



ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ Τ.Ε.Ι.

ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕ ΘΕΜΑ:

ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

Όνοματεπώνυμο: Βογιατζάκης Αντώνιος

Α.Μ.: 4992

Καθηγητής: Θ. Πολύζος

ΗΡΑΚΛΕΙΟ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2015

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	3
2.ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΜΕΚ.....	8
2.1.ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΑΤΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ.....	8
2.2.ΚΥΚΛΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΜΕΚ.....	10
2.2.1.ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ.....	11
2.2.2.ΔΙΧΡΟΝΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ.....	18
3. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΚ.....	21
3.1.ΡΕΚΤΙΦΙΕ ΚΥΛΙΝΔΡΟΚΕΦΑΛΗΣ.....	21
3.2.ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΝΟΧΩΝ ΚΑΙ ΦΘΟΡΑΣ.....	22
3.3.ΑΥΤΟΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΕΣ ΒΑΛΒΙΔΕΣ.....	23
3.4.ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ ΑΥΛΩΝ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ.....	26
3.5.ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΣΗΣ.....	26
4.ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΕΚΑΣΜΟΥ ΣΤΙΣ ΒΕΝΖΙΝΟΜΗΧΑΝΕΣ.....	30
4.1.ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ.....	34
4.2.ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΑ.....	37
4.3.ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ.....	40
5.ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΡΥΠΩΝ.....	44
6.ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΒΛΑΒΩΝ ΣΤΙΣ ΒΕΝΖΙΝΟΜΗΧΑΝΕΣ.....	47
7.ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ.....	49
8.ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ.....	59
9.ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	60

1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

Η πρώτη θερμική μηχανή που αναπτύχθηκε από τον άνθρωπο είναι η «Σφαίρα του Ήρωνος», που φαίνεται στο Σχήμα 1.1. Πρόκειται για σφαίρα με δυνατότητα περιστροφής γύρω από οριζόντιο άξονα που διέρχεται από το κέντρο της. Στο επίπεδο που διέρχεται από το κέντρο της και είναι κάθετο προς τον άξονα περιστροφής, φέρει δύο αντιδιαμετρικούς ακτινικά τοποθετημένους σωλήνες, το ελεύθερο άκρο των οποίων είναι στραμμένο κατά ορθή γωνία, στο ίδιο επίπεδο, αλλά με αντίθετη φορά. Γεμίζοντας τη σφαίρα με νερό και θερμαίνοντας προκαλείται εξάτμιση του νερού και παραγωγή ατμού, ο οποίος τείνει να αυξήσει την πίεση στο εσωτερικό της. Ο ατμός εκτονώνεται μέσω των σωλήνων, εξερχόμενος με κάποια ταχύτητα, η οποία τελικά εξαναγκάζει τη σφαίρα σε περιστροφή.



Σχήμα 1.1: Η «Σφαίρα του Ήρωνος»

Πρόκειται περί θερμικής μηχανής, γιατί η χημική ενέργεια της καύσιμης ύλης που τοποθετείται κάτω από τη σφαίρα μετατρέπεται σε θερμική, προσδίδεται στο εργαζόμενο σώμα, που είναι το νερό στο εσωτερικό της σφαίρας, η εκτόνωση του οποίου μέσω των σωλήνων εξαναγκάζει τη σφαίρα σε περιστροφή, παράγοντας μηχανικό έργο. Ο θάλαμος καύσης αυτής της θερμικής μηχανής είναι η σχάρα, πάνω στην οποία γίνεται καύση, και είναι εντελώς ανεξάρτητος από την ίδια τη θερμική μηχανή.

Οι μηχανές αυτού του τύπου, εκείνες δηλαδή όπου ο θάλαμος καύσης είναι ανεξάρτητος από την διάταξη στην οποία γίνεται η παραγωγή μηχανικού έργου και οι οποίες χρησιμοποιούν κάποιο εργαζόμενο σώμα διαφορετικό από το καυσαέριο που παράγεται από την καύση για την μεταφορά της θερμικής ενέργειας, ονομάζονται μηχανές εξωτερικής καύσης. Στα πρώτα χρόνια της βιομηχανικής εποχής, το σύνολο πρακτικά των μηχανών που χρησιμοποιήθηκαν ήταν μηχανές εξωτερικής καύσης, με κυρίαρχο την ατμομηχανή.

Στον αντίποδα των μηχανών εξωτερικής καύσης βρίσκονται οι μηχανές εσωτερικής καύσης. Οι κύριες διαφορές τους από τις μηχανές εξωτερικής καύσης

είναι αφ' ενός στη χωροταξία, με το θάλαμο καύσης να αποτελεί ενιαία μονάδα με την διάταξη μετατροπής της θερμικής ενέργειας σε μηχανικό έργο και αφ' ετέρου η απουσία εργαζόμενου σώματος.

Η πρώτη ιστορικά μηχανή εσωτερικής καύσης πρέπει να αποδοθεί στον Christian Huygens. Συγκεκριμένα ο Huygens το 1678 πρότεινε μια διάταξη που θα χρησιμοποιούσε ως καύσιμο την πυρίτιδα και θα μπορούσε να θεωρηθεί ως πρόδρομος των σημερινών μηχανών εσωτερικής καύσης. Η πρόταση αυτή όμως ποτέ δεν υλοποιήθηκε. Μέχρι το 1860 που χρησιμοποιήθηκε η μηχανή εσωτερικής καύσης για πρώτη φορά σε όχημα, η κίνηση των οχημάτων γινόταν με ατμομηχανές. Το πρώτο ατμοκίνητο όχημα ήταν του μηχανικού Nicholas Cugnot, το 1769. Το όχημα αυτό ήταν τρίκυκλο με ένα τεράστιο καζάνι εμπρός από τον εμπρόσθιο τροχό του, Σχήμα 1.2.



Σχήμα 1.2: Το ατμοκίνητο όχημα του Cugnot (1769)

Εξ' αιτίας του βάρους του, η οδήγηση ήταν πολύ δύσκολη, ενώ η ταχύτητά του έφτανε τα 3 χιλιόμετρα ανά ώρα. Επιπλέον χρειαζόταν πολύς χρόνος ώσπου να θερμανθεί και να βράσει το νερό, ώστε να μπορεί να κινηθεί το όχημα.

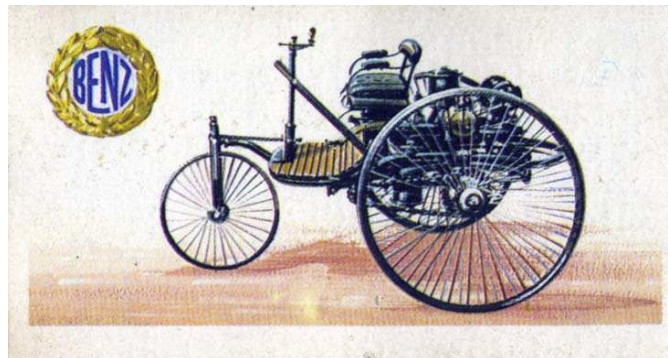
Επί ενάμισι αιώνια, οι ατμομηχανές παρήγαγαν τον ατμό έξω από το σύστημα, στο οποίο έδιναν κίνηση. Η πρώτη μηχανή εσωτερικής καύσης που λειτούργησε ικανοποιητικά κατασκευάστηκε από τον Jean-Joseph-Etienne Lenoir, ένα Γάλλο εφευρέτη γεννημένο στο Βέλγιο, και έζησε από το 1822 έως το 1900. Η μηχανή αυτή χρησιμοποιούσε ως καύσιμο ένα μίγμα από κάρβουνο, φωταέριο και αέρα. Το 1860, ο Lenoir τοποθέτησε μια τέτοια μηχανή σε ένα μικρό όχημα και έτσι δημιούργησε μια «άμαξα χωρίς άλογα». Υπήρχαν ήδη τέτοιες άμαξες που κινούνταν με ατμό, αλλά το όχημα του Lenoir ήταν πιο μικρό και είχε καλύτερη οδική συμπεριφορά. Εν τούτοις, η μηχανή εσωτερικής καύσης του Lenoir είχε πολύ χαμηλή απόδοση.

Το 1862, ο Beau de Rochas (1815-1893) δημοσίευσε μια κριτική της μηχανής του Lenoir, στην οποία για πρώτη φορά ανέφερε την δυνατότητα διαχωρισμού του κύκλου λειτουργίας σε ανεξάρτητες φάσεις, αναφέρθηκε δηλαδή στην αρχή λειτουργίας του σημερινού τετράχρονου κινητήρα. Επίσης σχολιάζοντας την

αυξημένη κατανάλωση καυσίμου της συγκεκριμένης μηχανής, την απέδωσε στην απουσία συμπίεσης του μίγματος πριν από την καύση. Πρότεινε εξ άλλου την ιδέα της μεγιστοποίησης του όγκου του κυλίνδρου, με ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση της ψυχόμενης επιφάνειας αυτού, σε μια προσπάθεια μείωσης των απωλειών θερμότητας του κυλίνδρου.

Ο Αυστριακός Siegfried Marcus έκανε πειράματα με μηχανές που χρησιμοποιούσαν ως καύσιμο τη βενζίνη. Ο Marcus τοποθέτησε μια μηχανή πάνω σε μια χειράμαξα το 1864 και η κατασκευή αυτή θα πρέπει να θεωρηθεί ως το πρώτο βενζινοκίνητο αυτοκίνητο. Η πρώτη, όμως, μηχανή με βενζίνη που ήταν αρκετά αποδοτική ώστε να διαδοθεί ευρέως, θα κατασκευαζόταν την επόμενη δεκαετία. Ο Γερμανός μηχανικός Nikolaus August Otto (1832-1891), κατασκεύασε μια τροποποιημένη μορφή κινητήρα, στην οποία το έμβολο προκαλούσε την κίνηση. Ο Otto κατασκεύασε μια τέτοια τετράχρονη μηχανή το 1876, με βελτιωμένη αλλά όχι ικανοποιητική απόδοση. Ο κινητήρας Otto, όπως ονομάστηκε, αποτελούσε μια τεράστια βελτίωση σε σχέση με τη μηχανή του Lenoir και γρήγορα διαδόθηκε η χρήση του. Η σχεδίαση και η φιλοσοφία του κινητήρα αυτού αποτέλεσαν τη βάση των σημερινών εξελιγμένων μηχανών εσωτερικής καύσης.

Λίγα χρόνια αργότερα, στις αρχές του 1855, ο Γερμανός μηχανολόγος μηχανικός Carl Friedrich Benz (1844-1929) κατασκεύασε, τον πρώτο πραγματικά αποδοτικό βενζινοκινητήρα εσωτερικής καύσης, τον οποίο τοποθέτησε σε ένα όχημα δικής του κατασκευής. Το όχημα αυτό του Benz (Σχήμα 1.3), ήταν το πρώτο εύχρηστο αυτοκίνητο με βενζινοκίνητη μηχανή εσωτερικής καύσης και είχε τρεις τροχούς, όμοιους με εκείνους του ποδηλάτου, ενώ ανέπτυξε ανώτατη ταχύτητα 15 χιλιομέτρων την ώρα και αποτέλεσε τον προάγγελο των μετέπειτα εξελίξεων.

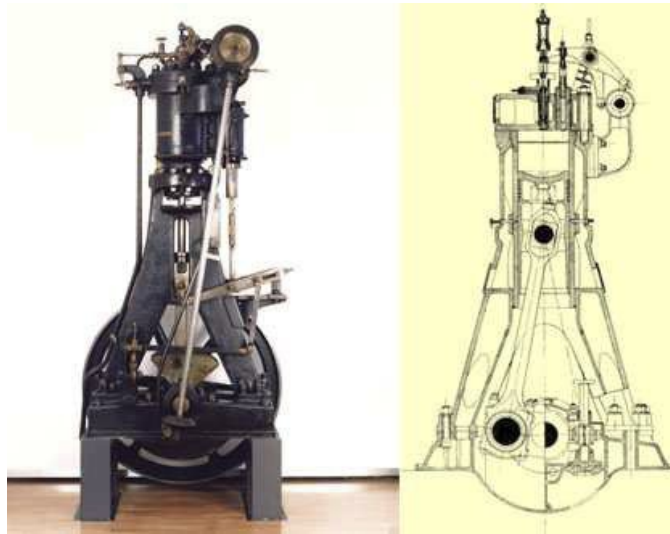


Σχήμα 1.3: Το τρίτροχο αυτοκίνητο του Benz

Μια βελτιωμένη μηχανή παρουσιάστηκε στο Brayton στις ΗΠΑ, το 1872 και εισήχθη στην Μ. Βρετανία το 1876. Χρησιμοποιούσε ως καύσιμο βαρύ πετρέλαιο και κηροζίνη, με σημείο βρασμού στην περιοχή των 150°C. Η πρώτη εμπορικά επιτυχής κατασκευή με υγρό καύσιμο ήταν αυτή των αδελφών Priestman το 1888.

Χρησιμοποιούσε διατάξεις εκνέφωσης του καυσίμου και εξαμιστήρα, αξιοποιώντας για την εξαίμιση την θερμότητα των καυσαερίων.

Πραγματική επανάσταση στις μηχανές υγρού καυσίμου έφερε ο Dr. Rudolf Diesel όταν το 1892 κατέθεσε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας (No 7241) στο οποίο και έθεσε τις βάσεις για τον σύγχρονο πετρελαιοκινητήρα υψηλής απόδοσης, που πρακτικά λειτουργεί μέχρι σήμερα. Η εργασία του ήταν αρχικά θεωρητική, τις ιδέες του όμως υλοποίησε σε συνεργασία με την εταιρία Augsburg Krupp στο Essen της Γερμανίας. Μια από τις πρώτες κατασκευές φαίνεται στο Σχήμα 1.4. Πρόκειται για τετράχρονο, μονοκύλινδρο, κατακόρυφο κινητήρα.



Σχήμα 1.4: Η μηχανή του R. Diesel

Ήταν εξοπλισμένος με μια μικρή αντλία αέρα και με αντλίες καυσίμου. Η πίεση αέρα ήταν της τάξης των 35-50 bar, γεγονός που οδηγούσε σε ικανοποιητικό διασκορπισμό του καυσίμου. Η ρύθμιση φορτίου του κινητήρα γίνονταν είτε με διαφοροποίηση της διάρκειας έγχυσης καυσίμου είτε με διαφοροποίηση της πίεσης αέρα. Ο συνολικός βαθμός απόδοσης των κατασκευών αυτών στην περίοδο 1897-1903 ήταν στην περιοχή 27,5-32,5%, με μηχανικούς βαθμούς απόδοσης στην περιοχή 75-80%.

Ο κινητήρας αυτός κυριάρχησε γρήγορα στην αγορά της εποχής, ενώ αναπτύχθηκαν και διάφορες παραλλαγές του (δίχρονος, υπερπληρούμενος, διπλής δράσης τετράχρονος). Κατασκευάστηκαν κινητήρες διαφόρων μεγεθών, με μέγιστη ισχύ 700-1700 PS ανα κύλινδρο, σε μια προσπάθεια ανταγωνισμού της μέχρι τότε κυρίαρχης μηχανής, δηλαδή της ατμομηχανής. Τα κύρια πλεονεκτήματά τους έναντι των ατμομηχανών ήταν η σημαντική οικονομία καυσίμου, η απουσία λέβητα/καυστήρα και του αντίστοιχου προσωπικού για την τροφοδοσία με καύσιμο και η χρήση υγρού καυσίμου, που αποθηκεύεται και διαχειρίζεται ευκολότερα από τον άνθρακα των ατμομηχανών.

Η ευρεία αποδοχή των μηχανών εσωτερικής καύσης επέτρεψε να διατεθούν περισσότεροι πόροι για την ανάπτυξή τους, η φιλοσοφία κατασκευής και σχεδίασης να απαλλαχθεί τελείως από την επίδραση των ατμομηχανών, και να φτάσουμε έτσι σταδιακά στην πλήρη πρακτικά επικράτηση τους. Ταυτόχρονα, η πρόοδος της τεχνολογίας των καυσίμων επέτρεψε την παραγωγή της βενζίνης, οπότε, υιοθετώντας τις βασικές κατασκευαστικές αρχές του κινητήρα του Diesel, εμφανίστηκαν οι βενζινομηχανές. Η γενική πρόοδος της τεχνολογίας των μηχανών, σε συνδυασμό με την ανάπτυξη των βενζινοκινητήρων επέτρεψε να ξεπεραστεί γρήγορα ο περιορισμός του αριθμού στροφών, που όπως αναφέρθηκε ήταν ένα από τα κύρια μειονεκτήματα των μηχανών του Diesel.

Ας σημειωθεί, πάντως ότι η εκκίνηση του κινητήρα των αυτοκινήτων γινόταν ακόμη και μέχρι το 1911, με ένα χειροστρόφαλο (μανιβέλα) που εισαγόταν στο πρόσθιο μέρος του αυτοκινήτου και περιέστρεφε τον ρότορα. Η περιστροφή αυτή, βέβαια χρειαζόταν μεγάλη προσπάθεια. Επί πλέον, όταν άρχιζε να λειτουργεί ο κινητήρας, ο χειροστρόφαλος περιστρεφόταν με μεγάλη ταχύτητα και υπήρχε κίνδυνος να προκαλέσει κατάγματα στα χέρια του ανθρώπου που τον χειριζόταν. Το 1911, ο Αμερικάνος εφευρέτης Charles Franklin Kettering (1876-1958) επινόησε έναν ηλεκτρικό εκκινητήρα (μίζα) που έθεσε σε κίνηση τη μηχανή με το γύρισμα ενός κλειδιού και την ταυτόχρονη παροχή ρεύματος. Τον εκκινητήρα αυτόν πρώτο χρησιμοποίησε η αυτοκινητοβιομηχανία Kadillac το 1912, και γρήγορα τον υιοθέτησαν και άλλοι κατασκευαστές. Εφόσον λύθηκε το πρόβλημα του χειροστροφάλου, ολοένα και περισσότεροι άνθρωποι μπορούσαν να θέσουν σε κίνηση και να οδηγήσουν ένα αυτοκίνητο, με αποτέλεσμα να εξαπλωθεί ραγδαία η χρήση του. Παρ' όλα αυτά, η κατοχή οχήματος ήταν προνόμιο των πλουσίων, καθώς η κατασκευή του ήταν υπερβολικά μεγάλου κόστους. Αυτή η κατάσταση άλλαξε χάρη στον Αμερικανό βιομήχανο Henry Ford (1863-1947), ο οποίος κατασκεύασε το πρώτο του αυτοκίνητο το 1893 και το 1899 ίδρυσε τη γνωστή δική του εταιρία κατασκευής αυτοκινήτων.

Κλείνοντας αυτή την ιστορική αναδρομή στις μηχανές εσωτερικής καύσης, θα πρέπει να αναφερθεί ότι ουσιαστική αλλαγή της αρχικής κατασκευής του Rudolf Diesel έγινε μόλις στο δεύτερο μισό της δεκαετίας του 1990, με την εισαγωγή των ηλεκτρικών και της ανάπτυξης του συστήματος έγχυσης καυσίμου με πολλαπλή καυσίμου (κινητήρες common rail). Μέχρι τότε οι διαφοροποιήσεις από την κατασκευή του R. Diesel θα πρέπει να θεωρηθούν ως «βελτιώσεις μικρής σχετικά έκτασης», χαρακτηρισμός που δείχνει το βαθμό πρωτοπορίας και πρωτοτυπίας που κατάφερε να ενσωματώσει ο Diesel στη κατασκευή του 100 χρόνια πριν. Δίκαια λοιπόν ο πετρελαιοκινητήρας φέρει το όνομά του, και χαρακτηρίζεται ως κινητήρας Diesel.

2. ΘΕΩΡΗΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ Μ.Ε.Κ.

Οι Μηχανές Εσωτερικής Καύσης (ΜΕΚ), είναι θερμικές μηχανές που παράγουν μηχανικό έργο καταναλώνοντας θερμική ενέργεια η οποία περιέχεται στα υγρά καύσιμα. Η λειτουργία τους βασίζεται στην μετατροπή μέρους της θερμικής ενέργειας σε μηχανικό έργο προκαλώντας την περιστροφή του στροφαλοφόρου άξονα.

Οι κινητήρες των μηχανών εσωτερικής καύσης ταξινομούνται ανάλογα με

- Το καύσιμο που καταναλώνουν σε βενζινοκινητήρες, πετρελαιοκινητήρες και κινητήρες αερίου. Τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται είναι είτε υγρά όπως η βενζίνη και το πετρέλαιο, είτε αέρια όπως το υγραέριο και το φυσικό αέριο.
- Τους χρόνους λειτουργίας τους σε τετράχρονους κινητήρες και δίχρονους κινητήρες
- Την υπερπλήρωση καυσίμου ή όχι σε υπερπληρωμένους κινητήρες και φυσικής αναπνοής (ατμοσφαιρικούς)

2.1. ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΑΕΡΙΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΤΑΤΙΚΕΣ ΕΞΙΣΩΣΕΙΣ ΑΕΡΙΩΝ

Προκειμένου να κατανοήσουμε και να βγάλουμε συμπεράσματα που έχουν σχέση με τη λειτουργία των μηχανών, θα πρέπει να εξετάσουμε τις πιο σημαντικές αλλαγές της κατάστασης των αερίων.

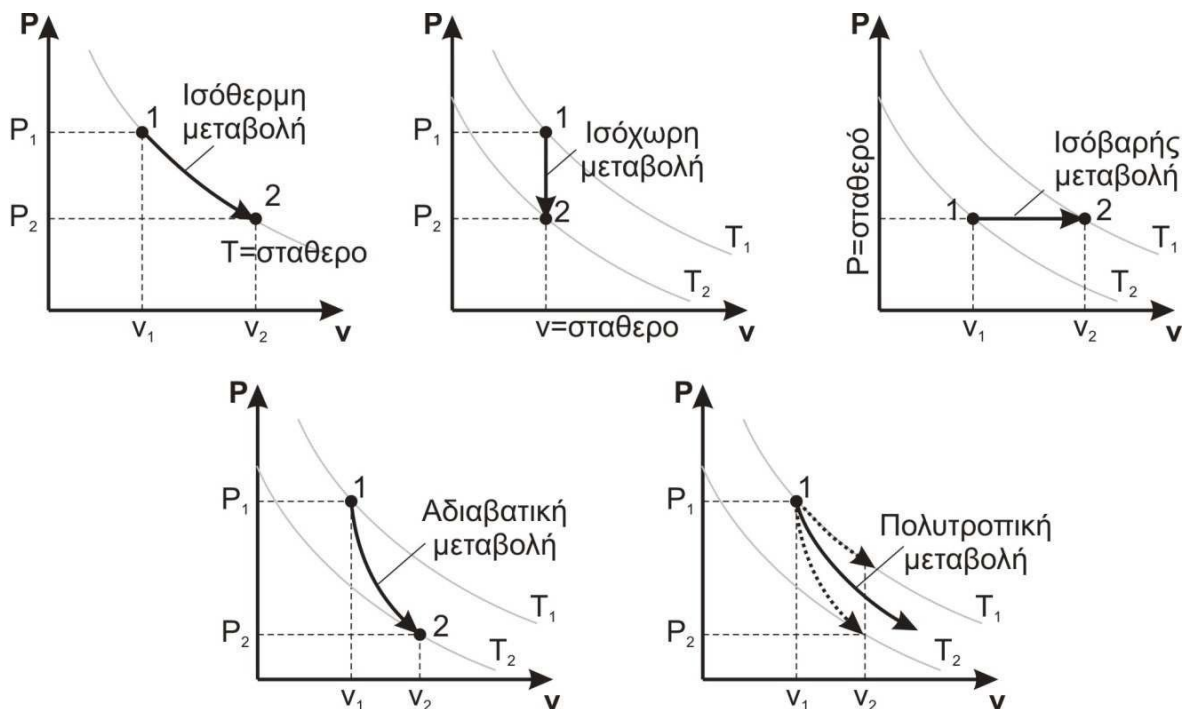
Η κατάσταση ενός αερίου χαρακτηρίζεται από την πίεσή του (P), τον όγκο του (V) και την θερμοκρασία του (T). Πίεση, ονομάζουμε το πηλίκο της δύναμης που ενεργεί κάθετα και ομοιόμορφα πάνω σε μια επιφάνεια, δια του εμβαδού αυτής της επιφάνειας. Εκφράζεται δηλαδή από τον τύπο: $P=F/A$ και έχει μονάδες μέτρησης το πασκάλ (Pa), το μπάρ (bar) ή την φυσική ατμόσφαιρα (atm). Ειδικό όγκο, ονομάζουμε τον όγκο που καταλαμβάνει η μονάδα μάζας του αερίου, και εκφράζεται με την μαθηματική σχέση: $v=V/m$. Οι μονάδες μέτρησης του ειδικού όγκου είναι m^3/Kg . Σχετική θερμοκρασία t ονομάζουμε την θερμοκρασία που μετριέται από τους $0^{\circ}C$ και χαρακτηρίζεται ως θετική αν είναι πάνω από το μηδέν και αρνητική αν είναι κάτω από το μηδέν. Μετριέται σε $^{\circ}C$. Απόλυτη θερμοκρασία T είναι η θερμοκρασία που μετριέται από το απόλυτο μηδέν (που αντιστοιχεί στους $-273^{\circ}C$). Το απόλυτο μηδέν είναι στη θερμοκρασία στην οποία τα μόρια των σωμάτων δεν κινούνται. Η απόλυτη θερμοκρασία είναι πάντοτε θετική. Μετριέται σε K. Ισχύει η σχέση $T=t+273$.

Αλλαγή στην κατάσταση ενός αερίου έχουμε όταν έστω και ένα από τα στοιχεία, πίεση, ειδικός όγκος και θερμοκρασία του αερίου αλλάξει. Αυτή η αλλαγή στη κατάσταση ενός αερίου μπορεί να περιγραφεί με τα διαγράμματα P-v. Το διάγραμμα P - v αποτελείται από ένα σύστημα δύο ορθογωνίων αξόνων που τέμνονται μεταξύ τους στο σημείο O (0,0). Στον κάθετο άξονα μετράμε την πίεση του αερίου και στον οριζόντιο τον ειδικό όγκο του. Το διάγραμμα P - v μας

παριστάνει γραφικά την εκάστοτε κατάσταση του αερίου καθώς και την αλλαγή του από μια κατάσταση αρχική σε μια κατάσταση τελική.

Έχουμε πέντε μεταβολές της κατάστασης ενός αερίου που φαίνονται στο Σχήμα 2.1 και αναλύονται παρακάτω:

- Ισόθερμη (ή ισοθερμοκρασιακή). Ονομάζουμε την μεταβολή της κατάστασης του αερίου κατά την οποία παραμένει σταθερή η θερμοκρασία του αερίου και μεταβάλλονται ο ειδικός όγκος και η πίεσή του.
- Ισόχωρη (ή ισόογκη). Ονομάζουμε την μεταβολή της κατάστασης του αερίου κατά την οποία παραμένει σταθερός ο ειδικός όγκος και μεταβάλλονται η πίεση και η θερμοκρασία του
- Ισοβαρής (ή ισόθλιπτη). Ονομάζουμε τη μεταβολή της κατάστασης του αερίου κατά την οποία παραμένει σταθερή η πίεση του αερίου και μεταβάλλονται ο ειδικός όγκος και η θερμοκρασία του.
- Αδιαβατική (ή αδιάθερμη). Ονομάζουμε την μεταβολή της κατάστασης του αερίου κατά την οποία ούτε προστίθεται, ούτε αφαιρείται θερμότητα από εξωτερική πηγή από ή προς το αέριο.
- Πολυτροπική. Ονομάζουμε την μεταβολή κατάστασης του αερίου που βρίσκεται ενδιάμεσα της αδιαβατικής και της ισόθερμης μεταβολής.



Σχήμα 2.1: Κατηγορίες μεταβολών αερίων

Τέλεια αέρια ονομάζουμε τα αέρια εκείνα που συμπεριφέρονται σύμφωνα με τους νόμους των Boyle-Mariotte και Gay-Lussac.

Ο νόμος των Boyle-Mariotte μας λέει ότι σε μια ισόθερμη μεταβολή (που παραμένει σταθερή η θερμοκρασία του αερίου και μεταβάλλονται ο ειδικός όγκος και η πίεσή του) ισχύουν ότι το γινόμενο της απόλυτης πίεσης επί τον αντίστοιχο ειδικό όγκο παραμένει σταθερό. Δηλαδή ισχύει: $P \cdot v = \text{σταθερό}$. Επιπλέον οι διάφορες απόλυτες πιέσεις τις οποίες ασκεί το αέριο είναι αντιστρόφως ανάλογες των εκάστοτε ειδικών όγκων που καταλαμβάνει αυτό. Δηλαδή ισχύει: $P_1 \cdot v_1 = P_2 \cdot v_2$

Ο νόμος του Gay-Lussac εξετάζει δύο περιπτώσεις. Από την μία, όταν η μεταβολή είναι ισοβαρής ($P = \text{σταθερό}$), τότε ίσες μεταβολές της θερμοκρασίας προκαλούν ίσες μεταβολές του ειδικού όγκου του αερίου:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{v_1}{v_2} \quad (1)$$

και από την άλλη, όταν η μεταβολή είναι ισόχωρη ($v = \text{σταθερό}$), οι απόλυτες πιέσεις του αερίου μεταβάλλονται ανάλογα προς τις απόλυτες θερμοκρασίες του

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{P_1}{P_2} \quad (2)$$

Για την αδιαβατική μεταβολή ισχύει η σχέση

$$P \cdot v^\gamma = \text{σταθερό}, \quad (3)$$

όπου P είναι η πίεση του αερίου, v ο ειδικός όγκος του αερίου και γ είναι ο λόγος των ειδικών θερμοτήτων του αερίου κάτω από σταθερή πίεση και σταθερό όγκο.

Για την πολυτροπική μεταβολή ισχύει η σχέση

$$P \cdot v^k = \text{σταθερό}, \quad (4)$$

όπου P είναι η πίεση του αερίου, v ο ειδικός όγκος του αερίου και k είναι ο εκθέτης πολυτροπικών μεταβολών.

Η καταστατική εξίσωση των αερίων είναι η σχέση

$$P \cdot v = m \cdot R \cdot T, \quad (5)$$

όπου P είναι η πίεση του αερίου, v ο ειδικός όγκος του αερίου, m η μάζα του αερίου, R η σταθερά του αερίου και έχει διαφορετική τιμή για κάθε αέριο και T η απόλυτη θερμοκρασία του αερίου. Η παραπάνω σχέση εκφράζει τους νόμους των Boyle-Mariotte και Gay-Lussac.

2.2. ΚΥΚΛΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ Μ.Ε.Κ

Κυκλική μεταβολή ονομάζουμε τη μεταβολή αυτή που το καύσιμο μίγμα ξεκινάει από μια αρχική κατάσταση (P_1, v_1, T_1) και μετά από μια σειρά διαδοχικών αλλαγών επανέρχεται στην ίδια κατάσταση σε ό,τι αφορά τις αρχικές τιμές πίεσης, όγκου και θερμοκρασίας, που υπήρχαν κατά την έναρξη του κύκλου. Όταν σε ένα καύσιμο μίγμα εκτελούνται κατά προκαθορισμένη σειρά δύο ή και περισσότερες αλλαγές (μεταβολές) που το επαναφέρουν στην αρχική του κατάσταση (P_1, v_1, T_1) τότε το σύνολο αυτών των μεταβολών το ονομάζουμε θερμοδυναμικό κύκλο. Με τον όρο εργαζόμενη ουσία γενικότερα ονομάζουμε το ρευστό που υφίσταται θερμοδυναμικές μεταβολές (ισόθερμη, ισόχωρη, ισοβαρή, αδιαβατική και πολυτροπική). Είναι δηλαδή η ουσία πάνω στην οποία εμείς εργαζόμαστε για να

πάρουμε το αποτέλεσμα που επιθυμούμε. Στις ΜΕΚ η εργαζόμενη ουσία είναι το καύσιμο μίγμα (δηλαδή ο ατμοσφαιρικός αέρας αναμειγμένος με καύσιμο). Για να μελετήσουμε καλύτερα τις ΜΕΚ θεωρούμε ότι το καύσιμο μίγμα είναι τέλειο αέριο.

Ο κύκλος Carnot είναι ένας θεωρητικός θερμοδυναμικός κύκλος ο οποίος θεωρείται ως ιδανικός κύκλος και με τον οποίο συγκρίνονται όλοι οι πραγματικοί θερμοδυναμικοί κύκλοι. Έχει αποδειχτεί ότι ο κύκλος αυτός έχει την μεγαλύτερη απόδοση από όλους τους κύκλους. Αποτελείται από δύο ισόθερμες και δύο αδιαβατικές μεταβολές. Ο κύκλος Carnot αποδεικνύει ότι ακόμα και κάτω από ιδανικές συνθήκες, μια θερμική μηχανή δεν μπορεί να μετατρέψει όλη την προσδιδόμενη σε αυτή θερμική ενέργεια σε μηχανική, δηλαδή μια μηχανή δέχεται θερμότητα από πηγή υψηλής θερμοκρασίας (θερμό σώμα), μετατρέπει μέρος της θερμότητας που έλαβε σε μηχανικό έργο και απορρίπτει την υπόλοιπη σε μια δεξαμενή χαμηλής θερμοκρασίας (ψυχρό σώμα). Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά μεταξύ θερμού και ψυχρού σώματος, τόσο μεγαλύτερη είναι η απόδοση της μηχανής.

Χρόνο, κατά τη λειτουργία ενός κινητήρα, ονομάζουμε την διαδρομή που εκτελεί το έμβολο μεταξύ του Άνω Νεκρού Σημείου (Α.Ν.Σ) και του Κάτω Νεκρού Σημείου (Κ.Ν.Σ.) ή και το αντίστροφο. Αυτή η διαδρομή αντιστοιχεί με μισή περίπου περιστροφή του στροφαλοφόρου άξονα.

Ένας πλήρης κύκλος λειτουργίας στους τετράχρονους κινητήρες πραγματοποιείται σε 4 διαδρομές μεταξύ του Α.Ν.Σ. και Κ.Ν.Σ. που αντιστοιχούν σε 2 παλινδρομήσεις του εμβόλου, ταυτόχρονα με 2 περιστροφές του στροφαλοφόρου άξονα.

Ένας πλήρης κύκλος λειτουργίας στους δίχρονους κινητήρες πραγματοποιείται σε 2 διαδρομές μεταξύ του Α.Ν.Σ. και Κ.Ν.Σ. που αντιστοιχούν σε μια παλινδρομήση του εμβόλου και αρα μια περιστροφή του στροφαλοφόρου άξονα.

2.2.1. ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

Η λειτουργία των βενζινοκινητήρων βασίζεται στον κύκλο του Otto. Η λειτουργία των πετρελαιοκινητήρων βασίζεται στον Κύκλο του Diesel.

Ο ΚΥΚΛΟΣ ΤΟΥ ΟΤΤΟ

Οι διεργασίες που εκτελούνται στο καύσιμο μίγμα σε ένα κύκλο λειτουργίας (κύκλος Otto) ενός τετράχρονου βενζινοκινητήρα είναι πέντε και πραγματοποιούνται σε τέσσερις χρόνους, Σχήμα 2.2. Στον 1^{ος} χρόνος γίνεται η εισαγωγή ή αναρρόφηση του καύσιμου μίγματος. Στο 2^{ος} χρόνος πραγματοποιείται η συμπίεση του καύσιμου μίγματος. Στον 3^{ος} χρόνος γίνεται η

Καύση και Εκτόνωση του καύσιμου μίγματος - καυσαερίων και στον 4^ο χρόνο η Εξαγωγή των καυσαερίων.

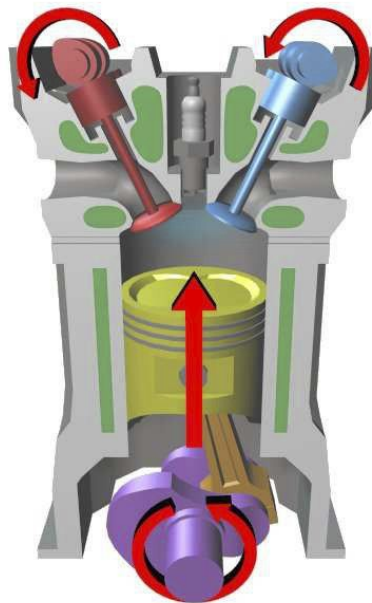
Παρακάτω ακολουθεί αναλυτική περιγραφή των χρόνων λειτουργίας ενός τετράχρονου βενζινοκινητήρα.

1^{ος} Χρόνος: ΕΙΣΑΓΩΓΗ (0-1): Το έμβολο από το Α.Ν.Σ. κατέρχεται προς το Κ.Ν.Σ. Η βαλβίδα της εισαγωγής είναι ανοιχτή και της εξαγωγής κλειστή. Πραγματοποιείται από την βαλβίδα της εισαγωγής η εισαγωγή του καυσίμου μίγματος. Μόλις το έμβολο φτάσει στο Κ.Ν.Σ. η βαλβίδα της εισαγωγής κλείνει.

2^{ος} Χρόνος: ΣΥΜΠΙΕΣΗ (1-2): Το έμβολο από το Κ.Ν.Σ. ανέρχεται στο Α.Ν.Σ. Οι βαλβίδες της εισαγωγής και της εξαγωγής είναι κλειστές. Πραγματοποιείται η συμπίεση του καυσίμου μίγματος και λόγω της αύξησης της πίεσης αυξάνεται και η θερμοκρασία του.

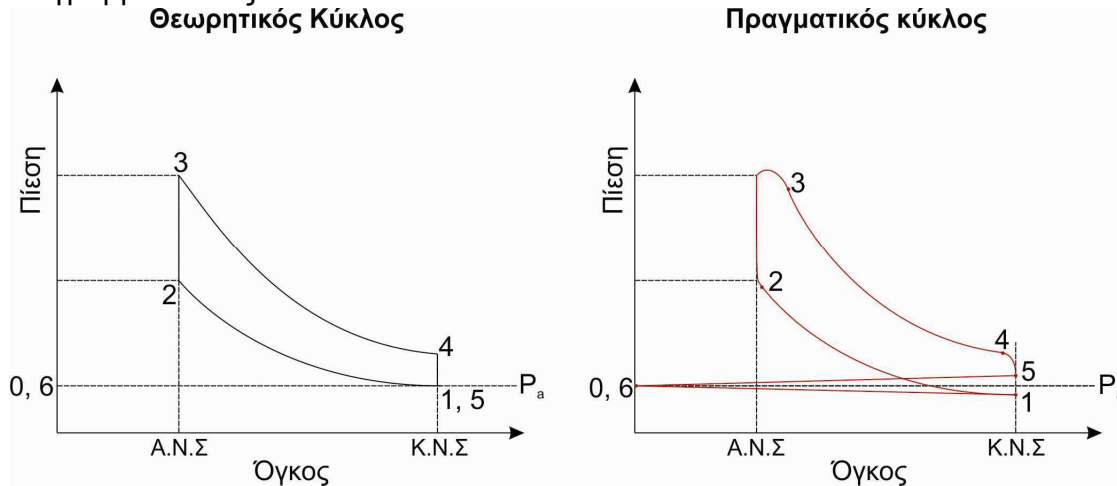
3^{ος} Χρόνος: ΚΑΥΣΗ (3-4) & ΕΚΤΟΝΩΣΗ (4-5): Όταν το έμβολο φτάσει στο Α.Ν.Σ. δίνεται ο σπινθήρας από το μπουζί, το καύσιμο μίγμα αναφλέγεται και αρχίζει η καύση του. Κατά την καύση του μίγματος παράγονται καυσαέρια που λόγω της υψηλής πίεσης (κατά την συμπίεση) σπρώχνουν το έμβολο προς τα κάτω. Πραγματοποιώντας έτσι την εκτόνωση των καυσαερίων με αποτέλεσμα την παραγωγή μηχανικού έργου από τον κινητήρα.

4^{ος} Χρόνος: ΕΞΑΓΩΓΗ (5,6): Μόλις το έμβολο φτάσει στο Κ.Ν.Σ. ανοίγει η βαλβίδα της εξαγωγής. Τότε τα καυσαέρια αρχίζουν να εξέρχονται στο περιβάλλον από την βαλβίδα εξαγωγής. Το έμβολο ανέρχεται στο Α.Ν.Σ. και βοηθάει στην εξαγωγή των καυσαερίων ωθώντας τα προς την βαλβίδα εξαγωγής.



Σχήμα 2.2: Τετράχρονος κύλινδρος βενζινοκινητήρα

Φυσικά στην πραγματικότητα εμφανίζονται διαφορές στον πραγματικό κύκλο λειτουργίας σε σχέση με τον θεωρητικό που μόλις περιγράφηκε. Οι διαφορές που εντοπίζονται είναι οι παρακάτω και στο Σχήμα 2.3 φαίνονται τα αντίστοιχα διαγράμματά τους.



Σχήμα 2.3: Θεωρητικός και πραγματικός κύκλος βενζινοκινητήρα

1^η διαφορά: η εισαγωγή του καυσίμου είναι μια ισοβαρής μεταβολή στην θεωρητική λειτουργία (δηλαδή είναι μια διεργασία που γίνεται κάτω από σταθερή πίεση), ΕΝΩ στην πραγματική λειτουργία αυτή η μεταβολή δεν είναι ισοβαρής, αλλά δημιουργείται υποπίεση λόγω αύξησης του όγκου του κυλίνδρου. Έτσι η καμπύλη της πραγματικής λειτουργίας για την εισαγωγή καυσίμου παριστάνεται με καμπύλη και όχι ευθεία γραμμή.

2^η διαφορά: Το άνοιγμα της βαλβίδας εισαγωγής στη θεωρητική λειτουργία γίνεται στο ΑΝΣ και κλείνει στο ΚΝΣ, ΕΝΩ στην πραγματική λειτουργία η βαλβίδα εισαγωγής γίνεται 10-20° πριν το ΑΝΣ και κλείνει 30-45° μετά το ΚΝΣ. Αυτό γίνεται για την καλύτερη πλήρωση του κυλίνδρου.

3^η διαφορά: Η συμπίεση στην θεωρητική λειτουργία είναι αδιαβατική μεταβολή ΕΝΩ στην πραγματική λειτουργία είναι πολυτροπική.

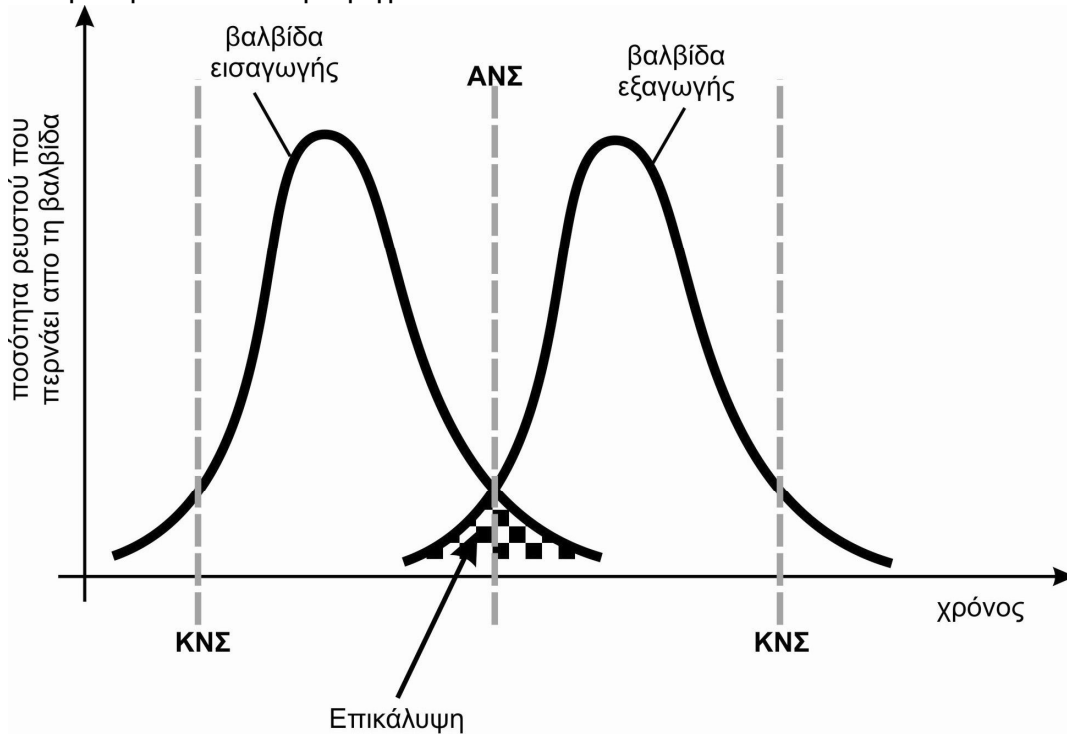
4^η διαφορά: Το έμβολο κατά την συμπίεση στην θεωρητική λειτουργία πηγαίνει από το ΚΝΣ στο ΑΝΣ, ΕΝΩ στην πραγματική λειτουργία η συμπίεση ξεκινάει αφού το έμβολο έχει μετακινηθεί 30-40° από το ΚΝΣ.

5^η διαφορά: Κατά την καύση, στην θεωρητική λειτουργία, μόλις το έμβολο φτάσει στο ΑΝΣ το μπουζί δίνει τον σπινθήρα και το μίγμα αναφλέγεται ΕΝΩ στην πραγματική λειτουργία ο σπινθήρας πρέπει να δοθεί 0-40° πριν το ΑΝΣ.

6^η διαφορά Η καύση γίνεται ακαριαία στην θεωρητική λειτουργία και η αύξηση της πίεσης γίνεται σε σταθερό όγκο (ισόχωρη μεταβολή) ΕΝΩ στην πραγματική λειτουργία η διαδικασία της καύσης δεν είναι ακαριαία άρα δεν είναι ισόχωρη η μεταβολή και παριστάνεται με καμπύλη και όχι με ευθεία.

7^η διαφορά Κατά την εκτόνωση, στην πραγματική λειτουργία τα καυσαέρια εκτονώνονται και κινούν το έμβολο προς τα κάτω με μια αδιαβατική μεταβολή ΕΝΩ στην πραγματική λειτουργία αυτή η μεταβολή είναι πολυτροπική.

των καυσαερίων από τον κύλινδρο, την μείωση της θερμοκρασίας που αναπτύσσεται μέσα στο θάλαμο καύσης και τη διαδικασία πλήρωσης του κυλίνδρου με νέο καύσιμο μίγμα.



Σχήμα 2.5: Επικάλυψη βαλβίδων

Στα διαγράμματα λειτουργίας του κινητήρα απεικονίζονται γραφικά οι διάφορες μεταβολές που υφίσταται η εργαζόμενη ουσία καθώς και οι συνθήκες πίεσης - όγκου και θερμοκρασίας κάτω από τις οποίες πραγματοποιούνται αυτές. Με σύγκριση του πραγματικού και θεωρητικού διαγράμματος λειτουργίας μπορούμε να βγάλουμε χρήσιμα συμπεράσματα όπως να δούμε τις ιδανικές συνθήκες λειτουργίας και να υπολογίσουμε το παραγόμενο έργο που μπορεί να μας δώσει χωρίς απώλειες μέσω του θεωρητικού κύκλου και επίσης μπορούμε να δούμε την πραγματική λειτουργία, μέσω του πραγματικού κύκλου, και να υπολογίσουμε το ωφέλιμο πραγματικό έργο του που φτάνει στον στροφαλοφόρο άξονα καθώς και το έργο που χάνεται λόγω απωλειών.

ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ DIESEL

Οι πετρελαιοκινητήρες βασίζουν την λειτουργίας τους στον κύκλο του Diesel και οι διεργασίες που πραγματοποιούνται είναι ίδιες με αυτές του τετράχρονου βενζινοκινητήρα, δηλαδή (εισαγωγή - συμπίεση - καύση - εκτόνωση - εξαγωγή).

Ο θεωρητικός κύκλος λειτουργίας ενός τετράχρονου πετρελαιοκινητήρα περιλαμβάνει μεταβολές που γίνονται μέσα στον κύλινδρο υπό ιδανικές συνθήκες και χωρίς απώλειες.

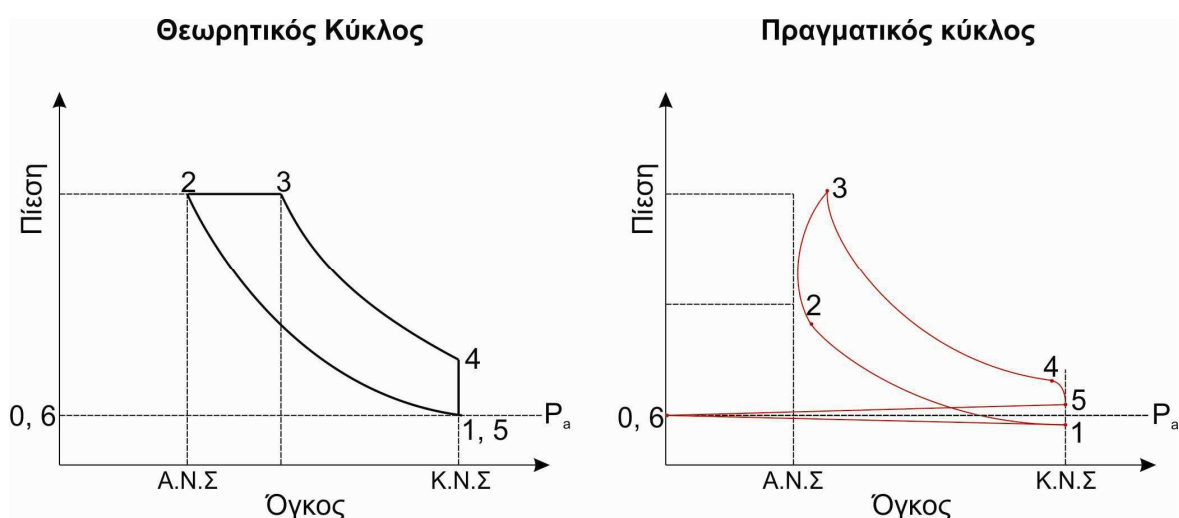
1^{ος} Χρόνος: ΕΙΣΑΓΩΓΗ (0-1): Το έμβολο από το Α.Ν.Σ. κατέρχεται προς το Κ.Ν.Σ. Η βαλβίδα της εισαγωγής είναι ανοιχτή και της εξαγωγής κλειστή. Πραγματοποιείται από την βαλβίδα της εισαγωγής η εισαγωγή του ατμοσφαιρικού αέρα. Μόλις το έμβολο φτάσει στο Κ.Ν.Σ. η βαλβίδα της εισαγωγής κλείνει.

2^{ος} Χρόνος: ΣΥΜΠΙΕΣΗ (1-2): Το έμβολο από το Κ.Ν.Σ. ανέρχεται στο Α.Ν.Σ. Οι βαλβίδες της εισαγωγής και της εξαγωγής είναι κλειστές. Πραγματοποιείται η συμπίεση του ατμοσφαιρικού αέρα και λόγω της αύξησης της πίεσης αυξάνεται και η θερμοκρασία του σε επίπεδα υψηλότερα της θερμοκρασίας αυτανάφλεξης του πετρελαίου (350° C).

3^{ος} Χρόνος: ΚΑΥΣΗ (3-4) & ΕΚΤΟΝΩΣΗ (4-5): Όταν το έμβολο φτάσει στο Α.Ν.Σ. ψεκάζεται από τα μπεκ., το πετρέλαιο υπό μορφή νέφους. Το πετρέλαιο αναμειγνύεται με τον ατμοσφαιρικό αέρα που βρίσκεται μέσα στον κύλινδρο και λόγω της υψηλής θερμοκρασίας αυτανάφλεγεται. Κατά την καύση του μίγματος παράγονται καυσαέρια που λόγω υψηλής πίεσης σπρώχνουν το έμβολο προς τα κάτω πραγματοποιώντας την εκτόνωση των καυσαερίων με αποτέλεσμα την παραγωγή μηχανικού έργου.

4^{ος} Χρόνος: ΕΞΑΓΩΓΗ (5-6): Μόλις το έμβολο φτάσει στο Κ.Ν.Σ. ανοίγει η βαλβίδα της εξαγωγής. Τότε τα καυσαέρια αρχίζουν να εξέρχονται στο περιβάλλον από την βαλβίδα εξαγωγής. Το έμβολο ανέρχεται στο Α.Ν.Σ. και βοηθάει στην εξαγωγή των καυσαερίων ωθώντας τα προς την βαλβίδα εξαγωγής.

Όπως στην περίπτωση του βενζινοκινητήρα έτσι και στην περίπτωση του πετρελαιοκινητήρα, ο πραγματικός κλυκλος λειτουργίας έχει κάποιες διαφορές από τον θεωρητικό, Σχήμα 2.6.



Σχήμα 2.6: Θεωρητικό και πραγματικό διάγραμμα τετράχρονου πετρελαιοκινητήρα

1^η διαφορά: η εισαγωγή του καυσίμου είναι μια ισοβαρής μεταβολή στην θεωρητική λειτουργία (δηλαδή είναι μια διεργασία που γίνεται κάτω από σταθερή πίεση) , ΕΝΩ στην πραγματική λειτουργία αυτή η μεταβολή δεν είναι ισοβαρής, αλλά αναπτύσσεται πίεση μικρότερη από την ατμοσφαιρική πίεση. Έτσι η καμπύλη της πραγματικής λειτουργίας για την εισαγωγή καυσίμου παριστάνεται με καμπύλη και όχι ευθεία γραμμή. Η πίεση είναι μικρότερη της ατμοσφαιρικής εξαιτίας της διαστολής του αέρα, της αύξησης της θερμοκρασίας του στην πολλαπλής εισαγωγής και των απωλειών λόγω στραγγαλισμού στην δίοδο και στην βαλβίδα εισαγωγής

2^η διαφορά: Το άνοιγμα της βαλβίδας εισαγωγής στη θεωρητική λειτουργία γίνεται στο ΑΝΣ και κλείνει στο ΚΝΣ, ΕΝΩ στην πραγματική λειτουργία η βαλβίδα εισαγωγής γίνεται 0-30° πριν το ΑΝΣ και κλείνει 30-50° μετά το ΚΝΣ. Αυτό γίνεται για την καλύτερη πλήρωση του κυλίνδρου. Αυτό γίνεται για να διευκολυνθεί η πλήρωση του κυλίνδρου με αέρα και να γίνει καλός καθαρισμός του κυλίνδρου από τα καυσαέρια του προηγούμενου κύκλου.

3^η διαφορά: Η συμπίεση στην θεωρητική λειτουργία είναι αδιαβατική μεταβολή ΕΝΩ στην πραγματική λειτουργία είναι πολυτροπική.

4^η διαφορά: Το έμβολο κατά την συμπίεση στην θεωρητική λειτουργία πηγαίνει από το ΚΝΣ στο ΑΝΣ, ΕΝΩ στην πραγματική λειτουργία η συμπίεση ξεκινάει αφού το έμβολο έχει μετακινηθεί 30-50° από το ΚΝΣ.

5^η διαφορά: Κατά την καύση, στην θεωρητική λειτουργία, μόλις το έμβολο φτάσει στο ΑΝΣ τα μπέκ ψεκάζουν το πετρέλαιο και το μίγμα αυταναφλέγεται ΕΝΩ στην πραγματική λειτουργία το καύσιμο ψεκάζεται σταδιακά και η καύση ξεκινάει 30-10° πριν το ΑΝΣ.

6^η διαφορά Η αυτανάφλεξη του καυσίμου μίγματος στην θεωρητική λειτουργία γίνεται σε συνθήκες σταθερής πίεσης (ισοβαρής μεταβολή) ΕΝΩ στην πραγματική λειτουργία η διαδικασία της καύσης δεν είναι ισοβαρής μεταβολή.

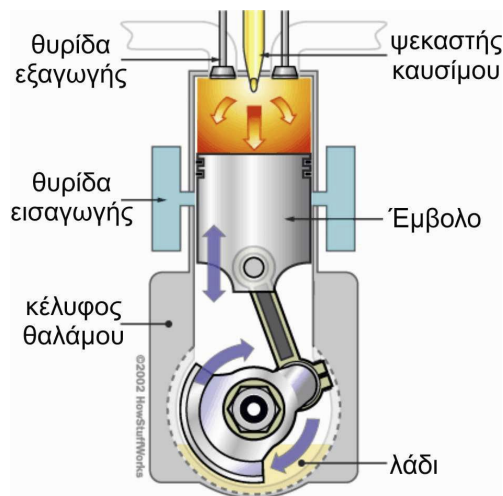
7^η διαφορά Κατά την εκτόνωση, στην πραγματική λειτουργία τα καυσαέρια εκτονώνονται και κινούν το έμβολο προς τα κάτω με μια αδιαβατική μεταβολή ΕΝΩ στην πραγματική λειτουργία αυτή η μεταβολή είναι πολυτροπική.

8^η διαφορά Το έμβολο στην εξαγωγή των καυσαερίων στην θεωρητική λειτουργία μόλις έχει φτάσει στο ΚΝΣ, και με ακαριαία απαγωγή θερμότητας τα καυσαέρια αποκτάνε την αρχική πίεση ΕΝΩ στην πραγματική λειτουργία η βαλβίδα της εξαγωγής γίνεται 35-50° πριν το ΚΝΣ ώστε να υπάρχει αρκετός χρόνος να εξισωθεί η πίεση των καυσαερίων με την ατμοσφαιρική.

9^η διαφορά Η εξαγωγή των καυσαερίων και η εξισορρόπηση της πίεσής τους με την ατμοσφαιρική είναι ισόχωρη διαδικασία στην θεωρητική λειτουργία ΕΝΩ στην πραγματική λειτουργία δεν είναι . Η βαλβίδα εξαγωγής κλείνει 5-40° μόρες γωνίας στροφάλου μετά το ΑΝΣ ενώ 30-50° πριν το ΑΝΣ έχει ανοίξει και η βαλβίδα εισαγωγής.

2.2.2. ΔΙΧΡΟΝΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

Σαν δίχρονους χαρακτηρίζουμε τους βενζινοκινητήρες εκείνους που ένας κύκλος λειτουργίας τους πραγματοποιείται σε δύο χρόνους, δηλαδή σε δύο διαδρομές του εμβόλου ή σε μία πλήρη περιστροφή του στροφαλοφόρου, Σχήμα 2.7. Τους χρησιμοποιούμε συνήθως στα δίκυκλα οχήματα και ως θαλάσσιους κινητήρες μικρής ιπποδύναμης.



Σχήμα 2.7: Κύλινδρος δίχρονου βενζινοκινητήρα

Οι βασικές διαφορές όσο αναφορά την κατασκευή των κυλίνδρων μεταξύ ενός τετράχρονου και ενός δίχρονου κινητήρα είναι ότι στους τετράχρονους βενζινοκινητήρες έχουμε βαλβίδες μέσα από τις οποίες περνάει το καύσιμο μίγμα στους κυλίνδρους ΕΝΩ στους δίχρονους έχουμε θυρίδες. Η εισαγωγή του μίγματος στον κύλινδρο γίνεται από την θυρίδα σάρωσης και όχι από την βαλβίδα εισαγωγής. Η θυρίδα σάρωσης αποκαλύπτεται καθώς το έμβολο μετακινείται. Το καύσιμο μίγμα μετά την εισαγωγή του από την θυρίδα εισαγωγής οδηγείται πρώτα στον στροφαλοθάλαμο και μετά διαμέσου της θυρίδας σάρωσης στον κύλινδρο. Στο Σχήμα 2.8 παρουσιάζεται το διάγραμμα πίεσης-όγκου δίχρονου βενζινοκινητήρα.

1^{ος} ΧΡΟΝΟΣ (0-180°)

Δ-Ε: ΚΑΥΣΗ,

Εμφάνιση σπινθήρα, το έμβολο παραμένει ακίνητο στο ΑΝΣ
(ΙΣΟΧΩΡΗ μεταβολή, $V_{\Delta}=V_{\text{Ε}}$)

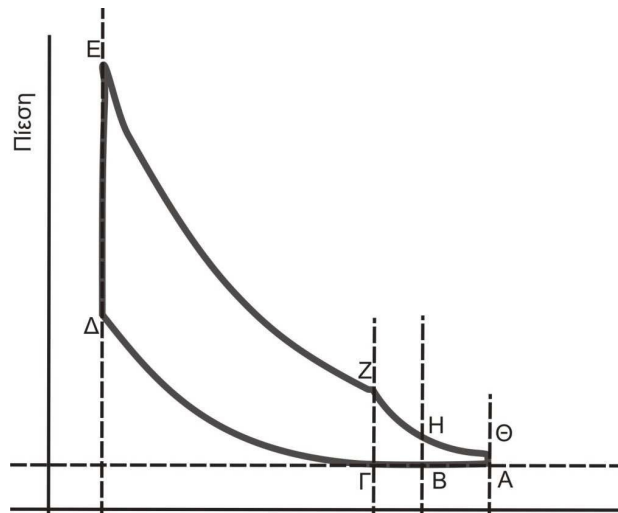
Ε - Ζ: ΕΚΤΟΝΩΣΗ,

Κίνηση του εμβόλου προς το ΚΝΣ. Στη θέση Ζ ανοίγει η θυρίδα εξαγωγής καυσαερίων

(ΑΔΙΑΒΑΤΙΚΗ μεταβολή, $P_Z < P_{\text{Ε}}$)

Z - Θ: ΕΞΑΓΩΓΗ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

Κίνηση του εμβόλου προς το ΚΝΣ. Στη θέση Η ανοίγει και η θυρίδα σάρωσης (ΑΔΙΑΒΑΤΙΚΗ μεταβολή, $P_{\Theta} < P_Z$)



Σχήμα 2.8: Διάγραμμα πίεσης -όγκου δίχρονου βενζινοκινητήρα

2^{ος} ΧΡΟΝΟΣ (180° - 360°)

Θ - Α: ΚΑΡΙΣΜΟΣ ΑΕΡΑ ΑΠΟ ΚΑΥΣΑΕΡΙΑ
(ΙΣΟΧΩΡΗ μεταβολή, $V_{\Theta} = V_A$)

Α - Γ: ΚΛΕΙΣΙΜΟ ΘΥΡΙΔΩΝ

Κίνηση εμβόλου προς το ΑΝΣ. Στη θέση Β κλείνει η θυρίδα σάρωσης και στη θέση Γ η θυρίδα Εξόδου καυσαερίου (ΙΣΟΒΑΡΗΣ μεταβολή, $P_{\Gamma} = P_A$)

Στις δίχρονες μηχανές δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ του θεωρητικού κύκλου και του πραγματικού διαγράμματος λειτουργίας όσο αναφορά το άνοιγμα και το κλείσιμο των θυρίδων γιατί όπως ξέρουμε αυτά είναι αμετάβλητα και προκαθορισμένα από την κατασκευή της μηχανής. Διαφορές όμως έχουμε στα εξής:

1^{ος} χρόνος:

1^η διαφορά: Σπινθηροδότηση - αυτανάφλεξη. Στη θεωρητική λειτουργία ο πρώτος χρόνος θεωρούμε ότι αρχίζει όταν το έμβολο βρίσκεται στο ΑΝΣ και τότε ο σπινθηριστής δίνει το σπινθήρα για την ανάφλεξη του καυσίμου μίγματος όσο αναφορά τους βενζινοκινητήρες ή γίνεται αυτανάφλεξη όσο αναφορά τους πετρελαιοκινητήρες. Στην πραγματική λειτουργία η σπινθηροδότηση του

καυσίμου μίγματος δίνεται 10-30° πριν το έμβολο φτάσει στο ΑΝΣ στους βενζινοκινητήρες και 10-25° πριν το ΑΝΣ στους πετρελαιοκινητήρες.

2^η διαφορά: Συνθήκες καύσεως και διάρκεια. Στη θεωρητική λειτουργία θεωρούμε ότι η καύση γίνεται ακαριαία και ισόχωρα πριν το έμβολο προλάβει να κατέλθει από το ΑΝΣ όσο αναφορά τους βενζινοκινητήρες και πιο ομαλά και με σταθερή πίεση όσο αναφορά τους πετρελαιοκινητήρες. Στην πραγματική λειτουργία η καύση δεν πραγματοποιείται ισόχωρα και αρχίζει 10-30° πριν το ΑΝΣ και διαρκεί μέχρι 5° μετά το ΑΝΣ όσο αναφορά τους βενζινοκινητήρες και όχι με σταθερή πίεση όσο αναφορά τους πετρελαιοκινητήρες.

3^η διαφορά: Συνθήκες εκτόνωσης. Στη θεωρητική λειτουργία η εκτόνωση των καυσαερίων θεωρούμε ότι πραγματοποιείται αδιαβατικά και διαρκεί μέχρι την αποκάλυψη της θυρίδας εξαγωγής από το έμβολο. Στην πραγματική λειτουργία η εκτόνωση των καυσαερίων δεν πραγματοποιείται αδιαβατικά αλλά πολυτροπικά και διαρκεί μέχρι την αποκάλυψη της θυρίδας εξαγωγής από το έμβολο.

2^{ος} χρόνος

4^η διαφορά: Τέλος σάρωσης - Τέλος Εξαγωγής. Στη θεωρητική λειτουργία θεωρούμε ότι προς το τέλος της σαρώσεως και προς το τέλος της εξαγωγής η πίεση έχει γίνει ίση με την ατμοσφαιρική και οι παραπάνω διεργασίες πραγματοποιούνται με σταθερή πίεση. Στην πραγματική λειτουργία σ' αυτές τις δύο διεργασίες η πίεση είναι λίγο μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική που προοδευτικά μειώνεται και γίνεται ίση με αυτήν στο τέλος της εξαγωγής

5^η διαφορά: Συνθήκες συμπίεσης. Στη θεωρητική λειτουργία θεωρούμε ότι η συμπίεση των καυσαερίων όσο αναφορά τους βενζινοκινητήρες και του ατμοσφαιρικού αέρα όσο αναφορά τους πετρελαιοκινητήρες, πραγματοποιείται αδιαβατικά. Στην πραγματική λειτουργία η συμπίεση δεν πραγματοποιείται αδιαβατικά αλλά πολυτροπικά.

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα σπειροειδή διαγράμματα αναφέρονται στην πραγματική λειτουργία των τετράχρονων κινητήρων (βενζινοκινητήρων ή πετρελαιοκινητήρων), ενώ το Κυκλικό διάγραμμα αναφέρεται στην πραγματική λειτουργία των δίχρονων κινητήρων (βενζινοκινητήρων ή πετρελαιοκινητήρων). Τα διαγράμματα αυτά κυκλικά ή σπειροειδή παριστάνουν γραφικά την πραγματική λειτουργία των κινητήρων καθώς και το άνοιγμα-κλείσιμο των βαλβίδων και σημείων ανάφλεξης - αυτανάφλεξης του καυσίμου μίγματος ανάλογα με την θέση του εμβόλου και σε σχέση με τον στροφαλοφόρο άξονα.

3. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΕΚ

3.1. ΡΕΚΤΙΦΙΕ ΚΥΛΙΝΔΡΟΚΕΦΑΛΗΣ

Η κυλινδροκεφαλή είναι το εξάρτημα που σφραγίζει την αντίθετη προς το έμβολο πλευρά των κυλίνδρων ενός κινητήρα και διαμορφώνει το χώρο καύσης στο επάνω μέρος των κυλίνδρων. Στην κυλινδροκεφαλή βρίσκονται οι βαλβίδες και συχνά οι εκκεντροφόροι άξονες, οι αναφλεκτήρες (μπουζί), ο μηχανισμός ενεργοποίησης των βαλβίδων και οι αυλοί εισαγωγής του καυσίμου μίγματος στον κύλινδρο, καθώς επίσης και αγωγοί ψυκτικού υγρού και λαδιού.

Λόγω της υψηλής θερμοκρασίας και των υψηλών πιέσεων που επικρατούν κατά την καύση απαιτείται απόλυτη στεγανότητα μεταξύ της κυλινδροκεφαλής και του κορμού του κινητήρα προκειμένου να μη διαφεύγουν καυσαέρια από τους κυλίνδρους και να μην αναρροφάται το ψυκτικό υγρό προς τους κυλίνδρους. Για να εξασφαλίσουμε αυτή την προαπαιτούμενη στεγανότητα, η κυλινδροκεφαλή βιδώνεται στον κορμό του κινητήρα με προτεταμένες βίδες και με την απόλυτη προδιαγραμμένη ροπή σύσφιξης. Επιπλέον μεταξύ της κυλινδροκεφαλής και του κορμού παρεμβάλλουμε μια φλάντζα στεγανοποίησης.

Ρεκτιφιέ κυλινδροκεφαλής ονομάζουμε το σύνολο των εργασιών επισκευής των μη κινητών σημείων μιας κυλινδροκεφαλής που περιορίζεται στη βελτίωση των ανοχών στο σημείο που απαιτείται στεγανότητα, ώστε να αποφεύγονται οι διαρροές καυσαερίων, ψυκτικού υγρού ή λιπαντικών. Οι εργασίες αυτές περιλαμβάνουν το πλάνισμα κυλινδροκεφαλής, το τρίψιμο εδρών των βαλβίδων, την αντικατάσταση των οδηγών βαλβίδων και την επισκευή σπειρώματος τοποθέτησης σπινθηριστή.

Η επαφή των βαλβίδων στην έδρα τους πρέπει να αποκλείει την όποια διαρροή καυσαερίου, διότι αυτή θα οδηγούσε στη δημιουργία ενός διαύλου εκροής καυσαερίων και έτσι να έχουμε το λεγόμενο «κάψιμο των βαλβίδων». Αυτός ο διάυλος δημιουργείται στο σημείο επαφής της βαλβίδας με τη βάση της, από τυχόν χαραμάδα που μπορεί να προκύψει λόγω της μη σωστής επαφής. Η βελτίωση και η επισκευή της βάσης των βαλβίδων επιτυγχάνεται με το τρίψιμο των βαλβίδων με κατάλληλο περιστροφικό τρόπο επάνω στη βάση της με τη βοήθεια ενός συγκεκριμένου ειδικού εργαλείου και μιας ειδικής αλοιφής. Με το τρίψιμο των βαλβίδων όμως έχουμε την αύξηση της επιφάνειας επαφής της στη βάση, πράγμα που εμείς δεν το θέλουμε, γιατί η επιφάνεια επαφής για λόγους στεγανότητας θα πρέπει να παραμείνει στενή. Για να αποφύγουμε την αύξηση της επιφάνειας επαφής μετά το τρίψιμο, δημιουργούμε μια επιπλέον μικρότερης κλίσης επιφάνεια 15°, πριν από την επιφάνεια λείανσης και μια μεγαλύτερη 75°, μετά από αυτή.

3.2. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΑΝΟΧΩΝ ΚΑΙ ΦΘΟΡΑΣ (ΚΥΛΙΝΔΡΟΥ-ΕΜΒΟΛΟΥ-ΣΤΡΟΦΑΛΟΦΟΡΟΥ ΑΞΟΝΑ)

Οι φθορές που υπόκεινται οι κύλινδροι προέρχονται από την τριβή των ελατηρίων του εμβόλου στα τοιχώματά τους. Ειδικότερα στην κατεύθυνση της μπίελας σαν συνισταμένη της δύναμης που ασκείται στο έμβολο από την πίεση των καυσαερίων και της αντίστασης του στροφαλοφόρου άξονα από τη μετάδοση της κίνησης. Η φθορά αυτή δεν παρατηρείται μόνο προς την πλευρά του κυλίνδρου που είναι αντίστοιχη της κλίσης της μπίελας, αλλά και προς την αντίθετη πλευρά του τοιχώματος του κυλίνδρου ως αποτέλεσμα της συνισταμένης δύναμης από την αδράνεια του εμβόλου κατά την επαναφορά του στο Α.Ν.Σ. τη συμπίεση του μείγματος ή την απομάκρυνση των καυσαερίων.

Οι τρόποι επισκευής των φθαρμένων κυλίνδρων είναι με ρεκτιφιέ στους κυλίνδρους και με χρησιμοποίηση χιτωνίων. Οι κύλινδροι σε παλαιότερες μηχανές κατασκευάζονται ενιαίοι σε ένα τεμάχιο, ενώ σήμερα για λόγους οικονομίας και ευκολίας κατά τις επισκευές εφοδιάζονται εσωτερικά με τα λεγόμενα χιτώνια (πουκάμισα), όπου σε περίπτωση φθοράς αντικαθιστούνται με καινούρια. Τα χιτώνια είναι συνήθων τριών ειδών, ξηρά, υγρά και χιτώνια με θάλαμο ψύξεως.

Τα έμβολα ενός σύγχρονου κινητήρα μεταδίδουν την πίεση των καυσαερίων που παράγονται από την καύση του καυσίμου μίγματος με τη βοήθεια και του διωστήρα ως δύναμη στο στροφαλοφόρο άξονα. Η μορφή τους φαίνεται κυλινδρική, εάν όμως την προσέξουμε στις λεπτομέρειές τους είναι πολύπλοκες κατασκευές με πολλές διαφορετικές κλίσεις, διαμέτρους και καμπυλότητες που καθιστούν τις μετρήσεις δύσκολες αν όχι αδύνατες, αν δεν υπάρχουν κατασκευαστικά σχέδια και συγκεκριμένες προδιαγραφές. Είναι απαραίτητο τα έμβολα να στεγανοποιήσουν το χώρο καύσης ως προς το στροφαλοθάλαμο, πράγμα που επιτυγχάνεται με τα διάφορα ελατήρια που φέρουν στην περιφέρειά τους. Η διαφυγή των αερίων της καύσης στο στροφαλοθάλαμο εμποδίζεται από τα ελατήρια που υπάρχουν στις εσοχές στο πάνω μέρος του εμβόλου. Τα αέρια περνώντας μεταξύ του εμβόλου και του εσωτερικού τοιχώματος του κυλίνδρου πιέζουν το ελατήριο της συμπίεσεως προς τα κάτω μέσα στην εσοχή του και προς τα έξω πάνω στο τοίχωμα του κυλίνδρου. Επειδή μια μικρή ποσότητα των αερίων μπορεί να διαφύγει από το επάνω ελατήριο υπάρχει κάτω από αυτό ένα δεύτερο ελατήριο συμπίεσεως. Τέλος υπάρχει και ένα ελατήριο αποξέσεως του λαδιού που αφαιρεί το πλεόνασμα του λαδιού από το τοίχωμα του κυλίνδρου.

Ο στροφαλοφόρος άξονας περιστρέφεται από την παλινδρόμηση των εμβόλων και μεταδίδει ισχύ του κινητήρα στο κιβώτιο ταχυτήτων και από εκεί στους τροχούς. Τα κυριότερα μέρη του στροφαλοφόρου άξονα είναι τα κομβία της βάσεως που στηρίζονται και περιστρέφονται πάνω στα έδρανα βάσεως, τα κομβία των μπιελών με τους στροφείς, τα αντίβαρα με τους βραχίονες που

ενώνουν τα κομβία των βάσεων με των μπιελών και που είναι διαμορφωμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να εξισορροπούνται τα βάρη και να εξασφαλίζεται η ομαλή περιστροφή τους και τέλος η στεφάνη πάνω στην οποία βιδώνεται ο σφόνδυλος. Συνήθως παρουσιάζουν φθορές τα κομβία και οι στροφείς του στροφαλοφόρου άξονα που έχουν σχέση με την καμπυλότητά τους ή τις αξονικές ανοχές και μπορούν να διαπιστωθούν με μικρότερα φιλλέρ ή άλλα μέσα.

3.3. ΑΥΤΟΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΕΣ ΒΑΛΒΙΔΕΣ

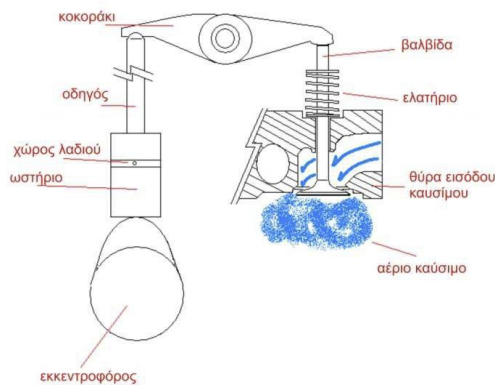
Η αύξηση της θερμοκρασίας κατά τη λειτουργία του κινητήρα, το είδος του υλικού κατασκευής, η φθορά μετά από πολλές ώρες λειτουργίας και η θέση του εκκεντροφόρου, αλλάζουν τις αρχικές διαστάσεις του συστήματος κίνησης των βαλβίδων με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται το διάκενό τους. Η μεταβολή του διάκενου μεταβάλλει και τον χρονισμό. Για να αποφευχθούν τα παραπάνω χρησιμοποιούμε υδραυλικά ωστήρια τα οποία αντισταθμίζουν τις φθορές και ρυθμίζουν αυτόματα το διάκενο.

Το διάκενο είναι μεγάλο όταν ο κινητήρας είναι κρύος και μικρό όταν βρίσκεται στην θερμοκρασία λειτουργίας του. Εάν το διάκενο είναι μικρότερο από τα προβλεπόμενα των προδιαγραφών του κατασκευαστή, τότε στην περίπτωση της εξαγωγής, η βαλβίδα μένει συνεχώς ανοιχτή και καταστρέφεται πολύ σύντομα από τα πολύ θερμά καυσαέρια, που περνούν με μεγάλη ταχύτητα από το μικρό διάκενο. Εάν το διάκενο είναι μεγαλύτερο από τα προβλεπόμενα των προδιαγραφών του κατασκευαστή, τότε στην περίπτωση της εισαγωγής, η βαλβίδα δεν ανοίγει αρκετά, με αποτέλεσμα να μειώνεται η απόδοση του κινητήρα (εφόσον δεν περνάει αρκετό μείγμα για να γίνει βέλτιστη λειτουργία). Επιπλέον έχουμε αύξηση της καταπόνησης της βαλβίδας, λόγω των μεγαλύτερων επιταχύνσεων, και περισσότερους θορύβους. Αντίστοιχα στη περίπτωση της βαλβίδας εξαγωγής δυσχεραίνεται η έξοδος των καυσαερίων. Το διάκενο της θερμής βαλβίδας εξαγωγής είναι συνήθως μεγαλύτερο από αυτό της ψυχρότερης βαλβίδας εισαγωγής.

Για να περιορισθεί στο ελάχιστο η απαίτηση για ρύθμιση των βαλβίδων, χρησιμοποιούνται υδραυλικά ωστήρια (Σχήμα 3.1), τα οποία αντισταθμίζουν τις φθορές και ρυθμίζουν αυτόματα το διάκενο. Λέγονται υδραυλικά γιατί χρησιμοποιούν το λάδι του κινητήρα με τέτοιο τρόπο ώστε το διάκενο των βαλβίδων να διατηρείται σταθερό, καθώς το λάδι έχει την ιδιότητα να μην είναι συμπιέσιμο, ανεξάρτητα από τις μεταβολές που μπορεί να συμβαίνουν σε ορισμένα εξαρτήματα, π.χ. τα «καλάμια» των ωστηρίων. Με τα αυτορυθμιζόμενα συστήματα μειώνονται πάρα πολύ οι εργασίες συντήρησης του αυτοκινήτου και εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία του κινητήρα για ολόκληρη τη διάρκεια της ζωής του.

Σε έναν κινητήρα που λειτουργεί σε υψηλές στροφές, εξασφαλίζεται η σωστή πλήρωση ανοίγοντας την βαλβίδα εισαγωγής καθώς το εμβολο κινείται προς το

ΑΝΣ και κλείνει αρκετά μετά το ΚΝΣ και η σωστή εξαγωγή των καυσαερίων με την βαλβίδα εξαγωγής να αρχίζει να ανοίγει πριν το εμβολο φτάσει στο ΚΝΣ και κλείνει αφού περάσει το ΑΝΣ. Με αυτό τον τρόπο εκμεταλλευόμαστε την δυναμική κίνησης των αέριων. Έτσι δημιουργούνται επικαλύψεις οι οποίες δεν ενοχλούν την ομαλή λειτουργία του κινητήρα όσο είμαστε σε ψηλές στροφές.



Σχήμα 3.1: Σχηματική παράσταση υδραυλικού ωστηρίου

Σε υψηλό αριθμό στροφών η δυναμική της κίνησης των αερίων είναι αυξημένη και η επικάλυψη είναι επιθυμητή καθώς έχει ως αποτέλεσμα την ομαλή λειτουργία του κινητήρα. Σε χαμηλό αριθμό στροφών και στο ρελαντί, η δυναμική της κίνησης των αερίων (δηλ. η ταχύτητα των αερίων) είναι μειωμένη και επομένως υπάρχει αρκετός χρόνος να γίνει πλήρωση των κυλίνδρων και εξαγωγή των καυσαερίων. Η ύπαρξη επικάλυψης σε αυτή την περίπτωση είναι μη επιθυμητή γιατί οδηγεί σε ασταθές ρελαντί και κακή ανταπόκριση του κινητήρα στις επιταχύνσεις.

Μεταβλητό Χρονισμό των βαλβίδων χαρακτηρίζουμε εκείνη την κατάσταση κατά την οποία είναι επιτρεπτή η διαφοροποίηση των επικαλύψεων των βαλβίδων ανάλογα με τις στροφές του κινητήρα, η μετατόπιση της στιγμής που ανοίγουν και κλείνουν οι βαλβίδες καθώς και η αλλαγή της βύθισης σε ορισμένες κατασκευές. Ο μεταβλητός χρονισμός χρησιμοποιείται στους σύγχρονους κινητήρες, για να πετύχουμε μεγαλύτερη ισχύ διατηρώντας σε ολόκληρο το φάσμα στροφών του κινητήρα τη ροπή σε υψηλά επίπεδα και για να μειώσουμε την κατανάλωση καυσίμου και τους εκπεμπόμενους ρύπους. Έτσι πετυχαίνουμε τη μετατόπιση της στιγμής που ανοίγουν και κλείνουν οι βαλβίδες, τη μείωση της επικάλυψης των βαλβίδων στις χαμηλές στροφές και η αύξηση της επικάλυψης στις υψηλές και το βύθισμα σε ορισμένες κατασκευές.

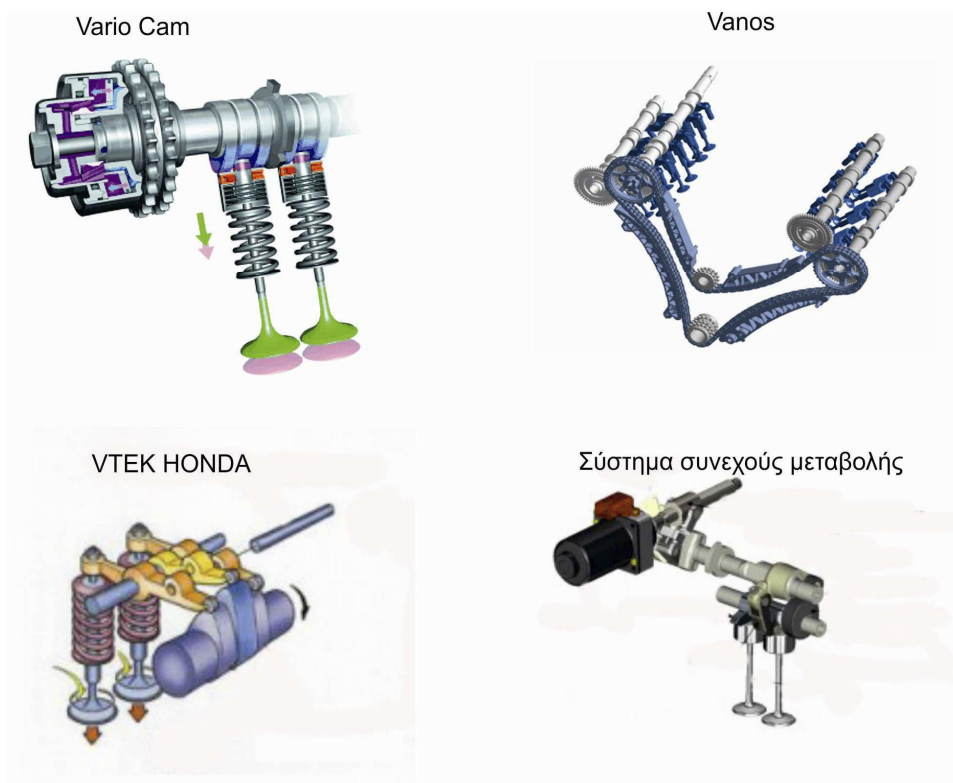
Η γωνιακή μετατόπιση του εκκεντροφόρου της εισαγωγής σε σχέση με τον αντίστοιχο εκκεντροφόρο της εξαγωγής γίνεται με τους παρακάτω τρόπους:

- Με ρυθμιζόμενο τεντωτήρα αλυσίδας (Σύστημα Vario Cam και σύστημα μεταβολής προπορείας εκκεντροφόρου Vanos), όπου όταν οι στροφές αυξηθούν, μια μαγνητική βαλβίδα κλείνει τον αγωγό λαδιού που πάει στο

σύστημα και έτσι ενεργοποιείται ένας πύρος ο οποίος και ελευθερώνει το έμβολο να κινηθεί προς την επιθυμητή κατεύθυνση αλλάζοντας την γωνία μεταξύ των εκκεντροφόρων.

- Με σύστημα μεταβολής της κίνησης των βαλβίδων (Honda), όπου οι βαλβίδες ανοιγοκλείνουν μέσω 3 ζύγωθρων (κοκοράκια) η κίνηση των οποίων συντονίζεται από ένα άξονα εμπλοκής, που κινείται με υδραυλική πίεση. Ανάλογα με την θέση αυτού του άξονα συμπλέκεται ή αποσυμπλέκεται το μεσαίο από τα ζύγωθρα, το οποίο και καθορίζει την επικάλυψη στις υψηλές στροφές
- Με σύστημα συνεχούς μεταβολής χρονισμού, όπου ο εκκεντροφόρος έχει τρισδιάστατη γεωμετρία και διαφορετική διατομή του εκκεντροφόρου σημαίνει και διαφορετικές στροφές του κινητήρα. Ανάλογα με τις στροφές του κινητήρα, κινείται αξονικά ο εκκεντροφόρος (μέσω πολύπλοκης κατασκευής) στην κατάλληλη διατομή.
- Με σύστημα ηλεκτρομαγνητικής κίνησης των βαλβίδων, όπου ανάλογα με τις στροφές του κινητήρα, ηλεκτρομαγνητικά στοιχεία ανοιγοκλείνουν τις βαλβίδες μέσω εντολής από τον κεντρικό εγκέφαλο του κινητήρα.
- Με σύστημα Υδραυλικής κίνησης των βαλβίδων, όπου έχουμε άμεση κίνηση των βαλβίδων μέσω υδραυλικού εμβόλου το οποίο και ενεργοποιείται από τον κεντρικό εγκέφαλο

Στο Σχήμα 3.2 παρουσιάζονται κάποια από τα προαναφερθέντα συστήματα μεταβολής χρονισμού.



Σχήμα 3.2: Συστήματα μεταβλητού χρονισμού

Τα πλεονεκτήματα αυτής της κατασκευής ρύθμισης χρονισμού είναι η ακρίβεια στην επικάλυψη του ανοίγματος των βαλβίδων ανάλογα με τις εκάστοτε στροφές του κινητήρα και η πολύ μικρή απαίτηση σε ισχύ για την κίνηση των βαλβίδων (εφόσον δεν απαιτούνται γρανάζια και εκκεντροφόροι).

3.4. ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ ΑΥΛΩΝ ΠΟΛΛΑΠΛΗΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ

Ο ρόλος της πολλαπλής εισαγωγής είναι να διανέμει τον αέρα τροφοδοσίας (ατμοσφαιρικός αέρας) στους κυλίνδρους. Στους βενζινοκινητήρες επιπλέον βοηθάει και στην εξαέρωση του μίγματος αέρα-βενζίνης. Στους κινητήρες πολλαπλού ψεκασμού φέρει στην πλευρά που βρίσκεται κοντά στις βαλβίδες εισαγωγής ειδικές υποδοχές για τα μπέκ, ενώ στον μονού ψεκασμού η υποδοχή του ενός μπέκ βρίσκεται ακριβώς στο κέντρο της. Η πολλαπλής εισαγωγής θα πρέπει να βρίσκεται σε μια ορισμένη θερμοκρασία ώστε να υποβοηθά στην εξαέρωση της βενζίνης δημιουργώντας έτσι ένα σωστό καύσιμο μίγμα αέρα-βενζίνης.

Με τον όρο συντονισμός της πολλαπλής εισαγωγής εννοούμε τη δυνατότητα μεταβολής του μήκους, της διαμέτρου και του όγκου των αυλών της πολλαπλής εισαγωγής ανάλογα με τις στροφές του κινητήρα, έτσι ώστε τη στιγμή που η βαλβίδα της εισαγωγής ανοίγει, ακριβώς πάνω από αυτήν να υπάρχει η μεγαλύτερη δυνατή πίεση καυσίμου μίγματος με αποτέλεσμα την καλύτερη πλήρωση των κυλίνδρων σε καύσιμο μίγμα αποδίδοντας έτσι ο κινητήρας υψηλές ροπές στο μεγαλύτερο φάσμα των στροφών του. Ο συντονισμός της πολλαπλής εισαγωγής πραγματοποιείται με τους μεταβλητούς αυλούς που ανάλογα με τις στροφές του κινητήρα αλλάζουν το μήκος τους και τον χώρο αντήχησής τους.

3.5. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΣΗΣ

Η ισχύς και η ροπή ενός κινητήρα εξαρτάται κατά μεγάλο βαθμό από την ποσότητα μίγματος αέρα-βενζίνης που εισρέει στους κυλίνδρους. Όσο μεγαλύτερη είναι αυτή η ποσότητα τόσο μεγαλύτερη ενέργεια (ισχύς) παίρνουμε από την καύση του.

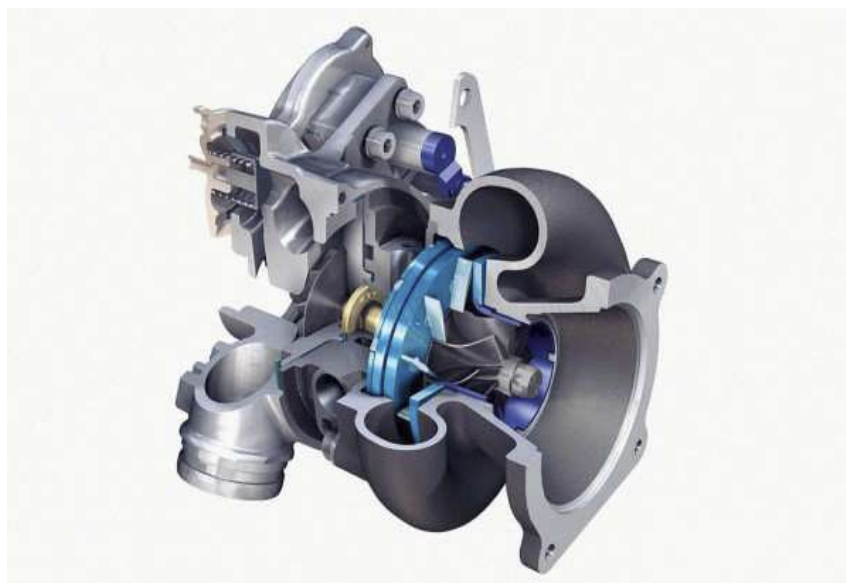
Σε έναν «ατμοσφαιρικό» κινητήρα ο όγκος του μίγματος που μπορεί να αναρροφηθεί από την παλινδρόμηση του εμβόλου δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερος από τον κυβισμό του συγκεκριμένου κυλίνδρου. Περιορίζεται από τις απώλειες στους αυλούς εισαγωγής, από τους στροβιλισμούς στις βαλβίδες, από την αντίσταση του φίλτρου αέρα και λόγω της αύξησης της θερμοκρασίας. Για την αύξηση της ισχύος και της ροπής απαιτείται μια αύξηση της διαθέσιμης ενέργειας, δηλαδή μια αύξηση της ποσότητας του μίγματος η οποία μπορεί να

επιτευχθεί μόνο με προσθήκη αέρα στους κυλίνδρους. Πρέπει δηλαδή να σπρώχνουμε στους κυλίνδρους αέρα με πίεση αντί να περιοριζόμαστε στην ποσότητα που μπορεί να αναρροφηθεί από τα έμβολα. Ο τρόπος αυτός αύξησης της ισχύος ενός κινητήρα εσωτερικής καύσης λέγεται υπερπλήρωση.

Ανάλογα με τον τρόπο κίνησης τα συστήματα υπερπλήρωσης ταξινομούνται σε Μηχανικούς υπερπληρωτές (με κίνηση από τον στρόφαλο), Στροβιλοσυμπιεστές (με κίνηση από τα καυσαέρια) και σε Συμπιεστές ωστικού κύματος (με κίνηση από τον κινητήρα)

Οι μηχανικοί υπερσυμπιεστές κινούνται μέσω ιμάντα ή άλλων στοιχείων μετάδοσης από το στρόφαλο του κινητήρα. Χρησιμοποιούν για την προώθηση του αέρα συμπιεστές διαφόρων κατασκευών. Η τροχαλία που δίνει την κίνηση στους συμπιεστές μπορεί να είναι ηλεκτρομαγνητική ώστε να αποσυνδέει τον συμπιεστή όταν δεν απαιτείται υπερπλήρωση. Οι μηχανικοί υπερσυμπιεστές έχουν το πλεονεκτήματα της σταθερής σχέσης πιέσεων σε χαμηλές και υψηλές στροφές. Επιπλέον η παροχή αέρα είναι ανεξάρτητη από την πίεση και ανάλογη με τον αριθμό στροφών, η απαιτούμενη ισχύς αναπτύσσεται ταχεία και εξασφαλίζεται υψηλή ροπή και σε χαμηλές στροφές. Στα μειονεκτήματα των μηχανικών υπερσυμπιεστών συγκαταλέγονται το μεγάλο βάρος και η μεγάλη σχετικά ισχύς για την κίνησή τους. Οι μηχανικοί υπερσυμπιεστές που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι οι Υπερσυμπιεστές Roots (τα πτερύγιά τους μοιάζουν με γρανάζια με μεγάλο πλάτος και λίγα δόντια), ο Ελικοειδής υπερσυμπιεστής και ο Υπερσυμπιεστής με περιστρεφόμενο έμβολο.

Οι στροβιλοσυμπιεστές, Σχήμα 3.3 αποτελούνται από δύο στροβιλομηχανές συνδεδεμένες μεταξύ τους. Μια τουρμπίνα και έναν συμπιεστή. Ο συμπιεστής κινείται από την τουρμπίνα μέσω κοινού άξονα και εφοδιάζει τους κυλίνδρους με αέρα υπό πίεση. Η τουρμπίνα κινείται από την ενέργεια των καυσαερίων, μέρος των οποίων περνά μέσα από αυτή και την περιστρέφει.



Σχήμα 3.3: Στροβιλοσυμπιεστής

Ενώ οι στροφές του μηχανικού υπερσυμπιεστή εξαρτώνται από τις στροφές του στροφαλοφόρου του κινητήρα, οι στροφές του στροβιλοσυμπιεστή εξαρτώνται από την ισορροπία ισχύος μεταξύ της τουρμπίνας και του συνδεδεμένου με αυτή συμπιεστή. Τα πλεονεκτήματα των στροβιλοσυμπιεστών είναι η αμελητέα ισχύς του κινητήρα που απαιτείται για την κίνησή τους, το μικρό τους βάρος και η έλλειψη γραναζιών και τροχαλιών για την μετάδοση της κίνησης. Σε αντίθεση με του υπερσυμπιεστές, οι στροβιλοσυμπιεστές ενεργοποιούνται σε μεσαίες και υψηλές στροφές και έχουν χαμηλή ανταπόκριση σε γρήγορες αλλαγές στροφών κινητήρα.

Κατά την διαδικασία συμπίεσης στους στροβιλοσυμπιεστές, ο αέρας υπερθερμαίνεται μέχρι και τους 180ο C. Αυτή η αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε μείωση της πυκνότητας του αέρα και πρέπει να αυξηθεί προκειμένου να εισχωρήσει η επιθυμητή ποσότητα αέρα στους κυλίνδρους και άρα να αυξηθεί η ισχύς του κινητήρα. Παράλληλα αυξάνεται η τάση για αυταναφλέξεις, πράγμα που αντιστοιχεί σε υψηλότερο βαθμό συμπίεσης από αυτόν που είχε ο ίδιος ο κινητήρας αν ήταν ατμοσφαιρικός. Για να αποφευχθούν τα παραπάνω μειονεκτήματα, χρησιμοποιούμε τους Intercooler. Ως intercooler χαρακτηρίζουμε τους μεταλλάκτες θερμότητας, δηλαδή ψυγεία αέρος-αέρα που τοποθετούνται σε κινητήρες αυτοκινήτων που χρησιμοποιούν ως μέσο υπερπλήρωσης, στροβιλοσυμπιεστές. Ρόλος τους είναι να ψύχουν τον αέρα που θερμαίνεται κατά την συμπίεση. Οι intercooler τοποθετούνται μεταξύ του αεροσυμπιεστή και της πολλαπλής εισαγωγής, στο ρεύμα αέρα που δημιουργείται κατά την κίνηση του οχήματος, Σχήμα 3.4.



Σχήμα 3.4: Intercooler

Προκειμένου να αποδίδει ο στροβιλοσυμπιεστής και σε μεσαίες στροφές χωρίς ταυτόχρονα να αυξηθεί η πίεση σε επικίνδυνα επίπεδα, χρησιμοποιείται ένα ρυθμιστικό στοιχείο που περιορίζει την πίεση του στροβιλοσυμπιεστή στις υψηλές στροφές λειτουργίας του. Αυτό το ρυθμιστικό στοιχείο ονομάζεται βαλβίδα εκτόνωσης ή βαλβίδα ελέγχου της πίεσης του υπερσυμπιεστή ή booster.

Στους μηχανικούς υπερσυμπιεστές, όταν δεν είναι επιθυμητή η υπερπλήρωση ο συμπιεστής σταματάει να δουλεύει μέσω της ηλεκτρομαγνητικής τροχαλίας που δίνει την κίνηση στον συμπιεστή. Στους στροβιλοσυμπιεστές το ρόλο αυτό, κατά μια έννοια, τον αναλαμβάνει η βαλβίδα εκτόνωσης, η οποία έχει την δυνατότητα να μειώνει την παροχή στην τουρμπίνα και έμμεσα να μειώνει τις στροφές του συμπιεστή. Η βαλβίδα εκτόνωσης ρυθμίζεται από ένα έμβολο που ενεργοποιείται από τη πίεση στην πολλαπλής εισαγωγής. Όταν η πίεση αυξηθεί πέραν του ορίου, η βαλβίδα ανοίγει μια διέξοδο προς την εξάτμιση, οπότε και ένα μέρος των καυσαερίων διαφεύγει προς αυτή και η τουρμπίνα λειτουργεί με περιορισμένη παροχή. Η βαλβίδα εκτόνωσης μπορεί να ρυθμιστεί απευθείας δηλαδή, η πίεση μετακινεί μια μεμβράνη ενάντια σε ένα ελατήριο και ανοίγει την βαλβίδα εκτόνωσης αλλά μπορεί να έχουμε Ηλεκτρονικά ρυθμιζόμενη βαλβίδα ελέγχου πίεσης τουρμπίνας όπου ο ηλεκτρονικός εγκέφαλος καθορίζει την παροχή στην βαλβίδα εκτόνωσης. Σε ορισμένες περιπτώσεις η έχουμε στιγμιαία υπερπλήρωση ή over boost που λειτουργεί μέσω παλινδρομικής βαλβίδας και ενεργοποιεί την βαλβίδα εκτόνωσης.

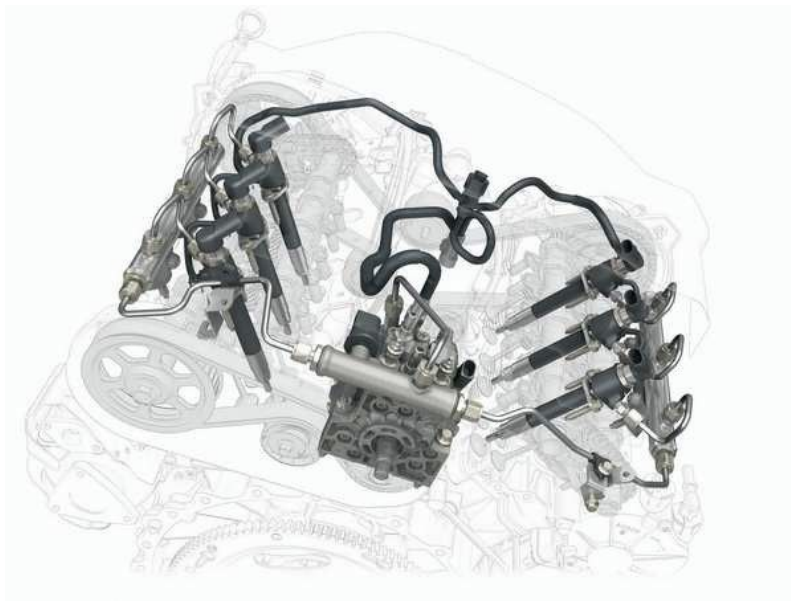
Μια άλλη κατηγορία στροβιλοσυμπιεστών είναι οι στροβιλοσυμπιεστές με ρυθμιζόμενα πτερύγια. Ο τρόπος λειτουργίας αυτών των στροβιλοσυμπιεστών στηρίζεται στην απαίτηση για υψηλές ροπές στις χαμηλές στροφές και ταυτόχρονα στην αποφυγή μεγάλων πιέσεων στις υψηλές στροφές. Σε λειτουργίες με μικρές ποσότητες καυσαερίου, τα πτερύγια εισαγωγής στην τουρμπίνα αποκτούν μια τέτοια κλίση που στενεύει η είσοδος των καυσαερίων. Έτσι τα αέρια αποκτούν σχετικά μεγάλη ταχύτητα, ενώ ταυτόχρονα το ρεύμα του εισερχόμενου αέρα κατευθύνεται προς την ακραία πλευρά των πτερυγίων οπότε και έχουμε μεγαλύτερο βραχίονα ροπής. Έτσι αυξάνονται οι στροφές της τουρμπίνας με αποτέλεσμα την αύξηση πίεσης του στροβιλοσυμπιεστή και άρα και την ροπή του κινητήρα. Σε λειτουργίες με μεγάλο όγκο καυσαερίων, τα πτερύγια ανοίγουν, η είσοδος των καυσαερίων μεγαλώνει και η ταχύτητά τους μειώνεται.

Κατά την επιβράδυνση του οχήματος που ο κινητήρας λειτουργεί σε χαμηλές στροφές και με την πεταλούδα του γκαζιού κλειστή εγκλωβίζεται στο σωλήνα αναρροφήσεως αέρας που δημιουργεί μεγάλη πίεση και φρενάρει την περιστροφή της περρωτής του στροβίλου. Επίσης, σε μια τυχόν αιφνίδια αλλαγή του φορτίου που η πεταλούδα του γκαζιού ξανανοίγει και εισχωρεί απότομα μια ποσότητα αέρα υπό πίεση, μεσολαβεί ένα χρονικό διάστημα για να επανέλθουν οι στροφές της τουρμπίνας στα επιθυμητά όρια λόγω της αδράνειάς της. Για το λόγο αυτό είναι αναγκαία η χρησιμοποίηση ενός συστήματος ανακύκλωσης του αέρα (waste gate). Το σύστημα αυτό αποτελείται από μια βαλβίδα που είναι συνδεδεμένη με την πολλαπλής εισαγωγής. Αυτή, όταν η πεταλούδα του γκαζιού είναι κλειστή και η πίεση μεγάλη, ανοίγει και επιτρέπει την κυκλοφορία του προσυμπιεσμένου αέρα από την πλευρά συμπίεσης προς την πλευρά αναρρόφησης του συμπιεστή ή προς το περιβάλλον (σκάστρα). Με τον τρόπο αυτό η τουρμπίνα συνεχίζει να κινείται με αμείωτες στροφές και είναι έτοιμη να επαναλειτουργήσει χωρίς καθυστέρηση αμέσως μόλις ανοίξει η πεταλούδα του γκαζιού.

4. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΕΚΑΣΜΟΥ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΣΤΙΣ BENZINOMHXANES

Τα συστήματα ψεκασμού ή έγχυσης καυσίμου (injection) αντικατέστησαν τα συστήματα τροφοδοσίας που είχαν μηχανικά ή ηλεκτρικά καρμπυρατέρ, Σχήμα 4.1. Τα συστήματα ψεκασμού έχουν την δυνατότητα μέτρησης της ποσότητας του καυσίμου που ψεκάζεται με μεγάλη ακρίβεια. Για την μέτρηση του καυσίμου που ψεκάζεται τα συστήματα ψεκασμού λαμβάνουν υπόψη πολλές παραμέτρους λειτουργίας του κινητήρα, όπως το φορτίο του κινητήρα, τη θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού, τις απαιτήσεις του οδηγού κ.τ.λ. Τα πλεονεκτήματα των συστημάτων ψεκασμού καυσίμου έναντι των συμβατικών συστημάτων τροφοδοσίας είναι η καλύτερη λειτουργία του κινητήρα στην ψυχρή εκκίνηση, η μείωση της κατανάλωσης καυσίμου, η ελάττωση των ρύπων που εκπέμπονται στα καυσαέρια, η αύξηση της απόδοσης ισχύος και η καλύτερη απόκριση του κινητήρα στην επιτάχυνση.

Κάθε ηλεκτρονικό σύστημα ψεκασμού αποτελείται από τρία βασικά υποσυστήματα. Το υποσύστημα της τροφοδοσίας καυσίμου, το υποσύστημα της εισαγωγής και μέτρησης αέρα και το υποσύστημα ελέγχου της ανάφλεξης.



Σχήμα 4.1: Σύστημα ψεκασμού καυσίμου

Τα συστήματα ψεκασμού κατατάσσονται ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους σε Μηχανικά (K-jetronic), Συνδυασμένα μηχανικά και ηλεκτρονικά (KE-jetronic), Ηλεκτρονικά (L-jetronic) και Συνδυασμένα συστήματα ψεκασμού και ανάφλεξης (monotronic & multec). Ανάλογα με τα σημεία ψεκασμού τους διαχωρίζονται σε συστήματα ψεκασμού μονού σημείου και πολλαπλών σημείων. Ο ψεκασμός εκτελείται συνεχώς ή διακοπτόμενα ενώ μπορούν να λειτουργήσουν με την υποστήριξη ενός μπεκ εκκίνησης ή και με δύο βοηθητικά μπέκ, ανάλογα τον κινητήρα. Ανάλογα με το σημείο που έχουν τοποθετηθεί τα μπέκ, διαχωρίζονται σε άμεσα συστήματα ψεκασμού και σε έμμεσα συστήματα.

Το ποιο γνωστό μηχανικό σύστημα ψεκασμού είναι το K-jetronic. Σε αυτά τα συστήματα το καύσιμο ψεκάζεται από τα μπεκ, τα οποία ελέγχονται μηχανικά και ανοίγουν όταν η πίεση που επικρατεί στη γραμμή διανομής του καυσίμου ξεπεράσει κάποιο όριο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα και την διαφοροποίηση της πίεσης στη διάρκεια του ψεκασμού.

Ο υπολογισμός της ποσότητας καυσίμου που ψεκάζεται γίνεται από την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου με βάση τις πληροφορίες για τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα που μεταβιβάζονται σ' αυτή από τους αισθητήρες. Η μονάδα ελέγχου συντονίζει με μεγάλη ακρίβεια και ταχύτητα όλες τις λειτουργίες του συστήματος, που απαιτούνται για την προετοιμασία του καυσίμου μείγματος. Η ποσότητα του καυσίμου που ψεκάζεται ελέγχεται από το χρόνο που τα ηλεκτρομαγνητικά μπεκ παραμένουν ανοικτά. Ο ψεκασμός κινείται υπό σταθερή πίεση. Συγκεκριμένα στα μηχανικά συστήματα K-jetronic, το καύσιμο ψεκάζεται από τα μπεκ που ανοίγουν όταν η πίεση που επικρατεί στη γραμμή διανομής του καυσίμου ξεπεράσει κάποιο όριο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα και την διαφοροποίηση της πίεσης στη διάρκεια του ψεκασμού. Στα ηλεκτρονικά συστήματα L-jetronic η ποσότητα του καυσίμου που ψεκάζεται ελέγχεται από το χρόνο που τα ηλεκτρομαγνητικά μπεκ παραμένουν ανοικτά. Ο ψεκασμός γίνεται υπό σταθερή πίεση. Το ελεγχόμενο σύστημα ψεκασμού L-jetronic εξελίχθηκε ώστε να ικανοποιεί τις ολοένα και αυστηρότερες προδιαγραφές για τα όρια των ρύπων στα καυσαέρια. Έτσι εμφανίστηκαν οι παραλλαγές LE-jetronic, LE2-jetronic, LE3-jetronic που καλύπτουν τις προδιαγραφές για τα όρια ρύπων που ισχύουν στην Ευρώπη.

Χαρακτηριστικά συστήματα συνδυασμού ανάφλεξης και ψεκασμού είναι τα Monotronic και τα Multec. Σε αυτά τα συστήματα υπάρχει μια κεντρική μονάδα ελέγχου και κοινοί αισθητήρες.

Τα πλεονεκτήματα του συστήματος άμεσου ψεκασμού έναντι των συστημάτων έμμεσου ψεκασμού είναι η αποδοτικότερη καύση, η καλύτερη ανάμειξη του αέρα με την βενζίνη, η καλύτερη και αμεσότερη απόκριση στην επιτάχυνση και στην επιβράδυνση του κινητήρα, η μικρότερη κατανάλωση καυσίμου, χαμηλότερους ρύπους στα καυσαέρια και καλύτερη απόδοση κινητήρα. Ο άμεσος ψεκασμός πραγματοποιείται σε δύο φάσεις: κατά την εισαγωγή και κατά τη συμπίεση. Ανάλογα με το αν απαιτείται οικονομία ή υψηλή απόδοση αλλάζει ο χρονοσμός του ψεκασμού. Για οικονομία η βενζίνη ψεκάζεται καθυστερημένα και για υψηλή ισχύ ψεκάζεται πολύ νωρίς. Τα έμβολα έχουν διαμορφωθεί κατά τέτοιο τρόπο ώστε να αυξάνουν τον στροβιλισμό μέσα στο χώρο καύσης και στο δεύτερο μισό της καύσης να συγκεντρώνουν το μείγμα πολύ κοντά στο μπουζί. Για μέγιστη ισχύ η βενζίνη ψεκάζεται νωρίς και σχηματίζει ομογενές μείγμα. Επίσης η ψύξη του εισερχόμενου αέρα με την βοήθεια ψεκασμού βενζίνης οδηγεί σε παραγωγή ακόμη μεγαλύτερης ισχύος. Η εισαγωγή του αέρα γίνεται κατακόρυφα για καλύτερο στροβιλισμό του μείγματος. Η βενζίνη στη συνέχεια ατμοποιείται και ελαττώνεται η θερμοκρασία του θαλάμου καύσης και άρα μπορούμε να εισάγουμε περισσότερο μείγμα.

Έτσι έχουμε υψηλή συμπίεση και καλή καύση. Η μορφή του ψεκασμού διαφοροποιείται στη φάση χαμηλής κατανάλωσης και στη φάση για μεγάλη απόδοση ισχύος. Στη φάση χαμηλής κατανάλωσης, στην οποία έχουμε και λιγότερα καυσαέρια, το καύσιμο ψεκάζεται στο δεύτερο μισό της καύσης και λόγω της υψηλής θερμοκρασίας και του έντονου στροβιλισμού έχουμε σχεδόν τέλεια καύση. Στη φάση μεγαλύτερης ισχύος ψύχουμε τον εισερχόμενο αέρα με την βοήθεια του ψεκασμού έτσι ώστε να εισαχτεί περισσότερο μείγμα και με την υψηλή πίεση και την καλή καύση αυξάνουμε την ισχύ.

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΟΝΟΥ ΨΕΚΑΣΜΟΥ

Στα συστήματα μονού ψεκασμού, ένα μέρος των σταγονιδίων της βενζίνης παρασύρεται από την ροή του αέρα τροφοδοσίας και μέσω της πολλαπλής εισαγωγής πηγαίνει στους κυλίνδρους και ένα μέρος των σταγονιδίων της βενζίνης επικάθονται στην πεταλούδα και πάνω στην πολλαπλής εισαγωγής. Με την βοήθεια της θερμότητας και του ρεύματος του αέρα τα σταγονίδια εξαερώνονται και διασκορπίζονται πάλι. Το σύστημα ψεκασμού θα πρέπει να τροφοδοτεί τον κινητήρα τόσο με την ελάχιστη όσο και με την μέγιστη ποσότητα ανάλογα με την λειτουργία.

Τα πιο γνωστά συστήματα μονού ψεκασμού είναι τα Mono-Monotronic και τα Mono-Jetronic

Το σύστημα παροχής καυσίμου του μονού ψεκασμού, αποτελείται από το ρεζερβουάρ, την ηλεκτρική αντλία, το φίλτρο, τον ρυθμιστή πίεσης και τα μπεκ. Η συσκευή μονού ψεκασμού αποτελείται από δύο μέρη:

Το πάνω μέρος που περιλαμβάνει

- Μπεκ (ψεκάζει με κωνική δέσμη πάνω στην πεταλούδα για αποφυγή φουσαλίδων λόγω χαμηλής πίεσης του καυσίμου και της υψηλής θερμοκρασίας. Η παροχή γίνεται από το κάτω μέρος και η επιστροφή τα ποσότητας που περισσεύει γίνεται από το πάνω μέρος του μπεκ. Η επιστροφή διαχωρίζεται σε δύο ρεύματα (ένα διαρρέει και ένα περιβρέχει το μπεκ))
- Ρυθμιστή πίεσης (διατηρεί σταθερή τη διαφορά πίεσης μεταξύ της πίεσης του καυσίμου και της πίεσης της πολλαπλής εισαγωγής)
- Κανάλια καυσίμου
- Αισθητήρα θερμοκρασίας του αέρα εισαγωγής (μετράει μέσω αντίστασης την θερμοκρασία και άρα την πυκνότητα του αέρα εισαγωγής)

Και το κάτω μέρος που περιλαμβάνει

- Την πεταλούδα του γκαζιού
- Το ποτενσιόμετρο για την μέτρηση της γωνίας του ανοίγματος της πεταλούδας (τροφοδοτείται με τάση 5V και έχει δύο ζευγάρια αντιστάσεων που καλύπτουν όλο το φάσμα λειτουργίας. Το ένα ζευγάρι καλύπτει ένα φάσμα γωνιών της πεταλούδας από 0-24° και το άλλο το ζευγάρι γωνίες 18-90° . Κάθε γωνία αντιστοιχεί σε μία τάση.

Στη συνέχεια αυτή η τάση μετατρέπεται σε ψηφιακό σήμα και είναι μια από τις παραμέτρους ρύθμισης του χρόνου διάρκειας ψεκασμού τα βενζίνης)

- Τον ρυθμιστή της πεταλούδας (για την ρύθμιση των στροφών κατά το ρελαντί)

Ο αισθητήρας θερμοκρασίας του αέρα εισαγωγής έχει στην άκρη του μια αντίσταση και βρίσκεται στο κέντρο της ροής του αέρα. Ο αισθητήρας μετράει μέσω της αντίστασής του τη θερμοκρασία και επομένως την πυκνότητα του αέρα. Όσο αυξάνει η θερμοκρασία τόσο μικραίνει η μάζα του αέρα γι έναν συγκεκριμένο όγκο. Η ποσότητα του αέρα που χρειάζεται για την δημιουργία του μείγματος ονομάζεται αέρας πλήρωσης. Όταν είναι γνωστή αυτή η ποσότητα, τότε υπολογίζεται και η αντίστοιχη ποσότητα βενζίνης με ρύθμιση του χρόνου ψεκασμού. Ο καθορισμός του αέρα πλήρωσης στα συστήματα μονού σημείου πετυχαίνεται έμμεσα με την βοήθεια δύο μεγεθών, της γωνίας της πεταλούδας και του αριθμού των στροφών του κινητήρα.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΕΚΑΣΜΟΥ K-jetronic

Το K-jetronic λειτουργεί με συνεχή ψεκασμό πολλαπλών σημείων. Ο ψεκασμός της βενζίνης εξαρτάται από την ποσότητα του αέρα τροφοδοσίας που εισέρχεται στον κύλινδρο. Έχει τρία υποσυστήματα, ένα τροφοδοσίας καυσίμου (αποτελείται από αντλία-συλλέκτη καυσίμου-φίλτρο-ρυθμιστή πίεσης-μπεκ), ένα τροφοδοσίας αέρα και ένα προετοιμασίας μείγματος. Ο συλλέκτης καυσίμου διατηρεί την πίεση του καυσίμου σταθερή μετά από το σταμάτημα του κινητήρα (έτσι παρεμποδίζει την δημιουργία φυσαλίδων και θορύβου της αντλίας).

Ο ρυθμιστής πίεσης αποτελείται από ένα έμβολο που κινείται εξ' αιτίας του ελατηρίου του. Η πίεση του καυσίμου και η δύναμη στο ελατήριο είναι σε ισορροπία. Αν η κατανάλωση της βενζίνης είναι μεγαλύτερη, η πίεση στο κύκλωμα ελαττώνεται και έτσι το ελατήριο πιέζει το έμβολο μειώνοντας την διατομή της διόδου προς το ρεζερβουάρ. Άρα η πίεση επιστρέφει στην τιμή που προβλέπεται από τον κατασκευαστή. Ο ρυθμιστής του μείγματος αποτελείται από το μετρητή ποσότητας αέρα (παροχόμετρο) και τον διανομέα καυσίμου. Ένας κινητός δίσκος αλλάζει θέση ανάλογα με τη ποσότητα αέρα που εισέρχεται. Αυτή η αλλαγή θέσης μεταφέρεται με ένα σύστημα μοχλών στο έμβολο ρύθμισης του διανομέα βενζίνης.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΕΚΑΣΜΟΥ KE-jetronic

Το KE-jetronic λειτουργεί όπως και το σύστημα K-jetronic με συνεχή ψεκασμό πολλαπλών σημείων. Ο ψεκασμός της βενζίνης εξαρτάται από την ποσότητα του αέρα τροφοδοσίας που εισέρχεται στον κύλινδρο. Έχει τρία υποσυστήματα, της

τροφοδοσίας καυσίμου, της μέτρησης αναρροφούμενου αέρα και τον ηλεκτρονικό έλεγχο μείγματος. Σε αντίθεση με το σύστημα K-jetronic έχει κάποια επιπρόσθετα στοιχεία όπως ηλεκτρονική συσκευή ελέγχου, ηλεκτρουδραυλικό επενεργητή πίεσης, διακόπτη πεταλούδας γκαζιού, ποτενσιόμετρο μέσα στο μετρητή του αέρα και αισθητήρες για την εξακρίβωση της θερμοκρασίας της πίεσης και το σχηματισμό του μείγματος.

Η αντλία τροφοδοτεί το κύκλωμα με καύσιμο που διέρχεται από το συλλέκτη, το φίλτρο, τον ρυθμιστή πίεσης και τα μπεκ. Ο ρυθμιστής πίεσης συνδέεται με την πολλαπλής εισαγωγής και έτσι λαμβάνει υπόψη του και το φορτίο του κινητήρα. Ο διανομέας καυσίμου είναι ίδιος με αυτόν του K συστήματος μόνο που πάνω του είναι ενσωματωμένο ηλεκτρομαγνητικός υδραυλικός ρυθμιστής που μεταβάλλει την πίεση ανάλογα με το ρεύμα που διέρχεται από τον εγκέφαλο. Η πίεση του καυσίμου, η δύναμη του ελατηρίου και το μαγνητικό πεδίο δημιουργούν ισορροπία στην βαλβίδα. Ηλεκτρικό ρεύμα αλλάζει το μαγνητικό πεδίο ώστε να επηρεαστεί η ισορροπία και άρα να αλλάξει το άνοιγμα της εκάστοτε βαλβίδας.

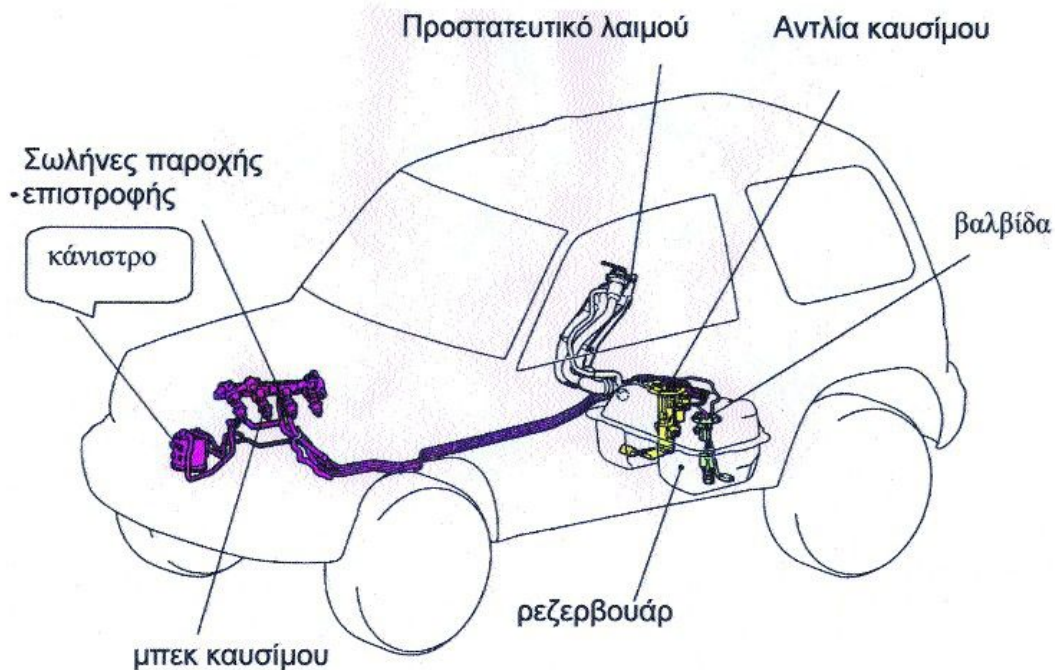
ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΕΚΑΣΜΟΥ L-jetronic

Το L-jetronic λειτουργεί με διακοπτόμενο ψεκασμό πολλαπλών σημείων. Η ποσότητα του αέρα τροφοδοσίας που εισέρχεται στον κύλινδρο μετρείται από μετρητή ροής και η λειτουργία του κινητήρα παρακολουθείται από διάφορους αισθητήρες. Ο ψεκασμός εξαρτάται από τα σήματα των αισθητήρων. Οι πληροφορίες που συλλέγονται για την λειτουργία ενός ηλεκτρονικού συστήματος ψεκασμού L-jetronic είναι η θερμοκρασία του κινητήρα, η θερμοκρασία αναρροφούμενου αέρα, η περιοχή φορτίου, η μεταβατική λειτουργία κατά την επιτάχυνση, ο περιορισμός μέγιστων στροφών και η σύνθεση καυσαερίων μέσω του αισθητήρα λ.

Το σύστημα LH-jetronic έχει μεγαλύτερης ακρίβειας μετρητή μάζας του αέρα από ότι το L. Η μέτρηση του αέρα είναι ανεξάρτητη από την πίεση και από θερμοκρασία που επικρατεί στην πολλαπλής εισαγωγής. Ο εγκέφαλος διαθέτει στην μνήμη του δεδομένους συνδυασμούς συνθηκών και βέλτιστου χρόνου ψεκασμού. Η βασική διάρκεια ψεκασμού υπολογίζεται από το σήμα μέτρησης του φορτίου του κινητήρα και το σήμα των στροφών του κινητήρα.

4.1. ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Το υποσύστημα τροφοδοσίας καυσίμου (Σχήμα 4.2) σκοπό έχει τη μεταφορά του καυσίμου από το ρεζερβουάρ προς τα μπεκ σε όλες τις φάσεις λειτουργίας του κινητήρα, καθώς και την επιστροφή από τα μπεκ προς το ρεζερβουάρ της ποσότητας που δεν ψεκάζεται από τα μπεκ στους θαλάμους καύσης. Η ροή καυσίμου προς τα μπεκ είναι: Ρεζερβουάρ - Αντλία καυσίμου - Φίλτρο καυσίμου - Ρυθμιστής πίεσης - μπέκ.



Σχήμα 4.2: Υποσύστημα τροφοδοσίας καυσίμου

Το ρεζερβουάρ είναι ο χώρος αποθήκευσης και επιστροφής της περίσσειας του καυσίμου. Είναι στεγανό και κατασκευασμένο από αντιδιαβρωτικά υλικά. Το ρεζερβουάρ έχει βαλβίδες ασφαλείας για την εκτόνωση της υπερβολικής πίεσης, για την αποφυγή της διαρροής καυσίμου από την τάπα γεμίσματος σε περίπτωση ανατροπής του αυτοκινήτου και για την αποφυγή της διαρροής σε περίπτωση ατυχήματος ή σε κίνηση σε αυτοκινητόδρομους με μεγάλες κλίσεις, σε απότομες στροφές και απότομα σταματήματα. Σε κάθε ρεζερβουάρ υπάρχει μια βαλβίδα αντεπιστροφής που είναι μια μηχανική βαλβίδα και επιτρέπει τη ροή του καυσίμου από τη δεξαμενή προς την αντλία και όχι αντίστροφα. Οι αναθυμιάσεις του καυσίμου οδηγούνται σε ένα φίλτρο από ενεργό άνθρακα (κάνιστρο) όπου και κατακρατούνται. Όταν ο κινητήρας είναι σε λειτουργία τότε οδηγούνται στο χώρο καύσης.

Οι σωληνώσεις του καυσίμου χρησιμοποιούνται για την αναρρόφηση, την κατάθλιψη και επιστροφή του καυσίμου. Οι σωληνώσεις είναι ανθεκτικές σε υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες λειτουργίας. Δεν διέρχονται από τον χώρο των επιβατών και είναι μεταλλικές ή από ανθεκτικά σύνθετα υλικά.

Στο κύκλωμα καυσίμου υπάρχει ένας αποσβεστήρας στον αγωγό επιστροφής, για τον περιορισμό του θορύβου που δημιουργείται από το άνοιγμα και κλείσιμο των μπεκ και του ρυθμιστή της πίεσης. Είναι τύπου μεμβράνης-ελατηρίου και βρίσκεται μεταξύ του ρυθμιστή πίεσης και του ρεζερβουάρ.

Η αντλία βενζίνης χρησιμοποιείται για την μεταφορά του καυσίμου στο σύστημα. Παρέχει καύσιμο με πίεση διαμέσου των σωληνώσεων και ενεργοποιείται από τον εγκέφαλο μέσω ενός ρελέ. Υπάρχει μεγάλη ποικιλία αντλιών και τις διακρίνουμε ανάλογα με την τοποθέτησή τους στο σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου οι ηλεκτρικές αντλίες διακρίνονται σε

- αντλίες γραμμής (τοποθετούνται έξω από τη δεξαμενή καυσίμου πριν από το φίλτρο καυσίμου και επάνω στο σασί του αυτοκινήτου. Θα πρέπει να προστατεύονται από χαλίκια και πέτρες στα οποία είναι εκτεθειμένες)
- αντλίες δεξαμενής (είναι εμβαιπιζόμενες αντλίες και τοποθετούνται μέσα στη δεξαμενή καυσίμου και αποτελούν συστατικό της μονάδας παροχής καυσίμου)

Και ανάλογα με την εσωτερική τους δομή και τον τρόπο λειτουργίας τους οι ηλεκτρικές αντλίες βενζίνης διακρίνονται σε:

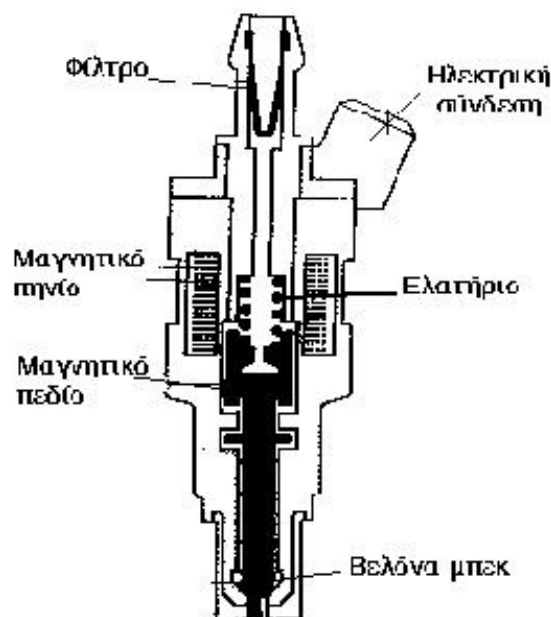
- Αντλίες με οδοντωτούς τροχούς (αποτελείται από δυο τροχούς που φέρουν οδόντωση και σχηματίζουν κλειστούς θαλάμους παροχής που μικραίνουν και μεγαλώνουν συνδεδεμένοι με την εκροή και εισροή αντίστοιχα)
- Αντλίες με δίσκο και κυλίνδρους (αποτελείται από ένα δίσκο με εγκοπές μέσα στις οποίες στρέφονται κύλινδροι πιέζοντας τα τοιχώματα του κελύφους μέσα στο οποίο είναι τοποθετημένος ο δίσκος,. Έτσι δημιουργούνται κλειστοί θάλαμοι που μικραίνουν και μεγαλώνουν συνδεδεμένοι με την εκροή και εισροή αντίστοιχα)
- Κοχλιοφόρες αντλίες (αποτελείται από δύο ατράκτους με ελικοειδή οδόντωση που μπλέκονται μεταξύ τους και σχηματίζουν θαλάμους μέσα στους οποίους κινείται το καύσιμο)
- Αντλίες με πτερύγια (είναι υδροδυναμική αντλία με πτερύγια που επιταχύνει το καύσιμο προς τα έξω)
- Αντλίες δύο βαθμίδων (συνδυάζει διάφορα είδη αντλιών σε μια. Η πρώτη βαθμίδα είναι μια αντλία με πτερύγια η οποία και παράγει μια προπίεση . Τυχόν φυσαλίδες απομακρύνονται στη δεξαμενή μέσω αντλίας με οδοντωτούς τροχούς που παράγει και την αναγκαία πίεση στο καύσιμο).

Τα φίλτρα συγκρατούν ξένα σωματίδια που θα έφραζαν τα μπεκ. Κατασκευάζονται από ειδικό χαρτί με πόρους σε μέγεθος 10-15 μm που περιβάλλεται από ένα χνουδωτό διάτρητο κύλινδρο ο οποίος περικλείεται από ένα μεταλλικό κυλινδρικό διάτρητο δοχείο. Η θήκη του φίλτρου είναι κυλινδρική μεταλλική ή και πλαστική. Έχει έναν αγωγό για την είσοδο και έναν για την έξοδο. Είναι τοποθετημένο κάτω από το όχημα κοντά στο ρεζερβουάρ ή στον χώρο του κινητήρα.

Ο ρυθμιστής πίεσης είναι αυτός που εξασφαλίζει μια σταθερή διαφορά μεταξύ της πίεσης του καυσίμου και της πίεσης που επικρατεί στην πολλαπλή εισαγωγής. Έχει στο εσωτερικό του μια ελαστική μεμβράνη που χωρίζει τον θάλαμο εισαγωγής σε κάτω και πάνω. Στον πάνω θάλαμο υπάρχει ένα προορισμένο ελατήριο που πιέζει την μεμβράνη. Μια επίπεδη βαλβίδα, που συνδέεται με την μεμβράνη μέσω του σώματος της βαλβίδας, πιέζεται από το ελατήριο πάνω στην έδρα της. Όταν η δύναμη που ασκεί η πίεση του καυσίμου

πάνω στη μεμβράνη υπερνικά την δύναμη του ελατηρίου τότε ανασηκώνεται η βαλβίδα από την έδρα της και το καύσιμο επιστρέφει μέσω του ανοίγματος στην δεξαμενή. Στην μια πλευρά έχουμε την πίεση του καύσιμου και στη άλλη του ελατηρίου και την υποπίεση της πολλαπλής εισαγωγής. Η υποπίεση στην πολλαπλή εισαγωγής του κινητήρα μεταβάλλεται ανάλογα με το φορτίο του κινητήρα και τη θέση της πεταλούδας γκαζιού.

Τα ηλεκτρομαγνητικά μπέκ (Σχήμα 4.3) είναι ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες που ανοιγοκλείνουν ανάλογα με τα ηλεκτρικά σήματα που δέχονται από τον εγκέφαλο, στην περίπτωση του διακοπτόμενου ψεκασμού. Ο ηλεκτρομαγνήτης ελέγχει την κίνηση της βελόνας που φράζει την έξοδο του μπεκ. Όταν το μπεκ δηχθεί ένα παλμό ρεύματος ενεργοποιείται ο μαγνήτης, ανασηκώνεται η βελόνα και το καύσιμο ψεκάζεται στον κύλινδρο. Ο ψεκασμός διαρκεί για όσο διάστημα το μπεκ τροφοδοτείται με τάση. Τα μπεκ διαθέτουν ελαστική μόνωση για να μην σχηματίζονται φυσαλίδες από την εξάτμιση του καύσιμου εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών και για να προστατεύεται το ακραίο τμήμα του. Ο σχηματισμός φυσαλίδων εμποδίζει την εκκίνηση του κινητήρα όταν αυτός είναι θερμός. Τα μπεκ από πλευράς κατασκευής χωρίζονται σε μπεκ κάθετης ή πλευρικής τροφοδοσίας βενζίνης και σε μπεκ με βαλβίδα ανοίγματος που έχει σχήμα βελόνας, κώνου ή επίπεδο. Υπάρχουν επίσης και τα μπεκ υψηλής και χαμηλής ηλεκτρικής αντίστασης όπως και τα μπεκ με ολόσωμη ή διαιρούμενη δέσμη ψεκασμού.



Σχήμα 4.3: Σχηματική παράσταση ηλεκτρονικού μπέκ

Στα παλιότερα συστήματα χρησιμοποιούνταν πέμπτο μπεκ που εμπλούτιζε το μείγμα κατά την ψυχρή εκκίνηση. Σε χαμηλές θερμοκρασίες μια μικρή ποσότητα βενζίνης συμπυκνώνεται στα τοιχώματα των κυλίνδρων και των αυλών εισαγωγής, η οποία δεν μπορεί να αναφλέγει.

4.2. ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΑ

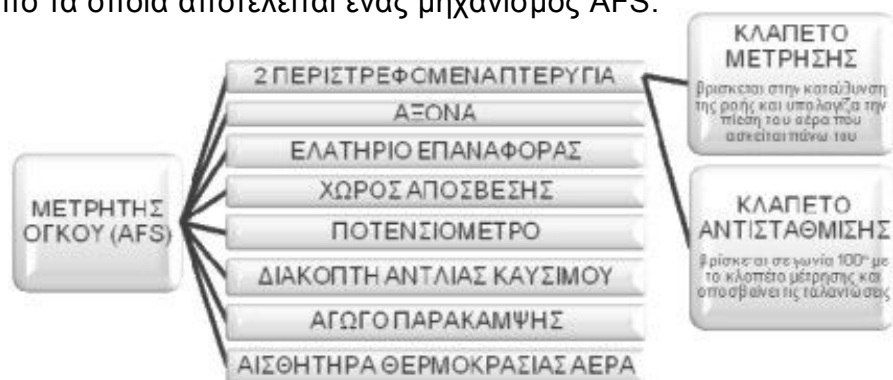
Το σύστημα αυτό επιτρέπει την είσοδο και την μέτρηση της ποσότητας του αναρροφούμενου αέρα που οδηγείται στους θαλάμους καύσης. Αποτελείται από το φίλτρο, το μετρητή ροής, το μηχανισμό πεταλούδας γκαζιού, τη βαλβίδα πρόσθετου αέρα και την πολλαπλής εισαγωγής. Η ποσότητα του αέρα τροφοδοσίας είναι ο βασικός παράγοντας υπολογισμού της διάρκειας του ψεκασμού.

Οι μετρητές ή παροχόμετρα μετρούν είτε τη μάζα είτε τον όγκο του εισερχόμενου αέρα. Οι βασικότεροι τύποι μετρητών είναι:

- Μετρητές ροής αέρα με πτερύγιο ή κλαπέτο -Μετρητής όγκου AFS
- Μετρητές μάζας αέρα με θερμαινόμενο σύρμα ή θερμαντικό σπирάλ -MAF
- Μετρητές της υποπίεσης της πολλαπλής εισαγωγής - MAP

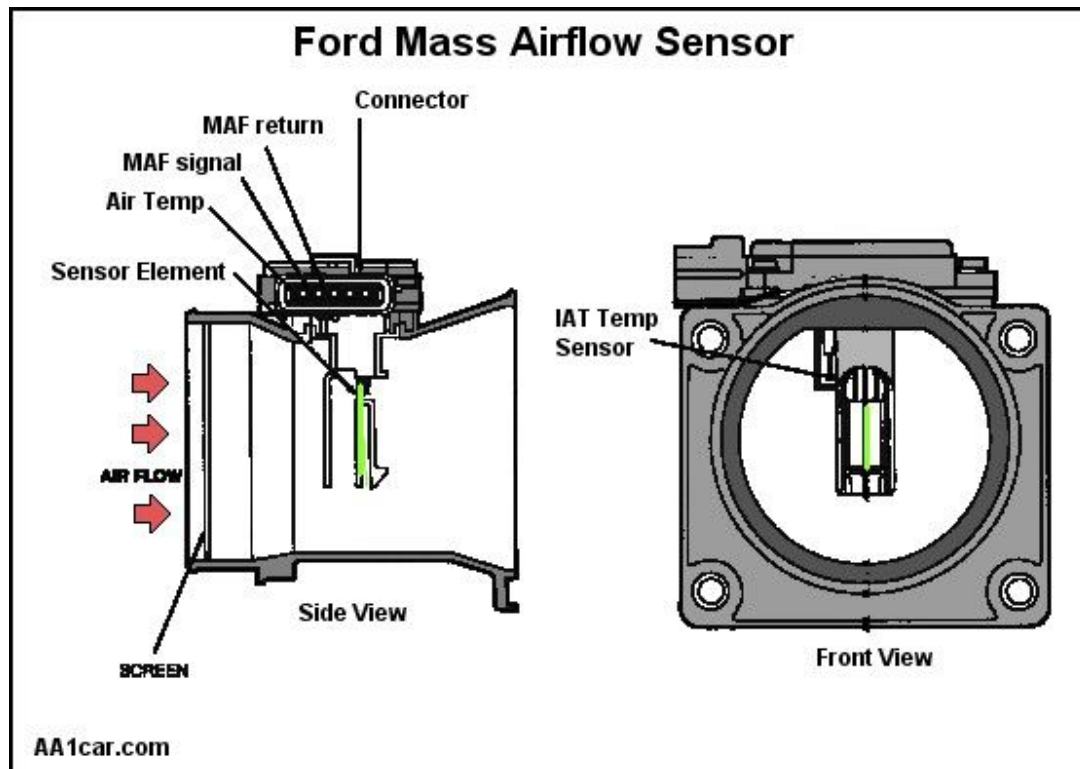
Ο μηχανισμός μέτρησης όγκου, AFS, αποτελείται από δύο περιστρεφόμενα πτερύγια (κλαπέτα)

- Το κλαπέτο μέτρησης (που βρίσκεται στην κατεύθυνση ροής του αέρα και περιστρέφεται ανάλογα με την δύναμη που ασκεί πάνω του η πίεση του αέρα).
 - Το κλαπέτο αντιστάθμισης (σε 100° γωνία από το κλαπέτο μέτρησης και αποσβένει τις ταλαντώσεις που δημιουργούνται από τις εναλλαγές του αέρα)
- Ένα ποτενσιόμετρο (που μεταβάλλει την τάση ανάλογα με την θέση του πτερυγίου), έναν αγωγό στο κάτω μέρος του μετρητή (απ' όπου διαφεύγει ποσότητα αέρα εμπλουτίζοντας ή πτωχαίνοντας το μείγμα ανάλογα με τις ανάγκες), ένα διακόπτη της αντλίας καυσίμου και τον αισθητήρα θερμοκρασίας του αέρα εισαγωγής (η τιμή της αντίστασης μειώνεται με αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα). Στο Σχήμα 4.4 παρουσιάζονται ονομαστικά τα διάφορα μέρη απο τα οποία αποτελείται ένας μηχανισμός AFS.



Σχήμα 4.4: Περιγραφή μηχανισμού μέτρησης όγκου AFS

Ο μηχανισμός μέτρησης μάζας αέρα MAF (Σχήμα 4.5), καταγράφει τη μάζα του αέρα που εισάγεται στον κινητήρα. Η λειτουργία του στηρίζεται στη μεταβολή έντασης του ρεύματος που διαρρέει μια θερμαινόμενη αντίσταση του μετρητή μάζας. Το ρεύμα περνάει από τον αγωγό και τον αισθητήρα θερμοκρασίας και τον ζεσταίνει. Ο αέρας που περνάει ψύχει τους αγωγούς. Οι αγωγοί πρέπει να έχουν σταθερή θερμοκρασία οπότε περνάει και τόσο ρεύμα όσο απαιτείται για αντισταθμίσει την πτώση πίεσης λόγω του αέρα. Η αντίσταση αυτοκαθαρίζεται από κατάλοιπα και σκόνη με πυράκτωση 1 δευτερολέπτου στους 950°C.



Σχήμα 4.5 : Μηχανισμός μέτρησης αέρα MAF της Ford

Ο μετρητής απόλυτης πίεσης ή υποπίεσης MAP, μετράει την απόλυτη τιμή της πίεσης μέσα στην πολλαπλή εισαγωγής. Οι αυξομειώσεις της πίεσης προκύπτουν λόγω της μεταβολής του φορτίου του κινητήρα. Στο εσωτερικό του αισθητήρα υπάρχει ολοκληρωμένο ηλεκτρονικό κύκλωμα και ένας στεγανός θάλαμος, με μηδενική πίεση. Το ηλεκτρονικό κύκλωμα είναι αποτυπωμένο σε μεμβράνη σιλικόνης (πλακέτα) και έχει πιεζοηλεκτρική αντίσταση. Οι παραμορφώσεις της πλακέτας προκαλούν αυξομειώσεις της τιμής της αντίστασης, που μετατρέπεται σε ένα σήμα ηλεκτρικής αντίστασης. Ο εγκέφαλος χρησιμοποιεί το σήμα του αισθητήρα για να προσδιορίσει το φορτίο του κινητήρα.

Η βαλβίδα γρήγορου ρελαντί που βρίσκεται πάνω στο θάλαμο της πεταλούδας, διατηρεί τις στροφές του κινητήρα κατά την εκκίνηση. Η βαλβίδα λειτουργεί με βάση ογκομετρική μεταβολή του κεριού που βρίσκεται μέσα στο θερμοστοιχείο.

Όταν ο κινητήρας είναι κρύος το θερμό κερί συστέλλεται, το σύστημα ανεβάζει τις στροφές ανοίγοντας ελαφρά περισσότερο την πεταλούδα. Έτσι περνάει περισσότερος αέρας και ζεσταίνεται γρηγορότερα ο κινητήρας. Καθώς ζεσταίνεται ο κινητήρας το θερμό-κερί διαστέλλεται και η πεταλούδα επανέρχεται στην φυσιολογική της θέση.

Γενικότερα, οι λειτουργίες που εκτελεί το συγκρότημα της πεταλούδας είναι ο έλεγχος της ροής του εισερχόμενου αέρα και η εισαγωγή μιας μικρής ποσότητας αέρα μέσω του αγωγού παράκαμψης για τη λειτουργία του αέρα στο ρελαντί. Ο αισθητήρας θέσης πεταλούδας TPS ανιχνεύει τη μηχανική κίνηση της πεταλούδας του γκαζιού και την μετατρέπει σε ηλεκτρική τάση που είναι ανάλογη με την κίνηση. Οι πιο συνηθισμένοι τύποι θέσης πεταλούδας είναι με διακόπτη τριών θέσεων (μια θέση ρελαντί-1.5° άνοιγμα πεταλούδας, μια θέση για ενδιάμεσο φορτίο- 1,5-40° άνοιγμα πεταλούδας, μια θέση για πλήρη ισχύ- άνοιγμα πάνω από 40°) και με ποτενσιόμετρο (δίνει ακριβείς πληροφορίες για οποιαδήποτε θέση της πεταλούδας, εκτός από τις δύο ακραίες θέσεις. Για το ρελαντί υπάρχει ένας διακόπτης).

Κατά την εκκίνηση η μηχανή πρέπει να αναρροφήσει περισσότερο αέρα και τα μπέκ να ψεκάσουν περισσότερο καύσιμο. Γι' αυτό το λόγο υπάρχει ο σωλήνας παράκαμψης (μπαι-πας) που βρίσκεται κάτω από την πεταλούδα και επιτρέπει στον αέρα να περάσει στον κύλινδρο όταν η πεταλούδα είναι κλειστή, όταν πέσουν οι στροφές ή λειτουργήσει ο κλιματισμός. Πάνω στο σωλήνα αυτό έχει τοποθετηθεί η βαλβίδα βοηθητικού αέρα.

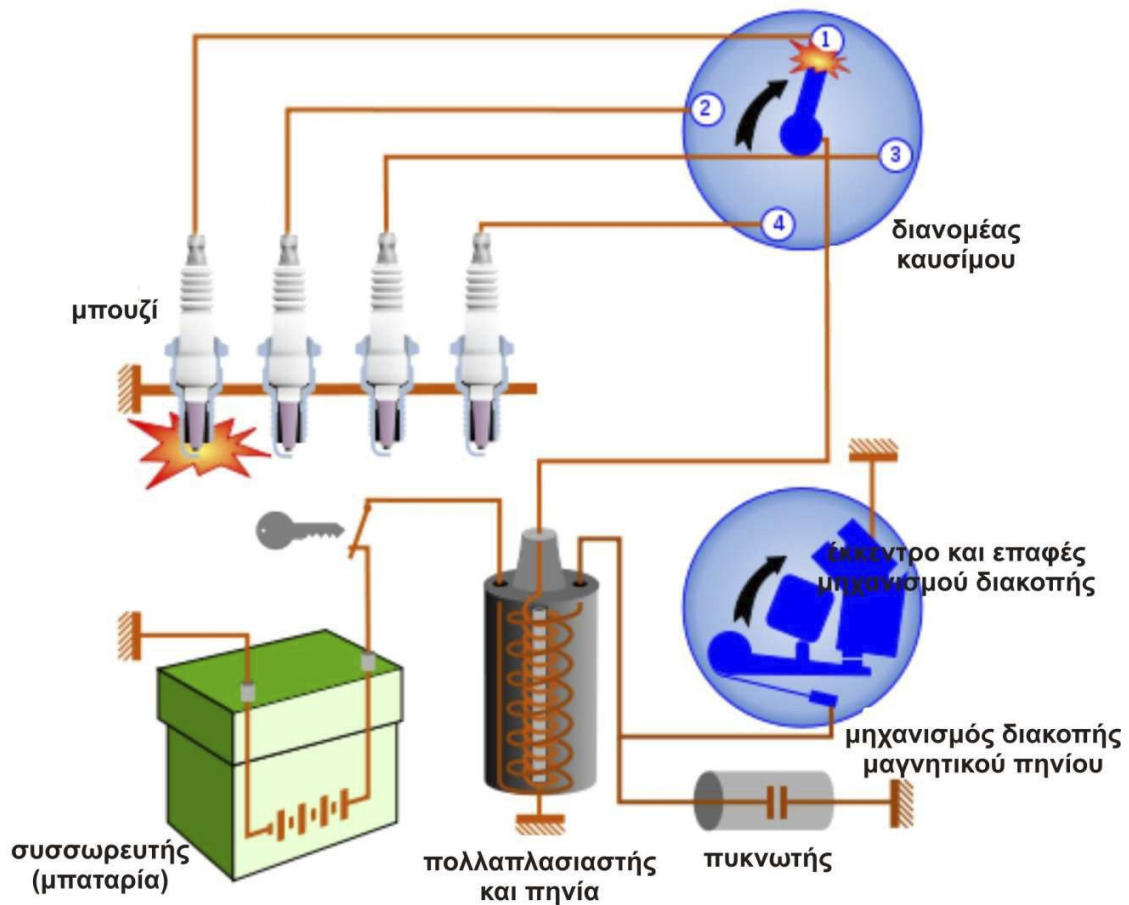
4.3. ΥΠΟΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ

Το υποσύστημα ανάφλεξης είναι εκείνο το σύστημα που δημιουργεί τον σπινθήρα για την ανάφλεξη του καυσίμου μείγματος στην κατάλληλη στιγμή ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας, Σχήμα 4.6.

Το σύστημα ανάφλεξης αποτελείται από:

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

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



Σχήμα 4.6: Σύστημα ανάφλεξης

Τα παλαιότερα συστήματα ανάφλεξης έχουν πλέον εξελιχθεί σε συστήματα με:

Ηλεκτρονική ανάφλεξη με διανομέα, παλμογεννήτρια και μηχανισμό μεταβολής αβανς

- Σύστημα ανάφλεξης υψηλής ενέργειας HEI (Έχει τη δυνατότητα ρύθμισης της γωνίας dwell και κλείνει το πρωτεύον κύκλωμα τόσο νωρίτερα όσο ανεβαίνουν οι στροφές του κινητήρα. Η dwell είναι η γωνία που προσδιορίζει τη διάρκεια του σπινθηρισμού)
- Χωρητική ηλεκτρονική ανάφλεξη CDI

Ηλεκτρονική ανάφλεξη με μηχανικό διανομέα, αισθητήρες και εγκέφαλο

- Ανάφλεξη με τρανζίστορ TZ
- Ηλεκτρονικά συστήματα ανάφλεξης EZ

Ηλεκτρονική ανάφλεξη χωρίς διανομέα

- Πλήρως ηλεκτρονικά συστήματα ανάφλεξης VZ
- Ανάφλεξη χωρίς διανομέα DIS

Το σύστημα ηλεκτρονικής ανάφλεξης με διανομέα και παλμογεννήτρια, αποτελείται από τον πολλαπλασιαστή, τον παλμοδότη ή παλμογεννήτρια (προκαλεί τις συνθήκες δημιουργίας και κατάρρευσης του μαγνητικού πηνίου στον πολλαπλασιαστή) και τον διανομέα (ρυθμίζει την γωνία ανάφλεξης)

Οι παλμογεννήτριες μπορεί να είναι:

- Επαγωγικού ή μαγνητικού τύπου (αποτελείται από ένα ρότορα με τόσες προεξοχές όσοι είναι οι κύλινδροι και ένα στάτη μόνιμο μαγνήτη)
- Τύπου Hall (ημιαγωγός από αρσενιούχο γάλλιο βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο)
- Με οπτικό αισθητήρα (μια δίοδος LED εκπέμπει ορατό ή υπέρυθρο φως σε μια φωτοδίοδο)

Στα συστήματα ηλεκτρονικής ανάφλεξης με διανομέα, αισθητήρες και εγκέφαλο, η ηλεκτρονική ρύθμιση της γωνίας ανάφλεξης γίνεται με την βοήθεια του εγκεφάλου και σε συνάρτηση με τις στροφές του κινητήρα, το φορτίο, τη θερμοκρασία, τη θέση της πεταλούδας γκαζιού και τη γωνία θέσης του στροφαλοφόρου άξονα.

Για τον υπολογισμό και την ρύθμιση της ανάφλεξης ο εγκέφαλος δέχεται πληροφορίες από τους αισθητήρες:

- Θέσης στροφαλοφόρου (δίνει πληροφορίες για την ακριβή αναγνώριση των στροφών του κινητήρα. Τοποθετείται πάνω στα δόντια της οδοντωτής στεφάνης του σφονδύλου)
- Θέσης εκκεντροφόρου (δίνει πληροφορίες για τον προσδιορισμό του κυλίνδρου, το έμβολο του οποίου βρίσκεται στο ΑΝΣ και στη φάση της συμπίεσης. Τοποθετείται κάτω από το καπάκι του διανομέα)
- ατμοσφαιρικής πίεσης (δίνει πληροφορίες για το φορτίο του κινητήρα και γίνεται ανάλογη διόρθωση της ανάφλεξης. Τοποθετείται στην πολλαπλής εισαγωγής)
- κρουστικής καύσης (ανιχνεύει την κρουστική καύση στον κινητήρα, και μειώνει την γωνία ανάφλεξης για να πάψει το φαινόμενο αυτό)
- Ταχύτητας αυτοκινήτου (μετράει την ταχύτητα του αυτοκινήτου με αυτόματο κιβώτιο. Τοποθετείται στο ταχύμετρο του οχήματος)

Το σύστημα ελέγχου της ανάφλεξης ελέγχει ηλεκτρονικά το χρόνο παροχής του ρεύματος στο πρωτεύον πηνίου του πολλαπλασιαστή του συστήματος ανάφλεξης. Ο εγκέφαλος αποφασίζει για την κατάσταση λειτουργίας του κινητήρα χρησιμοποιώντας σήματα από τους αισθητήρες. Το σύστημα αυτό πραγματοποιεί τους παρακάτω τρεις τύπους ελέγχου:

- Έλεγχο αβανς κατά την εκκίνηση του κινητήρα
- Έλεγχο αβανς μετά την εκκίνηση
- Έλεγχο χρόνου παροχής ρεύματος

Τα πλεονεκτήματα των ηλεκτρονικών αναφλέξεων έναντι της συμβατικής ανάφλεξης είναι τα ακόλουθα:

- Έχουν υψηλή τάση που φτάνει μέχρι τα 55kV σε αντίθεση με τα 20kV της ανάφλεξης με πλατίνες
- Στα ηλεκτρονικά συστήματα που έχουν και πλατίνες, η διάρκεια λειτουργίας έχει αυξηθεί στο 8πλάσιο
- Η διάρκεια λειτουργίας των μπουζί έχει αυξηθεί στο 5πλάσιο
- Η τάση του δευτερεύοντος είναι σταθερή σε όλες τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα
- Γίνεται καλή καύση του μείγματος και έχουμε παρατεταμένη λειτουργία του συστήματος χωρίς βλάβες
- Γίνεται καλύτερος έλεγχος της ανάφλεξης με αποτέλεσμα να έχουμε χαμηλότερη κατανάλωση στη βενζίνη
- Δεν υπάρχει πρόβλημα κρύας εκκίνησης του κινητήρα γιατί η υψηλή τάση είναι πάνω από 20kV
- Δεν χρειάζεται συχνή ρύθμιση του αβανς και της γωνίας dwell γιατί οι πλατίνες έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής
- Δεν απαιτείται συντήρηση για 50.000 έως 60.000 Km
- Τα ηλεκτρονικά συστήματα έχουν καλώδια υψηλής τάσης με μικρό μήκος και καλή γείωση
- Στις ηλεκτρονικές αναφλέξεις χωρίς διανομέα έχουμε ακόμα
 - Μεγαλύτερης τάσης σπινθήρα
 - Μείωση ηλεκτρικών παράσιτων
 - Ελάχιστη συντήρηση
 - Λιγότερες συνδέσεις καλωδίων

Το μόνο μειονέκτημα των ηλεκτρονικών αναφλέξεων είναι ότι δεν πρέπει να λειτουργούν σε υψηλές θερμοκρασίες και γι' αυτό πρέπει να τοποθετούνται σε θέσεις καλά αεριζόμενες και μακριά από την πλευρά της πολλαπλής εξαγωγής.

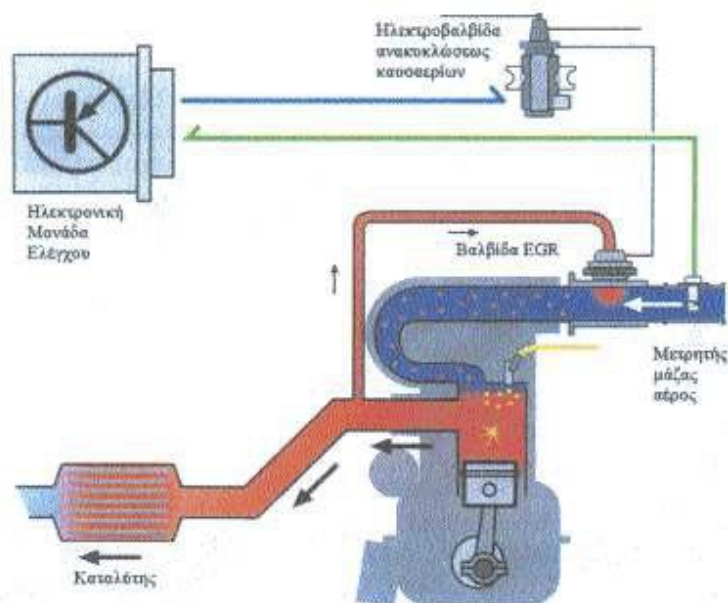
5. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΡΥΠΩΝ

Για να ελαχιστοποιηθούν οι εκπομπές ρύπων στο περιβάλλον, εκτός από τους καταλύτες έχουν αναπτυχθεί τα παρακάτω συστήματα αντιρρύπανσης:

- Σύστημα ελέγχου των αναθυμιάσεων του συστήματος τροφοδοσίας καυσίμου
- Το σύστημα ανακυκλοφορίας καυσαερίων για την μείωση των οξειδίων του αζώτου
- Το σύστημα θετικού εξαερισμού του στροφαλοθαλάμου

Οι αναθυμιάσεις συγκεντρώνονται σε ένα δοχείο ενεργού άνθρακα και διοχετεύονται μέσα από το σύστημα εισαγωγής στους κυλίνδρους για καύση κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα.

Κατά την καύση σε υψηλές θερμοκρασίες του κινητήρα και όταν υπάρχει περίσσεια οξυγόνου δημιουργούνται οξείδια του Αζώτου. Για να μειωθεί αυτή η παραγωγή οξειδίων πρέπει να μειωθεί η θερμοκρασία. Η μείωση της θερμοκρασίας γίνεται με την ανακύκλωση μιας μικρής ποσότητας καυσαερίων, Σχήμα 5.1. Τα καυσαέρια διοχετεύονται από την πολλαπλής εξαγωγής μέσα από ένα σωλήνα στο σύστημα εισαγωγής.

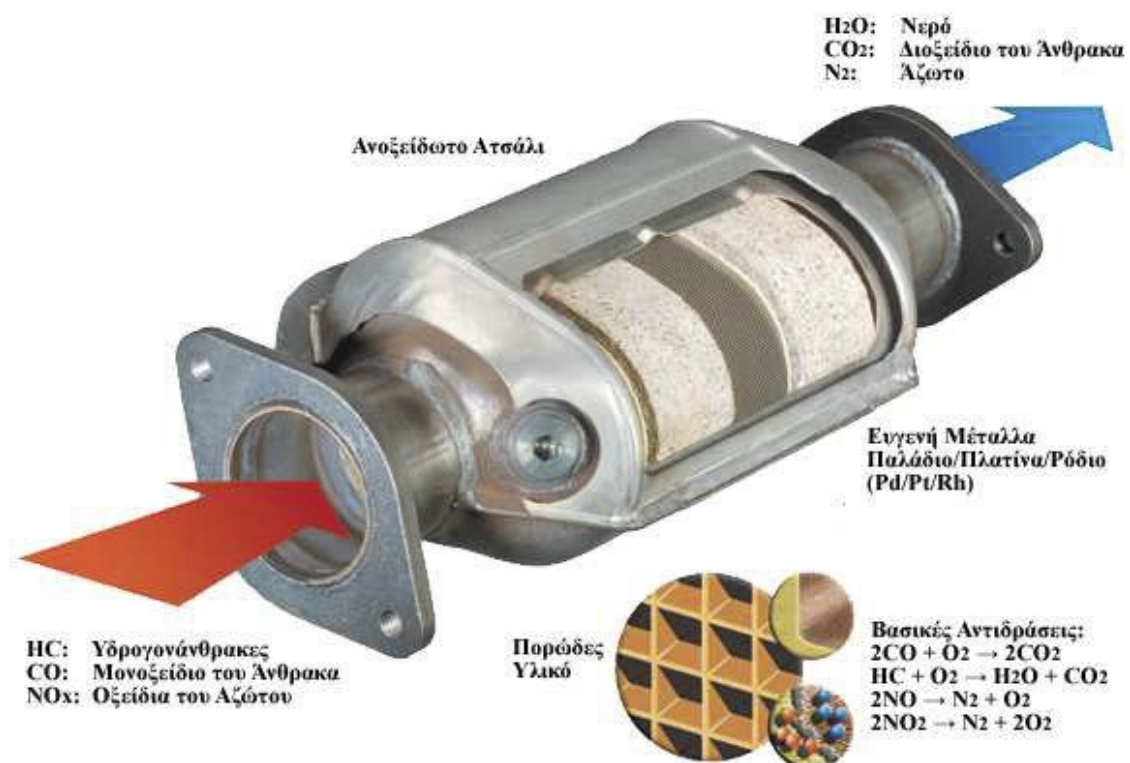


Σχήμα 5.1: Ανακυκλοφορία καυσαερίων

Στο χώρο καύσης ενός σύγχρονου βενζινοκινητήρα δημιουργούνται ενώσεις αζώτου, τα οξείδια του αζώτου, που είναι καρκινογόνες ενώσεις και ευθύνονται για την δημιουργία του νέφους στις μεγαλουπόλεις. Η εξάλειψη αυτών των ενώσεων μπορεί να γίνει με αφαίρεση του οξυγόνου από αυτές τις ενώσεις (η

διαδικασία αυτή χαρακτηρίζεται ως αναγωγή) και πραγματοποιείται με την παρουσία ενός καταλύτη από Ρόδιο.

Τριοδικοί καταλύτες, Σχήμα 5.2 είναι καταλυτικοί μετατροπείς που περιέχουν πλατίνα για τις οξειδωτικές αντιδράσεις και Ρόδιο για την αναγωγή. Ονομάζονται τριοδικοί επειδή μπορούν να εξαλείψουν 3 ειδών ρυπογόνα αέρια, τους άκαυστους υδρογονάνθρακες, το μονοξείδιο του άνθρακα και τα οξείδια του αζώτου.



Σχήμα 5.2: Τριοδικός καταλύτης

Αν τεμαχίσουμε το κέλυφος ενός καταλυτικού μετατροπέα, εντοπίζουμε ένα κεραμικό στοιχείο (κεραμικός μονόλιθος) το οποίο διαπερνούν πολλά μικρά κανάλια. Αυτά τα κανάλια έχουν τετραγωνική διατομή. Πάνω στον μονόλιθο ψεκάζονται οι καταλύτες σε ένα πολύ λεπτό στρώμα.

Όσα περισσότερα είναι τα κανάλια τόσο μεγαλύτερη είναι η ενεργός επιφάνεια του μετατροπέα. Μια σημαντική αύξηση της ενεργούς επιφάνειας του καταλύτη επιτυγχάνεται με την επίστρωση στην επιφάνεια των καναλιών ενός στρώματος αλουμίνιας. Η αλουμίνη έχει την ιδιότητα να ζαρώνει την επιφάνεια σε τέτοιο βαθμό όπως είναι ο ανθρώπινος εγκέφαλος. Αυτή η ενέργεια έχει ως αποτέλεσμα, σε κέλυφος μήκους 35 εκατοστών να έχουμε ενεργό επιφάνεια μεγέθους 2 γηπέδων ποδοσφαίρου. Κατασκευαστικά οι καταλυτικοί μετατροπείς διαχωρίζονται σε μονής και διπλής κλίσης. Αλλά διαχωρίζονται επίσης και σε κεραμικούς και μεταλλικούς. Οι μεταλλικοί μετατροπείς υπερτερούν έναντι των

κεραμικών λόγω της 10πλάσιας θερμοαγωγιμότητάς (και της μικρότερης θερμοχωρητικότητάς) τους

- στη αποβολή υψηλών θερμοκρασιών
- στους μικρότερους χρόνους προθέρμανσης
- στην ψυχρή εκκίνηση
- δεν είναι ευαίσθητοι σε χτυπήματα
- δεν κινδυνεύουν σε διαρκή λειτουργία σε υψηλές ταχύτητες

Για να περιοριστεί η χρονική διάρκεια της απαιτούμενης προθέρμανσης χρησιμοποιούνται διάφοροι μέθοδοι όπως είναι η προθέρμανση. Επιτυγχάνεται με αντίσταση που ενεργοποιείται από τον εγκέφαλο και κλείνει ή ανοίγει το κύκλωμα. (μειονέκτημα: έχει μεγάλο κόστος). Εναλλακτικός τρόπος είναι και με τοποθέτηση του καταλυτικού μετατροπέα κοντά στην πολλαπλής εξαγωγής: Τα καυσαέρια φτάνουν ζεστά στον καταλύτη και τον θερμαίνουν (μειονέκτημα: ο καταλύτης μπορεί να υπερθερμανθεί). Σε οχήματα πολλαπλού ψεκασμού ο εγκέφαλος πτωχαίνει το μείγμα και αυξάνεται έτσι η θερμοκρασία των καυσαερίων

Ο τριοδικός καταλύτης για να είναι απολύτως αποτελεσματικός, ακόμα και χωρίς πρόσθετη προσαγωγή αέρα, πρέπει να συνεργάζεται με κινητήρες που εξασφαλίζουν στοιχειομετρική αναλογία μίγματος αέρα καυσίμου (δηλ. το βάρος της βενζίνης να αντιστοιχεί σε συγκεκριμένο βάρος αέρα -14,7Kg αέρα αντιστοιχούν σε 1 Kg βενζίνης). Ο συντελεστής λ εκφράζεται με ένα κλάσμα ως το πηλίκο της αναλογίας του υπάρχοντος μίγματος ως προς αυτή την αναλογία που απαιτείται για την τέλεια καύση. Ο αισθητήρας λ υπάρχει για να ρυθμίζει συνεχώς και αδιάκοπα το μείγμα έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η στοιχειομετρία ($\lambda=1$). Μετράει την διαφορά σε περιεκτικότητα οξυγόνου που υπάρχει μεταξύ της εσωτερικής πλευράς του (που υπάρχει ατμοσφαιρικός αέρας) και της εξωτερικής πλευράς (που είναι σε επαφή με τα καυσαέρια). Το αποτέλεσμα εκφράζεται σε Volt με τιμές από 0 έως 1V.

Δύο είναι οι μεγαλύτεροι εχθροί του καταλύτη ενός οχήματος:

- Ο Μόλυβδος που υπάρχει στη super βενζίνη και ο οποίος καλύπτει την πλατίνα και το ρόδιο και απενεργοποιεί τον καταλύτη
- το άκαυστο μείγμα αέρα καυσίμου εξαιτίας της υψηλής θερμοκρασίας που δημιουργεί το μείγμα όταν φτάσει στον καταλύτη με αποτέλεσμα το λιώσιμο του καταλύτη.

6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΒΛΑΒΩΝ ΣΤΙΣ BENZINOMHXANES

Για να εντοπίσουμε και να αναλύσουμε βλάβες εφαρμόζουμε μια σειρά διαδικασιών ανάλογα με την περίπτωση. Ακούμε την περιγραφή της βλάβης από τον οδηγό, χρησιμοποιούμε κατάλληλες διαγνωστικές συσκευές για να εντοπίσουμε τις βλάβες που καταγράφονται στον εγκέφαλο και αναπαράγουμε το πρόβλημα λειτουργίας (όταν αυτή δεν έχει καταγραφεί στον εγκέφαλο). Επίσης εφαρμόζουμε τα οδηγίες για τα συμπτώματα των διαφόρων βλαβών

- Ενεργοποιούμε το σύστημα αυτοδιάγνωσης
- Εκτελούμε τον κατάλληλο διαγνωστικό έλεγχο με την κατάλληλη συσκευή
- Βεβαιωνόμαστε ότι έγιναν τα απαραίτητα σέρβις στα προκαθορισμένα χρονικά διαστήματα που ορίζει ο κατασκευαστής
- Ανατρέχουμε σε παλιότερες τυχόν βλάβες και επισκευές που έγιναν στον κινητήρα
- Ανατρέχουμε στο εγχειρίδιο του κατασκευαστή
- Με απαραίτητη εκπαίδευση και εμπειρία επισκευάζουμε την βλάβη
- Ξεκινάμε τον κινητήρα και ελέγχουμε την λειτουργία με διαγνωστικό μηχάνημα.

Ο εντοπισμός των βλαβών που καταγράφηκαν στον εγκέφαλο ενός κινητήρα γίνεται πριν από οποιαδήποτε άλλη επέμβαση στο αυτοκίνητο με αφαίρεση του πόλου της μπαταρίας και με την ενεργοποίηση του συστήματος αυτοδιάγνωσης και την εμφάνιση των κωδικών βλάβης στο ταμπλό του αυτοκινήτου. Με τον όρο διάγνωση εννοούμε την μεθοδολογία που εφαρμόζουμε προκειμένου να εντοπίσουμε μια βλάβη σε ένα σύστημα λειτουργίας του κινητήρα.

Τα είδη αερίων που περιλαμβάνονται στα καυσαέρια που εκπέμπονται κατά την λειτουργία ενός βενζινοκινητήρα είναι οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), τα οξειδία του αζώτου (NO_x), το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), οι ατμοί νερού (H₂O), το διοξείδιο του θείου (SO₂), σωματίδια, Άζωτο (N₂) και Μόλυβδος (Pb) στα παλαιότερα οχήματα.

Οι πηγές ρύπων ενός οχήματος είναι οι εκπομπές των καυσαερίων από το σύστημα εξαγωγής, οι αναθυμιάσεις από το σύστημα τροφοδοσίας βενζίνης και οι εκπομπές αναθυμιάσεων από τον στροφαλοθάλαμο. Από τις ενώσεις που αποτελούν τα καυσαέρια, ρύποι και επιβλαβείς ουσίες είναι οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και τα οξειδία του αζώτου (NO_x). Το CO είναι τοξικό, άοσμο, άγευστο και άχρωμο. Είναι προϊόν ατελούς καύσης. Τα NO_x είναι άχρωμα, τοξικά οξειδία. Το χειρότερο είναι το μονοξείδιο NO. Οι HC είναι άκαυστοι ατμοί βενζίνης και έχουν χαρακτηριστική μυρωδιά. Είναι ερεθιστικοί καθώς και τοξικοί. Αν τα οξειδία του αζώτου αντιδράσουν με το ηλιακό φως (όπως και οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες) τότε δημιουργείται το βλαβερό όζον O₃.

Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τους ρύπους είναι ο λόγος του αέρα λ, τα χαρακτηριστικά σχεδιασμού του κινητήρα, τα κατασκευαστικά στοιχεία του θαλάμου καύσης και η κατάσταση και τα φαινόμενα λειτουργίας του κινητήρα.

Ο δυνατός σπινθήρας που προέρχεται από την σωστή θέση του μπουζί μέσα στο θάλαμο καύσης δημιουργεί αυξημένη ταχύτητα καύσης. Το μέτωπο της φλόγας που δημιουργείται από τον σπινθήρα εξαπλώνεται ομαλά προς τα τοιχώματα του κυλίνδρου, ώσπου καίει όλο το μείγμα. Υπάρχει όμως περίπτωση να προκληθεί αυτανάφλεξη και σε άλλο σημείο του θαλάμου. Τότε τα μέτωπα φλόγας που δημιουργούνται συγκρούονται και αντανακλώνονται στα τοιχώματα του θαλάμου. Το φαινόμενο αυτό λέγεται κρουστική καύση. Αποτέλεσμα της κρουστικής καύσης είναι η αύξηση της θερμοκρασίας του κινητήρα, η θερμική και μηχανική καταπόνηση των εμβόλων και του στροφαλοφόρου και η μείωση της απόδοσης του κινητήρα. Η προανάφλεξη είναι η κατά τόπου πρόωρη ανάφλεξη του μείγματος (πριν δοθεί δηλαδή ο σπινθήρας από το μπουζί). Τα βασικά αίτια της προανάφλεξης είναι η ύπαρξη υπολειμμάτων από προηγούμενη καύση, ο λανθασμένος χρονισμός τα ανάφλεξης, ο χαμηλός αριθμός οκτανίων της βενζίνης, η θερμοκρασία λειτουργίας του εισερχόμενου μείγματος όσο και η θερμοκρασία των μετάλλων και του ψυκτικού υγρού του κινητήρα και τέλος οι συνθήκες υψηλού φορτίου.

Η καυσανάλυση είναι ο έλεγχος και η διαπίστωση της ποσότητας των εκπεμπόμενων ρύπων. Αυτό γίνεται με την βοήθεια των αναλυτών καυσαερίων. Οι αναλυτές μπορούν και μετράνε την περιεκτικότητα των καυσαερίων σε ρύπους. Η λειτουργία των αναλυτών στηρίζεται στο ότι κάθε αέριο απορροφά ορισμένη περιοχή από το φάσμα της υπέρυθρης ακτινοβολίας. Οι περιοχές αυτές του φάσματος λέγονται φασματικές γραμμές και διαφέρουν για κάθε αέριο. Η περιεκτικότητα του αερίου είναι αντιστρόφως ανάλογη με το ποσοστό της απορροφημένης από αυτό ακτινοβολίας. Με έναν αναλυτή καυσαερίων εκτός από τους ρύπους (CO, HC, NOx, CO₂, O₂) μπορούμε να ελέγξουμε και τα παρακάτω το καύσιμο μείγμα, εάν είναι ελαττωματικό μπέκ, αν έχουμε κακή ανάφλεξη ή υπερβολικό αβάνς. Επίσης εντοπίζονται τυχόν προβλήματα στον καταλύτη ή διαρροές στην εξάτμιση και στην πολλαπλής εισαγωγής, όπως και στην φλάτζα της κυλινδροκεφαλής.

Για την διάγνωση βλαβών βενζινοκινητήρων χρησιμοποιείται ο παρακάτω εξοπλισμός

- Εγκέφαλος διάγνωσης βλαβών - ηλεκτρονική διαγνωστική μονάδα,
- Παλμογράφος
- Πολύμετρο

Μια ολοκληρωμένη ηλεκτρονική διαγνωστική μονάδα μπορεί να ελέγχει τα συστήματα ανάφλεξης, τροφοδοσίας, φόρτισης και εκκίνησης, όπως επίσης και τις εκπομπές των καυσαερίων. Είναι συνδυασμός πολλών και διαφορετικών οργάνων και συσκευών.

Με τον παλμογράφο γίνεται ο εντοπισμός των βλαβών στο σύστημα ανάφλεξης. Στην οθόνη του παλμογράφου φαίνεται η μεταβολή του μεγέθους που μετράμε με μορφή γραφικής παράστασης συναρτήσεως του χρόνου. Μπορούν να διαβαστούν πληροφορίες όπως π.χ. ο χρόνος ανοίγματος και ο χρόνος επαφής πλατινών, η απόσταση ανάφλεξης και τα μεγέθη της τάσης ανάφλεξης. Το πολύμετρο χρησιμοποιείται για τον έλεγχο τάσης, συχνότητας και στροφών. Υπάρχουν 2 τύποι: τα αναλογικά και τα ψηφιακά πολύμετρα. Οι κωδικοί βλάβης μπορούν να αναγνωστούν με τους παρακάτω τρόπους:

- 1) Τα LED του εγκεφάλου όταν υπάρχουν
- 2) Τη συσκευή διακλάδωσης μετρήσεων (κουτί ακροδεκτών)
- 3) Τις συσκευές αυτοδιάγνωσης ή τέστερ
- 4) Την ενδεικτική λυχνία στο ταμπλό
- 5) Την ενδεικτική λυχνία καυσαερίων
- 6) Το σύστημα διάγνωσης στο ταμπλό OBD
- 7) Τον αυτοδιαγνωστικό εγκέφαλο
- 8) Επικοινωνία εγκεφάλων CAN-BUS

Το σύστημα αυτοδιάγνωσης είναι μια πρόσθετη βοηθητική λειτουργία του εγκεφάλου, που βοηθάει τον τεχνικό στην γρήγορη ανεύρεση των βλαβών που έχουν καταγραφεί στην μνήμη του εγκεφάλου. Παλαιότερα εμφάνιζε στην οθόνη του έναν τετραψήφιο αριθμό και ο τεχνικός ανέτρεχε στο εγχειρίδιο του κατασκευαστή για οδηγίες της βλάβης, πλέον κατευθείαν καταγράφεται στην οθόνη κείμενο που περιγράφει την βλάβη. Τα αυτοκίνητα που διαθέτουν σύστημα αυτοδιάγνωσης OBD-II έχουν δύο αισθητήρες λάμδα που βρίσκονται ένας εμπρός και ένας πίσω από τον καταλύτη. Ο αυτοδιαγνωστικός εγκέφαλος χρησιμοποιείται για τον εντοπισμό βλαβών και για την σωστή ρύθμιση των συστημάτων ελέγχου του αυτοκινήτου.

7. ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

Ο πετρελαιοκινητήρας (ή κινητήρας DIESEL) είναι ένας παλινδρομικός κινητήρας εσωτερικής καύσης, στον οποίο το καύσιμο μείγμα σχηματίζεται μέσα στον θάλαμο καύσης.



Σχήμα 7.1: Diesel κινητήρας

Στους βενζινοκινητήρες: το καύσιμο μείγμα σχηματίζεται έξω από τους θαλάμους καύσης και πριν τις βαλβίδες εισαγωγής. Στους πετρελαιοκινητήρες: η ανάμειξη του αέρα και του καυσίμου γίνεται μέσα στους κυλίνδρους. Λίγο πριν το έμβολο φτάσει στο άνω νεκρό σημείο. Επίσης, στους βενζινοκινητήρες ο έλεγχος του φορτίου του κινητήρα επιτυγχάνεται με την συνολική ποσότητα του μείγματος αέρα-καυσίμου που ψεκάζεται ενώ στους πετρελαιοκινητήρες ο έλεγχος του φορτίου του κινητήρα επιτυγχάνεται μόνο με την αύξηση ή μόνο με την μείωση της ποσότητας του καυσίμου που ψεκάζεται.

Το καύσιμο που ψεκάζεται στους θαλάμους έχει μορφή σταγονιδίων διαστάσεων της τάξης των 5-40 μικρόμετρα. Σταγονίδια που έχουν μεγαλύτερες διαστάσεις, επιμηκύνουν την διαδικασία της καύσης και προκαλούν σχηματισμό της αιθάλης. Η ποσότητα του καυσίμου που ψεκάζεται από την αντλία ρυθμίζεται από το πάτημα του πεντάλ του γκαζιού. Η έναρξη της καύσης καθορίζεται από την αντλία ψεκασμού και αντιστοιχεί στην ανάφλεξη μέσω των μπουζί (βενζινοκινητήρες). Η ρύθμιση της προπορείας (δηλαδή η χρονική στιγμή της ανάφλεξης) πρέπει να γίνεται με πολύ μεγάλη ακρίβεια από τις αντλίες καυσίμου.

Οι αντλίες ψεκασμού διακρίνονται σε παλινδρομικές και περιστροφικές. Ο έλεγχος των αντλιών μπορεί να γίνεται μηχανικά ή ηλεκτρονικά.

Οι περιστροφικές αντλίες πετρελαίου χρησιμοποιούνται σε μικρούς κινητήρες DIESEL επιβατικών αυτοκινήτων με κυβισμό μέχρι 2.5 λίτρα και μέχρι 6 κυλίνδρους. Χρησιμοποιούνται επίσης και σε μικρά φορτηγά, μικρά τρακτέρ ή πετρελαιοκινητήρες σταθερής χρήσης. Οι περιστροφικές αντλίες διανέμουν το καύσιμο μέσω ενός εξαρτήματος υψηλής πίεσης προς όλους τους κυλίνδρους. Το καύσιμο από το ρεζερβουάρ περνάει μέσα από το φίλτρο καυσίμου και αναρροφάται από την αντλία χαμηλής πίεσης που είναι ενσωματωμένη στην περιστροφική αντλία και έχει προορισμό τα μπεκ. Το πλεονάζον καύσιμο επιστρέφει στο ρεζερβουάρ.

Η περιστροφική αντλία, διαθέτει ένα έμβολο, με το οποίο τροφοδοτεί με καύσιμο όλους τους κυλίνδρους. Το έμβολο αυτό κινείται παλινδρομικά και ταυτόχρονα περιστρέφεται ώστε να διανέμει καύσιμο σε κάθε ένα κύλινδρο από ξεχωριστές εξόδους. Το έμβολο αυτό κάνει τόσες διαδρομές σε κάθε περιστροφή όσοι είναι και οι κύλινδροι του κινητήρα. Το έμβολο είναι συνδεδεμένο σταθερά με μια έκκεντρη πλάκα που περιστρέφεται από τον άξονα κίνησης της περιστροφικής αντλίας. Στην κάτω πλευρά της έκκεντρης πλάκας υπάρχουν έκκεντρα που ολισθαίνουν πάνω σε τριβείς. Έτσι με το σύστημα αυτό της αντλίας εξασφαλίζεται η ταυτόχρονη παροχή και διανομή του καυσίμου. Ένας ενεργός δακτύλιος ελέγχου είναι αυτός που καθορίζει την ποσότητα του καυσίμου που ψεκάζεται. Ο δακτύλιος αυτός συνδέεται με τους μοχλούς του ρυθμιστή στροφών μέσω ενός σφαιρικού πείρου με αποτέλεσμα η παροχή να εξαρτάται έμμεσα και από τον αριθμό των στροφών του κινητήρα.

Τα συστήματα έγχυσης πετρελαίου με περιστροφική αντλία αποτελούνται από την περιστροφική αντλία, το φίλτρο καυσίμου, τις σωληνώσεις μεταφοράς καυσίμου και τα μπέκ με την βάση στήριξής τους. Το φίλτρο (κατασκευασμένο από πορώδες υλικό) απαιτείται στις αντλίες αυτές επειδή αποτελούνται από εξαρτήματα υψηλής ακριβείας και είναι κατασκευασμένες με πολύ μικρές ανοχές. Καθαρίζει έτσι το πετρέλαιο, το οποίο χρησιμοποιείται για την λίπανση και την ψύξη της αντλίας και περιλούζει για το σκοπό αυτό όλα τα εξαρτήματά της.

Υγρασία και μικρές ποσότητες νερού βρίσκονται πάντοτε στα ρεζερβουάρ των αυτοκινήτων. Προέρχονται από την συμπύκνωση των υδρατμών που επικάθονται στα τοιχώματά τους. Το νερό επειδή είναι βαρύτερο από το πετρέλαιο ή την βενζίνη, καταλήγει στον πυθμένα της δεξαμενής. Για να απομακρύνουμε την υγρασία αυτή χρησιμοποιούμε υδατοπαγίδες που τοποθετούνται στο κύκλωμα παροχής καυσίμου.

Η περιστροφική αντλία αποτελείται από:

- Τον κινητήριο άξονα (ΚΑ)
- Την πτερωτή αντλία τροφοδοσίας (ΠΑ)

- Το παλινδρομικό σύστημα περιστροφής για την κίνηση του εμβόλου (δίσκος με κάμες) (ΔΚ)
- Το έμβολο υψηλής πίεσης (ΕΥ)
- Το σύστημα μοχλών που ρυθμίζει την ποσότητα του καυσίμου (ΣΜ)
- Τον φυγοκεντρικό ρυθμιστή στροφών (ΦΣ)
- Το υδραυλικό ρυθμιστή της αρχικής έγχυσης (ΥΑ)
- Πρόσθετα ρυθμιστικά συστήματα

Σε χαμηλή πίεση, η αντλία τροφοδοσίας αναρροφά καύσιμο από το ρεζερβουάρ με την βοήθεια της πτερωτής της (ΠΑ). Με το καύσιμο αυτό τροφοδοτεί με σταθερή ποσότητα καυσίμου το τμήμα της υψηλής πίεσης της αντλίας. Όσο πετρέλαιο δεν χρησιμοποιείται επιστρέφει μέσω βαλβίδας bypass στο ρεζερβουάρ. Υπάρχει και μια δεύτερη βαλβίδα η οποία διατηρεί σταθερή την εσωτερική πίεση στην ίδια την αντλία, ανεξάρτητα από τις στροφές. Σε υψηλή πίεση, το πετρέλαιο περνάει από μια τρύπα (οπή εκτόνωσης) στο χώρο υψηλής πίεσης. Το έμβολο της αντλίας περιστρέφεται από τον άξονα (ΚΑ) και ταυτόχρονα παλινδρομεί. Μαζί με την περιστροφή του εμβόλου, περιστρέφεται και ο δίσκος με τις κάμες (ΔΚ), οι οποίες εφάπτονται στον δακτύλιο. Η κίνηση της κάμας πάνω στον δακτύλιο προκαλεί την παλινδρομική κίνηση η οποία με την σειρά της δημιουργεί την υψηλή πίεση. Όπως περιστρέφεται το έμβολο ελευθερώνει τη μια μετά την άλλη τις εξόδους υψηλής πίεσης προς τους κυλίνδρους. Όταν επιτευχθεί η οριακή πίεση, τότε ανοίγει η βαλβίδα υψηλής πίεσης (ΕΥ) και το καύσιμο μεταφέρεται στο κατάλληλο μπεκ.

Το υδραυλικό ρυθμιστικό στοιχείο αντιστοιχεί στα κλασσικά συστήματα αβάνς. Με την διάταξη αυτή καθορίζεται δηλαδή η ακριβής στιγμή έγχυσης του καυσίμου στους κυλίνδρους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την περιστροφή του δακτυλίου μέσω του υδραυλικού εμβόλου (ΕΥ). Όταν ο δακτύλιος περιστραφεί τότε οι τροχίσκοι του δακτυλίου εφάπτονται με τις κάμες τους δίσκου και το αποτέλεσμα είναι το έμβολο να αναπτύσσει υψηλή πίεση ψεκασμού.

Ο ρυθμιστής στροφών είναι ένας φυγόκεντρος ρυθμιστής που έχει την δυνατότητα ελέγχου:

- Των στροφών του ρελαντί (τα αντίβαρα μετακινούν μέσω του πείρου και των μοχλών το δακτυλίδι προς αριστερά έτσι ώστε να μειωθεί ο χρόνος που απαιτείται μέχρι η οπή εκτόνωσης να αποκαλυφθεί)
- Των μεσαίων στροφών (το δακτυλίδι μετακινείται μόνο από τον μοχλό)
- Των ανωτάτων στροφών (κόφτης) (Με την περαιτέρω αύξηση των στροφών τα δύο ελατήρια συμπιέζονται μέχρι τέλους και τα αντίβαρα μετακινούν τον μοχλό με τρόπο ώστε το δακτυλίδι να κινείται προς αριστερά μειώνοντας την ποσότητα ψεκασμού)

Οι περιστροφικές αντλίες έχουν τις ακόλουθες βοηθητικές διατάξεις:

- Θετικός έλεγχος ροπής (χρησιμοποιείται για μείωση της ποσότητας ψεκασμού στις υψηλές στροφές)

- Αρνητικός έλεγχος ροπής (Χρησιμοποιείται σε κινητήρες turbo για βελτίωση της σύνθεσης του μείγματος καύσης)
- Ψυχρή εκκίνηση (έναρξη του ψεκασμού νωρίτερα με ένα εξάρτημα που λειτουργεί αυτόματα μέσω αισθητήρα θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού)
- Αύξηση των στροφών ρελαντί (Γίνεται μέσω ρυθμιστικού στοιχείου)
- Διακοπή λειτουργίας κινητήρα (διακόπτεται η δίοδος του πετρελαίου προς τον χώρο υψηλής πίεσης και άρα σταματά η παροχή καυσίμου και σβήνει ο κινητήρας)
- Αντιστάθμιση πίεσης πολλαπλής εισαγωγής (ρυθμίζει την ποσότητα καυσίμου σε κινητήρες turbo σε σχέση με την πίεση υπερπλήρωσης)
- Αντιστάθμιση ατμοσφαιρικής πίεσης (συσκευή τέτοια ώστε η κίνηση του οχήματος σε βουνά και μεγάλα υψόμετρα να μη δημιουργεί προβλήματα)
- Αντιστάθμιση φορτίου κινητήρα (υδραυλική διάταξη που μετακινεί χρονικά την έναρξη του ψεκασμού σε σχέση με το στιγμιαίο φορτίο του κινητήρα)

Οι ηλεκτρονικές περιστροφικές αντλίες είναι αντλίες που στη βασική τους δομή δεν διαφέρουν από τις μηχανικές, ενώ τα ρυθμιστικά εξαρτήματα είναι ηλεκτρικά και ενεργοποιούνται μέσω αισθητήρων και ηλεκτρονικών μονάδων. Τα συστήματα αυτά χαρακτηρίζονται ως αντλίες πετρελαίου με ηλεκτρονικό έλεγχο λειτουργίας (EDC- Electronic Diesel Control). Πλεονέκτημα του ηλεκτρονικού συστήματος ελέγχου έναντι των μηχανικών συστημάτων, αποτελεί η δυνατότητα σύνδεσης με ένα μεγάλο αριθμό ηλεκτρονικών συστημάτων ελέγχου. Έτσι μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια μεγάλη γκάμα δυνατοτήτων και ρύθμιση παραμέτρων που με τα μηχανικά είναι αδύνατο. Ενσωματώνονται στο σύστημα λειτουργίες δηλαδή όπως το σύστημα αυτόματου ελέγχου ταχύτητας, η αύξηση των στροφών του ρελαντί όταν λειτουργεί ο κλιματισμός κ.τ.λ.

Οι επιπλέον δυνατότητες των περιστροφικών αντλιών με ηλεκτρονικό έλεγχο είναι:

- Ηλεκτρονικός έλεγχος της θερμοκρασίας, προκειμένου να καθοριστούν η ποσότητα του ψεκαζόμενου καυσίμου και ο περιορισμός της ποσότητας εκκίνησης (αντικαθιστά τον φυγόκεντρο ρυθμιστή ποσότητας καυσίμου των μηχανικών συστημάτων)
- Έλεγχος ρελαντί ανεξάρτητα από το εκάστοτε φορτίο
- Ηλεκτρονικός έλεγχος αρχής ψεκασμού (αντιστοιχεί στα συστήματα αβανς και λειτουργεί παρόμοια με την υδραυλική διάταξη χρονισμού)
- Έλεγχος ταχύτητας οχήματος
- Έλεγχος ανακύκλωσης καυσαερίων (με μια βαλβίδα που ενεργοποιείται ηλεκτρικά και ελευθερώνει την κατάλληλη στιγμή το άνοιγμα ενός αγωγού από την εξάτμιση προς την πολλαπλής εισαγωγής)
- Ηλεκτρονικό πεντάλ γκαζιού, χωρίς μηχανικά μέρη μετάδοσης της κίνησης του
- Δυνατότητα ηλεκτρονικής διάγνωσης βλαβών (κύκλωμα αναγνωρίζει τις βλάβες και τις καταγράφει στον εγκέφαλο)

Τα συστήματα EDC αποτελούνται από τρία υποσυστήματα:

- Τους αισθητήρες
- Τη μονάδα ελέγχου (ηλεκτρονικός εγκέφαλος)
- Τους ενεργοποιητές (ρυθμιστικά εξαρτήματα)

Ο εγκέφαλος βρίσκεται στον χώρο των επιβατών και η λειτουργία του είναι να ενημερώνεται για το φορτίο του κινητήρα, τον αριθμό στροφών, την θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού, το υψόμετρο και να δίνει εντολές στους ενεργοποιητές, οι οποίοι με την σειρά τους προβαίνουν στις διάφορες απαραίτητες ρυθμίσεις, προκειμένου να εξασφαλιστεί η βέλτιστη λειτουργία της Ντιζελομηχανής.

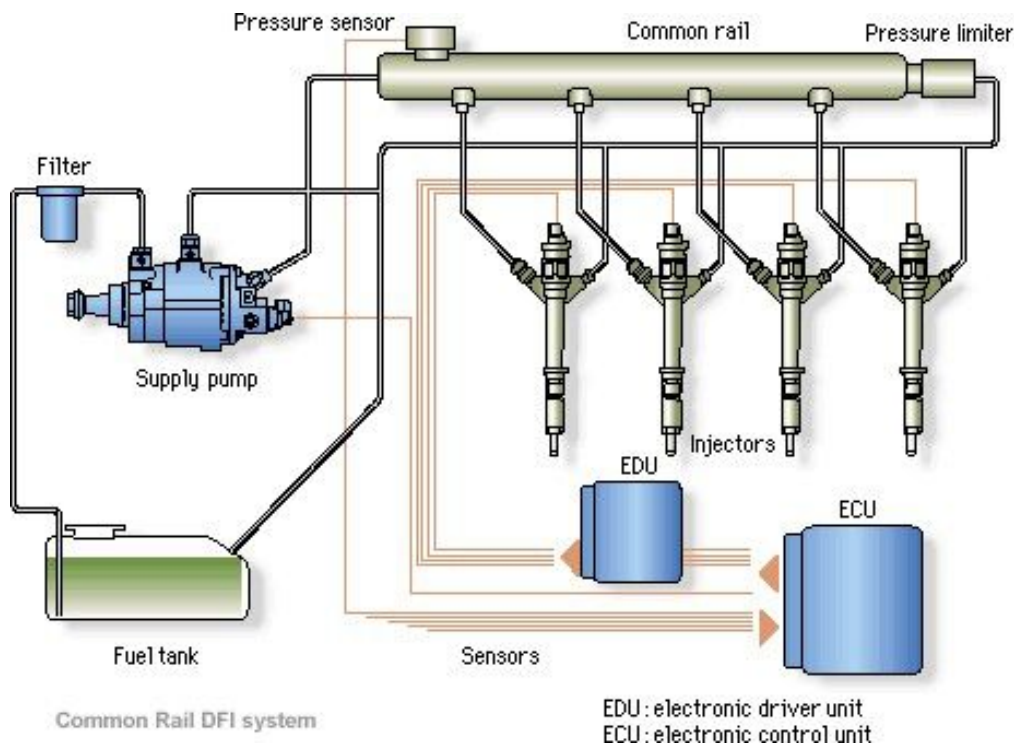
Από την χρονική στιγμή έναρξης ψεκασμού εξαρτώνται η ομαλή λειτουργία του κινητήρα, ο θόρυβος του κινητήρα, η κατανάλωση καυσίμου και η δημιουργία καπνού. Επομένως είναι απαραίτητο να δίνεται συνεχώς στον ηλεκτρονικό εγκέφαλο σήμα που να καθορίζει με ακρίβεια την στιγμή έναρξης του ψεκασμού. Το σήμα αυτό δίνεται από ένα αισθητήρα που βρίσκεται μέσα στο μπεκ και αναγνωρίζει την κίνηση της βελόνας του.

Η περιστροφική αντλία με ακτινωτή διάταξη, είναι μια αντλία με ηλεκτρονικό έλεγχο λειτουργίας και δυνατότητα δημιουργίας πιέσεων ψεκασμού μέχρι 1600 BAR. Στα συστήματα αυτά αντί για κεντρικό έμβολο υπάρχουν ζεύγη εμβόλων υψηλής πίεσης σε ακτινωτή διάταξη. Περιέχει και μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα η οποία ρυθμίζει τόσο την πλήρωση των κυλίνδρων όσο και την αρχή του ψεκασμού. Ο δακτύλιος σε αυτά τα συστήματα δεν έχει μορφή δίσκου αλλά δακτυλιδίου και ΔΕΝ περιστρέφεται αλλά είναι σταθερός. Στις καμπύλες του δακτυλίου ολισθαίνουν τροχίσκοι που βρίσκονται στα άκρα των εμβόλων και περιστρέφονται μαζί με τον άξονα (συμπιέζοντας το καύσιμο και το οδηγούν στα μπεκ).

Το σύστημα Common-Rail, Σχήμα 7.2, μοιάζει με τον ψεκασμό 4^{ων} σημείων που συναντάται σε βενζινοκινητήρες. Αποτελείται από τα παρακάτω κυκλώματα:

- Κύκλωμα χαμηλής πίεσης (περιλαμβάνει: γρναζωτή αντλία χαμηλής πίεσης- φίλτρο καυσίμου - ψύκτη καυσίμου - σωληνώσεις χαμηλής πίεσης)
- Κύκλωμα υψηλής πίεσης (περιλαμβάνει: εμβολοφόρο αντλία υψηλής πίεσης - σωληνώσεις υψηλής πίεσης - διακλαδωτήρα Rail - ψεκαστήρες - ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα
- Ηλεκτρονικό κύκλωμα ελέγχου (περιλαμβάνει: ηλεκτρονικό εγκέφαλο - αισθητήρες - ηλεκτρονικές βαλβίδες - αισθητήρα πίεσης - διακλαδωτήρα Rail)

Στα πλεονεκτήματα του διακλαδωτήρα Common - Rail συγκαταλέγονται η δυνατότητα υψηλών πιέσεων ψεκασμού, οι μεταβλητές πιέσεις ψεκασμού ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα, η αρχή ψεκασμού καθορίζεται από τον εγκέφαλο, η δυνατότητα προγραμματισμού της μονάδας ψεκασμού και η ευκολία τοποθέτησης σε διαφορετικούς κινητήρες.



Σχήμα 7.2: Σύστημα Common Rail

Στο σύστημα αντλίας μπέκ, τα μπέκ (ειδικής κατασκευής) περιλαμβάνουν το έμβολο υψηλής πίεσης και την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα. Το έμβολο της υψηλής πίεσης ενεργοποιείται από ένα φαρδύ έκκεντρο.

Οι βασικές διαφορές των κινητήρων turbo diesel άμεσου ψεκασμού σε σχέση με τους συμβατικούς πετρελαιοκινητήρες TDI είναι:

- Οι εγχυτήρες ρίχνουν το καύσιμο με μορφή σταγονιδίων και το ψεκάζουν μέσα στο θάλαμο καύσης και όχι στον προθάλαμο. Το αποτέλεσμα είναι να έχουμε μεγαλύτερη ισχύς και μειωμένους ρύπους σε σχέση με τους συμβατικούς
- Ο υπερσυμπιεστής χρησιμοποιεί τα καυσαέρια για να αυξήσει την πίεση του εισερχόμενου αέρα χωρίς να εμφανίζεται το φαινόμενο της καθυστέρησης αύξησης στροφών του υπερσυμπιεστή. Το αποτέλεσμα είναι να έχουμε αυξημένη ισχύ σε μεγάλη περιοχή στροφών με αποδοτική λειτουργία σε όλες τις κλίμακες στροφών (χαμηλές και υψηλές)
- Ο κινητήρας χρειάζεται λίγες μόνο εξωτερικές ρυθμίσεις, έχει λιγότερα εξαρτήματα που υπόκεινται σε φθορά. Το αποτέλεσμα είναι να έχουμε λιγότερες απαιτήσεις συντήρησης και άρα μικρότερο κόστος και μειωμένες πιθανότητες βλάβης.
- Οι θάλαμοι καύσης έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να δημιουργείται έντονος στροβιλισμός του αέρα και να εξασφαλίζεται καλύτερη διασπορά των

σταγονιδίων του καυσίμου. Το αποτέλεσμα είναι να έχουμε χαμηλότερους ρύπους και αυξημένη ισχύ.

- Το ηλεκτρονικό σύστημα διαχείρισης του κινητήρα βασίζεται σε έναν υπολογιστή που διαθέτει πολλούς διαφορετικούς «χάρτες» ρύθμισης του κινητήρα για τον ψεκασμό και την λειτουργία του υπερσυμπιεστή. Το αποτέλεσμα είναι περισσότερη ισχύς, αυξημένη εξοικονόμηση καυσίμου και χαμηλότερες εκπομπές ρύπων.

Τα υποσυστήματα που διαθέτει ένας κινητήρας turbo diesel άμεσου ψεκασμού TDI είναι το σύστημα εισαγωγής αέρα, το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου και το ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου.

Επίσης έχει έντονη αλληλεπίδραση με άλλα συστήματα όπως:

- Το σύστημα ανακύκλωσης καυσαερίων EGR (για μείωση των ρύπων)
- Το σύστημα κλιματισμού (για αύξηση στροφών ρελαντί ή την απενεργοποίησή του)
- Το σύστημα ακινητοποίησης (για αποτροπή κλοπής αυτοκινήτου immobilizer)
- Το σύστημα ελέγχου ταχύτητας του αυτοκινήτου (για κίνηση αυτοκινήτου με σταθερή ταχύτητα χωρίς πεντάλ από τον οδηγό)

Όσο αναφορά το σύστημα εισαγωγής αέρα του κινητήρα TDI ο εισερχόμενος αέρας περνάει μέσα από τον υπερσυμπιεστή για να αυξηθεί η σχέση μάζας ανά όγκο. Η συμπίεση του εισερχόμενου αέρα έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του και επομένως την μείωση της πυκνότητάς του. Αυτό είναι μειονέκτημα και αντιμετωπίζεται με την ψύξη του εισερχόμενου αέρα. Ο εισερχόμενος αέρας περνά από έναν ειδικό αυλό, με την βοήθεια του οποίου επιτυγχάνεται ο στροβιλισμός.

Όσο αναφορά το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου κινητήρα TDI το καύσιμο ψεκάζεται απευθείας στο θάλαμο καύσης από τα μπεκ με πίεση έως και 800 bar. Ο ψεκασμός του καυσίμου γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο (διαρκεί ελάχιστα) ψεκάζεται μια μικρή ποσότητα καυσίμου η οποία εξαιτίας της υψηλής θερμοκρασίας κατά την συμπίεσης, αυταναφλέγεται. Στο δεύτερο στάδιο, επειδή υπάρχει ήδη ένα μέτωπο φλόγας, ψεκάζεται και η μεγάλη ποσότητα καυσίμου η οποία μπορεί εύκολα να αναφλεχθεί. Αποτέλεσμα της καύσης αυτής είναι τα μειωμένα επίπεδα θορύβου και τα χαμηλά επίπεδα ρύπων.

Το ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου κινητήρων TDI προσδιορίζει την ποσότητα του καυσίμου που ψεκάζεται, την έναρξη του ψεκασμού, την πίεση του υπερσυμπιεστή και τον χρόνο λειτουργίας των προθερμαντήρων.

Εάν υπάρξει βλάβη σε κάποιο αισθητήρα του οποίου το σήμα χρησιμοποιείται για ρυθμίσεις, τότε το ηλεκτρονικό σύστημα δίνει τιμές εφεδρικές που τις προσδιόρισε από τα σήματα των άλλων αισθητήρων. Εάν υπάρξει βλάβη και διακοπεί μια λειτουργία με επίδραση στην απόδοση του κινητήρα, τότε το σύστημα δίνει οπτική εντολή στον οδηγό μέσω λυχνίας για την βλάβη. Εάν

υπάρξει βλάβη στο πεντάλ του γκαζιού, τότε το σύστημα λειτουργεί κατά τέτοιο τρόπο ώστε να αυξηθούν οι στροφές στο ρελαντί στις 1500 και να μπορέσει να βγάλει ο οδηγός το όχημα από τα ρεύμα κυκλοφορίας. Εάν η λειτουργία του κινητήρα δεν είναι ασφαλής, τότε το σύστημα ελέγχου απενεργοποιεί το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου.

Το σύστημα διαχείρισης ενός κινητήρα TDI αποτελείται από :

- Τους αισθητήρες (εξαρτήματα που συλλέγουν πληροφορίες για την κατάσταση λειτουργίας του κινητήρα και τις επιθυμίες του οδηγού)
- Την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (συλλέγει τα σήματα από τους αισθητήρες, τα αξιολογεί και καταγράφει τυχόν βλάβες με μορφή κωδικών.)
- Τους ενεργοποιητές (παίρνουν τα σήματα από την μονάδα ελέγχου και μεταβάλλουν τη θέση ή την κατάσταση τους, με αποτέλεσμα την μεταβολή των λειτουργιών που εκτελούν)
- Την φίσα διάγνωσης

Σε ένα σύστημα διαχείρισης ενός κινητήρα TDI εμφανίζονται οι ακόλουθοι αισθητήρες:

- Αισθητήρας θέσης βελόνας του εγχυτήρα (μπέκ). Είναι αισθητήρας επαφής που στέλνει σήμα στην ΗΜΕ όταν ξεκινάει ο ψεκασμός προκειμένου να συγκρίνει την στιγμή έναρξης με την αποθηκευμένη στην μνήμη του και να επαναπροσδιορίσει την έναρξη ψεκασμού αν χρειαστεί
- Αισθητήρας στροφών. Είναι αισθητήρας επαγωγικός και μετράει τον αριθμό στροφών του κινητήρα για να τον χρησιμοποιήσει σε διάφορες εφαρμογές.
- Μετρητής μάζας αέρα. Είναι ένα εξάρτημα που μετατρέπει τη μάζα του εισερχόμενου αέρα σε ηλεκτρικό σήμα ώστε να προσδιορίσει την ποσότητα αέρα που έχει εισχωρήσει στον κινητήρα
- Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού. Είναι μια αντίσταση NTC που έρχεται σε επαφή με το ψυκτικό υγρό του κινητήρα και ενημερώνει την ΗΜΕ να ενεργοποιήσει τους προθερμαντήρες όποτε αυτό απαιτείται.
- Διακόπτης φρένων. Είναι ένας διακόπτης που κλείνει το σχετικό κύκλωμα όταν πατηθεί το πεντάλ των φρένων ώστε να ανάψουν τα φώτα των φρένων και να ενημερωθεί η ΗΜΕ ώστε να διακόψει την τροφοδοσία καυσίμου.
- Διακόπτης συμπλέκτη. Είναι ένας διακόπτης που ενημερώνει την ΗΜΕ για την διακοπή της σύνδεσης ώστε να επανέλθει η τροφοδοσία καυσίμου και να εξασφαλιστεί η λειτουργία του ρελαντί.
- Συγκρότημα αισθητήρα θέσης πεντάλ γκαζιού, διακόπτη ρελαντί και διακόπτη κατεβάσματος ταχύτητας σε αυτοκίνητα με αυτόματο κιβώτιο. Είναι ένα συνάθροισμα αισθητήρων και διακοπών που εκτελεί τις παρακάτω λειτουργίες:
 - Μεταβάλλει σε σήμα τη θέση του πεντάλ του γκαζιού
 - Όταν ο κινητήρας λειτουργεί σε ρελαντί, στέλνει σήμα στην ΗΜΕ για έλεγχο των στροφών ανάλογα με την λειτουργία και των άλλων συστημάτων

- Όταν έχουμε αυτόματο κιβώτιο, ενημερώνεται η ΗΜΕ από τον διακόπτη κατεβάσματος ταχύτητας για αλλαγή σχέσης μετάδοσης του κιβωτίου)
- Αισθητήρας θέσης εμβόλου ρύθμισης. Είναι αισθητήρας που στέλνει σήματα στην ΗΜΕ για την θέση του εμβόλου ρύθμισης της αντλίας καυσίμου.
- Αισθητήρας θερμοκρασίας καυσίμου. Είναι μια αντίσταση NTC που πληροφορεί για την πραγματική θερμοκρασία του καυσίμου ώστε να εκτελεστούν οι κατάλληλες διορθώσεις στην ποσότητα ψεκασμού.
- Πρόσθετα σήματα εισόδου

Η ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου ΗΜΕ είναι ένας υπολογιστής που δέχεται σήματα εισόδου, κάνει υπολογισμούς με αυτά και τα συγκρίνει με τα δεδομένα που έχει στη μνήμη του και έτσι διαμορφώνει ανάλογα τα σήματα εξόδου που στέλνει στους ενεργοποιητές. Η ΗΜΕ είναι σε επικοινωνία με το σύστημα διάγνωσης βλάβης μέσω της φίσας διάγνωσης.

Οι πιο γνωστοί ενεργοποιητές είναι:

- Προθερμαντήρες (αν η θερμοκρασία του κινητήρα είναι χαμηλή τότε οι προθερμαντήρες αυξάνουν την θερμοκρασία του θαλάμου καύσης. Ο χρόνος λειτουργίας τους εξαρτάται από την θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού του κινητήρα)
- Προθερμαντήρες ψυκτικού υγρού (μειώνουν τον χρόνο που απαιτείται για την αύξηση της θερμοκρασίας του ψυκτικού υγρού του κινητήρα)
- Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ελέγχου του συστήματος EGR (μειώνει τις εκπομπές του αζώτου που παράγονται σε υψηλή πίεση και θερμοκρασία στο θάλαμο καύσης. Αυτό το πετυχαίνει με άνοιγμα διόδου ροής των καυσαερίων προς την πολλαπλής εισαγωγής αέρα).
- Βαλβίδα ρύθμισης του υπερσυμπιεστή (ρυθμίζει την πίεση προκαλώντας άνοιγμα ή κλείσιμο της βαλβίδας διαφυγής η οποία είναι τοποθετημένη στην πολλαπλής εξαγωγής πριν από τον στρόβιλο).
- Λυχνία χρόνου προθέρμανσης και προειδοποιητική λυχνία βλαβών (ανάβει όταν λειτουργούν οι προθερμαντήρες ή ακόμα και όταν η ΗΜΕ καταγράψει βλάβη)
- Ρυθμιστής ποσότητας καυσίμου (Η ποσότητα του καυσίμου που ψεκάζεται ελέγχεται από την διαδρομή του εμβόλου ρύθμισης της αντλίας).
- Βαλβίδα διακοπής της τροφοδοσίας (διακόπτει την τροφοδοσία καυσίμου προς τους εγχυτήρες)
- Βαλβίδα έναρξης ψεκασμού
- Πρόσθετα σήματα εξόδου (αποστολή σημάτων προς άλλα συγκροτήματα που αφορούν τις στροφές του κινητήρα, τη διακοπή του συστήματος κλιματισμού κ.τ.λ.)

8. ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Εκτός απο την βενζίνη και το πετρέλαιο οι κινητήρες εσωτερικής καύσης μπορούν να καταναλώνουν αέρια καύσιμα, όπως είναι το υγραέριο και το φυσικό αέριο.

Τα καύσιμα αυτά αποτελούνται απο υδρογονάνθρακες με μικρότερη αλυσίδα άνθρακα και για το λόγο αυτό οι ρύποι που παράγονται κατά την καύση τους είναι αισθητά μικρότεροι σε σχέση με την βενζίνη.

Τα αέρια καύσιμα αποθηκεύονται σε ειδικά δοχεία υψηλής πίεσης που ικανοποιούν αυστηρές προδιαγραφές ασφάλειας.

Τα υβριδικά αυτοκίνητα κινούνται με ένα συγκρότημα παραγωγής κίνησης, που αποτελείται από ένα βενζινοκινητήρα και έναν ηλεκτρικό κινητήρα.

Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έχουν το πλεονέκτημα ότι δεν εκπέμπουν ρύπους κατά την κίνησή τους, αλλά η περιορισμένη ακτίνα δράσης τους με μια φόρτιση των συσσωρευτών τους αποτελεί εμπόδιο στην εξάπλωσή τους.

Οι ενεργειακές κυψέλες είναι συσκευές που παράγουν ηλεκτρική ενέργεια όταν απαιτείται η κατανάλωσή τους. Ως καύσιμο χρησιμοποιούν ενώσεις που περιέχουν μεγάλη ποσότητα υδρογόνου ή καθαρό υδρογόνο.

Το ηλεκτρικό αυτοκίνητο υπερτερεί σημαντικά σε σχέση με τους άλλους τύπους αυτοκινήτων σε ότι αφορά στην απόδοση, όταν η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτείται για την φόρτιση των συσσωρευτών του γίνεται απο ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η αιολική ενέργεια. Όταν η παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται από θερμικά εργοστάσια τότε η απόδοσή τους εξισώνεται με τα συμβατικά αυτοκίνητα.

9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1]. Κυριάκης Ν., Μηχανές μετατροπής ενέργειας και Εργομηχανές, Τεύχος 1, Εισαγωγή στις Μηχανές Εσωτερικής Καύσης, Τμήμα Εκδόσεων Πανεπιστημιακό Τυπογραφείο Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη 2002.

[2]. Κανδύλης Γ., Μηχανές Εσωτερικής Καύσης II, Τεύχος 1, Εκδόσεις Κωστόγιαννος, 2003

[3]. Καραπάνος Χ., Κοτσιλιέρης Α., Κουντουράς Λ., Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Τεύχος Α', ΤΕΕ, Εκδόσεις Υπουργείου Εθνικής παιδείας και Θρησκευμάτων, Αθήνα 2001

[4]. Αγερίδης Γ., Καραμπίλας Π., Ρώσσης Κ., Μηχανές εσωτερικής Καύσης I, Τεύχος Α', Εκδόσεις Υπουργείου Εθνικής παιδείας και Θρησκευμάτων, Αθήνα 2001

Διαδουκτιακή βιβλιογραφία

[5]. http://en.wikipedia.org/wiki/Internal_combustion_engine

[6]. <http://sites.google.com/site/georgepehli2/universityassignments>

[7]. <http://www.pi-schools.gr/lessons/tee/mechanical/>

[8]. <http://inventors.about.com/library/inventors/blinternalcombustion.htm>