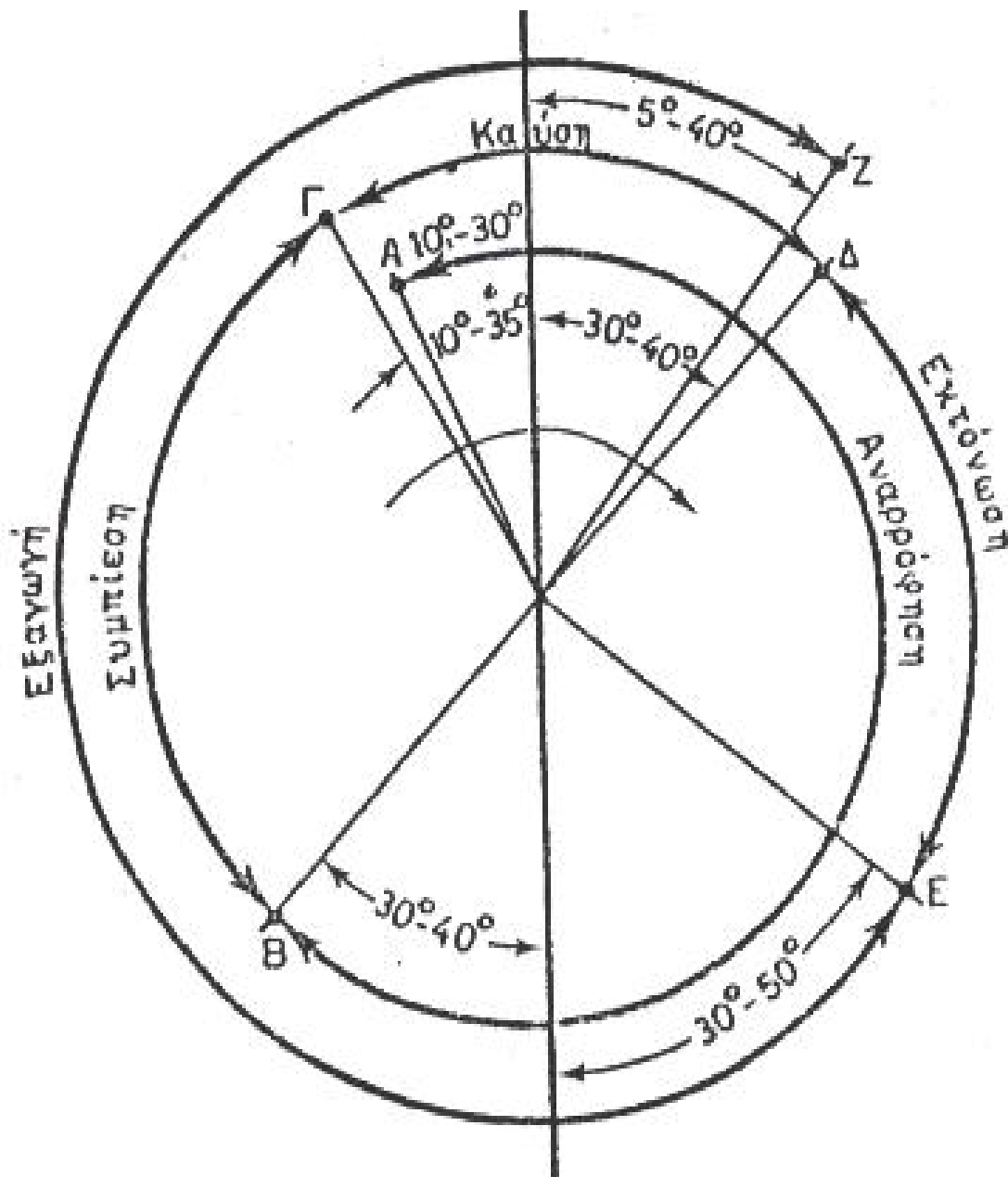
Τέλος σύμφωνα με τη σειρά χρονισμού της μηχανής 1-3-4-2 ρυθμίσαμε τις βαλβίδες με το filler, 35 για την εισαγωγή και 45 για την εξαγωγή.

Έχοντας ολοκληρώσει την επισκευή βάλαμε τα λάδια της μηχανής και το παραφλού στο ψυγείο και βάλαμε μπροστά τον κινητήρα.

Παρατηρήσαμε ότι ο κινητήρας ενώ δούλευε καλά, με το γκάζι που του δίναμε πετούσε υπερβολικό καπνό, αυτό οφειλόταν σε λάθος προπορεία ή αλλιώς αβάνς



(advance) της τρόμπας πετρελαίου. Σαν αρχική ακολουθία λέμε ότι το άνοιγμα και το κλείσιμο των βαλβίδων αλλά και οι εγχυτήρες δεν πραγματοποιούνται όταν το έμβολο βρίσκεται ακριβώς στο ΑΝΣ και στο ΚΝΣ. Πιο αναλυτικά η βαλβίδα εισαγωγής ανοίγει  $10^{\circ}$  έως  $30^{\circ}$  πριν το ΑΝΣ και κλείνει  $30^{\circ}$  έως  $40^{\circ}$  μετά το ΚΝΣ. Η βαλβίδα εξαγωγής ανοίγει  $30^{\circ}$  έως  $50^{\circ}$  πριν το ΚΝΣ και κλείνει  $5^{\circ}$  έως  $40^{\circ}$  μετά το ΑΝΣ. Η έγχυση του καυσίμου ξεκινά  $10^{\circ}$  έως  $35^{\circ}$  πριν το ΑΝΣ και τελειώνει  $30^{\circ}$  έως  $40^{\circ}$  μετά το ΑΝΣ. Σαν αποτέλεσμα αφού είχαμε εντοπίσει ότι είχαμε άλλο αβάνς, στρέψαμε την τρόμπτα  $3^{\circ}$  αριστερά για να της δώσουμε άλλη προπορεία.



**Σχήμα 5.6** Σειρά διεργασιών πραγματικού κύκλου λειτουργίας 4χρονου πετρελαιοκινητήρα

Βάλαμε το τρακτέρ πάλι σε λειτουργία και το αφήσαμε να δουλέψει λίγο για να ζεσταθεί ο κινητήρας, έπειτα ξεκινήσαμε πάλι τις δοκιμές και είδαμε πολύ θετικά αποτελέσματα, τα καυσαέρια από την εξάτμιση ήταν φυσιολογικά. Για να πάρουμε την δεύτερη και τελική μέτρηση από το ιδιωτικό Κ.Τ.Ε.Ο Αγρινίου θα πρέπει να δουλέψει ο κινητήρας περίπου 10 ώρες έτσι ώστε να στρώσουν και να εφαρμοστούν τα ελατήρια μαζί με τα εμβολοχιτώνια.

Πήγαμε το τρακτέρ στο μηχάνημα(νεφελόμετρο) και πήραμε τρεις μετρήσεις. Το εύρος της τιμής είναι 0,09 m-1 και έτσι αποδείξαμε ότι η επισκευή είναι επιτυχής, ότι το τρακτέρ δεν καίει λάδια, ότι τα μπεκ και το αβανς της τρόμπας δούλεψαν τέλεια και ότι άλλες ενέργειες και μετρήσεις κάναμε ήταν σωστά.

### Πιστοποιητικό ελέγχου πριν την επισκευή

<b>Πιστοποιητικό ελέγχου</b>				
Σχετικά με τον έλεγχο εκπομπών				
Βάσει της παραγράφου 47 σχετικά με το παράρτημα Χια και Ιχα StVZO				
<b>Αριθμός επίσημης καταχώρησης 1212</b>				
<b>Όχημα (Μάρκα / μοντέλο)</b>				
Αριθμός κλειδιού κατασκευαστή του σημείου 2 (έγγραφο καταχώρησης οχήματος)				
Αριθμός τύπου κλειδιού ως 3 (από καταχώρηση οχήματος)				
Αριθμός κυκλοφορίας οχήματος				
Τρέχοντα χιλιόμετρα				
	Μονάδα	Ελάχιστη στοχεύσιμη / μέγιστη στοχεύσιμη τιμή	Πραγματική τιμή:	Αποτέλεσμα
<b>Στοχεύσιμες τιμές οχήματος</b>				
RPM ρελαντί	min <sup>-1</sup>	600 / 1000		
RPM κορυφής	min <sup>-1</sup>	1500 / 2500		
Θερμοκρασία λειτουργίας (80)	°C	80		
Τιμή Κ	m <sup>-1</sup>	3,00		
Χρόνος ελέγχου (ΧΕ)	s	1,00		
Μέθοδος ελέγχου	B			
Αριθμός στελέχους	1(10 mm)			
<b>Πραγματικά</b>				

<b>στοιχεία οχήματος</b>					
RPM ρελαντί	min <sup>-1</sup>			880	OK
RPM κορυφής	min <sup>-1</sup>			1580	OK
Θερμοκρασία λειτουργίας (80)	°C			# =80	OK
<b>Ελεύθερη επιτάχυνση</b>		<b>Μέτρηση1</b>	<b>Μέτρηση2</b>	<b>Μέτρηση 3</b>	
RPM ρελαντί (n-ρελαντί)	min <sup>-1</sup>	830	830	-----	OK
RPM κορυφής (n-κορυφή)	min <sup>-1</sup>	1460	1520	-----	Όχι OK
Τιμή K (K)	m <sup>-1</sup>	0.12	0.45	-,----	
Χρόνος επιτάχυνσης (t-B)	s	1.29	0.49	-,----	
Εύρος φάσματος	m <sup>-1</sup>			<b>0,33</b>	OK
Αριθμητική μέση τιμή	m <sup>-1</sup>			<b>0,28</b>	OK
Αξιολόγηση					
Οπτικός έλεγχος	# όχι OK				
Έλεγχος καυσαερίων	πέρασε				
Σφραγίδα έγκρισης	#δεν κατακυρώθηκε				
Εξοπλισμός	MDO2-LON βάση των οδηγιών της έκδοσης 2				

**Πιστοποιητικό ελέγχου μετά την επίσκευή**

<b>Πιστοποιητικό ελέγχου</b>				
Σχετικά με τον έλεγχο εκπομπών				
Βάσει της παραγράφου 47 σχετικά με το παράρτημα Χια και Ιχα StVZO				
<b>Αριθμός επίσημης καταχώρησης 1254</b>				
<b>Όχημα (Μάρκα / μοντέλο)</b>				
Αριθμός κλειδιού κατασκευαστή του σημείου 2 (έγγραφο καταχώρησης οχήματος)				
Αριθμός τύπου κλειδιού ως 3 (από καταχώρηση οχήματος)				
Αριθμός κυκλοφορίας οχήματος				
Τρέχοντα χιλιόμετρα				
	Μονάδα	Ελάχιστη στοχεύσιμη / μέγιστη στοχεύσιμη τιμή	Πραγματική τιμή:	Αποτέλεσμα
<b>Στοχεύσιμες τιμές οχήματος</b>				
RPM ρελαντί	min <sup>-1</sup>	600 / 1000		
RPM κορυφής	min <sup>-1</sup>	1500 / 2500		
Θερμοκρασία λειτουργίας (80)	°C	80		
Τιμή Κ	m <sup>-1</sup>	3.00		
Χρόνος ελέγχου (χε)	s	1.00		
Μέθοδος ελέγχου	B			
Αριθμός στελέχους	1(10 mm)			
<b>Πραγματικά στοιχεία οχήματος</b>				
RPM ρελαντί	min <sup>-1</sup>		880	OK
RPM κορυφής	min <sup>-1</sup>		1580	OK
Θερμοκρασία λειτουργίας (80)	°C		# > =80	OK
<b>Ελεύθερη επιτάχυνση</b>		<b>Μέτρηση1</b>	<b>Μέτρηση2</b>	<b>Μέτρηση 3</b>
RPM ρελαντί (n-	min <sup>-1</sup>	880	880	880
				OK

ρελαντί)					
RPM κορυφής (n-κορυφή)	min <sup>-1</sup>	1520	1520	1870	OK
Τιμή K (K)	m <sup>-1</sup>	0.08	0.09	0.09	
Χρόνος επιτάχυνσης (t-B)	s	0.22	0.46	0.03	
Εύρος φάσματος	m <sup>-1</sup>			<b>0,00</b>	OK
Αριθμητική μέση τιμή	m <sup>-1</sup>			<b>0,09</b>	OK
Αξιολόγηση					
Οπτικός έλεγχος	# όχι OK				
Έλεγχος καυσαερίων	πέρασε				
Σφραγίδα έγκρισης	#δεν κατακυρώθηκε				
Εξοπλισμός	MDO2-LON βάση των οδηγιών της έκδοσης 2				

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Πληροφορίες από το διαδίκτυο [www.google.gr](http://www.google.gr) (Βικιπαίδεια)
- Μπαζάκης Ι. Α. "Γενική Χημεία", Αθήνα.
- Μανωλκίδης Κ., Μπέζας Κ. "Στοιχεία Ανόργανης Χημείας", Έκδοση 14η, Αθήνα 1984.
- Μανωλκίδης Κ., Μπέζας Κ. "Χημικές Αντιδράσεις", Αθήνα 1976.
- Μανωλκίδης Κ., Μπέζας Κ. "Στοιχεία οργανικής χημείας", Έκδοση 13η, Αθήνα 1985.
- Αλεξάνδρου Ν. Ε. "Γενική Οργανική Χημεία, Δομή-Φάσματα-Μηχανισμοί", Τόμοι 1ος και 2ος, Θεσσαλονίκη 1985