

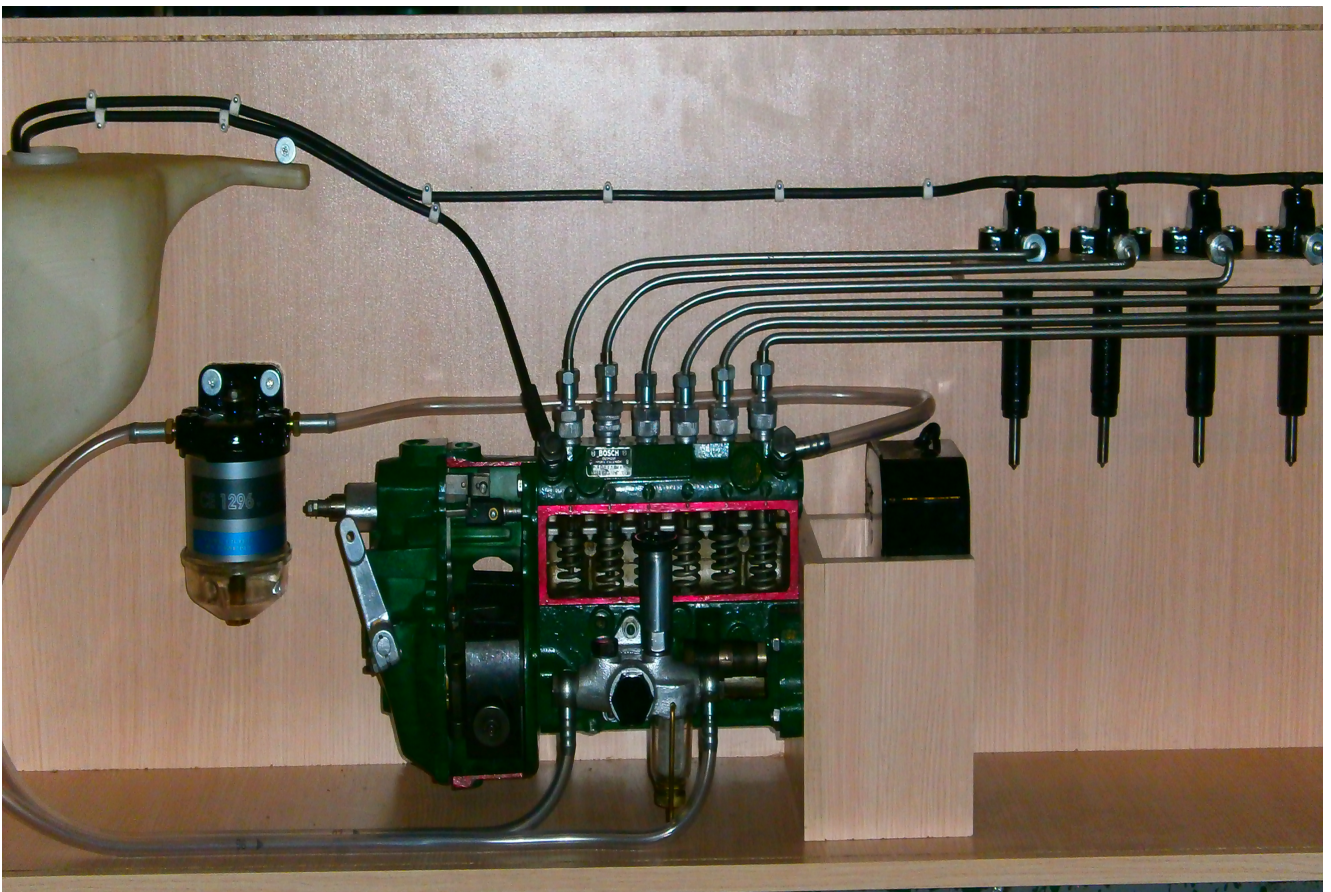
A

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΩΝ ΓΕΩΠΟΝΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ: ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΒΑΡΕΩΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ
ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ**

**TEXT: REFUELING SYSTEMS FOR HEAVY FARMING
MACHINERY**



ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ: ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ ΓΚΑΓΚΑΝΤΕΡΟΥ
ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ ΚΑΡΑΜΟΥΣΑΝΤΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΣΕΛΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά.....	3
1.2 Ιστορία της χρήσης του πετρελαίου	3
1.3 Ιστορική εξέλιξη της πετρελαιομηχανής.....	5

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ

2.1 κυκλοφορία του πετρελαίου.....	10
2.2 Δεξαμενή του καυσίμου.....	13
2.3 Σωλήνες τροφοδοσίας.....	14
2.4 Αντλία τροφοδοσίας.....	15
2.5 Φίλτρα καυσίμου.....	16
2.6 Αντλία έγχυσης.....	17
2.6.1 Αντλητικό στοιχείο.....	18
2.6.2 Βαλβίδα στοιχείου.....	22
2.7 Φυγοκεντρικός ρυθμιστής.....	23
2.8 Σωλήνες υψηλής πίεσης πετρελαίου.....	28
2.9 Εγχυτήρες.....	29
2.10 Σωλήνας επιστροφών.....	32

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

3.1 Βλάβες	33
3.2 Έλεγχος αντλίας εκτοξεύσεως.....	34
3.2.1 Πρακτικός έλεγχος.....	36
3.2.2 Έλεγχος του χρονισμού με υψηλή πίεση.....	38
3.2.3 Έλεγχος της παροχής των στοιχείων.....	41
3.3 Έλεγχος ψεκαστήρων.....	42
3.3.1 Αφαίρεση του Εγχυτήρα.....	42
3.3.2 Καθαρισμός Μπέκ.....	43

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΞΕΛΙΞΗ (Common Rail)

4.1 Γενικά.....	45
4.2 Common Rail.....	45
4.3 Αντλία υψηλής πίεσης.....	47
4.4 Τα μπέκ.....	48
4.4.1 Το ηλεκτρονικό κύκλωμα.....	48
4.5 Κύκλωμα τροφοδοσίας καυσίμου χαμηλής πίεσης MB.....	49

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	50
------------------------------	----

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	53-54
--------------------	-------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γενικά

Ο πετρελαιοκινητήρας είναι Κινητήρας Εσωτερικής Καύσης που μετατρέπει τη θερμική ενέργεια του πετρελαίου σε κινητική και στη συνέχεια σε περιστροφική με την βοήθεια στροφαλοφόρου άξονα. Είναι παρόμοιος με το βενζινοκινητήρα, διαφέρει όμως στο σύστημα τροφοδοσίας. Πιο συγκεκριμένα ο τρόπος ανάμιξης του καυσίμου με τον αέρα και ο τρόπος ανάφλεξης και καύσης του μίγματος είναι διαφορετικός.

Συνοπτικά, όπως και στους βενζινοκινητήρες έτσι και στους κινητήρες ντίζελ το σύστημα τροφοδοσίας χρησιμοποιείται για την παροχή καυσίμου στο θάλαμο καύσεως. Στο τμήμα χαμηλής πίεσης του συστήματος έχουμε την δεξαμενή καυσίμου, την αντλία τροφοδοσίας, τα φίλτρα και τις σωληνώσεις καυσίμου. Το καύσιμο ρέει από την δεξαμενή μέσω της αντλίας τροφοδοσίας. Στη συνέχεια αναρροφάται από την αντλία έγχυσης, από την οποία ξεκινάει το τμήμα υψηλής πίεσης του συστήματος. Στην αντλία έγχυσης επιτυγχάνεται η αύξηση της πίεσης που απαιτείται για τον διασκορπισμό στο θάλαμο καύσεως. Έτσι, το καύσιμο καταλήγει στους εγχυτήρες [μπέκ] με αυξημένη πίεση και ψεκάζεται ακολούθως στο κύλινδρο.

1.2 Ιστορία της χρήσης του πετρελαίου

Οι σημαντικότεροι λόγοι ύπαρξης του συστήματος τροφοδοσίας είναι η πρώτη ύλη δηλαδή το πετρέλαιο και κατεπέκταση ο πετρελαιοκινητήρας.

Αναλυτικότερα το πετρέλαιο είναι η καύσιμη υγρή ύλη των πετρελαιομηχανών που προέρχεται από το αργό πετρέλαιο και αποτελείται από διάφορες ενώσεις άνθρακα και υδρογόνου που λέγονται υδρογονάνθρακες σε ποσότητα 90-99%, η υπόλοιπη ποσότητα είναι προσμίξεις θείου, αλάτων, οξυγόνου και αζώτου.

Το πετρέλαιο σχηματίστηκε στη γη από την αποσύνθεση μιας μάζας ζωικών ή φυτικών μικροοργανισμών που ονομάζονται πλαγκτόν. Η μάζα αυτή αφού παρέμεινε επί πολλούς αιώνες με προσμίξεις αλάτων, άμμου και θαλλάσιων άλλων οργανισμών αλλοιώθηκε από διάφορες βιοχημικές αντιδράσεις και συγκεντρώθηκε τελικά σε υπόγειες δεξαμενές. Από τις υπόγειες αυτές δεξαμενές αντλείται και μεταφέρεται με τους γνωστούς τρόπους μέχρι τα διυλιστήρια για την επεξεργασία του. Τα δυο πιο σημαντικά χαρακτηριστικά ενός πετρώματος αποθήκευσης πετρελαίου είναι το πορώδες και η περατότητα. Οι οικονομικά εκμεταλλεύσιμες συγκεντρώσεις πετρελαίου σε ένα μόνο χώρο αποθήκευσης ονομάζεται κοίτασμα.

Τα βάθη γεωτρήσεως υπερβαίνουν μερικές φορές τα 10000 μέτρα, συνήθως όμως κυμαίνεται μεταξύ 1500 και 3500 μέτρα. Οι υποθαλάσσια πετρελαϊκή έρευνα άρχισε το 1947 με μια γεώτρηση σε θαλάσσιο βάθος 1000 μέτρων στο Μεξικό.

Το 1886 δρομολογήθηκε το πρώτο δεξαμενόπλοιο και το 1981 το θαλάσσιο μεταφερόμενο αργό πετρέλαιο αντιπροσώπευε σε βάρος το 40% περίπου του συνόλου των θαλάσσιων εμπορευματικών μεταφορών.

Ένα ελαφρύ αργό πετρέλαιο δηλαδή μικρής πυκνότητας, θα παράγει περισσότερες βενζίνες, ενώ ένα βαρύ πετρέλαιο περισσότερο μαζούτ και άσφαλτο. Τα τελικά προϊόντα της διύλισης διακρίνονται σε ενεργειακά όπως βενζίνη, ντίζελ και μαζούτ και σε μη ενεργειακά άσφαλτο και λιπαντικά. Από την κλασματική απόσταξη του αργού πετρελαίου, μια ποσότητα περίπου 36% είναι πετρέλαιο ντίζελ. Το πετρέλαιο ντίζελ για να χρησιμοποιηθεί στους κινητήρες, πρέπει να έχει ορισμένα χαρακτηριστικά= (1) πτητικότητα, (2)ιξώδες, (3)το σημείο ανάφλεξης (4)τα κατάλοιπα άνθρακα (5)ο βαθμός καθαρότητας (6)η περιεκτικότητα σε θείο (7)η θερμαντική ικανότητα και (8) το ειδικό βάρος.

Σε γενικές γραμμές, η διύλιση συνιστάται στη θέρμανση ενός υγρού η ενός συνόλου διαφορετικών υγρών, έτσι ώστε να μπορούν να διαχωριστούν τα συστατικά τους, που έχουν διαφορετικά σημεία βρασμού. Ένα μίγμα νερού και οινοπνεύματος, π.χ μπορεί να διαχωριστεί στα δυο συστατικά του αν θερμανθεί σε κλειστό δοχείο που διαθέτει σωλήνωση για την απαγωγή των ατμών, το οινοπνευμα θα αρχίσει να

εξατμίζεται πρώτο, καθώς το σημείο βρασμού του βρίσκεται γύρω στους 78°C δηλαδή είναι χαμηλότερο από του νερού. Όταν αποροφηθούν οι ατμοί το οινόπνευμα μπορεί να επανέλθει στην υγρή κατάσταση με έναν συμπυκνωτή. Σε ανάλογη διαδικασία μπορεί να υποβληθεί το νερό, ώστε να απαλλαγεί από στερεά κατάλοιπα και το τελικό προϊόν να είναι καθαρότερο.



Εικ 1.1 Εγκαταστάσεις διυλιστηρίου αργού πετρελαίου

Το πετρέλαιο κατατάσσεται σε ξεχωριστές κατηγορίες - ποιότητες οι οποίες βασίζονται στο ιξώδες του και στο σημείο ανάφλεξης αυτού. Η κατηγορία 1 αντιπροσωπεύει το φωτιστικό πετρέλαιο (κηροζίνη) το οποίο έχει χαμηλό ιξώδες, υψηλή πτητικότητα, χαμηλή περιεκτικότητα σε παραφίνη και χαμηλή θερμαντική ικανότητα από ότι το πετρέλαιο που βρίσκεται στην κατηγορία 2. Η κατηγορία 2 αναφέρεται σε πετρέλαιο που χρησιμοποιείται για την κίνηση όλων των πετρελαιοκίνητων οχημάτων.

Σημαντικός παράγοντας για την λειτουργία του κινητήρα παίζει το ειδικό βάρος του πετρελαίου, αφού πρέπει να είναι αρκετά βαρύ ώστε να έχει καλή διεισδυτικότητα μέσα στο θάλαμο καύσεως. Αν το ειδικό βάρος είναι πολύ μικρό όλο το καύσιμο αναφλέγεται αμέσως μόλις εισέλθει στο θάλαμο καύσεως. Αυτό σημαίνει ότι όλη η ενέργεια αποδεδμεύεται σε πολύ μικρή περιοχή και η δύναμη πάνω στην κεφαλή του εμβόλου δεν αναπτύσσεται ομοιόμορφα. Σαν αποτέλεσμα παρουσιάζει μειωμένη απόδοση, αυξημένο θόρυβο και ζημιά στα εξαρτήματα που συνεργάζονται με το έμβολο.

ΒΑΡΟΣ

ΕΙΔΙΚΟ ΒΑΡΟΣ= -----

ΟΓΚΟΣ

Ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα είναι το νερό στο πετρέλαιο επειδή αναμειγνύονται πολύ εύκολα μεταξύ τους. Το νερό στο καύσιμο προκαλεί:

- Οξείδωση στο σύστημα τροφοδοσίας. Αυτό μπορεί να προσκαλέσει επίσης φράξιμο του φίλτρου με μικροσωματίδια οξείδωσης..
- Πάγωμα του συστήματος τροφοδοσίας. Οποτεδήποτε υπάρχουν συγκεντρώσεις νερού στο πετρέλαιο και πέφτει η θερμοκρασία του περιβάλλοντος αρκετά χαμηλά, τότε δεν αποκλείετε ο σχηματισμός πάγου μέσα στο πετρέλαιο με αποτέλεσμα το φράξιμο των γραμμών και την εκτεταμένη ζημιά αυτών.
- Ανεπαρκή λίπανση της αντλίας εγχύσεως και των μπέκ. Το νερό δεν διαθέτει καλές λιπαντικές ιδιότητες.
- Δημιουργία βακτηριδίων μέσα στο πετρέλαιο λόγω του νερού που περιέχεται.



Εικ 1.2 δεξαμενή καυσίμου

1.3 Ιστορική εξέλιξη της πετρελαιομηχανής

Η κατασκευή της πετρελαιομηχανής τώρα είναι μία από τις λίγες περιπτώσεις στην ιστορία της τεχνολογίας που η ιδέα, η μελέτη, η έρευνα, η κατασκευή και η ευθύνη πραγματοποίησης αυτής της μεγάλης εφευρέσεως συνδέονται αποκλειστικά με έναν και μόνο άνθρωπο, το Γερμανό μηχανικό Ροδόλφο Ντίζελ.

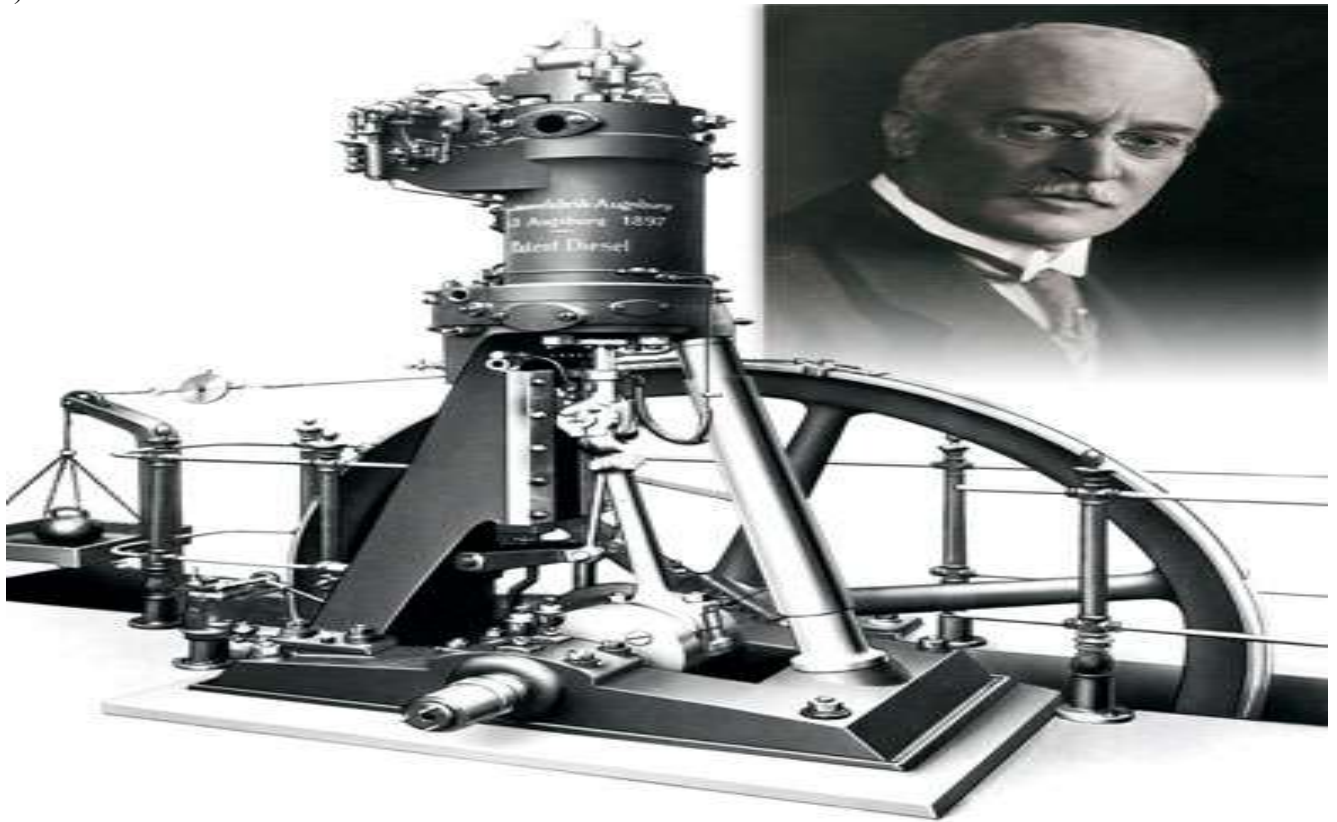
Ο Ροδόλφος Ντίζελ, από μαθητής και αργότερα σπουδαστής του Πολυτεχνείου του Μονάχου, έβαλε σαν σκοπό της ζωής του την κατασκευή μιας απλής θερμικής μηχανής χωρίς απώλειες θερμότητας. Από τις παρατηρήσεις του στην αναπτυσσόμενη τότε βιομηχανία, κατάλαβε ότι η ατμομηχανή με το μεγάλο όγκο της και τις πολύπλοκες εγκαταστάσεις της έπρεπε να αντικατασταθεί από μία άλλη θερμική μηχανή πιο απλή και πιο αποδοτική.

Προ 100 περίπου χρόνων, η μόνη θερμική μηχανή ήταν η ατμομηχανή, που μόλις κατόρθωνε να μετατρέπει σε έργο το 8% των θερμίδων της καιγόμενης στο καζάνι καύσιμης ύλης. Τη μεγάλη αυτή σπατάλη καύσιμης ύλης επισήμανε με ειδικές μελέτες ο Ροδόλφος Ντίζελ και για το λόγο αυτό θεωρείται ο πρώτος τεχνικός που προέβλεψε τη σημερινή ενεργειακή κρίση.

Το 1892 ο Ροδόλφος Ντίζελ, ύστερα από πολλούς πειραματισμούς, παρουσίασε την πρώτη μονοκύλινδρη πετρελαιομηχανή με τη βοήθεια δύο μεγάλων βιομηχανιών. Οι ιδιόρρυθμες όμως και ακανόνιστες εκρήξεις κατά τη λειτουργία της, αποθάρρυναν τη μαζική παραγωγή της και έστρεψαν τις βιομηχανίες προς τη βενζινομηχανή, που είχε τότε σημειώσει απότομη εξέλιξη.

Ύστερα από πολλές πάλι δοκιμές παρουσίασε το 1897 μία άλλη κάθετη μονοκύλινδρη μηχανή, στην οποία η εισαγωγή πετρελαίου γινόταν με αέρα πίεσεως 55 at. Η μηχανή αυτή, που έδινε πίεση εκτονώσεως

32 ατ και ισχύ 25 HP, κατασκευάστηκε σε μεγάλο αριθμό αντιτύπων και διατηρήθηκε με διάφορες βελτιώσεις μέχρι το 1923 περίπου. Παράλληλα κατασκευάστηκαν και άλλοι τύποι πετρελαιομηχανών διαφορετικής ισχύος με σκοπό τη χρησιμοποίησή τους στα πλοία (το 1910) και στα αυτοκίνητα (το 1922).

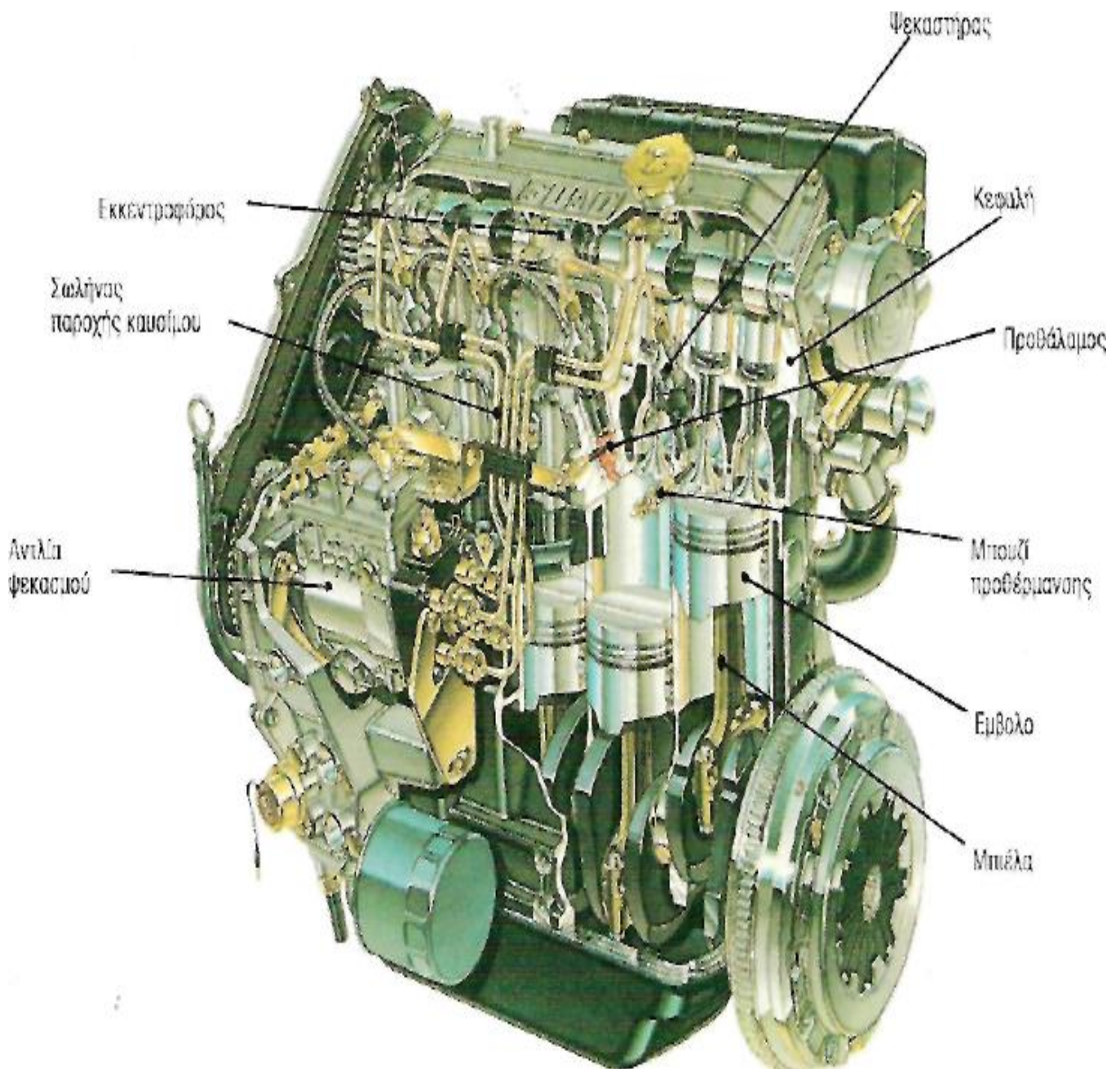


Εικ 1.3 RUDOLF DIESEL Γερμανός μηχανικός. Γεννήθηκε 1853 στο Παρίσι από Γερμανούς γονείς και εξαφανίστηκε το 1913 κατά τη μετάβαση του στην Αγγλία. Κάθετη μονοκύλινδρη μηχανή που παρουσίασε ο R. Diesel το 1892 σε ατμόπλοιο.

Η πετρελαιομηχανή που έλαβε διεθνώς το όνομα Diesel έφτασε σε μεγάλο βαθμό τελειοποίησης μετά το 1930, υστέρησε από την κατασκευή της αντλίας εγχύσεως Bosch. Μετά το 1930 και ιδίως μετά το Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, πέρασε από διάφορα στάδια εξέλιξης για να φτάσει στη σημερινή τελική της μορφή.

Οι βασικές διαφορές ανάμεσα στον κινητήρα κύκλου Otto και στον ντιζελοκίνητο, έγκειται στο σύστημα τροφοδοσίας (κυρίως σε ότι αφορά στο σχηματισμό του μίγματος αέρα/καυσίμου), στην εισαγωγή του καυσίμου στο θάλαμο και στη διαδικασία καύσης. Πολύ παραπλήσια είναι, αντίθετα, η γενική δομή και διαμόρφωση των βασικών στοιχείων. Οι ντιζελ, που ονομάζονται επίσης «κινητήρες αναφλέξεως δια της συμπίεσεως», χωρίζονται σε δυο κατηγορίες, τους δίχρονους και τους τετράχρονους. Οι κινητήρες της τελευταίας κατηγορίας χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά στην αυτοκίνητο, ενώ της πρώτης κυρίως στη βιομηχανία και τη ναυπηγική και, σπάνια, σε φορτηγά.

Το γεγονός ότι η ανάφλεξη του μίγματος δεν επέρχεται με την παρέμβαση μιας ειδικής διάταξης έναυσης, όπως συμβαίνει στους βενζινοκινητήρες, αλλά χάρη στην υψηλή συμπίεση, δημιουργεί την απαραίτητη ενίσχυση διαφόρων στοιχείων, όπως οι μπιέλες. Στα έμβολα, η ανάγκη ενίσχυσης αφορά κυρίως στα ελατήρια.



Εικ 1.4 παραστατικά τα κύρια στοιχεία ενός ντιζελοκίνητηρα

Η πετρελαιομηχανή ξεχωρίζεται εύκολα από τη βενζινομηχανή με μία απλή εξέταση των εξωτερικών μερών τους και της λειτουργίας τους. Κατά τη σύγκριση τους αυτή παρουσιάζουν ορισμένες βασικές διαφορές, και είναι:

α. Η μηχανή Ντίζελ δεν έχει εξαερωτήρα. Πάνω στην πολλαπλή εισαγωγή είναι τοποθετημένο μόνο το φίλτρο αέρα. Αντίθετα η βενζινομηχανή έχει εξαερωτήρα τοποθετημένο πάνω στην πολλαπλή εισαγωγή.

β. Η μηχανή Ντίζελ δεν έχει σύστημα αναφλέξεως, διότι το πετρέλαιο αναφλέγεται στους κυλίνδρους της από την υψηλή θερμοκρασία του συμπιεσμένου αέρα. Αντίθετα η βενζινομηχανή έχει σύστημα αναφλέξεως που αποτελείται από τον πολλαπλασιαστή, το διανομέα, τα καλώδια υψηλής και χαμηλής τάσεως και τους αναφλεκτήρες.

γ. Η μηχανή Ντίζελ έχει στο πλευρό της μία αντλία εγχύσεως και έναν εγχυτήρα σε κάθε κύλινδρο. Επίσης έχει μεταλλικούς σωλήνες που συνδέουν την αντλία εγχύσεως με τους εγχυτήρες. Τα μέρη αυτά αποτελούν ένα ιδιαίτερο σύστημα τροφοδοσίας, το οποίο αντλεί, πιέζει και ψεκάζει το πετρέλαιο στους κυλίνδρους της. Αντίθετα η συνηθισμένου τύπου βενζινομηχανή έχει ένα διαφορετικό σύστημα τροφοδοσίας

πού αποτελείται από την αντλία χαμηλής πίεσης, τον εξαερωτήρα και τον σωλήνα συνδέσεως τους. Η βενζίνη φτάνει στον εξαερωτήρα, στον οποίο αναμιγνύεται με τον αέρα πριν φτάσει στους κυλίνδρους της.

Νεότεροι τύποι βενζινομηχανών διαθέτουν σύστημα τροφοδοσίας όμοιο με το αντίστοιχο των μηχανών Ντίζελ . Το σύστημα αυτό εγχύσεως στέλνει στους κυλίνδρους βενζίνη με χαμηλή πίεση, της οποίας η ανάφλεξη γίνεται από το γνωστό σύστημα αναφλέξεως. Τα εξωτερικά μέρη του συστήματος αναφλέξεως των βενζινομηχανών αυτών, κάνουν εύκολη τη διάκριση τους από τις μηχανές Ντίζελ. .

δ. Η μηχανή Ντίζελ έχει μεγαλύτερο βάρος και μεγαλύτερο κυβισμό από μία βενζινομηχανή της ίδιας ισχύος. Εξάλλου βενζινομηχανές μεγάλου βάρους με μεγάλη ισχύ δεν υπάρχουν, διότι έχουν αντικατασταθεί από τις μηχανές Ντίζελ.



Εικ 1.5 Γεωργικά μηχανήματα Caterpillar

ε. Η μηχανή Ντίζελ κατά τη λειτουργία της στις χαμηλές στροφές δημιουργεί ρυθμικούς κτύπους, ενώ η βενζινομηχανή στις ίδιες στροφές λειτουργεί «στρωτά» και χωρίς θόρυβο.

Ο πετρελαιοκινητήρας είναι ένας κινητήρας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλές εφαρμογές λόγω της μεγάλης κλίμακας ιπποδυνάμεων που μπορεί να καλύψει. Αρχίζοντας από τις πολύ μικρές ιπποδυνάμεις μέχρι τις πολύ μεγάλες των 50.000 ίππων. Αυτή η μεγάλη ποικιλία επιτρέπει στον πετρελαιοκινητήρα να χρησιμοποιηθεί σε πολύ μεγάλα πλοία, γεννήτριες, κατασκευαστικά μηχανήματα, αγροτικό εξοπλισμό, μεγάλα φορτηγά αλλά και επιβατικά αυτοκίνητα, τέλος σε μικρά φορτηγά. Ο πετρελαιοκινητήρας δεν είναι μόνο κατάλληλος αλλά και ικανός να λειτουργεί οικονομικά και συγκριτικά με κινητήρες με άλλου είδους καύσιμα. Οι πετρελαιοκινητήρες έχουν πλήρη υπεροχή σε εφαρμογές, όπως μεγάλα φορτηγά, μεσαίας κατηγορίας φορτηγά και σε μια μεγάλη ποικιλία γεωργικών και κατασκευαστικών μηχανημάτων.

Οι πετρελαιοκινητήρες είναι σχεδιασμένοι για συγκεκριμένες εφαρμογές, αυτό είναι που κάνει τη διαφορά στο σχεδιασμό των κινητήρων αυτών. Υπάρχουν πετρελαιοκινητήρες που είναι αρκετά πολύστροφοι, υπάρχουν και άλλοι που είναι πιο αργόστροφοι και χρησιμοποιούνται στα μεγάλα φορτηγά.

Οι μηχανές Ντίζελ χρησιμοποιούνται σε όλα τα χωματουργικά και γεωργικά μηχανήματα. Είναι συνήθως μεγαλύτερης ισχύος από τις αντίστοιχες των αυτοκινήτων, βαρύτερες και πιο αργόστροφες.

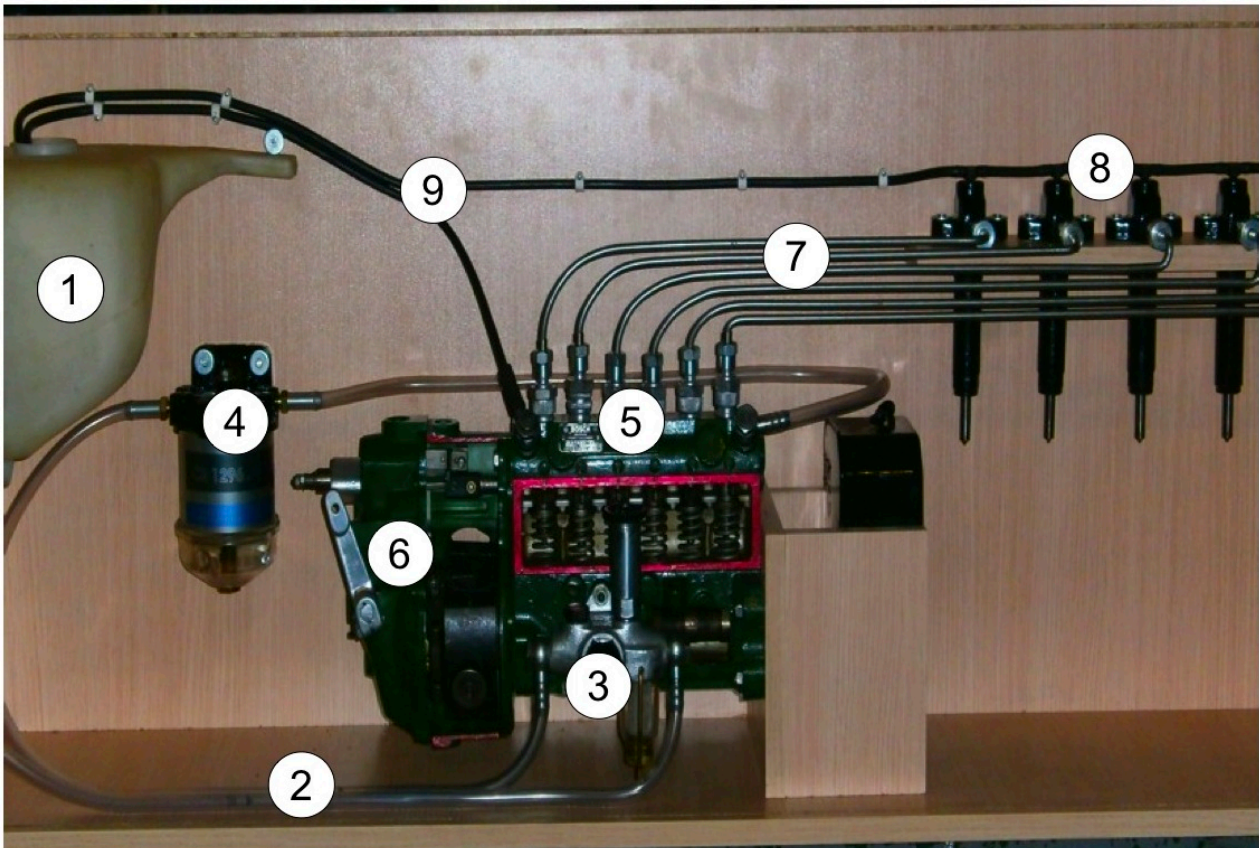


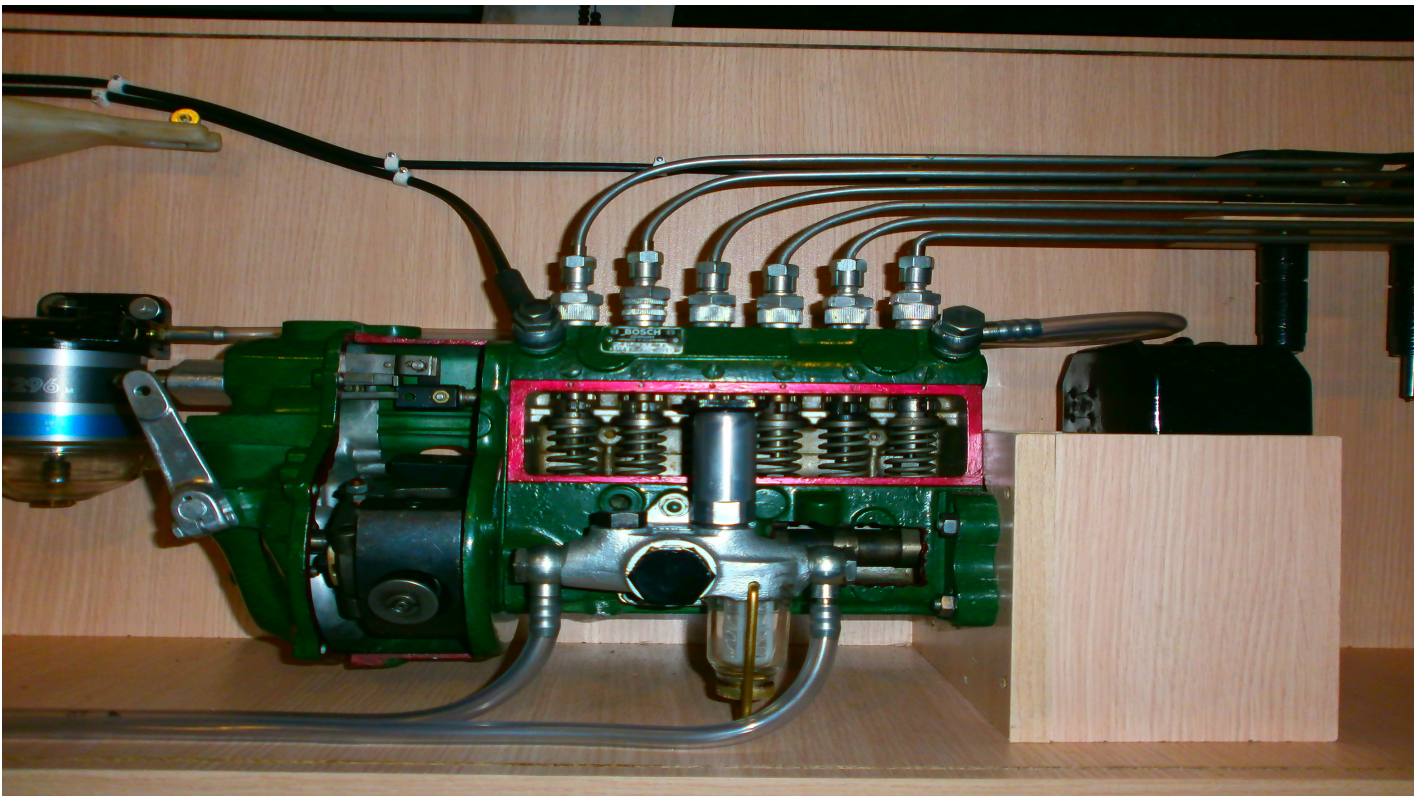
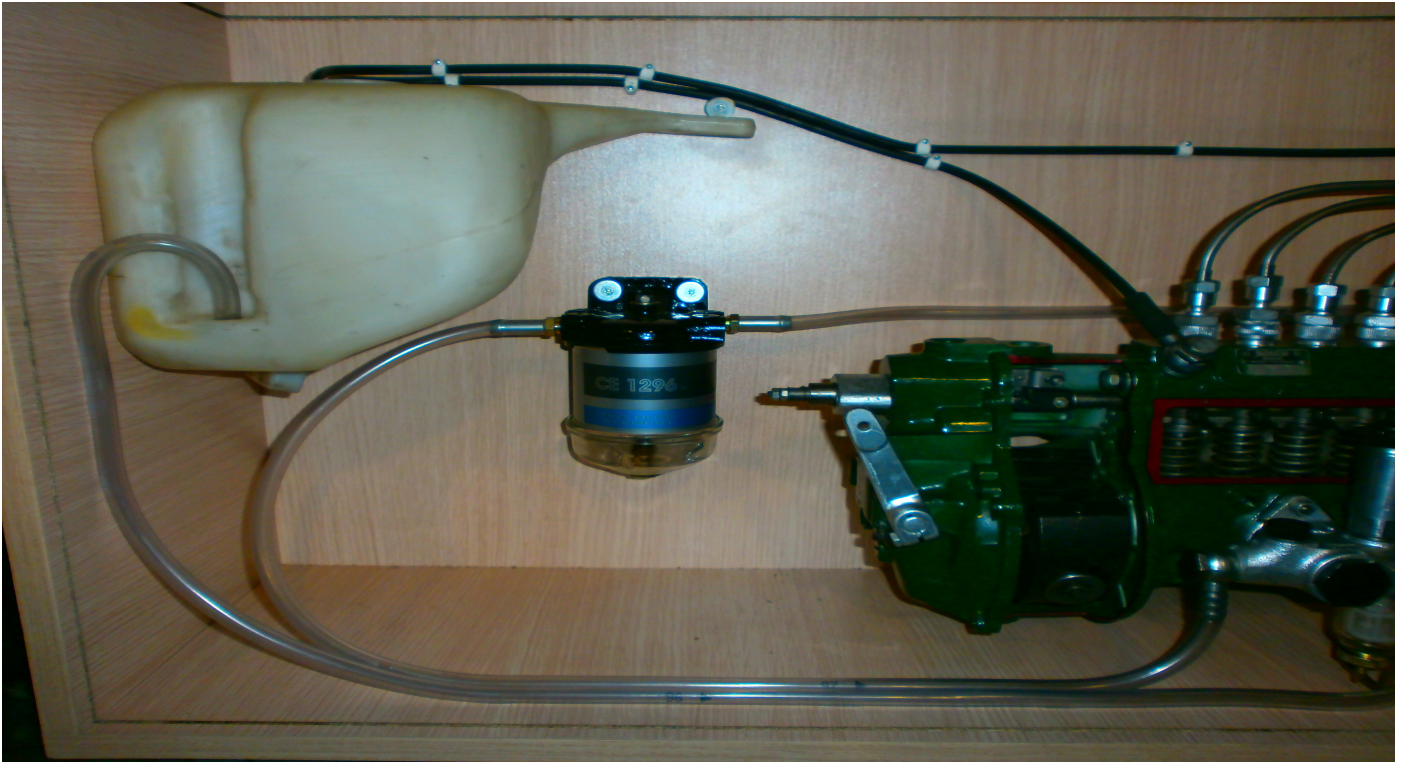
Εικ 1.6 Απόμαχη θεριζοαλωνιστική

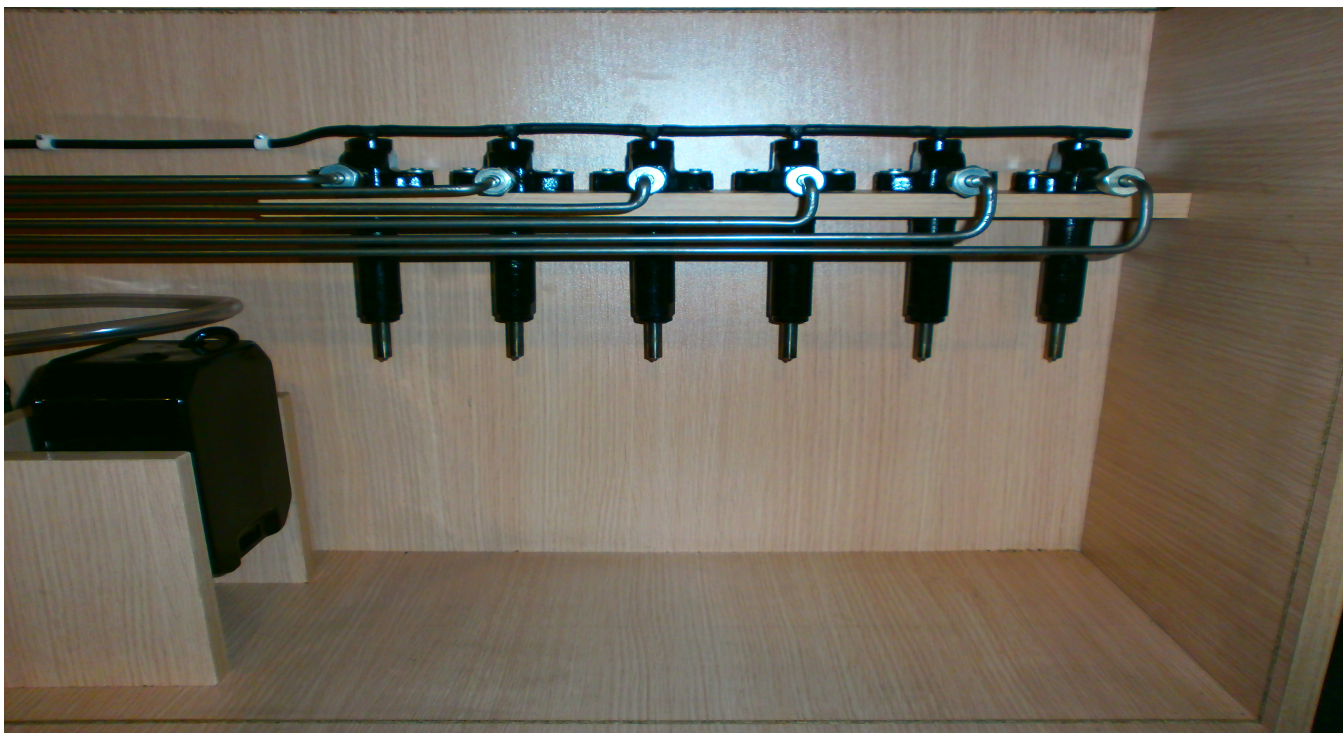
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ

2.1 κυκλοφορία του πετρελαίου

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία συστημάτων τροφοδοσίας πετρελαιομηχανών, αλλά όλα αυτά μοιράζονται τα ίδια χαρακτηριστικά. Τα εξαρτήματα ενός συνήθους συστήματος τροφοδοσίας καυσίμου σε πετρελαιοκινητήρα είναι:(1)δεξαμενή καυσίμου(2)σωλήνες χαμηλής πίεσης (3)αντλία τροφοδοσίας (4)φίλτρο πετρελαίου (5)αντλία έγχυσης(6)φυγοκεντρικός ρυθμιστής (7)σωλήνες υψηλής πίεσης (8) εγχυτήρες (9) σωλήνας επιστροφής. Ας παρακολουθήσουμε τώρα στο σχήμα πώς γίνεται η κυκλοφορία του πετρελαίου. Το πετρέλαιο από την αποθήκη (1) αναρροφάται δια της τροφοδοτικής αντλίας (3), η οποία παίρνει κίνηση από τον κεντροφόρο της αντλίας εκτοξεύσεως και στέλνει το πετρέλαιο στο φίλτρο (4). Από εκεί φεύγει το πετρέλαιο φιλτραρισμένο και πηγαίνει στην αντλία εκτοξεύσεως (5). Από την αντλία στέλνεται με πίεση, δια των σωλήνων (7), στους ψεκαστήρες (8) για να το ψεκάσουν στους θαλάμους καύσεως των κυλίνδρων, σύμφωνα με τη σειρά αναφλέξεως. Το περίσσειμα πετρελαίου των ψεκαστήρων επιστρέφει δια του σωλήνα (9) στην αποθήκη. Για να γίνεται όμως σωστά η κυκλοφορία του πετρελαίου, πρέπει οι σωληνώσεις να μην περιέχουν αέρα ο οποίος, όπως ξέρουμε, είναι συμπιεστός και μας δημιουργεί ανωμαλίες. Γι' αυτό κάνουμε την λεγομένη εξαέρωση. Τα σημεία που γίνεται η εξαέρωση είναι η εισαγωγή στο φίλτρο πετρελαίου, η εισαγωγή στην αντλία εγχύσεως και η εισαγωγή στους ψεκαστήρες.







Δομικά, ο ντιζελοκίνητηρας δεν διαφέρει πολύ από το βενζινοκίνητηρα στα βασικά στοιχεία και στα κυκλώματα λίπανσης και ψύξης. Αντίθετα, παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές στο σύστημα τροφοδοσίας, που εδώ, μάλιστα, καλύπτει και το ρόλο του συστήματος ανάφλεξης. Στους βενζινοκίνητηρες, η ανάμιξη του αέρα με το καύσιμο γίνεται μέσω του καρμπυρατέρ, που παρέχει στον κύλινδρο, κατά την εισαγωγή, έτοιμο μίγμα. Στον ντίζελ, αντίθετα, το μίγμα δημιουργείται απ' ευθείας στον θάλαμο καύσης, προς το τέλος της συμπίεσης. Αυτό σημαίνει ότι στους ντιζελοκίνητες είναι πολύ περιορισμένος ο χρόνος για την ορθή ανάμιξη αέρα και πετρελαίου, οπότε απαιτείται μια ακριβέστατη διάταξη ψεκασμού, ικανή να εξασφαλίσει τον ορθό βαθμό κονιορτοποιήσεις.

Σε πολύ γενικές γραμμές, η τροφοδοσία ενός ντιζελοκίνητα χωρίζεται σε δυο μέρη:

- τροφοδοσία αέρα, ο οποίος αφού υποβληθεί σε διήθηση, αναρροφάται από το έμβολο κατά τη διαδρομή του προς το ΚΝΣ, ουσιαστικά σε σταθερές ποσότητες. Πράγματι, αντίθετα με ότι συμβαίνει στον κινητήρα κύκλου Otto, στον ντίζελ το γκάζι δεν επηρεάζει την παροχή αέρα (δεν υπάρχει πεταλούδα), αλλά μόνο του καυσίμου
- τροφοδοσία πετρελαίου, που ανακαλείται από το ρεζερβουάρ χάρη σε μια αντλία τροφοδοσίας, συνήθως εμβολοφόρο, που ενεργοποιείται μηχανικά μέσω ενός έκκεντρου του κεντροφόρου ή, συνηθέστερα, από την ίδια την αντλία ψεκασμού.

Το πετρέλαιο Ντίζελ έχει θερμοκρασία αυτανάφλεξης περίπου 300° Κελσίου. Όταν ψεκάζεται μέσα στον κύλινδρο, ο αέρας που είναι ήδη συμπιεσμένος, έχει θερμοκρασία γύρω στους 600° Κελσίου και πίεση περίπου 35 bar (ατμόσφαιρες). Το πετρέλαιο που εγχύεται, αυταναφλέγεται εξαιτίας της υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας. Από τη στιγμή της έγχυσης του πετρελαίου μέσα στο θάλαμο καύσης, μέχρι τη στιγμή που αυταναφλέγεται, περνά ένα μικρό χρονικό διάστημα που ονομάζεται καθυστέρηση αυτανάφλεξης. Το χρονικό αυτό διάστημα είναι πολύ μικρό 1-2 χιλιοστά του δευτερολέπτου και παίζει σπουδαίο ρόλο στην καλή λειτουργία του κινητήρα. Όσο μεγαλύτερη είναι η καθυστέρηση αυτανάφλεξης, τόσο περισσότερο πετρέλαιο συγκεντρώνεται στο θάλαμο καύσης. Στη συνέχεια, αναφλέγεται απότομα και προκαλεί απότομη αύξηση της πίεσης. Η πίεση αυτή είναι τόσο ισχυρή που προκαλεί στον κύλινδρο χαρακτηριστικό κτύπο, που είναι πιο γνωστός, σαν «κροτάλισμα ή κρότος Diesel».

2.2 Δεξαμενή του καυσίμου

Η δεξαμενή του καυσίμου στα πετρελαιοκίνητα αυτοκίνητα βρίσκεται στην ίδια θέση μ' αυτή των βενζινοκίνητων. Η χωρητικότητά της είναι συνήθως ή ίδια, πράγμα που δίνει μια σημαντικά μεγαλύτερη ανεξαρτησία κίνησης στα πετρελαιοκίνητα αυτοκίνητα λόγω του καλύτερου βαθμού απόδοσης του πετρελαιοκινητήρα. Στα βαριά οχήματα υπάρχουν συνήθως δύο δεξαμενές πετρελαίου συνδεδεμένες μεταξύ τους.



Σε μόνιμες εγκαταστάσεις πετρελαιοκινητήρων υπάρχει πάντα μια δεξαμενή ημερήσιας κατανάλωσης που συγκοινωνεί με την κεντρική αποθήκη καυσίμου και γεμίζει με χειροκίνητη ή ηλεκτρονική αντλία μια φορά την ημέρα με χωρητικότητα τέτοια, που αρκεί για τη λειτουργία του κινητήρα για όλη την ημέρα. Στην περίπτωση αυτή η δεξαμενή είναι εγκατεστημένη κάπου κοντά αλλά ψηλότερα από τον κινητήρα, η τροφοδοσία του οποίου γίνεται με τη βαρύτητα.

Η δεξαμενή πετρελαίου πρέπει να είναι κατασκευασμένη από υλικό που δεν οξειδώνεται από τον ατμοσφαιρικό αέρα, ούτε διαβρώνεται από το πετρέλαιο.

Δεν πρέπει να παρουσιάζει διαρροές και να αντέχει στις πιέσεις λειτουργίας της και οπωσδήποτε σε μια υπερπίεση 0,3 BAR.

Πρέπει να έχουν προβλεφθεί κατάλληλα ανοίγματα ή βαλβίδες ασφαλείας και να έχουν ληφθεί τα κατάλληλα μέτρα για την εκτόνωση πιθανής εσωτερικής υπερπίεσης που μπορεί να αναπτυχθεί.

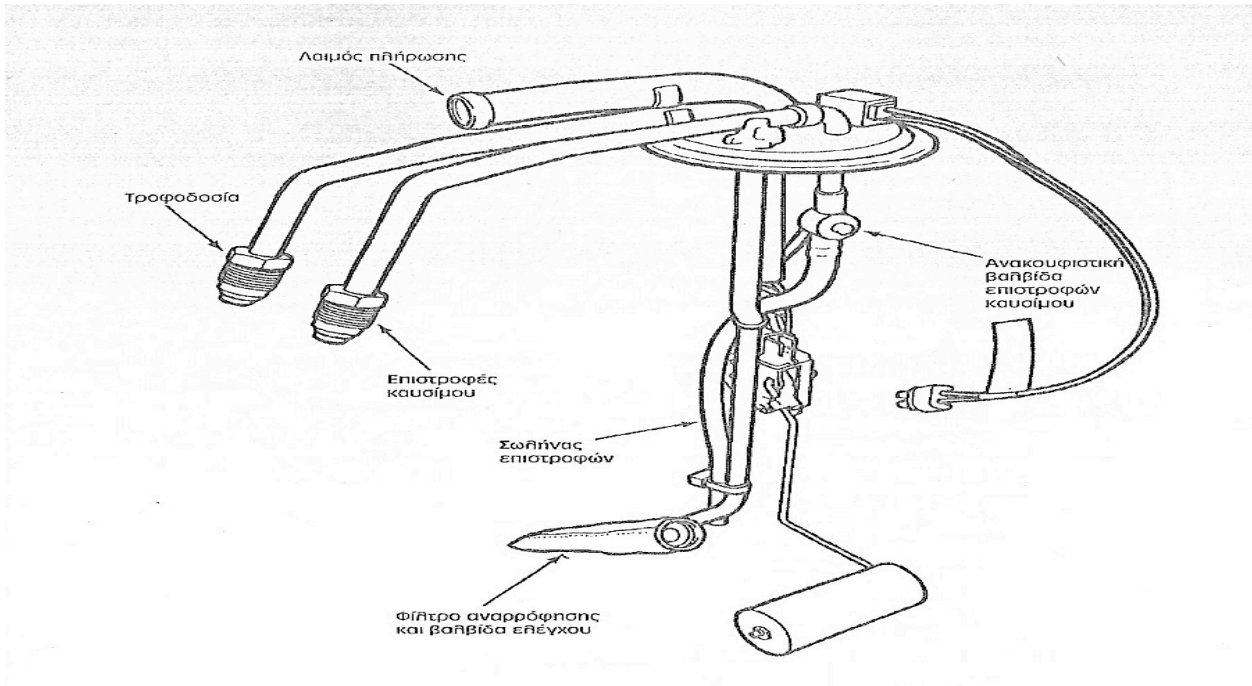
Το πετρέλαιο σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να διαρρέει από την τάπα πλήρωσης ή τις διατάξεις ασφαλείας, στις διάφορες συνθήκες οδήγησης όπως π.χ. στροφές, δρόμος με κλίση, απότομα φρεναρίσματα και μικροσυγκρούσεις, που πιθανόν να συμβούν στα τοιχώματα της δεξαμενής.

Η δεξαμενή πετρελαίου πρέπει να είναι όσο το δυνατόν απομακρυσμένη από τον κινητήρα ώστε σε περίπτωση ατυχήματος να μειώνεται η πιθανότητα πυρκαγιάς. Επίσης πρέπει να τηρούνται οι κανονισμοί ασφαλείας που ισχύουν σε ότι αφορά το ελάχιστο ύψος της από το οδόστρωμα, τη στήριξη της στο αμάξωμα, τη προστατευτική της επικάλυψη, ιδίως σε μεγάλα οχήματα όπως φορτηγά, λεωφορεία, ρυμουλκά κτλ.

Εάν το ρεζερβουάρ βρίσκεται υψομετρικά πιο πάνω από την αντλία εγχύσεως και ο κινητήρας αναμένεται να λειτουργήσει σε συγκεκριμένη τοποθεσία θα απαιτηθεί να χρησιμοποιηθεί μία αντλία τροφοδοσίας για να παρέχει καύσιμο στην αντλία εγχύσεως

Ο σωλήνας αναρρόφησης που βρίσκεται μέσα στο ρεζερβουάρ μοιάζει μ' αυτόν του ρεζερβουάρ των βενζινοκίνητων οχημάτων. Στο κάτω άκρο του φέρει μεταλλικό δίκτυο (σίτα), το οποίο παίζει ρόλο φίλτρου. Μέσα στο ρεζερβουάρ βρίσκεται εγκατεστημένη η αισθητήρια μονάδα της στάθμης του καυσίμου μαζί με τον πλωτήρα.

Στην εικ. παρουσιάζεται ένας σωλήνας αναρρόφησης με τα συγγενή εξαρτήματα που έχουν αναφερθεί στην προηγούμενη παράγραφο. Το φίλτρο συγκροτείται πάνω στο σωλήνα αναρρόφησης και βρίσκεται σε πολύ μικρή απόσταση από τον πυθμένα της δεξαμενής καυσίμου (ρεζερβουάρ). Αυτό το αρχικό φίλτρο συγκροτεί τα μεγάλα μικροσωματίδια που υπάρχουν μέσα στο πετρέλαιο ή στο ρεζερβουάρ και επίσης περιορίζει την εισροή νερού που πιθανόν υπάρχει μέσα στη δεξαμενή. Η βαλβίδα ελέγχου προστίθεται στο φίλτρο και είναι σχεδιασμένη να ανοίγει, όταν φράζει το φίλτρο από κρυστάλλους παραφίνης ή από πάγο. Με τον τρόπο αυτό επιτρέπεται η συνέχιση της λειτουργίας του κινητήρα. Είναι συνηθισμένο να αναφέρεται ότι το ρεζερβουάρ θα πρέπει να είναι γεμάτο μέχρι το ένα τέταρτο, προκειμένου να ανοίγει η βαλβίδα ελέγχου.

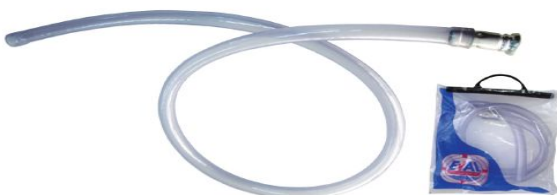


Εικ 2.3 Σωλήνας αναρρόφησης.

2.3 Σωλήνες τροφοδοσίας

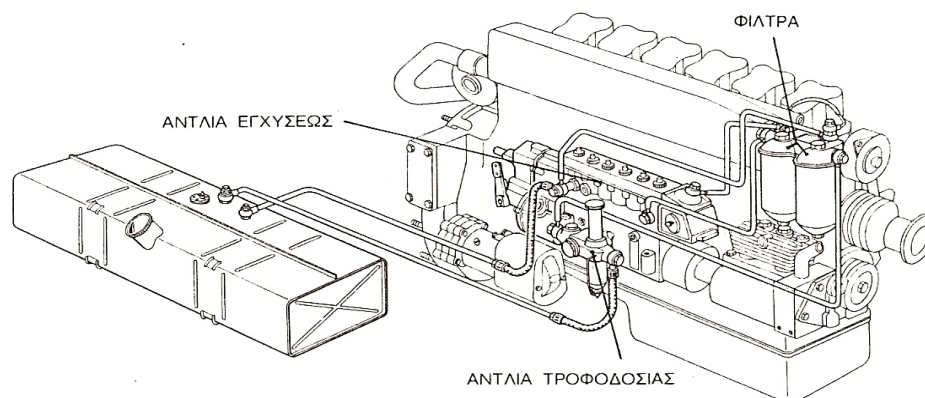
Για τις σωληνώσεις τροφοδοσίας χρησιμοποιούνται άκαυστοι, εύκαμπτοι σωλήνες με προαιρετικά χαλύβδινο οπλισμό, που προστατεύει τους τραυματισμούς των σωλήνων από μηχανικές καταπονήσεις. Οι σωληνώσεις τροφοδοσίας πρέπει να είναι στεγανές και το πετρέλαιο που μπορεί να στάξει ή να εξατμιστεί δεν πρέπει να συγκεντρώνεται σε αυτές με κίνδυνο ανάφλεξης.

Οι σωλήνες χαμηλής πίεσεως ελέγχονται για παραμορφώσεις, ρωγμές ή εμφράξεις. Οι βλάβες αυτές γίνονται αντιληπτές από την κακή τροφοδοσία και από την ανώμαλη λειτουργία της μηχανής.



2.4 Αντλία τροφοδοσίας

Η αντλία τροφοδοσίας αναρροφά το καύσιμο από τη δεξαμενή και το στέλνει με πίεση 1-2 at στο θάλαμο χαμηλής πίεσης, μέσω των φίλτρων της αντλίας εγχύσεως. Είναι συνήθως προσαρμοσμένη στο πλευρό της αντλίας εγχύσεως και κινείται από τον κεντροφόρο άξονα της με ιδιαίτερο έκκεντρο.



Εικ 2.5 Κύκλωμα τροφοδοσίας καυσίμου

Η αντλία τροφοδοσίας αποτελείται από ένα σώμα, πού έχει εξωτερικά τις συνδέσεις εισόδου και εξόδου του καυσίμου. Μέσα στο σώμα βρίσκεται σε κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο το έμβολο με τις δύο βαλβίδες εισαγωγής και εξαγωγής. Μεταξύ των δύο αυτών βαλβίδων υπάρχει ένα φίλτρο καθαρισμού με γυάλινο στεγανό περίβλημα και ένας μοχλός για τη χειροκίνητη άντληση καυσίμου.

Η λειτουργία της αντλίας είναι ή ακόλουθη:

— Το έκκεντρο του κεντροφόρου της αντλίας πιέζει το έμβολο μέσω του ωστηρίου και του στελέχους και το κινεί προς τα κάτω, συσπειρώνοντας το ελατήριο. Με την κίνηση αυτή του εμβόλου το καύσιμο πού βρίσκεται στο θάλαμο αναρροφήσεως πιέζεται και κλείνει τη βαλβίδα εισαγωγής. Ταυτόχρονα όμως ανοίγει η βαλβίδα εξαγωγής και το καύσιμο πιεζόμενο φτάνει στο θάλαμο παροχής.



Εικ 2.6 Αντλίες τροφοδοσίας.

2.5 Φίλτρα καυσίμου

Η διάρκεια ζωής του συστήματος έγχυσης πετρελαίου εξαρτάται κατά μεγάλο ποσοστό από την καλή ποιότητα του φίλτρου πετρελαίου. Η πίεση που αναπτύσσεται στα έμβολα της αντλίας έγχυσης και στους εγχυτήρες, απαιτεί την κατασκευή εξαρτημάτων υψηλής ακρίβειας κατασκευής με πολύ μικρές ανοχές κατεργασίας της τάξης μερικών εκατοστών του χιλιοστού. Αυτό σημαίνει ότι το πετρέλαιο το οποίο κυκλοφορεί δια μέσου αυτών των εξαρτημάτων θα πρέπει να είναι απαλλαγμένο από οποιεσδήποτε ακαθαρσίες, υπολείμματα και γενικά σωματίδια παρόμοιων μεγεθών.



Με άλλα λόγια εάν το πετρέλαιο δεν είναι πλήρως φιλτραρισμένο, τα διάφορα στοιχεία του μηχανισμού έγχυσης μπορεί να καταστραφούν με δυσμενή αποτελέσματα για την λειτουργία του πετρελαιοκινητήρα όπως:

- * Ανεπαρκής καύση
- * Μεγάλη κατανάλωση καυσίμου
- * Δύσκολη εκκίνηση
- * Ανώμαλη λειτουργία στο ρελαντί
- * Μειωμένη απόδοση ισχύος

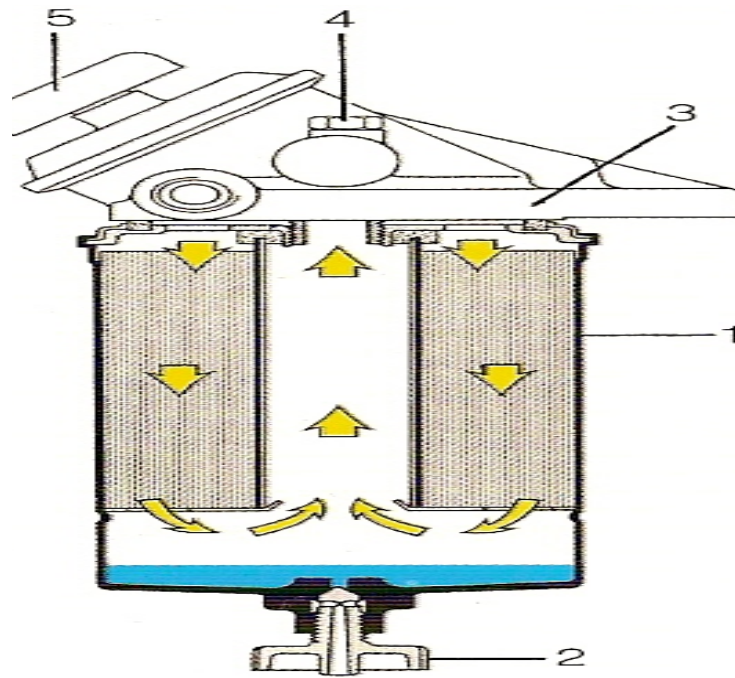
Για το λόγο αυτό απαιτούνται ειδικά φίλτρα. Τα στοιχεία των φίλτρων αυτών είναι κατασκευασμένα από σπирάλ χαρτί σχήματος V με διάμετρο πόρων 8 μικρών.

Εκτός από τα φίλτρα μιας βαθμίδας φιλτραρίσματος, υπάρχουν φίλτρα πολλαπλών βαθμιδών φιλτραρίσματος, με μεγαλύτερη απόδοση φιλτραρίσματος καθώς και παράλληλα φίλτρα με μεγαλύτερη επιφάνεια φιλτραρίσματος για ειδικές συνθήκες λειτουργίας.

Τα φίλτρα διαθέτουν μια μεγάλη ποικιλία καλυμμάτων για την σύνδεση τους με το υπόλοιπο κύκλωμα και την στερέωση τους, με επίπεδες ή γωνιακές φλάντζες.

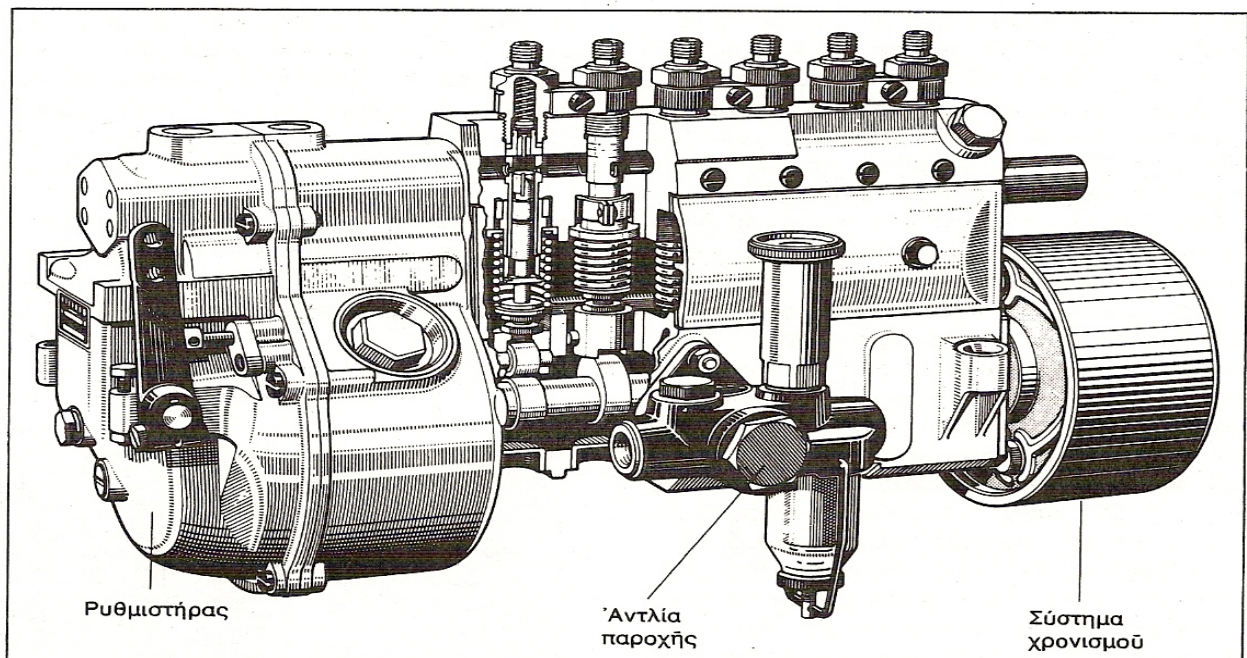
Επειδή οι ακαθαρσίες που συγκρατούνται κατά το φιλτράρισμα παραμένουν εντός του φίλτρου, θα πρέπει να έχει προβλεφθεί εύκολος τρόπος απομάκρυνσης τους κατά την συντήρηση του φίλτρου.

Τέλος μπορεί να προβλεφθεί και εγκατάσταση ηλεκτρικής θέρμανσης του φίλτρου για να εξασφαλιστεί η ομαλή λειτουργία του κατά την χειμερινή περίοδο.



Εικ 2.8 Το πετρέλαιο πρέπει να φθάνει στην αντλία απολύτως καθαρό και χωρίς υγρασία. Το φίλτρο (1) φέρει μια βίδα για την περιοδική αποστράγγιση του (2). Η βάση του (3) φέρει επίσης βίδα (4) και χειροκίνητη αντλία (5) για εξαέρωση της διάταξης.

2.6 Αντλία έγχυσης



Εικ 2.9 Αντλία έγχυσης Bosch PE6A

Ένα από τα δυσκολότερα προβλήματα που είχαν να λύσουν οι κατασκευαστές των πρώτων πετρελαιοκινητήρων, ήταν να βρουν έναν απλό τρόπο για την εισαγωγή του πετρελαίου μέσα στον κύλινδρο στην κατάλληλη στιγμή, με τον κατάλληλο ρυθμό, στην ποσότητα που χρειαζόταν και στον καταμερισμό

πού έπρεπε να έχει για να μπορέσει να καεί. Ο Rudolf Diesel είχε προτιμήσει ένα μάλλον άβολο τρόπο με πεπιεσμένο αέρα, πού έκανε τους κινητήρες του πολυσύνθετους και κατάλληλους μόνο για μόνιμες εγκαταστάσεις, ενώ ο Άγγλος ανταγωνιστής του Ackroyd Stuart, είχε προτιμήσει μια μέθοδο έγχυσης με άμεση συμπίεση του καυσίμου, πού έμοιαζε πολύ με τις μεθόδους πού χρησιμοποιούνται σήμερα. Ο Γερμανός R.Bosch κατασκεύασε την πρώτη αντλία έγχυσης πού εξυπηρετούσε πλήρως τις ανάγκες των πετρελαιοκινητήρων και έκανε δυνατή τη χρησιμοποίησή τους ακόμα και σε αεροπλάνα.

Η αντλία έγχυσης έχει τριπλό προορισμό: πρώτα να ανεβάσει αρκετά την πίεση του πετρελαίου για να μπορέσει αυτό ν' ανοίξει τις βαλβίδες των εγχυτήρων (μπέκ) και να διασκορπιστεί μέσα στον κύλινδρο. Δεύτερο, να μετρήσει με μεγάλη ακρίβεια την ποσότητα πετρελαίου, πού θα στείλει κάθε στιγμή στους κυλίνδρους, γιατί από την ποσότητα του πετρελαίου εξαρτάται το παραγόμενο από τον κινητήρα έργο. Και τρίτο, να το στείλει στον κατάλληλο κάθε στιγμή κύλινδρο και με τον κατάλληλο ρυθμό για την ομαλή λειτουργία του κινητήρα. Από την αντλία έγχυσης το πετρέλαιο πάει στους εγχυτήρες πού πρέπει να εξασφαλίσουν τον καλό ψεκασμό του πετρελαίου μέσα στον κύλινδρο την κατάλληλη στιγμή, και την πλήρη στεγανότητα σ' όλες τις υπόλοιπες φάσεις του κύκλου λειτουργίας.

Από την εποχή του Bosch μέχρι σήμερα έχουν δημιουργηθεί πάρα πολλοί τύποι και συστήματα αντλιών έγχυσης. Καθένα από' αυτά προσαρμοζόταν καλύτερα σε κάποιον από τους απειράριθμους τύπους πετρελαιοκινητήρων.

Η πίεση πού πρέπει να πάρει το πετρέλαιο από την αντλία έγχυσης για να μπορέσει ν' ανοίξει τις βαλβίδες του εγχυτήρα (για τον οποίο θα μιλήσουμε παρακάτω) και να μπει στον κύλινδρο με τον απαραίτητο διασκορπισμό ώστε να καεί τέλεια, είναι πολύ μεγάλη. Συνήθως κυμαίνεται από 150 μέχρι 200 KG/cm² αλλά υπάρχουν κινητήρες πού η πίεση αυτή ξεπερνά τα 1000 Kg/cm².

Οι αντλίες του τύπου αυτού είναι γνωστές στην Ελλάδα με το όνομα «Αντλία Bosch» και κατασκευάζονται από πολλούς κατασκευαστές ύστερα από ειδική άδεια. Χωρίς καμία αμφιβολία είναι ο πιο διαδομένος τύπος αντλίας έγχυσης, κατάλληλος για όλους τους τύπους των πετρελαιοκινητήρων .

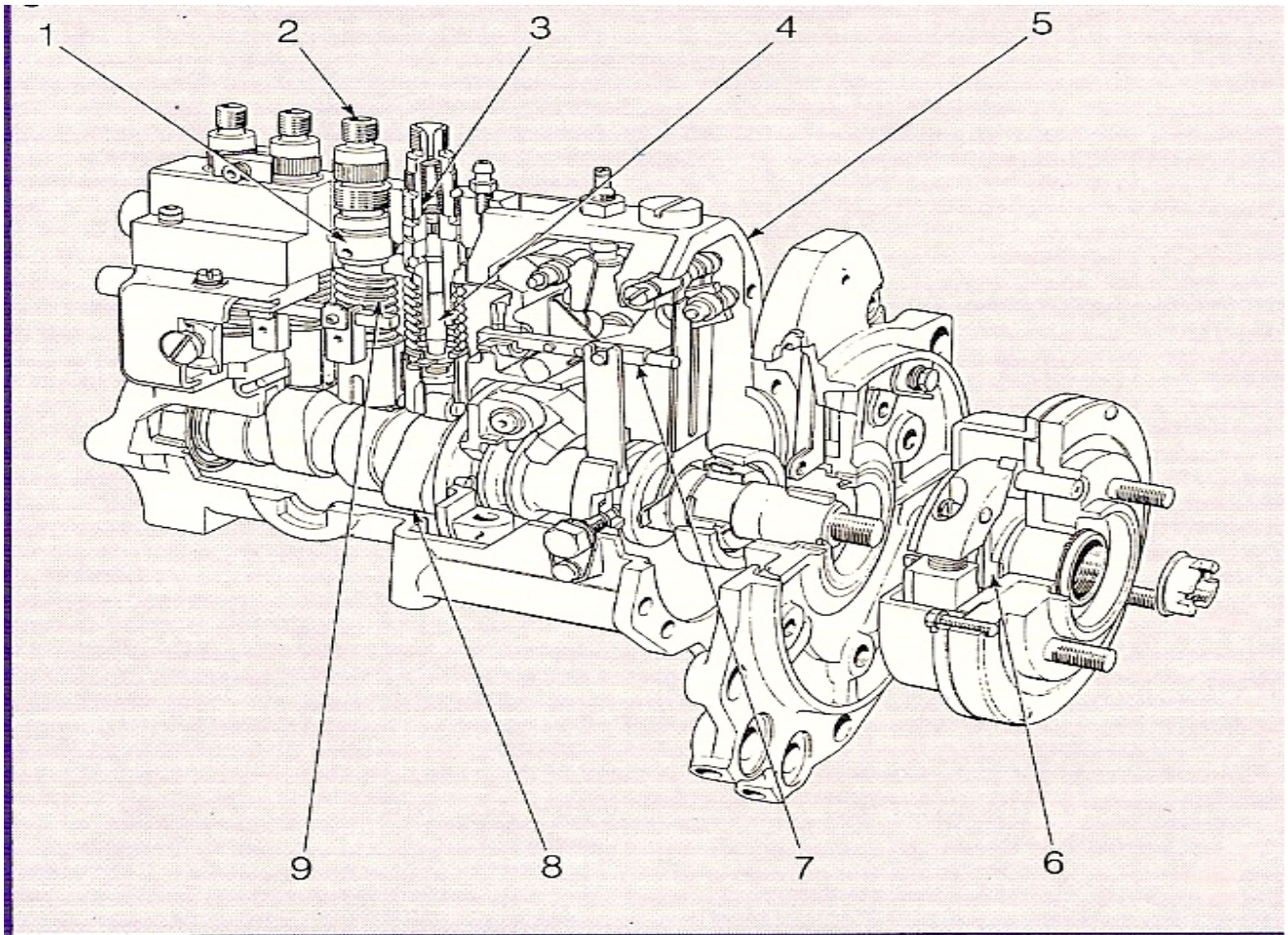
2.6.1 Αντλητικό στοιχείο

Η ιδιομορφία της αντλίας αυτής είναι το αντλητικό της στοιχείο. Πρόκειται για ένα κύλινδρο χαλύβδινο, μικρής σχετικά διαμέτρου, μέσα στον οποίο κινείται ένα έμβολο.

Η λεπτότητα και η ακρίβεια της επεξεργασίας της εσωτερικής επιφάνειας του κυλίνδρου και της εξωτερικής του εμβόλου είναι τέτοιες, ώστε εξασφαλίζουν συναρμογή ελεύθερη μεν άλλα στεγανή στο πετρέλαιο, χωρίς κανένα άλλο στεγανωτικό μέσο.

Η διάμετρος του κυλίνδρου και η διαδρομή του εμβόλου είναι έτσι προσδιορισμένες ώστε να δίνουν την απαιτούμενη ποσότητα πετρελαίου για την καλή, κάθε στιγμή, λειτουργία του κυλίνδρου πού εξυπηρετούν.

Η κίνηση του εμβόλου προς την κατεύθυνση της συμπίεσης γίνεται με την ενέργεια ενός έκκεντρον πού βρίσκεται κάτω από αυτό, σχήματα, και αποτελεί μέρος του κεντροφόρου άξονα της αντλίας. Αντίθετα, η κίνηση προς την κατεύθυνση της αναρρόφησης γίνεται με την ενέργεια ενός ελατηρίου πού περιβάλλει τον κύλινδρο και δρα πάνω στο πόδι του εμβόλου, σχήμα. Έχουμε λοιπόν ένα αντλητικό στοιχείο με ένα έμβολο σταθερής διαδρομής το οποίο, αν δεν είχαν ληφθεί άλλα μέτρα, θα έδινε πάντα μια σταθερή ποσότητα πετρελαίου. Συνεπώς θα ήταν ακατάλληλο για τους πετρελαιοκινητήρες για τους οποίους απαραίτητο στοιχείο της αντλίας έγχυσης είναι να μπορεί να μεταβάλλει ελεύθερα και μεταξύ δύο ορισμένων ορίων την ποσότητα του εισαγόμενου στον κύλινδρο πετρελαίου, ώστε να επιτρέπει στον κινητήρα να αντιμετωπίζει κάθε στιγμή τις ανάγκες του σε ισχύ και ταχύτητα. Η λύση πού έδωσε ο Bosch στο πρόβλημα αυτό, να μπορεί δηλαδή ένα έμβολο σταθερής διαδρομής να δίνει μεταβαλλόμενη παροχή, αποτελεί την ιδιομορφία της εφεύρεσης του. Εδώ ο κύλινδρος έχει δύο οπές, τη μία απέναντι στην άλλη, από τις όποιες μπορεί να μπαίνει και να βγαίνει ελεύθερα το πετρέλαιο, ενώ το έμβολο έχει στο πάνω τμήμα του κορμού του τρεις εγκοπές (γλυφές), μια διαμήκη, μια περιφερειακή και μια ελικοειδή (λοξή).



Εικ 2.10Η αντλία εν σειρά. Τομή μιας αντλίας εν σειρά, που παραμένει διαδεδομένη στα βιομηχανικά οχήματα.

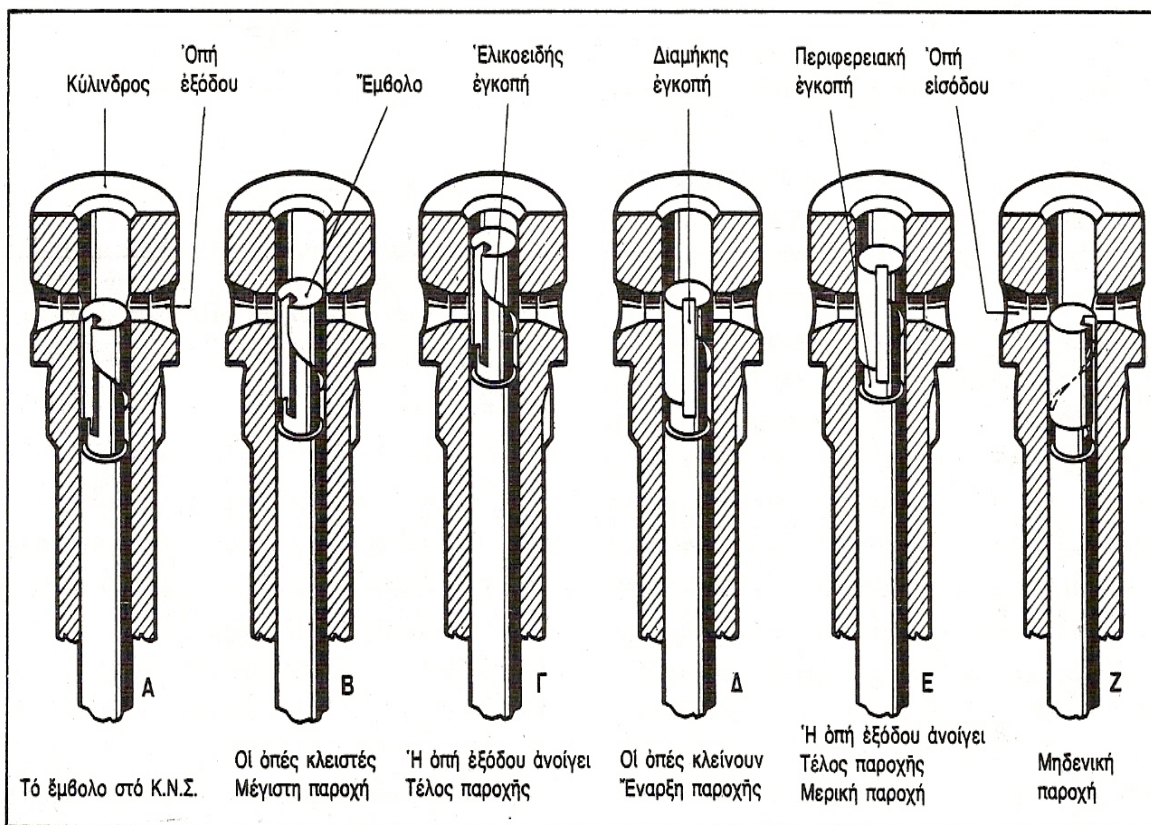
- 1)κύλινδρος άντλησης
- 2)σύνδεση με βαλβίδα
- 3)βαλβίδα παροχής με ελατήριο
- 4)εμβολή
- 5)κέλυφος αντλίας
- 6)ρυθμιστής προπορείας ψεκασμού
- 7)ράβδος ρύθμισης παροχής
- 8)έκκεντρο
- 9)ελατήριο επαναφοράς εμβόλου

Ο συνδυασμός των οπών του κυλίνδρου και των εγκοπών του εμβόλου δίνουν τη δυνατότητα μεταβολής της παροχής του αντλητικού στοιχείου χωρίς να αλλάξει η διαδρομή του εμβόλου του.

Στην εικόνα Α του σχήματος το έμβολο βρίσκεται κάτω από τις οπές του κυλίνδρου, δηλαδή στο Κάτω Νεκρό Σημείο της διαδρομής του. Επομένως, το πετρέλαιο το οποίο περιβάλλει τον κύλινδρο στο ύψος των οπών και έχει μια μικρή πίεση από την αντλία παροχής, έρχεται και γεμίζει το χώρο που είναι πάνω από το έμβολο, δηλαδή το χώρο συμπίεσης του αντλητικού στοιχείου. Το έμβολο στο κάτω άκρο του έχει ένα μικρό πόδι, σχήμα που είναι ανάμεσα στα σκέλη ενός χιτωνίου, που ονομάζεται ρυθμιστικό μέρος, και που έχει στερεωμένο σ' ένα σημείο του κορμού του έναν οδοντωτό τομέα ο οποίος εμπλέκεται με έναν οδοντωτό κανόνα. Όταν τραβιέται η ωθείται ο κανόνας, στρέφεται το ρυθμιστικό χιτώνιο και μαζί του στρέφεται και το έμβολο, οπότε αλλάζουν θέση οι εγκοπές του σε σχέση με τις οπές του κυλίνδρου. Το έμβολο, όπως βρίσκεται στη θέση Α, μόλις αρχίσει να κινείται προς τα πάνω, θέση Β, με το μέρος του κορμού του που είναι πάνω από την ελικοειδή εγκοπή, θα κλείσει τις οπές του κυλίνδρου. Έτσι, θ' αρχίσει να συμπίεζει το πετρέλαιο, και θα το υποχρεώσει ν' ανοίξει τη βαλβίδα που βρίσκεται πάνω από το έμβολο,

σχήμα, ώστε να προχωρήσει προς τον εγχυτήρα, ωστόσο ή ελικοειδής εγκοπή του φτάσει στο ύψος της δεξιάς οπής του κυλίνδρου, θέση Γ, σχήματα. Τότε, το πετρέλαιο που βρίσκεται ακόμα στο χώρο συμπίεσης πάνω από το έμβολο, περνά τη διαμήκη εγκοπή, και από το χώρο της ελικοειδούς εγκοπής έρχεται στη δεξιά οπή και γυρίζει πίσω στο χώρο γύρω από τον κύλινδρο. Έτσι η παροχή πετρελαίου από το αντλητικό στοιχείο σταματά.

"Υστερα από την παραπάνω περιγραφή, είναι πολύ εύκολα αντιληπτό ότι η ποσότητα του πετρελαίου που στέλνει σε κάθε εμβολισμό το αντλητικό στοιχείο στον εγχυτήρα, εξαρτάται από τη στροφή, από τη θέση, του εμβόλου μέσα στον κύλινδρο. Στη θέση Γ, στην οποία το γεμάτο μέρος του κορμού του εμβόλου καλύπτει την αριστερή οπή και η δεξιά οπή καλύπτεται από το μεγαλύτερο της λοξής τομής, η ποσότητα του πετρελαίου που συμπιέζεται σε κάθε διαδρομή είναι η μέγιστη. "Όσο το έμβολο γυρίζει από αριστερά προς τα δεξιά, το γεμάτο μέρος του κορμού του εμβόλου που είναι πάνω από τη δεξιά οπή του κυλίνδρου μικραίνει, και αντίστοιχα μικραίνει και η ποσότητα του συμπιεζόμενου πετρελαίου, Στη θέση Δ, συμπιέζεται περίπου το μισό πετρέλαιο από ότι στη θέση Γ, και στη θέση Ε η ποσότητα που συμπιέζεται είναι αρκετή μόνο για τη βραδυπορία του κινητήρα. Τέλος, στη θέση Ζ η διαμήκης τομή συμπίπτει με τη δεξιά οπή, οπότε καμία ποσότητα πετρελαίου δε συμπιέζεται πάνω από το έμβολο, γιατί ο δρόμος της επιστροφής του μέσω της διαμήκους οπής είναι ελεύθερος, κι έτσι η παροχή σταματά τελείως, οπότε σταματά ο κινητήρας να εργάζεται.

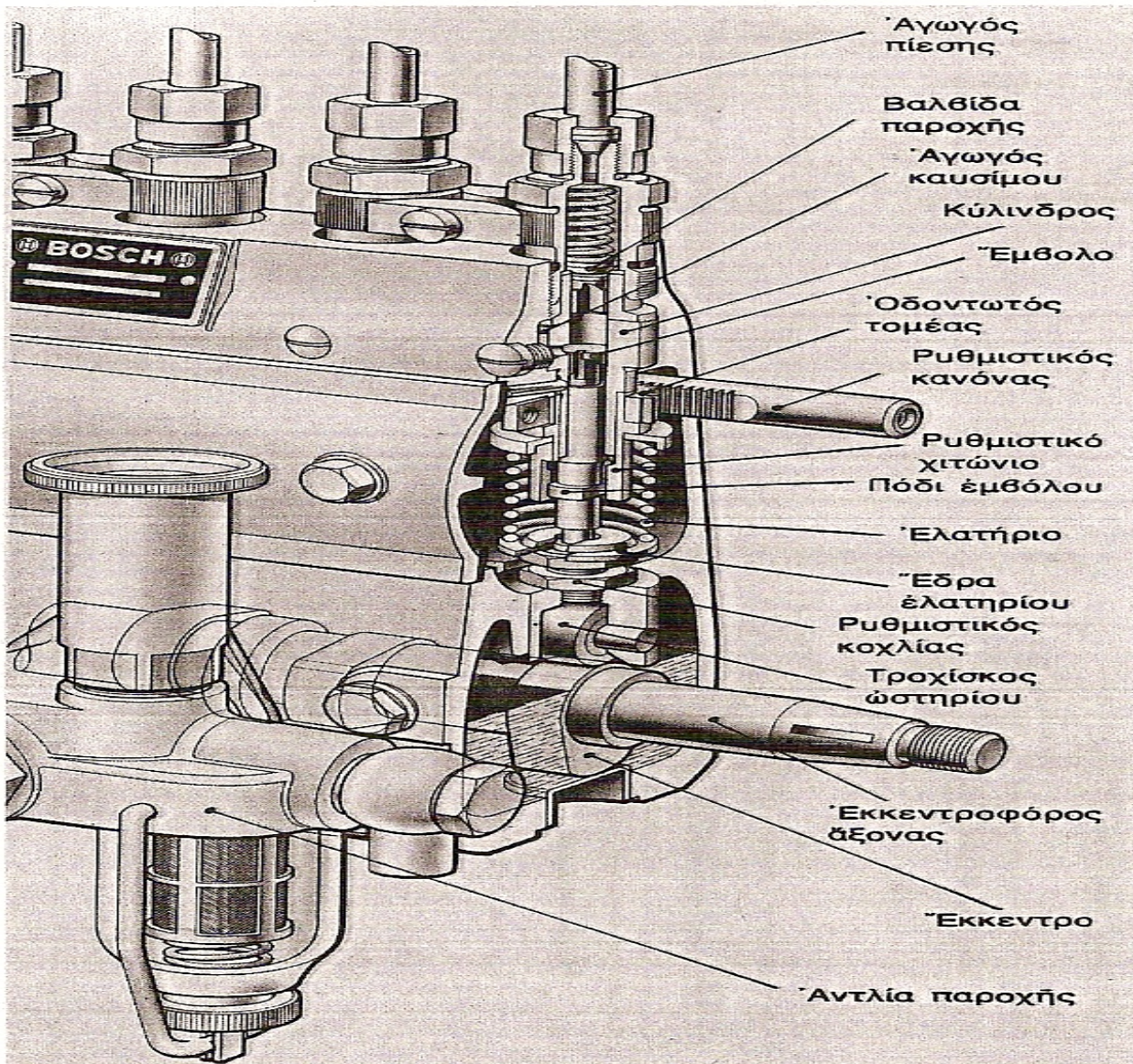


Εικ 2.11 Το αντλητικό στοιχείο Bosch με δυο οπές

"Όπως είναι φυσικό, η πίεση που αναπτύσσει το αντλητικό στοιχείο, εξαρτάται από τις αντιστάσεις που θα βρει το πετρέλαιο στη διαδρομή του, που είναι βασικά οι δυνάμεις των ελατηρίων των βαλβίδων που βρίσκονται στο αντλητικό στοιχείο και στο ακροφύσιο του εγχυτήρα, και από τις οποίες η τελευταία είναι η μεγαλύτερη και, όπως θα δούμε παρακάτω, η μόνη ρυθμιζόμενη.

Επειδή, όπως είπαμε και παραπάνω, ολόκληρο το σύστημα από την αντλία παροχής μέχρι τους εγχυτήρες είναι τελείως γεμάτο με πετρέλαιο, και επειδή όπως λέει η φυσική τα υγρά είναι ουσιαστικά ασυμπίεστα, κάθε ποσότητα πετρελαίου που φεύγει από το αντλητικό στοιχείο, περνά και από τον εγχυτήρα και μπαίνει μέσα στον κύλινδρο. Έτσι, με το σύστημα Bosch έχουμε τη δυνατότητα με ένα αντλητικό στοιχείο που έχει σταθερή διαδρομή να έχουμε μεταβαλλόμενη παροχή.

Το έμβολο Bosch που περιγράψαμε παραπάνω δεν είναι το μοναδικό στο είδος του. Διάφοροι άλλοι κατασκευαστές αντλιών έγχυσης κατασκευάζουν αντλητικά στοιχεία που έχουν περισσότερο ή λιγότερο διαφορετικές μορφές εγχοπών, και ισχυρίζονται οι κατασκευαστές ότι με αυτές πετυχαίνουν πλεονεκτήματα για το ξεκίνημα του κινητήρα, τη λειτουργία του, η τέλος την ευκολία τους για την κατασκευή.



Εικ 2.12 Τομή αντλητικού στοιχείου αντλίας Bosch PE6A

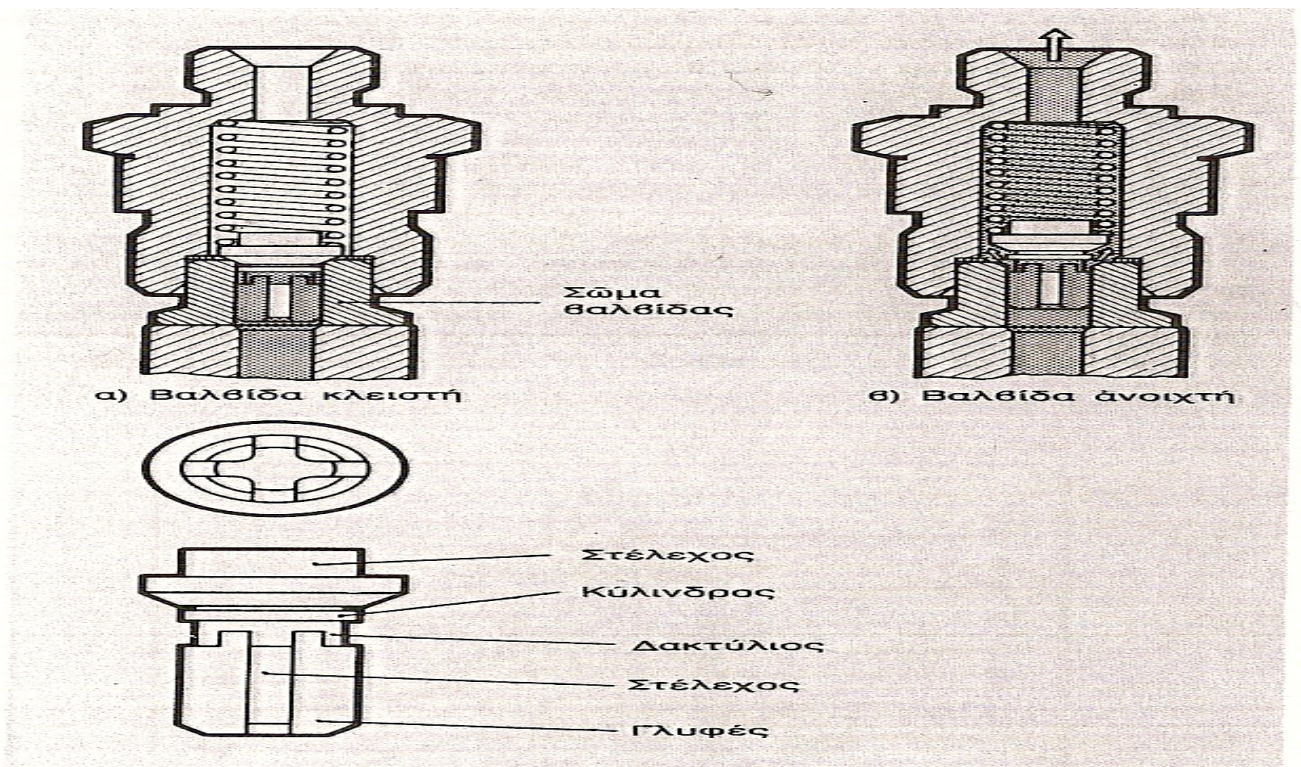
2.6.2 Βαλβίδα στοιχείου

Πάνω από το έμβολο κάθε αντλητικού στοιχείου βρίσκεται μία ειδική βαλβίδα, που έχει για προορισμό, σε συνδυασμό βέβαια με τη βελόνα του στελέχους του ακροφύσιου του εγχυτήρα, όπως θα δούμε παρακάτω, να διακόπτει ακαριαία την παροχή πετρελαίου μόλις περάσει προς τον εγχυτήρα η απαιτούμενη κάθε φορά ποσότητα πετρελαίου. Κι αυτό, γιατί αν εξακολουθήσει η ροή του πετρελαίου με

μειωμένη πίεση, μπορεί να μείνει στην άκρη του ακροφύσιου του εγχυτήρα μία σταγόνα πετρέλαιο η οποία δεν καίγεται, άλλα με την υψηλή θερμοκρασία απανθρακώνεται και φράζει τις λεπτότατες οπές του ακροφύσιου.

Η βαλβίδα αυτή εκτός από το κωνικό μέρος της, με το οποίο εξασφαλίζεται η μόνιμη στεγανότητα, έχει και ένα κυλινδρικό μέρος σαν έμβολο, πού έρχεται και εφαρμόζει στο κυλινδρικό μέρος του σώματος της βαλβίδας. "Όταν η βαλβίδα είναι ανοιχτή, το κυλινδρικό μέρος βγαίνει από τη θέση του και έτσι το πετρέλαιο περνά ελεύθερα από το χώρο συμπίεσης του προς τον αγωγό και τον εγχυτήρα. Μόλις όμως η πίεση μέσα στο αντλητικό στοιχείο μειωθεί, κλείνει πρώτα το κυλινδρικό μέρος της βαλβίδας και διακόπτει ακαριαία την παροχή. Λόγω της υποχώρησης του όμως, μέχρι να κλείσει και το κωνικό μέρος, η πίεση μέσα στο σωλήνα και μέσα στον εγχυτήρα μηδενίζεται και έτσι παύει κάθε δυνατότητα διαρροής από το ακροφύσιο του εγχυτήρα.

Για να σχηματιστεί η αντλία έγχυσης ενός πολυκύλινδρου κινητήρα, τοποθετούνται στη σειρά και σε κοινό σώμα αντλίας τόσα αντλητικά στοιχεία, όσοι είναι οι κύλινδροι του κινητήρα, συνδέεται με το ρυθμιστήρα και την κινηματική αλυσίδα του επιταχυντή. Οι οδοντωτοί τομείς των ρυθμιστικών χιτωνίων συνδέονται όλοι με ένα κοινό οδοντωτό κανόνα πού ονομάζεται ρυθμιστικός κανόνας. Ο ρυθμιστικός κανόνας στη μία του άκρη αμέσως παρακάτω, και από το άλλο άκρο καταλήγει σ' έναν αναστολέα της κίνησης του, με τον οποίο προσδιορίζεται το μέγιστο της διαδρομής του και αντίστοιχα η μεγαλύτερη ποσότητα πετρελαίου πού μπορεί να χορηγηθεί σε κάθε κύλινδρο. Επειδή για το εύκολο ξεκίνημα του κινητήρα χρειάζεται σε πολλές περιπτώσεις ποσότητα πετρελαίου μεγαλύτερη και από εκείνη πού αντιστοιχεί στο μέγιστο φορτίο του κινητήρα, υπάρχουν διάφοροι τύποι αυτομάτων αναστολέων οι οποίοι επιτρέπουν την παροχή μεγαλύτερης ποσότητας πετρελαίου κατά το ξεκίνημα. Μόλις όμως ο κινητήρας ξεκινήσει και φτάσει τις κανονικές στροφές της βραδυπορίας του, ο ρυθμιστήρας αναλαμβάνει τον έλεγχο και ο αναστολέας έρχεται στη θέση της κανονικής λειτουργίας.



Εικ.2.13 Βαλβίδα παροχής αντλητικό στοιχείο Bosch

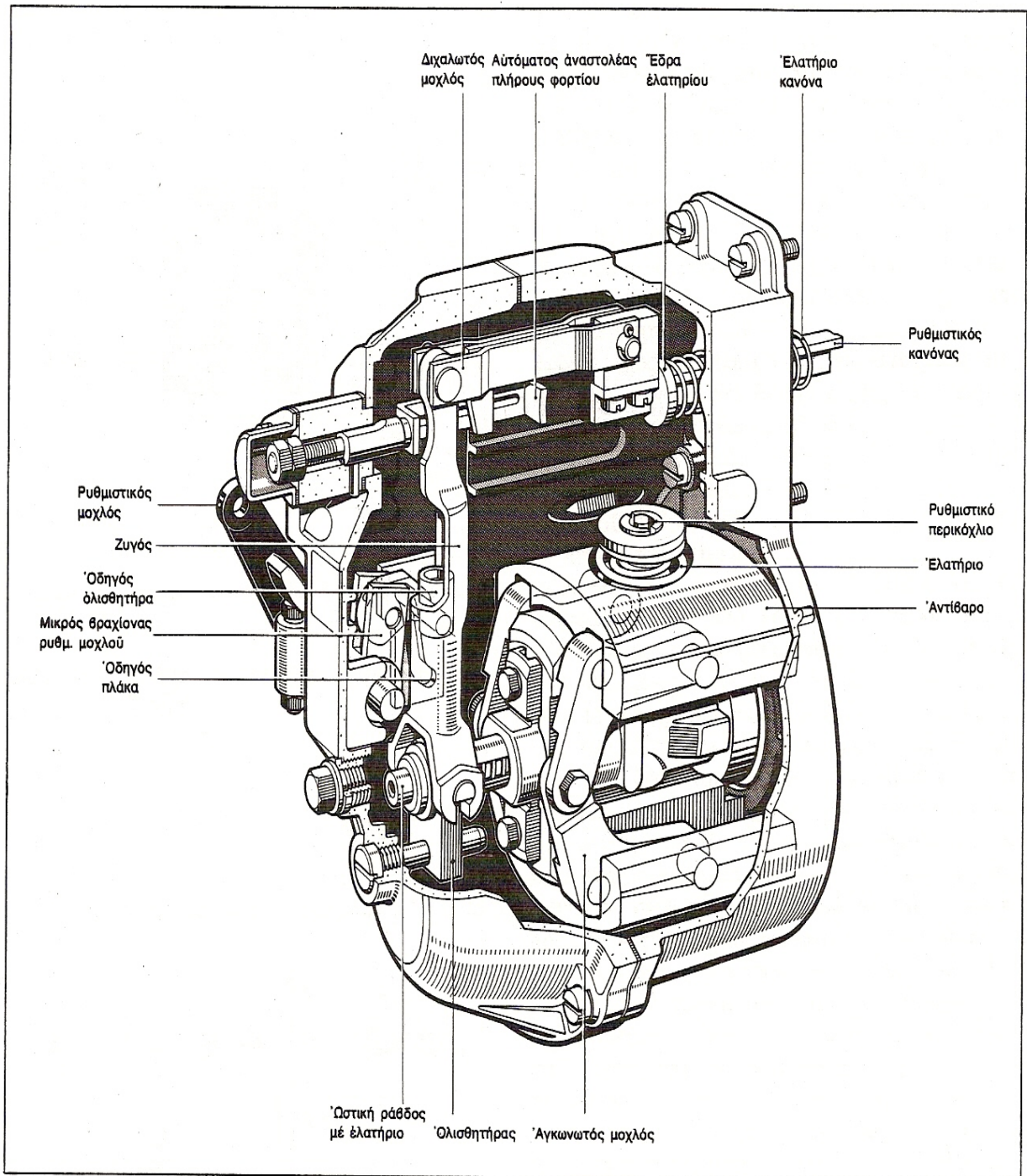


Γραμμή συναρμολόγησης
άντλιών έγχυσης Bosch

2.7 Φυγοκεντρικός ρυθμιστής

Μαζί με την αντλία έγχυσης υπάρχει πάντοτε και ένας ρυθμιστήρας πού ανάλογα με τη χρήση του κινητήρα επεμβαίνει στη λειτουργία της αντλίας και, είτε κρατά σταθερό τον αριθμό στροφών του κινητήρα η περιορίζει τον ανώτερο και τον κατώτερο αριθμό τους.

Οι ρυθμιστήρες αυτοί είναι μία εξέλιξη των περίφημων ρυθμιστήρων Watt πού χρησιμοποίησε εδώ και διακόσια περίπου χρόνια ο Άγγλος μηχανικός James Watt στην πρώτη βιώσιμη ατμομηχανή πού είχε τότε κατασκευάσει. Ο φυγοκεντρικός ρυθμιστήρας χρησιμοποιεί για τη ρύθμιση της θέσης του ρυθμιστικού κανόνα τη φυγόκεντρο δύναμη πού δημιουργείται πάνω σε δύο αντίβαρα. Αυτά στρέφονται με την ίδια ταχύτητα πού στρέφεται ο κεντροφόρος άξονας της αντλίας και, όπως είναι γνωστό από τη φυσική, η φυγόκεντρος δύναμη είναι ανάλογη με το τετράγωνο της ταχύτητας περιστροφής. Στη δύναμη αυτή αντιδρούν δύο (ή περισσότερα) ελατήρια πού έχουν κατάλληλη διαμόρφωση ώστε να εξισορροπούν σε διάφορες θέσεις συμπίεσης τους τη δύναμη των αντίβαρων, με αποτέλεσμα η κίνηση του ρυθμιστικού κανόνα να είναι ανάλογη με την ποσότητα του πετρελαίου πού χρειάζεται κάθε φορά ο κινητήρας.



Εικ 2.14 ρυθμιστήρας κάθε ταχύτητας Bosch RQV

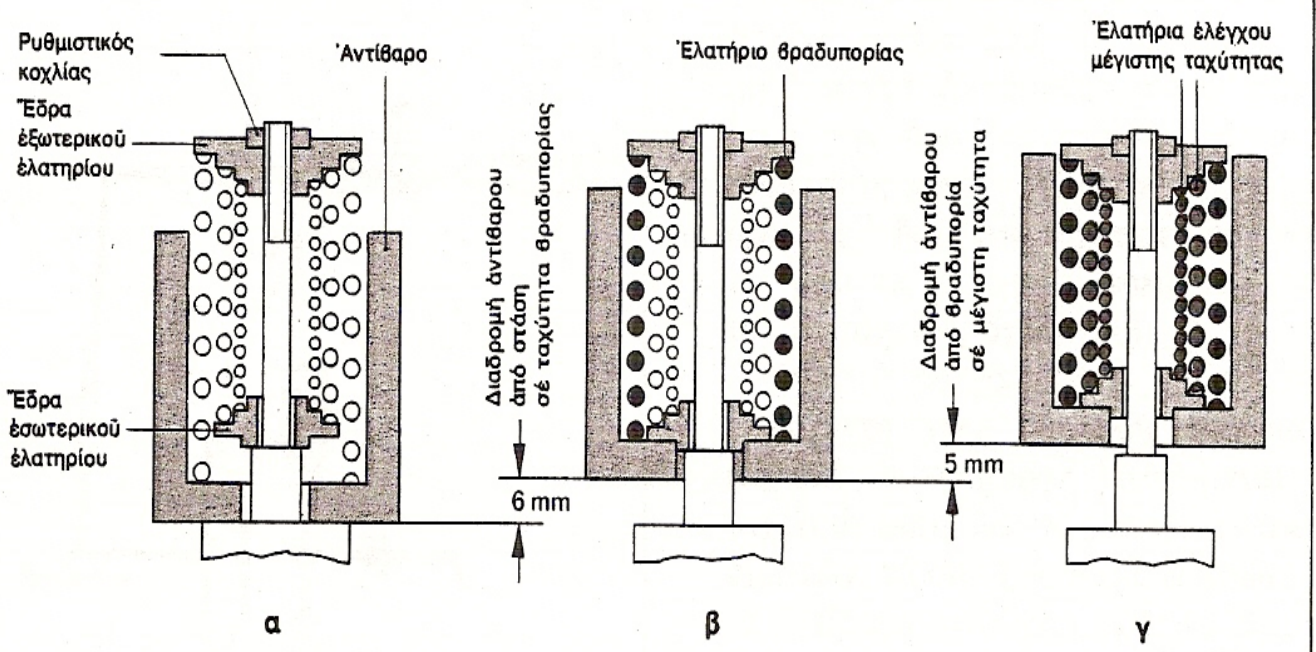
Με βάση αυτή την αρχή έχουν κατασκευαστεί πολλοί τύποι φυγοκεντρικών ρυθμιστήρων οι οποίοι μπορεί να διαφέρουν μεταξύ τους στις λεπτομέρειες, αν όμως έχει κατανοήσει κανείς τον τρόπο πού λειτουργεί ένας από αυτούς, είναι εύκολο να καταλάβει τη λειτουργία και των άλλων.

Ο ρυθμιστήρας αποτελείται από δύο αντίβαρα πού παίρνουν κίνηση από τον κεντροφόρο άξονα της αντλίας έγχυσης, μέσω μιας κινηματικής αλυσίδας. Τα αντίβαρα με τους αγκωνωτούς μοχλούς τους και την οστική ράβδο τους δρουν στην άκρη ενός ζυγού. Στη μέση του ζυγού σαν υπομόχλιο συνδέεται ο μικρός βραχίονας του ρυθμιστικού μοχλού, ενώ στο άκρο του μεγάλου βραχίονα του ίδιου μοχλού φτάνει η

ενέργεια του ποδιού του οδηγού πάνω στο ποδόπληκτρο του επιταχυντή. Στο άλλο άκρο του ζυγού συνδέεται ο ρυθμιστικός κανόνας της αντλίας έγχυσης.

Η σύνδεση του μικρού βραχίονα του ρυθμιστικού μοχλού με το ζυγό γίνεται μέσω ενός ολισθητήρα πού επιτρέπει μια μικρή μετακίνηση κατά μήκος του ζυγού.

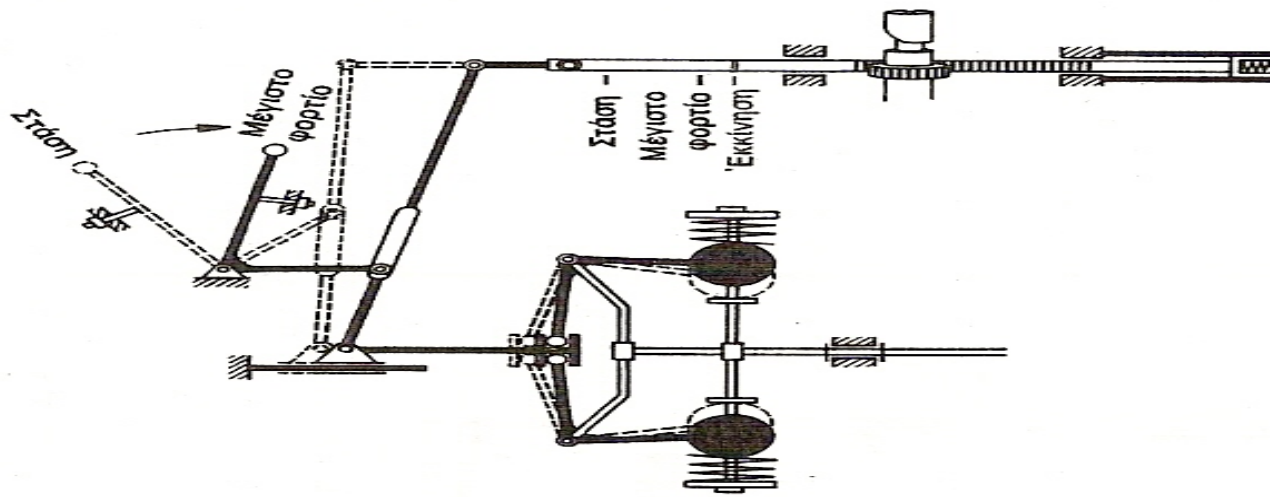
Τα ελατήρια πού αντιδρούν στη φυγόκεντρο δύναμη των αντίβαρων, τα οποία έχουν σχήμα κυπέλλου, είναι τρία. Το εξωτερικό από αυτά στηρίζεται κατευθείαν στον πυθμένα του κυπέλλου του αντίβαρου και στην έδρα των ελατηρίων πού είναι στο άκρο του άξονα των αντίβαρων. Τα άλλα δύο στηρίζονται σε μια ενδιάμεση έδρα, πάνω στην οποία στηρίζεται ο πυθμένας του κυπέλλου όταν συσπειρωθεί λίγο το εξωτερικό ελατήριο.



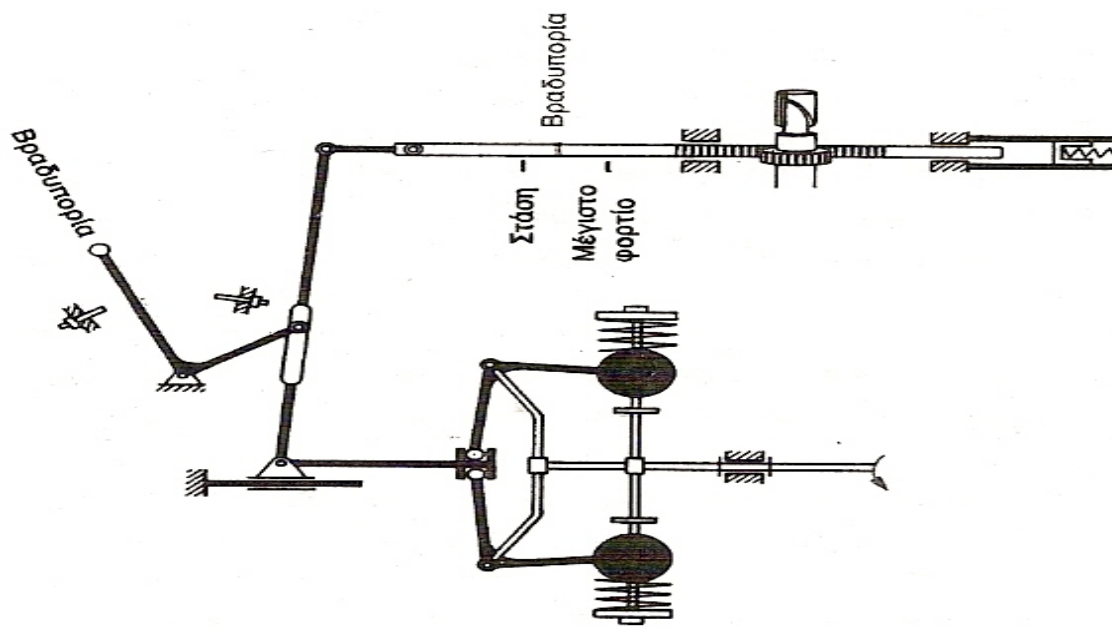
Το εξωτερικό ελατήριο ρυθμίζει το ελάχιστο όριο ταχύτητας του κινητήρα, δηλαδή την ταχύτητα της βραδυπορίας του, ενώ τα δύο άλλα ρυθμίζουν τη μέγιστη ταχύτητα. Όσο ο κινητήρας εργάζεται στην ταχύτητα της βραδυπορίας και σε οποιαδήποτε άλλη ενδιάμεση ταχύτητα, μέχρι τη μέγιστη, ο πυθμένας του κυπέλλου του αντίβαρου «κάθεται» πάνω στην ενδιάμεση έδρα. Μόνο όταν η ταχύτητα του κινητήρα ξεπεράσει το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο στροφών, υποχωρούν τα δύο εσωτερικά ελατήρια και τα αντίβαρα μετακινούνται προς τα έξω.

Η σύνδεση του κάτω άκρου του ζυγού με την ωστική ράβδο, διαμέσου της οποίας δρουν οι αγκωνωτοί μοχλοί των αντίβαρων, όταν αυτά υπό την επίδραση της φυγόκεντρης δύναμης τείνουν να απομακρυνθούν από τον περιστρεφόμενο άξονα, γίνεται μέσω ενός ολισθητήρα πού ολισθαίνει ελεύθερα πάνω σ' έναν οδηγό.

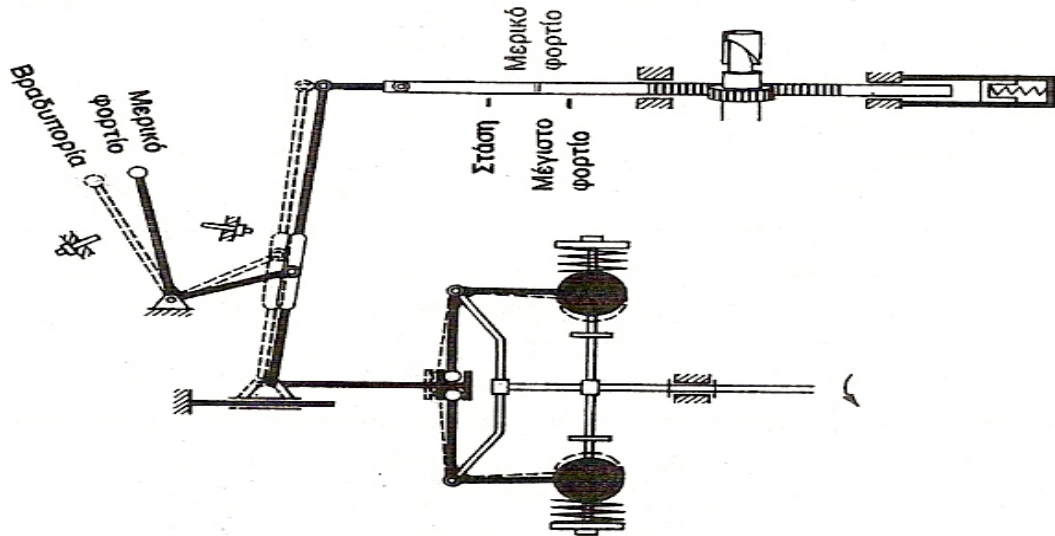
Όπως είπαμε παραπάνω, για να ξεκινήσει εύκολα ο πετρελαιοκινητήρας, απαιτεί ποσότητα πετρελαίου μεγαλύτερη από εκείνη πού χρειάζεται για το μέγιστο φορτίο του. Έτσι, προκειμένου να ξεκινήσει ο κινητήρας, ο οδηγός πατά μέχρι κάτω το ποδόπληκτρο του επιταχυντή.



Εικ 2.16 Η κινηματική αλυσίδα του ρυθμιστήρα Bosch σε θέση εκκίνησης.

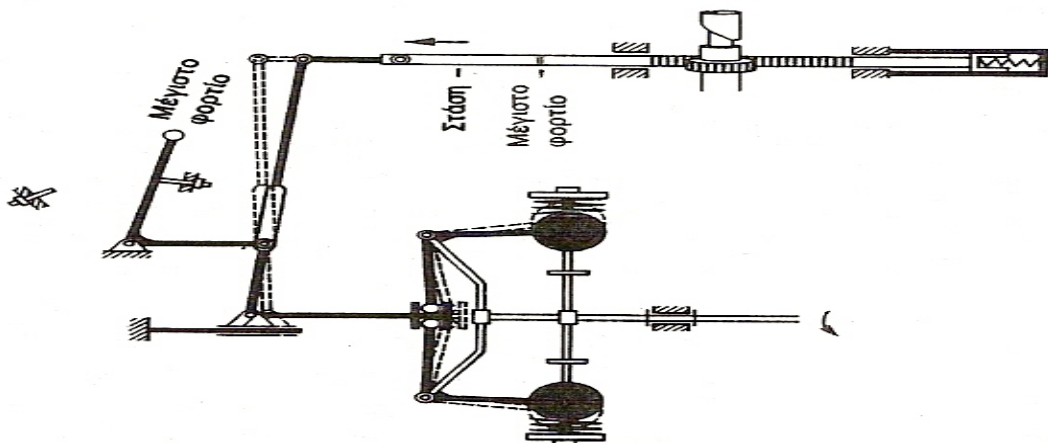


Εικ 2.17 Ο ρυθμιστήρας Bosch σε θέση βραδυπορίας



Εικ 2.18 Ο ρυθμιστήρας Bosch RQ σε θέση μερικού φορτίου

Όταν ο οδηγός πιέσει το ποδόπληκτρο του επιταχυντή μέχρι το τέλος της διαδρομής του (σανίδι), ο κινητήρας επιταχύνεται και όταν η ταχύτητα ξεπεράσει το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο στροφών, τα δύο εσωτερικά ελατήρια υποχωρούν, τα αντίβαρα κινούνται προς τα έξω και με τους αγκωνωτούς μοχλούς τους τραβούν το ζυγό προς τα δεξιά. Ο ζυγός, με υπομόχλιο την άρθρωση του μικρού βραχίονα του ρυθμιστικού μοχλού, τραβά προς τα αριστερά, το ρυθμιστικό κανόνα, ανεξάρτητα από το πόσο πιέζει ο οδηγός τον επιταχυντή, και κρατά σταθερή την ταχύτητα στη μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή της.



Εικ 2.19 Ο ρυθμιστήρας Bosch σε θέση πλήρους φορτίου

Η μέγιστη διαδρομή των αντίβαρων, από τη θέση τους που αντιστοιχεί στη βραδυπορία μέχρι τη θέση τους που αντιστοιχεί στη μέγιστη ταχύτητα, είναι 5 περίπου mm. Λαμβάνοντας υπόψη τη σχέση μετάδοσης

των μοχλών της κινηματικής αλυσίδας από τα αντίβαρα μέχρι το ρυθμιστικό κανόνα, πού στο συγκεκριμένο αυτό ρυθμιστήρα είναι 1:3, βρίσκουμε ότι η διαδρομή του ρυθμιστικού κανόνα της αντλίας είναι 16 mm.

Για το σταμάτημα του κινητήρα έλκεται προς τα έξω ένα ειδικό κουμπί πού βρίσκεται στον πίνακα των οργάνων, με αποτέλεσμα να έρθει ο ρυθμιστικός μοχλός σε μία θέση παρακάτω από τη θέση βραδυπορίας. Τότε ο ζυγός τραβιέται ολόκληρος προς τα αριστερά και μαζί μ' αυτόν τραβιέται και ο ρυθμιστικός κανόνας στην ακραία αριστερή θέση του, όπου κάθε παροχή πετρελαίου από την αντλία έγχυσης διακόπτεται, σχήμα.

Στους ρυθμιστήρες αυτής της σειράς πού έχουν σύστημα ελέγχου του καυσίμου με βάση τη ροπή στρέψης, όπως αναφέραμε παραπάνω, υπάρχει μέσα στα αντίβαρα ένα κυάθιο με ένα πρόσθετο ρυθμιστικό ελατήριο, ανάμεσα στην ενδιάμεση έδρα των δύο εσωτερικών ελατηρίων πού ρυθμίζουν το μέγιστο όριο ταχύτητας, και στον πυθμένα του κυπέλλου του αντίβαρου. Το κυάθιο αυτό κρατά το αντίβαρο σε μια μικρή απόσταση από την ενδιάμεση έδρα, σχήμα.

Έτσι, μόλις η ταχύτητα φτάσει ένα προκαθορισμένο όριο, στη μέση περίπου του εύρους μεταξύ της βραδυπορίας και μέγιστης ταχύτητας, το ελατήριο του κυαθίου αρχίζει να υποχωρεί και τότε το αντίβαρο προχωρεί προς τα έξω και σιγά-σιγά έρχεται και «κάθεται» στην ενδιάμεση έδρα των εσωτερικών ελατηρίων της μέγιστης ταχύτητας. Η μικρή αυτή υποχώρηση του ελατηρίου του κυαθίου και η αντίστοιχη κίνηση προς τα έξω των αντίβαρων, προκαλεί μια μείωση της προς τα δεξιά κίνησης του ρυθμιστικού κανόνα πού προέρχεται από την πίεση του επιταχυντή, με αντίστοιχο περιορισμό της ποσότητας του πετρελαίου πού πάει στους κυλίνδρους. Η υποχώρηση του ελατηρίου του συστήματος ελέγχου ροπής ολοκληρώνεται σε μια ταχύτητα λίγο μικρότερη από τη μέγιστη, και από κει και πέρα ο ρυθμιστήρας ελέγχεται από τα δύο εσωτερικά ελατήρια, τα ελατήρια της μέγιστης ταχύτητας, πού αρχίζουν να επεμβαίνουν μόνο όταν ο κινητήρας φτάσει και τείνει να ξεπεράσει την ταχύτητα αυτή.

2.8 Σωλήνες υψηλής πίεσης πετρελαίου

Ένα άλλο μέγεθος πού επιδρά στο χρονισμό της έναυσης είναι ο χρόνος πού απαιτείται για τή μετάδοση τού κύματος τής πίεσης μέσα στους σωληνίσκους υψηλής πίεσης, από τήν αντλία έγχυσης μέχρι τους έγχυτήρες, γιατί είναι ευκολονόητο πώς μέσα στον κύλινδρο δεν πηγαίνουν τά μόρια τού πετρελαίου πού συμπιέζονται κάθε φορά μέσα στο αντλητικό στοιχείο τής αντλίας έγχυσης, άλλα πού βρίσκονται μέσα στον έγχυτήρα, τά όποια παρασύρονται από τό κύμα πίεσης πού ξεκινάει από τήν αντλία καί φτάνει στους έγχυτήρες. Τό κύμα αυτό της πίεσης κινείται μέσα στους σωληνίσκους μέ τήν ταχύτητα μετάδοσης τού ήχου μέσα στο πετρέλαιο, ή οποία είναι γύρω στά 1430 m/sec. Ο χρόνος πού απαιτείται για νά πάει τό κύμα τής πίεσης από τήν αντλία στον έγχυτήρα εξαρτάται από τό μήκος τού αγωγού καί είναι, σάν χρονικό διάστημα, ανεξάρτητο από τόν αριθμό στροφών.

Οι σωληνώσεις υψηλής πίεσης είναι χαλύβδινες και συνδέουν την αντλία έγχυσης με τους εγχυτήρες. Αυτές έχουν ελάχιστο μήκος και όταν κάμπτονται έχουν ακτίνα καμπυλότητας τουλάχιστον 50 mm

Οι σωληνώσεις υψηλής πίεσης έχουν διάφορες διαστάσεις ανάλογα με το μέγεθος της αντλίας και πάχος ανάλογα με το μήκος τους και την πίεση λειτουργίας τους.

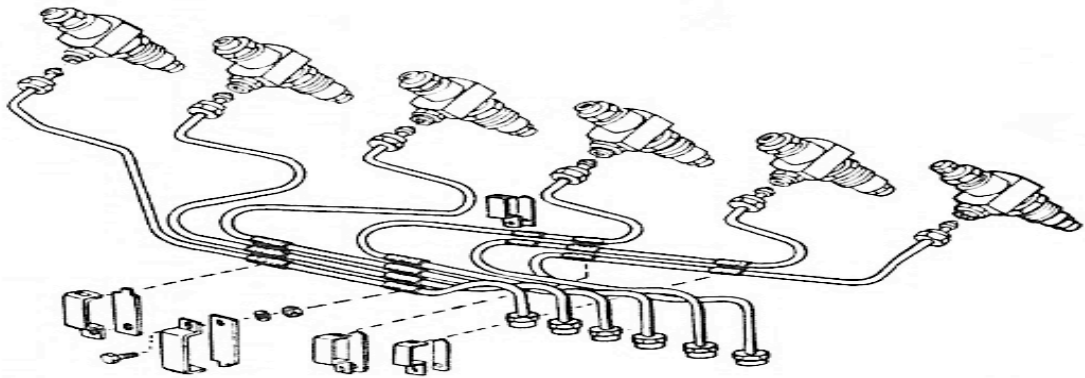
Η εσωτερική τους διάμετρος εξαρτάται από την παροχή του πετρελαίου που διέρχεται από αυτές. Οι συνδέσεις των σωληνώσεων υψηλής πίεσης γίνονται με ειδικά ρακόρ κωνικού τύπου που εξασφαλίζουν πλήρη στεγανότητα και περιορίζουν τις ταλαντώσεις του κινητήρα ώστε αυτές να μην μεταφέρονται στις γραμμές υψηλής πίεσης.

Οι σωληνώσεις αυτές αντέχουν σε τάσεις παλμικής συμπίεσης μέχρι 3.800 βατ για να αντέξουν τα υδραυλικά πλήγματα που δέχονται υπό μορφή κύματος από την λειτουργία της αντλίας έγχυσης υψηλής πίεσης.

Με ιδιαίτερη προσοχή εξετάζονται οι σωλήνες υψηλής πίεσως πού συνδέουν τα στοιχεία της αντλίας με τους εγχυτήρες. Οι σωλήνες αυτοί έχουν ορισμένες διαστάσεις (μήκος και διάμετρο) και φέρουν στα άκρα τους κολλητά η πρεσσαριστά κωνικά χεΐλη.

Ο έλεγχος της καταστάσεως τους γίνεται συνήθως από τις εμφανιζόμενες εξωτερικές διαρροές, ενώ οι παραμορφώσεις και οι εμφράξεις από την κακή καύση των κυλίνδρων. Η διόρθωση των βλαβών αυτών γίνεται με την αντικατάσταση τους με άλλα των ιδίων διαστάσεων η με το καθάρισμα τους διά πετρελαίου και πεπιεσμένου αέρα.

Για την αποφυγή των κραδασμών και της τριβής μεταξύ τους η στα άλλα μέρη, στερεώνονται με σφικτήρες όπως φαίνεται στην εικ. Επίσης για την αποφυγή της παραμορφώσεως των άκρων τους σφίγγονται οι συνδέσεις με δυναμόκλειδο σε ορισμένη από τον κατασκευαστή ροπή.



Εικ 2.20 Σωλήνες υψηλής πίεσως.

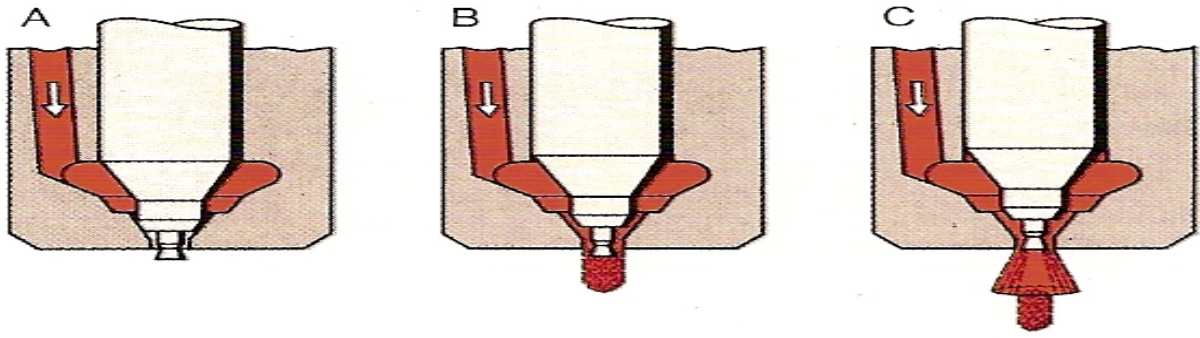
2.9 Εγχυτήρες

Το δεύτερο σημαντικό κομμάτι στο σύστημα τροφοδοσίας πετρελαίου των πετρελαιοκινητήρων, μετά την αντλία έγχυσης, είναι ο εγχυτήρας πού έχει σαν προορισμό να εξασφαλίζει τον καλό ψεκασμό τού καυσίμου μέσα στον κύλινδρο, και γι' αυτό πολλές φορές αναφέρεται και σαν ψεκαστήρας.

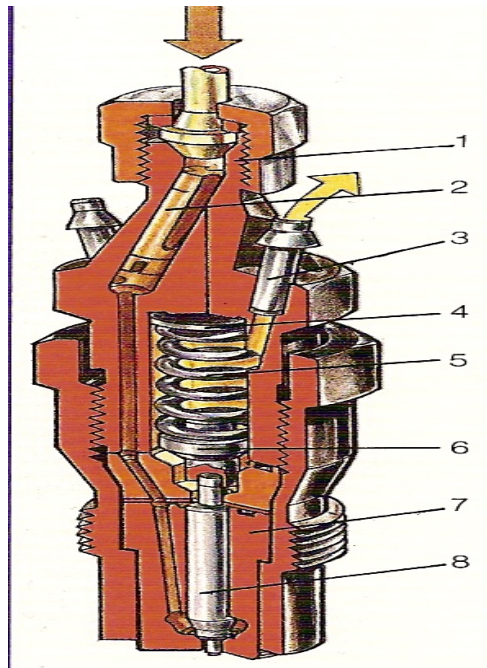
Όπως είδαμε, η αντλία ψεκασμού αναλαμβάνει να αποστείλει το πετρέλαιο υπό πίεση προς τους ψεκαστήρες, οι οποίοι το εισάγουν στον θάλαμο καύσης, εξασφαλίζοντας την ορθή κονιορτοποιήση του .

Κάθε ψεκαστήρας αποτελείται από ένα κυλινδρικό χαλύβδινο σώμα που στερεώνεται στην κεφαλή κι από ένα ακροφύσιο, που στο κάτω άκρο του (το οποίο βρίσκεται στον θάλαμο καύσης) φέρει μια η περισσότερες οπές. Στο εσωτερικό του υπάρχει μια βελόνα επί της οποίας, μέσω μιας ράβδου, επενεργεί ένα ελατήριο. Η βελόνα βρίσκεται στο δακτυλιοειδή θάλαμο όπου φθάνει το καύσιμο μέσω ειδικών αγωγών.

Όταν η αντλία παρέχει καύσιμο, το πετρέλαιο αποκτά υψηλή πίεση (100-250 bar) και κατανικά την αντίσταση του ελατηρίου, ανασηκώνοντας τη βελόνα. Έτσι, το πετρέλαιο εξέρχεται με δύναμη από τις οπές του ακροφυσίου. Η πίεση ψεκασμού εξαρτάται από την προφόρτιση του ελατηρίου, η οποία ρυθμίζεται με καπελότα η με ειδική βίδα. Το άκρο του ακροφυσίου, που αποτελεί το καθ' εαυτό στοιχείο ψεκασμού, έχει διάφορες μορφές. πχ. στους ντιζελοκίνητες με άμεσο ψεκασμό, χρησιμοποιούνται ψεκαστήρες με οπές προσανατολισμένες ανάλογα με τη μορφή του θαλάμου. Αντίθετα, στους κινητήρες με έμμεσο ψεκασμό, υπάρχει ένας μόνον πίδακας .

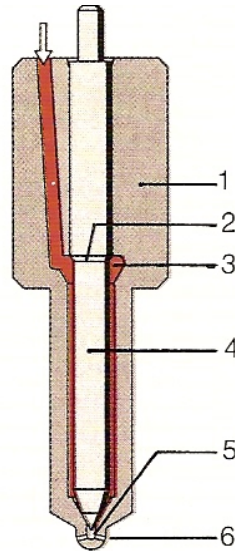


Εικ 2.21 Ακροφύσιο με πείρο. Η λύση αυτή (Α), που σχεδιάστηκε για κινητήρες με έμμεσο ψεκασμό, παρέχει έναν πρώτο συμπαγή πίδακα (Β), ικανό να αντισταθμίσει το αρχικό μέγιστο πίεσης που προκαλεί η καθυστέρηση ανάφλεξης του καυσίμου, και στη συνέχεια έναν μεγαλύτερο και καλύτερα διαχεόμενο πίδακα (C)



Εικ 2.22 Ο ψεκαστήρας. Αριστερά, τομή ψεκαστήρα για ντιζελοκίνητες με έμμεσο ψεκασμό.

- 1)ρακόρ
- 2)φίλτρο ράβδου
- 3)αυλός ανακύκλησης
- 4)ροδέλα προφόρτισης
- 5)ελατήριο
- 6)άξονα πίεσης
- 7)σώμα ψεκαστήρα
- 8)βελόνα.



Εικ 2.23 *Ακροφύσιο με πολλές οπές. Το ακροφύσιο δεξιά προορίζεται για κινητήρες με άμεσο ψεκασμό, γι' αυτό έχει πολλές οπές.*

Σε τόσο μεγάλες πιέσεις το καύσιμο δεν μοιάζει σαν κανονικό υγρό αλλά αρχίζει και γίνεται συμπιεστό.

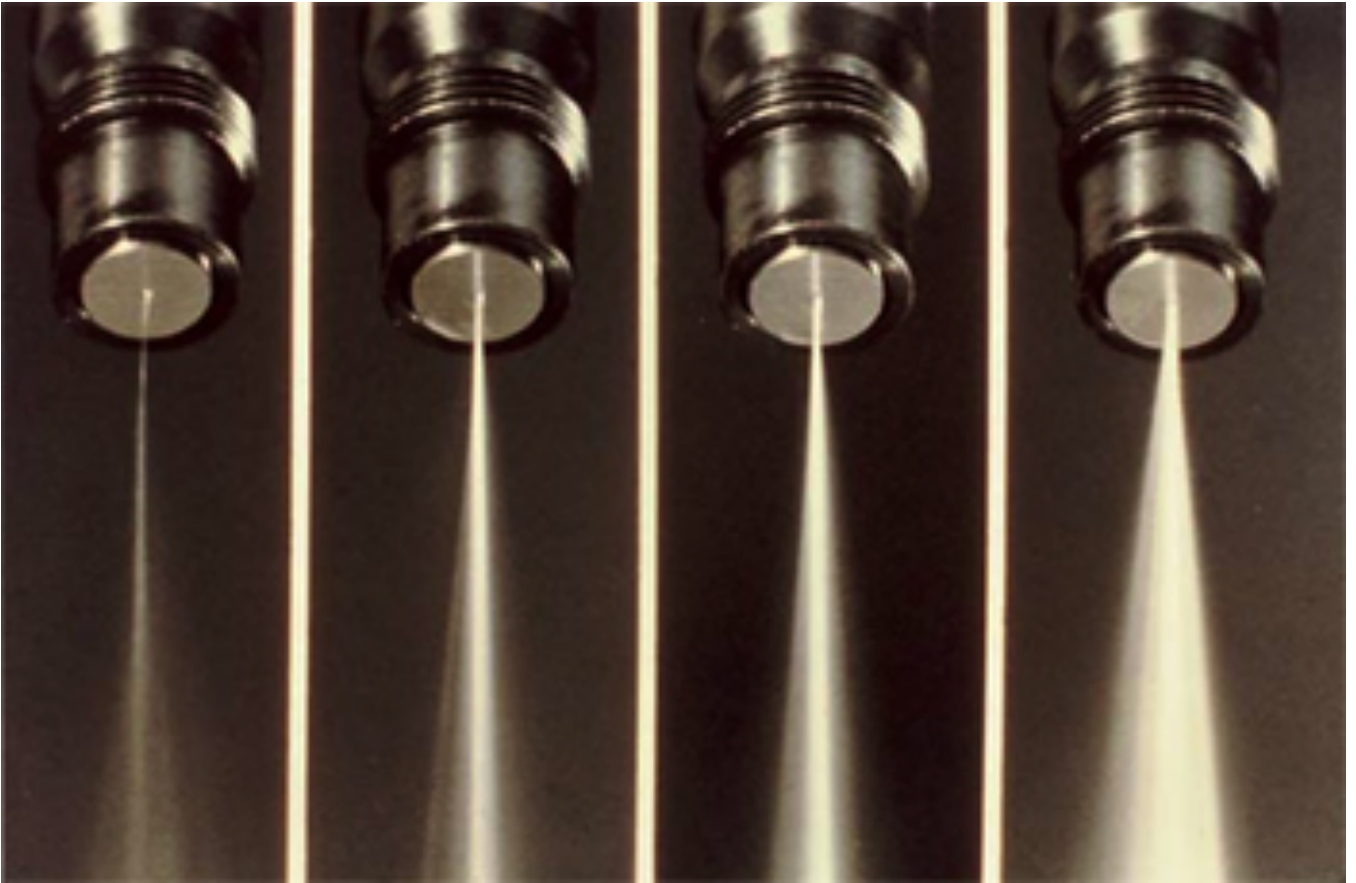
Ο χρόνος έγχυσης είναι περίπου 1 χιλιοστό του δευτερολέπτου. Το ακροφύσιο του εγχυτήρα παίζει σπουδαίο ρόλο στο τρόπο διασκορπισμού του καυσίμου. Η διάμετρος και το μήκος της οπής καθώς και η όλη σχεδίαση του ακροφυσίου καθορίζουν τον τρόπο διασκορπισμού του καυσίμου μέσα στον θάλαμο καύσης, με αποτέλεσμα να επηρεάζουν κατά πολύ την ισχύ εξόδου, την κατανάλωση του καυσίμου και τις εκπομπές καυσαερίων.

Η τελική παροχή του καυσίμου μέσα στο θάλαμο καύσης προσδιορίζεται επακριβώς από την διατομή του ακροφυσίου και την προς τα πάνω κίνηση της βελόνας του. Επίσης το ακροφύσιο πρέπει να απομονώνει το σύστημα έγχυσης αφενός από τις υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν στο θάλαμο καύσης (μέχρι 1.000 C), αφετέρου από τα συμπιεσμένα αέρια που επικρατούν μέσα σ' αυτόν.

Για να αποφευχθεί η είσοδος των αερίων καύσης στο σύστημα έγχυσης, θα πρέπει καθ' όλη τη διάρκεια έγχυσης που παραμένουν ανοιχτά τα ακροφύσια, η πίεση του καυσίμου να είναι μεγαλύτερη από την πίεση καύσης. Αυτό είναι δύσκολο να επιτευχθεί κυρίως κατά το πέρας της έγχυσης και απαιτείται απόλυτη συνεργασία μεταξύ της αντλίας έγχυσης, του ακροφυσίου και του ελατηρίου πίεσης.

Ο θάλαμος πίεσης είναι γύρω από μια κωνική επιφάνεια της βελόνας την οποία η πίεση πιέζει προς τα πάνω, ενώ το ελατήριο την πιέζει προς τα κάτω και κρατά μία άλλη κωνική επιφάνεια στο άκρο της βελόνας «καθισμένη» στεγανά σε μία αντίστοιχη κωνική επιφάνεια, σε μία έδρα, στο σημείο που σχηματίζεται η θηλή του ακροφυσίου που έχει τις λεπτότατες οπές ψεκασμού. Όταν η πίεση γίνει τόση ώστε η βελόνα να υπερνικήσει τη δύναμη του ελατηρίου, τότε ανασηκώνεται από την έδρα της και το συμπιεσμένο πετρέλαιο βρίσκει δίοδο διαμέσου των οπών της θηλής και εκτοξεύεται μέσα στο χώρο καύσης.

Πρέπει να σημειωθεί ότι το ακροφύσιο των εγχυτήρων είναι μία κατασκευή με πάρα πολύ μικρές ανοχές, της τάξης των 1 ως 2 μικρών (χιλιοστών του χιλιοστού), στη συναρμογή μεταξύ του σώματος και της βελόνας, και για την κατασκευή του χρησιμοποιούνται υλικά ανθεκτικά όχι μόνο στις υψηλές πιέσεις αλλά και στις υψηλές θερμοκρασίες, γιατί το άκρο του που προεξέχει μέσα στο χώρο καύσης υφίσταται τις υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν εκεί.



Εικ 2.24 Διάφορες μορφές δέσμης ψεκασμού ακροφυσίων Bosch

2.10 Σωλήνας επιστροφών

Ο σωλήνας επιστροφών επιστρέφει υπερβολική ποσότητα καυσίμου κοντά στο φίλτρο. Δύο δε είναι οι βασικοί λόγοι που βρίσκεται κοντά στο φίλτρο:

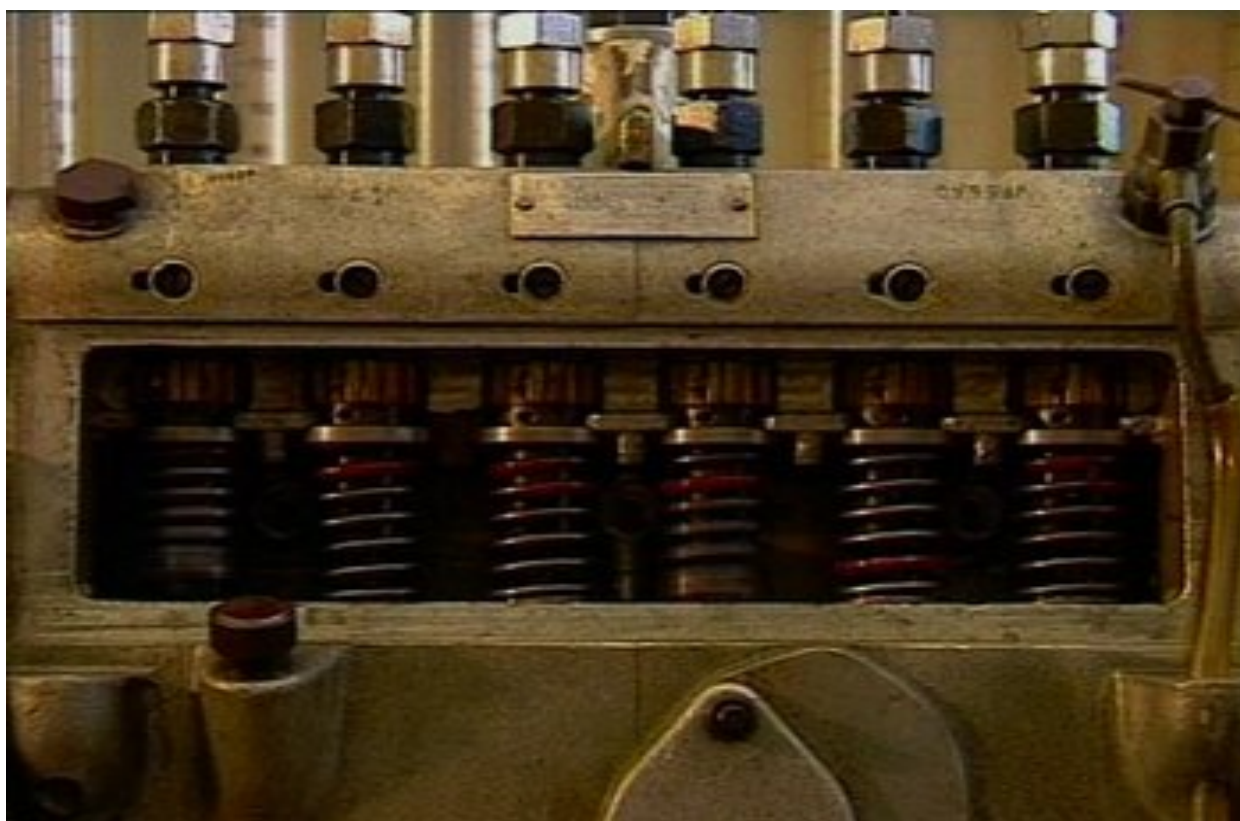
1) Το πετρέλαιο καύσιμο, όταν γίνεται νέφος μέσα στον αέρα, κατά την ώρα του ψεκασμού από το μπέκ, οξειδώνεται και μεταβάλλεται σ' ένα λεπτό καφέ υγρό το οποίο προκαλεί το κόλλημα και το φράξιμο της αντλίας και των μπέκ. Επιτρέποντας έτσι μια μικρή εισροή καυσίμου από το ρεζερβουάρ και μια μικρή ποσότητα των επιστροφών καυσίμου. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγονται τα δυσάρεστα αποτελέσματα που αναφέρθηκαν.

2) Οι επιστροφές καυσίμου, έχουν προθερμαθεί από το σύστημα τροφοδοσίας και τον κινητήρα και λιώνουν τους κρυστάλλους παραφίνης ή τον πάγο που έχει σχηματιστεί με κρύο καιρό και που μπορεί να φράξουν το σύστημα. Μια ανακουφιστική βαλβίδα που υπάρχει στη γραμμή επιστροφής θα ανοίξει σε περίπτωση που ο σωλήνας επιστροφών μέσα στο ρεζερβουάρ φράξει, επιτρέποντας έτσι στον κινητήρα να λειτουργήσει.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

3.1 Βλάβες

Οι πιο συνηθισμένες βλάβες της αντλίας εγχύσεως, τα αίτια που τις προκαλούν και οι αντίστοιχες επισκευές για τη διόρθωση τους είναι:



1) Μηδενική παροχή καυσίμου.

— Άδεια δεξαμενή καυσίμου = Γέμισμα της δεξαμενής.

— Κλειστός διακόπτης καυσίμου = Άνοιγμα του διακόπτη.

— Έμφραξη φίλτρων ή σωληνώσεων = Καθάρισμα η αντικατάσταση.

— Αέρας στο κύκλωμα = "Εξαέρωση".

2) Μικρή παροχή καυσίμου.

— Κακή ρύθμιση της διαδρομής του οδοντωτού κανόνα = Ρύθμιση της διαδρομής του.

— Μικρό άνοιγμα της βαλβίδας παροχής του στοιχείου = Αντικατάσταση του μηχανισμού της βαλβίδας παροχής.

— Κακή στεγανότητα των στοιχείων = Αντικατάσταση των στοιχείων.

3) Μεγάλη παροχή καυσίμου.

— Κακή τοποθέτηση η χαλαρή σύσφιξη της ρυθμιστικής στεφάνης των στοιχείων = Τοποθέτηση της ρυθμιστικής στεφάνης στα επισημαντικά της σημεία και σύσφιξη της βίδας στερεώσεώς της στο μετρητικό χιτώνιο.

— Μεγάλη διαδρομή του μετρητικού κανόνα = Ρύθμιση της διαδρομής.

4) Αντικανονική παροχή καυσίμου.

— Αέρας στο κύκλωμα τροφοδοσίας = Εξαέρωση.

- Σπασμένο ελατήριο της βαλβίδας παροχής του στοιχείου η παραμορφωμένη βελόνα = Αντικατάσταση.
 - Σπασμένο ελατήριο επαναφοράς του εμβόλου των στοιχείων = Αντικατάσταση του ελατηρίου.
 - Κολημένο έμβολο στοιχείου η φθαρμένο στοιχείο = Αντικατάσταση του στοιχείου.
 - Φθορά στον τροχό του ωστηρίου η στο ωστήριο κινήσεως του εμβόλου των στοιχείων = Αντικατάσταση.
 - Αντικανονική λειτουργία της αντλίας τροφοδοσίας = Έλεγχος και επισκευή.
 - Έμφραξη των φίλτρων η των σωληνώσεων του κυκλώματος = Καθάρισμα η αντικατάσταση.
 - Φθαρμένα οδοντώματα στον οδοντωτό κανόνα = Αντικατάσταση του κανόνα.
- 5) Αντικανονική έναρξη εγχύσεως των στοιχείου.
- Κακή ασφάλιση της ρυθμιστικής βίδας του στοιχείου = Ρύθμιση και σύσφιξη της βίδας συγκρατήσεως.
 - Φθορά των έκκεντρων του κεντροφόρου = Αντικατάσταση του κεντροφόρου.
- 6) Δύσκολη κίνηση του οδοντωτού κανόνα.
- Στοιχείο κολλημένο = Αντικατάσταση.
 - Δύσκολη μπλέξει των οδοντωμάτων του κανόνα από ύπαρξη ακαθαρσιών = καθάρισμα.

3.2 Έλεγχος αντλίας εκτοξεύσεως.

Η κανονική τροφοδοσία της μηχανής με καύσιμο εξαρτάται κυρίως από την καλή λειτουργία της αντλίας εγχύσεως. Η αντλία αυτή πρέπει να στέλνει ίση ποσότητα καυσίμου σε όλους τους κυλίνδρους μέσα στον κανονικό χρόνο εγχύσεως. Επίσης η γωνία εγχύσεως του καυσίμου πρέπει να είναι σταθερή και ανάλογη των στροφών, η δε διαφορά μεταξύ έναρξεως η λήξεως των διαδοχικών εγχύσεων των στοιχείων να είναι ίση με 120°, 90°, 72°, 60° ή 45°, σε μηχανές που έχουν αντίστοιχα 3, 4, 5, 6 ή 8 κυλίνδρους.

Ο χρόνος καλής λειτουργίας της αντλίας εξαρτάται κυρίως από την ποιότητα του καυσίμου, από το βαθμό καθαρισμού του καυσίμου και από τις συνθήκες λειτουργίας της μηχανής. Από διάφορες δοκιμές έχει αποδειχθεί ότι η αποδοτική λειτουργία της αντλίας υπό κανονικές συνθήκες φτάνει στα 350.000 ΚΜ ή στις 10.000 ώρες λειτουργίας. Πέρα από το όριο αυτό η απόδοση της μειώνεται, με αποτέλεσμα την ανάγκη ειδικών ελέγχων και διαφόρων ρυθμίσεων η επισκευών.

Οι διάφοροι έλεγχοι της αντλίας γίνονται σε ειδικά συνεργεία που διαθέτουν ιδιαίτερες συσκευές και κατάλληλα εργαλεία. Απαιτούν δε μεγάλη ακρίβεια και σχολαστική καθαριότητα σε κάθε μέτρηση η επέμβαση για ρύθμιση και επισκευή.

Η σειρά των ελέγχων που δίνονται παρακάτω δεν είναι καθορισμένη με ακρίβεια. Στην πράξη κάποιος από αυτούς μπορεί να παραληφθεί η να γίνει με άλλη σειρά, ανάλογα με την πείρα του τεχνίτη και τον αριθμό χιλιομέτρων του αυτοκινήτου η των ωρών λειτουργίας του μηχανήματος.

Η αντλία εκτοξεύσεως είναι συσκευή μεγάλης ακριβείας γι' αυτό και ρυθμίζεται σε ειδικά εργαστήρια εις τα οποία ελέγχεται :

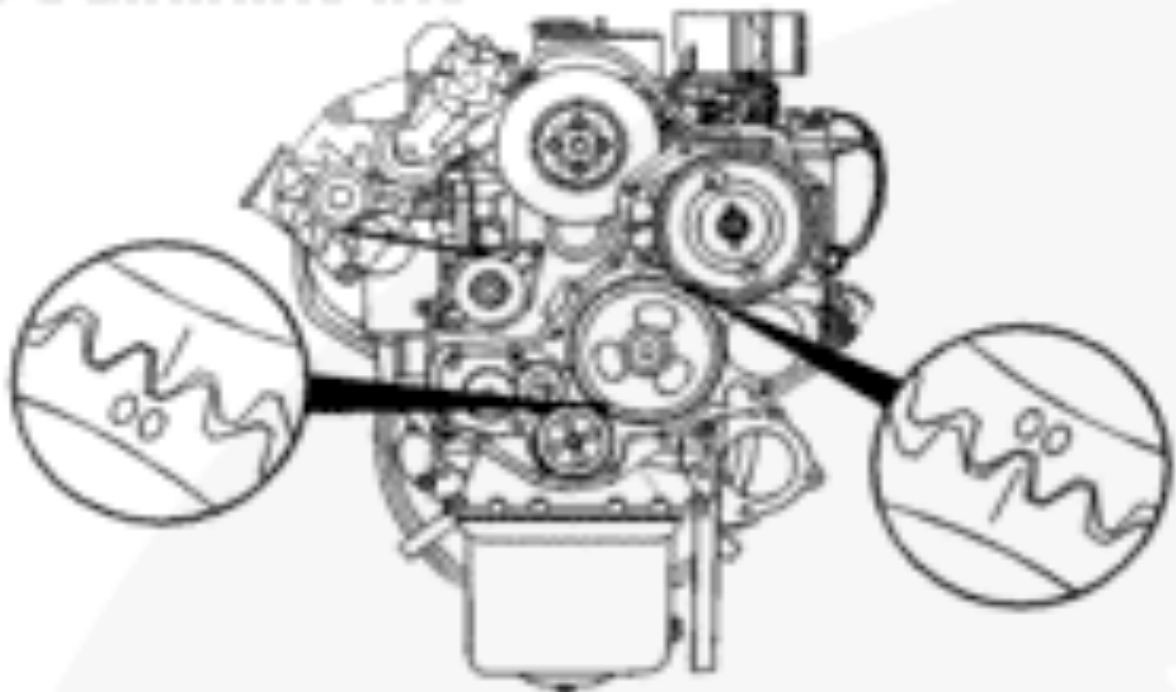
- "Αν οι βαλβίδες έχουν φθαρεί.
- "Αν τα ελατήρια διατηρούν τη δύναμη τους.
- "Αν το ζεύγος έμβολα - κύλινδροι εξακολουθούν να εφαρμόζουν σωστά.
- "Αν τα ρουλεμάν του κεντροφόρου της αντλίας έχουν φθορά.

"Αφού γίνουν οι προηγούμενοι έλεγχοι και αντικαταστούν τυχόν φθαρμένα, ακολουθεί ο ογκομετρικός έλεγχος της παρεχόμενης ποσότητας πετρελαίου από κάθε αντλία, η οποία πρέπει να είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές. Στην εικόνα βλέπουμε ένα πάγκο δοκιμής αντλιών.



Για συσχέτισμό του χρονισμού βαλβίδων και αντλίας εκτοξεύσεως πρέπει να προσέξουμε τα σημεία χρονισμού των γραναζιών του καθρέπτη. Στην εικόνα βλέπουμε τους τροχούς χρονισμού κάποιας μηχανής.

©Cummins Inc



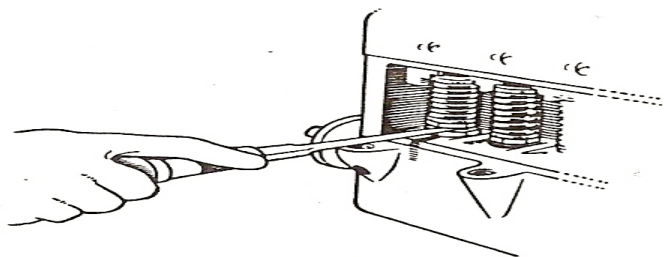
05200310

3.2.1 Πρακτικός έλεγχος.

Ο χρόνος εγχύσεως είναι η διάρκεια παροχής καυσίμου από κάθε αντλητικό στοιχείο της αντλίας. Εκφράζεται σε μοίρες κεντροφόρου της αντλίας και παριστάνεται με την ενεργή διαδρομή του εμβόλου. Η ενεργή διαδρομή του εμβόλου αρχίζει από τη στιγμή που το έμβολο καλύπτει τις θυρίδες εισαγωγής καυσίμου στον κύλινδρο του στοιχείου και τελειώνει όταν η ελικοειδής εγκοπή του εμβόλου ευθυγραμμίζεται με τη θυρίδα εξόδου του καυσίμου. Οι δύο αυτές ακραίες στιγμές αντιστοιχούν στην αρχή και στο τέλος της εγχύσεως.

Η όλη διαδικασία του πρακτικού ελέγχου είναι η ακόλουθη:

— Τοποθετείται η αντλία στην τράπεζα δοκιμών και συνδέεται στην κεφαλή κινήσεως με τέτοιο τρόπο που να μπορεί να περιστρέφεται ο κεντροφόρος της και με το χέρι. Μετά συνδέονται οι σωληνες τροφοδοσίας της με τους αντίστοιχους της τράπεζας δοκιμών.



Εικ 3.4 Κίνηση Εμβόλου του πρώτου στοιχείου.

— Φέρεται το έμβολο του πρώτου στοιχείου (σύμφωνα με τη σειρά εγχύσεως) στο κάτω νεκρό σημείο.
— Χαλαρώνεται η βίδα συγκροτήσεως της ρυθμιστικής στεφάνης και φέρεται το μετρητικό χιτώνιο του στοιχείου στην ακραία θέση της μέγιστης παροχής. Φέρεται επίσης ο οδοντωτός κανόνας στη θέση της μέγιστης παροχής και σφίγγετε η βίδα της μετρητικής στεφάνης, αφού συμπιέσουν τα σημάδια τους.

— Αναιρείται η σύνδεση από την έξοδο του πρώτου στοιχείου και το ελατήριο με τη βελόνα του μηχανισμού της βαλβίδας παροχής. Προσαρμόζεται στην έξοδο του στοιχείου ένα ειδικό ρακόρ με σωληνάκι. Μετά τις συνδέσεις αυτές, η διαδικασία του ελέγχου είναι ανάλογη με την κατασκευή της αντλίας, που μπορεί να είναι σταθερής ενάρξεως εγχύσεως η σταθερής λήξεως της εγχύσεως.

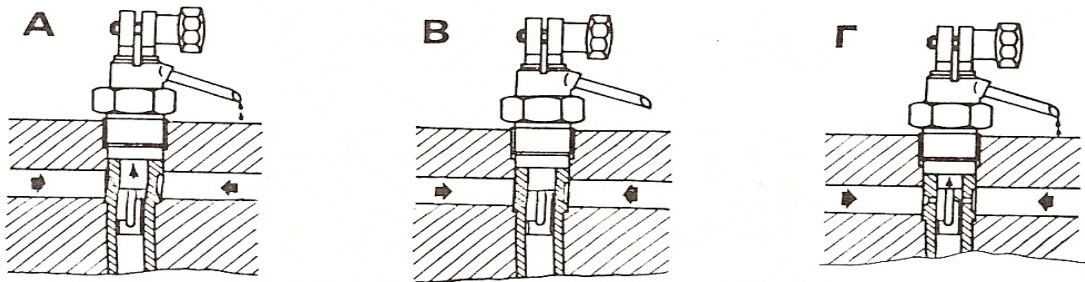
α) Έλεγχος της αντλίας με σταθερή έναρξη εγχύσεως.

Κατά την τροφοδοσία της αντλίας από την τράπεζα δοκιμών παρατηρείται έξοδος αρκετής ποσότητας καυσίμου από το σωληνάκι του ρακόρ, όταν το έμβολο του στοιχείου βρίσκεται στο ΚΝΣ. Η έξοδος αυτή καυσίμου διακόπτεται, όταν το έμβολο του στοιχείου κλείσει τις θυρίδες εισαγωγής κατά την αργή κίνηση του προς τα πάνω, από τον περιστρεφόμενο με το χέρι κεντροφόρο της αντλίας. Τη στιγμή αυτή το έμβολο βρίσκεται στην έναρξη της εγχύσεως.

Μετά την εύρεση της ενάρξεως εγχύσεως προσαρμόζεται στο ρακόρ ένας ωρολογιακός μετρητής και μηδενίζεται. Στρέφεται πλέον ο κεντροφόρος της αντλίας με το χέρι αντίθετα, μέχρι να αρχίσει κανονικά η έξοδος καυσίμου από το σωληνάκι. Στο σημείο αυτό το έμβολο του στοιχείου βρίσκεται στο ΚΝΣ. Το διάστημα που μετακινήθηκε η βελόνα του μετρητή πρέπει να είναι ίσο με την τιμή που δίνει ο κατασκευαστής της ελεγχόμενης αντλίας. "Αν το διάστημα είναι μεγαλύτερο του κανονικού πρέπει να ξεβιδωθεί η ρυθμιστική βίδα και να σηκωθεί προς τα πάνω. Αντίθετα πρέπει να βιδωθεί και να κατεβεί προς τα κάτω, όταν το διάστημα είναι μικρότερο του κανονικού.

Μετά τη μέτρηση του διαστήματος της ενάρξεως εγχύσεως από το ΚΝΣ του εμβόλου αναιρείται ο ωρολογιακός μετρητής. Φέρεται το έμβολο του στοιχείου στην έναρξη εγχύσεως και μηδενίζεται το όργανο της τράπεζας δοκιμών που μετράει σε μοίρες. Κατά την κίνηση του εμβόλου προς τα πάνω δια περιστροφής του κεντροφόρου με το χέρι, παρατηρείται στην αρχή έξοδος μικρής ποσότητας καυσίμου από το σωληνάκι του ρακόρ και μετά έξοδος κανονικής ποσότητας. Τη στιγμή αυτή το έμβολο του στοιχείου βρίσκεται στη

θέση του τέλους της εγχύσεως, η δε γωνία του οργάνου μετράει τη διάρκεια του χρόνου της εγχύσεως. Ύστερα από τη μέτρηση αυτή τελειώνει ο έλεγχος του στοιχείου, αναιρείται το ειδικό ρακόρ και τοποθετείται ο μηχανισμός της βαλβίδας παροχής στη θέση του.



Εικ 3.5 Έλεγχος της αντλίας με σταθερή έναρξη εγχύσεως.

Με τον ίδιο τρόπο μετριέται πλέον η έναρξη και η διάρκεια της εγχύσεως του δεύτερου στοιχείου της αντλίας, σύμφωνα με τη σειρά εγχύσεως. Η διαφορά της έναρξης εγχύσεως του δεύτερου στοιχείου από την έναρξη εγχύσεως του πρώτου στοιχείου η διαφορά μεταξύ του τέλους των εγχύσεών τους, πρέπει να είναι 120° , 90° , 72° ή 60° όταν η αντλία έχει αντιστοίχως 3, 4, 5 ή 6 στοιχεία. "Αν η γωνιακή αυτή διαφορά είναι μεγαλύτερη της κανονικής γωνίας βιδώνεται η ρυθμιστική βίδα, ενώ αν είναι μικρότερη ξεβιδώνεται η ρυθμιστική βίδα.

Η τυχόν απόκλιση της διάρκειας του χρόνου εγχύσεως από την αντίστοιχη τιμή του κατασκευαστή, διορθώνεται διά μετακινήσεως της ρυθμιστικής στεφάνης στο μετρητικό χιτώνιο. Αν ο χρόνος είναι μικρότερος του κανονικού η στεφάνη μετακινείται αριστερά, ενώ αν είναι μεγαλύτερος μετακινείται δεξιά. Η μετακίνηση όμως της στεφάνης γίνεται, όταν ο οδοντωτός κανόνας βρίσκεται στη θέση της μέγιστης παροχής, για την ευκολία χαλαρώσεως και συσφίξεως της βίδας στερεώσεως της στεφάνης.

Μετά τον έλεγχο του δεύτερου στοιχείου συνεχίζεται ο έλεγχος του τρίτου και των άλλων κατά σειρά εγχύσεως στοιχείων, με την ίδια διαδικασία.

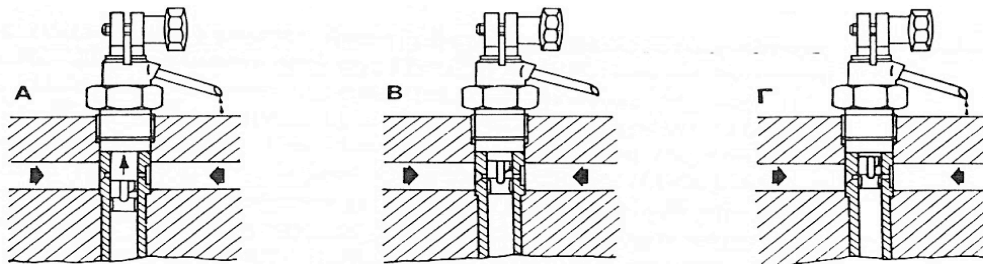
Σε πολλές αντλίες η θέση του εμβόλου του πρώτου στοιχείου στο ΚΝΣ, καθορίζεται με μία γραμμή πού βρίσκεται στη θήκη και με μία άλλη πού βρίσκεται στο άκρο του εκκεντροφόρου προς το μέρος συνδέσεως του με τον κινητήριο άξονα. Στην περίπτωση αυτή η εύρεση του ΚΝΣ δεν γίνεται με τον ωρολογιακό μετρητή άλλα με τον ταυτισμό των παραπάνω σημείων. "Αν η γραμμή του κεντροφόρου δεν φτάνει την αντίστοιχη της θήκης τότε βιδώνεται η ρυθμιστική βίδα του πρώτου στοιχείου. Αντίθετα αν η γραμμή του κεντροφόρου ξεπερνάει την αντίστοιχη της θήκης, τότε ξεβιδώνεται η ρυθμιστική βίδα. Μετά τη ρύθμιση του πρώτου στοιχείου, ο έλεγχος συνεχίζεται σύμφωνα με την παραπάνω διαδικασία.

β) Έλεγχος της αντλίας με σταθερό τέλος εγχύσεως. Στην αρχή τροφοδοσίας της αντλίας από την τράπεζα δοκιμών, πού το έμβολο του πρώτου στοιχείου βρίσκεται στο ΚΝΣ, παρατηρείται μία αρκετή έξοδος καυσίμου από το σωληνάκι του ειδικού ρακόρ. Η έξοδος αυτή καυσίμου σταματάει, όταν το έμβολο κλείνει τις θυρίδες εισόδου του κυλίνδρου, κατά την αργή κίνηση του προς τα πάνω. Τη στιγμή αυτή το έμβολο βρίσκεται στην έναρξη της εγχύσεως.

Αφού μηδενιστεί το όργανο μετρήσεως γωνιών της τράπεζας δοκιμών, στρέφεται ο κεντροφόρος της αντλίας με το χέρι σιγά-σιγά για την ανύψωση του εμβόλου στο ΑΝΣ. Κατά την αρχή της ανυψώσεώς του παρατηρείται έξοδος μικρής ποσότητας καυσίμου από το σωληνάκι του ρακόρ και αμέσως μετά έξοδος μεγαλύτερης ποσότητας. Τη στιγμή αυτή το έμβολο βρίσκεται στο τέλος της εγχύσεως, δηλαδή στο ΑΝΣ, η δε ένδειξη του οργάνου της τράπεζας μετράει τη διάρκεια εγχύσεως.

Ύστερα προσαρμόζεται στο ειδικό ρακόρ ο ωρολογιακός μετρητής και επαναλαμβάνεται η παραπάνω μέτρηση. Όταν η βελόνα του οργάνου γωνιών φτάσει σε ένδειξη ίδια της προηγούμενης μετρήσεως, τότε το έμβολο βρίσκεται στο ΑΝΣ και ο ωρολογιακός μετρητής δίνει το μήκος της διαδρομής του σε mm. Το μήκος αυτό της διαδρομής του εμβόλου πρέπει να είναι ίσο με την τιμή πού δίνεται από τον

κατασκευαστή. Αν το μήκος είναι μικρότερο ξεβιδώνεται η ρυθμιστική βίδα, ενώ αν είναι μεγαλύτερο βιδώνεται η ρυθμιστική βίδα.



Εικ 3.6 Έλεγχος της αντλίας με σταθερό τέλος εγχύσεως.

Με τη ρύθμιση της διαδρομής του εμβόλου τελειώνει ο έλεγχος του πρώτου στοιχείου και αναιρείται το ειδικό ρακόρ από την έξοδο του. Μετά τοποθετείται ο μηχανισμός της βαλβίδας στη θέση του και βιδώνεται στο άκρο η σύνδεση του. Κατά την ίδια πλέον διαδικασία ελέγχεται το δεύτερο κατά σειρά εγχύσεως στοιχείο και μετριέται το τέλος και η διάρκεια εγχύσεως του. Το τέλος όμως της εγχύσεως του δεύτερου αυτού στοιχείου πρέπει να έχει μία διαφορά φάσεως ορισμένη από το τέλος της εγχύσεως του πρώτου στοιχείου (90° ή 60° σε αντλίες με 4 ή 6 στοιχεία κλπ.). "Αν η διαφορά αυτή είναι μικρότερη της κανονικής ξεβιδώνεται η ρυθμιστική βίδα του δεύτερου στοιχείου, ενώ αν είναι μεγαλύτερη βιδώνεται η ρυθμιστική του βίδα. Σε άλλη περίπτωση πού η διάρκεια εγχύσεως του δεύτερου στοιχείου είναι μεγαλύτερη της κανονικής μετακινείται η ρυθμιστική του στεφάνη προς τη φορά της μηδενικής παροχής, ενώ αν είναι μικρότερη μετακινείται προς τη φορά της μέγιστης παροχής.

Μετά τον έλεγχο και τη ρύθμιση του δεύτερου στοιχείου της αντλίας συνεχίζεται η ίδια διαδικασία για τον έλεγχο και τη ρύθμιση των άλλων στοιχείων της, σύμφωνα με τη σειρά εγχύσεως. Στο τέλος όμως κάθε ρυθμίσεως εξετάζεται η ασφάλιση της ρυθμιστικής βίδας του στοιχείου και η καλή σύσφιξη της ρυθμιστικής στεφάνης στο μετρητικό χιτώνιο, διότι η παραμικρή χαλάρωση τους γίνεται αιτία χρονισμού της αντλίας.

Στην περίπτωση πού η θήκη και ο κεντροφόρος της αντλίας έχουν γραμμές καθορισμού του ΑΝΣ του πρώτου στοιχείου, δεν χρησιμοποιείται ο ωρολογιακός μετρητής. Οι γραμμές αυτές πρέπει να ταυτίζονται, όταν παρατηρείται έξοδος μεγάλης ποσότητας καυσίμου από το σωληνάκι του ειδικού ρακόρ. Τυχόν απόκλιση στον ταυτισμό τους διορθώνεται βιδώνοντας τη ρυθμιστική βίδα όταν το σημείο του κεντροφόρου δεν φτάνει στο σημείο της θήκης η αντίθετα ξεβιδώνοντας τη ρυθμιστική βίδα, όταν το σημείο του κεντροφόρου ξεπερνάει το αντίστοιχο σημείο της θήκης.

3.2.2 Έλεγχος του χρονισμού με υψηλή πίεση.

Ο έλεγχος του χρονισμού με υψηλή πίεση είναι όμοιος με τον προηγούμενο πρακτικό έλεγχο, από τον οποίο έχει μικρές διαφορές. Τα στοιχεία της αντλίας, πλην του πρώτου, ελέγχονται με πίεση καυσίμου 40 at περίπου, πού δίνεται από την τράπεζα δοκιμών η από ιδιαίτερη αντλία. Επίσης η έξοδος του καυσίμου από τα στοιχεία γίνεται από μικρά σωληνάκια μέσα στους γυάλινους σωλήνες της τράπεζας δοκιμών. Με τον τρόπο αυτό του ελέγχου αποφεύγεται η αφαίρεση του μηχανισμού της βαλβίδας παροχής και μειώνεται ο χρόνος εκτελέσεως του.

Η όλη σειρά των εργασιών του είναι:

— Ελέγχεται και ρυθμίζεται η έναρξη η το τέλος εγχύσεως και η διάρκεια του χρόνου εγχύσεως του πρώτου στοιχείου, με το ειδικό ρακόρ πού προσαρμόζεται στην έξοδο του, σύμφωνα με τις οδηγίες του πρακτικού ελέγχου.

— Με βάση το πρώτο στοιχείο ελέγχεται η διαφορά φάσεως της ενάρξεως ή του πέρατος της εγχύσεως και η διάρκεια εγχύσεως του δεύτερου κατά σειρά στοιχείου. Η τυχόν απόκλιση της διαφοράς εγχύσεως, διορθώνεται από τα σημεία που αναφέρονται στον πρακτικό έλεγχο.

Μετά τον έλεγχο και τη ρύθμιση του δεύτερου στοιχείου συνεχίζεται η ίδια διαδικασία στο τρίτο και στα άλλα στοιχεία σύμφωνα πάντα με τη σειρά εγχύσεως τους.



3.2.3 Έλεγχος της παροχής των στοιχείων.

Ο έλεγχος αυτός της παροχής λέγεται και μετρητικός έλεγχος. Είναι απλός και έχει σαν κύριο χαρακτηριστικό τη συγκέντρωση, τη μέτρηση και τη σύγκριση του παρεπόμενου από κάθε στοιχείο καυσίμου με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή.

Η πραγματοποίηση του απαιτεί τη διάθεση της ειδικής τράπεζας δοκιμών που έχει μετρητικούς γυάλινους σωλήνες για όλα τα στοιχεία της αντλίας. Επίσης απαιτεί τη διάθεση των στοιχείων του κατασκευαστή, με τα όποια καθορίζονται οι συνθήκες ελέγχου και δίνονται τα χαρακτηριστικά στοιχεία της ελάχιστης παροχής, της μέγιστης παροχής και των επιτρεπόμενων ανοχών.



Εικ 3.8 Τοποθέτηση της αντλίας στην τράπεζα δοκιμών.

— Φέρεται ο οδοντωτός κανόνας στη θέση της ελάχιστης παροχής και ρυθμίζονται οι στροφές της αντλίας στον ελάχιστο αριθμό που δίνει ο κατασκευαστής.

— Ρυθμίζεται ο μηχανισμός παραγγελίας εγχύσεως της τράπεζας δοκιμών στον αριθμό που δίνει ο κατασκευαστής.

— Τίθεται σε λειτουργία η αντλία και συγκεντρώνεται στους γυάλινους μετρητικούς σωλήνες το παρερχόμενο από κάθε στοιχείο καύσιμο, μέχρι να διακοπεί η λειτουργία της από το μηχανισμό παραγγελίας εγχύσεως (πολλοί ειδικευμένοι τεχνίτες μετρούν το χρόνο λειτουργίας της αντλίας).

— Σημειώνεται η ποσότητα καυσίμου κάθε γυάλινου σωλήνα με τη σειρά των στοιχείων της αντλίας και μετά αδειάζοντας όλοι, διά περιστροφής της βάσεως των σωλήνων κατά 180° ή με άλλο τρόπο.

— Μετακινείται ο οδοντωτός κανόνας στη θέση της μέγιστης παροχής και ρυθμίζονται οι στροφές κινήσεως της αντλίας, στο μέγιστο αριθμό που δίνει ο κατασκευαστής.

— Ρυθμίζεται ο μηχανισμός παραγγελίας εγχύσεως στον αριθμό που δίνει ο κατασκευαστής και τίθεται σε λειτουργία η αντλία.

— Μετά τη διακοπή λειτουργίας από το μηχανισμό παραγγελίας εγχύσεως σημειώνεται η ποσότητα που συγκεντρώθηκε στους γυάλινους σωλήνες με τη σειρά των στοιχείων.

— Με την ίδια σειρά ενεργειών μετριέται η ελάχιστη και η μέγιστη παροχή των στοιχείων της αντλίας άλλες δύο ή τρεις φορές και σημειώνονται οι ενδείξεις τους ξεχωριστά.

— Προστίθενται οι τιμές της ελάχιστης παροχής των τριών ή τεσσάρων μετρήσεων κάθε στοιχείου και διά διαιρέσεως τού αθροίσματος τους βρίσκεται η μέση τιμή παροχής του στοιχείου. Με τον ίδιο τρόπο βρίσκεται και η μέση τιμή της μέγιστης παροχής κάθε στοιχείου. Οι τιμές αυτές λέγονται πλέον *ελάχιστη* και *μέγιστη*.

— Συγκρίνονται μεταξύ τους και με τα δεδομένα του πίνακα που δίνει ο κατασκευαστής, οι τιμές της ελάχιστης και της μέγιστης παροχής των στοιχείων για την εξαγωγή συμπερασμάτων περί της καταστάσεως και της λειτουργίας της αντλίας.

Η σύγκριση των τιμών ελάχιστης και μέγιστης παροχής των στοιχείων και ο έλεγχος καταστάσεως της αντλίας γίνονται με βάση τα ακόλουθα κριτήρια: α) Όλες οι τιμές μέγιστης παροχής πρέπει να είναι ίσες μεταξύ τους και επίσης ίσες με την τιμή που δίνει ο κατασκευαστής. Σε περίπτωση που κάποια τιμή είναι διαφορετική της αντίστοιχης του κατασκευαστή, μετακινείται δεξιά ή αριστερά η ρυθμιστική στεφάνη του

αντλητικού στοιχείου για τη διόρθωση της παροχής (μεγαλύτερη τιμή = μετακίνηση της στεφάνης προς τη διεύθυνση ελάχιστης παροχής του κανόνα και μικρότερη τιμή = μετακίνηση της στεφάνης αντίθετα). Η μετακίνηση της ρυθμιστικής στεφάνης δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 2mm από το σημείο εμπλοκής της στον οδοντωτό κανόνα. Σε περίπτωση που η μετακίνηση είναι μεγαλύτερη των 2 mm απαιτείται η αντικατάσταση του στοιχείου. Ύστερα από τις τυχόν διορθώσεις των παροχών των στοιχείων πρέπει η διαφορά μεταξύ της μεγαλύτερης και της μικρότερης τιμής να είναι μέχρι $\pm 1,5\%$ της τιμής του κατασκευαστή.

β) Επίσης πρέπει όλες οι τιμές της ελάχιστης παροχής να είναι ίσες μεταξύ τους και ίσες με την τιμή του κατασκευαστή. Σε περίπτωση διαφοράς διορθώνεται η παροχή του στοιχείου από τη ρυθμιστική στεφάνη, σύμφωνα με την παραπάνω διαδικασία. Η επιτρεπόμενη διαφορά μεταξύ της μεγαλύτερης και της μικρότερης τιμής είναι μέχρι $\pm 2\%$ της τιμής του κατασκευαστή.

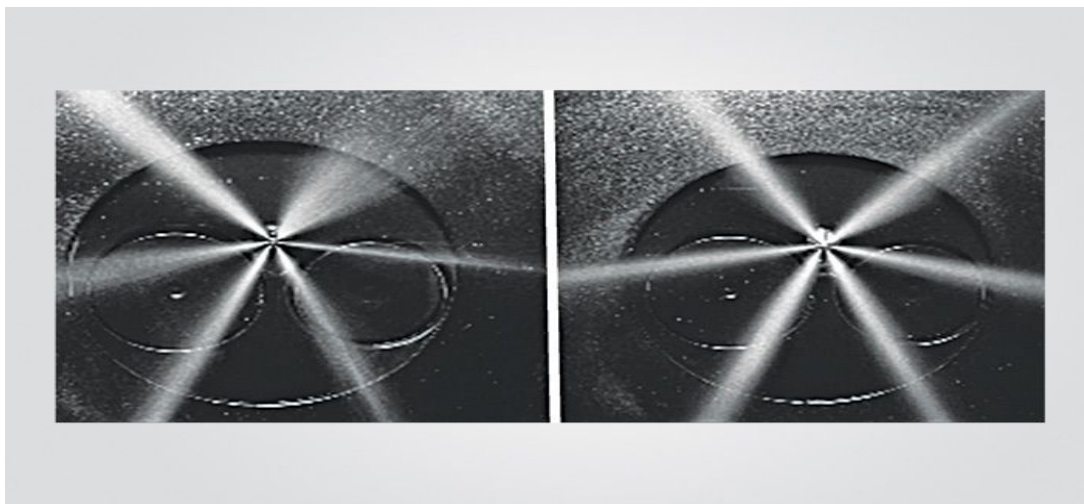
γ) Η θέση του οδοντωτού κανόνα στο μέγιστο αριθμό στροφών της αντλίας, πρέπει να είναι η καθοριζόμενη από τον κατασκευαστή, με μία ανοχή $\pm 0,2\text{mm}$. Σε αντίθετη περίπτωση ρυθμίζεται η θέση του και αν μετά τη ρύθμιση η ανοχή είναι μεγαλύτερη των $\pm 0,2\text{ mm}$, αντικαθίσταται ο οδοντωτός κανόνας.

δ) Η έναρξη εγχύσεως όλων των στοιχείων πρέπει να γίνεται αμέσως κατά την κίνηση του κανόνα από τη θέση stop προς τη θέση της μέγιστης παροχής εντός της ανοχής των 0,2 mm. "Αν παρατηρηθεί διαφορά σε κάποιο στοιχείο μετακινείται ελάχιστα δεξιά η αριστερά η ρυθμιστική στεφάνη του μετρητικού χιτωνίου του.

3.3 Έλεγχος ψεκαστών

Οι ψεκαστές πρέπει να ελέγχονται περιοδικός για να εξακριβώνεται αν διατηρείται σωστή η πίεση, στην οποία ανοίγει η βαλβίδα τους και εάν διατηρείται η ικανότητα του να εκτοξεύει το πετρέλαιο σε σωστή μορφή νέφους.

Γι' αυτή τη δουλειά χρησιμοποιούνται δοκιμαστήριο ψεκαστών, σαν αυτόν που βλέπουμε στην εικόνα. Πρόκειται για μια αντλία εκτοξεύσεως, την οποία λειτουργούμε κινώντας το χειρομοχλό. Στο μανόμετρο παρακολουθούμε την πίεση, στην οποία ανοίγει η βαλβίδα του ακροφυσίου και η όποια πρέπει να είναι σύμφωνη με τις προδιαγραφές της μηχανής (γύρω στις 120 ατμόσφαιρες 1700 p.s.i.).



B

Εικ 3.9 δοκιμαστήριο ψεκαστών

A

Ο ψεκαστήρας συνδέεται στο άκρο του σωλήνα πίεσεως. Έκτος από την πίεση παρακολουθούμε και τον κανονικό ψεκασμό του νέφους, ανάλογα με το χώρο καύσεως της μηχανής. Έτσι στην εκ βλέπουμε στο

A κανονικό ψεκασμό και στο B ελαττωματικό.

Η αυξομείωση της πίεσης ανοίγματος της βαλβίδας του ακροφυσίου γίνεται με βίδωμα ή ξεβίδωμα του ρυθμιστικού κοχλίου, ο οποίος ασφαρίζεται με το κόντρα παξιμάδι.

"Αν, με χαλαρωμένο τον κοχλία, το ακροφύσιο δεν εκτοξεύει πετρέλαιο σημαίνει ότι είναι ελαττωματικό και πρέπει να αντικαταστεί. "Αν πάλι, σφίγγοντας το ρυθμιστικό κοχλία, δεν ανεβαίνει η πίεση εκτοξεύσεως, σημαίνει ότι το ελατήριο είναι σπασμένο και θέλει αντικατάσταση.

"Αν το νέφος δεν παρουσιάζεται σε ομοιόμορφο κανονικό σχήμα ή δεν στάματα αμέσως και στάζει γύρω από την τρύπα σημαίνει ότι δεν έχουμε καλή εφαρμογή βαλβίδας - έδρας. Για αποκατάσταση της βλάβης αυτής βγάζουμε το ακροφύσιο και ξύνουμε το καρβουνίδι με ένα ξύλο ή άλλο μαλακό υλικό (ποτέ σκληρό) και το πλένουμε με βενζίνη. Το λαδώνουμε με λεπτό καθαρό λάδι (χωρίς συμριδαλοιοφή) και τρίβουμε αργά τη βαλβίδα στην έδρα της και το ξαναπλένουμε με βενζίνη.

Οι εγχυτήρες είναι εκτεθειμένοι στην υψηλή πίεση και στην υψηλή θερμοκρασία του θαλάμου καύσεως. Επίσης, θα πρέπει να παρέχουν πολύ καλή στεγανοποίηση απέναντι σε οποιαδήποτε διαρροή καυσίμου. Τα μπέκ μπορεί να λειτουργήσουν για μεγάλες χρονικές περιόδους χωρίς να συντηρηθούν. Έτσι λοιπόν, καύσιμο που έχει μολυνθεί με ξένα σωματίδια, η κακή χρήση και οι μηχανικές καταπονήσεις ελαττώνουν τη διάρκεια ζωής του εγχυτήρα και επισπεύδουν την επισκευή αν μπορεί αυτή να γίνει. Για το λόγο αυτόν, είναι σημαντική η επισκευή και η συντήρηση και ο έλεγχος του εγχυτήρα.

3.3.1 Αφαίρεση του Εγχυτήρα

Η σκόνη είναι ο κύριος εχθρός του κινητήρα, πριν την αφαίρεση οποιουδήποτε εγχυτήρα θα πρέπει να βεβαιώνετε ότι καθαρίσατε τις συνδέσεις του συστήματος τροφοδοσίας πολύ καλά. Το ίδιο θα πρέπει να γίνεται και γύρω από την περιοχή που είναι βιδωμένα τα μπέκ.

1. Αφαιρέστε προσεκτικά τις γραμμές ψεκασμού. Χρησιμοποιήστε τα κατάλληλα κλειδιά για να αναιρέσετε τις συνδέσεις στο πίσω μέρος του εγχυτήρα.

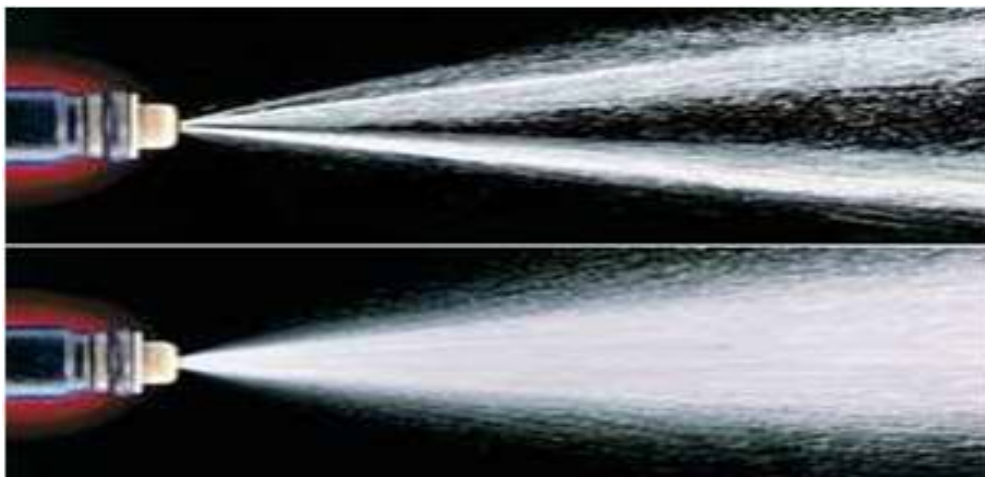
ΠΡΟΣΟΧΗ: Οι ατμοί (νέφος σταγονιδίων) του πετρελαίου είναι εύφλεκτοι.

2. Αφαιρέστε τον εγχυτήρα (μπέκ). Χρησιμοποιήστε τον ειδικό εξολκέα για το συγκεκριμένο τύπο εγχυτήρα (αν απαιτείται όπως στην περίπτωση του εγχυτήρα μορφής μολυβιού. Αν δε χρησιμοποιηθεί ο κατάλληλος εξολκέας, τότε το μπέκ θα καταπονηθεί μηχανικά και μπορεί να υποστεί ζημιά.

3. Πάντα να καλύπτετε τον εγχυτήρα και τις γραμμές καυσίμου ώστε να αποτρέπεται η είσοδος σκόνης.

4. Αυτή τη χρονική στιγμή, αναιρέστε τη ροδέλα στεγανοποίησης ή την ασπίδα θερμότητας.

A



B

Στην εικόνα βλέπουμε στο B κανονικό ψεκασμό και στο A ελαττωματικό.

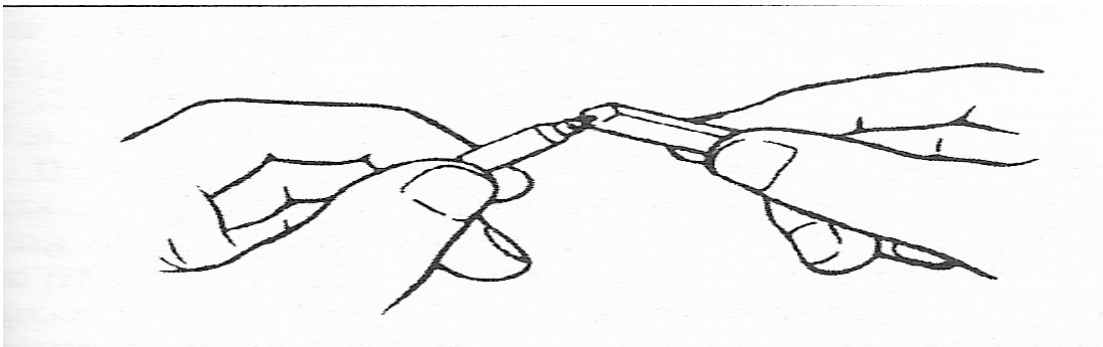
Εκτελούνται δύο ακόμη έλεγχοι στα μπέκ και αυτοί είναι ο έλεγχος χτυπήματος και ο έλεγχος του επιστρεφόμενου καυσίμου. Χτύπημα είναι ο θόρυβος που δημιουργείται καθώς ανοιγοκλείνει η βελόνα στην έδρα της, ο θόρυβος αυτός δείχνει το τζόγο που μπορεί να υπάρχει στο εσωτερικό του εγχυτήρα ή ακόμη και

τη φθορά των κινητών μερών αυτού. Ο έλεγχος επιστροφών καθορίζει την ποσότητα του καυσίμου που διαρρέει τη βαλβίδα του εγχυτήρα και καταλήγει στο ρεζερβουάρ. Ο έλεγχος αυτός εξασφαλίζει τη σωστή ψύξη και λίπανση.

3.3.2 Καθαρισμός Μπέκ

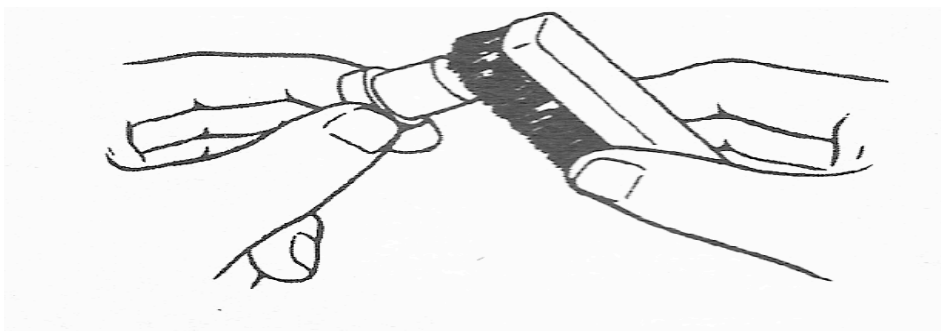
Υπάρχουν μερικά μέτρα προφύλαξης που θα πρέπει να λαμβάνονται σ' όλα τα είδη των εγχυτήρων. Πρώτο, ποτέ μην εναλλάσσετε εξαρτήματα μεταξύ των εγχυτήρων. Τα διάφορα εξαρτήματα έχουν τις δικές τους ανοχές για το κάθε ένα από τα μπέκ και μπορεί να προκληθεί λάθος συναρμογή κατά τη συναρμολόγηση. Δεύτερον, ποτέ μη χρησιμοποιείτε συρματόβουρτσες ή ξύστρες στο άκρο του εγχυτήρα ή σε οποιοδήποτε σημείο. Τρίτον, είναι απαραίτητο να καθαριστεί καλά η περιοχή γύρω από το μπέκ. (Σημείωση: μην αγγίζετε τις επιφάνειες του εγχυτήρα με τα δάχτυλα σας. Τα οξείδια και η σκόνη που υπάρχουν στα δάχτυλα σας μπορεί να προκαλέσουν οξειδώσεις).

Βεβαιωθείτε ότι ακολουθείτε σωστά τις οδηγίες του κατασκευαστή για αποσυναρμολόγηση του εγχυτήρα. Η μέθοδος καθαρισμού του εγχυτήρα ακολουθεί παρακάτω και απαιτεί τα εξής:

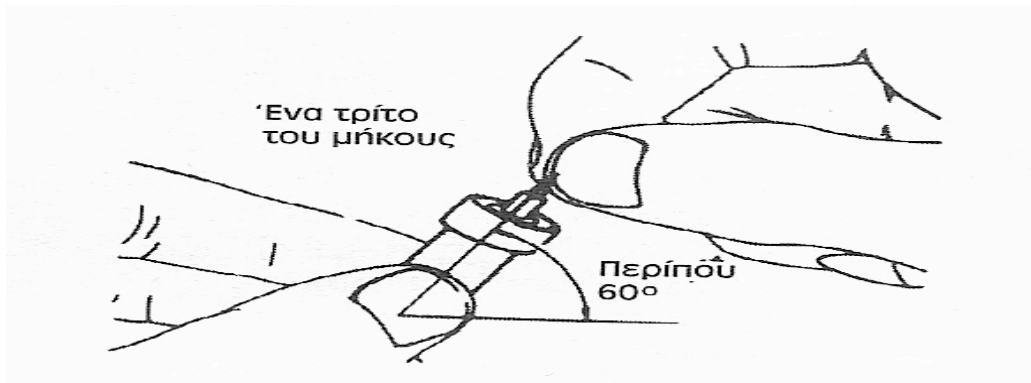


Εικ 3.12 Καθαρισμός βελόνας εγχυτήρα

- ένα μικρό τεμάχιο ξύλου (σπιρτόξυλο)
- μια συρματόβουρτσα με μαλακά συρματίδια (κράμα χαλκού)
- καθαρό καύσιμο (πετρέλαιο)



Εικ 3.13 Καθαρισμός σώματος εγχυτήρων.



Εικ 3.14 Η βελόνα πέφτει ελεύθερα μέσα στον εγχυτήρα.

Καθαρίστε τον εγχυτήρα ακολουθώντας τις παρακάτω διαδικασίες:

1. Αναιρέστε τις επικαθήσεις του άνθρακα από το άκρο του εγχυτήρα μ' ένα σπирτόξυλο.
 2. Αναιρέστε τις επικαθήσεις του άνθρακα από το εξωτερικό του σώματος του εγχυτήρα με τη μαλακή συρματόβουρτσα.
 3. Επιθεωρήστε την έδρα του σώματος του μπέκ για φθορές και οξειδώσεις. Αν παρουσιαστεί κάτι τέτοιο, αντικαταστήστε τον εγχυτήρα.
 4. Εκτελέστε τον έλεγχο πτώσης της βελόνας μέσα στον εγχυτήρα ακολουθώντας τα παρακάτω:
 - α. Καθαρίστε τον εγχυτήρα με καθαρό πετρέλαιο. (Μην αγγίζετε τις επιφάνειες του εγχυτήρα με τα δάχτυλα σας).
 - β. Δώστε μια κλίση στο σώμα του εγχυτήρα 60 μοιρών περίπου και τραβήξτε τη βελόνα προς τα έξω στο ένα τρίτο του μήκους.
 - γ. Όταν απελευθερώσετε τη βελόνα θα πρέπει να πέσει (προς τα κάτω) ομαλά μέσα στον εγχυτήρα από το ίδιο της το βάρος.
 - δ. Επαναλάβετε αυτόν τον έλεγχο περιστρέφοντας ελαφρά κάθε φορά τη βελόνα.
 - ε. Αν η βελόνα δεν πέφτει ελεύθερα, αντικαταστήστε τον εγχυτήρα.
- Άλλη μία μέθοδος καθαρισμού χρησιμοποιεί για καθαρισμό υπερήχους. Ακολουθήστε τις οδηγίες του κατασκευαστή για τη συγκεκριμένη μέθοδο καθαρισμού. Πάντα να ελέγχετε τους εγχυτήρες μετά τον καθαρισμό τους.
1. Βεβαιωθείτε ότι η βελόνα και η έδρα της είναι καθαρές. Οι επικαθήσεις άνθρακα και η σκόνη μπορούν να προκαλέσουν αντικανονική δράση και σοβαρή ζημιά.
 2. Όταν τοποθετείτε τον εγχυτήρα, πάντα θα αντικαθιστάτε το στεγανοποιητικό δακτύλιο ή την ασπίδα θερμότητας. Αυτό αποτρέπει τις απώλειες συμπίεσης.
 3. Σφίξτε με τη ροπή που προτείνει ο κατασκευαστής στο εγχειρίδιο του.
 4. Τοποθετήστε τις γραμμές και ασφαλίστε τες.
 5. θέστε σε λειτουργία τον κινητήρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΞΕΛΙΞΗ (Common Rail)

4.1 Γενικά

Η επανάσταση στους κινητήρες diesel ήρθε τα τελευταία χρόνια με μια σειρά νέων σχεδιάσεων, που συνδυάζουν καλύτερες επιδόσεις και μεγαλύτερη οικονομία.

Οι απαιτήσεις από τους πετρελαιοκινητήρες νέας γενιάς αυξάνουν συνεχώς. Οι σημερινοί επαγγελματίες αυτοκινητιστές ζητούν όλο και περισσότερη οικονομία στα καύσιμα και υψηλότερα επίπεδα άνεσης, ενώ η νομοθεσία απαιτεί χαμηλότερα επίπεδα εκπομπής ρύπων. Τα τελευταία χρόνια, η απάντηση στις απαιτήσεις αυτές από την αυτοκινητοβιομηχανία ήταν τα ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα ψεκασμού πετρελαίου που μπορούν να εξασφαλίζουν:

- υψηλότερη πίεση ψεκασμού
- ακριβέστερη δοσομέτρηση καυσίμου
- μεταβαλλόμενο αβάνς, ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας.

Η ανάγκη για χαμηλότερα επίπεδα εκπομπής ρύπων οδήγησε στην εφαρμογή δυνατοτήτων της ηλεκτρονικής και στους πετρελαιοκινητήρες.

Σε πρώτη φάση υπήρξε έλεγχος της ποσότητας των καυσαερίων για ανακύκλωση. Η διάταξη αυτή είχε σαν αποτέλεσμα τον περιορισμό των εκπεμπόμενων οξειδίων του αζώτου, όπως και στους βενζινοκινητήρες. Αργότερα υπήρξε δυνατότητα μεταβολής του αβάνς σε συγκεκριμένες περιπτώσεις, όπως στο μερικό φορτίο ή την ψυχρή εκκίνηση με αποτέλεσμα το περιορισμό της δημιουργίας του μαύρου καπνού στην. εξάτμιση που για πολλά χρόνια συνόδευε του πετρελαιοκινητήρες.

Σήμερα οι σύγχρονες αντλίες ψεκασμού διαθέτουν ηλεκτρονικές μονάδες που παρεμβαίνουν και στην ψεκασμένη ποσότητα πετρελαίου και μάλιστα σε συνδυασμό με το ποσοστό των ανακυκλωμένων καυσαερίων που μερικές φορές φτάνει μέχρι και στο 50% των εκπεμπόμενων. Το πεντάλ του γκαζιού πλέον δεν ελέγχει την παροχή του πετρελαίου αλλά ένα ποτενσιόμετρο που πληροφορεί την ηλεκτρονική μονάδα για την πρόθεση του οδηγού. Τα υπόλοιπα τα αναλαμβάνει μία ηλεκτρονική μονάδα.

Το παρακάτω υλικό αναφέρεται στην έκδοση της 1ης γενιάς της Bosch. Το σύστημα αυτό καλύπτει τα μοντέλα με επίπεδο εκπομπών ρύπων EURO III.

4.2 Common Rail

Το σύστημα Common Rail αποτελεί την τελευταία εξέλιξη των συστημάτων τροφοδοσίας στους πετρελαιοκινητήρες.

Στο σύστημα αυτό η ενεργοποίηση των μπέκ γίνεται με ηλεκτρικό σήμα, όπως γίνεται και με τα μπέκ των βενζινοκινητήρων. Έτσι η πίεση και η ποσότητα του εικαζόμενου καυσίμου μπορούν να καθορίζονται ανεξάρτητα η μία από την άλλη.

Στο σύστημα common rail υπάρχουν δύο αντλίες, μία χαμηλής πίεσης για αύξηση της παροχής και μία υψηλής πίεσης.

Το πετρέλαιο από την αντλία υψηλής πίεσης οδηγείται στον συλλέκτη με πίεση περίπου 1600 ατμοσφαιρών. Το σύστημα έχει την δυνατότητα να μετρά την πίεση του πετρελαίου στον συλλέκτη ώστε να προσαρμόζει τον χρόνο που θα μείνει ανοικτό το μπέκ ανάλογα με αυτή την πίεση.

Ο συνδυασμός υψηλής πίεσης με περιορισμένη διάρκεια που μένει ανοικτό το μπέκ, έχει σαν αποτέλεσμα την βελτιστοποίηση της δέσμης ψεκασμού και της καλύτερης καύσης σε τελική ανάλυση.

Υπάρχει δυνατότητα προψεκασμού μικρής ποσότητας καυσίμου, με αποτέλεσμα την αύξηση της συμπίεσης και τον περιορισμό της φάσης της καθυστέρησης έναυσης. Η ανεξέλεγκτη καύση περιορίζεται, όπως επίσης και το χαρακτηριστικό κροτάλισμα, ενώ η απόδοση του κινητήρα βελτιώνεται.

Παράλληλα περιορίζεται και η καταπόνηση των εξαρτημάτων του κινητήρα από κρουστικά φορτία.

Συστήματα common rail κατασκευάζονται από πολλές εταιρείες και υπάρχει μία διαρκής εξέλιξη στον τομέα αυτό. Τα αναφερόμενα εδώ καλύπτουν την 2η γενιά της Bosch.

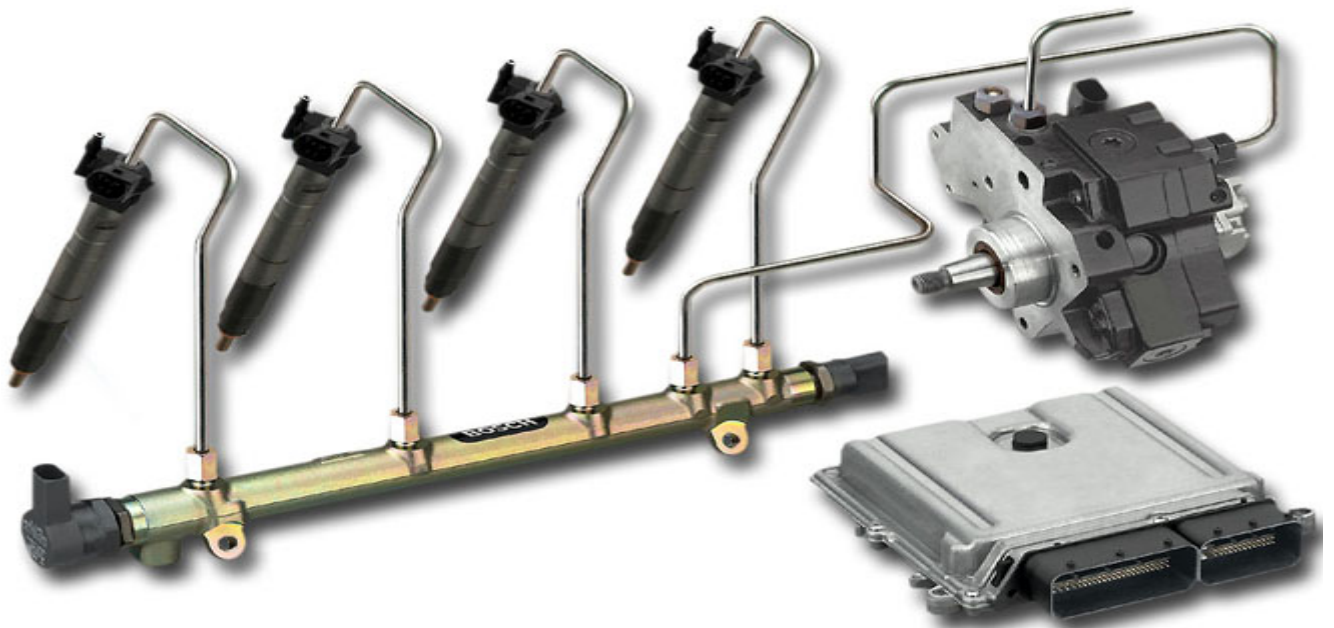
Τα πλεονεκτήματα του συστήματος common σε σχέση με τα προηγούμενα συνοψίζονται σε: χαμηλότερα όρια εκπομπής ρύπων, χαμηλότερος θόρυβος λειτουργίας, μικρότερη κατανάλωση πετρελαίου.



Το σύστημα Common Rail προσαρμόζεται εύκολα σε κάθε κινητήρα, αφού δεν απαιτεί ιδιαίτερες διατάξεις χρονισμού. Τα κύρια εξαρτήματα του είναι:

- ο διακλαδωτήρας υψηλής πίεσης στα μπέκ -ο ρυθμιστής πίεσης
- ο αισθητήρας πίεσης
- η αντλία υψηλής πίεσης
- οι εγχυτήρες (μπέκ)
- το φίλτρο καυσίμου
- η ηλεκτρονική μονάδα με τους αντίστοιχους αισθητήρες

Στην πράξη, μία τροφοδοτική αντλία αναρροφά καύσιμο από το ρεζερβουάρ και το οδηγεί στην αντλία πίεσης. Η αντλία πίεσης οδηγεί το καύσιμο προς τον συλλέκτη, η διακλαδωτήρα των μπέκ (Rail), ο οποίος παίζει και ρόλο συσσωρευτή. Η πίεση εδώ φτάνει στα 1500 bar περίπου. Στη συνέχεια, τα μπέκ ψεκάζουν στον θάλαμο καύσης την ποσότητα καυσίμου που καθορίζει η ηλεκτρονική μονάδα (εγκέφαλος).



Τα μπέκ, ένα για κάθε κύλινδρο, είναι ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες που ανοίγουν και κλείνουν με ηλεκτρικό σήμα από την ηλεκτρονική μονάδα. Η υψηλότερη πίεση ψεκασμού εξασφαλίζει ότι το πετρέλαιο θα διασκορπιστεί σε σταγονίδια μικρότερης διαμέτρου. Τα μικρότερα σταγονίδια διανέμονται καλύτερα μέσα στον θάλαμο καύσης ενώ παράλληλα η διαδικασία της καύσης ξεκινά ευκολότερα. Το αποτέλεσμα φαίνεται κύρια στους ρύπους, όπου μειώνονται ταυτόχρονα:

- άκαυτοι υδρογονάνθρακες
- μονοξείδιο του άνθρακα
- σωματίδια αιθάλης.

Παράλληλα, η καλύτερη καύση εγγυάται χαμηλότερη κατανάλωση και ομαλότερη λειτουργία.

4.3 Αντλία υψηλής πίεσης

Στο σύστημα Common Rail η παραγωγή πίεσης και ο ψεκασμός καυσίμου αποσυνδέονται μεταξύ τους.

Η αντλία υψηλής πίεσης αναρροφά πετρέλαιο από το ρεζερβουάρ με την βοήθεια μιας τροφοδοτικής αντλίας και το στέλνει υπό πίεση στον συλλέκτη.

Η τροφοδοτική αντλία είναι πτερυγιοφόρος, ενσωματωμένη στην αντλία υψηλής πίεσης, και παίρνει κίνηση από τον κινητήριό άξονα.

Από την τροφοδοτική αντλία το πετρέλαιο περνά στο τμήμα υψηλής πίεσης μέσω μιας οπής τροφοδοσίας. Στην οπή αυτή βρίσκεται η βαλβίδα μέτρησης παροχής καυσίμου. Πρόκειται για μία ηλεκτροβαλβίδα που ενεργοποιείται από την ηλεκτρονική μονάδα και ρυθμίζει την οπή τροφοδοσίας. Ρυθμίζει την ποσότητα καυσίμου που οδηγείται προς την αντλία υψηλής πίεσης.

Το κύκλωμα επιστροφής παίζει σημαντικό ρόλο στην αντλία υψηλής πίεσης:

1. Ψύχει και λιπαίνει την αντλία υψηλής πίεσης μέσω της εσωτερικής επιστροφής του καυσίμου στο ρεζερβουάρ.
2. Επιστρέφει το πλεονάζον καύσιμο.

Η υψηλή πίεση σχηματίζεται στον θάλαμο υψηλής πίεσης. Εδώ υπάρχουν ακτινικά διατεταγμένα ακτινικά έμβολα και ανεπίστροφες βαλβίδες. Η κίνηση στα έμβολα δίδεται από ένα δακτυλίδι με ενσωματωμένα έκκεντρα, το οποίο αποτελεί τμήμα του κινητήριου άξονα.

4.4 Τα μπέκ

Τα μπέκ είναι ηλεκτρομηχανικές βαλβίδες, που ενεργοποιούνται ηλεκτρικά από σήμα που ελέγχει η ηλεκτρονική μονάδα. Σε κάθε μπέκ διακρίνουμε τρία σημεία:

1. Το ακροφύσιο ψεκασμού,
2. Το υδραυλικό σερβοσύστημα, και
3. Την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα.

Χάρη στο χαμηλό βάρος των μετακινούμενων εξαρτημάτων τους, έχουν εξαιρετική απόκριση (περίπου 0,3 χιλιοστά του δευτερολέπτου), γεγονός που εξασφαλίζει πως η ψεκαζόμενη ποσότητα καυσίμου είναι πάντοτε αυτή που χρειάζεται ο κινητήρας, με αποτέλεσμα την μείωση της κατανάλωσης, του θορύβου και των εκπομπών οξειδίων του αζώτου. Στο σύστημα Common Rail η πίεση του πετρελαίου στα μπέκ είναι ανεξάρτητη από τις στροφές της μηχανής ή το φορτίο της. Σε κάποια συστήματα χρησιμοποιούνται πιεζοηλεκτρικά μπέκ με ακόμη καλύτερα χαρακτηριστικά.

Τα μπέκ συνήθως ψεκάζουν δύο φορές σε κάθε κύκλο λειτουργίας. Εκτός από τον κυρίως ψεκασμό υπάρχει και ένας προκαταρκτικός ψεκασμός, που βοηθά την διαδικασία της καύσης.

4.4.1 Το ηλεκτρονικό κύκλωμα

Το ηλεκτρονικό κύκλωμα του συστήματος δεν διαφέρει σημαντικά από αυτό ενός σύγχρονου βενζινοκινητήρα. Μία ηλεκτρονική μονάδα παίρνει πληροφορίες από διάφορους αισθητήρες, τις επεξεργάζεται και ελέγχει όλες τις διαδικασίες που είναι απαραίτητες για τον έλεγχο της διαχείρισης του κινητήρα. Ανάλογα με την πρόθεση του οδηγού και την κατάσταση του κινητήρα και του περιβάλλοντος, υπολογίζει και ελέγχει κατά βάση:

- την ποσότητα και τον χρονισμό ψεκασμού του καυσίμου
- το σύστημα επανακυκλοφορίας των καυσαερίων (EGR)
- το σύστημα προθέρμανσης
- το σύστημα ακινητοποίησης (immobilizer)

Ακόμα, ανάλογα με το μοντέλο, μπορεί να ελέγχει και άλλες λειτουργίες όπως τους ανεμιστήρες ψύξης, τον έλεγχο του κλιματισμού, τον εναλλακτήρα έξυπνης φόρτισης (SMART CHARGE) κ.ο.κ.

Την πρόθεση του οδηγού την αντιλαμβάνεται από ένα ποτενσιόμετρο που μετρά την γωνιακή θέση της πεταλούδας του γκαζιού. Μην περιμένετε να βρείτε συρματόσχοινο κάτω από το γκάζι.

Την ποσότητα του αέρα που κατευθύνεται προς τους κυλίνδρους την μετρά ένας αισθητήρας μάζας αέρα με διόρθωση για την θερμοκρασία του αέρα.

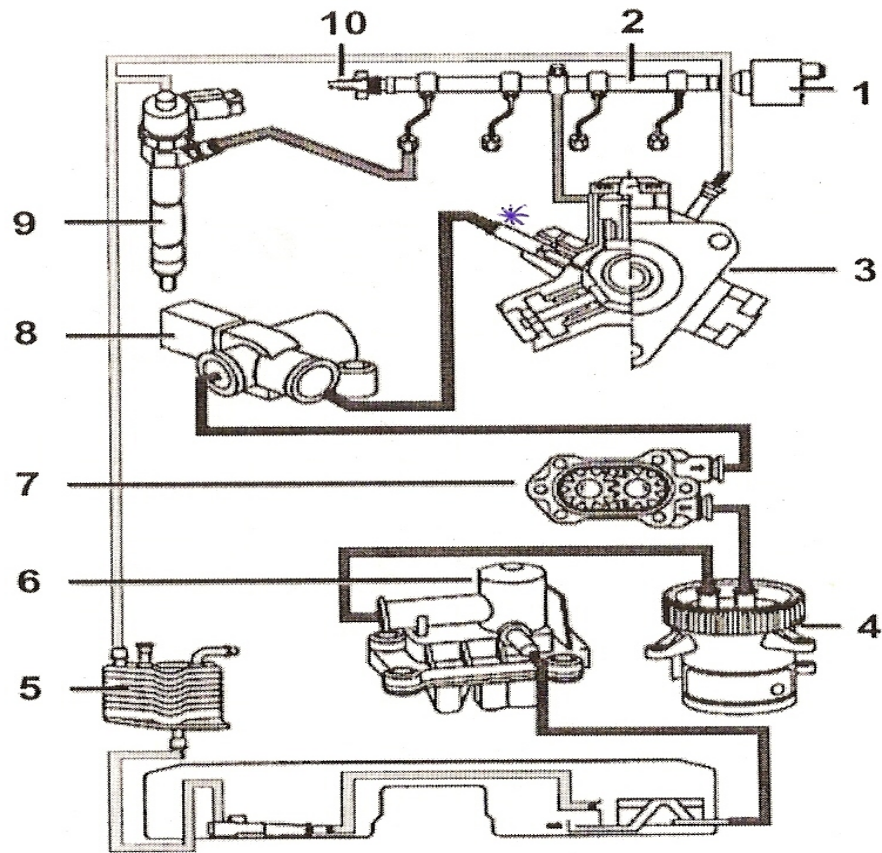
Την ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα την αναγνωρίζει ένας αισθητήρας στροφών και ΑΝΣ που βρίσκεται στο βολάν ή την τροχαλία του στροφάλου. Ένας αντίστοιχος αισθητήρας στον κεντροφόρο βοηθά στον εντοπισμό του 1^{ου} κυλίνδρου και τον χρονισμό του συστήματος γενικότερα.

Εκτός από αυτούς τους βασικούς αισθητήρες υπάρχουν και άλλοι όπως:

- ο αισθητήρας που πληροφορεί για την θερμοκρασία της μηχανής
- ο αισθητήρας πίεσης καυσίμου
- ο αισθητήρας θερμοκρασίας καυσίμου
- ο αισθητήρας βαρομετρικής πίεσης
- ο αισθητήρας ταχύτητας του αυτοκινήτου
- ο διακόπτης του πεντάλ του φρένου
- ο διακόπτης του πεντάλ του συμπλέκτη, κλπ,

Ο βασικός υπολογισμός που καλείται να πραγματοποιήσει η μονάδα είναι ο χρόνος που θα αρχίσει το μπέκ να ψεκάει και η χρονική διάρκεια που θα μείνει αυτό ανοικτό.

4.5 Κύκλωμα τροφοδοσίας καυσίμου χαμηλής πίεσης MB



- 1 = Βαλβίδα ελέγχου πίεσης
- 2 = Κοινός αγωγός
- 3 = Αντλία υψηλής πίεσης
- 4 = Φίλτρο καυσίμου
- 5 = Ψύκτης καυσίμου
- 6 = Προθέρμανση καυσίμου
- 7 = Βοηθητική αντλία καυσίμου,
- 8 = Βαλβίδα stop
- 9 = Ιντζέκτορες
- 10= Αισθητήρας πίεσης του κοινού αγωγού

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η εξοικονόμηση ενέργειας είναι αναμφίβολα ο ταχύτερος, ο οικονομικότερος και ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για μείωση της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα καθώς και για μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα εξαιτίας της χρήσης τους. Το σκεπτικό της εξοικονόμησης ενέργειας βασίζεται στην προσπάθεια για εξεύρεση τρόπων που θα μειώσουν την κατανάλωση ενέργειας και θα βελτιώσουν την ενεργειακή απόδοση του εξοπλισμού που καταναλώνει ενέργεια, χωρίς να επηρεάζονται οι συνθήκες άνεσης των χρηστών. Με το τρόπο αυτό επιτυγχάνεται μείωση της ζήτησης ενέργειας και συνεπώς μείωση της κατανάλωσης καυσίμων.

Γιατί πρέπει να εξοικονομώ ενέργεια ;

Επειδή έτσι....

- *Μειώνω την κατανάλωση των ορυκτών καυσίμων που είναι μη ανανεώσιμα και τείνουν να εξαντληθούν.*
- *Βοηθώ στην προσπάθεια της χώρας μου να μειώσει τις εισαγωγές καυσίμων και να εξαρτάται λιγότερο από αυτά.*
- *Μειώνω τη ρύπανση του περιβάλλοντος.*
- *Προστατεύω τη δική μου υγεία και την υγεία των ανθρώπων που αγαπώ.*
- *Πληρώνω λιγότερα χρήματα για την ενέργεια που χρησιμοποιώ και δεν κάνω άσκοπες σπατάλες.*



Το πετρέλαιο έχει περισσότερη ενέργεια ανά λίτρο από ότι η βενζίνη με αποτέλεσμα η καύση του να παρέχει οικονομία στο καύσιμο. Ο πετρελαιοκινητήρας μετατρέπει τη θερμική ενέργεια που έχει το καύσιμο σε μηχανική ενέργεια. Όσο υψηλότερη θερμική ενέργεια περιέχει το καύσιμο, τόσο περισσότερη ενέργεια απελευθερώνεται. Ο κινητήρας που τροφοδοτείται με το καύσιμο που περιέχει υψηλότερη θερμική ικανότητα θα είναι πιο οικονομικός, γιατί θα παράγει την ίδια ισχύ με λιγότερο καύσιμο. Στα ψύχρα κλίματα

τα μείγματα καυσίμων έχουν χαμηλότερη θερμική ικανότητα, με αποτέλεσμα να μην είναι τόσο οικονομική η λειτουργία του κινητήρα.

Τα βασικά πλεονεκτήματα του πετρελαιοκινητήρα είναι η χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου, μεγαλύτερη θερμική απόδοση, η μικρότερη επικινδυνότητα πυρκαγιάς ή έκρηξης, η ανθεκτικότητα του και οι χαμηλές εκπομπές ρύπων οι σύγχρονοι πετρελαιοκινητήρες

Οι τρεις πρωταρχικοί παράγοντες για τους πετρελαιοκινητήρες είναι:

- αναλογία αέρα/καυσίμου
- σχέση συμπίεσης
- χαμηλές απώλειες αναρροφήσεως

Η αναλογία αέρα/καυσίμου είναι η απαιτούμενη ποσότητα του αέρα και του καυσίμου που χρειάζεται για να παραχθεί καλή καύση. Στους βενζινοκινητήρες η αναλογία αυτή κυμαίνεται από 13:1 στο ρελαντί έως 17:1 σε λειτουργία ελαφριάς πορείας αναλογία αέρα/καυσίμου μεταβάλλεται από 100:1 στο ρελαντί έως 20:1 στην επιτάχυνση. Πάντα απαιτείται να ψεκάζεται η σωστή ποσότητα καυσίμου μέσα στον κύλινδρο.

Σχέση συμπίεσης είναι η σύγκριση μεταξύ του όγκου του κυλίνδρου, όταν το έμβολο είναι στο Κάτω Νεκρό Σημείο και του όγκου του κυλίνδρου, όταν το έμβολο είναι στο Άνω Νεκρό Σημείο. Ο τύπος υπολογισμού της σχέσης αυτής είναι:

$$\frac{\text{όγκος στο ΚΝΣ} + \text{όγκος στο ΑΝΣ}}{\text{όγκος στο ΑΝΣ}} = \text{σχέση συμπίεσης}$$

Σήμερα οι βενζινοκινητήρες έχουν κατά μέσο όρο μια σχέση συμπίεσης 9:1. Οι τιμές για τους πετρελαιοκινητήρες κυμαίνονται από 15:1 έως 23:1. Οι σχέσεις συμπίεσης για τους μικρούς και πολύστροφους πετρελαιοκινητήρες κυμαίνονται από 17:1 έως 23:1. Όσο υψηλότερη είναι η σχέση συμπίεσης τόσο πιο αποδοτικός είναι ο κινητήρας και παράγεται περισσότερη ενέργεια από το καύσιμο.



Απώλειες αναρροφήσεως είναι η τιμή της ενέργειας που δαπανάται για την αναρρόφηση του αέρα εισαγωγής μέσα στους κυλίνδρους αλλά και της ενέργειας που δαπανάται για την εξαγωγή των καυσαερίων. Οι βενζινοκινητήρες διαθέτουν πεταλούδα γκαζιού (επιταχυντήρα) ενώ οι πετρελαιοκινητήρες όχι. Όσο μεγαλύτερη είναι η παρεμπόδιση (κλειστή πεταλούδα ή μισάνοιχτη) τόσο μικρότερη είναι η απόδοση του κινητήρα, επειδή ακριβώς υπάρχει παρεμπόδιση στην αναρρόφηση του αέρα εισαγωγής. Οι πετρελαιοκινητήρες δεν χάνουν ενέργεια από την πολλαπλή εισαγωγή αφού δεν υπάρχει πεταλούδα γκαζιού, έτσι, οι απώλειες αναρροφήσεως στους πετρελαιοκινητήρες είναι ασήμαντες αφού δεν υπάρχει περιορισμός στην εισαγωγή του αέρα. Σε σύγκριση με το βενζινοκινητήρα, ο πετρελαιοκινητήρας μπορεί να είναι περισσότερο αποδοτικός κατά 40% με 50% στο ρελαντί και στην επιβράδυνση. Επίσης πολύ λίγο ή και καθόλου καύσιμο μπορεί να ψεκάζεται μέσα στον κύλινδρο, κάτω από αυτές τις συνθήκες.

Οι πολύ χαμηλές απώλειες αναρροφήσεως, οι φτωχές αναλογίες καυσίμου μίγματος και οι υψηλές σχέσεις συμπίεσης βοηθούν να καταστήσουν τον πετρελαιοκινητήρα θερμικά πιο αποδοτικό. Αυτό απλά σημαίνει ότι γίνεται προσπάθεια να μετατραπεί σε κινητική όσο το δυνατόν περισσότερη θερμική ενέργεια γίνεται. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι αυτό επιτυγχάνεται σε μεγαλύτερο βαθμό στους πετρελαιοκινητήρες παρά στους βενζινοκινητήρες. Άλλο ένα πρόσθετο δώρο είναι ότι το πετρέλαιο περιλαμβάνει περισσότερη ενέργεια ανά λίτρο από ότι η βενζίνη.

Έτσι λοιπόν, απαιτείται μικρότερη ποσότητα πετρελαίου από ότι βενζίνης για να παραχθεί το ίδιο έργο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΒΙΒΛΙΑ

- ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ} *ARTHUR W. JUDGE*, ΤΙΤΛΟΣ} ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ , *ΕΚΔΟΣΕΙΣ} ΓΑΛΟΥΣΗΣ 1974*
- ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ} JOE PETTIT ΤΙΤΛΟΣ} ΜΗΧΑΝΕΣ DIESEL, *ΕΚΔΟΣΕΙΣ} ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ 'ΟΔΗΓΟΣ' 2003*
- ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ} *JUDGE ARTHUR W*, ΤΙΤΛΟΣ} ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ (ΘΕΩΡΙΑ-ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ- ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ), ΕΚΔΟΣΕΙΣ} ΕΝΕΚΕΝ 1979
- ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ} *ΕΥΑΓΓΕΛΟΥ Δ. ΒΑΟΥ.* ,ΤΙΤΛΟΣ} ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ} ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ 1989
- ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ} *ΖΑΧΜΑΝΟΓΛΟΥ Θ.*, ΤΙΤΛΟΣ} ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ (ΠΕΡΑ ΑΠΟ ΤΟ 2000), ΕΚΔΟΣΕΙΣ} ΙΔΕΑ 1998
- ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ} *EDWARD RALBOVSKY*, ΤΙΤΛΟΣ} ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ, *ΕΚΔΟΣΕΙΣ} ΙΩΝ 200*

ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ

- ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ} Δρ ΚΑΡΑΜΟΥΣΑΝΤΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, ΤΙΤΛΟΣ} ΓΕΩΡΓΙΚΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ

ΠΕΡΙΟΔΙΚΑ

- ΣΥΓΓΡΑΦΕΑΣ} ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΧΟΪΔΑΣ ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2006, ΤΙΤΛΟΣ ΑΡΘΡΟΥ} ΚΑΘΑΡΟΙ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ, ΤΙΤΛΟΣ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟΥ} R&D (ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΓΙΑ ΤΟ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ & ΤΗΝ ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΑ) 'ΤΟΜΟΣ 15 ΣΕΛ 40-76

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΟΔΗΓΙΕΣ

- *ΕΤΑΙΡΙΑ} BOSCH 1976, ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ} ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑΤΑ ΑΝΤΛΙΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ (ΑΛΛΑΓΕΣ-ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ)*
- *ΕΤΑΙΡΙΑ} LUCAS SERVICE HELLAS 1994, ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ} ΑΝΤΛΙΑ DPS*
- *ΕΤΑΙΡΙΑ} CAV 1985, ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ} ΕΠΕΞΗΓΗΜΑΤΙΚΕΣ ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ (Συνθήκες Δοκιμής ISO)*
- *ΕΤΑΙΡΙΑ} BOSCH 1999, ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ} ΣΥΣΤΗΜΑ EDC (ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ ΡΥΘΜΙΖΟΜΕΝΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ*
- *ΕΤΑΙΡΙΑ} AUTO NET 2005, ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ} ΨΕΚΑΣΜΟΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ 'COMMON RAIL'*
- *ΕΤΑΙΡΙΑ} BOSCH 2003 ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ} FMR-UPS*
- *ΕΤΑΙΡΙΑ} BOSCH 2007, ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ} ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ & ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΛΙΩΝ COMMON RAIL*

ΕΓΚΥΚΛΟΠΑΙΔΕΙΑ

- ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ} ΑΠΑΝΤΩΝ ΤΩΝ ΑΡΧΑΙΩΝ ΕΛΛΗΝΩΝ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ ΚΑΙ ΕΡΓΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΓΡΑΜΜΑΤΟΛΟΓΙΑΣ, ΤΙΤΛΟΣ} ΠΑΠΥΡΟΣ ΛΑΡΟΥΣ ΜΠΙΡΙΤΑΝΝΙΚΑ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ} ΠΑΠΥΡΟΣ 1985

- ΣΥΓΓΡΑΦΕΙΣ}
CARLO MARIA MOGHI
GIAN LEONARDO FEA
ROBERTO ROSSI
CLAUDIO SCHINAIA
ΤΙΤΛΟΣ} AUTO & AUTO
ΕΚΔΟΣΕΙΣ} 1993 MILA NO FABRIC RIZZOLI
1996 ΑΘΗΝΑ Ι. ΚΑΡΑΚΩΤΣΟΓΛΟΥ

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

- <http://www.ortsa.gr/>
- <http://krekisd.blogspot.gr/>
- <http://www.bars3pro.gr/>
- <http://www.caroto.gr/>
- <http://iceal.wikidot.com/>
- <http://www.newsnowgr.com/>