

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ

ΣΧΟΛΗ : ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ : ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΝΕΑΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΚΑΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ : ΚΑΡΑΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΛΕΩΝΙΔΑΣ

ΑΓΓΕΛΟΠΟΥΛΟΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΚΑΛΟΓΗΡΟΥ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2003

Περιεχόμενα

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Νομοθεσία

1.1 Πηγές Εκπομπής

1.1.1 Αναθυμιάσεις βενζίνης από τη δεξαμενή καυσίμου και εξαέρωση βενζίνης από το σύστημα τροφοδοσίας (καρμπυρατέρ)

1.1.2 Αναθυμιάσεις μέσα από το στροφαλοθάλαμο (κάρτερ)

1.1.3 Καυσαέρια εξάτμισης

2. ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

2.1 Μη τοξικά αέρια

2.1.1 Άζωτο (N_2)

2.1.2 Οξυγόνο (O_2)

2.1.3 Υδρατμοί (H_2O)

2.1.4 Διοξείδιο του άνθρακα (CO_2)

2.2 Τοξικά αέρια

2.2.1 Άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC)

2.2.2 Μονοξειδίο του άνθρακα (CO)

2.2.3 Οξείδια του αζώτου (NO_X)

2.2.4 Στερεά σωματίδια

3. ΛΗΠΤΗΣ ΛΑΜΔΑ

3.1 Λόγος ΛΑΜΔΑ

3.2 Ερμηνεία του λόγου ΛΑΜΔΑ

3.3 Ρύθμιση του λήπτη ΛΑΜΔΑ

3.4 Ο λήπτης ΛΑΜΔΑ

- 3.4.1 Μη προθερμαινόμενος λήπτης ΛΑΜΔΑ
- 3.4.2 Θερμαινόμενος λήπτης ΛΑΜΔΑ
- 3.5 Πώς λειτουργεί το κλειστό σύστημα ρύθμισης
- 3.6 Μέθοδοι ρύθμισης του λήπτη ΛΑΜΔΑ
 - 3.6.1 Ηλεκτρονικό καρμπυρατέρ
 - 3.6.2 Μηχανικό - ηλεκτρονικό σύστημα ψεκασμού
 - 3.6.3 Ηλεκτρονικό σύστημα ψεκασμού
 - 3.6.4. Ηλεκτρονικό σύστημα μονού ψεκασμού
 - 3.6.5. Ηλεκτρονικό σύστημα πολλαπλού ψεκασμού

4. ΡΥΠΑΝΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

- 4.1 Το νέφος από ρύπους καυσαερίων και οι επιπτώσεις από αυτό στον άνθρωπο και το περιβάλλον
- 4.2 Το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Το φαινόμενο του θερμοκηπίου
- 4.3 Δευτερογενής ρυπαντής όζον
- 4.4 Λύσεις στο πρόβλημα της ρύπανσης
- 4.5 Λύσεις εξαρτώμενες από τα καύσιμα
- 4.6 Λύσεις που σχετίζονται με το σχεδιασμό της μηχανη
 - 4.6.1 Μέτρηση καυσίμου
 - 4.6.2 Προετοιμασία του μίγματος
 - 4.6.3 Ομοιόμορφη διανομή μίγματος
 - 4.6.4 Σύστημα επανακυκλοφορίας των καυσαερίων
 - 4.6.5 Χρόνος ανάφλεξης
 - 4.6.6 Λόγος συμπίεσης
 - 4.6.7 Θάλαμος καύσης
- 4.7 Λύσεις που σχετίζονται με τα καυσαέρια
 - 4.7.1 Θερμική επεξεργασία των καυσαερίων
 - 4.7.2 Καταλυτική μετατροπή των καυσαερίων

5. Ο ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ

5.1 Τα μέρη του καταλυτικού μετατροπέα

5.1.1 Κεραμικός φορέας

5.1.2 Μεταλλικός φορέας

5.1.3 Προστατευτική ψάθα τύπου συρμάτινου πλέγματος

5.1.4 Προστατευτική ψάθα τύπου διαστελλόμενου τάπητα

5.1.5 Εξωτερικό μεταλλικό κέλυφος

5.2 Τύποι καταλυτικών μετατροπέων

5.2.1 Διοδικοί καταλύτες

5.3 Τριοδικοί καταλύτες

5.3.1 Αρρυθμιστος τριοδικός καταλύτες

5.3.2 Ρυθμιζόμενοι τριοδικοί καταλύτες

5.4 Χημικές αντιδράσεις

6. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΥ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑ

6.1 Πότε θα 'πρεπε να ελεγχθεί ή να αντικατασταθεί ο καταλυτικός σας μετατροπέας;

6.1.1 Τακτικοί έλεγχοι

6.1.2 Ηλικία και αριθμός διανυθέντων χιλιομέτρων

6.1.3 Ελέγξατε πριν αντικαταστήσετε

6.2 Αιτίες βλαβών καταλύτη

6.2.1 Δηλητηρίαση από μόλυβδο

6.2.2 Βούλωμα

6.2.3 Σπάσιμο λόγω πρόσκρουσης

6.2.4 Λιώσιμο του μονόλιθου

6.2.5 Μηχανική βλάβη ή ζημιά

6.3 Τοποθέτηση καταλύτη

- 6.4 Έλεγχος αντοχής του καταλύτη
- 6.5 Θερμολογία λειτουργίας του καταλύτη
 - 6.5.1 Ηλεκτρικά θερμενόμενοι καταλύτες
- 6.6 Διάρκεια ζωής του καταλύτη
- 6.7 Απόφραξη καταλύτη
- 6.8 Αντικατάσταση καταλύτη
- 6.9 Ανακύκλωση καταλύτη

7. ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΡΥΘΜΙΣΗΣ ΜΕ ΛΗΠΤΗ (λ)

- 7.1 Έλεγχος του κλειστού συστήματος ρύθμισης
- 7.2 Έλεγχος του λήπτη Λάμδα (λ)
- 7.3 Έλεγχος της αντίδρασης του εγκεφάλου
- 7.4 Έλεγχος της καλωδίωσης

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εργασία που ακολουθεί έχει θέμα “καταλυτικές μηχανές νέας τεχνολογίας και προστασία του περιβάλλοντος”

Για την πραγματοποίηση της εργασίας συνεργάστηκαν οι σπουδαστές της σχολής ΣΤΕ ΤΟΤ τμήματος Μηχανολογίας :

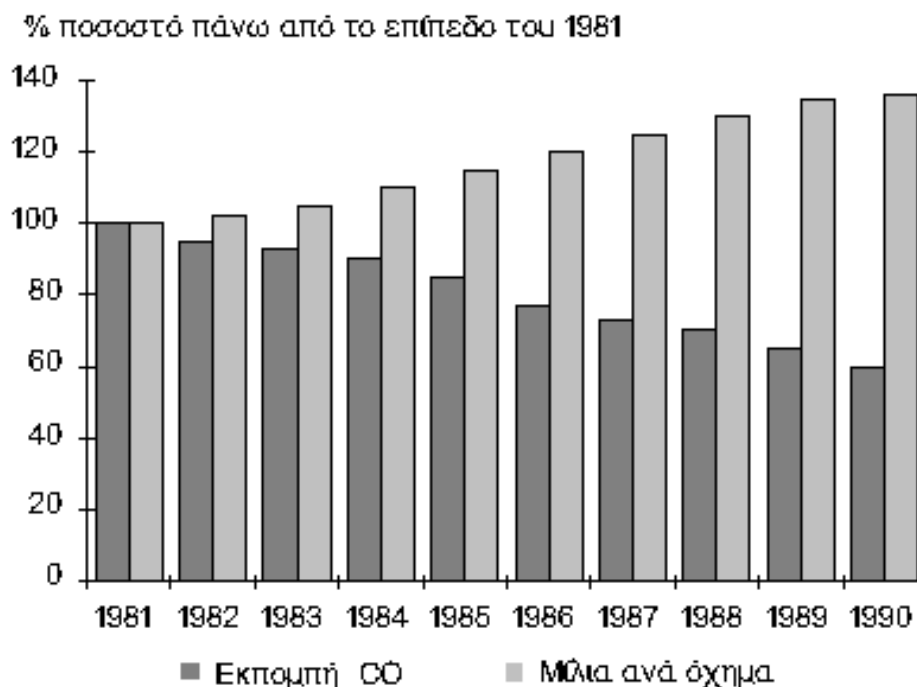
1. Καραπαναγιώτης Λεωνίδα
2. Αγγελόπουλος Ιωάννης

Σκοπός μας είναι η ολοκληρωμένη μελέτη και ανάλυση των καυσαερίων που αποβάλλει ένα αυτοκίνητο ,τις επιπτώσεις που έχουν αυτά στο περιβάλλον καθώς και τους τρόπους μείωσης των ρύπων αυτών δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση και αναλύοντας διεξοδικά τον καταλυτικό μετατροπέα του αυτοκινήτου.Επίσης γίνεται διεξοδική ανάλυση του Λύπτη ΛΑΜΔΑ καθώς και του ελέγχου του συστήματος ρύθμισης με λήπτη λάμδα.

Ευχαριστούμε θερμά τον εισηγητή και καθηγητή μας της πτυχιακής εργασίας κο Καλογήρου Κωνσταντίνο για την βοήθεια και υποστήριξη που μας παρέσχε στη προσπάθειά μας.

1. Εισαγωγή

Το αυτοκίνητο σήμερα μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι η πιο “δημοφιλής” τεχνολογική εξέλιξη του ανθρώπου, με την έννοια ότι εκτός του ότι υπάρχει μία θεαματική αύξηση παραγωγής αυτοκινήτων σ όλο τον κόσμο, σε αυτό εφαρμόζονται οι περισσότερες σύγχρονες τεχνολογικές εξελίξεις της επιστήμης. Η θεαματική αύξηση αυτοκινήτων σε όλο τον κόσμο έχει σαν αποτέλεσμα και την δημιουργία ορισμένων προβλημάτων όπως οι ρύπανση της ατμόσφαιρας από τα παραγόμενα καυσαέρια των αυτοκινήτων.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.1

Μείωση των εκπομπών CO₂ σε σύγκριση με τον αριθμό χλμ.

Όπως φαίνεται και από το (διάγραμμα 1.1) η θέσπιση αυστηρών προδιαγραφών για την μείωση των καυσαερίων έφερε αποτέλεσμα.

Έτσι παρατηρείται μείωση των ρύπων με την εφαρμογή νέων τεχνολογικών εξελίξεων (π.χ. καταλύτες) παρά την αύξηση της κυκλοφορίας των αυτοκινήτων.

Επίσης και ο αριθμός χιλιομέτρων που διανύονται από τα αυτοκίνητα έχει αυξηθεί περισσότερο από 30% μέσα στα τελευταία χρόνια (1981 - 1990)

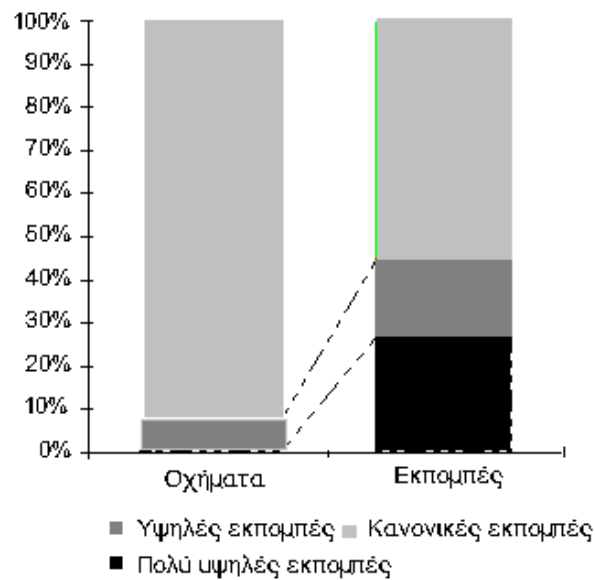
Η συνολική εκπομπή ρύπων έχει μειωθεί κατά 40 %. Αυτό βασικά οφείλεται στον καταλυτικό μετατροπέα (καταλύτη). Ξεκίνησε και εφαρμόστηκε νομοθετικά στην Καλιφόρνια των Η.Π.Α. και κατόπιν ακολούθησαν και οι υπόλοιπες χώρες του κόσμου.

Έτσι στις αναπτυγμένες βιομηχανικά χώρες έχουν θεσπίσει αυστηρά όρια, όσον αφορά την ρύπανση του περιβάλλοντος από τα αυτοκίνητα. Αποτέλεσμα είναι να βρεθούν

τεχνολογικές λύσεις που να μπορεί πλέον το αυτοκίνητο σήμερα να θεωρείται ότι εκπέμπει πολύ λίγους ρύπους έως και μηδενικούς

Όλα αυτά οφείλονται στις τεράστιες επενδύσεις που έκαναν οι αυτοκινητοβιομηχανίες για την μείωση των ρύπων “ που εκπέμπει ” γενικά το αυτοκίνητο, πιεζόμενες από την νομοθεσία και από την ευαισθητοποίηση των ανθρώπων για καθαρότερο περιβάλλον.

Ας δούμε λοιπόν ποιες είναι οι πηγές εκπομπής ρύπων από το αυτοκίνητο



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.2

Ποσοστό ρύπων που εκπέμπονται ως λειτουργία των επιπέδων εκπομπών των αυτοκινήτων

1.1 Νομοθεσία

Στις 20 Μαρτίου 1970 η Οδηγία 70/220/EEC δημοσιεύτηκε στην επίσημη εφημερίδα της ΕΟΚ υποδεικνύοντας ότι τα κράτη-μέλη θα έπρεπε να λάβουν μέτρα για την καταπολέμηση της ρύπανσης που προκαλείται από τα καυσαέρια που παράγονται από τις μηχανές καύσεως όλων των οχημάτων. Από τότε, αυτή η οδηγία έχει υποστεί πολλές τροποποιήσεις, που όλες προσπαθούσαν να μειώσουν τα επίπεδα της ρύπανσης σταδιακά, έτσι ώστε η αυτοκινητοβιομηχανία να μπορέσει να προσαρμοστεί στη νέα νομοθεσία.

Μέχρι το 1988 τα αυτοκίνητα διακρίνονταν σε κατηγορίες σύμφωνα με το βάρος τους και θέτονταν, συγκεκριμένα όρια για κάθε κατηγορία (πίνακας 1.1).

Από τότε, η διάκρισή τους σε κατηγορίες γίνονταν σύμφωνα με τον αριθμό των κυλίνδρων που είχε κάθε αυτοκίνητο. Υπάρχουν τρεις διαφορετικές κατηγορίες με διαφορετικά όρια (πίνακας 1.2). Η οδηγία 91/441/EEC δημοσιεύτηκε στη συνέχεια, επιβάλλοντας πολύ αυστηρά όρια, ανεξάρτητα από τον αριθμό των κυλίνδρων (πίνακας 1.3) και εισαγάγοντας νέα τεστ, που έπρεπε να διεξαχθούν σε μη αστικές οδικές συνθήκες (μέχρι τότε τα τεστ διεξάγονταν μόνο υπό αστικές οδικές συνθήκες). Αυτά τα όρια σήμαιναν ότι οι κατασκευαστές υποχρεώνονταν να τοποθετούν καταλυτικό μετατροπέα σε όλα τα μοντέλα τους.

Βάρος (kg)		CO	HC+NOx
ελάχιστο	μέγιστο	g/test	g/test
	1020	58	19.0
1020	1250	67	20.5
1250	1470	76	22.0
1470	1700	84	23.5
1700	1930	93	25.0
1930	2150	101	26.5
	2150	110	28.0

Κυβισμός		Ημερομηνία εφαρμογής		Οδηγία	CO	HC+NOx	NOx
Min.	Max.	Νέα	Υποχρεωτική				
		μοντέλα εφαρμογή					
2.0		1-10-88	1-10-89	88/76/CEE	25	6.5	3.5
1.4	2.0	1-10-91	1-10-93	88/76/CEE	30	8	
	1.4	1-10-90	1-10-91	88/76/CEE	45	15	6
		1-07-92	1-01-93	89/458/CEE	19	5	

Πίνακας 1.1

Κυβισμός Min. Max.	Ημερομηνία εφαρμογής		Οδηγία	CO g/test	HC+NOx g/test	NOx g/test
	Νέα	Υποχρεωτική μοντέλα εφαρμογή				
2.0	1-10-88	1-10-89	88/76/CEE	25	6.5	3.5
1.4 2.0	1-10-91	1-10-93	88/76/CEE	30	8	
1.4	1-10-90	1-10-91	88/76/CEE	45	15	6
	1-07-92	1-01-93	89/458/CEE	19	5	

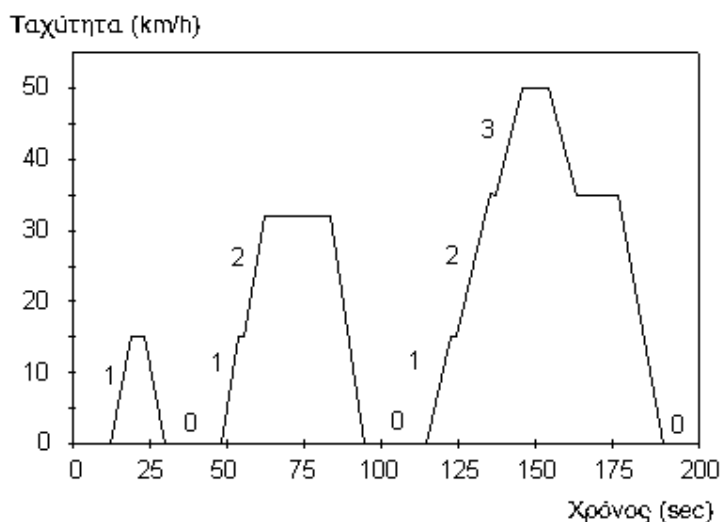
Πίνακας 1.2

Ημερομηνία εφαρμογής		CO g/km	HC+NOx g/km
Νέα	Υποχρεωτική μοντέλα εφαρμογή		
1-7-92	1-1-93	2.72	0.97

Πίνακας 1.3

Για να μετρηθεί το επίπεδο των εκπομπών των ρυπαντών από ένα όχημα ώστε, να είναι μέσα στα όρια της ΕΟΚ, τα τεστ πρέπει να διεξαχθούν σε κανονικές συνθήκες οδήγησης (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.5). Αυτό το τεστ αποτελείται από δύο μέρη. Στο πρώτο μέρος (κυκλοφορία μέσα στην πόλη) χρησιμοποιείται μια υποθετική καμπύλη οδήγησης, η οποία έχει υπολογισθεί με μια λογική συνάφεια προς τη συμπεριφορά ενός οδηγού σε κυκλοφοριακές συνθήκες μέσα στην πόλη. Το τεστ επαναλαμβάνεται τέσσερις φορές, ξεκινώντας με τη μηχανή από το νεκρό σημείο.

Στο δεύτερο μέρος (κυκλοφορία εκτός πόλεως) η μηχανή λειτουργεί σα να κινείται το αυτοκίνητο με ταχύτητα μέχρι περίπου 120 χλμ./ώρα σε κάποια μεγάλη κυκλοφοριακή αρτηρία. Ολόκληρο το τεστ διαρκεί 1180 δευτερόλεπτα και το αυτοκίνητο διανύει συνολικά 11 χλμ.



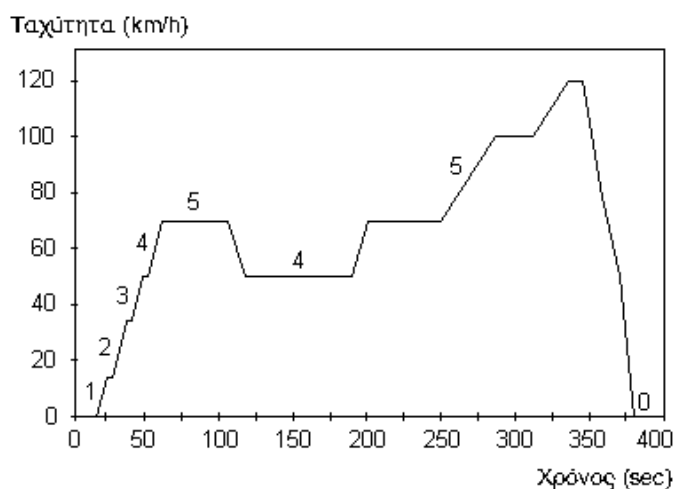
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.5

Τεστ οδήγησης ΕΟΚ. Εντός πόλεως

1η ταχύτητα 2: 2η ταχύτητα 3: 3η ταχύτητα 4: 4η ταχύτητα 5: 5η ταχύτητα 0: Ρελαντί

Για να διεξαχθεί αυτό το τεστ χρησιμοποιείται μηχανισμός με κυλιόμενους κυλίνδρους που προσομοιάζει την κανονική οδήγηση. Ο οδηγός του οχήματος πρέπει να ακολουθήσει τις οδηγίες του τεστ, βοηθούμενος από ένα κομπιούτερ, το οποίο θα επισημάνει κάθε απόκλιση από τον θεωρητικό κύκλο της ΕΟΚ που η οδήγησή του δείχνει. Κατά την διάρκεια του τεστ τα καυσαέρια φεύγουν στην ατμόσφαιρα και δείγματα αυτών λαμβάνονται διαρκώς σε πλαστικές σακούλες για να αναλυθούν στη

συνέχεια στο τέλος του τεστ. Από αυτά τα δείγματα θα προκύψουν οι ποσότητες των ρυπαντών που απελευθερώθηκαν στην ατμόσφαιρα για κάθε χιλιόμετρο που διανύθηκε.



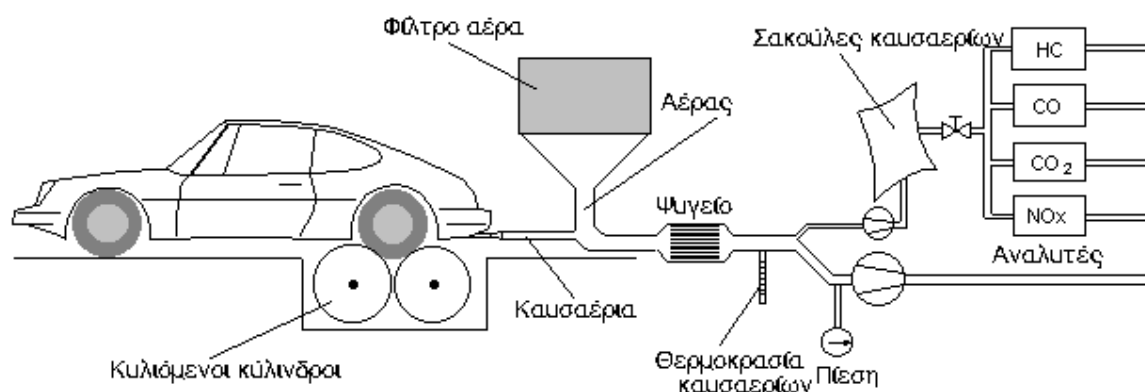
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.6

Τεστ οδήγησης ΕΟΚ εκτός πόλεως

1: 1η ταχύτητα 2: 2η ταχύτητα 3: 3η ταχύτητα 4: 4η ταχύτητα 5: 5η ταχύτητα 0: Ρελαντί

Υπάρχουν και άλλα τεστ οδήγησης που διεξάγονται σε διαφορετικές χώρες, όπως το Ομοσπονδιακό τεστ (Federal Test Procedure) στις ΗΠΑ ή τα Ιαπωνικά τεστ.

Ο σκοπός όλων αυτών των τεστ όμως είναι ο ίδιος : να εξομοιώνουν την λειτουργία της μηχανής όσο το δυνατόν πιστότερα με τις πραγματικές συνθήκες οδήγησης.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.7

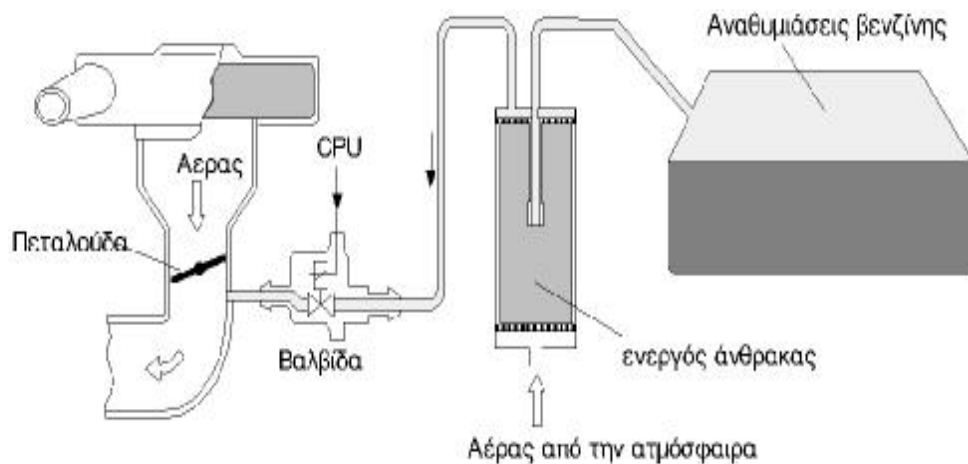
Εγκατάσταση μέτρησης καυσαερίων

1.1. Πηγές εκπομπής

Στο αυτοκίνητο είναι δυνατό να διακρίνουμε τρεις διαφορετικές πηγές ρύπανσης : αναθυμιάσεις από τα καύσιμα, δεύτερον αναθυμιάσεις που δημιουργούνται μέσα στο στροφαλοθάλαμο (κάρτερ) και τρίτον τα καυσαέρια εξάτμισης.

1.1.1. Αναθυμιάσεις βενζίνης από τη δεξαμενή καυσίμου και εξαέρωση βενζίνης από το σύστημα τροφοδοσίας (καρμπυρατέρ).

Υπολογίζεται ότι περίπου το 20% των άκαυστων υδρογονανθράκων που ένα αυτοκίνητο εκπέμπει στην ατμόσφαιρα στην πραγματικότητα προέρχεται από την εξαέρωση της βενζίνης μέσα στη δεξαμενή καυσίμου και το καρμπυρατέρ. Για να εμποδίσουμε αυτές τις εκπομπές όταν το όχημα βρίσκεται σε στάση, η δεξαμενή καυσίμου και το καρμπυρατέρ συνδέονται με ένα κλειστό δοχείο το οποίο περιέχει ενεργό άνθρακα που απορροφά και συγκρατεί τις αναθυμιάσεις της βενζίνης. Όταν το όχημα ξεκινήσει, αυτή η βενζίνη επαναχρησιμοποιείται με τον αέρα που διοχετεύεται μέσα από τον ενεργό άνθρακα. (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.3)

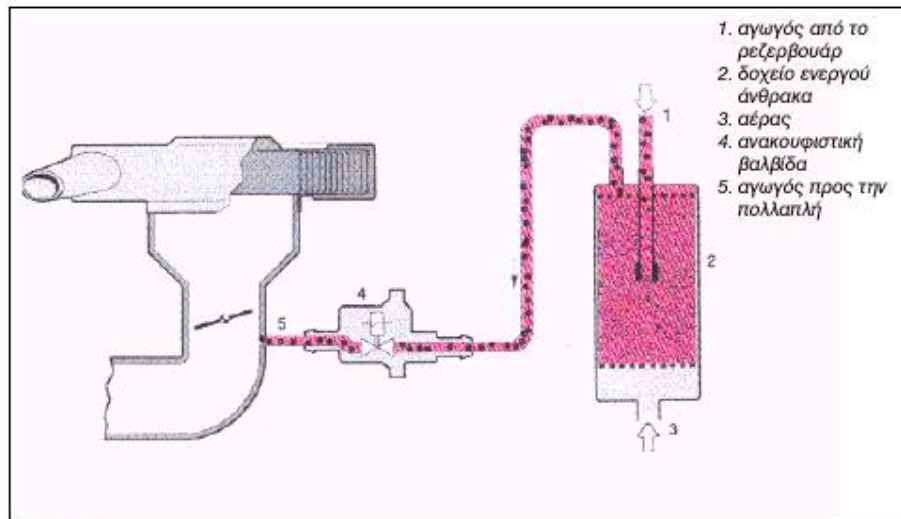


Διάγραμμα 1.3.
Σύστημα ελέγχου αναθυμιάσεων βενζίνης με δοχείο
ενεργού άνθρακα (ECS)

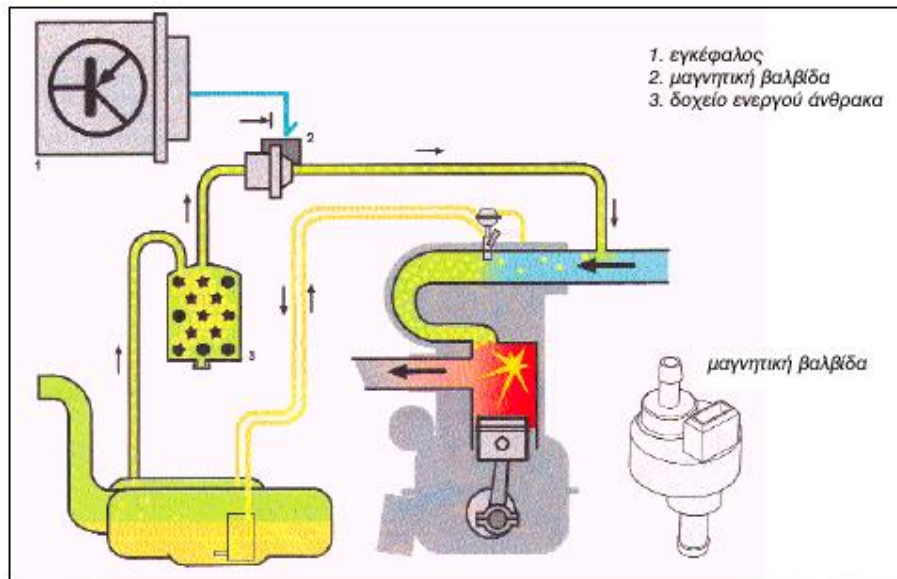
Το δοχείο ενεργού άνθρακα περιέχει ενεργό άνθρακα σε μορφή κόκκων. Συνδέεται με ένα σωληνάκι με την βαλβίδα ανατροπής του ρεζεβουάρ. Ένα άλλο σωληνάκι συνδέει το δοχείο ενεργού άνθρακα με τη βαλβίδα καθαρισμού ή εξαερισμού του δοχείου. Από εκεί οι αναθυμιάσεις που έχουν παγιδευτεί στο δοχείο ενεργού άνθρακα οδηγούνται στους θαλάμους καύσης του κινητήρα για να καούν.

Κάτω από ορισμένες συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα ανοίγει η βαλβίδα εξαερισμού του δοχείου ενεργού άνθρακα για να είναι δυνατή η διαφυγή των αναθυμιάσεων προς τους θαλάμους καύσης του κινητήρα.

Στο φίλτρο του ενεργού άνθρακα υπάρχει η βαλβίδα εξαερισμού η οποία ανοίγει από την υποπίεση που αναπτύσσεται στην πολλαπλή εισαγωγής. Όταν ανοίγει αυτή η βαλβίδα οι αναθυμιάσεις βενζίνης διοχετεύονται στην πολλαπλή εισαγωγής όπου αναμιγνύονται με τον αναρροφούμενο αέρα. Η βαλβίδα εξαερισμού βρίσκεται εσωτερικά στο δοχείο ενεργού άνθρακα ή είναι τοποθετημένη εξωτερικά στον χώρο του κινητήρα.



Εικόνα 1.1.α. Ανακούφιση δοχείου ενεργού άνθρακα

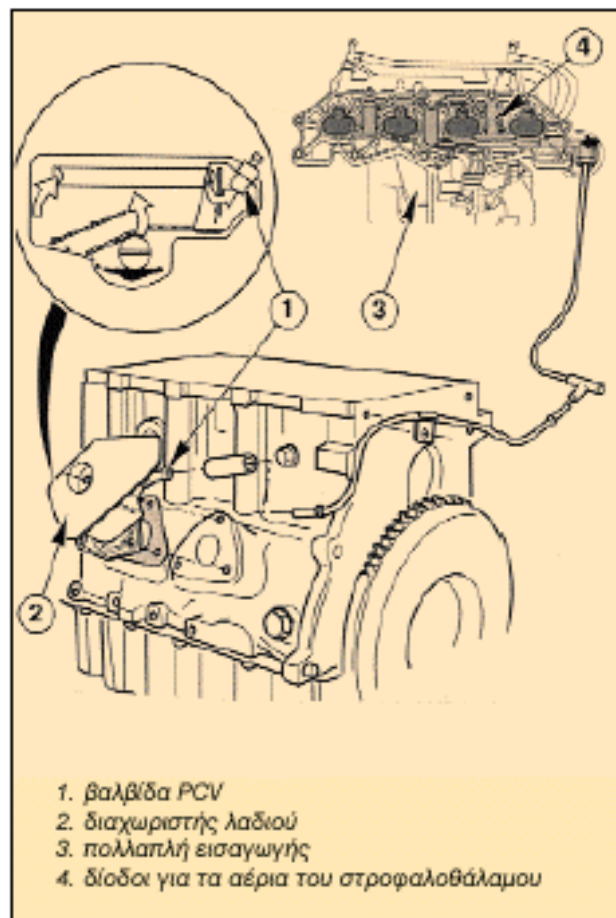


Εικόνα 1.1.β. Εξαερισμός ρεζεβουάρ

1.1.2. Αναθυμιάσεις μέσα από τον στροφαλοθάλαμο (κάρτερ)

Μια ποσότητα αερίων από το θάλαμο καύσης διαφεύγει από τα ελατήρια προς το στροφαλοθάλαμο. Τα αέρια αυτά καθώς και οι ατμοί του λαδιού που δημιουργούνται κατά την λειτουργία του κινητήρα πρέπει να απομακρύνονται ώστε να μην δημιουργηθεί μεγάλη εσωτερική πίεση στον στροφαλοθάλαμο του κινητήρα.

Σκοπός του συστήματος θετικού εξαερισμού του στροφαλοθάλαμου είναι η διοχέτευση των αναθυμιάσεων του στροφαλοθάλαμου στην πολλαπλή εισαγωγής.



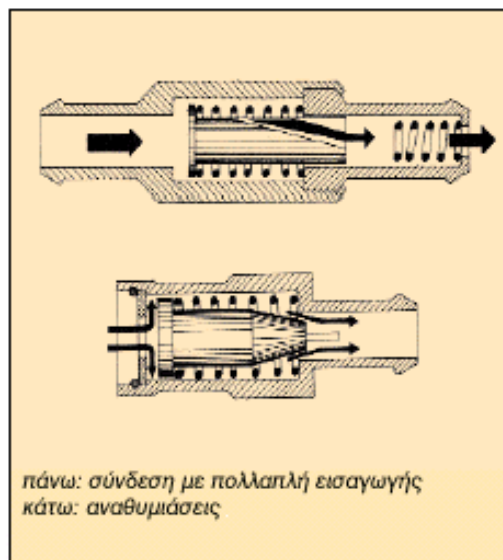
Εικόνα 1.1.2. Εξαερισμός στροφαλοθάλαμου

Οι αναθυμιάσεις απο το στροφαλοθάλαμο περνούν μέσα απο τον διαχωριστή λαδιού και τη βαλβίδα υποπίεσης (PCV) στην πολλαπλή εισαγωγής.

Παλαιότερα, όταν δεν εφαρμοζόνταν το σύστημα θετικού εξαερισμού του στροφαλοθάλαμου οι αναθυμιάσεις διέφευγαν στην ατμόσφαιρα. Έτσι υπήρχε ρύπανση του περιβάλλοντος με άκαυστους υδρο-γονάνθρακες. Η θέση της βαλβίδας εξαερισμού του συστήματος PVC είναι πάνω στο καπάκι των βαλβίδων. Είναι μονόδρομη και ανοίγει μόνον όταν η πίεση είναι θετική. Η βαλβίδα έχει ένα προφορτισμένο ελατήριο που ελέγχει το άνοιγμα της και επομένως τη ροή των αναθυμιάσεων.

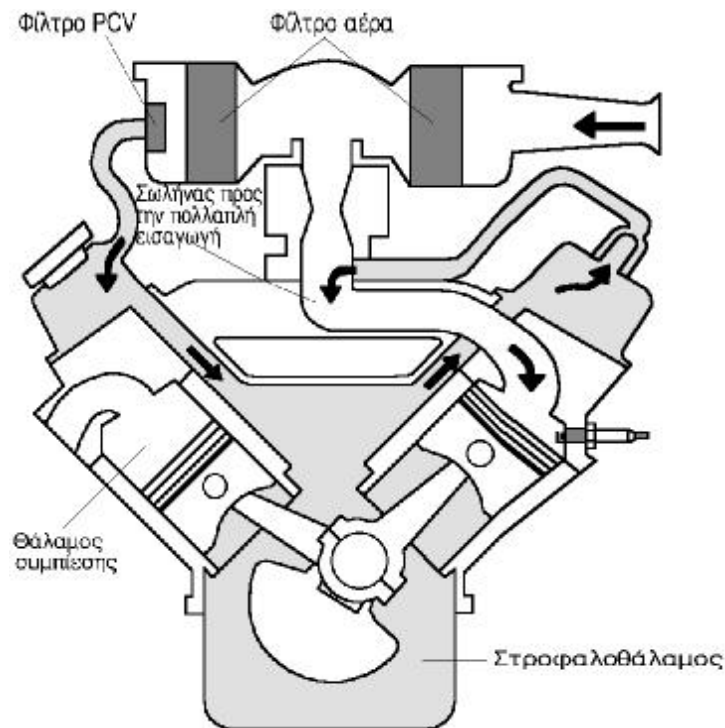
Η είσαγή των αναθυμιάσεων γίνεται πριν απο την πεταλούδα γκαζιού. Η βαλβίδα PVC ανοίγει μόνο με την εφαρμογή υποπίεσης απο την πολλαπλή εισαγωγής μονό και μόνο όταν ανοίγει η πεταλούδα του γκαζιού.

Σε άλλα συστήματα ψεκασμού, αναρροφάται αέρας στο στροφαλοθάλαμο στίς μεσαίες στροφές και συμπαρασύρει τα αέρια που προωθούνται στην πολλαπλή εισαγωγής μέσω της βαλβίδας PVC η οποία βρίσκεται στο καπάκι του εκκεντροφόρου.



Εικόνα 1.1.2. Είδη βαλβίδων PCV

Οι αναθυμιάσεις του στροφαλοθάλαμου ευθύνονται για το 25% περίπου των άκαυστων υδρογονανθράκων που εκπέμπονται από το αυτοκίνητο. Αυτά τα αέρια αποτελούνται κυρίως από υδρογονάνθρακες, αν και, ανάλογα με την κατάσταση λειτουργίας της μηχανής, μπορεί επίσης να περιέχουν κάποια από τα υποπροϊόντα της καύσης. Αυτή η πηγή ρύπανσης είναι εύκολο να ελεγχθεί καθώς μπορούμε να επανακυκλοφορήσουμε τις αναθυμιάσεις του στροφαλοθαλάμου πίσω στη μηχανή. (ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.4). Αυτή η λύση έχει χρησιμοποιηθεί στην πράξη για πολλά χρόνια.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.4
Επανακυκλοφορία αναθυμιάσεων στροφαλοθαλάμου

1.1.3. Καυσαέρια εξάτμισης – Σύστημα ανακυκλοφορίας καυσαερίων EGR

Τα καυσαέρια εξάτμισης είναι 100% υπεύθυνα για τις εκπομπές οξειδίων του αζώτου (NO_x) και μονοξειδίου του άνθρακα (CO). Επιπλέον, περιέχουν περίπου το 50% των άκαυστων υδρογονανθράκων που παράγονται από την μηχανή. Σ' αυτή την τελευταία πηγή ρύπανσης έχει επικεντρωθεί σχεδόν όλη η υπάρχουσα νομοθεσία σχετικά με την προκαλούμενη από οχήματα ρύπανση, αφού αυτή είναι η κύρια πηγή ρύπανσης.

Διαχρονικά, οι λύσεις στο πρόβλημα των καυσαερίων των εξατμίσεων των οχημάτων υπήρξαν ποικίλες αλλά μπορούν να ομαδοποιηθούν σε τρεις κατηγορίες .

Πρώτον λύσεις που σχετίζονται με το ίδιο το καύσιμο, δεύτερο λύσεις που αφορούν το σχεδιασμό της μηχανής και τρίτον λύσεις που επιδρούν πάνω στα καυσαέρια της εξάτμισης, καθώς αυτά βγαίνουν από το θάλαμο καύσης και πριν απελευθερωθούν στην ατμόσφαιρα. Θα εξετάσουμε αυτές τις λύσεις στη συνέχεια σε ειδικό κεφάλαιο.

Με την ανακυκλοφορία των καυσαερίων περιορίζεται κατά 30% η ποσότητα των οξειδίων του αζώτου (NO_x) που παράγονται κατά την καύση όταν στους θαλάμους καύσης του κινητήρα επικρατούν υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες.

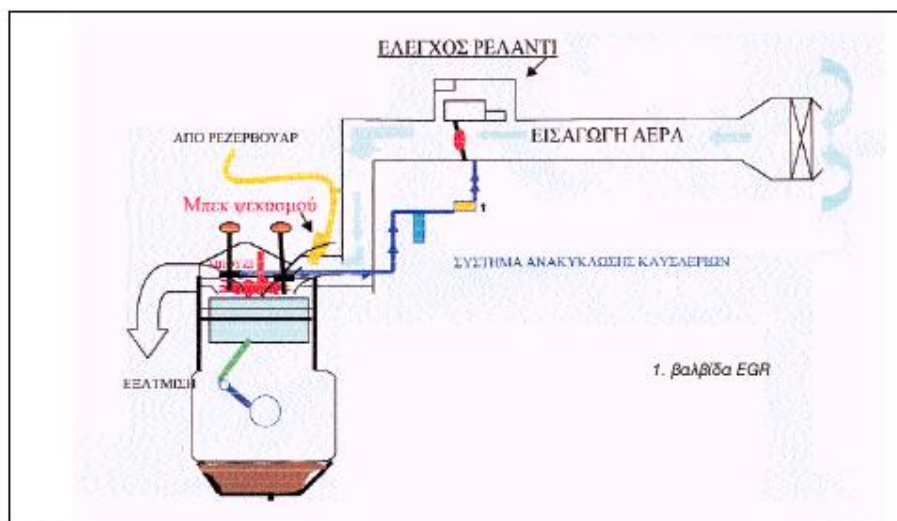
Η ροή των καυσαερίων προς την πολλαπλή εισαγωγής ελέγχεται από την βαλβίδα επανακυκλοφορίας καυσαερίων EGR που βρίσκεται ενσωματωμένη σε ένα αγωγό που συνδέει την πολλαπλή εξαγωγής με την πολλαπλή εισαγωγής.

Τα καυσαέρια διοχετεύονται στο θάλαμο καύσης. Με την εισαγωγή των σχετικά ψυχρών καυσαερίων $T = 600^{\circ}\text{C}$ μειώνεται η θερμοκρασία στο θάλαμο καύσης και με αυτό τον τρόπο ελαττώνονται τα οξείδια (NO_x).

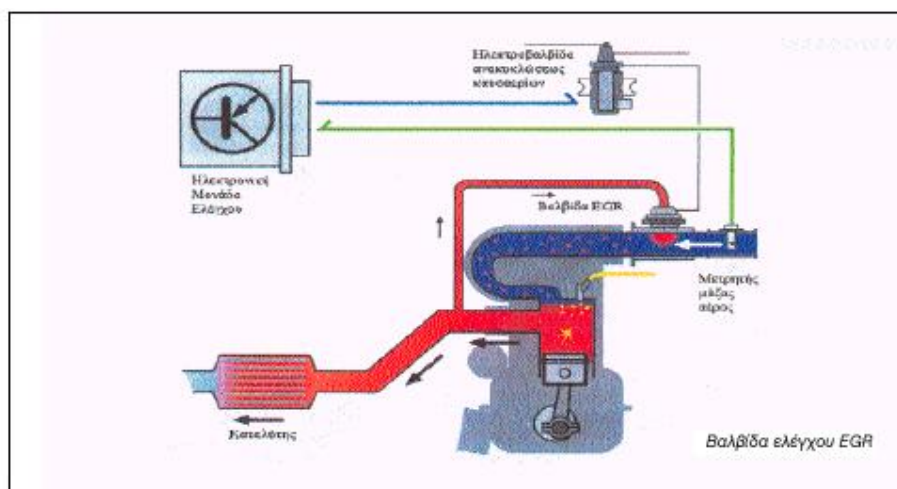
Η ανακύκλοφορία του καυσαερίου δεν εκτελείται όταν η πεταλούδα γκαζίου βρίσκεται στις ακραίες θέσεις δηλαδή στο ρελαντί ή όταν έχουμε υψηλά φορτία.

Το σύστημα ανακυκλοφορίας καυσαερίων ελέγχεται από τον εγκέφαλο του συστήματος που ανοιγοκλείνει τη βαλβίδα ελεγχου EGR και κατά συνέπεια ελέγχει την διέλευση των καυσαερίων προς την πολλαπλή εισαγωγής.

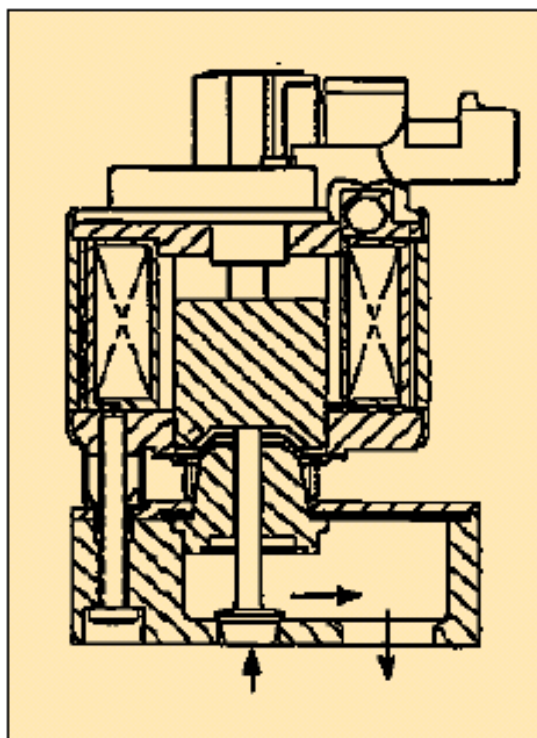
Η βαλβίδα είναι ηλεκτρομαγνητική και ελέγχεται από τον εγκέφαλο του συστήματος ψεκασμού. Ο εγκέφαλος με τη βοήθεια των σημάτων εισόδου από τους αισθητήρες υπολογίζει τις παραμέτρους του κινητήρα όπως π.χ. τον αριθμό και το φορτίο του κινητήρα.



Εικόνα 1.1.3.α. Σύστημα ανακυκλοφορίας καυσαερίων EGR



Εικόνα 1.1.3.β. Ανακυκλοφορία καυσαερίων



Εικόνα 1.1.3.γ. Βαλβίδα ελεγχου EGR

Το άνοιγμα της βαλβίδας εξαρτάται από το ρεύμα από το οποίο διαρρέεται το πηνίο της και ελέγχεται από το σήμα του εγκεφάλου. Ένα ελατήριο εξασφαλίζει τη δύναμη επαναφοράς που απαιτείται για να διατηρηθεί η βαλβίδα επιστροφής καυσαερίων κλειστή όταν αυτή δεν τροφοδοτείται με ρεύμα.

Η βαλβίδα ελεγχου EGR λειτουργούν με διάφραγμα και ελατήριο. Όταν στο διάφραγμα ασκείται υποπίεση από το άνοιγμα της πεταλούδας γκάζιου μετατοπίζεται κάθετα η κωνική βαλβίδα και το καυσαέριο διαφεύγει προς την πολλαπλή εισαγωγής.

Μερικές βαλβίδες ελέγχου έχουν ένα θερμικό διακόπτη που αναγνωρίζει τη θερμοκρασία του ψυκτικού υγρού της μηχανής και ενεργοποιεί τη βαλβίδα όταν ολοκληρωθεί η προθέρμανση του κινητήρα.

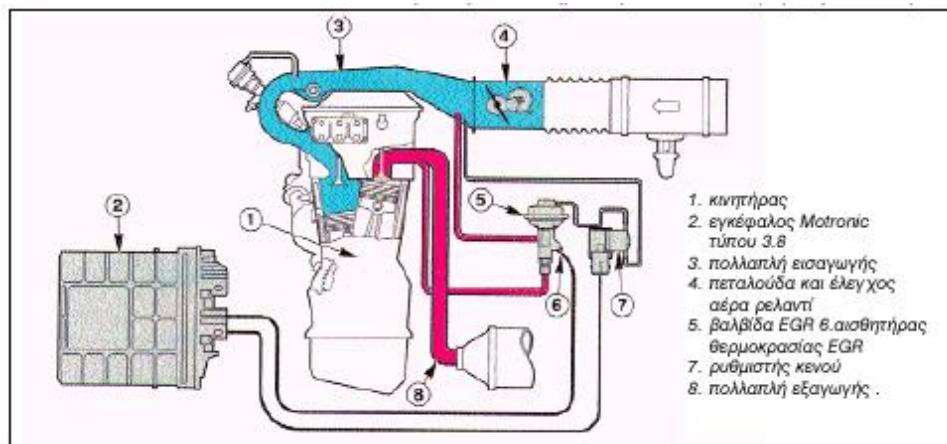
Ο εγκέφαλος υπολογίζει την επιτρεπτή ποσότητα καυσαερίων προς ανακυκλοφορία μετα απο επεξεργασία διαφόρων παραμέτρων και ενεργοποιεί ανάλογα τη βαλβίδα ελέγχου EGR με ηλεκτρικούς παλμούς.

Σε ορισμένες περιπτώσεις στη βαλβίδα ελέγχου EGR υπάρχει ενσωματωμένος ένας αισθητήρας θερμοκρασίας EGRT. Ο αισθητήρας θερμοκρασίας EGRT χρησιμεύει στη παρακολούθηση και διάγνωση βλαβών στο σύστημα.

Εαν η θερμοκρασία της βαλβίδας ελέγχου EGR είναι πολύ μεγάλη η βαλβίδα είναι διαρκώς ανοιχτή. Ενω στην περίπτωση που η θερμοκρασία της βαλβίδας ελέγχου EGR είναι πολύ χαμηλή η βαλβίδα δεν ανοίγει σωστά.

Οι βαλβίδες ελέγχου EGR λειτουργούν με διάφραγμα και ελατήριο.

Όταν ο ρυθμιστής κενού του EGR βρίσκεται στον αγωγό υποπίεσης απο την πολλαπλή εισαγωγής προς την βαλβίδα EGR.

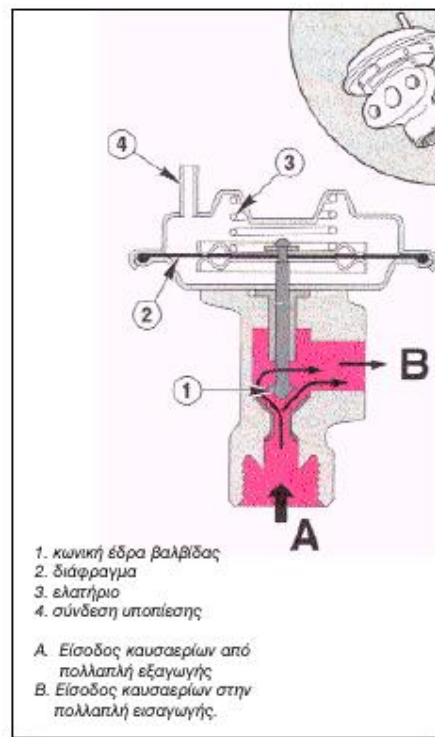


Εικόνα 1.1.3.δ. Συνδεσμολογία συστήματος επανακυκλοφορίας καυσαερίων

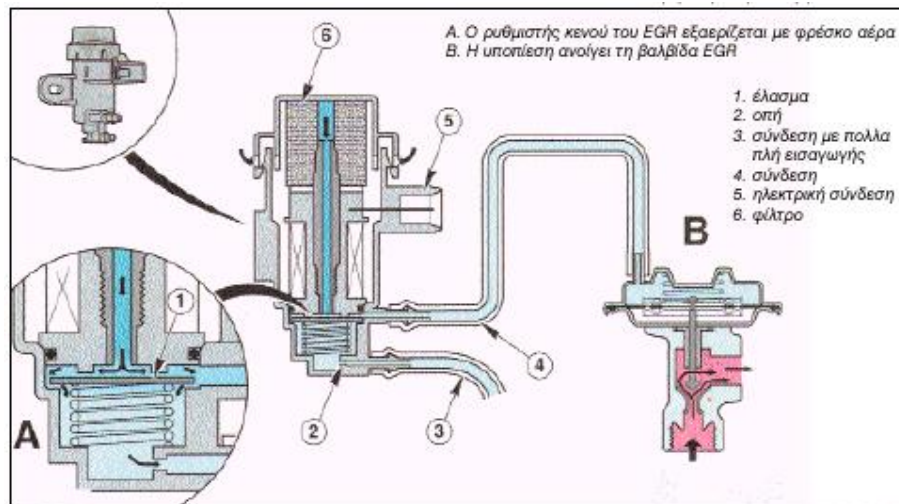
Όταν ο ρυθμιστής κενου του EGR απενεργοποιείται η υποπίεση ενεργεί πάνω στο μεταλλικό έλασμα της βαλβίδας που πιέζει την έδρα της βαλβίδας με την δύναμη του ελατηρίου και η υποπίεση μειώνεται με την είσοδο αέρα απο το περιβάλλον. Η υποπίεση που εξακολουθεί να υπάρχει δεν επαρκεί για να ανοίξει τη βαλβίδα επανακυκλοφορίας καυσαερίων.

Όταν ο ρυθμιστής κενου του EGR ενεργοποιείται απο τον εγκέφαλο το μαγνητικό πεδίο του πηνίου τη δύναμη κλεισίματος της βαλβίδας με την επίπεδη έδρα καθώς το σιδερένιο έλασμα της βαλβίδας ελκεται μαγνητικά. Αυτό επιτρέπει το σχηματισμό υποπίεσης που ενεργεί επάνω στο διαφραγμα της βαλβίδας επανακυκλοφορίας καυσαερίων και το ανοίγει.

Η υποπίεση του ρυθμιστή κενου ελέγχεται με τους μεταβλητούς παλμούς.



Εικόνα 1.1.3.ε. Συνδεσμολογία συστήματος επανακυκλοφορίας καυσαερίων



Εικόνα 1.1.3.στ. Λειτουργία βαλβίδας με το κενό

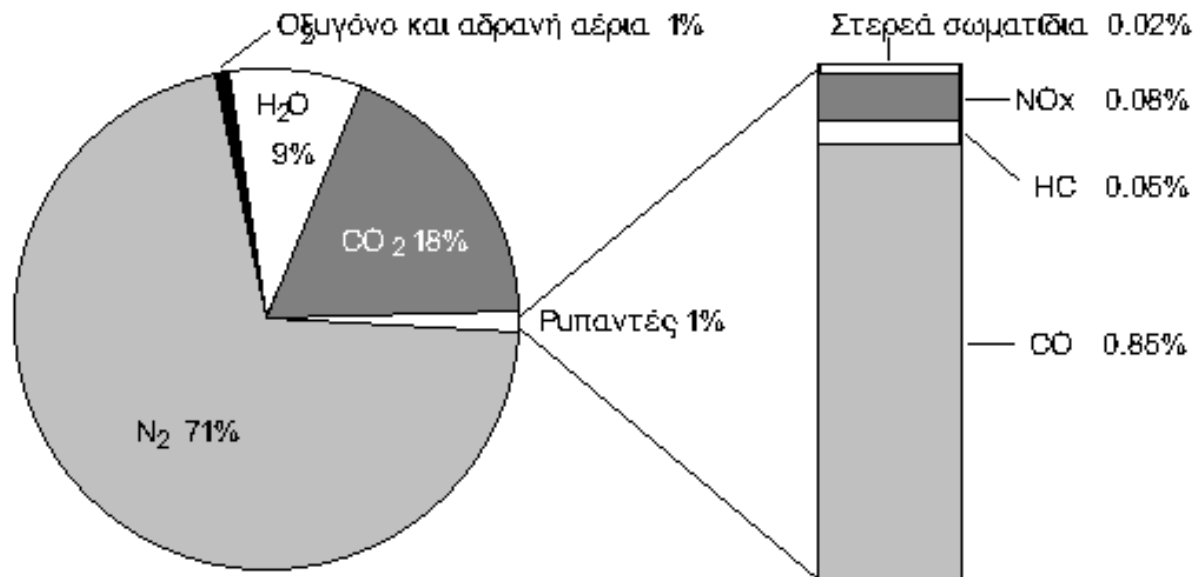
2. Σύσταση καυσαερίων

Η μηχανή εσωτερικής καύσεως δεν είναι ικανή να καίει εντελώς όλο το καύσιμο στους κυλίνδρους της, εξαιτίας του τρόπου με τον οποίο λειτουργεί. Όσο πιο ατελής είναι η διαδικασία καύσης, τόσο μεγαλύτερη είναι η ποσότητα επιβλαβών ουσιών που απελευθερώνονται με τα καυσαέρια στην ατμόσφαιρα.

Οπουδήποτε κι αν κοιτάξουμε στον κόσμο, σε διαφορετικές χώρες με διαφορετικές νομοθεσίες, απώτερος σκοπός είναι η μείωση της ρύπανσης. Όλες οι προσπάθειες να μειωθεί η εκπομπή ρύπων στοχεύουν να διασφαλίσουν την ελαχιστοποίηση των ρύπων, αλλά ταυτόχρονα προσπαθούν να επιτύχουν χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμων σε οποιαδήποτε κατάσταση λειτουργίας του οχήματος και τέλος προσπαθούν να εξασφαλίσουν μια ομαλή οδήγηση. Αυτοί οι στόχοι προφανώς έρχονται σε αντίθεση, και έτσι διαφορετικοί κατασκευαστές αυτοκινήτων επιλέγουν διαφορετικές λύσεις.

Όταν γίνεται τέλεια καύση ενός υδρογονάνθρακα, τα μόνα υποπροϊόντα είναι διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και νερό (H_2O). Όμως συνέπεια της ατελούς καύσης, η μηχανή εσωτερικής καύσεως παράγει, εκτός από αβλαβείς ουσίες και άλλες ουσίες που ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα, τουλάχιστον όταν συναντώνται σε υψηλές συγκεντρώσεις. Τα επιβλαβή υποπροϊόντα αντιπροσωπεύουν περίπου 1% των καυσαερίων που εκπέμπονται από τη μηχανή.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.1



Σύσταση καυσαερίων

2.1. Μη τοξικά αέρια

2.1.1. Άζωτο (N₂)

Εκτός από το ότι είναι το κύριο συστατικό του αέρα που αναπνέουμε (79%), είναι επίσης χημικά αδρανές (δεν μπορεί να αντιδράσει με άλλα στοιχεία). Σε αυτήν την κατάσταση, βγαίνει από την εξάτμιση χωρίς να έχει υποστεί καμία απολύτως αλλαγή, εκτός από ένα μικρό ποσοστό το οποίο έχει μετατραπεί σε οξείδιο του αζώτου (NO_x), εξαιτίας της υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης που επικρατεί μέσα στο θάλαμο καύσεως.

2.1.2. Οξυγόνο (O₂)

Το αέριο αυτό είναι απολύτως απαραίτητο για να γίνει η καύση. Είναι το δεύτερο κύριο συστατικό του αέρα, σε ποσοστό περίπου 21%. Σε μια ιδανική αναλογία, δεν θα έμενε καθόλου οξυγόνο από την καύση, η οποία στην περίπτωση αυτή θα ήταν τέλεια. Καθώς αυτό δεν είναι δυνατόν, υπάρχει ένα υπόλοιπο οξυγόνου στα καυσαέρια, περίπου 0.6%. Αν το μίγμα που χρησιμοποιείται είναι πολύ πλούσιο, τότε το επίπεδο του οξυγόνου μειώνεται, αλλά ποτέ δεν μηδενίζεται. Αντίθετα, εάν το μίγμα είναι φτωχό, η ποσότητα οξυγόνου στα καυσαέρια αυξάνεται σημαντικά.

2.1.3. Υδρατμοί (H₂O)

Όπως έχουμε ήδη σημειώσει, το νερό είναι ένα προϊόν της καύσης. Σε αυτό οφείλεται ο λευκός καπνός που βλέπουμε να βγαίνει από την εξάτμιση, ιδίως τις κρύες μέρες. Οι ατμοί του νερού συμπυκνώνονται (ψύχονται) κατά μήκος της εξάτμισης καθώς η θερμοκρασία των καυσαερίων μειώνεται και σχηματίζουν τα χαρακτηριστικά σταγονίδια νερού που βλέπουμε στην έξοδο των εξατμίσεων των αυτοκινήτων.

2.1.4. Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)

Όπως και οι υδρατμοί, το διοξείδιο του άνθρακα υπάρχει πάντοτε όταν γίνεται καύση. Αν και το αέριο αυτό δεν είναι τοξικό, είναι εμμέσως βλαβερό για την ατμόσφαιρα, όταν συναντάται σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες της κανονικής. Όταν η ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα που υπάρχει στην ατμόσφαιρα είναι μεγαλύτερη από εκείνη που πρέπει, τα φυτά δεν μπορούν να την απορροφήσουν και να την μετατρέψουν σε οξυγόνο. Τότε η ισορροπία της φύσης διαταράσσεται, οδηγώντας στο περίφημο “φαινόμενο του θερμοκηπίου” δηλαδή στην άνοδο της θερμοκρασίας του πλανήτη και σε διάφορες απρόβλεπτες κλιματολογικές μεταβολές.

2.2. Τοξικά αέρια

Ο κατάλογος των βλαβερών ουσιών που υπάρχουν στα καυσαέρια είναι εξαιρετικά μακρύς, όπως είναι και η ποικιλία υδρογονανθράκων και πρόσθετων ουσιών που υπάρχουν στη βενζίνη. Υπάρχει επίσης μια ποικιλία σύνθετων (περίπλοκων) χημικών αντιδράσεων οι οποίες πραγματοποιούνται ταυτόχρονα με την καύση των υδρογονανθράκων.

Υδρογονάνθρακες που δεν καίγονται

C_nH_m (παραφίνες, ολεφίνες, αρωματικοί υδρογονάνθρακες).

Υδρογονάνθρακες που καίγονται μερικώς

C_nH_mCHO (αλδεΐδες)

C_nH_mCO (ακετόνες)

C_nH_mCOOH (καρβοξύλιο)

CO (μονοξειδίο του άνθρακα)

Προϊόντα της θερμικής διάσπασης του πετρελαίου και λοιπά παράγωγα

C₂H₂ (ασετιλίνη)

C₂H₄ (αιθυλένιο)

H₂ (υδρογόνο)

πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες κλπ.

Προϊόντα της καύσης

από ατμοσφαιρικό άζωτο NO, NO₂ (οξειδία του αζώτου)

από πρόσθετες ουσίες στα καύσιμα (οξειδία του μολύβδου κλπ.)

από ακαθαρσίες στα καύσιμα (οξειδία του θείου)

Εκτός από αυτά, με την βοήθεια του ηλιακού φωτός παράγονται από τα καυσαέρια και τα ακόλουθα προϊόντα καύσης :

οργανικά υπεροξειδία

όζον κλπ.

Υπεροξειδία, ακετυλικά παράγωγα, νιτρώδη

Παρά το μακρύ αυτό κατάλογο, όλοι αυτοί οι ρύποι δε βρίσκονται σε μεγάλες ποσότητες στα καυσαέρια έτσι ώστε να δημιουργούν πρόβλημα ρύπανσης. Στην πραγματικότητα για μόνο τέσσερις από αυτούς υπάρχουν περιορισμοί στη νομοθεσία των ποσοστών που επιτρέπεται να εκπέμπονται από αυτοκίνητα. Αυτοί είναι: οι άκαυστοι

υδρογονάνθρακες (HC), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), τα οξειδία του αζώτου (Nx) και τα στερεά σωματίδια (μόνο για μηχανές ντίζελ).

Ειδική αναφορά πρέπει να γίνει στο Όζον, το οποίο, όταν βρίσκεται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, προστατεύει τη ζωή στη γη, φιλτράροντας τις υπεριώδεις ακτινοβολίες του ήλιου, αλλά όταν βρίσκεται στο επίπεδο του εδάφους είναι βλαβερό, κάτι που έχει ιδιαίτερη σημασία για τις αστικές περιοχές. Το όζον προκαλεί σοβαρούς ερεθισμούς και ευθύνεται για τα συμπτώματα του αναπνευστικού συστήματος και της όρασης που σχετίζονται με τη ρύπανση. Καταστρέφει το εσωτερικό των πνευμόνων, επιδεινώνει τα αναπνευστικά προβλήματα και γενικά κάνει τους ανθρώπους πιο δεκτικούς σε αναπνευστικές μολύνσεις και επιπλοκές. Ιδιαίτερα τα παιδιά είναι ευάλωτα στα καταστρεπτικά αποτελέσματα του όζοντος, καθώς και οι ενήλικες με πνευμονικά προβλήματα. Επίσης, η παρουσία του όζοντος σε υψηλά επίπεδα εμποδίζει την ανάπτυξη των φυτών και μπορεί να προκαλέσει ανεπανόρθωτες ζημιές στα τροπικά δάση.

Το όζον είναι μια μοριακή μορφή του οξυγόνου που αποτελείται από 3 άτομα οξυγόνου συνδεδεμένα μεταξύ τους. Δεν εκπέμπεται άμεσα από τα αυτοκίνητα, αλλά σχηματίζεται στην ατμόσφαιρα μετά από περίπλοκες χημικές αντιδράσεις, σχετιζόμενες με την ύπαρξη υδρογονανθράκων, οξειδίων του αζώτου και ηλιακού φωτός. Η ταχύτητα με την οποία γίνονται αυτές οι αντιδράσεις εξαρτάται από τη θερμοκρασία αλλά και από την ποσότητα του ηλιακού φωτός. Κατά συνέπεια, τα υψηλότερα επίπεδα παρουσίας όζοντος σημειώνονται στα ζεστά, ηλιόλουστα, καλοκαιρινά πρωινά ή απογεύματα. Οι υδρογονάνθρακες και τα οξειδία του αζώτου παράγονται μέσα από μια ποικιλία διαδικασιών που κατά την καύση, συμπεριλαμβανομένων και διαφόρων βιομηχανικών διαδικασιών, αλλά στις μεγάλες πόλεις τουλάχιστον το μισό αυτού του είδους της ρύπανσης, προέρχεται από εξατμίσεις μηχανών.

2.2.1. Άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC)

Σαν άκαυστους υδρογονάνθρακες, θα πρέπει επίσης να θεωρήσουμε και εκείνους τους υδρογονάνθρακες που καίγονται μερικώς, όπως τα παράγωγα από τη διαδικασία θερμικής διάσπασης. Κανονικά οι υδρογονάνθρακες έχουν τη δική τους ιδιαίτερη οσμή. Με την παρουσία οξειδίων του αζώτου και ηλιακού φωτός σχηματίζουν προϊόντα οξείδωσης τα οποία ενοχλούν τις βλεννώδεις μεμβράνες της μύτης. Κάποιοι από αυτούς τους υδρογονάνθρακες θεωρούνται καρκινογόνοι.

Οι υδρογονάνθρακες παράγονται κυρίως από το άκαυστο καύσιμο που κολλάει στα τοιχώματα του θαλάμου καύσεως.

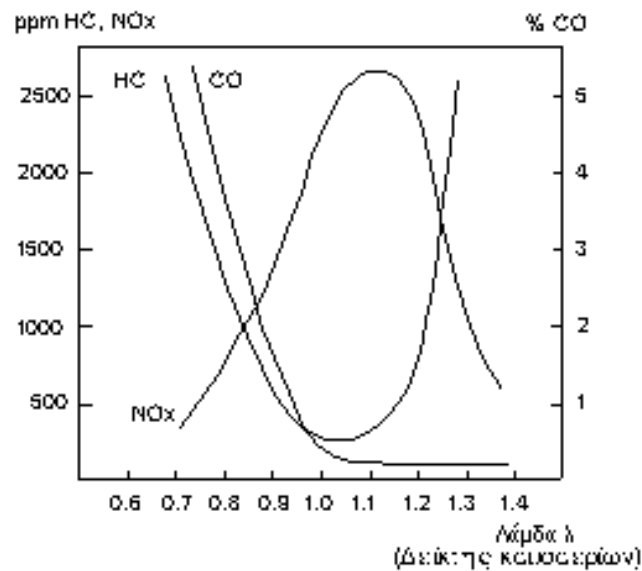
Το μίγμα αέρα/καυσίμου ψύχεται μερικά, εξαιτίας του μικρού διάκενου μεταξύ της κεφαλής του κυλίνδρου και του εμβόλου με αποτέλεσμα το μίγμα να μην είναι αρκετά θερμό, ώστε η φλόγα να φτάσει σε όλο το μίγμα και έτσι η καύση πραγματοποιείται μόνο μέχρι κάποια απόσταση από τις επιφάνειες του κυλίνδρου και του εμβόλου. Η εκπομπή υδρογονανθράκων αυξάνεται εξίσου είτε όταν χρησιμοποιείται πλούσιο μίγμα, είτε φτωχό, γιατί η καύση δεν πραγματοποιείται υπό ιδανικές συνθήκες και στις δυο περιπτώσεις. Ελάχιστο ποσό εκπομπής υδρογονανθράκων επιτυγχάνεται όταν το μίγμα είναι ελαφρώς φτωχό, οπότε υπάρχει περίσσεια οξυγόνου και βρίσκεται σε αρκετά υψηλή θερμοκρασία.

2.2.2. Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Είναι αποτέλεσμα ατελούς καύσης. Δεν υπήρχε δηλαδή αρκετό οξυγόνο ώστε να οξειδώσει τον άνθρακα σε διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Το ποσοστό μονοξειδίου του άνθρακα εξαρτάται κυρίως από την αναλογία μίγματος αέρα – βενζίνης (AFR). Η μετατροπή CO σε CO₂ είναι σχετικά εύκολη υπόθεση. Πάντα το ποσοστό CO στην άκρη της εξάτμισης είναι χαμηλότερο από αυτό στην αρχή της, κοντά στην βαλβίδα εξαγωγής ακόμα και στα συμβατικά αυτοκίνητα. Που σημαίνει ότι στην εξάτμιση έχουμε μετατροπή

CO σε CO₂. Η αντίδραση αυτή επιταχύνεται αν με κάποιο τρόπο προσθέτουμε φρέσκο αέρα μέσα στον εξάτμιση. Το CO είναι αέριο δηλητηριώδες.

Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι άχρωμο, άοσμο και άορατο και είναι ιδιαίτερα επικίνδυνο εξαιτίας της υψηλής τοξικότητάς του. Μειώνει την ικανότητα του αίματος να απορροφά οξυγόνο και βέβαια την ποσότητα του οξυγόνου στην κυκλοφορία του αίματος. Συγκέντρωση μόνο 0.3% μονοξειδίου του άνθρακα στον αέρα που αναπνέουμε είναι αρκετή για να προκαλέσει θάνατο μέσα σε περίπου 30 λεπτά. Υψηλότερη συγκέντρωση θα προκαλέσει λιποθυμία σε λιγότερο από ένα λεπτό.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.2

Συγκέντρωση ρυπαντών σε μηχανή βενζίνης

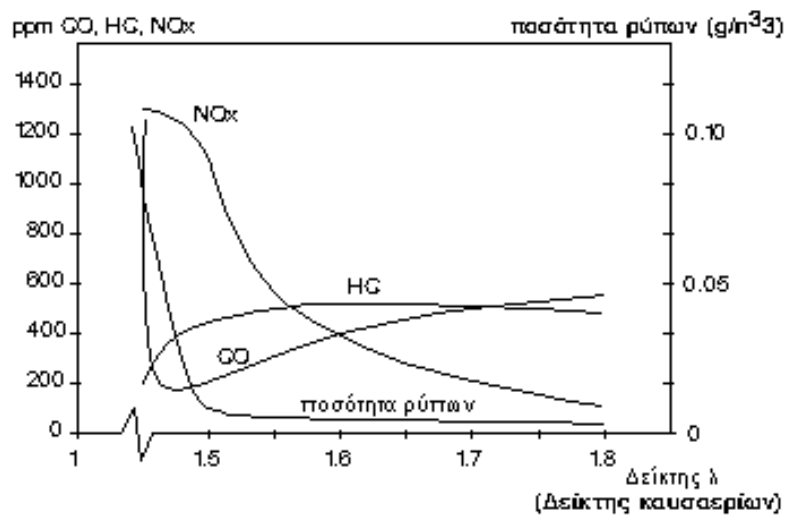
Αυτό το αέριο δημιουργείται από υπερβολική ποσότητα βενζίνης στο μίγμα. Όταν το μίγμα γίνει πολύ πλούσιο, δεν υπάρχει αρκετό οξυγόνο για να σχηματίσει CO₂, οπότε σχηματίζεται CO, το οποίο απαιτεί λιγότερο οξυγόνο. Συγκεκριμένα στις πετρελαιομηχανές που λειτουργούν πάντα με φτωχό μίγμα, το ποσό του CO στα καυσαέρια τους είναι αμελητέο. Κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1970 το CO εθεωρείτο κυρίαρχο πρόβλημα και ήταν η πρώτη ρυπογόνος ουσία που η εκπομπή της ρυθμίστηκε από σχετική νομοθεσία της ΕΟΚ.

2.2.3. Οξειδία του αζώτου (NO_x)

Το μονοξείδιο του αζώτου είναι επίσης άχρωμο, άοσμο και αόρατο. Με την παρουσία του οξυγόνου στον αέρα γρήγορα μεταβάλλεται σε διοξείδιο του αζώτου (NO₂) το οποίο έχει χρώμα κόκκινο και έχει μια οξεία μυρωδιά η οποία ερεθίζει τα αναπνευστικά όργανα. Σε υψηλές δόσεις μπορεί να καταστρέψει την εσωτερική επιφάνεια των αναπνευστικών οργάνων.

Όταν βρεθεί στην ατμόσφαιρα συνδυάζεται με υδρατμούς για να σχηματίσει όξινες ενώσεις οι οποίες μετατρέπονται στην φοβερή “όξινη βροχή”, που σκοτώνει τα φυτά και κάνει το έδαφος τόσο όξινο, ώστε να είναι αδύνατη πλέον η βλάστηση. Το πρόβλημα αυτό εμφανίζεται εντονότερο στις περισσότερο βιομηχανοποιημένες χώρες παρά στις αναπτυσσόμενες.

Τα οξειδία του αζώτου προκύπτουν ως αποτέλεσμα του συνδυασμού αζώτου και οξυγόνου υπό τις συνθήκες υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας που επικρατούν μέσα στο θάλαμο καύσης. Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία και η πίεση, τόσο μεγαλύτερη ποσότητα NO_x παράγεται από τη μηχανή. Συνεπώς όσο αυξάνονται οι στροφές της μηχανής ή το φορτίο, αυξάνεται και η ποσότητα των οξειδίων αζώτου που παράγονται.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.3

Συγκέντρωση των ρυπαντών σε μηχανή ντίζελ

Στις μηχανές ντίζελ εμφανίζονται λιγότερα οξειδία αζώτου από τις μηχανές βενζίνης. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το μίγμα αέρα/καυσίμου περιέχει λιγότερο καύσιμο. Εάν κοιτάξουμε σε τιμές όπου το μίγμα είναι εξίσου πλούσιο, η σχέση αέρα/καυσίμου είναι πιο σημαντική εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών και πιέσεων.

2.2.4. Στερεά σωματίδια

Η ατελής καύση δημιουργεί στερεά σωματίδια με τη μορφή στάχτης και καπνιάς (αιθάλης). Σε αυτοκίνητα με μηχανές βενζίνης οι εκπομπές τέτοιων σωματιδίων είναι ουσιαστικά αμελητέες, γι' αυτό και η σχετική νομοθεσία γι' αυτού του είδους τη ρύπανση περιορίζεται στις μηχανές ντίζελ.

Εάν, κατά τη διαδικασία της καύσης, δημιουργηθούν περιοχές πλούσιου μίγματος, όταν η θερμοκρασία και η πίεση είναι υψηλές και υπάρχει έλλειψη οξυγόνου, η μοριακή αλυσίδα των υδρογονανθράκων μπορεί να σπάσει και να απελευθερώσει το υδρογόνο.

Αυτό σημαίνει ότι θα δημιουργηθούν υπόλοιπα άκαυστου άνθρακα. Κάτι τέτοιο μπορεί να συμβεί στη ροή του καυσίμου που έρχεται από το μπεκ (στην περίπτωση των μηχανών ντίζελ) ή στα καύσιμα που εναποθέτονται στα τοιχώματα του θαλάμου καύσεως. Ευτυχώς, τα περισσότερα από αυτά τα σωματίδια οξειδώνονται στη συνέχεια για να σχηματίσουν διοξείδιο του άνθρακα, και έτσι δεν εμφανίζονται στα καυσαέρια.

3.Λήπτης λάμδα λ

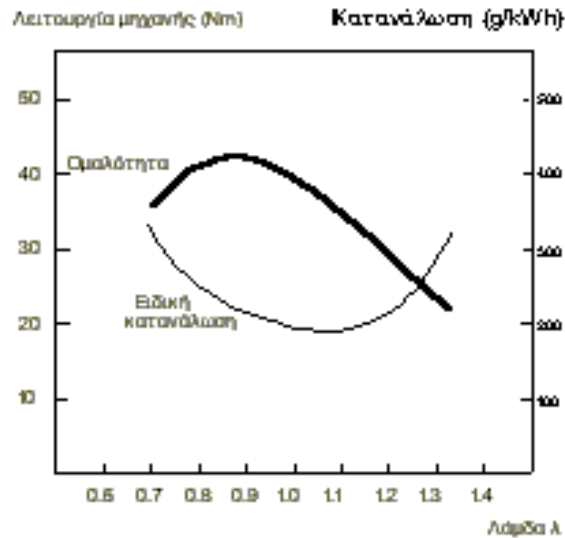
Ανάλογα με τον τεχνολογικό κλάδο στον οποίο αναφερόμαστε, αυτό το γράμμα έχει διαφορετική έννοια, αν και στην επιστημονική ορολογία είναι σύνηθες να χρησιμοποιείται το ελληνικό αλφάβητο για να αποδοθούν παράμετροι, μεταβλητές και μεγέθη. Στην τεχνολογία του αυτοκινήτου το λ χρησιμοποιείται για να δηλώσουμε την αναλογία αέρα/καυσίμου.

3.1. Λόγος λάμδα

Ο λόγος λάμδα είναι ο λόγος (κλάσμα) μεταξύ της ποσότητας του αέρα που η μηχανή χρησιμοποιεί και της ποσότητας του αέρα που η μηχανή θα χρησιμοποιούσε εάν η καύση ήταν τέλεια. Είναι, δηλαδή, μια αριθμητική απεικόνιση του πόσο πλούσιο ή φτωχό είναι το μίγμα αέρα/βενζίνης.

Σε ιδανικές συνθήκες ο λόγος λάμδα θα έπρεπε πάντοτε να ισούται με ένα. Σ' αυτή την περίπτωση η μηχανή λειτουργεί με μίγμα αέρα/καυσίμου όμοιο με εκείνο που θεωρητικά θα έπρεπε να χρησιμοποιεί. Όμως η πίεση του αέρα και η θερμοκρασία στην ατμόσφαιρα μεταβάλλονται συνεχώς, οπότε και η ποσότητα του αέρα που εισάγεται από τη μηχανή επίσης μεταβάλλεται άρα και ο λόγος λάμδα επηρεάζεται.

Ο λόγος λάμδα για την κατάσταση λειτουργίας του οχήματος είναι ζωτικής σημασίας για μια μηχανή, αφού η ομαλότητα, η κατανάλωση και η εκπομπή ρύπανσης επηρεάζονται ιδιαίτερα από αυτόν. Μικρές διαφοροποιήσεις στον λόγο λάμδα μπορούν να προκαλέσουν μεγάλες διακυμάνσεις στην ομαλή λειτουργία της μηχανής, στην κατανάλωση και στα καυσαέρια. (βλ. διαγράμματα 2.2 και 3.1).



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.1

Επίδραση του λόγου λάμδα στην ομαλή λειτουργία της μηχανής και στην ειδική κατανάλωση καυσίμων

Προκειμένου να ελεγχθεί περισσότερο ο λόγος λάμδα, οι κατασκευαστές έχουν αναπτύξει ακόμα πιο εξελιγμένα συστήματα ελέγχου της μηχανής : ακριβέστερα συστήματα τροφοδοσίας (καρμπυρατέρ), ηλεκτρονικά συστήματα ψεκασμού με αισθητήρες και πιο εξελιγμένους μετρητές ροής. Απώτερος στόχος είναι πάντοτε η δυνατότητα μέτρησης, όσο το δυνατό ακριβέστερα, του αέρα που εισάγεται από τη μηχανή, με σκοπό να προστεθεί ακριβώς η σωστή ποσότητα καυσίμου, που θα επιτρέψει στη μηχανή να λειτουργήσει με τον καλύτερο λόγο λάμδα για κάθε κατάσταση λειτουργίας.

3.2. Ερμηνεία του λόγου λάμδα

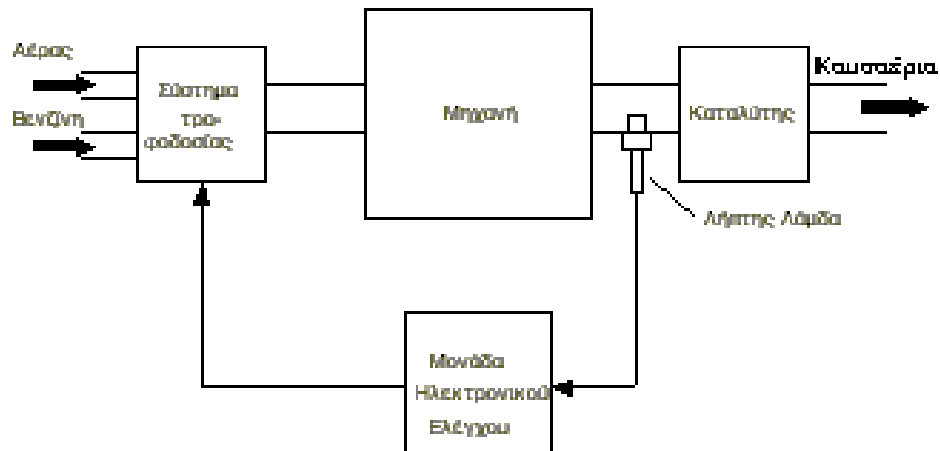
Μίγμα	Λάμδα	Ερμηνεία
ΠΛΟΥΣΙΟ	λιγότερο από 0.75	Η μηχανή θα πλημμυρίσει από καύσιμο. Το μίγμα δεν είναι πολύ εύφλεκτο. Αν ήταν πλουσιότερο, το όχημα θα σταματούσε εξαιτίας υπερβολικής ποσότητας καυσίμων.
	μεταξύ 0.75 & 0.85	Πολύ πλούσιο μίγμα. Αυτός ο λόγος λάμδα θα αυξήσει την ιπποδύναμη, αλλά μόνο για πολύ σύντομα διαστήματα. Κατά την επιτάχυνση το μίγμα εμπλουτίζεται για ένα σύντομο χρονικό διάστημα ώστε να επιτευχθεί αυτή η αύξηση της ισχύος.
	μεταξύ 0.85 & 0.95	Πλούσιο μίγμα. Σε αυτό το επίπεδο του λόγου λάμδα η μηχανή επιτυγχάνει μέγιστη ιπποδύναμη και μάλιστα με διάρκεια, αλλά αυτό το είδος μίγματος έχει παρενέργειες και πρέπει να χρησιμοποιείται στην κανονική οδήγηση.
ΚΑΝΟΝΙΚΟ	μεταξύ 0.95 & 1.05	Σωστό μίγμα. Η μηχανή λειτουργεί με αυτό το λόγο λάμδα εξίσου ομαλά είτε σε στάση είτε με σταθερή ταχύτητα.
	μεταξύ 1,05 & 1.15	Φτωχό μίγμα. Η μηχανή χάνει ισχύ αλλά η κατανάλωση μειώνεται στο ελάχιστο.
ΦΤΩΧΟ	μεταξύ 1.15 & 1.30	Πολύ φτωχό μίγμα. Η μηχανή χάνει πολύ ισχύ και η κατανάλωση αυξάνεται. Αυτό προκαλεί προβλήματα στην αυτοανάφλεξη και δυσλειτουργία της εξάτμισης.
	περισσότερο από 1.30	Το μίγμα δεν είναι πλέον αναφλέξιμο. Η μηχανή δεν θα λειτουργήσει.

Προκειμένου να επιτύχουμε την τελειότερη δυνατή λύση θα ήταν ιδανικό να διατηρούμε λόγο λάμδα ίσο με ένα. Αυτή η τιμή δεν είναι η καλύτερη για όλες τις καταστάσεις λειτουργίας της μηχανής. Για να επιτύχουμε μέγιστη ιπποδύναμη από μια μηχανή βενζίνης χρησιμοποιούμε ελαφρώς πλούσιο μίγμα, ενώ για ελάχιστη κατανάλωση η μηχανή πρέπει να λειτουργεί με λίγο φτωχότερο μίγμα. (βλ. πίνακα 3.1).

3.3 Ρύθμιση του Λήπτη Λάμδα

Ο μοναδικός τρόπος διατήρησης ακριβούς ελέγχου του μίγματος αέρα/καυσίμου, κάτι απαραίτητο για τα σύγχρονα αυτοκίνητα, είναι η χρήση του αισθητήρα που λέγεται “λήπτης λάμδα”. Πρόκειται για ένα σύστημα που επιτρέπει να διατηρείται ο λόγος λάμδα όσο το δυνατόν πιο κοντά στο 1 χωρίς να απαιτούνται προσαρμογές. Το σύστημα αντιδρά ταχύτατα και αυτόματα και δεν παρουσιάζει προβλήματα φθοράς τμημάτων, όπως συμβαίνει με τα συμβατικά συστήματα.

Για παράδειγμα ένα ηλεκτρονικό σύστημα ψεκασμού που βασίζεται στο σύστημα L - Jetronic (LE, LE2, LE3, Motronic, Digifant) υπολογίζει την ποσότητα αέρα που εισάγεται στη μηχανή χρησιμοποιώντας ένα μετρητή ροής και μια αντίσταση NTC που μετράει τη θερμοκρασία του αέρα. Ανάλογα με την ποσότητα του αέρα που η μονάδα ηλεκτρονικού ελέγχου (ECU) υπολογίζει από αυτές τις πληροφορίες, στέλνονται μηνύματα προς τα μπεκ ώστε να παραμείνουν ανοιχτά για ένα προκαθορισμένο χρονικό διάστημα. Ένα τέτοιο συμβατικό σύστημα ρύθμισης του μίγματος, που διατηρεί το λόγο λάμδα μεταξύ 0.98 και 1.02 για οποιαδήποτε κατάσταση λειτουργίας της μηχανής, είναι αρκετά καλό εφόσον είναι καλά ρυθμισμένο.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.2

Διάγραμμα λειτουργίας κλειστού συστήματος ρύθμισης (με λήπτη λάμδα)

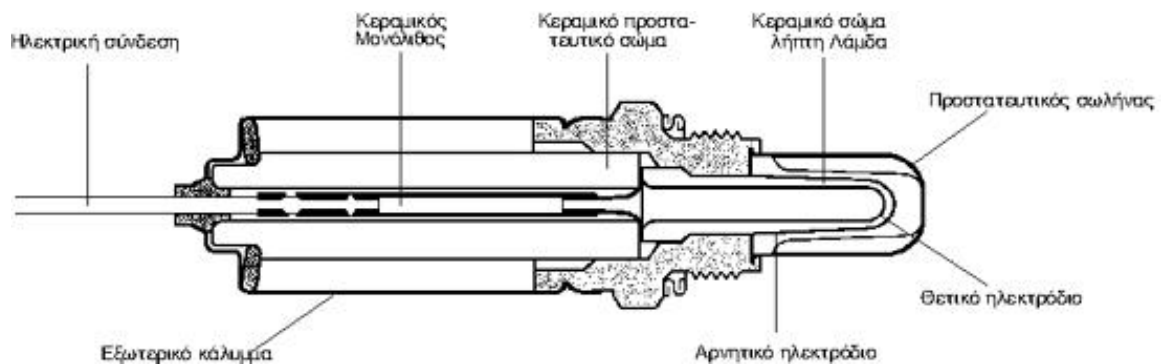
Αυτή η ακρίβεια όμως δεν είναι αρκετή, όταν χρησιμοποιείται ένας τριοδικός καταλύτης. Ο λόγος λάμδα πρέπει να διατηρείται μεταξύ 0.99 και 1.00 ανεξάρτητα από άλλες ρυθμίσεις μέσα στο σύστημα με οποιαδήποτε κατάσταση λειτουργίας και φορτίου της μηχανής. Για να επιτευχθεί αυτή η ακρίβεια, χρησιμοποιείται ο λήπτης λάμδα.

Ο μηχανισμός ελέγχου λάμδα είναι ένα εξάρτημα ενσωματωμένο ή συνδεδεμένο σε οποιοδήποτε ηλεκτρονικό σύστημα ψεκασμού (αν και χρειάζεται να γίνουν κάποιες τροποποιήσεις) που χρησιμοποιείται για να διορθώνει την αναλογία αέρος/καυσίμου. Ενώ δηλαδή το σύστημα ηλεκτρονικού ψεκασμού υπολογίζει την ποσότητα του αέρα που εισάγεται στη μηχανή και τον απαραίτητο χρόνο τροφοδοσίας (ψεκασμού), έχει επίσης ένα σχεδόν τέλειο σύστημα διόρθωσης της διάρκειας τροφοδοσίας, το λήπτη λάμδα. Αυτός ελέγχει διαρκώς τη σύσταση των καυσαερίων και στέλνει μηνύματα στον εγκέφαλο που παρουσιάζουν τη διαφοροποίηση ανάμεσα στο πραγματικό και το ιδανικό μίγμα. Χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες αυτές, ο εγκέφαλος επαναυπολογίζει τη

διάρκεια ανοίγματος του συστήματος ψεκασμού και διορθώνει τις διακυμάνσεις του λόγου λάμδα.

3.4. Ο λήπτης λάμδα

Πρόκειται για έναν ηλεκτροχημικό σένσορα (αισθητήρα) οξυγόνου, που συνήθως βρίσκεται κοντά στο σωλήνα εξάτμισης, καθώς χρειάζεται υψηλή θερμοκρασία για να λειτουργήσει. Αυτός ο αισθητήρας χρησιμοποιεί κεραμικό μονόλιθο (οξειδίο του ζirkονίου ZrO) ως ηλεκτρολύτη. Η κεραμική επιφάνεια έρχεται σε επαφή με τα καυσαέρια, ενώ η άλλη επιφάνεια είναι διαρκώς σε επαφή με τον αέρα που περικλείεται.



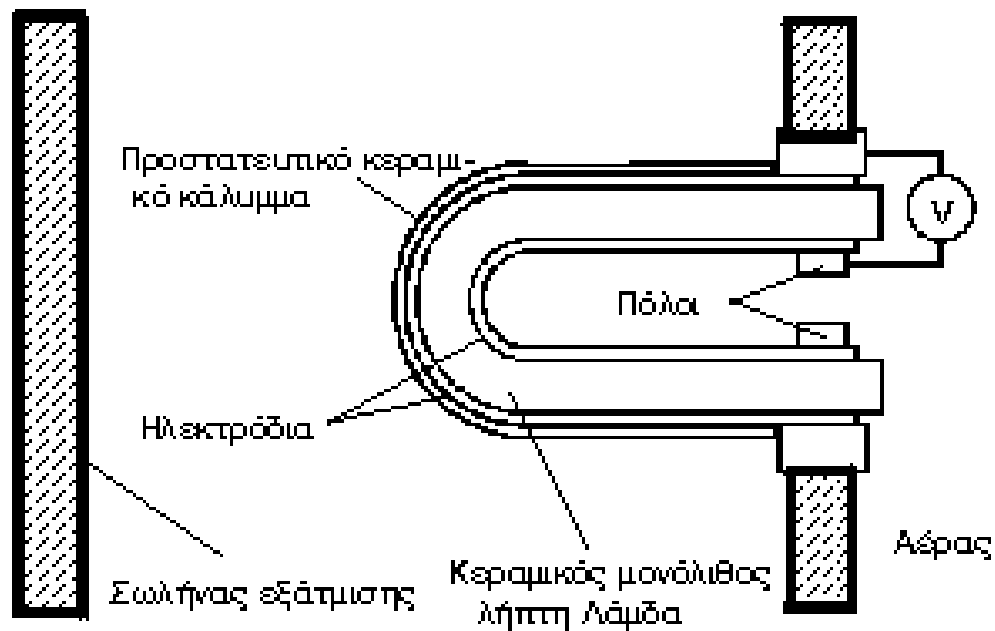
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.3

Τμήμα λήπτη λάμδα BOSCH

Σε θερμοκρασία άνω των 300ο C ο κεραμικός μονόλιθος αποκτά συγκεκριμένες ιδιότητες που του επιτρέπουν να μεταφέρει ιόντα οξυγόνου από την επιφάνεια που είναι εκτεθειμένη στον αέρα στην αντίθετη πλευρά, παράγοντας ένα γαλβανικό δυναμικό. Αυτό το δυναμικό ευθύνεται άμεσα για τη διαφορά στις συγκεντρώσεις οξυγόνου στις δύο επιφάνειες του αισθητήρα (λήπτη λάμδα).

Τα καυσαέρια που παράγονται από μηχανές εσωτερικής καύσης πάντοτε περιέχουν ένα συγκεκριμένο υπόλοιπο οξυγόνου, ακόμα και όταν η μηχανή λειτουργεί με εξαιρετικά πλούσιο μίγμα.

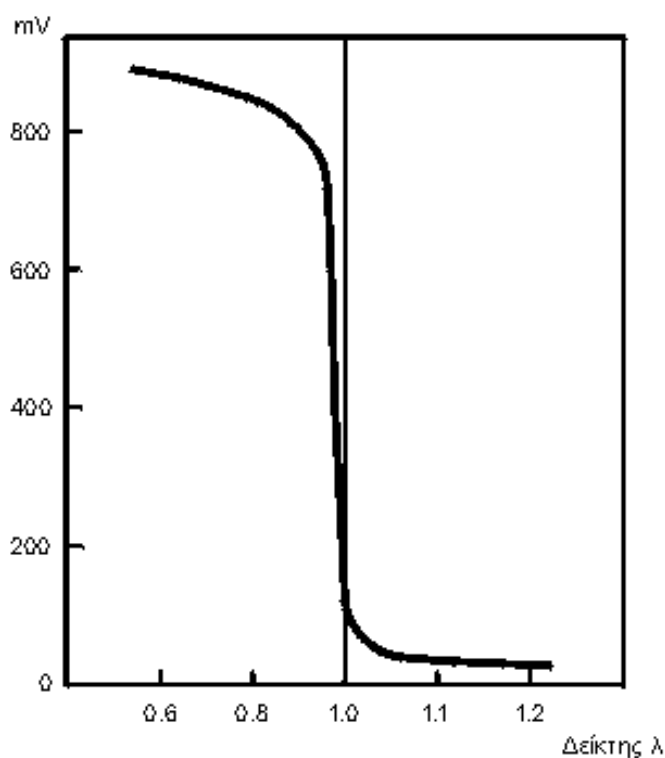
Η αναλογία του υπόλοιπου οξυγόνου εξαρτάται άμεσα από το μίγμα αέρα/καυσίμου που μπαίνει μέσα στη μηχανή, δηλαδή από το λόγο λάμδα με τον οποίο λειτουργεί. Αυτή η σχέση φανερώνει ότι είναι δυνατό, χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες που παρέχει ο λήπτης λάμδα, να ελέγξουμε τη σχέση του αέρα με το καύσιμο.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.4

Διάγραμμα του λήπτη λάμδα μέσα στην εξάτμιση

Όταν το οξυγόνο στα καυσαέρια, έρχεται σε επαφή με την επιφάνεια του λήπτη λ και είναι λιγότερο από την ιδανική ποσότητα (πλούσιο μίγμα, $\lambda < 1$), τα ιόντα οξυγόνου κινούνται προς την άλλη επιφάνεια όπου εμφανίζεται έλλειψη οξυγόνου και παράγεται ένα δυναμικό περίπου 900 mV. (βλ. διάγραμμα 3.5). Εάν υπάρχει περίσσεια οξυγόνου στα καυσαέρια, εάν δηλαδή υπάρχει περισσότερο οξυγόνο από ότι θα υπήρχε στο τέλειο μίγμα (φτωχό μίγμα, $\lambda > 1$), τότε τα ιόντα δεν μετακινούνται και εμφανίζεται μόνο ένα υπολειμματικό δυναμικό 100 mV.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.5

Ρεύμα μέσα σε λήπτη λάμδα που λειτουργεί σε 600ο C.

Υπάρχουν δύο τύποι λήπτη λάμδα : ένας με προθερμαντική και ένας χωρίς προθερμαντική λειτουργία. Εξωτερικά δεν εμφανίζουν διαφορές, αλλά τοποθετούνται σε διαφορετικά σημεία στο σύστημα εξάτμισης και έχουν διαφορετικούς αριθμούς καλωδίων σύνδεσης.

3.4.1. Μη προθερμαινόμενος λήπτης λάμδα.

Το είδος αυτό του λήπτη δεν έχει σύστημα εσωτερικής θέρμανσης και προκειμένου να λειτουργήσει απαιτείται θερμοκρασία 300ο C. Βρίσκεται πάντοτε τοποθετημένος όσο το δυνατόν κοντύτερα στην πολλαπλή εξαγωγή, βιδωμένος επάνω στο σωλήνα της εξάτμισης. Έχει μόνο ένα καλώδιο σύνδεσης (συνήθως μαύρο), το οποίο είναι ο θετικός πόλος προς το δυναμικό που δημιουργείται από το λήπτη. Το αρνητικό του φορτίο το αποκτά από το έδαφος, μέσω της μηχανικής του σύνδεσης με το σωλήνα της εξάτμισης. Κανονικά αυτός ο τύπος λήπτη μεταβάλλει τα μηνύματα που στέλνει (900 mV ή 100 mV) πάρα πολύ συχνά, καθώς βρίσκεται σε άμεση επαφή με τα καυσαέρια καθενός από τους κυλίνδρους ξεχωριστά και διαφοροποιεί την κατάστασή του ανάλογα με τη σύσταση των καυσαερίων καθενός από τους κυλίνδρους.

3.4.2. Θερμαινόμενος λήπτης λάμδα

Αυτός ο τύπος λήπτη περιέχει μια ηλεκτρική αντίσταση που τροφοδοτείται από ένα ρελαί ή από τον εγκέφαλο, οπότε φτάνει τη θερμοκρασία λειτουργίας μέσα σε λίγα δευτερόλεπτα. Έχει την ικανότητα να διατηρεί αυτή τη θερμοκρασία πάνω από τα όρια λειτουργίας ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία των καυσαερίων. Κατά συνέπεια υπάρχει μεγαλύτερη ευχέρεια κατά την τοποθέτησή του μέσα στο σύστημα της εξάτμισης. Συνήθως βρίσκεται μεταξύ της εξόδου του σωλήνα εξάτμισης και του κυρίου καταλύτη. Υπάρχουν δύο είδη θερμαινόμενων ληπτών λάμδα, ανάλογα με το πως κλείνει κύκλωμα με το έδαφος : μέσω της επαφής με τη μάζα του αυτοκινήτου, ή μέσω ενός καλωδίου (συνήθως γκρι χρώματος). Όπως και στον μη προθερμαινόμενο λήπτη λάμδα, υπάρχει

ένα καλώδιο θετικού φορτίου (επίσης μαύρο), αλλά υπάρχουν και δύο πρόσθετα καλώδια που τροφοδοτούν την αντίσταση θέρμανσης (συνήθως άσπρα).

Αυτοί οι λήπτες λάμδα έχουν μεγαλύτερη διάρκεια ζωής από τους μη προθερμαινόμενους λήπτες, καθώς οι τελευταίοι βρίσκονται κοντύτερα στους κυλίνδρους και υφίστανται θερμικές καταπονήσεις, όταν η μηχανή λειτουργεί σε πλήρες φορτίο.

3.5 Πώς λειτουργεί το κλειστό σύστημα ρύθμισης

Το σύστημα αρχίζει να λειτουργεί τη στιγμή της εκκίνησης. Κατά τη φάση της εκκίνησης από η μηχανή χρειάζεται ένα πλούσιο μίγμα για να αντισταθμίσει το γεγονός, ότι το καύσιμο συμπυκνώνεται στα κρύα τοιχώματα του θαλάμου καύσης χωρίς να καίγεται, και ότι πρέπει να αναπτύξει μια ειδική ισχύ που θα αντισταθμίσει την τριβή που υφίστανται τα μηχανικά μέρη, όταν η μηχανή λειτουργεί σε χαμηλή θερμοκρασία.

Κατά τη διάρκεια αυτής της φάσης ο λήπτης λάμδα στέλνει πληροφορίες στον εγκέφαλο, ο οποίος όμως δεν τις χρησιμοποιεί μέχρις ότου ο αισθητήρας θερμοκρασίας μέσα στο ψυκτικό να μεταδώσει μια προκαθορισμένη ένδειξη και η μηχανή να αρχίσει να λειτουργεί με τη διαδικασία προθέρμανσης.

Σε μια φάση λειτουργίας της μηχανής, κατά την επιτάχυνση, το σύστημα ρύθμισης με το λήπτη λάμδα που διατηρεί το τέλειο μίγμα δεν πρέπει να λειτουργήσει. Κατά την επιτάχυνση η μηχανή χρειάζεται ένα κάπως πιο πλούσιο μίγμα για να φτάσει στην αναλογία αέρα/καυσίμου που αναπτύσσει τη μέγιστη ιπποδύναμη. Επομένως, μόλις οι διάφοροι αισθητήρες μεταδώσουν στον εγκέφαλο συνθήκες επιτάχυνσης, αυτός αγνοεί για μερικά δευτερόλεπτα τα μηνύματα του λήπτη λάμδα. Αυτός ο χρόνος είναι αρκετός για να σχηματιστεί το κατάλληλο μίγμα που θα επιτρέψει την ανάπτυξη της μέγιστης ισχύος να θα δημιουργήσει την απαιτούμενη για το όχημα επιτάχυνση.

Μόλις ο χρόνος της επιτάχυνσης λήξει, αποκαθίσταται ξανά η λειτουργία του συστήματος ρύθμισης του λήπτη λάμδα.

Κατά την διαδικασία ρύθμισης, εάν η κατάσταση του λήπτη λάμδα ανταποκρίνεται σε πλούσιο μίγμα (ένδειξη περίπου 900 mV), ο εγκέφαλος μειώνει την ποσότητα καυσίμου για να κάνει το μίγμα φτωχότερο. Για όσο διάστημα το μίγμα παραμένει πλούσιο, ο

εγκέφαλος θα συνεχίσει να μειώνει σταδιακά την ποσότητα του καυσίμου, σε προκαθορισμένα ποσά, μέχρι ο λήπτης λάμδα να μεταβιβάσει ενδείξεις ότι το μίγμα είναι φτωχό. (ένδειξη περίπου 100mV). Από εκείνη τη στιγμή ο εγκέφαλος αρχίζει να αυξάνει την ποσότητα των καυσίμων για να εμπλουτίσει το μίγμα. Αυτός ο κύκλος του κλειστού συστήματος ρύθμισης συνεχίζεται αδιάκοπα όσο λειτουργεί η μηχανή.

Η μετατροπή του μίγματος σε πλουσιότερο ή φτωχότερο ελέγχεται από τον εγκέφαλο σύμφωνα με τα μηνύματα που λαμβάνει από το λήπτη λάμδα είναι περιορισμένη. Αν, δηλαδή, ύστερα από μια προγραμματισμένη χρονικής διάρκειας διόρθωση (π.χ. μετατροπής του μίγματος σε φτωχότερο), ο λήπτης λάμδα δεν αντιληφθεί αλλαγή στο μίγμα, (το μίγμα δεν γίνει φτωχότερο στην έκταση που οι μεταβολές του λήπτη λάμδα επιβάλλουν/ορίζουν) ο εγκέφαλος θα χρησιμοποιήσει μια προκαθορισμένη επείγουσα διαδικασία.

3.6. Μέθοδοι ρύθμισης του Λήπτη Λάμδα

Υπάρχουν τρεις μέθοδοι αποδεκτοί από την Ευρωπαϊκή Ένωση για τη ρύθμιση του λ :

- [ηλεκτρονικό καρμπυρατέρ](#)
- [μηχανοηλεκτρονικό σύστημα ψεκασμού](#)
- [ηλεκτρονικό σύστημα ψεκασμού](#)

3.6.1. Ηλεκτρονικό καρμπυρατέρ

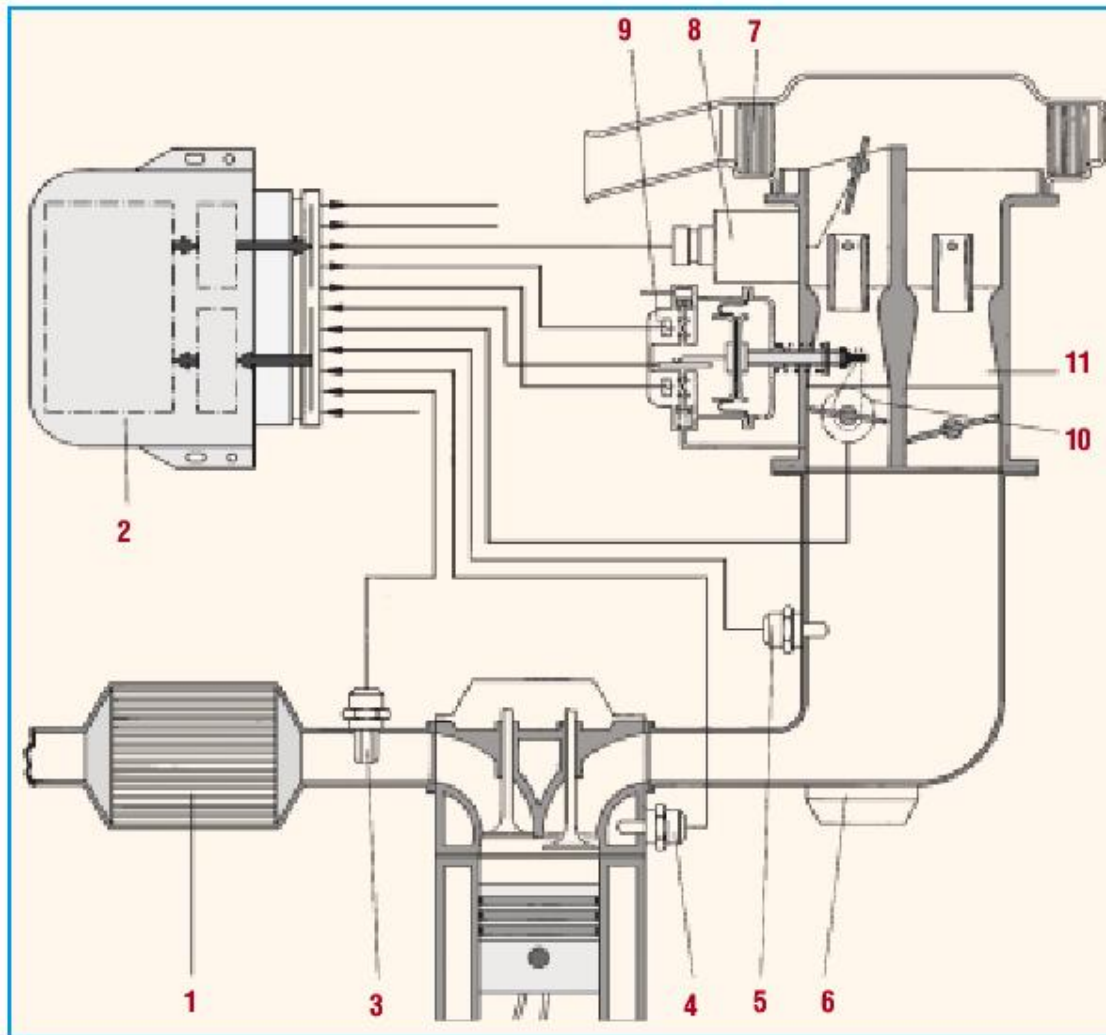
Βελτίωση των εξαερωτών αποτελεί ο ηλεκτρονικά έλεγχος εξαερωτής (Ηλεκτρονικό καρμπυρατέρ).

Οι βασικές λειτουργίες του συστήματος τροφοδοσίας με ηλεκτρονικό καρμπυρατέρ στηρίζονται στο κυρίως μέρος του καρμπυρατερ. Το καρμπυρατέρ προετοιμάζει σταθερά το ίδιο μίγμα, για διάφορες τιμές στροφών του κινητήρα και ισχύος, διαμέσου

των διαφόρων συστημάτων (κανονική πορεία, βραδυπορεία, στιγμιαίας επιτάχυνσης, ψυχρής εκκίνησης). Διάγραμμα 3.6.1

Οι ρυθμίσεις των συστημάτων αυτών είναι σχεδιασμένες έτσι, ώστε να βρίσκονται κοντά στην περιοχή φτωχού ή πλούσιου μίγματος με τον έλεγχο του τσόκ. Ένας ενεργοποιητής – μηχανισμός που ρυθμίζει τη θέση της πεταλούδας του τσόκ – διορθώνει την ποιότητα του εισερχόμενου αέρα με ανάλογη διόρθωση στο κύριο μετρητικό σύστημα, το οποίο εμπλουτίζει το μίγμα, ακόμα και αν η πεταλούδα του τσόκ είναι απενεργοποιημένη. Ο ενεργοποιητής αυτός ελέγχεται με ένα σήμα εξόδου από τον ηλεκτρονικό εγκέφαλο του συστήματος.

Ένας άλλος μηχανισμός που επηρεάζει την πεταλούδα του γκαζιού είναι ο ηλεκτροπνευματικός ρυθμιστής ο οποίος αποτελείται από ένα διάφραγμα και ένα έμβολο. Το ένα άκρο του στηρίζεται στο διάφραγμα και το άλλο σε ένα μπράτσο, επάνω στο καρμπυρατερ, το οποίο κινεί την πεταλούδα του γκαζιού. Η όλη μετακίνηση του διαφράγματος στηρίζεται σε ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες, στις οποίες έρχονται από δύο σωληνάκια αντίστοιχα, ατμοσφαιρικός αέρας και υποπίεση από την πολλαπλή εισαγωγής. Οι δύο αυτές διαφορετικές πιέσεις καθορίζουν την πίεση λειτουργίας, η οποία εφαρμόζεται πάνω στο διάφραγμα. Ένα σήμα φεύγει προς τη είσοδο του εγκέφαλου, ώστε αυτός να πληροφορείται συνεχώς την ακρίβη θέση του διαφράγματος, ενώ δύο άλλα σήματα φθάνουν από τον εγκέφαλο στις ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες.



Διάγραμμα 3.6.1 Σχηματικό διαγράμμα λειτουργίας του ηλεκτρονικά ρυθμιζόμενου καρμπυρατερ ECOTRONIC (PIERBURG)

1. καταλύτης
2. ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου (ECU)
3. Λήπτης λάμδα
4. βαλβίδα θερμοκρασίας
5. αισθητήρας θερμοκρασίας εισερχόμενου αέρα
6. προθέρμανση παλλαπλής εισαγωγής
7. φίλτρο
8. ενεργοποιητής πεταλούδας τσόκ

9. ηλεκτομαγνητικός ρυθμιστής ανοίγματος πεταλούδας γκαζιού

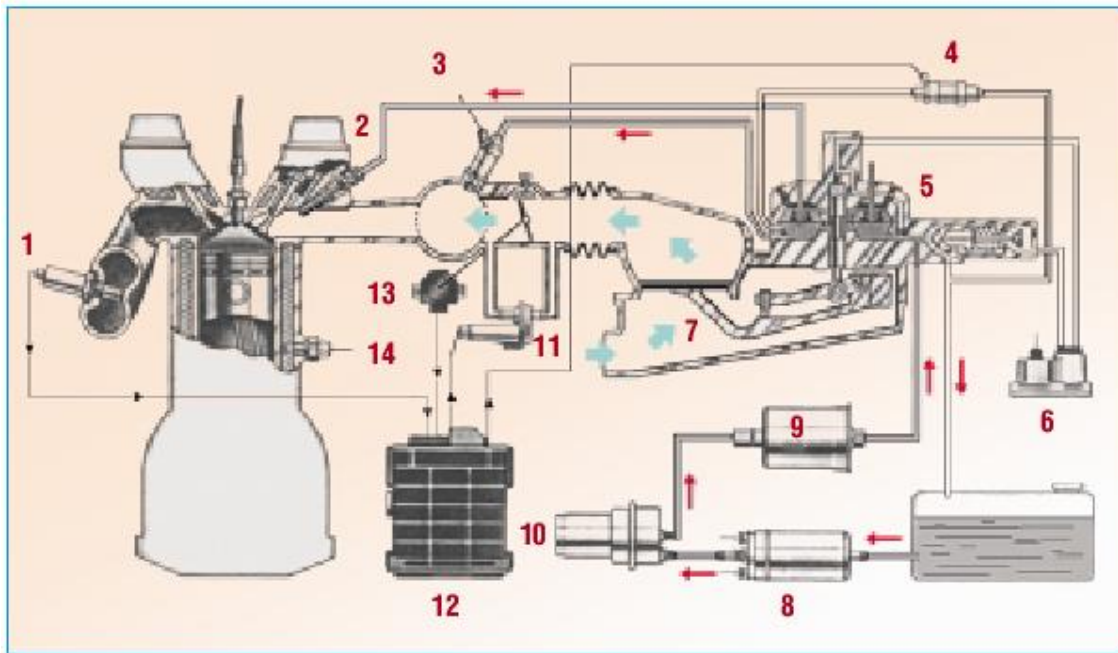
10.μοχλός ανοίγματος πεταλούδας

11.διαχυτής βεντούρι

Εάν δεν γινόταν καμία ρύθμιση στο μίγμα ύστερα από την αρχική ρύθμιση αέρα/καυσίμου, τα ηλεκτρονικά καρμπυρατέρ θα έδιναν πάντοτε ένα κάπως φτωχό μίγμα. Η μικρή διόρθωση του λόγου λάμδα, που χρησιμοποιείται από τον εγκέφαλο σύμφωνα με τις μεταβιβαζόμενες από το λήπτη λάμδα πληροφορίες, πετυχαίνει να ενεργοποιηθούν οι ρυθμίσεις στη βαλβίδα από την πρώτη στιγμή λειτουργίας της. Όταν αυτή κλείσει, η αύξηση στη διαφορά πίεσης μέσα στο κύριο σώμα του καρμπυρατέρ και η πρόσθετη επίδραση του μπεκ εκκίνησης δημιουργούν ένα πλουσιότερο μίγμα.

3.6.2. Μηχανικό σύστημα ψεκασμού

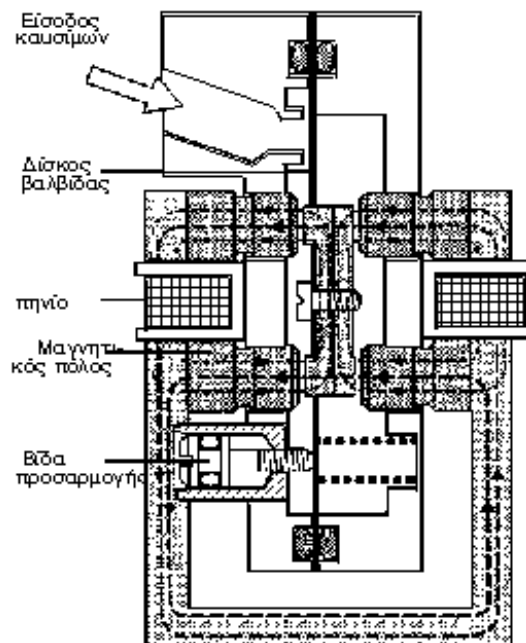
Το σύστημα αυτο λειτουργεί μηχανικά με ένα ακροφύσιο (μπέκ) ψεκασμού ανά κύλινδρο (εικόνα 3.6.2.α.) .Ονομάζεται και σύστημα συνεχούς ψεκασμού, διότι τα μπέκ που ψεκάζουν μηχανικά, είναι ανοιχτά συνεχώς, κατά την λειτουργία του κινητήρα.



εικόνα 3.6.2.α. Τυπικό διάγραμμα συστήματος μηχανικού ψεκασμού KE - Jetronic

1. Λήπτης λάμδα.
2. Μπέκ.
3. Μπέκ ψυχρής εκκίνησης.
4. Ηλεκτρομαγνητικός μεταβλητός περιοριστής καυσίμου.
5. Διανομέας καυσίμου.
6. Ρυθμιστής προθέρμανσης.
7. Μετρητής ροής αέρα.
8. Ηλεκτρική αντλία βενζίνης.
9. Φίλτρο βενζίνης.
10. Συσσωρευτής πίεσης καυσίμου.
11. Τσok αέρα.
12. Εγκέφαλος.
13. Ποτενσιόμετρο ρύθμισης πεταλούδας.
14. Αισθητήρας θερμοκρασίας νερού.

Στα συστήματα ΚΕ - Jetronic ο εγκέφαλος εκτελεί το κλειστό σύστημα ρύθμισης χρησιμοποιώντας τον ηλεκτροϋδραυλικό ρυθμιστή πίεσης αυξάνοντας ή μειώνοντας την πίεση του καυσίμου στα μπεκ. Αύξηση της πίεσης δημιουργεί αύξηση και της ποσότητας καυσίμου, και αφού η ποσότητα του αέρα παραμένει σταθερή το μίγμα εμπλουτίζεται. Αντιστρόφως, μείωση της πίεσης συνεπάγεται μείωση και του καυσίμου που ψεκάζεται από τα μπεκ οπότε και το μίγμα γίνεται φτωχότερο. Ο μετρητής ροής αέρα (7) μετρά την ποσότητα του εισερχόμενου αέρα, ενώ η ψεκαζόμενη ποσότητα καυσίμου ελέγχεται από τον διανομέα καυσίμου (5). Τα σημερινά μηχανικά συστήματα έχουν βελτιωθεί και έχουν γίνει και αυτά μηχανοηλεκτρικά, διαθέτοντας εγκέφαλο με σύστημα αυτοδιάγνωσης και αντιστοιχούς βελτιωμένους αισθητήρες.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.7 Ηλεκτροϋδραυλικός ρυθμιστής

3.6.3. Ηλεκτρονικό σύστημα ψεκασμού

Στα ηλεκτρονικά συστήματα ψεκασμού υπάρχουν δύο βασικά συστήματα

1. τα συστήματα μονού σημείου (μονός ψεκασμός) – όταν υπάρχει ένα κεντρικό μπέκ για όλους τους κυλίνδρους.
2. τα συστήματα πολλαπλών σημείων (πολλαπλός ψεκασμός) – όταν υπάρχει ένα κεντρικό μπέκ για κάθε κύλινδρο

Διακρίνονται επίσης, εκτός απο τον τρόπο ψεκασμού και σε

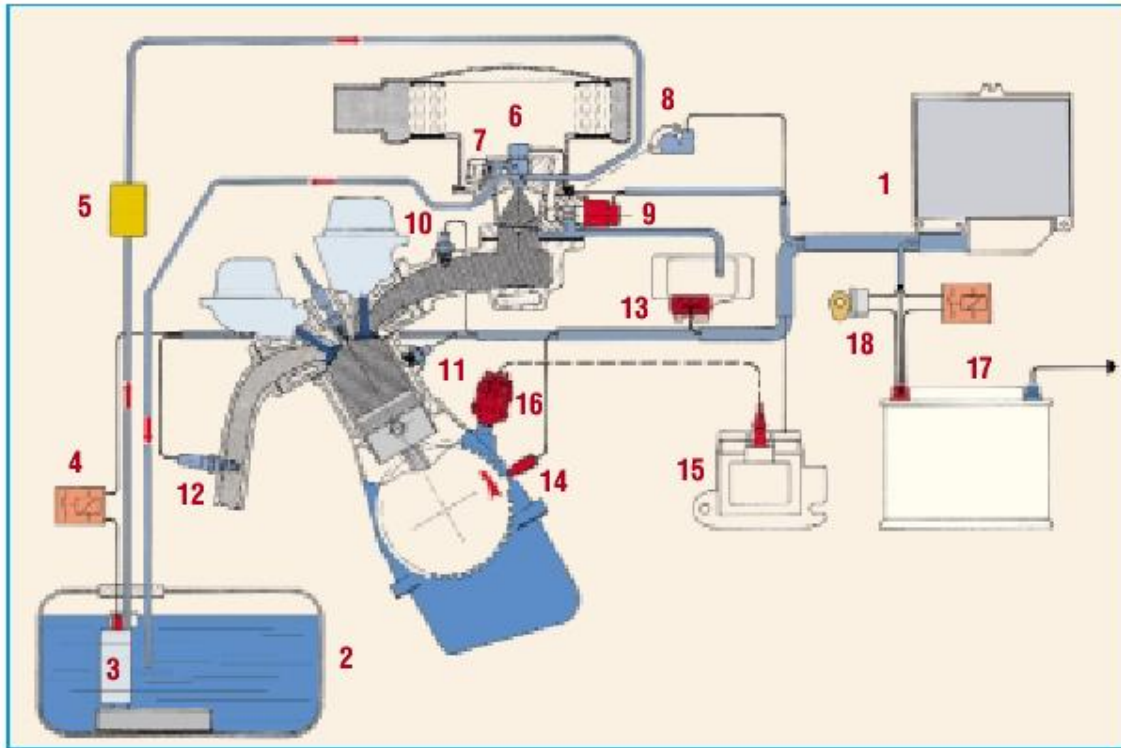
- a) Απλά ηλεκτρονικά συστήματα ψεκασμού, όπου υπάρχει μια ξεχωριστή ηλεκτρονική μονάδα για τον έλεγχο του ψεκασμού και μια ξεχωριστή για την ανάφλεξη.
- b) Συνδιασμένα συστήματα ανάφλεξης και ψεκασμού, όπου υπάρχει μια ηλεκτρονική μονάδα για τον έλεγχο τόσο του ψεκασμού όσο και για την ανάφλεξη.

Τόσο στον μονό ψεκασμό, όσο και στον πολλαπλό ψεκασμό, τα επιμέρους συστήματα που τους συγκροτούν και οι αισθητήρες που χρησιμοποιούνται είναι στο σύνολό τους ίδιοι. Η μόνη βασική διαφορά είναι ότι στο σύστημα μονού ψεκασμού το μπέκ ψεκάζει πριν από την πεταλούδα του γκαζιού, ενώ αντίθετα, στον πολλαπλό ψεκασμό τα μπέκ ψεκάζουν μετά την πεταλούδα, στην πολλαπλή εισαγωγή και μάλιστα κοντά στην βαλβίδα εισαγωγής.

Επειδή, λοιπόν, δεν υπάρχουν σημαντικές λειτουργικές διαφορές μεταξύ των δύο συστημάτων, τα εξαρτήματα που αποτελούν ένα τυπικό σύστημα μονού ψεκασμού αντιστοιχούν παράλληλα, και στα εξαρτήματα ενός συστήματος πολλαπλού ψεκασμού.

3.6.4. Ηλεκτρονικό σύστημα μονού ψεκασμού

Ένα τέτοιο σύστημα αποτελείται από ένα μπέκ που βρίσκεται στο κεντρικό σώμα ψεκασμού και τροφοδοτεί με καύσιμο όλους τους κυλίνδρους, όπως ακριβώς συμβαίνει και με το σύστημα τροφοδοσίας με καρμπυρατέρ (εικόνα 3.6.4.α.)

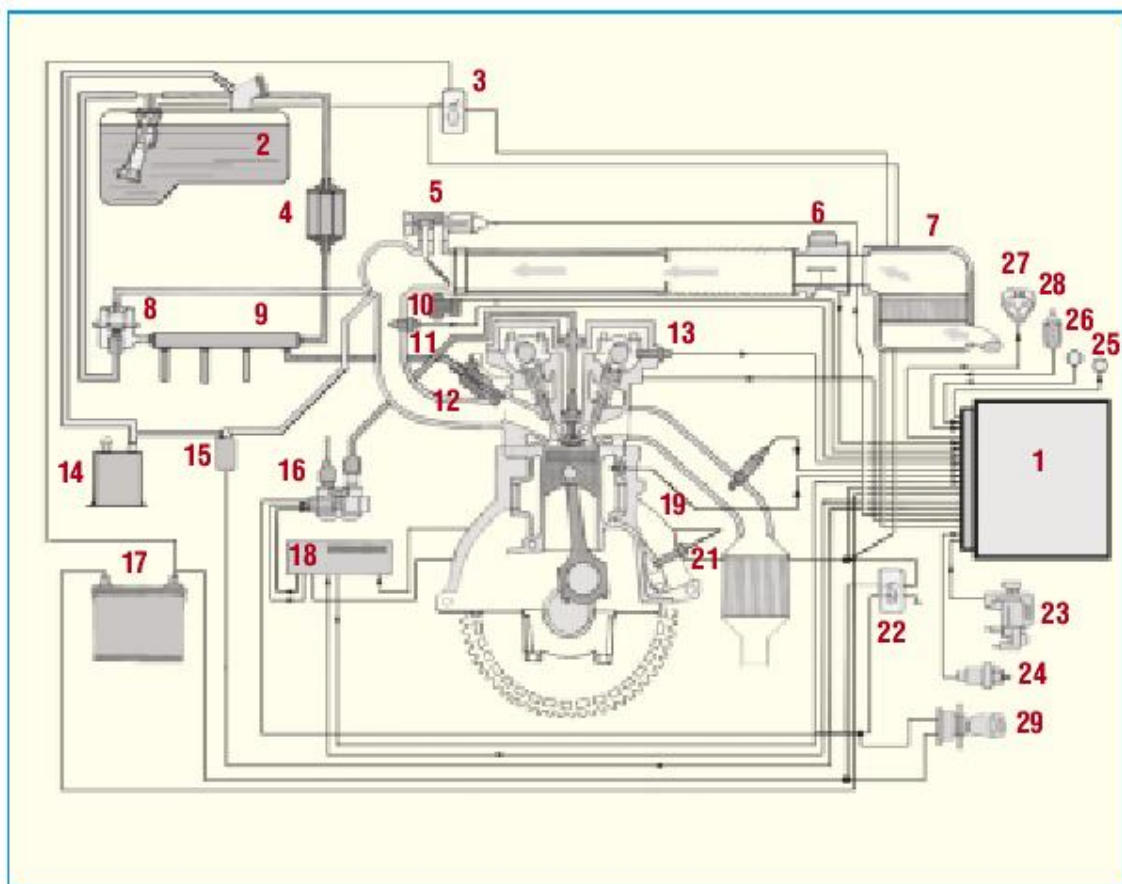


Εικόνα 3.6.4.α. Ηλεκτρονικό σύστημα ψεκασμού μονού σημείου

1. Εγκέφαλος.
2. Ρεζερβουάρ.
3. Ηλεκτρική αντλία.
4. Ρελέ.
5. Φίλτρο καυσίμου.
6. Μπέκ ψεκασμού.
7. Ρυθμιστής πίεσης καυσίμου.
8. Πατενσιόμετρο θέσης πεταλούδας.
9. Βοηθητική παροχή αέρα.
10. Αισθητήρας θερμοκρασίας αέρα.
11. Αισθητήρας θερμοκρασίας νερού.
12. Λήπτης λάμδα.
13. Αισθητήρας υποπίεσης πολλαπλής εισαγωγής.
14. Επαγωγικός λήπτης στροφών.
15. Ηλεκτρονικά μονάδα ανάφλεξης.
16. Διανομέας υψηλής τάσης.
17. Μπαταρία.
18. Διακόπτης.

3.6.5. Ηλεκτρονικό σύστημα πολλαπλού ψεκασμού

Στο σύστημα αυτό σε κάθε κύλινδρο του κινητήρα αντιστοιχεί και ένα μπέκ που ψεκάζει πριν από τη βαλβίδα εισαγωγής (εικόνα 3.6.5.α.).



Εικόνα 3.6.5.α. Ηλεκτρονικό σύστημα ψεκασμού πολλαπλών σημείων

1. Εγκέφαλος.
2. Αντλία καυσίμου. 3. Ρελέ αντλίας. 4. Φίλτρο καυσίμου. 5. Βαλβίδα ανύψωσης ρελαντί.
6. Μετρητής μάζας αέρα. 7. Φίλτρο αέρα. 8. Ρυθμιστής πίεσης αέρα. 9. Διακλαδωτήρας.
10. Αισθητήρας θέσης πεταλούδας. 11. Αισθητήρας θερμοκρασίας αέρα. 12. Μπέκ ψεκασμού.
13. Αισθητήρας ανίχνευσης. 14. Κάνιστρο ενεργού άνθρακα. 15. Ηλεκτρονική βαλβίδα καθαρισμού.
16. Πολλαπλασιαστής. 17. Μπαταρία. 18. Ηλεκτρονική μονάδα ανάφλεξης.
19. Αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού. 20. Λήπτης λάμδα. 21. Αισθητήρας γωνίας στροφαλοφόρου.
22. Κεντρικό ρελέ. 23. Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα παροχής αέρα.
24. Διακόπτης πίεσης υδραυλικού τιμονιού. 25. Αποκοπή φουλ πεταλούδας με A/C. 26. Συμπλέκτης A/C.
27. Έξοδος αυτοδιάγνωσης. 28. Ρυθμιστής οκτανίων καυσίμου. 29. Διακόπτης ανάφλεξης.

Γενικά πάντως, κάθε ηλεκτρονικό σύστημα ψεκασμού, είτε μονού σημείου, είτε πολλαπλών σημείων, αποτελείται απο τρία βασικά υποσυστήματα, το καθένα απο τα οποία συντίθεται απο επιμέρους μέρη και εξαρτήματα ως εξής:

Υποσύστημα τροφοδοσίας καυσίμου

Το υποσύστημα αυτό παρέχει το απαιτούμενο καύσιμο με πίεση, και αποτελείται απο τα ακόλουθα μέρη – εξαρτήματα:

1. το δοχείο καυσίμου
2. την ηλεκτρική αντλία καυσίμου
3. το φίλτρο καυσίμου
4. τον διακλαδωτήρα των σωληνώσεων των μπέκ - μόνο για πολλαπλό ψεκασμό
5. το ρυθμιστή πίεσης καυσίμου
6. τα ηλεκτρομαγνητικά μπέκ ψεκασμού- ένα για κεντρικό ψεκασμο, ή ένα σε κάθε κύλινδρο για πολλαπλό ψεκασμό
7. το μπέκ ψυχρής εκκίνησης για πολλαπλό ψεκασμό
8. το θερμικό χρονοδιακόπτη

Υποσύστημα εισαγωγής και μέτρησης του αέρα

Το υποσύστημα αυτό επιτρέπει την εισαγωγή του αέρα στους κυλίνδρους, μετρώντας την ποσότητα και την θερμοκρασία του. Αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη – εξαρτήματα:

1. το φίλτρο αέρα
2. το μετρητή ροής αέρα
3. το σώμα της πεταλούδας γκαζιού
4. τη βαλβίδα πρόσθετου αέρα
5. το θάλαμο εισαγωγής αέρα
6. την πολλαπλή εισαγωγής

Στο μονό ψεκασμό, η πεταλούδα και η βαλβίδα πρόσθετης παροχής αέρα βρίσκονται ενσωματωμένα στο σώμα του ψεκασμού.

Υποσύστημα ηλεκτρονικού εγκέφαλου- αισθητήρες και εγκέφαλος

1. τους αισθητήρες εισόδου και εξόδου
2. την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου ECU (εγκέφαλο ή υπολογιστή)

4.Ρύπανση του περιβάλλοντος

Παραπάνω μιλήσαμε περι των επιβλαβών ουσιών που απελευθερώνονται με τα καυσαέρια στην ατμόσφαιρα.Παρκάτω θα αναφερθούμε εκτενέστερα στις επιπτώσεις των ουσιών αυτών στο περιβάλλον και θα παραθέσουμε τους τρόπους αντιμετώπισης του προβλήματος της ρύπανσης που προκαλούν τα αυτοκίνητα δίνοντας ιδιέτερη έμφαση στους καταλύτες τους οποίους και θα αναλύσουμε πλήρως.

4.1 Το νέφος από ρύπους καυσαερίων και οι επιπτώσεις απο αυτό στον άνθρωπο και το περιβάλλον

A) Το γνωστό νέφος που ονομάζεται και φωτοχημική ομίχλη προέρχεται απο το διοξείδιο του αζώτου (NO_2) που παράγεται απο οξείδωση του ατμοσφαιρικού αζώτου κατα τη καύση σε μεγάλες θερμοκρασίες και πιέσεις.Το (NO_2) διασπάται στην ατμόσφαιρα απο την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας της ηλιακής ενέργειας σε μονοξείδιο του αζώτου (NO) και ενεργό οξυγόνο (O).Η ενωση του μονοατομικού οξυγόνου (O) με το διατομικό οξυγόνο (O_2) του ατμοσφαιρικού αέρα δημιουργεί το όζον (O_3).Η επίδραση του όζοντος στο μονοξείδιο του αζώτου (NO) δημιουργεί και πάλι διοξείδιο του αζώτου (NO_2).Επειδή η ταχύτητα των δύο τελεωταίων αντιδράσεων είναι της ίδιας τάξης με τη ταχύτητα της πρώτης αντίδρασης έχουμε μια διαρκή διάσπαση και ανασύνθεση του (NO_2) στην ατμόσφαιρα και δημιουργία του φωτολυτικού κύκλου του (NO_2).Η συσσώρευση (NO_2), (O_3) και HC και η διαρκής αύξηση τους λόγω αλυσιδωτών χημικών αντιδράσεων κατο απο την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας σχηματίζει το γνωστό νέφος της φωτοχημικής ομίχλης.

B) Ομως και με απουσία ηλιακού φωτός έχουμε περίπτωση νέφους.Τα (SO_2) (διοξείδιο του θείου), (NO_x),(CO),(CO_2),η αιθάλη και οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC) είναι ουσίες βαρύτερες απο τον αέρα και συγκεντρώνονται στην επιφάνεια του εδάφους.Οι ρύποι (NO_x) και (HC) παράγονται κυρίως απο τα οχήματα.Υπάρχει ενα φυσικοθερμικό αίτιο που προκαλεί την ανάμιξη αυτών των ρύπων με την ατμόσφαιρα.Λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας τους απο τον αέρα οι ρύποι ανυψώνονται στην ατμόσφαιρα.

Τα ρυπογόνα αέρια είναι θερμότερα απο τα υπερκείμενα στρώματα αέρα οπότε σιγά σιγά ανυψώνονται,ψύχονται λόγω συμπίεσης του αέρα και διαχέονται ομοιόμορφα στην ατμόσφαιρα.

Όταν η ατμόσφαιρα δεν εξελίσσεται θερμοκρασιακά ομαλά, με μείωση της θερμοκρασίας του αέρα προς τα πάνω (αλλά σε κάποιο ύψος διατηρεί στρώμα αέρα σε θερμοκρασία ανώτερη από τα κατώτερα στρώματα) τότε τα καυσαέρια δεν ανυψώνονται και δεν διασπείρονται ομοιόμορφα.

Έτσι τα ρυπαντικά αέρια εγκλωβίζονται μεταξύ του εδάφους και του στρώματος της ατμόσφαιρας όπου δημιουργείται η θερμοκρασιακή ανστροφή. Το φαινόμενο αυτό είναι το γνωστό νέφος με όλες τις δυσμενείς επιδράσεις του στην υγεία του ανθρώπου και στην ποιότητα ζωής του.

Γ) Οι επιδράσεις του νέφους στην υγεία των ανθρώπων είναι πολλές. Αναπνευστικές διαταραχές, αιματολογικές διαταραχές του νευρικού ιστού, καρκινοπάθειες. Αυτές είναι μερικές από τις άμεσες επιδράσεις. Το νέφος όμως προκαλεί βλάβες και στα φυτά, λόγω του όζοντος, που είναι πόροι οξυγόνου για τον άνθρωπο. Προκαλεί επίσης φθορές στα μνημεία. λόγω (SO_2), στα ελαστικά στα χρώματα των σωμάτων, λόγω όζοντος.

4.2 Το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2).

A) Το διοξείδιο του άνθρακα είναι το προϊόν της πλήρους καύσης του άνθρακα, δηλαδή της ταχείας ένωσης αυτού με το οξυγόνο. Αν και το (CO_2) δεν θεωρείται ρυπαντής, γιατί βρίσκεται στην ατμόσφαιρα από φυσικές αιτίες, παρόλα αυτά όταν σε κλειστό χώρο αυξηθεί πολύ, η περιεκτικότητά του οξυγόνου εκτοπίζεται και εμφανίζονται φαινόμενα ασφυξίας.

Δεν υπάρχει νομοθετημένο όριο ελέγχου του (CO_2) κατά τις μετρήσεις των καυσαερίων στα αυτοκίνητα. Εν τούτοις η περιεκτικότητά του στα καυσαέρια μαζί με την περιεκτικότητά του οξυγόνου, προσδιορίζουν τη σωστή λειτουργία του συστήματος τροφοδοσίας του καυσίμου και γενικότερα τη σωστή καύση στους κινητήρες εσωτερικής καύσης.

Ένα μεγάλο ποσοστό του (CO_2) που παράγεται, χρησιμοποιείται από τα φυτά, τα οποία με τα φύλλα τους και τη βοήθεια του ηλιακού φωτός δεσμεύουν το (CO_2) και το αποθηκεύουν υπό μορφή κυτταρίνης στους κορμούς, στις ρίζες και στους βλαστούς τους. Ένα ακόμη μεγαλύτερο ποσοστό δεσμεύεται στους ωκεανούς και χρησιμοποιείται για τη παραγωγή τεραστίων ποσοτήτων μικροοργανισμών και κοραλίων.

Λόγω των συνεχώς αυξημένων ποσοτήτων που παράγονται από τις δραστηριότητες των ανθρώπων, η περιεκτικότητα του (CO_2) στην ατμόσφαιρα συνεχώς αυξάνεται και αυτό σύμφωνα με τους επιστήμονες θα προκαλέσει, σε σύντομο χρονικό διάστημα σοβαρά δυσμενή φαινόμενα στο πλανήτη μας.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Όπως γνωρίζουμε, στα θερμοκήπια που είναι καλυμμένα με ένα διαφανές υλικό, (κυρίως γυαλί), μπορεί να εισέλθει η ηλιακή ακτινοβολία και να θερμανθεί το έδαφος και ο εσωτερικός αέρας. Το βράδυ, μετά την δύση του ήλιου, η κάλυψη του θερμοκηπίου (δηλαδή το γυαλί) θα εμποδίσει την απαγωγή της θερμότητας, (λόγο μεταφοράς και δημιουργίας ρευμάτων αέρα) με αποτέλεσμα να διατηρηθεί η θερμότητα που αποκτήθηκε.

Παρόμοιο φαινόμενο, σε ότι αφορά τον εγκλωβισμό της θερμότητας ισχυρίζονται οι επιστήμονες ότι μπορεί να συμβεί με τη συνεχή αύξηση της περιεκτικότητας σε διοξείδιο του άνθρακα του ατμοσφαιρικού αέρα.

Το (CO_2) επιτρέπει την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας και επομένως στο έδαφος και στη θάλασσα, με αποτέλεσμα τη αύξηση κατά την ημέρα της θερμοκρασίας του εδάφους και των ωκεανών. Κατά τη νύχτα το (CO_2) εμποδίζει την ακτινοβολία της αποκτηθείσας κατά της ημέρα θερμότητας από το έδαφος, τα νερά και τα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας προς το διάστημα. Δηλαδή τα μόρια του (CO_2) ενεργούν όπως το γυαλί στο θερμοκήπιο σε ότι αφορά τη μετάδοση της θερμότητας.

Όσο μάλιστα αυξάνεται η συγκέντρωση του (CO_2), τόσο αυτό το ισοζύγιο εισαγωγής - απαγωγής θερμότητας θα είναι θετικό προς τη μεριά της εισαγωγής της θερμότητας, με αποτέλεσμα τη σταδιακή μεση αύξηση της θερμοκρασίας του εδάφους και των κατώτερων στρωμάτων της ατμόσφαιρας του πλανήτη.

Αποτέλεσμα του παραπάνω φαινομένου του θερμοκηπίου θα είναι η δραστική αλλαγή μετεωρολογικών και κλιματολογικών συνθηκών σε σχέση με τις συνθήκες που γνωρίζουμε, όπως αύξηση της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας της γης, λιώσιμο των πάγων στους πόλους και αύξηση της στάθμης των ωκεανών.

4.3 Δευτερογενής ρυπαντής όζον

Με τον όρο ρυπαντής ορίζουμε κάθε ουσία που έχει άμεσα η μακροπρόθεσμα επιβλαβείς επιπτώσεις στη ζωή η στην υγεία του ανθρώπου, των ζώων και φυτών, ή φθείρει τα υλικά αγαθά. Πρωτογενείς ρυπαντές ονομάζονται εκείνοι που εκπέπονται απευθείας από τη πηγή ρύπανσης. Τέτοιες ουσίες που εκπέπονται από το αυτοκίνητο είναι το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), τα οξειδία του αζώτου (NO_x), οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC), η αιθάλη και οι ενώσεις του μολύβδου. Δευτερογενείς ρύποι ονομάζονται οι ρυπαντές που δεν εκπέπονται απευθείας από την πηγή ρύπανσης αλλά είναι προϊόντα αλληλεπίδρασης μεταξύ των πρωτογενών ρυπαντών.

Τέτοιοι δευτερογενείς ρυπαντές που οφείλονται και στη κυκλοφορία των οχημάτων είναι το όζον (O₃) και το PAN μια οργανική ένωση του αζώτου.

Ειδικά το όζον (O₃) αποτελείται από τρία άτομα οξυγόνου και είναι αέριο πολύ οξειδωτικό. Η οξειδωτική του δράση οφείλεται στο ότι το οξυγόνο στη φυσική του μορφή είναι διατομικό (O₂). Το όζον έχει επομένως ένα επιπλέον άτομο οξυγόνου, εφόσον είναι τριατομικό και διασπάται εύκολα σε διατομικό οξυγόνο και μονοατομικό οξυγόνο.

Το μονοατομικό οξυγόνο είναι ο οξειδοτικός παράγοντας του όζοντος, επειδή ενώνεται πολύ εύκολα με πλήθος ουσιών τις οποίες οξειδώνει γιατί δεν μπορεί να παραμείνει μόνο του σε φυσική κατάσταση. Το όζον βρίσκεται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας και δημιουργεί ένα προστατευτικό στρώμα, το οποίο απορροφά τις βλαβερές υπεριώδεις ακτινοβολίες που προέρχονται από τον ήλιο και έτσι φιλτράρει την ηλιακή ακτινοβολία, αφήνοντας να περάσουν μόνο οι ευεργετικές ορατές ακτινοβολίες του ήλιου. Φέρεται λοιπόν ότι το όζον, το οποίο βρίσκεται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, είναι ευεργετικό για τη ζωή και τη υγεία των ανθρώπων και των ζώων.

Όταν προσβάλλεται από τα καυσαέρια καταστρέφεται όλο και περισσότερη βλαβερή υπεριώδης ακτινοβολία φτάνει στη γη. Η ολική καταστροφή του στρώματος του όζοντος αποτελεί τη λεγόμενη τρύπα του όζοντος.

Αντίθετα όμως, όταν το όζον βρίσκεται σε υψηλές σχετικά συγκεντρώσεις πλησίον του εδάφους τότε λόγω της οξειδωτικής του δράσης θεωρείται δευτερογενής ρυπαντής και όπως αναφέρθηκε προκαλεί τσούξιμο στο λαιμό και στα μάτια και παθήσεις του αναπνευστικού συστήματος.

4.4 Λύσεις στο πρόβλημα της ρύπανσης

Η ρύπανση που προκαλούν τα αυτοκίνητα δεν είχε δημιουργήσει μια ευρύτερη συνειδητοποίηση του προβλήματος, μέχρι τη δεκαετία του 1960. Από τότε οι κατασκευαστές αρχίζουν να βελτιώνουν τις μηχανές με σκοπό την καταπολέμηση της ρύπανσης. Αυτές οι βελτιώσεις στράφηκαν σε τρεις διαφορετικές λύσεις : **λύσεις βασισμένες στην ποιότητα του καυσίμου, λύσεις που σχετίζονταν με το σχεδιασμό της μηχανής και λύσεις που αφορούν την επεξεργασία των καυσαερίων.**

4.5 Λύσεις εξαρτώμενες από τα καύσιμα

Για την παραγωγή οξειδίων του μολύβδου και θείου κατά την καύση, ευθύνεται αποκλειστικά η αρχική παρουσία τους στα καύσιμα. Ο καλύτερος τρόπος αντιμετώπισής τους είναι η μείωση των ποσοτήτων τους που περιέχονται στη βενζίνη.

Ο μόλυβδος χρησιμοποιείται στη βενζίνη με την μορφή του τετρααιθυλιούχου μολύβδου για να αυξηθεί ο βαθμός οκτανίων. Η μείωσή του, όχι εντελώς, αλλά σε αμελητέα επίπεδα, μας δίνει τη λεγόμενη “αμόλυβδη” βενζίνη, η οποία περιέχει ειδικά πρόσθετα ή ελαφρύτερους υδρογονάνθρακες για να αυξηθούν οι βαθμοί οκτανίων, αποφεύγοντας τη χρήση ενώσεων με βάση το μόλυβδο. Αυτή η διαδικασία οδηγεί σε σοβαρά τεχνικά και οικονομικά προβλήματα, ιδίως επειδή οι ελαφρύτεροι υδρογονάνθρακες είναι περισσότερο πτητικοί και μπορούν να επηρεάσουν σοβαρά τη λειτουργία της μηχανής.

Έτσι η αμόλυβδη βενζίνη έχει χαμηλότερους βαθμούς οκτανίων από τη συμβατική βενζίνη και οι μηχανές πρέπει να λειτουργούν με χαμηλή συμπίεση. Το υδροθείο H₂S προέρχεται από το αργό πετρέλαιο από την αρχική ύπαρξη του θείου και είναι δύσκολο

να εξαλειφθεί. Η βενζίνη σχηματίζεται από τους πτητικούς υδρογονάνθρακες που εμφανίζονται στα πρώτα στάδια της διαδικασίας διυλίσεως, έτσι η περιεκτικότητά της σε θείο είναι σχετικά χαμηλή. Με βελτιωμένες διαδικασίες διυλίσεως η περιεκτικότητα σε θείο μπορεί να περιοριστεί σε ασήμαντα επίπεδα.

Μια άλλη εναλλακτική λύση είναι η χρήση καθαρών καυσίμων όπως αιθάνιο, μεθάνιο, φυσικό αέριο, προπάνιο ή αναγεννημένη βενζίνη. Αυτοί οι τύποι καυσίμων είναι εκ φύσεως καθαρότεροι από τη συμβατική βενζίνη. Γενικά αυτά τα καύσιμα εκπέμπουν λιγότερους υδρογονάνθρακες, με μειωμένη δραστηριότητα και λιγότερο τοξικούς. Η χρήση καθαρών καυσίμων θα βοηθούσε επίσης στη μείωση του αυξανόμενου ποσοστού CO₂ στην ατμόσφαιρα και θα επιβράδυνε το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

ΚΑΥΣΙΜΟ	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
Αιθάνιο	<ul style="list-style-type: none"> · Τέλειο καύσιμο για αυτοκινούμενα οχήματα · Πολύ χαμηλές εκπομπές υδρογονανθράκων ικανών να σχηματίσουν όζον και τοξικές ουσίες. · Εύκολο στην παραγωγή 	<ul style="list-style-type: none"> · Υψηλό κόστος παραγωγής · Μειωμένη αυτονομία οχήματος
Μεθάνιο	<ul style="list-style-type: none"> · Τέλειο καύσιμο για αυτοκίνητα · Πολύ χαμηλές εκπομπές τοξικών υδρογονανθράκων · Μπορεί να παραχθεί από πολλές πηγές, συμπεριλαμβανομένων και ανανεώσιμων πηγών 	<ul style="list-style-type: none"> · Μειωμένη αυτονομία του οχήματος
Φυσικό Αέριο	<ul style="list-style-type: none"> · Πολύ χαμηλή παραγωγή τοξικών υδρογονανθράκων · Μπορεί να παραχθεί από πολλές πηγές, συμπεριλαμβανομένων και ανανεώσιμων πηγών 	<ul style="list-style-type: none"> · Αυξημένο κόστος λειτουργίας · Μειωμένη αυτονομία οχήματος · Δυσκολία αποθήκευσης

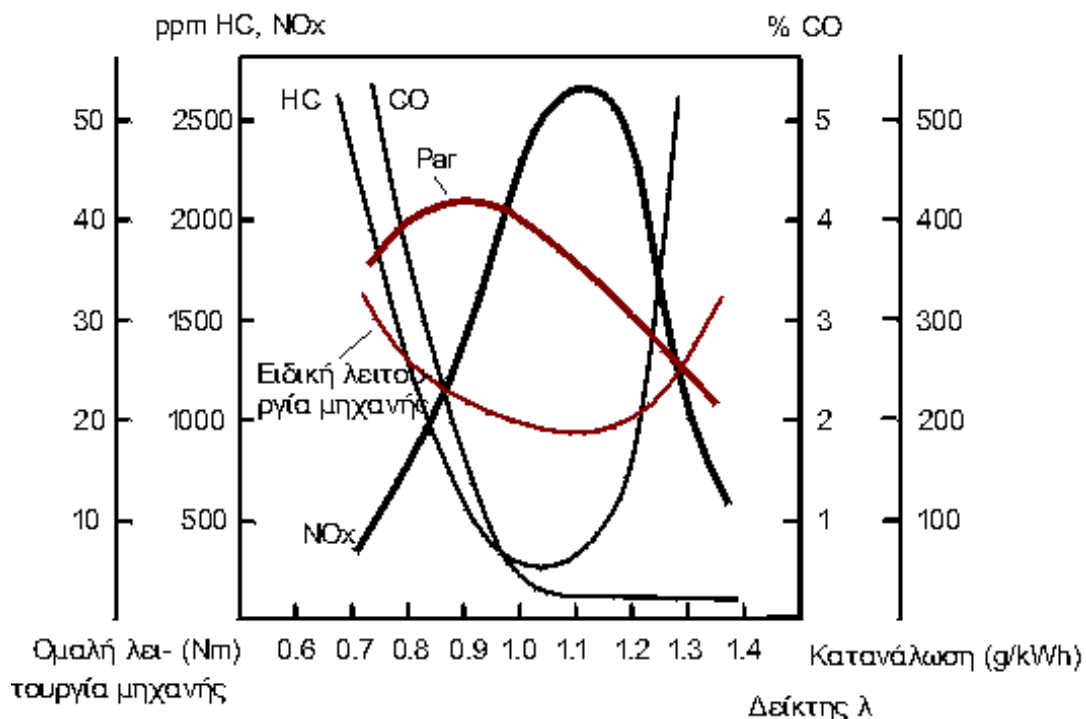
	<ul style="list-style-type: none"> · Εξαιρετικό καύσιμο, ειδικά για εταιρείες που διαθέτουν πολλά οχήματα 	
Προπάνιο	<ul style="list-style-type: none"> · Φτηνότερο από τη βενζίνη (προς το παρόν) · Είναι το ευκολότερα διαθέσιμο καθαρό καύσιμο αυτή τη στιγμή · Χαμηλή παραγωγή τοξικών υδρογονανθράκων · Παράγεται από ανανεώσιμες πηγές · Εξαιρετικό καύσιμο, ειδικά για εταιρείες με πολλά οχήματα 	<ul style="list-style-type: none"> · Η ζήτηση θα αυξήσει το κόστος · Περιορισμένη προσφορά στην αγορά
Αναγεννημένη βενζίνη	<ul style="list-style-type: none"> · Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιοδήποτε σύγχρονο όχημα, χωρίς να απαιτούνται τροποποιήσεις · Χαμηλή παραγωγή τοξικών υδρογονανθράκων 	<ul style="list-style-type: none"> · Λίγο ακριβότερο από τη βενζίνη σήμερα

4.6 Λύσεις που σχετίζονται με το σχεδιασμό της μηχανής

Πολλές διαφορετικές λύσεις έχουν υιοθετηθεί από τους κατασκευαστές, οι οποίες επηρεάζουν άμεσα το σχεδιασμό της μηχανής. Θα αναφέρουμε τις πιο σημαντικές.

4.6.1 Μέτρηση καυσίμου

Ο λόγος λάμδα λειτουργίας της μηχανής, έχει άμεση επίδραση στη σύνθεση των καυσαερίων. Καθώς οι μηχανές συνήθως φτάνουν τα υψηλότερα επίπεδά τους, όταν οι τιμές του λάμδα είναι περίπου 0.9, το μίγμα αέρα/καυσίμου σε πλήρες φορτίο κυμαίνεται γύρω από αυτό το σημείο. Από την άλλη, λόγος λάμδα περίπου 1.1 είναι ο καλύτερος για μια οικονομική κατανάλωση. Στο ίδιο σημείο επιτυγχάνονται οι χαμηλότερες εκπομπές HC και CO₂, αλλά και οι υψηλότερες εκπομπές NO_x. Όταν το όχημα είναι σταματημένο με τη μηχανή αναμμένη, η αναλογία αέρα/καυσίμου κυμαίνεται γύρω από ένα λόγο λάμδα που πλησιάζει το 1, γιατί αν το μίγμα είναι φτωχό, οι εκπομπές HC θα αυξηθούν.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.1

Επίδραση του λόγου λάμδα στις εκπομπές ρύπων και στη λειτουργία και κατανάλωση της μηχανής

Από τα παραπάνω είναι φανερό, ότι η αναλογία αέρα/καυσίμου κατά τη λειτουργία της μηχανής, πρέπει να ελέγχεται αυστηρά προκειμένου να επιτευχθεί, όσο το δυνατόν μικρότερη ρύπανση από τα καυσαέρια. Έχοντας αυτό υπόψη τους, οι κατασκευαστές έχουν βελτιώσει τα συστήματα δημιουργίας του μίγματος με το να ελέγχουν το μεταβαλλόμενο λόγο λάμδα όσο το δυνατόν ακριβέστερα και αξιόπιστα, καταφεύγοντας κατά κύριο λόγο στον ηλεκτρονικό έλεγχο του μίγματος. Μια άλλη μέθοδος μείωσης των ρύπων που χρησιμοποιείται, είναι η διακοπή της παροχής καυσίμου όταν η μηχανή επιβραδύνει, και μέχρι να φτάσει στο ρελαντί.

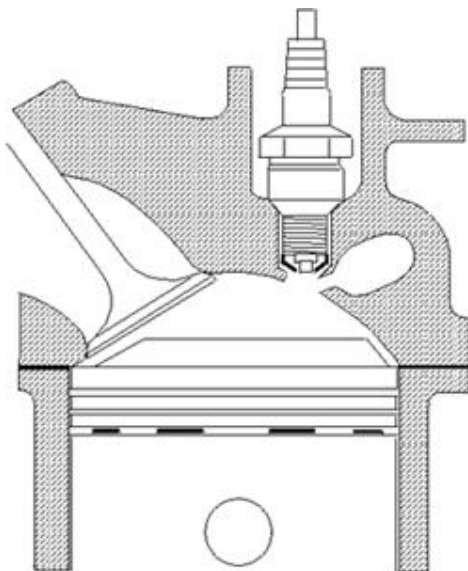
4.6.2. Προετοιμασία του μίγματος

Όπως ακριβώς συμβαίνει και με τα καύσιμα, η προετοιμασία του μίγματος πριν την καύση παίζει σημαντικό ρόλο, στην ποσότητα των ρύπων που εκπέμπει το όχημα. Η ευφλεκτότητα, η διαδικασία της καύσης και η σύνθεση των καυσαερίων επηρεάζονται σημαντικά από την ομοιογένεια και τη διασπορά των καυσίμων τη στιγμή της ανάφλεξης, καθώς επίσης και από τη θερμοκρασία του μίγματος. Ένας ομοιογενής σχηματισμός του μίγματος είναι μια καλή λύση.

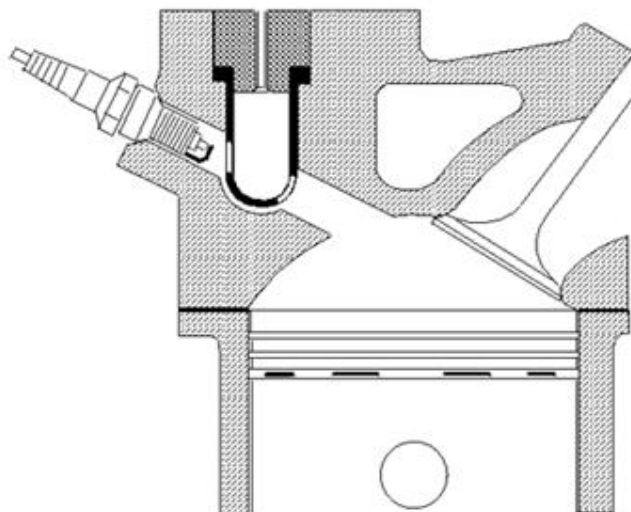
Κάποιοι κατασκευαστές, π.χ. η TOYOTA, έχουν αφιερώσει πολλή προσπάθεια σε αυτόν τον τομέα (βλ. διάγραμμα 4.2) και έχουν επιτύχει ένα σχεδιασμό θαλάμου καύσεως, με σωστά τοποθετημένη θέση του μπουζί ο οποίος δημιουργεί μεγαλύτερο στροβιλισμό του μίγματος μέσα στο θάλαμο καύσης και την καλύτερη ομοιογενοποίηση του μίγματος, τόσο πριν, όσο και κατά τη διάρκεια της καύσης.

Από την άλλη πλευρά, η HONDA (βλ. διάγραμμα 4.3), έχει επιτύχει ανάλογα αποτελέσματα με τη χρήση μιας μεθόδου διασποράς του καυσίμου. Σε αυτή τη μέθοδο, η καύση ξεκινά από ένα προθάλαμο καύσης, ο οποίος συγκοινωνεί με μια τρίτη βαλβίδα, και περιέχει ένα μίγμα πλούσιο σε καύσιμο, το οποίο ταχύτατα προωθείται στον συμπληρωμένο με φτωχό μίγμα θάλαμο καύσεως. Με αυτή τη διαδικασία, το

πλούσιο μίγμα γύρω από το μπεκ διευκολύνει την ανάφλεξη, και χάρη στην ισχυρή ανάμιξη μέσα στο θάλαμο καύσεως, αναφλέγεται ολόκληρο το μίγμα.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.2
Θάλαμος καύσης TOYOTA



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4
Μηχανή HONDA CVCC

4.6.3. Ομοιόμορφη διανομή μίγματος

Έχει μεγάλη σημασία να λειτουργούν όλοι οι κύλινδροι με την ίδια αναλογία αέρα/καυσίμου, ώστε να εξασφαλίζεται λειτουργία με ελάχιστα ποσοστά ρύπανσης. Αυτό απαιτεί ομοιόμορφη διανομή αέρα/καυσίμου σε όλους τους κυλίνδρους, με τη βοήθεια καλοσχεδιασμένων μπεκ.

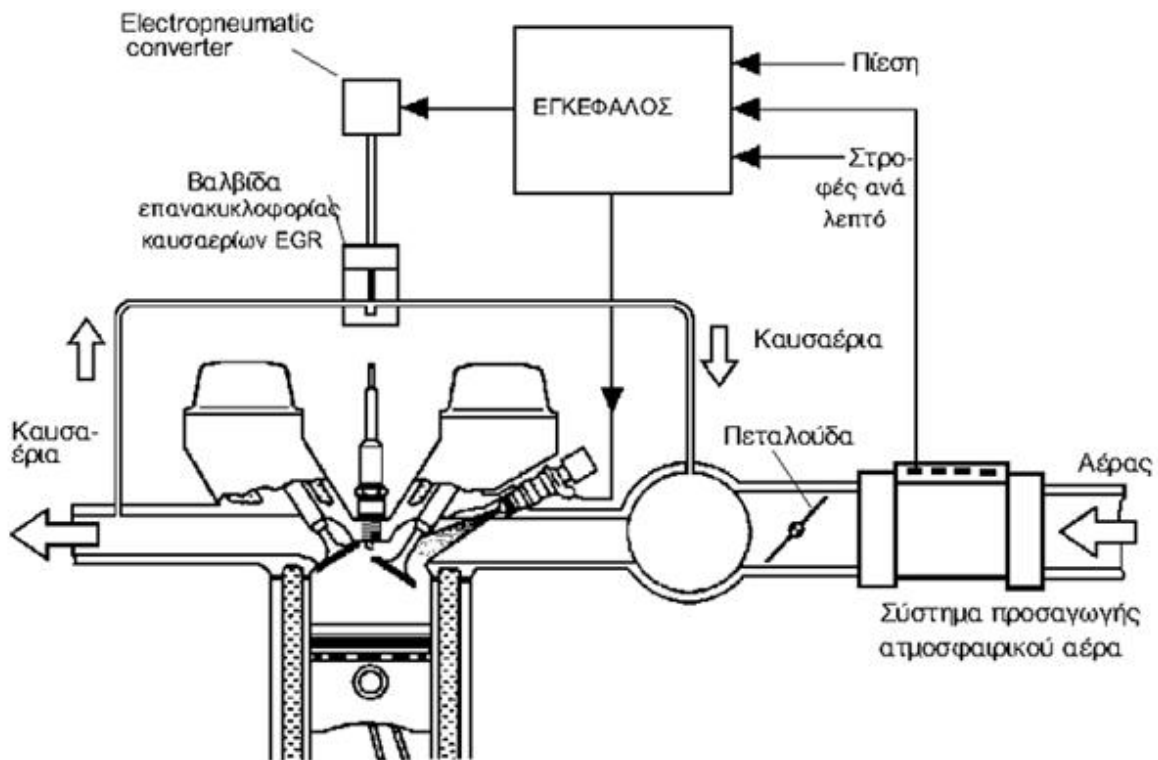
Αυτός ο παράγοντας σχεδιασμού αποκτά ιδιαίτερη σημασία όταν χρησιμοποιείται ένα κλειστό σύστημα ρύθμισης (δηλ. με λήπτη λάμδα) για τον τελειότερο έλεγχο του μίγματος αέρα/καυσίμου, ενώ το σύστημα ρύθμισης αναλύει τα καυσαέρια από όλους τους κυλίνδρους μαζί. Εάν ένας από αυτούς χρησιμοποιεί ακατάλληλο δείγμα αέρα/καυσίμου, το σύστημα ρύθμισης θα διορθώσει την αναλογία του μίγματος και σε εκείνους τους κυλίνδρους που λειτουργούν σωστά για να επιτευχθεί ο καλύτερος λόγος λάμδα.

4.6.4. Σύστημα επανακυκλοφορίας των καυσαερίων

Τα καυσαέρια είναι δυνατό να επαναεισαχθούν στο θάλαμο καύσης με σκοπό να μειωθεί η μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας του, από την οποία εξαρτάται κατά κύριο λόγο ο σχηματισμός των οξειδίων του αζώτου. Στην πράξη, αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται από τους περισσότερους κατασκευαστές σε μερικά μοντέλα τους, ιδίως τα μοντέλα TURBO. Χάρη στην πρόοδο που έχει επιτευχθεί στις δυνατότητες επεξεργασίας στοιχείων των εγκεφάλων που χρησιμοποιούνται σήμερα, είναι εύκολο να ελεγχθεί η λειτουργία της βαλβίδας επανακυκλοφορίας (EGR) και να ρυθμιστεί η επανακυκλοφορία των καυσαερίων, ώστε να έχουμε τον καλύτερο συνδυασμό μεταξύ της απόδοσης της μηχανής και της εκπομπής ρύπων.

Η χρήση αυτού του συστήματος επηρεάζει επίσης τη χρονική στιγμή της ανάφλεξης, η οποία πρέπει να προσδιορισθεί με ακρίβεια για να επιτευχθεί η ελάχιστη ειδική κατανάλωση. Τα επίπεδα του CO στα καυσαέρια δεν επηρεάζονται από αυτή τη διαδικασία, αν και τα επίπεδα των υδρογονανθράκων αυξάνονται ελαφρά εξαιτίας των υπολειμμάτων που δημιουργούνται στα τοιχώματα του θαλάμου όταν η θερμοκρασία πέφτει (του στρώματος καυσίμου που κολλάει στα τοιχώματα του θαλάμου καύσεως, χωρίς να καίγεται επειδή η φλόγα έχει σβήσει).

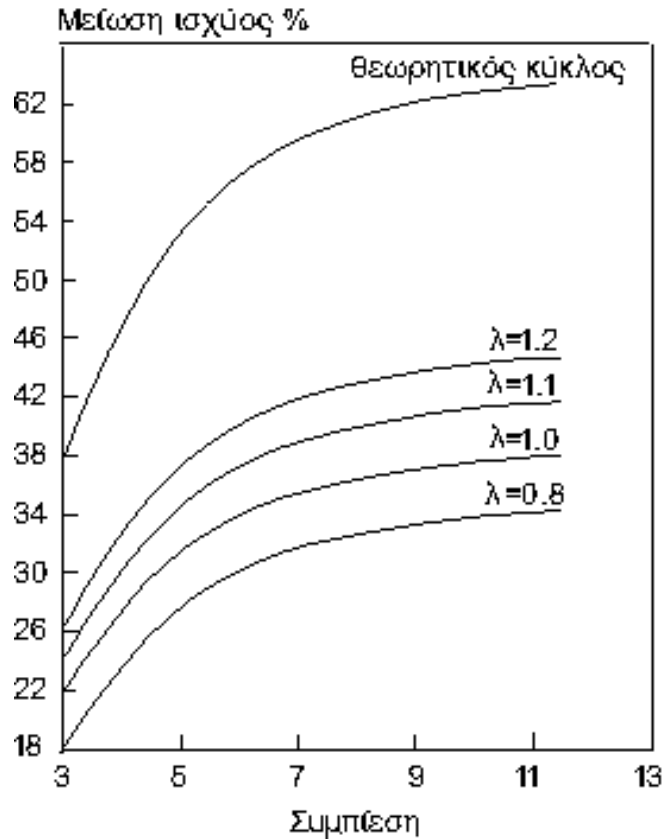
Αυτή η διαδικασία χρησιμοποιείται μόνο όταν η μηχανή λειτουργεί με μερικό φορτίο αφού σε πλήρες φορτίο προκαλεί ανεπιθύμητη μείωση ισχύος.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.4 Σύστημα επανακυκλοφορίας καυσαερίων

4.6.5. Χρόνος ανάφλεξης

Καθυστερώντας την ανάφλεξη της μηχανής, δημιουργείται μια εσκεμμένη μείωση των εκπομπών HC και NO_x (διάγραμμα 4.6), η οποία όμως συνοδεύεται από μια ελάττωση της ισχύος στη μηχανή, που έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της ειδικής κατανάλωσης (βλ. διάγραμμα 4.7). Αυτός είναι ένας από τους λόγους στους οποίους οφείλεται η μεγάλη ποσότητα ρυπαντών που εκπέμπουν αυτοκίνητα, όταν χρησιμοποιούν αμόλυβδη βενζίνη χωρίς να έχουν υποστεί την απαραίτητη μετασκευή. Με δεδομένο τους χαμηλότερους βαθμούς οκτανίων της αμόλυβδης βενζίνης, η ανάφλεξη πρέπει να επιβραδυνθεί για να αποφευχθούν φαινόμενα προανάφλεξης (πιράκια)..



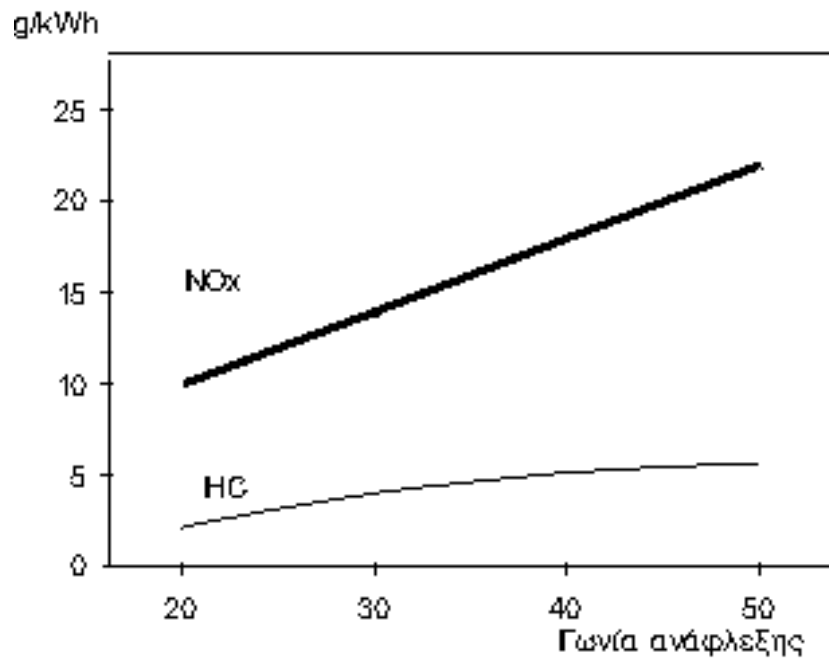
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.5

Επίδραση του λόγου συμπίεσης στην απόδοση της μηχανής

4.6.6. Λόγος συμπίεσης

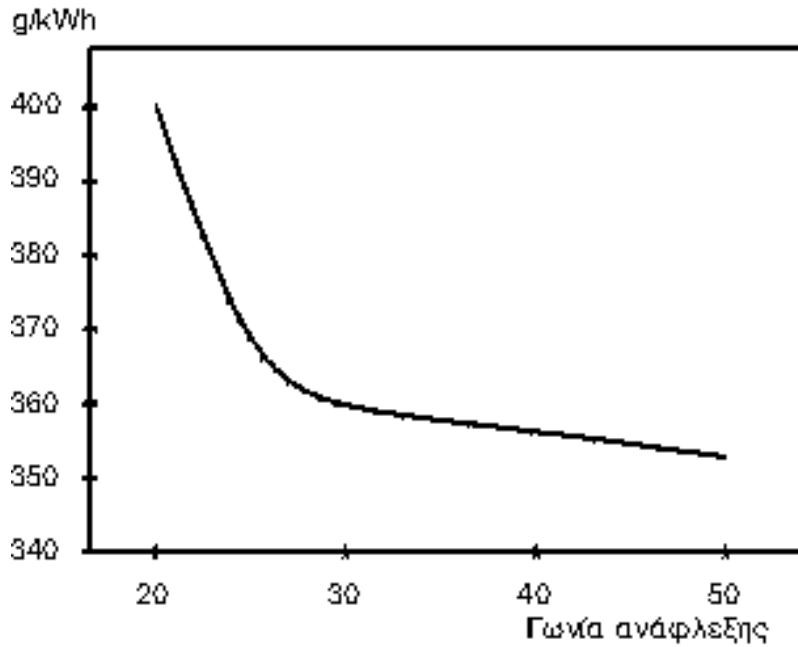
Ένας υψηλός λόγος συμπίεσης συμβάλλει στην καλύτερη απόδοση του αυτοκινήτου, πράγμα που σημαίνει ανάπτυξη μεγαλύτερης ισχύος και μείωση της ειδικής κατανάλωσης καυσίμων. Ωστόσο οι μέγιστες θερμοκρασίες καύσης θα ανέβαιναν δραματικά, και μαζί τους και οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου.

Επιπλέον ο λόγος συμπίεσης περιορίζεται από τους βαθμούς οκτανίων της βενζίνης που αυτή τη στιγμή διατίθεται στην αγορά. Εάν ο λόγος συμπίεσης ξεπερνούσαν τα όρια που επιβάλλουν οι βαθμοί οκτανίων του καυσίμου, η μηχανή θα κτυπούσε πειράκια, πράγμα που θα μπορούσε να καταστρέψει την κεφαλή του κυλίνδρου και το έμβολο, ειδικά αν αυτό συνέβαινε σε υψηλές ταχύτητες.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.6

Επίδραση της γωνίας ανάφλεξης στις συγκεντρώσεις HC και NOx

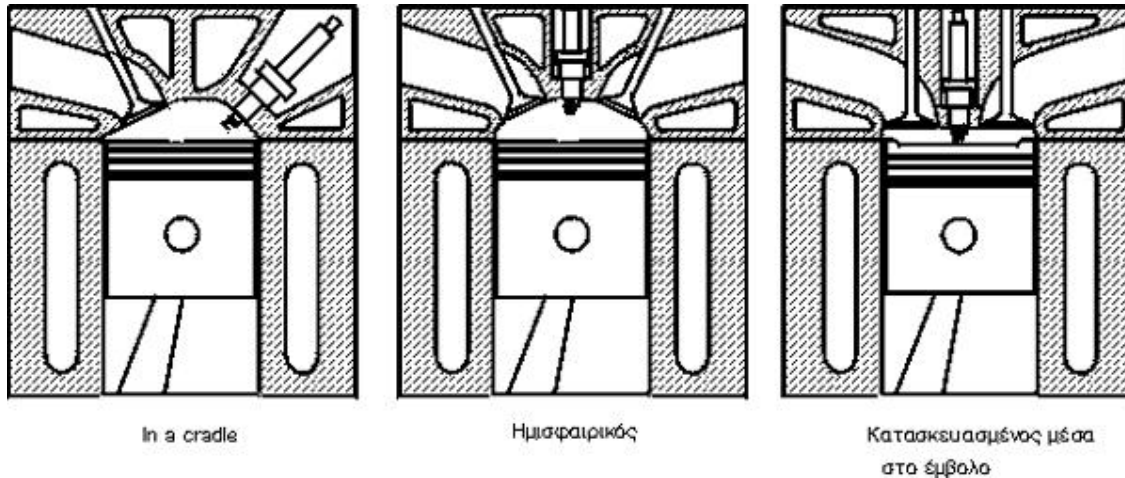


ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.7

Επίδραση της γωνίας ανάφλεξης στην ειδική κατανάλωση καυσίμων

4.6.7. Θάλαμος καύσης

Στο σχεδιασμό του θαλάμου καύσεως, είναι σημαντικό να υπάρχει μια μικρή λεία επιφάνεια, στο κέντρο της οποίας είναι το μπουζί, έτσι ώστε η φλόγα να διασχίζει μια μικρή απόσταση, για να πετυχαίνουμε όσο το δυνατό τελειότερη καύση και μια ουσιαστική μείωση των εκπομπών HC. Επίσης, σκόπιμο είναι να δημιουργείται η μεγαλύτερη δυνατή ανατάραξη μέσα στο θάλαμο καύσης, γιατί έτσι βελτιώνεται η ομοιογένεια του μίγματος και η διάδοση της φλόγας.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.8

Διαφορετικοί σχεδιασμοί του θαλάμου καύσης

4.7 Λύσεις που σχετίζονται με τα καυσαέρια

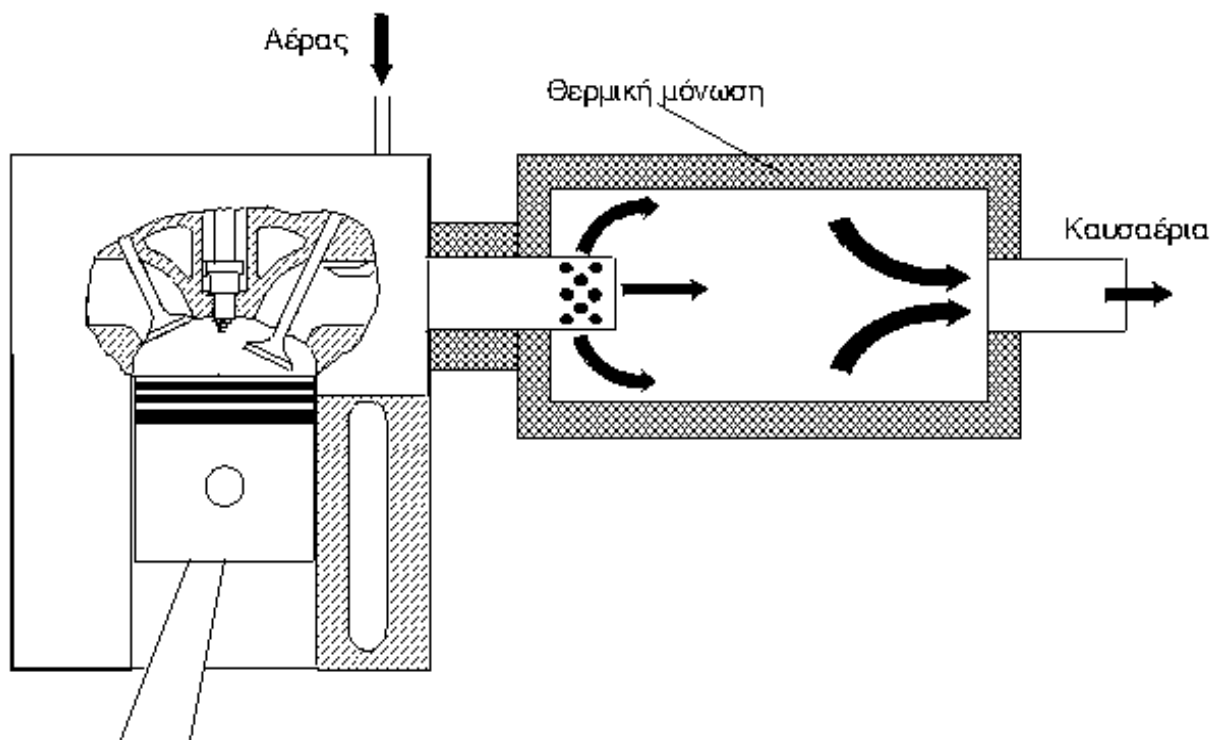
Η σύγχρονη νομοθεσία για την καταπολέμηση της ρύπανσης υποδεικνύει ότι είναι πρακτικά αδύνατο να επιτευχθούν τα όρια που έχουν θεσμοθετηθεί τελειοποιώντας μόνο τη διαδικασία καύσης. Η μόνη αποτελεσματική εναλλακτική λύση είναι η επεξεργασία των καυσαερίων, όταν πια έχουν φύγει από το θάλαμο καύσης.

Μέσω της οξειδωσης στον αέρα, το CO και οι HC μπορούν απλά να μετατραπούν σε έναν αβλαβή συνδυασμό CO₂ και H₂O. Η εξάλειψη των οξειδίων του αζώτου είναι επίσης δυνατή χάρη μια αντίδρασή τους με το O₂. Αυτές οι χημικές αντιδράσεις πραγματοποιούνται υπό τις συνθήκες που επικρατούν μέσα στο σύστημα εξάτμισης, όμως όχι αρκετά γρήγορα ώστε να εξαλειφθούν οι επιβλαβείς ουσίες σε επαρκείς ποσότητες. Δύο λύσεις υπάρχουν για αυτό :

- [η θερμική επεξεργασία των καυσαερίων](#) και
- [η καταλυτική μετατροπή των καυσαερίων](#)

4.7.1. Θερμική επεξεργασία των καυσαερίων

Ένας τρόπος αφαίρεσης του CO και των HC από τα καυσαέρια είναι η οξειδωσή τους καθώς εξέρχονται από το θάλαμο καύσης. Οι μηχανές που λειτουργούν με φτωχό μίγμα περιέχουν αρκετό οξυγόνο στα καυσαέρια τους για να πραγματοποιηθεί η οξειδωση, υπό τις κατάλληλες συνθήκες. Αντίθετα, οι μηχανές που λειτουργούν με πλούσιο μίγμα απαιτούν πρόσθετο αέρα, το οξυγόνο του οποίου θα πραγματοποιήσει την αντίδραση. Η θερμική επεξεργασία αποτελείται από ένα θάλαμο αρκετά μεγάλο για να περιέχει όλα τα καυσαέρια που παράγει η μηχανή, για χρόνο αρκετό για να πραγματοποιηθεί η διαδικασία της οξειδωσης. Αυτό απαιτεί καλή μόνωση μεταξύ της βαλβίδας εξόδου καυσαερίων και της εξόδου του θαλάμου, έτσι ώστε η αντίδραση να πραγματοποιείται γρήγορα.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4.9

Σχέδιο εγκατάστασης του θερμικού αντιδραστήρα

Για να είναι το σύστημα αποτελεσματικό, πρέπει να επεξεργαστούμε τις παραμέτρους της μηχανής που επηρεάζουν την μετάδοση της θερμότητας, όπως ο σχεδιασμός της πολλαπλής εισαγωγής, η επικάλυψη αυτού του εξαρτήματος με ανακλαστικό υλικό, κλπ. Βασικό πλεονέκτημα αυτού του συστήματος είναι η μεγάλη μείωση των HC και του CO, αλλά μειονέκτημά του, η αύξηση των εκπομπών NOx.

Στην πραγματικότητα, σε μερικά οχήματα η θερμική επεξεργασία είναι η εισαγωγή αέρα μέσα στην πολλαπλή εξαγωγή κατά τη διάρκεια της αρχικής εκκίνησης, με σκοπό να μειωθούν οι εκπομπές ρύπων σε αυτή τη φάση λειτουργίας της μηχανής και να θερμανθεί ο καταλύτης γρηγορότερα.

4.7.2. Καταλυτική μετατροπή των καυσαερίων

Στην καταλυτική μετατροπή χρησιμοποιείται μια παλιά γνωστή χημική διαδικασία για να επιταχυνθεί η αντίδραση που αυτόματα, πραγματοποιείται μέσα στο σύστημα εξάτμισης.

Υπάρχουν κάποιες συγκεκριμένες ουσίες, οι οποίες, χωρίς να παίρνουν μέρος στην αντίδραση, προκαλούν σημαντική επιτάχυνσή της (π.χ. ευγενή μέταλλα, όπως η πλατίνα και το ρόδιο).

Στην περίπτωση των αυτοκινήτων, τα μέταλλα που ευθύνονται για την καταλυτική μετατροπή των καυσαερίων βρίσκονται σε ένα μεταλλικό κουτί που μοιάζει πολύ με σιγαστήρα εξάτμισης και είναι τοποθετημένο κοντά στη μηχανή για να διατηρεί υψηλή θερμοκρασία. Αυτό το εξάρτημα ονομάζεται καταλύτης ή καταλυτικός μετατροπέας.

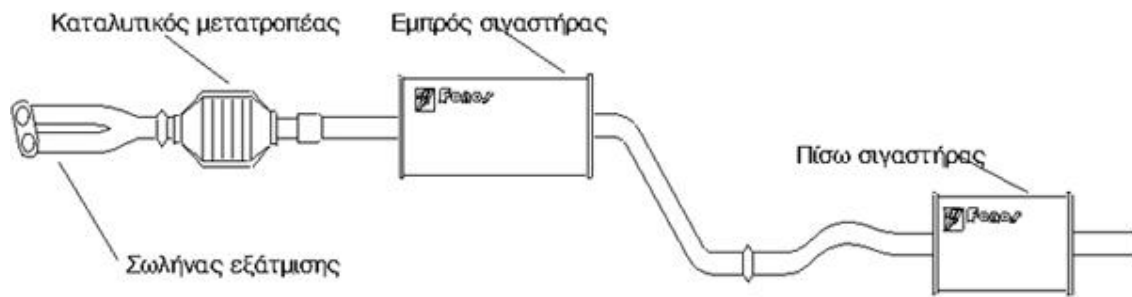
5. Ο καταλυτικός μετατροπέας

Στο χώρο της χημείας, ουσίες που παραβρίσκονται σε μια χημική αντίδραση και την επιταχύνουν, χωρίς όμως να παίρνουν μέρος σε αυτήν ονομάζονται καταλύτες. Όταν η διαδικασία της αντίδρασης τελειώνει, ο καταλύτης δεν έχει μεταβληθεί και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ξανά.

Κάθε καταλυτικός μετατροπέας περιέχει τους πραγματικούς καταλύτες: στοιχεία τα οποία επηρεάζουν μια χημική αντίδραση χωρίς να καταναλώνονται οι ίδιοι. Οι καταλύτες που χρησιμοποιούνται στους καταλυτικούς μετατροπείς, μαζί με τη θερμότητα, μετατρέπουν τα βλαπτικά στοιχεία των αερίων της εξάτμισης σε στοιχεία αβλαβή για το περιβάλλον.

Στο αυτοκίνητο, ο καταλύτης είναι ένας μηχανισμός τοποθετημένος μέσα στο σύστημα εξάτμισης, πολύ κοντά στη μηχανή προκειμένου να διατηρείται σε υψηλή θερμοκρασία. Σκοπός του είναι να εξουδετερώνει τους ρύπους που παράγονται λόγω της ατελούς καύσης και να τους μετατρέπει σε αβλαβείς ουσίες.

Στην πραγματικότητα, η ονομασία “καταλύτης” δεν είναι ιδιαίτερα ακριβής, γιατί ο καταλύτης είναι μια ομάδα ευγενών μετάλλων, που περιέχονται μέσα στο μετατροπέα και σκοπό τους έχουν να επιταχύνουν τις χημικές αντιδράσεις που αφαιρούν τους ρυπαντές από τα καυσαέρια.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.1

Θέση του καταλυτικού μετατροπέα μέσα στο σύστημα εξάτμισης

5.1 Τα μέρη του καταλυτικού μετατροπέα

ΕΙΔΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΩΝ

Κατάλυση είναι ο όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει ουσίες, υλικά τα οποία επιταχύνουν χημικές αντιδράσεις, χωρίς αυτά να μεταβάλλονται ουσιαστικά στη δομή τους. Στα αυτοκίνητα τώρα η κατάλυση επιφορτίζεται με τη μείωση των επιπέδων εκπομπής των τριών ρύπων, με τη μεταγενέστερη οξειδωση και τη μετατροπή τους σε αβλαβή αέρια. Τα CO και HC μέσω της οξειδωσής τους με το οξυγόνο το οποίο υπάρχει στα καυσαέρια, μετατρέπονται σε αβλαβές και μη δηλητηριώδεις διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Για να εξαλειφθούν τα οξείδια του αζώτου NOX, χρησιμοποιείται το βλαβερό μονοξείδιο του άνθρακα το οποίο δεσμεύει το οξυγόνο από τα καυσαέρια και επενεργεί ως εκπτωτικός παράγοντας. Τα προϊόντα αυτής της αντίδρασης είναι το διοξείδιο του άνθρακα και το άζωτο, που είναι συστατικά της ατμόσφαιρας που αναπνέουμε.

Για να πραγματοποιηθούν γρήγορα και αποτελεσματικά οι χημικές αντιδράσεις, που μειώνουν τους ρυπαντές, πρέπει τα καυσαέρια να έρχονται σε επαφή με τα πολύτιμα

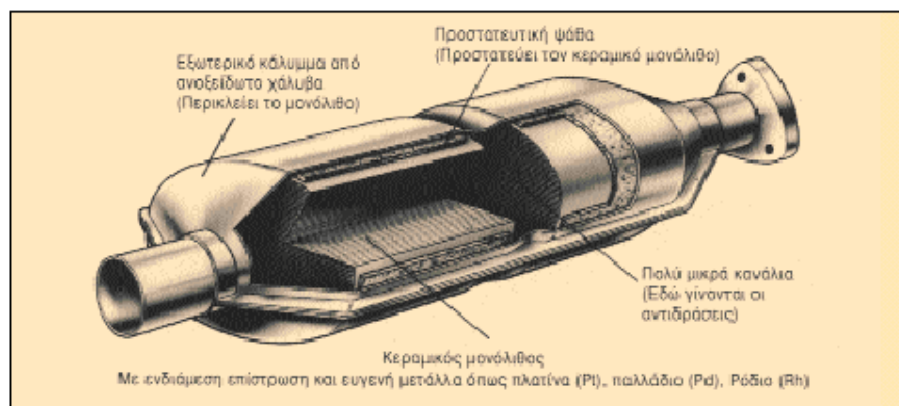
μέταλλα που επιταχύνουν τις αντιδράσεις για χρονικό διάστημα αρκετό για να ολοκληρωθεί η χημική αντίδραση. Για την επίτευξη αυτού του στόχου, τα καυσαέρια διοχετεύονται μέσα από εξαιρετικά λεπτούς σωλήνες, έτσι ώστε πρακτικά κάθε μόριο αερίου να έρχεται σε επαφή με τα πολύτιμα μέταλλα. Αυτός ο διαχωρισμός της ροής πραγματοποιείται από το εσωτερικό υλικό του καταλύτη, το οποίο μπορεί να είναι μεταλλικό ή κεραμικό.

Οι καταλύτες Πλατίνη & Ρόδιο είναι πολύ ακριβά πολύτιμα μέταλλα. Για να λειτουργήσουν σωστά, χρειάζεται μόνο μια μικρή ποσότητα.

Για να επιτυγχάνεται το μέγιστο αποτέλεσμα οι καταλύτες είναι εξίσου διασκορπισμένοι πάνω σε μια μεγάλη επιφάνεια.

Για να επιτευχθεί αυτό σε εξωτερικά μεγέθη περιορισμένα, ο καταλύτης έχει ένα ειδικό πυρήνα ή "Μονόλιθο" κατασκευασμένο από ειδικό κεραμικό ή λεπτό μεταλλικό φύλο

5.1.1 Κεραμικός φορέας



Το βασικό στοιχείο του καταλύτη είναι το κεραμικό υλικό που ονομάζεται μονόλυθος είναι συνύθως κατασκευασμένο από κορδίτη και είναι συνήθως κυλινδρικής μορφής.

Η κατασκευή του μονόλυθου είναι κυψελοειδούς μορφής με διαμήκη κανάλια (περάσματα), παράλληλα προς τη ροή των καυσαερίων. Ο αριθμός αυτών των καναλιών ανέρχεται σε μερικές εκατοντάδες, αφού σε μια ταρταγψνική ιντσα υπολογίζεται περίπου

να υπάρχουν 240 τέτοι κανάλια ροής καυσαερίων. Η διατομή των καναλιών ροής των καυσαερίων στο κεραμικό μονόλιθο είναι συνήθως τετραγωνική μορφής αν και υπάρχουν και με εξαγωνική ή κυκλική μορφή.

Το πάχος των τοιχωμάτων έχει μειωθεί από 0,25-0,30 mm σε 0,15-0,20 mm, για μικρότερη αντίθλιψη των καυσαερίων στον καταλύτη μιας και με δεδομένη τη λεπτότητα των τοιχωμάτων, το μπροστινό μέρος που είναι ανοικτό στη ροή των καυσαερίων υπερβαίνει το 70% της συνολικής επιφάνειας.

Στα τοιχώματα των καναλιών τοποθετείται η ενδιάμεση επίστρωση – αλουμίνα (wash coat). Είναι μια βάση οξειδίου του αλουμινίου, εμποτισμένη στην επιφάνεια των καναλιών ροής καυσαερίων. Η ενδιάμεση επίστρωση λόγω της μεγάλης ειδικής επιφάνειας, αυξάνει κατά πολύ την ενεργό επιφάνεια στην οποία γίνονται οι αντιδράσεις περίπου 10 – 25 φορές. Το πάχος της ενδιάμεσης επίστρωσης φτάνει στα 20 μ στις εξωτερικές επιφάνειες και γωνίες και έως 150 μ στις εσωτερικές γωνίες του κυψελωτού κεραμικού μονόλιθου.

Η επίστρωση ευγενούς μετάλλου τοποθετείται στη ενδιάμεση επίστρωση. Τα ευγενή μέταλλα που χρησιμοποιούνται για τις αντιδράσεις της οξειδωσης, είναι πλατίνα (λευκόχρυσος) Pt ή παλλάδιο Pd και ρόδιο Rh για τις αντιδράσεις της αναγωγής.

5.1.2 Μεταλλικός φορέας

Ο καταλύτης με μεταλλικό μονόλιθο αποτελεί τεχνολογική εξέλιξη των τελευταίων χρόνων. Θα μπορούσε μάλιστα να χαρακτηριστεί ο καλύτερος τύπος καταλύτη, αφού τα εργοστάσια κατασκευής αυτοκινήτων τον τοποθετούν στα κορυφαία τους μοντέλα.

Κατασκευάζεται από ελάσματα ανοξειδωτού χάλυβα, πάχους 0,04-0,07 mm, που σχηματίζουν ένα κυψελοειδές πλέγμα (όπως και στον κεραμικό) με 400 κανάλια/τετραγωνική ίντσα. Η όλη κατασκευή που θυμίζει σερπαντίνα, είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει στα κυματοειδή ελάσματα να περιτυλίγονται, να διαμορφώνονται σε επιστρώσεις και μέσω μιας σκληρής συγκόλλησης να αποτελούν το συμπαγές του μεταλλικού μονόλιθου.

Τα δύο βασικά πλεονεκτήματα αυτού του είδους φορέα είναι η μικρότερη αντίθλιψη που προκαλείται, αφού η ανοιχτή μπροστινή επιφάνεια υπερβαίνει το 80%, και η μεγαλύτερη ανθεκτικότητά του στις υψηλές θερμοκρασίες. Κύριο μειονέκτημά του αποτελεί το υψηλό κόστος του. Αυτό το είδος φορέα κανονικά χρησιμοποιείται σε μικρούς μετατροπείς ή

στους προκαταλύτες, οι οποίοι, επειδή βρίσκονται πολύ κοντά στην εξαγωγή, καταπονούνται σε εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες.

Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα μεταλλικών-κεραμικών καταλυτών

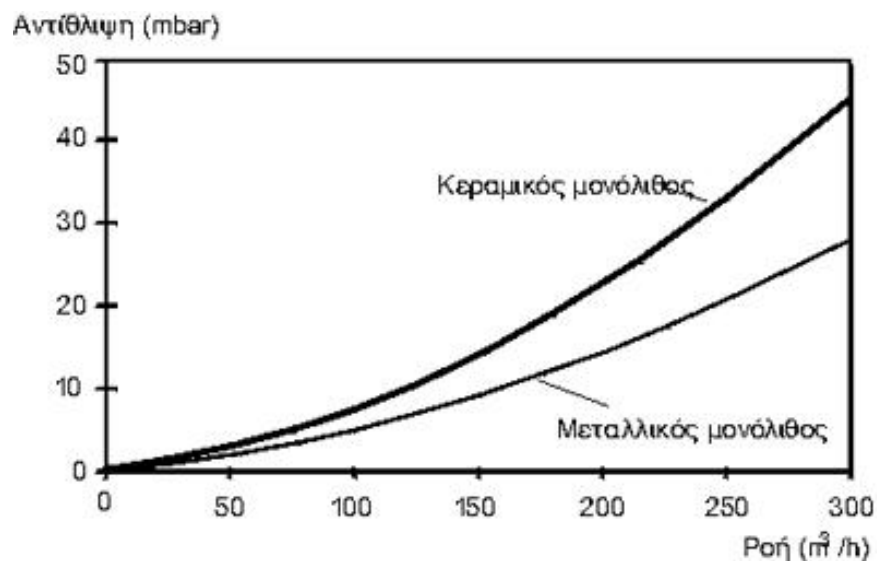
Μια σύγκριση των πλεονεκτημάτων – μειονεκτημάτων του μεταλλικού – κεραμικού καταλύτη δίνει την παρακάτω εικόνα

Πλεονεκτήματα

1. Ο μεταλλικός καταλύτης περυσιάζει μικρότερη αντίθλιψη καυσαερίων στην εξάτμιση (αυτή είναι αύξηση απόδοσης ισχύος), για ισοδύναμη καταλυτική επενέργεια, λόγω κατασκευής αφού η ανοιχτή μπροστινή επιφάνεια υπερβαίνει το 80% της συνολικής επιφάνειας.
2. Τα τοιχώματα του είναι λεπτότερα (0,05 mm κατά μέσο όρο) από τι στον κεραμικό καταλύτη (0,2 mm κατά μέσο όρο).
3. Ο φόβος δημιουργίας τήξης (λιώσιμο) σε εμφάνιση «αιχμών θερμότητας» είναι μικρότερος γιατί λόγω της 10 πλάσιας θερμοαγωγιμότητας του μετάλλου αποβάλλεται ταχύτερα η θερμότητα στο περιβάλλον. Συνεπώς η περίπτωση βλάβης μειώνεται, ενώ αυξάνεται η διάρκεια ζωής.
4. Για την ίδια αντίθλιψη αλλά μεγαλύτερο αριθμό κυψελών μπορεί να πραγματοποιηθεί ακόμη μεγαλύτερη καταλυτική επίδραση με αμετάβλητη την ισχύ του κινητήρα.
5. Αντίστροφα, ο όγκος του καταλύτη μπορεί να μειωθεί κατά 30% περίπου σε σχέση με τον αντίστοιχο κεραμικό και να αποτελέσει μια πιο μικρή και συμπαγή κατασκευή, με αμετάβλητη την ισχύ του κινητήρα και την καταλυτική επίδραση.
6. Η ενεργοποίηση στον μεταλλικό μονόλιθο γίνεται γρηγορότερα γιατί η ειδική θερμοχωρητικότητα του είναι περίπου η μισή από ότι στον κεραμικό μονόλιθο. Η θερμοκρασία λειτουργίας του καταλύτη επιτυγχάνεται συντομότερα, με αποτέλεσμα μετά την εκκίνηση να πραγματοποιείται μια καλύτερη καταλυτική επίδραση.

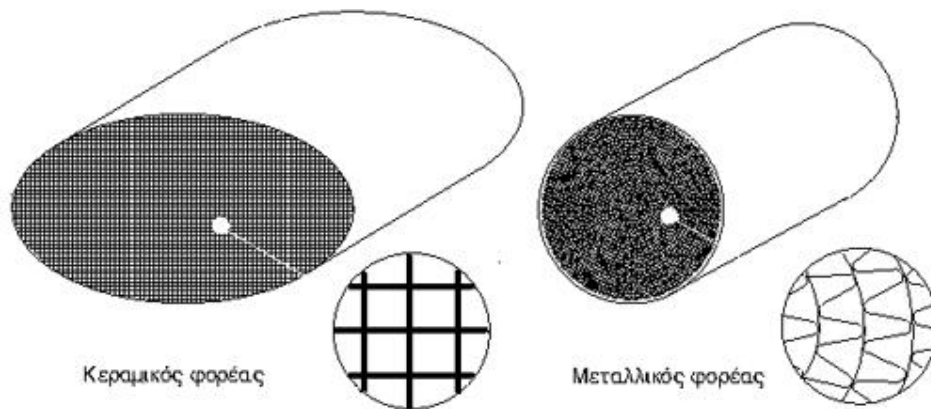
Μειονεκτήματα

1. Το υλικό κατασκευής του μεταλλικού μονόλιθου είναι ακριβότερο
2. Μετά τους 1100 οC (θερμοκρασία που μπορεί να δημιουργηθεί απο ελαττωματική λειτουργία του κινητήρα), δημιουργούνται προβλήματα, όπως αυτό της θερμικής διάβρωσης.
3. Η μηχανική αντοχή του είναι μικρότερη απο του κεραμικού. Τα μεταλλικά ελασμάτινα στρώματα μπορεί να διαχωριστούν, κάτι που δεν υπάρχει στον κεραμικό μονόλιθο
4. Η μικρή θερμοχωρητικότητα του αν και συμβάλλει στη γρήγορη ενεργοποίηση του καταλύτη, επιδρά αρνητικά στην περίπτωση κυκλοφοριακού αφού ο μεταλλικός καταλύτης ψύχεται πιο γρήγορα.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.4

Αντίθλιψη των καυσαερίων στον καταλύτη



Το εσωτερικό υλικό του καταλυτικού μετατροπέα (είτε κεραμικό είτε μεταλλικό) δεν έχει από μόνο του επαρκή επιφάνεια για να επιτευχθεί αποτελεσματική επαφή των καυσαερίων με τα ευγενή μέταλλα. Επιπλέον, χρειάζεται με κάποιο τρόπο να στερεωθούν τα λεγόμενα ευγενή μέταλλα πάνω στο εσωτερικό υλικό. Αυτός είναι ο διπλός ρόλος της ενδιάμεσης επίστρωσης αλουμίνας, (μεταξύ εσωτερικού υλικού και ευγενών μετάλλων), η οποία αυξάνει μέχρι και 100 φορές την ενεργό επιφάνεια στην οποία γίνονται οι αντιδράσεις. Οι τύποι της ενδιάμεσης επίστρωσης ποικίλουν ανάλογα με τα ευγενή μέταλλα και τις ποσότητές τους που θα στερεωθούν σε αυτή, καθώς και με τη μέθοδο κατασκευής της ίδιας της ενδιάμεσης επίστρωσης. Όλοι αυτοί οι παράγοντες επηρεάζουν τη χημική σύσταση, την αποτελεσματικότητα του καταλύτη, την αντίστασή του στις υψηλές θερμοκρασίες και τη διάρκεια ζωής του τελικού προϊόντος.

Στην περίπτωση των κεραμικών καταλυτών υπάρχει ένα ενδιάμεσο συστατικό, ανάμεσα στον μονόλιθο και το μεταλλικό κέλυφος, το οποίο συνδέει τον κεραμικό φορέα και το εξωτερικό κάλυμμα, απορροφώντας τις διαφορές διαστολής τους, αφού όταν η θερμοκρασία αυξάνεται, το χαλύβδινο κέλυφος διαστέλλεται ενώ ο κεραμικός μονόλιθος δεν μεταβάλλεται ως προς τις διαστάσεις του. Συνέπεια αυτού είναι η άνοδος της θερμοκρασίας να επιφέρει αύξηση του χώρου ανάμεσα στον κεραμικό φορέα και το μεταλλικό κάλυμμα. Υπάρχουν δύο λύσεις στο πρόβλημα : η χρήση μιας προστατευτικής ψάθας, είτε τύπου συρμάτινου πλέγματος, είτε τύπου διαστελλόμενου τάπητα.

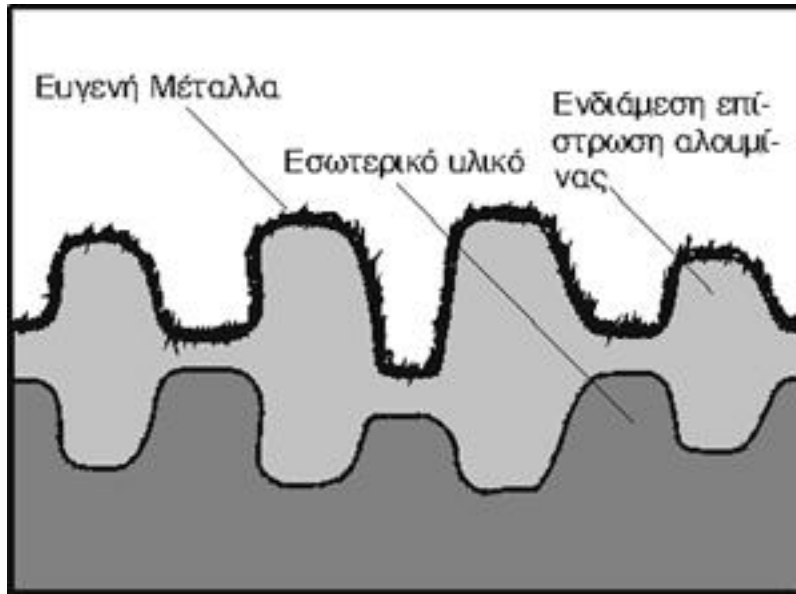
5.1.3 Προστατευτική ψάθα τύπου συρμάτινου πλέγματος

Η κατασκευή ενός καταλύτη με αυτό το ενδιάμεσο συστατικό είναι πολύ απλή και με σχετικά χαμηλό κόστος. Το κύριο μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι η θερμική καταπόνηση που προκαλείται στο συρμάτινο πλέγμα ύστερα από τις αναρίθμητες αυξομειώσεις της θερμοκρασίας μειώνει την αποτελεσματικότητά του. Το πρόβλημα οξύνεται όταν τα τμήματα του μονόλιθου δεν είναι κυκλικά, γιατί τότε η διαστολή γίνεται ασύμμετρα. Ένα επιπλέον μειονέκτημα είναι ότι μπορεί να έχει δυσμενή επίδραση στην αποτελεσματικότητά του καταλύτη : πιθανή αδυναμία του συρμάτινου πλέγματος να σταματήσει τα καυσαέρια θα δημιουργήσει μια δίοδο διαφυγής καυσαερίων ανάμεσα στον κεραμικό μονόλιθο και το εξωτερικό κέλυφος χωρίς να γίνει προηγουμένως επεξεργασία τους.

5.1.4 Προστατευτική ψάθα τύπου διαστελλόμενου τάπητα

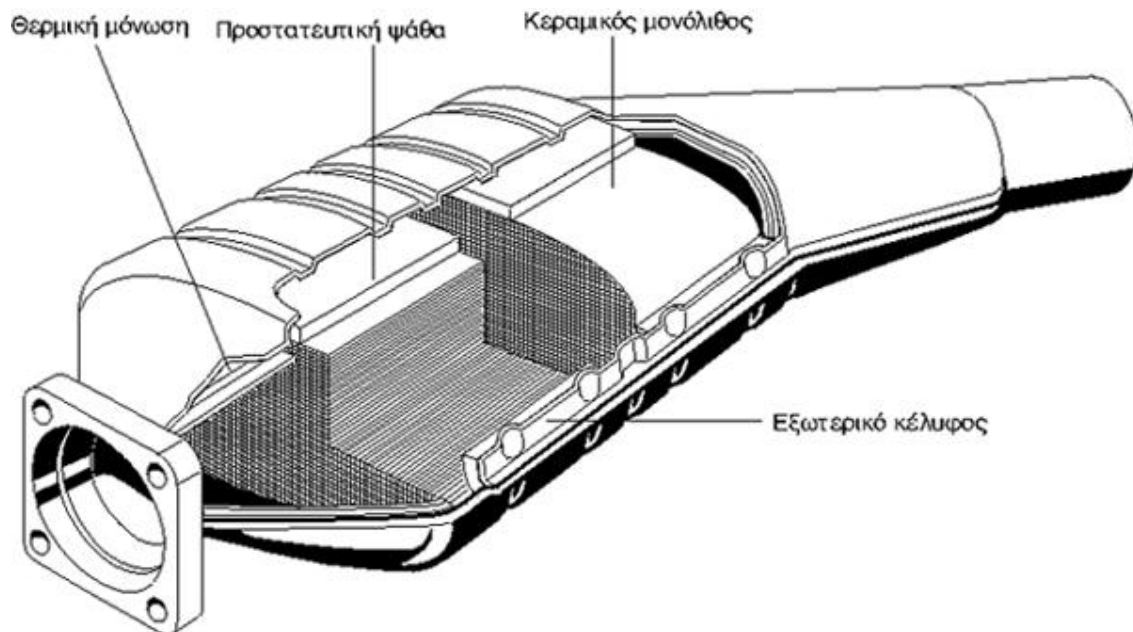
Αυτή η λύση απαιτεί μεγάλη ακρίβεια στο σχεδιασμό των διαστάσεων. Η ικανότητά της να διαστέλλεται με τη θερμοκρασία είναι πολύ μεγαλύτερη από την ικανότητα του μεταλλικού πλέγματος γι' αυτό και καλύπτει το κενό που προκαλείται από τη διαστολή του μεταλλικού κελύφους πολύ ευκολότερα.

Λειτουργεί επίσης ως μονωτικό στοιχείο, διατηρώντας το μονόλιθο σε υψηλή θερμοκρασία και έτσι βελτιώνει την απόδοση του καταλύτη. Κύριο μειονέκτημά της είναι η ευκολία με την οποία αποσυντίθεται όταν μειώνεται η πυκνότητά της, πράγμα που σημαίνει ότι μπορεί εύκολα να διαβρωθεί αν έρθει σε άμεση επαφή με τα καυσαέρια.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.5

Επιφάνεια καναλιού σε μεγέθυνση



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.2

Τμήμα καταλυτικού μετατροπέα με προστατευτική ψάθα

5.1.5 Εξωτερικό μεταλλικό κέλυφος

Κατασκευάζεται από ανοξείδωτο χάλυβα που βελτιώνει τα μηχανικά χαρακτηριστικά του στις υψηλές θερμοκρασίες και προβάλλει ισχυρή αντίσταση στη διάβρωση. Χρησιμοποιείται για να ισχυροποιήσει την κατασκευή και να την προστατεύσει από τη διαρκή χρήση και έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες.

Πέρα από αυτά τα κύρια μέρη, ο καταλυτικός μετατροπέας μπορεί να χρησιμοποιεί και άλλα δευτερεύοντα συστατικά μέρη, όπως προστατευτικούς δακτύλιους για την προστατευτική ψάθα τύπου διαστελλόμενου τάπητα, διπλό κέλυφος, μονωτικές κεραμικές ίνες, προστατευτική σχάρα (για τυχόν προσκρούσεις κλπ.) κ.α. Όλα αυτά αποτελούν μέρος των διαφορετικών σχεδιασμών καταλυτικών μετατροπέων και η ύπαρξή τους αποτελεί επιλογή του κατασκευαστή.

5.2 Τύποι καταλυτικών μετατροπέων

Μπορούμε να διαχωρίσουμε τους καταλυτικούς μετατροπείς σε τρεις μεγάλες κατηγορίες : διοδικούς καταλύτες, αρρύθμιστους τριοδικούς καταλύτες και ρυθμιζόμενους τριοδικούς καταλύτες. Ο τελευταίος τύπος χρησιμοποιείται ευρύτατα στην Ευρώπη από όλους τους κατασκευαστές αυτοκινήτων, αν και είναι επίσης δυνατό να βρούμε διοδικούς καταλύτες σε οχήματα σχεδιασμένα πριν το 1988, ή αρρύθμιστους τριοδικούς σε αυτοκίνητα από τις ΗΠΑ.

Πρέπει να διευκρινισθεί η έννοια του όρου “οδός” σε έναν καταλυτικό μετατροπέα. Δε σημαίνει ότι τα καυσαέρια έρχονται από δύο ή τρεις διαφορετικές κατευθύνσεις, ούτε ότι υπάρχουν δύο ή τρεις κεραμικοί μονόλιθοι, αλλά δηλώνει τον αριθμό ρυπαντών, που μπορεί ο καταλύτης να μετατρέψει. Έτσι, ένας διοδικός καταλύτης μετατρέπει δύο ρυπαντές και ένας τριοδικός καταλύτης μετατρέπει τρεις ρυπαντές. Εξωτερικά δεν εμφανίζουν διαφορές (εκτός από τον αρρύθμιστο τριοδικό καταλύτη ο οποίος έχει έναν μικρής διαμέτρου σωλήνα εισαγωγής αέρα). Η διαφοροποίησή τους γίνεται με το είδος της ενδιάμεσης επίστρωσης αλουμίνιας που χρησιμοποιούν, καθώς και το είδος ευγενούς μετάλλου που χρησιμοποιείται ως καταλύτης.

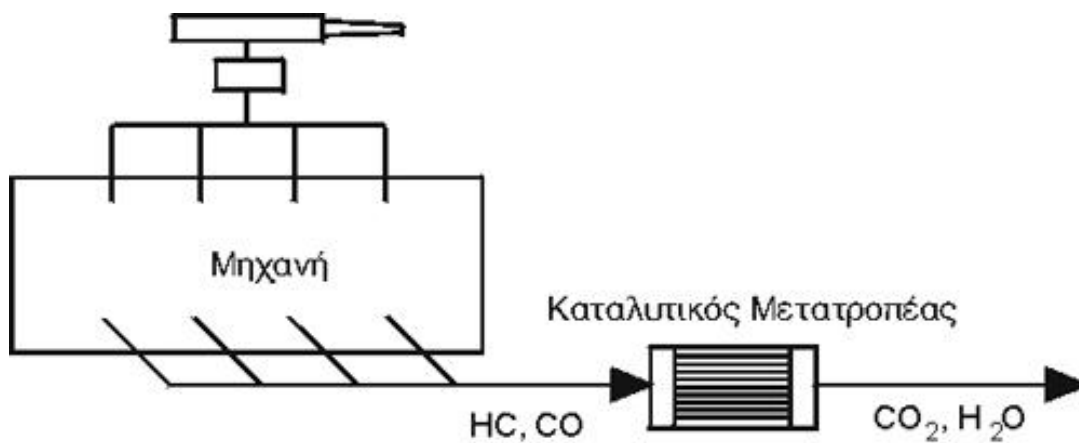
5.2.1 Διοδικοί καταλύτες

Είναι επίσης γνωστοί και ως οξειδωτικοί καταλύτες καθώς αυτό το είδος αντίδρασης πραγματοποιούν. Αποτελούν εναλλακτική λύση, αντί των θερμικών μετατροπών που εξουδετερώνουν το CO και τους HC.

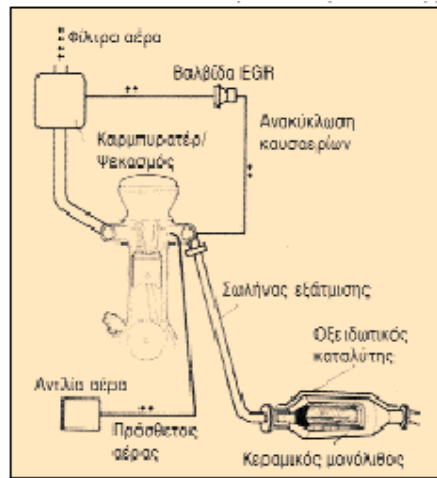
Πετυχαίνουν μεγάλη μείωση αυτών των ρυπαντών, αλλά οι υψηλές θερμοκρασίες στις οποίες αυτές οι αντιδράσεις πραγματοποιούνται, αυξάνουν τις εκπομπές NOx. Κανονικά αυτοί οι καταλύτες

χρησιμοποιούνται σε μηχανές που λειτουργούν με φτωχό μίγμα, αφού οι εκπομπές HC και CO είναι χαμηλές, ενώ τα NOx αντιμετωπίζονται με κάποια άλλη διαδικασία, πχ. επανακυκλοφορία των καυσαερίων.

Αν χρησιμοποιηθούν σε μηχανές που λειτουργούν με πλούσιο μίγμα, για να επιτευχθεί χαμηλή παραγωγή NOx αρχικά, τότε πρέπει να εισαχθεί πρόσθετος αέρας με τη βοήθεια μιας αντλίας, έτσι ώστε να υπάρχει επάρκεια οξυγόνου στον καταλύτη για να πραγματοποιηθεί η οξείδωση.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.6 Διοδικός καταλύτης

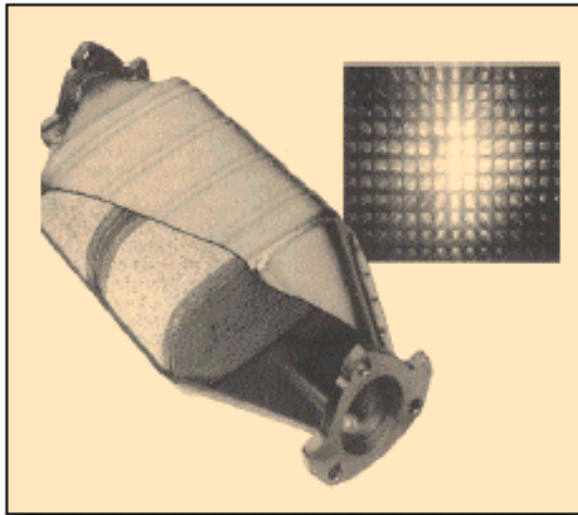


Εικόνα 5.2.1.α. διοδικός καταλύτης

5.3 ΤΡΙΟΔΙΚΟΣ ΚΑΤΑΛΥΤΗΣ

Σε αυτή τη διάταξη το καυσαέριο ρέει μέσω ενός τριοδικού καταλύτη και τριοδικό εννοούμε ότι οι τρεις βασικοί ρύποι μετατρέπονται σε αβλαβή αέρια. Το σύστημα που χρησιμοποιείται είναι ένας κεραμικός μονόλιθος σε κυψελωτό σχήμα, με περίπου 8.000 παράλληλα περάσματα, το οποίο τοποθετείται μέσα στο κέλυφος του μετατροπέα και κατά τη ροή των καυσαερίων. Ανάμεσα στο μονόλιθο και στο κέλυφος του μετατροπέα υπάρχει ένα πλέγμα από μεταλλικές ίνες, οι οποίες εξισώνουν τη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του μονόλιθου και του εξωτερικού κέλυφους. Επίσης υπάρχει άλλη μία θερμική ασπίδα, η οποία μειώνει τη μεταφορά θερμότητας στα λοιπά μέρη του καταλύτη. Ένα ειδικό κερί σφραγίζει σε τελική φάση το μετατροπέα αποτρέποντας έτσι απώλειες καυσαερίων και ροές θερμών αερίων γύρω από τις πλευρές του μετατροπέα. Το καταλυτικό επίστρωμα της πλάκας του μετατροπέα αποτελείται από τα πολύτιμα μέταλλα πλατίνα, παλλάδιο και ρόδιο και από έναν συνδυασμό διαφόρων οξειδίων

μετάλλων. Η ποσότητα και η αναλογία αυτών των μετάλλων προσδιορίζουν τη λειτουργία, την αποτελεσματικότητα και τη διάρκεια ζωής του μετατροπέα. Τα μέταλλα αυτά το τοποθετούνται σε ένα προκαταρκτικό στρώμα οξειδίου του αλουμινίου και αυτό συμβάλει στη δημιουργία ενός στρώματος - επιφάνειας, πάνω στην οποία λαμβάνουν χώρα όλες οι αντιδράσεις. Οι καταλυτικές λειτουργίες γίνονται σ' ένα πεδίο θερμοκρασιών από 250-800ο C. Η πιο αποτελεσματική θερμοκρασία λειτουργίας είναι οι 600ο C ενώ σε θερμοκρασίες 250ο C ο καταλύτης δεν λειτουργεί. Σε θερμοκρασίες άνω των 1200ο C ο μετατροπέας καταστρέφεται λόγω υπερθέρμανσης. Τέτοιες καταστάσεις δημιουργούνται λόγω αποτυχίας ανάφλεξης σε κάποιο κύλινδρο, οπότε το καύσιμο φτάνει άκαυστο στο μετατροπέα, όπου έρχεται σε επαφή με το τοίχωμα και αναφλέγεται. Γι' αυτό υπάρχουν ηλεκτρονικά ελεγχόμενα συστήματα ανάφλεξης, τα οποία κρίνονται απαραίτητα σε τέτοιες περιπτώσεις.

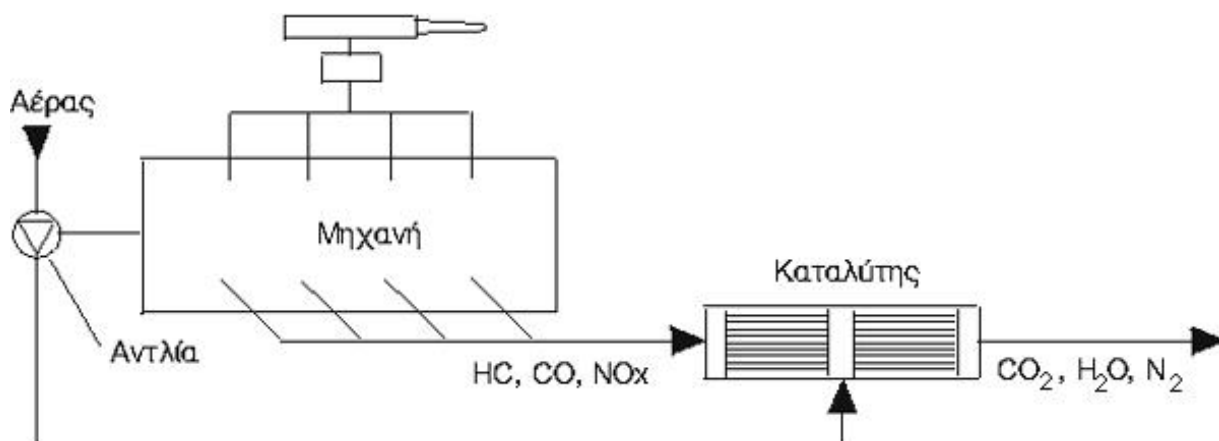


Εικόνα 5.2.1.β. τριοδικός καταλύτης

5.3.1 Αρρυθμιστος τριοδικός καταλύτης

Ονομάζεται συχνά και “τριοδικός καταλύτης ανοικτού συστήματος ρύθμισης”. Συνήθως δεν συναντάται στην Ευρώπη, γιατί έχει χρησιμοποιηθεί κατ’ αποκλειστικότητα σε οχήματα αμερικανικής κατασκευής.

Αποτελείται από δύο κεραμικούς μονόλιθους τοποθετημένους ξεχωριστά μέσα στο ίδιο μεταλλικό κέλυφος. Ανάμεσα στους δύο μονόλιθους υπάρχει ένας ατσάλινος σωλήνας, στον οποίο είναι συνδεδεμένο ένα σωληνάκι αντλίας που εισάγει τον αέρα από τη μηχανή. Ο πρώτος καταλύτης προκαλεί αναγωγικές αντιδράσεις, μετατρέποντας έτσι τα NO_x, ενώ στο δεύτερο οξειδώνονται το CO και οι HC.



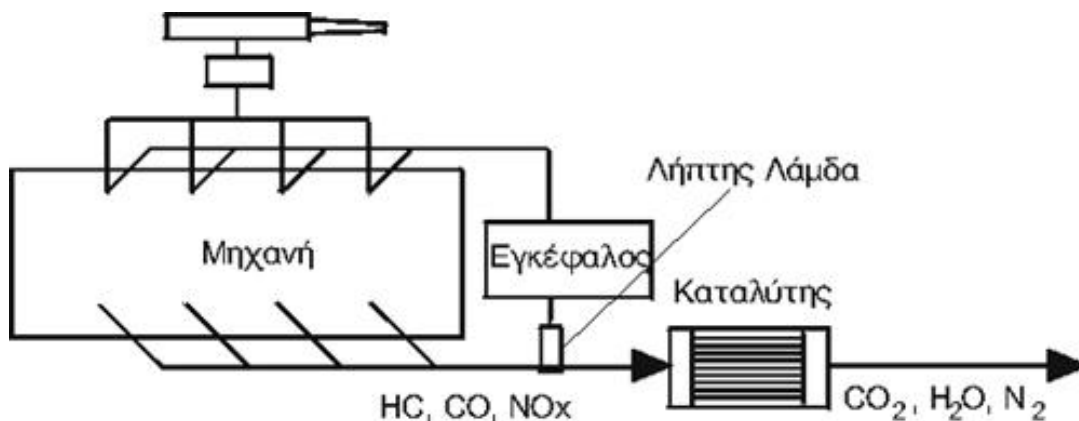
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.7

Τριοδικός καταλύτης ανοικτού συστήματος ρύθμισης

Για να πραγματοποιηθούν αποτελεσματικά οι αναγωγικές αντιδράσεις στον πρώτο μονόλιθο πρέπει να υπάρχει έλλειψη οξυγόνου στα καυσαέρια, άρα η μηχανή πρέπει να λειτουργεί με πλούσιο μίγμα, το οποίο είναι αντιοικονομικό. Από την άλλη, ο δεύτερος καταλύτης χρειάζεται οξυγόνο για να λειτουργήσει, γι’ αυτό πρέπει να τροφοδοτείται με πρόσθετο αέρα μέσω μιας αεραντλίας.

5.3.2 Ρυθμιζόμενοι τριοδικοί καταλύτες

Ονομάζονται επίσης “τριοδικοί καταλύτες κλειστού συστήματος ρύθμισης”. Αυτή η ονομασία (όπως η αντίστοιχη “τριοδικός ανοικτού συστήματος ρύθμισης” για τους αρρύθμιστους τριοδικούς), αναφέρεται στην ύπαρξη ή μη λήπτη λάμδα, που αντιστοίχως δημιουργεί κλειστό ή ανοικτό σύστημα ρύθμισης. Σε αντίθεση με τους αρρύθμιστους τριοδικούς, που πραγματοποιούν πρώτα τις αναγωγικές και ύστερα τις οξειδωτικές αντιδράσεις, οι ρυθμιζόμενοι τριοδικοί πραγματοποιούν και τις τρεις αντιδράσεις ταυτόχρονα. Η οξείδωση των HC και του CO συμβαίνει συγχρόνως με την αναγωγή των NOx.



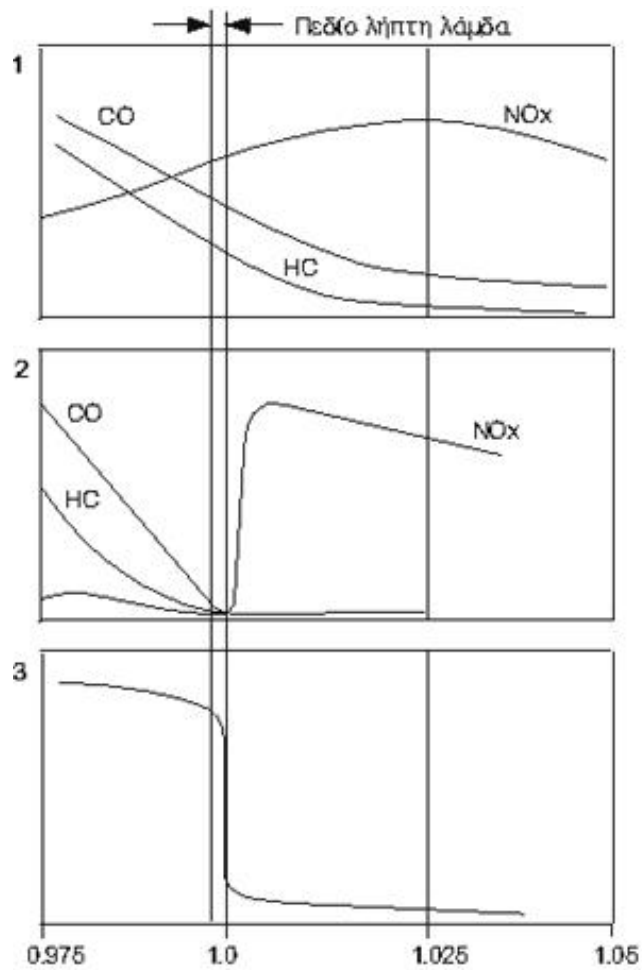
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 5.8

Τριοδικός καταλύτης κλειστού συστήματος ρύθμισης

Για να γίνουν επαρκώς οι αντιδράσεις πρέπει το μίγμα αέρα/καυσίμου να βρίσκεται πολύ κοντά στο τέλειο μίγμα, συνεπώς είναι απαραίτητη η χρήση ηλεκτρονικού συστήματος ψεκασμού καυσίμων ή ηλεκτρονικά ελεγχόμενου συστήματος τροφοδοσίας, έτσι ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί κλειστό σύστημα ρύθμισης.

Η αποτελεσματικότητα του τριοδικού καταλύτη καθορίζεται από το λόγο λάμδα λειτουργίας της μηχανής. Η τέλεια καταλυτική αντίδραση είναι δυνατή μόνο μέσα στο “πεδίο λάμδα”. Όταν ο λόγος λάμδα διατηρείται μέσα σε αυτά τα όρια, οι τρεις χημικές αντιδράσεις (οξειδωση του CO, οξειδωση των HC και αναγωγή των NOx) πραγματοποιούνται ταυτόχρονα και πολύ αποτελεσματικά.

Εάν το μίγμα γίνει φτωχότερο και ο λόγος λάμδα αυξηθεί σε βαθμό να ξεπεράσει τα όρια του “πεδίου λάμδα” της βέλτιστης περιοχής λειτουργίας του τριοδικού καταλύτη, η ποσότητα του οξυγόνου στα καυσαέρια θα εμποδίσει την πραγματοποίηση της αναγωγικής αντίδρασης και οι εκπομπές NOx θα αυξηθούν ραγδαία. Όμοια αν το μίγμα εμπλουτιστεί και ο λόγος λάμδα μειωθεί, η έλλειψη οξυγόνου θα δυσχεράνει τις οξειδωτικές αντιδράσεις, αυξάνοντας τις εκπομπές CO και HC.



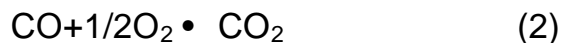
Διάγραμμα 5.9

- 1: Εκπομπές πριν την κατάλυση
- 2: Εκπομπές μετά την κατάλυση
- 3: Μηνύματα λήπτη λάμδα

5.4 Χημικές αντιδράσεις

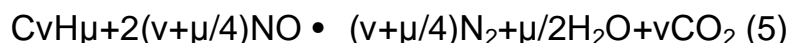
Μέσα στην ομάδα των υδρογονανθράκων πολλές διαφορετικές αντιδράσεις πραγματοποιούνται και σε ποικίλες ταχύτητες. Εκείνοι που αντιδρούν πιο αργά είναι οι κεκορεσμένοι υδρογονάνθρακες (ειδικά το μεθάνιο). Οι ακόρεστοι υδρογονάνθρακες εφόσον βρίσκονται σε πλούσια σε οξυγόνο ατμόσφαιρα) και οι πολυκυκλικοί αρωματικοί

αντιδρούν σε μέτρια ταχύτητα, αλλά το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και το υδρογόνο (H₂) αντιδρούν ταχύτατα.



Αυτές είναι οι αντιδράσεις που πραγματοποιούνται στους οξειδωτικούς καταλύτες και μέσα από αυτές πετυχαίνουμε δραστική μείωση των HC και του CO.

Στους τριοδικούς καταλύτες πραγματοποιούνται επίσης και άλλες αντιδράσεις, είτε ταυτόχρονα (καταλύτες κλειστού συστήματος ρύθμισης) είτε διαδοχικά (καταλύτες ανοικτού συστήματος ρύθμισης). Αυτές είναι οι αναγωγικές αντιδράσεις που τελικά θα εξουδετερώσουν τα οξείδια του αζώτου (NO_x).



Οι αντιδράσεις (2) και (4) είναι οι κύριες αντιδράσεις που πραγματοποιούνται σε έναν τριοδικό καταλύτη για να αφαιρεθούν το CO και οι HC. Σε έναν καταλύτη ανοικτού συστήματος ρύθμισης (αρρύθμιστο τριοδικό) συμβαίνουν διαδοχικά, ενώ σε ένα καταλύτη κλειστού συστήματος ρύθμισης (ρυθμιζόμενο τριοδικό) συμβαίνουν ταυτόχρονα. Στη δεύτερη περίπτωση, για να πραγματοποιηθούν οι αντιδράσεις, οι συνθήκες πρέπει να ρυθμίζονται τέλεια.

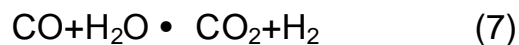
Υπάρχουν επίσης κάποιες ξεκάθαρες προϋποθέσεις, που πρέπει να καλυφθούν ώστε οι δύο αντιδράσεις να πραγματοποιηθούν ταυτόχρονα. Η αντίδραση (2) θα

προκαθορίσει αν το μίγμα θα γίνει φτωχό και τα καυσαέρια θα είναι πλούσια σε οξυγόνο. Εάν συμβεί αυτό, η αντίδραση (4) που είναι πιο αργή, θα μετακινηθεί προς τα αριστερά και η μετατροπή του NO θα μειωθεί. Αντιστρόφως, εάν υπάρχει μια φανερή έλλειψη οξυγόνου, η συγκέντρωση αυτού του αερίου και του NO δεν θα είναι αρκετή για να επιτύχει τα απαραίτητα για τη μετατροπή του CO και των HC επίπεδα.

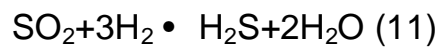
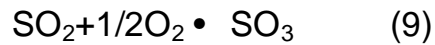
Με δεδομένο ότι η αντίδραση (4) είναι πιο αργή από την αντίδραση (2), και για να επιτύχουμε την πιο αποτελεσματική μετατροπή του CO και του NO, πρέπει να μετακινήσουμε την αντίδραση (4) προς τα δεξιά, έτσι ώστε να πραγματοποιηθεί στην ίδια ταχύτητα με την αντίδραση (2). Ο λόγος λάμδα λειτουργίας της μηχανής θα πρέπει συνεπώς να είναι λίγο μικρότερος από 1.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι οι τριοδικόι καταλύτες είναι χρήσιμοι, μόνο μέσα στο λεγόμενο πεδίο λάμδα, κοντά στο σημείο όπου το μίγμα είναι τέλειο. Εάν ο καταλύτης λειτουργεί μέσα σε αυτό το πεδίο, πετυχαίνει μια πολύ καλή μείωση των τοξικών εκπομπών. Η έρευνα συνεχίζει τις προσπάθειες διεύρυνσης αυτού του πεδίου λάμδα όσο το δυνατόν περισσότερο. Μια τέτοια διεύρυνση θα ήταν δυνατή αν αυξήσουμε την ικανότητα του ροδίου να δεσμεύει οξυγόνο, με την εξασφάλιση αρκετών οξειδίων αλουμινίου (ενδιάμεση επίστρωση αλουμίνης) πάνω στην προστατευτική ψάθα τύπου διαστελλόμενου τάπητα. Όταν δεν υπάρχει επάρκεια οξυγόνου στα καυσαέρια, αυτά μπορούν να οξειδώνουν τους υδρογονάνθρακες και το μονοξείδιο του άνθρακα για ένα μικρό χρονικό διάστημα. Όταν υπάρχει έλλειψη οξυγόνου θα κατακρατούν τα καυσαέρια, επιβραδύνοντας έτσι τη διαδικασία της οξείδωσης.

Άλλος ένας τρόπος επιτάχυνσης της μετατροπής των υδρογονανθράκων και του CO κατά την περίοδο ανεπάρκειας οξυγόνου είναι η χρήση καταλυτών οι οποίοι επιταχύνουν τις αντιδράσεις (7) και (8). Χάρη στην παρουσία των υδρατμών, οι οποίοι βρίσκονται πάντοτε σε ικανοποιητικές ποσότητες, κάποιοι από τους ρυπαντές μπορούν να οξειδωθούν και με απουσία οξυγόνου.



Στην πραγματικότητα οι αντιδράσεις που πραγματοποιούνται μέσα σε έναν καταλυτικό μετατροπέα είναι πολύ περίπλοκες, και πέρα από εκείνες που εξετάσαμε - οι οποίες είναι όλες επιθυμητές - παράλληλες αντιδράσεις μπορεί να πραγματοποιηθούν, οι οποίες να σχηματίσουν άλλες ανεπιθύμητες ουσίες.



Αυτό το πρόβλημα της “δευτερεύουσας ρύπανσης” έχει γίνει αντικείμενο ευρείας εξέτασης στις ΗΠΑ, όπου οι καταλυτικοί μετατροπείς είναι ο κανόνας, και το συμπέρασμα ήταν, ότι έχει μικρή σημασία. Με τη χρήση ρυθμιζόμενων τριοδικών καταλυτών, οι οποίοι λειτουργούν πολύ κοντά στο τέλειο μίγμα, είναι δυνατή η επίτευξη ευνοϊκών αποτελεσμάτων όπου οι παράλληλες αντιδράσεις πρακτικά εξαφανίζονται. Μόνο όταν το αυτοκίνητο είναι καινούργιο ή η μηχανή δεν είναι σωστά ρυθμισμένη είναι πιθανό να εντοπιστεί δευτερεύουσα ρύπανση. Ιδιαίτερα αξιοσημείωτο είναι το υδρόθειο (H_2S) εξαιτίας της διαπεραστικής του οσμής χαλασμένων αυγών.

6. Έλεγχος του καταλυτικού μετατροπέα

Για τη σωστή λειτουργία του καταλύτη (καταλυτικού μετατροπέα), εξαιρετική σημασία έχει η καταρχήν σωστή τοποθέτησή του, καθώς και ο περιοδικός έλεγχός του σε ολόκληρη τη διάρκεια ζωής του. Οι καταλύτες είναι στιβαρής κατασκευής και φυσιολογικά έχουν διάρκεια ζωής 80.000 χλμ. Όμως η ζωή τους μπορεί να μειωθεί, αν το όχημα δεν συντηρείται σωστά ή η μηχανή δεν λειτουργεί κανονικά. Τα περισσότερα προβλήματα πρόωρης καταστροφής μπορούν να αποφευχθούν με περιοδικό έλεγχο της μηχανής, του καταλύτη και του λήπτη λάμδα.

Ο ιδιοκτήτης ενός οχήματος εφοδιασμένου με καταλυτικό μετατροπέα θα πρέπει να τηρεί κάποιες βασικές αρχές προκειμένου να τον διατηρήσει σε τέλεια λειτουργία, για όλα τα χιλιόμετρα, που η διάρκεια ζωής του προβλέπει. Αυτές οι αρχές είναι :

1. Ποτέ μη χρησιμοποιείτε βενζίνη με μόλυβδο, αφού ακόμα και μικρές ποσότητες μολύβδου μπορούν να καταστρέψουν τον καταλύτη.
2. Ελέγξτε την κατανάλωση λαδιού της μηχανής, ώστε να μην υπερβαίνει το ένα λίτρο ανά 1000 χλμ. Μεγαλύτερη κατανάλωση θα προκαλέσει σοβαρές βλάβες στις καταλυτικές ιδιότητες του μετατροπέα.
3. Μην προσπαθήσετε να ξεκινήσετε το όχημα με το να το σπρώχνετε, όταν ο καταλύτης είναι ζεστός, καθώς η μηχανή μπορεί να στείλει άκαυστο καύσιμο μέσα στον καταλύτη, όπου αυτό θα καεί, καταστρέφοντας τον κεραμικό μονόλιθο (θα σπάσει ή θα λιώσει).
4. Μη χρησιμοποιείτε στα καύσιμα πρόσθετα που περιέχουν μόλυβδο καθώς αυτός θα δηλητηριάσει τον καταλύτη και θα τον αχρηστεύσει.
5. Συνιστάται η τακτική συντήρηση του αυτοκινήτου, ιδίως του συστήματος ανάφλεξης, καθώς κάθε σοβαρή βλάβη του, καταστρέφει τον καταλύτη.

6. Ποτέ μην αφήνετε το ρεζερβουάρ να αδειάσει, καθώς αυτό προκαλεί ακανόνιστη παροχή καυσίμου, με συνέπεια τη δημιουργία μικροεκρήξεων (πειράκια) και υψηλή θερμοκρασία μέσα στον καταλύτη, με αποτέλεσμα να λειώσει ο κεραμικός μονόλιθος.

6.1 Πότε θα 'πρεπε να ελεγχθεί ή να αντικατασταθεί ο καταλυτικός σας μετατροπέας;

6.1.1 ΤΑΚΤΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ

Ένας καταλυτικός μετατροπέας είναι ένα βασικό τμήμα των σύγχρονων αυτοκινήτων. Σχεδιάστηκε για να μειώσει τα δηλητηριώδη στοιχεία στα αέρια εξάτμισης, ώστε να ανταποκρίνεται στις νόμιμες προδιαγραφές. Ένας περιβαλλοντολογικά συνειδητός οδηγός θα φροντίσει ώστε ο μετατροπέας του να συνεχίζει να κάνει αυτή τη σπουδαία δουλειά. Ο μόνος τρόπος για να 'ναι κανείς σίγουρος ότι ένας μετατροπέας λειτουργεί σωστά είναι το να φροντίζει να ελέγχεται τακτικά.

Για παράδειγμα, σαν μέρος του τακτικού προγράμματος συντήρησης του αυτοκινήτου σας.

Θυμηθείτε ότι αν το αυτοκίνητό σας ήταν αρχικά εφοδιασμένο με έναν μετατροπέα, είναι παράνομο να το οδηγείτε αν ο μετατροπέας δεν ανταποκρίνεται πλέον στις αρχικές του προδιαγραφές.

Είναι αναμενόμενο στο εγγύς μέλλον οι περιοδικοί έλεγχοι των μετατροπέων να γίνουν ένα αναπόσπαστο μέρος των ετήσιων ή διετών ελέγχων των αυτοκινήτων (π.χ. TuV, APK, MoT).

6.1.2 ΗΛΙΚΙΑ ΚΑΙ ΑΡΙΘΜΟΣ ΔΙΑΝΥΘΕΝΤΩΝ ΧΙΛΙΟΜΕΤΡΩΝ

Η συνολική κατάσταση ενός αυτοκινήτου και του κινητήρα του επηρεάζει σημαντικά την επίδοση και τον προσδοκώμενο όρο ζωής ενός μετατροπέα.

Ανωμαλίες στην ανάφλεξη βραδύνουν τη ζωή του μετατροπέα σας, ή ακόμη τον καταστρέφουν.

Πεταλαιωμένοι κινητήρες αρχίζουν να καίνε λάδι.

Το καμμένο λάδι στα αέρια της εξάτμισης θα μπει στον μετατροπέα. Το λάδι περιέχει θείο και φώσφορο, που θα καταστρέψουν τους καταλύτες. Όταν το αυτοκίνητό σας έχει φθάσει τον αριθμό διανυθέντων χιλιομέτρων στις 60.000 χλμ. ο μετατροπέας σας θα 'πρεπε να ελέγχεται πιο τακτικά.

6.1.3 ΕΛΕΓΞΑΤΕ ΠΡΙΝ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΗΣΕΤΕ

Αν υπάρχει η οποιαδήποτε ένδειξη ότι ο μετατροπέας σας μολύνθηκε ή καταστράφηκε από προβλήματα του κινητήρα, θα 'πρεπε να φροντίσετε να εφαρμοσθεί νέος μετατροπέας αμέσως.

Πρώτα φροντίστε να προσδιορίσετε και να διορθώσετε αυτά τα προβλήματα. Έτσι αποφεύγετε πιθανή ζημιά στον νέο σας μετατροπέα. Με τακτική επιθεώρηση της έκχυσης του καυσίμου και των συστημάτων ανάφλεξης, μπορείτε να αποφύγετε παρόμοια προβλήματα στο μέλλον και να αυξήσετε τη ζωή του νέου σας, πολύτιμου καταλυτικού μετατροπέα.

6.2 Αιτίες βλαβών καταλύτη

Όταν ένας καταλύτης καταστρέφεται πρόωρα, είναι απολύτως απαραίτητο να βρεθεί η αιτία της βλάβης, αφού ο αντικαταστάτης του, μπορεί να επηρεαστεί από το ίδιο πρόβλημα μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα. Η κακή λειτουργία ενός καταλύτη, όταν τα χλμ. χρήσης του δεν δικαιολογούν τέλος της διάρκειας ζωής του είναι δυνατό να οφείλεται σε κάποια (ή περισσότερες) από τις παρακάτω αιτίες :

- Δηλητηρίαση από μόλυβδο
- Βούλωμα από εξωτερικά υλικά
- Σπάσιμο λόγω πρόσκρουσης
- Λιώσιμο (τήξη) του μονόλιθου
- Μηχανική βλάβη η ζημιά

6.2.1 Δηλητηρίαση από μόλυβδο

Ο μόλυβδος που περιέχεται στη βενζίνη καθώς και σε μερικά πρόσθετα καύσιμα που χρησιμοποιούν οι ιδιοκτήτες αυτοκινήτων, καταστρέφει σημαντικά τον καταλυτικό μετατροπέα σε βαθμό, που να τον καθιστά εντελώς άχρηστο. Η δηλητηρίαση από το μόλυβδο είναι μια χημική αντίδραση. Ο μόλυβδος αντιδρά με τα ευγενή μέταλλα μέσα στον καταλύτη εξουδετερώνοντας την ικανότητά τους να επιταχύνουν τις χημικές αντιδράσεις. Η κατανάλωση ενός γεμάτου ρεζερβουάρ βενζίνης με μόλυβδο, μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την αποτελεσματικότητα του καταλύτη, χωρίς όμως η ζημιά να είναι ανεπανόρθωτη. Δύο ή τρία γεμάτα ρεζερβουάρ με μολυβδόχο βενζίνη θα προκαλέσουν μόνιμη καταστροφή.

Από τη στιγμή που ο καταλύτης δηλητηριαστεί από μόλυβδο, δεν θα εκτελεί τον σκοπό της λειτουργίας του δηλ. την αφαίρεση των ρυπαντών, αν και η απόδοση του αυτοκινήτου δεν θα επηρεαστεί αρχικά, εκτός εάν έχει καταστραφεί και ο λήπτης λάμδα - πράγμα πιθανό- καθώς κάποιοι λήπτες είναι ευαίσθητοι στο μόλυβδο. Σε αυτήν την περίπτωση το αυτοκίνητο δεν θα λειτουργεί ομαλά και το ρελαντί δεν θα είναι σταθερό εξαιτίας της βλάβης στο σύστημα ρύθμισης του λήπτη λάμδα.

Ο μόλυβδος στην εξάτμιση μπορεί να ανιχνευθεί με την βοήθεια ενός χημικά επεξεργασμένου χαρτιού το οποίο ακουμπάμε στις αποθέσεις που σχηματίστηκαν είτε στο σύστημα εξάτμισης είτε στον καταλύτη. Αυτό το χαρτί, υποδεικνύει την παρουσία μόλυβδου αλλάζοντας χρώμα.

6.2.2 Βούλωμα

Η έλλειψη επιτάχυνσης και η απώλεια ιπποδύναμης, μπορεί να αποτελούν ενδείξεις βουλώματος του συστήματος εξάτμισης, συνήθως στον καταλύτη. Αυτό το είδος της βλάβης συνήθως προκαλείται από σωματίδια προερχόμενα από τη μηχανή λόγω κακής λειτουργίας, υπερβολική κατανάλωση λαδιού ή από σκουριά στο σωλήνα της πολλαπλής εξαγωγής. Ένας καταλύτης που δηλητηριάστηκε από μόλυβδο, μπορεί επίσης να βουλώσει, καθώς δεν είναι πλέον σε θέση να επεξεργαστεί τα μικρά σωματίδια άνθρακα που δημιουργεί η μηχανή και τα οποία ένας υγιής καταλύτης θα εξαφάνιζε σχεδόν εντελώς.

6.2.3 Σπάσιμο λόγω πρόσκρουσης

Ο κεραμικός μονόλιθος που σχηματίζει το εσωτερικό στρώμα του καταλύτη είναι εξαιρετικά ευαίσθητος σε χτυπήματα. Με δεδομένη τη θέση του στο όχημα, εκτίθεται σε κάθε είδους κακομεταχείριση. Επίσης, οι δονήσεις από ένα χαλαρό σύστημα εξάτμισης λόγω κακής στερέωσης, μπορούν να προκαλέσουν σπασίματα του κεραμικού μονόλιθου.

Κανονικά οι καταλύτες προστατεύονται εξωτερικά από ένα μεταλλικό κέλυφος, που εμποδίζει πέτρες ή άλλα αντικείμενα, που μπορεί να βρεθούν στο δρόμο και να σπάσουν το μονόλιθο.

6.2.4 Λιώσιμο του μονόλιθου

Πολλά πράγματα που συμβαίνουν σε μια μηχανή μπορεί να επηρεάσουν την απόδοση του καταλυτικού μετατροπέα, αλλά το μόνο που μπορεί να προκαλέσει τήξη του μονόλιθου είναι η είσοδος άκαυστου καυσίμου στον καταλύτη λόγω κακής λειτουργίας της μηχανής. Η ζημιά που προκαλείται κυμαίνεται από μικρή πτώση της αποτελεσματικότητας του καταλύτη έως και πλήρες λιώσιμο του μονόλιθου.

Προβλήματα στο σύστημα ανάφλεξης είναι συνήθως η αιτία της εισόδου άκαυστου καυσίμου στο σύστημα εξάτμισης. Μπουζί που δεν λειτουργούν κανονικά, ελαττωματική τροφοδοσία και σπασμένα μπουζοκαλώδια προκαλούν ατελή καύση και αυξάνουν σε υψηλά επίπεδα τους υδρογονάνθρακες στα καυσαέρια. Μόλις αυτοί οι υδρογονάνθρακες φτάσουν στον καταλύτη, και με δεδομένη την υψηλή θερμοκρασία στην οποία λειτουργεί (περίπου 1000ο C), καίγονται μέσα σε αυτόν. Αυτό προκαλεί ακόμα μεγαλύτερη αύξηση της θερμοκρασίας, μέχρι το σημείο όπου ο κεραμικός μονόλιθος λιώνει (1400ο C). Χρειάζονται μόνο δύο δευτερόλεπτα χωρίς ανάφλεξη στον κύλινδρο, όταν η μηχανή λειτουργεί υπό χαμηλό φορτίο, για να λιώσει ο μονόλιθος εντελώς.

Μακρά διαστήματα λειτουργίας της μηχανής με μίγμα είτε πολύ πλούσιο είτε πολύ φτωχό μπορούν επίσης να προκαλέσουν αύξηση της θερμοκρασίας μέσα στον καταλύτη με συνέπεια και πάλι την τήξη του μονόλιθου.

6.2.5 Μηχανική βλάβη ή ζημιά

Παρόλο που η θήκη ενός καταλυτικού μετατροπέα γίνεται από υψηλής ποιότητας ανοξείδωτο ατσάλι, μπορεί να επέλθει μηχανική ζημιά.

Το σπάσιμο των συγκολλήσεων μπορεί να έχει σαν αποτέλεσμα διαρροές.

Οι συνδέσεις των σωληνώσεων μπορεί να χαλαρώσουν εξαιτίας των κραδασμών. Οι συγκρούσεις με πέτρες ή άκρες πεζοδρομίων μπορούν να προκαλέσουν και εξωτερική και εσωτερική ζημιά στον μετατροπέα σας.

Αυτό μπορεί να παρεμποδίσει τη σωστή λειτουργία του μετατροπέα.

6.3 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΚΑΤΑΛΥΤΗ

Η τοποθέτηση ενός καταλυτικού μετατροπέα δεν είναι απλή γιατί πρέπει να γίνουν πολλές μετατροπές από την τοποθέτησή του μέχρι και αλλαγή της τάπας της βενζίνης. Ας δούμε τι μετατροπές χρειάζεται ένα απλό οικογενειακό αυτοκίνητο.

Καταλύτης τριοδικός

Είναι ένας καταλύτης που μειώνει τους τρεις βασικούς ρύπους.

Λήπτης Λάμδα

Ο λήπτης λάμδα μπαίνει μπροστά από τον καταλύτη και συνδέεται με την ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου.

Σύστημα ανάφλεξης

Το σύστημα ανάφλεξης είναι ηλεκτρονικά ελεγχόμενο και επιτρέπει την υψηλή τάση για την ανάφλεξη του μίγματος έτσι ώστε να εξαλειφθούν τυχόν αποτυχίες ανάφλεξης οι οποίες θα κατάστρεφαν τον καταλύτη. Ο διανομέας λειτουργεί με τη χαρακτηριστική 100

καμπύλη της ανάφλεξης, η οποία έχει διαμορφωθεί κατάλληλα να λειτουργεί με καταλυτικό μετατροπέα.

Σύστημα εξαγωγής

Η μόνη αλλαγή που έχει γίνει στην εξαγωγή είναι μία οπή στην εξαγωγή του κινητήρα και πριν τον καταλύτη για να τοποθετηθεί ο λήπτης λάμδα. Φυσικά έχει βελτιωθεί και η ποιότητα του υλικού κατασκευής όλης της εξάτμισης.

Έμβολα

Τα έμβολα έχουν μεταποιηθεί έτσι ώστε να επιτύχουμε μικρότερη συμπίεση στον κινητήρα όταν λειτουργεί με αμόλυβδη ή με απλή βενζίνη. Η συμπίεση είναι 8,1:1. Το πιστόνι για απλή βενζίνη έχει πιο κοίλη κεφαλή από το πιστόνι για τη σούπερ.

Μετρητής ροής αέρα

Ο μετρητής ροής αέρα έχει μετατραπεί σύμφωνα με τις ανάγκες αέρα της μηχανής

Κεντρική μονάδα

Η κεντρική μονάδα είναι μετατροπή του LE-Jetronic για καταλυτικό μετατροπέα με αισθητήρα λάμδα.

Η μονάδα τώρα ονομάζεται LE-Jetronic.

Καλωδιακή υποκατασκευή

Οι καλωδιακές υποκατασκευές όλου του, οχήματος έχουν επιλεγεί αναλόγως. Υπάρχει και μία σύνδεση που χρησιμοποιείται για έλεγχο του συστήματος.

Διαμόρφωση αυτοκινήτου

Το κάτω μέρος του αυτοκινήτου στο οποίο τοποθετείται ο καταλύτης διαμορφώνεται έτσι ώστε να αντέχει στις θερμικές καταπονήσεις. Τοποθετούνται ειδικά σημεία στήριξης και θερμικές μονώσεις.

Επιλογέας ταχυτήτων

Ο επιλογέας ταχυτήτων αλλάζει διάταξη λόγω της αύξησης του μεγέθους του τούνελ έτσι ώστε να προσαρμοστεί ο καταλυτικός μετατροπέας.

Έλεγχος εξάτμισης

Το σύστημα ελέγχου εξάτμισης αποτρέπει ατμούς καυσίμου να φύγουν στον ανοιχτό αέρα. Οι ατμοί του καυσίμου οδηγούνται από το ντεπόζιτο στο δοχείο ενεργού άνθρακα. Έτσι δεν έχουμε διαρροές στην ατμόσφαιρα.

Τάπα ρεζερβουάρ

Στα οχήματα που χρησιμοποιείται αμόλυβδη βενζίνη, ο λαιμός της τάπας πλήρωσης έχει διαμορφωθεί κατάλληλα έτσι ώστε να μην υπάρχει περίπτωση πλήρωσης με βενζίνη μολύβδου. Η διάμετρος είναι μικρότερη από τα υπόλοιπα αυτοκίνητα και υπάρχει ένα δακτυλίδι, το οποίο αποτρέπει την εξάτμιση της βενζίνης κατά την πλήρωση βενζίνης από τον σταθμό ανεφοδιασμού.

Ασπίδες θερμότητας

Δύο ασπίδες θερμότητας υπάρχουν στο κάτω μέρος του αυτοκινήτου. Είναι μεταξύ του πατώματος και του καταλυτικού μετατροπέα. Αυτές εμποδίζουν τη μεταφορά της θερμότητας από τον καταλυτικό μετατροπέα στην καμπίνα των επιβατών.

6.4 ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΝΤΟΧΗΣ ΤΟΥ ΚΑΤΑΛΥΤΗ

Οι υψηλές θερμοκρασίες, οι κραδασμοί αλλά και οι συνθήκες που εργάζεται ο καταλύτης, επιβάλλουν να περάσει από έναν αριθμό σκληρών δοκιμασιών που είναι οι εξής:

Έλεγχος μηχανικής αντοχής με δυνάμεις που ασκούνται σε όλο το σύστημα εξαγωγής καυσαερίων. Στη διάρκεια αυτού του ελέγχου εξετάζεται και η αντοχή των συγκολλήσεων.

Έλεγχος κραδασμών από υψηλή θερμοκρασία (ερυθροπύρωση του καταλύτη ή του μεταλλικού ή των σφαιριδίων), αλλά και της συμπεριφοράς των διαφόρων ευγενών στοιχείων του.

Η μέγιστη αντοχή και λειτουργικότητά του σε δύσκολες συνθήκες όπως η λειτουργία του κινητήρα σε υψηλές συνθήκες θερμοκρασίας και στη συνέχεια ψεκασμός νερού (εξωτερικά) κάτι που θα συμβεί εξάλλου και στο αυτοκίνητο σε βρεγμένους δρόμους.

Έλεγχος ροής καυσαερίων σε σχέση με τη μείωση της ιπποδύναμης κάτι που δίνει δυνατότητες για πιθανές τροποποιήσεις ώστε να πραγματοποιείται η βέλτιστη απόδοση του κινητήρα και ο μικρότερος στραγγαλιστής της φυσικής ροής των καυσαερίων.

6.5 ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΚΑΤΑΛΥΤΗ

Επειδή ο καταλύτης μπορεί να λειτουργήσει σε ορισμένες θερμοκρασίες, πρέπει να τοποθετείται σε ορισμένη απόσταση από την εξάτμιση. Ακόμα χρειάζεται κανονική ρύθμιση της μηχανής, σε διαφορετική περίπτωση δηλαδή κακής ρύθμισης, ανεβαίνει η θερμοκρασία υπερβολικά με κίνδυνο καταστροφής του καταλύτη. Η κατάλληλη θερμοκρασία για να λειτουργήσει ο καταλύτης είναι μεταξύ 300-750ο C. Στις θερμοκρασίες αυτές μπορεί να γίνει οξειδωση στους ρύπους. Πάνω από τους 800 βαθμούς μειώνεται η απόδοσή του ενώ πάνω από τους 900 αρχίζουν κίνδυνοι καταστροφής. Σε περίπτωση χρήσης κοινής βενζίνης, τα οξείδια του μολύβδου σχηματίζουν ένα στρώμα επάνω στην επιφάνεια του καταλύτη με συνέπεια να μην μπορούν να έρθουν τα καυσαέρια σε επαφή με τον καταλύτη και να μην γίνεται η οξειδωσή τους. Απαραίτητη προϋπόθεση για την προστασία του καταλύτη είναι η χρήση της αμόλυβδης βενζίνης, η οποία συναντάται σε δύο μορφές σε απλή με 91 οκτάνια και σε σούπερ με 95 οκτάνια.

Η διαδικασία αναγωγής των οξειδίων του αζώτου είναι αποτελεσματική μόνο όταν η καύση του μίγματος αέρα - καυσίμου είναι η προβλεπόμενη (στοιχειομετρική).

Η διαδικασία της μετατροπής των ρυπαντικών μπορεί να πραγματοποιηθεί κάτω από μια ελάχιστη επικρατούσα θερμοκρασία 300ο C.

Η πλατίνα ή και τα κράματα πλατίνα -ρόδιο ή πλατίνα - παλλάδιο είναι εξαιρετικά ευαίσθητα στον πρόσθετο μόλυβδο της βενζίνης που χρησιμοποιείται για την αύξηση του βαθμού αντικροτικότητας.

Μετά από αυτό ή θερμοκρασία κρατιέται σε υψηλές περιοχές με τις χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στο εσωτερικό του καταλύτη. Μία μέση θερμοκρασία λειτουργίας όταν το αυτοκίνητο κινείται εκτός πόλης είναι 400-500ο C. Στην πόλη όμως λόγω του ότι ο κινητήρας εργάζεται παρατεταμένα στο ρελαντί, αναπτύσσεται μεγαλύτερη θερμοκρασία που φθάνει μέχρι και 900ο C. Συμπεραίνουμε λοιπόν, όταν τα πρώτα λεπτά (5 περίπου λεπτά) της λειτουργίας του ο καταλύτης μέχρι να φθάσει σ' αυτές τις θερμοκρασίες είναι ανενεργός. Με τον όρο ανενεργός εννοείται ότι καμιά μείωση στη ρύπανση δεν επιτυγχάνεται αφού ο καταλύτης δεν μπορεί να επενεργήσει στις

παραπάνω χημικές αντιδράσεις που ήδη αναφέραμε. Ένας στόχος λοιπόν βελτίωσης στη λειτουργία του καταλύτη είναι η μεγαλύτερη δυνατή μείωση του χρόνου προθέρμανσης. Πιο κάτω θα εξετάσουμε μια τέτοια περίπτωση με τους ηλεκτρικά θερμαινόμενους καταλύτες.

6.5.1 ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΘΕΡΜΑΙΝΟΜΕΝΟΙ ΚΑΤΑΛΥΤΕΣ

Όπως γνωρίσαμε για να λειτουργήσει ο καταλύτης χρειάζεται μία θερμοκρασία περισσότερο από 250ο C. Με συνέπεια τα πρώτα 3-5 λεπτά να είναι ανενεργός, γι' αυτό οι κατασκευαστές στρέφονται στους ηλεκτρικά θερμαινόμενους καταλύτες. Οι επιφυλάξεις των κατασκευαστών όμως είναι έντονες ως προς την επικράτηση των καταλυτών με θερμαινόμενα στοιχεία. Αυτός είναι ο λόγος που η FORD σε συνεργασία με το Cambridge University κατασκεύασαν ένα νέο σύστημα για το γρήγορο ζέσταμα του καταλύτη. Το σύστημα αυτό είναι σχετικά απλό και έτσι αρκετά φθινό, απαιτώντας μόνο μία έξτρα αντλία για τον επιπλέον αέρα και ένα αναφλεκτήρα για την ανάφλεξη των υδρογονανθράκων. Η παραγόμενη θερμότητα μπορεί να φτάσει σχεδόν διπλάσια από αυτή ενός κοινού ηλεκτρικού θερμαντήρα και σίγουρα αρκετή για να φέρει τον καταλύτη στην κατάλληλη θερμοκρασία λειτουργίας μέσα σε 10-15 sec. Η FORD ισχυρίζεται ότι οι εκπομπές που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια του ζεστάματος μπορούν να μειωθούν κατά 80% και σε συνδυασμό με το χαμηλό κόστος παραγωγής, το σύστημα γίνεται ιδιαίτερα ελκυστικό για γραμμή παραγωγής. Η μέθοδος που εξελίσσεται για το πρόβλημα των εκπομπών κατά τη διάρκεια κρύου ξεκινήματος είναι η μετάδοση ενέργειας κατευθείαν στον καταλύτη, με το πέρασμα ηλεκτρικού ρεύματος προκαλώντας έτσι την τάχιστη θέρμανση του καταλύτη στην θερμοκρασία λειτουργίας του. Συνήθως πρόκειται για ένα δεύτερο καταλύτη πριν τον κύριο καταλυτικό μετατροπέα που δρα ως θερμαντήρας, όταν περνάει ηλεκτρικό ρεύμα για περίπου 15 δευτερόλεπτα

6.6 ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ ΤΟΥ ΚΑΤΑΛΥΤΗ

Η διάρκεια ζωής του καταλύτη κατά ένα μεγάλο μέρος εξαρτάται από τη αμόλυβδη βενζίνη, τη θερμοκρασία και την καύση του μίγματος. Η χρήση της αμόλυβδης σε κινητήρες ακατάλληλους θα είχε ως αποτέλεσμα την πρόωρη φθορά των παραπάνω σημείων. Γι' αυτήν ακριβώς την περίπτωση τόσο στην Ευρώπη όσο και στην Αμερική τα καταλυτικά αυτοκίνητα εφοδιάζονται με ένα ειδικό σωληνάκι (στόμιο) πλήρωσης του

104

ρεζερβουάρ. Ο σωλήνας αυτός είναι μικρότερης διαμέτρου από αυτούς που χρησιμοποιούνται στα μη καταλυτικά αυτοκίνητα. Αυτό επιτρέπει την είσοδο ενός νέου μικρότερου σωλήνα παροχής από την αντλία καυσίμου. Επιπρόσθετα από το μικρότερο σωλήνα πλήρωσης, μία ελατηριωτή βαλβίδα είναι τοποθετημένη στο σωλήνα πλήρωσης του ρεζερβουάρ. Η βαλβίδα αυτή μπορεί να ανοίξει το μικρότερης διαμέτρου σωλήνα παροχής αμόλυβδης βενζίνης εμποδίζοντας ταυτόχρονα κάθε προσπάθεια τροφοδοσίας καυσίμου από άλλο σωλήνα μεγαλύτερης διαμέτρου π.χ. τη περίπτωση χρήσης βενζίνης με μόλυβδο. Οι εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες, όπως ήδη αναφέραμε μειώνουν σημαντικά τη ζωή του καταλύτη και των κεραμικών υλικών. Σε κάθε περίπτωση που ο κινητήρας λειτουργεί σε πολύ φτωχό μίγμα και μάλιστα με συνθήκες φορτίου, παρουσιάζονται προβλήματα κακής ανάφλεξης στους κυλίνδρους και υψηλότερες από τις φυσιολογικές θερμοκρασίες που φθάνουν μέχρι και το κέλυφος του καταλύτη. Σε αυτή την περίπτωση απαιτείται ρύθμιση του κινητήρα. Αν στον καταλύτη φθάνει ένα πλούσιο μίγμα καυσίμου λόγω κακής λειτουργίας της μηχανής, αρχίζει τότε ο καταλύτης να θυμίζει υψικάμινο, αφού σ' αυτόν καίγεται μίγμα. Για παράδειγμα ένας ή δύο κύλινδροι αν δεν σπινθηροδοτούνται λόγω βραχυκυκλωμένων μπουζί για κάποιο χρονικό διάστημα είναι αρκετά για να ανεβάσουν τη θερμοκρασία πάνω από 750ο C.

Αυτή η αφύσικη υψηλή θερμοκρασία μπορεί να καταστρέψει αμέσως τον καταλύτη. Κάτω από αυτές τις υψηλές θερμοκρασίες είναι δυνατόν να αλλάξει η σύσταση των ευγενών μετάλλων ενώ σε ακόμη πιο υψηλές θερμοκρασίες οι πόροι του ενδιάμεσου στρώματος στον κεραμικό μονόλιθο κλείνουν μέχρι και της διάλυσης αυτού του υλικού. Στην περίπτωση αυτή ο καταλύτης έχει γίνει ανενεργός και απαιτείται η αντικατάστασή του αμέσως από άλλον καταλύτη. Βέβαια, η διεθνής νομοθεσία ακόμη και αυτή της Αμερικής εδώ και χρόνια απαιτεί την εγγυημένη απόδοση του καταλύτη για περισσότερο από 80.000 χλμ. Σε κάποιες περιπτώσεις οι κατασκευαστές αυτοκινήτων απαιτούν από τους κατασκευαστές καταλυτικών μετατροπών τη δυνατότητα της πρόσθετης παροχής αέρα (δηλαδή οξυγόνου) στον καταλύτη για ακόμα μεγαλύτερη οξειδωση των ρυπαντών, αλλά και για λειτουργία σε μικρότερες θερμοκρασίες. Τέλος, για την προστασία του καταλύτη από χτυπήματα, πέτρες κλπ. Στο δρόμο είναι δυνατόν να τοποθετηθεί στο κάτω μέρος του μία προστατευτική σχάρα.

6.7 ΑΠΟΦΡΑΞΗ ΚΑΤΑΛΥΤΗ

Σε περιπτώσεις μερικής απόφραξης θα έχουμε σκασίματα στην πολλαπλή εισαγωγής και απώλεια ισχύος. Είναι εύκολο να διαπιστώσουμε πότε ένας καταλύτης δε δουλεύει σωστά. Στη συσκευή του καυσαναλυτή θα διαβάσαμε ένδειξη CO μεγαλύτερη από 0,5%. Τι γίνεται όμως όταν έχουμε φραγμένες διόδους σ' έναν καταλύτη. Η κατάσταση αυτή δημιουργεί αυξημένη αντίθλιψη στη εξάτμιση και μπορεί να δημιουργήσει πολλά και σοβαρά προβλήματα στον κινητήρα. Σε περίπτωση ολικής απόφραξης η μηχανή δεν ξεκινάει. Σε όποιο κινητήρα υπάρχει καταλύτης καλό είναι να μετράμε την υποπίεση στην εισαγωγή εφόσον παρατηρείται δυσκολία στην εκκίνηση και όχι στρωτή λειτουργία με απώλεια ισχύος. Με τη μηχανή ζεστή συνδέουμε το υποπιεσόμετρο σε όποιο σημείο της πολλαπλής εισαγωγής διευκολύνει περισσότερο. Κάθε κατασκευαστής δίνει τιμές υποπίεσης, αλλά και αν δεν τις γνωρίζουμε είναι γνωστό ότι οι ενδείξεις μεταξύ 15-21 IN HG είναι φυσιολογικές. Ανεβάζουμε στροφές στις 3000 RPM. Εάν η βελόνα πέσει και δείχνει σταθερά χαμηλή υποπίεση υποψιαζόμαστε καταλύτη με απόφραξη. Για να σιγουρευτούμε γι' αυτό, αφήνουμε τη μηχανή να κρυώσει και λύνουμε την εξάτμιση πριν τον καταλύτη. Επαναλαμβάνουμε τη μέτρηση ξανά, αν η υποπίεση είναι περισσότερο από 1 IN HG υψηλότερη έχουμε καταλύτη με φραγμένες διόδους ή φραγμένη εξάτμιση από τον καταλύτη και μετά. Αν θέλουμε να είμαστε απόλυτα σίγουροι περιμένουμε και πάλι να κρυώσει η μηχανή, βιδώνουμε τον καταλύτη και λύνουμε την εξάτμιση και μετά τον καταλύτη. Η νέα μέτρηση θα μας δώσει τα ακριβή συμπεράσματα. Ένας άλλος τρόπος για να διαπιστώσουμε μία ολική απόφραξη είναι ο ακόλουθος. Ξεβιδώνουμε τον αισθητήρα λάμδα που βρίσκεται, όπως γνωρίζουμε, πριν από τον καταλύτη, ή τον σύνδρομο που φέρνει αέρα πριν από τον καταλύτη. Τώρα βρίσκουν διέξοδο τα καυσαέρια και η μηχανή ξεκινάει ή δουλεύει πιο στρωτά σε περίπτωση μερικής απόφραξης.

6.8 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΤΑΛΥΤΗ

Όταν τοποθετούμε το νέο καταλύτη, φροντίζουμε να μην τον τοποθετήσουμε ανάποδα. Για το σκοπό αυτό υπάρχουν συνήθως βέλη που δείχνουν τη σωστή φορά τοποθέτησης. Εκείνο που πρέπει να προσέξουμε είναι οι μεγάλες θερμοκρασίες που αναπτύσσονται, ώστε να μην καούμε. Όπως έχουμε αναφέρει η θερμοκρασία

λειτουργίας του καταλύτη είναι περίπου 400-800 βαθμοί Κελσίου και για να κρυσώσει θέλει περισσότερες από 2 ώρες. Θα πρέπει να φοράμε πυρίμαχα γάντια κάθε φορά που ασχολούμαστε με τους καταλύτες και πάντα πρέπει να φροντίζουμε να τοποθετούμε τις προστατευτικές ποδιές του καταλύτη. Συνήθως υπάρχει μία που προστατεύει από θερμοκρασία το σασί και κατ' επέκταση τους επιβάτες και μία που προστατεύει τον καταλύτη από χτυπήματα, πέτρες κλπ.

6.9 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΚΑΤΑΛΥΤΗ

Ένα ακόμα ερώτημα, με το οποίο θα πρέπει να ασχοληθούμε είναι η ακρήστευση του καταλύτη, το οποίο όσο περνάνε τα χρόνια και με την προϋπόθεση ότι ο καταλύτης βρίσκει συνεχώς ευρύτερη εφαρμογή, μπορεί να μετατραπεί σε οικολογικό πρόβλημα, αν δε βρεθούν λύσεις, γιατί όπως ξέρουμε ο καταλύτης αποτελείται από ραδιενεργά στοιχεία, τα οποία ελεύθερα προκαλούν καταστροφή τόσο στο περιβάλλον όσο και στην υγεία του ανθρώπου. Σε ότι αφορά στην ανακύκλωση του καταλύτη οι σκέψεις είναι οι εξής: μία πρόταση είναι η διάσπαση του καταλυτικού μετατροπέα στα συστατικά του και τη χρησιμοποίηση αυτών όπου είναι δυνατό. Συγκεκριμένα μόλις ο καταλύτης καταστραφεί να αποθηκεύεται σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο και στη συνέχεια δέχεται κατάλληλη χημική επεξεργασία ανακύκλωσης και να ξαναχρησιμοποιείται σαν καταλυτικός μετατροπέας. Βέβαια υπάρχει και η περίπτωση ταφής, η οποία είναι η δημιουργία ειδικών χώρων αποθήκευσης των καταλυτών, δηλαδή αποθήκες με τσιμέντο, όπου με την πάροδο του χρόνου γίνεται αποσύνθεση στα στοιχεία μέχρις ότου βρεθεί κάποιος ουσιαστικότερος τρόπος αντιμετώπισης αυτού του προβλήματος.

Ειδικά σε ότι αφορά τη περισυλλογή αποθήκευση και ανακύκλωση των καταλυτικών μετατροπέων, που χρησιμοποιούνται στα αυτοκίνητα νέας τεχνολογίας, έχουν γίνει πολλά προγράμματα τα οποία εφαρμόζονται στις ευρωπαϊκές χώρες και υπάρχει προοπτική να εφαρμοστούν και στη χώρα μας.

Η υποχρέωση (με κίνητρα απο την πολιτεία) της αντικατάστασης των παλιών καταλυτικών μετατροπέων με νέους μετά το πέρας της διάρκειας ζωής τους οδηγεί στην εφαρμογή ενός προγράμματος ανακύκλωσης καταλυτών. Σύμφωνα με αυτό θα δίνονται κίνητρα στους κατόχους αυτοκινήτων, (φορολογικά, οικονομικά, διευκολύνσεις στη κυκλοφορία), έτσι ώστε όταν οι καταλύτες φίνουν ανενεργοί, αυτοί να αντικαθίστανται. Οι παλιοί καταλύτες θα συγκεντρώνονται απο τα συνεργεία και θα παραδίδονται σε ειδικό

φορέα,ο οποίος θα τους αποθηκεύει και θα τους προωθεί σε μεγάλες ποσότητες σε εργοστάσια ανακύκλωσης.Επίσης ο ίδιος φορέας μπορεί να διαθέτει εργοστάσιο στο οποίο σε πρώτη φάση θα εμπλοθίζει και θα συγκεντρώνει τα ευγενή μέταλλα που περιέχονται στο καταλύτη (όπως πλατίνα,παλλάδιο κ.α) και κατόπιν θα τα πωλεί στο εργοστάσιο κατασκευής καταλυτικών μετατροπών,για να επαναχρησιμοποιηθούν.Ολα τα παραπάνω δεν είναι εύκολα να πραγματοποιηθούν ,ιδίως στη χώρα μας όπου ο αριθμός αυτοκινήτων είναι σχετικά μικρός σε σχέση με τις άλλες ευρωπαϊκές χώρες και τις ηνωμένες πολιτείες.Παρόλα αυτά υπάρχει μια δυναμική προς τη κατεύθυνση της ανακύκλωσης όσο το δυνατόν περισσότερο απο τα αρχικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των αυτοκινήτων ,για λόγους οικονομικούς και οικολογικούς.Υπάρχει η πίστη οτι μετά απο μερικές δεκαετίες το μεγαλύτερο ποσοστό των απαιτούμενων υλικών για την κατασκευή ενός αυτοκινήτου θα προέρχεται απο παλαιά υλικά που έχουν ανακυκλωθεί.

7. Έλεγχος του συστήματος ρύθμισης με λήπτη λ

Καθώς η λειτουργία του κλειστού συστήματος ρύθμισης είναι αρκετά απλή, δεν εμφανίζει συχνά βλάβες, κι όταν αυτό συμβεί, είναι εύκολο να εντοπιστεί και να διορθωθεί το πρόβλημα. Χρειάζεται να ελέγξουμε μόνο το λήπτη λάμδα, τον εγκέφαλο και τα καλώδια προς τα δύο εξαρτήματα.

Συχνά όταν το κλειστό σύστημα ρύθμισης δεν λειτουργεί κανονικά ή έχει σταματήσει να λειτουργεί εντελώς, αυτό δεν οφείλεται σε βλάβη του ίδιου του συστήματος ρύθμισης ή σε κάποιο από τα εξαρτήματά του, αλλά σε άλλες αιτίες, όπως προβλήματα ανάφλεξης, λανθασμένη σχέση αέρα / καυσίμου, ή βλάβη ενός από τους αισθητήρες της μηχανής. Σε τέτοιες περιπτώσεις απαιτείται ολοκληρωμένη επισκευή του ηλεκτρονικού συστήματος της μηχανής, συμπεριλαμβανομένων και των αισθητήρων, πριν μπορέσουμε να ελέγξουμε το κλειστό σύστημα ρύθμισης.

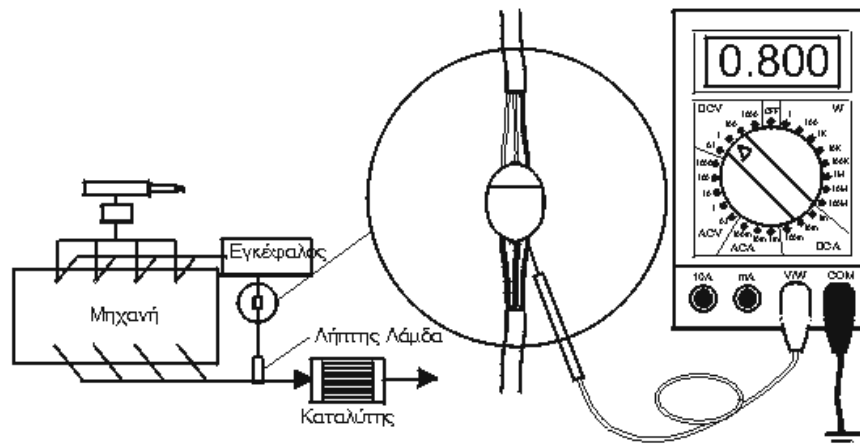
Πριν αρχίσουμε τον έλεγχο του κλειστού συστήματος ρύθμισης πρέπει να βεβαιωθούμε ότι κάποια άλλα συστήματα λειτουργούν, ιδίως η ανάφλεξη. Ακόμα και η μικρότερη βλάβη σε κάποιο από τα μπουζοκαλώδια μπορεί να κάνει το λήπτη λάμδα να λειτουργεί διαρκώς με μια περίσσεια οξυγόνου, η οποία δεν θα ανταποκρίνεται στο μίγμα αέρα/καυσίμου που στην πραγματικότητα θα φτάνει στη μηχανή. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε λανθασμένες διορθώσεις του μίγματος αέρα/καυσίμου. Κάθε πρόβλημα του συστήματος ανάφλεξης που δεν έχει επισημανθεί επηρεάζει την ορθότητα των ελέγχων στο σύστημα ρύθμισης.

7.1. Έλεγχος του κλειστού συστήματος ρύθμισης

Ο έλεγχος του κλειστού συστήματος ρύθμισης είναι μια εύκολη διαδικασία εάν έχουμε ένα πολύμετρο με αντίσταση εισαγωγής μεγαλύτερη από 1 MΩ. Σχεδόν όλα τα ψηφιακά πολύμετρα, έχουν αντίσταση μεγαλύτερη από αυτή την τιμή. Αυτό όμως δε συμβαίνει με τα αναλογικά πολύμετρα, μόνο υψηλής ποιότητας αναλογικά πολύμετρα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο του κλειστού συστήματος ρύθμισης. Ο λόγος για τον

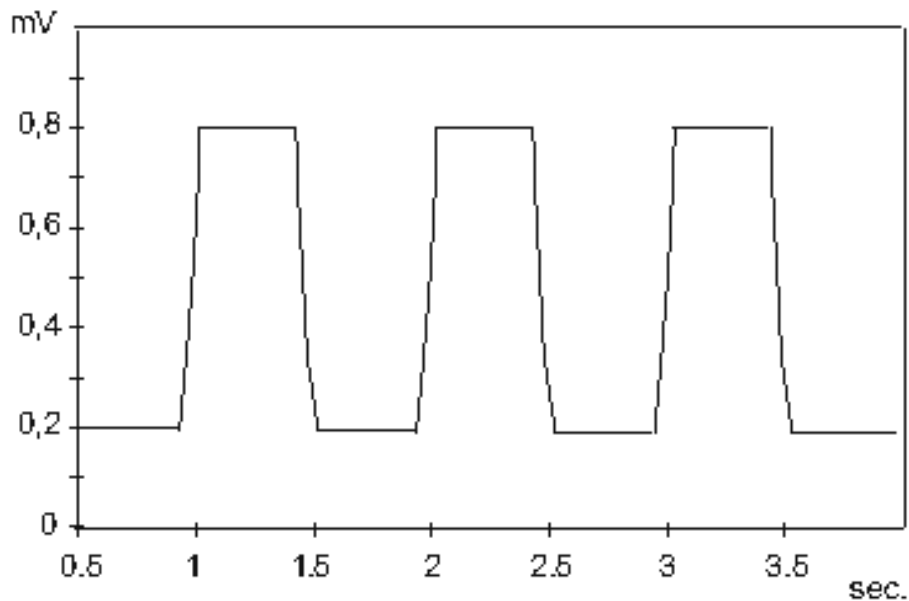
οποίο χρειαζόμαστε χαμηλή αντίσταση εισαγωγής είναι, ότι ο λήπτης λάμδα παράγει ένα πολύ χαμηλό γαλβανικό δυναμικό. Υπάρχει ειδικός εξοπλισμός ελέγχου στην αγορά, ο οποίος μας επιτρέπει να ελέγχουμε το κλειστό σύστημα ρύθμισης και να παράγουμε μηνύματα προς τον εγκέφαλο. Όταν χρησιμοποιούμε κάτι τέτοιο, οδηγίες χρήσης και διαδικασία του τεστ καθορίζονται από τον κατασκευαστή της συσκευής.

Με τη μηχανή να λειτουργεί και στην θερμοκρασία πλήρους λειτουργίας της, χωρίς να αποσυνδέσουμε το λήπτη λάμδα, συνδέουμε το θετικό πόλο του πολυμέτρου με το καλώδιο που στέλνει τα μηνύματα στον εγκέφαλο (συνήθως μαύρο) και τον αρνητικό πόλο με το σώμα του οχήματος (διάγραμμα 7.1). Επιλέγεται μια κλίμακα στο πολύμετρο, που θα μας επιτρέψει να μετρήσουμε μέχρι 1 Volt DC και η μηχανή σταθεροποιείται στις 1500 σ.α.λ. Το τεστ μπορεί να διεξαχθεί σε οποιαδήποτε ταχύτητα εκτός από το ρελαντί, αφού σε αυτή την ταχύτητα λειτουργίας το σύστημα ρύθμισης είναι πολύ ασταθές. Φυσικά είναι καλύτερο να χρησιμοποιούμε την ταχύτητα που υποδεικνύεται για να επιτύχουμε σταθερή ρύθμιση και να κάνουμε έναν αξιόπιστο έλεγχο.



Διάγραμμα 7.1
Σχήμα των απαραίτητων συνδέσεων για τον έλεγχο του κλειστού συστήματος ρύθμισης

Εάν η ένδειξη δυναμικού που δείχνει το πολύμετρο κυμαίνεται μεταξύ 0.2 και 0.8 volts περίπου, το κλειστό σύστημα ρύθμισης είναι σε σωστή διάταξη. Η συχνότητα με την οποία μεταβάλλεται η τιμή του δυναμικού εξαρτάται από τον αριθμό των στροφών στις οποίες διεξάγεται ο έλεγχος (περισσότερες στροφές, μεγαλύτερη συχνότητα) και από τον τύπο λήπτη λάμδα που είναι τοποθετημένος στο όχημα (με ή χωρίς δυνατότητα προθέρμανσης).



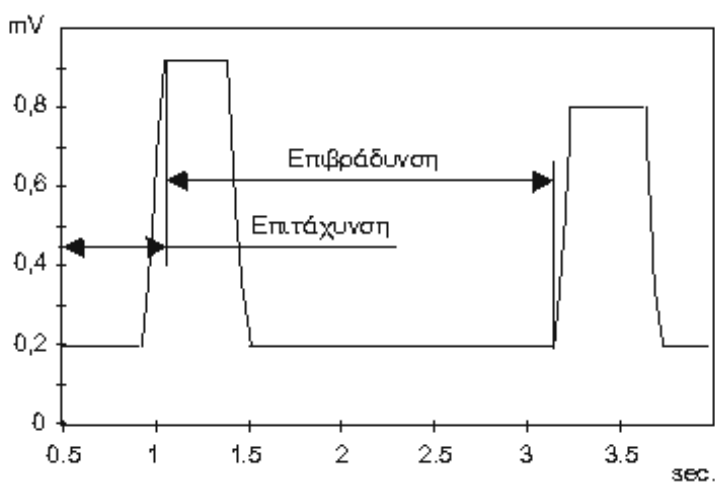
Διάγραμμα 7.2

Διακύμανση στο ρεύμα μέσα από το λήπτη Λάμδα ως προς το χρόνο

Εάν το δυναμικό παραμείνει σταθερό υποδηλώνει ότι το σύστημα ρύθμισης δε λειτουργεί με τον καλύτερο τρόπο, οπότε πρέπει να διακρίνουμε εάν είναι ο λήπτης λάμδα που δε δουλεύει ή εάν ο εγκέφαλος δεν ανταποκρίνεται στα μηνύματα, είτε εξαιτίας ελαττώματος στη μονάδα ελέγχου, είτε εξαιτίας της λειτουργίας της μηχανής σε πρόγραμμα έκτακτης ανάγκης, είτε επειδή η μηχανή λειτουργεί έξω από τις συνθήκες που προγραμματίστηκαν από τον κατασκευαστή. Το πρόγραμμα του τελευταίου επιτρέπει στον εγκέφαλο να κάνει διορθώσεις μέσω του κλειστού συστήματος ρύθμισης αλλά αυτές περιορίζονται στο να μετατρέπει το μίγμα σε πλουσιότερο ή φτωχότερο.

7.2. Έλεγχος του λήπτη Λάμδα (λ)

Το να αποδείξουμε, ότι ο λήπτης Λάμδα λειτουργεί κανονικά ως ξεχωριστό εξάρτημα είναι πολύ περίπλοκο και απαιτεί ειδικό εξοπλισμό μετρήσεων που κοστίζει ιδιαίτερα. Η πραγματοποίηση όμως του τεστ με τον κατάλληλο εξοπλισμό μας επιτρέπει να είμαστε σίγουροι για τη σωστή λειτουργία του λήπτη ή να διαπιστώσουμε το οποιοδήποτε πιθανό πρόβλημα.



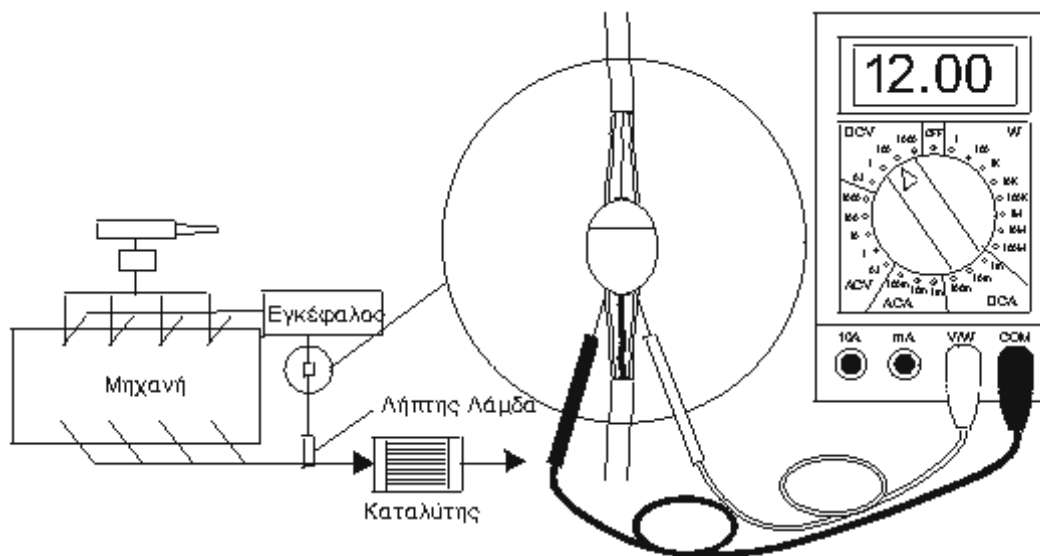
Διάγραμμα 7.3

Μεταβολή του ρεύματος στο λήπτη Λάμδα ως προς το χρόνο κατά την απότομη επιτάχυνση

Πριν ξεκινήσουμε αυτά τα τεστ στο κλειστό σύστημα ρύθμισης πρέπει να βεβαιωθούμε ότι η μηχανή βρίσκεται στη σωστή θερμοκρασία λειτουργίας. Η σύνδεση του πολύμετρου θα γίνει όπως περιγράφηκε παραπάνω, διατηρώντας αρχικά τη μηχανή στο ρελαντί. Για να βεβαιωθούμε ότι ο λήπτης στέλνει μηνύματα στον εγκέφαλο θα πρέπει να πατήσουμε απότομα το γκάζι και να το απελευθερώσουμε εξίσου ξαφνικά, επιτρέποντας στις στροφές να μειθούν σταδιακά στο ρελαντί. Στην απότομη επιτάχυνση το μίγμα εμπλουτίζεται σύντομα και αυτός ο εμπλουτισμός θα πρέπει να γίνει αντιληπτός από το λήπτη λάμδα, ο οποίος θα στείλει ένα σήμα περίπου 0.8 volts. Με τον ίδιο τρόπο, απελευθερώνοντας το γκάζι και επιτρέποντας τις στροφές της μηχανής να μειθούν φυσιολογικά, το μίγμα πρέπει να γίνει φτωχότερο για λίγα

δευτερόλεπτα, κατά τη διάρκεια της επιβράδυνσης. Σε αυτό το διάστημα ο λήπτης θα πρέπει να στείλει ένα σήμα περίπου 0.2 volts. Εάν καμία μεταβολή στο δυναμικό δεν παρουσιαστεί κατά τη διάρκεια του ελέγχου, ο λήπτης λάμδα δεν στέλνει μηνύματα στον εγκέφαλο, αφού ο τελευταίος δεν αντιδρά στις διακυμάνσεις του μίγματος.

Αν ο λήπτης λάμδα λειτουργεί στην προθέρμανση, πριν είμαστε σίγουροι ότι έχει βλάβη, θα πρέπει να βεβαιωθούμε ότι η εσωτερική αντίσταση προθέρμανσης λαμβάνει αρκετό ρεύμα ώστε να λειτουργήσει. Για να το ελέγξουμε αυτό θα συνδέσουμε το multimeter στα δύο καλώδια τροφοδοσίας για το λήπτη (συνήθως άσπρα) και θα ελέγξουμε την ένδειξη του μετρητή (διάγραμμα 7.4), έχοντας επιλέξει μια κατάλληλη κλίμακα. Η τροφοδοσία είναι συνήθως 12 volts, αν και υπάρχουν λήπτες που τροφοδοτούνται μέσω του εγκεφάλου και λειτουργούν σε δυναμικό 6 volts.



Διάγραμμα 7.4

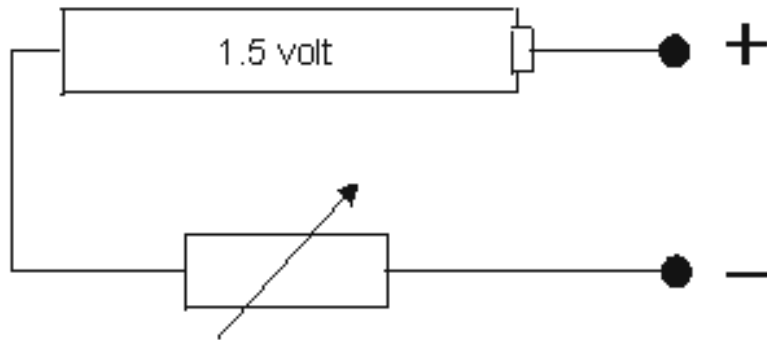
Σχήμα των απαραίτητων συνδέσεων για τον έλεγχο της προθερμαντικής λειτουργίας

7.3. Έλεγχος της αντίδρασης του εγκεφάλου

Ο έλεγχος της αντίδρασης του εγκεφάλου είναι απαραίτητος, όταν έχουμε αποδείξει, ότι το σύστημα ρύθμισης δε λειτουργεί και ο λήπτης λάμδα είναι ελαττωματικός. Εάν ο λήπτης λάμδα λειτουργεί και δεν υπάρχει αντίδραση, τότε δεν υπάρχει καθόλου σύστημα ρύθμισης. Σε αυτήν την περίπτωση πρέπει να ελέγξουμε την καλωδίωση προς τον εγκέφαλο πριν καταλήξουμε, ότι η βλάβη βρίσκεται σε αυτόν.

Για να ελέγξουμε αν υπάρχει αντίδραση του εγκεφάλου στα μηνύματα που δέχεται από τον λήπτη Λάμδα, πρέπει να δώσουμε εξομοιωμένα μηνύματα αυτού του είδους με εξωτερικά μέσα, για να δούμε αν ο εγκέφαλος θα ανταποκριθεί. Για να γίνει αυτό, αποσυνδέουμε το λήπτη λάμδα από το ηλεκτρικό σύστημα του αυτοκινήτου και συνδέουμε ένα ρευματοφόρο καλώδιο στο καλώδιο μηνυμάτων του λήπτη, το οποίο μας επιτρέπει να στέλνουμε ρεύμα στον εγκέφαλο.

Ο εγκέφαλος είναι προγραμματισμένος να δέχεται σήματα δυναμικού από το λήπτη λάμδα που ποτέ δεν ξεπερνούν τα 1.2 volts. Επομένως δε θα αντιδράσει σε μηνύματα υψηλότερου επιπέδου. Επιπλέον, κάθε σήμα πάνω από αυτό το επίπεδο θα μπορούσε να καταστρέψει τον ίδιο τον εγκέφαλο. Επομένως θα χρησιμοποιήσουμε ένα απλό κύκλωμα εξομοίωσης σημάτων (διάγραμμα 7.5) το οποίο μας επιτρέπει να στέλνουμε στον εγκέφαλο σήματα περίπου 1 volt. Γι' αυτό το λόγο θα συνδέσουμε σε σειρά μια μπαταρία 1.5 volt και μια μεταβλητή αντίσταση έτσι που να μπορούμε να ρυθμίζουμε τα όρια στον εξομοιωτή για να επιτύχει παροχή ρεύματος 1 volt.



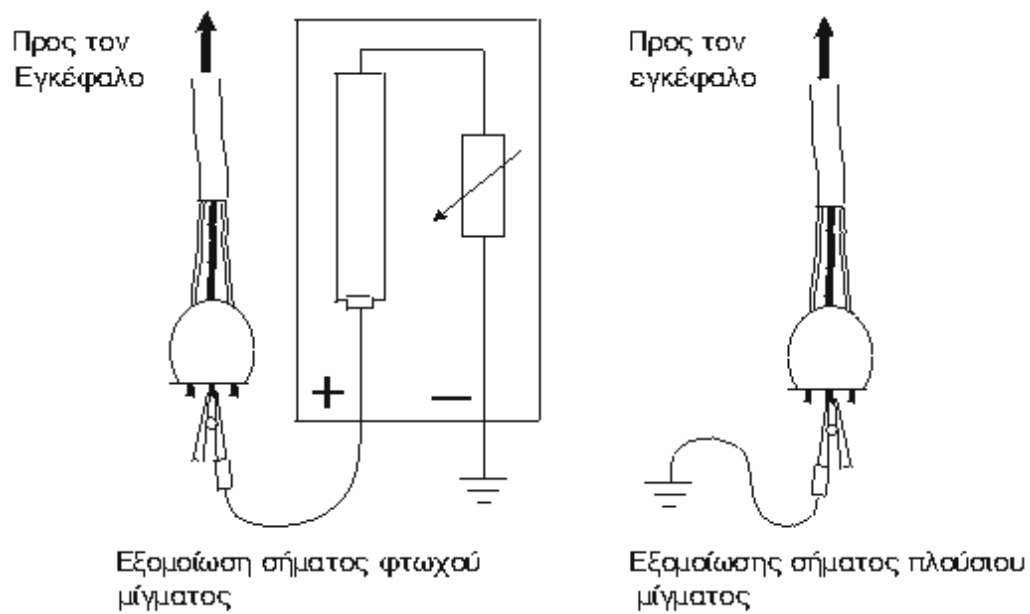
Διάγραμμα 7.5
Κύκλωμα εξομοίωσης σημάτων

Το τεστ αυτό βασίζεται στο δυναμικό που θα μετρηθεί από το πολύμετρο ενώ θα ελέγχουμε το κλειστό σύστημα ρύθμισης και θα φτάσει περίπου τις 1.500 σ.α.λ. Όσο αυξάνονται οι στροφές, τόσο πιο αισθητή θα είναι η μεταβολή στην ταχύτητα που θα παρατηρούμε κατά την εξομοίωση σημάτων, αλλά η προτεινόμενη ταχύτητα μηχανής θα μας δώσει αρκετά αντιπροσωπευτικά αποτελέσματα.

- Εάν ενώ ελέγχουμε το κλειστό σύστημα ρύθμιση, το πολύμετρο δείξει τάση λιγότερη από 0.4 volts, θα συνδέσουμε το θετικό ηλεκτρόδιο του κυκλώματος εξομοίωσης σημάτων με το καλώδιο σημάτων του λήπτη Λάμδα και θα γειώσουμε το αρνητικό πάνω στο σώμα του οχήματος. Με αυτόν τον τρόπο, ειδοποιούμε τον εγκέφαλο ότι το μίγμα είναι πλούσιο και θα πρέπει σταδιακά να γίνει φτωχότερο. Εάν ο εγκέφαλος ανταποκριθεί, θα πρέπει να παρατηρήσουμε μείωση των στροφών της μηχανής.
- Εάν ενώ ελέγχουμε το κλειστό σύστημα ρύθμισης, το πολύμετρο δείξει τάση μεγαλύτερη από 0.4 volts, θα συνδέσουμε το καλώδιο σημάτων του λήπτη με το έδαφος, μέσω του σώματος του οχήματος. Με αυτόν τον τρόπο ειδοποιούμε τον εγκέφαλο ότι το μίγμα είναι φτωχό και πρέπει σταδιακά να εμπλουτιστεί. Εάν ο

εγκέφαλος αντιδράσει, πρέπει να παρατηρήσουμε αύξηση στις στροφές της μηχανής.

- Εάν, αφού έχουμε εκτελέσει αυτό το τεστ, ο εγκέφαλος δεν έχει αντιδράσει, δεν μπορούμε ακόμη να είμαστε σίγουροι ότι η μονάδα είναι ελαττωματική, αφού το πρόβλημα μπορεί να βρίσκεται στην καλωδίωση.



Διάγραμμα 7.6
Εξομοίωση σημάτων του λήπτη λάμδα

7.4. Έλεγχος της καλωδίωσης

Για να ελέγξουμε την καλωδίωση από το λήπτη Λάμδα ως τον εγκέφαλο θα πρέπει να αποσυνδέσουμε και τα δύο συστήματα και να εξετάσουμε το ίδιο το καλώδιο χρησιμοποιώντας το πολύμετρο ως μετρητή Ωμ (αντίστασης). Συνδέοντας έναν από τους πόλους του πολύμετρου στο καλώδιο σημάτων του λήπτη Λάμδα και τον άλλο στο αντίστοιχο καλώδιο του εγκεφάλου, η αντίσταση που θα μετρήσουμε πρέπει να είναι μηδενική.

Εάν η ένδειξη του πολύμετρου ήταν στο άπειρο, θα σημαίνει ότι το καλώδιο σημάτων ήταν κάπου σπασμένο. Από την άλλη, εάν υπήρχε κάποια ένδειξη αντίστασης, θα σήμαινε ότι το καλώδιο ήταν φθαρμένο και με δεδομένο ότι το σήμα του λήπτη Λάμδα ήταν πολύ χαμηλό, το σήμα θα χανόταν στην πορεία από το λήπτη Λάμδα ως τον εγκέφαλο, ο οποίος ποτέ δε θα το λάμβανε.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ II

Καραπάνος Χαράλαμπος

Κοτσιλιέρης Ανάργυρος

Κουντουράς Πινος

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ

Καπετανάκης

Καραμπίλας

Κατσιαβός

ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ

Frank D.Petruzella

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ

Μελέτης Βούλαρης

ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ I

Αγερίδης Γεώργιος

Καραμπίλας Πέτρος

Ρώσσης Κυριάκος

ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ

Καραμουςαντάς Δημήτριος

Καραγιαννίδης Αβραάμ