



**Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
«ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΤΑΛΥΤΩΝ ΣΕ ΜΗΧΑΝΕΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ»**



**ΑΡΓΥΡΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
ΚΟΥΤΣΟΥΚΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΠΑΝΑΓΙΩΤΑΡΑΣ ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ

ΠΑΤΡΑ, 2011

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η αστυφιλία και η συγκέντρωση όλων των δημόσιων υπηρεσιών στα κέντρα των μεγαλουπόλεων, σε συνάρτηση με την ανάπτυξη βιομηχανικών μονάδων, περιφερειακά αυτών, έχουν σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία του φαινομένου της ρύπανσης. Η ρύπανση που δημιουργείται από τα εκπεμπόμενα καυσαέρια καταπονεί ιδιαίτερα την υγεία των κατοίκων των μεγάλων πόλεων. Εμφανίζεται με τη μορφή του γνωστού μας "νέφους" και δημιουργεί αποπνικτική ατμόσφαιρα.

Με τον όρο ρύπανση της ατμόσφαιρας εννοούμε την ύπαρξη ανεπιθύμητων ουσιών (ρύπων) στα κατώτερα στρώματα αυτής. Οι ουσίες αυτές μπορεί να είναι μικροσωματίδια ή αέρια τα οποία αναφέρουμε ως ρύπους. Η πηγή δημιουργίας των ρύπων είναι η καύση. Καύση όμως λαμβάνει χώρα στους λέβητες της κεντρικής θέρμανσης, στις βιομηχανίες, αλλά και στους κινητήρες των αυτοκινήτων και των βαρέων οχημάτων.

Σήμερα η κυριότερη πηγή ρύπανσης είναι οι παντός είδους κινητήρες. Η καύση στους κινητήρες χαρακτηρίζεται ως εσωτερική καύση και για να υπάρξει πρέπει να συνυπάρχουν τρεις παράγοντες: καύσιμο, αέρας και θερμότητα.

Τα προϊόντα που λαμβάνονται από την καύση του καυσίμου αποτελούνται από αρκετά διαφορετικά αέρια ή μικροσωματίδια. Μερικά από τα αέρια αυτά είναι επιβλαβή για τον άνθρωπο και γενικότερα για το περιβάλλον και αναφέρονται ως πρωτογενείς ρύποι. Οι πρωτογενείς ρύποι εκπέμπονται κατ'ευθείαν από την πηγή που είναι ο κινητήρας. Με την επίδραση όμως της ηλιακής ακτινοβολίας πάνω στους πρωτογενείς ρύπους, δημιουργούνται καινούργιας μορφής αέρια τα οποία αναφέρονται ως δευτερογενείς ρύποι.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	6
ΚΑΤΑΛΥΤΕΣ- ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ	6
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
1.2 ΑΝΑΘΥΜΙΑΣΕΙΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (ΕΒΑΡ).	6
1.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΡΥΠΩΝ ΤΩΝ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ, (ΚΑΤΑΛΥΤΗΣ)	6
1.4 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ Η ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ (EGR).....	8
1.4.1 ΠΡΟΣΑΓΩΓΗ ΠΡΟΣΘΕΤΟΥ ΑΕΡΑ ΣΤΑ ΚΑΥΣΑΕΡΙΑ ΜΕΣΑ ΣΤΟΝ ΚΑΤΑΛΥΤΗ	8
1.5 ΟΙ ΠΡΩΤΟΙ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ ΚΑΙ Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥΣ ΜΕΧΡΙ ΣΗΜΕΡΑ	9
1.7 ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ	15
1.8 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΑ ΕΥΓΕΝΗ ΜΕΤΑΛΛΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΥΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ.....	17
1.9 ΔΟΜΗ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΥ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑ	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	25
ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ ΚΑΙ ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ	25
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	25
2.2 .ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ – ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ	26
2.2.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ	27
2.2.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ	27
2.2.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΛΙΠΑΝΣΗΣ	27
2.2.4 ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΜΙΓΜΑΤΟΣ .	28
2.2.5 ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ	28
2.2.6 ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΜΙΓΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ	29
2.2.7 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΝΑΦΛΕΞΗΣ (ΕΝΑΥΣΗ)	29
2.2.8 ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΟΥ ΜΟΝΟΚΥΛΙΝΔΡΟΥ ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	30

2.2.9 ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΣΤΟ ΑΜΑΞΩΜΑ - (ΣΑΣΙ) ΤΟΥ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ.	30
2.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	32
2.3.1 ΣΥΜΠΛΕΚΤΗΣ (ΑΜΠΡΑΓΙΑΖ)	33
2.3.2 .ΚΙΒΩΤΙΟ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ (ΣΑΣΜΑΝ).....	35
2.3.4 ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΔΙΑΦΟΡΙΚΟΥ	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	38
ΤΥΠΟΙ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΩΝ.....	38
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	38
3.2 ΚΕΡΑΜΙΚΟΣ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ	40
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	55
ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΙ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ	55
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	55
4.2 ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΥ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ	57
4.3 ΦΟΡΕΑΣ.....	57
4.4 ΑΛΛΟΙ ΤΥΠΟΙ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ	63
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	65
ΕΙΔΗ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΩΝ	65
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	65
5.2 ΑΝΑΓΩΓΙΚΟΣ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ	65
5.3 ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΟΣ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ	67
5.4 ΤΡΙΟΔΙΚΟΣ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ	69
5.5 ΠΡΟΚΑΤΑΛΥΤΗΣ	72
5.6 Ο ΚΑΤΑΛΥΤΗΣ ΣΤΟΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	72
5.7 Ο ΚΑΤΑΛΥΤΗΣ ΣΤΟΝ ΥΓΡΑΕΡΙΟΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	73
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	76
ΖΗΜΙΕΣ ΤΟΥ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΥ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ ΚΑΙ ΤΑ ΑΙΤΙΑ ΠΟΥ ΤΙΣ ΠΡΟΚΑΛΟΥΝ	76
6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	76
6.2 ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΕΥΓΕΝΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ.....	76
6.3 ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ	78

6.4 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ	81
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	84
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	86

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΚΑΤΑΛΥΤΕΣ- ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Αναθυμιάσεις Στροφαλοθαλάμου, (PCV). Για πρώτη φορά στην Ιστορία του αυτοκινήτου το 1960 στην Καλιφόρνια των Ηνωμένων Πολιτειών, εφαρμόστηκαν οι πρώτοι περιορισμοί για τη ρύπανση του περιβάλλοντος από το αυτοκίνητο.

Οι περιορισμοί αυτοί αφορούσαν τις αναθυμιάσεις των κινητήρων. Έτσι με νόμο, θεσπίστηκαν όρια για τον περιορισμό των εκπομπών των αναθυμιάσεων του λιπαντικού από το στροφαλοθάλαμο (κάρτερ) των κινητήρων των αυτοκινήτων.

1.2 ΑΝΑΘΥΜΙΑΣΕΙΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ (EVAP).

Λίγο αργότερα το 1970 τέθηκαν σε εφαρμογή προαιρετικά μέτρα για τις αναθυμιάσεις του θεωρώντας ότι επιτυγχάνεται και οικονομία καυσίμου. Κυκλοφόρησαν στο εμπόριο πλαστικά σφαιρίδια τα οποία επέπλεαν στην επιφάνεια της βενζίνης, μέσα στη δεξαμενή καυσίμου, αποτρέποντας έτσι μεγάλο μέρος των αναθυμιάσεων να διαφύγουν στην ατμόσφαιρα.

Οι αναθυμιάσεις του καυσίμου είναι υδρογονάνθρακες που επηρεάζουν δυσμενώς την υγεία του ανθρώπου και το περιβάλλον. Αργότερα κρίθηκε σκόπιμη και υποχρεωτική η χρήση του δοχείου ενεργού άνθρακα το οποίο αποθηκεύει τις αναθυμιάσεις βενζίνης από το ρεζερβουάρ και τις απελευθερώνει κατά διαστήματα μέσα στην πολλαπλή εισαγωγή.

1.3 ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΩΝ ΡΥΠΩΝ ΤΩΝ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ, (ΚΑΤΑΛΥΤΗΣ)

Από το 1956 οι Αμερικανοί τεχνικοί καθιέρωσαν το πρόγραμμα ελέγχου των ρύπων των καυσαερίων "eleven mode test", από το πρόγραμμα αυτό προήλθε το "seven mode test" που είναι πλέον σήμερα διεθνώς γνωστό. Το seven mode test βελτιώθηκε και επιβλήθηκε με νόμο το 1957. Αναφερόμενοι πάντα στην Αμερική, από το 1966 δεν επιτρεπόταν η κυκλοφορία κανενός αυτοκινήτου το οποίο δεν εκπληρούσει τις προδιαγραφές του seven mode test.

Σύντομα όμως απαιτήθηκε να μειωθούν ακόμη τα όρια των ρύπων των καυσαερίων και τα όρια ελέγχου να φτάσουν σε αρκετά χαμηλά επίπεδα. Τώρα έπρεπε οι Ευρωπαίοι κατασκευαστές αυτοκινήτων να προσαρμόσουν τα όρια των εκπεμπόμενων ρύπων των αυτοκινήτων που κατασκεύαζαν και να προσαρμόσουν με την Αμερικάνικη νομοθεσία γιατί τα αυτοκίνητα που έκαναν εξαγωγή στις ΗΠΑ δεν θα επιτρεπόταν να κυκλοφορήσουν αφού θα ήταν "ρυπογόνα". Λίγο αργότερα, το 1970, η Ευρωπαϊκή Κοινότητα θέσπισε δικά της όρια εκπομπών ρύπων από τα καυσαέρια των αυτοκινήτων. Αρχικά, καθιερώθηκαν όρια εκπομπών περιορισμού μόνο για τους δυο από τους τρεις ρύπους, τους άκαυστους υδρογονάνθρακες (HC) και το μονοξείδιο του άνθρακα (CO).

Το 1972 θεσπίστηκε νομικό πλαίσιο για τη μείωση των ορίων των ρύπων σε όλα τα καινούργια αυτοκίνητα που κατασκευάζονται ή κυκλοφορούν στις χώρες μέλη της ΕΟΚ και συμφωνήθηκε ότι από το 1975 τα όρια για το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) θα είναι 20 %, ενώ για τους υδρογονάνθρακες (HC) 15%. Το 1979, τα όρια έγιναν ακόμη αυστηρότερα για τις χώρες-μέλη της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, οπότε για το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) καθιερώθηκε μείωση του προηγούμενου ορίου (του 1975) κατά 35% και για τους υδρογονάνθρακες (HC) κατά 25%.

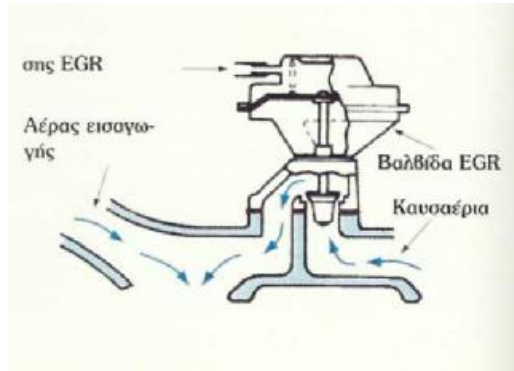
Το 1977 αρχίσαμε για πρώτη φορά στην ιστορία ελέγχου των ρύπων του αυτοκινήτου να ασχολούμαστε και με τα επιβλαβή οξείδια.

Άλλο ένα σημαντικό βήμα στην Ιστορία του αυτοκινήτου για τον έλεγχο των ρύπων είναι η μείωση των οξειδίων του αζώτου (NO_x) τα οποία περιορίστηκαν και αυτά με νομικό πλαίσιο. Μάλιστα από το 1982 αποφασίστηκε οι εκπομπές των οξειδίων του αζώτου να αναφέρονται μαζί με τις εκπομπές των υδρογονανθράκων. Με τον καινούριο αυτό τρόπο αναφοράς, επιτεύχθηκε η σημαντικότερη μείωση των ποσοστών των εκπεμπόμενων οξειδίων του αζώτου κατά 40% αν κάνουμε σύγκριση με τα επόμενα χρόνια.

Για να έρθουμε στην ΕΟΚ, το 1985, οι Υπουργοί Περιβάλλοντος και Ενέργειας αυτής, υπέγραψαν κοινή απόφαση που προέβλεπε την κατάταξη των αυτοκινήτων σε τρεις γενικές κατηγορίες ορίων εκπομπής ρύπων ανάλογα με τον κυβισμό τους.

1.4 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ Η ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ (EGR)

Άλλο ένα σημαντικό βήμα στην Ιστορία του αυτοκινήτου για τον έλεγχο των ρύπων είναι η μείωση των οξειδίων του αζώτου με το σύστημα ανακύκλωσης καυσαερίου.



Σχήμα 1.1 σύστημα ανακύκλωσης καυσαερίων

Από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 (στην Αμερική) άρχισαν να κυκλοφορούν τα πρώτα αυτοκίνητα που διέθεταν σύστημα ανακύκλωσης των καυσαερίων. Αυτό σημαίνει ότι ένα μικρό μέρος των καυσαερίων επιστρέφει στην πολλαπλή εισαγωγή και αναμιγνύεται με τον αέρα εισαγωγής. Είχε παρατηρηθεί ότι τα οξείδια του αζώτου μπορούσαν να ελαττωθούν σημαντικά αν αυξανόταν η θερμοκρασία του θαλάμου καύσεως. Έτσι λοιπόν δημιουργήθηκε το σύστημα ανακυκλοφορίας ή επανακυκλοφορίας καυσαερίων που έχει καθιερωθεί να ονομάζεται EGR. Έτσι με την αύξηση της θερμοκρασίας του θαλάμου καύσης δεν υπήρχε η δυνατότητα ένωσης του αζώτου με το οξυγόνο.

1.4.1 Προσαγωγή πρόσθετου αέρα στα καυσαέρια μέσα στον καταλύτη

Είναι ένα σύστημα που άρχισε να χρησιμοποιείται στα Αμερικάνικα αυτοκίνητα τη δεκαετία του 1980. Έχει σαν σκοπό την καύση των υδρογονανθράκων μέσα στον καταλύτη και κατά συνέπεια τη μείωση αυτών.

Το σύστημα αυτό ελέγχεται από τον εγκέφαλο, κατά την εκκίνηση δεν γίνεται προσαγωγή αέρα στον καταλύτη, όμως στη φάση της προθέρμανσης και της κανονικής λειτουργίας ρυθμίζεται η παροχή του αέρα προσαγωγής στα καυσαέρια ανάλογα με την υποπίεση που επικρατεί στην πολλαπλή εισαγωγή. Η αντλία μπορεί να παίρνει κίνηση από ιμάντα ή να είναι ηλεκτρική.

1.5 ΟΙ ΠΡΩΤΟΙ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ ΚΑΙ Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥΣ ΜΕΧΡΙ ΣΗΜΕΡΑ

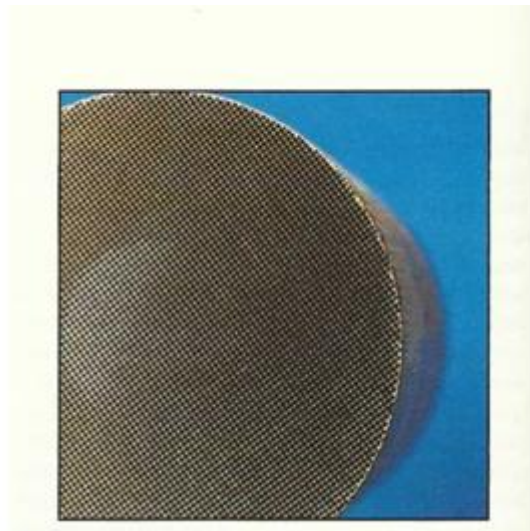
Στις αρχές της δεκαετίας του 1920 έκαναν την εμφάνιση τους οι πρώτοι καταλυτικοί μετατροπείς. Κύριος σκοπός αυτών ήταν η μείωση της εκπομπής μόνο του μονοξειδίου του άνθρακα. Η ανάγκη της τοποθέτησης αυτών των «πρωτογόνων» καταλυτικών μετατροπέων ήταν για τη μείωση του εκπεμπόμενου μονοξειδίου του άνθρακα από κάποιους κινητήρες που λειτουργούσαν σε κλειστούς χώρους όπως ήταν τα ορυχεία. Αν συγκρίνουμε τους πρώτους αυτούς καταλυτικούς μετατροπείς με τους σημερινούς θα οδηγηθούμε στο συμπέρασμα της πρωτόγονης τεχνολογικά μορφής και δομής που διέθεταν. Οι πρώτοι αυτοί καταλυτικοί μετατροπείς δεν ήταν όπως οι σημερινοί που φέρουν φορέα από κεραμικό ή μεταλλικό υλικό και πάνω σε αυτό έχει γίνει η επίστρωση των ευγενών μετάλλων που εκτελούν χρέη καταλύτη στις αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα.

Ήταν κατασκευασμένοι σε ένα αρκετά μεγάλο χαλύβδινο περίβλημα που το εσωτερικό του περιείχε ρινίσματα Οξειδίων του Νικελίου, του Χαλκού και του Χρωμίου, είχε παρατηρηθεί ότι αυτά τα υλικά μπορούσαν να επιταχύνουν τις χημικές αντιδράσεις των καυσαερίων για πιο φιλικά αέρια προς το περιβάλλον. Το πρόβλημα ήταν ότι οι καταλύτες αυτοί απαιτούσαν υψηλότερη θερμοκρασία λειτουργίας από ότι οι σημερινοί και η τοποθέτηση τους γινόταν πολύ κοντά στις βαλβίδες εξαγωγής όπου τα καυσαέρια μετέφεραν πολύ μεγάλα ποσά θερμότητας από την καύση. Η θερμική μόνωση τους από το εξωτερικό περιβάλλον εξασφάλιζε την ανάπτυξη πολύ υψηλών θερμοκρασιών λειτουργίας.

Τα συνεχώς αυστηρότερα όρια εκπομπής ρύπων από τα αυτοκίνητα ανάγκασαν τους μελετητές, να στραφούν σε πιο αποδοτικές και πρόσφορες λύσεις, καταλήγοντας έτσι στο γνωστό κεραμικό υλικό "Κεραμικό Μονόλιθο",. Το υλικό αυτό επέτρεπε την κατασκευή ενός φορέα με τη μορφή κυψέλης όπου πάνω της θα μπορούσε να ψεκαστούν τα ευγενή μέταλλα. Οι πρώτοι αυτοί "κεραμικοί καταλύτες" είχαν αγωγούς διέλευσης των καυσαερίων τριγωνικής μορφής.



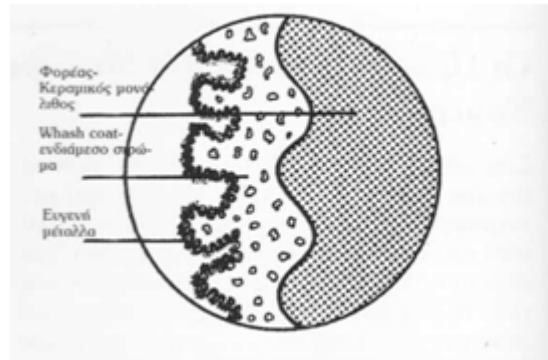
Σχήμα 1.2 κεραμικός μονόλιθος



Σχήμα 1.3 κεραμικός μονόλιθος με τετραγωνικής μορφής αγωγούς ροής

Μετάπειτα διαπιστώθηκε ότι τα καυσαέρια διέρχονται ευκολότερα μέσα από αγωγούς τετραγωνικής μορφής και καθιερώθηκε η κατασκευή τετραγωνικής μορφής αγωγών ροής μέσα από το κεραμικό αυτό υλικό, Το ενδιάμεσο στρώμα "wash coat" (υπόστρωμα), που μπορούσε να επιστρωθεί πάνω στο κεραμικό υλικό και κάτω από τα ευγενή μέταλλα αύξανε πολλαπλάσια την επιφάνεια του καταλυτικού μετατροπέα. Η κατασκευή αυτή δίνει τη δυνατότητα στα καυσαέρια να έρθουν σε επαφή με μεγαλύτερες επιφάνειες καταλυτικών στοιχείων, και έτσι επιταχύνονται οι χημικές αντιδράσεις για τη μετατροπή των ρύπων. Το

πλεονέκτημα λοιπόν είναι ότι μειώνεται σημαντικά η εξωτερική διάμετρος του καταλυτικού μετατροπέα σε σχέση πάντα με τους καταλύτες πρώτης γενιάς.

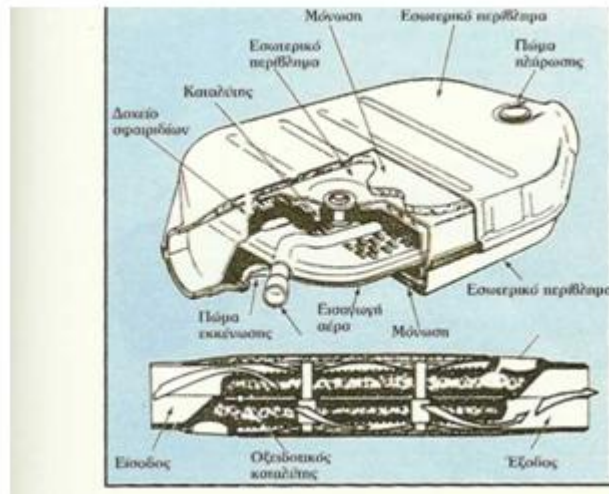


Σχήμα 1.4 ενδιάμεσο στρώμα

Δεν μειώνεται όμως μόνο ο όγκος του μετατροπέα αλλά και το βάρος αυτού. Δεν θα πρέπει να ξεχάσουμε άλλο ένα σημαντικό πλεονέκτημα, τη μείωση της θερμοκρασίας λειτουργίας. Για όλους αυτούς τους λόγους χρησιμοποιούνται ως φορείς οι κεραμικοί μονόλιθοι στα Ευρωπαϊκά αυτοκίνητα.

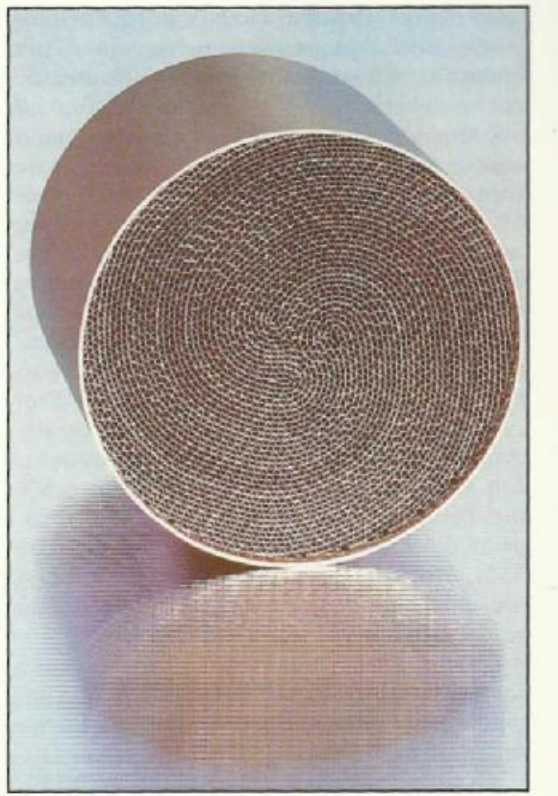
Τη δεκαετία του 70 κατασκευάστηκαν οι πρώτοι καταλυτικοί μετατροπείς που έφεραν στο εσωτερικό τους μεταλλικά σφαιρίδια με επικάλυψη από ευγενή μέταλλα. Τα καυσαέρια περνούσαν μέσα από τα σφαιρίδια και έτσι γινόταν η μετατροπή των ρύπων. Διέθεταν δύο τάπες, μία για την εισαγωγή των σφαιριδίων και μία για την αφαίρεση αυτών. Τα σφαιρίδια κάθε 100.000 Km έπρεπε να αντικατασταθούν με καινούργια ενώ τα παλαιά πήγαιναν για ανακύκλωση-αναζωογόνηση. Ο τύπος αυτός του καταλύτη δεν "έπιασε" λόγω των μειονεκτημάτων που παρουσίαζε, όπως για παράδειγμα, η σχετικά μεγάλη φραγή που δημιουργούσαν τα σφαιρίδια στην έξοδο των καυσαερίων.

Το 1978 ήρθε η ανακάλυψη του πρώτου "μεταλλικού καταλύτη". Σε αυτού του είδους τον καταλυτικό μετατροπέα, ο φορέας κατασκευάζεται από λεπτό φύλλο μετάλλου (foil) κατάλληλα διαμορφωμένο, διαμορφώνεται δε κάτω από ειδικές συνθήκες και διαδικασία. Η επίστρωση των ευγενών



Σχήμα 1.5 καταλύτης με μεταλλικά σφαιρίδια

μετάλλων στον μεταλλικό μετατροπέα είναι η ίδια όπως και στους "κεραμικούς μονόλιθους". Το πλεονέκτημα του μεταλλικού καταλυτικού μετατροπέα είναι οι μικρότερες εξωτερικές διαστάσεις αυτού. Ως μειονέκτημα μπορούμε να αναφέρουμε το σημαντικά μεγαλύτερο κόστος κατασκευής.



Σχήμα 1.6 μεταλλικός καταλυτικός μετατροπέας

Ο μόλυβδος όμως που υπήρχε στη Βενζίνη απενεργοποιούσε-δηλητηρίαζε τα ευγενή μέταλλα του "καταλύτη" και δεν ήταν δυνατή η χρήση καταλυτών σε αυτοκίνητα που έκαιγαν Βενζίνη με μόλυβδο. Ο μόλυβδος ήταν σε υγρή μορφή (τετρααιθυλιούχος μόλυβδος) και η προσθήκη του γινόταν αμέσως μετά την απόσταξη του αργού πετρελαίου. Ο σκοπός της προσθήκης μολύβδου στη βενζίνη ήταν να αυξηθούν τα οκτάνια ώστε να υπάρχει μικρό κόστος παρασκευής αλλά και να λιπαίνει τις έδρες των βαλβίδων. Λόγω λοιπόν του προβλήματος της απενεργοποίησης του καταλύτη από το μόλυβδο δημιουργήθηκε η αμόλυβδη βενζίνη (unleaded) που πωλείται σήμερα και αντί για μόλυβδο περιέχει αρωματικούς υδρογονάνθρακες (βενζόλιο). Πάλι την πρωτοπορία την έχουν οι Αμερικάνοι και στη συνέχεια ήρθε στην Ευρώπη και στις άλλες χώρες. Έτσι έγινε εφικτή η ευρεία χρήση καταλυτικών μετατροπέων σε όλα τα αυτοκίνητα παραγωγής. Στη Μεγάλη Βρετανία το 1987, μόνο το 5% της βενζίνης που πωλείτο ήταν αμόλυβδη, μέχρι όμως το 1992 αυξήθηκε το ποσοστό σε 45%. Μελέτη έδειξε ότι το 1980 η εκπομπή του μολύβδου ήταν 7.500 τόνοι ετησίως ενώ το 1996 μειώθηκε σε 1000 τόνους. Ο μόλυβδος θεωρείται πολύ επικίνδυνο υλικό για τον άνθρωπο, όμως και το βενζόλιο που χρησιμοποιείται σήμερα δεν είναι αθώο υλικό για την υγεία μας.

Οι κατασκευαστές αυτοκινήτων της Μεγάλης Βρετανίας άρχισαν να τοποθετούν καταλυτικούς μετατροπείς στα αυτοκίνητα τους από το 1989, αν και δεν ήταν

υποχρεωτικό από τη νομοθεσία. Την 1-1-1993 έγινε υποχρεωτικό με τη ψήφιση νόμου.

Τα τελευταία χρόνια έχουν μάλιστα ληφθεί και μέτρα για την προστασία του καταναλωτή που στην προκειμένη περίπτωση είναι όλοι οι κάτοχοι αυτοκινήτων. Τα μέτρα αυτά καθιερώθηκαν αρχικά στην Καλιφόρνια το 1995 και υποχρεώνουν τους κατασκευαστές καταλυτικών μετατροπέων να παρέχουν δετή εγγύηση για τους μετατροπείς που διαθέτουν στο εμπόριο. Την ίδια χρονιά όμως το όριο αυτό αυξήθηκε σε δετή εγγύηση. Αποφασίστηκε μάλιστα η αντικατάσταση του καταλύτη να συνοδεύεται από βεβαίωση καλής τοποθέτησης και λειτουργίας.

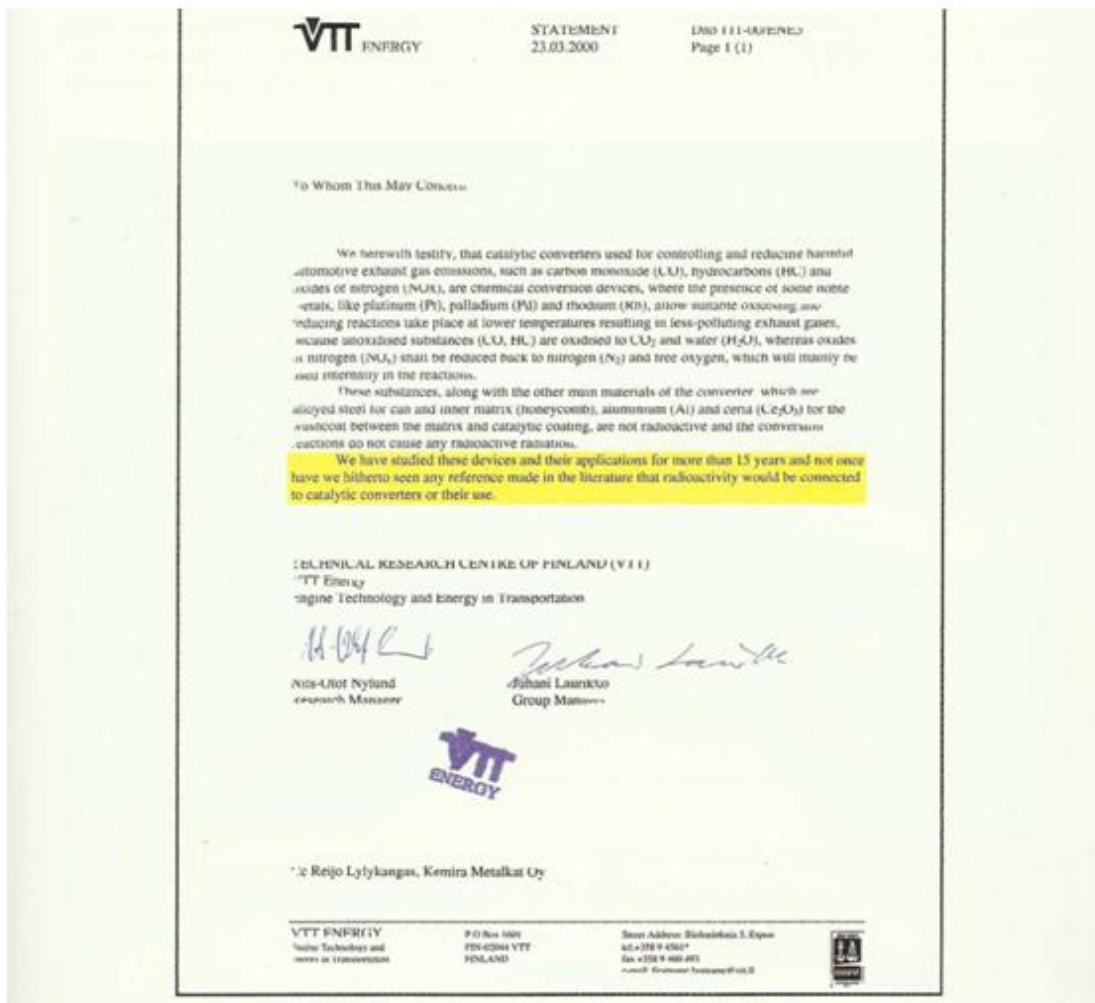
Σχήμα 1.7 καταλυτικός μετατροπέας της Αμερικάνικης εταιρείας tri-d.



1.6 Ο ΚΑΤΑΛΥΤΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Από το 1990 ότι αυτοκίνητο εισάγεται στη χώρα μας θα πρέπει να διαθέτει καταλυτικό μετατροπέα. Η αντίδραση ήταν πολύ μεγάλη από μερικούς "κύκλους" που η εισαγωγή νέας τεχνολογίας στο χώρο του αυτοκινήτου "τάραξε τα ύδατα". Είχαν καταφέρει να περάσουν στο πλατύ κοινό την άποψη ότι οι καταλυτικοί μετατροπείς εκπέμπουν ραδιενέργεια. Έθεταν δε τα ερωτήματα τι θα τους κάνουμε όταν θα πρέπει να αντικατασταθούν; Που και πως θα τους θάβουμε; Το δυσάρεστο είναι ότι είχαν καταφέρει να πείσουν και αρκετούς τεχνίτες αυτοκινήτων.

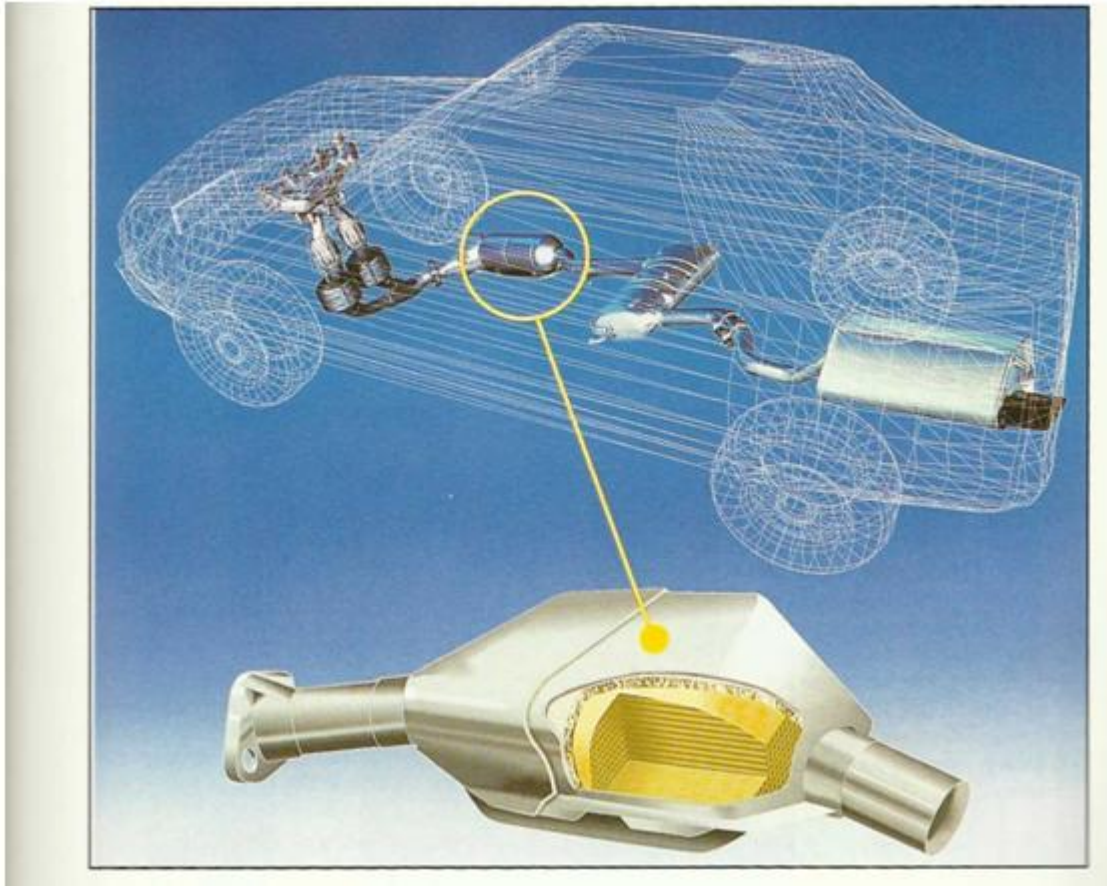
Αργότερα όμως με άρθρα στα περιοδικά, με σεμινάρια που παρείχαν οι εταιρείες αυτοκινήτων στους μηχανικούς τους αλλά και μέσω των εκπαιδευτικών κατορθώθηκε να ξεπεραστεί η άποψη αυτή.



Σχήμα 1.8 βεβαίωση πως ο καταλυτικός μετατροπέας δεν εκπέμπει επιβλαβή ακτινοβολία για τον άνθρωπο.

1.7 ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ

Καταλύτης είναι κάποιο στοιχείο που με την παρουσία του επιταχύνει ή επιβραδύνει κάποιες χημικές αντιδράσεις, κάτω από ορισμένες συνθήκες. Αν υποθέσουμε ότι η χημική αντίδραση γίνει χωρίς την παρουσία αυτού του στοιχείου (καταλύτη), τότε ο χρόνος που θα απαιτηθεί για την περάτωση της θα είναι πολύ μεγαλύτερος ή πολύ μικρότερος. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό εδώ και πάρα πολλά χρόνια



σχήμα 1.8 σύστημα εξαγωγής οχήματος

Ο καταλυτικός μετατροπέας που τοποθετείται στο σύστημα εξαγωγής των καυσαερίων φέρει στο εσωτερικό του ευγενή μέταλλα τα οποία προκαλούν αλλά και επιταχύνουν τη μετατροπή των ρύπων που εκπέμπονται με τα καυσαέρια, σε πιο φιλικά αβλαβή αέρια για τον άνθρωπο.

Ο καταλύτης διευκολύνει μεν τη χημική αντίδραση αλλά δεν φθείρεται και δεν αλλοιώνεται ο ίδιος. Ο καταλυτικός μετατροπέας που χρησιμοποιείται εκτεταμένα στα αυτοκίνητα, περιέχει μικροποσότητες ευγενών μετάλλων διασκορπισμένες σε μεγάλη επιφάνεια που δρα σαν καταλύτης για τις χημικές αντιδράσεις που γίνονται πάνω από αυτόν.



Σχήμα 1.9 μετατροπή των ρύπων σε φιλικότερα αέρια για τον άνθρωπο

Για να επιτευχθεί η μετατροπή των ρύπων των καυσαερίων σε άλλα αβλαβή αέρια πρέπει η θερμοκρασία του καταλύτη να αυξηθεί αρκετά. Όσο αυτός είναι κρύος δεν μπορεί να διευκολύνει τις χημικές αντιδράσεις.

Στο εσωτερικά του καταλυτικού μετατροπέα συναντάμε τα εξής ευγενή μέταλλα: Πλατίνα, Παλλάδιο & Ράδιο. Αυτά είναι πολύ ακριβά μέταλλα γιατί δεν είναι ευρέως διαδεδομένα στη φύση.

Σήμερα γίνονται εκτεταμένες μελέτες και έρευνες, όχι μόνο για το συγκεκριμένο υλικό αλλά και για άλλα υλικά που θα αντικαταστήσουν τα ευγενή μέταλλα που αναφέραμε, αφού κάποια στιγμή τα αποθέματα τους χρόνο με το χρόνο μειώνονται σημαντικά. Η πλατίνα, για παράδειγμα, έχει ετήσια παραγωγή (εξόρυξη από τη γη) 100 τόνους, βρίσκεται σε 1600 μέτρα βάθος και υπολογίζεται ότι με το σημερινό ρυθμό εξόρυξης θα υπάρχει μέχρι το 2015.

1.8 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΑ ΕΥΓΕΝΗ ΜΕΤΑΛΛΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΟΥΣ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΥΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ

Η ομάδα του λευκόχρυσου, περιλαμβάνει δυο υπο-ομάδες.

α) Η πρώτη αναφέρεται ως τριάδα ελαφρών μετάλλων και αποτελείται από: το Ρουθίνιο (Ru) το Ρόδιο (Rh) το Παλλάδιο (Pd)

β) Η δεύτερη υποομάδα αναφέρεται σαν τριάδα των βαρέων μετάλλων και αποτελείται από:

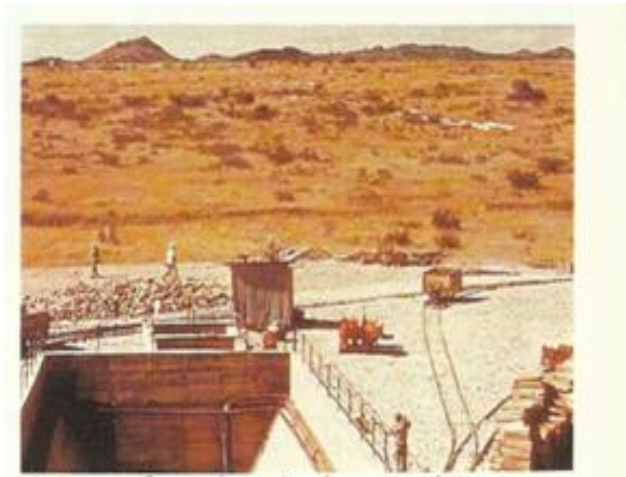
το Όσμιο (Os)

το Ιρίδιο (Ir) ,

τον Λευκάχρυσο (πλατίνα) (Pt)

Τα μέταλλα αυτά και των δύο υποομάδων, χαρακτηρίζονται ως ευγενή μέταλλα λόγω της ιδιότητας μόνο του λευκόχρυσου να μην οξειδώνεται από τα οξέα και το οξυγόνο. Τα υπόλοιπα μέταλλα της ομάδας του λευκόχρυσου κακώς αναφέρονται σαν ευγενή αφού προσβάλλονται από τα οξέα και όταν θερμανθούν ελαφρά, προσβάλλονται και από το οξυγόνο. Πολλές φορές η οξειδωση είναι μόνο επιφανειακή γιατί το στρώμα που σχηματίζεται προστατεύει την υπόλοιπη μάζα του μετάλλου. Ο όρος πολύτιμα μέταλλα εκφράζει απόλυτα τα μέταλλα αυτά όπως αναφέραμε προηγουμένως, οι τιμές τους είναι διπλάσιες από αυτήν του χρυσού.

Ο λευκόχρυσος (πλατίνα), το παλλάδιο και το ρόδιο βρίσκονται στη φύση ως αυτοφυή αλλά και με τη μορφή κραμάτων με άλλα μέταλλα. Μόνα τους θα τα συναντήσουμε στη Νότιο Αμερική, ενώ υπό τη μορφή κράματος στη Βόρειο Αμερική. Άλλα μέρη στα οποία υπάρχουν τέτοια πολύτιμα μέταλλα υπό μορφή κραμάτων είναι η Σοβιετική Ένωση, ο Καναδάς και η Νότια Αφρική. Από τη Νότια Αφρική παράγεται το 80% της παγκόσμιας παραγωγής των ευγενών μετάλλων που χρησιμοποιούνται στους καταλύτες. Στα κράματα αυτά μπορεί να συνυπάρχουν μόνο τους τα ευγενή μέταλλα αναμεμιγμένα μεταξύ τους αλλά και με τον χρυσό, τον χαλκό και το σίδηρο. Για παράδειγμα, μπορούμε να αναφέρουμε ότι στη φύση η συνήθης αναλογία μεταξύ Pt και Rh είναι 12:1. Ο διαχωρισμός των ευγενών μετάλλων που χρειαζόμαστε για την κατασκευή καταλυτικών μετατροπέων, γίνεται με πολύ μεγάλη δυσκολία και με μεθόδους που βασίζονται στη διαφορά της οξειδωτικότητας του σθένους κ.λπ. Αυτό συμβαίνει επειδή τα τρία αυτά μέταλλα έχουν περίπου τις ίδιες χημικές ιδιότητες. Η μέθοδος διαχωρισμού μπορεί να έχει μεγάλο κόστος, αλλά είναι οικονομικά εκμεταλλεύσιμη αφού τα μέταλλα αυτά έχουν πολύ υψηλή τιμή εμπορευσιμότητας.



Σχήμα 1.10 ορυχεία πολύτιμων μετάλλων.

Λευκόχρυσος ή Πλατίνα (Pt)

[Ατομικό βάρος 190 - Ατομικός αριθμός 76 -
Ειδικό βάρος 21,4] .

Αναφέρεται και ως πλατίνα έχει χρώμα με ζωηρή μεταλλική λάμψη και όπως έχουμε ήδη αναφέρει είναι ευγενές μέταλλο και δεν οξειδώνεται από τα οξέα. Λειώνει στους 1772° C και ατμοποιείται στους 3800° C περίπου. Με το οξυγόνο δεν ενώνεται σε οποιοσδήποτε συνθήκες.

Όταν ερυθρωπυρωθεί προσβάλλεται από τον άνθρακα των υδρογοναθράκων και τον φωσφόρο των λιπαντικών με αποτέλεσμα να γίνεται εύθραυστος και να παρασύρεται από την ροή των καυσαερίων. Τα σύγχρονα λιπαντικά έχουν ασήμαντες ποσότητες τέτοιων στοιχείων αφού η μελέτη έδειξε ότι με την πάροδο του χρόνου μειώνεται η απόδοση του καταλυτικού μετατροπέα. Γίνεται όμως προσπάθεια αντικατάστασης τους με άλλα στοιχεία που δεν θα επηρεάζουν μεν την δράση του καταλύτη και το περιβάλλον αλλά να διατηρούν όμως τις ιδιότητες που παρέχουν τα στοιχεία αυτά στα λιπαντικά.

Με το μόλυβδο (που περιείχε η βενζίνη) ενώνεται πολύ εύκολα στις θερμοκρασίες λειτουργίας του καταλύτη και σχηματίζει εύτηκτα κράματα. Όταν ο λευκόχρυσος λειώσει έρχεται σε επαφή με το οξυγόνο του ατμοσφαιρικού αέρα και απορροφάει αρκετή ποσότητα από αυτό, το οποίο και αποδίδει τελικά με την πήξη του. Έτσι χρησιμοποιείται ως καταλύτης για την επιτάχυνση των οξειδωτικών αντιδράσεων. Ο λευκόχρυσος σε λεπτό διαμερισμό και σε υψηλές θερμοκρασίες έχει την ικανότητα απορρόφησης του υδρογόνου το οποίο ενώνει με το οξυγόνο προς σχηματισμό υδρατμών.

Παλλάδιο (Pd)

[Ατομικό βάρος 106 - Ατομικός αριθμός 46 -Ειδικά βάρος 12].

Είναι μέταλλο αργυρόλευκο, με πολύ μεγάλη στιλπνότητα, αρκετά όλκιμο και ελατό. Λειώνει στους 1552° C και ατμοποιείται στους 3000° C περίπου. Το παλλάδιο, όταν θερμανθεί, σχηματίζει επιφανειακά ένα στρώμα οξειδίου του παλλάδιου που έχει χρώμα μπλε. Όπως ο λευκόχρυσος (πλατίνα) έτσι και το παλλάδιο σε υψηλές θερμοκρασίες και σε λεπτό διαμερισμό έχει την ικανότητα απορρόφησης του υδρογόνου το οποίο ενώνεται με το οξυγόνο προς σχηματισμό υδρατμών.

Ράδιο (Rh)

[Ατομικό βάρος 103 - Ατομικός αριθμός 45 -Ειδικό βάρος 12,4].

Είναι μέταλλο σκληρό, πολύ στιλπνό και το χρώμα του είναι αργυρόλευκο. Δεν προσβάλλεται από τα οξέα όταν είναι σε συμπαγή κατάσταση. Η επιφάνεια του μπορεί να καλυφθεί από ένα στρώμα οξειδίου χρώματος μπλε όταν θερμανθεί σε υψηλή σχετικά θερμοκρασία. Λειώνει στους 1965° C και ατμοποιείται στους 3700° C περίπου.



Σχήμα 1.11 λευκόχρυσος

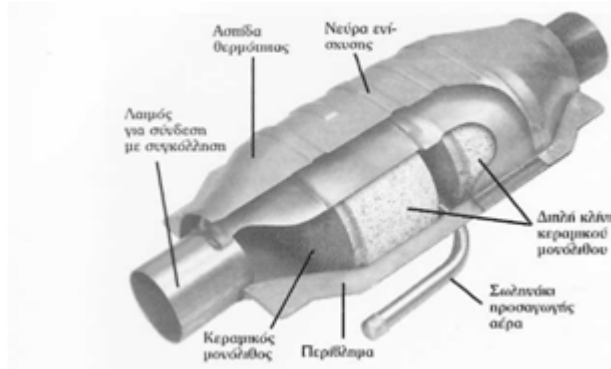
1.9 ΔΟΜΗ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΥ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑ

Η εσωτερική κατασκευή του καταλυτικού μετατροπέα εξαρτάται από τον τύπο και το είδος αυτού. Η εξωτερική του μορφή όμως δέχεται επηρεασμούς από την εσωτερική δομή και από το χώρο που θα τοποθετηθεί.

Αρχίζοντας λοιπόν την ανάλυση από τα έξω προς τα μέσα, μπορούμε να αναφέρουμε ότι ένας καταλυτικός μετατροπέας αποτελείται από:

- 1) την ασπίδα θερμότητας
- 2) το μεταλλικό προστατευτικό εξωτερικό περίβλημα
- 3) τον τάπητα επικάλυψης του καταλυτικού φορέα
- 4) τον καταλυτικό φορέα

- 5)τους λαιμούς εισόδου-εξόδου των καυσαερίων
- 6)την μεταλλική ετικέτα
- 7)το σωλήνα προσαγωγής αέρα (αν υπάρχει)



Σχήμα 1.12 επί μέρους τομή καταλυτικού μετατροπέα

Ασπίδες Θερμότητας. Κατασκευάζονται συνήθως από αλουμίνιο ή ανοξείδωτο χαλυ-βδοέλασμα με ενισχύσεις που προσφέρουν πρόσθετη μηχανική αντοχή και διευκόλυνση στη διαστολή της ασπίδας λόγω των υψηλών θερμοκρασιών. Οι ασπίδες θερμότητας τοποθετούνται συνήθως στο επάνω μέρος και εξωτερικά του μετατροπέα για να αποκόπτουν τη μετάδοση θερμότητας με ακτινοβολία προς το δάπεδο του οχήματος. Λόγω των υψηλών θερμοκρασιών που επικρατούν στο περίβλημα του μετατροπέα υπάρχει κίνδυνος υπερθέρμανσης του δαπέδου του οχήματος και ανάφλεξης των υλικών που βρίσκονται εσωτερικά αυτού (μοκέτα). Σε μερικές περιπτώσεις μπορεί να συναντήσουμε ασπίδα και προς το οδόστρωμα, η τοποθέτηση αυτής έχει σα σκοπούς:

- 1)να προστατεύει τον καταλυτικό μετατροπέα από μηχανικές καταπονήσεις (κτυπήματα από πέτρες)
- 2)να προστατεύει τον καταλυτικό μετατροπέα ώστε να μην ψύχεται από τα νερά που πετάγονται από τους τροχούς του αυτοκινήτου όταν βρέχει ή όταν το όχημα κινείται σε βρεγμένο οδόστρωμα να ελαττώνεται η πιθανότητα ανάφλεξης εύφλεκτων υλικών π.χ ξηρά χόρτα, σκουπίδια κ.α. όταν το αυτοκίνητο στάθμευσε: πάνω από αυτά. Η ασπίδα θερμότητας τοποθετείται σε συγκεκριμένη απόσταση

από το περίβλημα του καταλυτικού μετατροπέα. Μεταξύ της ασπίδας και του εξωτερικού περιβλήματος του μετατροπέα υπάρχει κενός χώρος-αέρας.

Περίβλημα. Ο καταλυτικός μετατροπέας φέρει προστατευτικό περίβλημα το οποίο είναι κατασκευασμένο από ανοξείδωτο χάλυβα. Όπως θα έχετε παρατηρήσει στις φωτογραφίες, σε όλη την έκταση του βιβλίου, υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί σχεδιασμοί της εξωτερικής μορφής του περιβλήματος του μετατροπέα. Το τμήμα μελετών και σχεδίασης των κατασκευαστριών εταιρειών μελετάει και σχεδιάζει τη μορφή του περιβλήματος. Στο σχεδιασμό αυτού λαμβάνονται διάφοροι παράγοντες υπόψη, όπως :

1)η θέση που θα τοποθετηθεί ο μετατροπέας ανάλογα με το μοντέλο του οχήματος

2)η ροή των καυσαερίων (παροχή)

3)το εσωτερικό του καταλυτικού μετατροπέα (τύπος και είδος)

4)το είδος του οχήματος που θα τοποθετηθεί.

Θερμομονωτικό Υλικό. Το θερμομονωτικό υλικό βρίσκεται ενδιάμεσα στα δύο μεταλλικά περιβλήματα και έχει πάχος 15mm, μειώνει στο ελάχιστο την μετάδοση της θερμότητας προς το περιβάλλον. Για να λειτουργήσει σωστά ο καταλύτης θα πρέπει η θερμοκρασία του να φτάσει σε μια ελάχιστη θερμοκρασία από 250° έως 300° C. Έτσι τα πρώτα λεπτά λειτουργίας, κατά την προθέρμανση του κινητήρα, εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα περισσότερο από το 80% των ρύπων. Έτσι με την "επικάλυψη" του καταλύτη με μονωτικό υλικό επιτυγχάνεται η άμεση θέρμανση του αλλά και η διατήρηση μιας σταθερής θερμοκρασίας μετά τη φάση της προθέρμανσης. Ο Αγγλικός όρος "light off" που χρησιμοποιείται εκτεταμένα στα τεχνικά χαρακτηριστικά αναφέρεται σε αυτόν ακριβώς τον χρόνο προθέρμανσης του μετατροπέα για να αρχίσει η διεργασία των αντιδράσεων μετατροπής των ρύπων.

Διαστελλόμενος Τάπητας Επικάλυσης του Πυρήνα. Αρχικά, με τον όρο "φορέας" αναφερόμαστε στην καρδιά του καταλύτη στο κεραμικό ή μεταλλικό υλικό που πάνω σε αυτό επιστρώνεται το ενδιάμεσο στρώμα (wash coat) και τα ευγενή μέταλλα. Ο τάπητας επικαλύπτει τον φορέα και προστατεύει αυτόν από τους κραδασμούς. Με τη βοήθεια του τάπητα στηρίζεται σταθερά μέσα στο περίβλημα και αποφεύγεται η μετατόπιση του από κραδασμούς. Το κεραμικό υλικό είναι

εύθραυστο και στην περίπτωση που εκτεθεί σε κραδασμούς θα σπάσει με συνέπεια να εμποδίζεται η ροή των καυσαερίων.

Φορέας. Φορέας είναι το υλικό που προσφέρει σχετικά μεγάλη επιφάνεια στα καυσαέρια. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε αυτήν την περίπτωση είναι μεταλλικό λεπτό φύλο κατάλληλα διαμορφωμένο ή κεραμικός μονόλιθος. Πάνω στον φορέα αυτόν επιστρώνεται κάποιο άλλο υλικό για την αύξηση της επιφάνειας του και αυτό αναφέρεται ως ενδιάμεσο στρώμα ή washcoat. Τέλος, πάνω από το washcoat επιστρώνονται τα ευγενή μέταλλα τα οποία παρέχουν καταλυτική δράση στη μετατροπή των ρύπων.

Λαιμοί Εισόδου-Εξόδου των Καυσαερίων.

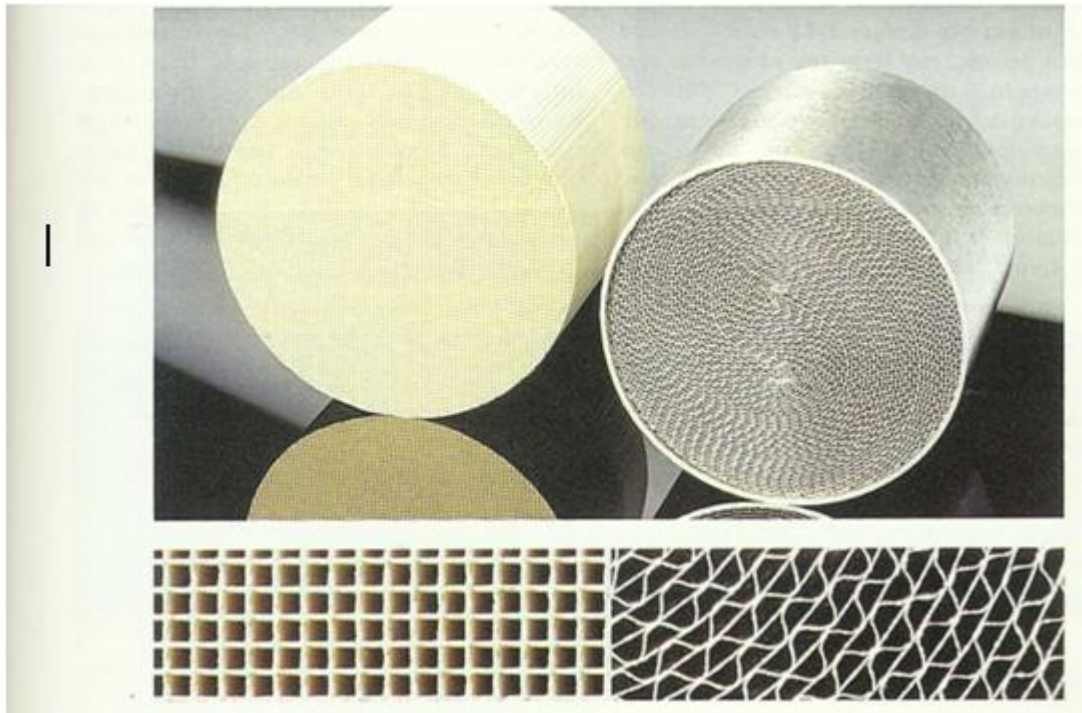
Είναι τα σημεία που τυγχάνουν προσεκτικής μελέτης γιατί από αυτά εισέρχονται και εξέρχονται τα καυσαέρια στον καταλύτη.

Μεταλλική ετικέτα

Η ετικέτα αυτή αναφέρει τον αριθμό σειράς, τον τύπο του καταλύτη, την ημερομηνία κατασκευής και το μοντέλο αυτοκινήτου για το οποίο προορίζεται. Με την ευκαιρία αναφέρουμε ότι πάνω στο περίβλημα του μετατροπέα υπάρχει βέλος που δείχνει τη ροή των καυσαερίων. Στην περίπτωση που τοποθετηθεί ανάποδα ο "καταλύτης" δεν υπάρχει καταλυτική δράση

Σωλήνας Προσαγωγής Πρόσθετου Αέρα (α- διατίθεται).

Ο σωλήνας αυτός υπάρχει προς το παρόν μόνο σε "καταλύτες" του εξωτερικά αφού η τεχνολογία προσαγωγής αέρα στον καταλύτη δεν έχει έρθει στην Ελλάδα ακόμα. Με τη βοήθεια μιας αντλίας πρόσθετου αέρα προσάγεται ατμοσφαιρικός αέρας στον καταλύτη και ελαττώνονται και άλλο τα επίπεδα των ρύπων.



Σχήμα 1.13 φορείς κεραμικού και μεταλλικού καταλυτικών μετατροπών

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ ΚΑΙ ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το αυτοκίνητο αποτελείται από ένα σύνολο εξαρτημάτων οργάνων και μηχανισμών που η συγκροτημένη ή μεμονωμένη λειτουργία τους εξασφαλίζει:

- Την παραγωγή της περιστροφικής κίνησης με την ανάλογη ροπή στρέψης από τον κινητήρα.

- Την μεταφορά αυτών μέσω των οργάνων μετάδοσης της κίνησης στους κινητήριους τροχούς, εξασφαλίζοντας την κίνηση του οχήματος.

- Την οδική κυκλοφορία του αυτοκινήτου (διεύθυνση)

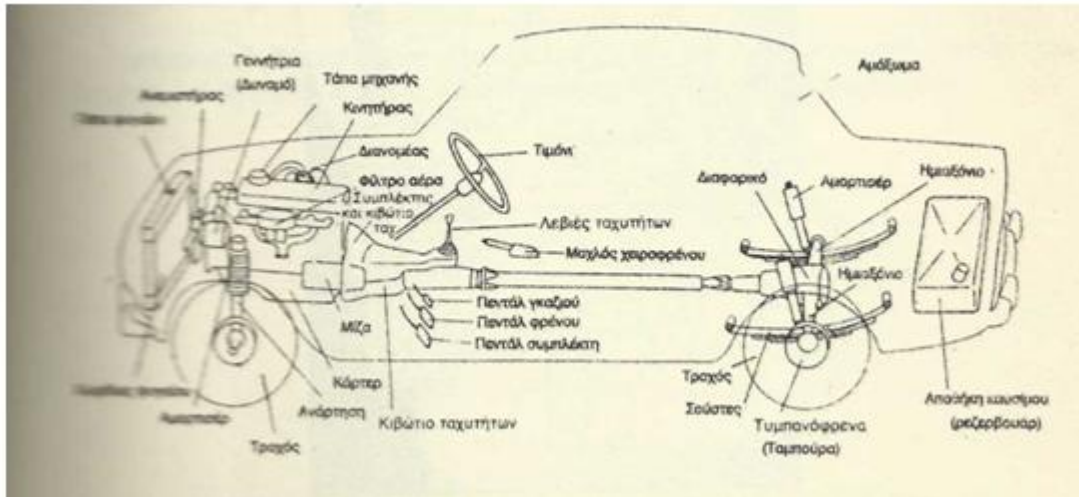
- Την οδική ασφαλή συμπεριφορά (πέδηση αυτοκινήτου)

- Την μεταφορά προσώπων και εμπορευμάτων με άνεση και ασφάλεια.
(Ανάρτηση - Αμάξωμα)

- Την παροχή ατομικών και ομαδικών εξυπηρετήσεων με βοηθητικά όργανα και συσκευές (φωτισμός, φώτα οδήγησης, όργανα ελέγχου κλπ.).

Στην ανωτέρω σχηματική τυπική παράσταση διακρίνουμε τα κύρια και βοηθητικά μέρη του αυτοκινήτου με τα εξαρτήματα, όργανα και συσκευές τους.

Η ομαδοποίηση αυτών σε συστήματα διευκολύνει την θεωρητική, Τεχνολογική και επισκευαστική μελέτη.

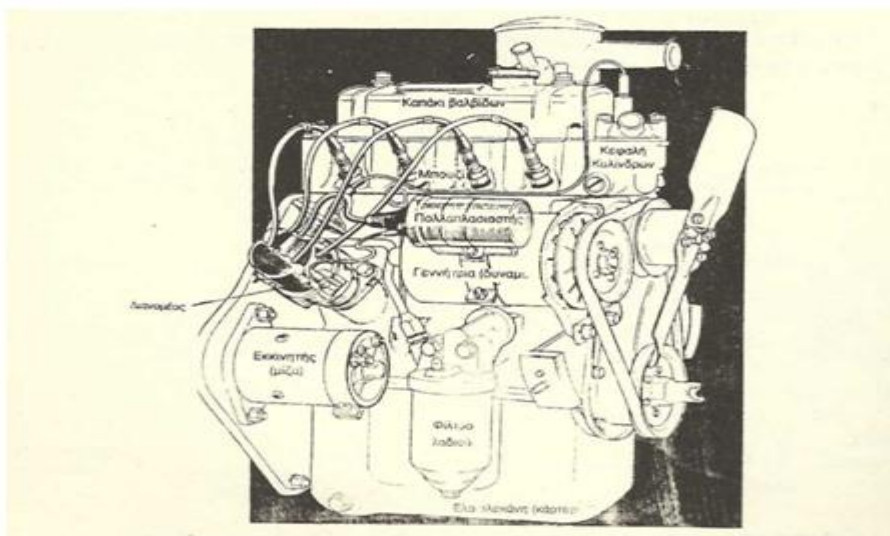


Σχήμα 2.1 τυπική δομή και συγκρότηση αυτοκινήτου με τα βασικά συστήματα, εξαρτήματα, όργανα, συσκευές κτλ

2.2 .ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ – ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ

Ο κινητήρας παράγει περιστροφική κίνηση και την ανάλογη ροπή στρέψης. Χρησιμοποιεί την θερμογόνο δύναμη του καυσίμου την οποία μετατρέπει κατά τη διάρκεια της καύσης σε πίεση των καυσαερίων. Η πίεση αυτή με τους ανάλογους μηχανισμούς του κινητήρα μετατρέπεται σε μηχανικό έργο που περιστρέφει τον στροφαλοφόρο άξονα και τον σφόδουλο.

Τα εξαρτήματα, όργανα, συσκευές και μηχανισμοί τοποθετούνται εσωτερικά ή εξωτερικά στο σώμα του κινητήρα.

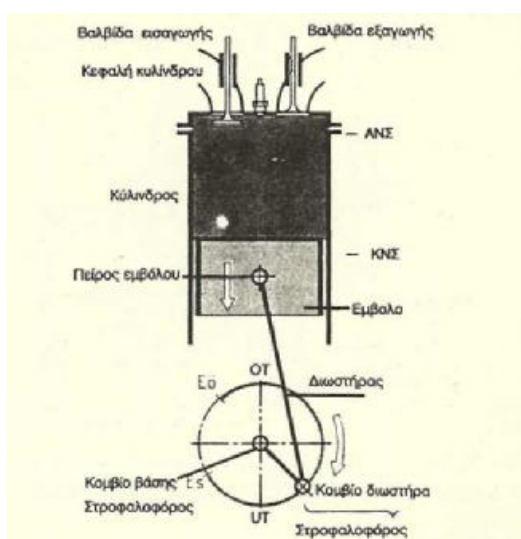


Σχήμα 2.2 κύρια και βοηθητικά εξαρτήματα

Η λειτουργία του κινητήρα εξασφαλίζεται με τις επί μέρους λειτουργίες των παρακάτω συστημάτων.

2.2.1 Σύστημα παραγωγής και μετατροπής κίνησης

Η λειτουργία του κινητήρα εξασφαλίζεται με τις επί μέρους λειτουργίες των παρακάτω συστημάτων.



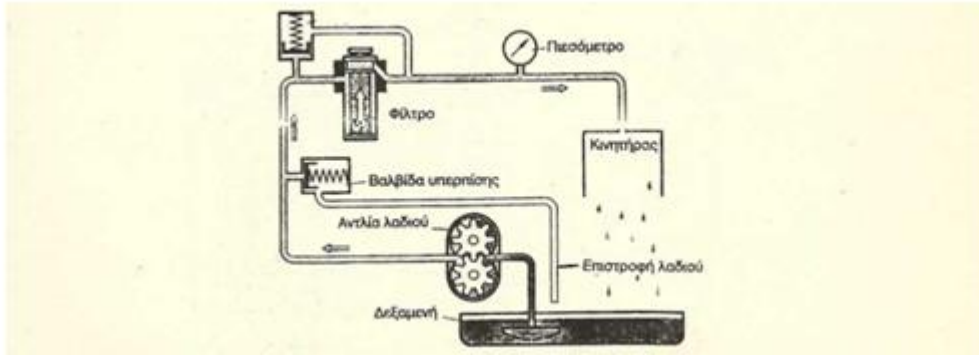
Σχήμα 2.3 σχηματική παράσταση κυρίων εξαρτημάτων συστήματος παραγωγής και μετατροπής κίνησης

2.2.2 Σύστημα παραγωγής και μετατροπής κίνησης

Μετατρέπει την ευθύγραμμη κίνηση των εμβόλων σε περιστροφική χρησιμοποιώντας τα έμβολα, πείρους, διωστήρες, στροφαλοφόρο άξονα και τον σφόνδυλο.

2.2.3 Σύστημα λίπανσης

Λιπαίνει τα περιστρεφόμενα εξαρτήματα χρησιμοποιώντας την αντλία λαδιού, σωληνώσεις, βαλβίδα ανακούφισης, φίλτρα, ελαιολεκάνη



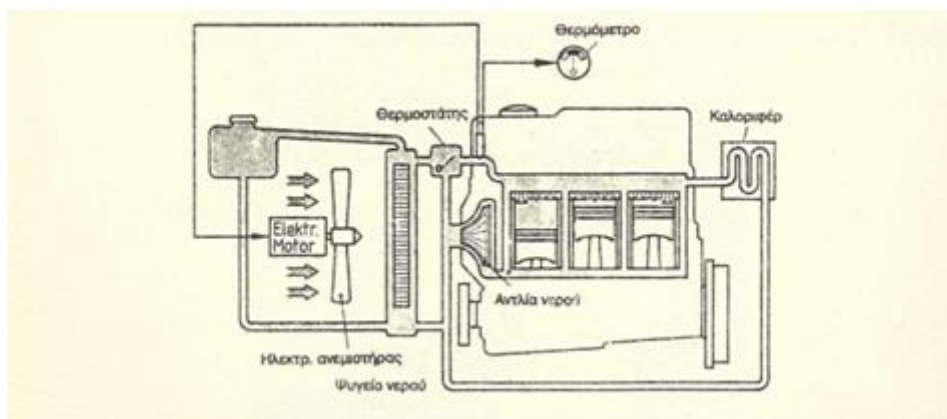
Σχήμα 2.4 σχηματική παράσταση κυκλώματος λίπανσης με γραναζωτή αντλία

2.2.4 Σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου και παραγωγής μίγματος

Μεταφέρει το καύσιμο και προετοιμάζει το μίγμα αέρα βενζίνης χρησιμοποιώντας την δεξαμενή καυσίμου, αντλία, εξαεριωτήρα ή σύστημα ψεκασμού, φίλτρο αέρα και πολλαπλή εισαγωγή.

2.2.5 Σύστημα ψύξης

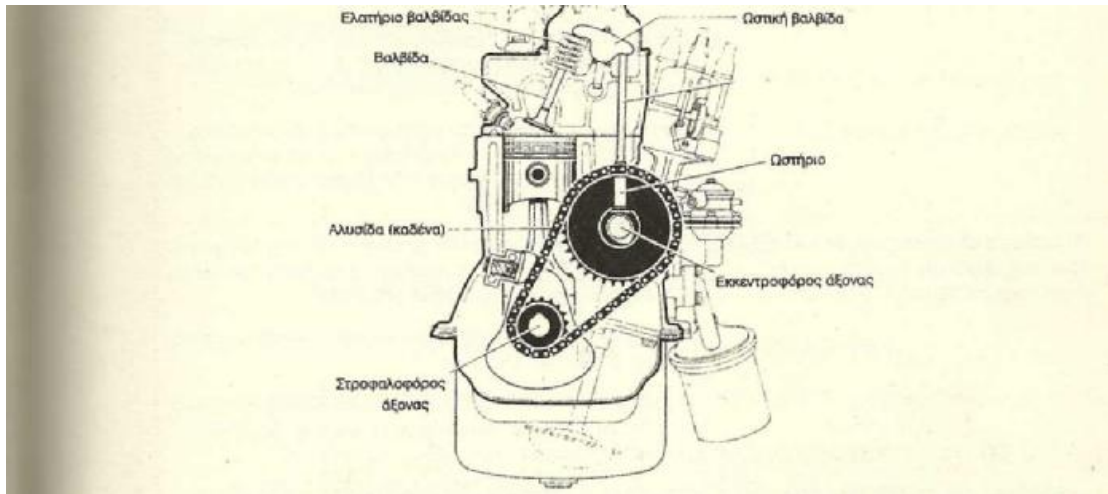
Ψύχει τα θερμαινόμενα εξαρτήματα των συστημάτων χρησιμοποιώντας την αντλία νερού, ανεμιστήρα, ψυγείο, θερμοστάτη, σωληνώσεις. Υπάρχει και το σύστημα ψύξης με αέρα.



Σχήμα 2.5 τυπική διάταξη εξαρτημάτων κυκλώματος ψύξης με νερό

2.2.6 Σύστημα διανομής καυσίμου μίγματος και εξαγωγής καυσαερίων

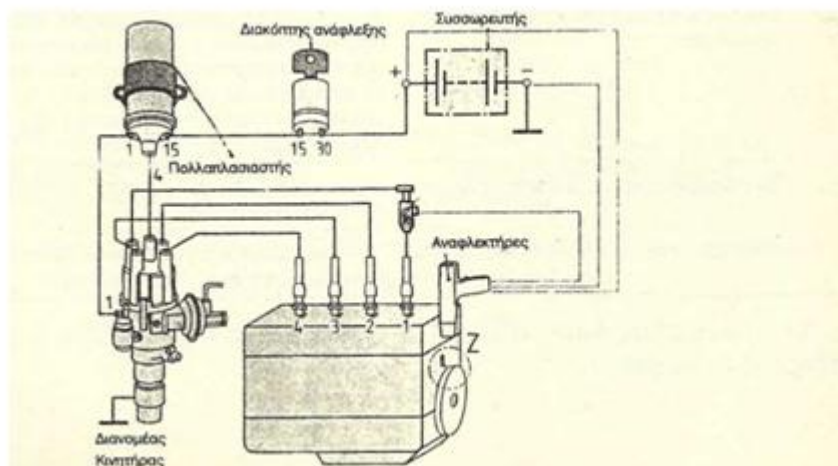
Διανέμει το μίγμα και εξάγει τα καυσαέρια στην ατμόσφαιρα με τον εκκεντροφόρο άξονα, ωστήρια, ωστικές ράβδους, μηχανισμούς ανοιγο-κλεισίματος βαλβίδων, πολλαπλή εξαγωγή και εισαγωγή.



Σχήμα 2.6 εξαρτήματα συστήματος διανομής και εξαγωγής καυσαερίων

2.2.7 Σύστημα ανάφλεξης (εναυση)

Παράγει τον σπινθήρα και τον διανέμει στους κυλίνδρους την κατάλληλη στιγμή με τον πολλαπλασιαστή, διανομέα, αναφλεκτήρες (μπουζί), Καλώδια υψηλής τάσης κλπ.



Σχήμα 2.7 τυπική διάταξη εξαρτημάτων κυκλώματος ανάφλεξης

2.2.8 ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΕΤΡΑΧΡΟΝΟΥ ΜΟΝΟΚΥΛΙΝΔΡΟΥ ΒΕΝΖΙΝΟΚΙΝΗΤΗΡΑ

α/α	Φάσεις του κύκλου λειτουργίας	Συστήματα και ρόλος εξαρτημάτων, οργάνων και μηχανισμών
1	Εισαγωγή μίγματος στον κύλινδρο. Πλήρωση κυλίνδρου με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ποσότητα μίγματος.	Σύστημα τροφοδοσίας. Προετοιμασία μίγματος αέρα και βενζίνας από τον εξαεριοπτήρα, ή με συστήματα ψεκασμού (injection) Σύστημα διανομής μίγματος και εξαγωγής καυσαερίων. Βαλβίδα εισαγωγής ανοιχτή. Εισαγωγή μίγματος στον χώρο καύσης και στον κύλινδρο. Σύστημα παραγωγής και μετατροπής της κίνησης. Κίνηση εμβόλου από το ΑΝΣ προς το ΚΝΣ. Δημιουργία υποπίεσης εντός του κυλίνδρου. Περιστροφή στροφαλοφόρου και σφονδύλου.
2	Συμπίεση μίγματος εντός του χώρου καύσης. Αύξηση της πίεσης και της θερμοκρασίας.	- Σύστημα παραγωγής και μετατροπής της κίνησης. Κίνηση εμβόλου από το ΚΝΣ προς το ΑΝΣ. Συμπίεση και δημιουργία ομοιογενούς μίγματος. - Σύστημα διανομής μίγματος και εξαγωγής καυσαερίων. Βαλβίδες κλειστές. - Σύστημα ανάφλεξης. Παραγωγή και διανομή υψηλής τάσης. Δημιουργία σπινθήρος από τους αναφλεκτήρες (μπουζί)
3	Ανάφλεξη και καύση μίγματος. Καύση του μίγματος. Δημιουργία καυσαερίων υπό υψηλή πίεση και θερμοκρασία. Εκτόνωση καυσαερίων. Ωθηση εμβόλου υπό μεγάλη πίεση.	- Σύστημα παραγωγής και μετατροπής της κίνησης. Κίνηση εμβόλου από το ΑΝΣ προς το ΚΝΣ. Μετάδοση της παραγόμενης ενέργειας στον στροφαλοφόρο. Περιστροφή αυτού με αυξημένη ροπή στρέψης (ισχύ). Αποθήκευση ενέργειας στον σφόνδυλο. - Σύστημα διανομής μίγματος και εξαγωγής καυσαερίων. Βαλβίδες κλειστές.
4	Εξαγωγή καυσαερίων. Εξοδος καυσαερίων και καθαρισμός κυλίνδρων.	- Σύστημα διανομής μίγματος και εξαγωγής καυσαερίων. Βαλβίδα εξαγωγής ανοιχτή. Εξαγωγή καυσαερίων στην ατμόσφαιρα και καθαρισμός των κυλίνδρων. - Σύστημα παραγωγής και μετατροπής της κίνησης. Κίνηση εμβόλου από το ΚΝΣ προς το ΑΝΣ. - Ωθηση καυσαερίων προς την πολλαπλή εξαγωγή και την ατμόσφαιρα.
		Σύστημα λίπανσης. Εξασφαλίζει την λίπανση των κινούμενων εξαρτημάτων περιορίζοντας τις τριβές και την αύξηση της θερμοκρασίας.
		Σύστημα ψύξης. Εξασφαλίζει την ψύξη των υπερβολικά θερμαινόμενων εξαρτημάτων και απαγάγει την θερμότητα μέσω των συστημάτων ψύξης.

Ο **stroφαλοφόρος** άξονας στη διάρκεια του κύκλου διαγράφει δυο πλήρεις στροφές 720°

Ο **κύκλος λειτουργίας** ολοκληρώνεται όταν το έμβολο φθάσει και πάλι στο Α.Ν.Σ αφού έχει πραγματοποιήσει, τέσσερις διαδρομές μεταξύ Άνω και Κάτω Νεκρού Σημείου.

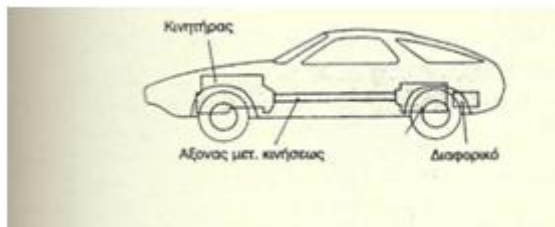
2.2.9 Θέση του κινητήρα στο αμάξωμα - (ΣΑΣΙ) του αυτοκινήτου

Ο κινητήρας τοποθετείται επί του πλαισίου - σασί του αυτοκινήτου ή επί του αμαξώματος σε ειδικό πλαίσιο (γέφυρα).

Η θέση του κινητήρα εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως:

- Το είδος του συστήματος μετάδοσης της κίνησης, δηλαδή:
- Κίνηση στους οπίσθιους τροχούς
- Κίνηση στους εμπρόσθιους τροχούς
- Κίνηση στους εμπρόσθιους και οπίσθιους τροχούς.
- Τον τύπο του αμαξώματος και του αυτοκινήτου.
- Τον αριθμό των κινούμενων αξόνων για την μεταφορά της κίνησης
- Το κέντρο βάρους του αυτοκινήτου για την οδήγηση σε δύσκολες καιρικές συνθήκες και οδοστρώματα.

Διατάξεις τοποθέτησης κινητήρα

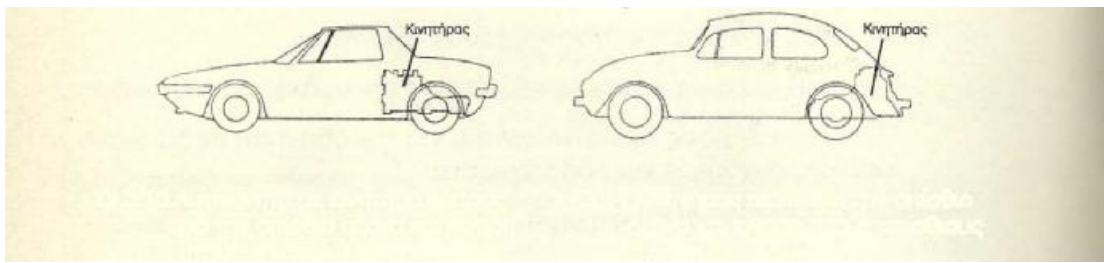


Σχήμα 2.8 αυτοκίνητο με κινητήρα πίσω από τον εμπρόσθιο άξονα και κίνηση στους πίσω τροχούς



Σχήμα 2 .9 αυτοκίνητο με κινητήρα εμπρός από τον εμπρόσθιο άξονα και κίνηση στους πίσω τροχούς

- Άνιση κατανομή του βάρους 40/60
- Εξοικονόμηση χώρου επιβατών
- Προβλήματα στη μεταφορά της κίνησης και της ισχύος στους τροχούς



Σχ.2.10. Αυτοκίνητο με κινητήρα εμπρός τον οπίσθιο από τον οπίσθιο άξονα και κίνηση οπίσθιους

Σχ.2.11 .Κινητήρας πίσω από άξονα και κίνηση στους οπίσθιους τροχούς

- Άνιση κατανομή του βάρους 40/60
- Περιορισμένος χώρος επιβατών και αποσκευών
- Καλή οδική συμπεριφορά.

2.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΑΔΟΣΗΣ ΤΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

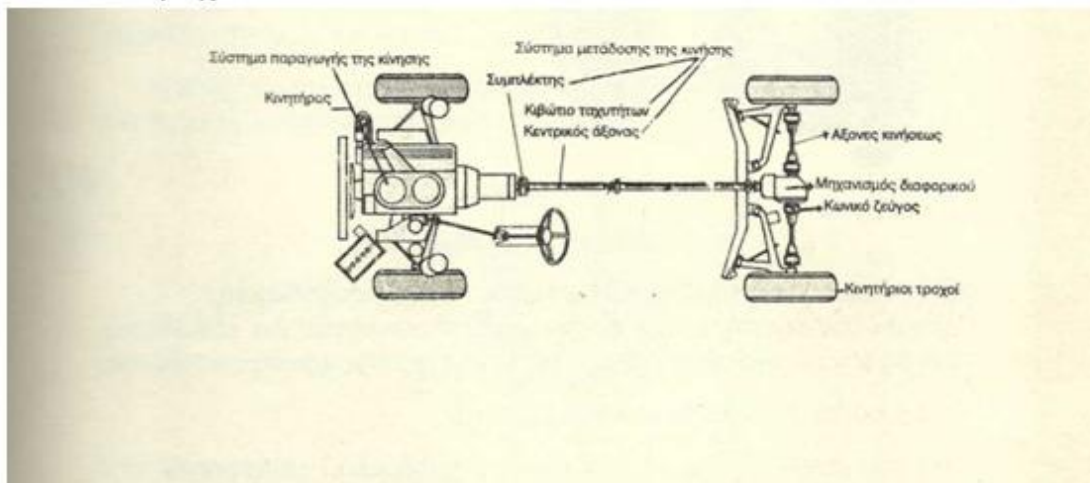
Περιλαμβάνει ένα σύνολο εξαρτημάτων και οργάνων που σκοπό έχουν:

- Την σύνδεση ή αποσύνδεση του κινητήρα με το σύστημα μετάδοσης της κίνησης και την μεταφορά των εκάστοτε στροφών και ροπής στρέψης στους κινητήριους τροχούς.
- Την αυξομείωση των στροφών και της ροπής και την μεταφορά αυτών στους κινητήριους τροχούς.

Την διακοπή της κίνησης του αυτοκινήτου, ενώ εργάζεται ο κινητήρας.

Κύρια όργανα και εξαρτήματα

- Συμπλέκτης (Αμπραγιάζ)
- Κιβ. ταχυτήτων (σασμάν)
- Αξονες μετάδοσης της κίνησης
- Συγκρότημα διαφορικού
- Τροχοί



Σχήμα 2.12 σύστημα μετάδοσης της κίνησης του κινητήρα στους κινητήριους τροχούς

2.3.1 Συμπλέκτης (ΑΜΠΡΑΓΙΑΖ)

Μεταφέρει ή διακόπτει τις στροφές και την ροπή στρέψης προς το κιβώτιο ταχυτήτων.

Βασικοί μηχανισμοί μηχανικού συμπλέκτη:

- **Κινητήριο μηχανισμός (πλατώ).** Τοποθετείται και στερεώνεται επί του σφονδύλου με κοχλίες. Συνδέει και αποσυνδέει τον σφόνδυλο από τον δίσκο συμπλέκτη με τα εξαρτήματα :

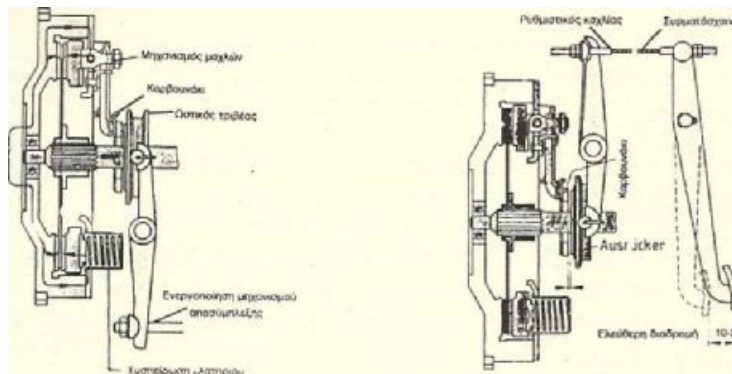
- Πλάκα πίεσης
- Κάλυμμα, που συνδέεται με την πλάκα πίεσης με τους μοχλούς σύμπλεξης και αποσύμπλεξης και τα ελατήρια πίεσης.
- Καρβουνάκι και μοχλοί συσπείρωσης

Μηχανισμός συμπλεξης και αποσύμπλεξης συμπλέκτη.

Ελέγχει τον κινητήριο μηχανισμό συσπειρώνοντας και ελευθερώνοντας την πλάκα πίεσης με τα εξαρτήματα της χρησιμοποιώντας:

- Το ποδοπλήκτρο συμπλέκτη (πεντάλ)
- Τους μοχλούς (συρματόσχοινα, δίχαλα κλπ.) μεταφοράς της κίνησης επί των μοχλών του συμπλέκτη

- Τον ωστικό τριβέα (ρουλεμάν) ή καρβουνάκι.



Σχ.2.13 . Μηχανισμός ελέγχου σύμπλεξης και αποσύμπλεξης συμπλέκτου

Αρχή λειτουργίας συμπλέκτη

Φάση αποσύμπλεξης. Είναι η διακοπή της κίνησης του κινητήρα προς το κιβώτιο ταχυτήτων.

Ο μηχανισμός ελέγχου αποσύμπλεξης ενεργοποιείται με το πάτημα του ποδοπλήκτρου. Ο ωστικός τριβέας πιέζει το καρβουνάκι και τους μοχλούς αποσύμπλεξης. Έτσι έλκεται η πλάκα πίεσης, συσπειρώνει τα ελατήρια και σταματά να πιέζει τον δίσκο επί του σφονδύλου. Τα αποτελέσματα είναι:

Διακοπή της κίνησης προς το κιβώτιο ταχυτήτων.

Τα εξαρτήματα του κινούμενου μηχανισμού, δίσκος και πρωτεύον άξονας, σταματούν να περιστρέφονται.

Η κίνηση του στροφαλοφόρου περιορίζεται μόνο στα εξαρτήματα του κινητήριου μηχανισμού (Σφόνδυλος και πλατώ)

Φάση σύμπλεξης. Σταδιακή μεταφορά της κίνησης του στροφαλοφόρου δια μέσου του σφονδύλου του κινητήριου και κινούμενου μηχανισμού στο κιβ. ταχυτήτων.

Ο μηχανισμός ελέγχου αποσύμπλεξης σταδιακά απενεργοποιείται

Ο **ωστικός τριβέας** ανασηκώνεται και μαζί με αυτόν και οι μοχλοί αποσύμπλεξης. Τα ελατήρια πιέζουν σταδιακά την πλάκα πίεσης επί του δίσκου

και του σφονδύλου. Η πλήρης σύμπλεξη επιτυγχάνεται όταν το ποδοπλήκτρο ελευθερωθεί. Οι στροφές του στροφαλοφόρου εισέρχονται στο κιβ. Ταχυτήτων.

2.3.2 .Κιβώτιο ταχυτήτων (ΣΑΣΜΑΝ)

Δέχεται τις στροφές και την ροπή του κινητήρα χωρίς να τις μεταφέρει στα υπόλοιπα όργανα του συστήματος μετάδοσης της κίνησης όταν ο μοχλός ταχυτήτων είναι στο "Νεκρό σημείο".

Αυξομειώνει τις στροφές και τη ροπή του κινητήρα και τις μεταφέρει απ' ευθείας ή μέσω αξόνων στο συγκρότημα του διαφορικού όταν ο μοχλός των ταχυτήτων είναι σε θέσεις επιλογής των προς τα εμπρός ταχυτήτων

Ελαττώνει τις στροφές, αυξάνει την ροπή στρέψης και αντιστρέφει την κίνηση προς το διαφορικό όταν ο μοχλός των ταχυτήτων είναι στην θέση της όπισθεν".

Βασικά εξαρτήματα, και μηχανισμοί

- Θήκη κιβωτίου ταχυτήτων
- Πρωτεύον άξονας
- Ενδιάμεσος άξονας και οδοντωτοί τροχοί (γρανάζια)
- Δευτερεύον άξονας με οδοντωτούς τροχούς και μηχανισμούς εμπλοκής
- Άξονας όπισθεν και οδοντωτός τροχός
- Μηχανισμός αλλαγής και σταθεροποίησης ταχυτήτων
- Λεβιές ταχυτήτων
- Άξονες και φουρκέτες (δίχαλα)
-

2.3.3 Αρχές λειτουργίας κιβ. ταχυτήτων ολισθαινόντων οδ. τροχών.

Ο πρωτεύον άξονας φέρνει την κίνηση στο κιβώτιο ταχυτήτων και περιστρέφει τον ενδιάμεσο άξονα και τους οδοντωτούς τροχούς.

Όταν μετακινούμε τον μοχλό ταχυτήτων εμπλέκουμε τα γρανάζια του δευτερεύοντα άξονα με τα αντίστοιχα του ενδιάμεσου. Ανάλογα με την σχέση των οδοντωτών τροχών μεταφέρονται στο δευτερεύοντα και οι ανάλογες στροφές έχουμε λοιπόν τις ταχύτητες εμπρόσθιας κίνησης όταν:

- Όταν εμπλέξουμε απ' ευθείας τον πρωτεύοντα και δευτερεύοντα άξονα, έχουμε την απ' ευθείας ταχύτητα "πριζ - ντιρέκτ"

- Όταν μετακινούμε τον οδοντωτό τροχό του άξονα της όπισθεν και εμπλέκουμε αυτόν με το αντίστοιχο οδ. τροχό του ενδιάμεσου και του δευτερεύοντα. Έχουμε αντίστροφη κίνηση στον δευτερεύοντα και επομένως την όπισθεν ταχύτητα.

Αρχές λειτουργίας κιβ. ταχυτήτων μονίμου εμπλοκής και συγχρονισμού

Τα κιβώτια ταχυτήτων μονίμου εμπλοκής και συγχρονισμού είναι όμοια με τα κιβώτια ολισθαινόμενων τροχών. Οι διαφορές που υπάρχουν εντοπίζονται στο ότι:

- Οι οδοντωτοί τροχοί του ενδιάμεσου και του δευτερεύοντα είναι σε μόνιμη εμπλοκή και περιστροφή.

- Στην εμπλοκή ταχυτήτων δεν μετακινούμε τα γρανάζια των ταχυτήτων του δευτερεύοντα άξονα αλλά εμπλέκουμε το συγχρονιστή με το γρανάζι της ταχύτητας του δευτερεύοντα άξονα όταν συγχρονιστούν οι στρόφες. Η κίνηση μεταφέρεται από το γρανάζι στον συγχρονιστή και κατόπιν στον δευτερεύοντα άξονα.

2.3.4 Συγκρότημα διαφορικού

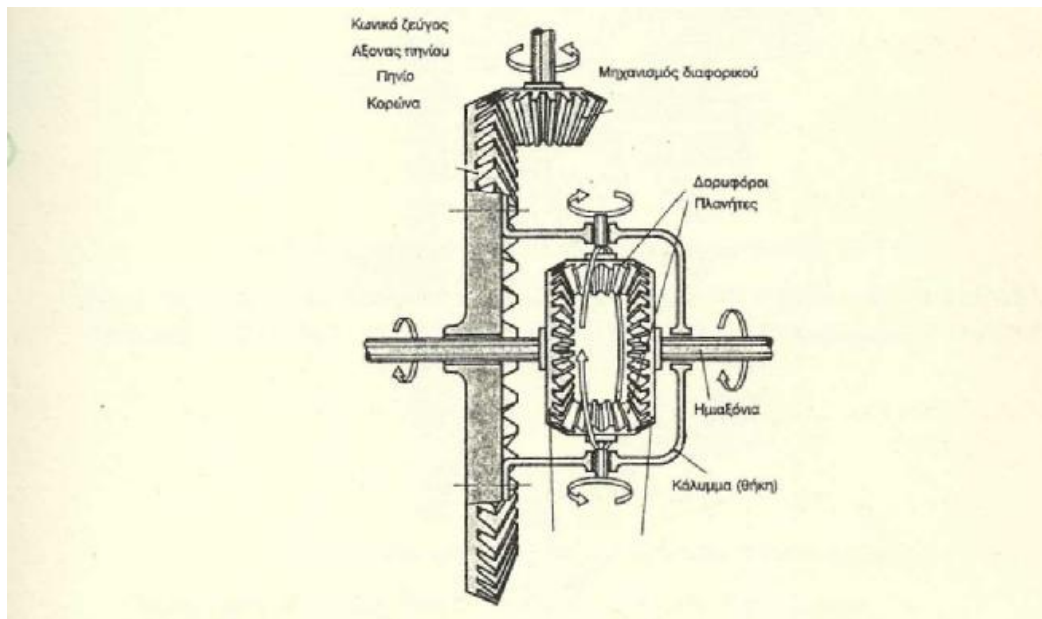
Υποβιβάζει τις στρόφες με σταθερή σχέση, αυξάνει τη ροπή στρέψης και αλλάζει την φορά περιστροφής κατά 90°.

Δημιουργεί την διαφορική κίνηση όταν το αυτοκίνητο κινείται σε στροφή δηλαδή αυξομειώνει αντίστροφα και κατ' αναλογία τις στρόφες των ημιαξονίων και των κινητηρίων τροχών.

Κύρια εξαρτήματα

Περιλαμβάνει δύο βασικούς μηχανισμούς:

- Κωνικό ζεύγος οδ. τροχών
- Μηχανισμό διαφορικού



Σχήμα 2.14 μηχανισμοί και εξαρτήματα συγκροτήματος διαφορικού

2.3.5 Αρχές λειτουργίας μηχανισμών διαφορικού

Κωνικό ζεύγος οδ. τροχών. Το πηνίο δέχεται τις στροφές του κιβ. ταχυτήτων και τις μεταβιβάζει στην κορώνα. Λόγω της κωνικότητας του ζεύγους αλλάζει η φορά περιστροφής κατά 90° και ανάλογα με την σχέση των οδ. τροχών υποβιβάζονται και οι στροφές. Οι στροφές μεταβιβάζονται στην θήκη του μηχανισμού του διαφορικού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΤΥΠΟΙ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΩΝ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι καταλυτικοί μετατροπείς είναι διατάξεις που τοποθετούνται μετά την πολλαπλή εξαγωγή καυσαερίων και κινητήρων εσωτερικής καύσης και έχουν σα σκοπό τη μετατροπή των ρύπων σε αέρια μη επιβλαβή για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Ακούγοντας τον όρο καταλυτικός μετατροπέας δεν πρέπει να σκεφτόμαστε τα αυτοκίνητα και μάλιστα τα Ι.Χ.. Οι καταλυτικοί μετατροπείς χρησιμοποιούνται σε όλες τις μηχανές εσωτερικής καύσης, από τις πολύ μικρές (αλυσοπρίονα, μοτοποδήλατα) μέχρι τις πολύ μεγάλες (φορτηγά, λεωφορεία, γεννήτριες κ.α.) η τοποθέτησή τους μπορεί να μας επιβαρύνει οικονομικά αλλά εξασφαλίζει καθαρότερο περιβάλλον για όλους χωρίς επιβλαβή αέρια.

Οι κατασκευάστριες εταιρίες δαπανούν τεράστια ποσά σε μελέτες και έρευνες κάθε χρόνο που έχουν σα στόχους :

- α) τη βελτίωση της απόδοσης του μετατροπέα για καθαρότερα καυσαέρια
- β) την αντικατάσταση κάποιων πολύ ακριβών υλικών που χρησιμοποιούνται σήμερα
- γ) τη μικρότερη δυνατή μείωση της ισχύος του κινητήρα.

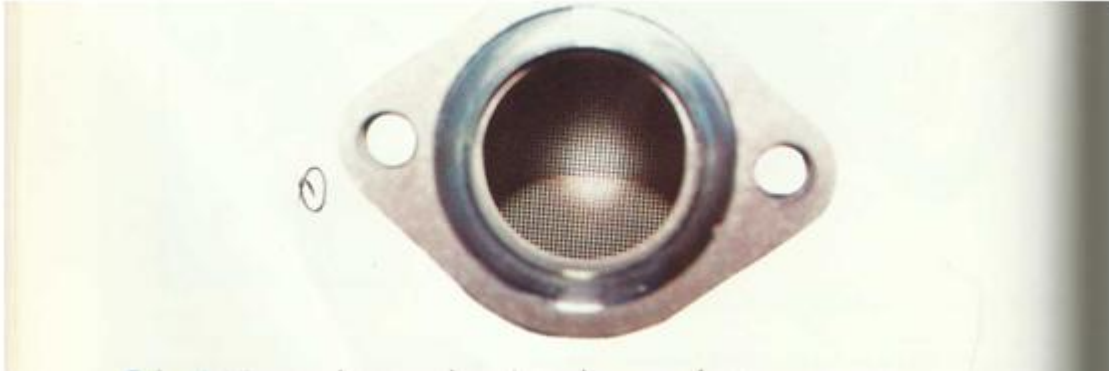
Οι εταιρείες κατασκευής καταλυτικών μετατροπέων έχουν επενδύσει πολλά χρήματα στη μελέτη και στο μηχανολογικό εξοπλισμό. Ειδικό επιστήμονες επανδρώνουν τις ομάδες έρευνας και μελέτης των κατασκευάστρια εταιριών,

Λόγω των ευαίσθητων υλικών που χρησιμοποιούνται μέσα στους μετατροπείς αλλά και των μεγάλων θερμοκρασιών που αναπτύσσονται θα πρέπει ο μετατροπέας να είναι κατασκευασμένος προσεκτικά και με άρτια μηχανολογική υποστήριξη, Έτσι ο μηχανολογικός εξοπλισμός είναι ο πρώτος και ο τελευταίος παράγοντας στον οποίο οφείλεται η επιτυχία της κατασκευής, πράγμα που επηρεάζει άμεσα την ποιότητα και τη διάρκεια ζωής των μετατροπέων.

Οι βασικοί τύποι καταλυτικών μετατροπέων που θα μπορούσαμε να αναφέρουμε είναι τρεις:

- 1) Ο καταλυτικός μετατροπέας με φορέα (υπόστρωμα) κεραμικού μονόλιθου, για λόγους συντόμευσης αναφέρεται ως "κεραμικός καταλύτης ". Στην Αγγλική

γλώσσα ονομάζεται Monolith Catalytic Converter. Το κεραμικό σώμα (φορέας) μοιάζει με κηρήθρα κυψέλης και είναι κατασκευασμένο από κεραμικό υλικό.



Σχήμα 3.1 εσωτερικό κεραμικού μετατροπέα

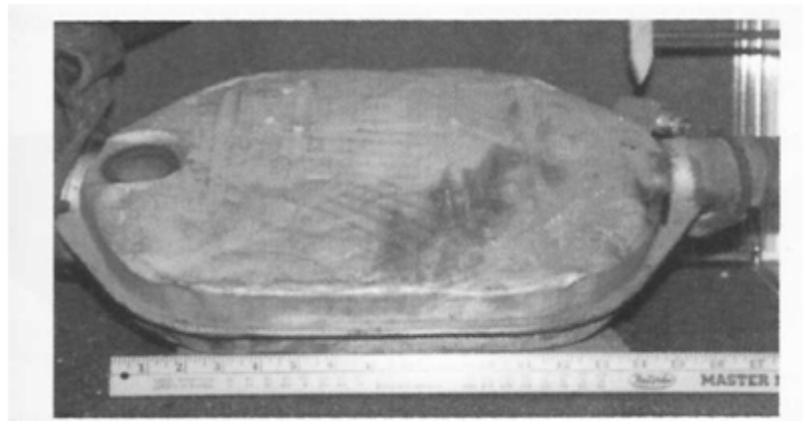
2) Ο Καταλυτικός μετατροπέας με μεταλλικό φορέα. Μερικές φορές σε κάποια άρθρα ή βιβλία θα τον συναντήσουμε σαν μεταλλικό μονόλιθο. Στην καθομιλουμένη για λόγους συντόμευσης αναφέρεται ως "μεταλλικός καταλύτης" ενώ η Αγγλική του ονομασία είναι Metal Catalyst Converter. Φαίνεται ότι αυτός ο τύπος καταλυτικού μετατροπέα θα "κυριαρχήσει στο μέλλον" λόγω των πολύ καλών φυσικών ιδιοτήτων του μεταλλικού φορέα.



3.2 μεταλλικοί καταλυτικοί μετατροπέες

3) Τέλος ο καταλυτικός μετατροπέας με τα μεταλλικά αντικαθιστάμενα σφαιρίδια, γιατί τώρα πλέον έχει σταματήσει να κατασκευάζεται. Στα Αγγλικά ονομάζεται "pellet type catalytic converter". Κάποιες εταιρείες από αυτές που κατα-

σκευάζουν μεταλλικούς ή κεραμικούς καταλύτες πιστεύουν ότι οι καταλυτικοί μετατροπείς με αντικαθιστάμενα σφαιρίδια είναι παρελθόν και ξεπερασμένη τεχνολογία, αφού περιορίζουν σημαντικά τη ροή των καυσαερίων.



Σχήμα 3.3 καταλυτικός μετατροπέας με αντικαθιστάμενα σφαιρίδια

3.2 ΚΕΡΑΜΙΚΟΣ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ

Το 1975 άρχισε η χρήση κεραμικών μετατροπέων στις Η.Π.Α.. το 1976 όμως χρησιμοποιήθηκαν και στην Ιαπωνία. Η Porshce ήταν η πρώτη εταιρία στον κόσμο που χρησιμοποίησε μαζικά τον κεραμικό καταλυτικό μετατροπέα το 1976.

Δομή

Μεταλλικό προστατευτικό περίβλημα

Το περίβλημα του καταλυτικού μετατροπέα έχει σαν σκοπό την προστασία και τη συγκράτηση των ευαίσθητων υλικών που υπάρχουν εσωτερικά του . Κατασκευάζεται από το γνωστό ανοξείδωτο χάλυβα 409 του οποίου υπενθυμίζουμε τη σύσταση

45% Σίδηρο (Fe)

<36% Νικέλιο (Ni) (μικρότερο ποσοστό από 27%)

<27% χρώμιο (Cr) (μικρότερο ποσοστό 27%)

Η συνήθης εγγύηση που παρέχεται από τις εταιρίες κατασκευής καταλυτών για οξείδωση αυτού του τύπου χάλυβα είναι 4 χρόνια ή 40.000km

Λόγω των οξειδίων που δημιουργούνται από την καύση και τη συμπύκνωση των υδρατμών που παράγονται από αυτήν και από τις αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα στο εσωτερικό του μετατροπέα, χρησιμοποιείται ο ανοξείδωτος

χάλυβας για την κατασκευή του προβλήματος. Έτσι επιτυγχάνεται μεγαλύτερη διάρκεια ζωής αυτού. Ας σκεφτούμε τι θα γινόταν αν οξειδωνόταν το περίβλημα και μικρά τεμάχια σκουριάς έφραζαν τους αγωγούς ροής του μονόλιθου. Δεν ήταν εύκολη η έξοδος των καυσαερίων, έτσι θα έπεφτε η ισχύς του κινητήρα στο ελάχιστο. Το ίδιο ισχύει άλλωστε και για την υπόλοιπη σωλήνωση της εξάτμισης. Όσον αφορά τη μορφή του περιβλήματος (κυλινδρικό ή ωοειδές) εξαρτάται από το σχήμα του τεμαχίου του κεραμικού μονόλιθου που βρίσκεται στο εσωτερικό του. Ανάλογα με την κατασκευάστρια εταιρία θα συναντήσουμε μερικές φορές πάνω στο περίβλημα πτυχώσεις- νεύρα. Αυτά έχουν δημιουργηθεί για τέσσερις λόγους:

- 1) προσφέρουν μια ισχυρότερη κατασκευή στο περίβλημα
- 2) συγκρατούν σταθερά στη θέση του το κεραμικό μονόλιθο για να αποφεύγεται η μετατόπιση του από τις ανωμαλίες του οδοστρώματος
- 3) τα νεύρα αυτά δημιουργούν έναν ιδανικό χώρο για την τοποθέτηση του διαστελλόμενου τάπητα
- 4) με τον τάπητα τοποθετημένο μέσα σε αυτήν τη "φωλιά" δεν εμποδίζεται η ροή των καυσαερίων, αφού βρίσκεται έξω από αυτήν.

Λιαστελλόμενος Τάπητας. Ο διαστελλόμενος τάπητας ή απλά τάπητας, βρίσκεται στο εσωτερικό του περιβλήματος και καλύπτει τον κεραμικό φορέα εξασφαλίζοντας:

- α) την προστασία από θραύση του ευαίσθητου τεμαχίου του κεραμικού μονόλιθου λόγω των κραδασμών που προέρχονται από τις ανωμαλίες του οδοστρώματος
- β) θερμομονώνει τον καταλύτη προκειμένου να επιτυγχάνεται η σωστή θερμοκρασία λειτουργίας συντομότερα
- γ) αναλαμβάνει να απορροφήσει τις διαστολές του κεραμικού τεμαχίου που βρίσκεται εσωτερικά του
- δ) τέλος ηχομονώνει από τους θορύβους που προκαλούνται από τη ροή των καυσαερίων.

Οι τύποι του διαστελλόμενου τάπητα που χρησιμοποιούνται για την επικάλυψη του κεραμικού μονόλιθου μέσα στο μεταλλικό περίβλημα είναι δύο: Ο πρώτος είναι από ημιελαστικό υλικό και ο δεύτερος από ανοξείδωτο μεταλλικό πλέγμα:

Ο πρώτος τύπος είναι ένα ημιελαστικό συνθετικό υλικό και χρησιμοποιείται για να "καλύψει" εξωτερικά το τεμάχιο του κεραμικού μονόλιθου. Εφαρμόζει πολύ καλά γύρω από αυτό για να το προστατέψει από τις μηχανικές καταπονήσεις (κρούσεις, κραδασμούς), λειτουργεί όμως και σαν θερμομόνωση. Κατασκευάζεται από κεραμικές ίνες για να έχει μεγάλη θερμική αντοχή και από ρητίνη για να διαθέτει ελαστικότητα (διαστέλλεται), από τη θερμοκρασία των 300° C και πάνω. Οι ίνες ελαστικό υλικό και ο δεύτερος από ανοξείδωτο μεταλλικά πλέγμα.

Ο πρώτος τύπος είναι ένα ημιελαστικό συνθετικό υλικό και χρησιμοποιείται όπως είπαμε για να "καλύψει" εξωτερικά το τεμάχιο του κεραμικού μονόλιθου. Εφαρμόζει πολύ καλά γύρω από αυτό για να το προστατέψει από τις μηχανικές καταπονήσεις (κρούσεις, κραδασμούς), λειτουργεί όμως και σαν θερμομόνωση. Κατασκευάζεται από *κεραμικές ίνες για να έχει μεγάλη θερμική αντοχή και από ρητίνη για να διαθέτει ελαστικότητα* (διαστέλλεται), από τη θερμοκρασία των 300° C και πάνω. Οι ίνες του τάπητα διατηρούν τις ελαστικές τους ιδιότητες και πέρα από τους 1000° C. Μια άλλη σημαντική προσφορά του τάπητα είναι η εξασφάλιση ηχομόνωσης της ροής των καυσαερίων μέσα από τους αγωγούς ροής του κεραμικού υλικού. Μπορεί να συναντηθεί και δεύτερο εξωτερικό περίβλημα που ανάμεσα στα δυο αυτά να υπάρχει θερμομονωτικό υλικό για να θερμομονώνει καλύτερα τον μετατροπέα και να επιτυγχάνεται συντομότερα η θερμοκρασία λειτουργίας κατά την εκκίνηση του κρύου κινητήρα. Όταν ο καταλύτης είναι κρύος δεν γίνεται καμία αντίδραση μετατροπής των ρύπων, θα πρέπει να επιτευχθεί η θερμοκρασία λειτουργίας και να αρχίσει η διαδικασία μετατροπής αυτών,

Ο δεύτερος τύπος είναι από διογκωμένο μεταλλικό πλέγμα, σε αυτήν την περίπτωση το πλέγμα προστατεύει, σαν είδος "ανάρτησης", τον κεραμικό μονόλιθο αλλά δεν θερμομονώνει αυτόν. Αν υπάρχει μεταλλικό πλέγμα για την προστασία του κεραμικού μονόλιθου, τότε θα περιμένουμε να συναντήσουμε ίσως διπλό μεταλλικό περίβλημα που στον ενδιάμεσο χώρο θα υπάρχει θερμομονωτικό υλικό. Το μεταλλικό πλέγμα δε χρησιμεύει μόνο για τη σταθεροποίηση του κεραμικού μονόλιθου, αλλά και για την απορρόφηση της θερμικής διαστολής αυτού λόγω των υψηλών θερμοκρασιών λειτουργίας. Το μεταλλικό προστατευτικό πλέγμα κατασκευάζεται από κράμα ανοξείδωτου χάλυβα με χρώμιο και είναι σε δυο κομμάτια τα οποία συγκολλούνται προσεκτικά με ηλεκτροπόντα μετά την τοποθέτηση του κεραμικού μονόλιθου μέσα σε αυτά.

Φορέας

Με τον όρο "φορέας" αναφερόμαστε στο βασικό υλικό πάνω στο οποίο επιστρώνονται : ενδιάμεσο στρώμα (wash-coat) και τα ευγενή μέταλλα. Μερικές φορές μπορεί να συναντήσουμε σε βιβλία ή σε άρθρα, αντί του όρου φορέα, τον όρο υπόστρωμα. Αναφέρεται έτσι επειδή βρίσκεται κάτω από το ενδιάμεσο στρώμα αλλά και από τα ευγενή μέταλλα. Τα κεραμικά υλικά που χρησιμοποιούνται από αυτή την εποχή θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι δυο:

1) Κεραμικός Μονόλιθος.

Εσωτερικά του περιβλήματος υπάρχουν δυο τεμάχια (bricks) κεραμικού φορέα που το βασικό τους υλικό είναι ο τεχνητός κεραμικός μονόλιθος και σαν κεραμικό υλικό έχει αρκετά υψηλό σημείο τήξεως (1400° C) και πολύ μικρή θερμική διαστολή. Είναι πορώδες υλικό με μέγεθος πόρων της τάξεως μερικών χιλιάδων Amstrongs. Είναι επίσης υλικό ιδιαίτερης θερμικής αντοχής αλλά σπάει πολύ εύκολα με την κρούση.

Σαν μονής κλίνης αναφέρεται ο μετατροπέας που εσωτερικά του συναντάμε ένα μόνο τεμάχιο "brick" κεραμικού φορέα,

Διπλής κλίνης ονομάζεται ο μετατροπέας που εσωτερικά του υπάρχουν τοποθετημένα δυο τεμάχια κεραμικού φορέα με ενδιάμεσο κενό χώρο. Όταν το αυτοκίνητο διαθέτει σύστημα προσαγωγής δευτερεύοντος αέρα στην εξαγωγή καυσαερίων, τότε ανάμεσα στις δυο κλίνες (τεμάχια) προσάγεται φρέσκος αέρας από την ατμόσφαιρα με τη βοήθεια αντλίας για περαιτέρω μείωση των ρύπων. Το σύστημα όμως αυτό προς το παρόν χρησιμοποιείται εκτεταμένα στην Αμερική.

Λόγω των πολύ λεπτών αγωγών ροής που έχουν δημιουργηθεί μέσα στη μάζα του κεραμικού υλικού, έχει επιτευχθεί η αύξηση της επιφάνειας του που έρχεται σε επαφή με τα καυσαέρια. Οι αγωγοί αυτοί επιτρέπουν τη διέλευση των καυσαερίων χωρίς να υπάρχει μείωση της ροής λόγω φραγμού. Σα σύνολο οι αγωγοί ροής μοιάζουν πολύ με κυψέλες. Ξεκινούν από το ένα άκρο του τεμαχίου του κεραμικού φορέα (brick) και καταλήγουν στο άλλο.

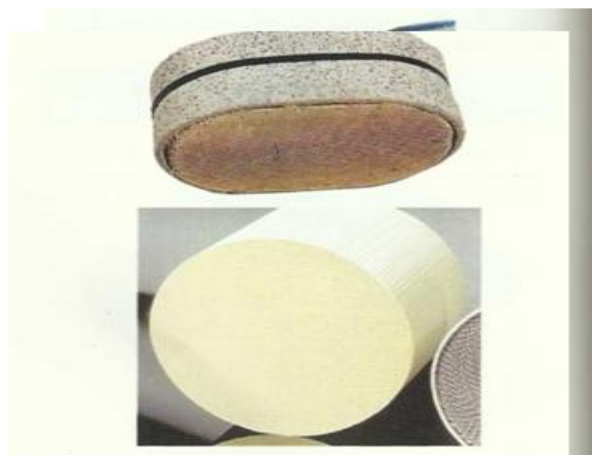
Το πάχος των τοιχωμάτων των αγωγών κυμαίνεται από 0,15 mm έως και 0,3mm ανάλογα με τον κατασκευαστή. Σε κάθε τετραγωνικό εκατοστό επιφάνειας υπάρχουν περίπου 60 αγωγοί ροής (κυψέλες). Παλαιότερα ο αριθμός των αγωγών δεν ξεπερνούσε τους 30 ανά τετραγωνικό εκατοστό επιφάνειας όμως με την ελάττωση του πάχους των τοιχωμάτων αυξήθηκε στο διπλάσιο ο αριθμός των

αγωγών. Αυτό όχι μόνο δεν δημιούργησε πρόβλημα στη ροή των καυσαερίων αντίθετα βελτίωσε αυτήν και μείωσε την αντίθλιψη.

Το εξωτερικό σχήμα των τεμαχίων του κεραμικού μονόλιθου (bricks) που είναι τοποθετημένα μέσα στο περίβλημα του καταλυτικού μετατροπέα μπορεί να είναι στρογγυλό ή ωειδές. Αυτό ξεχωρίζει εύκολα από την εξωτερική μορφή του μετατροπέα. Όσον αφορά τη μορφή της διατομής των αγωγών ροής των καυσαερίων που διασχίζουν τη μάζα του μονόλιθου από το ένα άκρο στο άλλο αυτή ποικίλει, μπορεί να τη συναντήσετε με τριγωνική μορφή, τετραγωνική, εξαγωνική ή ακόμα και κυκλική.

Αν μπορούσαμε να απλώσουμε «ξεδιπλώσουμε» ολόκληρη την επιφάνεια των αγωγών ροής ενός μεσαίου μεγέθους μονόλιθου και να τοποθετήσουμε τον έναν αγωγό διπλό στον άλλο, τότε θα καλύπταμε μια επιφάνεια 4 τετραγωνικών μέτρων περίπου.

Έτσι λοιπόν, καταλήξαμε στον κεραμικό μονόλιθο σα βάση-πυρήνα του καταλυτικού, μετατροπέα γιατί αν τον συγκρίνουμε με ίδιους όγκους προηγούμενων τύπων καταλυτών θα διαπιστώσουμε ότι έχει 2-3 φορές μεγαλύτερη επιφάνεια στη ροή των καυσαερίων. Αυτό είναι το επιθυμητό γιατί όσο πιο μεγάλη επιφάνεια έχει η καταλυτική ουσία (ευγενή μέταλλα) τόσο καλύτερα επιταχύνονται αντιδράσεις μετατροπής των επιβλαβών αερίων σε καθαρότερα. Όμως δεν πρέπει σε καμία περίπτωση η αύξηση της επιφάνειας με την προσθήκη περισσότερων αγωγών ροής να αποτελέσει εμπόδιο για την έξοδο των καυσαερίων από τον κινητήρα. Η χρήση του κεραμικού μονόλιθου έφερε τη σημαντική μείωση των εξωτερικών διαστάσεων των καταλυτικών μετατροπέων.



Σχήμα 3.4 στρογγυλής και ωειδούς μορφής κεραμικοί φορείς.



Σχήμα 3.5 διάφορες μορφές κεραμικών φορέων

Ξοδεύονται πολλά χρήματα κάθε χρόνο από τις εταιρείες κατασκευής καταλυτικών, μετατροπέων για να μειωθεί στο ελάχιστο η διαφορά πίεσης μεταξύ της εισόδου και της εξόδου του καταλυτικού μετατροπέα. Αυτή η διαφορά πίεσης αναφέρεται σαν πίεση αντίστασης ή αντίθλιψης. Όσο μεγαλύτερη είναι η αντίθλιψη τόσο μεγαλύτερη φραγή υπάρχει στη ροή των καυσαερίων από το σώμα του κεραμικού μονόλιθου. Υπάρχουν μόνο τρία εργοστάσια στον κόσμο που κατασκευάζουν το κεραμικό σώμα-βάση του καταλυτικού μετατροπέα, αυτά προμηθεύουν τις εταιρείες κατασκευής-συναρμολόγησης. Οι κεραμικοί καταλυτικοί μετατροπείς που κατασκευάζονται σήμερα φέρουν συνήθως δύο τεμάχια κεραμικού μονόλιθου με ενδιάμεσο κενό χώρο και αναφέρονται ως διπλής κλίνης. Το κάθε ένα από τα τεμάχια αυτά έχει μήκος όχι πάνω από 10cm,

Αυτός ο τρόπος κατασκευής επιτρέπει ελαφρύτερο ενδιάμεσο στρώμα και προσαγωγή του δευτερεύοντος αέρα στον ενδιάμεσο χώρο κεραμικών τεμαχίων. Ο αέρας αυτός βοηθάει στην οξείδωση των ρύπων (HC, CO) στο δεύτερο τεμάχιο του μονόλιθου. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να προσέξουμε τη φορά τοποθέτησης του μετατροπέα. Πάνω στο περίβλημα αυτού είναι τυπωμένο ένα βέλος με τη λέξη flow (ροή) που δείχνουν τη φορά της ορθής τοποθέτησης,

Υπάρχουν όμως εταιρείες όπως είναι η Random που το μήκος των κεραμικών τεμαχίων του μετατροπέα δεν ξεπερνούν τα 6cm. Το ενδιάμεσο όμως στρώμα είναι πολύ πλουσιότερο από αυτά που έχουν μεγαλύτερο μήκος. Έχει μετρηθεί ότι

όσο μεγαλύτερο είναι το τεμάχιο του μονόλιθου τόσο μεγαλύτερη αντίσταση παρουσιάζεται στη ροή των καυσαερίων με αποτέλεσμα τον καλό περιορισμό των ρύπων αλλά και την πολύ μικρή ελάττωση της ιπποδύναμης του κινητήρα.



Σχήμα 3.6 Διπλής κλίνης κεραμικός καταλυτικός μετατροπέας.



Σχήμα 3.7 δείκτης της ορθής φοράς του μετατροπέα

Η πτώση της ισχύος οφείλεται στη φραγή που δημιουργείται στην έξοδο των καυσαερίων από τον κεραμικό φορέα, αποτέλεσμα αυτής είναι η αύξηση της κατανάλωσης καυσίμου.

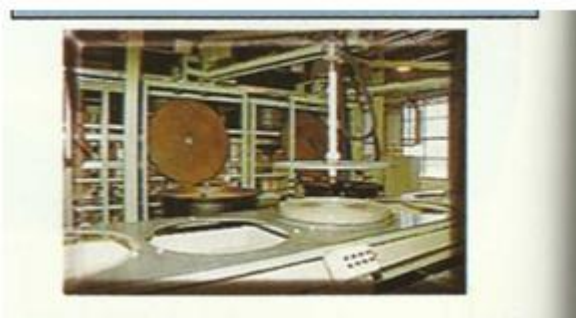
Η τήξη του κεραμικού μονόλιθου του καταλυτικού μετατροπέα εμφανίζεται στους 1000° C.

2) SiC. Τελευταία η Αμερικανική εταιρεία Ultramet έχει κατασκευάσει ένα νέο τύπο φορέα (υπόστρωμα) από SiC (καρβίδιο του πυριτίου), το οποίο και θεωρείται ως κεραμικό υλικό. Ο φορέας αυτός προσφέρει αρκετά πλεονέκτημα σε σχέση με τον κορδιε-ρίτη. Μερικά από αυτά είναι: μικρή θερμοχωρητικότητα, μικρή αντίθλιψη, μεγάλη θερμική αντοχή, μικρή μάζα, μεγάλη απορρόφηση του ήχου, συνεχή λειτουργία στους 1400° C.



Σχήμα 3.8 φορέας από Sic

Ενδιάμεσο Στρώμα Wash-Coat. Αφού λοιπόν κατασκευαστεί το κεραμικό σώμα-βάση του καταλυτικού μετατροπέα, στη συνέχεια μεταφέρεται σε άλλο τμήμα ή ακόμη και σε άλλο εργοστάσιο για χημική επεξεργασία. Με τη μέθοδο της εμβυθισης, γίνεται η επίστρωση ολόκληρης της επιφάνειας του κεραμικού μονόλιθου με οξειδία του αλουμινίου (Al_2O_3) (γνωστή σαν γ-αλου-μίνα που παράγεται και εξάγεται από την Ελλάδα) και τριοξείδιο του Δημητρίου (Ce_2O_3), η θερμοκρασία στην οποία γίνεται η διαδικασία αυτή είναι περίπου οι 450°C . Η αλουμίνα χρησιμοποιείται για την καλύτερη πρόσφυση του υποστρώματος washcoat πάνω στον κο-ρδιερίτη. Μετά την επίστρωση του ενδιάμεσου αυτού στρώματος των οξειδίων του αλουμινίου (washcoat) η επιφάνεια αυξάνεται εκπληκτικά λόγω των ανωμαλιών που προστίθενται. Μετά λοιπόν από αυτήν την επεξεργασία ένα κυβικό εκατοστό μονόλιθου διαθέτει συνολική επιφάνεια μερικών ποδοσφαιρικών γηπέδων (μερικών χιλιάδων τετραγωνικών μέτρων. Πριν την επεξεργασία δεν ξεπερνούσε μερικές τετραγωνικές παλάμες. Το πλεονέκτημα της τρομακτικής αυτής αύξησης της επιφάνειας του μονόλιθου, που παρέχει το washcoat είναι ότι περιορίζονται σημαντικά οι εξωτερικές διαστάσεις του μετατροπέα. Ο συντελεστής αύξησης της επιφάνειας του μετατροπέα ξεπερνά τις 10.000 φορές, για παράδειγμα αναφέρουμε ότι το ένα τετραγωνικό μέτρο της καθαρής κεραμικής



Σχήμα 3.9 επίστρωση Wash coat με εμβάθυνση

Πρέπει να σημειωθεί ότι στο ενδιάμεσο στρώμα υπάρχουν και άλλα ανόργανα υλικά σε πολύ μικρές ποσότητες. Μεταξύ αυτών μπορούμε να αναφέρουμε το θόριο, πυρίτιο, το τιτάνιο, το βάριο και το ζirkόνιο. Η χρήση αυτών σταθεροποιεί

το ενδιάμεσο στρώμα και αυξάνει το σημείο τήξεως αυτού σε επίπεδα πάνω από τους 1200° C.

Ευγενή Μέταλλα

Η ίδια μεθοδολογία ακολουθείται και για την επίστρωση των ευγενών μετάλλων πάνω στο washcoat. Τα ευγενή μέταλλα της επίστρωσης των καταλυτικών μετατροπέων, αναφέρονται στην Ελληνική βιβλιογραφία και σαν ενεργά συστατικά ή καταλυτική επίστρωση, είναι αυτά που αναφέραμε και στο προηγούμενο Κεφάλαιο δηλαδή η Πλατίνα (Pt), το Ρόδιο (Rh) και το Παλλάδιο (Pd), εκεί θα βρείτε πολλές πληροφορίες για τη χημεία αυτών. Η σχέση των ποσοτήτων μεταξύ των μετάλλων όπως χρησιμοποιούνται στην επίστρωση του ενδιάμεσου στρώματος είναι Pt/Rh= 6:1 αυτή η δυσαναλογία προς τη πλευρά του ροδίου οφείλεται στις πολύ μικρές ποσότητες ροδίου στη φύση. Μέρα με τη μέρα οι ποσότητες που αντλούμε από τη γη ελαττώνονται και η τιμή του αυξάνει συνεχώς. Αν τα ταξινομήσουμε με τη σειρά μεγαλύτερου κόστους τότε το ρόδιο καταλαμβάνει την πρώτη θέση δικαίως αφού οι ποσότητες αυτού στη φύση είναι πολύ περιορισμένες, ακολουθεί το παλλάδιο και τέλος η πλατίνα.

Η ποσότητα των ευγενών μετάλλων για την επίστρωση της ενεργής καταλυτικής επιφάνειας του μετατροπέα δεν ξεπερνά τα 1,5 με 2 γραμμάρια ανάλογα βέβαια με το μέγεθος του κεραμικού μονόλιθου. Τα ενεργά συστατικά αυτά της καταλυτικής επίστρωσης αποτελούνται κύρια από πλατίνα και ρόδιο. Πρέπει να γνωρίζετε για το ρόδιο ότι εκτός από την πολύ καλή καταλυτική του δράση έχει την ικανότητα να αποθηκεύει το οξυγόνο μέσα στη μάζα του και να το αποδίδει στις αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα πάνω από αυτό. Σε έναν συνήθη καταλυτικό μετατροπέα "εγκλωβίζεται" από το ρόδιο ένα λίτρο περίπου οξυγόνου μέσα στη μάζα του. Στο επόμενο Κεφάλαιο θα αναφερθούμε ακριβώς για το ποιες αντιδράσεις διευκολύνει και επιταχύνει το κάθε ένα από τα ευγενή μέταλλα.

Λόγω της ιδιαίτερα υψηλής τιμής των ευγενών μετάλλων έχουν δημιουργηθεί εταιρείες που αναλαμβάνουν την ανακύκλωση των ευγενών μετάλλων και όχι μόνο του καταλυτικού μετατροπέα. Έτσι δεν χάνονται ευγενή μέταλλα και γι'αυτό η τιμή τους δεν αυξάνεται με πολύ μεγάλους ρυθμούς όπως θα έπρεπε αν δεν γινόταν η ανακύκλωση αυτών. Η Αμερικάνικη εταιρεία Multimetco είναι μια από τις εταιρείες που ανακυκλώνουν κεραμικούς καταλυτικούς μετατροπείς αλλά και τους μετατροπείς με αντικαθιστώμενα σφαιρίδια.

Συναρμολόγηση.

Για τη συναρμολόγηση του τάπητα και του κεραμικού μονόλιθου, μέσα στα δύο κελύφη του περιβλήματος απαιτείται ειδική τεχνογνωσία λόγω της ιδιαίτερης ευαισθησίας των υλικών που χρησιμοποιούνται. Όπως αναφέραμε στην αρχή του κεφαλαίου οι Μηχανολογικές εγκαταστάσεις έχουν ένα πολύ μεγάλο επενδυτικό κόστος, Σχήμα 2-22. Εκεί αξιοποιούνται τελευταίες τεχνικές συγκόλλησης μετάλλων αλλά και προηγμένων υλικών.

Αρχίζοντας τη συναρμολόγηση θα μπορούσαμε να πούμε ότι γίνεται η ιδιαίτερα προσεκτική τοποθέτηση του φορέα ο οποίος είναι τυλιγμένος με το διαστελλόμενο τάπητα μέσα στα δύο τεμάχια του περιβλήματος, στο πάνω και στο κάτω κέλυφος. Η διαμόρφωση των δύο αυτών τεμαχίων γίνεται σε πρέσες εν θερμό.

Μετά λοιπόν, την προσεκτική τοποθέτηση του τάπητα και του κεραμικού μονόλιθου (που φέρει το washcoat και τα ευγενή μέταλλα) τα δύο αυτά κελύφη του περιβλήματος (πάνω και κάτω), συγκολλούνται στην αυτόματη μηχανή συγκόλλησης πολλών σημείων, μια ρομποτική

Αν η συναρμολόγηση δεν είναι αυτή που έχει σχεδιαστεί από το τμήμα μελετών, θα επηρεάζεται δυσμενώς η λειτουργία του μετατροπέα και η διάρκεια ζωής αυτού. Αν προσθέσουμε ότι θα είναι ευάλωτος στους κραδασμούς, τότε μπορούμε να πούμε ότι μια καλή συναρμολόγηση εξασφαλίζει αντοχή και μεγάλη διάρκεια ζωής.

Ασπίδες Θερμότητας

Ο μετατροπέας τώρα είναι έτοιμος να δεχτεί τις ασπίδες θερμότητας αν αυτές τοποθετούνται πάνω του. Το υλικό κατασκευής τους είναι κράμα αλουμινίου ή λεπτό χαλυβδοέλασμα για την ελάττωση του βάρους του μετατροπέα.

Οποιοδήποτε και αν είναι το υλικό κατασκευής, υπάρχουν πάνω στην ασπίδα διαμορφωμένες ενισχύσεις-νεύρα για την αύξηση της μηχανικής αντοχής. Ο αέρας κυκλοφορεί ελεύθερα μεταξύ του μετατροπέα και της ασπίδας αλλά και εξωτερικά αυτής.

Οι ασπίδες προσφέρουν προστασία από το νερά του δρόμου. Αποτρέπεται η ψύξη του περιβλήματος του μετατροπέα και η θερμοκρασία λειτουργίας αυτού διατηρείται στα προβλεπόμενα επίπεδα. Αν η θερμοκρασία του πέσει κάτω από

τους 300° C παύουν να γίνονται οι αντιδράσεις μετατροπής των ρύπων και τότε είναι να σαν μην υπάρχει ο μετατροπέας. Το ίδιο συμβαίνει και κατά την εκκίνηση του κινητήρα μέχρι να ζεσταθεί ο καταλύτης.

Πώμα.

Πολλές φορές χρειάζεται να γίνει κάποια μέτρηση των καυσαερίων πριν τον μετατροπέα για να καθοριστεί η λειτουργία του κινητήρα ή να γίνει κάποια σημαντική ρύθμιση αυτού. Στο λαιμό προσαρμογής, του μετατροπέα, με την πολλαπλή εξαγωγή υπάρχει ένα πώμα το οποίο είναι βιδωμένο πάνω στο ακροφύσιο με σπείρωμα.



Σχήμα 3.10 Πρέσες.



Σχήμα 3.11 ασπίδα θερμότητας εξωτερικά του περιβλήματος του μετατροπέα



Σχήμα 3.12 ασπίδα θερμότητας με ενισχύσεις

Το συγκεκριμένο σημείο αναφέρεται σε σημείο μέτρησης των καυσαερίων ή σαν πώμα-τάπα. Στην οπή αυτή μπορεί να τοποθετηθεί το κατάλληλο δειγματοληπτικό στέλεχος (με προσαρμογέα) του αναλυτή καυσαερίων και να μετρηθούν οι ρύποι των καυσαερίων πριν υποστούν μετατροπή από τον καταλύτη. Βασικός σκοπός ύπαρξης του, θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι η μέτρηση του μονοξειδίου του άνθρακα.

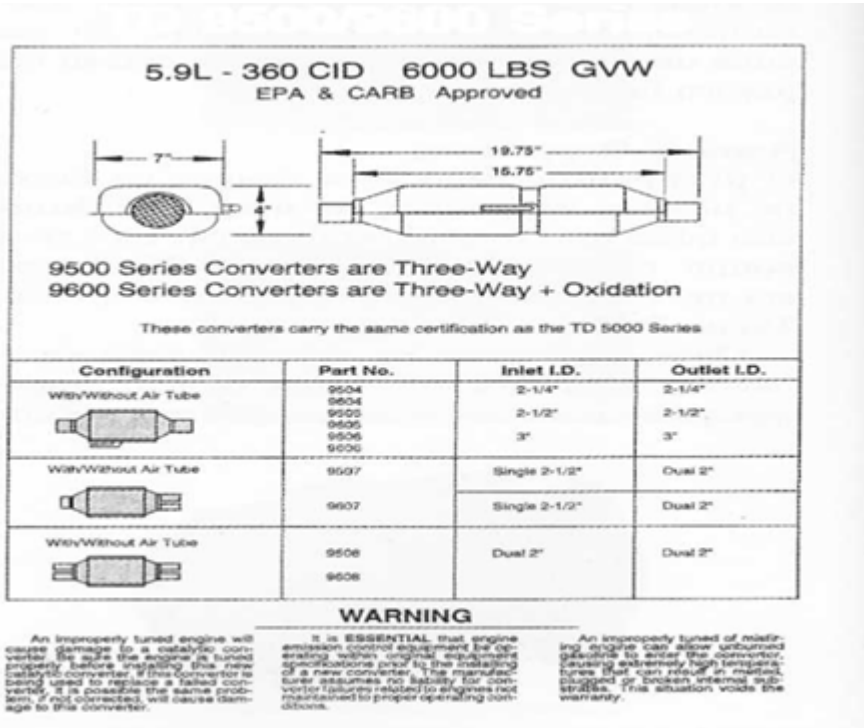


Σχήμα 3.13 Αφαιρούμενο πώμα για τη μέτρηση των ρύπων των καυσαερίων

Πολλαπλή Εξαγωγή

Πολλές φορές ο μετατροπέας είναι ένα ενιαίο τμήμα με την πολλαπλή εξαγωγή. Οι εταιρείες εισαγωγής καταλυτών στην Ελλάδα διαθέτουν τέτοιου είδους καταλύτες για τα μοντέλα αυτοκινήτων που χρειάζεται. Ο κατάλογος αυτών των εταιρειών παρέχει τη δυνατότητα εύκολης αναζήτησης της μορφής και του τύπου για κάθε αυτοκίνητο. Ο κατάλογος ενημερώνεται κάθε χρόνο με τα καινούργια μοντέλα αυτοκινήτων και ο αγώνας δρόμου του ανταγωνισμού αναγκάζει αυτές να

κατασκευάζουν με ακρίβεια τους τύπους καταλυτικών μετατροπέων που θα ζητηθούν από την κατανάλωση.

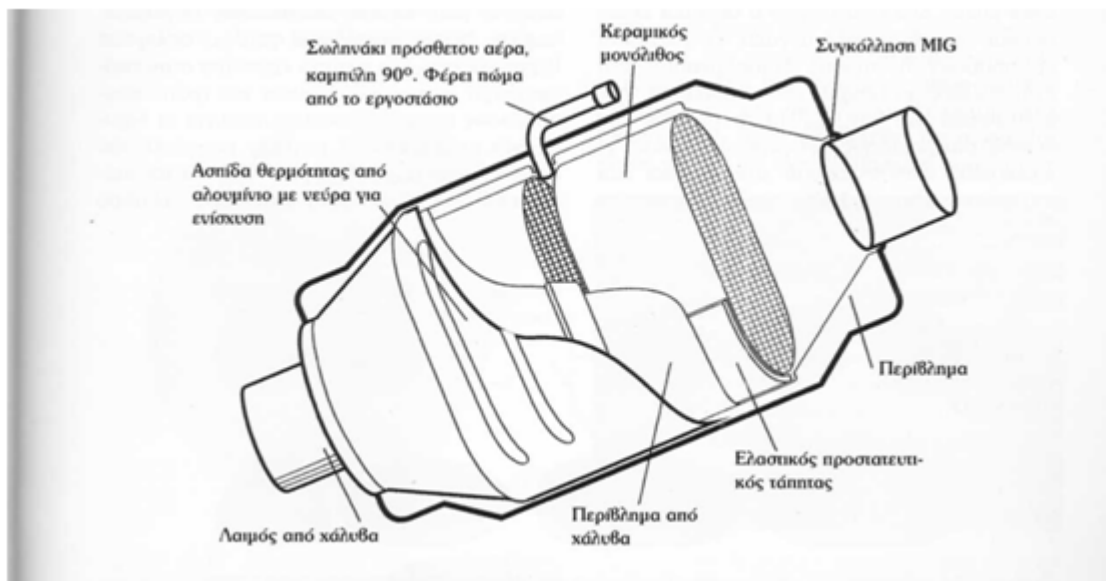


Σχήμα 3.14 σελίδα από τους καταλόγους προϊόντων της TRI-D

Σωλήνας Προσαγωγής Πρόσθετου Αέρα.

Στα αυτοκίνητα που υπάρχει το σύστημα προσαγωγής πρόσθετου αέρα στον μετατροπέα, θα συναντήσετε στο μέσον αυτού ένα σωληνάκι (λυγισμένο) που σχηματίζει γωνία 90°, Σχήμα 2-30.

Σε αυτό συνδέεται η αντλία πρόσθετου αέρα, το οξυγόνο του ατμοσφαιρικού αέρα βοηθάει τις αντιδράσεις οξειδωσης μετατροπής των ρύπων που γίνονται στο δεύτερο τεμάχιο του κεραμικού μονόλιθου. Το σωληνάκι λοιπόν καταλήγει στο χώρο ανάμεσα στα δυο τεμάχια του κεραμικού υλικού. Όταν αγοράζουμε σαν ανταλλακτικό τέτοιο μετατροπέα (με προσαγωγή πρόσθετου αέρα) το ελεύθερο άκρο του είναι ταπωμένο με μεταλλική τάπα που φέρει σπείρωμα. Έτσι λοιπόν, ο ίδιος "καταλύτης" μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε αυτοκίνητα που δεν έχουν το σύστημα προσαγωγής πρόσθετου αέρα στον μετατροπέα αρκεί να μην αφαιρεθεί η μεταλλική τάπα από το σωληνάκι.



Σχήμα 3.15 σωληνάκι προσαγωγής πρόσθετου αέρα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΙ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι πρώτοι αυτοί μετατροπείς είχαν φορέα που ήταν κατασκευασμένος από πολύ λεπτό φύλλο μετάλλου (foil) τυλιγμένο σε μορφή spiral (σπειροειδή). Ο φορέας αυτού του τύπου ήταν επιρρεπής στις κατά μήκος διαστολές αφού η θερμική καταπόνηση του ήταν πολύ μεγάλη. Οι μετέπειτα προσπάθειες βελτίωσης δημιούργησαν ένα σταυροειδές στήριγμα στο εσωτερικό του μετατροπέα για την καλλίτερη στήριξη του λεπτού σπειροειδούς μεταλλικού φύλλου. Η εσωτερική αυτή ενίσχυση σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε το 1968, όμως ούτε αυτή η ούτε αυτή η ανακάλυψη στέφτηκε με ιδιαίτερη επιτυχία. Η δεύτερη γενιά μεταλλικών καταλυτικών μετατροπέων έχει τις ρίζες της στο 1978. Η επιστημονική ομάδα μελέτης της Emitec σχεδίασε, κατασκεύασε και τέλος κατοχύρωσε την ευρεσιτεχνία μιας ειδικής διαδικασίας συγκόλλησης του λεπτού μεταλλικού φύλλου, σε υψηλή θερμοκρασία. Στο τέταρτο εικονίδιο στην επάνω σειρά παρατηρήστε αυτόν τον τρόπο συγκόλλησης του μεταλλικού φύλλου για τη δημιουργία κυψελοειδούς μορφής που έχει σαν πλεονέκτημα τη πολύ μεγάλη αύξηση της επιφάνειας. Με τη βοήθεια αυτής της μεθόδου, μπορούσαν να συνδεθούν τα λεπτά μεταλλικά φύλλα και να σχηματίσουν τον φορέα. Αυτός ο φορέας ονομάστηκε από την Emitec ως METALIT και έτσι έχει καθιερωθεί να αναφέρεται στα συγγράμματα και τα τεχνικά άρθρα των ειδικών επιστημόνων. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε σαν καταλύτης εκκίνησης και στη συνέχεια αποδείχθηκε η μεγάλη θερμοϋδραυλική του αποδοτικότητα.

Η τρίτη γενιά μεταλλικών καταλυτικών μετατροπέων εμφανίστηκε το 1986 με την ανακάλυψη της διαμόρφωσης του μεταλλικού φύλλου σε σχήμα S. Η εταιρεία που ανακάλυψε τον τύπο αυτό διαμόρφωσης των φύλλων μέσα στον μετατροπέα ήταν πάλι η Emitec. Η μορφή αυτή βοήθησε σημαντικά στην ομοιόμορφη κατανομή της τάσης διαστολής των μεταλλικών φύλλων, παράλληλα όμως εξασφαλίστηκε η σταθερότητα του μεταλλικού φορέα που επιζητούσαμε όλα αυτά τα χρόνια. Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι η ενεργός επιφάνεια μεγάλωσε ακόμη περισσότερο από τους μετατροπείς της δεύτερης γενιάς.

Ο μεταλλικός φορέας "METALIT" μορφής S χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στην Porsche και στην Alpina της BMW το 1986, χρονιά που τέθηκε και σε μαζική παραγωγή. Η διαμόρφωση των μεταλλικών φύλλων του φορέα είχε το σχήμα του λατινικού γράμματος S και γι'αυτό ονομάστηκε τύπου S,

Οι συνεχείς έρευνες της ίδιας κατασκευάστριας εταιρείας (Emitec) είχαν σαν αποτέλεσμα την ανακάλυψη της μορφής SM του μεταλλικού φορέα.

Η μορφή αυτή του φορέα είχε σαν αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη στιβαρότητα της κατασκευής. Η αυξημένη μηχανική αντοχή που πρόσφερε αυτού του είδους η διαμόρφωση (SM) είχε σαν αποτέλεσμα να χρησιμοποιηθεί ο τύπος αυτός του φορέα σε μοτοσυκλέτες, αλυσοπρίονα και σε αγωνιστικά αυτοκίνητα. Έχει αποδειχθεί ότι ο φορέας αυτός μπορεί να αντέξει θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 900° C και επιταχύνσεις μέχρι 80g που ανακτώνται πολύ εύκολα από τις μοτοσυκλέτες.



Σχήμα 4.1 τελευταίου τύπου μεταλλικού φορέα



Σχήμα 4.2 τελευταία γίνεται χρήση καταλυτικών μετατροπέων και αγωνιστικά αυτοκίνητα

Τα πλεονεκτήματα του METALIT ήταν πάρα πολλά: μεγάλη μείωση των επικίνδυνων ρύπων, μεγάλη σταθερότητα, μεγάλη διάρκεια ζωής και καταλληλότητα για την τοποθέτηση του πολύ κοντά στην πολλαπλή εξαγωγή. 1

Τα εξαιρετικά λεπτά τοιχώματα παρουσιάζουν πολύ μικρή αντίσταση στη ροή των καυσαερίων, έτσι λοιπόν η αντίθλιψη των καυσαερίων είναι μηδαμινή. Θα πρέπει να γνωρίζετε ότι η χαμηλή αντίθλιψη στο σύστημα του καταλυτικού μετατροπέα έχει ευεργετική επίδραση στην κατανάλωση καυσίμου και στην απόδοση του κινητήρα. Επίσης οι τοπικές υπερθερμάνσεις που μπορεί να εμφανιστούν σε κάποιο σημείο του μεταλλικού φορέα-φύλλου, υποχωρούν λόγω της καλής αγωγιμότητας που προσφέρεται από το υλικό αυτό.

Ο μεταλλικός φορέας αντέχει μέχρι και τους 1300° C, θερμαίνεται πολύ γρήγορα και εξασφαλίζει πολύ γρήγορη μείωση των ρύπων κατά την εκκίνηση του κρύου κινητήρα. Η σωστή θερμοκρασία λειτουργίας επιτυγχάνεται πολύ σύντομα και πρέπει να τονιστεί ότι το METALIT ανακυκλώνεται με μεγάλη ευκολία.

Το Super Foil, που χρησιμοποιείται τελευταία σε μεταλλικό φύλλο για την κατασκευή των φορέων παρέχει εξαιρετικά λεπτά τοιχώματα και το υλικό κατασκευής του είναι ανοξείδωτος χάλυβας. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή μεταλλικών καταλυτικών μετατροπέων για την Ιαπωνέζικη αγορά. Το πάχος του μεταλλικού αυτού φύλλου (super foil) είναι 0,03 mm. Η αντίθλιψη έχει ελαττωθεί και άλλο επιφέροντας έτσι τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και την αύξηση της ισχύος.

4.2 ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΥ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑ

Περίβλημα

Είναι ακριβώς το ίδιο με αυτό που χρησιμοποιείται στους κεραμικούς καταλύτες. Για εξοικονόμηση χώρου και για να μην επαναλαμβάνουμε τα ίδια, ανατρέξτε στην αρχή του κεφαλαίου που γίνεται πλήρης αναφορά για το υλικό του περιβλήματος και για τη διαμόρφωση αυτού.

4.3 ΦΟΡΕΑΣ

Τη σημερινή εποχή συναντάμε τους εξής μεταλλικούς φορείς:

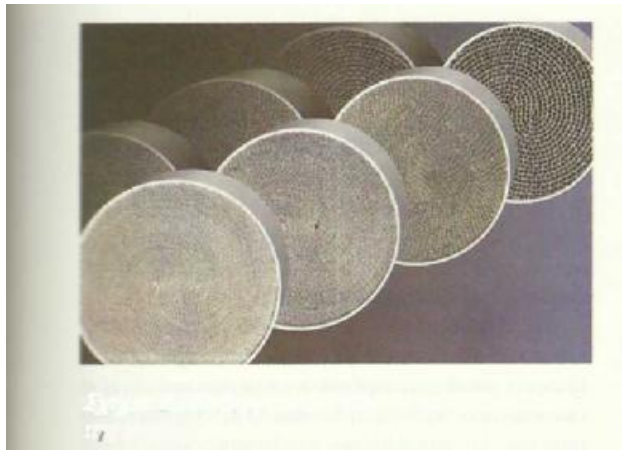
1) "Spiral Super Foil". Ο μεταλλικός λοιπόν φορέας κατασκευάζεται από εξαιρετικά λεπτό ανοξείδωτο φύλλο μετάλλου (super foil) του οποίου η επιφάνεια είναι τελείως λεία, Σχήμα 2-36. Το πάχος του είναι όσο το 1/3 του πάχους ενός χαρτιού φωτοτυπίας, γύρω στα 40 μικρά περίπου. Ο αριθμός των αγωγών ροής που δημιουργούνται μέσα από τη διαμόρφωση του φύλλου (foil) αναφέρεται σαν πυκνότητα αγωγών ροής και παίζει σημαντικό ρόλο στη μείωση των ρύπων. Για παράδειγμα αναφέρουμε ότι, ένας καταλύτης με όγκο 1,3 λίτρα και πυκνότητα 62 αγωγούς ροής ανά cm^2 είναι λιγότερο αποδοτικός στη μετατροπή των υδρογονανθράκων από έναν άλλο ο οποίος έχει πυκνότητα 155 αγωγούς ανά cm^2 METALIT) και όγκο μόνο 0,47 λίτρα. Στο διάγραμμα του Σχήματος, παρατηρήστε ότι με την αύξηση των crsi πως ελαττώνονται οι υδρογονάνθρακες.

2) "Super Foil με Κυμάτωση". Αρχικά το super foil ήταν επίπεδο (λείο), όμως τα τελευταία χρόνια έχει δοθεί σε αυτό μια κυματοειδής μορφή για ακόμη μεγαλύτερη αύξηση της επιφανείας του υποστρώματος (φορέα). Πρέπει να σημειωθεί, ότι ο όγκος του μετατροπέα έχει ελαττωθεί σημαντικά μετά από αυτές τις εσωτερικές βελτιώσεις. Η καταλυτική δράση αυξάνεται στο μέγιστο δυνατό γι'αυτήν την εποχή και αυτό εξηγείτε με την παρακάτω ανάλυση της ροής των καυσαερίων που περιγράφουμε.

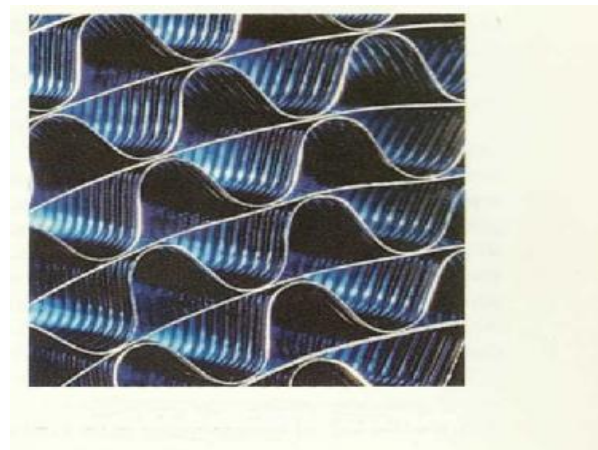
Αν μελετήσουμε λοιπόν τη ροή των καυσαερίων μέσα από τους αγωγούς του super foil θα παρατηρήσουμε ότι οι εγκάρσιες ραβδώσεις-κυμάτωση που έχει δημιουργηθεί πάνω σε αυτό, δημιουργούν μια δυναμική ανάμιξη στα καυσαέρια,

Τα καυσαέρια που έχουν έρθει ήδη σε επαφή με τα τοιχώματα (καταλυτική ουσία-ευγενή μέταλλα) και των οποίων οι ρύποι έχουν μετατραπεί, αναμιγνύονται με αυτά που βρίσκονται στο κέντρο του αγωγού ροής και που δεν έχουν έρθει ακόμη σε επαφή με τα ευγενή μέταλλα. Αυτή η κυμάτωση εξαναγκάζει όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ποσότητα καυσαερίων να έρχεται σε επαφή με τα τοιχώματα. Έχει υπολογιστεί ότι με την κυματοειδή μορφή του λεπτού φύλλου μετάλλου επέρχεται μια αύξηση της απόδοσης γυρω στο 15% σε σχέση πάντα με το λείο super foil που χρησιμοποιούσαν μέχρι πρότινος οι εταιρείες κατασκευής καταλυτικών μετατροπέων.

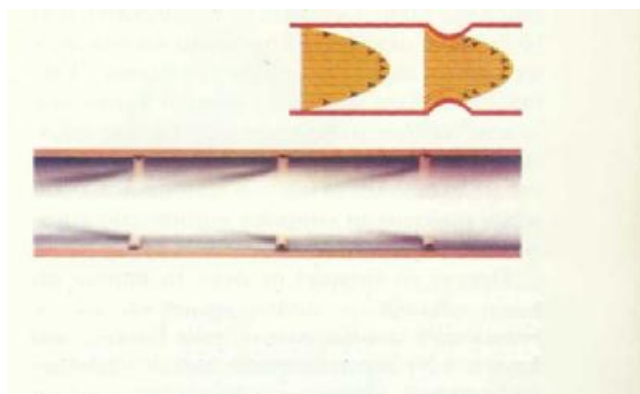
Πρέπει να τονιστεί σε αυτό το σημείο ότι και η επίτευξη της διαμόρφωσης του foil σε κυματοειδή μορφή ανήκει στην Emitec. Στο Σχήμα 2-39 παρατηρήστε 3 ακόμη διαφορετικές μορφές και σχεδιάσεις του foil, η πρώτη είναι μια παραλλαγή της SM, ενώ η δεύτερη αναφέρεται σαν LS και η τρίτη είναι η TS.



Σχήμα 4.3 Super foil.



Σχήμα 4.4 Super foil με κυμάτωση.



Σχήμα 4.5 Δυναμική ανάμιξη των καυσαερίων μέσα στους αγωγούς ροής του μετατροπέα με φορέα τύπου super foil με κυμάτωση. (Με την ευγενική χορηγία της Emitec).

Νέοι Σχεδιασμοί Μεταλλικών Φορέων.

Για να ανταπεξέλθουν οι κατασκευάστριες εταιρείες στα συνεχώς ελαττωμένα όρια των επιπέδων των ρύπων που θέτει η Διεθνής κοινότητα, οι κατασκευάστριες εταιρείες μελετούν και δημιουργούν συνεχώς νέα προϊόντα. Για να γίνει κατανοητή η βαρύτητα που δίνουν οι κατασκευαστές στη μελέτη και στο σχεδιασμό για τη βελτίωση ίων μετατροπέων, παραθέτουμε τρία χαρακτηριστικά παραδείγματα μελετών που έγιναν τελευταία. Οι μετατροπείς αυτοί που προέκυψαν από τις μελέτες αυτές έχουν τεθεί σε μαζική παραγωγή:

1) "Upstream". Το πρώτο παράδειγμα, είναι ο καταλυτικός μετατροπέας "upstream". Ο όρος αυτός αναφέρεται στον μετατροπέα ο οποίος έχει τοποθετηθεί πολύ κοντά στον κινητήρα. Οι ορολογίες "upstream" και "close coupled catalyst (CCC) έχουν καθιερωθεί στο εξωτερικό για την ονομασία αυτού του τύπου μετατροπέα.

Το πλεονέκτημα της πολύ κοντινής τοποθέτησης του μετατροπέα στον κινητήρα είναι ότι οι απώλειες θερμότητας από τα καυσαέρια είναι πολύ μικρότερες από ότι σε μια θέση πιο μακριά από τον κινητήρα. Αποτελέσματα αυτού είναι η θερμοκρασία λειτουργίας του καταλύτη να είναι πολύ υψηλότερη και η έναρξη λειτουργίας του να γίνεται σε πολύ μικρότερο χρονικό διάστημα. Μετρήσεις απέδειξαν ότι οι ρύποι κατά την κρύα εκκίνηση μειώθηκαν κατά 50% λόγω της συντόμευσης του χρόνου έναρξης λειτουργίας του καταλύτη. Θυμηθείτε που είχαμε αναφέρει, ότι ο καταλύτης δεν αρχίζει τη δράση του (αντιδράσεις μετατροπής των ρύπων) αν δεν "πιάσει" τη θερμοκρασία λειτουργίας που είναι πάνω από 300° C. Στα τεστ του ελέγχου των ρύπων που έχουν γίνει, έχει διαπιστωθεί ότι ο καθαρισμός των καυσαερίων, κάτω από αυτές της συνθήκες, ξεπερνά το 98%.

2) "Κωνικός Φορέας". Το δεύτερο παράδειγμα αναφέρεται στον κωνικό καταλυτικό μετατροπέα που παρουσιάστηκε για πρώτη φορά το 1997 στην διεθνή έκθεση κινητήρων της Φρανκφούρτης από την εταιρεία Emitec. Ο τύπος αυτός έφερε το όνομα ConiCat (από το Conical Catalytic), Σχήμα 2-41, και φαίνεται να είναι το πιο βελτιωμένο σύστημα παθητικής κατάλυσης μέχρι σήμερα που γράφεται αυτό το βιβλίο.

Ο μικρός κωνικός αυτός μετατροπέας (φορέας) τοποθετείται μέσα στο λαιμό του κυρίως καταλυτικού μετατροπέα, λίγο πριν από τον κυρίως καταλύτη και μέσα στο ίδιο περίβλημα με αυτόν. Η τοποθέτηση του κωνικού φορέα στο συγκεκριμένο

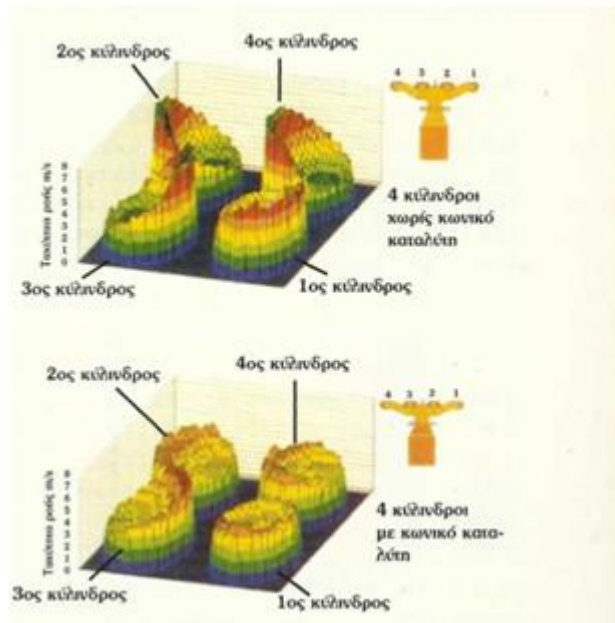
σημείο έχει σα σκοπό, όχι μόνο την πλήρη εκμετάλλευση του χώρου του λαιμού του μετατροπέα, αλλά και το διασκορπισμό των καυσαερίων μέσα στον κυρίως καταλύτη. Σε συνδυασμό και με την τοποθέτηση ενός καταλυτικού μετατροπέα "upstream", η θερμοκρασία λειτουργίας του κυρίως καταλύτη θα φτάνει πολύ γρήγορα στα επιθυμητά επίπεδα λειτουργίας κατά την κρύα εκκίνηση. Αυτό εξηγείται από το ότι η θερμοκρασία των καυσαερίων μετά τον μετατροπέα upstream αυξάνεται λόγω των χημικών αντιδράσεων μετατροπής των ρύπων που γίνονται μέσα σε αυτόν. Οι αντιδράσεις με τις οποίες μετατρέπονται οι ρύποι έχουμε αναφέρει ότι είναι αντιδράσεις εξώθερμες, (παράγεται θερμότητα με την χημική αντίδραση). Έτσι τα καυσαέρια εισέρχονται ακόμη πιο θερμά μέσα στον κυρίως καταλύτη και η επιπλέον αυτή θερμική ενέργεια θερμαίνει αυτόν πολύ γρήγορα.

Σαν αποτελέσματα μπορούμε να θεωρήσουμε τη συντόμευση του χρόνου έναρξης της λειτουργίας του μετατροπέα κατά την εκκίνηση και την αποδεδειγμένη αύξηση της απόδοσης κατά 15%.

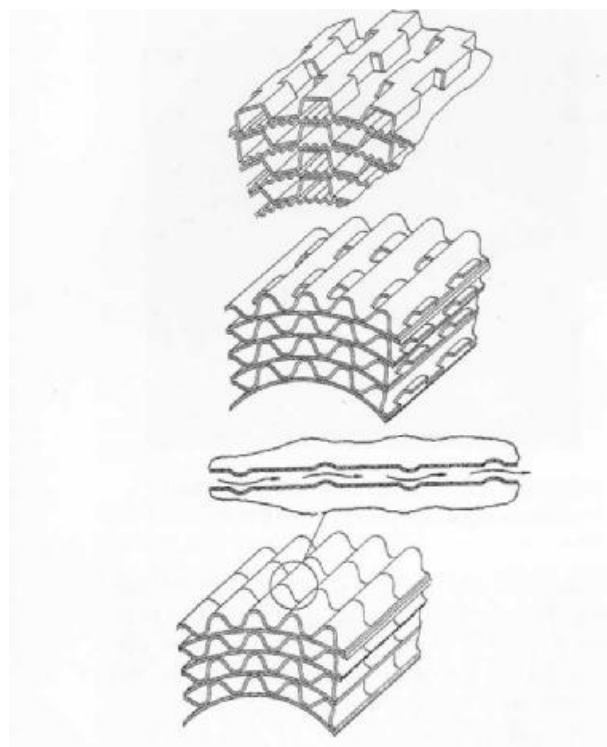
3)"Ηλεκτρικά θερμαινόμενος Φορέας". Το 1994 παρουσιάστηκε από την Emitec ο ηλεκτρικά θερμαινόμενος μεταλλικός καταλύτης, Σχήμα 2-43. Αναφέρεται σαν Emicat από τους δημιουργούς του και το πρόβλημα της προθέρμανσης του καταλύτη κατά την κρύα εκκίνηση επιλύθηκε με τη δημιουργία αυτού του μεταλλικού φορέα που μπορούσε να θερμανθεί πολύ γρήγορα με τη βοήθεια ηλεκτρικού ρεύματος από το συσσωρευτή του οχήματος. Έτσι ο χρόνος αναμονής έναρξης της λειτουργίας του μετατροπέα μειώθηκε στη ελάχιστο με αυτή την ανακάλυψη που είναι ένα σύστημα ενεργητικής κατάλυσης. Όταν ρεύμα διαρρεύσει μέσα στη μικρή ηλεκτρική αντίσταση του μεταλλικού φορέα, αναγκάζει αυτόν, να θερμανθεί πού σύντομα. Είναι απαραίτητη όμως η ύπαρξη μια επιπρόσθετης ηλεκτρονικής μονάδας για τον έλεγχο της φάσης προθέρμανσης του μετατροπέα.



Σχήμα 4.6 κωνικός φορέας



Σχήμα 4.7 τρισδιάστατα διαγράμματα εκτομής ρύπων των 2 κυλίνδρων



Σχήμα 4.8 Άλλες μορφές foil μεταλλικών φορέων.

Υλικό Κατασκευής του Φορέα Τύπου foil

Σε ένα σεμινάριο για τους καταλυτικούς μετατροπείς το Φεβρουάριο του 1995 στο Bangalore της Ινδίας, ο Alfred Reck, Μηχανικός της Emitec, μεταξύ άλλων είχε πει:

"Το υλικό κατασκευής του φορέα και η συμπεριφορά του στην παραγωγική διαδικασία είναι σημαντικοί παράγοντες για την ανθεκτικότητα του. Τα μεταλλικά υποστρώματα (φορείς) κατασκευάζονται από πολύ λεπτό μεταλλικό φύλλο. Το πάχος του δεν ξεπερνά τα 40 μικρά. Το foil (λεπτό φύλλο μετάλλου) πρέπει να είναι μεγάλης μηχανικής αντοχής και σταθερότητας αλλά να είναι ανθεκτικό στις οξειδώσεις και διαβρώσεις που προέρχονται από τα καυσαέρια. Θα πρέπει επίσης να έχει μεγάλη διάρκεια ζωής για να αποφεύγεται η τακτική αντικατάσταση του μετατροπέα. Το υλικό που χρησιμοποιείται σήμερα για το σκοπό αυτά είναι κράμα Σιδήρου-Χρωμίου-Αλουμινίου. Το κράμα αυτό δίνει επιφάνεια με εξαιρετικά καλή συμπεριφορά στην επιμετάλλωση για την αντιοξειδωτική προστασία του. Το στρώμα αυτά επιμετάλλωσης πρέπει να παρουσιάζει καλές ιδιότητες συνάφειας (προσκόλλησης) με το ενδιάμεσο στρώμα. Έχει αποδειχτεί ότι ο βαθμός συνάφειας (προσκόλλησης) του ενδιάμεσου στρώματος με το foil είναι ίδιος με αυτόν του ενδιάμεσου στρώματος και του κορδιερίτη στον "κεραμικό καταλύτη".

4.4 ΑΛΛΟΙ ΤΥΠΟΙ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΦΟΡΕΩΝ

4.4.1.Φορέας με πλεγμένο σύρμα

Πολλές εταιρείες έχουν κατασκευάσει μεταλλικό φορέα από πολύ λεπτό σύρμα κατάλληλα πλεγμένο. Η κατασκευή αυτή είναι οικονομικότερη από τα foil αλλά δεν έχει την απόδοση αυτών. Οι φορείς αυτοί χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπου επιζητούμε χαμηλό κόστος και υπάρχει μικρός διαθέσιμος χώρος. Η απόδοση τους, προς το παρόν, δεν μας ενδιαφέρει ιδιαίτερα. Η μορφή του φορέα μπορεί να είναι κυλινδρική ή και ωοειδής, ανάλογα το χώρο που θα τοποθετηθεί. Ο φορέας αυτός παρέχει πολύ καλή μηχανική αντοχή, υψηλή αντοχή στη θερμότητα, μικρή αντίθλιψη, ανταγωνιστική τιμή, μικρό βάρος και μέγεθος.

4.4.2. Φορέας από λεπτές πλάκες πολλές

λεπτές πλάκες παράλληλα τοποθετημένες μεταξύ τους. Οι πλάκες φέρουν πολλές οπές και σχηματίζουν το φορέα του μετατροπέα που χρησιμοποιείται στους πολύ μικρούς κινητήρες. Για παράδειγμα θα μπορούσαμε να αναφέρουμε τα αλυσοπρίονα. Οι λεπτές αυτές πλάκες είναι τοποθετημένες στην εξάτμιση πολύ κοντά στην εξαγωγή. Το υλικό κατασκευής τους είναι ανοξειδωτος χάλυβας που πάνω του φέρει ενδιάμεσο στρώμα και ευγενή μέταλλα. Οι φορείς αυτοί βρίσκουν εφαρμογή επίσης, σε μοτοποδηλάτα και μοτοσικλές.

4.4.3. Ενδιάμεσο στρώμα

Είναι ακριβώς το ίδιο με αυτά που χρησιμοποιείται στους κεραμικούς καταλύτες. Για εξοικονόμηση χώρου και για να μην επαναλαμβάνουμε τα ίδια, ανατρέξτε στην αρχή του κεφαλαίου που γίνεται πλήρης αναφορά για το υλικό του ενδιάμεσου στρώματος.

4.4.4. Ευγενή μέταλλα

Δεν υπάρχει διαφορά, στα ευγενή μέταλλα που χρησιμοποιούνται στους μεταλλικούς μετατροπείς, από αυτά που αναφέραμε για τους κεραμικούς. Οι εταιρείες χρησιμοποιούν διαφορετικά τα ευγενή μέταλλα πάνω στο ενδιάμεσο στρώμα. κάποιες εταιρείες χρησιμοποιούν το παλλάδιο και το ράδιο. τα ευγενή μέταλλα που χρησιμοποιούνται συνήθως στους μεταλλικούς καταλυτικούς μετατροπείς είναι η πλατίνα (Pt) και το ράδιο (Rh) με αναλογία ανάμιξης Pt/Rh=5/1. Η αναλογία αυτή όμως διαφοροποιείται ελαφρά από κατασκευαστή σε κατασκευαστή.



Σχήμα 4.9 μεταλλικά πλέγματα που σχηματίζουν τον φορέα πολύ οικονομικών λύσεων σε μικροκινητήρες

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΙΔΗ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΩΝ

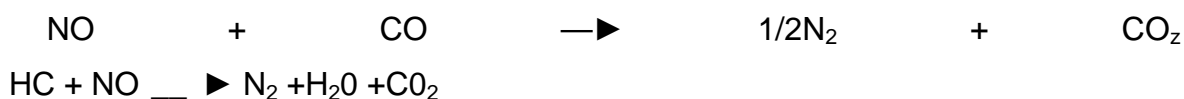
5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το 1976 η Porsche ήταν η πρώτη αυτοκινητοβιομηχανία που χρησιμοποίησε οξειδωτικό καταλύτη. Το πάχος των τοιχωμάτων των αγωγών ροής στον κεραμικό φορέα του οξειδωτικού αυτού καταλύτη ήταν 0,2 mm και η πυκνότητα των αγωγών 300 cpsi. Διατήρησε το είδος αυτό του μετατροπέα (οξειδωτικό) στα αυτοκίνητα της μέχρι το 1980 όπου και τον αντικατέστησε με τριοδικό. Το 1982 τα τοιχώματα των αγωγών ροής του κεραμικού μονόλιθου είχαν πάχος 0,15 mm και πυκνότητα 400 cpsi.

5.2 ΑΝΑΓΩΓΙΚΟΣ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ

είναι ένας συνήθης φορέας κεραμικού μονόλιθου ή και μεταλλικού foil που σαν επίστρωση ευγενών μετάλλων φέρει μόνο ρόδιο. Στον αναγωγικό καταλύτη, το ενδιάμεσο στρώμα είναι το ίδιο ακριβώς που έχουμε περιγράψει στο κεφάλαιο 2. Το είδος αυτού του καταλύτη επειδή δεν χρησιμοποιείται σε καμία εφαρμογή μόνος του, δεν διατίθεται στο εμπόριο σαν μονής κλίνης αναγωγικός μετατροπέας. Πάντα εγκαθίσταται σε συνδυασμό με έναν οξειδωτικό καταλύτη μέσα στο ίδιο περίβλημα. Έτσι σχηματίζεται ένας μετατροπέας διπλής κλίνης (dual bed).

Αν ανατρέξουμε στη χημεία θα θυμηθούμε ότι αναγωγή είναι η αφαίρεση του οξυγόνου από το μόριο του οξειδίου του αζώτου. Έτσι η ονομασία του αναγωγικού καταλύτη είναι εύστοχη αφού γίνεται ο διαχωρισμός των δύο αυτών στοιχείων. Οι αντιδράσεις που γίνονται για την διάσπαση των οξειδίων του αζώτου είναι:



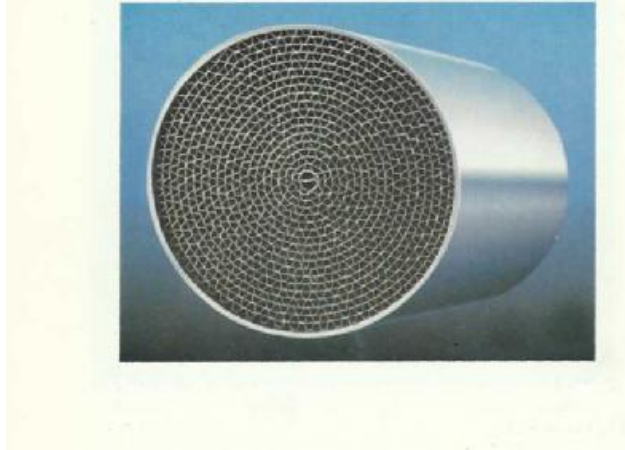
Σχήμα 5.1 χημικές αντιδράσεις σε αναγωγικό καταλύτη

Τα προϊόντα μετά τις αντιδράσεις, (άζωτο, διοξείδιο του άνθρακα και υδρατμοί) είναι αβλαβή για τον άνθρωπο σε σχέση με αυτά που υπήρχαν πριν τις χημικές αντιδράσεις. Οι χημικές αντιδράσεις αναγωγής δεν θα μπορούσαν να γίνουν αν το ρόδιο δεν είχε την ικανότητα να εγκλωβίζει με ευκολία το οξυγόνο κάτω από την επιφάνεια του. Το οξυγόνο αυτό δεσμεύεται από τα οξειδία του αζώτου και παρέχεται με ευκολία στο μονοξείδιο του άνθρακα που μετατρέπεται σε διοξείδιο. Σε έναν συνήθη καταλυτικό μετατροπέα, το υδρογόνο που απελευθερώνεται από τους υδρογονάνθρακες, ενώνεται με το οξυγόνο και σχηματίζονται υδρατμοί. Πρέπει να θυμάστε από το Κεφάλαιο 2 ότι το ρόδιο που υπάρχει σε ένα μεσαίου μεγέθους καταλύτη μπορεί να δεσμεύσει μέχρι και ένα λίτρο οξυγόνου κάτω από την επιφάνεια του.

Πάνω από τους 600° C, το ρόδιο (Rh) μετατρέπεται σε Rh₂O₂ και χάνει σταδιακά την ικανότητα αναγωγής των οξειδίων του αζώτου. Αυτό αποτρέπεται από τους κατασκευαστές με την κατάλληλη διασπορά του μετάλλου πάνω στο ενδιάμεσο στρώμα αλλά και με κάποια άλλα πρόσθετα που αναμιγνύουν στη μάζα του ροδίου. Έτσι η διασπορά και η ποσότητα του ροδίου δεν γίνεται τυχαία αλλά κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες. Ας αναφερθούμε πρακτικά σε ένα παράδειγμα για να καταλάβουμε πάσο επηρεάζεται η απόδοση του μετατροπέα από την πολύ μικρή αύξηση του ροδίου. Αν τα 0,25 γραμμάρια ροδίου που έχουν ψεκαστεί πάνω στο ενδιάμεσο στρώμα ενός μετατροπέα γίνουν 0,5 γραμμάρια, τότε η απόδοση του μετατροπέα αυξάνεται κατά 22%. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι μπορούμε να αυξήσουμε πέρα από κάποιο όριο την ποσότητα του πολύτιμου μετάλλου γιατί επέρχεται κορεσμός της επιφάνειας του ενδιάμεσου στρώματος και κλείνουν οι μικροπόροι και ίσως οι μακροπόροι.

Η ποσότητα του ροδίου που θα χρησιμοποιηθεί σε συγκεκριμένο όγκο καταλύτη έχει καθοριστεί σύμφωνα με διεθνείς προδιαγραφές που έχουν βγει κατόπιν μελετών για την καλύτερη δυνατή μετατροπή των ρύπων. Μια ενδεικτική τιμή, για την ποσότητα του ροδίου που μπορεί να περιέχεται σε ένα καταλύτη που έχει όγκο ένα κυβικό πόδι (28 λίτρα) είναι 14 γραμμάρια. Ο μετατροπέας αυτός του ενός κυβικού ποδιού είναι πολύ μεγάλος, αν σκεφτούμε ότι οι συνήθεις καταλύτες έχουν όγκο αρκετά μικρότερο του λίτρου. Όμως οι τιμές διεθνώς έχουν δοθεί ανά κυβικό πόδι, γι'αυτό είμαστε υποχρεωμένοι να αναφερθούμε στα 28 λίτρα που είναι ένα κυβικό πόδι. Αν κάνουμε μια αναγωγή θα παρατηρήσουμε ότι για ένα μεσαίου

μεγέθους μετατροπέα αυτοκινήτου απαιτείται μια ποσότητα ροδίου λίγο μικρότερη του γραμμαρίου.

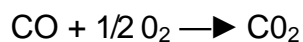


Σχήμα 5.2 Συνήθους μεγέθους μεταλλικός φορέας. (Με την ευγενική χορηγία της Oberland)

5.3 ΟΞΕΙΔΩΤΙΚΟΣ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ

Ο οξειδωτικός καταλύτης χρησιμοποιήθηκε ευρέως στα Αμερικάνικα αυτοκίνητα την πενταετία 1975-1980. Τα τελευταία γνωστά μας (Αμερικάνικα) μοντέλα που συνέχισαν να "φοράνε" τέτοιου τύπου καταλύτη μέχρι το 1992 ήταν η Corvette και η Camaro Z/28.

Χρησιμοποιεί την πλατίνα ή το παλλάδιο για την οξείδωση του CO και των HC. Λόγω του ότι με αυτό το είδος μετατροπέα επιτυγχάνεται μετατροπή των δυο από τους τρεις ρύπους ο οξειδωτικός καταλύτης αναφέρεται σε μερικά βιβλία και σαν διοδικός. Ο μηχανισμός των χημικών αντιδράσεων έχει εξηγηθεί λίγο πριν και οι αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα είναι:



Σχήμα 5.3 χημικές αντιδράσεις σε οξειδωτικό καταλύτη

Αν παρατηρήσουμε τις αντιδράσεις που γίνονται στον οξειδωτικό καταλύτη θα διαπιστώσουμε πως το δηλητηριώδες μονοξείδιο του άνθρακα μετατρέπεται σε διοξείδιο και οι επιβλαβείς υδρογονάνθρακες σε υδρατμούς και διοξείδιο του άνθρακα. Στο παρελθόν είχε γίνει συνδυασμός οξειδωτικού καταλύτη με προσαγωγή φρέσκου αέρα από το περιβάλλον. Μια αντλία, ηλεκτρική ή μηχανική, έκανε προσαγωγή αέρα πριν τον οξειδωτικό καταλύτη και αυτό βοήθησε σημαντικά στην περαιτέρω μείωση των ρύπων. Μετρήσεις έδειξαν αύξηση της απόδοσης κατά 45%.

Θα πρέπει στο σημείο αυτό να διευκρινίσουμε ότι στον οξειδωτικό καταλύτη γίνεται άλλη μια αντίδραση με προϊόντα τα οποία αποδίδουν μια δυσάρεστη οσμή (κλουβιού αυγού). Η αντίδραση αυτή ενώνει τα ίχνη του θείου (S) που περιέχονται στην βενζίνη με το οξυγόνο και παράγονται οξείδια του θείου (SO_x). Αυτό που υπερέχει σε ποσότητα μεταξύ των άλλων οξειδίων του θείου είναι το διοξείδιο αυτού (SO_2). Αυτά αναδύουν την χαρακτηριστική οσμή που όλοι μας έχουμε γνωρίσει. Όμως το κακό με το διοξείδιο του θείου δεν σταματάει στη σχετικά δυσάρεστη οσμή. Υπάρχει και πιο δυσάρεστη συνέχεια, ενώνεται με τους υδρατμούς και σχηματίζονται μικροποσότητες θειικού οξέως. Το θειικό οξύ διαβρώνει το εσωτερικό της εξάτμισης, αν διαφύγει στην ατμόσφαιρα ενώνεται με τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας προς σχηματισμό μικροποσοτήτων αραιωμένου θειικού οξέως μέσα στα σύννεφα. Αυτό πέφτει σαν όξινη βροχή και διαβρώνει τα πάντα με την πάροδο του χρόνου.

Στους οξειδωτικούς καταλύτες η πλατίνα (Pt) είναι το ευγενές μέταλλο που χρησιμοποιούσαν και χρησιμοποιούν ακόμη και σήμερα κάποιοι από τους κατασκευαστές. Άλλοι πάλι χρησιμοποιούν το παλλάδιο γιατί είναι φθηνότερο από την πλατίνα και υποστηρίζουν ότι έχει καλλίτερα τεχνικά χαρακτηριστικά. Παρουσιάζει ικανοποιητική σταθερότητα σε υψηλές θερμοκρασίες και καλή απόδοση στην κρύα εκκίνηση. Όμως η δραματική αύξηση της ζήτησης παλλαδίου από τους κατασκευαστές καταλυτικών μετατροπών είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση της τιμής του. Τα τελευταία τρία χρόνια η τιμή του παλλαδίου έχει τριπλασιαστεί. Η μεγαλύτερη παραγωγή παλλαδίου γίνεται από τη Ρωσία.

Η ποσότητα της πλατίνας που χρησιμοποιείται για την επίστρωση ενός οξειδωτικού μετατροπέα που έχει όγκο ένα κυβικό πόδι (28 λίτρα), δεν ξεπερνά τα 20 γραμμάρια. Συγκρίνοντας την ποσότητα της με αυτήν του ροδίου στον αναγωγικό καταλύτη μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι είναι λίγο περισσότερη.

Μεγαλύτερη ακόμη ποσότητα δεν σημαίνει αύξηση της απόδοσης αλλά αντίθετα μείωση της απόδοσης λόγω επικάλυψης των μικροπόρων και παράλληλα αύξηση του κόστους κατασκευής.

5.4 ΤΡΙΟΔΙΚΟΣ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ

Είναι ο μετατροπέας που έχει καθιερωθεί τα τελευταία χρόνια λόγω της καλής συμπεριφοράς του και της υψηλής απόδοσης του. Είναι συνήθως μονής κλίνης και φέρει συνδυασμό ευγενών μετάλλων πάνω στο ενδιάμεσο στρώμα. Ο φορέας μπορεί να είναι είτε κεραμικός είτε μεταλλικός. Στον τριοδικά καταλύτη επενδύουν οι κατασκευαστές τεχνολογία και έρευνα. Φαίνεται ότι στο προσεχές μέλλον θα κυριαρχήσει με άλλες μορφές και άλλα υλικά. Ήδη έχουμε αναφέρει ότι ο τριοδικός καταλύτης μετατρέπει και τους τρεις ρύπους. Τα ευγενή μέταλλα που χρησιμοποιούνται είναι συνήθως δύο ή τρία. Το ένα από αυτά είναι το ρόδιο για τις αντιδράσεις αναγωγής. Οι συνδυασμοί που γίνονται από τους κατασκευαστές είναι:

- 1) Rh+Pt+Pd
- 2) Rh+Pt
- 3) Rh+Pd

Ο τελευταίος συνδυασμός είναι και ο επικρατέστερος τα τελευταία χρόνια, όπως έχει ήδη αναφερθεί σε προηγούμενη παράγραφο. Αν παρατηρήσουμε την πληροφορία που μας δίνει η εταιρεία Degussa (εταιρεία ανακύκλωσης πολυτίμων μετάλλων από καταλύτες):

α) η πλατίνα είναι το 0,15-0,2% του συνολικού βάρους ενός τριοδικού κεραμικού φορέα,

β) το Rh είναι το 0,03-0,04 % του συνολικού βάρους ενός τριοδικού κεραμικού φορέα.

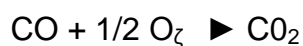
Από τα παραπάνω αναφερόμενα συμπεραίνουμε ότι η μάζα των περιεχομένων πολυτίμων μετάλλων σε έναν τριοδικό κεραμικό καταλύτη είναι πάρα πολύ μικρή.

Η συνήθης αναλογία μαζών των ευγενών μετάλλων που χρησιμοποιούνται στους τριοδικούς καταλύτες είναι Pt:Rh = 5:1, η συνολική μάζα των δύο μετάλλων ανά όγκο φορέα είναι 40 gr/ft³.

Τα στοιχεία βέβαια αυτά ποικίλουν απά κατασκευαστή σε κατασκευαστή. Για το παλλάδιο, η Degussa δεν είναι σε θέση να μας δώσει πληροφορίες αφού είναι ένα

πολύ καινούργιο υλικό στην τεχνολογία κατασκευής καταλυτών. Είναι πολύ μικρό το χρονικό διάστημα για να φτάσουν καταλύτες με παλλάδιο στην φάση της ανακύκλωσης. Διαβάζουμε στο Γερμανικό επιστημονικό περιοδικό MTZ ότι η αναλογία μαζών Pd:Rh είναι 14:1. Η συνολική μάζα των δυο αυτών μετάλλων ανά όγκο φορέα είναι 100 gr/ft³. Με την ευκαιρία ας αναφέρουμε ότι το βάρος κεραμικού μονόλιθου που φέρει ο φορέας κυμαίνεται από 400gr-4500gr ανάλογα με το μοντέλο του αυτοκινήτου. Θα μπορούσαμε να δώσουμε (συμφωνά με στοιχεία της Degussa) και το μέσο όρο βάρους του κεραμικού μονόλιθου που περιέχεται ανά αυτοκίνητο για τα Ευρωπαϊκά αυτοκίνητα αν λέγαμε ότι είναι περίπου 0,9 Kgr.

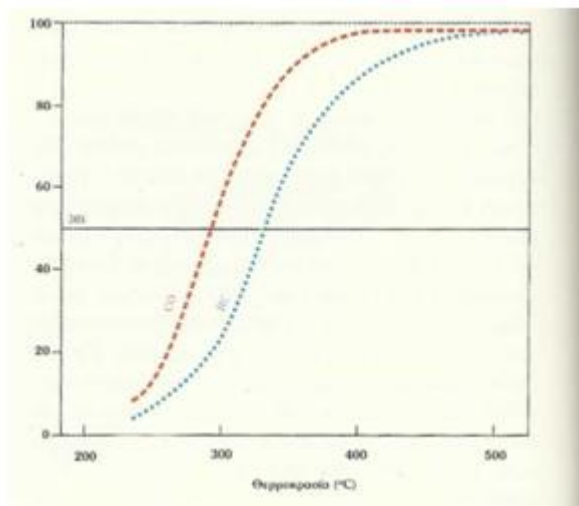
Αναφέραμε ότι ο τριοδικός καταλύτης είναι συνήθως μονής κλίνης και τα ευγενή μέταλλα που φέρει στο εσωτερικό του βρίσκονται αναμεμιγμένα στον ίδιο φορέα. Ο φορέας μπορεί να είναι κεραμικός, είτε μεταλλικός. Οι χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα πάνω από τα ευγενή μέταλλα (Pt+Rh) ή (Pd+Rh) έχουν ως εξής:



Σχήμα 5.4 αντιδράσεις σε τριοδικό καταλύτη

Οι αντιδράσεις επηρεάζονται σημαντικά από τη θερμοκρασία λειτουργίας η οποία πρέπει να κυμαίνεται από 250° έως 400° C για μέγιστη απόδοση. Αυξανόμενη της θερμοκρασίας πέρα από τους 400° C δεν επιτυγχάνεται μεγαλύτερη απόδοση αλλά θερμική γήρανση του μετατροπέα. Ανάλογα λοιπόν με τη θερμοκρασία λειτουργίας επιτυγχάνουμε και την αντίστοιχη απόδοση κατάλυσης.

Η μετατροπή των ρύπων μέσα στον τριοδικό καταλύτη επηρεάζεται και από την ποιότητα του καυσίμου μίγματος που καίγεται μέσα στο θάλαμο καύσεως.



Σχήμα 5.5 διάγραμμα απόδοσης κατάλυσης σε σχέση με τη δημιουργία λειτουργίας του μετατροπέα

Τέλος ένα θέμα που απασχολεί πολύ τους τεχνίτες αλλά και αυτοκινητιστές είναι το πόση ισχύ κόβει ο τριοδικός μετατροπέας που έχει επικρατήσει τα τελευταία χρόνια να τοποθετείται σε όλα σχεδόν τα αυτοκίνητα. Η απάντηση των κατασκευαστών στο ερώτημα αυτό είναι κατηγορηματική και δεν αφήνει περιθώρια για συζήτηση. Οι σημερινοί καταλύτες είτε πρόκειται για κεραμικούς είτε για μεταλλικούς (και πολύ περισσότερο οι μεταλλικοί) δεν "κόβουν" καθόλου ισχύ. Αυτό όσο και αν μας φαίνεται περίεργο οι μετρήσεις στο δυναμόμετρο το αποδεικνύουν. Αν συγκρίνουμε τα διαγράμματα ενός κινητήρα χωρίς καταλύτη και του ίδιου κινητήρα με κεραμικό καταλύτη θα παρατηρήσουμε ότι δεν υπάρχει αξιοσημείωτη διαφορά μεταξύ τους. Οι τελευταίας τεχνολογίας καταλύτες έχουν πολύ λεπτά τοιχώματα στους αγωγούς ροής και η αντίθλιψη που παρουσιάζουν είναι ελάχιστη. Έτσι η ισχύς που "κόβεται" θεωρείται αμελητέα.

Για να επανέλθουμε στο θέμα της δυσάρεστης οσμής που θίξαμε στον οξειδωτικό καταλύτη και για να είμαστε πιο ακριβής, στο τριοδικό τα πράγματα είναι λίγο διαφορετικά. Κατά τη διάρκεια οδήγησης με πλούσιο καύσιμο μίγμα (επιταχύνσεις ή και επιβραδύνσεις) παράγεται υδρογόνο αέριο από την αναγωγή των υδρατμών. Θυμηθείτε ότι το ενδιάμεσο στρώμα (wash coat) περιέχει εκτός των άλλων στοιχείων και τριοξείδιο του δημητρίου το οποίο αποθηκεύει στα μόρια του το θείο που απελευθερώνεται από τη βενζίνη την ώρα της καύσης. Έτσι σχηματίζεται μια ασταθής ένωση θειούχου δημητρίου. Η αναγωγή της όμως από το υδρογόνο που υπάρχει σε περίσσεια στις φάσεις οδήγησης που αναφέραμε έχει σαν αποτέλεσμα τη διάσπαση του θείου από το δημήτριο και την ένωση του με το

υδρογόνο. Το τελικό προϊόν είναι το υδρόθειο το οποίο αναδύει τη χαρακτηριστική οσμή που έχουμε όλοι αισθανθεί. Μια πολύ καλή για την αποφυγή σχηματισμού του υδρόθειου είναι η προσθήκη νικελίου μέσα στον καταλυτικό μετατροπέα.

Το νικέλιο έχει ιδιαίτερη προτίμηση στην ένωση του με το υδρογόνο έτσι διασπά το υδρόθειο σε υδρογόνο και θείο.

5.5 ΠΡΟΚΑΤΑΛΥΤΗΣ

Ο προκαταλύτης είναι ένας μικρός καταλύτης που είναι τοποθετημένος στην πολλαπλή πολύ κοντά στις βαλβίδες εξαγωγής, πριν τον κύριο καταλυτικό μετατροπέα. Είναι κατασκευασμένος από κεραμικό μονόλιθο ή από μεταλλικό foil και χρησιμοποιεί τα ευγενή μέταλλα πλατίνα ή παλλάδιο σαν ενεργά υλικά. Όπως καταλαβαίνουμε πρόκειται για έναν απλό οξειδωτικό καταλύτη.

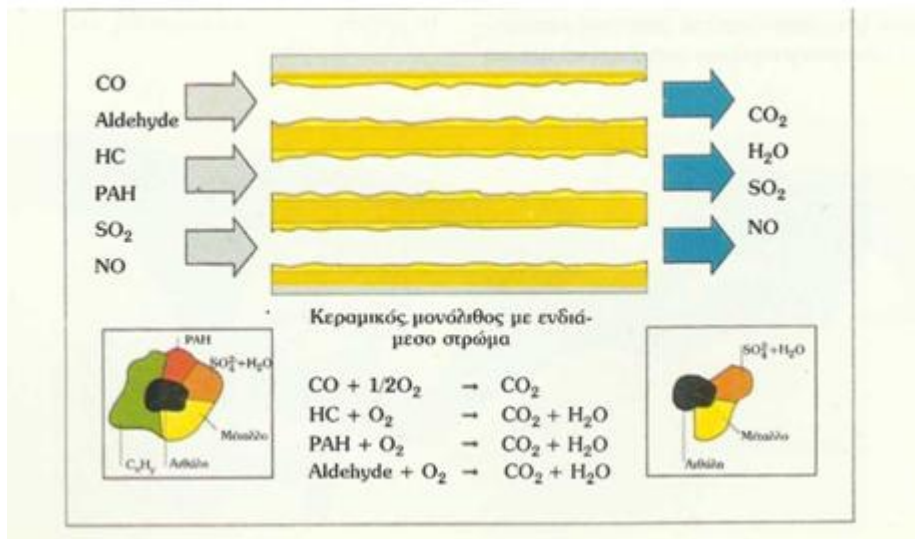
Κατά τη φάση της προθέρμανσης του κινητήρα και μέχρι να ζεσταθεί ο κυρίως καταλύτης, έχει επιτευχθεί η άμεση προθέρμανση του προκαταλύτη επειδή ακριβώς έχει μικρό όγκο και βρίσκεται πολύ κοντά στις βαλβίδες εξαγωγής. Έτσι έχουν αρχίσει σχεδόν ταυτόχρονα με την εκκίνηση του κινητήρα και οι αντιδράσεις μετατροπής των ρύπων. Όμως δεν περιμένουμε η μετατροπή των ρύπων να είναι ίδια με αυτήν που θα συμβεί μετά την προθέρμανση του κυρίως καταλύτη.

Πρέπει να σημειωθεί ότι ο προκαταλύτης προθερμαίνει πολύ πιο γρήγορα τον κυρίως καταλύτη και ο χρόνος αναμονής προθέρμανσης αυτού ελαχιστοποιείται με την τοποθέτηση ενός οξειδωτικού προκαταλύτη πολύ κοντά στην πολλαπλή εξαγωγή. Αυτό οφείλεται στο ότι τα καυσαέρια εξερχόμενα από τον προκαταλύτη έχουν ακόμη μεγαλύτερη θερμοκρασία από αυτήν της εισόδου τους σε αυτόν. Επομένως διευκολύνει τον κυρίως καταλύτη στο έργο του και μάλιστα τον αναγκάζει να προθερμανθεί συντομότερα αφού τα καυσαέρια διαφεύγουν πιο θερμά από αυτόν κατά την φάση της προθέρμανσης.

5.6 Ο ΚΑΤΑΛΥΤΗΣ ΣΤΟΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΑ

Τα τελευταία χρόνια σε πολλές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει αρχίσει το retrofit και στους πετρελαιοκινητήρες με νόμους και παροχές από το κράτος. Οι κατασκευαστές αυτοκινήτων με πετρελαιοκινητήρα έχουν αρχίσει να εφοδιάζουν τα

καινούργια αυτοκίνητα με καταλύτη. Πολλοί δε από αυτούς τοποθετούν επιπλέον και αιθαλοπαγίδες για τη συγκράτηση της εκπεμπόμενης αιθάλης.



Σχήμα 5.6 χημικές αντιδράσεις σε κεραμικό οξειδωτικό καταλύτη πετρελαιοκινητήρα

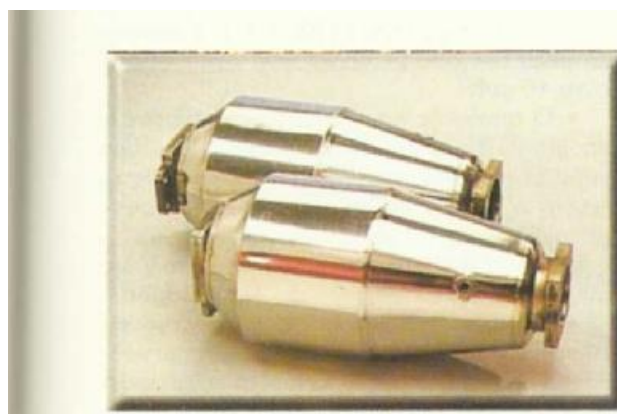
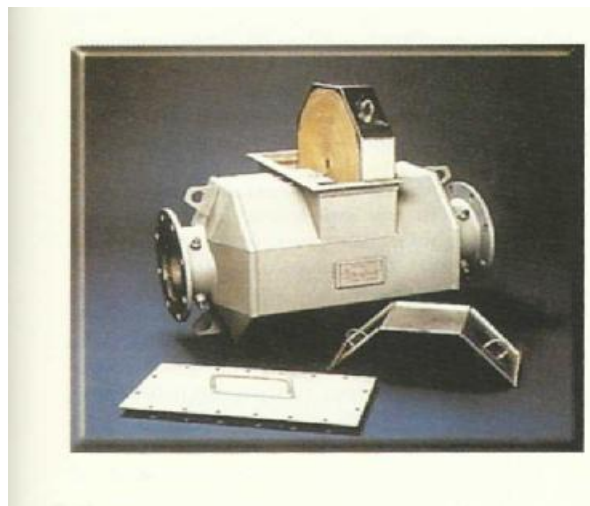
Ο καταλυτικός μετατροπέας που χρησιμοποιείται στους πετρελαιοκινητήρες είναι ένας απλός οξειδωτικός καταλύτης με λίγο μεγαλύτερες διαστάσεις ίσως από τον οξειδωτικό του βενζινοκινητήρα που μελετήσαμε μέχρι τώρα. Αυτό συμβαίνει επειδή ο κυβισμός των πετρελαιοκινητήρων είναι κατά πολύ μεγαλύτερος από αυτόν των βενζινοκινητήρων και η παροχή των καυσαερίων αρκετά μεγαλύτερη.

5.7 Ο ΚΑΤΑΛΥΤΗΣ ΣΤΟΝ ΥΓΡΑΕΡΙΟΚΙΝΗΤΗΡΑ

Το ενδιαφέρον για τα εναλλακτικά καύσιμα όπως είναι το συμπιεσμένο φυσικό αέριο (CNG από το Compressed Natural Gas), το υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG από το Liquefied Natural Gas) ή το υγροποιημένο τεχνητό αέριο (LPG από το Liquefied Petroleum Gas) έχει αυξηθεί κατά τα τελευταία χρόνια. Λάβετε υπόψη και το ότι η καύση τους είναι πολύ πιο καθαρή από αυτή των υγρών καυσίμων. Οι υδρογονάνθρακες που εκπέμπονται σε πολύ περιορισμένο αριθμό από τους

υγραεριοκινητήρες φυσικού αερίου στο μεγαλύτερο τους ποσοστό (90-95%) είναι άκαυστο μεθάνιο. Έχει αποδειχθεί ότι το μεθάνιο (CH_4) δεν σχηματίζει ενώσεις με το όζον (O_3). Όμως είναι μια από τις πιο δύσκολες ενώσεις στην οξείδωση και διάσπαση της. Στους υγραεριοκινητήρες που καταναλώνουν τεχνητό αέριο (LPG) δεν υπάρχει το ίδιο πρόβλημα αφού το τεχνητό αέριο είναι μίγμα αιθανίου και προπανίου. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις οποιοδήποτε εναλλακτικού καυσίμου χρησιμοποιούμε σχεδόν τον ίδιο τριοδικό καταλύτη, με αυτόν του Βενζινοκινητήρα, αφού η πλατίνα και το ρόδιο είναι πολύ αποδοτικά στη μετατροπή του CO και των NO_x σε συνθήκες στοιχειομετρικής καύσης.

Πρέπει όμως να τονιστεί ότι οι τριοδικοί καταλύτες που χρησιμοποιούνται στα Βενζινοκίνητα αυτοκίνητα έχουν πολύ φτωχή απόδοση στη μετατροπή του μεθανίου. Η λύση ήρθε μετά από έρευνα και δοκιμές. Με την αύξηση του ποσοστού του παλλαδίου η κατάσταση Βελτιώνεται και η απόδοση κατάλυσης αυξάνεται.



Σχήμα 5.7 Οξειδωτικοί καταλυτικοί μετατροπείς της εταιρείας KEMIRA.



Σχήμα 5.8 Καταλύτης για κινητήρες LPG-CNG.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΖΗΜΙΕΣ ΤΟΥ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΥ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑ ΚΑΙ ΤΑ ΑΙΤΙΑ ΠΟΥ ΤΙΣ ΠΡΟΚΑΛΟΥΝ

6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Θα μπορούσαμε να κατατάξουμε τις ζημιές που παθαίνουν οι μετατροπείς σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με τις αιτίες που τις προκαλούν:

- 1) στην πρώτη κατηγορία ανήκει η "απενεργοποίηση των ευγενών μετάλλων"
- 2) στη δεύτερη κατηγορία θα εντάξουμε τις "θερμικές καταπονήσεις"
- 3) στην τρίτη κατηγορία τις "μηχανικές καταπονήσεις".

Θα μπορούσαμε να πούμε ότι και στις τρεις κατηγορίες το αποτέλεσμα είναι το ίδιο, προκαλούνται ανεπανόρθωτες ζημιές στον καταλυτικό μετατροπέα, παρεμποδίζοντας τη σωστή λειτουργία του και ελαττώνοντας σημαντικά τη διάρκεια ζωής του.

6.2 ΑΠΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΤΩΝ ΕΥΓΕΝΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

Η απενεργοποίηση των ευγενών μετάλλων που μπορεί να συμβεί έχει σαν αποτέλεσμα την παύση της λειτουργίας του μετατροπέα. Έτσι τα καυσαέρια δεν είναι δυνατόν να μετατραπούν σε καθαρότερα αφού ο καταλύτης έχει χάσει την ικανότητα του. Στη διάλεκτο των συνεργείων αυτό ονομάζεται "δηλητηρίαση του καταλύτη" και οφείλεται στις παρακάτω βασικές αιτίες:

Μόλυβδος

Σαν πρώτη και κυριότερη αιτία απενεργοποίησης των ευγενών μετάλλων θα αναφέρουμε το μόλυβδο (Pb). Οι εταιρείες πετρελαιοειδών, στο παρελθόν, πρόσθεταν μόλυβδο σε υγρή μορφή (τετρααιθυλιούχος μόλυβδος) και σε συγκεκριμένη αναλογία μέσα στη βενζίνη για να αυξήσουν τον αριθμό οκτανίων αυτής, αλλά και για να υπάρχει στοιχειώδης λίπανση των εδρών των βαλβίδων του κινητήρα. Το παράδειγμα που θα αναφέρουμε στη συνέχεια δείχνει χαρακτηριστικά πως αυξάνεται ο αριθμός οκτανίου με την προσθήκη μικρής ποσότητας μολύβδου σε υγρή χημική μορφή. Αν στην παλαιά απλή βενζίνη με μόλυβδο που είχε 92 οκτάνια και έπαψε να κυκλοφορεί, προσθέσουμε 0,4 gr

μόλυβδου, τότε θα παρασκευάσουμε Βενζίνη super με 97 οκτάνια. Η παραγωγή βενζίνης με υψηλό αριθμό οκτανίων χωρίς μόλυβδο είχε πολύ μεγάλο κόστος και δεν ήταν συμφέρουσα, έτσι με μικρό κόστος κατάφεραν να παρασκευάσουν βενζίνες με υψηλό αριθμό οκτανίων. Σήμερα έχει περιοριστεί πολύ η χρήση βενζίνης με μόλυβδο και στο προσεχές μέλλον θα σταματήσει να κυκλοφορεί βάσει της τελευταίας οδηγίας της Ευρωπαϊκής Κοινότητας. Η αμόλυβδη βενζίνη που κυκλοφορεί σήμερα δεν περιέχει μόλυβδο αλλά αρωματικούς υδρογονάνθρακες (βενζόλιο) προκειμένου να αυξηθούν τα οκτάνια και να έχουμε μικρό κόστος παραγωγής. Οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες δεν απενεργοποιούν τα ευγενή μέταλλα και ενδείκνυται η χρήση της αμόλυβδης βενζίνης σαν καύσιμο στα αυτοκίνητα καταλυτικής τεχνολογίας.

Οι κινητήρες είναι σχεδιασμένοι να λειτουργούν με υψηλή σχέση συμπίεσης που απαιτεί και υψηλό αριθμό οκτανίων.

Αποτέλεσμα αυτού του συνδυασμού είναι ότι η υψηλή σχέση συμπίεσης προσφέρει χαμηλότερη κατανάλωση καυσίμου. Οι δύο αυτοί παράγοντες προσφέρουν οικονομία καυσίμου 1% σε κάθε λίτρο αλλά για κάθε ένα οκτάνιο. Για να γίνει πιο κατανοητό αναφέρουμε ένα παράδειγμα, αν σε ένα λίτρο καυσίμου αυξήσουμε τα οκτάνια από 92 σε 97 θα υπάρξει μια αύξηση 5 οκτανίων, επομένως η οικονομία καυσίμου θα φτάσει το 5%. Όπως καταλαβαίνετε η εξοικονόμηση αυτή είναι πολύ μεγάλη. Ο μόλυβδος που περιέχεται ακόμη και σήμερα στη βενζίνη super είναι από τα πιο ισχυρά "δηλητήρια" των καταλυτών. Έτσι λοιπόν αν χρησιμοποιηθεί βενζίνη με μόλυβδο, αυτός επικαλύπτει την ενεργό επιφάνεια του καταλύτη σαν μία αδιαπέραστη μεμβράνη. Η επικάλυψη αυτή δεν επιτρέπει στα καυσαέρια να έρθουν σε επαφή με τους καταλύτες (Pt, Pd και Rh) και έτσι επέρχεται η απενεργοποίηση της ενεργής καταλυτικής επιφάνειας των ευγενών μετάλλων και ο κινητήρας εκπέμπει πλέον επιβλαβή αέρια για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Αρκούν ένα ή δυο "γεμίσματα" του ρεζερβουάρ με βενζίνη που περιέχει μόλυβδο για να καταστρέψουν πλήρως τον καταλυτικό μετατροπέα. Οι κατασκευαστές αυτοκινήτων έχουν προβλέψει τον παράγοντα αυτόν και τοποθετούν μικρής διαμέτρου στόμια στα ρεζερβουάρ ώστε να μη χωράει η "μάνικα" της βενζίνης με μόλυβδο.

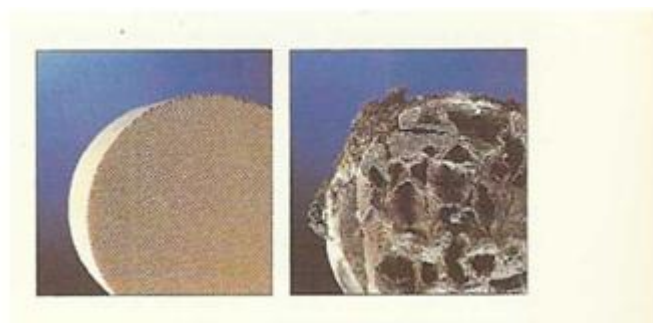
Λιπαντικό του Κινητήρα

Η δεύτερη αιτία απενεργοποίησης των ευγενών μετάλλων είναι το λάδι λίπανσης του κινητήρα. Όλοι οι κινητήρες καταναλώνουν λιπαντικό (καίνε λάδια) άλλοι λιγότερο άλλοι περισσότερο. Μικρό μέρος του λιπαντικού που τελικά φτάνει για να λιπάνει τα τοιχώματα των κυλίνδρων εκτίθεται στις υψηλές θερμοκρασίες του θαλάμου καύσης και καίγεται. Τα λιπαντικά περιέχουν υδρογονάνθρακες που θεωρούνται καύσιμο αλλά και άλλα πρόσθετα στοιχεία για τη βελτίωση των ιδιοτήτων τους. Το ερώτημα λοιπόν κατά πόσο οι ατμοί του "καμένου λιπαντικού" επηρεάζουν τη διάρκεια ζωής του καταλυτικού μετατροπέα, έχει γίνει θέμα εκτεταμένων μελετών και ερευνών. Τόσο οι εταιρείες λιπαντικών όσο και οι κατασκευάστριες εταιρείες καταλυτικών μετατροπέων αλλά και οι κατασκευαστές αυτοκινήτων έχουν συνεργαστεί με ιδιαίτερη ευαισθησία και προσοχή για τη βελτίωση της σύνθεσης των λιπαντικών ώστε αυτά να μην επηρεάζουν τη λειτουργία και τη διάρκεια ζωής του καταλύτη.

6.3 ΘΕΡΜΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ

Για να λειτουργήσει σωστά ένας καταλυτικός μετατροπέας, χρειάζεται:

- α) να εισέρχεται σε αυτόν το σωστό μείγμα καυσαερίων μετά από μια καλή καύση
- β) η θερμοκρασία λειτουργίας του θα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 250° και 350° C.



Σχήμα 6.1 τήξη του φορέα

Τα καρμπυρατέρ που δεν είναι ρυθμισμένα ορθά ή τα συστήματα ψεκασμού που δεν λειτουργούν σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή μπορεί να προκαλέσουν πλούσιο μίγμα και κατά συνέπεια τα καυσαέρια να φέρουν πολλούς άκαυστους υδρογονάνθρακες (άκαυστη βενζίνη) στον μετατροπέα. Επίσης ένας εξασθενημένος ή ετεροχρονισμένος σπινθήρας μπορεί να είναι η αιτία παρουσίας άκαυστης βενζίνης στα καυσαέρια και κατά συνέπεια στον καταλυτικό μετατροπέα. Ο μετατροπέας λόγω των υψηλών θερμοκρασιών λειτουργίας θα παράσχει πρόσφορο πεδίο για την καύση των υδρογονανθράκων που κατάφεραν και έφτασαν σε αυτόν και έτσι θα προσπαθήσει να τους "κάψει". Αν αυτό συνεχιστεί για περισσότερο από 5 λεπτά, τότε θα αυξηθεί σημαντικά η θερμοκρασία στο εσωτερικό του και θα αρχίσει η τήξη των ευγενών μετάλλων του ενδιάμεσου στρώματος και του φορέα.

Θα μπορούσαμε να προσθέσουμε και άλλη μια αιτία για την δημιουργία πλούσιου καυσίμου μίγματος που ήδη την έχουμε αναφέρει λίγο πιο πριν. Πλούσιο μίγμα θα παραχθεί και από ελαττωματικό λήπτη λάμδα, ο οποίος δίδει εσφαλμένες πληροφορίες για την ποσότητα του οξυγόνου που διέρχεται από τα καυσαέρια. Η βλάβη όμως του λήπτη λάμδα καταγράφεται από τον εγκέφαλο και ανάβει η ενδεικτική λυχνία στο ταμπλό των οργάνων. Είναι περιττό ίσως να σημειώσουμε ότι το ίδιο συμβαίνει σε καταγραφή βλάβης οποιουδήποτε αισθητήρα από τον εγκέφαλο.

Με την Καταγραφή της βλάβης τίθεται σε λειτουργία ένα ειδικό πρόγραμμα που αναφέρεται ως SOS, το οποίο δημιουργεί ένα σχετικά πλούσιο μίγμα για να καλύπτει όλες τις συνθήκες λειτουργίας αγνοώντας τους αισθητήρες. Στην περίπτωση αυτή, μόλις ο οδηγός δει την ένδειξη στο ταμπλό θα πρέπει το συντομότερο να επισκεφθεί το κοντινότερο συνεργείο για να επισκευαστεί η βλάβη.

Ένας ελαττωματικός αισθητήρας θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού ο οποίος αναφέρει πάντα χαμηλή θερμοκρασία του κινητήρα έχει σαν αποτέλεσμα τη παρατεταμένη λειτουργία του μπεκ ψυχρής εκκίνησης ή την δημιουργία πλούσιου καυσίμου μίγματος. Όμως, το ίδιο θα προκληθεί και από έναν θερμοστάτη ο οποίος έχει κολλήσει στην ανοικτή θέση. Δεν θα επιτρέψει στον κινητήρα να φτάσει στην κανονική θερμοκρασία λειτουργίας με αποτέλεσμα ο εγκέφαλος να δημιουργεί πλούσιο μίγμα. Αυτά έχουν σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση ακαυστων

υδρογονανθράκων στο εσωτερικό του μετατροπέα με τις συνέπειες που θα περιγράψουμε παρακάτω.

Αν λοιπόν παρουσιαστεί "μετάκαυση" των άκαυστων υδρογονανθράκων μέσα στον μετατροπέα και βέβαια αν αυτή διαρκέσει περισσότερο από μερικά λεπτά, τότε θα αυξηθεί η θερμοκρασία του σημαντικά και θα αρχίσει να λιώνει το εσωτερικό του. Λεπτομερέστερα:

Στον καταλυτικό μετατροπέα με κεραμικό μονόλιθο θα λιώσει ο κεραμικός φορέας και στη συνέχεια θα φράξουν οι αγωγοί ροής των καυσαερίων. Εάν η άνοδος της θερμοκρασίας διαρκέσει περισσότερη ώρα, τότε ο καταλυτικός μετατροπέας θα παραμορφωθεί πλήρως και θα καταστεί απολύτως ανενεργός. Θα γίνει αντιληπτή η ζημιά αυτή από την πτώση της απόδοσης του κινητήρα λόγω της μεγάλης αντίθλιψης. Με ανάλυση των καυσαερίων στην έξοδο του μετατροπέα μπορεί να εντοπιστεί εύκολα ότι αυτός έχει πάψει να λειτουργεί. Επίσης μετρώντας την υποπίεση στην πολλαπλή εισαγωγή και την πίεση εξόδου των καυσαερίων μπορούμε να συγκρίνουμε τις τιμές αυτές με τις τιμές του κατασκευαστή του οχήματος και να βγάλουμε τα συμπεράσματά μας για την κατάσταση του εσωτερικού του μετατροπέα. Στους "κεραμικούς καταλύτες" η κανονική θερμοκρασία λειτουργίας κυμαίνεται από 250° C μέχρι 350° C. Στην περίπτωση που γίνεται καύση στον κινητήρα με ελαφρώς πλούσιο μίγμα, τότε η θερμοκρασία στο εσωτερικό του μετατροπέα αυξάνει και ξεπερνά τους 650° C. Αν όμως συνεχιστεί η καύση των υδρογονανθράκων περισσότερο χρόνο, τότε η θερμοκρασία μπορεί να ξεπεράσει τους 1200° C. Η απενεργοποίηση των ευγενών μετάλλων που αναφέραμε σε προηγούμενη παράγραφο γίνεται σε χαμηλότερες θερμοκρασίες. Η τήξη όμως του μονόλιθου αρχίζει πάνω από τους 14000° C

2) στον μεταλλικό καταλυτικό μετατροπέα το πηνίο κανονικών θερμοκρασιών λειτουργίας είναι και εδώ 250° C – 300° C , η άνοδος της θερμοκρασίας λειτουργίας πάνω από τους 1100° C θα προκαλέσει σοβαρά προβλήματα όπως αυτό της θερμικής διάβρωσης. Το foil διαβρώνεται λόγω της θερμικής καταπόνησης και τρυπάει, έτσι φράζουν οι αγωγοί ροής, αυξάνοντας την αντίθλιψη και ελαττώνοντας την απόδοση του κινητήρα.

6.4 ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΗ

Η δομή του καταλυτικού μετατροπέα είναι τέτοια που δεν επιτρέπει χαλαρότητα στα εσωτερικά μέρη αυτού. Έτσι αποτρέπεται η ταλάντωση αυτών μέσα στο αστάλινο περίβλημα. Όμως μπορούν να συμβούν εσωτερικές ζημιές από την εξωτερική καταπόνηση του μετατροπέα, με συνέπεια τη δυσμενή λειτουργία και απόδοση του.

Εξωτερικές Ζημιές

Οι εξωτερικές ζημιές συμβαίνουν βασικά από την απροσεξία του οδηγού. Αν το όχημα κινηθεί με μεγάλες ταχύτητες σε εκτός δρόμου διαδρομές (χωμάτινες), τότε ο μετατροπέας σίγουρα θα κτυπηθεί από κάποια πέτρα ή σε κάποιο ανάχωμα. Το περίβλημα θα υποστεί τοπική παραμόρφωση, που θα έχει σαν αποτέλεσμα το ράγισμα του κεραμικού μονόλιθου ή το σπάσιμο αυτού σε μικρά τεμάχια τα οποία στη συνέχεια θα φράξουν μέρος των αγωγών ροής του. Στο μεταλλικό καταλύτη από την στρέβλωση του περιβλήματος θα πιεστούν οι αγωγοί του foil και θα δημιουργηθεί το ίδιο πρόβλημα, αύξηση της αντίθλιψης.

Όπως έχουμε αναφέρει ο διαστελλόμενος τάπητας επικαλύπτει τον φορέα του κεραμικού μονόλιθου και συγκρατεί αυτόν σταθερά μέσα σε κατάλληλη θέση στο περίβλημα παρέχοντας του ένα μαλακό υπόστρωμα για να απορροφώνται οι κραδασμοί. Όμως αν κτυπηθεί το περίβλημα από πέτρα, τότε ο τάπητας επειδή ακριβώς είναι μαλακός δεν παρέχει προστασία απέναντι σε τέτοιου είδους καταπονήσεις.

Όλοι μας έχουμε "κολλήσει" το πίσω μέρος του αυτοκίνητου σε κάποιο ψηλό πεζοδρόμιο. Αν η εξάτμιση "βρίσκει" πάνω σε αυτό και ο κινητήρας λειτουργεί, τότε οι κραδασμοί του κινητήρα "κτυπούν" την εξάτμιση με μεγάλη ταχύτητα και δύναμη πάνω στο πεζοδρόμιο. Έτσι καταπονείται ο κεραμικός φορέας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη θραύση του γιατί τα λεπτά τοιχώματα των αγωγών ροής του φορέα δεν μπορούν να αντέξουν τη μηχανική αυτή καταπόνηση.



Σχήμα 6.2 εξωτερική ζημιά στο περίβλημα του μετατροπέα που μπορεί να έχει συνέπειες στο εσωτερικό του



Σχήμα 6.3 εξωτερική ζημιά στο περίβλημα του μετατροπέα

Όμως τα κτυπήματα του μετατροπέα σε ανωμαλίες του εδάφους μπορεί να έχουν και άλλα αποτελέσματα εκτός από το σπάσιμο του κεραμικού μονόλιθου:

α) το σπάσιμο των συγκολλητικών ραφών του περιβλήματος και διαρροή των καυσαερίων

β) χαλάρωση των συνδέσεων των σωληνώσεων και διαρροή των καυσαερίων

γ) παραμόρφωση εξωτερικά του κελύφους με απρόβλεπτες ζημιές στο εσωτερικό του καταλυτικού μετατροπέα.

Όποιο από τα παραπάνω και αν συμβεί είναι βέβαιο ότι παρεμποδίζεται η σωστή λειτουργία του καταλυτικού μετατροπέα. Ο καταλυτικός μετατροπέας γίνεται αναποτελεσματικός και πρέπει να αντικατασταθεί αμέσως. Με μέτρηση της υποπίεσης της πολλαπλής εισαγωγής και της πίεσης εξόδου των καυσαερίων μπορούμε εύκολα να διαπιστώσουμε τη ζημιά του φορέα από σπάσιμο. Το ίδιο ίσως αποτέλεσμα θα έχουμε αν μετρήσουμε τα καυσαέρια πριν και μετά τον μετατροπέα.

Τα τελευταία χρόνια, για την ελάττωση των κραδασμών που μεταφέρονται μέσω της σωλήνωσης της εξαγωγής από τον κινητήρα προς τον μετατροπέα

χρησιμοποιούνται εύκαμπτα τεμάχια σωλήνα (flexible pipes) για να απορροφήσουν τους κραδασμούς και να ταλαιπωρηθεί όσο το δυνατόν λιγότερο ο μετατροπέας.

Διάρκεια ζωής του καταλυτικού μετατροπέα

Η διάρκεια ζωής του μετατροπέα είναι περιορισμένη και διακρίνεται σε δυο πεδία. Το ένα πεδίο έχει σχέση με τη μηχανική διάρκεια ζωής και η πράξη μέχρι σήμερα έχει δείξει ότι ξεπερνά τις 200.000 Km για κεραμικούς καταλύτες και 300.000 Km για τους μεταλλικούς καταλύτες. Η μηχανική διάρκεια ζωής επηρεάζεται από τις μηχανικές καταπονήσεις. Το άλλο πεδίο είναι η χημική διάρκεια ζωής η οποία επηρεάζεται από την απενεργοποίηση των ευγενών μετάλλων ή την υπερθέρμανση. Αυτή ξεπερνά τις 100.000 Km αν ο κινητήρας βρίσκεται σε καλή κατάσταση και δεν συμβαίνουν όλα αυτά που περιγράψαμε μέχρι τώρα. Έχουμε αναφέρει στο πρώτο κεφάλαιο ότι στο εξωτερικό παρέχεται 8-ετής, τουλάχιστον, εγγύηση καλής λειτουργίας. Όμως στην περίπτωση που συμβεί ζημιά στον καταλυτικό μετατροπέα από κακή λειτουργία μερών του κινητήρα ή μηχανικές καταπονήσεις που οφείλονται στην κακή οδήγηση, τότε η κατασκευάστρια εταιρεία δεν καλύπτει την αντικατάσταση του μετατροπέα ανέξοδα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Αν και τα σύγχρονα αυτοκίνητα έχουν γίνει αρκετά ασφαλή με τα συστήματα παθητικής και ενεργητικής ασφάλειας με τα οποία είναι εφοδιασμένα τελευταία, παράλληλα, γίνονται χρόνο με το χρόνο πιο οικονομικά και φιλικά για το περιβάλλον. Απαιτείται όμως περαιτέρω μείωση των ρύπων και ελάττωση της κατανάλωσης καυσίμου. Μόνο με την επίτευξη αυτών των στόχων θα μπορέσουμε να ελέγξουμε τη ρύπανση του περιβάλλοντος από τους κινητήρες εσωτερικής καύσης.

Όταν αναφερόμαστε σε κινητήρες εσωτερικής καύσης, δεν πρέπει να έχουμε στο μυαλό μας μόνο τα αυτοκίνητα, αλλά να σκεφτόμαστε τα μοτοποδήλατα και τις μοτοσυκλέτες. Η ρύπανση από αυτά είναι σημαντικότερη καθώς όπως γνωρίζουμε και βλέπουμε, τα δίχρονα εκπέμπουν πολύ υψηλά επίπεδα υδρογονανθράκων από την άκαυστη βενζίνη και το καμένο λάδι. Βέβαια, η βιομηχανία κατασκευής δικύκλων θα συνεχίσει να έχει ηγετικό ρόλο, λόγω της μεγάλης διευκόλυνσης που παρέχουν τα δίκροχα στη μετακίνηση μέσα στις πόλεις όπου τα συνεχή και ατελείωτα "μποτιλιαρίσματα" είναι καθημερινή συνήθεια. Είναι γνωστό, ότι στην Ινδία υπάρχει ο μεγαλύτερος αριθμός δικύκλων από ότι σε όλες τις άλλες χώρες μαζί. Μια μελέτη στο Νέο Δελχί (Ινδία) το 1996 έδειξε ότι 7.500 άνθρωποι πέθαναν από τη ρύπανση του αέρα και άλλοι 2.500.000 απέκτησαν πνευμονολογικά προβλήματα.

Τα τελευταία χρόνια οι κατασκευάστριες εταιρείες δικύκλων κάνουν σημαντικά βήματα στον περιορισμό των ρύπων. Ο εφοδιασμός των δικύκλων με καταλύτες είναι πλέον γεγονός. Αλλά και η βελτίωση της ποιότητας της καύσης έχει εξελιχθεί.

Για να καεί 1 λίτρο βενζίνης απαιτούνται 10.000 λίτρα αέρα, όλος αυτός ο όγκος εκπέμπεται υπό μορφή καυσαερίων στην ατμόσφαιρα. Από τα καυσαέρια αυτά μπορούν να θεωρηθούν ως επιβλαβή αέρια το 1 % περίπου του συνολικού όγκου αυτών. Ρύποι επίσης εκπέμπονται και από τους πετρελαιοκινητήρες μόνο που τα επίπεδα εκπομπής μονοξειδίου του άνθρακα και οξειδίων του αζώτου, είναι πολύ χαμηλότερα. Αν θέλουμε να το γενικεύσουμε και άλλο αυτό, τότε όλοι οι κινητήρες εσωτερικής καύσης εκπέμπουν ρύπους, για παράδειγμα αναφέρουμε τους

κινητήρες βάσεως (γεννήτριες), τα αγροτικά μηχανήματα και τους κινητήρες που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία για διάφορες εργασίες.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Δανιήλ Γ.Φ « κινητήριες μηχανές II», Αθήνα 1988

Δημοπούλου, Ηλία Ε «βλάβες- επισκευές αυτοκινήτων», Αθήνα 1986

Ζαραγκούλιας Γ. Νικόλαος « νέα τεχνολογία αυτοκινήτου, ρυθμίσεις INJECTION»
COPYRATING N. ZARAGKOYLIAS, ΑΘΗΝΑ 1989

Ζαχμάνογλου Θ. «Σύστημα διεύθυνσης οχημάτων», Αθήνα 1986

Ζαχμάνογλου Θ. , Καπετανάκης Γ., Καραμπίλιας Π., Πατσιαβιός Γ. «Πέρα από το 2000» 8^η έκδοση, Αθήνα 2004

Καλλικούρδη Μαρ.-Βάου, Ευαγγ. «τεχνολογία αυτοκινήτου», Αθήνα 1978

Κουζέλη Θεοδ.Α.-Παναγιωτίδη, Παν.Χ. «αυτοκίνητα και μηχανήματα τεχνικών έργων», Αθήνα 1986

Μαυρίδης, Κωνσταντίνος Π. Τίτλος « Μηχανές εσωτερικής καύσης» Κωνσταντίνος Π. Μαυρίδης. Πάτρα : ΤΕΙ Πάτρας, 1998.

Παναγιωτίδης Παν.Χρ. «εργαστήριο ειδικότητας μηχανών αυτοκινήτου», Αθήνα 1983

Πασχάλη Ρετζέπη «τεχνολογία αυτοκινήτων» εκδόσεις «ΙΩΝ», Αθήνα 1993

Σταυρόπουλος Πολυδωρος , Μανίκας Θωμάς «καταλύτες αυτοκινήτων» εκδόσεις «ΙΩΝ», Αθήνα 2000

ΔΙΑΔΥΚΤΥΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ

<http://www.exhaustcenter.gr/264/?gclid=CKiMh9ziqqkCFUIMfAodVAJ-Jg>

<http://oncar.weebly.com/kappaalphataualphalambda973tauepsilonsigmaf---chitaualphapi972deltaiotaalpha.html>

http://15tee-thess.thess.sch.gr/katalitikos_metatropeas.htm

<http://www.motorwomen.gr/main/articles/tech2.htm>

<http://www.polkarag.gr/FILES/chem/chemicalkinetics/cinetic%20files/catalyst.htm>

<http://www.nissantuners.gr/forum/index.php?topic=1099.0>