

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

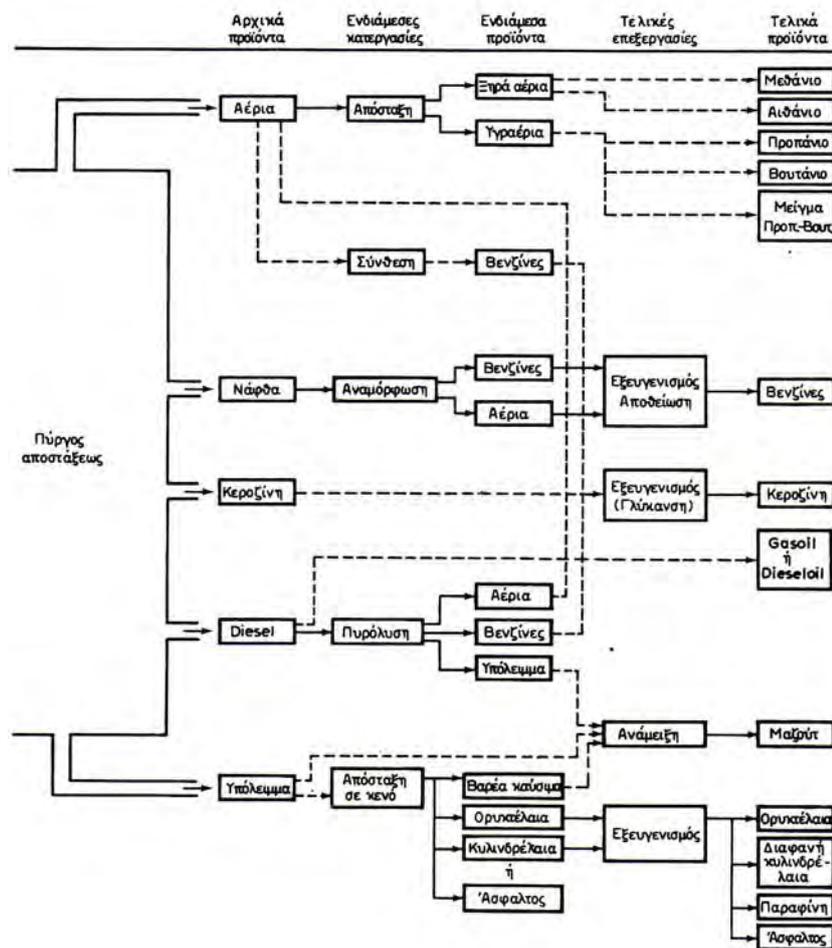
ΜΕΡΟΣ Ι

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1° BENZINOKINΗΤΗΡΑΣ

ΓΕΝΙΚΑ: Ο βενζινοκινητήρας κατασκευάστηκε το 1882 από τον Γερμανό Μηχανικό Otto. Το 1885 το εργοστάσιο Daimler βελτίωσε τον αρχικό κινητήρα του Otto και τον τοποθέτησε σε δίκυκλο. Το 1890 τον 4χρονο βενζινοκινητήρα, το παραπάνω εργοστάσιο, τον τοποθέτησε σε τετράτροχη άμαξα.

ΚΑΥΣΙΜΑ BENZINOKINΗΤΗΡΩΝ:

Βενζίνη: Η βενζίνη παράγεται από τα ελαφρότερα υγρά κλάσματα του φυσικού πετρελαίου που αποτελούν την νάφθα, δηλαδή το πρώτο προϊόν της απόσταξης μετά τα υγραέρια. Το ειδικό της βάρος είναι 0,72 – 0,78.



Χάρη στην μεγάλη πτητικότητα της, στην ευκολία δηλαδή με την οποία εξατμίζεται η βενζίνη, είναι το μόνο καύσιμο που εξαερώνεται πριν εισαχθεί στον κύλινδρο του κινητήρα. Αυτό το γεγονός εξασφαλίζει πολύ καλή ανάμιξη του καυσίμου με τον ατμοσφαιρικό αέρα και επομένως καλύτερες συνθήκες καύσης. Έχει όμως ένα μειονέκτημα ότι στις υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις, λόγω της πτητικότητάς της, παρουσιάζει φαινόμενα κρουστικής καύσης.

Προδιαγραφές – ιδιότητες βενζίνης: Οι ιδιότητες της βενζίνης εξαρτώνται από την ποιότητά της, που καθορίζονται με τις

προδιαγραφές, δηλαδή με το σύνολο των τιμών και απαιτήσεων για τις ιδιότητες που ενδιαφέρουν κάθε προϊόν. Με τις προδιαγραφές για κάθε κατηγορία βενζίνης καθορίζεται η ποιότητα εκείνη, που θα εξασφαλίσει την ομαλή λειτουργία και την καλή απόδοση του κινητήρα για την οποία προορίζεται.

Οι προδιαγραφές τροποποιούνται, προσαρμόζονται ή επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες όπως: Η εξέλιξη των βενζινομηχανών, η διαθεσιμότητα της βενζίνης, το κόστος της, η προστασία του περιβάλλοντος και τέλος συναλλαγματικοί λόγοι.

Κύρια χαρακτηριστικά	Βενζίνη απλή Αμόλυβδη	Βενζίνη Super Μολυβδωμένη
1. Αριθμός οκτανίων (RON)	95 ελαχ.	96-98
2. Περιεκτικότητα σε μόλυβδο (gPb/λίτρο)	0,013 μεγ.	0,15 μεγ.
3. Βενζόλιο %, κατ' όγκον	5 μεγ.	5 μεγ.
4. Πυκνότητα (σε 15°C) kg/m ³	725-780	720-770
5. Θείον % (m/m)	0,10 μεγ.*	0,10 μεγ.
6. Κομμώδες υπόλειμμα (Gum) mg/100 ml	5 μεγ.	4 μεγ.
7. Διάβρωση χάλκινου ελάσματος (3h σε 50°C)	1 μεγ.	1 μεγ.
8. Απόσταξη		
– Απόσταγμα σε 70°C, %	15-45	10 ελαχ.
– Απόσταγμα σε 100°C, %	40 - 65	30-65
– Απόσταγμα σε 180°C, %	85 ελαχ.	85 ελαχ.
– Τέλος αποστάξεως, °C	215 μεγ.	215 μεγ.
– Υπόλειμμα αποστάξεως, %	2 μεγ.	2 μεγ.
9. Τάση ατμών σε 100°F (RVP), kPa		
– Θερμική περίοδος (1/4 ως 31/10)	35 - 70	62 μεγ.
– Χειμερινή περίοδος (1/11 ως 31/3)	45-80	80 μεγ.

* Από 1-1-1995: 0,05% μεγ.

Από τις ιδιότητες που καθορίζουν οι παραπάνω προδιαγραφές μεγαλύτερη σπουδαιότητα έχουν: Η πτητικότητα της βενζίνης, η ποιότητα καύσης που εκφράζεται με την αντικρουστικότητάς της και ο βαθμός καθαρότητας της βενζίνης.

Πτητικότητα της βενζίνης: Είναι η ιδιότητα που εκφράζει το πόσο εύκολα ή δύσκολα εξατμίζεται ορισμένη ποσότητα βενζίνης κάτω από ορισμένες συνθήκες. Πρέπει λοιπόν η βενζίνη να έχει τέτοια πτητικότητα, ώστε να εξασφαλίζει την τροφοδότηση του κινητήρα με μίγμα ατμών βενζίνης και αέρα στην κατάλληλη αναλογία και πάντοτε μέσα στα όρια αναφλεξιμότητας, που για την βενζίνη είναι 1-7% κατά όγκο.

Θεωρητικά η αναλογία του μίγματος αέρα – βενζίνης είναι 14,7 προς 1 κατά βάρος, που αντιστοιχεί σε περιεκτικότητα βενζίνης στο μίγμα 1,72% κατά όγκο. Η αναλογία αυτή ονομάζεται στοιχειομετρική.

Στις διάφορες φάσεις λειτουργίας των βενζινομηχανών, η αναλογία αυτή είναι άλλοτε μεγαλύτερη (πλούσιο μίγμα) και άλλοτε μικρότερη (φτωχό μίγμα).

Στην αναλογία 12 προς 1, που είναι 20% περίπου πλουσιότερη από την στοιχειομετρική, έχουμε την μεγαλύτερη ισχύ του κινητήρα, ενώ στην αναλογία 17 προς 1, που είναι 20% περίπου πτωχότερη της

στοιχειομετρικής, έχουμε την μικρότερη κατανάλωση καυσίμου, δηλαδή την οικονομικότερη λειτουργία του κινητήρα.

Φάση λειτουργίας	Αναλογία αέρα-καυσίμου (AFR) κατά βάρος	% κατ' όγκο περιεκτικότητα σε καύσιμο	Χαρακτηρισμός μίγματος
1. Εκκίνηση	1:1 ως 7:1	5% ως 2,6%	πολύ πλούσιο
2. Επιτάχυνση	12:1	2%	πλούσιο
3. Κανονική ταχύτητα (οικονομική)	14:1 ως 17:1	1,7% ως 1,5%	κανονικό ως πτωχό (στοιχ. αναλογία 1,72%)
4. Υψηλή ταχύτητα	12:1 ως 14:1	1,7% ως 2%	πλούσιο μίγμα

Χαμηλή πτητικότητα βενζίνης: Οι συνέπειες για την λειτουργία του κινητήρα από την χαμηλή πτητικότητα της βενζίνης είναι: Δυσχέρεια στην εκκίνηση, κακή προθέρμανση, μειωμένη επιτάχυνση, κακή διανομή καυσίμου στους κυλίνδρους του κινητήρα και ρύπανση του λαδιού με καύσιμο.

Υψηλή πτητικότητα βενζίνης: Οι συνέπειες για την λειτουργία του κινητήρα από την υψηλή πτητικότητα της βενζίνης είναι: Μεγάλες απώλειες λόγω εξαερώσεως και κίνδυνος ατμοφράξεως (Vapor Lock) ή μπούκωμα. Η ατμόφραξη οφείλεται στην μεγάλη ποσότητα ατμών βενζίνης που συγκεντρώνονται στο δίκτυο του καυσίμου, κυρίως μεταξύ αποθήκης βενζίνης και αντλίας, τους οποίους η αντλία δεν μπορεί να τους μεταφέρει προς το σύστημα τροφοδοσίας και συνεπώς ο κινητήρας θα σβήσει από κακή τροφοδότηση καυσίμου.

Επίσης συνηθέστερο φαινόμενο είναι η δυσκολία ή αδυναμία εκκίνησης του κινητήρα ύστερα από μακρά λειτουργία του κινητήρα, που προκαλεί υψηλές θερμοκρασίες. Οι θερμοκρασίες αυτές αυξάνουν ακόμη περισσότερο την έκλυση ατμών βενζίνης, οπότε παράγεται τόσο πλούσιο μίγμα, ώστε η ανάφλεξη του να είναι αδύνατη.

Ποιότητα καύσης – Αριθμός οκτανίου: Η ποιότητα καύσης της βενζίνης καθορίζεται από την αντικρουστικότητά της, δηλαδή την αντοχή της βενζίνης στην συμπίεση.

Το μίγμα αέρος – βενζίνης στις πιέσεις που αναπτύσσονται από την υψηλή συμπίεση και την θερμοκρασία που ακολουθεί, δεν αντέχει και υφίσταται προανάφλεξη ή εκρηκτική καύση.

Βαθμός συμπίεσης (r)	Πίεση (bar)	Θερμοκρασία (°C)
	Στο τέλος της συμπίεσης	
6	10	380
7	13	425
8	16	460
9	20	490
10	22	520
11	25	540
12	28	560
13	30	575
14	32	600

Το φαινόμενο της κρουστικής καύσης της βενζίνης θα είναι εντονότερο όσο ο βαθμός συμπίεσης του κινητήρα είναι μεγαλύτερος.

Οι συνέπειες του κτυπήματος στον κινητήρα είναι: Απώλεια ισχύος, από τα ωστικά κύματα που δημιουργούνται στον χώρο καύσης και ενεργούν αντίθετα προς την εκτονωτική δράση του κύριου ωστικού κύματος που ενεργεί στο έμβολο, καταπόνηση των εξαρτημάτων του κινητήρα που μπορεί να φτάσει έως και το τρύπημα της κεφαλής του εμβόλου.

Η κρουστική καύση στις βενζινομηχανές αντιμετωπίζεται εξασφαλίζοντας βενζίνη με κατάλληλη αντικρουστική ικανότητα που μετράται με την κλίμακα αριθμού οκτανίων.

Αριθμός οκτανίου της βενζίνης: Είναι η κατά όγκο εκατοστιαία αναλογία ισοοκτανίου σε μίγμα με κ-επτάνιο που δείχνει την ίδια αντικρουστική με την υπό εξέταση βενζίνη σε ορισμένες συνθήκες δοκιμής. Η σύγκριση γίνεται πρότυπη μηχανή που ο βαθμός συμπίεσής της μπορεί να μεταβάλλεται κατά την λειτουργία της, π.χ. αριθμός οκτανίου RON 90 σημαίνει ότι η βενζίνη αυτή έχει την ίδια αντικρουστικότητα, δηλαδή την ίδια αντοχή στην συμπίεση, με εκείνο που θα είχε μίγμα αποτελούμενο κατά όγκο από 90% ισοοκτάνιο και 10% κ-επτάνιο. Διευκρινίζεται ότι η βενζίνη αυτή θα μπορούσε να μην έχει ως συστατικά καθόλου ισοοκτάνιο ή κ-επτάνιο, αλλά άλλους υδρογονάνθρακες (αρωματικούς) με αντίστοιχη προς αυτούς αντικρουστικότητα.

r	RON (ελάχιστος)	Παρατηρήσεις
6:1	70	Απλή
7:1	82	Απλή
8:1	90	Απλή
9:1	96'	Super
10:1	100	Super

Στην Ελληνική αγορά, σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές διατίθεται, η απλή αμόλυβδη βενζίνη με ελάχιστο RON 95, η super αμόλυβδη με αριθμό οκτανίων RON 98-100 και η μολυβδωμένη βενζίνη με ελάχιστο RON 96-98 (RON) Research Octane Number.

Επίδραση της ποιότητας του καυσίμου στο κτύπημα: Ο αριθμός του οκτανίου στην βενζίνη εξαρτάται από την πρώτη ύλη, δηλαδή την δομή των υδρογονανθράκων που την αποτελούν. Οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες χαρακτηρίζονται από υψηλό δείκτη οκτανίου και η δομή των υδρογονανθράκων αυτών επιτυγχάνεται με την αναμόρφωση της νάφθας.

Είδος υδρογονάνθρακα	Αριθμός οκτανίων (ON)
Μεθάνιο	120
Αιθάνιο	118
Προπάνιο	112
κ-βουτάνιο	93
Ισοοκτάνιο	100
κ-εξάνιο	25
κ-επτάνιο	0
Κυκλοεξάνιο	85
Τολουόλη	120
Αιθυλοβενζόλιο	107
Οκτυλένιο	60
κ-πεντάνιο	62
Ισοπροπυλοβενζόλιο	113

Επειδή οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες και κυρίως το βενζόλιο ρυπαίνουν σοβαρά την ατμόσφαιρα (καρκινογόνος δράση) η παρουσία τους στην βενζίνη πρέπει να διατηρείται σε όσο το δυνατόν χαμηλά όρια. Για το βενζόλιο οι προδιαγραφές καθορίζουν ανώτατο επιτρεπτό όριο 5% και προβλέπεται η μείωσή του στο 4%.

Την αντικρουστικότητα της βενζίνης βελτιώνουν άλλες οξυγονούχες ουσίες όπως η MTBE (Methyl Tertiary Buty Ethez) που προστίθενται σε αναλογία 10%, είναι η γνωστή πράσινη βενζίνη (οικολογική).

Άλλες ουσίες που προστίθενται για να αυξάνουν την αντικρουστικότητα της βενζίνης είναι ο τετρα-αιθυλικός μόλυβδος (TEL) που προστίθεται σε αναλογία τέτοια, ώστε ο μόλυβδος να μην υπερβαίνει τα 0,15g/l σύμφωνα με τις προδιαγραφές της Ε.Ε., ενώ για την αμόλυβδη βενζίνη το όριο είναι 0,013g/l.

Επίδραση του κινητήρα στην κρουστική καύση – κατασκευαστικοί παράγοντες: Σπουδαιότεροι από τους παράγοντες αυτούς είναι:

Βαθμός συμπίεσης: Η αύξηση του βαθμού συμπίεσης σε ένα κινητήρα προκαλεί την αύξηση της θερμοκρασίας του μίγματος και συνεπώς επιταχύνει την εκρηκτική καύση, άρα και το φαινόμενο του κτυπήματος. Εάν λοιπόν ο κινητήρας δεν τροφοδοτείται με το κατάλληλο καύσιμο που αντιστοιχεί στον βαθμό συμπίεσεως του κινητήρα, το κτύπημα και οι συνέπειες από αυτό θα είναι αναπόφευκτες.

Θάλαμος καύσης: Το σχήμα και γενικά η σχεδίαση του θαλάμου καύσης επηρεάζουν αισθητά το κτύπημα κατά διαφόρους τρόπους όπως, συγκεκριμένο σχήμα θαλάμου καύσης ελαττώνει την διαδρομή του μετώπου της φλόγας, περιορίζοντας έτσι την πιθανότητα εκρηκτικής καύσης. Εάν ο θάλαμος καύσης είναι σχεδιασμένος έτσι ώστε να αυξάνει τον στροβιλισμό του μίγματος, θα αυξηθεί η ταχύτητα και συνεπώς θα έχουμε περιορισμό της πιθανότητας εκρηκτικής καύσης.

Ο σπινθηριστής (μπουζί), το είδος, η μορφή και προ πάντων η θέση του στον χώρο καύσης επιδρούν στο φαινόμενο της κρουστικής καύσης.

Επίδραση του κινητήρα στην κρουστική καύση – παράγοντες λειτουργικοί:

Θερμοκρασία: Επειδή η ταχύτητα ανάφλεξης του μίγματος μέσα στον κύλινδρο είναι ανάλογη με την θερμοκρασία του, κάθε αύξηση της θερμοκρασίας αυξάνει την πιθανότητα κρουστικής καύσης. Υψηλές θερμοκρασίες που επιτείνουν την κρουστική καύση, εμφανίζονται σε κυλίνδρους που τα τοιχώματά τους έχουν κατάλοιπα άνθρακα ή που το νερό της ψύξης του κινητήρα έχει σχετικά μεγάλη θερμοκρασία. Επίσης υψηλές θερμοκρασίες αναπτύσσονται όταν ο κινητήρας εργάζεται κάτω από μεγάλα φορτία.

Ταχύτητα περιστροφής: Όσο λιγότερες στροφές παίρνει ο κινητήρας υπό φορτίο, τόσο αυξάνεται η πιθανότητα κρουστικής καύσης, έτσι εξηγείται γιατί σε ανήφορο δίνουμε περισσότερες στροφές στον κινητήρα

κατεβάζοντας την σχέση μετάδοσης στο κιβώτιο ταχυτήτων, (για να μην τυπούν πειράκια).

Προπορεία (Avance): Η προπορεία, δηλαδή η ανάφλεξη του μίγματος πριν από το ΑΝΣ αυξάνει την τελική πίεση μέσα στον κύλινδρο, άρα και την θερμοκρασία του, πράγμα που μπορεί να προκαλέσει κρουστική καύση. Η μείωση της προπορείας εξουδετερώνει τον κίνδυνο κρουστικής καύσης αλλά σε βάρος του βαθμού απόδοσης του κινητήρα.

Αναλογία βενζίνης – αέρα: Στις συνηθισμένες βενζινομηχανές και υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας η αναλογία του μίγματος κυμαίνεται γύρω στο 14 προς 1. Εάν το μίγμα αυτό τείνει να παρουσιάσει κρουστική καύση, μπορούμε να το διορθώσουμε εμπλουτίζοντάς το με βενζίνη, γιατί η επιπλέον βενζίνη κατά την εξαέρωσή της, απορροφά θερμότητα, πράγμα που προκαλεί απομάκρυνση της κρουστικής καύσης.

Βαθμός καθαρότητας της βενζίνης: Ο βαθμός καθαρότητας του καυσίμου επηρεάζει σημαντικά την απόδοση και γενικά την κατάσταση των κινητήρων τους οποίους τροφοδοτούν.

Τα σημαντικότερα από τα ανεπιθύμητα συστατικά που προσδιορίζουν τον βαθμό καθαρότητας της βενζίνης είναι οι θειούχες ενώσεις και οι κομμωδείς ουσίες. Η περιεκτικότητα αυτών δεν πρέπει να υπερβαίνει τα ανώτατα όρια που καθορίζουν οι προδιαγραφές. Ειδικότερα για το θείο δεν πρέπει να ξεπερνά το 0,05%.

ΚΑΥΣΑΕΡΙΑ ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΗΡΩΝ:

Ορισμοί:

Ρυπαντής: Ρυπαντής είναι κάθε ουσία που έχει άμεσα ή μακροπρόθεσμα επιβλαβείς επιδράσεις για την ζωή ή την υγεία του ανθρώπου, των ζώων και φυτών και επίσης να φθείρει τα υλικά αγαθά.

Προτογενείς ρυπαντές: Με αυτόν τον όρο εννοούμε τους ρυπαντές που εκπέμπονται απ' ευθείας από την πηγή της ρύπανσης. Τέτοιες ουσίες εκπέμπονται από το αυτοκίνητο και είναι το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC), τα οξείδια του αζώτου (NOX), η αιθάλη και ο μόλυβδος (Pb).

Δευτερογενείς ρυπαντές: Έτσι ορίζονται οι ρυπαντές που δεν εκπέμπονται απ' ευθείας από την πηγή της ρύπανσης αλλά είναι προϊόντα αλληλεπίδρασης μεταξύ πρωτογενών ρυπαντών. Τέτοιοι ρυπαντές είναι π.χ. το όζον (O³).

Σχηματισμός των ρυπαντών σε ένα κινητήρα εσωτερικής καύσης:

Από θεωρητικής άποψης η τέλεια καύση των υδρογονανθράκων της βενζίνης σημαίνει απόδοση στην ατμόσφαιρα διοξείδιο του άνθρακα (CO²) και νερό (H²O), χωρίς όμως αυτό να συμβαίνει και στην πράξη.

Παρόλα αυτά θα πρέπει να παρατηρήσουμε ότι το μισό διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται από τις δραστηριότητες των ανθρώπων δεν ανακυκλώνεται αλλά παραμένει στην ατμόσφαιρα και μπορεί με την

πάροδο του χρόνου να οδηγήσει σε κλιματολογικές αλλαγές, το γνωστό φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Οι ρυπαντές παράγονται από τέσσερις παράγοντες: Την ατελή καύση του καυσίμου μίγματος, την ύπαρξη ακαθαρσιών στο καύσιμο (π.χ. το θείο), την ύπαρξη προσθετικών για την βελτίωση του βαθμού απόδοσης του κινητήρα (π.χ. τετρααιθυλικού μολύβδου) και την ένωση του ατμοσφαιρικού αζώτου που εισέρχεται στον θάλαμο καύσης μαζί με το οξυγόνο παράγοντας τα διάφορα οξειδία του αζώτου (NOX).

Σε αυτούς τους ρυπαντές θα πρέπει να προσθέσουμε τον μόλυβδο και στους πετρελαιοκινητήρες, την εκπομπή διοξειδίου του θείου (SO²) και της αιθάλης.

Μονοξείδιο του άνθρακα: Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) παράγεται από την ατελή καύση του άνθρακα. Είναι αέριο, χωρίς χρώμα ή οσμή. Βασικά έχει προτογενή προέλευση και ελάχιστο ποσοστό προέρχεται από δευτερογενείς (φωτοχημικές) αντιδράσεις.

Είναι ισχυρό δηλητήριο επειδή ενώνεται με την αιμοσφαιρίνη των ερυθρών κυττάρων του αίματος εμποδίζοντας έτσι την ένωση της με το οξυγόνο. Έκθεση του οργανισμού σε συγκέντρωση 1300ppm προκαλεί τον θάνατο. Ήδη όμως τα 100ppm προκαλούν αδιαθεσίες, ιλλίγους και κάθετη πτώση όλων των διανοητικών ικανοτήτων, συμπεριλαμβανομένης και τις ικανότητας οδήγησης.

Στην σημερινή τεχνολογία των βενζινοκινητήρων με τριοδικό ρυθμιζόμενο καταλύτη το μονοξείδιο του άνθρακα πρέπει να βρίσκεται στα καυσαέρια, έως το όριο των 0,5% σε στροφές ρελαντί του κινητήρα και στο 0,3% στις στροφές από 2500 ±300 στροφές ανά λεπτό.

Πηγές Ρύπανσης			
Ρύποι	Αυτοκίνητο	Κεντρική θέρμανση	Βιομηχανία
	%	%	%
Καπνός	64	17	19
Σωματίδια	1		99
Διοξείδιο θείου	8	21	71
Οξειδία αζώτου	67	6	28
Μονοξείδιο άνθρακα	100		
Υδρογονάνθρακες	68		32

Άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC): Οι υδρογονάνθρακες είναι μία οικογένεια χημικών ενώσεων με εκατοντάδες μέλη, που τα μόριά τους αποτελούνται από διάφορους συνδυασμούς υδρογόνου και άνθρακα. Στην εξάτμιση ενός βενζινοκίνητου αυτοκινήτου βρίσκεται σαν

αποτελεσμα ατελούς καύσης. Επίσης προέρχεται από την εξαέρωση της βενζίνης κατά την διανομή, μεταφορά, αποθήκευση και χρήση της.

Οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες είναι καρκινογόνοι. Η μέτρηση των HC σε οχήματα με ρυθμιζόμενο καταλύτη είναι μικρότερη των 120ppm για τις στροφές ρελαντί του κινητήρα και μικρότερη των 100ppm στις 2500± στροφές ανά λεπτό του κινητήρα.

Εκπομπές ανά μεταφερόμενο επιβάτη				
Κατηγορία οχήματος	CO (gr/km)	HC (gr/km)	NOx (gr/km)	Καπνός (gr/km)
Βενζινοκίνητα	30,7	2,7	1,0	0
Δίκυκλα	15,3	2,4	0,3	0
Ταξί α. LPG	8,8	2,7	1,4	0
β. Diesel	1,0	1,3	0,5	0,2
Αστικά και τουριστικά Λεωφορεία	0,8	0,2	0,4	0,1

Οξείδια του αζώτου (NOX): Στις συνηθισμένες ατμοσφαιρικές συνθήκες το άζωτο δεν ενώνεται με το οξυγόνο. Στις μεγάλες όμως θερμοκρασίες και πιέσεις, που επικρατούν στο εσωτερικό των θαλάμων καύσης σε έναν κινητήρα εσωτερικής καύσης σχηματίζονται τα οξείδια του αζώτου.

Έχουν ανιχνευθεί δύο οξείδια του αζώτου που είναι ισχυροί ρυπαντές και αυτοί είναι: Το μονοξείδιο του αζώτου (NO) και το διοξείδιο του αζώτου (NO²). Το μονοξείδιο του αζώτου οξειδώνεται από το οξυγόνο ή το όζον σε διοξείδιο του αζώτου.

Το μονοξείδιο του αζώτου ενώνεται με την αιμοσφαιρίνη του αίματος και αποτελεί δηλητήριο, όπως ακριβώς και το μονοξείδιο του άνθρακα.

Το διοξείδιο του αζώτου εξάλλου αντιδρά με την υγρασία για τον σχηματισμό του σε πολύ διαβρωτικού νιτρικού οξέος. Για αυτό και σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις δημιουργεί ερεθισμό στα μάτια και στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι τεχνικές περιορισμού των CO και HC δημιουργούν αύξηση στα οξείδια του αζώτου.

Πέρα όμως τον άλλον οι επιβλαβείς επιδράσεις των NOX προκαλούν ή συντελούν στην δημιουργία της φωτοχημικής αιθαλομίχλης.

Ενώσεις του μολύβδου: Εδώ και 50 χρόνια για την αύξηση της αντιακρηκτικότητας της βενζίνης χρησιμοποιούνται κατά κόρον σαν τα πλέον κατάλληλα πρόσθετα (διάφορες χημικές ενώσεις του μολύβδου) κυρίως ο τετρα-αιθυλιούχος και ο τετρα-μεθυλιούχος μόλυβδος. Αυτά τα χημικά πρόσθετα κατά την καύση της βενζίνης στον κινητήρα μετατρέπονται σε διάφορες ενώσεις του μολύβδου.

Ο μόλυβδος που βρίσκεται σε αιώρηση μέσα στην σκόνη της ατμόσφαιρας εναποτίθεται στο έδαφος αθροιστικά, από όπου μεταφέρεται στα φυτά και ανεβαίνοντας κατόπιν όλη την διατροφική αλυσίδα φτάνει και στον άνθρωπο, κάποιες δε ποσότητες ο άνθρωπος λαμβάνει και από το νερό.

Κυρίως όμως ο άνθρωπος λαμβάνει τον μόλυβδο από την αναπνοή και συσσωρεύεται στα οστά και κατόπιν στο αίμα.

Ο μόλυβδος επιδρά κυρίως στο αιμοποιητικό σύστημα, εμποδίζοντας τον σχηματισμό αιμοσφαιρίνης και στο κεντρικό νευρικό σύστημα και η επίδρασή του συνδέεται με ανεπάρκειες του πνευματικού επιπέδου και της συμπεριφοράς.

Έκθεση σε υψηλά ποσοστά μολύβδου είναι δυνατόν να προκαλέσει βλάβες στα αναπαραγωγικά όργανα, ενώ χρόνια έκθεση μπορεί να ευθύνεται για υψηλή πίεση του αίματος, αναιμία λόγω ελαττωμένης παραγωγής αιμοσφαιρίνης, ή ακόμα νεφρικές βλάβες και μη αναστρέψιμες βλάβες του εγκεφάλου.

Διοξείδιο του θείου (SO²): Είναι ρύπος των πετρελαιοκινητήρων, αλλά συντελεί στην ρύπανση του περιβάλλοντος. Είναι ένα αέριο χωρίς χρώμα αλλά με δυσάρεστη οσμή. Προέρχεται από την καύση του πετρελαίου που περιέχει θείο (S).

Ενώνεται με την υγρασία της ατμόσφαιρας και παράγει θεϊκό οξύ το οποίο είναι διαβρωτικό.

Βέβαια οι εκπομπές του διοξειδίου του θείου δεν έχουν σχέση με τις συνθήκες καύσης του κινητήρα, αλλά με την περιεκτικότητα του πετρελαίου σε θείο, οπότε το πρόβλημα τίθεται σε επίπεδο αποθείωσης του πετρελαίου κατά την διύλιση. Έτσι με τον τρόπο αυτό μειώνονται οι εκπομπές του διοξειδίου του θείου.

Αιωρούμενα σωματίδια – καπνός: Προέρχονται κυρίως από τον πετρελαιοκινητήρα και είναι μεγέθους κάτω των 2μm μαύρου χρώματος. Προέρχονται από ατελή καύση, αποτελούν τον καπνό (αιθάλη), που αποτελείται από σύμπλεγμα ατόμων άνθρακα και υδρογονανθράκων.

Ο καπνός και το διοξείδιο του θείου συμβάλουν στην δημιουργία της αιθαλομίχλης.

Φωτοχημική αιθαλομίχλη: Το διοξείδιο του αζώτου που παράγεται από την οξειδωση του ατμοσφαιρικού αζώτου κατά την καύση της βενζίνης σε μεγάλες θερμοκρασίες και πιέσεις, διασπάται στην ατμόσφαιρα από την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας της ηλιακής ενέργειας, σε μονοξείδιο του αζώτου και μονοατομικό οξυγόνο (O). Η ένωση του μονοατομικού οξυγόνου με το διατομικό οξυγόνο (O²) της ατμόσφαιρας δημιουργεί το όζον (O³). Η επίδραση του όζοντος στο μονοξείδιο του αζώτου δημιουργεί και πάλι διοξείδιο του αζώτου, με επανάληψη της ίδιας αντίδρασης. Η ταυτόχρονη παρουσία άπνοιας, θερμοκρασιακής αναστροφής και ηλιακής ακτινοβολίας για μακρύ χρονικό διάστημα,

οδηγεί σε μία σειρά φωτοχημικών αντιδράσεων των οξειδίων του αζώτου και των υδρογονανθράκων με προϊόντα, τους δευτερογενούς – φωτοχημικούς ρύπους, όπως π.χ. το όζον.

Ο σημαντικότερος από τους ρύπους αυτούς όπως είπαμε είναι το όζον, το οποίο είναι ισχυρό οξειδωτικό και προσβάλλει όλες τις οργανικές ύλες αποτελώντας έτσι δηλητήριο για τα ζώα και τα φυτά.

Η συσσώρευση όζοντος, διοξειδίου του αζώτου και υδρογονανθράκων και η διαρκεί αύξησή τους κάτω από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας δημιουργεί την φωτοχημική ρύπανση, γνωστή πλέον ως νέφος.

Όρια συγκέντρωσης ρύπων στην ατμόσφαιρα: Σύμφωνα με την παγκόσμια οργάνωση υγείας, οι μέσες ετήσιες τιμές του διοξειδίου του θείου και αιθάλης δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα 50 μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο αέρα και οι μέσες τιμές ανά 24ωρο τα 125mgr/m³. Μακροχρόνιες εκθέσεις σε συγκεντρώσεις καπνού και διοξειδίου του θείου πάνω από 100mgr/m³, προκαλεί ασθένειες στο αναπνευστικό σύστημα του ανθρώπου.

Σε ότι αφορά το μονοξείδιο του άνθρακα, η Π.Ο.Υ.(Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας), δέχεται σαν ανώτατο όριο τα 10mgr/m³ σαν μέσες τιμές δώρου.

Σχετικά με το διοξείδιο του αζώτου η Π.Ο.Υ. εισηγείται σαν ανώτατο όριο τα 400mgr/m³ για διάστημα 1ώρας και τα 150mgr/m³ για 24ώρες. Έκθεση σε τιμές πάνω από 560mgr/m³ επιδρά αρνητικά σε ασθματικά άτομα.

Για το όζον η Π.Ο.Υ. εισηγείται σαν ανώτατο όριο τα 150 με 200mgr/m³ για διάστημα 1ώρας.

ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ 4ΧΡΟΝΟΥ BENZINOKINHTHRA:

Πλήρωση: Με τον όρο πλήρωση εννοείται η μάζα των αερίων (καύσιμο μίγμα ή αέρας), η οποία εισρέει στον κύλινδρο του κινητήρα κατά την φάση της αναρρόφησης (εισαγωγής).

Για την βελτίωση της πλήρωσης και συνεπώς της ισχύος του κινητήρα, μπορούν να επιμηκυνθούν οι χρόνοι κατά τους οποίους παραμένουν ανοικτές οι βαλβίδες εισαγωγής. Κατά την διάρκεια δε του χρόνου της εξαγωγής τα καυσαέρια εξέρχονται με υψηλή ταχύτητα και δημιουργούν ένα κενό (υποπίεση), εάν τότε ανοίξει η βαλβίδα ή οι βαλβίδες εισαγωγής, πριν το έμβολο φτάσει στο ΑΝΣ, τότε μπορεί το μίγμα ή ο αέρας να εισρεύσουν στον κύλινδρο λόγω της υποπίεσης, αντίθετα προς την κίνηση του εμβόλου.

Εάν αφήσει κανείς την βαλβίδα εισαγωγής ή τις βαλβίδες εισαγωγής ανοικτές κατά την φάση της συμπίεσης, τότε το μίγμα που έχει επιταχυνθεί κατά την αναρρόφηση (100m/s), λόγω της αδρανείας του μπορεί να συνεχίσει την εισροή του μέσα στον κύλινδρο του κινητήρα.

Αυτό το φαινόμενο της υπερπλήρωσης τελειώνει όταν η πίεση, την οποία παράγει το ανερχόμενο έμβολο, ανακόψει το εισερχόμενο μίγμα. Το αργότερο αυτή την στιγμή πρέπει να κλείσει η ή οι βαλβίδες εισαγωγής. Εάν ο χρόνος της εισαγωγής επιμηκύνεται, η πλήρωση του κυλίνδρου μπορεί να φτάσει το πολύ το 80% σε κινητήρες χωρίς υπερτροφοδότη.

Βαθμός πλήρωσης: Είναι το πηλίκο του πραγματικά αναρροφηθέντος μίγματος ή αέρα προς την θεωρητικά πλήρη πλήρωση του κυλίνδρου. Στους κινητήρες αναρρόφησης ο βαθμός πλήρωσης βρίσκεται μεταξύ 0,6 και 0,9 (πλήρωση 60% έως 90%), ενώ στους κινητήρες με υπερτροφοδότη είναι δυνατός ένας βαθμός πλήρωσης από 1,2 έως 1,6 (πλήρωση 120% έως 160%).

Λόγος συμπίεσης	7	9
Τελική πίεση συμπίεσης	~ 10 bar	~ 16 bar
Μέγιστη πίεση καύσης	~ 30 bar	~ 42 bar
Πίεση κατά το άνοιγμα της βαλβίδας εξαγωγής	~ 4 bar	~ 3 bar
Τελική θερμοκρασία συμπίεσης	400°C	500°C

Η πλήρωση αυξάνεται: Με κατάλληλη διαμόρφωση των οχετών αναρρόφησης, με κατάλληλη διαμόρφωση του χώρου καύσης, με μεγάλες διατομές εισαγωγής, με περισσότερες βαλβίδες ανά κύλινδρο και με καλή ψύξη του κυλίνδρου.

Η πλήρωση μειώνεται: Με μείωση της διάρκειας ανοίγματος των βαλβίδων στις υψηλές στροφές του κινητήρα και με χαμηλή ατμοσφαιρική πίεση. Σε αύξηση του ύψους κατά 100m μειώνεται η ισχύς του κινητήρα κατά 1% περίπου.

Επικάλυψη βαλβίδων: Κατά την μεταβατική φάση από την εξαγωγή στην αναρρόφηση, οι βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής είναι ανοικτές ταυτόχρονα.

Χώρος καύσης: Είναι ο χώρος που ορίζεται από τον κύλινδρο, την κυλινδροκεφαλή και την οροφή του εμβόλου.

Ο χώρος καύσης γίνεται ελάχιστος όταν το έμβολο βρίσκεται στο ΑΝΣ.

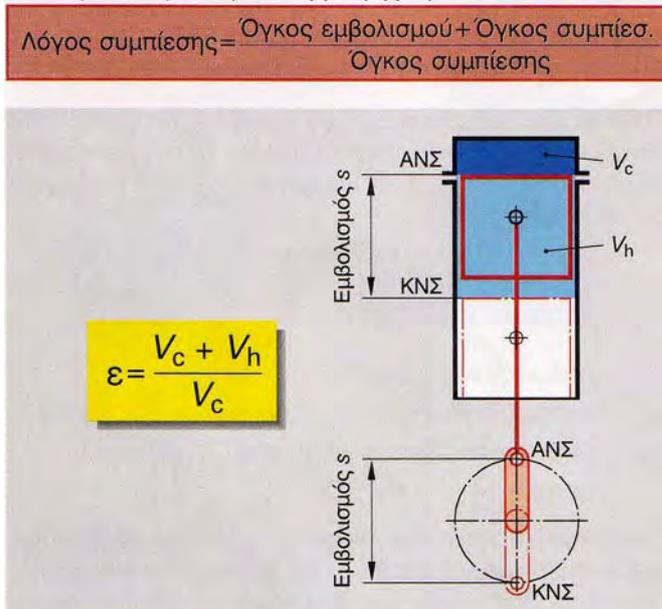
Όγκος συμπίεσης (Vc): Είναι ο ελάχιστος χώρος καύσης.

Όγκος εμβολισμού (Vh): Είναι ο όγκος μεταξύ των δύο νεκρών σημείων ΑΝΣ και ΚΝΣ, του κυλίνδρου που ορίζονται από το έμβολο.

Συνολικός όγκος εμβολισμού (VH): Δίνεται από το άθροισμα των όγκων εμβολισμού των επί μέρους κυλίνδρων του κινητήρα (κυβισμός του κινητήρα).

Λόγος συμπίεσης: Όσο μεγαλύτερος είναι ο λόγος συμπίεσης ενός βενζινοκινητήρα, τόσο καλύτερη εκμετάλλευση γίνεται της ενέργειας του καυσίμου και τόσο καλύτερος είναι ο βαθμός απόδοσης του κινητήρα.

Με αυξανόμενο λόγο συμπίεσης αυξάνεται η τελική θερμοκρασία συμπίεσης, για αυτό το λόγο, ο λόγος συμπίεσης έχει ένα ανώτερο όριο που ορίζεται από την θερμοκρασία αυτανάφλεξης της βενζίνης.



Εξέλιξη της καύσης: Για να εξελιχθεί η καύση της βενζίνης ομαλά, μέσα στον κύλινδρο του κινητήρα στον ελάχιστο χρόνο που υπάρχει, πρέπει τα μόρια του καυσίμου να βρίσκονται δίπλα στα μόρια του οξυγόνου. Επειδή όμως, στον αέρα περιλαμβάνονται μόνον 20% περίπου οξυγόνο, πρέπει το καύσιμο να αναμιχθεί με σχετικά μεγάλη ποσότητα αέρα. Η θεωρητικά αναγκαία ποσότητα αέρα είναι για 1Kg βενζίνης περίπου 14,8 Kg αέρα (12m³) με πυκνότητα 1,29Kg/m³.

Ο άνθρακας που περιέχεται στο καύσιμο καίγεται με το οξυγόνο και δίνει διοξείδιο του άνθρακα, ενώ το υδρογόνο του καυσίμου ενώνεται με το οξυγόνο και δίνει υδρατμούς. Το άζωτο που περιλαμβάνεται στον ατμοσφαιρικό αέρα δεν συμμετέχει στην καύση, αλλά λόγω των υψηλών πιέσεων και θερμοκρασιών που αναπτύσσονται κατά την καύση, μας δίνει τοξικές ενώσεις του αζώτου τα γνωστά οξειδία του αζώτου (NOX).

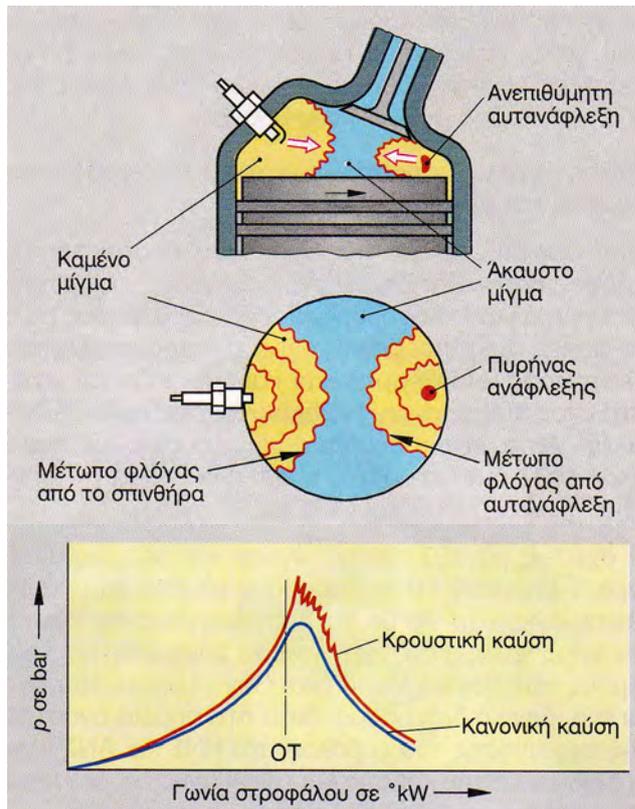
Πλούσιο καύσιμο μίγμα: Εάν το καύσιμο μίγμα είναι πλούσιο π.χ. 1Kg βενζίνης και 13Kg αέρας, τότε λόγω έλλειψης επαρκούς οξυγόνου, ένα μέρος του άνθρακα καίγεται και δίνει το δηλητηριώδες μονοξείδιο του άνθρακα (CO).

Φτωχό καύσιμο μίγμα: Εάν το μίγμα είναι φτωχό π.χ. 1Kg βενζίνης και 16Kg αέρα, τότε δημιουργείται κακή καύση λόγω της μικρότερης ποσότητας καυσίμου και οδηγεί σε υπερθέρμανση του κινητήρα λόγω ατελούς εσωτερικής ψύξης των χώρων καύσης από το καύσιμο, με αποτέλεσμα την δημιουργία οξειδίων του αζώτου (NOX).

Κρουστική καύση: Ένας βενζινοκινητήρας έχει κρουστική καύση, όταν το μίγμα εκτός από την καύση που δημιουργήθηκε από τον σπινθήρα του αναφλεκτήρα, παρουσιάζει και αυτανάφλεξη.

Αυτή η αυτανάφλεξη, η οποία εμποδίζεται σε περισσότερα σημεία (πυρήνες), οδηγεί σε μία ταχύτερη κρουστική καύση, όπου το μέτωπο της φλόγας κινείται με ταχύτητα έως και 300m/s και συνοδεύεται με ισχυρές αυξημένες πιέσεις.

Με αυτό το φαινόμενο εμφανίζονται ταυτόχρονα και ισχυρά κτυπήματα, που προκαλούν υψηλότερη μηχανική και θερμική φόρτιση του συστήματος διωστήρα – στροφάλου καθώς και μείωση της ισχύος του κινητήρα.



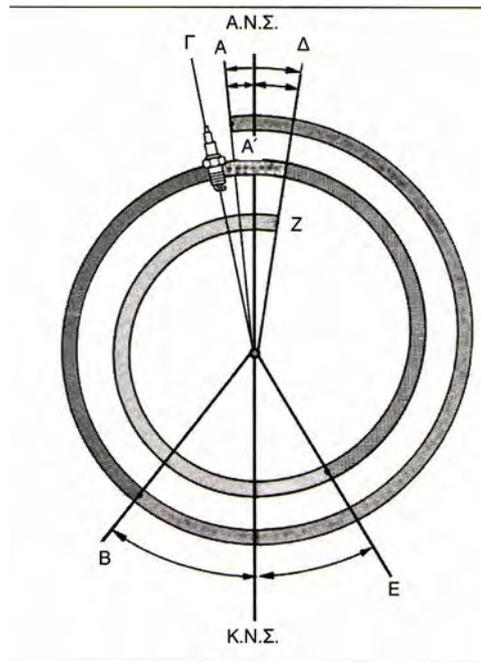
Αιτίες κρουστικής καύσης: Ακατάλληλο καύσιμο (Αριθμός οκτανίων), μεγάλη προανάφλεξη, ανομοιόμορφη κατανομή του μίγματος εντός του κυλίνδρου, κακή απαγωγή της θερμότητας και υψηλός λόγος συμπίεσης. Η κρουστική καύση μπορεί να εμφανίζεται είτε σε χαμηλές στροφές του κινητήρα με μεγάλες σχέσεις στο κιβώτιο ταχυτήτων, είτε σε απότομη επιτάχυνση του κινητήρα, είτε με μεγάλο φορτίο του κινητήρα.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ 4ΧΡΟΝΟΥ ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΗΡΑ: 1^{ος} χρόνος: Ο κύκλος λειτουργίας ενός 4χρονου βενζινοκινητήρα ολοκληρώνεται σε δύο περιστροφές του στροφαλοφόρου άξονα (720°).

Στον 1^ο χρόνο η βαλβίδα εισαγωγής ανοίγει στο σημείο Α (10-20°), (γωνία στροφής στροφαλοφόρου άξονα) πριν το έμβολο φτάσει στο ΑΝΣ, (προπορεία βαλβίδας εισαγωγής). Σχ. 2.6

Με τον τρόπο αυτό, επειδή εισέρχεται νωρίτερα το καύσιμο μίγμα και η βαλβίδα εξαγωγής είναι ανοικτή, γίνεται ένας σύντομος καθαρισμός του κυλίνδρου από τα καυσαέρια του προηγούμενου κύκλου λειτουργίας του κινητήρα. Η εισαγωγή του μίγματος τελειώνει με το κλείσιμο της

βαλβίδας εισαγωγής που γίνεται στο σημείο Β (30-40°) μετά το ΚΝΣ, έχει δηλαδή αρχίσει το έμβολο να ανεβαίνει προς το ΑΝΣ για τον χρόνο της συμπίεσης.



Σχ. 2.6. Σπειροειδές διάγραμμα τετράχρονου βενζινοκινητήρα.
ΑΒ= Εισαγωγή, ΒΓ= Συμπίεση, ΓΔ= Καύση,
ΔΕ= Εκτόνωση, ΕΖ= Εξαγωγή,
Α'Ζ= OVERLAP (βαλβίδα εισαγ.εξαγ.ανοικτή).

Η καθυστέρηση αυτή στο κλείσιμο της βαλβίδας εισαγωγής γίνεται για να γεμίσει ο κύλινδρος με περισσότερο μίγμα (καλύτερη πλήρωση).

Το έμβολο με την ταχύτητα που κατεβαίνει από το ΑΝΣ προς το ΚΝΣ, δημιουργεί ένα ισχυρό ρεύμα αναρρόφησης. Έτσι και όταν ακόμη αρχίζει να ανεβαίνει προς το ΑΝΣ για την συμπίεση, για κάποιο μικρό χρονικό διάστημα το μίγμα εξακολουθεί να εισάγεται στον κύλινδρο, επιτυγχάνοντας καλύτερη πλήρωση, έως ότου μηδενιστεί η ταχύτητα εισαγωγής του καυσίμου μίγματος.

Το ίδιο επιτυγχάνουμε και στην αρχή του χρόνου με την εισαγωγή του μίγματος και την εξαγωγή των καυσαερίων.

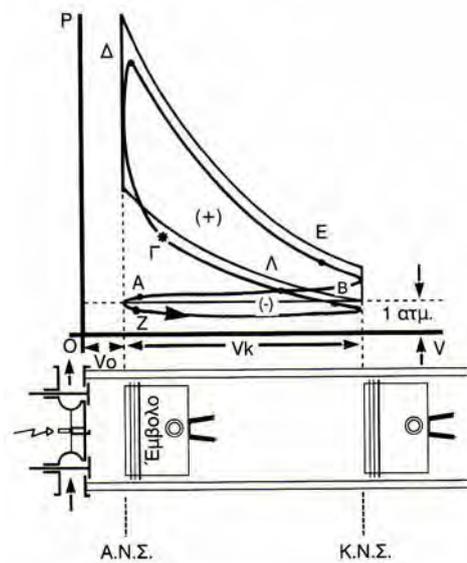
Το διάστημα που και οι δύο βαλβίδες παραμένουν ανοικτές ονομάζεται επικάλυψη ή Overlap.

2^{ος} χρόνος συμπίεση: Η συμπίεση αρχίζει από το σημείο Β και τελειώνει στο σημείο Γ, όπου το μίγμα έχει αποκτήσει την κατάλληλη πίεση και θερμοκρασία.

Η πίεση φτάνει περίπου στις 8 έως 15at και η θερμοκρασία κυμαίνεται από 250 έως 380°C, λίγο πριν το έμβολο φτάσει στο ΑΝΣ.

3^{ος} χρόνος καύση – εκτόνωση: Ο τρίτος χρόνος και συγκεκριμένα η καύση της βενζίνης αρχίζει στο σημείο Γ. Στο σημείο αυτό δίδεται ο σπινθήρας από το μπουζί.

Το σημείο αυτό του σπινθηρισμού μεταβάλλεται ανάλογα με τις στροφές του κινητήρα και το φορτίο του και κυμαίνεται από 5 έως 45° πριν το έμβολο φτάσει στο ΑΝΣ.



Σχ. 2.7. Διάγραμμα πραγματικής λειτουργίας τετράχρονου βενζινοκινητήρα.

AZB = Εισαγωγή ΔΕ = Εκτόνωση
 BΓ = Συμπίεση ΕΑΖ = Εξαγωγή
 ΓΔ = Καύση ΑΖ = Overlap (παλάντζο)

Ο σπινθήρας δίδεται νωρίτερα ώστε μόλις το έμβολο φτάσει στο ΑΝΣ να έχει καεί όλη η ποσότητα του καυσίμου μίγματος που έχει εισαχθεί στον κύλινδρο και τα καυσαέρια που θα δημιουργηθούν να έχουν την μεγαλύτερη δύναμη εκτόνωσης.

Η μεταβολή αυτή της σπινθηροδότησης πριν το ΑΝΣ ονομάζεται προπορεία ή αβάνς.

Από την καύση του μίγματος που μοιάζει με έκρηξη, αναπτύσσονται θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 1500 έως 2500°C και πίεση από 25 έως 50 Kg/cm².

Τα καυσαέρια που δημιουργούνται ωθούν το έμβολο με μεγάλη δύναμη προς το ΚΝΣ και είναι ο ενεργός χρόνος παραγωγής έργου του κινητήρα. Καθώς το έμβολο εκτονώνεται προς το ΚΝΣ μικραίνει η πίεση στον κύλινδρο και αυξάνει ο όγκος του. Τα καυσαέρια λίγο πριν ανοίξει η βαλβίδα εξαγωγής έχουν πίεση από 2,5 έως 3 Kg/cm² και θερμοκρασία από 400 έως 500°C.

Η εκτόνωση του εμβόλου αρχίζει μετά την καύση της βενζίνης και τελειώνει στο σημείο Ε.

4^{ος} χρόνος εξαγωγή: Στο σημείο Ε ανοίγει η βαλβίδα εξαγωγής, 30 - 50° πριν το έμβολο φτάσει στο ΚΝΣ (προπορεία βαλβίδας εξαγωγής).

Αυτό γίνεται για να προλάβουν να εκτονωθούν τα καυσαέρια, ώστε όταν το έμβολο φτάσει στο ΚΝΣ και αρχίζει να ανέρχεται προς το ΑΝΣ, τα

καυσαέρια να έχουν εκτονωθεί, η πίεση να έχει φτάσει στην ατμοσφαιρική και να μην αντιστέκονται στην κίνηση του εμβόλου προς το ΑΝΣ.

Κατόπιν το έμβολο αρχίζει να ανεβαίνει προς το ΑΝΣ με ατμοσφαιρική πίεση και να απωθεί τα καυσαέρια από τον κύλινδρο. Ο όγκος του κυλίνδρου μικραίνει.

Η βαλβίδα εξαγωγής κλείνει στο σημείο Z, 10° περίπου μετά το ΑΝΣ (καθυστέρηση), για να καθαρίσει καλύτερα ο κύλινδρος από τα καυσαέρια, την στιγμή μάλιστα που έχει ανοίξει και η βαλβίδα εισαγωγής και το μίγμα εισέρχεται στον κύλινδρο του κινητήρα.

2ΧΡΟΝΟΣ ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΗΡΑΣ – ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ – ΔΟΜΗ: ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ 2ΧΡΟΝΟΥ ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΗΡΑ:

Γενικά: Ο πλήρης κύκλος λειτουργίας στον 2χρονο βενζινοκινητήρα γίνεται σε κάθε μία περιστροφή του στροφαλοφόρου άξονα (360°).

Για να περιοριστεί ο κύκλος λειτουργίας σε δύο διαδρομές του εμβόλου ή σε μία περιστροφή του στροφαλοφόρου άξονα του κινητήρα πρέπει να συνεργάζεται ο κύλινδρος με τον στροφαλοθάλαμο.

Ο στροφαλοθάλαμος μαζί με το κάτω μέρος του κυλίνδρου και με το έμβολο σχηματίζει μία αντλία. Επειδή σε αυτούς τους κινητήρες υπάρχουν 3 είδη οχετών, ονομάζονται και 2χρονοι κινητήρες 3 οχετών. Οι οχετοί αυτοί είναι: Ο οχετός εισαγωγής ο οποίος έρχεται από τον εξαερωτήρα και οδηγείται στον στροφαλοθάλαμο, ο οχετός σάρωσης ο οποίος συνδέει τον στροφαλοθάλαμο με τον κύλινδρο και ο οχετός εξαγωγής ο οποίος οδηγεί τα καυσαέρια στην εξάτμιση.

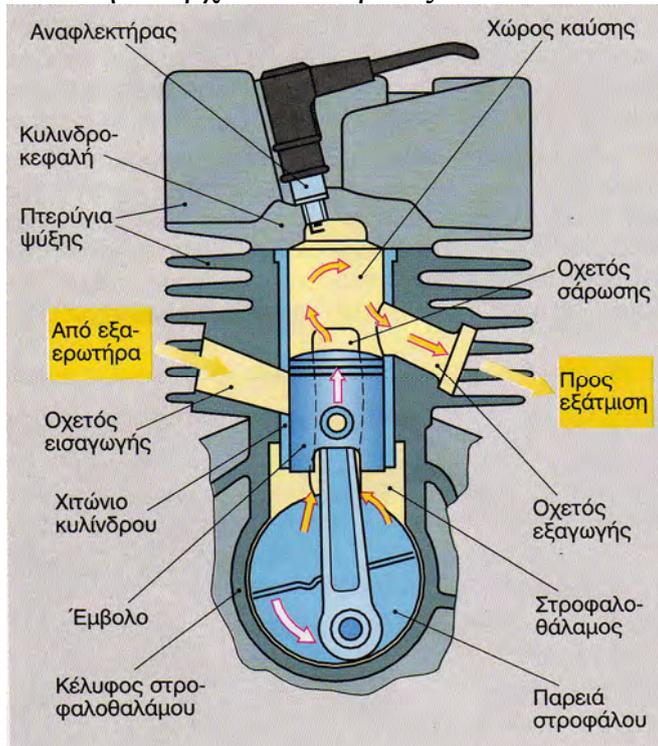
Πίνακας 1: Εξέλιξη φάσεων στο 2-χρονο κινητήρα	
Φάσεις μέσα στον κύλινδρο (πάνω από το έμβολο)	Σάρωση, Συμπίεση, Παραγωγή έργου, Εξαγωγή
Φάσεις στον στροφαλοθάλαμο (κάτω από το έμβολο)	Προαναρρόφηση, Αναρρόφηση, Προσυμπίεση, Σάρωση

Ο 2χρονος κινητήρας έχει ανοιχτή εναλλαγή αερίων, αυτό σημαίνει ότι οι θυρίδες εξαγωγής και σάρωσης κατά την διάρκεια της εναλλαγής των αερίων είναι σχεδόν ταυτόχρονα ανοιχτές.

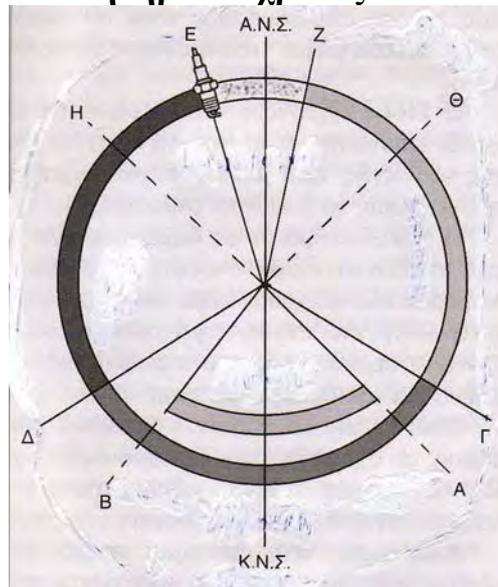
Αντίθετα ο 4χρονος βενζινοκινητήρας έχει με εξαίρεση το βραχύ διάστημα της επικάλυψης των βαλβίδων, μία κλειστή εναλλαγή των αερίων.

Έτσι λοιπόν, στον 2χρονο κινητήρα, δεν μπορεί να αποφύγει κανείς μία ανάμιξη μεταξύ νέου μίγματος και καυσαερίων, αλλά και απώλειες άκαυστου μίγματος. Ο βαθμός συμπίεσης στον 2χρονο κινητήρα είναι μικρότερος κατά 10% ή 20% από τον αντίστοιχο του 4χρονου κινητήρα και αυτό επειδή εκμεταλλευόμαστε μόνο το 80% ή το 90% του

κυλίνδρου για την συμπίεση. Το υπόλοιπο 10% ή 20% μένει ανεκμετάλλευτο επειδή υπάρχουν οι θυρίδες.



Λειτουργία 2χρονου κινητήρα 1^{ος} χρόνος:

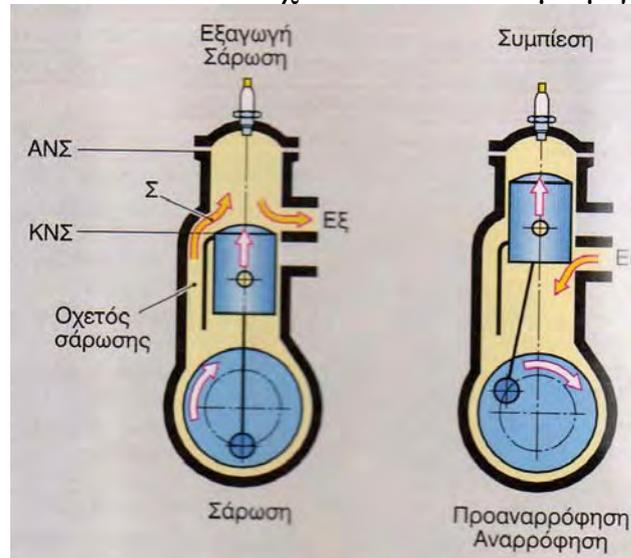


Το έμβολο βρίσκεται στο ΚΝΣ, η ή οι θυρίδες εξαγωγής των καυσαερίων είναι ανοικτές και γίνεται εξαγωγή των καυσαερίων του προηγούμενου κύκλου λειτουργίας του κινητήρα, παράλληλα και η ή οι θυρίδες σάρωσης είναι ανοικτές και γίνεται εισαγωγή μίγματος αποτελούμενου από βενζίνη, αέρα και λάδι.

Η ταχύτητα εισαγωγής του παραπάνω καυσίμου μίγματος, είναι τέτοια ώστε βοηθά τον καθαρισμό του κυλίνδρου από τα καυσαέρια.

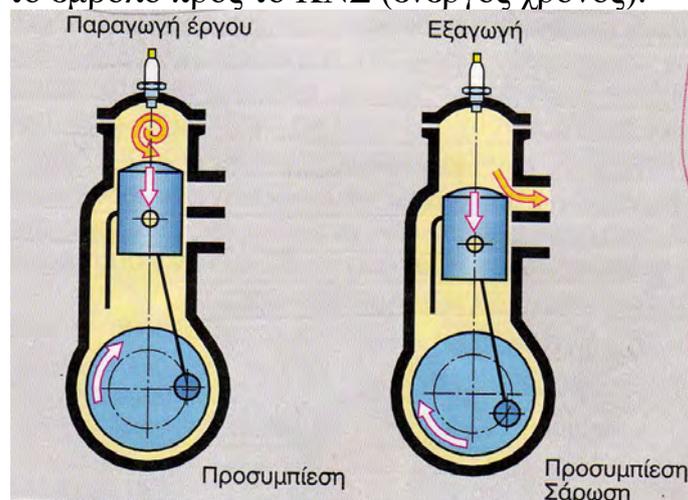
Το έμβολο αρχίζει να ανέρχεται προς το ΑΝΣ κλείνοντας διαδοχικά πρώτα την θυρίδα σαρώσεως και κατόπιν την θυρίδα εξαγωγής. Το

καύσιμο μίγμα τότε συμπιέζεται εντός του κυλίνδρου και πριν το έμβολο φτάσει στο ΑΝΣ δίδεται ο σπινθήρας για την ανάφλεξη του καυσίμου μίγματος. Ο σπινθήρας δίδεται με προπορεία ώστε να δοθεί χρόνος όταν το έμβολο φτάσει στο ΑΝΣ να έχει καεί το καύσιμο μίγμα.



Από την κίνηση όμως του εμβόλου προς το ΑΝΣ, το ίδιο το έμβολο και πιο συγκεκριμένα η ποδιά του, αποκαλύπτει την θυρίδα εισαγωγής καυσίμου μίγματος από το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου, οπότε λόγω της υποπίεσης που δημιουργείται εντός του στροφαλοθαλάμου από τον στρόφαλο του στροφαλοφόρου άξονα, εισέρχεται το μίγμα λόγω διαφοράς πίεσης μεταξύ ατμοσφαιρικής και υποπίεσης.

Λειτουργία 2χρονου κινητήρα 2^{ος} χρόνος: Το έμβολο βρίσκεται στο ΑΝΣ και έχει καεί το καύσιμο μίγμα, τα αέρια που παράγονται από την καύση ωθούν το έμβολο προς το ΚΝΣ (ενεργός χρόνος).



Κατά την κάθοδο του εμβόλου, το ίδιο το έμβολο αποκαλύπτει την θυρίδα εξαγωγής, οπότε αρχίζει η εξαγωγή των καυσαερίων. Συνεχίζοντας την κάθοδό του αποκαλύπτει την θυρίδα σαρώσεως όπου το καύσιμο μίγμα έρχεται με πίεση από τον στροφαλοθάλαμο και πλήρώνει και καθαρίζει από τα καυσαέρια τον κύλινδρο.

Η πίεση αυτή του καυσίμου μίγματος στον χώρο του στροφαλοθαλάμου δημιουργείται από τον στρόφαλο του στροφαλοφόρου άξονα.

Στο παραπάνω κυκλικό διάγραμμα λειτουργίας του 2χρονου κινητήρα παρατηρούμε τα εξής: Το τόξο AB είναι η σάρωση του μίγματος εντός του κυλίνδρου και γίνεται 50 έως 70° πριν και μετά το ΚΝΣ.

Το τόξο ΓΔ είναι η εξαγωγή των καυσαερίων και γίνεται 60 έως 80° πριν και μετά το ΚΝΣ.

Το τόξο ΔΕ είναι η συμπίεση του καυσίμου μίγματος.

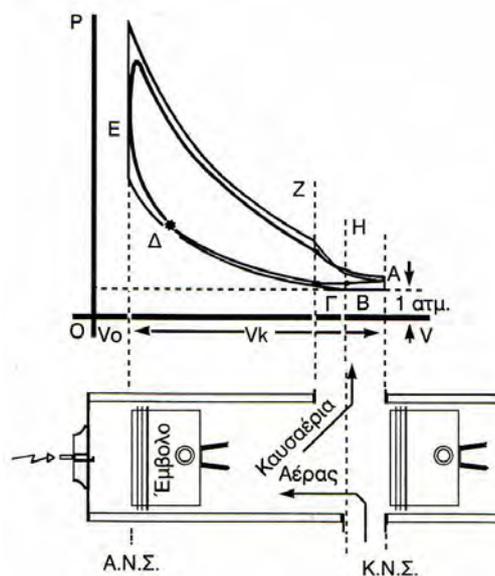
Το τόξο ΕΖ είναι η καύση του μίγματος και γίνεται από 10 έως 30° πριν το ΑΝΣ και τελειώνει μέχρι και 5° μετά το ΑΝΣ.

Το τόξο ΖΓ είναι η εκτόνωση του εμβόλου από τα καυσαέρια.

Το τόξο ΒΗ είναι η υποπίεση που δημιουργείται στον στροφαλοθάλαμο όταν το έμβολο κινείται προς το ΑΝΣ και είναι 75 έως 80°.

Το τόξο ΗΘ αναφέρεται στο άνοιγμα της θυρίδας εισαγωγής καυσίμου μίγματος από το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου στον στροφαλοθάλαμο και είναι 90 έως 95°.

Το τόξο ΘΑ αναφέρεται στην συμπίεση του καυσίμου μίγματος στον στροφαλοθάλαμο κατά την κάθοδο του εμβόλου προς το ΚΝΣ, ώστε όταν ανοίξει η θυρίδα σάρωσης να εισέλθει με πίεση εντός του κυλίνδρου. Το τόξο αυτό είναι 75 έως 80° γωνίας στροφής στροφαλοφόρου άξονα.



Στο παραπάνω σχήμα βλέπουμε την αύξηση ή την μείωση του όγκου σε σχέση με την πίεση στην λειτουργία του 2χρονου βενζινοκινητήρα, είναι δηλαδή το διάγραμμα λειτουργίας πίεση – όγκου του 2χρονου κινητήρα.

Όπου Η άνοιγμα θυρίδας σάρωσης, όπου Β κλείσιμο θυρίδας σάρωσης, όπου Γ κλείνει η θυρίδα εξαγωγής, όπου ΓΔ συμπίεση, όπου ΕΖ καύση – εκτόνωση, όπου Ζ άνοιγμα θυρίδας εξαγωγής και όπου Η άνοιγμα θυρίδας σάρωσης.

Πιέσεις που επικρατούν κατά την λειτουργία του 2χρονου κινητήρα:

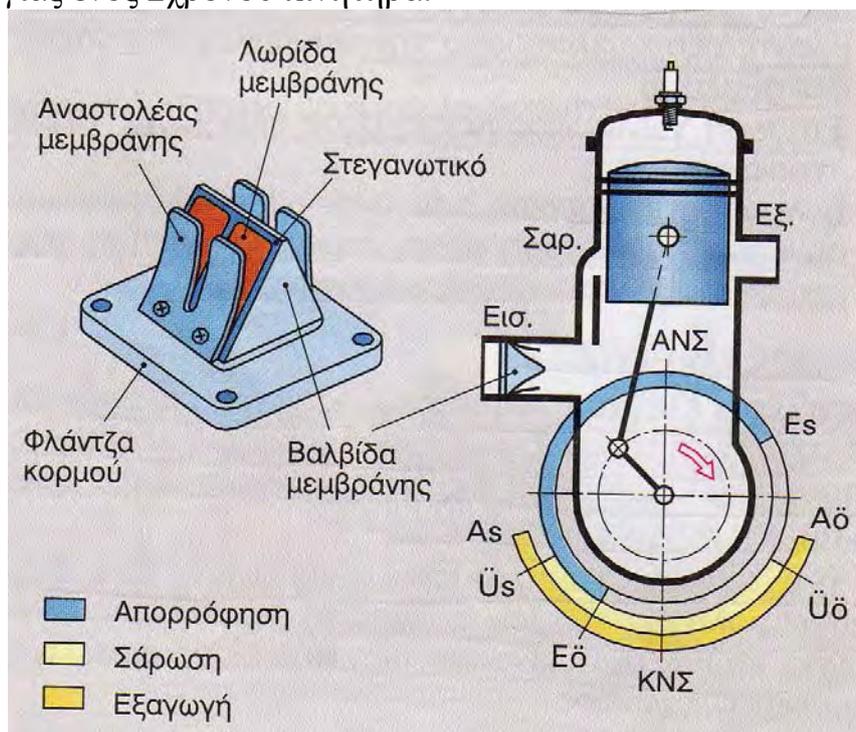
Πίνακας 1: Πιέσεις αερίων σε bar			
Αναρρόφηση	Συμπίεση	Παραγωγή έργου	Εξαγωγή
-0,4...-0,6	8...12	25...40	3...0,1
Προαναρρόφηση	Προσυμπίεση		Σάρωση
-0,2...-0,4	0,3...0,8		1,3...1,6

Συμμετρικό διάγραμμα χρονισμού: Στον 2χρονο κινητήρα ανοίγουν οι θυρίδες εισαγωγής, εξαγωγής και σάρωσης ακριβώς τόσες μοίρες προ του ΑΝΣ ή του ΚΝΣ όσες και κατά το κλείσιμό τους. Για αυτό το λόγο προκύπτει ένα συμμετρικό διάγραμμα χρονισμού του 2χρονου κινητήρα. Το έμβολο κατά την κίνησή του προς το ΑΝΣ κλείνει πρώτα την θυρίδα σαρώσεως και κατόπιν την θυρίδα εξαγωγής, με αποτέλεσμα να έχουμε εξαγωγή άκαυστου μίγματος προς την εξαγωγή των καυσαερίων.

Για την σάρωση του καυσίμου μίγματος στον κύλινδρο διατίθενται στον 2χρονο κινητήρα μόνον 130° γωνίας στροφάλου, περίπου δηλαδή το 1/3 του χρόνου εισαγωγής σε ένα 4χρονο κινητήρα. Για αυτούς τους λόγους προκύπτουν συστήματα ελέγχου της εισαγωγής ή της εξαγωγής που προσδίνουν ένα ασύμμετρο διάγραμμα χρονισμού του 2χρονου κινητήρα.

Ασύμμετρο διάγραμμα χρονισμού: Στο ασύμμετρο διάγραμμα χρονισμού μπορούν οι γωνίες ανοίγματος και κλεισίματος, για τους επί μέρους οχετούς, να είναι διαφορετικές μεταξύ τους και έτσι να μην είναι συμμετρικές ως προς το ΑΝΣ και ΚΝΣ κατά την κίνηση του εμβόλου.

Έλεγχος της εισαγωγής με μεμβράνη: Είναι ένα σύστημα ελέγχου της εισαγωγής του καυσίμου μίγματος, σε ένα ασύμμετρο διάγραμμα λειτουργίας ενός 2χρονου κινητήρα.



Η προσαγωγή του νέου μίγματος ελέγχεται μέσω μιας βαλβίδας μεμβράνης, τοποθετημένης στον οχετό εισαγωγής μίγματος στον στροφαλοθάλαμο.

Όταν το έμβολο κινείται προς το ΑΝΣ, δημιουργείται μία υποπίεση στον στροφαλοθάλαμο και η βαλβίδα αυτή ανοίγει λόγω της διαφοράς της πίεσης μεταξύ στροφαλοθαλάμου και ατμόσφαιρας. Το μίγμα μπορεί να εισέρχεται στον στροφαλοθάλαμο για όσο χρόνο διαρκεί αυτή η διαφορά της πίεσης. Μόλις το έμβολο κατέρχεται προς το ΚΝΣ και αυξηθεί η πίεση στον στροφαλοθάλαμο πέραν της ατμοσφαιρικής, τότε η βαλβίδα αντιλαμβάνεται την διαφορά πίεσης και κλείνει τον οχετό εισαγωγής. Η βαλβίδα εμποδίζει έτσι την επιστροφή του μίγματος προς το σύστημα τροφοδοσίας του κινητήρα και πραγματοποιείται μία καλύτερη πλήρωση του κυλίνδρου.

Η μεμβράνη αποτελείται από λεπτές λωρίδες χάλυβα ελατηρίων υψηλής ελαστικότητας, οι οποίες ανοίγουν και κλείνουν ακόμη και σε ελάχιστη διαφορά πίεσης. Ο αναστολέας μεμβράνης περιορίζει τον πτερυγισμό των ελατηρίων της βαλβίδας.

Χαρακτηριστικά του ελέγχου εισαγωγής: Προσδίνουν ένα ασύμμετρο διάγραμμα χρονισμού, οι γωνίες για το άνοιγμα και το κλείσιμο της θυρίδας εισαγωγής είναι διαφορετικές μεταξύ τους, οι γωνίες για την σάρωση και εξαγωγή είναι συμμετρικές προς το ΚΝΣ, μεταβλητή γωνία εισαγωγής εξαρτώμενη από την υποπίεση στον στροφαλοθάλαμο, βελτιωμένη πλήρωση του στροφαλοθαλάμου και συνεπώς υψηλότερη ροπή στρέψης, αύξηση της ισχύος του κινητήρα.

Έλεγχος εξαγωγής με κύλινδρο: Γίνεται με έναν κύλινδρο ελέγχου (Power Valve System).



Ο κύλινδρος ελέγχου τοποθετείται εγκάρσια προς τον οχετό εξαγωγής. Σε συνάρτηση με τις στροφές του κινητήρα, μειώνεται η διατομή του οχετού εξαγωγής με στροφή του κυλίνδρου ελέγχου.

Στις χαμηλές στροφές και στις μέσες στροφές, μετατοπίζεται η άνω ακμή της θυρίδας εξαγωγής προς τα κάτω, με στροφή του κυλίνδρου ελέγχου,

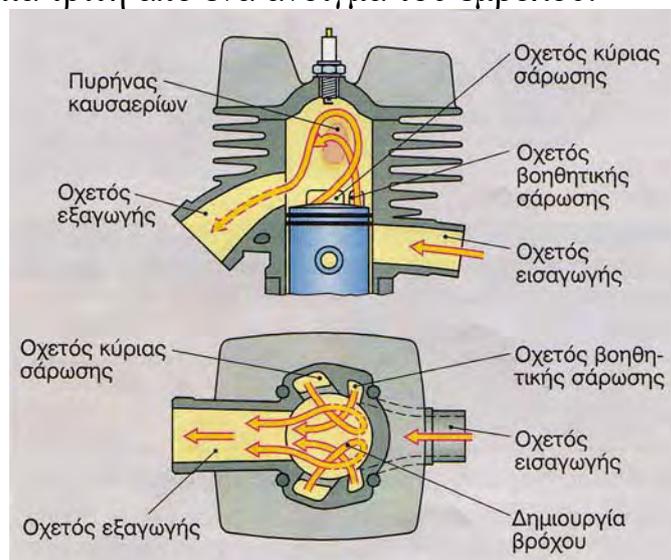
πράγμα που μειώνει την διατομή του οχετού εξαγωγής. Έτσι μειώνονται οι γωνίες εξαγωγής και ο χρόνος εξαγωγής και εμποδίζεται η εισροή νέου μίγματος στον οχετό εξαγωγής. Ταυτόχρονα αυξάνεται η ωφέλιμη διαδρομή του εμβόλου και ο πραγματικός λόγος συμπίεσης.

Λίγο πριν τις μέγιστες στροφές του κινητήρα, στρέφεται ο κύλινδρος ελέγχου και αφήνει ελεύθερη όλη την διατομή του οχετού εξαγωγής.

Η στροφή του κυλίνδρου ελέγχου μπορεί να γίνει είτε με την φυγόκεντρη δύναμη, είτε με ηλεκτροκινητήρα που ελέγχεται από το πλήθος των αναφλέξεων του κινητήρα.

Χαρακτηριστικά του ελέγχου εξαγωγής: Ο έλεγχος με κύλινδρο ελέγχου έχει συμμετρικό διάγραμμα χρονισμού, μειώνεται η απώλεια μίγματος κατά την σάρωση του κυλίνδρου, υψηλή ροπή στρέψης και ισχύος στις χαμηλές και μέσες στροφές του κινητήρα, ο κύλινδρος ελέγχου καταπονείται από την θερμότητα και είναι ευπαθής σε επικαθίσεις άνθρακα από το λάδι που περιέχει το καύσιμο μίγμα και τέλος κακή ψύξη των τοιχωμάτων του κυλίνδρου στην περιοχή της εξάτμισης.

Μέθοδος βρογχοειδούς σάρωσης: Στην συνηθισμένη βρογχοειδή σάρωση, αριστερά και δεξιά της θυρίδας εξαγωγής, υπάρχει από μία θυρίδα σάρωσης. Υπάρχει και ένα άλλο είδος σάρωσης που ονομάζεται τριοδική σάρωση, όπου εκτός των δύο παραπάνω θυρίδων σάρωσης, υπάρχει και μία τρίτη από ένα άνοιγμα του εμβόλου.



Τα ρεύματα σάρωσης οδηγούνται από τους οχετούς, που έχουν πλάγια θέση ως προς τον άξονα του κυλίνδρου, στα τοιχώματα που βρίσκονται απέναντι από την θυρίδα εξαγωγής. Εκεί ορθώνονται αλληλοϋποστηρίζονται και ωθούν τα καυσαέρια κατά μήκος των τοιχωμάτων του κυλίνδρου προς την θυρίδα εξαγωγής.

Μπορεί να υπάρχουν 3 ή περισσότεροι οχετοί σάρωσης απέναντι από τον οχετό ή οχετούς εξαγωγής. Στην σάρωση 4 οχετών συναντώνται τα δύο κύρια ρεύματα σάρωσης απέναντι από τον οχετό εξαγωγής και

εκτρέπονται προς τα πάνω, μετά την αναστροφή τους τα δύο βοηθητικά ρεύματα σάρωσης οδηγούνται κατά τρόπο, ώστε να σαρώνουν των πυρήνα των καυσαερίων που βρίσκεται στην νεκρή περιοχή του κυλίνδρου. Με αυτό τον τρόπο μειώνονται οι απώλειες μίγματος κατά την σάρωση από την θυρίδα εξαγωγής, επομένως βελτιώνουν την πλήρωση του κυλίνδρου και εκδιώκουν τον πυρήνα των καυσαερίων προς το σύστημα εξαγωγής των καυσαερίων.

Κατασκευαστικές ιδιαιτερότητες του 2χρονου βενζινοκινητήρα:

Στροφαλοθάλαμος: Ο χώρος του στροφαλοθαλάμου πρέπει να είναι προς τα έξω ανθεκτικός στις πιέσεις και στεγανοποιημένος. Να έχει μικρό όγκο, ώστε να μπορεί να αναπτυχθεί η αναγκαία πίεση κατά την συμπίεση του καυσίμου μίγματος.

Για την στεγανοποίηση του στροφαλοθαλάμου χρησιμοποιούνται μεταλλοπλαστικοί δακτύλιοι στεγανότητας. Στους κινητήρες με δύο ή περισσότερους κυλίνδρους πρέπει να στεγανοποιηθεί ο στροφαλοφόρος άξονας με στεγανωτικούς δακτυλίους και μεταξύ των ενδιάμεσων εδράνων, έτσι αποφεύγονται ανεπιθύμητες μεταβάσεις αερίων μεταξύ των διαφόρων κυλίνδρων και στροφαλοθαλάμων.

Λίπανση 2χρονου βενζινοκινητήρα: Επειδή ο στροφαλοθάλαμος χρησιμοποιείται για την συμπίεση του καυσίμου μίγματος, σε ορισμένους κινητήρες εφαρμόζεται η λίπανση με ανάμιξη, δηλαδή το καύσιμο μίγμα αναμιγνύεται με το λάδι της λίπανσης.

Όταν το καύσιμο μίγμα βενζίνης – αέρος – λαδιού έλθει σε επαφή με τα θερμά τοιχώματα του κυλίνδρου, τότε εξατμίζεται το καύσιμο και το λάδι αποχωρίζεται και αναλαμβάνει την λίπανση του κινητήρα.

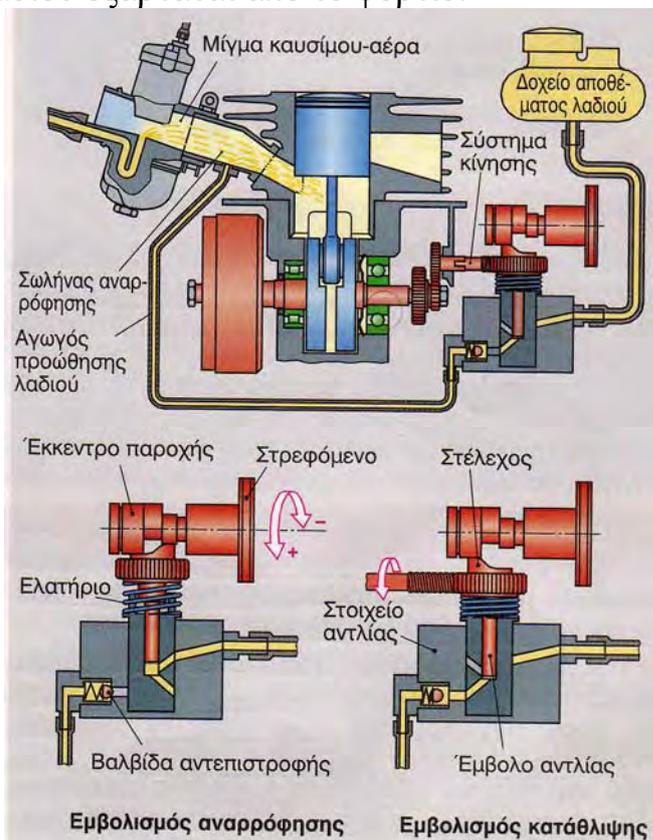
Εάν το ποσοστό του λαδιού στο μίγμα είναι μεγάλο, τότε αυτό ευνοεί τον σχηματισμό άνθρακα, ενώ αντίθετα ένα μικρό ποσοστό λαδιού οδηγεί σε υπερβολική φθορά και σφήνωμα του εμβόλου.

Λόγω της διάλυσης του λαδιού από το καύσιμο προδιαγράφεται συνήθως λάδι λίπανσης (SAE 40 ή SAE 50) με αναλογία ανάμιξης 1 προς 20 έως 1 προς 100.

Χωριστή λίπανση: Σε ορισμένους 2χρονους κινητήρες μπορεί να υπάρχουν χωριστά δοχεία για το καύσιμο και το λάδι. Από την δεξαμενή προωθείται στον εξαερωτήρα με μία δοσομετρική αντλία το λάδι λίπανσης και εκεί από το κύριο ακροφύσιο αναμιγνύεται με την βενζίνη. Το έμβολο της δοσομετρικής αντλίας περιστρέφεται με έναν μηχανισμό από τον κινητήρα, πράγμα που συνδέει την παροχή της αντλίας με τις στροφές του κινητήρα. Η διαδρομή του εμβόλου εξαρτάται από το άνοιγμα της πεταλούδας του γκαζιού, οπότε και η παροχή της αντλίας είναι συνάρτηση με το φορτίο του κινητήρα.

Κατά την αναρρόφηση ρέει το λάδι στο στοιχείο της αντλίας κάτω από το έμβολο. Κατά την περιστροφή του στοιχείου της αντλίας ενεργούν μαζί με το στέλεχος και το έκκεντρο. Κατά την κατάθλιψη του εμβόλου

προωθείται το λάδι στον σωλήνα αναρρόφησης. Μέσω της χειρολαβής του γκαζιού μεταβάλλεται η θέση του έκκεντρου, δηλαδή η παρεχόμενη ποσότητα λαδιού εξαρτάται από το φορτίο.



Η βαλβίδα αντεπιστροφής εμποδίζει την εκκένωση του αγωγού λαδιού. Με την συνάρτηση της παροχής της αντλίας από τις στροφές και το φορτίο πραγματοποιείται μία μεγάλη οικονομία λαδιού.

Στροφαλοφόρος άξονας και διωστήρας 2χρονου κινητήρα: Για την έδραση του στροφαλοφόρου άξονα και της βάσης του διωστήρα χρησιμοποιούνται ρουλεμάν όπως επίσης και για την έδραση του πείρου του εμβόλου στον διωστήρα.

Στην λίπανση με ανάμιξη λιπαίνονται όλα τα έδρανα μέσα στον στροφαλοθάλαμο από το καύσιμο μίγμα.

Έμβολο 2χρονου κινητήρα: Στον 2χρονο κινητήρα το έμβολο θερμαίνεται περισσότερο από ότι στον 4χρονο κινητήρα. Αιτία είναι ο διπλάσιος αριθμός αναφλέξεων και ο έλεγχος της θυρίδας εξαγωγής από το έμβολο.

Η μεγαλύτερη θερμοδιαστολή αντισταθμίζεται από την μεγαλύτερη χάρη για τον κύλινδρο, το έμβολο, τον πείρο του εμβόλου και τα ελατήριά του. Πολλαπλά συμβάλουν για την καλύτερη ψύξη και οι οχετοί σάρωσης και εισαγωγής.

Τα παράθυρα στο στέλεχος του εμβόλου μπορούν κατά ένα μέρος να αναλάβουν τον έλεγχο των θυρίδων στον κύλινδρο, όμως αυτά μειώνουν την ακαμψία της μορφής του εμβόλου.

Τα έμβολα του 2χρονου κινητήρα, λόγω της μεγάλης καταπόνησής τους, έχουν μεγαλύτερη φθορά, επίσης θερμαίνονται αρκετά ώστε να μειώνεται αισθητά η ισχύς των 2χρονων κινητήρων εν' σχέση με τους 4χρονους.



Ο πείρος του εμβόλου με τυφλή οπή ή με δύο τυφλές οπές, χρησιμοποιούνται εκεί που υπάρχει περίπτωση βραχυκύκλωσης των οχετών στον κύλινδρο, με αποτέλεσμα να προκληθούν απώλειες στην σάρωση. Για την αξονική ασφάλιση του πείρου του εμβόλου χρησιμοποιούνται και ασφάλειες από σύρμα ελατηρίων χωρίς άγκιστρα στα άκρα τους. Τα άγκιστρα στους πολύστροφους κινητήρες (έως 16000 στρ/μίν), θα μπορούσαν λόγω της αδράνειας της μάζας να προκαλέσουν μία ανύψωση και να δημιουργήσουν κίνδυνο εκτόνωσής τους στις θυρίδες.

Ελατήρια εμβόλου 2χρονου κινητήρα: Αυτά έχουν πολλές φορές ορθογώνια διατομή για ελάττωση του κινδύνου κολλήματος του ελατηρίου στο έμβολο. Έχουν συχνά ένα ελατήριο συμπίεσης το οποίο έχει διατομή L, κυρίως οι μικροί σε κυβισμό κινητήρες.

Από την αυξημένη επιφανειακή πίεση που δημιουργούν τα καυσαέρια, το ελατήριο με διατομή L στεγανοποιεί πολύ καλά τον κύλινδρο και ελέγχει με ακρίβεια τον χρονισμό.

Σε κάθε αυλάκι του εμβόλου υπάρχει και ένας πείρος ασφαλείας, ο οποίος εμποδίζει την μετατόπιση του ελατηρίου, έτσι δεν μπορούν να έλθουν τα άκρα των ελατηρίων στις θυρίδες και να εκτονωθούν προκαλώντας ζημιές στον κύλινδρο του κινητήρα.

Τα έμβολα των 2χρονων κινητήρων δεν έχουν ελατήρια απόξεσης λαδιού διότι το λάδι στον κύλινδρο είναι ελάχιστο.

Κύλινδρος 2χρονου κινητήρα: Μέσα από τα τοιχώματα του κυλίνδρου δημιουργούνται οι οχετοί των αερίων, των οποίων τα στόμια διαμορφώνονται ως θυρίδες με ορθογώνιο σχήμα. Για να μην εκτονωθούν σε αυτήν τα ελατήρια του εμβόλου, σχηματίζονται πολλές μικρότερες θυρίδες.

Με την χρήση του κινητήρα το πλάτος αυτό των θυρίδων, προπάντων της εξαγωγής, μικραίνει από τις επικαθίσεις άνθρακα, συμβάλει δε και η φραγμένη εξάτμιση του κινητήρα, τότε το καύσιμο μίγμα που εισέρχεται δεν είναι αναλογικά το σωστό λόγω της κακής σάρωσης και αποτέλεσμα

αυτού είναι να δημιουργείται αναφλέξιμο μίγμα σε κάθε δεύτερη σάρωση του κινητήρα, το οποίο γίνεται αντιληπτό με τις διακοπές που παρουσιάζει ο κινητήρας.

Ο 2χρονος κινητήρας παρουσιάζει τάση για διακοπή της λειτουργίας του σε στροφές ρελαντί, διότι στις στροφές αυτές η ποσότητα του καυσίμου μίγματος που προέρχεται από την πίεση του στροφαλοθαλάμου είναι πολύ μικρό, οπότε η σάρωση δεν θα είναι ικανοποιητική, με αποτέλεσμα να αναπτύσσονται θόρυβοι και αύξηση της εκπομπής ρύπων στην εξάτμιση του κινητήρα.

Αναφλεκτήρες – Αυτανάφλεξη 2χρονου κινητήρα: Το μπουζί στον 2χρονο κινητήρα καταπονείται δύο φορές περισσότερο από ότι στους 4χρονους και για αυτόν τον λόγο θερμαίνονται περισσότερο.

Σε κρύο καιρό ή στις σύντομες διαδρομές στο μπουζί επικάθονται ρύποι άνθρακα, οπότε χρειάζεται συχνό καθαρίσμα για να λειτουργεί ικανοποιητικά. Επίσης ένα πλούσιο μίγμα, μία εξάτμιση με ρύπους ή καρβονόσκονη από λάδια στον κύλινδρο, είναι αιτία για βλάβες στην ανάφλεξη.

Σε υψηλότερες στροφές του 2χρονου κινητήρα και σε μερικό φορτίο, έχει την τάση για αυτανάφλεξη, η οποία γίνεται αντιληπτή από τον θόρυβο των κτύπων του κινητήρα.

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα 2χρονου και 4χρονου βενζινοκινητήρα: Στον 4χρονο κινητήρα λόγω περισσοτέρων χρόνων λειτουργίας, δίνονται καλύτερα αποτελέσματα στην πλήρωση των κυλίνδρων με καύσιμο μίγμα και στον καθαρισμό τους από τα καυσαέρια.

Στους 2χρονους κινητήρες, λόγω του ότι και οι δύο θυρίδες (εισαγωγής και εξαγωγής) είναι ανοικτές ταυτόχρονα για μεγάλο χρονικό διάστημα, έχουμε σημαντική απώλεια καυσίμου μίγματος.

Θεωρητικά έπρεπε ο 2χρονος κινητήρας, σε σχέση με τον 4χρονο, με τον ίδιο κυβισμό και στον ίδιο αριθμό στροφών, να έδινε την διπλάσια ιπποδύναμη, αυτό όμως στην πραγματικότητα δεν γίνεται, διότι το μίγμα που εισέρχεται στον 2χρονο είναι λιγότερο κατά όγκο και κατά βάρος από ότι στον 4χρονο. Και αυτό γιατί στον 2χρονο μόνο τα 8/10 του κυλίνδρου είναι εκμεταλλεύσιμα, εάν δε λάβουμε υπ' όψιν, ότι η καύση είναι πολλές φορές ατελέστερη και υπάρχουν απώλειες μίγματος από την θυρίδα εξαγωγής, τότε η ιπποδύναμή του 2χρονου κάτω από τις πιο ευνοϊκές συνθήκες δεν θα ξεπεράσει το 50% έως 60% της ιπποδύναμης των αντίστοιχων 4χρονων κινητήρων.

Ο 2χρονος παρουσιάζει λιγότερους κραδασμούς από ότι ο αντίστοιχος 4χρονος κινητήρας, επειδή έχει ομαλότερη ροπή στρέψης, λόγω απουσίας κενών χρόνων.

Ο 2χρονος έναντι του 4χρονου παρουσιάζει μεγαλύτερο θόρυβο λειτουργίας διότι πραγματοποιεί διπλάσιες αναφλέξεις.

Ο 2χρονος έναντι του 4χρονου έχει λιγότερο βάρος λόγω απουσίας πολλών εξαρτημάτων.

Στον 2χρονο η ειδική κατανάλωση καυσίμου, δηλαδή η κατανάλωση καυσίμου ανά ίππο, είναι 10 έως 15% μεγαλύτερη από ότι στους 4χρονους λόγω των απωλειών μίγματος από τις θυρίδες εξαγωγής.

Στον 2χρονο κινητήρα γίνεται μεγαλύτερη κατανάλωση λαδιού.

Οι 2χρονοι λόγω της ύπαρξης λαδιού στο καύσιμο αυξάνουν την εκπομπή άκαυστων υδρογονανθράκων στα καυσαέρια.

Ο 2χρονος παρουσιάζει λιγότερες δονήσεις στην λειτουργία του.

Ο 2χρονος έχει μικρότερο κόστος κατασκευής και για αυτό προτιμάται για μηχανάκια και μηχανές θαλάσσης.

Ο 2χρονος έχει λιγότερα κινητά μέρη από ότι ο 4χρονος κινητήρας.

Ο 2χρονος κινητήρας έχει υψηλότερη θερμική φόρτιση από ότι ο 4χρονος κινητήρας, διότι έχει τις διπλάσιες αναφλέξεις.

Ο 2χρονος παρουσιάζει ανωμαλίες στις στροφές ρελαντί.

Βλάβες 2χρονου κινητήρα: Μερικές από τις βλάβες του 2χρονου είναι οι εξής:

Μειωμένη ισχύς κινητήρα: Μπορεί να οφείλεται σε: Ρύπανση του φίλτρου αέρα, συσσώρευση άνθρακα με λάδι στον κύλινδρο, κακός αερισμός δοχείου καυσίμου, μικρότερη προσαγωγή καυσίμου στον κύλινδρο, λαδωμένο μπουζί ή γεφυρωμένο από άνθρακα, λάθος επιλογή θερμικής αξίας αναφλεκτήρα, κακή ρύθμιση της χρονικής στιγμής ανάφλεξης, κακή συμπίεση και στροφαλοθάλαμος μη στεγανός.

Κρουστική καύση στον κινητήρα: Μπορεί να οφείλεται σε: Πολλές επικαθίσεις άνθρακα στον χώρο καύσης, μεγάλη προανάφλεξη.

Ο κινητήρας υπερθερμαίνεται: Μπορεί να οφείλεται σε: Ρύπους στα πτερύγια ψύξης του κινητήρα, χρήση φτωχού μίγματος από το σύστημα τροφοδοσίας και εμφάνιση προαναφλέξεων.

Διακοπές ανάφλεξης: Μπορεί να οφείλεται σε: Υπερχείλιση καρμπυρατέρ, συσσώρευση άνθρακα στον οχετό εξαγωγής και ρύποι στο φίλτρο αέρα.

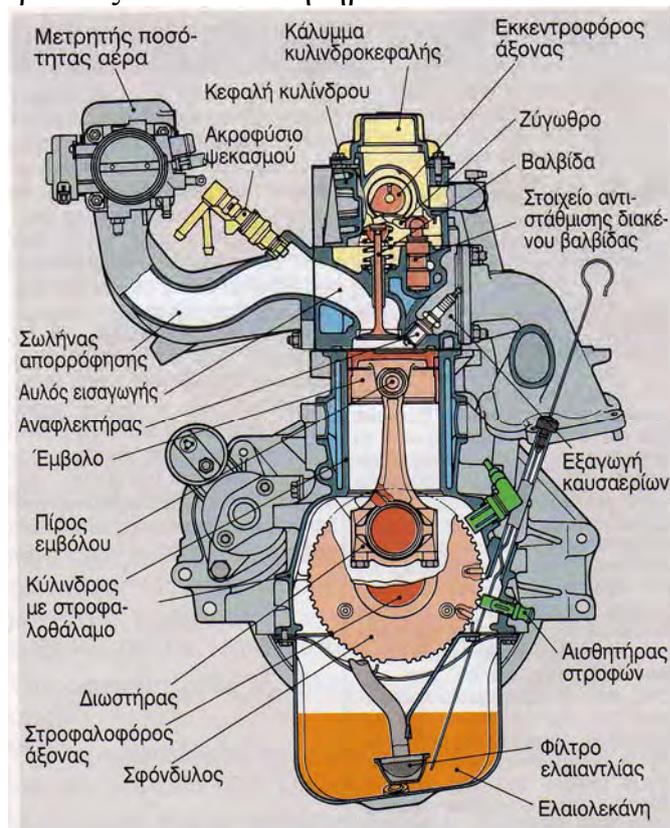
ΔΟΜΗ ΤΟΥ BENZINOKINHTHRA:

Γενικά: Ο 4χρονος βενζινοκινητήρας απαρτίζεται από 4 δομικές ομάδες και από επιπλέον βοηθητικές διατάξεις. Αυτές οι δομικές ομάδες είναι οι εξής: Το περίβλημα του κινητήρα, το οποίο αποτελείται από το καπάκι των βαλβίδων, από την κυλινδροκεφαλή, τους κυλίνδρους, τον στροφαλοθάλαμο και την ελαιολεκάνη.

Άλλη δομική ομάδα είναι το σύστημα διωστήρα – στροφάλου, που αποτελείται από το έμβολο, τον διωστήρα και τον στροφαλοφόρο άξονα.

Επίσης άλλη δομική ομάδα είναι το σύστημα χρονισμού του κινητήρα το οποίο αποτελείται από τις βαλβίδες, τα ελατήρια βαλβίδων, τα ζύγωθρα (κοκοράκια) εάν υπάρχουν, τον εκκεντροφόρο άξονα, τους οδοντωτούς

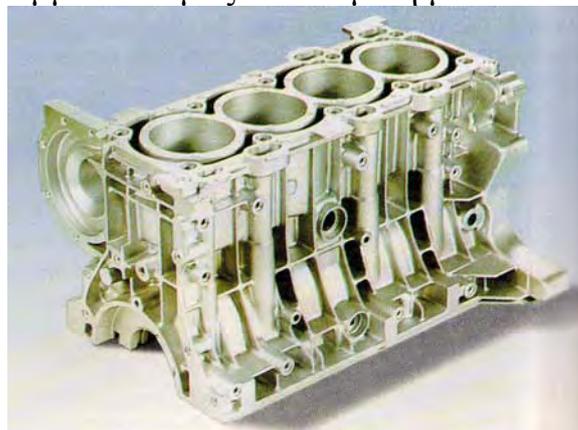
τροχούς κίνησης με την αλυσίδα ή τον ιμάντα για την κίνηση του εκκεντροφόρου άξονα του κινητήρα.



Άλλη δομική ομάδα είναι η διάταξη σχηματισμού μίγματος που αποτελείται από: Τον εξαερωτήρα (καρμπυρατέρ) ή διάταξη ψεκασμού και από την πολλαπλή εισαγωγής του μίγματος στους κυλίνδρους του κινητήρα.

Επίσης η δομή του 4χρονου βενζινοκινητήρα αποτελείται και από τις βοηθητικές διατάξεις που είναι: Το σύστημα ανάφλεξης, το σύστημα λίπανσης, το σύστημα ψύξης και το σύστημα εξαγωγής των καυσαερίων

ΚΥΛΙΝΔΡΟΣ: Συνήθως στους κινητήρες με πολλούς κυλίνδρους, οι κύλινδροι έχουν διαμορφωθεί σε μονοκόμματα χυτά κομμάτια, όπου πάνω σε αυτά έχει διαμορφωθεί ένας αριθμός κυλινδρικών ανοιγμάτων. Το χυτό αυτό κομμάτι ονομάζεται σώμα ή μπλόκ των κυλίνδρων.



Ιδιότητες των κυλίνδρων: Μεγάλη αντοχή και ακαμψία, καλή θερμοαγωγιμότητα, ελάχιστη θερμική διαστολή, μεγάλη αντοχή στην φθορά και καλές ιδιότητες στην ολίσθηση.

Αποστολή των κυλίνδρων: Να σχηματίζει με το έμβολο τον θάλαμο καύσης, να αντέχει στις πιέσεις, να μπορεί να απομακρύνει την θερμότητα προς το ψυκτικό υγρό και να οδηγεί το έμβολο με τα τοιχώματά του.

Καταπονήσεις των κυλίνδρων: Ο κύλινδρος καταπονείται σε υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις, επίσης έχει μεγάλες θερμικές τάσεις λόγω ταχείας εναλλαγής της θερμοκρασίας, καταπονείται επίσης σε φθορά της εσωτερικής του επιφάνειας λόγω της τριβής του με τα ελατήρια του εμβόλου. Μη εξαιρωμένο καύσιμο διαλύει το λεπτό στρώμα λαδιού που υπάρχει στα τοιχώματά του, στο κρύο ξεκίνημα του κινητήρα, με αποτέλεσμα την φθορά του.

Διάταξη κυλίνδρων: Συναντούμε κινητήρες με κατακόρυφους κυλίνδρους στην σειρά, σε σχήμα V, σε οριζόντια διάταξη, σε κινητήρες με αντίθετους κυλίνδρους κ.λ.π.

Κυλινδρισμός: Ο όγκος του κυλίνδρου, μεταξύ του ANΣ και ΚΝΣ, ονομάζεται κυλινδρισμός. Για την εύρεση του κυλινδρισμού ενός κινητήρα εφαρμόζουμε τον τύπο $K = \pi \times D^2 \times L \times n$ σε cm^3 . Όπου $D = \eta$ διάμετρος του κυλίνδρου, όπου $L = \eta$ διαδρομή του εμβόλου και όπου $n =$ ο αριθμός των κυλίνδρων του κινητήρα.

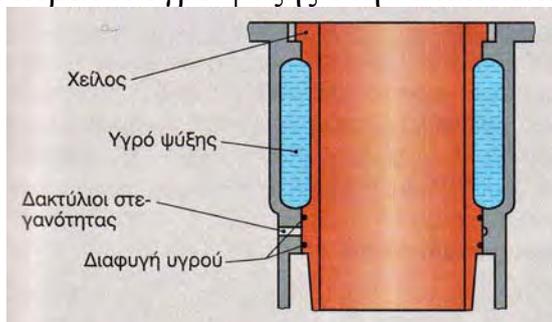
Δομή του κυλίνδρου: Όπως είπαμε στους υδρόψυκτους κινητήρες όλοι οι κύλινδροι απαρτίζουν ένα σύνολο (μπλόκ). Αυτό το σύνολο με τα διπλά τοιχώματα διαπερνάται από αγωγούς ψύξης. Το υγρό ψύξης προσάγεται από την αντλία νερού και ψύχει τα τοιχώματα των κυλίνδρων και με τις κατάλληλες οπές εισέρχεται στην κυλινδροκεφαλή του κινητήρα για την ψύξη της.

Εάν ο κορμός των κυλίνδρων κατασκευαστεί από χυτοσίδηρο με γραφίτη μορφής φύλλων, τότε κατασκευάζονται και τα χιτώνια των κυλίνδρων από το ίδιο υλικό, λόγω των καλών ιδιοτήτων στην ολίσθηση και την φθορά.

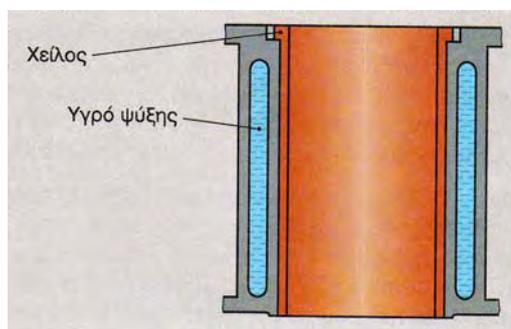
Εάν ο κορμός των κυλίνδρων κατασκευαστεί από κράμα αλουμινίου τότε πρέπει να τοποθετηθούν χιτώνια κυλίνδρων από λεπτόκοκκο χυτοσίδηρο ή πρέπει να βελτιωθούν με ειδικές μεθόδους κατεργασίας οι ιδιότητες των τοιχωμάτων των κυλίνδρων, σχετικά με την ολίσθηση και την φθορά.

Χιτώνια κυλίνδρων: Τα χιτώνια κατασκευάζονται από χυτοσίδηρο υψηλής ποιότητας (λεπτόκοκκο) και τοποθετούνται στον χυτοσίδηρο κορμό ή στον κορμό από κράμα αλουμινίου. Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, γιατί είναι ανθεκτικότερα στην φθορά. Τα χιτώνια διακρίνονται σε υγρά και ξηρά.

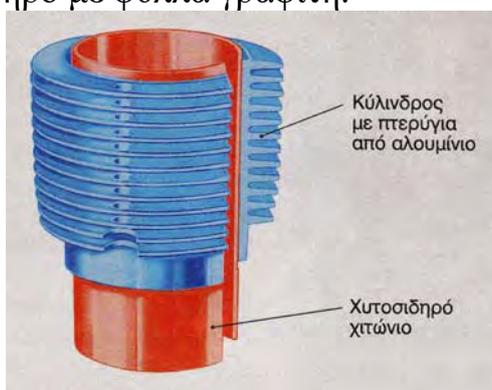
Υγρά χιτώνια κυλίνδρων: Αυτά περιβάλλονται κατευθείαν από το υγρό ψύξης. Μπορούν να αντικατασταθούν μεμονωμένα χωρίς να χρησιμοποιούνται έμβολα Oversize. Τα χιτώνια έχουν στο πάνω άκρο τους μία πατούρα. Με δακτυλίους στεγανότητας πρέπει να στεγανοποιηθούν επάνω στον στροφαλοθάλαμο, γιατί μπορεί διαφορετικά να περάσει υγρό ψύξης στην ελαιολεκάνη ή κάρτερ.



Ξηρά χιτώνια κυλίνδρων: Αυτά δεν έρχονται σε άμεση επαφή με το υγρό ψύξης. Χρησιμοποιούνται όταν η διάμετρος του κυλίνδρου έχει υποστεί τέτοια αύξηση, ώστε να μην επιδέχεται και άλλη διεύρυνση. Τα ξηρά χιτώνια μπορεί όμως να χρησιμοποιηθούν και σε καινούργιους κινητήρες, εάν απαιτείται τα τοιχώματα των κυλίνδρων να έχουν ανθεκτικότερο υλικό από τον λοιπό κορμό του κινητήρα. Η μεταφορά όμως της θερμότητας προς το υγρό ψύξης δεν είναι τόσο καλή, όπως στα υγρά χιτώνια.



Αερόψυκτοι κύλινδροι: Οι κύλινδροι αυτοί έχουν πτερύγια ψύξης με σκοπό την αύξηση της επιφάνειάς τους και συνεπώς την βελτίωση της ψύξης των. Οι αερόψυκτοι κύλινδροι χυτεύονται κυρίως από κράμα αλουμινίου. Οι κύλινδροι αυτοί κατά την χύτευσή τους δέχονται και ένα χιτώνιο από χυτοσίδηρο με φύλλα γραφίτη.



Ειδικοί μέθοδοι κατεργασίας κυλίνδρων από κράματα αλουμινίου:

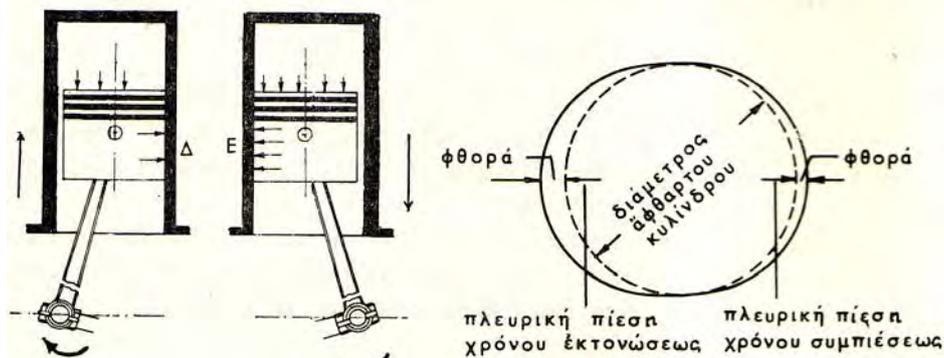
Μέθοδος Alusil: Στην μέθοδο αυτή, ύστερα από το ρεκτιφιέ των τοιχωμάτων του κυλίνδρου, απομακρύνεται με ηλεκτροχημική διάβρωση το μαλακό αλουμίνιο γύρω από τους κρυστάλλους του πυριτίου. Οι σκληροί κρυστάλλοι πυριτίου, σχηματίζουν μία επιφάνεια ολίσθησης ανθεκτική στην φθορά για το έμβολο και τα ελατήριά του.

Μέθοδος Nikasil: Στην μέθοδο αυτή εναποτίθεται ηλεκτρολυτικά επάνω στα τοιχώματα του κυλίνδρου μία στιβάδα, ανθεκτική στην φθορά, από νικέλιο με εναποθέσεις κρυστάλλων πυριτίου. Η ηλεκτροχημική σκληρή επιχρωμίωση εφαρμόζεται συχνά σε αερόψυκτους κυλίνδρους από αλουμίνιο για κινητήρες μοτοσικλετών.

Μέθοδος Lokasil: Με μία ειδική χύτευση με πίεση (700bar), μετά την πλήρωση του καλουπιού, διαπερνώνται οι πόροι των κυλίνδρων και γεμίζονται με κράμα αλουμινίου – πυριτίου, πράγμα που δίνει στον κύλινδρο μία ανθεκτικότητα στην φθορά στην εσωτερική του επιφάνεια.

Φθορά των κυλίνδρων: Κάθε κινητήρας ξεκινά από το εργοστάσιο κατασκευής με ορισμένη διάμετρο κυλίνδρων, που είναι γνωστή ως αρχική διάμετρος ή διάμετρος Standard.

Αυτή η διάμετρος με την λειτουργία του κινητήρα χάνει την ακρίβειά της, λόγω φθοράς του κυλίνδρου και μάλιστα ανομοιόμορφη.



Η σπουδαιότερη φθορά ενός κυλίνδρου, είναι αυτή που προκαλείται από τις διάφορες γωνιακές θέσεις που παίρνει ο διωστήρας, όταν κινεί το έμβολο προς το ΑΝΣ στον χρόνο της συμπίεσεως και όταν το έμβολο κινεί τον διωστήρα προς το ΚΝΣ στον χρόνο της εκτόνωσης.

Αποτέλεσμα αυτών των φθορών είναι να μετατραπεί η κυκλική μορφή του κυλίνδρου σε οβάλ και μάλιστα η μεγαλύτερη φθορά δημιουργείται στον χρόνο της εκτόνωσης, γιατί η πίεση εκτόνωσης είναι 3 έως 5 φορές μεγαλύτερη της συμπίεσης.

Η φθορά αυτή περιορίζεται στο τμήμα του κυλίνδρου που εργάζονται τα ελατήρια του εμβόλου, έτσι το ανώτερο και κατώτερο τμήμα του κυλίνδρου στο οποίο δεν εργάζονται τα ελατήρια, η διάμετρος του κυλίνδρου δεν φθείρεται.

Άλλου είδους φθορά του κυλίνδρου, είναι να έχουμε φθορά στο άνω μέρος του λόγω λιγότερης λίπανσης, με αποτέλεσμα να κάνει η φθορά

τον κύλινδρο κωνικό, ενώ θα έπρεπε να έχει την καλύτερη εφαρμογή με το έμβολο στο σημείο αυτό. Έτσι είναι δυνατόν να βρούμε στο άνω μέρος του κυλίνδρου πενταπλάσια ή δεκαπλάσια διαφορά στην διάμετρό του, εν' σχέση με το κάτω μέρος του, που ενδεχομένως λιπαίνεται κανονικά.

Μέτρηση κυλίνδρων: Η μέτρηση των κυλίνδρων γίνεται ως συνήθως με εσωτερικό μικρόμετρο ή ωρολογιακό μικρόμετρο. Με το μικρόμετρο εξακριβώνουμε την διάσταση του κυλίνδρου, μετρώντας σταυρωτά τον κύλινδρο στην διάμετρο όπου εργάζονται τα ελατήρια του εμβόλου, αλλά και στα σημεία που δεν υπάρχει φθορά, όπως είναι η πατούρα του κυλίνδρου και συγκρίνουμε τις διαστάσεις.

Για την μέτρηση της κωνικότητας του κυλίνδρου θα πρέπει να γίνει η μέτρηση και στο κάτω μέρος του κυλίνδρου και να συγκριθεί με την διάσταση του επάνω μέρους του κυλίνδρου.

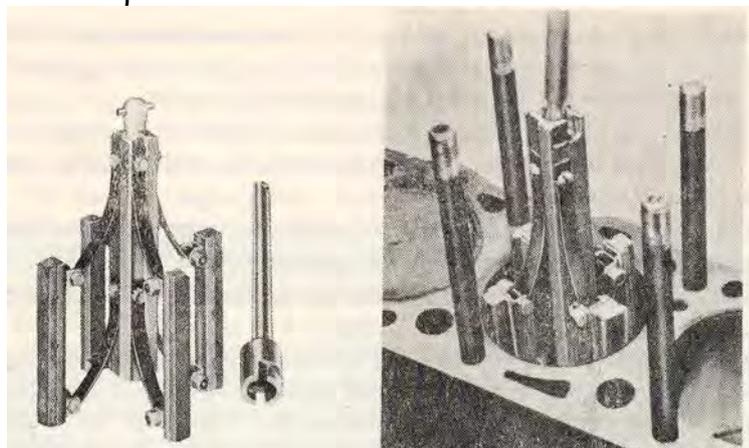
Επισκευή των κυλίνδρων: Για να αφαιρέσουμε τα έμβολα από τον κορμό του κινητήρα που πάει για επισκευή, είναι απαραίτητο να αφαιρείται η πατούρα του κυλίνδρου με ειδικό γλύφανο.

Εάν η φθορά του κυλίνδρου είναι μεταξύ 0,002" έως 0,005" είτε από οβάλ, είτε από κωνικότητα, η διόρθωση γίνεται με λεπτή λείανση, εάν είναι περισσότερη τότε πρέπει να γίνει τόννευση και λείανση των κυλίνδρων.

Προορισμός της τόννευσης είναι να φέρει τους φθαρμένους κυλίνδρους του κινητήρα σε κανονικό κυλινδρικό σχήμα, με λεία εσωτερική επιφάνεια.

Βέβαια για να φέρουμε ένα φθαρμένο κύλινδρο σε κυλινδρικό σχήμα θα πρέπει να μεγαλώσουμε την διάμετρό του, οπότε γίνεται υπερδιάστατος ή Over Size. Μετά την κατεργασία δε θα πρέπει να γίνει αλλαγή των εμβόλων και ελατηρίων με Over Size.

Τέλος η λείανση της εσωτερικής επιφάνειας του κυλίνδρου γίνεται με ειδική συσκευή με σφυριδόπετρες. Την συσκευή αυτή μπορούμε να την χρησιμοποιήσουμε και σε περιπτώσεις διόρθωσης μικρής κωνικότητας ή οβάλ του κυλίνδρου.

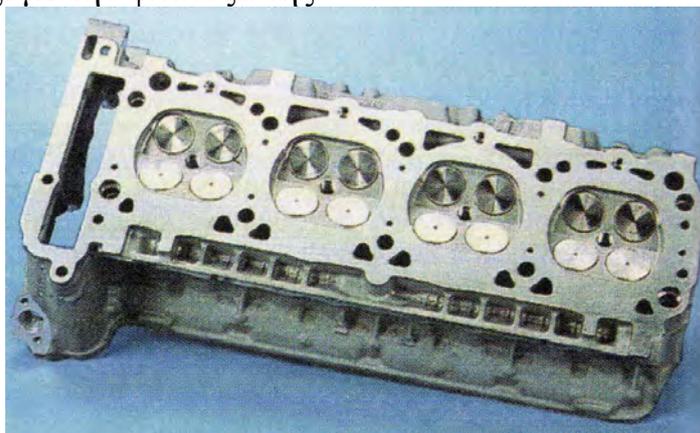


Οι ενδείξεις που μας δείχνουν ότι οι κύλινδροι του κινητήρα έχουν φθορά είναι: Η μεγάλη κατανάλωση λαδιού, οι κτύποι των εμβόλων στα τοιχώματα των κυλίνδρων και η πτώση της ισχύος του κινητήρα.

Σε φθορά οβάλ του κυλίνδρου μεγαλύτερη από 0,003" χρειάζεται ο κινητήρας ρεκτιφιέ. Σε κωνική φθορά του κυλίνδρου κάτω από 0,005" συνιστάται αλλαγή ελατηρίων εμβόλου. Σε κωνική φθορά από 0,005 έως 0,010" συνιστάται ρεκτιφιέ ή τοποθέτηση ελατηρίων εμβόλου εξπάντερ. Σε κωνική φθορά μεγαλύτερη των 0,010" συνιστάται ρεκτιφιέ και τοποθέτηση εμβόλων Over Size.

Η τοποθέτηση των χιτωνίων γίνεται πρεσσαριστά στον κορμό του κινητήρα. Σε κινητήρες με υγρά χιτώνια δεν γίνεται μέγιστο της διαμέτρου του κυλίνδρου, όπως τα ξηρά, αλλά με αντικατάσταση εμβολοχιτωνίων. Η στεγανότητα με τον υδροθάλαμο εξασφαλίζεται με την παρεμβολή χάλκινων ροδελών με ελαστικούς δακτυλίους.

ΚΕΦΑΛΗ ΤΩΝ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ: Η κυλινδροκεφαλή σχηματίζει το πάνω μέρος του θαλάμου καύσης. Στερεώνεται με κοχλίες στον κορμό του κινητήρα μαζί με την φλάντζα της.



Στην κεφαλή έχουν τοποθετηθεί τα μπουζί, οι βαλβίδες, ο εκκεντροφόρος άξονας κ.λ.π. Η κεφαλή των κυλίνδρων παραλαμβάνει την πίεση από τη καύση και υφίσταται ισχυρή θερμική καταπόνηση από τα καυσαέρια του κινητήρα.

Το σχήμα της κυλινδροκεφαλής εξαρτάται: Από το σύστημα ψύξης του κινητήρα, από την θέση των βαλβίδων και από την διάταξη των κυλίνδρων του κινητήρα.

Πλεονεκτήματα κυλινδροκεφαλής από κράμα αλουμινίου: Καλύτερη θερμική αγωγιμότητα, μικρότερο βάρος, περισσότερη αντοχή στις απότομες μεταβολές της θερμοκρασίας, μεγαλύτερη ισχύ και μικρότερη κατανάλωση καυσίμου από τον κινητήρα διότι υπάρχει μεγαλύτερη σχέση συμπίεσης και καλύτερη ψύξη και τέλος οι μηχανικές κατεργασίες πάνω στην κεφαλή είναι ευκολότερες από τις αντίστοιχες του χυτοσιδήρου.

Μειονεκτήματα κυλινδροκεφαλής από κράμα αλουμινίου: Μεγαλύτερο κόστος κατασκευής, μεγαλύτερος συντελεστής διαστολής,

το αλουμίνιο είναι μαλακότερο του χυτοσιδήρου και τέλος μεγαλύτερη πιθανότητα διάβρωσης στο χώρο κυκλοφορίας του ψυκτικού υγρού.

Υδρόψυκτη κυλινδροκεφαλή: Αυτή παραλαμβάνει το ψυκτικό υγρό μέσω του κορμού του κινητήρα από ειδικά ανοίγματα τα οποία υπάρχουν και στην φλάντζα της κεφαλής. Κατασκευάζεται ως συνήθως από κράμα αλουμινίου.

Αερόψυκτη κυλινδροκεφαλή: Κατασκευάζεται από κράμα αλουμινίου και διαμορφώνονται σε αυτήν πτερόγια ψύξης.

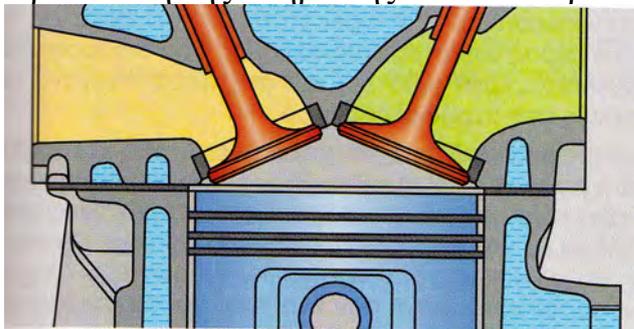
Χώρος συμπίεσης: Μεγάλη επίδραση στην λειτουργική συμπεριφορά του κινητήρα, έχει η γεωμετρική μορφή του χώρου συμπίεσης σε σχέση με, τον στροβιλισμό του μίγματος, την εξέλιξη της καύσης, τις εκπομπές των ρύπων, την αντικρουστική λειτουργία του κινητήρα, την ροπή στρέψης, την ισχύ του κινητήρα και του βαθμού απόδοσής του.

Η γεωμετρική μορφή του χώρου συμπίεσης καθορίζεται από: Τον λόγο συμπίεσης, την θέση των μπουζί, την αναλογία επιφάνειας προς όγκο και την διάταξη των βαλβίδων του κινητήρα.

Εάν η επιφάνεια του χώρου συμπίεσης είναι μεγαλύτερη, τότε αυξάνονται οι θερμικές απώλειες. Μπορούν έτσι να σχηματισθούν ζώνες με ψυχρά τοιχώματα στον χώρο καύσης, στις οποίες σβήνεται η φλόγα και δημιουργούνται αυξημένες εκπομπές άκαυστων υδρογονανθράκων (HC).

Επίσης η θέση του μπουζί στον κύλινδρο παίζει πολύ σπουδαίο ρόλο, διότι αναλόγως της θέσης τοποθέτησης, ανάλογο θα είναι και το μήκος της φλόγας που θα διανυθεί στον χώρο καύσης και οπωσδήποτε καλύτερος βαθμός απόδοσης του κινητήρα θα προκύψει με τις μικρότερες διαδρομές της φλόγας.

Στεγοειδής χώρος συμπίεσης: Προσεγγίζει την ημισφαιρική μορφή του χώρου συμπίεσης, αυτός δε ο χώρος επιτρέπει μία μεγάλη βαλβίδα εισαγωγής με βελτίωση της πλήρωσης του κυλίνδρου.

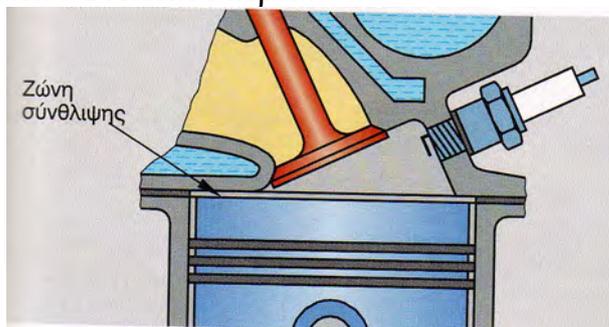


Χώροι συμπίεσης με ζώνες σύνθλιψης: Τέτοιες κυλινδροκεφαλές έχουν ιδιαίτερα μικρούς χώρους συμπίεσης με μικρές διαδρομές της φλόγας. Από τις ζώνες σύνθλιψης εκτοξεύεται το μίγμα λίγο πριν το έμβολο φτάσει στο ΑΝΣ, προς τον κύριο χώρο καύσης.

Ο χώρος αυτός μπορεί να διαμορφωθεί ως σφηνοειδής, στεγοειδής ή ακόμα και με μορφή λεκάνης. Στον κύριο χώρο καύσης προκαλείται ένας

ιδιαίτερος εντατικός στροβιλισμός και μία ομαλή ανάμιξη καυσίμου με τον αέρα με αποτέλεσμα μία ταχεία καύση του μίγματος.

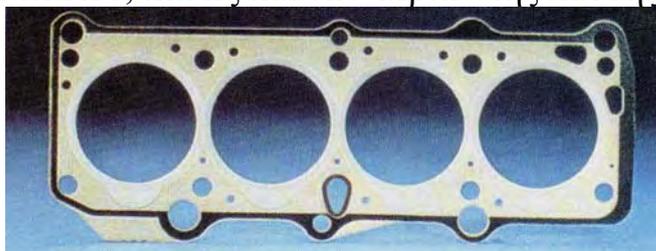
Με τον χώρο αυτό συμπίεσης μικραίνει ο χρόνος προανάφλεξης, ελαττώνεται ο θερμικός συντελεστής του σπινθηριστή, επιτυγχάνεται υψηλότερος λόγος συμπίεσης και τέλος ελαττώνεται το ποσοστό των υδρογονανθράκων στα καυσαέρια.



Σφηνοειδής χώρος συμπίεσης: Στον χώρο αυτό η ζώνη σύνθλιψης βρίσκεται απέναντι από τον σπινθηριστή, ο οποίος βρίσκεται στην άκρη του χώρου συμπίεσης.

Δύο βαλβίδες εισαγωγής και δύο εξαγωγής: Σε τέτοιες κυλινδροκεφαλές ο χώρος συμπίεσης είναι μορφής λεκάνης. Επίσης μπορούν να διαταχθούν δύο ζώνες συμπίεσης η μία απέναντι από την άλλη. Η κεντρική θέση του σπινθηριστή επιτρέπει μικρές διαδρομές της φλόγας.

Φλάντζα κεφαλής των κυλίνδρων: Η φλάντζα πρέπει να κλείνει τον χώρο καύσης αεροστεγώς και να παρεμποδίζει την διαφυγή του υγρού ψύξης και του λαδιού, καθώς και των αερίων της καύσης.



Η φλάντζα καταπονείται από το καύσιμο, το λάδι, τα καυσαέρια, την θερμοκρασία, την πίεση και από την υποπίεση. Πρέπει λοιπόν η φλάντζα να είναι ανθεκτική σε πλήθος καταπονήσεων. Οι φλάντζες κατασκευάζονται από φορέα μετάλλου πάχους περίπου 0,3mm, που έχει γωνιάσματα τα οποία συγκρατούν το μαλακό υλικό και από τις δύο πλευρές του μεταλλικού φορέα. Για την βελτίωση της αντοχής αυτού του μαλακού υλικού έχει επιστρωθεί ένα ελαστομερές υλικό. Τα χείλη της φλάντζας και στις οπές των κυλίνδρων, έχουν χαλύβδινο κάλυμμα με επίστρωση αλουμινίου, το ίδιο γίνεται και στις οπές διόδου του ψυκτικού υγρού και του λαδιού.

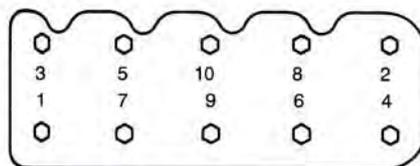
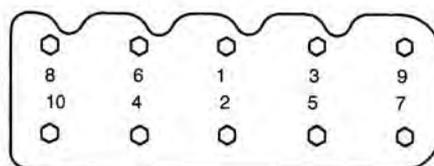
Έλεγχος κυλινδροκεφαλής και φλάντζας: Η κεφαλή των κυλίνδρων ελέγχεται οπτικά για διαβρώσεις, χτυπήματα, ραγίσματα κ.λ.π. Ο έλεγχος

της επιπεδότητας της κυλινδροκεφαλής γίνεται στην επιφάνειά της κάθετα ή διαγώνια με μία ρίγα. Δεν θα πρέπει το διάκενο μεταξύ ρίγας και κεφαλής να είναι μεγαλύτερο από 0,05 έως 0,1mm.

Η στρέβλωση της κεφαλής έχει σαν αποτέλεσμα το κάψιμο της φλάντζας. Το πρόβλημα εντοπίζεται από την απώλεια ισχύος του κινητήρα, το νερό που ανακατεύεται με το λάδι, νερό σε κάποιο κύλινδρο (λευκός καπνός από την εξαγωγή των καυσαερίων), φυσαλίδες στο κύκλωμα ψύξης, υπερθέρμανση του κινητήρα και τελικώς δυσλειτουργία του κινητήρα.

Οι βασικές αιτίες που προκαλούν την στρέβλωση της κεφαλής και το κάψιμο της φλάντζας είναι: Η υπερθέρμανση του κινητήρα από κακή λειτουργία του συστήματος ψύξης, σύσφιξη της κεφαλής με λανθασμένο τρόπο, μερικώς λασκαρισμένη κεφαλή και αφαίρεση ζεστής κεφαλής.

Σφίξιμο κυλινδροκεφαλής: Κατά το σφίξιμο της κεφαλής πρέπει να τηρούνται οι προδιαγραφές του κατασκευαστή. Στο σχήμα παρακάτω φαίνονται οι τρόποι σύσφιξης.



Ποτέ δεν πρέπει να ξεβιδώνουμε τα παξιμάδια της κεφαλής πριν να αδειάσουμε το νερό από τον κινητήρα και τον αφήσουμε να κρυώσει.

Όταν αφαιρούμε την κεφαλή πρέπει υποχρεωτικά να αντικαθιστούμε την φλάντζα.

Βγάζοντας την χρησιμοποιημένη φλάντζα την παρατηρούμε προσεκτικά για μαυρισμένα σημεία, που σημαίνει ότι στα σημεία εκείνα δεν γίνεται καλή επαφή, ίσως από στρέβλωση ή άλλη αιτία.

Το σφίξιμο της κεφαλής πρέπει να γίνεται με δυναμόκλειδο σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Στην στρεβλωμένη κεφαλή την πλανιάρουμε και τοποθετούμε μία ανάλογη φλάντζα, έτσι ώστε να μην μικραίνουμε τον χώρο καύσης.

ΕΜΒΟΛΟ:

Γενικά: Το έμβολο είναι από τα πιο σημαντικά εξαρτήματα του κινητήρα. Δέχεται το μεγαλύτερο μέρος της θερμικής ενέργειας που παράγεται από την καύση του καυσίμου μίγματος. Τα αέρια καύσης εξασκούν πιέσεις στην επιφάνεια του εμβόλου και έτσι μετατρέπεται η

θερμική ενέργεια σε κινητική, που μεταφέρεται από την μπιέλα στον στροφαλοφόρο άξονα του κινητήρα.

Αποστολή του εμβόλου: Το έμβολο πρέπει να εξασφαλίζει ορισμένες αποστολές που είναι οι εξής: Να στεγανοποιεί τον χώρο καύσης από τον στροφαλοθάλαμο, κατά την διαδρομή της εισαγωγής να δημιουργεί μέσα στον κύλινδρο υποπίεση ώστε να εισέρχεται καύσιμο μίγμα από το σύστημα τροφοδοσίας, κατά την διαδρομή συμπίεσεως το έμβολο πρέπει να συμπιέζει το καύσιμο μίγμα, να παραλαμβάνει την πίεση των αερίων η οποία αναπτύσσεται κατά την καύση και να την μεταφέρει κατά την διαδρομή εκτονώσεως μέσω του διωστήρα στον στροφαλοφόρο άξονα, να μεταφέρει την θερμότητα των αερίων της καύσης γρήγορα και σε μεγάλο ποσοστό στα τοιχώματα του κυλίνδρου, κατά την διαδρομή της εξαγωγής να αναγκάζει τα καυσαέρια να φύγουν στην ατμόσφαιρα και τέλος να ελέγχει στους 2χρονους κινητήρες την εναλλαγή των αερίων.

Καταπόνηση του εμβόλου: Η πίεση στην κεφαλή του εμβόλου ενός βενζινοκινητήρα κατά την καύση φθάνει έως τα 60bar. Έμβολο με διάμετρο 80mm, δίνει μία δύναμη έως 30000N. Στην πλευρική επιφάνεια του εμβόλου ενεργεί μία πίεση έως 0,8N/mm² και στην έδραση του πείρου του εμβόλου αναπτύσσονται επιφανειακές πιέσεις έως 60N/mm².

Πλευρική δύναμη: Το έμβολο πιέζεται στα τοιχώματα του κυλίνδρου εναλλάξ κατά τους χρόνους συμπίεσης και εκτόνωσης. Αυτό δημιουργεί θορύβους, οι οποίοι μπορούν να μειωθούν με μικρό διάκενο μεταξύ εμβόλου και κυλίνδρου και μεγάλο μήκος εμβόλου και τέλος με μετατόπιση του άξονα του πείρου.

Μετατόπιση του άξονα του πείρου: Γίνεται κατά 0,5 έως 1,5mm από τον άξονα του εμβόλου προς την πλευρά που δέχεται την πίεση.

Δύναμη τριβής: Η παράπλευρη επιφάνεια του εμβόλου, τα στηρίγματα του πείρου και τα αυλάκια των ελατηρίων καταπονούνται σε τριβή που επιφέρει φθορά, οπότε πρέπει να εξασφαλίζεται καλή επιφάνεια ολίσθησης και άριστη λίπανση.

Θερμότητα: Από την καύση του μίγματος αναπτύσσονται στον χώρο καύσης θερμοκρασίες μεταξύ 2000 και 2500°C. Ένα μεγάλο μέρος αυτής της θερμότητας, μεταφέρεται στα τοιχώματα του ψυχόμενου κυλίνδρου μέσω της κεφαλής του εμβόλου και των ελατηρίων του. Επίσης προς την κατεύθυνση αυτή βοηθά και το λάδι λίπανσης.

Παρά ταύτα στο έμβολο αναπτύσσονται θερμοκρασίες λειτουργίας από 250 έως 350°C στην κεφαλή του και 150°C περίπου στην ποδιά του.

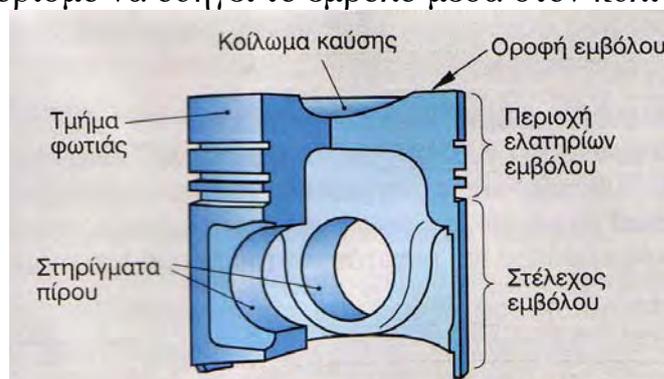
Η θέρμανση αυτή προκαλεί μία διαστολή του υλικού του εμβόλου, η οποία μπορεί να οδηγήσει σε σφήνωμα του εμβόλου στον κύλινδρο. Με κατάλληλη όμως διαμόρφωση του εμβόλου π.χ. κωνική επιφάνεια στην περιοχή των ελατηρίων, διατομή οβάλ, μπορεί να αντισταθμιστεί η διαφορετική θερμοδιαστολή σε διάφορες θέσεις του εμβόλου.

Εδώ πρέπει να τονίσουμε ότι μεταξύ εμβόλου και κυλίνδρου υπάρχει κάποιος αέρας (ανοχή), έτσι π.χ. ένας κύλινδρος που έχει διατομή 3" τότε η διάμετρος του εμβόλου θα είναι $3" - 0,003" = 2,997"$. Σε αυτήν την περίπτωση λέμε ότι τον αέρα τον έχει το έμβολο. Εάν πάλι το έμβολο έχει διάμετρο 3", τότε ο κύλινδρος θα έχει διάμετρο 3,003", οπότε λέμε ότι τον αέρα τον έχει ο κύλινδρος.

Υλικό κατασκευής εμβόλου: Λόγω των διαφορετικών ειδών καταπόνησης, οι απαιτήσεις από ένα υλικό κατασκευής εμβόλου είναι οι εξής: Μικρή πυκνότητα (μικρές δυνάμεις αδρανείας), υψηλή αντοχή, καλή θερμοαγωγιμότητα, ελάχιστη θερμοδιαστολή, ελάχιστη αντίσταση τριβής και μεγάλη αντίσταση στην φθορά.

Σήμερα χρησιμοποιούνται έμβολα από κράμα αλουμινίου – πυριτίου. Όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό πυριτίου, τόσο μικρότερη είναι η θερμοδιαστολή και η φθορά του. Για τους 4χρονους βενζινοκινητήρες κατά κανόνα χρησιμοποιείται το υλικό AlSi12CuNi.

Μέρη εμβόλου: Το έμβολο αποτελείται από την κεφαλή με σχήμα είτε επίπεδο, είτε κυρτό, είτε κοίλο, (ανάλογα τον σχηματισμό του θαλάμου καύσης και την διάταξη των βαλβίδων). Αποτελείται επίσης από την ζώνη των ελατηρίων, όπου στα κανάλια αυτά τοποθετούνται τα ελατήρια συμπίεσεως και λαδιού. Αποτελείται από τα έδρανα του πείρου, όπου εκεί τοποθετείται ο πείρος που συνδέει το έμβολο με τον διωστήρα και τέλος αποτελείται από την ποδιά, όπου αυτή μπορεί να είναι κυλινδρική ή κομμένη από τις δύο πλευρές κάτω από το έδρανο του πείρου. Η ποδιά έχει σαν προορισμό να οδηγεί το έμβολο μέσα στον κύλινδρο.



Το πάχος της κεφαλής του εμβόλου εξαρτάται από την θερμότητα και την μέγιστη πίεση λειτουργίας.

Κατεργασία των επιφανειών του εμβόλου: Οι κατεργασίες που γίνονται στις επιφάνειες του εμβόλου είναι οι εξής:

Στρώση κασσιτέρου: (Μέθοδος Stannal). Σε λουτρό άλατος κασσιτέρου επικάθεται ο κασσίτερος στο έμβολο από κράμα αλουμινίου. Το πάχος του κασσιτέρου είναι ελάχιστο αλλά η μέθοδος αποδίδει καλές ιδιότητες ολίσθησης.

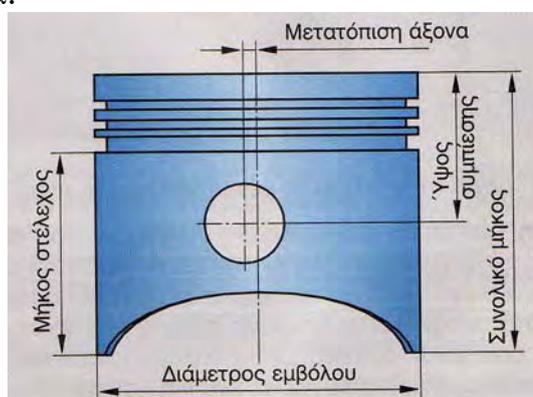
Στρώση μολύβδου: (Μέθοδος Plumbal). Η μέθοδος αυτή έχει το πλεονέκτημα ότι το σημείο τήξης του εμβόλου είναι υψηλότερο.

Στρώση γραφίτη: (Μέθοδος Grafal). Η επίστρωση στο έμβολο γίνεται με εκτόξευση γραφίτη και σχηματίζεται στρώση πάχους από 0,02 έως 0,04mm. Δίνει εξαιρετική προστασία έναντι της φθοράς.

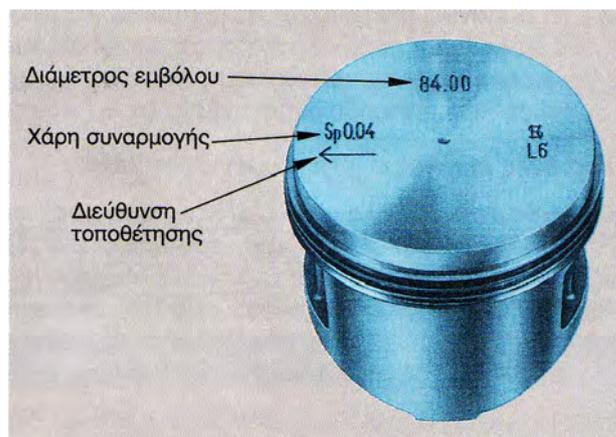
Στρώση Eloxal: Η μέθοδος δίνει μεγάλη αντοχή στην φθορά, αλλά δεν υποκαθιστά την λίπανση ανάγκης. Οι επιφάνειες έχουν εξαιρετική αντοχή στην θερμότητα και στην διάβρωση.

Στρώση σιδήρου: (Μέθοδος Ferrocoat). Η εξωτερική επιφάνεια του στελέχους του εμβόλου επιχαλκώνεται και κατόπιν στρώνεται μία στρώση σιδήρου πάχους 30μm, της οποίας η σκληρότητα αντιστοιχεί εκείνης του χρωμίου. Ως αντιδιαβρωτική προστασία χρησιμοποιείται μία στρώση κασιτέρου.

Διαστάσεις εμβόλου: Οι διαστάσεις του εμβόλου φαίνονται στο παρακάτω σχήμα:



Χαρακτηριστικά σημάδια εμβόλου: Στην κεφαλή του εμβόλου είναι χαραγμένη η διάμετρος σε mm, η χάρη (αέρας)της συναρμογής, η διεύθυνση τοποθέτησης στον κύλινδρο, όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



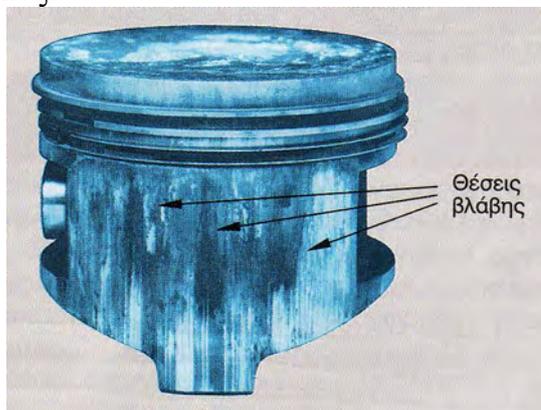
Η διάμετρος του εμβόλου + την χάρη συναρμογής μας δίνουν την διάμετρο του κυλίνδρου.

Βάσει της αρχικής εργοστασιακής διαμέτρου του εμβόλου, το ίδιο εργοστάσιο μας δίνει και 4 προσαυξήσεις διαμέτρων (Oversize).

Ζημιές στα έμβολα: Οι ζημιές στα έμβολα μπορεί να προέρχονται από: Χρησιμοποίηση ακατάλληλων αναφλεκτήρων, από κρουστική καύση του κινητήρα, από ελαττωματική ή ανύπαρκτη λίπανση, από υπερθέρμανση

του εμβόλου λόγω ελαττωματικής ψύξης του κινητήρα, ή από λανθασμένο αβάνς και προσαγωγής υπερβολικού πλούσιου μίγματος.

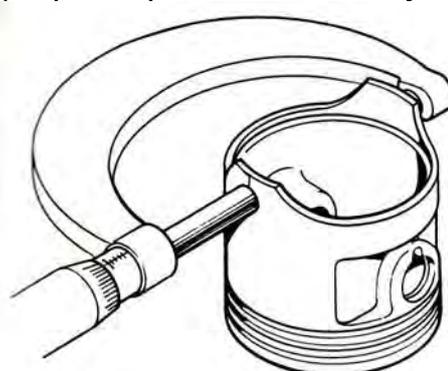
Χαραγές στο έμβολο: Εμφανίζονται στο στέλεχος του εμβόλου, από αιτίες διακοπής της λίπανσης λόγω υπερβολικής θέρμανσης του κινητήρα, από διακοπή του συστήματος ψύξης του κινητήρα, ή από υπερβολικό αβάνς.



Οπή στην κεφαλή του εμβόλου: Ένα μέρος του υλικού της κεφαλής του εμβόλου έλιωσε από υπερβολική τοπική αύξηση την θερμότητας, λόγω μεγάλων προαναφλέξεων έως το σημείο τήξης.



Μέτρηση της διαμέτρου του εμβόλου: Η διάμετρος του εμβόλου μετράται με μικρόμετρο στην ποδιά του όπως ακριβώς στο σχήμα.

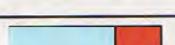
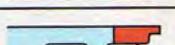


Ελατήρια εμβόλου: Διακρίνονται μεταξύ ελατηρίων συμπίεσης και ελατηρίων λαδιού. Τα ελατήρια συμπίεσης αναλαμβάνουν την συμπίεση του μίγματος στον κύλινδρο, την στεγανοποίηση του χώρου καύσης με τον στροφαλοθάλαμο και την απαγωγή της θερμότητας από το έμβολο

προς τον κύλινδρο. Το δεύτερο ελατήριο συμπίεσης βοηθά και για την απόξεση των τοιχωμάτων του κυλίνδρου από το πλεονάζων λάδι. Το ελατήριο λαδιού χρησιμεύει για την λίπανση και την επαναφορά του λαδιού στην ελαιολεκάνη (κάρτερ).

Επίσης υπάρχουν και ελατήρια εξπάντερ, τα οποία προορίζονται για φθαρμένους κυλίνδρους. Εσωτερικά το ελατήριο φέρει ένα πολυγωνικό έλασμα το οποίο προσαρμόζεται καλύτερα στην επιφάνεια του φθαρμένου οβάλ κυλίνδρου.

Ιδιότητες των ελατηρίων: Τα ελατήρια πρέπει να είναι ελαστικά και δεν πρέπει να εμφανίζουν μόνιμη παραμόρφωση, είτε όταν τοποθετούνται στο έμβολο, είτε όταν συναρμολογούνται με τα έμβολα στον κύλινδρο.

Διαμόρφωση ελατηρίου		Συμβολισμός	Οδηγίες τοποθέτησης	Σκοπός της διαμόρφωσης
Διατομή	Χαρακτηρισμό			
	Ορθογώνιο ελατήριο (ελατήριο στεγανότητας)	R	Επιτρέπεται και προς τις δύο διευθύνσεις	Απλή κατασκευή
	Κωνικό ελατήριο	M	Η πλευρά "TOP" προς τη διεύθυνση της οροφής του εμβόλου	Επιταχύνεται το "στρώσιμο" (συνήθως στο ανώτατο αυλάκι)
	Τραπεζοειδές ελατήριο	Tr	Η λοξοτομημένη πλευρά προς την διεύθυνση της οροφής του εμβόλου	Εμποδίζεται το σφήνωμα στο αυλάκι
	Ελατήριο - L	LR	Η μεγάλη εσωτερική \varnothing ελατηρίου προς τη διεύθυνση της οροφής του εμβόλου ή η άνω ακμή του ελατηρίου = Ακμή οροφής εμβόλου	Ενίσχυση της επαφής με τη δύναμη των αερίων συμπίεσης
	Ελατήριο με νύχι	N	Το "νύχι" να διευθύνεται προς το στέλεχος του εμβόλου	Αυξημένο αποτέλεσμα στην απόξεση ελαίου
	Ελατήριο ελαίου με εγκοπή (κανονικά)	O	Επιτρέπεται και προς τις δύο διευθύνσεις	Απόξεση ελαίου με δίοδο ελαίου προς το εσωτερικό του εμβόλου
	Ελατήριο ελαίου με ελικοειδές ελατήριο	SF	Επιτρέπεται και προς τις δύο διευθύνσεις	Αύξηση της πίεσης, καλύτερη απόξεση ελαίου

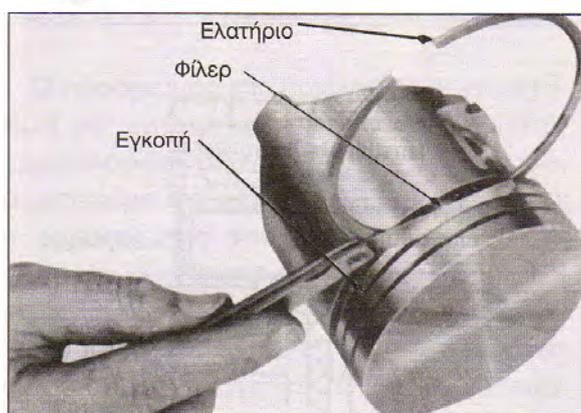
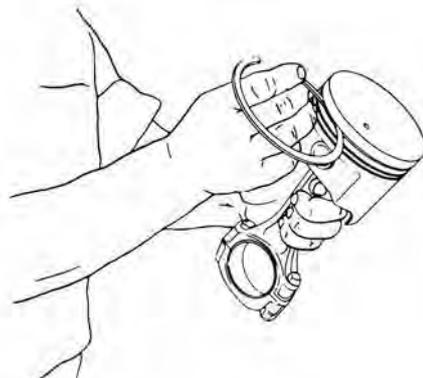
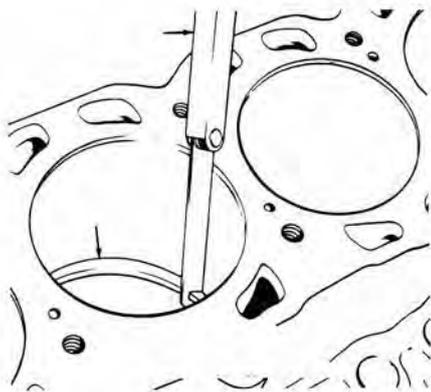
Υλικό κατασκευής ελατηρίων: Τα ελατήρια κατασκευάζονται από βελτιωμένο χυτοσίδηρο με προσμίξεις γραφίτη. Το πρώτο ελατήριο συμπίεσης επειδή καταπονείται περισσότερο, υποβάλλεται σε σκληρή επιχρωμίωση.

Το σχήμα των άκρων των ελατηρίων έχει διάφορες μορφές όπως κάθετα, γωνιακά ή κλιμακωτά.

Μέτρηση του διακένου των άκρων του ελατηρίου: Επειδή το ελατήριο στο κανάλι του εμβόλου θερμαίνεται για αυτό και διαστέλλεται, εάν δεν υπάρχει ο κατάλληλος αέρας τότε το ελατήριο θα φρακάρει στο κανάλι του εμβόλου. Για αυτό πριν τα ελατήρια τοποθετηθούν στο έμβολο πρέπει να ελεγχθεί το διάκενο. Το διάκενο ελέγχεται με την τοποθέτηση του ελατηρίου στο κατώτερο μέρος του κυλίνδρου και με την βοήθεια ενός φύλλερ ελέγχουμε το διάκενο το οποίο πρέπει να είναι συνήθως ίσο με το 1/400 της διαμέτρου του κυλίνδρου π.χ. για ένα κύλινδρο με διάμετρο 100mm, το διάκενο θα είναι ίσο με 0,25mm.

Μέτρηση πλευρικής ανοχής του ελατηρίου: Η πλευρική ανοχή του ελατηρίου μέσα στο κανάλι του εμβόλου, μετράται ως συνήθως με φύλλερ. Η συνηθισμένη τιμή ανοχής είναι περίπου 0,04mm.

Τα κανάλια του εμβόλου είναι λιγότερο μεγαλύτερα από το πάχος των ελατηρίων, ώστε τα ελατήρια να κινούνται ελεύθερα στα κανάλια αυτά. Εάν σε περίπτωση είναι μεγαλύτερα από το κανονικό τότε θα έχουμε διαφυγές αερίων προς τον στροφαλοθάλαμο και εάν είναι μικρότερα τότε θα σκαλώνουν στα κανάλια του εμβόλου και δεν θα πιέζουν όσο πρέπει στα τοιχώματα του κυλίνδρου. Εκτός αυτού η πολύ ελεύθερη εφαρμογή των ελατηρίων στα κανάλια, δημιουργεί ένα είδος αντλήσεως λαδιού προς τον θάλαμο καύσης.



Συναρμολόγηση των ελατηρίων στο έμβολο: Όταν γίνεται τοποθέτηση ελατηρίων στο έμβολο, πρέπει να προσεχθεί το ελατήριο να είναι το σωστό και η πλευρά με την ένδειξη TOP να βρίσκεται προς το μέρος της κεφαλής του εμβόλου.

Τα αυλάκια του κυλίνδρου πρέπει να καθαρίζονται καλά πριν την τοποθέτηση των ελατηρίων.

Η αφαίρεση και η τοποθέτηση των ελατηρίων στο έμβολο πρέπει να γίνει με ειδικό εργαλείο ελατηρίων όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Επίσης η τοποθέτηση του εμβόλου στον κύλινδρο, γίνεται με ειδικό σφικτήρα και τα ανοίγματα των διακένων των ελατηρίων να είναι στραμμένα μεταξύ τους κατά 180° , για την αποφυγή απώλειας συμπίεσης.



Πείρος του εμβόλου: Είναι το συνδετικό εξάρτημα μεταξύ εμβόλου και διωστήρα. Λόγω της ταχείας παλινδρομικής του κίνησης μαζί με το έμβολο, θα πρέπει να έχει μικρή μάζα, γιατί αλλιώς θα εμφανιστούν μεγάλες δυνάμεις αδράνειας.

Η ελάχιστη ανοχή στις οπές στήριξης του πείρου με το έμβολο και με τον διωστήρα, καθώς και οι σχετικές δύσκολες συνθήκες λίπανσης, απαιτούν εξαιρετική ποιότητα επιφανείας (βαφή), για μείωση της φθοράς του και για ακρίβεια στην μορφή του.

Μορφές των πείρων: Οι μορφές αυτές είναι οι εξής: Πείροι με διαμπερή κυλινδρική οπή, πείροι με κωνική διεύρυνση των άκρων των οπών και πείροι με δύο τυφλές οπές στα άκρα τους.

Οι οπές στους πείρους προκαλούν μείωση του βάρους τους.

Υλικό κατασκευής του πείρου: Είναι βαμμένοι χάλυβες με ενανθράκωση.

Τρόποι στερέωσης πείρου – εμβόλου – διωστήρα: Υπάρχουν 3 τρόποι στερέωσης των πείρων: Με σταθερή προσαρμογή του πείρου πάνω στους ομφαλούς του εμβόλου και ελεύθερο στον διωστήρα, με σταθερή

προσαρμογή του πείρου στον διωστήρα και ελεύθερος στους ομφαλούς του εμβόλου και τέλος με ελεύθερη προσαρμογή του πείρου στον διωστήρα και στους ομφαλούς του εμβόλου.

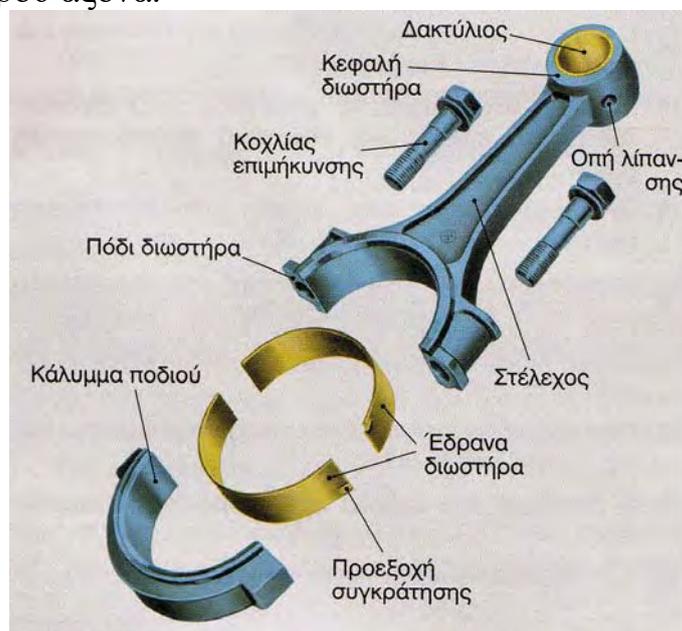
Ασφαλιστικά πείρων: Αυτά έχουν σκοπό να παρεμποδίσουν την μετατόπιση του πείρου προς τα άκρα, ώστε να μην προκληθεί ζημιά στα τοιχώματα του κυλίνδρου. Τα ασφαλιστικά είναι χαλύβδινοι δακτύλιοι, οι οποίοι τοποθετούνται σε κατάλληλα αυλάκια των ομφαλών του εμβόλου.



ΔΙΩΣΤΗΡΑΣ (ΜΠΙΕΛΑ):

Προορισμός του διωστήρα: Είναι να μεταφέρει την κινητική ενέργεια του εμβόλου στον στροφαλοφόρο άξονα (σύνδεση των δύο εξαρτημάτων) και αντίστροφα, δηλαδή να μεταφέρει την δύναμη που χρειάζεται το έμβολο, κατά τους παθητικούς χρόνους λειτουργίας του κινητήρα, από τον στροφαλοφόρο άξονα.

Μέσω του διωστήρα επιτυγχάνεται η μετατροπή της ευθύγραμμης και παλινδρομικής κίνησης του εμβόλου, σε περιστροφική του στροφαλοφόρου άξονα.



Καταπονήσεις διωστήρα: Στους χρόνους της εκτόνωσης, συμπίεσης και εξαγωγής ο διωστήρας καταπονείται σε θλίψη και λύγισμα, ενώ στον χρόνο της εισαγωγής σε εφελκυσμό.

Υλικό κατασκευής του διωστήρα: Το υλικό κατασκευής του διωστήρα είναι σφυρήλατος χάλυβας ή από σκόνη χάλυβα με προσμίξεις άλλων μετάλλων και την κατασκευή του σε ειδικές θερμικές πρέσες.

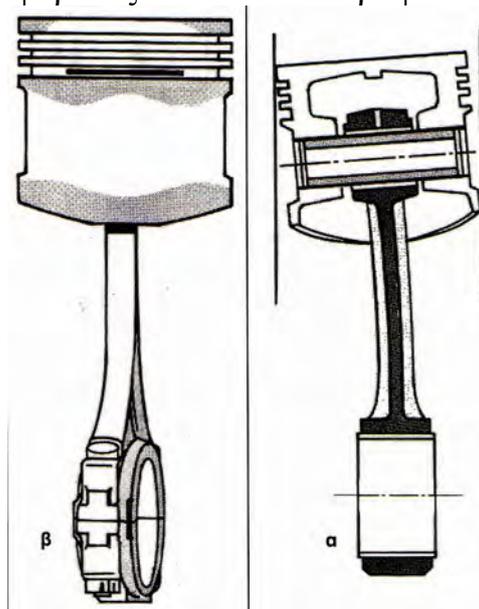
Μέρη του διωστήρα: Τα κύρια μέρη του διωστήρα είναι: Η κεφαλή με τον δακτύλιο τριβής του πείρου του εμβόλου, ο κορμός με διατομή διπλού τάφ για μεγαλύτερη μηχανική αντοχή, ο αγωγός λαδιού για την λίπανση της κεφαλής του διωστήρα, το πόδι το οποίο είναι διαιρούμενο (πόδι διωστήρα και κάλυμμα ποδιού ή καβαλέτο διωστήρα) και ενώνονται τα δύο κομμάτια του με βίδες και τέλος από τα έδρανα τριβής του ποδιού του διωστήρα (κουζινέτα διωστήρα).

Λίπανση του εδράνου: Η λίπανση του εδράνου του διωστήρα γίνεται με το λάδι του κινητήρα, το οποίο οδηγείται στο κομβίο μπιελών του στροφαλοφόρου άξονα, από το στροφέα βάσεώς του μέσω οπής. Κατόπιν της διαμήκης οπής του κορμού του διωστήρα, το λάδι μεταφέρεται στο δακτυλίδι τριβής της κεφαλής του διωστήρα, για την λίπανση της συναρμογής πείρου εμβόλου και τριβέα διωστήρα.

Τα διαιρούμενα κουζινέτα του ποδιού του διωστήρα λιπαίνονται από το λάδι που έρχεται, όπως είπαμε παραπάνω, από το κομβίο μπιελών του στροφαλοφόρου άξονα.

Αέρας συναρμογής κουζινέτων διωστήρα και κομβίου στροφαλοφόρου: Ο αέρας αυτός της συναρμογής εξαρτάται από τις ιδιότητες του μετάλλου του κουζινέτου, από την διάμετρό του, από την ταχύτητα περιστροφής του κομβίου μπιελών του στροφαλοφόρου άξονα και από την θερμική διαστολή των μετάλλων. Ο αέρας αυτός μπορεί να μετρηθεί από τις διαμέτρους του κουζινέτου και του κομβίου του στροφαλοφόρου άξονα.

Έλεγχος διωστήρα: Ο διωστήρας είναι ένα από τα εξαρτήματα που καταπονείται σημαντικά γιατί μεταφέρει όλες τις δυνάμεις από το έμβολο στον στροφαλοφόρο άξονα και αντίστροφα.



Οι έλεγχοι που κάνουμε στον διωστήρα είναι οι εξής: Έλεγχο στο δακτυλίδι τριβής του πείρου του εμβόλου για φθορές, έλεγχος για κάμψη του διωστήρα και έλεγχος για στρέψη.

ΣΤΡΟΦΑΛΟΦΟΡΟΣ ΑΞΟΝΑΣ:

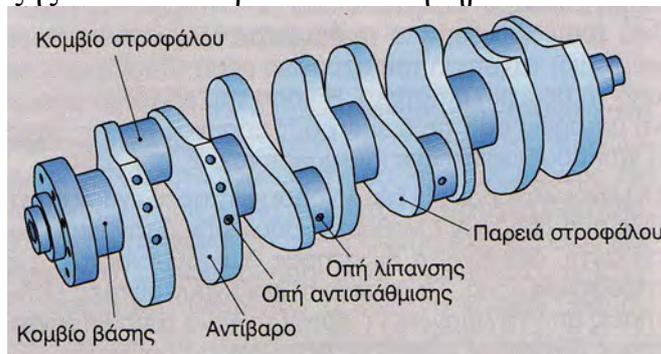
Αποστολές: Η αποστολή του στροφαλοφόρου άξονα είναι να μετατρέπει με την βοήθεια των στροφάλων την παλινδρομική κίνηση του εμβόλου σε περιστροφική, να μεταφέρει το μεγαλύτερο μέρος της ροπής στρέψης στον συμπλέκτη μέσω του σφονδύλου και να παρέχει κίνηση στο σύστημα των βαλβίδων, στην αντλία λαδιού, στα συστήματα παροχής καυσίμου, στο σύστημα ψύξης του κινητήρα, στην παραγωγή ρεύματος κ.λ.π.

Καταπονήσεις στροφαλοφόρου άξονα: Ο στροφαλοφόρος καταπονείται με μεγάλες δυνάμεις αδρανείας και φυγοκεντρικές δυνάμεις. Εξαιτίας των δυνάμεων αυτών ο άξονας καταπονείται σε στρέψη, σε κάμψη, στροφικές ταλαντώσεις και φθορά στις θέσεις έδρασης του άξονα.

Υλικό κατασκευής στροφαλοφόρου άξονα: Ο στροφαλοφόρος άξονας κατασκευάζεται από σφυρήλατο χάλυβα ή από χυτό νικελιούχο κράμα χάλυβα. Τα κομβία βάσης και μπιελών κατεργάζονται και σκληρύνονται επιφανειακά και τέλος λειαινούνται.

Μέρη του στροφαλοφόρου άξονα: Τα κύρια μέρη του στροφαλοφόρου άξονα είναι: Τα κομβία βάσης, τα οποία βρίσκονται στον ίδιο νοητό άξονα και είναι συνήθως σε αριθμό +1 από τον αριθμό κυλίνδρων του κινητήρα. Ο στροφαλοφόρος άξονας έχει άξονα περιστροφής τον άξονα των κομβίων βάσης. Ο στροφαλοφόρος επίσης αποτελείται από τα κομβία μπιελών όπου επάνω σε αυτά συνδέονται οι διωστήρες, ο αριθμός των κομβίων αυτών είναι ίσος με τον αριθμό των κυλίνδρων, εκτός των κινητήρων V όπου εκεί είναι τα μισά του αριθμού κυλίνδρων. Αποτελείται επίσης από τους βραχίονες ή κιθάρες, αυτοί συνδέουν τα κομβία βάσης του άξονα, με τα κομβία μπιελών που δεν βρίσκονται στον αυτό νοητό άξονα. Από την παραπάνω σύνδεση μας δίνεται μία ανομοιόμορφη κατανομή, η οποία αντισταθμίζεται με την χρήση αντίβαρων τοποθετημένα στην αντίθετη πλευρά σε κάθε κομβίο μπιελών. Από τα κομβία βάσης μέσω των βραχιόνων κατασκευάζονται οπές, οι οποίες καταλήγουν στα κομβία μπιελών για την κυκλοφορία του λαδιού λίπανσης των συναρμογών. Σε ένα από τα κομβία βάσης που διαθέτει πλευρικά επίπεδες επιφάνειες τοποθετείται το κουζινέτο (θρός), για την αξονική σταθεροποίηση του στροφαλοφόρου άξονα. Το κουζινέτο αυτό εμποδίζει την αξονική μετακίνηση του στροφαλοφόρου άξονα κατά το πάτημα του συμπλέκτη. Τέλος ο στροφαλοφόρος άξονας πρέπει να είναι στατικά και δυναμικά ζυγισμένος, με την αφαίρεση πλεονάζοντος υλικού από τα αντίβαρα του άξονα. Προς το μέρος εξόδου της κίνησης, ο στροφαλοφόρος άξονας συνδέεται με τον σφόνδυλο και από την άλλη πλευρά (καθρέπτης) βρίσκεται ο οδοντωτός τροχός ή ο αλυσοτροχός ή η τροχαλία του στροφαλοφόρου άξονα, με την οποία δίνει κίνηση στον εκκεντροφόρο άξονα του κινητήρα.

Το σχήμα του στροφαλοφόρου άξονα καθορίζεται: Από τον αριθμό των κυλίνδρων, από τον αριθμό των κομβίων βάσεως, το μήκος εμβολισμού του εμβόλου, από την διάταξη των κυλίνδρων και από την σειρά ανάφλεξης των κυλίνδρων του κινητήρα.



Διάταξη κομβίων μπιελών στροφαλοφόρου άξονα: Η διάταξη των κομβίων του στροφαλοφόρου άξονα εξαρτάται από τον αριθμό των κυλίνδρων του κινητήρα και την σειρά ανάφλεξης αυτών. Η διάταξη των κομβίων γίνεται κατά αυτό τον τρόπο, ώστε ο κινητήρας να δίνει μία ομοιόμορφη και συνεχή ροπή.

Η γωνία που σχηματίζεται μεταξύ δύο κομβίων με διαδοχική σειρά ανάφλεξης, ονομάζεται **γωνία σφήνωσης κομβίων στροφαλοφόρου άξονα**.

Η γωνία αυτή για τους 4χρονους κινητήρες είναι η διαίρεση των 720° (δύο περιστροφές του στροφαλοφόρου άξονα για να ολοκληρωθεί ο κύκλος λειτουργίας του 4χρονου κινητήρα), δια του αριθμού των κυλίνδρων του κινητήρα.

Όσο περισσότεροι κύλινδροι υπάρχουν, τόσο μικρότερη γίνεται η γωνία σφήνωσης ή η απόσταση ανάφλεξης, με αποτέλεσμα η λειτουργία του κινητήρα να γίνεται ηρεμότερη και η ροπή ομαλότερη.

Αρίθμηση κυλίνδρων: Η αρίθμηση των κυλίνδρων αρχίζει από εκείνη την πλευρά, η οποία βρίσκεται αντίθετα από την πλευρά εξόδου της κίνησης. Για την διάταξη κυλίνδρων V και Boxer, αρχίζει από την αριστερή σειρά των κυλίνδρων.

Σειρά ανάφλεξης σε πολυκύλινδρους κινητήρες: Αυτή δηλώνει με ποια διαδοχική σειρά, δημιουργούνται οι χρόνοι παραγωγής έργου στους επί μέρους κυλίνδρους ενός κινητήρα.

Έδρανα στροφαλοφόρου άξονα: Τα έδρανα βάσης του στροφαλοφόρου άξονα έχουν ως προορισμό την στήριξη και οδήγηση του άξονα.

Τα έδρανα βάσης είναι διαιρούμενου τύπου, όπου το ένα κομμάτι το οποίο ονομάζεται βάση είναι διαμορφωμένο στον κορμό του κινητήρα και το άλλο στερεώνεται με βίδες πάνω στην βάση και ονομάζεται καβαλέτο.

Τα δύο αυτά έδρανα αποτελούν την οπή μέσα στην οποία τοποθετούνται τα κουζινέτα τριβής και τα οποία τρίβονται πάνω στον στροφέα βάσης

του στροφαλοφόρου άξονα. Οι άξονες όλων των παραπάνω οπών πρέπει να ταυτίζονται απόλυτα.

		Κυλίνδρος	Χρόνοι	
Μονοκύλινδρος όρθιος 2 έδρανα			1 Επένδυση 2 Εξωνυγί 3 Αναρόρηση 4 Συμπίεση	Απόσταση ανάφλεξης 720°
Δικόλινδρος Boxer 2 έδρανα			1 2	Απόσταση ανάφλεξης 360°
Δικόλινδρος σειράς 2 έδρανα			1 2	Απόσταση ανάφλεξης 360°
Τρικόλινδρος σειράς 4 έδρανα			1 2 3	Απόσταση ανάφλεξης 240° Έδρα ανάφλεξης 1-3-2
Τετρακύλινδρος σειράς 5 έδρανα			1 2 3 4	Απόσταση ανάφλεξης 180° Έδρα ανάφλεξης 1-3-4-2 1-2-4-3
Τετρακύλινδρος Boxer 3 έδρανα			1 2 3 4	Απόσταση ανάφλεξης 180° Έδρα ανάφλεξης 1-4-3-2
Πεντακύλινδρος σειράς 6 έδρανα			1 2 3 4 5	Απόσταση ανάφλεξης 144° Έδρα ανάφλεξης 1-2-4-5-3
Επτακύλινδρος σειράς 7 έδρανα			1 2 3 4 5 6	Απόσταση ανάφλεξης 120° Έδρα ανάφλεξης 1-5-3-6-2-4 (ή 1-2-4-6-5-3) (ή 1-5-4-6-2-3)
Οκτακύλινδρος κινητήρας V-90° 5 έδρανα			1 2 3 4 5 6 7 8	Απόσταση ανάφλεξης 90° Συνήθεστη σειρά ανάφλεξης 1-8-2-7-4-5-3-6

Αποσβεστήρας στροφικών ταλαντώσεων: Λόγω των αναπτυσσόμενων δυνάμεων κατά την καύση του μίγματος στους επιμέρους κυλίνδρους, ο στροφαλοφόρος υποβάλλεται σε στροφικές ταλαντώσεις.

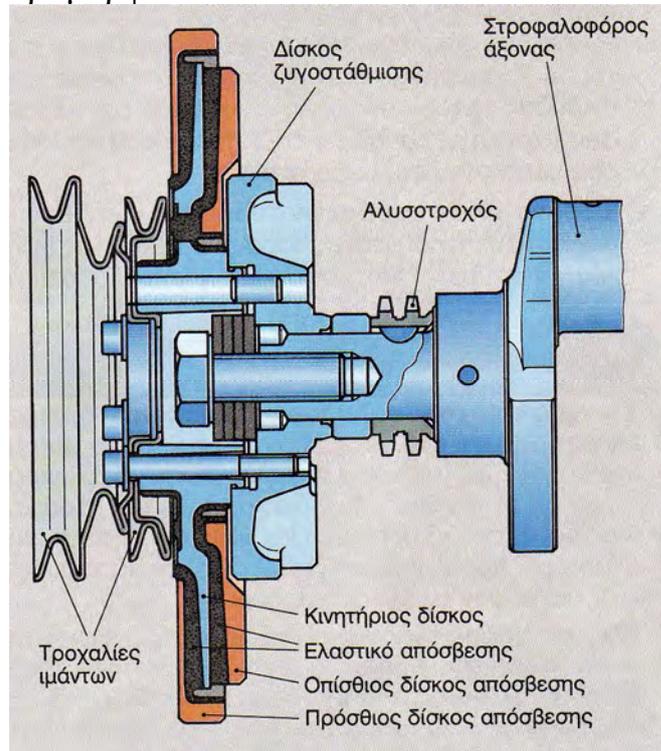
Εάν αυτές εμφανίζονται με τον ρυθμό της ιδιοσυχνότητας του στροφαλοφόρου (σε ορισμένους αριθμούς στροφών), τότε το πλάτος αυτών μπορεί να γίνει τόσο, ώστε να προκληθεί θραύση του άξονα.

Αποστολή αυτών των διατάξεων απόσβεσης των ταλαντώσεων είναι η εξουδετέρωση αυτού του φαινομένου.

Οι μάζες του αποσβεστήρα ταλαντώσεων είναι συνδεδεμένες ελαστικά με τον κινητήριο δίσκο μέσω καουτσούκ.

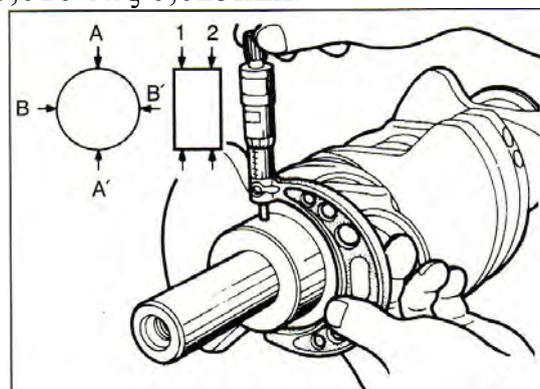
Ο κινητήριος δίσκος είναι συνδεδεμένος άκαμπτα με τον στροφαλοφόρο άξονα.

Εάν ο στροφαλοφόρος άξονας υποπέσει σε στροφικές ταλαντώσεις, τότε αποσβένονται αυτές λόγω της αδράνειας των μαζών απόσβεσης, ενώ το καουτσούκ παραμορφώνεται ελαστικά.



Φθορές στροφαλοφόρου άξονα: Οι φθορές που παρουσιάζονται στα κομβία βάσεως και μπιελών είναι ρωγμές, χαραγές, παραμορφώσεις κυλινδρικής διατομής και ελλειψοειδής παραμόρφωση.

Η ελλειψοειδής παραμόρφωση οφείλεται στις δυνάμεις που αναπτύσσονται στον χρόνο της εκτόνωσης και της συμπίεσης. Οι δυνάμεις αυτές, δημιουργούν τοπικές φθορές με αποτέλεσμα οι στροφείς να γίνονται πεπλατυσμένοι. Ο έλεγχος αυτών γίνεται σταυρωτά με μικρόμετρο. Η διαφορά τιμής των δύο διαμέτρων δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 0,010 έως 0,025mm.

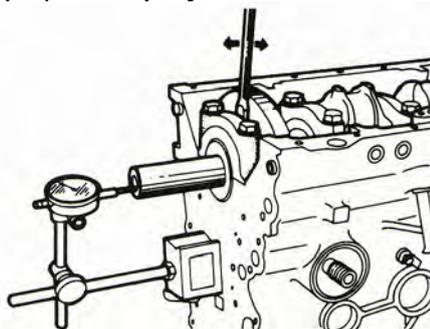


Κωνικότητα στροφέων: Η καταπόνηση κατά μήκος του στροφέα δεν είναι ίδια, αυτό γίνεται επειδή δεν συμπίπτουν απόλυτα οι νοητοί άξονες των στροφέων και των κουζινέτων, με αποτέλεσμα να παρουσιάζεται φθορά στον στροφέα που παίρνει μία κωνική περίπου μορφή. Η φθορά

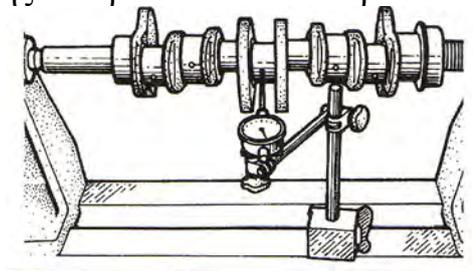
αυτή εντοπίζεται εάν μετρηθεί ο στροφέας με ένα μικρόμετρο στις θέσεις A-A και στις θέσεις B-B όπως φαίνεται στο παραπάνω σχήμα.

Η διαφορά των τιμών A-A και B-B δεν πρέπει να ξεπερνά τα 0,020 έως τα 0,025mm. Ο παραπάνω έλεγχος πρέπει να γίνεται και στα κουζινέτα και πρέπει να είναι μέσα στις προδιαγραφές του κατασκευαστή.

Έλεγχος αξονικού τζόγου: Με τον έλεγχο αυτό ελέγχουμε τους αξονικούς τριβείς (θρός). Ο έλεγχος γίνεται με την μετατόπιση του στροφαλοφόρου άξονα με ένα κατσαβίδι και τον έλεγχο της αξονικής μετατόπισης μέσω ενός ωρολογιακού μικρομέτρου. Ο αξονικός τζόγος δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερος από 0,25mm.



Έλεγχος στρέβλωσης στροφαλοφόρου άξονα: Τοποθετούμε τον άξονα σε μία ειδική βάση, περιστρέφουμε τον άξονα και με την βοήθεια ενός ωρολογιακού μικρομέτρου ελέγχουμε το μεσαίο κομβίο βάσης. Το μέγιστο όριο κάμψης θα πρέπει να είναι περίπου 0,03mm.



Έλεγχος του στροφαλοφόρου άξονα για στρέψη: Με το ωρολογιακό μικρόμετρο ελέγχουμε το ύψος που βρίσκονται δύο κομβία μπιελών. Ενδεικτικό σημάδι για πρόβλημα συστροφής των κομβίων μπιελών είναι όταν τα έμβολα δεν έρχονται κατά ζεύγη στο ΑΝΣ.

Έλεγχος επιπεδότητας της φλάντζας: Η φλάντζα του στροφαλοφόρου που πατάει το βολάν ελέγχεται ως προς την επιπεδότητά της με ωρολογιακό μικρόμετρο.

Έλεγχος αξονικού τζόγου στα κομβία των μπιελών: Με την βοήθεια ενός φίλλερ, ελέγχεται ο αξονικός τζόγος μεταξύ μπιέλας και στροφαλοφόρου άξονα. Η ανοχή μπορεί να κυμαίνεται από 0,25 έως 0,50mm.

Τριβείς (Κουζινέτα): Ο προορισμός των κουζινέτων είναι: Να κρατούν τα στρεφόμενα εξαρτήματα στην θέση τους, να αντέχουν στα τεράστια φορτία τα οποία προκαλούνται από την εκτόνωση των αερίων, να

παρέχουν μικρή σχετικά επιφάνεια τριβής στα στρεφόμενα εξαρτήματα και να είναι τέτοιας συνθέσεως ώστε να παρουσιάζουν την λιγότερη δυνατή τριβή, αλλά και να φθείρονται ευκολότερα από τα στρεφόμενα εξαρτήματα. Και αυτό γιατί είναι πιο οικονομικό να αντικατασταθούν τα κουζινέτα από τα στρεφόμενα εξαρτήματα.

Υλικό κατασκευής κουζινέτων: Για να ανταποκρίνονται τα κουζινέτα στον προορισμό τους, εκτός των άλλων, πρέπει το κράμα μετάλλων που κατασκευάζονται να έχει τις κατάλληλες ιδιότητες. Μερικά είδη κραμάτων που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή κουζινέτων είναι τα εξής: (πιο λεπτομερή ανάπτυξη γίνεται στο κεφάλαιο του πετρελαιοκινητήρα).

Αντιτριβικά κράματα με βάση τον κασσίτερο (λευκό μέταλλο κασσιτέρου).

Αντιτριβικά κράματα με βάση τον μόλυβδο (λευκό μέταλλο μολύβδου).

Αντιτριβικά κράματα με βάση το κάδμιο.

Αντιτριβικά κράματα με βάση τον χαλκό (κόκκινο κράμα).

Αντιτριβικά κράματα με βάση το αλουμίνιο.

Μπρούτζινα κουζινέτα.

Κουζινέτα με τρία στρώματα.

Τριβή και λίπανση: Όσο λεία και εάν φαίνεται μία επιφάνεια με το γυμνό μάτι, εάν εξετασθεί με κάποιο μικροσκόπιο θα παρατηρήσουμε ότι η επιφάνεια αποτελείται από πάρα πολλές εσοχές και εξοχές. Εάν η μία επιφάνεια θελήσει να κινηθεί πάνω στην άλλη επιφάνεια, τότε οι εσοχές της μιας θα βρίσκουν τις εξοχές της άλλης, με αποτέλεσμα την δημιουργία τριβής. Το ίδιο συμβαίνει με τα κουζινέτα και τον άξονα, η κίνηση του άξονα στο κουζινέτο προκαλεί τριβή, με αποτέλεσμα την δημιουργία θερμότητας και την σύντομη φθορά των τριβόμενων επιφανειών.

Ας υποθέσουμε τώρα ότι μεταξύ του κουζινέτου και του άξονα υπάρχει ένα λεπτό στρώμα λαδιού, το στρώμα αυτό εμποδίζει την εμπλοκή των εσοχών – εξοχών των δύο επιφανειών.

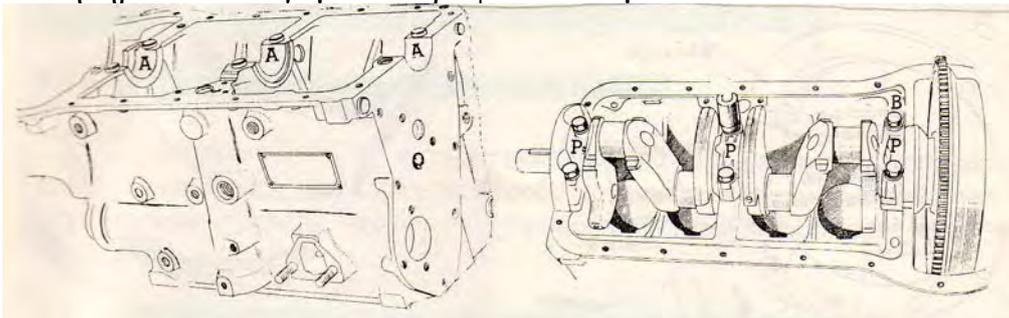
Τα μόρια του λαδιού συγκρατούνται μεταξύ τους με κάποια δύναμη που ονομάζεται συνοχή και η προσκόλληση των μορίων του λαδιού στις τριβόμενες επιφάνειες ονομάζεται συνάφεια.

Ας υποθέσουμε τώρα ότι το στρώμα του λαδιού, που βρίσκεται μεταξύ άξονα και κουζινέτου, αποτελείται από πέντε σειρές μορίων λαδιού που συγκρατούνται μεταξύ τους με την δύναμη της συνοχής. Η πρώτη και η Πέμπτη σειρά προσκολλούνται στις επιφάνειες άξονα και κουζινέτου με την δύναμη της συνάφειας του λαδιού. Κατά την κίνηση του άξονα μέσα στο κουζινέτο, η μικρή δύναμη της συνοχής των μορίων του λαδιού επιτρέπει να γλιστρούν το ένα πάνω στο άλλο στις ενδιάμεσες σειρές 2-3

και 4 και έτσι οι δύο τριβόμενες επιφάνειες κινούνται η μία πάνω στην άλλη σε στρώμα λαδιού.

Χρησιμοποιούμενα κουζινέτα στους κινητήρες: Τα βασικά σημεία όπου χρησιμοποιούνται κουζινέτα στον κινητήρα είναι: Δακτυλίδι πείρου εμβόλου, κουζινέτα (δακτυλίδια) εκκεντροφόρου άξονα, κουζινέτα διωστήρα (διαιρούμενα) και κουζινέτα βάσεως στροφαλοφόρου άξονα (διαιρούμενα).

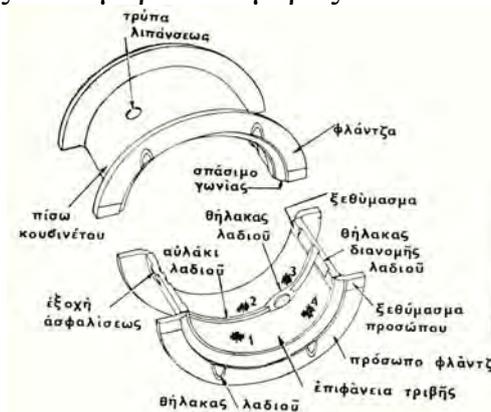
Κουζινέτα βάσεως στροφαλοφόρου άξονα: Τα κουζινέτα αυτά τοποθετούνται σε κοιλότητες (φωλίες), που βρίσκονται πάνω στο σώμα του κινητήρα στον λεγόμενο στροφαλοθάλαμο.



Τα κουζινέτα της βάσης του στροφαλοφόρου άξονα είναι διαιρούμενα. Το ένα μέρος (A) τοποθετείται σε φωλιά του στροφαλοθαλάμου και το άλλο μέρος στην φωλιά του καβαλέτου (P).

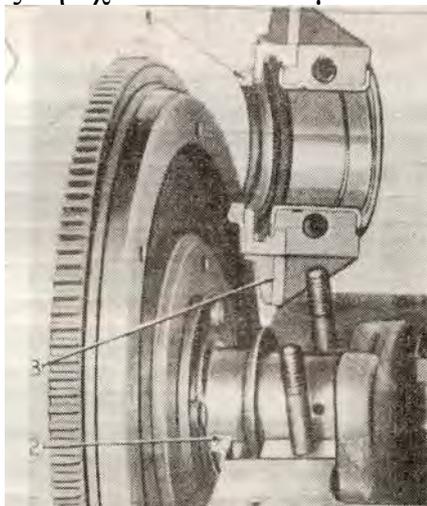
Τα κουζινέτα βάσεως του στροφαλοφόρου άξονα φθείρονται λίγο βραδύτερα από εκείνα των διωστήρων. Μάλιστα φθείρονται περισσότερο το κάτω μισό, δηλαδή του κουζινέτου του καβαλέτου, γιατί αυτό παίρνει το φορτίο της εκτόνωσης και το βάρος του στροφαλοφόρου άξονα.

Τα κουζινέτα βάσεως είναι κοινά (ώσης ή θρός), τα οποία έχουν να αντιμετωπίσουν επί πλέον και την αξονική πίεση του στροφαλοφόρου άξονα, που οφείλεται κυρίως στα ελατήρια του συμπλέκτη κατά την αποσύμπλεξη. Η αξονική αυτή πίεση, αντιμετωπίζεται από τα πρόσωπα της φλάντζας του κουζινέτου, που φέρει επίστρωση υλικού τριβής. Η φλάντζα αυτή ή είναι μονοκόμματη με το υπόλοιπο κουζινέτο ή είναι χωριστό κομμάτι. Το κουζινέτο ώσης σε ορισμένους κινητήρες, βρίσκεται τοποθετημένο στο πίσω μέρος του κινητήρα, σε άλλους στο μέσον και σε άλλους στο εμπρόσθιο μέρος.



Το κουζινέτο βάσης που βρίσκεται στο πίσω μέρος του κινητήρα (κοντά στον σφόνδυλο), είναι συνήθως μεγαλύτερου μήκους και μεγαλύτερης διαμέτρου από τα άλλα.

Στο καβαλέτο και στην βάση, υπάρχει μία υποδοχή στην οποία τοποθετείται η τσιμούχα του στροφάλου. Η τσιμούχα αυτή εμποδίζει την διαφυγή λαδιού προς την χελώνα του συμπλέκτη.



Το πάχος του υλικού τριβής του κουζινέτου πρέπει να είναι κανονικό, όσο δηλαδή ορίζει ο κατασκευαστής, γιατί κατά την λειτουργία του κινητήρα στο λάδι λίπανσης κυκλοφορεί πολλές ακαθαρσίες οι οποίες σφηνώνονται μέσα στο υλικό τριβής του κουζινέτου και έτσι δημιουργούνται ανωμαλίες στην λειτουργία και στο χρόνο φθοράς των εξαρτημάτων. Εάν το πάχος του υλικού τριβής του κουζινέτου είναι κανονικό, τότε οι ακαθαρσίες κρύβονται μέσα σε αυτό εξολοκλήρου και δεν προκαλούν φθορές.

Οι φωλιές του στροφαλοθαλάμου και του διωστήρα πρέπει να είναι απόλυτα κυκλικές, κάθε τυχόν ανακρίβεια θα αντιγραφεί και στα κουζινέτα και θα μας δώσει ανώμαλη λειτουργία του κινητήρα.

Ο αέρας της συναρμογής άξονα και κουζινέτου, εφόσον ο άξονας και η φωλιά του κουζινέτου είναι σωστές, τότε το κουζινέτο που ορίζει ο κατασκευαστής θα παρουσιάσει τον κανονικό αέρα της συναρμογής.

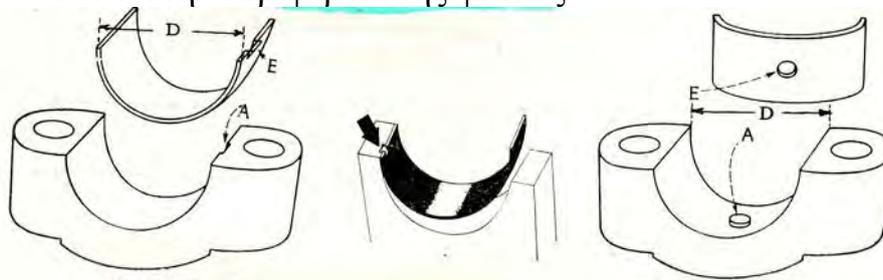
Όταν ένας κινητήρας λειτουργήσει για μεγάλο χρονικό διάστημα, είναι φυσικό να φθαρούν τα κομβία του στροφαλοφόρου άξονα. Σε τέτοια περίπτωση κάνουμε ρεκτιφιέ στα κομβία και η διάμετρός τους γίνεται μικρότερη της αρχικής. Επομένως πρέπει να χρησιμοποιήσουμε κουζινέτα μικρότερης διαμέτρου (αντερσαίζ), που προβλέπονται από τον κατασκευαστή.

Συγκράτηση των κουζινέτων στις φωλιές: Για να συγκρατούνται τα κουζινέτα στην θέση τους, δηλαδή να εμποδίζεται η περιστροφή τους μέσα στις φωλιές και η κατά άξονα μετάθεσή τους, πρέπει στην άκρη της φωλιάς να έχει κοπεί ένα αυλάκι και στην άκρη του κουζινέτου να υπάρχει μία αντίστοιχη εξοχή. Όταν τοποθετείται το κουζινέτο στην

φωλιά πρέπει η εξοχή του να κουμπώνει στην αντίστοιχη εσοχή της φωλιάς, για να εξασφαλίζεται η συγκράτησή τους. Εκτός αυτού μπορεί να υπάρχει στο μέσον της φωλιάς, μία κυλινδρική εξοχή και στο κουζινέτο μία αντίστοιχη οπή.

Εφαρμογή των κουζινέτων στις φωλιές: Τα κουζινέτα που θα τοποθετηθούν στις φωλιές θα πρέπει οι φωλιές να είναι καθαρές, καθώς και οι τρύπες λίπανσης.

Οι κατασκευαστές κάνουν την διάμετρο του κουζινέτου λίγο μεγαλύτερη από αυτήν της φωλιάς και αυτό γίνεται για να χρειαστεί λίγη πίεση για να εφαρμόσει καλά το κουζινέτο στην φωλιά του. Επίσης οι κατασκευαστές κάνουν το κουζινέτο λίγο πιο ψηλό, έτσι ώστε όταν συναρμολογηθεί το κουζινέτο, το ένα μισό να πιέζει το άλλο μισό και να δημιουργείται μία ακτινική πίεση στο κουζινέτο, η οποία θα κάνει το κουζινέτο να εφάπτεται τέλεια στην περιφέρεια της φωλιάς του.



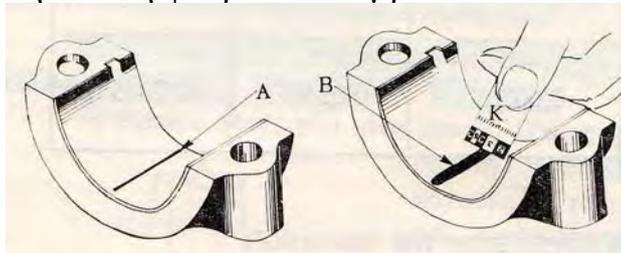
Πρέπει ακόμα να προσεχθεί ότι για να έχουμε σωστή εφαρμογή και κανονική λειτουργία των κουζινέτων, είναι ανάγκη να σφίγγουμε όλα τα καβαλέτα με την ίδια δύναμη σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή. Για την δουλειά αυτή πρέπει να χρησιμοποιούμε δυναμόκλειδο.

Αυλάκια λίπανσης: Η μεγάλη ταχύτητα περιστροφής του άξονα βοηθά στην ταχεία ροή λαδιού γύρω από τον άξονα. Η μεγάλη πίεση εμποδίζει την δημιουργία του απαραίτητου στρώματος λαδιού, διώχνοντας το λάδι μεταξύ των επιφανειών κουζινέτου και άξονος. Σε περίπτωση που ταχύτητα και φορτίο βρίσκονται σε κρίσιμο σημείο τότε μας εξυπηρετούν τα αυλάκια λίπανσης των κουζινέτων, τα οποία μοιράζουν καταλλήλως το λάδι και βοηθούν στην παραμονή στρώματος λαδιού στην επιφάνεια πίεσης. Μερικά αυλάκια χρησιμεύουν ακόμα και για να φέρουν ή να στείλουν λάδι σε άλλα εξαρτήματα του κινητήρα.

Για όλα τα παραπάνω είναι απαραίτητο όταν γίνεται αντικατάσταση των παλαιών κουζινέτων με καινούργια, να προσεχθεί η θέση των αυλακίων και οι τρύπες λίπανσης των κουζινέτων.

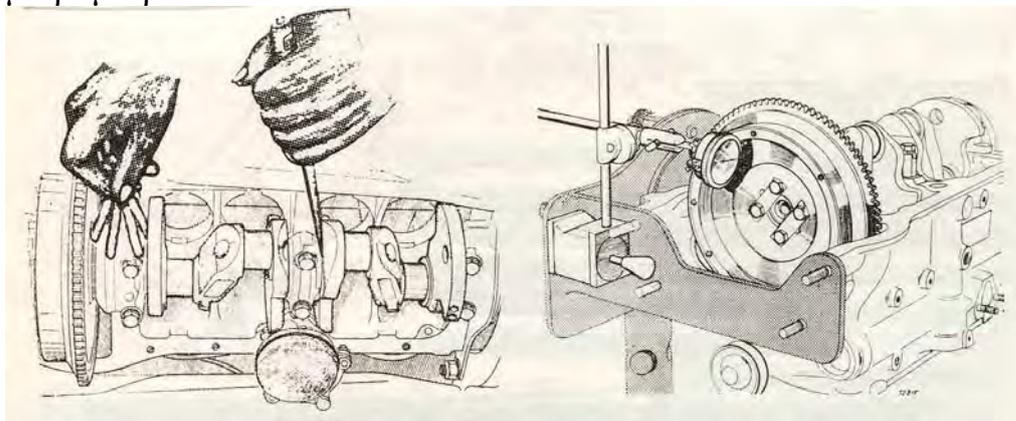
Αέρας μεταξύ κουζινέτου και άξονα: Όταν λέμε αέρα, εννοούμε την διαφορά των διαστάσεων μεταξύ άξονα και κουζινέτου. Το διάκενο αυτό πρέπει να είναι τόσο, όσο χρειάζεται για να παρεμβάλλεται μεταξύ των τριβόμενων επιφανειών ένα λεπτό στρώμα λαδιού. Για τον έλεγχο του αέρα, χρησιμοποιείται ένα πλαστικό σύρμα (πλαστιγκέιτς). Κόβουμε

λοιπόν ένα κομμάτι από αυτό το σύρμα (4mm), και το τοποθετούμε πάνω στο κουζινέτο του καβαλέτου του διωστήρα, σφίγγουμε το καβαλέτο με δυναμόκλειδο και κατόπιν το ξεσφίγγουμε. Μετράμε με μία κλίμακα που προσφέρεται, το πλάτος του πατημένου σύρματος και βγάζουμε τον αέρα της συναρμογής. Τυχόν αισθητή διαφορά πλάτους στο σύρμα σημαίνει κωνικότητα ή άλλη τοπική φθορά του κομβίου.



Αξονικό παίξιμο (τζόγος): Όταν λέμε αξονικό τζόγο εννοούμε ότι ο στροφαλοφόρος άξονας, όταν ο κινητήρας είναι κρύος, έχει την δυνατότητα να κινείται λίγο εμπρός και πίσω. Με άλλα λόγια πρέπει να υπάρχει λίγος αέρας μεταξύ προσώπου φλάντζας του κουζινέτου ώσης και προσώπου κομβίου του στροφαλοφόρου. Ο αέρας αυτός είναι απαραίτητος για τις διαστολές του στροφαλοφόρου όταν θερμανθεί ο κινητήρας. Εφ' όσον όμως υπάρχει κάποιος τζόγος στο κουζινέτο ώσης, θα πρέπει απαραίτητως να υπάρχει και στα υπόλοιπα κουζινέτα βάσεως και τα κουζινέτα των διωστήρων.

Ο έλεγχος του αξονικού τζόγου γίνεται με φίλλερ ή με ωρολογιακό μικρόμετρο.



Στις εικόνες παρατηρείται την διαδικασία του ελέγχου. Μεγάλος αξονικός τζόγος προκαλεί ένα κτύπημα όταν ο κινητήρας εργάζεται στο ρελαντί. Για να εξακριβώσουμε ότι ο κτύπος προέρχεται από τον τζόγο πατάμε ελαφρά το πεντάλ του συμπλέκτη, την ώρα του κτύπου, οπότε κατά το πάτημα του πεντάλ ο κτύπος πρέπει να σταματά. Μικρός τζόγος προκαλεί υπερθέρμανση και κάψιμο των κουζινέτων.

Βλάβες κουζινέτων: Μερικές από τις βλάβες που μπορούν να επιδράσουν στην πρόωρη φθορά των κουζινέτων είναι: Από ακαθαρσίες μέσα ή επάνω στο αντιτριβικό κράμα του κουζινέτου που προκαλεί ζημιά τόσο στο κουζινέτο αλλά και στον άξονα, μερικές φορές δε γίνεται

εμπόδιο στην δίοδο του λαδιού με αποτέλεσμα την υπερθέρμανση του κουζινέτου. Άλλη βλάβη είναι οι ακαθαρσίες μεταξύ εξωτερικής επιφάνειας του κουζινέτου και φωλιάς, με αποτέλεσμα να μην μεταφέρεται σωστά η θερμότητα που παράγεται από την τριβή στα κρύα τοιχώματα του στροφαλοθαλάμου. Έλλειψη λιπάνσεως, εδώ επισημαίνεται εκτός του ρόλου της λίπανσης στις τριβόμενες επιφάνειες που παίζει το λάδι, παίζει και έναν άλλο ρόλο που είναι ο ρόλος της ψύξης των επιφανειών, οπότε κρίνεται απαραίτητη η παρουσία του στις τριβόμενες επιφάνειες για τους λόγους που αναφέραμε. Άλλη βλάβη είναι λύγισμα ή συστρόφη του διωστήρα, ένας τέτοιος λοιπόν διωστήρας εκτός της ζημιάς που θα μπορούσε να κάνει στο έμβολο, θα κάνει και ζημιά και στα κουζινέτα του διωστήρα.

Άλλη βλάβη είναι η στρέβλωση (πετσκάρισμα) του στροφαλοθαλάμου, η βλάβη αυτή μεταθέτει τις φωλιές έτσι, ώστε να μετατεθεί ο νοητός άξονας, με την μεγαλύτερη μετατόπιση στην μεσαία φωλιά, με αποτέλεσμα φθορά στα κουζινέτα βάσης.

Άλλη βλάβη είναι το αντικανονικό κάθισμα των κουζινέτων στις φωλιές τους, (επισημαίνεται το σωστό κάθισμα βοηθά στην απαγωγή της θερμότητας στον στροφαλοθάλαμο), με αποτέλεσμα να υπερθερμαίνονται και να φθείρονται γρηγορότερα.

Άλλη βλάβη είναι η παράκεντρη τοποθέτηση του καβαλέτου, οφείλεται κυρίως σε μη σωστό σφίξιμο και έχει σαν αποτέλεσμα την τριβή του άξονα στα σημεία που είναι πιο σφικτά και φυσικά πρόωρη φθορά του κουζινέτου.

Άλλη βλάβη είναι η χρησιμοποίηση κράματος κακής σύνθεσης.

Στα κουζινέτα διωστήρα, ο μεγάλος αέρας δημιουργεί κτύπημα που γίνεται αντιληπτό σαν μεταλλικός κτύπος όταν ο κινητήρας λειτουργεί σε στροφές ρελαντί ή σε επιτάχυνση. Για να βρούμε ποιος διωστήρας έχει την φθορά, ένας πρακτικός τρόπος είναι με τον κινητήρα σε στροφές ρελαντί να βραχυκυκλώσουμε τα μπουζί διαδοχικά, έως ότου ανακαλύψουμε σε ποιόν κύλινδρο υπάρχει φθορά, στο κουζινέτο του διωστήρα, λόγω διακοπής του κτύπου.

ΣΦΟΝΔΥΛΟΣ:

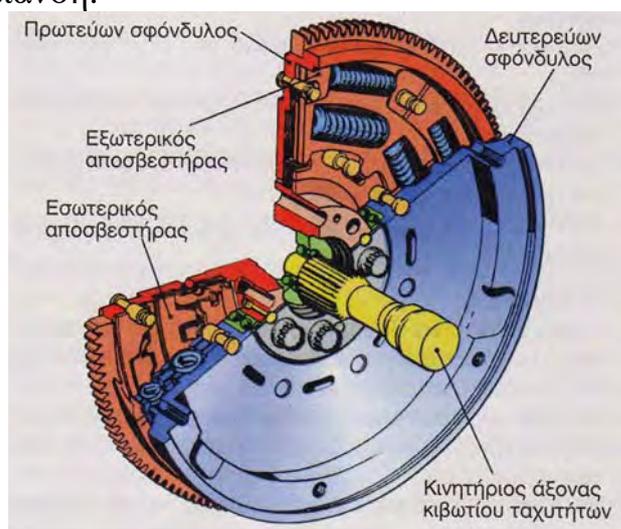
Προορισμός: Ο σφόνδυλος ή βολάν είναι ένας αρκετά βαρύς μεταλλικός δίσκος με μεγάλη μάζα, που αποθηκεύει ενέργεια από τον ωφέλιμο χρόνο της εκτόνωσης και στην συνέχεια την προσφέρει για να πραγματοποιηθούν οι υπόλοιποι 3 παθητικοί χρόνοι του κύκλου λειτουργίας του 4χρονου κινητήρα. Όσοι περισσότεροι κύλινδροι έχει ο κινητήρας, τόσο μικρότερο βάρος θα έχει ο σφόνδυλος και αυτό γιατί οι νεκροί χρόνοι του ενός κυλίνδρου, καλύπτονται από την εκτόνωση που τυχαίνει να κάνει κάποιος άλλος κύλινδρος.

Πάνω στην περιφέρεια του σφονδύλου βρίσκεται η οδοντωτή στεφάνη, όπου επάνω της εμπλέκεται το γρανάζι της μίζας.

Συνδέεται με τον στροφαλοφόρο άξονα και η εξωτερική του επιφάνεια είναι η επιφάνεια λειτουργίας του συμπλέκτη.

Υλικό κατασκευής: Ο σφόνδυλος κατασκευάζεται από χυτοσίδηρο ή χάλυβα και υποβάλλεται σε έλεγχο ζυγοστάθμισης.

Ο έλεγχος επιπεδότητας: Ο έλεγχος του σφονδύλου γίνεται με ωρολογιακό μικρόμετρο. Το όργανο τοποθετείται σε τέτοια θέση, ώστε η ακίδα του να ακουμπά ελεύθερα στην επιφάνεια του σφονδύλου, κατόπιν στρέφουμε τον σφόνδυλο, η διαφορά των μετρήσεων του μικρομέτρου δεν πρέπει να ξεπερνά τις τιμές του κατασκευαστή (από 0,5 έως 1,5mm). Διαφορά μετρήσεων μεγαλύτερη από το κανονικό χρειάζεται ο σφόνδυλος λείανση.



Στην παραπάνω εικόνα βλέπουμε έναν σφόνδυλο δύο μαζών με αποσβεστήρες στροφικών ταλαντώσεων, ο σφόνδυλος αυτός έχει κάποια πλεονεκτήματα εν' σχέση με τον συμβατικό σφόνδυλο τα οποία είναι: Ελάττωση θορύβων κιβωτίου ταχυτήτων και αμαξώματος, προστασία των εξαρτημάτων του κινητήρα, μικρότερη φθορά των εξαρτημάτων συγχρονισμού κιβωτίου ταχυτήτων και τέλος δεν απαιτείται στον δίσκο του συμπλέκτη αποσβεστήρας στροφικών ταλαντώσεων.

ΕΛΑΙΟΛΕΚΑΝΗ ή ΚΑΡΤΕΡ:

Προορισμός: Ο προορισμός της ελαιολεκάνης είναι να κλείνει και να στεγανοποιεί τον κινητήρα στην βάση του. Να αποθηκεύει την ποσότητα λαδιού που απαιτείται για την λίπανση του κινητήρα. Και να ψύχει το λάδι που συγκεντρώνεται σε αυτήν.

Υλικό κατασκευής: Συνήθως το κάρτερ κατασκευάζεται από χάλυβα ή από κράμα αλουμινίου.

Το κάρτερ είναι κατασκευασμένο έτσι, ώστε να συγκλίνει σε ένα σχετικά μικρό εμβαδόν τμήμα που βρίσκεται στο χαμηλότερο σημείο του κινητήρα, εκεί συγκεντρώνεται μία ποσότητα λαδιού και από εκεί αναρροφά η αντλία λαδιού, μέσω ενός μεταλλικού πλέγματος φίλτρου.

Εσωτερικά η δεξαμενή φέρει κατάλληλα διαφράγματα τα οποία εμποδίζουν τις απότομες μετακινήσεις του λαδιού, ώστε να μην υπάρχει

περίπτωση να μείνει η περιοχή αναρρόφησης της αντλίας χωρίς λάδι. Στο χαμηλότερο σημείο της δεξαμενής υπάρχει και μία τάπα για την αφαίρεση του λαδιού.

ΚΑΘΡΕΠΤΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ: Ο καθρέπτης είναι το κάλυμμα της μετωπικής επιφάνειας του κινητήρα. Το κάλυμμα αυτό στεγανοποιεί τον κινητήρα μετωπικά. Στερεώνεται συνήθως επάνω του η τσιμούχα του στροφαλοφόρου άξονα και έχει χαραγμένα τα διάφορα σημάδια χρονισμού του κινητήρα. Ο καθρέπτης κατασκευάζεται ως συνήθως από κράματα αλουμινίου.

ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΚΑΙ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ:

Προορισμός: Το σύστημα διανομής καυσίμου είναι το σύστημα που διανέμει το καύσιμο στον κάθε κύλινδρο ξεχωριστά και φροντίζει για την σωστή έξοδο των καυσαερίων. Το σύστημα διανομής αποτελείται από τον εκκεντροφόρο άξονα, τις βαλβίδες και τους μηχανισμούς κίνησης των εξαρτημάτων.

Εκκεντροφόρος άξονας: Ο εκκεντροφόρος άξονας είναι ένας άξονας που στηρίζεται πάνω σε στροφείς βάσεως και ο αριθμός τους εξαρτάται από τον αριθμό των κυλίνδρων του κινητήρα. Ο άξονας αυτός φέρει μία σειρά από έκκεντρα (λοβούς), ίσο με τον αριθμό των βαλβίδων του κινητήρα.

Προορισμός εκκεντροφόρου άξονα: Ο προορισμός του εκκεντροφόρου άξονα είναι να κινεί τις βαλβίδες στην κατάλληλη χρονική στιγμή και με την σωστή διαδοχική σειρά και ακόμα να επιτρέπει το κλείσιμό τους μέσω ελατηρίων των βαλβίδων.

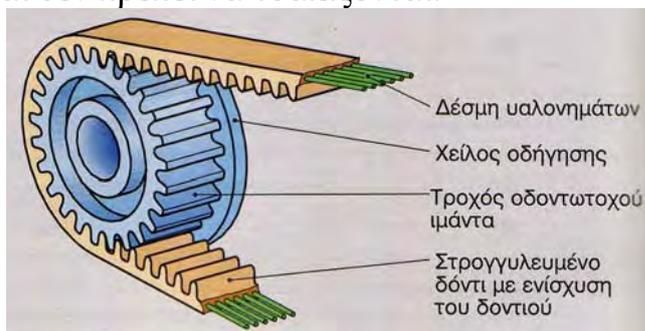


Υλικό κατασκευής εκκεντροφόρου άξονα: Ο εκκεντροφόρος άξονας κατασκευάζεται από σφυρήλατο χάλυβα ή από χυτό άξονα με μεγάλη ακρίβεια στην κατασκευή. Οι θέσεις των εδράνων του άξονα και των λοβών έχουν επιφανειακή βαφή (σκληρύνηση). Ο εκκεντροφόρος εδράζεται σε έδρανα βάσης της κεφαλής των κυλίνδρων ή στον κορμό του κινητήρα.

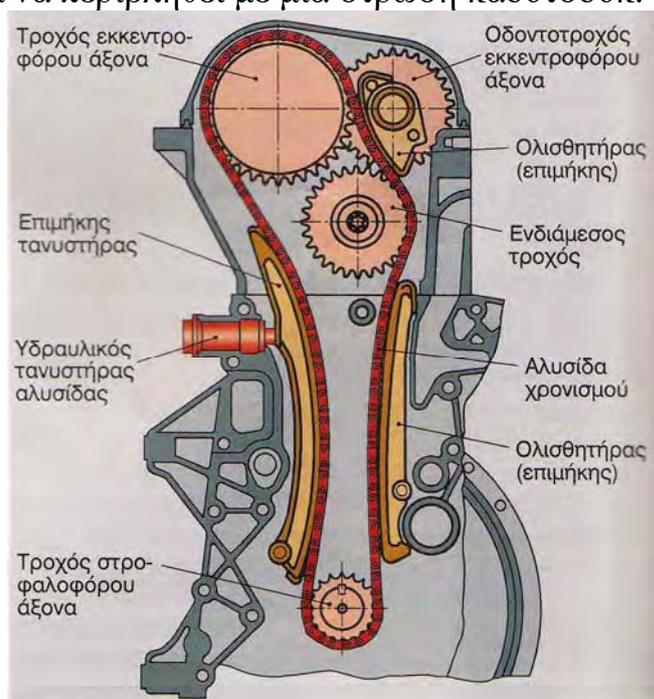
Κίνηση του εκκεντροφόρου άξονα: Η κίνηση του εκκεντροφόρου άξονα γίνεται συνήθως με οδοντωτό μίαντα και οδοντοτροχούς μαντοκίνησης, με αλυσοτροχούς και αλυσίδα και σε πετρελαιοκινητήρες με οδοντοτροχούς λοξής οδόντωσης.

Κίνηση εκκεντροφόρου άξονα με οδοντωτό μίαντα: Οι μίαντες αυτοί κατασκευάζονται από συνθετικά υλικά. Ο οδοντωτός μίαντας κυλιέται σε οδοντωτή τροχαλία και εμποδίζεται η πλευρική διαφυγή του μίαντα από ένα χείλος οδήγησης. Οι οδοντωτοί μίαντες έχουν ελάχιστη μάζα,

αθόρυβη λειτουργία, μικρό κόστος αγοράς, χρειάζονται ελάχιστη προένταση, δεν χρειάζονται λίπανση. Πρέπει να διατηρούνται καθαροί από λάδια και δεν πρέπει να τσακίζονται.



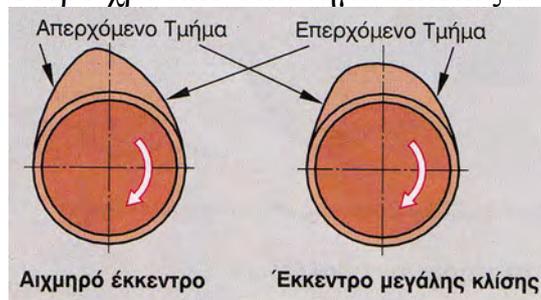
Αλυσοκίνηση εκκεντροφόρου άξονα: Χρησιμοποιείται για τις περιπτώσεις που πρέπει να μεταφερθούν μεγάλες δυνάμεις και πρέπει να τηρηθεί ο χρονισμός του κινητήρα με ακρίβεια. Η διατήρηση της τάνυσης της αλυσίδας επιτυγχάνεται με έναν τανυστήρα αλυσίδας. Για την απόσβεση των θορύβων της αλυσίδας, οδηγείται αυτή μέσα σε ολισθητήρες από πλαστικό, ενώ ο οδοντοτροχός του στροφαλοφόρου άξονα μπορεί να περιβληθεί με μία στρώση καουτσούκ.



Κίνηση εκκεντροφόρου άξονα με οδοντοτροχούς: Η κίνηση μεταφέρεται από του στροφαλοφόρο άξονα στον εκκεντροφόρο, που βρίσκεται στον κορμό του κινητήρα, με οδοντωτούς τροχούς λοξής οδόντωσης, για την απόσβεση των θορύβων λειτουργίας. Ο τρόπος αυτός της μετάδοσης της κίνησης χρησιμοποιείται συνήθως στους πετρελαιοκινητήρες, όπου μπορεί να παρεμβάλλεται και ενδιάμεσο γρανάζι μεταφοράς της κίνησης.

Γωνιακή διάταξη έκκεντρων εκκεντροφόρου άξονα: Η χρονική διάρκεια που η βαλβίδα παραμένει ανοικτή, η διαδρομή της βαλβίδας και

η μορφή της κίνησής της, κατά το άνοιγμα και κατά το κλείσιμό της, καθορίζονται από το σχήμα του έκκεντρου του εκκεντροφόρου άξονα. Εάν το έκκεντρο είναι αιχμηρό (ωσειδές), τότε η βαλβίδα ανοίγει και κλείνει αργά και παραμένει λίγο χρόνο τελείως ανοικτή. Στα έκκεντρα μεγάλης κλίσης, ανοίγει και κλείνει η βαλβίδα γρήγορα και παραμένει μεγαλύτερο χρονικό διάστημα τελείως ανοικτή.



Συχνά κατασκευάζονται και έκκεντρα ασύμμετρα. Το απερχόμενο σκέλος με μικρότερη κλίση, προκαλεί άνοιγμα της βαλβίδας με αργή κίνηση, ενώ το μεγάλης κλίσης απερχόμενο σκέλος, επιτρέπει να παραμείνει η βαλβίδα ανοικτή μεγαλύτερο χρόνο και με ταχύτερο κλείσιμο.

Η γωνιακή διάταξη των έκκεντρων του εκκεντροφόρου άξονα εξαρτάται: Από τον αριθμό των κυλίνδρων του κινητήρα, την σειρά ανάφλεξης, καθώς και από τις γωνίες προπορείας – βραδυπορείας στο άνοιγμα των βαλβίδων.

Ο εκκεντροφόρος άξονας κινείται με τις μισές στροφές του στροφαλοφόρου άξονα, επομένως έχει σχέση μετάδοσης 2 προς 1.

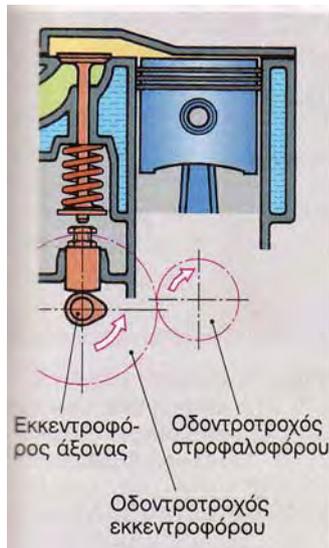
Θέσεις εκκεντροφόρου άξονα: Οι θέσεις του εκκεντροφόρου άξονα εξαρτώνται από την σχεδίαση του κινητήρα και από την θέση που βρίσκονται οι βαλβίδες. Βάσει λοιπόν αυτών έχουμε:

Κινητήρες με βαλβίδες στην κεφαλή των κυλίνδρων και τον εκκεντροφόρο άξονα στα πλάγια του κινητήρα:



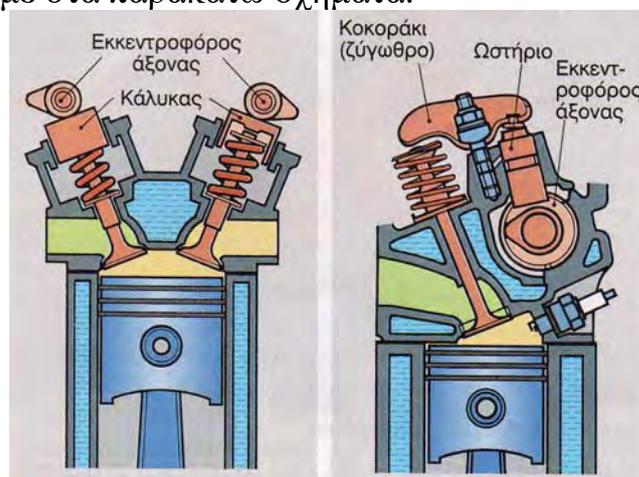
Για να φτάσει η κίνηση στις βαλβίδες από τον εκκεντροφόρο άξονα χρησιμοποιείται ένας κινηματικός μηχανισμός που περιλαμβάνει: Το έκκεντρο, το ωστήριο, την ωστική ράβδο, το ζύγωθρο (κοκκοράκι), τον άξονα (πιανόλα) και την βαλβίδα.

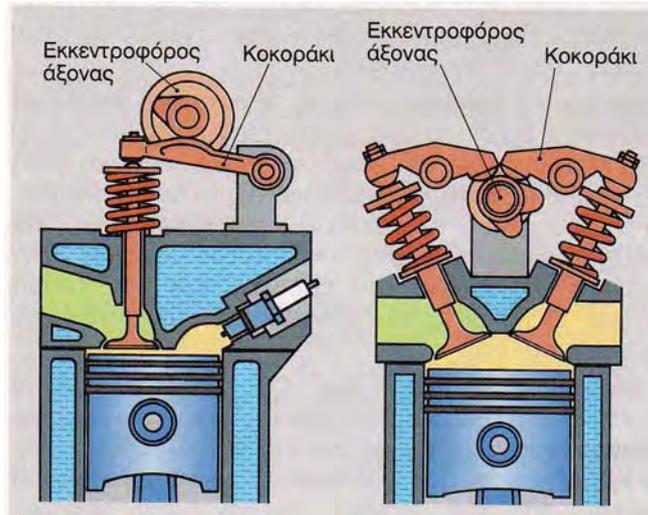
Κινητήρες ελεγχόμενοι από κάτω: Στους κινητήρες αυτούς οι βαλβίδες είναι όρθιες, ο κινητήρας έχει ακατάλληλη μορφή χώρου καύσης, για αυτό δεν κατασκευάζονται πλέον.



Κινητήρες με τις βαλβίδες και τον εκκεντροφόρο στην κεφαλή των κυλίνδρων: Ο εκκεντροφόρος μπορεί να τοποθετηθεί στην κεφαλή του κινητήρα και οι βαλβίδες ανοίγουν απ' ευθείας από τον εκκεντροφόρο άξονα, δεν υπάρχει δηλαδή ο κινηματικός μηχανισμός. Παρεμβάλλεται όμως ανάμεσα στο στέλεχος της βαλβίδας και τον εκκεντροφόρο άξονα ένα ωστήριο, που στο πάνω μέρος του έχει μία κοιλότητα. Στην κοιλότητα αυτή τοποθετείται ένας μεταλλικός δίσκος (πλακάκι), το οποίο έρχεται σε άμεση επαφή με το έκκεντρο του άξονα. Εάν αλλαχθεί το πλακάκι αυτό με άλλο διαφορετικού πάχους, γίνεται η ρύθμιση του διακένου της βαλβίδας.

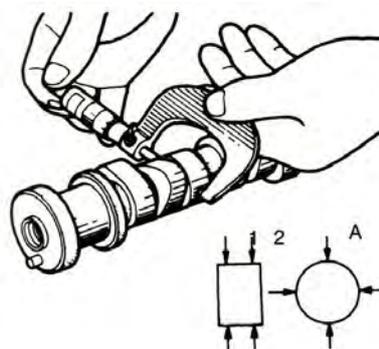
Υπάρχουν πολλοί τύποι κινητήρων με τον εκκεντροφόρο επικεφαλής όπως βλέπουμε στα παρακάτω σχήματα.



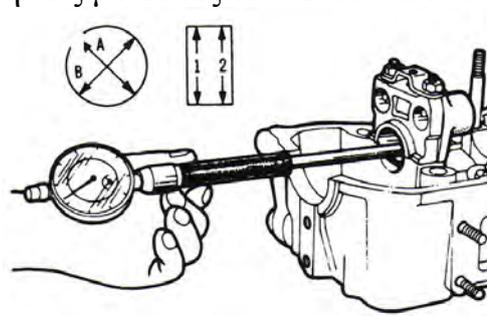


Έλεγχος φθορών εκκεντροφόρου άξονα: Οι έλεγχοι που κάνουμε στον εκκεντροφόρο άξονα για εντοπισμό τυχόν φθορών είναι οι εξής:

Έλεγχος φθορών στροφέα – τριβέα: Ο έλεγχος για την μέτρηση της φθοράς μεταξύ των στροφέων και των τριβέων του εκκεντροφόρου άξονα, γίνεται με ένα απλό μικρόμετρο εσωτερικών και εξωτερικών διαστάσεων. Για τον έλεγχο των στροφέων του άξονα μετράται σταυρωτά η διάμετρος του στροφέα. Οι τιμές της μέτρησης πρέπει να είναι μέσα στις ανοχές που ορίζει ο κατασκευαστής (μικρότερες του 0,10mm).



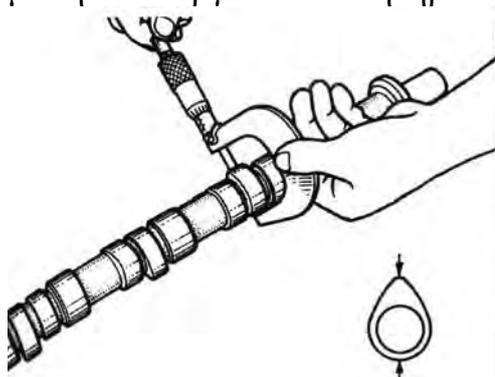
Αντίστοιχα μετρώνται σταυρωτά και οι τριβείς (δακτυλίδια), και ελέγχονται οι μετρήσεις με αυτές του κατασκευαστή.



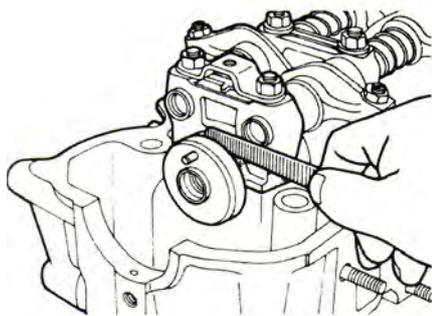
Η μέτρηση της επιτρεπόμενης ανοχής μεταξύ στροφέα και τριβέα, είναι η διαφορά μεταξύ της τιμής της διαμέτρου του στροφέα και του τριβέα. Αυτή η διαφορά πρέπει να είναι μέσα στα όρια ανοχών που ορίζονται από τον κατασκευαστή και είναι μικρότερη από 0,20mm.

Εάν οι τριβείς είναι διαιρούμενοι, δηλαδή εάν ο εκκεντροφόρος είναι επικεφαλής και υπάρχουν καβαλέτα, τότε ο έλεγχος της ανοχής μπορεί να γίνει και με Plastigage, όπως είπαμε και στον έλεγχο του στροφαλοφόρου άξονα.

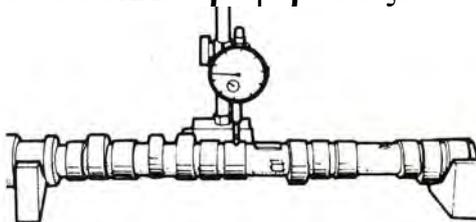
Έλεγχος φθοράς έκκεντρων εκκεντροφόρου άξονα: Η μέτρηση γίνεται με μικρόμετρο και η τιμή της μέτρησης πρέπει να είναι η οριζόμενη από τον κατασκευαστή. Συνήθως η μέγιστη ανοχή φθοράς των έκκεντρων εισαγωγής και εξαγωγής είναι περίπου 0,5mm. Μεγαλύτερη φθορά ακόμη και εάν καλυφθεί από την ρύθμιση των βαλβίδων, δημιουργεί πρόβλημα στην ομαλή λειτουργία του κινητήρα.



Έλεγχος αξονικού τζόγου εκκεντροφόρου άξονα: Ο εκκεντροφόρος άξονας με την βοήθεια ενός κατασβιδιού, μετακινείται τέρμα δεξιά ή τέρμα αριστερά και χρησιμοποιώντας ένα φίλλερ, όπου μετράται ο αξονικός τζόγος. Η τιμή της μέτρησης πρέπει να βρίσκεται μέσα στις προδιαγραφές του κατασκευαστή. Ενδεικτική τιμή ανοχής αξονικού τζόγου είναι τα 0,4mm. Επίσης ο έλεγχος μπορεί να γίνει και με ωρολογιακό μικρόμετρο.



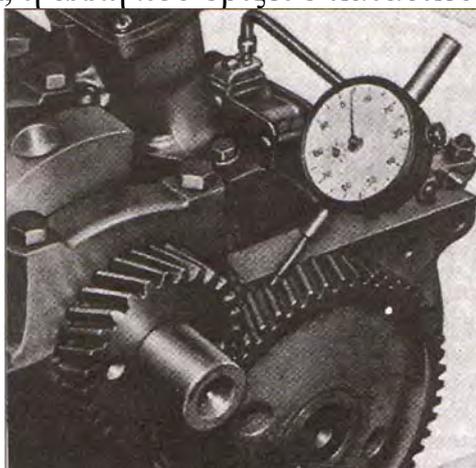
Έλεγχος για λύγισμα του εκκεντροφόρου άξονα: Ο έλεγχος για



στρέβλωση – λύγισμα του εκκεντροφόρου άξονα γίνεται με την τοποθέτηση του άξονα σε δύο βάσεις και στο κέντρο την τοποθέτηση ενός ωρολογιακού μικρομέτρου. Ο άξονας περιστρέφεται και ελέγχονται

οι ενδείξεις του οργάνου, οι οποίες θα πρέπει να βρίσκονται μέσα στα όρια του κατασκευαστή. Συνήθως επιτρεπόμενη τιμή για το βέλος κάμψης είναι μέχρι 0,02mm.

Έλεγχος του τζόγου εμπλοκής γραναζιών: Για τον έλεγχο του τζόγου εμπλοκής των γραναζιών μεταξύ τους, χρησιμοποιείται πάλι το ωρολογιακό μικρόμετρο. Το μικρόμετρο τοποθετείται σε τέτοια θέση που η ακίδα του να ακουμπά σε κάποιο δόντι των γραναζιών. Το γρανάζι περιστρέφεται με το χέρι και ελέγχουμε τις ενδείξεις του οργάνου. Ο τζόγος δίνεται από την διαφορά των ενδείξεων του οργάνου και είναι περίπου 0,05mm, ή άλλη που ορίζει ο κατασκευαστής.



Έλεγχος φθοράς – τζόγου αλυσίδας μετάδοσης της κίνησης: Η αντικατάσταση της αλυσίδας πρέπει να γίνεται μέσα στις χρονικές προδιαγραφές του κατασκευαστή. Με την βοήθεια ενός δυναμόκλειδου τα γρανάζια του στροφαλοφόρου – εκκεντροφόρου περιστρέφονται δεξιά – αριστερά και μετράται η απόσταση που μετακινείται η αλυσίδα. Η απόσταση αυτή δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 3,175mm, σε αντίθετη περίπτωση, όταν η φθορά της αλυσίδας χρονισμού είναι μεγάλη, έχει σαν αποτέλεσμα να προξενεί ένα χαρακτηριστικό θόρυβο λειτουργίας.



Έλεγχος – φθορές – ανοχές οδοντωτού μάντα: Ο μάντας πρέπει να αλλάζεται μέσα στα όρια προδιαγραφών του κατασκευαστή. Υπάρχει σοβαρός κίνδυνος θραύσης του μάντα χρονισμού, εάν δεν

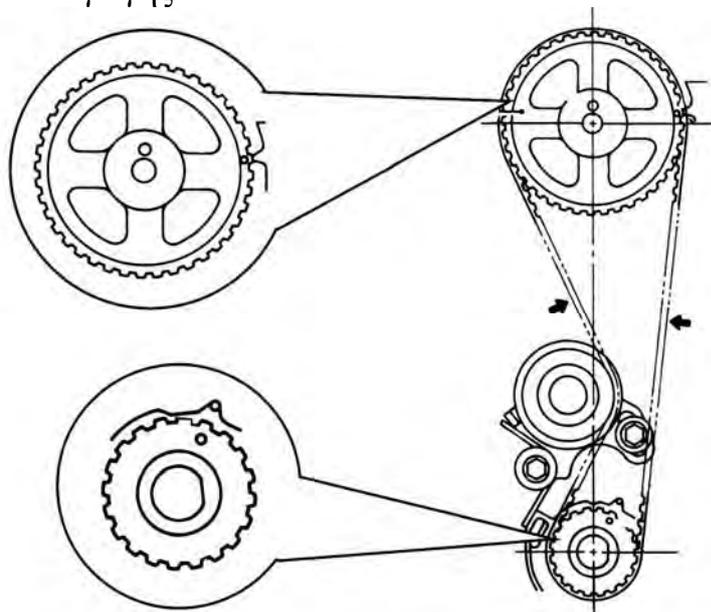
ακολουθούνται τα παραπάνω με πολύ άσχημα επακόλουθα όπως: Στρέβλωση βαλβίδων, σοβαρές βλάβες στην κεφαλή των κυλίνδρων, στρέβλωση εκκεντροφόρου, τραυματισμός εμβόλων από τις βαλβίδες.

Στα μεσοδιαστήματα πρέπει ο ιμάντας να ελέγχεται οπτικά για τυχόν φθορές, ράγισμα, απώλεια υλικού, εάν έχει σωστό τέντωμα και τέλος εάν είναι λερωμένος από λάδια από κάποια τυχόν διαρροή.

Εσωτερικός χρονισμός κινητήρα: Για να λειτουργεί σωστά ένας κινητήρας, πρέπει να εξασφαλιστεί ένας συγχρονισμός λειτουργίας μεταξύ εκκεντροφόρου και στροφαλοφόρου άξονα, ώστε οι βαλβίδες να ανοίγουν και να κλείνουν την σωστή χρονική στιγμή ανάλογα με την θέση του εμβόλου. Ο συγχρονισμός αυτός ονομάζεται εσωτερικός χρονισμός.

Εσωτερικός χρονισμός όταν υπάρχουν σημάδια χρονισμού: Οι κατασκευαστές για να γίνεται σωστά και γρήγορα ο εσωτερικός χρονισμός, χαράζουν σημάδια στα γρανάζια των δύο αξόνων ή και σε άλλα σημεία του κινητήρα που να έχουν σχέση με τον εσωτερικό χρονισμό. Έτσι εάν τα γρανάζια βρίσκονται σε κάποια απόσταση μεταξύ τους, τότε εκτός από τα σημάδια που υπάρχουν στα γρανάζια υπάρχουν και σημάδια σταθερά στον κορμό του κινητήρα.

Για να κάνουμε εσωτερικό χρονισμό φέρουμε το έμβολο του 1^{ου} κυλίνδρου του κινητήρα (από την πλευρά του καθρέπτη) στο ΑΝΣ, τότε και κάποιο άλλο έμβολο του κινητήρα βρίσκεται και αυτό στο ΑΝΣ, π.χ. εάν έλθει σε έναν 4κύλινδρο κινητήρα το έμβολο του 1^{ου} κυλίνδρου στο ΑΝΣ, τότε βρίσκεται και το έμβολο του 4^{ου} κυλίνδρου στο ΑΝΣ. Ανοίγουμε το καπάκι των βαλβίδων και βλέπουμε τις βαλβίδες, έτσι ώστε οι βαλβίδες του 1^{ου} κυλίνδρου να είναι κλειστές, δηλαδή στο τέλος του χρόνου της συμπίεσης και οι βαλβίδες του 4^{ου} κυλίνδρου στο παλαντζάρισμα, δηλαδή στο τέλος του χρόνου εξαγωγής και στην αρχή του χρόνου εισαγωγής.

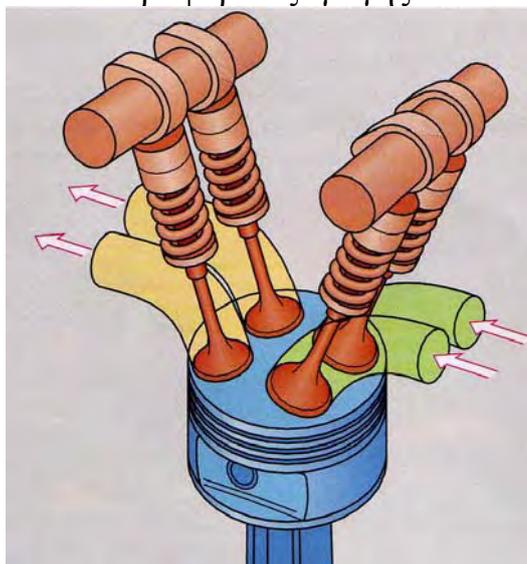


Στο σημείο αυτό πρέπει τα σημάδια χρονισμού να συμπίπτουν, οπότε ο εκκεντροφόρος άξονας συνδέεται με τον στροφαλοφόρο με τέτοιο τρόπο ώστε με μικρή περιστροφή του εκκεντροφόρου δεξιά και αριστερά, οι βαλβίδες του ενός κυλίνδρου να παραμένουν κλειστές και του άλλου να ανοιγοκλείνουν (παλάντζο). **Όταν δεν υπάρχουν σημάδια χρονισμού κάνουμε όλη την παραπάνω εργασία και εφαρμόζουμε τα γρανάζια.**

Βαλβίδες – Προορισμός: Προορισμός των βαλβίδων είναι να ανοίγουν και να κλείνουν την κατάλληλη χρονική στιγμή του κύκλου λειτουργίας του κινητήρα, ώστε να εξασφαλίζουν την διαδοχική σειρά των χρόνων εισαγωγής, συμπίεσης, εκτόνωσης και εξαγωγής.

Κάθε κύλινδρος του 4χρονου κινητήρα έχει τουλάχιστον μία βαλβίδα εισαγωγής και μία εξαγωγής. Οι διάμετροι των κεφαλών των βαλβίδων, καθώς και η διαδρομή τους πρέπει να είναι τόσες, ώστε η αντίσταση στην ροή του καυσίμου μίγματος και στην απαγωγή των καυσαερίων να είναι όσον το δυνατόν μικρότερη. Η βαλβίδα εξαγωγής έχει συνήθως μικρότερη διάμετρο κεφαλής από ότι η βαλβίδα εισαγωγής, γιατί λόγω της μεγάλης πίεσης των καυσαερίων και της θερμοκρασίας να μην θερμαίνεται υπερβολικά κατά το άνοιγμά της.

Σε κινητήρες με 4 βαλβίδες ανά κύλινδρο, έχουμε 2 βαλβίδες εισαγωγής που ελέγχονται από εκκεντροφόρο εισαγωγής και 2 βαλβίδες εξαγωγής που ελέγχονται από εκκεντροφόρο εξαγωγής.



Σε κινητήρες με 5 βαλβίδες ανά κύλινδρο, έχουμε 3 βαλβίδες εισαγωγής που ελέγχονται από εκκεντροφόρο εισαγωγής και 2 βαλβίδες εξαγωγής που ελέγχονται από εκκεντροφόρο εξαγωγής.

Σε κινητήρες με 3 βαλβίδες ανά κύλινδρο, έχουμε 2 βαλβίδες εισαγωγής και μία βαλβίδα εξαγωγής μεγαλύτερης διαμέτρου κεφαλής. Οι βαλβίδες ελέγχονται από κοινό εκκεντροφόρο άξονα.

Δομή της βαλβίδας: Η βαλβίδα αποτελείται από την κεφαλή με την κωνική έδρα, το στέλεχος της και από την ουρά, η οποία μπορεί να έχει διάφορα σχήματα, ανάλογα με τον τρόπο συγκράτησης των ασφαλειών

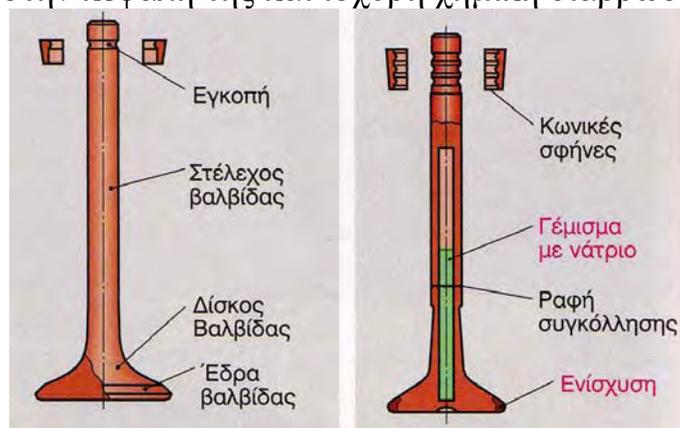
του ελατηρίου. Εκτός των μερών της βαλβίδας, υπάρχουν και άλλα εξαρτήματα που έχουν άμεση σχέση με αυτήν, όπως η έδρα της βαλβίδας με την αντίστοιχη κωνικότητα και ο οδηγός της βαλβίδας.

Η κωνική επιφάνεια της κεφαλής της βαλβίδας και η κωνική της έδρα, έχουν συνήθως γωνία 45° , μπορεί όμως να έχουν μία διαφορά μέχρι 2° για καλύτερο πάτημα της βαλβίδας στην έδρα της.

Ο οδηγός της βαλβίδας έχει προορισμό την εξασφάλιση της αξονικής μόνο κίνησης, κατά το άνοιγμα και κλείσιμο της βαλβίδας.

Η έδρα της βαλβίδας έχει προορισμό να εξασφαλίζει καλή στεγανότητα κατά το κλείσιμο της βαλβίδας.

Καταπόνηση βαλβίδας: Οι βαλβίδες είναι εκτεθειμένες σε εξαιρετικά υψηλές καταπονήσεις. Ανοίγουν έως περίπου 3000 φορές το λεπτό και ακριβώς άλλες τόσες χτυπούν στις έδρες τους ωθούμενες από τα ελατήριά τους. Η βαλβίδα εισαγωγής ψύχεται από το εισερχόμενο μίγμα, όμως αναπτύσσονται και σε αυτήν υψηλές θερμοκρασίες. Η βαλβίδα εξαγωγής υφίσταται από τα θερμά καυσαέρια, πολύ μεγάλη θερμική καταπόνηση στην κεφαλή της και ισχυρή χημική διάβρωση.



Υλικό κατασκευής βαλβίδας εισαγωγής: Για την βαλβίδα εισαγωγής το υλικό κατασκευής είναι χρωμονικελιούχα ή χρωμομολυβδαινούχα κράματα χάλυβα. Για την ελάττωση της φθοράς μπορούν να βαφούν για σκλήρυνση η έδρα της βαλβίδας, το στέλεχος και το αυλάκι για τις σφήνες της βαλβίδας, καθώς επίσης και το επίπεδο άκρο του στελέχους.

Υλικό κατασκευής βαλβίδας εξαγωγής: Για την βαλβίδα εξαγωγής το υλικό κατασκευής είναι: Πυριτιοχρωμιούχοι χάλυβες, κοβαλτιοχρωμιούχοι χάλυβες και χρωμομαγγανιούχοι χάλυβες. Για την προστασία της βαλβίδας από την διάβρωση, επικαλύπτεται η κεφαλή της με ειδικό κράμα μετάλλων όπως νικελίου, χρωμίου ή αλουμινίου.

Επειδή όμως έχουν όπως είπαμε μεγάλη θερμική καταπόνηση, για αυτό μπορεί να κατασκευάζονται και από δύο μέταλλα. Έτσι για την κεφαλή της βαλβίδας κατασκευάζεται από χρωμομαγγανιούχο χάλυβα και το επάνω μέρος του στελέχους της βαλβίδας κατασκευάζεται από χρωμοπυριτιούχο χάλυβα. Τα δύο μέρη συγκολλούνται μεταξύ τους μετωπικά με συγκόλληση τριβής.

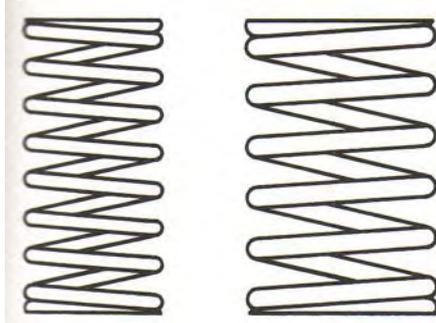
Υλικό κατασκευής έδρας βαλβίδας: Μερικοί κατασκευαστές χρησιμοποιούν ως υλικό κατασκευής της έδρας διάφορα κράματα αλουμινίου και ορειχάλκου με μεγάλη προσοχή, ώστε ο συντελεστής διαστολής του υλικού να είναι ίδιος με τον συντελεστή διαστολής του υλικού κατασκευής της κεφαλής της βαλβίδας. Το πλάτος της έδρας της βαλβίδας είναι για την βαλβίδα εισαγωγής 1,5mm και για την βαλβίδα εξαγωγής 2mm. Οι έδρες πρέπει να είναι ανθεκτικές στην θερμότητα, στην φθορά και να μην καίγονται.

Υλικό κατασκευής οδηγού βαλβίδας: Οι οδηγοί των βαλβίδων κατασκευάζονται συνήθως από λεπτόκοκκο φαιό χυτοσίδηρο και τοποθετούνται στην κεφαλή των κυλίνδρων πρεσσαριστοί. Φέρουν δακτύλιο στεγανότητας του στελέχους της βαλβίδας, ο οποίος εμποδίζει την δίοδο του λαδιού του κινητήρα προς τον χώρο καύσης.

Κοίλες βαλβίδες: Χρησιμοποιούνται συνήθως ως βαλβίδες εξαγωγής. Τοποθετούνται συχνά για την βελτίωση της απαγωγής της θερμότητας. Ο κοίλος χώρος της βαλβίδας γεμίζει με 60% περίπου νάτριο. Το νάτριο λιώνει στους 97°C και έχει καλή θερμοαγωγιμότητα. Με τις παλινδρομικές εκτινάξεις του υγρού νατρίου απάγεται η θερμότητα καλύτερα από την κεφαλή της βαλβίδας κατά 100°C περίπου. Αυτή η εσωτερική ψύξη της βαλβίδας μειώνει επίσης τον κίνδυνο της αυτανάφλεξης του καυσίμου μίγματος.

Ελατήρια βαλβίδων: Τα ελατήρια των βαλβίδων έχουν αποστολή να κλείνουν τις βαλβίδες στις έδρες τους. Τα ελατήρια πρέπει να είναι τόσο ισχυρά, ώστε η κίνηση των βαλβίδων να είναι ταχύτατη. Ως ελατήρια βαλβίδων χρησιμοποιούνται ελικοειδή ελατήρια.

Κατασκευάζονται από κράματα μετάλλων, που δίνουν μεγάλη ελαστικότητα χωρίς όμως να παραμορφώνονται.



Στερεώνονται στις ουρές των βαλβίδων με ειδικά εξαρτήματα που ονομάζονται πιατάκια και ειδικές κωνικές σφήνες.

Εάν χρησιμοποιηθούν δύο ελατήρια για κάθε βαλβίδα, τότε εάν σπάσει το ένα, το δεύτερο εμποδίζει την πτώση της βαλβίδας μέσα στον χώρο καύσης. Στις υψηλές στροφές του κινητήρα μπορεί ο ρυθμός των παλινδρομήσεων στον κινητήρα ανά δευτερόλεπτο, να προσεγγίσει την ιδιοσυχνότητα των ελατηρίων της βαλβίδας, οπότε στην περίπτωση υπάρχει κίνδυνος θραύσης των ελατηρίων. Για να μην υπάρχουν

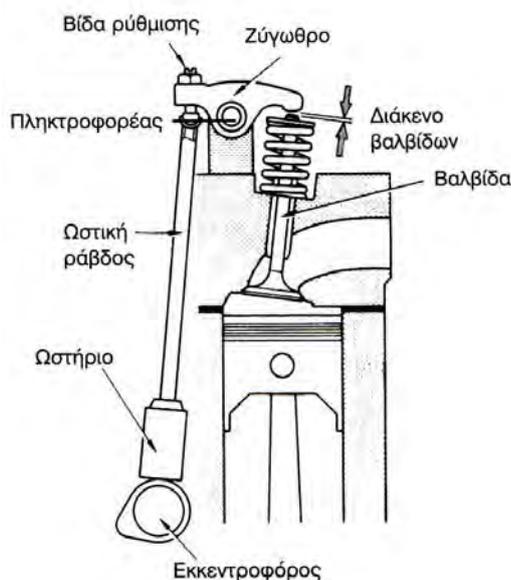
συγκεκριμένες ιδιοσυχνότητες, μπορούν να κατασκευαστούν τα ελατήρια των βαλβίδων με μεταβλητή κλίση, ή με κωνική μορφή, ή με μειούμενη διάμετρο σύρματος.

Κινηματικός μηχανισμός βαλβίδων: Ανάλογα με το που βρίσκεται ο εκκεντροφόρος άξονας στον κινητήρα, ποικίλουν και τα εξαρτήματα που παρεμβάλλονται για την μεταφορά της κίνησης από τον άξονα στις βαλβίδες. Σήμερα κατά κανόνα οι εκκεντροφόροι άξονες βρίσκονται επικεφαλής του κινητήρα και η μετάδοση της κίνησης στις βαλβίδες γίνεται από το έκκεντρο του άξονα στην ουρά της βαλβίδας, με την βοήθεια ενός ενδιάμεσου εξαρτήματος το οποίο ονομάζεται ωστήριο.

Σε παλαιότερους κινητήρες όπου ο εκκεντροφόρος άξονας βρισκόταν στα πλάγια του κορμού του κινητήρα, η κίνηση έφτανε στις βαλβίδες με μία σειρά εξαρτημάτων τα οποία είναι τα εξής:

Ωστήριο: Είναι ένας κύλινδρος με μορφή ποτηριού, με διάμετρο περίπου από 1,5 έως 2,5cm και ύψος 4 έως 6cm. Η βάση του έρχεται σε επαφή με το έκκεντρο του άξονα, ενώ στο εσωτερικό του τοποθετείται η μία πλευρά της ωστικής ράβδου.

Ωστική ράβδος: Είναι μια κυλινδρική ράβδος με πεπλατυσμένα άκρα (σφαιρική στο ωστήριο και κοίλη στο ζύγωθρο). Μεταφέρει την κίνηση από το ωστήριο στο ζύγωθρο.



Ζύγωθρο: Το ζύγωθρο ή κοκοράκι είναι ένας μικρός μεταλλικός μοχλός. Βρίσκεται στερεωμένο επάνω σε έναν άξονα (πιανόλα) και μπορεί να περιστραφεί γύρω από αυτόν. Δέχεται την κίνηση από την ωστική ράβδο και πιέζει την ουρά της βαλβίδας να ανοίξει. Ο αριθμός των ζυγώθρων που βρίσκονται στην πιανόλα εξαρτάται από τον αριθμό των βαλβίδων.

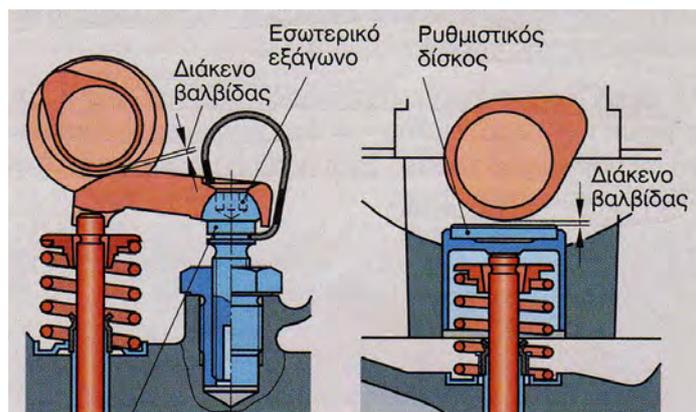
Πιανόλα: Είναι ο άξονας όπου φέρει τα ζύγωθρα και φέρει επίσης και τους αγωγούς λίπανσης των βαλβίδων. Επάνω στον άξονα αυτόν υπάρχουν και τα ελατήρια (αποστάτες), που κρατούν στην σωστή θέση τους τα ζύγωθρα.

Διάκενο βαλβίδων: Όλα τα εξαρτήματα του κινητήρα διαστέλλονται λίγο ή πολύ, ανάλογα με την αύξηση της θερμοκρασίας και το είδος του υλικού. Η διαστολή των εξαρτημάτων επιφέρει και μεταβολές του μήκους, στα διάφορα εξαρτήματα του συστήματος των βαλβίδων. Όπως επίσης και μεταβολή του μήκους από φθορά.

Για να κλείσουν όμως καλά οι βαλβίδες στις έδρες τους, θα πρέπει να υπάρχει κάποια χάρη μεταξύ των εξαρτημάτων αυτών, ώστε σε περιπτώσεις μεταβολής του μήκους τους, λόγω θερμοκρασίας, να μην δημιουργούν πρόβλημα στην λειτουργία των βαλβίδων.

Η ρύθμιση του διακένου είναι διαφορετική και εξαρτάται από τον τύπο του κινητήρα και από τον κατασκευαστή. Μπορεί δηλαδή να προβλέπεται ρύθμιση σε κρύο κινητήρα ή σε θερμό, σε κινητήρα που δεν εργάζεται ή σε κινητήρα που εργάζεται κ.λ.π.

Ανάλογα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή το διάκενο των βαλβίδων είναι περίπου 0,1 έως 0,3mm. Εάν αυτό δεν ρυθμιστεί σωστά, τότε μετατοπίζονται οι χρόνοι ανοίγματος και κλεισίματος των βαλβίδων και προκαλείται ανωμαλία στην πλήρωση και στην εκκένωση των κυλίνδρων.



Διάκενο βαλβίδων πολύ μικρό: Η βαλβίδα ανοίγει νωρίτερα και κλείνει αργότερα. Η βαλβίδα εξαγωγής δεν μπορεί να απαγάγει αρκετή θερμότητα από την κεφαλή της προς την έδρα της και την κεφαλή των κυλίνδρων και υπερθερμαίνεται. Επειδή δε το διάκενο είναι πολύ μικρό, υπάρχει ο κίνδυνος να μην κλείνουν σωστά οι βαλβίδες στην έδρα τους, (όταν θερμανθεί ο κινητήρας), με αποτέλεσμα πυρακτωμένα καυσαέρια να φεύγουν προς το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου, με κίνδυνο πυρκαγιάς. Επίσης βαλβίδες που δεν κλείνουν καλά, υπερθερμαίνονται από τα καυσαέρια, με αποτέλεσμα το κάψιμο της κεφαλής και της έδρας της βαλβίδας.

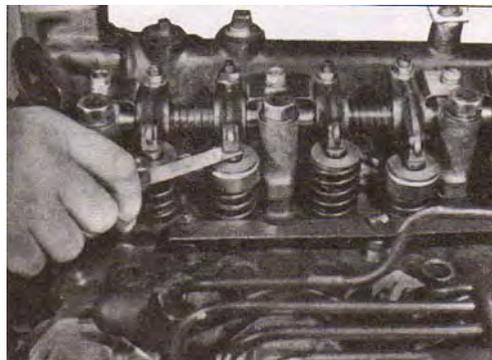
Διάκενο βαλβίδων πολύ μεγάλο: Η βαλβίδα ανοίγει αργότερα και κλείνει νωρίτερα. Αυτό σημαίνει μικρούς χρόνους ανοίγματος και μικρές ελεύθερες διατομές, με αποτέλεσμα η πλήρωση των κυλίνδρων και η ισχύς του κινητήρα να είναι μειωμένες. Επίσης εμφανίζεται αύξηση της μηχανικής καταπόνησης της βαλβίδας και των θορύβων.

Ρύθμιση του διακένου βαλβίδων: Το διάκενο ρυθμίζεται με την βοήθεια φίλλερ. Φέρεται ο 1^{ος} κύλινδρος του κινητήρα στο ΑΝΣ στον χρόνο της συμπίεσης, οπότε π.χ. σε έναν 4κύλινδρο κινητήρα, ο 4^{ος} κύλινδρος θα έχει τις βαλβίδες του στο παλάντζο.

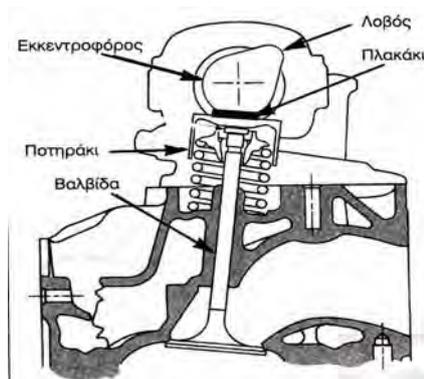
Ελέγχεται με το φίλλερ το διάκενο των βαλβίδων του 1^{ου} κυλίνδρου εάν είναι μέσα στις προδιαγραφές του κατασκευαστή και κατόπιν ανά ζεύγος κυλίνδρων κάνουμε την ρύθμιση και στους υπόλοιπους κυλίνδρους του κινητήρα.

Εάν το διάκενο δεν είναι σωστό, τότε με ένα πολύγωνο κλειδί και με ένα κατσαβίδι λασκάρουμε την βίδα ρύθμισης και ελέγχουμε το σωστό διάκενο και κατόπιν μετά το τέλος της ρύθμισης σφίγγουμε το ασφαλιστικό παξιμάδι, κρατώντας σταθερά την βίδα ρύθμισης.

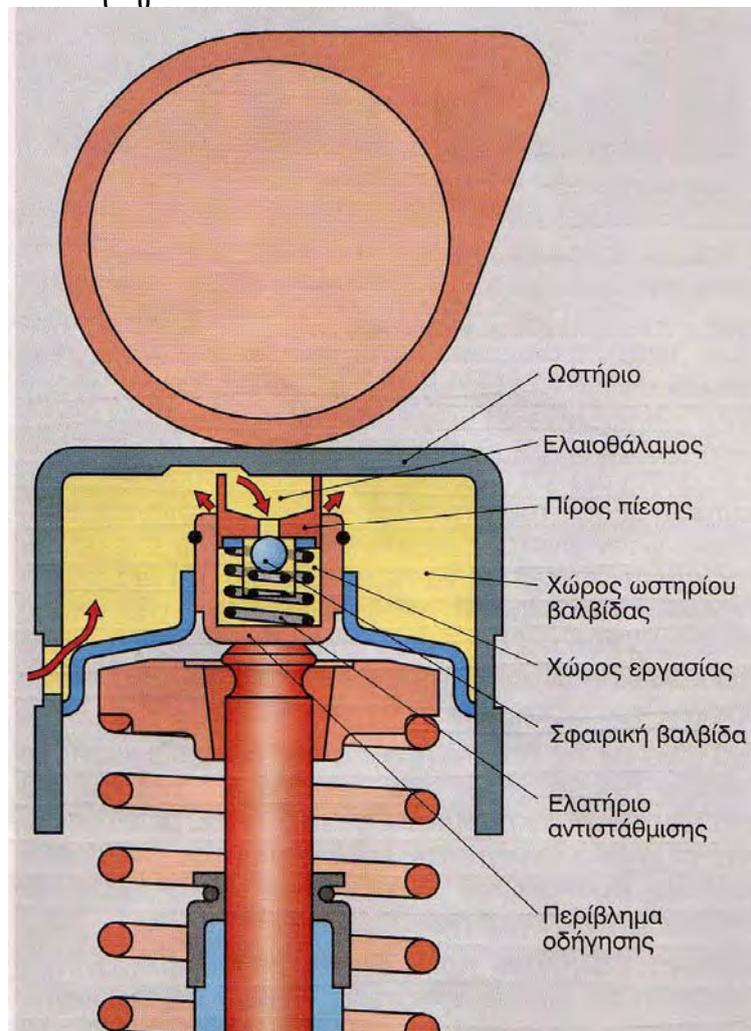
Αυτή η ρύθμιση γίνεται σε κινητήρα με εκκεντροφόρο άξονα στο πλευρό του κορμού.



Εάν ο εκκεντροφόρος άξονας είναι επικεφαλής του κινητήρα, τότε για την ρύθμιση των βαλβίδων παρεμβάλλονται μεταξύ έκκεντρου και ωστηρίου ειδικοί μεταλλικοί δίσκοι (πλακάκια). Για την ρύθμιση του διακένου σε αυτήν την περίπτωση, φέρεται ο λοβός του έκκεντρου στην αντίθετη θέση από το σημείο επαφής με το πλακάκι του ωστηρίου και με το φίλλερ μετράται το διάκενο. Έστω λοιπόν ότι είναι 0,50mm το διάκενο και το σωστό είναι 0,30mm, τότε με ένα ειδικό εργαλείο αφαιρούμε το πλακάκι. Το πλακάκι αυτό μετράται με ένα μικρόμετρο και έστω ότι το πάχος του είναι 3,60mm. Η διαφορά του σωστού διακένου είναι $0,50 - 0,30 = 0,20\text{mm}$, το διάκενο επομένως πρέπει να μικραίνει κατά 0,20mm. Επομένως πρέπει να τοποθετηθεί ένα πλακάκι με πάχος $3,60 + 0,20 = 3,80\text{mm}$.



Υδραυλικό ωστήριο βαλβίδας: Στους σημερινούς κινητήρες δεν χρειάζεται ρύθμιση του διακένου των βαλβίδων, αυτό επιτυγχάνεται με ένα σύστημα υδραυλικό, το οποίο αντισταθμίζει την μεταβολή του μήκους των εξαρτημάτων και έτσι το διάκενο μηδενίζεται κατά την λειτουργία του κινητήρα.

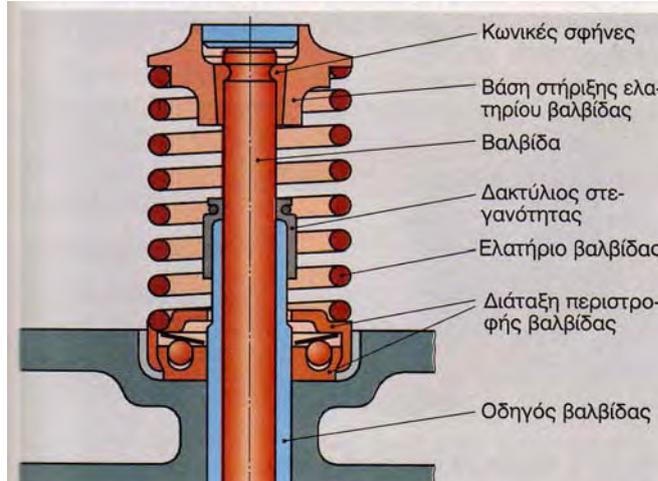


Το στοιχείο αντιστάθμισης βρίσκεται μέσα στο κυπελοειδές ωστήριο και συνδέεται με το κύκλωμα λίπανσης του κινητήρα. Η ροή του λαδιού γίνεται από πλευρική οπή του ωστηρίου και το λάδι κατευθύνεται στην οροφή του ωστηρίου. Όταν δεν ασκείται πίεση από το εκκεντρο του εκκεντροφόρου, το λάδι εισέρχεται στον κύλινδρο του ωστηρίου. Η πίεση αναγκάζει το έμβολο να εκτονωθεί καλύπτοντας τα κενά του μηχανισμού ανοίγματος των βαλβίδων.

Διάταξη περιστροφής της βαλβίδας: Αυτή η διάταξη εμποδίζει την ανομοιόμορφη θέρμανση και την στρέβλωση της κεφαλής της βαλβίδας. Εμποδίζεται ακόμα η προσκόλληση καταλοίπων της καύσης του λαδιού και του καυσίμου επάνω στην έδρα της βαλβίδας.

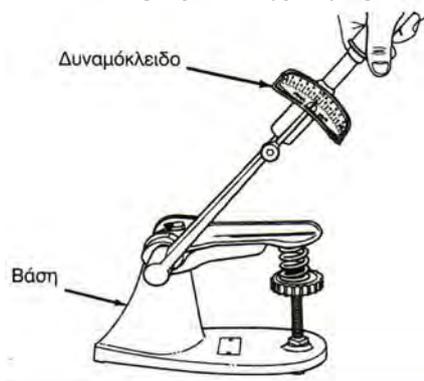
Λόγω του μηχανισμού της διάταξης αυτής σε κάθε άνοιγμα της βαλβίδας, αυτή περιστρέφεται κατά μία γωνία και κατά το κλείσιμό της επιστρέφει στην αρχική της θέση.

Έτσι η βαλβίδα αλλάζει συνεχώς θέση και αποτρέπει να προσκολληθούν επάνω της και στην έδρα της κατάλοιπα καύσης και να μην υπερθερμαίνεται.

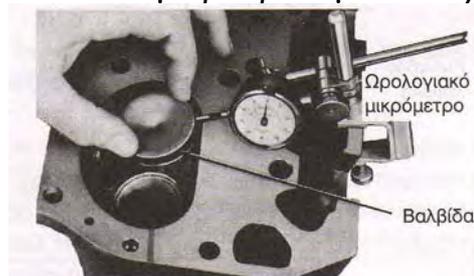


Έλεγχος για στρέβλωση ελατηρίου βαλβίδας: Με την βοήθεια ορθής γωνίας ελέγχεται το ελατήριο για τυχόν στρέβλωση.

Έλεγχος της τάσης του ελατηρίου βαλβίδας: Το ελατήριο τοποθετείται σε μία ειδική συσκευή, συσπειρώνεται και μετράται η δύναμη πίεσης, η οποία πρέπει να βρίσκεται στις προδιαγραφές του κατασκευαστή.

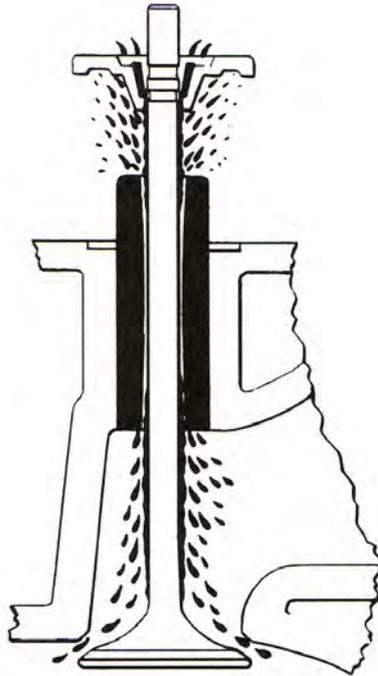


Έλεγχος εκκεντρικότητας βαλβίδων: Με την βαλβίδα στην θέση της, τοποθετείται στην κεφαλή των κυλίνδρων ένα ωρολογιακό μικρόμετρο. Η ακίδα του οργάνου τοποθετείται στην ακμή της κεφαλής της βαλβίδας, κατόπιν στρέφουμε την βαλβίδα και βλέπουμε τις ενδείξεις στο όργανο, εάν ο αέρας είναι 0,002" είναι τότε περίπου σύμφωνος με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή. Εάν όμως έχουμε μεγαλύτερο αέρα, τότε ή αντικαθιστούμε την βαλβίδα και τον οδηγό ή ανοίγουμε τον οδηγό με γλύφανο και τοποθετούμε βαλβίδα με στέλεχος oversaiz.



Έλεγχος οδηγού βαλβίδας: Μετρούμε την διάμετρο του στελέχους της βαλβίδας με ένα μικρόμετρο. Η ένδειξη που θα πάρουμε πρέπει να είναι σύμφωνη με αυτήν του κατασκευαστή.

Εάν η βαλβίδα παίζει στην έδρα της, τότε σημαίνει ότι ο οδηγός είναι φθαρμένος. Ο οδηγός της βαλβίδας ελέγχεται είτε με ειδικούς ελεγκτήρες, είτε με ωρολογιακό μικρόμετρο μικρών εσωτερικών διαστάσεων. Ο οδηγός ελέγχεται με το μικρόμετρο και μετράται στην κορυφή, στην μέση και στην βάση της οπής. Ένας φθαρμένος οδηγός έχει σαν αποτέλεσμα, να καταστρέφει πολύ γρήγορα τις τσιμούχες στεγανοποίησης, το λάδι να περνά εύκολα στον κύλινδρο και να καίγεται, με αποτέλεσμα αυξημένοι ρύποι (HC) στα καυσαέρια και καταστροφή του καταλύτη. Εκτός αυτών καταστρέφει την βαλβίδα και την έδρα αυτής.



Βλάβες βαλβίδων: Οι συνηθισμένες βλάβες των βαλβίδων είναι οι εξής:
Φθορά της κωνικής επιφάνειας της βαλβίδας: Οφείλεται κυρίως από λειτουργία του κινητήρα σε υψηλές στροφές και από σπασμένα ή εξασθετισμένα ελατήρια.

Φθορά στο στέλεχος της βαλβίδας: Οφείλεται από διάβρωση λόγω μεγάλης θερμοκρασίας και προϊόντων της καύσης, στο σημείο του στελέχους που είναι κοντά στην κεφαλή της βαλβίδας. Επίσης φθορά στο στέλεχος της βαλβίδας, μπορεί να δημιουργηθεί όταν η έδρα δεν είναι κάθετη στον νοητό άξονα του οδηγού της βαλβίδας και όταν οι βίδες της κεφαλής των κυλίνδρων είναι σφιγμένες ανόμοια.

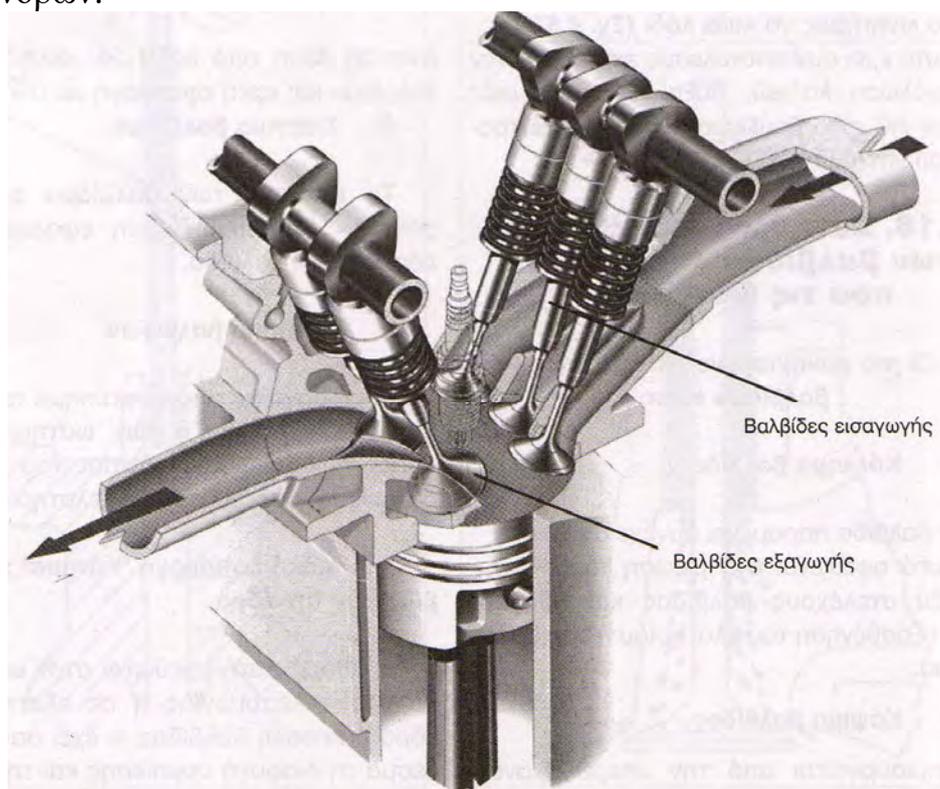
Κάψιμο της κεφαλής της βαλβίδας: Οφείλεται σε υπερθέρμανση της κεφαλής από τα καυσαέρια. Αιτίες αυτής της ανωμαλίας είναι η μεγάλη προανάφλεξη, βλάβη στο μπουζί, φτωχό μίγμα και βαλβίδα που δεν κλείνει στην έδρα της από μη κανονικό διάκενο.

Κόλλημα βαλβίδας στον οδηγό και κάψιμο κεφαλής: Οφείλεται σε συγκεντρώσεις ξένων σωμάτων στον οδηγό της βαλβίδας, που αφαιρούν το διάκενο μεταξύ στελέχους και οδηγού, εμποδίζουν την λίπανση της περιοχής, προκαλούν φθορά στο στέλεχος και κρατούν την βαλβίδα να λειτουργεί παράκεντρα προς τον οδηγό, με αποτέλεσμα κακή στεγανότητα, φθορά και κόλλημα της βαλβίδας.

Επικαθίσεις στην κεφαλή της βαλβίδας: Οφείλεται στα προϊόντα της καύσης τα οποία προσκολλούνται στην κεφαλή της βαλβίδας.

Σπασμένο στέλεχος βαλβίδας: Οφείλεται σε: Απότομο κλείσιμο βαλβίδας, από μεγάλο αέρα στελέχους – οδηγού, από μεγάλο αέρα στελέχους – ωστήριου, από ελαττωματικά ελατήρια βαλβίδων, από φθαρμένα ωστήρια, από φθαρμένα ζύγωθρα κ.λ.π.

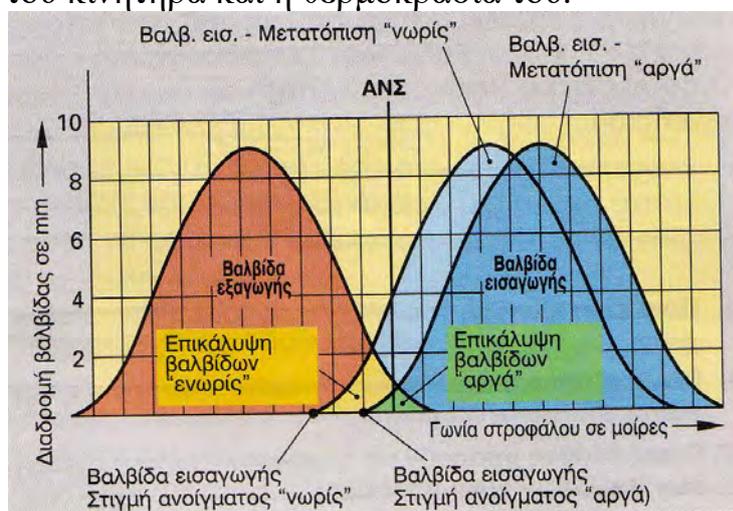
Μεταβλητός χρονισμός βαλβίδων: Η πλήρωση του κυλίνδρου σε έναν βενζινοκινητήρα συμβατικού τύπου, είναι η καλύτερη μόνο για κάποιο αριθμό στροφών. Σε αυτές τις στροφές, ο κινητήρας αποδίδει την μέγιστη ροπή στρέψεως και αναπτύσσει την μεγαλύτερη ελκτική δύναμη. Εάν αυξηθούν οι στροφές και άλλο, αυξάνεται η ιπποδύναμη έως μία μέγιστη τιμή, ενώ η ροπή στρέψης μειώνεται λόγω της μειωμένης πλήρωσης των κυλίνδρων.



Εάν αφήσουμε την βαλβίδα εισαγωγής περισσότερο χρόνο ανοικτή, τότε βελτιώνεται η πλήρωση των κυλίνδρων στις υψηλές στροφές. Στις χαμηλές στροφές του κινητήρα προκύπτει λόγω της μεγάλης επικάλυψης των βαλβίδων, μία ανήσυχη λειτουργία του κινητήρα και μεγάλες απώλειες καυσίμου. Αυτό οδηγεί σε αύξηση των επιβλαβών ουσιών στα καυσαέρια.

Πλεονεκτήματα: Τα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τον μεταβλητό χρονισμό είναι τα εξής: Μεγαλύτερη ισχύς του κινητήρα, βελτιωμένη μεταβολή ροπής στρέψης σε ορισμένες περιοχές στροφών, μείωση των επιβλαβών ουσιών στα καυσαέρια, μείωση της κατανάλωσης καυσίμου λόγω του καλύτερου σχηματισμού μίγματος και μείωση του θορύβου του κινητήρα.

Με τον μεταβλητό χρονισμό τροποποιείται η θέση του εκκεντροφόρου εισαγωγής σε σχέση με τον εκκεντροφόρο εξαγωγής. Με αυτόν τον τρόπο, προσαρμόζονται οι χρόνοι ανοίγματος και κλεισίματος των βαλβίδων εισαγωγής σε δύο χρόνους και η επικάλυψη των βαλβίδων σε ορισμένες περιοχές στροφών. Ως μεγέθη για την διόρθωση λαμβάνονται το φορτίο του κινητήρα και η θερμοκρασία του.



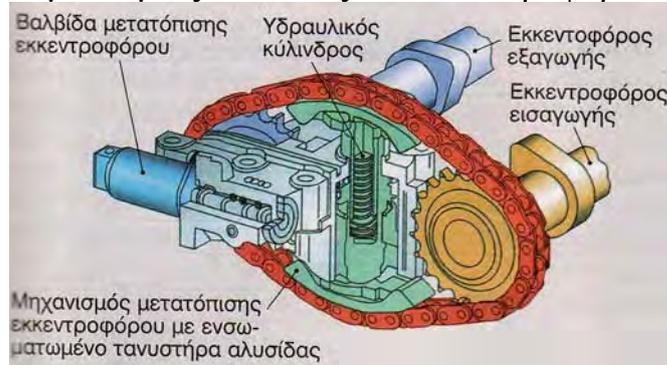
Περιοχή στροφών ρελαντί έως 2000 στρ/min: Έως αυτές τις στροφές ο εκκεντροφόρος βρίσκεται στην θέση αργά. Η επικάλυψη των βαλβίδων είναι μειωμένη, η επιστροφή των καυσαερίων προς την πλευρά της αναρρόφησης είναι μικρή. Η πορεία της καύσης βελτιώνεται, αυξάνεται η ροπή στρέψης στο ρελαντί, οπότε μπορούν να μειωθούν οι στροφές και άλλο.

Περιοχή μέσων και υψηλών στροφών (2000 έως 5000 στρ/min): Από κάποιες στροφές και πέρα, ο εκκεντροφόρος (2000 στρ/min) στρέφεται προς την θέση νωρίς π.χ. 20° γωνίας στροφάλου. Η βαλβίδα εισαγωγής κλείνει γρηγορότερα μετά το ΚΝΣ, ενώ το έμβολο δεν εξωθεί άκαυστο μίγμα κατά την προς την άνω κίνησή του προς την πολλαπλή εισαγωγής. Υπάρχει σημαντική βελτίωση της ροπής στρέψης. Μειώνεται η θερμοκρασία καύσης και μειώνεται και το ποσοστό των NOX. Το σημείο αλλαγής από αργά σε νωρίς επηρεάζεται από το φορτίο και την θερμοκρασία του κινητήρα.

Περιοχή υψηλών στροφών (από 5000στρ/min και άνω): Στις στροφές αυτές ο εκκεντροφόρος στρέφεται προς την διεύθυνση αργά. Η βαλβίδα εισαγωγής κλείνει πολύ πέρα από το ΚΝΣ. Βελτιώνεται η πλήρωση των κυλίνδρων και η ροπή στρέψης.

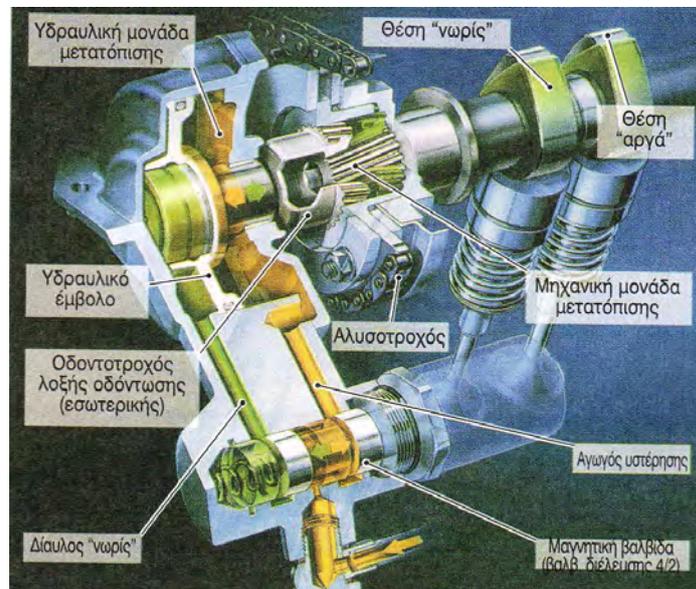
Η μετατόπιση του εκκεντροφόρου άξονα μπορεί να γίνει με ρυθμιζόμενο τανυστήρα αλυσίδας (Vario Cam) και σύστημα ελέγχου μεταβολής εκκεντροφόρου (Vanos).

Ρυθμιζόμενος τανυστήρας αλυσίδας (Vario Cam): Ο εκκεντροφόρος εξαγωγής κινεί μέσω μιας αλυσίδας τον εκκεντροφόρο εισαγωγής.



Με υδραυλική μετατόπιση του τανυστήρα στρέφεται ο εκκεντροφόρος εισαγωγής έναντι του εκκεντροφόρου εξαγωγής. Στην βασική του θέση ο τανυστήρας βρίσκεται στην επάνω θέση και ο εκκεντροφόρος εισαγωγής στην θέση αργά. Στην κάτω θέση του τανυστήρα, ο κάτω κλάδος της αλυσίδας επιμηκύνεται, ο πάνω κλάδος μικραίνει και στρέφεται ο εκκεντροφόρος εισαγωγής στην θέση νωρίς.

Σύστημα ελέγχου μεταβολής εκκεντροφόρου (Vanos): Σε αυτό το σύστημα στρέφεται ο εκκεντροφόρος εισαγωγής ως προς τον οδοντωτό του τροχό.

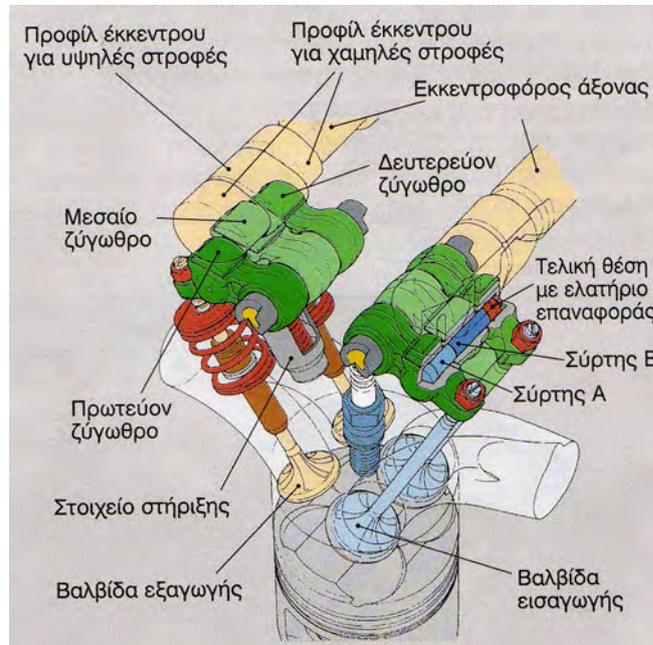


Το σύστημα απαρτίζεται από την υδραυλική μονάδα μετατόπισης, την μηχανική μονάδα μετατόπισης και την μαγνητική βαλβίδα υδραυλικού ελέγχου.

Η μαγνητική βαλβίδα ελέγχεται σε συνάρτηση με τις στροφές του κινητήρα. Το υδραυλικό έμβολο, ανάλογα με την στιγμιαία θέση ενέργειας της μαγνητικής βαλβίδας, θα κινηθεί προς τα αριστερά ή προς τα δεξιά. Η αξονική κίνηση του εμβόλου προκαλεί στην μονάδα

μηχανικής μετατόπισης, λόγω της λοξής οδόντωσης, μία μετατόπιση του εκκεντροφόρου προς την διεύθυνση νωρίς ή αργά.

Σύστημα μεταβολής της κίνησης της βαλβίδας: Με αυτό το σύστημα προσαρμόζονται, τόσο οι στιγμές ανοίγματος της βαλβίδας, όσο και η διατομή ανοίγματος της βαλβίδας, προς την λειτουργική κατάσταση του κινητήρα.



Η στιγμή ανοίγματος της βαλβίδας, μεταβάλλεται με το προφίλ του έκκεντρου, ενώ η διατομή μεταβάλλεται με την διαδρομή της βαλβίδας.

Το σύστημα αυτό επηρεάζεται από τους εξής παράγοντες: Τις στροφές του κινητήρα, το φορτίο του κινητήρα, την ταχύτητα του οχήματος και από την θερμοκρασία του κινητήρα.

Στο σύστημα αυτό μπορούν να τοποθετηθούν τόσο από την πλευρά της εισαγωγής και από την πλευρά της εξαγωγής τρία ζύγωθρα. Κάθε ζύγωθρο ελέγχεται από ιδιαίτερο έκκεντρο.

Το προφίλ του έκκεντρου, το οποίο κινεί το πρωτεύων και το δευτερεύων ζύγωθρο ελέγχει την διατομή ανοίγματος της βαλβίδας και την στιγμή ανοίγματος, ώστε στις χαμηλές και μέσες στροφές να αναπτύσσεται μία μεγάλη ροπή στρέψης και σταθερότητα του κινητήρα στις στροφές ρελαντί.

Το προφίλ του έκκεντρου για το μεσαίο ζύγωθρο ελέγχει την στιγμή ανοίγματος της βαλβίδας και την διατομή ανοίγματος, κατά τρόπο ώστε να αναπτύσσεται η μέγιστη ισχύς και στις υψηλές στροφές του κινητήρα.

