

**Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα (ΤΕΙ) Ηρακλείου Κρήτης
Τμήμα Ηλεκτρολογίας**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Χρήση κινητήρων DIESEL για τη παραγωγή ενέργειας στην Ελλάδα»

**Εισηγητής : Ρουμπελάκης Γεώργιος
Σπουδάστρια : Γαλανοπούλου Αγγελική**

Ηράκλειο 2011

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΚΙΝΗΤΗΡΙΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ	5
ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	10
ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ (ΜΕΚ).....	10
1.1 ΓΕΝΙΚΑ	10
1.2 ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ.....	12
1.2.1 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΜΕΚ	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	15
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ DIESEL.....	15
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ	15
2.2 ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΜΗΧΑΝΗΣ.....	15
2.3 Η ταξινόμηση των μηχανών Diesel.....	16
2.3.1 Διατάξεις κινητήρων Diesel	16
2.4 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ DIESEL	17
2.4.1 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΑ	17
2.4.2 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΔΙΧΡΟΝΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΑ	21
2.4.3 ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΑ- ΣΠΕΙΡΟΕΙΔΕΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ	22
2.4.4 ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΔΙΧΡΟΝΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΑ- ΣΠΕΙΡΟΕΙΔΕΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ	23
2.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΟΥ ΚΑΙ ΔΙΧΡΟΝΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	24
2.6 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ DIESEL ΕΝΑΝΤΙ ΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΗΣ ΔΙΧΡΟΝΗΣ.....	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	27
ΜΕΡΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ DIESEL.....	27
3.1 Κυλινδροκεφαλή μηχανής diesel	27
3.2 Κύλινδρος-Χιτώνιο	29
3.3 Έμβολο	31
3.4 Ελατήρια.....	33
3.5 Διωστήρας – Πείρος.....	34
3.6 Στροφαλοφόρος άξονας	35
3.7 Εκκεντροφόρος άξονας	37
3.8 Βαλβίδες μηχανών diesel	38
3.9 Μηχανισμός μετάδοσης κίνησης.....	40
3.10 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΓΧΥΣΕΩΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΣΕ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΜΗΧΑΝΕΣ	41
3.11 ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΑΥΣΗΣ ΜΗΧΑΝΩΝ DIESEL.....	42
3.12 Σύστημα τροφοδοτήσεως των πετρελαιομηχανών	46
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	48
ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΣΗ TURBO	48
4.1 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΣΗ	49
4.2 ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΩΝ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ	50
4.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΣΗΣ.....	50
4.4 ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΣΗ DIESEL.....	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	56
ΧΡΗΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΜΗΧΑΝΩΝ	56
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	58

ΕΝΕΡΓΕΙΑ	58
6.1 ΓΕΝΙΚΑ	58
6.2 Η ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	59
6.3 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	61
6.3.1 ΣΤΑΘΜΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	62
6.3.2 ΘΕΡΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ	63
6.3.2.1 Ατμοηλεκτρικοί Σταθμοί.....	64
6.3.2.2 Θερμικοί σταθμοί με Μηχανές Εσωτερικής Καύσης.....	65
6.3.2.3 Θερμικοί σταθμοί με αεριοστρόβιλους.....	65
6.3.3 ΣΤΑΘΜΟΙ ΑΠΕ	65
6.3.3.1 Υδροηλεκτρικοί σταθμοί.....	65
6.3.3.2 Αιολικά Πάρκα.....	65
6.3.3.3 Ηλιακά Πάρκα.....	66
6.3.3.4 Γεωθερμικοί σταθμοί	66
6.3.3.5 Σταθμοί βιομάζας και βιοαερίου	66
6.4 Πυρηνικοί σταθμοί	66
6.5 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.....	73
ΚΑΥΣΙΜΑ	73
7.1 Λιγνίτης - Ορισμός.....	73
7.1.1 ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΛΙΓΝΙΤΗ	73
7.1.2 ΛΙΓΝΙΤΗΣ, Η ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΓΧΩΡΙΑ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	74
7.1.3 ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ - ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΛΙΓΝΙΤΗ	75
7.2 ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ- ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ	77
7.2.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ	78
7.2.2 ΤΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΚΑΙ Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ	79
7.3 ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ -ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ	80
7.3.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.....	80
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8.....	82
ΧΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ DIESEL ΓΙΑ ΤΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ..	82
ΓΕΝΙΚΑ	82
8.1 ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΣΤΑΘΜΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ.....	82
8.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΕ DIESEL.....	83
8.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΑΛΛΟΥΣ ΤΡΟΠΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	86
8.4 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ	87
8.4.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	89
8.4.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΙΠΑΝΣΗΣ	89
8.4.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ	89
8.4.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΤΜΟΥ	89
8.4.5 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	90
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9.....	91
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ	91
9.1 ΕΚΜΕΜΠΟΜΕΝΟΙ ΡΥΠΟΙ.....	91
9.1.1 Το διοξείδιο του άνθρακα (CO ₂).....	91
9.1.2 Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)	93
9.1.3 Τα οξείδια του αζώτου (NO _x)	93
9.1.4 ο οξείδιο του Θείου (SO ₂)	94
9.1.5 Σωματιδιακοί Ρύποι (PM-10).....	96

9.1.6 ΟΙ Υδρογονάνθρακες (HC _s)	97
9.2 ΜΟΛΥΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ	98
9.3 ΡΥΠΑΝΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	98
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10.....	100
ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΣΤΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ....	100
10.1 Η ανάπτυξη των πράσινων νησίων	101
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	103

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο πρώτο κεφάλαιο αναφερόμαστε γενικά στις κινητήριες μηχανές ,την ιστορική τους εξέλιξη και τη κατάταξή τους. Στα επόμενα κεφάλαια αναλύουμε τους κινητήρες DIESEL, τη λειτουργία τους και τα μέρη που αποτελείται και την υπερπλήρωσή τους.

Από το κεφάλαιο 6 και μετά αναφερόμαστε στην ενέργεια ,τους τρόπους παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας και στο τρόπο παραγωγής της ενέργειας με κινητήρες diesel, τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον και στην υγεία του ανθρώπου. Τέλος αναφερόμαστε στη μελλοντική τους πορεία.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΙΣ ΚΙΝΗΤΗΡΙΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

Για να κινηθεί ένα αυτοκίνητο, τρένο, πλοίο, αεροπλάνο και γενικά ένα όχημα χρειάζεται μια μηχανή που να τους δίνει τη κίνηση, να τους δίνει δηλαδή μηχανική ενέργεια η όπως λέμε αλλιώς κινητήριο έργο. Το ίδιο γίνεται όταν πρέπει να κινηθεί μια ηλεκτρογεννήτρια για να δώσει ηλεκτρικό ρεύμα ή μια αντλία για να αντλήσει ένα υγρό από μια δεξαμενή.

Όλες αυτές οι μηχανές δεν παράγουν, δηλαδή δεν δίνουν μόνες τους κινητήριο έργο με το οποίο κινούν τα διάφορα οχήματα. Για να δώσουν κινητήριο έργο χρειάζονται να πάρουν ενέργεια από αλλού. Η ενέργεια που παίρνουν αυτές οι μηχανές μπορεί να έχει διάφορες μορφές, δηλαδή μπορεί να είναι θερμική, ηλεκτρική, υδραυλική κλπ.

Οι μηχανές που μετατρέπουν άλλες μορφές ενέργειας σε μηχανικό έργο λέγονται **κινητήριες μηχανές** και χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες, ανάλογα με τη μορφή ενέργειας που χρησιμοποιούν κάθε φορά για να τη μετατρέψουν σε μηχανική ενέργεια. Έτσι αν καταναλώνουν θερμότητα (θερμική ενέργεια) λέγονται θερμικές κινητήριες μηχανές ή θερμοκινητήρες. Στη κατηγορία αυτή ανήκουν οι ατμοστρόβιλοι, οι αεροστρόβιλοι, οι βενζινοκινητήρες (OTTO), οι πετρελαιοκινητήρες (DIESEL) κλπ.

Οι κινητήριες μηχανές πάλι, που για να δουλέψουν χρειάζονται να πάρουν υδραυλική ενέργεια λέγονται υδραυλικές κινητήριες μηχανές. Τέτοιες μηχανές είναι οι υδροστρόβιλοι. Αν η ενέργεια που παίρνουν και μετατρέπουν σε κινητήριο έργο είναι ηλεκτρική τότε λέγονται ηλεκτροκινητήρες.

ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ

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

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

Το **1824**, ο Γάλλος φυσικός Σάντι Καρνό δημοσίευσε το κλασικό πλέον σύγγραμμα «Σκέψεις πάνω στην ωστική δύναμη της θερμότητας» στο οποίο περιέγραψε τις βασικές αρχές της θεωρίας εσωτερικής καύσης. Στα επόμενα χρόνια εμφανίστηκαν βελτιωμένοι τύποι, καθώς και κινητήρες στους οποίους το καύσιμο συμπιεζόταν πριν αναφλεγεί.

Κανένας τους όμως δεν αποδείχτηκε ικανοποιητικός μέχρι το **1860**, τη χρονιά δηλαδή που ο Ζαν Ετιέν Λενουάρ, ένας Γάλλος εφευρέτης, κατασκεύασε τον πρώτο πρακτικά χρησιμοποιήσιμο κινητήρα, από τον οποίο προέρχονται όλοι οι άλλοι κινητήρες εσωτερικής καύσεως. Συναρμολόγησε τη πρώτη μηχανή εσωτερικής καύσεως βιομηχανικής παραγωγής χρησιμοποιώντας ως καύσιμο το φωταέριο. Η αποδιδόμενη ισχύς ήταν πολύ μικρή αφού το προς καύση μείγμα γκαζιού-αέρα συμπιεζόταν ελάχιστα πριν την ανάφλεξη. Η μηχανή αυτή είχε μέγιστη ιπποδύναμη περίπου 2,5 ίππους και είχε αναλογία μίγματος κι αέρα 7/1. Χαρακτηριστικό είναι το ιδιαίτερο λεπτό σύστημα ψεκασμού που διέθετε.

Μια σημαντική εξέλιξη πραγματοποιήθηκε το **1862**, όταν δημοσιεύτηκε η περιγραφή του ιδανικού κύκλου λειτουργίας μιας μηχανής εσωτερικής καύσης από τον Αλφονς Μπω ντε Ρόσα, ο οποίος ήταν ο πρώτος που διατύπωσε τις συνθήκες για την άριστη απόδοση. Ο κινητήρας αυτός προέβλεπε τετράχρονο κύκλο, σε αντίθεση με το δίχρονο κύκλο (είσοδος-ανάφλεξη και ισχύς-έξοδος) του Λενουάρ. Όμως τα επόμενα 14 χρόνια ο τετράχρονος κινητήρας έμεινε στα χαρτιά.

Ο επόμενος άνθρωπος που έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη των μηχανών εσωτερικής καύσεως ήταν ο Γερμανός Νίκολας Όττο. Ο Όττο πειραματίστηκε στη μηχανή του Λενουάρ προσπαθώντας να βελτιώσει σχεδιαστικά και τεχνολογικά. Κατασκεύασε ένα βελτιωμένο δίχρονο κινητήρα ο οποίος ήταν πολύ θορυβώδης και μικρής ισχύος, όμως η κατανάλωση καυσίμου ανά μονάδα ισχύος ήταν μικρότερη από τη μισή κατανάλωση του κινητήρα του Λενουάρ, γι' αυτό και είχε εμπορική επιτυχία. Το **1864** δημιούργησαν μαζί με

τον Eugene Langen μια από τις σημαντικότερες βιομηχανίες μηχανών εσωτερικής καύσης. Το **1867** κατασκεύασαν μια μηχανή η οποία είχε ένα μεγάλο τροχό πάνω από τον κύλινδρο και επίσης είχε ένα σύστημα μετάδοσης κίνησης μέσω γραναζιών. Η μηχανή αυτή χρησιμοποιούσε το μισό καύσιμο από τις άλλες. Ο κινητήρας αυτός παρουσιάστηκε στην παγκόσμια έκθεση του Παρισιού και, παρά τη θορυβώδη λειτουργία του, πήρε ένα χρυσό βραβείο, γιατί είχε κατά 60% μειωμένη κατανάλωση καυσίμου. Το **1872** κινούμενος πάντα με τα κριτήρια του Carnot, άρχισε να πειραματίζεται σε μια μηχανή με μανιβέλα χειρός, δηλαδή περιστρεφόταν δίνοντας κίνηση μέσω μιας μανιβέλας ,πάνω στους τέσσερις χρόνους, την εισαγωγή, τη συμπίεση, την ανάφλεξη(βενζινοκινητήρας)-ψεκασμό(μηχανές Diesel),και την εξαγωγή αν θα μπορούσαν να γίνονταν σε ένα ξεχωριστό έμβολο. Έτσι, ολόκληρος ο κύκλος θα απαιτούσε τέσσερις ολόκληρες περιστροφές του εμβόλου ή δύο πλήρεις περιστροφές του στροφάλου. Μετά από επίπονες προσπάθειες και παρά τις επιφυλάξεις για την αποδοτικότητα της μηχανής ,το **1876** κατασκεύασε τη πρώτη μηχανή εσωτερικής καύσης τεσσάρων χρόνων, που για πρώτη φορά είχε προτείνει ο Μπω ντε Ρόσα. Με τον τετράχρονο κύκλο το μείγμα συμπιεζόταν ,πράγμα που βελτίωσε την αποδιδόμενη ισχύ. Την ίδια εποχή άρχισε να χρησιμοποιείται αντί για το γκάζι η βενζίνη (ένα κλασματικό απόσταγμα πετρελαίου που αρχικά ονομαζόταν γκαζολίνη).Οι αρχές λειτουργίας του κινητήρα του Οττο αποτέλεσαν τις βάσεις πάνω στις οποίες λειτουργούν ακόμα και σήμερα οι βενζινοκινητήρες. Ο Σκοτσέζος Dugal Clerk το **1879** έβαλε τα θεμέλια για την εξέλιξη των δίχρονων κινητήρων και ασχολήθηκε με αυτούς σε ολόκληρη την επόμενη δεκαετία. Κατά τη διάρκεια του **1880** η μεγαλύτερη πρόοδος σημειώθηκε στη Γερμανία από τους Γκοτλιπ Νταίμλερ και Κάρλ Μπέντς. Ο Νταίμλερ που δούλευε μαζί με τον Βίλχεμ Μάιμπαχ ,κατασκεύασε τον πρώτο κινητήρα του **1883** ,προξενώντας αίσθηση μια και ο κινητήρας του περιστρεφόταν τέσσερις φορές γρηγορότερα από τους κινητήρες Όττο-με 900 στροφές το λεπτό. Ο Μπέντς από την άλλη μέρια ,είχε σαν αντικειμενικό του σκοπό την κατασκευή ενός αυτοκινούμενο οχήματος και στηριζόμενος στο πρότυπο-ιδέα του Clerk κατασκεύασε μια μικρή μονοκύλινδρη δίχρονη μηχανή

Τότε εμφανίστηκαν οι Γάλλοι μηχανικοί Ρενέ Πανάρ και Εμίλ Λεβασόρ που άρχισαν το **1890** να κατασκευάζουν στη Γαλλία κινητήρες Νταίμλερ, αφού πήραν τα δικαιώματα. Οι προσπάθειες για τελειοποίηση για μέγιστη αποδοτικότητα, τόσο για τους δίχρονους όσο και τους τετράχρονους κινητήρες συνεχιζόταν. Μια προκλητική και δραστική λύση δόθηκε από τον νεαρό Rudolf Diesel.Το **1892** εκδίδει σε χειρόγραφες σημειώσεις το “The Theory and Construction of a Rational Heat Engine to Replace Steam Engines and Contemporary Combustion Engines”(Θεωρία και κατασκευή των θερμικών μηχανών τεσσάρων χρόνων ,για

αντικατάσταση των ατμομηχανών και σύγχρονες μηχανές εσωτερικής καύσης). Κατά βάθος ήταν πεπεισμένος ότι το μυστικό για τη μέγιστη αποδοτικότητα είναι στη συμπίεση με σταθερή και υψηλή πίεση. Έθεσε τη θεωρία του σε πράξη, το **1894**, και τελικά κατασκεύασε μια μηχανή που είχε δυο πιστόνια τα οποία ήταν τοποθετημένα σε γωνία 90°, δηλαδή σχημάτιζαν ένα V. Η μηχανή αυτή όμως δε λειτούργησε πολύ, μόνο για ένα λεπτό. Οι επόμενες προσπάθειες ήταν πιο εντατικές κι έτσι η νέα μηχανή είχε καλύτερα αποτελέσματα αλλά και προβλήματα όπως η καθυστερημένη διαδικασία ψεκασμού του μείγματος και πολλά σύννεφα καπνού από μη καμένο λάδι. Μετά από κάποιους μήνες και με πολύ σκληρή δουλειά, έκανε αλλαγές και δοκιμές στα σχέδια της μηχανής, στα καύσιμα και σε κάθε μηχανικό μέρος. Τελικά τον Ιανουάριο του **1895** έκανε μια μηχανή η οποία είχε 16 in. διαδρομή εμβόλου της μηχανής, η διάμετρος του κυλίνδρου ήταν 9 in., η απόδοση της ήταν 22,5 hp στις 200 rpm. Τα αποτελέσματα δεν ήταν κάτι το ιδιαίτερο αλλά ήταν μια σημαντικά υπόσχεση για την εξέλιξη των μηχανών. Τον επόμενο χρόνο, στις 20 Φεβρουαρίου, γίνεται πρόταση για τη κατασκευή μηχανών οι οποίες θα μπορούν να διοχετευτούν στην αγορά και θα έχουν διάμετρο εμβόλου 10 in και διαδρομή εμβόλου 16 in. Ο σχεδιασμός της μηχανής σταμάτησε τον Απρίλιο του ίδιου έτους. Η μηχανή είχε πολλές διαφορές από την πρωτόγονη της για αυτό και θεωρήθηκε ευρεσιτεχνία και κατοχυρώθηκε στον Diesel. Μερικές από τις διαφορές: η μηχανή ήταν υδρόψυκτη, δηλαδή χρησιμοποιούσε νερό για την ψύξη της, ήταν εφοδιασμένη με ένα καινούριο σύστημα ψεκασμού και καινούριο σύστημα λίπανσης. Επίσης όλες οι βαλβίδες που υπήρχαν στη μηχανή ήταν σχεδιασμένες από την αρχή και είχαν καινούριο σχήμα. Τελικά η μηχανή ήταν έτοιμη το Δεκέμβριο του **1896** και τον επόμενο Ιανουάριο ήταν έτοιμη για δοκιμές. Τα αποτελέσματα των δοκιμών: χρησιμοποιούσε φτηνή κηροζίνη, απέδιδε 17,5 hp μόλις στις 154 rpm, ο συντελεστής θερμικής απόδοσης ήταν 26,2%. Και καθώς οι μηχανικοί άρχισαν να μαθαίνουν, η αποδοτικότητα της αυξήθηκε και η κατανάλωση σε καύσιμα μειώθηκε αρκετά.

Το **1896** η παραγωγή της μηχανής ήταν μαζική και οι πωλήσεις της αυξήθηκαν ραγδαία και ο Diesel έγινε εκατομμυριούχος. Το 1910 κατάφερε να κατασκευάσει το πρώτο αυτοκίνητο το οποίο δε μπόρεσε να ευδοκιμήσει, το **1910** από την εταιρεία Sulzer κατασκευάζεται ένας αρκετά δυνατός κινητήρας Diesel 2000 ίππων που προοριζόταν για ναυτική χρήση. Το 1913 κατασκεύασε ένα αρκετά ικανό κινητήρα για σιδηροδρομική χρήση. Την ίδια χρονιά έχασε όλη του τη περιουσία και έτσι αυτοκτόνησε πέφτοντας σε ένα αγγλικό κανάλι.

Κι έτσι πέθανε ο εφευρέτης των μηχανών Diesel οι οποίες έχουν τεράστια απήχηση ακόμα και στις μέρες μας.

Αυτοκίνητα, φορτηγά, λεωφορεία, καράβια, γεννήτριες και πολλές άλλες εφαρμογές χρησιμοποιούν μηχανές Diesel. Ο Diesel έγινε αποδέκτης μεγάλης και έντονης κριτικής γιατί δε παρήγαγε μια νέα ιδέα και παρήγαγε μια νέα θεωρία, αλλά ήταν αυτός που μπόρεσε να ενοποιήσει τα ήδη υπάρχοντα στοιχεία και να δημιουργήσει αυτό το νέο σύνολο. Μετά το 1940 ενσωματώθηκαν τεχνολογίες και μηχανισμοί όπως αυτοί της υπερπλήρωσης και της μηχανικής έγχυσης καυσίμου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ (ΜΕΚ)

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Όταν γίνεται αναφορά στον όρο θερμική μηχανή εννοούμε έναν μηχανισμό οποίος μετατρέπει την θερμική ενέργεια σε μηχανική, η οποία είναι ικανή να παράγεται σε μηχανές εσωτερικής και εξωτερικής καύσης. Η παρούσα εργασία, όπως αναφέρθηκε, ασχολείται μόνο με τις μηχανές εσωτερικής καύσης. Στις μηχανές εξωτερικής καύσης η καύση γίνεται εξωτερικά του κυλίνδρου καύσης σε ένα καυστήρα. Αντίθετα, στις μηχανές εσωτερικής καύσης η μετατροπή της ενέργειας και η παραγωγή του έργου γίνονται εσωτερικά στο χώρο καύσης. Ακολουθεί μια εικόνα η οποία δείχνει τη διαφορά των παραπάνω τύπων μηχανών.



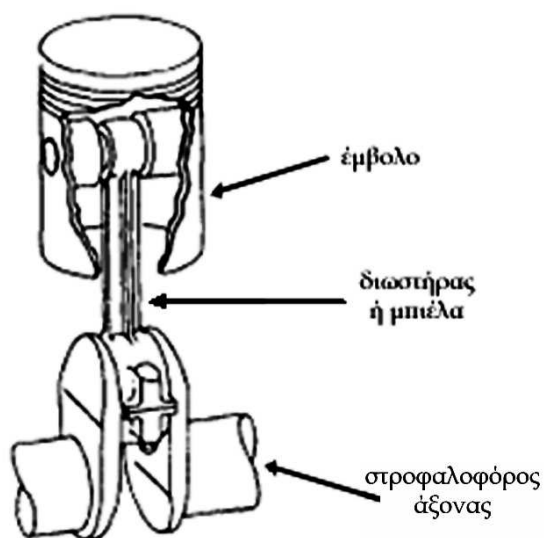
Εικ.1.1

Στις μηχανές εσωτερικής καύσης τα προϊόντα της καύσεως του αέρα με το καύσιμο, αποτελούν το μέσο για την παραγωγή της μηχανικής ισχύος. Έτσι, λόγω του ότι η καύση γίνεται εσωτερικά, ο αέρας και το καύσιμο χρησιμοποιούνται σε ανοικτό κύκλωμα. Σε αυτού του είδους τις μηχανές ανήκουν και οι εμβολοφόρες μηχανές εσωτερικής καύσης. Η εμβολοφόρος μηχανή εσωτερικής καύσης αποτελεί την πιο κοινή μορφή κινητήριας μηχανής. Λόγω της απλότητας στη κατασκευή της καθότι πρόκειται για μηχανή εσωτερικής καύσης και δεν περιέχει επιφάνειες συναλλαγής θερμότητας, όπως οι συμπυκνωτές, οι ατμοπαραγωγοί κ.λ.π. και της δυνατότητας της να χρησιμοποιεί το εργαζόμενο μέσο σε υψηλές θερμοκρασίες, καταφέρνει να συνδυάσει ένα καλό βαθμό απόδοσης – με υψηλή συγκέντρωση ισχύος. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται, καθολικά σχεδόν, για τις μεταφορές (πλοία, αυτοκίνητα κ.λ.π.).

Σε όλες τις μηχανές εσωτερικής καύσης το εργαζόμενο μέσο αρχικά αναρροφάται και συμπιέζεται από την μηχανή μέχρι μια συγκεκριμένη τιμή πίεσης, οπότε αυξάνεται η θερμοκρασία του, έπειτα προσδίδεται σε αυτό η θερμική ενέργεια που έχει προέλθει από την

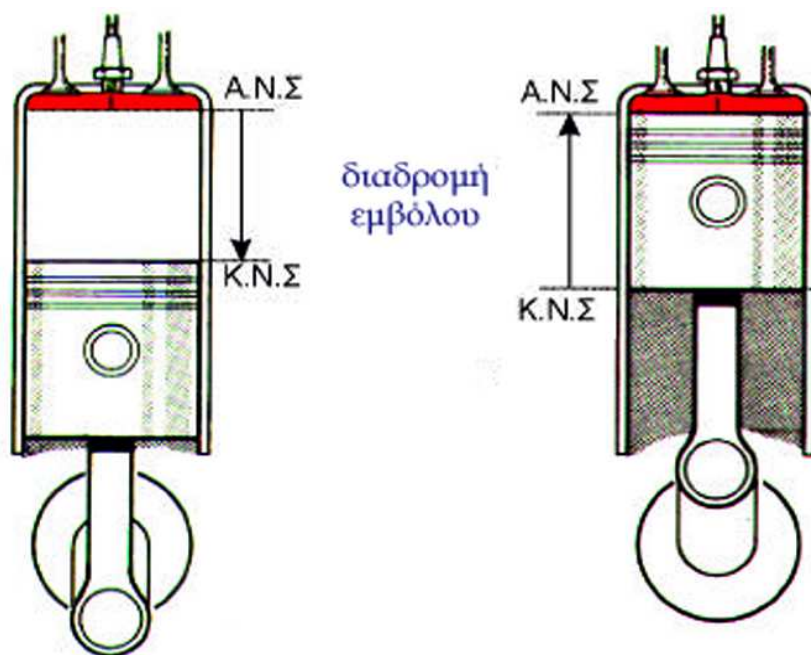
καύση του μίγματος. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας, της πίεσης του και ίσως του όγκου του. Κατά την εκτόνωση του εμβόλου που ακολουθεί, παράγεται το κινητήριο έργο, ένα μέρος του λαμβάνει χώρα μέσα στον κύλινδρο, δηλαδή στο χώρο καύσης.

Η λειτουργία των εμβολοφόρων κινητήρων στηρίζεται κατά κύριο λόγο στο μηχανισμό Έμβολο – Διωστήρας - Στρόφαλος. Ως προς την εξωτερική λειτουργία οι εμβολοφόροι κινητήρες διακρίνονται, ανάλογα με την διαδρομή του εμβόλου σε μια περίοδο λειτουργίας σε δίχρονοι και τετράχρονοι. Διαδρομή του εμβόλου, ορίζεται η απόσταση που διανύει το έμβολο μεταξύ των δυο ακραίων θέσεων του, (Α.ΝΣ. και Κ.Ν.Σ) βλέπε παρακάτω εικόνα, στις οποίες μηδενίζεται στιγμιαία η ταχύτητα του και αλλάζει η φορά η κατεύθυνση κίνησης του είτε προς τα πάνω είτε προς τα κάτω. Στη δεύτερη κατηγορία κυρίως, ανήκουν και οι κινητήρες Diesel, οι οποίοι αποτελούν το βασικό γνωστικό αντικείμενο της εργασίας αυτής. Σε κάθε κινητήρα Diesel, ο οποίος είναι, ο οποίος είναι γνωστός και ως πετρελαιομηχανή, μια περίοδος λειτουργίας διαρκεί δυο πλήρεις περιστροφές της στροφαλοφόρου ατράκτου ή 4 χρόνους. Σε δυο από τους 4 χρόνους γίνεται η εναλλαγή των αερίων, που έτσι διεξάγεται με σχετική άνεση και μάλιστα υπό την άμεση εποπτεία της εκτοπισμένης δράσης του εμβόλου. Την εκκένωση του κυλίνδρου καθώς και την έναρξη της καύσης αναλαμβάνουν ειδικά όργανα διανομής, που παίρνουν κίνηση από τον εκκεντροφόρο, ο οποίος κινείται από τον στρόφαλο με το μισό της ταχύτητας του.



Από τα παραπάνω θέλαμε να γίνει κατανοητή η διαδρομή από μια θερμική μηχανή, έως έναν τετράχρονο εμβολοφόρο κινητήρα εσωτερικής καύσης τύπου Diesel. Για ευκολότερη κατανόηση της διαδρομής αυτής παρατίθεται το διάγραμμα. Επίσης, έγινε μια μικρή ανάλυση της εξωτερικής λειτουργίας των τετράχρονων κινητήρων γενικότερα και ειδικότερα, των Diesel. Ακολουθεί, εικόνα με τον ορισμό της διαδρομής του εμβόλου.(εικ. 1.3)

Εικ.1.2



Εικ.1.3

1.2 ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ

Στις **Μηχανές Εσωτερικής Καύσης –ΜΕΚ** η καύση και η παραγωγή του μηχανικού έργου συντελούνται ταυτόχρονα στον ίδιο χώρο, στο θάλαμο καύσης του κινητήρα, στο εσωτερικό του κυλίνδρου, και γι 'αυτό αυτές καλούνται και ενδοθερμικοί κινητήρες. Η παραγωγή του μηχανικού έργου οφείλεται στην εκτονωτική δύναμη του καυσαερίου στην άνω επιφάνεια του εμβόλου, η οποία μετατρέπεται σε ροπή του στροφαλοφόρου άξονα του κινητήρα με το σύστημα εμβόλου-διωστήρα -στροφάλου.

1.2.1 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΜΕΚ

Οι κινητήριες μηχανές διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες ,ανάλογα με τη μορφή ενέργειας την οποία παραλαμβάνουν και που μετατρέπουν ,τελικά, σε κινητική. Οι μηχανές που καταναλώνουν θερμική ενέργεια ,ονομάζονται θερμικές μηχανές και τέτοιες είναι οι εσωτερικής καύσης (βενζινοκινητήρες ή κινητήρες πετρελαίου),οι ατμοστρόβιλοι και οι αεροστρόβιλοι.

Οι μηχανές που χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια για την παραγωγή μηχανικού έργου, ονομάζονται ηλεκτροκινητήρες, ενώ οι κινητήριες μηχανές που χρησιμοποιούν υδραυλική ενέργεια, υδραυλικοί κινητήρες.

Οι εμβολοφόροι ΜΕΚ κατατάσσονται ως εξής :

1. Ανάλογα με τον τρόπο έναυσης (ανάφλεξης) του καυσίμου σε μηχανές έκρηξης ή ΟΤΤΟ ή βενζινομηχανές –αεριομηχανές, σε μηχανές καύσης ή DIESEL ή σε πετρελαιομηχανές και σε μηχανές μικτού κύκλου ΟΤΤΟ - DIESEL.
2. Ανάλογα με τον αριθμό των απλών διαδρομών του εμβόλου, που πραγματοποιούνται μεταξύ δύο διαδοχικών αναφλέξεων μέσα στον ίδιο κύλινδρο, σε τετράχρονες (4-X) και σε δίχρονες (2-X) μηχανές.
3. Ανάλογα με το χώρο, στον οποίο γίνεται η καύση σχετικά με τις δυο όψεις του εμβόλου, σε μηχανές απλής και διπλής ενέργειας.
4. Ανάλογα με τον αριθμό στροφών του στροφαλοφόρου άξονα της μηχανής σε ολιγόστροφες ή βραδύστροφες (ως 350στρ/min) σε μέσου αριθμού στροφών (ως 1500 στρ/min), σε πολύστροφες ή ταχύστροφες (έως 5000στρ/min) και σε πολύ ταχύστροφες ή πολύ υψηλής ταχύτητας (άνω των 5000στρ/min).
5. Ανάλογα με τον αριθμό των κυλίνδρων, σε μονοκύλινδρες και πολυκύλινδρες μηχανές.
6. Ανάλογα με τη διάταξη των κυλίνδρων, σε κατακόρυφες, οριζόντιες, τύπου **V, Δ, W** σταυροειδής, αστεροειδής, πολυγωνικές, διπλών εμβόλων και περιστρεφόμενων εμβόλων (Wankel).
7. Ανάλογα με τον τρόπο ψύξης των κυλίνδρων, σε υδρόψυκτες και σε αερόψυκτες.
8. Ανάλογα με τον τρόπο και τη ποσότητα του αέρα καύσης, σε μηχανές με υπερπλήρωση ή υπερτροφοδότηση και σε μηχανές χωρίς υπερπλήρωση (φυσική αναπνοής ή ατμοσφαιρικές).
9. Ανάλογα με το τρόπο σύνδεσης του εμβόλου και του διωστήρα, σε μηχανές με ή χωρίς βάκτρο και ζύγωμα.
10. Ανάλογα με τον τρόπο εγκατάστασης, σε μόνιμες ή σταθερές, σε κινητές και σε φορητές μηχανές (για άντληση υδάτων, φορητών, αεροσυμπιεστών κ.λ.π)
11. Ανάλογα με τη χρήση, σε μηχανές οχημάτων ναυτικές, σιδηροδρόμων, αεροπλάνων, βιομηχανικές κ.λ.π.
12. Ανάλογα με τον τρόπο εισαγωγής του καυσίμου, διακρίνουμε στους μεν βενζινοκινητήρες μηχανές με εξαερωτή (καρμπυρατέρ) και με μηχανική έγχυση

(injection), ενώ στους πετρελαιοκινητήρες διακρίνουμε μηχανές DIESEL με πεπιεσμένο αέρα εμφύσησης που διασκορπίζει το πετρέλαιο (καταργήθηκαν), SUPER DIESEL με αντλία μηχανικής έγχυσης του πετρελαίου και με SEMI-DIESEL με πυροκεφαλή ανάφλεξης (πίεση πετρελαίου ως 20 at). Οι μηχανές SUPER DIESEL έχουν επικρατήσει και για το λόγο αυτό αναφέρονται απλά ως DIESEL. Τέλος, αναφέρονται και οι μηχανές μικτού κύκλου OTTO-DIESEL, στις οποίες η καύση του πετρελαίου γίνεται ταχύτερα.

13. Ανάλογα με τη φορά του στροφαλοφόρου άξονα, σε μηχανές σταθερής φοράς (δεξιόστροφες ή αριστερόστροφες) και σε μηχανές αναστρέψιμες.
14. Ανάλογα με την ισχύ που αποδίδουν, σε μηχανές μικρής, μέσης και μεγάλης ισχύος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

KINHTHPEΣ DIESEL

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

Η πετρελαιομηχανή είναι μια μηχανή εσωτερικής καύσης που μετατρέπει την θερμική ενέργεια του πετρελαίου σε κινητική ενέργεια. Μοιάζει στα κύρια μέρη της με τη βενζινομηχανή με την οποία κυρίως διαφέρει στον τρόπο ανάμειξης του αέρα με το καύσιμο καθώς και στον τρόπο ανάφλεξης του μίγματος.

Κατά τη σύγκριση με τη βενζινομηχανή, η μηχανή diesel παρουσιάζει μερικά σημαντικά πλεονεκτήματα. Λόγω των πλεονεκτημάτων της αυτών χρησιμοποιείται ευρύτατα στην κίνηση των πλοίων, τρένων, βαρέων οχημάτων, γεωργικών μηχανών, για τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και στη κίνηση βιομηχανικών εγκαταστάσεων.

2.2 ΑΝΑΓΝΩΡΙΣΗ ΤΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΜΗΧΑΝΗΣ

Η πετρελαιομηχανή ξεχωρίζεται εύκολα από την βενζινομηχανή με απλή εξέταση των εξωτερικών μερών τους ή με τη παρακολούθηση της λειτουργίας τους. Οι βασικές διαφορές είναι:

- Η μηχανή Diesel δεν έχει εξαερωτήρα και πάνω στη πολλαπλή εισαγωγή είναι τοποθετημένο μόνο το φίλτρο αέρα, αντίθετα η βενζινομηχανή έχει εξαερωτήρα τοποθετημένο πάνω στη πολλαπλή εισαγωγή.
- Η μηχανή δεν έχει σύστημα ανάφλεξης διότι το πετρέλαιο αναφλέγεται στους κυλίνδρους από την υψηλή θερμοκρασία του συμπιεσμένου αέρα.
- Η μηχανή Diesel έχει στο πλευρό της μια αντλία έγχυσης καυσίμου και έναν ψεκαστήρα σε κάθε κύλινδρο. Επίσης διαθέτει μεταλλικούς σωλήνες οι οποίοι συνδέουν την αντλία με τους ψεκαστήρες.
- Η μηχανή Diesel έχει μεγαλύτερο εξωτερικό όγκο και μεγαλύτερο κυβισμό από μια βενζινομηχανή της ίδιας ισχύος.
- Η μηχανή Diesel κατά τη λειτουργία της στις χαμηλές στροφές προκαλεί ισχυρούς και χαρακτηριστικούς χτύπους ενώ η βενζινομηχανή στις ίδιες στροφές λειτουργεί στρωτά και χωρίς θόρυβο.

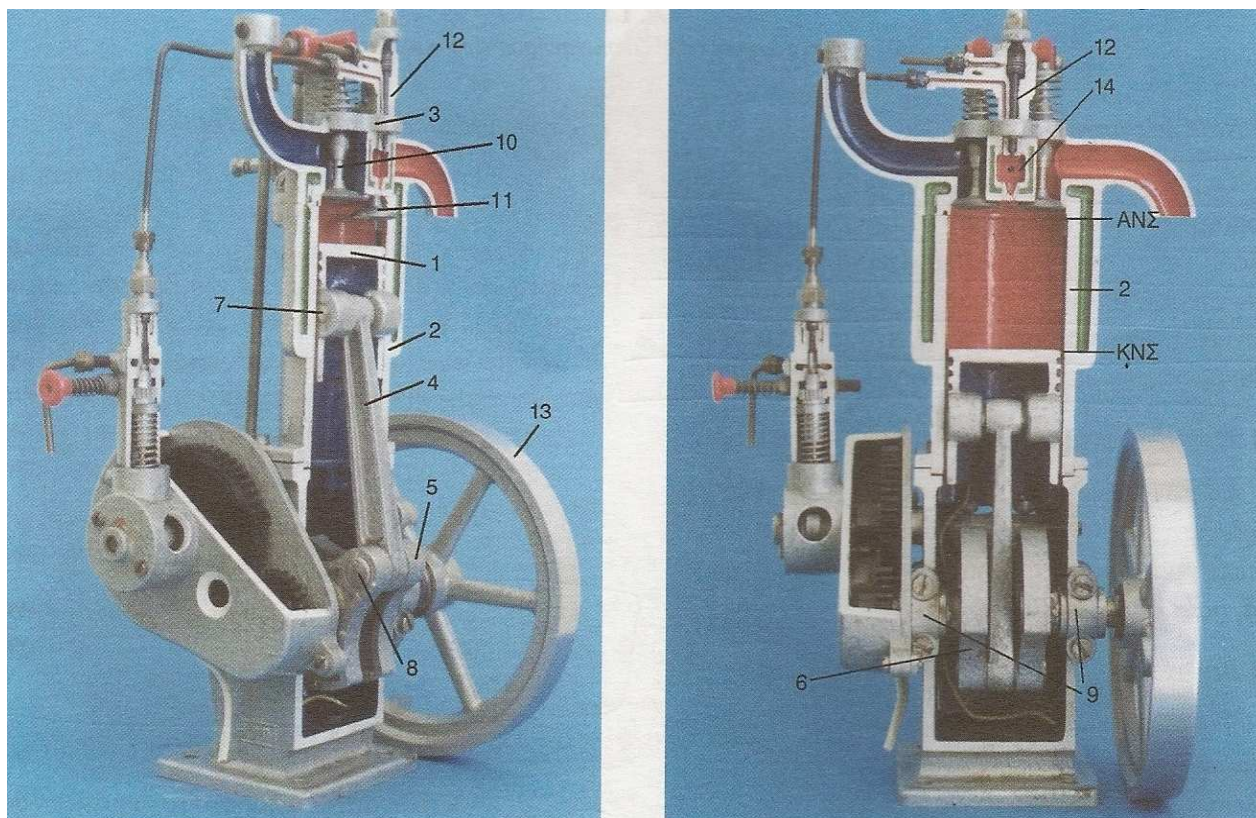
2.3 Η ταξινόμηση των μηχανών Diesel

Ανάλογα με το μέγιστο αριθμό στροφών που αναπτύσσουν ανά λεπτό, διακρίνονται σε αργόστροφες(μέχρι 350 σ.α.λ) ,σε μεσαίων στροφών(μέχρι 1200 σ.α.λ) και σε πολύστροφες που φτάνουν τις 5000 σ.α.λ.Ανάλογα με την ισχύ που αποδίδουν στις κανονικές στροφές λειτουργίας τους τις διακρίνουμε σε: μηχανές μικρής ισχύος (μέχρι 25 ίππους ανά κύλινδρο), σε μηχανές μέσης ισχύος (από2-200 ίππους ανά κύλινδρο) και σε μηχανές υψηλής ισχύος (πάνω από 200 ίππους ανά κύλινδρο).

Ανάλογα με τον αριθμό των κυλίνδρων διακρίνονται σε μηχανές μονοκύλινδρες μέχρι και 24κύλινδρες.Ανάλογα με τον αριθμό των χρόνων του κύκλου λειτουργίας τους χωρίζονται σε τετράχρονες και δίχρονες.

2.3.1 Διατάξεις κινητήρων Diesel

- **Μηχανές σειράς :** Έχουν μέχρι και 12 κατακόρυφους κυλίνδρους σε μια γραμμή και είναι οι πιο συνηθισμένες στις εφαρμογές
- **Μηχανές τύπου V :** Οι κύλινδροι βρίσκονται συνήθως υπό γωνία 45°, 50°,55°,60° ή 90°.Η γωνία των κυλίνδρων εξαρτάται από τον αριθμό των κυλίνδρων και από την κατασκευή του στροφαλοφόρου άξονα.
- **Μηχανές επίπεδες :**Έχουν τους κυλίνδρους τους στη μία πλευρά ή σε γωνία 180° και χρησιμοποιούνται λόγω του μικρού τους ύψους στα φορτηγά, τα λεωφορεία και στις μηχανές τρένων.
- **Μηχανές αστεροειδούς τύπου :** Έχουν τους κυλίνδρους στις ακτίνες ενός κύκλου, στο κέντρο του οποίου βρίσκεται ο στροφαλοφόρος άξονας.Λόγω του μικρού τους όγκου από τη σύνδεση όλων των διωστήρων σε ένα μόνο στρόφαλο, χρησιμοποιούνται αρκετά στις μεγάλες ηλεκτρογεννήτριες.
- **Μηχανές με ειδική διάταξη κυλίνδρων :** Οι μηχανές αυτές που έχουν τους κυλίνδρους σε σχήμα “X” ,“W” ή και “Δ” χρησιμοποιούνται σε ειδικές εφαρμογές όπου ο χώρος είναι περιορισμένος.



Εικ.2.3.1 Απλή μονοκύλινδρη εμβολοφόρος Μ.Ε.Κ σε τομή (λοξή και πλάγια όψη)

- | | |
|----------------------|------------------------|
| 1.έμβολο | 2.κύλινδρος |
| 3.πώμα | 4.διωστήρας |
| 5.στρόφαλος | 6.στροφαλοφόρος άξονας |
| 7.πείρος | 8.έδρανο στο κομβίο |
| 9.έδρανο βάσεως | 10.βαλβίδα εισαγωγής |
| 11.βαλβίδες εξαγωγής | 12.εγχυτήρας |
| 13.σφόνδυλος | 14.προθάλαμος καύσης |

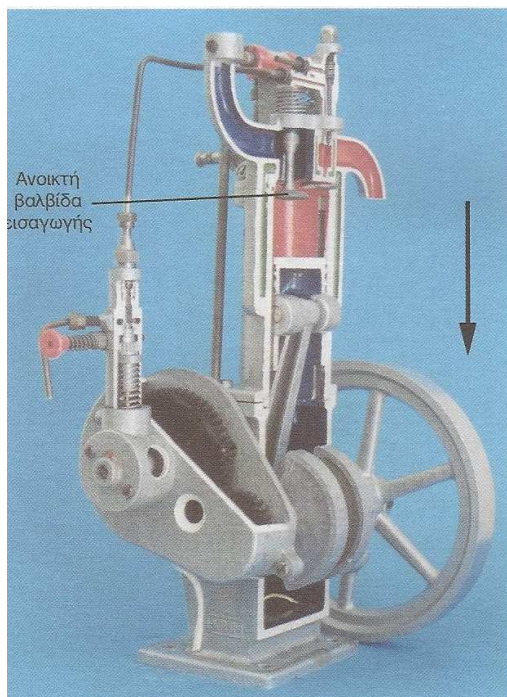
2.4 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ DIESEL

2.4.1 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΑ

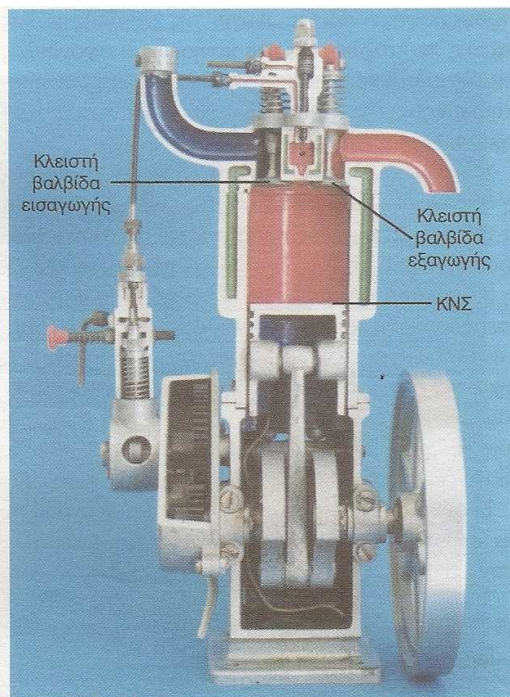
1^{ος} ΧΡΟΝΟΣ ΕΙΣΑΓΩΓΗ:

Στο χρόνο αυτό η βαλβίδα εισαγωγής ανοίγει πριν το ANΣ και κλείνει μετά το ΚΝΣ ,κατά μια ορισμένη γωνία που είναι ανάλογη της κατασκευής του κινητήρα. Με το

κατέβασμα του εμβόλου από το ΑΝΣ στο ΚΝΣ αυξάνεται ο όγκος στο εσωτερικό και εισέρχεται στο κύλινδρο αέρας με πίεση μικρότερη της ατμοσφαιρικής.



Σχ.2.4.1.1



Σχ.2.4.1.2

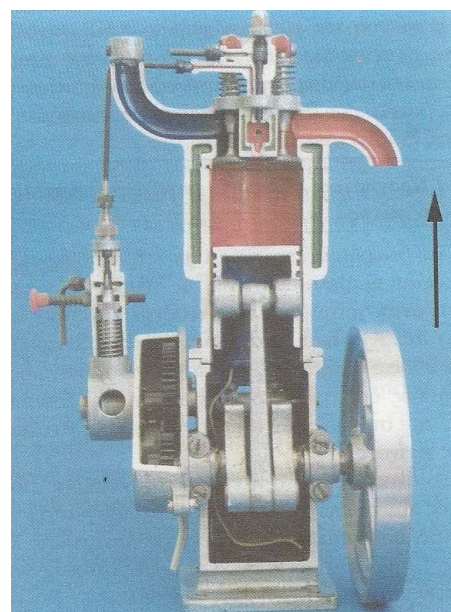
Ατμοσφαιρικός αέρας εισέρχεται από την ανοικτή βαλβίδα εισαγωγής στο εσωτερικό του κυλίνδρου, λόγω της υψηλότερης εξωτερικής πίεσης, καταλαμβάνοντας τον όγκο που απελευθερώνεται από το κατερχόμενο έμβολο (σχ.2.4.1.1)

Όταν το έμβολο φτάσει στο ΚΝΣ, ολοκληρώνεται η φάση της εισαγωγής

. 2^{ος} ΧΡΟΝΟΣ

ΣΥΜΠΙΕΣΗ ΤΟΥ ΑΕΡΑ:

Στο χρόνο αυτό το έμβολο κινείται από το ΚΝΣ προς το ΑΝΣ. Η βαλβίδα εισαγωγής και εξαγωγής είναι κλειστές ώστε να επιτυγχάνεται η στεγανοποίηση του κυλίνδρου.(σχ.2.4.1.2). Η βαλβίδα εισαγωγής κλείνει και ο παγιδευμένος στο κύλινδρο αέρας συμπιέζεται μέχρι τις 30-50 ατμόσφαιρες. Καθώς το έμβολο κινείται από το ΚΝΣ στο ΑΝΣ μειώνει τον όγκο του κυλίνδρου, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η πίεση του



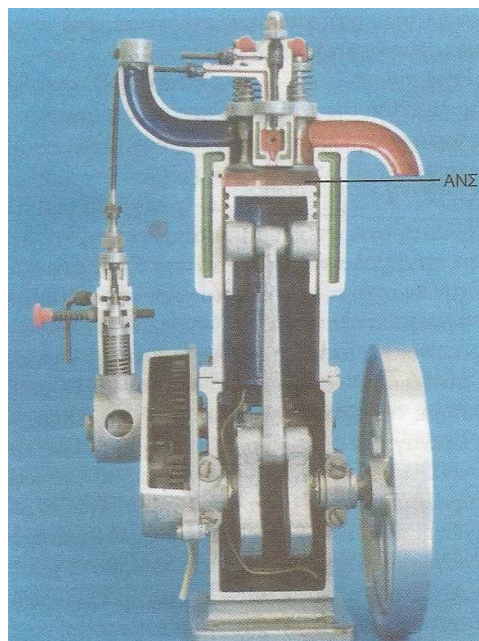
Σχ.2.4.1.3

περιεχόμενου αέρα.(σχ.2.4.1.3)Από τη συμπίεση αυτή, ο αέρας θερμαίνεται στους 600-900 βαθμούς Κελσίου, όμως ένα ποσό της θερμότητας αυτής διαφεύγει από τα τοιχώματα των κυλίνδρων. Στον αντίστοιχο χρόνο της βενζινομηχανής, το μίγμα συμπιέζεται σε μικρότερη πίεση και αποκτά μικρότερη θερμοκρασία.

3^{ος} ΧΡΟΝΟΣ ΚΑΥΣΗ-ΕΚΤΟΝΩΣΗ:

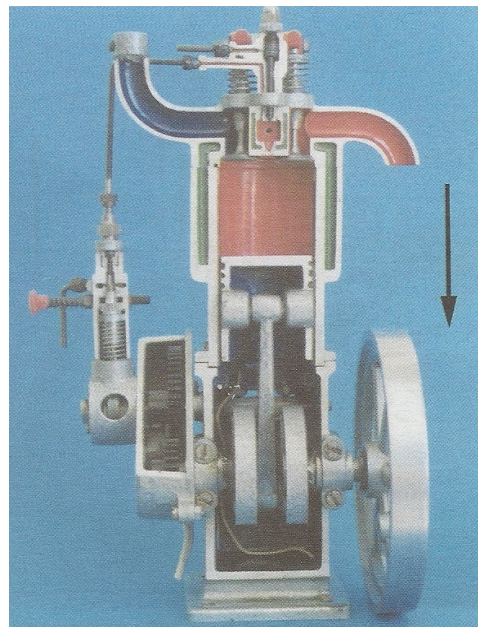
Η τρίτη φάση λειτουργίας ξεκινά με το έμβολο να βρίσκεται στο ΑΝΣ και τη βαλβίδα εισαγωγή εξαγωγής να είναι κλειστές (σχ.2.4.1.4). Στο χρόνο αυτό γίνεται ο ψεκασμός του καυσίμου στον υπέρθερμο αέρα του χώρου καύσης ,η καύση του καυσίμου και η ενεργητική μετακίνηση του εμβόλου προς τα κάτω από την εκτόνωση αερίων. Η καύση του πετρελαίου στον κύλινδρο δεν είναι απότομη αλλά προοδευτική.

Πραγματοποιείται σε τρία χαρακτηριστικά στάδια, των οποίων ο διαχωρισμός εξαρτάται από την κατασκευή της μηχανής. Ο χρόνος της καύσης αρχίζει όταν το έμβολο βρίσκεται λίγες μοίρες προ του ΑΝΣ της συμπίεσης. Τότε εισάγεται το πετρέλαιο στο χώρο καύσης με μορφή σταγονιδίων τα οποία ψεκάζονται από τον ψεκαστήρα. Τα μικρά σταγονίδια εισερχόμενα στον πυκνό υπέρθερμο αέρα ατμοποιούνται και αφού



Σχ.2.4.1.4

έρθουν σε επαφή με το οξυγόνο αναφλέγονται χωρίς τη παραγωγή θερμότητας. Η διάρκεια αυτή της ανάμειξης του καυσίμου με το οξυγόνο, ονομάζεται χρόνος καθυστέρησης της ανάφλεξης.



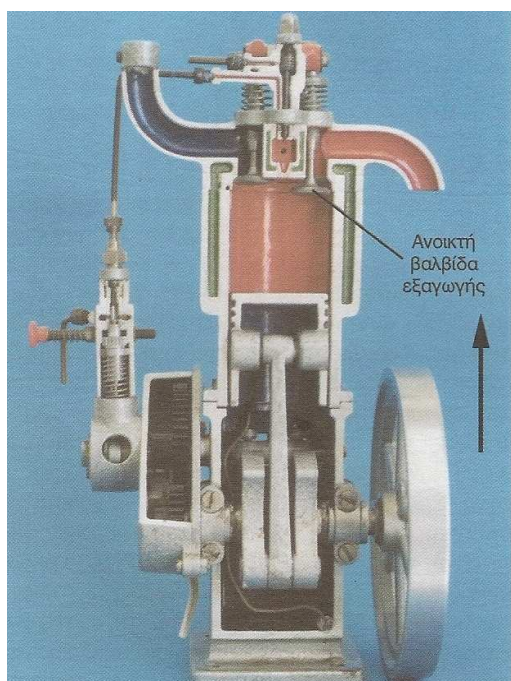
Στη συνέχεια και ενώ ο ψεκασμός συνεχίζεται, αρχίζει η καύση με αποτέλεσμα την παραγωγή θερμότητας και την αύξηση της πίεσης των αερίων στις 50-70 ατμόσφαιρες. Από την πίεση αυτή το έμβολο μετακινείται προς τα κάτω.(σχ.2.4.1.5). Κατά τη κίνηση του εμβόλου προς το ΚΝΣ διακόπτεται ο ψεκασμός

Σχ.2.4.1.5

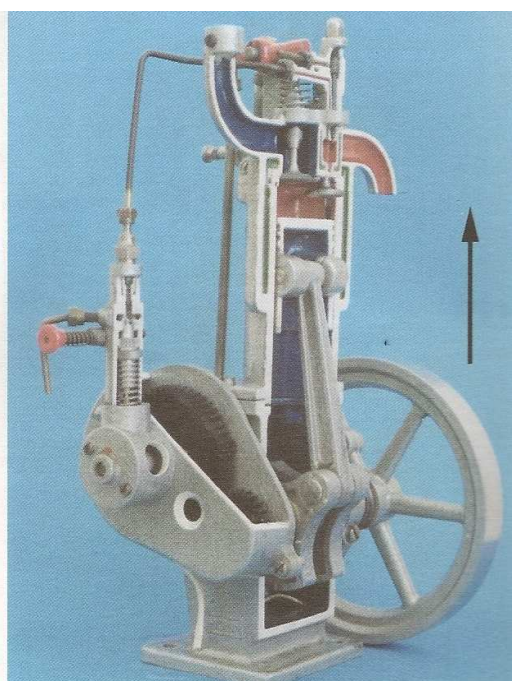
καυσίμου και μειώνεται ομαλά η πίεση του κυλίνδρου λόγω της αύξησης του όγκου του, μετά τη καύση των σταγονιδίων, ο χρόνος τελειώνει.

4^{ος} ΧΡΟΝΟΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ:

Η τέταρτη φάση λειτουργίας ξεκινάει με το έμβολο να βρίσκεται στο ΚΝΣ (σχ.2.4.1.6). Περίπου στο τέλος της εκτόνωσης και προτού το έμβολο φτάσει στο ΚΝΣ ανοίγει η βαλβίδα εξαγωγής και βγαίνουν τα καυσαέρια στην ατμόσφαιρα ενώ η βαλβίδα εξαγωγής παραμένει κλειστή (σχ.2.4.1.7)..Η πίεση στον κύλινδρο κατεβαίνει απότομα στις 3-4 ατμόσφαιρες και μετά φτάνει προοδευτικά στη 1 ατμόσφαιρα. Το έμβολο πλέον ανεβαίνει προς το ΑΝΣ για το καθαρισμό του κυλίνδρου από τα καυσαέρια.



Σχ. 2.4.1.6



Σχ.2.4.1.7

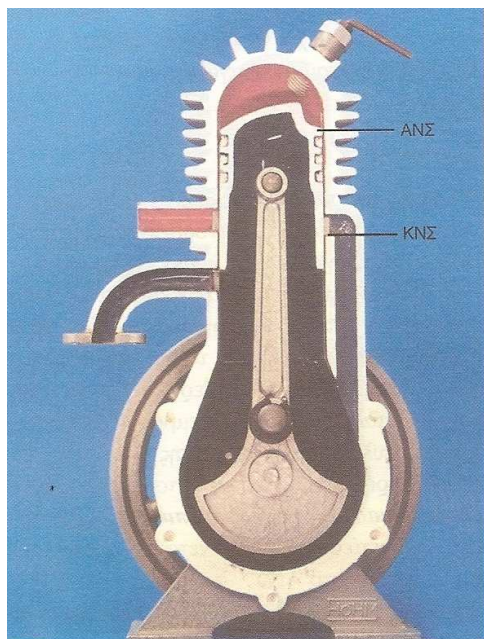
2.4.2 ΘΕΩΡΗΤΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΔΙΧΡΟΝΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΑ

Οι πολύ μεγάλες μηχανές DIESEL οι οποίες χρησιμοποιούνται για την κίνηση των πλοίων ή μεγάλων βιομηχανικών μονάδων ,πολλές φορές είναι κατασκευασμένες για να λειτουργούν σύμφωνα με το δίχρονο κύκλο λειτουργίας .Αυτό γίνεται για τη μείωση του αριθμού των κινούμενων μερών το οποίο έχει ως συνέπεια τη μείωση του βάρους και την αύξηση της αξιοπιστίας.

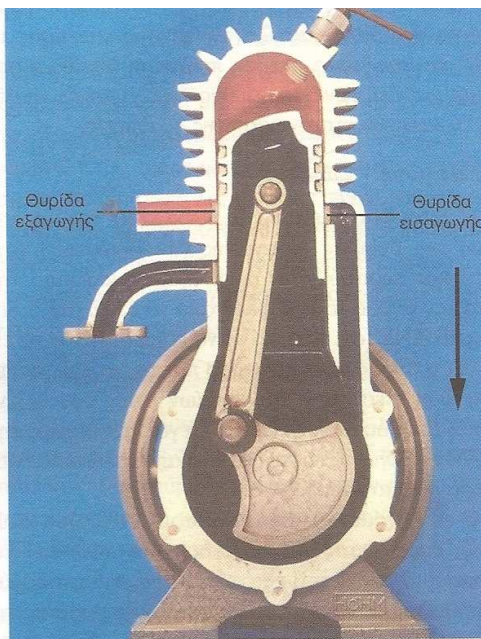
Στους κινητήρες αυτούς, η εισαγωγή του αέρα γίνεται από θυρίδες στο πλάι του κυλίνδρου, ενώ η εξαγωγή γίνεται από δύο βαλβίδες στην κεφαλή. Ωστόσο η πλήρωση των κυλίνδρων με αέρα είναι αδύνατον να γίνει με αναρρόφηση από την κίνηση του εμβόλου, έτσι τοποθετείται μηχανικός υπερσυμπιεστής ο οποίος ωθεί με πίεση τον αέρα στο κύλινδρο μέσα από τις θυρίδες καθαρίζοντας ταυτόχρονα και τον κύλινδρο από τα καυσαέρια της προηγούμενης καύσης.

1^{ος} ΧΡΟΝΟΣ ΚΑΥΣΗ-ΕΚΤΟΝΩΣΗ ,ΕΝΑΡΞΗ ΕΞΑΓΩΓΗΣ-ΕΝΑΡΞΗ ΣΑΡΩΣΗΣ:

Το έμβολο βρίσκεται στο ΑΝΣ (σχ.2.4.2.α). Έχει ήδη συμπιέσει τον αέρα που έχει εισέλθει στον κύλινδρο από την προηγούμενη φάση. Η θερμοκρασία και η πίεση βρίσκονται πάνω από τα όρια που απαιτούνται για να γίνει η αυτανάφλεξη του πετρελαίου. Ακριβώς εκείνη τη στιγμή αρχίζει ο ψεκασμός του καυσίμου ,που με τη μορφή σταγονιδίων έρχεται σε επαφή με το θερμό και συμπιεσμένο αέρα και αυταναφλέγεται.



Σχ.2.4.2.α



Σχ.2.4.2.β

Η καύση του μίγματος αέρα –πετρελαίου ελευθερώνει σημαντικά ποσά θερμότητας, αυξάνοντας τη θερμοκρασία και τη πίεση μέσα στο κύλινδρο. Με τη καύση παράγονται καυσαέρια που εκτονώνονται και σπρώχνουν το έμβολο στο ΚΝΣ. Το έμβολο κινούμενο προς τα κάτω αποκαλύπτει τις θυρίδες εξαγωγής. Από τις θυρίδες αυτές εξέρχονται τα καυσαέρια προς την ατμόσφαιρα. Με την κίνηση του εμβόλου προς τα κάτω αποκαλύπτονται οι θυρίδες σάρωσης μέσα από τις οποίες εισέρχεται στον κύλινδρο ο αέρας τροφοδοσίας. Ο αέρας γεμίζει τον κύλινδρο και συμβάλλει και στην εξαγωγή των καυσαερίων.

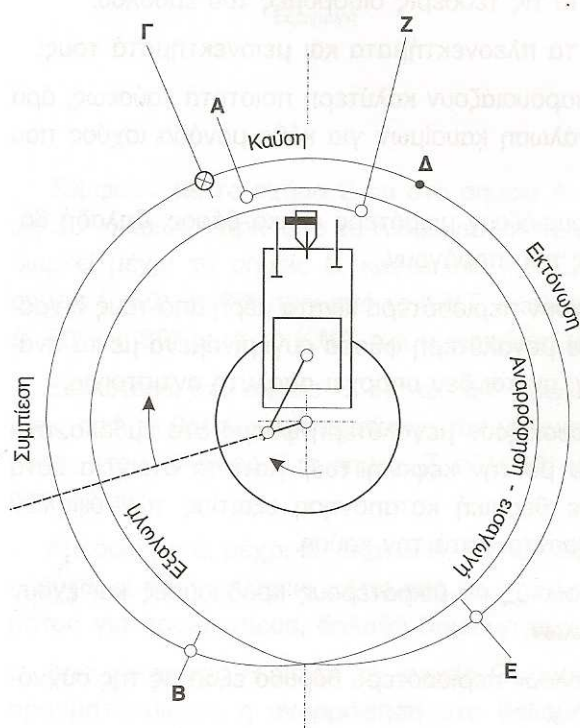
Η νέα ποσότητα αέρα εισέρχεται στον κύλινδρο με τη βοήθεια ειδικής αντλίας σάρωσης. Η φάση της εκτόνωσης είναι και η ενεργή φάση του κύκλου, κατά την οποία πραγματοποιείται η παραγωγή έργου της μηχανής (σχ.2.4.2.β)

2^{ος} ΧΡΟΝΟΣ ΤΕΛΟΣ ΣΑΡΩΣΗΣ-ΤΕΛΟΣ ΕΞΑΓΩΓΗΣ-ΣΥΜΠΙΕΣΗ :

Μετά το ΚΝΣ το έμβολο αρχίζει να ανέρχεται προς το ΑΝΣ. Στη διάρκεια αυτής της μετακίνησης πρώτα κλείνει τις θυρίδες σάρωσης και κατόπιν τις θυρίδες εισαγωγής. Κατά αυτόν τον τρόπο ο αέρας παγιδεύεται μέσα στον κύλινδρο και αρχίζει να συμπιέζεται. Ως αποτέλεσμα ,παρατηρείται αύξηση της θερμοκρασίας και της πίεσης του αέρα.

2.4.3 ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΑ-ΣΠΕΙΡΟΕΙΔΕΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ

Η πραγματική λειτουργία του πετρελαιοκινητήρα απεικονίζεται σε σπειροειδές διάγραμμα. Οι χρόνοι δεν αρχίζουν και δε τελειώνουν στο Άνω και Κάτω νεκρό σημείο, αλλά πριν ή μετά από αυτό. Συγκεκριμένα με τόσες μοίρες όσες ορίζει ο κατασκευαστής για τον κινητήρα του.

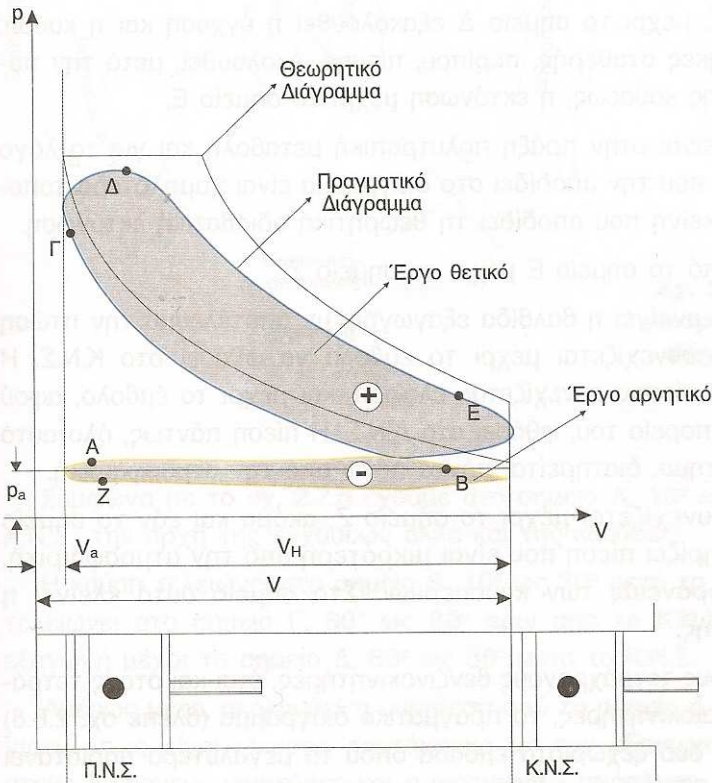


Η βαλβίδα εισαγωγής ανοίγει στο σημείο Α, 0° ως 30° πριν το ΑΝΣ δηλαδή πριν από την πρώτη διαδρομή του εμβόλου, ώστε να είναι ανοιχτή τη στιγμή που αυτό θα αρχίσει να απομακρύνεται από το ΑΝΣ. Με τον τρόπο αυτό υποβοηθείται η εισαγωγή του αέρα.

Σχ.2.4.3.1

Το κλείσιμο της βαλβίδας εισαγωγής πραγματοποιείται ,μετά από την απομάκρυνση του εμβόλου από το ΚΝΣ στο σημείο Β , δηλαδή 30° ως 50° μετά το ΚΝΣ. Από το σημείο αυτό μέχρι το σημείο Γ ,10° ως 30° πριν το ΑΝΣ ,γίνεται η συμπίεση του αέρα.

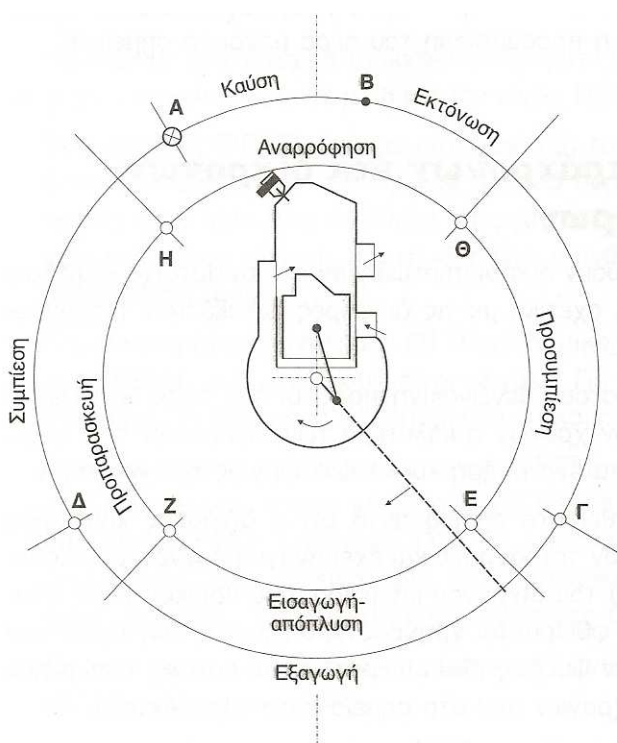
Η έγχυση του καυσίμου αρχίζει από το σημείο Γ. Ταυτόχρονα αρχίζει και η καύση του καυσίμου που διαρκεί μέχρι το σημείο Δ, 30° ως 40° μετά το ΑΝΣ.



Σχ.2.4.3.2

Στη συνέχεια ,η εκτόνωση των καυσαερίων διαρκεί μέχρι το σημείο Ε, 30° ως 50° πριν το έμβολο να φτάσει στο ΚΝΣ όπου και ανοίγει η βαλβίδα.

Η εξαγωγή, τέλος ,διαρκεί μέχρι το σημείο Ζ ,δηλαδή 5° ως 40° μετά το ΑΝΣ.



2.4.4 ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΔΙΧΡΟΝΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΑ-ΣΠΕΙΡΟΕΙΔΕΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ

Σύμφωνα με το σχήμα έχουμε στο σημείο Α ,10° ως 20° πριν από το ΑΝΣ την αρχή της εγχύσεως αλλά και της καύσεως.

Σχ.2.4.3.2

Η καύση τελειώνει στο σημείο Β, 10° ως 30° μετά το ΑΝΣ ,η εκτόνωση τελειώνει στο σημείο Γ , 60° ως 80° πριν από το ΚΝΣ, και ακολουθεί η εξαγωγή μέχρι το σημείο Δ 60 ως 80 μετά το ΚΝΣ. Μετά ακολουθεί η συμπίεση από το σημείο Δ μέχρι το σημείο Α γιατί ,όπως είναι γνωστό ,ταυτόχρονα με την εξαγωγή πραγματοποιείται στους δίχρονους κινητήρες και η εισαγωγή-απόπλυση.

Συγκεκριμένα ,ταυτόχρονα με την εξαγωγή έχουμε από το σημείο Ε , 40° ως 50° πριν από το ΚΝΣ την εισαγωγή νέου μίγματος και την απόπλυση του χώρου μέχρι το σημείο Ζ, 40° ως 50° μετά το ΚΝΣ.

Στην περίπτωση που υπάρχει προσυμπίεση αέρα στο χώρο ,που είναι κάτω από το έμβολο ,τότε μετά τη φάση της εισαγωγής και της απόπλυσης ,που πραγματοποιείται διαμέσου της σχετικής διόδου και η οποία ανοίγει και κλείνει στα σημεία Ε και Ζ αντίστοιχα ,ακολουθεί ,για το χώρο αυτό, η προπαρασκευή της αναρρόφησης νέου αέρα
Η παραπάνω προπαρασκευαστική περίοδος τελειώνει στο σημείο Η , 50 ως 60 πριν το ΑΝΣ ,ακολουθεί η αναρρόφηση μέχρι το σημείο Θ, 50° ως 60° μετά το ΑΝΣ , και η προσυμπίεση ου αέρα μέχρι το σημείο Ε.

2.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΟΥ ΚΑΙ ΔΙΧΡΟΝΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΑ

Οι δύο τύποι κινητήρων διαφέρουν στον αριθμό των χρόνων ή καλύτερα των διαδρομών του εμβόλου που είναι αναγκαίες για ένα πλήρη κύκλο λειτουργίας του κινητήρα. Είναι σκόπιμο να τονιστεί ότι ο δίχρονος κινητήρας ρυπαίνεται ταχύτερα από ένα τετράχρονο και έχει ανάγκη συχνότερου καθαρισμού. Τα στοιχεία μάλιστα του δίχρονου κινητήρα που βρίσκονται σε επαφή με το θάλαμο καύσεως, φθείρονται γρηγορότερα εξαιτίας των συνθηκών ψύξεως που επικρατούν σε αυτούς, συγκριτικά με τα ανάλογα των τετράχρονων που στο σημείο αυτό πλεονεκτούν.

Συγκεκριμένα, οι συνθήκες ψύξεως των στοιχείων είναι στους τετράχρονους κινητήρες καλύτερες ,γιατί η εισαγωγή και η εξαγωγή γίνονται σε ξεχωριστούς χρόνους (περιοδική ψύξη),σε αντίθεση με τις συνθήκες ψύξεως των ανάλογων στοιχείων των δίχρονων κινητήρων που δεν είναι τόσο ικανοποιητικές εξαιτίας την πραγματοποιήσεως, ταυτόχρονα, της εξαγωγής και της εισαγωγής.

Γενικά, από όλες τις διαφορές οι πιο αξιόλογες είναι:

1. Το αρχικό κόστος και το μικρότερο βάρος για κάθε μονάδα παρεχόμενης ισχύος που παρουσιάζουν οι δίχρονοι κινητήρες.
2. Η μικρότερη ειδική κατανάλωση καυσίμου και η καλύτερη ποιότητα καύσεως που παρουσιάζουν οι τετράχρονοι κινητήρες .

Με βάση τα παραπάνω, οι δίχρονοι κινητήρες χρησιμοποιούνται κυρίως ως κινητήρες πλοίων ή ως κινητήρες μικρών εγκαταστάσεων, ανάλογα με την επικράτηση του ενός ή του άλλου πλεονεκτήματος που παρουσιάζουν. Οι τετράχρονοι κινητήρες χρησιμοποιούνται κυρίως ως κινητήρες οχημάτων και είναι πιο διαδεδομένοι, επειδή η μικρότερη ειδική κατανάλωση που παρουσιάζουν αποτελεί ουσιαστικό πλεονέκτημα για τις περισσότερες χρήσεις.

2.6 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΗΣ ΜΗΧΑΝΗΣ DIESEL ΕΝΑΝΤΙ ΤΗΣ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΗΣ ΔΙΧΡΟΝΗΣ

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

A) Ένα βασικό πλεονέκτημα της τετράχρονης μηχανής έναντι της δίχρονης εντοπίζεται στη διαδικασία απομάκρυνσης των καυσαερίων από τον κύλινδρο. Ειδικότερα σε μια τετράχρονη μηχανή ο καθαρισμός του κυλίνδρου από τα καυσαέρια είναι πιο εύκολος και απλός, από ό,τι σε μια δίχρονη, αφού για την εξαγωγή καυσαερίων, στη περίπτωση τετράχρονων μηχανών, εκμεταλλευόμαστε μια πλήρη διαδρομή του εμβόλου από το ΚΝΣ προς το ΑΝΣ, με τη βαλβίδα εξαγωγής ανοιχτή. Αντιθέτως στη δίχρονη μηχανή υπάρχει δυσκολία στο καθαρισμό του κυλίνδρου της από τα καυσαέρια, και για το λόγο αυτό διατηρούνται επί ορισμένο χρόνο συγχρόνως ανοιχτές, τόσο οι θυρίδες εξαγωγής όσο και οι θυρίδες της σάρωσης.

B) Ένα ακόμη πλεονέκτημα της τετράχρονης μηχανής έναντι της δίχρονης εντοπίζεται στη διάρκεια της εκτόνωσης των καυσαερίων. Συγκεκριμένα, στις τετράχρονες μηχανές η εκτόνωση των καυσαερίων, σε κάθε κύκλο, διαρκεί περισσότερο χρόνο.

Με άλλα λόγια, στη δίχρονη μηχανή η διακοπή της εκτόνωσης γίνεται νωρίτερα, προκειμένου να υπάρχει αρκετός χρόνος για τη φάση της σάρωσης. Γενικότερα, μπορεί να πει κανείς ότι στις τετράχρονες μηχανές υπάρχει μια μεγαλύτερη άνεση χρόνου για την εκτέλεση της κάθε φάσης λειτουργίας.

Γ) Ένα βασικό πλεονέκτημα των τετράχρονων μηχανών είναι το ότι οι καταπονήσεις των διαφόρων εξαρτημάτων τους είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες των δίχρονων. Ειδικά, στις δίχρονες μηχανές παρατηρούνται περισσότερες φθορές στα τμήματα του συστήματος παραγωγής της κίνησης, όπως είναι ο κύλινδρος, τα έμβολα και τα ελατήρια.

Δ) Συγχρόνως, στις τετράχρονες μηχανές και η απαγωγή της θερμότητας είναι πιο εύκολη. Για όλους αυτούς τους λόγους, γενικά, οι τετράχρονες μηχανές θεωρούνται περισσότερο αξιόπιστες και μεγαλύτερης αντοχής, σε σχέση με τις δίχρονες ιδιαίτερα όταν λειτουργούν σε υψηλό αριθμό στροφών.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

A) Στην τετράχρονη μηχανή Diesel, το αποδιδόμενο ωφέλιμο έργο είναι μικρότερο.

Θεωρητικά μάλιστα, είναι το μισό από το αντίστοιχο ωφέλιμο έργο που αποδίδει μια δίχρονη μηχανή, με τις ίδιες διαστάσεις. Αυτό οφείλεται στο ότι ο κάθε κύλινδρος μιας τετράχρονης μηχανής παράγει ωφέλιμο έργο κάθε τέσσερις διαδρομές του εμβόλου (ή κάθε δυο στροφές του στροφαλοφόρου άξονα), ενώ ο αντίστοιχος κύλινδρος μιας δίχρονης παράγει ωφέλιμο έργο κάθε δύο διαδρομές του εμβόλου (ή σε κάθε στροφή του στροφαλοφόρου άξονα). Αυτή, ακριβώς, η διαφορά στο χρόνο της απόδοσης του έργου, έχει σαν αποτέλεσμα οι τετράχρονες μηχανές να υστερούν έναντι των δίχρονων ως προς την ομοιομορφία της κατανομής της ροπής στρέψης στο στροφαλοφόρο άξονα. Αξίζει να σημειωθεί ότι στη πραγματικότητα το έργο που παράγει μια δίχρονη μηχανή δεν είναι ακριβώς το διπλάσιο σε σχέση με το έργο μιας τετράχρονης μηχανής ιδίων διαστάσεων.

B) Ένα σημαντικό μειονέκτημα των τετράχρονων μηχανών έναντι των δίχρονων, αφορά τη πολυπλοκότητα της κατασκευής τους. Πράγματι στις τετράχρονες μηχανές είναι απαραίτητες τόσο οι βαλβίδες εισαγωγής, όσο και οι βαλβίδες εξαγωγής, γεγονός που κάνει τις μηχανές αυτές πολύπλοκες, ειδικά όσον αφορά τους μηχανισμούς λειτουργίας των βαλβίδων τους. Την πολυπλοκότητα αυτή δεν την συναντάμε στις δίχρονες μηχανές, αφού σ' αυτές ο αριθμός των βαλβίδων μπορεί να είναι μικρότερος ή ακόμα και να μην υπάρχουν καθόλου, όπως συμβαίνει και με τις δίχρονες diesel που διαθέτουν θυρίδες εξαγωγής και θυρίδες σάρωσης.

Γενικά, οι δίχρονες μηχανές diesel έχουν λιγότερα εξαρτήματα, είναι ελαφρύτερες και έχουν μικρό κόστος κατασκευής.

Έτσι, όλα αυτά τα παραπάνω πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, έχουν οδηγήσει τους κατασκευαστές μηχανών diesel να προτιμούν τον μεν δίχρονο κύκλο λειτουργίας για αργόστροφες μηχανές μεγάλης ισχύος, τον δε τετράχρονο κύκλο λειτουργίας για ταχύστροφες και μικρότερης, γενικά ισχύος μηχανές.

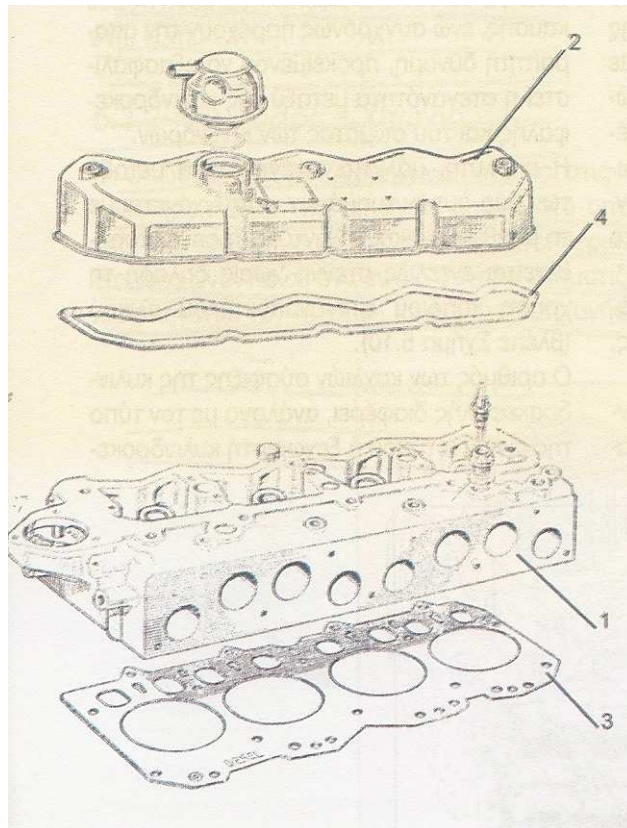
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΜΕΡΗ ΚΙΝΗΤΗΡΑ DIESEL

3.1 Κυλινδροκεφαλή μηχανής diesel

Σχήμα 3.1.1 Απεικόνιση κυλινδροκεφαλής

1. κυλινδροκεφαλή
2. καπάκι βαλβίδων
3. Στεγανοποιητική φλάντζα κυλινδροκεφαλής
4. Στεγανοποιητικά φλάντζα για το καπάκι βαλβίδων



Κάθε κύλινδρος μιας μηχανής diesel είναι κλειστός στο επάνω μέρος του, με το πώμα (κεφαλή) του, στο οποίο υπάρχουν ο εγχυτήρας του καυσίμου και οι βαλβίδες (αν η μηχανή είναι τετράχρονη) ή οι βαλβίδες εξαγωγής - σάρωσης (αν η μηχανή είναι δίχρονη). Σε μικρή ισχύος μηχανές diesel, η κυλινδροκεφαλή κατασκευάζεται σε ένα ενιαίο σύνολο για όλους τους κύλινδρους.

Γενικά, η κυλινδροκεφαλή των μηχανών αυτών είναι πιο πολύπλοκη στην κατασκευή της και πιο στιβαρή, ενώ απαιτεί μεγαλύτερη προσοχή στο σχεδιασμό της, προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι μεγαλύτερες (σε σχέση, πάντα, με τις βενζινομηχανές) θερμοκρασίες και πιέσεις που αναπτύσσονται.

Από άποψη σχεδιασμού, ο κατασκευαστής της μηχανής diesel, ανάλογα με τον τρόπο της έγχυσης και της καύσης του καυσίμου που επιλέγει, διαμορφώνει κατάλληλα και την κυλινδροκεφαλή, προκειμένου να στηρίξει τον εγχυτήρα και διαμορφώσει το χώρο της καύσης.

Στην περίπτωση, δηλαδή, που ο ψεκασμός του καυσίμου γίνεται άμεσα στο χώρο που σχηματίζεται πάνω από το έμβολο, η διαμόρφωση της κυλινδροκεφαλής είναι απλούστερη και η στήριξη του εγχυτήρα είναι ευκολότερη. Αν, όμως, η έγχυση του καυσίμου είναι έμμεση, τότε, για κάθε κύλινδρο στην κυλινδροκεφαλή σχηματίζεται και ένας προθάλαμος,

μέσα στον οποίο γίνεται η έγχυση του καυσίμου και η ανάμιξη του με τον αέρα για να ακολουθήσει η καύση. Έτσι, στην περίπτωση αυτή, η στήριξη του εγχυτήρα αλλά και γενικότερα όλη η κυλινδροκεφαλή, είναι πιο πολύπλοκη.

Σε κάθε περίπτωση, πάντως, για να μπορεί να αντέξει η κυλινδροκεφαλή τις μεγάλες θερμοκρασίες που αναπτύσσονται, κατά τη λειτουργία της μηχανής, είναι απαραίτητη η καλή κυκλοφορία του υγρού ψύξης σε κάθε σημείο της. Διαφορετικά, υπάρχει ο κίνδυνος να δημιουργηθούν ανομοιομορφίες στην κατανομή της θερμοκρασίας, γεγονός που θα μπορούσε να προκαλέσει ρωγμές και στρεβλώσεις στις επιφάνειες της ίδιας της κυλινδροκεφαλής.

Για το λόγο αυτό, στο εσωτερικό της κυλινδροκεφαλής σχηματίζονται αγωγοί, από τους οποίους διέρχεται το υγρό της ψύξης και οι οποίοι συνδέονται κατάλληλα με τους αντίστοιχους χώρους του κυρίως σώματος της μηχανής. Η σύνδεση αυτή γίνεται, είτε με κάποιους ανεξάρτητους αγωγούς, συνήθως, μέσω οπών που υπάρχουν, τόσο στην κυλινδροκεφαλή, όσο και στο σώμα της μηχανής, αντίστοιχα.

Η κυλινδροκεφαλή έχει, επίσης, ειδικές τάπες για τον καθαρισμό των χώρων ψύξης, όταν κάτι τέτοιο απαιτείται.

Η έξοδος του υγρού ψύξης της κυλινδροκεφαλής βρίσκεται, συνήθως, στο επάνω μέρος της, ώστε να αποφεύγεται η παγίδευση αέρα στους χώρους ψύξης. Σε μερικές μηχανές, μάλιστα, και κυρίως σε αυτές του τύπου V, υπάρχουν ειδικές εξαεριστικές δίοδοι για την απελευθέρωση του αέρα που τυχόν έχει εγκλωβιστεί. Οι δίοδοι αυτές πρέπει να ελέγχονται κατά τις περιοδικές συντηρήσεις και επισκευές της μηχανής, ώστε να αποφεύγεται η απόφραξή τους.

Η κυλινδροκεφαλή συνδέεται σταθερά με το σώμα των κυλίνδρων, με την βοήθεια κατάλληλων κοχλιών (βιδών) ή αμφικοχλιών (μπουζονιών) και περικοχλίων (παξιμαδιών). Οι κοχλίες αυτοί δέχονται τα φορτία της καύσης, ενώ συγχρόνως παρέχουν την απαραίτητη δύναμη, προκειμένου να εξασφαλιστεί η στεγανότητα μεταξύ της κυλινδροκεφαλής και του σώματος των κυλίνδρων.

Η απόλυτη, μάλιστα, στεγανότητα μεταξύ των δυο αυτών τμημάτων, επιτυγχάνεται με την βοήθεια ειδικής φλάντζας, η οποία τοποθετείται εντελώς στεγνή, χωρίς δηλαδή την χρήση κάποιου σταθεροποιητικού υλικού. (σχήμα 3.1.1).

Ο αριθμός των κοχλιών σύσφιξης της κυλινδροκεφαλής διαφέρει, ανάλογα με τον τύπο της (ενιαίου τύπου ή ξεχωριστή κυλινδροκεφαλή για κάθε κύλινδρο), την ισχύ της μηχανής και τον κατασκευαστή, και έτσι μπορεί να κυμαίνεται από 4 έως 10, κοχλίες για κάθε πώμα του κυλίνδρου.

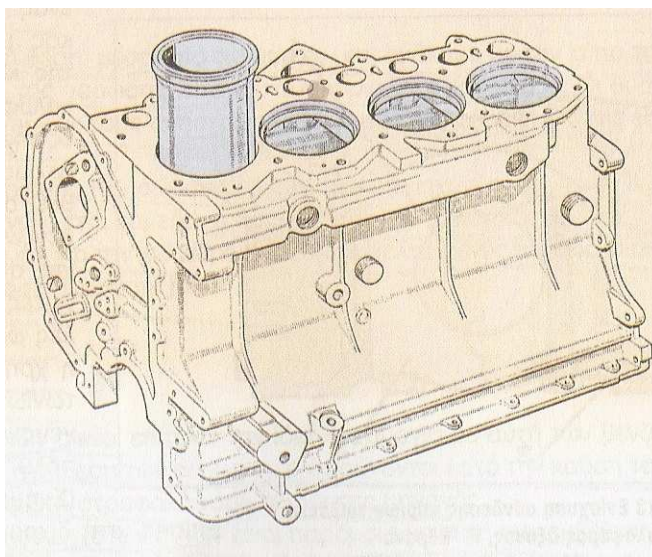
Για να επιτύχουμε απόλυτα ικανοποιητική προσαρμογή της κυλινδροκεφαλής στο σώμα των κυλίνδρων, και για να αποτραπεί η δημιουργία υπερβολικών τάσεων καταπόνησης των κοχλιών, θα πρέπει η σύσφιξη τους να γίνει κατά ορισμένη σειρά (συνήθως σταυρωτά και σταδιακά, περιστρέφοντας, δηλαδή, κάθε περικόχλιο κατά ένα μικρό ποσοστό, κάθε φορά) και με την ένταση που προβλέπεται από τον κατασκευαστή. Έτσι, η τάση της τελικής σύσφιξης κάθε κοχλία πρέπει να γίνεται με το ειδικό δυναμόκλειδο και πάντα με βάση τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Το υλικό κατασκευής των κυλινδροκεφαλών των μηχανών ήταν παλαιότερα, αποκλειστικά ο χυτοσίδηρος (μαντέμι). Στις σύγχρονες, όμως, μηχανές diesel συναντά κανείς και άλλα υλικά, όπως το αλουμίνιο ή ειδικά κράματα υλικών, τα οποία προσφέρουν κάποια σημαντικά πλεονεκτήματα σε σχέση με το χυτοσίδηρο.

3.2 Κύλινδρος-Χιτώνιο

Ο κύλινδρος είναι το μεγαλύτερο τμήμα της μηχανής, επάνω στο οποίο συναρμολογούνται τα υπόλοιπα μέρη της. Μια μηχανή, συνήθως περιλαμβάνει περισσότερους από έναν κυλίνδρους, οι οποίοι διαμορφώνονται σε ένα ενιαίο σύνολο σχηματίζοντας το σώμα των κυλίνδρων ή όπως αλλιώς λέγεται, τον «κορμό» (μπλοκ) της μηχανής. (σχήμα 3.2.1)

Τα σώματα των μηχανών diesel και ειδικότερα αυτών που χρησιμοποιούνται στα αυτοκίνητα, δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές ως προς τον τρόπο κατασκευής ή την μορφή τους, σε σχέση με τα αντίστοιχα των βενζινομηχανών. Οι σύγχρονες τεχνικές χύτευσης, που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή των σωμάτων των κυλίνδρων, έχουν



Σχ. 3.2.1 Σώμα μηχανής diesel

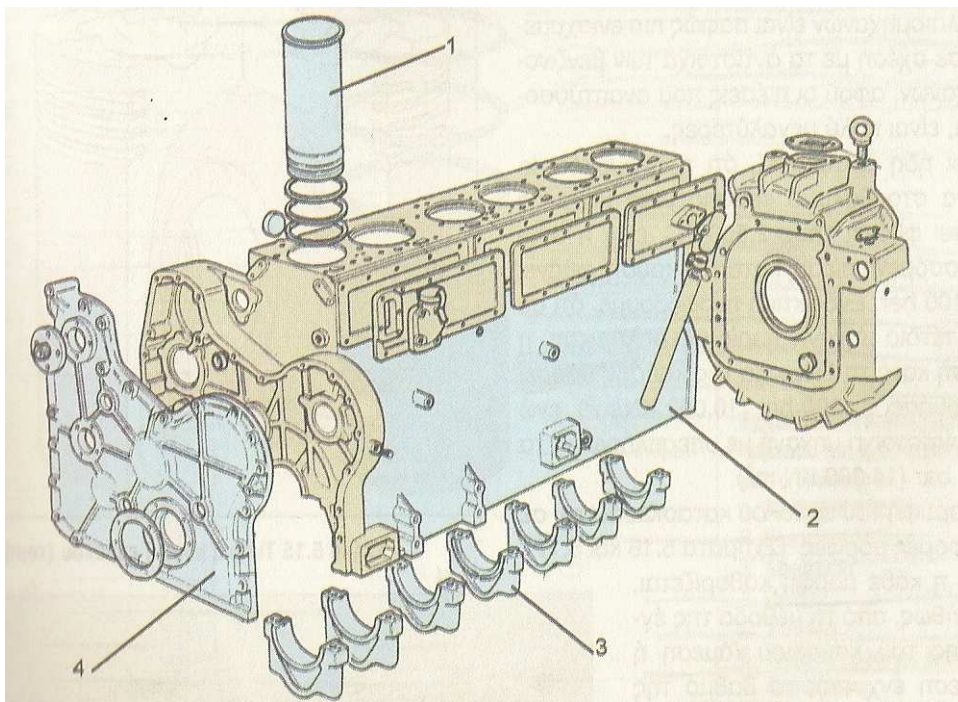
βοηθήσει ώστε να περιοριστεί το βάρος τους σε ανάλογα επίπεδα με εκείνα των σωμάτων των βενζινομηχανών, πατά το γεγονός ότι οι πιέσεις στις μηχανές αυτές (diesel) είναι πολύ μεγαλύτερες.

Ωστόσο, συχνά παρουσιάζουν κάποιες μικρές διαφορές, κυρίως στην ενίσχυση ορισμένων σημείων. Για παράδειγμα, λόγω των μεγαλύτερων δυνάμεων που αναπτύσσονται στις μηχανές diesel και ειδικότερα σε μηχανές τύπου V, ορισμένοι κατασκευαστές επιλέγουν να ασφαλίζουν τους κύριους τριβείς του στροφαλοφόρου άξονα με εγκάρσιους κοχλίες, προκειμένου να αυξήσουν τη στιβαρότητα της κατασκευής.

Σε άλλες περιπτώσεις, ορισμένοι κατασκευαστές μηχανών diesel χρησιμοποιούν μεγάλο μήκος μπουζόνια, με τα οποία συνδέουν τους κύριους τριβείς του στροφαλοφόρου με το σώμα των κυλίνδρων και την κυλινδροκεφαλή της μηχανής. Στην περίπτωση αυτή, τα μπουζόνια λειτουργούν ως πρόσθετοι συνδετικοί κοχλίες της κυλινδροκεφαλής, ενώ κρατούν υπο πίεση όλο τον κορμό της μηχανής, αναλαμβάνοντας μεγάλο μέρος των δυνάμεων που αναπτύσσονται, λόγω της μεγάλης συμπίεσης και της εκτόνωσης των καυσαερίων.

Αξιοπρόσεκτες, επίσης, διαφορές μπορεί να διαπιστώσει κανείς και ως προς το μέγεθος του εμπρός μέρους των μηχανών diesel σε σχέση με το αντίστοιχο τμήμα των βενζινομηχανών. Ως προς το μέρος αυτό των μηχανών, όπου δηλαδή υπάρχουν οι μηχανισμοί μετάδοσης της κίνησης από το στροφαλοφόρο άξονα στον εκκεντροφόρο, οι μηχανές diesel είναι, συνήθως, πιο ογκώδεις, αφού εκεί βρίσκεται ένας περισσότερο πολύπλοκος μηχανισμός μετάδοσης της κίνησης προκειμένου να καλυφθούν όλες οι λειτουργίες της μηχανής. (Σχήμα 3.2.2) Στις μηχανές diesel και ειδικότερα σε αυτές που λειτουργούν πολλές ώρες, είναι διαδεδομένη η χρήση των πρόσθετων χιτωνίων, γεγονός που αυξάνει κατά πολύ τη διάρκεια ζωής τους.

Επίσης, στη δίχρονη πετρελαιομηχανή, οι κύλινδροί της διαθέτουν θυρίδες, περιφερειακά και σε κατάλληλη θέση, μέσα στις οποίες, και ανάλογα με τον τύπο της μηχανής, περνά είτε ο αέρας της σάρωσης, είτε τα καυσαέρια, είτε και τα δύο. Οι θυρίδες αυτές, συνήθως, επικοινωνούν με τους αντίστοιχους αγωγούς της σάρωσης ή της εξαγωγής των καυσαερίων. Ως προς το υλικό κατασκευής του σώματος της πετρελαιομηχανής, χρησιμοποιείται χυτοσίδηρος, ανάλογος με αυτόν που χρησιμοποιείται και για την κυλινδροκεφαλή, με βελτιωμένες πάντως ιδιότητες ως προς το όριο αντοχής (όριο διαρροής) του.



Σχ.3.2.2 Διαμόρφωση εμπρός μέρους μηχανής diesel 1.χιτόνιο 2.Κορμός μηχανής 3.Έδρανα στροφαλοφόρου άξονα 4.Εμπρός καπάκι κορμού μηχανής

3.3 Έμβολο

Το έμβολο των μηχανών diesel μεταφέρει την πίεση των αερίων που παράγονται κατά την καύση του καυσίμου, μέσω του διωστήρα στο στροφαλοφόρο άξονα της μηχανής.

Η μορφή των εμβόλων των μηχανών αυτών είναι παρόμοια με αυτή των εμβόλων των βενζινομηχανών, με μικρές διαφορές, κυρίως, στο επάνω μέρος τους.

Ειδικότερα μάλιστα τα έμβολα των πετρελαιομηχανών είναι σαφώς πιο ενισχυμένα σε σχέση με τα αντίστοιχα των βενζινομηχανών, αφού οι πιέσεις που αναπτύσσονται, είναι πολύ μεγαλύτερες.

Η θερμοκρασία μέσα στο θάλαμο καύσης μιας μηχανής diesel φθάνει τους 2.500 °C, ενώ η αναπτυσσόμενη πίεση, κατά την καύση, φθάνει τα 100 bar. ενδεικτικά αναφέρουμε, ότι σε μια τέτοια μηχανή χωρίς υπερπλήρωση, η πίεση κατά τη διάρκεια της καύσης μπορεί να φθάσει τα 100 bar (10.000 KN/m²), ενώ σε αντίστοιχη μηχανή με υπερπλήρωση, τα 140 bar (14.000 KN/m²)

Η κορυφή του εμβόλου κατασκευάζεται σε διάφορες μορφές, ενώ η κάθε μορφή καθορίζεται, συνήθως, από τη μέθοδο της έγχυσης του καυσίμου (άμεση ή έμμεση έγχυση), το βαθμό της συμπίεσης, από την ένταση του στροβιλισμού που θέλει να δώσει ο κατασκευαστής στο ψεκαζόμενο καύσιμο προκειμένου να πετύχει τη μεγαλύτερη δυνατή ανάμιξη με το

συμπιεσμένο αέρα της καύσης, αλλά και από διαφόρους άλλους κατασκευαστικούς λόγους που έχουν σχέση με την εμπειρία του κατασκευαστή τέτοιων μηχανών.

Η ψύξη του εμβόλου, γίνεται με την κυκλοφορία λαδιού στο εσωτερικό μέρος της κυλινδρικής του επιφάνειας, ενώ σε κάποιους τύπους παλαιών μεγάλων μηχανών γινόταν και με αποσταγμένο νερό.

Τα έμβολα των σύγχρονων πολύτροφων μηχανών diesel, λόγω των υψηλότερων θερμικών καταπονήσεων που δέχονται, κατασκευάζονται από ειδικά κράματα αλουμινίου και πυριτίου, ενώ σε άλλες μηχανές όπου το μικρό βάρος δεν έχει τόση σημασία, χρησιμοποιείται ο φαιός χυτοσίδηρος. Τα τελευταία χρόνια, μάλιστα, δοκιμάζονται και άλλα υλικά όπως τα κεραμικά τα οποία συνδυάζουν πολύ καλή θερμική αντοχή και μικρό βάρος.

Τα μέρη των εμβόλων των μηχανών αυτών είναι ανάλογα με εκείνα των βενζινομηχανών.

Υπενθυμίζεται, πάντως, ότι τα μέρη του εμβόλου είναι :

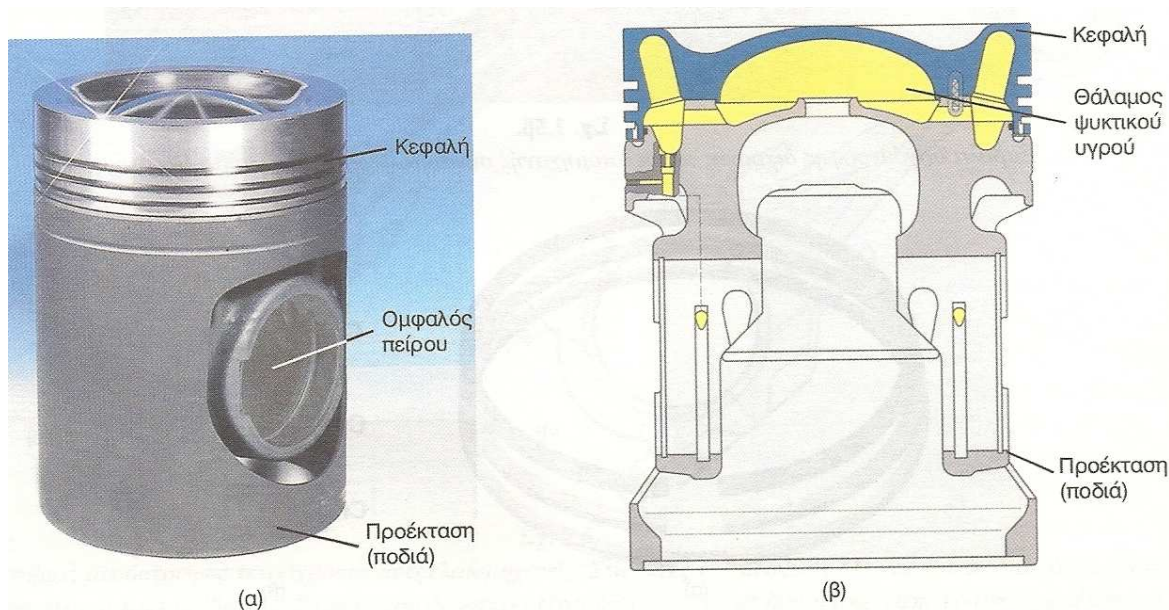
α. Η κεφαλή του που μπορεί να είναι είτε σχεδόν επίπεδη, είτε να σχηματίζει κάποια κοιλότητα.

β. Η ζώνη των ελατηρίων, όπου υπάρχουν οι αυλακώσεις, μέσα στις οποίες τοποθετούνται τα κυκλικά ελατήρια. Ας σημειωθεί, ότι τα έμβολα των μηχανών diesel, συνήθως, έχουν ένα ελατήριο συμπίεσης περισσότερο, λόγω των μεγάλων πιέσεων που αναπτύσσονται. Σε πολλές μάλιστα περιπτώσεις έχουν και δεύτερο ελατήριο λαδιού, το οποίο τοποθετείται στο κάτω μέρος του εμβόλου, και κάτω από τον πείρο. Πάντως στις σύγχρονες μηχανές diesel, χάρη στο βελτιωμένο σχεδιασμό των ελατηρίων τους ο αριθμός τους δε διαφέρει από εκείνον των βενζινομηχανών.

γ. Το έδρανο του πείρου στο οποίο γίνεται η σύνδεση του εμβόλου με το διωστήρα.

δ. Η «ποδιά» του εμβόλου, η οποία λειτουργεί ως οδηγός για την λωσο το δυνατόν, ευθύγραμμη παλινδρόμηση του εμβόλου μέσα στο χιτώνιο. Ένα σημείο στο οποίο διαφοροποιούνται τα έμβολα των μηχανών diesel σε σχέση με τα αντίστοιχα των βενζινομηχανών, είναι ότι τα πρώτα έχουν μεγαλύτερο μήκος από τα δεύτερα.

Η διαφορά αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι λόγω των μεγαλύτερων δυνάμεων που αναπτύσσονται στις μηχανές diesel, η «ποδιά» πρέπει να μεταφέρει μεγαλύτερη δύναμη στα τοιχώματα του κυλίνδρου και συνεπώς, απαιτείται μεγαλύτερη επιφάνεια οδήγησης. Στις δίχρονες μηχανές με θυρίδες σάρωσης και εξαγωγής, η «ποδιά» αυτή είναι ακόμα μακρύτερη, ώστε να καλύπτει τις θυρίδες του χιτωνίου, όταν το έμβολο βρίσκεται στο ΑΝΣ.



Σχ 3.3.1

α) Έμβολο μεσόστροφης τετράχρονης πετρελαιομηχανής χωρίς βάκτρο, όπου διακρίνονται με διαφορετικό χρώμα η κεφαλή και οι δακτύλιοι των ελατηρίων του, καθώς και η οπή για την προσαρμογή του πείρου

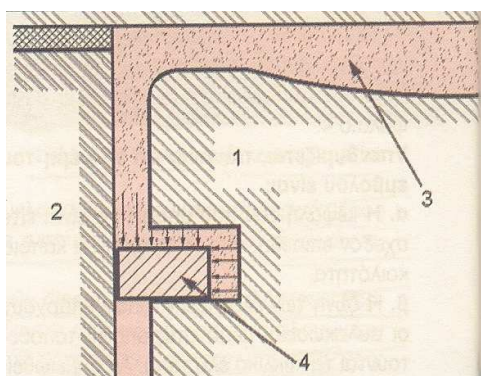
β) Το ίδιο έμβολο σε τομή

3.4 Ελατήρια

Στις πετρελαιομηχανές, για να εξασφαλιστεί η στεγανότητα του εμβόλου μέσα στον κύλινδρο, χρησιμοποιούνται ελατήρια τα οποία έχουν τη μορφή ανοικτών δακτυλίων. Η χρησιμότητα, η μορφή αλλά και τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους είναι ανάλογα με αυτά των βενζινομηχανών.

Στις σύγχρονες μηχανές diesel, παρά το γεγονός ότι οι αναπτυσσόμενες πιέσεις είναι μεγαλύτερες, ο αριθμός των ελατηρίων είναι, συνήθως, ίδιος με αυτόν των βενζινοκινητήρων, δηλαδή υπάρχουν δύο ελατήρια συμπίεσης και ένα ελατήριο λαδιού.

Παλαιότερα υπήρχε η τάση να τοποθετείται μεγαλύτερος αριθμός ελατηρίων. Παρόλο που η τριβή μεταξύ των ελατηρίων και των κυλίνδρων μιας μηχανής αντιπροσωπεύει το 75% των συνολικών απωλειών λόγω τριβών, η σύγχρονη τάση επιβάλλει τον περιορισμό του αριθμού των ελατηρίων. Αυτό επιτυγχάνεται χάρη στο σωστότερο και πιο αποδοτικό τρόπο σχεδιασμού τόσο της μορφής των ελατηρίων όσο και των υποδοχών τους στο έμβολο.



Σχ.3.4.1 Αρχή λειτουργίας ελατηρίου συμπίεσης
1. Έμβολο 2. Χιτώνιο 3. Θάλαμος καύσης 4 Ελατήριο

Πράγματι, για να γίνει πιο αποτελεσματική η στεγανοποίηση στο χώρο του κυλίνδρου, την οποία δημιουργούν τα ελατήρια, μέρος της πίεσης που αναπτύσσεται κατά την διαδρομή της συμπίεσης, εισέρχεται στο εσωτερικό των αυλακώσεων και χρησιμοποιείται για να κρατά τα ελατήρια ανοικτά, ώστε να εφαρμόζουν καλύτερα στα τοιχώματα του κυλίνδρου.(σχ.) Τα τελευταία χρόνια, μάλιστα, ορισμένοι κατασκευαστές πειραματίζονται με την δημιουργία μηχανών με δύο ελατήρια, ένα συμπίεσης και ένα λαδιού, σε μια προσπάθεια ακόμα μεγαλύτερης μείωσης των τριβών ανάμεσα στο έμβολο, τα ελατήρια και τον κύλινδρο.

3.5 Διωστήρας – Πείρος

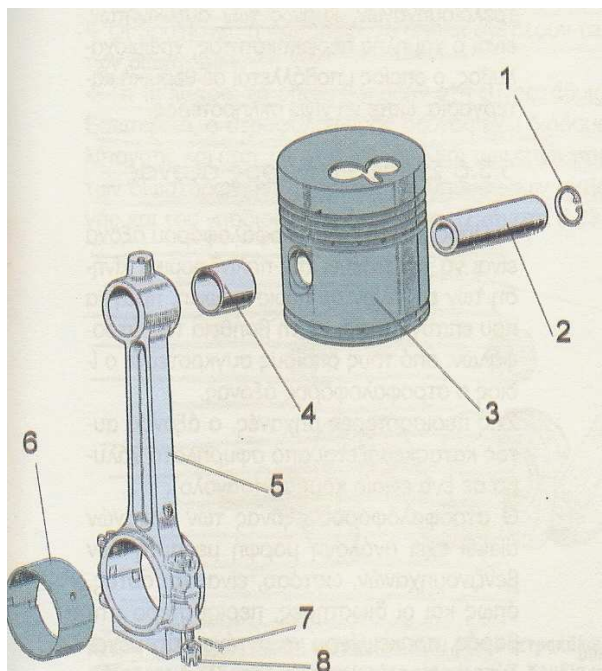
Ο διωστήρας θεωρείται από πολλούς το κυριότερο εξάρτημα μιας μηχανής εσωτερικής καύσης και ίσως, όχι αδικαιολόγητα, αφού είναι εκείνο το εξάρτημα που μετατρέπει την παλινδρομική κίνηση του εμβόλου σε περιστροφή του στροφαλοφόρου άξονα. Το επάνω μέρος του διωστήρα που συνδέεται με το έμβολο, ονομάζεται κεφαλή, ενώ το κάτω που συνδέεται με το στρόφαλο του στροφαλοφόρου άξονα, ονομάζεται «πόδι» του διωστήρα. Το τμήμα εκείνο που συνδέει την κεφαλή με το πόδι, ονομάζεται κορμός του διωστήρα και έχει διατομή κυκλική - ελλειπτική ή σχήματος διπλού «ταφ».

Η κεφαλή και το πόδι του διωστήρα έχουν οπές με αντίστοιχους τριβείς, για να προσαρμόζονται στον πείρο του εμβόλου και στο στρόφαλο του στροφαλοφόρου άξονα. Η σύνδεση, τέλος, του διωστήρα με το έμβολο γίνεται μέσω ενός κυλινδρικού πείρου, ο οποίος στερεώνεται με ασφάλειες. Η καταπόνηση του πείρου είναι πολύ μεγάλη, αφού μεταφέρει όλες τις δυνάμεις από το έμβολο στο διωστήρα.

Το υλικό κατασκευής του πείρου είναι, συνήθως, νικελιοχρωμιούχος χάλυβας υψηλής αντοχής, ενώ πολλές φορές για ακόμη μεγαλύτερη αντοχή, η εξωτερική του επιφάνεια

επικαλύπτεται με ένα λεπτό στρώμα χρωμίου.

Αντίθετα, το πόδι του διωστήρα είναι διαιρούμενο, ενώ υπάρχει και ειδικός τριβέας που «αγκαλιάζει» το αντίστοιχο στρόφαλο του στροφαλοφόρου άξονα, και η σύνδεση γίνεται με κοχλίες.



Σχ 3.5 Σύνδεση του εμβόλου με το διωστήρα

- 1.Ασφάλεια 2.Πείρος 3.Έμβολο 4.Τριβέας κεφαλής διωστήρα
- 5.Διωστήρας 6.Τριβέας ποδιού διωστήρα
- 7.Ασφάλεια 8.Περικόχλιο ασφαλείας

Σε ορισμένες μηχανές, ο τριβέας του ποδιού του διωστήρα είναι λοξά (πλάγια) κομμένος, γεγονός που βοηθά την τοποθέτηση των εμβόλων μαζί με το διωστήρα, όταν περνούν μέσα από τους κυλίνδρους, ενώ παράλληλα θεωρείται ότι μειώνει και την καταπόνηση των κοχλιών.

Γενικά, η κίνηση του διωστήρα είναι τέτοια, που έχει σαν συνέπεια να αναπτύσσονται σ' αυτόν διάφορα είδη δυνάμεων, όπως είναι οι εφελκυστικές, οι θλιπτικές δυνάμεις, καθώς και οι καμπτικές δυνάμεις. Μάλιστα, αυτές οι δυνάμεις αναπτύσσονται συνεχώς και εναλλάσσονται μεταξύ τους σε όλη την διάρκεια ενός κύκλου λειτουργίας της μηχανής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, ο διωστήρας να καταπονείται από αυξομειούμενα φορτία, τα οποία προκαλούν σημαντική μείωση της αντοχής του υλικού του.

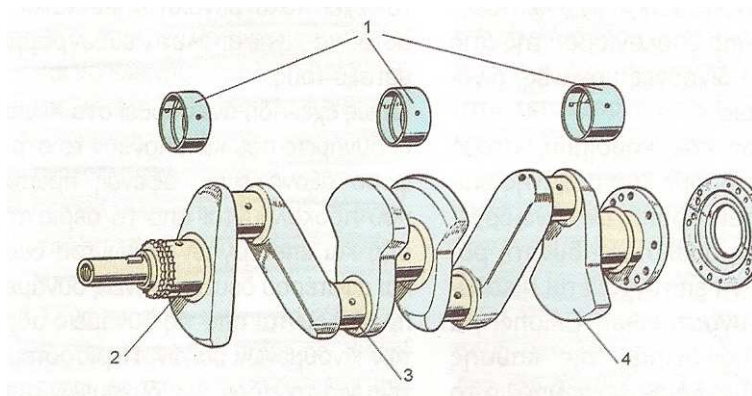
Οι διωστήρες των μηχανών diesel δεν διαφέρουν ως προς τη μορφή από τους αντίστοιχους των βενζινομηχανών, ωστόσο, συγκρινόμενοι με αυτούς, είναι πολύ πιο στιβαροί για να αντέχουν στα σαφώς μεγαλύτερα φορτία λειτουργίας τους.

Το υλικό κατασκευής των διωστήρων των πετρελαιομηχανών, κυρίως των αυτοκινήτων, είναι ο χαμηλής περιεκτικότητας, χρωμιοχάλυβας, ο οποίος υποβάλλεται σε θερμική κατεργασία, ώστε να γίνει σκληρότερος.

3.6 Στροφαλοφόρος άξονας

Προορισμός του στροφαλοφόρου άξονα είναι να μετατρέπει την παλινδρομική κίνηση των εμβόλων σε περιστροφική, πράγμα που επιτυγχάνεται με την βοήθεια των στροφάλων, από τους οποίους συγκροτείται ο ίδιος ο στροφαλοφόρος άξονας. Στις περισσότερες μηχανές, ο άξονας αυτός κατασκευάζεται από σφυρήλατο χάλυβα σε ένα ενιαίο κομμάτι (σύνολο).

Ο στροφαλοφόρος άξονας των μηχανών diesel έχει ανάλογη μορφή με αυτήν των βενζινομηχανών, ωστόσο, είναι και αυτός, όπως και οι διωστήρες, περισσότερο στιβαρός, προκειμένου να αντέχει στα μεγαλύτερα φορτία λειτουργίας.



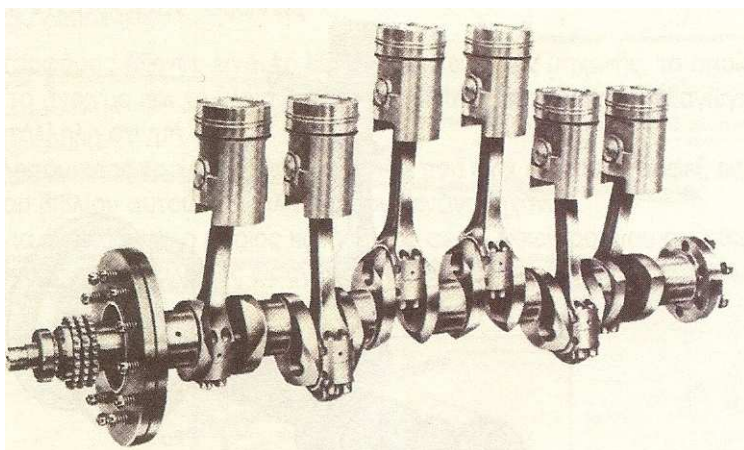
Σχ.3.6.1 Τυπική μορφή στροφαλοφόρου

άξονα τετρακύλινδρης μηχανής diesel 1.τριβείς έδρασης στροφαλοφόρου 2.Κομβία έδρασης στροφαλοφόρου 3.Κομβία στρόφαλου 4.Αντίβαρο-Παρειά στροφάλου

Οι στροφαλοφόροι άξονες των μηχανών diesel αποτελούνται από τα εξής μέρη :

- Τα κομβία της βάσης, στην οποία στηρίζεται ο άξονας με τα αντίστοιχα έδρανα του κορμού της μηχανής.
- Τα κομβία των διωστήρων πάνω στα οποία αυτοί στερεώνονται.
- Οι βραχίονες ή «κιθάρες», οι οποίοι συνδέουν τα κομβία της βάσης με τα αντίστοιχα των διωστήρων.
- Τα αντίβαρα, τα οποία βοηθούν στη ζυγοστάθμιση του στροφαλοφόρου άξονα.

Εσωτερικά, ο στροφαλοφόρος άξονας έχει διόδους, μέσω των οποίων περνά το λάδι της λίπανσης και έτσι, με τη συνδρομή και των οπών που βρίσκονται στα κομβία της βάσης και των διωστήρων, επιτυγχάνεται η λίπανση των αντίστοιχων τριβέων της βάσης της μηχανής και του «ποδιού» του διωστήρα.



Σχ.3.6.2 Στροφαλοφόρος άξονας με έμβολα

Οι στρόφαλοι του άξονα μιας πολυκύλινδρης μηχανής τοποθετούνται υπό ορισμένη γωνία ο ένας ως προς τον άλλο, ανάλογα με τον αριθμό των κυλίνδρων της μηχανής και με τη

σειρά της καύσης στους κυλίνδρους. Η γωνία αυτή που σχηματίζουν οι στρόφαλοι μεταξύ τους, ονομάζεται «γωνία σφήνωσης».

Η σειρά καύσης του καυσίμου, στους διάφορους κυλίνδρους της μηχανής επιλέγεται κατά τέτοιο τρόπο, ώστε να έρχεται στον άξονα η ομαλότερη δυνατή ροπή στρέψης και να επιτυγχάνεται η καλύτερη δυναμική ζυγοστάθμιση. Επίσης, για την επιλογή της σειράς της καύσης στους κυλίνδρους, λαμβάνεται υπόψη το φορτίο που φέρει ο κάθε ένας από τους κύριους τριβείς της βάσης, καθώς και η ένταση των κραδασμών της μηχανής.

Αν και η εμφάνιση των στροφαλοφόρων αξόνων στις μηχανές diesel δίνει την εντύπωση αρκετά σταθερής κατασκευής, στην πραγματικότητα, η αντοχή τους έχει σχέση με το αν υποστηρίζονται σωστά από τους κύριους τριβείς της βάσης. Για το λόγο αυτό, έχει πολύ μεγάλη σημασία οι τριβείς αυτοί να είναι απόλυτα ευθυγραμμισμένοι μεταξύ τους.

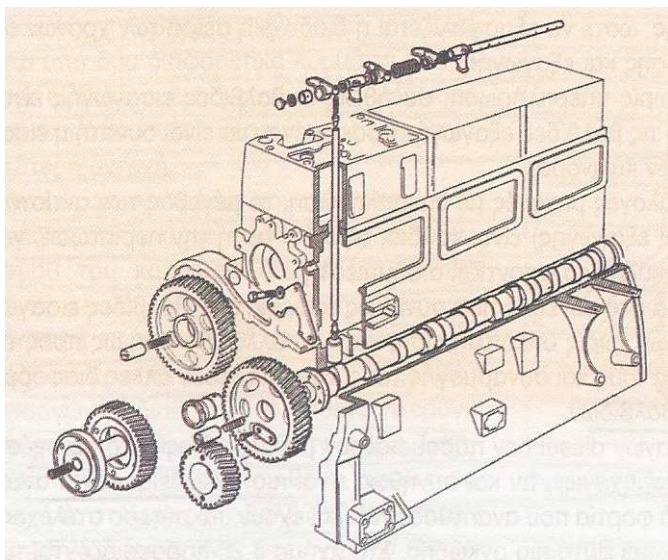
Οι δυνάμεις που καταπονούν το στροφαλοφόρο άξονα είναι, αφενός πρωτογενείς, που προκαλούνται από τα αέρια της καύσης και επενεργούν μέσω του διωστήρα, και αφετέρου δευτερογενείς δυνάμεις, που προκαλούνται από τις δυνάμεις αδράνειας των κινούμενων μαζών.

3.7 Εκκεντροφόρος άξονας

Ο εκκεντροφόρος άξονας είναι το εξάρτημα εκείνο της μηχανής, το οποίο σκοπό έχει να ελέγχει το άνοιγμα και το κλείσιμο των βαλβίδων εισαγωγής και εξαγωγής της μηχανής, την κατάλληλη στιγμή. Πρόκειται για έναν άξονα, ο οποίος κατά μήκος φέρει έκκεντρα, που συνήθως είναι τόσα σε αριθμό, όσες και οι βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής.

Τόσο το ύψος των έκκεντρων όσο καέ η μορφή τους συντελούν καθοριστικά στο να ανοίγουν και να κλείνουν ομαλά οι βαλβίδες και να παραμένουν ανοικτές για ορισμένο χρόνο.

Συγχρόνως, η «γωνία σφήνωσης» του κάθε έκκεντρου είναι τέτοια, ώστε να ανοίγει την κατάλληλη στιγμή, κατά τη διάρκεια του κύκλου λειτουργίας της μηχανής.



Σχ.3.7 Διάταξη εκκεντροφόρου άξονα

Για το λόγο αυτό, ο εκκεντροφόρος άξονας μιας τετράχρονης μηχανής diesel περιστρέφεται με ταχύτητα που είναι ίση με την αντίστοιχη μισή του στροφαλοφόρου άξονα, ενώ σε μια δίχρονη μηχανή η ταχύτητα του εκκεντροφόρου και του στροφαλοφόρου είναι ίδια. Και στις δυο περιπτώσεις, τόσο δηλαδή στην τετράχρονη όσο και στην δίχρονη μηχανή ο εκκεντροφόρος άξονας παίρνει κίνηση απ' ευθείας από το στροφαλοφόρο άξονα, μέσω μιας σειράς οδοντωτών τροχών ή αλυσίδας.

Ο εκκεντροφόρος άξονας κατασκευάζεται, συνήθως, από σφυρήλατο χάλυβα υψηλής αντοχής, ή από χυτοσίδηρο με σφαιροειδή γραφίτη, ή και από μαύρο μαλακό χυτοσίδηρο με κατάλληλη σκλήρυνση των επιφανειών των έκκεντρών του.

3.8 Βαλβίδες μηχανών diesel

Προορισμός των βαλβίδων είναι να ανοίγουν και να κλείνουν την κατάλληλη στιγμή του κύκλου λειτουργίας της μηχανής, ώστε να εξασφαλίζεται η διαδοχική σειρά των χρόνων εισαγωγής, συμπίεσης, εκτόνωσης και εξαγωγής.

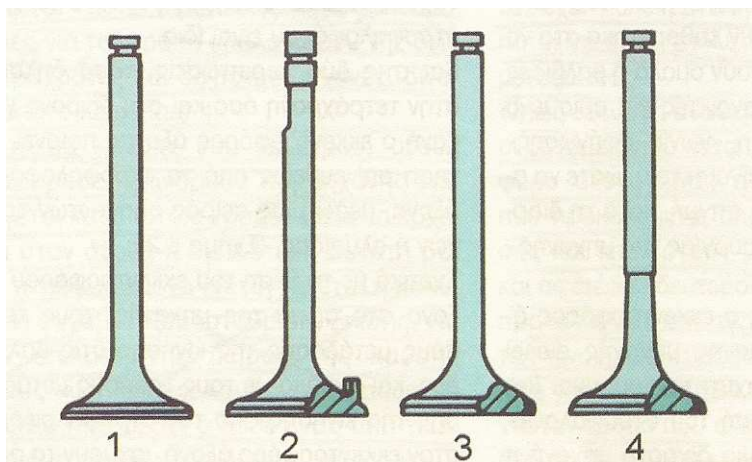
Στις τετράχρονες μηχανές χωρίς υπερπλήρωση, συνήθως, οι βαλβίδες εισαγωγής είναι μεγαλύτερες σε μέγεθος από τις βαλβίδες εξαγωγής προκειμένου να είναι δυνατή η εισαγωγή περισσότερου αέρα στον κύλινδρο.

Απο την άλλη πλευρά, σε ανάλογες μηχανές με υπερπλήρωση, το μέγεθος των αντίστοιχων βαλβίδων (εισαγωγής και εξαγωγής) είναι το ίδιο, αφού σ' αυτήν την περίπτωση, για την εισαγωγή του αέρα στον κύλινδρο φροντίζει ο συμπιεστής.

Πέρα, λοιπόν, από την διαφορά στο μέγεθος που συνήθως υπάρχει στις βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής των μηχανών χωρίς υπερπλήρωση, κατά τ' άλλα, δηλαδή ως προς τη μορφή,

τον τρόπο λειτουργίας τους και συναρμογής τους, δεν υπάρχουν άλλες διαφορές ανάμεσα στους δύο τύπους βαλβίδων.

Επίσης, οι βαλβίδες των μηχανών diesel δεν παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές σε σχέση με τις αντίστοιχες των βενζινομηχανών, αν και συνήθως είναι πιο ογκώδεις για να αντέχουν στα μεγαλύτερα θερμικά φορτία που αναπτύσσονται και έχουν μακρύτερο στέλεχος, αφού η κυλινδροκεφαλή είναι και αυτή πιο ογκώδης. Στο σχήμα (3.8) παρουσιάζονται τυπικές μορφές βαλβίδων εισαγωγής και εξαγωγής για μηχανές diesel.



Σχ.3.8 Τυπικές μορφές βαλβίδων μηχανών diesel

Η πρώτη (1) απεικονίζει τη βασική μορφή των βαλβίδων. Η δεύτερη (2) διαθέτει πτερύγιο συστροφής της ροής του αέρα, ενώ η τρίτη (3) και η τέταρτη (4) παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις, ως προς το υλικό των εδρών τους. Συγκεκριμένα, ορισμένοι κατασκευαστές μηχανών, υποβάλλουν τις έδρες των βαλβίδων σε ειδική επεξεργασία προκειμένου να αποκτήσουν μεγαλύτερη σκληρότητα. Στην τέταρτη μορφή βαλβίδας (4), ο κορμός της βαλβίδας αποτελείται από δύο διαφορετικά κομμάτια που είναι συγκολλημένα μεταξύ τους. Μάλιστα, το υλικό του κάτω μέρους τους έχει μεγαλύτερη αντοχή.

Ακόμα, σε ορισμένες μηχανές diesel, στις οποίες δεν υπάρχει προθάλαμος στροβιλισμού του καυσίμου, για να δοθεί μεγαλύτερη συστροφή, δηλαδή περιστροφική κίνηση στον αέρα που εισέρχεται στον κύλινδρο, η βαλβίδα εισαγωγής διαθέτει ένα κάθετο πτερύγιο συστροφής, το οποίο διατηρεί πάντα τη σωστή του θέση, αφού η ουρά ή το στέλεχος της βαλβίδας είναι κατάλληλα διαμορφωμένα, ώστε να μην επιτρέπουν την περιστροφή της βαλβίδας.

Σχετικά με τον τρόπο μετάδοσης της κίνησης από τον εκκεντροφόρο στις βαλβίδες, θα πρέπει να πούμε, ότι στις μηχανές diesel και ειδικά σε αυτές που λειτουργούν με μεγάλα φορτία, ο εκκεντροφόρος είναι συνήθως στο πλάι.

Ωστόσο, στις σύγχρονες μηχανές diesel και ειδικότερα σε αυτές που χρησιμοποιούνται στα αυτοκίνητα, η κίνηση των βαλβίδων γίνεται απ' ευθείας, αφού ο εκκεντροφόρος βρίσκεται στην κυλινδροκεφαλή της μηχανής. («εκκεντροφόρος επί κεφαλής»).

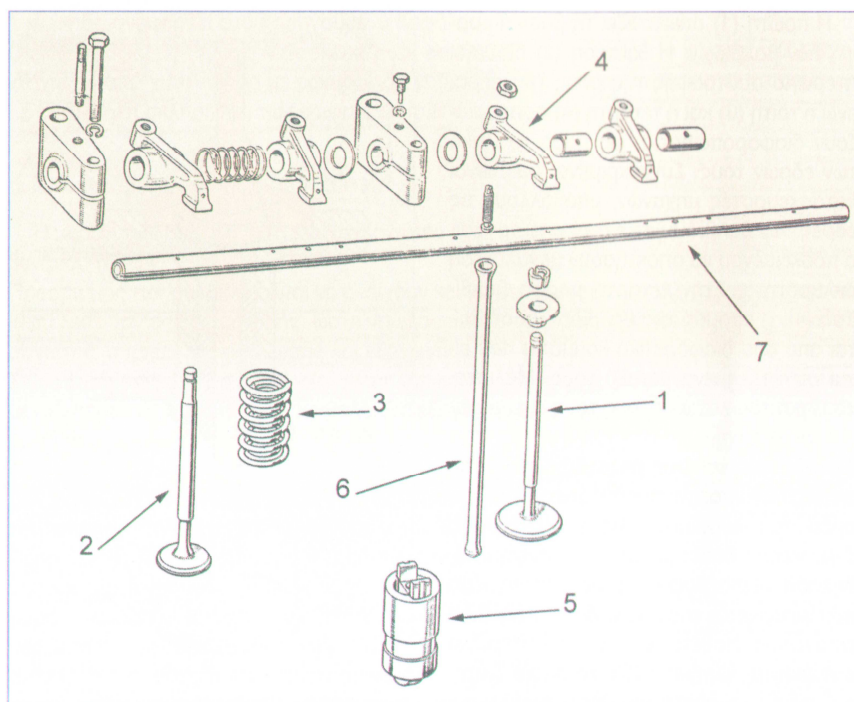
Ως προς τα υλικά κατασκευής των βαλβίδων, δεν υπάρχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις μεταξύ των βαλβίδων των πετρελαιομηχανών και των αντίστοιχων των βενζινομηχανών.

3.9 Μηχανισμός μετάδοσης κίνησης

Ένας τυπικός μηχανισμός μετάδοσης της κίνησης από τον στροφαλοφόρο προς τον εκκεντροφόρο άξονα, περιλαμβάνει τέσσερις οδοντωτούς τροχούς (γρανάζια) : Ένα για τον εκκεντροφόρο, ένα για την κίνηση της αντλίας καυσίμου (εναλλακτικά, η αντλία καυσίμου μπορεί να παίρνει κίνηση από τον σφόνδυλο της μηχανής), ένα που βρίσκεται στον στροφαλοφόρο άξονα και τέλος, ένα ο οποίος συνδέει τους άλλους τρεις. Πάντως, και τα τέσσερα αυτά γρανάζια κατασκευάζονται, συνήθως, από χάλυβα άριστης ποιότητας, κατάλληλο για μεγάλα φορτία.

Εναλλακτικά, για τη σύνδεση των παραπάνω τριών οδοντωτών τροχών χρησιμοποιείται και κατάλληλη αλυσίδα, στην οποία, συνήθως, ο κατασκευαστής της μηχανής επιδιώκει να δώσει όσο το δυνατόν μικρότερο μήκος, ώστε να περιορίζονται οι ανοχές και να διατηρείται σταθερή η ρύθμιση της μηχανής.

Στις σύγχρονες μηχανές diesel που χρησιμοποιούνται στα αυτοκίνητα, έχει καθιερωθεί, πλέον, η χρήση οδοντωτού ιμάντα για την κίνηση του εκκεντροφόρου που, συνήθως, βρίσκεται στην κυλινδροκεφαλή, αλλά και για την κίνηση της αντλίας καυσίμου που, συνήθως, είναι στο μέσον του ύψους της μηχανής.



Σχ.3.9 τα μέρη του μηχανισμού μετάδοσης της κίνησης των βαλβίδων

- 1.Βαλβίδα εισαγωγής
- 2.Βαλβίδα εξαγωγής
- 3.ελατήριο επαναφοράς
- 4.Ζύγωθρο
- 5.Ωστήριο
- 6.Ωστική ράβδος
- 7.Πληκτροφορέας

3.10 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΓΧΥΣΕΩΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΣΕ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΜΗΧΑΝΕΣ

Το σύστημα εγχύσεως καυσίμου φροντίζει για τη σωστή ανάμειξη του πετρελαίου με το συμπιεσμένο μέσα στον κύλινδρο αέρα. Η καλή ανάμειξή τους είναι βασική προϋπόθεση για την επίτευξη σωστής καύσεως. Αποτέλεσμα της σωστής καύσεως είναι να διατηρούνται καθαρά τα εμπλεκόμενα στην καύση εξαρτήματα του κινητήρα, ενώ μεγιστοποιείται η παραγόμενη ισχύς για δεδομένη ποσότητα καυσίμου, εξασφαλίζοντας έτσι την οικονομική λειτουργία της μηχανής.

Στις εμβολοφόρες μηχανές εσωτερικής καύσεως χρησιμοποιούνται τρία διαφορετικά είδη εγχύσεως. Το πρώτο είδος εφαρμόζεται μόνο σε βενζινοκινητήρες και αφορά στην έγχυση του καυσίμου εκτός του θαλάμου καύσεως και εντός του αγωγού εισαγωγής. Η έγχυση μπορεί να είναι συνεχής (πολυκύλινδρη μηχανή με μονό εγχυτήρα) ή διακοπτόμενη (διαφορετικός εγχυτήρας για κάθε κύλινδρο). Στην πρώτη περίπτωση, γίνεται συνεχής έγχυση καυσίμου στον κεντρικό αγωγό εισαγωγής, με το μείγμα να παραλαμβάνεται στη φάση εισαγωγής. Στη δεύτερη περίπτωση, η έγχυση πραγματοποιείται σε κάθε αγωγό εισόδου ξεχωριστά, μόνο όταν οι αντίστοιχες βαλβίδες εισαγωγής είναι ανοικτές.

Το δεύτερο είδος εγχύσεως εφαρμόζεται επίσης σε βενζινοκινητήρες και αφορά στην έγχυση καυσίμου εντός του κυλίνδρου, κατά τη φάση της εισαγωγής ή της συμπίεσεως. Η έγχυση γίνεται αρκετά πιο νωρίς από την έναυση, έτσι ώστε να διατίθεται ο αναγκαίος χρόνος για την πλήρη εξαέρωση του καυσίμου.

Το τρίτο είδος εγχύσεως χρησιμοποιείται κυρίως σε πετρελαιοκινητήρες. Η έγχυση πραγματοποιείται στο ΑΝΣ για να επιτυγχάνεται ταυτόχρονα η καύση του μείγματος, η ανάμειξη του καυσίμου με τον αέρα και η εξαέρωση του καυσίμου.

Στη συνέχεια θα περιγραφεί η περίπτωση της εγχύσεως σε πετρελαιοκινητήρες ενώ τα αντίστοιχα συστήματα για βενζινοκινητήρες θα εξεταστούν στο αντίστοιχο κεφάλαιο. Η έγχυση στους πετρελαιοκινητήρες ανήκει αποκλειστικά στο τρίτο από τα προαναφερθέντα είδη, πραγματοποιείται δηλαδή λίγο πριν το έμβολο φτάσει στο ΑΝΣ εντός του θαλάμου καύσεως, όπου επικρατούν συνθήκες πολύ υψηλής πίεσεως. Για να επιτευχθεί η σωστή ανάμειξη του αέρα με το καύσιμο κατά την έγχυση του πρέπει :

- Να διασπαστεί σε μικροσκοπικά σταγονίδια (με την μορφή νέφους).
- Να διασκορπιστεί σε όλο το χώρο του θαλάμου καύσεως.
- Να επιτευχθεί πλήρης και ομοιόμορφη ανάμειξη του αέρα με τα σταγονίδια του καυσίμου.

- Να εξεταμιστεί στη συνέχεια πλήρως.

Στο τέλος της φάσεως συμπίεσεως ο εγκλωβισμένος αέρας εντός του κυλίνδρου βρίσκεται σε πολύ υψηλή πίεση. Συνεπώς, για να μπορέσει το καύσιμο να εισέλθει και να διασπαστεί σε όσο το δυνατόν μικρότερα σταγονίδια, καταλαμβάνοντας όλο τον όγκο του θαλάμου καύσεως, πρέπει να οδηγείται εκεί με πίεση πολύ μεγαλύτερη από την επικρατούσα στον κύλινδρο (η οποία κυμαίνεται από 80 έως 200 bar). Επιπρόσθετα, με την υψηλή εφαρμοζόμενη πίεση, εμποδίζεται ο συμπιεσμένος αέρας να εισέλθει στο σύστημα εγχύσεως του καυσίμου. Όλα τα παραπάνω επιτυγχάνονται με την κατάλληλη σχεδίαση του συστήματος εγχύσεως.

Ένα τυπικό σύστημα προσαγωγής και εγχύσεως καυσίμου σε πετρελαιομηχανή περιλαμβάνει τα ακόλουθα τμήματα :

- Δεξαμενή ή δεξαμενές αποθηκεύσεως πετρελαίου.
- Σωληνώσεις προσαγωγής και επιστροφής πετρελαίου.
- Προθερμαντήρες πετρελαίου.
- Φυγοκεντρικούς διαχωριστήρες πετρελαίου για τον καθαρισμό του από ξένες προσμείξεις όπως νερό, λασπώδη και στερεά κατάλοιπα (συναντώνται σε μηχανές μέσης και μεγάλης ισχύος).
- Δεξαμενές ημερήσιας καταναλώσεως ή δεξαμενές χρήσεως (συναντώνται σε εγκαταστάσεις μηχανών μέσης και μεγάλης ισχύος).
- Αντλίες τροφοδοσίας χαμηλής πίεσεως.
- Αντλίες υψηλής πίεσεως (εγχύσεως ή καταθλίψεως).
- Εγχυτήρες.

3.11 ΘΑΛΑΜΟΣ ΚΑΥΣΗΣ ΜΗΧΑΝΩΝ DIESEL

Θάλαμος καύσης ή χώρος καύσης είναι ο χώρος που ορίζεται από τα τοιχώματα του κυλίνδρου, την κυλινδροκεφαλή και το επάνω μέρος του εμβόλου. Στο θάλαμο αυτό περιλαμβάνονται και άλλοι δευτερεύοντες χώροι, μεταξύ των οποίων και ο προθάλαμος – που υπάρχει σε ορισμένους τύπους μηχανών diesel – και στους οποίους θα αναφερθούμε στη συνέχεια.

Οι μηχανές πετρελαίου διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες, ανάλογα με τη θέση όπου γίνεται ο ψεκασμός του καυσίμου, μέσα πάντα στο θάλαμο καύσης.

Όταν, δηλαδή, ο ψεκασμός του καυσίμου γίνεται κατευθείαν μέσα στο θάλαμο καύσης – ο οποίος σε αυτήν την περίπτωση είναι ένας ενιαίος χώρος – οι μηχανές αυτές ονομάζονται “άμεσης έγχυσης” ή “άμεσου ψεκασμού”.

Όταν, όμως, ο ψεκασμός αυτός γίνεται σε ένα δευτερεύοντα χώρο καύσης, τον προθάλαμο, ο οποίος επικοινωνεί με τον κύριο θάλαμο καύσης, τότε οι μηχανές αυτές ονομάζονται “έμμεσης έγχυσης” ή “έμμεσου ψεκασμού”, και στην περίπτωση αυτή κάνουμε λόγο για θάλαμο καύσης “διαιρούμενου τύπου”.

3.11.1 ΜΗΧΑΝΕΣ ΑΜΕΣΗΣ ΕΓΧΥΣΗΣ

Στις μηχανές αυτού του τύπου, ο ψεκασμός του καυσίμου γίνεται κατευθείαν μέσα στο χώρο καύσης, ο οποίος σχηματίζεται, συνήθως, από μια κοιλότητα στην κεφαλή του εμβόλου και την επίπεδη επιφάνεια της ίδιας της κυλινδροκεφαλής.

Η μορφή της κοιλότητας αυτής διαφέρει, ανάλογα με τον κατασκευαστή, αν και οι περισσότεροι υιοθετούν, σήμερα, τη μορφή σχήματος “Ω”, και ειδικά στις πετρελαιομηχανές που χρησιμοποιούνται στα φορτηγά, επειδή η μορφή αυτή προκαλεί τον έντονο στροβιλισμό του ψεκαζόμενου καυσίμου και η ανάμειξή του με τον αέρα είναι σχεδόν πλήρης.

Στις αργόστροφες, παλαιότερης, τεχνολογίας μηχανές diesel, η κοιλότητα του εμβόλου δεν έχει κάποιο ιδιαίτερο σχήμα. Αυτό είχε σαν συνέπεια να μη δημιουργείται κάποιου είδους στροβιλισμός στο ψεκαζόμενο καύσιμο και η ανάμειξη με τον αέρα να ήταν περιορισμένη. Ο ψεκασμός του καυσίμου γίνεται από έναν εγχυτήρα καυσίμου με ακροφύσιο πολλαπλών οπών, στο κέντρο της κοιλότητας του εμβόλου. Οι μεγάλες πιέσεις ψεκασμού του καυσίμου που φθάνουν ακόμα και τα 2.800 bar, έχουν σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός νέφους από πολύ μικρά σταγονίδια, τα οποία αφού ατμοποιηθούν, δημιουργούν μαζί με τον αέρα ένα καύσιμο μίγμα το οποίο και αναφλέγεται.

Ένας, μάλιστα, από τους πρώτους αλλά και τους κυριότερους κατασκευαστές μηχανών diesel, η εταιρεία MAN, χρησιμοποιεί έναν ιδιαίτερο τύπο θαλάμου άμεσης καύσης. Συγκεκριμένα, η κοιλότητα του εμβόλου είναι ημισφαιρικής μορφής, ενώ το καύσιμο ψεκάζεται από ακροφύσιο μίας οπής το οποίο βρίσκεται υπό κλίση, έτσι ώστε η ψεκαζόμενη δέσμη του καυσίμου να έχει εφαπτομενική διεύθυνση ως προς τα τοιχώματα της κοιλότητας. Με τη διάταξη αυτή προσδίδεται εντονότερη συστροφή στο ψεκαζόμενο καύσιμο και άρα η ανάμειξη με τον αέρα είναι καλύτερη. Παράλληλα, το ίδιο το καύσιμο δημιουργεί ένα λεπτό στρώμα στα τοιχώματα της κοιλότητας, το οποίο και εξατμίζεται σταδιακά.

Ο τύπος αυτός του θαλάμου καύσης ονομάζεται “σύστημα- M” (M system) και εμφανίζεται χαμηλά επίπεδα καπνού στα καυσαέρια.

Με τον άμεσο ψεκασμό, συνήθως επιτυγχάνεται η ομοιόμορφη ανάμιξη του καυσίμου και, κατά συνέπεια, είναι μικρότερες οι απώλειες της θερμότητας, λόγω ακριβώς του περιορισμένου χώρου της συμπίεσης.

Επίσης, οι μηχανές άμεσης έγχυσης παρουσιάζουν υψηλούς βαθμούς απόδοσης και μικρή ειδική κατανάλωση καυσίμου. Ακόμη παρουσιάζουν πολύ καλή συμπεριφορά κατά τη διάρκεια των ψυχρών εκκινήσεων, ενώ και η κυλινδροκεφαλή είναι, κατασκευαστικά, απλούστερη και πιο οικονομική.

Ωστόσο, ο θόρυβος της λειτουργίας των μηχανών αυτών με άμεση έγχυση, χαρακτηρίζεται πιο “σκληρός”, ενώ παράλληλα, τόσο οι μηχανικές όσο και οι θερμικές καταπονήσεις είναι μεγαλύτερες. Επιπλέον, έχει διαπιστωθεί, ότι η καύση του καυσίμου καθυστερεί λόγω της μεγαλύτερης διαδρομής που πρέπει να διατρέξει, γεγονός που αντιμετωπίζεται με την αύξηση της πίεσης του ψεκασμού.

Η μέθοδος του άμεσου ψεκασμού χρησιμοποιείται, κυρίως, σε μηχανές που λειτουργούν με υψηλά φορτία, όπως στα οχήματα μαζικής μεταφοράς και στα φορτηγά. Τα σύγχρονα πετρελαιοκίνητα επιβατικά αυτοκίνητα διαθέτουν μηχανές με έμμεση έγχυση καυσίμου, αν και οι πρόσφατες εξελίξεις στον τομέα αυτό, οδηγούν τους κατασκευαστές των αυτοκινήτων αυτών, σιγά -σιγά, στην υιοθέτηση της τεχνολογίας του άμεσου ψεκασμού.

3.11.2 ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΜΜΕΣΗΣ ΕΓΧΥΣΗΣ

Οι μηχανές με θαλάμους έμμεσης έγχυσης του καυσίμου είναι, συνήθως, μηχανές που αναπτύσσουν υψηλό αριθμό στροφών και, ως τέτοιες, χρησιμοποιούνται, κυρίως σε επιβατικά αυτοκίνητα.

Ένας άλλος βασικός λόγος χρήσης των συστημάτων έμμεσης έγχυσης σε μικρές μηχανές, όπως αυτών των αυτοκινήτων, είναι ότι με την μέθοδο αυτή αποφεύγονται τα μεγάλα, ογκώδη και ταυτόχρονα ακριβά συστήματα άμεσου ψεκασμού, που λειτουργούν σε μεγάλες πιέσεις. Ακόμα, οι μηχανές diesel έμμεσου ψεκασμού παρουσιάζουν μικρότερο θόρυβο λειτουργίας, ενώ και τα διάφορα μέρη της μηχανής δέχονται μικρότερα φορτία.

- ♣ Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι μηχανές του τύπου αυτού παρουσιάζουν αυξημένη κατανάλωση, κατά 10 έως 15%, σε σχέση με τις αντίστοιχες του άμεσου ψεκασμού και διακρίνονται σε δύο βασικούς τύπους :
- ♣ όσες διαθέτουν στροβιλοθάλαμο και
- ♣ όσες διαθέτουν προθάλαμο.

Η αρχή λειτουργίας και στους δύο τύπους είναι η ίδια :

Το καύσιμο ψεκάζεται σε έναν μικρότερο θάλαμο, ο οποίος, επικοινωνεί- μέσω ενός μικρού ανοίγματος – με τον κύριο θάλαμο καύσης, οπότε και η καύση ξεκινά από τον προθάλαμο και διαδίδεται στον υπόλοιπο χώρο της καύσης.

Στις μηχανές με στροβιλοθάλαμο σε κάθε κύλινδρο, το καύσιμο ψεκάζεται μέσα σ' έναν σχεδόν σφαιρικό, μικρό θάλαμο, ο οποίος είναι διαμορφωμένος στην κυλινδροκεφαλή της μηχανής, περίπου στην άκρη του κύριου θαλάμου καύσης.

Ο όγκος αυτού του θαλάμου είναι περίπου το 50% του συνολικού όγκου της συμπίεσης. Ο στροβιλοθάλαμος επικοινωνεί με τον κύριο χώρο της καύσης, μέσω ενός ανοίγματος, το οποίο οδηγεί τα αέρια προς το κέντρο του εμβόλου. Στο στροβιλοθάλαμο, επίσης, βρίσκονται το ακροφύσιο έγχυσης, καθώς και το σύστημα υποβοήθησης της εκκίνησης, το οποίο είναι απαραίτητο σε αυτού του είδους τις μηχανές.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, κατά τη διάρκεια της συμπίεσης σχηματίζεται ένα πολύ ισχυρό ρεύμα αέρα το οποίο δημιουργεί έντονο στροβιλισμό, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται η πολύ καλή ανάμιξή του με το ψεκαζόμενο καύσιμο. Παράλληλα, όπως και στο σύστημα “M” που περιγράφηκε προηγουμένως, το καύσιμο δημιουργεί ένα λεπτό στρώμα επάνω στην επιφάνεια του στροβιλοθάλαμου το οποίο εξατμίζεται, σταδιακά, και καίγεται. Το γεγονός αυτό προκαλεί την αύξηση της πίεσης στο στροβιλοθάλαμο, που έχει ως αποτέλεσμα ένα πλούσιο μίγμα καυσίμου και αέρα να εκτοξεύεται προς τον κύριο θάλαμο καύσης, όπου και καίγεται.

Η διάταξη αυτή είναι κατάλληλη για πολύστροφες μηχανές diesel που φτάνουν έως και τις 5.000 στροφές το λεπτό (rpm) και παρουσιάζουν χαμηλά επίπεδα καπνού στα καυσαέρια τους.

Στις μηχανές με προθάλαμο καύσης, σε κάθε κύλινδρο, το καύσιμο ψεκάζεται μέσα σε ένα μικρό θάλαμο, ο οποίος είναι διαμορφωμένος στην κυλινδροκεφαλή της μηχανής, περίπου στο κέντρο του κύριου θαλάμου καύσης.

Ο όγκος αυτού του θαλάμου είναι περίπου το 25% έως 35% του συνολικού όγκου της συμπίεσης.

Ο προθάλαμος επικοινωνεί με τον κύριο χώρο της καύσης, μέσω πολλών μικρών ανοιγμάτων, τα οποία οδηγούν τα αέρια προς το κέντρο του εμβόλου.

Ο εγχυτήρας του καυσίμου βρίσκεται στον προθάλαμο μαζί με το σύστημα υποβοήθησης της εκκίνησης το οποίο είναι απαραίτητο σε αυτού του είδους τις μηχανές.

Και αυτός ο τύπος μηχανής μπορεί να λειτουργήσει σε υψηλό αριθμό στροφών, ενώ παρουσιάζει ανάλογα χαρακτηριστικά λειτουργίας με τον προηγούμενο τύπο της έμμεσης έγχυσης καυσίμου.

Γενικά, οι μηχανές με έμμεση έγχυση καυσίμου παρουσιάζουν πιο “στρωτή” και λιγότερο θορυβώδη λειτουργία, επειδή η καύση είναι πιο ομαλή. Το γεγονός αυτό βοηθάει στη μείωση βάρους των μηχανών αυτών, αφού τα φορτία που αναπτύσσονται λόγω της

καύσης, κυμαίνονται σε χαμηλότερα επίπεδα, ενώ, παράλληλα, λειτουργούν αφενός, με μεγαλύτερη σχέση συμπίεσης και αφετέρου, με χαμηλότερες πιέσεις ψεκασμού του καυσίμου.

Ωστόσο, η ειδική κατανάλωση καυσίμου είναι υψηλότερη, ενώ είναι απαραίτητη και η ύπαρξη διατάξεων υποβοήθησης της εκκίνησης παρά το γεγονός ότι η συμπίεση είναι μεγαλύτερη, όπως προαναφέρθηκε.

3.12 Σύστημα τροφοδοτήσεως των πετρελαιομηχανών

Σύστημα ή και δίκτυο τροφοδοτήσεως των πετρελαιομηχανών με πετρέλαιο ονομάζεται το σύνολο των σωληνώσεων και εξαρτημάτων, που είναι απαραίτητα, για να πραγματοποιηθεί η ροή του πετρελαίου από τις δεξαμενές αποθηκεύσεως μέχρι την αντλία εγχύσεως από την οποία καταθλίβεται στους εγχυτήρες.

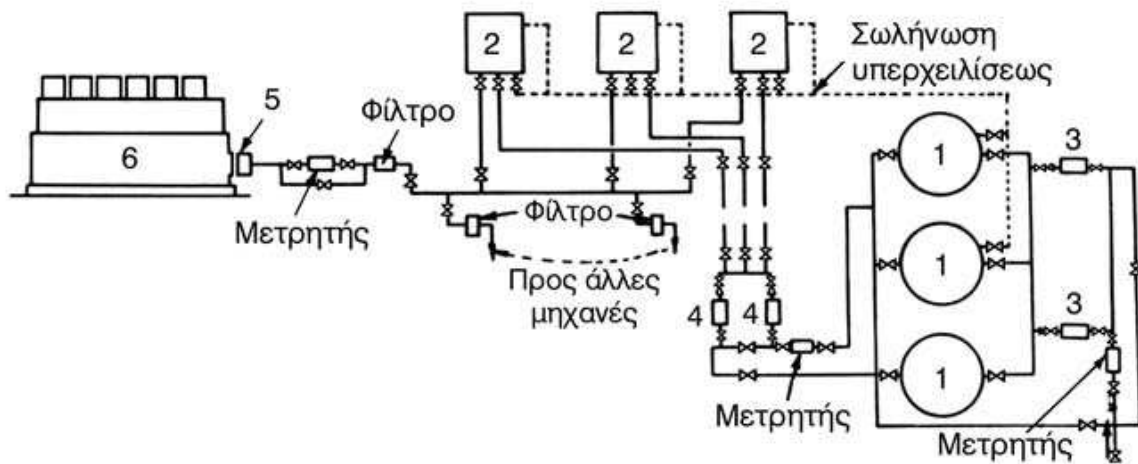
Το πετρέλαιο αποθηκεύεται στις δεξαμενές της εγκαταστάσεως. Σε κάθε εγκατάσταση εκτός από τις κύριες δεξαμενές αποθηκεύσεως υπάρχει ακόμα και μία ή περισσότερες μικρές δεξαμενές, οι δεξαμενές ημερήσιας χρήσεως.

Από τις δεξαμενές αποθηκεύσεως το αναρροφεί η αντλία μεταγίσεως και το στέλνει σε ένα φυγόκεντρο καθαριστή, όπου το πετρέλαιο απαλλάσσεται από τις ακαθαρσίες ή νερό που μπορεί να περιέχει. Στη συνέχεια μεταβαίνει στις δεξαμενές ημερήσιας χρήσεως από τις οποίες θα το αναρροφήσει η αντλία παροχής, η οποία το στέλνει προς την αντλία εγχύσεως. Μερικές φορές και όταν η στάθμη της δεξαμενής ημερήσιας χρήσεως είναι ψηλότερη από την αντλία εγχύσεως, παραλείπεται η αντλία παροχής και το πετρέλαιο ρέει μόνο του προς την αντλία εγχύσεως, η οποία στη συνέχεια το καταθλίβει προς τους εγχυτήρες με πίεση 200 ως 600 bar.

Στις παλιές μηχανές με εμφύσηση η αντλία εγχύσεως το κατέθλιβε με 80 ως 90 bar.

Οι εγχυτήρες είναι συνήθως εφοδιασμένοι με μικρά φίλτρα από «σπογγώδη μπρούτζο», τα οποία αντικαθιστούμε, όταν ρυπανθούν.

Στο σχήμα (3.12.1) παριστάνεται σε διάγραμμα ένα τυπικό δίκτυο πετρελαίου μιας μεγάλης εγκαταστάσεως μηχανών diesel.

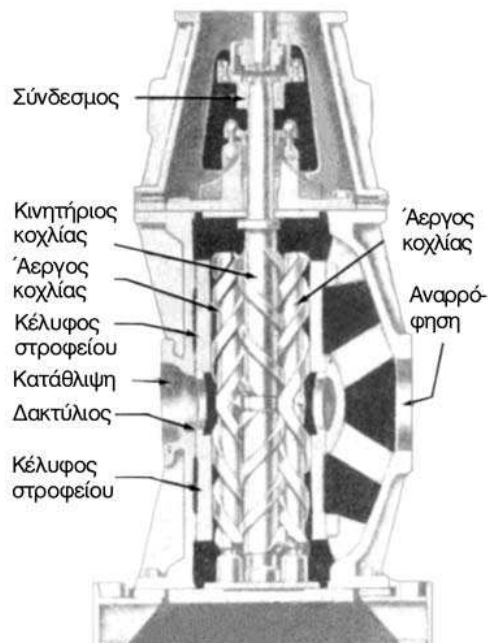


Σχ.(3.12.1) 1.Δεξαμενές πετρελαίου 2. Δεξαμενές ημερήσιας χρήσεως 3.Αντλία πληρώσεως των δεξαμενών 4.Αντλία μεταγγίσεως 5.Αντλία μηχανικής εγχύσεως 6. Μηχανή

Στο δίκτυο αυτό δεν υπάρχει αντλία παροχής.

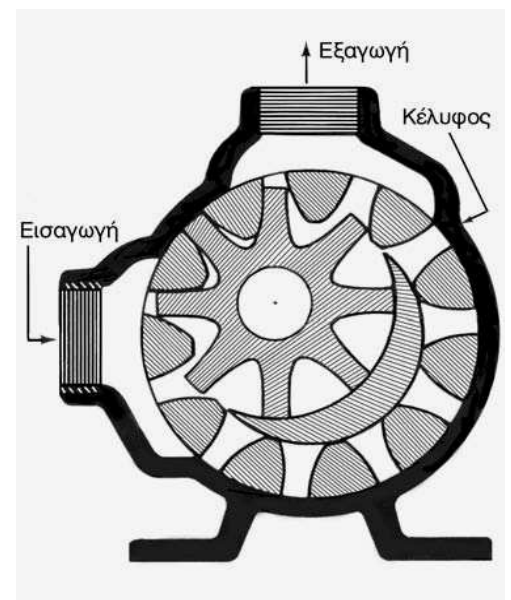
Η αντλία μεταγγίσεως είναι συνήθως θετικής εκτοπίσεως κοχλιοειδής ή φυγοκεντρικού τύπου, ενώ η αντλία παροχής είναι κατά κανόνα θετικής εκτοπίσεως «γρναζωτή» και καταθλίβει το πετρέλαιο προς την αντλία εγχύσεως με πίεσης 2 ως 3 περίπου ατμόσφαιρες.

Στο σχήμα (3.12.2) παριστάνεται μια κατακόρυφη αντλία μεταγγίσεως κοχλιοειδής ενώ στο σχήμα (3.12.3) μια οριζόντια γρναζωτή αντλία παροχής. Το πετρέλαιο καταθλίβεται από την αντλία παροχής σε ποσότητα μεγαλύτερη από εκείνη, που εισέρχεται πραγματικά τον κύλινδρο. Η περίσσεια του πετρελαίου οδηγείται από σωληνίσκους επιστροφής στην αναρρόφηση της αντλίας ή στην δεξαμενή, ώστε με τον τρόπο αυτό πραγματοποιείται μια κυκλοφορία, με την οποία επιτυγχάνεται η ψύξη της αντλίας εγχύσεως και τον εγχυτήρων. Εγχυτήρες μεγάλων μηχανών τέλος ψύχονται με κυκλοφορία νερού σε περιχιτόνιο θάλαμο του σώματός τους.



Σχ.3.12.2

Σχ. 3.12.3



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΣΗ TURBO

Για να αυξήσουμε την ισχύ ενός κινητήρα, θα πρέπει να εισάγουμε και ανάλογη ποσότητα καυσίμου που να μπορεί όμως να καεί στους κυλίνδρους του.

Η καύση όμως μέγιστης ποσότητας καυσίμου, απαιτεί την εισαγωγή στους κυλίνδρους ανάλογης ποσότητας αέρα.

Για να αυξήσουμε την ποσότητα του αέρα πρέπει να τοποθετηθεί ένας συμπιεστής στην πολλαπλή εισαγωγή και να συμπιέζει τον αέρα. Όσο περισσότερος αέρας εισάγεται, τόσο περισσότερο οξυγόνο εισάγεται στο θάλαμο καύσης.

Σε ένα κινητήρα χωρίς υπερπλήρωση (ατμοσφαιρικό), ο αέρας εισάγεται στη φάση της αναρρόφησης με μια υποπίεση 0,8 – 0,9 bar ενώ σε ένα κινητήρα με υπερπλήρωση από 1,5 έως 3 bar (όταν έχουμε αεραντλία που παίρνει κίνηση από τον στροφαλοφόρο άξονα).

ΟΡΙΣΜΟΣ

Η υπερπλήρωση είναι η εισαγωγή συμπιεσμένου αέρα στους κυλίνδρους του κινητήρα και έχει σκοπό την αύξηση της ισχύος του. Για έναν κινητήρα με δεδομένο κυβισμό και υπόλοιπα χαρακτηριστικά, η υπερπλήρωση είναι ο μόνος τρόπος αύξησης ισχύος., εφόσον ούτε ο αριθμός στροφών ούτε η σχέση συμπίεσης μπορούν να αυξηθούν πάνω από κάποιο όριο. Εισάγοντας συμπιεσμένο αέρα στο κύλινδρο επιτυγχάνουμε την είσοδο μεγαλύτερης μάζας αέρα στο συγκεκριμένο όγκο. Επομένως η καύση γίνεται πολύ πιο αποτελεσματικά, αυξάνοντας σημαντικά τη μέγιστη αποδιδόμενη ισχύ του κινητήρα και τη μέγιστη ροπή του. Τα συστήματα που χρησιμοποιούνται για την υπερπλήρωση είναι : ο στροβιλοσυμπιεστής καυσαερίου (turbo), οι μηχανικοί συμπιεστές.

ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της υπερπλήρωσης των εμβολοφόρων Μ.Ε.Κ είναι η αύξηση της πυκνότητας του αέρα πλήρωσης πριν την εισαγωγή του στους κυλίνδρους, η οποία πραγματοποιείται με αντίστοιχη αύξηση της πίεσης του, έτσι ώστε να αυξάνεται η μάζα του σε κάθε κύκλο λειτουργίας. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται σημαντική αύξηση συγκέντρωσης ισχύος του κινητήρα, καθώς και βελτίωση των επιδόσεων του. Επειδή κατά τη συμπίεση του αέρα αυξάνεται και η θερμοκρασία του, είναι δυνατό να εφαρμοστεί ψύξη του αέρα πλήρωσης αμέσως μετά τη συμπίεση του και πριν την εισαγωγή του στους κυλίνδρους

σε ψυγείο που λειτουργεί με νερό ή αέρα, με σκοπό την περαιτέρω αύξηση της πυκνότητας του.

Η υπερπλήρωση βρίσκει σήμερα γενική εφαρμογή στους κινητήρες Diesel μέσω και μεγάλων διαστάσεων και σε σημαντικό ποσοστό σε κινητήρες μικρών διαστάσεων. Στους κινητήρες Otto εφαρμόζεται σε πολύ μικρή κλίμακα, καθώς εξαιτίας της υπερπλήρωσης οι δημιουργημένες πιέσεις μέσα στους κυλίνδρους προκαλούν κίνδυνο εμφάνισης κρουστικής καύσης.

Η υπερπλήρωση χρησιμοποιείται στους τετράχρονους (4-X) κινητήρες για να αυξήσει τη συγκέντρωση ισχύος τους, ενώ στους δίχρονους (2-X) είναι χρήσιμη για την αύξηση της πίεσης εισαγωγής πάνω από αυτή της εξαγωγής, προκειμένου να πραγματοποιηθεί αποτελεσματικά η απόπλυση των κυλίνδρων.

Οι βασικές λοιπόν αρχές της υπερπλήρωσης είναι :

- Η απόδοση του κινητήρα αυξάνεται ανάλογα με τον όγκο του καυσίμου μίγματος μέσα στον κύλινδρο
- Η απόδοση του κινητήρα αυξάνεται με τη ψύξη του εισερχόμενου καυσίμου μίγματος, λόγω αύξησης της πυκνότητας του μίγματος κατά την ψύξη του.

Βασική αρχή της Μηχανικής είναι ότι η ισχύς ενός κινητήρα είναι ανάλογη με την ποσότητα του εισερχόμενου, σ' αυτόν, αέρα, και επειδή με τη σειρά της η ποσότητα αυτή είναι ανάλογη της πυκνότητας του, η ισχύς ενός κινητήρα – έχοντας ως προϋπόθεση τον ίδιο κυβισμό και τις ίδιες στροφές λειτουργίας – μπορεί να αυξηθεί με την προσυμπίεση του αέρα, πριν αυτός εισέλθει στους κυλίνδρους.

Αυτή, ακριβώς, η αναγκαστική εισαγωγή ή προσυμπίεση του αέρα, ονομάζεται υπερπλήρωση.

Ο βαθμός υπερπλήρωσης δείχνει την αύξηση της πυκνότητας του αέρα, σε σύγκριση με την αντίστοιχη ενός ατμοσφαιρικού κινητήρα.

Σκοπός της υπερπλήρωσης είναι να επιτρέψει στον κινητήρα την εισαγωγή και καύση μεγαλύτερης ποσότητας καυσίμου, ώστε να αυξηθεί η αποδιδόμενη ισχύς του.

4.1 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΣΗ

Στη μηχανική υπερπλήρωση, ο υπερσυμπιεστής παίρνει κίνηση απευθείας από τον κινητήρα, συνήθως κάτω από μια σταθερή σχέση μετάδοσης.

Για την εναλλαγή των συνθηκών της κατάστασης λειτουργίας του υπερσυμπιεστή, χρησιμοποιούνται μηχανικοί ή ηλεκτρομαγνητικοί συμπλέκτες.

Για τους κινητήρες των αυτοκινήτων είναι κατάλληλοι μόνο οι υπερσυμπιεστές των οποίων ο ρυθμός παροχής του αέρα μεταβάλλεται, γραμμικά, με την περιστροφική ταχύτητα. Αυτοί είναι οι υπερσυμπιεστές «θετικού κυβισμού εμβόλου» ή αυτοί που διαθέτουν περιστρεφόμενα περύγια ή οι συμπιεστές τύπου Roots.

4.2 ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΣΗ ΜΕ ΤΗΝ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΤΩΝ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

Στην υπερπλήρωση με εκμετάλλευση της ενέργειας των καυσαερίων, η ενέργεια που χρειάζεται ο υπερσυμπιεστής, λαμβάνεται από τα καυσαέρια. Από την μια λοιπόν, γίνεται εκμετάλλευση της ενέργειας, που στην περίπτωση των ατμοσφαιρικών κινητήρων δεν μπορεί να γίνει, εξαιτίας των συνθηκών εκτόνωσης που επιβάλλονται από το μηχανισμό του στροφαλοφόρου – μπιέλας, ενώ από την άλλη, η πίεση των καυσαερίων αυξάνεται ώστε να επιτευχθεί η αναγκαία ισχύς συμπίεσης.

Σήμερα, στους σύγχρονους υπερτροφοδοτούμενους κινητήρες, η ενέργεια των καυσαερίων μετατρέπεται σε κινητική, μέσω μιας τουρμπίνας που κινείται από τα καυσαέρια, γεγονός που επιτρέπει τη χρήση υπερσυμπιεστή για την προσυμπίεση του εισερχόμενου αέρα. Έτσι, ο συνδυασμός της τουρμπίνας που κινείται από τα καυσαέρια και του υπερσυμπιεστή, μας προσφέρει έναν υπερσυμπιεστή καυσαερίων ή υπερσυμπιεστή εξάτμισης, γνωστό με την ονομασία «Φυγοκεντρικός υπερσυμπιεστής – Turbocharger».

4.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΣΗΣ

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Τα βασικά πλεονεκτήματα της υπερπλήρωσης είναι :

1. Η αύξηση της ισχύος και η μείωση του όγκου της μηχανής, σε σχέση με μια άλλη της ίδιας ισχύος χωρίς υπερπλήρωση. Με την χρήση intercooler (εναλλάκτη θερμότητας) επιτυγχάνεται μείωση της θερμότητας του εισερχόμενου αέρα από 200° C (που αυτή η θερμοκρασία επηρεάζει το ιξώδες του λαδιού, δημιουργεί ανθρακώματα) σε 100° C, ή χρησιμοποιούνται υδρόψυκτοι υπερσυμπιεστές (νέα κατηγορία υπερσυμπιεστών, το ψυκτικό κυκλοφορεί μέσα στο σώμα τους που είναι σαν σαλίγκαρος) το ψυκτικό έρχεται από το κύκλωμα ψύξης του κινητήρα, διατηρεί την θερμοκρασία του κάτω από 140° C και έτσι εισάγεται μεγαλύτερη μάζα αέρα καυσίμου με αποτέλεσμα αύξηση της ισχύος και της ροπής μέχρι 50% στους 2-χρονους και μέχρι 100% στους 4-χρονους.

2. Η αύξηση της μέγιστης ροπής της μηχανής, χωρίς αύξηση των στροφών (ειδικά στους Diesel, που υπάρχει περιορισμός στροφών).

3. Η μεγαλύτερη οικονομία καυσίμου, η καλύτερη καύση που επιτυγχάνεται στους κινητήρες με υπερπλήρωση (συγκρινόμενη με τον αντίστοιχο απλό κινητήρα), έχει σαν αποτέλεσμα την μείωση της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου και χαμηλότερες εκπομπές καυσαερίων.

4. Μείωση του θορύβου από 2-5 db, η συσκευή επενεργεί σαν έξτρα σιγαστήρας.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Τα βασικότερα μειονεκτήματα της υπερπλήρωσης είναι :

1. Καθυστέρηση στην επιτάχυνση, όταν ο οδηγός πατήσει το γκάζι απότομα (πεντάλ), παρουσιάζεται νεκρός χρόνος (το φαινόμενο αυτό δεν παρουσιάζεται στους συμβατικούς κινητήρες) δηλαδή μια μικρή καθυστέρηση στην αύξηση των στροφών (Turbo Lag). Οι αιτίες μπορεί να είναι πολλές όπως :
 - Η αδράνεια που παρουσιάζει ο στρόβιλος και κατ' επέκταση ο αεροσυμπιεστής.
 - Ο κακός σχεδιασμός των πτερυγίων.
 - Ο κακός χρονισμός προπορεία εναύσεως (αβάνς) και
 - Ο κακός ψεκασμός πετρελαίου στο Diesel.

Τα τελευταία χρόνια με την χρήση καινούριων υλικών, έχουν βελτιωθεί πολύ με την χρησιμοποίηση δύο αεροσυμπιεστών σε σειρά άρα μείωση του βάρους και της αδράνειας και έτσι αντιμετωπίζεται καλύτερα το πρόβλημα αυτό.
2. Ανομοιόμορφη λειτουργία στις χαμηλές στροφές. Η ποσότητα των καυσαερίων καθώς και η κινητική τους ενέργεια είναι μικρή στις χαμηλές στροφές. Οι κατασκευαστές έχουν παρουσιάσει πολλές λύσεις για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού, όπως :
 - Μεταβαλλόμενη διατομή του κελύφους της τουρμπίνας, δηλαδή μικραίνει η διατομή στις χαμηλές στροφές του αεροσυμπιεστή ενώ όταν μεγαλώνει η διατομή (υψηλές στροφές) μειώνονται οι στροφές του αεροσυμπιεστή.
 - Άλλος τρόπος είναι η λειτουργία ενός μικρού μετακαυστήρα στην πολλαπλή εξαγωγή (στις χαμηλές στροφές). Η πρόσθετη ποσότητα καυσαερίων που δημιουργείται δίνει την απαιτούμενη ενέργεια.
 - Η χρήση του υπερσυμπιεστή (COMPREX) στον οποίο υπάρχει συνδυασμός στροβιλοσυμπιεστή με κίνηση από τα καυσαέρια και μετάδοση κίνησης στην συσκευή από τον στροφαλοφόρο άξονα με ιμάντες (χαμηλές στροφές).

- Μη καλή λίπανση στον άξονα του συμπιεστή.
3. Η αποτελεσματική λίπανση του άξονα αποτελεί ίσως το σημαντικότερο πρόβλημα στην χρήση των TURBO. Το λάδι λιπαίνει και ψύχει ταυτόχρονα. Ο άξονας του TURBO στηρίζεται σε έδρανα υψηλής ταχύτητας (τριβείς). Το λάδι έρχεται από την έξοδο του φίλτρου με την βοήθεια ατσάλινων σωλήνων. Ο υπερσυμπιεστής περιστρέφεται από 30000 έως 100000 R.P.M. Χρειάζεται καλή λίπανση με λάδι με χαρακτηριστικούς τίτλους (όπως TURBO TESTED).
Πολλές φορές τοποθετείται μια ηλεκτρική αντλία λαδιού η οποία λειτουργεί για ένα μικρό χρονικό διάστημα αφού σβήσει ο κινητήρας, διότι ο άξονας του στροβίλου εξακολουθεί να περιστρέφεται λόγω αδράνειας περίπου 2 με 3 λεπτά (η θερμοκρασία μπορεί να ανέβει σχεδόν 25° C) κι έτσι αποφεύγεται η υπερθέρμανση του άξονα.
 4. Προβλήματα προανάφλεξης και αυτανάφλεξης. Η αύξηση της πίεσης στους κινητήρες με υπερπλήρωση δημιουργεί προβλήματα προανάφλεξης και αυτανάφλεξης. Η αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού μπορεί να γίνει με μείωση της συμπίεσης.

4.4 ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΣΗ DIESEL

Οι μηχανές εσωτερικής καύσης, πέρα από τον διαχωρισμό τους σε σχέση με το καύσιμο που χρησιμοποιούν και τον κύκλο λειτουργίας τους, διακρίνονται και σε δύο άλλες βασικές κατηγορίες : σ' αυτές της φυσικής εισροής του αέρα και στις αντίστοιχες με βεβιασμένη εισροή του αέρα ή, όπως αλλιώς ονομάζονται, με υπερπλήρωση. Αυτός ο διαχωρισμός αφορά τόσο τις βενζινομηχανές όσο και τις μηχανές Diesel.

Στις μηχανές με φυσική εισροή, ο αέρας κατά τη διάρκεια της εισαγωγής, εισέρχεται στους κυλίνδρους της μηχανής λόγω της υποπίεσης, που δημιουργεί το έμβολο με την κίνηση του.

Στην περίπτωση αυτή, η ποσότητα του εισερχόμενου αέρα που γεμίζει, τελικά, τους κυλίνδρους, εξαρτάται από τις δυσκολίες (αντιστάσεις) που πρέπει αυτός να υπερνικήσει κατά την κίνηση του μέσα από τους αγωγούς εισόδου και τις βαλβίδες εισαγωγής. Εξαρτάται, δηλαδή, τελικά, από το πόσο ελεύθερα μπορούν να «εισπνέουν» αέρα οι κύλινδροι της μηχανής. Εξαρτάται, επίσης, και από την πυκνότητα του αέρα και συνεπώς από τη θερμοκρασία και το υψόμετρο, κάτω δηλαδή από ποιες συνθήκες λειτουργεί η μηχανή.

Καταλαβαίνουμε ότι για μια δεδομένη μηχανή, όσος περισσότερος αέρας εισέρχεται στους κυλίνδρους της , τόσο περισσότερο καύσιμο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και συνεπώς,

τόσο περισσότερο μπορεί να αυξηθεί και η ισχύς της. Δεδομένου ότι με την κίνηση, απλά, των εμβόλων, ο αέρας που εισρέει στους κυλίνδρους δε μπορεί να αυξηθεί, για το λόγο αυτό αναπτύχθηκαν οι μηχανές με υπερπλήρωση. Στις μηχανές αυτές, με την βοήθεια εξωτερικών παρεμβάσεων διοχετεύεται μεγαλύτερη ποσότητα αέρα μέσα στους κυλίνδρους, με αποτέλεσμα να μπορεί να χρησιμοποιηθεί περισσότερο καύσιμο, γεγονός που αυξάνει περαιτέρω την πίεση των καυσαερίων και άρα την ισχύ των μηχανών αυτών. Στις μηχανές Diesel η υπερπλήρωση είναι περισσότερο αποδοτική, από ό,τι στις βενζινομηχανές. Αυτό συμβαίνει, γιατί εδώ ο χρόνος μέσα στον οποίο πρέπει να γίνει η ανάμιξη του καυσίμου με τον αέρα, κατά τη διάρκεια της καύσης, είναι πολύ μικρότερος και συνεπώς, υπάρχει μεγαλύτερη ανάγκη για παρουσία περισσότερου οξυγόνου. Δηλαδή, με την υπερπλήρωση, μια μηχανή diesel μπορεί να αξιοποιήσει περισσότερο οξυγόνο και κατά συνέπεια, να αυξήσει την ισχύ που αποδίδει.

Η αύξηση του οξυγόνου στον κύλινδρο επιδρά, επίσης, στον περιορισμό της καθυστέρησης της αυτανάφλεξης του καυσίμου, γεγονός που βοηθά στην ομαλότερη λειτουργία της μηχανής.

Γενικά, η υπερπλήρωση σε όλους τους τύπους των μηχανών έχει πολύ θετικά αποτελέσματα, αφού μπορεί να αυξήσει την ισχύ και τη ροπή τους.

Στις σύγχρονες μηχανές χρησιμοποιούνται δύο τύποι υπερπλήρωσης.

Ο πρώτος τύπος αφορά τη χρήση ενός συμπιεστή, ο οποίος για την κίνησή του χρησιμοποιεί μηχανική ισχύ την οποία παίρνει από τον άξονα της μηχανής και γι' αυτό η υπερπλήρωση αυτή ονομάζεται μηχανική. Στην περίπτωση αυτή, η μορφή του συμπιεστή μπορεί να είναι, είτε τύπου λοβών ή τύπου Roots όπως λέγεται, είτε ακτινικού ανεμιστήρα, είτε με πτερύγια και έκκεντρο άξονα περιστροφής.

Ο δεύτερος τύπος αφορά τη χρήση πάλι ενός συμπιεστή, ο οποίος όμως για την κίνηση του χρησιμοποιεί την κινητική ενέργεια των καυσαερίων της μηχανής.

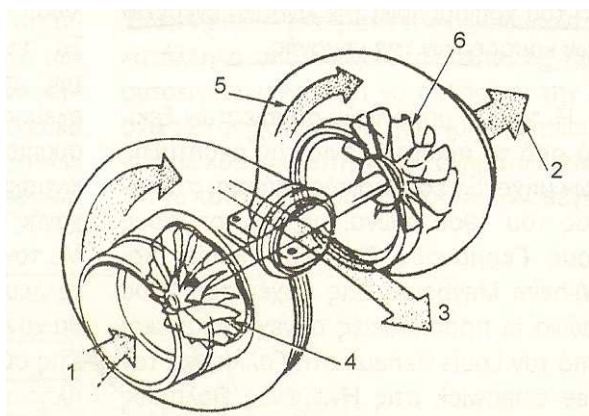
Τα πλεονεκτήματα των μηχανικών συμπιεστών είναι, ότι παρουσιάζουν σχετικά απλή κατασκευή και είναι αποδοτικοί στη λειτουργία τους, ακόμα και σε χαμηλές στροφές, ενώ δεν καταπονούνται ιδιαίτερα από τις υψηλές θερμοκρασίες.

Ωστόσο, το μεγαλύτερο μειονέκτημα τους είναι το γεγονός ότι χρησιμοποιούν μέρος της ισχύος της μηχανής για την ίδια τους τη λειτουργία, γεγονός που, όπως είναι αναμενόμενο, έχει άμεση επίδραση στις αποδόσεις της μηχανής και στην κατανάλωση καυσίμου.

Το παραπάνω αυτό το μειονέκτημα των μηχανικών συμπιεστών πολλοί κατασκευαστές το αντιμετωπίζουν με τη χρήση συμπιεστών που παίρνουν κίνηση από τη κινητική ενέργεια των καυσαερίων της μηχανής (συμπιεστές Turbocharger).

Με τον τρόπο αυτό γίνεται ωφέλιμη εκμετάλλευση της ενέργειας, η οποία, αλλιώς, θα χανόταν προς το περιβάλλον.

Στις σύγχρονες μηχανές με υπερπλήρωση, η κινητική ενέργεια των καυσαερίων

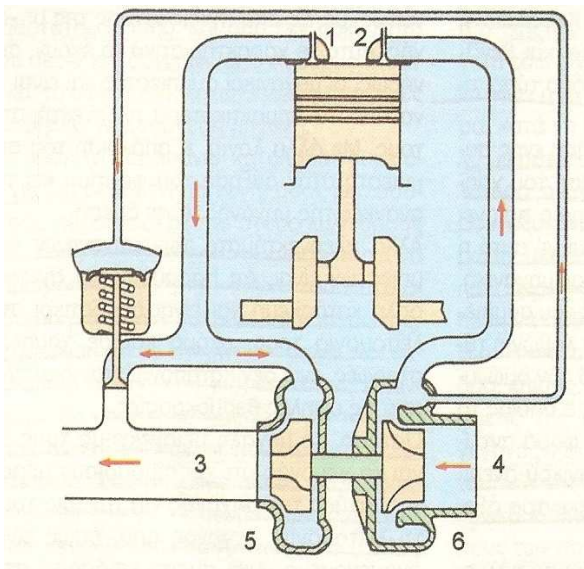


μετατρέπεται σε μηχανική, με τη βοήθεια μιας φτερωτής τουρμπίνας που κινείται λόγω ταχύτητας με την οποία τα καυσαέρια προσκρούουν επάνω της. Στην άλλη άκρη του άξονα αυτής της φτερωτής υπάρχει μια ακόμη φτερωτή, η οποία αναρροφά αέρα από το περιβάλλον και το κατευθύνει στους κυλίνδρους, μέσω των αντιστοίχων αγωγών εισαγωγής αέρα. (σχ.4.4.1)

Σχ.4.4.1 Σχηματική αναπαράσταση της λειτουργίας της υπερπλήρωσης χρησιμοποιώντας την ενέργεια των καυσαερίων

1.Έξοδος των καυσαερίων από τον κύλινδρο 2.Είσοδος αέρα στον κύλινδρο 3.Έξοδος καυσαερίων από το στρόβιλο 4.Είσοδος αέρα στο συμπιεστή 5.Στρόβιλος 6.Συμπιεστής

Έτσι, με αυτόν τον τύπο της υπερπλήρωσης επιτυγχάνεται αύξηση της ισχύος της μηχανής και βελτίωση της καμπύλης της ροπής σ' όλη την ωφέλιμη περιοχή λειτουργίας της μηχανής, εκμεταλλευόμενοι την ενέργεια των καυσαερίων που θα χανόταν. Ωστόσο, και αυτός ο τύπος υπερπλήρωσης παρουσιάζει κάποια σοβαρά μειονεκτήματα, τα οποία αφορούν, το κόστος κατασκευής, αφού τα υλικά που χρησιμοποιούνται θα πρέπει να αντέχουν στις υψηλές θερμοκρασίες των καυσαερίων και στη διάβρωση την οποία αυτά (καυσαέρια) μπορούν να προκαλέσουν. Επίσης, οι φτερωτές θα πρέπει να είμαι σε θέση να λειτουργήσουν σε πολύ υψηλούς ρυθμούς περιστροφής (100.000rpm) γεγονός που επιβάλλει τη χρήση ακριβών υλικών πολύ υψηλής αντοχής και μικρού ειδικού βάρους. Τα τελευταία χρόνια, πολλοί κατασκευαστές πειραματίζονται με τη χρήση φτερωτών, κατασκευασμένων από κεραμικά υλικά τα οποία προσφέρουν πολύ μεγάλη αντοχή στις υψηλές θερμοκρασίες, καθώς επίσης, μεγάλη μηχανική αντοχή και μικρό βάρος.



Σχ.4.1.2 Η βασική ιδέα της υπερπλήρωσης χρησιμοποιώντας την ενέργεια των καυσαερίων
1.Είσοδος καυσαερίων 2.Έξοδος αέρα 3.Έξοδος καυσαερίων 4.Φτερωτή στροβίλου 5.Είσοδος αέρα 6.Φτερωτή

Ωστόσο, το κόστος κατασκευής τέτοιων εξαρτημάτων, παραμένει ακόμα υψηλό. Ένα ακόμα μειονέκτημα των διατάξεων υπερπλήρωσης με τη χρήση της ενέργειας των καυσαερίων είναι, ότι δεν έχουν ικανοποιητική απόδοση στις χαμηλές στροφές λειτουργίας της μηχανής, αφού δεν υπάρχει ακόμη αρκετή ενέργεια λόγω της μικρής ποσότητας των καυσαερίων ώστε να περιστραφεί η φτερωτή με τις στροφές που θα έπρεπε. Αυτό το φαινόμενο εμφανίζεται και στις απότομες αυξήσεις της ισχύος της μηχανής, καθώς η φτερωτή του συμπιεστή χρειάζεται κάποιο χρόνο προκειμένου να αποκτήσει την απαιτούμενη ταχύτητα περιστροφής, ώστε να αρχίσει να ωθεί περισσότερο αέρα προς τους κυλίνδρους. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται <<υστέρηση απόκρισης >> ή turbo lag.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΧΡΗΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΜΗΧΑΝΩΝ

Οι πετρελαιομηχανές ανάλογα με τη χρήση τους κατατάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες:

A) Μηχανές αυτοκινήτων

Οι πετρελαιομηχανές έχουν επικρατήσει στα φορτηγά, αυτοκίνητα και στα λεωφορεία, ενώ στα ,μικρά επιβατηγά είναι περιορισμένη η χρήση τους. Τα κύρια χαρακτηριστικά των πετρελαιομηχανών αυτοκινήτων, σε σύγκριση με τις πετρελαιομηχανές που χρησιμοποιούνται σε άλλους τομείς, είναι το μικρό βάρος ανά παραγόμενο ίππο, ο μεγάλος αριθμός στροφών ανά λεπτό (2200-5000 rpm), η λειτουργία τους χωρίς κραδασμούς, το γρήγορο ξεκίνημα στο κρύο περιβάλλον, η χρήση ειδικής ποιότητας καυσίμου (πετρέλαιο κινήσεως) και η σχεδίαση για όσο το δυνατόν μικρότερη εκπομπή ρύπων. Οι μηχανές αυτές σε συντριπτικό ποσοστό είναι υπερπληρούμενες.

B)Μηχανές βαρέων οχημάτων

Χρησιμοποιούνται σε όλα τα χωματουργικά και γεωργικά μηχανήματα. Είναι μεγαλύτερης ισχύος, συνήθως υπερπληρούμενες, βαρύτερες, μεγαλύτερες, ιδιαίτερα στιβαρής κατασκευής και πιο αργόστροφες από αυτές των αυτοκινήτων.

Γ) Μηχανές τρένων

Είναι μεσόστροφες σταθερού αριθμού στροφών και φοράς περιστροφής. Δεν κινούν απευθείας τους τροχούς αλλά περιστρέφουν γεννήτρια η οποία παράγει ηλεκτρικό ρεύμα (ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος). Η γεννήτρια κάθε μηχανής δίνει ρεύμα σε ηλεκτροκινητήρες, οι οποίοι με τη σειρά τους κινούν τους κινητήριους τροχούς. Ο τρόπος αυτός μεταδόσεως της ισχύος στους τροχούς έχει πολλά πλεονεκτήματα. Δε χρησιμοποιείται μηχανικό κιβώτιο ταχυτήτων, αυξομειώνονται εύκολα οι στροφές, ενώ επιτυγχάνεται μεγάλη ροπή και ισχύς έλξεως στο ξεκίνημα του συρμού.

Δ) Ναυτικές μηχανές

Χρησιμοποιούνται σε όλα τα θαλάσσια μέσα, από τα μικρά σκάφη μέχρι τα πολύ μεγάλης χωρητικότητας εμπορικά πλοία, στα πολεμικά πλοία και τα συμβατικά υποβρύχια. Μπορεί να είναι δίχρονες διαφόρων τύπων, σχημάτων, μεγεθών και ισχύος. Σχεδόν στο σύνολο τους οι μηχανές αυτές είναι υπερπληρούμενες.

E)Πετρελαιομηχανές γεννητριών

Τα κύρια χαρακτηριστικά τους είναι η υψηλή ισχύς, ο μεγάλος βαθμός αξιοπιστίας στη λειτουργία τους, οι σταθερές στροφές λειτουργίας (υποχρεωτικά προυπόθεση επιτεύξεως

σταθερής συχνότητας ρεύματος) και η σχετικά οικονομική λειτουργία τους. Χρησιμοποιούνται κυρίως από τη ΔΕΗ στην ηλεκτροδότηση των νησιών, στα νοσοκομεία για την ηλεκτροδότηση έκτακτης ανάγκης, σε βιομηχανίες και σε στρατιωτικές εγκαταστάσεις κ.τ.λ. Οι κινητήριες μηχανές που χρησιμοποιούνται στα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη των πλοίων πρέπει επιπλέον να συγκεντρώνουν υψηλή ισχύ σε μικρό όγκο και βάρος. Στο σύνολό τους είναι υπερπληρούμενες με υψηλό βαθμό ηλεκτρονικού ελέγχου. Με αυτές τις μηχανές θα ασχοληθούμε σε παρακάτω κεφάλαιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΕΝΕΡΓΕΙΑ

6.1 ΓΕΝΙΚΑ

Σαν ενέργεια ορίζεται η ικανότητα ενός σώματος να παράγει έργο λόγω της κίνησης, της θέσης ή της κατάστασής του. Για να πραγματοποιήσει η ανθρωπότητα τις κάθε φύσης δραστηριότητές της, από την αρχή ακόμα της οργάνωσής της σε μικρές ομάδες, είχε ανάγκη από πηγές που θα μπορούσαν να καλύψουν τις λίγες αρχικά απαιτήσεις της σε ενέργεια.

Αυτές οι πηγές ήταν τα καυσόξυλα, η δύναμη των οικιακών ζώων, η κοπριά τους, η κινητική ενέργεια των ποταμών και του αέρα, και βέβαια η ίδια η δύναμη του ανθρώπου.

Με την βιομηχανική επανάσταση όμως, οι ανάγκες για ενέργεια αυξάνονται και αρχίζουν οι πρώτες αναζητήσεις για νέες πηγές. Οι πρώτες πηγές που εξυπηρετούν την αυξημένη ζήτηση είναι ο λιθάνθρακας, το πετρέλαιο και η εντατικότερη εκμετάλλευση των υδατοπτώσεων.

Η έρευνα για πρακτική αξιοποίηση του ηλεκτρισμού έρχεται να δώσει μια νέα διέξοδο στο πρόβλημα αυτό. Το 1882 αρχίζουν την λειτουργία τους οι πρώτες μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο Λονδίνο (60 kW) και στη Νέα Υόρκη (60 kW) με συνεχή τάση 110 V περίπου. Με την καθιέρωση του εναλλασσόμενου ρεύματος και της ανύψωσης της τάσης μεταφοράς γίνεται δυνατή η μεταφορά σε μεγάλες αποστάσεις από τις μονάδες παραγωγής, και έτσι δίνεται νέα ώθηση στην εξάπλωση του ηλεκτρισμού. Μετά τον β' παγκόσμιο πόλεμο η αύξηση της ζήτησης της ηλεκτρικής ενέργειας είναι τέτοια, ώστε ο ηλεκτρισμός σήμερα να θεωρείται σαν είδος πρώτης ανάγκης, και η οργάνωση της καθημερινής μας ζωής αλλά και όλων σχεδόν των οικονομικών δραστηριοτήτων να είναι πλήρως εξαρτημένη από αυτόν.

Οι πρώτες γεννήτριες ήταν εμβολοφόροι ατμοκινητήρες που χρησιμοποιούσαν για καύσιμο τον λιθάνθρακα. Με την εμφάνιση του, το πετρέλαιο της Μ. Ανατολής αντικαθιστά σε μεγάλο βαθμό τον λιθάνθρακα, σαν πιο φθηνή πηγή ενέργειας.

Το 1973, η πρώτη πετρελαϊκή κρίση έρχεται να ταραξεί τα νερά, καθώς το βασικό καύσιμο εκείνης της περιόδου αυξήθηκε διεθνώς στα 15\$ το βαρέλι, από 2-3\$ που πωλούνται για αρκετά χρόνια. Η ανησυχία όμως σχετικά με την επάρκεια των αποθεμάτων του και την πλήρη εξάρτηση των περισσότερων χωρών από τις πετρελαιοπαραγωγές χώρες γενικεύεται με την δεύτερη πετρελαϊκή κρίση το 1979.

Οι βιομηχανικά ανεπτυγμένες χώρες έστρεψαν τις προσπάθειές τους στον περιορισμό της εξάρτησης αυτής με δύο τρόπους: α) με την λήψη μέτρων εξοικονόμησης και ορθολογικής

χρήσης της ενέργειας και β) με την έρευνα για νέες πηγές που θα υποκαθιστούσαν το πετρέλαιο.

Τα ίδια αυτά μέτρα υπαγορεύονται και από μία ακόμη ανάγκη που έγινε κατανοητή μόλις τα τελευταία χρόνια: την προστασία του περιβάλλοντος, του οποίου η μόλυνση έχει φθάσει σε ανησυχητικά επίπεδα λόγω των έντονων δραστηριοτήτων του ανθρώπου. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου, που δημιουργείται από την συσσώρευση CO₂ στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, είναι ένα από τα βασικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα στα οποία καλείται η ανθρωπότητα να βρει λύση.

6.2 Η ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Το 1889 φτάνει το ‘ηλεκτρικό’ στην Αθήνα. Η Γενική Εταιρεία Εργοληψιών κατασκευάζει στην Αθήνα, στην οδό Αριστείδου, την πρώτη μονάδα παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Το πρώτο κτήριο που φωτίζεται είναι τα Ανάκτορα και πολύ σύντομα ο ηλεκτροφωτισμός επεκτείνεται στο ιστορικό κέντρο της Πρωτεύουσας.

Το 1899 η τουρκοκρατούμενη Θεσσαλονίκη θα δει και αυτή το ηλεκτρικό φως καθώς Βέλγικη Εταιρεία αναλαμβάνει από τις Τουρκικές αρχές το φωτισμό και την τροchioδρόμηση της πόλης με την κατασκευή εργοστασίου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας .

Δέκα χρόνια αργότερα οι πολυεθνικές εταιρείες ηλεκτρισμού κάνουν την εμφάνιση τους στην Ελλάδα. Η αμερικάνικη εταιρεία Thomson-Houston με τη συμμετοχή της Εθνικής Τράπεζας θα ιδρύσει την Ελληνική Ηλεκτρική Εταιρεία που θα αναλάβει την ηλεκτροδότηση κι άλλων μεγάλων Ελληνικών πόλεων και ίδρυσε εργοστάσιο στο Νέο Φάληρο. Το 1903 είχε ισχύ 3 MVA και το 1949 η ισχύς της ήταν 43 MVA. Στις πιο απόμακρες περιοχές, που ήταν ασύμφορο για τις μεγάλες εταιρείες να κατασκευάσουν μονάδες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος, την ηλεκτροδότηση αναλαμβάνουν ιδιώτες ή δημοτικές και κοινοτικές αρχές κατασκευάζοντας μικρά εργοστάσια.

Το 1925 ιδρύθηκε η Γενική Ηλεκτρική Εταιρεία η λεγόμενη και POWER και ήταν σύμπραξη του δημοσίου, ελληνικών τραπεζών και Άγγλων επιχειρηματιών .Από αυτό το σχήμα δημιουργήθηκαν στη πορεία δύο εταιρείες, η Ηλεκτρική Εταιρεία Παραγωγής και η Ηλεκτρική Εταιρεία Διανομής. Μετά τη συγχώνευση των δύο παραπάνω δημιουργήθηκε η Ηλεκτρική Εταιρεία Αθηνών-Πειραιώς (HEAP) . Τον έλεγχο και τη διοίκηση της HEAP (POWER) είχε ο οίκος HOLDING COMPANY WHITE HALL GROUP του Λονδίνου.

Το 1950 υπήρχαν στην Ελλάδα περίπου 400 εταιρείες παραγωγής ενέργειας που εξυπηρετούσαν ισάριθμες πόλεις και κωμοπόλεις. Αυτές είχαν δημοτικό, κοινοτικό ή ιδιωτικό χαρακτήρα και λειτουργούσαν από την αρχή του 20^{ου} αιώνα, όπως της Χαλκίδας(1902), του Πύργου(1903), της Τρίπολης(1904), των Τρικάλων(1906) κ.λ.π. Η πρώτη ύλη που χρησιμοποιούσαν ήταν το πετρέλαιο και ο γαιάνθρακας που φυσικά εισάγονταν από το εξωτερικό.

Η κατάτμηση αυτή της παραγωγής σε συνδυασμό με τα εισαγόμενα καύσιμα, εξωθούσε τη τιμή του ηλεκτρικού ρεύματος στα ύψη (τριπλάσιες ή και πενταπλάσιες τιμές από αυτές που ίσχυαν στις Ευρωπαϊκές χώρες. Το ηλεκτρικό λοιπόν ήταν ένα αγαθό πολυτελείας, αν και τις περισσότερες φορές παρεχόταν με ωράριο και οι ξαφνικές διακοπές ήταν σύνηθες φαινόμενο.

Για να εξαπλωθεί ομοιόμορφα η ηλεκτρική ενέργεια σε όλη τη χώρα και για να αξιοποιηθεί αποτελεσματικά τόσο στη βιομηχανία όσο και στην ύπαιθρο, έπρεπε να υπάρχουν οι εξής προϋποθέσεις:

- Αξιοποίηση των εγχώριων πλουτοπαραγωγικών πόρων, που απαιτούσε όμως τεράστιες επενδύσεις, οι οποίες δε μπορούσαν να πραγματοποιηθούν από τους μεμονωμένους βιομηχάνους παραγωγής ενέργειας.
- Ενοποίηση της παραγωγής σε ενιαίο διασυνδεδεμένο δίκτυο, ώστε τα φορτία να επιμερίζονται σε εθνικά κλίμακα.
- Ύπαρξη ενιαίου φορέα που θα επέτρεπε τον επιμερισμό του κόστους ανάμεσα στις κερδοφόρες και ζημιογόνες περιοχές.

Τις προϋποθέσεις αυτές κάλυψε με τον πλέον επιτυχή τρόπο η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού. Έτσι τον Αύγουστο του 1950 ιδρύεται η ΔΕΗ, για να λειτουργήσει «χάριν του δημόσιου συμφέροντος» με σκοπό τη χάραξη και εφαρμογή μιας εθνικής και ενεργειακής πολιτικής, η οποία μέσα από την εντατική εκμετάλλευση των εγχώριων πόρων, να κάνει το ηλεκτρικό ρεύμα κτήμα και δικαίωμα του κάθε Έλληνα πολίτη, στη φθηνότερη δυνατή τιμή.

Η ίδρυση της ΔΕΗ απέβλεπε στους εξής τρεις σκοπούς:

- A) Αύξηση της παραγωγής σε βαθμό που να ανταποκρίνεται στην αυξανόμενη ζήτηση.
- B) Επέκταση και βελτίωση των δικτύων, ώστε να τροφοδοτηθούν με ισχύ όλοι οι οικισμοί στην Ελλάδα, έστω και οι πιο απομακρυσμένοι.
- Γ) Ορθολογική τεχνοοικονομική οργάνωση της διανομής.

Αμέσως μετά την ίδρυση της, η ΔΕΗ στρέφεται προς την αξιοποίηση των εγχώριων πηγών ενέργειας ενώ ξεκινά και η ενοποίηση των δικτύων σε ένα εθνικό διασυνδεδεμένο σύστημα.

Αμέσως μετά την ίδρυσή της, η ΔΕΗ στρέφεται προς την αξιοποίηση των εγχώριων πηγών ενέργειας ενώ ξεκινά και η ενοποίηση των δικτύων σε ένα εθνικό διασυνδεδεμένο σύστημα. Τα πλούσια λιγνιτικά κοιτάσματα του ελληνικού υπεδάφους που είχαν νωρίτερα εντοπισθεί, άρχισαν να εξορύσσονται και να χρησιμοποιούνται ως καύσιμη ύλη στις λιγνιτικές μονάδες ηλεκτροπαραγωγής που δημιουργούσε. Παράλληλα η επιχείρηση ξεκίνησε την αξιοποίηση της δύναμης των υδάτων με τη κατασκευή υδροηλεκτρικών σταθμών στα μεγάλα ποτάμια της χώρας.

Αρκετά νωρίς, το 1956 με το Νόμο 3523, αποφασίστηκε η εξαγορά όλων των ιδιωτικών και δημοτικών επιχειρήσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ώστε να υπάρχει ένας ενιαίος φορέας διαχείρισης. Κήρυξε τη λήξη των προνομίων και αδειών λειτουργίας όλων των Ηλεκτρικών Επιχειρήσεων και επέκτεινε το προνόμιο της ΔΕΗ για τη διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας σε όλη τη χώρα.

Ταυτόχρονα ο ίδιος Νόμος 3523/56 καθόριζε ενιαία τιμή πώλησης της ηλεκτρικής ισχύος σε όλη την επικράτεια. Η εξαγορά των επιχειρήσεων από τη ΔΕΗ έγινε μέχρι το 1960, στην πλειονότητα τους, ενώ στο 1961 παραδόθηκαν η ΗΕΑΠ και το 1968 η εταιρεία ΓΛΑΥΚΟΣ των Πατρών στη ΔΕΗ.

Σε όλα αυτά τα χρόνια της παρουσίας της, αγωνίστηκε και πέτυχε την ενεργειακή αυτονομία της χώρας και έφερε σε πέρας το σπουδαίο έργο εξηλεκτρισμού δημιουργώντας ταυτόχρονα το μεγαλύτερο μέρος της ελληνικής βιομηχανίας. Το ηλεκτρικό ρεύμα έφτασε με επάρκεια σε κάθε άκρη της ελληνικής γης. Από τα μικρά ακριτικά νησιά ως τους πιο απόμακρους οικισμούς της ορεινής Ελλάδας.

6.3 ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται στους Σταθμούς παραγωγής. Από εκεί μέχρι τον τόπο κατανάλωσής της, ακολουθεί μια διαδρομή, μέσω των γραμμών μεταφοράς, υποσταθμών και γραμμών διανομής. Η ροή της Ηλεκτρικής Ενέργειας από την παραγωγή στην κατανάλωση έχει ως εξής : Από τους σταθμούς παραγωγής η ΗΕ μεταφέρεται υπό υψηλή τάση μέσω των γραμμών μεταφοράς στους Υποσταθμούς υποβιβασμού, όπου υποβιβάζεται και, υπό μέση τάση πλέον,

διανέμεται με τις γραμμές μέσης τάσης στους υποσταθμούς διανομής εκεί υποβιβάζεται εκ νέου σε χαμηλή τάση και με γραμμές χαμηλής τάσης μεταφέρεται στους τόπους κατανάλωσης .

Η μεταφορά αυτή πραγματοποιείται με υψηλή τάση, για λόγους κυρίως μείωσης των απωλειών κατά μήκος των γραμμών μεταφοράς, οικονομίας υλικού αγωγών κ.τ.λ.

Το σύνολο των διαδρομών αυτών, στην τεχνική ορολογία ονομάζεται Σύστημα Μεταφοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας.

6.3.1 ΣΤΑΘΜΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Οι σταθμοί παραγωγής ενέργειας διακρίνονται σε κατηγορίες ανάλογα με το είδος της πρωτογενούς ενέργειας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική, το είδος του καυσίμου και την τεχνολογία. Έτσι υπάρχουν

1. Οι Ατμοηλεκτρικοί σταθμοί
2. Οι υδροηλεκτρικοί σταθμοί
3. Οι θερμικοί σταθμοί με μηχανές εσωτερικής καύσης
4. Οι θερμικοί σταθμοί με αεριοστροβίλους
5. Οι πυρηνικοί σταθμοί
6. Τα ηλιακά πάρκα
7. Τα αιολικά πάρκα



Εικ.6.3.1 Χάρτης Ελληνικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Ένας άλλος τρόπος να το διαχωρίσουμε είναι:

A) Με χρήση καύσιμης ύλης

- Οι Ατμοηλεκτρικοί σταθμοί
- Οι θερμικοί σταθμοί με μηχανές εσωτερικής καύσης
- Οι θερμικοί σταθμοί με αεριοστροβίλους

Αυτούς τους σταθμούς τους ονομάζουμε και Θερμοηλεκτρικούς

B) Από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

- Υδροηλεκτρικοί σταθμοί
- Αιολικά Πάρκα
- Ηλιακά Πάρκα
- Γεωθερμικοί σταθμοί
- Σταθμοί παραγωγής από βιοαέριο και βιομάζα

Γ) Πυρηνικοί σταθμοί

Στη χώρα μας διαθέτουμε όλους τους τύπους σταθμών εκτός των πυρηνικών σταθμών. Η παραγωγή στην Ελλάδα βασίζεται κυρίως σε θερμικούς και ατμοηλεκτρικούς σταθμούς (κυρίως λιγνιτικές και πετρελαϊκές μονάδες) που παράγουν περίπου το 85-90% της παραγωγής .

Στη χώρα μας δεν έχουμε πυρηνικούς σταθμούς λόγω της αυξημένης σεισμικότητας που εμφανίζεται σε πολλές περιοχές της Ελλάδας.

ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ	ΘΕΡΜΙΚΟΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ
ΦΥΣΙΚΗΣ ΡΟΗΣ ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ ΑΝΤΛΗΤΙΚΟΙ Μηχανή :υδροστρόβιλος KAPLAN FRANCIS PELTON	ΑΤΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ Μηχανή ατμοστρόβιλος Καύσιμο: μαζούτ, φυσικό αέριο, λιγνίτης, τύρφη, λιθάνθρακες ΑΕΡΙΟΣΤΡΟΒΙΑΙΚΟΙ Μηχανή :αεριοστρόβιλος Καύσιμο :DIESEL ή φυσικό αέριο ΝΤΗΖΕΛΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ Μηχανή :DIESEL εμβολοφόρος Καύσιμο: πετρέλαιο DIESEL

Πίνακας 6.3.1

6.3.2 ΘΕΡΜΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ

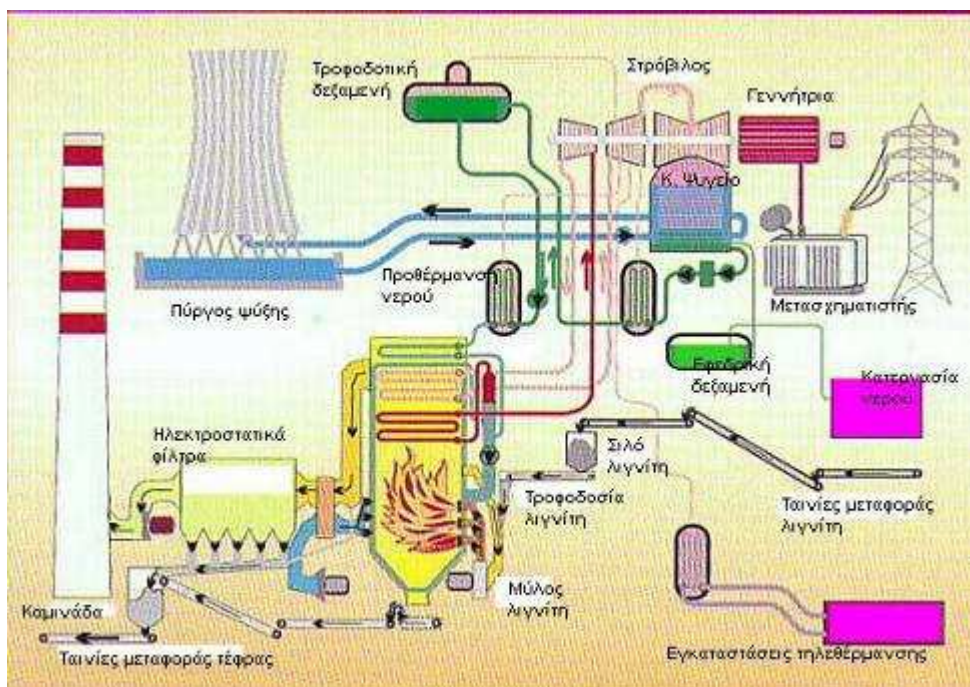
Στους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς παράγεται ηλεκτρική ενέργεια από διάφορες ορυκτές πρώτες ύλες (υγρές, στερεές, αέριες) με ενδιάμεση ενεργειακά μορφή τη θερμική ενέργεια υψηλής θερμοκρασίας. Τα ορυκτά υλικά (πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο) έχουν

εσώκλειστη ενέργεια σε χημική μορφή, η οποία απελευθερώνεται με τη καύση για να παραχθεί θερμότητα.

Κοινό χαρακτηριστικό όλων των συναφών διαδικασιών παραγωγής ενέργειας είναι ότι οι ορυκτές ύλες δεν είναι ανανεώσιμες, σε αντίθεση με το νερό, τον αέρα και την ηλιακή ενέργεια ως πρωτογενή ενεργειακή μορφή που είναι ανανεώσιμα και διαρκώς διαθέσιμα. Οι ατμοηλεκτρικοί σταθμοί απαιτούν επιπλέον των εγκαταστάσεων ατμοστρόβιλου και ηλεκτρικής γεννήτριας, επίσης ατμολέβητες, συμπυκνωτές, επεξεργασία αέριων ρύπων, ψυκτικούς πύργους, σωληνώσεις κ.α. Άρα πρόκειται για μονάδες υψηλούς κόστους επενδύσεως και η οικονομική λειτουργία τους σχετίζεται με τη θερμογόνο αξία του διαθέσιμου ορυκτού καυσίμου.

6.3.2.1 Ατμοηλεκτρικοί Σταθμοί

Οι ατμοηλεκτρικοί σταθμοί παραγωγής είναι οι πιο οικονομικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε μεγάλες ποσότητες. Στην εικόνα φαίνεται το διάγραμμα ατμοηλεκτρικού σταθμού, το οποίο σε πού γενικές γραμμές μπορεί να περιγραφεί ως εξής: Σε πολύ μεγάλο λέβητα θερμαίνεται νερό, με την θερμότητα που παράγεται από τη καύση του καυσίμου(πχ λιγνίτης) και ατμοποιείται. Ο παραγόμενος ατμός οδηγείται στον ατμοστρόβιλο και τον αναγκάζει να περιστραφεί. Στον άξονα του στροβίλου συνδέεται ο άξονας της ηλεκτρικής γεννήτριας που περιστρέφεται και παράγει ηλεκτρική ενέργεια.



Εικ.6.3.2.1 Διάγραμμα ατμοηλεκτρικού σταθμού

6.3.2.2 Θερμικοί σταθμοί με Μηχανές Εσωτερικής Καύσης

Οι αυτόνομοι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας χρησιμοποιούν μηχανές εσωτερικής καύσης DIESEL και βρίσκονται συνήθως σε πολλά νησιά της χώρας μας. Οι μηχανές εσωτερικής καύσης χρησιμοποιούνται διότι οι αεριοστρόβιλοι είναι ασύμφωροι για μικρές ισχύεις π.χ της τάξης μερικών MW.

Οι ΜΕΚ ονομάζονται έτσι διότι η καύση του καυσίμου γίνεται μέσα σε αυτές ενώ στους αεριοστρόβιλους γίνεται έξω από αυτούς (στον λέβητα).

6.3.2.3 Θερμικοί σταθμοί με αεριοστρόβιλους

Οι αεριοστρόβιλοι είναι περιστροφικές μηχανές όπως οι ατμοστρόβιλοι και ανήκουν στις ΜΕΚ. Το καύσιμο που χρησιμοποιείται είναι αργό πετρέλαιο με απόσταξη αν και μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο βαρύτερο πετρέλαιο όσο και φυσικό αέριο. Υπάρχουν διάφορες κατηγορίες αεριοστρόβιλων(ανοιχτού, κλειστού, μικτού κυκλώματος) αλλά σήμερα χρησιμοποιούνται αποκλειστικά ανοιχτού κυκλώματος.

6.3.3 ΣΤΑΘΜΟΙ ΑΠΕ

Οι σταθμοί παραγωγής από ΑΠΕ αναπτύχθηκαν και αναπτύσσονται σε γοργούς ρυθμούς τις τελευταίες δεκαετίες λόγω των ποικίλων πλεονεκτημάτων που παρουσιάζουν σε σύγκριση με τους συμβατικούς σταθμούς παραγωγής. Το κύριο πλεονέκτημα έγκειται στο γεγονός ότι η πρώτη ύλη είναι ανεξάντλητη και πολύ φθηνή σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα.

6.3.3.1 Υδροηλεκτρικοί σταθμοί

Σε ένα υδροηλεκτρικό σταθμό μετατρέπεται η μηχανική ενέργεια του νερού σε ηλεκτρική. Το νερό που διοχετεύεται σε καθοδικό αγωγό, αποκτάει κινητική ενέργεια και περιστρέφει έναν υδρόμυλο ή ένα υδροστρόβιλο. Σε άλλες περιπτώσεις αξιοποιείται η σταθερή ροή των υδάτων ενός ποταμού για να κινήσει αυτές τις μηχανές. Αυτή η περιστροφική κίνηση μεταφέρεται στον άξονα ηλεκτρικής γεννήτριας, η οποία παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Ο συνολικός βαθμός απόδοσης ενός υδροηλεκτρικού σταθμού φτάνει το 90%. Η σημασία των υδροηλεκτρικών μονάδων για τη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι τεράστια.

6.3.3.2 Αιολικά Πάρκα

Τα αιολικά πάρκα αποτελούνται από συστοιχίες ανεμογεννητριών που εκμεταλλεύονται την αιολική ενέργεια που υπάρχει σε αρκετές περιοχές με ικανοποιητικές ταχύτητες ανέμου. Η ανεμογεννήτρια παράγει ηλεκτρική ενέργεια αλλά ούτε η τιμή της παραγόμενης τάσης ούτε η συχνότητα είναι σταθερές διότι εξαρτώνται από την ταχύτητα του ανέμου. Έτσι

ενδιάμεσο βήμα είναι η μετατροπή της παραγόμενης τάσης σε συνεχή μέσω ανορθωτή και η φόρτιση συσσωρευτών σε αυτόνομα συστήματα ή η μετατροπή της συνεχούς τάσης σε εναλλασσόμενη τάση μέσω αντιστροφέα και η σύνδεσή της με το υπάρχον δίκτυο καταναλωτών ή η χρήση ασύγχρονης γεννήτριας και η άμεση σύζευξη της με το δίκτυο.

6.3.3.3 Ηλιακά Πάρκα

Τα ηλιακά πάρκα αποτελούνται από συστοιχίες ηλιακών συλλεκτών με φωτοβολταϊκά στοιχεία, οι οποίες παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα με τη μορφή συνεχούς τάσης. Κατά κανόνα το παραγόμενο ρεύμα φορτίζει συσσωρευτές, η τάση των οποίων μέσω αντιστροφέα μετατρέπεται σε εναλλασσόμενη για να χρησιμοποιηθεί είτε τοπικά ή να διανεμηθεί μέσω δικτύου διανομής. Συνήθως παράλληλα με το ηλιακό πάρκο υπάρχουν κι άλλες συμβατικές πηγές ηλεκτρικής ενέργειας όπως οι σταθμοί παραγωγής με γεννήτριες που κινούνται από μηχανές εσωτερικής καύσης ή αεροστροβίλους.

6.3.3.4 Γεωθερμικοί σταθμοί

Οι γεωθερμικοί σταθμοί αξιοποιούν το γεωθερμικό δυναμικό της γης και συγκεκριμένα θερμός ατμός ή θερμό νερό που βρίσκεται στο υπέδαφος αντλείται και χρησιμοποιείται για την κίνηση τουρμπίνας που κινεί την γεννήτρια και παράγει ηλεκτρική ενέργεια

6.3.3.5 Σταθμοί βιομάζας και βιοαερίου

Οι σταθμοί πραγματοποιούν καύση της βιομάζας ή του βιοαερίου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με μειωμένες ατμοσφαιρικές εκπομπές. Στην Ελλάδα υπάρχουν ελάχιστοι σταθμοί αυτού του τύπου και συνήθως καλύπτουν μικρές ενεργειακές ανάγκες σε ΧΥΤΑ ή σε μονάδες πλησίον σε των σταθμών παραγωγής.

6.4 Πυρηνικοί σταθμοί

Οι πυρηνικοί σταθμοί παραγωγής ενέργειας διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην παγκόσμια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας καθώς υπάρχουν πάνω από 400 πυρηνικοί αντιδραστήρες, που παράγουν το 17% της ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως. Η παραγωγή βασίζεται στο φαινόμενο σχάσης του πυρήνα. Για τη παραγωγή ενέργειας δημιουργούνται ειδικές ράβδοι καυσίμων ουρανίου που αποδίδουν τη θερμότητα που παράγουν στο νερό, σε μια σειρά ατμοπαραγωγών (μπόιλερ). Ο ατμός συνεχίζει τη πορεία του για κίνηση ατμοστροβίλων (τουρμπίνες) που συνδέονται με μια ηλεκτρική γεννήτρια. Ακολουθεί ψύξη του κορεσμένου ατμού που εξέρχεται από τους ατμοστροβίλους, ο οποίος συμπυκνώνεται και διοχετεύεται και πάλι στο σύστημα. Ο διαχωρισμός του νερού ψύξης σε δακτυλίους συμβάλλει στην ελαχιστοποίηση του ρίσκου να φτάσει το μολυσμένο νερό στο περιβάλλον.

	ΕΓΚ.ΙΣΧΥΣ 2003 (MW)	ΕΓΚ.ΙΣΧΥΣ 2010 (MW)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ 2010 (TWh)	ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΑΠΕ 2010(%)
ΑΙΟΛΙΚΑ	420	2170	6,08	8,45
ΜΙΚΡΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ	66	475	1,66	2,31
ΜΕΓΑΛΑ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ	3060	3680	5,47	7,59
ΒΙΟΜΑΖΑ	8	125	0,99	1,37
ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ	0	8	0,06	0,09
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ	0	5	0,01	0,01
ΣΥΝΟΛΟ	3554	6463	14,27	19,82

Αισιόδοξη εκτίμηση δυνατής παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ κατά το έτος 2010

6.5 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Το ηλεκτρικό σύστημα της Ελλάδας διακρίνεται στο Εθνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα (Ε.Δ.Σ.) και στο Νησιωτικό Σύστημα που αποτελείται από τα αυτόνομα νησιωτικά συστήματα. Κάθε σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας συνίσταται από τους σταθμούς παραγωγής, το σύστημα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και από το σύστημα διανομής

Το διασυνδεδεμένο σύστημα αποτελείται από το Διασυνδεδεμένο Σύστημα του ηπειρωτικού τμήματος της χώρας και των διασυνδεδεμένων με αυτό νησιών στα επίπεδα υψηλής (150kV και 66kV) και υπερυψηλής τάσης (400kV). Κύριο χαρακτηριστικό του Συστήματος είναι η μεγάλη συγκέντρωση σταθμών παραγωγής στο βόρειο τμήμα της χώρας (Δυτική Μακεδονία, περιοχή Πτολεμαΐδας), ενώ το κύριο κέντρο κατανάλωσης βρίσκεται στο Νότο (περιοχή Αττικής). Δεδομένου ότι και οι διεθνείς διασυνδέσεις με Βουλγαρία και ΠΓΔΜ είναι στο Βορρά, υπάρχει μεγάλη γεωγραφική ανισορροπία μεταξύ παραγωγής και φορτίων. Το γεγονός αυτό οδηγεί στην ανάγκη μεταφοράς μεγάλων ποσοτήτων ισχύος κατά το γεωγραφικό άξονα Βορρά – Νότου, η οποία εξυπηρετείται κυρίως από έναν κεντρικό κορμό 400kV αποτελούμενο από τρεις γραμμές μεταφοράς 400kV διπλού κυκλώματος, οι οποίες συνδέουν το κύριο κέντρο παραγωγής (Δυτική Μακεδονία) με τα Κέντρα Υπερυψηλής Τάσης (ΚΥΤ) που βρίσκονται περίξ της ευρύτερης περιοχής της Πρωτεύουσας.

Το διασυνδεδεμένο σύστημα μεταφοράς διαθέτει επιπλέον γραμμές των 400 kV καθώς επίσης εναέριες, υπόγειες γραμμές και υποβρύχια καλώδια των 150 kV που συνδέουν την Άνδρο και τα νησιά της Δυτικής Ελλάδας, Κέρκυρα, Λευκάδα, Κεφαλονιά και Ζάκυνθο με το

διασυνδεδεμένο σύστημα μεταφοράς, καθώς και μία υποβρύχια διασύνδεση της Κέρκυρας με την Ηγουμενίτσα στα 66 kV.

Η μέγιστη ζήτηση (αιχμή φορτίου) στο Εθνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα Μεταφοράς ανήλθε σε 10600MW κατά το έτος 2007, που αποτελεί και το ιστορικό μέγιστο έως σήμερα, σε 10393MW κατά το έτος 2008 και σε 9828MW κατά το έτος 2009. Το Σύστημα αντεπεξήλθε επιτυχώς στις αυξημένες απαιτήσεις της ζήτησης, διατηρώντας πολύ καλά επίπεδα ποιότητας ισχύος και τάσεων. Κατά το παρελθόν σε περιόδους υψηλών φορτίων, σημαντικά ωστόσο χαμηλότερων του μεγίστου 2007, προβλήματα χαμηλών τάσεων είχαν οδηγήσει σε κατάρρευση του Νοτίου Συστήματος και σε άλλες περιπτώσεις στα όρια της κατάρρευσης. Μία σειρά από μέτρα που εφαρμόστηκαν συστηματικά στη συνέχεια επέτρεψαν την επιτυχή αντιμετώπιση των υψηλών θερινών φορτίων, διατηρώντας μάλιστα εξαιρετικά επίπεδα τάσεως.

Για το 2008, η μέγιστη ζήτηση (αιχμή φορτίου) στο Εθνικό Διασυνδεδεμένο Σύστημα Μεταφοράς ανήλθε σε 10393 MW (με μέση ωριαία τιμή 10217 MW) την 22α Ιουλίου 2008. Η θερινή αιχμή φορτίου για το 2009 ανήλθε σε 9828 MW (με μέση ωριαία τιμή 9762 MW) την 24η Ιουλίου 2009.

Παρακάτω βλέπουμε ένα σχήμα με τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα μας .

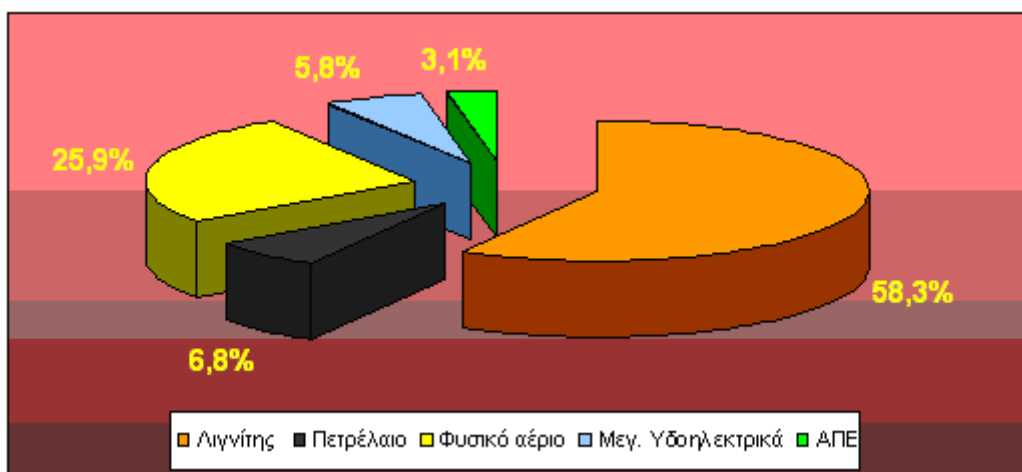
ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΣΤΑΘΜΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ



Σχ.6.5.1 Σταθμοί παραγωγής Η.Ε

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα προέρχεται κυρίως από θερμικούς σταθμούς. Στην Περιφέρεια Δυτικής Μακεδονίας παράγεται το 75% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας, εκ της οποίας το 50% στο νομό Κοζάνης. Με το νέο ηλεκτροπαραγωγικό σταθμό της Μελίτης του νομού Φλωρίνης, η Δ. Μακεδονία καλύπτει το 80% των απαιτήσεων σε ηλεκτρική ενέργεια της χώρας. Η συγκέντρωση των θερμικών ηλεκτροπαραγωγικών σταθμών στο Βορρά της χώρας δημιουργεί αυξημένες απώλειες κατά τη μεταφορά και ανισορροπία στη λειτουργία. Ωστόσο ο σχεδιασμός τους βασίστηκε στην

εγγύτητά τους στις περιοχές που είναι οι πλουτοπαραγωγικές πηγές του λιγνίτη, ο οποίος αποτελεί την καύσιμη πρώτη ύλη για αρκετούς σταθμούς. Στη χώρα μας υπάρχουν τέσσερις περιοχές με αποθέματα λιγνίτη, στη Δράμα, στη Δυτική Μακεδονία, στην Ελασσόνα και στη Μεγαλόπολη. Έτσι σύμφωνα με στοιχεία του 2008 για το Διασυνδεδεμένο Σύστημα (National Report ΠΑΕ 2009), το 67.7% της εγκατεστημένης ισχύος των ηλεκτροπαραγωγικών μονάδων είναι θερμικοί σταθμοί, εκ των οποίων με λιγνίτη 4808 MW, με πετρέλαιο 1160 MW και με φυσικό αέριο 2447,7 MW. Το 24,3% είναι υδροηλεκτρικοί σταθμοί και το 8% είναι μονάδες ΑΠΕ.



Σχ.6.5.2 Εγχώρια παραγωγή ΗΕ ανά μορφή καυσίμου

ΘΕΡΜΙΚΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΗΠΕΙΡΩΤΙΚΗ ΧΩΡΑ

ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΟΝΑΔΑ	ΟΝΟΜ. ΙΣΧΥΣ (MW)	ΩΦΕΛΙΜΗ ΙΣΧΥΣ (MW)	ΚΑΥΣΙΜΟ	ΕΝΑΡΞΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ
ΑΓ.ΓΕΩΡΓΙΟΣ VIII	150	145	ΜΑΖΟΥΤ 3500	1968
ΑΓ.ΓΕΩΡΓΙΟΣ IX	200 350	190 335	ΜΑΖΟΥΤ 3500	1971
ΑΛΙΒΕΡΙ III	2X40	80	ΜΑΖΟΥΤ 3500	1953
ΑΛΙΒΕΡΙ III	150	145	ΜΑΖΟΥΤ 3500	1968
ΑΛΙΒΕΡΙ IV	150 380	145 370	ΜΑΖΟΥΤ 3500	1969
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ I	70	65	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1959
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ II	125	120	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1962
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ III	125	120	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1965
ΠΤΟΛΕΜΑΙΔΑ IV	300 620	280 585	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1973
ΚΑΡΔΙΑ I	300	280	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1975
ΚΑΡΔΙΑ II	300	280	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1975
ΚΑΡΔΙΑ III	300	280	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1980
ΚΑΡΔΙΑ IV	300 1200	280 1120	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1981
ΑΓ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ I	300	280	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1984
ΑΓ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ II	300	280	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1984
ΑΓ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ III	310	290	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1985
ΑΓ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ IV	310 1220	290 1140	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1986
ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗ I	125	115	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1970
ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗ II	125	115	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1970
ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗ III	300	270	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1975
ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗ IV	300 850	270 770	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1991
ΛΑΥΡΙΟ I	150	145	ΜΑΖΟΥΤ 3500	1972
ΛΑΥΡΙΟ II	300 450	285 430	ΜΑΖΟΥΤ 3500	1973
ΛΙΠΤΟΛ I	10	9	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1959
ΛΙΠΤΟΛ II	33 43	31 40	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1965
ΑΜΥΝΤΑΙΟ I	300	280	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1987
ΑΜΥΝΤΑΙΟ II	300 600	280 560	ΛΙΓΝΙΤΗΣ	1987
ΣΥΝΟΛΟ	5713	5350		

ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΟΙ ΜΕΓΑΛΟΙ ΥΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΟΝΟΜΑ	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ (MW)
ΑΓΡΑΣ	ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	2	50
ΕΛΕΣΣΑΙΟΣ	ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	1	19
ΑΣΩΜΑΤΩΝ	ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	2	108
ΜΑΚΡΟΧΩΡΙΟΥ	ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	3	11
ΠΟΛΥΦΥΤΟΥ	ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	3	375
ΣΦΗΚΙΑΣ	ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	3	315
ΘΗΣΑΥΡΟΥ	ΘΡΑΚΗΣ	3	384
ΠΛΑΤΑΝΟΒΡΥΣΗΣ	ΘΡΑΚΗΣ	2	116
ΚΑΣΤΡΑΚΙΟΥ	ΚΕΝΤΡ.ΕΛΛΑΔΑ	4	320
ΚΡΕΜΑΣΤΩΝ	ΚΕΝΤΡ.ΕΛΛΑΔΑ	4	437
ΠΛΑΣΤΗΡΑ	ΚΕΝΤΡ.ΕΛΛΑΔΑ	3	130
ΣΤΡΑΤΟΥ Ι	ΚΕΝΤΡ.ΕΛΛΑΔΑ	2	150
ΠΟΥΡΝΑΡΙΟΥ Ι&ΙΙ	ΗΠΕΙΡΟΣ	5	332
ΠΗΓΩΝ ΑΩΟΥ	ΗΠΕΙΡΟΣ	2	210
ΛΟΥΡΟΥ	ΗΠΕΙΡΟΣ	3	10
ΛΑΔΩΝΑ	ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ	2	70

Πίνακας 6.5.2

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΚΑΥΣΙΜΑ

7.1 Λιγνίτης - Ορισμός

Ο λιγνίτης είναι ορυκτός άνθρακας, μαύρος ή καστανόχρωμος. Περιέχει πολυάριθμους τύπους άνθρακα, από τους οποίους άλλοι πλησιάζουν περισσότερο προς την τύρφη κι άλλοι προς το λιθάνθρακα, από τον οποίο διακρίνονται γιατί περιέχουν σημαντική ποσότητα από χημικές ουσίες.

Συνήθως στους λιγνίτες κατατάσσονται οι τύποι ανθράκων που περιέχουν 3 - 6 % υδρογόνο, 19 - 25 % οξυγόνο και άνθρακα σε αναλογία 55 - 75 %. Ακόμα οι λιγνίτες μπορεί να περιέχουν και σημαντικές ποσότητες θείου, οπότε μειώνεται και η αξία του. Συνήθως περιέχουν πολύ νερό και τείνουν να αποσαθρωθούν γρήγορα στην ατμόσφαιρα. Η θερμαντική τους ικανότητα κυμαίνεται από 5000 - 7000 Kcal/Kg , ενώ σε υγρή κατάσταση κατεβαίνει πολύ πιο κάτω από τις 5000 Kcal. Οι λιγνίτες βρίσκονται συνήθως σε στρώματα του καινοζωικού, ο διαχωρισμός τους όμως από τους υπόλοιπους άνθρακες, με βάση την ηλικία, δεν είναι δυνατός, γιατί υπάρχουν λιγνίτες τόσο στο τεταρτογενές και στο μεσοζωικό όσο και στο παλαιοζωικό.

7.1.1 ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΑ ΤΟΥ ΛΙΓΝΙΤΗ

Οι λιγνίτες ανήκουν στις στερεές ορυκτές καύσιμες ύλες με τη γενική ονομασία γαιάνθρακες και προήλθαν από φυτικά υπολείμματα μέσω μιας σειράς διεργασιών ενανθράκωσης. Οι διεργασίες αυτές είχαν ως αποτέλεσμα τον εμπλουτισμό των φυτικών υπολειμμάτων σε άνθρακα. Η μετατροπή των φυτών σε τύρφη και η μετάβαση από την τύρφη (αρχικό στάδιο ενανθράκωσης) στον ανθρακίτη (τελικό στάδιο ενανθράκωσης) είναι συνάρτηση της επίδρασης του χρόνου, της θερμοκρασίας και της πίεσης.

Η αύξηση του βαθμού ενανθράκωσης επηρεάζει τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των γαιανθράκων. Οι λιγνίτες σχηματίστηκαν κατά τα πρώτα στάδια της ενανθράκωσης αμέσως μετά την τύρφη. Για τον σχηματισμό ενός κυβικού μέτρου λιγνίτη, έχει υπολογισθεί ότι απαιτείται χρονικό διάστημα 1000 - 4000 ετών.

Το θερμιδικό περιεχόμενο των λιγνιτών είναι από 3 έως 7 φορές μικρότερο από το θερμιδικό περιεχόμενο του λιθάνθρακα και 5 έως 10 φορές μικρότερο από αυτό του πετρελαίου.

Κατάλληλες συνθήκες για το σχηματισμό λιγνιτών στον ελλαδικό χώρο συνέτρεξαν, κατά

περιόδους και κατά περιοχές, από τις αρχές του καινοζωικού αιώνα μέχρι τους πρόσφατους γεωλογικούς χρόνους.

Η κύρια φάση λιγνιτογένεσης συμπίπτει με την τριτογενή και τεταρτογενή γεωλογική περίοδο. Τα σημαντικότερα κοιτάσματα λιγνίτη αναπτύχθηκαν σε αβαθείς λίμνες και έλη κλειστών διηπειρωτικών λεκανών. Κύριο χαρακτηριστικό των κοιτασμάτων είναι ο έντονος τεκτονισμός.

7.1.2 ΛΙΓΝΙΤΗΣ, Η ΜΟΝΑΔΙΚΗ ΕΓΧΩΡΙΑ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από λιγνίτη θα αποτελεί για πολλά χρόνια ακόμα τη ραχοκοκαλιά του ελληνικού ενεργειακού συστήματος. Τα βέβαια γεωλογικά αποθέματα που διαθέτει η χώρα, υπολογίζονται σήμερα σε 6δισ τόνους. Από αυτά τα 4 δισ περίπου θεωρούνται, με τα σημερινά τεχνολογικά και οικονομικά δεδομένα, εκμεταλλεύσιμα, που σημαίνει ότι, με τους σημερινούς ρυθμούς παραγωγής, αρκούν για περισσότερα από 60 χρόνια.

Η παραγωγή λιγνίτη στην Ελλάδα ακολουθεί μια πορεία συνεχών αυξήσεων που είναι πέρα από κάθε πρόβλεψη. Το 2001, σύμφωνα με προσωρινά στοιχεία εκτοξεύτηκε στα 65,5 εκατομμύρια τόνους, χωρίς να προστεθούν νέες λιγνιτικές μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Το επίτευγμα αυτό, που έφερε στην Ελλάδα, ως λιγνιτοπαραγωγό χώρα, στη δεύτερη θέση στην Ευρώπη και στην έκτη στον κόσμο, οφείλεται εν μέρει στην βελτίωση των αντικειμενικών συνθηκών που διαμορφώθηκαν στα λιγνιτωρυχεία και διασυνδεδεμένο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας. Σε μεγάλο όμως βαθμό πρέπει να αποδοθεί στις προσπάθειες του προσωπικού της ΔΕΗ.

Παρά την αύξηση της ζήτησης που παρατηρήθηκε την τελευταία πενταετία και την είσοδο του φυσικού αερίου, ο λιγνίτης διατήρησε σχεδόν σταθερή (70% περίπου) την ποσοστιαία συμμετοχή του στην ηλεκτρική ενέργεια που διατίθεται στο διασυνδεδεμένο σύστημα, καθώς και στην κάλυψη των συνολικών ενεργειακών αναγκών της Ελλάδας (λίγο πάνω από το 30%).

Ο λιγνίτης είναι η πιο σημαντική εγχώρια ενεργειακή πηγή, συνεισφέροντας το 84% της εγχώριας παραγωγής το 1998, το υπόλοιπο 16% της εγχώριας παραγωγής συνιστούν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (βιομάζα, ηλιακή ενέργεια κτλ 10%), αργό πετρέλαιο 3%, υδροηλεκτρική ενέργεια 3% και ελάχιστο φυσικό αέριο.

7.1.3 ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ - ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΛΙΓΝΙΤΗ

Τα συνολικά βεβαιωμένα γεωλογικά αποθέματα λιγνίτη στη χώρα ανέρχονται σε περίπου 6 δις τόνους. Τα κοιτάσματα αυτά παρουσιάζουν αξιοσημείωτη γεωγραφική εξάπλωση στον ελληνικό χώρο.

Τα κυριότερα εκμεταλλεύσιμα κοιτάσματα λιγνίτη βρίσκονται στις περιοχές Πτολεμαΐδας, Αμυνταίου και Φλώρινας με υπολογισμένο υπόθεμα 1,9 δις τόνους, στην περιοχή της Δράμας με απόθεμα 900 εκατομμύρια τόνους και στην περιοχή της Ελασσόνας με 150 εκατομμύρια τόνους. Επίσης στην Πελοπόννησο, περιοχή Μεγαλόπολης, υπάρχει λιγνιτικό κοιτάσμα με απόθεμα περίπου 250 εκατομμύρια τόνους.

Με βάση τα συνολικά εκμεταλλεύσιμα αποθέματα λιγνίτη της χώρας και τον προγραμματιζόμενο ρυθμό κατανάλωσης στο μέλλον, υπολογίζεται ότι τα αποθέματα αυτά επαρκούν για περισσότερο από 45 χρόνια. Μέχρι σήμερα οι εξορυχθείσες ποσότητες λιγνίτη φτάνουν περίπου το 29% των συνολικών αποθεμάτων. Εκτός από λιγνίτη η Ελλάδα διαθέτει και ένα μεγάλο κοιτάσμα τύρφης στην περιοχή των Φιλιππων (ανατολική Μακεδονία). Τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα στο κοιτάσμα αυτό εκτιμώνται σε 4 δις κυβικά μέτρα και ισοδυναμούν περίπου με 125 εκατομμύρια τόνους πετρελαίου.

Γενικά η ποιότητα των ελληνικών λιγνιτών είναι χαμηλή. Η θερμογόνο δύναμη κυμαίνεται από 900 - 1100 Kcal / Kg στις περιοχές Μεγαλόπολης, Αμυνταίου και Δράμας, από 1250 - 1350 Kcal / Kg στην περιοχή της Πτολεμαΐδας και 1800 - 2300 στις περιοχές Φλώρινας και Ελασσόνας. Σημαντικό συγκριτικό πλεονέκτημα των λιγνιτών της χώρας μας είναι η χαμηλή περιεκτικότητα σε καύσιμο θείο.

7.1.4 Ο ΛΙΓΝΙΤΗΣ ΣΤΗΡΙΖΕΙ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ.

Ο λιγνίτης, είναι ουσιαστικά το μόνο ενεργειακό καύσιμο που διαθέτει η Ελλάδα. Στα πλαίσια ενός συγκεκριμένου και ορθολογικού ενεργειακού σχεδιασμού επιβάλλεται να συνεχίσει να αποτελεί τη σπονδυλική στήλη της ελληνικής ενεργειακής αγοράς και να συνεισφέρει ανταγωνιστικά στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της χώρας για πολλά χρόνια ακόμα.

Σε μια περίοδο που το κυρίαρχο πρόβλημα της ελληνικής οικονομίας είναι ο καχεκτικός παραγωγικός της τομέας και τα ελλείμματα στο εμπορικό ισοζύγιο αγαθών αυξάνονται

δραματικά, η αξιοποίηση των ελληνικών λιγνιτών αναδεικνύεται σε έναν εξισορροπητικό και ως ένα βαθμό λυτρωτικό παράγοντα. Ταυτόχρονα διαμορφώνει συνθήκες σταθερότητας, στα πλαίσια ενός ασταθούς διεθνούς ενεργειακού τοπίου, συμβάλλει θετικά στην εθνική και στην περιφερειακή ανάπτυξη της χώρας και διασφαλίζει ένα σημαντικό αριθμό θέσεων εργασίας. Τα έργα της Πτολεμαΐδας και της Μεγαλόπολης είναι επιτεύγματα του ελληνικού λαού από εκείνα, τα ελάχιστα, για τα οποία μπορεί να υπερηφανεύεται και θα ήταν τραγικό λάθος να απαξιωθούν από έλλειψη ενός ολοκληρωμένου και ορθολογικού ενεργειακού σχεδιασμού ή λόγω της εμμονής σε πρακτικές εντυπωσιασμού και εξυπηρέτησης οικονομικών συμφερόντων περιορισμένης εμβέλειας.

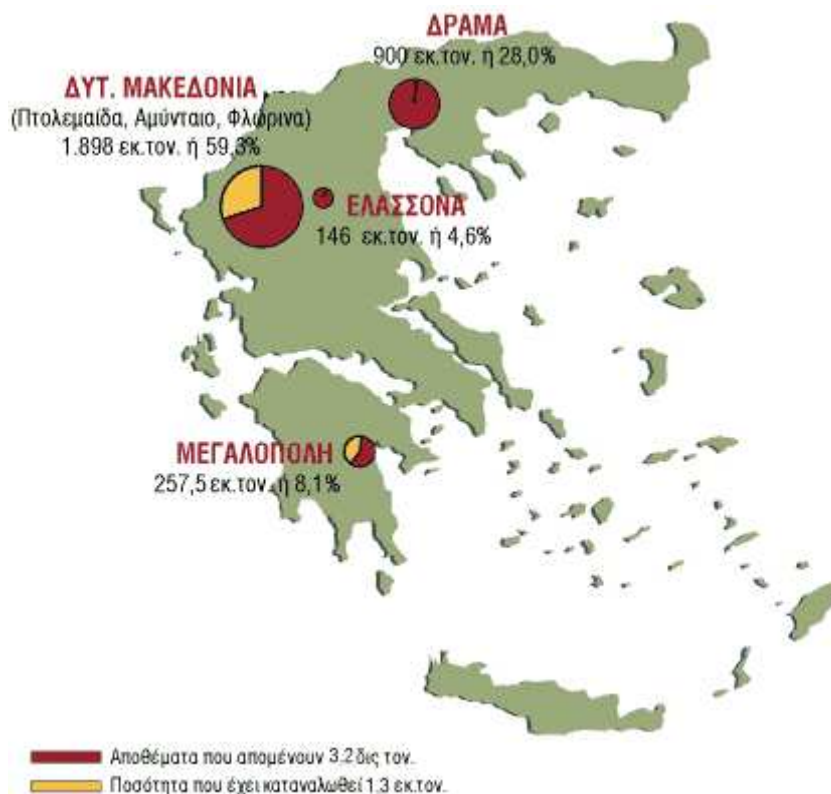
Για τη συνέχιση της συμβολής του λιγνίτη στην αναπτυξιακή προσπάθεια της χώρας, απαιτούνται διαφορετικές προσεγγίσεις στους τομείς της παραγωγής και της χρήσης του. Οι παρεμβάσεις για την ανάπτυξη αποδοτικότερων μεθόδων παραγωγής, για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων και για την διασφάλιση προϋποθέσεων αποδοχής των σχετικών δραστηριοτήτων από τις κοινωνίες των περιοχών όπου αυτές αναπτύσσονται, πρέπει να επανεξεταστούν και να ενταθούν. Ταυτόχρονα πρέπει να κατανοηθεί ότι, για την απρόσκοπτη ανάπτυξη των δραστηριοτήτων, είναι απαραίτητη η αναβάθμιση του επιχειρηματικού περιβάλλοντος, με την ανάπτυξη σύγχρονων βασικών κοινωνικών υποδομών, στις περιοχές στις οποίες αυτές αναπτύσσονται.

Επίσης είναι σημαντικό να κατανοηθεί η σημασία της οργανωτικής και διαρθρωτικής προσαρμογής της ΔΕΗ στις απαιτήσεις δραστηριοτήτων αυτής της έκτασης.

Η βιομηχανία του λιγνίτη αποτελεί μια πραγματικότητα για την Ελλάδα, που για όλες τις πιθανές, αλλά ρεαλιστικές, αλλαγές που θα ήταν δυνατόν να προβλεφθούν, μπορεί να συνεχίσει να αποτελεί ένα σίγουρο στήριγμα της εθνικής οικονομίας.

Σήμερα, σε διεθνές επίπεδο, τα λιγνιτικά εργοστάσια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, λόγω των περιβαλλοντικών προβλημάτων που δημιουργούν οι συμβατικές τεχνολογίες καύσης που χρησιμοποιούν και των μεγάλων χρονικών περιόδων που απαιτούνται για την απόσβεσή τους, συναντούν μειωμένη κοινωνική αποδοχή και έλλειψη επιχειρηματικού ενδιαφέροντος. Το φυσικό αέριο, με την ανάπτυξη των δικτύων μεταφοράς του, που βελτίωσαν την ασφάλεια της τροφοδοσίας του και με την τεχνολογική ωρίμανση των μονάδων συνδυασμένου κύκλου, που επιτρέπουν τη φιλικότερη προς το περιβάλλον καύση του, αναδεικνύεται ως το υπ' αριθμόν ένα καύσιμο για τις πλούσιες χώρες της Δύσης. Όμως για την Ελλάδα θα ήταν ίσως σχιζοφρενικό, αν ακολουθούσε κατά γράμμα την τάση που διαμορφώνεται στις αναπτυγμένες, τεχνολογικά και οικονομικά, χώρες και δεν

διατηρούσε στην πρώτη γραμμή των προτεραιοτήτων της ενεργειακής της πολιτικής, την αξιοποίηση και την βελτιστοποίηση του λιγνιτικού της δυναμικού.



Σχ 7.1.4 Εκμεταλλεύσιμα λιγνιτικά κοιτάσματα

7.2 ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ- ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Όπως και ο γαιάνθρακας, έτσι και το πετρέλαιο αποτελεί φυσικό καύσιμο απόθεμα υδρογονανθράκων, το οποίο έχει προέλθει από την αποσύνθεση οργανικών υλικών. Συνήθως τα αποθέματα πετρελαίου βρίσκονται μέσα σε στρωματοποιημένες λεκάνες. Αν και ο ακριβής μηχανισμός σχηματισμού του αποτελεί ακόμη αντικείμενο επιστημονικής έρευνας, πιστεύεται, ότι τα αποθέματα πετρελαίου είναι υπολείμματα μικροοργανισμών που ζούσαν στο βυθό των ωκεανών. Πιθανόν, οι οργανισμοί αυτοί να ήταν τμήμα του προφωτοσυνθετικού παρελθόντος, όταν δεν υπήρχε στη γη ελεύθερο οξυγόνο. Οι οργανισμοί λάμβαναν οξυγόνο για τις ανάγκες τους, από τα οργανικά μόρια. Με την πάροδο του χρόνου, διάφορα φυτά και ζώα έζησαν και πέθαναν σε ρηχές θάλασσες και παράκτια νερά, όπου το φως μπορούσε να διέλθει και να υποστηρίξει τη φωτοσύνθεση. Τα πτώματα των ζώων και των φυτών, επικάθησαν και αποσυντέθηκαν στη λάσπη του βυθού των ρηχών αυτών υδάτων. Το αποτέλεσμα ήταν υπολείμματα μορίων υδρογονανθράκων. Καθώς τα μόρια αυτά

σκεπάστηκαν από τις συνεχείς εναποθέσεις στρωμάτων και άλλων φυτών και ζώων σε αποσύνθεση, υπέστηκαν υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες. Με τη θερμότητα, την πίεση και την πάροδο του χρόνου, τα μόρια των υδρογονανθράκων διασπάστηκαν σε ελαφρύτερα μόρια. Τα ελαφρύτερα αυτά μόρια, σχηματίζουν σήμερα τους διάφορους συνδυασμούς πετρελαίων, βενζίνης και φυσικού αερίου.

Αν και τα παλαιότερα γνωστά αποθέματα πετρελαίου έχουν σχηματιστεί πριν από περίπου μισό δισεκατομμύριο χρόνια, το περισσότερο από τα εμπορικά διαθέσιμα σήμερα πετρέλαια έχει μικρότερη και από τη μισή αυτή ηλικία. Ακόμη και σήμερα, ανακαλύπτεται πετρέλαιο σε διάφορα σημεία του κόσμου, το οποίο βρίσκεται στα πρώτα στάδια του σχηματισμού του. Μελέτες για αυτά τα πρώιμα στρώματα δηλώνουν ότι, για να φθάσουν τις πρώτες αναγνωρίσιμες καταστάσεις μετατροπής των οργανικών υλικών σε πετρέλαιο, απαιτούνται ακόμη 3000-9000 χρόνια.

Αφού η πλειοψηφία του πετρελαίου σχηματίστηκε στο θαλάσσιο βυθό, για το λόγο αυτό το πετρέλαιο περιέχει μεγάλες ποσότητες θαλασσινού νερού (μέσα στις οποίες είναι διασκορπισμένο το πετρέλαιο). Με το χρόνο, τα στρώματα αυτά σκεπάζονται με περισσότερα στρώματα και οργανική ύλη. Καθώς τα στρώματα πάνω από το πετρέλαιο γίνονται όλο και πιο συμπαγή, το πετρέλαιο συμπιεζόμενο αρχίζει να κινείται προς τα πάνω. Ενδεχομένως, λόγω χαμηλότερης πυκνότητας ή υψηλότερου ιξώδους, το πετρέλαιο διαχωρίζεται από το νερό. Καθώς η ξηρά παίρνει το μέρος της θάλασσας, το πετρέλαιο παραμένει κάτω από τη γη.

Κινείται από τους βράχους από τους οποίους συμπιέζεται, και ανέρχεται μέσα από πορώδεις σχηματισμούς μέχρι να μπλοκαριστεί από αδιαπέραστους βράχους. Αυτές οι λίμνες πετρελαίου περιβάλλονται από βράχους, οι οποίοι συγκρατούν το πετρέλαιο στους πόρους τους, μέχρι αυτό να μετακινηθεί από τις κινήσεις της γης, τη διάβρωση ή τις γεωτρήσεις.

7.2.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Οι χημικές και φυσικές ιδιότητες του αργού πετρελαίου, κυμαίνονται ευρέως. Χημικά, το πετρέλαιο αποτελεί μίγμα υδρογονανθράκων (δηλαδή μορίων υδρογόνου και άνθρακα). Μπορεί επίσης να περιέχει και διάφορα άλλα συστατικά, τα οποία αποτελούνται από οξυγόνο, άζωτο και θείο. Ακόμη, μπορεί να υπάρχουν ίχνη βαναδίου, νικελίου, και μικρότερα ίχνη χλωρίου, αρσενικού και μολύβδου. Σημειώσατε, ότι η χημική σύνθεση του πετρελαίου διαφέρει, ανάλογα με την πηγή προέλευσης και τις γεωλογικές συνθήκες, κάτω από τις οποίες σχηματίστηκε.

Τα συστατικά του πετρελαίου, κυμαίνονται από αέρια μέχρι κηρώδη και πισσώδη. Γενικά, το νεότερο πετρέλαιο περιέχει υδρογονάνθρακες με υψηλότερα μοριακά βάρη, ενώ το παλαιότερο πετρέλαιο περιέχει μεγαλύτερο ποσοστό ελαφρύτερων υδρογονανθράκων.

7.2.2 ΤΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ ΚΑΙ Η ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

Δεν υπάρχει προς το παρόν αξιόλογη παραγωγή πετρελαίου στην χώρα μας και επομένως το σύνολο των ποσοτήτων που χρειάζονται, εισάγονται από το εξωτερικό, με βάση διακρατικές συμφωνίες ή διεθνείς μειοδοτικούς οργανισμούς.

Οι παραπάνω ποσότητες έχουν επταπλασιαστεί από το 1964 μέχρι το 1974, πράγμα που οφείλεται μόνο σε αύξηση της εγχώριας κατανάλωσης αλλά και στην ίδρυση δύο ιδιωτικών Διυλιστηρίων που εξάγουν τα προϊόντα τους σε άλλες χώρες. Τονίζεται ότι το συνάλλαγμα που ξοδεύτηκε το 1974 για την προμήθεια αργού πετρελαίου, ήταν ίσο προς το 17,56 % του συνολικού ποσού που χρειάστηκε για την κάλυψη όλων των εισαγωγών.

Τα κοιτάσματα που εντοπίστηκαν στην περιοχή του πρίνου εκτιμάται ότι, με πλήρη εκμετάλλευση, θα καλύπτουν περίπου το 1/6 των συνολικών αναγκών της χώρας, δηλαδή 1.500.000 τόνους κάθε χρόνο. Αν γίνει εκμετάλλευση και άλλων κοιτασμάτων που κατά τον Σ. Κατράκη και άλλους ερευνητές υπάρχουν στην Β. Ελλάδα, στα νησιά του Ιονίου και στα νησιά του Αιγαίου πελάγους και την Κρήτη η συνολική ετήσια παραγωγή μπορεί να φτάσει τα 18.000.000 τόνους, δηλαδή να υπερκαλύψει της Ελληνικές ανάγκες. Το πρόβλημα είναι ότι οι έρευνες που πρέπει να γίνουν, καθώς και ο εξοπλισμός που χρειάζεται για την άντληση, απαιτούν μεγάλες δαπάνες.

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία και την γενικότερη κρατική πολιτική στα θέματα του πετρελαίου, ανακόπηκε ο ρυθμός ίδρυσης πετρελαιοκίνητων μονάδων ηλεκτροπαραγωγής από τη ΔΕΗ, με τελευταία τέτοια μονάδα τη δεύτερη του Λαυρίου, ισχύος 300 MW που εγκαταστάθηκε το 1973. Έτσι ενώ το 1972 οι θερμικές μονάδες πετρελαίου είχαν εγκαταστημένη ισχύ 1132 MW σε σύνολο 2865, δηλαδή κάλυπταν ποσοστό 42,6 % , το 1982 προβλεπόταν να έχουν ισχύ 1432 MW σε σύνολο 7590, δηλαδή να καλύπτουν ποσοστό μόλις 18,9%.

Θα πρέπει να παρατηρήσουμε ότι όσο και να περιορισθεί η κατανάλωση πετρελαίου για την παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας στην Ελλάδα, δεν θα έχουμε θεαματικά αποτελέσματα αφού, όπως αναφέραμε, μόνο το 15 % περίπου από την συνολική κατανάλωση πετρελαιοειδών αντιστοιχεί σε αυτή την δραστηριότητα. Αντίθετα, το ποσοστό 55 % που

αναφέρεται στις Μεταφορές (χερσαίες, θαλάσσιες και εναέριας), φαίνεται να αποτελεί την ουσία του προβλήματος, όπου η λύση του είναι τόσο δύσκολη όσο και επιτακτική.

ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΤΟΠΟΣ	ΒΑΣΙΚΟ ΚΑΥΣΙΜΟ	ΑΡΙΘ.ΜΟΝΑΔΩΝ	ΣΥΝ.ΙΣΧΥΣ
ΑΗΣ Αλιβερίου	Εύβοια	Μαζούτ	4 Μονάδες	380 MW
ΑΗΣ Λαυρίου	Λαύριο	Μαζούτ, φυσικό αέριο	4 Μονάδες	1190 MW
ΑΗΣ Λινοπεραμάτων	Ηράκλειο, Κρήτη	Μαζούτ, ντίζελ	12 Μονάδες	192,87 MW
ΑΗΣ Ρόδου	Ρόδος	Μαζούτ, ντίζελ	10 Μονάδες	206,11 MW
ΑΗΣ Χανίων	Χανιά, Κρήτη	ντίζελ	6 Μονάδες	321,22 MW

Πίνακας 7.2.2 πετρελαιοι ΑΗΣ της ΔΕΗ

7.3 ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ -ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Το αργό πετρέλαιο και το φυσικό αέριο βρίσκονται σε παρόμοια γεωλογικά περιβάλλοντα, κυρίως σε στρωματοποιημένους σχηματισμούς πετρωμάτων. Όπως και το αργό πετρέλαιο, έτσι και το φυσικό αέριο σχηματίζεται από την αποσύνθεση οργανικών υλικών, η οποία συνέβη πριν από εκατομμύρια χρόνια. Αυτή η κοινή καταγωγή, έχει οδηγήσει πολλούς να αποκαλούν το φυσικό αέριο και ως αέριο πετρέλαιο.

7.3.1 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Το φυσικό αέριο, αποτελεί ένα καύσιμο πολύ καθαρής καύσης, συγκριτικά με άλλους καύσιμους υδρογονάνθρακες. Γενικά εάν η διαδικασία καύσης διαθέτει αρκετό αέρα, τότε το αποτέλεσμα θα είναι τρία κύρια συστατικά : θερμική ενέργεια, διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Για το λόγο αυτό, το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται στα σπίτια (θερμάστρες, φούρνοι, στεγνωτήρια ρούχων, κτλ) και στη βιομηχανία, με ελάχιστες επιπτώσεις στην υγεία των ανθρώπων.

Είναι σημαντικό να επαναλάβουμε ότι το φυσικό αέριο αποτελεί το καθαρότερο φυσικό καύσιμο υδρογονανθράκων. Για παράδειγμα η καύση φυσικού αερίου παράγει μεταξύ 30 και 55 % του διοξειδίου του άνθρακα που παράγει η καύση του γαιάνθρακα και του πετρελαίου. Επίσης, το φυσικό αέριο δεν παράγει καθόλου οξείδια του θείου και λιγότερα οξείδια του αζώτου. Από οικολογική άποψη, το φυσικό αέριο είναι η καλύτερη επιλογή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Με βάση την διαθέσιμη τεχνολογία το φυσικό αέριο μπορεί να αντικαταστήσει το γαιάνθρακα και το πετρέλαιο στην παραγωγή του ηλεκτρισμού. Ωστόσο τα αποθέματα φυσικού αερίου πολλών χωρών δεν είναι αρκετά για να ικανοποιήσουν την αυξανόμενη ζήτηση ηλεκτρισμού.

Το φυσικό αέριο θα μπορούσε να αντικαταστήσει την βενζίνη στον μεταφορικό τομέα. Το καύσιμο αυτό έχει δοκιμαστεί επιτυχώς πολλές φορές. Παρουσιάζει μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων και μειωμένο κόστος συντήρησης των οχημάτων. Ο μόνος περιορισμός για την ευρεία διάδοση, είναι το κόστος μετατροπής των βενζινοκινητήρων, έτσι ώστε να καίνε το καύσιμο αυτό. Ο περιορισμός αυτός, αντιμετωπίζεται με μαζική παραγωγή μηχανών που χρησιμοποιούν το φυσικό αέριο. Το όφελος της χρήσης του καύσιμου αυτού στο μεταφορικό τομέα, θα είναι ο καθαρότερος αέρας και η μείωση της εξάντλησης του αργού πετρελαίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΧΡΗΣΗ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ DIESEL ΓΙΑ ΤΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΓΕΝΙΚΑ

Όπως αναφέραμε και σε προηγούμενο κεφάλαιο ένας τρόπος παραγωγής ενέργειας είναι και με χρήση κινητήρων diesel. Οι κινητήρες αυτοί ανήκουν στους θερμοηλεκτρικούς σταθμούς. Το καύσιμο καταναλώνεται μέσα στη μηχανή που μετατρέπει την ενέργεια των καυσαερίων σε κινητική και προκαλεί τη περιστροφή του άξονα. Η μηχανή diesel είναι όπως είπαμε η γνωστή μηχανή εσωτερικής καύσης και είναι η δεύτερη κατηγορία των σταθμών αυτών.

8.1 ΘΕΣΗ ΚΑΙ ΜΕΓΕΘΟΣ ΣΤΑΘΜΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Πρόκειται για μικρούς σταθμούς, όπου δεν υπάρχει πρόβλημα ενόχλησης των περιοίκων από τη λειτουργία τους, η εκλογή της θέσης εξαρτάται από τις θέσεις των καταναλωτών που θα εξυπηρετηθούν. Δηλαδή ο σταθμός κατασκευάζεται σε τέτοια θέση, ώστε να παρουσιάζει το ελάχιστο συνολικό μήκος των γραμμών μεταφοράς της ενέργειας. Είναι φανερό πως για ένα τέτοιο μικρό σταθμό το πρόβλημα μεταφοράς καυσίμων δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικό. Αν όμως πρόκειται για σταθμούς μεγάλου μεγέθους θα πρέπει να ληφθούν υπόψη και άλλοι σοβαροί παράγοντες όπως :

- οι θέσεις προμήθειας των καυσίμων και οι επιβαρύνσεις με έξοδα μεταφοράς μέχρι τη θέση του σταθμού. Επειδή τα έξοδα μεταφοράς του καυσίμου είναι σημαντικά συνήθως οι σταθμοί χτίζονται κοντά σε θέσεις παραγωγής
- Η ύπαρξη κατάλληλου χώρου για την αποθήκευση αρκετής ποσότητας καυσίμου. Πρέπει η αποθήκευση χώρου να μην δημιουργεί κινδύνους αυτανάφλεξης των καυσίμων, δηλαδή να μην είναι υπερβολικά μεγάλη και άσχημα διαρρυθμισμένη. Συγχρόνως πρέπει να μπορεί να εξυπηρετεί τις ανάγκες του εργοστασίου για αρκετό χρονικό διάστημα.
- Η ύπαρξη της αναγκαίας ποσότητας και ποιότητας νερού και οι δαπάνες για τη μεταφορά του. Το νερό χρειάζεται τόσο για τη λειτουργία του λέβητα και του

ατμοστρόβιλου υπό μορφή ατμού, όσο για την ψύξη των ψυγείων των μηχανών παραγωγής. Όσο για την ποιότητα, δεν πρέπει να περιέχει άλατα σε μεγάλες ποσότητες για να μην προκαλούνται βλάβες στις σωληνώσεις και στα δοχεία. Πολλές φορές, χρειάζεται να υποβληθεί σε ειδική κατεργασία ακριβώς για να απαλλαγεί από αυτά τα άλατα που λέγεται αποσκλήρυνση.

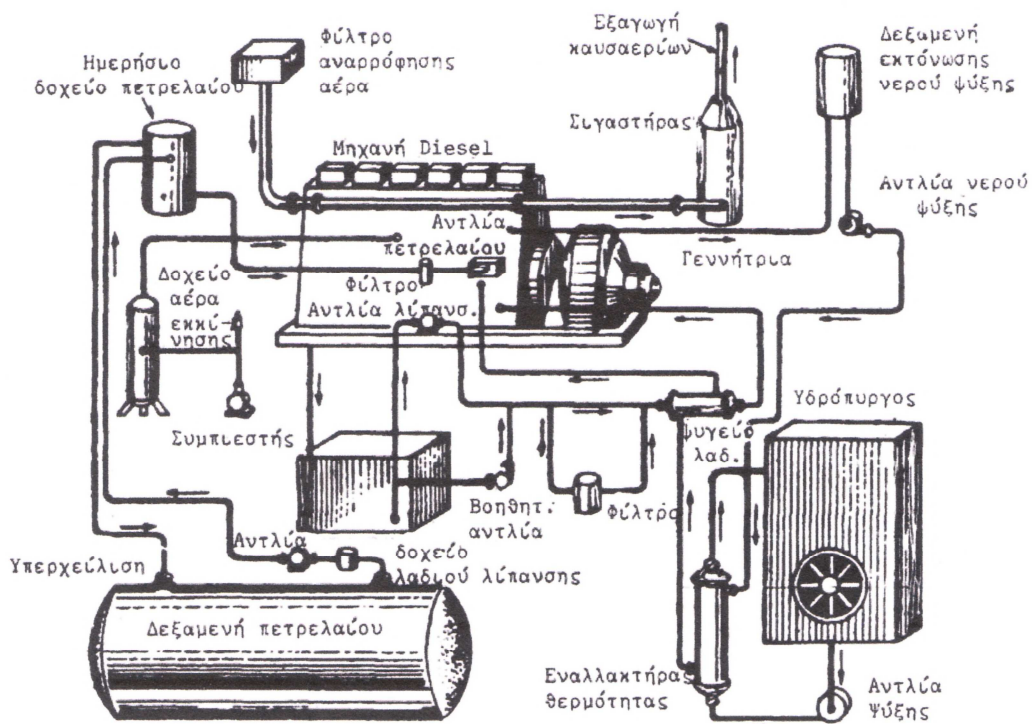
- Η ύπαρξη αρκετού χώρου για μελλοντική επέκταση. Χρειάζεται να υπάρχει πάντοτε διαθέσιμος χώρος δίπλα στις εγκαταστάσεις του σταθμού, ώστε να μπορεί να επεκταθεί όταν αυξηθούν οι ανάγκες της κατανάλωσης και να μην αντιμετωπισθεί από την αρχή η ανάγκη δημιουργίας νέου σταθμού.
- Η αποφυγή ενόχλησης των περιοίκων. Είναι σκόπιμο να αποφεύγεται η γειτνίαση του σταθμού σε πυκνοκατοικημένες περιοχές, γιατί με την λειτουργία του ενοχλεί με καπνιές, θορύβους κ.λ.π.

8.2 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΕ DIESEL

Όπως αναφέραμε και παραπάνω οι σταθμοί εγκαθίστανται σε περιοχές που συνδυάζουν την τροφοδότηση του συστήματος, τη μεταφορά του καυσίμου και την εξασφάλιση νερού για ψύξη. Για τον λόγο αυτό κατά κανόνα επιλέγονται οι παράλιες περιοχές για εγκατάσταση. Οι μονάδες diesel έχουν υψηλότερο βαθμό απόδοσης (45%) και είναι κατάλληλες για μικρά συστήματα, όπως τα νησιωτικά .

Άρα νηξελοηλεκτρικοί σταθμοί χρησιμοποιούνται για την τροφοδότηση μικρών, απομονωμένων νησιών, αυτόματων δικτύων (νησίδες). Ντίζελ χρησιμοποιείται όταν η ζητούμενη ισχύς είναι πολύ μικρή και δεν δικαιολογεί αεριοστροβιλικές εγκαταστάσεις. Στη χώρα μας υπάρχουν κυρίως στα νησιά ή αλλιώς στους αυτόνομους σταθμούς παραγωγής του νησιωτικού συστήματος.

Οι μηχανές DIESEL έχουν καλό βαθμό απόδοσης όταν λειτουργούν στα 75 έως 80% της ονομαστικής ισχύος αλλά αυτός μειώνεται πολύ όταν λειτουργούν κάτω από το 50% της ονομαστικής τους ισχύος. Οι σταθμοί με MEK συνήθως παράγουν ενέργεια με εναλλασσόμενο ρεύμα χαμηλής τάσης 220/380V και σπάνια σε τάση 15KV.



Σχ.8.2.1 Μονάδα παραγωγής που κινείται με κινητήρα diesel

Οι κινητήρες αυτοί διακρίνονται σε αργόστροφους (300 rpm) ,μεσόστροφους (1000 rpm) και ταχύστροφους(1500 rpm).

Ο βαθμός απόδοσης μικρών και μεσαίων κινητήρων είναι 35-45%, ενώ σε σύγχρονους μεγάλους κινητήρες φθάνει το 50%. Ο βαθμός απόδοσης ενός συστήματος συμπαραγωγής με εμβολοφόρο κινητήρα εσωτερικής καύσης βρίσκεται στην περιοχή του 80%.

Η διάρκεια ζωής είναι 15-20 έτη και εξαρτάται από το μέγεθος της μονάδας, την ποιότητα του καυσίμου και την ποιότητα της συντήρησης. Οι παλινδρομικοί κινητήρες απαιτούν τακτικότερη συντήρηση απ' ότι τα προηγούμενα συστήματα με αποτέλεσμα μικρότερη μέση ετήσια διαθεσιμότητα (80-90%).

Από της Διεύθυνση Παραγωγής Νησιών πήραμε τη πληροφορία πως υπάρχουν σύνολο 32 σταθμοί.

- 13 αυτόνομοι σταθμοί παραγωγής, 12 σε λειτουργία και 1 σε εφεδρεία (Άνδρος)
- 19 μικρότεροι τοπικοί σταθμοί παραγωγής

Το Μάιο του 2010 η Συνολική Εγκατεστημένη Ισχύς ήταν 673,7 MW. Το 2009 παρήχθησαν συνολικά 1779,58 GMW από τις οποίες οι 1756,77 GMW από τους σταθμούς παραγωγής και οι 22,81 GMW από τις ΑΠΕ της ΔΕΗ.

ΝΗΣΙΩΤΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

ΤΡΟΦΟΔΟΤΟΥ ΜΕΝΑ ΝΗΣΙΑ	ΑΥΤΟΝΟΜΟΙ ΣΤΑΘΜΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	ΕΓΚΑΤ/ΝΗ ΙΣΧΥΣ (KW)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΖΗΤΗΣΗ (KW)	ΕΤΗΣΙΑ ΖΗΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (MWh)
ΚΡΗΤΗ	ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΑ	192800	407200	1924571
	ΧΑΝΙΑ	328400		
	Σύνολο	521200		
ΡΟΔΟΣ	ΣΟΡΩΝΗ	206000	126800	
ΑΓΑΘΟΝΗΣΙ	ΑΓΑΘΟΝΗΣΙ	240	95	276
ΑΓ.ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ	ΑΓ.ΕΥΣΤΡΑΤΙΟΣ	360	220	755
ΑΜΟΡΓΟΣ	ΑΜΟΡΓΟΣ	2650	2190	6295
ΑΝΑΦΗ	ΑΝΑΦΗ	355	340	607
ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΑ	ΑΝΤΙΚΥΘΗΡΑ	140	38	96
ΑΣΤΥΠΑΛΛΑΙΑ	ΑΣΤΥΠΑΛΛΑΙΑ	1600	1350	3818
ΔΟΝΟΥΣΑ	ΔΟΝΟΥΣΑ	210	150	284
ΕΡΕΙΚΟΥΣΑ	ΕΡΕΙΚΟΥΣΑ	270	195	408
ΙΚΑΡΙΑ	ΙΚΑΡΙΑ	6900	5400	18570
ΚΕΑΣ***	ΚΕΑΣ***	-	-	-
ΚΥΘΝΟΣ	ΚΥΘΝΟΣ	2300	1960	5216
ΛΕΣΒΟΣ	ΛΕΣΒΟΣ	49500	45700	209733
ΛΗΜΝΟΣ	ΛΗΜΝΟΣ	8900	11700	47130
ΜΕΓΙΣΤΗ	ΜΕΓΙΣΤΗ	390	320	1239
ΜΥΚΟΝΟΣ	ΜΥΚΟΝΟΣ	21200	17500	51802
ΟΘΩΝΟΙ	ΟΘΩΝΟΙ	270	240	498
ΠΑΤΜΟΣ	ΠΑΤΜΟΣ	4380	3580	11348
ΣΑΜΟΘΡΑΚΗ	ΣΑΜΟΘΡΑΚΗ	2200	2400	7098
ΣΕΡΙΦΟΣ	ΣΕΡΙΦΟΣ	2000	1900	4777
ΣΙΦΝΟΣ	ΣΙΦΝΟΣ	4300	3360	9437
ΣΚΥΡΟΣ	ΣΚΥΡΟΣ	4500	3750	12403
ΣΑΜΟΣ- ΦΟΥΡΝΟΙ	ΣΑΜΟΣ	46080	24400	99372
ΧΙΟΣ-ΨΑΡΑ	ΧΙΟΣ	38780	29800	136334
	ΨΑΡΑ*	345	-	-
ΑΝΔΡΟΣ-ΤΗΝΟΣ	ΑΝΔΡΟΣ	9400	9300	32613
ΘΗΡΑ-ΘΗΡΑΣΙΑ	ΘΗΡΑ	22200	22700	67122
ΙΟΣ-ΣΙΚΙΝΟΣ-	ΙΟΣ-ΣΙΚΙΝΟΣ-	3740	4380	12563

ΦΟΛΕΓΑΝΔΡΟΣ	ΦΟΛΕΓΑΝΔΡΟΣ			
ΚΑΛΥΜΝΟΣ- ΛΕΡΟΣ-ΛΕΙΨΟΙ- ΤΕΛΕΝΔΟΣ- ΨΕΡΙΜΟΣ-ΚΩΣ- ΝΙΣΥΡΟΣ- ΤΗΛΟΣ-ΓΥΑΛΙ	ΚΑΛΥΜΝΟΣ- ΚΩΣ	69600	57300	217824
	ΚΩΣ**	60500		-
	ΝΙΣΥΡΟΣ*	-		-
ΚΑΡΠΑΘΟΣ- ΚΑΣΟΣ	ΚΑΡΠΑΘΟΣ- ΚΑΣΟΣ	9000	6500	24369
ΜΗΛΟΣ- ΚΙΜΩΛΟΣ	ΜΗΛΟΣ	7600	5970	23912
ΠΑΡΟΣ-ΝΑΞΟΣ- ΑΝΤΙΠΑΡΟΣ- ΗΡΑΚΛΕΙΑ- ΣΧΟΙΝΟΥΣΑ- ΚΟΥΦΟΝΗΣΙΑ	ΠΑΡΟΣ	43250	36000	117513

*Ο σταθμός έπαυσε τη λειτουργία του και παραμένει σε εφεδρεία **Πίνακας 8.2**

**Ο σταθμός λειτουργεί παράλληλα με τον ΑΣΠ Καλύμνου

***Ο σταθμός έπαυσε τη λειτουργία του και αποξηλώθηκε

Πηγή: ΔΕΗ 2001

8.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΑΛΛΟΥΣ ΤΡΟΠΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Είπαμε πως οι ΜΕΚ ονομάζονται έτσι γιατί η καύση του καυσίμου γίνεται μέσα σε αυτές. Στους ατμοστρόβιλους γίνεται έξω από αυτούς, στο λέβητα.

Τα βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των DIESEL ως προς τις ατμοκίνητες είναι τα εξής:

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

1. Οι ΜΕΚ είναι ελαφρύτερες για την ίδια ισχύ
2. Μπαίνουν σε λειτουργία και φορτίζονται αμέσως
3. Δεν έχουν πολύπλοκες εγκαταστάσεις
4. Έχουν καλύτερο βαθμό απόδοσης σε μικρές και μέσες ισχύεις (ως 5 MW)
5. Χρειάζονται λίγο χώρο για τις εγκαταστάσεις
6. Λειτουργούν με λιγότερο προσωπικό

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

1. Χρειάζονται συχνά συντήρηση και ειδικευμένο προσωπικό
2. Παθαίνουν συχνά βλάβες

Άλλος ένας τρόπος παραγωγής όπως έχουμε αναφέρει είναι ο αεριοστρόβιλος. Σε σύγκριση με τις μηχανές DIESEL έχει τα εξής:

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

1. Δεν έχει τμήματα που εκτελούν παλινδρομικές κινήσεις με αποτέλεσμα απλούστερη κατασκευή και ελάχιστες μηχανικές απώλειες.
2. Δεν παρουσιάζονται προβλήματα ζυγοστάθμισης και έδρασης.
3. Η συντήρηση είναι απλούστερη και φθηνότερη.
4. Δεν χρειάζονται νερό ψύξης.
5. Δεν υπάρχουν μεγάλες πιέσεις.
6. Η λειτουργία είναι πιο ομαλή και αθόρυβη

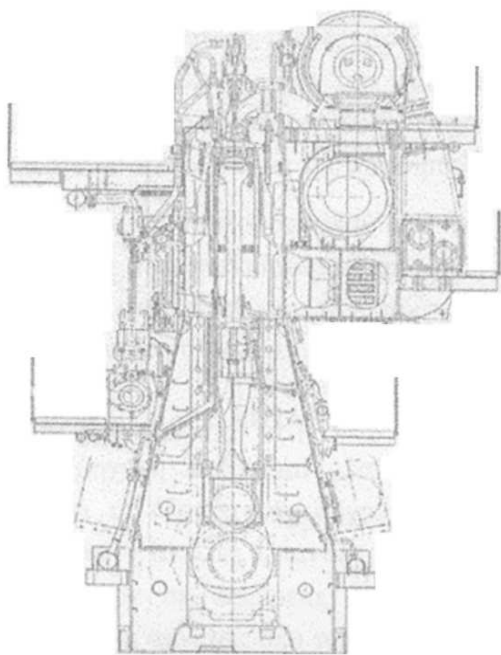
ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Υπάρχει όμως και ένα σοβαρό μειονέκτημα που είναι ο μικρός βαθμός απόδοσης της τάξης του 20% που μπορεί να αυξηθεί στα 35% με πρόσθετες βελτιώσεις που όμως αυξάνουν σοβαρά την πολυπλοκότητα και τις απαιτήσεις.

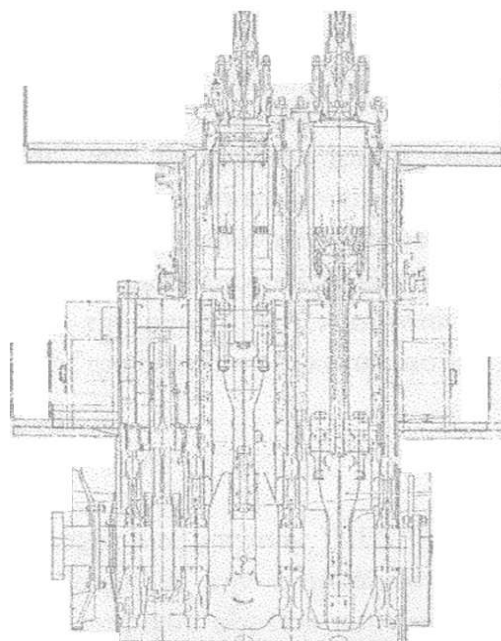
8.4 ΛΙΝΟΠΕΡΑΜΑΤΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

Ο Α.Η.Σ – Λινοπεράματα Ηρακλείου διαθέτει 13 μονάδες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Πιο συγκεκριμένα το εργοστάσιο αποτελείται από 6 ατμοηλεκτρικές μονάδες, 3 αεριοστροβλικές και 4 μηχανές εσωτερικής καύσης τύπου diesel. Η συνολική δυναμικότητα του εργοστασίου είναι 207,92 MW/h.

Οι μηχανές εσωτερικής καύσης τύπου diesel που είναι εγκατεστημένες στο χώρο του εργοστασίου είναι πανομοιότυπες. Πρόκειται για μηχανές ναυτικού τύπου βασισμένες σε σχέδια της Ελβετικής εταιρείας *Sulzer*. Πιο συγκεκριμένα ο κωδικός, του μοντέλου των μηχανών είναι *RTAF 58*, η εγκατάσταση έγινε από την κοινοπραξία Mitsubishi Ιαπωνίας και κατά μεγαλύτερο ποσοστό από την Cegielski Πολωνίας από το 1987 έως τα τέλη του 1989. Στις εικόνες 8.4.1 και 8.4.2 παρουσιάζεται η εγκάρσια και η διαμήκης τομή της μηχανής diesel.



Εικ.8.4.1



Εικ.8.4.2

Πρόκειται για δίχρονης μηχανές 125 στροφών υπερτροφοδοτούμενες, εννεακύλινδρες με εν σειρά διάταξη κυλίνδρων και ζύγωμα (επιμήκυνση εμβόλων με βάκτρο). Έχουν ιπποδύναμη 16.330hp και παραγωγή 12,282MW/h. Για την υπερτροφοδότηση χρησιμοποιούν δυο υπερπληρωτές TURBO για καθεμιά, με μέγιστο επιτρεπτό αριθμό στροφών υπερπληρωτή τις 16.500. Το καύσιμο είναι μαζούτ προθερμασμένο στους 130 °C. Κάθε μηχανή συνδέεται με γεννήτρια εναλλασσόμενου ρεύματος της BBC Αγγλίας 10000Volt η οποία διαθέτει 24 ζεύγη πόλων και ο έλεγχος του φορτίου γίνεται με ηλεκτρονικό ρυθμιστή. Οι μηχανές για την λειτουργία τους εξυπηρετούνται, από ένα αριθμό βοηθητικών μηχανημάτων που όλα μαζί αποτελούν τέσσερα συστήματα. Πρόκειται για τα συστήματα καυσίμου, λίπανσης, ψύξης και ατμού.

8.4.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Η μηχανή μπορεί να χρησιμοποιήσει ως καύσιμου μαζούτ ή diesel. Για λόγους οικονομίας χρησιμοποιείται μαζούτ. Μόνο σε περιπτώσεις έναρξης ή διακοπής της λειτουργίας χρησιμοποιείται diesel. Αυτό συμβαίνει λόγω του ότι το diesel δεν χρειάζεται προθέρμανση αφού έχει μικρότερο ιξώδες, άρα, ρέει με μεγαλύτερη ευκολία. Το καύσιμο απορροφάται από τις δεξαμενές ημερήσιου καυσίμου και μέσω αντλιών χαμηλής πίεσης οδηγείται στο αντλιοστάσιο και από μια ενδιάμεση αντλία μέσω προθέρμανσης οδηγείται στη μηχανή για καύση.

8.4.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΙΠΑΝΣΗΣ

Η μηχανή λιπαίνεται μέσω δυο κλειστών κυκλωμάτων λίπανσης. Το πρώτο λιπαίνει τα έδρανα της μηχανής και το δεύτερο το ζύγωμα. Για το λόγο αυτό υπάρχουν 4 αντλίες λίπανσης, από τις οποίες χρησιμοποιούνται οι 2, ενώ οι άλλες παραμένουν σε εφεδρεία. Η ποσότητα του λαδιού είναι 13000lt, η οποία καθαρίζεται συνεχώς σε όλο το 24ωρο από ένα φυγοκεντρικό καθαριστή, τα υπολείμματα οδηγούνται στη δεξαμενή ακαθάρτων.

8.4.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ

Η κάθε μηχανή διαθέτει δυο συστήματα νερού ψύξης:

1. σύστημα ψύξης χώρου χιτωνίων μηχανής
2. σύστημα ψύξης εσωτερικά της κεφαλής της μηχανής

Τα δύο συστήματα είναι κλειστά και ψύχονται εμμέσως μέσω του ψυγείου του θαλασσινού νερού.

8.4.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΤΜΟΥ

Οι συγκεκριμένες μηχανές εκμεταλλεύονται, για βοηθητική χρήση, ατμό κορεσμένο, πίεσης 8 bar και θερμοκρασίας 210 °C. Ο ατμός αυτός χρησιμοποιείται στις προθερμάνσεις

που γίνονται. Πριν τα καυσαέρια διοχετευτούν στην ατμόσφαιρα περνούν μέσα από τέσσερις λέβητες, οι οποίοι εκμεταλλεύονται την υψηλή θερμοκρασία των καυσαερίων παράγουν την απαραίτητη ποσότητα του ατμού αυτού. Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται ο βαθμός απόδοσης της εγκατάστασης.

8.4.5 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Όπως προαναφέρθηκε η ονομαστική ισχύς μιας μηχανής diesel είναι 12,28MW/h. Θα ασχοληθούμε με την κατανάλωση των μηχανών αυτών για κάποιες συγκεκριμένες τιμές του ηλεκτρικού φορτίου που μπορούν να αποδώσουν. Παρακάτω παρατίθενται τιμές κατανάλωσης μαζούτ, σε γραμμάρια, ανά κιλοβατώρα για συγκεκριμένες τιμές απόδοσης της μηχανής, που αφορούν ποσοστό της ονομαστικής ισχύος.

Ποσοστό φορτίου	Κατανάλωση
25%	202 gr / kwh
50%	188 gr / kwh
75%	182 gr / kwh
100%	184 gr / kwh

(πηγή: Αρχείο Δ.Ε.Η. – Α.Η.Σ Λινοπεράματος)

Τα ποσοστά του φορτίου που περιέχονται στην πρώτη στήλη αναφέρονται στην ονομαστική ισχύ της μηχανής. Οι τιμές του πίνακα είναι πραγματικές καθώς προέκυψαν από μετρήσεις που έχουν γίνει στα πλαίσια λειτουργίας στο συγκεκριμένο σταθμό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΓΕΙΑ

Περισσότερο από το 90% της ενέργειας που χρησιμοποιείται σήμερα προέρχεται από την καύση των υδρογονανθράκων (πετρέλαιο, γαιάνθρακες, φυσικό αέριο), με ένα σχετικά μικρό ποσοστό από την καύση της βιομάζας (ξύλα, κλπ.). Οι σημαντικότερες εξαιρέσεις στην καύση αποτελούν η πυρηνική σχάση και η υδροηλεκτρική ενέργεια. Αυτή η ενεργειακή μετατροπή έχει σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Οι επιπτώσεις μπορεί να κατηγοριοποιηθούν σε: αέρια ρύπανση κοντά στο έδαφος, όξινη βροχή, αλλαγή κλίματος και μείωση του στρατοσφαιρικού όζοντος.

9.1 ΕΚΜΕΜΠΟΜΕΝΟΙ ΡΥΠΟΙ

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά οι κυριότεροι εκπεμπόμενοι ρύποι από θερμικούς σταθμούς.(πίνακας 9.1)

ΡΥΠΑΝΤΗΣ-ΚΑΥΣΙΜΟ	CO ₂	NO _x	SO ₂	CO
Λιθάνθρακας	93.000	308-588	279-4190	9,7
Λιγνίτης	100.200	325-725	279-4190	16
Μαζούτ	76.600	210	142-1655	15
Diesel	73.000	64-68	132	12
Φυσικό αέριο	55.500	170	0,36	17

Πίνακας 9.1 συντελεστές εκπομπών αέριων ρύπων ανά καύσιμο

9.1.1 Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)

Το CO₂, αν και όχι άμεσα τοξικό, αποτελεί ένα τεχνολογικό εκτεταμένης κλίμακας, απόβλητο με έμμεσες επιδράσεις στην εξέλιξη της ζωής στον πλανήτη και ως εκ τούτου κατατάσσεται στους αέριους ρύπους. Τα αποτελέσματα της εκπομπής CO₂ είναι μακροπρόθεσμα.

Η εκπομπή CO₂ προέρχεται είτε από φυσικές πηγές (διεργασίες βιολογικής αποσύνθεσης που έχουν ως αρχή την παραγωγή μεθανίου) είτε από ανθρωπογενείς δραστηριότητες (κυρίως

καύσης άνθρακα και πετρελαίου για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας). Έτσι τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια σταθερή αύξηση του CO₂ της ατμόσφαιρας που παράγεται από τις ποικίλες διεργασίες καύσης. Σύμφωνα με μερικούς επιστήμονες, το CO₂ της ατμόσφαιρας μπορεί και να διπλασιαστεί στο άμεσο μέλλον. Το προβλεπόμενο αποτέλεσμα της αύξησης αυτής είναι η ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Το φαινόμενο αυτό συνεπάγεται μια σταδιακή αύξηση της μέσης θερμοκρασίας της γης που θα προκαλέσει ευρείας κλίμακας κλιματικές αλλαγές με πιθανό λιώσιμο των πάγων, πλημμυρίζοντας παράκτιες περιοχές και γενικότερα μεταβάλλοντας την ισορροπία στον πλανήτη.

Πρέπει να αναφερθεί και ένα άλλο ένα φαινόμενο που είναι επίσης συνέπεια της καύσης των στερεών καυσίμων και το οποίο δημιουργεί αντίθετα αποτελέσματα από αυτά του θερμοκηπίου. Η ατμοσφαιρική καπνομίχλη και η σωματιδιακή ύλη, προϊόντα καύσης και αυτά, μπορούν να προκαλέσουν ελαφρά ψύξη της ατμόσφαιρας λόγω παρεμπόδισης της ηλιακής ακτινοβολίας προς τη γη. Στις μέρες μας υπάρχει συστηματική παρακολούθηση των ατμοσφαιρικών επιπέδων του CO₂ σε παγκόσμια κλίμακα, και οι έως σήμερα, κυρίως ακαδημαϊκής φύσης, συζητήσεις για τον περιορισμό των εκπομπών του, αρχίζουν να παίρνουν μέρος σε τραπέζια διαπραγματεύσεων των χωρών μελών του ΟΗΕ με σκοπό τη λήψη σοβαρών μέτρων.

Από την άλλη πλευρά είναι γνωστή η σημασία του CO₂ για τη ζωή σε αυτόν τον πλανήτη. Τα φυτά χρειάζονται CO₂ για τη φωτοσύνθεση. Με άλλα λόγια ολόκληρη η τροφική αλυσίδα, από την οποία εξαρτάται ο άνθρωπος, βασίζεται σε αυτό. Επίσης, αν και είναι προϊόν απόρριψης κατά την αναπνοή των ζώων, και συνεπώς τοξικό σε υψηλές συγκεντρώσεις, ένα ορισμένο ποσοστό του διεγείρει την αναπνοή. Το επίπεδο ασφαλείας για παρατεταμένη έκθεση του ανθρώπου σε CO₂ είναι 15 φορές μεγαλύτερο από τα σημερινά επίπεδα του στον ατμοσφαιρικό αέρα. Παρατηρείται μια συνεχώς αυξητική τάση του ατμοσφαιρικού CO₂ τα τελευταία 70 χρόνια.

Το φυτικό βασίλειο δείχνει να επηρεάζεται από τις αυξήσεις του CO₂ αλλά δε θα πρέπει να παρασύρεται κανείς καθώς μια περαιτέρω αύξηση της μέσης θερμοκρασίας του πλανήτη κατά 1-2 βαθμούς Kelvin εξαιτίας του φαινομένου του θερμοκηπίου, ενδέχεται να έχει σημαντικότερες συνέπειες στο παγκόσμιο κλίμα.

9.1.2 Το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι ένα άχρωμο και άοσμο αέριο, ελάχιστα διαλυτό στο νερό και αναφλέξιμο. Είναι ένας από τους μαζικότερα παραγόμενους ρύπους. Γενικά στις αστικές περιοχές η κύρια ποσότητα CO προέρχεται από την ατελή καύση των υδρογονανθράκων που χρησιμοποιούνται ως καύσιμα. Αυτή η ατελής καύση συμβαίνει όταν υπάρχει ανεπαρκής ποσότητα οξυγόνου η χρόνου για την πλήρη μετατροπή των υδρογονανθράκων και ανθράκων σε CO₂ (πλήρης καύση).

Η τοξική δράση του CO σχετίζεται με το αναπνευστικό σύστημα. Ανταγωνίζεται έντονα την δέσμευση του οξυγόνου από την αιμοσφαιρίνη του αίματος, τον μεταφορέα δηλαδή του οξυγόνου στους ιστούς ενός οργανισμού παράγοντας καρβοξυαιμοσφαιρίνη, ένα μόριο που δεν έχει πλέον την ικανότητα δέσμευσης και μεταφοράς οξυγόνου.

Όταν η αιμοσφαιρίνη έλθει σε επαφή με οξυγόνο σχηματίζει οξυαιμοσφαιρίνη, η οποία μεταφέρει το O₂ στους ιστούς για τις ανάγκες καύσεις του οργανισμού. Η χημική συγγένεια του CO με την ενεργή θέση της αιμοσφαιρίνης για τη δέσμευση του O₂ είναι 210 φορές μεγαλύτερη από αυτήν του O₂ με αποτέλεσμα να αρκούν αρκετά μερικές μικρές πιέσεις CO για να δεσμεύσουν ισχυρά σημαντική ποσότητα αιμοσφαιρίνης σχηματίζοντας καρβοξυαιμοσφαιρίνη(HbCO).

Έτσι παρεμποδίζεται η μεταφορά οξυγόνου από τους πνεύμονες στους ιστούς. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της φυσικής και πνευματικής ικανότητας του ανθρώπου καθώς και οι σοβαρές επιπτώσεις στα διάφορα λειτουργικά όργανα και κυρίως στον εγκέφαλο.

9.1.3 Τα οξείδια του αζώτου (NO_x)

Η μεγάλη μάζα των οξειδίων του αζώτου (NO_x) προέρχεται από καύσεις σε υψηλές θερμοκρασίες. Η παραγωγή του NO κατά τις καύσεις ευνοείται από την αύξηση της θερμοκρασίας, γι' αυτό και μια από τις σπουδαιότερες πηγές του είναι οι θερμικοί σταθμοί. Από την άλλη, μια σύγκριση της ανά μονάδα βάρους παραγόμενης ποσότητας NO από διάφορα συνηθισμένα καύσιμα, τα κατατάσσει με την ακόλουθη φθίνουσα σειρά δυναμικότητας παραγωγής NO : άνθρακας >πετρέλαιο>φυσικό αέριο.

Αν και οι ανθρώπινες δραστηριότητες εκλύουν σαφώς λιγότερες ποσότητες οξειδίων του αζώτου από τις διάφορες βιολογικές δραστηριότητες, οι εκπομπές αυτές συγκεντρώνονται στο περιορισμένο περιβάλλον των αστικών και βιομηχανικών περιοχών, με αποτέλεσμα να

γίνονται πολύ επικύνδινες. Η παρουσία τους στην ατμόσφαιρα είναι συνδυασμένη με μια μεγάλη ποικιλία αναπνευστικών προβλημάτων και είναι υπεύθυνα για τη δημιουργία των φωτοχημικών οξειδωτικών.

Υπάρχουν σοβαρές αρνητικές επιδράσεις των NO στην υγεία, με σημαντικότερη τη σοβαρή συμμετοχή τους στην εμφάνιση οξείας βρογχίτιδας σε νήπια και παιδιά προσχολικής ηλικίας. Τέτοια φαινόμενα έχουν παρατηρηθεί όταν τα επίπεδα του NO₂ κυμαίνονται σε 24ωρη βάση, από 118 έως 156 mg/m³ (0,063 έως 0,083 ppm) και για μια περίοδο έκθεσης άνω των 6 μηνών.

Έχουν επίσης αναφερθεί αρνητικές επιδράσεις στα φυτά, π.χ. Πτώση των φύλλων, μείωση της παραγωγής των πορτοκαλιών, κτλ όταν τα επίπεδα NO₂ ήταν κοντά στα 470 mg/m³ (0,25 ppm) για μια περίοδο διάρκειας άνω των 8 μηνών. Ακόμα σχετίζονται και με εκτεταμένη διάβρωση υλικών και κατασκευών.

Το NO₂ εμπλέκεται και σε αντιδράσεις σχηματισμού HNO₃ με την συνεισφορά του τελευταίου στο φαινόμενο της όξινης βροχής. Έτσι ο μικρός σχετικά χρόνος ζωής του NO₂ (<1 μέρα), οδηγείται έμμεσα με τον σχηματισμό του HNO₃ σε χρόνους ζωής της τάξεως της μιας εβδομάδας, με αποτέλεσμα την αύξηση της πιθανότητας επιστροφής στην επιφάνεια της Γης ως όξινη βροχή ή εναπόθεση. Αλλά οι διαδικασίες δεν σταματάνε εδώ. Εφόσον η διαλυτότητα των NO και NO₂ σε σταγονίδια βροχής είναι σχετικά χαμηλή, αυτά μπορούν να μεταφερθούν εξαιτίας καθέτων αναταραχών της τροπόσφαιρας σε υψηλότερα στρώματα αυτής. Όμως και κει η αντίδραση σχηματισμού HNO₃ εξακολουθεί να συμβαίνει, όπου πλέον το σχηματιζόμενο HNO₃ δεν υπόκειται σε διαδικασίες ξηρής ή υγρής εναπόθεσης. Έχοντας μάλιστα αυτό ικανό χρόνο ζωής, εξακολουθεί να διαχέεται προς τα πάνω φθάνοντας στα όρια της στρατόσφαιρας, όπου έχει μεγάλη πιθανότητα φωτοδιάσπασης για επανασηματισμό NO_x . Σε πιο περιορισμένη έκταση μπορεί να αντιδράσει με OH και να σχηματίσει πάλι NO_x . Η διαδικασία αυτή είναι ένας άλλος πιθανός μηχανισμός μεταφοράς NO_x στην στρατόσφαιρα με αρνητικές συνέπειες στο στρατοσφαιρικό όζον.

9.1.4 Το Διοξείδιο του Θείου (SO₂)

Η πιο επικύνδινη και καταστροφική ομάδα ατμοσφαιρικών ρυπών σχετίζεται με το άτομο του θείου. Το διοξείδιο του θείου είναι η πλέον συνηθισμένη πρωτογενής εκπομπή από αυτή την ομάδα. Πρωτεύοντα ρόλο στην εκπομπή SO₂ παίζει η καύση άνθρακα στις μονάδες

παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Το θείο υπάρχει στον άνθρακα και στο πετρέλαιο, συνήθως σε ποσοότητες 0-6% κ.β υπό μορφή οργανικών μορίων που όταν καίγονται παράγουν SO_2 . Στην ατμόσφαιρα το SO_2 αντιδρά για να σχηματίσει SO_3 το οποίο εμφανίζει έντονη δραστηριότητα με υδρατμούς σχηματίζοντας ομίχλη (αεροζόλ) θειικού οξέος. Είναι προφανής η διαβρωτική ικανότητα του θειικού οξέος στα υλικά και στις ανθρώπινες κατασκευές. Έχει επίσης τοξικές ιδιότητες που εξαρτώνται άμεσα από το μέγεθος των σωματιδίων αυτής της ομίχλης. Εμφανίζει επίσης σημαντική δραστηριότητα με άλλη σωματιδιακού τύπου ύλη που πλανάται στην ατμόσφαιρα.

Το θείο με τη μορφή των διαφόρων ενώσεων του εκπέμπεται και από φυσικές πηγές, όπως λόγω χάρη ηφαίστεια, θερμές πηγές κτλ., κάποιες άλλες πηγές το επαναφέρουν στη Γη για να κλείσει ο κύκλος. Σε αυτό τον κύκλο, σε υπολογισμούς που έγιναν το 1975, η συνεισφορά των ανθρωπογενών πηγών έναντι των φυσικών ήταν περίπου 0.5:1. Σήμερα αναμένεται μεγάλη διαμόρφωση αυτής της σχέσης.

Σε 24ωρη βάση, η μέση τιμή συγκέντρωσης του SO_2 στις περισσότερες μεγάλες πόλεις του κόσμου κυμαίνεται στα επίπεδα δεκάτων ppm. Αν και αυτές οι τιμές συγκεντρώσεων φαντάζουν χαμηλές, η ευαισθησία του ανθρώπινου οργανισμού στο SO_2 είναι πολύ μεγάλη. Το όριο αντίληψης ύπαρξης SO_2 είναι περίπου 0,3 ppm, και γίνεται μια πολύ δυσάρεστη εμπειρία στα επίπεδα του 1 ppm. Σε αυτή τη, χαμηλή έστω, συγκέντρωση σημειώνονται μεταβολές στην συχνότητα της αναπνοής και των σφυγμών. Ένα επίπεδο 5 ppm SO_2 προκαλεί αναπνευστικές διαταραχές ακόμη και σπασμωδικές αντιδράσεις.

Η ευαισθησία των φυτών στο SO_2 ποικίλει ευρέως. Ορισμένα δέντρα και θάμνοι κιτρινίζουν κάτω από ολιγόωρη έκθεση σε 0,3 έως 0,5 ppm SO_2 . Χαμηλότερες συγκεντρώσεις, αλλά για μεγαλύτερες περιόδους μπορούν να προκαλέσουν πτώσεις φύλλων και σοβαρές καταστροφές σε ορισμένους καρπούς. Το τριφύλλι αποχρωματίζεται σε έκθεση 1.25 ppm για μια ώρα. Είναι επίσης δυνατόν να συμβεί καθυστέρηση στη διαδικασία ανάπτυξης ενός φυτού ακόμα και κάτω από χαμηλές συγκεντρώσεις SO_2 .

Στην ατμόσφαιρα, όπως προαναφέρθηκε, το SO_2 μπορεί να αντιδράσει φωτοχημικά και καταλυτικά με οξυγόνο για να σχηματίσει SO_3 , το οποίο είναι έντονα υγροσκοπικό μόριο που θα απορροφήσει αμέσως την υγρασία για να σχηματίσει θειικό οξύ υπό την μορφή μικροσκοπικών σταγόνων (αεροζόλ). Οι ρυθμοί αυτών των αντιδράσεων εξαρτώνται από την ποσότητα της υπάρχουσας υγρασίας, το ηλιακό φως, την παρουσία άλλων χημικών ενώσεων όπως υδρογονάνθρακες και NO_2 και από την παρουσία σωματιδιακής ύλης.

Η ικανότητα του SO_2 να προκαλεί ερεθισμό των ματιών αυξάνεται κατά 3-4 φορές όταν οι συνθήκες ευνοούν το σχηματισμό θειικού οξέος. Εφόσον η ποικιλία των ενώσεων που

περιέχουν θείο είναι μεγάλη και αλληλοεξαρτώμενη, η απλή μέτρηση των επιπέδων του θειικού οξέος κρίνεται ανεπαρκής για να προβλέψει τις τοξικολογικές συνέπειες ενός δεδομένου περιβάλλοντος.

Η σωματιδιακή ύλη της τάξης των 5 μm παραμένει διασκορπισμένη στον αέρα. Η σωματιδιακή ύλη αυτών των μεγεθών παγιδεύεται εύκολα στους πνεύμονες. Αν αυτή είναι ικανή, από άποψη χημικής συμπεριφοράς, να καταλύει την οξείδωση του SO₂, τότε πιθανότατα θα είναι φορέας σταγόνων θειικού οξέος. Σωματίδια σιδήρου, μαγγανίου ή άλατα βαναδίου είναι παραδείγματα ενεργών καταλυτών που μπορούν να συμβάλλουν σε τέτοιου είδους περιστατικά. Πολλά από τα επεισόδια ατμοσφαιρικής ρύπανσης που έχουν καταγραφεί σε μεγάλες πόλεις ανά τον κόσμο ήταν αποτέλεσμα υψηλής ρύπανσης από SO₂ όπου ταυτόχρονα επικρατούσαν ευνοϊκές συνθήκες για τη μετατροπή του σε θειικό οξύ. Τα επεισόδια αυτά έχουν το χαρακτηριστικό του μεγάλου αριθμού θανάτων και αυξημένων επισκέψεων στα νοσοκομεία για αναπνευστικά προβλήματα.

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες υφίστανται επίσης τη συνδυασμένη καταστροφή από το SO₂ και το θειικό οξύ. Ατσάλινες κατασκευές, καλώδια, υφάσματα, ασβεστόλιθος, οικοδομικές πέτρες, τσιμέντο και μπογιά, καταστρέφονται βαθμιαία από τους ρύπους. Η καταστροφή είναι ανεπανόρθωτη στα αναντικατάστατα αρχαία έργα τέχνης, όπως αγάλματα, μνημεία, ναούς, τα οποία έχουν επιβιώσει για εκατοντάδες ή χιλιάδες χρόνια. Ο μέσος όρος ζωής του θείου (υπό μορφή διαφόρων ενώσεων) στην ατμόσφαιρα κυμαίνεται 3-7 μέρες. Καθιζάνει τελικά στη Γη υπό μορφή θειικού οξέος και θειικών αλάτων.

9.1.5 Σωματιδιακοί Ρύποι (PM-10)

Τα σωματίδια, σε μελέτες σχετικές με την ατμοσφαιρική ρύπανση, είναι ένας πολύ ευρύς όρος που καλύπτει όλες τις ουσίες στην ατμόσφαιρα που δεν είναι αέρια. Τα σωματίδια είναι συνδυασμοί πολλών μορίων, μερικές φορές παρόμοιων και άλλες διαφορετικών μεταξύ τους. Περιλαμβάνουν σκόνη, σωματίδια καπνού, ιόντα, συμπλέγματα μορίων κτλ. Μερικά από αυτά τα σωματίδια λειτουργούν σαν πυρήνες στους οποίους συμπυκνώνονται ατμοί. Μερικά σωματίδια αντιδρούν χημικά με αέρια της ατμόσφαιρας ή ατμούς και σχηματίζουν διάφορες συνθέσεις. Όταν δυο σωματίδια συγκρούονται μεταξύ τους στον αέρα τείνουν να συγκολληθούν εξαιτίας ελκτικών δυνάμεων δημιουργώντας έτσι σταδιακά όλο και μεγαλύτερα συσσωματώματα. Όσο μεγαλύτερο γίνεται το σωματίδιο, τόσο μεγαλώνει το βάρος του και επομένως οι πιθανότητες του για βαρυτική εναπόθεση στο έδαφος αυξάνεται.

Η διαδικασία κατά την οποία ένα σωματίδιο της ατμόσφαιρας επικάθεται στη Γη λέγεται εναπόθεση.

Οι οπτικές και τοξικολογικές ιδιότητες των σωματιδίων εξαρτώνται έντονα από το μέγεθος τους. Στην παρούσα εργασία εξετάζονται τα σωματίδια με αεροδυναμική 0,1-1 μm (PM-10). Τα σωματίδια αυτά σχηματίζονται κυρίως από προϊόντα καύσης, ατμοσφαιρική σκόνη, στάχτες και συμπύκνωση υδρατμών. Είναι πολύ βαριά ώστε να επηρεαστούν από την κίνηση Brown (η οποία οφείλεται στις συγκρούσεις τους με τα μόρια αερίων), αλλά εναποτίθενται τόσο αργά ώστε να παραμένουν στην ατμόσφαιρα για ολόκληρους μήνες. Αυτά τα σωματίδια είναι η αιτία της ομίχλης και της μείωσης της ορατότητας. Συμμετέχουν επίσης σε ατμοσφαιρικές αντιδράσεις, συγκρούσεις και συσσωματώσεις.

Η κυριότερη ανησυχία για τη σωματιδιακή ύλη που περιπλανάται στη ατμόσφαιρα προέρχεται από το γεγονός ότι τα σωματίδια κάποιου μεγέθους εισπνέονται και κατακρατούνται από το ανθρώπινο αναπνευστικό σύστημα. Η τοξικολογία των σωματιδίων απαιτεί τη γνώση τόσο του μεγέθους των σωματιδίων όσο και της χημικής τους σύνθεσης. Σωματίδια έως περίπου 2,5 μm κατακρατούνται από την μύτη, ενώ αυτά κάτω των 2,5 μm συνήθως εναποτίθενται στην τραχεία των πνευμόνων. Μέταλλα που περιέχονται στον άνθρακα που χρησιμοποιούν οι θερμικοί σταθμοί, κυρίως μόλυβδος (Pb) και νικέλιο (Ni), υπό την μορφή σκόνης ή σύνθετων μορίων έχουν την χειρότερη φήμη από άποψης τοξικότητας. Σήμερα γίνονται έρευνες για τη σχέση αυτών των εκπομπών με την εμφάνιση μορφών καρκίνου στον πληθυσμό των περιοχών κοντά στις οποίες είναι εγκατεστημένοι οι σταθμοί.

Ένα άλλο θέμα που σχετίζεται με τη σωματιδιακή ύλη είναι η σοβαρή απορρόφηση και διασπορά της ηλιακής ακτινοβολίας που υφίσταται από αυτήν. Το θέμα έχει άμεση σχέση με την διατήρηση και εξέλιξη της ζωής στον πλανήτη και επομένως είναι μείζονος σημασίας. Μια τέτοια διασπορά και απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας τείνει να ελαττώσει τη θερμοκρασία του πλανήτη σε αντίθεση με το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

9.1.6 ΟΙ Υδρογονάνθρακες (HC_s)

Η τάξη των ατμοσφαιρικών ρύπων, γνωστή ως υδρογονάνθρακες HC_s περιλαμβάνει όλες τις ενώσεις που αποτελούνται από υδρογόνο και άνθρακα, εκτός από τα οξείδια του άνθρακα, τα καρβίδια και τα ανθρακικά άλατα.

Οι υδρογονάνθρακες που εκπέμπονται, σε μικρές σχετικά ποσότητες, συναθροίζονται ενδεχομένως με τις εκπομπές υδρογονανθράκων των οχημάτων. Κάτω από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας και αντιδρώντας με τα οξείδια του αζώτου δημιουργούνται τα φωτοοξειδωτικά συστατικά του φωτοχημικού νέφους, πράγμα το οποίο μπορεί να προκαλέσει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία.

9.2 ΜΟΛΥΝΣΗ ΥΔΑΤΩΝ

Δυστυχώς οι ανθρώπινες δραστηριότητες δεν άφησαν ανέπαφο και το νερό, που αποτελεί πηγή ζωής για όλους τους ζώντες οργανισμούς. Ένα από τα μεγαλύτερα περιβαλλοντικά προβλήματα είναι η μόλυνση των υδάτων σαν αποτέλεσμα κυρίως της βιομηχανικής δράσης. Η μόλυνση αυτή συντελείται με διάφορους τρόπους, ανάλογους με την μορφή των διαφόρων αποβλήτων.

Από την ηλεκτροπαραγωγή προκαλείται ρύπανση των υδάτων μέσω των καυσαερίων που μεταφέρονται από τον αέρα και την βροχή. Η όξινη βροχή που αναφέραμε πιο πάνω καταλήγει στα ποτάμια και τις θάλασσες.

Είναι γνωστό ότι τα θερμοηλεκτρικά και πυρηνικά εργοστάσια κατασκευάζονται σε μέρη όπου υπάρχουν μεγάλες ποσότητες νερού για να το χρησιμοποιήσουν σαν ψυκτικό μέσο. Αποτέλεσμα αυτού είναι η αύξηση της θερμοκρασίας των ποταμών ή λιμνών που χρησιμοποιούνται με αυτό τον τρόπο. Αυτό προκαλεί διατάραξη της οικολογικής ισορροπίας του υδρότοπου, με την εξαφάνιση πολλών οργανισμών που δεν κατορθώνουν να επιβιώσουν στην απότομη αλλαγή.

Σαν χρήστης και τελικός αποδέκτης του πετρελαίου, η ηλεκτροπαραγωγή πρέπει να χρεωθεί και με το τμήμα που της αναλογεί από την ρύπανση των θαλασσών από τις διαρροές του στα ατυχήματα που συμβαίνουν κατά την μεταφορά του.

9.3 ΡΥΠΑΝΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ

Το έδαφος αποτελεί τον ενδιάμεσο αποδέκτη ανάμεσα στην ατμόσφαιρα και το υδάτινο περιβάλλον. Συνεπώς, η ρύπανση που αναφέρθηκε προηγουμένως για τους δύο αυτούς τομείς έχει την επίπτωση της και στο έδαφος. Οι ρύποι που διοχετεύονται σε αέρια κατάσταση στην ατμόσφαιρα μεταφέρονται πολλά χιλιόμετρα μακριά από τον τόπο παραγωγής τους με τους ανέμους και την βροχή και κατακάθονται στο έδαφος. Επίσης τα μολυσμένα νερά από τα ποτάμια ή τις λίμνες που τροφοδοτούσαν με θρεπτικές ουσίες τα εδάφη με τα οποία συνορεύουν καταλήγουν να τα δηλητηριάζουν. Σαν αποτέλεσμα έχουμε την αισθητή μείωση και εξαφάνιση πολλών ειδών. Σε πολλές περιπτώσεις έχει γίνει το έδαφος τόσο φτωχό, που

είναι αδύνατο να καλλιεργηθεί, και σε άλλες πάλι η συσσώρευση σ' αυτό τοξικών αποβλήτων και βαρέων μετάλλων καθιστούν επικίνδυνη την καλλιέργειά του για φυτά της τροφικής αλυσίδας.

Η καύση των ορυκτών καυσίμων προϋποθέτει κατ' αρχήν την εξόρυξή τους. Η διαδικασία της εξόρυξης είναι διαφορετική ανάλογα με το βάθος και τον τύπο του κάθε ορυκτού. Η επιβάρυνση όμως του γύρω περιβάλλοντος είναι βέβαιη

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΣΤΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τα τελευταία χρόνια, όπως είναι γνωστό, στη χώρα μας έχουν αρχίσει και αναπτύσσονται οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ). Η Ελλάδα στο τομέα αυτό μπορεί να θεωρηθεί ευνοημένη από τη φύση. Το κλίμα είναι μεσογειακό, με πολλές μέρες ηλιοφάνειας και οι άνεμοι που επικρατούν ιδίως στα νησιά του Αιγαίου, έχουν και διάρκεια και ένταση.

Μειονέκτημα των ηλιακών συστημάτων παραγωγής θερμότητας είναι ότι, ειδικά το χειμώνα που η ζήτηση θερμότητας είναι αυξημένη, η δυνατότητα παραγωγής είναι μειωμένη. Η αιολική ενέργεια: Για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας, ενδιαφέρον παρουσιάζουν μόνον εκείνες οι περιοχές στις οποίες επικρατούν άνεμοι με ικανοποιητικές μέσες ετήσιες ταχύτητες. Με δεδομένο ότι η ενεργειακή απόδοση των ανεμογεννητριών είναι συνάρτηση της τρίτης δύναμης, της ταχύτητας του ανέμου, η θέση στην οποία εγκαθίστανται είναι κυρίαρχο στοιχείο για την οικονομικότητά τους. Σκόπιμο είναι όμως να σημειωθούν οι περιοριστικοί παράγοντες που ισχύουν για την αιολική ενέργεια. Η αιολική ενέργεια εξοικονομεί καύσιμα και όχι συμβατικούς σταθμούς παραγωγής ενέργειας. Οι ανεμογεννήτριες παράγουν ενέργεια μόνον όταν φυσάει αέρας. Επειδή οι δυνατότητες για οικονομική αποθήκευση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειάς δεν υπάρχουν, αυτό σημαίνει ότι επιβάλλεται οπωσδήποτε να υπάρχει εφεδρεία συμβατικών σταθμών για το σύνολο της εγκατεστημένης ισχύος των ανεμογεννητριών. Φυσικά, για ηλεκτρικά συστήματα, όπως το σύστημα της Κρήτης, όπου οι αιχμές φορτίου καλύπτονται με αεροστρόβιλους ντίτζελ και με υψηλό κόστος παραγωγής, θα μπορούσε να εξεταστεί η περίπτωση συνδυασμού ανεμογεννητριών με αντλητικά υδροηλεκτρικά έργα. Ειδικά στα νησιά του Αιγαίου, λόγοι ευστάθειας των μικρής εγκατεστημένης ισχύος ηλεκτρικών συστημάτων τους, περιορίζουν σημαντικά τη μέγιστη εγκατεστημένη ισχύ των ανεμογεννητριών.

Τα μικρά υδροηλεκτρικά, όπως και όλες η μικρές μονάδες παραγωγής ενέργειας που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, εκτός του ενεργειακού ενδιαφέροντος, διαθέτουν και άλλες, πολύ ενδιαφέρουσες συνιστώσες, καθώς: η κατασκευή τους προσιδιάζει στον ελληνικό κατασκευαστικό τομέα και, επομένως, μπορεί να συμβάλλει στην ενίσχυση του, η κατασκευή και λειτουργία τους τονώνουν την οικονομική περιφερειακή ανάπτυξη και συμβάλλουν στη διάχυση της τεχνολογίας, καθώς και στην εκπαίδευση ανθρώπινου δυναμικού υψηλής τεχνικής κατάρτισης. Η γεωθερμία: Η Ελλάδα διαθέτει σημαντικό

γεωθερμικό δυναμικό. Όμως οι προσπάθειες που έγιναν για την αξιοποίηση του δυναμικού των νήσων της Μήλου και Νισύρου συνάντησαν, λόγω αρχικών αποτυχημένων προσπαθειών της ΔΕΗ, την αντίδραση των κατοίκων και δεν ευδοκίμησαν. Γεωθερμικά πεδία χαμηλής ενθαλπίας αξιοποιούνται για θέρμανση θερμοκηπίων, κυρίως στη Κεντρική Μακεδονία, τη Θράκη και τη Λέσβο.

10.1 Η ανάπτυξη των πράσινων νησιών

Το δρόμο προς τη μετατροπή της Κρήτης στο πρώτο πράσινο νησί της Μεσογείου άνοιξε η πρόσφατη απόφαση της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας σύμφωνα με την οποία αδειοδοτείται ένα από τα μεγαλύτερα projects στο χώρο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το έργο αυτό περιλαμβάνει τη δημιουργία ενός συμπλέγματος αιολικών πάρκων στο νησί, συνολικής ισχύος 1.000 MW και ταυτόχρονα την ηλεκτρική διασύνδεση της Κρήτης με την Πελοπόννησο μέσω υποβρυχίου καλωδίου. Ο βασικότερος λόγος είναι ότι το μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας αδυνατεί να καλύψει σήμερα τις ενεργειακές της ανάγκες με τις πεπαλαιωμένες μονάδες μαζούτ και ντίζελ, με αποτέλεσμα να πραγματοποιούνται συχνές διακοπές ρεύματος, ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες, όπου η ζήτηση είναι μεγαλύτερη. Το συνολικό κόστος του έργου εκτιμάται ότι θα φτάσει τα 2,5 δισεκατομμύρια ευρώ! Μπορούμε οποιοδήποτε νησί να το μετατρέψουμε σε έναν οικολογικό παράδεισο;

Δυστυχώς η απάντηση δεν είναι δυνατόν προς το παρόν να δοθεί με ακρίβεια.

Περιβαλλοντολόγοι και επιστήμονες δεν προκρίνουν ούτε αποκλείουν κανένα νησί.

Σημειώνουν ωστόσο ότι περισσότερους πόντους για να γίνουν πράσινα νησιά κερδίζουν κυρίως αυτά που διαθέτουν γεωθερμικά πεδία, δηλαδή υψηλές θερμοκρασίες στο υπέδαφος και αυτό διότι μπορούν να μετατρέψουν τη γεωθερμική ενέργεια σε ηλεκτρική. Όσον αφορά τη χώρα μας εκτός από την Κρήτη υπάρχουν και άλλα νησιά τα οποία ευνοούν την πράσινη ανάπτυξη. Αυτά είναι η Λέσβος, η οποία είναι πλούσια σε γεωθερμικά πεδία στο υπέδαφός της, η Νίσυρος, όπου ήδη υπάρχει σχέδιο πράσινης ανάπτυξης στα σκαριά και βεβαίως η Μήλος, η οποία διαθέτει ένα σπάνιο γεωθερμικό θησαυρό. Εκτιμάται ότι από τα γεωθερμικά πεδία θερμοκρασιών άνω των 150 C θα μπορούσε να επιτυγχάνεται ηλεκτροπαραγωγή άνω των 120 MW. Μάλιστα η ηλεκτρική ενέργεια θα μπορούσε να καλύψει τις ανάγκες πολύ περισσότερων νησιών, ίσως όλων των Κυκλάδων! Ωστόσο τόσο στο παρελθόν όσο και στο παρόν οι τοπικοί φορείς αποτελούν τροχοπέδη σε μια τέτοιου είδους πράσινη ανάπτυξη, με τη δικαιολογία ότι η παραγωγή ενέργειας από γεωθερμία υψηλής ενθαλπίας είναι επικίνδυνη. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια στο νησί έχουν πραγματοποιηθεί διάφορα έργα

πράσινης ανάπτυξης, όπως η δημιουργία μονάδα αφαλάτωσης με χρήση της αιολικής ενέργειας, καθώς και η ύπαρξη αιολικού πάρκου, μέσω του οποίου λειτουργεί η μονάδα αυτή. Η Ενέργεια στην Ελλάδα. Προς το παρόν, η ενέργεια στη χώρα μας, βασίζεται κατά κύριο λόγο στην καύση των λιγνιτών και κατά μικρό μέρος στα υδροηλεκτρικά εργοστάσια της ΔΕΗ.

Συνοψίζοντας όλα τα παραπάνω μπορούμε να πούμε πως ενώ έχουν αρχίσει να αναπτύσσονται οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας δεν μπορούν να αντικαταστήσουν πλήρως τις άλλες μονάδες παραγωγής και λειτουργούν σαν εφεδρικές. Οπότε κινητήρες DIESEL θα συνεχίσουν να υπάρχουν και τα υπόλοιπα χρόνια μέχρι να βρεθεί κάτι άλλο να τις αντικαταστήσει απόλυτα, κάτι που δε θα συμβεί στο άμεσο μέλλον. Παρακάτω βλέπουμε ένα πίνακα με περιοχές που θα τοποθετηθούν κινητήρες DIESEL.

ΠΕΡΙΟΧΗ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΙΣΧΥΣ(MW)	ΕΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ
ΚΑΛΥΜΝΟΣ	1 Η/Ζ	8	2013
ΚΩΣ	2 Η/Ζ	22-25	2013
	3 Η/Ζ	15-17	
ΘΗΡΑ	2 Η/Ζ	10	2012
ΛΗΜΝΟΣ	2 Η/Ζ	8	2012
ΙΚΑΡΙΑ	3 Η/Ζ	3-3,5	2012
ΣΑΜΟΣ	1 Η/Ζ	8	2012
ΚΑΡΠΑΘΟΣ	3 Η/Ζ	3,5-4	2012

Πίνακας 10.1

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Μηχανές Εσωτερικής Καύσης Ι
Αγερίδης Γεώργιος- Καραμπίλας Πέτρος- Ρώσσης Κυριάκος
- Μηχανές Εσωτερικής Καύσης ΙΙ
Καραπάνος Χαράλαμπος –Κοτσιλιέρης Ανάργυρος-Κουντουράς Λίνος
- Κινητήριες Μηχανές ΙΙ
Γ.Φ Δανιήλ Καθηγητής Σχολής Ναυτικών Δοκίμων
- Μηχανές Εσωτερικής Καύσης
Πεχλιβανόγλου Γιώργος
- Μηχανές Εσωτερικής Καύσεως
Λαζάρου Ψ.Κλιάνη-Ιωάννη Κ.Νικολάου-Ιωάννη Α.Σιδέρη
- Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας
Δ.Λαμπρίδης -Π.Ντοκόπουλος –Γ.Παπαγιάννης
- Μηχανές Εσωτερικής Καύσης
Πεχλιβανόγλου Γιώργος
- Σημειώσεις Μετατροπές Ενέργειας Δ.Χαραλαμπόπουλος Σχολή
Περιβάλλοντος Πανεπιστήμιο Αιγαίου
- Σημειώσεις Βιομηχανικών Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας Τμήμα
Βιομηχανικής Πληροφορικής ΤΕΙ Καβάλας
- Διπλωματική εργασία «Οικονομική λειτουργία Συστήματος Ηλεκτρικής
Ενέργειας»
- Διπλωματική εργασία «Πηγές Ενέργειας και μετατροπή τους σε
Ηλεκτρική»
- Διπλωματική εργασία «Μελέτη Μετεγκατάστασης βιομηχανικής
μονάδας με χρήση πολυκριτηριακής ανάλυσης –εφαρμογή σε
ατμοηλεκτρικό σταθμό παραγωγής ενέργειας»
- Πτυχιακή εργασία «Σταθμοί παραγωγής ενέργειας και περιβάλλον»

- Πτυχιακή εργασία «Περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά την παραγωγή μεταφορά και διανομή Ηλεκτρικής Ενέργειας»
- ΜΑΣΜ 2006-2010
- ΜΑΣΜ 2010-2014
- www.dei.gr
- www.desmie.gr
- www.rae.gr
- www.caroto.gr