



ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«ΑΝΤΙΡΡΥΠΑΝΤΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ & ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΤΑ ΟΧΗΜΑΤΑ»



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΜΟΥΤΣΑΤΣΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ
ΜΑΤΣΙΚΑΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΝΙΚΑΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ-ΣΤΕΦΑΝΟΣ

ΠΕΙΡΑΙΑΣ 2013

**«ΑΝΤΙΡΡΥΠΑΝΤΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ &
ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΤΑ ΟΧΗΜΑΤΑ»**



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
----------------------	----------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	3
1.2 ΡΥΠΑΝΣΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ.....	4
1.3 ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ.....	5
1.4 ΡΥΠΟΙ ΠΟΥ ΠΡΟΕΡΧΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΑ ΟΧΗΜΑΤΑ.....	7
1.4.1 Πρωτογενείς και δευτερογενείς ρύποι.....	8
1.4.2 Στερεά, υγρά και αέρια σωματίδια.....	11
1.5 ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΠΗΓΩΝ ΣΤΙΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΠΩΝ.....	17
1.6 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ.....	18
1.7 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	19
1.8 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ.....	19

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο: ΚΑΤΑΛΥΤΕΣ

2.1 ΤΥΠΟΙ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΩΝ.....	24
2.2 ΚΕΡΑΜΙΚΟΣ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ.....	26
2.2.1 Δομή του κεραμικού καταλυτικού μετατροπέα.....	26
2.3 ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΙ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ.....	40
2.3.1 Εισαγωγή.....	40
2.3.2 Δομή του μεταλλικού καταλυτικού μετατροπέα.....	43
2.3.3 Νέοι σχεδιασμοί μεταλλικών φορέων.....	45
2.3.4 Υλικό κατασκευής του φορέα τύπου foil.....	49
2.3.5 Άλλοι τύποι μεταλλικών φορέων.....	50
2.4 ΕΙΔΗ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΩΝ.....	51
2.4.1 Εισαγωγή.....	51

2.4.2 Αναγωγικός καταλυτικός μετατροπέας.....	52
2.4.3 Οξειδωτικός καταλυτικός μετατροπέας.....	54
2.4.4 Τριοδικός καταλυτικός μετατροπέας.....	55
2.4.5 Προκαταλύτης.....	58
2.4.6 Ο καταλύτης στον πετρελαιοκινητήρα.....	59
2.4.7 Ο καταλύτης στον υγραεριοκινητήρα.....	60

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο: ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΡΥΠΩΝ ΣΕ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	63
3.2 ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΙΣ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	64
3.2.1 Έλεγχος του συστήματος έγχυσης του καυσίμου.....	64
3.2.2 Έλεγχος του συστήματος εισαγωγής αέρα.....	66
3.2.3 Σύνθεση του μείγματος.....	67
3.2.4 Επανακυκλοφορία των καυσαερίων.....	67
3.2.5 Μεμβράνες διαχωρισμού οξυγόνου και αζώτου.....	70
3.2.6 Έγχυση νερού ή χρήση γαλακτώματος νερού καυσίμου.....	74
3.3 ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΕΙΣ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	75
3.3.1 Οι παγίδες αιθάλης.....	76
3.3.2 Η μέθοδος SCR.....	79
3.4 ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ.....	82
3.5 ΟΡΙΑ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΡΥΠΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ DIESEL.....	83

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	85
4.2 ΕΛΑΣΤΙΚΑ.....	86
4.2.1. Συναποτέφρωση στην τσιμεντοβιομηχανία.....	90
4.2.2 Διάθεση σε χώρους υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ).....	92

4.2.3 Επαναχρησιμοποίηση (αναγόμευση).....	92
4.2.4 Ανακύκλωση για παραγωγή τρίμματος (κοκκοποίηση).....	94
4.2.5 Ανεξέλεγκτη διάθεση (ανενεργά λατομεία, αλάνες).....	96
4.2.6 Το σύστημα χρησιμοπ/νων ελαστικών οχημάτων στην Ελλάδα.....	99
4.2.7 Λαστιχένιες λωρίδες.....	100
4.2.8 Στόχοι.....	100
4.2.9 Νέες εφαρμογές.....	101
4.3 ΜΠΑΤΑΡΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ.....	101
4.3.1 Νέες εφαρμογές.....	108
4.3.2 Συστήματα και προγράμματα εναλλακτικής διαχείρισης ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών που δραστηριοπ/νται στην Ελλάδα....	109
4.3.3 Στόχοι.....	109
4.4 ΚΑΤΑΛΥΤΕΣ.....	110
4.4.1 Ανακύκλωση καταλύτη.....	113
4.5 ΥΓΡΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ (ΚΑΥΣΙΜΑ, ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΟΡΥΚΤΕΛΑΙΑ, ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ ΕΛΑΙΑ, ΑΛΛΑ ΡΕΥΣΤΑ).....	114
4.5.1 Χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια.....	115
4.5.1.1 Νέες εφαρμογές.....	118
4.5.1.2 Στόχοι.....	119
4.5.2 Απόβλητα λιπαντικών ελαίων.....	119
4.5.2.1 Νέες εφαρμογές απόβλητων λιπαντικών ελαίων.....	123
4.5.3 Απορρυπαντικό υγρό υαλοκαθαριστήρων.....	123
4.5.4 Ψυκτικά υγρά.....	124
4.5.5 Υγρό κλιματιστικού.....	124
4.5.6 Υγρά φρένων.....	124
4.6 ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΜΕΡΗ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ.....	125
4.6.1 Εξωτερικά πλαστικά αυτοκινήτου.....	127
4.6.1.1 Προφυλακτήρες.....	127
4.6.1.2 Σχάρες.....	129
4.6.1.3 Πίσω φώτα.....	130
4.6.1.4 Τάσια τροχών.....	130
4.6.2 Εσωτερικά πλαστικά αυτοκινήτου.....	131
4.6.2.1 Αφρός πολυουρεθάνης.....	131
4.6.2.2 Νέες εφαρμογές.....	131

4.6.3 Ζώνες ασφαλείας.....	132
4.6.3.1 Ανακυκλώνοντας τις ζώνες σε ίνες.....	132
4.6.3.2 Παραγωγή μάλλινων προϊόντων.....	133
4.6.3.3 Ανακύκλωση των ζωνών.....	134
4.6.3.4 Νέες εφαρμογές.....	134
4.6.4 Πλαστικά μέρη στο μηχανικό κομμάτι του οχήματος.....	135
4.7 ΑΜΑΞΩΜΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ.....	136
4.7.1 Μεταλλικά μέρη στο εξωτερικό του οχήματος.....	137
4.7.2 Μεταλλικά μέρη του εσωτερικού του οχήματος.....	137
4.7.3 Νέες εφαρμογές.....	138
4.7.4 Άλλα μεταλλικά μέρη του οχήματος.....	138
4.8 ΓΥΑΛΙ.....	139
4.8.1 Νέες εφαρμογές.....	140
4.9 ΣΑΜΠΡΕΛΕΣ.....	140
4.10 ΥΛΙΚΑ ΑΠΟ ΚΟΚΚΟΦΟΙΝΙΚΑ.....	141
4.10.1 Νέες εφαρμογές.....	142
4.11 ΑΕΡΙΟ ΤΗΣ LPG ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ.....	143
4.11.1 Νέες εφαρμογές.....	144
4.12 ΑΕΡΟΣΑΚΟΙ.....	144
4.13 ΕΝΤΑΤΗΡΑΣ ΖΩΝΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	145
4.14 ΦΙΛΤΡΑ ΛΑΔΙΟΥ.....	145
4.15 ΤΑΚΑΚΙΑ ΑΠΟ ΑΜΙΑΝΤΟ.....	146

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο: ΚΑΥΣΙΜΑ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	149
5.2 ΒΕΝΖΙΝΗ.....	149
5.2.1 Πλεονεκτήματα αμόλυβδης βενζίνης.....	150
5.2.2 Μειονεκτήματα αμόλυβδης βενζίνης.....	151
5.2.3 Αριθμός οκτανίου.....	151
5.3 ΚΑΥΣΙΜΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΘΕΙΟΥ.....	152
5.4 ΥΓΡΑΕΡΙΟ.....	153

5.4.1 Υγραεριοκίνητα οχήματα.....	153
5.4.2 Ασφάλεια οχημάτων υγραερίου.....	155
5.4.3 Περιβαλλοντική απόδοση.....	156
5.4.4 Οικονομική απόδοση.....	157
5.5 ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ.....	158
5.6 ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ.....	161
5.6.1 Ο κύκλος του άνθρακα.....	162
5.6.2 Τα πλεονεκτήματα της βιομάζας.....	163
5.6.3 Βιοντίζελ.....	166
5.6.4 Φυτικά έλαια και βιοντίζελ.....	167
5.6.5 Βιομεθανόλη.....	173
5.6.6 Βιοϋδρογόνο.....	177
5.6.7 Βιοαέριο.....	178
5.6.8 Βιοδιμεθυλαιθέρας (DME).....	181
5.6.9 Συμπεράσματα.....	182
5.6.10 Επίδραση των εναλλακτικών καυσίμων στο περιβάλλον.....	184
5.7 ΚΥΨΕΛΕΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ.....	187
5.7.1 Η ανερχόμενη αγορά των κυψελών καυσίμου.....	191
5.7.2 Η διαθεσιμότητα του υδρογόνου.....	193
5.8 ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ.....	197
5.9 ΗΛΙΑΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ.....	201
5.10 ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ.....	202
5.10.1 Υβριδική τεχνολογία.....	204
5.10.2 Περιβαλλοντική απόδοση.....	207
5.10.3 Οικονομική απόδοση.....	208
5.10.4 Συμπεράσματα.....	209

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο: ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΣΕ ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

6.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ.....	214
6.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ.....	215

6.2.1 Fuel Exx.....	215
6.2.2 Super Fuel Max.....	215
6.2.3 Fuel Saver.....	217
6.2.4 Auto Polar.....	219
6.2.5 Bens Fuel Booster.....	220
6.2.5.1 Λειτουργία και χρήση του Bens Fuel Booster.....	221
6.2.5.2 Βελτίωση ψεκασμού και επιπτώσεις στον κινητήρα.....	222

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο: ΑΕΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	225
7.2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΚΑΥΣΙΜΩΝ.....	225
7.3 ΑΕΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ.....	227
7.4 ΒΑΡΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ.....	238

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	242
--------------------------	------------

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η προστασία του περιβάλλοντος μέσω μεθόδων αντιρρύπανσης στην αυτοκινητοβιομηχανία, δεν είναι μια έννοια καινούρια. Αντιθέτως, τις τελευταίες 3 δεκαετίες γίνονται συντονισμένες και αρκετά επιτυχημένες προσπάθειες, ώστε οι εκπεμπόμενοι ρύποι (όλων των μορφών) των οχημάτων σε κάθε φάση τους (κατασκευή, λειτουργία, καταστροφή), όχι μόνο να περιοριστούν, αλλά και στις περισσότερες περιπτώσεις να μειωθούν.

Σε αυτό έχουν συντελέσει καθοριστικά 3 παράγοντες:

- Αντιρρυπαντικά συστήματα που φέρουν τα οχήματα για τον περιορισμό των αερίων ρύπων (καταλύτες)
- εξοικονόμηση καυσίμου, και κατ' επέκταση περιορισμού των ρύπων, μέσω χρήσης βελτιωμένων και εναλλακτικών καυσίμων, συστημάτων μείωσης κατανάλωσης καυσίμου, αλλά και βελτιώσεων στην αεροδυναμική σχεδίαση των οχημάτων
- η δημιουργία ολοκληρωμένων συστημάτων διαχείρισης των επιμέρους στοιχείων των οχημάτων, μετά την ολοκλήρωση του κύκλου ζωής των

Η παρούσα πτυχιακή παρουσιάζει και αναλύει όλους τους παραπάνω παράγοντες, ώστε να βοηθήσει στην κατανόηση της έννοιας του «πράσινου» οχήματος, αλλά και να απαντήσει στο επίκαιρο, λόγω και της οικονομικής κρίσης, ερώτημα της εποχής μας, πως και με ποιους τρόπους μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση καυσίμων στα οχήματα.

Λέξεις – κλειδιά: αντιρρύπανση, ανακύκλωση, καύσιμα, εξοικονόμηση καυσίμου, αεροδυναμική

ABSTRACT

The protection of the environment through pollution processes in automotive, is not a new concept. Over the past 3 decades have been made concerted efforts quite successful, so the emitted pollutants (all forms) of vehicles in each phase (construction, operation and destruction), not only limited, but in most cases reduced. In this have contributed decisively 3 factors:

- antipollution systems which have the vehicles to reduce air pollutants (catalysts)
- fuel efficiency, and therefore reducing emissions of pollutants, by using improved and alternative fuel systems to reduce fuel consumption, but also improvements in aerodynamic design of vehicles
- the creation of integrated systems to manage the components of vehicles, after completing the cycle of life

This dissertation presents and analyzes all the above factors, to assist in understanding the concept of "green" vehicle, but also to respond, because also of the economic crisis, the question of our time, how and in what ways it can be achieved fuel economy in vehicles.

Keywords: antipollution, recycling, fuels, fuel efficiency, aerodynamic

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η διάρθρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας συνοψίζεται στις παρακάτω ενότητες:

- Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στην ρύπανση, τα είδη και τις κατηγορίες των ρύπων, καθώς και την προέλευση τους. Επιπροσθέτως παρουσιάζεται συνοπτικά η ανακύκλωση σαν διαδικασία, τα μέχρι τώρα βήματα της στην Ελλάδα, αλλά και η αξία της στον χώρο του αυτοκινήτου.
- Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύεται το κομμάτι των καταλυτών στα οχήματα. Επεξηγούνται αναλυτικά οι μεταλλικοί καταλύτες, ο κεραμικός καταλύτης (δομή-σχεδιασμός), καθώς και τα είδη των καταλυτικών μετατροπών και οι εφαρμογές τους.
- Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τεχνικές μείωσης ρύπων σε πετρελαιοκινητήρες. Αυτές χωρίζονται σε πρωτογενείς και δευτερογενείς μεθόδους. Παράλληλα γίνεται αναφορά και στα όρια εκπομπής ρύπων σε πετρελαιοκινητήρες.
- Το τέταρτο κεφάλαιο αφορά την διαχείριση και ανακύκλωση των επιμέρους στοιχείων των οχημάτων, όπως ελαστικά, μπαταρίες, καταλύτες, πλαστικά, λιπαντικά, μεταλλικά στοιχεία, κρύσταλλα. Αναλύονται εκτενώς τα υλικά, η ανακύκλωση τους, καθώς και η αξιοποίηση τους σε νέες εφαρμογές.
- Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά σε όλα τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται ή μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε οχήματα. Τα καύσιμα αυτά μπορούν να είναι τα συμβατικά (βενζίνη) ή νέα σχετικά (υγραέριο, φυσικό αέριο, βιοκαύσιμα). Επίσης παρουσιάζονται εναλλακτικοί τρόποι κίνησης των οχημάτων, όπως κυψέλες καυσίμου, ηλιακή και υβριδική τεχνολογία, ηλεκτρική ενέργεια.

- Στο έκτο κεφάλαιο γίνονται προτάσεις εξοικονόμησης καυσίμου σε μηχανές εσωτερικής καύσης, μέσω ειδικών συστημάτων που τοποθετούνται στα οχήματα.
- Το έβδομο κεφάλαιο αναφέρεται σε έναν τομέα που σπάνια δίνει έμφαση κανείς, αν εξαιρέσουμε τις εταιρείες κατασκευής οχημάτων. Αυτός είναι η αεροδυναμική, που μέσω της βελτίωσης της αεροδυναμικής αντίστασης μειώνεται σημαντικά η κατανάλωση καυσίμου.

1.2 ΡΥΠΑΝΣΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Αναμφισβήτητα οι Μηχανές Εσωτερικής Καύσης (ΜΕΚ) και ειδικότερα το αυτοκίνητο άλλαξαν την εικόνα και εν μέρει την πορεία του κόσμου. Η συνεισφορά των οχημάτων σε όλους τους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας δεν χρειάζεται να αναλυθεί μιας και πλέον κανείς δε μπορεί να φανταστεί τη ζωή μας χωρίς την αυτοκίνηση.

Από την άλλη, έφερε την ανθρωπότητα μπροστά σε νέα προβλήματα και κινδύνους. Από την παραγωγή, την χρήση αλλά και το τέλος ζωής των οχημάτων έχουμε σημαντικές δυσμενείς περιβαλλοντικές συνέπειες.

Κατά την διαδικασία παραγωγής έχουμε ρύπανση από την εργοστασιακή μονάδα σε καυσαέρια, σε υγρά απόβλητα, αλλά και σε υπόλοιπα κατεργασίας.

Κατά την χρήση έχουμε εκπομπές δηλητηριωδών και άλλων ανθυγιεινών αερίων (CO NO_x, SO₂, HCs), υγρών ή στερεών ουσιών, των αερίων που εντείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου (κατά κύριο λόγο στο διοξείδιο του άνθρακα) και ηχορύπανση.

Στο τέλος ζωής τους, στην καλύτερη περίπτωση μετά από κατεργασία, περίπου το 25% του βάρους των οχημάτων (τα ονομαζόμενα κατάλοιπα τεμαχισμού) δημιουργούν ετησίως 2 - 3 εκατομμύρια τόνους αποβλήτων (στην ΕΕ) τα οποία θάβονται σε χωματερές, μολύνοντας συχνά το έδαφος και τα υπόγεια ύδατα. Η ποσότητα αυτή αποτελεί το 10% της συνολικής ποσότητας επικινδύνων αποβλήτων που παράγονται ετησίως στην ΕΕ. Τα απόβλητα αυτά πρόκειται να αυξηθούν στο μέλλον, λόγω του αυξανόμενου αριθμού οχημάτων που διατίθενται στην αγορά κάθε χρόνο.

Από τα παραπάνω γίνεται κατανοητό ότι το αυτοκίνητο όσο λειτουργικό είναι, άλλο τόσο είναι ρυπογόνο. Προκειμένου να διασφαλιστεί ότι τα αυτοκίνητα θα εξακολουθήσουν να αποτελούν βιώσιμο τρόπο μετακίνησης τον 21ο αιώνα, χρειάζεται να αναληφθεί προληπτική δράση ώστε να μειωθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους.

Ήδη εδώ και δεκαετίες διάφοροι φορείς, οι κυβερνήσεις, οι αυτοκινητοβιομηχανίες και το επιστημονικό δυναμικό παγκόσμια ασχολούνται με αυτό το θέμα και σίγουρα τα αυτοκίνητα στις μέρες μας είναι φιλικότερα προς το περιβάλλον, όμως τα προβλήματα παραμένουν και εντείνονται λόγω της ολοένα και μεγαλύτερης χρήσης του αυτοκινήτου ως μέσο, καλύπτοντας περισσότερα οδοχιλιόμετρα από περισσότερους χρήστες του. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι μόνο στην Κίνα και την Ινδία αναμένεται οι πωλήσεις στο τέλος του 2006 να φτάσουν τις 3,7 εκατομμύρια μονάδες / έτος, από 1,2 εκατ. / έτος το 2000.

Παράλληλα, πέρα από την προσπάθεια που γίνεται να μειωθούν οι εκπομπές των αυτοκινήτων με διάφορους τρόπους που θα αναλυθούν ακολούθως, σημαντικό βάρος στην εκστρατεία για πράσινα αυτοκίνητα δίνεται στην ανακύκλωση σε όλα τα στάδια σχεδιασμού, παραγωγής, χρήσης και απόρριψης.

1.3 ΕΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Η ρύπανση είναι μία έννοια φορτισμένη με οικονομικά και πολιτικά συμφέροντα. Από την αρχή που παρουσιάστηκε το φαινόμενο της ρύπανσης του περιβάλλοντος με την βιομηχανική ανάπτυξη και την ανάπτυξη εργοστασίων κλπ, όλοι διακήρυξαν ότι θα πρέπει να προστατευθεί το περιβάλλον και να ληφθούν μέτρα για αυτό. Για την ρύπανση υπάρχουν πολλοί ορισμοί. Ένας πρώτος ορισμός είναι ο ακόλουθος: Ρύπανση είναι οι εκπομπές και τα προϊόντα των πάσης φύσεως ανθρώπινων δραστηριοτήτων που προκαλούν βλάβη στον άνθρωπο και το Περιβάλλον. Συνδέθηκε δηλαδή η ρύπανση με την βλάβη.

Γρήγορα όμως ο ορισμός αυτός εγκαταλείφθηκε, αφού η σύνδεση αυτή σήμαινε πρακτικά ότι θα πρέπει να εξαλειφθούν εντελώς οι ρύποι δηλαδή

όλες αυτές οι εκπομπές και τα προϊόντα που προξενούν την βλάβη, πράγμα δύσκολο ως και ακατόρθωτο, αφού σήμαινε κόστος και επενδύσεις χωρίς άμεσο αντίκρισμα για τις επιχειρήσεις. Έτσι στην έννοια της βλάβης προστέθηκε η έννοια του κινδύνου βλάβης για τον άνθρωπο και το Περιβάλλον. Οι εκπομπές και τα προϊόντα των πάσης φύσεως ανθρώπινων δραστηριοτήτων που προκαλούν κίνδυνο βλάβης στον άνθρωπο και το Περιβάλλον. Έγινε δηλαδή σύνδεση της ρύπανσης με τον κίνδυνο. Κίνδυνος είναι η αυξημένη πιθανότητα να συμβεί η βλάβη. Αυτή η διακινδύνευση που είναι αφηρημένη διότι οι παράμετροί της δεν είναι ορισμένοι δηλαδή δεν έχουν οριστεί ούτε το πλαίσιο χρόνου που ενδέχεται να συμβεί η βλάβη, αλλά ούτε και το περιεχόμενο της βλάβης. Ούτε και αυτός ο ορισμός μπόρεσε να σταθεί για πολύ, αφού πρακτικά σήμαινε ότι οι επιχειρήσεις θα έπρεπε να καταβάλλουν μεγάλα ποσά για την μεγάλη μείωση των ρύπων.

Έτσι μετά προστέθηκε η λέξη άμεσος κίνδυνος βλάβης και αμέσως μετά προσδιορίστηκαν και τα έννομα αγαθά που διακυβεύονται από την βλάβη αυτή που είναι η ζωή και η υγεία των πολιτών. Αυτά τα δύο η ζωή και η υγεία είναι δύο ατομικά δικαιώματα, τα οποία μαζί με άλλα, όπως η ανάπτυξη της προσωπικότητας, η ελευθερία, η ασφάλεια, η εκπαίδευση, η εργασία κλπ, κατοχυρώνονται στο Σύνταγμα μας, τον ανώτατο Νόμο κάθε κράτους, όπως άλλωστε και σε όλα τα Συντάγματα όλων των δημοκρατικών Πολιτειών του κόσμου. Τα ατομικά δικαιώματα του πολίτη ή ανθρώπινα δικαιώματα έχουν σαν συνέπεια την υποχρέωση του κράτους να τα προστατεύει και να τα κάνει σεβαστά και αυτόματα την αξίωση των πολιτών, να γίνονται σεβαστά από το κράτος.

Μετά τον β' παγκόσμιο πόλεμο, μία μεγάλη κατάκτηση ήταν η κατοχύρωση σε όλα τα ευρωπαϊκά Συντάγματα και το δικό μας το Σύνταγμα του 1975, στην παρ.1 του άρθρου 2, της αρχής της ανθρώπινης αξιοπρέπειας. Η αρχή αυτή είναι γενική και καλύπτει όλα τα ατομικά δικαιώματα του πολίτη. Καλύπτει δηλαδή και τα ατομικά δικαιώματα που δεν αναφέρονται ή δεν εννοούνται σε μία διάταξη που προστατεύει το περιβάλλον από την ρύπανση. Με την κρατούσα άποψη και τον ορισμό που δίνει στην ρύπανση, συνδέθηκε η ρύπανση με την προσβολή συγκεκριμένων εννόμων αγαθών και οι ρύποι χωρίστηκαν σε επικίνδυνους και μη επικίνδυνους ρύπους. Μεταξύ των δύο αυτών κατηγοριών υπάρχει το όριο επιφυλακής όπου το κράτος πρέπει να

λαμβάνει μέτρα.

Οι ουσίες που ρυπαίνουν το περιβάλλον και αποκαλούνται ρύποι είναι αέριες, υγρές ή στερεές, ξένες προς τα φυσιολογικά συστατικά της ατμόσφαιρας, του εδάφους ή του νερού, ή ουσίες που φυσιολογικά υπάρχουν στο περιβάλλον, αλλά εμφανίζονται σε μεγαλύτερα ποσοστά. Οι κυριότεροι ρύποι είναι το διοξείδιο του θείου, το θειικό οξύ, τα οξείδια του αζώτου, οι υδρογονάνθρακες, το όζον, ο καπνός και τα κάθε μορφής αιωρούμενα σωματίδια, ο μόλυβδος, η ακτινοβολία, ο θόρυβος, οι κραδασμοί, τα οικιακά και βιομηχανικά απορρίμματα κτλ.

1.4 ΡΥΠΟΙ ΠΟΥ ΠΡΟΕΡΧΟΝΤΑΙ ΑΠΟ ΤΑ ΟΧΗΜΑΤΑ

Σήμερα, κυκλοφορούν περισσότερα από 200 εκατομμύρια αυτοκίνητα στους δρόμους της Ευρώπης, προσφέροντας ελευθερία κίνησης σε πολλές κατηγορίες επιβατών. Ταυτόχρονα όμως, τα αυτοκίνητα θεωρούνται ως επιβλαβή για τα οικοσυστήματα του πλανήτη, με επιπτώσεις από την παγκόσμια υπερθέρμανση και τα αέρια του θερμοκηπίου, μέχρι τη φωτοχημική ρύπανση, το θόρυβο και την ρύπανση του εδάφους.

Τα τελευταία χρόνια, οι αυτοκινητοβιομηχανίες καταβάλλουν συνεχώς μεγάλη προσπάθεια για τη μείωση του περιβαλλοντικού φορτίου από τα οχήματα, νιώθοντας την πίεση από τους πολίτες, βλέποντας σαν μια καλή κίνηση μάρκετινγκ την ενασχόλησή τους με την προστασία του περιβάλλοντος και στο τέλος, λόγω του αγώνα δρόμου που προκαλεί ο ανταγωνισμός για να καλύψουν το μεγαλύτερο κομμάτι της αγοράς και σε αυτό τον τομέα, δηλαδή των αυτοκινήτων φιλικών στο περιβάλλον.

Πως επηρεάζουν, όμως, τα αυτοκίνητα το περιβάλλον;

Στη κατασκευή των αυτοκινήτων καταναλώνονται πρώτες ύλες και ενέργεια, ενώ τα αυτοκίνητα παράγουν καυσαέρια κατά τη χρήση και πρέπει να τα διαχειριστούμε όταν φτάσουν στο τέλος της ζωής τους κατά φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο. Η μείωση των επιπτώσεων σε κάθε μια από τις φάσεις αυτές είναι μια βασική πρόκληση για όλους.

Τα οχήματα επενεργούν στο περιβάλλον σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής τους – από τον αρχικό σχεδιασμό και την κατασκευή τους, μέχρι τη χρήση τους στο

δρόμο και την τελική τους διάθεση όταν φτάσουν στο τέλος της ζωής τους.

Κατά την λειτουργία τους, οι κινητήρες των οχημάτων εκλύουν στην ατμόσφαιρα καυσαέρια, τα οποία επηρεάζουν την χημική σύσταση της ατμόσφαιρας που αναπνέουμε και έμμεσα επιδρούν και στο κλίμα του πλανήτη. Η πρόκληση είναι: Πως μπορούν να μειωθούν αυτά τα καυσαέρια ακόμα περισσότερο;

Μια δεύτερη περιβαλλοντική επίπτωση ξεκινά από το γεγονός ότι τα οχήματα κατασκευάζονται από μέταλλα, πλαστικά και άλλα συνθετικά υλικά. Μπορούν τα αυτοκίνητα να σχεδιαστούν ώστε να ανακυκλώνονται ευκολότερα και πιο ολοκληρωμένα;

Επίσης τα εργοστάσια αυτοκινήτων χρησιμοποιούν ενέργεια και υλικά κατά την κατασκευή και παράγουν απόβλητα ως παραπροϊόντα της διαδικασίας παραγωγής. Πως μπορούμε να σχεδιάσουμε τα εργοστάσια ώστε να ανταποκρίνονται αποτελεσματικότερα στις περιβαλλοντικές απαιτήσεις;

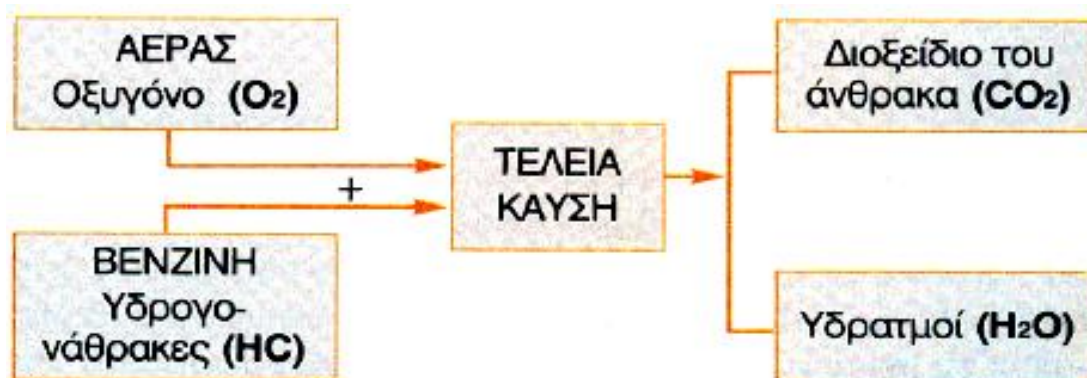
1.4.1 Πρωτογενείς και δευτερογενείς ρύποι

Οι πρωτογενείς εκπομπές είναι προϊόντα που περιέχονται στα καυσαέρια και εκπέμπονται απ' ευθείας από την εξάτμιση του αυτοκινήτου.

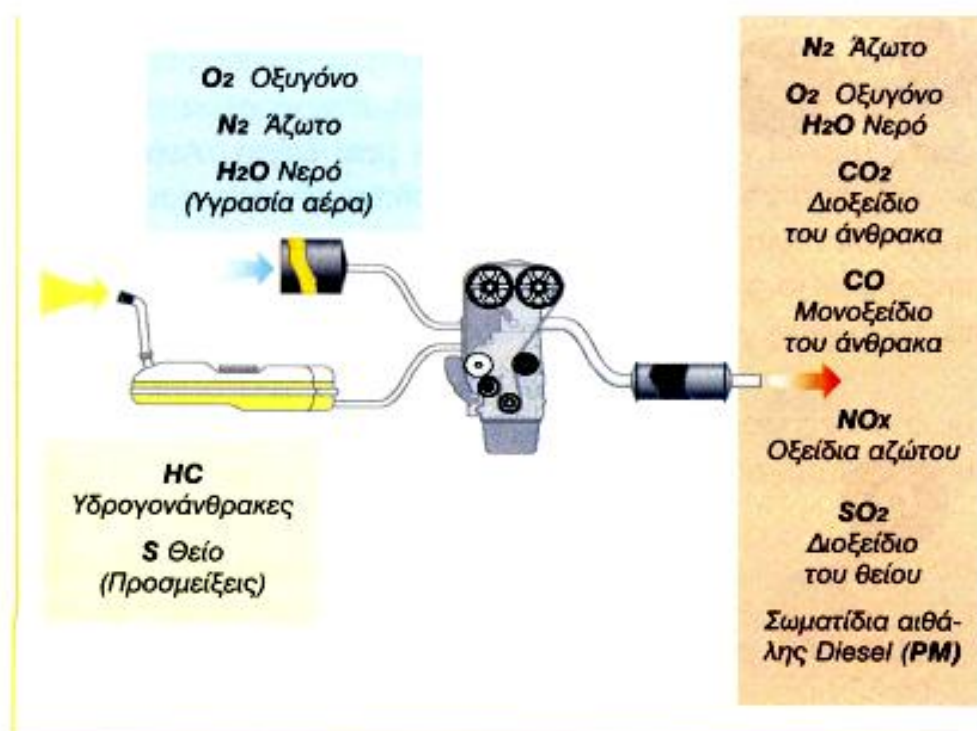
Αντίθετα, οι δευτερογενείς εκπομπές είναι προϊόντα που προκύπτουν από την αλληλοεπίδραση ή το μετασχηματισμό των πρωτογενών εκπομπών και δεν εκπέμπονται από την εξάτμιση του αυτοκινήτου.

Πρωτογενείς εκπομπές, λοιπόν, είναι το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC), τα οξείδια του αζώτου (NO_x), το διοξείδιο του θείου (SO₂), ο μόλυβδος (Pb) και οι υδρατμοί (H₂O). Στις πρωτογενείς εκπομπές οι ρυπαντές CO, HC και NO_x ενδιαφέρουν περισσότερο.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται μια σχηματική παράσταση των αερίων εισαγωγής και εξαγωγής κατά την καύση στον κινητήρα.



Εικόνα 1-1 Θεωρητική (τέλεια) καύση βενζίνης και αέρα

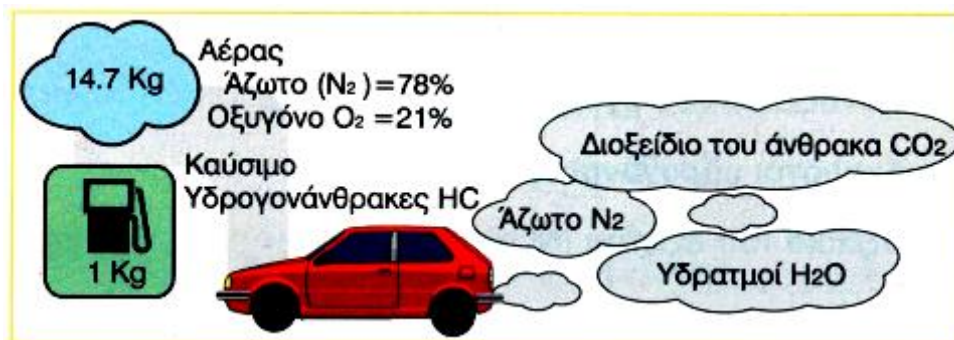


Εικόνα 1.1 Αέριοι ρύποι σε ΜΕΚ

Το Άζωτο - N_2 είναι ένα άκαυστο, άχρωμο, άοσμο και μη δηλητηριώδες αέριο. Είναι το κύριο συστατικό του ατμοσφαιρικού μας αέρα ($N = 78\%$, $O_2 = 21\%$, άλλα αέρια $= 1\%$) και παρέχεται στον κινητήρα με τον αέρα εισαγωγής. Το μεγαλύτερο μέρος του αζώτου εξέρχεται σε καθαρή μορφή πάλι με τα καυσαέρια. Ένα μικρό μέρος ενώνεται με το οξυγόνο και σχηματίζει τα οξείδια του αζώτου NO_x (NO , N_2O_3 και NO_2).

Το Οξυγόνο - O_2 είναι ένα άχρωμο, άοσμο και άγευστο, μη δηλητηριώδες αέριο. Είναι το σημαντικότερο συστατικό του ατμοσφαιρικού μας αέρα. Αναρροφάται μέσω του φίλτρου αέρα και είναι απολύτως απαραίτητο για την καύση στον κινητήρα.

Το Νερό -H₂O αναρροφάται με τον αέρα (υγρασία του αέρα) μέσω του φίλτρου του αέρα. Εκτός αυτού δημιουργείται κατά την καύση και αποβάλλεται από την εξάτμιση ως σταγόνες νερού λόγω συμπύκνωσης κατά την κρύα καύση στην φάση της προθέρμανσης. Αποτελεί ακίνδυνο συστατικό των καυσαερίων.

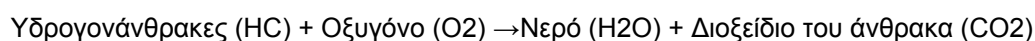


Εικόνα 1.2 Μεγάλο μέρος του αέρα (άζωτο), εξέρχεται χωρίς να λαμβάνει μέρος στην καύση

Επικίνδυνοι ρυπαντές είναι οι εξής:

Μονοξείδιο του άνθρακα (CO), Άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC) και Οξειδία του αζώτου (NO_x).

Ειδικά για τους πετρελαιοκινητήρες, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη η εκπομπή αιθάλης (καπνός). Τα CO₂ και H₂O δεν θεωρούνται ρυπαντές και είναι προϊόντα τέλει καύσης, όπως προκύπτει από την παρακάτω χημική αντίδραση.



Η παραπάνω τέλεια αυτή χημική αντίδραση, θα έπρεπε να πραγματοποιείται στο χώρο καύσης κάθε βενζινοκινητήρα, όμως στην πραγματικότητα η καύση δεν είναι σχεδόν ποτέ τέλεια. Αυτό συμβαίνει γιατί οι συνθήκες δεν είναι ιδανικές, ο δε εισερχόμενος ατμοσφαιρικός αέρας δεν περιέχει -όπως είναι γνωστό -μόνο οξυγόνο (O₂) 21%, αλλά και άζωτο (N₂) σε ποσοστό 78% περίπου, το οποίο στις συνθήκες περιβάλλοντος παραμένει ουδέτερο στοιχείο, χωρίς να δημιουργεί χημική ένωση με το οξυγόνο. Τι γίνεται όμως με την εισαγωγή του αζώτου στο θάλαμο καύσης και πώς διαμορφώνεται τώρα η προηγούμενη χημική αντίδραση:

Υδρογονάνθρακες (HC) + Ατμοσφαιρικός Αέρας ($O_2 + N_2$)

↓ (Θερμότητα) ↓

Διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) + Νερό (H_2O)

+ Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

+ Άκαυστοι Υδρογονάνθρακες (HC)

+ Οξείδια του Αζώτου (NO_x)

Η παραπάνω αντίδραση είναι η χημική αντίδραση ατελούς καύσης.

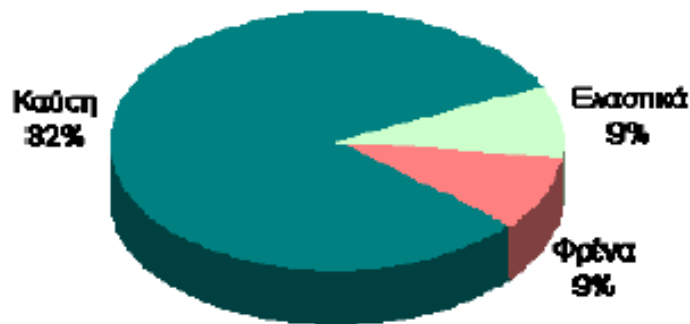


Εικόνα 1.3 Πραγματική (ατελής) καύση και προϊόντα αυτής

Οι ρυπαντές που δημιουργούνται είναι CO, HC και NO_x , και είναι οι τρεις βασικοί ρυπαντές.

1.4.2 Στερεά, υγρά και αέρια σωματίδια

Περιλαμβάνεται κάθε υλικό, το οποίο υπό κανονικές συνθήκες περιέχεται στα καυσαέρια σε μορφή στερεού (στάχτη, αιθάλη) ή υγρού σώματος. Αρνητικές επιπτώσεις της αιθάλης στον ανθρώπινο οργανισμό δεν έχουν μέχρι στιγμής επιβεβαιωθεί.



Διάγραμμα 1.1 Προέλευση εκπομπών σωματιδίων (PM) ανά πηγή ρύπανσης

Τα σωματίδια, υλικά σε στερεά ή υγρή μορφή μπορούν να αιωρούνται στην ατμόσφαιρα για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Τα μικροσκοπικά αυτά σωματίδια επηρεάζουν την αναπνοή, προκαλούν ασθένειες στο αναπνευστικό και στους πνεύμονες ακόμα και πρόωρο θάνατο. Προκαλούν επίσης φθορές στις βαφές, τα εδάφη, τα υφάσματα, και μειώνουν την ορατότητα. Οι επιδράσεις τους γενικά εξαρτώνται τόσο από το μέγεθος τους (όσο μικρότερα είναι τόσο πιο επικίνδυνα), αλλά και από τη χημική τους σύσταση. Τα σωματίδια είναι στερεά υλικά που αιωρούνται στον αέρα. Εκείνα που είναι τα πλέον επικίνδυνα είναι τα πολύ μικρά που δεν μπορεί κανείς να τα δει με γυμνό μάτι και αιωρούνται για μεγάλο χρονικό διάστημα στους χώρους εργασίας.

Τέτοιου είδους σωματίδια μπορεί να είναι:

- α) Οι σκόνες που σχηματίζονται από τη διάσπαση των στερεών υλικών κατά το τρόχισμα ή το τρίψιμο με γυαλόχαρτο, τα στερεοποιημένα σταγονίδια με τη μορφή σπρέι και οι καπνοί της συγκόλλησης που είναι μικροσκοπικά ρινίσματα μετάλλων
- β) Οι ατμοί και τα καυσαέρια είναι ρυπαντές που σχηματίζονται λόγω της εξάτμισης των υλικών, και κατά την λειτουργία των κινητήρων

Εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα, αναμειγνύονται με αυτήν και προκαλούν αναπνευστικά προβλήματα. Ωστόσο η έλλειψη επαρκούς οξυγόνου και οι ακραίες θερμοκρασίες δημιουργούν σημαντικά επιβλαβείς καταστάσεις για την ανθρώπινη υγεία.

Έλλειψη οξυγόνου είναι η κατάσταση εκείνη όπου το οξυγόνο της ατμόσφαιρας στο περιβάλλον εργασίας μειώνεται σε επίπεδα μικρότερα από 18%. Αυτό παρουσιάζεται σε κλειστούς χώρους όπου ο αερισμός είναι ανεπαρκής.

Τα πτητικά σωματίδια που δημιουργούνται από την εκτέλεση διαφόρων εργασιών τα εισπνέει ο τεχνίτης. Αυτά ανάλογα με το μέγεθος τους εισέρχονται στους πνεύμονες και κατακάθονται στις πιο μικρές κυψελίδες των πνευμόνων. Στη περίπτωση αυτή μιλάμε για πνευμονοδιαπερατά σωματίδια. Η άχνα και τα μικροσωματίδια του χρώματος έχουν μεγέθη 0.01 - 1 μm , έτσι μπορούν να περάσουν στις κυψελίδες των πνευμόνων εκεί όπου το οξυγόνο (O_2) της ατμόσφαιρας ανταλλάσσεται με το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) του ανθρώπινου οργανισμού και να επηρεάσουν τη διαδικασία της αναπνοής. Τα σωματίδια μπορεί να προκαλέσουν βραχυχρόνια ή μακροχρόνια προβλήματα στους πνεύμονες ή μπορεί ακόμα να απορροφηθούν από το αίμα.

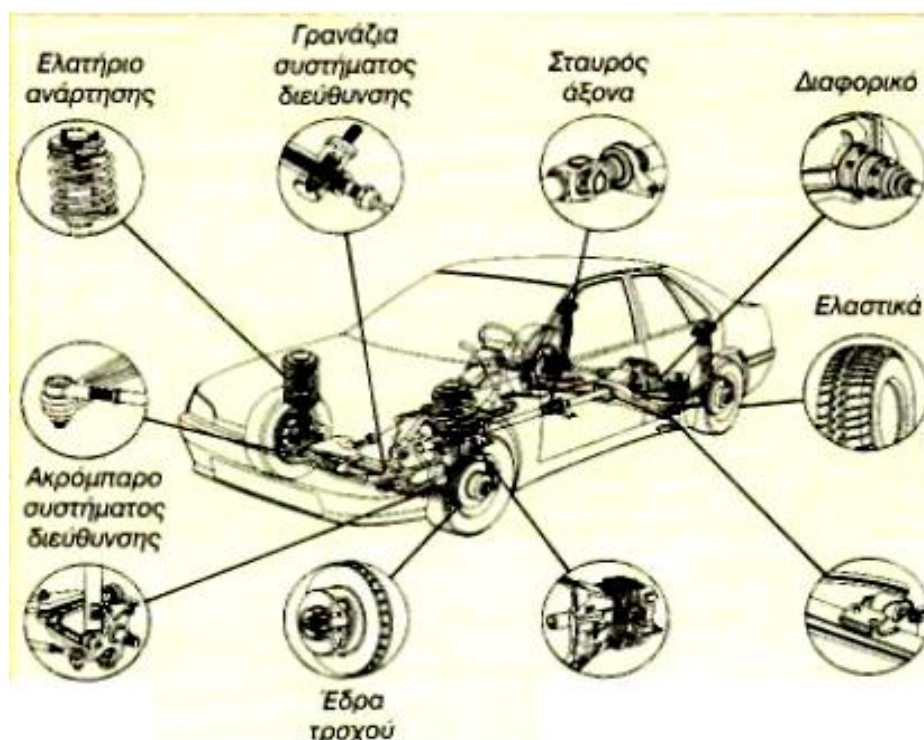


Εικόνα 1.4 Πτητικά σωματίδια όπως ο αμίαντος ή χημικές ενώσεις αρωματικών υδρογονανθράκων (βενζόλιο) μπορεί να προκαλέσουν καρκίνο. Επίσης παρατεταμένη έκθεση και εισπνοή CO οδηγεί σε οξεία δηλητηρίαση ή ακόμη και σε θάνατο.

Εκτός από τους πλέον γνωστούς αέριους ρυπαντές που είναι το διοξείδιο του θείου (SO_2), τα οξείδια του αζώτου (NO_x), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), το όζον (O_3), ο μόλυβδος (Pb) και οι υδρογονάνθρακες (HC), σημαντική συμμετοχή στην ρύπανση έχουν και εκπεμπόμενα προς το περιβάλλον σωματίδια (TSP).

ΣΤΕΡΕΑ	
ΣΤΟΙΧΕΙΑ - ΕΝΩΣΕΙΣ	ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ
1. Αμίαντος	Προέρχεται από την τριβή των υλικών που περιέχουν αμίαντο μαζί με άλλα στοιχεία. Υπάρχει στα φρένα - φλάντζες - μονωτικά υλικά.
1. Άσβεστος	Προέρχεται από τα υλικά τριβής των φρένων και του συμπλέκτη. Με σχετική οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει αντικαταστήσει τον αμίαντο.
1. Λάστιχο	Προέρχεται από τα ελαστικά των τροχών, τα ελαστικά στήριξης των αναρτήσεων και των βάσεων και το αμάξωμα.
1. Πλαστικά υλικά, (θερμοπλαστικά και θερμοσκληρυνόμενα) Νάιλον 2. Βινύλιο 3. Πολυεστέρας 4. Χρώμα 5. Πίσσα 6. Κερί 7. Σιλικόνη 8. Νικέλιο	Είναι υλικά που σχεδόν στο σύνολο τους, προέρχονται από το αμάξωμα του αυτοκινήτου και είναι εξ ολοκλήρου σχεδόν ανακυκλώσιμα.
1. Ατσάλι 2. Αλουμίνιο 3. Χαλκός 4. Μπρούντζος 5. Ψευδάργυρος 1. Μόλυβδος	Προέρχονται από τα μεταλλικά τμήματα του αυτοκινήτου, αμάξωμα, κινητήρας και είναι όλα ανακυκλώσιμα. Προέρχεται από την μπαταρία του αυτοκινήτου.
1. Πλατίνα 2. Παλλάδιο 3. Ρόδιο 4. Μαγνήσιο 5. Χρώμιο 6. Οξείδια του αλουμινίου	Προέρχονται από τον καταλυτικό μετατροπέα.

Πίνακας 1.1 Στερεά σωματίδια από τα οχήματα



Εικόνα 1.5 Στερεά υλικά -σωματίδια που εκπέμπονται στο περιβάλλον από το αυτοκίνητο, Τεφλόν, Λάστιχο, Ατσάλι, Χαλκός, Πλαστικό, Γράσο, Λιπαντικά, είναι τοποθετημένα στα διάφορα συστήματα του αυτοκινήτου.

ΥΓΡΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ - ΕΝΩΣΕΙΣ	ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ
1. Υδρογονάνθρακες 2. Θειούχες ενώσεις 3. Μόλυβδος	Από το καύσιμο των κινητήρων (βενζινοκινητήρες-πετρελαιοκινητήρες) και τα λιπαντικά.
1. Προπάνιο (C_3H_8) 2. Βουτάνιο (C_4H_{12})	Υγραέριο (LPG) - καύσιμο βενζινοκινητήρων
1. Αλκοόλη 1. Υγρά φρένων -συμπλέκτη 1. Φωσφόρος 2. Οξείδια του Αργύρου 1. Θειικό οξύ (H_2SO_4) 1. Φρέον	Αντιψυκτικό υγρό κινητήρων Από το υδραυλικό κύκλωμα των φρένων και του συμπλέκτη. Λιπαντικά κινητήρων κιβωτίων ταχυτήτων κ.λ.π. Ηλεκτρολύτης μπαταρίας Σύστημα κλιματισμού A/C

Πίνακας 1.2 Υγρά σωματίδια από τα οχήματα

ΑΕΡΙΑ	
Αέρια που προέρχονται άμεσα από την εξάτμιση των ίδιων των ενώσεων	
ΣΤΟΙΧΕΙΑ - ΕΝΩΣΕΙΣ	ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ
1. Υδρογονάνθρακες 2. Βενζόλιο 3. Τετρααιθυλιούχος μόλυβδος - Παραφίνες 4. Οκτάνιο 5. Προπάνιο 6. Βουτάνιο 7. Υδρογόνο 8. Αλκοόλη	Εξάτμιση καυσίμων (βενζίνη - πετρέλαιο - υγραέριο) λιπαντικών - ψυκτικών υγρών
Αέρια που προέρχονται έμμεσα από την καύση των στοιχείων ή την φθορά τους	
ΣΤΟΙΧΕΙΑ - ΕΝΩΣΕΙΣ	ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ
1. Υδρογονάνθρακες 2. Μονοξειδίο του άνθρακα 3. Διοξειδίο του άνθρακα 4. Οξειδία του Αζώτου 5. Όζον 6. Υδρόθειο 7. Μόλυβδος	Είναι προϊόντα που προέρχονται από την καύση των καυσίμων και εν μέρει του λιπαντικού των κινητήρων.
1. Αμίαντος (σκόνη)	Προέρχεται από την τριβή των υλικών που περιέχουν αμίαντο φρένα - φλάντζες - μονωτικά υλικά.
1. Λάστιχο (σκόνη)	Προέρχεται από την τριβή των ελαστικών των τροχών, των ελαστικών στήριξης των αναρτήσεων και των βάσεων.

Πίνακας 1.3 Αέρια σωματίδια από τα οχήματα

Τα αέρια υλικά είναι κυρίως προϊόντα προερχόμενα από:

- την καύση των καυσίμων σε ποσοστό 60%,
- την εξάτμιση του λιπαντικού των στροφαλοθαλάμων σε ποσοστό 20%
- την εξάτμιση του καυσίμου από το σύστημα τροφοδοσίας σε ποσοστό 20%

1.5 ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΠΗΓΩΝ ΣΤΙΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΠΩΝ

Οι ρυπαντές προέρχονται όμως, εκτός από κινητές πηγές και από σταθερές πηγές (βιομηχανία, οικιακές δραστηριότητες, γεωργία κλπ). Η συμμετοχή της κάθε πηγής εξαρτάται από το είδος του ρυπαντή, την τοπογραφία και μετεωρολογία της περιοχής και τις γενικότερες κλιματικές συνθήκες.

ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΠΗΓΩΝ ΣΤΙΣ ΕΤΗΣΙΕΣ ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΠΩΝ (%)						
	ΚΑΠΝΟΣ	CO	HC	NO _x	SO ₂	ΣΩΜΑΤΙΔΙΑ
Ε.Ι.Χ.	-	80	46	48	-	-
ΤΑΞΙ	19	1	5	5	5	-
ΛΕΩΦΟΡΕΙΑ	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

Πίνακας 1.4 Συμμετοχή πηγών

Δεν αμφισβητείται ότι οι οδικές μεταφορές είναι η σημαντικότερη πηγή ρύπανσης.



Εικόνα 1.6 Περιοχή με έντονη ροή οδικής κυκλοφορίας

1.6 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ

Ανακύκλωση καλείται η διαδικασία μετατροπής των απορριμμάτων σε πηγές ενέργειας ή πρώτες ύλες με τη χρήση επιστημονικών μεθόδων και η επαναχρησιμοποίηση, κατόπιν επεξεργασίας ορισμένων άχρηστων υλικών (κυρίως υλικών συσκευασίας). Τα απορρίμματα που μπορούν να ανακυκλωθούν είναι το χαρτί, το γυαλί, ορισμένα μέταλλα, τα πλαστικά, οι μπαταρίες, τα ορυκτέλαια και τα ελαστικά αυτοκινήτων.

Βασικοί στόχοι της ανακύκλωσης είναι:

- η επαναχρησιμοποίηση ορισμένων αντικειμένων, από τις βιομηχανίες, αφού προηγηθούν οι διαδικασίες διαλογής και αποστείρωσής τους.
- η επεξεργασία ορισμένων απορριμμάτων (τήξη, συμπίεση) και η αξιοποίησή τους ως πρώτες ύλες από τις βιομηχανίες (λ.χ. τα γυάλινα δοχεία γίνονται υαλότριμμα, τα παλιά χαρτιά χαρτοπολτός κ.λπ.).
- ο περιορισμός της παραγωγής των υλικών συσκευασίας από τις βιομηχανίες

Το βασικό όφελος που προκύπτει από την ανακύκλωση είναι η προστασία του περιβάλλοντος. Όσο πιο πολλά είδη απορριμμάτων αξιοποιούνται, τόσο μικρότερος γίνεται ο όγκος των σκουπιδιών που καταλήγουν στις χωματερές, τις θάλασσες και τα ποτάμια, με αποτέλεσμα αφενός να περιορίζεται σε σημαντικό βαθμό η ρύπανση του περιβάλλοντος και αφετέρου να επιμηκύνεται η διάρκεια ζωής των χωματερών.

Υλικό	Μείωση ρύπανσης αέρα	Μείωση ρύπανσης νερού
Αλουμίνιο	95%	97%
Χάλυβας	85%	76%
Χαρτί	75%	35%
Γυαλί	20%	15%

Πίνακας 1.5 Περιβαλλοντικά οφέλη από την ανακύκλωση αλουμινίου, χάλυβα, χαρτιού και γυαλιού

Παράλληλα με την εξαγωγή, μέσω της ανακύκλωσης, καθαρής πρώτης ύλης, έτοιμης προς χρήση, έχουμε σημαντική εξοικονόμηση πρώτων υλών και ενέργειας. Ενδεικτικά, σε επίπεδο παραγωγής προϊόντων το ενεργειακό όφελος είναι 23-77% για το χαρτί, 31% για το γυαλί, 95% για το αλουμίνιο και 85-90% για τα πλαστικά.

Η ανακύκλωση, επίσης, συμβάλλει τόσο στον περιορισμό των δαπανών όσο και στην αύξηση των εσόδων των δήμων και των κοινοτήτων. Με τον περιορισμό των οικιακών απορριμμάτων που επιτυγχάνεται με την ανακύκλωση, έχουμε μείωση της ενέργειας και του κόστους της συλλογής από τους δήμους ή τις κοινότητες και της μεταφοράς των σκουπιδιών στους χώρους υγειονομικής ταφής (χωματερές). Παράλληλα, η διάθεση των ανακυκλώσιμων υλικών στις βιομηχανίες αποδίδει στην τοπική αυτοδιοίκηση αρκετά χρήματα, τα οποία μπορούν να επενδυθούν στη βελτίωση της ζωής των πολιτών, την κατασκευή δημόσιων έργων κ.ά.

1.7 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η ανακύκλωση στη χώρα μας άρχισε να εφαρμόζεται το 1986 σε τοπικό επίπεδο, με πρωτοβουλία των δημοτικών αρχών. Στην περιοχή της Θεσσαλονίκης το πρώτο οργανωμένο πρόγραμμα ανακύκλωσης ξεκίνησε το 1989 με πρωτοβουλία του Συνδέσμου Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης μείζονος Θεσσαλονίκης (Σ.Ο.Τ.Α.Θ.). Σταδιακά προστέθηκαν και άλλοι φορείς στη σταυροφορία για την αξιοποίηση των αστικών απορριμμάτων: το Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, πολιτιστικοί σύλλογοι, οικολογικές οργανώσεις (λ.χ. Οικολογική Εταιρεία Ανακύκλωσης), νοσοκομεία, εκπαιδευτικές μονάδες και οργανισμοί, πανεπιστήμια, στρατός, δημόσιες και ιδιωτικές επιχειρήσεις, βιομηχανίες κ.λ.π.

1.8 ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ

Από οικολογική άποψη το αυτοκίνητο είναι ένας από τους σοβαρότερους παράγοντες επιβάρυνσης του περιβάλλοντος. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται

για την κατασκευή του προέρχονται με τον ένα ή τον άλλο τρόπο από τη φύση. Η εξάντληση αυτή των φυσικών πόρων δεν μπορεί να συνεχιστεί για πάντα. Η ανάγκη για εξοικονόμηση γίνεται κάθε μέρα και πιο επιτακτική. Γι' αυτό πρέπει να εξετάζονται όλοι οι δυνατοί τρόποι. Ένας από αυτούς είναι και η ανακύκλωση, δηλαδή η επαναχρησιμοποίηση του μεγαλύτερου μέρους των υλικών των αυτοκινήτων που αποσύρονται από την κυκλοφορία σαν πρώτη ύλη για την κατασκευή εξαρτημάτων για καινούρια αυτοκίνητα ή για εντελώς διαφορετικά προϊόντα.

Ένας κατάλογος με τα πιο βλαπτικά απορρίμματα που σχετίζονται με το αυτοκίνητό μας είναι:

- Ορυκτέλαια και συνθετικά λάδια
- Φίλτρα λαδιού
- Αντιψυκτικά υγρά
- Υγρά φρένων
- Μπαταρίες
- Καταλύτες

Όλα τα παραπάνω εάν θαφτούν στη γη μολύνουν το χώμα και τα υπόγεια νερά και αν καούν γεμίζουν με τοξικά αέρια τον αέρα που αναπνέουμε. Για αυτούς τους δύο πολύ σημαντικούς λόγους πρέπει τα αυτοκίνητα να τα ανακυκλώνουμε και να μην τα αφήνουμε να μολύνουν περισσότερο το περιβάλλον.

Οι μορφές της ανακύκλωσης που γνωρίζουμε από την καθημερινή μας ζωή αφορούν συνήθως μόνο ένα υλικό. Παράδειγμα είναι η ανακύκλωση του χαρτιού, η ανακύκλωση των κουτιών από τα αναψυκτικά, η ανακύκλωση του γυαλιού κ.λπ.

Ένα αυτοκίνητο όμως είναι κατασκευασμένο από πολλά διαφορετικά υλικά. Τα περισσότερα από αυτά τα υλικά είναι ανακυκλώσιμα. Υπάρχουν όμως και υλικά που δεν ανακυκλώνονται και πρέπει να απομακρυνθούν και να θαφτούν σε ειδικούς χώρους. Έτσι, το πρόβλημα της ανακύκλωσης των αυτοκινήτων γίνεται πολύ σύνθετο, αφού πρέπει να σχεδιαστεί αρχικά η διαδικασία διαχωρισμού των διαφόρων υλικών και εν συνεχεία η διαδικασία ανακύκλωσης για κάθε ένα από τα υλικά που ανακυκλώνονται.

Η ιδέα της ανακύκλωσης των αυτοκινήτων δεν είναι και τόσο νέα. Ακόμα και

πριν ο όρος «ανακύκλωση» γίνει γνωστός, το 75% των υλικών των αυτοκινήτων που αποσύρονταν επαναχρησιμοποιούνταν στην κατασκευή νέων αυτοκινήτων. Αυτό το ποσοστό οφείλεται κυρίως στην ανακύκλωση του χάλυβα και των άλλων μετάλλων των αυτοκινήτων. Η διαδικασία αυτή έχει αρχίσει εδώ και αρκετές δεκαετίες και δεν αφορά μόνο το χάλυβα αλλά και άλλα μέταλλα, όπως το μαγνήσιο και το αλουμίνιο. Το υπόλοιπο 25% του βάρους ενός αυτοκινήτου αποτελείται από μη μεταλλικά υλικά (πλαστικά, γυαλί κ.λπ.) που μέχρι πρόσφατα απορρίπτονταν στις διάφορες χωματερές.

Τα τελευταία χρόνια έχει αρχίσει μία προσπάθεια για την ανακύκλωση των μη μεταλλικών μερών των αυτοκινήτων και κυρίως των πλαστικών. Η ανακύκλωση των πλαστικών δε λύνει μόνο το πρόβλημα της ταφής των αποβλήτων, αλλά συμβάλλει και στην εξοικονόμηση ενέργειας. Και αυτό γιατί μέχρι σήμερα η μόνη εναλλακτική λύση στην ταφή των πλαστικών ήταν η χρησιμοποίησή τους σαν καύσιμο. Σχετική έρευνα απέδειξε πως η καύση ενός κιλού π.χ. πολυπροπυλενίου απέδιδε ενέργεια αντίστοιχη με 0,8 κιλά αργού πετρελαίου, ενώ από την ανακύκλωσή του εξοικονομείται ενέργεια αντίστοιχη με 1,2 κιλά αργού πετρελαίου, δηλαδή με την ανακύκλωση έχουμε 60% περισσότερη εξοικονόμηση ενέργειας.

Περίπου το μισό από το 25% των μη μεταλλικών υλικών ενός αυτοκινήτου μπορεί να ανακυκλωθεί. Από αυτά το μεγαλύτερο μέρος είναι πλαστικά, που επαναχρησιμοποιούνται για την κατασκευή εξαρτημάτων πάλι για αυτοκίνητα. Όμως, εκτός από τα πλαστικά, υπάρχουν και άλλα μη μεταλλικά υλικά που μπορούν να ανακυκλωθούν. Παράδειγμα είναι τα τζάμια των αυτοκινήτων, τα οποία, αφού θρυμματιστούν, πωλούνται ως πρώτη ύλη στη βιομηχανία γυαλιού για την παραγωγή κάθε είδους προϊόντων υαλουργίας.

Άλλο παράδειγμα, το αφρώδες υλικό των καθισμάτων, που αποτελεί πρώτη ύλη είτε για την παραγωγή πλαστικών γενικής χρήσης με τη διαδικασία της συμπίεσης εν θερμώ, είτε για την παραγωγή συνθετικών μοκετών από τις βιομηχανίες ταπητουργίας.

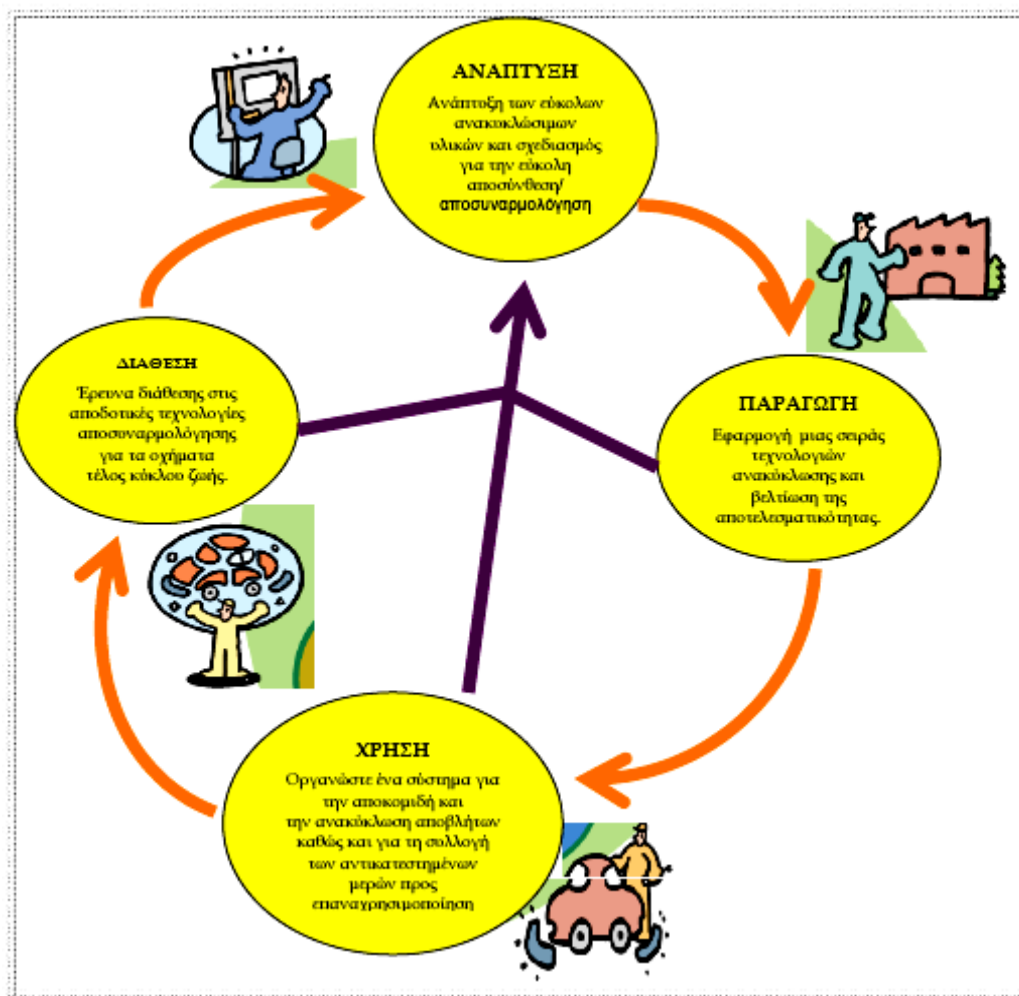
Επίσης, ανακυκλώσιμα είναι τα υγρά που χρησιμοποιούν τα διάφορα συστήματα των αυτοκινήτων. Σε αυτά περιλαμβάνονται τα υγρά των φρένων, της υποβοήθησης του τιμονιού, των αμορτισέρ, τα λιπαντικά, το νερό ψύξης, ακόμα και η βενζίνη που έχει απομείνει στο ρεζερβουάρ του άχρηστου πλέον αυτοκινήτου.

Τέλος, μεγάλη προσπάθεια καταβάλλεται από όλους τους κατασκευαστές για την ανακύκλωση των καταλυτών. Ένας τόνος άχρηστων καταλυτών περιέχει 1,5 κιλά πλατίνας και 300 γραμμάρια ροδίου. Και τα δύο αυτά μέταλλα είναι εξαιρετικά σπάνια. Οι άχρηστοι καταλύτες αγοράζονται από τους κατασκευαστές καταλυτών, οι οποίοι επαναχρησιμοποιούν σχεδόν το 100% των πολύτιμων μετάλλων που περιέχουν.

Εκτός από τη διαδικασία απόσυρσης, η ανακύκλωση εφαρμόζεται και στη διαδικασία παραγωγής των αυτοκινήτων. Κάθε υλικό που περισσεύει από την κοπή ή τη χύτευση κάθε είδους εξαρτήματος δεν πετιέται, αλλά συγκεντρώνεται για την κατασκευή πρώτης ύλης, που μάλιστα χρησιμοποιείται για την ίδια εφαρμογή. Επίσης, το νερό που χρησιμοποιούν τα εργοστάσια των αυτοκινήτων στα διάφορα στάδια της παραγωγής δεν πετιέται πια μολυσμένο στο περιβάλλον, αλλά καθαρίζεται και επαναχρησιμοποιείται. Το ίδιο συμβαίνει και με την άμμο που χρησιμοποιείται κατά τη διαδικασία χύτευσης των κινητήρων. Όταν πλέον η άμμος αυτή δεν μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί, πωλείται σαν πρώτη ύλη στη βιομηχανία τσιμέντου.

Τα τελευταία χρόνια γίνεται προσπάθεια διαχείρισης των αυτοκινήτων σε όλη την διάρκεια της ζωής τους και όχι μόνο στο τέλος του κύκλου της ζωής τους ή σε μεμονωμένη διαχείριση των στοιχείων κατά την χρήση τους.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται ο κύκλος ζωής του οχήματος, από την ανάπτυξη των υλικών έως και τη διάθεσή του.



Διάγραμμα 1.2 Κύκλος ζωής οχήματος

Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται το ποσό των συνολικών αποβλήτων τα οποία παράγονται κατά τον Κύκλο Ζωής ενός μέσου αυτοκινήτου.

Συνολικό Παραγόμενο Απόβλητο		
Φάση Κύκλου Ζωής	Βάρος (Kg)	Σύνολο %
Κατασκευή Υλικών	2254	58 %
Κατασκευή και Συναρμολόγηση	408	9 %
Χρήση Καυσίμου	812	19 %
Συντήρηση και Επισκευή	277	6 %
Τέλος Κύκλου Ζωής	326	8 %
Σύνολο	4376	100 %

Πίνακας 1.6 Ποσό συνολικών αποβλήτων τα οποία παράγονται κατά τον Κύκλο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΚΑΤΑΛΥΤΕΣ

2.1 ΤΥΠΟΙ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΩΝ

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

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

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

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

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

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

1. Ο καταλυτικός μετατροπέας με φορέα (υπόστρωμα) κεραμικού μονόλιθου, για λόγους συντόμευσης αναφέρεται ως "κεραμικός καταλύτης". Στην Αγγλική γλώσσα ονομάζεται Monolith Catalytic Converter. Το κεραμικό σώμα (φορέας) μοιάζει με κηρήθρα κυψέλης και είναι κατασκευασμένο από κεραμικό υλικό.



Εικόνα 2.1 Εσωτερικό κεραμικού μετατροπέα

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



Εικόνα 2.2 Μεταλλικοί καταλυτικοί μετατροπείς

3. Τέλος ο καταλυτικός μετατροπέας με τα μεταλλικά αντικαθιστάμενα σφαιρίδια, γιατί τώρα πλέον έχει σταματήσει να κατασκευάζεται. Στα Αγγλικά ονομάζεται "pellet type catalytic converter". Κάποιες εταιρείες από αυτές που κατασκευάζουν μεταλλικούς ή κεραμικούς καταλύτες πιστεύουν ότι οι καταλυτικοί μετατροπείς με αντικαθιστάμενα σφαιρίδια είναι παρελθόν και ξεπερασμένη τεχνολογία, αφού περιορίζουν σημαντικά τη ροή των καυσαερίων.



Εικόνα 2.3 Καταλυτικός μετατροπέας με αντικαθιστάμενα σφαιρίδια

2.2 ΚΕΡΑΜΙΚΟΣ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ

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

2.2.1 Δομή του κεραμικού καταλυτικού μετατροπέα

Α) Μεταλλικό προστατευτικό περίβλημα

Το περίβλημα του καταλυτικού μετατροπέα έχει σαν σκοπό την προστασία και τη συγκράτηση των ευαίσθητων υλικών που υπάρχουν εσωτερικά του .

Κατασκευάζεται από το γνωστό ανοξείδωτο χάλυβα 409 του οποίου υπενθυμίζουμε τη σύσταση:

45% Σίδηρο (Fe)

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

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

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

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

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

B) Διαστελλόμενος τάπητας

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

- 1) την προστασία από θραύση του ευαίσθητου τεμαχίου του κεραμικού μονόλιθου λόγω των κραδασμών που προέρχονται από τις ανωμαλίες του οδοστρώματος

- 2) θερμομονώνει τον καταλύτη προκειμένου να επιτυγχάνεται η σωστή θερμοκρασία λειτουργίας συντομότερα
- 3) αναλαμβάνει να απορροφήσει τις διαστολές του κεραμικού τεμαχίου που βρίσκεται εσωτερικά του
- 4) τέλος ηχομονώνει από τους θορύβους που προκαλούνται από τη ροή των καυσαερίων

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

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

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

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

Γ) Φορέας

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

Κεραμικός μονόλιθος.

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

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

Διπλής κλίνης ονομάζεται ο μετατροπέας που εσωτερικά του υπάρχουν τοποθετημένα δυο τεμάχια κεραμικού φορέα με ενδιάμεσο κενό χώρο. Όταν το αυτοκίνητο διαθέτει σύστημα προσαγωγής δευτερεύοντος αέρα στην

εξαγωγή καυσαερίων, τότε ανάμεσα στις δυο κλίνες (τεμάχια) προσάγεται φρέσκος αέρας από την ατμόσφαιρα με τη βοήθεια αντλίας για περαιτέρω μείωση των ρύπων. Το σύστημα όμως αυτό προς το παρόν χρησιμοποιείται εκτεταμένα στην Αμερική.

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

Το πάχος των τοιχωμάτων των αγωγών κυμαίνεται από 0,15mm έως και 0,3mm ανάλογα με τον κατασκευαστή. Σε κάθε τετραγωνικό εκατοστό επιφάνειας υπάρχουν περίπου 60 αγωγοί ροής (κυψέλες). Παλαιότερα ο αριθμός των αγωγών δεν ξεπερνούσε τους 30 ανά τετραγωνικό εκατοστό επιφάνειας όμως με την ελάττωση του πάχους των τοιχωμάτων αυξήθηκε στο διπλάσιο ο αριθμός των αγωγών. Αυτό όχι μόνο δεν δημιούργησε πρόβλημα στη ροή των καυσαερίων αντίθετα βελτίωσε αυτήν και μείωσε την αντίθλιψη.

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

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

Έτσι λοιπόν, καταλήξαμε στον κεραμικό μονόλιθο σα βάση-πυρήνα του καταλυτικού, μετατροπέα γιατί αν τον συγκρίνουμε με ίδιους όγκους προηγούμενων τύπων καταλυτών θα διαπιστώσουμε ότι έχει 2-3 φορές μεγαλύτερη επιφάνεια στη ροή των καυσαερίων. Αυτό είναι το επιθυμητό γιατί όσο πιο μεγάλη επιφάνεια έχει η καταλυτική ουσία (ευγενή μέταλλα) τόσο καλύτερα επιταχύνονται αντιδράσεις μετατροπής των επιβλαβών αερίων σε

καθαρότερα. Όμως δεν πρέπει σε καμία περίπτωση η αύξηση της επιφάνειας με την προσθήκη περισσότερων αγωγών ροής να αποτελέσει εμπόδιο για την έξοδο των καυσαερίων από τον κινητήρα. Η χρήση του κεραμικού μονόλιθου έφερε τη σημαντική μείωση των εξωτερικών διαστάσεων των καταλυτικών μετατροπών.



Εικόνα 2.4 Στρογγυλής και ωοειδούς μορφής κεραμικοί φορείς



Εικόνα 2.5 Διάφορες μορφές κεραμικών φορέων

Ξοδεύονται πολλά χρήματα κάθε χρόνο από τις εταιρείες κατασκευής καταλυτικών, μετατροπών για να μειωθεί στο ελάχιστο η διαφορά πίεσης μεταξύ της εισόδου και της εξόδου του καταλυτικού μετατροπέα. Αυτή η διαφορά πίεσης αναφέρεται σαν πίεση αντιστάθμισης ή αντίθλιψης. Όσο

μεγαλύτερη είναι η αντίθλιψη τόσο μεγαλύτερη φραγή υπάρχει στη ροή των καυσαερίων από το σώμα του κεραμικού μονόλιθου. Υπάρχουν μόνο τρία εργοστάσια στον κόσμο που κατασκευάζουν το κεραμικό σώμα-βάση του καταλυτικού μετατροπέα, αυτά προμηθεύουν τις εταιρείες κατασκευής-συναρμολόγησης. Οι κεραμικοί καταλυτικοί μετατροπείς που κατασκευάζονται σήμερα φέρουν συνήθως δύο τεμάχια κεραμικού μονόλιθου με ενδιάμεσο κενό χώρο και αναφέρονται ως διπλής κλίνης. Το κάθε ένα από τα τεμάχια αυτά έχει μήκος όχι πάνω από 10cm.

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

Υπάρχουν όμως εταιρείες όπως είναι η Random που το μήκος των κεραμικών τεμαχίων του μετατροπέα δεν ξεπερνούν τα 6cm. Το ενδιάμεσο όμως στρώμα είναι πολύ πλουσιότερο από αυτά που έχουν μεγαλύτερο μήκος. Έχει μετρηθεί ότι όσο μεγαλύτερο είναι το τεμάχιο του μονόλιθου τόσο μεγαλύτερη αντίσταση παρουσιάζεται στη ροή των καυσαερίων με αποτέλεσμα τον καλό περιορισμό των ρύπων αλλά και την πολύ μικρή ελάττωση της ιπποδύναμης του κινητήρα.



Εικόνα 2.6 Διπλής κλίνης κεραμικός καταλυτικός μετατροπέας



Εικόνα 2.7 Δείκτης της ορθής φοράς του μετατροπέα

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

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

SiC

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

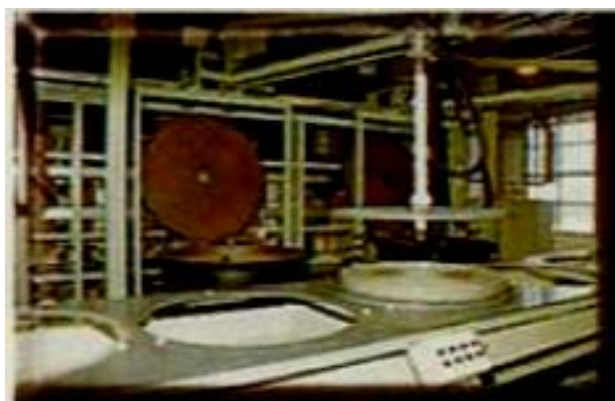


Εικόνα 2.8 Φορέας από Sic

Δ) Ενδιάμεσο στρώμα Wash-Coat

Αφού λοιπόν κατασκευαστεί το κεραμικό σώμα βάση του καταλυτικού μετατροπέα, στη συνέχεια μεταφέρεται σε άλλο τμήμα ή ακόμη και σε άλλο εργοστάσιο για χημική επεξεργασία. Με τη μέθοδο της εμβύθισης, γίνεται η επίστρωση ολόκληρης της επιφάνειας του κεραμικού μονόλιθου με οξείδια του αλουμινίου (Al_2O_3) (γνωστή σαν αλουμίνα που παράγεται και εξάγεται από την Ελλάδα) και τριοξείδιο του Διμητρίου (Ce_2O_3), η θερμοκρασία στην οποία γίνεται η διαδικασία αυτή είναι περίπου οι 450° C. Η αλουμίνα χρησιμοποιείται για την καλύτερη πρόσφυση του υποστρώματος washcoat πάνω στον κορδιερίτη. Μετά την επίστρωση του ενδιάμεσου αυτού στρώματος των οξειδίων του αλουμινίου (washcoat) η επιφάνεια αυξάνεται εκπληκτικά λόγω των ανωμαλιών που προστίθενται. Μετά λοιπόν από αυτήν την επεξεργασία ένα κυβικό εκατοστό μονόλιθου διαθέτει συνολική επιφάνεια μερικών ποδοσφαιρικών γηπέδων (μερικών χιλιάδων τετραγωνικών μέτρων. Πριν την

επεξεργασία δεν ξεπερνούσε μερικές τετραγωνικές παλάμες. Το πλεονέκτημα της τρομακτικής αυτής αύξησης της επιφάνειας του μονόλιθου, που παρέχει το washcoat είναι ότι περιορίζονται σημαντικά οι εξωτερικές διαστάσεις του μετατροπέα. Ο συντελεστής αύξησης της επιφάνειας του μετατροπέα ξεπερνά τις 10.000 φορές, για παράδειγμα αναφέρουμε ότι το ένα τετραγωνικό μέτρο της καθαρής κεραμικής.



Εικόνα 2.9 Επίστρωση Wash coat με εμβάθυνση

Πρέπει να σημειωθεί ότι στο ενδιάμεσο στρώμα υπάρχουν και άλλα ανόργανα υλικά σε πολύ μικρές ποσότητες. Μεταξύ αυτών μπορούμε να αναφέρουμε το θόριο, πυρίτιο, το τιτάνιο, το βάριο και το ζirkόνιο. Η χρήση αυτών σταθεροποιεί το ενδιάμεσο στρώμα και αυξάνει το σημείο τήξεως αυτού σε επίπεδα πάνω από τους 1200° C.

Ε) Ευγενή μέταλλα

Η ίδια μεθοδολογία ακολουθείται και για την επίστρωση των ευγενών μετάλλων πάνω στο washcoat. Τα ευγενή μέταλλα της επίστρωσης των καταλυτικών μετατροπέων, αναφέρονται στην Ελληνική βιβλιογραφία και σαν ενεργά συστατικά ή καταλυτική επίστρωση, είναι η Πλατίνα (Pt), το Ρόδιο (Rh) και το Παλλάδιο (Pd), εκεί θα βρείτε πολλές πληροφορίες για τη χημεία αυτών. Η σχέση των ποσοτήτων μεταξύ των μετάλλων όπως χρησιμοποιούνται στην επίστρωση του ενδιάμεσου στρώματος είναι Pt/Rh= 6:1 αυτή η δυσαναλογία προς τη πλευρά του ροδίου οφείλεται στις πολύ μικρές ποσότητες ροδίου στη φύση. Μέρα με τη μέρα οι ποσότητες που αντλούμε από τη γη ελαττώνονται

και η τιμή του αυξάνει συνεχώς. Αν τα ταξινομήσουμε με τη σειρά μεγαλύτερου κόστους τότε το ρόδιο καταλαμβάνει την πρώτη θέση δικαίως αφού οι ποσότητες αυτού στη φύση είναι πολύ περιορισμένες, ακολουθεί το παλλάδιο και τέλος η πλατίνα.

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

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

ΣΤ) Συναρμολόγηση

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

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

εν θερμό.

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

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

Ζ) Ασπίδες θερμότητας

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

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

Οι ασπίδες προσφέρουν προστασία από το νερά του δρόμου. Αποτρέπεται η ψύξη του περιβλήματος του μετατροπέα και η θερμοκρασία λειτουργίας αυτού διατηρείται στα προβλεπόμενα επίπεδα. Αν η θερμοκρασία του πέσει κάτω από τους 300° C παύουν να γίνονται οι αντιδράσεις μετατροπής των ρύπων και τότε είναι να σαν μην υπάρχει ο μετατροπέας. Το ίδιο συμβαίνει και κατά την εκκίνηση του κινητήρα μέχρι να ζεσταθεί ο καταλύτης.

Η) Πώμα

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



Εικόνα 2.10 Πρέσες



Εικόνα 2.11 Ασπίδα θερμότητας εξωτερικά του περιβλήματος του μετατροπέα



Εικόνα 2.12 Ασπίδα θερμότητας με ενισχύσεις

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



Εικόνα 2.13 Αφαιρούμενο πώμα για τη μέτρηση των ρύπων των καυσαερίων

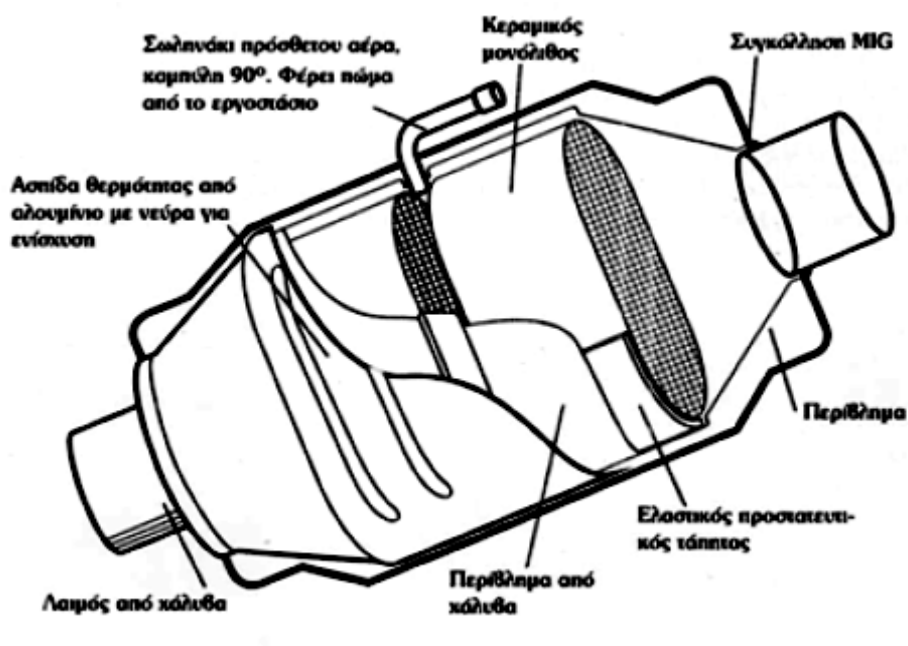
Θ) Πολλαπλή εξαγωγή

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

Ι) Σωληνας προσαγωγής πρόσθετου αέρα

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

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



Εικόνα 2.14 Σωληνάκι προσαγωγής πρόσθετου αέρα

2.3 ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΙ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΟΙ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ

2.3.1 Εισαγωγή

Οι πρώτοι αυτοί μετατροπείς είχαν φορέα που ήταν κατασκευασμένος από πολύ λεπτό φύλλο μετάλλου (foil) τυλιγμένο σε μορφή spiral (σπειροειδή). Ο φορέας αυτού του τύπου ήταν επιρρεπής στις κατά μήκος διαστολές αφού η θερμική καταπόνηση του ήταν πολύ μεγάλη. Οι μετέπειτα προσπάθειες βελτίωσης δημιούργησαν ένα σταυροειδές στήριγμα στο εσωτερικό του μετατροπέα για την καλλίτερη στήριξη του λεπτού σπειροειδούς μεταλλικού φύλλου. Η εσωτερική αυτή ενίσχυση σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε το 1968, όμως ούτε αυτή η ούτε αυτή η ανακάλυψη στέφτηκε με ιδιαίτερη επιτυχία. Η δεύτερη γενιά μεταλλικών καταλυτικών μετατροπών έχει τις ρίζες της στο 1978. Η επιστημονική ομάδα μελέτης της Emitec σχεδίασε, κατασκεύασε και τέλος κατοχύρωσε την ευρεσιτεχνία μιας ειδικής διαδικασίας συγκόλλησης του λεπτού μεταλλικού φύλλου, σε υψηλή θερμοκρασία. Στο τέταρτο εικονίδιο στην επάνω σειρά παρατηρήστε αυτόν τον τρόπο συγκόλλησης του μεταλλικού φύλλου για τη δημιουργία κυψελοειδούς μορφής που έχει σαν πλεονέκτημα τη πολύ μεγάλη αύξηση της επιφάνειας. Με τη

βοήθεια αυτής της μεθόδου, μπορούσαν να συνδεθούν τα Λεπτά μεταλλικά φύλλα και να σχηματίσουν τον φορέα. Αυτός ο φορέας ονομάστηκε από την Emitec ως METALIT και έτσι έχει καθιερωθεί να αναφέρεται στα συγγράμματα και τα τεχνικά άρθρα των ειδικών επιστημόνων. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε σαν καταλύτης εκκίνησης και στη συνέχεια αποδείχθηκε η μεγάλη θερμοϋδραυλική του αποδοτικότητα.

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

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

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

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



Εικόνα 2.15 Τελευταίου τύπου μεταλλικός φορέας



Εικόνα 2.16 Τελευταία γίνεται χρήση καταλυτικών μετατροπών και αγωνιστικά αυτοκίνητα

Τα πλεονεκτήματα του METALIT ήταν πάρα πολλά: μεγάλη μείωση των επικίνδυνων ρύπων, μεγάλη σταθερότητα, μεγάλη διάρκεια ζωής και καταλληλότητα για την τοποθέτηση του πολύ κοντά στην πολλαπλή εξαγωγή. Τα εξαιρετικά λεπτά τοιχώματα παρουσιάζουν πολύ μικρή αντίσταση στη ροή των καυσαερίων, έτσι λοιπόν η αντίθλιψη των καυσαερίων είναι μηδαμινή. Θα πρέπει να γνωρίζετε ότι η χαμηλή αντίθλιψη στο σύστημα του καταλυτικού μετατροπέα έχει ευεργετική επίδραση στην κατανάλωση καυσίμου και στην απόδοση του κινητήρα. Επίσης οι τοπικές υπερθερμάνσεις που μπορεί να εμφανιστούν σε κάποιο σημείο του μεταλλικού φορέα-φύλλου, υποχωρούν λόγω της καλής αγωγιμότητας που προσφέρεται από το υλικό αυτό.

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

Το Super Foil, που χρησιμοποιείται τελευταία σε μεταλλικό φύλλο για την

κατασκευή των φορέων παρέχει εξαιρετικά λεπτά τοιχώματα και το υλικό κατασκευής του είναι ανοξειδωτος χάλυβας. Αρχικά χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή μεταλλικών καταλυτικών μετατροπών για την Γιαπωνέζικη αγορά. Το πάχος του μεταλλικού αυτού φύλλου (super foil) είναι 0,03 mm. Η αντίθλιψη έχει ελαττωθεί και άλλο επιφέροντας έτσι τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμου και την αύξηση της ισχύος.

2.3.2 Δομή του μεταλλικού καταλυτικού μετατροπέα

A) Περίβλημα

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

B) Φορέας

Τη σημερινή εποχή συναντάμε τους εξής μεταλλικούς φορείς:

Spiral Super Foil

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

Super Foil με κυμάτωση

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

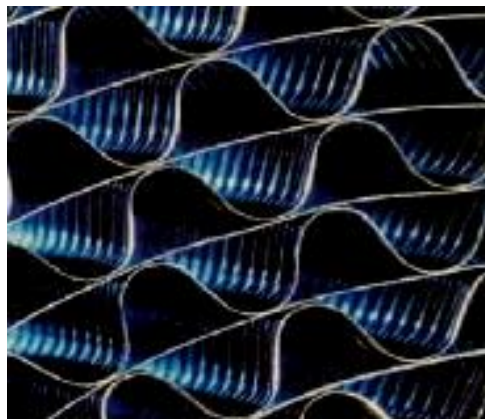
Αν μελετήσουμε λοιπόν τη ροή των καυσαερίων μέσα από τους αγωγούς του super foil θα παρατηρήσουμε ότι οι εγκάρσιες ραβδώσεις-κυμάτωση που έχει δημιουργηθεί πάνω σε αυτό, δημιουργούν μια δυναμική ανάμιξη στα καυσαέρια.

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

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



Εικόνα 2.17 Super foil



Εικόνα 2.18 Super foil με κυμάτωση



Εικόνα 2.19 Δυναμική ανάμιξη των καυσαερίων μέσα στους αγωγούς ροής του μετατροπέα με φορέα τύπου super foil με κυμάτωση

2.3.3 Νέοι σχεδιασμοί μεταλλικών φορέων

Για να αντεπεξέλθουν οι κατασκευάστριες εταιρείες στα συνεχώς ελαττωμένα όρια των επιπέδων των ρύπων που θέτει η Διεθνής κοινότητα, οι

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

Upstream

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

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

Κωνικός φορέας

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

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

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

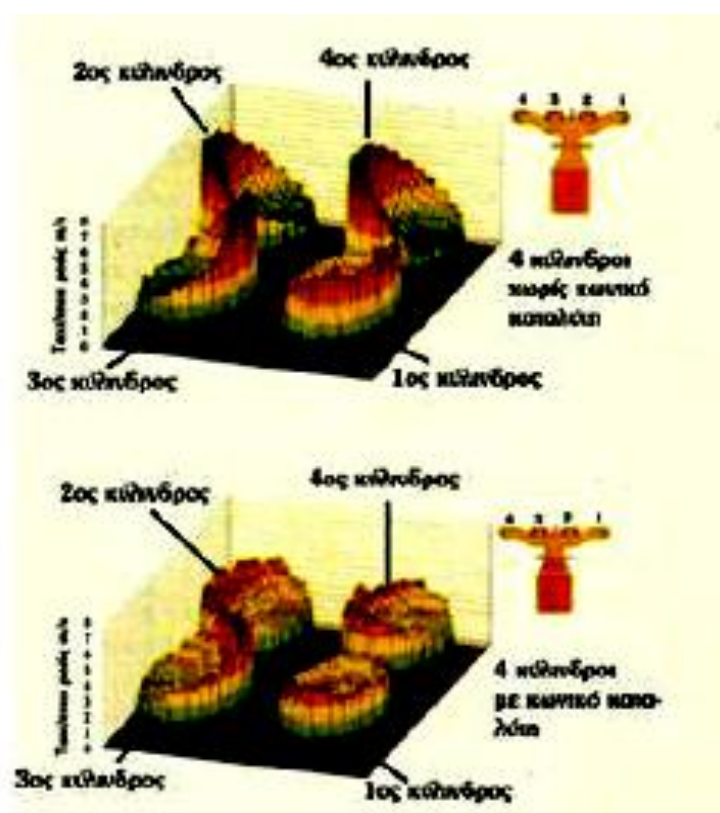
Σαν αποτελέσματα μπορούμε να θεωρήσουμε τη συντόμευση του χρόνου έναρξης της λειτουργίας του μετατροπέα κατά την εκκίνηση και την αποδεδειγμένη αύξηση της απόδοσης κατά 15%.

Ηλεκτρικά θερμαινόμενος φορέας

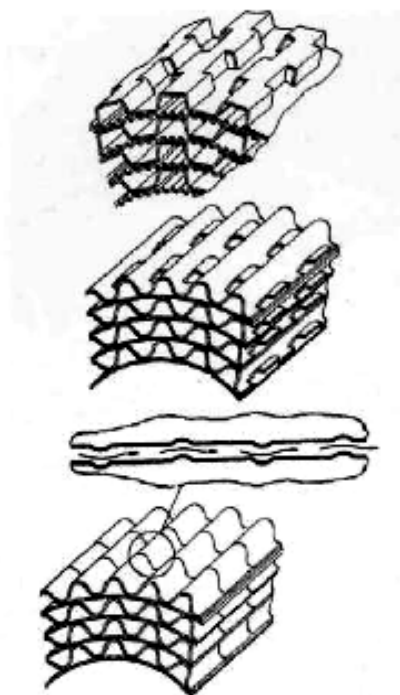
Το 1994 παρουσιάστηκε από την Emitec ο ηλεκτρικά θερμαινόμενος μεταλλικός καταλύτης, Σχήμα 2-43. Αναφέρεται σαν Emicat από τους δημιουργούς του και το πρόβλημα της προθέρμανσης του καταλύτη κατά την κρύα εκκίνηση επιλύθηκε με τη δημιουργία αυτού του μεταλλικού φορέα που μπορούσε να θερμανθεί πολύ γρήγορα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



Εικόνα 2.20 Κωνικός φορέας



Εικόνα 2.21 Τρισδιάστατα διαγράμματα εκπομπής ρύπων των 2 κυλίνδρων



Εικόνα 2.22 Άλλες μορφές foil μεταλλικών φορέων

2.3.4 Υλικό κατασκευής του φορέα τύπου foil

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

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

αυτόν του ενδιάμεσου στρώματος και του κορδιερίτη στον "κεραμικό καταλύτη".

2.3.5 Άλλοι τύποι μεταλλικών φορέων

Φορέας με πλεγμένο σύρμα

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

Φορέας από λεπτές πλάκες

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

Ενδιάμεσο στρώμα

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

Ευγενή μέταλλα

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



Εικόνα 2.23 Μεταλλικά πλέγματα που σχηματίζουν τον φορέα πολύ οικονομικών λύσεων σε μικροκινητήρες

2.4 ΕΙΔΗ ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΩΝ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΩΝ

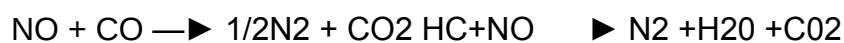
2.4.1 Εισαγωγή

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

2.4.2 Αναγωγικός καταλυτικός μετατροπέας

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

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

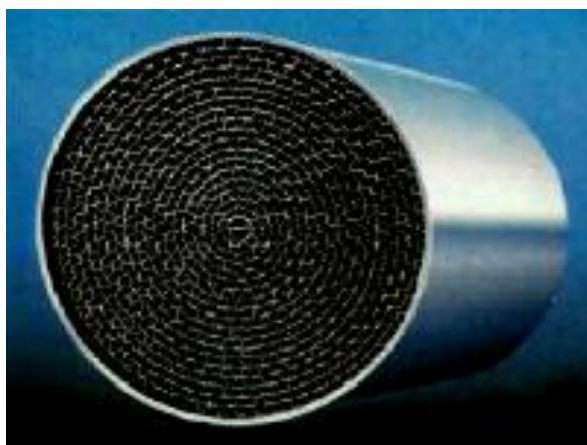


Τα προϊόντα μετά τις αντιδράσεις, (άζωτο, διοξείδιο του άνθρακα και υδρατμοί) είναι αβλαβή για τον άνθρωπο σε σχέση με αυτά που υπήρχαν πριν τις χημικές αντιδράσεις. Οι χημικές αντιδράσεις αναγωγής δεν θα μπορούσαν να γίνουν αν το ρόδιο δεν είχε την ικανότητα να εγκλωβίζει με ευκολία το οξυγόνο κάτω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

Πάνω από τους 600° C, το ρόδιο (Rh) μετατρέπεται σε Rh₂O₂ και χάνει σταδιακά την ικανότητα αναγωγής των οξειδίων του αζώτου. Αυτό αποτρέπεται από τους κατασκευαστές με την κατάλληλη διασπορά του μετάλλου πάνω στο ενδιάμεσο στρώμα αλλά και με κάποια άλλα πρόσθετα που αναμιγνύουν στη μάζα του ροδίου. Έτσι η διασπορά και η ποσότητα του ροδίου δεν γίνεται τυχαία αλλά κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες. Ας

αναφερθούμε πρακτικά σε ένα παράδειγμα για να καταλάβουμε πάσο επηρεάζεται η απόδοση του μετατροπέα από την πολύ μικρή αύξηση του ροδίου. Αν τα 0,25 γραμμάρια ροδίου που έχουν ψεκαστεί πάνω στο ενδιάμεσο στρώμα ενός μετατροπέα γίνουν 0,5 γραμμάρια, τότε η απόδοση του μετατροπέα αυξάνεται κατά 22%. Αυτό όμως δεν σημαίνει ότι μπορούμε να αυξήσουμε πέρα από κάποιο όριο την ποσότητα του πολύτιμου μετάλλου γιατί επέρχεται κορεσμός της επιφάνειας του ενδιάμεσου στρώματος και κλείνουν οι μικροπόροι και ίσως οι μακροπόροι.

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

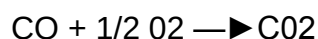


Εικόνα 2.24 Συνήθους μεγέθους μεταλλικός φορέας

2.4.3 Οξειδωτικός καταλυτικός μετατροπέας

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

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



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

Θα πρέπει στο σημείο αυτό να διευκρινίσουμε ότι στον οξειδωτικό καταλύτη γίνεται άλλη μια αντίδραση με προϊόντα τα οποία αποδίδουν μια δυσάρεστη οσμή (κλουβιού αυγού). Η αντίδραση αυτή ενώνει τα ίχνη του θείου (S) που περιέχονται στην βενζίνη με το οξυγόνο και παράγονται οξείδια του θείου (SO_x). Αυτό που υπερέχει σε ποσότητα μεταξύ των άλλων οξειδίων του θείου είναι το διοξείδιο αυτού (SO₂). Αυτά αναδύουν την χαρακτηριστική οσμή που όλοι μας έχουμε γνωρίσει. Όμως το κακό με το διοξείδιο του θείου δεν σταματάει στη σχετικά δυσάρεστη οσμή. Υπάρχει και πιο δυσάρεστη συνέχεια, ενώνεται με τους υδρατμούς και σχηματίζονται μικροποσότητες θειικού οξέως. Το θειικό οξύ διαβρώνει το εσωτερικό της εξάτμισης, αν διαφύγει στην ατμόσφαιρα ενώνεται με τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας προς σχηματισμό μικροποσοτήτων αραιωμένου θειικού οξέως μέσα στα

σύννεφα. Αυτό πέφτει σαν όξινη βροχή και διαβρώνει τα πάντα με την πάροδο του χρόνου.

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

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

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

2.4.4 Τριοδικός καταλυτικός μετατροπέας

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

1) Rh+Pt+Pd

2) Rh+Pt

3) Rh+Pd

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

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

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

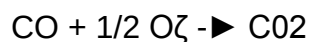
Από τα παραπάνω αναφερόμενα συμπεραίνουμε ότι η μάζα των περιεχομένων πολυτίμων μετάλλων σε έναν τριοδικό κεραμικό καταλύτη είναι πάρα πολύ μικρή.

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

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

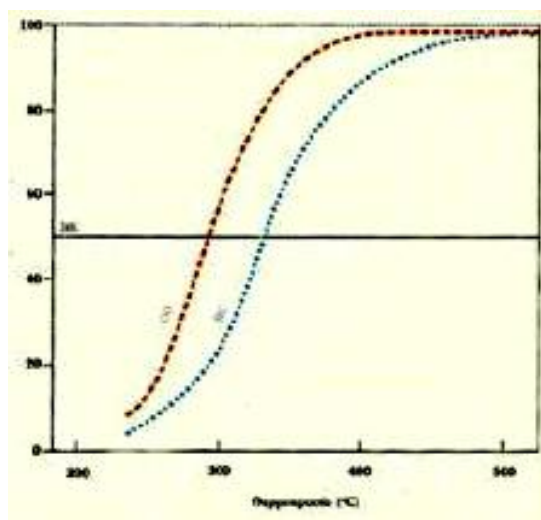
Αναφέραμε ότι ο τριοδικός καταλύτης είναι συνήθως μονής κλίνης και τα ευγενή μέταλλα που φέρει στο εσωτερικό του βρίσκονται αναμεμιγμένα στον ίδιο φορέα. Ο φορέας μπορεί να είναι κεραμικός, είτε μεταλλικός. Οι χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα πάνω από τα ευγενή μέταλλα (Pt+Rh) ή

(Pd+Rh) έχουν ως εξής:



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

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



Εικόνα 2.25 Διάγραμμα απόδοσης κατάλυσης σε σχέση με τη δημιουργία λειτουργίας του μετατροπέα

Τέλος ένα θέμα που απασχολεί πολύ τους τεχνίτες αλλά και αυτοκινητιστές είναι το πόση ισχύ κόβει ο τριοδικός μετατροπέας που έχει επικρατήσει τα τελευταία χρόνια να τοποθετείται σε όλα σχεδόν τα αυτοκίνητα. Η απάντηση των κατασκευαστών στο ερώτημα αυτό είναι κατηγορηματική και δεν αφήνει περιθώρια για συζήτηση. Οι σημερινοί καταλύτες είτε πρόκειται για κεραμικούς είτε για μεταλλικούς (και πολύ περισσότερο οι μεταλλικοί) δεν

"κόβουν" καθόλου ισχύ. Αυτό όσο και αν μας φαίνεται περίεργο οι μετρήσεις στο δυναμόμετρο το αποδεικνύουν. Αν συγκρίνουμε τα διαγράμματα ενός κινητήρα χωρίς καταλύτη και του ίδιου κινητήρα με κεραμικό καταλύτη θα παρατηρήσουμε ότι δεν υπάρχει αξιοσημείωτη διαφορά μεταξύ τους. Οι τελευταίες τεχνολογίας καταλύτες έχουν πολύ λεπτά τοιχώματα στους αγωγούς ροής και η αντίθλιψη που παρουσιάζουν είναι ελάχιστη. Έτσι η ισχύς που "κόβεται" θεωρείται αμελητέα.

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

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

2.4.5 Προκαταλύτης

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

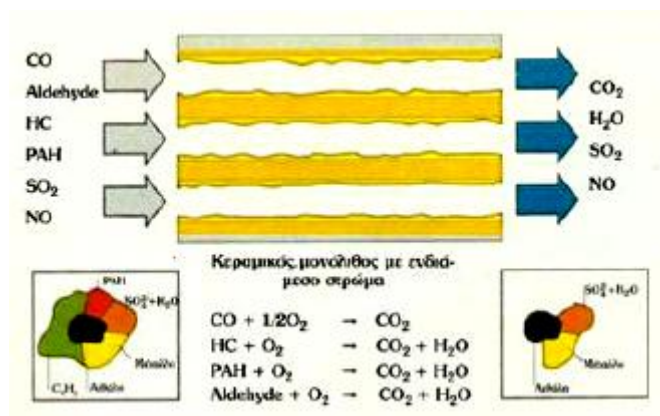
Κατά τη φάση της προθέρμανσης του κινητήρα και μέχρι να ζεσταθεί ο κυρίως καταλύτης, έχει επιτευχθεί η άμεση προθέρμανση του προκαταλύτη επειδή

ακριβώς έχει μικρό όγκο και βρίσκεται πολύ κοντά στις βαλβίδες εξαγωγής. Έτσι έχουν αρχίσει σχεδόν ταυτόχρονα με την εκκίνηση του κινητήρα και οι αντιδράσεις μετατροπής των ρύπων. Όμως δεν περιμένουμε η μετατροπή των ρύπων να είναι ίδια με αυτήν που θα συμβεί μετά την προθέρμανση του κυρίως καταλύτη.

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

2.4.6 Ο καταλύτης στον πετρελαιοκινητήρα

Τα τελευταία χρόνια σε πολλές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχει αρχίσει το retrofit και στους πετρελαιοκινητήρες με νόμους και παροχές από το κράτος. Οι κατασκευαστές αυτοκινήτων με πετρελαιοκινητήρα έχουν αρχίσει να εφοδιάζουν τα καινούργια αυτοκίνητα με καταλύτη. Πολλοί δε από αυτούς τοποθετούν επιπλέον και αιθαλοπαγίδες για τη συγκράτηση της εκπεμπόμενης αιθάλης.



Εικόνα 2.26 Χημικές αντιδράσεις σε κεραμικό οξειδωτικό καταλύτη πετρελαιοκινητήρα

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

2.4.7 Ο καταλύτης στον υγραεριοκινητήρα

Το ενδιαφέρον για τα εναλλακτικά καύσιμα όπως είναι το συμπιεσμένο φυσικό αέριο (CNG από το Compressed Natural Gas), το υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG από το Liquefied Natural Gas) ή το υγροποιημένο τεχνητό αέριο (LPG από το Liquefied Petroleum Gas) έχει αυξηθεί κατά τα τελευταία χρόνια. Λάβετε υπ' όψη και το ότι η καύση τους είναι πολύ πιο καθαρή από αυτή των υγρών καυσίμων. Οι υδρογονάνθρακες που εκπέμπονται σε πολύ περιορισμένο αριθμό από τους υγραεριοκινητήρες φυσικού αερίου στο μεγαλύτερο τους ποσοστό (90-95%) είναι άκαυστο μεθάνιο. Έχει αποδειχθεί ότι το μεθάνιο (CH_4) δεν σχηματίζει ενώσεις με το όζον (O_3). Όμως είναι μια από τις πιο δύσκολες ενώσεις στην οξείδωση και διάσπαση της. Στους υγραεριοκινητήρες που καταναλώνουν τεχνητό αέριο (LPG) δεν υπάρχει το ίδιο πρόβλημα αφού το τεχνητό αέριο είναι μίγμα αιθανίου και προπανίου. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις οποιουδήποτε εναλλακτικού καυσίμου χρησιμοποιούμε σχεδόν τον ίδιο τριοδικό καταλύτη, με αυτόν του Βενζινοκινητήρα, αφού η πλατίνα και το ρόδιο είναι πολύ αποδοτικά στη μετατροπή του CO και των NOx σε συνθήκες στοιχειομετρικής καύσης.

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



Εικόνες 2.27, 2.28 Οξειδωτικοί καταλυτικοί μετατροπείς της εταιρείας KEMIRA



Εικόνα 2.29 Καταλύτης για κινητήρες LPG-CNG

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΩΝ ΡΥΠΩΝ ΣΕ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα καυσαέρια του κινητήρα Diesel αποτελούνται από αέρια, ημι-πτητικά και σωματιδιακά οργανικά συστατικά που παράγονται μέσω της καύσης του πετρελαίου. Η ακριβής σύσταση των καυσαερίων εξαρτάται από τις παραμέτρους λειτουργίας, όπως η ταχύτητα περιστροφής, το φορτίο του κινητήρα, ο τύπος του κινητήρα, η σύσταση του καυσίμου, η θερμοκρασία του αέρα περιβάλλοντος και η σχετική υγρασία.

Οι κυριότεροι ρύποι που παράγονται από τους πετρελαιοκινητήρες είναι:

- τα οξείδια του αζώτου (NO_x)
- το μονοξείδιο του άνθρακα (CO)
- οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC)
- τα σωματίδια αιθάλης (particulate matter, PM)
- το διοξείδιο του θείου (SO₂)

Η εφαρμογή όλο και πιο αυστηρών προδιαγραφών για τα όρια εκπομπής ρύπων από κινητήρες Diesel, αλλά και η συνεχής μείωση των διαθέσιμων αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων, επιβάλλουν την ανάπτυξη μιας σειράς πρωτοποριακών τεχνολογιών με στόχο τη βελτιστοποίηση της λειτουργικής συμπεριφοράς, αλλά και τον περιορισμό των εκπομπών ρύπων κινητήρων Diesel.

Οι τεχνολογίες αυτές διακρίνονται σε δυο κατηγορίες, στις πρωτογενείς (ή εσωτερικές) μεθόδους που έχουν σαν στόχο τη μείωση του σχηματισμού των ρύπων στο εσωτερικό του θαλάμου καύσης (internal measures) και στις δευτερογενείς (ή εξωτερικές) που περιορίζουν τους εκπεμπόμενους ρύπους χρησιμοποιώντας συστήματα περιστολής στην εξαγωγή του κινητήρα (exhaust gas treatment).

Επίσης, οι μέθοδοι μείωσης των ρύπων μπορούν να χωρισθούν, σε αυτές

που έχουν ως στόχο τη μείωση της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου (και μέσω αυτής, τη μείωση των εκπομπών CO₂ αλλά και των υπόλοιπων ρύπων) και σε εκείνες που αποσκοπούν αποκλειστικά στην περιστολή των εκπεμπόμενων ρύπων, με πιθανά αρνητικά αποτελέσματα στα λειτουργικά χαρακτηριστικά του κινητήρα.

Οι διαθέσιμες σήμερα τεχνολογίες μείωσης των ρύπων και βελτίωσης της λειτουργικής απόδοσης των κινητήρων Diesel περιγράφονται στις επόμενες ενότητες.

3.2 ΠΡΩΤΟΓΕΝΕΙΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

Είναι γνωστό ότι ο σχηματισμός ρύπων στο εσωτερικό του κινητήρα Diesel ελέγχεται από τη χρονική εξέλιξη της καύσης. Οι πρωτογενείς μέθοδοι είναι μέθοδοι πρόληψης. Αποτελούν επεμβάσεις στη διαδικασία της καύσης με σκοπό, μέσω του ελέγχου της, το περιορισμό του σχηματισμού των ρύπων.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ετερογενή καύση ενός κινητήρα Diesel είναι:

- Η Έγχυση του Καυσίμου
- Η Κίνηση του Αέρα στο Εσωτερικό του Κυλίνδρου
- Η Γεωμετρία του Θαλάμου Καύσης
- Ο Λόγος Συμπίεσης
- Η Ποσότητα του Αέρα στο Θάλαμο Καύσης
- Η Σύνθεση του μίγματος

3.2.1 Έλεγχος του συστήματος έγχυσης του καυσίμου

Ο σκοπός των παρεμβάσεων που γίνονται στο σύστημα έγχυσης του καυσίμου είναι η τροποποίηση του ρυθμού καύσης και ειδικότερα η μεταβολή των ποσοστών της συνολικής ποσότητας καυσίμου που καίγονται υπό συνθήκες προανάμειξης και διάχυσης. Οι σημαντικότερες μέθοδοι ελέγχου του συστήματος έγχυσης παρουσιάζονται στη συνέχεια.

A) Προπορεία έγχυσης

Είναι μία τεχνική που χρησιμοποιείται για τη μείωση των εκπομπών NOx. Η μείωση της καθυστέρησης έγχυσης, δηλαδή η μετατόπιση του μηχανισμού της καύσης προς το στάδιο της συμπίεσης, προκαλεί μείωση της ποσότητας του καυσίμου που καίγεται στην ανεξέλεγκτη καύση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας και άρα τον περιορισμό του σχηματισμού NOx μέσα στο θάλαμο καύσης.

Βασικό μειονέκτημα της τεχνικής αυτής είναι ότι η μείωση της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του θαλάμου καύσης οδηγεί σε σημαντική αύξηση των εκπομπών αιθάλης και μέτρια αύξηση της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου. Οι εκπομπές αιθάλης εξαρτώνται άμεσα και από το φορτίο. Στα χαμηλά φορτία η μείωση της καθυστέρησης έγχυσης έχει άκρως αρνητική επίδραση ενώ στα υψηλά φορτία παρουσιάζεται μικρή μείωση εκπομπών.

B) Πίεση έγχυσης

Η αύξηση της πίεσης έγχυσης προκαλεί μείωση του σχηματισμού αιθάλης και της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου, λόγω της βελτίωσης του διασκορπισμού του καυσίμου και της μείωσης του χρόνου ψεκασμού. Το μέγεθος των σταγονιδίων του καυσίμου μειώνεται δραστικά με την αύξηση της πίεσης εγχύσεως και συνεπώς εξατμίζονται ευκολότερα και επιπλέον η ίδια ποσότητα καυσίμου εγχέεται γρηγορότερα. Από αυτό το γεγονός εξηγείται η απαίτηση για υψηλές πιέσεις έγχυσης (ως 2500 bar για κινητήρες Diesel βαρέως τύπου).

Γ) Ρυθμός έγχυσης καυσίμου - χρήση εξελιγμένων συστημάτων έγχυσης

Η τεχνική αυτή απαιτεί την τροποποίηση του συστήματος έγχυσης και συνήθως περιλαμβάνει:

- Τον έλεγχο του ρυθμού έγχυσης καυσίμου, εφαρμόζοντας διάφορα προφίλ
- Την εφαρμογή πιλοτικής έγχυσης καυσίμου (pilot injection)
- Την έγχυση μιας ποσότητας καυσίμου μετά τη κύρια έγχυση (post injection) για τον έλεγχο της αιθάλης.
- Τη σχεδίαση διαφορετικών ακροφυσίων του εγχυτήρα (π.χ. αριθμός

οπών)

Με τη χρήση συστημάτων έγχυσης Common-Rail οι εκπομπές ρύπων και η οικονομία καυσίμου βελτιώνονται σημαντικά. Αφού ξεπεράστηκαν τα προβλήματα του ηλεκτρονικού αυτόματου ελέγχου χρησιμοποιείται πλέον εκτενώς το σύστημα Common Rail σε κινητήρες Diesel.

3.2.2 Έλεγχος του συστήματος εισαγωγής αέρα

A) Υπερπλήρωση

Ο βασικός άξονας της λειτουργίας ενός συστήματος υπερπλήρωσης είναι ο έλεγχος της παροχής του αέρα και η ταχεία απόκριση τους κατά την αλλαγή των συνθηκών λειτουργίας (φορτίο ή ταχύτητα περιστροφής) του κινητήρα. Κατά την αλλαγή από ένα σημείο λειτουργίας σε άλλο η διαφοροποίηση των θερμοδυναμικών χαρακτηριστικών και της παροχής του αέρα εισαγωγής που απαιτείται, επιτυγχάνεται με το σωστό συνδυασμό υπερπληρωτή και κινητήρα (turbo-matching). Το επιτυχές ταίριασμα υπερπληρωτή και στροβίλου εξασφαλίζει εκτός των άλλων την μακροχρόνια και αποδοτική λειτουργία του κινητήρα.

Η αύξηση της πίεσης υπερπλήρωσης προκαλεί αύξηση του λόγου αέρα–καυσίμου με λογική συνέπεια την μείωση των εκπομπών της αιθάλης και της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου. Το μειονέκτημα των αυξημένων, μόνο κατά τις απότομες αλλαγές φορτίου, εκπομπών αιθάλης αντιμετωπίζεται με τη χρήση ρυθμιστή καυσίμου, ενώ αυτό των σημαντικά αυξημένων εκπομπών οξειδίων του αζώτου αντιμετωπίζεται με την ψύξη του αέρα υπερπληρώσεως, για την αποτροπή υψηλών θερμοκρασιών του αέρα υπερπληρώσεως.

B) Μεταβλητός χρονισμός βαλβίδων

Μια τεχνική ελέγχου της ποσότητας του αέρα που εισάγεται στον κινητήρα (ογκομετρικός βαθμός απόδοσης), είναι ο μεταβλητός χρονισμός βαλβίδων. Τα σύγχρονα συστήματα προσφέρουν όχι μόνο μεταβλητό χρονισμό ανοίγματος και κλεισίματος βαλβίδων εισαγωγής και εξαγωγής, αλλά και μεταβλητή βύθιση, όπως επίσης και συνδυασμό όλων αυτών. Στους κινητήρες Diesel ο μεταβλητός χρονισμός βαλβίδων οδηγεί, σε μείωση των NOx και σε

συνδυασμό με χρήση του EGR, βελτιώνεται η ισχύς, η ειδική κατανάλωση και η δυναμική απόκριση του υπερπληρωτή.

3.2.3 Σύνθεση του μείγματος

Με την εφαρμογή κάποιας από τις μεθόδους που πρόκειται να αναφερθούν παρακάτω μεταβάλλεται η σύνθεση του μίγματος, το οποίο εισέρχεται στον κύλινδρο του κινητήρα. Ως γνωστόν, η ποσότητα του διατιθέμενου οξυγόνου για την διαδικασία της καύσης έχει σημαντική επίπτωση στην απόδοση και τις εκπομπές ρύπων του κινητήρα.

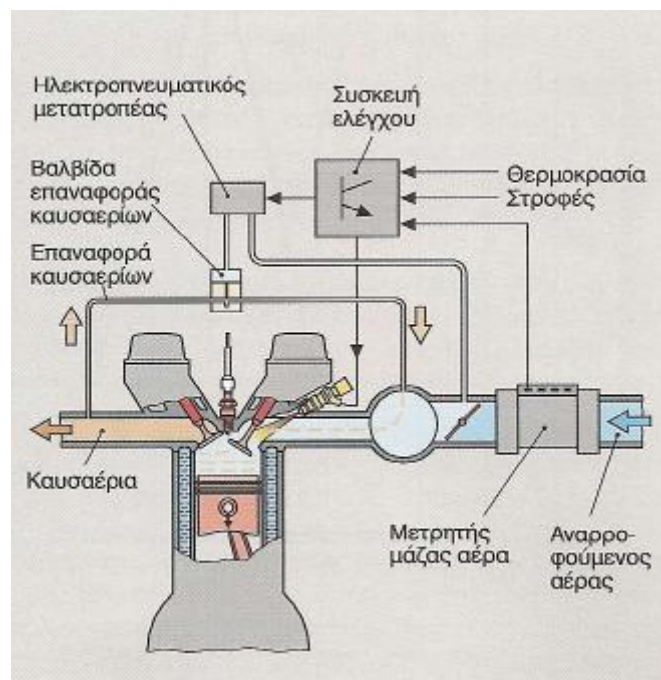
Με τη χρήση μεθόδων όπως η επανακυκλοφορία καυσαερίων (Exhaust Gas Recirculation) μπορεί να μειωθεί η περιεκτικότητα σε οξυγόνο, του παγιδευμένου στον κύλινδρο αερίου. Την ακριβώς αντίθετη επίδραση στην απόδοση και τις εκπομπές ρύπων μπορεί να επιτύχει ο εμπλουτισμός του αέρα εισαγωγής σε οξυγόνο. Αυτές οι δύο τεχνικές θα εξηγηθούν αναλυτικά στις δύο επόμενες ενότητες.

3.2.4 Επανακυκλοφορία των καυσαερίων

Η τεχνική της επανακυκλοφορίας των καυσαερίων (Exhaust Gas Recirculation, EGR) δεν είναι νέα τεχνική. Για διάφορους όμως λόγους η επανακυκλοφορία μέρους της ποσότητας των καυσαερίων που παράγονται κατά τη διάρκεια ενός κύκλου λειτουργίας και η ανάμιξη τους με τον αέρα εισαγωγής έχει γίνει προσφάτως απαραίτητη, για την επίτευξη χαμηλότερων επιπέδων εκπομπών NO_x.

Τα οξείδια του αζώτου μειώνονται, εξαιτίας της μείωσης του ποσοστού οξυγόνου του ρεύματος αέρα, λόγω της υποκατάστασης του από τα καυσαέρια, αλλά και λόγω της μείωσης της θερμοκρασίας στο εσωτερικό του θαλάμου καύσης από την αύξηση της θερμοχωρητικότητας του καύσιμου μείγματος. Η μείωση της θερμοκρασίας οδηγεί σε αύξηση της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου, ενώ η μείωση του διαθέσιμου οξυγόνου στο εσωτερικό του θαλάμου καύσης οδηγεί σε αύξηση των εκπομπών αιθάλης.

Το ποσοστό EGR ορίζεται ως το επί τοις εκατό ποσοστό του λόγου της μάζας του καυσαερίου που επανακυκλοφορεί προς τη συνολική μάζα που εισέρχεται και παγιδεύεται στον κύλινδρο (μάζα αέρα συν μάζα καυσαερίου που επανακυκλοφορεί).



Εικόνα 3.1 Σχηματικό διάγραμμα του συστήματος EGR

Η εισαγωγή του EGR στον θάλαμο καύσης μιας πολυκύλινδρης μηχανής είναι μια περίπλοκη και απαιτητική διαδικασία. Υπάρχουν δύο τρόποι χρήσης καυσαερίων, ο εσωτερικός και ο εξωτερικός.

Ο εσωτερικός (internal EGR) δεν αποτελεί ουσιαστικά επανακυκλοφορία του καυσαερίου, αλλά αύξηση της ποσότητας του παραμένοντος μετά την καύση, καυσαερίου (residual gas) μέσα στον κύλινδρο, το οποίο τελικά καταλαμβάνει συγκεκριμένο χώρο στον θάλαμο καύσης.

Η πιο συνηθισμένη τεχνική είναι της εξωτερικής επανακυκλοφορίας καυσαερίου, το οποίο διοχετεύεται μέσω σωληνώσεων από την εξαγωγή στην εισαγωγή και εφαρμόζεται με σύστημα υψηλής πίεσης ή με σύστημα χαμηλής πίεσης. Εντούτοις, η εφαρμογή εξωτερικού EGR θέτει διάφορα ζητήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν. Συγκεκριμένα, η υψηλή αποδοτικότητα των σύγχρονων συστημάτων υπερπλήρωσης, έχει συχνά ως συνέπεια, η πίεση

της πολλαπλής εισαγωγής να είναι υψηλότερη από την πίεση της πολλαπλής εξαγωγής, το οποίο πρέπει να ξεπεραστεί στα συστήματα υψηλής πίεσης.

Όπως δηλώνεται και από το όνομα, στο σύστημα αυτό υπάρχει σύνδεση της εξαγωγής του καυσαερίου πριν τον στρόβιλο με την εισαγωγή του αέρα μετά τον συμπιεστή. Τόσο πριν το στρόβιλο όσο και μετά το συμπιεστή οι πιέσεις είναι συγκριτικά μεγαλύτερες και για το λόγο αυτό ο βρόχος που δημιουργείται αποκαλείται βρόχος υψηλής πίεσης.

Η ροή των καυσαερίων ρυθμίζεται μέσω κατάλληλης ρυθμιστικής δικλείδας (EGR valve) και επιτυγχάνεται μόνο όταν η πίεση των καυσαερίων προ του στροβίλου (back pressure) είναι υψηλότερη της πίεσης του αέρα μετά το συμπιεστή. Έτσι, μια βοηθητική συσκευή είναι απαραίτητη για την αύξηση της πίεσης των καυσαερίων προ του στροβίλου, η οποία επιτυγχάνεται με δύο τρόπους:

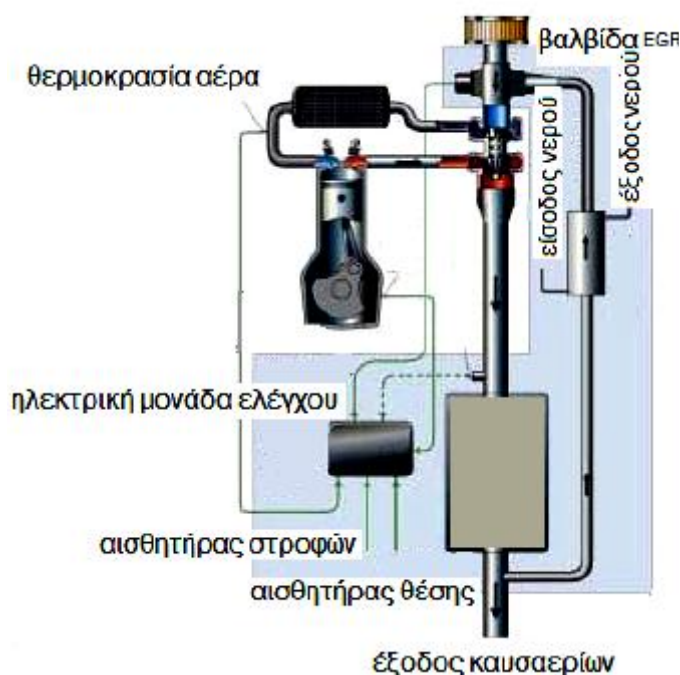
- Με κατάλληλη ρύθμιση της παρακαμπτήριας βαλβίδας του στροβιλο-υπερπληρωτή
- Με χρήση στροβίλου μεταβλητής γεωμετρίας

Γενικά, απαιτούνται υψηλά ποσοστά EGR, τα οποία συνήθως αυξάνονται με τη μείωση του φορτίου, για σημαντικές μειώσεις των εκπομπών NOx. Παρόλα αυτά λόγω των αρνητικών συνεπειών του EGR στην ειδική κατανάλωση και την αιθάλη υπάρχει άνω όριο χρήσης της επανακυκλοφορίας, το οποίο κυμαίνεται περίπου στο 30%.

Όπως φαίνεται στην εικόνα 3.2, στο σύστημα χαμηλής πίεσης το ρεύμα των επανακυκλοφορούντων καυσαερίων λαμβάνεται έπειτα από τον στρόβιλο και αναμειγνύεται με το φρέσκο αέρα σε κατάλληλο σημείο πριν τον συμπιεστή. Αυτή η μέθοδος θα απέτρεπε την υπερβολική πίεση προ του στροβίλου για την ροή του EGR και αυτό διότι η πίεση των καυσαερίων πριν τον στρόβιλο είναι μεγαλύτερη της ατμοσφαιρικής (που επικρατεί συνήθως στην είσοδο του συμπιεστή) δημιουργώντας έτσι την απαραίτητη ροή.

Εντούτοις, αν και τα καυσαέρια περιέχουν κυρίως διοξείδιο του άνθρακα και νερό, στην πραγματικότητα η σύνθεση τους περιλαμβάνει αιθάλη, καθώς επίσης και οξείδια του θείου (SO₂, SO₃) και σε ορισμένες θερμοκρασίες και πιέσεις, θειικό οξύ. Με το σύστημα χαμηλής πίεσης τα θερμά καυσαέρια διέρχονται μέσα από τα πτερύγια του συμπιεστή και του ψυγείου αέρος

(intercooler), τα τμήματα αργιλίου των οποίων δεν θα είχαν μακρά ζωή εάν εκτίθονταν στη μόλυνση από τις διαβρωτικές ενώσεις και τις επικαθήσεις από τα σωματίδια. Για το λόγο αυτό το πλέον χρησιμοποιούμενο σύστημα επανακυκλοφορίας των καυσαερίων είναι αυτό της υψηλής πίεσης.



Εικόνα 3.2 Σύστημα EGR χαμηλής πίεσης και φίλτρο σωματιδίων

Η αύξηση της επανακυκλοφορίας καυσαερίου είναι μια αποτελεσματική μέθοδος μείωσης των εκπομπών NO_x με ισχνή αρνητική επίπτωση στην ειδική κατανάλωση καυσίμου. Μεγάλο μειονέκτημα εντούτοις αποτελεί η σημαντική αύξηση στις σωματιδιακές εκπομπές.

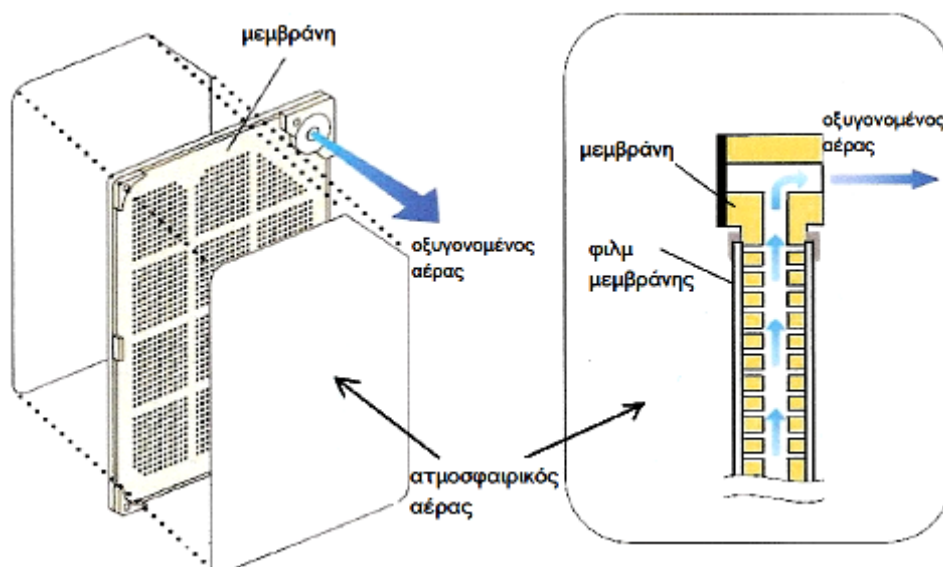
3.2.5 Μεμβράνες διαχωρισμού οξυγόνου και αζώτου

Όπως προαναφέρθηκε οι κυριότεροι ρύποι ενός κινητήρα Diesel είναι τα οξείδια του αζώτου και η αιθάλη. Η επανακυκλοφορία των καυσαερίων, η οποία περιγράφηκε στην προηγούμενη ενότητα, είναι μία από τις πολλές τεχνικές που έχουν αναπτυχθεί με σκοπό τη μείωση των εκπομπών των οξειδίων του αζώτου. Ο εμπλουτισμός του αέρα εισαγωγής σε οξυγόνο

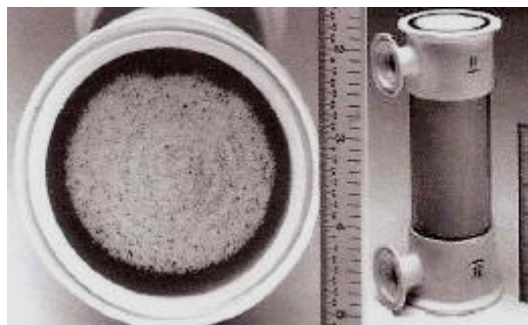
(Oxygen Enrichment) που εξετάζεται εδώ είναι μία μέθοδος μείωσης των εκπομπών της αιθάλης, του άλλου πολύ σημαντικού ρύπου των κινητήρων Diesel.

Έχει αποδειχθεί ότι ένας ιδιαίτερα αποδοτικός τρόπος για την βελτίωση της καύσης και την παράλληλη μείωση των εκπομπών σωματιδίων, είναι η αύξηση της διαθέσιμης ποσότητας οξυγόνου στη περιοχή όπου εξελίσσεται η καύση.

Η αύξηση του γραμμομοριακού κλάσματος οξυγόνου στον αέρα εισαγωγής μπορεί να επιτευχθεί πρακτικά με τη χρήση μεμβρανών διαχωρισμού, οι οποίες διαχωρίζουν το μίγμα O₂ και N₂ του αέρα, με αποτέλεσμα την παραγωγή ποσότητας αέρα με ποσοστό οξυγόνου μεγαλύτερο αυτού που είχε ο αέρας στην είσοδο της μεμβράνης. Η αρχή λειτουργίας του συστήματος διαχωρισμού βασίζεται στην εκλεκτική διείσδυση των μορίων διαμέσου στοιχείων (modules) από πολυμερικές μεμβράνες (εικόνα 3.3).



Εικόνα 3.3 Η λειτουργία της μεμβράνης διαχωρισμού οξυγόνου και αζώτου



Εικόνα 3.4 Τυπική μεμβράνη διαχωρισμού οξυγόνου και αζώτου

Για να αναγκαστεί ο αέρας να περάσει διαμέσου της μεμβράνης απαιτείται η εφαρμογή διαφοράς πίεσης. Ο αέρας αντλείται στο ένα άκρο του στοιχείου και αναγκάζεται λόγω υψηλότερης πίεσης να διαπεράσει κατά μήκος μιας πλευράς της μεμβράνης με συνέπεια την διάλυση και την διάχυση των μορίων του (οξυγόνου και αζώτου). Επειδή το εγγενές ποσοστό διάλυσης διάχυσης του οξυγόνου είναι μεγαλύτερο από αυτό του αζώτου, το οξυγόνο διασκορπίζεται γρηγορότερα και ο αέρας γίνεται εμπλουτισμένος σε οξυγόνο στο ρεύμα χαμηλής πίεσως, το οποίο ονομάζεται διαπερατό ρεύμα. Αυτό διοχετεύεται στο σύστημα εισαγωγής της μηχανής.

Στη περίπτωση των κινητήρων φυσικής αναπνοής η απαιτούμενη διαφορά πίεσης μπορεί να επιτευχθεί μόνο με τη χρήση συμπιεστή ή αντλίας κενού. Αντίθετα, στη περίπτωση των υπερπληρωμένων κινητήρων μπορεί για το σκοπό αυτό να χρησιμοποιηθεί ο ίδιος ο υπερπληρωτής. Το μέγεθος της διάταξης διαχωρισμού εξαρτάται από το πάχος της μεμβράνης και την σειρά των στοιχείων. Αυτό ορίζει το τελικό μέγεθος της μεμβράνης διαχωρισμού (και έτσι το βάρος της), όπως επίσης και το μέγεθος του συμπιεστή (ή της αντλίας κενού) και τις απαιτήσεις για κατανάλωση ισχύος.

Στους υπερτροφοδοτούμενους κινητήρες η μεμβράνη μπορεί να τοποθετηθεί μετά τον συμπιεστή του συστήματος υπερπλήρωσης ή πριν από αυτόν. Οι υπολογισμοί που πραγματοποιήθηκαν για τη λειτουργία του συστήματος διαχωρισμού όταν αυτό τοποθετείται μετά το συμπιεστή έδειξαν ότι αυτή η επιλογή δεν είναι καθόλου συμφέρουσα αφού οδηγεί σε σημαντική μείωση της παραγόμενης ισχύος και του βαθμού απόδοσης. Η τοποθέτηση της μεμβράνης διαχωρισμού πριν το συμπιεστή του συστήματος υπερπλήρωσης είναι πιο σωστή αν και αυτή οδηγεί σε μείωση του συντελεστή απόδοσης. Εναλλακτική τεχνική αποτελεί η χρήση αντλίας κενού μετά τη μεμβράνη που

επιτρέπει στον αέρα να διαπεράσει τη μεμβράνη με ελάχιστη διαφορά πίεσης. Αυτή η τεχνική είναι πιο αποδοτική αφού απαιτεί μικρά ποσά ενέργειας. Μοναδικό μειονέκτημα αυτής της τεχνικής αποτελεί η ανάγκη μεγαλύτερης επιφάνειας της μεμβράνης.

Οι μεμβράνες είναι η μόνη πρακτική μέθοδος για τη μετατροπή της σύνθεσης του αέρα. Έτσι, η επιτυχία της τεχνικής εμπλουτισμού του αέρα εισαγωγής σε οξυγόνο εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα μιας αξιόπιστης, συμπαγούς, και οικονομικής μεμβράνης για την παραγωγή της επιθυμητής σύνθεσης αέρα, ανάλογα με τις απαιτήσεις του εκάστοτε κινητήρα και η δυνατότητα εφαρμογής της σε αυτόν. Τα προηγούμενα χρόνια η ανάπτυξη μίας μεμβράνης με τα παραπάνω χαρακτηριστικά δεν είχε προχωρήσει, λόγω της έλλειψης μικρών και φθηνών συσκευών που θα είχαν τη δυνατότητα να εγκατασταθούν σε συστήματα μεταφορών για την εξαγωγή οξυγόνου από τον αέρα. Παρόλο που το οξυγόνο υπάρχει άφθονο στον αέρα, ο διαχωρισμός του χωρίς υπερβολικό κόστος και η παροχή του στην εισαγωγή του αέρα στον κινητήρα ήταν προβληματική και με περιορισμένη επιτυχία.

Τα τελευταία χρόνια όμως υπήρξε σημαντική τεχνική πρόοδος στην ανάπτυξη συσκευών ενίσχυσης του αέρα με οξυγόνο, όπως είναι οι ημιπερατές μεμβράνες διαχωρισμού, που επιτρέπουν τη μείωση του μεγέθους των στοιχείων και της κινητήριας ισχύος που απαιτείται. Η χρήση ημιπερατών μεμβρανών είναι η πιο βιώσιμη τεχνική που διατίθεται σήμερα για το διαχωρισμό των αερίων, που περιέχονται στον ατμοσφαιρικό αέρα. Οι μεμβράνες πρέπει να αναπτυχθούν περαιτέρω και να βελτιστοποιηθούν, για να προσαρμοστούν στις συνθήκες εισαγωγής κινητήρων Diesel, όμως καθώς οι τεχνολογίες αυτές ωριμάζουν, η ενίσχυση του αέρα με οξυγόνο γίνεται ολοένα και πιο ελκυστική από οικονομικής άποψης και αξιόπιστη σε λειτουργία.

Οι συνέπειες του εμπλουτισμού του αέρα εισαγωγής σε οξυγόνο στις εκπομπές ρύπων έχουν ως εξής:

- Μείωση των εκπομπών HC και CO
- Δραστική μείωση της αιθάλης
- Οι εκπομπές NO αυξάνονται αναλογικά με το οξυγόνο που προστίθεται φτάνοντας σε ένα όριο κορεσμού για συγκέντρωση οξυγόνου στον αέρα

εισαγωγής της τάξης του 40%

- Οι εκπομπές NO₂ αυξάνονται χωρίς άνω όριο

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το πιο σημαντικό πρόβλημα που προκαλεί η αύξηση του ποσοστού οξυγόνου στον αέρα εισαγωγής, είναι η υπερβολική αύξηση των εκπομπών NO_x, σε σχέση με τη συμβατική λειτουργία. Έτσι απαιτείται ο συνδυασμός της μεθόδου εμπλουτισμού του αέρα σε οξυγόνο με κάποια άλλη μέθοδο η οποία θα μειώνει τις εκπομπές NO_x.

3.2.6 Έγχυση νερού ή χρήση γαλακτώματος νερού καυσίμου

Μια άλλη εναλλακτική μέθοδος που επιτυγχάνει παρόμοια αποτελέσματα με την επανακυκλοφορία καυσαερίων στην απόδοση και τις εκπομπές ρύπων του κινητήρα, είναι η χρήση νερού με σκοπό, κυρίως την μείωση της θερμοκρασίας, αλλά και την αλλαγή της σύνθεσης του μείγματος. Η μείωση των εκπομπών NO_x με τη χρήση νερού, οφείλεται κυρίως στην αυξημένη ειδική θερμοχωρητικότητα του σε σχέση με αυτήν του κοινού καυσίμου Diesel. Όμως πέραν αυτού η λανθάνουσα θερμότητα ατμοποίησης του νερού επιδρά στο ρυθμό της ατμοποίησης του καυσίμου, ο οποίος με τη σειρά του αυξάνει τον διασκορπισμό του καυσίμου και τον ρυθμό ανάμειξης αυτού με τον αέρα, οδηγώντας σε μείωση των τοπικών θερμοκρασιών λόγω του πιο ομοιόμορφου χαρακτήρα της καύσης.

Η έγχυση νερού γίνεται στην αναρρόφηση του κινητήρα (αποδοτική και απλή στην εφαρμογή της) ή στο θάλαμο καύσης (σχετικά υψηλό κόστος). Οι δύο μέθοδοι εγκυμονούν κινδύνους για τα δομικά στοιχεία του κινητήρα, λόγω των σταγονιδίων του νερού που μπορούν να προκαλέσουν διάβρωσή. Με τον όρο υδατικό γαλάκτωμα, εννοούμε ουσιαστικά το μίγμα καυσίμου με νερό, το οποίο όμως μακροσκοπικά φαίνεται ομογενές. Η ιδιαιτερότητά του είναι ότι τα συστατικά του δεν είναι αναμίξιμα σε μοριακό επίπεδο, όπως για παράδειγμα είναι τα συστατικά ενός καυσίμου του εμπορίου, που αποτελείται από μια σειρά διαφορετικών καυσίμων. Το μίγμα αποτελείται κατά κανόνα από νερό συγκέντρωσης μεταξύ 5% κατά βάρος και καύσιμο Diesel.

Η επίδραση της χρήσης του γαλακτώματος, είναι περισσότερο ισχυρή συγκρινόμενη με αυτή της χρήσης έγχυσης νερού, το οποίο προσάγεται από

την αναρρόφηση του κινητήρα, διότι το νερό έρχεται σε άμεση επαφή με το καύσιμο. Για το λόγο αυτό, στατιστικά απαιτείται περίπου μισή ποσότητα νερού με τη μορφή γαλακτώματος, σε σχέση με αυτή που απαιτείται με τη μέθοδο της έγχυσης στην αναρρόφηση για την επίτευξη της ίδιας μείωσης των εκπομπών NOx.

3.3 ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΕΙΣ ΜΕΘΟΔΟΙ

Οι δευτερογενείς μέθοδοι μείωσης των ρύπων είναι μέθοδοι περιστολής των σχηματισμένων ρύπων. Αποσκοπούν στην παγίδευση, ή την μετατροπή σε φιλικότερες προς το περιβάλλον ουσίες, των ήδη σχηματισμένων ανεπιθύμητων ρύπων κατά την εξαγωγή τους από τον κινητήρα. Η χρήση συστημάτων επεξεργασίας καυσαερίων στην εξαγωγή του κινητήρα δεν αποτελεί ιδιαίτερα σωστή λύση (είναι προτιμότερη η χρήση πρωτογενών μεθόδων) δημιουργώντας μειώσεις στην απόδοση, αλλά είναι σε πολλές περιπτώσεις αναγκαία ώστε οι κινητήρες Diesel να πληρούν τα διεθνή όρια εκπομπής ρύπων.

Τα κύρια μειονεκτήματά τους είναι η αύξηση του κόστους και του όγκου της συνολικής εγκατάστασης και το γεγονός ότι δεν είναι ευχερής η προσαρμογή των συστημάτων αυτών στον κινητήρα. Αν και κατά καιρούς έχουν αναπτυχθεί πολλές τεχνικές περιστολής των εκπομπών NOx, η εφαρμογή τους σε κινητήρες Diesel ενέχει πολλά προβλήματα. Ο κύριος λόγος είναι ότι λόγω του φτωχού σε καύσιμο μείγματος στους κινητήρες Diesel το καυσαέριο εξέρχεται σε χαμηλές θερμοκρασίες και με υψηλή συγκέντρωση σε οξυγόνο.

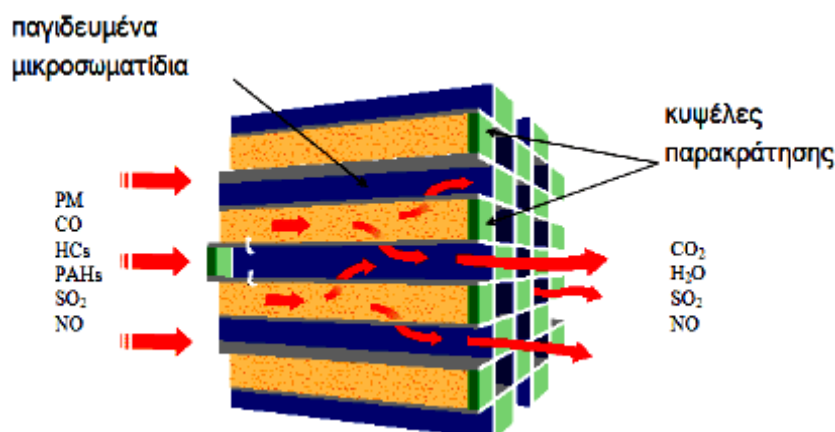
Μοναδική μέθοδος με ευρεία εφαρμογή είναι η μέθοδος Εκλεκτικής Καταλυτικής Αναγωγής (Selective Catalytic Reduction, SCR). Προβλήματα λόγω των συνθηκών αναγέννησης και της πρόκλησης αυξημένης κατανάλωσης καυσίμου αντιμετωπίζουν και οι μέθοδοι περιστολής σωματιδιακών εκπομπών. Η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη μέθοδος είναι αυτή των φίλτρων σωματιδίων πετρελαίου (Diesel Particulate Filter, DPF) τα οποία αναφέρονται και ως παγίδες αιθάλης ή παγίδες καπνού.

3.3.1 Οι Παγίδες αιθάλης

Οι παγίδες αιθάλης (particulate ή soot traps) είναι ουσιαστικά φίλτρα που συγκρατούν τα σωματίδια της αιθάλης και στη συνέχεια τα οξειδώνουν. Οι παγίδες αυτές τοποθετούνται στον σωλήνα εξαγωγής των καυσαερίων μέσα από τον οποίο διέρχονται τα θερμά καυσαέρια.



Εικόνα 3.5 Φίλτρο Σωματιδίων Πετρελαίου



Εικόνα 3.6 Η λειτουργία του φίλτρου σωματιδίων πετρελαίου

Η τεχνολογία των παγίδων αιθάλης στους κινητήρες Diesel παρουσιάζει κάποια πρακτικά προβλήματα τα κυριότερα εκ των οποίων παρατίθενται παρακάτω:

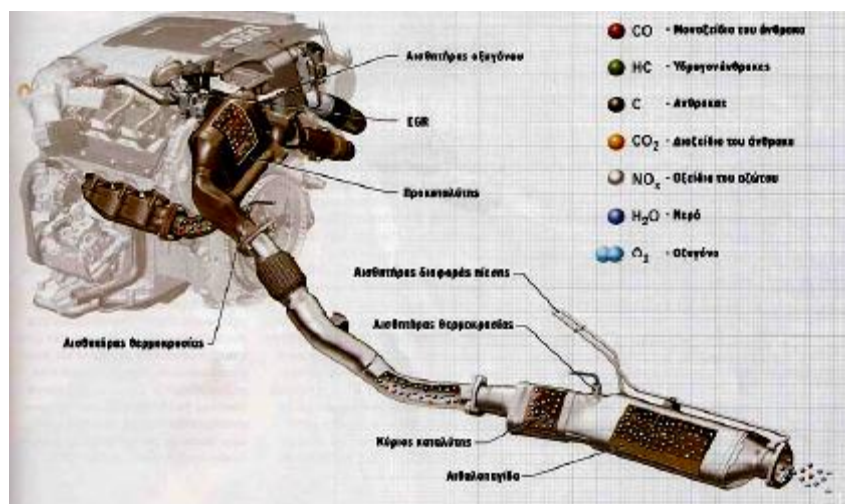
- Βασικό πρόβλημα είναι η τοποθέτηση τους στον σωλήνα της εξαγωγής η οποία μειώνει την πίεση εξόδου, αφού ουσιαστικά αποτελεί ένα εμπόδιο στη διέλευση των καυσαερίων. Για την ομαλή ροή λοιπόν των καυσαερίων απαιτείται αυξημένη πίεση από τον κινητήρα. Αυτό γιατί από ένα σημείο και μετά η ποσότητα των συγκεντρωμένων σωματιδίων είναι

τόσο μεγάλη (φόρτιση παγίδας), που φράσσει τη δίοδο των καυσαερίων προς την ατμόσφαιρα, εμποδίζοντας τη ροή τους. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται η παραγόμενη από τον κινητήρα ισχύς, το έλλειμμα της οποίας για να αντισταθμιστεί απαιτεί επιπλέον παροχή καυσίμου στον κινητήρα (αύξηση φορτίου).

- Το φίλτρο ακόμα και καθαρό (μικρή συγκέντρωση των σωματιδίων) μειώνει την ταχύτητα καυσαερίων του κινητήρα με τις προαναφερθείσες επιπτώσεις
- Υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα Diesel, τα σωματίδια αιθάλης που παγιδεύονται δεν μπορούν να αναφλεγούν και να οξειδωθούν

Για το λόγο αυτό μία σημαντική διεργασία για την λειτουργία της παγίδας αποτελεί η λεγόμενη αναγέννηση της. Αυτή συνιστάται στην λεγόμενη καύση των παγιδευμένων σε αυτή σωματιδίων, η οποία μπορεί να επιτευχθεί με την ανύψωση της θερμοκρασίας στο σημείο αναφλέξεως της αιθάλης για όσο διάστημα παρέρχονται τα πλούσια σε αέρα καυσαέρια. Τα σωματίδια της αιθάλης αναφλέγονται σε θερμοκρασία της τάξης των 500-600 °C, η οποία όμως είναι ανώτερη από τις συνήθεις θερμοκρασίες εξόδου των καυσαερίων κινητήρων Diesel.

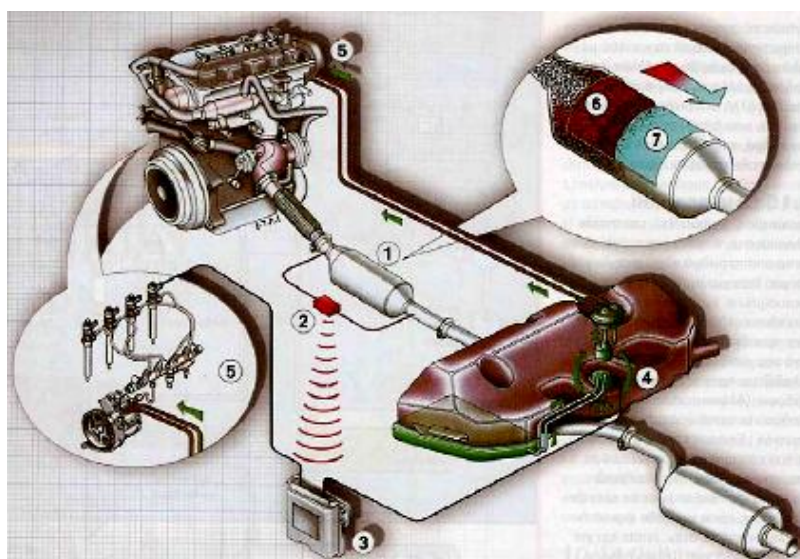
Έτσι για να λυθεί το πρόβλημα, θα πρέπει στη διάρκεια της αναγέννησης, είτε να γίνει εξωτερική θέρμανση των καυσαερίων (θετική αναγέννηση), είτε να επιτευχθεί ανάφλεξη σε αρκετά χαμηλότερη θερμοκρασία χρησιμοποιώντας κατάλληλο, ενεργό, καταλυτικό υλικό (καταλυτική αναγέννηση). Η θετική αναγέννηση γίνεται με απευθείας ψεκασμό καυσίμου στο ρεύμα εξαγωγής.



Εικόνα 3.7 Σύστημα εξαγωγής με φίλτρο κατακράτησης σωματιδίων της Audi

Στην καταλυτική αναγέννηση το καταλυτικό υλικό μπορεί είτε να εμποτισθεί στην πορώδη κεραμική επίστρωση του υλικού υποστηρίξεως της παγίδας, είτε να εισαχθεί σαν πρόσθετο μέσα στο καύσιμο, επιφέροντας μείωση της θερμοκρασίας αναφλέξεως των σωματιδίων σε χαμηλά επίπεδα, έως και 200 °C.

Με κατάλληλη σχεδίαση και τοποθέτηση της παγίδας αιθάλης, η διαδικασία αναγέννησης της γίνεται μόνη της και μπορεί σε μεγάλη έκταση να είναι αυτορυθμιζόμενη. Σε μια καλώς σχεδιασμένη παγίδα η μείωση της αιθάλης μπορεί να φτάσει σε επίπεδα άνω του 70%, κατά το στάδιο που δεν αρχίζει να εμφανίζει προβλήματα.



Εικόνα 3.8 Το σύστημα αναγεννούμενης αιθαλοπαγίδας της PSA

Η PSA (Peugeot-Citroen) ήταν η πρώτη που έβαλε σε γραμμή παραγωγής το σύστημα αναγεννούμενης αιθαλοπαγίδας, για επιβατηγά αυτοκίνητα, πρώτα στο Peugeot 607 και μετά στο Citroen C5. Η αποτελεσματική λειτουργία του συστήματος της PSA βασίζεται αφενός στη χρήση ενός ειδικού πρόσθετου στο καύσιμο κι αφετέρου στον έξτρα ψεκασμό μιας ποσότητας καυσίμου που ανεβάζει τη θερμοκρασία της αιθαλοπαγίδας όταν η μονάδα ελέγχου αποφασίσει ότι ήρθε η ώρα για «αναγέννηση».

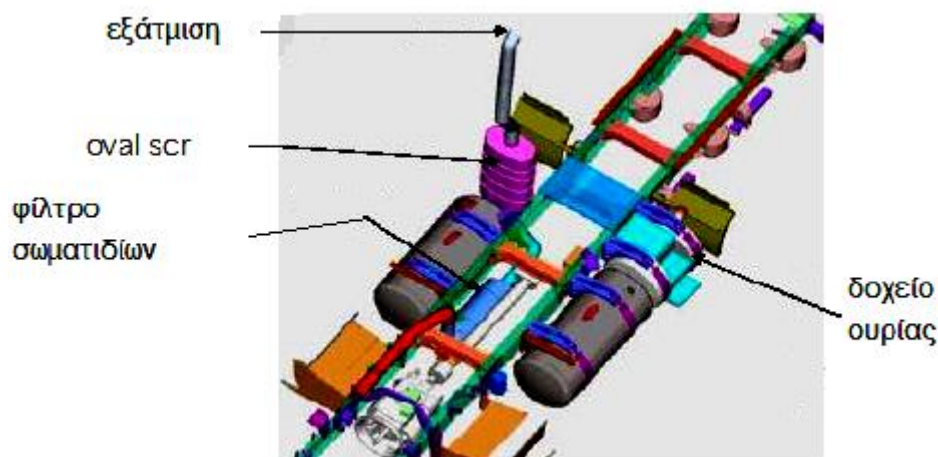
Το σύστημα αποτελείται:

- 1) φίλτρο σωματιδίων
- 2) αισθητήρες θερμοκρασίας και πίεσης
- 3) μονάδα ηλεκτρονικού ελέγχου
- 4) ψεκασμός χημικού πρόσθετου στο καύσιμο όταν κρίνεται αναγκαίο
- 5) ειδική εντολή προς τους ψεκαστήρες όταν και όποτε πρέπει να γίνει αναγέννηση

3.3.2 Η Μέθοδος SCR

Τα συστήματα SCR έχουν ιδιαίτερα μεγάλους βαθμούς μετατροπής του NOx των καυσαερίων, που προσεγγίζουν έως και την τιμή 95%. Ένας καταλυτικός μετατροπέας για μηχανές Diesel έχει προβλήματα στη λειτουργία του λόγω της περίσσειας οξυγόνου στα καυσαέρια. Αυτό αντιμετωπίζεται με την ανάμειξη των καυσαερίων του κινητήρα με φορέα μείωσης όπως είναι η αμμωνία.

Για λόγους δοσομετρίας και ασφάλειας, η αμμωνία εγχέεται σαν διάλυμα νερού-ουρίας (AdBlue), το οποίο διασπάται στον καταλυτικό μετατροπέα σε αμμωνία και διοξείδιο του άνθρακα, ατμοποιείται και σχηματίζει ομοιογενές μείγμα με τα καυσαέρια. Το μείγμα αυτό ρέει μέσα από στρώματα καταλυτικού μετατροπέα (catalytic converter), ώστε να γίνουν οι αντιδράσεις απονίτρωσης του καυσαερίου. Σε κάθε περίπτωση το αναγωγικό μέσο πρέπει να είναι αρκετά καθαρό για την αποφυγή του φραξίματος της επιφάνειας του καταλύτη.



Εικόνα 3.9 Το σύστημα SCR

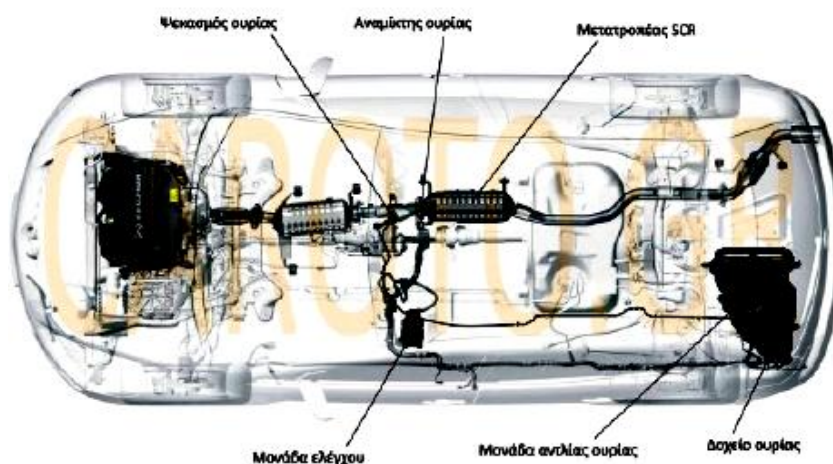
Εκτός του μετατροπέα ένα σύστημα SCR αποτελείται επίσης από τον εγχυτήρα του διαλύματος ουρίας και έναν καταλύτη οξείδωσης. Η βασική λειτουργία του καταλύτη οξείδωσης είναι η μετατροπή του μονοξειδίου του άνθρακα και των άκαυστων υδρογονανθράκων σε διοξείδιο του άνθρακα (εικόνα 3.10).



Εικόνα 3.10 Η λειτουργία του οξειδωτικού καταλύτη

Για να πραγματοποιηθεί η καταλυτική αντίδραση απονίτρωσης με ικανοποιητικό βαθμό απόδοσης πρέπει το μείγμα των καυσαερίων και του υδατικού διαλύματος αμμωνίας να έχει θερμοκρασία μεγαλύτερη των 300 °C (μεταξύ 300 °C και 400 °C). Αν η θερμοκρασία των καυσαερίων είναι μεγαλύτερη από 400 °C γίνεται καύση της αμμωνίας ενώ αν είναι μικρότερη των 300 °C συμβαίνει πολύ μικρότερη ταχύτητα αντίδρασης και συνεπώς πολύ μικρή απόδοση του συστήματος. Υπάρχουν και περιπτώσεις που απαιτείται θέρμανση του καυσαερίου για να λειτουργεί ικανοποιητικά ο

καταλύτης SCR όπως κατά την εκκίνηση του κινητήρα όπου τα καυσαέρια είναι κρύα ή κατά τη λειτουργία σε χαμηλό φορτίο.



Εικόνα 3.11 Η λειτουργία του SCR

Η λειτουργία ενός συστήματος SCR ακολουθεί τα παρακάτω βήματα:

- Το σύστημα ξεκινά να λειτουργεί αφού ο μετατροπέας SCR έχει φτάσει στην θερμοκρασία λειτουργίας. Αυτό υπολογίζεται από την τιμή του αισθητήρα θερμοκρασίας καυσαερίων. Αφού επιτευχθεί η θερμοκρασία λειτουργίας η αντλία ουρίας ενεργοποιείται και εφαρμόζει πίεση στο μπεκ ψεκασμού ουρίας.
- Η μονάδα ελέγχου SCR υπολογίζει την ποσότητα AdBlue που χρειάζεται για τον καθαρισμό των ρύπων καυσαερίων, σύμφωνα με το εκπεμπόμενο NOx. Η εκπεμπόμενη ποσότητα NOx υπολογίζεται από τη μονάδα ελέγχου του συστήματος ισχύος σύμφωνα με τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα.
- Όταν επιτευχθούν οι κατάλληλες συνθήκες το μπεκ ψεκασμού ουρίας εισάγει το AdBlue μέσα στην καυτή ροή καυσαερίων όπου αρχίζει να εξατμίζεται. Με θερμόλυση (μια χημική αντίδραση κατά την οποία μια χημική ουσία διασπάται τουλάχιστον σε δύο χημικές ουσίες όταν θερμαίνεται) και υδρόλυση (μια χημική αντίδραση κατά την οποία ένα ή περισσότερα μόρια νερού διαχωρίζονται σε ιόντα υδρογόνου και υδροξειδίου) το AdBlue $((\text{NH}_2)_2\text{CO} + \text{H}_2\text{O})$ αποσυντίθεται σε αμμωνία (NH_3) και σε διοξείδιο του άνθρακα.

- Ένας αναμεικτής μπροστά από τον μετατροπέα SCR ενισχύει τη χημική αντίδραση και παρέχει μια πιο ίση διανομή αμμωνίας στον μετατροπέα SCR και αυξάνει την αποτελεσματικότητά του. Μετά την πλήρη αποσύνθεση του AdBlue η αμμωνία συσσωρεύεται στις διόδους του καταλύτη τύπου ζεόλιθου ενώ το διοξείδιο του άνθρακα απλά ρέει. Εάν το NO_x περάσει διαμέσου των διόδων, αντιδρά χημικά με την αμμωνία και μετατρέπεται σε ακίνδυνο άζωτο και νερό.
- Ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας υπάρχει μια μετατόπιση αμμωνίας που δεν αποθηκεύεται στον καταλύτη τύπου ζεόλιθου. Για την αποφυγή εκπομπής αμμωνίας, έχει τοποθετηθεί ένας καταλύτης ολίσθησης στο περίβλημα του μετατροπέα SCR με κίνηση προς τα κάτω από τον καταλύτη τύπου ζεόλιθου. Αυτός ο καταλύτης ολίσθησης προκαλεί οξείδωση στην αμμωνία και την μετατρέπει σε ακίνδυνο άζωτο και νερό.

3.4 BIONTIZEΛ

Το βιοντίζελ (Biodiesel) ή αλλιώς βιολογικό πετρέλαιο είναι μία ανανεώσιμη πηγή ενέργειας επειδή δεν προέρχεται από ορυκτό αργό πετρέλαιο αλλά από φυτικά έλαια ή ζωικά λίπη. Το κύριο πλεονέκτημα της χρήσης βιοντίζελ σαν καύσιμο μεταφορών είναι ότι μπορεί να παρουσιάσει μείωση στις εκπομπές αερίων και του φαινομένου του θερμοκηπίου σε σχέση με τη χρήση συμβατικού πετρελαίου. Η χρήση 100% βιοντίζελ (πράγμα σπάνιο) μπορεί να μειώσει τις καθαρές εκπομπές CO₂ κατά 40-50%, αντίστοιχα η χρήση μίγματος 5% μειώνει το CO₂ κατά 2 έως 2.5%. Το βιοντίζελ μπορεί να μειώσει τις εκπομπές και κάποιων άλλων ρύπων από τα οχήματα, παρόλο που αυτό εξαρτάται από τον τύπο του κινητήρα και τις προδιαγραφές του καυσίμου. Το βιοντίζελ αποτελεί μια νέα ενεργειακή πηγή, αποσκοπώντας στη μείωση των εισαγωγών αργού πετρελαίου για την ενίσχυση της ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού στην Ευρώπη.

3.5 ΟΡΙΑ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΡΥΠΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ DIESEL

Για πρώτη φορά επιβλήθηκαν όρια στις εκπομπές ρύπων από κινητήρες Diesel βαρέων οχημάτων το 1973 στην Καλιφόρνια και το 1974 η εφαρμογή τους επεκτάθηκε σε όλες τις Η.Π.Α. Τα όρια εκπομπής ρύπων που ισχύουν στην Ευρώπη και στις Η.Π.Α. βασίζονται σε διαφορετικούς κύκλους εργαστηριακών δοκιμών και έτσι δεν είναι άμεσα συγκρίσιμα. Πάντως, επικρατεί η τάση για σταδιακή επιβολή όλο και πιο αυστηρών προδιαγραφών, για την μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων και συνεπώς, για την ανάπτυξη περιβαλλοντικά φιλικότερων κινητήρων τόσο στις Η.Π.Α όσο και στην Ευρώπη.

Όσον αφορά την Ευρώπη, από το 1990 και μετά τα όρια εκπομπών καυσαερίων των αυτοκινήτων καθορίζονται από τη νομοθεσία Euro στο νομοθετημένο κύκλο οδήγησης NEDC (New European Driving Cycle) της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Σήμερα, όλα τα καινούργια επιβατηγά αυτοκίνητα της Ελληνικής αγοράς για να λάβουν έγκριση θα πρέπει να τηρούν τα όρια εκπομπών ρύπων που ορίζει το πρότυπο Euro 4.

Όσον αφορά τον κύκλο δοκιμών της Ευρωπαϊκής Ένωσης, οι εκπομπές NO_x, HC, CO και μικροσωματιδίων ρυθμίζονται σύμφωνα με διαφορετικά πρότυπα, ανάλογα με τον τύπο του οχήματος, ενώ ο έλεγχος της συμμόρφωσης με τις προδιαγραφές γίνεται με τυποποιημένους "Κύκλους Εντός Πόλης, Εκτός Πόλης, Συνδυαστικό που έχει υιοθετήσει η Ευρωπαϊκή Ένωση. Οχήματα που δεν τηρούν τις προδιαγραφές δεν μπορούν να ταξινομηθούν στα κράτη μέλη της Ε.Ε. ενώ τα νέα πρότυπα δεν ισχύουν για οχήματα που βρίσκονται ήδη στη κυκλοφορία.

Η εναρμόνιση ενός κινητήρα με το προβλεπόμενο όριο πριν το 2000 γινόταν χρησιμοποιώντας τον κύκλο δοκιμών των 13 σημείων μόνιμης λειτουργίας που ονομαζόταν ECER-49. Από το 2000 και μετά αυτός ο κύκλος δοκιμών αντικαταστάθηκε από δυο νέους κύκλους: έναν ευρωπαϊκό κύκλο για κινητήρες παραγωγής ισχύος (European Stationary Cycle, ESC) και ένα αντίστοιχο κύκλο μεταβατικής λειτουργίας (European Transient Cycle, ETC).

Οι κινητήρες Diesel θα είναι στο στόχαστρο του μελλοντικού Euro 6 το οποίο θα μπει σε ισχύ από το Σεπτέμβριο του 2014 ορίζοντας αυστηρότερα όρια στις εκπομπές οξειδίων του αζώτου και στους υδρογονάνθρακες. Από το

Σεπτέμβριο του 2015 όλα τα αυτοκίνητα που ταξινομούνται και πωλούνται στην Ελλάδα θα πρέπει απαραίτητα να έχουν εξασφαλίσει έγκριση Euro 6.

Πρότυπο	Ημερομηνία Έναρξης Ισχύος	CO	HC + NO _x	PM
Euro 1	Ιούλιος 1992	2.72	0.97	0.14
Euro 2	Ιανουάριος 1996	0.64	0.7 (0.9)	0.08 (0.1)
Euro 3	Ιανουάριος 2000	0.5	0.56	0.05
Euro 4	Ιανουάριος 2005	0.5	0.3	0.025
Euro 5	Σεπτέμβριος 2009	0.5	0.23	0.005
Euro 6	Σεπτέμβριος 2014	0.5	0.17	0.005

Πίνακας 3.1 Πρότυπα Ευρωπαϊκής Ένωσης για εκπομπές ρύπων πετρελαιοκίνητων επιβατηγών αυτοκινήτων (σε g/km)

Οι αριθμοί σε παρένθεση αφορούν τα πιο ελαστικά όρια που τέθηκαν το 1996 για να ενισχύσουν τη χρήση των κινητήρων άμεσης έγχυσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ & ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι δυνατότητες διαχείρισης και ανακύκλωσης των στοιχείων του αυτοκινήτου που παράγονται κατά την διάρκεια της ζωής του. Τα ανακυκλούμενα υλικά και απόβλητα μπορούν να συνοψιστούν στις εξής κατηγορίες:

- Ελαστικά
- Καταλύτες
- Μπαταρίες μολύβδου
- Χρησιμοποιημένα λάδια και ορυκτέλαια (βενζίνη)
- Ψυκτικά
- Υγρά φρένων, υδραυλικά υγρά, ψυκτικά υγρά
- Υγρό πλύσης παρμπρίζ
- Αερόσακοι
- Διακόπτες υδραργύρου
- Μεταλλικά μέρη αυτοκινήτου-αμάξωμα
- Πλαστικά μέρη αυτοκινήτου
- Ζώνες ασφαλείας
- Προφυλακτήρες
- Επένδυση καθισμάτων (κοκκοφοίνικας)
- Γυαλιά
- Σαμπρέλα ελαστικών
- Σχάρα αυτοκινήτου
- Δεξαμενές LPG
- Αφρός πολυουρεθάνης
- Λαστιχάκια από πόρτες, παράθυρα κλπ

- Τάσια τροχών αυτοκινήτου
- Φίλτρα λαδιού
- Τακάκια αμιάντου

4.2 ΕΛΑΣΤΙΚΑ

Η ετήσια παραγωγή ελαστικών ξεπερνάει παγκοσμίως τα 700 εκατομμύρια. Με δεδομένο, τον τεράστιο αριθμό των ελαστικών που παράγονται, είναι απαραίτητη κάποια μέθοδος ανακύκλωσης που να είναι αποτελεσματική και ταυτόχρονα οικονομική. Μέχρι πρόσφατα δεν υπήρχε κάποια αποτελεσματική μέθοδος ανακύκλωσης. Αυτό οφείλεται κυρίως στο ότι η χημική σύσταση των ελαστικών τα καθιστά μη βιοδιασπώμενα, σε σχέση με το γυαλί, το χαρτί και το αλουμίνιο που μπορούν πολύ εύκολα να ανακυκλωθούν.

Τα ελαστικά αποτελούνται από συνθετικό καουτσούκ, μέταλλα και λινό. Στα λάστιχα των φορτηγών η αναλογία είναι 35% μέταλλο, 49% συνθετικό καουτσούκ και το υπόλοιπο 16% λινό. Στα λάστιχα των Ι.Χ. αυτοκινήτων τα δεδομένα αλλάζουν κάπως. Το λινό φτάνει το 30%, ενώ το σίδερο το 8% - 10%. Το υπόλοιπο είναι συνθετικό καουτσούκ.

Η επί τοις εκατό σύσταση των ελαστικών των επιβατικών αυτοκινήτων παρατίθεται στον ακόλουθο πίνακα:

Υλικό	% Σύσταση
Υφάσματα – ατσαλόσυρμα	18
Άνθρακας	37
Φυσικό ή συνθετικό καουτσούκ	36
Έλαια	3
Θείο – Οξείδιο ψευδαργύρου	2.5
Λοιπά συστατικά	3.5

Πίνακας 4.1 Σύσταση ελαστικού επιβατικού οχήματος (%)

Το μεγαλύτερο μειονέκτημα των ελαστικών, όταν πετιούνται σαν απορρίμματα, είναι ότι ο χρόνος πλήρους αφομοίωσής τους από τη φύση υπολογίζεται σε μερικές εκατοντάδες χρόνια. Είναι δηλαδή υλικό που δεν αποικοδομείται και μένει πάντα εκεί υποβαθμίζοντας αισθητικά το χώρο, αποτελώντας μόνιμη εστία μόλυνσεων από τα στάσιμα νερά που εγκλωβίζονται στα κοίλα του, ενώ αυξάνει τον κίνδυνο πυρκαγιάς σε δασικές εκτάσεις. Η ευρωπαϊκή νομοθεσία, με την οποία έχει ευθυγραμμιστεί η Ελλάδα, απαγορεύει την εναπόθεσή τους στις χωματερές, γιατί λόγω του μεγάλου κύκλου ζωής τους γεμίζουν εύκολα τους ΧΥΤΑ.

Τα ελαστικά ως απορρίμματα ορίζονται ως επικίνδυνα απόβλητα, εφόσον όταν συσσωρεύονται μεγάλοι σωροί ελαστικών δημιουργούν άριστες συνθήκες αναπαραγωγής για τα κουνούπια και για παράσιτα ζώδια. Αν και τα ελαστικά δεν είναι από μόνα τους επικίνδυνα, οι πυρκαγιές στους σωρούς ελαστικών είναι πολύ δύσκολο να εξαλειφτούν. Επίσης, προκαλούν τοξικό καπνό.

Η διαχείριση ξεκινάει με τη συλλογή των μεταχειρισμένων ελαστικών από τα βουλκανιζατέρ, τα διαλυτήρια αυτοκινήτων, τα συνεργεία και τα αναγομωτήρια. Αυτά τα σημεία συλλογής στην Ελλάδα είναι περίπου 2.000. Με την πάροδο του χρόνου, υπολογίζεται ότι ο κατάλογος των σημείων συλλογής θα είναι πλήρης και θα συμπεριλαμβάνει όσα καταστήματα διαθέτουν μεταχειρισμένα ελαστικά δίτροχων οχημάτων, και άλλα 2.000 καταστήματα.

Κάθε χρόνο διατίθενται στην Ελλάδα περίπου 2.000.000 χρησιμοποιημένα ελαστικά αυτοκινήτου με μια τάση αύξησης αυτού του αριθμού, καθώς συνεχώς αυξάνεται ο αριθμός των αυτοκινήτων δημιουργώντας έτσι απορρίμματα, που λόγω της σύνθεσής τους, είναι ιδιαίτερα δύσκολο να διατεθούν με τρόπο περιβαλλοντικά ορθό.

Για να εμποδιστούν τα χρησιμοποιημένα ελαστικά αυτοκινήτου να καταστρέψουν το περιβάλλον, είναι ιδιαίτερα επιθυμητό να ανακυκλώνονται. Παρόλα αυτά, η συνολική ποσότητα μάζας των ελαστικών αυτοκινήτου που αυτή τη στιγμή ανακυκλώνεται σε δεδομένο έτος, χωρίς να περιλαμβάνεται αναγόμευση ή καύση, είναι λιγότερη από 7% του ετήσιου ρυθμού παραγωγής ελαστικών αυτοκινήτου. Η πλειοψηφία των αγορών για προϊόντα ανακυκλωμένων ελαστικών αυτοκινήτου μπορεί να επεκταθεί, αλλά ακόμα και

εάν αυτές οι αγορές έφταναν στην πλήρη εκμετάλλευσή τους, ο αριθμός των ελαστικών αυτοκινήτου που διατίθενται κάθε χρόνο θα συνεχίζει να υπερβαίνει κατά πολύ την ζήτηση για χρησιμοποιημένα ελαστικά αυτοκινήτου. Ο κύκλος ζωής των ελαστικών ποικίλλει από 35.000-40.000 km για τα επιβατικά αυτοκίνητα, από 60.000-70.000 km για τα ημιφορτηγά και από 180.000-200.000 km για τα φορτηγά βαριάς κατασκευής.

Οι επιλογές ανακύκλωσης για τα άχρηστα ελαστικά αυτοκινήτου επηρεάζονται σημαντικά από το μέγεθος των ελαστικών αυτοκινήτου. Κάποιες εναλλακτικές εφαρμογές ανακύκλωσης χρησιμοποιούν ολόκληρα ελαστικά αυτοκινήτου, έτσι δεν απαιτείται εκτεταμένη επεξεργασία, ενώ άλλες εναλλακτικές εφαρμογές απαιτούν τα ελαστικά αυτοκινήτου να διασπαστούν, να τρυπηθούν ή να τεμαχιστούν για να δημιουργηθούν νέα προϊόντα. Παραδείγματα αυτών των εφαρμογών φαίνονται στον Πίνακα 3.2.

Μέγεθος σωματιδίων	Εφαρμογές
Ολόκληρο ελαστικό αυτοκινήτου:	Τεχνητούς υφάλους και κυματοθραύστες
	Εξοπλισμός παιδικής χαράς
	Έλεγχος αποσάθρωσης
	Μπάρες αυτοκινητοδρόμων
Σκισμένα ή τρυπημένα ελαστικά αυτοκινήτου :	Φλάντζες, τσιμούχες, ροδέλες, προσθήκες και μονωτήρες
	Πατώματα, ιμάντες και σόλες αυτοκινήτου
	Προφυλακτήρες φορτοεκφόρτωσης
	Ανάρτηση σιγαστήρων
Τεμαχισμένα ελαστικά αυτοκινήτου	Ελαφροβαρή υλικά για την κατασκευή οδοστρωμάτων
	Υποκατάστατα αμμοχάλικου σε παιδικές χαρές
	Γέμισμα λασπόνερων
Αλεσμένο ελαστικό:	Πλαστικά προϊόντα και προϊόντα από καουτσούκ (π.χ. διαμορφωμένα πατώματα, προστατευτικά από τη λάσπη, χαλάκια και πλαστικά συγκολλητικά)
	Σιδηροδρομικές διασταυρώσεις από καουτσούκ
	Πρόσθετα σε οδοστρώματα από άσφαλτο

Πίνακας 4.2 Εναλλακτικές εφαρμογές για τα άχρηστα ελαστικά αυτοκινήτου τα οποία βασίζονται στο μέγεθος των ελαστικών

Η ανακύκλωση των άχρηστων ελαστικών μπορεί να γίνει με άλεση του ελαστικού αυτοκινήτου και προσθήκη του αλεσμένου προϊόντος σε μίγματα καουτσούκ, για την παρασκευή νέων προϊόντων. Αυτή η διεργασία οδηγεί σε μια σοβαρή επιδείνωση των επιθυμητών φυσικών ιδιοτήτων του καουτσούκ.

Μια άλλη μέθοδος ανακύκλωσης είναι η αποκατάσταση του άχρηστου καουτσούκ κατά την οποία το δίκτυο που σχηματίζεται με βουλκανισμό αναβαθμίζεται θερμικά. Αυτή η διαδικασία επίσης οδηγεί σε μείωση των επιθυμητών φυσικών ιδιοτήτων του καουτσούκ, σε σύγκριση με τα παρθένα πολυμερή.

Μια άλλη εναλλακτική μέθοδος είναι να χρησιμοποιηθούν τα ελαστικά αυτοκινήτου ως δευτερογενή καύσιμα. Εγκαταστάσεις καύσης που χρησιμοποιούν ήδη ελαστικά αυτοκινήτου ως καύσιμο είναι:

- α) εργοστάσια ενέργειας
- β) εργοστάσια παραγωγής ελαστικών αυτοκινήτου
- γ) κάμινοι τσιμεντοβιομηχανίας
- δ) εργοστάσια πολυτοποίησης και χαρτοβιομηχανίες
- ε) διατάξεις παραγωγής ατμού

Η υψηλή θερμική ενέργεια που περιέχουν τα ελαστικά αυτοκινήτου τα καθιστούν ένα αποτελεσματικό συμπληρωματικό καύσιμο για τις καμίνους των τσιμεντοβιομηχανιών. Τα άχρηστα ελαστικά αυτοκινήτου συμπληρώνουν το κάρβουνο ή άλλα καύσιμα. Τα ελαστικά αυτοκινήτου περιέχουν περίπου 7500 kcal/kg. Αυτό είναι καλύτερο σε σύγκριση με τα 6553 kcal/kg που περιέχει το κάρβουνο. Ως αποτέλεσμα αυτού είναι ότι μπορεί να αντικαθίσταται κάρβουνο από χρησιμοποιημένα ελαστικά αυτοκινήτου, η μείωση του κάρβουνου είναι 1.25 t ανά τόνο χρησιμοποιημένων ελαστικών αυτοκινήτου.

Αυτή τη στιγμή οι συνηθέστερες μέθοδοι διαχείρισης και τελικοί προορισμοί των μεταχειρισμένων ελαστικών στη χώρα μας είναι οι εξής:

- Συναποτέφρωση στην τσιμεντοβιομηχανία
- Διάθεση σε χώρους υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ)
- Επαναχρησιμοποίηση (αναγόμευση)
- Ανακύκλωση για παραγωγή τρίμματος (κοκκοποίηση)
- Ανεξέλεγκτη διάθεση (ανενεργά λατομεία, αλάνες)

Οι εκτιμώμενες ποσότητες που καταλήγουν σε κάθε μία από τις προηγούμενες μεθόδους διαχείρισης ή τελικής διάθεσης, συγκεντρώνονται στον Πίνακα 3.3, από τον οποίο προκύπτει ότι οι μεγαλύτερες ποσότητες παλαιών ελαστικών οδηγούνται με ανεξέλεγκτη διάθεση είτε σε ανενεργά λατομεία είτε σε αλάνες υποβαθμισμένων περιοχών με προφανείς αρνητικές συνέπειες για το περιβάλλον.

Μέθοδος διαχείρισης	Ποσότητες (tns / year)	Ποσοστά (%)
Συναποτέφρωση στην τσιμεντοβιομηχανία	1.50	3,0
Διάθεση σε χώρους υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ)	2.30	4,6
Ανακύκλωση για παραγωγή τρίμματος	7.00	14,0
Ανεξέλεγκτη διάθεση (ανενεργά λατομεία, αλάνες)	39.20	58,4
Αποθήκες ΟΔΔΥ	10.00	20,0
Σύνολο	50.00	100,0

Πίνακας 4.3 Μέθοδοι διαχείρισης παλαιών ελαστικών στην Ελλάδα

4.2.1 Συναποτέφρωση στην τσιμεντοβιομηχανία

Οι υψηλές θερμοκρασίες που απαιτούνται στην παραγωγική διαδικασία του τσιμέντου, οι οξειδωτικές συνθήκες, οι μεγάλοι χρόνοι παραμονής των καυσαερίων, οι μεγάλες απαιτήσεις θερμικής ενέργειας, καθώς και η γεωγραφική διασπορά των μονάδων της τσιμεντοβιομηχανίας και το νομοθετικό πλαίσιο που καθορίζεται με την Οδηγία Ε 2000/ 75, καθιστούν την συναποτέφρωση επιλεγμένων ρευμάτων αποβλήτων στην τσιμεντοβιομηχανία σαν μία οικονομική και περιβαλλοντικά ασφαλή εναλλακτική λύση στο πρόβλημα της διάθεσης αποβλήτων.

Τα χρησιμοποιημένα ελαστικά αυτοκινήτου μπορούν να καταστραφούν τελείως στις καμίνους παραγωγής τσιμέντου. Ο συνδυασμός των εξαιρετικά υψηλών θερμοκρασιών (1450-1550° C), των οξειδωτικών συνθηκών και του σχετικά μεγάλου χρόνου παραμονής των αερίων (4 με 12 δευτερόλεπτα σε

ποικίλες θερμοκρασίες) εξασφαλίζει την πλήρη καύση των άχρηστων ελαστικών αυτοκινήτου. Η πλήρης καύση προλαμβάνει προϊόντα ατελούς καύσης ή μαύρο καπνό και οσμές που ελευθερώνονται από την καμινάδα.

Ένα επιπρόσθετο πλεονέκτημα της χρήσης χρησιμοποιημένων ελαστικών αυτοκινήτου είναι το ποσοστό σιδήρου που περιέχει. Ένα ελαστικό επιβατικού αυτοκινήτου 9 κιλών περιέχει περίπου ένα κιλό σίδηρο. Αυτός ο σίδηρος μπορεί να υποκαταστήσει, κατά ένα μέρος, το σίδηρο που απαιτείται στις πρώτες ύλες.

Ένα άλλο ενδιαφέρον σημείο είναι ότι τα ελαστικά αυτοκινήτου έχουν μικρότερο ποσοστό θείου από τα περισσότερα κάρβουνα. Το θείο στα ελαστικά αυτοκινήτου ποικίλλει ανάμεσα σε 1.24 και 1.30%. Το τυπικό κάρβουνο που χρησιμοποιείται στην παρασκευή τσιμέντου έχει συνήθως 1.5% θείο. Το ανθρακικό ασβέστιο είναι μια από τις πιο αποτελεσματικές φυσικές πλυντρίδες αερίου θείου που υπάρχει. Αυτή η παρουσία ανθρακικού ασβεστίου βοηθά στον έλεγχο των εκπομπών θείου από την κάμινο. Δεδομένα εκπομπών από ποικίλες καμίνους έχουν εμφανώς επιδείξει μια σταθερή μείωση του θείου και άλλων εκπομπών με τη χρήση χρησιμοποιημένων ελαστικών αυτοκινήτου. Αφού όλα τα συστατικά του ελαστικού αυτοκινήτου είτε καταστρέφονται, είτε ενώνονται με το κλίνκερ ή εγκλωβίζονται από τα συστήματα ελέγχου αέριας ρύπανσης, αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μικρή ποσότητα τέφρας και τη μη διαρροή τους στο περιβάλλον.

Από την άλλη πλευρά τα ελαστικά διαφέρουν στις διάφορες επιπρόσθετες ουσίες. Περιέχουν πολλά οξείδια μετάλλων, επιταχυντές, ποικιλία αντιοξειδωτικών και άλλα. Αρκετές από αυτές τις ουσίες θεωρούνται καρκινογόνες. Τα ελαστικά καίγονται λόγω της σύστασής τους, όχι στην πρωτογενή καύση με τις ψηλές θερμοκρασίες, αλλά στην δευτερογενή ατελή καύση, όπου είναι βέβαιο ότι παράγονται και απελευθερώνονται σωρεία επικίνδυνων και δύσκολα ανιχνεύσιμων ουσιών (πτητικά τοξικά μέταλλα, διοξίνες, φουράνια κλπ), ιδίως με τη συχνή και καθημερινή εκτόνωση των φίλτρων.

Από τους υπέρμαχους της χρήσης και καύσης σκουπιδιών και ελαστικών στην τσιμεντοβιομηχανία εκφράζεται το επιχείρημα ότι αυτό θα είναι εις όφελος του περιβάλλοντος, γιατί έτσι θα παράγονται λιγότερα απαέρια απ' ό,τι με τα

συνηθισμένα καύσιμα (ιδίως NO₂). Πρέπει να επισημανθούν μερικά βασικά σημεία:

- α) Εκτός από την αξιολόγηση και μέτρηση των συνηθισμένων ουσιών στα απαέρια (SO₂, NO, NO₂ κλπ) δεν λαμβάνονται συχνά υπόψη οι άλλες πραγματικά προβληματικές ουσίες, για τις οποίες, είτε δεν υπάρχουν στην τσιμεντοβιομηχανία επιτρεπτά όρια, είτε οι μετρήσεις είναι πολύ δύσκολες και δαπανηρές (π. χ. βενζόλη, φαινόλη, διφαινίλια, διοξίνες, πτητικά μέταλλα κλπ. κλπ.). Επιπλέον, οι μετρήσεις, και αυτό είναι ένα πολύ ουσιαστικό στοιχείο, δε γίνονται συνήθως κατά την εκτόνωση των φίλτρων που βγαίνουν ανεξέλεγκτα και καθημερινά σωρεία επικίνδυνων ουσιών, αλλά μόνο στην κανονική λειτουργία των μονάδων.
- β) Το επιχείρημα ότι με την "ανακύκλωση" και καύση σκουπιδιών και ελαστικών απαλλάσσεται το περιβάλλον από προβληματικές ουσίες, δεν ευσταθεί και είναι παραπλανητικό, αφού είναι φανερό ότι με την προαγωγή των αποβλήτων ως εμπορεύσιμη καύσιμη ύλη αποτρέπεται παντελώς η βασικότερη αρχή της ανάγκης της αποφυγής δημιουργίας αποβλήτων. Εξάλλου και αυτά τα υλικά όταν παραδοθούν για καύση χωρίς διαλογή θα δημιουργηθούν σημαντικά προβλήματα ρύπανσης του περιβάλλοντος.

4.2.2 Διάθεση σε χώρους υγειονομικής ταφής (ΧΥΤΑ)

Διαρκώς παρατηρείται μία συνεχής καθοδική πορεία των διατιθέμενων ελαστικών αυτοκινήτων σε ΧΥΤΑ, πρακτική που ενισχύεται από την απαγόρευση της διάθεσης των ελαστικών από την οδηγία 99/31 για την υγειονομική ταφή των αποβλήτων. Το 2003 απαγορεύτηκε η διάθεση των ελαστικών σε ΧΥΤΑ και από το 2006 και η διάθεση των τεμαχισμένων ελαστικών.

4.2.3 Επαναχρησιμοποίηση (αναγόμευση)

Η αναγόμευση είναι ο γενικός όρος για την επισκευή ελαστικών αυτοκινήτου που επεκτείνει τη χρήσιμη ζωή ενός χρησιμοποιημένου ελαστικού

αυτοκινήτου, για τον αρχικό σκοπό του, με την προσθήκη νέου υλικού.

Στην πλειοψηφία των περιπτώσεων το πέλμα του ελαστικού είναι το μόνο μέρος ενός ελαστικού αυτοκινήτου που καταστρέφεται. Η δομή του ελαστικού παραμένει άθικτη. Για να κατασκευάσει ένα αναγομωμένο ελαστικό χρειάζεται 17,04 λίτρα λιγότερο πετρέλαιο από το ισοδύναμο νέο ελαστικό ενός μεσαίου αυτοκινήτου. Με τα ελαστικά αυτοκινήτου εμπορικών οχημάτων η οικονομία αυτή είναι ακόμα μεγαλύτερη, καθώς υπολογίζεται σε 56,79 λίτρα ανά ελαστικό αυτοκινήτου.

Μετά από την αρχική επιθεώρηση του φθαρμένου περιβλήματος του ελαστικού για να κριθεί η αποδοχή του για επεξεργασία, το υπόλοιπο ανεπιθύμητο φθαρμένο μέρος αφαιρείται. Αυτή η διαδικασία καλείται γυάλισμα και παρέχει ένα προφίλ και μία επιφάνεια σαν προετοιμασία για την εφαρμογή ενός νέου ελαστικού.

Η δευτεροβάθμια επιθεώρηση πραγματοποιείται αμέσως μετά, κατά τη διάρκεια της οποίας πραγματοποιούνται οι απαραίτητες εργασίες διορθώσεων πριν από τη συνέχιση της διαδικασίας.

Η εφαρμογή ενός νέου ελαστικού και μερικές φορές μιας επιφανειακής πλευράς του ελαστικού είναι το επόμενο στάδιο. Αυτό καλείται διαδικασία οικοδόμησης. Όταν ο χειριστής ελέγξει ότι όλα τα κριτήρια έχουν ικανοποιηθεί, η κατασκευή του νέου ελαστικού του αυτοκινήτου προχωράει στο επόμενο στάδιο.

Η επεξεργασία ή βουλκανισμός μπορεί να πραγματοποιηθεί με διάφορους τρόπους. Είτε σε μια μεμονωμένη μήτρα βουλκανισμού (γνωστή ως φόρμα), είτε σε μια κλίβανο πίεσεως, μια συσκευή που παίρνει μια ποσότητα ελαστικών αυτοκινήτου και χρησιμοποιείται γενικά για τα ελαστικά εμπορικών οχημάτων. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας βουλκανισμού οι φυσικές ιδιότητες του φθαρμένου ελαστικού αλλάζουν και το πρόσφατα εφαρμοσμένο υλικό δημιουργεί έναν μόνιμο χημικό δεσμό με το υπάρχον περίβλημα.

Μετά το βουλκανισμό, γίνεται μια τελική επιθεώρηση για να αποκλείσει οποιαδήποτε ατέλεια που θα μείωνε τη χρησιμότητα ή την ασφάλεια του χρήστη. Τα μη αποδεκτά ελαστικά αυτοκινήτου απορρίπτονται.

4.2.4 Ανακύκλωση για παραγωγή τρίμματος (κοκκοποίηση)

Η ανακύκλωση επιτυγχάνεται μέσω μηχανικής ή κρυογεννούς κοκκοποίησης. Για την ανακύκλωση του ελαστικού είναι απαραίτητος ο τεμαχισμός του. Μια σειρά τεμαχιστών κόβει το λάστιχο σε μικρά και μικρότερα κομμάτια μέχρι να γίνουν κόκκοι ορισμένης διαμέτρου. Οι μαγνήτες διαχωρίζουν το ατσάλι και τα άλλα μέταλλα του ελαστικού και τέλος τα φυγοκεντρικά κόσκινα αφαιρούν το λινό. Τα μέταλλα πωλούνται στη Χαλυβουργία, το λινό στην ασβεστοποίηση αντί για το πετρέλαιο καύσης.



Εικόνα 4.1 Κοκκοποιημένο ελαστικό

Ανάλογα με το μέγεθος του προϊόντος του τεμαχισμού, διακρίνουμε:

- το τεμαχισμένο ελαστικό (μέγεθος τεμαχίων : 76 – 13mm)
- το τρίμμα ελαστικού (μέγεθος τρίμματος: 19mm – 0,15mm) και
- την πούδρα ελαστικού (μέγεθος κόκκων: 4,75mm – 0,075mm)

Οι βασικές μέθοδοι κοκκοποίησης παλαιού ελαστικού είναι οι εξής:

- μηχανική κοκκοποίηση
- κρυογενής κοκκοποίηση

Το τρίμα και η πούδρα ελαστικού μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μια σειρά εφαρμογών, όπως είναι η τροποποιημένη άσφαλτος που μπορεί να βρει εφαρμογή ως αντιολισθητικό σε δρόμους. Επίσης, οι κόκκοι του ανακυκλωμένου ελαστικού ανάλογα με την διάμετρο τους μπορούν να

χρησιμοποιηθούν σε μια πληθώρα προϊόντων.

Η πιο διαδεδομένη στην Ελλάδα είναι η χρήση στα μικρά γήπεδα, στο στίβο και στις παιδικές χαρές.



Εικόνα 4.2 Εφαρμογή κόκκου ελαστικού ως πρόσθετο σε γήπεδο 5x5

Οι εφαρμογές στο εξωτερικό είναι πολύ περισσότερες. Ο κόκκος του ανακυκλωμένου ελαστικού χρησιμοποιείται τόσο στις οικοδομές μαζί με το μπετόν, γιατί έχει θερμομονωτικές και αντισεισμικές ιδιότητες, στην κατασκευή οδοστρωμάτων λόγω των αντιολισθητικών ιδιοτήτων που έχει, όσο και στην κατασκευή παραπετασμάτων στις λεωφόρους ταχείας κυκλοφορίας, ως ηχομονωτικό στις ράγες του τραμ, στα σαμαράκια των δρόμων, στο διάδρομο των ιπποδρομιών κ.λπ. Στην Αγγλία, π.χ., κυκλοφορούν mouse pads με την ένδειξη «Ανακύκλωση-κάποτε ήμουν ένα λάστιχο αυτοκινήτου».



Εικόνα 4.3 Πλακάκια δαπέδων με ενίσχυση κόκκου ελαστικού ως θερμομονωτικό

Στην Ελλάδα το τεμαχισμένο ελαστικό χρησιμοποιείται σε τεχνικές εφαρμογές κατασκευής έργων ΧΥΤΑ, σε υποστρώματα εθνικών οδών, σιδηροδρομικών γραμμών (χρήση ολόκληρων ή τεμαχισμένων ελαστικών) ως αντικραδασμικό ή ως πληρωτικό υλικό σε ηχοπετάσματα εθνικών οδών.

4.2.5 Ανεξέλεγκτη διάθεση (ανενεργά λατομεία, αλάνες)

Ένας καινούργιος τρόπος διαχείρισης των παλαιών ελαστικών είναι η μέθοδος της πυρόλυσης. Η τεχνική της πυρόλυσης αναπτύχθηκε στο πανεπιστήμιο του Λιντς στην Αγγλία. Κατά την διάρκεια των σταδίων της πυρόλυσης, τα άχρηστα ελαστικά θερμαίνονται απουσία οξυγόνου, παρεμποδίζοντας έτσι τις καύσεις. Έπειτα από μία συγκεκριμένη θερμοκρασία, γίνεται διάσπαση της μοριακής δομής του υλικού, με ταυτόχρονη απελευθέρωση αερίων, πετρελαίου και αιθάλης. Η πυρόλυση δεν είναι κάτι καινούργιο, είναι γνωστή εδώ και χρόνια όμως η χρήση της δεν είναι ευρέως διαδεδομένη. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα παραπροϊόντα της μεθόδου δεν είχαν εμπορική εκμετάλλευση. Στην Αγγλία κατάφεραν να τελειοποιήσουν τη διαδικασία, ώστε να παραχθούν μείγματα ελαίων και χημικών, τα οποία έχουν εμπορική αξία. Η ενέργεια που χρειάζεται για να γίνει η παραπάνω διαδικασία παρέχεται από τα παραγόμενα αέρια. Τα πολυτιμότερα συστατικά των ελαίων, δηλαδή τα ελαφρύτερα κλάσματα, όπως το βενζόλιο, η λεμονίνη και το τολουόλιο, ψύχονται και υγροποιούνται, για να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε άλλες εφαρμογές. Αυτά τα συστατικά αποτελούν το 10 % περίπου των παραγόμενων ελαίων. Τελικός στόχος είναι να αυξηθεί ο όγκος των χρήσιμων υποπροϊόντων για μεγαλύτερο περιθώριο κέρδους. Επιπλέον, κατά την πυρόλυση παράγεται, όπως αναφέρθηκε πιο πάνω, και η αιθάλη, η οποία σε συμπυκνωμένη μορφή χρησιμοποιείται στην πλήρωση σύνθετων υλικών.

Πάνω σε αυτή την ιδιότητα που έχει η αιθάλη μία άλλη ερευνητική ομάδα από την Αυστραλία κατάφερε να αναπτύξει μία τεχνική στην οποία το ελαστικό, επεξεργασμένο και κονιορτοποιημένο, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί στη δημιουργία νέων σύνθετων υλικών. Ένα από τα νέα υλικά που κατάφερε η συγκεκριμένη ομάδα να ανακαλύψει είναι το σύνθετο ελαστικό ABS όπου τα

τρία γράμματα συμβολίζουν τις χημικές ενώσεις από τις οποίες το νέο ελαστικό αποτελείται. Με A είναι το Ακρυλονιτρίλιο, με B το Βουταδιένιο και με S το Στυρόλιο. Το νέο ελαστικό αποτελείται από 50% κονιορτοποιημένο ελαστικό. Οι ιδιότητες του νέου υλικού είναι εφάμιλλες με του γνωστού σε όλους μας PVC.



Εικόνα 4.4 Εξοπλισμός επεξεργασίας ελαστικού με τη μέθοδο της πυρόλυσης

Έτσι το νέο υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πολλές εφαρμογές όπως για την παραγωγή ελαστικών μερών, σε μονωτικές εφαρμογές και δοχεία μεταφοράς αποβλήτων. Η πυρόλυση δεν σημαίνει ότι από μόνη της αποτελεί πανάκεια για την ανακύκλωση ελαστικών. Το σίγουρο όμως είναι ότι αποτελεί τη βάση για οποιαδήποτε τεχνική χρησιμοποιηθεί πάνω σε αυτό το ζήτημα, ενώ παράλληλα με αυτή την τεχνική θα μπορούν να ανακυκλωθούν και τα χαλύβδινα νήματα, τα οποία αντιστοιχούν στο 20% περίπου της αρχικής τιμής του ελαστικού. Επίσης, άλλες έρευνες έχουν σαν στόχο με τη χρησιμοποίηση παλαιών ελαστικών να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια.

Η ενεργειακή αξιοποίηση είναι εύκολα παρεξηγήσιμη διαδικασία, γιατί ο μοναδικός τρόπος πραγματοποίησής της στην Ελλάδα είναι η θερμική καύση για την παραγωγή τσιμέντου και οι συνειρμοί από την καύση ελαστικών είναι μάλλον δυσάρεστοι, αφού απελευθερώνεται βενζόλιο και άλλες τοξικές ουσίες. Στην εν λόγω αξιοποίηση, όμως, η καύση των ελαστικών δεν γίνεται σε ατμοσφαιρικές συνθήκες, αλλά στους περιστροφικούς κλιβάνους όπου

παράγεται το τσιμέντο και μάλιστα σε θερμοκρασία πάνω από 1.000 βαθμούς, οπότε είναι πλήρης και δεν δημιουργεί τοξικούς ρύπους. Έτσι λοιπόν, οι υψηλές θερμοκρασίες, ο μεγάλος χρόνος παραμονής των καυσαερίων στον κλίβανο καθώς και το γεγονός ότι τα ελαστικά έχουν μεγάλη θερμογόνο δύναμη, γεγονός που στην τσιμεντοβιομηχανία μεταφράζεται σε μικρότερη κατανάλωση πετρελαίου, καθιστούν την συναποτέφρωση ελαστικών μια οικονομική και περιβαλλοντικά ασφαλή λύση.

Μερικά από τα προβλήματα καύσης των ελαστικών είναι:

- Τα ελαστικά διαφέρουν στις διάφορες επιπρόσθετες ουσίες. Περιέχουν πολλά οξείδια μετάλλων, επιταχυντές, ποικιλία αντιοξειδωτικών και άλλα. Αρκετές από αυτές τις ουσίες θεωρούνται καρκινογόνες. Τα ελαστικά καίγονται λόγω της σύστασης τους, όχι στην πρωτογενή καύση με τις ψηλές θερμοκρασίες, αλλά στην δευτερογενή ατελή καύση, όπου είναι βέβαιο ότι παράγονται και απελευθερώνονται σωρεία επικίνδυνων και δύσκολα ανιχνεύσιμων ουσιών (πτητικά τοξικά μέταλλα, διοξίνες, φουράνια κλπ), ιδίως με τη συχνή και καθημερινή εκτόνωση των φίλτρων.
- Από τους υπέρμαχους της χρήσης και καύσης σκουπιδιών και ελαστικών στην τσιμεντοβιομηχανία εκφράζεται το επιχείρημα ότι αυτό θα είναι εις όφελος του περιβάλλοντος, γιατί έτσι θα παράγονται λιγότερα απαέρια απ' ό,τι με τα συνηθισμένα καύσιμα (ιδίως NO₂). Πρέπει να επισημανθούν μερικά βασικά σημεία:
 - α) Εκτός από την αξιολόγηση και μέτρηση των συνηθισμένων ουσιών στα απαέρια (SO₂, NO, NO₂ κλπ) δεν λαμβάνονται συχνά υπόψη οι άλλες πραγματικά προβληματικές ουσίες, για τις οποίες, είτε δεν υπάρχουν στην τσιμεντοβιομηχανία επιτρεπτά όρια, είτε οι μετρήσεις είναι πολύ δύσκολες και δαπανηρές (π. χ. βενζόλη, φαινόλη, διφαινίλια, διοξίνες, πτητικά μέταλλα κλπ. κλπ.). Επιπλέον, οι μετρήσεις, και αυτό είναι ένα πολύ ουσιαστικό στοιχείο, δε γίνονται συνήθως κατά την εκτόνωση των φίλτρων που βγαίνουν ανεξέλεγκτα και καθημερινά σωρεία επικίνδυνων ουσιών, αλλά μόνο στην κανονική λειτουργία των μονάδων
 - β) Το επιχείρημα ότι με την "ανακύκλωση" και καύση σκουπιδιών και ελαστικών απαλλάσσεται το περιβάλλον από προβληματικές ουσίες,

δεν ευσταθεί και είναι παραπλανητικό, αφού είναι φανερό ότι με την προαγωγή των αποβλήτων ως εμπορεύσιμη καύσιμη ύλη αποτρέπεται παντελώς η βασικότερη αρχή της ανάγκης της αποφυγής δημιουργίας αποβλήτων. Εξάλλου και αυτά τα υλικά όταν παραδοθούν για καύση χωρίς διαλογή θα δημιουργηθούν σημαντικά προβλήματα ρύπανσης του περιβάλλοντος.

4.2.6 Το σύστημα χρησιμοποιημένων ελαστικών οχημάτων στην Ελλάδα

Η διαχείριση των μεταχειρισμένων ελαστικών περιλαμβάνει την συλλογή των μεταχειρισμένων ελαστικών από τα σημεία συλλογής τους σε ολόκληρη την χώρα, την προσωρινή τους αποθήκευση και την μεταφορά τους στους χώρους τελικής αξιοποίησης, μέσω της συνεργασίας του συστήματος με αδειοδοτημένους συλλέκτες. Η τελική αξιοποίηση γίνεται με περιβαλλοντικά αποδεκτό τρόπο σε αδειοδοτημένες εγκαταστάσεις με στόχο την αξιοποίησή των μεταχειρισμένων ελαστικών ως υλικού για την δημιουργία μιας σειράς χρήσιμων δευτερογενών προϊόντων ή / και την ενεργειακή τους αξιοποίηση με στόχο την εξοικονόμηση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Ο κύριος εγκεκριμένος φορέας διαχείρισης μεταχειρισμένων ελαστικών στην Ελλάδα είναι η εταιρία Ecoelastica. Η δεύτερη, ΕΛΒΑΝ Α.Ε. λειτουργεί από το 1987 ανακυκλώνοντας καλώδια, πλαστικές συσκευασίες και προϊόντα, τηλέφωνα, κομπιούτερ κ.λπ.

Η Ecoelastika ως κύριος διαχειριστής της αλυσίδας αξιοποίησης/ανακύκλωσης των παλαιών ελαστικών οχημάτων εκτελεί τις ακόλουθες δραστηριότητες:

- Διοίκηση
- Χρηματοδότηση
- Σύναψη συμβάσεων με εταιρίες για την συλλογή, μεταφορά. των παλαιών ελαστικών
- Έλεγχος λειτουργιών
- Επίβλεψη των διαδικασιών:

- 1) Συλλογής μεταχειρισμένων ελαστικών
 - 2) Ανακύκλωσης / Τελικής αξιοποίησης
- Καταχώρηση δεδομένων - Αναφορά στο Υπουργείο
 - Συνομιλητής με τις Αρχές

4.2.7 Λαστιχένιες λωρίδες

Από την ίδια σύσταση που αποτελούνται τα ελαστικά, αποτελούνται επίσης και οι λαστιχένιες λωρίδες των αυτοκινήτων που χρησιμοποιούνται στις πόρτες και στα παράθυρα. Λειτουργούν ως στεγανοποιητικό μέσο ενάντια στον θόρυβο του αέρα όταν το όχημα κινείται, καθώς και στην υγρασία και τη βροχή. Συνήθως είναι φτιαγμένα από ανακυκλωμένα ελαστικά, ενώ περιστασιακά φτιάχνονται από PVC ή ενισχυμένα με μέταλλο.

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ανακύκλωσης οι λαστιχένιες λωρίδες τεμαχίζονται σε κομμάτια μεγέθους του ενός ή περισσότερων εκατοστών. Γενικά η διαδικασία ανακύκλωσής τους είναι η ίδια ακριβώς με αυτήν των ελαστικών. Οποιαδήποτε κομμάτια γυαλιού ή μετάλλων και άλλες προσμίξεις εξάγονται.

4.2.8 Στόχοι

Οι στόχοι για την διαχείριση των ελαστικών συνοψίζεται στην συνέχεια:

- Κύριος στόχος είναι η εξάλειψη της ανεξέλεγκτης διάθεσης χρησιμοποιημένων ελαστικών.
- η υγειονομική ταφή ολόκληρων και τεμαχισμένων ελαστικών από τον Ιούλιο του 2003 και τον Ιούλιο 2006 αντίστοιχα.
- η επαναχρησιμοποίηση με αναγόμωση των ελαστικών.
- επιδιώκεται η χρήση των μεταχειρισμένων ελαστικών ως δευτερογενών υλικών για έργα οδοποιίας, ηχοπετάσματα, χημική βιομηχανία, παραγωγή ενέργειας.
- Οι παραγωγοί όφειλαν να έχουν διασφαλίσει ότι το αργότερο έως την 31η

Ιουλίου 2006, η αξιοποίηση των μεταχειρισμένων αποβλήτων ελαστικών οχημάτων θα πρέπει να είναι τουλάχιστον στο 65 % των αποσυρόμενων ελαστικών. Εντός του ιδίου χρονικού ορίου, η ανακύκλωση θα πρέπει να είχε φθάσει τουλάχιστον στο 10 %.

4.2.9 Νέες εφαρμογές

- **Ενεργειακή ανάκτηση**

Οι περισσότερες από τις λαστιχένιες λωρίδες χρησιμοποιούνται για να ανακτήσουμε ενέργεια καθώς τις χρησιμοποιούμε ως καύσιμα στους κλιβάνους τσιμέντου ή τους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος. Η ρύπανση με λωρίδες δεν επιτρέπεται δεδομένου ότι αυτό προκαλεί πολλές επιβλαβείς εκπομπές χλωρίου.

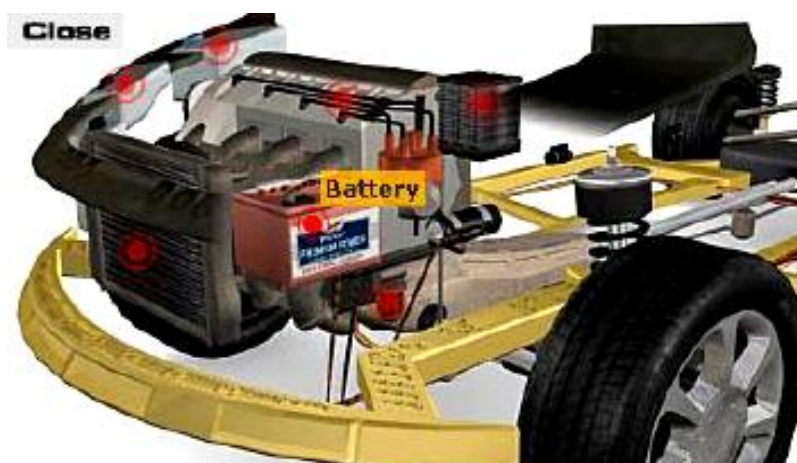
- **Υλικό αποξηράνσεων**

Λόγω της σχετικά υψηλής ποιότητας κοκκοποίησης (λίγοι μολυσματικοί παράγοντες), οι λαστιχένιες λωρίδες μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υλικό αποξήρανσης.

4.3 ΜΠΑΤΑΡΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ

Οι ηλεκτρικές στήλες και οι συσσωρευτές αποτελούν σήμερα σημαντική πηγή ενέργειας. Η χρήση τους καλύπτει ένα ευρύ φάσμα προϊόντων και συσκευών από μεγάλο αριθμό καταναλωτών και επαγγελματιών.

Η διαχείριση των χρησιμοποιημένων ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών που περιέχουν βαρέα μέταλλα, όπως υδράργυρο, μόλυβδο και κάδμιο, αποτελεί σημαντικό περιβαλλοντικό πρόβλημα, δεδομένου ότι η εκπομπή των στοιχείων αυτών στο περιβάλλον είναι ιδιαίτερα επικίνδυνη λόγω της υψηλής τοξικότητάς τους. Το γεγονός έχει ιδιαίτερη σημασία, λαμβάνοντας υπόψη ότι η παγκόσμια ζήτηση ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών προβλέπεται να αυξάνεται κατά 10% τα επόμενα χρόνια λόγω της ανάπτυξης νέων καταναλωτικών ηλεκτρονικών συσκευών.



Εικόνα 4.5 Τοποθεσία μπαταρίας αυτοκινήτου

Οι βασικοί άξονες της πολιτικής διαχείρισης των στερεών αποβλήτων και ως εκ τούτου και των ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών, έχουν διαμορφωθεί από το κοινοτικό κεκτημένο, σύμφωνα με το οποίο οριοθετούνται οι κατευθυντήριες γραμμές και προσδιορίζονται ιεραρχικά οι γενικές αρχές διαχείρισης των στερεών αποβλήτων που συνίσταται στην κατά προτεραιότητα πρόληψη της δημιουργίας αποβλήτων. Σε συνέχεια στην προώθηση της επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης των αποβλήτων και περαιτέρω σε άλλες μορφές αξιοποίησης (ανάκτηση υλικών και ενέργειας), και κατά συνέπεια στη μείωση και εν πάση περιπτώσει στην περιβαλλοντική ασφαλή τελική διάθεση.

Ως απορριπτόμενη μπαταρία είναι ηλεκτρική στήλη ή συσσωρευτής που δεν μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί και προορίζεται προς διάθεση ή αξιοποίηση. Οι ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές διακρίνονται ανάλογα με τους χρήστες, τις τεχνολογίες και ορισμένες ιδιότητες όπως η δυνατότητα επαναφόρτισης ή το μέγεθος. Γενικώς, η ελληνική αγορά ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών διαιρείται σε δύο βασικές ομάδες:

- 1) την ομάδα των «φορητών», όπου οι ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές έχουν βάρος συνήθως λιγότερο από 1 kg και
- 2) την ομάδα των συσσωρευτών βιομηχανίας και αυτοκινήτων, όπου έχουν βάρος συνήθως περισσότερο από 1 kg

Υπάρχουν τρία κυρίως διαφορετικά είδη φορητών στηλών και συσσωρευτών:

- α) οι ηλεκτρικές στήλες γενικής χρήσης, που είναι μη επαναφορτιζόμενες

(κυρίως ηλεκτρικές στήλες ψευδαργύρου-άνθρακος και αλκαλίου-μαγγανίου.

- β) τα στοιχεία-κουμπιά (στήλες ψευδαργύρου -αέρα, πρωτοξειδίου, οξειδίου του μαγγανίου και λιθίου), που δεν είναι επαναφορτιζόμενες και χρησιμοποιούνται για ειδικές συσκευές όπως βοηθήματα ακοής, ρολόγια και μικρό φορητό εξοπλισμό.
- γ) οι επαναφορτιζόμενοι συσσωρευτές (κυρίως στήλες νικελίου-καδμίου, υδριδίου νικελίου μετάλλου, ιόντων λιθίου και στεγανές στήλες-μολύβδου οξέος). Οι επαναφορτιζόμενοι συσσωρευτές χρησιμοποιούνται συνήθως σε ασύρματα και ψηφιακά τηλέφωνα, ηλεκτρικά εργαλεία, συστήματα φωτισμού έκτακτης ανάγκης, φορητούς υπολογιστές και οικιακές συσκευές.

Οι μπαταρίες αυτοκινήτων ανήκουν στις δευτερογενείς μπαταρίες που επαναφορτίζονται ηλεκτρικά και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σχεδόν παντού. Οι μπαταρίες αυτοκινήτων είναι κυρίως μπαταρίες μολύβδου-οξέος που χρησιμοποιούνται για την εκκίνηση των αυτοκινήτων, τον φωτισμό και τα συστήματα ανάφλεξης των οχημάτων. Η μπαταρία παρέχει ρεύμα για την αρχική ενεργοποίηση του μαγνητικού πεδίου του εναλλακτήρα. Κατά την διάρκεια της φόρτισης, η μπαταρία μετατρέπει ηλεκτρική ενέργεια από τον εναλλακτήρα σε χημική ενέργεια, έτσι ώστε να διατηρείται η κατάσταση φόρτισης της. Παρέχει, ακόμη, ηλεκτρισμό όταν το φορτίο είναι πολύ μεγάλο για τον εναλλακτήρα.

	Σύσταση σε kg	% σύσταση
Συστατικά που περιέχουν μολύβδο	8.6	64%
Ηλεκτρολύτης (θειικό οξύ)	3.8	28%
Πολυπροπυλένιο	0.7	5%
Άλλα (διαχωριστής)	0.4	3%
Σύνολο	13.5	100%

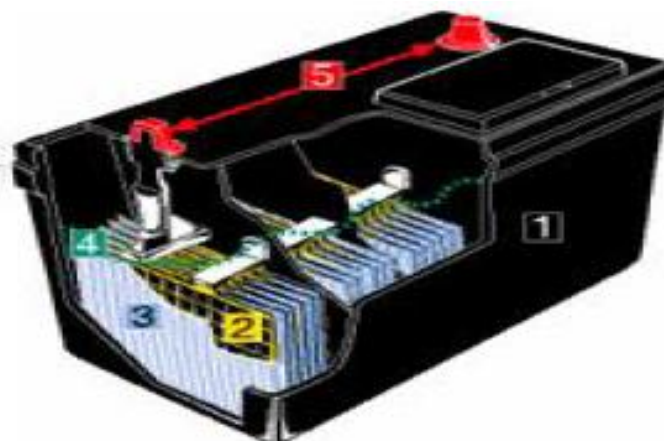
Πίνακας 4.4 Σύσταση μίας τυπικής μπαταρίας αυτοκινήτου

Μεταλλικό πλέγμα, πόλοι, γέφυρες	44%	
	Pb	96-98%
	Sb	2-4%
	Ca	<0,5%
Κόλλα	56%	
	PbSO ₄	60%
	PbO (PbO ₂)	19%
	PB	21%
Σύνολο	100%	

Πίνακας 4.5 Προσεγγιστική σύνθεση των συστατικών από μια μπαταρία μολύβδου αυτοκινήτου (Πηγή: Βασικές αρχές της ανακύκλωσης των μπαταριών μολύβδου- Fundamentals of the Recycling of Lead-Acid Batteries)

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε σε τομή μια μπαταρία και έχουμε:

1. Το κέλυφος
2. Τις πλάκες εσωτερικά θετικές και αρνητικές από μολύβδο και οξείδιο του μολύβδου
3. Διαχωριστικές πλάκες από συνθετικό υλικό
4. Τον ηλεκτρολύτη, διάλυμα θειικού οξέος σε νερό
5. Τους πόλους από μολύβδο (οι πόλοι είναι τα σημεία σύνδεσης της μπαταρίας με τα φορτία)



Εικόνα 4.6 Τομή μπαταρίας αυτοκινήτου

Κατά την κανονική λειτουργία από χημική αντίδραση του θειικού οξέος με τα μολύβδινα στοιχεία παράγεται μικρή ποσότητα υδρογόνου και οξυγόνου. Αυτά τα δύο αέρια που παράγονται στον ένα πόλο της μπαταρίας απορροφώνται από τις χημικές αντιδράσεις του αντιθέτου πόλου. Εάν όμως κακομεταχειριζόμαστε την μπαταρία η ισορροπία αυτή χαλάει δημιουργούνται μεγάλες ποσότητες αερίων η μπαταρία υποφέρει και λέμε τότε ότι η μπαταρία βράζει.

Η αγορά ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών βιομηχανίας και αυτοκινήτων υποδιαιρείται στην αγορά πρωτότυπου εξοπλισμού,-ηλεκτρικές στήλες που πωλούνται με καινούργια αυτοκίνητα – και στην αγορά μετά την πώληση, που αφορά τις ηλεκτρικές στήλες που πωλούνται ανεξαρτήτως εξοπλισμού σε πρατήρια βενζίνης και συνεργεία αυτοκινήτων.

Δυστυχώς ο μόλυβδος είναι και αυτός επικίνδυνος για το περιβάλλον, γι' αυτό γίνεται ήδη προσπάθεια να συλλέγονται οι άδειες μπαταρίες από τα συνεργεία αυτοκινήτων, και να στέλνονται για ανακύκλωση.

Το θειικό οξύ που διαχέεται στο περιβάλλον θέτει τον ουσιαστικό κίνδυνο την υγεία των υδρόβιων οργανισμών και την εδαφολογική πανίδα, και αυτό οφείλεται κυρίως στις διαβρωτικές και ερεθιστικές ιδιότητες τους και την ικανότητα του να προκαλεί γρήγορα ουσιαστικές αλλαγές στο pH του χώματος ή/και των υδάτων. Οι μελέτες διαφόρων εργαστηρίων δείχνουν ότι ακόμη και στις πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις, αυτό το οξύ είναι ιδιαίτερα τοξικό στα υδρόβια οικοσυστήματα, δηλαδή στα ψάρια και στα φύκια.

Δεδομένου ότι η εδαφολογική κινητικότητα του θειικού οξέος είναι πολύ υψηλή, μόλις μπει στο χώμα, μπορεί εύκολα να φθάσει στα υπόγεια ύδατα ή τα επιφανειακά νερά και να θέσει σε κίνδυνο την κατανάλωση νερού. Σε όλο το βιόκοσμο, συμπεριλαμβανομένων των ανθρώπων, η επαφή με το θειικό οξύ προκαλεί τα σοβαρά εγκαύματα. Επιπλέον, σύμφωνα με τη διεθνή αντιπροσωπεία για την έρευνα του καρκίνου (IARC), η συστηματική έκθεση σε ισχυρά ανόργανα νέφη θειικού οξέος είναι καρκινογόνος.

Επιπροσθέτως, προκαλείται διασπορά της σκόνης μόλυβδου στο αέρα εάν το συντριμμένο απόρριμμα των μπαταριών αποθηκεύεται χωρίς προστασία και επιπλέον δημιουργούνται ουσιαστικές ατμοσφαιρικές εκπομπές (μολυβδοφόρα σκόνη, αιθάλη, SO, χλωρίδια, διοξίνες, κ.λ.π.) όταν το απόρριμμα μπαταριών λειώνεται (π.χ. στις παράνομες αποθήκες

απορρίμματος ή την ανεξέλεγκτη αποτέφρωσή τους) και οφείλονται στην επεξεργασία της μπαταρίας συμπεριλαμβανομένων των οργανικών μερών, στην ανεπαρκή αφαίρεση των αερίων και των ατμών κατά τη διάρκεια της διαδικασίας εξευγενισμού και διύλισης του μόλυβδου.

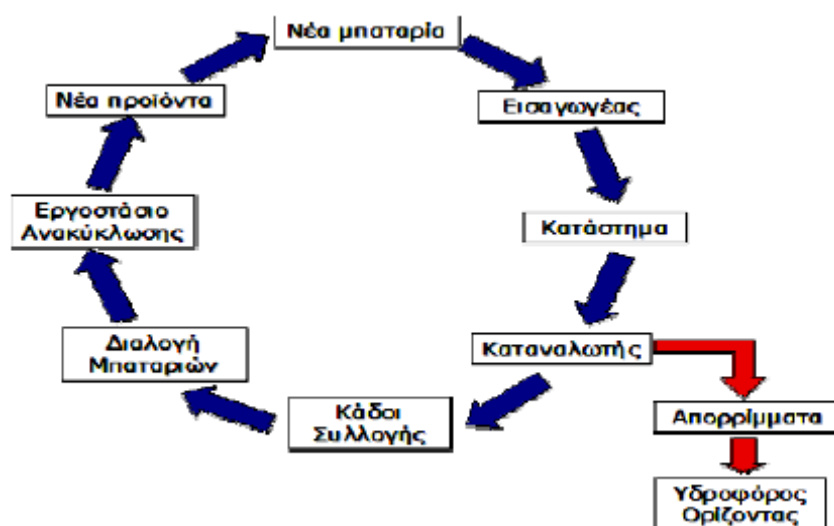
Όσον αφορά την κατανάλωση συσσωρευτών μόλυβδου, για το έτος 2000, εκτιμάται ότι ανήλθε σε 40.000 t. Εξ αυτών εκτιμάται ότι ανακυκλώθηκε το 55% δηλαδή 22.000 t.

Οι χρησιμοποιημένες μπαταρίες αυτοκινήτων οι οποίες συλλέχθηκαν σε μεγάλο ποσοστό φαίνονται στον Πίνακα 3.6

Έτος	Ποσότητα (t/ έτος)
1996	1.750
1997	2.223
1998	1.747
1999	2.125
2000	2.698
2002	3.945
2004	4.767

Πίνακας 4.6 Ποσότητες μπαταριών αυτοκινήτων που συλλέχθηκαν κατά τα έτη 1996-2004

Κάθε μπαταρία έχει ένα "κύκλο ζωής". Ξεκινάει από το εργοστάσιο κατασκευής της και καταλήγει στον τελικό χρήστη. Όταν η μπαταρία αδειάσει και την πετάξουμε στα σκουπίδια διακόπτουμε τον κύκλο ζωής της, χάνουμε πολύτιμες πρώτες ύλες και κατά συνέπεια ενέργεια, ενώ κάποια στοιχεία της μπορούν να περάσουν στον υδροφόρο ορίζοντα με επικίνδυνες επιπτώσεις για την υγεία του ανθρώπου.



Διάγραμμα 4.1 Κύκλος Ζωής Μπαταρίας

Αντίθετα, αν δώσουμε την μπαταρία για ανακύκλωση, ο "κύκλος ζωής" της μπαταρίας συνεχίζεται, τα βασικά στοιχεία της ανακυκλώνονται για να καταλήξουν στην παραγωγή νέων μπαταριών ή άλλων προϊόντων.

Το 60% μιας μπαταρίας αποτελείται από ανακυκλωμένο μόλυβδο. Περίπου 0,58 τόνοι μόλυβδου ανακτώνται από 1 τόνο μπαταρίας που τήκεται (58% ποσοστό αποκατάστασης).

Κατά την διαδικασία της ανακύκλωσης η οποία γίνεται σε ειδικές βιομηχανικές εγκαταστάσεις οι παλαιές μπαταρίες θρυμματίζονται. Αυτό απελευθερώνει τα υγρά των μπαταριών. Ακολουθεί διαχωρισμός του μολύβδου, του πλαστικού και του οξέος.

Από αυτό το σημείο και μετά υπάρχουν δύο προαιρετικές δυνατότητες για την περαιτέρω επεξεργασία.

Δυνατότητα 1

Οι χωρίς υγρά μπαταρίες αλέθονται. Με βάση τη βαρύτητά τους, τα θρυμματισμένα κομμάτια διαιρούνται σε τμήματα πλαστικού και μετάλλων αντίστοιχα. Τα περιβλήματα που είναι κατασκευασμένα από πολυπροπυλένιο είναι ελαφρύτερα από το νερό και επιπλέουν, ενώ το μέταλλο, που είναι βαρύτερο από το νερό, βυθίζεται. Το πλαστικό αλέθεται περαιτέρω και υποβάλλεται σε επεξεργασία. Ο μόλυβδος λιώνεται, καθαρίζεται και χύνεται σε μορφή τούβλων.

Δυνατότητα 2

Οι χωρίς υγρά μπαταρίες αποτεφρώνονται σε φούρνους με αέρα υπό πίεση, με το πλαστικό περίβλημα να χρησιμοποιείται ως καύσιμο. Ο μόλυβδος λιώνεται, καθαρίζεται και χύνεται σε μορφή τούβλων.

4.3.1 Νέες εφαρμογές

- **Θειικό οξύ**

Το θειικό οξύ χρησιμοποιείται στο διαχωρισμό των μετάλλων κατά τη διάρκεια της παραγωγικής διαδικασίας, όταν τα μέταλλα αφαιρούνται ηλεκτρικά, από το διάλυμα θειικού οξέος.

- **Πλαστικά**

Το πλαστικό από τις μπαταρίες επαναχρησιμοποιείται για νέα περιβλήματα μπαταριών, διαφορετικά τα ολόκληρα περιβλήματα αποτεφρώνονται σε φούρνους με αέρα υπό πίεση, για να λειώνουν το μόλυβδο. Με αυτή τη διαδικασία ανακτάμε ενέργεια.

- **Μόλυβδος**

Μόλις καθαριστεί, ο μόλυβδος υποβάλλεται σε περαιτέρω επεξεργασία στις βιομηχανίες οι οποίες ασχολούνται με την επεξεργασία μετάλλων. Ο ανακυκλωμένος μόλυβδος χρησιμοποιείται σε διάφορες εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένης της παραγωγής των νέων μπαταριών.

Η ανακύκλωση του μολύβδου είναι μια διαδικασία που πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή, γιατί παράγει τοξικά υγρά, αέρια και στερεά απόβλητα. Τα χυτήρια και τα εργοστάσια παραγωγής μπαταριών πρέπει να τηρούν αυστηρά μέτρα προστασίας του περιβάλλοντος και να φροντίζουν να επεξεργάζονται τα λύματά τους. Στη χώρα μας, ως το 1994 λειτουργούσαν στην Αττική και τη Βοιωτία 13 εργοστάσια ανακύκλωσης μολύβδου από παλιές μπαταρίες. Το θειικό οξύ μπορεί να χρησιμοποιηθεί μετά από ειδική επεξεργασία ή και να αδρανοποιηθεί ώστε να μην αποτελεί επικίνδυνο απόρριμμα.

4.3.2 Συστήματα και προγράμματα εναλλακτικής διαχείρισης ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών που δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα

Όσον αφορά τις φορητές ηλεκτρικές στήλες και συσσωρευτές, κατασκευαστές, εισαγωγείς και διακινητές από κοινού με την Τοπική Αυτοδιοίκηση, για να συμμορφωθούν με τις απαιτήσεις της νομοθεσίας, εγκαθίδρυσαν το «Συλλογικό Σύστημα Εναλλακτικής Διαχείρισης Φορητών Ηλεκτρικών Στηλών και Συσσωρευτών – Σ.Σ.Ε.Δ.Φ.Η.Σ.Σ. Α.Ε.», το οποίο συνεργάζεται με το «Συλλογικό Σύστημα για την Εναλλακτική Διαχείριση των Συσσωρευτών – ΣΥ.ΔΕ.ΣΥΣ. Α.Ε.», όσον αφορά την διαχείριση των συλλεγόμενων από το Σ.Σ.Ε.Δ.Φ.Η.Σ.Σ. Α.Ε. φορητών μπαταριών μολύβδου – οξέος.

Με την ανάπτυξη/ λειτουργία των συστημάτων εναλλακτικής διαχείρισης φορητών ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών (Σ.Σ.Ε.Δ.Φ.Η.Σ.Σ.) και συσσωρευτών (ΣΥ.ΔΕ.ΣΥΣ.) η αναμενόμενη εικόνα διαχείρισης για τα επόμενα χρόνια θα είναι η εξής:

Μέχρι και το τέλος του έτους 2006, σύμφωνα με τους στόχους του ΣΥ.ΔΕ.ΣΥΣ., θα έχουν συλλεχθεί 31.000 τόνοι χρησιμοποιημένων συσσωρευτών μολύβδου -οξέος που αντιστοιχεί σε ποσοστό 75% των χρησιμοποιημένων συσσωρευτών μολύβδου οξέος. Ενώ μέχρι το τέλος του 2007, σύμφωνα τους υπολογισμούς του Σ.Σ.Ε.Δ.Φ.Η.Σ.Σ. θα συλλέγονται 37 τόνοι συσσωρευτών μολύβδου – οξέος κλειστού τύπου.

Οι συσσωρευτές μολύβδου θα οδηγούνται στις εγκαταστάσεις ανακύκλωσης στην Ελλάδα, όπου αρχικά γίνεται διαλογή των υλικών (μόλυβδος, πλαστικά), και στη συνέχεια ο μόλυβδος υφίσταται θερμική επεξεργασία.

4.3.3 Στόχοι

Στόχος της νομοθεσίας είναι η μείωση της επικινδυνότητας των ηλεκτρικών στηλών και συσσωρευτών και η συλλογή τους χωριστά από τα υπόλοιπα αστικά απόβλητα σε ειδικά σημεία συλλογής, με σκοπό την ανακύκλωσή τους με περιβαλλοντικές προδιαγραφές.

Μέχρι την 31 Δεκεμβρίου 2006 πρέπει να έχει συλλεχθεί τουλάχιστον το 30%

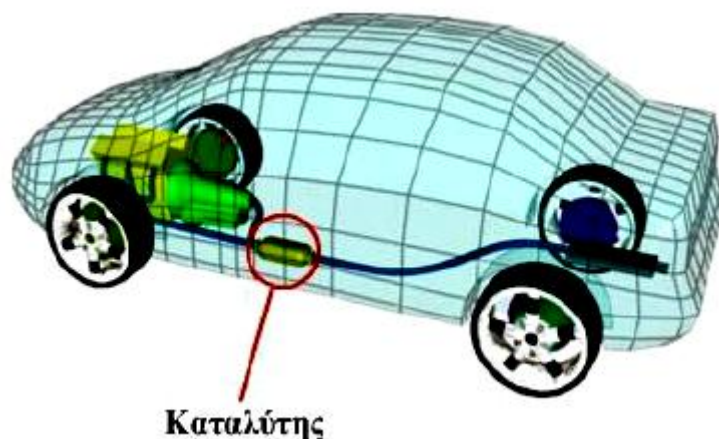
(και να ανακυκλώνεται το 80% κατά βάρος των υλικών που εμπεριέχονται) όλων των χρησιμοποιημένων ηλεκτρικών στηλών και τουλάχιστον το 70% (και να ανακυκλώνεται το 95% κατά βάρος των υλικών που εμπεριέχονται) όλων των χρησιμοποιημένων συσσωρευτών της βιομηχανίας και των οχημάτων. Παρόλα αυτά υπάρχουν και αρνητικές επιπτώσεις της ανακύκλωσης: οι περιβαλλοντικές ζημίες που συνδέονται με τη συλλογή, τη μεταφορά και την επανεπεξεργασία (ειδικότερα στον αέρα) είναι υψηλότερες από τα οφέλη που παρουσιάζονται από την παρθένα υλική αποταμίευση. Αλλά οι αρνητικές συνέπειες της ανακύκλωσης μειώνονται όταν αυξάνεται το ποσοστό ανακύκλωσης.

Σαν συμπέρασμα, από τη διαθέσιμη βιβλιογραφία, η ανακύκλωση μπαταριών παράγει τις παγκόσμιες περιβαλλοντικές επιδράσεις (ειδικότερα στον αέρα). Αλλά όσο υψηλότερο είναι το ποσοστό ανακύκλωσης, τόσο χαμηλότερες είναι οι επιδράσεις. Και επίσης αποκλείει το μόλυβδο από τα απόβλητα.

4.4 ΚΑΤΑΛΥΤΕΣ

Ο κατεστραμμένος καταλύτης αποτελεί μία από τις κυριότερες αιτίες στις οποίες οφείλεται η εκπομπή ρύπων άνω των ορίων από ένα αυτοκίνητο αντιρρυπαντικής τεχνολογίας. Η επικινδυνότητα ενός ανενεργού καταλύτη έγκειται κυρίως στο γεγονός της παραγωγής αρωματικών υδρογονανθράκων, ουσιών που έχουν σχετιστεί άμεσα με την πρόκληση καρκίνου.

Σύμφωνα με τον ορισμό «Καταλύτης είναι η ουσία που με την παρουσία της διευκολύνει μια χημική αντίδραση, χωρίς όμως να λαμβάνει μέρος σε αυτή». Στην περίπτωση του αυτοκινήτου η χημική αντίδραση είναι η ένωση του οξυγόνου με τα προϊόντα της καύσης που γίνεται στην μηχανή του αυτοκινήτου.



Εικόνα 4.7 Τοποθεσία καταλύτη στο αυτοκίνητο

Ο καταλύτης σαν εξάρτημα τοποθετείται στο σύστημα εξαγωγής των καυσαερίων και αφαιρεί κατά ένα μεγάλο ποσοστό τις βλαβερές για τον άνθρωπο ουσίες που υπάρχουν στα καυσαέρια του αυτοκινήτου. Ουσιαστικά, είναι μία διάταξη που βρίσκεται ανάμεσα στον αισθητήρα "λ" και το μεσαίο καζανάκι της εξάτμισης.

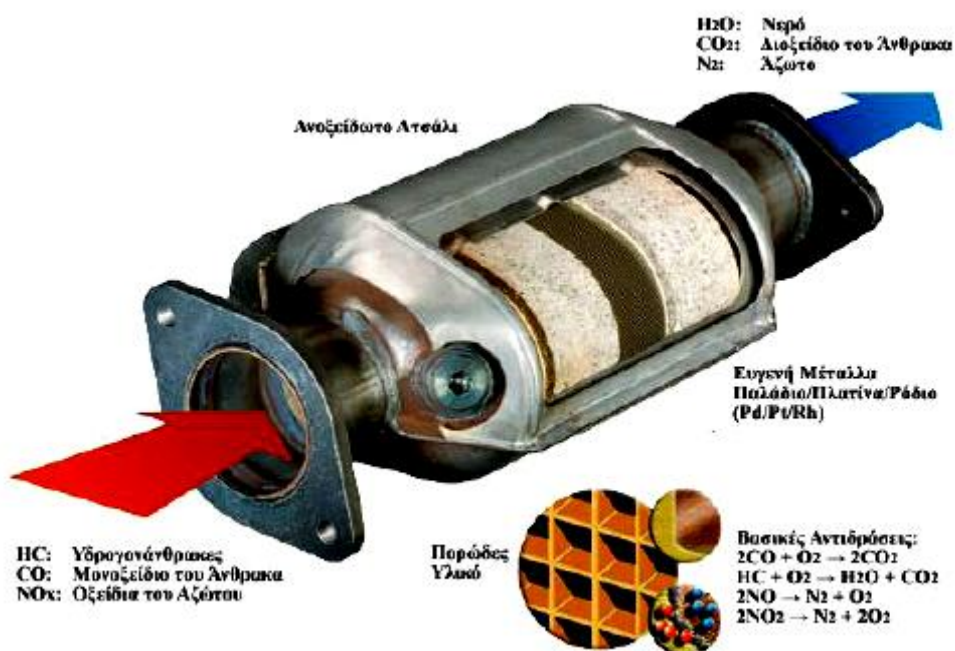
Υπάρχουν τέσσερα είδη καταλυτών:

- Ο Τριοδικός (που χωρίζεται σε μη-ρυθμιζόμενο και ηλεκτρονικά-ρυθμιζόμενο
- Ο Οξειδωτικός καταλύτης
- Ο Μειωτικός
- Ο Δυοδικός

Οι καταλύτες οξειδωσης μειώνουν μόνο δύο από τους βασικούς ρύπους, το μονοξείδιο του άνθρακα και τους άκαυστους υδρογονάνθρακες. Η μείωση είναι γύρω στο 60% με 80%. Το πλεονέκτημα τους είναι ότι δεν λειτουργούν με στοιχειομετρικό μίγμα οπότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν και σε πετρελαιοκινητήρες. Κατασκευαστικά είναι παρόμοιοι με το ρυθμιζόμενο τριοδικό καταλύτη και διαφέρουν μόνο στην αναλογία των υλικών. Υπάρχουν ακόμα και καταλύτες αναγωγής που χρησιμοποιούνται μόνο για την εξουδετέρωση των οξειδίων του αζώτου κατά 70% περίπου.

Ο απλός τριοδικός καταλύτης δεν είναι τίποτα άλλο από έναν συνδυασμό των παραπάνω, δηλαδή πριν τον καταλύτη οξειδωσης βάζουμε έναν αναγωγής

που εξουδετερώνει πρώτα τα οξείδια του αζώτου παράγοντας αμμωνία και μετά, μέσα στον οξειδωτή με προσθήκη αέρα γίνεται η εξουδετέρωση των CO και HC. Το κακό είναι ότι η αμμωνία αντιδρά με τον αέρα παράγοντας οξείδιο του αζώτου οπότε η απόδοση είναι περιορισμένη γύρω στο 75%. Πρέπει ακόμα να αναφέρουμε ότι η διάρκεια ζωής ενός καταλύτη εξαρτάται από τη ρύθμιση και συντήρηση που ο ιδιοκτήτης κάνει. Αν οι οδηγίες του κατασκευαστή ακολουθηθούν, τότε η διάρκεια ζωής του κυμαίνεται μεταξύ των 80.000 και 100.000 χλμ.



Εικόνα 4.8 Σύνθεση ενός καταλύτη

Μέσα στον καταλύτη υπάρχει ένα πορώδες κεραμικό υλικό από την επιφάνεια του οποίου περνάνε τα καυσαέρια και ενώνονται με το οξυγόνο. Δηλαδή οξειδώνονται ή απλά «καίγονται», με την βοήθεια ορισμένων «ευγενών μετάλλων» (ρόδιο, παλάδιο και πλατίνα) τα οποία περιέχονται στον καταλύτη. Τα μέταλλα αυτά δρουν ως καταλύτες μετατρέποντας τις βλαβερές ουσίες της καύσης της βενζίνης (μονοξείδιο του άνθρακα, υδρογονάνθρακες και οξείδια του αζώτου) σε αβλαβή. Λόγω αυτής της καύσης οι θερμοκρασίες που αναπτύσσονται μέσα στον καταλύτη είναι της τάξεως των 270C -800C . Εάν η θερμοκρασία αυξηθεί πάνω από 1200C τότε 5-10 λεπτά λειτουργίας του

καταλύτη σε αυτές τις συνθήκες είναι αρκετά για να λειώσει το κεραμικό υλικό που υπάρχει μέσα του και να καταστραφεί. Αυτή η αύξηση της θερμοκρασίας συνήθως οφείλεται σε πρόβλημα στο σύστημα ανάφλεξης όταν δηλαδή η βενζίνη διαφεύγει άκαυτη μέσω της εξάτμισης και καταλήγει στον καταλύτη. Πάνω από 500.000 αυτοκίνητα κυκλοφορούν με χαλασμένους καταλύτες. Λειτουργούν σαν συμβατικά και απελευθερώνουν καρκινογόνο βενζόλιο. Τα στοιχεία από το ΥΠΕΧΩΔΕ αναφέρουν πως περίπου 220.000 αυτοκίνητα εμφανίζουν αυξημένες εκπομπές ρύπων, επειδή έχουν προβληματικούς καταλύτες. Με μέτριους υπολογισμούς, μόνο στην Αττική θα έπρεπε να έχουν αλλάξει καταλύτη 400.000 έως 500.000 αυτοκίνητα. Ακριβή στοιχεία για τον αριθμό των ρυπογόνων αυτοκινήτων δεν υπάρχουν, ενώ οι έλεγχοι σύμφωνα με τους ειδικούς είναι ανεπαρκείς. Ενδεικτικά περίπου το 30% των καταλυτικών αυτοκινήτων κυκλοφορούν χωρίς Κάρτα Ελέγχου Καυσαερίων (ΚΕΚ). Αυτό σημαίνει πως από τα 2.945.693 καταλυτικά αυτοκίνητα τα 800.000 δεν έχουν ελεγχθεί.

Τα προβληματικά καταλυτικά, αναφέρουν οι επιστήμονες, ευθύνονται για την εκτίναξη των τιμών βενζολίου στα ύψη. Το βενζόλιο ανήκει στην κατηγορία των αρωματικών υδρογονανθράκων και συνδέεται άμεσα με τη λευχαιμία και άλλες μορφές καρκίνου. Κατατάσσεται, μάλιστα, στην πρώτη κατηγορία των καρκινογόνων ουσιών.

Η διάρκεια ζωής του καταλύτη κατά ένα μεγάλο μέρος εξαρτάται από τη αμόλυβδη βενζίνη, τη θερμοκρασία και την καύση του μίγματος. Η χρήση της αμόλυβδης σε κινητήρες ακατάλληλους θα είχε ως αποτέλεσμα την πρόωρη φθορά των παραπάνω σημείων. Είναι πολύ σημαντικό για το περιβάλλον στο τέλος κύκλου ζωής του, ο καταλύτης να ανακυκλώνεται.

4.4.1 Ανακύκλωση καταλύτη

Μία πρόταση είναι η διάσπαση του καταλυτικού μετατροπέα στα συστατικά του και η χρησιμοποίησή αυτών όπου είναι δυνατό. Τα υλικά που μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν από τους καταλύτες, είναι τα πολύτιμα μέταλλα που περιέχουν, όπως η πλατίνα, το παλλάδιο και το ρόδιο. Συγκεκριμένα μόλις ο καταλύτης καταστραφεί, αποθηκεύεται σε ειδικά διαμορφωμένο χώρο και στη

συνέχει δέχεται κατάλληλη χημική επεξεργασία ανακύκλωσης και μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί σαν καταλυτικός μετατροπέας.

Βέβαια υπάρχει και η περίπτωση ταφής, η οποία είναι η δημιουργία ειδικών χώρων αποθήκευσης των καταλυτών, δηλαδή αποθήκες με τσιμέντο, όπου με την πάροδο του χρόνου γίνεται αποσύνθεση στα στοιχεία μέχρι να βρεθεί κάποιος ουσιαστικότερος τρόπος αντιμετώπισης αυτού του προβλήματος.

Κεραμικοί Καταλύτες		Σύνολο που χρειάζεται επεξεργασία	Σύνολο που στη πραγματικότητα επεξεργάζεται
κεραμικό υλικό	900 g/Ο.Τ.Κ.Ζ.		
από ποια πολύτιμα μέταλλα			
Λευκόχρυσος	1,2 g/ Ο.Τ.Κ.Ζ	13 t στην Ευ25/έτος	6 t στην Ευ25/ έτος
Παλλάδιο	0,176 g/ Ο.Τ.Κ.Ζ	2 t στην Ευ25/ έτος	0,9 t στην Ευ25/ έτος
Ρόδιο	0,274 g/ Ο.Τ.Κ.Ζ	3 t στην Ευ25/ έτος	1,4 t στην Ευ25/ έτος

Πίνακας 4.7 Κεραμικοί καταλύτες

4.5 ΥΓΡΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΩΝ (ΚΑΥΣΙΜΑ, ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΜΕΝΑ ΟΡΥΚΤΕΛΑΙΑ, ΛΙΠΑΝΤΙΚΑ ΕΛΑΙΑ, ΑΛΛΑ ΡΕΥΣΤΑ)

Τα υγρά των οχημάτων, συμπεριλαμβανομένων των καυσίμων, αντιπροσωπεύουν περίπου το 2% ενός μέσου της σύνθεσης ενός αυτοκινήτου (περίπου 22 Kg). Τα καύσιμα γενικά διαχωρίζονται από τα άλλα ρευστά δεδομένου ότι έχουν μια οικονομική αξία και μπορούν να είναι εύκολα επαναχρησιμοποιήσιμα. Τα υπόλοιπα ρευστά αντιπροσωπεύουν το 1% (περίπου 11 Kg) ανά Ο.Τ.Κ.Ζ.

		Σύνολο των απαιτήσεων χειρισμού των Ο.Τ.Κ.Ζ.	Ολικό στα Ο.Τ.Κ.Ζ.
Λάδι μηχανής	2,86 kg/ Ο.Τ.Κ.Ζ.		
Λάδι μετάδοσης	2,06 kg/ Ο.Τ.Κ.Ζ.		
Λάδι ανάρτησης	0,58 kg/ Ο.Τ.Κ.Ζ.		
Υγρό Φρένων	0,37 kg/ Ο.Τ.Κ.Ζ.		
Λάδι Φίλτρου Λαδιού	0,14 kg/ Ο.Τ.Κ.Ζ.		
Δύναμη πηδαλιούχησης	0,09 kg/ Ο.Τ.Κ.Ζ.		
Υποσύνολο Λαδιού	6,10 kg/ Ο.Τ.Κ.Ζ.	66 kt in EU25/yr	66 kt in EU25/yr
Ψυκτικό Υγρό	3,43 kg/ Ο.Τ.Κ.Ζ.		
Απορρυπαντικό Υγρό Καθαρισμού	1,60 kg/ Ο.Τ.Κ.Ζ.		
Υποσύνολο ρευστών βάση το νερό	5,03 kg/ Ο.Τ.Κ.Ζ.	54 kt in EU25/yr	25 kt in EU25/yr
Υποσύνολο καυσίμων	11,29 kg/Ο.Τ.Κ.Ζ.	122 kt in EU25/yr	56 kt in EU25/yr
Σύνολο καυσίμων	22,42 kg/Ο.Τ.Κ.Ζ.	242 kt in EU25/yr	112 kt in EU25/yr

Πίνακας 4.8 Απορρύπανση των Ο.Τ.Κ.Ζ.: καύσιμα

4.5.1 Χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια

Με τον όρο "χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια" νοείται κάθε χρησιμοποιημένο ημίρρευστο ή ρευστό προϊόν που συντίθεται εξολοκλήρου ή εν μέρει από ορυκτό ή συνθετικό ορυκτέλαιο, περιλαμβανομένων και των πετρελαιοειδών καταλοίπων των δεξαμενών, των μιγμάτων ελαίου και ύδατος και των γαλακτωμάτων.

Ένας δεύτερος ορισμός είναι ο εξής: Ως χρησιμοποιημένο ορυκτέλαιο (Χ.Ο.) νοείται κάθε λιπαντικό έλαιο ορυκτής, συνθετικής ή μικτής βάσης, που έχει καταστεί ακατάλληλο για τη χρήση που προοριζόταν αρχικά και κυρίως τα Χ.Ο. κινητήρων εσωτερικής καύσης και κιβωτίων ταχυτήτων και τα Χ.Ο. μηχανών, στροβίλων και υδραυλικών συστημάτων.

Σε ένα όχημα Χρησιμοποιημένο Ορυκτέλαιο είναι το καύσιμο που έχει μείνει στο εναπομείναντα αυτοκίνητο, είτε πετρέλαιο ή βενζίνη, το οποίο μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί από την εταιρεία αποσυναρμολόγησης του οχήματος

για ιδιωτική χρήση των μεταφορικών φορτηγών της και των υπολοίπων οχημάτων που ανήκουν σε αυτήν.

Το πετρέλαιο και η βενζίνη που περιέχουν νερό ή λάδι, συλλέγονται και αυτά ως καύσιμο για προσάναμμα των μεγάλων βιομηχανικών λεβήτων των καμινιών της τσιμεντοβιομηχανία και των σταθμών ενέργειας, ή ως διαλυτικό μέσο για καθαρισμό δοχείων με μπογιά.

Το ορυκτέλαιο είναι κατά βάση μίγμα υδρογονανθράκων που προέρχονται από παραφινικό ή ναφθενικό αργό πετρέλαιο. Στη βάση αυτή προστίθενται συστατικά όπως οργανομεταλλικές ενώσεις Ba, Zn, Mg, Ca, P, με σκοπό τη βελτίωση των λιπαντικών και των άλλων επιθυμητών ιδιοτήτων (όπως αντοχή, χρόνος ζωής κλπ) του τελικού προϊόντος.

Τα επικίνδυνα συστατικά που περιέχονται στα χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια μπορούμε να τα κατατάξουμε σε τρεις κατηγορίες:

- α) Επικίνδυνα συστατικά που προϋπάρχουν στα ορυκτέλαια μετά την επεξεργασία του αργού πετρελαίου όπως αρωματικοί υδρογονάνθρακες, βενζο(α)πυρένιο, βενζο(α)ανθρακένιο, πυρένιο, ναφθαλένια, βενζόλιο, τολουόλιο κλπ. Από συνθετικά ορυκτέλαια προκύπτουν πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB's) και τριφαινύλια (PCT's), φωσφορικοί εστέρες, γλυκόζη.
- β) Επικίνδυνα συστατικά που προέρχονται από τα πρόσθετα που χρησιμοποιούνται στα ορυκτέλαια για τη βελτίωση των ιδιοτήτων τους όπως θείο, άζωτο, φώσφορος, χλωρίδια, ανθρακικό ασβέστιο, βάριο, ενώσεις χλωρίου, ψευδάργυρος, χαλκός, αρσενικό, κάδμιο, χρώμιο, φαινόλες, αμίνες, σιλικόνες και σε μικρές ποσότητες πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB's) και τριφαινύλια (PCT's).
- γ) Επικίνδυνα συστατικά που προέρχονται από τη διάρκεια και τον τρόπο χρήσης, τις συνθήκες λειτουργίας, διάρκεια μεταφοράς ή αποθήκευσης λιπαντικών όπως πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες, ρινίσματα μετάλλων, κατάλοιπα καυσίμων και ιδιαίτερα μόλυβδος (κατά τη χρήση βενζίνης με μόλυβδο), αλογονομένοι υδρογονάνθρακες, αιθάλη κλπ.

Οι συγκεντρώσεις των επικίνδυνων ουσιών μπορούν να αυξηθούν κατά 100 – 10.000 φορές ανάλογα π.χ. με τα χιλιόμετρα που διανύονται με τα ίδια λάδια.

Τα χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια που είναι ακατάλληλα για επεξεργασία λόγω του υψηλού ποσοστού ρυπαντών και ξένων προσμίξεων θεωρούνται τοξικά απόβλητα και χρειάζονται ειδική μεταχείριση.

Κατά κανόνα τα Χ.Ο. των ΜΕΚ παρουσιάζουν υψηλές συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων που προέρχονται από τη διάσπαση συστατικών των βασικών ορυκτελαίων, ρινίσματα μετάλλων, κατάλοιπα καυσίμων, αιθάλη, ρητινοασφαλτώδεις ουσίες, σκόνη, νερό (σε αναλογία 2-3%). Στην περίπτωση αυτή, τα συνήθη βαρέα μέταλλα που περιέχονται στα Χ.Ο. είναι:

- Μόλυβδος (σημαντικότερος ρύπος) που προέρχεται κατά κύριο λόγο από οχήματα που χρησιμοποιούν βενζίνη που περιέχει μόλυβδο
- Βάριο και ψευδάργυρος που είναι συστατικά των πρόσθετων
- Κάδμιο και χρώμιο που αποτελούν προϊόντα τριβής των μεταλλικών μερών των κινητήρων

Σημειώνεται ότι βάσει υπολογισμών, τα πρόσθετα με βάση Zn, Mg, Ca, P φθάνουν μέχρι και το 20% των Χ.Ο. που προέρχονται από ΜΕΚ.

Στα Χ.Ο. των ΜΕΚ είναι δυνατό να υπάρχουν πολυκυκλικές αρωματικές ενώσεις (PNA) όπως βένζο (α) πυρένιο και βένζο (α) ανθρακένιο οι οποίες προσροφώνται στα στερεά σωματίδια που αυτά περιέχουν, σε συγκεντρώσεις έως και 3.500 ppm.

Η τυπική σύσταση και οι προσμίξεις στα Χ.Ο. των ΜΕΚ δίνονται στον πίνακα που ακολουθεί και αποτελούν αναφορά στη χρονική περίοδο πριν την έναρξη χρήσης αμόλυβδης βενζίνης.

Παράμετρος	Από	Έως
Ιξώδες (37° C, cSt).	50	150
Νερό (%)	0	10
Πτητικά κάτω των 300° C	2	15
Αζωτο (%)	0,03	0,5
Θείο (%)	0,1	0,6
Χλώριο (%)	0,03	0,25
Μόλυβδος (ppm)	800	11.000
Ασβέστιο (ppm)	600	1.700
Ψευδάργυρος (ppm)	600	1.500
Βάριο (ppm)	0	1.600
Μαγνήσιο (ppm)	0	600
Σίδηρος (ppm)	10	600
Φώσφορος (ppm)	600	1.400
Χαλκός (ppm)	1	120

Πίνακας 4.9 Χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια: Σύσταση – προσμίξεις

Η παραγόμενη ποσότητα για το έτος 2000 εκτιμάται ότι ανήλθε σε 5000 t. Η ποσότητα των Χ.Ο από νερά διαρροής υφάλων πλοίων παραμένει σταθερή περίπου 1300τόνοι/έτος.

Από την παραγόμενη ποσότητα των Χ.Ο εκτιμάται ότι συλλέγεται το 93,5%, ενώ το υπόλοιπο απορρίπτεται ανεξέλεγκτα ή καίγεται παράνομα (σε μη ελεγχόμενους χώρους). Η συλλογή των Χ.Ο. πραγματοποιείται από μια ιδιωτική εταιρεία και η εκτιμώμενη συλλεγόμενη ποσότητα Χ.Ο για το έτος 2000 ανέρχεται σε 4675 τόνους. Τα Χ.Ο. που συλλέγονται υφίστανται επεξεργασία από την ίδια εταιρεία και οδηγούνται στα τσιμεντοποιεία για καύση, με βάση ειδικά πρότυπα και ειδική άδεια.

Η αναγέννηση των Χ.Ο. αποτελεί από περιβαλλοντική άποψη την πλέον ενδεδειγμένη πρακτική διαχείρισής τους, σε σύγκριση με άλλες εναλλακτικές μεθόδους όπως:

- Επανεισαγωγή τους στην τροφοδοσία διυλιστηρίων αργού πετρελαίου
- Χρήση τους ως καυσίμων, χωρίς ή μετά από προ-επεξεργασία
- Διάθεση τους με αποθήκευση ή εναπόθεση στο έδαφος

4.5.1.1 Νέες εφαρμογές

- Υπό τον όρο ότι τα καύσιμα καλύπτουν τις ποιοτικές απαιτήσεις, μπορούν να ανακυκλωθούν με οποιουδήποτε από τους ακόλουθους τρόπους: σαν διαλύτες για τον καθαρισμό των δοχείων χρωμάτων, ως καύσιμα για το θερμικό καθαρισμό του μολυσμένου χώματος και ως εναλλακτικά καύσιμα για την θέρμανση μεγάλων βιομηχανικών λεβήτων (για τους κλιβάνους τσιμέντου παραδείγματος χάριν). Όποια καύσιμα που δεν καλύπτουν τις ποιοτικές απαιτήσεις πρέπει να μεταφέρονται σε ειδικές επιχειρήσεις ανακύκλωσης. Μετά από τη μετατροπή των καυσίμων σε απόβλητα υψηλών-θερμίδων, οι επιχειρήσεις ανακύκλωσης είναι σε θέση να το χρησιμοποιήσουν για να θερμάνουν ειδικούς κλιβάνους. Τα απόβλητα υψηλών θερμίδων, παράγουν ιδιαίτερη μεγάλη ενέργεια όταν καίγονται.

- Ανακυκλώνοντας τα καύσιμα που αποτυγχάνουν να καλύψουν τις ποιοτικές απαιτήσεις: Τα υπόλοιπα καύσιμα θεωρούνται απόβλητα λίγων θερμίδων, επειδή περιέχουν πολλά ιζήματα και νερό. Τα καύσιμα λίγων θερμίδων μπορούν να ανακυκλωθούν με την αφαίρεση του νερού και του ιζήματος. Τα καύσιμα μπορούν επίσης να περιέχουν πάρα πολλά αλογόνα και PCBs. Τα αλογόνα είναι χημικά στοιχεία όπως το χλώριο και το φθόριο. Τα PCBs είναι ιδιαίτερα τοξικές ουσίες και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα για τους κλιβάνους τσιμέντου σε ειδικές εγκαταστάσεις. Οι τελευταίες υπολειπόμενες ακαθαρσίες αφαιρούνται σε υψηλές θερμοκρασίες σε μετέπειτα εγκαταστάσεις. Τελικά τα αέρια που ακολουθήσουν την αποτέφρωση πρέπει να καθαριστούν στα πλυντήρια αερίου. Τα βαριά μέταλλα τα οποία βρίσκονται στα καύσιμα μπορούν να αφαιρεθούν μετά από την αποτέφρωση.

4.5.1.2 Στόχοι

- Τα χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια να αντιμετωπίζονται ως επικίνδυνα απόβλητα αλλά παράλληλα και ως δευτερογενής ύλη για την παραγωγή νέων ορυκτελαίων.
- προτεραιότητα στην αναγέννηση των χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων και δευτερευόντως στην καύση με ανάκτηση ενέργειας.
- τίθεται η συλλογή κατά 70% τουλάχιστον των χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων και η αναγέννηση του 80% εξ αυτών έως το 2006.

4.5.2 Απόβλητα λιπαντικών ελαίων

Τα Απόβλητα Λιπαντικών Ελαίων (ΑΛΕ) περιλαμβάνουν τα χρησιμοποιημένα λιπαντικά μηχανών και κιβωτίων ταχυτήτων, υδραυλικά λάδια, λάδια κοπής, μονωτικά λάδια και τα μίγματα/γαλακτώματα αυτών με νερό ή άλλους οργανικούς διαλύτες.

Τα απόβλητα λιπαντικών ελαίων θεωρούνται επικίνδυνα απόβλητα γιατί

περιέχουν χημικά στοιχεία, όπως βαρέα μέταλλα, τα οποία βρέθηκαν μέσα τους, είτε από τα πακέτα προσθέτων είτε λόγω της χρήσης και του τρόπου συλλογής τους. Η διαφυγή τέτοιων συστατικών στο περιβάλλον (ατμόσφαιρα, νερά κ.λπ.) δημιουργεί σημαντικότερα προβλήματα οικοτοξικότητας.



Εικόνα 4.9 Λάδι μηχανής

Ίσως ακόμη να μην συνειδητοποιούμε πλήρως τα προβλήματα και τις συνέπειες που δημιουργούνται στο περιβάλλον και την δημόσια υγεία από την ανεξέλεγκτη διάθεση των χρησιμοποιημένων ορυκτελαίων, καθώς οποιαδήποτε άλλη χρήση εκτός από την αναγέννησή τους, «οδηγεί» τις επικίνδυνες και καρκινογόνες ουσίες που περιέχουν στην τροφική αλυσίδα. Παράλληλα, όλο και περισσότερες επιστημονικές μελέτες αποδεικνύουν την αύξηση της περιεκτικότητας σε τοξικές ουσίες στα εδάφη και τα ύδατα της πατρίδας μας.

Η συνολική ποσότητα των λιπαντικών ελαίων που διακινείται στην χώρα μας σήμερα είναι 140.000 τόνοι/έτος, ενώ οι συλλέξιμες ποσότητες των Α.Λ.Ε. εκτιμώνται σε 85.000 τόνοι/έτος. Τα συστήματα από το 2007 και μετά έβαλαν στόχο να συλλέγουν 60.000 τόνους/έτος και εξ' αυτών να αναγεννούν 48.000 τόνους/έτος. Σήμερα στην χώρα μας αναγεννώνται 35.000 τόνοι, περίπου το 38% των συλλέξιμων ποσοτήτων.

Παρότι τόσο η εθνική όσο και η κοινοτική νομοθεσία αναφέρουν ρητά ότι τα ΑΛΕ πρέπει να αξιοποιούνται μέσω της διαδικασίας της αναγέννησης, αρκετά

μεγάλες ποσότητες απορρίπτονται αλόγιστα στο περιβάλλον ή καταλήγουν στη παράνομη καύση σε καμίνια, θερμοκήπια κ.τ.λ., αντικαθιστώντας το μαζούτ ή το πετρέλαιο με αποτέλεσμα να σημειώνεται σημαντική βλάβη στο περιβάλλον.

Τα ΑΛΕ μπορούν και πρέπει να χρησιμοποιούνται ως πρώτη ύλη σε μονάδες αναγέννησης ορυκτελαίων. Πρέπει να σημειωθεί ότι για την αναγέννηση των απόβλητων λιπαντελαίων η βέλτιστη και πλέον τεχνολογικά σύγχρονη τεχνική είναι η καταλυτική υδρογόνωση.

Οι κύριες πρώτες ύλες των βιομηχανιών αναγέννησης ορυκτελαίων είναι:

- Λιπαντέλαια κινητήρων εσωτερικής καύσης
- Ορυκτέλαια
- Έλαια επεξεργασίας και κοπής μετάλλων
- Βαλβολίνες κιβωτίου ταχυτήτων
- Λάδια στροβίλων

Προϊόν	Ποσοστό % πρώτης ύλης	Χαρακτηρισμός	Χρήση
Μέσα Αποστάγματα	65 - 80	Λιπαντέλαια	1. Λίπανση Μηχανών 2. Βελτίωση για διεύρυνση χρήσεων
Ελαφρά Αποστάγματα	2 – 4	Βενζίνη Πετρέλαιο	1. Καύση για ανάκτηση ενέργειας
Βαριά Αποστάγματα	10 – 12	Πίσσες (Μέταλλα)	1. Παραγωγή μελάνι 2. Καύση σε ασβεστοκαμίνους 3. Καύση σε κλιβάνους με απορρίμματα

Πίνακας 4.10 Προϊόντα βιομηχανιών αναγέννησης ορυκτελαίων

Οι ποσότητες των λιπαντικών που διακινούνται στην Ελλάδα ετησίως υπολογίζονται στους 140.000 μετρικούς τόνους (MT), ενώ οι συλλέξιμες ποσότητες Απόβλητων Λιπαντικών Ελαίων (ΑΛΕ) υπολογίζονται στο 60% (85.000MT) κατά μέσο όρο περίπου των ποσοτήτων των λιπαντικών που διακινούνται. Σύμφωνα με το Π.Δ. 82 ΦΕΚ 64B/02-03-2004 «Μέτρα, όροι και πρόγραμμα για την εναλλακτική διαχείριση των ΑΛΕ» και τους ποσοτικούς στόχους που θέτει στο άρθρο 9, μέχρι 31-12-2006 πρέπει να συλλέγονται 60.000 μετρικοί τόνοι και εξ αυτών να αναγεννάται τουλάχιστον το 80% δηλαδή 48.000 μετρικοί τόνοι. Από τις προαναφερθείσες υπό συλλογή ποσότητες, δυστυχώς σήμερα αναγεννώνται μόνο 25.000 μετρικοί τόνοι, ενώ οι υπόλοιπες ποσότητες απλώς απορρίπτονται στο περιβάλλον ή καταναλώνονται παράνομα ως καύσιμο.

Οι μονάδες που λειτουργούν αυτήν τη στιγμή στην Ελλάδα μπορούν να επεξεργαστούν όλες τις ποσότητες των ΑΛΕ που παράγονται στην χώρα μας. Η αλυσίδα που ακολουθείται για την αξιοποίηση των ΑΛΕ έχει τους εξής κρίκους:

- Διαχωρισμός νερού /λαδιού και στερεών
- Απλή (ατμοσφαιρική) απόσταξη-αφυδάτωση εν θερμώ
- Κλασματική απόσταξη υπό κενό
- Ραφινάρισμα αποσταγμάτων
- Απόσμηση – αποχρωματισμός
- Τυποποίηση
- Συσκευασία

Είναι πιθανό το ΑΛΕ που θα αποσταχτεί από το αποσυναρμολογημένο αυτοκίνητο, να περιέχει και νερό. Με βάση την ποιότητα του λαδιού, μπορεί να επεξεργαστεί σε πολύ καλής ποιότητας καυσίμου ή καθαριστικό έλαιο. Το καθαριστικό έλαιο είναι μια πισσωμένη ουσία που χρησιμοποιείται σε υλικά για στέγες και σε κατασκευές δρόμων. Το έλαιο λιπαίνει τη μηχανή του οχήματος και το κιβώτιο ταχυτήτων. Χρησιμοποιείται γιατί είναι ανθεκτικό σε μεγάλες θερμοκρασίες και μεγάλης διάρκειας.

4.5.2.1 Νέες εφαρμογές απόβλητων λιπαντικών ελαίων

- **Αρίστης ποιότητας καύσιμα**
Για παράδειγμα, πετρέλαιο diesel για τα σκάφη
- **Λιπαντικό έλαιο**
- **Πετρέλαιο ροής**
Μια ουσία που χρησιμοποιείται όπως η πίσσα στα υλικά κατασκευής σκεπής

Εκτός από τα χρησιμοποιημένα ορυκτέλαια και τα απόβλητα έλαια, υπάρχουν και άλλα ρευστά σε ένα όχημα τα οποία πρέπει επίσης να αφαιρεθούν κατά την αποσυναρμολόγηση του οχήματος και πριν αυτό διατεθεί προς ανακύκλωση. Αυτά τα ρευστά είναι το ρευστό του κλιματιστικού, το απορρυπαντικό υγρό των υαλοκαθαριστήρων, τα ψυκτικά, τα υγρά φρένων. Κάθε ένα από αυτά μπορεί να ανακυκλωθεί.

4.5.3 Απορρυπαντικό υγρό υαλοκαθαριστήρων

Το απορρυπαντικό υγρό υαλοκαθαριστήρων μοιάζει και αυτό με το ψυκτικό υγρό και μεταχειρίζονται με τον ίδιο τρόπο: με την απόσταξη. Η απόσταξη συνεπάγεται το διαχωρισμό των διαφόρων συστατικών ενός μίγματος με μια διαδικασία θέρμανσης. Μόνο το απορρυπαντικό υγρό υαλοκαθαριστήρων με μια ελάχιστη περιεκτικότητα σε οινόπνευμα 5% μπορεί να ανακυκλωθεί. Το απορρυπαντικό υγρό υαλοκαθαριστήρων μπορεί να περιέχει 10% τρεις διαφορετικές αλκοόλες: μεθανόλη, αιθανόλη και ισοπροπυλοαλκοόλη και 90% νερό. Οι αλκοόλες αυτές πωλούνται στην καθαρή τους μορφή. Το ρευστό περιέχει επίσης μια γλυκόλη τη MEG, η οποία προστατεύει το απορρυπαντικό υγρό από το πάγωμα κατά τη διάρκεια του χειμώνα. Εκτός από αυτά, τα ρευστά αυτά είναι και αδιάσπαστα. Το αποτέλεσμα έτσι, είναι ένα μη καθαρό τελικό προϊόν.

Οι αλκοόλες, που αναμιγνύονται με το νερό και τις πρόσθετες ουσίες, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να κάνουν το νέο απορρυπαντικό υγρό υαλοκαθαριστήρων, καθώς επίσης και για άλλες βιομηχανικές εφαρμογές.

4.5.4 Ψυκτικά υγρά

Τα ψυκτικά υγρά αποτελούνται από 60% νερό και 40% διάφορες γλυκόλες. Μια μηχανή περιέχει περίπου 5 λίτρα ψυκτικού υγρού. Τα υγρά αυτά κυκλοφορούν στη μηχανή, απορροφώντας τη ζέστη και μετατρέποντας την σε κατάλληλη για τη μηχανή θερμοκρασία. Έπειτα το ψυγείο του αυτοκινήτου κρυώνει το υγρό πριν αυτό κυκλοφορήσει ξανά.

Τα ψυκτικά υγρά περιέχουν και μια μονοαιθυλένια γλυκόλη (MEG), η οποία ανακτάται από το ψυκτικό υγρό με τη μέθοδο της απόσταξης. Η διαδικασία ξεχωρίζει το νερό από οποιεσδήποτε ακαθαρσίες και απόβλητα. Η ανακτημένη MEG αναμιγνύεται με νερό και άλλα προσθετικά, με προοπτική να δημιουργηθεί ένα καινούριο ψυκτικό υγρό. Η MEG γλυκόλη χρησιμοποιείται επίσης σε διαλύτες για τη βιομηχανία παραγωγής χρωμάτων.

4.5.5 Υγρό κλιματιστικού

Το υγρό του κλιματιστικού είναι ένα χημικά επικίνδυνο ρευστό και μοιάζει πολύ με αυτό του ψυγείου του αυτοκινήτου. Μόνο σε ειδικευμένες εταιρείες επιτρέπεται να γίνει συμπλήρωση ή απόσταξη του ρευστού του κλιματιστικού.

4.5.6 Υγρά φρένων

Το υγρό φρένων είναι ένα λεπτό, ελαιώδης ουσία που αποτελείται από μια σειρά διαφόρων γλυκολών. Βρίσκεται στα φρένα και χρησιμεύει στο να μεταδίδει την ασκούμενη δύναμη στο πετάλι του φρένου, όταν το αυτοκίνητο πρόκειται να ακινητοποιηθεί.

Η ανακύκλωση των υγρών φρένων ονομάζεται "αναγέννηση". Η αναγέννηση είναι μια διαδικασία από την οποία οι ουσίες γίνονται πάλι χρήσιμες. Το πρώτο στάδιο στη διαδικασία ανακύκλωσης αποτελείται από μια συγκεκριμένη διαδικασία στην οποία τα μεταλλικά και λαστιχένια κομμάτια, παρόντος του νερού, αφήνονται να κατακαθίσουν, πριν αυτά αφαιρεθούν από το νερό με κοσκίνισμα. Οποιοδήποτε ορυκτέλαιο στο υγρό φρένων μπορεί να

εξαχθεί με μια πολύ ακριβή διαδικασία χωρισμού. Το νερό εξάγεται μετά από την προσθήκη διαφόρων χημικών ουσιών. Το υγρό φρένων που προκύπτει μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί υπό αυτήν τη μορφή στην αυτοκινητοβιομηχανία μετά από διάφορες πρόσθετες επεξεργασίες. Για να το καταστήσουν κατάλληλο για την επαναχρησιμοποίηση στα αυτοκίνητα προστίθενται χημικές και χρωστικές ουσίες στο ανακυκλωμένο φρενάροντας ρευστό.

4.6 ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΜΕΡΗ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ

Ως πλαστικά ορίζουμε αυτά τα ανθρωπογενή, μη-μεταλλικά υλικά, τα οποία βασίζονται σε φυσικά ή συνθετικά πολυμερισμένα μόρια και τα οποία σχηματοποιούνται υπό την επίδραση συγκεκριμένων φυσικών καταστάσεων. Σε σύγκριση με άλλα βασικά υλικά όπως τα μέταλλα, τα πλαστικά είναι πολύ πιο βολικά στην επεξεργασία τους και δίνουν πολύ πιο εύκολα τα τελικά προϊόντα. Τα τεχνικά και οικονομικά οφέλη που προσφέρουν σε συνδυασμό με τις σημαντικές φυσικοχημικές ιδιότητες τους καθιστούν τα πλαστικά ως την προτιμότερη λύση σε μια ευρεία γκάμα βιομηχανικών εφαρμογών, από υλικά συσκευασίας έως υλικά υψηλών τεχνολογικών προδιαγραφών.

Το κύριο περιβαλλοντικό πρόβλημα που προκύπτει από την χρήση των πλαστικών μερών του αυτοκινήτου δεν είναι η υπέρμετρη κατανάλωση ενέργειας κατά την παραγωγή τους, αλλά οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από την ανεξέλεγκτη ή ελεγχόμενη διάθεσή τους αφού ολοκληρώσουν τη ζωή τους ως καταναλωτικά προϊόντα. Ο λόγος που τα καθιστά εχθρικά προς το περιβάλλον είναι ότι αποικοδομούνται, δηλ. αποσυντίθενται, με πολύ αργό ρυθμό: ένα πλαστικό μπουκάλι αποσυντίθεται σε 450 χρόνια, ενώ ένα σχοινί σε 3-14 μήνες, ένα χαρτί σε 4-6 εβδομάδες.

Η ανακύκλωση των μεταλλικών μερών ενός αυτοκινήτου (75%) αποτελεί μια ανεπτυγμένη βιομηχανία: η ανάκτηση του μετάλλου είναι μια συνήθης πρακτική και η σχετική διαδικασία είναι ήδη σχεδόν πλήρως ανεπτυγμένη.

Το υπόλοιπα μη μεταλλικά μέρη (25%) είναι κυρίως πλαστικά και η αναγνώριση, ο διαχωρισμός και η δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσής τους είναι πολύ πιο δύσκολες και δαπανηρές διαδικασίες.

Ένα αυτοκίνητο αποτελείται από έναν αυξημένο αριθμό διαφορετικών πλαστικών. Η σκληρότητα, η ικανότητα να αντιστέκεται στη ζέστη και το σχετικό χαμηλό βιομηχανικό κόστος, είναι μερικά από τα χαρακτηριστικά που κάνουν σημαντικά τα πλαστικά σε ένα όχημα. Όταν δε συγκρίνονται με το μέταλλο, προσφέρουν επιπλέον πλεονεκτήματα όπως το μικρότερο βάρος. Τα μέρη μπορούν επίσης να κατασκευαστούν από διαφορετικούς τύπους πλαστικών ή συνδυασμό πλαστικού και μετάλλου. Ένας αριθμός τύπων πλαστικού απορρίμματος αποσυντίθεται και ανακυκλώνεται σε καινούρια πλαστικά προϊόντα.

Μέρος Οχήματος	Κύριος Τύπος Πλαστικού	Βάρος σε μέσο όχημα
Προφυλακτήρες	PP	10,4
Καθίσματα	PUR,PP,PA,PVC,ABS	18,4
Τμήμα θέσης οδήγησης	PP,SMA,ABS,PC,PVC,PU	21,3
Συστήματα καυσίμων	PE,POM,PA	8,6
Σκελετός οχήματος	PP,PPE,UP	10,8
Εντός των συστατικών των καλυμμάτων	PA,PP,PBT	13,8
Εσωτερική διακόσμηση	PP,ABS,POM,PVC,PUR	31
Συστατικά ηλεκτρικού εξοπλισμού	PP,PVC,PA,PBT,PE	10,3
Εξωτερική διακόσμηση	ABS, PA,PP,PBT,ASA	5,1
Φωτισμό	PP,PC,ABS,PMMA,UP	5,6
Υλικά για ταπετσαρία	PUR,PP,PVC	6,8
Δεξαμενές	PP,PE,PA	1,5
ΣΥΝΟΛΟ		143,4

Πίνακας 4.11 Τύποι και εφαρμογές πλαστικών ανά όχημα

Πλαστικά μέρη, τα οποία όταν διατίθενται στο περιβάλλον δημιουργούν προβλήματα, λόγω του γεγονότος ότι βιοαποδομούνται δύσκολα είναι:

- Πολυεστέρες: από το υλικό αυτό είναι κατασκευασμένες οι ζώνες ασφαλείας.
- ABS: πρόκειται για σκληρό πλαστικό, από το οποίο είναι κατασκευασμένα τα καλύμματα των κώνων των τιμονιών καθώς και οι

κεντρικές κονσόλες.

- Πολυπροπυλένιο: είναι ένα μαλακό πλαστικό υλικό από το οποίο αποτελούνται οι προφυλακτήρες, διάφορα εξαρτήματα του κινητήρα, το εξωτερικό κάλυμμα της μπαταρίας καθώς και διάφορα εσωτερικά μικροεξαρτήματα.

Το πλαστικό είναι ανακυκλώσιμο, ωστόσο οι προσμείξεις που περιέχει και η μεγάλη ποικιλία πλαστικών (50 περίπου είδη) που χρησιμοποιούνται από τις βιομηχανίες καθιστούν τη διαδικασία αυτή πολύ δύσκολη. Με μια μέθοδο που έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται από το 1987, όλα τα πλαστικά απορρίμματα, και αυτά του αυτοκινήτου, συμπιέζονται χωρίς προηγούμενη διαλογή και καθαρισμό τους, για να μειωθεί ο όγκος τους. Έπειτα ακολουθεί η θέρμανσή τους και η συνεχής ζύμωση σε θερμοκρασία γύρω στους 200^ο C. Αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι η παραγωγή ενός ρευστού ομοιόμορφου υλικού που μπορεί να μορφοποιηθεί κατάλληλα με χύτευση υπό πίεση. Το υλικό που προκύπτει είναι δεύτερης ποιότητας, που ωστόσο, μπορεί να βελτιωθεί, αν διοχετευτεί σε αυτό ποσότητα καθαρού πλαστικού.

4.6.1 Εξωτερικά πλαστικά αυτοκινήτου

4.6.1.1 Προφυλακτήρες

Ο σκοπός του προφυλακτήρα είναι να προστατέψει το αυτοκίνητο σε μικρές συγκρούσεις. Γενικά είναι κατασκευασμένοι από πολυπροπυλένιο (PP) ή πολυανθρακικό (PC) πλαστικό. Τα προνομιούχα χαρακτηριστικά του πολυπροπυλενίου είναι ότι απορροφά εύκολα την προσκρουόμενη ενέργεια, και όταν συμπιεστεί, αντί να σπάσει, επανέρχεται εν μέρει στην αρχική του κατάσταση, είναι δηλ. πιο ελαστικό. Παρόλο που και ο πολυάνθρακας απορροφά την προσκρουόμενη ενέργεια σε μεγάλο βαθμό, σπάει πιο εύκολα απ' ό τι το πολυπροπυλένιο.

Οι προφυλακτήρες ταξινομούνται με το χέρι σύμφωνα με το είδος του πλαστικού που χρησιμοποιείται. Οι μόνοι προφυλακτήρες οι οποίοι είναι

κατάλληλοι για περαιτέρω επεξεργασία είναι εκείνοι που είναι φτιαγμένοι από πολυπροπυλένιο (PP) ή πολυάνθρακα (PC).



Εικόνα 4.10 Συλλογή προφυλακτών σε εγκατάσταση ανακύκλωσης

Οι προφυλακτήρες PP και PC χωρίζονται μεταξύ τους κατά τη διάρκεια της ταξινόμησης με το χέρι, δεδομένου ότι είναι αδύνατον να χωριστούν κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ανακύκλωσης. Οι προφυλακτήρες PP μειώνονται στο μέγεθος σε έναν καταστροφέα-τεμαχιστή. Τα μικρά μεταλλικά μέρη και τα πλαστικά διαχωρίζονται αμέσως μετά από τους προφυλακτήρες PC. Τα μεταλλικά τμήματα απομακρύνονται με τη χρήση μαγνητών. Το νερό χρησιμοποιείται για να χωρίσει τα πλαστικά και τους άλλους ρύπους εκμεταλλευόμενο την πυκνότητα του καθενός υλικού. Αντίθετα από τα άλλα πλαστικά και τους ρύπους, τα PP συνεχίζουν να επιπλέουν. Οποιοιδήποτε ρύποι αφαιρούνται με το χέρι από τους προφυλακτήρες PC οι οποίοι μετά τεμαχίζονται.

Το υλικό που βγαίνει από τον καταστροφέα-τεμαχιστή είναι ακόμα αρκετά μεγάλο, περίπου 30cm μακρύ. Το υλικό μειώνεται περαιτέρω σε μέγεθος σε έναν μύλο αλέσεως έως ότου τα μέρη προφυλακτών γίνουν μερικά χιλιοστά. Τα μέρη προφυλακτών αποκαλούνται "κοκκοποιημένα". Τα κοκκοποιημένα μέρη πλένονται αρχικά για να αφαιρεθεί κάθε ρύπος, και έπειτα μπαίνουν σε ένα περιστροφικό στεγνωτήριο και αφήνονται να ξεραθούν. Αν και τα κοκκοποιημένα μέρη είναι έτοιμα προς χρήση σε μερικές εφαρμογές, η περαιτέρω προκαταρκτική επεξεργασία είναι απαραίτητη προτού να μπορέσουν να χρησιμοποιηθούν για άλλες εφαρμογές. Μετά προστίθενται κάποιες πρόσθετες ουσίες στα κοκκοποιημένα μέρη. Τα

κοκκοποιημένα μόρια που περιέχουν ένα αριθμό πρόσθετων ουσιών καλείται "επανακοκκοποιημένα" που μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν σε νέες εφαρμογές.

Τα ανακυκλωμένα πλαστικά των προφυλακτήρων μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πλαστικά μέρη για τα συστήματα θέρμανσης στα νέα αυτοκίνητα.

4.6.1.2 Σχάρες

Σχεδόν κάθε σχάρα αποτελείται από ABS (Acrylonitrile-Butadiene-Styrene) Ακρυλονιτρίλιο – Βουτανιέδιο -Στυρένιο.

Παρόλο όμως που αυτό το καλής ποιότητας πλαστικό είναι πιο ακριβό και εύθραυστο, τα χαρακτηριστικά του παίζουν σημαντικό ρόλο στην οπτική όψη, το περασμένο με βερνίκι-λούστο ABS είναι καλαίσθητο.

Το πρώτο στάδιο στη διαδικασία ανακύκλωσης είναι να μειωθεί το μέγεθος των κιγκλιδωμάτων σε ένα μέγεθος το πολύ 30 χιλιοστών. Μετά τα μεταλλικά μέρη εξάγονται μαγνητικά με έναν σιδηρούχο διαχωριστή. Στη συνέχεια το πλαστικό μίγμα τοποθετείται σε έναν ειδικό διαλύτη. Τα ABS θα διαλυθούν στο διαλύτη ενώ κάποια άλλα πλαστικά όχι. Ο διαλύτης θα αραιωθεί εάν του προστεθεί νερό κατά τη διάρκεια της τοποθέτησης των κιγκλιδωμάτων μέσα σε αυτόν. Το ABS δε διαλύεται καλά στο διαλύτη που έχει αραιωθεί με νερό. Γι' αυτό τα κιγκλιδώματα πρέπει να είναι στεγνά. Άλλα πλαστικά και μέταλλα δεν διαλύονται στο ρευστό και μπορούν να φιλτραριστούν από αυτό. Το ABS ανακτάται από το ρευστό και ανακυκλώνεται σε νέα προϊόντα. Οι ίνες γυαλιού από τα κιγκλιδώματα θα μπλοκάρουν το φίλτρο, με αποτέλεσμα το σταμάτημα της διαδικασίας ανακύκλωσης, ή μπορεί να καταλήξουν στο τελικό πλαστικό προϊόν και επομένως η ποιότητα του προϊόντος θα είναι κατώτερη.

Το ανακυκλωμένο ABS επαναχρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη στη βιομηχανία επεξεργασίας πλαστικών για την παραγωγή πολλών νέων ειδών προϊόντων, όπως νέα κιγκλιδώματα καθώς επίσης πολλά είδη οικιακών συσκευών.

4.6.1.3 Πίσω φώτα

Τα πίσω φώτα είναι φτιαγμένα από διάφορα είδη πλαστικού. Το διάφανο μέρος είναι φτιαγμένο από PMMA και η θήκη από ABS πλαστικό.

4.6.1.4 Τάσια τροχών

Τα τάσια των τροχών του αυτοκινήτου είναι κατασκευασμένα από πλαστικό (ABS ή πολυαμίδιο) και χρησιμοποιούνται για να βελτιώσουν την οπτική εικόνα των τροχών. Επιπλέον, προστατεύουν τους τροχούς από την τριβή με το κράσπεδο, όταν παρκάρουμε το αυτοκίνητο.

Τα τάσια των τροχών αποτελούνται από διαφορετικούς τύπους πλαστικού. Κατά την παράδοση τους ταξινομούνται με το χέρι σύμφωνα με τη σύνθεσή τους και με οπτική αναγνώριση ή ανάλογα τον εξοπλισμό τους, διακρίνονται σε διαφορετικά είδη πλαστικού. Τα τάσια καθαρίζονται και γυαλίζονται κατά την προετοιμασία. Μετά το γυαλισμένο τμήμα στέκεται για μερικά δευτερόλεπτα μπροστά από έναν οπτικό εξοπλισμό αναγνώρισης που μπορεί να προσδιορίσει -με τη διαδικασία της υπέρυθρης ακτινοβολίας -τον τύπο του πλαστικού από τον οποίο αποτελείται το τάσι.

Κατόπιν αφού οι διαφορετικοί τύποι τασιών έχουν ταξινομηθεί τεμαχίζονται. Τα μεταλλικά δαχτυλίδια πρέπει να αφαιρεθούν δεδομένου ότι βλάπτουν τον καταστροφέα, αν και τα μικρά κομμάτια μετάλλου ή τα επίπεδα μεταλλικά δαχτυλίδια δεν δημιουργούν ιδιαίτερα προβλήματα κατά τη διάρκεια του τεμαχισμού. Μετά από τον τεμαχισμό τα μεταλλικά μέρη εξάγονται με τη χρήση μαγνητών. Το καθαρό κοκκοποιημένο πλαστικό χρησιμοποιείται για διάφορες εφαρμογές πλαστικών. Οι ίνες γυαλιού που ενισχύουν τα τάσια δεν επιτρέπονται. Το γυαλί που προέρχεται από τις ίνες γυαλιού και ενισχύει τα τάσια τεμαχίζεται σε πολύ μικρά κομμάτια. Τα μόρια γυαλιού που προκύπτουν δεν μπορούν να αφαιρεθούν από το μίγμα. Οι ακαθαρσίες στα κοκκοποιημένα μόρια γυαλιού, καθιστούν το υλικό ακατάλληλο για επαναχρησιμοποίηση.

4.6.2 Εσωτερικά πλαστικά αυτοκινήτου

4.6.2.1 Αφρός πολυουρεθάνης

Η πολυουρεθάνη βρίσκεται στον τύπο πολυουραιθανικού αφρού που χρησιμοποιείται στα καθίσματα των αυτοκινήτων. Η ελαστικότητά του τού επιτρέπει να παίρνει διάφορες μορφές. Όταν ξηραίνεται είναι ισχυρό, ελαστικό και άνετο, με αποτέλεσμα ιδανικό για το γέμισμα των καθισμάτων.

Τα δέματα αφρού PUR ελέγχονται στην εισαγωγή για την υγρασία, την παρουσία μετάλλων και ακαθαρσιών όπως ο σκληρός αφρός PUR και το πλαστικό. Τα δέματα έπειτα διαχωρίζονται και τεμαχίζονται, πρώτα κατά προσέγγιση και μετά σε πολύ λεπτά τεμάχια. Έπειτα, τα μικρά τεμάχια μπορούν να ανακυκλωθούν με κάποιον από τους παρακάτω τρόπους:

1. Μπορούν να αναμιχθούν με υφαντικές ίνες και να μετατραπούν σε μάλλινο υλικό ή
2. Μπορούν επίσης να ξαναγίνουν αφρός

Κατά τη διάρκεια της παραγωγής οι νιφάδες αφρού αναμιγνύονται με ένα συνδετικό υλικό σε έναν μεγάλο αναμίκτη. Το μίγμα συμπιέζεται μέσα σε μεγάλους συμπιεστές. Η ποσότητα νιφάδων PUR που συμπιέζονται στους συμπιεστές διαμόρφωσης καθορίζεται από τη σκληρότητα του τελικού υλικού. Μετά φυσιέται ενδιάμεσα ζεστός αέρας. Η επαφή με το νερό (ατμός) δίνει στο συνδετικό υλικό μια συγκολλητική ποιότητα και οι νιφάδες PUR συγκολλούνται μεταξύ τους. Ο αφρός PUR πρέπει να αφηθεί να ξεραθεί, προτού να κοπεί στο μέγεθος που απαιτεί η νέα εφαρμογή.

4.6.2.2 Νέες εφαρμογές

- **Γέμισμα για τα καθίσματα των αυτοκινήτων και τα έπιπλα, τα στρώματα, τα αθλητικά χαλιά**

Τα κομμάτια αφρού κόβονται στο μέγεθος που απαιτείται ώστε να γεμίσει τα καθίσματα αυτοκινήτων, τα στρώματα, τα αθλητικά χαλιά και τα έπιπλα.

- **Υλικό μόνωσης**

Το μάλλινο υλικό χρησιμοποιείται στα νέα αυτοκίνητα ως υλικό μόνωσης κάτω από την κάλυψη πατωμάτων και μεταξύ της μηχανής και του χώρου των επιβατών.

4.6.3 Ζώνες ασφαλείας

Οι ζώνες ασφαλείας είναι κατασκευασμένες από ίνες πλαστικού, πολυαμίδιο, PET (γνωστό από τα μπουκάλια ελαφρών ποτών) ή από συνδυασμό των παραπάνω. Οι δομή των ινών επιτρέπει στο πλαστικό να αντέχει σε μεγάλες δυνάμεις πριν σπάσει ή σκιστεί, ένα χαρακτηριστικό που το κάνει ιδανικό για την προστασία των ατόμων στην περίπτωση της ζώνης ασφαλείας.

Οι ζώνες ασφάλειας ανακυκλώνονται με διάφορους τρόπους. Οι ζώνες μετασχηματίζονται σε ίνες και επαναχρησιμοποιούνται υπό αυτήν τη μορφή ως πρώτη ύλη για άλλα προϊόντα. Ένας μικρός αριθμός των ζωνών χρησιμοποιείται με την υπάρχουσα μορφή τους ως σύνδεσμοι δέντρων ή κορμών.

Κάποιοι τρόποι ανακύκλωσης των ζωνών ασφαλείας είναι οι εξής:

4.6.3.1 Ανακυκλώνοντας τις ζώνες σε ίνες

Οι ζώνες ασφάλειας παραδίδονται μέσα σε κιβώτια. Η διαδικασία ανακύκλωσης αρχίζει με μια επιθεώρηση με το χέρι, ελέγχοντας τις ζώνες για την παρουσία μεταλλικών και πλαστικών μερών. Μετά από την επιθεώρηση με το χέρι, οι ζώνες περνούν μέσω ενός ανιχνευτή μετάλλων πάνω σε μια ταινία μεταφορών. Εάν υπάρχει μέταλλο μεταξύ ή μέσα στις ζώνες, η ταινία μεταφορών σταματάει και το μέταλλο αφαιρείται με το χέρι. Αυτός ο έλεγχος μετάλλων είναι πολύ αυστηρός δεδομένου ότι το μέταλλο μπορεί να καταστρέψει τα μαχαίρια που κόβουν τις ζώνες στα κομμάτια. Οι ζώνες τεμαχίζονται στα κομμάτια, με διαστάσεις το πολύ 15 X 8 εκατοστά. Τα κομμάτια αναμιγνύονται με άλλα υλικά σε ένα τύμπανο μίξης όπου δημιουργείτε ένα ομοιογενές μίγμα. Το μίγμα τοποθετείται σε μια μηχανή που

διαχωρίζει τις ίνες, με τη βοήθεια μεγάλων κυλίνδρων με καρφιά, που θα πιάσουν όποια υπόλοιπα πλαστικά μέρη έχουν παραμείνει. Τα καρφιά που καλύπτονται από πλαστικά κομμάτια, δεν είναι πλέον ικανά να μετατρέψουν τα υλικά σε ίνες. Τα πλαστικά κομμάτια δημιουργούν έτσι στη διαδικασία της ανακύκλωσης προβλήματα. Οι ζώνες με διπλή βελονιά ή αυτές που είναι στερεωμένες δεν μπορούν να μετατραπούν σε ίνες εξ αιτίας της υπερβολικής αντίστασής τους. Οι ίνες που προκύπτουν πιέζονται σε δέματα για να χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη για περαιτέρω επεξεργασία και παραγωγή μάλλινων προϊόντων.

4.6.3.2 Παραγωγή μάλλινων προϊόντων

Οι ίνες των ζωνών ασφαλείας αναμιγνύονται με κλωστοϋφαντουργικό προϊόν και άλλες ίνες προκειμένου να δοθούν στο τελικό προϊόν ορισμένες ιδιότητες. Οι ίνες συμπιέζονται στη συνέχεια για να διαμορφωθούν οι μάλλινοι τάπητες. Οι τάπητες μπορούν να ενισχυθούν εάν είναι απαραίτητο. Οι τάπητες συνδυάζονται και συρράβονται μεταξύ τους για να διαμορφώσουν ένα ενιαίο ντυμένο σύνολο. Εκτός από το ότι είναι σκληρό, το επίστρωμα είναι ανθεκτικό και στη πυρκαγιά. Τελικά οι τάπητες παραδίδονται στον πελάτη σε φύλλα ή σε ρολό.



Εικόνα 4.11 Ανακυκλωμένες ζώνες ασφαλείας ως τάπητες αυτοκινήτων

4.6.3.3 Ανακύκλωση των ζωνών

Στην παράδοση, οι ζώνες ταξινομούνται σε χρώματα. Ένας ποιοτικός έλεγχος ακολουθεί και τότε οι ζώνες ελέγχονται για ακαθαρσίες, υγρασία, μέταλλα και πλαστικά μέρη. Οι ζώνες συρράπτονται έπειτα και συσκευάζονται σε ρολό.



Εικόνα 4.12 Ανακυκλωμένες ζώνες ασφαλείας τυλιγμένες σε ρολά για οποιαδήποτε χρήση π.χ. δέσιμο δέντρων

4.6.3.4 Νέες εφαρμογές

- **Κάλυψη υλικών**
Ο τάπητας χρησιμοποιείται για να καλύψει τα ελατήρια στη βιομηχανία επίπλων
- **Υλικό μόνωσης**
Ο τάπητας χρησιμοποιείται στο εμπόριο οικοδομικών υλικών ως θερμική μόνωση στα πλαίσια των παραθύρων
- **Δέσιμο δέντρων**
Για να σταματήσουν τα δέντρα να λυγίζουν και να σπάνε όταν φυσάει ο άνεμος, οι ζώνες ασφάλειας χρησιμοποιούνται για να τα δένουν κατά την διάρκεια της φύτευσης μαζί με τους πασσάλους που τοποθετούνται δίπλα τους

4.6.4 Πλαστικά μέρη στο μηχανικό κομμάτι του οχήματος

Σχεδόν ένα στα δύο καινούρια αυτοκίνητα σήμερα έχει πλαστικό ρεζερβουάρ από υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο. Τα ρεζερβουάρ αυτά παρουσιάζουν δύο βασικά προβλήματα που περιορίζουν την ανακυκλωσιμότητα τους: ευκολία αφαίρεσης από το αυτοκίνητο και ρύπανση που προκαλείται από το καύσιμο.

Τελευταία έχει αναπτυχθεί με επιτυχία ένας γρήγορος τρόπος αποσυναρμολόγησης των ρεζερβουάρ και μια μέθοδο που επιτρέπει την απορρύπανση του υλικού προκειμένου να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ξανά για την κατασκευή νέων ρεζερβουάρ. Η διαδικασία αυτή είναι γνωστή ως κλειστός δακτύλιος ανακύκλωσης, στο πλαίσιο του οποίου το υλικό ενός προϊόντος χρησιμοποιείται επανειλημμένα για την παραγωγή του ίδιου προϊόντος στο μέλλον.

Πλαστικά μέρη είναι:

- Το ρεζερβουάρ του απορρυπαντικού υγρού των υαλοκαθαριστήρων
- Το ρεζερβουάρ του υγρού φρένων
- Το έλασμα κάλυψης της μηχανής
- Πλαστική δεξαμενή καυσίμων

Οι δεξαμενές καυσίμων συνηθίζονταν να κατασκευάζονται από ατσάλι. Λαμβάνοντας υπ' όψη τη μείωση βάρους του οχήματος, πλέον κατασκευάζονται από ένα πλαστικό τύπου HDPE. Επιπλέον πλεονεκτήματα για τη χρήση του πλαστικού είναι ότι είναι δυνατότερο από το ατσάλι και δεν διαβρώνεται.

Μια λύση στο πρόβλημα ανακύκλωσης των πλαστικών προσφέρει το βιοπλαστικό, ένα είδος πλαστικού που παρασκευάζεται με τη βοήθεια βακτηριδίων και ανακαλύφτηκε το 1988 από μια βρετανική εταιρία. Σε αντίθεση με τα κοινά πλαστικά, που είναι απρόσβλητα σε μικροοργανισμούς και δεν αποσυντίθενται, το βιοπλαστικό μπορεί να αποσυντεθεί μέσα στο έδαφος μέσω μυκήτων και βακτηριδίων σε διάστημα λίγων μηνών. Από βιοπλαστικό κατασκευάζονται ήδη μπουκάλια, δοχεία, μεμβράνες συσκευασίας κ.λπ., ενώ υπάρχουν πολλές προοπτικές για επέκταση της

χρήσης του και στα αυτοκίνητα.

Τονίζεται ότι με την εξέλιξη της τεχνολογίας, η χρήση πλαστικού υλικού αυξάνεται λόγω του γεγονότος ότι με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται καλύτερο αεροδυναμικό σχήμα στο αυτοκίνητο και επιπλέον με τη μείωση του βάρους του αυτοκινήτου αυξάνεται η ενεργειακή του απόδοση.

4.7 ΑΜΑΞΩΜΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ

Το 75% περίπου από ένα αυτοκίνητο αποτελείται από μέταλλο. Όσον αφορά την ασφάλεια και την σταθερότητα ενός αυτοκινήτου, τα χαρακτηριστικά των μετάλλων έχουν δοκιμαστεί τόσο, ώστε παρά την ανάπτυξη της χρήσης των πλαστικών στα οχήματα, τα μέρη που απαιτούν αντοχή σε μεγάλα φορτία δυνάμεων κατασκευάζονται ακόμη από μέταλλο.

Ανακυκλώσιμα μέταλλα είναι το αλουμίνιο, ο σίδηρος, ο χάλυβας, ο μόλυβδος, ο χαλκός, ο κασσίτερος, ο ψευδάργυρος κ.ά. Τα υπολείμματα από την κατεργασία μετάλλων στη βιομηχανία, καθώς και τα παλιά αυτοκίνητα μετατρέπονται σε χρήσιμες πρώτες ύλες μέσω μεθόδων ανακύκλωσης.

Τα σιδηρούχα απορρίμματα τήκονται με διάφορες μεθόδους και δίνουν ως πρώτη ύλη σίδηρο ή χάλυβα. Για την ανακύκλωση των μη σιδηρούχων μετάλλων εφαρμόζονται διάφορες μέθοδοι με στόχο την απομάκρυνση των προσμείξεων. Τα ανακυκλωμένα μέταλλα καλύπτουν πάνω από το 30% των αναγκών των βιομηχανιών σε πρώτες ύλες. Το αλουμίνιο και ο λευκοσίδηρος είναι τα μέταλλα που αποτελούν τα κύρια ανακυκλώσιμα μέταλλα.

Επομένως, σε μια σύγχρονη κοινωνία, όπου η εξοικονόμηση πλουτοπαραγωγικών πόρων και η προστασία του περιβάλλοντος αποκτούν όλο και μεγαλύτερη σημασία είναι πολύ σημαντική επίσης και η ανακύκλωση του αμαξώματος του αυτοκινήτου, που παρόλο δεν αποτελεί το πιο επιβλαβές στοιχείο, είναι το μεγαλύτερο σε όγκο. Το αμάξωμα των σημερινών αυτοκινήτων αποτελείται κυρίως από αλουμίνιο, σίδηρο, χάλυβα.



Εικόνα 4.13 Συσσωρευμένα αμαξώματα οχημάτων σε εγκατάσταση ανακύκλωσης

4.7.1 Μεταλλικά μέρη στο εξωτερικό του οχήματος

Σκελετός οχήματος

Μεγάλο ποσοστό μετάλλου αποτελεί ο σκελετός του οχήματος. Στις εγκαταστάσεις αποσυναρμολόγησης, από ένα όχημα στο τέλος κύκλου ζωής του αφαιρούνται 19 διαφορετικά απόβλητα υλικά, μερικά από αυτά επικίνδυνα. Το υπόλοιπο εξωτερικό περίβλημα του αυτοκινήτου περιέχει κυρίως σίδηρο και έναν αριθμό από μη σιδηρούχα μέταλλα. Τα μέταλλα διαχωρίζονται και το σίδηρο θα χρησιμοποιηθεί για τη κατασκευή καινούριων οχημάτων.

Ζάντες τροχών

Άλλα μεταλλικά μέρη από το εξωτερικό του οχήματος αποτελούν οι ζάντες των τροχών, που είναι συνήθως κατασκευασμένες από σίδηρο ή αλουμίνιο.

4.7.2 Μεταλλικά μέρη του εσωτερικού του οχήματος

Δεξαμενή LPG (Liquefied Petroleum Gas)

Η δεξαμενή LPG είναι κατασκευασμένη από ατσάλι. Επειδή η δεξαμενή LPG είναι εξαιρετικά εύφλεκτη, πάντοτε αφαιρείται από το όχημα από στην εγκατάσταση αποσυναρμολόγησης και το αέριο αφαιρείται από ειδικευμένες

εταιρείες. Εάν η δεξαμενή πρόκειται να παραμείνει στο εγκαταλελειμμένο όχημα υπάρχει τεράστια πιθανότητα μεγάλης έκρηξης με τις λοιπές συνέπειες. Κατά την άφιξη στην επιχείρηση ανακύκλωσης, οι δεξαμενές LPG εξαερώνονται αρχικά, και τα αποσπασματικά υγρά LPG καθαρίζονται με τη βοήθεια της ιζηματοποίησης. Το ίζημα μεταφέρεται σε έναν εξουσιοδοτημένο ανακυκλωτή και τα υπόλοιπα καθαρά LPG αποθηκεύονται σε μεγάλες δεξαμενές. Όταν καθαρίζονται οι κενές δεξαμενές γίνεται ένας έλεγχος για να εξασφαλίσει ότι όλο το αέριο LPG έχει εξαχθεί. Έπειτα, οι δεξαμενές αποσυναρμολογούνται πλήρως. Οι κενές δεξαμενές καθαρίζονται, και μετά ο χαλκός και ο ορείχαλκος των συναρμολογήσεων και των καλωδίων διαχωρίζονται, σύμφωνα με τον τύπο, για να επαναχρησιμοποιηθούν στη βιομηχανία μετάλλων.

4.7.3 Νέες εφαρμογές

- **LPG**

Το καθαρό LPG που ανακτάται από τις δεξαμενές LPG που έχουν παραδοθεί στον ανακυκλωτή επαναχρησιμοποιούνται ως καύσιμα

- **Τμήματα μετάλλων**

Τα τμήματα μετάλλων των δεξαμενών επαναχρησιμοποιούνται στη βιομηχανία μετάλλων

4.7.4 Άλλα μεταλλικά μέρη του οχήματος

Άλλα μεταλλικά μέρη του οχήματος αποτελούν το σασί και το κουτί της μηχανής.

Το μεγαλύτερο μέρος μιας μηχανής αυτοκινήτου αποτελείται από ατσάλι, αλλά το δυναμό περιέχει επίσης χαλκό και το ψυγείο είναι κατασκευασμένο συνήθως από αλουμίνιο. Το ατσάλι χρησιμοποιείται στη μηχανή γιατί είναι ανθεκτικό και πολύ δυνατό υλικό. Ο χαλκός στο δυναμό ή αλλιώς μηχανή εκκίνησης είναι χρήσιμος γιατί είναι πολύ καλός αγωγός των ρευμάτων που

παράγει. Τέλος, το ψυγείο ή καλοριφέρ φτιάχνονται από αλουμίνιο γιατί επίσης είναι καλός αγωγός της θερμοκρασίας.

4.8 ΓΥΑΛΙ

Το γυαλί αποτελείται από άμμο, ανθρακικό νάτριο, ασβέστη και δολομίτη. Όταν αναμιχθεί με σπασμένο, ανακυκλωμένο γυαλί τα συστατικά αποτελούν τη βάση για ένα καινούριο γυαλί. Το γυαλί που χρησιμοποιείται στα αυτοκίνητα (αναφέρεται ως φύλλα γυαλιού) πρέπει να έχει μια ειδική ακαμψία-στερεότητα, σκληρότητα και διαφάνεια και μπορούν να χρωματιστούν ελαφρά. Τα παρμπρίζ είναι συνήθως από πολυστρωματικό γυαλί, το οποίο είναι επικαλυμμένο με μια πλαστική ταινία, η οποία το προστατεύει, εάν σπάσει σε περίπτωση σύγκρουσης, από το θρυμματισμό του σε χιλιάδες κομμάτια. Πολλά πίσω τζάμια αυτοκινήτου περιέχουν στοιχεία θέρμανσης.

Από γυαλί είναι και πολλά μπροστινά φώτα, αν και διαρκώς και περισσότερο φτιάχνονται από πλαστικό. Ωστόσο, στα παλιά αυτοκίνητα υπάρχουν ακόμα φώτα από γυαλί.

Το γυαλί παραδίδεται στην επιχείρηση ανακύκλωσης, όπου διαλύεται, και οποιαδήποτε τμήματα μετάλλων παραμένουν, απομακρύνονται με μαγνήτες. Τα μεγάλα ξένα σώματα αφαιρούνται με το χέρι από το μίγμα του γυαλιού. Ένα φύλλο αλουμινίου PVB φυσιέται έξω από το μίγμα, αφού έχει μειωθεί ακόμη περισσότερο το μέγεθος των κομματιών του γυαλιού. Το φύλλο αλουμινίου PVB μπορεί έπειτα να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες εφαρμογές.

Το επόμενο βήμα είναι να φυσηχτούν οι υπόλοιποι ρύποι από το μίγμα γυαλιού. Το μίγμα γυαλιού είναι τώρα έτοιμο για τη χρήση σε διάφορες εφαρμογές. Τα ξένα σώματα μπορούν να εξαχθούν κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ανακύκλωσης, αν και είναι αδύνατο να αφαιρεθούν εντελώς. Όσο περισσότερα ξένα σώματα υπάρχουν, τόσο φτωχότερη η ποιότητα του τελικού προϊόντος θα είναι. Για αυτό το λόγο, είναι ζωτικής σημασίας το γυαλί να παραμένει χωρίς ξένα σώματα.

4.8.1 Νέες εφαρμογές

- **Κάλυψη του εδάφους**
Το φύλλο αλουμινίου PVB χρησιμοποιείται στο πάτωμα ως υπόστρωμα ταπήτων και στα κιβώτια αλόγων.
- **Ενεργειακή ανάκτηση**
Το φύλλο αλουμινίου PVB μπορεί επίσης να υποβληθεί σε θερμική επεξεργασία και την ανάκτηση ενέργειας.
- **Προϊόντα ινών γυαλιού**
Το γυαλί χρησιμοποιείται σε προϊόντα ινών γυαλιού όπως οι ίνες γυαλιού, το μονωτικό περίβλημα και οι προφυλακτήρες.
- **Μπουκάλια και γυαλί φύλλων**
Το γυαλί χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για την κατασκευή άλλων στοιχείων, συμπεριλαμβανομένων των μπουκαλιών και του φύλλων γυαλιού.
- **Λειαντικά**

4.9 ΣΑΜΠΡΕΛΕΣ

Οι σαμπρέλες είναι φτιαγμένες από καουτσούκ ή ελαστικό βουτυλίου. Παρόλο που το καουτσούκ βουτυλίου έχει τη μοναδική ιδιότητα να είναι σχεδόν αεροστεγές, η χρήση του μειώνεται γιατί τα λάστιχα χωρίς σαμπρέλα γίνονται ολοένα και περισσότερα.



Εικόνα 4.14 Σαμπρέλες ελαστικών οχημάτων

Πρώτα αφαιρούνται οι βαλβίδες. Έπειτα, τεμαχίζονται οι εσωτερικοί σωλήνες σε λουρίδες, πλένονται, μετά τεμαχίζονται περαιτέρω και ξηραίνονται. Έπειτα το λάστιχο αναγεννάτε – κάτω από ισχυρή πίεση σε έναν εξωθητή και το υλικό επιστρέφει στην αρχική χημική δομή του. Το υλικό έπειτα αναμιγνύεται, ζυμώνεται και κόβεται σε πλάκες. Η επιχείρηση ανακύκλωσης πουλάει το υλικό με αυτή την εύκαμπτη μορφή. Οι πελάτες που αγοράζουν το υλικό το μετατρέπουν σε διάφορα λαστιχένια προϊόντα. Η θέρμανση και η διατήρηση σταθερής ατμοσφαιρικής πιέσεως του υλικού βουλκανίζουν το λάστιχο. Ο βουλκανισμός ενισχύει την σκληρότητα και θερμοκρασιακή αντίσταση του λάστιχου.

Το βουτύλιο λάστιχο επαναχρησιμοποιείται στην αυτοκινητοβιομηχανία για τέτοια αντικείμενα, όπως τα στοιχεία που καλύπτουν το εσωτερικό των ελαστικών του αυτοκινήτου για να τα καταστήσουν αεροστεγές.

4.10 ΥΛΙΚΑ ΑΠΟ ΚΟΚΚΟΦΟΙΝΙΚΑ

Οι ίνες κοκκοφοίνικα περνούν μέσω διαφόρων σταδίων κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ανακύκλωσης. Πρώτα τα δέματα των ινών ανοίγονται. Η βάτα τοποθετείται σε μια μηχανή που την τραβά χωριστά. Αυτή η διαδικασία πραγματοποιείται δύο φορές διαδοχικά. Η βάτα τραβιέται βίαια την πρώτη φορά. Αυτή η διαδικασία δημιουργεί σωρούς από ίνες κοκκοφοίνικα, και απελευθερώνει τη σκόνη και το λατέξ τα οποία διαχωρίζονται από τις ίνες κοκκοφοίνικα. Τα τεμάχια είναι διαχωρίζονται περαιτέρω για να παραχθούν μεμονωμένες ίνες. Η πρόσθετη σκόνη και το λατέξ εξάγονται. Οι ίνες κοκκοφοίνικα περιλαμβάνουν τώρα μακριές και κοντές ίνες οι οποίες διαχωρίζονται, κατά επεξεργασία με τους διαφορετικούς τρόπους. Το μεταλλικό σύρμα που υπάρχει μέσα στη βάτα, καταστρέφει τον καταστροφέα.



Εικόνα 4.15 Υλικό κοκκοφοίνικα

Μικρά κομμάτια μετάλλων και άλλες ακαθαρσίες όπως το ύφασμα και ο αφρός PUR καταλήγουν στο τελικό προϊόν δεδομένου ότι δεν μπορούν να χωριστούν από την ίνα κοκκοφοίνικα κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ανακύκλωσης. Το αποτέλεσμα είναι ένα κάτω του μετρίου τελικό προϊόν. Οι μακριές ίνες κοκκοφοίνικα χρησιμοποιούνται για στην παραγωγή για το γέμισμα καθισμάτων αυτοκινήτων. Οι μακριές ίνες κοκκοφοίνικα αναμιγνύονται με τις νέες ίνες κοκκοφοίνικα. Η ζωική τρίχα μπορεί να προστεθεί, όπου απαιτείται. Το λατέξ προστίθεται έπειτα στις ίνες κοκκοφοίνικα σαν συνδετικό μέσο. Οι ίνες κοκκοφοίνικα πιέζονται μετά, ώστε να πάρουν την απαραίτητη ξηρή μορφή. Οι κοντές ίνες δεν είναι αρκετά ελαστικές ώστε επαναχρησιμοποιηθούν για να γεμίσουν τις νέες βάτες. Οι κοντές ίνες συμπιέζονται και χρησιμοποιούνται ως υλικό μονωτικών περιβλημάτων.

4.10.1 Νέες εφαρμογές

- **Νέο γέμισμα ινών κοκκοφοίνικα για τα καθίσματα αυτοκινήτων**
- **Υλικό μονωτικών περιβλημάτων**

4.11 ΑΕΡΙΟ ΤΗΣ LPG ΔΕΞΑΜΕΝΗΣ

Η LPG δεξαμενή αποτελείται βασικά από ατσάλι και εσωκλείει αέριο υδρογονανθράκων σε πίεση. Το αέριο είναι εξαιρετικά εύφλεκτο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο στο αυτοκίνητο. Η δεξαμενή είναι κατασκευασμένη από λεπτό ατσάλι ώστε να προλαμβάνεται έκρηξη από μια σύγκρουση.



Εικόνα 4.16 Δεξαμενή LPG

Η MEG (μονοεθυλική γλυκόλη) παίρνεται από το ψυκτικό μέσο κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ανακύκλωσης μέσω διαχωρισμού από το νερό και τις πρόσθετες ουσίες με τη βοήθεια της απόσταξης. Ο όρος "απόσταξη" σημαίνει ότι τα ρευστά χωρίζονται με μια διαδικασία θέρμανσης. Ο σκοπός της απόσταξης είναι επομένως να παρθεί MEG. Η διαδικασία αφήνει το νερό και τις ακαθαρσίες ως προϊόντα αποβλήτων. Εάν τα ψυκτικά μέσα περιέχουν λιγότερο από 25% MEG, η αναλογία MEG στα προϊόντα αποβλήτων είναι τόσο δυσμενής που η ανακύκλωση ψυκτικών μέσων δεν είναι πλέον κερδοφόρα.

4.11.1 Νέες εφαρμογές

- **Ψυκτικά μέσα**

Η MEG αναμιγνύεται με νερό και πρόσθετες ουσίες για να διαμορφωθεί ένα νέο ψυκτικό μέσο για τα αυτοκίνητα κ.λ.π.

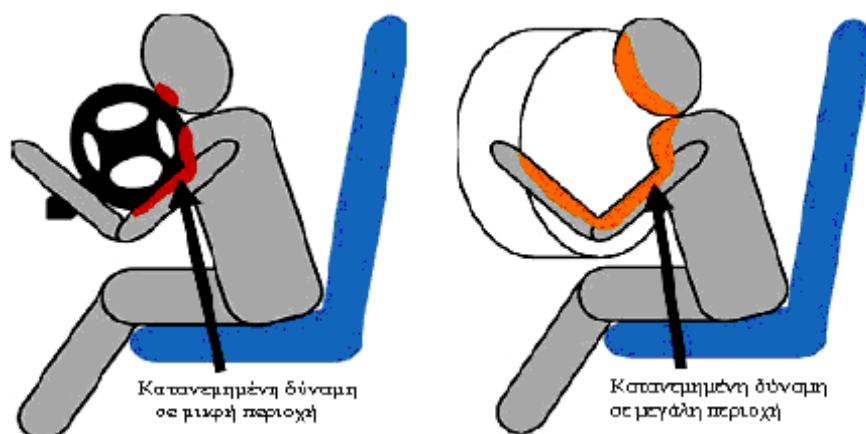
- **Διαλύτες**

Η MEG χρησιμοποιείται στους διαλύτες στη βιομηχανία χρωμάτων

4.12 ΑΕΡΟΣΑΚΟΙ

Οι αερόσακοι ανοίγουν σε μια σύγκρουση, παίρνοντας το σχήμα μαξιλαριού, το οποίο απορροφάει την ενέργεια από την πρόσκρουση του οδηγού και των επιβατών. Ένας αερόσακος αποτελείται από μια πλαστική σακούλα και μια ομάδα μετάλλων που περιέχουν ένα μετάλλευμα πυριτίου. Αυτή η ανάμιξη θεωρείται επικίνδυνη γιατί μπορεί εύκολα να εκραγεί. Για αυτό το λόγο, οι αερόσακοι όπως και το σύστημα που τεντώνει τη ζώνη ασφαλείας πρέπει να αφαιρεθούν σε ειδική εγκατάσταση. Το νεοπρένιο του αερόσακου, ένα πλαστικό, μπορεί να επαναχρησιμοποιηθεί. Οι αερόσακοι περιέχουν μια εκρηκτική χημική ουσία, αζίδιο του νατρίου (NaN_3).

Οι αερόσακοι έχουν σχεδιαστεί ώστε να μειώνουν τον κίνδυνο τραύματος σε συγκρούσεις, με ταχύτητα πάνω από 25χμ την ώρα. Όταν συμβεί μια σύγκρουση μια ποσότητα αερίου απελευθερώνεται και γεμίζει τον αερόσακο σε 30 χιλιοστά του δευτερολέπτου και προστατεύει το άτομο που βρίσκεται στο αυτοκίνητο. Διαδοχικά χρειάζονται 50 χιλιοστά του δευτερολέπτου πριν ο αερόσακος αδειάσει.



Εικόνα 4.17 Τρόπος ανοίγματος αερόσακων

4.13 ΕΝΤΑΤΗΡΑΣ ΖΩΝΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

Κάποια αυτοκίνητα έχουν εντατήρα για τις ζώνες ασφαλείας. Το σύστημα τέντωσης των ζωνών αποτελείται από εντατήρες, που συνθέτουν μια μονάδα με τις αυτόματες ζώνες ασφαλείας και δύο αισθητήρες τοποθετημένους στο μπροστινό μέρος του αυτοκινήτου. Το σύστημα επιβεβαιώνει ότι η ζώνη ασφαλείας είναι τεντωμένη και προσφέρει μια επιπλέον προστασία στα σωματικά μέρη των επιβατών του οχήματος.

Οι εντατήρες είναι τοποθετημένοι στην αρχή της ζώνης ασφαλείας, στο κάτω μέρος του οχήματος. Τραβούν τη ζώνη ώστε να τεντωθεί και να μην αφήσει το σώμα του επιβάτη σε μια σύγκρουση να ταλαντευτεί. Οι εντατήρες θεωρούνται επικίνδυνοι γιατί είναι εκρήξιμοι, λόγω του μίγματος που περιέχουν, το οποίο μπορεί να ενεργοποιηθεί με τη σύγκρουση. Οι εντατήρες πρέπει λοιπόν να αφαιρεθούν και να διαχειριστούν με τον κατάλληλο τρόπο.

4.14 ΦΙΛΤΡΑ ΛΑΔΙΟΥ

Ένα φίλτρο ελαίου αποτελείται από μέταλλο, χαρτί και λάδι. Το φίλτρο ελευθερώνει το λάδι από τα μεταλλικά σωματίδια, από την μηχανή και από άλλα μολυσματικά υλικά.

Τα φίλτρα λαδιού πρέπει να τεμαχίζονται πρώτα κατά προσέγγιση. Το μέγεθος των τεμαχισμένων κομματιών μειώνετε περαιτέρω σε ένα μύλο αλέσματος. Το μίγμα λαδιού, χαρτιού και μετάλλου έπειτα περιστρέφεται με μεγάλη ταχύτητα ώστε να συλλεχτεί χωριστά το λάδι.

Το εναπομείναντα χαρτιά και μέταλλα εξάγονται μαγνητικά. Το μέταλλο χρησιμοποιείται στη βιομηχανία μετάλλων ως ψυκτικό μέσο και το χαρτί των φίλτρων χρησιμοποιείται ως καύσιμο.

4.15 ΤΑΚΑΚΙΑ ΑΠΟ ΑΜΙΑΝΤΟ

Η χρήση του αμιάντου ήταν γνωστή από αρχαιωτάτων χρόνων κυρίως στους αρχαίους Έλληνες που τον χρησιμοποιούσαν ως φυτίλι στα λυχνάρια. Και τα δύο ονόματα asbestos και amiante όπως είναι γνωστός παγκοσμίως είναι ελληνικής προέλευσης. Asbestos από τη λέξη άσβεστος, επειδή δεν καιγόταν κατά τη χρήση του στα λυχνάρια, και αμίαντος από το ότι δεν «υφίστατο μίανσιν». Η εμπορική παραγωγή του αμιάντου άρχισε περίπου το 1880, έφθασε σε 100 χρόνια αργότερα στο ύψος των 6 εκατ. τόνων και μειώθηκε τα τελευταία χρόνια στα 4 εκατ. τόνους. Οι ίνες του αμιάντου ελευθερώνονται με σύνθλιψη σε συνθήκες υγρασίας ή σε ειδικούς μύλους.

Ο αμίαντος θεωρείται ένα από τα πιο επικίνδυνα υλικά που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος. Εκτός από τα τακάκια των φρένων πολλών οχημάτων, υπάρχει ακόμη και στις οικοδομές, στις παλαιότερες σωληνώσεις ύδρευσης και θέρμανσης, στις πλάκες πολλών φούρνων και αλλού. Ο αμίαντος είναι ένας συνδυασμός ορυκτών, η χρήση του οποίου έχει συνδεθεί με πλήθος σοβαρών ασθενειών αλλά και με μεγάλους κινδύνους για το περιβάλλον.

Κατηγορία χρήσεως	%
Αμιαντοτσιμέντα	70
Δάπεδα	10
Αμιαντόχαρτο	7
Τσιμούχες	3
Υφάσματα αμιάντου	2
Χρώματα	2
Πλαστικά	1
Άλλες χρήσεις	5

Πίνακας 4.12 Ποσοστιαία εκτίμηση της χρησιμοποίησης του αμιάντου

Ο αμιάντος (asbestos) είναι πυριτικό υλικό ινώδες, σκληρό και ανθεκτικό στις υψηλές θερμοκρασίες, απρόσβλητο από χημικές δράσεις και έχει αντοχή τετραπλάσια του χάλυβα. Υπάρχει σε αφθονία στα 3/4 περίπου του στερεού φλοιού της γης, η περισσότερη όμως ποσότητα σε εκμεταλλεύσιμα μεγέθη βρίσκεται στα επιφανειακά ορυχεία του Quebec του Καναδά, στα Ουράλια όρη, στη Σοβιετική Ένωση και τη Ν.Αφρική. Απαντάται επίσης στην Κίνα, την Ιταλία, την Κύπρο, τις Η.Π.Α. και τη Δυτ. Αυστραλία. Στην Ελλάδα υπάρχει στη Δυτ. Μακεδονία και Ήπειρο. Οι ίνες του αμιάντου αντιστέκονται στη θερμότητα και τις χημικές ουσίες. Επίσης, μπορούν να μεταφερθούν σχεδόν οπουδήποτε μέσω του αέρα και να προκαλέσουν σοβαρές οργανικές βλάβες σε όποιον τις εισπνεύσει.

Για την τοξικότητα του αμιάντου ευθύνεται κατά κύριο λόγο ο σίδηρος, ο οποίος συνυπάρχει σε διάφορες ποσότητες ανάλογα με τη δομή του εκάστοτε ορυκτού, ο οποίος παίζει καταλυτικό ρόλο στη δημιουργία των ελευθέρων ριζών. Οι ελεύθερες ρίζες είναι παραπροϊόντα του μεταβολισμού τα οποία έχουν πλήθος αρνητικών επιδράσεων στην ανθρώπινη υγεία. Η παρουσία του αμιάντου στα δομικά υλικά έχει αποτελέσει πονοκέφαλο για τους ειδικούς, καθώς η απομάκρυνσή του είναι δύσκολη και πολυδάπανη. Επιπλέον, το πρόβλημα είναι μεγαλύτερο στις περιοχές γύρω από τα σημεία εξόρυξης του ορυκτού, αφού οι μικροσκοπικές του ίνες επικάθονται στο έδαφος, σε μεγάλες

αποστάσεις, γεγονός που καθιστά πολύ δύσκολο το έργο της αφαίρεσής του και αφήνει πολύ μικρά περιθώρια για άλλες παρεμβάσεις.

Οι ίνες του αμιάντου είναι ευρέως διαδομένες στη φύση και διαθέτουν την ιδιότητα να επιπλέουν στο νερό. Μάλιστα, έχει υπολογιστεί ότι όλοι οι άνθρωποι σε κάποια στιγμή της ζωής τους έχουν εκτεθεί στο βλαβερό ορυκτό. Σύμφωνα με τις μετρήσεις των ειδικών, οι ασθένειες που ενδέχεται να προσβάλλουν τον άνθρωπο εκδηλώνονται έπειτα από χρονικό διάστημα 10 έως 40 ετών και τις περισσότερες φορές τα νοσήματα είναι αρκετά σοβαρά. Τα άτομα που ανήκουν στην κύρια ομάδα κινδύνου είναι οι ανθρακωρύχοι, οι οικοδόμοι και οι διάφοροι μηχανικοί που λόγω του επαγγέλματός τους έρχονται σε επαφή με τον αμιάντο. Για όλους τους παραπάνω λόγους έχουν θεσπιστεί μέτρα, τα οποία προβλέπουν τον καλό εξαερισμό των χώρων εργασίας, καθώς και τη χρήση από τους εργαζόμενους ειδικών προσωπιδίων με φίλτρα. Συγκεκριμένα, το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο συγκεντρώσεως αμιάντου στους χώρους εργασίας έχει καθοριστεί τα τελευταία χρόνια στις δύο ίνες ανά κυβικό εκατοστό μέτρο αέρα (στη Σουηδία μάλιστα το όριο είναι μία ίνα ανά κυβικό μέτρο αέρα). Οι κυβερνήσεις σχεδόν όλων των χωρών του κόσμου έχουν, επίσης, ξεκινήσει μια εκστρατεία για τον περιορισμό της χρήσης του αμιάντου και των προϊόντων του στους χώρους εργασίας και κατοικίας. Το γεγονός αυτό συνετέλεσε στη μείωση παραγωγής και κατανάλωσης του ορυκτού αλλά και στην αναζήτηση καινούργιων υλικών που θα το υποκαταστήσουν. Οι γνωστότερες κατηγορίες αμιάντου είναι:

- Ο χρυσότιλος ή λευκός αμιάντος της κατηγορίας των σερπαντίνων
 - Ο κυανούς κροκιδόλιθος, ο φαιόχρους αμωσίτης, ο ανθοφυλίτης, ο τρεμολίτης, ο ακτινολίτης, όλοι ανήκουν στην κατηγορία των αμφιβόλων
- Υπάρχουν πάνω από 3.000 χρήσεις και εφαρμογές του αμιάντου, π.χ. προϊόντα αμιαντοτσιμέντου, υλικά μονωτικά, αντιτριβής, πυροπροστασίας κλπ.

Ο καλύτερος τρόπος διαχείρισης για τα τακάκια αμιάντου στα αυτοκίνητα είναι ο περιορισμός και η εξάλειψη της χρήσης τους με αντικατάσταση από άλλα υλικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

ΚΑΥΣΙΜΑ

5.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μετά την μεγάλη πετρελαϊκή κρίση της δεκαετίας του '70, συγκεκριμένα μετά το 1973, τα εναλλακτικά καύσιμα βρέθηκαν στο προσκήνιο. Μέχρι τότε το πετρέλαιο ήταν κυρίαρχο όπως άλλωστε είναι και σήμερα, αλλά με μια διαφορά. Τότε δεν υπήρχε ευαισθητοποίηση της κοινής γνώμης, των επιστημόνων και της παγκόσμιας επιστημονικής κοινότητας. Εδώ και 25 περίπου χρόνια, έχουν αρχίσει πολλές εργασίες πάνω σ' αυτό το θέμα, για την αντιμετώπιση του προβλήματος του περιβάλλοντος με τη χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας και συγκεκριμένα με την χρήση εναλλακτικών καυσίμων.

Δεδομένου ότι τα συμβατικά καύσιμα ρυπαίνουν με τη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου, με το έλλειμμα στο όζον και με τα δηλητηριώδη νέφη των μεγαλουπόλεων (καπνομίχλη και φωτοχημικά), έγινε επιτακτική η ανάγκη ανάπτυξης νέων εναλλακτικών καυσίμων καθώς και βελτίωσης των υπαρχόντων.

Παρακάτω, γίνεται μια εκτενής αναφορά των νέων πρότυπων μεθόδων παραγωγής καυσίμου για τους κινητήρες ΜΕΚ των οχημάτων, καθώς και των βελτιώσεων στα ήδη διαδεδομένα καύσιμα που χρησιμοποιούν όπως η βενζίνη και το πετρέλαιο.

5.2 BENZINΗ

Η βενζίνη είναι το πιο διαδεδομένο υγρό καύσιμο για την κίνηση των αυτοκινήτων. Από πλευράς σύστασης, αποτελείται από ένα μίγμα υδρογονανθράκων διαφόρων τύπων. Αποστάζεται από το αργό πετρέλαιο, σε θερμοκρασία 40 έως 200°C περίπου, ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζεται. Ενώ είναι σχεδόν άχρωμη, συνήθως κυκλοφορεί χρωματισμένη

σκόπιμα κίτρινη, κυανή ή ερυθρή. Χρησιμοποιείται ως καύσιμη ύλη στους κινητήρες εσωτερικής καύσης, ως διαλυτικό, και στη βιομηχανία σε ειδικές χρήσεις.

Τα βασικά χαρακτηριστικά της βενζίνης είναι η περιεκτικότητα της σε θείο, η περιεκτικότητα της σε νερό, η πτητικότητα και η αντικρουστικότητα.

Βενζίνη με μόλυβδο, σύμφωνα με τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, θεωρείται η βενζίνη που η μέγιστη περιεκτικότητα της σε μόλυβδο δεν ξεπερνάει τα 0.4g/l και δεν είναι μικρότερη από 0.15g/l. Ο μόλυβδος, όπως έδειξαν πολλές ιατρικές έρευνες, αποτελεί πηγή κινδύνου για την ανθρώπινη υγεία. Συγκεκριμένα παρατηρήθηκε μία αύξηση της συγκέντρωσης του μολύβδου στο αίμα των ανθρώπων. Αυτή η αύξηση πιθανόν να οφείλεται τόσο στα καυσαέρια των αυτοκινήτων που είναι πλούσια σε μόλυβδο, αλλά και σε άλλες πηγές όπως τα τρόφιμα, το νερό κ.α. Αυτές οι διαπιστώσεις οδήγησαν τους ειδικούς στην μείωση της περιεκτικότητας της βενζίνης σε μόλυβδο.

Αμόλυβδη βενζίνη (unleaded gasoline), σύμφωνα πάλι με τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής ένωσης, θεωρείται η βενζίνη που η μέγιστη περιεκτικότητα της σε μόλυβδο δεν ξεπερνά τα 0.013g/l.

Η χρήση της αμόλυβδης βενζίνης (απλής ή σούπερ) προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα, έχει όμως και αρνητικά χαρακτηριστικά, όπως θα φανεί παρακάτω.

5.2.1 Πλεονεκτήματα αμόλυβδης βενζίνης

- Περιορίζεται η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε μόλυβδο, και με αυτό τον τρόπο μειώνεται η βλαβερή επίδραση που έχουν οι ενώσεις του μολύβδου στην δημόσια υγεία. Επίσης, μειώνεται και η μόλυνση του περιβάλλοντος
- Αυξάνεται η διάρκεια ζωής του κινητήρα, καθώς μειώνονται σε πολύ μεγάλο βαθμό οι επικαθίσεις μολύβδου στα διάφορα τμήματα του κινητήρα
- Χαμηλότερη τιμή από τη σούπερ και την απλή βενζίνη

5.2.2 Μειονεκτήματα αμόλυβδης βενζίνης

- Αυξάνεται το κόστος του αυτοκινήτου που χρησιμοποιεί αμόλυβδη βενζίνη από 2 έως 10%, ανάλογα με τον τύπο του κινητήρα και τον τύπο του καταλύτη που χρησιμοποιείται. Επιπλέον, για τη προστασία του καταλύτη, τα καταλυτικά αυτοκίνητα εφοδιάζονται με ειδικό στόμιο πλήρωσης του ρεζερβουάρ. Αυτό το στόμιο επιτρέπει την είσοδο μόνο στους μικρούς σωλήνες παροχής αμόλυβδης βενζίνης. Με αυτό τον τρόπο εμποδίζεται η τροφοδοσία του αυτοκινήτου με διαφορετικό καύσιμο.
- Το κόστος παραγωγής της αμόλυβδης βενζίνης είναι αυξημένο, σε σχέση με τη σούπερ και την απλή βενζίνη.
- Η κατανάλωση σε ενέργεια στα διυλιστήρια αυξάνεται επίσης σημαντικά για την παραγωγή της αμόλυβδης βενζίνης σε ποσοστό από 1 έως 8%.
- Αυξάνεται το κόστος συντήρησης του αυτοκινήτου λόγω του καταλυτικού μετατροπέα. Συγκεκριμένα, ένας καταλύτης έχει εγγυημένη απόδοση για περίπου 100.000km. Στη συνέχεια, πρέπει να αντικατασταθεί.

5.2.3 Αριθμός οκτανίου

Μόλις παρατηρήθηκε το φαινόμενο της κρουστικής καύσης στους κινητήρες, δημιουργήθηκε η ανάγκη αναζήτησης ενός κριτηρίου το οποίο να εκφράζει κατά τρόπο ποσοτικό την αντοχή ενός καυσίμου. Το 1926 στις Η.Π.Α, προτάθηκε ο Αριθμός ή Βαθμός Οκτανίου (Octane Number ή ON).

Ο Αριθμός Οκτανίου εκφράζει κατά τρόπο ποσοτικό την αντοχή ενός καυσίμου. Η βαθμονόμηση των διαφόρων τύπων βενζίνης και ο προσδιορισμός του βαθμού οκτανίου του κάθε τύπου, γίνεται με την σύγκριση των μιγμάτων με πρότυπα μίγματα καυσίμων. Τα πρότυπα αυτά μίγματα συμπεριφέρονται ακραία στην αυτανάφλεξη. Έτσι χρησιμοποιούνται το κανονικό επτάνιο, που έχει πολύ μικρή αντίσταση στην αυτανάφλεξη και το ισοοκτάνιο, που έχει μεγάλη αντίσταση στη αυτανάφλεξη. Θεωρούμε ότι ένας τύπος βενζίνης έχει βαθμό οκτανίου 85%, όταν παρουσιάζει την ίδια εκρηκτικότητα με μίγμα κανονικού επτανίου και ισοοκτανίου, που περιέχει 85% κατ' όγκο ισοοκτάνιο. Από αυτό συμπεραίνουμε ότι όσο αυξάνεται ο βαθμός οκτανίου μίας βενζίνης τόσο καλύτερη γίνεται και η ποιότητα της.



Εικόνα 5.1 Οι βελτιωμένες βενζίνες υψηλού αριθμού οκτανίων έχουν την ιδιότητα να διατηρούν τις βαλβίδες αλλά και το στόμιο των μπεκ καθαρά, χωρίς να μεταβάλλονται τα χαρακτηριστικά της σωστής λειτουργίας των κινητήρων

5.3 ΚΑΥΣΙΜΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑΣ ΘΕΙΟΥ

Τα καύσιμα με χαμηλή περιεκτικότητα σε θείο (S) -συνήθως οριζόμενα ως καύσιμα με μέγιστη συγκέντρωση θείου 50ppm (μέρη ανά εκατομμύριο)-ελαττώνουν σημαντικά τις εκπομπές διοξειδίου του θείου (SO₂) και των σωματιδίων. Επιπρόσθετα, η μικρή περιεκτικότητα των καυσίμων σε θείο αυξάνει την αποτελεσματικότητα των τριοδικών καταλυτών και των αναγωγικών καταλυτών του NO_x και επομένως η ελάττωση του θείου των καυσίμων συμβάλλει στην μείωση των εκπομπών των CO, HC και NO_x.

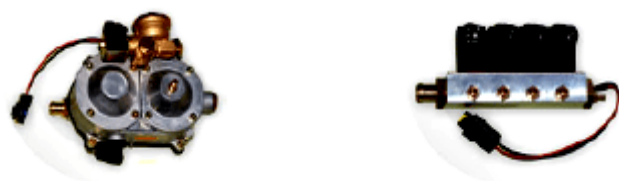
Τα τελευταία 6 με 7 χρόνια η περιεκτικότητα σε θείο της βενζίνης και του πετρελαίου που χρησιμοποιείται για οδικές μεταφορές, έχει μειωθεί από 500ppm σε ένα κοινό ευρωπαϊκό θεσμοθετημένο όριο μέγιστης περιεκτικότητας 50ppm. Επίσης με την σχετική ευρωπαϊκή νομοθεσία που αναμένεται να ισχύσει από το 2009 θα επιβληθεί ακόμη χαμηλότερο όριο περιεκτικότητας των καυσίμων σε θείο, τα 10ppm. Τα καύσιμα με περιεκτικότητα σε θείο μέχρι και 10ppm μερικές φορές αναφέρονται και ως αποθειωμένα καύσιμα. Η μείωση της περιεκτικότητας των καυσίμων σε θείο έχει επιφέρει σημαντικά κέρδη στην βελτίωση της ποιότητας της ατμόσφαιρας, αν και για την επεξεργασία των καυσίμων για την απομάκρυνση του θείου καθαυτή, απαιτούνται ποσά ενέργειας που επιβαρύνουν ελαφρά την παραγωγή εκπομπών CO₂ κατά την διύλιση-παραγωγή των καυσίμων.

5.4 ΥΓΡΑΕΡΙΟ

Το υγραέριο ή LPG αποτελείται από ένα μίγμα προπανίου (C_3H_8) και βουτανίου (C_4H_{10}). Η αναλογία των αερίων αυτών στο μίγμα του υγραερίου διαφέρει από χώρα σε χώρα, αλλά συνήθως το προπάνιο αποτελεί το 80 με 95% του μίγματος υγραερίου. Το υγραέριο παράγεται με δυο τρόπους: ως απόσταγμα από την διύλιση του αργού πετρελαίου και ως παραπροϊόν της εξόρυξης από κοιτάσματα αερίου μαζί με φυσικό αέριο.

5.4.1 Υγραεριοκίνητα οχήματα

Τα οχήματα που κινούνται με υγραέριο είναι παρόμοια με τα συνηθισμένα οχήματα που κινούνται με βενζίνη αλλά διαφέρουν στην αποθήκευση και την παροχή του καυσίμου στο όχημα. Είναι χαρακτηριστικό ότι, οι περισσότεροι οδηγοί δεν παρατηρούν την διαφορά ανάμεσα σε ένα όχημα που κινείται με βενζίνη και σε ένα αντίστοιχο που κινείται με υγραέριο. Το υγραέριο σε συνθήκες ατμοσφαιρικής πίεσης είναι αέριο όμως υδροποιείται σε σχετικά μέτριες πιέσεις (περίπου 20bar). Για τον λόγο αυτό, το υγραέριο αποθηκεύεται μέσα σε δεξαμενές των οχημάτων, σε υδροποιημένη μορφή και σε πίεση περίπου 25bar, αλλά διοχετεύεται στον κινητήρα σαν αέριο.



Εικόνα 5.2 Υποβιβαστής/ρυθμιστής πίεσης (πνεύμονας) και μονάδα ψεκασμού (διανομέας)

Η πλειοψηφία των υγραεριοκίνητων οχημάτων στην Ευρώπη είναι διπλού καυσίμου: διαθέτουν δεξαμενή υγραερίου και βενζίνης και έτσι έχουν την δυνατότητα να κινούνται με ένα από τα δύο καύσιμα με το απλό πάτημα ενός διακόπτη. Με τον τρόπο αυτό εξαλείφεται ο κίνδυνος να μείνει το όχημα χωρίς καύσιμα σε περιοχές όπου δεν υπάρχει υποδομή για ανεφοδιασμό του

οχήματος με υγραέριο. Παρόλα αυτά πολλοί ειδικοί υποστηρίζουν ότι οι κινητήρες που κινούνται αποκλειστικά με υγραέριο (μονού καυσίμου) μπορούν να επιτύχουν μικρότερη κατανάλωση καυσίμου και εκπομπές ρύπων.

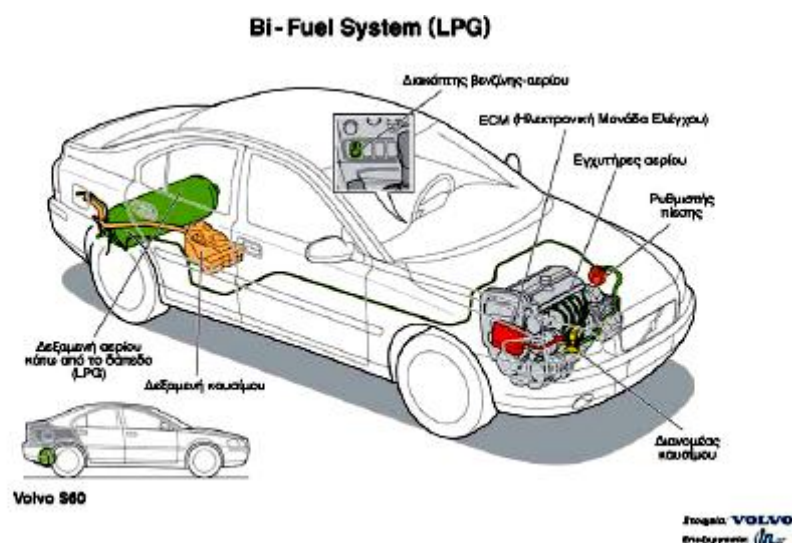
Οι επιδόσεις στον δρόμο και η ισχύς των οχημάτων που κινούνται με υγραέριο είναι παρόμοιες με αυτές των βενζινοκίνητων οχημάτων και κατά την οδήγηση υπάρχουν λίγες διακριτές διαφορές ανάμεσά τους. Όμως ένα υγραεριοκίνητο όχημα συνήθως καταναλώνει 20 έως 25% περισσότερο καύσιμο ανά μονάδα ενέργειας από ένα αντίστοιχο που κινείται με βενζίνη και περίπου 30 έως 40% περισσότερο από ένα Diesel. Οι δεξαμενές αποθήκευσης (ντεπόζιτα) του υγραερίου είναι κυλινδρικές και τοποθετούνται στον σκελετό του οχήματος ή στο κύριο μέρος των μικρών φορτηγών με το μειονέκτημα του ότι καταλαμβάνουν πολύτιμο χώρο φόρτωσης.



Εικόνα 5.3 Η υγραεριοκίνηση μειώνει τους ρύπους κατά 25% περίπου

Μια εναλλακτική λύση αποτελούν τα ντεπόζιτα που έχουν κυκλικό σωληνοειδές σχήμα, όμοιο με την μορφή της ρεζέρβας του αυτοκινήτου. Στην περίπτωση αυτή το ντεπόζιτο εγκαθίσταται στον χώρο της ρεζέρβας, αν και στην περίπτωση αυτή ο επιπλέον τροχός πρέπει να τοποθετηθεί σε άλλο σημείο του σκελετού του αυτοκινήτου δεσμεύοντας και πάλι κάποιο χώρο. Σε μερικές χώρες το πρόβλημα αυτό αντιμετωπίζεται με την χρήση μιας ειδικής συσκευής επείγουσας ανάγκης που φουσκώνει αυτόματα το ελαστικό και καταλαμβάνει λιγότερο χώρο σε σχέση με τον επιπλέον τροχό.

Συνήθως τα ντεπόζιτα υγραερίου που εγκαθίστανται στα αυτοκίνητα έχουν χωρητικότητα μεταξύ 15 και 25 λίτρων ενώ αυτά που εγκαθίστανται στα μικρά επαγγελματικά φορτηγά συχνά έχουν χωρητικότητα μέχρι 40 λίτρα. Τα λεωφορεία που κινούνται με υγραέριο διαθέτουν πολύ μεγαλύτερα ντεπόζιτα τοποθετημένα στην οροφή.



Εικόνα 5.4 Ακτινογραφία του S60 με δεξαμενή LPG, όπου φαίνονται και τα κύρια μέρη του συστήματος

Τα περισσότερα βενζινοκίνητα οχήματα μπορούν να μετατραπούν σε υγραεριοκίνητα όμως η μετατροπή των πετρελαιοκίνητων σε γενικές γραμμές δεν είναι πρακτική εξαιτίας του αυξημένου κόστους και της πολυπλοκότητας στην τοποθέτηση σπινθηριστών (μπουζί), αλλαγής του λόγου συμπίεσης του κινητήρα κλπ.

Κάθε μετατροπή ενός εργοστασιακού αυτοκινήτου σε υγραεριοκίνητο πρέπει να συνοδεύεται από μια πρόσθετη εγγύηση έτσι ώστε να καλύπτονται από κάθε άποψη οι όροι της εγγύησης που έχει θέσει ο κατασκευαστής και ενδεχομένως να ακυρώνονται λόγω της μετατροπής.

5.4.2 Ασφάλεια οχημάτων υγραερίου

Ενώ όλα τα οχήματα υγραερίου που διατίθενται από τους κατασκευαστές πληρούν υψηλά πρότυπα ποιότητας και ασφάλειας, όταν ένα παρόμοιο όχημα μετασκευάζεται η ποιότητα της μετασκευής αυτής διαφέρει σημαντικά σε κάθε περίπτωση. Ένα καλό υγραεριοκίνητο όχημα διαθέτει υψηλά πρότυπα ασφάλειας συμπεριλαμβανομένης και της σωστής και ασφαλούς τοποθέτησης του ντεπόζιτου υγραερίου έτσι ώστε αυτό να αντέχει τις πιέσεις μιας δυνατής σύγκρουσης. Στο ντεπόζιτο τοποθετούνται επίσης ασφαλιστικές

βαλβίδες οι οποίες απελευθερώνουν ελεγχόμενα το υγραέριο σε περίπτωση υπερθέρμανσης. Ακόμη οι αγωγοί παροχής υγραερίου είναι κατασκευασμένοι από κατάλληλα υλικά και τοποθετούνται σε ασφαλή απόσταση από την εξάτμιση. Τέλος διαθέτουν αεροστεγές κάλυμμα στο ντεπόζιτο του υγραερίου που περικλείει τις βαλβίδες του ντεπόζιτου και προκαλεί εξαερισμό των τυχόν διαρροών υγραερίου προς τον ατμοσφαιρικό αέρα κάτω από το όχημα.

Οι χρήστες που επιθυμούν να μετατρέψουν το όχημα τους ώστε αυτό να κινείται με υγραέριο πρέπει να επιλέγουν εταιρείες και συνεργεία πιστοποιημένα από επίσημους φορείς, οι οποίοι διασφαλίζουν ότι η εταιρεία ή το συνεργείο λειτουργεί με βάση τις απαραίτητες διατάξεις και κανονισμούς ασφαλείας για την σωστή μετατροπή του οχήματος.



Εικόνα 5.5 Κινητήρας Audi 100 quattro v6 AUTOMATIC με μετατροπή για υγραέριο

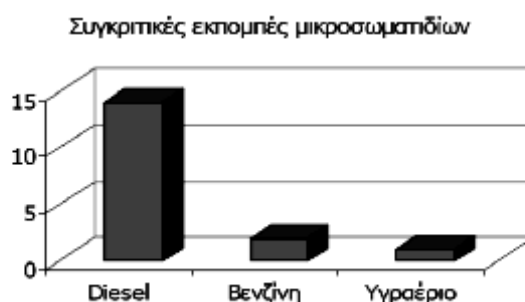
5.4.3 Περιβαλλοντική απόδοση

Σε γενικές γραμμές είναι δύσκολη η συγκριτική αξιολόγηση των πλεονεκτημάτων που προσφέρει η χρήση των διαφορετικών καυσίμων στα οχήματα, αφού συνήθως εξαρτάται από το συγκεκριμένο μοντέλο του κάθε οχήματος και τον αντίστοιχο εξοπλισμό του. Παρόλα αυτά, ένα καθαρό όχημα υγραερίου συγκρινόμενο με ένα παρόμοιο βενζινοκίνητο συνήθως εκπέμπει 5-10% λιγότερο CO₂, και ελαφρώς λιγότερο ποσοστό HC και NO_x.

Αντίστοιχα συγκρινόμενο με ένα όχημα Diesel, ένα όχημα υγραερίου συνήθως εκπέμπει περίπου την ίδια ή λίγο παραπάνω ποσότητα CO₂, όμως

ταυτόχρονα εκπέμπει πολύ λιγότερα σωματίδια και NOx αν το όχημα Diesel δεν διαθέτει εξοπλισμό επεξεργασίας των καυσαερίων. Τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των οχημάτων υγραερίου έναντι του πετρελαίου και της βενζίνης έχουν μειωθεί τα τελευταία χρόνια εξαιτίας του γεγονότος ότι τα συμβατικά οχήματα είναι πλέον πολύ λιγότερο ρυπογόνα.

Στην Ελλάδα αντίθετα από ότι ισχύει σε πολλές χώρες της Ε.Ε, η διείσδυση οχημάτων υγραερίου παραμένει εξαιρετικά περιορισμένη. Μόνη εξαίρεση αποτελούσε ένας μικρός αριθμός επαγγελματικών οχημάτων ταξί, συνήθως μετασκευασμένων ώστε να κινούνται με υγραέριο ή διπλό καύσιμο. Ωστόσο όσο ανανεώνεται ο στόλος των ταξί, η χρήση τους τείνει να εγκαταλειφθεί καθώς τα σύγχρονα πετρελαιοκίνητα ταξί είναι πλέον οικονομικότερα και πιο φιλικά προς το περιβάλλον, ενώ ταυτόχρονα είναι ευκολότερα στην συντήρηση από τα μετασκευασμένα υγραεριοκίνητα.



Διάγραμμα 5.1 Το υγραέριο μπορεί να αποτελέσει μια εναλλακτική λύση ως προς το ντίζελ, ειδικότερα σε στοχευμένους προβληματικούς στόλους, όπως αυτός των ταξί. Μπορεί να βελτιώσει την περιβαλλοντική απόδοση των οχημάτων, ιδιαίτερα σε ότι αφορά στις εκπομπές εισπνεόμενων μικροσωματιδίων

5.4.4 Οικονομική απόδοση

Τα αποδοτικά οχήματα υγραερίου κοστίζουν περίπου 2.000 έως 2.500 € περισσότερο από τα αντίστοιχα βενζινοκίνητα, ενώ περίπου στο ίδιο ποσό ανέρχεται και μια καλή και σωστή μετατροπή. Το υγραέριο στην αγορά έχει μόλις την μισή τιμή σε σχέση με την βενζίνη και το Diesel, όμως τα οχήματα που κινούνται με υγραέριο αποδίδουν λιγότερα χιλιόμετρα ανά λίτρο καυσίμου

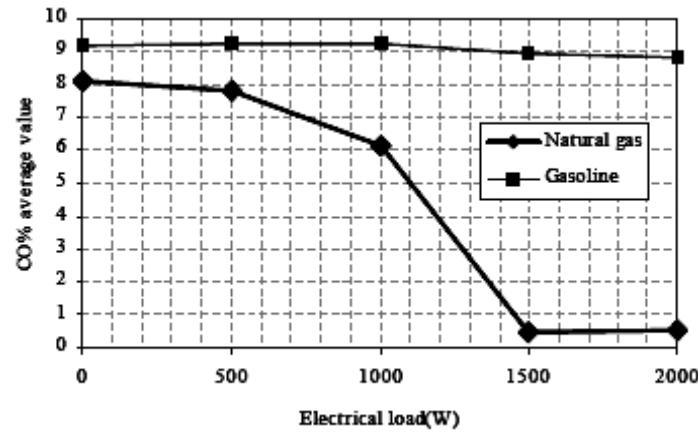
(δηλ. λιγότερα χιλιόμετρα ανά ποσότητα υγραερίου αντίστοιχης με 1 λίτρο βενζίνης ή diesel) και επομένως το συνολικό κόστος της κατανάλωσης υγραερίου συνήθως είναι περίπου το ίδιο ή ελαφρά μικρότερο από το πετρέλαιο Diesel και περίπου 20% μικρότερο από την βενζίνη.

5.5 ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

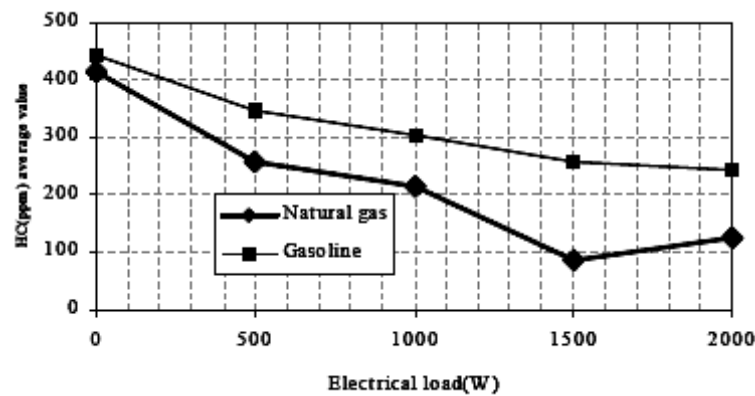
Εναλλακτικό καύσιμο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κινητήρες εσωτερικής καύσης είναι το φυσικό αέριο. Το φυσικό αέριο είναι ένα μίγμα αερίων που εμφανίζεται φυσικά και βρίσκεται στους πορώδεις γεωλογικούς σχηματισμούς, οι οποίοι καλούνται δεξαμενές, κάτω από τη γήινη επιφάνεια. Η χημική σύνθεση και το ενεργειακό περιεχόμενο του φυσικού αερίου ποικίλλουν ανάλογα με την πηγή των δεξαμενών. Το φυσικό αέριο είναι κυρίως μίγμα υδρογονανθράκων με την ακόλουθη σύνθεση: μεθάνιο (93%), αιθάνιο (3.1%), προπάνιο (0.5%), ισοβουτάνιο (0.06%), n-βουτάνιο (0.05%), ισοπεντάνιο (0,02%), n-πεντάνιο (0.02%), εξάνιο (0,04%), N₂ (1.2%), και CO₂ (0.6%). Το φυσικό αέριο όταν χρησιμοποιείται στις μηχανές εσωτερικής καύσεως είναι σε υγρή μορφή και αποθηκεύεται σε κυλινδρικές δεξαμενές. Η εργασία αυτή εξετάζει πώς το φυσικό αέριο συμπεριφέρεται σε τετράχρονο βενζινοκινητήρα από πλευράς εκπομπών, λειτουργίας και κατανάλωσης.

Οι εκπομπές του CO και των HC κατά την χρήση βενζίνης και φυσικού αερίου, για κάθε φορτίο, παρουσιάζονται στα παρακάτω σχήματα:

Το διάγραμμα 5.2 αναφέρεται στην μεταβολή των εκπομπών του CO κατά τη διάρκεια των δοκιμών για κάθε ηλεκτρικό φορτίο και για κάθε καύσιμο χωριστά (βενζίνη, φυσικό αέριο). Παρατηρείται σημαντική μείωση των εκπομπών του CO κατά τη διάρκεια της χρήσης του φυσικού αερίου σε κάθε ηλεκτρικό φορτίο.



Διάγραμμα 5.2 Η μέση τιμή του CO για την βενζίνη και το φυσικό αέριο κατά την διάρκεια των δοκιμών

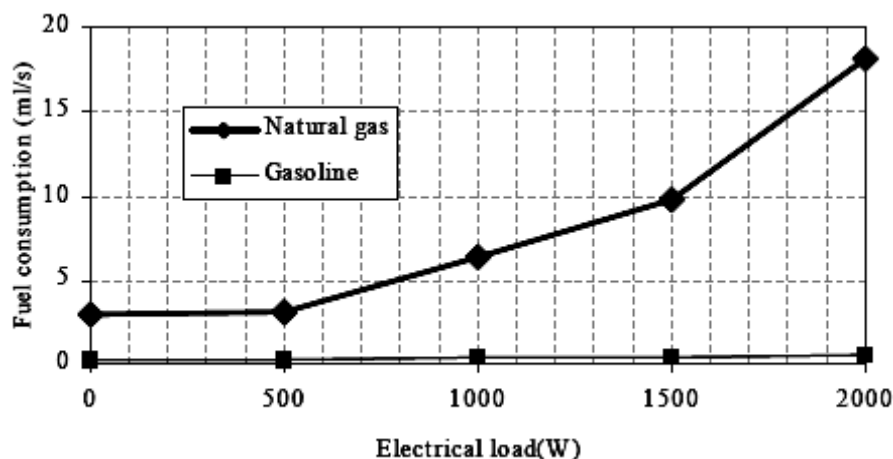


Διάγραμμα 5.3 Η μέση τιμή των HC για τη βενζίνη και το φυσικό αέριο κατά τη διάρκεια των δοκιμών

Στο διάγραμμα 5.3 παρατηρείται μείωση των εκπομπών HC κατά τη διάρκεια της χρήσης φυσικού αερίου σε κάθε ηλεκτρικό φορτίο.

Η συμπεριφορά της μηχανής από πλευράς στροφών είναι η ίδια και για τη χρήση της βενζίνης και για τη χρήση του φυσικού αερίου.

Στο διάγραμμα 5.4 παρουσιάζεται η κατανάλωση των δύο καυσίμων σε σχέση με τα διαφορετικά φορτία. Η κατανάλωση αυξάνεται και κατά την χρήση βενζίνης και κατά την χρήση φυσικού αερίου όταν αυξάνεται το ηλεκτρικό φορτίο της γεννήτριας.



Διάγραμμα 5.4 Η κατανάλωση καυσίμων

Παρατηρείται κατά την χρήση του φυσικού αερίου μείωση στις εκπομπές του CO και των HC σε όλα τα φορτία λειτουργίας. Η ροή φυσικού αερίου ρυθμίστηκε έτσι ώστε η συμπεριφορά του κινητήρα από πλευράς στροφών, να είναι η ίδια με αυτήν της βενζίνης σε όλα τα φορτία. Αυτό σημαίνει ότι κατά τη διάρκεια της χρήσης της βενζίνης και κατά τη διάρκεια της χρήσης του φυσικού αερίου οι στροφές/λεπτό του κινητήρα για κάθε ηλεκτρικό φορτίο ήταν οι ίδιες. Τέλος, είναι σημαντικό το γεγονός ότι το φυσικό αέριο ως καύσιμο, παρουσιάζει μειωμένες εκπομπές και έχει και χαμηλότερο κόστος έναντι της βενζίνης.

Ένα παράδειγμα αυτοκινήτου που λειτουργεί με φυσικό αέριο αποτελεί το Zafira 1.6 CNG της OPEL. Προσφέρει οικονομία, με τη μέση κατανάλωση καυσίμου να κυμαίνεται περίπου στα 5,3 κιλά φυσικού αερίου ανά 100 χιλιόμετρα, ενώ το κόστος καυσίμου μπορεί να μειωθεί μέχρι 30% συγκριτικά με τις πετρελαιοκίνητες εκδόσεις, ή ακόμα και 50% σε σχέση με τα βενζινοκίνητα μοντέλα. Οι φόροι και οι ασφαλιστικές κατηγορίες κυμαίνονται στο ίδιο επίπεδο με του αντίστοιχου βενζινοκίνητου μοντέλου 1,6 λίτρων. Η ισχύς των 97 ίππων με αυτό το είδος κίνησης παράγει 80% λιγότερα οξείδια του αζώτου από έναν πετρελαιοκινητήρα και περίπου 25% λιγότερες εκπομπές CO₂ από έναν βενζινοκινητήρα.



Εικόνα 5.6 To Zafira 1.6 CNG της OPEL

5.6 ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ

Βιοκαύσιμο είναι το υγρό ή αέριο καύσιμο που παράγεται από βιομάζα.

Η βιομάζα είναι πιθανώς η πρώτη πηγή ενέργειας που χρησιμοποιήθηκε από τον άνθρωπο υπό τη μορφή πυρράς και είναι το μη απολιθωμένο και βιοαποικοδομήσιμο οργανικό υλικό προερχόμενο από φυτά, ζώα και μικροοργανισμούς. Περιλαμβάνει επίσης προϊόντα, παραπροϊόντα, υπολείμματα και απόβλητα από τη γεωργία, τη δασοκομία και σχετικές βιομηχανίες καθώς επίσης και τα μη απολιθωμένα και βιοαποικοδομήσιμα οργανικά κλάσματα βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων. Περιλαμβάνει επίσης αέρια και υγρά που ανακτώνται από την αποσύνθεση μη απολιθωμένου και βιοαποικοδομήσιμου οργανικού υλικού.

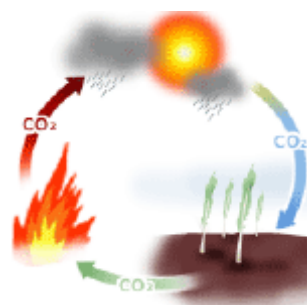


Εικόνα 5.7 Βιομάζα

Όταν καίγεται για ενεργειακούς σκοπούς, η βιομάζα αναφέρεται ως βιοκαύσιμο. Η χρήση της ως ανανεώσιμης πηγής ενέργειας έχει μελετηθεί και έχει αναπτυχθεί σε τέσσερις άξονες: καύση, πυρόλυση για την παραγωγή

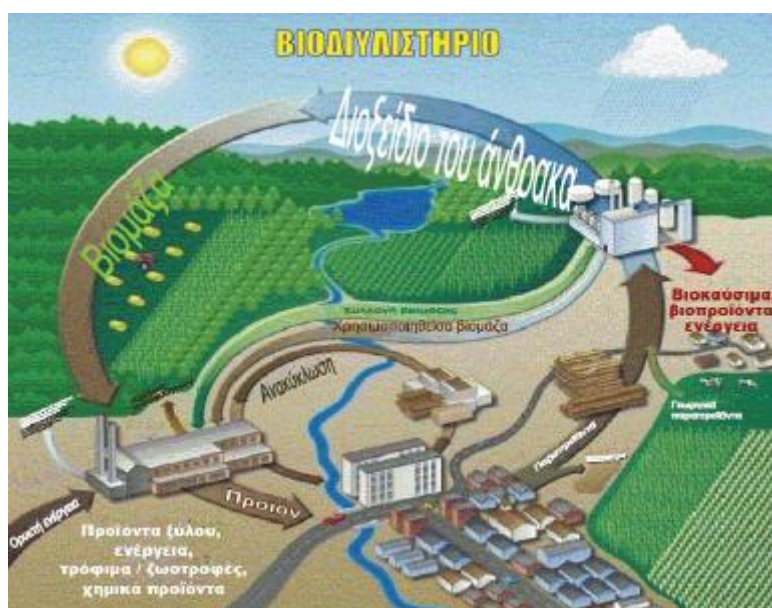
αερίων και υγρών καυσίμων, χώνευση για την παραγωγή βιοαερίου και ζύμωση για την παραγωγή βιοαιθανόλης.

5.6.1 Ο κύκλος του άνθρακα



Εικόνα 5.8 Ο κύκλος του άνθρακα

Ο κύκλος του άνθρακα είναι η αρχή πίσω από την τεχνολογία της βιομάζας. Καθώς τα δέντρα και τα φυτά αναπτύσσονται απορροφούν το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και το αποθηκεύουν. Απελευθερώνεται όταν καταστρέφεται το δέντρο ή οι εγκαταστάσεις, φυσική αποσύνθεση ή καύση. Αυτό σημαίνει ότι ο άνθρακας στα καύσιμα βιομαζών δεν συμβάλλει στις εκπομπές αερίου θερμοκηπίου.



Εικόνα 5.9 Ο κύκλος του άνθρακα μέσω της παραγωγής και χρήσης βιοκαυσίμων



Εικόνα 5.10 Τα ενεργειακά προϊόντα της βιομάζας

5.6.2 Τα πλεονεκτήματα της βιομάζας

- Σε πληθώρα κλάδων όπως τη γεωργία, δασοκομία, αστικά/ βιομηχανικά απόβλητα, όποια μορφή οργανικής ύλης θεωρείται άχρηστη, είναι δυνατόν να παραχθεί βιοενέργεια αποτελώντας τελικά ύλη χρήσιμη.
- Λόγω του μεγάλου δυναμικού της βιομάζας είναι αντιστοίχως μεγάλη η δυνατότητα παραγωγής ενέργειας.
- Ειδικά για την Ελλάδα, όπου το δυναμικό της γεωθερμίας είναι χαμηλό, είναι η μόνη μορφή ενέργειας μαζί με την ηλιακή από τις υπόλοιπες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) από τις οποίες παράγεται θερμική ενέργεια πέρα της ηλεκτρικής.
- Η τεχνολογία που απαιτείται για την παραγωγή βιοενέργειας (π.χ. τεχνολογία καύσης και αεριοποίησης) είναι παρόμοια με αυτήν των συμβατικών καυσίμων από ότι οι υπόλοιπες τεχνολογίες αξιοποίησης των ΑΠΕ.
- Εφόσον η βιομάζα απαντάται στα γεωργικά υπολείμματα και σε συνδυασμό με τις ενεργειακές καλλιέργειες, μια πραγματική βιομηχανία της βιομάζας εμφανίζεται κίνητρο εξέλιξης της αγροτικής πολιτικής.
- Τα προαναφερόμενα περιβαλλοντικά οφέλη.

Είδη βιοκαυσίμων	
α) Βιοντήζελ (πετρέλαιο βιολογικής προέλευσης):	Οι μεθυλεστέρες λιπαρών οξέων (ΜΛΟ FAME) που παράγονται από φυτικά ή/και ζωικά έλαια και λίπη και είναι ποιότητας πετρελαίου ντήζελ, για χρήση ως βιοκαύσιμο.
β) Βιοαιθανόλη:	Η αιθανόλη που παράγεται από βιομάζα ή/και από το βιοαπικοδομήσιμο κλάσμα αποβλήτων, για χρήση ως βιοκαύσιμο.
γ) Βιοαέριο:	Το καύσιμο αέριο που παράγεται από βιομάζα ή/και από το βιοαπικοδομήσιμο κλάσμα αποβλήτων, το οποίο μπορεί να καθαριστεί σε ποιότητα φυσικού αερίου, για χρήση ως βιοκαύσιμο.
δ) Βιομεθανόλη:	Η μεθανόλη που παράγεται από βιομάζα, για χρήση ως βιοκαύσιμο.
ε) Βιοδιμεθυλαιθέρας:	Ο διμεθυλαιθέρας που παράγεται από βιομάζα, για χρήση ως βιοκαύσιμο.
στ) Βιο-ETBE:	Ο αιθυλο-τριτοταγής-βουτυλαιθέρας (ETBE) που παράγεται από βιοαιθανόλη. Το κατ' όγκο ποσοστό του βιο-ETBE που υπολογίζεται ως βιοκαύσιμο είναι 47%.
ζ) Βιο-MTBE:	Ο μεθυλο-τριτοταγής-βουτυλαιθέρας (MTBE) που παράγεται από βιομεθανόλη. Το κατ' όγκο ποσοστό του βιο-MTBE που υπολογίζεται ως βιοκαύσιμο είναι 36%.
η) Συνθετικά Βιοκαύσιμα:	Οι συνθετικοί υδρογονάνθρακες ή τα μίγματα συνθετικών υδρογονανθράκων που παράγονται από βιομάζα.
θ) Βιοϋδρογόνο:	Το υδρογόνο που παράγεται από βιομάζα ή/και από το βιοαπικοδομήσιμο κλάσμα αποβλήτων, για χρήση ως βιοκαύσιμο.
ι) Καθαρά Φυτικά Έλαια:	Τα έλαια που παράγονται από ελαιούχα φυτά μέσω συμπίεσης, έκθλιψης ή ανάλογων μεθόδων, φυσικά ή εξευγενισμένα αλλά μη χημικώς τροποποιημένα, όταν είναι συμβατά ως καύσιμα με τον τύπο του χρησιμοποιούμενου κινητήρα ή εξοπλισμού και τις αντίστοιχες απαιτήσεις εκπομπών αερίων ρύπων.

Πίνακας 5.1 Τα σημαντικότερα είδη βιοκαυσίμου

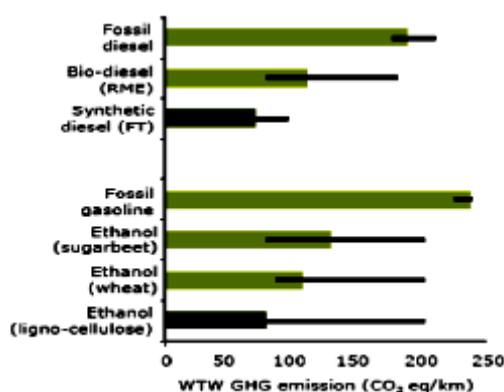
Η παραγωγή και χρήση των βιοκαυσίμων σε ορθολογική βάση είναι ουδέτερη όσον αφορά τις εκπομπές CO₂. Εξασφαλίζεται οικολογική ισορροπία, αφού όσο CO₂ παράγεται κατά τη καύση της βιομάζας απορροφάται κατά την παραγωγή της, αποτελώντας, έτσι, εναλλακτική λύση αντικατάστασης των

συμβατικών καυσίμων. Το κόστος και οι δυνατότητες μείωσης των εκπομπών του CO₂ κατά αυτόν τον τρόπο εξαρτάται από την απόδοση της ενεργειακής μετατροπής κατά τη παραγωγή και τη καύση της βιομάζας και από τον τύπο του καυσίμου που υποκαθιστά.

Τα βιοκαύσιμα είναι πολύ πιο καθαρά από τον άνθρακα, με σχεδόν μηδενικές εκπομπές θείου. Το ενεργειακό τους περιεχόμενο είναι πιο ομοιόμορφο και η μεγάλη δραστηριότητά τους κάνει ευκολότερη τη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού των συστημάτων καύσης οπότε δεν υπάρχει ανάγκη ειδικού εξοπλισμού απομάκρυνσης του διοξειδίου του θείου.

Όσον αφορά τα οξείδια του αζώτου, που παράγονται από τη καύση οποιουδήποτε καυσίμου, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις όπου η επιδίωξη υψηλότερης απόδοσης οδηγεί σε υψηλότερες θερμοκρασίες καύσης, περιορίζονται με τη χρήση ειδικά διαμορφωμένων συστημάτων καύσης και με τη χρήση καταλυτών για τον καθαρισμό των καυσαερίων.

Η παραλαβή και καύση του μεθανίου που σχηματίζεται στις χωματερές αφενός μειώνει τον κίνδυνο των εκρήξεων και αφετέρου αντικαθιστά το τόσο δραστικό αέριο του θερμοκηπίου με ένα άλλο πολύ ηπιότερο, το CO₂. Ένα μόριο CH₄ είναι περίπου 30 φορές πιο αποτελεσματικό από ένα μόριο CO₂ στο να δεσμεύει την ακτινοβολούμενη θερμότητα.



Διάγραμμα 5.5 Ισοδύναμες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ανά διανυόμενο χιλιόμετρο για διάφορα καύσιμα

5.6.3 Βιοντίζελ

Με εξαίρεση το κραμβέλαιο, το οποίο και είναι η κύρια πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοντίζελ (FAME), το ηλιέλαιο, το καλαμποκέλαιο, το βαμβακέλαιο, το ελαιόλαδο που συναντούνται κυρίως στην Νότια Ευρώπη, και κατά επέκταση στην Ελλάδα, σε συνδυασμό με μερικά απόβλητα όπως είναι τα προτηγανισμένα έλαια εμφανίζονται να αποτελούν ελκυστικές πρώτες ύλες για την παραγωγή βιοντίζελ.

Η ανάγκη για ευθεία αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων και οι αυστηρές προδιαγραφές των μοντέρνων πετρελαιοκινητήρων απαιτούν την βελτίωση της ποιότητας του πετρελαίου. Η ανάπτυξη των προϊόντων βιομάζας ως υποκατάστατα του πετρελαίου κίνησης είναι μια ελκυστική προοπτική καθώς θα βοηθούσε την βελτίωση της ποιότητας του πετρελαίου.

Η εμπορική υποκατάσταση του πετρελαίου κίνησης με μεθυλεστέρες του κραμβέλαιου είναι ήδη γεγονός σε πολλές χώρες της Κεντρικής Ευρώπης.

Παρόλα αυτά όμως η χρήση του βιοντίζελ δεν έχει αναπτυχθεί στην Ελλάδα κυρίως γιατί δεν ευδοκιμεί και δεν καλλιεργείται η ελαιοκράμβη. Μερικοί άλλοι τύποι φυτικών ελαίων όπως το ηλιέλαιο, το βαμβακέλαιο, το καλαμποκέλαιο και το ελαιόλαδο που συναντούνται στην Ελλάδα φαίνεται να αποτελούν ελκυστικές πρώτες ύλες για την παραγωγή βιοντίζελ στην Ελλάδα. Πρέπει να τονιστεί εδώ ότι η ποιότητα της πρώτης ύλης είναι μέγιστης σημασίας για την επίδοση του εκάστοτε φυτικού ελαίου.



Εικόνα 5.11 Αντλία για βιοντίζελ στη Θράκη

Είναι γενικότερα γνωστό ότι το βιοντίζελ δεν είναι τοξικό, δεν έχει αρωματικές ενώσεις, έχει μεγαλύτερη βιοαποικοδομισιμότητα από το πετρέλαιο, μολύνει λιγότερο τόσο τη θάλασσα όσο και τη στεριά και δεν περιέχει σχεδόν καθόλου θείο.

Είναι επίσης περισσότερο ασφαλή κατά την μεταφορά και την χρήση του, με μειωμένη τοξικότητα και δεν περιέχει καθόλου σχεδόν καρκινογενή συστατικά. Είναι με λίγα λόγια το πιο κατάλληλο για περιβαλλοντικά ευαίσθητες περιοχές (εθνικά πάρκα, λίμνες, ποτάμια) ή για περιοχές στις οποίες πρέπει να τηρούνται υψηλά περιβαλλοντικά πρότυπα.

Το πιο δυνατό πλεονέκτημα της χρήσης των μεθυλεστέρων των φυτικών ελαίων είναι το γεγονός ότι ανεξάρτητα από την πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται για την παραγωγή τους, η προσθήκη τους στο κλασσικό πετρέλαιο κίνησης βελτιώνει σημαντικά τις εκπομπές σωματιδίων τα οποία αποτελούν το σημαντικότερο μειονέκτημα των πετρελαιοκινητήρων. Το βιοντίζελ παράγεται κυρίως στην Ευρώπη από την ελαιοκράμβη, ενώ η σόγια κατέχει ανάλογη θέση στις ΗΠΑ. Στη Ελλάδα, το καπνέλαιο, το βαμβάκελαιο, το ντοματέλαιο και διάφορες ποικιλίες ελαίων από καρπούς της ελαιοκράμβης είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν.

5.6.4 Φυτικά έλαια και βιοντίζελ

Οι ιδιότητες των φυτικών ελαίων προσομοιάζουν αυτές του ντίζελ όπως, για παράδειγμα, η ποιότητα της ανάφλεξης. Μια σύγκριση με τις παραμέτρους λειτουργίας του συμβατικού ντίζελ δείχνει παρόμοια απόδοση ισχύος και χρησιμοποίησης ενέργειας, αλλά μηδαμικά οφέλη σε ότι αφορά τα επίπεδα εκπομπών ρύπων. Επιπλέον, η έντονη μυρωδιά τους ίσως είναι ένας ακόμα παράγοντας που δε θα τα κάνει δεκτά απ' το ευρύ κοινό. Τους μηχανικούς βέβαια απασχολεί περισσότερο το γεγονός ότι τόσο τα καθαρά φυτικά έλαια όσο και τα μίγματά τους με ντίζελ, εναποθέτουν κάρβουνο τους θαλάμους καύσης και θέτουν σε κίνδυνο τη λειτουργία του κινητήρα. Όμως ο μεθυλεστέρας που προέρχεται από φυτικά έλαια δεν παρουσιάζει αυτά τα προβλήματα, ενώ επίσης καλές είναι και οι ενδείξεις από την ανάμιξη 20% φυτικού ελαίου σε ακατέργαστο πετρέλαιο πριν τη διύλιση.



Εικόνα 5.12 βιοντίζελ από φυτικά έλαια

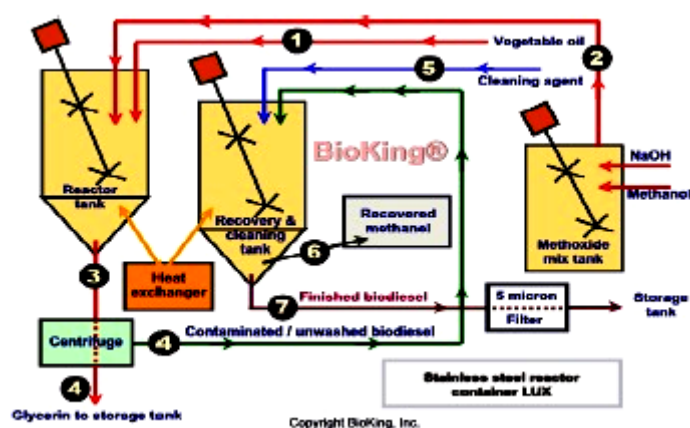


Εικόνα 5.13 Concept car με σύστημα καύσης βιοντίζελ

Τα χρησιμοποιημένα μαγειρικά έλαια χρησιμοποιούνται εκτεταμένα ως πρώτη ύλη παραγωγής βιοντίζελ στην Γερμανία και την Αυστρία, όπου ένα επαρκές και αποτελεσματικό σύστημα περισυλλογής έχει εδραιωθεί. Στην Ελλάδα, μια πρόχειρη μελέτη κατέδειξε ότι ποσότητες της τάξεως των 1000 τόνων ετησίως, μπορούν σχετικά εύκολα να συγκεντρωθούν κυρίως από τις μεγάλες αλυσίδες εστιατορίων. Στη περίπτωση αυτή το απαιτούμενο σύστημα περισυλλογής είναι σχετικά εύκολο να εδραιωθεί και τα έλαια έχουν μια σταθερή σύνθεση. Σε περίπτωση που χρησιμοποιηθούν ως πηγές περισυλλογής των χρησιμοποιημένων μαγειρικών ελαίων, ξενοδοχεία, νοσοκομεία ακόμα και νοικοκυριά, οι ενδεχόμενες ποσότητες θα αυξηθούν σημαντικά με αποτέλεσμα ένα επαρκέστερο σύστημα περισυλλογής και

αυξημένη ποικιλότητα στην ποιότητα των ελαίων.

Εκτός από τις παραδοσιακές καλλιέργειες βάμβακος και ηλίανθου, και άλλες καλλιέργειες έχουν δοκιμαστεί στην Ελλάδα κατά τα τελευταία χρόνια, με σκοπό αφενός να εξεταστεί κατά πόσο μπορούν να ευδοκιμήσουν και αφετέρου να αξιολογηθεί η ολική απόδοση του καρπού τους. Συγκεκριμένα κατά τα τελευταία 4 χρόνια, διεξάγονται πειράματα πάνω στους δύο αυτούς τομείς.



Διάγραμμα 5.6 Σχηματικό διάγραμμα παρασκευής βιοντίζελ από φυτικά έλαια

Τα πειραματικά αποτελέσματα είναι μέχρι στιγμής ελπιδοφόρα μιας και οι δύο ποικιλίες παρουσιάζουν πολύ καλή προσαρμοστικότητα και υψηλές αποδόσεις. Όποιος και να είναι ο καρπός από τον οποίο θα προέρθει το βιοντίζελ αυτό θα πρέπει να καλύπτει κάποιες προδιαγραφές τις οποίες και έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση, υιοθετώντας το πρότυπο prEN14214.

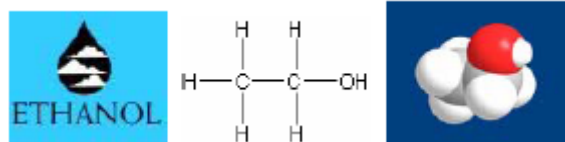
Στην Ελλάδα πειράματα με βιοντίζελ από σογιέλαιο, βαμβακέλαιο και ηλιέλαιο γίνονται από τη Σχολή Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, όπου, στο πλαίσιο πιλοτικού προγράμματος που χρηματοδοτεί η Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας, παράγονται περίπου 200 λίτρα (1 βαρέλι) βιοντίζελ την ημέρα, ενώ δύο μονάδες παραγωγής βιοντίζελ λειτουργούν στο Κιλκίς και στον Βόλο.



Εικόνα 5.14 Παρασκευή βιοντίζελ από ελαιοκράμβη

Έρευνα του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας περιγράφει τις ελληνικές δυνατότητες παραγωγής βιοντίζελ ως εξής: τα εκκοκκιστήρια και σπορελαιοουργεία της Βόρειας και Κεντρικής Ελλάδας μπορούν να παράγουν περίπου 80.000 τόνους βιοντίζελ από βαμβακέλαιο τον χρόνο. Το ηλιέλαιο που παράγεται στον Νομό Έβρου μπορεί να δώσει περίπου 9.000 τόνους βιοντίζελ τον χρόνο, ενώ τα τηγανισμένα έλαια από χώρους μαζικής εστίασης (ξενοδοχεία, εστιατόρια, στρατόπεδα) και τις μεγάλες αλυσίδες fast food μπορούν να δώσουν μέχρι και 1.000 τόνους βιοντίζελ.

Συνολικά υπολογίζετε ότι η Ελλάδα μπορεί να παράγει πάνω από 900.000 τόνους βιοκαύσιμα το χρόνο. Μια ελληνική τεχνολογία επιτρέπει σε πετρελαιοκινητήρες αυτοκινήτων, φορτηγών και πλοίων να καίνε -αντί για πετρέλαιο - 100% φυτικό λάδι από ελαιοκράμβη, προσφέροντας οικονομία έως και 40%. Χρειάζεται απλά η προσθήκη ενός εξαρτήματος (ένας λεπτός, μικρός κύλινδρος), το οποίο δεν κοστίζει πάνω από 300 ή 400 ευρώ. Η τεχνολογία RSoil, επιτρέπει την καύση 100% φυσικού κραμβέλαιου όπως και η τεχνολογία FCR, μέσω της οποίας μειώνεται η κατανάλωση καυσίμου σε όλους τους κινητήρες εσωτερικής καύσης μέχρι και 30%. Εφαρμόζονται με επιτυχία σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες, όπως η Γερμανία και η Αυστρία, ενώ μόλις υπογράψαμε συμφωνίες για την αξιοποίησή τους στην Αυστραλία και την Αφρική.

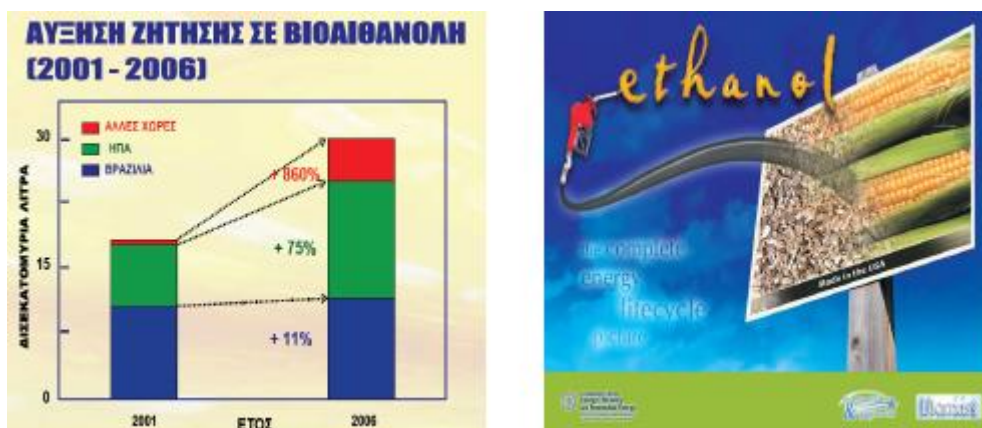
Βιοαιθανόλη (C₂H₅OH)

Το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό αποτελούν την πρώτη ύλη για να γίνει η αντίδραση της φωτοσύνθεσης με την βοήθεια βέβαια της ηλιακής ενέργειας και με τη χλωροφύλλη σαν φωτοευαισθητοποιητή, δηλαδή καταλύτη. Έτσι δημιουργούνται τα σάκχαρα, οι πολυσακχαρίτες. Στη συνέχεια με τα ένζυμα τα οποία παίρνουμε από τους μικροοργανισμούς, οι πολυσακχαρίτες διασπώνται σε ζυμώσιμα σάκχαρα όπως είναι η γλυκόζη. Η γλυκόζη με τα ένζυμα των ζυμώσεων και με την αλκοολική ζύμωση μας δίνει την βιοαιθανόλη. Η παραγωγή της βιοαιθανόλης δεν είναι τίποτε άλλο παρά η αποθήκευση της ηλιακής ενέργειας στο μόριο της και είναι πλήρως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.

**Εικόνα 5.15** Η βιοαιθανόλη στα οχήματα

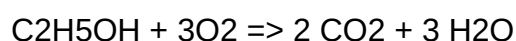
Η ηλιακή ενέργεια απορροφάται μέσω της φωτοσύνθεσης στα μόρια της κυτταρίνης που είναι ο πλουσιότερος υδατάνθρακας στη φύση. Η ηλιακή ενέργεια μπορεί να ληφθεί με έναν ηλιακό συλλέκτη, η φωτοσύνθεση δημιουργεί επίσης κυτταρίνη, με την αλκοολική ζύμωση παίρνουμε αλκοόλη, αλλά το ποσοστό της αλκοόλης που υπάρχει μέσα στο νερό είναι 8%. Κατά συνέπεια δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως έχει σαν καύσιμο. Έτσι η κυτταρίνη την οποία έχει το φυτό από όπου παίρνουμε την σακχαρόζη, μπορεί να καεί για να μας δώσει τον ατμό που χρειάζεται στο εργοστάσιο για

να αποστάξουμε το 8% διάλυμα της αλκοόλης για να φτιάξουμε το 95% οиноπνευματούχο υγρό το οποίο θα χρησιμοποιηθεί σαν καύσιμο στο αυτοκίνητο, αφού ξηρανθεί πρώτα και μετατραπεί σε προϊόν 100%. Ταυτόχρονα δημιουργούνται 1 πρωτεΐνες οι οποίες μπορούν να αποτελέσουν τροφή για τα ζώα.



Εικόνα 5.16 Η αύξηση ζήτησης

Η βιοαιθανόλη στη συνέχεια καίγεται στο αυτοκίνητο, δίνει διοξείδιο του άνθρακα και νερό το οποίο επανέρχεται και πάλι στον κύκλο μέσω της φωτοσύνθεσης κατά συνέπεια έχουμε ένα ανανεώσιμο καύσιμο.



Τα καύσιμα βιοαιθανόλης χρησιμοποιούνται στα αυτοκίνητα είτε μέσω της προσθήκης βιο-ETBE (αιθυλικός τριτογενής βουτυλικός αιθέρας) στη βενζίνη (45% EtOH / Isobutylene 55%), που είναι σχετικά εύκολος τρόπος, εν τούτοις, χωρίς αρκετή διαθέσιμη παραγωγική ικανότητα, δηλαδή το χαμηλότερο άμεσο συνδυασμό επιπέδων στη βενζίνη και το πετρέλαιο (μέχρι 25% = E25), είτε με το συνδυασμό υψηλού επιπέδου (E85).



Εικόνα 5.17 Αντλία για βιοαιθανόλη E85 σε ευρωπαϊκές χώρες

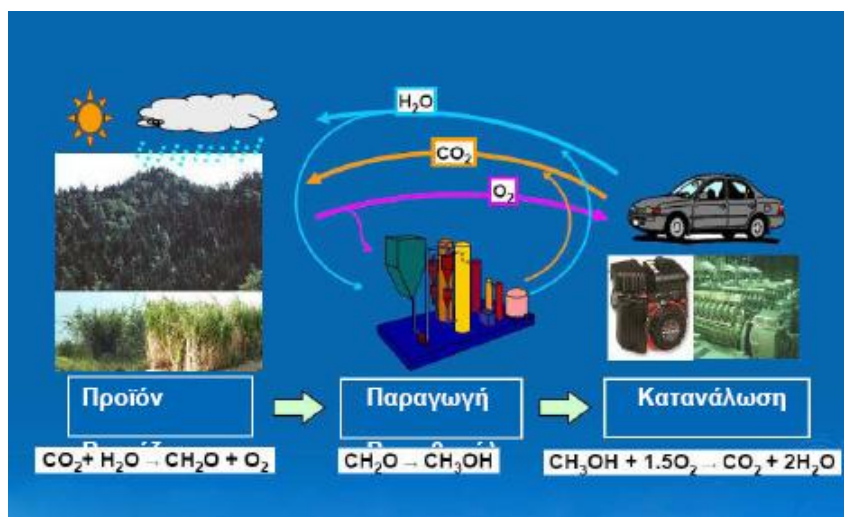
Το E85 ως όνομα προέρχεται από την σύνθεσή 25% παραδοσιακής βενζίνης και 85% αιθανόλης που προέρχεται από βιομάζα. Επίσης, είναι καύσιμο 105 οκτανίων. Πέρα από τη διαθεσιμότητα, η παραγωγή έγκειται σε ρυθμιστικούς περιορισμούς (οδηγία 2003/17 στην ποιότητα των καυσίμων βενζίνης και diesel).

Οι χρήστες του καύσιμου E85, το κύριο καύσιμο Βιοαιθανόλης στην Σουηδία, έχουν ένα σωρό πλεονεκτήματα, μειωμένα τέλη, δωρεάν parking και διάφορα άλλα και το κυριότερο, κοστίζει 25% φθηνότερα από την απλή αμόλυβδη. Η βενζίνη και το πετρέλαιο, συνδυάζεται με την αιθανόλη μέχρι 15% χωρίς να απαιτεί καμία τροποποίηση στο αυτοκίνητο. Μεταξύ E15 και E85 τα αυτοκίνητα απαιτούν τροποποιήσεις, αλλά δεν είναι ουσιαστικές από τεχνολογική άποψη και από άποψη κόστους σχετικά φτηνές (μεταξύ 100 και 200 ευρώ).

5.6.5 Βιομεθανόλη

Η μεθανόλη είναι ένα κρίσιμο συστατικό της παραγωγής βιοντίζελ (biodiesel). Περίπου 12% του βιοντίζελ είναι μεθανόλη. Με τη χρήση της βιομεθανόλης προκύπτει ότι το βιοντίζελ γίνεται συνολικά ανανεώσιμο καύσιμο.

Η βιομεθανόλη είναι ένα προηγμένο μη-ζυμωτικό σύστημα βιοτεχνολογίας που παράγει τη μεθανόλη εμπορικού βαθμού, από τα μη κυτταρινούχα κατάλοιπα, των εγκαταστάσεων βιομάζας.



Εικόνα 5.18 Ο κύκλος του άνθρακα μέσω της φωτοσύνθεσης, το στάδιο παραγωγής βιομεθανόλης και το στάδιο κατανάλωσης της βιομεθανόλης (Ουδετεροποίηση του άνθρακα)

Το σύστημα BioMethanolTM στις ΗΠΑ χρησιμοποιεί τα γενετικά ενισχυμένα ένζυμα στις μεθυλικές ομάδες strips από πολτό ζαχαρότευτλων που προκύπτουν από την παραγωγή σακχαρόζης και τις μετατρέπει σε μόρια μεθανόλης.

Αυτά τα βιοένζυμα, αναπτύσσονται χρησιμοποιώντας τον αποκλειστικό συνδυασμό:

- 1) φυσικού τρόπου εξέλιξης,
- 2) κατευθυνόμενων τεχνικών εξέλιξης για να αναπτυχθούν νέα ένζυμα και
- 3) ειδικά αναπτυγμένες δοκιμές και συστήματα ελέγχου που μεγιστοποιούν την παραγωγή σε μια εμπορική ρύθμιση.



Εικόνα 5.19 Βιομεθανόλη από ζαχαρότευτλο (SugarBeet BioMethanolTM)

Η διαδικασία παραγωγής βιομεθανόλης μπορεί να ενσωματωθεί στις υπάρχουσες εγκαταστάσεις επεξεργασίας ζαχαρότευτλων μέσω ενός ιδιόκτητου συστήματος βιολογικών αντιδραστήρων που χρησιμοποιεί τη λανθάνουσα ενέργεια από την παραγωγή ζάχαρης για να μειώσει τις κύριες και λειτουργικές δαπάνες.

Οφέλη της τεχνολογίας BioMethanolTM :

- Άμεσα οφέλη αλλαγής κλίματος: Μειώσεις του CO₂
- Σταθερότητα για τις γεωργικές Κοινότητες παγκοσμίως: Προϊόντα προστιθέμενης αξίας
- Οφέλη ενεργειακής ασφάλειας: Μείωση του εισαγόμενου πετρελαίου



Εικόνα 5.20 Χρήση βιομεθανόλης στο αυτοκίνητο

Ήδη γίνονται εκτεταμένες έρευνες με διαλύματα αιθανόλης και μεθανόλης σε βενζίνη με περιεκτικότητα 5 και 15% κατ' όγκο αντίστοιχα.



Εικόνα 5.21 Το όχημα μεθανόλης Necar 5 της Mercedes

Μόνο για την αξιολόγηση της μεθανόλης, η Φολκσβάγκεν (VW) δοκιμάζει ένα στόλο από 650 αυτοκίνητα σε εκτεταμένες δοκιμές στη Γερμανία αντλώντας πολύτιμη πείρα για το μέλλον. Παράλληλα, δοκιμάζονται και οι επιδράσεις που μπορεί να έχουν τα ίδια συστατικά αναμεμιγμένα με πετρέλαιο σε κινητήρες ντίζελ σε ποσοστά 20 και 15%, σε συνεργασία μάλιστα και με τα γερμανικά ταχυδρομεία. Η διαδικασία παρασκευής βιομεθανόλης, προσφέρει στο ζαχαρότευτλο και σε άλλους γεωργικούς τομείς τη δυνατότητα για ένα νέο ρεύμα εισοδήματος προστιθέμενης αξίας από τα υπάρχοντα υπόλοιπα υποπροϊόντα τους.

Η μεθανόλη είναι άριστος μεταφορέας υδρογόνου. Η DaimlerChrysler και άλλοι, έχουν αναπτύξει οχήματα για να λειτουργήσουν με μεθανόλη. Η χρήση ανανεώσιμης βιομεθανόλης, θα έφερνε τα άμεσα οφέλη ενεργειακής ασφάλειας και αλλαγής κλίματος στον τομέα των μεταφορών.



Εικόνα 5.22 "Η παραγωγή υδρογόνου από μεθανόλη είναι το πρώτο καύσιμο στην 115-ετών ιστορία του αυτοκινήτου στην Ευρώπη που δεν προέρχεται από μια απολιθωμένη πηγή και μπορεί να παραχθεί από ανανεώσιμες πηγές." Jurgen Schrempp, πρόεδρος της DaimlerChrysler

5.6.6 Βιοϋδρογόνο

Το υδρογόνο παράγεται με τις πολύ απλές αντιδράσεις, της διάσπασης του νερού με τη βοήθεια ενέργειας που θα μπορούσε να αντικατασταθεί με ηλιακή, υπό προϋποθέσεις. Το νερό διασπάται με αυτή την απλή αλλά σπουδαία αντίδραση η οποία έχει το μεγαλύτερο οικονομικό ενδιαφέρον αλλά δυστυχώς δεν έχει επιτευχθεί ακόμα η συμφέρουσα οδός. Η βιομάζα είναι μια πρώτη ύλη που με μικροοργανισμούς μπορεί να μας δώσει υδρογόνο στη συνήθη θερμοκρασία.

Το πρόβλημα με όλες τις μορφές ενέργειας, που θα μπορούσαν να αντικαταστήσουν χωρίς περιβαλλοντικό κόστος τα συμβατικά καύσιμα (ηλιακή, αιολική και ενέργεια από τις υδατοπτώσεις), είναι ότι δεν μπορούν να αποθηκευτούν σε μεγάλη κλίμακα και επομένως, δεν μπορούν να διατεθούν στο εμπόριο. Το υδρογόνο είναι η ιδανική λύση.

Με τη μέθοδο της ηλεκτρόλυσης και τη χρησιμοποίηση της ηλιακής ενέργειας θα μπορέσει να υπάρξει απεριόριστη διαθεσιμότητα υδρογόνου ως πηγή ενέργειας και μάλιστα με μηδαμινή περιβαλλοντική επιβάρυνση.

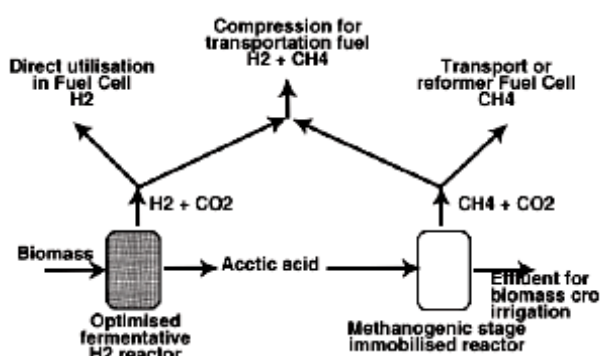
Το μεγάλο ζήτημα βέβαια παραμένει η έλλειψη της απαιτούμενης υποδομής για την παραγωγή, αποθήκευση και διάθεση του υδρογόνου, το κόστος για την υλοποίησή της και φυσικά οι τεχνικές δυσκολίες. Η λύση βρίσκεται στην από κοινού αντιμετώπιση των όποιων προβλημάτων στη βάση ενός διεθνούς συντονισμού των προσπάθειών σ' όλο το φάσμα των χρήσεων του υδρογόνου. Το πιο ενθαρρυντικό στοιχείο για το υδρογόνο είναι ότι οι εκπομπές των αυτοκινήτων που το χρησιμοποιούν ως κινητήρια ενέργεια αποτελούνται ουσιαστικά από νερό και πρακτικά καθόλου διοξείδιο του άνθρακα.

Με την προϋπόθεση λοιπόν ότι για την παραγωγή του δε θα χρησιμοποιούνται ορυκτά καύσιμα, δε θα υπάρχει καμία επιβάρυνση στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Ένα πιο σημαντικό πρόβλημα είναι αυτό της μεταφοράς του υδρογόνου στο αυτοκίνητο εξαιτίας της χαμηλής ενεργειακής του πυκνότητας. Οι μέχρι σήμερα έρευνες προσανατολίζονται στην αποθήκευση κρυογενικού υδρογόνου, αφού μόνο τότε το υδρογόνο είναι υγρό και διαθέτει ικανοποιητική ενεργειακή πυκνότητα.

Χρειάζεται όμως να μειωθούν οι απώλειες που προκαλούνται από την τεράστια διαφορά θερμοκρασίας του υδρογόνου (-253 βαθμοί C) και του περιβάλλοντος με περαιτέρω έρευνα.

Ωστόσο, βρίσκεται ακόμα στο στάδιο της έρευνας, πάρα πολύ μακριά από το να μιλάμε για παραγωγή. Στη συνέχεια το υδρογόνο θα καεί στο αυτοκίνητο και θα μας δώσει νερό και την θερμότητα που απαιτείται για την κίνησή του.



Εικόνα 5.23 Ένα από τα προϊόντα της βιομάζας είναι και το βιοϋδρογόνο

Απ' ότι βλέπουμε εδώ το μόνο προϊόν που δημιουργείται από την καύση του είναι το νερό, κατά συνέπεια είναι ένα άκρως φιλικό προς το περιβάλλον εναλλακτικό καύσιμο. Δεδομένου ότι ξαναδημιουργείται το νερό μπορούμε να μιλούμε για ανανεώσιμο καύσιμο, για μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και κατά συνέπεια λύνουμε το ενεργειακό πρόβλημα, οριστικά με απόλυτα φιλικό τρόπο προς το περιβάλλον.

5.6.7 Βιοαέριο

Καθώς τα φυτά και τα ζώα αποσυντίθενται παράγουν ένα άχρωμο και άοσμο αέριο το μεθάνιο. Το μεθάνιο είναι πλούσιο σε ενέργεια και αποτελεί το κύριο συστατικό του βιοαερίου.

Σύσταση του Βιοαερίου:

- Μεθάνιο (CH₄) : 55-70%

- Διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) : 30-45%
- Υδρόθειο (H_2S) : 1-2%
- Άζωτο (N_2) : 0-1%
- Υδρογόνο (H_2) : 0-1%
- Μονοξείδιο του άνθρακα (CO) : ίχνη
- Οξυγόνο (O_2) : ίχνη

Το βιοαέριο είναι πολύ σταθερό, μη-τοξικό, άχρωμο, άοσμο και άγευστο αέριο και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ενεργειακά σε μηχανές εσωτερικής καύσης. Παρόλα αυτό το μικρό ποσοστό υδρόθειου που περιέχει το μίγμα, ενδέχεται να του προσδώσει μια ελαφρώς δύσοσμη μυρωδιά ιδίως κατά την καύση. Η τιμή του ωστόσο, κυμαίνεται λίγο πάνω από το 50% της τιμής της βενζίνης.

Το βιοαέριο παράγεται με την μεθανική ζύμωση από την αναερόβια χώνευση κτηνοτροφικών κυρίως αποβλήτων, όπως λύματα από χοιροστάσια και βουστάσια, αγροτοβιομηχανικών αποβλήτων και λυμάτων, καθώς και από αστικά οργανικά απορρίμματα.

Μέσω της φωτοσύνθεσης παράγονται επίσης οι υδατάνθρακες, τα σάκχαρα και βέβαια με την ανάπτυξη των φυτών δημιουργούνται σάκχαρα, λίπη, πρωτεΐνες και στη συνέχεια αυτά τα υλικά με ένζυμα που υπάρχουν στους μικροοργανισμούς μετατρέπονται σε μεθάνιο και διοξείδιο του άνθρακα.

Χρησιμοποιούμε ένα αντιδραστήρα υδρόλυσης της βιομάζας και στη συνέχεια ένα δεύτερο βιοαντιδραστήρα όπου εκεί γίνεται η μεθανική ζύμωση για την παραγωγή του βιοαερίου. Παράγεται το βιοαέριο και στη συνέχεια το απόβλητο το οποίο περιέχει οργανικό φορτίο που μπορεί να βιοαποικοδομηθεί, αποβάλλεται καθαρισμένο στο περιβάλλον.

Το βιοαέριο το οποίο είναι μίγμα μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα επειδή έχει λίγο άνθρακα, καίγεται με λιγότερους ρύπους, απ' ότι η βενζίνη.

Στη Σουηδία ήδη αρκετά οχήματα κινούνται με μεθάνιο και λειτουργούν σταθμοί διανομής βιοαερίου. Παράλληλα, το αναβαθμισμένο βιοαέριο μπορεί να διοχετευθεί στο δίκτυο του φυσικού αερίου, όπως πλέον γίνεται στην Ολλανδία, τη Σουηδία και την Ελβετία και να χρησιμοποιηθεί για ηλεκτρική και θερμική ενέργεια. Πειραματικά χρησιμοποιείται και για παραγωγή H_2 , τροφοδοτώντας κυψέλες καυσίμου (fuel cells).

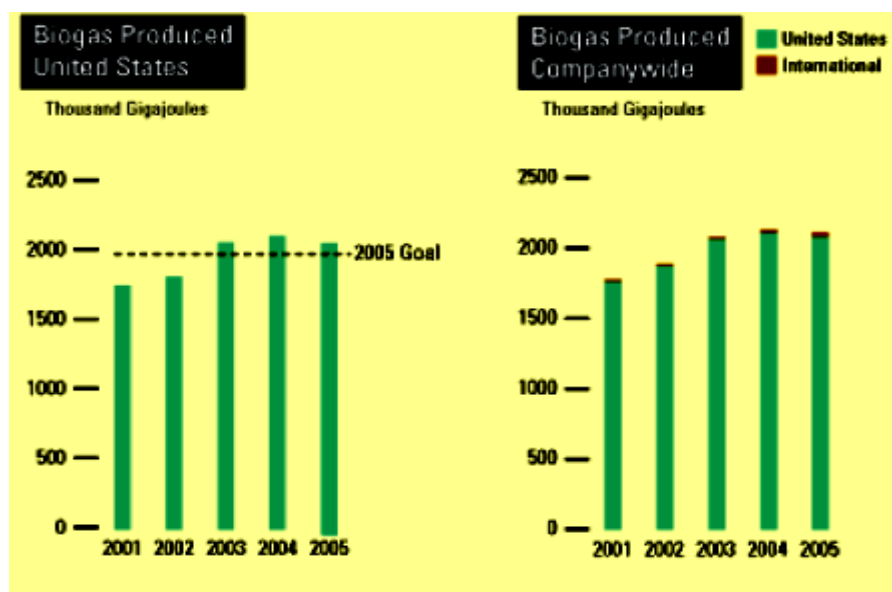


Εικόνα 5.24 Αντλία βιοαερίου

Κατά την καύση του βιοαερίου με περιεκτικότητα 60-70% σε μεθάνιο παράγεται μπλε φλόγα ενώ παράλληλα εκλύεται θερμογόνος δύναμη των $4500-5500 \text{ kcal/m}^3$ ή $(18.8-23.0 \text{ MJ/m}^3)$. Η θερμική δύναμή του είναι άμεσα συνδεδεμένη με το ποσοστό του περιεχόμενου σε αυτό μεθανίου.



Εικόνα 5.25 Ήδη στην Σουηδία 4.300 οχήματα κινούνται με μεθάνιο και λειτουργούν 35 δημόσιοι σταθμοί διανομής βιοαερίου

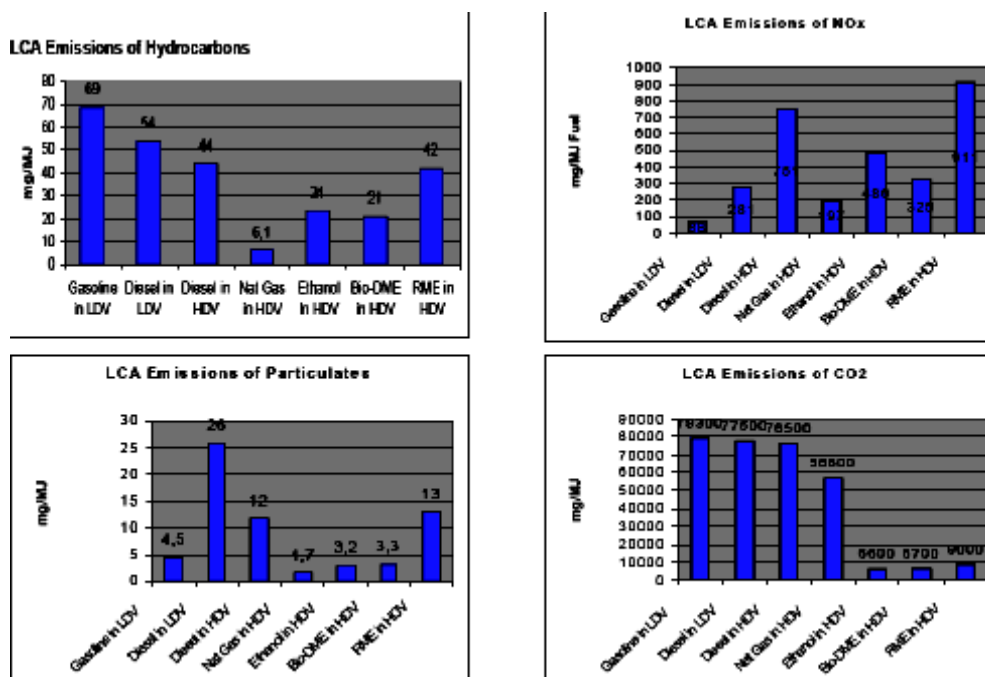


Διάγραμμα 5.7 Παραγωγή βιοαερίου σε γιγατζάουλ (GJ) ανά έτος

5.6.8 Βιοδιμεθυλαιθέρας (DME)

Ο Βιοδιμεθυλαιθέρας, DME (di-methyl-ether), προσφέρει την υψηλότερη αποδοτικότητα και τα καλύτερα στοιχεία εκπομπής από άλλα γνωστά καύσιμα diesel.

Τα παρακάτω διαγράμματα επεξηγούν τις συνδυασμένες εκπομπές από την παραγωγή, τη διανομή και την τελική χρήση των υδρογονανθράκων (HC), των οξειδίων αζώτου (NO_x), των μορίων και του διοξειδίου του άνθρακα από τα διάφορα καύσιμα όταν χρησιμοποιούνται στα ελαφρά οχήματα (LDV) και στα οχήματα βαρέυ τύπου.



Διάγραμμα 5.8 Τα στοιχεία έχουν ληφθεί από τη δημοσίευση Miljöfaktabok för bränslen του σουηδικού ιδρύματος πετρελαίου, το 1999. Όπως παρουσιάζεται από τα διαγράμματα οι εκπομπές από το βιο-DME είναι μεταξύ του χαμηλότερου ορίου όταν χρησιμοποιούνται στα οχήματα βαρέυ τύπου

Το DME μπορεί να κατασκευαστεί από την αφυδάτωση της μεθανόλης αλλά και από την άμεση σύνθεση από το αέριο σύνθεσης. Το αέριο σύνθεσης, μπορεί να παραχθεί από οποιοδήποτε άνθρακα που περιέχει την πρώτη ύλη. Αυτήν την περίοδο, ο λιγότερος δαπανηρός τρόπος για να παραχθεί το αέριο σύνθεσης είναι με το μετασχηματισμό από φυσικό αέριο. Οι αξιολογήσεις

δείχνουν ότι η μεγάλης κλίμακας κατασκευή του DME από φυσικό αέριο μπορεί να καταστεί ανταγωνιστική με τα καύσιμα diesel.

Το αέριο σύνθεσης μπορεί επίσης να παραχθεί από τη βιομάζα, αν και με υψηλότερο κόστος απ' ό,τι από φυσικό αέριο. Με τη χρησιμοποίηση της βιομάζας ως αέριο πετροχημικής βιομηχανίας, οι εκπομπές του CO₂ μπορούν να μειωθούν αρκετά.

Η επίτευξη της παραγωγής των καυσίμων από βιομάζα είναι υψηλότερη γιατί τα καύσιμα που παράγονται μέσω της αεριοποίησης/καθοδήγησης αερίου (DME/Methanol), παρά μέσω της διαδικασίας υδρόλυσης/ζύμωσης (αιθανόλη). Ο λόγος για αυτό είναι ότι στην πρώτη περίπτωση όλος ο άνθρακας μπορεί να μετατραπεί σε καύσιμο, ενώ στη δεύτερη περίπτωση μόνο ο μετατρέψιμος άνθρακας στη ζάχαρη μπορεί να προσδώσει καύσιμο.

Αυτό το γεγονός, επίσης σημαίνει ότι το κόστος για τα παραγόμενα καύσιμα από βιομάζα μέσω της αεριοποίησης μπορεί να αναμένεται χαμηλότερο από εκείνο της παραγωγής μέσω της ζύμωσης.



Εικόνα 5.26 Η μηχανή diesel της VOLVO D9A προσαρμοσμένη για τη χρήση του DME

5.6.9 Συμπεράσματα

Να εστιάσουμε τώρα στα προβλήματα που δημιουργούνται και πρέπει να λυθούν για να πούμε με σιγουριά ότι μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα εναλλακτικά καύσιμα στην κίνηση των αυτοκινήτων. Σε ένα εργοστάσιο παραγωγής βιοαιθανόλης με την υπάρχουσα τεχνολογία απαιτείται απόσταση

δηλαδή μία διεργασία η οποία χρειάζεται ενέργεια, δηλαδή πετρέλαιο. Πιο συγκεκριμένα απαιτείται ενεργειακό ισοζύγιο στην προκειμένη περίπτωση είναι αρνητικό και η χρήση αυτού του εναλλακτικού καυσίμου στα μεταφορικά μέσα αδόκιμη. Κατά συνέπεια υπάρχει εδώ ένα σημαντικό πρόβλημα μείωσης της ενεργειακής κατανάλωσης στο εργοστάσιο παραγωγής της βιοαιθανόλης. Ήδη με την έρευνα που έχει γίνει στα τελευταία 25 χρόνια καταφέραμε να την μειώσουμε στο μισό. Όμως θα πρέπει να την μηδενίσουμε. Βέβαια σε βραχυπρόθεσμη βάση η βιοαιθανόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν πρόσθετο στην βενζίνη. Η ριζική λύση θα είναι η υδρόλυση της κυτταρίνης για την παραγωγή γλυκόζης και έπειτα με αλκοολική ζύμωση, βιοαιθανόλη. Η παραγωγή βιοαιθανόλης 100% χωρίς κατανάλωση ενέργειας είναι ένα μεγάλο πρόβλημα που απασχολεί την παγκόσμια διεθνή κοινότητα.

Το πρόβλημα παραγωγής του βιοαερίου είναι ίσως πιο περίπλοκο απ' ότι είναι η παραγωγή της βιοαιθανόλης.

Το πρόβλημα που υπάρχει εδώ είναι η μικρή σχετική ταχύτητα της μεθανικής ζύμωσης, αυτό σημαίνει μεγάλοι βιοαντιδραστήρες, μεγάλοι όγκοι εγκαταστάσεων. Θα πρέπει εδώ η επιστημονική έρευνα να μειώσει το χρόνο της ζύμωσης για να μειώσει τον όγκο των εγκαταστάσεων και βέβαια το κόστος.

Για την παραγωγή του υδρογόνου, το εμπόδιο είναι το ότι για να γίνει η αντίδραση θερμικής διάσπασης του νερού χρειαζόμαστε 4600°C, μια θερμοκρασία απαγορευτική δεδομένου ότι δεν βρίσκονται υλικά για να κατασκευάσουμε τον αντιδραστήρα παραγωγής υδρογόνου.

Επίσης η υψηλή θερμοκρασία που απαιτείται για τη διάσπαση δημιουργεί αρνητικό ισοζύγιο, δηλαδή, όταν θέλουμε να δώσουμε στην κοινωνία ένα καύσιμο αυτό θα πρέπει να μας δίνει περισσότερη ενέργεια από την ενέργεια που δίνουμε για να το παράγουμε. Στη συγκεκριμένη περίπτωση δεν συμβαίνει κάτι τέτοιο.

Έτσι για να έχουμε ωφέλιμη ενέργεια θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα καταλύτη ούτως ώστε να ρίξουμε την θερμοκρασία διάσπασης του νερού κάτω από τους 1000°C και αν είναι δυνατόν να παράγουμε το υδρογόνο στη συν ήθη θερμοκρασία. Αυτή θα ήταν μία πιο φιλική προς το περιβάλλον βιομηχανική μεθοδολογία. Βέβαια εδώ υπάρχει και ακόμα ένα μεγάλο εμπόδιο. Η μεγάλη εκρηκτική ικανότητα του υδρογόνου.

5.6.10 Επίδραση των εναλλακτικών καυσίμων στο περιβάλλον

Το υδρογόνο με την καύση του μας δίνει μόνο νερό, δεν δίνει κανένα απολύτως ρύπο. Διασπάται και ξαναδημιουργείται με τη καύση του, που σημαίνει ότι είναι απόλυτο ανανεώσιμο.

Η βιοιθανόλη καίγεται ομαλά, μας δίνει κυρίως νερό και διοξείδιο του άνθρακα, και πολύ μικρές περιεκτικότητας άλλων ρύπων.

Το βιοαέριο το οποίο είναι μίγμα μεθανίου και διοξειδίου του άνθρακα επειδή έχει λίγο άνθρακα, καίγεται με λιγότερους ρύπους, απ' ότι η βενζίνη. Η βενζίνη και το πετρέλαιο με την καύση τους παράγουν σαν κύρια συστατικά νερό και διοξείδιο του άνθρακα. Από εκεί και πέρα δημιουργούνται αιθάλη, διοξείδιο του θείου (εξαιρετικός ρυπαντής), μονοξείδιο του άνθρακα (συμμετέχει στις αντιδράσεις δημιουργίας των φωτοχημικών ρύπων), ακόρεστοι υδρογονάνθρακες (γνωστοί για την μείωση του όζοντος), συμπυκνωμένοι υδρογονάνθρακες και ενώσεις μολύβδου (βλαπτικές και καρκινογόνες ουσίες). Κατά συνέπεια είναι εύκολο να δει κανείς τη διαφορά μεταξύ των εναλλακτικών καυσίμων από τη βενζίνη και το πετρέλαιο.

Ενδιαφέρον παρουσιάζουν ορισμένα συγκριτικά στοιχεία για τα διάφορα καύσιμα, μεταξύ αυτών και τα εναλλακτικά. Μία παράμετρος που μας ενδιαφέρει, είναι η κατά μάζα πυκνότητας ενέργεια, δηλαδή, πόση ενέργεια παίρνουμε από ένα κιλό καυσίμου.

Η κατά μάζα πυκνότητα ενέργειας του υδρογόνου είναι 120.000 KJ ανά Kg, περίπου 2,5 φορές μεγαλύτερη απ' αυτή του μεθανίου και τρεις φορές περίπου μεγαλύτερη απ' αυτή που δίνει η βενζίνη. Επομένως εδώ μπορούμε να πούμε ότι το υδρογόνο έχει μια μεγάλη υπεροχή.

Η βιοιθανόλη έχει περίπου τα 2/3 της κατά μάζα πυκνότητας ενέργειας σε σχέση με την βενζίνη. Αλλά, χρησιμοποιώντας ένα λίτρο βιοιθανόλη στο αυτοκίνητο και ένα λίτρο βενζίνης, κάνεις τα ίδια χιλιόμετρα. Κατά συνέπεια το μειονέκτημα αυτό της βιοιθανόλης αίρεται στην μηχανή του αυτοκινήτου.

Ας δούμε τώρα την διαθέσιμη βιομάζα προκειμένου να μιλάμε για μια ολοκληρωτική λύση του προβλήματος των καυσίμων, με αντικατάσταση της βενζίνης και του πετρελαίου ντίζελ από εναλλακτικό καύσιμο όπως η βιοιθανόλη. Η βιομάζα είναι το ξύλο, τα αγροτικά απορρίμματα, τα δημητριακά όπως είναι το καλαμπόκι, το σιτάρι, το σόργο, τα σακχαρότευτλα,

τα στερεά απόβλητα των πόλεων όπως επίσης και τα απόβλητα των βιομηχανιών τροφίμων. Ποια φυτά θα μπορούσαμε να καλλιεργήσουμε στα χωράφια μας έτσι ώστε να παράγουμε υδατάνθρακες και από εκεί πρώτες ύλες και στην συνέχεια βιοκαύσιμα;

Το σόργο, δίνει την μεγαλύτερη απόδοση ανά στρέμμα, αλλά έχει ένα μειονέκτημα που σχετίζεται με τη μικρή περιεκτικότητα σε ζυμώσιμα σάκχαρα και μεγάλη περιεκτικότητα σε κυτταρίνη. Θα πρέπει επομένως να πετύχουμε επιστημονικά την υδρόλυση της κυτταρίνης για να έχουμε έτσι πιθανότητα το σόργο να χρησιμοποιηθεί σαν πρώτη ύλη.

Τα τεύτλα ίσως σήμερα είναι το φυτό το οποίο θα πρέπει να καλλιεργήσουμε προκειμένου να αρχίσουμε την παραγωγή βιοκαυσίμων γιατί έχει τέτοια περιεκτικότητα σε σακχαρόζη, που βοηθάει ενεργειακά την παραγωγή της βιοαιθανόλης.

Το σιτάρι και το καλαμπόκι που περιέχουν μικρότερες αποδόσεις σε βιοκαύσιμα, έχουν ένα μεγάλο πλεονέκτημα διότι παρέχουν ταυτόχρονα και πρωτεΐνες. Ταυτόχρονα δηλαδή με την καλλιέργεια αυτών των αγροτικών προϊόντων μπορούμε να παράγουμε βιοκαύσιμα και γλουτένη η οποία είναι η πρωτεΐνη του ψωμιού και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν τρόφιμο. Αλλά βέβαια εδώ υπάρχει ένα εμπόδιο, η υδρόλυση του αμύλου, που είναι ένα στάδιο που θα πρέπει να πετύχουμε στο εργοστάσιο οικονομικοτεχνικά για να παράγουμε στην συνέχεια την βιοαιθανόλη.

Τι γίνεται όμως σε παγκόσμια κλίμακα, είναι δυνατή η παραγωγή βιομάζας σε ποσά τέτοια που να καλύπτουν τις παγκόσμιες ενεργειακές ανάγκες; Λέγεται ότι η παγκόσμια παραγωγή βιομάζας μπορεί να φθάσει στα 146 δις. τόνους, που σημαίνει ότι αυτή η ποσότητα μπορεί να καλύψει 30 φορές την ενέργεια που χρειάζονται οι ΗΠΑ. Και αν λάβουμε υπόψη μας ότι οι ΗΠΑ καταναλίσκουν περίπου το 25% της παγκόσμιας ενέργειας, βλέπουμε πράγματι ότι αυτό το ποσό καλύπτει πολλαπλάσια την ενέργεια που απαιτείται σε ολόκληρο τον κόσμο. Μόνο στις ΗΠΑ η διαθέσιμη βιομάζα υπολογίζεται σε 1 δις τόνους από την οποία μπορούν να παραχθούν 350 εκατομμύρια τόνοι βιοαιθανόλης, ποσότητα που υπερκαλύπτει την κατανάλωση καυσίμου στην χώρα αυτή.

Δυνατότητα να παράγουμε βιοκαύσιμα στην Ελλάδα. Αν καλλιεργήσουμε το 15% των πεδιάδων της Βόρειας Ελλάδας, Θεσσαλία, Μακεδονία, Θράκη,

μπορούμε να παράγουμε βιοκαύσιμο το οποίο να καλύπτει περίπου το 35% των αναγκών της χώρας στα μεταφορικά μέσα και ταυτόχρονα 240 τόνους την ημέρα πρωτεΐνες για ζωοτροφές. Το κόστος παραγωγής πλησιάζει περίπου την τιμή πώλησης της βενζίνης (όχι τιμή παραγωγής). Υπάρχει κανένα πρόβλημα σήμερα έτσι ώστε η βιοαιθανόλη να μπει στα αυτοκίνητα; Το πρόβλημα που υπάρχει αυτή τη στιγμή είναι ότι το οινόπνευμα που παράγεται στα εργοστάσια είναι 95%. Είναι δηλαδή δύσκολο να ξηραίνουμε και να παράγουμε προϊόντα 100%. Αν βέβαια χρηματοδοτηθούν τέτοιες έρευνες στο εγγύς μέλλον μπορεί να δοθεί λύση σ αυτό το θέμα. Μακροπρόθεσμα, έχουμε την δυνατότητα να λύσουμε ολοκληρωτικά το πρόβλημα των καυσίμων και να αντικαταστήσουμε την βενζίνη και το πετρέλαιο ντίζελ με εναλλακτικά καύσιμα. Αυτό θα μπορούσε να γίνει υπό την προϋπόθεση ότι θα επιτευχθεί οικονομικοτεχνικά η υδρολύση της κυτταρίνης. Αν υδρολύσουμε την κυτταρίνη και δεν μεταβάλουμε το σύστημα παραγωγής με βάση τα τεύτλα που είπαμε προηγούμενα, δηλαδή να καλλιεργούμε το 15% των πεδιάδων της Βόρειας Ελλάδας, και να παράγουμε ζαχαρότευτλα, μπορούμε να αυξήσουμε αυτό το 35% με τα κυτταρινούχα συστατικά που περιέχονται στις πρώτες ύλες χρησιμοποιώντας και την αχυροκυτταρίνη των πεδιάδων από την παραγωγή των δημητριακών μαζί με την μελάσα. Έτσι μπορούμε να αυξήσουμε αυτό το ποσοστό στο 60%. Από εκεί και πέρα εάν θα γίνει ολοκληρωτική αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων εξαρτάται από το εάν θα πρέπει να αυξήσουμε τα ποσοστά αυτά στις καλλιέργειες ή όχι. Μπορούμε όμως να συνδυάσουμε την παραγωγή του βιοκαυσίμου με την παραγωγή τροφίμων, την παραγωγή πρωτεϊνών, κ.ο.κ.

Σήμερα, μπορούμε να κάνουμε άμεση παραγωγή αλκοόλης, βιοαιθανόλης και να την βάλουμε στο αυτοκίνητο. Είναι δυνατόν να γίνει προσθήκη στην βενζίνη με ένα ποσοστό 3% χωρίς να διαταραχθεί η γεωργική παραγωγή. Μπορούμε να παράγουμε 40 εκατ. λίτρα από μελάσα και 50 εκατ. λίτρα από ζαχαρότευτλα και ταυτόχρονα φτιάχνουμε επίσης και κάπου 7.000 χλγρ. ζύμη αρτοποιίας ή κατά κάποιον τρόπο πρωτεϊνούχες κτηνοτροφές.

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε:

- Τα εναλλακτικά καύσιμα είναι φιλικά προς το περιβάλλον
- Η βιοαιθανόλη είναι το εναλλακτικό καύσιμο το οποίο έχει πιθανότητες

στο εγγύς μέλλον να χρησιμοποιηθεί υπό την προϋπόθεση ότι θα υπάρξει ανάλογη πολιτική βούληση

- Η χρήση του υδρογόνου μπορεί να δώσει ολοκληρωτική λύση στο ενεργειακό ζήτημα, υπό την προϋπόθεση ότι θα υπερβεί τα προβλήματα που αναφέραμε

Τέλος, σύμφωνα με τις στατιστικές από έρευνα του καθηγητή Κρίστιαν Αζάρ του σουηδικού πολυτεχνείου του Τσάλμερς, το κόστος και κυρίως η απαιτούμενη ενέργεια για την παραγωγή των περισσότερων εναλλακτικών καυσίμων είναι απαγορευτικό.

Ενώ στη βενζίνη η ποσότητα που εξασφαλίζει 100 kWh ισχύος, απαιτεί 15 kWh για την παρασκευή της (τη στιγμή που το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο για αντίστοιχη απόδοση ισχύος καταναλώνουν μόλις το 13% στη φάση της παραγωγής), η αιθανόλη αγγίζει το 160%, η μεθανόλη κυμαίνεται από 90% έως 130% και το βιο-diesel είναι στο 110%. Δηλαδή μερικά από τα βασικότερα νέα καύσιμα ουσιαστικά προσφέρουν λιγότερη ενέργεια από αυτήν που χρειάζονται για την παραγωγή τους.

Ποια λοιπόν είναι η λύση; Κατ' αρχήν η ανακύκλωση κάποιων πηγών ενέργειας. Κατά δεύτερο λόγο, η εξέλιξη των κυψελών καυσίμου, η παραγωγή υδρογόνου από μη φυσικές πηγές και τέλος η επιτυχής αποθήκευσή του σε κατάλληλες δεξαμενές. Ουσιαστικά δηλαδή, με διαφορά, η καλύτερη λύση είναι το υδρογόνο, ενώ ενδιαφέρουσες είναι και κάποιες άλλες προσπάθειες, όπως αυτή της Mercedes με το όχημα μεθανόλης Necar 5. Και πάλι όμως, η συμφέρουσα χρήση του υδρογόνου, που θα εξαρτηθεί από τις παραπάνω παραμέτρους, απέχει πολύ από το να γίνει πραγματικότητα και σίγουρα δεν έχει σχέση με τις πρώτες προτάσεις που ήδη διατυμπανίζουν ότι εξελίσσουν οι διάφοροι κατασκευαστές. Για να γίνει πραγματικότητα μία σοβαρή μείωση των ρύπων, θα πρέπει να μην σπαταληθεί άσκοπα άλλος καιρός, τουλάχιστον μέχρι το 2030.

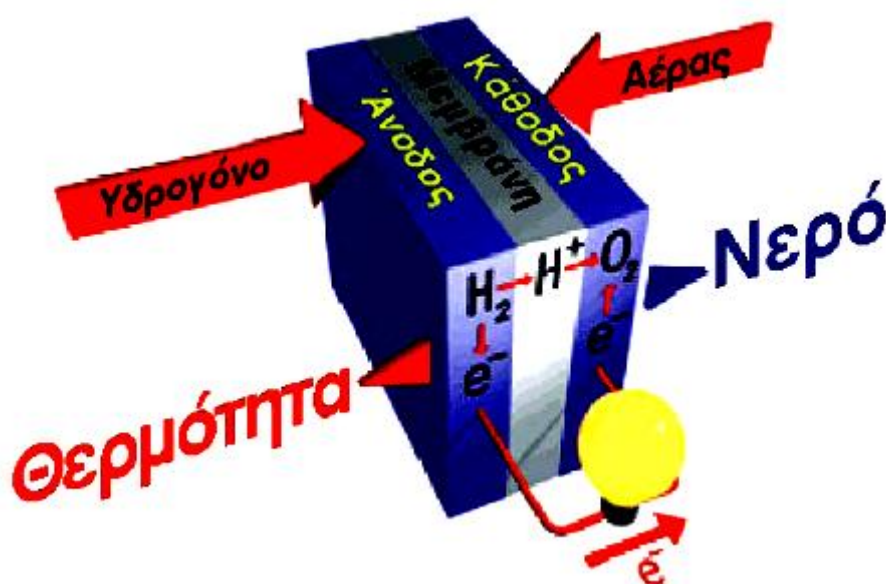
5.7 ΚΥΨΕΛΕΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Το 1839 πρέπει να ήταν μια μαγική χρονιά. Ήταν τουλάχιστον μια χρονιά σταθμός για τα ενεργειακά πράγματα. Τελείως συμπτωματικά, εκείνη τη

χρονιά, είχαμε δύο σημαντικές ανακαλύψεις που σήμερα υπόσχονται να αλλάξουν το μέλλον του πλανήτη μας. Εκείνη τη χρονιά, ο Bequerel ανακάλυπτε το φωτοβολταϊκό φαινόμενο, ανοίγοντας το δρόμο για το πέραςμα, ενάμιση και πλέον αιώνα μετά, στην ηλιακή εποχή. Την ίδια χρονιά, ένας άλλος επιστήμονας, ο Sir William Grove, κατασκεύαζε την πρώτη κυψέλη καυσίμου, χωρίς να φαντάζεται πως, η ξεχασμένη για δεκαετίες εφεύρεσή του, θα υποσχόταν την οικονομία του υδρογόνου που ευαγγελίζονται σήμερα κυβερνήσεις, περιβαλλοντολόγοι και ενεργειακοί προφήτες. Η κυψέλη καυσίμου είναι ουσιαστικά μια συσκευή μετατροπής ηλεκτροχημικής ενέργειας. Η λειτουργία της είναι αντίστροφη από αυτή μια ηλεκτρολυτικής μονάδας και προσομοιάζει την λειτουργία μιας μπαταρίας, με την διαφορά ότι δεν έχει τον περιορισμό της εξάντλησης του καυσίμου, μια και το καύσιμο (υδρογόνο) και το οξειδωτικό (αέρας ή οξυγόνο) εισάγονται συνεχώς στην άνοδο και την κάθοδο και τα προϊόντα (ηλεκτρική ενέργεια και νερό) απομακρύνονται. Μπορεί να είναι 2 ή 3 φορές περισσότερο αποδοτική από μία μηχανή εσωτερικής καύσης που μετατρέπει καύσιμο σε ισχύ. Μία κυψέλη καυσίμου παράγει ηλεκτρισμό, νερό και θερμότητα χρησιμοποιώντας χημικό καύσιμο και οξυγόνο του αέρα. Το ιδανικό καύσιμο είναι το υδρογόνο, αν και οι κυψέλες καυσίμου μπορούν να λειτουργήσουν με πληθώρα χημικών καυσίμων όπως φυσικό αέριο, υγραέριο, βενζίνη, νάφθα, πετρέλαιο, βιοαέριο, μεθανόλη, αιθανόλη, ακόμη και με πριονίδια. Στην ουσία, ανεξάρτητα από το αρχικό καύσιμο, μέσω ενός αναμορφωτή που απομονώνει το υδρογόνο, είναι τελικά το τελευταίο που αντιδρά με το οξυγόνο (σε καθαρή μορφή ή και του αέρα) και κάνει λειτουργική την κυψέλη καυσίμου.



Εικόνα 5.27 Κυψέλες καυσίμου



Εικόνα 5.28 Αρχή λειτουργίας μιας κυψέλης καυσίμου

Οι κυψέλες καυσίμου έχουν ένα αριθμό πλεονεκτημάτων όπως: υψηλή αποδοτικότητα, χαμηλές εκπομπές, ευκαμψία τοποθέτησης, αξιοπιστία, χαμηλή συντήρηση, εξαιρετική απόδοση φόρτωσης των εξαρτημάτων, εύκολη συναρμολόγηση και αποσυναρμολόγηση. Λόγω των υψηλότερων αποδόσεων και των χαμηλότερων θερμοκρασιών οξείδωσης του καυσίμου, οι κυψέλες καυσίμου εκπέμπουν λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα και οξείδια του αζώτου ανά κιλοβάτ παραγόμενης ισχύος. Και από την στιγμή που οι κυψέλες καυσίμου έχουν λίγα κινούμενα μέρη (αντλίες, ανεμιστήρες, κ.λ.π.), ο θόρυβος

και οι δονήσεις είναι ανεπαίσθητα. Η έλλειψη κινούμενων μερών συντελεί επίσης σε υψηλή αξιοπιστία.

Ένα άλλο πλεονέκτημα των κυψελών καυσίμου, είναι ότι η αποδοτικότητα τους αυξάνεται σε καταστάσεις φόρτωσης των εξαρτημάτων, αντίθετα με τις τουρμπίνες αερίου και ατμού, ανεμιστήρες και συμπιεστές.

Τύποι κυψελών καυσίμου					
Τύπος	Αλκαλικές	Στερεού πολυμερούς*	Φωσφορικού οξέος	Τετηγμένου ανθρακικού άλατος	Στερεού οξειδίου
Ακρωνύμιο	AFC	SPFC	PAFC	MCFC	SOFC
Θερμοκρασία λειτουργίας	60-90 °C	80-100 °C	200 °C	650 °C	800-1.000 °C
Απόδοση	35-40%	35-60%	35-50%	40-60%	45-60%
Ισχύς	10-100 KW	Από mW ως 500 KW	Ως 10 MW (μελλοντικά)	Ως 100 MW (μελλοντικά)	Ως 100 MW (μελλοντικά)
Εφαρμογές	Διαστημικές, και αμυντικές εφαρμογές, μεταφορές	Παραγωγή ηλεκτρισμού, συμπαραγωγή, μικρές φορητές εφαρμογές, μεταφορές	Παραγωγή ηλεκτρισμού, συμπαραγωγή	Παραγωγή ηλεκτρισμού, συμπαραγωγή	Παραγωγή ηλεκτρισμού, συμπαραγωγή

Πίνακας 5.2 Υπάρχουν πέντε διαφορετικοί τύποι κυψελών καυσίμου, κάθε ένας με τα δικά του ιδιαίτερα χαρακτηριστικά

*Στην κατηγορία αυτή υπάγονται και οι κυψέλες καυσίμου με μεμβράνη ανταλλαγής πρωτονίων, γνωστές ως PEM (Proton Exchange Membrane Fuel Cells)

Ουσιαστικά βέβαια, θα μπορούσαμε να κατατάξουμε τις διάφορες τεχνολογίες σε δύο μεγάλες κατηγορίες: αυτές που λειτουργούν σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες (AFC, SPFC, PAFC) και εκείνες που λειτουργούν σε υψηλές θερμοκρασίες (MCFC, SOFC).

Οι κυψέλες καυσίμου χαμηλών θερμοκρασιών έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

- Συνήθως απαιτούν χρήση πολύτιμων μετάλλων ως καταλυτών για να επιτύχουν υψηλές αποδόσεις
- Έχουν δυναμική αντίδραση και σύντομους χρόνους εκκίνησης
- Είναι διαθέσιμες εμπορικά
- Απαιτούν σχετικά καθαρή παροχή υδρογόνου (για παράδειγμα, οι καταλύτες των SPFC δηλητηριάζονται από την παρουσία μονοξειδίου του άνθρακα, ενώ οι AFC καταστρέφονται από το διοξείδιο του

άνθρακα). Αυτό σημαίνει ότι απαιτείται η προσθήκη ενός αναμορφωτή καυσίμου για τη μετατροπή του χημικού καυσίμου (π.χ. φυσικού αερίου) σε καθαρό υδρογόνο.

Από την άλλη, οι κυψέλες καυσίμου υψηλών θερμοκρασιών χαρακτηρίζονται από τα εξής:

- Μεγάλη ευελιξία σε ότι αφορά το χημικό καύσιμο. Μπορούν να λειτουργήσουν με πληθώρα υδρογονανθράκων ως χημικά καύσιμα
- Οι υψηλές θερμοκρασίες καθιστούν μη αναγκαία τη χρήση ακριβών ηλεκτροκαταλυτών
- Παράγουν χρήσιμη απορριπτόμενη θερμότητα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές συμπαραγωγής
- Έχουν αργή αντίδραση και μεγαλύτερους χρόνους εκκίνησης
- Απαιτούν ακριβά υλικά κατασκευής που αντέχουν τις υψηλές θερμοκρασίες
- Οι υψηλές θερμοκρασίες εγείρουν ερωτηματικά ως προς την αξιοπιστία και την αντοχή των κυψελών
- Μπορούν να συνδυαστούν με αεριοστροβίλους επιτυγχάνοντας πολύ υψηλούς βαθμούς απόδοσης
- Μόλις κάνουν τα πρώτα τους βήματα στην αγορά

5.7.1 Η ανερχόμενη αγορά των κυψελών καυσίμου

Σήμερα, παρόλη την έντονη φιλολογία περί κυψελών καυσίμου και της έλευσης της οικονομίας του υδρογόνου, υπάρχουν όλες κι όλες περί τις 6.500 εφαρμογές της τεχνολογίας αυτής σ' όλο τον κόσμο. Παρόλα αυτά, λίγοι αναλυτές δεν είναι αισιόδοξοι για το μέλλον αυτής της τεχνολογίας. Σύμφωνα με πρόσφατες εκτιμήσεις, ο κύκλος εργασιών της βιομηχανίας κυψελών καυσίμου αναμένεται να εκτιναχθεί από τα 500 εκατ. δολάρια που ήταν το 2002, στα 12,5 δις δολάρια σε μια δεκαετία. Οι ΗΠΑ κρατούν προς το παρόν τα σκήπτρα στην ανάπτυξη των διαφόρων εφαρμογών κυψελών καυσίμου, με δεύτερη την Ιαπωνία και σχετικά κοντά της την ΕΕ. Ο μεγαλύτερος αριθμός συστημάτων αφορά φορητές συσκευές με κυψέλες καυσίμου και έπονται οι

εφαρμογές μικρών μονάδων ηλεκτροπαραγωγής και τέλος οι μεταφορές. Το φυσικό αέριο, η μεθανόλη και το υδρογόνο είναι τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα καύσιμα, ενώ κυρίαρχη τεχνολογία είναι αυτή της μεμβράνης ανταλλαγής πρωτονίων (PEM), με δεύτερη σε αριθμό εφαρμογών την τεχνολογία κυψελών φωσφορικού οξέος (PAFC).



Εικόνα 5.29 Κυψέλες καυσίμου στις μεταφορές

Στα τέλη του 2003, κυκλοφορούσαν διεθνώς περί τα 300 αυτοκίνητα με κυψέλες καυσίμου, κυρίως πρωτότυπα μοντέλα από μια πληθώρα εταιριών που σιγά-σιγά μπαίνουν δυναμικά στο παιχνίδι. Τα μοντέλα περιλαμβάνουν μια ευρεία γκάμα, από ελαφρά φορτηγά και βαν, ως σεντάν, SUV και ειδικά οχήματα για γκολφ και καρτ. Το 2002, η Honda και η Toyota παρέδωσαν τα πρώτα οχήματα σε πελάτες τους στην Καλιφόρνια και την Ιαπωνία, ενώ στο παιχνίδι έχουν μπει η DaimlerChrysler, η Nissan, η Ford και η General Motors.

Οι κυψέλες καυσίμου τεχνολογίας PEM κυριαρχούν στην αγορά, με κυρίαρχο καύσιμο το συμπιεσμένο υδρογόνο και δευτερευόντως τη μεθανόλη και το υγρό υδρογόνο.

Σε ότι αφορά στα λεωφορεία με υδρογόνο και κυψέλες καυσίμου, την τελευταία δεκαετία κυκλοφόρησαν μόλις 31 πρωτότυπα, αν και το ενδιαφέρον αναζωπυρώθηκε με το ευρωπαϊκό πρόγραμμα (CUTE – Clean Urban Transport for Europe).



Εικόνα 5.30 Τα λεωφορεία υδρογόνου με κυψέλες καυσίμου του προγράμματος CUTE

Οι κυψέλες καυσίμου όμως βρίσκουν εφαρμογές και σε κάθε άλλο μεταφορικό μέσο. Στα τέλη του 2002 υπήρχαν περί τις 140 εφαρμογές σε διάφορους τομείς (σκούτερ, σκάφη, κλαρκ, φορτηγά, κ.λπ).



Εικόνα 5.31 Οι κυψέλες καυσίμου παρέχουν ενέργεια για κάθε ανάγκη

5.7.2 Η διαθεσιμότητα του υδρογόνου

Πολύς κόσμος θεωρεί πως το υδρογόνο είναι ένα νέο, και γι' αυτό όχι εν αφθονία, καύσιμο. Κι όμως, τεράστιες ποσότητες υδρογόνου παράγονται κάθε χρόνο (500 δις κυβικά μέτρα το 2002) κυρίως για βιομηχανική χρήση, ενώ οι ενεργειακές χρήσεις του υδρογόνου αποτελούν προς το παρόν ελάχιστο ποσοστό. Η βιομηχανία αμμωνίας καταναλώνει το 50% του παραγόμενου

υδρογόνου και τα διυλιστήρια το 37%. Σημαντικές καταναλώσεις έχει και η βιομηχανία τροφίμων (υδρογόνωση ελαίων).

Οι κυριότερες εμπορικές μέθοδοι παραγωγής υδρογόνου είναι:

Η αναμόρφωση υδρογονανθράκων με ατμό, κυρίως φυσικού αερίου (κόστος 5\$/GJ), η μερική οξειδωση – αεριοποίηση βαρέων υδρογονανθράκων ή κάρβουνου (13 \$/GJ) και η ηλεκτρόλυση του νερού (12 \$/GJ).

Για την παραγωγή υδρογόνου από αναμόρφωση υδρογονανθράκων, καταναλώνεται περίπου το 20-30% του υδρογονάνθρακα για την παραγωγή της ενέργειας που απαιτείται για τη διαδικασία και εκλύονται συνεπώς αέρια του θερμοκηπίου. Το πρόβλημα της ρύπανσης υφίσταται και στην περίπτωση της ηλεκτρόλυσης, εφόσον η ηλεκτρική ενέργεια προέρχεται από ορυκτά καύσιμα. Όταν όμως η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, τότε κατά τη παραγωγή του υδρογόνου δεν εκλύονται ρύποι.

Το υδρογόνο μπορεί να χρησιμοποιηθεί, εκτός των κυψελών καυσίμου, σαν εναλλακτικό καύσιμο σε πλήθος (κατάλληλα τροποποιημένων) τεχνολογιών καύσης όπως καταλυτικούς καυστήρες, λέβητες αερίου, αεριοστροβίλους και κινητήρες εσωτερικής καύσης. Η καύση του υδρογόνου παράγει νερό αλλά, λόγω των υψηλών θερμοκρασιών καύσης, παράγονται και οξείδια του αζώτου.

Το υδρογόνο που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) θεωρείται ως το ιδανικό καύσιμο αφού αμβλύνεται ουσιαστικά το περιβαλλοντικό κόστος από την παραγωγή και χρήση του υδρογόνου, όταν χρησιμοποιείται αιολική ή ηλιακή ενέργεια. Η μόνη έκλυση ρύπων υπάρχει κατά την κατασκευή, μεταφορά και εγκατάσταση των τεχνολογιών μετατροπής της αιολικής (ανεμογεννήτριες) ή ηλιακής ενέργειας (φωτοβολταϊκά) και ίσως της ενέργειας για την μεταφορά του υδρογόνου. Επίσης το υδρογόνο δεν συμβάλλει στις κλιματικές αλλαγές, ενώ τα προϊόντα της καύσης του, δεν περιέχουν σωματίδια και πολλούς από τους επικίνδυνους ρύπους που συνοδεύουν τα ορυκτά καύσιμα.

Ο πιο συνηθισμένος τρόπος αποθήκευσης υδρογόνου είναι στην αέρια μορφή του σε δεξαμενές ή κυλίνδρους, υπό πίεση 200-350 bar. Υπάρχει επιπλέον η δυνατότητα αποθήκευσης μεγάλων ποσοτήτων σε υπόγειες σπηλιές ή εξαντλημένα πηγάδια ορυχείων που περιβάλλονται από πορώδη πετρώματα κεκορεσμένα με νερό, ώστε να αποφεύγονται οι διαρροές. Σε υγρή μορφή

αποθηκεύεται σε σφαιρικά ντεπόζιτα dewar με διπλά τοιχώματα από χάλυβα ή αλουμίνιο. Ανάμεσα στα τοιχώματα υπάρχει κενό αέρος. Με αυτόν τον τρόπο γίνεται οικονομία χώρου (80% μικρότερος όγκος σε σύγκριση με αέριο υδρογόνο υπό πίεση) αλλά απαιτείται ενέργεια που ισοδυναμεί με το 40% της ενέργειας που περιέχεται στο υδρογόνο. Επίσης είναι δυνατό να γίνει αποθήκευση υδρογόνου κατά την οποία αυτό είναι ενωμένο με κάποιο υλικό, είτε ως υδρίδιο είτε με προσρόφηση. Με τη μέθοδο αυτή μειώνεται σημαντικά ο όγκος που καταλαμβάνει το υδρογόνο ως αέριο χωρίς να απαιτούνται υψηλές πιέσεις. Με τον τρόπο αυτό αποφεύγεται επίσης η αντίδραση του υδρογόνου με άλλα υλικά ενώ αποφεύγεται ο κίνδυνος έκρηξης ή πυρκαγιάς. Τα δοχεία μπορούν να είναι οποιοδήποτε σχήματος με αποτέλεσμα να ευνοείται η χρήση τους στις μεταφορές.

Τα υδρίδια μπορεί να είναι στερεά, υγρά και αέρια. Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα για την αποθήκευση υδρογόνου είναι κράματα μετάλλων, όπως τιτανίου-σιδήρου και λανθανίου-νικελίου. Το υδρογόνο εισάγεται ως αέριο υπό πίεση και ελευθερώνεται ως αέριο πάλι με θέρμανση του δοχείου. Η πιο πρόσφατη μέθοδος αποθήκευσης υδρογόνου (που βρίσκεται σήμερα σε πειραματικό στάδιο) είναι η προσρόφηση σε ίνες άνθρακα. Το κυριότερο πλεονέκτημα σε σχέση με τα υδρίδια μετάλλων είναι η σημαντική μείωση του βάρους (έως και 50%). Η παραγωγή όμως των ινών απαιτεί αρκετά μεγάλες ποσότητες ενέργειας .

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που υπάρχουν σήμερα ως προς το υδρογόνο, πέρα από το κόστος παραγωγής του, είναι η έλλειψη υποδομής για την εύκολη παροχή του καυσίμου στους καταναλωτές. Βραχυπρόθεσμα, χρήση υδρογόνου μπορεί να γίνει στη βιομηχανία και τον οικιακό τομέα προκειμένου να γίνεται αποθήκευση ενέργειας. Μεσοπρόθεσμα, μπορούν να επεκταθούν στις μεταφορές. Προκειμένου όμως να επιτευχθεί αυτό, θα πρέπει να υπάρχει εύκολος, ασφαλής και οικονομικός τρόπος πρόσβασης των καταναλωτών στο καύσιμο. Η μετάβαση, από ένα επί σειράς ετών σύστημα ενέργειας που βασίζεται κυρίως στο πετρέλαιο και τα παράγωγά του, σε ένα που θα γίνεται χρήση υδρογόνου, απαιτεί χρόνο και γενναία, δαπανηρά βήματα από κυβερνήσεις, παραγωγούς και καταναλωτές ενέργειας. Οι πιθανές λύσεις για τη διανομή καυσίμου υδρογόνου είναι οι παρακάτω:

- Διανομή σε τόπους ανεφοδιασμού με χρήση βυτιοφόρων από κεντρική

μονάδα παραγωγής

- Διανομή σε τόπους ανεφοδιασμού με δίκτυο αγωγών από κεντρική μονάδα παραγωγής
- Διανομή φυσικού αερίου με δίκτυο αγωγών στους τόπους ανεφοδιασμού όπου θα γίνεται τοπικά η αναμόρφωση σε υδρογόνο
- Τοπική παραγωγή υδρογόνου με ηλεκτρόλυση χρησιμοποιώντας είτε το ηλεκτρικό δίκτυο είτε ΑΠΕ

Η επιλογή κάποιας από τις παραπάνω μεθόδους εξαρτάται από το είδος της εφαρμογής. Το κυριότερο όμως πρόβλημα προκύπτει στη χρήση υδρογόνου στις μεταφορές, όπου για να είναι εφικτή η διάδοση των οχημάτων που κινούνται με το νέο καύσιμο θα πρέπει να εγκατασταθούν στους δρόμους σταθμοί ανεφοδιασμού. Επίσης, η μετάγγιση του υδρογόνου θα πρέπει να γίνεται απουσία αέρα, με χρήση ειδικής βαλβίδας προκειμένου να αποφευχθούν ατυχήματα λόγω της μεγάλης πτητικότητας. Ήδη σε κάποια μέρη του κόσμου (Ισλανδία, Γερμανία, ΗΠΑ) υπάρχουν κάποιοι δοκιμαστικοί σταθμοί ανεφοδιασμού οχημάτων που κινούνται με υδρογόνο.



Εικόνα 5.32 Πρατήριο ανεφοδιασμού υδρογόνου στην Ισλανδία



Εικόνα 5.33 Κινητή μονάδα ανεφοδιασμού με υδρογόνο



Εικόνα 5.34 Οικιακή μονάδα ανεφοδιασμού με υδρογόνο

5.8 ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ

Σαν ηλεκτρικό αυτοκίνητο θεωρείται το όχημα εκείνο που η παροχή της απαραίτητης ηλεκτρικής ενέργειας γίνεται από την αποθηκευμένη ενέργεια των συσσωρευτών που φέρει. Επίσης υπάρχουν αυτοκίνητα τα οποία κινούνται με ηλεκτρική ενέργεια αλλά έχουν την δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας πάνω στο αυτοκίνητο, με διάφορους τρόπους, ώστε να εξασφαλίζεται η τροφοδοσία ενός ηλεκτροκινήτηρα.

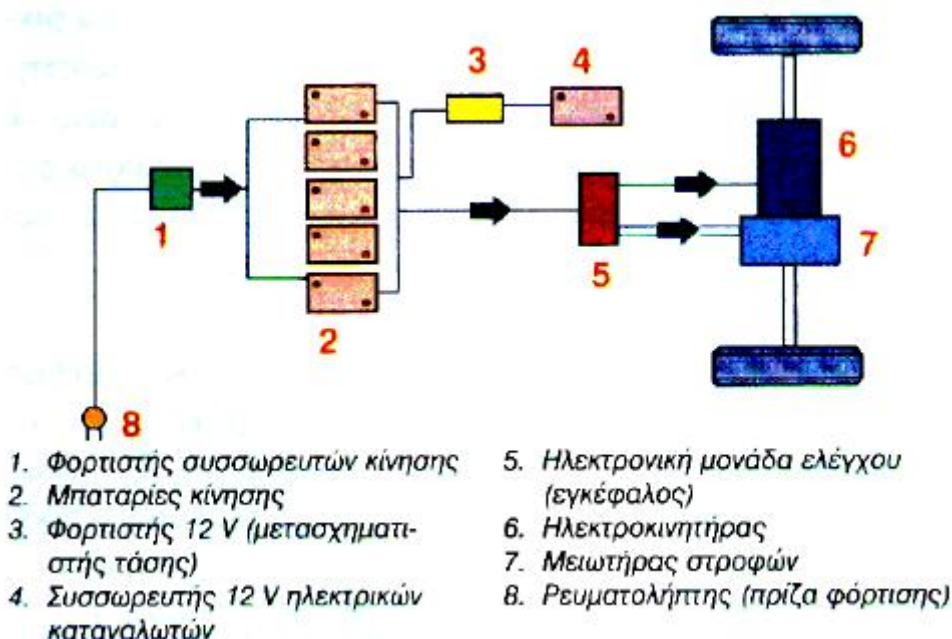
Τέτοια αυτοκίνητα είναι τα ηλιακά αυτοκίνητα, τα υβριδικά και τα αυτοκίνητα με κινητήρες στοιχείων καυσίμου (fuel cells). Από τα πρώτα βήματα της αυτοκίνησης το Ηλεκτρικό αυτοκίνητο έπαιξε πρωταγωνιστικό ρόλο. Ειδικά μέχρι να λυθεί στα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα το πρόβλημα της χειροκίνητης εκκίνησης (μανιβέλα), τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα υπερετερούσαν και σε κυκλοφορία (34.000 κινούνταν το 1912 στην Αμερική), αλλά και σε επιδόσεις (Ταχύτητα από 32 έως 48 χλμ/ώρα). Στη συνέχεια όμως το ηλεκτρικό αυτοκίνητο δεν είχε την εξέλιξη που προδιαγραφόταν, παρά τις προσπάθειες κατασκευής βιώσιμων εμπορικών μοντέλων.

Παρέμεινε μόνο σε ειδικές εφαρμογές και σε μικρό αριθμό κυκλοφορίας για τους παρακάτω κυρίως λόγους:

- Μεγάλο κόστος αγοράς, σε σύγκριση με ένα βενζινοκίνητο αυτοκίνητο, κυρίως λόγω του μικρού αριθμού παραγωγής
- Η αυτονομία ενός ηλεκτρικού αυτοκινήτου, λόγω των συσσωρευτών, είναι πάρα πολύ μικρή, καθώς και οι επιδόσεις του
- Δεν υπήρξαν σταθμοί επαναφόρτισης συσσωρευτών και γενικά μια υποδομή υποστήριξης για το ηλεκτρικό αυτοκίνητο
- Δεν υπήρξε μέχρι πρότινος πρόβλημα ρύπανσης ειδικά στα αστικά κέντρα
- Η πετρελαϊκή κρίση παρουσίασε ύφεση

Το ηλεκτρικό αυτοκίνητο κινείται με τη βοήθεια ενός ηλεκτροκινητήρα, ο οποίος παίρνει ηλεκτρική ενέργεια από τους συσσωρευτές. Η εξέλιξη και η καθιέρωση της χρήσης του ηλεκτρικού αυτοκινήτου σαν ένα γενικό μέσο μεταφοράς, εξαρτάται κατά ένα μεγάλο ποσοστό από την αυτονομία κίνησης που θα του παρέχουν οι συσσωρευτές και το κόστος αντικατάστασης τους. Οι μέχρι σήμερα τεχνολογικές εξελίξεις δεν έχουν λύσει τα μειονεκτήματα των συσσωρευτών των ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Οι σύγχρονοι συσσωρευτές μπορούν να δώσουν αυτονομία μόνο μέχρι και 200χλμ., καλύπτοντας όμως άνετα τη μέση ανάγκη καθημερινής μετακίνησης.

Σε σύγκριση τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα έναντι των αυτοκινήτων με κινητήρα εσωτερικής καύσης, παρουσιάζουν 2,5 έως 4 φορές μικρότερη αυτονομία κίνησης.



Διάγραμμα 5.9 Σχηματικό διάγραμμα βασικών εξαρτημάτων ηλεκτρικού αυτοκινήτου

Οι μπαταρίες κίνησης (2) τροφοδοτούν με ηλεκτρική ενέργεια τον ηλεκτροκινητήρα (6) ο οποίος μέσω ενός μειωτήρα -διαφορικού (7) κινεί το όχημα. Ο έλεγχος παροχής της ηλεκτρικής ενέργειας από τις μπαταρίες προς τον ηλεκτροκινητήρα γίνεται με τη βοήθεια σήμερα μιας ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου (5).

Σήμερα τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα επανέρχονται στο προσκήνιο κυρίως για λόγους προστασίας περιβάλλοντος. Η αντιμετώπιση αυτών των αρνητικών επιπτώσεων για το περιβάλλον θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί:

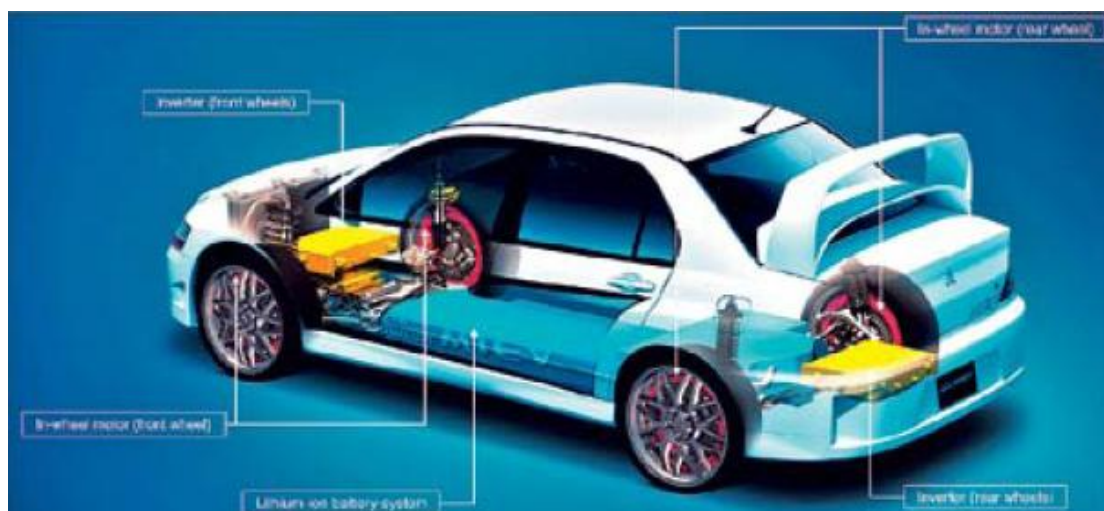
Με αύξηση παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές (π.χ. αιολικά πάρκα, υδροηλεκτρικά εργοστάσια κ.ά.), ή εξοικονομώντας ηλεκτρική ενέργεια από άλλες χρήσεις ή, κατανέμοντας κατά τόπο και χρόνο τη ζήτηση. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα μέχρι σήμερα θεωρείται ότι έχουν τα παρακάτω μειονεκτήματα:

- Μεγάλος όγκος και βάρος συμπεριλαμβανομένων και των συσσωρευτών. Επίσης η συμπεριφορά τους θεωρείται επικίνδυνη σε περίπτωση ατυχήματος σαν κινούμενη μάζα
- Μεγάλος χρόνος επαναφόρτισης των συσσωρευτών. Κυμαίνεται από 4 μέχρι 12 ώρες ανάλογα με τον τύπο των συσσωρευτών
- Οι μπαταρίες αποτελούν τοξικά απόβλητα και η αποθήκευση ή και η

καταστροφή τους μετά τη συμπλήρωση του κύκλου ζωής τους πρέπει να αντιμετωπίζεται με ειδικές διαδικασίες

Τα μειονεκτήματα αυτά περιορίζουν τις δυνατότητες χρήσης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων με συσσωρευτές, με συνέπεια σήμερα να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ορισμένες μόνο περιπτώσεις, κυρίως επαγγελματικές δραστηριότητες περιορισμένης ακτίνας δράσης και περιορισμένου χρονικού διαστήματος μέσα στην ημέρα, ενώ πρέπει να υπάρχει και επαρκής χρόνος επαναφόρτισης των συσσωρευτών. Οι περιορισμοί αυτοί είναι δεδομένο ότι μπορούν να αμβλυνθούν ή και να μην υπάρχουν σε συνθήκες διευρυμένης αγοράς των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, όταν θα έχουν διαμορφωθεί κατάλληλες υποδομές και συνθήκες εξυπηρέτησης των χρηστών τους. Ωστόσο, αυτά τα μειονεκτήματα, αλλά και οι δυνατότητες που παρέχουν άλλες λύσεις, οδηγούν την έρευνα και την τεχνολογία σε άλλους τομείς, όπως είναι τα ηλιακά και υβριδικά αυτοκίνητα που αναφέρονται παρακάτω.

Ένα παράδειγμα ηλεκτροκίνητου αυτοκινήτου είναι το Mitsubishi Lancer Evolution MIEV.



Εικόνα 5.35 Η Mitsubishi, επιδεικνύοντας τις οικολογικές τις ευαισθησίες, δημιούργησε μια ηλεκτροκίνητη έκδοση του γνωστού Evolution IX

Η Mitsubishi παρουσίασε μία νέα πρόταση σχετικά με τα ηλεκτροκίνητα οχήματα του μέλλοντος, που και βασίζεται στην πλατφόρμα του Lancer Evolution και χρησιμοποιεί την τεχνολογία την οποία έχει αναπτύξει. Το

Lancer Evolution MIEV, όπως ονομάζεται, κινείται από τέσσερις ηλεκτροκινητήρες εξωτερικού ρότορα, που είναι τοποθετημένοι ένας σε κάθε τροχό διαμέτρου 20 ιντσών και δεν χρειάζονται μειωτήρα ταχύτητας. Η συνολική απόδοση ισχύος φτάνει τα 200kW (270 ίπποι) με αποτέλεσμα το Lancer να χρειάζεται 8 sec για να επιταχύνει από στάση στα 100 km/h, ενώ η τελική του αγγίζει τα 180 km/h -επιδόσεις σαφώς ανώτερες των σημερινών ηλεκτροκίνητων οχημάτων.

Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό της τοποθέτησης του κινητήρα στον τροχό είναι ότι επιτρέπει στην κινητήρια ροπή και τη δύναμη πέδησης να ρυθμίζονται με υψηλή ακρίβεια σε κάθε τροχό ανεξάρτητα, χωρίς να απαιτούνται κιβώτιο ταχυτήτων, ημιαξόνια, γρανάζια διαφορικού ή άλλα περίπλοκα εξαρτήματα, με αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη ελευθερία σχεδίασης, τόσο του αμαξώματος όσο και των διατάξεων.

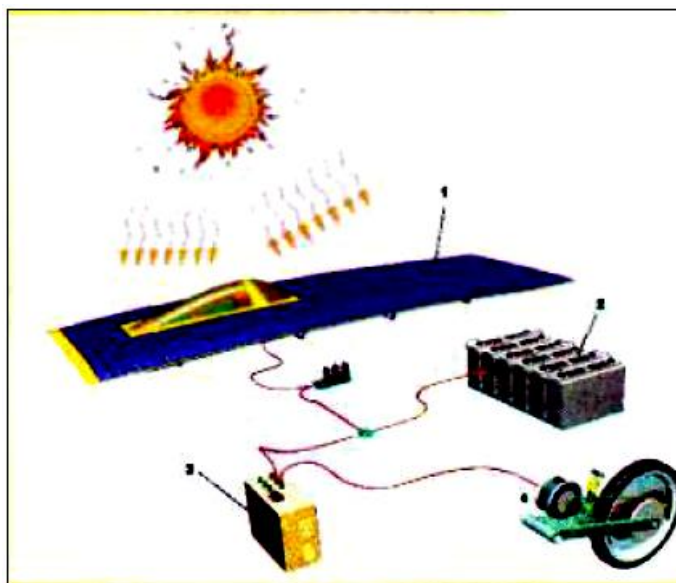
Επίσης, η Mitsubishi κατάφερε να εξαλείψει και το σημαντικότερο μειονέκτημα των ηλεκτροκίνητων οχημάτων, την περιορισμένη αυτονομία τους. Με τη χρησιμοποίηση μιας μπαταρίας ιόντων λιθίου, έχει επιτευχθεί καλύτερη πυκνότητα ενέργειας και μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.

5.9 ΗΛΙΑΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ

Το ηλιακό αυτοκίνητο είναι ένα πειραματικό προς το παρόν αυτοκίνητο, το οποίο κινείται με τη βοήθεια ενός ηλεκτροκινητήρα. Τον ηλεκτροκινητήρα τροφοδοτούν με τάση συσσωρευτές, οι οποίοι φορτίζονται από συστοιχία φωτοβολταϊκών στοιχείων.



Εικόνα 5.36 Ηλιακό αυτοκίνητο ολλανδικής κατασκευής (Nuna)



Διάγραμμα 5.10 Σχηματικό διάγραμμα ηλιακού αυτοκινήτου

1. Συστοιχία φωτοβολταϊκών στοιχείων
2. Συστοιχία συσσωρευτών κίνησης
3. Ελεγκτής (Ρυθμιστής) ηλεκτροκινητήρα
4. Ηλεκτροκινητήρας -μετάδοση κίνησης

Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τη συστοιχία των φωτοβολταϊκών στοιχείων πηγαίνει κατευθείαν στον ηλεκτροκινητήρα και αν περισσεύει ενέργεια φορτίζει τους συσσωρευτές μέσα από τον ελεγκτή τάσης. Όταν οι συνθήκες δεν είναι οι κατάλληλες, ο ηλεκτροκινητήρας τροφοδοτείται με ενέργεια από τους συσσωρευτές.

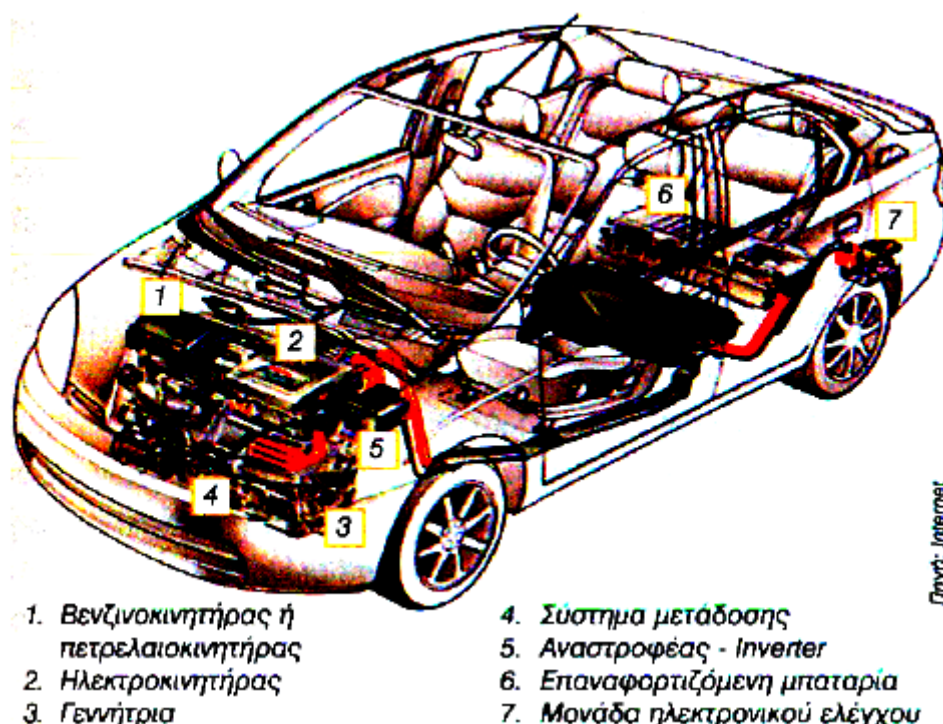
5.10 ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΟΧΗΜΑΤΑ

Ο όρος υβριδικός προέρχεται από μεταφορά του γαλλικού hybride, ο οποίος οφείλεται σε παρετυμολογία προς την αρχαία ελληνική λέξη ύβρις και μπορούμε να θεωρήσουμε ότι, σημαίνει ένα είδος προερχόμενο από δύο ή και περισσότερα καθαράιμα είδη, μία συνδυασμένη προέλευση με την οποία αποπειράται η διατήρηση των θετικών χαρακτηριστικών του κάθε είδους και η μείωση ή εξάλειψη των αρνητικών. Στην αυτοκινητοβιομηχανία ο όρος χρησιμοποιείται για να υποδηλώσει ένα όχημα, το οποίο διαθέτει περισσότερες της μιας μηχανές κίνησης, διαφορετικής τεχνολογίας η κάθε μία, ή ακόμα δύο διαφορετικής τεχνολογίας προωστήρια συστήματα, ή ενεργειακές

πηγές.

Τα υβριδικά οχήματα διαθέτουν ταυτόχρονα κινητήρα εσωτερικής καύσης και ηλεκτροκινητήρα. Είναι καθαρότερα και περισσότερο αποδοτικά από τα συμβατικά οχήματα, παρουσιάζουν μικρότερο λειτουργικό κόστος όμως είναι ακριβότερα στην αγορά τους.

Τα οχήματα αυτά δεν είναι δυσκολότερα στην οδήγηση από τα συμβατικά οχήματα. Παράλληλα αλλάζουν αυτόματα λειτουργία από τον κινητήρα εσωτερικής καύσης στον ηλεκτροκινητήρα, δεν απαιτείται να συνδεθούν με την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος για την φόρτιση των μπαταριών και έχουν αυτόματο σύστημα μετάδοσης.



Διάγραμμα 5.11 Σχηματικό διάγραμμα των μερών του υβριδικού Prius της Toyota

Η Toyota παρουσίασε το πρώτο υβριδικό αυτοκίνητο ευρείας παραγωγής -το Prius πρώτης γενιάς- το 1997 στην Ιαπωνική αγορά, ενώ ακολούθησε το Honda Insight το 1999. Πρόσφατα, οι δυο παραπάνω αυτοκινητοβιομηχανίες εισήγαγαν στην αγορά νέα μοντέλα υβριδικών αυτοκινήτων ενώ το ίδιο έπραξαν και άλλες εταιρείες όπως η Ford, η GM και η Peugeot-Citroen. Τα υβριδικά αυτοκίνητα προκάλεσαν μεγάλη αίσθηση αρχικά στον κόσμο της

αυτοκίνησης και στη συνέχεια εκδηλώθηκε μεγάλο ενδιαφέρον για αυτά από τα μέσα μαζικής ενημέρωσης. Σε πολλές χώρες παρέχονται κίνητρα και επιχορηγήσεις για αγορά υβριδικών αυτοκινήτων, γεγονός που έχει οδηγήσει στην αύξηση της δημοτικότητας των αυτοκινήτων αυτών, ενώ στις ΗΠΑ και την Ευρώπη έχουν δημιουργηθεί μεγάλες λίστες αναμονής για την αγορά ορισμένων υβριδικών μοντέλων αυτοκινήτων.

Τα υβριδικά οχήματα αναμένεται να αυξήσουν την διείσδυση τους στην αγορά και να αποτελέσουν μια σημαντική τεχνολογία οχημάτων για πολλά χρόνια. Πολλοί ειδικοί πιστεύουν πως μεσοπρόθεσμα –πιθανώς για 15 έως 25 έτη-τα υβριδικά οχήματα θα συνυπάρχουν με τα οχήματα υδρογόνου-κυψελών καυσίμου (fuel cells) με τα οχήματα υδρογόνου να επικρατούν σε μακροπρόθεσμο επίπεδο.

Οι κατασκευαστές επιδιώκουν την παραγωγή υβριδικών οχημάτων κυρίως με βενζινοκινητήρα και ηλεκτροκινητήρα, λόγω του μεγαλύτερου κόστους των πετρελαιοκινητήρων που θα επιβάρυνε το κόστος αγοράς των υβριδικών οχημάτων, παρόλα αυτά έχουμε και νέα μοντέλα με πετρελαιοκινητήρα και ηλεκτροκινητήρα.

5.10.1 Υβριδική τεχνολογία

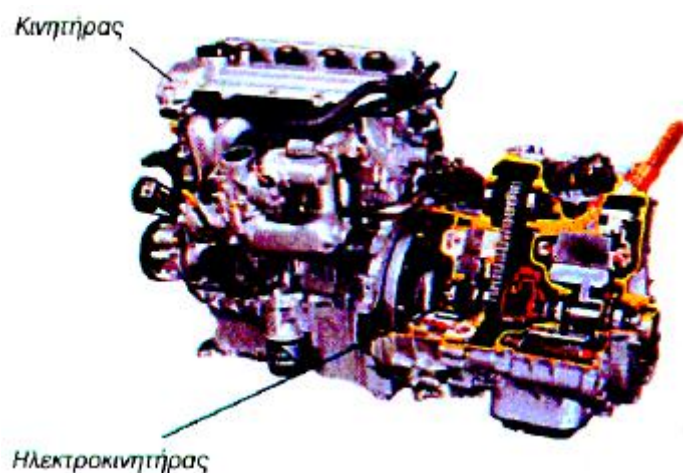
Τα υβριδικά συστήματα διαφέρουν σημαντικά σε κόστος, πολυπλοκότητα και λειτουργία και συχνά κατηγοριοποιούνται ως εξής:

Τα υβριδικά στάσης-εκκίνησης ή μικρο-υβριδικά έχουν σχετικά μικρούς ηλεκτροκινητήρες οι οποίοι δεν κινούν το όχημα, αλλά έχουν την απαραίτητη ισχύ για την σχεδόν ακαριαία επανεκκίνηση του κινητήρα εσωτερικής καύσης. Αυτό σημαίνει ότι ένα μικρο-υβριδικό βενζινοκίνητο όχημα μπορεί αυτόματα να σβήνει τον κινητήρα του όταν το όχημα ακινητοποιείται (π.χ. σε φωτεινούς σηματοδότες) και να επανεκκινεί μόλις ο οδηγός πατήσει το πεντάλ του γκαζιού χωρίς να απαιτείται η χρήση της μίζας και πολλές φορές χωρίς καν ο οδηγός να γνωρίζει ότι ο κινητήρας έχει σταματήσει.

Τα συστήματα στάσης-εκκίνησης σε γενικές γραμμές δεν θεωρούνται ως πραγματικά υβριδικά συστήματα εφόσον δεν χρησιμοποιούνται για την κίνηση του οχήματος. Επιφέρουν ένα σχετικά μέτριο ποσοστό εξοικονόμησης

καυσίμου συνήθως περίπου 10%-όμως έχουν το πλεονέκτημα του χαμηλού κόστους.

Τα ήπια υβριδικά οχήματα διαθέτουν λειτουργία στάσης-εκκίνησης όπως περιγράφηκε παραπάνω, αλλά συνήθως χρησιμοποιούν τον ηλεκτροκινητήρα τους και για να κινήσουν το όχημα. Παρόλα αυτά, τα ήπια υβριδικά δεν μπορούν να λειτουργήσουν αποκλειστικά με τον ηλεκτροκινητήρα αφού αυτός δεν είναι συνδεδεμένος με το σύστημα μετάδοσης της κίνησης. Αντί αυτού, προσφέρουν πρόσθετη ισχύ μέσω του ηλεκτρικού κινητήρα κατά την διάρκεια λειτουργίας του συμβατικού κινητήρα υπό υψηλό φορτίο, π.χ. κατά τις στιγμές μεγάλης επιτάχυνσης. Τα ήπια υβριδικά έχουν επίσης το πλεονέκτημα της ανάκτησης ενέργειας μέσω του φρεναρίσματος: κατά την διάρκεια του φρεναρίσματος μετατρέπουν μέρος της πλεονάζουσας κινητικής ενέργειας του κινητήρα σε ηλεκτρική ενέργεια, η οποία χρησιμοποιείται για την φόρτιση των συσσωρευτών (μπαταριών).



Εικόνα 5.37 Κινητήρας Toyota Prius

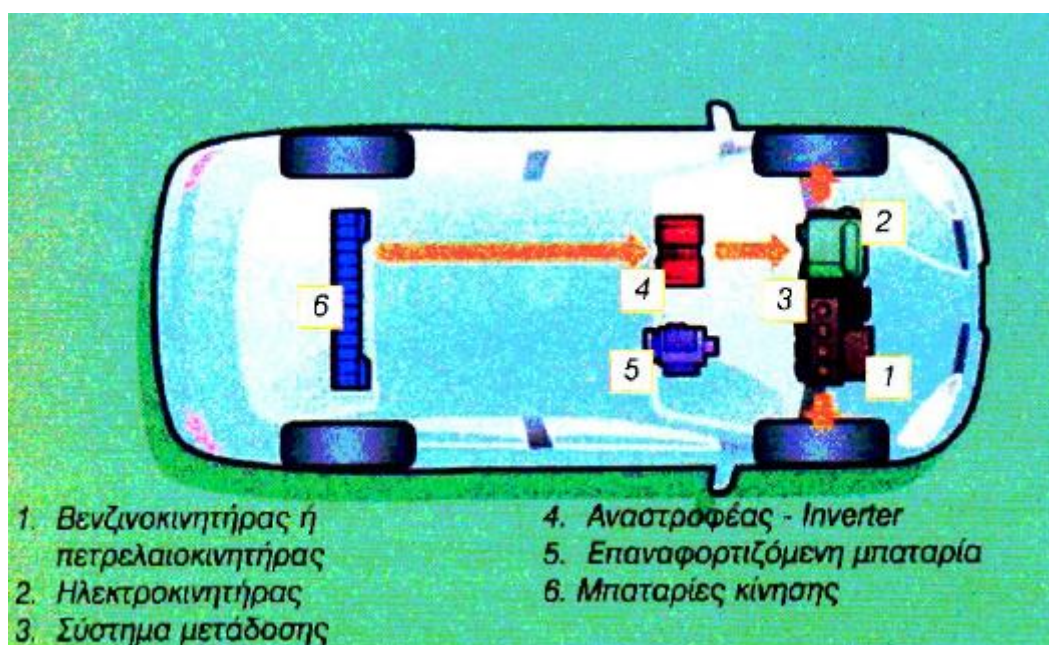
Ένα παρόμοιο ήπιο υβριδικό σύστημα έχει εγκατασταθεί στα μοντέλα Insight και Civic (και Accord σε ορισμένες αγορές) της εταιρείας Honda (Integrated Motor Assist). Το σύστημα της Honda έχει επίσης την δυνατότητα απομόνωσης της λειτουργίας τριών από τους τέσσερις κυλίνδρους του κινητήρα για την αύξηση της απόδοσης. Το υβριδικό Honda Civic εκπέμπει σχεδόν 25% λιγότερο CO₂ σε σύγκριση με ένα όμοιο μη υβριδικό.

Ένα πλήρως υβριδικό σύστημα, συμπεριλαμβανομένου και του συστήματος

Hybrid Synergy Drive της Toyota που χρησιμοποιείται στο μοντέλο Prius, έχει την δυνατότητα να κινεί το όχημα μόνο με τον βενζινοκινητήρα ή μόνο με τον ηλεκτροκινητήρα ή και τους δύο ταυτόχρονα.

Το σύστημα της Toyota, το οποίο έχει παραχωρηθεί μερικώς και στην Ford και έχει εγκατασταθεί στο υβριδικό μοντέλο Escape, χρησιμοποιεί μια συσκευή κατανομής ισχύος που συνεχώς μεταβάλλει την κατανομή ισχύος που διατίθεται από τον κινητήρα για την κίνηση του οχήματος και την κίνηση της ηλεκτρογεννήτριας. Στην συνέχεια η γεννήτρια τροφοδοτεί τον ηλεκτροκινητήρα ο οποίος με την σειρά του κινεί και αυτός το όχημα όταν απαιτείται. Το σύστημα είναι πολύπλοκο, όμως με την χρήση του επιτυγχάνεται μεγάλη ενεργειακή αποδοτικότητα μέσω της συνεχούς λειτουργίας του βενζινοκινητήρα σε αποδοτικό αριθμό στροφών.

Όταν δεν απαιτείται όλη η παραγόμενη ισχύς του κινητήρα για την κίνηση του οχήματος, αυτή η περίσσεια ισχύος χρησιμοποιείται για την φόρτιση των μπαταριών. Οι μπαταρίες φορτίζονται επίσης και από την ανάκτηση ενέργειας κατά το φρενάρισμα του οχήματος. Σε συνθήκες κυκλοφοριακού φόρτου και σε χαμηλές ταχύτητες (όταν ο βενζινοκινητήρας είναι μη αποδοτικός), ο κινητήρας σβήνει και ο ηλεκτροκινητήρας τροφοδοτούμενος από τις μπαταρίες αναλαμβάνει να κινήσει το όχημα.



Εικόνα 5.38 Τμήματα υβριδικού αυτοκινήτου

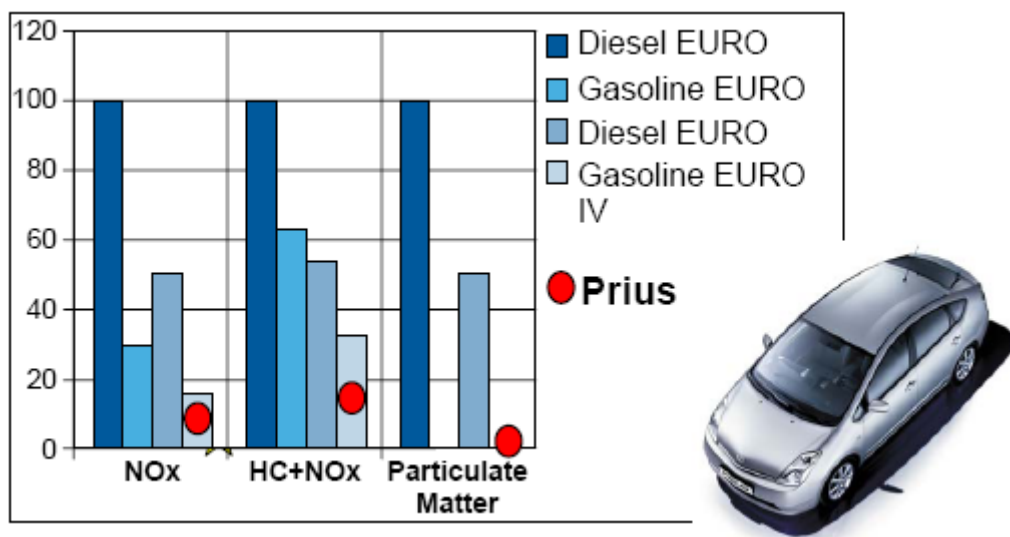
Το σύστημα που έχει εγκατασταθεί στο υβριδικό μοντέλο με κίνηση στους 4 τροχούς Lexus RX400h, είναι παρόμοιο αλλά διαθέτει δυο ηλεκτρικές μηχανές, μια για του εμπρός και μια για τους πίσω τροχούς.

Παρά το γεγονός ότι προς το παρόν κανένα από τα υβριδικά οχήματα παραγωγής δεν φορτίζεται με εξωτερικά μέσα, τα επόμενα χρόνια αναμένεται να κατασκευαστούν εξωτερικά φορτιζόμενα υβριδικά οχήματα που θα συνδέονται με την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος. Τα οχήματα αυτά θα εξασφαλίζουν μεγαλύτερη αυτονομία κίνησης του οχήματος με ηλεκτρική ενέργεια. Το Toyota Prius για παράδειγμα, μπορεί να διανύσει μόνο 2 έως 3 χιλιόμετρα χρησιμοποιώντας μόνο την μπαταρία χωρίς αυτή να φορτίζεται. Οι χρήστες των οχημάτων αυτών δεν θα χρειάζεται οπωσδήποτε να συνδέουν τις μπαταρίες με την παροχή ρεύματος, αλλά σε περίπτωση που επιλέξουν την δυνατότητα αυτή, θα έχουν σημαντική αυτονομία κίνησης του οχήματος με ηλεκτρική ενέργεια (πιθανόν 50 έως 65 χιλιόμετρα ανά φόρτιση). Επομένως με τον τρόπο αυτό οι χρήστες θα επιτυγχάνουν περαιτέρω εξοικονόμηση καυσίμων και θα προστατεύουν το περιβάλλον, τουλάχιστον σε αστικό και τοπικό επίπεδο δεδομένου ότι με τον ηλεκτρισμό το όχημα δεν εκπέμπει ρύπους, όμως οι ρύποι αυτοί εκπέμπονται στην περιοχή που βρίσκεται η θερμική μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Η παρούσα έλλειψη εξωτερικά φορτιζόμενων υβριδικών οχημάτων στην αγορά, είναι πιθανό να οφείλεται εν μέρει στην επιδίωξη των κατασκευαστών να γίνει σαφής διαχωρισμός των υβριδικών οχημάτων και των κλασικών ηλεκτρικών οχημάτων στην αγοραστική συνείδηση των καταναλωτών.

5.10.2 Περιβαλλοντική απόδοση

Με εκπομπές CO₂ στα 80g/km, το Honda Insight παρουσιάζει τις μικρότερες εκπομπές CO₂ από κάθε όχημα με κινητήρα εσωτερικής καύσης που κυκλοφορεί στην παγκόσμια αγορά, ενώ αντίστοιχα με εκπομπές CO₂ 104g/km, το Prius έχει τις χαμηλότερες εκπομπές CO₂ από κάθε άλλο αυτοκίνητο ευρείας παραγωγής με κινητήρα εσωτερικής καύσης. Συνεπώς είναι εύκολο να αντιληφθεί κανείς τον λόγο για τον οποίο τα υβριδικά αυτοκίνητα έχουν προκαλέσει τόση αίσθηση στον τομέα της αυτοκίνησης και της προστασίας του περιβάλλοντος τα τελευταία 8 χρόνια.



Διάγραμμα 5.12 Σύγκριση εκπομπών ρύπων

Οι εξαιρετικά χαμηλές εκπομπές του Prius είναι οι πιο εντυπωσιακές, αν αναλογιστούμε ότι πρόκειται για ένα 5θέσιο οικογενειακό αυτοκίνητο και παρόλα αυτά παρουσιάζει χαμηλότερες εκπομπές από μικρά αυτοκίνητα Diesel όπως το Toyota Yaris, το Citroen C2 και το VW Lupo.

Κατά καιρούς έχουν υπάρξει κριτικές ότι τα υβριδικά οχήματα στην πράξη δεν επιτυγχάνουν τόσο χαμηλή κατανάλωση καυσίμου και εκπομπές CO₂ - τουλάχιστον όχι τόσο χαμηλές ονομαστικές τιμές όσες ορίζει ο κατασκευαστής. Όμως το πρόβλημα αυτό είναι σύνηθες σε όλα τα οχήματα ανεξαρτήτως τεχνολογίας και ακόμα δεν είναι σαφές εάν υπάρχει διαφορετική απόκλιση των πραγματικών από τις επίσημες ονομαστικές τιμές των υβριδικών οχημάτων σε σύγκριση με τις αντίστοιχες τιμές κατανάλωσης καυσίμου και εκπομπών CO₂ των συμβατικών οχημάτων.

5.10.3 Οικονομική απόδοση

Τα υβριδικά αυτοκίνητα πωλούνται σε υψηλότερη τιμή σε σύγκριση με τα μη-υβριδικά, όμως υπερέχουν σημαντικά στην εξοικονόμηση καυσίμου και επομένως χρημάτων. Στις περισσότερες χώρες της Ε.Ε όπως και στις ΗΠΑ, παρέχονται κίνητρα και/ή φοροαπαλλαγές για την αγορά υβριδικών αυτοκινήτων. Τα αυτοκίνητα αυτά είναι ιδιαίτερα ελκυστικά από πλευράς οικονομικής απόδοσης για όσους διανύουν πολλά χιλιόμετρα ετησίως.

Από την πλευρά των κατασκευαστών αυτοκινήτων η οικονομική αποδοτικότητα των υβριδικών οχημάτων είναι ασαφής, τουλάχιστον σε βραχυπρόθεσμο ορίζοντα, αφού πολλοί ειδικοί πιστεύουν πως οι κατασκευαστές ζημιώνονται από την διαδικασία παραγωγής και πώλησης υβριδικών οχημάτων. Παρόλα αυτά οι τιμές των υβριδικών οχημάτων αναμένεται να μειωθούν καθώς θα αυξάνεται ο όγκος παραγωγής των οχημάτων αυτών.



Εικόνα 5.39 Το Saab BioPower Hybrid με συνδυασμό χρήσης βιοαιθανόλης και ηλεκτρικής



Εικόνα 5.40 Land Rover E-Terrain Technology Concept. Ο πίσω άξονας εφοδιάζεται με ηλεκτροκινητήρες που αυξάνουν την ασκούμενη ροπή όταν αυτό απαιτηθεί

5.10.4 Συμπεράσματα

Σύμφωνα με τις προβλέψεις της Γραμματείας Πληροφοριών Ενέργειας, η παγκόσμια ημερήσια ζήτηση πετρελαίου θα αυξηθεί από τα 80 εκατομμύρια στα 120 εκατομμύρια βαρέλια ως το 2020, αύξηση της τάξης του 50% μέσα σε λιγότερο από είκοσι χρόνια. Ο αριθμός των αυτοκινήτων παγκοσμίως προβλέπεται να διπλασιαστεί ως το 2020.

Ενέργειες, γίνονται και από τρίτους φορείς όπως το ΕΛ.ΙΝ.Η.Ο. που

διοργάνωσε για πρώτη φορά στην Ελλάδα έναν αγώνα ράλι με την ονομασία Φαέθων, με ηλεκτρικά – ηλιακά οχήματα κατά τους ολυμπιακούς αγώνες το 2004, αλλά η ιδιωτική πρωτοβουλία κατεύθυνε τα πράγματα σε ευκαιριακές προσπάθειες εκτόνωσης του οικολογικού αισθήματος, με το αζημίωτο φυσικά, και χωρίς κανένα όφελος και καμιά συνέχεια για τα επόμενα χρόνια.



Εικόνα 5.41 Το Ελληνικό Ινστιτούτο Ηλεκτροκίνητων Οχημάτων (ΕΛ.ΙΝ.Η.Ο.) ιδρύθηκε το 1991, είναι μη κερδοσκοπικός Οργανισμός Ιδιωτικού Δικαίου, επιστημονικού χαρακτήρα με σκοπό την ευρεία διάδοση των ηλεκτροκίνητων και υβριδικών οχημάτων στην Ελλάδα. Εκπρόσωπος της ευρωπαϊκής ομοσπονδίας ηλεκτροκίνητων οχημάτων AVERE

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα της ηλεκτροκίνητης αυτοκίνησης είναι η ικανοποιητική σχέση βάρους οχήματος -κινητήρα και κυρίως του βάρους των συσσωρευτών που απαιτούνται για επαρκή αυτονομία, που δεν ξεπερνά τα 50 W/kg για τις κλασικές συστοιχίες μολύβδου. Αποτέλεσμα της αδυναμίας να βρεθεί ως σήμερα ικανοποιητική λύση στο πρόβλημα του βάρους ήταν η παραγωγή υβριδικών ηλεκτρικών αυτοκινήτων, τα οποία κινούνται με έναν σχετικά μικρό συσσωρευτή ηλεκτρικής ενέργειας (μπαταρίας) που φορτίζεται από έναν συμβατικού τύπου κινητήρα εσωτερικής καύσης. Τα οχήματα αυτά, αν και οικονομικότερα στην κατανάλωση καυσίμων, δεν είναι αμιγώς ηλεκτρικά. Ο πιο οικονομικός και αποτελεσματικός τρόπος για την ευρύτερη εφαρμογή της ηλεκτρικής αυτοκίνησης είναι η μείωση του βάρους και συνεπώς της απαιτούμενης ενέργειας. Παράλληλα η μείωση του βάρους των οχημάτων οδηγεί και σε πολύ σημαντική μείωση της κατανάλωσης ενέργειας σε απόλυτα μεγέθη.

Τα ηλεκτρικά οχήματα μπαταριών επιτρέπουν επίσης ένα ορισμένο ποσό

ενεργειακής ανάκτησης από την πέδηση, αλλά αυτό περιορίζεται από τη γενικά χαμηλή αποδοτικότητα αποθήκευσης των μπαταριών. Χαρακτηριστικά, λιγότερο από το 75% της εισερχόμενης ενέργειας σε μια μπαταρία μπορεί να εξαχθεί από αυτή, το υπόλοιπο χάνεται σε θερμότητα. Αφότου ληφθούν υπόψη οι αποδοτικότητες μετατροπής των διάφορων στοιχείων στο σύστημα μετάδοσης, το προκύπτον γενικό ποσό ενέργειας που ανακτάται από την πέδηση σε ένα ηλεκτρικό όχημα μπαταριών σπάνια υπερβαίνει το 40%. Οι μπαταρίες δεν είναι η ιδανική συσκευή αποθήκευσης ενέργειας για τα υβριδικά οχήματα, και συνεπώς γίνονται έρευνες για εναλλακτικές μεθόδους προς αντικατάσταση αυτών.

Η υπάρχουσα υβριδική τεχνολογία δίνει τη δυνατότητα παραγωγής οχημάτων ιδιαίτερα χαμηλής ρύπανσης σε ότι αφορά τους συμβατικούς ρύπους και με σημαντικό πλεονέκτημα στα αέρια του θερμοκηπίου, ενώ η κατανάλωση του οχήματος σε συνθήκες αστικής οδήγησης είναι περίπου στο 50% ή και χαμηλότερα από τα συμβατικά βενζινοκίνητα οχήματα. Η μικρή κατανάλωση οδηγεί αντίστοιχα και σε σημαντικά χαμηλές εκπομπές CO².

Παρά τον ενθουσιασμό των ερευνητών, των βιομηχάνων και των επιχειρηματιών που εμπλέκονται στην ανάπτυξη αυτού του καινούργιου τομέα, οι προοπτικές της λεγόμενης «κοινωνίας του υδρογόνου» είναι ακόμη αρκετά μακρινές. Η χρήση του υδρογόνου στον τομέα των μεταφορών εξακολουθεί να εξαρτάται από επιδοτούμενα προγράμματα. Κι αυτό, παρά την πρόσφατη αύξηση της τιμής του πετρελαίου και τις ανησυχίες για την υπερθέρμανση της Γης.

Τα δύο κυριότερα τεχνολογικά εμπόδια είναι η αποθήκευση και η παραγωγή υδρογόνου. Το υδρογόνο, που είναι πολύ ελαφρύ, πρέπει να συμπιεστεί σε πολύ μεγάλη πίεση ώστε να καταστεί δυνατό να αποθηκευτεί σε μεγάλες ποσότητες. Από τη μια πλευρά, η παρουσία αποθηκών υπό πίεση 350 ως 700 bar σε αυτοκίνητα δημόσιας χρήσης θέτει μεγάλα προβλήματα ασφαλείας. Από την άλλη, το ενεργειακό κόστος της συμπίεσης είναι μεγάλο.

Πώς μπορεί να ξεπεραστούν αυτά τα εμπόδια; Οι ερευνητές αναζητούν υλικά που θα μπορούν να παγιδεύουν το υδρογόνο και να το απελευθερώνουν ύστερα από αλλαγή της θερμοκρασίας ή εμβάπτιση στο νερό. Τέτοια υλικά υπάρχουν -πρόκειται για ενώσεις του υδρογόνου με ελαφρά μέταλλα -αλλά την εποχή του Ψυχρού Πολέμου χρησιμοποιούνταν αποκλειστικά για την

εκτόξευση πυραύλων. Τώρα γίνονται προσπάθειες να προσαρμοστούν στα αυτοκίνητα.

Το δεύτερο μεγάλο εμπόδιο για τη χρήση του υδρογόνου στις μεταφορές αφορά την παραγωγή. Αν το υδρογόνο είναι το πιο διαδεδομένο στοιχείο του σύμπαντος, δεν υπάρχει στη γη ελεύθερο σε αέρια κατάσταση. Κατά συνέπεια, πρέπει να παραχθεί. Και τα μέσα είναι λιγοστά: ο άνεμος, το νερό, ο ήλιος. Ή ακόμη, ο μεταβολισμός ορισμένων γενετικά τροποποιημένων βακτηρίων.

Σημαντικό ρόλο στην παραγωγή υδρογόνου στις Ηνωμένες Πολιτείες και την Κίνα θα παίξουν ο άνθρακας, που σήμερα έχει εγκαταλειφθεί, αλλά και οι πυρηνικοί αντιδραστήρες υψηλής θερμοκρασίας, που μπορούν να παράγουν απευθείας υδρογόνο από το νερό, με χαμηλό κόστος. Οι αντιδραστήρες αυτοί, που λέγονται τέταρτης γενιάς, θα αρχίσουν να λειτουργούν το 2030.

Τα υβριδικά αυτοκίνητα θα αποτελέσουν το μεταβατικό στάδιο για δύο ως τρεις δεκαετίες.

Στη χώρα μας εισάγονται διάφορα μοντέλα υβριδικών αυτοκινήτων. Τι κρατάει τις πωλήσεις τους χαμηλά; Η βασική αιτία είναι αναμφίβολα η αρκετά υψηλότερη τιμή τους σε σχέση με τα ανάλογα συμβατικά. Στην πραγματικότητα, όμως, η εξοικονόμηση καυσίμου (που μπορεί να φτάσει τα 500 -800 ευρώ το χρόνο) σε συνδυασμό με τις αυξημένες δυνατότητες των δύο κινητήρων αποσβένει σύντομα τη διαφορά. Είναι φανερό πως ήρθε η ώρα για την κυβέρνηση να προχωρήσει σε πιο σοβαρά κίνητρα για την υβριδική τεχνολογία, ανάλογα με αυτά που ισχύουν σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες. Σήμερα απαλλάσσονται μόνο από τον Ειδικό Φόρο Κατανάλωσης, Απαλλαγή από το τέλος ταξινόμησης ενώ δεν έχουν περιορισμό πρόσβασης στον δακτύλιο. Είναι φανερό πως πρόκειται για αναιμικά μέτρα.

Το πιο αποφασιστικό βήμα στην προώθηση της υβριδικής τεχνολογίας, που πρέπει να κάνει η κυβέρνηση, οι κρατικές -δημόσιες υπηρεσίες και οι δημοτικές αρχές είναι να προχωρήσουν μέσω διαγωνισμών στην αντικατάσταση μέρους του στόλου των οχημάτων τους με υβριδικά. Πέρα από το μήνυμα προς την κοινωνία, θα συνέβαλλαν σημαντικά στην αντιμετώπιση της ρύπανσης στην Αθήνα (αφού τα δημόσια αυτοκίνητα κάνουν πολλαπλάσια χιλιόμετρα) και μακροπρόθεσμα και στα οικονομικά του Δημοσίου.

Τα αυριανά αυτοκίνητα θα αποτελούν καρπό βαθιάς έρευνας και εξέλιξης πάνω στη χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας, καθώς και υλικών προηγμένης τεχνολογίας, σε μία παγκόσμια προσπάθεια της αυτοκινητοβιομηχανίας να καλύψει πλήρως όλες τις απαιτήσεις της σύγχρονης αυτοκίνησης, που, πολλές φορές, έρχονται σε απόλυτη αντίθεση μεταξύ τους: χαμηλή κατανάλωση, μηδενική εκπομπή ρύπων, χαμηλό συνολικό βάρος, αλλά, ταυτόχρονα, και αυξημένη παθητική και ενεργητική ασφάλεια, υψηλές αποδόσεις, καθώς και χαμηλό συνολικό κόστος παραγωγής.

Οι προοπτικές συγκλίνουν στην εκτίμηση ότι μέσα στις επόμενες δύο δεκαετίες θα διαδοθεί η χρήση των μικρών, μεσαίων, μεγάλων ηλεκτροκίνητων αυτοκινήτων, ενώ παράλληλα θα μειώνεται ο αριθμός των αυτοκινήτων με μηχανή εσωτερικής καύσης.

Είναι σαφές, ότι η ανάγκη για ανάπτυξη των παραπάνω τεχνολογιών είναι επιτακτική. Η Ελλάδα και η Ευρώπη δείχνουν αδράνεια στον τομέα των ηλεκτροκίνητων οχημάτων. Οι ευρωπαϊκές χώρες, συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας, πρέπει άμεσα να επεξεργαστούν τα θεσμικά μέτρα που συνεπάγεται αυτή η τεχνολογική αλλαγή. Για τον σκοπό αυτόν χρειάζονται προγράμματα κρατικών κοινοτικών επενδύσεων, ενώ οι χρήστες δεν πρέπει να διστάζουν να αποκτήσουν στο παρόν στάδιο τα κυκλοφορούμενα ήδη και παραγόμενα υβριδικά αυτοκίνητα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΣΕ ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

6.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Με μικρά βήματα τα τελευταία χρόνια, τα συστήματα εξοικονόμησης καυσίμου κάνουν την εμφάνισή τους στην αγορά after market προϊόντων, προσφέροντας μείωση της κατανάλωσης σε κινητήρες εσωτερικής καύσης (πετρελαίου και βενζίνης). Οι συσκευές αυτές βασίζονται στα αποτελέσματα ερευνών περί διάσπασης και διέγερσης των μορίων της βενζίνης και έχουν την ιδιότητα να βελτιώνουν τη ροή του καυσίμου, εξασφαλίζοντας έτσι την καλύτερη δυνατή καύση. Τα συστήματα εξοικονόμησης καυσίμου τοποθετούνται εύκολα στα σωληνάκια παροχής καυσίμου του κινητήρα και πίσω από το φίλτρο αέρα.

Η αρχή λειτουργίας των συσκευών αυτών βασίζεται στη σύσταση των υδρογονανθράκων που περιέχει η βενζίνη, με δεδομένο ότι τα ηλεκτρόνια των στοιχείων σε υγρή ή αέρια κατάσταση μπορούν να επηρεαστούν από ένα εξωτερικό μαγνητικό πεδίο. Οι υδρογονάνθρακες αλλάζουν τον προσανατολισμό μαγνητισμού τους καθώς διασχίζουν ένα μαγνητικό πεδίο, ενώ τα μόρια εκείνων αλλάζουν δομή, μειώνοντας έτσι τις ενδομοριακές δυνάμεις έλξης. Ουσιαστικά μιλάμε για διάσπαση των μορίων, με αποτέλεσμα ο άνθρακας και το οξυγόνο να έχουν αντίθετη μαγνητική πολικότητα και κατά συνέπεια να ενώνονται εύκολα μεταξύ τους, παράγοντας μια καλύτερη και πλήρη καύση.

Ως αποτέλεσμα της βελτίωσης της καύσης του μείγματος (αέρα -καυσίμου) του κινητήρα, εκείνος λειτουργεί αποτελεσματικότερα, αποδίδει τα μέγιστα της ισχύος και της ροπής του, ενώ από την άλλη μειώνει την κατανάλωση καυσίμου και τις εκπομπές ρύπων, όπως τους υδρογονάνθρακες (HC), το μονοξείδιο άνθρακα (CO) και το οξείδιο αζώτου που αποβάλλονται από την εξάτμιση.

6.2 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

6.2.1 Fuel EXX

Το σύστημα αυτό βασίζεται στη μοριακή διάσπαση των υδρογονανθράκων μέσω μαγνητικής διέγερσης που προκαλεί το μαγνητικό πεδίο. Το σύστημα υπόσχεται 30% μείωση της κατανάλωσης, αύξηση της ισχύος και της ροπής του αυτοκινήτου κατά 13%, μείωση των εκπεμπόμενων καυσαερίων έως 80%, ομαλότερη λειτουργία του κινητήρα και αύξηση της ζωής του, μείωση φαινομένου προανάφλεξης (πειράκια), αύξηση οκτανίων του καυσίμου, 25% περισσότερα χιλιόμετρα και μείωση της θερμοκρασίας του κινητήρα κατά 2 έως 5 βαθμούς C⁰. Στα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου συστήματος προσθέστε ότι δε φθείρεται και δε χρειάζεται αντικατάσταση, ότι δουλεύει σε κάθε κινητήρα εσωτερικής καύσης και δεν έχει έξοδα συντήρησης.



Εικόνα 6.1 Fuel EXX

6.2.2 Super Fuel Max

Το σύστημα εξοικονόμησης καυσίμου Super Fuel Max στηρίζεται στο μαγνητικό συντονισμό και χρησιμοποιείται για περισσότερο από 30 χρόνια στην αγορά. Είναι ιονιστής καυσίμου με ισχύ 16.00 GAUSS, κατάλληλος για όλους τους κινητήρες εσωτερικής καύσης. Το σύστημα υπόσχεται τέλεια

καύση και λιγότερα κατάλοιπα στο θάλαμο καύσης του κινητήρα, αύξηση της απόδοσης και βελτίωση της ποιότητας του καυσίμου, όπως επίσης και μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων, ενώ διακρίνεται για τη γρήγορη και εύκολη εγκατάστασή του.



Εικόνα 6.2 Fuel Saver

Τα καύσιμα αποτελούνται κυρίως από τους υδρογονάνθρακες. Αυτοί αλλάζουν τον προσανατολισμό μαγνήτισης τους καθώς διασχίζουν ένα μαγνητικό πεδίο στην αντίθετη κατεύθυνση του εξωτερικού μαγνητικού πεδίου. Συγχρόνως, τα μόρια των υδρογονανθράκων αλλάζουν την δομή τους. Έτσι οι ενδομοριακές δυνάμεις έλξης μειώνονται σημαντικά. Αυτός ο μηχανισμός διαιρεί τελικά τα μόρια. Ο άνθρακας και το οξυγόνο έχουν αντίθετη μαγνητική πολικότητα. Κατά συνέπεια, ενώνονται εύκολα μαζί παράγοντας μία καλύτερη και πλήρη καύση.

Ως αποτέλεσμα της ένωσης των καυσίμων και του αέρα, η μηχανή λειτουργεί αποτελεσματικότερα παραγάγει τη μεγαλύτερη δύναμη, που μειώνει την κατανάλωση καυσίμων, και επίσης τους υδρογονάνθρακες (HC), το μονοξείδιο άνθρακα (CO) και το οξείδιο αζώτου που προέρχονται από την εξάτμιση. Δεδομένου ότι τα μόρια καυσίμων και αέρα μαγνητίζονται με την αντίθετη πολικότητα, διαλύουν τον άνθρακα στον θάλαμο καύσης και στο injection και βοηθούν να κρατούν τη μηχανή καθαρή βελτιώνοντας την λειτουργία του κινητήρα, και το οποίο εξασφαλίζει ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα.

Παράγει έναν μεγαλύτερο αριθμό μορίων που μπαίνοντας στον θάλαμο

καύσης καθιστά την καύση πληρέστερη. Ένα μικρότερο ποσό του CO κοβαλτίου και του HC παράγεται, το οποίο οδηγεί στην καλύτερη χρησιμοποίηση της ενέργειας και στην εξοικονόμηση καυσίμων.

Το σχήμα μας βοηθά να αποτυπώσουμε καλύτερα το τι συμβαίνει. Στην αριστερή πλευρά έτσι φθάνει το καύσιμό όταν δεν πολώνεται και έχουμε ατελή καύση. Ενώ με την πόλωση η καύση είναι σχεδόν πλήρης.

Όταν ο βελτιωτής καυσίμου εγκατασταθεί στην παροχή καυσίμου που τροφοδοτεί το καρμπυρατέρ ή το injection τότε επιτυγχάνεται πολύ καλύτερη απόδοση της μηχανής η οποία έχει τα εξής αποτελέσματα :

1. Περισσότερα χιλιόμετρα ανά λίτρο καυσίμου . Σε πολλές περιπτώσεις η εξοικονόμηση φτάνει και πάνω από 30% το οποίο σημαίνει ότι υπάρχει καλύτερη απόδοση της θερμικής αξίας του καυσίμου.
2. Αύξηση ισχύς και ροπής του κινητήρα. Επιπλέον αύξηση επιτάχυνσης και RPM .
3. Διατήρηση μπουζί & θαλάμου καύσης καθαρού (χωρίς καρβουνίδια), καθώς κομμάτια άνθρακα καίγονται κατά την διάρκεια της ανάφλεξης.
4. Έχει μία σημαντική οικολογική επίδραση επειδή μειώνει σημαντικά την αποβολή επικίνδυνων αερίων μέσω της εξάτμισης. Τα επικίνδυνα αέρια που μειώνει είναι : CO (μονοξείδιο του άνθρακα), HC (άκαυστοι υδρογονάνθρακες) NOx (οξειδίο του αζώτου).
5. Αύξηση ζωής του κινητήρα λόγω της μείωσης του σχηματισμού άνθρακα και μόλυνση με υδρογονάνθρακες του λαδιού του κινητήρα.
6. Πολύ εύκολη εγκατάσταση. Δεν χρειάζεται να γνωρίζετε από μηχανές.
7. Απεριόριστη απόδοση. Δεν χρειάζεται συντήρηση. Διαρκεί μια ζωή. Η απόδοση των μαγνητών δεν μειώνεται με τον χρόνο.

6.2.3 Fuel Saver

Θα αναφερθούμε στην προέλευση των μελετών για τον μαγνητισμό. Το 1819 ο Oersted παρουσίασε αποδείξεις που δείχνουν την μαγνητική επίδραση του ηλεκτρικού ρεύματος .Αργότερα, Ο Michael Faraday έδειξε ότι αν και η μαγνητική επίδραση μπορεί να ποικίλει, όλες οι ουσίες είναι μαγνητικές. Κατόπιν ο Johannes Van der Waals απέδειξε ότι τα ηλεκτρόνια των

συστατικών σε υγρή ή αέρια κατάσταση μπορούν να επηρεαστούν από ένα εξωτερικό μαγνητικό πεδίο. Αυτές οι ανακαλύψεις μας βοήθησαν να καταλάβουμε την επίδραση των εξωτερικών μαγνητικών πεδίων στους υδρογονάνθρακες. Μέτρηση Gauss μαγνητικών πεδίων. Αυτό που μετριέται συνήθως είναι η μαγνητική ροή, που αντιπροσωπεύεται στη ροή "γραμμές" ανά περιοχή μονάδων. Ένας Gauss ορίζεται ως μια ροή "γραμμής" ανά τετραγωνικό εκατοστό. Η ποιότητα των μαγνητών μας από neodymium μετριέται σε Gauss χρησιμοποιώντας μετρητές Gauss.

Τα καύσιμα αποτελούνται κυρίως από τους υδρογονάνθρακες. Αυτοί αλλάζουν τον προσανατολισμό μαγνήτισης τους καθώς διασχίζουν ένα μαγνητικό πεδίο στην αντίθετη κατεύθυνση του εξωτερικού μαγνητικού πεδίου. Συγχρόνως, τα μόρια των υδρογονανθράκων αλλάζουν την δομή τους. Έτσι οι ενδομοριακές δυνάμεις έλξης μειώνονται σημαντικά. Αυτός ο μηχανισμός διαιρεί τελικά τα μόρια. Ο άνθρακας και το οξυγόνο έχουν αντίθετη μαγνητική πολικότητα. Κατά συνέπεια, ενώνονται εύκολα μαζί παράγοντας μια καλύτερη και πλήρη καύση. Ως αποτέλεσμα της ένωσης των καυσίμων και του αέρα, η μηχανή λειτουργεί αποτελεσματικότερα παραγάγει τη μεγαλύτερη δύναμη, που μειώνει την κατανάλωση καυσίμων, και επίσης τους υδρογονάνθρακες (HC), το μονοξείδιο άνθρακα (CO) και το οξείδιο αζώτου που προέρχονται από την εξάτμιση. Δεδομένου ότι τα μόρια καυσίμων και αέρα μαγνητίζονται με την αντίθετη πολικότητα, διαλύουν τον άνθρακα στον θάλαμο καύσης και στο injection και βοηθούν να κρατούν τη μηχανή καθαρή βελτιώνοντας την λειτουργία του κινητήρα, και το οποίο εξασφαλίζει ένα άλλο σημαντικό πλεονέκτημα. Η καύση του Fuel-air μίγματος παράγει μια σειρά αερίων που προέρχονται από το σωλήνα εξάτμισης. Τα εξής είναι τα σημαντικότερα αέρια σε αυτό το είδος καύσης:

- CO₂ (διοξείδιο του άνθρακα), το οποίο εμφανίζεται όταν υπάρχει μια πλήρης καύση υδρογονανθράκων
- CO Κοβάλτιο (μονοξείδιο άνθρακα). Αυτό είναι ένα δηλητηριώδες, πολύ επιβλαβές αέριο, το οποίο παράγεται όταν δεν καίγονται εντελώς τα μόρια υδρογονανθράκων (ελλιπής καύση)
- Άκαυστος υδρογονάνθρακας (HC), ο οποίος είναι ένα τοξικό αέριο που αντιπροσωπεύει την αχρησιμοποίητη απελευθερωμένη ενέργεια

- Το οξυγόνο O_2 είναι το υπόλειμμα καύσης και το κύριο συστατικό στη διαδικασία καύσης

Η χρήση του βελτιωτή καυσίμων είναι να παράγει έναν μεγαλύτερο αριθμό μορίων που μπαίνοντας στον θάλαμο καύσης καθιστά την καύση πληρέστερη. Ένα μικρότερο ποσό του CO κοβαλτίου και του HC παράγεται, το οποίο οδηγεί στην καλύτερη χρησιμοποίηση της ενέργειας και στην εξοικονόμηση καυσίμων

6.2.4 Auto Polar

Μετά από έρευνες δεκαετιών στον τομέα της μαγνητικής τεχνολογίας, έχουν αναπτυχθεί ισχυρά και αποτελεσματικά συστήματα ικανά να δίνουν ολοκληρωμένες λύσεις.



Εικόνα 6.3 Auto Polar

Το Auto Polar δημιουργεί συνθήκες πληρέστερης καύσης, με αποτέλεσμα να έχουμε οικονομία καυσίμου, μείωση ρύπων, προστασία και καθαρισμό του κινητήρα ή του καυστήρα. Με την τεχνολογία Auto Polar (onepole saving system) πολώνονται και ενεργοποιούνται τα μόρια του καυσίμου, δεσμεύοντας περισσότερο οξυγόνο, με αποτέλεσμα να έχουμε πληρέστερη

καύση. Αυτό είναι εφικτό με την onepole© μαγνητική φόρτιση του καυσίμου, η οποία πολλαπλασιάζει την έλξη με το οξυγόνο μέσα στο θάλαμο καύσης. Το Auto Polar (onepole© saving system) έχει άμεσα εμφανή αποτελέσματα μέσα στην πρώτη ώρα τοποθέτησης. Για να αποδώσει το τελικό αποτέλεσμα, χρειάζεται μία περίοδο μεταξύ ενός και τριών γεμισμάτων (ρεζερβουάρ) καυσίμου. Το πετρέλαιο ίσως χρειαστεί και λίγο περισσότερο. Με τη χρήση του εξασφαλίζεται:

- Οικονομία καυσίμου έως και 30%
- Αύξηση ιπποδύναμης και απόδοσης
- Μείωση καυσαερίων έως και 80%
- Αύξηση ορίου ζωής του καταλύτη και του αισθητήρα λ
- Διατήρηση καθαρών μπουζί και παράταση της διάρκειας ζωής τους
- Καθαρό κινητήρα χωρίς καρβονίδια
- Καθαρίζει και κρατά καθαρά μπεκ και αντλίες
- Αποφυγή προαναφλέξεων
- Αύξηση ορίου ζωής του κινητήρα
- Μείωση κόστους συντήρησης

6.2.5 Bens Fuel Booster

Ο Βελτιωτής καυσίμου BENS τοποθετείται γενικότερα, οπουδήποτε χρησιμοποιούμε βενζίνη ή πετρέλαιο.

Είναι κατάλληλο για όλους τους τύπους μοτοσικλετών, αυτοκινήτων, ταξί, φορτοταξί, φορτηγών, λεωφορείων, τρακτέρ, καυστήρων θέρμανσης, σκαφών κα.

Συγκεκριμένα, για αυτοκίνητα έως 2000cc βενζίνης και πετρελαίου, καθώς και για όλες τις μοτοσικλέτες, τοποθετούμε το μοντέλο G20.

Για αυτοκίνητα άνω των 2000cc βενζίνης και πετρελαίου, για όλα τα ταξί, για φορτηγά και λεωφορεία έως 180 hp, τοποθετούμε το μοντέλο D50.

Για φορτηγά και λεωφορεία άνω των 180hp έως 600hp, τοποθετούμε το μοντέλο D70.

Για καυστήρες θέρμανσης μέχρι 50.000 Kcal (θερμίδες), τοποθετούμε το μοντέλο D80.

Για καυστήρες θέρμανσης άνω των 50.000 Kcal (θερμίδες) και μέχρι 500.000 Kcal (θερμίδες), τοποθετούμε το μοντέλο D90.

Υπάρχουν και μοντέλα ειδικών κατασκευών, όπως για παράδειγμα για τρένα, καράβια, καυστήρες μαζούτ κ.α.

6.2.5.1 Λειτουργία και χρήση του Bens Fuel Booster

Το BENS FUEL BOOSTER είναι ένας ηλεκτρονικός επεξεργαστής καυσίμου που μας βοηθά να βελτιώσουμε τον ψεκασμό της βενζίνης και του πετρελαίου.

Είναι στην ουσία ένας πομπός, που εκπέμπει ραδιοσυχνότητες στην περιοχή των υπερήχων. Αποτελείται από το κυρίως σώμα (πλαστικό κουτί) που περιέχει το ηλεκτρονικό μέρος της συσκευής (πομπός). Το κίτρινο καλώδιο που περιτυλίσσεται γύρω από τον σωλήνα παροχής καυσίμου σαν μονό σπινάλ και δημιουργεί την κεραία του πομπού και το μαύρο κόκκινο καλώδιο την γραμμή τροφοδοσίας της συσκευής.

Το πλαστικό περίβλημα είναι κατασκευασμένο από πρώτη ύλη της General Electric. Είναι ανθεκτικό στην θερμοκρασία μέχρι 250°C και είναι αυτοσβενόμενο κατά UL95. Αξίζει να σημειωθεί ότι η General Electric προμηθεύει με αυτό τις αεροπορικές εταιρίες και την NASA. Επίσης, τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα στο εσωτερικό της συσκευής, είναι στρατιωτικών προδιαγραφών για να έχουν μακροζωία, υψηλή απόδοση και αντοχή στην υψηλή θερμοκρασία. Ολόκληρο το κύκλωμα είναι πακτωμένο με ειδική ρητίνη έτσι ώστε να είναι στεγανό μέχρι 10 ατμόσφαιρες. Ακόμα και το κίτρινο καλώδιο (κεραία) αντέχει σε υψηλή θερμοκρασία ενώ δεν αλλοιώνεται από λάδια, βενζίνη ή πετρέλαιο και έχει υψηλή μηχανική αντοχή.

Οι εκπνευόμενες συχνότητες δημιουργούν στην μάζα του υγρού καυσίμου (βενζίνη-πετρέλαιο), εναλλασσόμενο ηλεκτρικό πεδίο. Αυτό προκαλεί σπάσιμο των αλυσίδων των υδρογονανθράκων είτε είναι κυκλικοί (πετρέλαιο) είτε ελικοειδής (βενζίνη) σε υψηλό ποσοστό που φτάνει το 85%. Αυτό επιτυγχάνεται με την μεγάλη κινητικότητα που αποκτούν τα μόρια λόγω της επιρροής του πεδίου και της ανταλλαγής ηλεκτρονίων μεταξύ των ιόντων. Η

διαδικασία αυτή είναι γνωστή χημικά ως οξειδοαναγωγή. Ενώ παράλληλα ελευθερώνεται και μια μικρή ποσότητα υδρογόνων από τα μόρια των υδρογονανθράκων και υπάρχει ελεύθερη στην μάζα του υγρού.

Τα πλεονεκτήματα που εμφανίζει το καύσιμο μετά την επεξεργασία είναι:

Μειώνεται δραστικά η επιφανειακή τάση του υγρού σε ποσοστό που φτάνει το 50% και αλλάζει το PH από όξινο σε αλκαλικό. Αυτή η διαδικασία κάνει το καύσιμο να λειτουργεί σαν απορρυπαντικό και να έχει την ικανότητα να διαλύσει τα κατάλοιπα που προϋπάρχουν στο ρεζερβουάρ, στο σύστημα ψεκασμού και στην αντλία και να τα παρασύρει με την ροή. Αυτά μπορεί να είναι βερνίκια, κεριά, παραφίνες κλπ. Το δεύτερο και πιο σημαντικό πλεονέκτημα είναι η βελτίωση του ψεκασμού.

6.2.5.2 Βελτίωση ψεκασμού και επιπτώσεις στον κινητήρα

Το πόσο καλά θα ψεκαστεί ένα υγρό εξαρτάται από το πόσο ισχυρός είναι ο δεσμός συνοχής μεταξύ των μορίων που το αποτελούν. Στην περίπτωση των υγρών καυσίμων αυτό που παρουσιάζει μεγαλύτερη δυσκολία ψεκασμού είναι το πετρέλαιο σε σχέση με την βενζίνη. Το FUEL BOOSTER με το ηλεκτρικό πεδίο που δημιουργεί προκαλεί δραστική μείωση του δεσμού συνοχής μεταξύ των μορίων. Έτσι κατά την φάση του ψεκασμού η βενζίνη και το πετρέλαιο θα σπάσουν σε τριπλάσιο αριθμό σταγονιδίων. Αυτό δίνει το πλεονέκτημα της καλύτερης και πιο ομοιόμορφης διασποράς μέσα στο θάλαμο καύσης. Η συνολική επιφάνεια των μικροσταγονιδίων που έρχεται σε επαφή με τον αέρα είναι τώρα μεγαλύτερη και έτσι εγκλωβίζεται 3 φορές περισσότερο οξυγόνο. Αυτή η διεργασία μας βοηθά να έχουμε μεγαλύτερο μέτωπο φλόγας, ταχύτερη μετάδοση της φλόγας και τέλος να καίγεται 10% -15% περισσότερο το καύσιμο από πριν, ενώ διαφορετικά θα εξάγονταν σαν άκαυστοι υδρογονάνθρακες.

Με την κινητική ενέργεια που αποκτούν τα μόρια λόγω της επίδρασης του πεδίου οδηγούνται οι χημικές αντιδράσεις των συστατικών του υγρού έτσι ώστε να αυξάνεται σημαντικά η φαινόμενη αντικροτική ικανότητά του. Παράλληλα λόγω της βελτιωμένης καύσης επιτυγχάνεται απομάκρυνση των εξανθρακωμάτων που υπάρχουν στο πάνω μέρος των εμβόλων και

δημιουργούν διάπυρη μάζα προκαλώντας προανάφλεξη.

Με την βοήθεια του FUEL BOOSTER εκμεταλλευόμαστε 10% περισσότερο καύσιμο από το προσφερόμενο. Με αυτόν τον τρόπο αυξάνουμε την πίεση που ασκείται στα έμβολα κατά 5% ενώ μηδενίζεται η προανάφλεξη. Για παράδειγμα σε ένα κινητήρα 1600cc η αύξηση της ροπής είναι 1kgf μέσον όρο ενώ η ιπποδύναμη αυξάνεται 7hp μέσον όρο.

Η βενζίνη εκτός των άλλων παραμέτρων λειτουργεί και σαν ψυκτικό μέσο. Η θερμοκρασία κατά την φάση της έκρηξης μέσα στο θάλαμο καύσης φτάνει τους 3500 C^ο. Κατόπιν ψεκάζεται πάλι μια ποσότητα καυσίμου. Επειδή το βελτιωμένο καύσιμο έχει μεγαλύτερη διασπορά και τα σταγονίδια έχουν διασπαστεί σε τρεις φορές περισσότερα, υπάρχει τρεις φορές μεγαλύτερη επιφάνεια και έτσι το υγρό απορροφά ταχύτερα μεγαλύτερα ποσά θερμότητας από το εσωτερικό των κυλίνδρων. Επίσης λόγω του μηδενισμού της προανάφλεξης και της αύξησης της ιπποδύναμης ο κινητήρας εργάζεται πιο ήπια και έτσι διατηρούνται χαμηλότερες θερμοκρασίες (αυτά τα φαινόμενα είναι πιο έντονα σε κινητήρες τούρμπο).

Λόγω της βελτιωμένης καύσης, αυξάνεται η πίεση των αερίων 5% και η θερμοκρασία τους από 20C^ο - 40C^ο. Έτσι καίγονται τα υπολείμματα που έχουν συσσωρευτεί στον καταλύτη και στην εξάτμιση και με την βοήθεια της αυξημένης πίεσης παρασύρονται προς τα έξω (πιο έντονα στους πετρελαιοκινητήρες).

Επειδή ο κινητήρας εκμεταλλεύεται 10% περισσότερο τη βενζίνη και 15% περισσότερο το πετρέλαιο, τα ποσοστά των άκαυστων υδρογονανθράκων μειώνονται από 50% – 90%. Το μονοξείδιο και το διοξείδιο του άνθρακα καθώς και τα νιτρικά οξείδια μηδενίζονται στις περισσότερες περιπτώσεις λόγω της καύσης μικρής ποσότητας καθαρού υδρογόνου που ελευθερώνεται και σχηματίζει με τον υπέρθερμο ατμό. Ακόμα και τα ποσοστά της αιθάλης μειώνονται έως και 80%.



Εικόνα 6.4 Συσκευή BENS τοποθετημένη σε σωλήνα καυσίμου

Ο Βελτιωτής καυσίμου BENS είναι μια Ελληνική παγκόσμια πατέντα, μοναδική στο είδος. Είναι ένας ηλεκτρονικός βελτιωτής καυσίμου που βοηθά στην καλύτερευση του ψεκασμού και της καύσης της βενζίνης και του πετρελαίου.

Είναι ένα προϊόν μακροχρόνιας έρευνας, που για την κατασκευή του χρησιμοποιούνται ηλεκτρονικά εξαρτήματα προερχόμενα από την αεροδιαστημική τεχνολογία.

Αποφεύγοντας τα μειονεκτήματα και τα προβλήματα που προξενούν τα μαγνητικά πεδία, προκαλεί καλύτερη καύση, με αποτέλεσμα τη μείωση της κατανάλωσης από 15% έως 35% σε οχήματα και 20% έως 45% σε καυστήρες, τη μείωση των καυσαερίων από 40% έως 90%, την αύξηση της ροπής από 0.50kgf έως 2.50kgf, την αύξηση της ιπποδύναμης από 5% έως 7%, κα.

Είναι κατασκευασμένο από εξαρτήματα στρατιωτικών προδιαγραφών για να έχουν μακροζωία, υψηλή απόδοση και αντοχή στην υψηλή θερμοκρασία. Ολόκληρο το κύκλωμα είναι πακτωμένο με ειδική ρητίνη έτσι ώστε να είναι στεγανό μέχρι 10 ατμόσφαιρες. Ακόμα και το κίτρινο καλώδιο (κεραία) αντέχει σε υψηλή θερμοκρασία, ενώ δεν αλλοιώνεται από λάδια, βενζίνη ή πετρέλαιο και έχει υψηλή μηχανική αντοχή. Συνολική διάρκεια ζωής: 300.000 ώρες διαρκούς λειτουργίας (περίπου 35 χρόνια).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7^ο

ΑΕΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ένα από τα σημαντικότερα παγκόσμια προβλήματα της εποχής μας είναι η εξοικονόμηση ενέργειας. Στον τομέα των μεταφορών, το πρόβλημα αυτό παρουσιάζεται ιδιαίτερα σοβαρό, καθώς για την πραγματοποίησή τους απαιτείται ένα μεγάλο ποσοστό της συνολικά καταναλισκόμενης ενέργειας. Επιπλέον, από το σύνολο των οχημάτων που χρησιμοποιούνται για τις μεταφορές, τα οχήματα οδικής χρήσης κατέχουν την πρώτη θέση σε αριθμό και σε ποσότητα εκτελούμενου μεταφορικού έργου. Για να πραγματοποιηθεί το έργο αυτό, είναι απαραίτητες μεγάλες ποσότητες καυσίμων. Υπολογίζεται ότι ένα ποσοστό 25-40% της συνολικής ποσότητας αργού πετρελαίου που διατίθεται υπό μορφή αποσταγμάτων, καταναλώνεται στα οχήματα οδικής χρήσης ενώ όλο το κόστος των καυσίμων αποτελεί ένα ποσοστό 10-15% του συνολικού κόστους των μεταφορών. Είναι επομένως φανερό ότι πρέπει να γίνεται η βέλτιστη χρησιμοποίηση των καυσίμων, αφ' ενός με την πληρέστερη εκμετάλλευση της θερμογόνου δύναμης τους και αφ' ετέρου με την ελαχιστοποίηση των αδικαιολόγητων απωλειών. Παρακάτω θα διευκρινισθεί ο όρος "αδικαιολόγητες απώλειες" και θα αντιδιασταλλεί από τις "δικαιολογημένες απώλειες" που αυξάνουν την κατανάλωση καυσίμων αλλά είναι απαραίτητες για την ασφαλή, άνετη και με κάποιες προϋποθέσεις οικονομική κίνηση των οχημάτων, των επιβατών και των εμπορευμάτων.

7.2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Ως οικονομία καυσίμων ενός οχήματος χαρακτηρίζεται η ιδιότητα του να χρησιμοποιεί ορθολογικά την ενέργεια που απελευθερώνεται από τα καύσιμα.

Επειδή το κόστος των καυσίμων αποτελεί σημαντικό μέρος του συνολικού κόστους των μεταφορών, όσο λιγότερα καύσιμα καταναλώνει ένα όχημα τόσο μικρότερο είναι το λειτουργικό του κόστος. Από την άποψη αυτή, η αξιολόγηση ενός οχήματος στην πράξη, υπολογίζεται από το λόγο της απόστασης που διανύει προς την ποσότητα του καυσίμου που καταναλώνει, δηλαδή από το λόγο (Km/lt).

Η πρακτική αυτή αξιολόγηση δεν εξασφαλίζει πλήρη αντικειμενικότητα αφού η κατανάλωση καυσίμου ενός οχήματος εξαρτάται, εκτός από τη σχεδίαση και την τεχνική του κατάσταση, από τις οδικές, κυκλοφοριακές και κλιματολογικές συνθήκες κατά την κίνηση του, από την κατάσταση φόρτωσης και τέλος από τον τρόπο οδήγησης του από τον οδηγό. Είναι προφανές ότι όταν το όχημα μεταφέρει ένα φορτίο, η κατανάλωση του ανά μονάδα απόστασης που διανύει θα είναι μεγαλύτερη από την κατανάλωση του ίδιου οχήματος που λειτουργεί στις ίδιες συνθήκες αλλά χωρίς φορτίο. Έτσι, για μια συγκεκριμένη διαδρομή, με το όχημα στη βέλτιστη δυνατή τεχνική του κατάσταση και με δεδομένες τις κλιματολογικές συνθήκες, η πλέον αξιόπιστη αξιολόγηση του οχήματος ως προς την κατανάλωση καυσίμου είναι ο συνυπολογισμός του μήκους της διαδρομής που διανύει με το μεταφορικό έργο που εκτελείται, δηλαδή ($t \times km/lt$).

Όταν όμως είναι ίδιες οι κλιματολογικές συνθήκες, η κατάσταση φόρτωσης, ο τρόπος οδήγησης και η διαδρομή που διανύεται, τότε η λειτουργική κατανάλωση καυσίμων του οχήματος εξαρτάται από τον τρόπο σχεδίασης και λειτουργίας του κινητήρα και το μέγεθος των αντιστάσεων που αντιτίθενται στην κίνηση. Η ισχύς του κινητήρα καταναλώνεται στην υπερνίκηση των αντιστάσεων αυτών και η ποσότητα καυσίμου που χρειάζεται σε κάθε ταχύτητα είναι ανάλογη της απαιτούμενης ισχύος.

Αναλύοντας το ισοζύγιο ισχύος ενός κινούμενου οχήματος, και έχοντας υπόψη ότι η ανάλυση αυτή είναι περισσότερο ποιοτική παρά ποσοτική αφού η αλληλοσυσχέτιση και οι αλληλοεπιδράσεις των επί μέρους παραγόντων είναι περισσότερο πολύπλοκες από αυτή την παρουσίαση, προκύπτει η σχέση :

$$N_e = N_{tr} + N_{in} + N_r + N_g + N_{air}$$

όπου

N_e η ισχύς που αποδίδει ο κινητήρας (e=engine)

- N_{tr} η ισχύς που καταναλώνεται στις τριβές των συστημάτων μετάδοσης (tr=transmission) (συμβολίζεται και ως N_f , ισχύς τριβών (f=friction))
- N_{in} η ισχύς για την υπερνίκηση της αδράνειας των περιστρεφόμενων και μετακινούμενων μαζών (in=inertia) ή ισχύς επιτάχυνσης
- N_r η ισχύς για την υπερνίκηση της αντίστασης κύλισης των ελαστικών στο οδόστρωμα (r=rolling)
- N_g η ισχύς για την υπερνίκηση της παράλληλης με την κίνηση συνιστώσας του βάρους όταν το όχημα κινείται σε διαδρομή υπό κλίση (g=grade) ή ισχύς ανόδου
- N_{air} η ισχύς για την υπερνίκηση της αντίστασης του αέρα

Για πληρότητα της παρουσίασης αυτής, αναφέρεται ότι οι δύο παράγοντες N_r και N_g συνθέτουν την αντίσταση δρόμου :

$$N_{rd} = N_r + N_g \quad (rd = road)$$

ενώ η ισχύς κίνησης που μεταδίδεται στους κινητήριους τροχούς μέσω των συστημάτων μετάδοσης είναι :

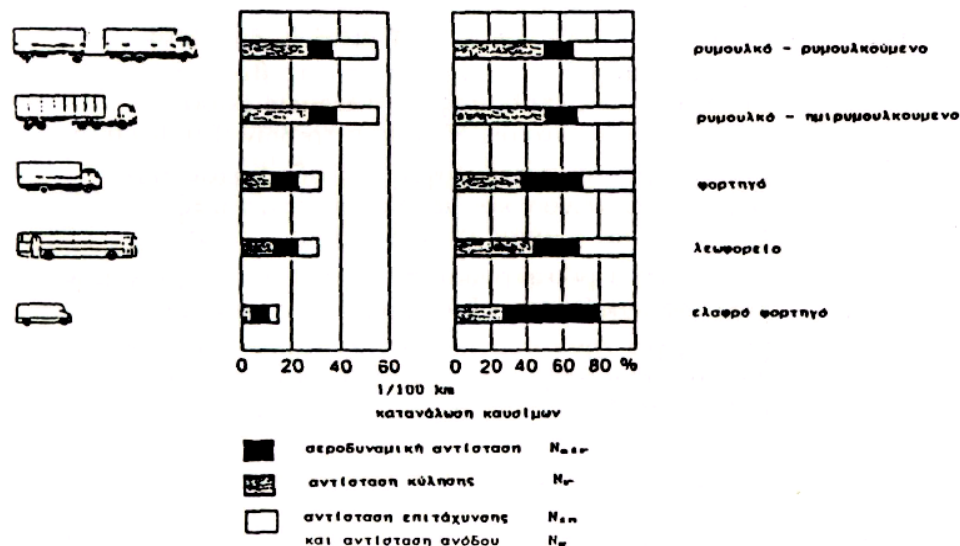
$$N_t = N_e + N_{tr} \quad (t = traction)$$

Από τη σχέση του ισοζυγίου της ισχύος είναι προφανές ότι η κατανάλωση καυσίμων του οχήματος αυξάνει με την αύξηση των αντιστάσεων τριβής, δρόμου και αέρα ενώ όταν το όχημα επιταχύνεται, απαιτείται επί πλέον ποσότητα καυσίμου για την υπερνίκηση των δυνάμεων αδράνειας και την αύξηση της κινητικής ενέργειας των μαζών που κινούνται, αυξάνοντας την ολική κατανάλωση καυσίμου.

7.3 ΑΕΡΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Είδαμε παραπάνω τους παράγοντες οι οποίοι καθορίζουν την απαιτούμενη από τον κινητήρα ισχύ για να μπορεί να κινηθεί ένα όχημα. Οι παράγοντες αυτοί προβάλλουν αντίσταση στην κίνηση και κατά συνέπεια, το μέγεθος τους έχει άμεση επίδραση στην ποσότητα του καυσίμου από την καύση του οποίου προκύπτει η ισχύς του κινητήρα.

Στη συνέχεια, θα μας απασχολήσει περισσότερο η επίδραση της αεροδυναμικής αντίστασης στην ποσότητα του καυσίμου που απαιτείται για την υπερνίκηση της και οι συνέπειες της μεταβολής της στην κατανάλωση καυσίμων, σαν συνάρτηση του είδους και των χαρακτηριστικών κίνησης των διαφόρων κατηγοριών οχημάτων δρόμου

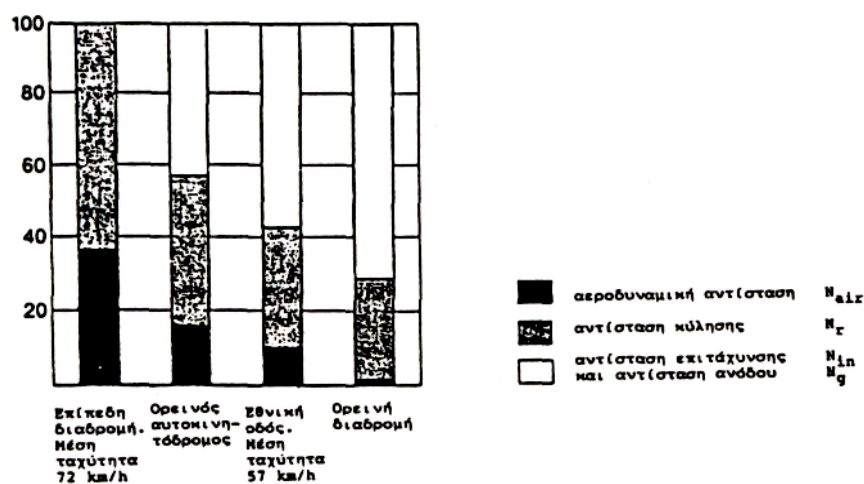


Διάγραμμα 7.1 Κατανάλωση καυσίμων σε λίτρα ανά εκατό χιλιόμετρα διαδρομής (lt/100km) και η εκατοστιαία συμμετοχή του κάθε είδους, αντίστασης στη διαμόρφωση της συνολικής αντίστασης στην κίνηση

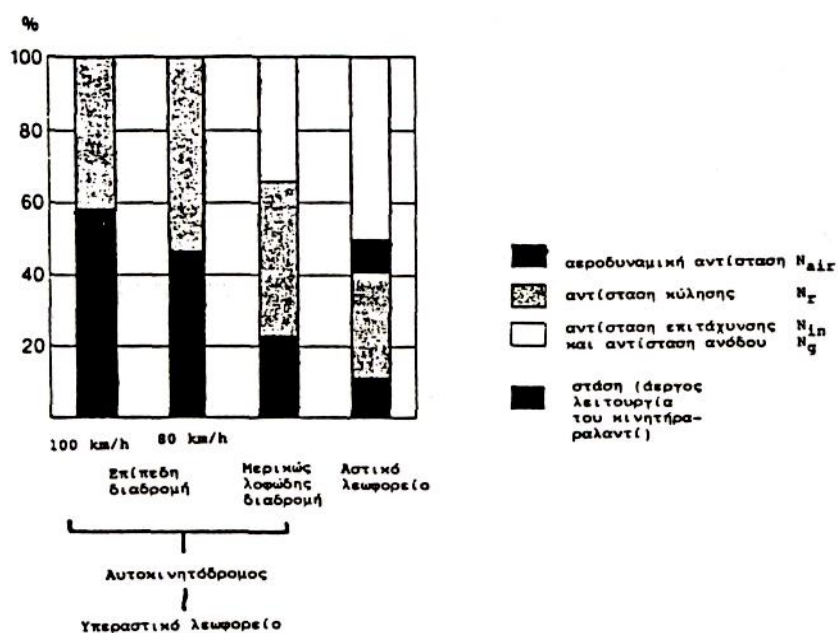
Για τις κυριότερες κατηγορίες οχημάτων, εκτός των επιβατικών, στο Διάγραμμα 7.1 παρουσιάζεται η συνολική κατανάλωση σε λίτρα ανά εκατό χιλιόμετρα διαδρομής (lt/100 km) και το ποσοστό του κάθε είδους αντίστασης που συμμετέχει στη διαμόρφωση της συνολικής αντίστασης (N_t) την οποία πρέπει να υπερνικήσουν οι κινητήριοι τροχοί.

Το είδος της κίνησης αναφέρεται στο αν το όχημα κινείται με μεγάλη ή με μικρή ταχύτητα, αν οι διαδρομές του είναι σε αυτοκινητόδρομο ή μέσα στην πόλη και τέλος αν οι διαδρομές του είναι σε ομαλό έδαφος ή σε έδαφος ορεινό με μεγάλα κομμάτια δρόμου υπό κλίση. Το κάθε ένα από τα είδη αυτά έχει ορισμένα χαρακτηριστικά όπως είναι η σταθερή ή η επιταχυνόμενη και επιβραδυνόμενη κίνηση, η κίνηση με συνεχείς στάσεις ή η σχέση μετάδοσης με την οποία πρέπει να κινείται το όχημα. Στα είδη και τα χαρακτηριστικά αυτά

κίνησης, η κάθε μορφής αντίσταση επηρεάζει λιγότερο ή περισσότερο την κίνηση του οχήματος, καταναλώνοντας ανάλογο ποσοστό της ισχύος που αποδίδει ο κινητήρας με άμεση επίδραση στην κατανάλωση καυσίμου για την υπερνίκηση της αντίστασης αυτής.



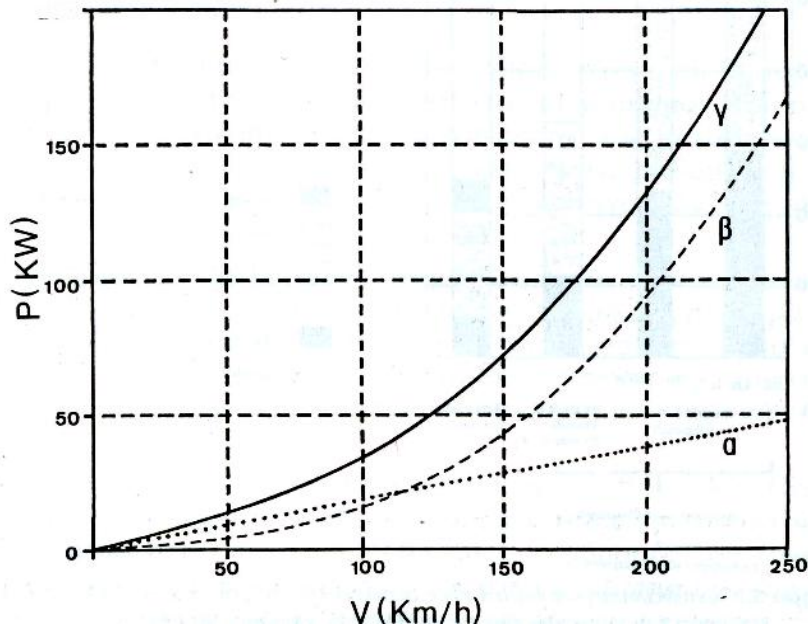
Διάγραμμα 7.2 Κατανάλωση ενός φορτηγού τύπου ρυμουλκό-ημιρυμουλκούμενο βάρους 38 τόνων για την υπερνίκηση των συνιστωσών της αντίστασης κίνησης (N_t) για διαδρομές με διαφορετικά χαρακτηριστικά



Διάγραμμα 7.3 Κατανάλωση καυσίμων ενός αστικού και ενός υπεραστικού λεωφορείου για την υπερνίκηση των συνιστωσών της αντίστασης κίνησης (N_t)

Τα Διαγράμματα 7.2 και 7.3 δείχνουν τη διαφοροποίηση της επίδρασης στην κίνηση, της κάθε μορφής αντίστασης, ανάλογα με το είδος και τα χαρακτηριστικά της διαδρομής, για ένα φορτηγό τύπου ρυμουλκό - ημιρυμουλκούμενο, βάρους 38 τόνων, και για ένα υπεραστικό και ένα αστικό λεωφορείο. Στην περίπτωση του φορτηγού, η αεροδυναμική αντίσταση είναι πάνω από 58% της ολικής αντίστασης, όταν η κίνηση γίνεται σε επίπεδη διαδρομή με μεγάλη ταχύτητα. Αντίθετα, στο αστικό λεωφορείο με τις συνεχείς στάσεις, επιταχύνσεις, επιβραδύνσεις και γενικά κίνηση με μικρή ταχύτητα όχι πάντα σε επίπεδες διαδρομές, η αντίσταση αδράνειας και η αντίσταση λόγω κλίσης του εδάφους είναι το 50% της ολικής αντίστασης κίνηση, ενώ η αεροδυναμική αντίσταση είναι μόλις το 10% της αντίστασης αυτής.

Στα επιβατικά αυτοκίνητα, η αγορά των οποίων είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστική, οι μέσες ταχύτητες κίνησης είναι μεγαλύτερες από ότι στα οχήματα των άλλων κατηγοριών ενώ συγχρόνως το βάρος των οχημάτων αυτών είναι μικρό. Τα χαρακτηριστικά αυτά των επιβατικών αυτοκινήτων συνεπάγονται μειωμένες αντιστάσεις κύλισης, επιτάχυνσης και ανόδου ενώ αντίθετα σημαίνοντα ρόλο στη διαμόρφωση της ολικής τους αντίστασης παίζει η αντίσταση του αέρα. Το μέγεθος της αεροδυναμικής αντίστασης είναι κρίσιμο, είτε για την επίτευξη της μέγιστης επιδιωκόμενης ταχύτητας, είτε για τη μείωση της ποσότητας καυσίμων που απαιτούνται για την κίνηση των οχημάτων αυτών.



Διάγραμμα 7.4 Μεταβολή της απαιτούμενης ισχύος για την κίνηση ενός οχήματος ως συνάρτηση της ταχύτητας κίνησης:

- καμπύλη (α) μεταβολή της ισχύος για την υπερνίκηση της μηχανικής αντίστασης
- καμπύλη (β) μεταβολή της ισχύος για την υπερνίκηση της αεροδυναμικής αντίστασης
- καμπύλη (γ) ολική ισχύς που απαιτείται για την υπερνίκηση της μηχανικής και της αεροδυναμικής αντίστασης

Από τη σχέση του ισοζυγίου της ισχύος, θεωρώντας κίνηση με σταθερή ταχύτητα, σε ομαλό έδαφος και με ένα συντελεστή απόδοσης (η) για τις απώλειες τριβής στα συστήματα μετάδοσης, προκύπτει η σχέση :

$$\eta N_e = N_t = N_r + N_{air}$$

Στη σχέση αυτή η αναλογία της κάθε συνιστώσας στη διαμόρφωση της συνολικής αντίστασης, εξαρτάται από την ταχύτητα του οχήματος. Πιο συγκεκριμένα, αν V είναι η ταχύτητα κίνησης του οχήματος, θα είναι, :

$$N_r = fWV = y_1(v)$$

όπου: W , το βάρος του οχήματος μείον την άνωση και f , ο συντελεστής της αντίστασης κύλισης

και

$$N_{air} = DV = \frac{\rho V^2}{2} A c_d V = y_2(V^3)$$

όπου: D , η αεροδυναμική αντίσταση

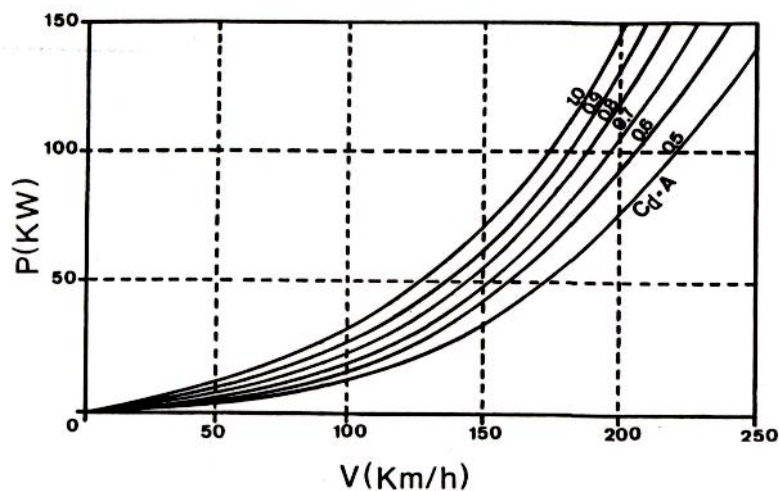
ρ , η πυκνότητα του αέρα

Α, η μετωπική επιφάνεια του οχήματος (προβολή σε επίπεδο κάθετο στην κίνηση)

C_d , ο συντελεστής αεροδυναμικής αντίστασης

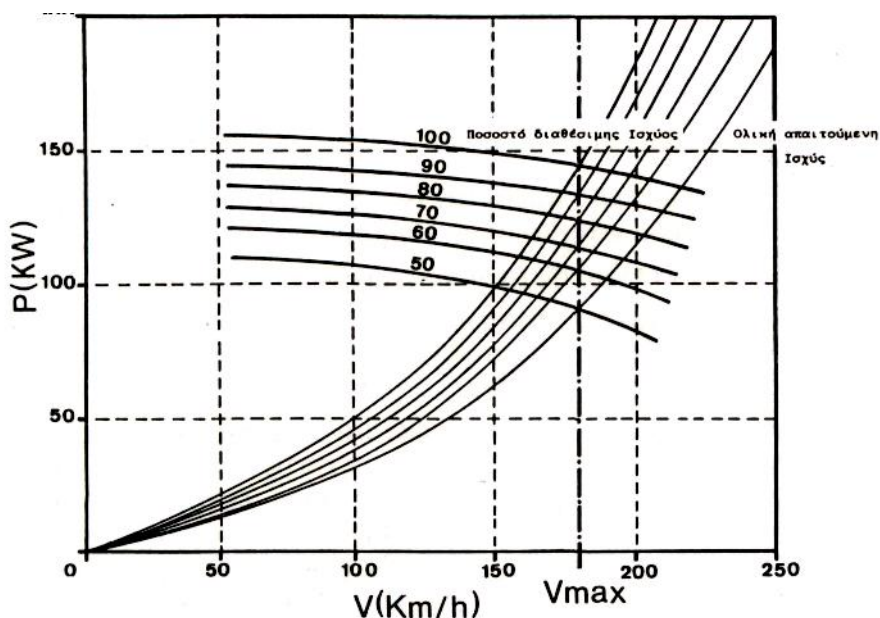
Από τις σχέσεις αυτές διαπιστώνεται ότι η μηχανική ισχύς είναι απευθείας ανάλογη της ταχύτητας, ενώ η αεροδυναμική ισχύς είναι ανάλογη του κύβου της ταχύτητας, Διάγραμμα 7.4.

Στα Διαγράμματα 7.5 και 7.6 παρουσιάζεται σαφέστερα η συσχέτιση της αεροδυναμικής αντίστασης με τη μέγιστη ταχύτητα και την απαιτούμενη ισχύ του κινητήρα η οποία, όμως, έχει άμεση επίδραση στην κατανάλωση καυσίμων.



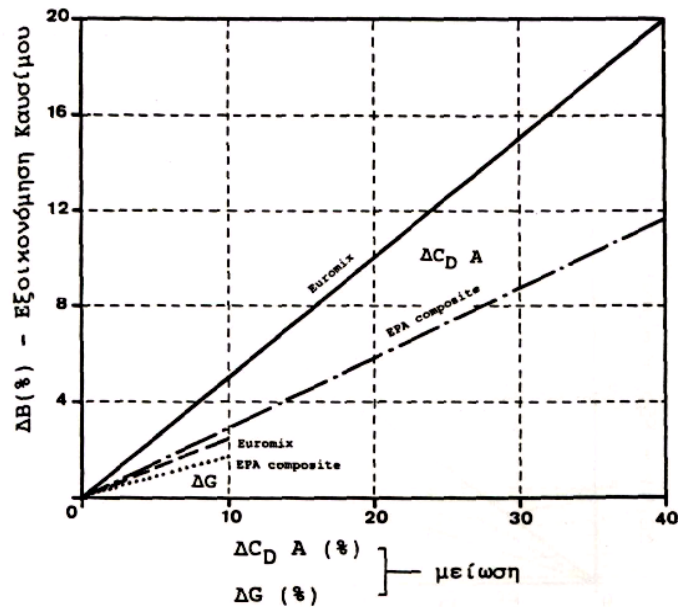
Διάγραμμα 7.5 Επίδραση της αεροδυναμικής αντίστασης στην τελική ταχύτητα του οχήματος

Στο Διάγραμμα 7.5 η απαιτούμενη ισχύς είναι συνάρτηση της ταχύτητας κίνησης του οχήματος με παράμετρο το γινόμενο του συντελεστή αεροδυναμικής αντίστασης με τη μετωπική επιφάνεια του οχήματος. Είναι προφανές από το διάγραμμα αυτό ότι αν η επιφάνεια Α μένει σταθερή, με την ίδια ισχύ κινητήρα, η βελτίωση του συντελεστή αντίστασης βοηθάει το όχημα να αναπτύσσει υψηλότερη τελική ταχύτητα.



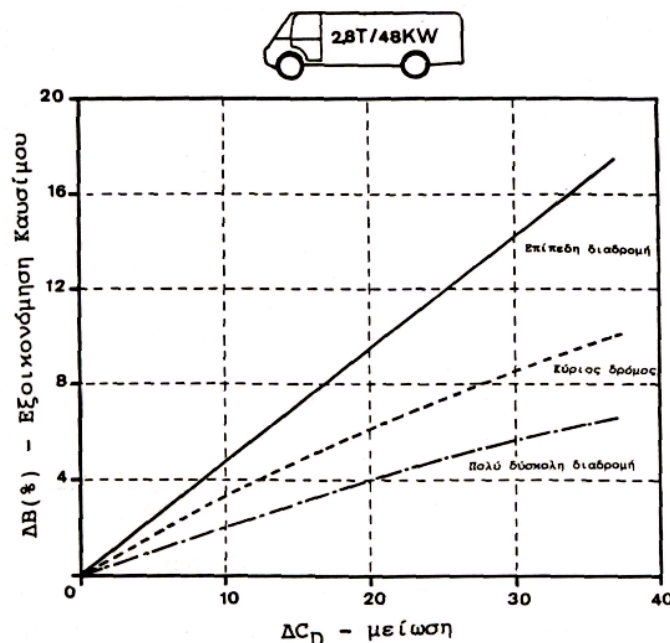
Διάγραμμα 7.6 Απαιτούμενη ισχύς και διαθέσιμη ισχύς του κινητήρα για την επίτευξη της μέγιστης ταχύτητας, V_{max} όταν μεταβάλλεται η αεροδυναμική αντίσταση του οχήματος

Στο Διάγραμμα 7.6 προστίθεται η μηχανική αντίσταση, θεωρώντας ότι είναι καμπύλη με σταθερή κλίση, στις καμπύλες του Διαγράμματος 7.5 και προκύπτουν οι καμπύλες της ολικά απαιτούμενης ισχύος για την υπερνίκηση της μηχανικής και της αεροδυναμικής αντίστασης, όπου παράμετρος μεταβολής είναι ο συντελεστής c_d . Εάν στη συνέχεια είναι δεδομένη η τελική ταχύτητα (V_{max}) του οχήματος, σημειώνεται και η διαθέσιμη ισχύς του κινητήρα για την επίτευξη της ταχύτητας αυτής όταν μεταβάλλεται η αεροδυναμική αντίσταση.



Διάγραμμα 7.7 Επίδραση της μεταβολής της αεροδυναμικής αντίστασης και του βάρους του οχήματος, στην κατανάλωση καυσίμων ενός επιβατικού αυτοκινήτου

Είναι προφανές ότι η μείωση της μετωπικής επιφάνειας, για όλες τις κατηγορίες των οχημάτων, θα μείωνε την αεροδυναμική τους αντίσταση. Τα σημερινά, όμως, οχήματα μπορούν να θεωρηθούν αρκετά συμπαγείς κατασκευές με πολύ μικρές δυνατότητες μείωσης της μετωπικής τους επιφάνειας χωρίς να δημιουργηθούν προβλήματα λειτουργικότητας (χώροι μηχανικών συστημάτων και εμπορευμάτων / αποσκευών), άνεσης (χώρος επιβατών) και ασφάλειας (όγκος μηχανικών συστημάτων και τρόπος κατασκευής όλου του οχήματος). Έτσι, τις περισσότερες φορές οι σχεδιαστές οποιουδήποτε οχήματος, είναι υποχρεωμένοι να δουλέψουν με δεδομένες τις βασικές διαστάσεις, οι οποίες καθορίζονται από το είδος / κατηγορία του οχήματος, τη χρήση για την οποία προορίζεται και τους αγοραστές στους οποίους θα απευθυνθεί. Με τους περιορισμούς αυτούς, η δυνατότητα μείωσης της μετωπικής επιφάνειας είναι πολύ περιορισμένη, χωρίς ουσιαστική συμβολή στη μείωση της τιμής της αεροδυναμικής αντίστασης του οχήματος. Ο μόνος δρόμος, επομένως, που απομένει για να μειωθεί η αεροδυναμική αντίσταση ενός οχήματος, είναι η μείωση του αντίστοιχου συντελεστή c_d .

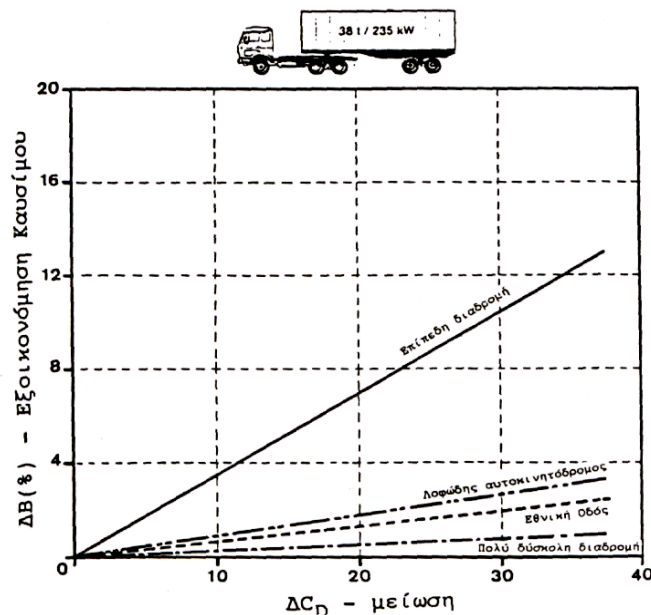


Διάγραμμα 7.8 Επίδραση της μεταβολής της αεροδυναμικής αντίστασης στην κατανάλωση καυσίμων μικρών φορτηγών

Στα Διαγράμματα 7.7, 7.8, 7.9 και 7.10, παρουσιάζεται η επίδραση της μείωσης του συντελεστή αεροδυναμικής αντίστασης C_d , στην κατανάλωση καυσίμων.

Το Διάγραμμα 7.7 αναφέρεται στα επιβατικά αυτοκίνητα και παρουσιάζει συγχρόνως την επίδραση της μεταβολής του βάρους στην κατανάλωση καυσίμων. Οι διαδρομές στις οποίες υπολογίζεται η κατανάλωση είναι η Euromix και η EPA composite. Οι διαδρομές αυτές είναι τεχνίτες, σαφώς προδιαγραμμένες ως προς την ταχύτητα κίνησης, την κλίση του εδάφους, το ρυθμό επιτάχυνσης / επιβράδυνσης, το χρόνο κίνησης σε κάθε τμήμα της διαδρομής και τέλος, ως προς τη σχέση μετάδοσης, στο κιβώτιο ταχυτήτων του οχήματος που δοκιμάζεται. Η Euromix είναι σύμφωνη με τις οδηγίες της Ε.Ο.Κ. ενώ η EPA composite είναι σύμφωνη με τις ανάλογες οδηγίες των Η.Π.Α. Η διαφορά των δύο διαδρομών στο Διάγραμμα 7.7, οφείλεται στο ότι η Euromix έχει μεγαλύτερα τμήματα με σταθερή ταχύτητα (μεγάλη N_{air}), σε αντίθεση με την EPA composite όπου υπάρχουν πολλές αυξομειώσεις της ταχύτητας (μεγάλη N_{in}).

Το Διάγραμμα 7.8 αναφέρεται σε μικρά φορτηγά και τα Διαγράμματα 7.9 και 7.10 σε μεγάλα φορτηγά και λεωφορεία αντίστοιχα. Σε όλες τις περιπτώσεις είναι εμφανής η διαφορά μεταξύ "πολύ δύσκολης διαδρομής", που αναφέρεται σε στενό με συνεχείς στροφές και διαδοχικές ανηφόρες / κατηφόρες δρόμο, και "ομαλής διαδρομής", που αναφέρεται σε επίπεδο δρόμο όπου η κίνηση μπορεί να γίνεται συνεχώς με σταθερή ταχύτητα.



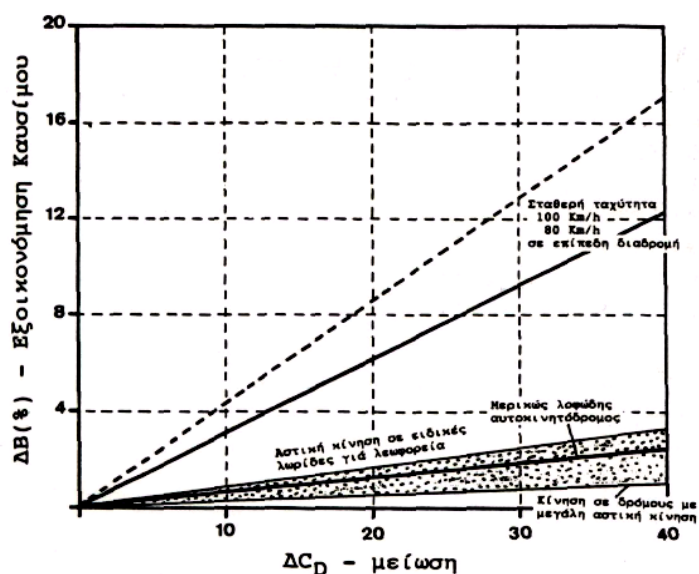
Διάγραμμα 7.9 Επίδραση της μεταβολής της αεροδυναμικής αντίστασης στην κατανάλωση καυσίμων των οχημάτων τύπου ρυμουλκό-ημιρυμουλκούμενο

Στα μεγάλα φορτηγά, είναι αξιοσημείωτη η μικρή μείωση της κατανάλωσης σε κύριους δρόμους, όπου το όχημα αυξομειώνει συνεχώς ταχύτητα λόγω διαδρομής ή λόγω κυκλοφορίας, καθώς και στους λοφώδεις αυτοκινητόδρομους με συνεχείς ανηφόρες / κατηφόρες, όπου είναι μεγάλη η τιμή της ισχύος ανόδου N_g .

Τέλος στα λεωφορεία, η μείωση του c_d για κίνηση σε λοφώδεις αυτοκινητόδρομους επίσης δεν προσφέρει σημαντική μείωση της κατανάλωσης, σε αντίθεση με τη σημαντική μείωση των καυσίμων για κίνηση με υψηλές ταχύτητες σε ομαλούς αυτοκινητόδρομους. Πρέπει να σημειωθεί ότι τέτοιες διαδρομές είναι συνήθεις για τουριστικά λεωφορεία, όπως συνήθεις είναι και για τα μεγάλα φορτηγά διεθνών μεταφορών. Για τα αστικά

λεωφορεία, σημαντική είναι η διαφορά στην κατανάλωση για κίνηση σε ειδική λωρίδα κυκλοφορίας. Στην περίπτωση αυτή, τα λεωφορεία μπορούν να κινηθούν με μεγαλύτερες ταχύτητες, από ότι στη μικτή κυκλοφορία, επιτρέποντας την εμφάνιση των αποτελεσμάτων της μείωσης του c_d στην κατανάλωση καυσίμων.

Όσον αφορά τη μείωση του συντελεστή αεροδυναμικής αντίστασης, υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να επιτευχθεί. Στο στάδιο, όμως, της ανάπτυξης ενός νέου μοντέλου, όπως κάθε στοιχείο του, έτσι και οι παράγοντες που επηρεάζουν την κατανάλωση καυσίμων πρέπει να αποτιμώνται με τα κριτήρια της αγοράς που καθορίζουν την οικονομική απόδοση του μοντέλου στην κατασκευάστρια εταιρία.



Διάγραμμα 7.10 Επίδραση της μεταβολής της αεροδυναμικής αντίστασης στην κατανάλωση καυσίμων των λεωφορείων

Για να γίνει αυτό, η κατανάλωση καυσίμων είναι απαραίτητο να υπολογίζεται σε σχέση με όλες τις άλλες παραμέτρους που επηρεάζονται, και δεν μπορούν να αγνοηθούν ή να υποεκτιμηθούν, αφού καθορίζονται από τις απαιτήσεις της αγοράς.

Ως χαρακτηριστικά παραδείγματα θα αναφερθούν η μέγιστη ταχύτητα και η επιτάχυνση - δύο χαρακτηριστικά ιδιαίτερης σημασίας στην απόδοση ενός οχήματος. Όπως φαίνεται και από το Διάγραμμα 7.6, η μείωση της

αεροδυναμικής αντίστασης προσφέρει τη δυνατότητα μείωσης της ισχύος που αποδίδει ο κινητήρας, χωρίς να μειωθεί η τελική ταχύτητα του οχήματος. Μείωση όμως της αποδιδόμενης ισχύος, συνεπάγεται χειροτέρευση της επιτάχυνσης στις μικρές ταχύτητες όπου απαιτείται ισχύς από τον κινητήρα για την υπερνίκηση της ισχύος επιτάχυνσης N^{in} . Παράλληλα, όμως, η μείωση της ισχύος του κινητήρα σημαίνει μείωση της κατανάλωσης καυσίμων. Μία συσχέτιση, που αντιπροσωπεύει τη μέση κατάσταση για όλα τα οχήματα, είναι ότι μείωση κατά 10 % της ισχύος του κινητήρα, συνεπάγεται μείωση κατά 4% της κατανάλωσης καυσίμων. Η ταυτόχρονη όμως μείωση των χαρακτηριστικών επιτάχυνσης των οχημάτων είναι ανεπιθύμητη και έτσι μπαίνουν περιορισμοί στην εφαρμογή των μεθόδων αυτών που αποβλέπουν στην εξοικονόμηση καυσίμων. Η περίσσεια ισχύος και τα καλά χαρακτηριστικά επιτάχυνσης, ειδικά για τα επιβατικά αυτοκίνητα, θεωρούνται μεγαλύτερης σημασίας για τις απαιτήσεις της αγοράς, τουλάχιστον με τις σημερινές συνθήκες ανταγωνισμού, από τη μειωμένη κατανάλωση καυσίμου.

7.4 ΒΑΡΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Η αεροδυναμική σχεδίαση ενός σχήματος ως παράγοντας επηρεασμού της κατανάλωσης καυσίμων, πρέπει να εξετάζεται όχι μόνο ως προς την αεροδυναμική αντίσταση αλλά και ως προς την αντίσταση κύλισης. Όπως διαπιστώνεται από τα Διαγράμματα 7.1, 7.2 και 7.3, η αντίσταση κύλισης είναι σημαντική, σε σύγκριση με την αεροδυναμική αντίσταση, για μικρές και μέσες ταχύτητες κίνησης των οχημάτων. Στα επιβατικά αυτοκίνητα, λόγω μικρού βάρους και μεγάλων ταχυτήτων κίνησης, η αντίσταση κύλισης είναι, κατ' αρχή, σχεδόν πάντα μικρό ποσοστό της ολικής αντίστασης του οχήματος.

Οι σχέσεις αυτές της αντίστασης κύλισης προς την αεροδυναμική αντίσταση, ισχύουν εφόσον η αντίσταση κύλισης επηρεάζεται κατά κύριο λόγο από το βάρος του οχήματος. Οι άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος της αντίστασης αυτής είναι η μορφή της επιφάνειας του οδοστρώματος, η επιφάνεια των ελαστικών και η πίεση του αέρα των ελαστικών του οχήματος.

Στις μικρές και μέσες ταχύτητες κίνησης, όπου η αεροδυναμική δεν έχει σημαντική επίδραση στα χαρακτηριστικά της κίνησης, το βάρος του οχήματος και του φορτίου του είναι η μόνη συνιστώσα που συνθέτει την κάθετη δύναμη η οποία, μέσω των σημείων επαφής (η επιφάνεια των ελαστικών) του οχήματος με το οδόστρωμα, καθορίζει το μέγεθος της αντίστασης κύλισης. Στις μεγάλες ταχύτητες, ισχύουν τα ίδια μόνο για τα φορτηγά και τα λεωφορεία. Στα επιβατικά αυτοκίνητα η άνωση είναι ίδιας τάξης μεγέθους με το βάρος, με αποτέλεσμα η διανυσματική πρόσθεση ή αφαίρεση των δυο αυτών δυνάμεων να μεταβάλλει τελείως την οδική συμπεριφορά του οχήματος, επιδρώντας στην πρόσφυση των ελαστικών. Από τη μεταβολή της πρόσφυσης επηρεάζεται η κατευθυντικότητα των διεθυντηρίων τροχών, η εκμετάλλευση της ισχύος του κινητήρα μέσω των κινητήριων τροχών, η ευαισθησία του οχήματος στους πλευρικούς ανέμους και τέλος η σημασία της φυγόκεντρης δύναμης κατά την κίνηση σε καμπύλες διαδρομές.

Η επίδραση του βάρους στην κατανάλωση καυσίμων, εκδηλώνεται μέσω των αντιστάσεων κύλισης, επιτάχυνσης και ανόδου ενώ η επίδραση της άνωσης, μόνο μέσω της αντίστασης κύλισης.

Μείωση του βάρους του οχήματος σημαίνει μικρότερη μάζα και κατά συνέπεια μικρότερη αδράνεια και ισχύ επιτάχυνσης, και μικρότερη ισχύ κύλισης. Στο Διάγραμμα 7.7 σημειώνεται η εκατοστιαία εξοικονόμηση καυσίμων που επιτυγχάνεται με την εκατοστιαία μείωση του βάρους στα επιβατικά αυτοκίνητα. Από το σχήμα αυτό διαπιστώνεται ότι μείωση του βάρους κατά 10% επιφέρει οικονομία καυσίμων περίπου κατά 3%. Για να επιτευχθεί, όμως, μείωση του βάρους ενός οχήματος κατά 10%, θα πρέπει, ή να χρησιμοποιηθούν ακριβά υλικά κατασκευής, δημιουργώντας προβλήματα κόστους, ή να αφαιρεθούν υλικά εις βάρος της μηχανικής αντοχής και των μονώσεων, δημιουργώντας σοβαρά προβλήματα ασφάλειας και άνεσης των επιβατών. Επί πλέον, η εξοικονόμηση καυσίμων που επιτυγχάνεται, αποτελεί πολύ μικρό κέρδος σε σύγκριση με το υψηλό κόστος κατασκευής και / ή τα προβλήματα ασφάλειας που συνεπάγεται η μείωση του βάρους, θα πρέπει όμως να διευκρινισθεί ότι η μείωση του βάρους που συζητείται, αναφέρεται σε επί πλέον μείωση του βάρους από τη βέλτιστη δυνατή κατασκευαστική και οικονομική κατάσταση της κατασκευής, όπως καθορίζεται από γενικότερα κριτήρια για κάθε εποχή. Έτσι, η αποφυγή της μείωσης του βάρους εις βάρος

της ασφάλειας, αναφέρεται στα σημερινά αυτοκίνητα τα οποία είναι σαφώς ελαφρύτερα αλλά και ασφαλέστερα από τις θωρακισμένες κατασκευές που δοκιμάσθηκαν για μία περίοδο στη δεκαετία του '70 ή τα οχήματα της δεκαετίας του '30. Συγχρόνως όμως, είναι βαρύτερα και λιγότερο ασφαλή από τις αγωνιστικές κατασκευές οι οποίες, λόγω ειδικών κραμάτων και θερμοπλαστικών υλικών, είναι πανάκριβες και ταυτόχρονα δεν επιτρέπουν, ακόμα, την εν σειρά παραγωγή τους σε μεγάλους αριθμούς. Ωστόσο, η μείωση του βάρους είναι πάντοτε στόχος των κατασκευαστών, αφού μια ελαφριά κατασκευή έχει μικρότερη αντίσταση κατά την επιτάχυνση και αξιοποιεί καλύτερα, κατά την κίνηση, τη διαθέσιμη ισχύ του κινητήρα.

Αν όμως, η μείωση του βάρους των οχημάτων είναι θετική ως προς τη μείωση της απαιτούμενης ισχύος επιτάχυνσης, και επομένως βελτιώνει την οικονομία καυσίμων, δεν είναι το ίδιο θετική και με την αντίσταση κύλισης. Όπως προαναφέρθηκε, η αντίσταση κύλισης εξαρτάται άμεσα από την κάθετη δύναμη με την οποία το όχημα πιέζει το οδόστρωμα. Όταν ο δρόμος είναι οριζόντιος και το όχημα ακίνητο, η κάθετη δύναμη ισούται με το βάρος του οχήματος. Όταν το όχημα κινείται, η κάθετη δύναμη ισούται με το άθροισμα του βάρους και της άνωσης. Για τα βαρέα οχήματα (φορτηγά και λεωφορεία) η άνωση είναι σημαντικά μικρότερη από το βάρος. Στα επιβατικά και τα αγωνιστικά, όμως, η άνωση και όχι το βάρος είναι που καθορίζει το μέγεθος της κάθετης δύναμης. Όπως είναι προφανές, στόχος όλων των σχεδιαστών, είναι η δημιουργία αρνητικής άνωσης ώστε, μαζί με το βάρος του οχήματος, να εξασφαλίζεται η μέγιστη δυνατή πρόσφυση των τροχών με το οδόστρωμα. Η δημιουργία αρνητικής άνωσης (με τη γενική μορφή του οχήματος, την κατάλληλη τοποθέτηση των εισαγωγών / εξαγωγών των εσωτερικών κυκλωμάτων του αέρα και την τοποθέτηση κατάλληλων πρόσθετων αεροβοηθημάτων) όπως είναι επόμενο αυξάνει την αντίσταση κύλισης και επομένως και την κατανάλωση καυσίμων. Στην περίπτωση αυτή, όμως, η καλή πρόσφυση είναι σημαντικότερη από την εξοικονόμηση καυσίμων και ως εκ τούτου έχει μεγαλύτερη βαρύτητα για τον σχεδιαστή. Το δίλημμα αυτό είναι εντονότερο στα οχήματα υψηλών επιδόσεων, όπου η αρνητική άνωση έχει μεγαλύτερη σημασία και από τη μειωμένη αεροδυναμική αντίσταση. Στα οχήματα αυτά, όμως, η αυξημένη αντίσταση κύλισης και η μη βέλτιστη αεροδυναμική αντίσταση, αυξάνουν μεν την κατανάλωση καυσίμων αλλά

επιτυγχάνουν καλύτερα τον αντικειμενικό στόχο που είναι οι υψηλές επιδόσεις. Στόχος αρκετά διαφοροποιημένος από αυτόν που έχουν τα οχήματα παραγωγής, απαραίτητα γνωστός όμως στους σχεδιαστές, ώστε να μπορούν να προσφέρουν στους πελάτες / καταναλωτές το βέλτιστο κάθε φορά προϊόν.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΝΤΥΠΗ

- 1) Καπετανάκης Γ., Καραμπίλας Π., Κουντουράς Λ., Κουτσούκος «Αυτοκίνητο και περιβάλλον», Ι.Δ.Ε.Ε.Α., Αθήνα 2003
- 2) Κανακόπουλος Δ., «Ολοκληρωμένες εγκαταστάσεις ανακύκλωσης ελαστικών», Αθήνα 2003
- 3) BCS., «Προκαταρκτική μελέτη σχετικά με την ανακύκλωση καταλυτών αυτοκινήτων αντιρρυπαντικής τεχνολογίας», ΟΔΔ Υ, Δεκέμβριος 1994
- 4) Αραπατσάκος Ι. Χαράλαμπος, Καρκάνης Ν. Αναστάσιος, Σπάρης Δ. Παναγιώτης, «Το φυσικό αέριο ως καύσιμο σε τετράχρονο βενζινοκινητήρα», Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, 2004
- 5) Ζέρβας Ε., Ραφομανίκης Σ., «Επίδραση του βάρους και της ειδικής κατανάλωσης καυσίμου στις εκπομπές CO₂ των ΙΧ αυτοκινήτων», Ecole des Mines de Nantes, Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης, 2005
- 6) Κορωναίος Χ., Ντόμπρος Α., Ρούμπας Γ., Μουσιόπουλος Ν., «Ανάλυση κύκλου ζωής διεργασιών παραγωγής υδρογόνου», Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 2004
- 7) Μακρής Β., Κέκος Δ., Χριστακόπουλος Π., «Καινοτομίες στην παραγωγή βιοαιθανόλης ως βιοκαυσίμου», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
- 8) Χόνδρος Θ., «Ανακύκλωση οχημάτων τέλους ζωής», Πανεπιστημιακές σημειώσεις, Πάτρα
- 9) Ρώσσης Κ., Αγερίδης Γ., Μπεργελές Γ., «Η αεροδυναμική του αυτοκινήτου», Εργαστήριο αεροδυναμικής Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, 1993
- 10) Σαφάκας Α., Νέγκας Δ., «Τα υβριδικά αυτοκίνητα στην εξελικτική πορεία της νέας τεχνολογίας των οχημάτων», Πανεπιστήμιο Πατρών, 2002
- 11) Κ.Α.Π.Ε , «Συνοπτικός Οδηγός για τα Καθαρά Καύσιμα και τις Τεχνολογίες Οχημάτων», Energy Saving Trust, London Αύγουστος 2005
- 12) «Ethanol The complete energy lifecycle picture brochure», Department of energy, US 2006

- 13) Κοσκινάς Δ. «Προϊόντα νέας τεχνολογίας» ,Auto specialist, τεύχος 62 (Οκτώβριος 2005)
- 14) Δημοπούλου, Ηλία Ε., «Βλάβες-επισκευές αυτοκινήτων», Αθήνα 1986
- 15) Ζαχμάνογλου Θ., Καπετανάκης Γ., Καραμπίλιας Π., Πατσιαβιός Γ. «Πέρα από το 2000» 8^η έκδοση, Αθήνα 2004
- 16) Πασχάλη Ρετζέπη «Τεχνολογία αυτοκινήτων» εκδόσεις «ΙΩΝ», Αθήνα 1993
- 17) Σταυρόπουλος Πολυδωρος , Μανίκας Θωμάς «Καταλύτες αυτοκινήτων» εκδόσεις «ΙΩΝ», Αθήνα 2000
- 18) Παναγιωτίδης Παν.Χρ. «Εργαστήριο ειδικότητας μηχανών αυτοκινήτου», Αθήνα
- 19) Καλογήρου Ι., Γεωργουδάκης Ι. και Μαυρίδης Κ., «Εργαστήριο Μηχανών Εσωτερικής Καύσης», εκδόσεις Ίων 2004
- 20) Bennett S., «Υδρομηχανικά Συστήματα Ψεκασμού Πετρελαιοκινητήρων Φορτηγών και Βαρέων Οχημάτων», εκδόσεις Ίων 2003
- 21) Ralbonsky E., «Εισαγωγή στους Πετρελαιοκινητήρες Αυτοκινήτων», εκδόσεις Ίων 2003

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ

- 1) Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ)
<http://www.cres.gr>
- 2) Χρήση του υδρογόνου ως φορέα ενέργειας
<http://www.hy2.gr/>
- 3) ΕΔΟΕ (Εναλλακτική Διαχείριση Οχημάτων Ελλάδος)
<http://www.edoe.gr>
- 4) Φορέας Διαχείρισης Λιπαντικών Ελαίων
<http://www.eltepe.gr>
- 5) Βιομηχανία Ανακυκλώσεως Καλωδίων
<http://www.elvan.com.gr>
- 6) Διαχείριση & Ανακύκλωση Απορριμμάτων
<http://www.recatec.gr>

- 7) (ΣΣΕΔ) μεταχειρισμένων ελαστικών.
<http://www.ecoelastica.gr>
- 8) Ελληνικό Δίκτυο Ανακύκλωσης
<http://www.recycle.gr>
- 9) European Forum for Renewable Energy Sources (EUFORES)
<http://www.eufores.org>
- 10) Fuelcells.org
<http://www.fuelcells.org>
- 11) <http://www.afis.gr>
- 12) <http://www.prasino.gr/enviroment/anakiklosi>.
- 13) <http://www.in.gr/auto/tech/>
- 14) <http://www.recycle.net/Auto/index.html>
- 15) <http://www.subaru.gr/about/awd/index.html>
- 16) http://www.mazda.gr/rx8_home/home.html
- 17) <http://www.bmw.com.gr/activities/tech/overview/>
- 18) <http://www.toyota.gr/innovation/environment/index.asp>
- 19) <http://www.tosynergeio.gr>
- 20) <http://en.wikipedia.org>
- 21) <http://www.technicalreview.gr>
- 22) <http://www.anl.gov>