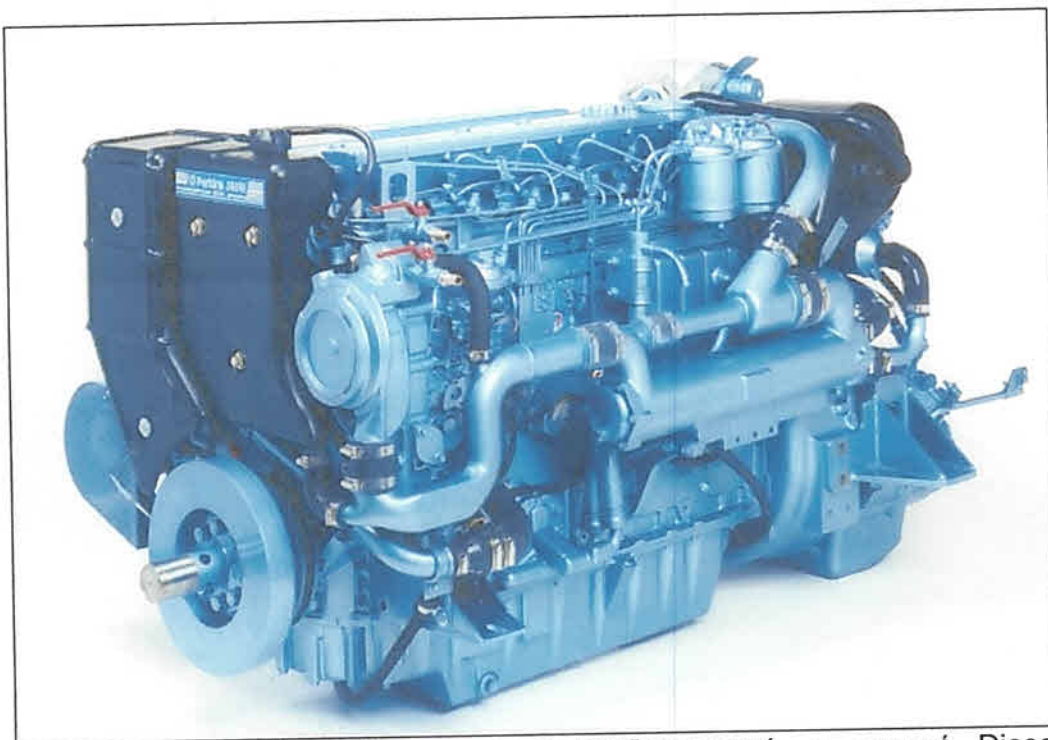


Πετρελαιομηχανές - Κινητήρες Diesel

Εισαγωγικά

Η πετρελαιομηχανή είναι μια μηχανή εσωτερικής καύσης που μετατρέπει τη 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 σύγκρισή της με τη βενζινομηχανή, η μηχανή Diesel παρουσιάζει ορισμένα σημαντικά πλεονεκτήματα. Λόγω των πλεονεκτημάτων της αυτών χρησιμοποιείται ευρύτατα στην κίνηση πλοίων, τρένων, βαρέων οχημάτων, γεωργικών μηχανών, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και στην κίνηση βιομηχανικών εγκαταστάσεων.

Αναγνώριση της πετρελαιομηχανής

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

- Η μηχανή Diesel δεν έχει εξαερωτήρα και πάνω στην πολλαπλή εισαγωγής είναι τοποθετημένο μόνο το φίλτρο αέρα, αντίθετα η βενζινομηχανή έχει εξαερωτήρα τοποθετημένο πάνω στην πολλαπλή εισαγωγή.
- Η μηχανή Diesel 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 κτύπους ενώ η βενζινομηχανή στις ίδιες στροφές λειτουργεί στρωτά και χωρίς θόρυβο.

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 (από 25 - 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 24 κύλινδρες. Ανάλογα με τον αριθμό των χρόνων του κύκλου λειτουργίας τους χωρίζονται σε τετράχρονες και σε δίχρονες.

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

Διαφορές και πλεονεκτήματα Πετρελαιομηχανής - Βενζινομηχανής

Διαφορές στον κύκλο λειτουργίας

Η μηχανή Diesel ακολουθεί κατά τη λειτουργία της το θερμικό κύκλο του Diesel, ενώ η βενζινομηχανή τον κύκλο του Otto. Ο θερμικός λοιπόν κύκλος του Diesel χρειάζεται τέσσερις ή δυο χρόνους για την ολοκλήρωσή του και την επιτυχία μιας εκτόνωσης, όπως συμβαίνει και στις βενζινομηχανές. Έχουμε λοιπόν τις φάσεις της: Εισαγωγής - Συμπίεσης - Εκτόνωσης - Εξαγωγής στις τετράχρονες Diesel ενώ στις δίχρονες έχουν τις φάσεις της: Εισαγωγής - Συμπίεσης και Εκτόνωσης - Εξαγωγής.

Οι διαφορές παρατηρούνται στους χρόνους της εισαγωγής και εκτόνωσης. Στη μηχανή Diesel εισέρχεται ατμοσφαιρικός αέρας στον χρόνο εισαγωγής του κύκλου ενώ στη βενζινομηχανή εισέρχεται μίγμα αέρα - βενζίνης. Επίσης κατά το χρόνο της εκτόνωσης στη μηχανή Diesel η καύση του μίγματος πετρελαίου - αέρα γίνεται με σταθερή πίεση, ενώ στον αντίστοιχο χρόνο της βενζινομηχανής, η καύση του μίγματος βενζίνης - αέρα γίνεται υπό σταθερό όγκο.

Διαφορές στη σχέση συμπίεσης

Η σχέση συμπίεσης στους κυλίνδρους της μηχανής Diesel είναι συνήθως 17:1 έως και 24:1, ενώ στους κυλίνδρους της βενζινομηχανής η σχέση συμπίεσης κυμαίνεται από 6:1 έως και 12:1. Από την υψηλή σχέση συμπίεσης, η πίεση στο χώρο καύσης των κυλίνδρων της μηχανής Diesel φτάνει τις 30-50 ατμόσφαιρες ενώ η θερμοκρασία στους 700° - 900°C αντίστοιχα. Στη βενζινομηχανή, η τιμή της πίεσης δεν ξεπερνά τις 15 ατμόσφαιρες ενώ η θερμοκρασία δεν είναι μεγαλύτερη από 400°C.

Από την υψηλή πίεση του αέρα στους κυλίνδρους, αυξάνεται η ισχύς του κινητήρα Diesel ενώ από την υψηλή θερμοκρασία, αναφλέγεται το μίγμα αέρα - καυσίμου.

Διαφορές στη σχέση βάρους - ισχύος

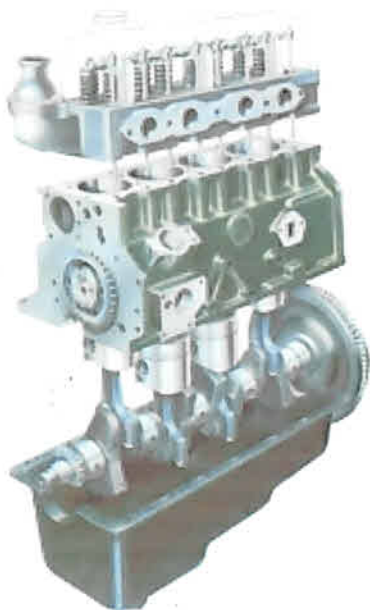
Η μηχανή Diesel έχει μεγαλύτερο βάρος από τη βενζινομηχανή της ίδιας ισχύος. Στην πρώτη η αναλογία βάρους είναι περίπου 2,8 - 3 κιλά / ίππο, ενώ στη δεύτερη είναι περίπου 1,3 κιλά / ίππο. Η διαφορά αυτή οφείλεται στην αναγκαία αύξηση του κυβισμού της μηχανής Diesel και στη μεγαλύτερη αντοχή των μερών της στις υψηλές πιέσεις των κυλίνδρων της.

Διαφορές στο μέγιστο αριθμό στροφών

Η μηχανή Diesel φτάνει σε αριθμό στροφών ίσο με τα 5/8 περίπου της βενζινομηχανής. Η μεγάλη διαφορά αυτή οφείλεται στη μικρή μέση ταχύτητα των εμβόλων της μηχανής Diesel. Σε περίπτωση όμως αύξηση της μέσης αυτής ταχύτητας για μεγάλο χρονικό διάστημα, παρατηρείται υπερφόρτιση των κινητών μερών του κινητήρα και τελικά θραύση αυτών, από τη μεγάλη ροπή αδράνειας η οποία είναι ανάλογη της ταχύτητας.

Διαφορές στα κύρια μέρη

Όπως φαίνεται και στην εικόνα, η πετρελαιομηχανή έχει τα ίδια μέρη με τη βενζινομηχανή, με ελάχιστες διαφορές στη σχεδίαση και τις διαστάσεις της. Τα κύρια στατικά μέρη τους είναι η κυλινδροκεφαλή, ο κορμός και η ελαιολεκάνη (κάρτερ) που είναι σχεδόν όμοια. Μια διαφορά παρατηρείται στις μεγαλύτερες διαστάσεις και στο μεγαλύτερο βάρος των μερών



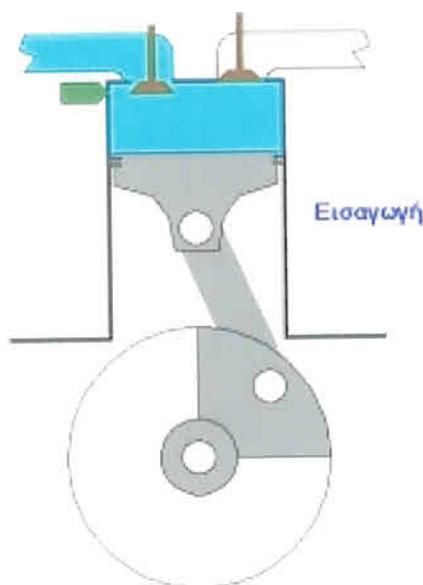
αυτών στις μηχανές Diesel έναντι των βενζινομηχανών. Επίσης άλλη μια διαφορά παρατηρείται στη διαμόρφωση του κάτω μέρους της κυλινδροκεφαλής, πάνω από τους κυλίνδρους, στο χώρο σχηματισμού των χώρων καύσης.

Στα κινητά μέρη των δυο ειδών κινητήρων, παρατηρούνται ελάχιστες διαφορές οι οποίες σχετίζονται με τη διαφορά βάρους και αντοχής. Έτσι τα κινούμενα μέρη των μηχανών Diesel είναι βαρύτερα μεγαλύτερα και πιο ανθεκτικά από τα αντίστοιχα των βενζινομηχανών.

Διαφορές στην ανάφλεξη

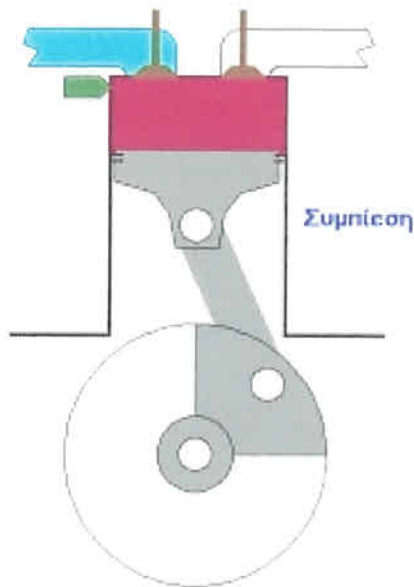
Η ανάφλεξη του μίγματος αέρα - καυσίμου στις δυο μηχανές είναι διαφορετική. Στη βενζινομηχανή, η ανάφλεξη του μίγματος γίνεται από τον ηλεκτρικό σπινθήρα των αναφλεκτών, που δημιουργείται από την αύξηση της τάσης από το ηλεκτρικό σύστημα του κινητήρα. Αντίθετα στη μηχανή Diesel το καύσιμο αυτοαναφλέγεται κατά τον ψεκασμό του στους κυλίνδρους από την υψηλή θερμοκρασία του πεπιεσμένου αέρα, χωρίς τη βοήθεια σπινθήρα.

Ο κύκλος λειτουργίας των κινητήρων Diesel



1^{ος} Χρόνος (Εισαγωγή): Στο χρόνο αυτό η βαλβίδα εισαγωγής ανοίγει πριν το ΑΝΣ 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 εισέρχεται στον κύλινδρο αέρας με

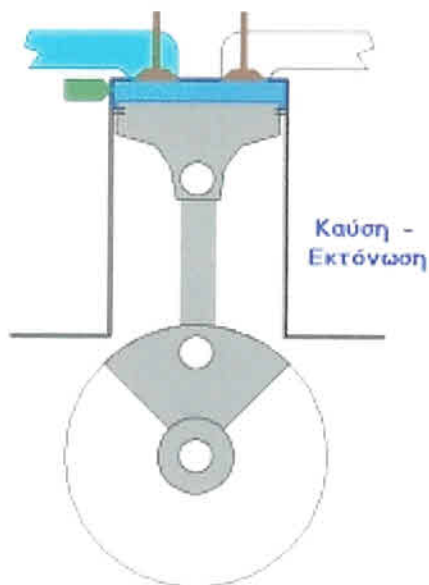
πίεση μικρότερη της ατμοσφαιρικής. Στον αντίστοιχο χρόνο της βενζινομηχανής, στον κύλινδρο εισέρχεται μίγμα αέρα - καυσίμου.



2^{ος} Χρόνος (Συμπίεση του αέρα):

Στο χρόνο αυτό το έμβολο κινείται από το ΚΝΣ προς το ΑΝΣ. Η βαλβίδα εισαγωγής κλείνει και ο παγιδευμένος στον κύλινδρο αέρας συμπιέζεται μέχρι τις 30 - 50 ατμόσφαιρες. 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} Χρόνος (Καύση - Εκτόνωση):

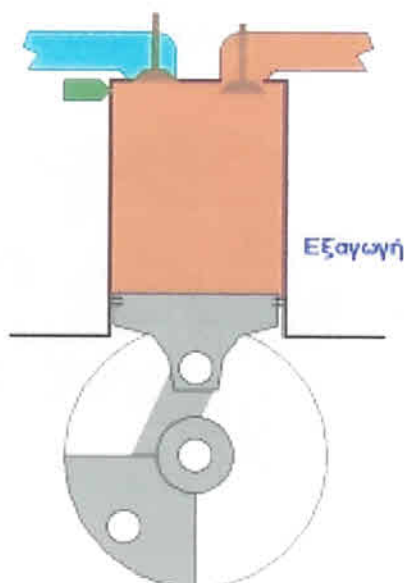
Στο χρόνο αυτό γίνεται ο ψεκασμός του καυσίμου στον υπέρθερμο αέρα του χώρου καύσης, η καύση του καυσίμου και η ενεργητική μετακίνηση του εμβόλου προς τα κάτω από την εκτόνωση των αερίων.

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 λοιπόν 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 σταγωνίδια εισερχόμενα στον πυκνό υπέρθερμο αέρα ατμοποιούνται και αφού έλθουν σε επαφή με το οξυγόνο αναφλέγονται χωρίς την 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. Κατά την κίνηση του εμβόλου προς το ΚΝΣ διακόπτεται ο ψεκασμός καυσίμου και μειώνεται ομαλά η πίεση του κυλίνδρου λόγω της αύξησης του όγκου του. μετά την καύση και των τελευταίων σταγονιδίων, ο χρόνος τελειώνει.

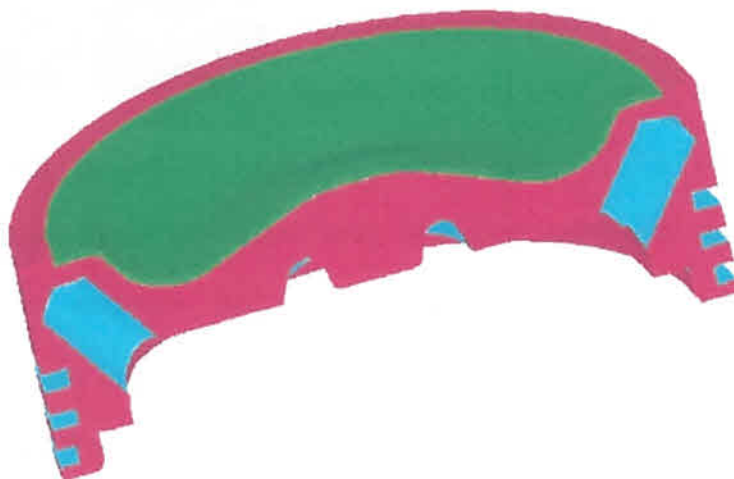
Στον αντίστοιχο χρόνο της βενζινομηχανής, δίνεται ο ηλεκτρικός σπινθήρας και το μίγμα αναφλέγεται απότομα, ωθώντας το έμβολο προς τα κάτω.



4^{ος} Χρόνος (Εξαγωγή): Περίπου στο τέλος της εκτόνωσης και προτού το έμβολο φτάσει στο ΚΝΣ ανοίγει η βαλβίδα εξαγωγής και βγαίνουν τα καυσαέρια στην ατμόσφαιρα. Η πίεση στον κύλινδρο κατεβαίνει απότομα στις 3-4 ατμόσφαιρες και μετά φτάνει προοδευτικά στη 1 ατμόσφαιρα. Το

επιτευχθεί καλύτερη ανάμειξη, άρα και καλύτερη καύση. Οι διαμορφώσεις αυτές των εμβόλων λειτουργούν όπως οι θάλαμοι καύσης στην κεφαλή της βενζινομηχανής και ονομάζονται θάλαμοι άμεσης έγχυσης. Οι κυριότεροι θάλαμοι αυτού του τύπου είναι ο θάλαμος M της MAN και ο SL της Perkins.

Ωστόσο ορισμένοι κινητήρες, κυρίως μεγάλου κυβισμού, χρησιμοποιούν πιο απλούς, ανοικτούς θαλάμους καύσης όπως αυτός που παρουσιάζεται στο σχήμα.



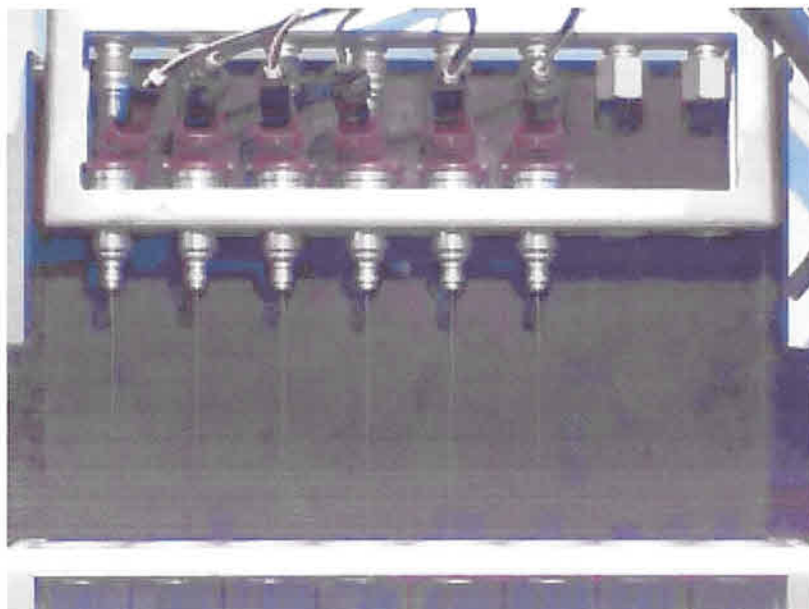
Έτσι περιορίζεται το κόστος κατασκευής, χωρίς πολύ μεγάλη μείωση στην απόδοση του κινητήρα.

Βοηθητικοί προθάλαμοι καύσης

Σε ορισμένους κινητήρες χρησιμοποιούνται βοηθητικοί θάλαμοι κατασκευασμένη μέσα στην κυλινδροκεφαλή, οι οποίοι επικοινωνούν με τους κυλίνδρους μέσω αγωγών. Έτσι λοιπόν κατά τη φάση της συμπίεσης, ο συμπιεζόμενος αέρας συγκεντρώνεται στον προθάλαμο. Στη συνέχεια γίνεται ο ψεκασμός του πετρελαίου μέσα στον προθάλαμο, όπου και αυτό-αναφλέγεται. Η αύξηση της πίεσης μέσα στον προθάλαμο, ωθεί το έμβολο προς το ΚΝΣ. Οι προθάλαμοι καύσης χρησιμοποιούνται αρκετά στους πετρελαιοκινητήρες, γιατί έχουν τέτοια διαμόρφωση η οποία επιτρέπει την

μηχανικοί ψεκαστήρες χρησιμοποιούνται από την αρχή της λειτουργίας των κινητήρων Diesel και η λειτουργία τους βασίζεται σε ένα προφορτισμένο σπειροειδές ελατήριο στο εσωτερικό του ψεκαστήρα. Το ελατήριο, πιέζει ένα πώμα (ακίδα) κλείνοντας την οπή του ψεκαστήρα. Όταν όμως η πίεση του καυσίμου γίνει πολύ μεγάλη, το ελατήριο συμπιέζεται από το καύσιμο και διαφεύγει η απαιτούμενη ποσότητα καυσίμου από την οπή, στον κύλινδρο του κινητήρα.

Η παραπάνω διαδικασία πραγματοποιείται και ελέγχεται ηλεκτρονικά στους ηλεκτρομαγνητικούς ψεκαστήρες. Εδώ τη θέση του ελατηρίου παίρνει ένας ισχυρός ηλεκτρομαγνήτης ο οποίος ανοίγει και κλείνει την οπή του ψεκαστήρα. Στην φωτογραφία που ακολουθεί, παρουσιάζεται ο έλεγχος της λειτουργίας ηλεκτρομαγνητικών ψεκαστήρων.



Δίχρονες Πετρελαιομηχανές

Οι πολύ μεγάλες μηχανές Diesel οι οποίες χρησιμοποιούνται για την κίνηση πλοίων ή μεγάλων βιομηχανικών μονάδων, πολλές φορές είναι κατασκευασμένες για να λειτουργούν σύμφωνα με τον 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 2 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 στον κύλινδρο μέσα από τις θυρίδες καθαρίζοντας ταυτόχρονα και τον κύλινδρο από τα καυσαέρια της προηγούμενης καύσης. Στα σχήματα φαίνεται η λειτουργία του δίχρονου κινητήρα Diesel καθώς και η λειτουργία του μηχανικού υπερσυμπιεστή.

