

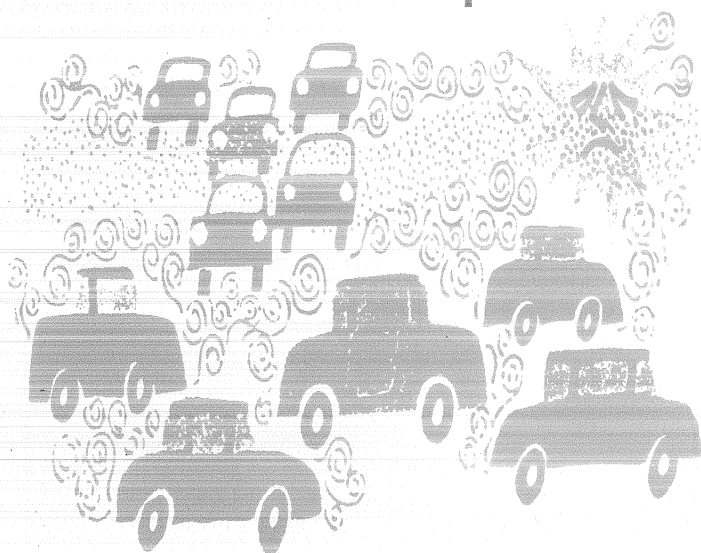
ΤΟ
ΤΕΕ Μαγνησίας
σε συνεργασία με
• Νομαρχιακή αυτοδιοίκηση
(τμ. περιβάλλοντος)
• ΣΙΣΑΝ.Μ. και το
• Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

διοργανώνουν ημερίδα με θέμα:

**ατμοσφαιρική
ρύπανση**

αυτοκίνητο

**αντιρρυπαντική
τεχνολογία**



ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ
2ας Νοεμβρίου - Ξενοφώντος
τηλ. 0421 - 26.574, 26.173 fax. 21.944

ΤΕΤΑΡΤΗ 6 ΝΟΕΜΒΡΙΟΥ 1996

αμφιθέατρο του ΤΕΕ Μαγνησίας ώρα 5 μ.μ.
2ας Νοεμβρίου - Ξενοφώντος

ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Ήρακλής Ηλιάς
Πρόεδρος Δ.Ε./ΤΕΕ Μαγνησίας

Φθαμπούρης Κώστας
Γεν. Γραμ. Δ.Ε./ΤΕΕ Μαγνησίας

Πλαστόρας Θεοδ.
Πρόεδρος ΣΙΣΑΝ Μ.

Παιδοπούλου Κλαίρη
γραφείο περιβάλλοντος Ν.Α

Τσαγανός Βασίλης
Μ.Ε. Περιβάλλοντος

Τσιακάρης Παναγιώτης
καθ. Πανεπιστημίου Θεσσαλίας

ΟΡΓΑΝΩΤΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ

Ελένη Αντωνιάδου
Σοφία Καζάκη
Άννα Χατζηγεωργίου

ΠΡΟΣΚΛΗΣΗ

Σας προσκαλούμε στην ημερίδα
που διοργανώνει το ΤΕΕ Μαγνησίας
σε συνεργασία με
την Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση (τμήμα περιβάλλοντος),
το ΣΙΣΑ Ν.Μ. και
το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
που θα γίνει
την Τετάρτη 6 Νοεμβρίου 1996 και ώρα 17:00
στο αμφιθέατρο του ΤΕΕ με θέμα:
"ατμοσφαιρική ρύπανση - αυτοκίνητο -
αντιρυπαντική τεχνολογία"

Ηλιάς Ήρακλής
Ο Πρόεδρος ΤΕΕ/Μαγνησίας

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ

17:00	Έναρξη
17:00 - 17:20	Χαιρετισμοί
17:20 - 17:30	Αργυρίου Θανάσης - Χημικός Μηχανικός Εισήγηση Επιτροπής Περιβάλλοντος του ΤΕΕ τμήμα Μαγνησίας
17:30 - 17:50	Ιφιγένεια Βελιέτζα τμήμα Χημικών Μηχανικών Α.Π.Θ. ΘΕΜΑ: "Ατμοσφαιρική ρύπανση και αυτοκίνητο"
17:50 - 18:20	Παναγόπουλος Δημήτρης - Συγγραφέας εισήγησης Ε.Ε.Σ. ΘΕΜΑ: "Τριοδικός καταλύτης - Αισθητήρας Η - Λύσεις και προβλήματα"
18:20 - 18:40	Σταματάς Νικόλαος - Προϊστάμενος τεχνικού ελέγχου οχημάτων (Κ.Τ.Ε.Ο.) ΘΕΜΑ: "Έλεγχος Καυσαερίων οχημάτων - κάρτα ελέγχου καυσαερίων, Κ.Ε.Κ."
18:40 - 19:00	Διάλειμμα
19:00 - 19:30	Κουντουράς Λίνος Μηχανολόγος Μηχανικός. ΘΕΜΑ: "Καταλύτες μη ευγενών μετάλλων - Αρνητικές επεμβάσεις της αυτοδιοίκησης στα οικολογικά"
19:30 - 20:00	Δερμιτζάκης Γιάννης Μηχανολόγος, Ηλεκτρολόγος Μηχανικός, Υπεύθυνος του τμήματος αυτοκινήτου και εξωτερικών καύσεων της Δ/νσης ΕΑΡΘ. ΘΕΜΑ: "Το αυτοκίνητο του αύριο"
20:00 - 20:30	Αγγελίδης Θωμάς Λέκτορας Χημικός Μηχανικός. ΘΕΜΑ: "Ανάκτηση πολύτιμων μετάλλων από εξαντλημένους καταλύτες αυτοκινήτων"
20:30 - 20:50	Τσιακάρης Παναγιώτης Καθηγητής πανεπιστημίου Θεσσαλίας ΘΕΜΑ: "Ερευνητικές δραστηριότητες του Τμήματος Μηχανολόγων, Μηχανικών βιομηχανίας"
20:50 - 22:00	Συζήτηση

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ : ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ, ΜΕΤΡΑ ΚΑΙ ΛΥΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΤΟΛΗΣ ΡΥΠΑΝΣΕΩΣ .

ΙΦΙΓΕΝΕΙΑ Π. ΒΕΛΕΝΤΖΑ, Χημικός Μηχανικός
Τομέας Τεχνολογιών - Τμήμα Χημικών Μηχανικών Α.Π.Θ.
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης - Πολυτεχνική Σχολή.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση στις μέρες μας έχει καταστεί εφιαλτική καθώς συχνά κάνει την παρουσία της στις πυκνοκατοικημένες κυρίως αστικές περιοχές με σοβαρά επακόλουθα στην υγεία των ανθρώπων.

Είναι σ' όλους γνωστός ο όρος «σύννεφο αιθαλομίχλης» ή νέφος, το οποίο δημιουργείται από τρεις κυρίως παράγοντες : i) από την λειτουργία εγκαταστάσεων κεντρικής θερμάνσεως (κατά τους χειμερινούς μήνες) ii) από την δραστηριότητα των βιομηχανικών εγκαταστάσεων iii) στις αστικές περιοχές η δημιουργία του νέφους οφείλεται σχεδόν κατ' αποκλειστικότητα στην κυκλοφορία του υπέρμετρου στόλου των αυτοκινήτων.

Το φαινόμενο είναι ανησυχητικό σήμερα διότι εντοπίζεται και σε μικρότερες πόλεις, πέραν του γεγονότος ότι οι περισσότεροι από μας αδιαφορούν για την υπάρχουσα αυτή σοβαρή κατάσταση.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.

Οι κύριοι ρυπαντές που προέρχονται από την κυκλοφορία των οχημάτων είναι CO, NO_x, HC, Pb, SO₂, αιθάλη (6). Μεγάλη (>50%) είναι η συνεισφορά των οχημάτων στην ατμοσφαιρική ρύπανση.

Ο βαθμός ρυπάνσεως είναι συνάρτηση της ταχύτητας και της παλαιότητας του αυτοκινήτου, σε συνδυασμό βέβαια και με την θερμοκρασία του περιβάλλοντος (κλιματολογικές συνθήκες). Είναι γνωστό ότι χαμηλές ταχύτητες συμβάλλουν σε ατελή καύση και άρα παραγωγή CO και HC, ενώ υψηλές ταχύτητες προκαλούν αύξηση της θερμοκρασίας του κινητήρα και επομένως αύξηση της παραγωγής NO_x.

Είναι φυσικό λοιπόν στο κέντρο των πόλεων να ανευρίσκονται κυρίως ρυπαντές HC και CO, ενώ στους δρόμους ταχείας κυκλοφορίας NO_x (5).

Το κλάσμα των αρωματικών υδρογονανθράκων των ανευρισκομένων στα καυσαέρια αυξάνει ανάλογα με την παλαιότητα και την χαμηλή θερμοκρασία του αυτοκινήτου στην εκκίνηση.

Στον Πίνακα I παρουσιάζονται κάποιες ενδείξεις σχετικές με τις εκπομπές οχημάτων στην περιοχή της Θεσσαλονίκης, ενώ πολύ σημαντική φαίνεται να είναι η συνεισφορά του εν κινήσει στόλου των αυτοκινήτων στην συνολική ατμοσφαιρική ρύπανση (Πίνακας II), για την περιοχή Αθηνών.

ΠΙΝΑΚΑΣ I.

Ετήσιες εκπομπές ρύπων (Θεσσαλονίκη) (1992).

Κατηγορία	CO (kt/έτος)	HC (kt/έτος)	NO _x (kt/έτος)
Αυτοκίνητα Ι.Χ.	71,6	8,8	3,1
Ταξί	0,22	0,31	0,114
Αστικά λεωφορεία	0,73	0,185	0,346
Φορτηγά < 16 tn	0,54	0,24	0,67
Μοτοσυκλέτες	1,6	1,185	0,005

ΠΙΝΑΚΑΣ II.

Εκπομπές ρύπων από την κίνηση αυτοκινήτων, από την λειτουργία κεντρικών θερμάνσεων, από την δραστηριότητα βιομηχανικών εγκαταστάσεων (Αθήνα) .

Πηγές Ρυπαντές	Οχήματα (%)	Κεντρικές Θερμάνσεις (%)	Βιομηχανίες (%)
Αιθάλη	65	17	18
SO ₂	8	22	70
NO _x	68	5	27
CO	100	-	-
HC	69	-	31

ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΙΔΡΟΥΝ ΣΤΗΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΕΩΣ.

Το νέφος πρωτοεμφανίσθηκε στο λεκανοπέδιο Αττικής, και αποτελεί συνηθισμένη μορφή ατμοσφαιρικής ρυπάνσεως.

Φαίνεται ότι το νέφος (7) ευνοείται από την ύπαρξη κάποιων παραγόντων όπως η τοπογραφία της περιοχής / οι κλιματολογικές συνθήκες (υγρασία και άπνοια, ενώ το ηλιακό φως συνεισφέρει στην δημιουργία δευτερογενών ρύπων) / η μόνιμη και σημαντική συσσώρευση ρυπαντών, που εξουδετερώνουν την ικανότητα της ατμοσφαιράς προς αυτοκαθαρισμό / η θερμοκρασιακή αναστροφή (8).

Καυσαέρια, αναθυμιάσεις από το ρεζερβουάρ βενζίνης ή το καρμπυρατέρ, φθορές σε φρένα και ελαστικά, εξάτμιση διαλυτών από την βαφή αυτοκινήτου, σχεδιασμός του κινητήρος, χρησιμοποιούμενο είδος καυσίμου, η μηχανική κατάσταση του κινητήρος και ακόμα οι συνθήκες κυκλοφορίας, ο τρόπος οδήγησης, ο σχεδιασμός των πόλεων, αποτελούν τους βασικούς παράγοντες της δημιουργίας επεισοδίων νέφους.

Εκτός αυτών και η ηχορύπανση (4) αποτελεί σημαντικό ρυπαντή (επιταχύνσεις, απότομα φρεναρίσματα, κ.ά.).

Στο είδος και στην εξάπλωση των ρυπαντών είναι δυνατόν να προκληθούν κάποιες μεταβολές από κάποιες ενέργειες. Για παράδειγμα, κατά την επιβράδυνση του κινητήρος σημειώνεται αύξηση των ποσών HC και CO. Εάν ο κινητήρας είναι ρυθμισμένος να λειτουργεί σε ελάχιστες τιμές HC και CO, υπάρχει μεγαλύτερο ποσό NO_x, ενώ στην περίπτωση φτωχού μίγματος (π.χ. 15:1, αναλογία αέρος : καύσιμο), παρατηρείται μείωση των CO και HC, αλλά παράλληλα και αύξηση των NO_x (1).

ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΚΑΤΑΣΤΟΛΗΣ ΤΗΣ.

Τα μέτρα που το κράτος έχει θεσπίσει για την κατά το δυνατόν καταστολή της ατμοσφαιρικής ρυπάνσεως, θα μπορούσαν να συνοψισθούν ως εξής : α) Εγκαταστάσεις Κ.Τ.Ε.Ο. (Κέντρα Τεχνικού Ελέγχου Οχημάτων), όπου πραγματοποιούνται έλεγχοι για την καλή κατάσταση του οχήματος και τις εκπομπές καυσαερίων. β) επί τόπου (στον δρόμο) έλεγχος των αερίων καύσεως των κινουμένων βενζινοκινήτων και πετρελαιοκινήτων οχημάτων όπως ταξί, λεωφορεία, φορτηγά. Αυτό το μέτρο εφαρμόζεται κυρίως στην Αθήνα. γ) Βελτίωση της συνθέσεως του καυσίμου (για παράδειγμα, το περιεχόμενο σε Pb της βενζίνης έχει ορισθεί σε 0,15 gr/lit και το περιεχόμενο του πετρελαίου σε S σε 0,3% Κ.Β). δ) Εφαρμογή νέων τεχνολογιών (αντιρρυπαντικών) για ταξί (καταλυτικά ταξί, χρήση υγραερίου σαν καύσιμο). ε) Πρόβλεψη ενός ειδικού πετρελαίου για λεωφορεία ή φορτηγά με σκοπό την μείωση εκπομπών αιθάλης. ζ) Τακτικός έλεγχος και συντήρηση του κινητήρος για τα μέσα μαζικής μεταφοράς (αστικές συγκοινωνίες).

ΆΛΛΑ ΜΕΤΡΑ - ΛΥΣΕΙΣ.

α) Δυνατότητα κατασκευής και εξαπλώσεως του ηλεκτροκίνητου αυτοκινήτου (οχήματος).
β) Εφαρμογή νέων τεχνολογιών για την εξέλιξη του τύπου του κινητήρος (θερμοηλεκτρικές ή ηλιακές εφαρμογές) γ) Χρησιμοποίηση εναλλακτικών καυσίμων (υγρό υδρογόνο, μεθανάλη, κ.ά.) δ) Έλεγχος παράνομης σταθμεύσεως και επιβολή προστίμων.
ε) Ενθάρρυνση της χρησιμοποίησης ποδηλάτου στο κέντρο της πόλεως - κατασκευή ειδικών λωρίδων κυκλοφορίας για τα ποδήλατα, επί των δρόμων - ζ) Θεσμός της κάρτας ελέγχου καυσαερίων (Κ.Ε.Κ.) η) Τα κίνητρα για την απόσυρση παλαιών οχημάτων και η αντικατάστασή τους με άλλα νέας τεχνολογίας, σίγουρα συνέβαλαν στον αγώνα κατά της ρυπάνσεως της ατμοσφαιράς της οφειλομένης στο αυτοκίνητο.

- Νομίζω ότι τα κυκλοφορούντα αυτοκίνητα θα πρέπει να σχεδιάζονται για τα ελληνικά δεδομένα, δηλαδή για την κατάσταση των δρόμων, το κλίμα κ.λ.π.

Ιδίως τα εισαγόμενα οχήματα όπως και πολλά ανταλλακτικά τους ή τα ελαστικά, συνήθως σχεδιάζονται για συνθήκες ίσως πολύ διαφορετικές από τις ελληνικές ανάγκες.

- Οι άδειες οδηγήσεως θα πρέπει να αποκτώνται σε καλά οργανωμένες σχολές οδηγήσεως των οποίων τα στελέχη να διακρίνονται για τις γνώσεις και το κύρος τους στο αντικείμενο όχι μόνο της οδηγήσεως αλλά και της διδασκαλίας της λειτουργίας των βασικών στοιχείων των μηχανικών τμημάτων του αυτοκινήτου.

- Δραστηριότητες όπως διαπλάτυνση οδών ή καθιέρωση μονοδρόμων, θα μπορούσε να καταστείλει - κατά το δυνατόν - το βασικό κυκλοφοριακό πρόβλημα.

- Ένα άλλο βασικό μέτρο είναι η αποθάρρυνση της χρησιμοποίησης του αυτοκινήτου τουλάχιστον όπου αυτό είναι εφικτό (μετακίνηση σε κοντινές αποστάσεις, στο κέντρο της πόλεως κ.λ.π.). Στις περιπτώσεις αυτές ενδείκνυται η χρησιμοποίηση των μέσων μαζικής μεταφοράς, η χρησιμοποίηση ποδηλάτου ή γιατί όχι το βάδισμα, όταν δεν υπάρχουν ειδικά προβλήματα υγείας (λαχάνιασμα, εύκολη κόπωση, κ.ά.).

Όμως είναι αρκετά τα άτομα που αισθάνονται τρομερή εξάρτηση από το αυτοκίνητο, ώστε να το θεωρούν αναπόφευκτη «ασθένεια» (5).

- Το αυτοκίνητο συμβάλλει αποφασιστικά στην επέκταση της πόλεως και στην δημιουργία μακρινών προαστίων. Μ' αυτόν τον τρόπο γίνεται αναγκαία πλέον η χρήση του αυτοκινήτου, τα δε άτομα εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από αυτό. Έτσι δημιουργείται ένας φαύλος κύκλος : το αυτοκίνητο μεγαλώνει τις αποστάσεις αντί να τις μικρύνει. Εξ' άλλου είναι γενικά παραδεκτό ότι το αυτοκίνητο χρησιμοποιείται σαν μέσον φυγής από την άχαρη και γεμάτη ρύπους μοντέρνα πόλη, για την κατάσταση της οποίας το αυτοκίνητο είναι ο κύριος υπεύθυνος.

Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΥ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ.

Το καταλυτικό είναι ένα αυτοκίνητο της νέας τεχνολογίας το οποίο είναι εφοδιασμένο με τον καταλυτικό μετατροπέα (αυτό το τόσο γνωστό εξάρτημα αλλά συγχρόνως και τόσο άγνωστο).

Στόχος του καταλύτου είναι η μετατροπή των ρυπογόνων ουσιών των καυσαερίων σε αβλαβή κατά το δυνατόν αέρια (CO_2 και H_2O , υπό ιδανικές συνθήκες), με συνδυασμό οξειδωτικών και αναγωγικών αντιδράσεων.

Οξειδία χαλκού, μαγγανίου, χρωμίου κ.ά., με προσκόλληση στην επιφάνεια τους από λευκόχρυσο, ρόδιο ή παλλάδιο, χρησιμεύουν συνήθως σαν υλικά κατασκευής του καταλύτου.

Για να παραμείνει ο καταλύτης αποτελεσματικός, δηλαδή να εκπληρώνει τον σκοπό για τον οποίο τοποθετήθηκε, θα πρέπει να υπάρχει αρμονικός συνδυασμός του με όλα τα συστήματα του κινητήρος : τροφοδοσία, ανάφλεξη, ψύξη, κ.ά., τα οποία να είναι καλά ρυθμισμένα (3). Αν, για παράδειγμα, από τυχόν κακή λειτουργία των μπουζί αναπτυχθούν υψηλές θερμοκρασίες ή από βλάβη του συστήματος αναφλέξεως ο κινητήρας «ρετάρει», τότε ο καταλύτης επηρεάζεται πολύ αρνητικά ή και καταστρέφεται.

Επίσης μία σειρά άλλων προβλημάτων σχετίζονται άμεσα με την χρησιμοποίηση των καταλυτών. Ένα από τα βασικότερα προβλήματα νομίζω πως είναι η οξειδωση του S του περιεχομένου στα καύσιμα, προς SO₃, υπό τις υπάρχουσες στον καταλύτη συνθήκες. Ύπαρξη SO₃ συνεπάγεται, ως γνωστόν, και ύπαρξη H₂SO₄ στην ατμόσφαιρα, με προφανείς τις επιπτώσεις (3).

Η εξάπλωση της εφαρμογής της τεχνολογίας του καταλύτου στα αυτοκίνητα, ίσως ήταν μια βιαστική απάντηση και λύση στην ανησυχητική αύξηση της ρυπάνσεως της ατμοσφαιρας από την κυκλοφορία των συμβατικών αυτοκινήτων.

Ο πρωταρχικός σκοπός των βιομηχανιών αυτοκινήτων σίγουρα είναι η κατασκευή βελτιωμένων κινητήρων, οι οποίοι να μειώνουν μεν την εκπομπή των καυσαερίων, αλλά συγχρόνως να μειώνουν και την κατανάλωση καυσίμου, χωρίς όμως απώλειες ισχύος.

Είναι γεγονός ότι μια ιδανική αναλογία αέρος - καυσίμου απαιτείται για την καλύτερη λειτουργία του αυτοκινήτου. Όμως, όταν απαιτείται υψηλή απόδοση κινητήρος, καταναλώνεται μεγαλύτερη ποσότητα καυσίμου, αλλά και απαιτείται υψηλότερη ποσότητα αέρος, ώστε να γίνει περισσότερο οικονομική η όλη συνάρτηση.

Οι απώλειες στα καταλυτικά αυτοκίνητα προέκυψαν από την μεγαλύτερη κατανάλωση καυσίμου και την μείωση της ωφέλιμης ισχύος. Υπάρχει επιπλέον και το κόστος συντηρήσεως μετά από ένα ορισμένο αριθμό χιλιομέτρων.

Για να εξισορροπηθούν οι απώλειες ισχύος, οι αυτοκινητοβιομηχανίες κατασκευάζουν οχήματα με μεγαλύτερη χωρητικότητα κινητήρος. Ίσως αυτός να είναι και ο λόγος της εξαφανίσεως κινητήρων μικρής χωρητικότητας και οχημάτων με μικρότερη κατανάλωση καυσίμου.

Επιπλέον, η αμόλυβδη βενζίνη η οποία κατ' αποκλειστικότητα χρησιμοποιείται από τα καταλυτικά οχήματα ενοχοποιείται, και πορίσματα διεθνών Συνεδρίων αναφέρουν ότι η χρήση αυτού του είδους της βενζίνης είναι μεν περισσότερο φιλική προς το περιβάλλον, αλλά βλαβερή στην υγεία του ανθρώπου.

Το κράτος έχει ενδιαφερθεί για το θέμα αυτό και έχει αναθέσει σε Επιστημονικές Επιτροπές την έρευνα για την αποτελεσματικότητα των καταλυτικών αυτοκινήτων και την λειτουργία τους με τα λιγότερα προβλήματα για την ανθρώπινη υγεία.

Παρ' όλη την ανάπτυξη της αντιρρυπαντικής τεχνολογίας με χρήση καταλύτου, ακόμη και σήμερα υπάρχουν κάποια προβλήματα σχετικά με την λειτουργία των καταλυτών, τον χρόνο ζωής τους και την διάθεση των κατεστραμμένων καταλυτικών μετατροπών. Οι απόψεις των ειδικών ως προς τα ανωτέρω θέματα, δίστανται.

Για την καταλυτική τεχνολογία κάποιος βέβαια θα μπορούσε να υποστηρίξει : «ουδέν καλόν αμιγές κακού», και ίσως κάποιος άλλος θα συμμεριζόταν την άποψη ενός φιλοσόφου: «οι φυσικές επιστήμες μπορούν να επιλύσουν ένα πρόβλημα, δημιουργούν όμως την ίδια στιγμή άλλα δέκα!».

Η ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ : ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΟ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ.

Για τους παραπάνω λόγους η τεχνολογία στρέφεται προς τα λεγόμενα οικολογικά αυτοκίνητα.

Σαν οικολογικά θεωρούνται κατά κύριο λόγο τα ηλεκτρικά ή ηλεκτροκίνητα οχήματα, τα οποία κινούνται με ηλεκτρικές μπαταρίες.

Πρόκειται για μικρά - ελαφρά οχήματα κατασκευασμένα από υλικά όπως κράματα Al ή πολυμερή σύνθετα υλικά ή συνδυασμό αλουμινίου με πλαστικά υλικά σε sandwich (2). Χαρακτηριστικά στοιχεία τους είναι: η εξωτερική τους εμφάνιση η οποία είναι μάλλον λιτή, δηλαδή δεν αποκαλύπτει την ταυτότητα της κοινωνικής τάξεως του κυρίου τους/ η νοοτροπία οδηγήσεώς τους/ η ανάπτυξη μικρών ταχυτήτων μέσα στην πόλη.

Ένα άλλο είδος οικολογικών οχημάτων είναι τα λεγόμενα υβριδικά, στα οποία συνδυάζεται ηλεκτροκίνητος κινητήρας με μια συνηθισμένη μηχανή diesel. Σ' αυτά, η παραγόμενη ενέργεια κατά το φρενάρισμα συνήθως αποθηκεύεται σαν ηλεκτρισμός που θα χρησιμοποιηθεί στην επιτάχυνση του οχήματος. Τα οχήματα αυτού του είδους θα μπορούν κάλλιστα να χρησιμοποιηθούν για τις συγκοινωνίες.

Παράλληλα υβριδικά ηλεκτρικά αυτοκίνητα θεωρούνται αυτά που συνδυάζουν θερμικό και ηλεκτρικό κινητήρα, ενώ στα υβριδικά εν σειρά η κίνηση πραγματοποιείται με έναν ή περισσότερους κινητήρες, και είναι καθαρά ηλεκτρική.

Οικολογικά θεωρούνται και τα οχήματα που κινούνται με μεθανάλη. Σ' αυτά η εκπομπή NO_2 είναι σημαντικά μειωμένη, ενώ μηδενική είναι η ρύπανση αιθάλης.

Πάντως τα περισσότερα των οικολογικών οχημάτων και δη των ηλεκτροκινήτων που κυκλοφορούν ανά τον κόσμο, προς το παρόν κινούνται μόνο σε πειραματικό στάδιο, κυρίως λόγω του υψηλού κόστους των. Οι ειδήμονες, υπολογίζουν ότι πριν το έτος 2.000 δεν θα υπάρξει μαζική παραγωγή για τα αυτοκίνητα αυτά. _

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.

1. Αναγνωστόπουλος, Α., «Η ρύπανση του περιβάλλοντος», 2η έκδοση, Θεσσαλονίκη, 1989.
2. Automotive Engineering, May 1993, p. 31.
3. Βελέντζα, Ιφιγένεια, Π., «Καταλύτες αυτοκινήτων: Μύθος ή ορθή απάντηση στην ρύπανση του περιβάλλοντος;» Π. Τεχνική Επιθεώρηση (In press).
4. Βελέντζα, Ιφιγένεια, Π., «Ρύπανση από θορύβους στο περιβάλλον και περιβάλλον ενός εργοστασίου: Αντιμετώπιση και έλεγχος», Πρακτικά Συνεδρίου Περιβαλλοντικής Επιστήμης και Τεχνολογίας, Εκδ. Θ. Λέκκας, Τόμος Α, σελ. 67, Μυτιλήνη, Σεπτέμβριος 1989.
5. Γεωργόπουλος, Α., «Περιβαλλοντική επιστήμη» Σημειώσεις Πανεπιστημιακής χρήσεως, Θεσσαλονίκη, 1992.
6. Horne, R.A., «The chemistry of our environment», J. Wiley Inter. Publ., New York, 1978.
7. Sawyer, C.N., Mc Carty, P.L., «Chemistry for environmental engineering», Inter. Stud. ed., Mc Graw - Hill, Kogakusha Ltd, Tokyo, 1985.
8. Wispelaere, C., «Air pollution modeling and its applications», Plenum Press, New York, 1981.

ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ

ΕΙΣΗΓΗΣΗ

ΘΕΜΑ: **ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ**
ΚΑΤΑΛΥΤΕΣ - ΑΙΣΘΗΤΗΡΑΣ ΛΑΜΔΑ

Εισηγητής Δ.Ν.Παναγόπουλος
Συγγραφέας - εισηγητής Ε.Ε.Σ.

Νοέμβριος '96

Εισαγωγή

Η καταστροφή του περιβάλλοντος

□ Η κατανάλωση οξυγόνου

Το πρόβλημα της μόλυνσης παρουσιάζεται ιδιαίτερα έντονο στα αστικά κέντρα και όχι στην ύπαιθρο. Σε μια πόλη, οι ταχύτητες που αναπτύσσουν τα αυτοκίνητα δεν είναι τόσο μεγάλες όσο στις εθνικές οδούς. Οι ιπποδυνάμεις που απαιτούνται είναι μικρές και ένας κινητήρας με μικρή ιπποδύναμη κινείται ικανοποιητικά στη πόλη. Στις χαμηλές στροφές οι μικροί κινητήρες παρουσιάζουν καλύτερο στρωβιλισμό και συνεπώς καλύτερη καύση, ατ'ότι οι μεγάλοι κυβισμού κινητήρες. Σε συνθήκες κίνησης μέσα στη πόλη, ο μικρός κινητήρας εκπέμπει μικρότερες ποσότητες ρυπογόνων καυσαερίων. Εννοείται ότι και ο μικρός κινητήρας θα είναι νέας τεχνολογίας, με αισθητήριο Lambda και καταλύτη, και όχι κάποιος κινητήρας συμβατικής τεχνολογίας.

Στην 15χρονη έρευνα με αντικείμενο τους κινητήρες των αυτοκινήτων, διαπίστωσα ότι οι ανησυχίες των ειδικών επικεντρώνονταν στα εξερχόμενα καυσαέρια. Κανένας δεν ενδιαφέρθηκε για τις ποσότητες του **οξυγόνου** που "καταναλώνει" το αδηφάγο αυτοκίνητο κατά την εισαγωγή του καυσίμου μίγματος. Το πρόβλημα παρουσιάζεται στα αστικά κέντρα όπου, και αυξημένη είναι η κίνηση του αυτοκινήτου, και ο χώρος είναι περιορισμένος.

Όταν εξέφρασα τις ανησυχίες μου για την ελάττωση του οξυγόνου του ατμοσφαιρικού αέρα, άκουσα την απάντηση: *το 21% του αέρα είναι οξυγόνο και αυτό δεν μειώνεται εύκολα.*

Επομένως, σύμφωνα με την απάντηση που μου δόθηκε, δεν χρειάζονται τα δένδρα στη πόλη, ούτε τα δάση δίπλα στις πόλεις, το οξυγόνο είναι πάντα αρκετό ???

Δυστυχώς η αλήθεια είναι διαφορετική. Ένας κινητήρας σε μία επιτάχυνση, καταναλώνει το οξυγόνο που παράγεται από ένα μεγάλο δένδρο σε 24 ώρες.

ΠΡΟΣΗΜΕΙΩΣΗ :

Η αναλογία του μίγματος αέρα/βενζίνης για την καύση της βενζίνης είναι 14,7/1 (σε βάρος). Επομένως, για τη καύση 1 Kg βενζίνης "καταναλώνουμε" 14,7 Kg αέρα. Περίπου 12,4 m³, κυβικά μέτρα αέρα. (Πυκνότητα αέρα = 1.18 Kg/m³)

Ας έρθουμε πάλι στο πρόβλημα των αστικών κέντρων. Ας υποθέσουμε ότι ανακαλύψαμε τον κινητήρα που **δεν εκπέμπει κανένα ρυπογόνο αέριο... Ο τέλειος κινητήρας**. Δε παύει όμως, αυτός ο τέλειος κινητήρας να καταναλώνει το οξυγόνο του αέρα της πόλης.

Σε συνθήκες κυκλοφοριακής συμφόρησης, χιλιάδες αυτοκίνητα θα καταναλώνουν το οξυγόνο των δρόμων των πόλεων, το οξυγόνο που είναι απαραίτητο για την αναπνοή του

Εισαγωγή

Η καταστροφή του περιβάλλοντος

ανθρώπου, για τη λειτουργία του μυικού συστήματος και του εγκεφάλου.

Το μέλλον των κινητήρων εσωτερικής καύσης είναι ζοφερό. **Ακόμη και στη περίπτωση του τέλει κινητήρα, πάλι θα καταναλώνεται πολύτιμο οξυγόνο.**

Πιστεύω να έγινε κατανοητός ο κίνδυνος μείωσης του οξυγόνου του αέρα των πόλεων από τη λειτουργία των κινητήρων εσωτερικής καύσης (συμβατικών ή και ιδανικών κινητήρων). Το **υδρογόνο** θα το συναντήσουμε στη συνέχεια ως το μελλοντικό καύσιμο των κινητήρων των αυτοκινήτων. Και σ' αυτή τη περίπτωση θα "ξοδεύουμε" οξυγόνο.

Θα πρέπει να τονισθεί εδώ ότι οι κινητήρες **Diesel** καταναλώνουν περισσότερο οξυγόνο απ' ό,τι οι κινητήρες βενζίνης. Οι χωρητικότητες των κινητήρων Diesel είναι συνήθως μεγάλες και η σχέση συμπίεσης ανέρχεται στο **23/1** προκειμένου να εξασφαλίσουμε την καύση του πετρελαίου. Ένας κινητήρας Diesel χρειάζεται πολύτιμο οξυγόνο για να κινηθεί μέσα στα αστικά κέντρα, ακόμα και στις χαμηλές στροφές.

Οι κινητήρες Diesel λειτουργούν, σε κανονικές συνθήκες φορτίου, με φτωχά μίγματα (**18/1**). Κατά την επιτάχυνση ή σε συνθήκες υψηλών φορτίων, ο κινητήρας Diesel

λειτουργεί με πλούσια μίγματα. Όταν επικρατήσει ο ηλεκτρονικός ψεκασμός και στους κινητήρες Diesel, τότε θα αντιμετωπισθεί το φαινόμενο της υπερβολικής ρύπανσης από κινητήρες που λειτουργούν με υψηλά φορτία. (είναι μεγάλο πρόβλημα οι αρρυθμιστοι κινητήρες των λεωφορείων των αστικών συγκοινωνιών).

Η λειτουργία των κινητήρων Diesel με πλούσια μίγματα κατά την επιτάχυνση ή όταν τα φορτία είναι υψηλά (ανηφόρες κλπ), είναι ένα φαινόμενο που το έχετε συναντήσει με τη μορφή του μαύρου καπνού που εξέρχεται από τις εξατμίσεις των λεωφορείων.

☐ Το οξυγόνο O_2

Αποτελεί το **20,9%** του ατμοσφαιρικού αέρα και είναι απαραίτητο για τη διατήρηση της ζωής των ζώων και των φυτών. Κατά την εισπνοή εισέρχεται στους πνεύμονες και ενώνεται με την **αιμοσφαιρίνη του αίματος (Hb)**.



Από την αντίδραση αυτή παράγεται η **οξυαιμοσφαιρίνη (HbO_2)**. Με τη κυκλοφορία του αίματος, η οξυαιμοσφαιρίνη μεταφέρεται σε όλους τους ιστούς του σώματος όπου αποδεσμεύει το οξυγόνο. Το οξυγόνο στους ιστούς προκαλεί οξειδώσεις, (καύσεις), πα-

Εισαγωγή

Η καταστροφή του περιβάλλοντος

πράγεται ενέργεια και συγχρόνως έχουμε τη παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα CO_2 και H_2O . Το CO_2 με την εκπνοή αποβάλλεται στην ατμόσφαιρα.

Η έλλειψη του οξυγόνου αποτελεί μία από τις βασικές αιτίες για την εκδήλωση πολλών σωματικών και ψυχικών ασθενειών. Τα αποτελέσματα από την έλλειψη του οξυγόνου δεν εμφανίζονται αμέσως. Μέχρι τώρα καταφέραμε να ενοχοποιούμε μόνο τα "βλαβερά" αέρια. Στο μέλλον, πολλές ασθένειες θα αποδίδονται στην μακρόχρονη διαβίωση σε συνθήκες "έλλειψης οξυγόνου".

Οι κινητήρες των αυτοκινήτων, εκτός του ότι καταναλώνουν το πολύτιμο για τις πόλεις οξυγόνο, εκλύουν ταυτόχρονα τα βλαβερά οξείδια του Αζώτου. Τα **οξείδια του Αζώτου NO_x** σχηματίζουν την "**όξινη βροχή**" που αποψιλώνει (καταστρέφει) τα δάση. Θα λέγαμε ότι με έμμεσο τρόπο, πάλι το αυτοκίνητο μειώνει το οξυγόνο το προερχόμενο από τα δάση. Μία ακόμη ουσιαστική "πηγή οξυγόνου" είναι τα φύκη των θαλασσών. Η ρύπανση των θαλασσών από τα βιομηχανικά απόβλητα, τις όξινες βροχές και τις μεγάλες ποσότητες μολύβδου, (βλ. συνέχεια), προκαλεί το θάνατο των ρυκών και τη μείωση του παραγόμενου από αυτά οξυγόνου.

□ Το μονοξείδιο του άνθρακα CO

Το μονοξείδιο του άνθρακα CO , είναι ένα αέριο χωρίς χρώμα και οσμή, άμεσα επικίνδυνο για την ίδια τη ζωή του ανθρώπου. Το CO έχει τη τάση να ενώνεται με την **αιμοσφαιρίνη Hb** του αίματος. Η τάση του όμως αυτή είναι **200** φορές μεγαλύτερη από την αντίστοιχη τάση που δείχνει το οξυγόνο. Όπως θα περίμενε κανείς, **το CO προηγείται του οξυγόνου, στην ένωση με την αιμοσφαιρίνη, Hb .**

Το CO , όταν υπάρχει στον αέρα που εισπνέουμε, ενώνεται με την αιμοσφαιρίνη του αίματος ...

$\text{CO} + \text{Hb} \rightarrow \text{HbCO}$

Η ουσία που παράγεται, η **ανθρακυλ-αιμοσφαιρίνη, HbCO** , εμποδίζει τη μεταφορά του οξυγόνου στους ιστούς, με τελικό αποτέλεσμα τη μειωμένη οξυγόνωση των ιστών. Το φαινόμενο της κακής οξυγόνωσης ξεκινά από τον εγκέφαλο, εμφανίζονται πονοκέφαλος, ίλιγγοι, μυική αδυναμία, σφύξιμο στο στήθος, ερυθρότης προσώπου, απώλεια μνήμης. Αν το ποσοστό του CO στον εισπνεόμενο αέρα είναι περίπου **0,2%** (κατ' όγκο), τότε σε μία ώρα επέρχεται ο θάνατος.

Για να μη κατηγορούμε μόνο τα αυτοκίνητα για την ατελή καύση, σκεφτείτε ότι **και στο**

Εισαγωγή

Η καταστροφή του περιβάλλοντος

τσιγάρο που, ίσως μερικοί από σας καπνίζετε, η καύση δεν είναι τέλεια. Το **CO** που παράγεται κατά την "ατελή καύση του τσιγάρου", εισέρχεται στους πνεύμονες και σχηματίζει ανθρακυλαιμοσφαιρίνη (**HbCO**). Θα έχετε ακούσει για την μειωμένη πνευματική και σωματική αντοχή των καπνιστών.

Το **CO** είναι **αέριο άχρωμο και άγευστο**. Είναι λίγο ελαφρύτερο από τον αέρα και παράγεται κατά την ατελή καύση των οργανικών ουσιών. (βενζίνη, πετρέλαιο, φωταέριο, λιγνίτης κ.ά. δηλ. ουσίες που περιέχουν άνθρακα).

Στους βενζινοκινητήρες παράγεται **CO** σε μεγάλες ποσότητες όταν η καύση είναι ατελής. Αυτό συμβαίνει συνήθως όταν το εισαγόμενο μίγμα αέρα/βενζίνης είναι **πλούσιο**, (σε βενζίνη). Δυστυχώς, και η πιο τέλεια καύση συνεχίζει να παράγει μικρά ποσοστά **CO**.

☐ Τα οξείδια του αζώτου **NO_x**

Με τον όρο "**οξείδια του αζώτου**" αναφερόμαστε μόνο σε δύο αέρια, στο **μονοξείδιο του αζώτου (NO)** και στο **διοξείδιο του αζώτου (NO₂)**. Υπάρχουν και άλλα οξείδια του αζώτου όμως, στους βενζινοκινητήρες προς το τέλος της καύσης, παράγονται μόνο τα δύο προηγούμενα αέρια τα οποία και θα μας απασχολήσουν. Το **NO₂** αποτελεί το 2% των

παραγομένων **NO_x**, ενώ το υπόλοιπο **98%** είναι το **NO**.

Το **μονοξείδιο του αζώτου NO**, είναι ένα άχρωμο αέριο. Παράγεται στους κινητήρες από την ένωση του αζώτου του ατμοσφαιρικού αέρα (**N₂**), με το οξυγόνο.

Η αντίδραση του αζώτου με το οξυγόνο συμβαίνει **μόνο σε υψηλές θερμοκρασίες**. Μη ξεχνάτε ότι σε κανονικές θερμοκρασίες, και τα δύο αέρια συνυπάρχουν στον ατμοσφαιρικό αέρα χωρίς να αντιδρούν. Στον βενζινοκινητήρα οι υψηλές θερμοκρασίες εμφανίζονται προς το τέλος της καύσης.

Τα στρώματα του αέρα που ακόμη δεν έχουν καεί, δέχονται υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες από τα καυσαέρια του μίγματος που ήδη έχει αναφλεγεί.

Το **NO** που παράγεται προς το τέλος της καύσης, εξέρχεται μαζί με τα άλλα καυσαέρια στον ατμοσφαιρικό αέρα όπου αντιδρά με το ατμοσφαιρικό οξυγόνο και παράγεται το **τοξικό NO₂**.

Το **NO₂** έχει ερυθροκαστανό χρώμα και είναι το **περισσότερο τοξικό** από τα οξείδια του αζώτου. Εισπνεόμενο προκαλεί τον ερεθισμό των πνευμόνων με επικίνδυνες συνέπειες,

Εισαγωγή

Η καταστροφή του περιβάλλοντος

κυρίως στα άτομα με καρδιακά και πνευμονικά προβλήματα.

Τα συμπτώματα εμφανίζονται 4-5 ώρες μετά από την εισπνοή των οξειδίων του αζώτου. Στην αρχή εμφανίζεται ελαφρός βήχας, αίσθημα κόπωσης και καταλήγει η δηλητηρίαση σε οξύ πνευμονικό οίδημα.

Τα οξείδια του αζώτου, μαζί με τους υδρογονάνθρακες εκπέμπονται από τις εξατμίσεις των αυτοκινήτων στην ατμόσφαιρα των μεγάλων αστικών κέντρων. Αν η ηλιοφάνεια είναι μεγάλη, (Αθήνα, Los Angeles), τότε, κάτω από την επίδραση των ηλιακών ακτίνων, τα οξείδια του αζώτου και οι υδρογονάνθρακες μετατρέπονται σε μία νέα μορφή ομίχλης, το γνωστό πλέον σε όλους "φωτοχημικό νέφος".

Το φωτοχημικό νέφος, εκτός από τα "οπτικά" φαινόμενα, προκαλεί έντονη δυσφορία στους κατοίκους των αστικών κέντρων, ερεθίζοντας τα μάτια και την όσφρηση.

Τα οξείδια του αζώτου ανέρχονται στην ατμόσφαιρα, διαλύονται στα σύννεφα και πέφτουν στη γη σαν νιτρικά οξέα.

Ως νιτρικά οξέα ονομάζουμε το νιτρώδες οξύ και το νιτρικό οξύ...

Το νιτρικό οξύ είναι το γνωστό **ακουαφόρτε**, ένα ισχυρό οξύ. Αυτή η βροχή που περιέχει νιτρικά οξέα ονομάστηκε **όξινη βροχή**, (**acid rain**) και έχει αποδειχθεί ότι προκαλεί την **αποψίλωση** των δασών. (αποψίλωση είναι η πτώση των φύλλων).

Η όξινη βροχή περιέχει εκτός των νιτρικών οξέων και **θειικό οξύ**, H_2SO_4 , το γνωστό ισχυρό οξύ με την εμπορική ονομασία : "**βιτριόλι**". Το H_2SO_4 παράγεται από το διοξείδιο του θείου SO_2 που εκπέμπουν σε μεγάλες ποσότητες οι κινητήρες **Diesel**.

Οι τελευταίες έρευνες απέδειξαν ότι η μόλυνση του περιβάλλοντος δεν είναι τοπικό φαινόμενο. Μπορεί να έχουμε τη δημιουργία των όξινων νεφών σε μία χώρα και τη πτώση της βροχής σε άλλη γειτονική χώρα. Τα τοξικά σύννεφα μεταφέρονται με τον αέρα σε μεγάλες αποστάσεις, μακριά από τη πηγή της δημιουργίας τους.

Η όξινη βροχή όταν πέσει σε λίμνες ή σε ιχθυοτροφεία, προκαλεί τον μαζικό θάνατο των ψαριών, λόγω της απότομης αλλαγής της οξύτητας του νερού. (PH)

Εισαγωγή

Η καταστροφή του περιβάλλοντος

☐ Υδρογονάνθρακες HC

Όλα τα προϊόντα της κλασματικής απόσταξης του αργού πετρελαίου είναι τοξικά όταν έρθουν σε επαφή με το δέρμα, ή αν εισέλθουν με την εισπνοή στους πνεύμονες των ανθρώπων ή των ζώων. Είναι αδύνατο να αναφερθούμε σε κάποια καθαρή και συγκεκριμένη χημική ουσία όταν ομιλούμε γιά τα παράγωγα του πετρελαίου. Συνήθως, η βενζίνη, το πετρέλαιο, το φωταέριο, είναι μίγματα διαφόρων ουσιών.

Η περισσότερη τοξική ουσία που μπορεί να περιέχεται στη βενζίνη είναι το **βενζόλιο**. Το βενζόλιο είναι ένας αρωματικός υδρογονάνθρακας ο οποίος σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες των **10 ppm** (μέρη ανά εκατομμύριο), προκαλεί σοβαρές βλάβες. Συνήθως προκαλεί ναυτία, βήχα, και σε βαριές περιπτώσεις, πνευμονικό οίδημα.

Η νοθεία της βενζίνης με **βενζόλιο** ή **τολουόλιο** είναι εγκληματική ενέργεια που δυστυχώς δεν αντιμετωπίζεται από τη πολιτεία σαν έγκλημα. Τα κέρδη από την νοθεία καλύπτουν τα έξοδα της δίκης, την εξαγορά της φυλάκισης, και το μόνο που δεν μπορούν να καλύψουν είναι, η **αναιμία** και η εκφύλιση

του ήπατος των μικρών παιδιών που έπαιζαν ανυποψίαστα στη γειτονιά.

Οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες θεωρούνται επίσης υπεύθυνοι και για την πρόκληση καρκίνου, (καρκινογένεση).

Τα μόρια των υδρογονανθράκων που δεν ενώθηκαν με το οξυγόνο, (δεν κάηκαν) θα τα συναντήσουμε στην εξάτμιση του αυτοκινήτου. Άλλα μόρια υδρογονανθράκων, προς το τέλος της συμπίεσης, διαφεύγουν προς το κάρτερ του κινητήρα. Αυτά τα μόρια των υδρογονανθράκων εκλύονται στην ατμόσφαιρα μαζί με τις αναθυμιάσεις του κάρτερ του κινητήρα. Επομένως, εκτός των ρύπων που προέρχονται από την εξάτμιση του αυτοκινήτου θα πρέπει να αναμένεται και μία ανάλογη μόλυνση του περιβάλλοντος από τους υδρογονάνθρακες που διέφυγαν στην ατμόσφαιρα με τον παραπάνω τρόπο.

Η ανακύκλωση των αναθυμιάσεων (**PCV**), είναι μία τεχνική που επιτρέπει την εισαγωγή των αναθυμιάσεων του κάρτερ στην πολλαπλή εισαγωγής και τη καύση τους στη συνέχεια μαζί με το μίγμα. Η ανακύκλωση των αναθυμιάσεων είναι ελεγχόμενη ηλεκτρονικά. Το ίδιο συμβαίνει και με την εξαέρωση των υδρογονανθράκων από το ρεζερβουάρ του αυτοκινήτου. Τα αυτοκίνητα νέας τεχνολογίας

Εισαγωγή

Η καταστροφή του περιβάλλοντος

είναι εφοδιασμένα με ρεζερβουάρ που απαγορεύουν την διαφυγή των αέριων υδρογονανθράκων στην ατμόσφαιρα.

□ Ο Μόλυβδος Pb

Ο μόλυβδος είναι τοξικός και η τοξικότητά του αυξάνεται όταν εισέλθει στον οργανισμό του ανθρώπου με την εισπνοή κόνεων ή ατμών. Στη περίπτωση του αυτοκινήτου, ο μόλυβδος προστίθεται σαν αντικροτικό στη βενζίνη **super**, ενώ απουσιάζει πλήρως στην αμόλυβδη βενζίνη. Η πρόσθεση του μολύβδου στη βενζίνη γίνεται με τη μορφή του **τετρααιθυλιούχου μολύβδου**. $Pb(C_2H_5)_4$

Ο τετρααιθυλιούχος μόλυβδος εισέρχεται στο χώρο καύσης και κατά τη διάρκεια της καύσης, ενώνεται με το οξυγόνο σχηματίζοντας το **οξειδίο του μολύβδου PbO** . Το οξειδίο του μολύβδου συσσωρεύεται στη πορσελάνη των μπουζί και προκαλεί **βραχυκυκλώματα**.

Γιά να αντιμετωπισθεί το βραχυκύκλωμα των μπουζί, συγχρόνως με τη πρόσθεση του τετρααιθυλιούχου μολύβδου, προστίθενται και μικρές ποσότητες **αιθυλενοβρωμιδίου**. Το οξειδίο του μολύβδου σχηματίζει σ' αυτή τη περίπτωση, τις πτητικές ενώσεις του βρωμίου οι οποίες εξέρχονται από τον χώρο καύσης μαζί με τα καυσαέρια.

Κατά την εισπνοή ατμών τετρααιθυλιούχου μολύβδου, ή κατά την εισπνοή οξειδίων του μολύβδου (PbO_x), παρατηρείται αυπνία, πονοκέφαλος, παραισθήσεις, ακόμη και σπασμοί.

Η βαριά δηλητηρίαση εκδηλώνεται όταν η στάθμη του μολύβδου που κυκλοφορεί στο αίμα υπερβεί τα **60 μg** . Είναι απαραίτητο να αναφέρουμε την "**τοξική**", ιδιαιτερότητα που παρουσιάζει ο μόλυβδος όταν απορροφηθεί από τον οργανισμό του ανθρώπου.

Εκτός από την οξεία δηλητηρίαση που παρουσιάζεται αμέσως μόλις η ποσότητα του μολύβδου στο αίμα περάσει το όριο των 60 μg , υπάρχει και η **χρόνια δηλητηρίαση**. Ο μόλυβδος **συσσωρεύεται στα οστά χωρίς να παρουσιάζονται συμπτώματα δηλητηρίασης**. Υπάρχει όμως η πιθανότητα, σε ανύποπτο χρόνο, με τη λήψη ειδικών φαρμάκων ή με την εμφάνιση υψηλού πυρετού, να κινητοποιηθεί ο μόλυβδος των οστών. Τότε εκδηλώνονται συμπτώματα οξείας δηλητηρίασης.

Εισαγωγή

Η καταστροφή του περιβάλλοντος

□ Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Οι ενεργειακές δραστηριότητες του ανθρώπου τις τελευταίες δεκαετίες έχουν αυξηθεί σε τέτοιο βαθμό ώστε τα προϊόντα των διαφόρων καύσεων, (βενζίνης, Diesel, ορυκτών καυσίμων κλπ), να έχουν προκαλέσει μία σοβαρή μεταβολή στη σύσταση των αερίων της γήινης ατμόσφαιρας. Το **διοξείδιο του άνθρακα CO₂** παράγεται σε μεγάλα ποσά κατά τη καύση των οργανικών ουσιών. Καθώς ανέρχεται στην ατμόσφαιρα δημιουργεί "**συνθήκες θερμοκηπίου**" για την υδρόγειο. Τελικό αποτέλεσμα είναι η αναθέρμανση της γης. Στις επόμενες δεκαετίες η θερμοκρασία της γής προβλέπεται να ανέλθι 2-3 βαθμούς. Αυτή η άνοδος της θερμοκρασίας είναι αρκετή ώστε να αρχίσουν να λιώνουν οι πάγοι στους πόλους, να ενέλθι το επίπεδο των θαλασσών και να πλημμυρίσουν πολλές εκτάσεις.

Το διοξείδιο του άνθρακα μαζί με άλλα αέρια, όπως το **μεθάνιο**, τα **οξειδία του αζώτου**, το **όζον** κλπ, σχηματίζουν το "κάλυμμα" του θερμοκηπίου να προκαλούν την αναθέρμανση της γής.

Πολλοί υποστηρίζουν ότι η αύξηση του CO₂ θα βοηθήσει την ανάπτυξη των φυτών, (φωτοσύνθεση). Ίσως έχουν δίκαιο.

□ Το όζον O₃

Από τη δεκαετία του '70 έγινε αντιληπτό το ότι η ανθρώπινη ενεργειακή δραστηριότητα επηρεάζει τον κύκλο του όζοντος της ατμόσφαιρας. Η μείωση του όζοντος είναι ένα ανησυχητικό φαινόμενο για την ανθρωπότητα. Το όζον είναι ένα αέριο το οποίο "εμποδίζει", (διάθλαση), την είσοδο των υπεριωδών ακτίνων του ηλίου στα κατώτερα στρώματα της γήινης ατμόσφαιρας. Θα προσομοιάζαμε τη δράση του όζοντος με ένα είδος "**φίλτρου**" που εμποδίζει τη διείσδυση των υπεριωδών ακτίνων στα κατώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας. Οι υπεριώδεις ακτίνες είναι υψηλής ενέργειας ακτίνες που μπορεί να προκαλέσουν μεταλλάξεις στα κύτταρα του δέρματος του ανθρώπου. Όταν οι υπεριώδεις ακτίνες φθάνουν στη γη χωρίς το "φιλτράρισμα" από το στρώμα του όζοντος, και κυρίως όταν πέφτουν κάθετα, (Εύκρατος ζώνη, Ισημερινός), τότε προκαλούν ποικίλες βλάβες στους οργανισμούς, (π.χ. καρκινογένεση).

Εισαγωγή

Η καταστροφή του περιβάλλοντος

☐ Εναλλακτικές πηγές ενέργειας

Είναι σίγουρο πλέον ότι πριν από την εξάντληση των αποθεμάτων του πετρελαίου, η μόλυνση του περιβάλλοντος θα αναγκάσει τις αυτοκινητοβιομηχανίες να αναζητήσουν "**εναλλακτικές**" πηγές ενέργειας.

☐ Η μεθανόλη CH_3OH

Η μεθανόλη χημικά, είναι μία αλκοόλη και χρησιμοποιήθηκε σαν καύσιμο στη Βραζιλία. Λαμβάνεται σε ικανοποιητικές ποσότητες από το καλαμοσάκχαρο, φυτό που αφθονεί στη χώρα αυτή. Ο "αριθμός οκτανίου" της μεθανόλης είναι πολύ μεγάλος, **ON=105**, δηλαδή η αντίστασή της στην αυτανάφλεξη είναι πολύ μεγάλη, αντίθετα, η ενέργεια που "περιέχει" το μόριο της μεθανόλης είναι χαμηλή σε σύγκριση με αυτή της βενζίνης. Χρησιμοποιήθηκε σε μίγμα με τη βενζίνη και το σημαντικότερο που κατορθώσαμε ήταν η ύπαρξη ενός ατόμου οξυγόνου μέσα στα μόρια του καυσίμου. Το οξυγόνο αυτό βοηθούσε στη καλύτερη καύση της βενζίνης. Αν η καύση του μίγματος δεν είναι τέλεια, τότε η εκπομπή της μεθανόλης στην ατμόσφαιρα προκαλεί δηλητηριάσεις. (είναι πολύ **τοξική** όταν εισπνευσθεί).

☐ Το υδρογόνο H_2

Όταν καίγεται με το οξυγόνο σχηματίζει το H_2O . Ο Γάλλος χημικός, Lavoisier, το ονόμασε υδρογόνο από το "**ύδωρ**" και το "**γεννώ**". Είναι το μόνο "καύσιμο" που κατά τη καύση του δε παράγει CO_2 , ή CO . Ίσως με αυτό το καύσιμο να περιορίσουμε το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Τα μειονεκτήματα του υδρογόνου όμως, είναι πολλά και καθυστερούν την εφαρμογή του στη κίνηση των αυτοκινήτων. Βασικό μειονέκτημα είναι η ανάγκη συμπίεσής του ώστε να καλύψει τη ποσότητα που θα χρειασθεί για τη λειτουργία του κινητήρα. Χωρίς τη συμπίεσή του δε θα αρκούσε ούτε για τη παραμικρή βόλτα. Η συμπίεσή του όμως, στις **150 - 250 Atm**, περικλείει κινδύνους έκρηξης.

Ένα άλλο βασικό μειονέκτημα του υδρογόνου είναι το ότι δεν υπάρχει στη φύση σαν αυτούσιο αέριο, ούτε λαμβάνεται εύκολα από κάποια άλλη ένωση. Για τη παραγωγή του υδρογόνου με την ηλεκτρόλυση του νερού χρειάζεται ακριβή ηλεκτρική ενέργεια. Η απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια τις περισσότερες φορές λαμβάνεται με τρόπους που επιβαρύνουν το περιβάλλον. Αν κάποτε υπερνικηθούν τα εμπόδια της παραγωγής και της αποθήκευσης του υδρογόνου, τότε θα δούμε τους κινητήρες "υδρογόνου".

Εισαγωγή

Η καταστροφή του περιβάλλοντος

Το υδρογόνο θα εισάγεται στον κύλινδρο μαζί με τον ατμοσφαιρικό αέρα και κατά τη καύση του θα δημιουργείται, στη θέση των γνωστών μας καυσαερίων, **νερό H_2O** . Το μόνο ρυπογόνο αέριο που θα ανακαλύπτουμε στην εξάτμιση θα είναι το μονοξείδιο του αζώτου **NO_x** .

Η στοιχειομετρική αναλογία του μίγματος αέρα/υδρογόνου είναι **34,3/1** Η μερική πίεση όμως που παρουσιάζει το υδρογόνο στο μίγμα αέρα/υδρογόνο, μειώνει τη χωρητικότητα του κυλίνδρου, (ελλιπής πλήρωση).

Το υδρογόνο έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία και σαν πρόσθετο σε κινητήρες βενζίνης. Διαπιστώθηκε ότι τα φτωχά μίγματα "καίγονται" εύκολα όταν προστεθεί στην εισαγωγή υδρογόνο.

Καταλύτης και αναλογία μίγματος

☐ Στοιχειομετρική Αναλογία

Η ανάγκη προστασίας του περιβάλλοντος και η χρήση του τριοδικού καταλύτη δεν επιτρέπει πλέον την καύση φτωχών ή πλουσίων μιγμάτων και γενικά "τυχαίων" μιγμάτων. Η αναλογία αέρα - βενζίνης θα πρέπει να διατηρείται μεταξύ αυστηρών ορίων κατά τη λειτουργία του κινητήρα σε διάφορες συνθήκες.

Ο καταλύτης λειτουργεί σωστά όταν έχει να επεξεργασθεί μικρές, σχετικά, ποσότητες αερίων **HC**, **CO** και **NO_x**. Αν τα δύο πρώτα αέρια βρεθούν σε μεγάλες ποσότητες και για αρκετό χρονικό διάστημα στην εξαγωγή, τότε προκαλείται μόνιμη βλάβη του καταλύτη. Η θεωρητική αναλογία (ή η χημική αναλογία), του μίγματος αέρα - βενζίνης που απαιτείται για την πλήρη καύση είναι **14,7 gr** αέρα προς **1 gr** βενζίνης. Αυτή η αναλογία καλείται **στοιχειομετρική αναλογία** βάρους. (**stoichiometric ratio**). Είναι η αναλογία η "**χημική**" που εκφράζει την τέλεια καύση της βενζίνης.

Η στοιχειομετρική αναλογία που ανταποκρίνεται στη καύση της βενζίνης με καθαρό οξυγόνο είναι : **3 gr O₂ /1 gr** βενζίνης. Το οξυγόνο αποτελεί το 1/5 περίπου του αέρα.

☐ Αναλογία λ - Ιπποδύναμη - ρύποι

Γιά $\lambda=1.1$ έχουμε τη μικρότερη κατανάλωση. Η ιπποδύναμη όμως στην αναλογία αυτή, είναι τόσο μικρή ώστε, στη πράξη να μη χρησιμοποιούμε τόσο φτωχά μίγματα.

Η παραγωγή των **NO_x** αυξάνεται απότομα αμέσως μετά το **14.7/1**, δηλ. μόλις αρχίσει το μίγμα να γίνεται φτωχό. Το πολύ φτωχό μίγμα όταν καίγεται προκαλεί τη δημιουργία **οξειδίων του αζώτου NO_x**, τα οποία είναι υπεύθυνα για το σχηματισμό της **όξινης βροχής**. Της όξινης βροχής που απειλεί με καταστροφή τα δάση και τα ψάρια των λιμνών.

Το πλούσιο μίγμα δεν ευνοεί το σχηματισμό των **NO_x**, ευνοεί όμως την παραγωγή **CO** και **HC** που προκαλούν βλάβες στον οργανισμό του ανθρώπου και των ζώων. Θα πρέπει να βρούμε τη **χρυσή τομή**, την αναλογία εκείνη του μίγματος όπου θα έχουμε τις μικρότερες, σχετικά, ποσότητες και των τριών βλαβερών αερίων. Η χρυσή τομή εντοπίζεται δυστυχώς, σε μία μικρή περιοχή. Είναι αυστηρά περιορισμένη και αυτός είναι ο λόγος που αναφερθήκαμε σε "**αυστηρά όρια**" μεταβολής της αναλογίας του καυσίμου μίγματος. Ο καταλύτης αποδίδει ιδανικά σ' αυτή τη περιοχή του λ και γι' αυτό ονομάσθηκε αυτή η περιοχή,

Καταλύτης και αναλογία μίγματος

"παράθυρο λειτουργίας του καταλυτικού μετατροπέα" ή "*Catalytic Converter Window*".

Θα πρέπει ο κινητήρας να εργάζεται **συνέχεια** σ' αυτή την ιδανική περιοχή της αναλογίας του εισερχόμενου μίγματος.

Εχει αποδειχθεί ότι ο **καταλύτης όταν είναι καινούργιος εξουδετερώνει περίπου το 95% των βλαβερών αερίων**. Φυσικά θα πρέπει ο κινητήρας να εργάζεται με μίγματα που μεταβάλλονται πάντα μέσα στα όρια του "*παραθύρου λειτουργίας του καταλυτικού μετατροπέα*".

☐ Ο αισθητήρας οξυγόνου

Το O_2 αποτελεί το **21%** του αέρα που συμμετέχει στο μίγμα αέρα/βενζίνης. Αν το μίγμα είναι **πλούσιο** τότε, κατά την καύση του μίγματος, το σύνολο των μορίων του οξυγόνου θα ενωθεί με τους **HC** και θα μας δώσει CO_2 . Σ' αυτή την περίπτωση παρατηρείται **απουσία** του O_2 από τα αέρια της καύσης. π.χ.

Αν το μίγμα είναι **φτωχό**, κάποια μόρια του O_2 του αέρα μέσα στον κύλινδρο δεν θα βρούν μόρια **HC** για να δώσουν CO_2 , με αποτέλεσμα την **παρουσία** ελεύθερου O_2 στην εξαγωγή των αέριων, μετά την καύση.

Με βάση τις προηγούμενες σκέψεις, η μέτρηση του οξυγόνου που περιέχεται, (ή δε περιέχεται), στα καυσαέρια, στην εξαγωγή του κινητήρα, θα μπορούσε να μας πληροφορήσει για τη σύσταση του μίγματος που εισήλθε στον κύλινδρο. Θα μπορούσε να πληροφορήσει το σύστημα ψεκασμού για τον εάν πρέπει να **αυξήσει** τη διάρκεια του παλμού ψεκασμού, (φτωχό μίγμα), ή να τη **μειώσει**, (πλούσιο μίγμα). Η αύξηση ή η μείωση του χρόνου ψεκασμού αποβλέπει στο να διατηρηθεί η αναλογία του μίγματος πολύ κοντά στη στοιχειομετρική αναλογία.

Θα τοποθετήσουμε λοιπόν στην εξαγωγή του κινητήρα τον "**αισθητήρα οξυγόνου**". Αρχικά αυτός ο αισθητήρας, (που θα μελετήσουμε στη συνέχεια), ονομάστηκε : **EGO** (**Exhaust Gas Oxygen sensor**), "**αισθητήρας οξυγόνου αερίων εξαγωγής**".

☐ Καμπύλη οξυγόνου

Η μεταβολή της μερικής πίεσης του οξυγόνου των καυσαερίων στη περιοχή του **$\lambda=1.0$ δεν ορίζεται**. Πράγματι, ή θα υπάρχει το οξυγόνο στα καυσαέρια, (φτωχό μίγμα), ή δε θα υπάρχει, (πλούσιο μίγμα). Μία ενδιαμέση κατάσταση δε θα μπορούσε να την αισθανθεί ο αισθητήρας "οξυγόνου".

Καταλύτης και αναλογία μίγματος

Οι μεταβολές της μερικής πίεσης του οξυγόνου σε μικρότερες ή μεγαλύτερες τιμές του λ είναι πολύ μικρές. Επομένως, **μόνο στη περιοχή $\lambda=1.0$ μπορεί ο αισθητήρας να λειτουργήσει αποδοτικά** και να μας δώσει τα ηλεκτρικά σήματα που θα μελετήσουμε στη συνέχεια.

Ο αισθητήρας οξυγόνου "αισθάνεται" τη παρουσία ή την απουσία του οξυγόνου. Του οξυγόνου που περιέχεται, (ή δε περιέχεται), στα καυσαέρια. Αυτή η μέτρηση οδηγείται στο σύστημα ψεκασμού και ανάλογα ρυθμίζεται η διάρκεια του ψεκασμού. Η διάρκεια του ψεκασμού στη συνέχεια, προκαλεί νέα αποτελέσματα στη μέτρηση του αισθητήρα "οξυγόνου".

Ο κύκλος αλληλεπίδρασης του αισθητήρα με το σύστημα ψεκασμού ονομάζεται και **"κλειστός βρόγχος", (closed loop)**, ή αν σας είναι πιο κατανοητή η λέξη, "αλληλεπίδραση". Οι ποσότητες του O_2 που μετρά ο αισθητήρας οξυγόνου, είναι ανάλογες με τη σύσταση του μίγματος. Επομένως ο αισθητήρας αυτός μετρά, **έμμεσα**, τη σύσταση του μίγματος αέρα - βενζίνης. Αυτή η σύσταση του μίγματος ορίζεται από τη τιμή **Lambda " λ "**. Επικράτησε η ονομασία, **αισθητήρας λάμδα " λ "** ή **"Lambda sensor"**, ή **" λ sensor"**, αντί του EGO sensor.

Στα συστήματα ψεκασμού, ακόμη και με σταθερές στροφές και φορτία, **η διάρκεια του παλμού ψεκασμού μεταβάλλεται συνέχεια με στόχο την "εστίαση" της αναλογίας του μίγματος στη τιμή $\lambda=1.0$**

Αισθητήρας λάμδα

□ Μορφή

Ο αισθητήρας λ μοιάζει με μπουζί, και όπως το μπουζί βιδώνεται πάνω στη κυλινδροκεφαλή, έτσι και ο αισθητήρας λ βιδώνεται πάνω στη πολλαπλή εξαγωγής, ή λίγο μετά τη πολλαπλή εξαγωγής, ή πάνω στον καταλύτη. Απαραίτητη προϋπόθεση για να λειτουργήσει σωστά ο λ **sensor**, είναι να δέχεται όλη τη μάζα των αερίων που εξέρχονται από όλους τους κυλίνδρους.

□ Λειτουργία

Βασικό λειτουργικό στοιχείο του αισθητήρα λ είναι το **"σαντουίτς"** που δημιουργείται από τα δύο λεπτά στρώματα σπογγώδους πλατίνας και το μεταξύ αυτών των στρωμάτων, διοξειδίου του Ζιρκονίου ZrO_2 . Το διοξείδιο του Ζιρκονίου είναι μία στερεά ένωση που από ηλεκτρικής απόψεως "συμπεριφέρεται" σαν ξηρός ηλεκτρολύτης.

Σαν ηλεκτρολύτης λοιπόν το ZrO_2 , πολώνειται και αποπολώνεται, φορτίζεται και εκφορτίζεται, ανάλογα με την ύπαρξη ή όχι, ηλεκτρικών φορτίων στα δύο αγωγά στρώματα σπογγώδους πλατίνας που το περιβάλλουν. Τα ηλεκτρικά φορτία σχηματίζονται από τα ιόντα του οξυγόνου που προκύπτουν από την "επαφή"

του μοριακού οξυγόνου του αέρα ή των καυσαερίων, με την επιφάνεια της σπογγώδους πλατίνας.

Αν θέλετε να απλοποιήσουμε περισσότερο την "ηλεκτρική" περιγραφή του ZrO_2 , τότε θα το περιγράψουμε σαν μία μικρή μπαταρία η οποία όμως έχει τη δυνατότητα να φορτίζεται και να εκφορτίζεται **πάρα πολύ γρήγορα**, (σε ms, χιλιοστά του δευτερολέπτου). Στη συνέχεια θα εξετάσουμε διεξοδικά όλα τα σημεία του αισθητήρα **Lambda**.

Το κύριο χαρακτηριστικό της σπογγώδους πλατίνας είναι μεγάλη ευκολία με την οποία **απορροφά διάφορα αέρια**. (Υπάρχει και η έκφραση, ότι τα αέρια προσροφώνται στην επιφάνεια της σπογγώδους πλατίνας).

□ Ανάλυση λειτουργίας

α) Η οπή εξαερισμού. Ο ατμοσφαιρικός αέρας εισέρχεται από μία οπή που υπάρχει στον κορμό του αισθητήρα...

β) Η επαφή της εξωτερικής πλευράς του αισθητήρα με τα καυσαέρια της πολλαπλής εξαγωγής. Εδώ θα ανιχνευθεί ή όχι, το οξυγόνο των καυσαερίων.

Καταλύτες

❑ Χημεία και καταλύτες

Η λέξη **καταλύτης** είναι λέξη Ελληνική. Είναι σύνθετη λέξη από το "κατά" και το "λύω". Το πρώτο συνθετικό της λέξης, το "κατά", το χρησιμοποιούμε για να δώσουμε στη λέξη που ακολουθεί μεγάλη έμφαση. (π.χ. όταν στην καθομιλουμένη λέμε κατάμαυρος εννοούμε, πολύ μαύρος). Το δεύτερο μέρος της λέξης καταλύω, δηλ. το λύω σημαίνει "επιτρέπω κάτι", "επιταχύνω κάτι".

Κατά-λύω = επιτρέπω πολύ, επιταχύνω πολύ. Καταλύτης είναι η ουσία που επιτρέπει, που επιταχύνει κάτι, π.χ. μία "δύσκολη" αντίδραση. Ο όρος "καταλύτης", **Catalyst**, (ή Ελληνοαγγλικά : **Katalyst**), έχει δοθεί στη συσκευή εκείνη που "μετατρέπει" τα βλαβερά συστατικά των καυσαερίων σε αβλαβή αέρια.

Αφού "μετατρέπει" ορισμένα αέρια σε άλλα, ονομάστηκε "**καταλυτικός μετατροπέας**", **Catalytic Converter**. Στη χημεία ο όρος καταλύτης αναφέρεται σε ουσίες που καταλύουν (επιταχύνουν ή επιβραδύνουν) χημικές αντιδράσεις.

❖ Χημική αντίδραση:

Το CO των καυσαερίων και το O₂ της ατμόσφαιρας, θεωρητικά αντιδρούν μεταξύ τους. Σε κανονικές, όμως, συνθήκες θερμο-

κρασίας και πίεσης (δηλ. 1atm ή 1 bar, 25°C), η αντίδραση αυτή είναι τόσο "αργή" ώστε, πρακτικά δεν έχουμε παραγωγή CO₂. (η αντίδραση δε "γερει")

❖ Καταλυτική αντίδραση:

Η παρουσία της χημικής ουσίας την ταχύτητα της αντίδρασης του CO με το O₂. Ενώ αυτή η αντίδραση, η οποία θα βέβαια με την συνεισφορά της πλαστικής γίνεται γρήγορη και μετατρέπεται το CO στο CO₂, η πλαστική έλθει σαν καταλύτης: δηλ. επιτάχυνε μία πολύ αργή, στη πράξη, αντίδραση.

Το σπουδαίο ερώτημα είναι: τι καταλυτική αντίδραση είναι το ότι η καταλυτική ουσία (ειώ η πλαστική) δε καταναλώνεται κατά την αντίδραση; Αυτό μπορούμε να απαντήσουμε στην αντίδρασης

Στη βιομηχανία κατασκευάζουν καταλυτικούς μετατροπείς προσθέτοντας στην κυρίως καταλύτη και ορισμένες ουσίες οι οποίες επιταχύνουν την δράση του λυτός σε ουσίες που παράγονται εν στυτή καταλυτών. (Μονοστέφανος)

Το φαινόμενο της καταλυτικής δράσης έχει εξηγηθεί πλήρως και αφορά το κατά χημίζονται μόνο "ήχη" καταλυτή, ο οποίος γίνονται σπουδαίες μεταβολές στην ταχύτητα της αντίδρασης.

Καταλύτες

♦ Εάν εισηγητής σε σεμινάρια νέας τεχνολογίας, όταν χρειάσθηκε να γίνει κατανοητή η δράση του καταλύτη από τεχνικούς που δεν έχουν καλές σχέσεις με τη χημεία, κατέφυγα σ' ένα απλό παράδειγμα:

Φανταστείτε ένα ζευγάρι που δεν αντιδρά (*δε καυκαδίζει*). Ο σύζυγος είναι η μια "ουσία" και η σύζυγος είναι η άλλη "ουσία". Εμφανικά συναντούν την πεθερά του συζύγου, (*ως συνηθω*), και αρχίζουν να αντιδρούν, να καυγαδίζουν. Η πεθερά δεν έπιασε τίποτε, απλώς με τη παρουσία της προκάλεσε την αντίδραση του ζεύγους. Η πεθερά ήταν ο καταλύτης ή, όπως συνηθίζεται να λέγεται στη καθημερινή γλώσσα, "έδρασε καταλυτικά". (έχει επικρατήσει ο όρος "έδρασε καταλυτικά" μόνο για τις θετικές επιδράσεις).

♦ Στη φύση υπάρχουν πολλοί καταλύτες, άλλοι επιταχύνουν τις αντιδράσεις και άλλοι τις επιβραδύνουν. Γενικά όμως με τον όρο καταλύτες εννοούμε τους θετικούς, δηλαδή αυτούς που επιταχύνουν τις αντιδράσεις στις οποίες συμμετέχουν.

Ο καταλύτης τοποθετείται στα αυτοκίνητα νέας τεχνολογίας, και ο ρόλος του είναι να επιδράσει "καταλυτικά", (θετικά), στις αντιδράσεις μετατροπής των βλαβερών αερίων σε άλλα αβλαβή αέρια. Για την ακρίβεια των όρων,

καταλύτης είναι η ουσία του μεταγερμίου (αυτή η ουσία είναι ίδια με τη συσκευή πρέσα) που αποκαλείται καταλυτικός μετατροφέας.

Καταλύτες

□ Αντιδράσεις στον καταλύτη

Τα ρυπογόνα αέρια της κούσης δερχόμενα από τον καταλύτη **οξειδώνονται ή αναγόνται** και μετατρέπονται σε αβλαβή αέρια τα οποία μειώνουν τη ρύπανση του περιβάλλοντος από τη λειτουργία των βενζινοκινητήρων.

Οι αντιδράσεις που συμβαίνουν στο εσωτερικό του καταλύτη διακρίνονται σε δύο κατηγορίες. Τις οξειδωτικές και τις αναγωγικές αντιδράσεις. Η σειρά με την οποία γίνονται οι αντιδράσεις στο εσωτερικό του καταλύτη, είναι τόσο σημαντική ώστε, στη περίπτωση που τοποθετηθεί ο καταλύτης "ανάποδα", δε "προχωρούν" οι αντιδράσεις.

□ Οξειδωτικές αντιδράσεις

Οξείδωση ονομάζουμε την πρόσληψη οξυγόνου από μία ουσία (π.χ. όταν το CO προσλαμβάνει οξυγόνο, τότε λέμε ότι το CO **οξειδώνεται**). Η αντίδραση της ένωσης του CO με το οξυγόνο καλείται **οξειδωτική**. Η συν-υπαρξη της πλάτινας "επιτρέπει" την οξείδωση του CO .

Οξείδωση είναι και η πρόσληψη οξυγόνου από τους άκαυτους HC . Οι HC ενώνονται με το οξυγόνο, ή πιο απλά λέμε ότι, οι HC οξειδώ-

νονται και η αντίδραση της ένωσης τους με το οξυγόνο καλείται **οξειδωτική**.

Οξειδωτικές αντιδράσεις που δε χρειάζονται τη παρουσία κατινότητων, λαμβάνουν μέγιστες υψηλές θερμοκρασίες (έως 800°C) θερμικά και οξειδωτικά ενεργές (Thermal Efficiency), οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται και μεταξίμως 600°C και 800°C . Συνήθως φρεντίζουμε για τη ταυτόχρονη παραγωγή οξυγόνου στην μία σφεδωκή αεραινιλίκι.

□ Αναγωγικές αντιδράσεις

Αναγωγή ονομάζουμε την απελευθέρωση οξυγόνου από μία ουσία, π.χ. όταν το NO απελευθερώνει το οξυγόνο, τότε λέμε ότι το NO **αναγεται**. Η αντίδραση της ελάττωσης του οξυγόνου από το NO καλείται **αναγωγή**.

Τα οξείδια του αζώτου NO είναι τοξικά αέρια, σε αντίθεση με το αζότο N_2 το οποίο είναι ένα ακίνδυνο αδιατομικό αέριο (78%). Για τη μετατροπή των τοξικών NO_x στην τοξική N_2 πρέπει να αφαιρεθεί με το αέριο από το οξείδιο. Η αφαίρεση του οξυγόνου από το NO μπορεί να γίνει από ουσίες που αποχλούν στα καυσαέρια και έχουν τη τάση να προσλάβουν το οξυγόνο από το μόριο του NO . Αυτές οι ουσίες είναι

Καταλύτες

- ♦ 1) το υδρογόνο H_2 :
- ♦ 2) το μονοξείδιο του άνθρακα CO :
- ♦ 3) οι άκαυτοι υδρογονάνθρακες HC :

Το H_2 και το CO που αφαιρούν το οξυγόνο, καλούνται **αναγωγικά**, δηλαδή έχουν αναγωγικές ιδιότητες. Η αναγωγική δράση των παραπάνω ουσιών ενεργοποιείται με την παρουσία διαφόρων καταλυτικών ουσιών. (π.χ. Ρόδιο Rh)

ΠΡΟΣΟΧΗ: Η αναγωγή του NO με το H_2 ενδέχεται να καταλήξει στο σχηματισμό αμμωνίας NH_3 , και όχι N_2 . Η αμμωνία NH_3 στη συνέχεια οξειδώνεται και δίνει πάλι οξείδια του αζώτου, NOx .

ΠΡΟΣΟΧΗ: Η αναγωγή του διοξειδίου του θείου SO_2 με το H_2 ενδέχεται να καταλήξει στο σχηματισμό **υδροθείου** H_2S . Αυτό συμβαίνει συνήθως σε λόθρευση της αμόλυβδης βεντίνης με πετρελαιο, το οποίο, ως γνωστόν, περιέχει σημαντικές ποσότητες θείου S_2 . Το H_2S γίνεται αντιληπτό από τη χαρακτηριστική οσμή κλούβιου αυγού.

❑ Καυσαέρια με καταλύτη

Όταν το μίγμα είναι πλούσιο, ο καταλύτης δε μπορεί να "οξειδώσει" τις μεγάλες ποσότητες των HC που εμφανίζονται στα καυσαέρια. Για μίγματα με λ μικρότερο του 0,95 η μείωση των HC φθίνει.

Εδώ θα πρέπει να αναφέρουμε τη λειτουργία εκείνη που απασχολεί όλους τους σχεδιαστές συστημάτων από μηχανολόγους μηχανικούς. Είναι η περίπτωση που, λόγω μόνου βενζίνης, από υπερβολικά ψεκασμό ή από ασθενή επιπλοήριση των ποταζών, δεν κάρκιν και έφθασαν μέχρι των καταλυτικών οξειδωτικές αντιδράσεις και σημαντικά ελάττωμα παρουσιάζει ο καταλύτης είναι και ατελείς, δηλαδή εκλείουν (παράγουν), καύση όπως και η γνωστή καύση του συμβαίνει μέσα στον κυλινδρό. (εξώθερμα αντιδράσεις)

Η θερμότητα της καύσης που παρατηρείται στον χώρο του καταλύτη, εξαρτάται από τον αριθμό των μορίων της "όκαυτης" βεντίνης που έφθασαν στον καταλύτη. Αν η θερμότητα φθάσει τους $1000^{\circ}C$, τότε υπάρχει ο κίνδυνος καταιτροφής του καταλύτη ή της δομικής μείωσης της ενεργού επιφάνειάς του. Η επιφάνεια της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του καταλύτη σε τιμές μεγαλύτερες των $900^{\circ}C$ προκαλεί τη καταιτροφή της δομής των υστερημένων διάταξης του καταλυτικού υλικού (φαινομενικό υψόφωρο)

Η οξείδωση του CO , όπως και προηγουμένων των HC , απαιτεί την συνεισφορά οξυγόνου, θα συναντήσατε κινητήρα που εισάγουν οξυγόνο στη πολλαπλή εξαγωγή. Αν αερατλία διασχετεύει τον αέρα μέσα στα

Καταλύτες

τέσσερις εξαγωγές του κινητήρα, ακριβώς μετά από τις 3αλβίδες εξαγωγής. Στο σημείο αυτό τα καυσάερια είναι υπέρθερμα, το CO και οι HC προσλαμβάνουν οξυγόνο, δηλαδή οξειδώνονται. Οι κινητήρες αυτοί φρόντιζαν μόνο για την οξείδωση των HC και του CO . Ο καταλύτης ήταν μόνο "οξειδωτικός" και δεν υπήρχε αισθητήριο Lambda .

Στη συνέχεια της εξέλιξης της τεχνολογίας των καταλυτών, η διοχέτευση οξυγόνου στα εξερχόμενα καυσάερια εγκαταλείφθηκε. Το πρόβλημα ήταν η **περίσσεια οξυγόνου με την οποία δε μπορεί να υπάρξει καταλυτική αναγωγή του NO** . Το ίδιο πρόβλημα έχουμε και όταν το μίγμα είναι φτωχό. Με λ μεγαλύτερο από 1.01 έχουμε την εμφάνιση οξυγόνου στα αέρια της εξαγωγής. Αν και υπάρχει ο καταλύτης, δε παρατηρείται αναγωγή του NO σε συνθήκες περίσσειας οξυγόνου. Ακόμη, όταν το μίγμα είναι φτωχό, μειώνονται οι αναγωγικές ουσίες που υπάρχουν στα καυσάερια, δηλ. το CO και το H_2 . Η απουσία των αναγωγικών ουσιών οδηγεί στην εμφάνιση των οξειδίων του αζώτου NO_x .

Όταν το μίγμα είναι πλούσιο, τότε παρουσιάζονται στα καυσάερια οι αναγωγικές ουσίες. Η αφαίρεση του οξυγόνου από το NO μπορεί να γίνει μόνο από αυτές τις ουσίες που υπάρχουν στα ίδια τα καυσάερια.

Αν το εισαγόμενο μίγμα είναι φτωχό, τότε η έλλειψη οξυγόνου H_2 και μονοξειδίου του άνθρακα CO οδηγεί στην αποτυχία αναγωγικών επιδράσεων. Ακόμη και με τη παρουσία του καταλύτη δεν μπορούν να γίνουν οι αναγωγικές επιδράσεις. Ο μόνος λείποντας αναγωγικός αέρας,

Επιπροσθέτως, όταν το εισαγόμενο μίγμα είναι φτωχό, η παρουσία του οξυγόνου στα καυσάερια είναι παντοφάνια. Η οξείδωση του θείου εξουδετερώνει ακριβώς τη δράση των αναγωγικών ουσιών που θα θύλαξε για την αναγωγή των NO_x .

□ Το "καταλυτικό" πρόβλημα

Μόλις η αναλογία του μίγματος κερδίσει όριο του $\lambda = 1,01$ τότε εξετάζουμε πρώτο το NO_x . Η αήλησις γι' αυτή την ουσία με αύξησέν των NO_x αναφέρθηκε στην απουσία των HCl . Η απουσία αναγωγικών ουσιών με τη περίσσεια οξυγόνου στα καυσάερια των φτωχών μιγμάτων εμποδίζει την καταλυτική αναγωγή των NO_x . Στη φτωχή μίγμια, απουσιάζει το οξυγόνο των NO_x , οι αναγωγικές αντιδράσεις γίνονται επί αυθείας με το πλεονάζον οξυγόνο.

Καταλύτες

Προηγείται στον καταλύτη η αναγωγή των NO_x

Στην είσοδο του καταλύτη, το οξυγόνο είναι αυτό που δεν ενώθηκε με τους υδρογονάνθρακες. Αν τοποθετήσουμε τον αισθητήρα **Lambda** πάνω στον καταλύτη, θα πρέπει αυτός να τοποθετηθεί στην είσοδο του καταλύτη ώστε να "αισθάνεται" τις πραγματικές συγκεντρώσεις του οξυγόνου των καυσαερίων. Σε κινητήρες που λειτουργούν με τον αισθητήρα λ , δεν επιτρέπεται η εισαγωγή οξυγόνου στην πολλαπλή εξαγωγής σε σημείο πριν από τον αισθητήρα λ .

Συνήθως, στην αρχή του δεύτερου τμήματος του καταλύτη υπάρχει μία οπή για την είσοδο του οξυγόνου που απαιτείται για τις οξειδωτικές αντιδράσεις.

Όλα τα μόρια των βλαβερών αερίων πρέπει να έρθουν σε "επαφή" με τη καταλυτική ουσία. Αρχικά λοιπόν θα πρέπει να διοχετεύσουμε όλη τη μάζα των εξερχομένων καυσαερίων μέσα από τη καταλυτική συσκευή.

□ Διοστώσεις

Τα καυσαέρια θα οδηγηθούν στον καταλύτη, (ή καταλυτικό μετατροπέα), όπου θα συμβούν οι αντιδράσεις αναγωγής και οξειδω-

σης των βλαβερών αερίων. Βρίσκοντας τον καταλύτη εξωτερικά θα διαπιστώσουμε ότι μοιάζει με το σιλανσιέ, (αεραστήρας ή καθαριστή εξαερισμού). Οι διαστάσεις του ποικίλουν ανάλογα με τον κυβισμό του κινητήρα, τον σχεδιασμό, αλλά και κάθε κατασκευαστή.

Στο εσωτερικό του καταλύτη συμβαίνουν αντίδρασεις αναγωγής και οξειδωτικές. Από αυτές τις αντιδράσεις οι οξειδώσεις, όπως είδαμε στο κεφάλαιο των οξειδώσεων, είναι καύσεις όπως αυτές που συντελούνται στο θάλαμο καύσεως, όχι όμως είσοδο αέρα. **Αναίμενουμε λοιπόν μία παραγωγή θερμότητας με τελικό αποτέλεσμα τις υψηλές θερμοκρασίες στο εσωτερικό του καταλύτη.** Πρέπει να διευκρινιστεί εδώ ότι, εκτός από τις θερμότητες που προκαλούν το σκελετωμένο καυσάριο στο εσωτερικό του καταλύτη, το μεγαλύτερο ποσό θερμότητας εκλύεται από τις οξειδωτικές αντιδράσεις που συμβαίνουν μέσα στον καταλύτη.

Οι θερμοκρασίες που θα παρουσιαστούν στο εσωτερικό του καταλύτη εξαρτώνται από τη ποσότητα των καυσαερίων, όλα τα είδη των μίγμετα, μετά τη καύση τους εκπέμπουν CO και H_2O τα οποία κατά την οξειδωτική τους μεταβολή στον καταλύτη, ανεβάζουν υπερβολικά τη θερμοκρασία. Αν προστίσουμε υπερβολικά τον αισθητήρα ή αν έχουμε κακή καύση του μίγματος

Καταλύτες

από "φτωχό" σπινέθηρα, τότε η θερμοκρασία του καταλύτη ανέρχεται μέχρι τους 800°C ή 1200°C .

Οι υψηλές θερμοκρασίες δεν επιτρέπουν τη χρήση απλών μετάλλων στο εξωτερικό περίβλημα του καταλύτη. Για να προστατέψουμε το σασσί του αυτοκινήτου από τις υψηλές θερμοκρασίες του καταλύτη, τοποθετούμε μεταξύ του εξωτερικού και του εσωτερικού περιβλήματος, ένα θερμομονωτικό υλικό.

□ Η καταλυτική επιφάνεια

Η πολύ μεγάλη επιφάνεια της καταλυτικής ουσίας προεξοφλεί την αντίδραση του συνόλου των μορίων των βλαβερών αερίων.

Με πρώτη ύλη το **μαγνήσιο** και το **αλουμίνιο**, παράγεται ένα **κεραμικό υλικό** το οποίο είναι πολύ ανθεκτικό στις υψηλές θερμοκρασίες. Η εσωτερική περιφέρεια του κεραμικού σωλήνα καλύπτεται από ένα λεπτό στρώμα **οξειδίου του αργιλίου Al_2O_3** , πάχους **20 μm** , (εκατομμυριοστό του χιλιοστού). Το **οξειδίου του αργιλίου Al_2O_3** είναι **πορώδες υλικό**.

Η επίστρωση του πορώδους **Al_2O_3** στην εσωτερική πλευρά του σωλήνα αυξάνει

επιτυσιακί την επιφάνεια που αγγίζει το ελασί με τα καυσαέρια. Το έλκισμα του εσωτερικού όλου των σωλήνων καταλείπει την **συνολική επιφάνεια** της καταλύτη, η οποία ανέρχεται μέχρι τα **16.000 m^2** .

Πρέπει να τονισθεί και πάλι ότι μόνο καταλυτικές αντιδράσεις λαμβάνει μόνο "ήνη" της καταλυτικής ουσίας. Ειδικά γιατί οι καταλυτικές ουσίες που χρησιμοποιούνται στον καταλύτη είναι πολύ σκληρά μέταλλα (πολύτιμα μέταλλα).

Το πορώδες υπόστρωμα στο οποίο θα χρησιμοποιείται ως υποστρώμα, μηχανικό υλικό ή πορώδες, για την εφαρμογή της καταλυτικής ουσίας. Όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια της καταλυτικής ουσίας, με την οποία έρχονται σε "επική" τα καυσαέρια, τόσο την μεγάλως αναμένεται να είναι ο πλήρης πορώδους του καταλύτη.

□ Εφαρμογή της καταλυτικής ουσίας

Ο καλύτερος τρόπος εφαρμογής της καταλυτικής ουσίας είναι η **λεκτή επικάλυψη** (fine επικάλυψη). Η **λεκτή επικάλυψη** του πορώδους **οξειδίου του αργιλίου Al_2O_3** με τη καταλυτική ουσία, επιτρέπει να γίνει με **εξέλιξη** η μελέτη δομής.

Καταλύτες

Τώρα τα καυσαέρια θα έρθουν σε επαφή με μία μεγάλη επιφάνεια καταλυτικής ουσίας. Τα μόρια της καταλυτικής ουσίας που έρχονται σε επαφή με τα αέρια που πρόκειται να αντιδράσουν, είναι αρκετά ώπε, ακόμη και στις υψηλές στροφές του κινητήρα να έχουμε "καλή επαφή" των αερίων με τη καταλυτική ουσία. Έτσι εξασφαλίζουμε τον υψηλό βαθμό απόδοσης του καταλύτη.

Τα μέταλλα που θα χρησιμοποιήσουμε ως καταλυτικές ουσίες στον καταλυτή ανήκουν στην ομάδα του λευκόχρυσου. Είναι αδρανή μέταλλα και εξάγονται από μεταλλεύματα τα οποία συνήθως περιέχουν τα κράματά τους.

□ ΡΟΔΙΟ Rh

Ονομάστηκε **Ρόδιο** διότι οι ενάσεις που δίνει με διάφορα άλλα στοιχεία έχουν **ρόδινο χρώμα**. Είναι πολύ σκληρό και δύσπηκτο μέταλλο. Το **Rh** είναι η καταλυτική ουσία που θα προκαλέσει την αναγωγή των **NOx**.

□ Η ΠΛΑΤΙΝΑ Pt

Η πλατίνα χρησιμοποιείται μόνιμης ή σε αναλογία 2/1 με το παλλάδιο Pd, για την οξείδωση του **CO** και των **HC**. (Pt/Pd :: 2).

Η πλατίνα είναι πολύ δραστήκη στη οξείδωση των **HC** με πομσσόντα από το **CO** άτομα άνθρακα στην αλυσίδα τους. Τα **HC** δραστική παρουσιάζεται και στην οξείδωση των χρωματικών υδρογονανθράκων.

□ ΠΑΛΛΑΔΙΟ Pd

Το παλλάδιο έχει όμως ιδιότητες που πλατίνα. Συνήθως όμως χρησιμοποιείται πλατίνα για την οξείδωση των **HC** και το **CO**.

Έχουν χρησιμοποιηθεί στη τεχνολογία των καταλυτών και οξείδια του Γερμανίου όπως το GeO_2 , το οποίο προστίθεται στη όλη κατασκευή της καταλυτικής κυψέλης. Όταν το μέγμα είναι πλούσιο, βοηθάει το οξυγόνο για τη καύση των **HC** και το CO . Το οξείδιο του Γερμανίου GeO_2 προσφέρει το οξυγόνο από τα μόρια του GeO_2 **ανάγεται**. Το οξυγόνο του GeO_2 οξειδώνει τους **HC** και το **CO**. Όταν το μέγμα είναι φτωχό, παρουσιάζεται πλεονάζοντα οξυγόνο και εμφανίζονται ταυτόχρονα τα **NOx**. Το οξείδιο του Γερμανίου GeO_2 προσλαμβάνει τώρα το οξυγόνο από το NOx , δηλ. **οξειδώνεται**. Το οξυγόνο το προσλαμβάνει από το **NOx** (πρόκειται για αναγωγή των **NOx**).

Καταλύτης

□ Ανάφλεξη - Καταλύτης

Το σημαντικότερο σύστημα κατά τη λειτουργία του καταλυτικού αυτοκινήτου, είναι το σύστημα ανάφλεξης. Αυτό το σύστημα πρέπει να εξασφαλίζει τον απαραίτητο για τη καύση του μίγματος σπινθήρα. Είναι επίσης σημαντικός και ο χρονισμός του σπινθήρα, (avans).

Ας υποθέσουμε ότι ένας κινητήρας λειτουργεί "κανονικά". Ενδέχεται σ' αυτόν τον κινητήρα, από κακή λειτουργία του συστήματος ανάφλεξης, να παρουσιάζονται ατελείς καύσεις. Ο οδηγός δεν είναι απαραίτητο να αντιληφθεί τη κακή λειτουργία του κινητήρα. Εάν η συχνότητα των διακοπών στο σύστημα ανάφλεξης είναι μικρή, τότε σίγουρα δε θα γίνει αντιληπτό το πρόβλημα. Τα μόρια όμως των υδρογονανθράκων **HC** που δεν κάηκαν, θα εξέλθουν με τα καυσαέρια και θα καούν στο εσωτερικό του καταλύτη. Η καταστροφή της κεραμικής κυψέλης θα εξαρτηθεί από την άνοδο της θερμοκρασίας. Μία άνοδος στους **1200°C**, η οποία θα διαρκέσει 2-3 λεπτά, είναι αρκετή ώστε να προκαλέσει τη καταστροφή του καταλύτη. Τα ίδια φαινόμενα παρουσιάζονται και στη περίπτωση που ένα μπουζί έχει προβληματική λειτουργία, (βραχυκύκλωμα). Ελάβες στο σύστημα ψεκασμού, όπως

ελαττωματικά μπέκ ψεκασμού, βλάβη στην αντλία καυσίμου, κ.ά. οδηγούν στην άνοδο της θερμοκρασίας μέχρι του σημείου τήξης του καταλυτικού υποστρώματος.

□ Διάρκεια ζωής

Η διατήρηση της λειτουργικότητας του καταλύτη είναι ένα πολύπλοκο θέμα. Όταν ομιλούμε για τη διατήρηση της δράσης του καταλύτη, εννοούμε τη διατήρηση της αρχικής επιφάνειας της καταλυτικής ουσίας και τη διατήρηση της καθαρότητας αυτής της επιφάνειας.

Αν μειωθεί η επιφάνεια της καταλυτικής ουσίας, από καταστροφή του κεραμικού υποστρώματος, ή από επικαθήσεις διαφόρων προσμείξεων των καυσίμων και των λιπαντικών επάνω στην επιφάνεια της καταλυτικής ουσίας, τότε μειώνεται σταδιακά ο βαθμός απόδοσης του καταλύτη.

Όταν η απόδοση του καταλύτη μειωθεί σημαντικά τότε ομιλούμε για τη "γήρανση" του καταλύτη. **Η αλλαγή του καταλύτη εξαρτάται, όχι από τα διανυθέντα χιλιόμετρα, αλλά από το βαθμό απόδοσης που αυτός παρουσιάζει.** Ο καταλύτης μπορεί να καταστραφεί από υπερθέρμανση ακόμη και στα πρώτα χιλιόμετρα της λειτουργίας του. **Ο μόλυβδος Pb**

Καταλύτης

είναι από τα πιο ισχυρά "δηλητήρια" του καταλύτη. Έχει την ιδιότητα να επικαλύπτει την καταλυτική ουσία. Έτσι τα αέρια της καύσης δεν έρχονται σε επαφή με την καταλυτική ουσία. Η απόδοση του καταλύτη μειώνεται δραματικά. Και ο **φωσφόρος P** που περιέχεται στα λιπαντικά είναι υπεύθυνος για την επικάλυψη της καταλυτικής ουσίας. Αν ο κινητήρας εκπέμπει και μόρια λιπαντικού μαζί με τα καυσαέρια, τότε να περιμενετε τη σύντομη απενεργοποίηση των καταλυτικών ουσιών. Υπάρχουν και διάφορες άλλες ενώσεις που περιέχονται στη βενζίνη. Οι ουσίες αυτές αντιδρούν χημικά με τα καταλυτικά μέταλλα και προκαλούν τη χημική αλλοίωσή τους. Θα πρέπει να αποφεύγονται οι πειραματισμοί από τους οδηγούς και η χρήση διαφόρων προσθέτων στη βενζίνη. Η νοθεία της βενζίνης είναι σίγουρο ότι προκαλεί "ομαδικούς" θανάτους καταλυτών. (όσοι δηλ. προμηθεύτηκαν από το συγκεκριμένο πρατήριο τη νοθευμένη βενζίνη). Η χρήση αμόλυβδης βενζίνης είναι απαραίτητη.

ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΠΟΛΥΤΙΜΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ ΑΠΟ ΕΞΗΝΤΑΗΜΕΝΟΥΣ ΚΑΤΑΛΥΤΕΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ

Εισηγητής

Θ.Ν. ΑΓΓΕΛΙΔΗΣ

Λεκτορας, Χημικός Μηχανικός

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο

Τμήμα Χημείας (BOX 114)

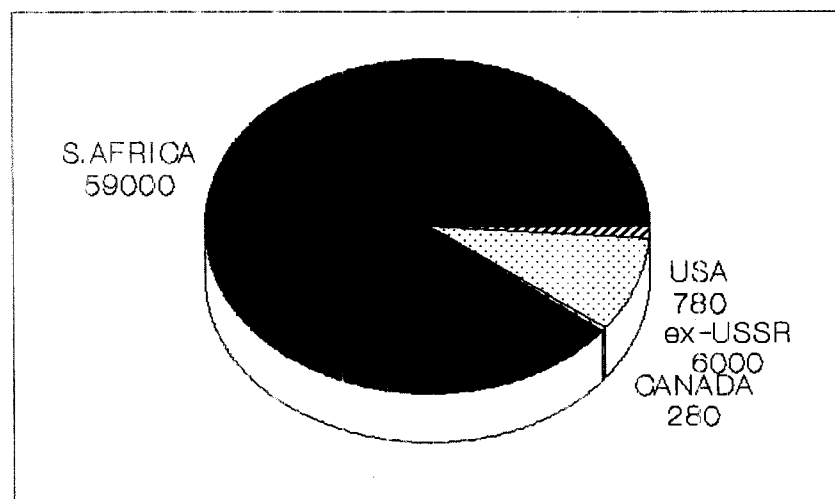
54006 Θεσσαλονίκη

TEL/FAX: 031-997696

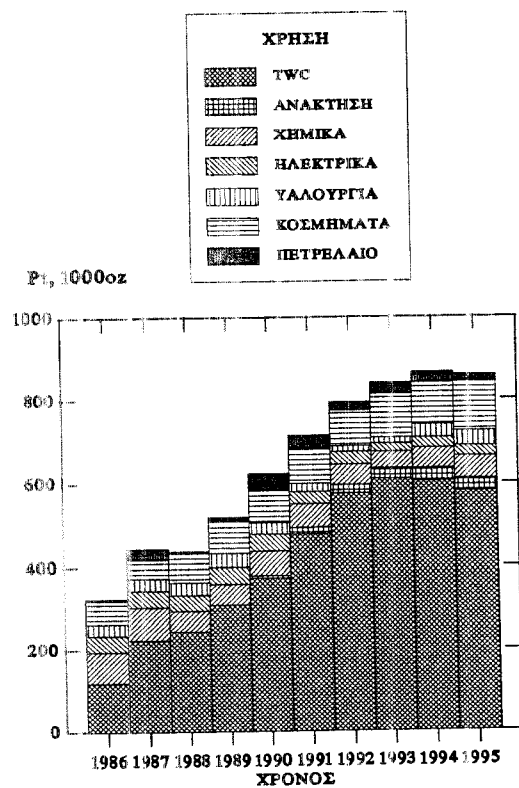
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η καθιέρωση όλο και πιο αυστηρών προδιαγραφών για τον περιορισμό της ρύπανσης από τα καυσαέρια των βενζινοκίνητων αυτοκινήτων, έχει οδηγήσει στην χρήση καταλυτών για τον καθαρισμό τους. Οι αρχικοί διοδικόι καταλύτες λευκοχρύσου, που υποβοηθούσαν την οξειδωση των υδρογονανθράκων και του μονοξειδίου του άνθρακα, έχουν αντικατασταθεί από τους σύγχρονους τριοδικούς (TWC) που εκτός από οξειδωτικά, δρουν και αναγωγικά, ανάγοντας τα οξείδια του αζώτου. Οι TWC περιέχουν εκτός από λευκόχρυσο και παλλάδιο ή πιο συχνά ρόδιο που ευνοούν τις αναγωγικές δράσεις. Ένας τυπικός ευρωπαϊκός καταλύτης περιέχει περίπου 5% w/w πολύτιμα μέταλλα, λευκόχρυσο και ρόδιο σε αναλογία 5/1. Οι TWC μετά από ορισμένο χρόνο χάνουν την καταλυτική τους ικανότητα (απενεργοποιούνται) και πρέπει να αντικατασταθούν. Η διάθεση των απενεργοποιημένων καταλυτών αποτελεί αφ'ενός ένα σημαντικό πρόβλημα διάθεσης στερεών αποβλήτων και αφ'ετέρου η αξία των περιεχομένων μετάλλων κάνει ελκυστική την ανάκτησή τους.

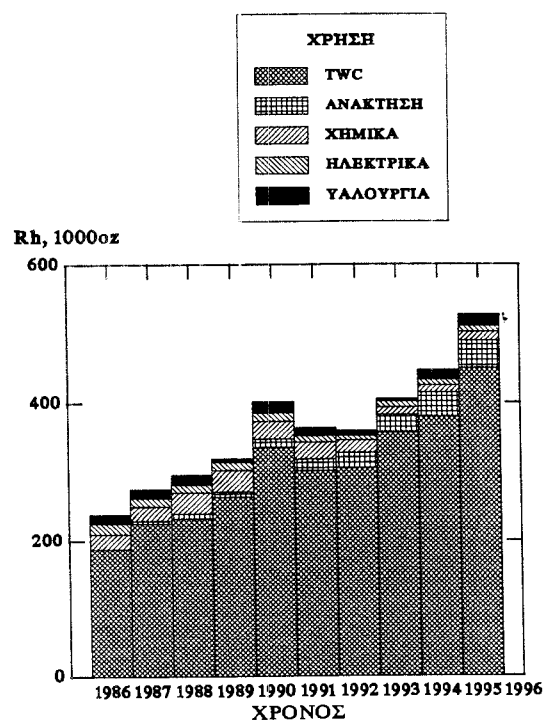
Τα μέταλλα της ομάδας του λευκοχρύσου (PGM), που περιλαμβάνει τον λευκόχρυσο, το παλλάδιο, το ρόδιο, το όσμιο, το ρουθένιο και το ιρίδιο, έχουν μεγάλη αξία λόγω της σπανιότητάς τους και των ιδιοτήτων τους. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση το σύνολο των χρησιμοποιούμενων PGM εισάγεται από τρίτες χώρες. Η στρατηγική τους σημασία είναι προφανής μιά και περίπου το 90% των παγκοσμίων γνωστών αποθεμάτων PGM είναι συγκεντρωμένο σε μία μόνο χώρα, την Ν. Αφρική (ΣΧΗΜΑ 1). Όπως φαίνεται στα ΣΧΗΜΑΤΑ 2α&2β η μεγαλύτερη ζήτηση σε λευκόχρυσο στην Ευρώπη (ΣΧΗΜΑ 2α) και για ρόδιο παγκοσμίως (ΣΧΗΜΑ 2β) αφορά την χρήση τους στους TWC. Η συνήθης αναλογία με την οποία χρησιμοποιούνται ο λευκόχρυσος και το ρόδιο στους TWC είναι 1/5, ενώ η μέση αναλογία των παραπάνω μετάλλων στα γνωστά αποθέματά τους είναι 1/15. Είναι φανερό ότι η αυξανόμενη ζήτηση ροδίου θα οδηγήσει σε αύξηση των τιμών και σε κίνδυνο εξάντλησης των παγκοσμίων αποθεμάτων.



ΣΧΗΜΑ 1. Κατανομή των παγκοσμίων γνωστών αποθεμάτων PGM.



(α)



(β)

ΣΧΗΜΑ 2. α. Ζήτηση λευκοχρύσου ανα χρήση στις ευρωπαϊκές χώρες.
β. Ζήτηση ροδίου ανά χρήση στις δυτικές χώρες.

Οι απενεργοποιημένοι TWC αποτελούν την σημαντικότερη δυνατή πηγή δευτερογενούς παραγωγής λευκοχρύσου και ροδίου μέσω της ανάκτησης. Όπως όμως φαίνεται στα ΣΧΗΜΑΤΑ 2α&2β ένα μικρό μόνο μέρος των PGM ανακτάται και ανακυκλώνεται. Οι λόγοι του χαμηλού ρυθμού ανακύκλωσης είναι οικονομικοί και τεχνικοί και αναφέρονται κυρίως στο διάσπαρτο της πηγής και τις συνακόλουθες δυσκολίες συλλογής και στην σχετική χημική αδράνεια και τα υψηλά σημεία τήξης που απαιτούν έντονες συνθήκες για τον διαχωρισμό και την παραλαβή τους από την μάζα του καταλύτη.

ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΛΥΤΩΝ

Οι σύγχρονοι TWC έχουν την μορφή μονολίθων. Οι μονόλιθοι είναι συνεχείς κυψελοειδείς κατασκευές με κυκλική ή ελλειπτική διατομή. Η κατασκευή αυτή συσκευάζεται σ'ένα μεταλλικό δοχείο από ανοξείδωτο χάλυβα 409SS (10-12% χρώμιο). Έχουν αναπτυχθεί ειδικά μηχανήματα για το κόψιμο του δοχείου και την απομάκρυνση του καταλύτη.

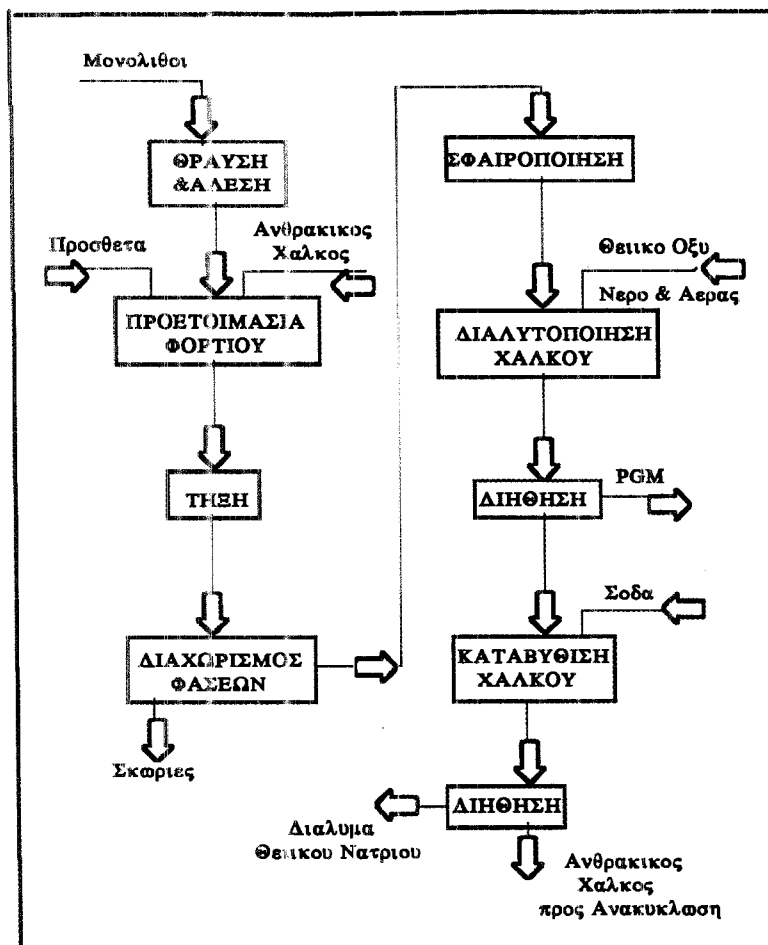
Οι μονόλιθοι αποτελούνται από ένα υπόστρωμα γ-αλούμινας στην επιφάνεια της κυψελοειδούς βάσης. Η βάση είναι κατασκευασμένη είτε από σιδηρούχο κορδιερίτη ($2\text{FeO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$), είτε από μαγνησιούχο κορδιερίτη ($2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$). Τυπικά το υπόστρωμα της γ-αλούμινας αποτελεί το 15% του συνολικού βάρους του μονολίθου. Στο υπόστρωμα περιέχονται τα ενεργά μέταλλα, οι σταθεροποιητές του υποστρώματος και οι ενισχυτές (promoters) της καταλυτικής δράσης. Ως σταθεροποιητές χρησιμοποιούνται το οξείδιο του βαρίου, το θειικό βάριο και το οξείδιο του δημητρίου (το τελευταίο ενισχύει επίσης την καταλυτική δράση). Ως ενισχυτές χρησιμοποιούνται τα οξείδια του ζirkονίου, του τιτανίου και του λανθανίου.

Στους απενεργοποιημένους καταλύτες παρουσιάζονται χημικές και θερμικές μεταβολές που έχουν σχέση με χημικές ουσίες που περιέχονται στα καυσαέρια και την υψηλή θερμοκρασία λειτουργίας του καταλύτη. Έτσι παρουσιάζονται κυρίως στην επιφάνεια ενώσεις του φωσφόρου, του ασβεστίου, του θείου και μετάλλων (μολύβδου, ψευδαργύρου, χαλκού, νικελίου, σιδήρου και χρωμίου) που προέρχονται από τα καύσιμα, τα λιπαντικά και τα μεταλλικά μέρη της μηχανής και του συστήματος απαγωγής των καυσαερίων. Η χρήση αποσθιωμένης και αμόλυβδης βενζίνης έχει περιορίσει σημαντικά την παρουσία των αντίστοιχων ενώσεων στους καταλύτες. Οι θερμικές μεταβολές συνδέονται κυρίως με κρυσταλλικές αλλαγές των συστατικών του υποστρώματος (π.χ. μετατροπή της γ-αλούμινας σε α-αλούμινα και συσσωμάτωση -sintering- των σωματιδίων του λευκοχρύσου). Οι μεταβολές αυτές προκαλούν προβλήματα, κυρίως στις υδρομεταλλουργικές μεθόδους διαχωρισμού και παραλαβής των PGM.

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ

Η συλλογή και επεξεργασία των εξαντλημένων TWC ακολουθεί παντού την ίδια διαδικασία. Όταν ένα αυτοκίνητο φτάνει στο τέλος της χρήσης του, γενικά οδηγείται σε ένα συνεργείο αποσυναρμολόγησης, όπου αφαιρούνται τα πολύτιμα μέρη, μαζί και οι καταλύτες. Οι καταλύτες πωλούνται σ'ένα συλλέκτη καταλυτών, που με την σειρά του τους μεταπωλεί σε μια ειδική μονάδα ανάκτησης. Ο καταλύτης αλλάζει μερικές φορές πολλά χέρια πριν φτάσει στην μονάδα ανάκτησης με αποτέλεσμα να ανεβαίνει σημαντικά το κόστος συλλογής.

Το πρώτο στάδιο της ανάκτησης είναι ο διαχωρισμός του μονολίθου από το ανοξείδωτο δοχείο. Αυτό γίνεται τοποθετώντας τον καταλύτη σε μία μηχανή με μία βαρυά λεπίδα που πέφτει και ανοίγει το δοχείο. Στην συνέχεια ο μονόλιθος οδηγείται για παραπέρα επεξεργασία με πυρομεταλλουργικές ή



ΣΧΗΜΑ 3. Τήξη και συλλογή με χαλκό

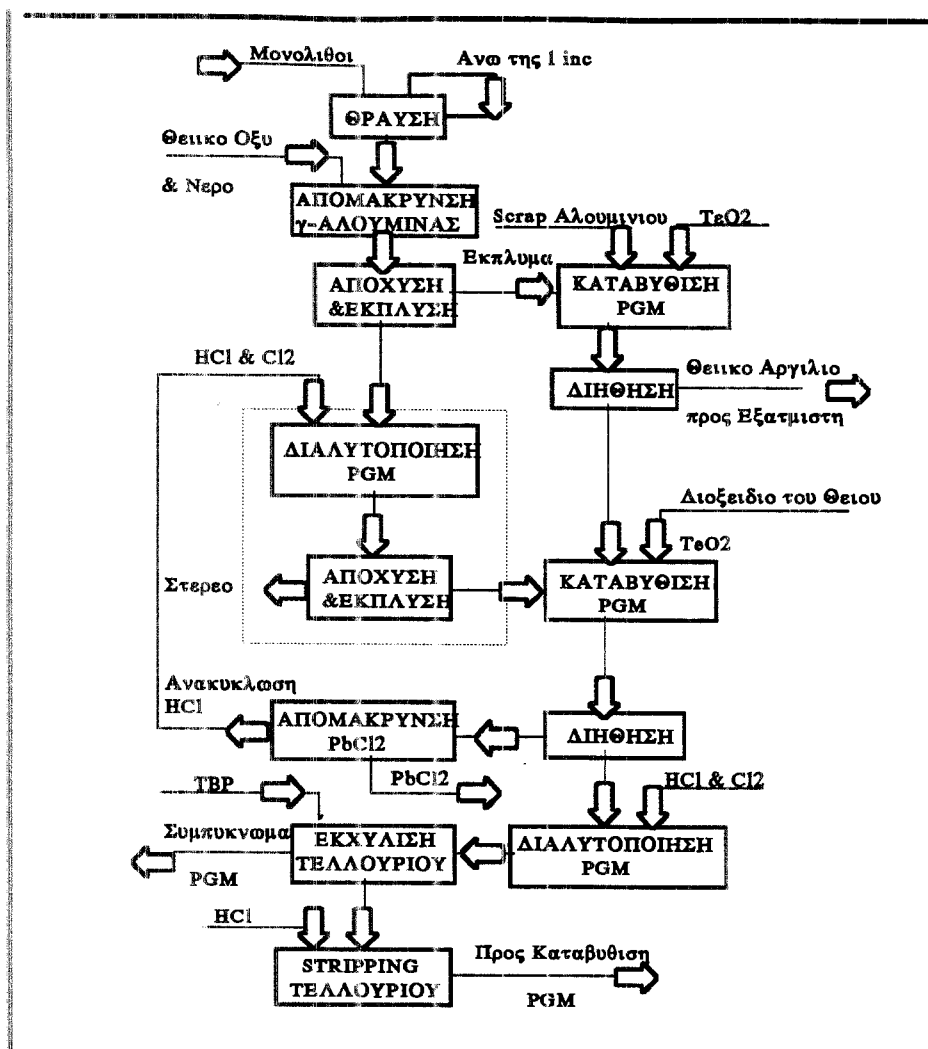
υδρομεταλλουργικές μεθόδους που παράγουν ένα συμπύκνωμα με υψηλή συγκέντρωση σε PGM. Το συμπύκνωμα αυτό πωλείται στην συνέχεια στις ειδικές μονάδες τελικού καθαρισμού. Οι ανακτήσεις φτάνουν σε ποσοστά μέχρι 95% για τον λευκόχρυσο και 80% για το ρόδιο.

Παρακάτω περιγράφονται τα στάδια ανάκτησης με μία ενδεικτική πυρομεταλλουργική μέθοδο (τήξη με συλλέκτη χαλκό) και μία ενδεικτική υδρομεταλλουργική μέθοδος (διαλυτοποίηση του επιστρώματος).

α. Τήξη με Συλλέκτη Χαλκό (ΣΧΗΜΑ 3)

Η μέθοδος στηρίζεται στην συλλογή των PGM χρησιμοποιώντας χαλκό ως συλλέκτη. Λόγω του υψηλού κόστους, ο χαλκός που χρησιμοποιείται ως συλλέκτης πρέπει να ανακτηθεί και να ανακυκλωθεί. Εναλλακτικά, ο χαλκός μπορεί να πωληθεί σε μία μεταλλουργία χαλκού ή ο παραγόμενος κατά την έκπλυση θεικός χαλκός μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή αλάτων προς πώληση.

Θραύση και Αλεση - και τα δύο απαιτούνται για να εξασφαλιστεί η καλή ανάμιξη των υλικών που απαιτούνται για την τήξη. Ανάλογα με την σύσταση του καταλυτικού υποστρώματος, διάφορες ποσότητες από πυριτικά, ασβέστη και βουσίτη (FeO) αναμιγνύονται καλά με τον αλεσμένο καταλύτη. Ο ανθρακικός χαλκος προστίθεται ως πηγή του μετάλλου συλλέκτη. Το οξείδιο του χαλκού είναι εξίσου κατάλληλο και οδηγεί σε εξοικονόμηση αν είναι διαθέσιμο το αντίστοιχο ορυκτό. Σ' αυτή την περίπτωση, μετά την τήξη, ο χαλκός μπορεί να πωληθεί για παραπέρα επεξεργασία στην τιμή που αντιστοιχεί στην περιεκτικότητά του σε PGM.



ΣΧΗΜΑ 4. Διαλυτοποίηση του επιστρώματος

Τήξη - οι χαμηλές θερμοκρασίες που απαιτούνται, 400-500°C, κάνουν δυνατή την χρήση είτε στερεών καυσίμων είτε ηλεκτρικού τόξου. Ένας περιστρεφόμενος μετατροπέας είναι η ιδιαίτερα κατάλληλη συσκευή.

Διαχωρισμός Φάσεων - το φορτίο αφήνεται σε ηρεμία για να διαχωριστούν οι φάσεις και απομακρύνεται η σκωρία. Απαιτείται αρκετός χρόνος διαχωρισμού για μεγαλύτερη απόδοση στην ανάκτηση των μετάλλων.

Ατομοποίηση - ο ακόμη λυωμένος χαλκός ατομοποιείται με αέρα ή νερό ώστε να αυξηθεί η επιφάνεια επαφής κατά την έκπλυση.

Διαλυτοποίηση του Χαλκού - ο χαλκός εκπλένεται σε υδατικό διάλυμα θεικού οξέος χρησιμοποιώντας αέρα ως οξειδωτικό. Μιά μικρή ποσότητα χαλκού πρέπει να παραμείνει στα PGM, ώστε να αποφευχθεί η απώλεια PGM.

Καταβύθιση του Χαλκού - ο χαλκός καταβυθίζεται ως βασικός ανθρακικός χαλκός με ανθρακικό νάτριο. Οι συνθήκες της καταβύθισης πρέπει να ελέγχονται προσεκτικά, ώστε το προϊόν να μπορεί εύκολα να διηθηθεί.

Διήθηση - η διήθηση γίνεται κατά προτίμηση σε κρύο διάλυμα. Αν το τελικό pH του διαλύματος είναι πάνω από 8,5, το διήθημα είναι απαλλαγμένο από μέταλλα ώστε να επιτρέπεται η διάθεσή του ως υγρό απόβλητο.

β. Διαλυτοποίηση του Επιστρώματος (ΣΧΗΜΑ 4)

Βοαρμόζεται για την ανάκτηση PGM από καταλύτες με βάση από κορδιερίτη. Στηρίζεται στην εκλεκτική διάλυση της αλούμινας του επιστρώματος, αφήνοντας

σχετικά ανεπηρέαστη την βάση του κορδιερίτη. Αυτό καθίσταται δυνατό λόγω του διδιάλυτου χαρακτήρα του κορδιερίτη.

Θραύση - ο καταλύτης θραύεται σε κομμάτια μεγέθους περίπου 2,54cm. Αυτό το μέγεθος εξασφαλίζει την πλήρη προσβολή του καταλύτη από τα διάφορα διαλυτικά μέσα που χρησιμοποιούνται.

Απομάκρυνση γ-αλούμινας - χρησιμοποιείται αραιό θειικό οξύ για την διαλυτοποίηση της ευδιάλυτης γ-αλούμινας.

Απόχυση και Εκπλυση - τα κομμάτια του καταλύτη εκπλένονται με απόχυση και τα στερεά παραμένουν στο δοχείο αντίδρασης.

Καταβύθιση των PGM - scrap αλουμινίου και τελλούριο χρησιμοποιούνται για την αναγωγή και ανάκτηση των PGM. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί υδρόθειο τόσο για την ανάκτηση των PGM, όσο και για την απομάκρυνση των σκαθαρσιών. Η επιλογή εξαρτάται από τα προβλήματα που συνδέονται με την αναδιάλυση του θειούχου ιζήματος.

Διαλυτοποίηση των PGM - χρησιμοποιούνται χλωριωμένο υδροχλωρικό οξύ ή βασιλικό νερό. Η μεγάλη μάζα των PGM διαλύεται σ' αυτό το στάδιο, μια και πολύ μικρή ποσότητα διαλύεται κατά την έκπλυση με θειικό οξύ.

Απόχυση και Εκπλυση - πειραματικές μελέτες έδειξαν ότι τρεις εκπλύσεις με απόχυση εξασφαλίζουν σχεδόν ποσοτική ανάκτηση των διαλυμένων PGM.

Καταβύθιση των PGM - τα PGM καταβυθίζονται με διοξείδιο του θείου χρησιμοποιώντας τελλούριο ως συλλέκτη. Τα στερεά από την καταβύθιση με το αλουμίνιο αναμιγνύονται με το ιζημα.

Διήθηση - η διήθηση των PGM γίνεται εν θερμώ για να διατηρηθεί ο χλωριούχος μόλυβδος σε διάλυση.

Απομάκρυνση του $PbCl_2$ - μετά την διήθηση, το διήθημα αφήνεται να κρυώσει ώστε να κρυσταλλωθεί ο χλωριούχος μόλυβδος. Το υδροχλωρικό οξύ ανακυκλώνεται στο στάδιο διάλυσης των PGM. Αυτή η ανακύκλωση εξουδετερώνει μία πιθανή πηγή απωλειών PGM.

Διαλυτοποίηση των PGM - τα PGM που έχουν καταβυθιστεί διαλύονται αμέσως σε χλωριωμένο υδροχλωρικό οξύ. Ο απαιτούμενος όγκος διαλύματος είναι πολύ μικρός λόγω της μεγάλης συγκέντρωσης των PGM.

Εκχύλιση του τελλουρίου - το τελλούριο ανακτάται από το διάλυμα των PGM με εκχύλιση με tri-n-butyl phosphate (TBP). Μία μικρή ποσότητα από τα PGM μπορεί να εκχυλιστεί μαζί με το τελλούριο. Το μέγεθός της εξαρτάται από την συγκέντρωση του υδροχλωρικού οξέος και δεν προκαλεί απώλειες γιατί το τελλούριο ανακυκλώνεται στο στάδιο καταβύθισης των PGM. Το τελικό προϊόν περιέχει τα PGM σε μεγάλες συγκεντρώσεις σε διάλυμα υδροχλωρικού οξέος που είναι ιδανικό για τον παραπέρα καθαρισμό και την ανάκτηση.

Stripping του τελλουρίου - το τελλούριο διαχωρίζεται από το TBP με πυκνό υδροχλωρικό οξύ και ανακυκλώνεται στο στάδιο της καταβύθισης των PGM.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. A.Cowley, PLATINUM 1996, Johnson Matthey, May 1996.
2. C.T.Fogg and J.L.Cornellison, Availability of Platinum and Platinum Group Metals, USA Department of Interior, Bureau of Mines, IC9338, 1993.
3. J.E.Hoffmann, Recovering Platinum Group Metals from Auto Catalysts, Journal of Metals, June 1988, pp 40-44.

ΜΙΑ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΛΥΣΗ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΤΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ

Θεωρώντας ότι όσα αναφέρθηκαν είναι αρκετά και σημαντικά θα ήθελα να ξεφύγω λίγο από τους καταλυτικούς μετατροπείς και να αναφερθώ σε ένα άλλο θέμα που έχει σχέση με την παραγωγή "καθαρής ενέργειας" και πολύ πιθανό να απασχολήσει και τον χώρο του αυτοκινήτου στο πολύ κοντινό μέλλον. Στο εργαστήριο Θερμοδυναμικής και Θερμικών Μηχανών προχωρούν μεταξύ των άλλων, και οι ερευνητικές δραστηριότητες στον τομέα των ηλεκτροχημικών κελιών καυσίμου.

Τα ηλεκτροχημικά στοιχεία καυσίμου-ΗΣΚ (fuel cells) ή ενεργειακές κυψέλες είναι συστήματα τα οποία μετατρέπουν απευθείας, την χημική ενέργεια ενός καυσίμου (φυσικό αέριο, υδρογόνο κ.α), σε ηλεκτρική. Αυτά αποτελούνται από ένα ηλεκτρολύτη και δύο ηλεκτρόδια (άνοδος και κάθοδος), όπως ακριβώς οι κοινές μπαταρίες, με τη μόνη διαφορά ότι αυτά έχουν τη δυνατότητα να παράγουν συνεχώς ηλεκτρική ενέργεια, με πολύ μεγαλύτερες αποδόσεις, συγκριτικά με τα συμβατικά συστήματα, χωρίς ποτέ να χρειάζονται φόρτιση.

Για πρώτη φορά το 1839 στην Αγγλία, κατά την διάρκεια ενός ηλεκτροχημικού πειράματος, έγινε η παρατήρηση, η οποία αργότερα οδήγησε στην ανάπτυξη των ηλεκτροχημικών στοιχείων καυσίμου.

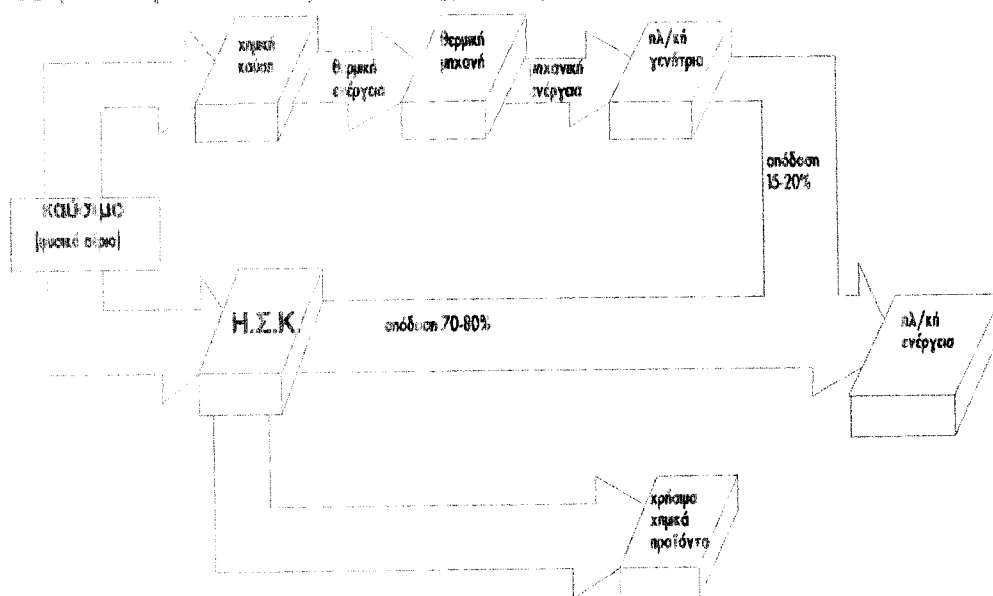
Πράγματι, κατά τη διάρκεια της ηλεκτρόλυσης του νερού, ο Sir William Grove παρατήρησε ότι, όταν διέκοπτε τη παροχή ηλεκτρικού ρεύματος (άνοιγε το κύκλωμα), άρχιζε να ρέει ένα νέο ηλεκτρικό ρεύμα με αντίθετη φορά. Το ρεύμα αυτό παραγόταν από την αντίδραση των προϊόντων, τα οποία είχαν σχηματισθεί κατά τη διάρκεια της ηλεκτρόλυσης, στην επιφάνεια των ηλεκτροδίων. Σύμφωνα με την παρατήρηση αυτή, ο Grove έκανε την υπόθεση ότι, εφόσον το ηλεκτρικό ρεύμα καταφέρει και διασπά το νερό, σε υδρογόνο και οξυγόνο, εάν τα προϊόντα αυτά έρθουν σε επαφή (αντίδραση), στην επιφάνεια των ηλεκτροδίων, πιθανόν να παρχθεί, εκτός από νερό, και ηλεκτρισμός.

Η υπόθεση, αυτή, αποτέλεσε το ξεκίνημα για την ανάπτυξη της θεωρίας για τα ηλεκτροχημικά στοιχεία καυσίμου και υλοποιήθηκε αργότερα, από τον Άγγλο Sir Humphry Davy, ο οποίος, διεξάγοντας μια χημική αντίδραση σ' ένα ηλεκτροχημικό στοιχείο καυσίμου, πέτυχε να παράγει ηλεκτρισμό.

Τι ακριβώς, όμως, είναι τα ηλεκτροχημικά στοιχεία καυσίμου και πώς λειτουργούν;

Τα ηλεκτροχημικά στοιχεία καυσίμου είναι συσκευές, που αποτελούνται από έναν ηλεκτρολύτη και δύο ηλεκτρόδια (άνοδο και κάθοδο), όπως ακριβώς και οι κοινές μπαταρίες. Αυτά έχουν τη δυνατότητα να μετατρέπουν τη χημική ενέργεια απευθείας σε ηλεκτρική χωρίς να υπόκεινται στους περιορισμούς του Carnot, κυρίως εξαιτίας της έλλειψης του ενδιάμεσου σταδίου της μετατροπής σε θερμική ενέργεια. Όμως τα ηλεκτροχημικά στοιχεία καυσίμου (Η.Σ.Κ.), εκτός από την απευθείας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, παράγουν και θερμότητα. Η παραγόμενη θερμότητα είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί για την αύξηση της απόδοσης του στοιχείου ή για τη

παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με τις παραδοσιακές θερμικές μηχανές ή ακόμη και για άλλους σκοπούς, όπως π.χ για θέρμανση.

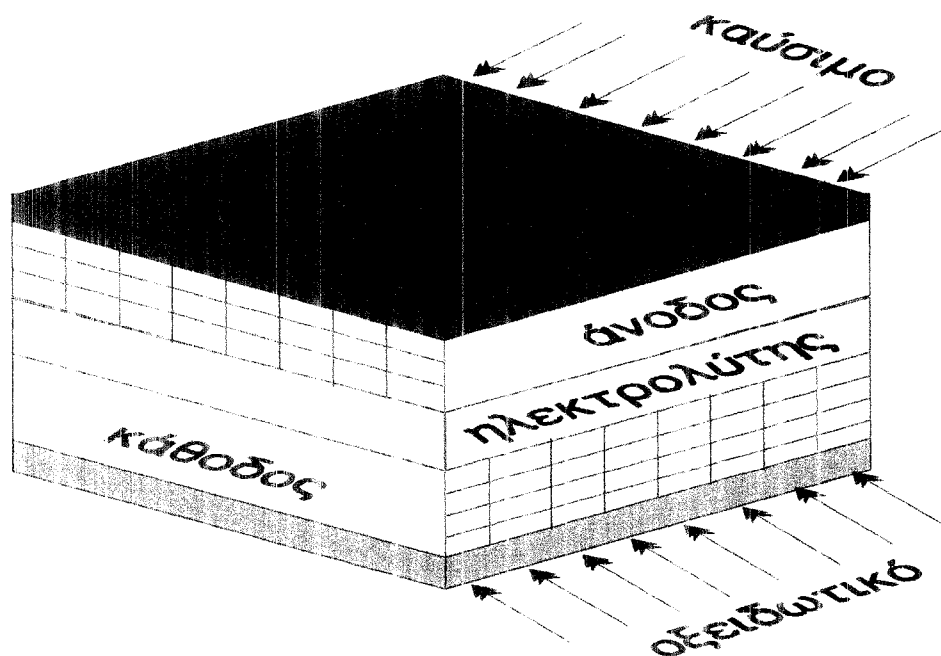


Εικόνα 1: Σύγκριση της απόδοσης μεταξύ ηλεκτροχημικού στοιχείου καυσίμου, στερεού ηλεκτρολύτη και συμβατικών θερμικών μηχανών, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η βασική διαφορά των στοιχείων καυσίμου, από τις κοινές μηχανοίες, είναι ότι αυτά δεν χρειάζονται φόρτιση και ότι, όταν συντροφοδοτούνται με κάποιο καύσιμο (φυσικό αέριο, υδρογόνο κ.λ.π) και με κάποιο οξειδωτικό (αέρας ή οξυγόνο), σε συνεχή ροή, παράγουν συνεχώς ηλεκτρική ενέργεια. Το καύσιμο τροφοδοτείται στη άνοδο, ενώ το οξειδωτικό στην κάθοδο.

Το οξυγόνο, το οποίο αποτελεί το οξειδωτικό μέσο, δέχεται ηλεκτρόνια από την κάθοδο και, κατόπιν, το σχηματιζόμενο ιόν διασχέται διαμέσου του ηλεκτρολύτη προς την άνοδο, όπου εκεί αντιδρά με το καύσιμο, αποδίδοντας τα προσληφθέντα ηλεκτρόνια, τα οποία οδηγούνται σε κάποιο συλλέκτη ηλεκτρικού ρεύματος.

Η λειτουργία των ηλεκτροχημικών στοιχείων καυσίμου στηρίζεται στην εξίσωση των Gibbs και Helmholtz, σύμφωνα με την οποία η χημική ενέργεια μπορεί να μετατραπεί σε ηλεκτρική με μια απόδοση θεωρητικά ίση προς την μετατροπή σε θερμότητα. Με άλλα λόγια, η ποσότητα της ηλεκτρικής, ενέργειας που παράγεται απευθείας από ένα καύσιμο, είναι σχεδόν ίση με την θερμαντική του ισχύ. Σύμφωνα με τους Gibbs και Helmholtz, η μεταβολή της ελεύθερης ενέργειας των ηλεκτροχημικών αντιδράσεων, που διεξάγονται στην διεπιφάνεια ηλεκτροδίου-ηλεκτρολύτη, ισούται με την ποσότητα της ηλεκτρικής ενέργειας, που παρέχει το ηλεκτροχημικό στοιχείο καυσίμου.



Σχήμα 2: Η βασική δομή ενός ηλεκτροχημικού στοιχείου καυσίμου. Το καύσιμο και το οξειδωτικό δεν έρχονται σε απευθείας επαφή

Παρόλο που οι αντιδράσεις αυτές, οι οποίες διεξάγονται στην διεπιφάνεια ηλεκτροδίου-ηλεκτρολύτη, εξαρτώνται από το είδος του ηλεκτρολύτη και του καυσίμου, στις περισσότερες περιπτώσεις, η ολική αντίδραση, που λαμβάνει χώρα, είναι η ακόλουθη:



Με Α παριστάνεται το οξειδωτικό (οξυγόνο ή αέρας), με Β το καύσιμο (υδρογόνο, μεθάνιο, αλκοόλη κ.α.) και με D τα προϊόντα της αντίδρασης.

ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ Η.Σ.Κ.

Τα βασικά χαρακτηριστικά ενός Η.Σ.Κ. είναι το είδος και ο τύπος του ηλεκτρολύτη και των ηλεκτροδίων-καταλυτών που το συνθέτουν. Τα δύο αυτά χαρακτηριστικά είναι υπεύθυνα για το μεγαλύτερο ποσοστό της απόδοσης, της λειτουργικότητας και του χρόνου ζωής του στοιχείου.

Θα μπορούσε κανείς να πει ότι ο ηλεκτρολύτης είναι η καρδιά του ηλεκτροχημικού στοιχείου. Στους περισσότερους τύπους Η.Σ.Κ. σαν ηλεκτρολύτης χρησιμοποιείται κάποιο κατάλληλο διάλυμα (λ.χ. διάλυμα KOH ή διάλυμα H_3PO_4), ενώ τελευταία αναπτύσσονται ηλεκτροχημικά στοιχεία στα οποία ο ηλεκτρολύτης τους είναι σε στερεά κατάσταση, (λ.χ. ζιρκονία σταθεροποιημένη με ύττρια).

Η βασική λειτουργία του ηλεκτρολύτη στηρίζεται στο ότι επιτρέπει την μετακίνηση ιόντων από την κάθοδο στην άνοδο. Απαραίτητη προϋπόθεση, για να κρίθει ένας ηλεκτρολύτης κατάλληλος για ένα Η.Σ.Κ., είναι να έχει μεγάλη ιοντική και ελάχιστη ηλεκτρονιακή αγωγιμότητα. Όταν ένας ηλεκτρολύτης επιτρέπει και την διέλευση των ηλεκτρονίων, τότε το στοιχείο δεν λειτουργεί ομαλά,

με αποτέλεσμα να παρουσιάζονται προβλήματα βραχυκυκλώματος. Παράλληλο ο ηλεκτρολύτης λειτουργεί και σα διαχωριστική επιφάνεια μεταξύ οξειδωτικού και καυσίμου, για να αποφεύγεται η απευθείας αντίδραση τους μέσα στο στοιχείο.

Εκτός των παραπάνω βασικών λειτουργιών, ο ηλεκτρολύτης καθορίζει και τις συνθήκες λειτουργίας ενός ηλεκτροχημικού στοιχείου. Έτσι, η θερμοκρασία λειτουργίας των ηλεκτροχημικών στοιχείων εξαρτάται άμεσα από το είδος του ηλεκτρολύτη. Σε στοιχεία με υγρό ηλεκτρολύτη, όπως τα AFC και τα PAFC, η θερμοκρασία λειτουργίας είναι σχετικά χαμηλή (<250°C). Η υγρή φάση του ηλεκτρολύτη δεν επιτρέπει τις πολύ υψηλές θερμοκρασίες, δεδομένου ότι σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 250°C, ο ηλεκτρολύτης αλλοιώνεται κυρίως λόγω εξάτμισης. Εξαιτίας των χαμηλών θερμοκρασιών λειτουργίας, στα στοιχεία με υγρό ηλεκτρολύτη, χρησιμοποιούνται ακριβοί ηλεκτροκαταλύτες, με αποτέλεσμα να αυξάνει και το λειτουργικό κόστος των στοιχείων αυτών.

Αντίθετα, όταν ο ηλεκτρολύτης είναι σε στερεά φάση, η θερμοκρασία λειτουργίας ξεπερνάει τους 650°C, ενώ δεν απαιτούνται ακριβοί καταλύτες, αφού, σε τόσο υψηλές θερμοκρασίες, οι αντιδράσεις καταλύονται επαρκώς και από λιγότερο ενεργούς καταλύτες.

Οι καταλύτες, ή καλύτερα τα ηλεκτρόδια-καταλύτες στα ηλεκτροχημικά στοιχεία, δεν περιορίζονται μόνο στην κατάλυση των αντιδράσεων, που λαμβάνουν χώρα στο στοιχείο. Οι λειτουργίες τους είναι πολλές και σημαντικές. Ταυτόχρονα με την κατάλυση τα ηλεκτρόδια-καταλύτες επιτρέπουν την διέλευση των ηλεκτρονίων, που αποδίδονται από το οξειδωτικό στην άνοδο, προς το κύκλωμα του στοιχείου.

Τα ηλεκτρόδια, αντίθετα με τους ηλεκτρολύτες, πρέπει να επιτρέπουν τη διέλευση μόνο των ηλεκτρονίων και όχι των ιόντων. Παράλληλο απαιτείται αυτά να παρουσιάζουν χημική σταθερότητα όπέναντι στο οξειδωτικό και στο καύσιμο, επειδή έρχονται σε άμεση επαφή μεταξύ τους μέσα στο στοιχείο.

ηλεκτρόδιο-καταλύτης	ηλεκτροχημικό στοιχείο
Pt Pt Au Ag Ni, NiO ₂ C Fe La _{0.8} Sr _{0.2} CoO ₃	ηλεκτροχημικά στοιχεία φωσφορικού οξέος ηλεκτροχημικά στοιχεία φωσφορικού οξέος "φτωχή" κατάλυση στα στοιχεία φωσφορικού οξέος, καλή στα αλκαλικά αλκαλικά στοιχεία αλκαλικά στοιχεία αλκαλικά στοιχεία στοιχεία στερεού ηλεκτρολύτη αλκαλικά στοιχεία και στοιχεία στερεού ηλεκτρολύτη

Στον προηγούμενο πίνακα παρουσιάζονται μερικά από τα είδη ηλεκτροδίων καθώς επίσης και οι τύποι των Η.Σ.Κ., στα οποία συνήθως αυτά χρησιμοποιούνται.

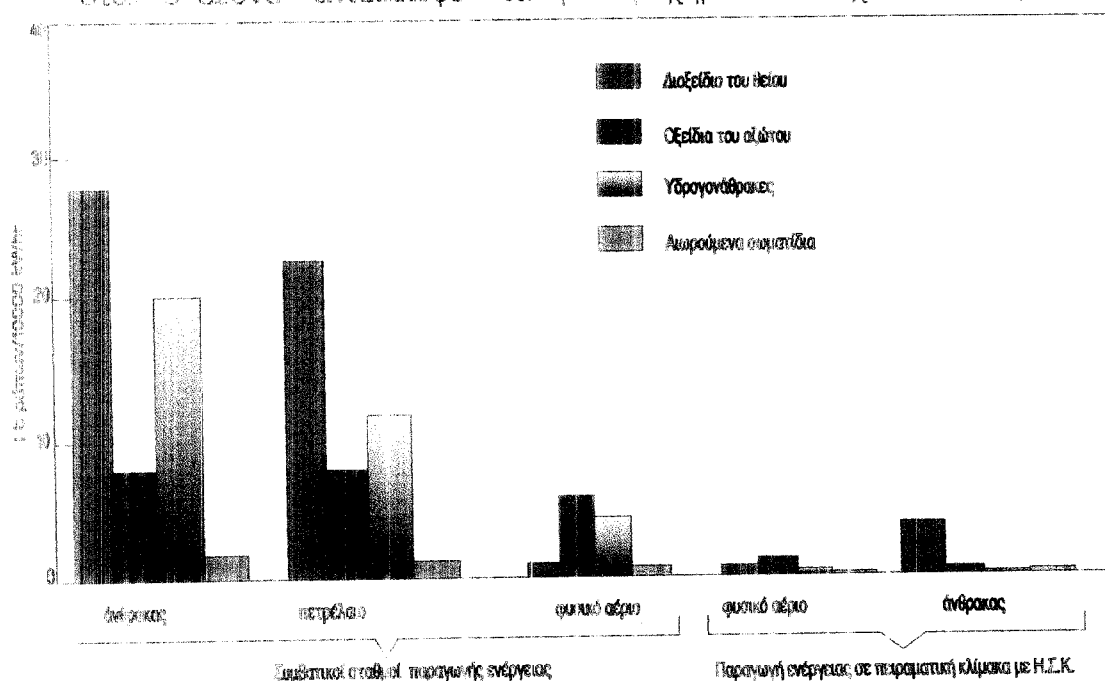
ΚΑΥΣΙΜΑ ΓΙΑ ΤΑ ΗΛΕΚΤΡΟΧΗΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Τα πρώτα χρόνια της έρευνας και της ανάπτυξης των ηλεκτροχημικών στοιχείων, πολλά καύσιμα προτάθηκαν και χρησιμοποιήθηκαν για την λειτουργία των Η.Σ.Κ. Καύσιμα, όπως οι καθοροί υδρογονάνθρακες (δικάνιο), η μεθανόλη, οι υδραζίνες, η αμμωνία και το φυσικό αέριο θεωρήθηκαν κατάλληλα για τα ηλεκτροχημικά στοιχεία. Από αυτά, οι υδραζίνες αποδείχθηκε ότι είναι κλοκινογόνες, ενώ η μεθανόλη και οι υδρογονάνθρακες είχαν μικρές αποδόσεις σε πυκνότητα ρεύματος, με αποτέλεσμα να πάψουν να χρησιμοποιούνται. Σήμερα, στις περισσότερες περιπτώσεις σαν καύσιμα για τα ηλεκτροχημικά στοιχεία χρησιμοποιούνται η αμμωνία και το φυσικό αέριο, εφόσον προηγουμένως υποστούν την κατάλληλη επεξεργασία (αναμόρφωση).

Η κατεργασία των καυσίμων που αναφέρθηκαν έχει σαν στόχο την παραγωγή ενός αερίου εμπλουτισμένο με υδρογόνο, δεδομένου ότι το υδρογόνο θεωρείται το πλέον κατάλληλο καύσιμο για τα ηλεκτροχημικά στοιχεία. Το υδρογόνο είναι το καύσιμο με τις μεγαλύτερες αποδόσεις σε πυκνότητα ρεύματος. Συνήθως ένα αέριο, πλούσιο σε υδρογόνο, που εισέρχεται στο στοιχείο, είναι και το γνωστό αέριο σύζευξης ($\text{CO} + \text{H}_2$), το οποίο όμως, εξαιτίας της παρουσίας του μονοξειδίου του άνθρακα, δημιουργεί κάποια προβλήματα στην λειτουργία του στοιχείου.

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ Η.Σ.Κ.

Οταν ο Grover "ανακαλύψε" τα ηλεκτροχημικά στοιχεία καυσίμου,



Σχήμα 3: Διάγραμμα σύγκρισης των ρύπων, διαφόρων καυσίμων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, με τις συμβατικές μεθόδους και με ηλεκτροχημικά στοιχεία καυσίμου.

ενοείς ίσως δεν φανταζόταν την επανάσταση που θα έφερναν οι "νέες" αυτές συσκευές, καθώς επίσης και το ευρύ φάσμα εφαρμογών τους.

Οι πρώτες εφαρμογές των ηλεκτροχημικών στοιχείων καυσίμου, αφορούσαν στα διαστημικά προγράμματα της NASA. Η πιο επιτυχημένη εφαρμογή των ηλεκτροχημικών στοιχείων ήταν η χρησιμοποίηση ενός AFC για το διαστημικό πρόγραμμα Apollo. Το αλκαλικό στοιχείο, που χρησιμοποιήθηκε, στηριζόταν στην τεχνολογία του 1930, με καύσιμο καθαρό υδρογόνο, θερμοκρασία λειτουργίας 200-240 °C και με ηλεκτρολύτη ένα διάλυμα KOH 45% κ.β. Ακόμη και σήμερα, τα Η.Σ.Κ. χρησιμοποιούνται με επιτυχία στα διαστημικά προγράμματα. Τα Η.Σ.Κ. χρησιμοποιήθηκαν επίσης για πρώτη φορά στην Αμερική για μεταφορικούς σκοπούς. Σήμερα υπάρχουν αρκετά ερευνητικά προγράμματα για την εξέλιξη των κατάλληλων ηλεκτροχημικών στοιχείων (φωσφορικού οξέος και στερεού πολυμερούς), τα οποία χρηματοδοτούνται από το υπουργείο μεταφορών και τεχνολογίας της Αμερικής, για να χρησιμοποιηθούν σε λεωφορεία αστικών δρομολογίων, με μελλοντικό στόχο την εφαρμογή τους και σε οχήματα ιδιωτικής χρήσης.

Τα ηλεκτροχημικά στοιχεία καυσίμου, και κυρίως το στοιχείο στερεού πολυμερούς, βρίσκουν πολλές και σημαντικές εφαρμογές στον στρατιωτικό τομέα. Τα ηλεκτροχημικά στοιχεία χρησιμοποιούνται για την κίνηση συμβατικών αλλά και θαλασσίων οχημάτων, όπως υποβρύχια, προσφέροντας πολλά πλεονεκτήματα. Τα PAFC, λόγω της χαμηλής θερμοκρασίας λειτουργίας του μικρού βάρους και σχήματος, χρησιμοποιούνται και για τον εξοπλισμό των στρατιωτών, όπως για παράδειγμα στις επικοινωνίες κλπ.

Εκτός όμως από τις παραπάνω ειδικές εφαρμογές, τα ηλεκτροχημικά στοιχεία καυσίμου βρίσκουν εμπορικές και βιομηχανικές εφαρμογές. Πολλές από τις γνωστές βιομηχανίες κατασκευής ηλεκτρικών οικιακών συσκευών είναι χρηματοδότες ερευνητικών προγραμμάτων που αφορούν στα ηλεκτροχημικά στοιχεία καυσίμου.

Μια άλλη δυναμική περιοχή εφαρμογής, των ηλεκτροχημικών στοιχείων, αφορά στη κάλυψη των αναγκών, με φτηνή ηλεκτρική ενέργεια, διαφόρων μεγάλων συγκροτημάτων, όπως βιομηχανίες, νοσοκομεία, γραφεία ακόμη και οικισμοί.

Υπάρχουν επίσης και αξιόλογες προτάσεις για τη χρησιμοποίηση των ηλεκτροχημικών στοιχείων καυσίμου, όπως το στοιχείο βιοκαυσίμου, για καθαρό ιατρικούς σκοπούς.

Αν και τα ηλεκτροχημικά στοιχεία καυσίμου βρίσκουν πολλές και σημαντικές εφαρμογές, όπως ήδη αναφέρθηκε, ορισμένα προβλήματα, κυρίως λειτουργικής και οικονομικής υφής, απαιτούν μια συνεχή έρευνα για την αντιμετώπισή τους. Σήμερα οι έρευνες που αφορούν στα ηλεκτροχημικά στοιχεία καυσίμου εστιάζονται κυρίως στους εξής τομείς:

- στην αύξηση του χρόνου ζωής. Το σημαντικότερο πρόβλημα στην λειτουργία των ηλεκτροχημικών στοιχείων είναι η διάβρωση και η ελάττωση της δραστηριότητας του ηλεκτροκαταλύτη με την πάροδο του χρόνου. Πολλές από τις προσμίξεις, που πιθανόν να υπάρχουν στο αέριο που χρησιμοποιείται σαν καύσιμο, όπως

μονοξειδίο του άνθρακα, αμμωνία υδρόθειο κ.λ.π., προκαλούν διάφορα προβλήματα, τα οποία ποικίλουν ανάλογα με τον τύπο του ηλεκτροχημικού στοιχείου (βλ. τύποι ηλεκτροχημικών στοιχείων καυσίμου).

• στην ελάττωση του κόστους κατασκευής και λειτουργίας. Πολλά από τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των στοιχείων, όπως λευκόχρυσος, μεμβράνες πολυμερούς κ.α., είναι αρκετά ακριβά, με αποτέλεσμα να αυξάνουν το κόστος κατασκευής και λειτουργίας του στοιχείου.

• στην αύξηση της απόδοσης. Αν και οι αποδόσεις των ηλεκτροχημικών στοιχείων είναι ήδη αρκετά υψηλές, υπάρχουν σημαντικές απώλειες. Το μεγαλύτερο μέρος αυτών των απωλειών οφείλεται κυρίως στις ωμικές αντιστάσεις και στις αντιστάσεις λόγω της πολωσιμότητας που αναπτύσσεται κατά την λειτουργία του στοιχείου.

Οι μεγάλες δυνατότητες των ηλεκτροχημικών στοιχείων καυσίμου κάνουν αναμφισβήτητη την άποψη ότι στο πολύ κοντινό μέλλον θα γίνουν εμπορικά ανταγωνιστικά με τα άλλα συμβατικά συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Οι προσδοκίες από τις "νέες" αυτές συσκευές παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας είναι πολύ υψηλές και η ανάπτυξη τέτοιων συστημάτων αποτελεί μία πολύ ελπιδοφόρα επένδυση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Encyclopedia of Chemical Technology, 10ed.
2. Gerard J. Kleywegt and Willem L. Driessen, Chemistry in Britain, (1988), 44.
3. Heinz Gerischer and Charles W. Tobias, Advances in Electrochemical Science and Engineering, Vol. 2.
4. Westinghouse Electric Corporation, Proc. of 2nd Int. Symp. on "Solid Oxide Fuel Cell", in Athens, Greece (1991) 25.
5. John O'M. Bockris, Amulya K.N. Reddy, "Modern Electrochemistry", 3ed, Volume 2, New York 1977.
Non Faradaic Electrochemical Modification of Catalytic Activity: The oxidation of CH₄ on Pt.
E. Tsiakaras and C.G. Vayenas. J. Catal. 140, 53 (1993)
6. "Ion transport and Polarization Studies in a Proton Conducting Solid Electrolyte Cell". P-H. Hung, D. Eng. P. Tsiakaras and M. Stoukides. Solid State Ionics 77, 305, (1995).
7. "Electrode Polarization and Electrical Properties of the La_{0.6}Sr_{0.4}Co_{0.8}Fe_{0.2}O₂"/YSZ Interface: Effect of Gas Phase Composition and Temperature"
P. Tsiakaras, G. Marmellos, C. Athanasiou, M. Stoukides, J.E. ten Elshof, B.J.M. Bouwmeester and H. Verwij, Solid State Ionics 000.000, 1996.
8. "Solid Electrolytes for in situ Promotion of Catalyst Surfaces: The NEMCA Effect".
C.G. Vayenas, S. Bebelis, I.V. Yentekakis, P. Tsiakaras, H. Karasali and Ch. Karavasilis in "New Frontiers in Catalysis", Guszi et al. (Eds.), Studies in Surface and Catalysis Elsevier, Amsterdam, 75, 2139-2142 (1993) 13.
9. "The use of SOFC as Chemical Reactor: Non-Faradaic Catalysis" S. Bebelis, Ch. Karavasilis, H. Karasali, P. Tsiakaras, I.V. Yentekakis and C.G. Vayenas.
Proc. 2nd Internl. Conference on SOFC, Athens, Greece, pp. 353-360 Offic. Publ. of the IEC, Luxembourg (1991).
10. European Patent Appl. 90600021.1 "Metal - Solid electrolyte catalysts"
C.G. Vayenas, S. Bebelis, I.V. Yentekakis and P. Tsiakaras (1990).

Ι.ΔΕΡΜΙΤΖΑΚΗΣ
Μηχ/γος-Ηλ/γος Μηχανικός

ΤΟ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ ΤΟΥ ΑΥΡΙΟ

- Πρόγραμμα AUTO-OIL
- Κατάργηση μολυβδομένης βενζίνης
- Εκπομπές CO₂ - Κατανάλωση καυσίμου
- Εναλλακτικά καύσιμα
- Κύκλος ζωής αυτοκινήτου

ΒΟΛΟΣ : ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 1996

Α ΡΥΠΑΝΣΗ - ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟ

Α1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι αρνητικές επιπτώσεις της λειτουργίας των οχημάτων στο περιβάλλον και κυρίως όσον αφορά την ατμοσφαιρική ρύπανση και το θόρυβο, χαρακτηρίζουν όλες τις μεγαλουπόλεις στον κόσμο.

Από το 1950 ο στόλος των οχημάτων αυξάνεται με ρυθμό 5.2% ετησίως ενώ η αύξηση του πληθυσμού είναι 2.1% ετησίως. Το 1950 στον πλανήτη υπήρχαν 53 εκατομμύρια οχήματα και μέσα σε 4 δεκαετίες ο αριθμός αυτός έφτασε τα 430 εκατομμύρια.

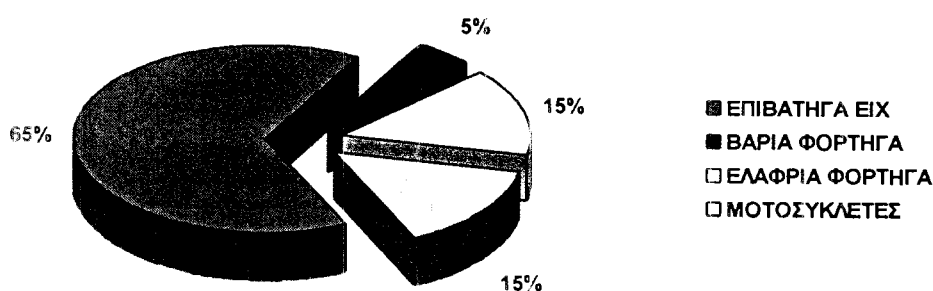
Το 86% αυτών των οχημάτων ευρίσκεται στις βιομηχανικές χώρες. Αξιοσημείωτο στοιχείο επίσης είναι ότι στις αναπτυσσόμενες χώρες όπου ζει το 57% του πληθυσμού, κυκλοφορεί μόνο το 1.7% του στόλου των οχημάτων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 : ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΣΤΙΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ
ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ

	Συνολικές εκπομπές (1000 τόνοι)	Εκπομπές οχημάτων (1000 τόνοι)	(%) Οχημάτων
NOX	36019	17012	47
HC	33869	13238	39
CO	119148	78227	66

ΠΗΓΗ: OECD Environmental Data 1987

ΣΧΗΜΑ 1 : ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΠΑΓΚΟΣΜΙΟ ΕΠΙΠΕΔΟ
(ΕΤΟΣ 1990 675 ΕΚΑΤΟΜΜΥΡΙΑ ΟΧΗΜΑΤΑ)



ΠΗΓΗ : ΑΑΜΑ , 1993

Α2 ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΘΗΝΩΝ

Το "νέφος" της Αθήνας τα πρώτα χρόνια εμφάνισής του χαρακτηριζόταν από τον καπνό και το διοξείδιο του θείου. Στη δεκαετία του '80 άλλαξε μορφή και σήμερα χαρακτηρίζεται φωτοχημικό.

Πρωτογενείς ρύποι φωτοχημείας θεωρούνται κυρίως οι υδρογονάνθρακες και τα οξείδια του αζώτου. Οι ρύποι αυτοί με την βοήθεια του ηλιακού φωτός και με ένα πολύπλοκο μηχανισμό χημικών αντιδράσεων μετασχηματίζονται σε Όζον. Ο χρόνος σχηματισμού του ρύπου αυτού είναι 2 ώρες περίπου. Για το λόγο αυτό το Όζον δεν εμφανίζεται στις κεντρικές περιοχές, αλλά στην περιφέρεια, όπου μεταφέρεται με την βοήθεια των ανέμων.

Επιβαρυντικό στοιχείο για την περιοχή του Λεκανοπεδίου είναι η τοπογραφία και η μετεωρολογία και ιδίως η συχνή εμφάνιση των θερμοκρασιακών αναστροφών.

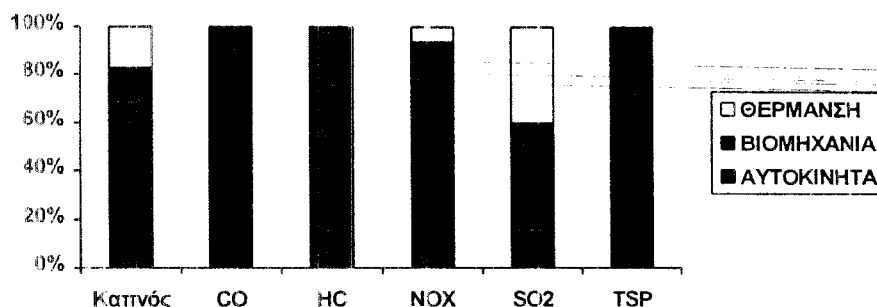
Θερμοκρασιακή αναστροφή είναι το φαινόμενο κατά το οποίο σε υψηλότερα στρώματα της ατμόσφαιρας παρατηρείται υψηλότερη θερμοκρασία από όση σε χαμηλότερα, εμποδίζοντας έτσι την κατακόρυφη διασπορά των ρύπων.

Όλα τα συμπεράσματα μελετών σχετικών με την συμμετοχή των πηγών στη δημιουργία του "νέφους" της Αθήνας, συμφωνούν ότι η κυκλοφορία είναι η σημαντικότερη πηγή.

Στον Πίνακα 2 φαίνεται η συμμετοχή (%) των διαφόρων πηγών στις ετήσιες εκπομπές ρύπων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 : ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΠΗΓΩΝ ΣΤΙΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΠΩΝ (%)

	Καπνός	CO	HC	NOX	SO2	Σωματίδια
Ε.Ι.Χ.	-	80	46	48	-	-
ΤΑΞΙ	19	1	5	5	5	-
ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ ΜΜΜ	16	10	1	6	4	-
ΦΟΡΤΗΓΑ	30	2	3	16	6	-
ΜΟΤΟΣΙΚΛΕΤΕΣ	3	7	20	2	-	-
ΣΥΝΟΛΟ	68	100	75	77	15	-
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ	15	-	25	17	45	100
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ	17	-	-	6	40	-
ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ	100	100	100	100	100	100



Πρέπει όμως να διευκρινισθεί ότι τα παραπάνω ποσοστά δημιουργούν πολλές φορές εσφαλμένη εικόνα για την συμμετοχή των πηγών.

Σε κάθε προσπάθεια ποσοστικοποίησης πρέπει να λαμβάνεται υπόψη εκτός από την ετήσια ποσότητα εκπομπών και:

- την τοπογραφία
- την μετεωρολογία
- το είδος του ρύπου
- τη χρήση της περιοχής

Για το λόγο αυτό, είναι λάθος ο ισχυρισμός ότι στην περιοχή του Θριάσιου Πεδίου ευθύνεται η κυκλοφορία, όπως είναι λάθος επίσης ότι για τις υψηλές τιμές ρύπων στην Πατησίων ευθύνεται η βιομηχανία.

Τα ποσοστά συμμετοχής έχουν σχετική αξία κυρίως για την ιεράρχηση των δυνατών παρεμβάσεων.

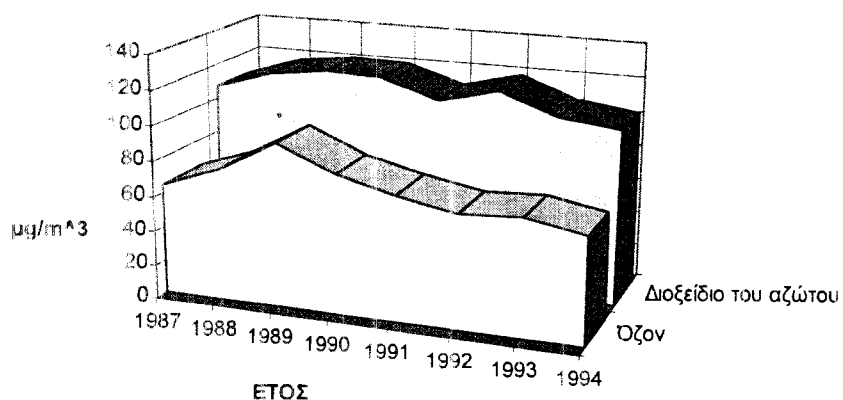
Τα μέτρα που έχουν ληφθεί μέχρι σήμερα είναι κυρίως τεχνικά. Τα κυριότερα είναι:

- Κάρτα Ελέγχου Καυσαερίων
- Απόσυρση παλαιών - Κυκλοφορία "καθαρών"
- Βελτιώσεις καυσίμου
- Έλεγχοι σταθερών πηγών καύσης
- Κυκλοφοριακές ρυθμίσεις (Σηματοδότηση - λεωφορειόδρομοι κλπ.)

Αυτά τα μέτρα είχαν σαν αποτέλεσμα να εμφανισθούν τάσεις μείωσης των συγκεντρώσεων των ρύπων στην ατμόσφαιρα. Οι τάσεις αυτές για διάφορους ρύπους και σε διάφορους σταθμούς εμφανίζονται στα διαγράμματα 1,2



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2 :ΔΙΑΧΡΟΝΙΚΗ ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΝΟ₂ ΚΑΙ Ο₃ ΣΤΟΥΣ
ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΠΑΤΗΣΙΩΝ ΚΑΙ ΛΙΟΣΙΩΝ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΑ**



Συμπερασματικά μπορεί να ειπωθεί ότι υπάρχουν δυνατότητες βελτίωσης της σημερινής κατάστασης. Με τον όρο βελτίωση εννοείται αφενός η μείωση των μέσων τιμών στα επίπεδα που ορίζει η Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας και αφετέρου η μείωση της συχνότητας εμφάνισης επεισοδίων ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

B:ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ AUTO-OIL

B1: ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Από τις αρχές της δεκαετίας του 1980, στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η δραστική μείωση των εκπομπών καυσαερίων των οχημάτων.

Το 1989 άρχισε η προώθηση σε κυκλοφορία των καταλυτικών οχημάτων με συνεχείς τροποποιήσεις της σχετικής οδηγίας 70/220/Ε.Ε. Τελευταία τροποποίηση είναι η οδηγία 94/12/Ε.Ε.

Το 1992 η ανάγκη για δραστική μείωση των εκπομπών με στόχο τα επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης να μειωθούν στα προτεινόμενα από την Παγκόσμια Οργάνωση Υγείας (WHO), η Ε.Ε αποφάσισε την σφαιρική προσέγγιση μείωσης των εκπομπών από την κυκλοφορία και η οποία περιελάμβανε άξονες παρέμβασης ως προς:

- τα μέσα μαζικής μεταφοράς
- την ποιότητα καυσίμου
- τα εναλλακτικά καύσιμα
- τα διανυόμενα οχηματοχιλιόμετρα κλπ

Οι άξονες αυτοί περιλαμβάνονται στο άρθρο 4 της οδηγίας 94/12/Ε.Ε

Με βάση της παραπάνω κατευθύνσεις δημιουργήθηκε η ad-hoc ομάδα auto-oil με εκπροσώπους των αυτοκινητοβιομηχανιών, των διυλιστηρίων και η οποία άρχισε τις εργασίες της το 1993.

Το 1995 ενημερώθηκε το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο για την πορεία των εργασιών και τον ίδιο χρόνο, μετά από κοινή συνεδρίαση των τεχνικών ομάδων της επιτροπής (MVEG-EFEG), άρχισε η σύνταξη των σχεδίων οδηγιών με βάση τις μέχρι τότε διαπιστώσεις της ομάδας auto-oil.

B2: ΤΙ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΙ

Σημαντική διαπίστωση του προγράμματος auto-oil είναι ότι η μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης σε επίπεδα που ελαχιστοποιούν τους κινδύνους για τη δημόσια υγεία προϋποθέτει μείωση των εκπομπών κυρίως των υδρογονανθράκων (HC) και οξειδίων του αζώτου (NOX) σε ποσοστό 70% με βάση τις σημερινές. Οι προτεινόμενες παρεμβάσεις έχουν ιεραρχηθεί με βάση το κριτήριο κόστος - απόδοση και περιλαμβάνουν:

- Μείωση των ορίων εκπομπής καυσαερίων όλων των κατηγοριών οχημάτων και βελτίωση των προδιαγραφών καυσίμου, σε δύο στάδια (2000 και 2005 ή 2010).
- Κατευθύνσεις για υιοθέτηση κινήτρων που στοχεύουν στη μείωση των διανυόμενων οχηματοχιλιομέτρων και τη στροφή της προτίμησης των καταναλωτών σε αγορά καθαρότερων καυσίμων και αυτοκινήτων. Τα κίνητρα αυτά είναι κυρίως οικονομικά και αφορούν την φορολογία καυσίμων και αυτοκινήτων.
- Καθιέρωση νέων διαδικασιών και συστημάτων ελέγχου της σωστής λειτουργίας των αυτοκινήτων ως προς τις εκπομπές καυσαερίων κατά την διάρκεια λειτουργίας τους (on board diagnostic).
- Κατευθύνσεις για την προώθηση της χρήσης νέων τεχνολογιών και εναλλακτικών καυσίμων όπως ηλεκτρικά αυτοκίνητα, φυσικό αέριο κλπ. Σημειώνεται ότι ο τομέας αυτός ευρίσκεται στη φάση της ανάπτυξης.
- Αναφορά σε προγράμματα ρύθμισης - συντήρησης.
- Καθιέρωση συστήματος παρακολούθησης της εφαρμογής των παρεμβάσεων στα κράτη μέλη (monitoring) για των καλύτερο σχεδιασμό προγραμμάτων ανάδρασης.
- Χρήση συστημάτων διαχείρισης της κυκλοφορίας.

Με βάση τα παραπάνω η Επιτροπή προχώρησε στη σύνταξη δύο σχεδίων οδηγιών τα οποία περιλαμβάνουν συγκεκριμένες παρεμβάσεις στα καυσαέρια των οχημάτων και τις προδιαγραφές καυσίμων .

Οι νέες ρυθμίσεις ως προς τα καυσαέρια των οχημάτων (τροποποίηση της οδηγίας 94/12/ΕΕ) είναι:

- Μείωση των ορίων εκπομπής καυσαερίων των οχημάτων από 20% έως 50% ανάλογα με το ρύπο για τα βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα επιβατηγά οχήματα
- Εγκατάσταση ηλεκτρονικών συστημάτων ελέγχου της καλής λειτουργίας των συσκευών αντιρρύπανσης κατά τη διάρκεια κίνησης του οχήματος.
- Βελτίωση του test μέτρησης των υδρογονανθράκων λόγω εξάτμισης του καυσίμου στα βενζινοκίνητα οχήματα.
- Βελτίωση της διάρκειας ζωής των συσκευών αντιρρύπανσης μέχρι 160000 km
- τροποποίηση του test μέτρησης των ρύπων για την έγκριση τύπου των οχημάτων ώστε να λαμβάνονται υπόψη οι εκπομπές λόγω κρύας εκκίνησης και η χαμηλή θερμοκρασία περιβάλλοντος (-7 C).
- Τροποποίηση της διαδικασίας ελέγχου της ομοιογένειας παραγωγής .
- Δυνατότητα παροχής κινήτρων για την προώθηση των οχημάτων που καλύπτουν τις νέες προδιαγραφές ακόμη και αυτές που θα ισχύσουν από το έτος 2005 με την προϋπόθεση να ισχύουν για όλα τα νέα οχήματα και το ύψος τους να μην υπερβαίνει το επιπλέον κόστος της τεχνολογίας αντιρρύπανσης.
- Η επιτροπή μέχρι 31/12/1998 θα πρέπει να υποβάλλει νέα πρόταση για αυστηρότερα όρια τα οποία θα ισχύσουν το έτος 2005 λαμβάνοντας υπόψη και άλλες τεχνολογίες όπως τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα και τα εναλλακτικά καύσιμα.

Οι νέες ρυθμίσεις ως προς τις προδιαγραφές καυσίμου είναι:

- Απαγόρευση της χρήσης μολυβδομένης βενζίνης από την 1/1/2000 σε όλα τα κράτη μέλη.

Υπάρχει δυνατότητα εξαίρεσης ενός κράτους μέλους με απόφαση της επιτροπής. Η εξαίρεση ισχύει το αργότερο μέχρι την 1/1/2002, με την προϋπόθεση ότι έχει ενημερωθεί η επιτροπή πριν από την 1/1/1999 και έχουν αιτιολογηθεί επαρκώς οι λόγοι της εξαίρεσης.

- Καθορίζει προδιαγραφές και μεθόδους ελέγχου της αμόλυβδης βενζίνης.

- Καθορίζει προδιαγραφές και μεθόδους ελέγχου του πετρελαίου.

Σημειώνεται ότι εφόσον η πρώτη ύλη ή η διαδικασία παραγωγής των διυλιστηρίων παρουσιάζει δυσκολία για την επίτευξη των καθοριζόμενων προδιαγραφών, μπορεί με απόφαση της επιτροπής να επιτραπούν διαφορετικά όρια, για περίοδο όχι μεγαλύτερη των 6 μηνών.

- Δημιουργία ενός συστήματος μετρήσεων για εξασφάλιση της ποιότητας των καυσίμων.

- Από το 2002 τα κράτη μέλη ενημερώνουν την επιτροπή τον Ιούνιο κάθε χρόνου για τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

- Την 1/7/1999 τα κράτη μέλη πρέπει να έχουν προσαρμόσει την εσωτερική τους νομοθεσία έτσι ώστε να είναι δυνατή η εφαρμογή της οδηγίας και να ενημερώσουν την επιτροπή.

- Η εφαρμογή της οδηγίας αρχίζει από την 1/1/2000.

Οι οδηγίες για την ποιότητα καυσίμου και τα όρια εκπομπής καυσαερίων θα πρέπει να τεθούν παράλληλα σε ισχύ.

B3: ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

1: Οικονομικές

Για την επίτευξη των στόχων που προδιαγράφονται από την επιτροπή για το πρώτο και δεύτερο στάδιο απαιτούνται πρόσθετες επενδύσεις 8500 εκατ ECU από την αυτοκινητοβιομηχανία και τα διυλιστήρια.

Το κόστος των επιβατηγών αυτοκινήτων προβλέπεται να αυξηθεί κατά 300 ECU το πρώτο στάδιο και κατά 200 ECU το δεύτερο. Επίσης, το ετήσιο κόστος συντήρησης θα αυξηθεί κατά 7.5 - 10 ECU.

Το κόστος της βελτίωσης της ποιότητας των καυσίμων εκτιμάται σε 2 - 3 ECU ανά όχημα ετησίως.

Σ τις παραπάνω εκτιμήσεις δεν συμπεριλαμβάνεται το κόστος των κινήτρων.

2: Περιβαλλοντικές

Με την εφαρμογή του προγράμματος οι ετήσιες εκπομπές της κυκλοφορίας το έτος 2010 και σε σχέση με αυτές του 1990 θα μειωθούν κατά:

NOX	61.3%
PM	66%
CO	76.3%
Βενζόλιο	74.6%
HC	76%

Η θέση της χώρας μας σε όλες τις φάσεις τροποποίησης των σχετικών οδηγιών μπορεί να περιγραφεί με το «αυστηρά όρια εκπομπής καυσαερίων σε όσο το δυνατόν συντομότερο χρόνο εφαρμογής».

Η ίδια προσέγγιση θα πρέπει να ακολουθηθεί και σε αυτή τη διαδικασία τροποποίησης κυρίως ως προς τις εκπομπές καυσαερίων των οχημάτων.

Γ: ΚΑΤΑΡΓΗΣΗ ΜΟΛΥΒΔΟΜΕΝΗΣ ΒΕΝΖΙΝΗΣ

Η αφαίρεση ολική ή μερική του μολύβδου από τη βενζίνη έχει απασχολήσει πολλές Ευρωπαϊκές Χώρες από τις αρχές της δεκαετίας του '80.

Με βάση την εμπειρία και τη γνώση που έχει αποκτηθεί από την κυκλοφορία της αμόλυβδης βενζίνης και η οποία κατέχει σήμερα το μεγαλύτερο ποσοστό στην αγορά πολλών Ευρωπαϊκών χωρών, μπορούν να επισημανθούν τα παρακάτω.

Γ1: ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Οι ενώσεις του μολύβδου χρησιμοποιούνται από το 1922 ως πρόσθετο στην βενζίνη για τον περιορισμό του φαινομένου της κρουστικής καύσης με αύξηση του αριθμού οκτανίου (RON και MON).

Σημειώνεται ότι ο αριθμός οκτανίου δεν έχει ουσιαστική σχέση με την ενέργεια της βενζίνης όπως λανθασμένα υποστηρίζεται.

Βενζίνη super	32.85 MJ/LT
Βενζίνη ατλή	32.35 MJ/LT

Οι ενώσεις του μολύβδου προτιμήθηκαν από άλλα πρόσθετα λόγω του κόστους και της διαθεσιμότητάς των.

Δευτερεύουσα ιδιότητα των ενώσεων μολύβδου είναι και η λίπανση των εδράνων των βαλβίδων στις υψηλές στροφές με αρνητικό στοιχείο τη δημιουργία προβλημάτων λόγω των επικαθήσεων στο θάλαμο καύσης, στα μπουζί και στο σύστημα εξαγωγής καυσαερίων. **Κινητήρες τεχνολογίας μετά το 1980 δεν έχουν ανάγκη λίπανσης των εδράνων λόγω της χρήσης εσκληρυμμένων υλικών).**

Σημαντικότερο όμως χαρακτηριστικό των ενώσεων μολύβδου είναι οι επιπτώσεις στην υγεία κυρίως των παιδιών, λόγω τοξικότητας. Πολλές πολιτείες των ΗΠΑ έχουν ήδη απαγορεύσει την κυκλοφορία της μολυβδομένης βενζίνης παρέμβαση που συστήνει και η WHO

Γ2. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΟΛΟΥ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Στη χώρα μας κυκλοφορούν 1.950.000 συμβατικά βενζινοκίνητα οχήματα και 450.000 μοτοσικλέτες με κυβισμό μεγαλύτερο από 50 cc.

Στον πίνακα .1.. φαίνεται το πλήθος, η ηλικία και τα χιλιόμετρα που θα έχουν διανύσει το έτος 2002 τα συμβατικά οχήματα.

Έτος Κυκλοφορίας	Μέση ηλικία	Πλήθος	Μέσος αριθμός km
< 1970	35	39.000	446.000
1970-1975	30	117.000	382.000
1975-1980	25	429.000	318.000
1980-1985	20	457.000	255.000
1985-1990	15	606.000	
>1990	10	294.000	

Στοιχεία : ΥΠΕΧΩΔΕ

Τα συμβατικά αποτελούν το 60% περίπου των κυκλοφορούντων βενζινοκίνητων οχημάτων.

Γ2. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

Καταναλωτές

Το πλήθος των οχημάτων με έτος κυκλοφορίας πριν το 1980, τα οποία θεωρητικά αφορά η κατάργηση της μολυβδομένης λόγω των εδράνων των βαλβίδων, είναι 585.000 το 2002 το μικρότερο θα έχει ηλικία 22 ετών θα έχει διανύσει περίπου 318.000 km και το μεγαλύτερο σε ηλικία θα είναι 35 ετών και θα έχει διανύσει 446.000 km.

Στα οχήματα αυτά είναι παράδοξο να μας απασχολεί η φθορά των εδράνων των βαλβίδων η οποία θα εμφανισθεί σταδιακά από το 2002 και μετά, τη στιγμή που δεν υπάρχει μηχανισμός ή εξάρτημα του κινητήρα και του οχήματος που να μην έχει φθορές υψηλού βαθμού επικινδυνότητας. **Εάν ο περιοδικός τεχνικός έλεγχος (ΚΤΕΟ) αποκτήσει ουσιαστική μορφή κανένα από τα παραπάνω οχήματα δεν θα πρέπει να κυκλοφορεί το 2002.**

Αλλά και εάν ακόμη κυκλοφορούν, θα έχουν ήδη αλλάξει 1-2 φορές κινητήρα ή θα έχουν προβεί σε γενική επισκευή κινητήρα ώστε η αντικατάσταση των εδράνων των βαλβίδων να φαντάζει υπόθεση άνευ σημασίας.

Τα ίδια περίπου ισχύουν και για τους κατόχους 200.000 περίπου τετράχρονων μοτοσικλετών (οι δίχρονες δεν αντιμετωπίζουν πρόβλημα).

Σημειώνεται επίσης ότι το κόστος συντήρησης αυτών των οχημάτων θα μειωθεί με τη χρήση αμόλυβδης βενζίνης (μπουζί, λάδι, κλπ.).

Ως προς την τιμή του καυσίμου θα πρέπει να τονισθεί ότι το κόστος παραγωγής της αμόλυβδης είναι υψηλότερο από αυτό της μολυβδομένης επομένως η τελική διαμόρφωση της τιμής στον καταναλωτή αναμένεται υψηλότερη από αυτή της μολυβδομένης σήμερα. Όμως σε κάθε περίπτωση είναι αποτέλεσμα πολιτικής απόφασης.

Δημοσιονομικά έσοδα

Η μεταβολή των δημοσιονομικών εσόδων εξαρτάται από την πολιτική τιμής της αμόλυβδης βενζίνης.

Οι συναλλαγματικές επιπτώσεις είναι μικρής σημασίας.

Διυλιστήρια

Αναμένεται αύξηση του κόστους παραγωγής των βενζινών και παράλληλα θα απαιτηθούν και νέες επενδύσεις για την κατασκευή νέων μονάδων.

Το κόστος διακίνησης θα μειωθεί λόγω διακίνησης λιγότερων τύπων καυσίμων (δεξαμενές, πρατήρια, βυτιοφόρα, κλπ.).

Σημειώνεται παράλληλα ότι θα μειωθούν τα κρούσματα νοθείας.

Αυτοκινητοβιομηχανία

Η απόσυρση των παλαιών οχημάτων ελάχιστα θα επηρεασθεί από αυτή και μόνο την απόφαση.

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

- Η μείωση του μολύβδου αποτελεί ουσιαστικό μέτρο ελαχιστοποίησης των επιπτώσεων στην υγεία.
- Ως προς τις επιπτώσεις στο «νέφος» οι εκπομπές όλων των ρύπων θα βελτιωθούν με την προϋπόθεση ότι το ποσοστό των αρωματικών υδρογονανθράκων και βενζολίου θα είναι μικρότερο από αυτά που ισχύουν σήμερα για την μολυβδομένη.

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι το μέτρο της κατάργησης της κυκλοφορίας της μολυβδομένης βενζίνης θα έχει θετικά αποτελέσματα.

Δ:ΕΚΠΟΜΠΕΣ CO₂-ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Οι εξελίξεις στον τομέα του αυτοκινήτου σε επίπεδο Ε.Ε όσον αφορά την τεχνολογία αλλά και θέματα γενικότερης πολιτικής, είναι σημαντικές. Προβλέπεται να αρχίσουν το 1997 και να ολοκληρωθούν το 2005 ή το 2010.

Η σημαντικότερη ίσως εξέλιξη είναι αυτή της μείωσης της κατανάλωσης καυσίμου, βενζίνης και πετρελαίου σε όλα τα οχήματα με στόχο να μειωθούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) σε 120gr/km ανά όχημα. Σημειώνεται ότι το διοξείδιο του άνθρακα συμμετέχει σημαντικά στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Το όριο που συζητείται είναι 5lt/100km για τα βενζινοκίνητα και 4.5lt/100km για τα πετρελαιοκίνητα οχήματα.

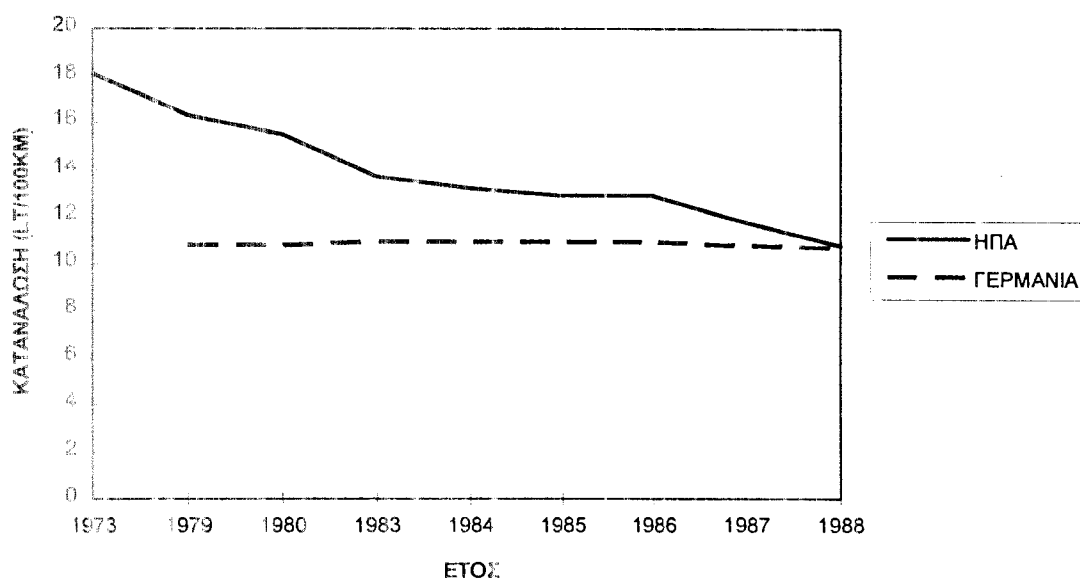
Δ1 ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Λόγω της ενεργειακής εξάρτησης στη Ευρώπη η κατανάλωση καυσίμου αποτέλεσε σημαντική σχεδιαστική παράμετρο των οχημάτων. Στις ΗΠΑ η προσπάθεια για μείωση της κατανάλωσης άρχισε τη δεκαετία του 80 με σημαντικά αποτελέσματα μέχρι σήμερα. Υπάρχει και σχετική νομοθεσία με τον καθορισμό ορίων για την κατανάλωση σε όλες τις κατηγορίες οχημάτων.

Η τεχνολογική εξέλιξη στην Ευρώπη τη δεκαετία του 80 ακολούθησε βραδύτερους ρυθμούς λόγω της έλλειψης σχετικής νομοθεσίας.

Σήμερα η κατανάλωση ενός οχήματος στις ΗΠΑ και στην Ευρώπη είναι περίπου στα ίδια επίπεδα.

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΑΝΑ ΟΧΗΜΑ (LT/100KM)



Δ2 ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ ΠΡΟΤΑΣΗΣ Ε.Ε

Για το διάστημα μέχρι το 2005 ή 2010 δηλ μέχρι την επίτευξη του στόχου και με βάση μία θεωρητική διαβάθμιση της τιμής του CO₂ (Πίνακας 1), η οποία θα προσδιορίζει τα ενδιάμεσα βήματα, προτείνονται πολιτικές κινήτρων και αντικινήτρων

Πίνακας 1: ενδιάμεσα όρια εκπομπής CO₂

ΕΤΟΣ	CO ₂ (GR/KM)
1996	174
1997	165
1998	160
1999	155
2000	150
2001	145
2002	140
2003	135
2004	130
2005	125

1:Αύξηση της τιμής αγοράς του αυτοκινήτου κατά 1050 ECU (315000δρχ) για κάθε λίτρο βενζίνης και 1180 ECU (354000δρχ) για κάθε λίτρο πετρελαίου που υπερβαίνει το ετήσιο όριο.

2:Αύξηση των τελών κυκλοφορίας κατά 140 ECU (42000δρχ) για κάθε λίτρο βενζίνης και 160 ECU (48000δρχ) για κάθε λίτρο πετρελαίου που υπερβαίνει το ετήσιο όριο.

3: Αύξηση της τιμής του καυσίμου έως 110% για τη βενζίνη και 140% για το πετρέλαιο σταδιακά από το 1996 μέχρι το 2005.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2 : Προτεινόμενη αύξηση τιμών καυσίμου μέχρι το έτος 2005
(Μέσες τιμές 6 χωρών της Ε.Ε)

έτος	τιμή βενζίνης δρχ/lt	τιμή πετρελαίου δρχ/lt	αύξηση βενζίνης με βάση το 1996 (%)	αύξηση πετρελαίου με βάση το 1996 (%)
1996	274.5	222.9		
1997	316.8	266.4	15.4	19.5
1998	359.7	309.9	31.0	39.0
1999	403.8	354.6	47.1	59.1
2000	448.2	399.6	63.3	79.3
2001	492.6	444.9	79.4	99.6
2002	537.9	490.5	95.9	120.0
2003	583.8	537.3	112.6	141.0
2004	630.3	584.4	129.6	162.2
2005	642.3	593.4	134.0	166.2

4:Συμφωνία κορυφής με την Αυτοκινητοβιομηχανία για μείωση κατά 25% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα μέχρι το 2005.

5:Παράλληλα μέτρα όπως η καθιέρωση αυστηρών ορίων ταχύτητας και η ορθολογική διαχείριση της κυκλοφορίας.....

Δ3 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ

1: Βάρος

Είναι η σημαντικότερη παράμετρος για την κατανάλωση καυσίμου.Η έρευνα έχει δείξει ότι είναι δυνατή μείωση μέχρι και 40% με παράλληλη μείωση της κατανάλωσης 20%.

Τα νέα υλικά είναι κυρίως το αλουμίνιο και τα πλαστικά.Ο λόγος **Βάρους/Ισχύς** θα πρέπει να μειωθεί ώστε να επιτευχθεί μείωση στην κατ. νάλωση.

Η επιλογή των κατάλληλων υλικών για την κατασκευή του οχήματος εξαρτάται και από άλλες παραμέτρους όπως η ασφάλεια κατά την σύγκρουση ,η αντοχή στη διάβρωση ,η εμφάνιση , το κόστος παραγωγής ,η ενέργεια για την κατεργασία τους κ.ά.

Ενδεικτικές τιμές βάρους οχημάτων ανάλογα με τα υλικά κατασκευής.

Σημερινό όχημα	785 KGR
Βελτιωμένη ποιότητα χάλυβα	705 KGR
Πλαστικά	629 KGR
Αλουμίνιο	545 KGR
Συνδυασμός	610 KGR

2: Σχήμα οχήματος - Αεροδυναμικός συντελεστής

Τα τελευταία χρόνια οι κατασκευαστές δίνουν μεγάλη σημασία στον αεροδυναμικό συντελεστή του οχήματος .Το 1973 ο αεροδυναμικός συντελεστής είχε τιμή 0.45. Το 1983 η τιμή αυτή μειώθηκε στο 0.30 και το 1995 πλησιάζει το 0.20.

Ο αεροδυναμικός συντελεστής επιδρά στην κατανάλωση καυσίμου περισσότερο στις υψηλές ταχύτητες από ότι στις χαμηλές. Μείωση του συντελεστή κατά 10% συνεπάγεται 3% μείωση στην κατανάλωση.Η μείωση του συντελεστή επιτυγχάνεται με αλλαγές στο σχήμα των αυτοκινήτων ,στο σχήμα και τη θέση τοποθέτησης των αξεσουάρ,την κίνηση του αέρα κάτω από το όχημα, το οπίσθιο σχήμα και την είσοδο του αέρα στο σύστημα ψύξης.

3: Τριβές κύλισης

Ελαστικά με χαμηλό συντελεστή κύλισης μειώνουν την κατανάλωση. Επίσης έχει υπολογισθεί ότι μείωση στο συνολικό βάρος του τροχού μπορεί να επιφέρει μέχρι και 7% μείωση στην κατανάλωση όταν η ταχύτητα είναι 90km/h

4: Βαθμός απόδοσης

Το ποσοστό της ενέργειας του καυσίμου που μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια είναι μικρό.

	Εντός πόλης	Εκτός πόλης
Βενζινοκίνητα	18-20%	30%
Πετρελαιοκίνητα (ελαφρά)	25-28%	35-38%
Πετρελαιοκίνητα (βαριά)		40-42%

Η βασική στρατηγική των κατασκευαστών είναι να μεγιστοποιήσουν την θερμική απόδοση της καύσης και να ελαχιστοποιήσουν τις απώλειες.Οι βασικές κατευθύνσεις είναι:

- Αύξηση της σχέσης συμπίεσης
- Φτωχότερο μίγμα
- Βελτίωση του συστήματος μετάδοσης της κίνησης (κιβώτιο ταχυτήτων,διαφορικό κλπ)

5: Κινητήρες νέας τεχνολογίας

Οι βασικές εξελίξεις κατατάσσονται σε τέσσερις κατηγορίες:

- νέοι κινητήρες εσωτερικής καύσης (στρωματικής καύσης, φτωχού μίγματος, υδρογόνου κλπ)
- Κινητήρες εξωτερικής καύσης (STIRLING)
- Αεριοστροβίλοι
- Ηλεκτροκινητήρες

6: Αλληλοεπίδραση οδηγού

Είναι γνωστό ότι ο τρόπος οδήγησης και η συντήρηση του οχήματος επηρεάζουν την κατανάλωση καυσίμου.

Μέχρι 20% μεταβολή στην κατανάλωση έχει μετρηθεί μεταξύ οδηγών σε ίδιου τύπου αυτοκίνητα.

Εφαρμοζόμενες μέθοδοι από την πολιτεία για τη μείωση της κατανάλωσης είναι η καθιέρωση αυστηρών ορίων ταχύτητας και ο έλεγχος της μηχανολογικής κατάστασης του οχήματος

7:Μέγεθος οχήματος

Η κατανάλωση καυσίμου είναι συνάρτηση του κυβισμού του οχήματος. Η πολιτεία με πολιτικές κινήτρων και αντικινήτρων μπορεί να οδηγήσει στην αγορά αυτοκινήτων μεσαίου και μικρού κυβισμού.

Δ4 Η ΑΓΟΡΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η κατανάλωση καυσίμου και άλλες παράμετροι των νέων οχημάτων που πωλούνται στην Ελληνική αγορά ,σε κάθε κατηγορία κυβισμού παρουσιάζονται στον πίνακα 3

ΠΙΝΑΚΑΣ 3 : Μέσες τιμές κατανάλωσης καυσίμου και των βασικών παραμέτρων, σε κάθε κατηγορία κυβισμού

Κατηγορία κυβισμού CC	Ισχύς PS	Βάρος KGR	Κατανάλωση πόλης LT/100KM	Μέση κατανάλωση LT/100KM	Βάρος/Ισχύς KGR/PS	Σταθερά Κ
900	41	673	6.6	6.2	16.4	22.6
1000	50	798	6.9	6.3	16.2	22.4
1100	57	787	7.2	6.5	13.8	20.2
1200	63	866	7.5	6.7	14.1	20.8
1300	76	922	8.1	7.2	12.3	19.5
1400	77	986	8.7	7.5	13.1	20.5
1500	90	1009	8.7	7.4	11.5	18.9
1600	103	1067	9.3	7.9	10.7	18.6
1700	117	1135	10.4	8.7	9.7	18.4
1800	117	1179	10.3	8.6	10.2	18.8
2000	141	1287	11.2	9.3	9.3	18.6

Χαρακτηριστικό στοιχείο είναι οι μεγάλες διαφορές στην κατανάλωση ακόμη και σε ίδιες κατηγορίες κυβισμού (μέχρι 3 lt/100km για κίνηση εντός πόλης και μέχρι 2 lt/100km για υψηλότερες ταχύτητες)

Με βάση τα στοιχεία κυβισμού ,βάρους ,ισχύος η μέση κατανάλωση εμφανίζει γραμμικότητα την οποία περιγράφει η παρακάτω πολυπαραμετρική εξίσωση:

$$\text{Μέση κατανάλωση} = 0.000963 * (\text{κυβισμός}) + 0.00298 * (\text{βάρος}) + 0.00376 * (\text{ισχύς}) + 2.88$$

(μέση κατανάλωση = $0.5 * \text{κατανάλωση πόλης} + 0.25 * \text{κατανάλωση με } 90 \text{ km/ώρα} + 0.25 * \text{κατανάλωση με } 120 \text{ km/ώρα}$)

Μέση κατανάλωση σε LT/100KM

Κυβισμός σε CC

Βάρος σε KGR

Ισχύς σε HP

Δ5 ΠΡΟΤΑΣΗ

Αν εισαχθεί η φόρμουλα **$K = \text{βάρος} / \text{ισχύς} + \text{μέση κατανάλωση}$**

όπου μέση κατανάλωση είναι το 50% της κατανάλωσης πόλης και το 25% της κατανάλωσης με 90 km/ώρα και το 25% της κατανάλωσης με 120 km/ώρα, αποδεικνύεται ότι το K εμφανίζει σταθερότητα ανεξάρτητα από την κατηγορία κυβισμού (πίνακας 2).

Η καθιέρωση ορίων για την σταθερά K μπορεί να οδηγήσει σε ομαλοποίηση των διαφορετικών μοντέλων ως προς την παράμετρο της συγκέντρωσης ισχύος (βάρος/ισχύς). Έτσι δεν θα υπάρχουν στην αγορά οχήματα μεγάλου βάρους και μικρής ισχύος στοιχείο που θα οδηγήσει και σε μείωση της κατανάλωσης καυσίμου.

Εναλλακτικά ή και παράλληλα θα μπορούσε να εισαχθεί όριο στην κατανάλωση με βάση την εξίσωση της προηγούμενης παραγράφου με το οποίο θα γίνεται ο υπολογισμός των τελών κυκλοφορίας και της τιμής των νέων οχημάτων που εισάγονται σε κυκλοφορία.

Δ6 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ

Οι νέες εξελίξεις στον τομέα του αυτοκινήτου σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης θα πρέπει να οδηγήσουν τους καταλωτές σε ριζική αναπροσαρμογή των κριτηρίων επιλογής στη φάση της αγοράς οχήματος.

Το βασικό κριτήριο θα πρέπει να είναι η κατανάλωση και όλες οι παράμετροι που την επηρεάζουν δηλ βάρος , κυβισμός ,ισχύς κλπ.

1: Ανάλογα με τη χρήση του οχήματος ,εάν η κίνηση είναι κυρίως εντός ή εκτός πόλης, ο καταναλωτής θα πρέπει να γνωρίζει ότι:

-για κίνηση εντός πόλης το βασικό κριτήριο είναι ο κυβισμός

- για κίνηση εκτός πόλης το βασικό κριτήριο είναι το βάρος

Σημειώνεται ότι η ισχύς η οποία είναι συνάρτηση και του κυβισμού ελάχιστα επηρεάζει την τελική κατανάλωση.

2: Ο αεροδυναμικός συντελεστής θα πρέπει να είναι ο μικρότερος δυνατός (περίπου 0.2)

3: Οι νέες γενιάς κινητήρες έχουν πολύ μικρότερη κατανάλωση καυσίμου .

Στην αγορά κυκλοφορούν ακόμη κινητήρες παλαιότερης γενιάς με μεγάλη κατανάλωση τοποθετημένοι σε νέα μοντέλα όσον αφορά το σχήμα και μόνο.

4: Τα νέα συστήματα ηλεκτρονικής διαχείρισης των παραμέτρων λειτουργίας του κινητήρα ,σε κάθε φάση οδήγησης, μειώνουν την κατανάλωση.

5: Η σχέση συμπίεσης και η αναλογία του μίγματος αέρα/καυσίμου (φτωχό ή πλούσιο) επηρεάζουν την κατανάλωση.

6: Σε οχήματα ίδιας κατηγορίας η παράμετρος βάρος/ισχύς ή K είναι καθοριστικής σημασίας (όσο μικρότερη τόσο καλύτερη)

7: Αυτόματο κιβώτιο ταχυτήτων ή πολλές σχέσεις μετάδοσης (5ή6) μειώνουν την κατανάλωση

Με βάση τις νέες προτάσεις της Ε.Ε ο καταναλωτής θα πρέπει να γνωρίζει ότι η επιλογή οχήματος που εμφανίζει κατανάλωση 1lt/100km μεγαλύτερη από ένα άλλο ,θα επιβαρύνει το ετήσιο λειτουργικό κόστος από 100000 έως 150000 δρχ.

E : ΚΥΚΛΟΣ ΖΩΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ

Ενέργεια ισοδύναμη με 6.000.000.000 τόνους αργού πετρελαίου καταναλώνεται ετησίως στον πλανήτη μας για την παραγωγή 50.000.000 και για την κίνηση 700.000.000 αυτοκινήτων. Οι προβλέψεις δείχνουν ότι ο αριθμός των οχημάτων θα αυξάνεται καθώς επίσης και ο ετησίως διανυόμενος αριθμός χιλιομέτρων. Μόνο ένας έξυπνος σχεδιασμός κάτω από την ομπρέλα του προγράμματος συνολικής διαχείρισης των φυσικών πηγών μπορεί να περιορίσει την αύξηση του ρυπαντικού φορτίου στην ατμόσφαιρα, στα νερά και στο έδαφος.

Σήμερα στο σχεδιασμό των οχημάτων ακολουθείται ο κανόνας «το ελαφρύ όχημα είναι ένα καθαρό όχημα». 10% μείωση στην κατανάλωση καυσίμου συνεπάγεται σημαντική μείωση στις εκπομπές του αυτοκινήτου στη διάρκεια της ζωής του.

3700kg Διοξείδιο του άνθρακα

30 kg Μονοξείδιο του άνθρακα

4-9 kg Υδρογονανθράκων και Οξειδίων του αζώτου

Για το λόγο αυτό προωθείται η χρήση του **αλουμινίου και των πλαστικών** στο σχεδιασμό των αυτοκινήτων

1.1 l/100km μείωση στη κατανάλωση, πράγμα εφικτό, ισοδυναμεί με μείωση 15.000.000 τόνους καυσίμου σε επίπεδο Ευρώπης.

Η ενέργεια που απαιτείται για την παραγωγή του αυτοκινήτου είναι περίπου 44GJ.

Στο τέλος της ζωής παραμένουν 30GJ ως δυναμικό ανακύκλωσης.

Η ενέργεια που καταναλώνει στη διάρκεια της ζωής του είναι περίπου 540GJ.

Είναι λοιπόν επιτακτική η ανάγκη ανακύκλωσης των μερών του αυτοκινήτου στο τέλος της ζωής του.

Οι μέθοδοι ανακύκλωσης των πλαστικών είναι κυρίως χημικές.

Το πρόβλημα της ανακύκλωσης των πλαστικών είναι ότι η ενέργεια ανακύκλωσης υπερβαίνει την ενέργεια που περιέχεται σε αυτά

Σήμερα στην Ε.Ε έχουν αναπτυχθεί βιομηχανίες που διαλύουν τα παλιά αυτοκίνητα σε μεταλλικά και μη μεταλλικά μέρη.

Τα μεταλλικά μέρη ανακυκλώνονται εύκολα.

Τα μη μεταλλικά μέρη αποτελούνται από 30% πολυμερή. Τα υπόλοιπα είναι

ελαστικά, γυαλί, χαρτί, ξύλο, δέρμα, κατάλοιπα από λάδι-υγρά υδραυλικών, μπαταρίας, χρώμα, κλπ. Σήμερα η υγειονομική ταφή είναι η πλέον διαδεδομένη μέθοδος.

Η δυναμικότητα όμως των χωματερών είναι περιορισμένη και το κόστος της μεθόδου αυτής συνεχώς αυξάνεται. Το πρόβλημα αναζητεί λύση. Εξετάζεται και η καύση σαν πρώτη εναλλακτική λύση.

ΚΥΚΛΟΣ ΖΩΗΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

