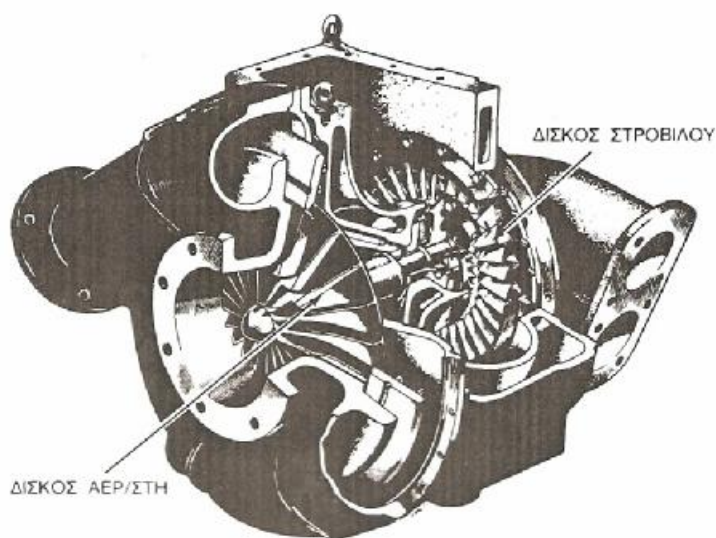


Τ. Ε. Ι – ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ : ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΑΡΙΘΜΟΣ
ΤΙΤΛΟΣ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ
« ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΜΙΓΜΑΤΟΣ
ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΩΝ »



Εισηγητής:
Νικόλαος Βασιλάκης

Σπουδαστές:
Μαγκίνα Χριστίνα
Παλαιολόγος Γεώργιος

Πάτρα – Νοέμβριος 2008

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	4
Εισαγωγή.....	5
Κεφάλαιο 1 ΚΥΚΛΩΜΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ	
1.1 Το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου.....	6
1.2 Η δεξαμενή του καυσίμου.....	6
1.3 Γενική διάταξη των εξαρτημάτων ενός συστήματος παροχής καυσίμου.....	7
1.4 Οι αντλίες παροχής καυσίμου.....	7
1.5 Οι αντλίες έγχυσης.....	9
1.6 Η Σύνδεση τής Αντλίας με τον Κινητήρα — Χρονισμός.....	16
Κεφάλαιο 2 ΡΥΘΜΙΣΗ ΣΤΡΟΦΩΝ	
2.1 Εισαγωγή.....	20
2.2 Φυγοκεντρικοί ρυθμιστές.....	22
2.3 Ρυθμιστήρες Μεγίστου – Ελαχίστου.....	23
2.4 Ρυθμιστήρες κάθε ταχύτητας.....	25
2.5 Ρυθμιστήρες με αναρρόφηση (ή πνευματικοί ρυθμιστήρες).....	26
Κεφάλαιο 3 ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΑΣ ΑΝΤΛΙΕΣ	
3.1 Αντλίες έγχυσης με κεντρικό αντλητικό στοιχείο.....	31
3.2 Άλλοι τύποι αντλιών έγχυσης.....	46
3.3 Αντλίες κενού.....	47
3.4 Εγχυτήρες.....	48
Κεφάλαιο 4 ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ	
4.1 Προθερμαντήρες μηχανών Diesel.....	53
4.2 Ηλεκτρικοί προθερμαντήρες.....	53
4.3 Ηλεκτρικοί προθερμαντήρες σπειροειδούς τύπου.....	53
4.4 Ηλεκτρικοί προθερμαντήρες θωρακισμένου.....	54
4.5 Ηλεκτρικός θερμοεκκινητής τύπου Perkins.....	56
Κεφάλαιο 5 ΘΑΛΑΜΟΙ ΚΑΥΣΗΣ	
5.1 Θάλαμοι καύσεως.....	57
5.2 Θάλαμοι με άμεση έγχυση.....	57

5.3 Ανοιχτοί θάλαμοι.....	57
5.4 Θάλαμος τύπου M της MAN.....	58
5.5 Θάλαμος τύπου SL της PERKINS.....	59
5.6 Θάλαμοι μέγιστης έγχυσης.....	60
5.7 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα των μηχανών με θάλαμο άμεσης έγχυσης.....	60
5.8 Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα των μηχανών με θάλαμο έμμεσης έγχυσης.....	61
Κεφάλαιο 6 ΕΞΕΛΙΞΗΣ ΘΑΛΑΜΩΝ ΚΑΥΣΗΣ	
6.1 Μηχανές με προθάλαμο στροβιλισμού.....	63
6.2 Μηχανές με προθάλαμο καύσεως.....	64
6.3 Μηχανές με προθάλαμο Lanova.....	65
6.4 Μηχανές με προθάλαμο Perkins.....	67
Κεφάλαιο 7 ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΣΗ	
7.1 Υπερπλήρωσης της μηχανής.....	69
7.2 Πλεονεκτήματα της υπερπλήρωσης.....	70
Κεφάλαιο 8 ΣΤΡΟΒΙΛΟΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ	
8.1 Υπερσυμπιεστής φυγοκεντρικού τύπου.....	71
8.2 Στροβιλοσυμπιεστής.....	72
8.3 Κύρια μέρη του στροβιλοσυμπιεστή.....	72
8.4 Λειτουργία του στροβιλοσυμπιεστή.....	73
8.5 Ψύξη του στροβιλοσυμπιεστή.....	76
Κεφάλαιο 9 ΑΝΤΙΡΥΠΑΝΣΗ	
9.1 Ρύπανση και Diesel.....	77
9.2 Η καύση του πετρελαιοκινητήρα.....	79
9.3 Το μονοξείδιο του άνθρακα CO.....	81
9.4 Τα οξειδία του Αζώτου.....	82
9.5 Άλλες Οργανικές Ένώσεις.....	83
9.6 Στερεά σώματα.....	83
9.7 Η φωτοχημική ομίχλη.....	85
9.8 Άλλες πηγές ρύπανσης της ατμόσφαιρας από τα αυτοκίνητα.....	86
9.9 Μέτρηση και επιτρεπόμενα όρια ρυπαντικών ουσιών.....	87

9.10 Ο Αμερικάνικος Κύκλος.....	89
Κεφάλαιο 10 ΑΝΤΛΙΑ ΨΕΚΑΣΜΟΥ ΤΥΠΟΥ EPIC	
10.1 Σύστημα ψεκασμού LUKAS (EPIC).....	91
10.2 Αντλία ψεκασμού.....	92
10.3 Λειτουργίες του συστήματος.....	93
10.4 Έλεγχος παραπανίσιου καυσίμου για την εκκίνηση.....	94
10.5 Έλεγχος στροφών ρελέ.....	94
10.6 Έλεγχος ομαλής λειτουργίας.....	94
10.7 Έλεγχος πλήρους φορτίου.....	95
Κεφάλαιο 11 ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΨΕΚΑΣΜΟΥ ΤΥΠΟΥ ΔΙΑΝΟΜΕΑ	
11.1 Παραγωγή υψηλής πίεσης.....	96
11.2 Έλεγχος της ποσότητας του καυσίμου που ψεκάζεται.....	97
11.3 Έλεγχος έναρξης ψεκασμού (Χρόνος ψεκασμού).....	100
Κεφάλαιο 12 ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ BOCSH	
12.1 Σύστημα ψεκασμού Bocsh.....	103
12.2 Δημιουργία υψηλής πίεσης.....	105
12.3 Κατανομή της ακριβής ποσότητας καυσίμου.....	106
12.4 Ρύθμιση της ποσότητας καυσίμου.....	106
12.5 Ρύθμιση μέγιστων στροφών ρελαντί με αυξομείωση μερικού φορτίου.....	107
12.6 Μοχλός στόπ για πλήρες φορτίο μέσω της προσαρμογής της πίεσης υπερπλήρωσης.....	107
12.7 Αύξηση των στροφών ρελαντί με κύριο κινητήρα.....	108
Κεφάλαιο 13 ΣΥΣΤΗΜΑ COMMON RAIL	
13.1 Σύστημα Common rail.....	109
Κεφάλαιο 14 ΑΥΤΟΔΙΑΓΝΩΣΗ	
14.1 Σύστημα E.O.B.D.....	114
14.2 Τυποποίηση ακροδεκτών στον conector OBD2.....	115
14.3 Συνθήκες βλάβης.....	115
14.4 Κωδικοί βλάβης κατά SAE.....	117

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην πτυχιακή εργασία αυτή θα ασχοληθούμε με τα συστήματα ηλεκτρονικής διαχείρισης πετρελαιοκινητήρων. Ειδικότερα θα εξετάσουμε ξεχωριστά τον κάθε τύπου συστήματος τροφοδοσίας καυσίμου, από τι αποτελείτε, πως λειτουργεί και σε ποιου είδους μηχανές χρησιμοποιείτε πιο πολύ.

Επίσης θα αναλύσουμε τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα αυτών των πετρελαιοκινητήρων και γιατί μπορεί να μολύνουν το περιβάλλον.

Τέλος θα γνωρίσουμε ένα νέο σύστημα, το O.B.D.2 που στα Ελληνικά καλείτε ως «Διάγνωση επί του οχήματος» και είναι υποχρεωτικό να υπάρχει σε όλα τα μοντέλα αυτοκινήτων.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ιστορία του πετρελαιοκινητήρα ξεκινά το 1897 με τις πρώτες δοκιμές λειτουργίας του πρωτότυπου κινητήρα του Ρούντολφ Ντίζελ. Αντίθετα απ ό,τι στο βενζινοκινητήρα του Όττο, ο νέος κινητήρας παρουσιάζει έναν πολύ υψηλό βαθμό απόδοσης, χάρη στη μεγάλη συμπίεση (20-24:1), που επιτρέπει την αυτανάφλεξη και των βαρύτερων και πιο δύσκαυστων πετρελαίων. Εδώ συμπιέζεται μόνον ο ατμοσφαιρικός αέρας, μέχρι την πίεση των 30 έως 65 bar και τη θερμοκρασία των 700 έως 1.200° C, και το καύσιμο ψεκάζεται στο θάλαμο καύσης λίγο πριν από το τέλος της φάσης συμπίεσης, χωρίς εξωτερικό σπινθήρα από μπουζί. Θεωρητικά τουλάχιστον, ο θερμοδυναμικός κύκλος του ντίζελ είναι κύκλος σταθερής πίεσης, καθώς η πρόσληψη θερμότητας συντελείτε με σταθερή πίεση και παράλληλη αύξηση του όγκου του μίγματος. Τα τελευταία δέκα χρόνια γίναμε μάρτυρες μιας εντυπωσιακής προόδου στον τομέα των κινητήρων ντίζελ για χρήση σε επιβατικά αυτοκίνητα, που αποτυπώνεται στην αύξηση του βαθμού απόδοσης στο εντυπωσιακό για κινητήρα εσωτερικής καύσης 40-50% (η αντίστοιχη τιμή του βενζινοκινητήρα δεν ξεπερνά το 30%). Η εκπομπή ρύπων και, κυρίως των οξειδίων του αζώτου και των υδρογονανθράκων, μειώθηκαν κατά περίπου 85%, ενώ, παράλληλα, η ειδική απόδοση των κινητήρων αυξήθηκε κατά το εκπληκτικό 90%. Οι σύγχρονοι ντίζελ αποδίδουν πάνω από 68 ίππους/λίτρο, γεγονός που οφείλεται, κατά κύριο λόγο, στην εξέλιξη των ηλεκτρονικά ελεγχόμενων συστημάτων άμεσου ψεκασμού με πιέσεις έγχυσης γύρω στα 2.000 bar, αλλά και τη χρήση στροβιλοσυμπιεστών. Αξίζει να σημειώσουμε ότι ο πρώτος κινητήρας ντίζελ ήταν άμεσου ψεκασμού, μια τεχνική που πρακτικά άρχισε να εξαπλώνεται στα αυτοκίνητα από τη δεκαετία του 50, και σήμερα (με την ευρεία διάδοση των ηλεκτρονικών) αποτελεί πλέον τον κανόνα.

Βασικό ρόλο στην εξέλιξη των κινητήρων ντίζελ παίζει και η βελτίωση των χαρακτηριστικών καύσης με αυλούς εισαγωγής που στροβιλίζουν τον αέρα εισαγωγής, ειδικά σχεδιασμένους θαλάμους καύσης στο άνω τμήμα των εμβόλων για καλύτερη μίξη αέρα και καυσίμου και γρήγορη καύση, και ακροφύσια πέντε και έξι δεσμών ψεκασμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΚΥΚΛΩΜΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ

1.1 Το σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου

Η βασικότερη διαφορά του πετρελαιοκινητήρα σε σχέση με το βενζινοκινητήρα είναι ο τρόπος με τον οποίο το καύσιμο εισάγεται στον κύλινδρο και καίγεται μέσα σε αυτόν. Ο πετρελαιοκινητήρας δεν απορροφά καύσιμο όπως οι βενζινοκινητήρες αλλά μονό αέρα και τον συμπιέζει μέσα στους κυλίνδρους του. Όταν η θερμοκρασία του συμπιεζόμενου αέρα ανεβεί αρκετά ώστε να ξεπερνά την θερμοκρασία αναφλέξεως του πετρελαίου, τότε το καύσιμο εισάγεται με μια μορφή ομίχλης και καίγεται, αποδίδοντας τη θερμότητα που περιέχει.

Ένα πλήρες σύστημα τροφοδοσίας πετρελαίου ενός πετρελαιοκινητήρα περιλαμβάνει πρώτα μια δεξαμενή πετρελαίου. Η δεξαμενή εφόσον πρόκειται για αυτοκίνητο έχει τοποθετηθεί χαμηλότερα από τον κινητήρα και χρειάζεται μια βοηθητική αντλία για να πάει το καύσιμο στην αντλία έγχυσης. Η αντλία έγχυσης έχει τριπλό έργο : πρώτα να ανεβάσει αρκετά την πίεση του πετρελαίου για να μπορέσει αυτό ανοίξει τις βαλβίδες των μπακ και να διασκορπιστεί μέσα στον κύλινδρο. Δεύτερο, να μετρήσει με ακρίβεια την ποσότητα πετρελαίου που θα στείλει κάθε στιγμή στους κυλίνδρους, για 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 που πρέπει να εξασφαλίσουν τον καλό ψεκασμό του πετρελαίου μέσα στον κύλινδρο την κατάλληλη στιγμή, και την πλήρη στεγανότητα σόλες τις υπόλοιπες φάσεις του κύκλου λειτουργίας. Εκτός από τα κυρία αυτά εξαρτήματα του συστήματος τροφοδοσίας, υπάρχει ανάμεσα τους και ένας αριθμός φίλτρων για τον καθαρισμό του πετρελαίου. Μαζί με την αντλία έγχυσης υπάρχει και ένας ρυθμιστήρας που ανάλογα με την χρήση του κινητήρα επεμβαίνει στη λειτουργία της αντλίας και η κρατά σταθερό τον αριθμό στροφών του κινητήρα ή περιορίζει τον ανώτερο και κατώτερο αριθμό τους.

1.2 Δεξαμενή καυσίμου

Η δεξαμενή του καυσίμου στα πετρελαιοκίνητα αυτοκίνητα βρίσκεται στην ίδια θέση με αυτή των βενζινοκίνητων. Η χωρητικότητα της είναι περίπου η ίδια πράγμα που δίνει μια σημαντικά μεγαλύτερη αυτονομία αλλά και λόγω του καλύτερου βαθμού απόδοσης του κινητήρα.

1.3 Γενική διάταξη των εξαρτημάτων ενός συστήματος παροχής καυσίμου

Το σχήμα παρουσιάζει τη γενική διάταξη ενός συστήματος παροχής καυσίμου για ένα τετρακύλινδρο πετρελαιοκινητήρα. Το πετρέλαιο ξεκινά από την δεξαμενή και με την ενεργεία της αντλίας έρχεται στο φίλτρο. Αφού καθαριστεί πηγαίνει στην αντλία έγχυσης, όπου η πίεση του ανεβαίνει σημαντικά και με την πίεση αυτή πηγαίνει στα μπεκ για να διασκορπιστεί μέσα στους κυλίνδρους.

Σόλες τις περιπτώσεις η ποσότητα του πετρελαίου που πάει στην αντλία έγχυσης από την αντλία παροχής είναι σημαντικά μεγαλύτερη από την ποσότητα που χρειάζεται ο κινητήρας ακόμα και τις στιγμές που δίνει την μέγιστη ισχύ του. Γι' αυτό υπάρχει ένας αγωγός που αρχίζει είτε από την αντλία έγχυσης ή από το φίλτρο και φτάνει μέχρι την δεξαμενή. Με τον αγωγό αυτό γυρίζει πίσω στη δεξαμενή η ποσότητα του πετρελαίου που περισσεύει. Επίσης διαρροές πετρελαίου παρουσιάζονται και στους εγχυτήρες και γι' αυτό υπάρχουν σωληνάκια που συνδέουν τα μπεκ με το γενικό αγωγό επιστροφής. Έτσι συγκεντρώνονται όλες οι πλεονάζουσες ποσότητες πετρελαίου και γυρίζουν πίσω στη δεξαμενή.

Όπως σε όλα τα υδραυλικά συστήματα έτσι και εδώ μια μικρή ποσότητα αέρα παγιδευμένη σε κάποιο σημείο του συστήματος μπορεί να το αχρηστέψει ολοκληρωτικά. Γι' αυτό σε διαφορά σημεία του συστήματος τροφοδοσίας υπάρχουν κοχλίες αερισμού.

1.4 Οι Αντλίες παροχής καυσίμου

Οι αντλίες παροχής του καυσίμου είναι τις περισσότερες φορές ενσωματωμένες στον κορμό της αντλίας έγχυσης και εργάζεται με ένα ειδικό έκκεντρο που υπάρχει στον άξονα της αντλίας. Οι περισσότερες αντλίες εργάζονται ή με διάφραγμα και είναι περίπου παρόμοιες με τις αντλίες παροχής βενζίνης στα καρμπιρατέρ , ή με έμβολο.

Σε πολύ λίγες περιπτώσεις οι αντλίες χρησιμοποιούν οδοντωτούς τροχούς όπως οι αντλίες παροχής της λίπανσης.

Οι αντλίες με διάφραγμα μοιάζουν με τις αντλίες βενζίνης. Η αντλία αυτή παίρνει κίνηση από τον εκκεντροφόρο του κινητήρα.

Στις αντλίες με έμβολο χαρακτηριστικό είναι ότι η παροχή της διακόπτεται όταν η πίεση μέσα στην αντλία παροχής γίνει μεγαλύτερη από την πίεση που δημιουργεί η δύναμη του ελατηρίου που είναι κάτω από το έμβολο. Όπως φαίνεται από το σχήμα, το έμβολο δεν είναι στερεωμένο στο βάκτρο του αλλά κρατιέται σε επαφή με αυτό με τη δύναμη ενός ελατηρίου που βρίσκεται κάτω από το έμβολο. Όταν η πίεση στον αγωγό παροχής είναι μικρότερη από την πίεση που δημιουργεί η δύναμη του ελατηρίου, το έμβολο ακολουθεί το βάκτρο στην προς τα κάτω κίνησή του και πιέζει το πετρέλαιο που είναι στο θάλαμο κάτω από το έμβολο να προχωρήσει προς την αντλία έγχυσης. Όταν το έκκεντρο γυρίσει και ο λοβός του έρθει κάτω από τον τροχίσκο του βάκτρου, το βάκτρο ανεβαίνει και πιέζει το έμβολο προς τα επάνω οπότε η βαλβίδα παροχής ανοίγει, το πετρέλαιο όμως δεν πηγαίνει προς την αντλία έγχυσης αλλά γυρίζει και συμπληρώνει το χώρο που αφήνει ελεύθερο το έμβολο στον κάτω από αυτό χώρο κατά την προς τα πάνω κίνησή του. Όταν το έκκεντρο στραφεί και κάτω από τον τροχίσκο του βάκτρου έρθει η κοιλιά του, τότε το βάκτρο με την επίδραση του ελατηρίου του ακολουθεί το έκκεντρο. Το έμβολο όμως μόνο αν η πίεση στον αγωγό παροχής είναι μικρότερη από την πίεση που ασκεί η το έμβολο από την δύναμη του ελατηρίου μπορεί να ακολουθήσει το βάκτρο και να κατέβει. Αν η πίεση του αγωγού παροχής είναι μεγαλύτερη, τότε το έμβολο μένει ακίνητο, μέχρι να μειωθεί η πίεση στον αγωγό παροχής, οπότε το έμβολο κινείται προς τα κάτω και στέλνει πετρέλαιο στην αντλία έγχυσης.

Η αντλία παροχής τής CAV. λειτουργεί με την ίδια αρχή, χρησιμοποιεί μόνο ένα βραχίονα που μοιάζει λίγο με τους βραχίονες των αντλιών βενζίνης και έχει, για περισσότερη στεγανότητα, ένα διάφραγμα μεταξύ του ελατηρίου και του εμβόλου της.

Πολλές φορές οι αντλίες παροχής είναι εφοδιασμένες και με χειρομοχλό αρχικής πλήρωσης, ή με ένα χειροκίνητο έμβολο, για την ίδια δουλειά. Έδώ πρέπει να σημειωθεί, ότι σε πολλά συστήματα τροφοδοσίας καυσίμου που η αντλία έγχυσης έχει ένα αντλητικό στοιχείο για όλους τους κυλίνδρους και διανομέα, δε χρησιμοποιείται ειδική αντλία παροχής αλλά το ρόλο τής αντλίας παροχής παίζει ή αντλία ενδιάμεσης πίεσης, όπως θα δούμε παρακάτω. Στην περίπτωση αυτή στο

κύκλωμα των σωληνώσεων τού πετρελαίου, παρεμβάλλεται μία χειροκίνητη αντλία, για την αρχική πλήρωση και τον αερισμό τού συστήματος. Η αντλία αυτή είναι συνήθως ενσωματωμένη στο φίλτρο τού πετρελαίου.

1.5 Οι αντλίες έγχυσης

Ένα από τα δυσκολότερα προβλήματα πού είχαν να λύσουν οι κατασκευαστές των πρώτων πετρελαιοκινητήρων, ήταν να δρουν έναν απλό τρόπο για την εισαγωγή τού πετρελαίου μέσα στον κύλινδρο στην κατάλληλη στιγμή, με τον κατάλληλο ρυθμό, στην ποσότητα πού χρειαζόταν και στον καταμερισμό πού έπρεπε να έχει για να μπορέσει να καεί. Ο R. Diesel είχε προτιμήσει ένα μάλλον άβολο τρόπο με πεπιεσμένο αέρα, πού έκανε τούς κινητήρες του πολυσύνθετους και κατάλληλους μόνο για μόνιμες εγκαταστάσεις, ενώ ο Άγγλος ανταγωνιστής του A Stuart, είχε προτιμήσει μία μέθοδο έγχυσης με άμεση συμπίεση τού καυσίμου, πού έμοιαζε πολύ με τις μεθόδους πού χρησιμοποιούνται σήμερα. Ο Γερμανός K. Bosch κατασκεύασε την πρώτη αντλία έγχυσης πού εξυπηρετούσε πλήρως τις ανάγκες των πετρελαιοκινητήρων και έκανε δυνατή τη χρησιμοποίησή τους ακόμα και σε αεροπλάνα.

Οι βασικές προϋποθέσεις πού πρέπει να εκπληρώνει μία αντλία έγχυσης για πετρελαιοκινητήρα συνοψίζονται έτσι: Κάθε αντλία έγχυσης πρέπει να μπορεί να δίνει σε κάθε κύλινδρο τού κινητήρα την ποσότητα ακριβώς τού πετρελαίου πού είναι απαραίτητη, ανάλογα με το φορτίο πού φέρει και την ταχύτητα πού χρειάζεται για να εκπληρώσει ο κινητήρας την αποστολή του, την κατάλληλη στιγμή τού κύκλου τής λειτουργίας του, με τον κατάλληλο ρυθμό και στον κατάλληλο καταμερισμό, για να μπορέσει να καεί τέλεια.

Από την εποχή τού Bosch μέχρι σήμερα έχουν δημιουργηθεί πάρα πολλοί τύποι και συστήματα αντλιών έγχυσης. Καθένα απ' αυτά προσαρμοζόταν καλύτερα σε κάποιον από τούς απειραρίθμους τύπους πετρελαιοκινητήρων.

Στους κινητήρες, για τούς οποίους ενδιαφερόμαστε χρησιμοποιούνται κατά γενικό σχεδόν κανόνα δύο μεγάλες κατηγορίες αντλιών έγχυσης: μία αντλία για κάθε κύλινδρο και με μία μόνο αντλία για όλους τους κυλίνδρους. Θα εξηγήσουμε αμέσως παρακάτω πώς λειτουργεί ή καθεμιά από αυτές.

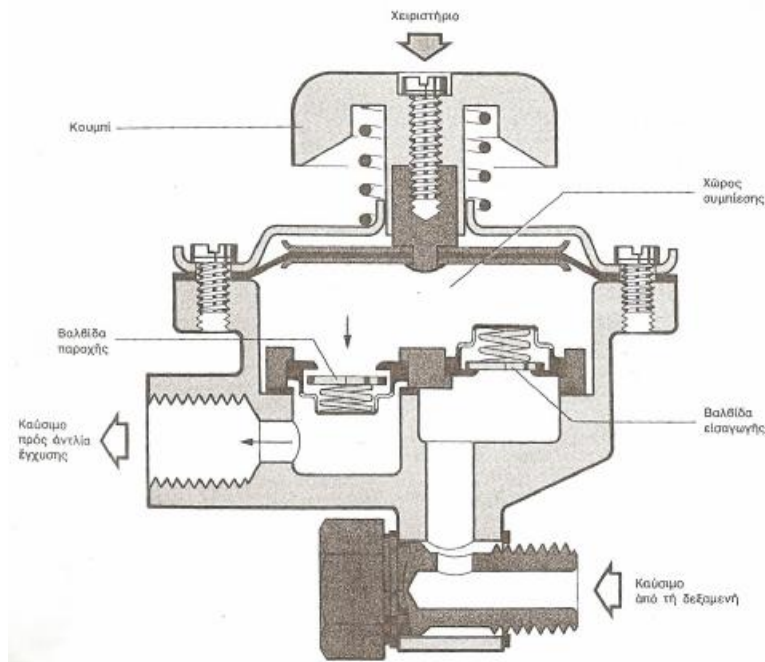
‘Η πίεση πού πρέπει να πάρει το πετρέλαιο από την αντλία έγχυσης για να μπορέσει ν’ ανοίξει τις βαλβίδες τού εγχυτήρα (για τον οποίο θα μιλήσουμε παρακάτω) και να μπει στον κύλινδρο με τον απαραίητο διασκορπισμό ώστε να καεί τέλεια, είναι πολύ μεγάλη. Συνήθως κυμαίνεται από 150 μέχρι 200 K/cm² αλλά υπάρχουν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

Στις αντλίες τής πρώτης κατηγορίας πού αναφέραμε παραπάνω, κάθε κύλινδρος διαθέτει ένα ξεχωριστό αντλητικό στοιχείο για να δημιουργεί την υψηλή αυτή πίεση.

“Όλα τα αντλητικά στοιχεία είναι συνδυασμένα έτσι, ώστε να αυξομειώνουν όλα μαζί και εξίσου την ποσότητα τού πετρελαίου πού στέλνει το καθένα από’ αυτά στον κύλινδρο πού εξυπηρετεί, και το καθένα να λειτουργεί την κατάλληλη για τον κύλινδρό του στιγμή. ‘Στη δεύτερη κατηγορία το αντλητικό στοιχείο πού δημιουργεί την υψηλή πίεση είναι ένα για όλους τούς κυλίνδρους και κάνει φυσικά τόσους εμβολισμούς κατά κύκλο λειτουργίας όσοι είναι οι κύλινδροι πού εξυπηρετεί.

‘Επιπλέον υπάρχει και ένας διανομέας, κάτι ανάλογο με το διανομέα των βενζινοκινητήρων, ο οποίος κατευθύνει το συμπιεσμένο πετρέλαιο προς τον κύλινδρο πού πρέπει να κάνει ένδυση κάθε στιγμή.

‘Επειδή τα αντλητικά στοιχεία των αντλιών έγχυσης είναι πάρα πολύ λεπτές και δαπανηρές κατασκευές, οι αντλίες έγχυσης με κοινό αλήτικο στοιχείο και διανομέα προτιμώνται στους τετρακύλινδρους και εξακύλινδρους κινητήρες όπου το ‘ένα αυτό αντλητικό στοιχείο προλαβαίνει άνετα να κάνει τούς απαιτούμενους εμβολισμούς για να εξυπηρετήσει τούς κυλίνδρους τού κινητήρα στον αριθμό των στροφών πού συνήθως εργάζεται. Όταν όμως ο αριθμός των κυλίνδρων ή των στροφών μεγαλώσει περισσότερο, προτιμώνται οι αντλίες με ιδιαίτερα αντλητικά στοιχεία κατά κύλινδρο, για καλύτερη εξυπηρέτηση. Φυσικά υπάρχουν κατασκευαστές πού προτιμούν τον έναν ή τον άλλο τύπο πιστεύοντας ότι εκείνος πού έχουν επιλέξει προσαρμόζεται καλύτερα στις κατασκευές τους.



Σχ.1.5.1 Χειροκίνητη αντλία αρχικής πλήρωσης και εξαερισμού σε σύστημα C.A.V με αντλία με ένα αντλητικό σύστημα

-Αντλίες έγχυση με ‘ατομικά αντλητικά στοιχεία.

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

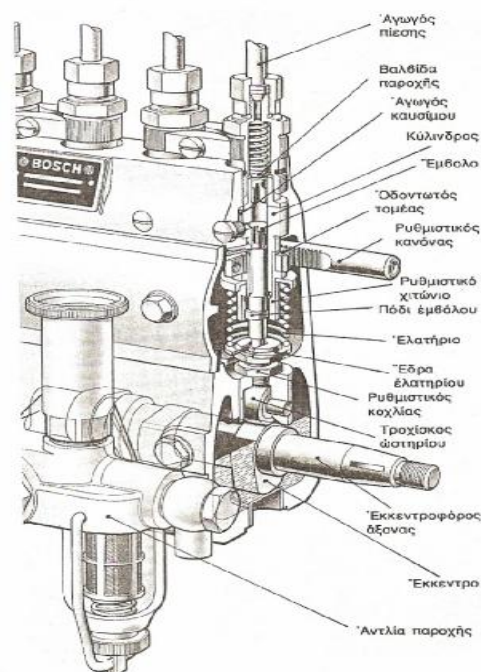
‘Η ιδιομορφία τής αντλίας αυτής είναι το αντλητικό της στοιχείο. Πρόκειται για ένα κύλινδρο χαλύβδινο, μικρής σχετικά διαμέτρου, μέσα στον οποίο κινείται ένα έμβολο,. ‘Η λεπτότητα και ή ακρίβεια τής επεξεργασίας τής εσωτερικής επιφανείας τού κυλίνδρου και τής εξωτερικής τού εμβόλου είναι τέτοιες, ώστε εξασφαλίζουν συναρμογή ελεύθερη μεν αλλά στεγανή στο πετρέλαιο, χωρίς κανένα άλλο στεγνωτικό μέσο.

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

‘Η κίνηση τού εμβόλου προς την κατεύθυνση τής συμπίεσης γίνεται με την ενεργεία ενός έκκεντρου πού βρίσκεται κάτω από αυτό, και αποτελεί μέρος τού εκκεντροφόρου άξονα τής αντλίας. ‘Αντίθετα, ή κίνηση προς την κατεύθυνση τής

αναρρόφησης γίνεται με την ενέργεια ενός ελατηρίου που περιβάλλει τον κύλινδρο και δρα πάνω στο πόδι του εμβόλου. Έχουμε λοιπόν ένα αντλητικό στοιχείο με ένα έμβολο σταθερής διαδρομής το οποίο, αν δεν είχαν ληφθεί άλλα μέτρα, θα έδινε πάντα μία σταθερή ποσότητα πετρελαίου. Συνεπώς θα ήταν ακατάλληλο για τούς πετρελαιοκινητήρες για τούς οποίους απαραίτητο στοιχείο τής αντλίας 'έγχυσης είναι να μπορεί να μεταβάλλει ελευθέρα και μεταξύ δύο ορισμένων ορίων την ποσότητα τού εισαγομένου στον κύλινδρο πετρελαίου, ώστε να επιτρέπει στον κινητήρα να αντιμετωπίζει κάθε στιγμή τις ανάγκες του σε ισχύ και ταχύτητα. 'Η λύση που έδωσε ο Bosch στο πρόβλημα αυτό, να μπορεί δηλαδή ένα έμβολο σταθερής διαδρομής να δίνει μεταβαλλόμενη παροχή, αποτελεί την ιδιομορφία τής εφεύρεσης του. 'Εδώ ο κύλινδρος έχει δύο οπές, τη μία απέναντι στην άλλη, από τις οποίες μπορεί να μπαίνει και να βγαίνει ελευθέρα το πετρέλαιο, ενώ το έμβολο έχει στο πάνω τμήμα του κορμού του τρεις εγκοπές (γλυφές), μία διαμήκη, μία περιφερειακή και μία ελικοειδή (λοξή).

'Ο συνδυασμός των οπών τού κυλίνδρου και των εγκοπών τού εμβόλου δίνουν τη δυνατότητα μεταβολής τής παροχής τού αντλητικού στοιχείου χωρίς να αλλάξει ή διαδρομή τού εμβόλου του.

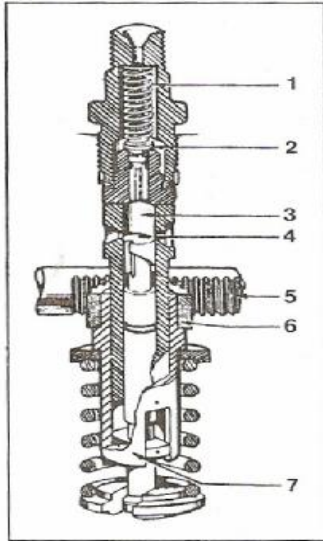


Σχ.1.5.2

Όταν το έμβολο βρίσκεται κάτω από τις οπές τού κυλίνδρου, δηλαδή στο κάτω νεκρό σημείο τής διαδρομής του, τότε το πετρέλαιο το οποίο περιβάλλει το κύλινδρο στο ύψος των οπών. και έχει μία μικρή πίεση από την αντλία. παροχής, έρχεται και γεμίζει το χώρο που είναι πάνω από το έμβολο, δηλαδή το χώρο συμπίεσης τού αντλητικού στοιχείου. Το έμβολο στο κάτω άκρο του έχει ένα μικρό πόδι, που είναι ανάμεσα στα σκέλη ενός χιτωνίου, που ονομάζεται ρυθμιστικό και έχει στερεωμένο σ' ένα σημείο τού κορμού του έναν οδοντωτό τομέα ο οποίος εμπλέκεται με έναν οδοντωτό κανόνα. “Όταν τραβιέται ή 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 τού κυλίνδρου. Το έμβολο, μόλις αρχίσει να κινείται προς τα πάνω, με το μέρος τού κορμού του που είναι πάνω από την ελικοειδή εγκοπή, θα κλείσει τις οπές τού κυλίνδρου. Έτσι, θ' αρχίσει να συμπιέζει το πετρέλαιο, και θα το υποχρεώσει ν' ανοίξει τη βαλβίδα που βρίσκεται πάνω απ' το έμβολο, ώστε να προχωρήσει προς τον εγχυτήρα, ωστόσο ή ελικοειδής εγκοπή του φτάσει στο ύψος τής δεξιάς οπής τού κυλίνδρου. Τότε, το πετρέλαιο που βρίσκεται ακόμα στο χώρο συμπίεσης πάνω από το έμβολο, περνά τη διαμήκη εγκοπή, και από το χώρο τής ελικοειδούς εγκοπής έρχεται ότι δεξιά οπή και γυρίζει πίσω στο χώρο γύρω από τον κύλινδρο. “Έτσι ή παροχή πετρελαίου από το αντλία σταματά.

Ύστερα από την παραπάνω περιγραφή, είναι πολύ εύκολα αντιληπτό ότι ή ποσότητα τού πετρελαίου που στέλνει σε κάθε εμβολισμό η αντλία στον εγχυτήρα, εξαρτάται από τη στροφή, από τη θέση, τού εμβόλου μέσα στον κύλινδρο. Όταν το γεμάτο μέρος τού κορμού τού εμβόλου καλύπτει την αριστερή οπή και ή δεξιά οπή καλύπτεται από το μεγαλύτερο μέρος τής λοξής τομής, ή ποσότητα τού πετρελαίου που συμπιέζεται σε κάθε διαδρομή είναι ή μέγιστη. “Όσο το έμβολο γυρίζει από αριστερά προς τα δεξιά, το γεμάτο μέρος τού κορμού τού εμβόλου που είναι πάνω από τη δεξιά οπή τού κυλίνδρου μικραίνει, και αντίστοιχα μικραίνει και ή ποσότητα τού συμπιεζόμενου πετρελαίου.

Αρχικά συμπιέζεται περίπου το μισό πετρέλαιο από τη θέση και στη συνέχεια η ποσότητα που συμπιέζεται είναι αρκετή μόνο για τη βραδυπορία τού κινητήρα. Τέλος, στη θέση Z ή διαμήκης τομή συμπίπτει με τη δεξιά οπή, οπότε καμιά ποσότητα πετρελαίου δε συμπιέζεται πάνω από το έμβολο, γιατί ο δρόμος τής επιστροφής του μέσω τής διαμήκους οπής είναι ελεύθερος, κι έτσι ή παροχή σταματά τελείως, οπότε σταματά ο κινητήρας να εργάζεται.



Σχ.1.5.3 Αντλητικό στοιχείο Bosch

- 1.Ελατήριο βαλβίδας
- 2.Στέλεχος και έδρα βαλβίδας
- 3.Κύλινδρος αντλητικού στοιχείου
4. Έμβολο αντλητικού στοιχείου
- 5.Ρυθμιστικός κανόνας
- 6.Οδοντοτός τομέας ρυθμιστικού χιτωνίου
7. Ρυθμιστικό χιτώνιο

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

Έπειδή ολόκληρο το σύστημα από την αντλία παροχής μέχρι τούς εγχυτήρες είναι τελείως γεμάτο με πετρέλαιο, και επειδή όπως λέει ή φυσική τα υγρά είναι ουσιαστικά ασυμπίεστα, κάθε ποσότητα πετρελαίου πού 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 πού έχει σταθερή διαδρομή να έχουμε μεταβαλλόμενη παροχή.

Το έμβολο Bosch δεν είναι το μοναδικό στο είδος του. Διάφοροι άλλοι κατασκευαστές αντλιών έγχυσης κατασκευάζουν αντλητικά στοιχεία πού έχουν περισσότερο ή

λιγότερο διαφορετικές μορφές εγκοπών, και ισχυρίζονται οι κατασκευαστές ότι με αυτές πετυχαίνουν πλεονεκτήματα για το ξεκίνημα τού κινητήρα, τη λειτουργία του, ή τέλος την ευκολία τους για την κατασκευή.

Πάνω από το έμβολο κάθε αντλητικού στοιχείου βρίσκεται μία ειδική βαλβίδα, πού έχει για προορισμό, σε συνδυασμό βέβαια με τη βελόνα τού στελέχους τού ακροφύσιου τού εγχυτήρα, όπως θα δούμε παρακάτω, να διακόπτει ακαριαία την παροχή πετρελαίου μόλις περάσει προς τον εγχυτήρα ή απαιτούμενη κάθε φορά ποσότητα πετρελαίου. Κι αυτό, γιατί αν εξακολουθήσει ή ροή τού πετρελαίου με μειωμένη πίεση, μπορεί να μείνει στην άκρη τού ακροφύσιου τού εγχυτήρα μία σταγόνα πετρέλαιο ή οποία δεν καίγεται, αλλά με την υψηλή θερμοκρασία απανθρακώνεται και φράζει τις λεπτότατες οπές τού ακροφύσιου. Η βαλβίδα αυτή εκτός από το κωνικό μέρος της, με το οποίο εξασφαλίζεται ή μόνιμη στεγανότητα, έχει και ένα κυλινδρικό μέρος σαν έμβολο, πού έρχεται και εφαρμόζει στο κυλινδρικό μέρος τού σώματος τής βαλβίδας. Όταν ή βαλβίδα είναι ανοιχτή, το κυλινδρικό μέρος βγαίνει από τη θέση του και έτσι το πετρέλαιο περνά ελεύθερα από το χώρο συμπίεσής του προς τον αγωγό και τον εγχυτήρα. Μόλις όμως ή πίεση μέσα στο αντλητικό στοιχείο μειωθεί, κλείνει πρώτα το κυλινδρικό μέρος τής βαλβίδας και διακόπτει ακαριαία την παροχή. Λόγω τής υποχώρησης του όμως, μέχρι να κλείσει και το κωνικό μέρος, ή πίεση μέσα στο σωλήνα και μέσα στον εγχυτήρα μηδενίζεται και έτσι παύει κάθε δυνατότητα διαρροής από το ακροφύσιο τού εγχυτήρα.

Για να σχηματιστεί ή αντλία έγχυσης ενός πολυκύλινδρου κινητήρα, τοποθετούνται στη σειρά και σε κοινό σώμα αντλίας τόσα αντλητικά στοιχεία, όσοι είναι οι κύλινδροι τού κινητήρα. Οι οδοντωτοί τομείς των ρυθμιστικών χιτωνίων συνδέονται όλοι με ένα κοινό οδοντωτό κανόνα πού ονομάζεται ρυθμιστικός κανόνας. Ό ρυθμιστικός κανόνας στη μία του άκρη συνδέεται με το ρυθμιστήρα και την κινηματική αλυσίδα τού επιταχυντή, όπως θα δούμε αμέσως παρακάτω, και από το άλλο άκρο καταλήγει σ' έναν αναστολέα τής κίνησής του, με τον οποίο προσδιορίζεται το μέγιστο τής διαδρομής του και αντίστοιχα ή μεγαλύτερη ποσότητα πετρελαίου πού μπορεί να χορηγηθεί σε κάθε κύλινδρο. Έπειδή για το εύκολο ξεκίνημα τού κινητήρα χρειάζεται σε πολλές περιπτώσεις ποσότητα πετρελαίου μεγαλύτερη και από εκείνη πού αντιστοιχεί στο μέγιστο φορτίο τού κινητήρα, υπάρχουν διάφοροι τύποι αυτόματων αναστολέων οι οποίοι επιτρέπουν την παροχή μεγαλύτερης ποσότητας πετρελαίου κατά το ξεκίνημα. Μόλις όμως ο κινητήρας

ξεκινήσει και φτάσει τις κανονικές στροφές τής βραδυπορίας του, ο ρυθμιστήρας αναλαμβάνει τον έλεγχο και ο αναστολέας έρχεται στη θέση τής κανονικής λειτουργίας.

Πρέπει να σημειωθεί ότι αντλίες έγχυσης με ατομικά αντλητικά στοιχεία κατά κύλινδρο κατασκευάζονται με τέσσερα, πέντε, έξι και οχτώ στοιχεία στη σειρά. Για κινητήρες με δώδεκα και δεκαέξι κυλίνδρους χρησιμοποιούνται δύο αντλίες με έξι ή με οχτώ στοιχεία συνδυασμένες κατάλληλα. Μερικοί κατασκευαστές οκτακύλινδρων κινητήρων προτιμούν δύο αντλίες έγχυσης με τέσσερα στοιχεία ή καθεμία, παρά μία με οχτώ.

1.6 Η Σύνδεση τής Αντλίας με τον Κινητήρα — Χρονισμός

Η αντλία έγχυσης, αν ο κινητήρας πού εξυπηρετεί είναι τετράχρονος, πρέπει να παίρνει κάθε στιγμή το μισό αριθμό των στροφών πού παίρνει ο κινητήρας. Αν όμως ο κινητήρας είναι δίχρονος, πρέπει να παίρνει ίσο αριθμό στροφών.

Η μετάδοση τής κίνησης από τον κινητήρα στην αντλία πρέπει να είναι απόλυτα θετική, και γι αυτό ελαστικοί σύνδεσμοι αποκλείονται, γιατί ή ελαστικότητα τους επιδρά πάνω στο χρονισμό τής αντλίας. Σε περιπτώσεις πού υπάρχει πιθανότητα μικρών διαφορών ευθυγράμμισης, υπάρχουν ειδικοί σύνδεσμοι, πού έχουν ένα χαλύβδινο δίσκο, πού επιτρέπει μετάδοση κίνησης με μικρές διαφορές ευθυγράμμισης χωρίς να δημιουργεί περιφερειακή ελαστικότητα.

Η τελική σύνδεση τής αντλίας με τον κινητήριο άξονα πού υπάρχει, για τη δουλειά αυτή, σε κάποιο σημείο τού κινητήρα, μπορεί να γίνει κατά δύο τρόπους, ανάλογα αν ο κινητήρας πρόκειται να εργαστεί με σταθερό αριθμό στροφών, όπως π.χ. σ' ένα εφεδρικό ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος, ή πρόκειται να εργαστεί με μεταβαλλόμενο αριθμό στροφών, όπως π.χ. σ' ένα αυτοκίνητο.

Η έναυση τού ψεκαζόμενου πετρελαίου μέσα στον κύλινδρο, δεν αρχίζει ακαριαία, μόλις αρχίσει και ή έγχυσή του, αλλά χρειάζεται κάποιο χρονικό διάστημα για να αναμιχθεί με τον αέρα και να θερμανθεί στη θερμοκρασία αυτόματης ανάφλεξης του. Το χρονικό αυτό διάστημα, πού ονομάσαμε «καθυστέρηση τής έναρξης τής έναυσης εξαρτάται το είδος τού συστήματος έγχυσης και το είδος του χρησιμοποιούμενου εγχυτήρα, και όχι

από τον αριθμό στροφών τού κινητήρα εφόσον βεβαία, είναι εκφρασμένο σε μονάδες χρόνου. Αν όμως το εκφράσουμε σε μοίρες στροφής τού στροφαλοφόρου άξονα,

τότε ή καθυστέρηση έναυσης εμφανίζεται σαν μεταβλητή, εξαρτώμενη από τον αριθμό στροφών.

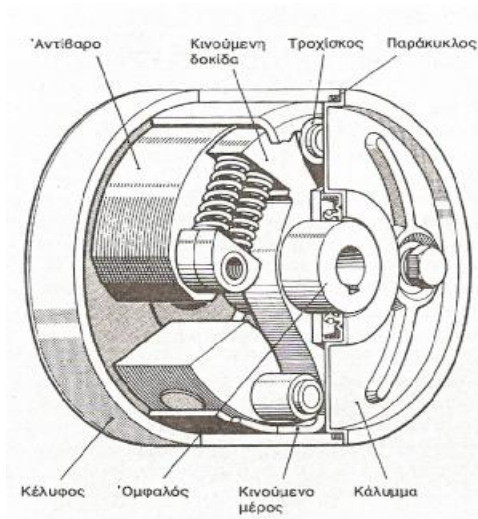
Αν επομένως θέλουμε η μέγιστη πίεση, που δημιουργείται από την καύση του καυσίμου, να συμπίπτει με τη στιγμή που το έμβολο περνά από το Α.Ν.Σ. , θα πρέπει ή έγχυση του πετρελαίου να αρχίζει σε τόσες μοίρες γωνίας του στροφαλοφόρου άξονα πριν το έμβολο φτάσει στο Α.Ν.Σ. όσες είναι οι μοίρες στις οποίες αντιστοιχεί ο χρόνος καθυστέρησης της έναρξης της έναυσης, στην ταχύτητα με την οποία στρέφεται κάθε στιγμή ο κινητήρας. Τη γωνία αυτή εκφρασμένη σε μοίρες την ονομάζουμε γωνία χρονισμού της έγχυσης και προφανώς είναι συνάρτηση του αριθμού στροφών του κινητήρα. Έτσι, στους κινητήρες που εργάζονται σε σταθερό αριθμό στροφών, ή γωνία χρονισμού είναι σταθερή, σ' εκείνους όμως που εργάζονται με μεταβαλλόμενο αριθμό στροφών, ή γωνία χρονισμού είναι μεταβαλλόμενη.

Ένα άλλο μέγεθος που επιδρά στο χρονισμό της έναυσης είναι ο χρόνος που απαιτείται για τη μετάδοση του κύματος της πίεσης μέσα στους σωληνίσκους υψηλής πίεσης, από την αντλία έγχυσης μέχρι τους εγχυτήρες, γιατί είναι ευκολονόητο πώς μέσα στον κύλινδρο δεν πηγαίνουν τα μόρια του πετρελαίου που συμπιέζονται κάθε φορά μέσα στο αντλητικό στοιχείο της αντλίας έγχυσης, αλλά άλλα, που βρίσκονται μέσα στον εγχυτήρα, τα οποία παρασύρονται από το κύμα πίεσης που ξεκινάει από την αντλία και φτάνει στους εγχυτήρες. Το κύμα αυτό της πίεσης κινείται μέσα στους σωληνίσκους με την ταχύτητα μετάδοσης του ήχου μέσα στο πετρέλαιο, ή οποία είναι γύρω στα 1430 m/sec. Ο χρόνος που απαιτείται για να πάει το κύμα της πίεσης από την αντλία στον εγχυτήρα εξαρτάται. από το μήκος του αγωγού και είναι, σαν χρονικό διάστημα, ανεξάρτητο από τον αριθμό στροφών. Αν όμως εκφραστεί και αυτό σε γωνία στροφής του στροφαλοφόρου άξονα, γίνεται άμεση συνάρτηση της ταχύτητας στροφής του κινητήρα.

Είναι λοιπόν φανερό πώς για τους κινητήρες που πρόκειται να εργαστούν με σταθερό αριθμό στροφών. μία μόνιμη ρύθμιση της γωνίας χρονισμού είναι αρκετή. Στους κινητήρες όμως με μεταβαλλόμενο αριθμό στροφών χρειάζεται ένα ειδικό σύστημα χρονισμού που να προσαρμόζει κάθε στιγμή τη γωνία χρονισμού της έγχυσης στον αριθμό στροφών του κινητήρα.

Στην πρώτη περίπτωση, μεταξύ του άκρου του άξονα του κινητήρα που δίνει κίνηση στην αντλία, και του άξονα με τα έκκεντρα της αντλίας παρεμβαίνει ένας σύνδεσμος .

Στο σύνδεσμο αυτό, μεταξύ τού μέρους πού συνδέεται με τον κινητήρα και τού μέρους πού συνδέεται με την αντλία, υπάρχει ένα σύστημα πού επιτρέπει μία μόνιμη αλλαγή γωνίας χρονισμού. Το σύστημα αυτό αποτελείται από δύο πλάκες πού ή καθεμία είναι μόνιμα στερεωμένη στο ένα απ' τα δύο μέρη τού συνδέσμου και ή μία έχει δύο επιμήκεις σπές και ή άλλη αντιστοίχους κοχλίες. Ξεβιδώνοντας αυτούς τούς κοχλίες μπορούμε να δώσουμε μία γωνιακή μετατόπιση τής μίας πλάκας ως προς την άλλη, και μετά, ξαναβιδώνοντας τούς δύο κοχλίες σταθεροποιούμε το σύνδεσμο στη νέα του γωνιακή μετατόπιση, πού αντιστοιχεί σε μία νέα γωνία προέγχυσης, Στο πλευρό τού μέρους τού συνδέσμου πού προσαρμόζεται στην αντλία, υπάρχουν επισημαντικές χαραγές για τη θέση τού συνδέσμου όταν το έμβολο τού πρώτου κυλίνδρου είναι στο Α.Ν.Σ., και μικρότερες χαραγές, σε μοίρες γωνίας στροφής τού στροφαλοφόρου άξονα πριν το Α.Ν.Σ. Στο μέρος τού συνδέσμου πού αντιστοιχεί στον κινητήρα υπάρχει μία χαραγή και έτσι ρυθμίζεται. ή γωνία χρονισμού πού χρειάζεται ο κινητήρας.

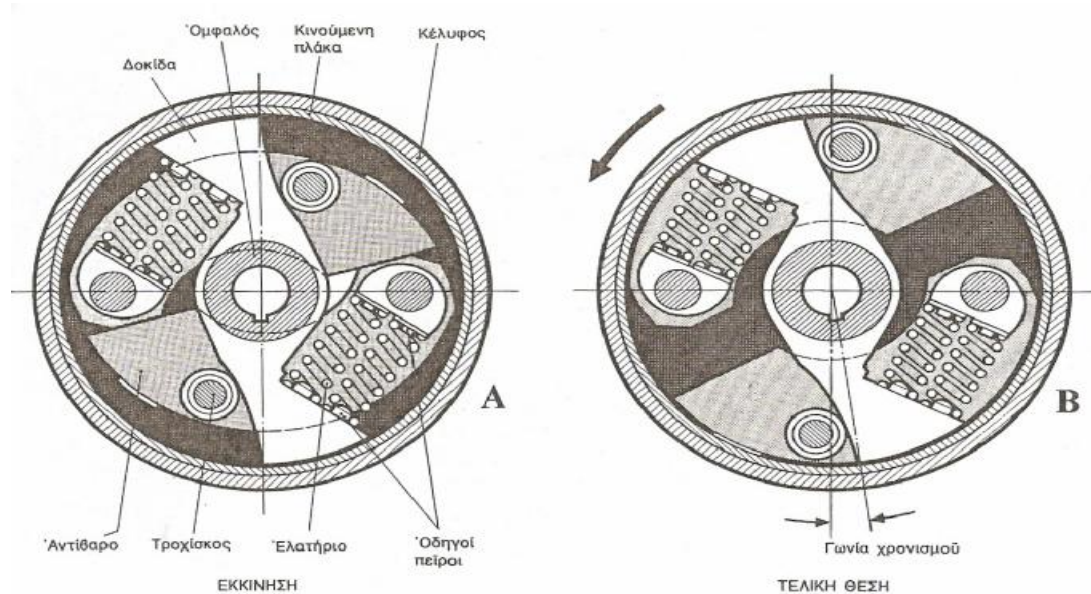


Σχ.1.6.1 Σύστημα τροφοδοσίας Bosch

Για την περίπτωση όμως των κινητήρων πού εργάζονται με μεταβαλλόμενο αριθμό στροφών, όπως στους κινητήρες αυτοκινήτων, ο σύνδεσμος αυτός δε φτάνει. Στη θέση του μπαίνει ένας σύνδεσμος, ο οποίος στο μέρος τού κινητήρα είναι ίδιος μ' αυτόν πού περιγράψαμε παραπάνω, στο μέρος όμως τής αντλίας προσαρμόζεται ένα σύστημα αυτόματης προσαρμογής τής γωνίας χρονισμού τής έγχυσης σε συνάρτηση με τον αριθμό στροφών τού κινητήρα.

Το πιο πάνω σχήμα παρουσιάζει το αυτόματο σύστημα χρονισμού της Bosh. Στην πλάκα που καταλήγει ο σύνδεσμος που περιγράψαμε παραπάνω, στερεώνεται το κέλυφος του συστήματος χρονισμού. Το κέλυφος περιλαμβάνει δύο αντίβαρα που με δύο ελατήρια το καθένα και ένα τροχίσκο συνδέονται με μία μικρή δοκίδα που έχει τις επιφάνειες της που έρχονται σ' επαφή με τους τροχίσκους των αντίβαρων –έτσι διαμορφωμένες ώστε ή σχετική θέση του κελύφους που κινείται από τον κινητήρα και του ομφαλού που είναι στερεωμένος στη δοκίδα και κινεί τη αντλία να αλλάζει ανάλογα με τη θέση των αντίβαρων.

Το σχήμα παρουσιάζει τη σχετική θέση του κελύφους ως προς τον ομφαλό του άξονα της αντλίας, στο Σχ.1.6.2 εικόνα Α, όταν ο κινητήρας είναι σταματημένος, και στο Σχ.1.6.2 εικόνα Β, όταν έχει πάρει το μεγαλύτερο αριθμό στροφών του. Στη δεύτερη αυτή εικόνα φαίνεται και ή μεγαλύτερη γωνία χρονισμού που μπορεί να δώσει το σύστημα αυτό.



Σχ.1.6.2 Λειτουργία συστήματος χρονισμού

Είναι φανερό πώς από τη διαμόρφωση των επιφανειών της δοκίδας πάνω στις οποίες κυλίνουν οι τροχίσκοι των αντίβαρων, εξαρτάται και ή μέγιστη γωνία χρονισμού αλλά και ο ρυθμός της αλλαγής της, από το μικρότερο μέχρι το μεγαλύτερο αριθμό στροφών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΡΥΘΜΙΣΗ ΣΤΡΟΦΩΝ

2.1 Εισαγωγή

Ανάλογα με τον προορισμό του, ένας πετρελαιοκινητήρας μπορεί, όπως είπαμε, να εργάζεται είτε με ένα σταθερό αριθμό στροφών, ανεξάρτητα από το φορτίο που αντιμετωπίζει κάθε στιγμή, ή με μεταβαλλόμενο αριθμό στροφών ανάμεσα σ' ένα μέγιστο κι ένα ελάχιστο όριο. Για να κρατηθεί ένας επιθυμητός αριθμός στροφών, είτε σταθερός είναι αυτός είτε μεταβαλλόμενος, ανεξάρτητα από το φορτίο που αντιμετωπίζει κάθε στιγμή ο κινητήρας, είναι ανάγκη να αυξομειώνεται ή ποσότητα τού πετρελαίου που εισάγεται κάθε στιγμή στους κυλίνδρους τού κινητήρα, κατά τρόπο ανάλογο προς τη ροπή στρέψης που χρειάζεται ο κινητήρας για να υπερκαλύψει το φορτίο που φέρει κάθε στιγμή. "Όπως είπαμε, στους πετρελαιοκινητήρες που είναι εφοδιασμένοι με αντλίες με ατομικά αντλητικά στοιχεία για κάθε κύλινδρο, ή αυξομείωση αυτή τής ποσότητας τού εισαγομένου στους κυλίνδρους πετρελαίου, γίνεται με τη μετακίνηση τού ρυθμιστικού κανόνα. Κάθε ενέργεια λοιπόν που έχει για σκοπό την αυξομείωση τής ποσότητας τού εισαγομένου πετρελαίου, πρέπει να γίνει πάνω σ' αυτό το ρυθμιστικό κανόνα. Στους κινητήρες όμως που είναι εγκατεστημένοι σε αυτοκίνητα, πάνω στο ρυθμιστικό κανόνα ενεργεί και το ποδόπληκτρο τού επιταχυντή.

Το ποδόπληκτρο τού επιταχυντή δρα κατευθείαν πάνω στο ρυθμιστικό μοχλό τού ρυθμιστήρα, ο οποίος, όπως θα δούμε αμέσως παρακάτω, με μία ολόκληρη κινηματική αλυσίδα δρα πάνω στο ρυθμιστικό κανόνα τής αντλίας έγχυσης και στρέφει τα έμβολα των αντλητικών στοιχείων. Πέρα όμως από τον επιταχυντή είναι ανάγκη να υπάρχει και ένας ρυθμιστήρας. Αυτός θα περιορίζει τον αριθμό των στροφών που μπορεί να πάρει ο κινητήρας, ανάμεσα σε δύο όρια, ένα ελάχιστο, που θα εξασφαλίζει μία ομαλή βραδυπορία στον κινητήρα και θα τον εμποδίζει να επιβραδυνθεί σε σημείο που να κινδυνεύει να σταματήσει, και ένα μέγιστο, που αν το ξεπεράσει, κινδυνεύει να πάθει ζημιά από τις πολλές στροφές. Έτσι οι ρυθμιστήρες που χρησιμοποιούνται στα συνηθισμένου τύπου αυτοκίνητα, είναι ρυθμιστήρες μέγιστου-ελάχιστου, οι οποίοι μπορούν να περιορίζουν τον αριθμό των στροφών τού κινητήρα ανάμεσα στα δύο όρια που αναφέραμε παραπάνω. Για όλο το εύρος των

στροφών, ανάμεσα στα δύο αυτά όρια, ή μεταβολή των στροφών είναι ελεύθερη και γίνεται με το ποδόπληκτρο του επιταχυντή.

Υπάρχουν όμως και κινητήρες που είναι εγκατεστημένοι σε αυτοκίνητα, ελκυστήρες ή άλλα αυτοκινούμενα μηχανήματα κατασκευών, που πρέπει να μπορούν να εργαστούν και με το αυτοκίνητο ή τον ελκυστήρα σε στάση, για την κίνηση κάποιου πρόσθετου μηχανήματος, όπως πυροσβεστικές αντλίες, αντλίες άρδευσης, αγροτικές μηχανές κλπ., τα οποία είτε είναι μόνιμα εγκατεστημένα πάνω στ' αυτοκίνητο ή παίρνουν κίνηση απ' αυτό μέσω ειδικής λήψης (power take off). Στην περίπτωση αυτή το αυτοκίνητο ή ο ελκυστήρας είναι εφοδιασμένος μ' ένα πρόσθετο χειρομοχλό επιτάχυνσης (χειρόγκαζο) με το οποίο μπορεί ο οδηγός να δώσει στον κινητήρα ότι αριθμό στροφών χρειάζεται για να εργαστεί κανονικά το μηχανήμα που κινείται από τον κινητήρα του αυτοκινήτου. Στην περίπτωση αυτή ο ρυθμιστήρας θα πρέπει να είναι σε θέση να κρατήσει σταθερό τον αριθμό αυτό των στροφών, ανεξάρτητα από το φορτίο που θα παρουσιάζεται κάθε στιγμή, εφόσον φυσικά είναι μέσα στα όρια της ικανότητας του κινητήρα. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται ειδικοί ρυθμιστήρες που ονομάζονται ρυθμιστήρες κάθε ταχύτητας, γιατί εκτός από τη μέγιστη και την ελάχιστη ταχύτητα είναι σε θέση να κρατήσουν σταθερή και οποιαδήποτε άλλη ενδιάμεση ταχύτητα.

Γενικά, σ' όλους τους κινητήρες φορτηγών και λεωφορείων, και σε μεγάλο αριθμό επιβατηγών, οι ρυθμιστήρες είναι φυγοκεντρικοί. Σ' έναν όμως επίσης μεγάλο αριθμό πετρελαιοκινητήρων επιβατηγών και σε μερικούς ελκυστήρες χρησιμοποιούνται ρυθμιστήρες τύπου αναρρόφησης. Και για τους δύο αυτούς τύπους ρυθμιστήρων θα μιλήσουμε αμέσως παρακάτω.

Εκτός από την απλή ρύθμιση των στροφών οι ρυθμιστήρες τα τελευταία χρόνια έχουν αναλάβει την προσπάθεια προσαρμογή; των κινητήρων στις διατάξεις που ισχύουν σε όλα σχεδόν τα μέρη του κόσμου σχετικά με την προστασία περιβάλλοντος και ιδιαίτερα την εξασφάλιση της τέλει καύσης και τη μείωση της αιθάλης (καπνού) που ήταν ένα συνηθισμένο φαινόμενο στις στιγμές του πλήρους φορτίου των πετρελαιοκινητήρων. Οι ανάγκες σε καύσιμο ενός πετρελαιοκινητήρα με φυσική αναρρόφηση, δεν αυξάνουν κατά τρόπο απόλυτα ανάλογο με τις στροφές του. Από κάποιο σημείο στροφών και πέρα ή ικανότητά του να καίει τέλεια την ποσότητα του καυσίμου που του παρέχει ή αντλία έγχυσης μειώνεται, και αιτία της μείωσης αυτής είναι βασικά ή μείωση του βαθμού πλήρωσης, του βάρους δηλαδή

τού εισαγομένου αέρα μέσα στους κυλίνδρους λόγω των αυξανόμενων τριβών στους αγωγούς τής εισαγωγής. “Έτσι, αν ή εισαγομένη ποσότητα πετρελαίου ρυθμιστεί με βάση την ποσότητα τού αέρα πού αναρροφά ο κινητήρας στις χαμηλές και μέσες στροφές του — όπως θα πρέπει να γίνει για την καλύτερη εκμετάλλευση των ικανοτήτων του στους αριθμούς αυτούς των στροφών πού είναι και οι πιο συνηθισμένοι στη χρήση των αυτοκινήτων — τότε στις υψηλές στροφές πού θα χρειαστεί τη μέγιστη απόδοση του, θα παρουσιαστεί ατέλεια στην καύση και αιθάλη στα καυσαερίά του. “Αν αντίθετα ή ποσότητα τού καυσίμου ρυθμιστεί με δάση τον αέρα πού αναρροφά στις υψηλές στροφές του ο κινητήρας, θα έχουμε μεν καθαρή εξαγωγή και τέλεια καύση σ’ όλο το εύρος των στροφών, αλλά δεν εκμεταλλευόμαστε όλες τις δυνατότητες τού κινητήρα σε ροπή στρέψης στις χαμηλές και μέσες στροφές του.

2.2 Φυγοκεντρικοί Ρυθμιστήρες

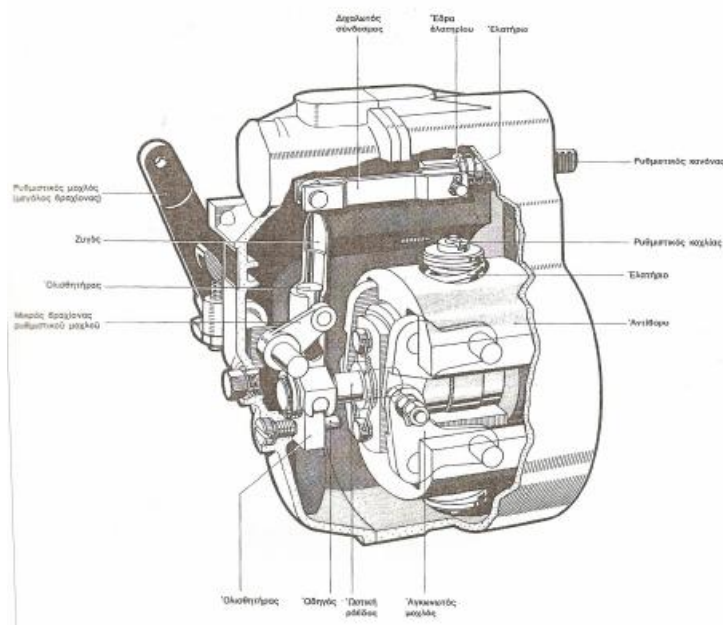
Οι ρυθμιστήρες αυτοί είναι μία εξέλιξη των περίφημων ρυθμιστήρων Watt πού χρησιμοποίησε εδώ και διακόσια περίπου χρόνια ο Άγγλος μηχανικός James Watt στην πρώτη βιώσιμη ατμομηχανή πού είχε τότε κατασκευαστεί. ‘Ο φυγοκεντρικός ρυθμιστήρας χρησιμοποιεί για τη ρύθμιση τής θέσης τού ρυθμιστικού κανόνα τη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

2.2 Ρυθμιστήρες Μέγιστου-Ελάχιστου

Παρακάτω θα περιγράψουμε το φυγόκεντρικό ρυθμιστήρα μέγιστου-ελάχιστου Bosch τύπου RQ που χρησιμοποιείται πολύ σε επιβατηγά, φορτηγά και λεωφορεία.

Ο ρυθμιστήρας αυτός, αποτελείται από δύο αντίβαρα που παίρνουν κίνηση από τον εκκεντροφόρο άξονα της αντλίας έγχυσης, μέσω μίας κινηματικής αλυσίδας που φαίνεται καλύτερα στο σχήμα, που παρουσιάζει διαγραμματικά τον ίδιο ρυθμιστήρα. Τα αντίβαρα με τούς αγκωνωτούς μοχλούς τους και την ωστική ράβδο τους δρουν στην άκρη ενός ζυγού. Στη μέση τού ζυγού σαν υπομόχλιο συνδέεται ο μικρός βραχίονας τού ρυθμιστικού μοχλού, ενώ στο άκρο τού μεγάλου βραχίονα τού ίδιου μοχλού φτάνει ή ενεργεία τού ποδιού τού οδηγού πάνω στο ποδόπληκτρο τού επιταχυντή. Στο άλλο άκρο τού ζυγού συνδέεται ο ρυθμιστικός κανόνας τής αντλίας έγχυσης.

Η σύνδεση τού μικρού βραχίονα τού ρυθμιστικού μοχλού με το ζυγό γίνεται μέσω ενός ολισθητήρα που επιτρέπει μία μικρή μετακίνηση κατά μήκος τού ζυγού. Τα ελατήρια που αντιδρούν στη φυγόκεντρο δύναμη των αντίβαρων, τα οποία έχουν σχήμα κυπέλλου, είναι τρία. Το εξωτερικό απ' αυτά στηρίζεται κατευθείαν στον πυθμένα τού κυπέλλου τού αντίβαρου και στην έδρα των ελατηρίων που είναι στο άκρο τού άξονα των αντίβαρων. Τα άλλα δύο στηρίζονται σε μία ενδιάμεση έδρα, πάνω στην οποία στηρίζεται ο πυθμένας τού κυπέλλου όταν συσπειρωθεί λίγο το εξωτερικό ελατήριο.



Σχ.2.2.1 Ρυθμιστήρας μέγιστου-ελάχιστου Bosch τύπου RQ

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 που ολισθαίνει ελεύθερα πάνω σ' έναν οδηγό.

Όπως είπαμε παραπάνω, για να ξεκινήσει εύκολα ο πετρελαιοκινητήρας, απαιτεί ποσότητα πετρελαίου μεγαλύτερη από εκείνη που χρειάζεται για το μέγιστο φορτίο του. Έτσι, προκειμένου να ξεκινήσει ο κινητήρας, ο οδηγός πατά μέχρι κάτω το ποδόπληκτρο του επιταχυντή, οπότε ο μηχανισμός του ρυθμιστήρα δίνει τη μεγαλύτερη δυνατή ποσότητα πετρελαίου και διευκολύνεται έτσι ο κινητήρας για να ξεκινήσει. Μόλις ο κινητήρας ξεκινήσει, ο οδηγός παίρνει το πόδι του από το ποδόπληκτρο του επιταχυντή και όλος ο μηχανισμός έρχεται στη θέση βραδυπορίας. Τα αντίβαρα έχουν έρθει πολύ κοντά κάθονται πάνω στην ενδιάμεση έδρα των δύο εσωτερικών ελατηρίων και στη θέση αυτή μένουν, όπως είπαμε παραπάνω, για όλες τις ενδιάμεσες ταχύτητες που προσδιορίζονται από τις εκάστοτε θέσεις του ποδόπληκτρου του επιταχυντή.

Όταν ο οδηγός πιέσει το ποδόπληκτρο του επιταχυντή μέχρι το τέλος της διαδρομής του, 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. 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 1:3,23, βρίσκουμε ότι ή διαδρομή τού ρυθμιστικού κανόνα τής αντλίας είναι 16 mm.

Για το σταμάτημα τού 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.

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

2.4 Ρυθμιστήρες Κάθε Ταχύτητας

Ο ρυθμιστήρας κάθε ταχύτητας τής ίδιας σειράς τής Bosch διαφέρει σε μερικά σημεία από το ρυθμιστήρα μέγιστου-ελάχιστου πού περιγράψαμε παραπάνω. Οι κυριότερες διαφορές είναι ή ύπαρξη μίας πλάκας με μία τομή σε σχήμα S, μέσα στην

οποία κινείται μία προεξοχή τού ολισθητήρα, ή οποία βρίσκεται στο σημείο σύνδεσης τού ζυγού, με το μικρό βραχίονα, ο οποίος τώρα είναι διμερής και αρθρωτός, τού ρυθμιστικού μοχλού καθώς και ή διαμόρφωση των ελατηρίων αντιστάθμισης τής φυγόκεντρης δύναμης των αντίβαρων, τα οποία εδώ, αντίθετα απ'ότι ήταν στον προηγούμενο ρυθμιστήρα, παίρνουν μία συνεχή διαδοχική σειρά θέσεων για όλες τις ταχύτητες, από τη βραδυπορία μέχρι τη μέγιστη.

Έτσι, σε οποιαδήποτε ενδιάμεση θέση τού ρυθμιστικού μοχλού, μεταξύ των θέσεων μέγιστης και ελάχιστης ταχύτητας, αντιστοιχεί ένας ορισμένος αριθμός στροφών τον οποίο ο ρυθμιστήρας θα κρατήσει σταθερό ανεξάρτητα από την αυξομείωση τού φορτίου, αυτό, Βεβαία, εφόσον το φορτίο δεν υπερβεί το μέγιστο δυνατό για τον κινητήρα, με αντίστοιχες μετακινήσεις τού ρυθμιστικού κανόνα, πού επιφέρουν αντίστοιχες αυξομειώσεις τής ποσότητας τού εισαγομένου στους κυλίνδρους πετρελαίου. Στους ρυθμιστήρες αυτούς ή ρύθμιση τής ροπής στρέψης γίνεται μ' έναν ειδικό αναστολέα τής κίνησης τού ρυθμιστικού κανόνα.

Πέρα από τα βασικά εξαρτήματα των φυγόκεντρικών ρυθμιστήρων πού αναφέραμε παραπάνω, προστίθενται πολλές φορές και άλλα συστήματα, για να τούς κάνουν κατάλληλους για συγκεκριμένες εργασίες ή για εργασία σε μεγάλα ύψη, ή για χρήση σε υπερπληρωμένους κινητήρες. Για τούς ρυθμιστήρες αυτούς θα μιλήσουμε παρακάτω.

Το σύστημα διόρθωσης τής παροχής τού πετρελαίου σε περίπτωση εργασίας σε μεγάλα ύψη γίνεται με Ένα βαρομετρικό τύμπανο πού μειώνει την παροχή ανάλογα με το υψόμετρο τού τόπου εργασίας.

Για τη διόρθωση λόγω τής υψηλότερης πίεσης εισαγωγής πού δημιουργεί ή υπερπλήρωση, χρησιμοποιείται ένα διάφραγμα το οποίο με κατάλληλο σύστημα μοχλών δρα πάνω στο ρυθμιστικό κανόνα τής αντλίας και διορθώνει την παροχή αντίστοιχα με την πίεση τού αέρα υπερπλήρωσης.

2.5 Ρυθμιστήρες με Αναρρόφηση (ή Πνευματικοί Ρυθμιστήρες)

Στους ρυθμιστήρες αυτούς δεν είναι πια ο αριθμός των στροφών τού κινητήρα ή ανεξάρτητη μεταβλητή, βάσει τής οποίας ρυθμίζεται ή ποσότητα τού εισαγομένου στους κυλίνδρους πετρελαίου, αλλά ή υποπίεση πού δημιουργείται μέσα στους κυλίνδρους τού κινητήρα, ή οποία βεβαία έχει μία άμεση σχέση με τον αριθμό των στροφών τού κινητήρα.

Στους κινητήρες που θα εφοδιαστούν με ρυθμιστήρα αναρρόφησης τοποθετείται μεταξύ του φίλτρου του αέρα της εισαγωγής και της πολλαπλής εισαγωγής του κινητήρα ένας στεγνωτικός δακτύλιος (veturi) ο οποίος έχει στη μέση του ένα στρεφόμενο διάφραγμα (πεταλούδα), όπως ακριβώς είναι το διάφραγμα του επιταχυντή στους εξαεριστήρες των βενζινοκινητήρων. Στο διάφραγμα αυτό δρα μ' έναν ελκυστήρα (ντίζα) το ποδόπληκτρο του επιταχυντή.

Από το μεσαίο και κάτω μέρος του στεγνωτικού δακτυλίου ξεκινά, μέσω ενός μικρού βοηθητικού στεγνωτικού δακτυλίου, ένας σωληνίσκος που οδηγεί στον κυρίως ρυθμιστήρα που βρίσκεται πάνω στην αντλία έγχυσης. Ο ρυθμιστήρας αυτός αποτελείται από ένα θάλαμο χωρισμένα στα δύο με ένα ελαστικό διάφραγμα. Έτσι σχηματίζεται ένας στεγανά κλειστός θάλαμος, στον οποίο καταλήγει ο σωληνίσκος που έρχεται από την αναρρόφηση και ο οποίος ονομάζεται θάλαμος υποπίεσης, και ένας θάλαμος ανοιχτός στον ατμοσφαιρικό αέρα, που λέγεται θάλαμος ατμοσφαιρικής πίεσης. Στο θάλαμο υποπίεσης υπάρχει ένα ελατήριο, που κρατά το διάφραγμα τεντωμένο προς την πλευρά της ατμοσφαιρικής πίεσης. Στο κέντρο του διαφράγματος συνδέεται η προέκταση του ρυθμιστικού κανόνα της αντλίας έγχυσης. Είναι λοιπόν φανερό ότι η θέση που παίρνει το διάφραγμα κάθε στιγμή, επηρεάζει τη θέση του ρυθμιστικού κανόνα και επομένως την ποσότητα του πετρελαίου.

Η θέση του διαφράγματος εξαρτάται από τη διαφορά πίεσης που επικρατεί ανάμεσα στους δύο θαλάμους του ρυθμιστήρα. Αν και στους δύο θαλάμους επικρατεί ατμοσφαιρική πίεση, τότε το διάφραγμα, υπό την επίδραση της δύναμης του ελατηρίου του, βρίσκεται στην ακραία αριστερή θέση του και ο ρυθμιστικός κανόνας βρίσκεται στη θέση της παροχής που αντιστοιχεί στο μέγιστο φορτίο και η οποία προσδιορίζεται από έναν αναστολέα που με την ενεργεία ενός κουμπιού στον πίνακα οργάνων μπορεί να πάρει τρεις θέσεις: εκκίνηση, κανονική πορεία, στάση. Οι διαστάσεις του στεγνωτικού δακτυλίου και η κίνηση του διαφράγματος που ένα συνδεδεμένο με τον επιταχυντή είναι τέτοιες, ώστε να επιτρέπουν την απρόσκοπτη εισαγωγή αέρα, μέχρι την ποσότητα που χρειάζεται ο κινητήρας για το μέγιστο φορτίο του, και συγχρόνως να δημιουργείται στο λαιμό του στεγνωτικού δακτυλίου μία υποπίεση αρκετή για να ενεργοποιηθεί το διάφραγμα του ρυθμιστήρα (στο πλήρες φορτίο, που το διάφραγμα είναι τέλεια ανοιχτό, ή υποπίεση είναι περίπου 400 mm στήλης νερού).

Για να ξεκινήσει ο κινητήρας, ο οδηγός πιέζει τελείως το κουμπί εκκίνησης-στάσης που βρίσκεται στον πίνακα οργάνων και τον επιταχυντή οπότε το ελατήριο του διαφράγματος πιέζει το ρυθμιστικό κανόνα στην πιο απομακρυσμένη θέση του που αντιστοιχεί στη μεγαλύτερη παροχή πετρελαίου για τη διευκόλυνση τής εκκίνησης. Μόλις ο κινητήρας ξεκινήσει και ο οδηγός αφήσει τον επιταχυντή και φέρει το κουμπί εκκίνησης-στάσης στη θέση τής κανονικής λειτουργίας, ή υποπίεση μέσα στην εισαγωγή γίνεται μεγαλύτερη από τη δύναμη του ελατηρίου του διαφράγματος και φέρνει το ρυθμιστικό κανόνα στη θέση παροχής βραδυπορίας.

Για το πλήρες φορτίο το διάφραγμα του στενωτικού δακτυλίου ανοίγει όσο του επιτρέπει ο περιοριστήρας τής μέγιστης ταχύτητας και ή υποπίεση πέφτει στο χαμηλότερο σημείο της, οπότε ο ρυθμιστικός κανόνας έρχεται στην πιο αριστερή θέση που του επιτρέπει ο αναστολέας του. Ή θέση του αναστολέα του κανόνα και του περιορίστηκα του διαφράγματος ρυθμίζεται έτσι ώστε να κρατιέται σταθερός ο μέγιστος αριθμός στροφών και ή τέλεια καύση.

Για να σταματήσει ο κινητήρας, τραβιέται τελείως προς τα έξω το κουμπί εκκίνησης-στάσης, οπότε ο αναστολέας του κανόνα τον πιέζει δεξιά και μηδενίζει την παροχή.

Στους πετρελαιοκινητήρες υπάρχει πάντοτε ο κίνδυνος τής αναστροφής τής κανονικής φοράς λειτουργίας τους, αν για οποιοδήποτε λόγω ο κινητήρας στραφεί από κάποια εξωτερική δύναμη κατά την αντίστροφη φορά και εφόσον βεβαία είναι ήδη θερμός. Μία τέτοια περίπτωση μπορεί να εμφανιστεί αν το αυτοκίνητο είναι σταματημένο σ' έναν ανήφορο και αλέθει να κυλήσει προς τα πίσω με συμπλεγμένο τον κινητήρα του.

Στην περίπτωση αυτή, αν ο κινητήρας φέρει φυγοκεντρικό ρυθμιστήρα, και εφόσον βεβαία δεν πατηθεί ο επιταχυντής, θα πάρει λίγες στροφές χωρίς κίνδυνο επιτάχυνσης. αν όμως έχει ρυθμιστήρα με αναρρόφηση, υπάρχει κίνδυνος υπερτάχυνσης και ζημιών.

Κατά την ανάστροφη λειτουργία του κινητήρα ή πολλαπλή εισαγωγή μεταβάλλεται σε πολλαπλή εξαγωγή και πίσω από το διάφραγμα του στενωτικού δακτυλίου θα δημιουργηθεί συγκέντρωση καυσαερίων και υπερπίεση. Ή πίεση αυτή θα μεταδοθεί στο θάλαμο υποπίεσης του ρυθμιστήρα και θα πιέσει ισχυρά το διάφραγμα προς τη πλευρά τής αύξησης τής παροχής του πετρελαίου με αποτέλεσμα να τείνει, ο κινητήρας να επιταχυνθεί. Ή πίεση αυτή πάνω στο διάφραγμα του ρυθμιστήρα είναι

τόσο ισχυρή ώστε είναι δύσκολο να τραβηχτεί προς τα πίσω ο ρυθμιστικός κανόνας με το κουμπί στάσης που βρίσκεται στον πίνακα οργάνων, και ο κινητήρας αρνείται να σταματήσει.

Για να αποφευχθεί ένα τέτοιο ενδεχόμενο, οι ρυθμιστήρες αναρρόφησης εφοδιάζονται με ένα βοηθητικό στενωτικό δακτύλιο ο οποίος δεν κλείνεται με το διάφραγμα (πεταλούδα) όπως ο κύριος στενωτικός δακτύλιος. Έτσι, αν συμβεί να στραφεί ανάποδα ο κινητήρας, τα καυσαέρια που συγκεντρώνονται πίσω από το διάφραγμα, περνούν από το βοηθητικό στενωτικό δακτύλιο και δημιουργώντας αναρρόφηση στο θάλαμο υποπίεσης του ρυθμιστήρα, μειώνουν την παροχή του πετρελαίου και τον κίνδυνο να επιταχυνθεί ο κινητήρας.

Εντούτοις, ο κίνδυνος επικίνδυνης υπερτάχυνσης υπάρχει πάντοτε αν κατά τη στιγμή της αναστροφής λειτουργίας πιεστεί έστω και για λίγο το ποδοπληκτρο του επιταχυντή, οπότε ο κινητήρας ξεφεύγει από τον έλεγχο του οδηγού. Στην περίπτωση αυτή που γίνεται αμέσως αντιληπτή από την ανώμαλη λειτουργία του κινητήρα και τους καπνούς που θα κατακλύσουν το διαμέρισμα του κινητήρα, ο μόνος τρόπος για να σταματήσει είναι να αποσυμπλεχθεί για μία στιγμή, να εμπλακεί ή υψηλότερη ταχύτητα, να πιεστεί πολύ ισχυρά το ποδοπληκτρο της πέδης και να επανασυμπλεχθεί ο κινητήρας.

Λειτουργία του κινητήρα κατά την αναστροφή φορά έστω και για ελάχιστα λεπτά μπορεί να προκαλέσει σημαντικές ζημιές, γιατί διακόπτεται ή λίπανση.

Για τον έλεγχο του κινητήρα βάσει της ροπής στρέψης, υπάρχει μία ελαστική σύνδεση στο σημείο που ο ρυθμιστικός κανόνας της αντλίας συνδέεται με το διάφραγμα του ρυθμιστήρα. Όταν ο οδηγός έχει ανάγκη της μέγιστης ροπής του κινητήρα, πιέζει μέχρι κάτω το γκάτζι και ανοίγει τελείως το διάφραγμα στο στενωτικό δακτύλιο. Τότε η υποπίεση μέσα στην εισαγωγή μειώνεται και το ελατήριο του διαφράγματος του ρυθμιστήρα υπερισχύει και πιέζει ισχυρά το ρυθμιστικό κανόνα προς τα αριστερά, προς την κατεύθυνση δηλαδή της μέγιστης παροχής. Στην κίνηση αυτή του κανόνα αντιδρά ο αναστολέας της κίνησής του, αλλά επειδή πίσω από το ωστήριο του είναι το ελατήριο του ελέγχου της ροπής, ο κανόνας προχωρεί προς την κατεύθυνση της μέγιστης παροχής κατά διαδρομή ίση με την κίνηση που επιτρέπει το ελατήριο. Η πρόσθετη αυτή παροχή αυξάνει τις στροφές του κινητήρα και την υποπίεση της αναρρόφησης του, με αποτέλεσμα να υποχωρήσει προς τα δεξιά το διάφραγμα και μαζί του και ο κανόνας, χωρίς ωστήριο του να πάψει

να στηρίζεται στον αναστολέα τής κίνησής του. “Έτσι, μειώνεται ή παροχή κατά ποσότητα που αντιστοιχεί σε κίνηση του κανόνα κατά τη διαδρομή που επιτρέπει το ελατήριο του συστήματος ελέγχου ροπής. Οι ρυθμιστήρες με υποπίεση έχουν μάλλον μικρή ευαισθησία, 6-12%, και χρησιμοποιούνται μόνο για επιβατηγά αυτοκίνητα και γεωργικούς ελκυστήρες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Αντλίες Έγχυσης με Κεντρικό Αντλητικό Στοιχείο

‘Η άλλη μεγάλη ομάδα αντλιών έγχυσης είναι εκείνες που χρησιμοποιούν ένα αντλητικό στοιχείο για την έγχυση του πετρελαίου σε όλους τους κυλίνδρους του κινητήρα, και το κατευθύνουν σε καθέναν από αυτούς με τη σειρά που πρέπει με έναν ειδικό διανομέα.

‘Η πιο γνωστή κατασκευή στον τομέα αυτό είναι ή αντλία έγχυσης D.P.A.. τής C.A.V. που αποτελεί μία βελτιωμένη μορφή τής αμερικανικής αντλίας Roosa της πρώτης που χρησιμοποίησε το σύστημα με το οποίο εργάζεται η αντλία .D.P.A. τής C.A.V. ‘Η αντλία αυτή είναι από τις πιο διαδομένες στον κόσμο με περισσότερα 6.000.000 κομμάτια σε χρήση. Κατασκευάζεται για κινητήρες με 2, 3, 4, 6 και 8 κυλίνδρους για μεγέθη ως 2 λίτρα ανά κύλινδρο και για εφαρμογή σε αγροτικούς, βιομηχανικούς, ναυτικούς κινητήρες και φυσικά σε κινητήρες αυτοκινήτων.

Οι λόγοι τής τόσης δημοτικότητας τής αντλίας αυτής οφείλονται στο ότι είναι μικρή στο μέγεθος, με πολύ λιγότερα κομμάτια που να χρειάζονται μεγάλη ακρίβεια κατασκευής και προπαντός γιατί εξασφαλίζει ομοιόμορφη παροχή πετρελαίου σ’ όλους τους κυλίνδρους χωρίς να έχει ανάγκη τής τόσο λεπτής εργασίας ρύθμισης τής παροχής των αντλητικών στοιχείων των αντλιών έγχυσης, που περιγράψαμε παραπάνω. Για όλους αυτούς τους λόγους οι αντλίες με ένα αντλητικό στοιχείο και διανομέα είναι συνήθως οικονομικότερες από τις αντλίες με ατομικά αντλητικά στοιχεία.

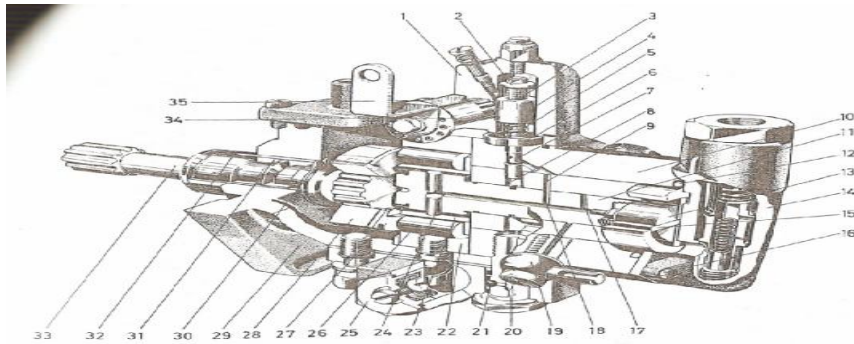
Το πετρέλαιο, μέσω μίας αντλίας τροφοδοσίας χαμηλής πίεσης 0,2-0,3 kg/cm², πηγαίνει, αφού περάσει από το φίλτρο, στην αντλία ενδιάμεσης πίεσης ή οποία τροφοδοτεί τη μετρητική βαλβίδα. Παράλληλα προς την αντλία ενδιάμεσης πίεσης υπάρχει μία ρυθμιστική βαλβίδα ή οποία κρατά σταθερή τη μέγιστη τιμή τής πίεσης αυτής. ‘Από τη μετρητική βαλβίδα το πετρέλαιο έρχεται στο αντλητικό στοιχείο έγχυσης που είναι ενσωματωμένο στο διανομέα. Το αντλητικό στοιχείο έγχυσης. το αντλητικό στοιχείο αποτελείται από δύο έμβολα μικρής διαμέτρου που είναι τοποθετημένα σε μία εγκάρσια κυλινδρική οπή ενός στρεφόμενου κομματιού, που λέγεται δρομέας και αποτελεί το βασικό κομμάτι τόσο του αντλητικού στοιχείου, όσο και του διανομέα. Τα έμβολα εφαρμόζουν στεγανά μέσα στον κύλινδρό τους

αλλά κινούνται ελευθέρα μέσα σ' αυτόν. 'Ο δρομέας κινείται ελευθέρα και αυτός, αλλά στεγανά σ' έναν εξωτερικό κύλινδρο πού μπορεί να ονομαστεί στάτης.

Τόσο ο δρομέας όσο και ο στάτης έχουν οπές οι οποίες ανάλογα με την κίνηση τού δρομέα άλλοτε συμπίπτουν και αποκαθιστούν κυκλοφορία και άλλοτε δε συμπίπτουν και διακόπτουν κυκλοφορία, σχήματα . Οι οπές αυτές έχουν άμεση σχέση με τον αριθμό των κυλίνδρων τού εξυπηρετούμενου κινητήρα. Έτσι, για τον τετρακύλινδρο κινητήρα ο στάτης έχει μία οπή για την είσοδο τού πετρελαίου προς το δρομέα και τέσσερις οπές εξόδου τού πετρελαίου από το δρομέα προς τούς εγχυτήρες.

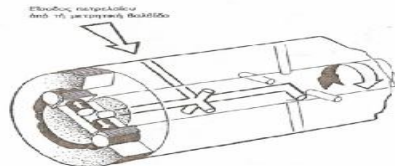
Αντίθετα, ο δρομέας έχει τέσσερις οπές εισόδου πετρελαίου από το στάτη προς το αντλητικό στοιχείο. "Όλες οι οπές τού δρομέα συγκοινωνούν με έναν αξονικό αγωγό πού φτάνει μέχρι το μέσο τού κυλίνδρου μέσα στον οποίο κινούνται τα έμβολα. Από το άλλο άκρο του ο αξονικός αγωγός προχωρεί μέχρι τις τέσσερις οπές εξόδου τού στάτη και εκεί σχηματίζει μία ακτινική οπή ή οποία, όταν γυρίζει ο δρομέας, συμπίπτει διαδοχικά με τις οπές εξόδου τού στάτη.

Το πέλμα πού φέρει ένα κυλινδρίσκο (τροχίσκο). Γύρω από τούς κυλινδρίσκους αυτούς υπάρχει ένας δακτύλιος πού είναι σαν προέκταση τού στάτη και έχει στην εσωτερική του επιφάνεια προεξοχές (λοβούς-έκκεντρα) αντιδιαμετρικά τη μία ως προς την άλλη και σε αριθμό ίσο με τον αριθμό των κυλίνδρων. Καθώς γυρίζει ο δρομέας, τα έμβολα, κάθε φορά πού οι τροχίσκοι τους συναντούν λοβούς, συμπλησιάζουν, ενώ, όταν οι τροχίσκοι συναντούν την κανονική διάμετρο τού δακτυλίου (κοιλιά, όπως λέμε), μπορούν ελευθέρα να απομακρυνθούν το ένα από το άλλο.



Σχήμα 232. Τομή αντλίας εγχύσεως με ένα αντίστοιχο στοιχείο και διαγράμμά τύπου D.P.A. της C.A.V.

1. Κέλυφος φθλιωτικό - 2. Προφύλακτος - 3. Έλαστικό - 4. Κοιλίος - 5. Έλαστικό - 6. Δοκός - 7. Μεταφορέας - 8. Κυλινδρικός μερτητής δοκιδής - 9. Αγωγός παροχής προς το άνωμέγα - 10. Κυλινδρικός διανομήσις (επίσης) - 11. Διομήσις διανομήσις - 12. Αμφιαιετικός δοκιδής - 13. Δοκιδής αντλίας ενδιάμεσης πίεσης - 14. Σώμα φθλιωτικής διάμεσης πίεσης - 15. Πρωτογενής αντλίας ενδιάμεσης πίεσης - 16. Κοιλίος στερέωσης σπαστός φθλιωτικής διαμέσης - 17. Αγωγός παροχής από το άνωμέγα - 18. Αγωγός εξόδου προς την αντλία - 19. Έξοδος προς εγχυτήρα - 20. Σύνδεσμος - 21. Σπαστός - 22. Δοκιδής με ελαστικό έμβολο - 23. Μεγάλο έμβολο αντίστοιχού στοιχείου - 24. Έμβολο αντίστοιχου στοιχείου - 25. Ρυθμιζήσις ποσότητας - 26. Κοιλίος αντλίας - 27. Έλαστικό φθλιωτικής μέγιστης παροχής - 28. Συνδετική φράδα - 29. Σώμα αντλίας - 30. Αμφιαιετικός δοκιδής - 31. Στεφανιακό ζεπίωμα - 32. Σφαιρικός θύρανος αντίστοιχός - 33. Αγωγός αντλίας - 34. Αξονας μοχλού έπιπέδωσης - 35. Μοχλός έπιπέδωσης.



Σχήμα 233. Είσοδος πετρελαίου στο αντίστοιχο στοιχείο.

Η σχετική θέση τού δρομέα, τού στάτη και τού δακτυλίου με τα έκκεντρα είναι έτσι κανονισμένη, ώστε όταν ο τροχίσκος βρίσκονται σε κοιλιά τού δακτυλίου, ανάμεσα δηλαδή από τούς λόρδους (ή τα έκκεντρα) του, ή οπή εισόδου τού στάτη, να συμπίπτει με μία οπή από τις τέσσερις (για τετρακύλινδρο κινητήρα) οπές εισόδου τού δρομέα, ενώ ή οπή εξόδου τού δρομέα βρίσκεται σε αδιέξοδο, είναι δηλαδή φραγμένη από το σώμα τού στάτη. “Έτσι, το πετρέλαιο υπό την πίεση τής αντλίας ενδιάμεσης πίεσης έρχεται και γεμίζει το χώρο ανάμεσα στα έμβολα τα πιέζει προς τα έξω. Καθώς ο δρομέας συνεχίζει τη στροφή του, οι τροχίσκοι των εμβολών του συναντούν δύο από τούς αντιδιαμετρικούς λοβούς τού δακτυλίου και αναγκάζονται να συμπλησιάσουν και να πιέσουν ισχυρά το παγιδευμένο πετρέλαιο ανάμεσα στα έμβολα. Το πετρέλαιο όμως βρίσκει διέξοδο διαμέσου τής οπής εξόδου τού δρομέα σε μία από τις εξόδους τού στάτη, με την οποία τώρα έχει έρθει σε σύμπτωση. Οι οπές εξόδου τού στάτη συγκοινωνούν ή καθεμιά με έναν από τούς εγχυτήρες των κυλινδρων και έτσι το συμπιεσμένο πετρέλαιο παίρνει το δρόμο προς τον αντίστοιχο εγχυτήρα.

Όλο το σύστημα τής αντλίας, των αγωγών και των εγχυτήρων είναι γεμάτα με πετρέλαιο υπό πίεση και τέλεια εξαερωμένο. “Έτσι, λόγω τού ασυμπίεστου των υγρών, όση ποσότητα πετρελαίου φεύγει από τα έμβολα, αντίστοιχη ποσότητα ψεκάζεται μέσα στους κυλινδρους. Και εδώ όπως και στα συστήματα πού περιγράψαμε παραπάνω, το κύμα τής πίεσης πού δημιουργείται από τη συμπίεση

των εμβολών, κινείται μέσα στους αγωγούς τού συστήματος με την ταχύτητα τού ήχου πού αντιστοιχεί στο πετρέλαιο (1430 περίπου m/sec).

Βέβαια, ή πραγματική αντλία δεν είναι τόσο απλή όπως την περιγράψαμε παραπάνω. Το σχήμα παρουσιάζει μία τομή τής αντλίας DPA CAV και έχει μία πλήρη ονοματολογία των κυριότερων κομματιών της. Παρακάτω θα περιγράψουμε με λίγα λόγια καθένα από τα κύρια εξαρτήματα πού αποτελούν το κύκλωμα τροφοδοσίας πετρελαίου ενός πετρελαιοκινητήρα με αντλία D.P.A. τής CAV. και θα αναπτύξουμε με λίγα λόγια τον τρόπο λειτουργίας τους.

Ή αντλία παροχής ή χαμηλής πίεσης είναι μία αντλία με διάφραγμα, πού μοιάζει πολύ με τις αντλίες βενζίνης στους βενζινοκινητήρες. Είναι στερεωμένη στα πλευρά τού κινητήρα και παίρνει κίνηση από ένα ειδικό έκκεντρο τού εκκεντροφόρου άξονα. Για την ομαλοποίηση τής παροχής της υπάρχει ένα δεύτερο διάφραγμα. Η αντλία δίνει πετρέλαιο μόνο όταν χρειάζεται στην αντλία ενδιάμεσης πίεσης ακριβώς όπως οι αντλίες βενζίνης δίνουν βενζίνη στον εξαερωτήρα μόνο όταν χρειάζεται στη λεκάνη σταθερής στάθμης του. Ή πίεση πού δίνει ή αντλία εξαρτάται από τη δύναμη τού ελατηρίου τού διαφράγματος και είναι γύρω στα 0,2-0,3 kg/cm². Ύπάρχει και εδώ ένας μικρός χειρομοχλός για την αρχική πλήρωση ολοκλήρου τού συστήματος. Ή αντλία ενδιάμεσης πίεσης είναι ένας κυλινδρικός θάλαμος πού έχει μέσα ένα δρομέα έκκεντρα τοποθετημένο, πού φέρει ένα ζευγάρι κινητά πτερύγια. Ή δρομέας τής αντλίας είναι στερεωμένος στο άκρο τού δρομέα τού διανομέα, ενώ ο θάλαμος είναι στερεωμένος στο σώμα τής αντλίας μ' ένα λοξά δακτύλιο. Ή λειτουργία της είναι ίδια με όλες τις αντλίες με κινητά πτερύγια.

Όπως είπαμε, ή ενδιάμεση αντλία βραχυκυκλώνεται από μία βαλβίδα ρύθμισης τής ενδιάμεσης πίεσης. Ή προορισμός τής βαλβίδας αυτής, σχήματα είναι διπλός. Αρχικά, ή βαλβίδα πρέπει να κρατά μία σταθερή σχέση ανάμεσα στην ενδιάμεση πίεση και τις στροφές τού κινητήρα, και δεύτερο να επιτρέπει τη δίοδο τού πετρελαίου κατά την αρχική πλήρωση γύρω από τα πτερύγια τής αντλίας, για να μπορούν να γεμίσουν όλοι οι χώροι τής αντλίας με πετρέλαιο και να γίνει ο εξαερισμός. “Αμα δεν κινείται ή αντλία, τα πτερύγια της φράζουν τελείως τη δίοδο τού πετρελαίου και γ'αυτό πρέπει να υπάρχει μία δίοδος πού να παρακάμπει την αντλία.

Όταν ή αντλία ενδιάμεσης πίεσης εργάζεται, μία ποσότητα πετρελαίου έρχεται από την αντλία διαμέσου τού αγωγού και πιέζει το έμβολο στην κίνηση τού οποίου αντιστέκεται το ρυθμιστικό ελατήριο. “Όταν ή πίεση πού δημιουργεί ή αντλία

ξεπεράσει τη δύναμη τού ελατηρίου, το έμβολο υποχωρεί και ανοίγει σιγά σιγά τη ρυθμιστική οπή στο ρυθμιστικό χιτώνιο. Τότε το πετρέλαιο γυρίζει πίσω στην εισαγωγή τής αντλίας διαμέσου τού αγωγού.

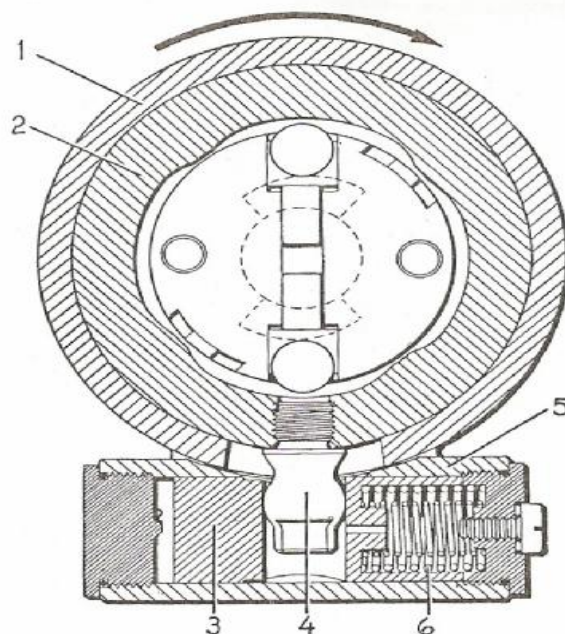
Μ' αυτό τον τρόπο ή μεγαλύτερη τιμή τής ενδιάμεσης πίεσης ρυθμίζεται από τη δύναμη τού ρυθμιστικού ελατηρίου και τον αριθμό των, στροφών τού κινητήρα.

‘Από τη2 ρυθμιστική βαλβίδα τής ενδιάμεσης πίεσης το πετρέλαιο πηγαίνει στη μετρητική βαλβίδα, πού έχει για προορισμό την ακριβή μέτρηση τής ποσότητας τού πετρελαίου πού θα πάει κάθε στιγμή στα έμβολα για να συμπιεστεί και να σταλεί στους εγχυτήρες. ‘Η μετρητική βαλβίδα παίζει το ρόλο ενός υδραυλικού ρυθμιστήρα μέγιστου-ελάχιστου και κάθε άλλης ενδιάμεσης ταχύτητας.

‘Η μετρητική βαλβίδα αποτελείται από ένα στέλεχος πού έχει στο άκρο του μία κεφαλή σαν ένα έμβολο πού κινείται μέσα σ’ ένα κύλινδρο ανοιγμένο στο σώμα τής αντλίας και στο στάτη. Μέσω μίας εξωτερικής τομής στο σώμα τού δρομέα, το πετρέλαιο, με την ενδιάμεση πίεση, φτάνει στο κάτω μέρος τής κεφαλής τής βαλβίδας. ‘Επίσης, πετρέλαιο με την ίδια πίεση φτάνει στο μέσο περίπου τού κυλίνδρου τής βαλβίδας στο τμήμα πού είναι ανοιγμένο στο σώμα τής αντλίας. Στο ίδιο περίπου ύψος ή κεφαλή έχει ένα λαιμό και μία οπή. ‘Από το σημείο αυτό ξεκινά και ένας λοξός αγωγός πού φτάνει στην οπή παροχής τού στάτη. Στο στέλεχος της ή βαλβίδα έχει ένα δίσκο με τον οποίο συγκρατείται στο σώμα τής αντλίας. Πάνω από το δίσκο έχει ένα ρυθμιστικό ελατήριο, ένα ρυθμιστικό χιτώνιο και ένα δίσκο για τη διακοπή τής λειτουργίας. Δεξιά και αριστερά από το στέλεχος τής βαλβίδας υπάρχουν δύο άξονες με έκκεντρα από τούς οποίους ο ένας συνδέεται με το μοχλό πού παίρνει κίνηση από το κουμπί διακοπής τής λειτουργίας πού βρίσκεται στον πίνακα οργάνων. “Όταν αυτό τραβηχτεί ο άξονάς του γυρίζει και το έκκεντρό του τραβά τελείως προς τα πάνω το στέλεχος τής βαλβίδας. οπότε ή κεφαλή του κλείνει τελείως τη δίοδο τού πετρελαίου προς τα έμβολα και έτσι ο κινητήρας σταματά. ‘Ο άλλος άξονας, συνδέεται με το ρυθμιστικό μοχλό πού κι αυτός πάλι συνδέεται με το ποδοπληκτρο τού επιταχυντή. Στις διάφορες θέσεις τού επιταχυντή αντιστοιχούν ανάλογες θέσεις τού έκκεντρου τού άξονα και σ’ αυτές αντιστοιχούν ανάλογες πιέσεις τού ρυθμιστικού ελατηρίου προς τη βαλβίδα. ‘Η βαλβίδα, έχοντας από τη μία πλευρά την ενδιάμεση πίεση και από την άλλη τη δύναμη τού ελατηρίου, ισορροπεί κάθε φορά και σε άλλη θέση, ανάλογα με τη θέση τού επιταχυντή. ‘Η μετακίνηση τής βαλβίδας μεγαλώνει ή μικραίνει την ελεύθερη δίοδο τού πετρελαίου γύρω από το

λαιμό και την οπή τής κεφαλής τής βαλβίδας και αυξομειώνει έτσι τις στροφές τού κινητήρα.

Όταν ο οδηγός πιέσει το ποδοπληκτρο τού επιταχυντή, ο επάνω μοχλοβραχίονας τού ρυθμιστικού μοχλού κινείται προς τα αριστερά. Η πίεση τού έκκεντρου του ελατηρίου μεγαλώνει και η βαλβίδα κινείται προς τα δεξιά. Το αποτέλεσμα είναι να μεγαλώσει η δίοδος τού πετρελαίου προς την οπή παροχής τού δρομέα και να αυξηθούν οι στροφές τού κινητήρα. Η αύξηση των στροφών φέρνει αύξηση τής ενδιάμεσης πίεσης ή όποια αντιστέκεται στη δύναμη τού ρυθμιστικού ελατηρίου και φέρνει τη βαλβίδα σε ισορροπία σε μία θέση. Οι συνδυασμοί των δυνάμεων τού ελατηρίου από τη μία μεριά και τής ενδιάμεσης πίεσης από την άλλη, ρυθμίζουν όλες τις ταχύτητες, από τη βραδυπορία μέχρι τη μέγιστη. Για το σταμάτημα τού κινητήρα έλκεται προς τα έξω το κουμπί στάσης πού βρίσκεται στον πίνακα οργάνων. Το τράβηγμα αυτό στρέφει τον άξονα.. Στη στροφή αυτή τον ακολουθεί το έκκεντρό του, το οποίο τραβά προς τα πάνω το στέλεχος τής βαλβίδας οπότε η δίοδος τού πετρελαίου κλείνει και ο κινητήρας σταματά.



Σχήμα 239. Αυτόματος μηχανισμός ρύθμισης προέγχυσης σέ άντλία D.P.A. τής C.A.V.

1. Σώμα τής άντλίας (κορμός) – 2. Δακτύλιος μέ λοβούς (έκκεντρα) – 3. Έμβολο – 4. Σφαιρικό άκρο μοχλού – 5. Κύλινδρος μηχανισμού προέγχυσης – 6. Έλατήριο.

Για τη ρύθμιση τής φάσης τής έγχυσης πριν το έμβολο φτάσει στο A.ΝΣ. (προπορεία έγχυσης, αβάνς) ανάλογα με τον αριθμό στροφών τού κινητήρα υπάρχει

ένα σύστημα εμβόλου πού πιάνει σ' ένα κοχλία με σφαιρική κεφαλή. 'Ο κοχλίας είναι στερεωμένος πάνω στο δακτύλιο πού 'έχει εσωτερικά τούς λοβούς πού συμπιέζουν τα έμβολα. Στον κύλινδρο τού εμβόλου φτάνει ή ενδιάμεση πίεση και στο άλλο μέρος τού εμβόλου υπάρχει ένα ρυθμιστικό ελατήριο. "Όταν αυξάνουν οι στροφές τού κινητήρα, αυξάνει και ή ενδιάμεση πίεση και το 'έμβολο μετακινείται προς τα δεξιά με αποτέλεσμα να στραφεί ο δακτύλιος με τούς λοβούς αντίθετα από ότι στρέφεται ο δρομέας και να γίνει ή έγχυση νωρίτερα.

Για να μην είναι απότομες οι αλλαγές της προέγχυσης υπάρχει στους αγωγούς πού φέρνουν το πετρέλαιο με την ενδιάμεση πίεση στο θάλαμο τού εμβόλου μία σφαίρα που εμποδίζει τις απότομες αλλαγές τής πίεσης. Για τον προσδιορισμό τής μέγιστης ποσότητας πετρελαίου πού μπορεί να δώσει ή αντλία, υπάρχει στο άκρο τού δρομέα πού φέρει τα έμβολα ένας δίσκος ρύθμισης τής μέγιστης ποσότητας τού καυσίμου.

'Ο δίσκος αυτός έχει δύο λοξές τομές, στις οποίες εισέρχονται οι αντίστοιχες προεξοχές πού υπάρχουν στα πέλματα των τροχίσκων των εμβολών. Οι οπές διαμέσου των οποίων περνούν οι κοχλίες με τούς οποίους στηρίζεται ο δίσκος στο δρομέα, είναι επιμήκεις και επιτρέπουν μία στροφή τού δρομέα ίση με εκείνη πού τού επιτρέπουν οι προεξοχές των πελμάτων. Λόγω τής ειδικής μορφής των λοξών τομών και των προεξοχών των πελμάτων, σε κάθε θέση τού δίσκου αντιστοιχεί και διαφορετικό άνοιγμα μεταξύ των εμβολών, και επομένως και διαφορετική μέγιστη δυνατή ποσότητα παροχής τού πετρελαίου. Η ρύθμιση αυτή τής μέγιστης παροχής γίνεται. στο εργοστάσιο κατασκευής τού κινητήρα και ύστερα μπορεί να ξαναγίνει μόνο σε ειδικευμένα συνεργεία. "Όταν γίνει ή ρύθμιση, σφίγγονται τελείως οι κοχλίες πού κρατούν το δίσκο στο δρομέα για να μην είναι εύκολη ή απορύθμιση.

Η αντλία έγχυσης D.P.A. τής CAV. μπορεί να είναι εφοδιασμένη με φυγοκεντρικό ρυθμιστήρα. Μία άλλη αντλία έγχυσης λίγο διαφορετική από την προηγούμενη, χρησιμοποιείται από τούς κινητήρες τής VW 'Η αντλία ενδιάμεσης πίεσης και ή ρυθμιστική της βαλβίδα, είναι όμοιες μ' αυτές πού περιγράψαμε παραπάνω. 'Εδώ ή ενδιάμεση πίεση πού φτάνει μέχρι το κάτω μέρος της κεφαλής τής μετρητικής βαλβίδας, εξισορροπείται μόνο από το ρυθμιστικό ελατήριο τής βραδυπορίας και έτσι παίρνει την ανώτατη θέση του μέσα στον κύλινδρο τής βαλβίδας. Στη θέση αυτή, ή κάτω κωνική επιφάνεια τής περιφερειακής τομής πού έχει ή κεφαλή τής βαλβίδας στο

μέσο περίπου τού κορμού της, περιορίζει τούς αγωγούς πού πηγαίνουν προς τα έμβολα και προς το σύστημα ρύθμισης της προέγχυσης. Έτσι ο κινητήρας κρατιέται σε μία ορισμένη ταχύτητα βραδυπορίας πού ρυθμίζεται από το ρυθμιστικό κοχλία βραδυπορίας, ο οποίος είναι αμέσως επάνω από τη μετρητική βαλβίδα.. Όταν το σύστημα σε κατάσταση είναι σε κανονική πορεία. ο άξονας πού συνδέεται με το μοχλό τού επιταχυντή, έχει στραφεί και το έκκεντρό του πιέζει το ρυθμιστικό χιτώνιο το οποίο με το ελατήριο του ασκεί μία πρόσθετη δύναμη πάνω στη μετρητική βαλβίδα και την κρατά χαμηλότερα μέσα στον κύλινδρο της. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να είναι περισσότερο ελεύθεροι οι αγωγοί προς τα έμβολα και προς το ρυθμιστήρα προέγχυσης και έτσι να επιταχύνεται ο κινητήρας. Για τον περιορισμό τής ανώτατης ταχύτητας γιατί ας μην ξεχνάμε ότι ο ρυθμιστήρας αυτός είναι ένας ρυθμιστήρας μέγιστου-ελάχιστου ανάλογος με εκείνους πού περιγράψαμε στα προηγούμενα το ρυθμιστικό στοιχείο είναι ή δύναμη τού ελατηρίου τού ρυθμιστικού χιτωνίου. “Όταν ή ταχύτητα στροφών τού κινητήρα φτάσει στο επιτρεπόμενο όριο, ή ενδιάμεση πίεση φτάνει τη μέγιστη τιμή της στην οποία το ελατήριο τού ρυθμιστικού χιτωνίου υποχωρεί και ή ρυθμιστική βαλβίδα ανεβαίνοντας λίγο περιορίζει τη ροή τού πετρελαίου προς τα έμβολα, οπότε ή ταχύτητα επιστρέφει στο κανονικό, Πέρα απ’ αυτό, για τη ρύθμιση τής μέγιστης ποσότητας του πετρελαίου κατά εμβολισμό, υπάρχουν και δύο ρυθμιστικοί δίσκοι. Εκεί πού υπάρχει μία βασική διαφορά μεταξύ τής αντλίας και εκείνης πού περιγράψαμε παραπάνω, είναι το σύστημα έγχυσης. Εδώ τα έμβολα είναι τέσσερα και σχηματίζουν δύο ζεύγη. Ένα ζεύγος με έμβολα μικρής διαμέτρου, και ένα ζεύγος με έμβολα μεγαλύτερης διαμέτρου. Τα πρώτα έμβολα, τα μικρής διαμέτρου, λέγονται βοηθητικά, και τα δεύτερα, τα μεγάλης διαμέτρου, λέγονται κύρια. Τα κύρια έμβολα δίνουν πετρέλαιο υπό πίεση συνεχώς σ’ όλες τις φάσεις λειτουργίας τού κινητήρα. Τα βοηθητικά όμως δίνουν μία πρόσθετη ποσότητα καυσίμου κατά τις στιγμές τής εκκίνησης, κατά τις οποίες, όπως αναφέραμε παραπάνω, χρειάζεται μία ποσότητα καυσίμου μεγαλύτερη ακόμα και από εκείνη πού χρειάζεται για το μέγιστο φορτίο.

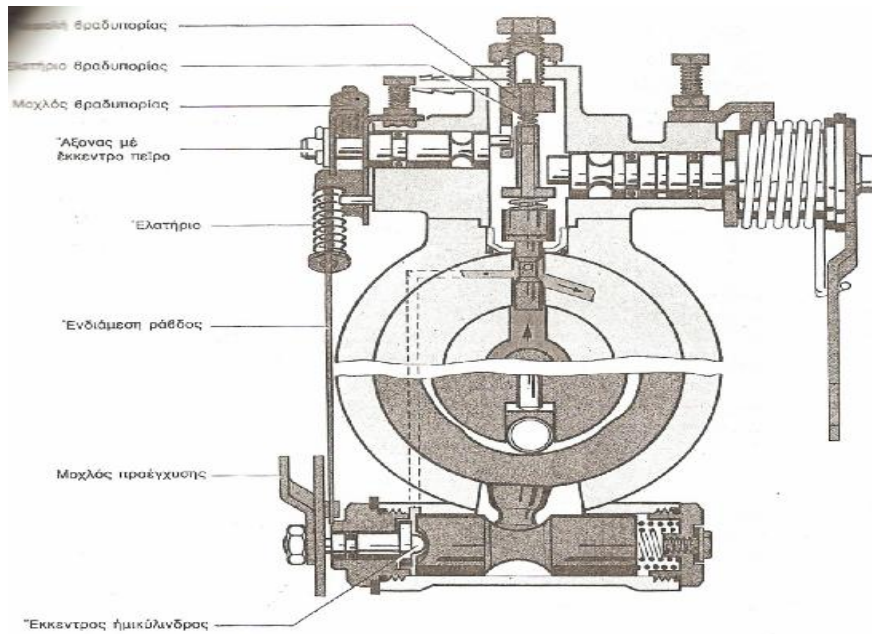
Για τον έλεγχο τής παροχής των βοηθητικών εμβολών υπάρχει μία ειδική βαλβίδα πρόσθετης παροχής εκκίνησης ή οποία βρίσκεται κάτω από την επίδραση τής ενδιάμεσης πίεσης από τα δεξιά και ενός ελατηρίου από τ’ αριστερά. “Όταν ο κινητήρας είναι σταματημένος, το ελατήριο υπερισχύει και φέρνει τη βαλβίδα στο δεξιό άκρο τής διαδρομής της, οπότε με μία περιφερειακή τομή στον κορμό της θέτει

σε επικοινωνία τούς αγωγούς που φέρνουν πετρέλαιο από τη μετρητική βαλβίδα με το θάλαμο συμπίεσης των βοηθητικών εμβολών. “Έτσι, όταν ο εκκινητήρας στρέφει τον κινητήρα για να ξεκινήσει, και τα δύο ζεύγη των εμβολών παρέχουν πετρέλαιο, και η εκκίνηση γίνεται πολύ ταχύτερα. Μόλις όμως ο κινητήρας αρχίσει να λειτουργεί μόνος του, η ενδιάμεση πίεση που αρχίζει ν’ ανεβαίνει, υπερισχύει στη βαλβίδα πρόσθετης παροχής και την ωθεί στο αριστερό άκρο της. Τότε, αυτή, με ένα ολόκληρο κομμάτι τού κορμού

της κλείνει τη δίοδο πετρελαίου προς το χώρο συμπίεσης των βοηθητικών εμβολών και διακόπτει την παροχή τους, οπότε η αντλία εργάζεται σα να είχε μόνο ένα ζεύγος έμβολα. Ή βελτιωμένη αυτή αντλία έχει επιπλέον, σε σχέση με την προηγούμενη, και βαλβίδες παροχής σε καθεμιά έξοδο προς εγχυτήρα, ανάλογες μ’ εκείνες που έχουν τα αντλητικά στοιχεία στις αντλίες με ατομικά στοιχεία κατά κύλινδρο. Προορισμός τής βαλβίδας παροχής εδώ είναι να κλείνει, μόλις μειωθεί η πίεση έγχυσης τής αντλίας, και να μηδενίζει την πίεση μέσα στους αγωγούς παροχής και τον εγχυτήρα για να προλαβαίνει διαρροές προς τον κύλινδρο από τον εγχυτήρα. Σε μία από τις εξόδους παροχής συνήθως τη χαμηλότερη, υπάρχει μία οπή αερισμού, ή οποία φράζει με ένα διακόπτη με σφαίρα. Κατά την αρχική πλήρωση τής αντλίας ανοίγεται για λίγο ο διακόπτης και βγαίνουν ότι μικροφουσαλίδες αέρα έχουν παγιδευτεί μέσα στην αντλία.

Το σύστημα ρύθμισης τής προέγχυσης στην αντλία αυτή λειτουργεί όπως και τής προηγούμενης, μόνο που εδώ η ενδιάμεση πίεση περνά από τη μετρητική βαλβίδα πριν γίνει αισθητή στο έμβολο τού συστήματος ρύθμισης τής προέγχυσης, και έτσι υπάρχει πιο άμεση σχέση στροφών, φορτίου και προέγχυσης.

Πέρα όμως από τις διαφορές που αναφέραμε ως τώρα, η αντλία αυτή είναι εφοδιασμένη και με σύστημα υποβοήθησης τής εκκίνησης σε πολύ ψυχρό καιρό, το οποίο τίθεται σε λειτουργία με ένα κουμπί στον πίνακα οργάνων.



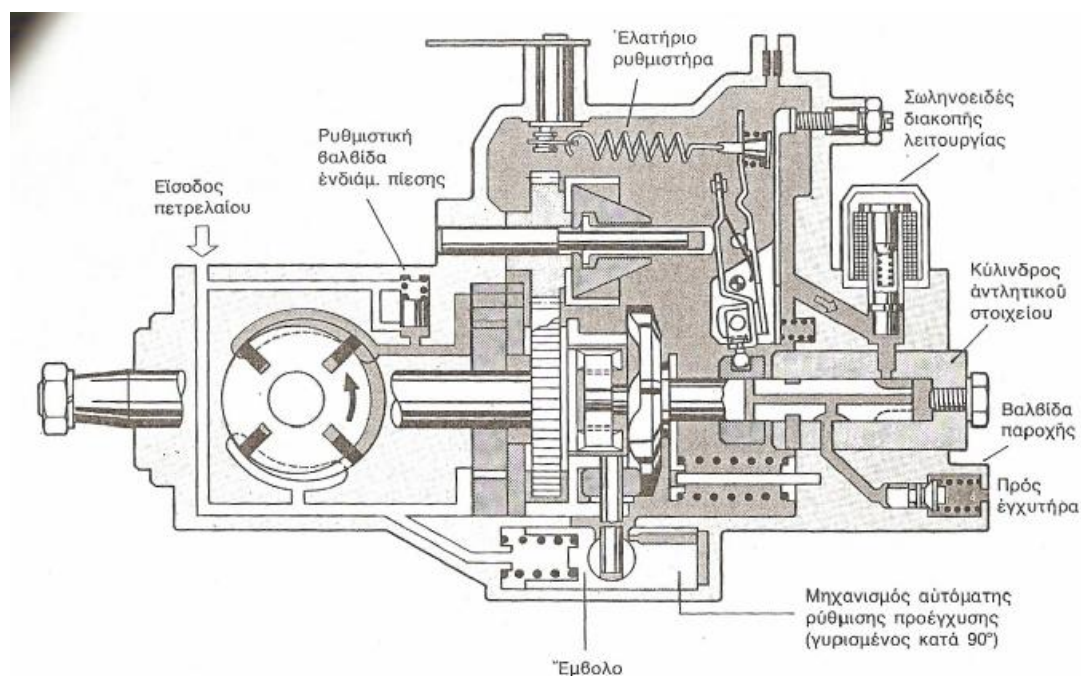
Σχ.3.1.4 Μηχανισμός εκκίνησης σε ψυχρό καιρό αντλίας D.P.A της C.V.A σε θέση ηρεμίας

Στο ύψος τού ρυθμιστήρα στροφών και απέναντι από αυτόν, στο σημείο στο οποίο ή προηγούμενη αντλία είχε το σύστημα διακοπής τής λειτουργίας τού κινητήρα, υπάρχει ένας άξονας, 'Ο άξονας αυτός, μ' έναν έκκεντρο πείρο δρα πάνω στην κεφαλή βραδυπορίας τής μετρητικής βαλβίδας. "Όταν ο οδηγός τραβήξει το κουμπί εκκίνησης με ψυχρό καιρό, ο άξονας στρέφεται και με τον 'έκκεντρο πείρο του πιέζει προς τα κάτω την κεφαλή βραδυπορίας τής μετρητικής βαλβίδας με αποτέλεσμα να αυξήσει την αντίσταση τής βαλβίδας στην ενδιάμεση πίεση και να την κρατήσει χαμηλότερα. Τότε, πηγαίνει στα έμβολα έγχυσης μία αυξημένη ποσότητα πετρελαίου, πού δημιουργεί αντίστοιχα και μία αυξημένη ταχύτητα βραδυπορίας για τη γρήγορη θέρμανση τού κινητήρα. Για να συμβαδίζει όμως ή προέγχυση με την αυξημένη αυτή ταχύτητα βραδυπορίας, υπάρχει ένα σύστημα αλληλένδεσης μεταξύ τού μηχανισμού αυξημένης βραδυπορίας και τού μηχανισμού ρύθμισης τής προέγχυσης. Έτσι, με έναν ενδιάμεσο ελκύστηκα, πού παίρνει κίνηση από το μοχλό πού στρέφει τον άξονα πού έχει τον έκκεντρο πείρο για την αύξηση τής βραδυπορίας, στρέφεται ένας ημικύλινδρος πού είναι στην κεφαλή τού κυλίνδρου τού εμβόλου τής προέγχυσης. Αυτός πιέζει προς τα δεξιά το έμβολο και αυξάνει τη γωνία προέγχυσης.

Ή ίδια αντλία για την τήρηση σταθερής πίεσης τού πετρελαίου πού γεμίζει όλους τούς χώρους της, έχει μία ειδική βαλβίδα πίεσης. Τέλος για τη διακοπή τής

λειτουργίας τού κινητήρα υπάρχει ένας ηλεκτρικός διακόπτης τής παροχής τού πετρελαίου από την αντλία ενδιάμεσης πίεσης, προς τη μετρητική βαλβίδα.

Ένας άλλος πολύ διαδομένος τύπος αντλίας έγχυσης με ένα αντλητικό στοιχείο για όλους τούς κύλινδρους και με διανομέα, είναι ο VE τής BOSCH. Και εδώ, όπως και στην αντλία DPA. τής CAV., το πετρέλαιο από την αντλία τροφοδότησης έρχεται στην αντλία ενδιάμεσης πίεσης πού είναι και εδώ με πτερύγια και πηγαίνει στο χώρο πού είναι ο ρυθμιστήρας ο οποίος είναι μηχανικός με αντίβαρα (φυγοκεντρικός).



Σχ.3.1.5 Τομή αντλίας έγχυσης τύπου V.E της Bosch

Παράλληλα προς την αντλία ενδιάμεσης πίεσης υπάρχει πάλι μία ρυθμιστική βαλβίδα πού περιορίζει τη μέγιστη πίεση τής αντλίας. Το αντλητικό στοιχείο αποτελείται από ένα κύλινδρο στερεωμένο πάνω στον κορμό τής αντλίας. Μέσα στον κύλινδρο κινείται ένα έμβολο, το οποίο στο κυλινδρικό τμήμα του και κοντά στο άκρο του έχει τόσες γλυφές εισαγωγής και τόσες οπές εξαγωγής, όσοι είναι οι κύλινδροι τού κινητήρα πού εξυπηρετεί. Έπιπλέον το έμβολο έχει και μία αξονική δίοδο, ή οποία στο τμήμα τού εμβόλου πού είναι έξω από τον κύλινδρο, καταλήγει σε μία εγκάρσια οπή πού κλείνεται με ένα χιτώνιο πού ολισθαίνει πάνω στο έμβολο ελευθέρως μεν αλλά στεγανά.

Κοντά στις γλυφές εισαγωγής τού εμβόλου καταλήγει ο αγωγός παροχής τού πετρελαίου. Γύρω από τις οπές παροχής τού εμβόλου υπάρχουν σε αντίστοιχο

αριθμό οι οπές λήψης τού πετρελαίου υπό πίεση πού καταλήγουν στις βαλβίδες παροχής και στους σωληνίσκους πού πηγαίνουν στους εγχυτήρες . Στο άλλο άκρο τού εμβόλου βρίσκεται στερεωμένος ένας δίσκος πού έχει στην επίπεδη επιφάνεια του, σ' ένα περιφερειακό δακτύλιο, τόσους λοβούς όσοι είναι οι κύλινδροι τού κινητήρα. 'Ακριβώς απέναντι από τούς λοβούς τού δίσκου υπάρχει ένας δακτύλιος πού έχει τόσους τροχίσκους όσοι είναι οι λοβοί τού δίσκου. 'Ο δακτύλιος αυτός, στηρίζεται στον κορμό τής αντλίας, μέσω ενός συστήματος ρύθμισης τής προέγχυσης ακριβώς όπως στην αντλία πού περιγράψαμε προηγουμένως. Πίσω από το δίσκο τού εμβόλου υπάρχει ένα ελατήριο και ένα σύστημα πού πιέζει συνεχώς το δίσκο προς το δακτύλιο με τούς τροχίσκους. Πέρα από το δίσκο με τούς λοβούς το στέλεχος τού εμβόλου σχηματίζει ένα σύνδεσμο με τον οποίο συνδέεται κατά ένα τρόπο πού επιτρέπει ελεύθερη αξονική κίνηση τού εμβόλου με τον άξονα τής αντλίας μέσω τού οποίου παίρνει κίνηση από τον κινητήρα με τις μισές (για τούς τετράχρονους κινητήρες) στροφές του.

“Όταν ο άξονας στρέφεται, τον ακολουθεί και ο δίσκος και το έμβολο, αλλά το έμβολο, κάθε φορά πού οι λοβοί τού δίσκου περνούν πάνω από τούς τροχίσκους, κάνει και μία κίνηση προς τα δεξιά, δηλαδή έναν εμβολισμό. 'Η περιστροφική και ή αξονική κίνηση τού εμβόλου είναι έτσι συνδυασμένες ώστε όταν το 'έμβολο κινείται προς τα δεξιά (αξονικά δηλαδή), ο χώρος συμπίεσης τού πετρελαίου είναι γεμάτος πετρέλαιο και ή οπή προσαγωγής πετρελαίου τού κυλίνδρου είναι κλειστή από το ολόκληρο μέρος τού κυλινδρικού κορμού τού εμβόλου. Τότε το πετρέλαιο, πού είναι παγιδευμένο μέσα στο θάλαμο συμπίεσης τού εμβόλου, παίρνει το δρόμο προς 'έναν από τούς αγωγούς πού οδηγούν προς τούς εγχυτήρες. 'Η σχετική θέση τής οπής εξαγωγής τού εμβόλου ως προς τούς αγωγούς παροχής τού πετρελαίου στον κύλινδρο και το σώμα τής αντλίας είναι έτσι κανονισμένα, ώστε όταν το πετρέλαιο συμπιέζεται μέσα στο χώρο συμπίεσης τού εμβόλου, ή οπή εξαγωγής του συμπίπτει με μία από τις οπές παροχής τού κυλίνδρου και έτσι το πετρέλαιο βρίσκει ελεύθερο το δρόμο προς τη βαλβίδα παροχής και τον αγωγό πίεσης ενός από τούς εγχυτήρες. Η ρύθμιση τής ποσότητας τού πετρελαίου πού εισάγεται κάθε φορά στους κυλίνδρους, ρυθμίζεται από το χιτώνιο πού ολισθαίνει πάνω στον κορμό τού εμβόλου. Στο 'ίδιο ύψος, όπως είπαμε, καταλήγει σε μία εγκάρσια οπή και ή αξονική δίοδος τού εμβόλου. “Όταν το χιτώνιο κλείνει την εγκάρσια οπή, κάθε διαρροή τού πετρελαίου από την οπή αυτή είναι απαγορευμένη και όλη ή ποσότητα τού

πετρελαίου που είναι παγιδευμένη στο χώρο συμπίεσης του εμβόλου, είναι αναγκασμένη να πάρει το δρόμο προς τους κυλίνδρους. Αντίθετα, όταν το χιτώνιο αποκαλύψει την εγκάρδια οπή, κάθε παροχή πετρελαίου προς τους κυλίνδρους σταματά.

Πάνω στο χιτώνιο αυτό δρα ο φυγοκεντρικός ρυθμιστήρας, ο οποίος συνδυάζει από τη μία μεριά τη φυγόκεντρο δύναμη των αντίβαρων, κι από την άλλη τη δύναμη του ρυθμιστικού ελατηρίου που συνδέεται με το ποδόπληκτρο του επιταχυντή. Κάθε συνδυασμός αυτών των δύο δυνάμεων αντιστοιχεί και σε μία θέση του χιτωνίου πάνω στο έμβολο και σε μία μεγαλύτερη ή μικρότερη διαρροή από την εγκάρσια οπή του εμβόλου, με αντίστοιχη αυξομείωση της ποσότητας του πετρελαίου που πάει στους κυλίνδρους. Η σχετική θέση του ρυθμιστήρα κατά τη στιγμή της εκκίνησης του κινητήρα. Στη φάση αυτή, το ποδόπληκτρο του επιταχυντή είναι πατημένο μέχρι κάτω και ο μοχλός ρύθμισης μέσα στο ρυθμιστήρα είναι τραβηγμένος προς τα αριστερά από το ελατήριο, το οποίο παίρνει τη μεγαλύτερη έντασή του γιατί ο άξονας του ρυθμιστικού μοχλού επιτάχυνσης είναι γυρισμένος, από την ενεργεία του επιταχυντή, έτσι ώστε ο έκκεντρος πείρος του να βρίσκεται στην πιο απομακρυσμένη θέση του (άκρο αριστερά). Το ρυθμιστικό χιτώνιο έχει έρθει στην πιο δεξιά θέση του και η παροχή του πετρελαίου είναι ή μέγιστη δυνατή. Η ωφέλιμη διαδρομή του εμβόλου, εκείνη δηλαδή κατά την οποία δίνει πετρέλαιο στους κυλίνδρους, είναι το δεξιά από την εγκάρσια οπή τμήμα του εμβόλου που καλύπτεται από το ρυθμιστικό χιτώνιο.

Ο οδηγός έχει αφήσει ελεύθερο το ποδόπληκτρο του επιταχυντή και ο άξονας του μοχλού επιτάχυνσης έχει γυρίσει σε τρόπο ώστε ο έκκεντρος πείρος του έχει έρθει δεξιά. Εντωμεταξύ τα αντίβαρα έχουν αρχίσει ν' ανοίγουν και με την ωστική τους ράβδο πιέζουν το μοχλό των αντίβαρων και συμπιέζοντας το πλατύ ελατήριο, τον φέρνουν σ' επαφή με το μοχλό ρύθμισης και τον αναγκάζουν να στραφεί γύρω από τον άξονά του, συμπιέζοντας το ελατήριο βραδυπορίας, και να κινήσει το ρυθμιστικό χιτώνιο προς τα αριστερά, κόβοντας έτσι την ποσότητα πετρελαίου που πάει στους κυλίνδρους και κρατώντας την επιθυμητή ταχύτητα βραδυπορίας ή οποία ελέγχεται από τη μία μεριά από το ελατήριο βραδυπορίας και από την άλλη από τα αντίβαρα.

Όταν ο ρυθμιστήρας βρίσκεται στη θέση πορείας με μετρικό φορτίο. Ο άξονας του

μοχλού επιτάχυνσης βρίσκεται με τον έκκεντρο πείρο του στο μέσο, και η ενέργεια του ελατηρίου του ρυθμιστήρα απ' τη μία μεριά, και των αντίβαρων από την άλλη, κρατούν το ρυθμιστικό χιτώνιο σε μία μεσαία θέση, που προσδιορίζει μία μέση ωφέλιμη διαδρομή του εμβόλου. Όσο ο οδηγός πιέζει περισσότερο τον επιταχυντή, τόσο το ελατήριο τραβά περισσότερο το μοχλό ρύθμισης, ο οποίος υπερνικώντας την αντίδραση των αντίβαρων φέρνει ακόμα δεξιότερα το ρυθμιστικό χιτώνιο, το οποίο αυξάνει έτσι την ωφέλιμη διαδρομή του εμβόλου και την ταχύτητα που έχουν τα διάφορα εξαρτήματα του ρυθμιστήρα κατά τη στιγμή της εκκίνησης του κινητήρα. Στη φάση αυτή, το ποδόπληκτρο του επιταχυντή είναι πατημένο μέχρι κάτω και ο μοχλός ρύθμισης μέσα στο ρυθμιστήρα είναι τραβηγμένος προς τα αριστερά από το ελατήριο, το οποίο παίρνει τη μεγαλύτερη έντασή του γιατί ο άξονας του ρυθμιστικού μοχλού επιτάχυνσης είναι γυρισμένος, από την ενέργεια του επιταχυντή, έτσι ώστε ο έκκεντρος πείρος του να βρίσκεται στην πιο απομακρυσμένη θέση του (άκρο αριστερά). Το ρυθμιστικό χιτώνιο έχει έρθει στην πιο δεξιά θέση του και η παροχή του πετρελαίου είναι η μέγιστη δυνατή. Η ωφέλιμη διαδρομή του εμβόλου, εκείνη δηλαδή κατά την οποία δίνει πετρέλαιο στους κυλίνδρους, είναι το δεξιά από την εγκάρσια οπή τμήμα του εμβόλου που καλύπτεται από το ρυθμιστικό χιτώνιο.

Κατά τη στιγμή της βραδυπορίας, ο οδηγός έχει αφήσει ελεύθερο το ποδόπληκτρο του επιταχυντή και ο άξονας του μοχλού επιτάχυνσης έχει γυρίσει σε τρόπο ώστε ο έκκεντρος πείρος του έχει έρθει δεξιά. Εντωμεταξύ τα αντίβαρα έχουν αρχίσει να ανοίγουν και με την ωστική τους ράβδο πιέζουν το μοχλό των αντίβαρων και συμπιέζοντας το πλατύ ελατήριο, τον φέρνουν σε επαφή με το μοχλό ρύθμισης και τον αναγκάζουν να στραφεί γύρω από τον άξονά του, συμπιέζοντας το ελατήριο βραδυπορίας, και να κινηθεί το ρυθμιστικό χιτώνιο προς τα αριστερά, κόβοντας έτσι την ποσότητα πετρελαίου που πάει στους κυλίνδρους και κρατώντας την επιθυμητή ταχύτητα βραδυπορίας ή οποία ελέγχεται από τη μία μεριά από το ελατήριο βραδυπορίας και από την άλλη από τα αντίβαρα.

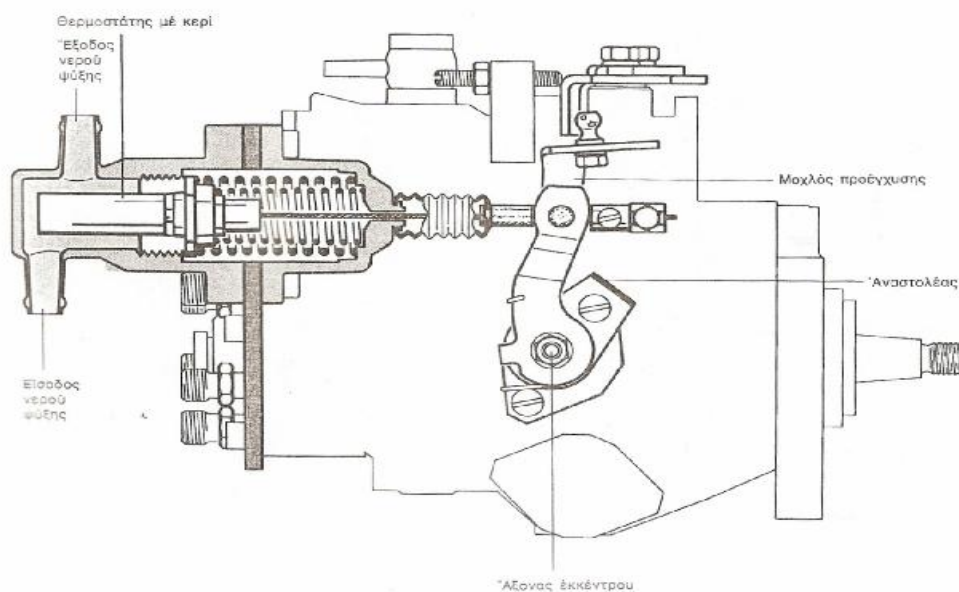
Στη θέση πορείας με μερικό φορτίο ο άξονας του μοχλού επιτάχυνσης βρίσκεται με τον έκκεντρο πείρο του στο μέσο, και η ενέργεια του ελατηρίου του ρυθμιστήρα απ' τη μία μεριά, και των αντίβαρων από την άλλη, κρατούν το ρυθμιστικό χιτώνιο σε μία μεσαία θέση, που προσδιορίζει μία μέση ωφέλιμη διαδρομή του εμβόλου. "Όσο ο οδηγός πιέζει περισσότερο τον επιταχυντή, τόσο το ελατήριο τραβά περισσότερο το μοχλό ρύθμισης, ο οποίος υπερνικώντας την αντίδραση των αντίβαρων φέρνει ακόμα

δεξιότερα το ρυθμιστικό χιτώνιο, το οποίο αυξάνει έτσι την ωφέλιμη διαδρομή τού εμβόλου και την ταχύτητα τού κινητήρα. Όταν όμως ή ταχύτητα τού κινητήρα ξεπεράσει το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο, το οποίο στους κινητήρες ντίζελ είναι γύρω στις 5400 ως 5450 rpm τότε τα αντίβαρα υπερσχύουν και πιέζοντας ισχυρά το μοχλό ρύθμισης, τον στρέφουν ανάποδα άπ' ότι τον τράβα το ελατήριο τού ρυθμιστήρα και φέρνουν το ρυθμιστικό χιτώνιο αρκετά αριστερά ώστε να αποκαλύπτεται ή εγκάρσια οπή και να διακόπτεται ή παροχή τού πετρελαίου προς τούς κυλίνδρους, σχήμα 268.

Η μέγιστη τιμή τής ταχύτητας στην οποία θα επέμβει ο ρυθμιστήρας για να κόψει την παροχή, ρυθμίζεται από έναν ανασταλτικό κοχλία μέγιστης ταχύτητας, πού δρα πάνω στο διορθωτικό μοχλό και στη βάση πού στηρίζεται ο μοχλός ρύθμισης και ο μοχλός των αντίβαρων.

Για τη διακοπή τής λειτουργίας τού κινητήρα υπάρχει και εδώ ένα σωληνοειδές ελεγχόμενο με το κλειδί «εκκίνησης-στάσης» πού όταν διακοπεί το ρεύμα, διακόπτει την παροχή τού πετρελαίου προς το αντλητικό στοιχείο.

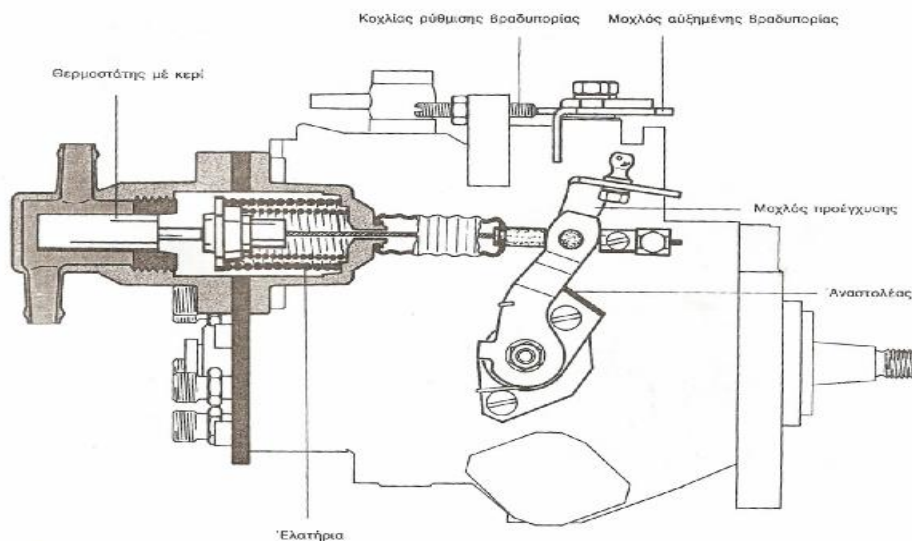
Για τη γρήγορη εκκίνηση και θέρμανση τού κινητήρα σε ψυχρό καιρό, υπάρχει ένα σύστημα πού λειτουργεί αυτόματα με ένα θερμοστάτη με κερί. Ο θερμοστάτης αυτός βρίσκεται σ' ένα μικρό θάλαμο πάνω στην αντλία, στον οποίο έρχεται και κυκλοφορεί νερό από το σύστημα ψύξης.



Σχ.3.1.6 Σύστημα εκκίνησης με ψυχρό καιρό στη θέση εκκίνησης

Ο θερμοστάτης δρα μ' ένα συρματόσχοινο πού κρατιέται τεντωμένο με δύο ελατήρια, πάνω και ένα σύστημα αλληλοσυνδεμένων μοχλών πού ενεργούν πάνω

στο σύστημα βραδυπορίας και στο σύστημα αυτόματης ρύθμισης τής προέγχυσης. Όταν ο κινητήρας είναι κρύος και το νερό στο θάλαμο του θερμοστάτη είναι κρύο, ο θερμοστάτης τραβά το συρματόσχοινο και αυξάνει την ταχύτητα βραδυπορίας και τη γωνία προέγχυσης. Όταν όμως το νερό τής ψύξης θερμανθεί αρκετά, ο θερμοστάτης διαστέλλεται και συμπιέζει τα ελατήρια που κρατούν τεντωμένο το συρματόσχοινο. Τότε οι μοχλοί βραδυπορίας και προέγχυσης έρχονται στην κανονική θέση τους.



Σχ.3.1.7 Σύστημα εκκίνησης με ψυχρό καιρό στη θέση κανονικής λειτουργίας

3.2 Άλλοι Τύποι Αντλιών Έγχυσης

Έκτός από τις δύο μεγάλες κατηγορίες αντλιών που περιγράψαμε παραπάνω και που καλύπτουν το μέγιστο μέρος των κατασκευαζόμενων σ' όλο τον κόσμο πετρελαιοκινητήρων, υπάρχουν και διάφοροι άλλοι τύποι συστημάτων έγχυσης τα οποία όμως τις περισσότερες φορές δεν ξεπερνούν τα όρια τη παραγωγής του συγκεκριμένου κατασκευαστή που τα προτιμά. Έτσι ή αμερικανική Cumming προτιμούσε για πολλά χρόνια ένα σύστημα που είχε μία αντλία χαμηλής πίεσης, ή οποία έστελνε μία μετρημένη ποσότητα πετρελαίου στους εγχυτήρες που ήταν ένας συνδυασμός εγχυτήρα και αντλίας υψηλής πίεσης και οι οποίοι έπαιρναν κίνηση από

τον εκκεντροφόρο άξονα των βαλβίδων μ' ένα ειδικό ζύγωθρο. Αργότερα, ή ίδια εταιρία χρησιμοποίησε ένα σύστημα ανάλογο προς αυτό πού χρησιμοποιεί σήμερα η General Motors στους κινητήρες τύπου Detroit-Diesel, στους οποίους σε κάθε κύλινδρο είναι εγκατεστημένος ένας εγχυτήρας συνδυασμένος με μία αντλία έγχυσης υψηλής πίεσης Το χρησιμοποιούμενο από την αντλία σύστημα είναι. ανάλογο με το σύστημα Bosch όπου ένα έμβολο σταθερής διαδρομής δίνει ρυθμιζόμενη παροχή με τη στροφή του έναντι δύο οπών παροχής και επιστροφής τού πετρελαίου. Κάθε αντλία έχει το δικό της ρυθμιστικό κανόνα και όλοι αυτοί σι κανόνες συνδέονται με βραχίονες και έναν άξονα πού παίρνει κίνηση από τον επιταχυντή και το ρυθμιστήρα. Το έμβολο παίρνει κίνηση από τον εκκεντροφόρο άξονα πού κινεί τις βαλβίδες με ένα ειδικό ζύγωθρο.

3.3 'Αντλία Κενού

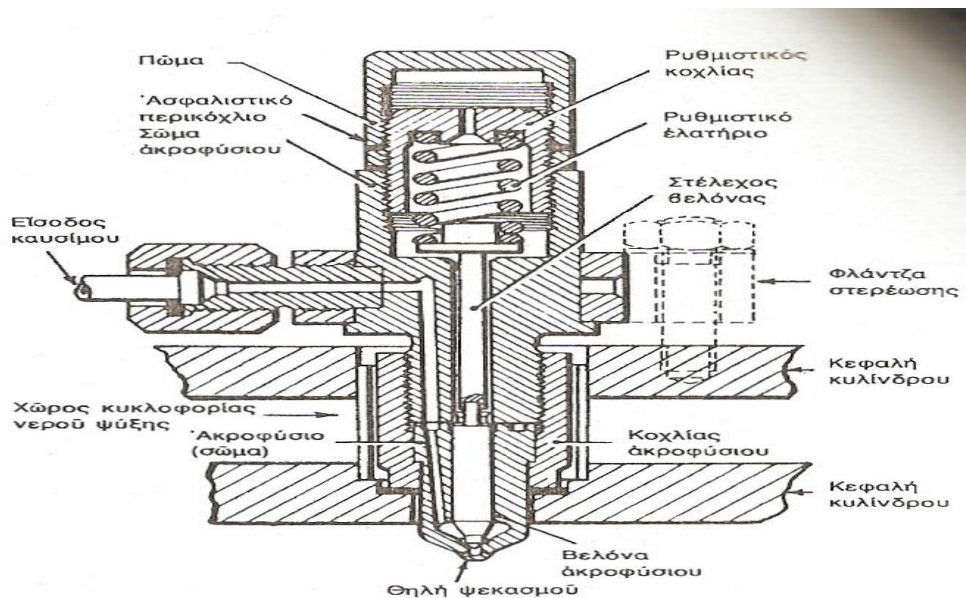
Έδώ πρέπει να πούμε δύο λόγια για ένα εξάρτημα πού συνοδεύει σχεδόν πάντοτε τούς πετρελαιοκινητήρες πού είναι τοποθετημένοι σε επιβατηγά αυτοκίνητα, πού είναι εφοδιασμένα με σερβομηχανισμό υποβοήθησης τού συστήματος πέδησής τους.

“Όπως είναι γνωστό όλα τα μέσα και βαριά επιβατηγά αυτοκίνητα για να διευκολύνουν τον οδηγό στην πέδηση, χρησιμοποιούν ένα σερβομηχανισμό πού λειτουργεί με την αναρρόφηση (υποπίεση) πού δημιουργεί ο κινητήρας στην εισαγωγή κατά τη λειτουργία του.

Όπως ξέρουμε όμως, ο πετρελαιοκινητήρας έχει ελεύθερη εισαγωγή και δε δημιουργεί υποπίεση. Έτσι, για να διατηρηθεί το σύστημα πέδησης όπως έχει και βρίσκεται με το σερβομηχανισμό του εφοδιάζεται ο κινητήρας με μία αντλία κενού,. Η αντλία αυτή είναι με πτερύγια και μοιάζει πολύ με τις αντλίες ενδιάμεσης πίεσης των προηγούμενων αντλιών έγχυσης, με μόνη τη διαφορά ότι εδώ στρέφεται ανάποδα, απορροφά αέρα από το σερβομηχανισμό και τον στέλνει στο θάλαμό τού στροφαλοφόρου άξονα για να μπει στο σύστημα κυκλοφορίας τού αέρα τού θαλάμου αυτού. Στην πλευρά τής αναρρόφησης υπάρχει βαλβίδα πού απαγορεύει την είσοδο αέρα στο σύστημα κενού, καθώς και λάδια από τη λίπανση τής αντλίας τού κενού. Η αντλία τού κενού παίρνει κίνηση με τραπεζοειδή ιμάντα είτε από τον εκκεντροφόρο άξονα, είτε από το στροφαλοφόρο.

3.4 Εγχυτήρες

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

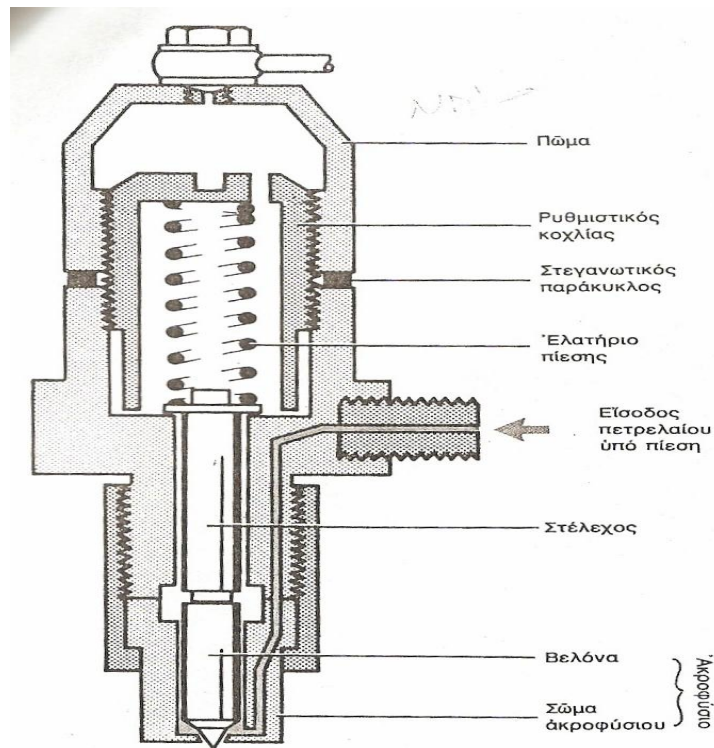


Σχ.3.4.1 Εγχυτήρας C.A.V

Πάνω ακριβώς από τη βελόνα τού ακροφύσιου έρχεται το στέλεχος της, το οποίο εφαρμόζει πάνω σ' αυτή και τής μεταδίδει την πίεση τού ρυθμιστικού ελατηρίου που βρίσκεται πάνω από το στέλεχος. Πάνω από το ρυθμιστικό ελατήριο βρίσκεται ο ρυθμιστικός κοχλίας, ή ρυθμιστικό πώμα, ο οποίος κοχλιώνεται πάνω στο σώμα τού εγχυτήρα και αυξομειώνει τη δύναμη τού ρυθμιστικού ελατηρίου. Ο ρυθμιστικός αυτός κοχλίας ασφαλίζεται στη ρύθμισή του με ένα ασφαλιστικό περικόχλιο και καλύπτεται με ένα κοχλιωμένο πώμα. Όλοι οι κενοί χώροι τού εγχυτήρα είναι γεμάτοι πετρέλαιο που διαρρέει από τις συναρμογές μεταξύ βελόνας και σώματος ακροφύσιου και το οποίο επιστρέφει στη δεξαμενή του, με έναν ειδικό αγωγό. Ή πίεση που επικρατεί στους χώρους τού εγχυτήρα, είναι εκείνη που απομένει από την πίεση έγχυσης όταν κλείσει ή βαλβίδα παροχής τής αντλίας έγχυσης. Όταν ή πίεση τής αντλίας φτάσει ν' ανοίξει τη βαλβίδα παροχής της, ένα κύμα πίεσης; μεταδίδεται σ' όλο τον αγωγό, από την αντλία μέχρι τον εγχυτήρα, με την ταχύτητα, τού ήχου μέσα στο πετρέλαιο, περνά το λοξό αγωγό και φτάνει στο θάλαμο πίεσης μέσα στο

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

Το σχήμα παρουσιάζει ένα ακροφύσιο που χρησιμοποιείται σε κινητήρες που έχει μόνο μία οπή ψεκασμού ή οποία κλείνει με την κωνική επιφάνεια τής βελόνας



Σχ.3.4.2 Ακροφύσιο με δακτυλιοειδή οπή ψεκασμού πετρελαιοκινητήρων Volkswagen

Όπως αναφέραμε παραπάνω, ή μορφή που θα πάρει ή δέσμη ψεκασμού που σχηματίζεται μέσα στο χώρο καύσης, έχει μεγάλη σημασία για την καλή λειτουργία του κινητήρα και κάθε είδος συστήματος καύσης λειτουργεί καλύτερα με μία ορισμένη μορφή δέσμης ψεκασμού. Έτσι δημιουργήθηκαν διάφοροι τύποι ακροφύσιων που σχηματίζουν διάφορες μορφές δέσμης ψεκασμού,

ακόμη δε και δέσμες που αλλάζουν μορφή κατά τη διάρκεια του χρόνου που διαρκεί ο ψεκασμός.

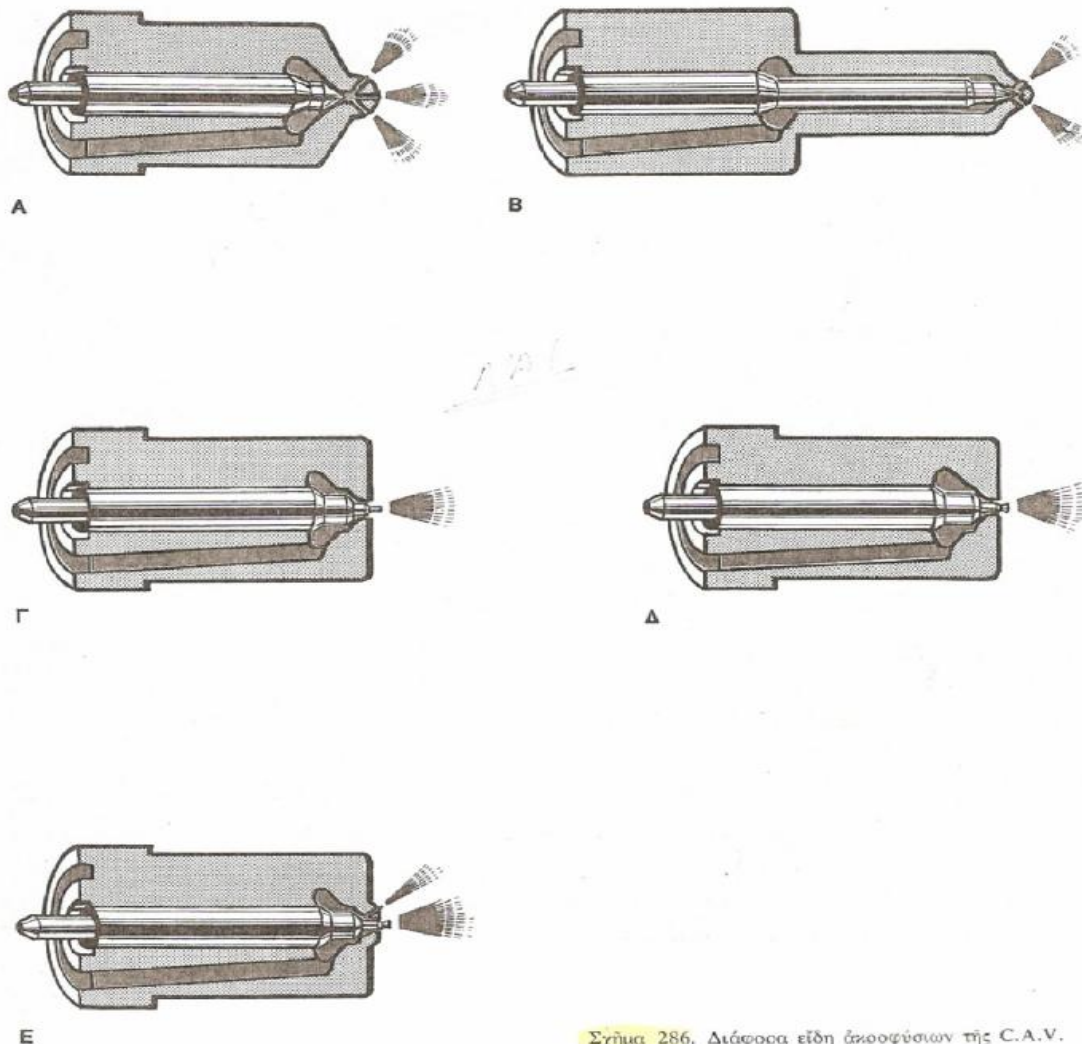
Το σχήμα παρουσιάζει τους πιο συνηθισμένους τύπους ακροφύσιου εγχυτήρων της CAV., ανάλογοι όμως τύποι κατασκευάζονται και από την Bosch και όλους σχεδόν τους άλλους κατασκευαστές εγχυτήρων. Στην εικόνα Α είναι ο συνηθισμένος τύπος ακροφύσιου με θηλή με πολλές οπές. Στην εικόνα Β είναι ο ίδιος τύπος ακροφύσιου με μακρύτερο σώμα και βελόνα και με περιφερειακές μόνο οπές στη θηλή του. 'Ο τύπος της εικόνας Γ είναι διαφορετικός. Το σώμα του ακροφύσιου δεν έχει θηλή με πολλές οπές, αλλά υπάρχει μία οπή στην επίπεδη επιφάνεια του ακροφύσιου στην οποία κινείται μία κυλινδρική προεξοχή της βελόνας. 'Η δέσμη ψεκασμού που δίνει το ακροφύσιο αυτό, είναι ένας κοίλος κώνος με αρκετά στενή γωνία κορυφής. 'Η εικόνα Δ είναι μία παραλλαγή του αμέσως προηγούμενου τύπου. 'Η προεξοχή της βελόνας του δεν είναι κυλινδρική, αλλά ένας ανεστραμμένος κώνος, και δίνει ευρύτερη δέσμη ψεκασμού με μειωμένη παροχή στην αρχή του χρόνου ψεκασμού και ενισχυμένη στο τέλος. 'Η εικόνα Ε παρουσιάζει το Ακρίσιο Pintaux και το οποίο δίνει εκτός από την κύρια δέσμη, και μία βοηθητική στην αρχή του χρόνου ψεκασμού και διευκολύνει την εκκίνηση του κινητήρα όταν είναι ψυχρός.

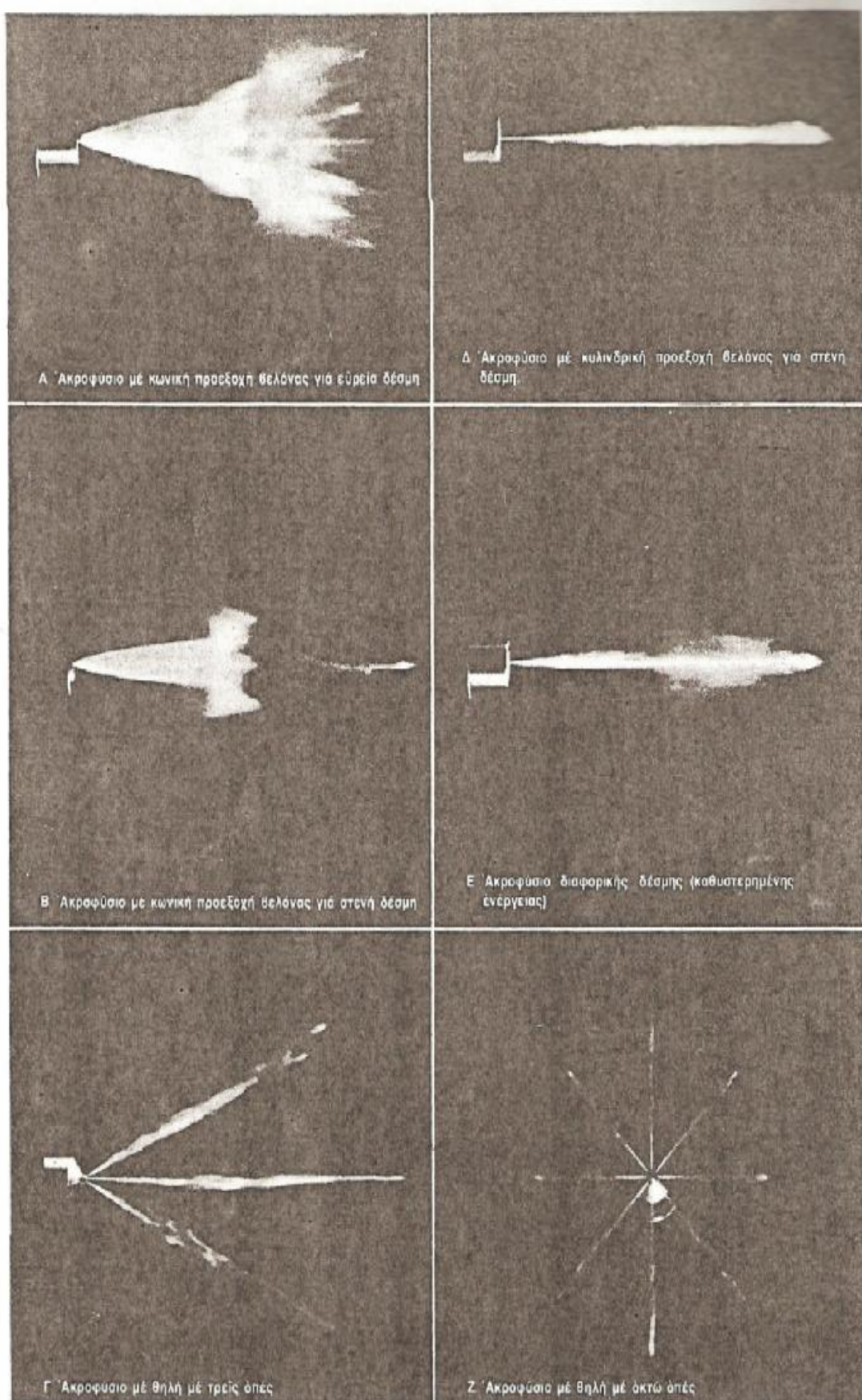
Η Mercedes-Benz χρησιμοποιεί στους κινητήρες της έναν τύπο εγχυτήρα, που το χαρακτηριστικό του εγχυτήρα αυτού είναι μία οπή σε σχήμα Τ στην προεξοχή της βελόνας του. Έτσι, μόλις αρχίσει να ανασηκώνεται ή βελόνα και πριν ακόμα αρχίσει ο ψεκασμός από τη δακτυλιοειδή οπή γύρω από την προεξοχή της βελόνας, αρχίζει ψεκασμός από την κεντρική οπή της προεξοχής με μία πολύ λεπτή δέσμη, που χτυπά κατευθείαν στην πυρωμένη σφαίρα που βρίσκεται στο κέντρο του προθαλάμου καύσης και επιταχύνεται ή έναρξη της έναυσης. Άμα ή βελόνα ανασηκωθεί στο κανονικό της άνοιγμα, δημιουργείται ή κανονική δέσμη ψεκασμού, όπως σ' όλους τους εγχυτήρες με βελόνα με προεξοχή (pintle)

Κινητήρες με σύστημα καύσης με άμεση έγχυση χρησιμοποιούν ακροφύσια με θηλή και πολλές, συνήθως μόνο περιφερειακά διατεταγμένες, οπές. Αντίθετα, κινητήρες με έμμεση έγχυση, με προθάλαμο δηλαδή οι σροβιλοθάλαμοι καύσης χρησιμοποιούν έναν από τους τύπους με μια οπή μόνο και με προεξοχή (pintle) της βελόνας

Η πίεση στην οποία ανοίγουν τα ακροφύσια με θηλή και με πολλές οπές είναι συνήθως από 150 ως 250 Kg/cm², ενώ τα ακροφύσια με μια οπή και προεξοχή της βελόνας ανοίγουν σε σημαντικά χαμηλότερη πίεση, 80 ως 125 kg/cm².

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





Σχήμα 295. Διάφορες μορφές δέσμης ψεκασμού ακροφύσιων Bosch.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ

4.1 Εισαγωγή

Οι προθερμαντήρες ή αναφλεκτήρες προθερμάνσεως χρησιμοποιούνται σε μεγάλο αριθμό μηχανών έμμεσου εγχύσεως με προθάλαμο καύσεως ή στροβίλου και σε μικρό αριθμό μηχανών άμεσου εγχύσεως. Τοποθετούνται σε κατάλληλο σημείο τού θαλάμου καύσεως και έχουν σαν προορισμό τη θέρμανση τού εισερχομένου στους κυλίνδρους αέρα κατά την αρχική εκκίνηση θέρμανση τού αέρα των θαλάμων καύσεως είναι απαραίτητοι για την αύξηση της θερμοκρασίας μέχρι το σημείο αναφλέξεως του καυσίμου, λόγω των απωλειών που παρατηρούνται κατά την συμπίεσή του στην αρχική εκκίνηση .

Άπό τούς διάφορους τύπους προθερμαντήρων οι πιο χρησιμοποιούμενοι είναι οι ηλεκτρικοί, που θερμαίνουν τον αέρα με πυρακτωμένες ηλεκτρικές αντιστάσεις. Οι άλλοι τύποι που αναφλέγουν ή ψεκάζουν μεγάλης πτητικότητας υγρά καύσιμα στην πολλαπλή εισαγωγή, χρησιμοποιούνται σε μικρό αριθμό μηχανών άμεσου εγχύσεως.

4.2 Ηλεκτρικοί προθερμαντήρες

Οι ηλεκτρικοί προθερμαντήρες είναι θερμαντικά σώματα, που προσαρμόζονται στα ειδικά ανοίγματα τής κυλινδροκεφαλής εξέχουν στον προθάλαμο καύσεως ή στροβιλισμού των κυλίνδρων. Τα σώματα αυτά είναι απλές ηλεκτρικές αντιστάσεις, οι οποίες συνδεόμενες σε σειρά ή παράλληλα πυρακτώνονται από ρεύμα τού συσσωρευτή και θερμαίνουν τον αέρα των προθαλάμων. Με τη θέρμανση αυτή του αέρα διευκολύνεται ή ανάφλεξη του μίγματος αέρα-καυσίμου τη γρήγορη αρχική εκκίνηση τής μηχανής . Άνάλογα με τη κατασκευή τους χωρίζονται σε δύο τύπους: στο σπειροειδή και στο θωρακισμένο τύπο.

4.3 Ηλεκτρικοί προθερμαντήρες σπειροειδούς τύπου

Κάθε προθερμαντήρας τού τύπου αυτού, αποτελείται από μία αντίσταση κατασκευασμένη από χρωμονικελιούχο χάλυβα ή κράμα χάλυβα και χρωμοαλουμίνιο σε σύρμα διαμέτρου 2-4 mm.

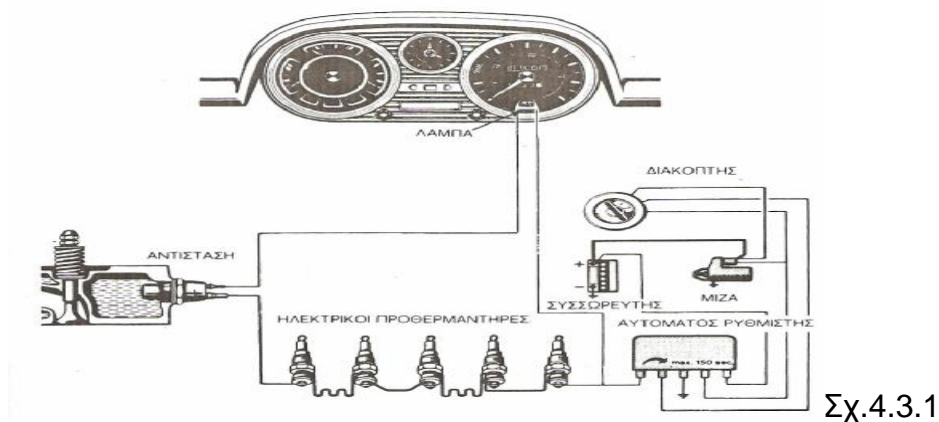
Η αντίσταση τού στοιχείου έχει σχήμα σπείρας που εισάγεται στον προθάλαμο

τού κυλίνδρου. Τα άκρα της είναι τοποθετημένα σε μονωτικό υλικό και είναι μονωμένα μεταξύ τους και μεταξύ του μεταλλικού περιβλήματος προσαρμογής στην κυλινδροκεφαλή. Για το λόγω αυτό οι προθερμαντήρες τού τύπου αυτού λέγονται και διπολικοί. Τα άκρα όλων αυτών των στοιχείων, μίας ενδεικτικής λάμπας και μίας αντιστάσεως ελέγχου συνδέονται σε σειρά. Το κύκλωμα αυτό, όταν ο διακόπτης εναύσεως βρίσκεται στην πρώτη σκάλα, διαρρέετε από ρεύμα 35-45A. Τότε ή συνολική τους αντίσταση προκαλεί μία πτώση τάσεως ίση με τη τάση τού συσσωρευτή. Από την αιτία αυτή οι αντιστάσεις των στοιχείων πυρακτώνονται και φτάνουν στη θερμοκρασία των 900^ο-1000C.

Η χρήση τού κυκλώματος προθερμάνσεως γίνεται από τον οδηγό με τη στροφή τού διακόπτη ενδύσεως στην πρώτη σκάλα επί 50 δευτερόλεπτα. Μετά το χρόνο αυτό ο οδηγός, ειδοποιούμενος από την ενδεικτική λάμπα, γυρίζει το διακόπτη στη δεύτερη σκάλα. Τότε διακόπτεται το κύκλωμα προθερμάνσεως και κλείνει το κύκλωμα τής μίζας, για την περιστροφή τής μηχανής. Κατά την περιστροφή τής μηχανής θερμαίνεται ο εισαγόμενος αέρας στον προθάλαμο των κύλινδρο , με αποτέλεσμα την ανάφλεξη τού μίγματος και την εκκίνηση τής μηχανής.

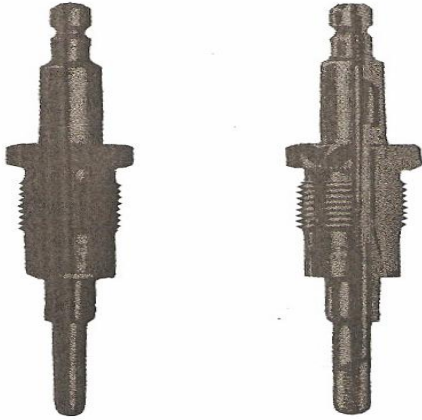
4.4 Ηλεκτρικοί προθερμαντήρες θωρακισμένου

Κάθε προθερμαντήρας τού τύπου αυτού αποτελείται από μία αντίσταση λεπτού σύρματος πού είναι τυλιγμένο σε σπείρες μικρής διαμέτρου. Οι σπείρες περιβάλλονται από μονωτικό υλικό και είναι στεγανά κλεισμένες μέσα σ' να μικρό μεταλλικό βύσμα. Το μεταλλικό βύσμα προεξέχει στον προθάλαμο των κυλινδρων και για το λόγω αυτό κατασκευάζεται από χρωμονικελιούχο χάλυβα, πού αντέχει στις υψηλές θερμοκρασίες και στις διάφορες χημικές αντιδράσεις τής καύσεως.

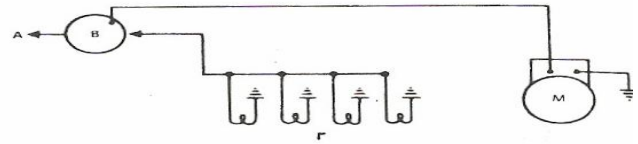


Σχ.4.3.1

Η σύνδεση των στοιχείων αυτών γίνεται παράλληλα. Κάθε στοιχείο είναι μονοπολικό, δηλαδή το ένα μονωμένο άκρο του συνδέεται στην κοινή εξωτερική γραμμή τού κυκλώματος, ενώ το άλλο γειώνεται στο μεταλλικό περίβλημα προσαρμογής του στην κυλινδροκεφαλή. Κατά τη χρήση τού κυκλώματος από τον οδηγό, με τον ίδιο τρόπο τού προηγούμενου τύπου, εφαρμόζεται στα άκρα των στοιχείων ή τάση του συσσωρευτή, λόγω τής συνδέσεώς τους. Η συνολική απορροφούμενη ισχύς φτάνει στα 140 W περίπου, ενώ ή θερμοκρασία τού βύσματος των στοιχείων στους 800-850. Οι προθερμαντήρες τού τύπου αυτού χρησιμοποιούνται τώρα σε πολλές μηχανές, λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων τους από τούς αντιστοίχους τού σπειροειδούς τύπου. Τα βασικά από τα πλεονεκτήματά τους αυτά είναι: οι μικρές διαστάσεις τους, ή μεγαλύτερη θερμαντική επιφάνεια τους μέσα στον προθάλαμο του κυλίνδρου, ο μεγαλύτερος χρόνος καλής λειτουργίας τους, ή μικρή κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος, ή απλή σύνδεση των στοιχείων, ή δυνατότητα εκκινήσεως με ένα ή περισσότερα στοιχεία χαλασμένα και ή έλλειψη τής αντιστάσεως ελέγχου από το κύκλωμα.



Σχ. 19-4. Μονοπολικοί ηλεκτρικοί προθερμαντήρες.



A = Πρός συσσωρευτή - B = Διακόπτης - Γ = Προθερμαντήρες θωρακισμένου τύπου - M = Μίζα.
Σχ. 19-5. Σύνδεση προθερμαντήρων θερωκισμένου τύπου.

4.5 Ηλεκτρικός θερμοεκκινητής τύπου Perkins

Ο θερμοεκκινητής αυτός είναι ένας μικρός καυστήρας πετρελαίου που προσαρμόζεται στην πολλαπλή εισαγωγή διαφόρων μηχανών αμέσου εγχύσεως. Αποτελείται από μία σπειροειδή ηλεκτρική αντίσταση που συνδέεται στο συσσωρευτή, από μία βαλβίδα και από το μεταλλικό περίβλημα προσαρμογής του στην πολλαπλή εισαγωγή. Στην είσοδο της βαλβίδας προσαρμόζεται το άκρο ενός σωλήνα που συνδέεται με ένα δοχείο πετρελαίου. Το δοχείο αυτό βρίσκεται πάνω από το θερμοεκκινητή και τροφοδοτείται με καύσιμο από το κύκλωμα της μηχανής. Όταν ο οδηγός στρέψει το διακόπτη ενδύσεως στη θέση προθερμάνσεως, ή αντίσταση πυρακτώνεται και ή βαλβίδα καυσίμου ανοίγει λόγω της διαστολής τη το εισερχόμενο τότε καύσιμο αναφλέγεται από τις πυρακτωμένες σπείρες και καίγεται μέσα στο χώρο της πολλαπλής εισαγωγής. Από την καύση αυτή θερμαίνεται ο εισερχόμενος αέρας κατά την περιστροφή της μηχανής, με αποτέλεσμα τη γρήγορη εκκίνηση της.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΘΑΛΑΜΟΙ ΚΑΥΣΗΣ

5.1 Εισαγωγή

Στις μηχανές Ντίζελ ή ανάμιξη τού αέρα και τού καυσίμου γίνεται μέσα στο των κυλίνδρων. Ο χώρος αυτός πού περιορίζεται μεταξύ τής κυλινδροκεφαλής, του κυλίνδρου και τού εμβόλου (όταν βρίσκεται στο ΑΝΣ), λέγεται χώρος καύσεως ή θάλαμος καύσεως.

Οι προσπάθειες των ερευνητών να φέρουν σε γρήγορη επαφή το δεκαζόμενο πετρέλαιο με το συμπιεσμένο αέρα τού κυλίνδρου, οδήγησε στην κατασκευή διαφόρων τύπων θαλάμων. Με τούς θαλάμους αυτούς αυξήθηκε ή ταχύτητα στροβιλισμού του αέρα, βελτιώθηκε ο διασκορπισμός τού πετρελαίου και λύθηκαν διάφορα κατασκευαστικά προβλήματα. Τελικά η καύση έγινε πιο γρήγορη και πιο αποδοτική, με αποτέλεσμα αύξηση των στροφών τής μηχανής.

Οι διάφοροι τύποι θαλάμων πού χρησιμοποιούνται στις μηχανές Ντίζελ διακρίνονται από τον τρόπο εγχύσεως τού καυσίμου σε δύο μεγάλες κατηγορίες: στους θαλάμους με άμεση έγχυση και στους θαλάμους με έμμεση έγχυση. Στην πρώτη κατηγορία με άμεση έγχυση, το πετρέλαιο ψεκάζεται μέσα στο θάλαμο καύσεως, ενώ στη δεύτερη κατηγορία με έμμεση έγχυση ψεκάζεται σε ένα ιδιαίτερο χώρο πού λέγεται προθάλαμος. Οι θάλαμοι με άμεση έγχυση χρησιμοποιούνται συνήθως σε μηχανές μεγάλου κυβισμού ενώ οι θάλαμοι με έμμεση έγχυση σε μηχανές μικρού κυβισμού.

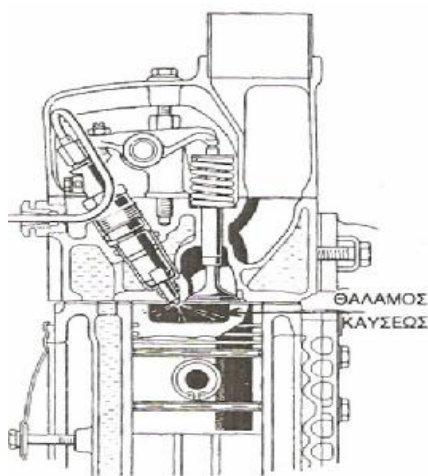
5.2 Θάλαμοι με άμεση έγχυση.

Οι θάλαμοι με άμεση έγχυση πού χρησιμοποιούνται στις διάφορες μηχανές χωρίζονται σε τρεις βασικούς τύπους: στον ανοικτό θάλαμο, στο θάλαμο Μ τής ΜΑΝ και στο θάλαμο SL τής Perkins.

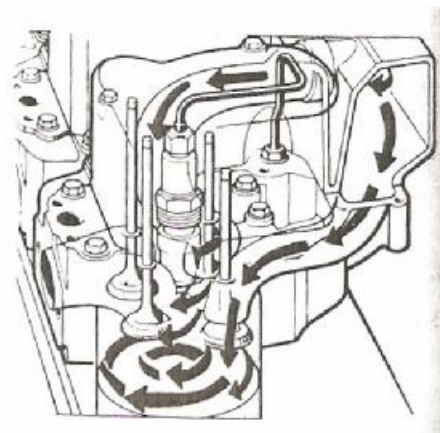
5.3 Ανοικτός θάλαμος

Ο θάλαμος αυτός είναι απλής κατασκευής και χρησιμοποιείται στις μηχανές με κυβισμό μεγαλύτερο των 750cm³ ανά κύλινδρο. Στις πρώτες μηχανές δεν είχε ιδιαίτερη διαμόρφωση και περιοριζόταν μεταξύ τής επίπεδης κυλινδροκεφαλής και του άνω επιπέδου μέρους τού εμβόλου. Στις νεότερες όμως μηχανές ο θάλαμος

διαμορφώθηκε σε διάφορα σχήματα, για την επιτυχία καλύτερης καύσης και γρήγορης εκκινήσεως. Αυτοί οι θάλαμοι, έχουν μία ιδιαίτερη διαμόρφωση στο πάνω μέρος τού εμβόλου για την επιτυχία καλύτερου στροβιλισμού. Ή έγχυση τού πετρελαίου γίνεται από τις οπές τού εγχυτήρα μέσα στη διαμορφωμένη επιφάνεια τού εμβόλου, τη στιγμή πού ο συμπιεζόμενος αέρας έχει τη μεγαλύτερη ταχύτητα στροβιλισμού. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται καλύτερη ανάμιξη και πιο αποδοτική καύση. Η ανάμιξη τού καυσίμου στους θαλάμους αυτούς επιτυγχάνεται κυρίως με την καλή διάσπαση και τον καλό διασκορπισμό του μέσα στην αρκετή ποσότητα αέρα . Για το λόγω αυτό ο μικρός στροβιλισμός τού αέρα πού δημιουργείται,



Σχ. 9-1. Θάλαμος άμεσου έγχυσεως σε μηχανή Ford.



κατά είσοδο από τη διαμόρφωση των μερών τής εισαγωγής, είτε συμπίεση από το διαμορφωμένο έμβολο, είναι αρκετός. Οι μηχανές με ανοικτό θάλαμο έχουν μεγαλύτερη απόδοση με μικρή σχέση (13:1 έως 16:1), μικρή κατανάλωση καυσίμου και γρήγορο ξεκίνημα στον κρύο καιρό. Αντίθετα έχουν σχετικό θόρυβο κατά τη λειτουργία τους και μεγάλο βάρος.

5.4 Θάλαμος τύπου M τής MAN

Ο θάλαμος M πού είναι μία παραλλαγή τού ανοικτού θαλάμου, χρησιμοποιείται σε πολλούς τύπους μηχανών. Ή ονομασία του M οφείλεται στον εφευρέτη

και στην εταιρεία κατασκευής MAN. Το κύριο γνώρισμα τού θαλάμου M είναι ή διαμόρφωση ενός χώρου με ειδικό σχήμα πάνω στην κεφαλή τού εμβόλου .Ο ειδικός αυτός χώρος έχει στο πάνω μέρος διάμετρο ίση με 1/2 τής διαμέτρου τού εμβόλου στο εσωτερικό του διαμορφώνεται σε κοιλότητα. Στην κοιλότητα αυτή η θερμοκρασία διατηρείται στους 343C περίπου, από το λάδι τής μηχανής είτε στο εσωτερικό τού εμβόλου. Ο στροβιλισμός τού αέρα επιτυγχάνεται πρώτα από την ειδική διαμόρφωση του στομίου της εισαγωγής ή της βαλβίδας και αποκτάει την μέγιστη ένταση κατά την συμπίεση του από το έμβολο. Η έγχυση του καυσίμου που γίνεται από την μία οπή του εγχυτήρα, κατευθύνεται στο έμβολο. Όταν το έμβολο ανεβαίνει κατά την συμπίεση ο συμπιεζόμενος αέρας συγκεντρώνεται στο σφαιρικό κοίλωμα του εμβόλου. Τη στιγμή που το έμβολο φτάνει τις 20 πριν το ANΣ ψεκάζεται το καύσιμο μέσα στο θερμό και στροβιλιζόμενο αέρα του κυκλώματος. Τότε ένα μέρος του καυσίμου αναφλέγεται και καίγεται γύρω από το στόμιο του εγχυτήρα, ενώ η υπόλοιπη ποσότητα καλύπτει την εσωτερική επιφάνεια της κοιλότητας του εμβόλου. Κατά το χρόνο του ψεκασμού στην κοιλότητα του καυσίμου έρχεται σε επαφή με τη θερμή επιφάνεια του εμβόλου και εξατμίζεται αμέσως. Μετά την ανάφλεξη και την σταδιακή καύση του, η μέση πίεση της μηχανής αυξάνεται χωρίς πρόσθετη κατανάλωση. Οι μηχανές με θάλαμο M έχουν όλα τα πλεονεκτήματα των μηχανών ανοικτού θαλάμου και επιπλέον την έλλειψη θορύβου, χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου και την δυνατότητα χρησιμοποίησης άλλων τύπων καυσίμου.

5.5 Θάλαμος τύπου SL της Perkins

Ο θάλαμος αυτός χρησιμοποιείται σε πετρελαιομηχανές αυτοκινήτων και μηχανημάτων. Το κύριο γνώρισμά του είναι η διαμόρφωση μιας κοιλότητας σχήματος βάζου στο πάνω μέρος του εμβόλου. Η διάμετρος της κοιλότητας στο πάνω μέρος είναι ίση με το 1/3της διαμέτρου του εμβόλου. Έτσι το πάνω μέρος του εμβόλου παρουσιάζει μια μεγάλη επίπεδη επιφάνεια με ένα άνοιγμα στο κέντρο του. Το σχήμα του μοιάζει με το αντίστοιχο του θαλάμου M , με τον οποίο έχει τα ίδια πλεονεκτήματα . Ο στροβιλισμός του αέρα επιτυγχάνεται από τη διαμόρφωση του εμβόλου κατά την συμπίεση, ενώ η έγχυση του καυσίμου γίνεται όπως και στο θάλαμο M μέσα στην κοιλότητα. Με την ανάμιξη του καυσίμου επιδιώκεται η σταδιακή καύση η οποία φτάνει στη μέγιστη έντασή της όταν το έμβολο βρίσκεται 8-10 μετά το ANΣ της εκτόνωσης. Έτσι επιτυγχάνεται ο κανονικός ρυθμός αυξήσεως της μέγιστης πίεσης

με αποτέλεσμα την ελάττωση του θορύβου της μηχανής και του βάρους της.

5.6 Θάλαμοι με έμμεση έγχυση

Οι θάλαμοι με έμμεση έγχυση χρησιμοποιούνται στις πολύστροφες μικρές μηχανές που έχουν κυβισμό μικρότερο των 750 cm³ ανά κύλινδρο. Το κύριο γνώρισμά τους είναι ή διαμόρφωση ενός ιδιαίτερου προθάλαμου, πού συνδέεται με τον κύριο θάλαμο μέσω ενός στενώματος. Με τον προθάλαμο αυτό επιτυγχάνεται καλύτερη ανάμιξη αέρα-καυσίμου και ομαλή καύση-εκτόνωση, χωρίς απότομες πιέσεις. Από τούς λόγους αυτούς ή καταπόνηση των μερών είναι μικρή και ο θόρυβος της μηχανής ελάχιστος. Οι χρησιμοποιούμενοι στις μηχανές προθάλαμοι διακρίνονται ανάλογα με το σχήμα τους και τον ειδικό προορισμό τους σε διάφορους βασικούς τύπους, που είναι: προθάλαμος στροβιλισμού, προθάλαμος καύσεως, προθάλαμος Lanova και προθάλαμος Perkins.

5.7 Πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα των μηχανών με θάλαμο άμεσου εγχύσεως

Οι μηχανές με θαλάμους άμεσου εγχύσεως έχουν διάφορα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα έναντι των αντιστοίχων εμμέσου εγχύσεως, πού είναι:

α. Πλεονεκτήματα

Οικονομία καυσίμου μέχρι 10 έως 15% με αντίστοιχη αύξηση της ισχύς τους. Η διαφορά αυτή οφείλεται στις ελάχιστες απώλειες θερμότητας λόγω μικρής σχέσεως επιφάνειας όγκου τού θαλάμου και στη μεγαλύτερη πίεση αερίων κατά την εκτόνωση (75-90at).

— Μικρότερη αποβολή θερμότητας κατά 25 έως 30% από τούς θαλάμους προς το ψυκτικό, με αποτέλεσμα το μικρό όγκο και το λιγότερο βάρος τού συστήματος ψύξεως.

— Γρήγορη εκκίνηση με κρύο καιρό, λόγω της μεγάλης σχέσεως συμπίεσεως και των μικρών θερμικών απωλειών τού συμπιεζόμενου αέρα, με αποτέλεσμα τη μη χρησιμοποίηση προθερμαντήρων.

β. Μειονεκτήματα.

Μεγαλύτερο βάρος για την αντοχή των μερών της μηχανής στις υψηλές πιέσεις.

—, Υψηλή πίεση εγχύσεως καυσίμου (200 --250 &1).

— Τοποθέτηση εγχυτήρων με πολλές οπές σε μία ορισμένη θέση τού θαλάμου, πού δυσκολεύουν την κατασκευή τής κυλινδροκεφαλής και μειώνουν τη διάμετρο των βαλβίδων.

— Μικρή ελαστικότητα στην αύξηση των στροφών (μηχανή σκληρή,) τού μεγάλου βάρους των μερών και τής μικρής ογκομετρικής αποδόσεως στις υψηλές ταχύτητες.

— Μεγάλος θόρυβος λειτουργίας, πού οφείλεται στην απότομη αύξηση της πιέσεως λόγω γρήγορης ανυψώσεως τής θερμοκρασίας τού αέρα προτού τι έμβολο φτάσει στο ΑΝΣ.

5.8 Πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα των μηχανών με θάλαμο εμμέσου

εγχύσεως

Οι μηχανές με προθάλαμο στο χώρο καύσεως έχουν τα ακόλουθα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, έναντι των μηχανών με θαλάμους άμεσου εγχύσεως.

α. Πλεονεκτήματα.

— Καλή ανάμιξη και ταχεία καύση τού καυσίμου λόγω τού δυνατού στραβισμού και τού ειδικού ψεκασμού, Η γρήγορη αυτή καύση συντελεί στην αύξηση των στροφών μέσα σε μία ευρεία περιοχή.

Μεγαλύτερη ογκομετρική απόδοση των κυλίνδρων, με αποτέλεσμα την ικανοποιητική ελαστικότητα στην αύξηση των στροφών τής μηχανής.

— Μικρότερος θόρυβος λειτουργίας, λόγω κανονικής αυξήσεως τής θερμοκρασίας τού αέρα κατά τη συμπίεση.

— Χαμηλότερη πίεση εγχύσεως καυσίμου (100-120at), με αποτέλεσμα τη μείωση τού βάρους τής μηχανής.

β. Μειονεκτήματα.

— Μεγάλη απώλεια θερμότητας κατά τη συμπίεση τού αέρα, λόγω τής μικρής σχέσεως επιφάνειας/όγκου τού χώρου καύσεως. Η απώλεια αυτή μειώνει την απόδοση τής μηχανής και κάνει δύσκολη την αρχική της εκκίνηση. Για το λόγω αυτό είναι απαραίτητη ή τοποθέτηση προθερμαντήρων ή η αύξηση τής σχέσεως συμπίεσεως.

— Μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου, λόγω των θερμικών απωλειών κατά τη συμπίεση και τής μικρότερης πιέσεως τού αέρα στο χώρο καύσεως.

— Μεγάλο κόστος κατασκευής τού προθάλαμου και δύσκολη συντήρηση λόγω τού ειδικού σχήματός του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΕΞΕΛΙΞΕΙΣ ΘΑΛΑΜΩΝ ΚΑΥΣΗΣ

6.1 Μηχανές με προθάλαμο στροβιλισμού.

Στις μηχανές αυτές ο προθάλαμος στροβιλισμού καταλαμβάνει όγκο ίσο το 50 έως 80% τού ολικού χώρου καύσεως. Ο προθάλαμος έχει σχήμα περίπου σφαιρικό, βρίσκεται στην κυλινδροκεφαλή ή στον κορμό τής μηχανής και συνδέεται με τον κύριο θάλαμο μέσω ενός στενώματος Βεντούρι. Λόγω των πλεονεκτημάτων τής ομαλής καύσεως και τού δυνατού στροβιλισμού, χρησιμοποιείται σε πολλούς τύπους μικρών μηχανών. Ο στροβιλισμός τού αέρα οφείλεται κυρίως στο σφαιρικό σχήμα του και στο σταδιακό κλείσιμο τού στενώματος επικοινωνίας από το έμβολο. Κατά τη συμπίεση ο αέρας οδηγείται στον προθάλαμο διά τού στενώματος επικοινωνίας. Με την άνοδο όμως τού εμβόλου περιορίζεται συνεχώς το άνοιγμα τού στενώματος επικοινωνίας. Από την έμφραξη αυτή τού στενώματος και την αύξηση τής πίεσεως, ο αέρας εισέρχεται στον προθάλαμο με δυνατό στροβιλισμό.

Η μέγιστη ένταση στροβιλισμού επιτυγχάνεται όταν το έμβολο βρίσκεται πριν το ΑΝΣ κατά το τέλος τής συμπίεσεως. Τη στιγμή αυτή αρχίζει η διαδικασία εγχύσεως καυσίμου και τής αναφλέξεως-καύσεως του μίγματος. Τα παραγόμενα καυσαέρια αυξάνουν την πίεση στον προθάλαμο και εκτονώνονται προς τον κύλινδρο, στον οποίο η πίεση είναι μικρότερη λόγω τής κίνησης του εμβόλου προς τα κάτω στη φάση τής εκτονώσεως.

Κατά την εκτόνωση των αερίων από τον προθάλαμο στον κύριο θάλαμο μέσω του στενώματος, προκαλείται ένας στροβιλισμός αντίθετος του αρχικού. Με τον στροβιλισμό αυτό επιτυγχάνεται καλύτερη ανάμιξη του άκαυστου ακόμα καυσίμου με τον αέρα, για την συνέχιση τής καύσεως μέσα στον κύριο θάλαμο.

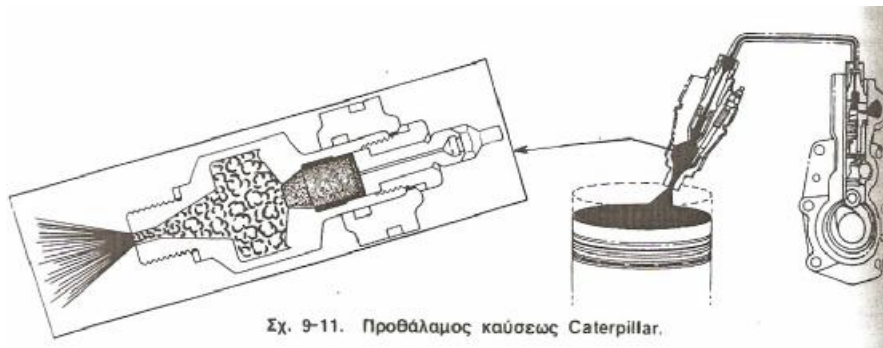
Από τους κατασκευαστές χρησιμοποιούνται διάφορες παραλλαγές του προθάλαμου στροβιλισμού, με σκοπό την επιτυχία καλύτερης καύσεως. Ο πιο γνωστός είναι ο διαιρούμενος τύπος Bicarado που κατασκευάζεται σε δύο παραλλαγές: Comer και N III. Ο N III διαφέρει από τον Comer στην ιδιαίτερη διαμόρφωση του εμβόλου για τον καλύτερο στροβιλισμό των εξερχόμενων από το θάλαμο καυσαερίων.

6.2 Μηχανές με προθάλαμο καύσεως

Στις μηχανές αυτές ο προθάλαμος καύσεως καταλαμβάνει όγκο ίσο με το 25 έως 40% τού ολικού χώρου τού θαλάμου. Ο αέρας οδηγείται κατά τη συμπίεση στον προθάλαμο από το ανοίγει τού στενώματος με δυνατό στροβιλισμό. Τη στιγμή αυτή αρχίζει ή έγχυση τού καυσίμου και ή καύση των πρώτων σταγονιδίων. Από την καύση τους αυξάνεται ή θερμοκρασία και ή πίεση των αερίων, με αποτέλεσμα την εκτόνωση τού υπολοίπου άκαυστου μίγματος μέσα στο χώρο τού κυρίου θαλάμου . Έκει συνεχίζεται ή καύση λόγω τής υπάρξεως αέρα, και αρχίζει ή φάση τής εκτονώσεως. Ό τύπος αυτός έχει σαν πλεονεκτήματα την τελεία καύση τού μίγματος, την αποφυγή δημιουργίας απότομων πιέσεων και τη μικρή ευαισθησία στην ποιότητα του χρησιμοποιούμενου καυσίμου. Αντίθετα όμως έχει σαν κύριο μειονέκτημα τις μεγάλες θερμικές απώλειες. πού μειώνουν την απόδοση τής μηχανής και κάνουν δύσκολο το αρχικό της ξεκίνημα.

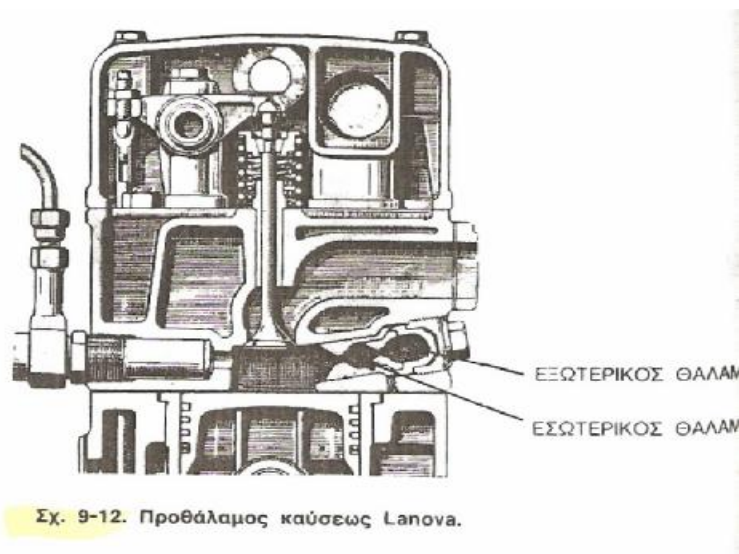
Οι μεγάλες απώλειες Θερμότητας παρατηρούνται κατά τη συμπίεση τού αέρα στον κύλινδρο. Κατά ένα μέρος οφείλονται στην επαφή τού αέρα με την αρκετά μεγάλη επιφάνεια τού προθαλάμου, ενώ κατά ένα άλλο μέρος στην αύξηση τής ταχύτητας τού αέρα μπροστά στο στένωμα επικοινωνίας τού προθαλάμου. Από τούς λόγους αυτούς ή θερμοκρασία τού συμπιεζόμενου αέρα δεν φτάνει στην τιμή αναφλέξεως τού καυσίμου. Το πρόβλημα αυτό των απωλειών θερμότητας ξεπεράστηκε με την τοποθέτηση προθερμαντήρων για το γρήγορο ξεκίνημα ή με την αύξηση τής σχέσεως συμπίεσει»ς των κυλίνδρων.

Ο τύπος Κατασκευής Caterpillar έχει τον εγχυτήρα και τον προθάλαμο σε ένα συγκρότημα. Μέσα στον προθάλαμο, πού καταλαμβάνει το 30% τού ολικού χώρου τού θαλάμου, γίνεται ή έγχυση τού καυσίμου όταν το έμβολο βρίσκεται προ τού ΑΝΣ. Τη στιγμή πού το έμβολο φτάνει στο ΑΝΣ έχει ψεκαστεί ή μισή ποσότητα καυσίμου και αρχίζει ή ανάφλεξη. Κατά το πέρασμα του εμβόλου από το ΑΝΣ και στην αρχή τής κινήσεώς του προς τα κάτω, ψεκάζεται ή υπόλοιπη ποσότητα. Τη στιγμή αυτή εκτονώνονται τα καυσαέρια τής πρώτης ποσότητας καυσίμου, τα οποία φτάνουν στον κύριο θάλαμο, αφού παρασύρουν το άκαυστο υπόλοιπο μίγμα. “Υστέρα συνεχίζεται ή καύση στον κύριο θάλαμο; υπάρχει αρκετή ποσότητα αέρα, με αποτέλεσμα την αύξηση τής πιέσεως των αερίων και την κίνηση τού εμβόλου προς το ΚΝΣ..



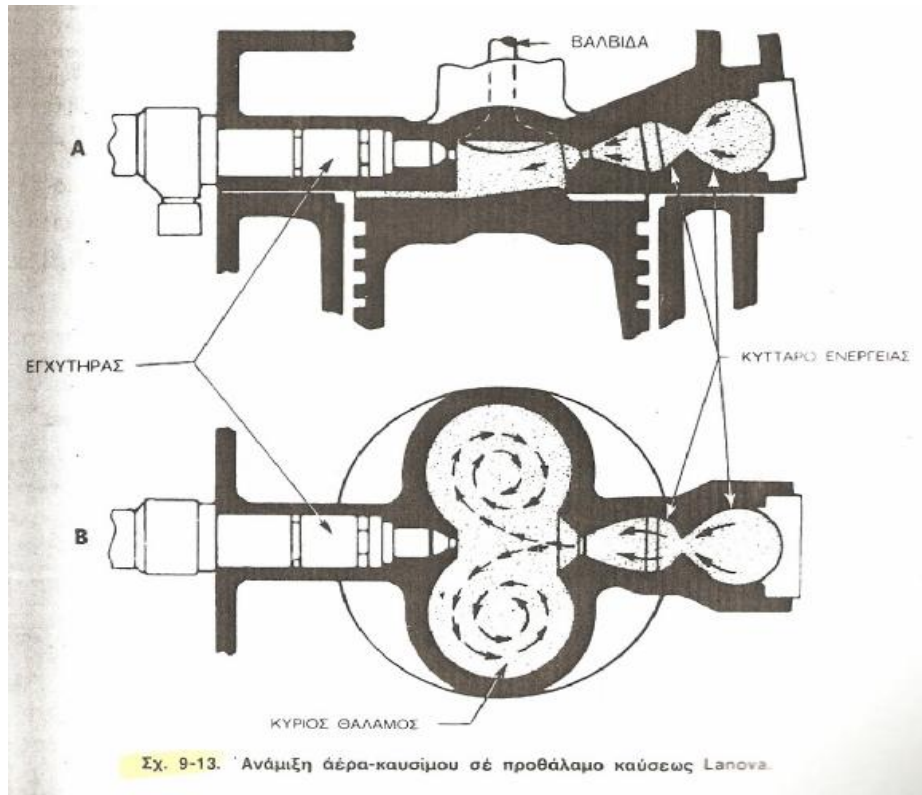
6.3 Μηχανές με προθάλαμο Lanova

Ο θάλαμος αυτός, πού πήρε το όνομα τού εφευρέτη του, είναι ένας συνδυασμός των δύο προηγούμενων τύπων. Διαμορφώνεται στην κυλινδροκεφαλή και έχει σαν κύριο χαρακτηριστικό τη δημιουργία ισχυρού στροβιλισμού από την εκτόνωση των αερίων τού προθάλαμου προς τον κύριο θάλαμο .



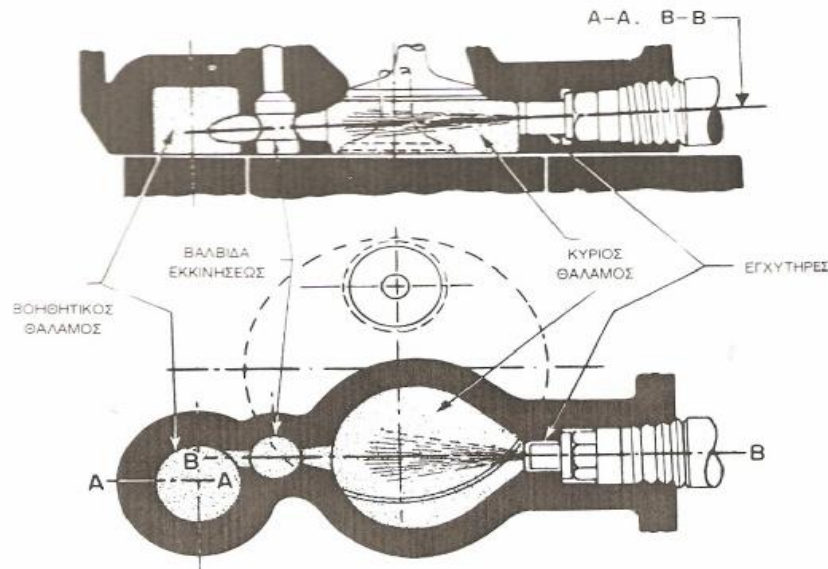
Ο κύριος χώρος τού θαλάμου, μέσα στον οποίο γίνεται η καύση, 'έχει το σχήμα τού αριθμού οκτώ (8). Στο λαιμό τού αριθμού 8 βρίσκεται το ακροφύσιο του εγχυτήρα και ακριβώς απέναντι του ο προθάλαμος Lanova, πού λέγεται και κύτταρο ενέργειας. Οι βαλβίδες βρίσκονται και οι δύο μέσα στο χώρο τού θαλάμου, ενώ σε μετρικούς τύπους μηχανών ή μία είναι τοποθετημένη στο θάλαμο και ή άλλη στο επίπεδο μέρος τής κυλινδροκεφαλής. Το κύτταρο ενεργείας καταλαμβάνει όγκο ίσο με το 20% τού ολικού χώρου και αποτελείται από δύο μικρότερους θαλάμους. Οι θάλαμοι αυτοί πού επικοινωνούν μεταξύ τους είναι: ο εσωτερικός και ο εξωτερικός.

Η ανάμιξη και η καύση τού πετρελαίου με τον αέρα γίνονται σε διάφορα στάδια. Κατά τη συμπίεση ο αέρας εισέρχεται στο κύτταρο ενέργειας από το στενό διάδρομο επικοινωνίας του με τον κύριο θάλαμο.



Στο στενό αυτό διάδρομο αυξάνεται η ταχύτητά του με αποτέλεσμα τον ισχυρό στροβιλισμό του. "Όταν πλέον το έμβολο βρίσκεται πριν το ΑΝΣ και ο αέρας στο κύτταρο είναι ισχυρά στροβιλισμένος, ψεκάζεται το καύσιμο με στενή δέσμη από τον εγχυτήρα.. Κατά τον ψεκασμό αυτό η μεγαλύτερη ποσότητα καυσίμου εισέρχεται στους θαλάμους τού κυττάρου, ενώ η υπόλοιπη στον αέρα του κύριου θαλάμου. 'Από το καύσιμο πού φτάνει στο κύτταρο ενεργείας, μία μικρή ποσότητα παραμένει στον εσωτερικό θάλαμο, ενώ η μεγάλη ποσότητα συγκεντρώνεται στον εξωτερικό του θάλαμο. Η μικρή ποσότητα τού εσωτερικού θαλάμου αναφλέγεται από τον υπέρθερμο αέρα και δημιουργείται απότομη έκρηξη. 'Από την απότομη αυτή ,έκρηξη αυξάνει η πίεση και η θερμοκρασία στους θαλάμους τού κυττάρου, με αποτέλεσμα τη σταδιακή εκτόνωση των αερίων προς τον κύριο θάλαμο. Κατά την εκτόνωση, τα αέρια περνούν από τα στενώματα του κυττάρου με αποτέλεσμα το δυνατό

στροβιλισμό τους. “Έτσι ή φλόγα και το άκαυστο εγκλωβισμένο μίγμα του κυττάρου φτάνουν στον κύριο θάλαμο, για την ανάμιξη τους με τον εκεί στροβιλιζόμενο αέρα και τη συνέχιση της καύσεως.

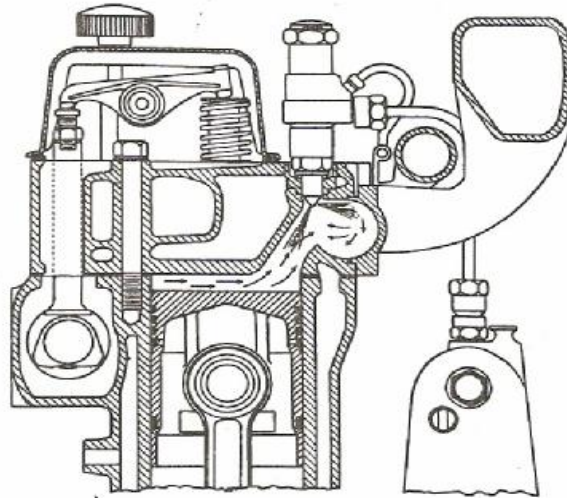


Σχ. 9-15. Προθάλαμος τύπου Ramsey.

Από τη σταδιακή είσοδο των στροβιλιζόμενων αερίων στον κύριο θάλαμο επιτυγχάνεται μία ελεγχόμενη και ομαλή καύση, που έχει σαν άμεσα αποτελέσματα το μικρό θόρυβο λειτουργίας, την οικονομία καυσίμου και την υψηλή απόδοση της μηχανής. Μία παραλλαγή τού προθάλαμου αυτού είναι ο τύπος Ramsey. Και στον τύπο αυτό η καύση είναι ελεγχόμενη, με τη διαφορά ότι στο χώρο τού κυττάρου υπάρχει και μία βαλβίδα. Η βαλβίδα αυτή στροφόμενη με κατάλληλο χειρισμό, απομονώνει το κύτταρο κατά την αρχική εκκίνηση της μηχανής, για τη μείωση της επιφανείας του. Μετά την επιτυχία της εκκινήσεως η βαλβίδα φέρεται στην αρχική θέση της και το κύτταρο λειτουργεί, όπως ο βασικός τύπος Lanova.

6.4 Μηχανές με προθάλαμο Perkins

Ο προθάλαμος αυτός που φαίνεται είναι διαιρούμενος και μοιάζει με τον αντίστοιχο στροβιλισμό. Η έγχυση τού καυσίμου γίνεται άμεση και έμμεσα από έναν εγχυτήρα πολλών οπών, που είναι τοποθετημένος κάθετα στον θάλαμο καύσεως.



Σχ. 9-16. Προθάλαμος τύπου Perkins.

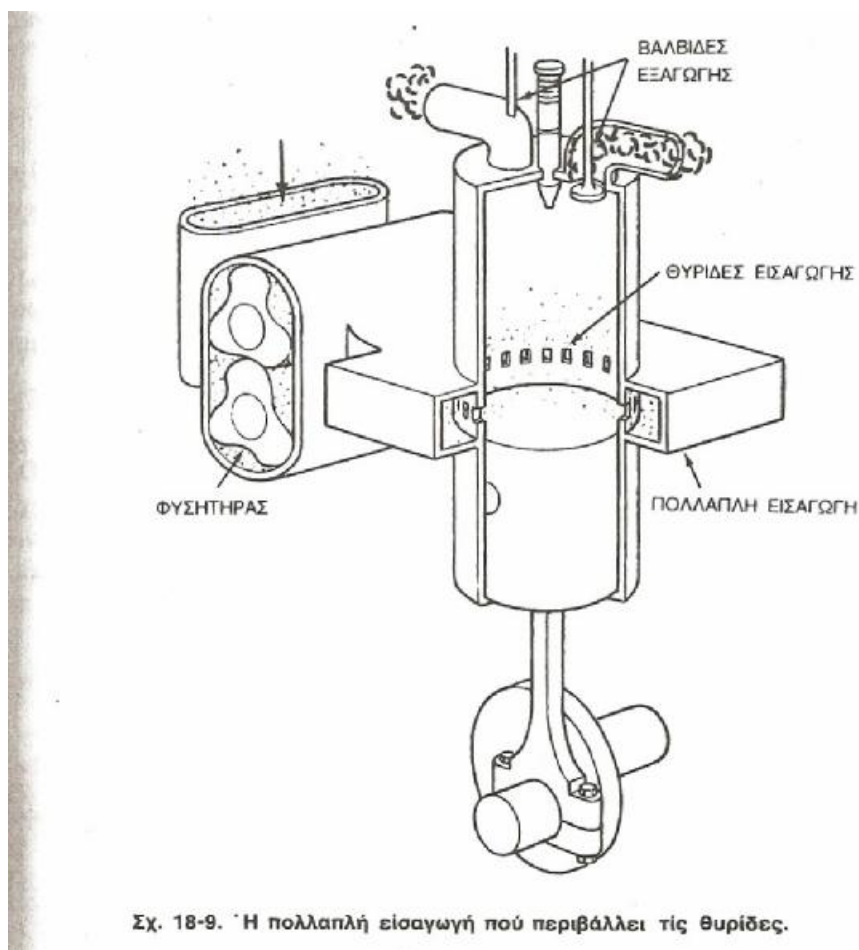
Ο εγχυτήρας ψεκάζει δύο δέσμες καυσίμου: τη μία πάνω στη σφαιρική επιφάνεια (έμμεση έγχυση) και την άλλη προς το έμβολο (άμεση έγχυση). Με την άμεση δέσμη επιτυγχάνεται κυρίως γρήγορη εκκίνηση τής κρύας μηχανής, ενώ με την έμμεση έγχυση επιτυγχάνεται ή καλή ανάμιξη τού καυσίμου με το στροβιλιζόμενο αέρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΥΠΕΡΠΛΗΡΩΣΗ

7.1 Υπερπλήρωση της μηχανής

Η ισχύς της μηχανής εξαρτάται από την ποσότητα του καυσίμου που μπορεί να καεί στους κυλίνδρους της. Η καύση όμως της μέγιστης ποσότητας καυσίμου, απαιτεί την εισαγωγή στους κυλίνδρους ανάλογης ποσότητας αέρα. Άρα για την αύξηση της ισχύος, μέχρι το μέγιστο επιτρεπτό όριο απαιτείται ή έγχυση μεγάλης ποσότητας καυσίμου και ή εισαγωγή μεγάλης ποσότητας αέρα στους κυλίνδρους της μηχανής.



Το πρόβλημα της εισαγωγής μεγαλύτερης ποσότητας αέρα στη μηχανή λύθηκε από τους διάφορους κατασκευαστές με την τοποθέτηση μίας αεραντλίας. Η αντλία αυτή πιέζει τον ατμοσφαιρικό αέρα μέχρι 3at και τον στέλνει στους κυλίνδρους, για τον καθαρισμό και την υπερπλήρωσή τους. Με τον τρόπο αυτό εισάγεται στη μηχανή περισσότερος αέρας, από εκείνον που εισάγεται από την φυσική ροή.

Η εισαγωγή μεγαλύτερης ποσότητας αέρα στους κυλίνδρους με την αντλία λέγεται υπερπλήρωση τής μηχανής, ενώ ή χρησιμοποιούμενη αντλία λέγεται υπερπληρωτική. Ή υπερπλήρωση αυτή διαφέρει από τον καθαρισμό των κυλίνδρων.. Με τον καθαρισμό επιδιώκεται αποβολή των καυσαερίων και ή ψύξη των κυλίνδρων, ενώ με την υπερπλήρωση επιδιώκεται ο καθαρισμός και η εισαγωγή μεγαλύτερης ποσότητας αέρα στους κυλίνδρους. Ή εξαλλου ο καθαρισμός εφαρμόζεται μόνο στις δίχρονες μηχανές ενώ ή υπερπλήρωση κυρίως στις τετράχρονες μηχανές.

Η υπερπληρωτική αντλία παίρνει κίνηση το στροφαλοφόρο τής μηχανής η από τα εξερχόμενα καυσαέρια. Όταν κινείται από το στροφαλοφόρο λέγεται υπερσυμπιεστής, ενώ όταν κινείται από την πίεση των καυσαερίων λέγεται στροβιλοσυμπιεστής η τουρμπίνα.

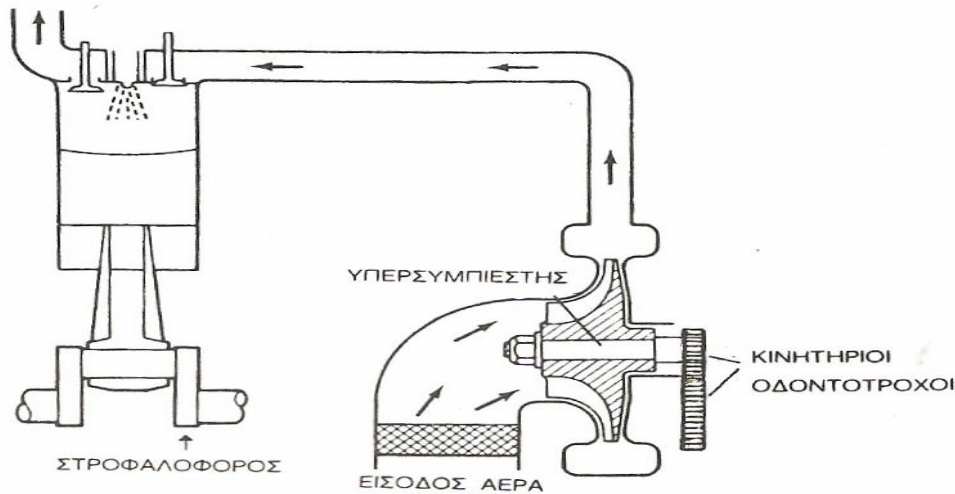
7.2 Πλεονεκτήματα τής υπερπληρώσεως

Η υπερπλήρωση των κυλίνδρων με αέρα χρησιμοποιείται ήδη από το 1950 σε πολλούς τύπους μικρών και μεγάλων μηχανών, λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων τους. Τα βασικά από τα πλεονεκτήματά της είναι.

- α. Ή αύξηση τής σχέσεως ισχύος/βάρους τής μηχανής και ή μείωση του όγκου της, σε σχέση με μία άλλη μηχανή τής ίδιας ισχύος χωρίς υπερπλήρωση
- β. Το χαμηλότερο κόστος τής μηχανής, συγκρινόμενο με το κόστος μίας κοινής μηχανής τής ίδιας ισχύος.
- γ. Ή μεγαλύτερη οικονομία καυσίμου
- δ. Η αύξηση τής μέγιστης ροπής τής μηχανής, χωρίς καμιά αύξηση των στροφών

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8 ΣΤΡΟΒΙΛΟΣΥΜΠΙΕΣΤΕΣ

8.1 Υπερσυμπίεστής φυγοκεντρικού τύπου

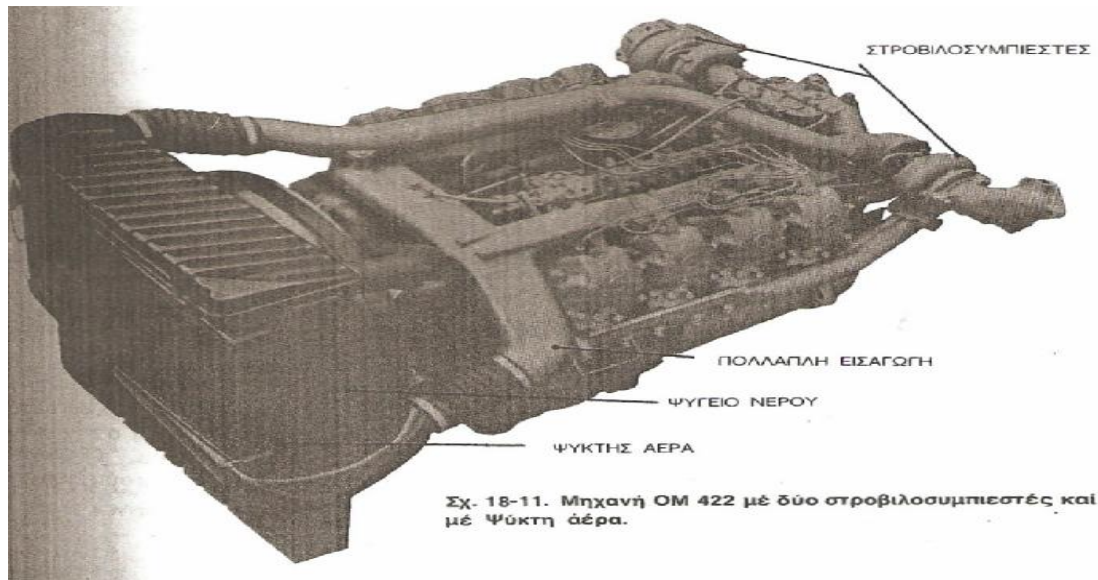


Σχ. 18-10. Μηχανικός υπερσυμπίεστής φυγοκεντρικού τύπου.

Ο υπερσυμπίεστής αυτός είναι φυγοκεντρικού τύπου ακτινικής ροής, που πιέζει τον ατμοσφαιρικό αέρα με σκοπό την επιτυχία του καθαρισμού και της υπερπληρώσεως των κυλίνδρων. Παίρνει κίνηση από τον στροφαλοφόρο της μηχανής με οδοντοτροχούς και χρησιμοποιείται σε μικρό αριθμό μηχανών αυτοκινήτων. Τα κύρια μέρη του υπερσυμπίεστή είναι ο τροχός και το περίβλημα. Ο τροχός έχει ακτινικά καμπυλωτά πτερύγια στρέφεται μέσα στο κλειστό περίβλημα από ένα άξονα. Το περίβλημα κλείνει στεγανά το χώρο του τροχού και έχει στην εξωτερική του επιφάνεια, γύρω από τον τροχό, έναν ειδικά διαμορφωμένο θάλαμο. Κατά την λειτουργία της μηχανής ο τροχός στρεφόμενος μέχρι 5.000 στροφές απορροφά αέρα από το κέντρο του. Ο αέρας αυτός αφού περάσει από τα περιστρεφόμενα πτερύγια του δίσκου, τινάζεται στον περιφερειακό θάλαμο λόγω της φυγοκέντρου δυνάμεως. Στο θάλαμο αυτό μετατρέπεται ενεργεία του αέρα σε δυναμική (σε πίεση). Μετά στέλνεται με πίεση απλή εισαγωγή που επικοινωνεί με τους κυλίνδρους διά των βαλβίδων εισαγωγής.

8.2 Στοβιλοσυμπιεστής

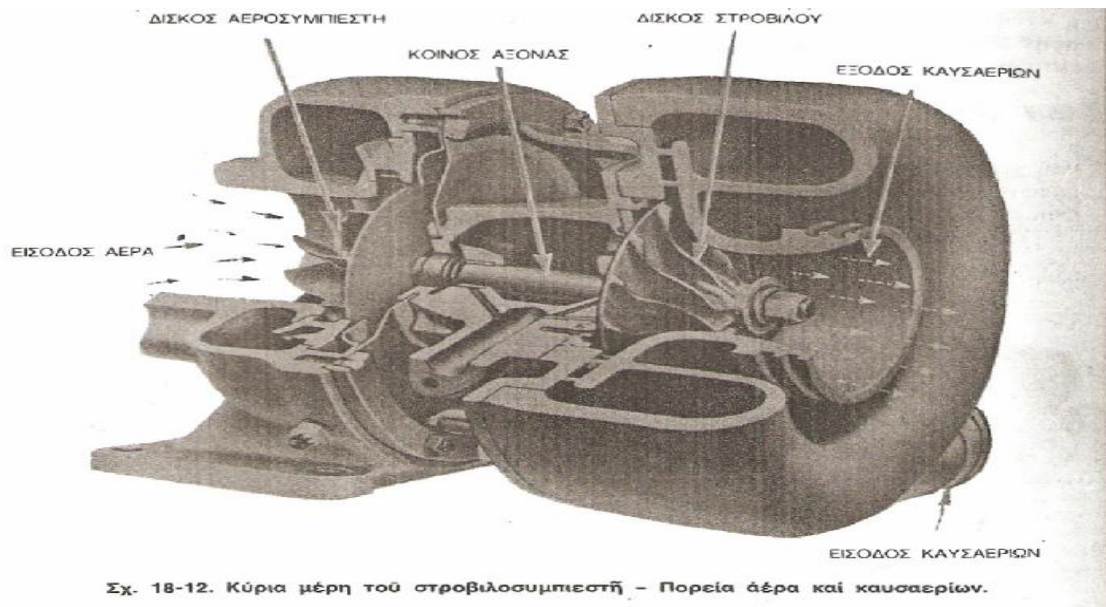
Ο στοβιλοσυμπιεστής είναι ένας αεροσυμπιεστής φυγοκεντρικού τύπου που χρησιμοποιείται σε πολλούς τύπους μηχανών, λόγω των πολλών πλεονεκτημάτων του. Παίρνει κίνηση από τα εξερχόμενα καυσαέρια και συμπιέζει τον ο αέρα με σχέση μεγαλύτερη των 3:1.



Τα κύρια μέρη του είναι ο αεροσυμπιεστής και ο στρόβιλος ή τουρμπίνα. Ο αεροσυμπιεστής κινείται από τον άξονα το στροβίλου και πιέζει τον ατμοσφαιρικό αέρα, όπως ακριβώς ο υπερσυμπιεστής. Στο άλλο άκρο τού άξονα είναι προσαρμοσμένος ο στρόβιλος που κινείται από την πίεση των καυσαερίων.

8.3 Κύρια μέρη τού στοβιλοσυμπιεστή

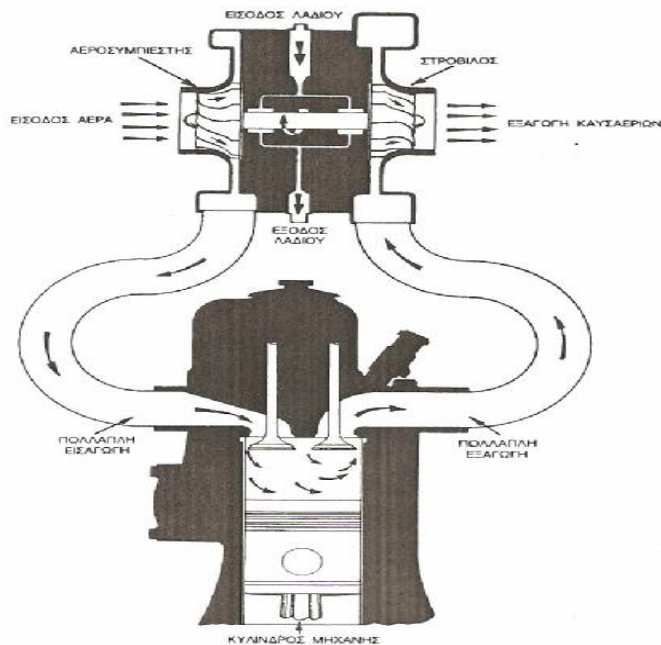
Όπως φαίνεται ο αεροσυμπιεστής και ο στρόβιλος χωρίζονται στεγανά, σ' ένα μεταλλικό περίβλημα ειδικής σχεδιάσεως. Ο αεροσυμπιεστής αποτελείται από ένα δίσκο με καμπυλωτά πτερύγια, που προσαρμόζεται στο ένα άκρο τού άξονα. Στο άλλο άκρο τού άξονα προσαρμόζεται ο πτερυγωτός ακτινικού τύπου δίσκος τού στροβίλου, που κινείται από τα καυσαέρια.



Ο άξονας, οι τροχοί και το περίβλημα κατασκευάζονται από μέταλλα ανθεκτικά στις μεγάλες θερμοκρασίες. Ίδιαίτερη επίσης φροντίδα δίνεται στην ψύξη τού στροβίλου και στη λίπανση των κουζινέτων στηρίξεως τού άξονα. Ο τροχός τού στροβίλου κατασκευάζεται δια χυτεύσεως από κράμα νικελίου, πού είναι ανθεκτικό στις μεγάλες θερμοκρασίες (περίπου 800 C). Αντίθετα ο άλλος τροχός τού αεροσυμπιεστή κατασκευάζεται δια χυτεύσεως από ελαφρό κράμα αλουμινίου για τη μείωση τού βάρους του.

8.4 Λειτουργία τού στροβιλοσυμπιεστή

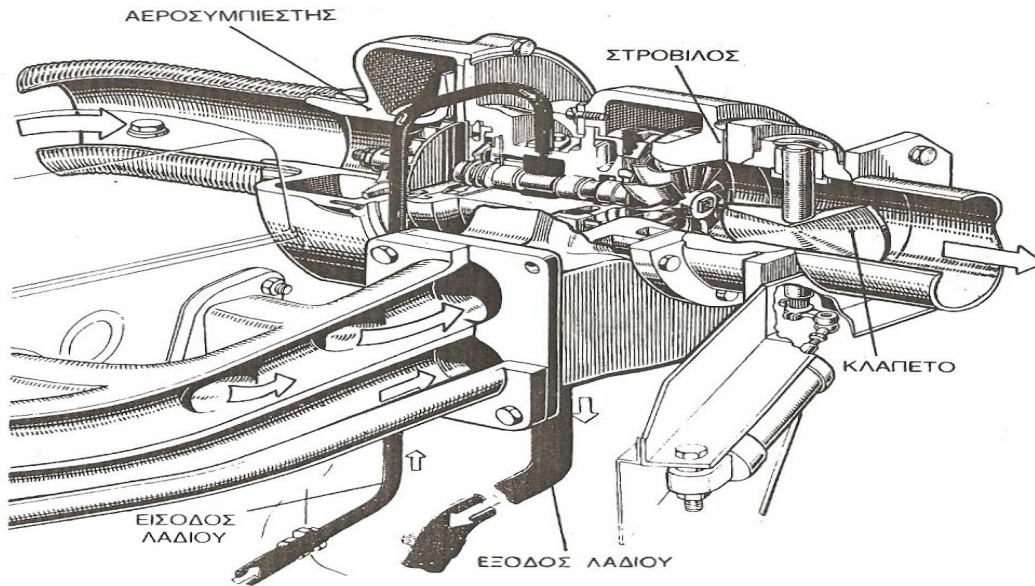
Ή λειτουργία τού αεροσυμπιεστή είναι Ίδια με την αντίστοιχη τού υπερσυμπιεστή, με τη διαφορά ότι κινείται από τον άξονα τού στροβίλου. Ή ταχύτητα όμως περιστροφής τού στροβίλου εξαρτάται από τον τρόπο ενεργείας των καυσαερίων στα ακτινικά του πτερύγια. Ανάλογα με τον τρόπο ενεργείας των καυσαερίων στο δίσκο, οι στροβίλοι χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: στους στροβίλους δράσεως, στους στροβίλους αντιδράσεως, και στους στροβίλους δράσεως-αντιδράσεως



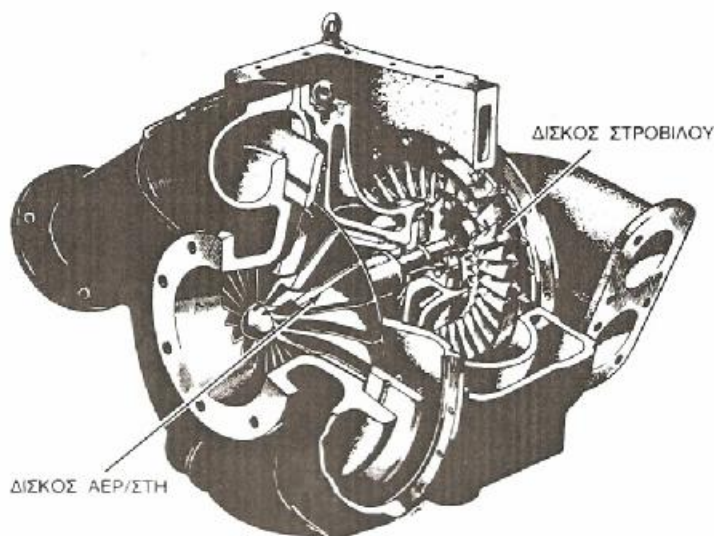
‘Από τις κατηγορίες αυτές οι πιο χρησιμοποιούμενοι είναι οι στρόβιλοι δράσεως-αντιδράσεως.

Η πορεία των καυσαερίων στο δίσκο του στρόβιλου ακολουθεί δύο βασικές κατευθύνσεις: από την περιφέρεια προς το κέντρο και από το κέντρο προς την περιφέρεια. ‘Ο πρώτος τρόπος λέγεται εφαπτομένης ροής και χρησιμοποιείται στους στρόβιλους των μηχανών χαμηλών και μεσαίων στροφών, ενώ ο δεύτερος λέγεται αξονικής ροής και χρησιμοποιείται στους στρόβιλους των πολυστροφών μηχανών.

Στο στρόβιλο εφαπτομενικής ροής τα καυσαέρια κατευθύνονται από την πολλαπλή εξαγωγή στο εξωτερικό μέρος του στρόβιλου. ‘Από το μέρος αυτό οδηγούνται στα εξωτερικά άκρα των πτερυγίων του τροχού και αφού περάσουν από τα ενδιάμεσα κενά τους φεύγουν από το κέντρο του καλύμματος στην ατμόσφαιρα. Με την άμεση ή έμμεση όμως πίεσή τους στα πτερύγια περιστρέφουν το δίσκο που είναι προσαρμοσμένος στον άξονα. Ο άξονας περιστρέφει το δίσκο του αεροσυμπιεστή, ο οποίος απορροφά αέρα από κέντρο και τον πιέζει στην πολλαπλή εισαγωγή. Το ίδιο αποτέλεσμα επιτυγχάνεται και με την κατεύθυνση των καυσαερίων από το κέντρο προς την περιφέρεια.



‘Από τη λειτουργία αυτή τού στροβίλου παρατηρείται ότι ή περιστροφή τού άξονα και τού δίσκου τού αεροσυμπιεστή. εξαρτάται από την πίεση των καυσαερίων. ‘Η πίεση όμως των καυσαερίων σ “ένα δεδομένο αριθμό στροφών μεταβάλλεται ανάλογα με το φορτίο τής μηχανής. “Άρα ή ταχύτητα τού στροβίλου εξαρτάται περισσότερο από το φορτίο τής μηχανής παρά από τις στροφές της. “Έτσι, όταν σε σταθερό αριθμό στροφών τής μηχανής αυξηθεί το φορτίο, ή ταχύτητα τού στροβιλοσυμπιεστή θα αυξηθεί και περισσότερος αέρας θα εισαχθεί στους κυλίνδρους.



8.5 Ψύξη τού στροβιλοσυμπιεστή

Η ψύξη τού στροβιλοσυμπιεστή είναι απαραίτητη λόγω τής επαφής του με τα θερμά καυσαέρια. τού διαφορετικού συντελεστή διαστολής των υλικών κατασκευής του, των μικρών ανοχών συναρμογής των μερών του και των χαμηλών στροφών του ανά λεπτό (μέχρι 30.000). Για τούς λόγους αυτούς κυκλοφορεί λάδι στα τρίβομε μέρη του από το κύκλωμα τής μηχανής ή ψυκτικό από το κύκλωμα ψύξεως. Με τούς τρόπους αυτούς αποβάλλεται ή θερμότητα και αποφεύγονται οι φθορές, οι αλλοιώσεις η οι παραμορφώσεις των μερών του.

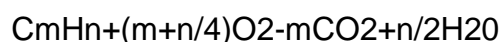
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

ΑΝΤΙΡΥΠΑΝΣΗ

9.1 Ρύπανση και Diesel

Η καύση στους κινητήρες εσωτερικής καύσης. πριν μπούμε στις λεπτομέρειες για τα προϊόντα τής καύσης μέσα στους κυλίνδρους των κινητήρων εσωτερικής καύσης πού ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα, θα πρέπει να πούμε δύο λόγια για την ίδια την καύση. Όπως έχουμε πει, για την παραγωγή τού ωφελίμου έργου τους, οι κινητήρες εξωτερικής καύσης καίνε κατά γενικό σχεδόν κανόνα κάποιο παράγωγο τού πετρελαίου — βενζίνη οι βενζινοκινητήρες και πετρέλαιο οι πετρελαιοκινητήρες.

Και τα δύο αυτά καύσιμα είναι μίγματα χημικών ουσιών πού ανήκουν στη μεγάλη κατηγορία των υδρογονανθράκων, ενώσεων δηλαδή άνθρακα Ο και υδρογόνου Η πού ακολουθούν το γενικό χημικό τύπο C_mH_n . “Όταν ένας υδρογονάνθρακας καίγεται με διαθέσιμη ολόκληρη την ποσότητα τού οξυγόνου πού χρειάζεται για την τέλεια καύση του. Τα προϊόντα τής καύσης, θεωρητικά τουλάχιστον, είναι μόνο διοξείδιο τού άνθρακα CO_2 και νερό H_2O , κατά το γενικό τύπο:



Τόσο το διοξείδιο τού άνθρακα CO_2 όσο και οι ατμοί τού νερού H_2O πού παράγονται στη θεωρητική αυτή καύση, είναι τελείως αβλαβή για τον άνθρωπο, και αν τα πράγματα εξελίσσονταν ακριβώς έτσι, οι κινητήρες εσωτερικής καύσης θα ήταν από τα πιο ευεργετικά για τον άνθρωπο μηχανήματα. Δυστυχώς όμως ή κατάσταση δεν είναι τόσο απλή. Οι θάλαμοι καύσης των κινητήρων εσωτερικής καύσης είναι ολόκληρα χημικά εργαστήρια, πού μέσα τους γίνονται πολύπλοκες χημικές αντιδράσεις οι οποίες, ιδίως για τούς πετρελαιοκινητήρες, είναι ακόμα πολύ λίγο μελετημένες. Και στους δύο τύπους κινητήρων, πέρα από το διοξείδιο τού άνθρακα και τούς ατμούς τού νερού, πού θεωρητικά, όπως ρέπαμε, είναι τα προϊόντα τής καύσης, μέσα στα καυσαέρια εμφανίζονται και οι παρακάτω χημικές ενώσεις και σε αναλογίες πού εξαρτώνται, πέρα από τον τύπο των κινητήρων, και από πάρα πολλούς άλλους παράγοντες:

1. Άκαυστοι υδρογονάνθρακες είτε ίδιοι με αυτούς πού αποτελούν το καύσιμο κάθε τύπου κινητήρα, είτε προϊόντα σύνθεσης ή διάσπασης αυτών σε βαρύτερες ή ελαφρότερες μορφές, δηλαδή με περισσότερα ή λιγότερα άτομα άνθρακα στο μόριό τους.

2. Μονοξειδίο του άνθρακα που είναι προϊόν ατελούς καύσης και εμφανίζεται στα καυσαέρια σχεδόν ανεξάρτητα από το αν υπάρχει αρκετό, για την τέλεια καύση, οξυγόνο μέσα στον κύλινδρο.
3. Ώξειδια του αζώτου. Το άζωτο, N, το οποίο στην κανονική θερμοκρασία και πίεση δεν ενώνεται με το οξυγόνο, στις υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις των θαλάμων καύσης των κινητήρων εσωτερικής καύσης, ενώνεται με το οξυγόνο και δίνει μία σειρά ολόκληρη από οξειδία που τα σημειώνουν με το γενικό τύπο NO_x.
4. Μία ολόκληρη σειρά από ατελώς καμένους υδρογονάνθρακες που σχηματίζουν διάφορες πιο πολύπλοκες ενώσεις, όπως C_mH_nCOH, κετόνες C_mH_nCO, καθώς και καρβοξυλικά οξέα C_mH_nCOOH.
5. Ώξειδια του Θείου (θειοφίου) τα οποία εμφανίζονται όχι από υπαιτιότητα του κινητήρα αλλά γιατί πάντοτε μέσα στα καύσιμα, λιγότερο στη βενζίνη και περισσότερο στο πετρέλαιο, υπάρχουν μικροποσότητες θείου, S. “Αν δηλαδή χρησιμοποιηθούν καύσιμα χωρίς θείο, τότε τα καυσαέρια δε θα έχουν οξειδία του Θείου.
6. Διάφορα στερεά σωμάτια που κατά κύριο λόγο για τους πετρελαιοκινητήρες είναι μόρια άνθρακα (αιθάλη), ενώ για τους βενζινοκινητήρες, εφόσον είναι υψηλής συμπίεσης και καινέ βενζίνη που περιέχει τετρααιθυλιούχο μόλυβδο, είναι διάφορα παράγωγα του μόλυβδου.

Ή καύση στις δύο μεγάλες κατηγορίες κινητήρων εσωτερικής καύσης, τους βενζινοκινητήρες δηλαδή και τους πετρελαιοκινητήρες, διαφέρει. σημαντικά, και ενώ του βενζινοκινητήρα έχει μελετηθεί αρκετά για λόγους που θα αναφέρουμε εκτενέστερα παρακάτω, του πετρελαιοκινητήρα είναι ακόμα σχετικά άγνωστη και τα περισσότερα που θα αναφέρουμε γι' αυτή στηρίζονται σε προκαταρκτικές μελέτες και θεωρίες που δεν είναι ακόμα γενικά παραδεκτές και επισημοποιημένες.

Μία από τις βασικές διαφορές στην καύση μεταξύ βενζινοκινητήρων και πετρελαιοκινητήρων είναι και ο τρόπος παρασκευής του καυσίμου μίγματος. Στους βενζινοκινητήρες, όπως είναι γνωστό, το καύσιμο μίγμα εισάγεται στους κυλίνδρους στον εξαερωτήρα, έχει σύνθεση περίπου σταθερή ή με μικρές διακυμάνσεις γύρω από μία σταθερή τιμή πολύ κοντά στην αναλογία τής τέλει καύσης, και έχει όλο τον απαιτούμενο χρόνο για μία ικανοποιητική εξαγρίωση του καυσίμου και ανάμιξη του με τον αέρα Για την αυξομείωση τής παραγόμενης ισχύος ανάλογα με τις ανάγκες τής κίνησης, αυξομειώνεται ή ποσότητα του εισαγομένου μίγματος. Ή ανάφλεξη γίνεται

με ηλεκτρικό σπινθήρα. 'Αντίθετα, στον πετρελαιοκινητήρα εισάγεται στο χρόνο τής εισαγωγής μόνο αέρας σε μία σχεδόν σταθερή ποσότητα, ενώ το καύσιμο εισάγεται σε υγρή μορφή μέσα στον κύλινδρο, σε ποσότητα ανάλογη με την απαιτούμενη κάθε στιγμή ισχύ.

Μέσα στον κύλινδρο το καύσιμα πρέπει να θερμανθεί, να εξαγριωθεί, να αναμιχθεί με τον αέρα και να αυταναφλεγεί από την υψηλή θερμοκρασία που επικρατεί μέσα σ' αυτόν. 'Ο χρόνος που διατίθεται στο βενζινοκινητήρα για την παρασκευή τού μίγματος και την ανάφλεξη του είναι τής τάξης των εκατοστών τού δευτερολέπτου, ενώ για τον πετρελαιοκινητήρα είναι τής τάξης των χιλιοστών. Είναι λοιπόν εύκολα αντιληπτό ότι ο πετρελαιοκινητήρας υστερεί σημαντικά στο σημείο αυτό έναντι τού βενζινοκινητήρα.

Από πολύ νωρίς έγινε αντιληπτό ότι για να είναι δυνατός ο έλεγχος των παραγόμενων καυσαερίων. είναι απαραίτητη ή πλήρης γνώση των συνθηκών τής καύσης τού καυσίμου μέσα στους κυλίνδρους και επειδή οι μελέτες αυτές έγιναν και γίνονται ακόμα. κατά κύριο λόγω στην Αμερική, όπου πάνω από το 90% των αυτοκινήτων κινούνται με βενζινοκινητήρες, ή προσοχή στράφηκε ολόκληρη προς αυτούς, και μόνο στα τελευταία χθόνια ασχολήθηκαν κάπως και με τούς πετρελαιοκινητήρες. Έτσι, τα περισσότερα που γνωρίζουμε για τα παράγωγα τής καύσης, στους κινητήρες εσωτερικής καύσης, προέρχονται από μελέτες που έγιναν πάνω σε βενζινοκινητήρες.

Εδώ θα πρέπει ίσως ν' αναφέρουμε ότι δεν αίγα μόνο ο μικρός, σχετικά, αριθμός των πετρελαιοκινητήρων στην 'Αμερική που έκανε να δοθεί προτεραιότητα στο βενζινοκινητήρα, αλλά και το "γεγονός ότι κατά τα πρώτα χρόνια των μελετών για τη μόλυνση τού περιβάλλοντος από τα αυτοκίνητα είχε επικρατήσει ή γνώμη ότι ο πετρελαιοκινητήρας ήταν πολύ λιγότερο επιζήμιος για την υγεία τού ανθρώπου απ' ότι ο βενζινοκινητήρας.

9.2 Η καύση στους πετρελαιοκινητήρες

Η καύση μέσα στους πετρελαιοκινητήρες είναι ένα πολυσύνθετο φαινόμενο που έχει μελετηθεί λίγο, και εκείνοι ακόμα που έχουν ασχοληθεί μ' αυτό δε συμφωνούν μεταξύ τους σ' όλα τα σημεία. Η έναυση τού καυσίμου μέσα στον κύλινδρο ενός πετρελαιοκινητήρα δεν αρχίζει ακαριαία, μόλις αρχίσει ή έγχυσή του, αλλά χρειάζεται κάποιο χρονικό διάστημα για το διασκορπισμό, τη θέρμανση, την εξαέρωση και την

ανάμιξη τού καυσίμου με τον αέρα. Στο ίδιο αυτό χρονικό διάστημα πρέπει να γίνει ή διάσπαση των μορίων των βαρέων υδρογονανθράκων πού περιέχει το πετρέλαιο, σε ελαφρότερες μορφές, για να μπορέσουν να καούν. Το χρονικό διάστημα τής προπαρασκευής τού καυσίμου μίγματος μέσα στον κύλινδρο το ονομάζουμε «καθυστέρηση τής έναρξης τής ανάφλεξης» και για ευκολία μας, την καθυστέρηση αυτή τη μετράμε σε μοίρες γωνίας του στροφαλοφόρου άξονα.

Στον πολύ περιορισμένο χρόνο τής καθυστέρησης τής έναρξης τής ανάφλεξης, το καύσιμο μίγμα δεν προφταίνει να γίνει παντού ίδιο, ιδιαίτερα μάλιστα στους κινητήρες άμεσης έγχυσης. “Έτσι παρουσιάζονται ζώνες γύρω από τη δέσμη ψεκασμού τού εγχυτήρα πού το μίγμα είναι φτωχό, άλλες ζώνες πού το μίγμα παίρνει τις κανονικές αναλογίες για μία τέλεια καύση, και άλλες πού είναι πολύ πλούσιο. Φυσικά υπάρχουν πάρα πολλοί παράγοντες πού επηρεάζουν την τελική διαμόρφωση τού καυσίμου μίγματος

Γενικά, οι κινητήρες με έμμεση έγχυση παρουσιάζουν μία καλύτερη καύση γιατί με τη διαίρεσή της σε δύο στάδια, ένα μέσα στον προθάλαμο (ή στροβιλοθάλαμο) και ένα μέσα στον κύλινδρο, επιτυγχάνουν μία καλύτερη ανάμιξη τού καυσίμου με τον αέρα, και όπως θα δούμε παρακάτω, εμφανίζουν πολύ λιγότερα ενοχλητικά υποπροϊόντα κατά την καύση τους.

Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας καλής ανάμιξης καυσίμου με αέρα, ιδιαίτερα σημαντικός για τούς κινητήρες άμεσης έγχυσης, είναι ο στροβιλισμός για τον οποίο μιλήσαμε στο σχετικό κεφάλαιο. Έπίσης, σημαντικός παράγοντας είναι ο κατάλληλος ψεκασμός από τον εγχυτήρα, ο οποίος δεν πρέπει να είναι ούτε πολύ περιορισμένος, ώστε να πάει το πετρέλαιο όλο μαζεμένο σ’ ένα σημείο, αλλά ούτε και πολύ ισχυρός, οπότε το πετρέλαιο προσκρούει στα τοιχώματα τού κυλίνδρου, υγροποιείται εκεί και καίγεται πολύ δυσκολότερα.

Τα υποπαράγωγα τής καύσης, όπως αναφέραμε στα προηγούμενα, μέσα στα καυσαέρια όλων των κινητήρων εσωτερικής καύσης παρουσιάζονται ποσότητες άκαυστων υδρογονανθράκων. Οι υδρογονάνθρακες αυτοί είτε είναι όμοιοι μ’ αυτούς πού αποτελούν το καύσιμο, δηλαδή στο μόριό τους έχουν τον ίδιο αριθμό ατόμων άνθρακα και υδρογόνου, είτε είναι ελαφρότεροι, δηλαδή με λιγότερα άτομα άνθρακα και υδρογόνου, είτε τέλος είναι βαρύτεροι, με περισσότερα δηλαδή άτομα. Η διαφοροποίηση αυτή είναι εμφανέστερη στους πετρελαιοκινητήρες στους οποίους οι συνθήκες τής καύσης και ή ανομοιογένεια τού καυσίμου μίγματος ευνοεί τη διάσπαση

των μορίων τού καυσίμου σε ελαφρότερα μόρια και την ανασυνδέσει τους για το σχηματισμό βαρύτερων.

Η εμφανιζόμενη ποσότητα άκαυστων υδρογονανθράκων στα καυσαέρια των πετρελαιοκινητήρων φαίνεται να αυξάνεται με την αύξηση τού φορτίου, αν όμως ληφθεί υπόψη ότι ή αναλογία καυσίμου προς αέρα δεν είναι σταθερή, αλλά στα χαμηλά φορτία υπάρχει μεγάλο πλεόνασμα αέρα και το πλεόνασμα αυτό ελαττώνεται όσο αυξάνει το φορτίο, βγαίνει το συμπέρασμα ότι στα μεγάλα φορτία μένουν άκαυστοι πολύ λιγότεροι υδρογονάνθρακες ανά μοριόγραμμα καυσίμου, παρά στα χαμηλά φορτία.

Η διαφυγή προς τα καυσαέρια άκαυστων υδρογονανθράκων μειώνεται με την αύξηση τής θερμοκρασίας μέσα στο χώρο καύσης των κυλίνδρων, με ζην αύξηση τού πλεονάσματος τού αέρα και με τη βελτίωση τού στροβιλισμού. Σε όλους τούς παραπάνω παράγοντες επιδρά ευνοϊκά ή υπερπλήρωση, και γι αυτό έχει παρατηρηθεί ότι οι υπερπληρωμένοι πετρελαιοκινητήρες; εμφανίζουν μία μικρότερη αναλογία άκαυστων υδρογονανθράκων στα καυσαέριά τους.

9.3 Το Μονοξειδίο τού Άνθρακα CO

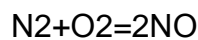
Το μονοξειδίο τού άνθρακα, αναπόφευκτο κακό κάθε καύσης, είναι ένα άχρωμο και άοσμο αέριο, Ισχυρά τοξικό για τον άνθρωπο και τα ζώα λόγω τής μεγάλης συγγένειας πού παρουσιάζει με την αιμοσφαιρίνη τού αίματος. Όταν εισπνέετε σε πολύ μικρές δόσεις μπορεί να προκαλέσει ταχύτατα θάνατο. Μία αναλογία 0,3% μπορεί να προκαλέσει θάνατο σε 30 λεπτά.

Στα καυσαέρια όλων των τύπων των κινητήρων εσωτερικής καύσης εμφανίζεται μονοξειδίο τού άνθρακα και είναι, εκτός των άλλων παραγόντων, σε άμεση συνάρτηση με τη σχέση καυσίμου προς αέρα μέσα στον κύλινδρο. Στους πετρελαιοκινητήρες πού το πλεόνασμα τού αέρα είναι μεγάλο σε όλες σχεδόν τις φάσεις τής λειτουργίας, ή αναλογία τού μονοξειδίου τού άνθρακα στα καυσαέριά τους είναι πολύ μικρότερη από ότι είναι στους βενζινοκινητήρες στις αντίστοιχες συνθήκες λειτουργίας. Έτσι, ενώ στα καυσαέρια των βενζινοκινητήρων εμφανίζεται μονοξειδίο τού άνθρακα σε αναλογία 2 ως 5%, στα καυσαέρια των πετρελαιοκινητήρων ή ίδια αναλογία είναι μόλις 0,01 ως 0,05%. Αυτός είναι άλλωστε ο λόγος για τον οποίο κατά

τα πρώτα χρόνια τού ελέγχου τής ρύπανσης τής ατμοσφαιράς από τα καυσαέρια των κινητήρων εσωτερικής καύσης, όταν ακόμα το μονοξείδιο τού άνθρακα θεωρούνταν σαν ή πιο αβλαβής από τις παραγόμενες από την καύση ουσίες, ο πετρελαιοκινητήρας θεωρήθηκε ανεύθυνος γι' αυτή και δεν ασχολήθηκαν τόσο πολύ με τη βελτίωση του στον τομέα αυτό.

9.4 Τα οξείδια του Αζώτου.

Το άζωτο, N, είναι αέριο άχρωμο, άοσμο και άγευστο, πού ενώνεται με το οξυγόνο σε υψηλή θερμοκρασία (ή ένωση αρχίζει από τούς 1419° περίπου και ολοκληρώνεται. στους 2000°) κατά την εξίσωση;



δηλαδή, δύο άτομα (ένα μόριο) αζώτου με δύο άτομα (ένα μόριο) οξυγόνου δίνουν δύο μόρια μονοξειδίου τού αζώτου (ή απλούστερα οξειδίου τού αζώτου).

Το μονοξείδιο τού αζώτου είναι αέριο άχρωμο και άοσμο, και καθώς βγαίνει από τούς αγωγούς εξαγωγής των κινητήρων προσλαμβάνει ένα ακόμα άτομο οξυγόνου και ένα μέρος του μετατρέπεται σε διοξείδιο τού αζώτου, NO₂. Το διοξείδιο ή υπεροξείδιο τού αζώτου σε θερμοκρασία κάτω των 22° 0 είναι υγρό με πορτοκαλί χρώμα, πάνω όμως από τη θερμοκρασία αυτή είναι αέριο πνιγηρό και επικίνδυνο για τούς πνεύμονες, με χρώμα από κίτρινο μέχρι καφέ. Πολλές φορές εμφανίζεται με τη μορφή τετροξείδιο ή επιτεταρτοξείδιο τού αζώτου, N₂O₄. Στο διοξείδιο τού αζώτου οφείλεται και ή κιτρινόχρωμη μορφή τής ομίχλης.

Άλλες ενώσεις τού αζώτου με το οξυγόνο είναι :

Το υποξείδιο τού αζώτου, N₂O, το γνωστό σαν ιλαρό ή ιλαρυντικό αέριο, πού χρησιμοποιείται στην ιατρική σαν αναισθητικό.

Το τριοξείδιο τού αζώτου, N₂O₃, πού είναι ο ανυδρίτης τού νιτρώδους οξέος, και το πεντοξείδιο, N₂O₅, πού είναι ο ανιδρύτης τού νιτρικού οξέος.

Τα δύο παραπάνω αέρια, όταν ενώνονται με ατμούς νερού, δίνουν αντίστοιχα νιτρώδες και νιτρικό οξύ.

Κατά την καύση μέσα στους κυλίνδρους των πετρελαιοκινητήρων, μέσα στους αγωγούς εξαγωγής (και το στρόβιλο τού στροβιλοσυμπιεστή, αν υπάρχει), καθώς και κατά την έξοδο των καυσαερίων στην ατμόσφαιρα, λαμβάνουν χώρα διάφοροι ανασχηματισμοί και είναι. δύσκολο να πει κανείς σε ποια μορφή θα καταλήξει τελικά

το αρχικό οξειδίο που δημιουργείται πρώτο. Για μία πρώτη προσέγγιση χρησιμοποιούμε το γενικό όρο οξειδία του αζώτου και το γενικό τύπο NO_x.

Όπως φαίνεται στον πίνακα , ο πετρελαιοκινητήρας υπερτερεί του βενζινοκινητήρα και στο θέμα της παραγωγής οξειδίων του αζώτου κατά την καύση του, πολύ σημαντικά στα μεσαία φορτία και λιγότερο στη βραδυπορία και στο μέγιστο φορτίο.

9.5 Άλλες Οργανικές Ένώσεις

Όπως είπαμε προηγουμένως, κατά την καύση του πετρελαίου μέσα στους κυλίνδρους των κινητήρων, δημιουργούνται και αρκετές άλλες οργανικές ενώσεις, πολλές από τις οποίες εμφανίζονται τελικά στα καυσαέρια. Τέτοιες ενώσεις είναι ή μυρμηκική αλδεύδη (φορμαλδεΐδη), Η ακρολείνη, το τολουόλιο (μεθυλοβενζόλιο) και άλλες. Στις οργανικές αυτές ενώσεις αποδίδεται και ή χαρακτηριστική οσμή ιών καυσαερίων του πετρελαιοκινητήρα.

9.6 Στερεά Σωματία

Πέρα από διάφορα υγρά ή αέρια υποπαραγωγή της καύσης των πετρελαιοκινητήρων, στα οποία, όπως φαίνεται στον πίνακα 28, ο πετρελαιοκινητήρας υπερτερεί του βενζινοκινητήρα άλλου περισσότερο και άλλου λιγότερο, υπάρχει και ένα πεδίο στο οποίο ο πετρελαιοκινητήρας, δυστυχώς γι' αυτόν, υστερεί φανερά ,έναντι του βενζινοκινητήρα, και αυτό είναι ή αιθάλη ή οποία βρίσκεται πάντοτε στα καυσαέρια του πετρελαιοκινητήρα σε ποσότητα πολύ μεγαλύτερη από' ότι του βενζινοκινητήρα.

Το μειονέκτημα αυτό του πετρελαιοκινητήρα ήταν βεβαία γνωστό από τα πρώτα χρόνια της ζωής του, αλλά για πολλά χρόνια επικρατούσε ή γνώμη ότι, ή αιθάλη του πετρελαιοκινητήρα, ήταν βεβαία μία ενόχληση αισθητικής περισσότερο μορφής παρά 'ένας κίνδυνος για την υγεία των ανθρώπων. Κατά τα τελευταία όμως χρόνια, διάφοροι μελετητές στις ΗΠΑ τείνουν να καταλήξουν στο συμπέρασμα ότι ή αιθάλη των καυσαερίων των πετρελαιοκινητήρων δεν είναι απλά και Άθωνα μόρια άνθρακα, αλλά συμπαρασύρει και ίχνη οργανικών ουσιών παραγόμενων κατά την καύση, οι οποίες προκαλούν εξαλλαγή των κυττάρων, είναι δηλαδή καρκινογόνες.

'Η υποψία και μόνο ότι ή αιθάλη των πετρελαιοκινητήρων είναι δυνατό να είναι καρκινογόνος, έθεσε σε συναγερμό όλους τούς υπεύθυνους. για τη δημόσια υγεία, 'Οργανισμούς των ΗΠΑ, οι οποίοι διεξάγουν ήδη εμπειριστατωμένες έρευνες πάνω

στο θέμα αυτό. Έπειδή όμως θα χρειαστεί αρκετό χρονικό διάστημα για να βγει τελικό συμπέρασμα, προτάθηκαν για άμεση εφαρμογή κανονισμοί περιορισμού της εκλυόμενης αιθάλης, από το 1981 σε 0,6 gr/ml (γραμμάρια ανά μίλι) διαδρομής, ενώ από το 1983 σε 0,2 gr/ml (παρακάτω θα δούμε τι έννοια 'έχει αυτή ή μονάδα).

Κατά τούς κατασκευαστές πετρελαιοκινητήρων, τόσο στην 'Αμερική όσο και στην Ευρώπη, τα όρια αυτά είναι ανεπίτευκτα, γιατί τα μέτρα που μπορούν να ληφθούν για τον περιορισμό της αιθάλης επιδρούν στην αύξηση της παραγωγής των οξειδίων του αζώτου, τα οποία, όπως θα δούμε αμέσως παρακάτω, συντελούν στο σχηματισμό της φωτοχημικής ομίχλης. Έτσι, τη στιγμή αυτή υπάρχει μία αβεβαιότητα και αοριστία ως προς το μέλλον του πετρελαιοκινητήρα για την κίνηση επιβατηγών αυτοκινήτων, τουλάχιστον για τις ΗΠΑ.

Αναλογίες προϊόντων και υποπροϊόντων καύσης κινητήρων εσωτερικής καύσης σε εκατοστιαία αναλογία κατ'όγκο

Προϊόντα	Βραδυπορία		Μέσο φορτίο		Μέγιστο φορτίο	
	Βενζινοκινητήρες	Πετρελαιοκινητήρες	Βενζινοκινητήρες	Πετρελαιοκινητήρες	Βενζινοκινητήρες	Πετρελαιοκινητήρες
Οξείδια του άνθρακα	0,005-0,03	0,005-0,0025	0,25-0,35	0,0025-0,008	0,15-0,45	0,06-0,15
Υδρογονάνθρακες	0,01-0,05	0,005-0,06	0,01-0,02	0,01-0,035	0,01-5,0	0,02-0,06
Μονοξείδιο του άνθρακα	2,0-4,5	0,01-0,045	0,2-1,0	0,01-0,06	2,0-5,0	0,035-0,20
Διοξείδιο του άνθρακα	10,0-13,0	3,5	135-14,0	6,5	11,0-13,0	12,0
Ατμοί νερού	11,0	3,0	9,0-11,0	4,0	10,0-11,0	12,0
Υδρογόνο	1,5	-	0,5	-	0,1-0,5	-
Οξυγόνο	1,0-1,5	16,0	1,5-2,5	14,0	0,3-0,5	10,0
Άζωτο	Υ Π Ο	Λ Ο	Ι Π Ο			

9.7 Η Φωτοχημική Ομίχλη.

Η φωτοχημική ομίχλη είναι μία χημική διαδικασία ή οπποία λαμβάνει χώρα έξω από τούς κινητήρες εσωτερικής καύσης, αλλά βασικοί παράγοντες στο σχηματισμό της είναι τα υποπροϊόντα τής καύσης τους.

Όπως είπαμε παραπάνω, στην ατμόσφαιρα υπάρχουν, σε μικρά ίχνη, εκατοντάδες ενώσεων υδρογονανθράκων, οι περισσότεροι από ταχύς οποιούς προέρχονται από τα καυσαέρια των κινητήρων. Συγχρόνως, στην ατμόσφαιρα υπάρχουν οξειδία τού αζώτου, προερχόμενα και αυτά κατά μεγάλο ποσοστό από τα καυσαέρια των κινητήρων. Οι υδρογονάνθρακες και τα οξειδία τού αζώτου, υπό την επίδραση τής υπεριώδους ακτινοβολίας τού ήλιου, αρχίζουν μία σειρά χημικών αντιδράσεων, πού είναι πολύ λίγο μελετημένες και καταλήγουν στην παραγωγή αλδευδών CH_3CHO , όζοντος O_3 και διάφορων νιτρωδών υπεροξειδίων, όπως το $\text{CH}_3\text{CO}_3\text{NO}_2$.

Τόσο το όζον όσο και τα υπεροξειδία αυτά έχουν αυξημένες οξειδωτικές ικανότητες, οι οποίες προκαλούν δάκρυσμα των ματιών, ερεθισμό τού λαιμού, φθορές στα ελαστικά, στα μάρμαρα και τα φυτά, μείωση τής ορατότητας και πολλά άλλα.

Στους κανονισμούς πού προσδιορίζουν τα επιτρεπόμενα όρια συγκέντρωσης στην ατμόσφαιρα των διάφορων υποπαραγωγών τής καύσης των κινητήρων εσωτερικής καύσης, το όζον και τα νιτρώδη υπεροξειδία εμφανίζονται μαζί με τη γενική ονομασία « οξειδωτικά».

Η ακριβής διαδικασία των χημικών αυτών αντιδράσεων δεν είναι τελείως γνωστή, ούτε όλοι οι υδρογονάνθρακες αντιδρούν κατά τον ίδιο τρόπο. Έχει παρατηρηθεί ότι μερικοί απ' αυτούς, όπως π.χ. τής σειράς των παραφινών, αντιδρούν πολύ ελάχιστα, ενώ άλλοι, όπως οι ολεφίνες, είναι εξαιρετικά ευαίσθητοι.

Από τις γνωστές μέχρι σήμερα μελέτες βγαίνει το συμπέρασμα ότι ή μείωση των υδρογονανθράκων στην ατμόσφαιρα έχει σαν συνέπεια τη μείωση τής φωτοχημικής ομίχλης, δεν έχει όμως ακόμα προσδιοριστεί ή επίδραση των οξειδίων τού αζώτου στο ρυθμό τής παραγωγής της και εκτός από το γεγονός ότι ο μηδενισμός των οξειδίων αυτών σταματά την παραγωγή τής ομίχλης, δεν έχει προσδιοριστεί κατά πόσο ή μείωση τους. κάτω από ένα κάποιο όριο συντελεί στον περιορισμό τής φωτοχημικής ομίχλης. Έπειδή όμως είναι γνωστό ότι ή παραγωγή τού οξειδίου τού αζώτου, NO , από τούς κινητήρες είναι μία από τις βασικές αιτίες τής ύπαρξης τού

διοξειδίου τού αζώτου, NO₂, στην ατμόσφαιρα το οποίο όπως είπαμε είναι τοξικό και ερεθιστικό για τα μάτια και το λαιμό και επιπλέον με το σκούρο χρώμα του προκαλεί το κιτρίνισμα τής ατμοσφαιρας καταβάλλεται κάθε δυνατή προσπάθεια περιορισμού τού οξειδίου μέσα στα υποπροϊόντα τής καύσης.

Εδώ θα πρέπει ίσως να υπενθυμίσουμε ότι άκαυστους υδρογονάνθρακες και οξειδία τού αζώτου δεν παράγουν μόνο τα αυτοκίνητα, αλλά όλες οι εστίες καύσης, όπως οι κεντρικές θερμάνσεις των πολυκατοικιών, οι θερμοηλεκτρικοί σταθμοί, τα εργοστάσια παραγωγής φωταερίου και όλες σχεδόν οι βιομηχανικές μονάδες. Επίσης, μία πηγή υδρογονανθράκων για την ατμόσφαιρα είναι οι εξατμίσεις και οι αναθυμιάσεις των διυλιστηρίων πετρελαίου και των αποθηκών τόσο τού αργού πετρελαίου όσο και των προϊόντων του. Έτσι, είναι πολύ αμφίβολο, και στην περίπτωση ακόμα πού θα μηδενιστεί ή παραγωγή των οξειδίων τού αζώτου από τα αυτοκίνητα, αν θα πέσει ή συγκέντρωση τους στην ατμόσφαιρα κάτω από το όριο πέρα από το οποίο ή μείωσή τους αρχίζει να επιδρά κατασταλτικά στην παραγωγή τής φωτοχημικής ομίχλης.

9.8 Άλλες πηγές ρύπανσης τής ατμοσφαιρας 'από τα αυτοκίνητα

Τα αυτοκίνητα δε ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα μόνο με τα υποπροϊόντα τής καύσης τους. Υπάρχουν και άλλες πηγές ρύπανσης πάνω σ' αυτά, και τέτοιες είναι οι αναθυμιάσεις από την ελαιοπυξίδα (κάρτερ) και οι εξατμίσεις από τις δεξαμενές των καυσίμων τους, και, προκειμένου για βενζινοκινητήρες, οι εξατμίσεις τής βενζίνης από τη λεκάνη σταθερής στάθμης των εξαερωτήρων.

Οι πετρελαιοκινητήρες βεβαία, δεν έχουν εξαεριστήρες και το πετρέλαιο πού χρησιμοποιούν είναι πολύ λίγο πτητικό σε σύγκριση με τη βενζίνη, ώστε οι εξατμίσεις από τη δεξαμενή τού πετρελαίου είναι αμελητέες.

Οι αναθυμιάσεις όμως από τις ελαιοπυξίδες είναι ένας σοβαρός παράγοντας ρύπανσης για όλους τούς τύπους των κινητήρων, γιατί εκτός από τούς ατμούς των λαδιών τής λίπανσης, τα οποία θερμαίνονται σε αρκετά υψηλές θερμοκρασίες κατά τη λειτουργία των κινητήρων, υπάρχει πάντα μέσα στην ελαιοπυξίδα ένα μικρό ποσοστό καυσίμου μίγματος και καυσαερίων τα οποία περνούν μεταξύ κυλίνδρων και εμβόλων, οσοδήποτε καλή και αν είναι ή κατάσταση των κυλίνδρων, των εμβόλων και των ελατηρίων στεγανότητας. Φυσικά, πολύ μεγαλύτερο είναι το ποσοστό αυτό των διαφυγών (blow-by), όταν τα παραπάνω στοιχεία τού κινητήρα είναι φθαρμένα.

Για την περιστολή των αναθυμιάσεων αυτών έχουν ληφθεί πολύ αποτελεσματικά μέτρα σε όλα τα αυτοκίνητα, και έτσι μπορούμε να πούμε ότι ή αιτία αυτή τής μόλυνσης έχει σήμερα σχεδόν εξαφανιστεί.

Αυτό επιτεύχθηκε με την εισαγωγή τού κλειστού κυκλώματος αερισμού τής ελαιοπυξίδας, στο οποίο, τόσο οι ατμοί τού λαδιού όσο και οι διαφυγές από τούς κυλίνδρους, συγκεντρώνονται μέσα στη στεγανά κλειστή ελαιοπυξίδα και από εκεί με ειδικές βαλβίδες οδηγούνται στην εισαγωγή τού κινητήρα και πηγαίνουν στους κυλίνδρους όπου καίγονται.

9.9 Μέτρηση και Επιτρεπόμενα “Όρια Ρυπαντικών Ουσιών

Μέχρι τώρα, μιλώντας για τις διάφορες ουσίες πού περιέχονται στα καυσαέρια και ρυπαίνουν (ή μολύνουν) τον ατμοσφαιρικό αέρα, αναφέραμε τις αναλογίες τους κατά βάρος ή κατ’ όγκο, με τις οποίες οι ουσίες αυτές βρίσκονται μέσα στα καυσαέρια. ‘Ο τρόπος αυτός όμως τής μέτρησης δεν είναι ούτε εύκολος αλλά ούτε και πρόσφορος για να προσδιορίσει κανείς το πραγματικό ποσό των ρυπαντικών ουσιών πού κάθε αυτοκίνητο εκλύει στον ατμοσφαιρικό αέρα, και αυτό δημιουργήθηκαν ορισμένες μέθοδοι με τις οποίες προσδιορίζονται, με πιο αντικειμενικό τρόπο, τα απόλυτα ποσά των ρυπαντικών ουσιών πού περιέχονται στα καυσαέρια κάθε αυτοκινήτου .

Οι μέθοδοι αυτές είναι, βασικά, δύο, ή Ευρωπαϊκή και ή ‘Αμερικανική. Και στις δύο μεθόδους το υπό έλεγχο αυτοκίνητο τοποθετείται πάνω σε μία δυναμομετρική πέδη και εκεί υφίσταται μία σειρά δοκιμών βάσει ενός προδιαγεγραμμένου κύκλου, όπως θα αναφέρουμε αμέσως παρακάτω. Τα καυσαερίά του μαζεύονται σε ειδικούς σάκους, και ή περιεκτικότητά τους μετριέται σε καθεμιά από τις ρυπαντικές ουσίες πού αναφέραμε παραπάνω δηλαδή το μονοξείδιο τού άνθρακα, τούς άκαυστους υδρογονάνθρακες και τα οξείδια τού αζώτου.

‘Όλες οι ευρωπαϊκές χώρες πού ανήκουν, όπως και ή ‘Ελλάδα, στην Ευρωπαϊκή Οικονομική Κοινότητα (Ε.Ο.Κ.), έχουν δεχτεί τον ενιαίο ευρωπαϊκό τρόπο μέτρησης των ρυπαντικών ουσιών, πού ορίζεται για μεν τα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα από τις ‘Οδηγίες τής ΕΟΚ υπαριθμόν 70/220/ΕΕΣ, όπως μεταγενέστερα έχουν τροποποιηθεί με μία σειρά συμπληρωματικών και τροποποιητικών οδηγιών, για τα πετρελαιοκίνητα από τις ‘Οδηγίες 72/106/ΕΕC, οι οποίες προβλέπουν ένα διαφορετικό τρόπο μέτρησης.

Για τα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα ο κύκλος δοκιμών των 'Οδηγιών τής ΕΟΚ προβλέπει μία σειρά από 4 δοκιμές, πού ή καθεμία διαρκεί 195 δευτερόλεπτα, κατά τα οποία ή ταχύτητα τού αυτοκινήτου, πάνω στο δυναμόμετρο πάντοτε, έχει ακριβώς προσδιορισμένες αυξομειώσεις. Τα αποτελέσματα μετριοούνται σε γραμμάρια για ολόκληρο τον κύκλο, και τα μέγιστα όρια ρυπαντικών ουσιών ανάλογα με το βάρος τού αυτοκινήτου.

Για τα πετρελαιοκίνητα αυτοκίνητα ή δοκιμή γίνεται πάλι πάνω σε δυναμόμετρο είτε με ολόκληρο το αυτοκίνητο τοποθετημένο πάνω σ' αυτό, ή με μόνο τον κινητήρα εγκατεστημένο πάνω σε δυναμομετρική πέδη. Γίνονται δύο σειρές δοκιμών, μία με το μέγιστο φορτίο τού κινητήρα σε διάφορους αριθμούς στροφών και μία με ελεύθερη επιτάχυνση.

**Επιτρεπόμενα όρια ρυπαντικών ουσιών στα καυσαέρια
βενζινοκινήτων αυτοκινήτων
Οδηγός ΕΟΚ 78/665**

Βάρος Β αυτοκινήτου σε kg	Μονοξείδιο του άνθρακα gr/δοκιμή	Υδρογονάνθρακες gr/δοκιμή	Οξειδία αζώτου ισοδύναμα NO ₂ gr/δοκιμή
B<750	65	6,0	8,5
750<B<850	71	6,3	8,5
850<B<1020	76	6,5	8,5
1020<B<1250	87	7,1	10,2
1250<B<1470	99	7,6	11,9
1470<B<1700	110	8,1	12,3
1700<B<1910	121	8,6	12,8
1930<B<2150	132	9,1	13,2
2150<B	143	9,6	13,6

Τα καυσαέρια οδηγούνται σ' ένα ειδικό όργανο μέτρησης το οποίο μετρώντας την απορρόφηση τού φωτός από τα καυσαέρια δίνει κατευθείαν το συντελεστή απορροφητικότητας των καυσαερίων είτε υπό μορφή απόλυτης τιμής Κ είτε σε εκατοστιαία κλίμακα με το μηδέν στην πλήρη διαφάνεια και το 100 στην πλήρη απορρόφηση.

**Ωριακές επιτρεπόμενες τιμές
Συντελεστής απορροφητικότητας**

Ροπή καυσαερίων G σε lit/sec	Συντελεστής απορροφητικότητας
50	2,0810
75	1,720
100	1,490
125	1,345
150	1,225
175	1,140
200	1,065

Τα επιτρεπόμενα όρια απορροφητικότητας τού φωτός από τα καυσαέρια δίνονται στον πίνακα ανάλογα με τον όγκο των καυσαερίων ο πού παράγει ο κινητήρας. Το ποσό G σε λίτρα ανά δευτερόλεπτο δίνεται, από τον τύπο:

$$G=V*n/60 \text{ 1/sec}$$

για τούς δίχρονους κινητήρες

και $G=V*n/120 \text{ 1/sec}$

για τούς τετράχρονους.

όπου ν ο κυλινδρισμός τού κινητήρα σε λίτρα και π ο αριθμός των στροφών του.

Ο πιο πάνω πίνακας δίνει αποσπασματικά από τον πλήρη πίνακα των 'Οδηγιών 72/306 μερικές τιμές τού μέγιστου επιτρεπόμενου συντελεστή απορροφητικότητας K για διάφορες τιμές όγκου καυσαερίων ο σε λίτρα ανά δευτερόλεπτο.

9.10 Ο Αμερικάνικος Κύκλος

Ο αμερικανικός κύκλος δοκιμών, προορισμένος καταρχήν για επιβατηγά βενζινοκίνητα αυτοκίνητα, διαφέρει σημαντικά από τον ευρωπαϊκό κύκλο και ως προς το χρόνο, γιατί διαρκεί 2500 περίπου δευτερόλεπτα, όσο και στις φάσεις και τις ταχύτητες πού παίρνει ο κινητήρας σ' αυτές.

Επίσης, τ' αποτελέσματα των δοκιμών δε δίνονται σε γραμμάρια ανά κύκλο δοκιμής αλλά σε γραμμάρια ανά μίλι της υποθετικής διαδρομής που κάνει το αυτοκίνητο

τοποθετημένο χάνω στο δυναμόμετρο. Η υποθετική διαδρομή υπολογίζεται ότι είναι ίση με 7,5 μίλια. Σύμφωνα με το σύστημα αυτό που ονομάζεται CVS3 (Constat Volyme Sampling) τα θεσπισμένα σήμερα όρια είναι:

Υδρογονάνθρακες 0,4 gr/mi

Μονοξειδίο του άνθρακα 3,40 gr/mi

Οξειδία του αζώτου 0,40 gr/mi

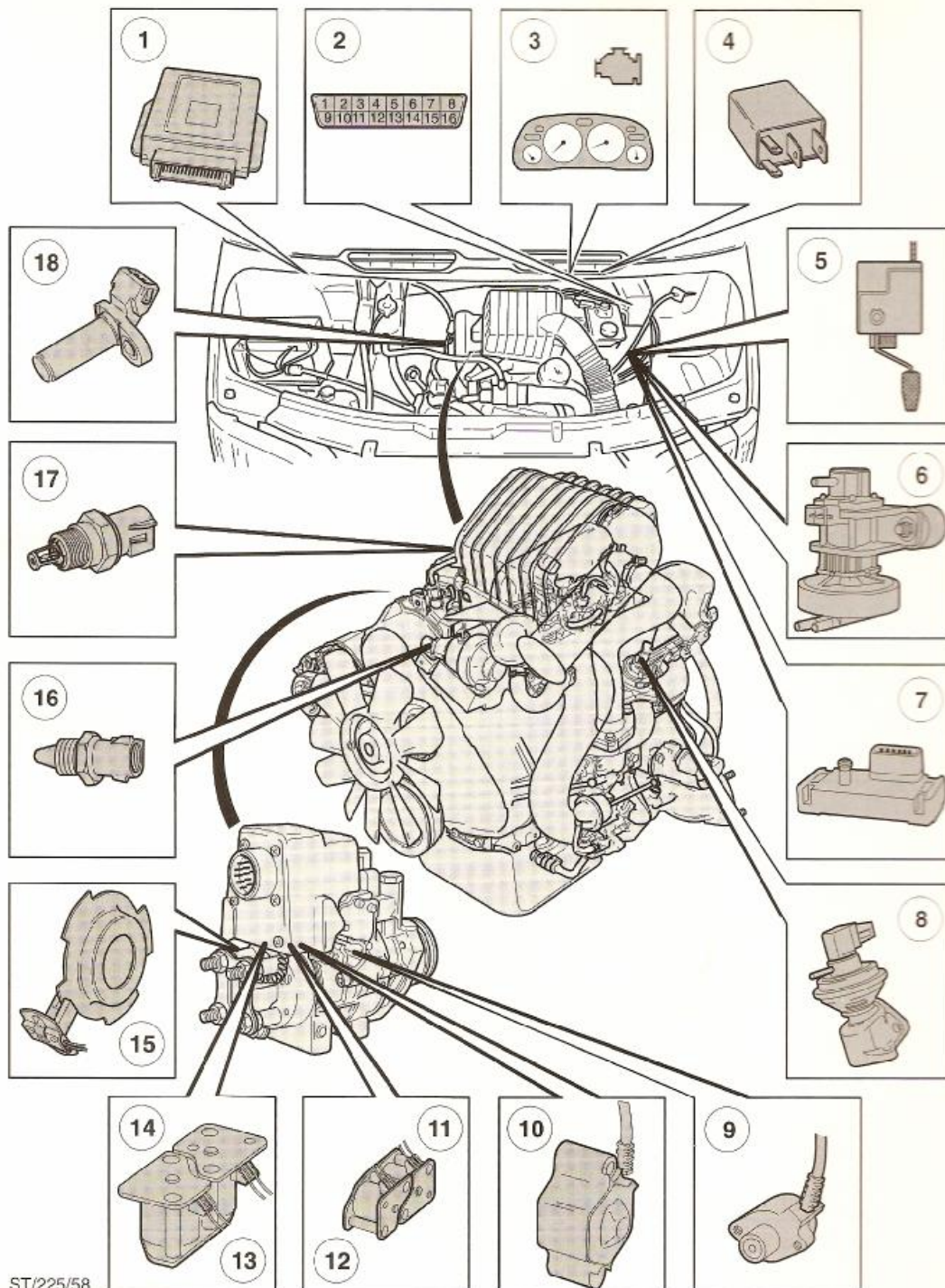
Επειδή όμως τα όρια αυτά κρίθηκαν από τούς κατασκευαστές αυτοκινήτων πολύ αυστηρά και ανεφάρμοστα, έχουν δοθεί επανειλημμένες αναβολές για την εφαρμογή τους και στο μεταξύ ισχύουν ενδιάμεσες τιμές που αλλάζουν κάθε τόσο.

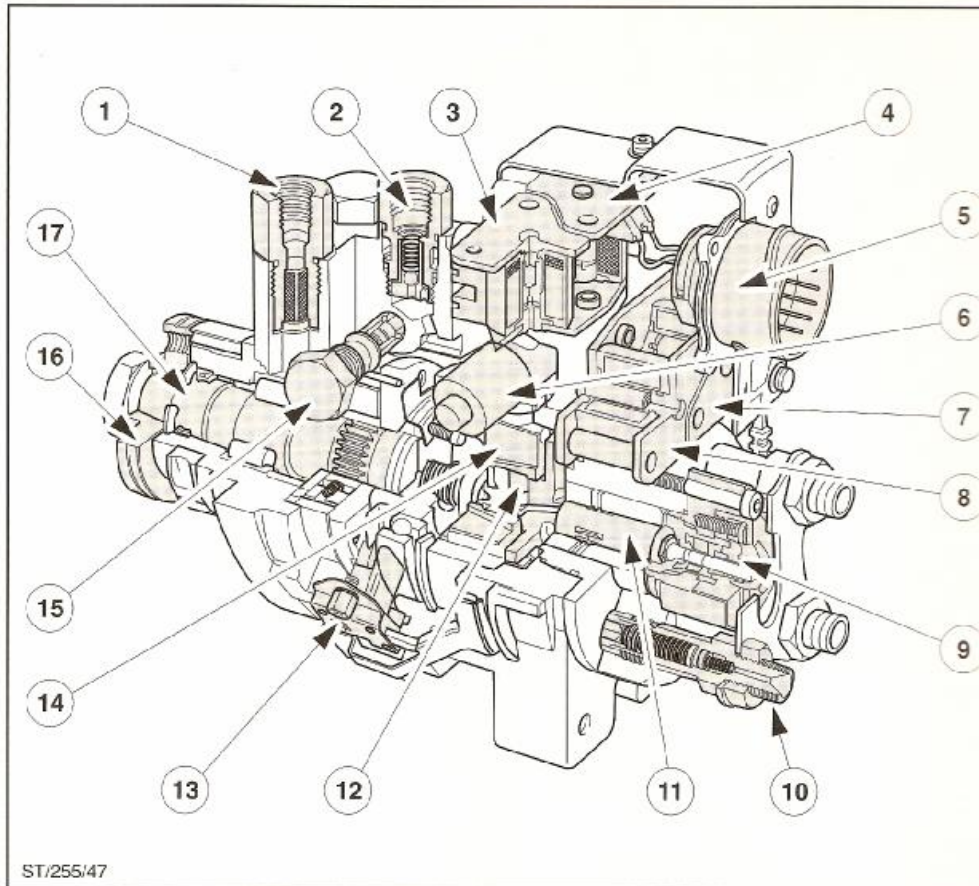
Πρέπει να σημειωθεί ότι μετά τη δοκιμή γίνεται μία αναγωγή των μετρηθέντων αποτελεσμάτων ανάλογα με το βάρος του αυτοκινήτου, και οι τιμές που μετρήθηκαν αναπροσαρμόζονται σε βάρος οχήματος 4000 lb, (1812 K) και μετά συγκρίνονται με τα όρια που ισχύουν κάθε εποχή .

Σε ότι αφορά τις υπόλοιπες ρυπαντικές ουσίες, για μεν το μονοξειδίο του άνθρακα και τούς υδρογονάνθρακες οι πετρελαιοκινητήρες βρίσκονται σε πλεονεκτική θέση 'έναντι των βενζινοκινητήρων, Ιδίως όσοι απ' αυτούς έχουν σύστημα καύσης με έμμεση έγχυση (με προθάλαμο ή στροβιλοθάλαμο). Για τα οξειδία του αζώτου όμως βρίσκονται πολύ κοντά στο προσωρινό όριο των 1,5 gr/mi που ισχύει τη στιγμή αυτή και μάλιστα πολλοί απ αυτούς το φτάνουν με ένα ειδικό σύστημα ανακύκλωσης των καυσαερίων τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10 ΑΝΤΛΙΑ ΨΕΚΑΣΜΟΥ ΤΥΠΟΥ ΕΡΙC

10.1 Σύστημα ψεκασμού Lukas Eric





ST/255/47

- | | | |
|--------------------------------------|--|--|
| 1 Σύνδεση εισαγωγής καυσίμου | 8 Βαλβίδα διακοπής παροχής καυσίμων | 14 Ολισθητήρας μπίλιας |
| 2 Βαλβίδα διατήρησης της πίεσης | 9 Αισθητήρας θέσης ρότορα | 15 Βαλβίδα ρύθμισης πίεσης μεταφοράς |
| 3 Βαλβίδα ρύθμισης | 10 Βαλβίδα πίεσης | 16 Φλάντζα σημείου στήριξης τροχαλίας ιμάντα χρονισμού |
| 4 Βαλβίδα ρύθμισης | 11 Ρότορας | 17 Κινητήριος άξονας |
| 5 Φίσα | 12 Έμβολο υψηλής πίεσης | |
| 6 Έμβολο χρονισμού ψεκασμού καυσίμων | 13 Αισθητήρας ταχύτητας/θέσης αντλίας (Αισθητήρας φαινομένου Hall) | |
| 7 Βαλβίδα ρύθμισης | | |

10.2 Αντλία ψεκασμού τύπου διανομέα του συστήματος ψεκασμού LUCAS (EPIC)

Αυτή η αντλία ψεκασμού είναι πλήρως ηλεκτρονική αντλία «τέταρτης» γενιάς και αποτελεί εντελώς καινούργιο επίτευγμα από άποψη εξέλιξης.

Τα μηχανικά εξαρτήματα έχουν μειωθεί κατά περίπου 50%, καθώς οι μονάδες μηχανικού ελέγχου έχουν αφαιρεθεί.

Τα τμήματα που ακολουθούν περιγράφει τη λειτουργία της αντλίας ψεκασμού του συστήματος EPIO από το '97. Οι περισσότερες λειτουργίες είναι ίδιες όπως στις αντλίες ψεκασμού '92 και '95.

Το σύστημα ψεκασμού EPIC αναπτύχθηκε περαιτέρω για το TRANSIT από το '97. Ως αποτέλεσμα, το σύστημα εκπομπών καυσαερίων έχει βελτιωθεί περαιτέρω και η λειτουργία του κινητήρα είναι ομαλότερη και ιδιαίτερα στο ρελαντί.

10.3 Λειτουργίες του συστήματος διαχείρισης κινητήρα EPIC

Το σύστημα διαχείρισης κινητήρα EPIC εκτελεί τις ακόλουθες λειτουργίες:

- ελέγχει τις στροφές του ρελαντί
- διεξάγει έλεγχο για ομαλή λειτουργία
- διευκολύνει την οδήγηση και συμβάλλει στη διατήρηση των χαρακτηριστικών πλήρους φορτίου
- διεξάγει έλεγχο αυτοδιάγνωσης
- παρέχει σύστημα/πρόγραμμα επικοινωνιών
- ελέγχει το παραπανίσιο καύσιμο για την εκκίνηση
- λαμβάνει υπόψη όλες τις σημαντικές παραμέτρους
- διατηρεί την τιμή λ λεπτό σε όλες τις συνθήκες λειτουργίας
- ελέγχει την έναρξη του ψεκασμού (χρονισμός ψεκασμού)

Όταν ο κινητήρας παίρνει μπρος, το σύστημα διαχείρισης κινητήρα τροφοδοτείται με ρεύμα μέσω της ηλεκτρονικής μονάδας EOO και του ρελέ διατήρησης τροφοδοσίας ρεύματος.

Όταν ο κινητήρας σβήνει, η ηλεκτρονική μονάδα EOO διεξάγει έλεγχο και ακινητοποιεί τον κινητήρα μέσω της ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας διακοπής. Τότε, το ρελέ διατήρησης τροφοδοσίας ρεύματος διακόπτει την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος από την ηλεκτρονική μονάδα EDC.

Ενώ ο κινητήρας λειτουργεί, η ηλεκτρονική μονάδα EOC λαμβάνει συνεχώς σήματα, 12 αισθητήρες και διακόπτες σχετικά με πραγματική κατάσταση του κινητήρα και της αντλίας ψεκασμού τύπου διανομέα.

Η ηλεκτρονική μονάδα EEO επεξεργάζεται αυτά τα σήματα αναλογικής συχνότητας ενεργοποίησης και τα συγκρίνει με αποθηκευμένους στη μνήμη χάρτες

και χαρακτηριστικά. Οποιοσδήποτε απόκλιση από τις καθορισμένες τιμές διορθώνονται μέσω των ενεργοποιητών.

10.4 Έλεγχος παραπανίσιου καυσίμου για την εκκίνηση

Σε προηγούμενα μοντέλα, το άνοιγμα του κινητήρα ενεργοποιούσε τη βαλβίδα διακοπής παροχής καυσίμου. Η τροφοδοσία με καύσιμο γινόταν αμέσως κατά την πρώτη περιστροφή της αντλίας. Ο ρότορας της αντλίας είχε ακόμη τη βασική ρύθμιση (πλήρες φορτίο) δηλαδή κατά τις πρώτες περιστροφές παρεχόταν η μέγιστη ποσότητα καυσίμου δημιουργώντας με αυτό τον τρόπο καπνό.

Έλεγχος στροφών ρελαντί.

Ο έλεγχος παραπανίσιου καυσίμου για την εκκίνηση είχε ήδη τροποποιηθεί στο Transit '95 για την αποφυγή της δημιουργίας μαύρου καπνού κατά την εκκίνηση. Η βαλβίδα διακοπής παροχής καυσίμου ανοίγει, όταν ο ρότορας της αντλίας βρίσκεται στην αξονική θέση, η οποία υπολογίζεται από την ηλεκτρονική μονάδα EDC. Έτσι, αποτρέπεται η μέγιστη παροχή καυσίμου εκτός και αν απαιτείται. Η θέση του ρότορα προσδιορίζεται από τον αισθητήρα θέσης του ρότορα.

10.5 Έλεγχος στροφών ρελαντί

- Κατά την παραγωγή, η τιμή των στροφών του ρελαντί που αποθηκεύεται στη μνήμη της ηλεκτρονικής μονάδας EDC είναι 850 ανά λεπτό.
- Κατά το σέρβις, οι στροφές του ρελαντί μπορούν να ρυθμιστούν σε τιμή μεταξύ 800 και 900 rpm.

10.6 Έλεγχος ομαλής λειτουργίας

· Η υψηλή ταχύτητα με την οποία γίνεται η ρύθμιση της ποσότητας του καυσίμου που ψεκάζεται, επιτρέπει στο σύστημα διαχείρισης κινητήρα να ορίσει διαφορετική ποσότητα καυσίμου για καθεμιά ξεχωριστή διαδικασία ψεκασμού στις χαμηλές στροφές. Κατά συνέπεια, οι διακυμάνσεις στις στροφές του κινητήρα (ακανόνιστο ρελαντί) αποτρέπονται πριν αρχίσουν. Αυτός ο έλεγχος ομαλής λειτουργίας ξεκινά από τις 1000σαλ περίπου.

10.7 Έλεγχος πλήρους φορτίου

Για να εξασφαλιστεί ότι η αναλογία αέρα/καυσίμου δεν πέφτει κάτω από την ελάχιστη τιμή (λ λεπτό) σε κάθε περίπτωση και για να διασφαλιστεί η λειτουργία του κινητήρα χωρίς καπνό, η ποσότητα καυσίμου που ψεκάζεται περιορίζεται σύμφωνα με ένα χάρτη καπνού.

· Η διαδικασία αυτή επιφέρει ελάχιστη πτώση ισχύος από υψόμετρο 1500 μέτρων. Η πτώση αυτή μπορεί να είναι σε υψόμετρο 3200 μέτρων πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Ο έλεγχος πλήρους φορτίου ενεργοποιείται από τα σήματα των αισθητήρων πίεση τροφοδοσίας (υπερπλήρωσης) και θερμοκρασίας αέρα εισαγωγής. Ο αισθητήρας μέτρησης μάζας εισερχόμενου αέρα δεν χρειάζεται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥ ΑΝΤΛΙΑ ΨΕΚΑΣΜΟΥ ΤΥΠΟΥ ΔΙΑΝΟΜΕΑ

11.1 Παραγωγή υψηλής πίεσης

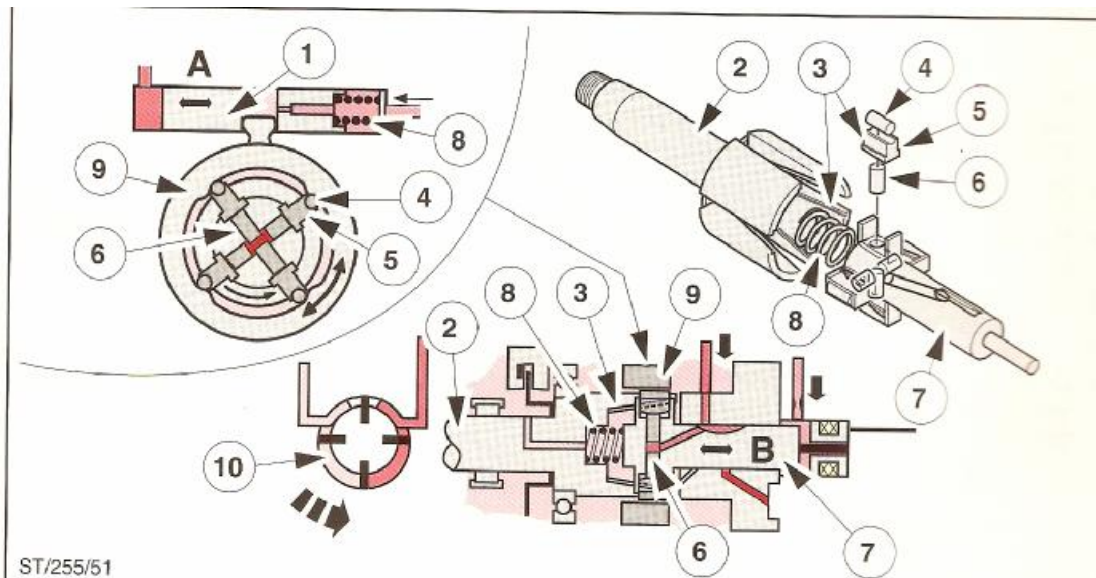
Η αντλία ψεκασμού τύπου διανομέα του συστήματος EPIC είναι πλήρως γεμάτη με καύσιμο. Ο κινητήριος άξονας κινείται από τον κινητήρα με την ίδια ταχύτητα όπως ο εκκεντροφόρος μέσω ιμάντα χρονισμού. Το πίσω άκρο του άξονα είναι ανοιχτό με εσωτερική κωνική κλίση και διαθέτει αυλάκια οδηγούς σε σχήμα σταυρού (σχισμές). Το εσωτερικό άκρο του άξονα φέρει το εξάρτημα υψηλής πίεσης, που αποτελείται από το ρότορα του διανομέα, έμβολα υψηλής πίεσης, ολισθητήρες για μπίλιες και μπίλιες.

Οι ολισθητήρες για μπίλιες έχουν πλευρικά φρεζαρισμένες κεκλιμένες επιφάνειες που ακουμπούν πάνω στις επιφάνειες οδηγούς του κωνικού κινητήριου άξονα. Οι ολισθητήρες για μπίλιες ρυθμίζονται από την αξονική κίνηση του ρότορα του

διανομέα μέσα από την κεκλιμένη επιφάνεια επαφής ώστε να μεταβάλετε η διαδρομή των εμβόλων υψηλής πίεσης.

Πάνω από τον κινητήριο άξονα υπάρχει δακτύλιος έκκεντρο. ο οποίος στρέφεται ακτινικά ανάλογα με την έναρξη ψεκασμού καυσίμου. Ο κινητήριος άξονας κινεί το ρότορα του διανομέα - σταυροειδών εγκοπών στις οποίες εδράζονται οι ολισθητήρες για μπίλιες.

Όταν στρέφεται ο ρότορας τι οι μπίλιες κυλούν πάνω στα έκκεντρα δακτυλίου και πιέζουν προς τα μέσα τα έμβολα υψηλής πίεσης μέσα από τις μπίλιες και τους ολισθητήρες για μπίλιες. Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται πίεση που κάνει το καύσιμο να ρέει διαμέσου του ρότορα του διανομέα προς το συγκεκριμένο μπέκ ψεκασμού.



Σχ.11.1.1

A Ακτινική ρύθμιση δακτυλίου έκκεντρου 10 Αντλία μεταφοράς

B Αξονική ρύθμιση ρότορα

διανομέα I Ρυθμιστικό έμβολο

2 Κινητήριος άξονας

3 Επιφάνειες οδηγών

4 Μπίλιες

5 Ολισθητήρες για μπίλιες

ο Έμβολα υψηλής πίεσης

7 Ρότορας διαν

8 Ελατήριο συμ

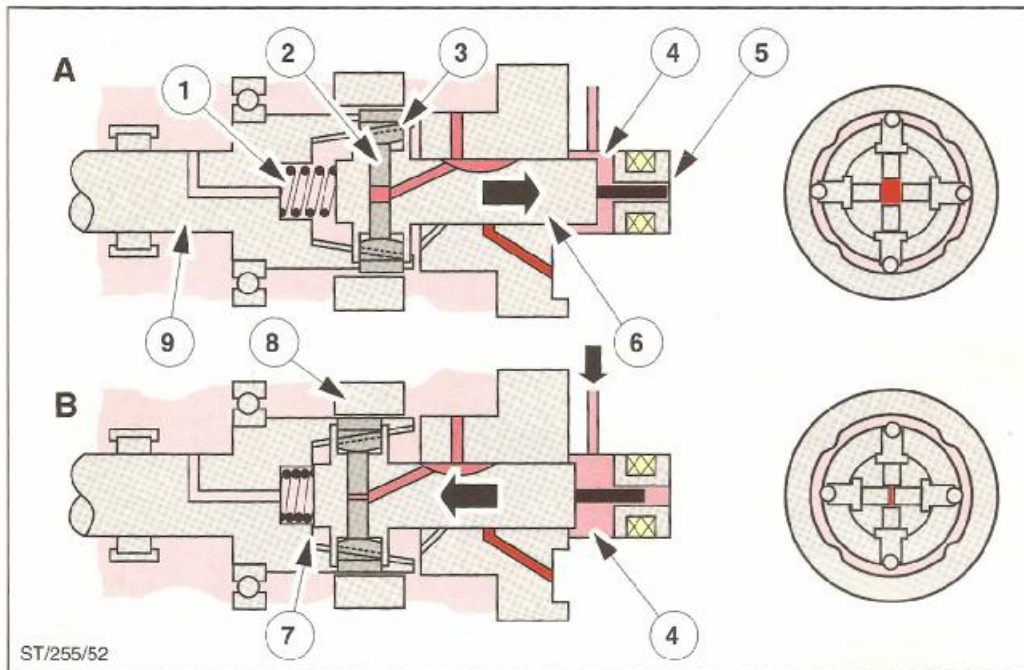
9 Δακτύλιος ε

11.2 Έλεγχος της ποσότητας του καυσίμου που ψεκάζεται

Η ποσότητα του καυσίμου που ψεκάζεται ρυθμίζεται με μέγιστη ακρίβεια ανάλογα με τις διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα έτσι ώστε να επιτευχθούν η επιθυμητή ισχύς και οι επιζητούμενες εκπομπές καυσαερίων με βέλτιστη καύση και χαμηλή κατανάλωση καυσίμου.

Η ποσότητα του καυσίμου που ψεκάζεται προσδιορίζεται από τη διαδρομή των εμβόλων υψηλής πίεσης. Η διαδρομή εξαρτάται από την αξονική θέση του ρότορα του διανομέα. Ενώ ο ρότορας του διανομέα κινείται αξονικά στην κατεύθυνση του κινητήριου άξονα, οι ολισθητήρες για μπίλιες ολισθαίνουν κατά μήκος της κλίσης στην

κατεύθυνση του κινητήριου άξονα. Η διαδρομή των εμβόλων υψηλής πίεσης φθίνει και ως αποτέλεσμα η ποσότητα του καυσίμου που ψεκάζεται μειώνεται.



A Θέση πλήρους φορτίου

B Μηδενική τροφοδοσία

1 Ελατήριο επαναφοράς

2 Έμβολα υψηλής πίεσης

3 Ολισθητήρες για μπίλιες

4 Θάλαμος ρότορα

5 Σημείο τερματισμού πλήρους φορτίου

6 Ρότορας διανομέα

7 Σημείο τερματισμού μηδενικής τροφοδοσίας

8 Δακτύλιος εκκέντρου

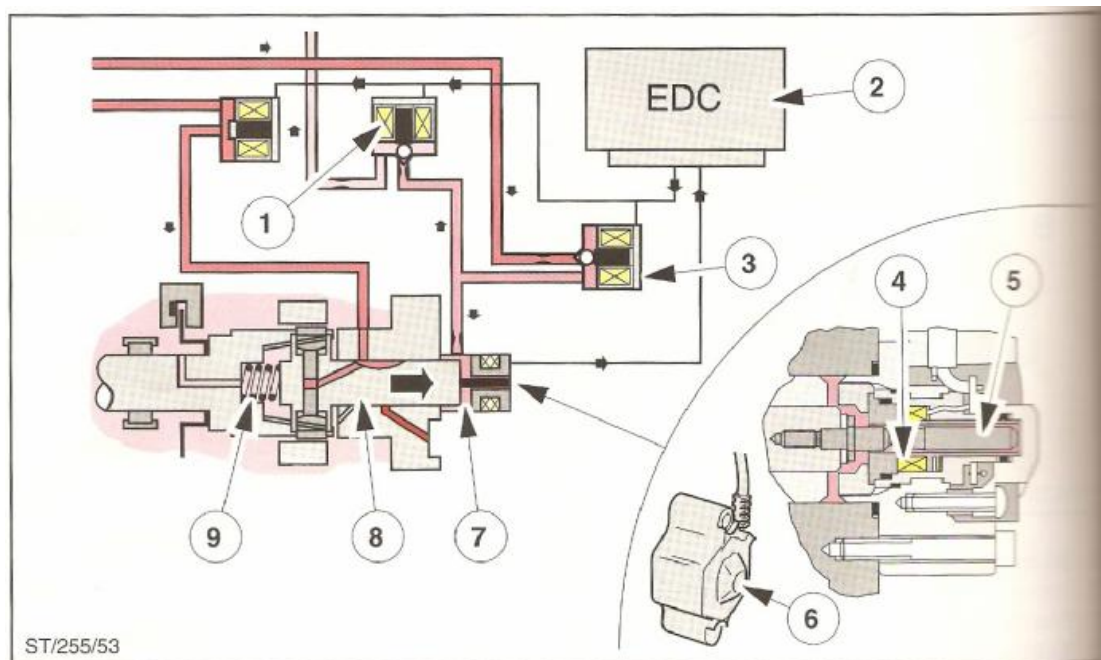
9 Κινητήριος άξονας

Όταν ο κινητήρας είναι ακίνητος, το ελατήριο επαναφοράς πιέζει το ρότορα του διανομέα αξονικά στην αρχική θέση, στην οποία τα έμβολα υψηλής πίεσης εκτελούν τη μεγαλύτερη διαδρομή τους (πλήρες φορτίο).

ο Κατά τη λειτουργία, ο θάλαμος πίεσης στο άκρο του ρότορα του διανομέα γεμίζει με καύσιμο και η ποσότητα καυσίμου που εισάγεται εκεί κινεί το ρότορα του διανομέα πάνω στο ελατήριο συμπίεσης μέχρι το σημείο τερματισμού (μηδενική τροφοδοσία). Ο θάλαμος αυτός πίεσης συνδέεται με δύο ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες ρύθμισης, οι οποίες ελέγχονται από την ηλεκτρονική μονάδα EDC.

Η ακριβής αξονική θέση του ρότορα διανομέα μεταδίδεται με ηλεκτρικό στην ηλεκτρονική μονάδα EDC από επαγωγικό αισθητήρα (αισθητήρας θέσης ρότορα). Στην ηλεκτρονική μονάδα το πραγματικό σήμα του αισθητήρα θέσης ρότορα συγκρίνεται με υπολογισμένες σταθερές τιμές και ρυθμίζεται συνεχώς με την εναλλασσόμενη ενεργοποίηση της βαλβίδας ρύθμισης «πλήρωσης» στο θάλαμο πίεσης και της βαλβίδας ρύθμισης «εκκένωσης» στο ρεζερβουάρ καυσίμων. Η ηλεκτρονική μονάδα EDC πάντα ανοίγει ταυτόχρονα μόνο μία από τις βαλβίδες Ρύθμισης.

Η αξονική κίνηση του ρότορα του διανομέα μπορεί μόνο να επιτευχθεί μεταξύ ψεκασμών όταν δεν υπάρχει φορτίο. Και οι δύο βαλβίδες ρύθμισης είναι κλειστές κατά τη διαδικασία ψεκασμού.



- 1 Βαλβίδα ρύθμισης «εκκένωσης»
- 2 Ηλεκτρονική μονάδα EDC
- 3 Βαλβίδα ρύθμισης «πλήρωσης»

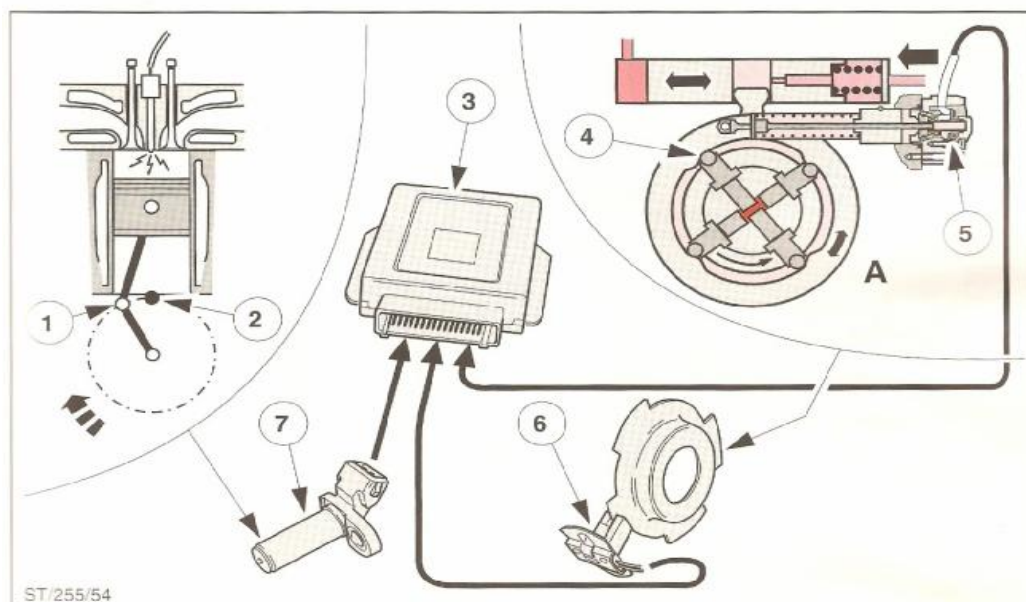
- 4 Πηνίο
- 5 Επαγωγίμο από μαλακό σίδηρο
- ο Αισθητήρας θέσης ρότορα
- 7 Θάλαμος ρότορα
- 8 Ρότορας διανομέα
- 9 Ελατήριο επαναφοράς

11.3 Έλεγχος έναρξης ψεκασμού (χρονισμός ψεκασμού)

Η έναρξη ψεκασμού ή ο χρονισμός ψεκασμού ελέγχεται συνεχώς από την ηλεκτρονική μονάδα EDC στον κλειστό βρόχο σύμφωνα με το φορτίο και τις στροφές του κινητήρα με τη χρήση αποθηκευμένων στη μνήμη χαρτών.

ο Ο δακτύλιος εκκέντρου επιταχύνεται ή επιβραδύνει από το έμβολο χρονισμού ψεκασμού. Ο αισθητήρας θέσης δακτυλίου εκκέντρου αναγνωρίζει την ακριβή θέση του δακτυλίου εκκέντρου και στέλνει επαγωγικό σήμα στην ηλεκτρονική μονάδα EDC. Ο αισθητήρας θέσης δακτυλίου εκκέντρου μετρά επίσης τη θερμοκρασία του καυσίμου.

· Για λόγους συγχρονισμού, η ηλεκτρονική μονάδα EDC λαμβάνει το σήμα αναγνώρισης για τον κύλινδρο αρ. 1 και τις θέσεις περιστροφικής γωνίας από τον αισθητήρα ταχύτητας/θέσης στροφαλοφόρου στον κινητήρα και από τον αισθητήρα φαινομένου Hall (αισθητήρας ταχύτητας/θέσης αντλίας).



Σχ.11.3.1

A Ρύθμιση δακτυλίου εκκέντρου για το χρονισμό ψεκασμού

1 Θέση στροφαλοφόρου πριν το ANΣ

2 ANΣ (Άνω Νεκρό Σημείο)

3 Ηλεκτρονική μονάδα EDC

4 Σημείο ψεκασμού

5 Αισθητήρας Θέσης δακτυλίου εκκέντρου

6 Αισθητήρας ταχύτητας/θέσης αντλίας

7 Αισθητήρας ταχύτητας/θέσης

* Η θέση του εμβόλου χρονισμού ψεκασμού ρυθμίζεται από την πίεση μεταφοράς, το ελατήριο συμπίεσης και την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ρύθμισης.

* Το έμβολο χρονισμού ψεκασμού εκτίθεται στην πίεση μεταφοράς από την πλευρά A και σε πίεση ελέγχου από την πλευρά B.

* Η πίεση ελέγχου προέρχεται από την πίεση μεταφοράς. Η ηλεκτρονική μονάδα EDC χρησιμοποιεί παλμούς γείωσης (C) για να ενεργοποιήσει την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ρύθμισης που μπορεί να ανοίγει μεταβλητά.

* Έτσι, επιτρέπει τη ροή του καυσίμου ΣΤΟ θάλαμο του ελατηρίου συμπίεσης, ο οποίος συνδέεται με το εσωτερικό της αντλίας μέσω ανοίγματος πεταλούδας (διαμέτρου 0,6 χλστ).

- Οι διαφορετικές πιέσεις θαλάμου (A και B) ρυθμίζουν το ελατήριο χρονισμού ψεκασμού και κατ' επέκταση το δακτυλίου εκκέντρου στην κατάλληλη θέση ανάμεσα στη μέγιστη επιτάχυνση και στη μέγιστη επιβράδυνση. Όταν οι πιέσεις θαλάμου είναι ίδιες, το έμβολο χρονισμού ψεκασμού παραμένει σε σταθερή θέση.

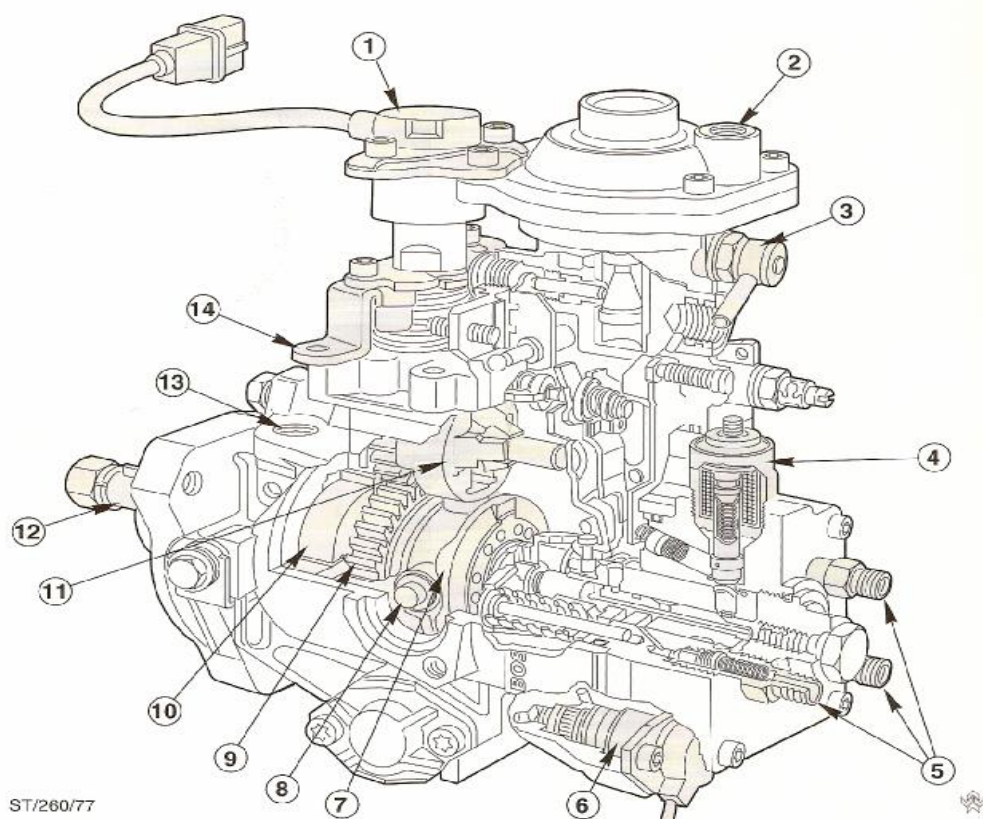
Ο Και οι δύο θάλαμοι έχουν ανεπίστροφες βαλβίδες που αποτρέπουν τις ανεπιθύμητες παλμικές κινήσεις του δακτυλίου εκκέντρου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12

ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ BOSCH

12.1 Σύστημα ψεκασμού Bosch

Οι αντλίες ψεκασμού τύπου διανομέα της Bosch χρησιμοποιούνται στους πετρελαιοκινητήρες διαφόρων μοντέλων οχημάτων. Οι αντλίες ψεκασμού τύπου διανομέα της Bosch διαφέρουν από κατασκευαστικής πλευράς ως προς τον τρόπο δημιουργίας υψηλής πίεσης και τον έλεγχο της ποσότητας του ψεκαζόμενου καυσίμου. Για να πληρούνται τα αυστηρότερα επίπεδα εκπομπών καυσαερίων καθώς και οι υψηλές απαιτήσεις σχετικά με την κατανάλωση καυσίμου και την ομαλή λειτουργία του κινητήρα, οι αντλίες ψεκασμού Bosch εξελίσσονταν συνεχώς. Με το πέρασμα του χρόνου, ο αρχικά καθαρά μηχανικός ψεκασμός καυσίμου βελτιώθηκε αφού συμπληρώθηκε με ηλεκτρικούς ενεργοποιητές. Στις αντλίες ψεκασμού νεότερης γενιάς, ο έλεγχος του ψεκασμού καυσίμου επιτυγχάνεται μέσω μίας ηλεκτρονικής μονάδας διαχείρισης κινητήρα (EDC: Electronic Diesel Unit) (Ηλεκτρονικός Έλεγχος Πετρελαίου). Στα συστήματα αυτά μειώθηκε η μηχανική λειτουργία της αντλίας στο ελάχιστο, και έτσι απλοποιήθηκε η δομή των αντλιών ψεκασμού και βελτιώθηκε η αξιοπιστία τους.



ST/260/77

- 1 Αισθητήρας θέσης μοχλού καυσίμων (P1B)
 - 2 Άνοιγμα για το ρακόρ του σωλήνα για την πίεση υπερπλήρωσης
 - 3 Περιοριστής με βαλβίδα διατήρησης της πίεσης
 - 4 Βαλβίδα διακοπής
 - 5 Βαλβίδες πίεσης
 - ο Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα χρονισμού ψεκασμού καυσίμου (EIT8)
 - 7 Πλάκα διαδρομής
 - 9 Μετάδοση Κίνησης για το φυγοκεντρικό ρυθμιστή
 - IO Αντλία με πτερύγια
 - 11 Φυγοκεντρικός ρυθμιστής
 - 12 Κινητήριος άξονας
 - 13 Άνοιγμα για την ένωση του σωλήνα αναρρόφησης
 - 14 Μοχλός Καυσίμων
- 04
BT/260/77
- 8 Δακτυλίδι με κυλίνδρους

Η κατασκευή των αντλιών ψεκασμού βασίζεται στην αρχή συναρμολόγησης επιμέρους μονάδων και διαφέρουν ως προς κάποια εξαρτήματα, τα οποία περιγράφονται εδώ ένα προς ένα.

Η ροή καυσίμου ελέγχεται στην αντλία ψεκασμού Bosch μηχανικές ή ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες. Πρόκειται για

— Βαλβίδα ελέγχου πίεσης

Βαλβίδα διακοπής

— Σύρτης φυγοκεντρικού ρυθμιστή

Περιοριστής

Μια αντλία με πτερύγια, ενσωματωμένη στην αντλία ψεκασμού, αντλεί το καύσιμο του φίλτρου από το ρεζερβουάρ καυσίμων και το εισάγει στον εσωτερικό χώρο της αντλίας.

Ένας περιοριστής στο ρακόρ του σωλήνα επιστροφής καυσίμου περιορίζει την ποσότητα καυσίμου που θα επιστρέψει στο ρεζερβουάρ καυσίμων και έτσι δημιουργείται πίεση μέσα στην αντλία.

Αυτή η εσωτερική πίεση αντλίας χρησιμεύει στην πλήρωση της πλευράς υψηλής πίεσης και τον έλεγχο του χρονισμού ψεκασμού

Ο περιοριστής χρησιμεύει επίσης στη συνεχή εξαέρωση και ψύξη της αντλίας ψεκασμού τύπου διανομέα. Αποτελείται από ένα φίλτρο και μία καθορισμένη περιοριστική δίοδο.

Οι αντλίες ψεκασμού που ελέγχονται ηλεκτρονικά διαθέτουν έναν περιοριστή με βαλβίδα διατήρησης της πίεσης, η οποία ανοίγει μόνο όταν η εσωτερική πίεση αντλίας φτάσει τα 4 bar.

Σημείωση: Οι περιοριστές των αντλιών διαφορετικού τύπου διαφέρουν μεταξύ τους και δεν επιτρέπεται να αντικατασταθούν με περιοριστές άλλου τύπου.

Η εσωτερική πίεση αντλίας ελέγχεται από μία βαλβίδα ελέγχου πίεσης ανάλογα με την ταχύτητα της αντλίας (1,5 έως 8 bar).

Έτσι η πίεση του καυσίμου μετακινεί ένα έμβολο. Μέσω μίας ανοιγόμενης οπής μπορεί στη συνέχεια το καύσιμο να επιστρέψει στο σωλήνα εισαγωγής της αντλίας και έτσι μειώνεται η εσωτερική πίεση αντλίας.

Ανάλογα με την έκδοση της αντλίας υπάρχει μία τροποποιημένη βαλβίδα πίεσης (μόνο σε συνδυασμό με υδραυλικό υποβοηθητή εκκίνησης κρύου κινητήρα).

12.2 Δημιουργία υψηλής πίεσης

Η πλευρά υψηλής πίεσης της αντλίας ψεκασμού αποτελείται από τον κινητήριο άξονα, το ρότορα του διανομέα, την πλάκα διαδρομής και το δακτυλίδι με κυλίνδρους. Ο ρότορας του διανομέα είναι συνδεδεμένος με τον κινητήριο άξονα, ο οποίος του μεταδίδει την κίνηση. Ανάλογα με τη θέση του ρότορα του διανομέα, το καύσιμο μπορεί να ρέει (φάση πλήρωσης) ή να συμπιέζεται (φάση υψηλής πίεσης). Η πλάκα διαδρομής του ρότορα του διανομέα κινείται κατά την περιστροφή πάνω — κάτω μέσω ενός ένσφαιρου δακτυλίου. Η αξονική κίνηση που δημιουργείται με αυτό τον τρόπο παράγει την υψηλή πίεση.. Η στιγμή κατά την οποία ο ρότορας του διανομέα κλείνει την οπή πλήρωσης και αρχίζει η αύξηση της πίεσης χαρακτηρίζεται ως χρονισμός ψεκασμού. Μόλις ανοίξει το μπέκ ψεκασμού πραγματοποιείται η έναρξη του ψεκασμού.

12.3 Κατανομή της ακριβούς ποσότητας καυσίμου

Ο ρότορας του διανομέα ανασηκώνεται αξονικά τέσσερις φορές, ανάλογα με την ταχύτητα περιστροφής της αντλίας, σε σχέση με το έκκεντρο της πλάκας διαδρομής. Ο ρότορας του διανομέα κινείται μέσα σε ένα σύρτη φυγοκεντρικού ρυθμιστή, ο οποίος μπορεί να ρυθμιστεί αξονικά και ο οποίος ελευθερώνει μέσω ενός ρυθμιστικού χείλους μία οπή στο ρότορα του διανομέα.

Η θέση του σύρτη φυγοκεντρικού ρυθμιστή είναι αποφασιστική για την ποσότητα του καυσίμου που ψεκάζεται, διότι η διαδικασία ψεκασμού λήγει μόλις η οπή στο ρότορα του διανομέα βγει από το σύρτη φυγοκεντρικού ρυθμιστή και η πίεση του καυσίμου μειωθεί απότομα μέχρι το επίπεδο της εσωτερικής πίεσης της αντλίας. Η αξονική θέση του σύρτη φυγοκεντρικού ρυθμιστή συγκρατείται από έναν πείρο με σφαιρική κεφαλή που είναι συνδεδεμένος με ένα συγκρότημα μοχλών.

12.4 Ρύθμιση της ποσότητας καυσίμου

Το συγκρότημα μοχλών ελέγχου αποτελείται από ένα βασικό μοχλό με άρθρωση που είναι στερεωμένη στο περίβλημα, ο οποίος πιέζεται από ένα ισχυρό ελατήριο συμπίεσης πάνω στη ρυθμιστική βίδα για την παροχή με πλήρες φορτίο.

Πάνω στο βασικό μοχλό είναι στερεωμένο με μία άρθρωση, στερεωμένη χαμηλότερα. ένα δεύτερο συγκρότημα μοχλών, το οποίο φέρει τον πείρο με σφαιρική κεφαλή και το οποίο κινείται από το φυγοκεντρικό ρυθμιστή και το μοχλό καυσίμων.

Όταν ο κινητήρας δεν λειτουργεί, το έλασμα πιέζει το μοχλό εκκίνησης προς τα αριστερά μέχρι να έλθει σε επαφή με το περίβλημα του φυγοκεντρικού ρυθμιστή. Ο σύρτης φυγοκεντρικού ρυθμιστή πιέζεται έτσι προς τα δεξιά. Κατά την εκκίνηση, ο ρότορας του διανομέα πρέπει να διανύσει μεγάλη απόσταση μέχρι να ανοίξει η οπή ελέγχου, δηλαδή η παροχή καυσίμου για την εκκίνηση αυξάνεται αναλόγως. Μετά την εκκίνηση αυξάνουν οι στροφές του κινητήρα. Ο κινητήριος άξονας της αντλίας ψεκασμού μεταδίδει μέσω γραναζιών κίνηση στη θήκη του φυγοκεντρικού ρυθμιστή. Στη θήκη φυγοκεντρικού ρυθμιστή κινούνται προς τα έξω 4 φυγόκεντρα βάρη με αυξανόμενη ταχύτητα περιστροφής και πιέζουν το περίβλημα του φυγοκεντρικού ρυθμιστή προς τα δεξιά ενάντια στη δύναμη του ελατηρίου του ρελαντί.

Ο μοχλός εκκίνησης ξεπερνά τη δύναμη του ελάσματος και ακουμπάει στη συνέχεια στο μοχλό τεντώματος. Το ελατήριο του ρελαντί ελέγχει μαζί με το συγκρότημα φυγοκέντρου βάρους τις στροφές του κινητήρα στο ρελαντί. Εάν

αυξηθούν οι στροφές μέσω της ρύθμισης του μοχλού καυσίμων, θα συμπιεστεί το ελατήριο του ρελαντί. Μέσω της προφόρτισης του ελατηρίου ελέγχου δημιουργείται μία ρυθμισμένη περιοχή.

Η ρύθμιση του μοχλού καυσίμων ή του πεντάλ του γκαζιού από τον οδηγό, μεταφέρεται τώρα άμεσα στο μοχλό τεντώματος το μοχλό εκκίνησης και το σύρτη φυγοκεντρικού ρυθμιστή.

Εάν επιτευχθούν οι υψηλότερες στροφές τότε το συγκρότημα φυγόκεντρου βάρους πιέζει προς τα έξω και το ελατήριο ελέγχου αποσυμπιέζεται. Ο σύρτης φυγοκεντρικού ρυθμιστή κινείται προς τα δεξιά και ανοίγει την οπή ελέγχου (περιορισμός των στροφών).

12.5 Ρυθμιστής μέγιστων στροφών ρελαντί με εξομοίωση μερικού

Φορτίου

Στο ρυθμιστή μέγιστων στροφών ρελαντί με εξομοίωση μερικού φορτίου έχει τοποθετηθεί εκτός από το ελατήριο ελέγχου ένα δεύτερο προρυθμισμένο ελατήριο (ελατήρια εξομοίωσης). Το ελατήριο εξομοίωσης ενεργεί εάν ξεπεραστούν οι στροφές ρελαντί. Όταν αυξάνονται οι στροφές συμπιέζεται έως ένα συγκεκριμένο βαθμό. Έτσι μετακινείται ο σύρτης φυγοκεντρικού ρυθμιστή τόσο, ώστε να μειωθεί λίγο η ποσότητα του ψεκαζόμενου καυσίμου όταν αυξάνονται οι στροφές.

Με τη ρυθμιστική βίδα για την ποσότητα παροχής με πλήρες φορτίο ρυθμίζεται η κάτω άρθρωση του βασικού μοχλού και έτσι αλλάζει η μέγιστη ποσότητα παροχής με πλήρες φορτίο.

Σημείωση: Η ρύθμιση αυτή δεν επιτρέπεται να μεταβληθεί στο σέρβις, διότι η σωστή ρύθμιση μπορεί να πραγματοποιηθεί μόνο σε πάγκο για τη ρύθμιση των αντλιών ψεκασμού.

12.6 Μοχλός στοπ για πλήρες φορτίο μέσω της προσαρμογής της πίεσης υπερπλήρωσης

Στο κάλυμμα της αντλίας ψεκασμού τύπου διανομέα ηλεκτρονικού ελέγχου του πετρελαιοκινητήρα με υπερσυμπιεστή υπάρχει ένα συγκρότημα διαφράγματος που κινεί ένα έμβολο με κωνικό άκρο. Πάνω στην ιωνική επιφάνεια γλιστρά μία βελόνα που ρυθμίζει ένα μοχλό στοπ για πλήρες φορτίο.

Η δύναμη που χρειάζεται για τη ρύθμιση παράγεται μέσω της επίδρασης της πίεσης υπερπλήρωσης σε ένα διάφραγμα. Ο μοχλός στοπ για πλήρες φορτίο που υποχωρεί, επιτρέπει στο συγκρότημα μοχλών μία μεγαλύτερη μετακίνηση του σύρτη του φυγοκεντρικού ρυθμιστή για πλήρες φορτίο και έτσι αυξάνεται η ποσότητα παροχής καυσίμου. Με την αύξηση της πίεσης υπερπλήρωσης αυξάνεται και η ποσότητα του καυσίμου που ψεκάζεται, για να προσαρμοστεί στην αυξανόμενη πλήρωση των κυλίνδρων με αέρα.

12.7 Αύξηση των στροφών ρελαντί με κρύο κινητήρα

Η αύξηση των στροφών ρελαντί πραγματοποιείται μέσω μίας ντίζας, η οποία τραβάει το μοχλό ρελαντί ενάντια σε ένα στοπ. Όταν ο κινητήρας είναι κρύος η ντίζα κονταίνει. Έτσι φορτίζεται το ελατήριο του ρελαντί στο μοχλό εκκίνησης και μέσω της μετακίνησης του σύρτη φυγοκεντρικού ρυθμιστή πραγματοποιείται η αύξηση των στροφών ρελαντί. Η ρύθμιση της ντίζας πραγματοποιείται, ανάλογα με το έτος κατασκευής, είτε μέσω ενός θερμαινόμενου θερμοστάτη κεριού, είτε μέσω ενός ηλεκτρικού ρυθμιστικού μοτέρ. Σε οχήματα με κλιματισμό και ρυθμιστικό μοτέρ πραγματοποιείται κατά την ενεργοποίηση του κλιματισμού μέσω του μοτέρ ελέγχου μία αύξηση των στροφών ρελαντί κατά 25 rpm.

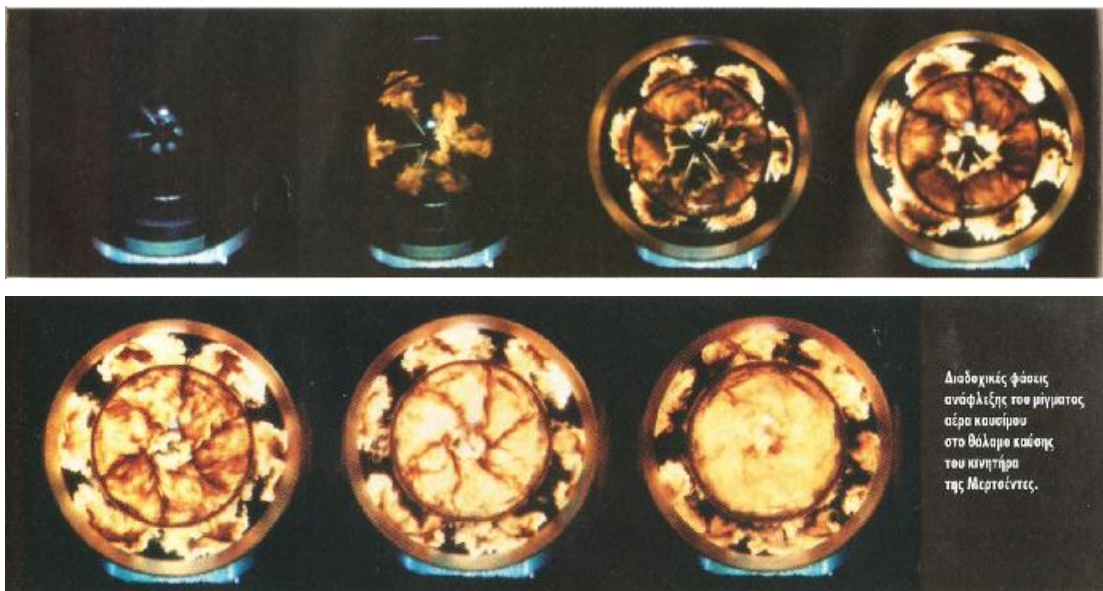
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ – COMMON RAIL

13.1 Εισαγωγή

Τα συστήματα τροφοδοσίας common rail δεν είναι κάτι το καινούριο για τις αυτοκινητοβιομηχανίες, καθώς βρίσκονται σε στάδιο εξέλιξης εδώ και αρκετά χρόνια. Μέχρι τώρα έβρισκαν εφαρμογή μόνο σε μεγάλους ντίζελ, όπως αυτούς των μεγάλων φορτηγών της Hino Motors του 1995, με συστήματα τροφοδοσίας κατασκευασμένα από την Denso.

Το ουσιαστικό πρόβλημα που είχαν να αντιμετωπίσουν στην εφαρμογή τους σε μικρούς κινητήρες ήταν η δημιουργία μικρότερων σε μέγεθος εξαρτημάτων, κυρίως των μπέκ, με ταυτόχρονη ανταπόκριση στις υψηλές απαιτήσεις του συστήματος (αντοχή στις υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες). Μία από τις πρώτες εταιρίες που ασχολήθηκαν ενεργά με την εξέλιξη των συστημάτων αυτών ήταν η Φιάτ. Η έρευνα ξεκίνησε στα τέλη της δεκαετίας του '80, έπειτα από τη διαπίστωση των ανθρώπων του ομίλου ότι οι πετρελαιοκινητήρες θα αποκτούσαν ιδιαίτερη σημασία τα αμέσως επόμενα χρόνια. Το σύστημα ονομάστηκε unijet και η έρευνα ξεκίνησε σε συνεργασία με τη Magneti Marelli.



Η πρώτη γενιά του συστήματος παρουσιάστηκε το 1987 ενώ η δεύτερη, η οποία δοκιμάστηκε με επιτυχία τόσο στο εργαστήριο όσο και σε αυτοκίνητα στο δρόμο, το 1989.

Την άνοιξη του 1994 υπεγράφη συμφωνία με την Volvo η οποία ανέλαβε την τελειοποίηση αλλά και τη βιομηχανική παραγωγή του unijet.

Η εμπορική πρεμιέρα της Τρίτης κατά σειράς γενιάς του unijet έγινε μέσα στο 1997, στη νέα Alfa 156 και μάλιστα σε δύο εκδόσεις,

13.2 Περιγραφή συστήματος

Το σύστημα ακολουθεί την κλασική διάταξη ,διαφορά ότι περιλαμβάνει δύο αντλίες καυσίμου, μια (μικρή δευτερεύουσα, εμβαπτισμένη στο ρεζερβουάρ και μια πρωτεύουσα οποία παίρνει κίνηση μέσω ιμάντα από τον άξονα του κινητή δημιουργεί την υψηλή πίεση του καυσίμου.

Χαρακτηριστικά του συστήματος είναι:

η δυνατότητα δημιουργίας υψηλής πίεσης καυσίμου 150 μέχρι 1350 bar, ανεξάρτητα από το φορτίο και στροφές λειτουργίας

άμεσος ψεκασμός μέσα στο θάλαμο καύσης που σχηματισμένος στην επιφάνεια του εμβόλου

ρύθμιση της ποσότητας αέρα στην εισαγωγή ανάλογα με το φορτίο και τις στροφές με αποτέλεσμα τη δημιουργία του βέλτιστου καύσιμου μίγματος, ικανότητα λειτουργίας σε υψηλές στροφές (μέχρι 6000 rpm.), μεγάλη ακρίβεια στο χρονοισμό και τη διάρκεια του ψεκασμού, εφαρμογή προψεκασμού.

Το τελικό αποτέλεσμα δείχνει να δικαιώνει τους σχεδιαστές του συστήματος, καθώς οι κινητήρες Unijet παρουσιάζουν σαφή μικρότερο θόρυβο και καλύτερη απόδοση από τους κλασσικού ντίζελ. Για παράδειγμα ο πεντακύλινδρος των 2,4 λίτρων παρουσιάζει 10% μεγαλύτερη ισχύ, 15% μεγαλύτερη ροπή και 20% λιγότερη κατανάλωση σε σχέση με τον αντίστοιχο (παλαιότερο) πετρελαιοκινητήρα με προθάλαμο.

Ειδικότερα η μείωση της κατανάλωσης οφείλεται σε τρεις παράγοντες: στη βελτίωση της απόδοσης καύσης, στη μείωση της διάχυσης θερμότητας προς τα τοιχώματα των κυλίνδρων και στη μείωση της απαιτούμενης ενέργειας για την άντληση του καυσίμου. Στα ίδια πλαίσια κινείται και η Μερσεντές Μπένζ η οποία παρουσίασε τους πρώτους ντίζελ με την τεχνολογία common rail.

Οι κινητήρες είναι 16βαλβιδιοι, υπερτροφοδοτούμενοι (ο ένας με εναλλακτική και ο άλλος χωρίς). Εδώ μια περιστροφική αντλία παρέχει σταθερά καύσιμο υπό υψηλή

πίεση (μέχρι 1350 bar σε ένα αυλό πάνω στον οποίο είναι συνδεδεμένα τα τέσσερα μπεκ. Ο «εγκέφαλος» του κινητήρα παίρνει σήματα από τους αισθητήρες περιστροφής του εκκεντροφόρου και του στροφαλοφόρου και σύμφωνα με τον προγραμματισμό του ανοίγει ή κλείνει τα μπεκ. Στα πλαίσια της οικολογικής συμπεριφοράς τους οι πετρελαιοκινητήρες αυτοί περιλαμβάνουν δύο οξειδωτικούς καταλύτες, καθώς και ένα εξελιγμένο σύστημα ανακύκλωσης καυσαερίων το οποίο περιλαμβάνει και δύο εξαρτήματα που απουσιάζουν κανονικά από έναν συμβατικό πετρελαιοκινητήρα: έναν αισθητήρα παροχής αέρα, έτσι ώστε ο εγκέφαλος του κινητήρα να γνωρίζει ακριβώς την ποσότητα του αέρα που εισάγεται και να υπολογίζει την ακριβή ποσότητα των καυσαερίων που θα ανακυκλώσει β: μια πεταλούδα αέρα, η οποία δημιουργεί την απαραίτητη υποπίεση για το «ρούφηγμα» των καυσαερίων στην εισαγωγή .

Η θεωρία επιβεβαιώνεται και από τους αριθμούς, αφού η μέγιστη ισχύς της A160 τουμποντίζελ(μοντέλο χωρίς εναλλάκτη) φτάνει τους 60 ίππους στις 3.600 rpm. και η μέγιστη ροπή τα 16 kgm μόλις στις 1.500 rpm

Αντίστοιχο η επίσης υπερτροφοδοτούμενη A170 (μοντέλο με εναλλάκτη) αποδίδει 90 ίππους στις 4.200 rpm. και 18kgm ροπής στις 1.600 rpm. Η κατανάλωση των κινητήρων αυτών, σύμφωνα πάντα με τη Μερτσέντες, είναι 4,7 και 4,9 λίτρα ανά 100 χιλιόμετρα αντίστοιχα, τιμές ιδιαίτερα χαμηλές ακόμα και πετρελαιοκινητήρες.

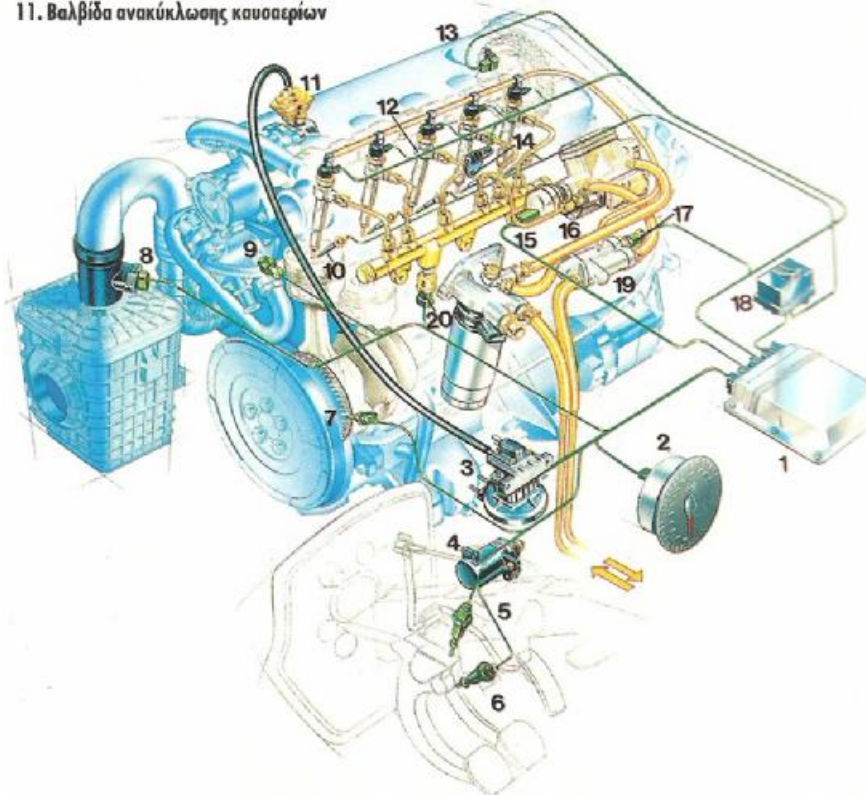
Σε μια τόσο σημαντική τεχνολογική εξέλιξη δε θα μπορούσαν βεβαία να απουσιάζουν και οι Ιάπωνες και πιο συγκεκριμένα η ΤΟΥΟΤΑ, που έχει να παρουσιάσει σημαντικό έργο σε ότι αφορά τους κινητήρες πετρελαίου. Η εξέλιξη και η εφαρμογή της τεχνολογίας common rail έγινε σε συνεργασία με την Denso, η οποία φρόντισε για την εξέλιξη τόσο των μπεκ ψεκασμού όσο και της αντλίας υψηλής πίεσης. Το πρακτικό αποτέλεσμα ήταν τρεις διαφορετικοί κινητήρες: ένας 8τάλιδος 1,5 λίτρων με 1 επικεφαλής εκκεντροφόρο και δύο μεγαλύτεροι 2 και 2,4 λίτρων, με 16 βαλβίδες και 2 επικεφαλής εκκεντροφόρους. Ο μικρότερος προορίζεται για μοντέλα πόλης, με στόχο η κατανάλωσή τους να κυμαίνεται γύρω στα 3 λίτρα ανά 100 χιλιόμετρα, ενώ αυτός των 2 λίτρων προορίζεται για μικρομεσαία και μεσαία μοντέλα. Εδώ ο στόχος δεν είναι μόνον η οικονομία

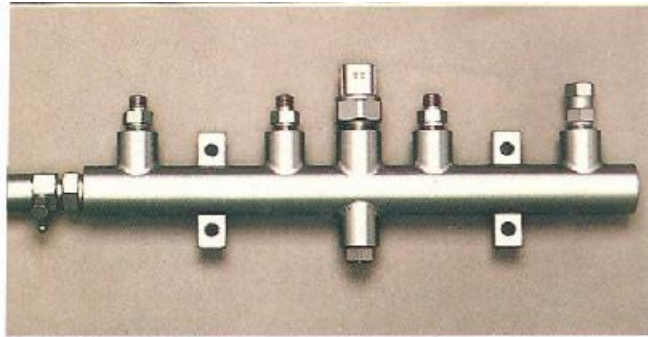
αλλά και η επίτευξη όσο γίνεται μεγαλύτερης ισχύος. Η επιλογή πολυβάλβιδης κυλινδροκεφαλής βελτιώνει τη ροή του αέρα μέσα στον κινητήρα, ενώ παράλληλα

επιτρέπει την κατακόρυφη τοποθέτηση του μπεκ στο κέντρο του κυλίνδρου. Έτσι επιτυγχάνεται ο ψεκασμός στο κέντρο του στροβιλισμού του αέρα, στοιχείο που βελτιώνει την καύση και κατά συνέπεια την απόδοση του κινητήρα. Σε σύγκριση με τον αντίστοιχο από πλευράς χωρητικότητα κινητήρα ντίζελ με προθάλαμο καύσης ο common rail παρουσιάζει 30% μεγαλύτερη οικονομία καυσίμου και μέχρι κατά 40% αυξημένη ισχύ. Τέλος κινητήρας των 2,4 λίτρων θα χρησιμοποιείται σε ημιφορτηγά, ενώ η βασική του δομή είναι ίδια με αυτήν του δλίτρου.

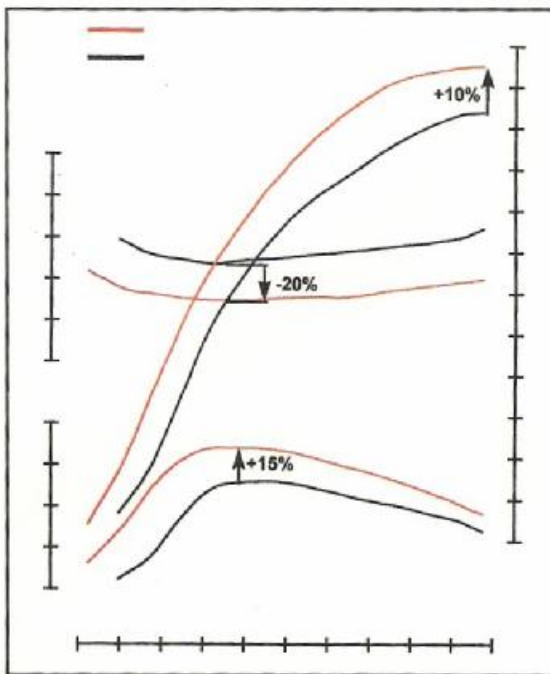
Σχηματικό διάγραμμα του συστήματος UHjet.

- | | |
|---|---|
| 1. Κεντρική ηλεκτρονική μονάδα | 12. Μπεκ ψεκασμού |
| 2. Ταχύμετρο | 13. Αισθητήρας χρονισμού ψεκασμού (θέσης εκκεντροφόρου) |
| 3. Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ρύθμισης ανακύκλωσης καυσαερίων | 14. Αισθητήρας πίεσης τούρμπο |
| 4. Ποτεσιόμετρο θέσης πεντάλ γκαζιού | 15. Ρυθμιστής πίεσης |
| 5. Αισθητήρας πεντάλ φρένου | 16. Αντλία υψηλής πίεσης καυσίμου στον αεραίο παροχής |
| 6. Αισθητήρας πεντάλ συμπλέκτη | 17. Αισθητήρας θερμοκρασίας πετρελαίου |
| 7. Αισθητήρας στροφών κινητήρα | 18. Μονάδα ελέγχου προθερμαντήρων |
| 8. Αισθητήρας ροής αέρα | 19. Μονάδα επιστροφής πετρελαίου |
| 9. Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού | 20. Αισθητήρας πίεσης πετρελαίου |
| 10. Προθερμαντήρες | |
| 11. Βαλβίδα ανακύκλωσης καυσαερίων | |





Απεικόνιση της διάταξης του μπεκ ψεκασμού και του αυλού εισαγωγής στο σύστημα Uηjet.



Συγκριτικό διάγραμμα ισχύος, κατανάλωσης και ροπής μεταξύ ενός συμβατικού κινητήρα ντίζελ 2,4 λίτρων τούρμπο, με τον αντίστοιχο κινητήρα Uηjet.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14

ΑΥΤΟΔΙΑΓΝΩΣΗ

14.1 Σύστημα E.O.B.D.2

Μέχρι σήμερα , τα διαγνωστικά συστήματα αυτοκινήτων είχαν χαρακτηριστικά του κάθε κατασκευαστή και η σχεδίαση τους ήταν τέτοια που δύναται να έχει πρόσβαση σε αυτά μόνο από το προσωπικό εξουσιοδοτημένων συνεργείων. Το καθεστώς αυτό αλλάζει με την εισαγωγή τυποποιημένου συστήματος OBD2, το οποίο μάλιστα αποτελεί και ευρωπαϊκό πρότυπο (EOBD2)για όλα τα νέα μοντέλα αυτοκινήτων. Το σύστημα αυτό καλείται (E . B . D) => " European On Board Diagnosis " Και στα Ελληνικά " Διάγνωση επί του οχήματος ".

Σύμφωνα με την οδηγία που εξέδωσε η Ευρωπαϊκή Ένωση 89/69EU ,με ημερομηνία 13/10/1998 επέβαλε την εγκατάσταση συστήματος διάγνωσης εντός του οχήματος από όλους τους κατασκευαστές. Πάντα σύμφωνα με την οδηγία αυτή, οι κατασκευαστές είναι πλέον υποχρεωμένοι να εξοπλίζουν τα οχήματα με σύστημα διάγνωσης τα οποία θα διαθέτουν τυποποιημένες μονάδες διασύνδεσης και (φίσεις),ώστε να είναι εφικτή η σύνδεση του οποιουδήποτε κατάλληλου εξοπλισμού διάγνωσης.

Οι κατασκευαστές υποχρεώνονται επίσης να δημοσιεύουν τις λεπτομέρειες από τα σημαντικά μέρη των διαγνωστικών τους συστημάτων μέχρι σήμερα αποτελούσαν ιδιοκτησία των εταιριών. Οι οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης ισχύουν για όλους τους κινητήρες εσωτερικής καύσης βενζίνης που θα παραχθούν από το 2000 και μετά, καθώς και για κινητήρες πετρελαίου που θα παραχθούν από το 2003 και μετά οι κατασκευαστές όμως είχαν υιοθετήσει το πρότυπο αρκετά πιο πριν από το 2000,μερικοί και από το 1996.

Σύμφωνα με τις παραπάνω απαιτήσεις ο σύνδεσμος EOBD2 επιβάλλεται μεταξύ των επιβατών και κοντά στη θέση του οδηγού. Αυτή η υποχρέωση έρχεται σε αντίθεση με προηγούμενα συστήματα όπου ο αντίστοιχος σύνδεσμος βρισκόταν μέσα στο χώρο του κινητήρα και τώρα πλέον θα βρίσκεται κάπου κάτω από το ταμπλό των οργάνων, ή στη κεντρική κονσόλα πίσω από το τασάκι.

14.2 Τυποποίηση ακροδεκτών στον conector OBD2

Στην πράξη, ο OBD2 περιλαμβάνει έναν conector 16 επαφών αν και δεν υπάρχουν ακροδέκτες σε όλες τις αντίστοιχες θέσεις.

PIN2	Bus J-1850+
PIN4	GND
PIN5	Signal GND
PIN6	Can Hight J-2284
PIN7	Output K ISO 9141-2
PIN10	Bus J-1850-
PIN14	Can Low J-2284
PIN15	Output L ISO 9141-2
PIN16	+12V Batery

Στον πίνακα περιγράφονται τα διάφορα πρωτόκολλα του δίαυλου, αλλά είναι γεγονός ότι δεν υπάρχει πλήρης συμφωνία μεταξύ των κατασκευαστών.

Οι Αμερικανικές εταιρίες όπως η Ford χρησιμοποιούν πρωτόκολλο PWM (Pulse Width Modulation).

Ενώ οι ευρωπαϊοί και ασιάτες κατασκευαστές χρησιμοποιούν γενικά KWR (Key Word Protocol), αλλά μετά το 2004 έχει αρχίσει η χρήση του CAN (VAG GROYP, OPEL, MAZDA)

14.3 Συνθήκες βλάβης

Σε περίπτωση βλάβης ανάβει το ταμπλό του αυτοκινήτου μας η ενδεικτική λυχνία MIL (Mulfunction Indicator Lamp)

Εάν κατά τη διάρκεια μίας διαδρομής η λυχνία ανάψει και παραμείνει αναμμένη, τότε υπάρχει κάποιο πρόβλημα στον κινητήρα. Για το άναμμα της λυχνίας σημαίνει ότι τα ηλεκτρονικά μέρη του κινητήρα διέγνωσαν κάποια δυσλειτουργία στην ανάφλεξη ή στον ψεκασμό. Για τα ηλεκτρονικά του κινητήρα μεταβαίνουμε σε κατάσταση ασφαλούς λειτουργίας για να αποφευχθούν ζημιές στον κινητήρα για την ακινητοποίηση του οχήματος. Κατά τη στιγμή της ανίχνευσης της βλάβης το σύστημα αποθηκεύει όλα τα δεδομένα από τους κρίσιμους σε μία περιοχή μνήμης η οποία καλείται Freezes Frame.

ΚΩΔΙΚΟΙ ΣΦΑΛΜΑΤΟΣ

<p>Decoding the SAE J2012 Trouble Codes</p> <p>P 0 X₁ X₂ X₃</p> <p>P : Powertrain</p> <p>0 : SAE defined 1-Manufact defined</p> <p>X₁ : 1-Fuel Code 2- Fuel Injectors 3-Ignition Misfire 4-Auxiliary Emission 5-Idle & Speed Control 6-ECU Outpyts 7/8-Transmission</p> <p>X₂/X₃:Fault Code</p>	<p>Το πρώτο γράμμα δηλώνει που έχει εκδηλωθεί το σφάλμα.</p> <p>P : Powertrain</p> <p>C : Chassis</p> <p>B : Body</p> <p>U : Network</p> <p>ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ Ο κωδικός P0601 = Internal Control Module Memory Check Sum Error</p>
--	--

14.4 Κωδικοί βλάβης κατά SAE

Πίνακας 14.4.1

P3 κωδικός SAE	Περιγραφή (βλάβη / συμπτώματος)
P0010	Bank1, Ρύθμιση εκκεντροφόρου (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0013	Bank1, Ρύθμιση εκκεντροφόρου,Εξαγωγή (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0020	Bank2,Ρύθμιση εκκεντροφόρου (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0023	Bank2, Ρύθμιση εκκεντροφόρο ,Εξαγωγή (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0065	Βαλβίδα ρύθμισης αέρα για βαλβίδα ψεκασμού (Ασφαλές σήμα)
P0066	Βαλβίδα ρύθμισης αέρα για βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P0067	Βαλβίδα ρύθμισης αέρα για βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P0100	Μετρητής μάζας αέρα (Τάση τροφοδότησης)
P0101	Μετρητής μάζας αέρα (Ασφαλές σήμα)
P0102	Μετρητής μάζας αέρα (Σήμα πολύ μικρό)
P0103	Μετρητής μάζας αέρα (Σήμα πολύ μεγάλο)
P0105	Αισθητήρας πίεσης πολλαπλής εισαγωγής (Τάση τροφοδότησης)
P0106	Αισθητήρας πίεσης πολλαπλής εισαγωγής/Πίεση αέρα (Ασφαλές σήμα)
P0107	Πίεσης πολλαπλής εισαγωγής/Πίεση αέρα (Σήμα πολύ μικρό)

P0108	Πίεσης πολλαπλής εισαγωγής/Πίεση αέρα (Σήμα πολύ μεγάλο)
P0112	Αισθητήρας θερμοκρασίας αέρα ανατροφοδότησης (Σήμα πολύ μικρό)
P0113	Αισθητήρας θερμοκρασίας αέρα ανατροφοδότησης (Σήμα πολύ μεγάλο)
P0116	Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού (Ασφαλές σήμα)
P0117	Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού (Σήμα πολύ μικρό)
P0120	Ποτενσιόμετρο πεταλούδας (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0121	Ποτενσιόμετρο πεταλούδας (Ασφαλές σήμα)
P0122	Ποτενσιόμετρο πεταλούδας (Σήμα πολύ μικρό)
P0123	Ποτενσιόμετρο πεταλούδας (Σήμα πολύ μεγάλο)
P0125	Δεν επιτεύχθηκε η θερμοκρασία του Ψυκτικού για τη ρύθμιση λάμδα
P0128	Βαλβίδα κυκλώματος ψυκτικού υγρού (Θερμοκρασία κάτω της περιοχής ρύθμισης)
P0130	Bank1-Αισθητήρας1 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0131	Bank1-Αισθητήρας1 (Τάση πολύ μικρή)
P0132	Bank1-Αισθητήρας1 (Τάση πολύ μεγάλη)
P0133	Bank1-Αισθητήρας1 (Σήμα πολύ αργό)
P0134	Bank1-Αισθητήρας1

	(Καμία δραστηριότητα)
P0135	Bank1-Αισθητήρας1-Κυκλωμα ρεύματος θέρμανσης (Ηλεκτρικό σφάλμα)
P0136	Bank1-Αισθητήρας2 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0137	Bank1-Αισθητήρας2 (Τάση πολύ μικρή)
P0138	Bank1-Αισθητήρας2 (Τάση πολύ μεγάλη)
P0139	Bank1-Αισθητήρας2 (Σήμα πολύ αργό)
P0140	Bank1-Αισθητήρας2 (Καμία δραστηριότητα)
P0141	Bank1-Αισθητήρας2-Κυκλωμα ρεύματος θέρμανσης (Ηλεκτρικό σφάλμα)
P0150	Bank2-Αισθητήρας1 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0151	Bank2-Αισθητήρας1 (Τάση πολύ μικρή)
P0152	Bank2-Αισθητήρας1 (Τάση πολύ μεγάλη)
P0153	Bank2-Αισθητήρας1 (Σήμα πολύ αργό)
P0154	Bank2-Αισθητήρας1 (Καμία δραστηριότητα)
P0155	Bank2-Αισθητήρας1-Κυκλωμα ρεύματος θέρμανσης (Ηλεκτρικό σφάλμα)
P0156	Bank2-Αισθητήρας2 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0157	Bank2-Αισθητήρας2 (Τάση πολύ μικρή)
P0158	Bank2-Αισθητήρας2

	(Τάση πολύ μεγάλη)
P0159	Bank2-Αισθητήρας2 (Σήμα πολύ αργό)
P0160	Bank2-Αισθητήρας2 (Καμία δραστηριότητα)
P0161	Bank2-Αισθητήρας2-Κυκλωμα ρεύματος θέρμανσης (Ηλεκτρικό σφάλμα)
P0170	Bank1-Σύστημα δοσομέτρησης καυσίμου (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0171	Bank1-Σύστημα δοσομέτρησης καυσίμου (Σύστημα πολύ φτωχό)
P0172	Bank1-Σύστημα δοσομέτρησης καυσίμου (Σύστημα πολύ πλούσιο)
P0173	Bank2-Σύστημα δοσομέτρησης καυσίμου (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0174	Bank2-Σύστημα δοσομέτρησης καυσίμου (Σύστημα πολύ φτωχό)
P0175	Bank2-Σύστημα δοσομέτρησης καυσίμου (Σύστημα πολύ πλούσιο)
P0182	Αισθητήρας θερμοκρασίας καυσίμου (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P0183	Αισθητήρας θερμοκρασίας καυσίμου (κομμένο καλώδιο / βραχυκύκλωμα στο σύν)
P0191	Αισθητήρας πίεσης καυσίμου (Ασφαλές σήμα)
P0192	Αισθητήρας πίεσης καυσίμου (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P0193	Αισθητήρας πίεσης καυσίμου (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P0194	Αισθητήρας πίεσης καυσίμου (κομμένο καλώδιο)

P0197	Αισθητήρας θερμοκρασίας λαδιού (Σήμα πολύ μικρό)
P0198	Αισθητήρας θερμοκρασίας λαδιού (Σήμα πολύ μεγάλο)
P0201	Βαλβίδα ψεκασμού (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0202	Βαλβίδα ψεκασμού (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0203	Βαλβίδα ψεκασμού (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0204	Βαλβίδα ψεκασμού (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0205	Βαλβίδα ψεκασμού (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0206	Βαλβίδα ψεκασμού (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0207	Βαλβίδα ψεκασμού (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0208	Βαλβίδα ψεκασμού (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0209	Βαλβίδα ψεκασμού (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0210	Βαλβίδα ψεκασμού (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0211	Βαλβίδα ψεκασμού (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0212	Βαλβίδα ψεκασμού (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0215	Βαλβίδα διακοπής καυσίμου (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0216	Βαλβίδα έναρξης ψεκασμού

	(Εσφαλμένη λειτουργία)
P0219	Υπέρβαση μέγιστου αριθμού στροφών κινητήρα
P0221	Αισθητήρας γωνίας 2 για κίνηση (Ασφαλές σήμα)
P0222	Αισθητήρας γωνίας 2 για κίνηση (Σήμα πολύ μικρό)
P0223	Αισθητήρας γωνίας 2 για κίνηση (Σήμα πολύ μεγάλο)
P0225	Αισθητήρας θέσης πεντάλ γκαζιού (Τάση τροφοδοσίας)
P0226	Αισθητήρας 1/2 θέσης πεντάλ γκαζιού (Ασφαλές σήμα)
P0227	Αισθητήρας θέσης πεντάλ γκαζιού (Σήμα πολύ μικρό)
P0228	Αισθητήρας θέσης πεντάλ γκαζιού (Σήμα πολύ μεγάλο)
P0230	Ρελέ αντλίας καυσίμου (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0234	Ρύθμιση πίεσης υπερπλήρωσης (Κάτω του ορίου ρύθμισης)
P0235	Ρύθμιση πίεσης υπερπλήρωσης (Κάτω του ορίου ρύθμισης)
P0236	Αισθητήρας πίεσης υπερπλήρωσης (Ασφαλές σήμα)
P0237	Αισθητήρας πίεσης υπερπλήρωσης (Σήμα πολύ μικρό)
P0238	Αισθητήρας πίεσης υπερπλήρωσης (Σήμα πολύ μεγάλο)
P0243	Μαγνητική βαλβίδα ορίου πίεσης υπερπλήρωσης (κομμένο καλώδιο / βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P0245	Μαγνητική βαλβίδα ορίου πίεσης υπερπλήρωσης (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)

P0246	Μαγνητική βαλβίδα ορίου πίεσης υπερπλήρωσης (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P0252	Ρύθμιση έναρξης ψεκασμού (Απόκλιση ρύθμισης)
P0261	Βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P0262	Βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P0264	Βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P0265	Βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P0267	Βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P0268	Βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P0270	Βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P0271	Βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P0273	Βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P0274	Βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P0276	Βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P0277	Βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P0279	Βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P0280	Βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σύν)

P0282	Βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P0283	Βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P0285	Βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P0286	Βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P0288	Βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P0289	Βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P0291	Βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P0292	Βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P0294	Βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P0295	Βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P0300	Αναγνώριση διακοπών καύσης
P0301	Κύλινδρος 1 Αναγνώριση διακοπών καύσης
P0302	Κύλινδρος 2 Αναγνώριση διακοπών καύσης
P0303	Κύλινδρος 3 Αναγνώριση διακοπών καύσης
P0304	Κύλινδρος 4 Αναγνώριση διακοπών καύσης
P0305	Κύλινδρος 5

	Αναγνώριση διακοπών καύσης
P0306	Κύλινδρος 6 Αναγνώριση διακοπών καύσης
P0307	Κύλινδρος 7 Αναγνώριση διακοπών καύσης
P0308	Κύλινδρος 8 Αναγνώριση διακοπών καύσης
P0309	Κύλινδρος 9 Αναγνώριση διακοπών καύσης
P0310	Κύλινδρος 10 Αναγνώριση διακοπών καύσης
P0311	Κύλινδρος 11 Αναγνώριση διακοπών καύσης
P0312	Κύλινδρος 12 Αναγνώριση διακοπών καύσης
P0313	Αναγνώριση διακοπών καύσης Αιτία: Έλλειψη καυσίμου
P0314	Διακόπτες καύσης Μεμονωμένος κύλινδρος
P0321	Αισθητήρας στροφών κινητήρα (Ασφαλές σήμα)
P0322	Αισθητήρας στροφών κινητήρα (Κανένα σήμα)
P0324	Ρύθμιση κρουστικής καύσης (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0325	Αισθητήρας κρουστικής καύσης (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0326	Αισθητήρας κρουστικής καύσης (Ασφαλές σήμα)
P0327	Αισθητήρας κρουστικής καύσης (Σήμα πολύ μικρό)
P0328	Αισθητήρας κρουστικής καύσης (Σήμα πολύ μεγάλο)

P0332	Αισθητήρας κρουστικής καύσης (Σήμα πολύ μικρό)
P0333	Αισθητήρας κρουστικής καύσης (Σήμα πολύ μεγάλο)
P0335	Αισθητήρας στροφών κινητήρα (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0336	Αισθητήρας στροφών κινητήρα (Λείπει δόντι)
P0337	Αισθητήρας θέσης στροφαλοφόρων (Σήμα πολύ μικρό)
P0340	Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0341	Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου (Ασφαλές σήμα)
P0342	Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου (Σήμα πολύ μικρό)
P0343	Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου (Σήμα πολύ μεγάλο)
P0345	Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου Ηλεκτρικό σφάλμα
P0346	Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου (Ασφαλές σήμα)
P0351	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος1 (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0352	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος2 (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0353	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος3 (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0354	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος4 (Εσφαλμένη λειτουργία)

P0355	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος5 (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0356	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος6 (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0357	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος7 (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0358	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος8 (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0359	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος9 (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0360	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος10 (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0361	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος11 (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0362	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος12 (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0367	Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου (Σήμα πολύ μικρό)
P0368	Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου (Σήμα πολύ μεγάλο)
P0380	Αναφλεκτήρας (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0392	Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου (Σήμα πολύ μικρό)
P0393	Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου (Σήμα πολύ μεγάλο)
P0400	Σύστημα ανακύκλωσης καυσαερίων (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0401	Σύστημα ανακύκλωσης καυσαερίων (Παροχή πολύ μικρή)
P0402	Σύστημα ανακύκλωσης καυσαερίων

	(Παροχή πολύ μεγάλη)
P0403	Βαλβίδα ανακύκλωσης καυσαερίων (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0404	Σύστημα ανακύκλωσης καυσαερίων (Απόκλιση ρύθμισης)
P0405	Αισθητήρας θερμοκρασίας ανακύκλωσης καυσαερίων (Σήμα πολύ μικρό)
P0406	Αισθητήρας θερμοκρασίας ανακύκλωσης καυσαερίων (Σήμα πολύ μεγάλο)
P0407	Ποτενσιόμετρο ανακύκλωσης καυσαερίων (Σήμα πολύ μικρό)
P0408	Ποτενσιόμετρο ανακύκλωσης καυσαερίων (Σήμα πολύ μεγάλο)
P0410	Σύστημα δευτερεύοντος αέρα (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0411	Σύστημα δευτερεύοντος αέρα (Εσφαλμένη παροχή)
P0412	Βαλβίδα δευτερεύοντος αέρα (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0415	Βαλβίδα δευτερεύοντος αέρα2 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0418	Ρελέ αντλίας δευτερεύοντος αέρα (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0419	Ρελέ αντλίας δευτερεύοντος αέρα2 (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0420	Bank1, Σύστημα καταλύτη (Επίδραση πολύ μικρή)
P0421	Προκαταλύτης,Μπλόκ1 (Επίδραση πολύ μικρή)
P0422	Bank1, Κύριος καταλύτη (Επίδραση πολύ μικρή)
P0427	Αισθητήρας θερμοκρασίας1 για καταλύτη

	(Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P0428	Αισθητήρας θερμοκρασίας1 για καταλύτη (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P0431	Προκαταλύτης,Μπλόκ2 (Επίδραση πολύ μικρή)
P0432	Bank2, Κύριος καταλύτη (Επίδραση πολύ μικρή)
P0436	Αισθητήρας θερμοκρασίας2 για καταλύτη (Ασφαλές σήμα)
P0437	Αισθητήρας θερμοκρασίας2για καταλύτη (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P0438	Αισθητήρας θερμοκρασίας2 για καταλύτη (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P0440	Σύστημα εξαερισμού δεξαμενής καυσίμου (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0441	Σύστημα εξαερισμού δεξαμενής καυσίμου (Εσφαλμένη παροχή)
P0442	Σύστημα εξαερισμού δεξαμενής καυσίμου (Εντοπισμός μικρής διαρροής)
P0443	Βαλβίδα εξαερισμού δεξαμενής καυσίμου (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0452	Αισθητήρας πίεσης συστήματος εξαέρωσης δεξαμενής καυσίμου (Σήμα πολύ μικρό)
P0453	Αισθητήρας πίεσης συστήματος εξαέρωσης δεξαμενής καυσίμου (Σήμα πολύ μεγάλο)
P0455	Συστήματος εξαέρωσης δεξαμενής καυσίμου (Εντοπισμός μεγάλης διαρροής)
P0456	Συστήματος εξαέρωσης δεξαμενής καυσίμου (Εντοπισμός μικρόδιαρροής)

P0461	Σήμα στάθμης καυσίμου (Ασφαλές σήμα)
P0462	Αισθητήρας αποθέματος καυσίμου (Σήμα πολύ μικρό)
P0463	Αισθητήρας αποθέματος καυσίμου (Σήμα πολύ μεγάλο)
P0501	Σήμα ταχύτητας οχήματος (Ασφαλές σήμα)
P0503	Σήμα ταχύτητας οχήματος (Σήμα πολύ μεγάλο)
P0505	Ρύθμιση ρελαντί (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0506	Ρύθμιση ρελαντί (Στροφές κάτω της ονομαστικής τιμής)
P0507	Ρύθμιση ρελαντί (Στροφές άνω της ονομαστικής τιμής)
P0510	Διακόπτης ρελαντί (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0513	Εσφαλμένος κώδικας Immobilizer
P0531	Σήμα φορτίου κομπρεσέρ κλιματισμού (Ασφαλές σήμα)
P0532	Αισθητήρας πίεσης κλιματισμού (Σήμα πολύ μικρό)
P0533	Αισθητήρας πίεσης κλιματισμού (Σήμα πολύ μεγάλο)
P0545	Αισθητήρας1 θερμοκρασίας καυσαερίων (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P0546	Αισθητήρας1 θερμοκρασίας καυσαερίων (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P0548	Αισθητήρας2 θερμοκρασίας καυσαερίων (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P0549	Αισθητήρας2 θερμοκρασίας καυσαερίων

	(Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P0550	Υδραυλικό τιμόνι Ρύθμιση πίεσης (Ηλεκτρικό σφάλμα)
P0551	Πιεσοδιακόπτης / Υδραυλικό τιμόνι (Ασφαλές σήμα)
P0560	Τροφοδοσία τάσης (Ασφαλές σήμα)
P0562	Τροφοδοσία τάσης (Τάση πολύ μικρή)
P0563	Τροφοδοσία τάσης (Τάση πολύ μεγάλη)
P0568	Διακόπτης (Ασφαλές σήμα)
P0571	Διακόπτης φώτων φρένων (Ασφαλές σήμα)
P0600	BUS Δεδομένων κίνησης (Καμία διαβίβαση)
P0601	Ηλεκτρονική μονάδα κατεστραμμένη
P0602	Προγραμματισμός ηλεκτρονικών μονάδων (Εσφαλμένη λειτουργία)
P0604	Ηλεκτρονική μονάδα κατεστραμμένη
P0605	Ηλεκτρονική μονάδα κατεστραμμένη
P0606	Ηλεκτρονική μονάδα κατεστραμμένη
P0638	Ηλεκτρονική μονάδα πεταλούδας γκαζιού (Ασφαλές σήμα)
P0642	Ρύθμιση κρουστικής καύσης (Κατεστραμμένη ηλεκτρονική μονάδα)
P0645	Κλιματισμός Εισόδου / Εξόδου
P0650	Λυχνίας σφάλματος αυτοδιάγνωσης (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0654	Σήμα εξόδου για στροφές κινητήρων

	(Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0656	Σήμα κατανάλωσης καυσίμου (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0687	Κυρίως ρελέ (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P0688	Κυρίως ρελέ (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P0689	Κυρίως ρελέ (Κομμένο καλώδιο)
P0700	Ηλεκτρονική μονάδα κατεστραμμένη
P0702	Ηλεκτρονική μονάδα κατεστραμμένη
P0703	Διακόπτης φώτων φρένων (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0705	Αισθητήρας βαθμίδας ταχύτητας (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0706	Αισθητήρας βαθμίδας ταχύτητας (Ασφαλές σήμα)
P0707	Αισθητήρας βαθμίδας ταχύτητας (Σήμα πολύ μικρό)
P0708	Αισθητήρας βαθμίδας ταχύτητας (Σήμα πολύ μεγάλο)
P0710	Αισθητήρας θερμοκρασίας λαδιού κιβωτίου (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0711	Αισθητήρας θερμοκρασίας λαδιού κιβωτίου (Ασφαλές σήμα)
P0712	Αισθητήρας θερμοκρασίας λαδιού κιβωτίου (Σήμα πολύ μικρό)
P0713	Αισθητήρας θερμοκρασίας λαδιού κιβωτίου (Σήμα πολύ μεγάλο)
P0715	Αισθητήρας στροφών εισόδου στο κιβώτιο (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)

P0716	Αισθητήρας στροφών εισόδου στο κιβώτιο (Ασφαλές σήμα)
P0717	Αισθητήρας στροφών εισόδου στο κιβώτιο (Κανένα σήμα)
P0721	Αισθητήρας στροφών εξόδου στο κιβώτιο (Ασφαλές σήμα)
P0722	Αισθητήρας στροφών εξόδου στο κιβώτιο (Κανένα σήμα)
P0725	Σήμα στροφών από ηλεκτρική μονάδα κινητήρα (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0726	Σήμα στροφών από ηλεκτρική μονάδα κινητήρα (Ασφαλές σήμα)
P0727	Σήμα στροφών από ηλεκτρική μονάδα κινητήρα (Κανένα σήμα)
P0730	Επιτήρηση ταχυτήτων / σχέσεων (Εσφαλμένη σχέση μετάδοσης)
P0731	1.Ταχύτητα (Εσφαλμένη σχέση μετάδοσης)
P0732	2.Ταχύτητα Εσφαλμένη σχέση μετάδοσης)
P0733	3.Ταχύτητα (Εσφαλμένη σχέση μετάδοσης)
P0734	4.Ταχύτητα Εσφαλμένη σχέση μετάδοσης)
P0735	5.Ταχύτητα (Εσφαλμένη σχέση μετάδοσης)
P0740	Συμπλέκτης γεφύρωσης μετατροπέα ροπής (Μηχανικό σφάλμα)
P0741	Συμπλέκτης γεφύρωσης μετατροπέα ροπής (καμία μετάδοση ισχύος)
P0748	Ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης 1

	(Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0750	Βαλβίδα1=>Μαγνητική βαλβίδα1 (Βλάβη λειτουργίας)
P0751	Βαλβίδα1=>Μαγνητική βαλβίδα1 (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P0752	Βαλβίδα1=>Μαγνητική βαλβίδα1 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P0753	Βαλβίδα1=>Μαγνητική βαλβίδα1 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0756	Βαλβίδα2=>Μαγνητική βαλβίδα2 (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P0757	Βαλβίδα2=>Μαγνητική βαλβίδα2 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P0758	Βαλβίδα2=>Μαγνητική βαλβίδα2 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0761	Βαλβίδα3=>Μαγνητική βαλβίδα3 (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P0762	Βαλβίδα3=>Μαγνητική βαλβίδα3 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P0763	Βαλβίδα3=>Μαγνητική βαλβίδα3 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0768	Βαλβίδα4=>Μαγνητική βαλβίδα4 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0773	Βαλβίδα5=>Μαγνητική βαλβίδα5 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0778	Βαλβίδα ρύθμισης πίεσης 2 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0790	Διακόπτης προγράμματος (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0798	Βαλβίδα ρύθμισης πίεσης 3 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P0811	Μεγάλη ολίσθηση 9ποτινάρισμα) συμπλέκτη

P0841	Αισθητήρας1 υδραυλικής πίεσης κιβωτίου (Ασφαλές σήμα)
P0846	Αισθητήρας2 υδραυλικής πίεσης κιβωτίου (Ασφαλές σήμα)
P1000	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.9 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1001	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.10 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1002	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.11 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1003	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.12 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1010	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.9 (Κομμένο καλώδιο)
P1011	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.10 (Κομμένο καλώδιο)
P1012	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.11 (Κομμένο καλώδιο)
P1013	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.12 (Κομμένο καλώδιο)
P1020	Ρύθμιση πίεσης καυσίμου (Υπέρβαση ορίου ρύθμισης)
P1021	Bank 1 , Ρύθμιση βραδυπορίας εκκεντροφόρου (Ονομαστική τιμή δεν επιτεύχθηκε)
P1022	Bank 1 , Ρύθμιση προπορίας εκκεντροφόρου (Ονομαστική τιμή δεν επιτεύχθηκε)
P1023	Ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης καυσίμου (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1024	Ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης καυσίμου (Κομμένο καλώδιο)

P1025	Ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης καυσίμου (Μηχανικό σφάλμα)
P1026	Ενεργοποίηση κλαπέτου ρύθμισης αέρα εισαγωγής (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1027	Ενεργοποίηση κλαπέτου ρύθμισης αέρα εισαγωγής (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1028	Ενεργοποίηση κλαπέτου ρύθμισης αέρα εισαγωγής (Κομμένο καλώδιο)
P1029	Βαλβίδα κλαπέτου ρύθμισης αέρα εισαγωγής (Πάνω τέρμα δεν επιτεύχθηκε)
P1030	Βαλβίδα κλαπέτου ρύθμισης αέρα εισαγωγής (Κάτω τέρμα δεν επιτεύχθηκε)
P1031	Βαλβίδα κλαπέτου ρύθμισης αέρα εισαγωγής (Ονομαστική τιμή δεν επιτεύχθηκε)
P1032	Αισθητήρας (Σήμα πολύ μεγάλο)
P1033	Αισθητήρας (Σήμα πολύ μικρό)
P1034	Αισθητήρας θΣήμα εκτός περιοχής ανοχών)
P1035	Αισθητήρας (Ασφαλές σήμα)
P1036	Ενεργοποίηση θέρμανσης αισθητήρα (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1037	Ενεργοποίηση θέρμανσης αισθητήρα (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1038	Ενεργοποίηση θέρμανσης αισθητήρα (Κομμένο καλώδιο)
P1039	Τροφοδοσία βαλβίδας(ων) ψεκασμού A (Βραχυκύκλωμα)
P1040	Τροφοδοσία βαλβίδας(ων) ψεκασμού A

	(Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1041	Τροφοδοσία βαλβίδας(ων) ψεκασμού B (Βραχυκύκλωμα)
P1042	Τροφοδοσία βαλβίδας(ων) ψεκασμού B (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1043	Προβλέπεται για C&D (βλ. πάνω)
P1044	Προβλέπεται για C&D (βλ. πάνω)
P1045	Προβλέπεται για C&D (βλ. πάνω)
P1046	Προβλέπεται για C&D (βλ. πάνω)
P1047	Bank1 , Βαλβίδα ρύθμισης εκκεντροφόρου , Εξαγωγή (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1048	Bank1 , Βαλβίδα ρύθμισης εκκεντροφόρου , Εξαγωγή (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1049	Bank1 , Βαλβίδα ρύθμισης εκκεντροφόρου , Εξαγωγή (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1050	Bank1 , Βαλβίδα ρύθμισης εκκεντροφόρου , Εξαγωγή (Κομμένο καλώδιο)
P1051	Bank2, Βαλβίδα ρύθμισης εκκεντροφόρου , Εξαγωγή (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1052	Bank2 , Βαλβίδα ρύθμισης εκκεντροφόρου , Εξαγωγή (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1053	Bank2 , Βαλβίδα ρύθμισης εκκεντροφόρου , Εξαγωγή (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1054	Bank2 , Βαλβίδα ρύθμισης εκκεντροφόρου , Εξαγωγή (Κομμένο καλώδιο)
P1055	Bank1 , Ρύθμιση εκκεντροφόρου , Εξαγωγή (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1056	Bank1 , Ρύθμιση εκκεντροφόρου , Εξαγωγή (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1057	Bank1 , Ρύθμιση εκκεντροφόρου , Εξαγωγή (Κομμένο καλώδιο)
P1058	Bank2 , Ρύθμιση εκκεντροφόρου , Εξαγωγή

	(Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1059	Bank2 , Ρύθμιση εκκεντροφόρου , Εξαγωγή (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1060	Bank2 , Ρύθμιση εκκεντροφόρου , Εξαγωγή (Κομμένο καλώδιο)
P1061	Bank2 , Ρύθμιση βραδυπορείας εκκεντροφόρου (Ονομαστική τιμή δεν επιτεύχθηκε)
P1062	Bank2 , Ρύθμιση προπορείας εκκεντροφόρου (Ονομαστική τιμή δεν επιτεύχθηκε)
P1063	Ρύθμιση πίεσης καυσίμου (Κάτω του ορίου ρύθμισης0)
P1064	Σύστημα πίεσης καυσίμου (Μηχανικό σφάλμα)
P1065	Ρύθμιση πίεσης καυσίμου (Απόκλιση ρύθμισης)
P1077	Ρύθμιση λάμδα (Μπλοκ 1) (Σύστημα πολύ φτωχό)
P1100	Μπλοκ 1-Αισθητήρας 2 , Κύκλωμα θέρμανσης (Απόδοση πολύ μικρή)
P1101	Bank1 , Αισθητήρας 1 (Τάση πολύ μικρή / Διαρροή αέρα)
P1102	Bank1 , Αισθητήρας 1, Κύκλωμα θέρμανσης (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1103	Bank1 , Αισθητήρας 1, Κύκλωμα θέρμανσης (Απόδοση πολύ μικρή)
P1104	Bank1 , Αισθητήρας 2 (Τάση πολύ μικρή / Διαρροή αέρα)
P1105	Bank1 , Αισθητήρας 2, Κύκλωμα θέρμανσης (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1106	Bank2 , Αισθητήρας 1 (Τάση πολύ μικρή / Διαρροή αέρα)

P1107	Bank2 , Αισθητήρας 1, Κύκλωμα θέρμανσης (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1108	Bank2 , Αισθητήρας 1, Κύκλωμα θέρμανσης (Απόδοση πολύ μικρή)
P1109	Bank2 , Αισθητήρας 2 (Τάση πολύ μικρή / Διαρροή αέρα)
P1110	Bank2 , Αισθητήρας 2, Κύκλωμα θέρμανσης (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1111	Ρύθμιση λάμδα (Bank1) (Σύστημα πολύ φτωχό)
P1112	Ρύθμιση λάμδα (Bank1) (Σύστημα πολύ πλούσιο)
P1113	Bank1 , Αισθητήρας 1 (Εσωτερική αντίσταση πολύ μεγάλη)
P1114	Bank1 , Αισθητήρας 2 (Εσωτερική αντίσταση πολύ μεγάλη)
P1115	Bank1 , Αισθητήρας 1, Κύκλωμα θέρμανσης (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1116	Bank1 , Αισθητήρας 1, Κύκλωμα θέρμανσης (Κομμένο καλώδιο)
P1117	Bank1 , Αισθητήρας 2, Κύκλωμα θέρμανσης (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1118	Bank1 , Αισθητήρας 2, Κύκλωμα θέρμανσης (Κομμένο καλώδιο)
P1119	Bank2, Αισθητήρας 1, Κύκλωμα θέρμανσης (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1120	Bank2 , Αισθητήρας 1, Κύκλωμα θέρμανσης (Κομμένο καλώδιο)
P1121	Bank1 , Αισθητήρας 2, Κύκλωμα θέρμανσης (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)

P1122	Bank2 , Αισθητήρας 2, Κύκλωμα θέρμανσης (Κομμένο καλώδιο)
P1123	Bank1 , Προσαρμογή μείγματος αέρα (Σύστημα πολύ πλούσιο)
P1124	Bank1 , Προσαρμογή μείγματος αέρα (Σύστημα πολύ φτωχό)
P1125	Bank2 , Προσαρμογή μείγματος αέρα (Σύστημα πολύ πλούσιο)
P1126	Bank2 , Προσαρμογή μείγματος αέρα (Σύστημα πολύ φτωχό)
P1127	Bank1 , Προσαρμογή μείγματος (Σύστημα πολύ πλούσιο)
P1128	Bank1 , Προσαρμογή μείγματος (Σύστημα πολύ φτωχό)
P1129	Bank2 , Προσαρμογή μείγματος (Σύστημα πολύ πλούσιο)
P1130	Bank2 , Προσαρμογή μείγματος (Σύστημα πολύ φτωχό)
P1131	Bank2 , Αισθητήρας 1 (Εσωτερική αντίσταση πολύ μεγάλη)
P1132	Bank1+2Αισθητήρας 1, Κύκλωμα θέρμανσης (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1133	Bank1+2Αισθητήρας 1, Κύκλωμα θέρμανσης (Ηλεκτρικό σφάλμα)
P1134	Bank1+2Αισθητήρας 2, Κύκλωμα θέρμανσης (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1135	Bank1+2Αισθητήρας 2, Κύκλωμα θέρμανσης (Ηλεκτρικό σφάλμα)
P1136	Bank1 , Προσαρμογή μείγματος (Σύστημα πολύ φτωχό)

P1137	Bank1 , Προσαρμογή μείγματος (Σύστημα πολύ πλούσιο)
P1138	Bank2, Προσαρμογή μείγματος (Σύστημα πολύ φτωχό)
P1139	Bank2 , Προσαρμογή μείγματος (Σύστημα πολύ πλούσιο)
P1140	Bank2 , Αισθητήρας 2 (Εσωτερική αντίσταση πολύ μεγάλη)
P1141	Μέτρηση φορτιού (Ασφαλής τιμή)
P1142	Μέτρηση φορτιού (Κάτω του ορίου)
P1143	Μέτρηση φορτιού (Υπέρβαση ορίου)
P1144	Μετρητής μάζας αέρα (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1145	Μετρητής μάζας αέρα (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1146	Μετρητής μάζας αέρα (Τάση τροφοδοσίας)
P1147	Ρύθμιση λάμδα Bank2 (Σύστημα πολύ φτωχό)
P1148	Ρύθμιση λάμδα Bank2 (Σύστημα πολύ πλούσια)
P1149	Ρύθμιση λάμδα Bank1 (Ασφαλής τιμή ρύθμισης)
P1150	Ρύθμιση λάμδα Bank2 (Ασφαλής τιμή ρύθμισης)
P1151	Bank1 , Προσαρμογή μείγματος περιοχής 1 (Κάτω του οπίου φτωχού)
P1152	Bank1 , Προσαρμογή μείγματος περιοχής 2 (Κάτω του οπίου φτωχού)

P1153	Αισθητήρες λάμδα μετά καταλύτη (Αντιμετάθεση)
P1154	Μεταβολή μήκους πολλαπλής εισαγωγής (Εσφαλμένη λειτουργία)
P1155	Αισθητήρας πίεσης πολλαπλής εισαγωγής (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1156	Αισθητήρας πίεσης πολλαπλής εισαγωγής (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1157	Αισθητήρας πίεσης πολλαπλής εισαγωγής (Τάση τροφοδοσίας)
P1158	Αισθητήρας πίεσης πολλαπλής εισαγωγής (Ασφαλές σήμα)
P1160	Αισθητήρας πίεσης θερμοκρασίας εισαγωγής (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1161	Αισθητήρας πίεσης πολλαπλής εισαγωγής (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1162	Αισθητήρας θερμοκρασίας καυσίμου (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1163	Αισθητήρας θερμοκρασίας καυσίμου (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1164	Αισθητήρας θερμοκρασίας καυσίμου (Ασφαλές σήμα)
P1165	Bank1 , Προσαρμογή μείγματος περιοχής 1 (Υπέρβαση του ορίου πλούσιου)
P1166	Bank1 , Προσαρμογή μείγματος περιοχής 2 (Υπέρβαση του ορίου πλούσιου)
P1167	Μετρητής μάζας αέρα (Ασφαλές σήμα)
P1168	Μετρητής μάζας αέρα (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1169	Μετρητής μάζας αέρα (Βραχυκύκλωμα στο σύν)

P1170	Μετρητής μάζας αέρα (Τάση τροφοδοσίας)
P1171	Αισθητήρας γωνίας 2 για DK-κίνηση (Ασφαλές σήμα)
P1172	Αισθητήρας γωνίας 2 για DK-κίνηση (Σήμα πολύ μικρό)
P1173	Αισθητήρας γωνίας 2 για DK-κίνηση (Σήμα πολύ μεγάλο)
P1174	Bank1 , Σύστημα δοσομέτρησης καυσίμου (Απόκλιση χρόνων ψεκασμού)
P1176	Bank1 , Διόρθωση λάμδα μετά καταλύτη (Επίτευξη ορίου ρύθμισης)
P1177	Bank2 , Διόρθωση λάμδα μετά καταλύτη (Επίτευξη ορίου ρύθμισης)
P1178	Γραμμικός αισθητήρας λάμδα / Ρεύμα άντλησης (Κομμένο καλώδιο)
P1179	Γραμμικός αισθητήρας λάμδα / Ρεύμα άντλησης (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1180	Γραμμικός αισθητήρας λάμδα / Ρεύμα άντλησης (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1181	Γραμμικός αισθητήρας λάμδα / Τάση σύγκρισης (Κομμένο καλώδιο)
P1182	Γραμμικός αισθητήρας λάμδα / Τάση σύγκρισης (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1183	Γραμμικός αισθητήρας λάμδα / Τάση σύγκρισης (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1184	Γραμμικός αισθητήρας λάμδα / Κοινό καλώδιο σώματος (Κομμένο καλώδιο)
P1185	Γραμμικός αισθητήρας λάμδα / Κοινό καλώδιο σώματος (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1186	Γραμμικός αισθητήρας λάμδα / Κοινό καλώδιο σώματος

	(Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1187	Γραμμικός αισθητήρας λάμδα / Αντίσταση αντιστάθμισης (Κομμένο καλώδιο)
P1188	Γραμμικός αισθητήρας λάμδα / Αντίσταση αντιστάθμισης (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1189	Γραμμικός αισθητήρας λάμδα / Αντίσταση αντιστάθμισης (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1190	Γραμμικός αισθητήρας λάμδα / Τάση σύγκρισης (Ασαφής)
P1191	Γραμμικός αισθητήρας λάμδα πριν καταλύτη (Αντιμετάθεση)
P1192	Αισθητήρας πίεσης καυσίμου (Τάση τροφοδοσίας)
P1193	Αισθητήρας πίεσης καυσίμου (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1194	Βαλβίδα ρύθμισης πίεσης καυσίμου (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1195	Βαλβίδα ρύθμισης πίεσης καυσίμου (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1196	Bank1 – Αισθητήρας1, Κύκλωμα θέρμανσης (Ηλεκτρικό σφάλμα)
P1197	Bank2 – Αισθητήρας1, Κύκλωμα θέρμανσης (Ηλεκτρικό σφάλμα)
P1198	Bank1 – Αισθητήρας2, Κύκλωμα θέρμανσης (Ηλεκτρικό σφάλμα)
P1199	Bank2 – Αισθητήρας2, Κύκλωμα θέρμανσης (Ηλεκτρικό σφάλμα)
P1201	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.1 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1202	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.2 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)

P1203	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.3 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1204	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.4 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1205	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.5 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1206	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.6 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1207	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.7 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1208	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.8 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1209	Βαλβίδες φραγής εισαγωγής για διακοπή κυλίνδρου (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1210	Βαλβίδες φραγής εισαγωγής για διακοπή κυλίνδρου (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1211	Βαλβίδες φραγής εισαγωγής για διακοπή κυλίνδρου (Κομμένο καλώδιο)
P1213	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.1 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1214	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.2 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1215	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.3 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1216	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.4 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1217	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.5 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1218	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.6 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1219	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.7 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)

P1220	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.8 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1221	Βαλβίδες φραγής εξαγωγής για διακοπή κυλίνδρου (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1222	Βαλβίδες φραγής εξαγωγής για διακοπή κυλίνδρου (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1223	Βαλβίδες φραγής εξαγωγής για διακοπή κυλίνδρου (Κομμένο καλώδιο)
P1225	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.1 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1226	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.2 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1227	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.3 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1228	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.4 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1229	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.5 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1230	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.6 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1231	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.7 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1232	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.8 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1237	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.1 (Κομμένο καλώδιο)
P1238	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.2 (Κομμένο καλώδιο)
P1239	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.3 (Κομμένο καλώδιο)
P1240	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.4

	(Κομμένο καλώδιο)
P1241	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.5 (Κομμένο καλώδιο)
P1242	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.6 (Κομμένο καλώδιο)
P1243	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.7 (Κομμένο καλώδιο)
P1244	Βαλβίδα ψεκασμού κύλινδρος.8 (Κομμένο καλώδιο)
P1245	Αισθητήρες διαδρομής ακίδας (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1246	Αισθητήρες διαδρομής ακίδας (Ασφαλές σήμα)
P1247	Αισθητήρες διαδρομής ακίδας (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1248	Ρύθμιση έναρξης (Απόκλιση ρύθμισης)
P1249	Σήμα κατανάλωσης καυσίμου (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1250	Στάθμη στο καύσιμο (πολύ χαμηλή)
P1251	Βαλβίδα έναρξης ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1252	Βαλβίδα έναρξης ψεκασμού (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1253	Σήμα κατανάλωσης καυσίμου (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1254	Σήμα κατανάλωσης καυσίμου (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1255	Αισθητήρας θέρμανσης ψυκτικού υγρού (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)

P1256	Αισθητήρας θέρμανσης ψυκτικού υγρού (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1257	Βαλβίδα κυκλώματος ψυκτικού υγρού (Κομμένο καλώδιο)
P1258	Βαλβίδα κυκλώματος ψυκτικού υγρού (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1259	Βαλβίδα κυκλώματος ψυκτικού υγρού (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1260	Βαλβίδα αντλίας / μπέκ κυλίνδρου 1 (Ασφαλές σήμα)
P1261	Βαλβίδα αντλίας / μπέκ κυλίνδρου 1 (Υπέρβαση ορίου ρύθμισης)
P1262	Βαλβίδα αντλίας / μπέκ κυλίνδρου 1 (Κάτω του ορίου ρύθμισης)
P1263	Βαλβίδα αντλίας / μπέκ κυλίνδρου 2 (Ασφαλές σήμα)
P1264	Βαλβίδα αντλίας / μπέκ κυλίνδρου 2 (Υπέρβαση ορίου ρύθμισης)
P1265	Βαλβίδα αντλίας / μπέκ κυλίνδρου 2 (Κάτω του ορίου ρύθμισης)
P1266	Βαλβίδα αντλίας / μπέκ κυλίνδρου 3 (Ασφαλές σήμα)
P1267	Βαλβίδα αντλίας / μπέκ κυλίνδρου 3 (Υπέρβαση ορίου ρύθμισης)
P1268	Βαλβίδα αντλίας / μπέκ κυλίνδρου 3 (Κάτω του ορίου ρύθμισης)
P1269	Βαλβίδα αντλίας / μπέκ κυλίνδρου 4 (Ασφαλές σήμα)
P1270	Βαλβίδα αντλίας / μπέκ κυλίνδρου 4 (Υπέρβαση ορίου ρύθμισης)
P1271	Βαλβίδα αντλίας / μπέκ κυλίνδρου 4 (Κάτω του ορίου ρύθμισης)

P1272	Βαλβίδα αντλίας / μπέκ κυλίνδρου 5 (Ασφαλές σήμα)
P1273	Βαλβίδα αντλίας / μπέκ κυλίνδρου 5 (Υπέρβαση ορίου ρύθμισης)
P1274	Βαλβίδα αντλίας / μπέκ κυλίνδρου 5 (Κάτω του ορίου ρύθμισης)
P1275	Βαλβίδα αντλίας / μπέκ κυλίνδρου 6 (Ασφαλές σήμα)
P1276	Βαλβίδα αντλίας / μπέκ κυλίνδρου 6 (Υπέρβαση ορίου ρύθμισης)
P1277	Βαλβίδα αντλίας / μπέκ κυλίνδρου 6 (Κάτω του ορίου ρύθμισης)
P1278	Βαλβίδα δοσολογίας καυσίμου (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1279	Βαλβίδα δοσολογίας καυσίμου (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1280	Βαλβίδα ελέγχου αέρα για βαλβίδα ψεκασμού (Παροχή πολύ μικρή)
P1281	Βαλβίδα δοσολογίας καυσίμου (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1282	Βαλβίδα δοσολογίας καυσίμου (Κομμένο καλώδιο)
P1283	Βαλβίδα ελέγχου αέρα για βαλβίδα ψεκασμού (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1284	Βαλβίδα ελέγχου αέρα για βαλβίδα ψεκασμού (Κομμένο καλώδιο)
P1285	Βαλβίδα ελέγχου αέρα για βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1286	Βαλβίδα ελέγχου αέρα για βαλβίδα ψεκασμού (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1287	Βαλβίδα αέρα παράκαμψης για υπερσυμπιεστή

	(Κομμένο καλώδιο)
P1288	Βαλβίδα αέρα παράκαμψης για υπερσυμπιεστή (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1289	Βαλβίδα αέρα παράκαμψης για υπερσυμπιεστή (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1290	Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού – Έξοδος ψυγείου (Σήμα πολύ μεγάλο)
P1291	Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού – Έξοδος ψυγείου (Σήμα πολύ μικρό)
P1292	Θερμοστάτης για ελεγχόμενη ψύξη κινητήρα βάσει χαρακτηριστικής καμπύλης (Κομμένο καλώδιο)
P1293	Θερμοστάτης για ελεγχόμενη ψύξη κινητήρα βάσει χαρακτηριστικής καμπύλης (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1294	Θερμοστάτης για ελεγχόμενη ψύξη κινητήρα βάσει χαρακτηριστικής καμπύλης (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1295	Bypass Υπερσυμπιεστή (Turbo) (Εσφαλμένη παροχή)
P1296	Σφάλμα στο σύστημα ψύξης
P1297	Σύνδεση υπερσυμπιεστή-πεταλούδα γκαζιού (Πτώση πίεσης)
P1298	Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού-Έξοδος ψυγείου (Ασφαλές σήμα)
P1300	Αναγνώριση διακοπών καύσης (Αιτία: Έλλειψη καυσίμου)
P1301	Ρύθμιση κρουστικής καύσης κύλινδρος 9

	(Επίτευξης ορίου ρύθμισης)
P1302	Ρύθμιση κρουστικής καύσης κύλινδρος 10 (Επίτευξης ορίου ρύθμισης)
P1303	Ρύθμιση κρουστικής καύσης κύλινδρος 11 (Επίτευξης ορίου ρύθμισης)
P1304	Ρύθμιση κρουστικής καύσης κύλινδρος 12 (Επίτευξης ορίου ρύθμισης)
P1305	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κυλίνδρου 9 (Κομμένο καλώδιο)
P1306	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κυλίνδρου 9 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1307	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κυλίνδρου 9 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1308	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κυλίνδρου 10 (Κομμένο καλώδιο)
P1309	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κυλίνδρου 10 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1310	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κυλίνδρου 10 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1311	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κυλίνδρου 11 (Κομμένο καλώδιο)
P1312	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κυλίνδρου 11 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1313	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κυλίνδρου 11 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1314	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κυλίνδρου 12 (Κομμένο καλώδιο)
P1315	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κυλίνδρου 12 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1316	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κυλίνδρου 12 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1319	Αισθητήρας κρουστικής καύσης 1

	(Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1320	Αισθητήρας κρουστικής καύσης 2 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1321	Αισθητήρας κρουστικής καύσης 3 (Σήμα πολύ μικρό)
P1322	Αισθητήρας κρουστικής καύσης 3 (Σήμα πολύ μεγάλο)
P1323	Αισθητήρας κρουστικής καύσης 4 (Σήμα πολύ μικρό)
P1324	Αισθητήρας κρουστικής καύσης 4 (Σήμα πολύ μεγάλο)
P1325	Ρύθμιση κρουστικής καύσης κυλίνδρου 1 (Επίτευξη ορίου ρύθμισης)
P1326	Ρύθμιση κρουστικής καύσης κυλίνδρου 2 (Επίτευξη ορίου ρύθμισης)
P1327	Ρύθμιση κρουστικής καύσης κυλίνδρου 3 (Επίτευξη ορίου ρύθμισης)
P1328	Ρύθμιση κρουστικής καύσης κυλίνδρου 4 (Επίτευξη ορίου ρύθμισης)
P1329	Ρύθμιση κρουστικής καύσης κυλίνδρου 5 (Επίτευξη ορίου ρύθμισης)
P1330	Ρύθμιση κρουστικής καύσης κυλίνδρου 6 (Επίτευξη ορίου ρύθμισης)
P1331	Ρύθμιση κρουστικής καύσης κυλίνδρου 7 (Επίτευξη ορίου ρύθμισης)
P1332	Ρύθμιση κρουστικής καύσης κυλίνδρου 8 (Επίτευξη ορίου ρύθμισης)
P1335	Επιτήρηση ροπής κινητήρα 2 (Υπέρβαση ορίου ρύθμισης)
P1336	Επιτήρηση ροπής κινητήρα 2 (Υπέρβαση ορίου ρύθμισης)

P1337	Bank1 , Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1338	Bank1 , Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1339	Αισθητήρας θέσης στροφαλοφόρου / Αισθητήρας στροφών κινητήρα (Αντιμετάθεση)
P1340	Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου / Αισθητήρας θέσης στροφαλοφόρου (Εσφαλμένη αντιστοιχία)
P1341	Έξοδος ανάφλεξης 1 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1342	Έξοδος ανάφλεξης 1 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1343	Έξοδος ανάφλεξης 2 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1344	Έξοδος ανάφλεξης 2 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1345	Έξοδος ανάφλεξης 3 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1346	Έξοδος ανάφλεξης 3 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1347	Μπλόκ 2 , Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου / Αισθητήρας θέσης στροφαλοφόρου (Εσφαλμένη αντιστοιχία)
P1348	Έξοδος ανάφλεξης 1 (Κομμένο καλώδιο)
P1349	Έξοδος ανάφλεξης 2 (Κομμένο καλώδιο)
P1350	Έξοδος ανάφλεξης 3 (Κομμένο καλώδιο)
P1351	Bank1 , Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου

	(Ασφαλές σήμα κατά την εκκίνηση)
P1354	Αισθητήρας διαδρομής σύρτη ρύθμισης (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1355	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος 1 (Κομμένο καλώδιο)
P1356	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος 1 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1357	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος 1 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1358	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος 2 (Κομμένο καλώδιο)
P1359	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος 2 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1360	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος 2 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1361	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος 3 (Κομμένο καλώδιο)
P1362	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος 3 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1363	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος 3 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1364	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος 4 (Κομμένο καλώδιο)
P1365	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος 4 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1366	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος 4 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1367	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος 5 (Κομμένο καλώδιο)
P1368	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος 5 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1369	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος 5

	(Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1370	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος 6 (Κομμένο καλώδιο)
P1371	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος 6 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1372	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος 6 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1373	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος 7 (Κομμένο καλώδιο)
P1374	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος 7 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1375	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος 7 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1376	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος 8 (Κομμένο καλώδιο)
P1377	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος 8 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1378	Ενεργοποίηση ανάφλεξης κύλινδρος 8 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1386	Ηλεκτρική μονάδα κατεστραμμένη
P1387	Ηλεκτρική μονάδα κατεστραμμένη
P1388	Ηλεκτρική μονάδα κατεστραμμένη
P1389	Ηλεκτρική μονάδα 2 για εγκατάσταση άμεσου ψεκασμού (Κατεστραμμένη)
P1391	Bank2 , Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1392	Bank2 , Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1393	Έξοδος ανάφλεξης 1 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1394	Έξοδος ανάφλεξης 2

	(Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1395	Έξοδος ανάφλεξης 3 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1396	Αισθητήρας στροφών κινητήρα (Λείπει δόντι)
P1397	Οδοντωτός τροχός αισθητήρα στροφών κινητήρα (Επίτευξη ορίου προσαρμογής)
P1398	Σήμα στροφών κινητήρων (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1399	Σήμα στροφών κινητήρων (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1400	Βραχυκύκλωμα ανακύκλωσης καυσαερίων (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1401	Βραχυκύκλωμα ανακύκλωσης καυσαερίων (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1402	Βραχυκύκλωμα ανακύκλωσης καυσαερίων (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1403	Σύστημα ανακύκλωσης καυσαερίων (Απόκλιση ρύθμισης)
P1404	Σύστημα ανακύκλωσης καυσαερίων (Δεν επιτεύχθηκε η βασική ρύθμιση)
P1406	Αισθητήρας θερμοκρασίας ανακύκλωσης καυσαερίων (Ασαφές σήμα)
P1407	Αισθητήρας θερμοκρασίας ανακύκλωσης καυσαερίων (Σήμα πολύ μικρό)
P1408	Αισθητήρας θερμοκρασίας ανακύκλωσης καυσαερίων (Σήμα πολύ μεγάλο)
P1409	Βαλβίδα εξαέρωσης δεξαμενής καυσίμου (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1410	Βαλβίδα εξαέρωσης δεξαμενής καυσίμου (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1411	Bank2 , Σύστημα δευτερεύοντος αέρα

	(Παροχή πολύ μικρή)
P1412	Αισθητήρας πίεσης ανακύκλωσης καυσαερίων (Σήμα πολύ μικρό)
P1413	Αισθητήρας πίεσης ανακύκλωσης καυσαερίων (Σήμα πολύ μεγάλο)
P1414	Bank2 , Σύστημα δευτερεύοντος αέρα (Αναγνώριση διαρροής)
P1145	Βαλβίδα ανακύκλωσης , Προσαρμογή χαρακτηριστικής καμπύλης υπερπίεσης (Κατώτερη οριακή τιμή)
P1416	Βαλβίδα ανακύκλωσης , Προσαρμογή χαρακτηριστικής καμπύλης υπερπίεσης (Ανώτερη οριακή τιμή)
P1417	Αισθητήρας αποθέματος καυσίμου (Σήμα πολύ μικρό)
P1418	Αισθητήρας αποθέματος καυσίμου (Σήμα πολύ μεγάλο)
P1420	Βαλβίδα εισαγωγής δευτερεύοντος αέρα (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1421	Βαλβίδα εισαγωγής δευτερεύοντος αέρα (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1422	Βαλβίδα εισαγωγής δευτερεύοντος αέρα (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1423	Bank1 , Σύστημα δευτερεύοντος αέρα (Παροχή πολύ μικρή)
P1424	Bank1 , Σύστημα δευτερεύοντος αέρα (Αναγνώριση διαρροής)
P1425	Βαλβίδα εξαέρωσης δεξαμενής καυσίμου (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1426	Βαλβίδα εξαέρωσης δεξαμενής καυσίμου (Κομμένο καλώδιο)
P1427	Ενεργοποίηση αντλίας υπερπίεσης φρένων

	(Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1428	Ενεργοποίηση αντλίας υπερπίεσης φρένων (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1429	Ενεργοποίηση αντλίας υπερπίεσης φρένων (Κομμένο καλώδιο)
P1430	Ενεργοποίηση αντλίας υπερπίεσης φρένων (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1431	Ενεργοποίηση αντλίας υπερπίεσης φρένων (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1432	Βαλβίδα εισαγωγής δευτερεύοντος αέρα (Κομμένο καλώδιο)
P1433	Ρελέ αντλίας δευτερεύοντος αέρα (Κομμένο καλώδιο)
P1434	Ρελέ αντλίας δευτερεύοντος αέρα (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1435	Ρελέ αντλίας δευτερεύοντος αέρα (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1436	Ρελέ αντλίας δευτερεύοντος αέρα (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1437	Βαλβίδα 2 ανακύκλωσης καυσαερίων (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1438	Βαλβίδα 2 ανακύκλωσης καυσαερίων (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1439	Ποτενσιόμετρο ανακύκλωσης καυσαερίων (Σφάλμα στη βασική ρύθμιση)
P1440	Βαλβίδα ανακύκλωσης καυσαερίων (Κομμένο καλώδιο)
P1441	Βαλβίδα ανακύκλωσης καυσαερίων (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1442	Ποτενσιόμετρο ανακύκλωσης καυσαερίων (Σήμα πολύ μεγάλο)

P1443	Ποτενσιόμετρο ανακύκλωσης καυσαερίων (Σήμα πολύ μικρό)
P1444	Ποτενσιόμετρο ανακύκλωσης καυσαερίων (Ασαφές σήμα)
P1445	Αισθητήρας θερμοκρασίας 2 για καταλύτη (Ασαφές σήμα)
P1446	Αισθητήρας θερμοκρασίας 1 για καταλύτη (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1447	Αισθητήρας θερμοκρασίας 1 για καταλύτη (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1448	Αισθητήρας θερμοκρασίας 2 για καταλύτη (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1449	Αισθητήρας θερμοκρασίας 2 για καταλύτη (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1450	Σύστημα δευτερεύοντος αέρα (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1451	Σύστημα δευτερεύοντος αέρα (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1452	Σύστημα δευτερεύοντος αέρα (Κομμένο καλώδιο)
P1453	Αισθητήρας 1 θερμοκρασίας καυσαερίων (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1454	Αισθητήρας 1 θερμοκρασίας καυσαερίων (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1455	Αισθητήρας 1 θερμοκρασίας καυσαερίων (Ασαφές σήμα)
P1456	Ρύθμιση θερμοκρασίας καυσαερίων (Επίτευξη ορίου ρύθμισης)
P1457	Αισθητήρας 2 θερμοκρασίας καυσαερίων (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1458	Αισθητήρας 2 θερμοκρασίας καυσαερίων (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)

P1459	Αισθητήρας 2 θερμοκρασίας καυσαερίων (Ασαφές σήμα)
P1460	Ρύθμιση θερμοκρασίας καυσαερίων Μπλόκ 2 (Επίτευξη ορίου ρύθμισης)
P1461	Ρύθμιση θερμοκρασίας καυσαερίων Μπλόκ 1 (Ασαφές σήμα)
P1462	Ρύθμιση θερμοκρασίας καυσαερίων Μπλόκ 2 (Ασαφές σήμα)
P1465	Αντλία δοσολογίας υγρού καθαρισμού (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1466	Αντλία δοσολογίας υγρού καθαρισμού (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1467	Μαγνητική βαλβίδα 2 για ενεργό άνθρακά (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1468	Μαγνητική βαλβίδα 2 για ενεργό άνθρακά (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1469	Μαγνητική βαλβίδα 2 για ενεργό άνθρακά (Κομμένο καλώδιο)
P1470	Αντλία διάγνωσης διαρροής συστήματος εξαέρωσης δεξαμενής καυσίμου (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1471	Αντλία διάγνωσης διαρροής συστήματος εξαέρωσης δεξαμενής καυσίμου (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1472	Αντλία διάγνωσης διαρροής συστήματος εξαέρωσης δεξαμενής καυσίμου (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1473	Αντλία διάγνωσης διαρροής συστήματος εξαέρωσης δεξαμενής καυσίμου (Κομμένο καλώδιο)
P1474	Μαγνητική βαλβίδα 2 για ενεργό άνθρακά

	(Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1475	Αντλία διάγνωσης διαρροής συστήματος εξαέρωσης δεξαμενής καυσίμου (Εσφαλμένη λειτουργία / Κανένα σήμα)
P1476	Αντλία διάγνωσης διαρροής συστήματος εξαέρωσης δεξαμενής καυσίμου (Εσφαλμένη λειτουργία / Υποπίεση πολύ χαμηλή)
P1477	Αντλία διάγνωσης διαρροής συστήματος εξαέρωσης δεξαμενής καυσίμου (Εσφαλμένη λειτουργία)
P1478	Αντλία διάγνωσης διαρροής συστήματος εξαέρωσης δεξαμενής καυσίμου (Αναγνώριση βουλωμένου σωλήνα)
P1479	Σύστημα υποπίεσης (Μηχανικό σφάλμα)
P1480	Αντλία υποπίεσης φρένων
P1481	Ρελέ αντλίας δευτερεύοντος αέρα (Κομμένο καλώδιο)
P1482	Ρελέ αντλίας δευτερεύοντος αέρα (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1483	Ρελέ αντλίας δευτερεύοντος αέρα (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1484	Ρελέ αντλίας δευτερεύοντος αέρα (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1485	Βαλβίδα εισαγωγής δευτερεύοντος αέρα 2 (Κομμένο καλώδιο)
P1486	Βαλβίδα εισαγωγής δευτερεύοντος αέρα 2 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1487	Βαλβίδα εισαγωγής δευτερεύοντος αέρα 2 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1488	Βαλβίδα εισαγωγής δευτερεύοντος αέρα 2 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)

P1500	Ρελέ αντλίας καυσίμου (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1501	Ρελέ αντλίας καυσίμου (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1502	Ρελέ αντλίας καυσίμου (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1503	Σήμα φόρτισης από ακροδέκτη δυναμό (Ασαφές σήμα)
P1504	Σύστημα αναρρόφησης αέρα (Αναγνώριση διαρροής)
P1505	Διακόπτης ρελαντί (Δεν κλείνει / κομμένο καλώδιο)
P1506	Διακόπτης ρελαντί (Δεν ανοίγει / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1507	Σύστημα ρελαντί –Τιμή εκμάθησης (Επίτευξης κατώτερου ορίου)
P1508	Σύστημα ρελαντί –Τιμή εκμάθησης (Επίτευξης ανώτερου ορίου)
P1509	Βαλβίδα σταθεροποίησης ρελαντί (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1510	Βαλβίδα σταθεροποίησης ρελαντί (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1511	Βαλβίδα μεταβολής μήκους πολλαπλής εισαγωγής (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1512	Βαλβίδα μεταβολής μήκους πολλαπλής εισαγωγής (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1514	Βαλβίδα 2 μεταβολής μήκους πολλαπλής εισαγωγής (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1515	Βαλβίδα 2 μεταβολής μήκους πολλαπλής εισαγωγής (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1516	Βαλβίδα 2 μεταβολής μήκους πολλαπλής εισαγωγής (Κομμένο καλώδιο)

P1517	Κυρίως ρελέ (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1518	Κυρίως ρελέ (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1519	Μλók 1 , Ρύθμιση εκκεντροφόρου (Εσφαλμένη λειτουργία)
P1520	Βαλβίδα 2 μεταβολής μήκους πολλαπλής εισαγωγής (Κομμένο καλώδιο)
P1521	Βαλβίδα 2 μεταβολής μήκους πολλαπλής εισαγωγής (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1522	Bank2 , Ρύθμιση εκκεντροφόρου (Εσφαλμένη λειτουργία)
P1523	Σήμα Crash από αερόσακο (Ασαφές σήμα)
P1524	Ρελέ αντλίας καυσίμου (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1525	Bank1, Ρύθμιση εκκεντροφόρου (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1526	Bank1 , Ρύθμιση εκκεντροφόρου (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1527	Bank1 , Ρύθμιση εκκεντροφόρου (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1528	Bank1 , Ρύθμιση εκκεντροφόρου (Κομμένο καλώδιο)
P1529	Ρύθμιση εκκεντροφόρου (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1530	Ρύθμιση εκκεντροφόρου (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1531	Ρύθμιση εκκεντροφόρου (Κομμένο καλώδιο)
P1532	Ρύθμιση ρελαντί Λειτουργίας φτωχού μείγματος

	(Στροφές κάτω της ονομαστικής τιμής)
P1533	Bank2, Ρύθμιση εκκεντροφόρου (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1534	Bank2 , Ρύθμιση εκκεντροφόρου (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1535	Bank2 , Ρύθμιση εκκεντροφόρου (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1536	Bank2 , Ρύθμιση εκκεντροφόρου (Κομμένο καλώδιο)
P1537	Βαλβίδα διακοπής καυσίμου (Εσφαλμένη λειτουργία)
P1538	Βαλβίδα διακοπής καυσίμου (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1539	Διακόπτης πεντάλ συμπλέκτη (Ασαφές σήμα)
P1540	Σήμα ταχύτητας οχήματος (Σήμα πολύ μεγάλο)
P1541	Ρελέ αντλίας καυσίμου (Κομμένο καλώδιο)
P1542	Αισθητήρας γωνίας για λειτουργία DK (Ασαφές σήμα)
P1543	Αισθητήρας γωνίας για λειτουργία DK (Σήμα πολύ μικρό)
P1544	Αισθητήρας γωνίας για λειτουργία DK (Σήμα πολύ μεγάλο)
P1545	Ρύθμιση πεταλούδας γκαζιού (Εσφαλμένη λειτουργία)
P1546	Μαγνητική βαλβίδα περιορισμού πίεσης υπερπλήρωσης (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1547	Μαγνητική βαλβίδα περιορισμού πίεσης υπερπλήρωσης (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)

P1548	Μαγνητική βαλβίδα περιορισμού πίεσης υπερπλήρωσης (Κομμένο καλώδιο)
P1549	Μαγνητική βαλβίδα περιορισμού πίεσης υπερπλήρωσης (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1550	Πίεση υπερπλήρωσης (Απόκλιση ρύθμισης)
P1551	Αισθητήρας υψομέτρου (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1552	Αισθητήρας υψομέτρου (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1553	Σήμα αισθητήρα υψομέτρου / Πίεση πολλαπλής εισαγωγής (Ασαφές σήμα)
P1554	Ηλεκτρονική μονάδα πεταλούδας γκαζιού (Δεν πληρούνται οι όροι της βασικής ρύθμισης)
P1555	Υπέρβαση μέγιστης πίεσης
P1556	Ρύθμιση πίεσης υπερπλήρωσης (Κάτω του ορίου ρύθμισης)
P1557	Ρύθμιση πίεσης υπερπλήρωσης (Υπέρβαση του ορίου ρύθμισης)
P1558	Μοτέρ πεταλούδα γκαζιού (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1559	Ηλεκτρονική μονάδα πεταλούδας γκαζιού (Σφάλμα στη βασική ρύθμιση)
P1560	Υπέρβαση μέγιστου αριθμού στριφών
P1561	Ρύθμιση ποσότητας (Απόκλιση ρύθμισης)
P1562	Ρύθμιση ποσότητας (Ανώτερη τιμή τερματισμού)
P1563	Ρύθμιση ποσότητας (Κατώτερη τιμή τερματισμού)
P1564	Ηλεκτρονική μονάδα πεταλούδας γκαζιού

	(Χαμηλή τάση κατά τη βασική ρύθμιση)
P1565	Ηλεκτρονική μονάδα πεταλούδας γκαζιού (Δεν επιτεύχθηκε το κατώτερο τέρμα)
P1566	Σήμα φορτίου του κομπρεσέρ κλιματισμού (Ασαφές σήμα)
P1567	Σήμα φορτίου του κομπρεσέρ κλιματισμού (Κανένα σήμα)
P1568	Ηλεκτρονική μονάδα πεταλούδας γκαζιού (Μηχανικό σφάλμα)
P1569	Διακόπτης για GRA (Ασφαλές σήμα)
P1570	Ηλεκτρονική μονάδα κινητήρα μπλοκαρίσματος
P1571	Βαλβίδα αριστερά για βάση κινητήρα (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1572	Βαλβίδα αριστερά για βάση κινητήρα (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1573	Βαλβίδα αριστερά για βάση κινητήρα (Κομμένο καλώδιο)
P1574	Βαλβίδα αριστερά για βάση κινητήρα (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1575	Βαλβίδα δεξιά για βάση κινητήρα (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1576	Βαλβίδα δεξιά για βάση κινητήρα (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1577	Βαλβίδα δεξιά για βάση κινητήρα (Κομμένο καλώδιο)
P1578	Βαλβίδα δεξιά για βάση κινητήρα (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1579	Ηλεκτρονική μονάδα πεταλούδας γκαζιού (Δεν ξεκίνησε η διαδικασία προσαρμογής)

P1580	Μοτέρ πεταλούδα γκαζιού (Εσφαλμένη λειτουργία)
P1581	Ηλεκτρονική μονάδα πεταλούδας γκαζιού (Δεν εκτελέστηκε η βασική ρύθμιση)
P1582	Ρύθμιση ρελαντί (Επίτευξη ορίου προσαρμογής)
P1583	Βαλβίδα για βάση κιβωτίου (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1584	Βαλβίδα για βάση κιβωτίου (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1585	Βαλβίδα για βάση κιβωτίου (Κομμένο καλώδιο)
P1586	Βαλβίδα για βάση κινητήρα (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1587	Βαλβίδα για βάση κινητήρα (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1588	Βαλβίδα για βάση κινητήρα (Κομμένο καλώδιο)
P1589	Ποτενσιόμετρο Περιστροφικός διακόπτης Επιλογής θερμοκρασίας (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1590	Ποτενσιόμετρο Περιστροφικός διακόπτης Επιλογής θερμοκρασίας (Κομμένο καλώδιο)
P1591	Μαγνητική βαλβίδα περιορισμού πίεσης υπερπλήρωσης (Καμία λειτουργία)
P1592	Σήμα αισθητήρα υψομετρικού /Αισθητήρας πίεσης υπερπλήρωσης (Ασαφής σχέση)
P1593	Προσαρμογή υψομέτρου

	(Σήμα εκτός περιθωρίου ανοχών)
P1594	Αισθητήρας θερμοκρασίας λαδιού , Ρύθμιση εκκεντροφόρου (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1595	Αισθητήρας θερμοκρασίας λαδιού , Ρύθμιση εκκεντροφόρου (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1596	BUS Δεδομένων-κίνησης (Ασφαλές μήνυμα από ρυθμιστή οριζοντίωσης)
P1597	BUS Δεδομένων-κίνησης (Κανένα μήνυμα από ρυθμιστή οριζοντίωσης)
P1598	Αισθητήρας θερμοκρασίας λαδιού , Ρύθμιση εκκεντροφόρου (Ασφαλές σήμα)
P1599	Ρύθμιση ρελαντί λειτουργία φτωχού μείγματος (Στροφές πάνω του ονομαστικού αριθμού)
P1600	Τάση τροφοδοσίας - Ακροδέκτης 15 (Τάση πολύ μικρή)
P1601	Ρελέ τάσης τροφοδοσίας - Ακροδέκτης 30 (Ασφαλές σήμα)
P1602	Τάση τροφοδοσίας - Ακροδέκτης 30 (Τάση πολύ μικρή)
P1603	Ηλεκτρονική μονάδα κατεστραμμένη
P1604	Ηλεκτρονική μονάδα κατεστραμμένη
P1605	Αισθητήρας ανώμαλου δρόμου / Αισθητήρας επιτάχυνσης (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1606	Πληροφορίες ανώμαλου δρόμου / Ονομαστική ροπή κινητήρα από αισθητήρα (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1607	Σήμα ταχύτητας (Αναγγελία σφάλματος από το όργανο πολλαπλής ένδειξης)

P1608	Σήμα γωνίας τιμονιού (Αναγγελία σφάλματος από αισθητήρα γωνίας τιμονιού)
P1609	Ενεργοποίηση συστήματος Crash
P1610	Ηλεκτρονική μονάδα κατεστραμμένη
P1611	Ζήτηση λυχνία σφαλμάτων ON (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1612	Ηλεκτρονική μονάδα κινητήρα (Εσφαλμένη κωδικοποίηση)
P1613	Λυχνία σφαλμάτων ON (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1614	Ζήτηση λυχνία σφαλμάτων ON (Ασφαλές σήμα)
P1615	Αισθητήρας θέρμανσης λαδιού (Ασφαλές σήμα)
P1616	Λυχνίας ελέγχου χρόνου προθέρμανσης (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1617	Λυχνίας ελέγχου χρόνου προθέρμανσης (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1618	Ρελέ προθέρμανσης (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1619	Ρελέ προθέρμανσης (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1620	Σήμα θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1621	Σήμα θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1622	Σήμα θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού (Ασφαλές σήμα)
P1623	BUS Δεδομένων-κίνησης (Καμία επικοινωνία)
P1624	Ζήτηση λυχνία σφαλμάτων ON (Ενεργό)

P1625	BUS Δεδομένων-κίνησης (Ασφαλής μήνυμα από αισθητήρα κιβωτίων)
P1626	BUS Δεδομένων-κίνησης (Κανένα μήνυμα από αισθητήρα κιβωτίου)
P1627	BUS Δεδομένων-κίνησης (κανένα μήνυμα από αισθητήρα αντλίας τιμονιού)
P1628	BUS Δεδομένων-κίνησης (κανένα μήνυμα από αισθητήρα γωνίας τιμονιού)
P1629	BUS Δεδομένων-κίνησης (κανένα μήνυμα από αισθητήρα ADR)
P1630	Αισθητήρας θέσης πεντάλ γκαζιού (Σήμα πολύ μικρό)
P1631	Αισθητήρας θέσης πεντάλ γκαζιού (Σήμα πολύ μεγάλο)
P1632	Αισθητήρας θέσης πεντάλ γκαζιού (Τάση τροφοδοσίας)
P1633	Αισθητήρας 2 θέσεων πεντάλ γκαζιού (Σήμα πολύ μικρό)
P1634	Αισθητήρας 2 θέσεων πεντάλ γκαζιού (Σήμα πολύ μεγάλο)
P1635	BUS Δεδομένων-κίνησης (κανένα μήνυμα από αισθητήρα γωνίας κλιματισμού)
P1636	BUS Δεδομένων-κίνησης (κανένα μήνυμα από αισθητήρα αερόσακού)
P1637	BUS Δεδομένων-κίνησης (κανένα μήνυμα από κεντρική ηλεκτρονική μονάδα)
P1638	BUS Δεδομένων-κίνησης (κανένα μήνυμα από αισθητήρα συμπλέκτη)
P1639	Αισθητήρας ½ θέσης πεντάλ γκαζιού (Ασφαλές σήμα)
P1640	Ηλεκτρονική μονάδα κατεστραμμένη

P1641	Διαβάστε τη μνήμη σφαλμάτων του αισθητήρα κλιματισμού
P1642	Διαβάστε τη μνήμη σφαλμάτων του αισθητήρα αερόσακου
P1643	Διαβάστε τη μνήμη σφαλμάτων της ηλεκτρονικής μονάδας
P1644	Διαβάστε τη μνήμη σφαλμάτων του αισθητήρα συμπλέκτη
P1645	BUS Δεδομένων-κίνησης (Κανένα μήνυμα από το ηλεκτρονικό σύστημα τετρακίνησης)
P1646	Διαβάστε τη μνήμη σφαλμάτων του ηλεκτρονικού συστήματος τετρακίνησης
P1647	Ελέγξτε την κωδικοποίηση / τύπος των ηλεκτρονικών μονάδων Στο συγκρότημα ταχύος
P1648	BUS Δεδομένων-κίνησης (Κατεστραμμένο)
P1649	BUS Δεδομένων-κίνησης (Κανένα μήνυμα από αισθητήρα ABS)
P1650	BUS Δεδομένων-κίνησης (Κανένα μήνυμα από όργανο πολλαπλής ένδειξης)
P1651	BUS Δεδομένων-κίνησης (Κανένα μήνυμα)
P1652	Διαβάστε τη μνήμη σφαλμάτων του αισθητήρα κιβωτίου
P1653	Διαβάστε τη μνήμη σφαλμάτων του αισθητήρα ABS
P1654	Διαβάστε τη μνήμη σφαλμάτων του οργάνου πολλαπλής ένδειξης
P1655	Διαβάστε τη μνήμη σφαλμάτων του αισθητήρα ADR
P1656	Κλιματισμός εισόδου / εξόδου (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1657	Κλιματισμός εισόδου / εξόδου (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1658	BUS Δεδομένων-κίνησης (Ασφαλές μήνυμα από αισθητήρα ADR)
P1659	Ενεργοποίηση ανεμιστήρα ψυγείου 1

	(Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1660	Ενεργοποίηση ανεμιστήρα ψυγείου 1 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1661	Ενεργοποίηση ανεμιστήρα ψυγείου 2 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1662	Ενεργοποίηση ανεμιστήρα ψυγείου 2 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1663	Ενεργοποίηση βαλβίδων αντλίας/μπέκ (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1664	Ενεργοποίηση βαλβίδων αντλίας/μπέκ (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1665	Ενεργοποίηση βαλβίδων αντλίας/μπέκ (Μηχανικό σφάλμα)
P1666	Βαλβίδα για αντλία/μπέκ κύλινδρος 1 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1667	Βαλβίδα για αντλία/μπέκ κύλινδρος 2 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1668	Βαλβίδα για αντλία/μπέκ κύλινδρος 3 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1669	Βαλβίδα για αντλία/μπέκ κύλινδρος 4 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1670	Βαλβίδα για αντλία/μπέκ κύλινδρος 5 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1671	Βαλβίδα για αντλία/μπέκ κύλινδρος 6 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1672	Ενεργοποίηση ανεμιστήρα ψυγείου 1 (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1673	Σήμα ταχύτητας (Αναγγελία σφάλματος από ηλεκτρονική μονάδα ABS)
P1674	BUS Δεδομένων-κίνησης Ασφαλές μήνυμα από το όργανο πολλαπλής ένδειξης)

P1675	BUS Δεδομένων-κίνησης (Ασφαλές μήνυμα από αισθητήρα αντλίας ψεκασμού)
P1676	Λυχνία σφαλμάτων ενεργοποίησης ηλεκτρικού γκαζιού (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1677	Λυχνία σφαλμάτων ενεργοποίησης ηλεκτρικού γκαζιού (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1678	Λυχνία σφαλμάτων ενεργοποίησης ηλεκτρικού γκαζιού (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1679	Λυχνία σφαλμάτων ενεργοποίησης ηλεκτρικού γκαζιού (Κομμένο καλώδιο)
P1680	Reset αναγκαστικής λειτουργίας (Ενεργό)
P1681	Προγραμματισμός ηλεκτρονικών μονάδων (Προγραμματισμός δεν ολοκληρώθηκε)
P1682	BUS Δεδομένων-κίνησης (Ασφαλές μήνυμα από αισθητήρα ABS)
P1683	BUS Δεδομένων-κίνησης (Ασφαλές μήνυμα από αισθητήρα αερόσακου)
P1684	Προγραμματισμός ηλεκτρονικών μονάδων (Σφάλμα στη μεταφορά δεδομένων)
P1685	BUS Δεδομένων-κίνησης (Ασφαλές μήνυμα από αισθητήρα γωνίας τιμονιού)
P1686	Ηλεκτρονική μονάδα κατεστραμμένη (Σφάλμα προγραμματισμού)
P1687	BUS Δεδομένων-κίνησης (Ασφαλές μήνυμα από τον αισθητήρα κλιματισμού)
P1688	BUS Δεδομένων-κίνησης (Ασφαλές μήνυμα από το ηλεκτρονικό σύστημα τετρακίνησης)
P1689	BUS Δεδομένων-κίνησης (Ασφαλές μήνυμα από την κεντρική ηλεκτρονική μονάδα)
P1690	Λυχνία σφαλμάτων αυτοδιάγνωσης

	(Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1691	Λυχνία σφαλμάτων αυτοδιάγνωσης (Κομμένο καλώδιο)
P1692	Λυχνία σφαλμάτων αυτοδιάγνωσης (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1693	Λυχνία σφαλμάτων αυτοδιάγνωσης (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1694	Λυχνία σφαλμάτων αυτοδιάγνωσης (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1695	BUS Δεδομένων-κίνησης (Ασφαλές μήνυμα από αισθητήρα συμπλέκτη)
P1696	BUS Δεδομένων-κίνησης (Ασφαλές μήνυμα από ηλεκτρονικά στην κολώνα τιμονιού)
P1697	Διαβάστε τη μνήμη σφαλμάτων του αισθητήρα γωνίας τιμονιού
P1698	Διαβάστε τη μνήμη σφαλμάτων των ηλεκτρονικών στην κολώνα τιμονιού
P1699	BUS Δεδομένων-κίνησης (Κανένα μήνυμα από τα ηλεκτρονικά στην κολώνα τιμονιού)
P1704	Διακόπτης Kick-Down-F8 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1705	Επιτήρηση ταχυτήτων / σχέσεων (Επίτευξη ορίου προσαρμογής)
P1711	Σήμα στροφών τροχού 1 =>Αισθητήρας εμπρός αριστερά (Ασφαλές σήμα)
P1716	Σήμα στροφών τροχού 2 =>Αισθητήρας εμπρός δεξιά (Ασφαλές σήμα)
P1721	Σήμα στροφών τροχού 3 =>Αισθητήρας πίσω αριστερά (Ασφαλές σήμα)
P1723	Σήμα φραγής εκκίνησης (Immobilizer)

	(Κομμένο καλώδιο)
P1724	Σήμα φραγής εκκίνησης (Immobilizer) (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1726	Σήμα στροφών τροχού 4 =>Αισθητήρας πίσω αριστερά (Ασφαλές σήμα)
P1728	Διαφορετικός αριθμός στροφών τροχών (Ασφαλές σήμα)
P1729	Σήμα φραγής εκκίνησης (Immobilizer) (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1733	Διακόπτης για Tiptronic , Πίσω (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1739	Διακόπτης για Tiptronic , Πάνω (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1740	Επιτήρηση θερμοκρασίας συμπλέκτη
P1741	Προσαρμογή πίεσης συμπλέκτη (Επίτευξη ορίου προσαρμογής)
P1742	Προσαρμογή ροπής συμπλέκτη (Επίτευξη ορίου προσαρμογής)
P1743	Επιτήρηση ολίσθησης συμπλέκτη (Σήμα πολύ μεγάλο)
P1744	Διακόπτης για Tiptronic , Αναγνώριση (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1745	Τάση τροφοδοσίας μαγνητικών βαλβίδων (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1746	Τάση τροφοδοσίας μαγνητικών βαλβίδων (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1747	Τάση τροφοδοσίας μαγνητικών βαλβίδων (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1748	Ηλεκτρική μονάδα κατεστραμμένη
P1749	Ηλεκτρική μονάδα αυτόματου κιβώτιου (Εσφαλμένη κωδικοποίηση)

P1750	Τάση τροφοδοσίας (Τάση πολύ μικρή)
P1751	Τάση τροφοδοσίας (Τάση πολύ μεγάλη)
P1752	Τάση τροφοδοσίας (Ασφαλές σήμα)
P1753	Διακόπτης για Tirtronic (Ασφαλές σήμα)
P1754	Διακόπτης για Tirtronic , Πάνω (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1755	Διακόπτης για Tirtronic , Πίσω (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1756	Διακόπτης για Tirtronic , Ανάγνωση (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1760	Φραγή επιλογή =>Πηνίο (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1761	Φραγή επιλογή =>Πηνίο (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1762	Φραγή επιλογή =>Πηνίο (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1763	Φραγή επιλογή =>Πηνίο (Κομμένο καλώδιο)
P1764	Επιτήρηση θερμοκρασίας κιβωτίου
P1765	Αισθητήρας 2 υδραυλικής πίεσης (Επίτευξη ορίου προσαρμογής)
P1766	Σήμα πεταλούδας λαδιού από τον αισθητήρα του κινητήρα (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1767	Σήμα πεταλούδας λαδιού από τον αισθητήρα του κινητήρα (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1768	Αισθητήρας 2 υδραυλικής πίεσης (Σήμα πολύ μεγάλο)
P1769	Αισθητήρας 2 υδραυλικής πίεσης

	(Σήμα πολύ μικρό)
P1770	Σήμα φορτίου από αισθητήρα του κινητήρα (Ασφαλές σήμα)
P1771	Σήμα φορτίου από αισθητήρα του κινητήρα (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1772	Σήμα φορτίου από αισθητήρα του κινητήρα (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1773	Αισθητήρας 1 υδραυλικής πίεσης (Σήμα πολύ μεγάλο)
P1774	Αισθητήρας 1 υδραυλικής πίεσης (Σήμα πολύ μικρό)
P1775	Αισθητήρας 1 υδραυλικής πίεσης (Επίτευξη ορίου προσαρμογής)
P1776	Αισθητήρας 1 υδραυλικής πίεσης (Ασφαλές σήμα)
P1777	Αισθητήρας 2 υδραυλικής πίεσης (Ασφαλές σήμα)
P1778	Βαλβίδα 7 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1781	Σήμα μείωσης ροπής (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1782	Σήμα μείωσης ροπής (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1784	Καλώδιο αύξησης / μείωσης σχέσεων (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1785	Καλώδιο αύξησης / μείωσης σχέσεων (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1786	Σήμα φώτων όπισθεν (Κομμένο καλώδιο)
P1787	Σήμα φώτων όπισθεν (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)

P1788	Σήμα φώτων όπισθεν (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1789	Επίδραση στις στροφές ρελαντί (Αναγγελία σφάλματος από τον αισθητήρα του κινητήρα)
P1790	Σήμα ένδειξης επιλογέα (Κομμένο καλώδιο)
P1791	Σήμα ένδειξης επιλογέα (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1792	Σήμα ένδειξης επιλογέα (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1793	Αισθητήρας 2 στροφών εξόδου κιβωτίου (Κανένα σήμα)
P1795	Σήμα ταχυτήτων πορείας (Κομμένο καλώδιο)
P1796	Σήμα ταχυτήτων πορείας (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1797	Σήμα ταχυτήτων πορείας (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1798	Αισθητήρας 2 στροφών εξόδου κιβωτίου (Ασφαλές σήμα)
P1799	Αισθητήρας 2 στροφών εξόδου κιβωτίου Στροφές πολύ υψηλές
P1813	Ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης 1 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1814	Ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης 1 (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1815	Ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης 1 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1818	Ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης 2 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1819	Ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης 2

	(Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1820	Ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης 2 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1823	Ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης 3 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1824	Ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης 3 (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1825	Ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης 3 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1828	Ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης 4 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1829	Ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης 4 (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1230	Ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης 4 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1834	Ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης 5 (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1835	Ρυθμιστική βαλβίδα πίεσης 5 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1841	Ηλεκτρονική μονάδα κινητήρα / κιβωτίου (Οι τύποι δεν ταιριάζουν)
P1842	Διαβάστε τη μνήμη σφαλμάτων του όργανα πολλαπλών ενδείξεων)
P1843	Διαβάστε τη μνήμη σφαλμάτων του αισθητήρα ADR)
P1844	Διαβάστε τη μνήμη σφαλμάτων της κεντρική ηλεκτρονική μονάδα)
P1845	Διαβάστε τη μνήμη σφαλμάτων των ηλεκτρονικών της κολόνας του τιμονιού
P1847	Διαβάστε τη μνήμη σφαλμάτων του αισθητήρα ABS
P1848	Διαβάστε τη μνήμη σφαλμάτων του αισθητήρα του κινητήρα
P1849	Διαβάστε τη μνήμη σφαλμάτων του αισθητήρα του

	κινητήρα
P1850	BUS Δεδομένων-κίνησης (Λείπει μήνυμα από αισθητήρα κινητήρα)
P1851	BUS Δεδομένων-κίνησης (Λείπει μήνυμα από αισθητήρα ABS)
P1852	BUS Δεδομένων-κίνησης (Ασφαλές μήνυμα από αισθητήρα κινητήρα)
P1853	BUS Δεδομένων-κίνησης (Ασφαλές μήνυμα από αισθητήρα ABS)
P1854	BUS Δεδομένων-κίνησης (Κατεστραμμένο)
P1855	BUS Δεδομένων-κίνησης (Επιτήρηση κατάστασης λογισμικού (Software))
P1856	Ποτενσιόμετρο πεταλούδας γκαζιού (Εσφαλμένη πληροφορία από αισθητήρα κινητήρα)
P1857	Σήμα φορτίου (Εσφαλμένη πληροφορία από αισθητήρα κινητήρα)
P1858	Σήμα στροφών από αισθητήρα κινητήρα (Εσφαλμένη πληροφορία από αισθητήρα κινητήρα)
P1859	Διακόπτης φώτων φρένων (Εσφαλμένη πληροφορία από αισθητήρα κινητήρα)
P1860	Διακόπτης Kick - Down (Εσφαλμένη πληροφορία από αισθητήρα κινητήρα)
P1861	Αισθητήρας θέσης πεντάλ γκαζιού (Εσφαλμένη πληροφορία από αισθητήρα κινητήρα)
P1862	BUS Δεδομένων-κίνησης (Λείπει μήνυμα από όργανο πολλαπλών ενδείξεων)
P1863	BUS Δεδομένων-κίνησης (Λείπει μήνυμα από αισθητήρα γωνίας τιμονιού)
P1864	BUS Δεδομένων-κίνησης (Λείπει μήνυμα από αισθητήρα ADR)

P1865	BUS Δεδομένων-κίνησης (Λείπει μήνυμα από κεντρική ηλεκτρονική μονάδα)
P1866	BUS Δεδομένων-κίνησης (Λείπει μήνυμα)
P1867	BUS Δεδομένων-κίνησης (Λείπει μήνυμα από ηλεκτρονικά κολόνας τιμονιού)
P1900	Ενεργοποίηση ανεμιστήρα ψυγείου 2 (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1901	Ηλεκτρονική μονάδα πρόσθετης λειτουργίας ανεμιστήρα ψυγείου (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1902	Ηλεκτρονική μονάδα πρόσθετης λειτουργίας ανεμιστήρα ψυγείου (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1903	Βαλβίδα ανεμιστήρα ψυκτικού υγρού (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1904	Βαλβίδα ανεμιστήρα ψυκτικού υγρού (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1905	Ρελέ αντλίας ψύξης αέρα υπερπλήρωσης (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1906	Ρελέ αντλίας ψύξης αέρα υπερπλήρωσης (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1907	BUS Δεδομένων κινητήρα / κινητήρα (Κατεστραμμένο)
P1908	BUS Δεδομένων κινητήρα / κινητήρα (Επιτήρηση κατάστασης λογισμικού (Software))
P1909	BUS Δεδομένων κινητήρα / κινητήρα (Λείπει μήνυμα από ηλεκτρονική μονάδα κινητήρα 1)
P1910	BUS Δεδομένων κινητήρα / κινητήρα (Λείπει μήνυμα από ηλεκτρονική μονάδα κινητήρα 2)
P1911	Καλώδιο συγχρονισμού κινητήρα / κινητήρα

	(Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P1912	Αισθητήρας πίεσης σερβοφρένου (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1913	Αισθητήρας πίεσης σερβοφρένου (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1914	Αισθητήρας πίεσης σερβοφρένου (Ασφαλές σήμα)
P1915	Ρελέ συμπλήρωσης κυκλοφορίας ψυκτικού υγρού (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P1916	Ρελέ συμπλήρωσης κυκλοφορίας ψυκτικού υγρού (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P1917	Ρελέ συμπλήρωσης κυκλοφορίας ψυκτικού υγρού (Κομμένο καλώδιο)
P3000	Λυχνίας ελέγχου χρόνου προθέρμανσης (Αναγγελία σφάλματος από όργανο πολλαπλών ενδείξεων)
P3001	Ρύθμιση στροφών εργασίας (Απόκλιση ρύθμισης)
P3002	Διακόπτης Kick – Down (Ασφαλές σήμα)
P3003	Ρελέ μικρής θερμαντικής απόδοσης (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P3004	Ρελέ μικρής θερμαντικής απόδοσης (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P3005	Ρελέ μεγάλης θερμαντικής απόδοσης (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P3006	Ρελέ μεγάλης θερμαντικής απόδοσης (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P3007	Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου (Κανένα σήμα)
P3008	Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου (Σήμα εκτός περιοχής ανοχών)

P3009	Ρελέ αντλίας ψύξης καυσίμου (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P3010	Ρελέ αντλίας ψύξης καυσίμου (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P3011	Ρελέ αντλίας ψύξης καυσίμου 2 (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P3012	Ρελέ αντλίας ψύξης καυσίμου 2 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P3013	Βαλβίδα 2 περιορισμού πίεσης υπερπλήρωσης (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P3014	Βαλβίδα 2 περιορισμού πίεσης υπερπλήρωσης (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P3015	Βαλβίδα παράκαμψης (Bypass) καυσίμου (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P3016	Βαλβίδα παράκαμψης (Bypass) καυσίμου (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P3017	Βαλβίδα κλαπέτου καυσαερίων 1 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P3018	Βαλβίδα κλαπέτου καυσαερίων 1 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P3019	Βαλβίδα κλαπέτου καυσαερίων 1 (Κομμένο καλώδιο)
P3020	Βαλβίδα κλαπέτου καυσαερίων 1 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P3021	Βαλβίδα κλαπέτου καυσαερίων 2 (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P3022	Βαλβίδα κλαπέτου καυσαερίων 2 (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P3023	Βαλβίδα κλαπέτου καυσαερίων 2 (Κομμένο καλώδιο)
P3024	Βαλβίδα κλαπέτου καυσαερίων 2

	(Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P3025	Αισθητήρας γωνίας 1 για κίνηση (Ασφαλές σήμα)
P3026	Αισθητήρας γωνίας 1 για κίνηση (Σήμα πολύ μικρό)
P3027	Αισθητήρας γωνίας 1 για κίνηση (Σήμα πολύ μεγάλο)
P3028	Αισθητήρας γωνίας 2 για κίνηση (Ασφαλές σήμα)
P3029	Αισθητήρας γωνίας 2 για κίνηση (Σήμα πολύ μικρό)
P3030	Αισθητήρας γωνίας 2 για κίνηση (Σήμα πολύ μεγάλο)
P3031	Μοτέρ πεταλούδας γκαζιού (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P3032	Ηλεκτρονική μονάδα πεταλούδας (Σφάλμα στη βασική ρύθμιση)
P3033	Αισθητήρας 2 θερμοκρασίας αναρρόφησης αέρα (Σήμα πολύ μικρό)
P3034	Αισθητήρας 2 θερμοκρασίας αναρρόφησης αέρα (Σήμα πολύ μεγάλο)
P3100	Μοτέρ πεταλούδας πολλαπλής εισαγωγής (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P3101	Μοτέρ πεταλούδας πολλαπλής εισαγωγής (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P3102	Μοτέρ πεταλούδας πολλαπλής εισαγωγής (Κανένα σήμα)
P3103	Μοτέρ πεταλούδας πολλαπλής εισαγωγής (κατεστραμμένο)
P3104	Βαλβίδα αλλαγής πεταλούδας πολλαπλής εισαγωγής (Βραχυκύκλωμα στο σύν)

P3105	Βαλβίδα αλλαγής πεταλούδας πολλαπλής εισαγωγής (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P3106	Βαλβίδα για αντλία / μπέκ κύλινδρος 7 (Ασφαλές σήμα)
P3107	Βαλβίδα για αντλία / μπέκ κύλινδρος 7 (Υπέρβαση ορίου ρύθμισης)
P3108	Βαλβίδα για αντλία / μπέκ κύλινδρος 7 (Κάτω του ορίου ρύθμισης)
P3109	Βαλβίδα για αντλία / μπέκ κύλινδρος 7 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P3110	Βαλβίδα για αντλία / μπέκ κύλινδρος 8 (Ασφαλές σήμα)
P3111	Βαλβίδα για αντλία / μπέκ κύλινδρος 8 (Υπέρβαση ορίου ρύθμισης)
P3112	Βαλβίδα για αντλία / μπέκ κύλινδρος 8 (Κάτω του ορίου ρύθμισης)
P3113	Βαλβίδα για αντλία / μπέκ κύλινδρος 8 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P3114	Βαλβίδα για αντλία / μπέκ κύλινδρος 9 (Ασφαλές σήμα)
P3115	Βαλβίδα για αντλία / μπέκ κύλινδρος 9 (Υπέρβαση ορίου ρύθμισης)
P3116	Βαλβίδα για αντλία / μπέκ κύλινδρος 9 (Κάτω του ορίου ρύθμισης)
P3117	Βαλβίδα για αντλία / μπέκ κύλινδρος 9 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P3118	Βαλβίδα για αντλία / μπέκ κύλινδρος 10 (Ασφαλές σήμα)
P3119	Βαλβίδα για αντλία / μπέκ κύλινδρος 10 (Υπέρβαση ορίου ρύθμισης)
P320	Βαλβίδα για αντλία / μπέκ κύλινδρος 10 (Κάτω του ορίου ρύθμισης)

P3121	Βαλβίδα για αντλία / μπέκ κύλινδρος 10 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P3122	Βαλβίδα για αντλία / μπέκ κύλινδρος 11 (Ασφαλές σήμα)
P3123	Βαλβίδα για αντλία / μπέκ κύλινδρος 11 (Υπέρβαση ορίου ρύθμισης)
P3124	Βαλβίδα για αντλία / μπέκ κύλινδρος 11 (Κάτω του ορίου ρύθμισης)
P3125	Βαλβίδα για αντλία / μπέκ κύλινδρος 11 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P3126	Βαλβίδα για αντλία / μπέκ κύλινδρος 12 (Ασφαλές σήμα)
P3127	Βαλβίδα για αντλία / μπέκ κύλινδρος 12 (Υπέρβαση ορίου ρύθμισης)
P3128	Βαλβίδα για αντλία / μπέκ κύλινδρος 12 (Κάτω του ορίου ρύθμισης)
P3129	Βαλβίδα για αντλία / μπέκ κύλινδρος 12 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P3130	Σύστημα ανακύκλωσης καυσαερίων (Υπέρβαση ορίου ρύθμισης)
P3131	Σύστημα ανακύκλωσης καυσαερίων (Κάτω του ορίου ρύθμισης)
P3200	Καυσαέρια Bank3-Αισθητήρας1, κύκλωμα ρεύματος θέρμανσης (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P3201	Καυσαέρια Bank3-Αισθητήρας1, κύκλωμα ρεύματος θέρμανσης (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P3202	Καυσαέρια Bank3-Αισθητήρας1, κύκλωμα ρεύματος θέρμανσης (Κομμένο καλώδιο)

P3203	Καυσαέρια Bank3-Αισθητήρας1, κύκλωμα ρεύματος θέρμανσης (Ηλεκτρικό σφάλμα)
P3204	Καυσαέρια-Bank3-Αισθητήρας 1 (Εσωτερική αντίσταση πολύ μεγάλη)
P3205	Καυσαέρια-Bank3-Αισθητήρας 1 (Τάση πολύ μικρή)
P3206	Καυσαέρια-Bank3-Αισθητήρας 1 (Τάση πολύ μεγάλη)
P3207	Καυσαέρια-Bank3-Αισθητήρας 1 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P3208	Καυσαέρια-Bank3-Αισθητήρας 1 (Καμία δραστηριότητα)
P3209	Καυσαέρια-Bank3-Αισθητήρας 1 (Σήμα πολύ αργό)
P3215	Καυσαέρια Bank3-Αισθητήρας2, κύκλωμα ρεύματος θέρμανσης (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P3216	Καυσαέρια Bank3-Αισθητήρας2, κύκλωμα ρεύματος θέρμανσης (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P3217	Καυσαέρια Bank3-Αισθητήρας2, κύκλωμα ρεύματος θέρμανσης (Κομμένο καλώδιο)
P3218	Καυσαέρια Bank3-Αισθητήρας2, κύκλωμα ρεύματος θέρμανσης (Ηλεκτρικό σφάλμα)
P3219	Καυσαέρια-Bank3-Αισθητήρας 2 (Εσωτερική αντίσταση πολύ μεγάλη)
P3220	Καυσαέρια-Bank3-Αισθητήρας 2 (Τάση πολύ μικρή)

P3221	Καυσαέρια-Bank3-Αισθητήρας 2 (Τάση πολύ μεγάλη)
P3222	Καυσαέρια-Bank3-Αισθητήρας 2 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P3223	Καυσαέρια-Bank3-Αισθητήρας 2 (Καμία δραστηριότητα)
P3224	Καυσαέρια-Bank3-Αισθητήρας 2 (Σήμα πολύ αργό)
P3230	Καυσαέρια Bank4-Αισθητήρας1, κύκλωμα ρεύματος θέρμανσης (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P3231	Καυσαέρια Bank4-Αισθητήρας1, κύκλωμα ρεύματος θέρμανσης (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P3232	Καυσαέρια Bank4-Αισθητήρας1, κύκλωμα ρεύματος θέρμανσης (Κομμένο καλώδιο)
P3233	Καυσαέρια Bank4-Αισθητήρας1, κύκλωμα ρεύματος θέρμανσης (Ηλεκτρικό σφάλμα)
P3234	Καυσαέρια-Bank4-Αισθητήρας 1 (Εσωτερική αντίσταση πολύ μεγάλη)
P3235	Καυσαέρια-Bank4-Αισθητήρας 1 (Τάση πολύ μικρή)
P3236	Καυσαέρια-Bank4-Αισθητήρας 1 (Τάση πολύ μεγάλη)
P3237	Καυσαέρια-Bank4-Αισθητήρας 1 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P3238	Καυσαέρια-Bank4-Αισθητήρας 1 (Καμία δραστηριότητα)
P3239	Καυσαέρια-Bank4-Αισθητήρας 1 (Σήμα πολύ αργό)

P3245	Καυσαέρια Bank4-Αισθητήρας2, κύκλωμα ρεύματος θέρμανσης (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P3246	Καυσαέρια Bank4-Αισθητήρας2, κύκλωμα ρεύματος θέρμανσης (Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P3247	Καυσαέρια Bank4-Αισθητήρας2, κύκλωμα ρεύματος θέρμανσης (Κομμένο καλώδιο)
P3248	Καυσαέρια Bank4-Αισθητήρας2, κύκλωμα ρεύματος θέρμανσης (Ηλεκτρικό σφάλμα)
P3249	Καυσαέρια-Bank4-Αισθητήρας 2 (Εσωτερική αντίσταση πολύ μεγάλη)
P3250	Καυσαέρια-Bank3-Αισθητήρας 1 (Τάση πολύ μικρή)
P3251	Καυσαέρια-Bank4-Αισθητήρας 2 (Τάση πολύ μεγάλη)
P3252	Καυσαέρια-Bank4-Αισθητήρας 2 (Σφάλμα στο ηλεκτρικό κύκλωμα)
P3253	Καυσαέρια-Bank4-Αισθητήρας 2 (Καμία δραστηριότητα)
P3254	Καυσαέρια-Bank4-Αισθητήρας 2 (Σήμα πολύ αργό)
P3260	Bank Καυσαερίων $\frac{1}{2}$ Αισθητήρας λάμδα πριν τον καταλύτη (Αντιμετάθεση)
P3261	Bank Καυσαερίων $\frac{3}{4}$ Αισθητήρας λάμδα πριν τον καταλύτη (Αντιμετάθεση)
P3262	Bank Καυσαερίων $\frac{1}{2}$ Αισθητήρας λάμδα μετά τον καταλύτη (Αντιμετάθεση)

P3263	Bank Καυσαερίων $\frac{3}{4}$ Αισθητήρας λάμδα μετά τον καταλύτη (Αντιμετάθεση)
P3300	Bank1,Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου ,Εξαγωγής (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P3301	Bank1,Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου ,Εξαγωγής (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σύν)
P3302	Bank2,Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου ,Εξαγωγής (Βραχυκύκλωμα στο σώμα)
P3303	Bank2,Αισθητήρας θέσης εκκεντροφόρου ,Εξαγωγής (Κομμένο καλώδιο / Βραχυκύκλωμα στο σύν)