

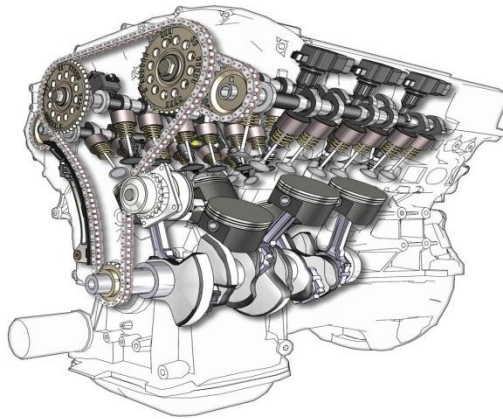
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ



ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΤΑΦΡΑΣΗ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΥ 'Internal Combustion Engine' του Dr. Emad Tomad Karash.



ΦΟΙΤΗΤΕΣ: ΑΝΑΓΝΩΣΤΟΠΟΥΛΟΣ ΑΡΣΕΝΙΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ (ΑΜ:6921)

ΖΙΑΓΚΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ (ΑΜ:6946)

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΔΟΥΣΜΠΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ, Μ.Εδ.

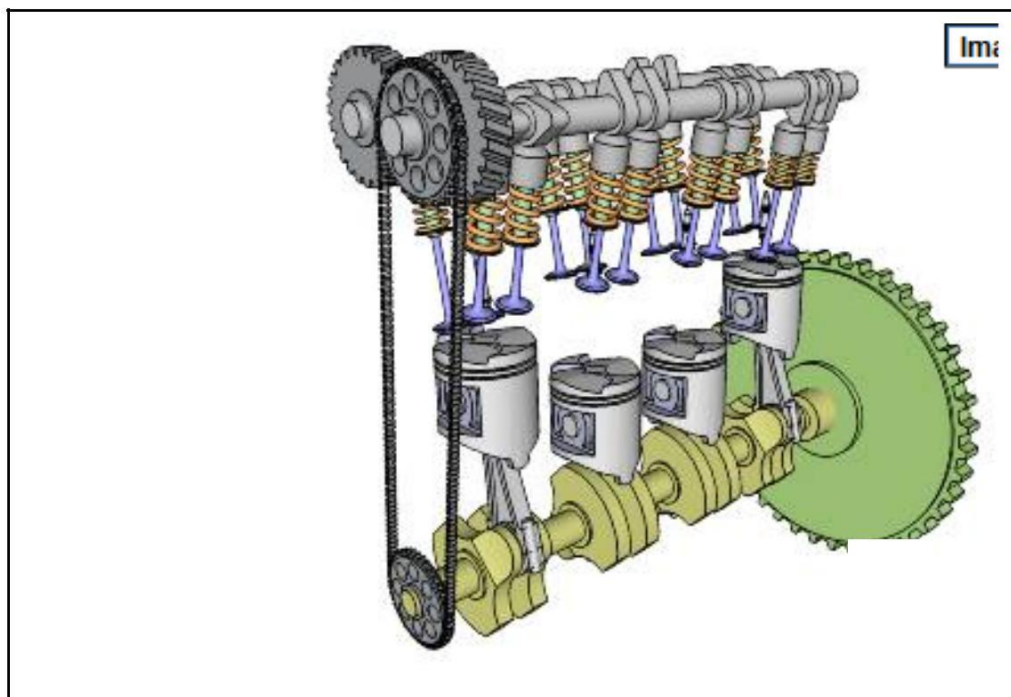
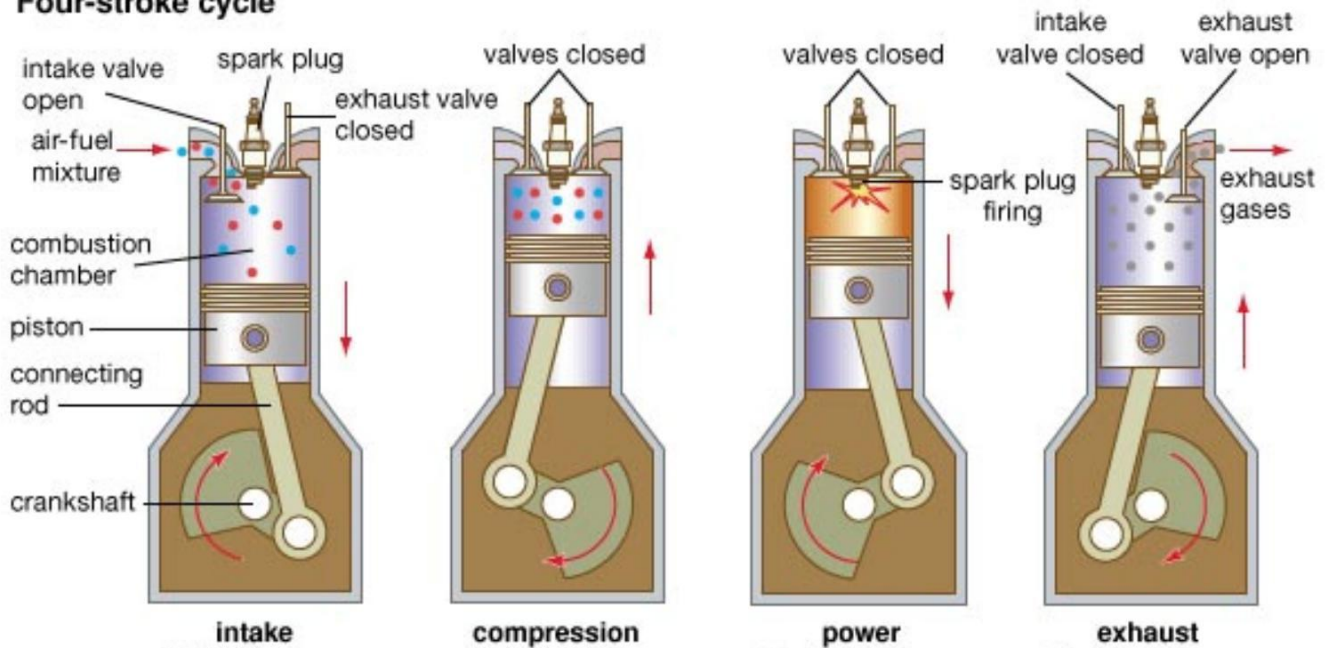
ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ

ΠΑΤΡΑ 2022

Μηχανή εσωτερικής καύσης

Δρ. EMAD TOMA BANE KARASH & TARAQ SHABAN

Four-stroke cycle



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο πανεπιστήμιο Πελοποννήσου στο τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών. Η μετάφραση του συγκεκριμένου βιβλίου έχει ως σκοπό να εμπλουτίσει τις γνώσεις τόσο στους προπτυχιακούς, όσο και μεταπτυχιακούς φοιτητές του τμήματος μηχανολογίας σχετικά με την λειτουργία και ανάπτυξη κινητήρων εσωτερικής καύσης. Διεξοδική στην παρουσίασή της, αυτή η βασική πηγή απεικονίζει το πιο πρόσφατο επίπεδο γνώσης στην ανάπτυξη κινητήρων, δίνοντας ιδιαίτερη προσοχή στην παρουσίαση της θεωρίας και της πρακτικής σε μια ισορροπημένη αναλογία. Επίσης, δικός μας στόχος μέσα από τη μελέτη και μετάφραση του συγκεκριμένου βιβλίου, είναι να μπορέσουμε να υιοθετήσουμε τον τρόπο σκέψης και λειτουργίας των ΜΕΚ με απώτερο σκοπό την έρευνα και ανάπτυξη, αλλά και την πιθανή εξέλιξη των κινητήρων.

Αυτό το βιβλίο παραμένει ο απαραίτητος οδηγός για κινητήρες εσωτερικής καύσης. Χρησιμεύει ως πολύτιμη αναφορά τόσο για φοιτητές όσο και για επαγγελματίες μηχανικούς που χρειάζονται μια πρακτική επισκόπηση του θέματος. Πλήρως ενημερωμένο, σαφές, περιεκτικό, καλά εικονογραφημένο, με πληθώρα επεξεργασμένων παραδειγμάτων και προβλημάτων, ο συνδυασμός θεωρίας και εφαρμοσμένης πρακτικής είναι βέβαιο ότι θα σας βοηθήσει να κατανοήσετε τους κινητήρες εσωτερικής καύσης, από τη θερμοδυναμική και την καύση έως τη μηχανική ρευστών και την επιστήμη των υλικών. Συνέκδοση με την Τεχνική Εκπαίδευση, Ινστιτούτο Μοσούλης, Μοσούλη – Ιράκ.

Ελπίζουμε ότι αυτό το βιβλίο θα συνεχίσει να εξυπηρετεί σε προπτυχιακό επίπεδο και τα προχωρημένα θέματα θα αποδειχθούν χρήσιμα για τους φοιτητές σε μεταπτυχιακό επίπεδο.

DR. EMAD TOMAD BANE KARASH

Emadbane2007@yahoo.co

Υπεύθυνη Δήλωση Φοιτητών: Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι Φοιτητές έχουμε επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνουμε υπεύθυνα ότι είμαστε συγγραφείς αυτής της Διπλωματικής Εργασίας, αναλαμβάνοντας την ευθύνη επί ολοκλήρου του κειμένου εξ ίσου, έχουμε δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μας όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποιήσαμε και λάβαμε ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνουμε επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχουμε ενσωματώσει στην εργασία μας προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχουμε πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχουμε αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Οι Φοιτητές

(Όνοματεπώνυμο)
ΑΝΔΡΕΑΣ ΣΤΟΠΟΥΛΟΣ ΑΡΧΕΜΙΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ
(Υπογραφή)

(Όνοματεπώνυμο)
ΧΡΗΣΤΟΣ ΖΙΑΓΚΟΣ
(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αναφέρεται στη μελέτη μηχανών εσωτερικής καύσης, οι οποίες έχουν πληθώρα χρήσεων στην ανθρωπότητα όπως για παράδειγμα σε οχήματα, αγροτικά μηχανήματα, κινητήρες πλοίων, αεροπλάνων, βιομηχανίες κλπ. Το συγκεκριμένο βιβλίο αποτελείται από 6 κεφάλαια από τα οποία λαμβάνουμε όλες τις απαραίτητες πληροφορίες σχετικά με τη δομή, τις αρχές λειτουργίας καθώς και τον ρόλο που έχουν ως εργαλεία στην καθημερινότητα μας.

Το πρώτο κεφάλαιο μας εισάγει αρχικά στο να γνωρίσουμε την ταξινόμηση των κινητήρων. Μέσα από μια αναδρομή στο παρελθόν μαθαίνουμε πώς ήταν η πρώτη θερμική μηχανή που κατασκευάστηκε και τότε εφευρέθηκαν οι μηχανές εσωτερικής καύσης οι οποίες χρησιμοποιούνται μέχρι και σήμερα. Πέρα από αυτά, επεξηγεί το πώς λειτουργούν οι δίχρονοι, οι τετράχρονοι κινητήρες καθώς και ποιές είναι οι διαφορές μεταξύ τους.

Έπειτα, στο δεύτερο και τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η δομή και η γεωμετρία των κινητήρων. Το σχήμα και το μέγεθος παίζουν σημαντικότατο ρόλο στη λειτουργία τους. Ο αριθμός και το μέγεθος των κυλίνδρων, των εμβόλων όπως επίσης και τα υλικά από τα οποία είναι κατασκευασμένα τα κινούμενα μέρη, είναι κάποια από τα βασικά στοιχεία σύνθεσης ενός κινητήρα ΜΕΚ. Η αναλογία συμπίεσης, η αναλογία αέρα καυσίμου, ο βαθμός απόδοσης είναι κάποια από τα μεγέθη που μελετάμε στα συγκεκριμένα κεφάλαια. Οι υπολογισμοί των μεγεθών αυτών, μας δίνουν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τη λειτουργία και την αποδοτικότητα του κινητήρα.

Συνεπακόλουθα, στο τέταρτο κεφάλαιο μέσω της θερμοδυναμικής μελετάμε τους κύκλους εργασιών των ιδανικών αερίων όσον αφορά τους τύπους κινητήρων που ασχολούμαστε (Otto, Diesel, Carnot κλπ), σύμφωνα πάντα με τις εξισώσεις και τα διαγράμματα, τα οποία αποτυπώνουν με σαφήνεια τις μεταβολές που υφίστανται τα αέρια σε κάθε κατάσταση.

Επιπροσθέτως, στο πέμπτο κεφάλαιο αναφέρει και αναλύει όλα τα βασικά μέρη και εξαρτήματα ενός κινητήρα όσον αφορά τα κινούμενα μέρη, το σύστημα καυσίμου, το σύστημα ανάφλεξης, το σύστημα ψύξης και το σύστημα λίπανσης ενός κινητήρα ΜΕΚ. Για καλύτερη κατανόηση των προαναφερόμενων συστημάτων επεξηγεί και το σκοπό για τον οποίο χρησιμοποιούνται καθώς επίσης και τα διάφορα προβλήματα που μπορούν να δημιουργήσουν δυσλειτουργία ακόμα και αστοχία κάποιων εξαρτημάτων κατά την λειτουργία ενός κινητήρα.

Εν κατακλείδι, στο έκτο, και τελευταίο κεφάλαιο, δίνει σημασία στα καύσιμα χαρακτηριστικά, τα είδη των καυσίμων και των παραγώγων τους που κυκλοφορούν. Η χημική τους σύνθεση και σύσταση, το βασικό στοιχείο το οποίο είναι ο άνθρακας που παίζει καθοριστικό ρόλο στη παραγωγή ενέργειας κατά την καύση του. Κλείνοντας, με τη βοήθεια της χημείας μελετάμε τον υπολογισμό της ελάχιστης ποσότητας αέρα για καύσιμο και τον υπολογισμό της σύνθεσης του καυσίμου και της περίσσειας αέρα που παρέχεται από την ανάλυση καυσαερίων.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο Ένα		
Ταξινόμηση κινητήρων		
	Θέμα	Σελίδα
1	Μηχανή εσωτερικής καύσης	9
1-1	Ταξινόμηση θερμικών Μηχανών	9
1-2	Ανάπτυξη κινητήρα	10
1-3	Σύγκριση μεταξύ διαφορετικών ειδών	10
1-4	Ταξινόμηση κινητήρων IC	13
1-5	Ταξινόμηση κινητήρων εσωτερικής καύσης (IC).	16
1-6	Σύγκριση μεταξύ δίχρονων και τετράχρονων κινητήρων	20
	Ερωτήσεις	21
Κεφάλαιο Δύο		
Γεωμετρία Μηχανών		
	Θέμα	Σελίδα
2-1	Γεωμετρία κινητήρα	23
2-1-1	Όγκος σάρωσης	23
2-1-2	Οπή	24
2-1-3	Όγκος εκκαθάρισης	24
2-2	Αναλογία συμπίεσης	24
2-3	Αναλογία αέρα-καυσίμου	24
2-4	Τυπικοί κύκλοι αέρα	25
2-5	Ισχύς και μηχανική απόδοση	25
2-6	Ενδεικνυόμενη ισχύς	26
2-7	Διακοπή μέσης αποτελεσματικής πίεσης (P_{bm})	27
2-8	Μέση αποτελεσματική πίεση (P_m ή P_{mef})	28
2-9	Ενδεικνυόμενη μέση αποτελεσματική πίεση (P_{im})	28
2-10	Απόδοση καύσης	28
2-11	Θερμική απόδοση	29
2-12	Αυθαίρετη αποτελεσματικότητα	29
2-13	Ογκομετρική απόδοση	30
2-14	Μέτρηση απόδοσης κινητήρα	31
2-15	Ερωτήσεις	35
Κεφάλαιο Τρία		
Δομικά στοιχεία		
	Θέμα	Σελίδα

3-1	Σταθερά τμήματα μηχανής	38
3-1-1	Μπλοκ κυλίνδρων	38
3-1-2	Κεφαλή Κυλίνδρου / Συναρμολόγηση	38
3-1-3	Τσιμούχα	40
3-1-4	Πολλαπλασιαστές	41
3-1-5	Μπουζί	41
3-1-6	Κάρτερ κινητήρα	43
3-1-7	Κάλυμμα Κεφαλή Κυλίνδρου	43

3-2	Κινούμενα μέρη	43
3-2-1	Στροφαλοφόρος άξονας	44
3-2-2	Ρουλεμάν	45
3-2-3	Συνδετική ράβδος	45
3-2-4	Έμβολο	46
3-2-5	Δακτύλιος Εμβόλου	48
3-2-6	Βαλβίδες	50
3-2-7	Εκκεντροφόρος άξονας	51
3-2-8	Χρονισμός βαλβίδας	54
3-2-9	Σφόνδυλος	54
	Ερωτήσεις	55
Κεφάλαιο Τέσσερα		
Αέρας – Κανονικοί Κύκλοι		
	Θέμα	Σελίδα
4-1	Ιδανικοί κύκλοι	58
4-2	Κύκλοι Otto	59
4-3	Κύκλοι diesel	60
4-3-1	Κύκλοι Diesel ιδανικού αερίου	60
4-3-2	Ο κύκλος διπλής καύσης	61
4-4	Σύγκριση του Otto και του Diesel Κύκλου	62
	Παραδείγματα λύσεων	63
Κεφάλαιο Πέντε		
Συστήματα κινητήρων		
	Θέμα	Σελίδα
5-1	Σύστημα συμπίεσης	70
5-1-1	Σύστημα συμπίεσης εξαρτημάτων	70
5-1-2	Προβλήματα συμπίεσης	70
5-1-3	Πυροκρότηση	71
5-1-4	Προανάφλεξη	72
5-1-5	Δακτύλιοι εμβόλου	73
5-1-6	Αναπνευστήρας στροφαλοθαλάμου	73
5-1-7	Απελευθέρωση συμπίεσης	74
5-2	Σύστημα παροχής καυσίμου	75
5-2-1	Συστήματα τροφοδοσίας καυσίμου κινητήρων SI	75
5-2-2	Κοινά καύσιμα μικρών κινητήρων	75
5-2-3	Εξαρτήματα συστήματος καυσίμου	75
5-2-4	Εξαρτήματα συστήματος καυσίμου	76
5-2-5	Τύποι συστημάτων έγχυσης	78
5-3	Σύστημα λίπανσης	81
5-3-1	Σκοπός λίπανσης	81
5-3-2	Τύποι λιπαντικών	81
5-3-3	Τύποι συστημάτων λίπανσης	82
5-3-4	Σκοπός του συστήματος λίπανσης	82
5-3-5	Ιξώδες	85
5-3-5-1	Δείκτης Ιξώδους	85
5-3-5-2	Ιδιότητες λαδιού	86

5-4	Σύστημα ανάφλεξης	87
5-4-1	Λειτουργία συστήματος ανάφλεξης	87
5-4-2	Λειτουργία ανάφλεξης	87
5-4-3	Αρχές ανάφλεξης	87
5-4-4	Εξαρτήματα πολλαπλασιαστή	87
5-4-5	Αλλαγή ρεύματος στο Πρωτεύον	87
5-4-6	Βασικά εξαρτήματα συστήματος ανάφλεξης Μπαταρία	88
5-4-7	Βασικό σύστημα ανάφλεξης	88
5-4-8	Πρωτεύον κύκλωμα	88
5-4-9	Δευτερεύον κύκλωμα	89
5-4-10	Πηνίο ανάφλεξης	90
5-4-11	Τύποι συστημάτων ανάφλεξης	90
5-4-12	Διαταγή πυροδότησης	90
5-4-13	Σύστημα ανάφλεξης	91
5-4-13-1	Χωρίς μαγνητικό πεδίο σε μαλακό σιδερένιο πυρήνα	92
5-4-13-2	Το μαγνητικό πεδίο διέρχεται ξανά από μαλακό σιδερένιο πυρήνα	92
5-4-13-3	Σύστημα Magneto	93
5-4-13-4	Σύστημα Dynamo/Alternator	93
5-4-14	Διανομέας	94
5-4-15	Ηλεκτρονικά Συστήματα	94
5-4-16	Μπουζί	95
5-5	Σύστημα ψύξης	96
5-5-1	Σκοπός ψύξης	96
5-5-2	Μέθοδοι ψύξης	96
5-5-2-1	Σύστημα ψύξης αέρα	96
5-5-2-2	Σύστημα ψύξης νερού	97
5-5-2-2-1	Μέθοδοι υδρόψυξης	97
5-5-3	Κυβερνήτης	100
Κεφάλαιο Έξι		
Καύσιμο και Καύση		
Νομ.	Θέμα	Σελίδα
6-1	Τύποι καυσίμων	104
6-2	Στερεά Καύσιμα	104
6-2-1	Ταξινόμηση άνθρακα	105
6-2-2	Φυσικές και χημικές ιδιότητες του άνθρακα	105
6-2-3	Ανάλυση άνθρακα	106
6-2-4	Αποθήκευση, χειρισμός και προετοιμασία άνθρακα	109
6-3	Υγρά Καύσιμα	110
6-3-1	Πυκνότητα	110
6-3-2	Ειδικό βάρος	110
6-3-3	Ιξώδες	111
6-3-4	Σημείο ανάφλεξης	111
6-3-5	Σημείο Ροής	112
6-3-6	Ειδική Θερμότητα	112
6-3-7	Θερμιδική αξία	112
6-3-8	Θείο	113
6-3-9	Περιεχόμενο τέφρας	113

6-3-10	Κατάλοιπο άνθρακα	113
6-3-11	Περιεχόμενο νερού	114
6-3-12	Αποθήκευση μαζούτ	114
6-4	Αέρια καύσιμα αερίου καυσίμου	115
6-4-1	Τύποι αερίου καυσίμου	115
6-4-2	Ιδιότητες αερίου καυσίμου	115
6-4-3	LPG	116
6-4-4	Φυσικό αέριο	117
6-5	Αρχές Καύσης	118
6-5-1	Εισαγωγή	118
6-5-2	Στοιχειομετρία καύσης	119
6-5-3	Θεωρητικός αέρας που απαιτείται για την πλήρη καύση	119
6-5-4	Μετατροπή Βαρυμετρικής ανάλυσης σε ογκομετρική βάση και αντίστροφα	120
6-5-4-1	Υπολογισμός της ελάχιστης ποσότητας αέρα για καύσιμο γνωστής σύστασης	121
6-5-5	Υπολογισμός της σύνθεσης του καυσίμου και της περίσσειας αέρα που παρέχεται από την ανάλυση καυσαερίων	122
6-5-6	Σημείο δρόσου προϊόντων	123
6-5-7	Ανάλυση Καυσαερίων	123
6-5-8	Ενθαλπία αντίδρασης	127
6-5-9	Εσωτερική ενέργεια καύσης	132
6-5-10	Απόδοση καύσης	132
	Ερωτήσεις	135
	Αναφορά	149

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ως κινητήρας εσωτερικής καύσης ορίζεται η θερμική μηχανή στην οποία η καύση του καυσίμου γίνεται στο εσωτερικό σώμα της ίδιας της μηχανής. Οι μηχανές αυτές έχουν καθιερωθεί να αναφέρονται με το κεφαλαιογράμματο αρκτικόλεξο MEK. Ως MEK θεωρούνται γενικά οι αεριομηχανές, οι βενζινομηχανές, οι πετρελαιομηχανές και οι αεριοστρόβιλοι. Το εργαζόμενο μέσο ή η εργαζόμενη ουσία που δρα είναι ο ατμοσφαιρικός αέρας. Τέτοιου τύπου μηχανές συναντάμε κυρίως σε οχήματα για σκοπούς μετακίνησης, έλξης ή για την παραγωγή ρεύματος για την κίνηση μιας ηλεκτρογεννήτριας. Έχουν ευρεία χρήση σε πολλά οχήματα, όπως λεωφορεία, τρένα, πλοία, φορτηγά, οχήματα, μοτοσυκλέτες, γεωργικά μηχανήματα, κλπ.

Στις μέρες μας οι επικρατέστεροι κινητήρες εσωτερικής καύσης είναι οι παλινδρομικοί εμβολοφόροι κινητήρες και οι κινητήρες τύπου Βάνκελ (ρότορας). Υπάρχουν δύο είδη κινητήρων, ο δίχρονος και ο τετράχρονος.

Στον τετράχρονο πραγματοποιούνται τέσσερις φάσεις. Πρώτη είναι η φάση της εισαγωγής, όπου το έμβολο βρίσκεται στο κάτω νεκρό σημείο, η βαλβίδα εισαγωγής είναι ανοιχτή και εισέρχεται στον θάλαμο καύσης το μίγμα αέρα καυσίμου. Στη συνέχεια, κλείνει η βαλβίδα εισαγωγής και το έμβολο αρχίζει και ανεβαίνει περνώντας έτσι στη δεύτερη φάση, τη φάση της συμπίεσης. Εκείνη τη χρονική στιγμή, όλες οι βαλβίδες είναι κλειστές. Λίγο πριν το έμβολο φτάσει στο άνω νεκρό σημείο, λαμβάνει χώρα η ανάφλεξη του μπουζί όπου καίει το αέριο μίγμα περνώντας έτσι στην τρίτη φάση, αυτή της εκτόνωσης, με αποτέλεσμα λόγω της έκρηξης που γίνεται μέσα στο θάλαμο το έμβολο να σπρώχνεται προς τα κάτω. Έως ότου το έμβολο φτάσει στο κάτω νεκρό σημείο, όπου και ανοίγει η βαλβίδα εξαγωγής, απελευθερώνεται το μίγμα με μορφή καυσαερίων πλέον στην εξάτμιση. Αυτή είναι και η τελευταία φάση του τετράχρονου κινητήρα.

Στον δίχρονο κινητήρα, τα πράγματα είναι λίγο πιο απλά καθώς οι τέσσερις χρόνοι συμψηφίζονται σε δύο. Η εισαγωγή και η συμπίεση συμβαίνουν ταυτόχρονα, όπως επίσης και η εκτόνωση με την εξάτμιση. Η βασική τους διαφορά είναι ότι ο δίχρονος κινητήρας ανά μία περιστροφή (360 μοίρες) έχει και καύση, ενώ ο τετράχρονος επιτυγχάνει καύση ανά δύο περιστροφές (720 μοίρες). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ο δίχρονος να αρέσκεται στις υψηλές στροφές, μιας και έχει πολύ λιγότερα κινούμενα μέρη από τον τετράχρονο όπως βαλβίδες, εκκεντροφόρους, καδένα χρονισμού κλπ.

Μεγάλο μειονέκτημα του δίχρονου κινητήρα, που τον καθιστά δύσκολο, είναι η σημαντική έλλειψη λίπανσης και ψύξης. Για τον λόγο αυτό, το καύσιμο που χρησιμοποιεί περιέχει σε συγκεκριμένη αναλογία φυσικά ειδικό λάδι για σκοπούς λίπανσης αλλά και ψύξης. Αυτό είναι ένα χαρακτηριστικό που τον καθιστά οικονομικά ασύμφορο και ποιοτικά αναξιόπιστο όσον αφορά την εφαρμογή του σε αυτοκίνητα. Είναι πολύ πιο απλός στην κατασκευή του από έναν τετράχρονο, αφού απαρτίζεται από λιγότερα κινούμενα μέρη. Αφενός, ζυγίζει πολύ λιγότερο και έχει χαμηλό κόστος συντήρησης, αφετέρου λόγω της απουσίας συστήματος λίπανσης η φθορά είναι εντονότερη και συχνότερη.

Και οι δύο κινητήρες δεν μπορούν να παράγουν καύση απουσίας οξυγόνου. Υπάρχει μια ειδική στοιχειομετρική αναλογία αέρα καυσίμου, που καθορίζει πόσα μέρη μάζας οξυγόνου θα αναμειχθούν με μέρη μάζας καυσίμου. Αυτή η αναλογία ορίζεται με τη συντομογραφία AFR και ουσιαστικά είναι το πηλίκο της μάζας του αέρα, προς τη μάζα του καυσίμου. Οι τιμές του κυμαίνονται περίπου από 10 έως 17, με την ιδανική τιμή να είναι ίση με 14,7 αναλόγως πάντα με τον τύπο του κινητήρα. Όσο πιο κοντά στο 10 είναι η τιμή του AFR, τόσο πιο πλούσιο είναι το μίγμα, δηλαδή έχουμε μεγαλύτερη ποσότητα καυσίμου σε μικρή ποσότητα αέρα. Αντίθετα, όσο ξεπερνάει η τιμή του AFR το 15, έχουμε περίσσεια οξυγόνου

με αποτέλεσμα το μίγμα να είναι αρκετά αραιωμένο σε σχέση με το καύσιμο. Τότε το μίγμα θεωρείται φτωχό.

Βασικό ρόλο για τη λειτουργία και μακροχρόνια χρήση ενός κινητήρα, έχουν τα δομικά στοιχεία από τα οποία αποτελείται. Ένας κινητήρας είναι ένα σύνολο εξαρτημάτων που ενώνονται μεταξύ τους και σφίγγονται με συγκεκριμένες ανοχές, έτσι ώστε να βελτιστοποιηθεί η αντοχή του κινητήρα στις θερμικές και κρουστικές καταπονήσεις που δέχεται κατά τη λειτουργία του. Ένας τυπικός τετράχρονος κινητήρας αποτελείται από την κυλινδροκεφαλή, το μπλόκ, τις πολλαπλές εισαγωγής και εξαγωγής, το κάρτερ καθώς και πολλά περιφερειακά μέρη όπως ιμάντες, δυναμό, μίζα, αντλία νερού, θερμοστάτης, κλπ. Η κυλινδροκεφαλή, η οποία είναι κατασκευασμένη από αλουμίνιο, περιέχει τους εκκεντροφόρους, τις βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής, τα μπουζί καθώς και όλα τα συνδετικά μέρη όπως καβαλέτα, ωστήρια, ασφάλειες βαλβίδων κλπ. Το μπλοκ, ή αλλιώς κορμός ο οποίος κατασκευάζεται από χυτοσίδηρο ή κράματα αλουμινίου, περιέχει τα έμβολα με τους διωστήρες και είναι το μέρος όπου διενεργείται η καύση και η παλινδρόμηση των εμβόλων. Στο κάτω μέρος του κορμού βρίσκεται ο στροφαλοφόρος άξονας, ο οποίος αποτελείται από σκληρό χάλυβα και χυτοσίδηρο. Σκοπός του είναι να περιστρέφεται και να κινεί τα έμβολα. Επικοινωνεί με τους εκκεντροφόρους μέσω καδένας ή ιμάντα για την ορθή και συγχρονισμένη κίνηση των βαλβίδων και των εμβόλων. Ο στροφαλοφόρος άξονας περιστρέφεται με τις μισές στροφές από ότι οι εκκεντροφόροι. Τέλος, ο κινητήρας σφραγίζεται στο κάτω μέρος με την ελαιολεκάνη ή αλλιώς κάρτερ. Είναι ο χώρος όπου αποθηκεύεται το λάδι του κινητήρα και από εκεί αντλείται και τροφοδοτεί όλο το σύστημα λίπανσης του κινητήρα.

Φυσικά, για να μπορέσει ένας κινητήρας να λειτουργήσει σωστά και να αποδώσει, υπάρχει ολόκληρη αλυσίδα από συστήματα τα οποία συνεργάζονται μεταξύ τους. Το σύστημα λίπανσης, το σύστημα ψύξης, το σύστημα ανάφλεξης και το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου δημιουργούν τις κατάλληλες συνθήκες και προϋποθέσεις για την σωστή και ομαλή λειτουργία.

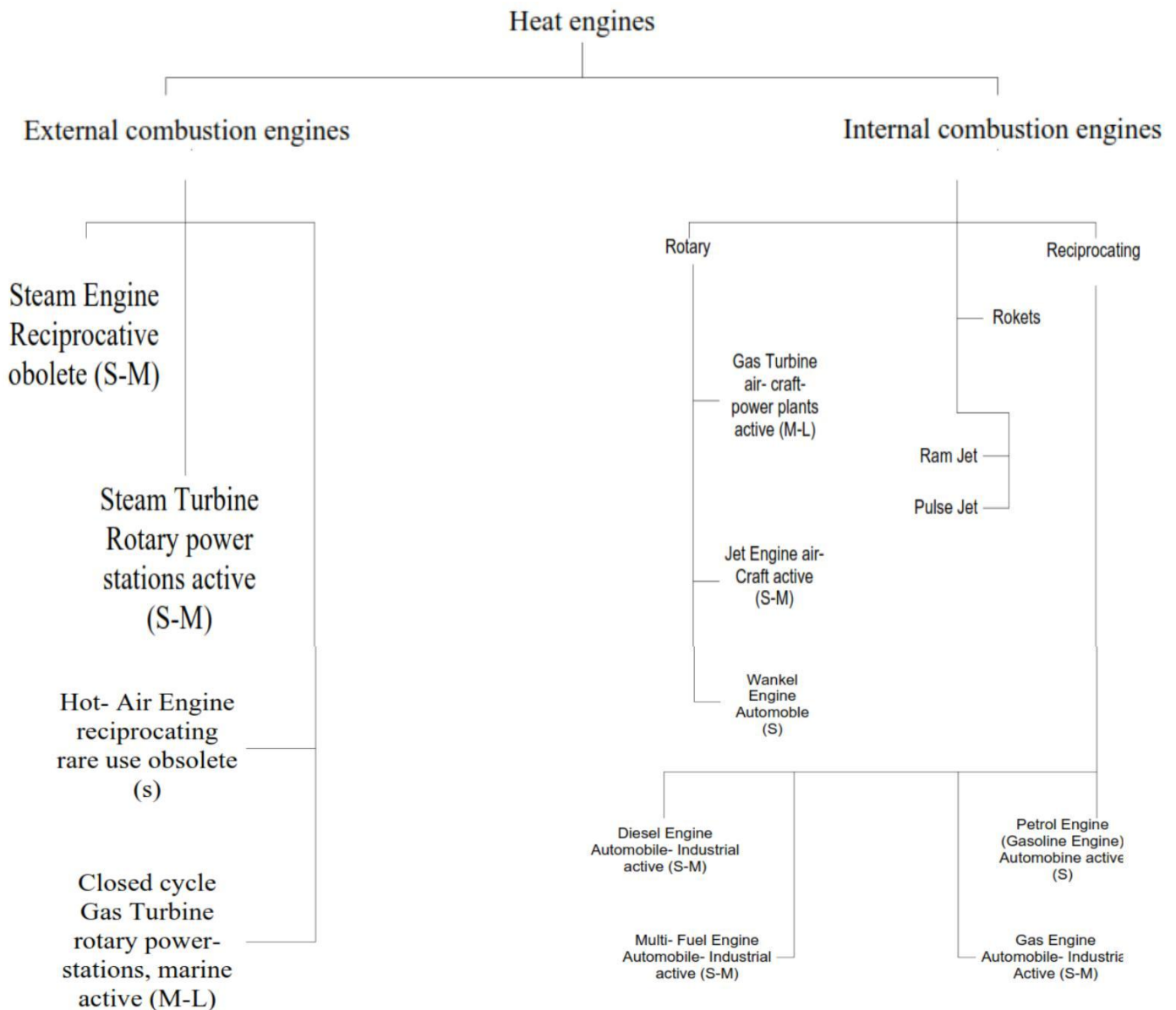
Κεφάλαιο 1

Ταξινόμηση κινητήρων

1- ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

Ο κινητήρας εσωτερικής καύσης, πιο ευρέως γνωστός ως κινητήρας IC είναι ένας θερμικός κινητήρας, ο οποίος μετατρέπει τη θερμική ενέργεια που απελευθερώνεται από την καύση του καυσίμου μέσα στον κύλινδρο του κινητήρα, σε μηχανικό έργο. Τα πλεονεκτήματά του, όπως η υψηλή απόδοση, ελαφρύ βάρος, συμπαγής, εύκολη εκκίνηση, προσαρμοστικότητα, συγκριτικά χαμηλότερο κόστος, έχουν κάνει τη χρήση του ως πρωτεύοντος κινητήρα καθολική.

1-1. Ταξινόμηση θερμικών μηχανών:



ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ:

L: Μεγαλύτερο από 10000 KW

M: Μέτριο, μεταξύ 1000-10000

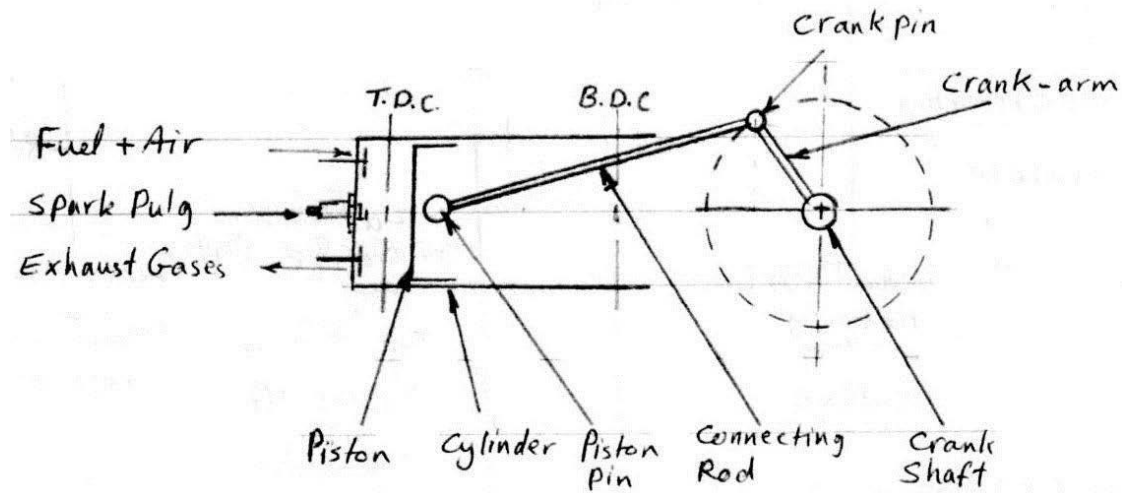
S: Κάτω από 1000 KW

1-2. Ανάπτυξη Κινητήρα

Έτος κινητήρα	Σχεδιαστής/προγραμματιστής
1680 πυρίτιδα	Christian Huygens
1698 Αντλία εξοικονόμησης	Thomas Saverly
1712 Newcomen Steam	Thomas Newcomen
1763 Ατμός διπλής δράσης Watt	James Watt
1801 Αέριος άνθρακας/ ηλεκτρική ανάφλεξη	Eugene Lebon
1802 Ατμός υψηλής πίεσης	Richard Trevithick
1859 Προ αναμεμειγμένα καύσιμα και αέρας	Etienne Lenoir
1862 Βενζίνη	Nikolaus Otto
1876 Τετράκυκλη βενζίνη	Nikolaus Otto
1892 Diesel	Rudolf Diesel
1953 Χυτό αλουμίνιο	B&S

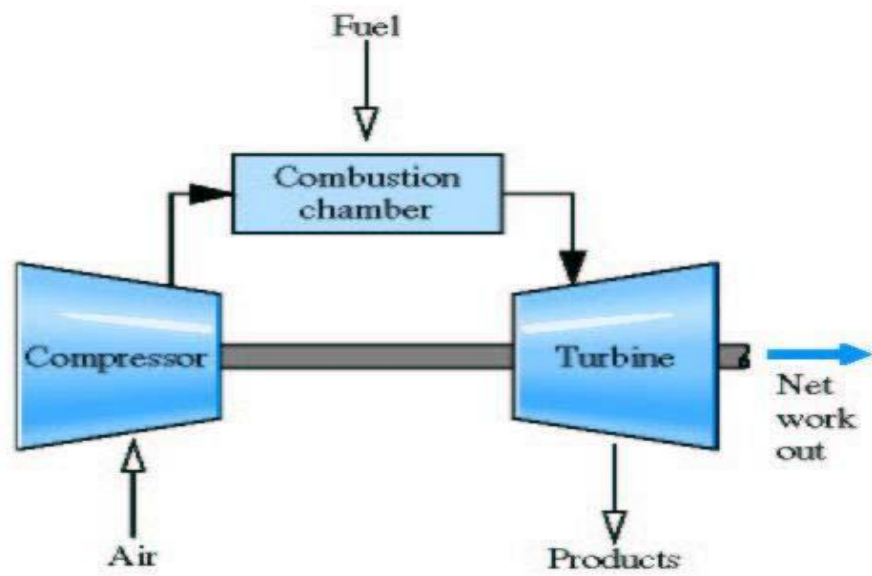
1-3. Σύγκριση μεταξύ των διαφορετικών ειδών

1. Ο παλινδρομικός εμβολοφόρος κινητήρας:



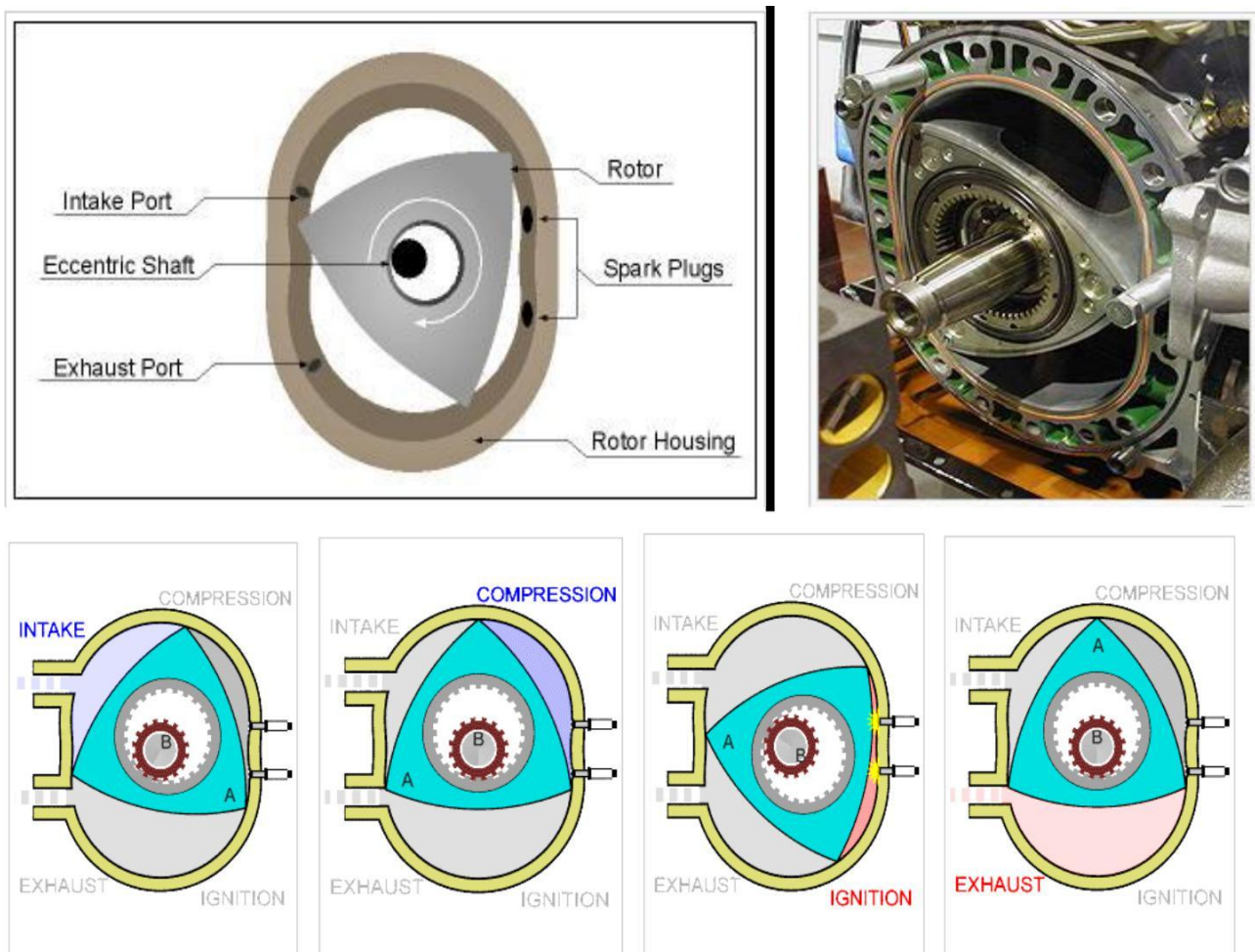
Εικόνα (1): Διαγραμματική αναπαράσταση παλινδρομικού εμβολοφόρου κινητήρα

2. Αεριοστρόβιλος ανοιχτού κύκλου:



Εικόνα (2): Διαγραμματική αναπαράσταση αεριοστρόβιλου

3. Ο κινητήρας Wankel:



Εικόνα (3): Κύκλος τεσσάρων διεργασιών Wankel

1. Ο Γερμανός επιστήμονας Φέλιξ Βάνκελ ήταν ο πρώτος που μετέτρεψε την ιδέα σε ένα λειτουργικό σχέδιο.
2. Ο Wankel τελειοποίησε το σχέδιό του και πούλησε τα δικαιώματα για το σχέδιο σε αρκετές εταιρείες αυτοκινήτων.
3. Η Mazda παρήγαγε το πρώτο της περιστροφικό ηλεκτρικό αυτοκίνητο το 1961 και δημιούργησε το τμήμα περιστροφικών μηχανών της το 1963.
4. Η δημοτικότητα των περιστροφικών οχημάτων αυξήθηκε γρήγορα μέχρι την κρίση του φυσικού αερίου στα μέσα της δεκαετίας του '70.
 - a) Οι περιστροφικοί κινητήρες δεν ήταν πολύ αποδοτικοί σε σχέση με τους κινητήρες με έμβολο.
 - b) Τα αυστηρά πρότυπα εκπομπών δεν μπορούσαν να τηρηθούν με την τρέχουσα περιστροφική τεχνολογία
5. Αυτοί οι δύο παράγοντες βλάπτουν σοβαρά την πώληση και την ανάπτυξη περιστροφικών κινητήρων.
6. Η Mazda ήταν η μόνη εταιρεία αυτοκινήτων που συνέχισε να παράγει αυτοκίνητα με περιστροφικούς κινητήρες μέχρι τη δεκαετία του '90.

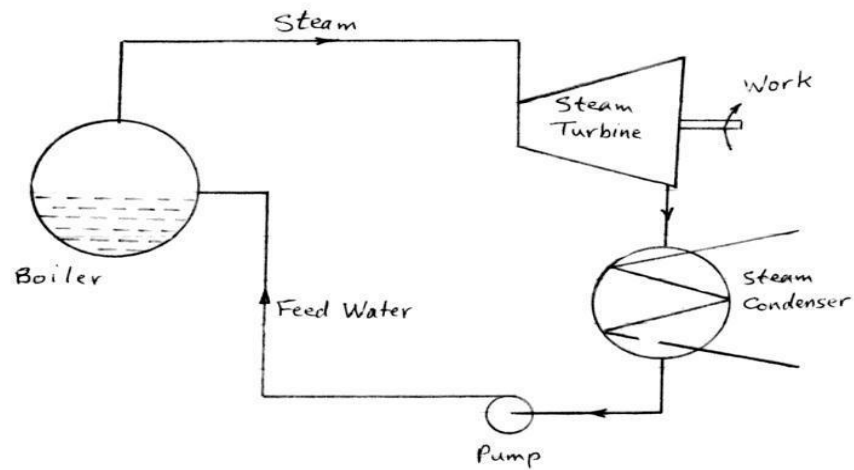
Πλεονεκτήματα:

1. Δόνηση
 - a. Όχι ανισόρροπες παλινδρομικές μάζες.
2. Ισχύς/Βάρος
 - a. Για παρόμοιες μετατοπίσεις, τα περιστροφικά είναι γενικά 30% ελαφρύτερα και παράγουν διπλάσια ισχύ.
3. Απλότητα
 - a. Περιέχει τα μισά κινούμενα μέρη.
 - b. Δεν έχετε συνδετικές ράβδους, στροφαλοφόρο άξονα ή σύστημα βαλβίδων.

Μειονεκτήματα:

1. Απόδοση καυσίμου και εκπομπές
 - a. Το σχήμα του θαλάμου καύσης, που είναι μακρύς αντί για μικρός και συμπυκνωμένος, κάνει την καύση να ταξιδεύει περισσότερο από έναν εμβολοφόρο κινητήρα.
 - b. Λόγω του μακρύτερου θαλάμου καύσης, η ποσότητα του άκαυτου καυσίμου είναι μεγαλύτερη που απελευθερώνεται στο περιβάλλον.
2. Κόστος
 - a. Η έλλειψη υποδομής και ανάπτυξης για τον περιστροφικό κινητήρα έχει προκαλέσει το κόστος παραγωγής και συντήρησής τους γενικά να είναι μεγαλύτερο.

4. Ατμοπαραγωγή:



Εικόνα (4): Διαγραμματική αναπαράσταση ατμοηλεκτρικού σταθμού

1-4. Ταξινόμηση κινητήρων IC

Τα σχέδια κινητήρων μπορούν να ταξινομηθούν ως εξής:

1. Μέγεθος
2. Σύστημα ανάφλεξης
3. Χρόνοι ανά κύκλο
4. Προσανατολισμός κυλίνδρου
5. Προσανατολισμός στροφαλοφόρου άξονα
6. Σύστημα ελέγχου
7. Σύστημα ψύξης

3. Οι κινητήρες IC ταξινομούνται σύμφωνα με:

1. Φύση των θερμοδυναμικών κύκλων ως:

1. Μηχανή κύκλου Otto.
2. Κινητήρας κύκλου ντίζελ
3. Κινητήρας διπλού κύκλου καύσης

2. Τύπος καυσίμου που χρησιμοποιείται:

• **καύσιμα αερίου**

- 1 -φυσικό αέριο
- 2 -αεριοποίηση (πυρόλυση)
- 3-βιοαέριο, απόβλητα αέρια
- 4 -άλλο

• **υγρά καύσιμα**

1. κλάσματα αργού πετρελαίου (καύσιμα απόσταξης)

- Αργό πετρέλαιο (καύσιμο ντίζελ)
- Βενζίνη
- Κηροζίνη (JET-A)
- Βαριά (άκρα) λάδια κλπ.

2. Ανανεώσιμα καύσιμα

- Κράμβη-, ηλιέλαιο, RME
- Αλκοόλες, Βιοαιθανόλη κλπ.

3. Αριθμός χρόνων ως

1. Τετράχρονος κινητήρας
2. Δίχρονος κινητήρας

4. Μέθοδος ανάφλεξης ως:

1. Κινητήρας ανάφλεξης με σπινθήρα, γνωστός ως κινητήρα

2. Κινητήρας ανάφλεξης με συμπίεση, γνωστός ως κινητήρας CI

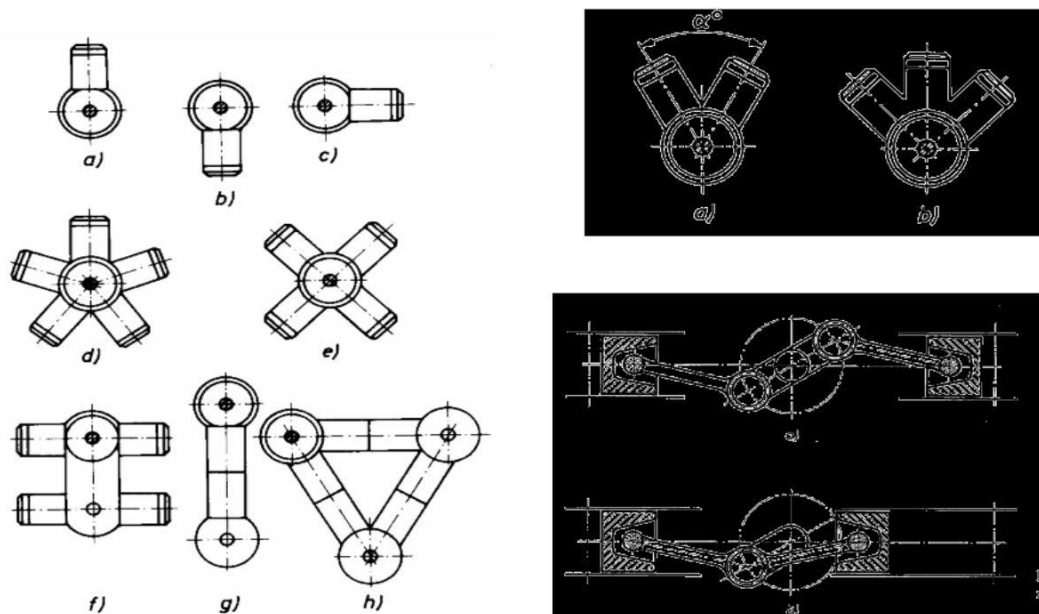
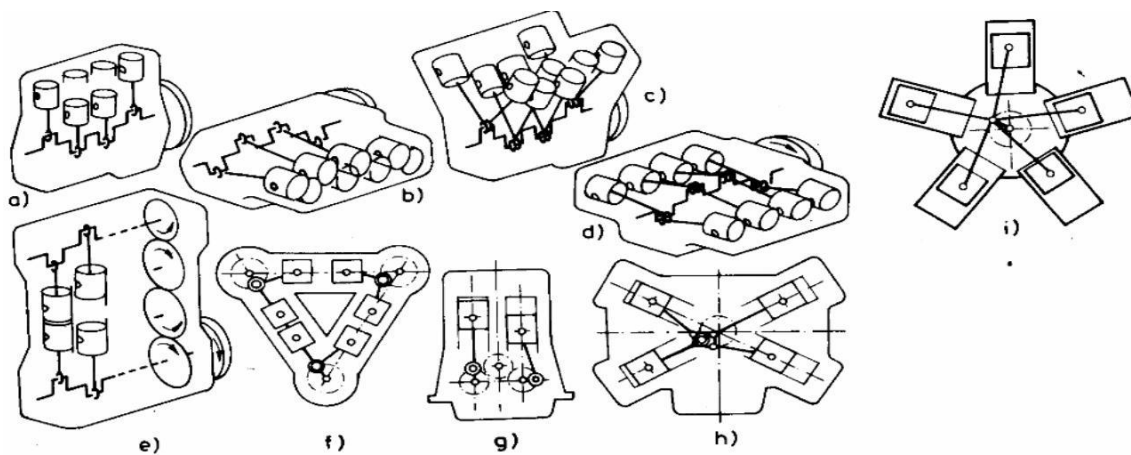
5. Αριθμός κυλίνδρου ως:

Μονοκύλινδρος κινητήρας

Πολυκύλινδρος κινητήρας

6. Θέση του κυλίνδρου ως:

- 1 Οριζόντιος κινητήρας
- 2 Κατακόρυφος κινητήρας.
- 3 Κινητήρας V.
- 4 Εν σειρά κινητήρας.
- 5 Αντίθετος κινητήρας κυλίνδρου



Εικόνα (5): Διάταξη κυλίνδρων

7. Μέθοδος ψύξης ως:

- 1 Αερόψυκτος κινητήρας
- 2 Υδροψυκτος κινητήρας

8. Μέθοδοι ανάμειξης αέρα-καυσίμου

- 1 Εσωτερική (CIE, GDI (SIE))
- 2 Εξωτερικό (SIE)

1-5. Ταξινόμηση κινητήρων εσωτερικής καύσης (IC)

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι ταξινόμησης κινητήρων IC:

Ένα από τα πιο σημαντικά είναι η αρχή της λειτουργίας.

Μπορεί να είναι τετράχρονος κινητήρας ή δίχρονος κινητήρας (μία διαδρομή είναι η μισή περιστροφή του στροφαλοφόρου άξονα)

Λειτουργία τετράχρονου κινητήρα:

(ένας κύκλος είναι δύο περιστροφές στροφαλοφόρου άξονα)

Χρόνοι λειτουργίας:

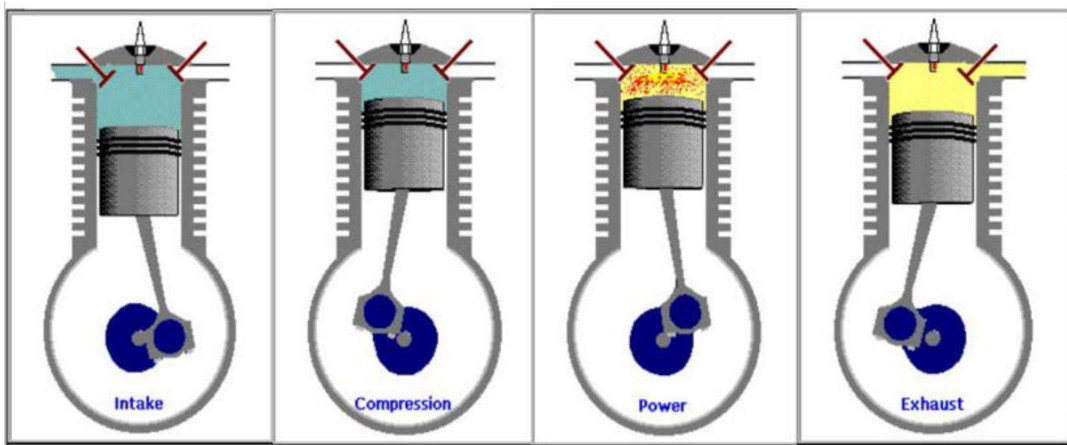
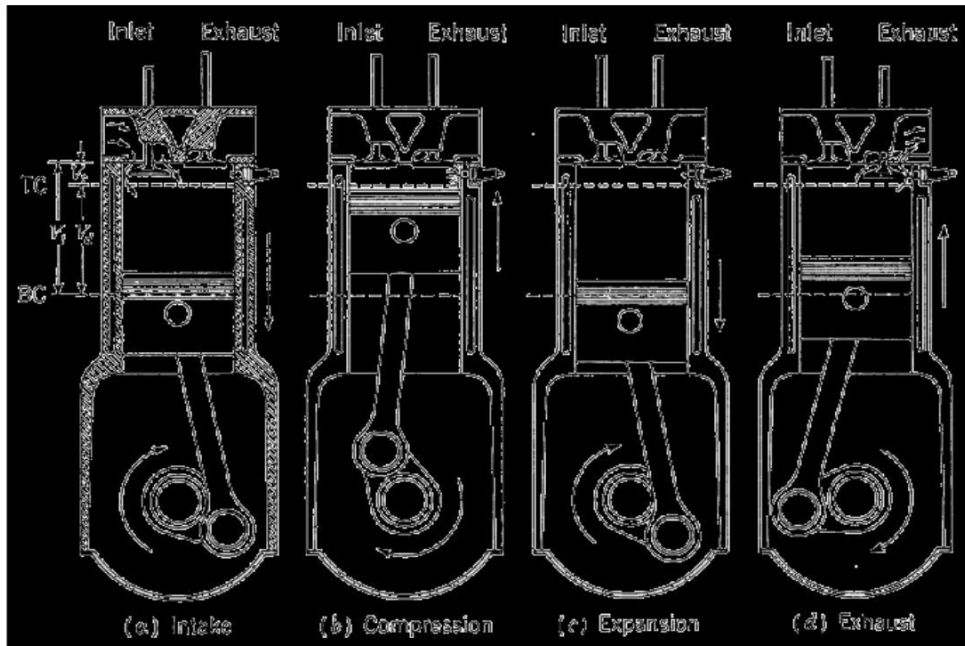
I. **Εισαγωγή:** το έμβολο κινείται προς τα κάτω, η βαλβίδα εισαγωγής είναι ανοιχτή και ο αέρας ή το μείγμα αέρα και καυσίμου ρέουν στον κύλινδρο

II. **Συμπύεση:** Το έμβολο κινείται προς τα πάνω, και οι δύο βαλβίδες είναι κλειστές Το υγρό μέσα

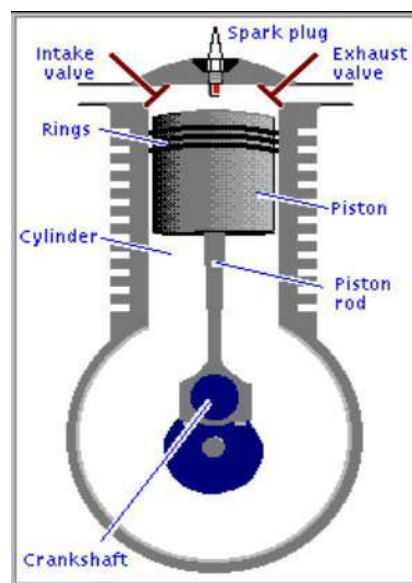
στον κύλινδρο υποβαθμίζεται στο TDC: Ανάφλεξη και μετά την καύση.

III. **Εκτόνωση:** Το έμβολο κινείται προς τα κάτω και οι δύο βαλβίδες είναι κλειστές

IV. **Εξάτμιση:** το έμβολο κινείται προς τα πάνω και η βαλβίδα εξαγωγής είναι ανοιχτή. Η ροή των καυσαερίων προς τα έξω



Εικόνα (6): Λειτουργία τετράχρονο κινητήρα



Εικόνα (7): Ο κινητήρας των κύριων ανταλλακτικών

Πλεονεκτήματα

- 1 Περισσότερη ροπή

Αυτοί είναι οι πιο σημαντικοί λόγοι για τους οποίους οι άνθρωποι επιλέγουν ένα 4χρονο κινητήρα. Οι δίχρονοι υπερηφανεύονται για την ταχύτητα και τη δύναμή τους, αλλά ο τετράχρονος δείχνει επιπλέον ροπή.

- 1 Είναι πιο αξιόπιστος και πιο ήσυχος.
- 2 Διαρκεί περισσότερο
- 3 Τρέχει πολύ πιο καθαρά από 2 φασικούς
- 4 Πιο αποτελεσματική χρήση αερίου

Μειονεκτήματα

1. Περίπλοκος
2. Μισή ισχύ σε σχέση με δίχρονους
3. Πιο ακριβός από το 2χρονο

Δίχρονος κινητήρας

1. Λέγεται δίχρονος κινητήρας γιατί έχει μία φάση συμπίεσης και μία φάση καύσης.
2. Σε έναν τετράχρονο κινητήρα υπάρχουν ξεχωριστές διαδρομές εισαγωγής, συμπίεσης, καύσης και εξάτμισης.
3. Μίγμα ειδικού λαδιού για δίχρονο με βενζίνη
4. Μίγμα λαδιού με το αέριο για τη λίπανση του στροφαλοφόρου άξονα, συνδέοντας τη συνδετική ράβδο και τα τοιχώματα του κυλίνδρου
5. Σημείωση: Αν ξεχάσετε να αναμίξετε το λάδι, ο κινητήρας δεν πρόκειται να αντέξει πολύ!

Πλεονεκτήματα

Οι δίχρονοι κινητήρες δεν έχουν βαλβίδες, κάτι που απλοποιεί την κατασκευή τους και μειώνει το βάρος τους.

Οι δίχρονοι κινητήρες πυροδοτούν μία φορά κάθε περιστροφή δηλαδή ανάφλεξη ανά 360 μοίρες, ενώ οι τετράχρονοι κινητήρες δημιουργούν ανάφλεξη μία φορά κάθε 720 μοίρες . Αυτό δίνει στους δίχρονους κινητήρες σημαντική ώθηση ισχύ

3. Οι δίχρονοι κινητήρες μπορούν να λειτουργήσουν με οποιονδήποτε προσανατολισμό, κάτι που μπορεί να είναι σημαντικό σε κάτι σαν αλυσοπρίονο. Ένας τυπικός τετράχρονος κινητήρας μπορεί να έχει προβλήματα με τη ροή του λαδιού εκτός εάν είναι όρθιος και

4. Αυτά τα πλεονεκτήματα κάνουν τους δίχρονους κινητήρες ελαφρύτερους, απλούστερους και λιγότερο δαπανηρούς στην κατασκευή τους.

5. Οι δίχρονοι κινητήρες έχουν επίσης τη δυνατότητα να συσκευάσουν περίπου διπλάσια ισχύ στον ίδιο χώρο, επειδή υπάρχουν διπλάσιες στροφές ισχύος ανά περιστροφή.

Μειονεκτήματα

1. Οι δίχρονοι κινητήρες δεν διαρκούν τόσο πολύ όσο οι τετράχρονοι κινητήρες. Η έλλειψη ενός αποκλειστικού συστήματος λίπανσης σημαίνει ότι τα μέρη ενός δίχρονου κινητήρα φθείρονται πολύ πιο γρήγορα.

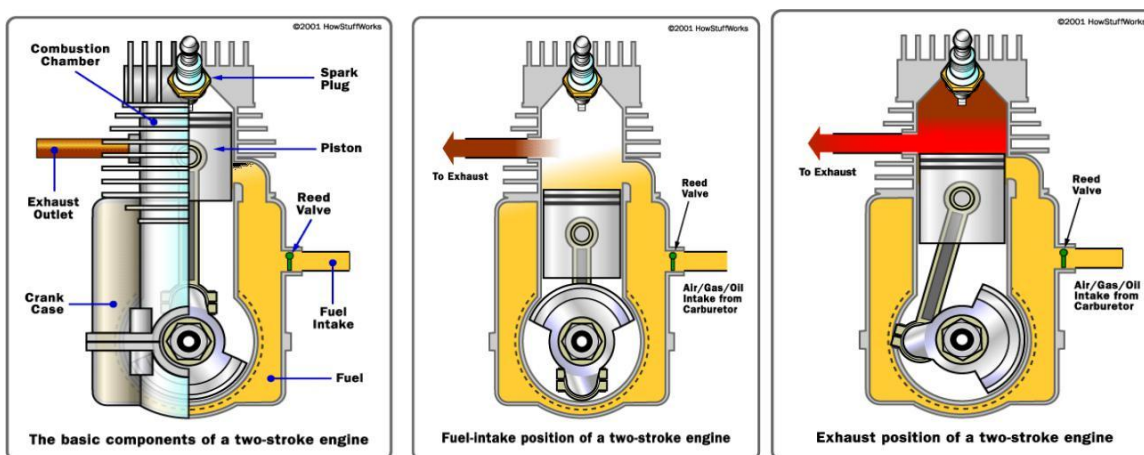
2. Το δίχρονο λάδι είναι ακριβό και χρειάζεστε περίπου 4 ουγκιές από αυτό ανά γαλόνι αερίου. Θα έκαίγες περίπου 3,7 λίτρα λαδιού κάθε 1600 χλμ. αν χρησιμοποιούσες δίχρονο κινητήρα σε ένα αυτοκίνητο.

3. Οι δίχρονοι κινητήρες δεν είναι αποδοτικοί σε καύσιμα, επομένως θα παίρνετε λιγότερα μίλια ανά γαλόνι.

4. Οι δίχρονοι κινητήρες παράγουν πολλή ρύπανση

1. από την καύση του λαδιού.

2. Κάθε φορά που μια νέα πλήρωση αέρα/καυσίμου φορτώνεται στον θάλαμο καύσης, μέρος του διαρρέει μέσω της θύρας εξάτμισης.



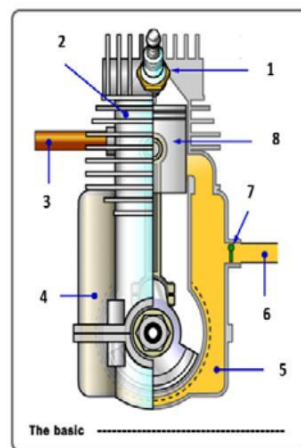
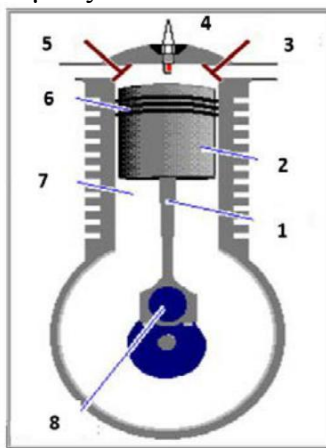
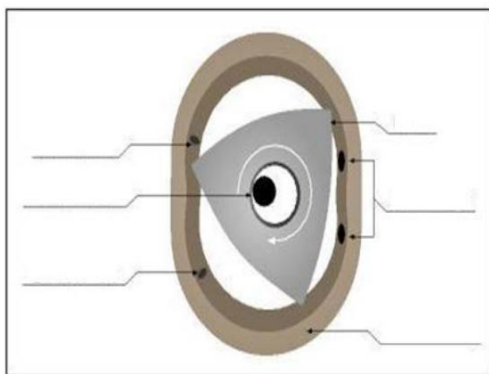
Εικόνα (8): Η λειτουργία δίχρονου κινητήρα και τα μέρη του κινητήρα

1-6. Σύγκριση μεταξύ δίχρονων και τετράχρονων κινητήρων

	Τετράχρονος Κινητήρας	Δίχρονος Κινητήρας
1	Ένας κύκλος ολοκληρώνεται σε κάθε δύο περιστροφές του στροφαλοφόρου άξονα	Ένας κύκλος ολοκληρώνεται σε κάθε περιστροφή του στροφαλοφόρου άξονα
2	Περισσότερα κινούμενα μέρη	Λιγότερα κινούμενα μέρη
3	Περισσότερη συντήρηση	Λιγότερη συντήρηση
4	Βαρύτερο	Ελαφρύ σε βάρος
5	Πιο ακριβό	Λιγότερο ακριβό
6	Παράγουν περισσότερη ρύπανση	Λιγότερη μόλυνση
7	Μεγάλη διάρκεια ζωής κινητήρα	Μικρή διάρκεια ζωής κινητήρα
8	Δεν απαιτείται μείγμα λαδιού για τη λίπανση του στροφαλοφόρου άξονα	Απαιτείται μείγμα λαδιού για τη λίπανση του στροφαλοφόρου άξονα
9	Πολύπλοκος σχεδιασμός	Απλούστερος σχεδιασμός

Ερωτήσεις

1. Τι εννοείτε με τον όρο μηχανή IC;
 2. Καταγράψτε τα ευέλικτα πλεονεκτήματα των μηχανών IC
 3. Σχεδιάστε τη διαγραμματική παράσταση των θερμικών μηχανών
 4. Σχεδιάστε τον κύκλο τεσσάρων διεργασιών Wankel
 5. Ποιος είναι ο πρώτος που έβαλε την ιδέα σε έναν λειτουργικό σχεδιασμό κινητήρων
 6. Ποια εταιρεία παρήγαγε το πρώτο περιστροφικό ηλεκτρικό αυτοκίνητο το 1961
 7. Ποιοι είναι οι δύο παράγοντες που βλάπτουν σοβαρά τον κινητήρα Wankel
 8. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα των κινητήρων Wankel
 9. Ποια είναι τα μειονεκτήματα των κινητήρων Wankel
- 10 - Ποια είναι η βάση της ταξινόμησης του σχεδιασμού του κινητήρα
- 11 - Ποια είναι η ταξινόμηση των κινητήρων IC σύμφωνα με:
- A - Τύπος φυσικών θερμοδυναμικών κύκλων
- B - Τύπος καυσίμου που χρησιμοποιείται
- Γ - Αριθμός χρόνων
- D - Μέθοδος ανάφλεξης
- E - θέση του κυλίνδρου με σχέδιο
- F - Αριθμός κύκλων
- G - Μέθοδος ψύξης
- H - Μέθοδοι ανάμειξης καυσίμου αέρα
- 12- Αποτροπή τετράχρονος κινητήρας με σχέδιο
- 13 - Ποια είναι τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των τετράχρονων κινητήρων;
- 14 - Γιατί ονομάζονται δίχρονι κινητήρες;
- 15 - Ποια είναι τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των δίχρονων κινητήρων;
- 16 - Σύγκριση μεταξύ των δίχρονων και των τετράχρονων κινητήρων
- 17 - Βάλτε τους όρους σε αυτούς τους αριθμούς

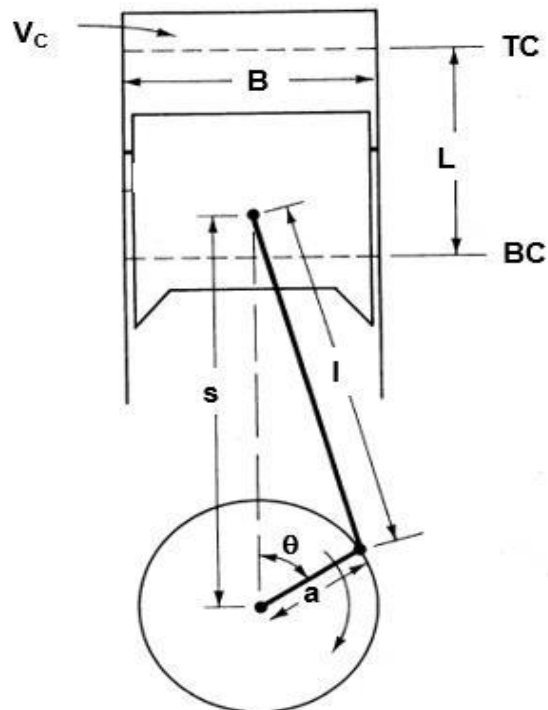


Κεφάλαιο 2

Γεωμετρία κινητήρων

2. Γεωμετρία κινητήρα

2-1. Γεωμετρία κινητήρα



Φιγούρα 1): Γεωμετρία κινητήρα

$$s(\theta) = a \cos \theta + \left(l^2 - a^2 \sin^2 \theta\right)^{1/2}$$

Η απόσταση που διανύει το έμβολο από τις ανώτατες θέσεις του (ή αλλιώς, Κορυφαίο Νεκρό Σημείο ΚΝΣ), στην κατώτατη θέση του (ή κάτω νεκρό σημείο BDC) ονομάζεται διαδρομή θα είναι δύο φορές η ακτίνα του στροφάλου.

2-1-1. Σαρωμένος όγκος

Δηλώνεται με γράμμα h. Έχει μονάδες mm ή ίντσες. Τώρα μπορούμε να υπολογίσουμε τον όγκο σάρωσης

ως εξής: ($L = 2r$)

$$V_s = \left[\frac{\pi \cdot D^2}{4} \right] \cdot L$$

Αν D είναι σε **cm** και L είναι επίσης σε **cm** τότε οι μονάδες του V θα είναι cm^3 που συνήθως γράφεται ως κυβικό εκατοστό ή cc .

2-1-2. Οπή

Η εσωτερική διάμετρος του κυλίνδρου του κινητήρα είναι γνωστή ως οπή. Μπορεί να μετρηθεί με ακρίβεια με έναν διαβήτη Vernier ή μετρητή οπής. Καθώς ο κύλινδρος του κινητήρα φθείρεται με το πέρασμα του χρόνου, έτσι η διάμετρος της οπής αλλάζει σε μεγαλύτερη τιμή, επομένως το έμβολο χάνεται στον κύλινδρο και υφίσταται απώλεια ισχύος. Για να διορθωθεί αυτό το πρόβλημα γίνεται εκ νέου διάτρηση στο επόμενο τυπικό μέγεθος και τοποθετείται νέο έμβολο. Η διάτρηση υποδηλώνεται με το γράμμα 'B'. Συνήθως μετριέται σε mm (μονάδες SI) ή ίντσες (μετρικές μονάδες). Χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της χωρητικότητας του κινητήρα (όγκος κυλίνδρου).

2-1-3. Όγκος εκκαθάρισης

Ο όγκος πάνω από το T.D.C. ονομάζεται όγκος διάκενου, παρέχεται έτσι ώστε να δέχεται βαλβίδες κινητήρα κ.λπ. αναφέρεται ως (V_C). Στη συνέχεια ο συνολικός όγκος του κυλίνδρου του κινητήρα είναι,

$$V = V_s + V_C$$

2-2. Αναλογία συμπίεσης

Υπολογίζεται ως εξής:

$$\Gamma_k = \frac{V_s + V_C}{V_C}$$

2-3. Αναλογία αέρα-καυσίμου

Για να πραγματοποιηθεί η καύση, πρέπει να υπάρχει η σωστή αναλογία αέρα και καυσίμου στον κύλινδρο.

Η αναλογία αέρα-καυσίμου ορίζεται ως

$$AF = m_a / m_f$$

Το ιδανικό AF είναι περίπου 15:1, με πιθανή ομοιογενή καύση στην περιοχή από 6 έως 19.

Για έναν SI κινητήρα το AF είναι στην περιοχή από 12 έως 18 ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας.

Για ένα CI κινητήρα, όπου το μείγμα είναι εξαιρετικά μη ομοιογενές και το AF κυμαίνεται από 18 έως 70.

2-4. Τυπικοί κύκλοι αέρα

Το μεγαλύτερο μέρος του σταθμού ηλεκτροπαραγωγής λειτουργεί σε θερμοδυναμικό κύκλο, δηλαδή το λειτουργικό ρευστό υφίσταται μια σειρά διεργασιών και τελικά επιστρέφει στην αρχική του κατάσταση. Ως εκ τούτου, για να συγκριθούν οι αποδόσεις διαφόρων κύκλων, υπολογίζεται μια υποθετική απόδοση που ονομάζεται τυπική απόδοση αέρα.

Εάν ο αέρας χρησιμοποιείται ως ρευστό εργασίας σε έναν θερμοδυναμικό κύκλο, τότε ο κύκλος είναι γνωστός ως «Τυπικός κύκλος αέρα».

Για να απλοποιηθεί η ανάλυση των I.C. κινητήρες, σχεδιάζονται τυπικοί κύκλοι αέρα.

Υποθέσεις

1. Το μέσο εργασίας θεωρείται ότι είναι τέλει αέριο και ακολουθεί τη σχέση

$$P.V = m.R.T \quad \Rightarrow \rho = \frac{m}{V} \quad \Rightarrow P = \rho.R.T$$

1. Δεν υπάρχει αλλαγή στη μάζα του μέσου εργασίας.
2. Όλες οι διεργασίες που αποτελούν τον κύκλο είναι αναστρέψιμες.
3. Προστίθεται θερμότητα και απορρίπτεται με εξωτερικές δεξαμενές θερμότητας.
4. Το μέσο εργασίας έχει σταθερές ειδικές θερμότητες.

2-5. Ισχύς και Μηχανική Απόδοση

Ο κύριος σκοπός της λειτουργίας ενός κινητήρα είναι η απόκτηση μηχανικής ισχύος.

- Η ισχύς ορίζεται ως ο ρυθμός εκτέλεσης της εργασίας και είναι ίση με το γινόμενο της δύναμης και της γραμμικής ταχύτητας ή το γινόμενο της ροπής και της γωνιακής ταχύτητας.

• Έτσι, η μέτρηση της ισχύος περιλαμβάνει τη μέτρηση της δύναμης (ή της ροπής) καθώς και της ταχύτητας. Η δύναμη ή η ροπή μετριέται με τη βοήθεια ενός δυναμόμετρου και η ταχύτητα με ένα στροφόμετρο.

Η ισχύς που αναπτύσσεται από έναν κινητήρα και μετράται στον άξονα εξόδου ονομάζεται ισχύς πέδησης ($b.p$) και δίνεται από,

$$b.p = \frac{2\pi NT}{60}$$

Όπου, T είναι η ροπή σε N-m και N είναι η ταχύτητα περιστροφής σε στροφές ανά λεπτό. Η συνολική ισχύς που αναπτύσσεται από την καύση του καυσίμου στον θάλαμο καύσης είναι, ωστόσο, μεγαλύτερη από την $b.p$ και ονομάζεται ενδεικνυόμενη ισχύς (ip). Από την ισχύ που αναπτύσσει ο κινητήρας, δηλαδή ip , κάποια ισχύς καταναλώνεται για να ξεπεραστεί η τριβή μεταξύ κινούμενων μερών, κάποια στη διαδικασία εισαγωγής του αέρα και αφαίρεσης των προϊόντων της καύσης από τον θάλαμο καύσης του κινητήρα.

2-6. Ενδεικνυόμενη ισχύς

Είναι η ισχύς που αναπτύσσεται στον κύλινδρο και επομένως αποτελεί τη βάση αξιολόγησης της απόδοσης καύσης ή της απελευθέρωσης θερμότητας στον κύλινδρο που,

$$IP = \frac{P_{im} LANK}{60}$$

i_m = Μέση ενεργή πίεση, N/m²,

L = Μήκος φάσης, m,

A = Εμβαδόν του εμβόλου, m²,

N = Ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα, σ.α.λ. (Είναι $N/2$ για τετράχρονους κινητήρες), και

k = Αριθμός κυλίνδρων.

Έτσι, βλέπουμε ότι για έναν δεδομένο κινητήρα η ισχύς εξόδου μπορεί να μετρηθεί με βάση τη μέση ενεργή πίεση.

Η διαφορά μεταξύ των i_p και b_p είναι ένδειξη της ισχύος που χάνεται στα μηχανικά εξαρτήματα του κινητήρα (λόγω τριβής) και αποτελεί τη βάση της μηχανικής απόδοσης, η οποία ορίζεται ως εξής:

$$\text{Μηχανική απόδοση} = \frac{b_p}{i_p}$$

Η διαφορά μεταξύ i_p και b_p ονομάζεται ισχύς τριβής (f_p).

$$f_p = i_p - b_p$$

$$\text{Μηχανική απόδοση} = \frac{b_p}{(b_p + f_p)}$$

2-7. Διακοπή μέσης ενεργούς πίεσης (P_{bm})

Η μέση ενεργός πίεση ορίζεται ως μια υποθετική/μέση πίεση που θεωρείται ότι δρα στο έμβολο καθ' όλη τη διάρκεια της διαδρομής ισχύος. Επομένως,

$$P_{im} = \frac{60000 \times i_p}{L.A.N.K}$$

Όπου:

i_p = ενδεικνυόμενη ισχύς (kW)

b_p = Ισχύς διακοπής (kW)

P_{im} = υποδεικνύεται η μέση αποτελεσματική πίεση (N/m^2)

P_{bm} = Μέση αποτελεσματική πίεση διακοπής (N/m^2)

L = μήκος του χρόνου A = περιοχή του εμβόλου (m^2)

N = αριθμός φάσεων ισχύος = rpm
= $rpm/2$

για 2χρονους κινητήρες
για 4χρονο

K = αριθμός κυλίνδρου.

Ένα υποδεικνυόμενο διάγραμμα είναι ένα γράφημα μεταξύ πίεσης και όγκου. Η πρώτη λαμβάνεται στον κατακόρυφο άξονα και η δεύτερη στον οριζόντιο άξονα. Αυτό λαμβάνεται από ένα όργανο γνωστό ως δείκτης. Τα διαγράμματα δείκτη είναι δύο τύπων.

(α) Θεωρητικό ή υποθετικό

(β) Πραγματικός.

Το θεωρητικό ή υποθετικό διάγραμμα δείκτη έχει πάντα μεγαλύτερο μέγεθος σε σύγκριση με το πραγματικό. Αφού στο πρώτο οι απώλειες παραμελούνται. Ο λόγος του εμβαδού του πραγματικού ενδεικτικού διαγράμματος προς το θεωρητικό ονομάζεται παράγοντας διαγράμματος.

2-8. Μέση αποτελεσματική πίεση (P_m ή P_{meff})

Η μέση αποτελεσματική πίεση είναι εκείνη η υποθετική σταθερή πίεση που υποτίθεται ότι δρα στο έμβολο κατά τη διάρκεια της διαδρομής διαστολής του, παράγοντας την ίδια απόδοση έργου με αυτή από τον πραγματικό κύκλο.

Μαθηματικά,

$$P_M = \frac{\text{Αποδιδόμενο έργο}}{\text{Σαρωμένος όγκος}} = \frac{W}{(V_1 + V_2)}$$

Μπορεί επίσης να εμφανιστεί ως

$$P_M = \frac{\text{Περιοχή ενδεικτικού διαγράμματος}}{\text{Μήκος διαγράμματος}} * \text{Σταθερά}$$

Η σταθερά εξαρτάται από τον μηχανισμό που χρησιμοποιείται για να ληφθεί το διάγραμμα δείκτη και έχει τις μονάδες *bar/m*.

2-9. Ενδεικνυόμενη μέση ενεργός πίεση (P_{im})

Η ενδεικνυόμενη ισχύς ενός κινητήρα δίνεται από τη σχέση,

$$P_m = \frac{P_{im} \cdot L \cdot A \cdot N \cdot K}{60000} \Rightarrow P_{im} = \frac{60000 \times ip}{L \cdot A \cdot N \cdot K}$$

2-10. Αποδοτικότητα Καύσης

Ο χρόνος για την καύση στον κύλινδρο είναι πολύ σύντομος, επομένως μπορεί να μην καταναλωθεί όλο το καύσιμο ή οι τοπικές θερμοκρασίες να μην υποστηρίξουν την καύση. Ένα μικρό κλάσμα του καυσίμου μπορεί να μην αντιδράσει και να εξέρχεται με τα καυσαέρια. Αποδοτικότητα καύσης ορίζεται ως η πραγματική εισροή θερμότητας διαιρούμενη με τη θεωρητική εισροή θερμότητας:

$$\eta_c = \frac{Q_{in}}{m_f \cdot Q_{HV}}$$

Όπου Q_{in} = θερμότητα που προστίθεται από την καύση ανά κύκλο

m_f = μάζα καυσίμου που προστίθεται στον κύλινδρο ανά κύκλο

Q_{HV} = θερμαντική αξία του καυσίμου (χημική ενέργεια ανά μονάδα μάζας)

2-11. Θερμική Απόδοση

η_t = έργο ανά κύκλο / εισροή θερμότητας ανά κύκλο

$$\eta_t = W / Q_{in} = W / (\eta_c m_f Q_{HV})$$

Η σε όρους αναλογίας,

η_t = τροφοδοσία ισχύος/ρυθμός εισροής θερμότητας

$$\eta_t = P / Q_{in} = P / (\eta_c m_f Q_{HV})$$

Οι θερμικές αποδόσεις μπορούν να δοθούν ως προς την πέδηση ή τις ενδεικνυόμενες τιμές. Οι ενδεικνυόμενες θερμικές αποδόσεις είναι συνήθως 50% έως 60% και οι θερμικές αποδόσεις πέδησης είναι συνήθως περίπου 30%.

2-12. Αυθαίρετη Αποτελεσματικότητα

$$\eta_f = \frac{W_b}{m_f \cdot Q_{HV}} = \frac{P_b}{m'_f Q_{HV}}$$

Σημείωση: Το η_f μοιάζει πολύ με το η_t , η διαφορά είναι ότι το η_t λαμβάνει υπόψη μόνο το πραγματικό καύσιμο που καίγεται στον κινητήρα.

Θυμηθείτε ότι

$$sfc = m_f / P_b$$

Οπότε

$$\eta_f = 1 / (sfc Q_{HV})$$

2-13. Ογκομετρική απόδοση

Λόγω του μικρού χρόνου κύκλου και των περιορισμών ροής, λιγότερη από την ιδανική ποσότητα αέρα εισέρχεται στον κύλινδρο.

Η αποτελεσματικότητα ενός κινητήρα να εισάγει αέρα στους κυλίνδρους μετρείται από την ογκομετρική απόδοση που είναι η αναλογία του πραγματικού εισαγόμενου αέρα διαιρεμένη με τον θεωρητικό αέρα που εισέρχεται:

$$\eta_v = \frac{m_a}{\rho_a \cdot V_d} = \frac{n_R \cdot m_a}{\rho_a \cdot V_d \cdot N}$$

Όπου r_a είναι η πυκνότητα αέρα σε ατμοσφαιρικές συνθήκες P_o , P_o για ιδανικό αέριο

$$r_a = P_o / R T_o, \quad R_a = 0.287 \text{ kJ/kg-K}$$

(σε κανονικές συνθήκες $r_a=1.181 \text{ kg/m}^3$)

Οι τυπικές τιμές για το WOT είναι στο εύρος 75%-90% και χαμηλότερες όταν το γκάζι είναι κλειστό.

2-14. Μέτρηση απόδοσης κινητήρα.

1. Ογκομετρική απόδοση - Η ποσότητα του μείγματος αέρα/καυσίμου που λαμβάνεται στον κύλινδρο κατά τη διαδρομή εισαγωγής. Η αναλογία καθορίζεται από την ποσότητα του μείγματος αέρα/ καυσίμου που εισέρχεται πραγματικά στον κύλινδρο προς την ποσότητα που θα μπορούσε ενδεχομένως να εισέλθει.

Παράδειγμα: Ένας κύλινδρος μπορεί να χωρέσει 0,034 ουγγιές αέρα. Ο κινητήρας λειτουργεί στο α

υψηλή ταχύτητα και 0,027 ουγγιές μπαίνουν, οπότε η ογκομετρική απόδοση είναι $0,027/0,034$ ή 80%. Η ογκομετρική απόδοση πρέπει να είναι τουλάχιστον 50% σε υψηλές ταχύτητες.

2. Τρόποι αύξησης της ογκομετρικής απόδοσης

- a) Διευρύνετε τις θύρες και τις διόδους εισαγωγής και κρατήστε τις θύρες και τις διόδους όσο το δυνατόν πιο ευθείες.
- b) Λειάνετε τις εσωτερικές επιφάνειες των θυρών εισαγωγής.
- c) Χρησιμοποιήστε περισσότερα καρμπυρατέρ ή καρμπυρατέρ με μεγαλύτερες διόδους αέρα.

L. Ιπποδύναμη φρένων (bhp)-Ιπποδύναμη εξόδου ή ισχύς που παρέχεται στον κινητήρα.

M. Ενδεικνυόμενη ιπποδύναμη (ihp)-Η ισχύς που αναπτύσσεται μέσα στο θάλαμο καύσης του κινητήρα κατά τη διάρκεια της διαδικασίας καύσης.

N. Ιπποδύναμη τριβής (fhp)-Η ισχύς που απαιτείται από τον κινητήρα για να ξεπεράσει την τριβή των κινούμενων μερών στον κινητήρα (η μεγαλύτερη απώλεια συμβαίνει όταν οι δακτύλιοι ξύνονται στα τοιχώματα του κυλίνδρου).

Η σχέση είναι $bhp = ihp - fhp$.

O. Απόδοση κινητήρα -Η σχέση μεταξύ της παρεχόμενης ισχύος και της ισχύος που θα μπορούσε να αποκτηθεί.

1. Μηχανική απόδοση -Η σχέση μεταξύ bhp και ihp.

$$\text{Μηχανική απόδοση} = bhp / ihp$$

Παράδειγμα: Σε μια ορισμένη ταχύτητα ο ίππος ενός κινητήρα είναι 116 και ο ίππος είναι 135.

Η μηχανική απόδοση είναι $\frac{116}{135} = .86$ ή 86%.

Το υπόλοιπο 14% είναι απώλεια λόγω fhp.

2. Θερμική απόδοση - Η σχέση μεταξύ της ισχύος εξόδου και της ενέργειας του καυσίμου που καίγεται.
 - a. Απώλειες λόγω:
 1. Η καύση μεταφέρεται από το σύστημα ψύξης.
 2. Κανσαέρια.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ

Πρακτικό παράδειγμα Νο.1

Ένας τετράχρονος κινητήρας δουλεύει με 2500 σαλ. Ο κυβισμός του κινητήρα είναι 3 λίτρα. Ο αέρας εισέρχεται με πίεση 0,52 bar και θερμοκρασία 15^oC με βαθμό απόδοσης 0,4 και αναλογία αέρα καυσίμου 12/1. Η θερμιδική ποσότητα είναι 46 MJ/kg. Υπολογίστε τη θερμότητα που απελευθερώνεται κατά τη καύση.

ΛΥΣΗ

$$\text{Όγκος} = 0,003 \text{ m}^3$$

$$\text{Όγκος που προκαλείται} = 0,003 * (2500/60)/2 = 0,0625 \text{ m}^3/\text{sec}$$

Χρησιμοποιώντας τον νόμο των αερίων $pV = mRT$ έχουμε.

Ίδανικό αέριο

$$m = pV/RT = 0,52 * 10^5 * 0,0625 / (287 * 288) = 0,03932 \text{ kg/sec.}$$

Πραγματικό αέριο

$$m = 0,03932 * 0,4 = 0,01573 \text{ kg/sec.}$$

Μάζα καυσίμου

$$m_f = 0,01573 / 12 = 0,00131 \text{ kg/sec.}$$

Η απελευθερωμένη θερμότητα είναι:

$$\Phi = \text{θερμιδική ποσότητα} * m_f = 46000 \text{ KJ/kg} * 0,00131 \text{ kg/sec} = 60,3 \text{ KW.}$$

Πρακτικό παράδειγμα Νο 2.

Ένας τετρακύλινδρος τετράχρονος κινητήρας έδωσε τα εξής αποτελέσματα κατά τη διάρκεια δοκιμών.

Ταχύτητα στροφάλου $N=2500$ σαλ

Βραχίονας ροπής $R=0,4$ m

Καθαρό φορτίο φρένου $F=200$ N

Κατανάλωση καυσίμου= 2g/sec

Επιφάνεια του δείκτη διαγράμματος $A_d=300$ mm²

Κλίμακα πίεσης $S_p=8$ kpa/mm

Διαδρομή εμβόλου $L=100$ mm

Διάμετρος εμβόλου $D=100$ mm

Βάση μήκους διαγράμματος $Y=60$ mm

Υπολογίστε τις $BP,FP,IP,MEP,\eta_{BTH},\eta_{ITH},\eta_{MECH}$

ΛΥΣΗ

$N=2500$ RPM, $R=0,4$ m, $F=200$ N, $T=F/R=200/0,4=500$ Nm

$m_f=2$ g/sec $\cdot 2/1000=0,002$ kg/sec.

$CV=42$ MJ/kg= 42000 kJ/kg, $A_d=300$ mm², $S_p=80$ kpa/mm

$L=100$ mm= $0,1$ m, $D=100$ mm= $0,1$ m, $r=D/2=0,05$ m

$A = \pi \cdot r^2=3,14 \cdot 0,05^2=0,00785$ m², $Y=60$ mm

$BP = 2 \cdot \pi \cdot N \cdot T / 60 = 2 \cdot 3,14 \cdot 2500 \cdot 500 / 60 = 20,94$ KW.

$\Phi = m_f \cdot CV = 0,002 \cdot 42000 = 84$ KW Απελευθερωμένη θερμότητα

$IP = PLAN / 60$

$P = MEP = A_d / Y \cdot S_p = 300 / 60 \cdot 80 = 400$ KW.

$IP = (400 \cdot 0,1 \cdot 0,00785 \cdot 2500) / 60 \cdot 1/2 = 6,54$ KW για κάθε κύλινδρο

Για 4 κυλίνδρους $IP = 6,54 \cdot 4 = 26,18$ KW.

$FP = IP - BP = 26,18 - 20,94 = 5,24$ KW.

$\eta_{BTH} = BP / \Phi \cdot 100\% = 20,94 / 84 \cdot 100\% = 24,90\%$.

$\eta_{ITH} = IP / \Phi \cdot 100\% = 26,18 / 84 \cdot 100\% = 31,10\%$.

$\eta_{MECH} = BP / IP \cdot 100\% = 20,94 / 26,18 \cdot 100\% = 80\%$.

Η εναπομένουσα ισχύς = $100\% - 80\% = 20\%$ είναι απώλεια εξαιτίας του fhp

Ερωτήσεις

1. Σχεδιάστε τη γεωμετρία του κινητήρα με εξίσωση για να υπολογίσετε το $S(\theta)$
2. ορίστε τον σαρωμένο όγκο γράφοντας την εξίσωση
3. Τι σημαίνει διάτρηση σε κινητήρες IC
4. Ορίστε τον όγκο της απόστασης γράφοντας την εξίσωση
5. Γράψτε τις παρακάτω εξισώσεις:
 - a. Αναλογία συμπίεσης
 - b. Αναλογία αέρα – καυσίμου
 - c. Τέλεια εξίσωση αερίου
 - d. Ισχύς ίππου φρένων
 - e. Υποδεικνυόμενη ιπποδύναμη
 - f. Ισχύς τριβής
 - g. Υποδεικνύεται η μέση αποτελεσματική πίεση
 - h. Μέση αποτελεσματική πίεση
 - i. Απόδοση καύσης
 - j. Θερμική απόδοση
 - k. Αυθαίρετη Αποτελεσματικότητα
 - l. Ογκομετρική απόδοση
6. Ορίστε τα ακόλουθα
 - a. Αναλογία συμπίεσης
 - b. Αναλογία αέρα – καυσίμου
 - c. Ισχύς ίππου φρένων
 - d. Υποδεικνυόμενη ιπποδύναμη
 - e. Ισχύς τριβής
 - f. Υποδεικνύεται η μέση αποτελεσματική πίεση
 - g. Μέση αποτελεσματική πίεση
 - h. Απόδοση καύσης
 - i. Θερμική απόδοση
 - j. Ογκομετρική απόδοση

Κεφάλαιο 3

Δομικά Στοιχεία

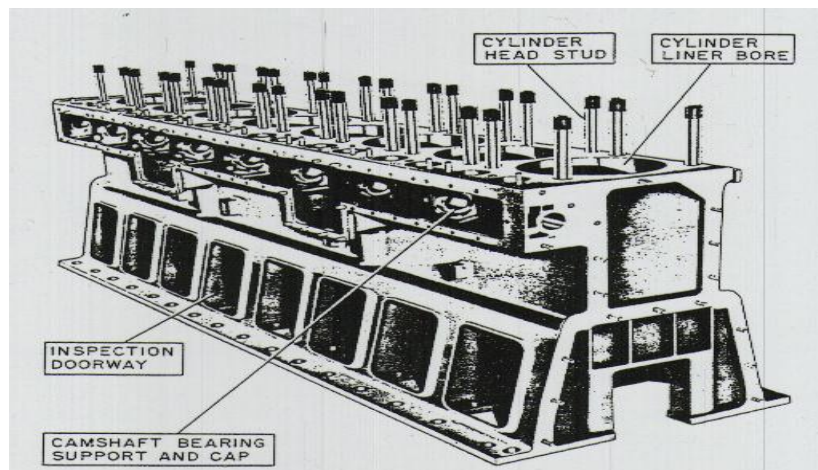
3. ΔΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

3-1. Κινητήρας σταθερών ανταλλακτικών

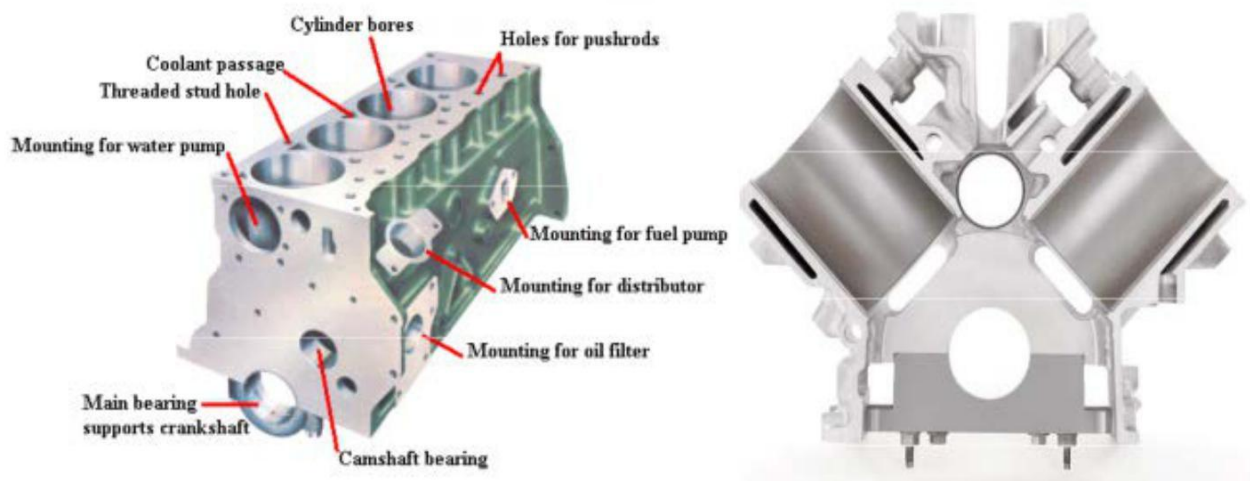
3-1-1. Μπλοκ κυλίνδρων

Τα μπλοκ κινητήρα γενικά κατασκευάζονται από χυτοσίδηρο ή κράμα αλουμινίου.

- Μέρος του πλαισίου του κινητήρα που περιέχει κυλίνδρους μέσα στους οποίους κινείται το έμβολο
- Υποστηρίζει επένδυση και κεφάλι



Φιγούρα 1): Το μπλοκ κυλίνδρων στον κινητήρα



Σχήμα 2): Ένα τυπικό εν σειρά τετρακύλινδρο και μπλοκ V

3-1-2. Κυλινδροκεφαλή/Συναρμολόγηση

Οι κυλινδροκεφαλές παράγονται από χυτοσίδηρο, από χυτοσίδηρο ή κράμα αλουμινίου. Φέρει μηχανισμούς τοποθέτησης βαλβίδων και βαλβίδων, εισόδους και πολλαπλασιαστές εξαγωγής.

Εξάρτημα που καλύπτει και περικλείει τον Κύλινδρο. Περιέχει πτερύγια ψύξης ή χιτώνια νερού και τις βαλβίδες.

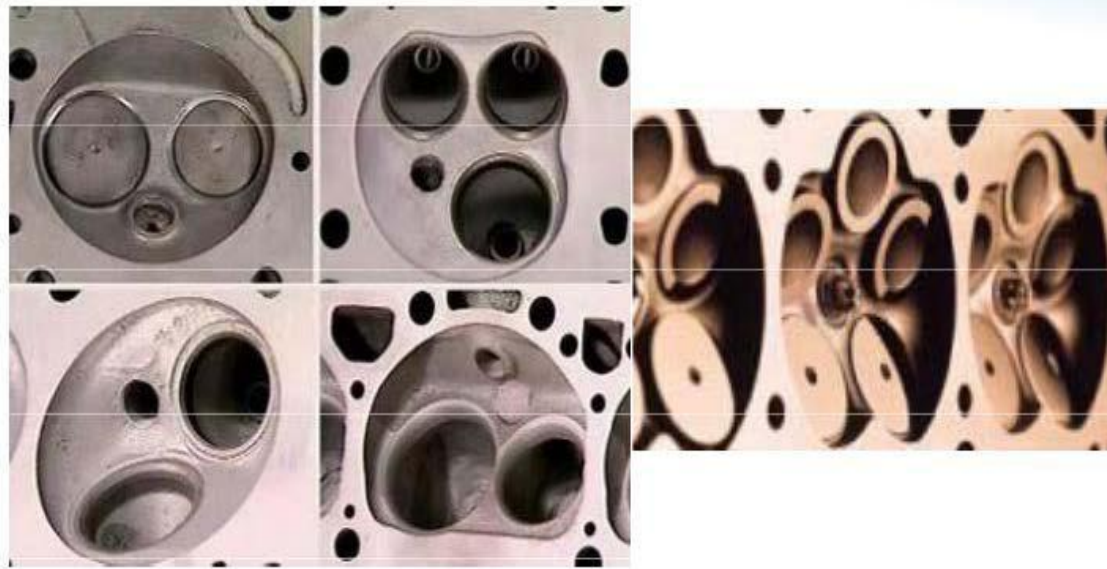
Ορισμένοι κινητήρες περιέχουν τον εκκεντροφόρο άξονα στην κυλινδροκεφαλή.

1. Χρησιμεύει για την εισαγωγή, τον περιορισμό και την απελευθέρωση καυσίμου/αέρα
2. Κάλυμμα στο μπλοκ κυλίνδρου
3. Υποστηρίζει τη σειρά βαλβίδων



Εικόνα (3): Κυλινδροκεφαλή στον κινητήρα

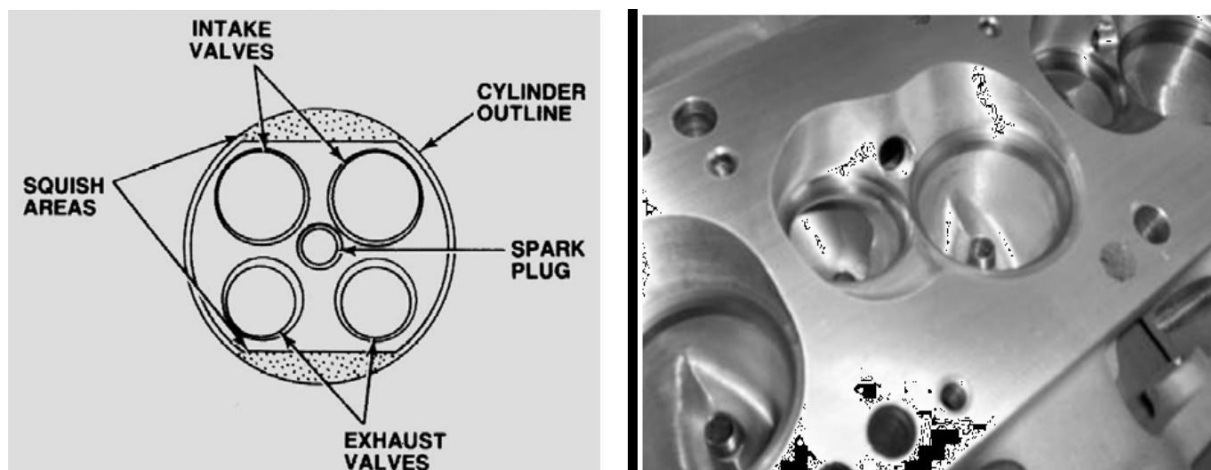
Διαφορετικό σχέδιο κυλινδροκεφαλής



Εικόνα (4): Διαφορετικό σχέδιο κυλινδροκεφαλής

- Τα μοντέρνα σχέδια περιλαμβάνουν:

- Περιοχή squish – η μη κοίλη περιοχή στον θάλαμο καύσης που έχει σχεδιαστεί για να προάγει τις αναταράξεις.
- Περιοχή quench - μια περιοχή στον θάλαμο καύσης που έχει σχεδιαστεί για να ψύχει το μείγμα αέρα/καυσίμου.



Εικόνα (5): Εμφανίζεται η περιοχή Squish και η περιοχή Quench

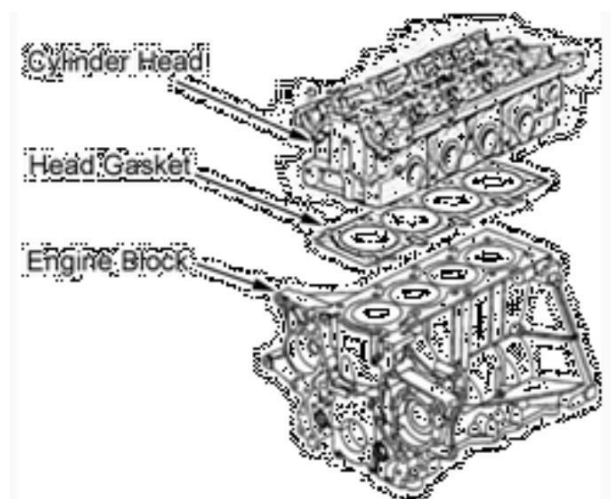
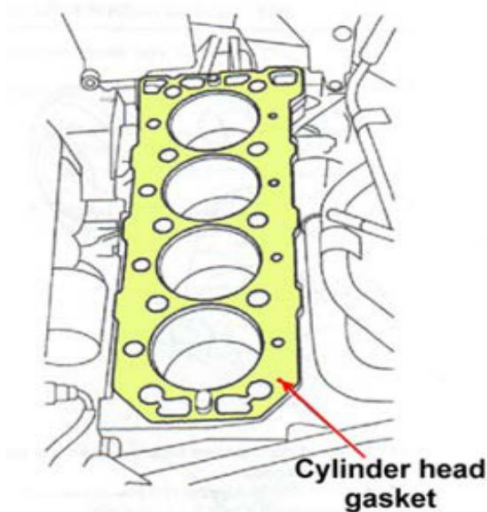
3-1-3. Τσιμούχα

Το παρέμβυσμα κεφαλής σχηματίζει μια σφράγιση μεταξύ του μπλοκ κινητήρα και της κυλινδροκεφαλής. Αυτό σφραγίζει τόσο τον θάλαμο καύσης όσο και τις διόδους ψυκτικού στον κινητήρα. Αυτό σημαίνει ότι η φλάντζα της κεφαλής πρέπει να σφραγίζει τόσο τα εξαιρετικά καυτά αέρια καύσης υψηλής πίεσης όσο και το ψυκτικό του κινητήρα που μπορεί να είναι οπουδήποτε από χαμηλές θερμοκρασίες περιβάλλοντος έως την κανονική θερμοκρασία λειτουργίας του κινητήρα. Για το ευρύ φάσμα θερμοκρασιών και τη σχετικά μεγάλη επιφάνεια, δεν είναι ασυνήθιστο για τις φλάντζες κεφαλής να παρουσιάζουν διαρροές με την πάροδο του χρόνου.

Είναι σημαντικό να γνωρίζετε τα άλλα συμπτώματα, ώστε να μπορείτε να διαγνώσετε με ακρίβεια το πρόβλημα της φλάντζας κεφαλής.

Συμπτώματα φουσκωμένης φλάντζας κεφαλής:

1. Ψυκτικό υγρό που διαρρέει εξωτερικά από κάτω από την πολλαπλή εξαγωγής
2. Λευκός καπνός από το σωλήνα εξάτμισης
3. Υπερθέρμανση κινητήρα
4. Φυσαλίδες στο δοχείο υπερχειλίσης του ψυγείου ή του ψυκτικού
5. Λευκό γαλακτώδες λάδι
6. Σημαντική απώλεια ψυκτικού χωρίς ορατές διαρροές



Εικόνα (6): Εμφανίζεται η φλάντζα κυλινδροκεφαλής

3-1-4. Πολλαπλασιαστές

Υπάρχουν δύο τύποι πολλαπλής που τοποθετούνται στην κυλινδροκεφαλή

1. Πολλαπλασιαστής εισαγωγής
2. Πολλαπλασιαστής εξαγωγής



Εικόνα (7): Εμφανίζεται η πολλαπλή εισαγωγής και η πολλαπλή εξαγωγής

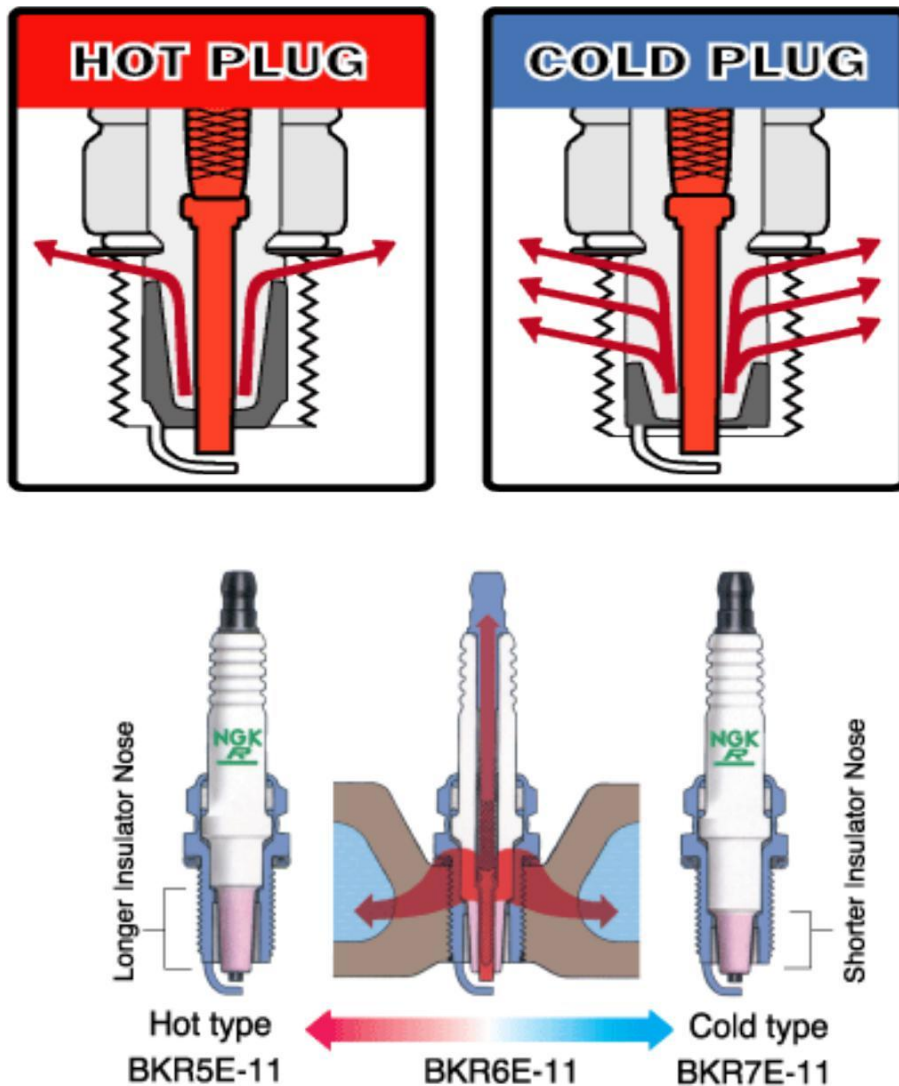
3-1-5. Μπουζί

Παρέχει τα μέσα ανάφλεξης όταν το έμβολο του βενζινοκινητήρα βρίσκεται στο τέλος της διαδρομής συμπίεσης, κοντά στο Άνω Νεκρό Κέντρο (ANK).



Εικόνα (8): Εμφανίζεται μπουζί

Η διαφορά μεταξύ ενός "καυτού" και ενός "κρύου" μπουζί είναι ότι το κεραμικό άκρο είναι μακρύτερο στο πιο ζεστό μπουζί

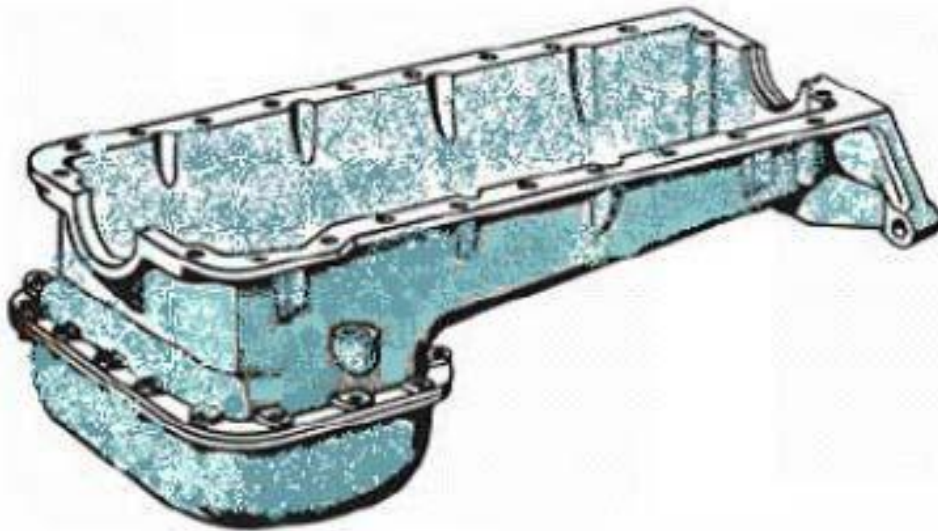


Εικόνα (9): Εμφανίζεται διαφορά μεταξύ ζεστού και κρύου μπουζί

Αιτίες ρύπανσης άνθρακα:

1. Συνεχής οδήγηση χαμηλής ταχύτητας ή/και σύντομα ταξίδια
2. Το εύρος θερμότητας μπουζί είναι πολύ κρύο
3. Πολύ πλούσιο μείγμα αέρα-καυσίμου
4. Μειωμένη συμπίεση και χρήση λαδιού λόγω φθαμένων δακτυλίων εμβόλου / τοιχωμάτων κυλίνδρων
5. Υπερκαθυστέρηση χρονισμού εκκίνησης
6. Φθορά του συστήματος εκκίνησης

3-2-6. Κάρτερ κινητήρα



Εικόνα (10):Κάρτερ κινητήρα

3-1-7. Κάλυμμα κυλινδροκεφαλής



Εικόνα (11): Κάλυμμα κυλινδροκεφαλής

3-2. Κινητήρας κινητών ανταλλακτικών

Τρεις Ομάδες – ανάλογα με την κίνηση

1. Μόνο παλινδρομικά (έμβολα και βαλβίδες)

2. Παλινδρομική & περιστροφική (συνδετική ράβδος)
3. Μόνο περιστροφικοί (στροφαλοφόροι άξονες και εκκεντροφόροι)

3-2-1. Στροφαλοφόρος άξων

Ορισμός: Ο κύριος κινητήριος άξονας ενός κινητήρα που δέχεται παλινδρομική κίνηση από τα έμβολα και τη μετατρέπει σε περιστροφική κίνηση. Μαζί, ο στροφαλοφόρος άξονας και οι συνδετικοί ράβδοι μετατρέπουν την παλινδρομική κίνηση των εμβόλων σε περιστροφική κίνηση.

Ο στροφαλοφόρος άξονας μετατρέπει τη γραμμική (παλινδρομική) κίνηση του εμβόλου σε περιστροφική κίνηση που μπορεί να μεταδοθεί μέσω της γραμμής μετάδοσης κίνησης.

Οι ρίψεις στροφάλου τοποθετούνται γύρω από την κεντρική γραμμή με τρόπο που παρέχει ομαλή απόδοση ισχύος..

Η σειρά πυροδότησης του κινητήρα καθορίζεται από τον στροφαλοφόρο άξονα καθώς και από τον εκκεντροφόρο.

Υλικά στροφαλοφόρου άξονα

Χυτοσίδηρος

Χυτός χάλυβας

Σφυρήλατο χάλυβα

Οζώδες σίδηρο

Ελατός σίδηρος

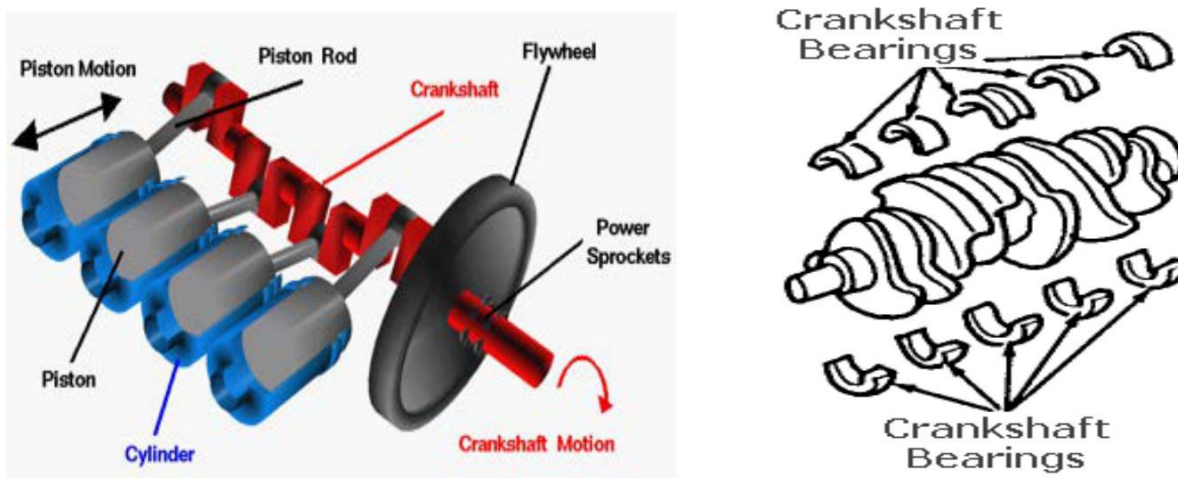
Billet χάλυβας

Τιτάνιο

Χάλυβες στροφαλοφόρου

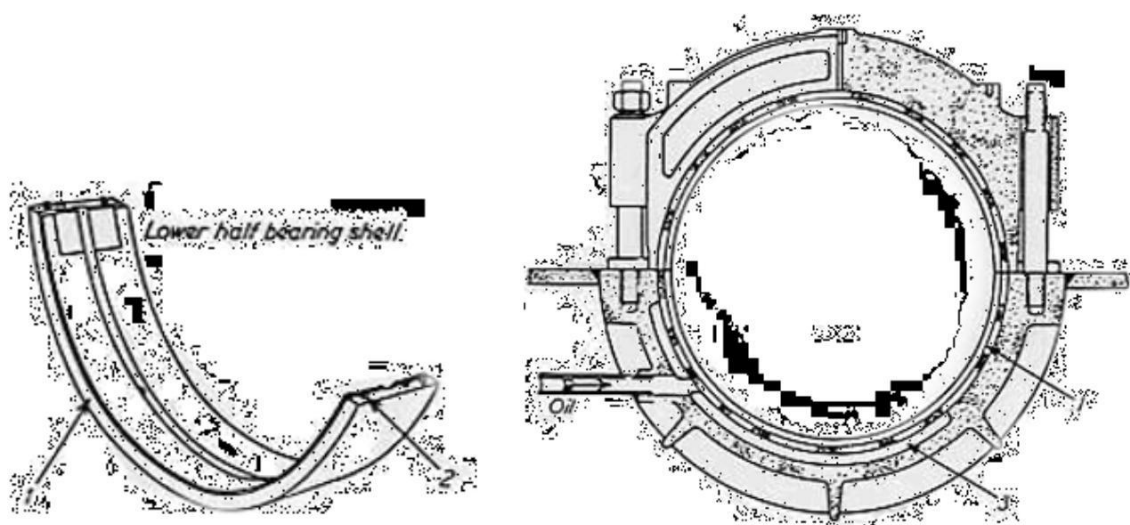
1. 1010 -- Τυπικός κραματοποιημένος χάλυβας, ένα βήμα πάνω από τον οζώδη σίδηρο.
2. 1053 -- Ένα επίπεδο αντοχής
3. Καλύτερο κράμα, που χρησιμοποιείται σε στροφαλοφόρους άξονες υψηλής απόδοσης.
4. 5140 -- Εξαιρετικό κράμα χάλυβα, συμβιβασμός μεταξύ αντοχής και τιμής.
5. 4150 -- Πολύ πιο ανθεκτικό κράμα, αλλά όχι τόσο ισχυρό όσο το κράμα 4340.

6. 4340 --Κραματοποιημένος χάλυβας κορυφαίας ποιότητας που χρησιμοποιείται για στροφάλους κορυφαίας απόδοσης τόσο σε σφυρηλάτηση όσο και σε μπιγιέτα. Πρότυπο για τις βιομηχανίες αεροδιαστημικής και ντίζελ



Εικόνα (12): Στροφαλοφόρος άξονας στον κινητήρα

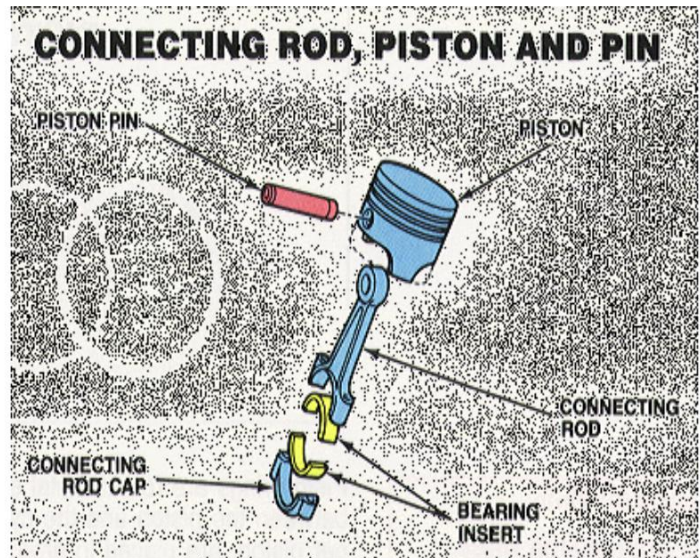
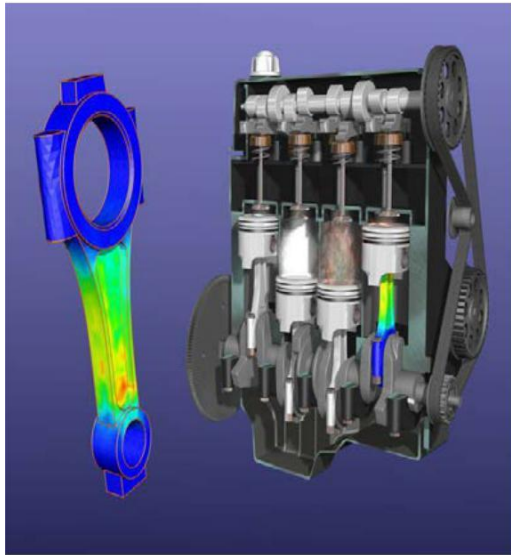
3-2-2. Ρουλεμάν



Εικόνα (13): Στροφαλοφόρος άξονας ρουλεμάν

3-2-3. Συνδετική ράβδος (Διωστήρας)

Οι συνδετικοί ράβδοι παράγονται από χάλυβα, αλουμίνιο ή τιτάνιο με τεχνικές χύτευσης ή σφυρηλάτησης. Μεταφέρουν έμβολα και συνδετική ράβδο στον στρόφαλο από τα γεμιστήρια στροφάλου.



Εικόνα (14): Συνδετική ράβδος στον κινητήρα

3-2-4. Εμβολο

Ένα κινητό μέρος τοποθετημένο σε έναν κύλινδρο, το οποίο μπορεί να δέχεται και να μεταδίδει ισχύ. Μέσω της συνδετικής ράβδου, αναγκάζει τον στροφαλοφόρο άξονα να περιστραφεί.

Θέματα σχεδίασης εμβόλων

Τα έμβολα πρέπει:

1. Να περιορίζουν την πίεση του κυλίνδρου.
2. Να μεταφέρουν την πίεση που δημιουργείται από την καύση με δύναμη στη συνδετική ράβδο.

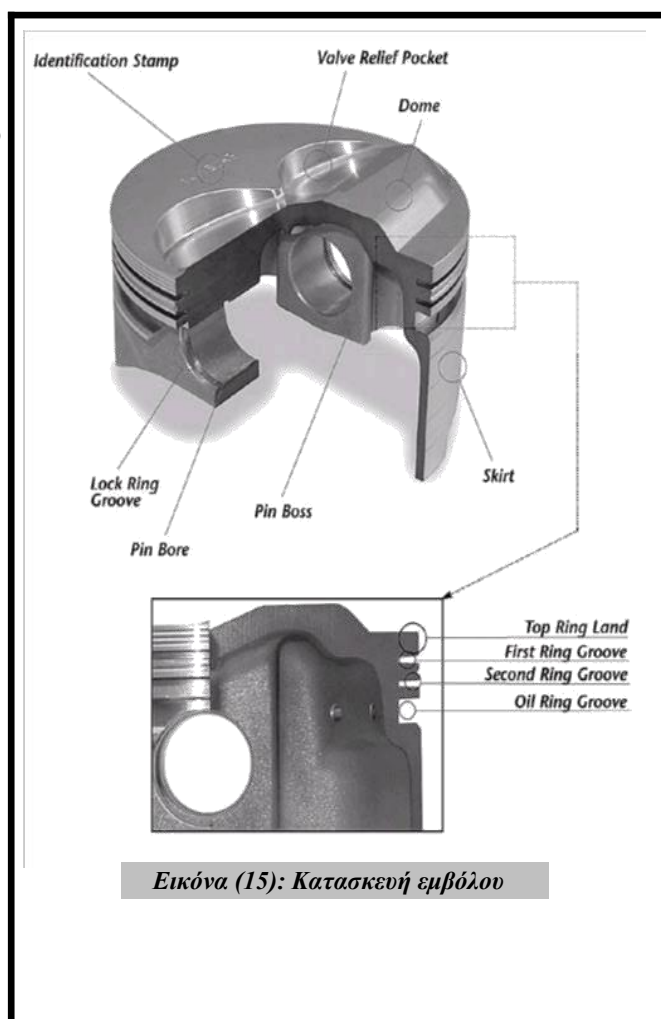
3. Να παρέχουν μια θέση για την τοποθέτηση των δακτυλίων ελέγχου και συμπίεσης λαδιού
4. Να είναι αρκετά άκαμπτα ώστε να μην παραμορφώνονται κάτω από τις τεράστιες πιέσεις και δυνάμεις που αντιμετωπίζουν.
5. Να είναι αρκετά όλκιμα ώστε να απορροφούν τις κορυφές πίεσης και να μην θρυμματίζονται
6. Να διατηρούν το σωστό σχήμα κάτω από τις ακραίες θερμοκρασίες που συναντούν
7. Κατασκευή εμβόλου

Υλικά

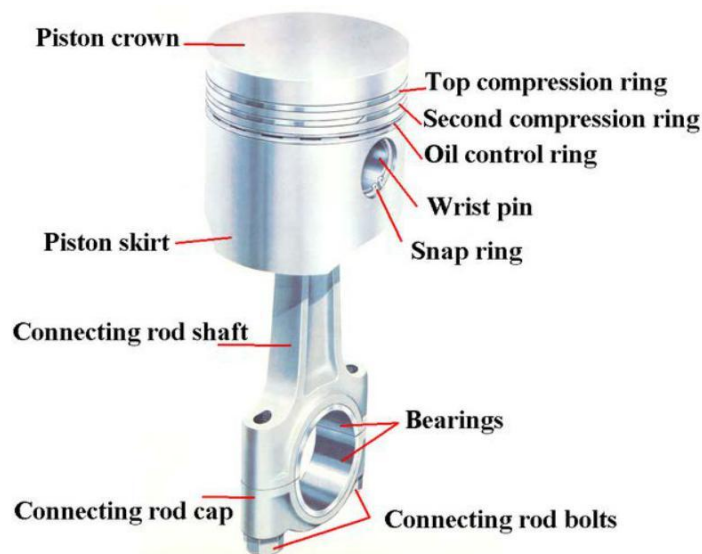
- 7-2- Χυτοσίδηρος (χρησιμοποιείται σε πολύ παλιούς κινητήρες)
- 7-3- Χυτοσίδηρος (πιο συνηθισμένο)
- 7-4- Σφυρήλατο αλουμίνιο
- 7-5- Υπερευνητικά κράματα (αλουμίνιο υψηλής περιεκτικότητας σε πυρίτιο)
- 7-6- Γραφίτης άνθρακα (υπό δοκιμή)

Κατασκευή εμβόλων

1. Κεφαλή εμβόλου
 - a. Στρογγυλό
 - b. Περίπου .040 κάτω του κανονικού μέγεθους
2. Αυλάκια δακτυλίου
3. Δακτυλιοειδείς εκτάσεις
4. Στεγνές οπές και σχισμές
5. Πείρος εμβόλου
6. Ενισχυτικά στηρίγματα – τα χυτά έμβολα περιέχουν αντηρίδες από χάλυβα για τον έλεγχο της διαστολής και την υποβοήθηση στη στήριξη των πείρων εμβόλου
7. Αύλακες δακτυλίου κλειδώματος – για πλήρεις επιπλέοντες πείρους εμβόλου
8. Κορμός εμβόλου
9. Πλήρης κορμός



10. Μέρος κορμού



Εικόνα (16):Μέρη του εμβόλου με συνδετική ράβδο

3-2-5. Δακτύλιοι εμβόλου

Συστάσεις για το άκρο του δακτυλίου εμβόλου

Οι περισσότεροι κατασκευαστές δακτυλίων εμβόλου προτείνουν ένα ελάχιστο ακραίο διάκενο 0,004 ίντσες επί τη διάμετρο της οπής για τον επάνω δακτύλιο συμπίεσης εμβόλου. Έτσι, για μια οπή 4 ιντσών, το τυπικό τελικό κενό θα ήταν 0,016 ίντσες.

Για τον 2ο δακτύλιο συμπίεσης, η τυπική σύσταση τελικού διακένου για τους περισσότερους κινητήρες στοκ είναι συνήθως 0,005 σε x η διάμετρο της οπής. Έτσι, για μια οπή 4 ιντσών, το ελάχιστο κενό στο τέλος του 2ου δακτυλίου θα είναι 0,02 ίντσες.

Για έναν τροποποιημένο κινητήρα απόδοσης δρόμου που παράγει περισσότερη ιπποδύναμη και θερμότητα, το τελικό κενό θα πρέπει να ανοίξει λίγο για να αντισταθμιστεί η αυξημένη θερμική διαστολή.

Η σύσταση θα ήταν ένα ελάχιστο διάκενο στο άκρο του δακτυλίου εμβόλου συμπίεσης πάνω από 0,0045 έως 0,005 ίντσες επί της διαμέτρου της οπής. Για μια οπή 4 ιντσών, το διάκενο στο άκρο του δακτυλίου

στον επάνω δακτύλιο θα πρέπει να αυξηθεί σε 0,018 έως 0,020 ίντσες.

Ο 2ος δακτύλιος συμπίεσης σε έναν τροποποιημένο κινητήρα απόδοσης δρόμου, η σύσταση είναι συνήθως να ανοίξει το ακραίο κενό σε 0,0055 ίντσες φορές τη διάμετρο της οπής. Για μια οπή 4 ιντσών, ο 2ος δακτύλιος θα είχε διάκενο στις 0,022 ίντσες.

Για έναν νιτρώδη ή εμφυσημένο αγωνιστικό κινητήρα, το διάκενο στο άκρο του επάνω δακτυλίου θα πρέπει να ανοίγει έως και 0,006 ή 0,007 ίντσες φορές τη διάμετρο της οπής. Τώρα εξετάζουμε ένα 2^ο κενό άκρο δακτυλίου 0,024 έως 0,028 ιντσών σε έναν κινητήρα με οπές 4 ιντσών.

Ο 2ος δακτύλιος σε νιτρώδη ή φουσητό κινητήρα, έχει προτεινόμενο ακόμη μεγαλύτερο κενό άκρου δακτυλίου: 0,0063 έως 0,0073 ίντσες επί της οπής (ή 0,025 έως 0,029 ίντσες με διάτρηση 4 ιντσών).

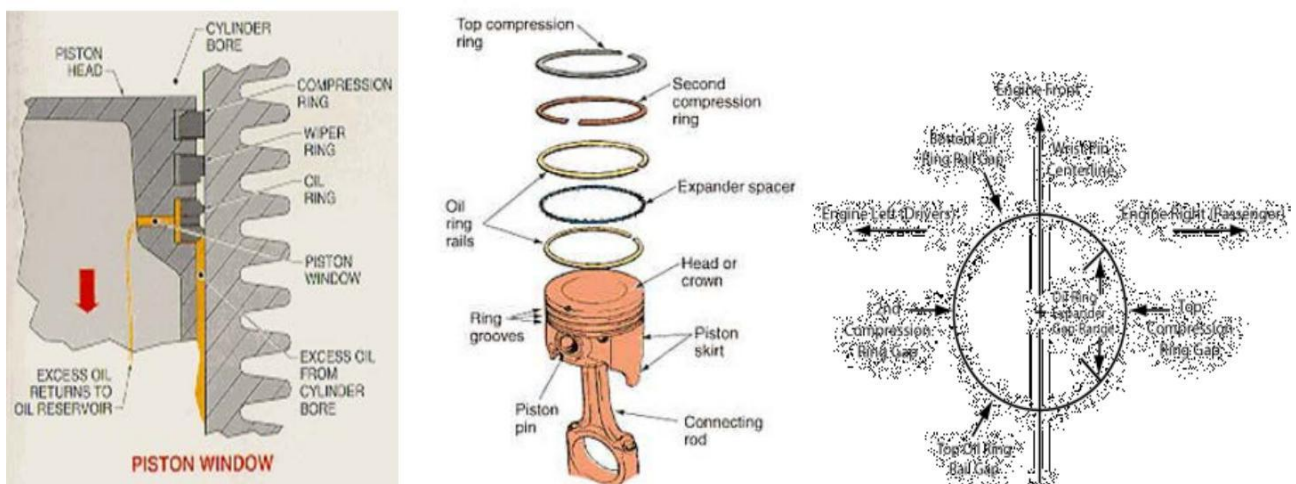
Το συνιστώμενο διάκενο στο άκρο του δακτυλίου για τους δακτυλίους λαδιού ανεξάρτητα από την εφαρμογή του κινητήρα είναι συνήθως 0,015 ίντσες.

Μερικοί δρομείς πιστεύουν ότι το άνοιγμα του 2ου τελικού κενού ακόμη περισσότερο (ας πούμε επιπλέον 10%) μπορεί να βελτιώσει τη συνολική στεγανοποίηση του δακτυλίου επιτρέποντας στα παγιδευμένα αέρια να διαφύγουν πριν περάσουν από τον επάνω δακτύλιο και προκαλέσουν περυγισμό δακτυλίου στις υψηλές στροφές (ας πούμε πάνω από 5000 έως 6000 rpm).

ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Αυτές οι συστάσεις είναι μόνο εμπειρικοί κανόνες. Ακολουθείτε πάντα τις προδιαγραφές του τελικού κενού άκρου που συνιστώνται από τον προμηθευτή του δακτυλίου εμβόλου ή τον κατασκευαστή του κινητήρα.

Τετράχρονο: Τρεις δακτύλιοι, οι δύο πρώτοι είναι δακτύλιοι συμπίεσης (σφραγίζουν την πίεση συμπίεσης στον κύλινδρο) και ο τρίτος είναι ένας δακτύλιος λαδιού (αφαιρεί το υπερβολικό λάδι από τα τοιχώματα του κυλίνδρου).

Δίχρονο: Δύο δακτύλιοι, και οι δύο δακτύλιοι είναι δακτύλιοι συμπίεσης



Εικόνα (17): Διάγραμμα προσανατολισμού δακτυλίου

3-2-6. Βαλβίδες

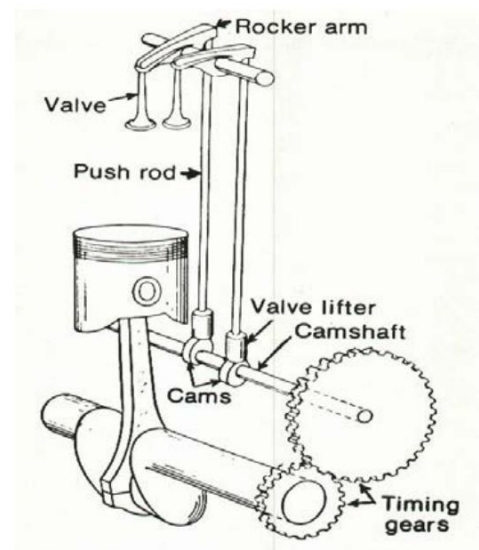
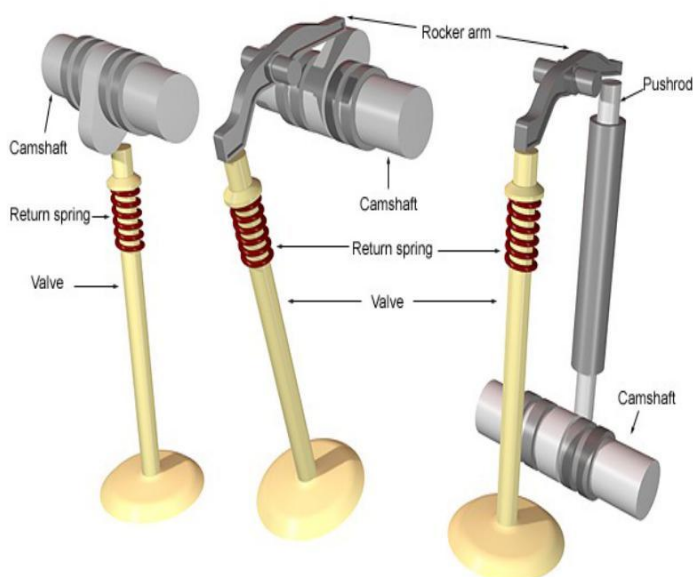
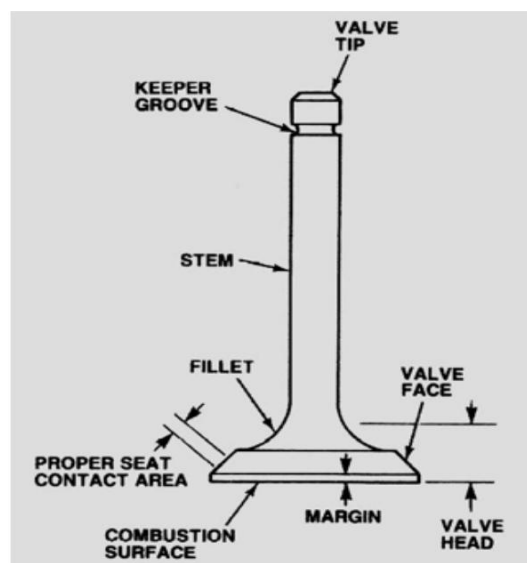
Οι βαλβίδες παράγονται από σφυρήλατο χάλυβα.

Υπάρχουν δύο τύποι:

1 Βαλβίδες εξαγωγής

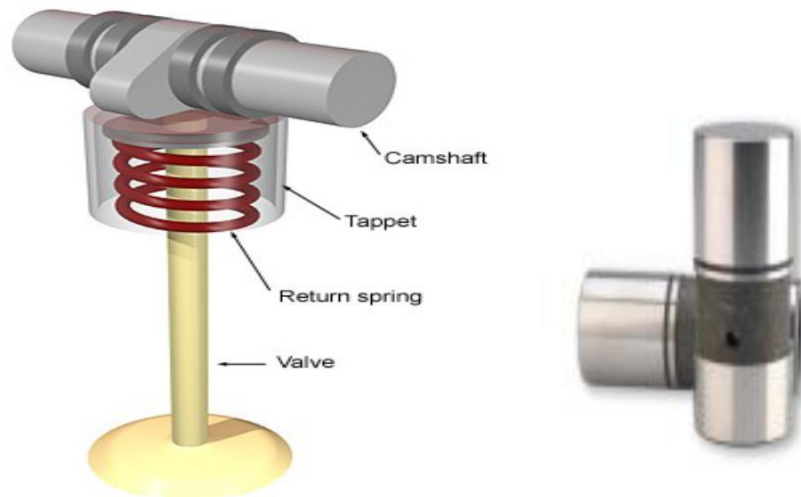
2 Βαλβίδες εισαγωγής

- Η βαλβίδα εξάτμισης αφήνει τα καυσαέρια να διαφύγουν από το θάλαμο καύσης. (Η διάμετρος είναι μικρότερη από τη βαλβίδα εισαγωγής).
- Η βαλβίδα εισροής αφήνει τον αέρα ή το μείγμα καυσίμου αέρα να εισέλθει στον θάλαμο καύσης. (Η διάμετρος είναι μεγαλύτερη από τη βαλβίδα εξαγωγής).



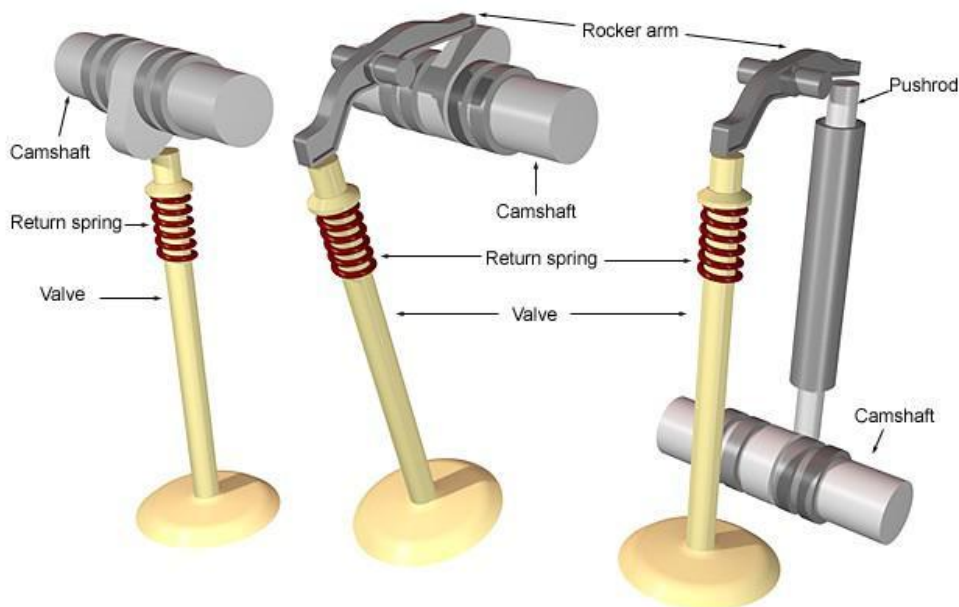
Εικόνα (18):Βαλβίδες στον κινητήρα

- a. **Ελατήρια Βαλβίδας:** Διατηρεί τις βαλβίδες κοντά
- b. **Ωστήρια βαλβίδων:** Οδηγεί τον λοβό του έκκεντρου και βοηθά στο άνοιγμα των βαλβίδων.



Εικόνα (19): Ελατήρια βαλβίδων και ωστήρια βαλβίδων στον κινητήρα

Διαφορετική διάταξη βαλβίδας και εκκεντροφόρου



Εικόνα (20): Διαφορετική διάταξη βαλβίδας και εκκεντροφόρου

3-2-7. Εκκεντροφόρος άξονας

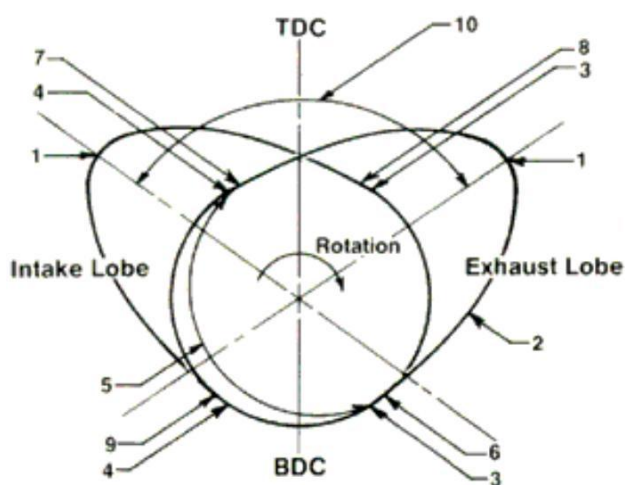
Οι εκκεντροφόροι άξονες παράγονται από σφυρήλατο χάλυβα. Υπάρχει ένας λοβός για κάθε βαλβίδα για κάθε βαλβίδα στον εκκεντροφόρο άξονα.

Ο «εγκέφαλος» του κινητήρα

- a. Ελέγχει τη λειτουργία της αμαξοστοιχίας βαλβίδων
- b. Περιστρέφεται με $\frac{1}{2}$ ταχύτητα στροφαλοφόρου άξονα
- c. Μαζί με τον στροφαλοφόρο άξονα καθορίζει τη σειρά πυροδότησης
- d. Μαζί με τα συστήματα επαγωγής και εξάτμισης καθορίζουν το εύρος των ωφέλιμων στροφών του κινητήρα

Σχέδιο εκκεντροφόρου

- Χαρακτηριστικά
1. Μέγιστη ανύψωση ή λοβός
 2. Πλευρό
 3. Ράμπα διάκενου ανοίγματος
 4. Ράμπα διάκενου κλεισίματος
 5. Κύκλος βάσης
 6. Τιμή χρονισμού ανοίγματος της εξάτμισης
 7. Τιμή χρονισμού κλεισίματος εξάτμισης
 8. Τιμή χρονισμού ανοίγματος εισαγωγής
 9. Τιμή χρόνου κλεισίματος εισαγωγής
 10. Διαχωρισμός λοβού εισαγωγής έως εξάτμισης



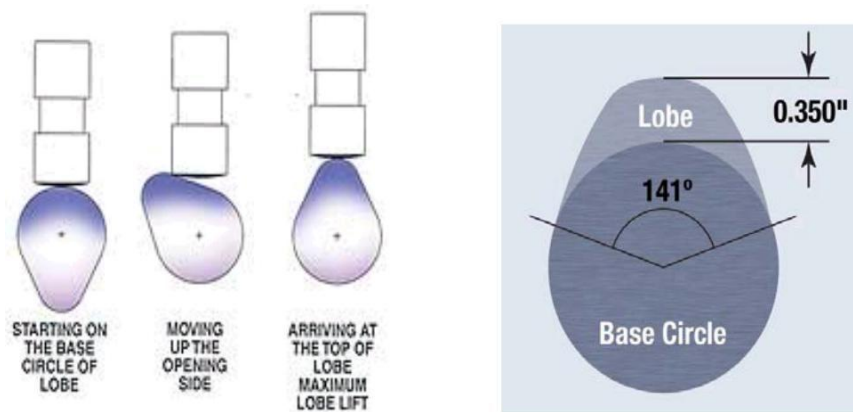
Εικόνα (21): Σχέδιο εκκεντροφόρου

Μετρήσεις εκκεντροφόρου

1. Ανύψωση
2. Διάρκεια
3. Γωνία διαχωρισμού λοβού
4. Επικάλυψη βαλβίδας
5. Άνοιγμα βαλβίδας εισαγωγής (IVO)
6. Κλείσιμο βαλβίδας εισαγωγής (IVC)
7. Άνοιγμα βαλβίδας εξαγωγής (EVO)
8. Κλείσιμο βαλβίδας εξαγωγής (EVC)

Ανελκυστήρας

- 1) Ανύψωση λοβού είναι η απόσταση που κινείται ο ανυψωτής προς μία κατεύθυνση
- 2) Η ανύψωση λοβού είναι η διαφορά μέτρησης μεταξύ της μύτης του λοβού και του βασικού κύκλου του λοβού
- 3) Η ανύψωση βαλβίδας είναι αυτό που ασχολούνται οι περισσότεροι όταν αναφέρονται στην ανύψωση και είναι απλώς ανύψωση λοβού πολλαπλασιαζόμενη με την αναλογία βραχίονα στροφέα



Εικόνα (22): Εκκεντροφόρος ανύψωσης λοβού

α) Η αύξηση της ανύψωσης ανοίγει περαιτέρω τη βαλβίδα. Αυτό μειώνει τον περιορισμό της ροής αέρα στη βαλβίδα και επιτρέπει στον αέρα να ρέει πιο ελεύθερα στον κύλινδρο.

β) Σε κάποιο σημείο η βαλβίδα μπορεί να ανοίξει σε ένα σημείο στο οποίο η θύρα είναι η βαλβίδα

γ) δεν είναι πλέον ο μεγαλύτερος περιορισμός στη ροή του αέρα και σε αυτό το σημείο το περαιτέρω άνοιγμα της βαλβίδας δεν θα αυξήσει τη ροή του αέρα.

δ) Η απόσταση που μπορεί να ανοίξει μια βαλβίδα περιορίζεται από τη διάρκεια, την αναλογία βραχίονα παλινδρόμησης, τη σχεδίαση του ανυψωτήρα, τη σχεδίαση εκκεντροφόρου άξονα και το διάκενο βαλβίδας προς έμβολο.

3-2-8. Χρονισμός βαλβίδας

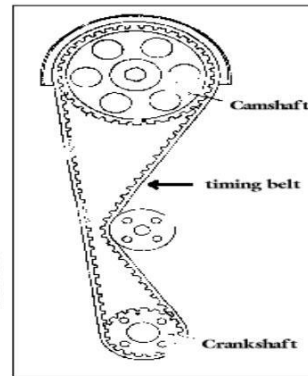
- Η αναλογία έκκεντρου προς γρανάτζι στροφάλου είναι 2:1
- Για κάθε δύο περιστροφές του
- Στροφαλοφόρος άξονας, ο εκκεντροφόρος στρίβει μία φορά.



Οδηγείται με αλυσίδα



Κίνηση με γρανάτζια



Κίνηση μάντα

Εικόνα (23): Ο χρονισμός της βαλβίδας στον κινητήρα

3-2-9. Τροχός κανονίζων την ταχύτητα

Ενέργεια που αποθηκεύεται σε σύνθετο τροχό υψηλής ταχύτητας. Όταν είναι επιθυμητό, η ενέργεια μεταφέρεται στον άξονα μέσω του συμπλέκτη

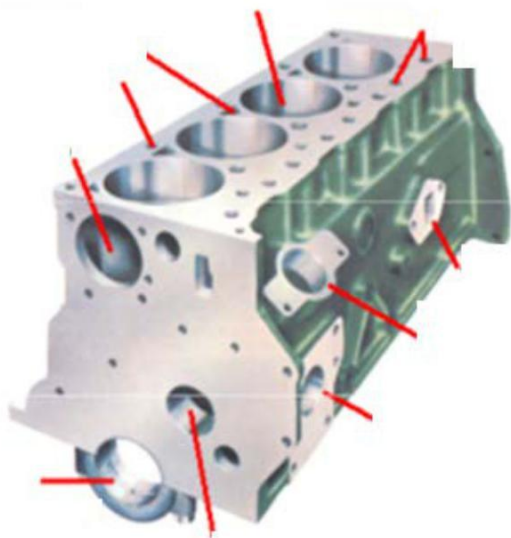


Εικόνα (24): Εμφανίζεται σφόνδλος στον κινητήρα

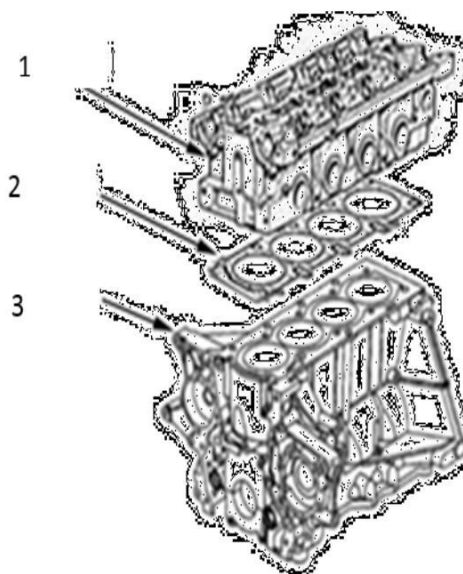
Ερωτήσεις

- E 1 Τι είναι το μπλοκ κυλίνδρων
- E2 Τι είναι το συγκρότημα κεφαλής
- E3 Τι σημαίνει:
- A. Περιοχή Squish B. Περιοχή Quench
- E4 Τι είναι η φλάντζα
- E5 Καταγράψτε συμπτώματα φλάντζας κεφαλής
- E6 Τι είναι οι πολλαπλασιαστές
- E7 Τι είναι το μπουζί
- E8 Ποιες είναι οι τρεις ομάδες κινούμενων μερών κινητήρα ανάλογα με την κίνηση
- E9 Ορίστε τον στροφαλοφόρο άξονα
- E10 Αναφέρετε τους τύπους υλικών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή Στροφαλοφόρος άξονας.
- E11 Καταγράψτε τους τυπικούς χάλυβες στροφαλοφόρου άξονα.
- E12 Αναφέρετε εξαρτήματα στροφαλοφόρου άξονα.
- E13 Ορίστε το έμβολο που χρησιμοποιείται στον κινητήρα;
- E14 Καταγραφή των τύπων υλικών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή Εμβόλων
- E15 Ποια είναι η κατασκευή του εμβόλου.
- E16 Πόσοι δακτύλιοι χρησιμοποιούνται σε δίχρονο και τετράχρονο κινητήρα

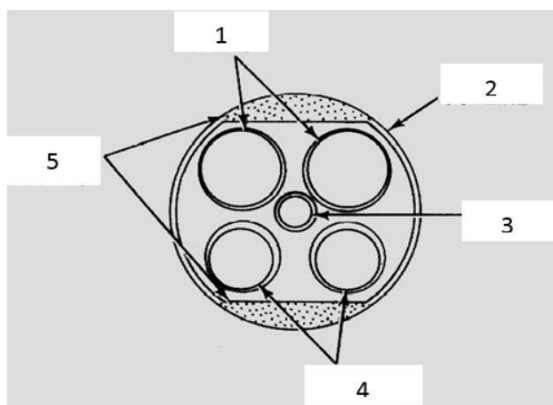
E17 Να βάλετε τους όρους στα παρακάτω σχήματα;



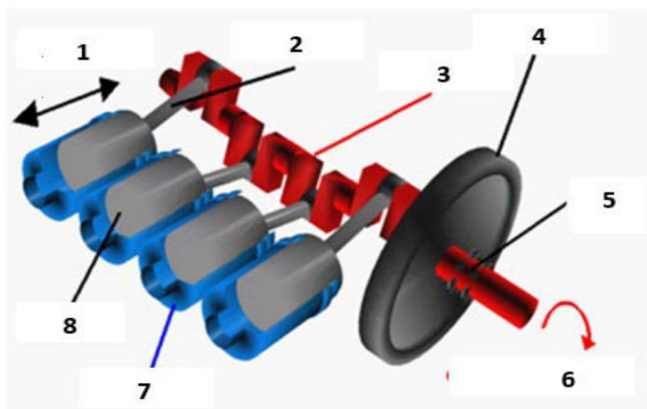
a)



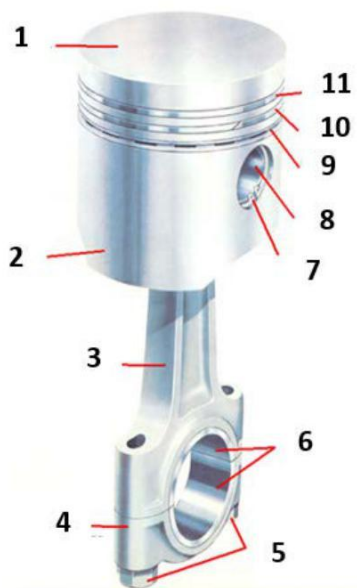
b)



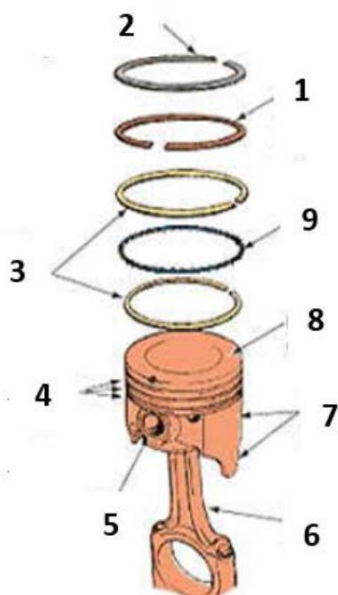
c)



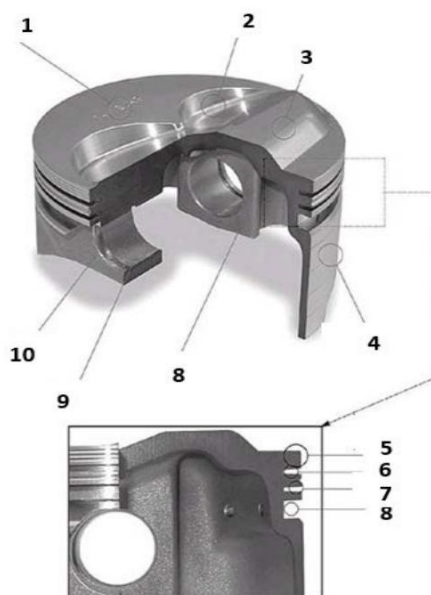
d)



e)



f)



g)

Κεφάλαιο 4

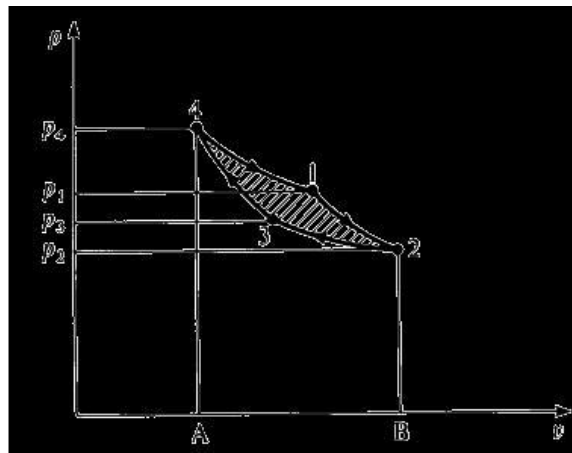
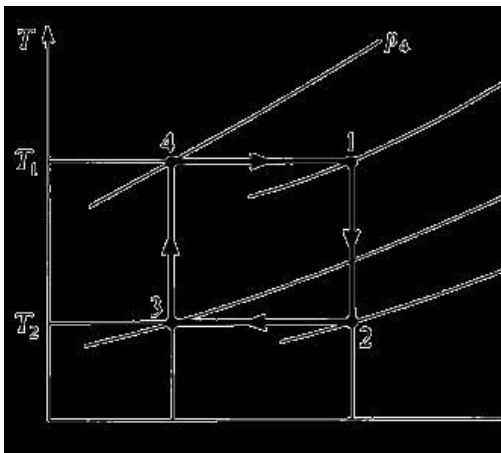
ΑΕΡΑΣ - ΠΡΟΤΥΠΟΙ ΚΥΚΛΟΙ

4. ΑΕΡΑΣ - ΠΡΟΤΥΠΟΙ ΚΥΚΛΟΙ

4-1. Ιδανικοί κύκλοι.

Για την παραγωγή μηχανικής ισχύος από θερμική ισχύ, απαιτείται μια διαδικασία κύκλου. Ο κύκλος Carnot θα ήταν ιδανικός, αλλά δεν υπάρχει μηχανή που να λειτουργεί σύμφωνα με τον κύκλο Carnot.

Στον κύκλο Carnot:



Όπου:

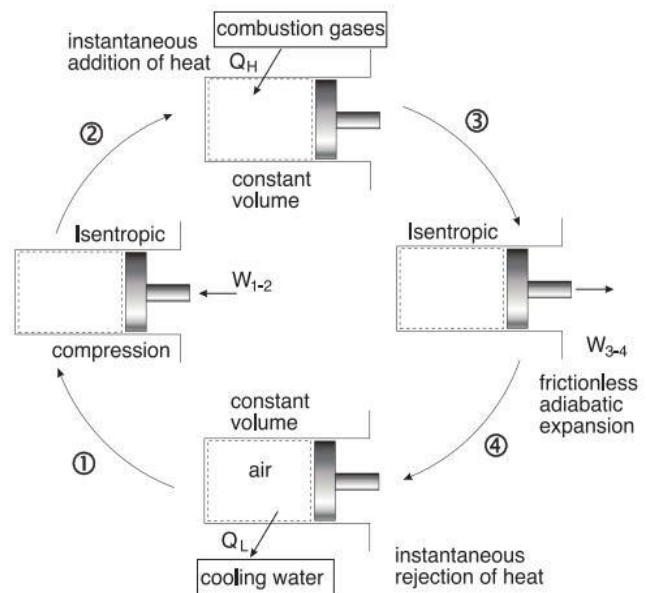
Η Διαδικασία 1 έως 2 - ιστροπική διαστολή

Η διαδικασία 2 έως 3 είναι ισοθερμική απόρριψη θερμότητας

Η διαδικασία 3 έως 4 είναι ιστροπική συμπίεση

Η διαδικασία 4 έως 1 είναι ισοθερμική παροχή θερμότητας

Αποδοτικότητα του κύκλου:



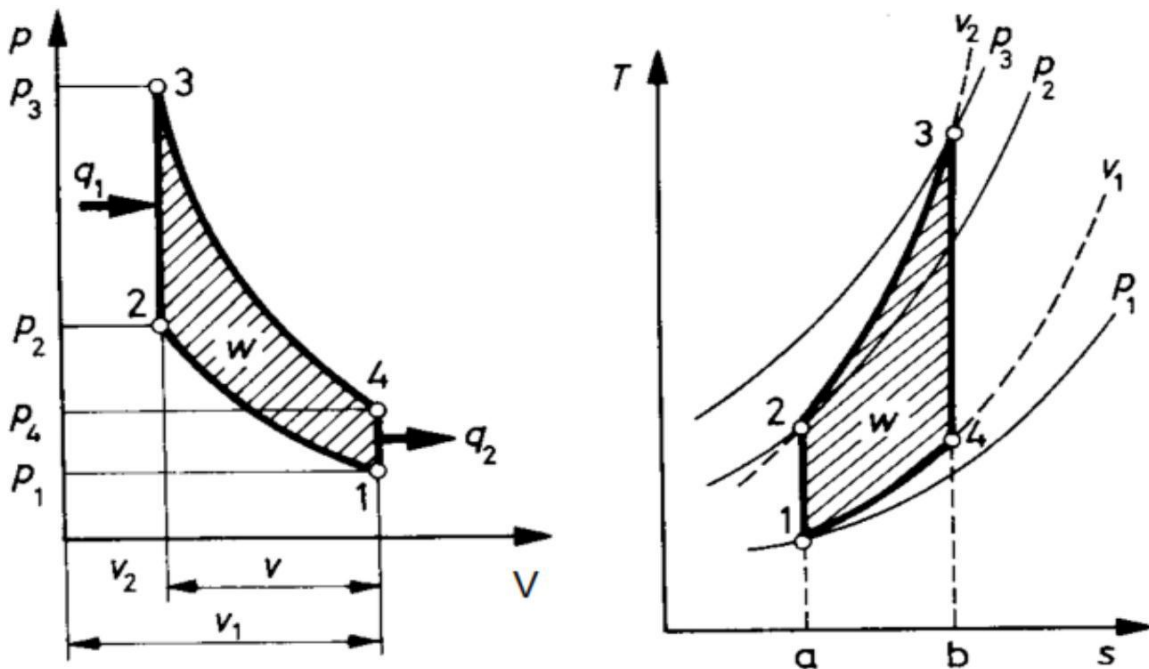
$$\eta = \frac{-\sum W}{Q_1} = \frac{\sum Q}{Q_1} = \frac{(T_1 - T_2) \cdot (s_B - s_A)}{T_1 \cdot (s_B - s_A)} = 1 - \frac{T_2}{T_1}$$

Υπάρχουν άλλοι τύποι κύκλων και μηχανών που συνδέονται μεταξύ τους. Αυτές ονομάζονται παλινδρομικές μηχανές εσωτερικής καύσης.

4-2. Κύκλος Otto.

Αυτός ο κύκλος πήρε το όνομά του από τον Nicholas August Otto, ο οποίος εφηύρε τον πρώτο του κινητήρα το 1876.

Ο ιδανικός τυπικός αέρας κύκλος Otto:



Όπου:

Η διαδικασία 1 έως 2 είναι ιστροπική συμπίεση

Η διαδικασία 2 έως 3 είναι αναστρέψιμη θέρμανση σταθερού όγκου

Η διαδικασία 3 έως 4 είναι ιστροπική διαστολή

Η διαδικασία 4 έως 1 είναι αναστρέψιμη ψύξη σταθερού

όγκου Αποδοτικότητα του κύκλου:

$$\eta = \frac{-\sum W}{Q_1} = \frac{\sum Q}{Q_1} = \frac{c_v(T_3 - T_2) - c_v(T_4 - T_1)}{c_v(T_3 - T_2)} = 1 - \frac{T_4 - T_1}{T_3 - T_2} = 1 - \frac{1}{\epsilon^{\kappa-1}}$$

where: $\epsilon = \frac{V_1}{V_2} = \frac{\text{swept volume}(V) + \text{clearance volume}(V_2)}{\text{clearance volume}(V_2)}$ - the compression ratio

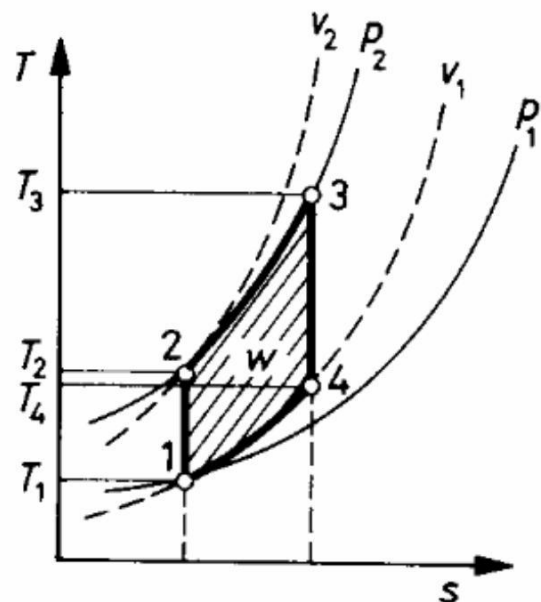
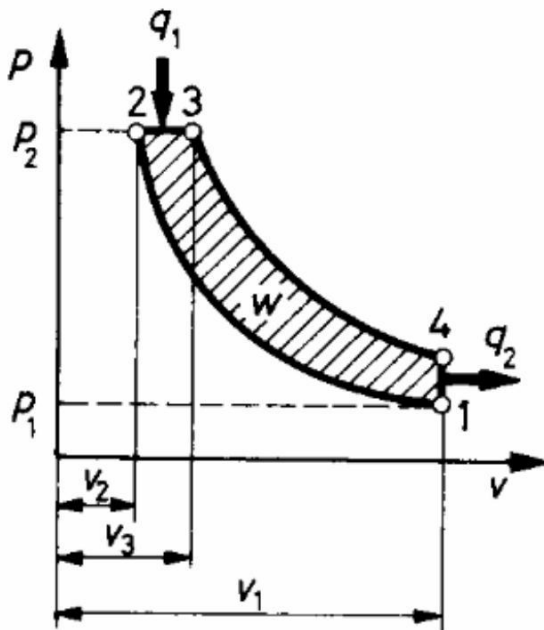
and since processes 1-2 and 3-4 are isentropic:

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{v_1}{v_2}\right)^{\kappa-1} = \left(\frac{v_4}{v_3}\right)^{\kappa-1} = \frac{T_3}{T_4} = \epsilon^{\kappa-1}$$

4-3. Ο κύκλος ντίζελ (ή σταθερής πίεσης).

Ο αρχικός κινητήρας εφευρέθηκε από τον Rudolf Diesel το 1892.

4-3-1. Ο κύκλος Diesel ιδανικού αερίου:



Όπου:

Η διαδικασία 1 έως 2 είναι ιστροπική συμπίεση

Η διαδικασία 2 έως 3 είναι αναστρέψιμη θέρμανση σταθερής πίεσης

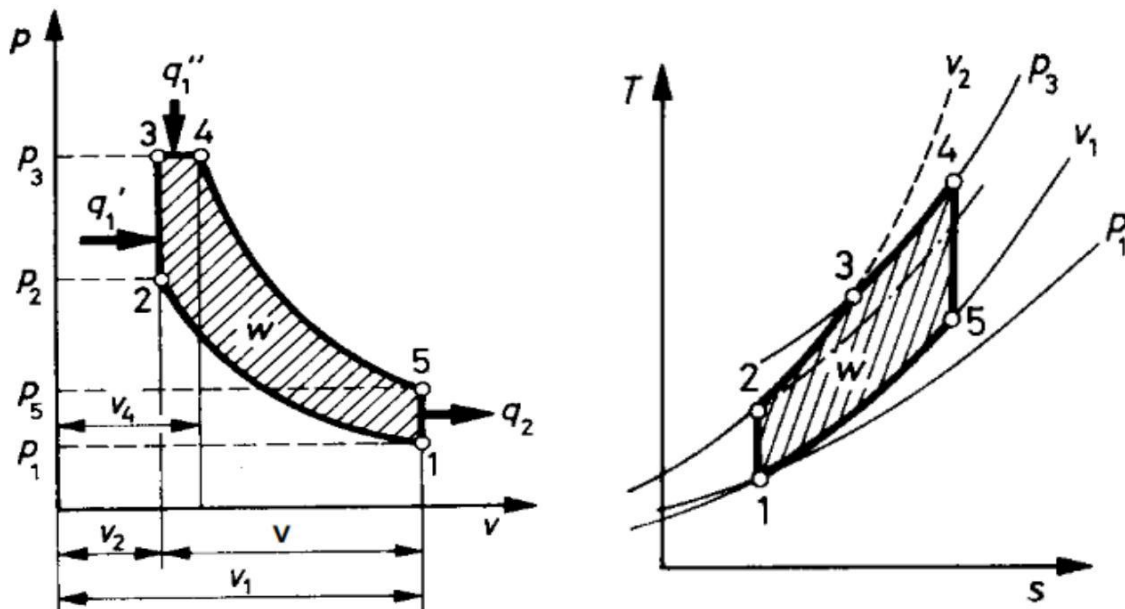
Η διαδικασία 3 έως 4 είναι ιστροπική διαστολή

Η διαδικασία 4 έως 1 είναι αναστρέψιμη ψύξη σταθερού

όγκου Αποδοτικότητα του κύκλου:

4-3-2. Ο κύκλος διπλής καύσης:

Σε αυτή τη διαδικασία, η θέρμανση χωρίζεται σε δύο μέρη, ένα σταθερό όγκο και ένα τμήμα σταθερής πίεσης:



Όπου:

1. Η διαδικασία 1 έως 2 είναι ιστροπική συμπίεση
 2. Η διαδικασία 2 έως 3 είναι αναστρέψιμη θέρμανση σταθερού όγκου
 3. Η διαδικασία 3 έως 4 είναι αναστρέψιμη θέρμανση σταθερής πίεσης
 4. Η διαδικασία 4 έως 5 είναι ιστροπική διαστολή
 5. Η διαδικασία 5 έως 1 είναι αναστρέψιμη ψύξη σταθερού όγκου
- Αποδοτικότητα του κύκλου:

$$\eta = \frac{-\sum W}{Q_1} = \frac{\sum Q}{Q_1} = \frac{c_v(T_3 - T_2) + c_v(T_4 - T_3) - c_v(T_5 - T_1)}{c_v(T_3 - T_2) + c_v(T_4 - T_3)} = 1 - \frac{1}{\varepsilon^{\kappa-1}} \cdot \frac{\rho^{\kappa} \cdot \lambda - 1}{(\lambda - 1) + \kappa \cdot \lambda \cdot (\rho - 1)}$$

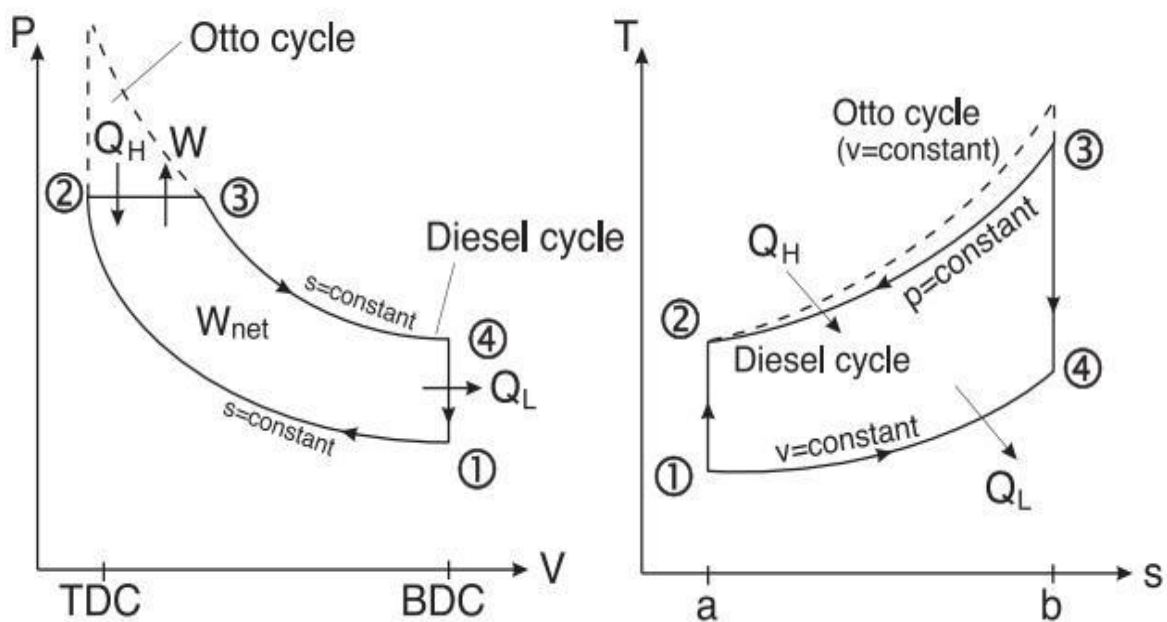
where: $\varepsilon = \frac{V_1}{V_2} = \frac{\text{swept volume}(V) + \text{clearance volume}(V_2)}{\text{clearance volume}(V_2)}$ - the compression ratio

$\lambda = \frac{p_3}{p_2}$ - pressure ratio

$\rho = \frac{v_4}{v_3}$ - cut off ratio

4-4. Σύγκριση του Otto και του Diesel Cycle

1. $\eta_{\text{otto}} > \eta_{\text{diesel}}$ για την ίδια αναλογία συμπίεσης
2. αλλά ένας κινητήρας ντίζελ μπορεί να ανεχθεί υψηλότερη αναλογία αφού μόνο ο αέρας συμπιέζεται σε έναν κύκλο ντίζελ και το χτύπημα σπινθήρα δεν είναι πρόβλημα
3. οι άμεσες συγκρίσεις είναι δύσκολες



Παραδείγματα λύσεων

Παράδειγμα (1)

Υπολογίστε τη θερμική αποδοτικότητα και αναλογία συμπίεσης για ένα αυτοκινούμενο που εργάζεται με κύκλο otto. Αν η ενέργεια που παράγεται ανά κύκλο είναι τριπλάσια από εκείνη που απορρίπτεται από την εξάτμιση, συμπεριλάβετε το εργαζόμενο ρευστό ως ιδανικό αέριο με $\gamma=1,4$.

ΛΥΣΗ

Έχουμε:

$$\eta_{\text{otto}}=(Q_1-Q_2)/Q_1$$

Q_1 = θερμότητα τροφοδοσίας
 Q_2 = θερμότητα απόρριψης

$$\text{Άρα } Q_1=3Q_2$$

$$\eta_{\text{otto}}= (3Q_2-Q_2)/3Q_2= 2/3= 66,6\%$$

Επίσης έχουμε:

$$\eta_{\text{otto}}=1-1/(r)^{\gamma-1}$$

$$0,667=1/(r)^{1,4-1}$$

$$r = (3)^{1/0,4}= 15,59$$

Παράδειγμα (2)

Ένας τετράγρονος diesel κινητήρας έχει μήκος 20 cm και διάμετρο 16 cm. Η μηχανή παράγει ισχύ 25 kw όταν λειτουργεί στις 2500 RPM. Βρείτε τη μέση αποτελεσματική πίεση του κινητήρα.

ΛΥΣΗ

Μήκος = 20 cm = 0,2 m
Διάμετρος = 16 cm = 0,16 m
Ισχύς = 25 kw
Ταχύτητα = 2500 RPM

$$K=1$$

$$P_{ip} = (P \cdot L \cdot A \cdot N \cdot K) / 60$$

$$N' = N / 2 = 1250 \text{ RPM}$$

$$25 \cdot 10^3 = (P \cdot 0,2 \cdot \pi / 4 \cdot (0,16)^2 \cdot 1250 \cdot 1) / 60$$

$$P = 298,415 \text{ kN/m}^2$$

Παράδειγμα (3)

Ένας τετράχρονος πετρελαιοκινητήρας έχει αναλογία L/D 1,25. Η κύρια αποτελεσματική πίεση βρέθηκε με τη βοήθεια ενός δείκτη ίση με 0,85 Μρα. Ο κινητήρας παράγει ενδεικνυόμενη ισχύ 35 hp. Ενώ λειτουργεί στις 2500 RPM. Βρείτε τη διάσταση του κινητήρα.

ΛΥΣΗ

$$\begin{aligned}L/D &= 1,25 \\ P_{mef} &= 0,85 \text{ Μρα} = 0,85 * 10^6 \text{ N/m}^2 \\ P_{ip} &= 35 \text{ hp} = 35/1,36 \text{ kW} \\ N &= 2500 \text{ RPM} = 1250 \text{ για τετράχρονο κινητήρα} \\ \text{Ενδεικνυόμενη ισχύς} &= P_{ip} = (P_{mef} * L * A * N * K) / 60 \Rightarrow \\ (35/1,36) * 10^3 &= (0,85 * 10^6 * 1,25 * D * (\pi/4) * (D)^2 * 1250 * 1/60\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}D &= 0,11397 \text{ m} = 113,97 \text{ mm} \\ L &= 1,25 * D = 142,46 \text{ mm} \\ D &= 113,97 \text{ mm}, L = 142,46 \text{ mm}.\end{aligned}$$

Παράδειγμα (4)

Ένας κινητήρας διαμέτρου 250 mm και διαδρομές εμβόλου 375 mm εργάζεται με κύκλο Otto. Ο όγκος εκκαθάρισης είναι 0,00263 m³. Η αρχική πίεση και θερμοκρασία είναι 1 bar και 50^o C αντίστοιχα. Αν η μέγιστη πίεση είναι οριακά με 25 bar βρείτε.

1. Τη τυπική απόδοση αέρα του κύκλου
2. Τη μέση αποδοτική πίεση για το κύκλο

ΛΥΣΗ

$$d = 250 \text{ mm}$$

$$L = 375 \text{ mm}$$

$$V_c = 0,00263 \text{ m}^3$$

$$P_1 = 1 \text{ bar}$$

$$T = 50^{\circ}\text{C}$$

Γνωρίζουμε ότι ο σαρωμένος όγκος είναι :

$$V_s = \pi/4 * d^2 * L = 0,0184077 \text{ m}^3$$

$$\text{Αναλογία συμπίεσης } r = (V_c + V_s) / V_c = (0,0184077 + 0,00263) / 0,00263 = 8$$

Η τυπική απόδοση αέρα του κύκλου Otto δίνεται από τον τύπο :

$$\eta_{\text{Otto}} = 1 - 1/(r)^{\gamma-1} = 1 - 1/(8)^{1,4-1} = 0,5647 \text{ ή } 56,47\%.$$

$$T_2/T_1 = (r)^{\gamma-1} = (8)^{1,4-1} = 2,297 = T_2 = (50 + 273) * 2,297 = 742,06 \text{ K}$$

$$P_2/P_1 = (V_1/V_2)^{\gamma} = (8)^{1,4} = 18,38, P_2 = 1 * 18,38 = 18,38 \text{ bar}$$

Διεργασία (2-3)

$$V_2=V_3, P_2/T_2=P_3/T_3$$

$$T_3=25/18,38*742,06=1009,38$$

$$q_s=C_p(T_3-T_2)=1005*(1009,38-742,06)= 268,65 \text{ kJ/kg}$$

$$\eta_{\text{Otto}}= w/q_s, w=q_s*\eta_{\text{Otto}}=268,05*0,5647=151,70 \text{ kJ/kg}$$

$$\text{Μέση αποδοτική πίεση } P_m=w/(V-V_2)\Rightarrow P_m= 151,7/(0,021-0,00263)$$

$$m= P_1*V_1/(R*T_1)=1*10^3*0,021/(0,287*10^3(50+273))=0,02265$$

$$P_m=(151,7*0,002265)/(0,021-0,00263)=187 \text{ kpa}=1,87 \text{ bar.}$$

Παράδειγμα (5)

Αέρας εισέρχεται με πίεση 1 bar και θερμοκρασία 230⁰ C σε έναν πετρελαιοκινητήρα με συμπίεση 18:1. Μέγιστη θερμοκρασία του κύκλου είναι 1500⁰ C, Υπολογίστε:

1. Την αναλογία αποκοπής.
2. Τη τροφοδοσία θέρμανσης ανά kg αέρα.
3. Την απόδοση του κύκλου.

ΛΥΣΗ

Δίνεται ότι:

$$P_1=1 \text{ bar}$$
$$T_1=230+273=503 \text{ K}$$
$$T_3=1500+273=1773 \text{ K}$$
$$r=18$$

$$T_2/T_1=(r)^{\gamma-1} \Rightarrow T_2=T_1*(r)^{\gamma-1}=503*(18)^{1,4-1}=1598,37 \text{ K}$$

1. Αναλογία αποκοπής $P=V_3/V_2=T_3/T_2$

$$T_3/T_2=P$$

$$P=1773/1598,37=1,109$$

2. $Q=C_p(T_3-T_2)=1,005(1773-1598,37)$
 $Q=175,5 \text{ kJ/kg}$

3. $\eta_{\text{diesel}}=(1-1/(r)^{\gamma-1})*((P^\gamma-1)/(P-1))=(1-0,225)*(0,156/0,109)=0,678=67,8 \%$.

Κεφάλαιο 5

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ

5. Συστήματα κινητήρα

Όλα τα μέρη και οι λειτουργίες του κινητήρα μπορούν να χωριστούν σε πέντε (5) συστήματα.

1. Σύστημα συμπίεσης
2. Σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου
3. Σύστημα λίπανσης
4. Σύστημα ανάφλεξης
5. Σύστημα ψύξης

Εάν ένας κινητήρας δεν ξεκινά, ποιο από τα πέντε συστήματα είναι πιο πιθανό το πρόβλημα;

Εάν ένας κινητήρας έχει πολύ χρόνο λειτουργίας, είναι δύσκολο να ξεκινήσει και δεν φαίνεται να παράγει τόση ισχύ όπως παλιά, ποιο από τα πέντε συστήματα είναι πιο πιθανό το πρόβλημα;

5-1. ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ

Το σύστημα συμπίεσης περιλαμβάνει όλα τα μέρη που δημιουργούν, περιέχουν και διαχειρίζονται τη συμπίεση του κινητήρα.

5-1-1. Σύστημα συμπίεσης εξαρτημάτων

- | | |
|-------------------------|----------------------|
| 6) Βαλβίδες | 1) Μπλοκ |
| 7) Ελατήρια βαλβίδας | 2) Έμβολο |
| 8) Μίζα | 3) Δακτύλιοι εμβόλου |
| 9) Στροφαλοφόρος άξονας | 4) Κυλινδροκεφαλή |
| 10) Φλάντζες | 5) Ρουλεμάν |

5-1-2. Προβλήματα συμπίεσης

Δύο πιθανά προβλήματα:

1. Ανεπαρκής συμπίεση

Συμπτώματα: Κακή εκκίνηση, λιγότερη ισχύς – Αιτία: Διαρροές

2. Υπερβολική συμπίεση

Συμπτώματα; Πιο δύσκολο να ενεργοποιηθεί Εκρηκτικό Προανάφλεξη

Αιτία: Συσσώρευση άνθρακα στο θάλαμο καύσης

5-1-3. Πυροκρότηση

1. Ανεπιθύμητη κατάσταση του κινητήρα κατά την οποία οι θύλακες καυσίμου αρχίζουν να καίγονται περίπου την ίδια στιγμή που ανάβει το μπουζί
2. Συγκρούονται πολλαπλά μέτωπα πίεσης
3. Μερικές φορές ονομάζεται χτύπημα, χτύπημα σπινθήρα ή ringing
4. Προκαλεί μεγάλες διαφορές πίεσης στο θάλαμο καύσης
5. Θα προκαλέσει ζημιά στον κινητήρα



Αιτίες

1. Αυξημένη συμπίεση
2. Υψηλές θερμοκρασίες
3. Φτωχό μείγμα καυσίμου/αέρα
4. Προηγμένος χρονισμός ανάφλεξης
5. Καύσιμα χαμηλών οκτανίων



Πώς αποτρέπετε την έκρηξη;

5-1-4. Προανάφλεξη

1. Το καύσιμο αρχίζει να καίγεται πριν ανάψει το μπουζί.
2. Αυξάνει τη μέγιστη πίεση καύσης στον κύλινδρο.
3. Αυξάνει την εσωτερική θερμοκρασία.
4. Μειώνει την απόδοση του κινητήρα και παράγει και ηχητικό ήχο ring ή χτύπημα στον κινητήρα.
5. Θα προκαλέσει βλάβη στα έμβολα του κινητήρα, τις συνδετικές ράβδους, τους στροφαλοφόρους άξονες και άλλα μέρη του συστήματος συμπίεσης.

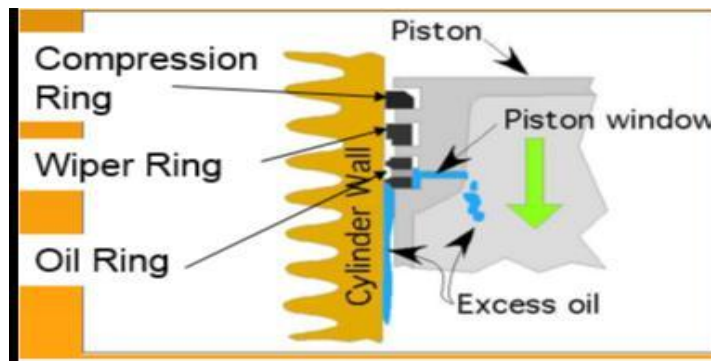


Αιτίες

1. Ένα υπερθερμασμένο μπουζί
2. Λαμπερά κοιτάσματα άνθρακα
3. Υπερθερμασμένη βαλβίδα εξαγωγής
4. Μια αιχμηρή άκρη στο θάλαμο καύσης ή στο πάνω μέρος του εμβόλου
5. Αιχμηρές ακμές σε βαλβίδες που δεν έχουν ξαναγειωθεί σωστά
6. Ένα άπαχο μείγμα καυσίμου.

5-1-5. Δακτύλιοι εμβόλου

- Δακτύλιος συμπίεσης
 - Υπόκειται στη μεγαλύτερη ποσότητα χημικής διάβρωσης και στις υψηλότερες θερμοκρασίες.
 - Μεταφέρει το 70% της θερμότητας της καύσης από το έμβολο στα τοιχώματα του κυλίνδρου.
- Δακτύλιος υαλοκαθαριστήρα
 - Μετράει φιλμ λαδιού στα τοιχώματα των κυλίνδρων
 - Πρέπει να εγκατασταθεί σωστά.
- Δακτυλίδι λαδιού
 - Κατασκευασμένο από δύο λεπτές ράγες με οπές ή εγκοπές κομμένες ενδιάμεσα.
 - Έχει την υψηλότερη πίεση στο τοίχωμα του κυλίνδρου των τριών δακτυλίων



5-1-6. Αναπνοή στροφαλοθαλάμου

- Διατηρεί την πίεση στον στροφαλοθάλαμο σε μικρότερη από την πίεση περιβάλλοντος για να βοηθήσει στον έλεγχο της κατανάλωσης λαδιού.
- Το υπερβολικό χτύπημα καθιστά τον αναπνευστήρα άχρηστο.

- Οι παλιοί κινητήρες εξαερίζονται στην ατμόσφαιρα.
- Οι νέοι κινητήρες εξαερίζονται στο καρμπυρατέρ.



5-1-7. Απελευθέρωση συμπίεσης

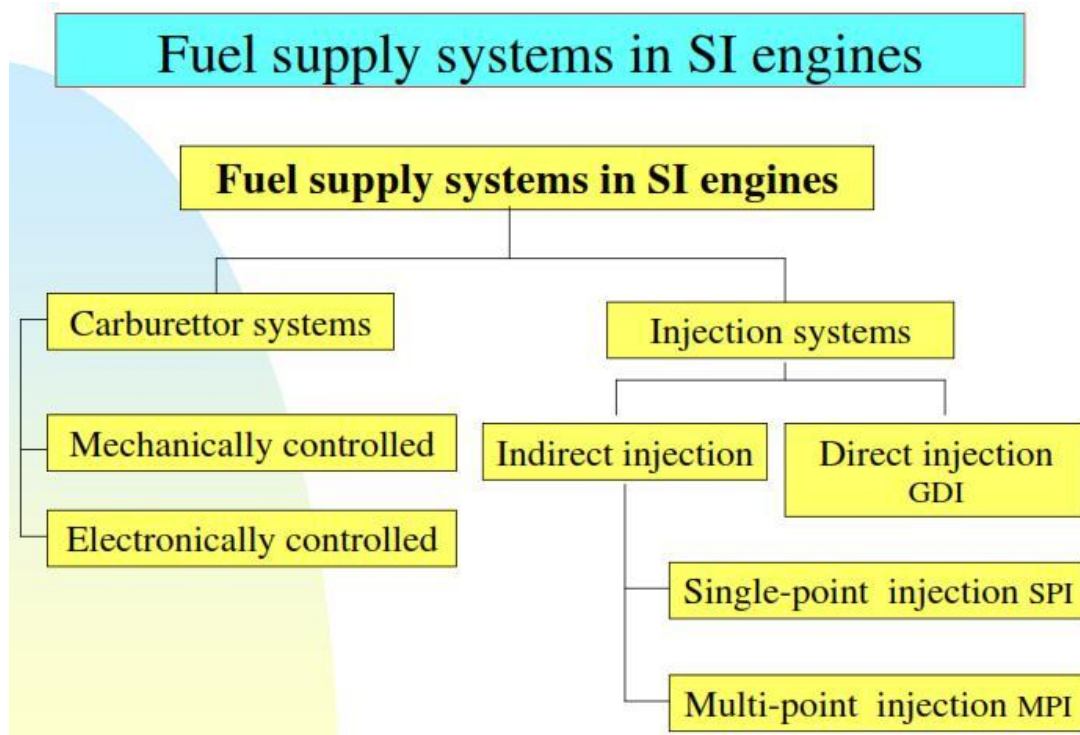
- Τα συστήματα απελευθέρωσης συμπίεσης χρησιμοποιούνται για τη μείωση της προσπάθειας που απαιτείται για την εκκίνηση του κινητήρα.
- Κρατάει τη βαλβίδα εξαγωγής ελαφρώς ανοιχτή κατά την εκκίνηση και, στη συνέχεια, της επιτρέπει να κλείσει πλήρως μόλις εκκινήσει ο κινητήρας.



5-2. ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΟΧΗΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

5-2-1. Συστήματα τροφοδοσίας καυσίμου κινητήρων SI

- Συστήματα καρμπυρατέρ
- Συστήματα έγχυσης



5-2-2. λειτουργία του συστήματος καυσίμου

1. εναποθήκευση
2. μέτρηση
3. ψεκασμός
4. εξάτμιση
5. ανάμειξη καυσίμου και αέρα
6. παροχή μίγματος αέρα καυσίμου στην πολλαπλή εισαγωγής

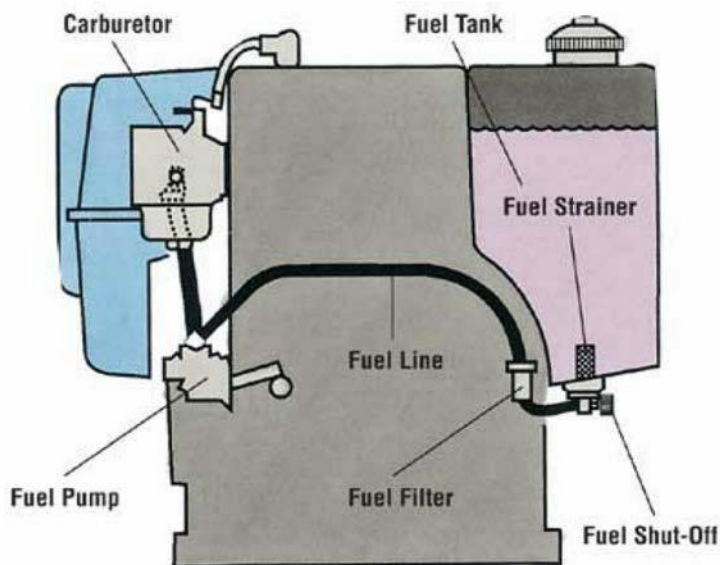
5-2-3. Κοινά καύσιμα μικρών κινητήρων

1. Βενζίνη
2. Ντίζελ

3. LPG
4. LNG
5. CNG

5-2-4. Εξαρτήματα συστήματος καυσίμου

1. Προμήθεια (δεξαμενή)
2. Γραμμές
3. Κλείστε τις βαλβίδες
4. Φίλτρο
5. Αντλία
6. Καρμπυρατέρ

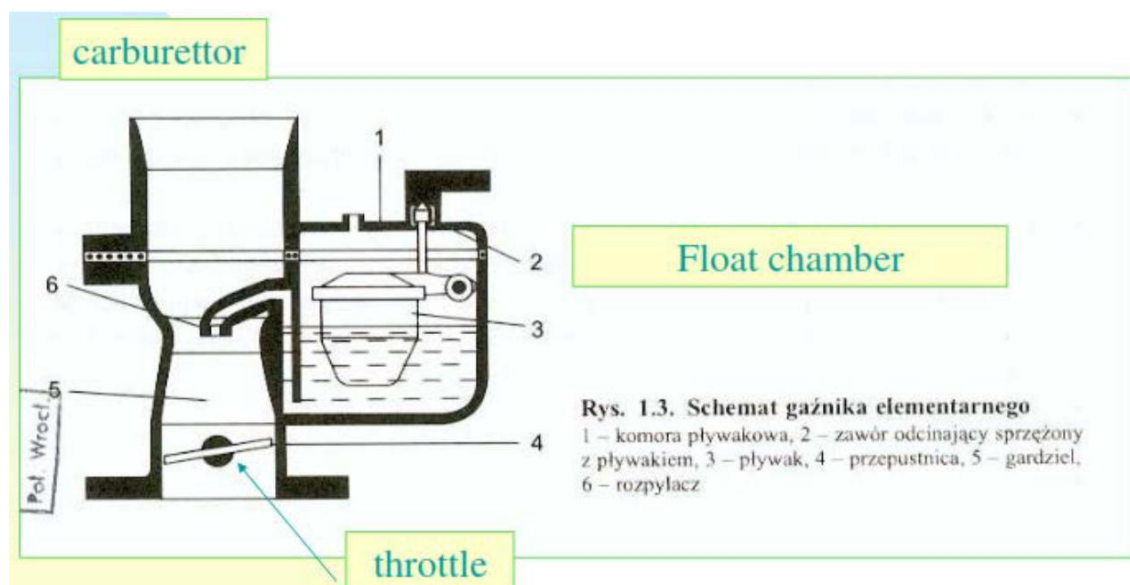
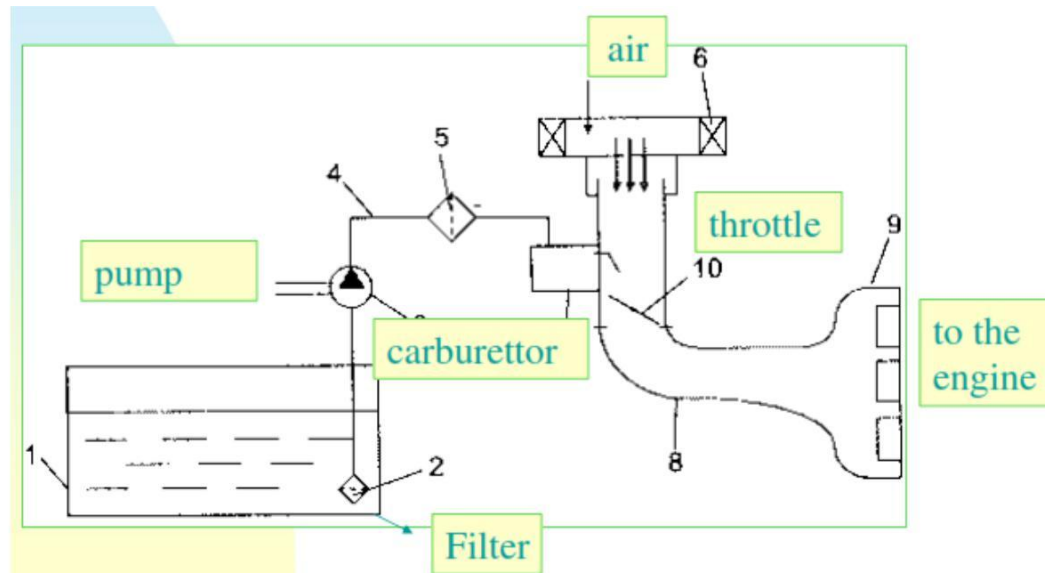


- **Πρόσθετα στοιχεία για το σύστημα καυσίμου:**

1. Το καύσιμο πρέπει να είναι καθαρό και καλής ποιότητας
2. Το μείγμα καυσίμου αέρα πρέπει να είναι πιο πλούσιο για εκκίνηση
3. Η περίσσεια καυσίμου ξεπλένει τη λίπανση από τα τοιχώματα του κυλίνδρου και επιταχύνει τη φθορά.
4. Η περίσσεια καυσίμου αραιώνει το λάδι και επιταχύνει τη φθορά.
5. Το μείγμα καυσίμου αέρα που είναι πολύ άπαχο θα προκαλέσει προανάφλεξη.

Καρμπυρατέρ

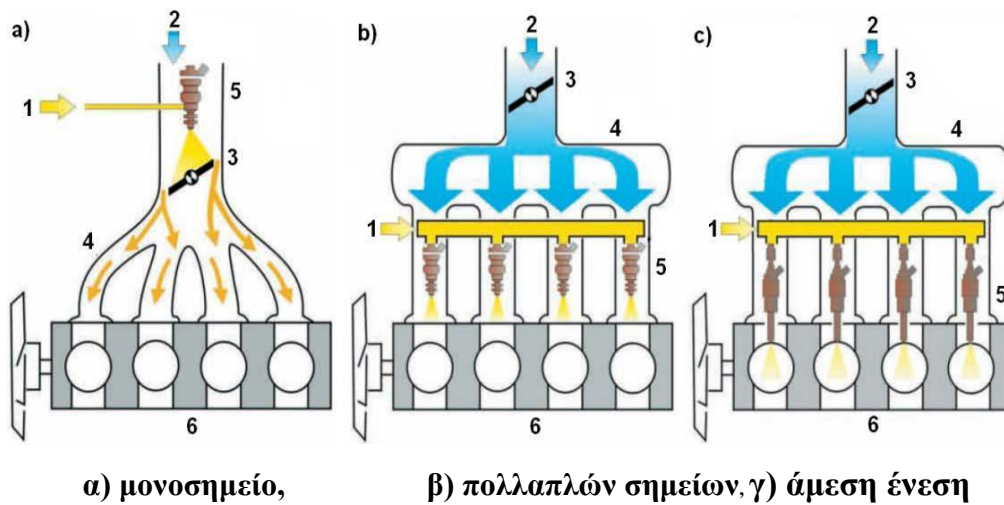
Η διαδικασία προετοιμασίας του μείγματος αέρα-καυσίμου μακριά από τον κύλινδρο του κινητήρα ονομάζεται καρμπυρατέρ. και η συσκευή στην οποία γίνεται αυτή η διαδικασία ονομάζεται καρμπυρατέρ.



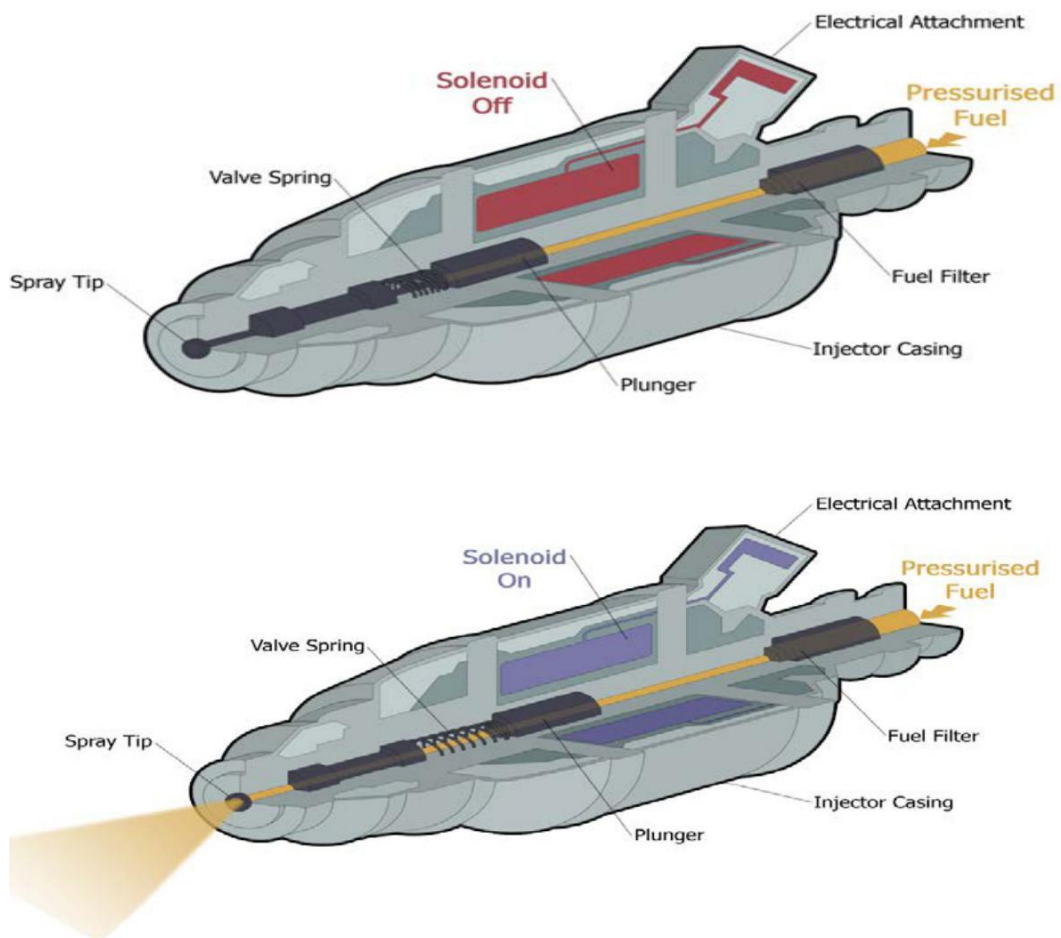
Λειτουργίες καρμπυρατέρ

1. Για να αναμίξετε καλά τον αέρα και το καύσιμο
2. Για ψεκασμό του καυσίμου
3. Για να ρυθμίσετε την αναλογία αέρα-καυσίμου σε διαφορετικές ταχύτητες και φορτία στον κινητήρα.
4. να παρέχει σωστή ποσότητα μείγματος σε διαφορετικές ταχύτητες και φορτία

5-2-5. Τύποι συστημάτων έγχυσης

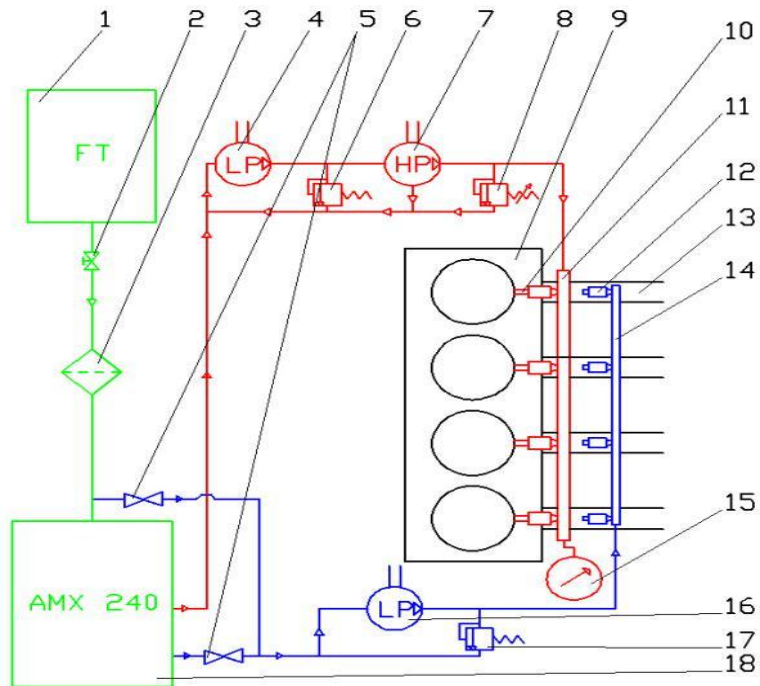


1 – Τροφοδοσία καυσίμου, 2 – Εισαγωγή αέρα, 3 – γκάζι, 4 – Πολλαπλασιαστής εισαγωγής, 5 – Μπεκ ψεκασμού καυσίμου (ή μπεκ), 6 – Κινητήρας.



Κινούμενο διάγραμμα περικοπής ενός τυπικού μπεκ ψεκασμού καυσίμου

Σύστημα καυσίμων



Εικόνα. Το σχέδιο του συστήματος καυσίμου. 1 – Δεξαμενή καυσίμου, 2 – Βαλβίδα διακοπής, 3 – Φίλτρο καυσίμου, 4 – Αντλία πλήρωσης DI, 5 – Ηλεκτροβαλβίδες για τη μέτρηση της ροής καυσίμου σε κύκλωμα DI, 6 – Ρυθμιστής χαμηλής πίεσης κυκλώματος DI, 7 – Υψηλή αντλία πίεσης, 8 – Ρυθμιστής υψηλής πίεσης κυκλώματος DI, 9 – Κινητήρας, 10 – Άμεσος εγχυτήρας καυσίμου, 11 – Ράγα των απευθείας μπεκ ψεκασμού, 12 – Έμμεσος μπεκ ψεκασμού, 13 – Σωλήνας εισαγωγής, 14 – Ράγα των έμμεσων μπεκ ψεκασμού καυσίμου, 15 – Μανόμετρο DI, 16 – Αντλία καυσίμου MPI, 17 – Ρυθμιστής πίεσης κυκλώματος MPI, 18 – Μετρητής ροής καυσίμου.

Δεξαμενή καυσίμων

Είναι μια δεξαμενή αποθήκευσης ντίζελ. Κάτω από το καπάκι παρέχεται ένα φίλτρο μετρητή σύρματος για να αποτρέψει την είσοδο ξένων σωματιδίων στη δεξαμενή.

Αντλία ανύψωσης καυσίμου

Μεταφέρει καύσιμο από τη δεξαμενή καυσίμου στη συλλογή εισόδου της αντλίας έγχυσης καυσίμου

Προκαταρκτικό φίλτρο (συγκρότημα μπολ ιζήματος)

Αυτό το φίλτρο τοποθετείται κυρίως στην αντλία καυσίμου Ikipt. Αποτρέπει την πρόσβαση ξένων υλικών μέσα στη γραμμή καυσίμου. Αποτελείται από γυάλινο καπάκι με φλάντζα.

Φίλτρο καυσίμων

Κυρίως φίλτρα δύο σταδίων χρησιμοποιούνται σε κινητήρες ντίζελ

1. Πρωτεύον φίλτρο 2. Δευτερεύον φίλτρο

Το πρωτεύον φίλτρο αφαιρεί χονδροειδή υλικά, νερό και σκόνη. Το δευτερεύον φίλτρο αφαιρεί τα λεπτά σωματίδια σκόνης.

Αντλία ψεκασμού καυσίμου

Είναι μια αντλία υψηλής πίεσης η οποία τροφοδοτεί με καύσιμο τα μπεκ σύμφωνα με τη σειρά πυροδότησης του κινητήρα. Χρησιμοποιείται για τη δημιουργία πίεσης που κυμαίνεται από 120 kg/cm και παρέχει την απαιτούμενη ποσότητα καυσίμου σε κάθε κύλινδρο την κατάλληλη στιγμή.

Εξαερισμός του συστήματος καυσίμου

Όταν ο αέρας έχει εισέλθει στις γραμμές καυσίμου ή στον θάλαμο αναρρόφησης της αντλίας έγχυσης, ο εξαερισμός πρέπει να γίνεται σωστά. Ο αέρας απομακρύνεται από την αντλία πλήρωσης μέσω των οπών εξαέρωσης της αντλίας έγχυσης.

Μπεκ ψεκασμού καυσίμου

Είναι το εξάρτημα που παρέχει λεπτό ψεκασμό καυσίμου υπό υψηλή πίεση στον θάλαμο καύσης του κινητήρα. Οι σύγχρονοι κινητήρες τρακτέρ χρησιμοποιούν μπεκ ψεκασμού καυσίμου που έχουν πολλαπλές οπές. Τα κύρια μέρη των μπεκ είναι το σώμα του ακροφυσίου και η βαλβίδα της βελόνας. Η βαλβίδα της βελόνας πιέζεται πάνω σε μια κωνική έδρα στο σώμα του ακροφυσίου με ένα ελατήριο. Η πίεση έγχυσης ρυθμίζεται ρυθμίζοντας μια βίδα.

5-3. ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΙΠΑΝΣΗΣ

Ο κινητήρας IC είναι κατασκευασμένος από κινούμενα μέρη. Λόγω της συνεχούς κίνησης δύο μεταλλικών επιφανειών η μία πάνω στην άλλη, υπάρχει φθορά κινητών μερών, παραγωγή θερμότητας και απώλεια ισχύος στον κινητήρα. Η λίπανση των κινούμενων μερών είναι απαραίτητη για την πρόληψη όλων αυτών των επιβλαβών επιπτώσεων.

5-3-1. Σκοπός λίπανσης

1. Μείωση της επίδρασης τριβής
2. Εφέ ψύξης
3. Εφέ σφράγισης
4. Καθαριστικό αποτέλεσμα

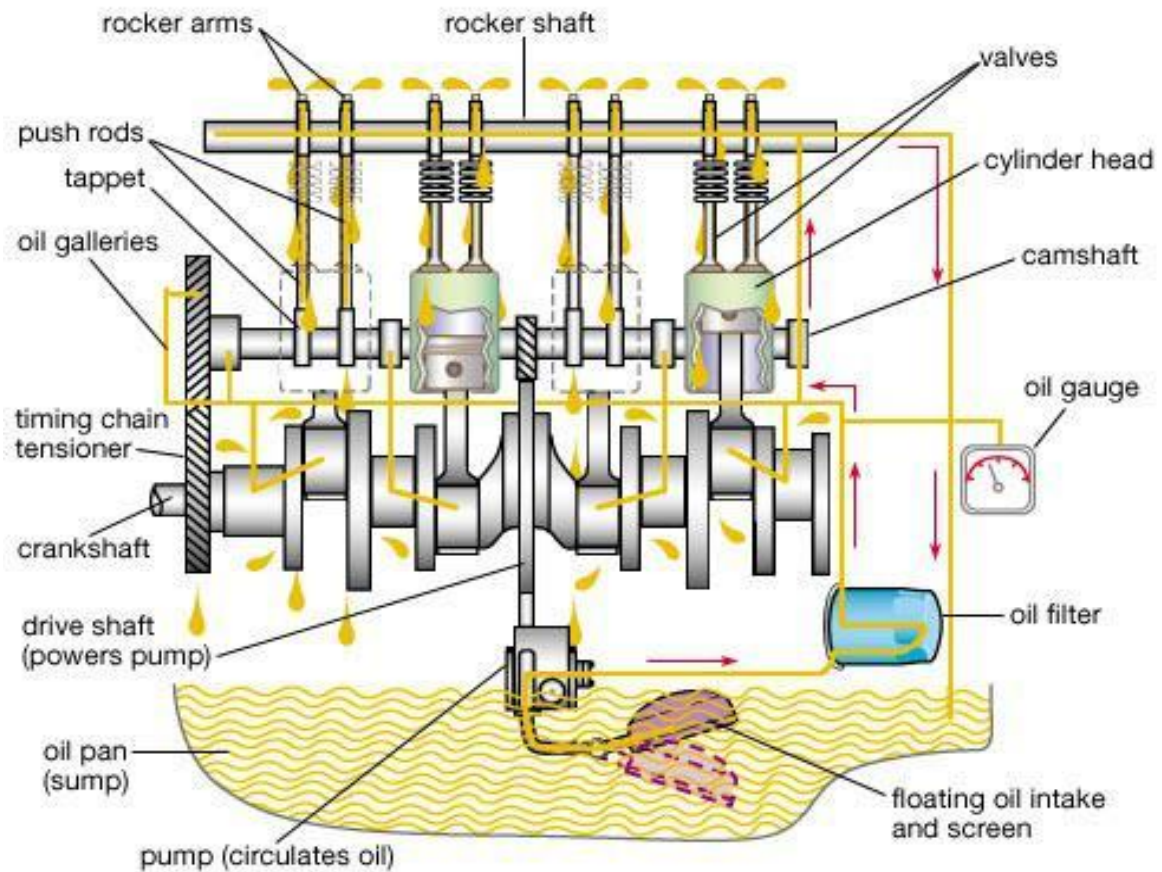
5-3-2. Τύποι λιπαντικών

Τα λιπαντικά λαμβάνονται από ζωικό λίπος, λαχανικά και μέταλλα. Τα φυτικά λιπαντικά λαμβάνονται από σπόρους, φρούτα και φυτά. Ως λιπαντικά χρησιμοποιούνται βαμβακέλαιο, ελαιόλαδο, λινέλαιο, καστορέλαιο. Τα ορυκτά λιπαντικά είναι πιο δημοφιλή για κινητήρες και μηχανές. Λαμβάνεται από αργό πετρέλαιο που βρίσκεται στη φύση. Τα λιπαντικά πετρελαίου είναι λιγότερο ακριβά και κατάλληλα για κινητήρες εσωτερικής καύσης.

Το σύστημα λίπανσης ενός κινητήρα είναι μια διάταξη μηχανισμών που διατηρεί την παροχή λιπαντικού στις επιφάνειες τριβής ενός κινητήρα στη σωστή πίεση και θερμοκρασία.

Τα μέρη που απαιτούν λίπανση είναι:

1. Τοιχώματα κυλίνδρου και έμβολο
2. Πείρος εμβόλου
3. ρουλεμάν στροφαλοφόρου και συνδετική ράβδος
4. Ρουλεμάν εκκεντροφόρου
5. Μηχανισμός λειτουργίας βαλβίδας
6. Ανεμιστήρας ψύξης
7. Αντλία νερού
8. Μηχανισμός εκκίνησης



© 2007 Encyclopædia Britannica, Inc.

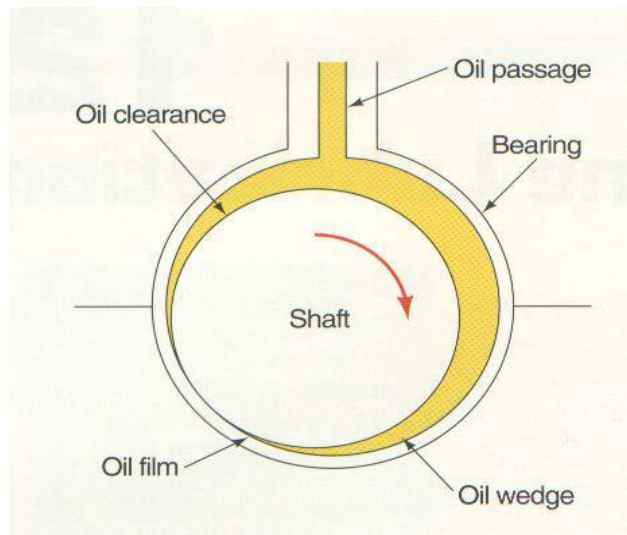
5-3-3. Τύποι συστημάτων λίπανσης

1. Σύστημα πιτσιλίσματος
2. Σύστημα αναγκαστικής τροφοδοσίας

5-3-4. Σκοπός του συστήματος λίπανσης

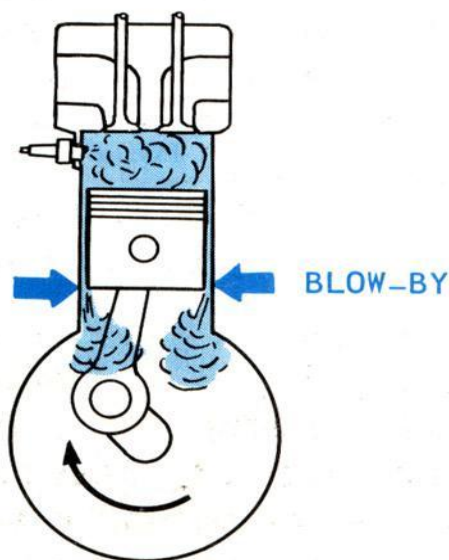
1. Λίπανση

Μειώνει την *Τριβή* δημιουργώντας μία λεπτή ταινία (*Εκτελωνισμός*) μεταξύ κινούμενων μερών (*Ρουλεμάν και ημερολόγια*)



2. Σφραγίδες

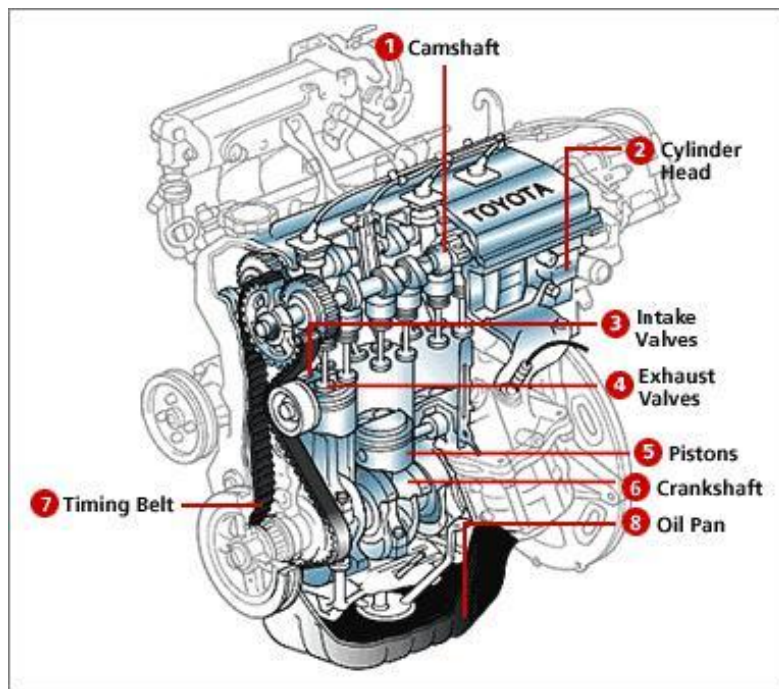
Το λάδι βοηθά να σχηματιστεί μια στεγανή σφράγιση μεταξύ των δακτυλίων του εμβόλου και των τοιχωμάτων του κυλίνδρου (*Μειώνει το Blow-By*)



Θα έχει ως αποτέλεσμα εσωτερική διαρροή λαδιού (blow-by). *ΜΠΛΕ ΚΑΙΝΟΣ* .

3. Καθαρίζει

Καθώς κυκλοφορεί μέσα στον κινητήρα, το λάδι μαζεύει μεταλλικά σωματίδια και άνθρακα και τα επαναφέρει στο τηγάνι.



4. Δροσίζει

Ανεβάζει θερμότητα όταν κινείται μέσα από τον κινητήρα και στη συνέχεια πέφτει στην ψυχρότερη λεκάνη λαδιού, ελευθερώνοντας μέρος αυτής της θερμότητας.



5. Απορροφά αποπληξία

Όταν επιβάλλονται μεγάλα φορτία στα ρουλεμάν, το λάδι βοηθά στην απορρόφηση του φορτίου.

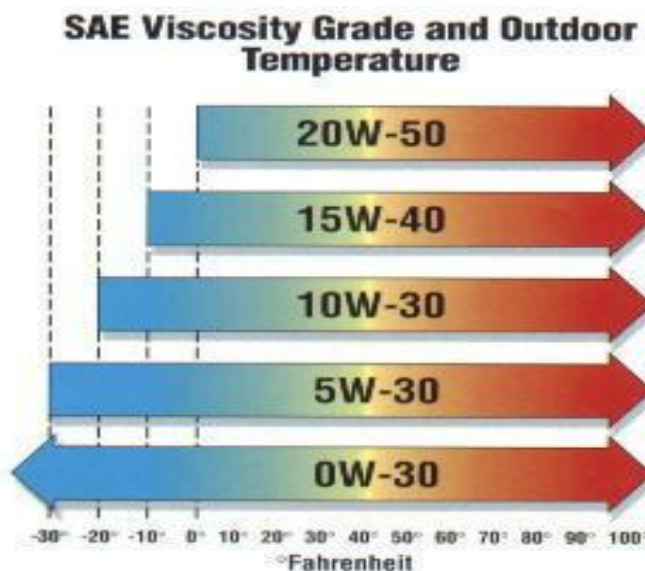
6. Απορροφά τους ρύπους

Τα πρόσθετα στο λάδι βοηθούν στην απορρόφηση των ρύπων που εισέρχονται στο σύστημα λίπανσης.

5-3-5. ΙΞΩΔΕΣ

Το ιξώδες είναι ένα μέτρο της αντίστασης του λαδιού στη ροή.

- Ένα λάδι χαμηλού ιξώδους είναι λεπτό και ρέει εύκολα
- Ένα λάδι υψηλού ιξώδους είναι παχύρρευστο και ρέει αργά.
- Καθώς το λάδι θερμαίνεται γίνεται πιο παχύρρευστο (*γίνεται λεπτός*)



- Εάν το λάδι είναι πολύ λεπτό (*έχει πολύ χαμηλό ιξώδες*) θα εξαναγκαστεί να βγει ανάμεσα στα κινούμενα μέρη, με αποτέλεσμα τη γρήγορη φθορά.
- Εάν το λάδι είναι πολύ παχύρρευστο (*έχει πολύ υψηλό ιξώδες*) θα ρέει πολύ αργά στα μέρη του κινητήρα, ειδικά όταν ο κινητήρας και το λάδι είναι κρύα, με αποτέλεσμα τη γρήγορη φθορά.

5-3-5-1. Δείκτης Ιξώδους

Είναι το μέτρο του πόσο αλλάζει το ιξώδες ενός λαδιού με τη θερμοκρασία. (20 W) Ο αριθμός ιξώδους ορίζεται από SAE (*Εταιρεία Μηχανικών Αυτοκινήτου*)

Λάδια μονού ιξώδους SAE 5W, SAE 10W (Χειμώνας) και SAE 20, SAE30 ...

(Καλοκαίρι)

Λιπαντικά πολλαπλού ιξώδους SAE 10W-30.

Αυτό σημαίνει ότι το λάδι είναι ίδιο με το SAE 10W όταν είναι κρύο και το SAE30 όταν είναι ζεστό.

Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός τόσο μεγαλύτερο είναι το ιξώδες (πάχος) του λαδιού.

5-3-5-2. Ιδιότητες του λαδιού

- Αναστολέας διάβρωσης και σκουριάς: Εκτοπίζει το νερό από μεταλλικές επιφάνειες, για να αποτρέψει τη διάβρωση.
- Αντίσταση στον αφρισμό: Ο περιστρεφόμενος στροφαλοφόρος άξονας τείνει να προκαλεί φυσαλίδες (*Αφρός*) στο λάδι και οι φυσαλίδες στο λάδι θα μειώσουν την αποτελεσματικότητα του λαδιού στη λίπανση.
- Συνθετικά Έλαια: Κατασκευάζονται με χημική διαδικασία και δεν προέρχονται απαραίτητα από πετρέλαιο.

5-4. ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ

Το σύστημα ανάφλεξης παρέχει σπινθήρα υψηλής τάσης στον θάλαμο καύσης την κατάλληλη στιγμή.

5-4-1. Λειτουργία συστήματος ανάφλεξης

1. Αναφλέγει το μείγμα καυσίμου και αέρα την κατάλληλη στιγμή.
2. Προωθεί και καθυστερεί το χρονισμό ανάφλεξης όπως χρειάζεται.
3. «Γειώνει» το σύστημα ανάφλεξης ώστε ο κινητήρας να σταματήσει να λειτουργεί.

5-4-2. Λειτουργία ανάφλεξης

1. Παράγει σπινθήρα 30.000 volt σε όλο το μπουζί
2. Διανέμει σπινθήρα υψηλής τάσης σε κάθε μπουζί με τη σωστή σειρά
3. Χρονομετρά τον σπινθήρα έτσι ώστε να εμφανίζεται καθώς το έμβολο πλησιάζει στο ανώτερο νεκρό σημείο
4. Μεταβάλλει το χρονισμό του σπινθήρα ανάλογα με το φορτίο, την ταχύτητα και άλλες συνθήκες

5-4-3. Αρχές ανάφλεξης

1. Ηλεκτρομαγνητική Επαγωγή
2. Πώς λειτουργεί το Πηνίο ανάφλεξης
3. Πρωτεύουσα περιέλιξη: δημιουργεί ένα μαγνητικό πεδίο διοχετεύοντας ρεύμα μέσα από αυτό.
4. Όταν ανοίγουμε το κύκλωμα σταματάει το ρεύμα, και το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο καταρρέει.

5-4-4. Εξαρτήματα πολλαπλασιαστή

1. Πρωτεύουσα περιέλιξη
2. Δευτερεύουσα περιέλιξη
3. Πυρήνας Σιδήρου

5-4-5. Ρεύμα μεταγωγής στο Κύριο

1. Σημεία θραύσης και συμπτκνωτής

2. Σημεία: Μηχανικός διακόπτης

3. Συμπυκνωτής: κάνει τον διακόπτη να διαρκεί περισσότερο ώστε τα σημεία να μην «καίγονται» m
Ανταλλακτικά

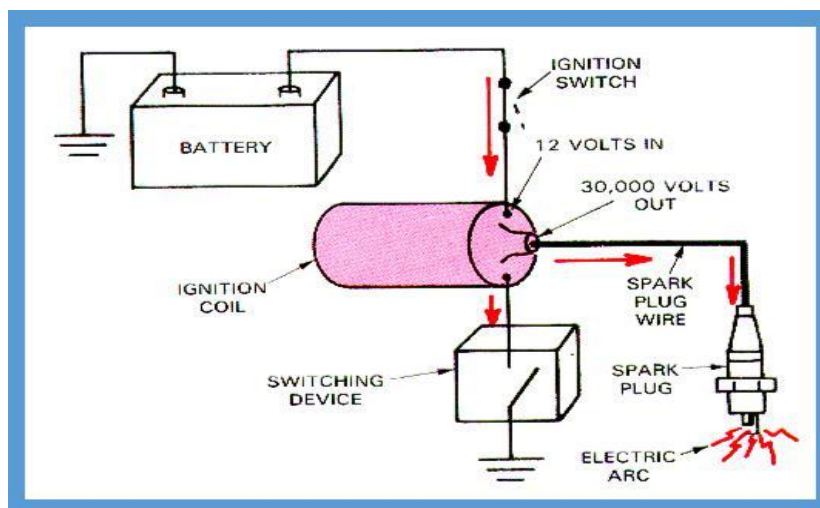
5-4-6. Βασικά εξαρτήματα του συστήματος εκκίνησης μπαταρίας

1. Πηνίο ανάφλεξης
2. Διακόπτης ανάφλεξης
3. Καλώδια χαμηλής τάσης (βολτ μπαταρίας)
4. Παραλαβή ανάφλεξης (πόντους ή ηλεκτρονικός)
5. Καλώδια υψηλής τάσης
6. Μπουζί

5-4-7. Βασικό σύστημα εκκίνησης

Η μπαταρία παρέχει ρεύμα σε ολόκληρο το σύστημα

1. Ο διακόπτης ανάφλεξης ανάβει ή σβήνει τον κινητήρα
2. Το πηνίο μετατρέπει τα βολτ
3. Η συσκευή μεταγωγής ενεργοποιεί το πηνίο ανάφλεξης
4. Το μπουζί και τα καλώδια διανέμουν σπινθήρα

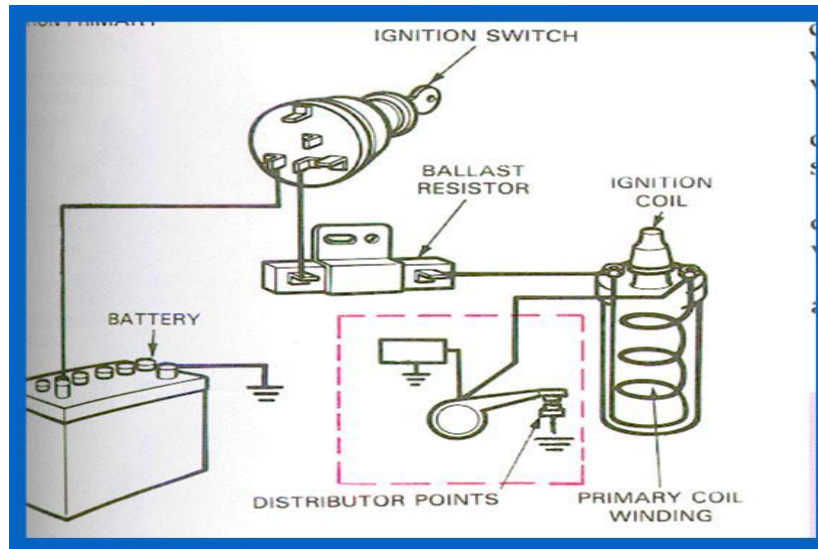


Φιγούρα 1) – Βασικό σύστημα ανάφλεξης

5-4-8. Πρωτεύον κύκλωμα

Αποτελείται από καλωδιώσεις χαμηλής τάσης και εξαρτήματα

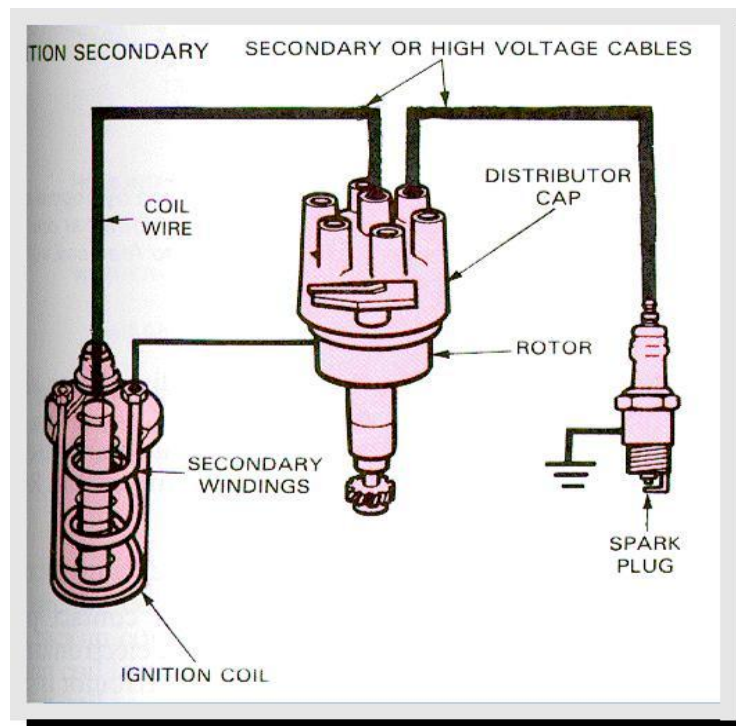
1. Χρησιμοποιεί πρωτεύοντα καλώδια αυτοκινήτου συμβατικού τύπου
2. Ελέγχει πότε θα γίνει η ανάφλεξη. (Όταν ανάβει το πηνίο)



Σχήμα 2) – Πρωτεύον κύκλωμα

5-4-9. Δευτερεύον κύκλωμα

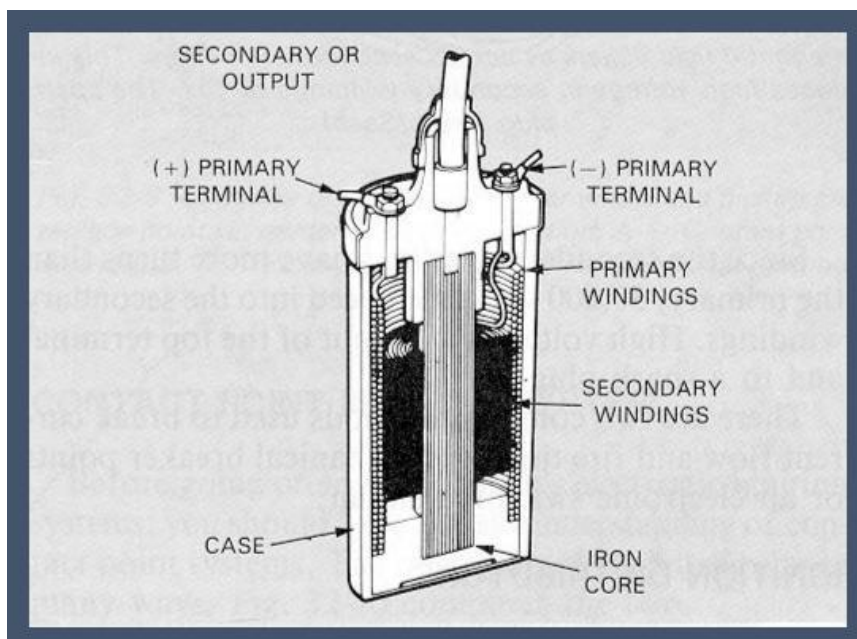
1. Κατανέμει ρεύμα σε μεμονωμένους κυλίνδρους για να πηδήσει το διάκενο του μπουζί
2. Πρέπει να έχει παχύτερη, βαρύτερη μόνωση στα καλώδια
3. Τυπική τάση για διάκενο - 10K Volt



Εικόνα (3) – Δευτερεύον κύκλωμα

5-4-10. Πηνίο ανάφλεξης

1. μετασχηματιστής
 - a. πρωτεύουσες περιελίξεις
 - b. δευτερεύουσες περιελίξεις
3. πυρήνας σιδήρου
4. παράγει μαγνητικό πεδίο



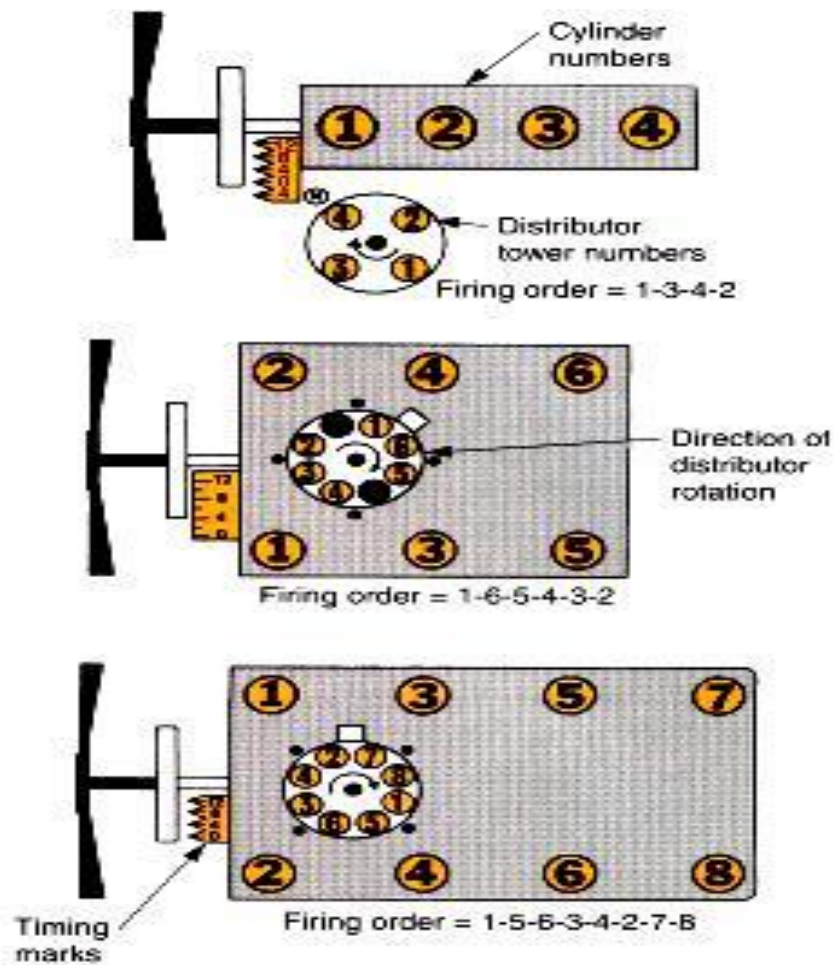
Εικόνα (4) – Πηνίο ανάφλεξης

5-4-11. Τύποι συστημάτων ανάφλεξης

1. Σύστημα ανάφλεξης σημείου επαφής
2. ηλεκτρονικό σύστημα ανάφλεξης
3. Σύστημα ανάφλεξης χωρίς διανομέα

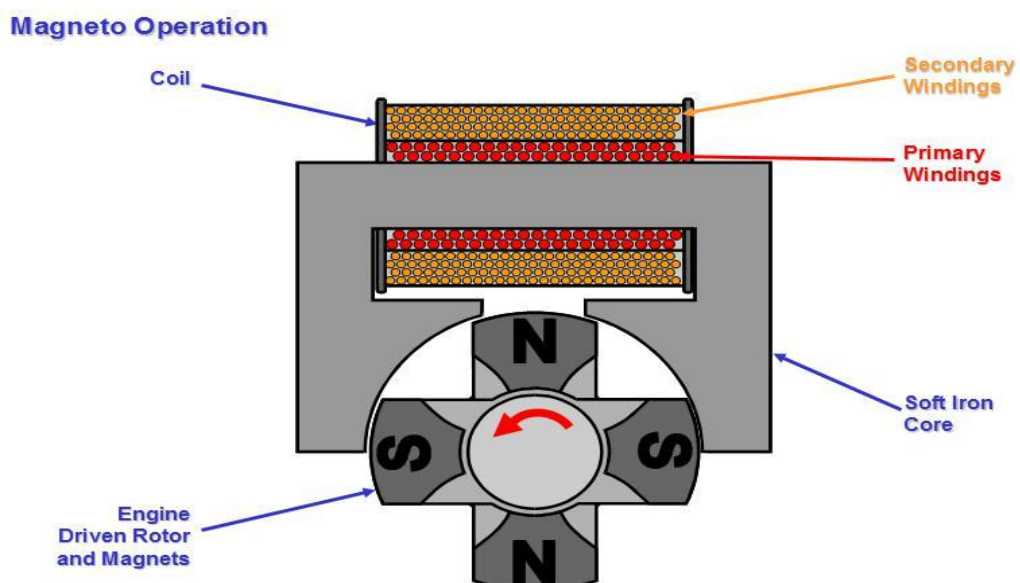
5-4-12. Σειρά ανάφλεξης

- 1,3,4,2
- 1,6,5,4,3,2
- 1,5,6,3,4,2,7,8



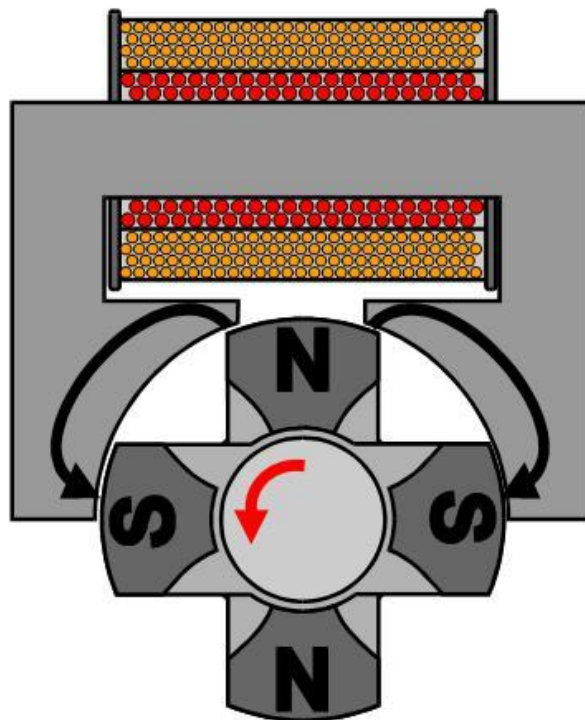
Εικόνα (5) – Διαταγή προδότησης

5-4-13. Σύστημα ανάφλεξης



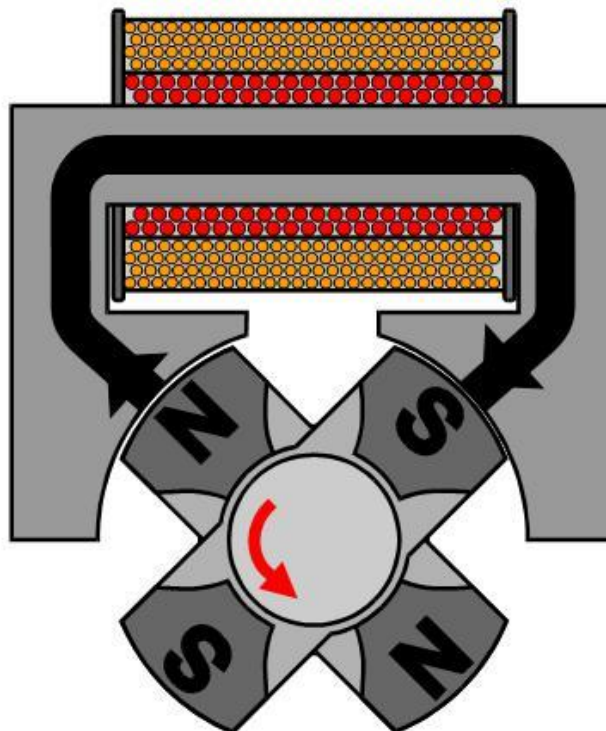
Εικόνα (5) – Σύστημα ανάφλεξης, μαγνητική λειτουργία

5-4-13-1. Χωρίς μαγνητικό πεδίο σε μαλακό σίδηρο



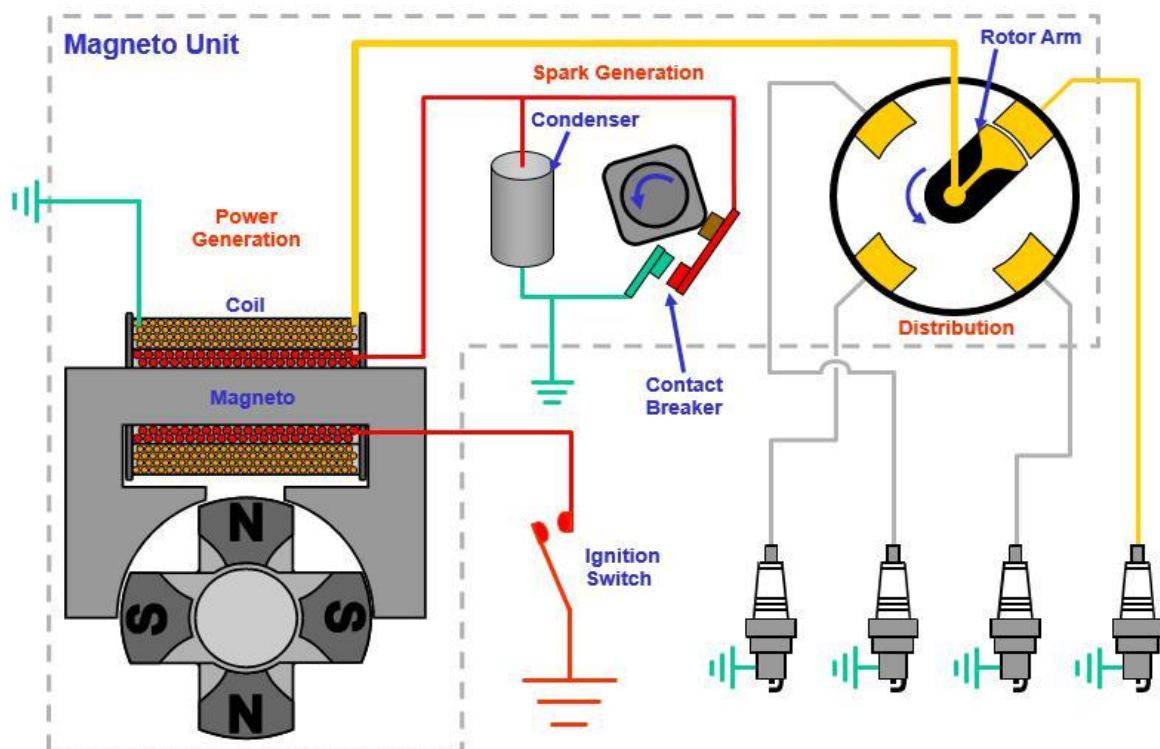
Εικόνα (6) – Χωρίς μαγνητικό πεδίο

5-4-13-2. Το μαγνητικό πεδίο διέρχεται ξανά από μαλακό σιδερένιο πυρήνα



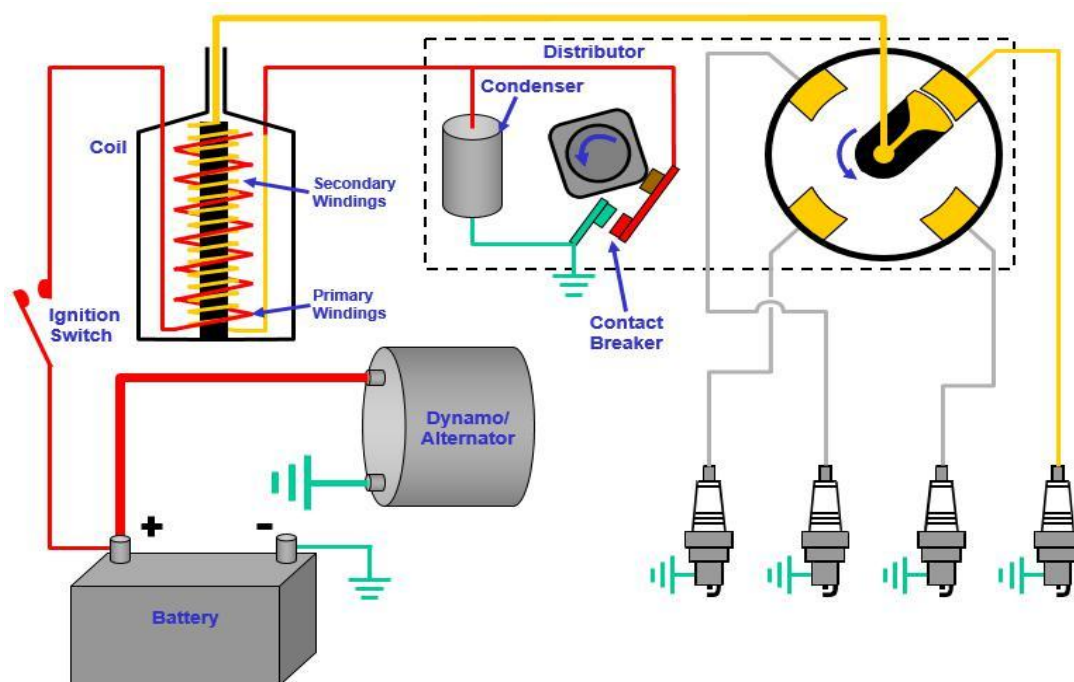
Εικόνα (6) – διέρχεται μαγνητικό πεδίο

5-4-13-3. Σύστημα Magneto



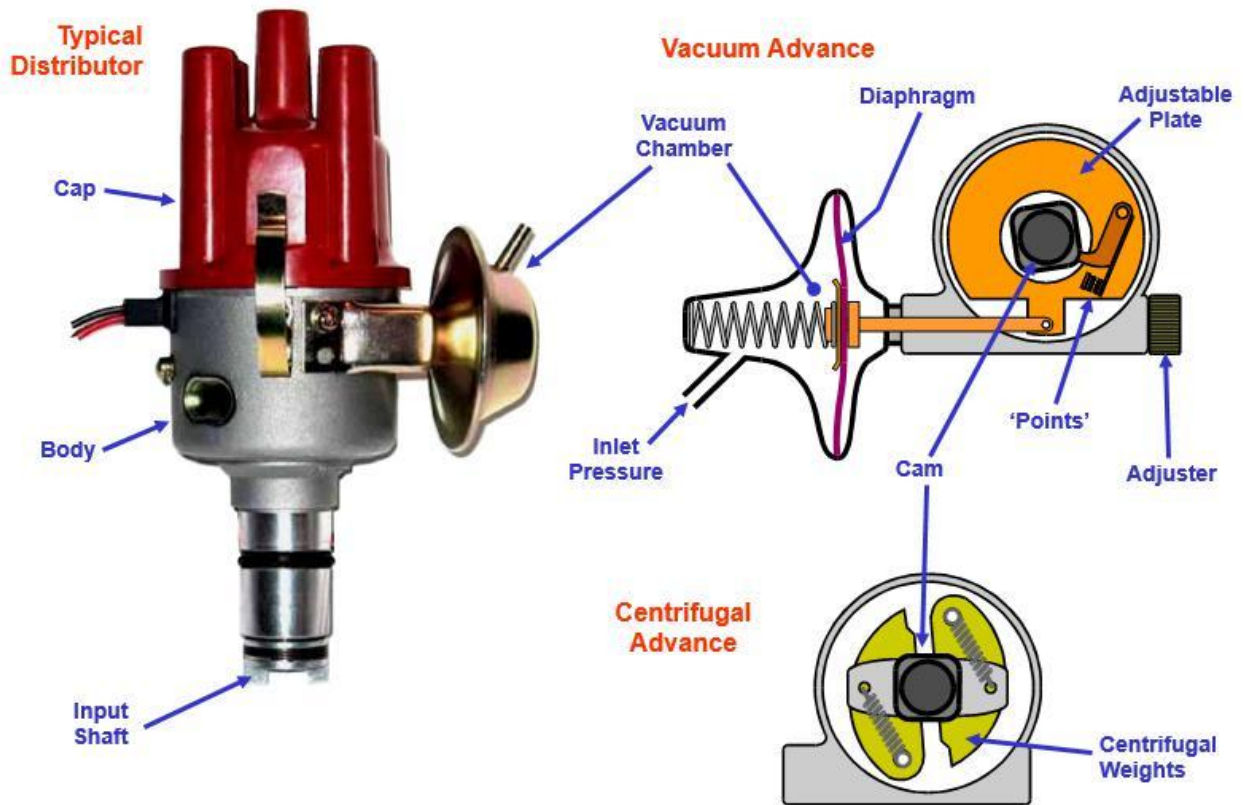
Εικόνα (7) – Σύστημα Magneto

5-4-13-4. Σύστημα δυναμό



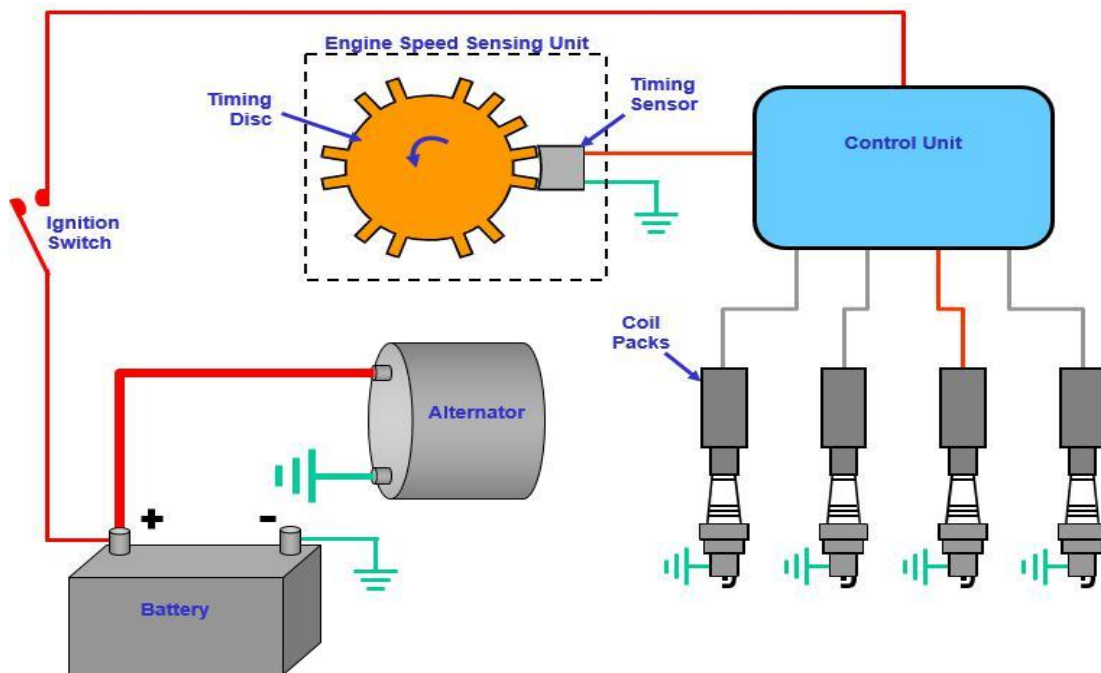
Εικόνα (8) – Σύστημα δυναμό/Alternator

5-4-14. Διανομέας



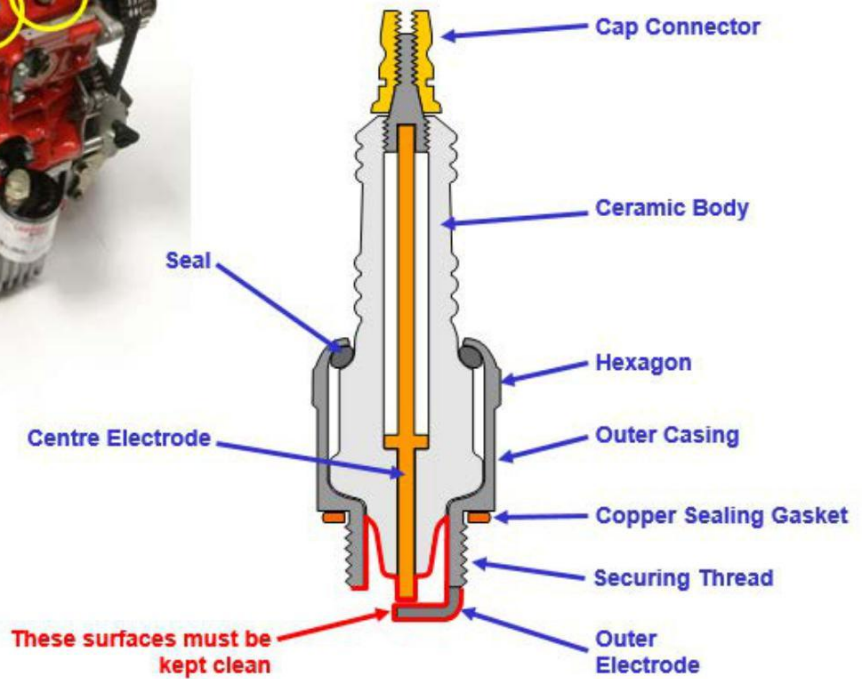
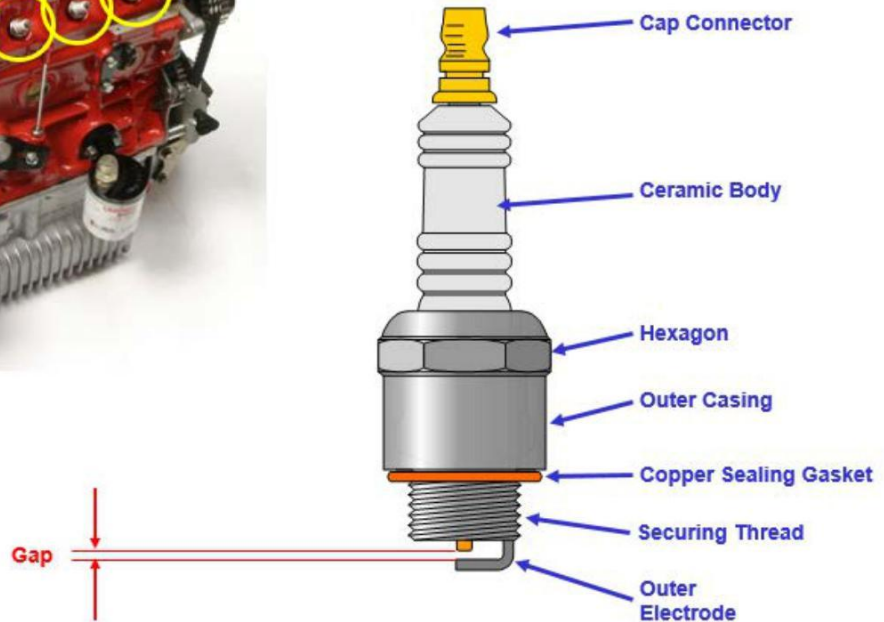
Εικόνα (9) – διανομέας

5-4-15. Ηλεκτρονικά Συστήματα



Εικόνα (10) – Ηλεκτρονικό σύστημα

5-4-16. Μπουζί



**Change Spark Plugs
at specified times**

**Make sure the correct
Spark Plug is fitted**

Εικόνα (11) – Μπουζί

5-5. ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ

Το καύσιμο καίγεται μέσα στον κύλινδρο μιας μηχανής εσωτερικής καύσης για την παραγωγή ισχύος. Η θερμοκρασία που παράγεται κατά τη διαδρομή ισχύος ενός κινητήρα μπορεί να είναι τόσο υψηλή όσο 1600·C και αυτό είναι μεγαλύτερο από το σημείο τήξης των εξαρτημάτων του κινητήρα. Η καλύτερη θερμοκρασία λειτουργίας των κινητήρων IC κυμαίνεται μεταξύ 140 F και 200·F και επομένως η ψύξη ενός Ο κινητήρας IC είναι εξαιρετικά απαραίτητος. . Υπολογίζεται ότι περίπου το 40% της συνολικής παραγόμενης θερμότητας διοχετεύεται στην ατμόσφαιρα μέσω των καυσαερίων, το 30% απομακρύνεται με ψύξη και περίπου το 30% χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας.

5-5-1. Σκοπός ψύξης

1. Για τη διατήρηση της βέλτιστης θερμοκρασίας του κινητήρα για αποτελεσματική λειτουργία υπό όλες τις συνθήκες.
2. Για να διαχέεται η πλεονάζουσα θερμότητα για την προστασία των εξαρτημάτων του κινητήρα όπως ο κύλινδρος, η κυλινδροκεφαλή, το έμβολο, οι δακτύλιοι εμβόλου και οι βαλβίδες
3. Διατήρηση της λιπαντικής ιδιότητας του λαδιού στο εσωτερικό του κινητήρα

5-5-2. Μέθοδοι ψύξης

1. Αερόψυκτο σύστημα
2. Υδροψυκτικό σύστημα

5-5-2-1. Σύστημα ψύξης αέρα

Οι αερόψυκτοι κινητήρες είναι εκείνοι οι κινητήρες στους οποίους η θερμότητα μεταφέρεται απευθείας από τα λειτουργικά εξαρτήματα του κινητήρα στην ατμόσφαιρα.

Αρχή της ψύξης του αέρα-

Ο κύλινδρος ενός αερόψυκτου κινητήρα έχει πτερύγια που αυξάνουν την περιοχή επαφής του αέρα για γρήγορη ψύξη. Ο κύλινδρος συνήθως περικλείεται σε ένα μεταλλικό περίβλημα που ονομάζεται κάλυμμα. Ο σφόνδυλος έχει λεπίδες που προεξέχουν από την όψη του, έτσι ώστε να λειτουργεί σαν ανεμιστήρας που αντλεί αέρα μέσα από μια τρύπα στο κάλυμμα και τον κατευθύνει γύρω από τον κύλινδρο με πτερύγια.

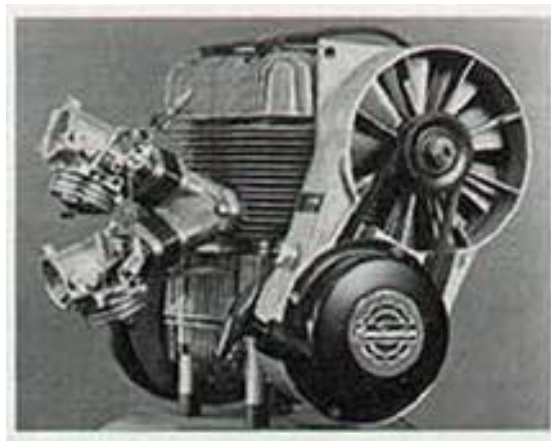
Για τη συντήρηση του αερόψυκτου συστήματος, η δίοδος του αέρα διατηρείται καθαρή αφαιρώντας χόρτα κ.λπ. με μια άκαμπτη βούρτσα πεπιεσμένου αέρα

Πλεονεκτήματα αερόψυκτου κινητήρα

1. Είναι απλό στο σχεδιασμό και την κατασκευή
2. Δεν απαιτούνται μπουφάν, καλοριφέρ, αντλία νερού, θερμοστάτης, σωλήνες, σωλήνες
3. Είναι πιο συμπαγής
4. Ελαφρύτερο σε βάρος

Μειονεκτήματα

1. Υπάρχει ανομοιόμορφη ψύξη των εξαρτημάτων του κινητήρα
2. Η θερμοκρασία του κινητήρα είναι γενικά υψηλή κατά την περίοδο εργασίας



Φιγούρα 1) – Αερόψυκτος κινητήρας

5-5-2-2. Σύστημα ψύξης νερού

Οι κινητήρες που χρησιμοποιούν νερό ως ψυκτικό μέσο ονομάζονται υδρόψυκτοι κινητήρες. Το νερό κυκλοφορούσε γύρω από τους κυλίνδρους για να απορροφήσει τη θερμότητα από τα τοιχώματα του κυλίνδρου. Το θερμαινόμενο νερό διοχετεύεται μέσω ενός καλοριφέρ για να αφαιρέσει τη θερμότητα και να κρυώσει το νερό.

5-5-2-2-1. Μέθοδοι υδρόψυξης

1. Μέθοδος ανοιχτού σακακιού ή χοάνης
2. Μέθοδος Thermo Siphon
3. Μέθοδος αναγκαστικής κυκλοφορίας

1. Μέθοδος ανοιχτού σακακιού

Υπάρχει μια χοάνη ή μανδύας που περιέχει νερό που περιβάλλει τον κύλινδρο του κινητήρα. Όσο η χοάνη περιέχει νερό, ο κινητήρας συνεχίζει να λειτουργεί ικανοποιητικά. Μόλις το νερό αρχίσει να βράζει, αντικαθίσταται από κρύο νερό. Η χοάνη είναι αρκετά μεγάλη ώστε να λειτουργεί για αρκετές ώρες χωρίς να ξαναγεμίσει. Παρέχεται βύσμα αποστράγγισης σε χαμηλή προσβάσιμη θέση για την αποστράγγιση του νερού όπως και όταν απαιτείται.

2. Μέθοδος Thermo Siphon

Αποτελείται από καλοριφέρ, μανδύα νερού, ανεμιστήρα, μετρητή θερμοκρασίας και συνδέσεις σωλήνα. Το σύστημα βασίζεται στην αρχή ότι το θερμαινόμενο νερό που περιβάλλει τον κύλινδρο γίνεται ελαφρύτερο και ανεβαίνει προς τα πάνω σε υγρή στήλη. Το ζεστό νερό πηγαίνει στο ψυγείο όπου περνά μέσα από σωλήνες που περιβάλλονται από αέρα. Η κυκλοφορία του νερού γίνεται λόγω του γεγονότος ότι το μπουφάν και το καλοριφέρ είναι συνδεδεμένα και στις δύο πλευρές, δηλαδή πάνω και κάτω. Ένας ανεμιστήρας κινείται με τη βοήθεια ενός μάντα V για να αναρροφά αέρα μέσω των σωλήνων της μονάδας ψυγείου, ψύχοντας το νερό του ψυγείου.

Το μειονέκτημα του συστήματος είναι ότι η κυκλοφορία του νερού μειώνεται πολύ από τη συσσώρευση αλάτων ή ξένων υλών στη δίοδο και κατά συνέπεια προκαλεί υπερθέρμανση του κινητήρα.

3. Σύστημα αναγκαστικής κυκλοφορίας

Σε αυτή τη μέθοδο, μια αντλία νερού χρησιμοποιείται για να ωθήσει το νερό από το ψυγείο στο μανδύα νερού του κινητήρα. Μετά την κυκλοφορία ολόκληρης της σειράς του χιτωνίου νερού, το νερό επιστρέφει στο ψυγείο όπου χάνει τη θερμότητά του με τη διαδικασία της ακτινοβολίας. Για να διατηρηθεί η σωστή θερμοκρασία κινητήρα, τοποθετείται μια βαλβίδα θερμοστάτη στο εξωτερικό άκρο της κυλινδροκεφαλής. Το ψυκτικό υγρό παρακάμπτεται από το χιτώνιο νερού του κινητήρα *thru* έως ότου ο κινητήρας φτάσει στην επιθυμητή θερμοκρασία. Η βαλβίδα του θερμοστάτη ανοίγει και το *by-pass* κλείνει, επιτρέποντας στο νερό να πάει στο ψυγείο. Το σύστημα αποτελείται από τα ακόλουθα στοιχεία

1. Αντλία νερού

2. Καλοριφέρ

3. Ανεμιστήρας

4. Βεντιλατέρ-ζώνη

5. Μπουφάν νερού

6. Βαλβίδα θερμοστάτη

7. Μετρητής θερμοκρασίας

8. Σωλήνας σωλήνα

Αντλία νερού

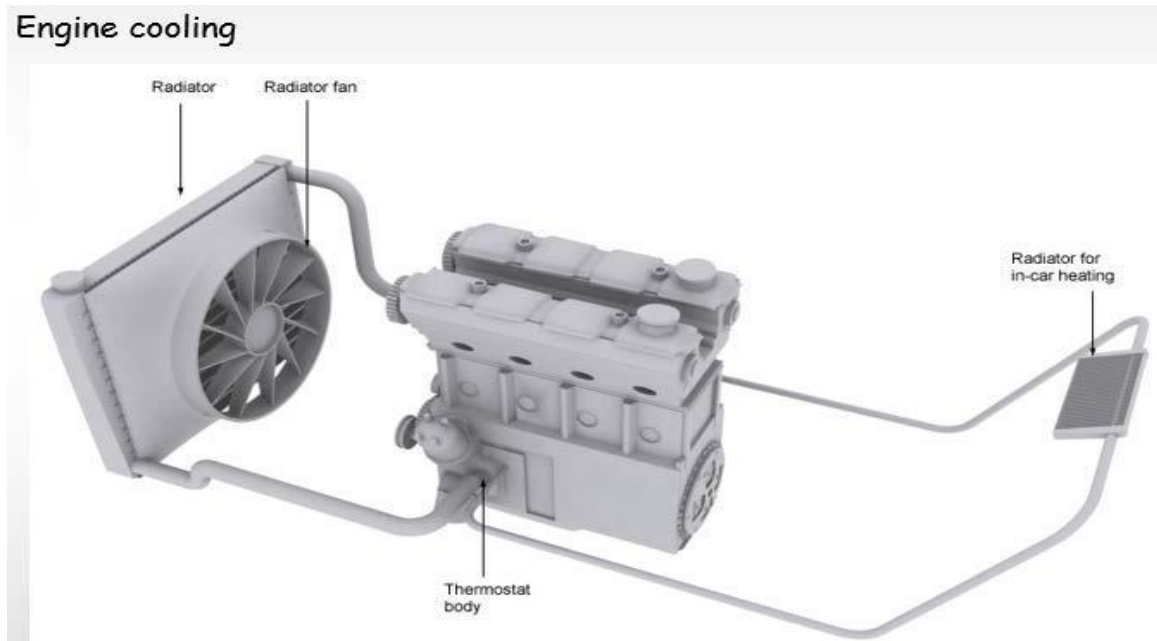
Είναι μια φυγοκεντρική αντλία. Τραβάει το κρύο νερό από το κάτω μέρος του ψυγείου και το παραδίδει στους μανδύες νερού που περιβάλλουν τον κινητήρα.

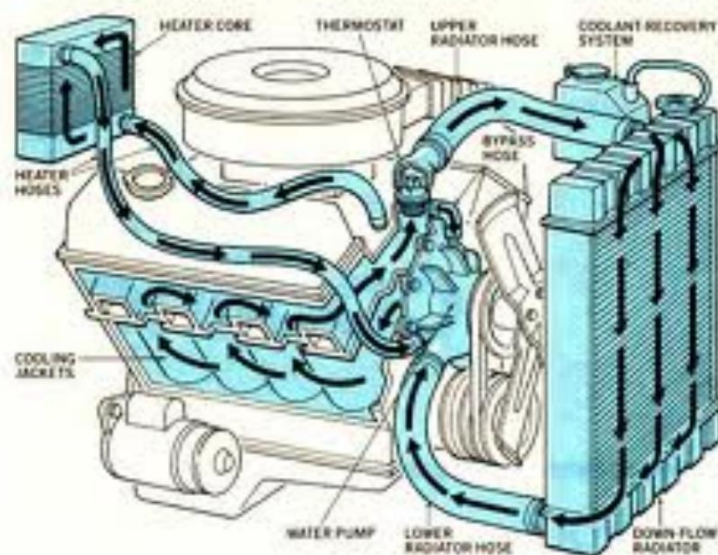
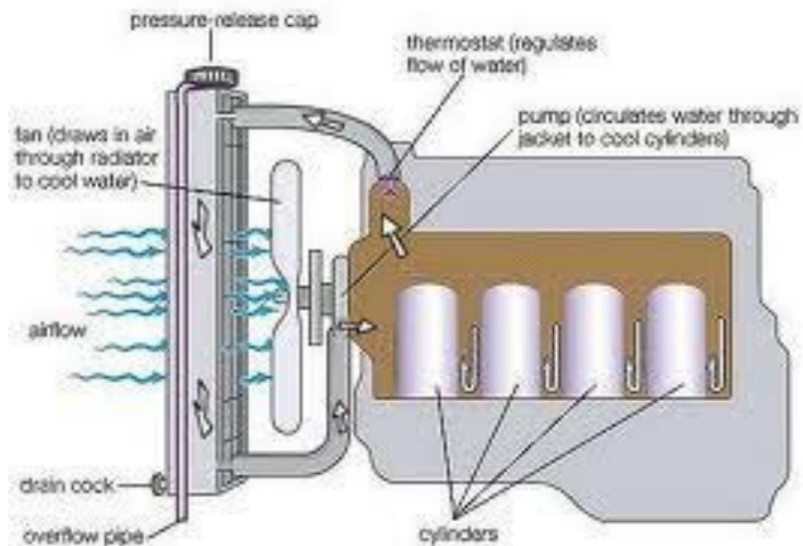
Βαλβίδα θερμοστάτη

Είναι μια βαλβίδα ελέγχου που χρησιμοποιείται στο σύστημα ψύξης για τον έλεγχο της ροής του νερού όταν ενεργοποιείται από ένα σήμα θερμοκρασίας.

Ανεμιστήρας

Ο ανεμιστήρας είναι τοποθετημένος στον άξονα της αντλίας νερού. Οδηγείται από τον ίδιο μάντα που κινεί την αντλία και το δυναμό. Ο σκοπός του ψυγείου είναι να παρέχει ισχυρή ροή αέρα μέσω του ψυγείου για τη βελτίωση της ψύξης του κινητήρα.





Σχήμα 2) -Σύστημα ψύξης εξαναγκασμένης κυκλοφορίας - Υδρόψυκτος κινητήρας

5-5-3. Κυβερνήτης

Το Governor είναι μια μηχανική συσκευή, σχεδιασμένη να ελέγχει την ταχύτητα του κινητήρα με το καθορισμένο όριο. Χρησιμοποιείται σε τρακτέρ ή σταθερό κινητήρα για

1. Διατήρηση σχεδόν σταθερής ταχύτητας κινητήρα υπό διαφορετικές συνθήκες φορτίου
2. Προστασία του κινητήρα και του προσαρτημένου εξοπλισμού από υψηλές ταχύτητες, όταν αφαιρείται ή μειώνεται το φορτίο

Τύποι ρυθμιστών

1. Φυγόκεντρος ρυθμιστής
2. Πνευματικός ρυθμιστής
3. Υδραυλικός ρυθμιστής

Κανονισμός Ρυθμιστή

Ο ρυθμιστής είναι τοποθετημένος σε έναν κινητήρα για τη διατήρηση σταθερής ταχύτητας, ακόμη και τότε κάποια διακύμανση της ταχύτητας παρατηρείται σε πλήρες φορτίο και χωρίς συνθήκες φορτίου. Στην κανονική εργασία, παρατηρείται μια διακύμανση περίπου 100 στροφών/λεπτό μεταξύ των συνθηκών πλήρους φορτίου και χωρίς φορτίο για έναν καλό ρυθμιστή.

Ως εκ τούτου, είναι δυνατό να ρυθμίσετε το ρυθμιστή ώστε να διατηρεί υψηλότερη ή χαμηλότερη ταχύτητα αλλάζοντας την τάση του ελατηρίου. Η έκταση της ρύθμισης που έγινε εκφράζεται ως ποσοστό που ονομάζεται ποσοστιαία ρύθμιση. Αυτό ονομάζεται επίσης πτώση ταχύτητας. Είναι η διακύμανση των στροφών του κινητήρα μεταξύ πλήρους φορτίου και κατάστασης χωρίς φορτίο. Συνήθως εκφράζεται ως ποσοστό της ονομαστικής ταχύτητας. Αυτό δίνεται από

$$R = ((N_1 - N_2) / (N_1 + N_2) / 2) * 100$$

Όπου: R- % Κανονισμός λειτουργίας

N₁- Ταχύτητα χωρίς φορτίο , RPM

N₂- Ταχύτητα με φορτίο, RPM

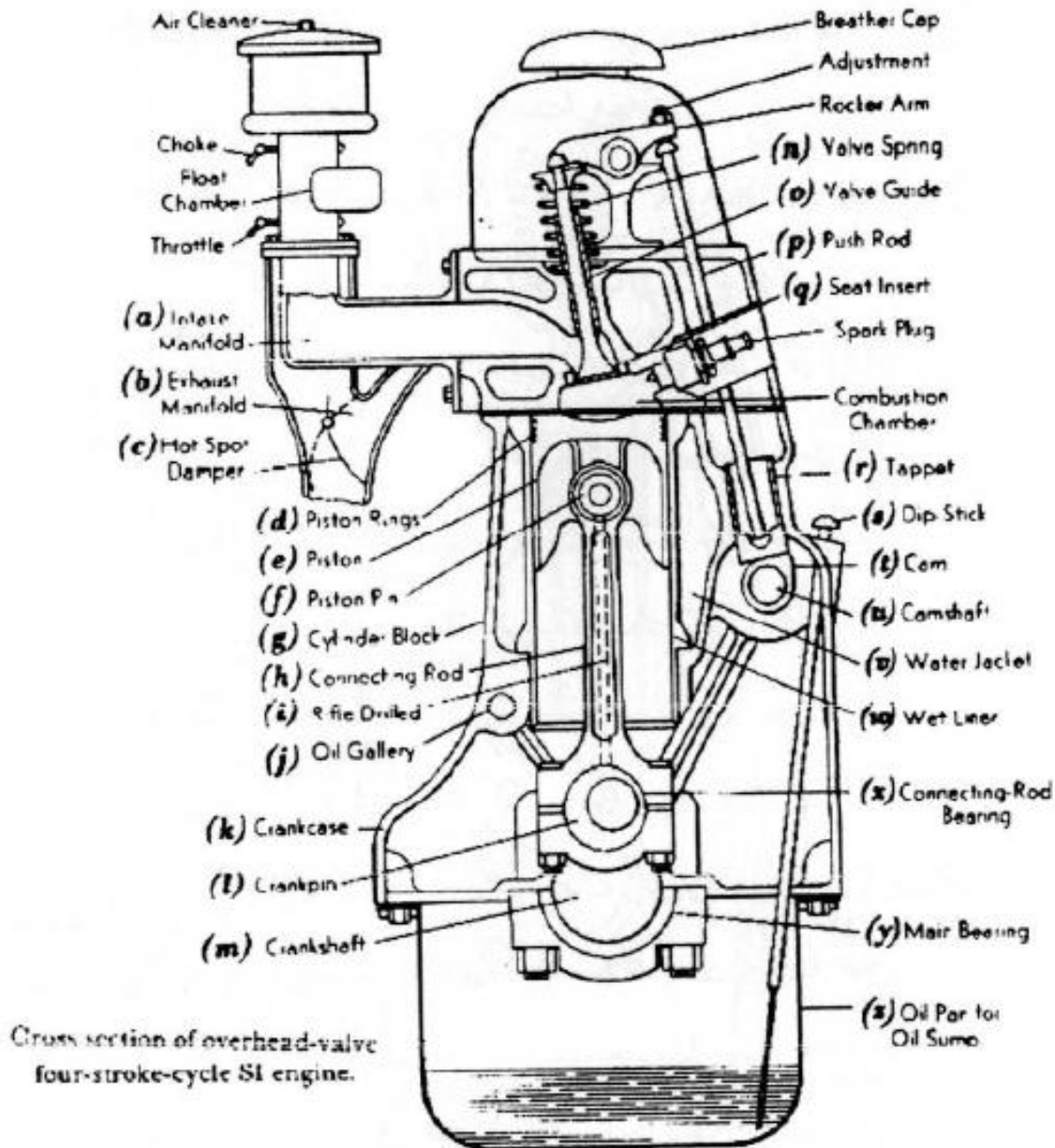
Πρόβλημα- Βρείτε την ποσοστιαία ρύθμιση σε ένα ρυθμιστή εάν η ταχύτητα χωρίς φορτίο είναι 1600 στροφές/λεπτό και σε πλήρες φορτίο είναι 1500 στροφές/λεπτό

Ρυθμιστής κνηγιού

Η ρύθμιση κνηγιού είναι η ακανόνιστη μεταβολή της ταχύτητας του κυβερνήτη όταν αντισταθμίζει τις αλλαγές ταχύτητας. Όταν ο ρυθμιστής παράγει μια περιοδική επίδραση στις στροφές του κινητήρα όπως πολύ γρήγορα και μετά πολύ αργά, μετά πολύ γρήγορα και ούτω καθεξής είναι σημάδι ρυθμιστή κνηγιού. Σε τέτοιες περιπτώσεις παρατηρείται ότι όταν ο κινητήρας ανεβάζει ταχύτητα

γρήγορα, ο ρυθμιστής ανταποκρίνεται ξαφνικά, η ταχύτητα πέφτει γρήγορα, ο ρυθμιστής ανταποκρίνεται ξανά και αυτή η διαδικασία επαναλαμβάνεται.

Ο λόγος για τον ρυθμιστή κυνηγιού μπορεί να οφείλεται σε λανθασμένη ρύθμιση της αντλίας καυσίμου ή του καρμπυρατέρ, σε ακατάλληλη ρύθμιση της βίδας ρελαντί και σε υπερβολική τριβή. Το κυνήγι μπορεί να οφείλεται στο ότι ο κυβερνήτης είναι πολύ άκαμπτος ή σε κάποιο εμπόδιο στην ελεύθερη κυκλοφορία των εξαρτημάτων του ρυθμιστή.



Εικόνα (3)–Εμφανίζονται ανταλλακτικά κινητήρα

Κεφάλαιο 6

ΚΑΥΣΙΜΟ ΚΑΙ ΚΑΥΣΗ

6. Καύσιμα και καύση

6-1. Είδη καυσίμων 1.

1. Ορυκτά καύσιμα
 - a. στερεά καύσιμα (άνθρακας)
 - b. υγρά καύσιμα (πετρέλαιο)
 - c. αέρια καύσιμα (φυσικό αέριο)
2. Πυρηνικά καύσιμα
3. Ανανεώσιμα καύσιμα (βιομάζα)
4. Απόβλητα καύσιμα (αστικά απόβλητα)

Καύσιμο είναι οποιοδήποτε υλικό όταν καίγεται θα παράγει θερμική ενέργεια. Τα διάφορα καύσιμα που χρησιμοποιούνται συνήθως είναι τα εξής:

6-2. Στερεά καύσιμα:

Ο άνθρακας είναι το πιο σημαντικό στερεό καύσιμο. Υπάρχουν και άλλα είδη στερεών καυσίμων, όπως: πυρηνικά καύσιμα, στερεά απόβλητα (ξύλο, ζαχαροκάλαμο). Ο άνθρακας χωρίζεται σε ομάδες ανάλογα με τις χημικές και φυσικές του ιδιότητες. Μια ακριβής χημική ανάλυση για το καύσιμο κατά μάζα ονομάζεται "τελική ανάλυση", η οποία δίνει το ποσοστό των σημαντικών στοιχείων που υπάρχουν στο καύσιμο. Μια άλλη κατά προσέγγιση ανάλυση του καυσίμου που ονομάζεται "προσεγγιστική ανάλυση" δίνει το ποσοστό υγρασίας, πτητικών υλών και εύφλεκτο στερεό (σταθερός άνθρακας) και τέφρα.

Πίνακας 1. Τελική Ανάλυση Άνθρακα

Coal	C	H	O	N + S	Ash
Anthracite	90.27	3.00	2.32	1.44	2.97
Bituminous	74.00	5.98	13.01	2.26	4.75
Lignite	56.52	5.72	31.89	1.62	4.25

6-2-1. Ταξινόμηση άνθρακα

Ο άνθρακας ταξινομείται σε τρεις κύριους τύπους, τον ανθρακίτη, τον ασφαλτούχο και τον λιγνίτη. Ωστόσο, δεν υπάρχει σαφής οριοθέτηση μεταξύ τους. Ο άνθρακας ταξινομείται περαιτέρω ως ημιανθρακίτης, ημιάσφαλτος και υποασφαλτικός. Ο ανθρακίτης είναι ο αρχαιότερος άνθρακας από γεωλογική άποψη. Είναι ένας σκληρός άνθρακας που αποτελείται κυρίως από άνθρακα με μικρή περιεκτικότητα σε πτητικά και πρακτικά καθόλου υγρασία. Ο λιγνίτης είναι ο νεότερος άνθρακας από γεωλογική άποψη. Είναι ένας μαλακός άνθρακας που αποτελείται κυρίως από πτητική ύλη και περιεκτικότητα σε υγρασία με χαμηλό σταθερό άνθρακα. Ο σταθερός άνθρακας αναφέρεται στον άνθρακα στην ελεύθερη του κατάσταση, που δεν συνδυάζεται με άλλα στοιχεία. Η πτητική ύλη αναφέρεται σε εκείνα τα εύφλεκτα συστατικά του άνθρακα που εξατμίζονται όταν θερμαίνεται ο άνθρακας. Οι κοινοί άνθρακας που χρησιμοποιούνται για παράδειγμα στην ινδική βιομηχανία είναι ο ασφαλτούχος και ο υποασφαλτικός άνθρακας.

Grade	Calorific Value Range (in kCal/kg)
A	Exceeding 6200
B	5600 – 6200
C	4940 – 5600
D	4200 – 4940
E	3360 – 4200
F	2400 – 3360
G	1300 – 2400

Κανονικά οι ποιότητες άνθρακα D, E και F είναι διαθέσιμες στην ινδική βιομηχανία. Η χημική σύνθεση του άνθρακα έχει ισχυρή επίδραση στην καύσιμότητά του. Οι ιδιότητες του άνθρακα ταξινομούνται ευρέως ως φυσικές ιδιότητες και χημικές ιδιότητες.

6-2-2. Φυσικές και χημικές ιδιότητες του άνθρακα

Οι φυσικές ιδιότητες του άνθρακα περιλαμβάνουν τη θερμαντική αξία, την περιεκτικότητα σε υγρασία, την πτητική ύλη και την τέφρα.

Οι χημικές ιδιότητες του άνθρακα αναφέρονται στα διάφορα στοιχειώδη χημικά συστατικά όπως ο άνθρακας, το υδρογόνο, το οξυγόνο και το θείο. Η θερμαντική αξία του άνθρακα ποικίλλει από πεδίο άνθρακα σε ανθρακωρυχείο. Τα τυπικά GCV για διάφορους άνθρακα δίνονται στον παρακάτω Πίνακα.

Πίνακας 2. GCV για διάφορους τύπους άνθρακα

Parameter	Lignite (Dry Basis)	Indian Coal	Indonesian Coal	South African Coal
GCV (kCal/kg)	4,500*	4,000	5,500	6,000

*GCV of lignite on 'as received basis' is 2500–3000

6-2-3. Ανάλυση άνθρακα

Υπάρχουν δύο μέθοδοι ανάλυσης του άνθρακα: η τελική ανάλυση και η εγγύς ανάλυση. Η τελική ανάλυση προσδιορίζει όλα τα στοιχεία του άνθρακα, στερεά ή αέρια και η εγγύς ανάλυση προσδιορίζει μόνο το σταθερό άνθρακα, την πτητική ύλη, την υγρασία και τα ποσοστά τέφρας. Η τελική ανάλυση προσδιορίζεται σε ένα κατάλληλα εξοπλισμένο εργαστήριο από έμπειρο χημικό, ενώ η εγγύς ανάλυση μπορεί να προσδιοριστεί με μια απλή συσκευή. (Μπορεί να σημειωθεί ότι το proximate δεν έχει καμία σχέση με τη λέξη "κατά προσέγγιση").

Μέτρηση υγρασίας.

Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας σε υγρασία πραγματοποιείται με την τοποθέτηση δείγματος ακατέργαστου άνθρακα σε σκόνη μεγέθους 200 micron σε ακάλυπτο χωνευτήριο, το οποίο τοποθετείται στο φούρνο στους 108 +2 °C μαζί με το καπάκι. Στη συνέχεια το δείγμα ψύχεται σε θερμοκρασία δωματίου και ζυγίζεται ξανά. Η απώλεια βάρους αντιπροσωπεύει την υγρασία.

Μέτρηση πτητικών υλών

Ένα φρέσκο δείγμα θρυμματισμένου άνθρακα ζυγίζεται, τοποθετείται σε καλυμμένο χωνευτήριο και θερμαίνεται σε κλίβανο στους 900 + 15 °C. Το δείγμα ψύχεται και ζυγίζεται. Η απώλεια βάρους αντιπροσωπεύει υγρασία και πτητικές ουσίες. Το υπόλοιπο είναι οπτάνθρακας (σταθερός άνθρακας και τέφρα). Για λεπτομερείς μεθοδολογίες (συμπεριλαμβανομένου του προσδιορισμού της περιεκτικότητας σε άνθρακα και τέφρα).

Μέτρηση άνθρακα και τέφρας

Το κάλυμμα από το χωνευτήριο που χρησιμοποιήθηκε στην τελευταία δοκιμή αφαιρείται και το χωνευτήριο θερμαίνεται πάνω από τον καυστήρα Bunsen μέχρι να καεί όλος ο άνθρακας. Το υπόλειμμα ζυγίζεται, που είναι η άκαυστη τέφρα. Η διαφορά βάρους από την προηγούμενη ζύγιση είναι ο σταθερός άνθρακας.

Στην πράξη, Σταθερός Άνθρακας ή ΣΑ προκύπτει αφαιρώντας από το 100 την τιμή της υγρασίας, των πτητικών υλών και της τέφρας.

Προσεγγιστική ανάλυση

Η προσεγγιστική ανάλυση δείχνει το ποσοστό κατά βάρος σταθερού άνθρακα, πτητικών, τέφρας και υγρασίας στον άνθρακα. Οι ποσότητες σταθερού άνθρακα και πτητικών καυσίμων υλών συμβάλλουν άμεσα στη θερμική αξία του άνθρακα. Ο σταθερός άνθρακας λειτουργεί ως κύρια γεννήτρια θερμότητας κατά την καύση. Η υψηλή περιεκτικότητα σε πτητικές ουσίες υποδηλώνει εύκολη ανάφλεξη του καυσίμου. Η περιεκτικότητα σε τέφρα είναι σημαντική για το σχεδιασμό της σχάρας του κλιβάνου, τον όγκο καύσης, τον εξοπλισμό ελέγχου της ρύπανσης και τα συστήματα διαχείρισης τέφρας ενός κλιβάνου. Μια τυπική προσεγγιστική ανάλυση των διαφόρων τύπων άνθρακα δίνεται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Τυπική προσεγγιστική ανάλυση διαφόρων κάρβουνων (ποσοστό)

Parameter	Indian Coal	Indonesian Coal	South African Coal
Moisture	5.98	9.43	8.5
Ash	38.63	13.99	17
Volatile matter	20.70	29.79	23.28
Fixed Carbon	34.69	46.79	51.22

Αυτές οι παράμετροι περιγράφονται παρακάτω

Σταθερός άνθρακας

Ο σταθερός άνθρακας είναι το στερεό καύσιμο που παραμένει στον κλίβανο μετά την απόσταξη της πτητικής ύλης. Αποτελείται κυρίως από άνθρακα, αλλά περιέχει επίσης λίγο υδρογόνο, οξυγόνο, θείο και άζωτο που δεν απομακρύνονται με τα αέρια. Ο σταθερός άνθρακας δίνει μια χονδρική εκτίμηση της θερμικής αξίας του άνθρακα.

Πτητική ύλη

Οι πτητικές ουσίες είναι το μεθάνιο, οι υδρογονάνθρακες, το υδρογόνο και το μονοξείδιο του άνθρακα και τα άκαυστα αέρια όπως το διοξείδιο του άνθρακα και το άζωτο που βρίσκονται στον άνθρακα. Έτσι η πτητική ύλη είναι ένας δείκτης των αερίων καυσίμων που υπάρχουν. Ένα τυπικό εύρος πτητικών υλών είναι 20 έως 35%.

Πτητική ύλη

Αυξάνει αναλογικά το μήκος της φλόγας και βοηθά στην ευκολότερη ανάφλεξη του άνθρακα. Θέτει ελάχιστο όριο στο ύψος και τον όγκο του κλιβάνου.

Επηρεάζει τις απαιτήσεις δευτερεύοντος αέρα και τις πτυχές διανομής

Επηρεάζει τη δευτερεύουσα υποστήριξη λαδιού

Περιεκτικότητα σε τέφρα

Η στάχτη είναι μια ακαθαρσία που δεν θα καεί. Το τυπικό εύρος είναι 5% έως 40%. Η τέφρα μειώνει την ικανότητα χειρισμού και καύσης

Αυξάνει το κόστος διεκπεραίωσης

Επηρεάζει την απόδοση καύσης και την απόδοση του λέβητα

Προκαλεί εξαύλωση άνθρακα και σκωρίαση

Περιεκτικότητα σε υγρασία

Η υγρασία στον άνθρακα πρέπει να μεταφέρεται, να χειρίζεται και να αποθηκεύεται. Δεδομένου ότι αντικαθιστά την καύσιμη ύλη, μειώνει την περιεκτικότητα σε θερμότητα ανά κιλό άνθρακα. Το τυπικό εύρος είναι 0,5 έως 10%. Υγρασία

Αυξάνει την απώλεια θερμότητας, λόγω της εξάτμισης και της υπερθέρμανσης των ατμών

Βοηθά σε κάποιο βαθμό με τα λεπτά πρόσδεσης

Βοηθά στη μεταφορά θερμότητας ακτινοβολίας

Περιεκτικότητα σε θείο

Το τυπικό εύρος είναι συνήθως από 0,5 έως 0,8% Θείο

Επηρεάζει τις τάσεις εξαύλωσης άνθρακα και σκωρίας

Διαβρώνει την καμινάδα και άλλο εξοπλισμό όπως θερμάστρες αέρα και εξοικονομητές

Περιορίζει τη θερμοκρασία εξόδου καυσαερίων

Τελική ανάλυση

Η τελική ανάλυση δείχνει τα διάφορα στοιχειώδη χημικά συστατικά όπως ο άνθρακας, το υδρογόνο, το οξυγόνο, το θείο κ.λπ. Είναι χρήσιμο για τον προσδιορισμό της ποσότητας του αέρα που απαιτούνται για την καύση και τον όγκο και τη σύνθεση των αερίων της καύσης.

Αυτές οι πληροφορίες απαιτούνται για τον υπολογισμό της θερμοκρασίας της φλόγας και του αγωγού καυσαερίων, τον σχεδιασμό κλπ. Τυπικές τελικές αναλύσεις διαφόρων κάρβουνων δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 4. Τυπική τελική ανάλυση άνθρακα

Parameter	Indian Coal, %	Indonesian Coal, %
Moisture	5.98	9.43
Mineral Matter (1.1 x Ash)	38.63	13.99
Carbon	41.11	58.96
Hydrogen	2.76	4.16
Nitrogen	1.22	1.02
Sulphur	0.41	0.56
Oxygen	9.89	11.88

Πίνακας 5. Σχέση μεταξύ τελικής ανάλυσης και προσεγγιστικής ανάλυσης

%C	=	$0.97C + 0.7(VM - 0.1A) - M(0.6 - 0.01M)$
%H	=	$0.036C + 0.086(VM - 0.1xA) - 0.0035M^2(1 - 0.02M)$
%N ₂	=	$2.10 - 0.020 VM$
Where		
C	=	% of fixed carbon
A	=	% of ash
VM	=	% of volatile matter
M	=	% of moisture

Σημείωση: η παραπάνω εξίσωση ισχύει για άνθρακα με περιεκτικότητα σε υγρασία μεγαλύτερη από 15%.

6-2-4. Αποθήκευση, χειρισμός και προετοιμασία άνθρακα

Η αβεβαιότητα σχετικά με τη διαθεσιμότητα και τη μεταφορά του καυσίμου απαιτεί αποθήκευση και επακόλουθο χειρισμό. Η αποθήκευση άνθρακα έχει τα δικά της μειονεκτήματα, όπως συσσώρευση αποθέματος, περιορισμούς χώρου, υποβάθμιση της ποιότητας και πιθανούς κινδύνους πυρκαγιάς. Άλλες μικρές απώλειες που σχετίζονται με την αποθήκευση άνθρακα περιλαμβάνουν την οξείδωση, τον άνεμο και την απώλεια χαλιών. Μια οξείδωση 1% του άνθρακα έχει το ίδιο αποτέλεσμα με 1% τέφρα στον άνθρακα. Οι απώλειες ανέμου μπορεί να αντιπροσωπεύουν σχεδόν το 0,5 – 1,0 % της συνολικής απώλειας. Ο κύριος στόχος της καλής αποθήκευσης άνθρακα είναι η ελαχιστοποίηση της απώλειας χαλιών και της απώλειας λόγω αυθόρμητης καύσης. Ο σχηματισμός ενός μαλακού χαλιού, που αποτελείται από σκόνη άνθρακα και χώμα, προκαλεί απώλεια χαλιού. Από την άλλη πλευρά, εάν η θερμοκρασία αυξάνεται σταδιακά σε έναν σωρό άνθρακα, τότε η οξείδωση μπορεί να οδηγήσει σε αυθόρμητη καύση του αποθηκευμένου άνθρακα. Οι απώλειες τάπητα μπορούν να μειωθούν με:

1. Προετοιμασία μιας σκληρής στερεής επιφάνειας για αποθήκευση άνθρακα

Η προετοιμασία τυποποιημένων χώρων αποθήκευσης σκυροδέματος και τούβλων στη βιομηχανία, οι μέθοδοι χειρισμού άνθρακα ποικίλλουν από χειροκίνητα συστήματα και συστήματα μεταφοράς. Θα ήταν σκόπιμο να ελαχιστοποιηθεί ο χειρισμός του άνθρακα, έτσι ώστε να μειωθούν περαιτέρω τα πρόστιμα και τα αποτελέσματα διαχωρισμού.

Η προετοιμασία του άνθρακα πριν από την τροφοδοσία στο λέβητα είναι ένα σημαντικό βήμα για την επίτευξη καλής καύσης. Μεγάλοι και ακανόνιστοι σβώλοι άνθρακα μπορεί να προκαλέσουν τα ακόλουθα προβλήματα:

1. Κακές συνθήκες καύσης και ανεπαρκής θερμοκρασία κλιβάνου
2. Μεγαλύτερη περίσσεια αέρα με αποτέλεσμα μεγαλύτερη απώλεια στοίβας
3. Αύξηση άκαυτων στην τέφρα
4. Χαμηλή θερμική απόδοση

Σημείωση: Λεπτομερής περιγραφή για την παρασκευή του άνθρακα δίνεται στην ενότητα «Ευκαιρίες ενεργειακής απόδοσης».

6-3. Υγρά καύσιμα:

Τα υγρά καύσιμα χρησιμοποιούνται ευρέως για ICE. Πρακτικά όλα τα υγρά καύσιμα έχουν δύο βασικά εύφλεκτα στοιχεία. άνθρακα και υδρογόνο, που υπάρχουν χωριστά ή σε συνδυασμό που ονομάζονται υδρογονάνθρακες, υπάρχουν κύριοι εμπορικοί τύποι υγρών καυσίμων.

Τα υγρά καύσιμα όπως το πετρέλαιο κλιβάνου και το LSHS (βαρύ απόθεμα χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο) χρησιμοποιούνται κυρίως σε βιομηχανικές εφαρμογές.

Οι διάφορες ιδιότητες των υγρών καυσίμων δίνονται παρακάτω.

6-3-1. Πυκνότητα

Η πυκνότητα ορίζεται ως ο λόγος της μάζας του καυσίμου προς τον όγκο του καυσίμου σε θερμοκρασία αναφοράς 15°C. Η πυκνότητα μετριέται με ένα όργανο που ονομάζεται υδρόμετρο. Η γνώση της πυκνότητας είναι χρήσιμη για ποσοτικούς υπολογισμούς και αξιολόγηση των ιδιοτήτων ανάφλεξης. Η μονάδα πυκνότητας είναι kg/m³.

6-3-2. Ειδικό βάρος

Αυτό ορίζεται ως η αναλογία του βάρους ενός δεδομένου όγκου λαδιού προς το βάρος του ίδιου όγκου νερού σε μια δεδομένη θερμοκρασία. Η πυκνότητα του καυσίμου, σε σχέση με το νερό, είναι

που ονομάζεται ειδικό βάρος. Το ειδικό βάρος του νερού ορίζεται ως 1. Δεδομένου ότι το ειδικό βάρος είναι μια αναλογία, δεν έχει μονάδες. Η μέτρηση του ειδικού βάρους γίνεται γενικά με ένα υδρόμετρο. Το ειδικό βάρος χρησιμοποιείται σε υπολογισμούς που αφορούν βάρη και τόμους.

Το ειδικό βάρος των διαφόρων λιπαντικών δίνεται στον παρακάτω Πίνακα:

Πίνακας 6. Ειδικό βάρος διαφόρων μαζούτ

Fuel Oil	L.D.O (Light Diesel Oil)	Furnace oil	L.S.H.S (Low Sulphur Heavy Stock)
Specific Gravity	0.85 - 0.87	0.89 - 0.95	0.88 - 0.98

6-3-3. Ιξώδες

Το ιξώδες ενός ρευστού είναι ένα μέτρο της εσωτερικής του αντίστασης στη ροή. Το ιξώδες εξαρτάται από τη θερμοκρασία και μειώνεται όσο αυξάνεται η θερμοκρασία. Οποιαδήποτε αριθμητική τιμή για το ιξώδες δεν έχει νόημα, εκτός εάν προσδιορίζεται και η θερμοκρασία. Το ιξώδες μετριέται σε Stokes / Centistokes. Μερικές φορές το ιξώδες αναφέρεται επίσης στα Engler, Saybolt ή Redwood. Κάθε τύπος λαδιού έχει τη δική του σχέση θερμοκρασίας - ιξώδους. Η μέτρηση του ιξώδους γίνεται με ένα όργανο που ονομάζεται ιξωδόμετρο. Το ιξώδες είναι το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό στην αποθήκευση και χρήση του μαζούτ. Επηρεάζει τον βαθμό προθέρμανσης που απαιτείται για το χειρισμό, την αποθήκευση και τον ικανοποιητικό ψεκασμό. Εάν το λάδι είναι πολύ παχύρρευστο, μπορεί να γίνει δύσκολη η άντληση, δύσκολο να ανάψει ο καυστήρας και δύσκολος ο χειρισμός του. Ο κακός ψεκασμός μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό εναποθέσεων άνθρακα στα άκρα του καυστήρα ή στους τοίχους. Επομένως η προθέρμανση είναι απαραίτητη για το σωστό ψεκασμό.

6-3-4. Σημείο Ανάφλεξης

Το σημείο ανάφλεξης ενός καυσίμου είναι η χαμηλότερη θερμοκρασία στην οποία μπορεί να θερμανθεί το καύσιμο έτσι ώστε ο ατμός να αναβοσβήνει στιγμιαία όταν περνάει από πάνω του μια ανοιχτή φλόγα.

Το σημείο ανάφλεξης για το λάδι κλιβάνου είναι 66 °C.

6-3-5. Σημείο Ροής

Το σημείο ροής ενός καυσίμου είναι η χαμηλότερη θερμοκρασία στην οποία θα χυθεί ή θα ρέει όταν κρυώσει υπό προκαθορισμένες συνθήκες. Είναι μια πολύ πρόχειρη ένδειξη της χαμηλότερης θερμοκρασίας στην οποία το μαζούτ είναι έτοιμο να αντληθεί.

6-3-6. Ειδική Θερμότητα

Η ειδική θερμότητα είναι η ποσότητα των kCal που απαιτούνται για να αυξηθεί η θερμοκρασία 1 kg λαδιού κατά 10 C. Η μονάδα ειδικής θερμότητας είναι kcal/kg0C. Κυμαίνεται από 0,22 έως 0,28 ανάλογα με το ειδικό βάρος του λαδιού. Η ειδική θερμότητα καθορίζει πόσο ατμό ή ηλεκτρική ενέργεια χρειάζεται για να θερμανθεί το λάδι σε μια επιθυμητή θερμοκρασία. Τα ελαφριά λάδια έχουν χαμηλή ειδική θερμότητα, ενώ τα βαρύτερα λάδια έχουν υψηλότερη ειδική θερμότητα.

6-3-7. Θερμιδική αξία

Η θερμογόνος δύναμη είναι η μέτρηση της παραγόμενης θερμότητας ή ενέργειας και μετράται είτε ως ακαθάριστη θερμογόνος δύναμη είτε ως καθαρή θερμογόνος δύναμη. Η διαφορά καθορίζεται από τη λανθάνουσα θερμότητα συμπίκνωσης των υδρατμών που παράγονται κατά τη διαδικασία της καύσης. Η ακαθάριστη θερμογόνος δύναμη (GCV) προϋποθέτει ότι όλοι οι ατμοί που παράγονται κατά τη διαδικασία καύσης είναι πλήρως συμπυκνωμένοι. Η καθαρή θερμογόνος δύναμη (NCV) υποθέτει ότι το νερό φεύγει με τα προϊόντα καύσης χωρίς να συμπυκνώνεται πλήρως. Τα καύσιμα πρέπει να συγκρίνονται με βάση την καθαρή θερμογόνο δύναμη. Η θερμογόνος δύναμη του άνθρακα ποικίλλει σημαντικά ανάλογα με την τέφρα, την περιεκτικότητα σε υγρασία και τον τύπο του άνθρακα, ενώ η θερμογόνος δύναμη των καυσίμων είναι πολύ πιο σταθερή. Τα τυπικά GCVs μερικών από τα υγρά καύσιμα που χρησιμοποιούνται συνήθως δίνονται παρακάτω:

Πίνακας 2. Ακαθάριστες θερμιδικές αξίες για διαφορετικά καύσιμα

Fuel Oil	Gross Calorific Value (kCal/kg)
Kerosene -	11,100
Diesel Oil -	10,800
L.D.O -	10,700
Furnace Oil -	10,500
LSHS -	10,600

6-3-8. Θείο

Η ποσότητα θείου στο μαζούτ εξαρτάται κυρίως από την πηγή του αργού πετρελαίου και σε μικρότερο βαθμό στη διαδικασία διύλισης. Η κανονική περιεκτικότητα σε θείο για το υπολειμματικό μαζούτ (πετρέλαιο φούρνου) είναι της τάξης του 2 - 4 %. Τυπικά στοιχεία για διαφορετικά λιπαντικά φαίνονται στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3. Ποσοστά θείου για διαφορετικά καύσιμα

Fuel Oil	Percentage of Sulphur
Kerosene -	0.05 - 0.2
Diesel Oil -	0.05 - 0.25
L.D.O -	0.5 - 1.8
Furnace Oil -	12.0 - 4.0
LSHS -	< 0.5

Το κύριο μειονέκτημα του θείου είναι ο κίνδυνος διάβρωσης από το θειικό οξύ που σχηματίζεται κατά τη διάρκεια και μετά την καύση και η συμπύκνωση σε ψυχρά μέρη της καμινάδας ή της στοίβας, του προθερμαντήρα αέρα και του εξοικονομητή.

6-3-9. Περιεχόμενο τέφρας

Η τιμή της τέφρας σχετίζεται με το ανόργανο υλικό ή τα άλατα στο μαζούτ. Τα επίπεδα τέφρας στα καύσιμα απόσταξης είναι αμελητέα. Τα υπολειμματικά καύσιμα έχουν υψηλότερα επίπεδα τέφρας. Αυτά τα άλατα μπορεί να είναι ενώσεις νατρίου, βαναδίου, ασβεστίου, μαγνησίου, πυριτίου, σιδήρου, αλουμινίου, νικελίου κ.λπ.

Τυπικά, η τιμή τέφρας είναι στην περιοχή 0,03 - 0,07 %. Η υπερβολική τέφρα σε υγρά καύσιμα μπορεί να προκαλέσει επικαθίσεις ρύπων στον εξοπλισμό καύσης. Η τέφρα έχει διαβρωτική επίδραση στις άκρες του καυστήρα, προκαλεί ζημιά στα πυρίμαχα υλικά σε υψηλές θερμοκρασίες και προκαλεί διάβρωση υψηλής θερμοκρασίας και ρύπανση του εξοπλισμού.

6-3-10. Κατάλοιπο άνθρακα

Το υπόλειμμα άνθρακα υποδηλώνει την τάση του λαδιού να εναποθέτει ένα ανθρακούχο στερεό υπόλειμμα σε μια καυτή επιφάνεια, όπως έναν καυστήρα ή ένα ακροφύσιο έγχυσης, όταν εξατμίζονται τα ατμοποιησίμα συστατικά του. Το υπολειμματικό λάδι περιέχει κατάλοιπα άνθρακα 1 τοις εκατό ή περισσότερο.

6-3-11. Περιεχόμενο νερού

Η περιεκτικότητα σε νερό του λαδιού κλιβάνου όταν παρέχεται είναι συνήθως πολύ χαμηλή επειδή το προϊόν στο εργοστάσιο του διυλιστηρίου γίνεται ζεστό. Ένα ανώτατο όριο 1% καθορίζεται ως πρότυπο.

Το νερό μπορεί να υπάρχει σε ελεύθερη ή γαλακτωματοποιημένη μορφή και μπορεί να προκαλέσει βλάβη στις εσωτερικές επιφάνειες του κλιβάνου κατά την καύση, ειδικά εάν περιέχει διαλυμένα άλατα. Μπορεί επίσης να προκαλέσει διχασμό της φλόγας στην άκρη του καυστήρα, πιθανώς σβήνοντας τη φλόγα, μειώνοντας τη θερμοκρασία της φλόγας ή επιμηκύνοντας τη φλόγα.

Οι τυπικές προδιαγραφές των καυσίμων συνοψίζονται στον παρακάτω Πίνακα.

Πίνακας 4. Τυπικές προδιαγραφές λιπαντικών

Properties	Fuel Oils		
	Furnace Oil	L.S.H.S	L.D.O
Density (Approx. g/cc at 150C)	0.89 - 0.95	0.88 - 0.98	0.85 - 0.87
Flash Point (0C)	66	93	66
Pour Point (0C)	20	72	18
G.C.V. (kCal/kg)	10500	10600	10700
Sediment, % Wt. Max.	0.25	0.25	0.1
Sulphur Total, % Wt. Max.	Up to 4.0	Up to 0.5	Up to 1.8
Water Content, % Vol. Max.	1.0	1.0	0.25
Ash % Wt. Max.	0.1	0.1	0.02

6-3-12. Αποθήκευση μαζούτ

Μπορεί να είναι δυνητικά επικίνδυνη η αποθήκευση λαδιού κλιβάνου σε βαρέλια. Μια καλύτερη πρακτική είναι η αποθήκευση του σε κυλινδρικές δεξαμενές, είτε πάνω είτε κάτω από το έδαφος. Το λάδι φούρνου που παραδίδεται μπορεί να περιέχει σκόνη, νερό και άλλους ρύπους.

Το μέγεθος της εγκατάστασης της δεξαμενής αποθήκευσης είναι πολύ σημαντικό. Μια συνιστώμενη εκτίμηση μεγέθους αποθήκευσης είναι να προβλέπει τουλάχιστον 10 ημέρες κανονικής κατανάλωσης. Οι δεξαμενές αποθήκευσης καυσίμων βιομηχανικής θέρμανσης είναι γενικά κάθετες δεξαμενές από μαλακό χάλυβα τοποθετημένες πάνω από το έδαφος. Είναι συνετό για λόγους ασφαλείας και για περιβαλλοντικούς λόγους να χτίζονται τοιχώματα γύρω από τις δεξαμενές για να περιορίζονται οι τυχαίες διαρροές.

Καθώς μια ορισμένη ποσότητα στερεών και λάσπης θα καθιζάνει στις δεξαμενές με την πάροδο του χρόνου, οι δεξαμενές θα πρέπει να καθαρίζονται σε τακτά χρονικά διαστήματα: ετησίως για βαρέα καύσιμα και κάθε δύο χρόνια για ελαφρά καύσιμα. Πρέπει να δίνεται προσοχή όταν το λάδι μεταγγίζεται από το βυτιοφόρο στη δεξαμενή αποθήκευσης. Όλες οι διαρροές από αρμούς, φλάντζες και αγωγούς πρέπει να αντιμετωπίζονται το

συντομότερο. Το μαζούτ θα πρέπει να είναι απαλλαγμένο από πιθανούς ρύπους, όπως βρωμιά, λάσπη και νερό πριν τροφοδοτηθεί στο σύστημα καύσης.

6-4. Αέριο καύσιμο Καύσιμα αερίου

Είναι τα πιο βολικά γιατί απαιτούν τον λιγότερο χειρισμό και χρησιμοποιούνται στα πιο απλά και χωρίς συντήρηση συστήματα καυστήρα. Το φυσικό αέριο παραδίδεται "on tap" μέσω ενός δικτύου διανομής και έτσι είναι κατάλληλο για περιοχές με υψηλή πληθυσμιακή ή βιομηχανική πυκνότητα. Ωστόσο, οι μεγάλοι μεμονωμένοι καταναλωτές έχουν φυσικού αερίου και ορισμένοι παράγουν το δικό τους φυσικό αέριο.

6-4-1. Τύποι αερίων καυσίμων

Ακολουθεί κατάλογος των τύπων αερίων καυσίμων:

1. Καύσιμα που βρίσκονται φυσικά στη φύση:
 - Φυσικό αέριο
 - Μεθάνιο από ανθρακωρυχεία
2. Καύσιμα αέρια από στερεά καύσιμα
 - Αέρια που προέρχονται από άνθρακα
 - Αέρια που προέρχονται από απόβλητα και βιομάζα
 - Από άλλες βιομηχανικές διεργασίες (αέριο blast furnance)
3. Αέρια από πετρέλαιο
 - Υγροποιημένο αέριο πετρελαίου (LPG)
 - Αέρια διωλιστηρίου
 - Αέρια από αεριοποίηση πετρελαίου
4. Αέρια από κάποια διαδικασία ζύμωσης Τα αέρια καύσιμα κοινής χρήσης είναι υγραέρια (LPG), φυσικό αέριο, αέριο παραγωγής, αέριο υψικαμίνου, αέριο φούρνου οπτάνθρακα κ.λπ. Η θερμογόνος δύναμη του αερίου καυσίμου εκφράζεται σε Kilocalories ανά κανονικό κυβικό μέτρο (kCal/Nm³) δηλαδή σε κανονική θερμοκρασία (20 °C) και πίεση (760 mm Hg).

6-4-2. Ιδιότητες αερίων καυσίμων

Δεδομένου ότι οι περισσότερες συσκευές καύσης αερίου δεν μπορούν να χρησιμοποιήσουν τη θερμική περιεκτικότητα των υδρατμών, η ακαθάριστη θερμογόνος δύναμη δεν έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Τα καύσιμα πρέπει να συγκρίνονται με βάση την καθαρή θερμογόνο δύναμη. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για το φυσικό αέριο, αφού αυξήθηκε

η περιεκτικότητα σε υδρογόνο έχει ως αποτέλεσμα υψηλό σχηματισμό νερού κατά την καύση. Τυπικές φυσικές και χημικές ιδιότητες διαφόρων αερίων καυσίμων δίνονται στον Πίνακα 6.

Πίνακας 5. Τυπικές φυσικές και χημικές ιδιότητες διαφόρων αερίων καυσίμων

Fuel Gas	Relative Density	Higher Heating Value kcal/Nm ³	Air/Fuel ratio- m ³ of air to m ³ of Fuel	Flame Temp. °C	Flame Speed m/s
Natural Gas	0.6	9350	10	1954	0.290
Propane	1.52	22200	25	1967	0.460
Butane	1.96	28500	32	1973	0.870

6-4-3. LPG

Το LPG είναι ένα κυρίαρχο μείγμα προπανίου και βουτανίου με μικρό ποσοστό ακόρεστων (προπυλένιο και βουτυλένιο) και μερικά ελαφρύτερα C₂ καθώς και βαρύτερα κλάσματα C₅. Στη σειρά LPG περιλαμβάνονται το προπάνιο (C₃H₈), το προπυλένιο (C₃H₆), το κανονικό και το ισοβουτάνιο (C₄H₁₀) και το βουτυλένιο (C₄H₈).

Το LPG μπορεί να οριστεί ως εκείνοι οι υδρογονάνθρακες, οι οποίοι είναι αέριοι σε κανονική ατμοσφαιρική πίεση, αλλά μπορούν να συμπυκνωθούν σε υγρή κατάσταση σε κανονική θερμοκρασία, με την εφαρμογή μέτριων πιέσεων. Αν και συνήθως χρησιμοποιούνται ως αέρια, αποθηκεύονται και μεταφέρονται ως υγρά υπό πίεση για ευκολία χειρισμού. Το υγρό LPG εξατμίζεται για να παράγει περίπου 250 φορές τον όγκο του σε αέριο. Οι ατμοί του LPG είναι πιο πυκνοί από τον αέρα: το βουτάνιο είναι περίπου δύο φορές πιο βαρύ από τον αέρα και το προπάνιο περίπου μιάμιση φορά πιο βαρύ από τον αέρα. Κατά συνέπεια, ο ατμός μπορεί να ρέει κατά μήκος του εδάφους και σε αποχετεύσεις που βυθίζονται στο χαμηλότερο επίπεδο του περιβάλλοντος και να αναφλεγεί σε σημαντική απόσταση από την πηγή διαρροής. Στον ήρεμο αέρα, οι ατμοί θα διασκορπιστούν αργά. Η διαφυγή ακόμη και μικρών ποσοτήτων υγροποιημένου αερίου μπορεί να προκαλέσει μεγάλους όγκους μίγματος αερίου/αέρα και έτσι να προκαλέσει σημαντικό κίνδυνο. Για να ενισχυθεί η ανίχνευση ατμοσφαιρικών διαρροών, όλα τα υγραέρια πρέπει να έχουν οσμή. Θα πρέπει να υπάρχει επαρκής εξαερισμός στο επίπεδο του εδάφους όπου αποθηκεύεται το υγραέριο. Για αυτόν ακριβώς τον λόγο οι φιάλες υγραερίου δεν πρέπει να αποθηκεύονται σε κελάρια ή υπόγεια, τα οποία δεν διαθέτουν αερισμό στο επίπεδο του εδάφους.

6-4-4. Φυσικό αέριο

Το μεθάνιο είναι το κύριο συστατικό του φυσικού αερίου και αντιπροσωπεύει περίπου το 95% του συνολικού όγκου. Άλλα συστατικά είναι: αιθάνιο, προπάνιο, βουτάνιο, πεντάνιο, άζωτο, διοξείδιο του άνθρακα και ίχνη άλλων αερίων. Υπάρχουν επίσης πολύ μικρές ποσότητες θειούχων ενώσεων. Δεδομένου ότι το μεθάνιο είναι το μεγαλύτερο συστατικό του φυσικού αερίου, γενικά οι ιδιότητες του μεθανίου χρησιμοποιούνται όταν συγκρίνονται οι ιδιότητες του φυσικού αερίου με άλλα καύσιμα. Το φυσικό αέριο είναι ένα καύσιμο υψηλής θερμιδικής αξίας που δεν απαιτεί εγκαταστάσεις αποθήκευσης. Αναμιγνύεται εύκολα με τον αέρα και δεν παράγει καπνό ή αιθάλη. Δεν περιέχει θείο. Είναι ελαφρύτερο από τον αέρα και διαχέεται εύκολα στον αέρα σε περίπτωση διαρροής. Μια τυπική σύγκριση της περιεκτικότητας σε άνθρακα σε πετρέλαιο, άνθρακα και αέριο δίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 7. Σύγκριση χημικής σύστασης διαφόρων καυσίμων

	Fuel Oil	Coal	Natural Gas
Carbon	84	41.11	74
Hydrogen	12	2.76	25
Sulphur	3	0.41	-
Oxygen	1	9.89	Trace
Nitrogen	Trace	1.22	0.75
Ash	Trace	38.63	-
Water	Trace	5.98	-

Αξιολόγηση απόδοσης καυσίμων

Αυτή η ενότητα εξηγεί τις αρχές της καύσης, πώς μπορεί να αξιολογηθεί η απόδοση του καυσίμου χρησιμοποιώντας τον στοιχειομετρικό υπολογισμό της απαίτησης αέρα, την έννοια της περίσσειας αέρα και το σύστημα βύθισης των καυσαερίων.

Καύση

6-5. Αρχές Καύσης

6-5-1. Εισαγωγή

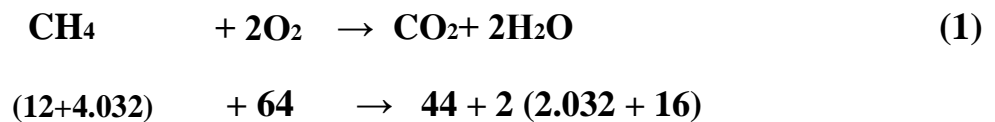
Όλα τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα, είτε στερεά, υγρά ή αέρια, περιέχουν βασικά άνθρακα και υδρογόνου που αντιδρούν πάντα με το οξυγόνο του αέρα σχηματίζοντας διοξείδιο του άνθρακα, μονοξείδιο του άνθρακα ή υδρατμούς. Η θερμική ενέργεια που απελευθερώνεται ως αποτέλεσμα της καύσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για σκοπούς θέρμανσης ή για παραγωγή ατμού υψηλής πίεσης σε λέβητα ή ως ισχύ από κινητήρα ή αεριοστρόβιλο.

Τα στερεά καύσιμα καίγονται σε κλίνες ή κονιοποιούνται από αιωρούμενα στο ρεύμα αέρα. Τα υγρά καύσιμα καίγονται είτε με εξάτμιση και ανάμειξη με αέρα πριν από την ανάφλεξη, όταν συμπεριφέρονται σαν αέριο καύσιμο. Τα αέρια καύσιμα είτε καίγονται σε καυστήρες όταν το καύσιμο και ο αέρας προαναμιγνύονται είτε το καύσιμο και ο αέρας ρέουν χωριστά σε έναν καυστήρα ή έναν κλίβανο και ταυτόχρονα αναμειγνύονται μαζί καθώς προχωρά η καύση.

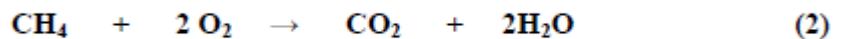
Το Kg-mole ή gram-mole χρησιμοποιείται ευρέως στους υπολογισμούς καύσης ως μονάδα βάρους.

Το μοριακό βάρος οποιασδήποτε ουσίας σε kg αντιπροσωπεύει ένα χιλιόγραμμα mole ή 1K mole. 1 Kmol υδρογόνου έχει μάζα 2,016 Kg και 1 Kmol άνθρακα έχει μάζα 12 Kg.

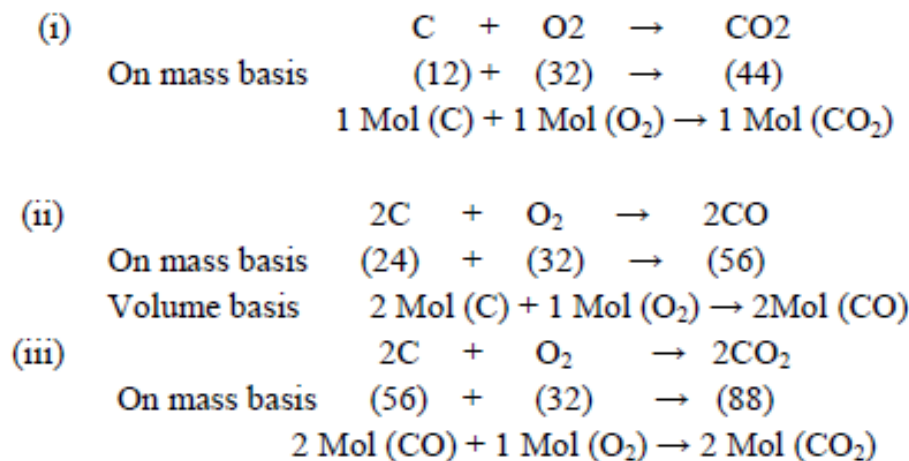
Σκεφτείτε μια αντίδραση



16.032 kg μεθανίου αντιδρούν με 64 kg οξυγόνου για να σχηματίσουν 44 kg διοξειδίου του άνθρακα και 36.032 κιλά νερό. Μπορούμε επίσης απλά να δηλώσουμε ότι 1 Kmol μεθανίου αντιδρά με 2 Kmol οξυγόνου για να σχηματίσει 1 Kmol διοξειδίου του άνθρακα και 2K mol νερού, αυτό έχει το πλεονέκτημα ότι επιτρέπει την εύκολη μετατροπή μεταξύ της μάζας και των ογκομετρικών ποσοτήτων για το αέριο καύσιμο και το προϊόν της καύσης. Εάν τα αέρια θεωρούνται ιδανικά, τότε σύμφωνα με την υπόθεση του Avogadro, όλα τα αέρια περιέχουν τον ίδιο αριθμό μορίων ανά μονάδα όγκου. Υπονοεί ότι 1 K mol οποιασδήποτε αερίου ουσίας καταλαμβάνει όγκο 22,4 m³ σε NTP δηλαδή, 1.013bar και 273K.



1 όγκος μεθανίου αντιδρά με 2 όγκους οξυγόνου για να σχηματίσει έναν όγκο CO₂ και δύο τόμοι του H₂O. Επομένως σε οποιαδήποτε αντιδράσεις, η μάζα σε επιβεβαιώνεται αλλά ο αριθμός mol ή οι όγκοι μπορούν να μην ληφθούν υπόψη.



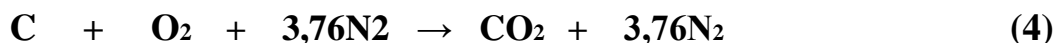
6-5-2. Στοιχειομετρία Καύσης

Μια ισορροπημένη χημική εξίσωση για την πλήρη καύση των αντιδράσεων χωρίς περίσσεια αέρα στο προϊόν είναι γνωστή ως στοιχειομετρική εξίσωση. Ένα στοιχειομετρικό μίγμα των αντιδρώντων είναι ένα στο οποίο οι μοριακές αναλογίες των αντιδρώντων είναι ακριβώς όπως δίνονται από τους στοιχειομετρικούς συντελεστές, έτσι ώστε να μην υπάρχει περίσσεια οποιουδήποτε συστατικού. Γενικά μια χημική αντίδραση μπορεί να γραφτεί ως



Όπου τα αντιδρώντα A και B αντιδρούν για να σχηματίσουν τα γινόμενα Γ και Δ. Τα μικρά γράμματα a, b, c και d είναι γνωστά ως στοιχειομετρικοί συντελεστές.

Για την καύση οποιουδήποτε καυσίμου το πιο κοινό οξειδωτικό είναι ο αέρας που είναι ένα μείγμα 21% O₂ και 79% N₂ (σε βάση όγκου). Ένα mol οξυγόνου συνοδεύεται από 79/21 (3,76) mol αζώτου. Η χημική εξίσωση για τη στοιχειομετρική καύση άνθρακα με αέρα γράφεται ως



Η ελάχιστη ποσότητα αέρα που απαιτείται για την πλήρη καύση ενός καυσίμου είναι γνωστή ως θεωρητικός αέρας. Ωστόσο στην πράξη είναι δύσκολο να επιτευχθεί πλήρης καύση με θεωρητικό αέρα. Ως εκ τούτου, το καύσιμο απαιτεί κάποια περίσσεια αέρα για διαφορετική εφαρμογή και μπορεί να κυμαίνεται από 5% ~ 20% και σε αεριοστρόβιλο μπορεί να φτάσει μέχρι το 400% της θεωρητικής ποσότητας.

6-5-3. Θεωρητικός αέρας που απαιτείται για την πλήρη καύση.

Εάν η σύνθεση του καυσίμου είναι γνωστή, η απαίτηση σε οξυγόνο ή αέρα μπορεί να υπολογιστεί είτε με ισοζύγιο μάζας είτε με μέθοδο mole.

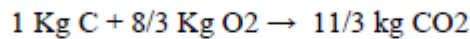
Θεωρήστε μια εξίσωση



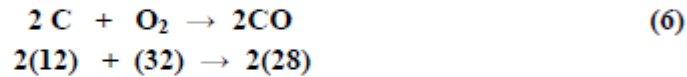
Or

$$1 + 8/3 \rightarrow 11/3$$

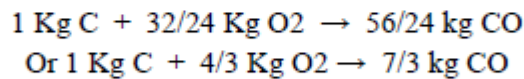
Or



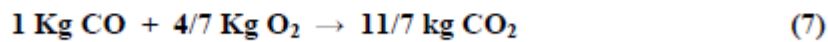
Similarly



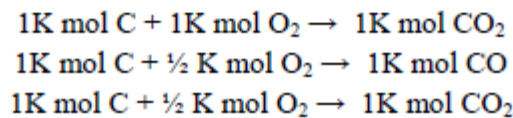
Or



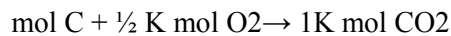
Similarly



On molal basis



Σε μολική βάση



6-5-4. Μετατροπή Βαρυμετρικής ανάλυσης σε ογκομετρική βάση και αντίστροφα

Εάν η σύνθεση του καυσίμου δίνεται σε βαρυμετρική (ή βάρος) βάση, μπορεί να μετατραπεί σε ογκομετρική (ή mole) βάση ως εξής. Διαιρέστε το βάρος κάθε συστατικού του μείγματος με το μοριακό του βάρος. Αυτό θα δώσει τον σχετικό όγκο (ή mole) κάθε συστατικού. Προσθέστε όλους τους σχετικούς όγκους των συστατικών και τότε,

$$\frac{\text{Indivisual (relative) volume of the constituents}}{\text{Total volume of all the constituents}} \times 100,$$

Θα δώσει το % ηλικίας κατ' όγκο κάθε συστατικού του καυσίμου.

Εάν δοθεί η ογκομετρική σύνθεση ενός καυσίμου, μπορεί να μετατραπεί σε βαρυμετρική (ή βάρος) βάση ως εξής. Πολλαπλασιάστε τον χωριστό όγκο κάθε συστατικού με το μοριακό του βάρος. Αυτό θα δώσει σχετική βαρύτητα σε κάθε συστατικό. Προσθέστε όλα τα σχετικά βάρη των συστατικών και, στη συνέχεια, μεμονωμένο βάρος των συστατικών X 100 Τα συνολικά (σχετικά) βάρη των συστατικών θα δώσουν το % ηλικίας κατά βάρος κάθε συστατικού στο καύσιμο.

6-5-4-1. Υπολογισμός της ελάχιστης ποσότητας αέρα για καύσιμο γνωστής σύστασης.

Παράδειγμα 1

Υπολογίστε τον ελάχιστο όγκο αέρα που απαιτείται για την καύση ενός Kg άνθρακα με την ακόλουθη σύνθεση κατά βάρος

$$C = 72,4\%, H_2 = 5,3\%, N_2 = 1,81, O_2 = 8,5\%, \text{υγρασία } 7,2\% \\ S = 0,9\% \text{ και τέφρα } 3,9\%$$

Με βάση το βάρος:

Λαμβάνοντας 1 κιλό άνθρακα ως βασικό βάρος οξυγόνου που απαιτείται για την καύση 1 κιλού άνθρακα

$$C + O_2 \rightarrow CO_2 \\ 0,724 \times 32/12 = 1,93 \text{ kg} \\ 0,53 \times 16/2 = 0,424 \text{ kg} \\ 0,009 \times 32/32 = 0,009 \text{ kg} \\ \text{Σύνολο } O_2 = 2,363 \text{ κιλά ανά κιλό άνθρακα}$$

Αλλά 0,085 κιλά O_2 διατίθεται σε άνθρακα, επομένως το απαιτούμενο $O_2 = 2,363 - 0,085 = 2,278 \text{ kg}$ ανά Kg άνθρακα.

Ο αέρας περιέχει 23% οξυγόνο κατά βάρος. Επομένως το βάρος του παρεχόμενου αέρα είναι $2,278 \times 100/23 = 9,9 \text{ kg}$ ανά kg άνθρακα Πυκνότητα αέρα που απαιτείται στο NTP

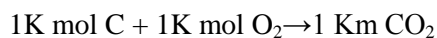
$$P v = mRT \\ P = m/v RT = \rho RT, \\ \rho = \frac{\text{Molecular weight}}{\text{Volume}} = \frac{P}{RT} = 1.013 \times \frac{105}{287} \times 273 = 1.29 \text{ kg} / \text{m}^3$$

Επομένως ο απαιτούμενος όγκος αέρα = $9,9(\text{kg})/1,29(\text{kg}) = 7,67 \text{ m}^3$

Με βάση τα mole,

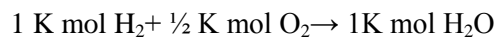
Σκεφτείτε 100 κιλά άνθρακα

$$C = 72,4/12 = 6,03 \text{ K mol}, O_2 = 8,5/32 = 0,265 \text{ K mol} \\ H_2 = 5,3/2 = 2,65 \text{ K mol}, H_2O = 7,2/18 = 0,4 \text{ K mol} \\ N_2 = 1,8/28 = 0,064 \text{ K mol}, S = 0,9/32 = 0,028 \text{ K mol}$$



Επομένως 6,03 K mol άνθρακα απαιτούν

6,03 K mol οξυγόνου



$$H_2 - 2,65 \times \frac{1}{2} = 1,325 \text{ K mol}$$

$$S - 0,028 \times 1 = 0,028$$

$$\text{Σύνολο } O_2 \text{ απαιτούνται } 6,03 + 1,325 + 0,028 = 7,383$$

Το οξυγόνο που υπάρχει στον άνθρακα 0,265 K mol

$$\text{Καθαρό } O_2 \text{ απαιτείται } = 7,383 - 0,265 = 7,118 \text{ K mol}$$

Απαιτείται αέρας

$$7,118 \times 100 / 21 = 33,89 \text{ K mol} / 100 \text{ kg άνθρακα} = 0,3389 \text{ K mol} / 1 \text{ kg άνθρακα}$$

Όγκος παρεχόμενου αέρα

$$0,3389 \text{ K mol/kg} \times 22,4 \text{ m}^3 = 7,59 \text{ m}^3/\text{kg} \text{ άνθρακα}$$

Παράδειγμα 2

Υπολογίστε την ογκομετρική ανάλυση των καυσαερίων όταν καίγεται άνθρακας με 20% περίσσεια αέρα από τον προηγούμενο υπολογισμό ο πραγματικός αέρας που απαιτείται 33,89 K mol/100kg άνθρακα.

Επομένως ο πραγματικός αέρας είναι

$$33,89 \times 120/100 = 40,67 \text{ K mol} / 100 \text{ kg άνθρακα}$$

Το ποσό του N₂ συνδέονται με αυτό

$$40,67 \times 79/100 = 32,13 \text{ K mol}$$

Το ποσό του O₂ παρόν 40,67 x 21/100 = 8,54 K mol

Το πραγματικό ποσό του O₂ που απαιτείται ήταν 7,118 K mol περίσσεια O₂ θα εμφανιστεί στα καυσαέρια = 8,54 - 7,118 = 1,422 K mol.

Επομένως:

$$\text{CO}_2 = 6,03 \text{ K mol}$$

$$\text{SO}_2 = 0,028 \text{ K mol}$$

$$\text{N}_2 = 32,13 \text{ K mol (αέρας)} + 0,064 \text{ (καύσιμο)} = 32,194 \text{ K mol O}_2 =$$

$$1,422 \text{ K mol os περίσσεια οξυγόνου.}$$

$$\text{Επομένως ο συνολικός όγκος} = (6,03 + 0,028 + 32,194 + 1,422) = 39,674 \text{ K mol}$$

Η ογκομετρική σύνθεση του αερίου

$$\text{CO}_2 = (6,03/39,674) \times 100 = 15,12\% \text{ SO}$$

$$2 = (0,028/39,674) \times 100 = 0,07\% \text{ N}_2 =$$

$$(32,13/39,674) \times 100 = 81,15\% \text{ O}_2 =$$

$$(1,422/39,674) \times 100 = 3,58\%$$

6-5-5. Υπολογισμός της σύνθεσης του καυσίμου και της περίσσειας αέρα που παρέχεται από την ανάλυση καυσαερίων:

Μερικές φορές η σύνθεση του καυσίμου είναι άγνωστη και καθίσταται απαραίτητο να κριθεί εάν η ποσότητα του αέρα που παρέχεται είναι επαρκής ή όχι, ή περίσσεια. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την ανάλυση του δείγματος των καυσαερίων.

Παράδειγμα 3

Η σύνθεση των ξηρών καυσαερίων που λαμβάνεται με την καύση υγρού καυσίμου που περιέχει μόνο υδρογόνο και άνθρακα είναι CO₂ 10,7%, O₂ 5,1%, N₂ 84,2%. Υπολογίστε τη σύνθεση του καυσίμου κατά βάρος και την περίσσεια αέρα που χρησιμοποιήθηκε.

Λύση:

Εξετάστε 100 K mol ξηρών καυσαερίων. Θα περιέχουν 10,7 K mol O₂ (από την CO₂)

$$+ 5,1 \text{ K mole (ως μέγ. οξυγόνο)} = 15,8 \text{ K mol}$$

Χρησιμοποιώντας το ισοζύγιο αζώτου, ο πραγματικός αέρας που χρησιμοποιήθηκε $84,2 \times 100/79 = 106,58$ K mol ξηρών καυσαερίων και οξυγόνου στον παρεχόμενο αέρα $106,58 \times 21/100 = 22,38$ K mol. Επομένως η ποσότητα του O_2 υπάρχει στο νερό που παράγεται από την καύση του H_2 είναι $22,38 - 15,8 = 6,58$ K mol O_2 . Γνωρίζουμε ότι 1 K mol του H_2 συνδυάζεται με $\frac{1}{2}$ K mol O_2 για να παράξει νερό. Επομένως, η ποσότητα υδρογόνου που υπάρχει είναι $6,58 \times 2 = 13,16$ K mol/100K mol ξηρών καυσαερίων και ο άνθρακας που υπάρχει είναι $12 \times 10,7 = 128,4$ kg/100K mol ξηρών καυσαερίων. Επομένως η σύνθεση του καυσίμου (κατά βάρος) είναι 128,4 kg C και 26,32 Kg H_2 με βάση το ποσοστό ηλικίας.

$$C = (128,4 / (128,4 + 26,32)) \times 100 = 82,99\%$$

$$H = (26,32 / (128,4 + 26,32)) \times 100 = 17,01\%$$

Παρέχεται υπερβολικός αέρας

Το ποσό του O_2 απαιτείται για την καύση 10,7 K mol C είναι 10,7 K mol και για την καύση 13,16 K mol H_2 είναι $13,16 \times \frac{1}{2} = 6,58$

Σύνολο O_2 απαιτείται = $10,7 + 6,58 = 17,28$ K mol/100 K mol ξηρών καυσαερίων % ηλικία περίσσειας αέρα = $(22,38 - 17,28) / (17,28) \times 100 = 29,5\%$

6-5-6. Σημείο δρόσου προϊόντων:

Το προϊόν της καύσης που περιέχει υδρατμούς είναι γνωστά ως υγρά προϊόντα. Οι υδρατμοί που υπάρχουν στο προϊόν καύσης ψύχονται σε σημείο συμπύκνωσης, οι ατμοί μετατρέπονται σε υγρό και ο όγκος θα μειωθεί. Γνωρίζοντας τη μερική πίεση που ασκεί το νερό πριν από τη συμπύκνωση, είναι δυνατό να βρεθεί η θερμοκρασία κορεσμού. που αντιστοιχεί σε μερική πίεση από τα τραπέζια ατμού.

6-5-7. Ανάλυση καυσαερίων

Ένα καύσιμο έχει την ακόλουθη ογκομετρική ανάλυση % ηλικίας

$$H_2 = 48 \text{ CH}_4: 26, \text{ CO}_2: 11, \text{ CO} : 5, \text{ N}_2 = 10$$

Το % ηλικίας στην ογκομετρική ανάλυση των ξηρών καυσαερίων σε $\text{CO}_2: 8.8, \text{ O}_2: 5,5, \text{ N}_2: 85.7$

Προσδιορίστε την αναλογία αέρα/καυσίμου κατ' όγκο εάν ο αέρας περιέχει 21% O_2 κατά όγκο

Λύση:

Η χημική εξίσωση για την αντίδραση 100 mol αερίου καυσίμου με αέρα μπορεί να γραφτεί ως $48H_2 + 26CH_4 + 11CO_2 + 5CO + 10N_2 + x(O_2 + 3,76N_2) \rightarrow aCO_2 + bH_2O + cCO + dN_2$

Ισορροπία άνθρακα

$$(C) \rightarrow 26 + 11 + 5 = a = H_2$$

$$H_2 \rightarrow 48 + 52 = b = 100$$

$$O_2 \rightarrow 11 + 2,5 + x = a + c \quad (i)$$

$$N_2 \rightarrow 10 + 3,76x = d \quad (ii)$$

Λύνοντας τα (i) και (ii) έχουμε

από (i) $11 + 2,5 + x = 100/2 + a + c$

Προσθέτοντας

$$13.5 + x = 50 + a + c$$

$$10 + 3.76x = d$$

$$23.5 + 4.76x = 50 + a + c + d$$

ή

$$a + c + d = 4.76x - 26.5$$

% CO₂ κατ' όγκο σε ξηρό αέριο

$$(a/a+c+d) \times 100 = 8.8$$

ή

$$(42/4.76x - 26.5) = 0.088 \quad 4.76x = 503.77$$

$$AF = \frac{\text{Total mol air}}{\text{Total mol fuel}} = \frac{503.77}{100} = 5.038\%$$

Παράδειγμα 4

Ένα αέριο υψικαμίνου έχει την ακόλουθη ογκομετρική ανάλυση H₂CO-24%, CH₄- 2%, CO₂-6%, O₂-3% και N₂-56% Προσδιορίστε την τελική βαρυμετρική ανάλυση

Δεδομένης της ογκομετρικής ανάλυσης, η H₂- 9%, CO-24%, CH₄- 2%, CO₂-6%, O₂-3% και N₂ -56%

Λύση:

Ο ογκομετρική ανάλυση μπορεί να μετατραπεί σε μετρική ανάλυση μάζας ή γρανίτη συμπληρώνοντας τον πίνακα ως εξής:

Constituent	Volume in 1m ³ of flue gas (a)	Molecular mass (b)	Proportional mass (c)=(a)x(b)	Mass in kg per kg of the gas (d)=(c)/ Σ ©	% by mass = (d)x100
CO	0.24	28	6.72	6.72/18.48 = 0.36	36%
CH ₄	0.02	16	0.32	0.32/18.48 = 0.0173	1.73%
CO ₂	0.06	44	2.64	264/18.48 = 0.142	14.2%
O ₂	0.03	32	0.96	0.96/18.48 = 0.0519	5.19%
N ₂	0.56	14	7.84	7.84/18.48 = 0.42	42%
			Σc = 18.48	Σ (d) = 1	100

Η ογκομετρική ανάλυση των συστατικών των καυσαερίων γίνεται

$$\text{CO}-0,36, \text{CH}_4- 0,0173, \text{CO}_2- 0,142, \text{O}_2-0,0519 \text{ και } \text{N}_2-0,42$$

Παράδειγμα 5

Προσδιορίστε την ανάλυση αερίου καυσίμου και την αναλογία καυσίμου αέρα κατά βάρος όταν το μαζούτ με 84,9% άνθρακα, 11,4% υδρογόνο, 3,2% θείο, 0,4% οξυγόνο και 0,1% τέφρα κατά βάρος καίγεται με 20% περίσσεια αέρα, υποθέστε πλήρη καύση.

Λύση:

Θεωρήστε 1kg καυσίμου

Απαιτούμενο οξυγόνο / Kg καυσίμου

Για καύση 1kg C $0,849 \times 32/12$

Για καύση 1kg H - $0,114 \times 16/2$

Για καύση 1kg S - $0,032 \times 32/32$

Σύνολο το O₂ που απαιτείται είναι 3.208 κιλά.

Ποσό O₂ που περιέχεται στο καύσιμο = 0,004Kg

Καθαρό O₂ παρεχόμενο / kg καυσίμου = $3,208 - 0,004 = 3,204$ kg O₂

Καθαρός παρεχόμενος αέρας = $3,204 \times 100/23 = 13,93$ kg/kg καυσίμου

Όταν παρέχεται 20% περίσσεια αέρα

Συνολικός παρεχόμενος αέρας = $13,93 \times 1,2 = 16,716$ kg/kg καυσίμου.

N₂ πράγματι παρεχόμενο = $16.716 \times 77/100 = 12.871$ kg/kg καυσίμου

O₂ πράγματι παρεχόμενο = $16.716 \times 23/100 = 3.845$ kg/kg καυσίμου

Συνολικό ελεύθερο O₂ σε καύσιμο αέριο = $3,845 - 6,204 = 0,641$ kg/kg καυσίμου

Συνολικό ελεύθερο N₂ σε καύσιμο αέριο = $12,87$ kg/kg καυσίμου

Ανάλυση καυσαερίων:

C μετατράπηκε σε CO₂ = $0,849 \times 44/12 = 3,113$ kg CO₂

H μετατράπηκε σε H₂O = $0,114 \times 18/2 = 1,026$ kg H₂O

S μετατράπηκε σε SO₂ = $0,032 \times 64/32 = 0,064$ kg SO₂

Καυσαέριο / kg καυσίμου:

= $3,113 + 1,26 + 0,064 + 0,641 + 12,871 = 17,715$ κιλά.

CO₂ H₂O SO₂ O₂ N₂

Επομένως:

CO₂ = $(3,113/17,715) \times 100 =$

SO₂ 17,573% = $(0,064/17,715) \times 100$

O₂ = 0,36% = $(0,641/17,715) \times 100$

H₂O = 3,618% = $(1,026/17,715) \times 100 =$

N₂ 7,701 = $(12,871/17,715) \times 100$

Η αναλογία μίγματος καυσίμου αέρα είναι = 16,716 : 1

Παράδειγμα 6

Ένα αέριο υψικαμίνου έχει την ακόλουθη ογκομετρική ανάλυση.

H₂= 9%, CO = 24%, CH₄= 2%, CO₂= 6%, O₂= 3% και N₂= 56 % Προσδιορίστε την τελική βαρυμετρική ανάλυση.

Λύση:

Ολικό H₂ στο αέριο υψικαμίνου. %

ογκομετρική ανάλυση = 9H₂+ 2H₄

Αναλογική μάζα = % ογκομετρική ανάλυση X mol. Μάζα στοιχείου

$$= (9 \times 2) + (2 \times 4) = 18 + 8 = 26 \text{ κιλά.}$$

Σύνολο «C» στο αέριο υψικαμίνου.

$$\% \text{ ογκομετρικής ανάλυσης} = 24C + 2C + 6C$$

$$\text{Ανάλογη μάζα} = (24+2+6) \times 12 = 384 \text{ κιλά}$$

Σύνολο O₂ στο αέριο υψικαμίνου

$$\% \text{ της ογκομετρικής ανάλυσης} = 24 \times O + 6O_2 + 3O_2$$

$$\text{Ανάλογη μάζα} = (24+16) \times 9 (32) = 672 \text{ κιλά}$$

Σύνολο N₂ στο αέριο υψικαμίνου

$$\% \text{ της ογκομετρικής ανάλυσης} = 56 N_2$$

$$\text{Ανάλογη μάζα του } N_2 = 56 \times 28 = 1568 \text{ Kg.}$$

Συνολικό βάρος αερίου υψικαμίνου:

$$= 384 \text{ kg C} + 26 \text{ kg H}_2 + 672 \text{ κιλά O}_2 + 1568 \text{ κιλά N}_2 = 2650 \text{ κιλά}$$

Βαρυμετρική % ηλκικακή σύνθεση:

$$C = (384/2650) \times 100 = 14,49\% =$$

$$H_2 = (26/2650) \times 100 = 0,98\% =$$

$$O_2 = (672/2650) \times 100 = 25,36\% =$$

$$N_2 = (1568/2650) \times 100 = 59,17\%$$

Παράδειγμα 7

Η ανάλυση του άνθρακα που χρησιμοποιείται σε έναν δοκιμαστικό λέβητα είναι η εξής. 82% άνθρακας, 6% υδρογόνο, 4% οξυγόνο, 2% υγρασία και 8% τέφρα. Προσδιορίστε τον θεωρητικό αέρα που απαιτείται για την πλήρη καύση 1 kg άνθρακα. Εάν ο πραγματικός αέρας που παρέχεται είναι 18 κιλά ανά κιλό άνθρακα, το υδρογόνο καίγεται πλήρως και το 80% του άνθρακα καίγεται σε CO₂, η υπενθύμιση είναι CO. Προσδιορίστε την ογκομετρική ανάλυση των ξηρών προϊόντων της καύσης.

Λύση:

Για πλήρη καύση. O₂
απαιτείται είναι

$$\text{Για άνθρακα} - 0,82 = 2,186 \text{ κιλά O}_2$$

$$\text{Για υδρογόνο} - 0,006 = 0,48 \text{ κιλά O}_2$$

$$\text{Συνολικό O}_2 \text{ που απαιτείται} = 2,666 \text{ κιλά.}$$

$$\text{Καθαρό O}_2 \text{ παρεχόμενο} = \text{Σύνολο O}_2 \text{ που απαιτείται} - \text{O}_2 \text{ παρόν στο καύσιμο} = 2,66 - 0,004$$

$$= 2,662 \text{ kg/kg άνθρακα}$$

Θεωρητικός ελάχιστος απαιτούμενος αέρας για την πλήρη καύση [C καίγεται σε CO₂ συνολικά]

$$\text{Παρεχόμενος αέρας} = 2.626 \times 100/23 = 11.417 \text{ kg/kg άνθρακα}$$

Ανάλυση καυσαερίων:

Αλλά στην πραγματικότητα μόνο το 80% του άνθρακα καίγεται σε CO₂

$$CO_2 = 0,8 \times 0,82 \times 44/12 = 2,405 \text{ kg CO}_2$$

20% άνθρακας καίγεται σε CO

$$CO = 0,2 \times 0,82 \times 28/12 = 0,383 \text{ kg CO}$$

$$\begin{aligned} \text{O}_2 \text{ που πραγματικά απαιτείται για } 80\% \text{ καύση άνθρακα σε } \text{CO}_2 \\ = 0,8 \times 0,82 \times 3232/12 = 1,749 \text{ kg O}_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{O}_2 \text{ που πραγματικά απαιτείται για } 20\% \text{ καύση άνθρακα σε } \text{CO} \\ = 0,2 \times 0,82 \times 16/12 = 0,219 \text{ kg O}_2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{O}_2 \text{ που απαιτείται από το Υδρογόνο:} \\ = 0,06 \times 8 = 0,48 \text{ kg O}_2. \end{aligned}$$

$$\text{H}_2\text{O παραγόμενος} = 0,06 \times 9 = 0,54 \text{ kg H}_2\text{O}$$

Αλλά ο πραγματικός αέρας που παρέχεται = 18 kg

$$\text{Στην πραγματικότητα O}_2 \text{ που παρέχεται} = 18 \times 23/100 = 4,14 \text{ kg O}_2$$

$$\begin{aligned} \text{Ελεύθερο O}_2 \text{ στα καυσαέρια} &= 4,14 + 0,04 - 1,749 - 0,219 - 0,48 = \\ &1,732 \text{ kg O}_2/\text{kg άνθρακα} \end{aligned}$$

$$\text{N}_2 \text{ στα καυσαέρια} = 18 \times 77/100 = 13,86 \text{ kg/kg άνθρακα}$$

Ογκομετρική ανάλυση των ξηρών προϊόντων καύσης.

$$\text{CO}_2 = (2,405/44) \times 100 = 0,0546 \text{ m}^3/\text{K. mol}$$

$$\text{CO} = (0,383/28) \times 100 = 0,0137 \text{ m}^3/\text{K. μολ}$$

$$\text{O}_2 = (1,732/32) \times 100 = 0,0541 \text{ m}^3/\text{K. μολ}$$

$$\text{N}_2 = (13,86/28) \times 100 = 0,495 \text{ m}^3/\text{K. μολ}$$

Σε % του όγκου:

$$\text{CO}_2 = (0,0546/0,6174) \times 100 = 8,84\%$$

$$\text{CO} = (0,0137/0,6174) \times 100 = 2,22\%$$

$$\text{O}_2 = (0,0541/0,6174) \times 100 = 8,76\%$$

$$\text{N}_2 = (0,495/0,6174) \times 100 = 80,70\%$$

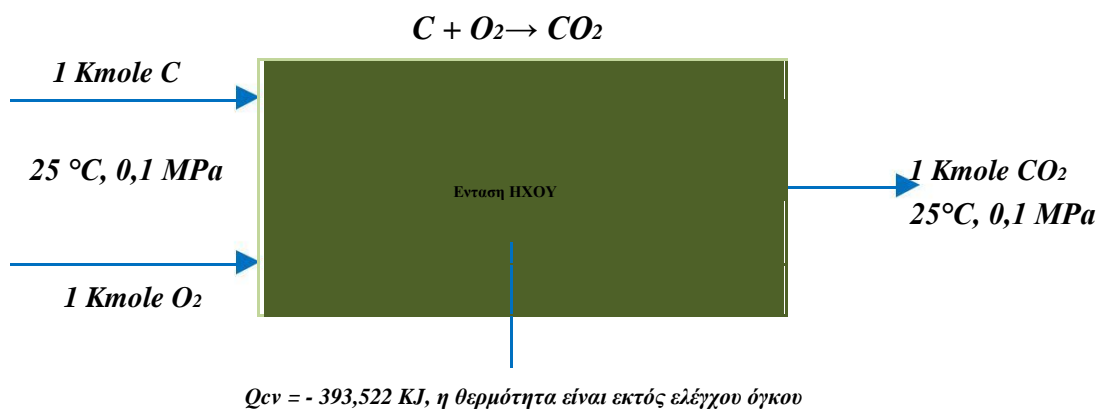
6-5-8. Ενθαλπία αντίδρασης

Η ενθαλπία μιας αντίδρασης ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ της ενθαλπίας των προϊόντων σε μια καθορισμένη κατάσταση και της ενθαλπίας των αντιδρώντων στην ίδια κατάσταση για μια πλήρη αντίδραση. Για τη διαδικασία καύσης, η ενθαλπία μιας αντίδρασης συνήθως αναφέρεται ως «ενθαλπία της καύσης» είναι προφανώς μια πολύ χρήσιμη ιδιότητα για την ανάλυση των διαδικασιών καύσης των καυσίμων.

Ωστόσο, υπάρχουν τόσα πολλά διαφορετικά καύσιμα και μείγματα καυσίμων που δεν είναι πρακτικό να απαριθμήσουμε τις τιμές ενθαλπίας της καύσης για όλες τις πιθανές περιπτώσεις. Εξάλλου, η ενθαλπία της καύσης δεν είναι πολύ χρήσιμη όταν η καύση είναι ατελής. Επομένως, μια πιο πρακτική προσέγγιση θα ήταν να έχει μια πιο θεμελιώδη ιδιότητα να αναπαριστά τη χημική ενέργεια ενός στοιχείου ή μιας ένωσης σε κάποια κατάσταση αναφοράς. Αυτή η ιδιότητα είναι η «ενθαλπία σχηματισμού» που μπορεί να θεωρηθεί ως η ενθαλπία μιας ουσίας σε μια καθορισμένη κατάσταση λόγω της χημικής της σύνθεσης. Για να δημιουργηθεί ένα σημείο εκκίνησης, εκχωρείται η ενθαλπία σχηματισμού για όλα τα σταθερά στοιχεία όπως το O_2 , N_2 , X_2 και C μια τιμή μηδέν στην τυπική κατάσταση αναφοράς 25°C και 1 atm . για όλες τις σταθερές ενώσεις.

Σε μια χημική αντίδραση διασπώνται δεσμοί στα αντιδρώντα και σχηματίζονται νέοι δεσμοί στα προϊόντα. Απαιτείται ενέργεια για τη διάσπαση των δεσμών και απελευθερώνεται ενέργεια όταν σχηματίζονται δεσμοί. Η ενέργεια που σχετίζεται με μια χημική αντίδραση εξαρτάται από τον αριθμό και τον τύπο των δεσμών που διασπώνται και/ή σχηματίζονται.

Κάθε χημικό είδος έχει μια ορισμένη ποσότητα «περιεκτικότητας σε θερμότητα», ή ενθαλπία, H , η οποία δεν μπορεί να μετρηθεί. Ωστόσο, οι διαφορές στην ενθαλπία μπορούν να μετρηθούν. Η καθαρή μεταβολή της ενέργειας για μια αντίδραση που εκτελείται σε σταθερή πίεση είναι η μεταβολή της ενθαλπίας για την αντίδραση. Αυτή η αλλαγή ενθαλπίας, ΔH , έχει μονάδες kJ/mol και ορίζεται:



$[C + H (\text{καύσιμο})] + [O_2 + N_2 (\text{Αέρας})] \rightarrow (\text{Διαδικασία Καύσης}) \rightarrow [CO_2 + H_2O + N_2 (\text{Θερμότητα})]$
 Που
 $C = \text{Άνθρακας}$, $H = \text{Υδρογόνο}$, $O = \text{Οξυγόνο}$, $N = \text{Άζωτο}$

$$\Delta H = H(\text{προϊόντα}) - X(\text{αντιδρώντα}) \quad (8)$$

Εάν εκπέμπεται ενέργεια κατά τη διάρκεια μιας αντίδρασης, όπως κατά την καύση ενός καυσίμου, τα προϊόντα έχουν μικρότερη περιεκτικότητα σε θερμότητα από τα αντιδρώντα και το ΔH θα έχει αρνητική τιμή, η αντίδραση λέγεται ότι είναι εξώθερμη. Εάν καταναλωθεί ενέργεια κατά τη διάρκεια μιας αντίδρασης, το ΔH θα έχει θετική τιμή, η αντίδραση λέγεται ότι είναι ενδόθερμη.

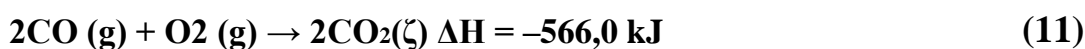
Η μεταβολή της ενθαλπίας για μια χημική αλλαγή είναι ανεξάρτητη από τη μέθοδο ή τη διαδρομή με την οποία πραγματοποιείται η αλλαγή, εφόσον η αρχική και η τελική ουσία φέρονται στην ίδια θερμοκρασία. Αυτή η παρατήρηση, γνωστή ως ΝΟΜΟΣ ΤΟΥ HESS, έχει σημαντική πρακτική χρησιμότητα. Οι θερμοχημικές εξισώσεις μπορούν να αντιμετωπιστούν ως αλγεβρικές εξισώσεις: μπορούν να γραφτούν προς την αντίστροφη κατεύθυνση με μια αλλαγή στο πρόσημο του ΔH – παρόλο που η αντίστροφη αντίδραση μπορεί να μην συμβεί στην πραγματικότητα. Μπορούν να προστεθούν και να αφαιρεθούν αλγεβρικά. Η εξίσωση και η σχετική τιμή ΔH μπορούν να πολλαπλασιαστούν ή να διαιρεθούν με

παράγοντες. Ο νόμος του Hess επιτρέπει τον υπολογισμό των μεταβολών της ενθαλπίας που θα ήταν δύσκολο ή αδύνατο να προσδιοριστούν άμεσα, δηλαδή με πείραμα.

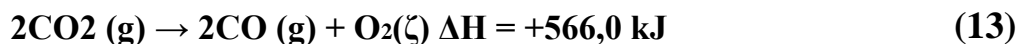
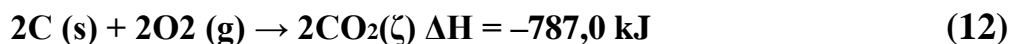
Η μεταβολή της ενθαλπίας για την αντίδραση:



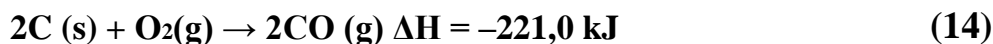
Δεν μπορεί να προσδιοριστεί άμεσα γιατί θα σχηματιστεί και διοξείδιο του άνθρακα. Ωστόσο, η ΔH μπορεί να μετρηθεί για:



Ο πολλαπλασιασμός της εξίσωσης (10) με το (9) δίνει την εξίσωση (12) και η αντιστροφή της εξίσωσης (11) δίνει την εξίσωση (13):



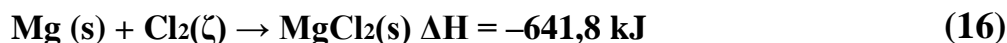
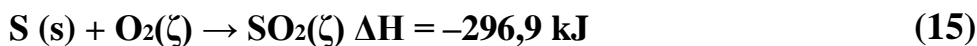
Η προσθήκη των εξισώσεων (12) και (13) δίνει τις επιθυμητές πληροφορίες:



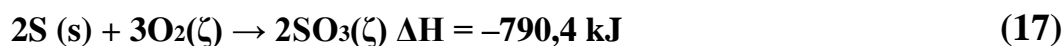
Για μια αντίδραση στην οποία σχηματίζεται μια ένωση από τα στοιχεία, η ενθαλπία

Η αλλαγή ονομάζεται θερμότητα σχηματισμού, $\Delta H_{\text{ο,φά}}$ για την ένωση. Ο εκθέτης «ο»

υποδεικνύει τυπικές συνθήκες πίεσης μιας ατμόσφαιρας. Η εξίσωση (9) και (10) είναι τέτοιες αντιδράσεις. Κάποιοι άλλοι:



Στις αντιδράσεις (9), (10), (14) και (8) το ΔH για την αντίδραση είναι $\Delta H_{\text{ο}}$ για την ένωση. Για την αντίδραση:



Η θερμότητα της αντίδρασης σχετίζεται με το σχηματισμό δύο mol SO₃. Αλλά η θερμότητα σχηματισμού ο είναι ανά mol της ένωσης, άρα ΔH_f SO₃ είναι το ήμισυ των -790,4 ή -395,2 kJ.

Εκτενείς κατάλογοι θερμότητας σχηματισμού διατίθενται σε εγχειρίδια. Με αυτές τις τιμές του ΔH^ο, μπορείτε να υπολογίσετε σχεδόν οποιαδήποτε θερμότητα αντίδρασης. Η θερμότητα μιας αντίδρασης είναι το άθροισμα του ΔH_f τιμές για τα γινόμενα μείον το άθροισμα του ΔH_f τιμές για τα αντιδρώντα. Εκφράζεται ως τύπος:

$$\Delta H_{rxn} = \sum \Delta H_{f, products}^{\circ} - \sum \Delta H_{f, reactants}^{\circ} \quad (18)$$

Οι θερμότητες σχηματισμού για αρκετές λίβρες ενώσεων δίνονται παρακάτω. Σημειώστε ότι η φάση της ένωσης είναι σημαντική όταν η επιλογή ΔH_f για ένα ελεύθερο στοιχείο είναι μηδέν.

ΠΡΟΤΥΠΕΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΕΣ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΥ, ΔH_{φά}, kJ/mole, στους 25°C

AgCl (s)	-127.1	Ca(OH) ₂ (s)	-986.1	K ₃ PO ₄ (aq)	-2002.9
AgNO ₃ (aq)	-100.7	Ca(OH) ₂ (aq)	-1002.9	K ₂ SO ₄ (aq)	-1409.2
AlCl ₃ (s)	-695.4	HCl (g)	-92.3	MgCl ₂ (aq)	-797.1
AlCl ₃ (aq)	-1027.2	HCl (aq)	-167.4	Mg(NO ₃) ₂ (aq)	-875.1
Al(OH) ₃ (s)	-1272.8	H ₂ O (g)	-241.8	NaCl (aq)	-407.1
Al ₂ (SO ₄) ₃ (aq)	-3753.5	H ₂ O (l)	-285.8	NaHCO ₃ (s)	-947.7
BaCl ₂ (aq)	-873.2	H ₃ PO ₄ (aq)	-1294.1	NaNO ₃ (aq)	-446.2
Ba(NO ₃) ₂ (aq)	-951.4	H ₂ SO ₄ (l)	-814.0	NaOH (aq)	-469.4
BaSO ₄ (s)	-1473.2	H ₂ SO ₄ (aq)	-888.0	Na ₂ SO ₄ (aq)	-1387.0
CaCl ₂ (aq)	-877.8	KOH (aq)	-481.2	ZnCl ₂ (aq)	-487.4

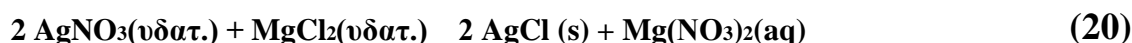
ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Χρησιμοποιώντας ΔH_ο δεδομένα υπολογίζουν τη θερμότητα της αντίδρασης για:



$$\Delta H = [\Delta H_{f, \text{AgCl}(\text{s})}^{\circ} + \Delta H_{f, \text{NaNO}_3(\text{aq})}^{\circ}] - [\Delta H_{f, \text{AgNO}_3(\text{aq})}^{\circ} + \Delta H_{f, \text{NaCl}(\text{υδατ.})}^{\circ}]$$

$$3 [(-127,0) + (-446,2)] - [(-100,7) + (-407,1)] = [-573,2] - [-507,8] = -573,2 + 507,8 = -65,4 \text{ kJ}$$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ: Χρησιμοποιώντας ΔH_f^ο δεδομένα υπολογίζουν τη θερμότητα της αντίδρασης για

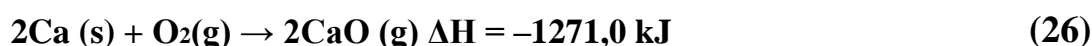
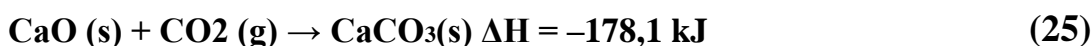
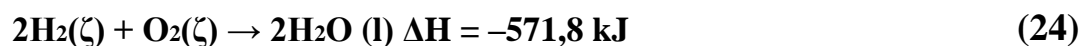
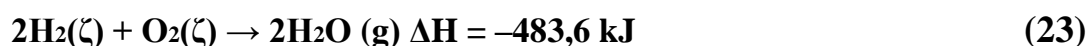
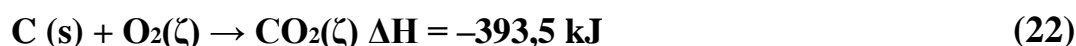
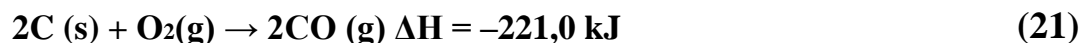


$$\Delta H = [2 \Delta H^{\circ}_{\text{φά}} \text{AgCl (s)} + \Delta H^{\circ}_{\text{φά}} \text{Mg(NO}_3)_2(\text{aq})] - [2 \Delta H^{\circ}_{\text{φά}} \text{AgNO}_3(\text{aq}) + \Delta H^{\circ}_{\text{φά}} \text{MgCl}_2(\text{aq})]$$

$$= [2(-127,0) + (-875,1)] - [2(-100,7) + (-797,1)]$$

$$= [-1129,1] - [-998,5] = -1129,1 + 998,5 = -130,6 \text{ kJ}$$

Σημείωση: οι τιμές είναι απενεργοποιημένες ΔH_f° χημική εξίσωση πολλαπλασιάζεται με τη στοιχειομετρική συντελεστές από το ισοζύγιο



Χρησιμοποιώντας τον νόμο του Hess με κατάλληλες εξισώσεις από (13)-(18), παραπάνω, υπολογίστε ΔH για καθεμία από τις ακόλουθες αντιδράσεις:

9. $\text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow \text{H}_2\text{O (g)}$
- 2) $\text{C (s)} + \text{H}_2\text{O (g)} \rightarrow \text{CO (g)} + \text{H}_2(\text{σολ})$
- 3) $\text{Ca (s)} + \text{H}_2\text{O (g)} \rightarrow \text{CaO (s)} + \text{H}_2(\text{σολ})$
- 4) $\text{CO (g)} + 1/2 \text{O}_2(\text{σολ}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{σολ})$
- 5) $2\text{Ca (s)} + 2\text{C (s)} + 3\text{O}_2(\text{σολ}) \rightarrow 2\text{CaCO}_3(\text{μικρό})$

Χρησιμοποιώντας θερμότητες των τιμών σχηματισμού υπολογίστε ΔH για καθεμία από τις ακόλουθες αντιδράσεις:

- 6) $2\text{Al (s)} + 3\text{Cl}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{AlCl}_3(\text{s})$
- 7) $2\text{Al (s)} + 3\text{H}_2\text{ΕΤΣΙ}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3(\text{aq}) + 3\text{H}_2(\text{ζ})$
- 8) $2\text{Al (s)} + 3\text{ZnCl}_2(\text{aq}) \rightarrow 2\text{AlCl}_3(\text{aq}) + 3\text{Zn (s)}$
- 9) $3\text{BaCl}_2(\text{aq}) + \text{Al}_2(\text{ΕΤΣΙ}_4)_3(\text{aq}) \rightarrow 3\text{BaSO}_4(\text{s}) + 2\text{AlCl}_3(\text{aq})$
- 10) $\text{Na}_2\text{ΕΤΣΙ}_4(\text{aq}) + \text{BaCl}_2(\text{aq}) \rightarrow \text{BaSO}_4(\text{s}) + 2\text{NaCl (υδατ.)}$
- 11) $\text{BaCl}_2(\text{aq}) + 2\text{AgNO}_3(\text{aq}) \rightarrow 2\text{AgCl (s)} + \text{Ba(NO}_3)_2(\text{υδ})$
- 12) $\text{Ca(OH)}_2(\text{υδατ.}) + 2\text{HCl (υδατ.)} \rightarrow \text{CaCl}_2(\text{aq}) + 2\text{H}_2\text{O (l)}$

- 13) $2\text{Al}(\text{OH})_3(\text{s}) + 3\text{H}_2\text{ETSI}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{Al}_2(\text{ETSI}_4)_3(\text{aq}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{l})$ $\text{Al}(\text{OH})_3$
- 14) $\text{AlCl}_3(\text{υδατ.}) + 3 \text{NaOH}(\text{υδατικό}) \rightarrow (\text{s}) + 3\text{NaCl}(\text{υδατ.})$ K_3
- 15) $3\text{KOH}(\text{aq}) + \text{H}_3\text{TAXYΔΡΟΜΕΙΟ}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{TAXYΔΡΟΜΕΙΟ}_4(\text{aq}) + 3\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Απαντήσεις Προβλημάτων

- | | |
|-----------------|-----------------|
| 1) +44,1 kJ | 9) -76,9 kJ |
| 2) +131,3 kJ | 10) -19,2 kJ |
| 3) -393,7 kJ | 11) -130,8 |
| 4) -283,0 kJ | 12) k-J1 11,7 |
| 5) -2414,2 kJ | 13) k-J2 58,7 |
| 6) -1390,8 kJ | 14) k-J5 8,7 kJ |
| 7) -1089,5 kJ | 15) -122,6 |
| 8) -592,2 kJ kJ | |

6-5-9. Εσωτερική Ενέργεια Καύσης: Ορίζεται ως η διαφορά μεταξύ της εσωτερικής ενέργειας των προϊόντων και της εσωτερικής ενέργειας των αντιδρώντων όταν συμβαίνει πλήρης καύση σε μια δεδομένη θερμοκρασία και πίεση.

$$U_C = U_P - U_R = \sum_P n_e (h_f + \Delta h - pv) - \Delta_R n_i (h_f + \Delta h - pv) \quad (27)$$

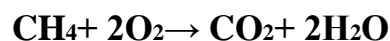
6-5-10. Αποδοτικότητα καύσης

Ορίζεται ως η αναλογία ιδανικού καυσίμου-αέρα προς την πραγματική αναλογία καυσίμου-αέρα

$$\eta_{comb} = \frac{(F/A)_{ideal}}{(F/A)_{actual}} \quad (28)$$

Παράδειγμα 8

Εξετάστε την ακόλουθη αντίδραση, η οποία λαμβάνει χώρα σε διεργασίες σταθερής κατάστασης, σταθερής ροής.



Τα αντιδρώντα και τα προϊόντα βρίσκονται το καθένα σε ολική πίεση 0,1 Μρα και 25 °C. Προσδιορίστε τη μεταφορά θερμότητας για ανά Κ mol καυσίμου που εισέρχεται στο θάλαμο καύσης.

Λύση: χρησιμοποιώντας τις τιμές της ενθαλπίας του σχηματισμού

$$Q = h_f = \sum_P n_e h_f - \sum_R n_i h_f$$

$$\Sigma_R n_i h_f = (h_f) \text{CH}_4 = -74873 \text{KJ}$$

$$\Sigma_p n_e h_f = (h_f) \text{CO}_2 + 2 (h_f) \text{H}_2\text{O} = -393522 + 2(-2852830) = -965182 \text{KJ}$$

Επομένως

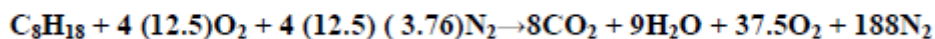
$$Q = -965182 - (-74873) = -890309 \text{KJ}$$

Παράδειγμα 9

Ένας μικρός αεριοστρόβιλος χρησιμοποιεί 3-μεθυλεπτάνιο C_8H_{18} ως καύσιμο και 400% θεωρητικός αέρας. Ο αέρας και τα καύσιμα εισέρχονται στους 25°C και τα προϊόντα της καύσης αφήνει στο 900K . Μετράται η ισχύς του κινητήρα και η κατανάλωση καυσίμου και διαπιστώνεται ότι η ειδική κατανάλωση καυσίμου είναι $0,25 \text{kg/sec}$ καυσίμων ανά MW παραγωγής. Προσδιορίστε τη μεταφορά θερμότητας από τον κινητήρα ανά K mol καυσίμων. Υποθέστε πλήρη καύση

Λύση:

Η εξίσωση καύσης είναι



Από τον πρώτο νόμο

$$Q + \Sigma_R n_i (h_f + \Delta h); = W + \Sigma_p n_e (h_f + \Delta h)$$

$$\Sigma_R n_i (h_f + \Delta h) = (h_f) \text{C}_8\text{H}_{18} = 250105 \text{ KJ/K mol fuel at } 25^\circ\text{C}$$

Λαμβάνοντας υπόψη τα προϊόντα

$$\Sigma_p n_e (h_f + \Delta h) = n\text{CO}_2 (h_f + \Delta h) \text{CO}_2 + n\text{H}_2\text{O} (h_f + \Delta h) \text{H}_2\text{O} + n\text{O}_2 (\Delta h)\text{O}_2 + n\text{N}_2 (\Delta h)\text{N}_2$$

$$h_f \text{ of, O}_2, \text{N}_2 = 0 \quad \Delta h = \text{Ενθαλπία σχηματισμού από } 298^\circ\text{K} \text{ έως } 900 \text{ K}$$

Επομένως

$$\Sigma_p n_e (h_f + \Delta h) = 8 (-393522 + 288030) + 9(-241826 + 21892) + 37.5(19249) + 188(18222) = -755769 \text{ KJ/K mol fuel.}$$

$$W = \frac{1000(\text{Kw})}{0.25} \times \frac{114 \text{Kg}}{\text{K mol}} = 456920 \text{ KJ / Kmol}$$

Επομένως

$$Q = -755769 + 456920 - (-250105) = -48744 \text{ KJ/K mol καυσίμου}$$

Periodic Table of Elements

1A 1																	8A 18
1 H 1.01	2A 2											3A 13	4A 14	5A 15	6A 16	7A 17	2 He 4.00
3 Li 6.94	4 Be 9.01											5 B 10.8	6 C 12.0	7 N 14.0	8 O 16.0	9 F 19.0	10 Ne 20.2
11 Na 23.0	12 Mg 24.3	3B 3	4B 4	5B 5	6B 6	7B 7	8B 8 9 10			1B 11	2B 12	13 Al 27.0	14 Si 28.1	15 P 31.0	16 S 32.1	17 Cl 35.4	18 Ar 39.9
19 K 39.1	20 Ca 40.1	21 Sc 45.0	22 Ti 47.9	23 V 50.9	24 Cr 52.0	25 Mn 54.9	26 Fe 55.8	27 Co 58.9	28 Ni 58.7	29 Cu 63.5	30 Zn 65.4	31 Ga 69.7	32 Ge 72.6	33 As 74.9	34 Se 79.0	35 Br 79.9	36 Kr 83.8
37 Rb 85.5	38 Sr 87.6	39 Y 88.9	40 Zr 91.2	41 Nb 92.9	42 Mo 95.9	43 Tc (98)	44 Ru 101	45 Rh 103	46 Pd 106	47 Ag 108	48 Cd 112	49 In 115	50 Sn 119	51 Sb 122	52 Te 128	53 I 127	54 Xe 131
55 Cs 133	56 Ba 137	57 La 139	72 Hf 178	73 Ta 181	74 W 184	75 Re 186	76 Os 190	77 Ir 192	78 Pt 195	79 Au 197	80 Hg 201	81 Tl 204	82 Pb 207	83 Bi 209	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
87 Fr (223)	88 Ra 226	89 Ac 227	104 Rf (261)	105 Ha (262)	106 Unh (263)	107 Uns (262)	108 Uno (265)	109 Une (266)									

Lanthanides	58 Ce 140	59 Pr 141	60 Nd 144	61 Pm (145)	62 Sm 150	63 Eu 152	64 Gd 157	65 Tb 159	66 Dy 162	67 Ho 165	68 Er 167	69 Tm 169	70 Yb 173	71 Lu 175
Actinides	90 Th 232	91 Pa 231	92 U 238	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)

Ερωτήσεις

Ακολούθως Μηχανολόγων Μηχανικών Ερωτήσεις αντικειμενικού τύπου πολλαπλών επιλογών

Μέρος 1

1. Η πίεση στο τέλος της συμπίεσης στην περίπτωση του κινητήρα ντίζελ είναι της τάξης του

- 6 kg/cm
- 12 kg/cm
- 20 kg/cm
- 27,5 kg/cm
- 35 kg/cm

2. Ο λόγος της ενδεικνυόμενης θερμικής απόδοσης προς την αντίστοιχη τυπική απόδοση κύκλου αέρα ονομάζεται

- καθαρή απόδοση
- αναλογία αποδοτικότητας
- σχετική αποτελεσματικότητα
- συνολική αποτελεσματικότητα
- αποδοτικότητα του κύκλου.

3. Λόγος συμπίεσης LC. κινητήρες είναι

- Η αναλογία όγκων αέρα στον κύλινδρο πριν από τη διαδρομή συμπίεσης και μετά τη διαδρομή συμπίεσης
- όγκος μετατοπισμένος από έμβολο ανά διαδρομή και όγκος διάκενου σε αναλογία
- πίεσης κυλίνδρου μετά τη συμπίεση και πριν από τη συμπίεση
- όγκος σάρωσης / όγκος κυλίνδρου
- όγκος κυλίνδρου / όγκος σάρωσης.

4. Η υπερφόρτιση είναι η διαδικασία του

- Τροφοδοτώντας την εισαγωγή ενός κινητήρα με αέρα σε πυκνότητα μεγαλύτερη από την πυκνότητα της περιβάλλουσας ατμόσφαιρας
- παροχή αέρα εξαναγκασμένης ψύξης
- έγχυση περίσσειας καυσίμου για αύξηση του φορτίου
- παροχή πεπιεσμένου αέρα για την πλήρη απομάκρυνση των προϊόντων καύσης

- αύξηση της πίεσης των καυσαερίων.

5. Η ειδική κατανάλωση καυσίμου ανά ώρα BHP για κινητήρα ντίζελ είναι περίπου

- 0,15 κιλά
- 0,2 κιλά
- 0,25 κιλά
- 0,3 κιλά

6. Η θερμοκρασία της εσωτερικής επιφάνειας του τοιχώματος του κυλίνδρου σε κανονική λειτουργία δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει

- 80°C
- 120°C
- 180°C
- 240°C
- 320°C

7. Σε έναν κινητήρα ντίζελ, το καύσιμο αναφλέγεται από

- σπύθα
- ψεκασμένο καύσιμο
- θερμότητα που προκύπτει από τη συμπίεση του αέρα που παρέχεται για τον αναφλεκτήρα
- ανάφλεξη
- θάλαμος καύσης.

8. Η τυπική απόδοση αέρα ενός κύκλου Otto σε σύγκριση με τον κύκλο ντίζελ για τη δεδομένη αναλογία συμπίεσης είναι

- ίδιο
- πιο λίγο
- περισσότερο
- περισσότερο ή λιγότερο ανάλογα με την ονομαστική
- ισχύ απρόβλεπτη.

9. Εάν ο λόγος συμπίεσης ενός κινητήρα που λειτουργεί σε κύκλο Otto αυξηθεί από 5 σε 7, η %η αύξηση της απόδοσης θα είναι

- 2%

- 4%
- 8%
- 14%
- 27%.

10. Όλες οι θερμικές μηχανές

- χρησιμοποιούν χαμηλή θερμική αξία
- λαδιού υψηλή θερμική αξία λαδιού
- καθαρή διαυγαστική αξία λαδιού
- θερμογόνος δύναμη καυσίμου
- Όλα τα παραπάνω.

11. Η μέγιστη θερμοκρασία στον κύλινδρο κινητήρα IC είναι της τάξης του

- 500-1000°ντο
- 1000-1500°ντο
- 1500-2000°ντο
- 2000-2500°ντο
- 2500-3000°ντο

12. Η θερμογόνος δύναμη των αερίων καυσίμων εκφράζεται σε όρους kcal

- kcal/kg
- kcal/m²
- kcal/n;
- Όλα τα παραπάνω.

13. Σηκώστε τη λάθος δήλωση

- Ο 2χρονος κινητήρας μπορεί να λειτουργήσει προς οποιαδήποτε κατεύθυνση
- Στον τετράχρονο κινητήρα, επιτυγχάνεται ισχύς σε 4χρονους
- Η θερμική απόδοση του κινητήρα 4-stroke οφείλεται περισσότερο στο θετικό καθαρισμό
- Οι βενζινοκινητήρες εργάζονται για να ανακυκλώσουν
- Οι βενζινοκινητήρες καταλαμβάνουν περισσότερο χώρο από τους κινητήρες ντίζελ για την ίδια απόδοση ισχύος.

14. Η θερμική απόδοση ενός κύκλου ντίζελ με σταθερή αναλογία συμπίεσης, με

- αύξηση της αναλογίας αποκοπής θα
- αυξήσει
- μειώσει
- είναι ανεξάρτητη
- μπορεί να αυξηθεί ή να μειωθεί ανάλογα με άλλους παράγοντες
- κανένα από τα παραπάνω.

15. Σε έναν τυπικό μεσαίας ταχύτητας τετράχρονο κινητήρα ντίζελ η βαλβίδα εισαγωγής ανοίγει στις

- 20° πριν από το κορυφαίο νεκρό σημείο και κλείνει στις 35° αφού το κάτω νεκρό σημείο
- ανοίγει στο πάνω νεκρό σημείο και κλείνει στο κάτω νεκρό σημείο
- ανοίγει στις 10° μετά από κορυφαίο νεκρό σημείο και κλείνει 20° προτού το κάτω νεκρό σημείο
- μπορεί να ανοίγει ή κλείνει οπουδήποτε
- παραμένει ανοιχτό για 200°.

16. Εγγυήσεις κατανάλωσης καυσίμου για I.C. κινητήρας συνήθως βασίζονται σε

- χαμηλή θερμική αξία λαδιού
- υψηλή θερμική αξία λαδιού καθαρή
- θερμογόνο τιμή λαδιού
- θερμογόνο τιμή καυσίμου
- όλα τα παραπάνω.

17. Το καύσιμο στον κινητήρα ντίζελ εγχέεται κανονικά υπό πίεση

- 5-10 kg/cm²
- 20-25 kg/cm²
- 60-80 kg/cm²
- 90-130 kg/cm²
- 150-250 kg/cm²

18. Η παροχή αέρα καθαρισμού σε πυκνότητα μεγαλύτερη από αυτήν της ατμόσφαιρας σημαίνει ότι ο κινητήρας είναι υπερτροφοδοτούμενος;

- Ναι
- όχι
- σε κάποιο βαθμό
- απρόβλεπτος

- εξαρτάται από άλλους παράγοντες.

19. Σε περίπτωση αεριοστροβίλων, οι εγγυήσεις κατανάλωσης αερίου καυσίμου βασίζονται σε

- υψηλή θερμική αξία
- χαμηλή θερμική αξία
- καθαρή θερμογόνος δύναμη
- μέση τιμή θερμότητας
- θερμιδική αξία.

20. Η πίεση και η θερμοκρασία στο τέλος της διαδρομής συμπίεσης σε έναν βενζινοκινητήρα είναι της τάξης του

- 4- 6 kg/cm² και 200 - 250°C
- 6-12 kg/cm² και 250 - 350°C
- 12-20 kg/cm² και 350 - 450°C
- 20 - 30 kg/ cm² και 450 - 500°C
- 30 - 40 kg/cm² και 500 - 700°C.

21. Ένας δείκτης κινητήρα χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των παρακάτω

- Ταχύτητα
- θερμοκρασία
- όγκος κυλίνδρου
- mep και IHP
- BHP.

22. Εάν η θερμοκρασία του αέρα εισαγωγής του κινητήρα IC αυξηθεί, η απόδοσή του θα αυξηθεί

- αυξάνουν
- μείωση
- παραμένουν ίδια
- απρόβλεπτος
- εξαρτώνται από άλλους παράγοντες.

23. Μέσα σάρωσης αέρα σε κινητήρα ντίζελ

- αέρας που χρησιμοποιείται για την καύση που στέλνεται υπό πίεση
- εξαναγκασμένος αέρας για ψύξη του κυλίνδρου

- καμένο αέρα που περιέχει προϊόντα καύσης
- αέρας που χρησιμοποιείται για την εξώθηση καμένων αερίων από τον κύλινδρο του κινητήρα κατά τη διάρκεια της περιόδου εξάτμισης
- μίγμα καυσίμου αέρα.

24. Η καύση σε κινητήρες ανάφλεξης με συμπίεση είναι

- ομοιογενής
- ετερογενής
- τόσο (α) όσο και (β)
- στρωτή
- ταραχώδης.

Μέρος 2ο

1. Η απόδοση ενός κινητήρα ντίζελ μπορεί να αυξηθεί χωρίς να αυξηθεί η περιστροφή ή το μέγεθος του κινητήρα με τον ακόλουθο τρόπο

- τροφοδοτώντας περισσότερα καύσιμα
- αύξηση του μεγέθους του σφονδύλου
- θέρμανση του εισερχόμενου αέρα
- καθαρισμός
- Υπερφόρτιση.

2. Η αναλογία αέρα-καυσίμου του κινητήρα βενζίνης ελέγχεται από

- Αντλία καυσίμου
- κυβερνήτης
- εγχυτών
- καρμπυρατέρ
- Καθαριστή.

3. Ένας κινητήρας 75 cc έχει την ακόλουθη παράμετρο ως 75 cc

- Χωρητικότητα δεξαμενής καυσίμου
- χωρητικότητα λιπαντικού
- σαρωμένος όγκος
- όγκος κυλίνδρου

Όγκος εκκαθάρισης.

4. Ποιο από τα παρακάτω δεν είναι κινητήρας εσωτερικής καύσης

- 2χρονος βενζινοκινητήρας
- 4χρονος βενζινοκινητήρας
- μηχανή πετρελαίου
- τουρμπίνα αερίου
- Ατμοστρόβιλος.

5. Η συσσώρευση άνθρακα σε έναν κύλινδρο έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του

- όγκου εκκαθάρισης
- ογκομετρικής απόδοσης
- χρόνου ανάφλεξης
- αποτελεσματικής αναλογίας συμπίεσης
- χρόνου διαδρομής βαλβίδας.

6. Η ειδική κατανάλωση καυσίμου ανά ώρα ΒΗ για έναν βενζινοκινητήρα είναι περίπου

- 0,15 κιλά
- 0,2 κιλά
- 0,25 κιλά
- 0,3 κιλά
- 0,35 κιλά.

7. Στον κινητήρα ντίζελ ο κύλινδρος intake με έγχυση καυσίμου ντίζελ θα καεί αμέσως σε θερμοκρασία πεπιεσμένου αέρα περίπου

- 250°C
- 500°C
- 1000°C
- 150°C
- 2000°C.

8. Εάν η θερμοκρασία του αέρα εισαγωγής στους κινητήρες IC μειωθεί, τότε η απόδοσή του θα

- αυξάνουν
- μειώνουν

- παραμένουν ίδια
- αύξηση μέχρι ορισμένο όριο και μετά μείωση
- μείωση μέχρι ορισμένο όριο και μετά αύξηση.

9. Σημειώστε την ψευδή δήλωση

- Θερμική απόδοση του κινητήρα ντίζελ ί περίπου 34%
- Θεωρητικά το σωστό μείγμα αέρα με βενζίνη είναι περίπου 15 : 1 Οι κινητήρες συμπίεσης υψηλής ταχύτητας λειτουργούν με διπλό κύκλο καύσης Οι κινητήρες ντίζελ είναι κινητήρες ανάφλεξης με συμπίεση
- Οι κινητήρες SI είναι κινητήρες που διέπονται από την ποιότητα.

10. Η απαίτηση αέρα ενός βενζινοκινητήρα κατά την εκκίνηση σε σύγκριση με τη θεωρητική απαίτηση για πλήρη καύση είναι

- περισσότερη
- λιγότερη
- το ίδιο
- μπορεί να είναι περισσότερη ή λιγότερη ανάλογα με την χωρητικότητα του κινητήρα απρόβλεπτη

11. Η βαθμολογία ενός κινητήρα ντίζελ, με αύξηση της θερμοκρασίας εισόδου αέρα, θα

- αυξάνονται γραμμικά
- μειώνονται γραμμικά
- αυξάνονται παραβολικά
- μειώνονται παραβολικά
- πρώτα μειώνεται γραμμικά και μετά αυξάνεται παραβολικά.

12. Σε έναν τυπικό κινητήρα ντίζελ μεσαίας ταχύτητας, 4-χρονου κύκλου

- ο ψεκασμός καυσίμου ξεκινά στις 10° πριν στο νεκρό σημείο και τελειώνει στις 20° μετά το νεκρό κέντρο
- ψεκασμός καυσίμου ξεκινά από το πάνω νεκρό σημείο και τελειώνει στο 20° μετά από κορυφαίο νεκρό σημείο
- ο ψεκασμός καυσίμου ξεκινά λίγο πριν από το άνω νεκρό σημείο και τελειώνει αμέσως μετά το ανώτερο νεκρό σημείο
- μπορεί να ξεκινήσει και να τελειώσει οπουδήποτε
- κανένα από τα παραπάνω.

13. Η απώλεια συμπίεσης στους κινητήρες IC συμβαίνει εξ' αιτίας
- διαρροή δακτυλίων εμβόλου
 - χρήση φραγμένων σχισμών εισόδου
 - αέρα με φλάντζα κεφαλής παχιάς
 - αύξηση του όγκου διάκενου που προκαλείται από τη φθορά του ρουλεμάν-δακτυλίου
 - όλα τα παραπάνω.
14. Σε έναν τυπικό μεσαίας ταχύτητας τετράχρονο πετρελαιοκινητήρα
- η συμπίεση ξεκινά στα 35° μετά το κάτω νεκρό σημείο και τελειώνει στο πάνω νεκρό σημείο, η συμπίεση ξεκινά από το κάτω νεκρό σημείο και τελειώνει στο πάνω νεκρό σημείο
 - η συμπίεση ξεκινά στις 10° πριν από το κάτω νεκρό σημείο και, τελειώνει λίγο πριν το πάνω νεκρό σημείο
 - μπορεί να ξεκινήσει και να τελειώσει
 - οπουδήποτε κανένα από τα παραπάνω.
15. Εάν ένας κύλινδρος ενός κινητήρα ντίζελ λαμβάνει περισσότερο καύσιμο από τους άλλους, τότε για αυτόν τον κύλινδρο
- Η εξάτμιση θα είναι καπνιστή
 - Οι δακτύλιοι εμβόλου θα κολλήσουν στις αυλακώσεις του εμβόλου
 - Η θερμοκρασία εξάτμισης θα είναι υψηλή
 - ο κινητήρας ξεκινά
 - υπερθέρμανση.
1. Η αναλογία καυσίμου αέρα για τις στροφές ρελαντί ενός βενζινοκινητήρα είναι περίπου
- 1: 1
 - 5: 1
 - 10:1
 - 15: 1
 - 20: 1.
2. Στον αντίθετο εμβολοφόρο κινητήρα ντίζελ, βρίσκεται ο θάλαμος καύσης
- πάνω από το έμβολο (/;) κάτω από το έμβολο

- μεταξύ των εμβόλων
- οποτεδήποτε
- δεν υπάρχει τέτοιο κριτήριο.
- επιλογή 5

3. Στη μέθοδο καθαρισμού του στροφαλοθαλάμου, η πίεση του αέρα παράγεται από υπερσυμπιεστής φυγοκεντρική αντλία φυσικός αναρροφητήρας κίνηση του εμβόλου του κινητήρα παλινδρομική αντλία.

4. Στην σάρωση βρόχου, η κορυφή του εμβόλου είναι διαμέρισμα περίγραμμα λοξή μελαγχολικός κυρτό σχήμα.

5. Η σάρωση γίνεται συνήθως για να αυξηθεί θερμική απόδοση Ταχύτητα ισχύς εξόδου κατανάλωση καυσίμου Όλα τα παραπάνω.

6. Για τη μέγιστη παραγωγή ενέργειας, η αναλογία καυσίμου αέρα για έναν βενζινοκινητήρα για οχήματα, είναι της τάξης του

- 9: 1
- 12: 1
- 15: 1
- 18: 1
- 20: 1.

7. Η αναλογία καυσίμου αέρα στην οποία δεν μπορεί να λειτουργήσει ένας βενζινοκινητήρας είναι

- 8: 1
- 10: 1
- 15: 1
- 20: 1 και λιγότερο
- θα λειτουργήσει σε όλες τις αναλογίες.

8. Ποιο από τα παρακάτω είναι το ελαφρύτερο και πιο πτητικό υγρό καύσιμο

- ντίζελ
- πετρέλαιο
- καύσιμο
- βενζίνη
- λιπαντικό.

9. Μια στοιχειομετρική αναλογία αέρα-καυσίμου είναι

- χημικά σωστό μείγμα
- άπαχο μείγμα
- πλούσιο μείγμα για ρελαντί Πλούσιο
- μείγμα για υπερβολικά φορτία
- η αναλογία που χρησιμοποιείται σε πλήρεις ονομαστικές παραμέτρους.

10. Το σημείο ροής του μαζούτ είναι η

- ελάχιστη θερμοκρασία στην οποία θερμαίνεται το λάδι για να εκπέμπει εύφλεκτους ατμούς σε αρκετή ποσότητα ώστε να αναφλεγεί στιγμιαία όταν έρθει σε επαφή με φλόγα
- θερμοκρασία στην οποία στερεοποιείται ή πήζει παίρνει φωτιά χωρίς εξωτερική βοήθεια
- υποδεικνύεται από τη θερμοκρασία απόσταξης 90%, δηλαδή όταν το 90% του δείγματος λαδιού έχει αποσταχθεί
- θερμοκρασία στην οποία ρέει εύκολα.

11. Η εγκατάσταση υπερσυμπιεστή σε κινητήρα ντίζελ τεσσάρων κύκλων μπορεί να οδηγήσει στην ακόλουθη ποσοστιαία αύξηση της ισχύος

- έως 25%
- έως 35%
- έως 50%

- έως 75%
- έως και 100%.

12.Μια ταχύτητα φλόγας ημη λαμβάνεται στον κινητήρα ντίζελ όταν η αναλογία καυσίμου αέρα είναι

- ομοιόμορφο σε όλο το μείγμα
- χημικά σωστό μείγμα περίπου
- 3-5% πλούσιο μείγμα
- περίπου 10% πλούσιο μείγμα
- περίπου 10% άπαχο μείγμα.

13.Ο ακόλουθος όγκος αέρα απαιτείται για την κατανάλωση 1 λίτρου καυσίμου από έναν τετράχρονο κινητήρα

- 1 m³
- m³
- 5-6 m³
- 9-10 m³
- 15-18 m³.

14.Η αναλογία αέρα-καυσίμου στους βενζινοκινητήρες-ελέγχεται από

- έλεγχος ρύθμισης ανοίγματος/κλεισίματος βαλβίδας
- ένεση
- καρμπυρατέρ
- καθαρισμός και υπερφόρτιση.

15.Ένας κινητήρας 5 BHP που λειτουργεί με πλήρες φορτίο θα καταναλώνει ντίζελ της τάξης του

- 0,3 kg/ώρα
- 1 κιλό/ώρα
- κιλά/ώρα
- κιλά/ώρα
- κιλά/ώρα.

16.Η θεωρητικά σωστή αναλογία καυσίμου αέρα για βενζινοκινητήρα είναι της τάξης του

- 6: 1
- 9: 1

- 12: 1
- 15: 1
- 20: 1.

17. Σε έναν ατμοσφαιρικό κινητήρα ντίζελ, ο αέρας τροφοδοτείται από

- έναν υπερσυμπιεστή
- ένας φυγόκεντρος φυσητήρας
- ένας θάλαμος κενού
- ένα σωλήνα έγχυσης
- εξαναγκασμένος θάλαμος

18. Για την ίδια ισχύ που αναπτύσσεται σε κινητήρες IC, το φθηνότερο σύστημα είναι

- φυσικής αναρρόφησης
- υπερτροφοδοτούμενος
- φυγόκεντρική αντλία
- turbo φορτιστής
- κανένα από τα παραπάνω.

19. Ο κινητήρας ντίζελ μπορεί να λειτουργήσει με αναλογία καυσίμου πολύ άπαχου αέρα της τάξης του 30 : 1. Ένας κινητήρας βενζίνης μπορεί επίσης να λειτουργήσει σε μια τέτοια αναλογία άπαχου αέρα δεδομένου ότι

- είναι σωστά σχεδιασμένο καύσιμο καλύτερης
- ποιότητας χρησιμοποιείται δεν μπορεί να
- λειτουργήσει καθώς είναι αδύνατο το μέγεθος του
- σφονδύλου να είναι σωστό
- η ψύξη του κινητήρα σταματά.

20. Ένας κινητήρας ντίζελ έχει

- 1 βαλβίδα
- βαλβίδες
- βαλβίδες
- βαλβίδες
- χωρίς βαλβίδα.

21. Το χτύπημα στον κινητήρα ντίζελ συμβαίνει λόγω

- στιγμιαία και γρήγορη καύση του πρώτου μέρους της φόρτισης

στιγμιαία αυτόματη ανάφλεξη του τελευταίου μέρους της φόρτισης
καθυστερημένη καύση του πρώτου μέρους της περιόδου
καθυστερήσης μείωσης φόρτισης
Όλα τα παραπάνω.

22. Η πτητικότητα του πετρελαίου ντίζελ είναι

- ελάχιστη θερμοκρασία στην οποία θερμαίνεται το λάδι για να εκπέμπει φλεγμονώδεις ατμούς σε επαρκή ποσότητα ώστε να αναφλεγεί στιγμιαία όταν έρθει σε επαφή με φλόγα
- θερμοκρασία στην οποία στερεοποιείται ή πήζει παίρνει φωτιά χωρίς εξωτερική βοήθεια
- υποδεικνύεται από τη θερμοκρασία απόσταξης 90%, δηλαδή όταν το 90% του δείγματος λαδιού έχει αποσταχθεί
- θερμοκρασία στην οποία ρέει εύκολα.

23. Ποιο είναι πιο παχύρρευστο λάδι

- SAE 30
- SAE 40
- SAE 50
- SAE 70
- SAE 80.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μέσα από τη μετάφραση και μελέτη του συγκεκριμένου βιβλίου μπορέσαμε να μελετήσουμε ουσιαστικά και να κατανοήσουμε τον τρόπο και το σκοπό λειτουργίας ενός κινητήρα εσωτερικής καύσης. Η κλιματική αλλαγή, σε συνδυασμό με την επιβάρυνση της ατμόσφαιρας από ρύπους που παράγονται από την καύση του άνθρακα μέσω των MEK, έχει φέρει την ανθρωπότητα σε μία κατάσταση επιβράδυνσης και καταστολής της χρήσης των συγκεκριμένων κινητήρων. Οι ποσότητες ενέργειας που παράγονται κατά την καύση του άνθρακα είναι τεράστιες σε σχέση με άλλες μορφές ενέργειας και το παραγόμενο ωφέλιμο έργο μεγάλο. Αυτός είναι και ο μεγαλύτερος λόγος για τον οποίο βλέπουμε σε παγκόσμιο επίπεδο την ευρεία χρήση του για σκοπούς παραγωγής, άντλησης, μετακίνησης, θέρμανσης, ενέργειας κλπ. Η εκτίμηση για τον χρόνο εξάντλησης των αποθεμάτων των ορυκτών καυσίμων, υπολογίζεται ότι είναι για το κάρβουνο τα 417 χρόνια, για το πετρέλαιο τα 43 χρόνια και για το φυσικό αέριο τα 167 χρόνια. Ευελπιστούμε ότι στο προσεχές μέλλον, θα αναπτυχθούν και θα εξελιχθούν έρευνες σχετικά με τη δημιουργία κινητήρων που θα χρησιμοποιούν εναλλακτικά καύσιμα πιο φιλικά προς το περιβάλλον και με απόδοση παρόμοια των ήδη υπαρχόντων ορυκτών . Αν και όχι πολύ ιδιαίτερο και πρωτότυπο θα έλεγε κανείς το θέμα που επιλέξαμε για τη πτυχιακή μας εργασία , πιστεύουμε πώς το αναλύσαμε πλήρως και με σαφήνεια μιας και στόχος μας είναι να ασχοληθούμε με τέτοιους κινητήρες και το εργασιακό μας περιβάλλον σχετίζεται άμεσα με τη συντήρηση και επισκευή κινητήρων MEK.

Τέλος, οφείλουμε να ευχαριστήσουμε θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτριά μας κ. Βασιλική Δούσπη επίκουρο καθηγήτρια του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών, για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μας προσέφερε για την υλοποίηση και ολοκλήρωση της εργασίας.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- [1] Balusamy T. and Senthilkumar T. Reduction of NO engine, vol.6, NO.5. May 2011 x emissions in Jatropha seed oil-fueled CI
- [2] Sharma RP. Bio-diesel and E-diesel in transportation—an OEM perspective. In: Proceedings of XVIII National Conference on IC Engines, Trivandrum, December, 2003, p. 539–50.
- [3] Chairman, Committee on development of bio-fuel. Report of committee on development of bio-fuels. Planning Commission, Government of India, April 2003.
- [4] Agarwal AK, Das LM. Bio-diesel development and characterization for use as a fuel in CI engines. ASME Trans 2001;123:440–7.
- [5] Senthil Kumar M, Ramesh A, Nagalingam B. Explorations on the use of Jatropha oil and its methyl ester as fuel in a CI engine. J Inst Energy 2001;74:24–8.
- [6] Senatore A, et al. A comparative analysis of combustion process in DI diesel engine fueled with biodiesel and diesel fuel, 2000, SAE Transaction 2000-01-0691. p. 1–11.
- [7] Ladommatos N, Abdelhalim SM, Zhao, Hu Z. The effects of CO₂ in EGR on diesel engine emissions. Proc Inst Mech Eng 2000;212(Part D):25–42.
- [8] S.K. Mahla , L.M. Das , M.K.G. Babu . Effect of EGR on Performance and Emission Characteristics of Natural Gas Fueled Diesel Engine ISSN 1995-6665 Pages 523 – 530
- [9] Avinash Kumar Agarwal and et al.: Effect of EGR on the exhaust gas temperature and exhaust opacity in compression ignition engines Vol. 29, Part 3, June 2004, pp. 275–284
- [10] Naik SN, Meher LC, Vidya Sagar D. 2006. Technical aspects of biodiesel production by trans esterification - A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 10: 248-268.
- [11] Ramadhas AS, Jayaraj S, Muralidharan C. 2004. Use of vegetable oils as IC engine fuels- A review. Renewable Energy. 29: 727-742.

<https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%AE%CE%B5%CF%83%CF%89%CF%84%CE%B5%CF%81%CE%B9%CE%BA%CE%AE>

- [12] Barnwal BK, Sharma MP. 2005. Prospects of biodiesel production from vegetable oils in India. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 9: 363-378.
- [13] Shailendra Sinha, Avinash Kumar Agarwal. 2005. Combustion characteristics of ricebran oil derived biodiesel in a transportation diesel engine. *Society of Automotive Engineers*. 26: 354.
- [14] Suryawanshi JG, Despande NV. 2004 Experimental explorations on a pungamia oil methyl ester fuelled diesel engine. *Society of Automotive Engineers*. 28: 18.
- [15] Naveen Kumar, Abhay Dhuwe. 2004. Fuelling an agricultural diesel engine with derivative of palm oil. *Society of Automotive Engineers*. 28: 39.
- [16] Nagaraja AM, Prabhukumar GP. 2004. Characterization and optimization of rice bran oil methyl ester for CI engines at different injections pressures. *Society of Automotive Engineers*. 28: 0039.
- [17] John B Heywood. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. Automotive Technology Series (McGraw-Hill International Editions), Singapore.
- [18] 1994. *Annual Book of ASTM Standards* (American Society for Testing and Materials, Philadelphia).
- [19] <http://www.tc.gc.ca/eng/programs/environment-etv-egr-eng-1144.htm>
- [20] Bureau of Energy Efficiency. *Energy Efficiency in Thermal Utilities*. Chapter 1. 2004.
- [21] Department of Coal, Government of India. *Coal and Cement Industry – Efficient utilization*. 1985.
- [22] Department of Coal, Government of India. *Coal and Furnace Operation – Improved techniques*. 1985.
- [23] Department of Coal, Government of India. *Coal and Industrial Furnaces – Efficient utilization*. 1985.
- [24] Department of Coal, Government of India. *Coal and Pulp and Paper industry – Efficient utilization*. 1985.
- [25] Department of Coal, Government of India. *Coal and Textile Industry – Efficient utilization*. 1985.
- [26] Department of Coal, Government of India. *Coal Combustion – Improved techniques for efficiency*. 1985.
- [27] Department of Coal, Government of India. *Fluidised Bed Coal Fired Boilers*. 1985.
- [28] Petroleum Conservation Research Association. www.pcrs.org
- [29] Shaha, A.K. *Combustion Engineering and Fuel Technology*. Oxford & IBH Publishing Company.

