



Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
Πολυτεχνική Σχολή

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥ ΡΥΠΩΝ ΑΠΟ Ι.Χ: ΑΠΟ
ΤΗΝ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΑΥΤΟΚΙΝΗΣΗ

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΓΙΔΑΡΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΡΑΦΑΕΛΛΑ-ΕΛΕΝΗ
ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΥ

ΚΟΖΑΝΗ 2018



Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας
Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών
Πολυτεχνική Σχολή

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΥ ΡΥΠΩΝ ΑΠΟ Ι.Χ: ΑΠΟ
ΤΗΝ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΑΥΤΟΚΙΝΗΣΗ

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΓΙΔΑΡΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ: ΡΑΦΑΕΛΛΑ-ΕΛΕΝΗ
ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΥ

ΚΟΖΑΝΗ 2018

Abstract

Air pollution, which is a serious, constantly worsening problem, with many negative effects on the environment and the human being, has a direct cause-and-effect relationship with vehicles, which are among the anthropogenic sources of air pollution and one of the causes of the problem. In the quantum of all measures taken - at country level, EU level and worldwide - for pollution response, technological research on the optimization of internal combustion engines and the development of 'green' technologies is a powerful weapon. Regulations, instructions and ministerial decisions, combined with the technological achievements in the automotive field, create the best conditions for the development of environmental friendly and human-friendly vehicles. In conventional cars, anti-pollution systems achieve vehicle improvement by reducing emissions and increasing energy efficiency. Emission control systems, including the fuel vapor control system, the EGR exhaust gas recirculation system and the PVC crankcase positive crank system, reduce vehicle emissions. Catalysts play a significant role in reducing exhaust gases, both oxidative and triodic. New catalytic technology finds application in a field that includes dynamic diesel catalytic converters, three-way catalytic converter catalytic converters, Corning Ceramic Catalytic Converter, and innovative CDTi catalytic converter coatings. The use of renewable - alternative energy sources, environmental friendly fuels and the industry's tendency to bring innovations to the market, combined with new materials and a significant improvement in battery quality, have created the background for introducing more new-technology based vehicles. The electric car, with lower energy consumption, higher than the conventional energy efficiency ratio and no kind of exhaust pollutants, is the basic product of promotional policies - even through financial motivation for buyers - worldwide. Hybrids with the three main types of hybrid systems and the intermediate version, hybrid-electric cars, hydrogen cars - with the advantage of short supply, but with the absence of a large refueling network - the car with compressed air - characterized as a city car - and the solar - perfectly environmental friendly - create a future that is auspicious in automotive. LPG and gas are also fuels that give the car in which they are used, many positive features, something that biofuels also achieve, which they are a wide field of testing for scientists.

Ευχαριστίες

Φτάνοντας στην ολοκλήρωση της διπλωματικής μου εργασίας αισθάνομαι την ανάγκη να εκφράσω τη βαθιά ευγνωμοσύνη μου σε όλους όσους στάθηκαν δίπλα μου αυτά τα πέντε χρόνια των σπουδών μου. Ένα μεγάλο ευχαριστώ στην επιβλέπουσα καθηγήτρια της διπλωματικής μου, κυρία Ραφαέλλα-Ελένη Σωτηροπούλου για την αμέριστη συμπαράσταση και βοήθεια που μου πρόσφερε, τις συμβουλές και την πολύτιμη καθοδήγησή της, καθώς και στα άλλα δυο μέλη της εξεταστικής μου επιτροπής, κ.κ. Μαρνέλλο και Τάγαρη. Ευχαριστώ επίσης όλους τους καθηγητές μου, του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας για την εκπαίδευση και τις γνώσεις που μου πρόσφεραν στη διάρκεια των σπουδών μου. Ευχαριστώ και τους φίλους και συμφοιτητές, με τους οποίους συμπορευτήκαμε αυτά τα χρόνια. Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου που με στηρίζει και είναι πάντα δίπλα μου.

5.2 Καταλύτης με συνεχή δακτύλιο για καταλυτικούς μετατροπείς 3 κατευθύνσεων ..	105
5.3 Υπόστρωμα κεραμικού καταλυτικού μετατροπέα της Corning	108
5.4 Προπονοριακή επίστροση καταλυτικών μετατροπέων που αναπτύχθηκε από το CDTi (Clean Diesel Technologies, Inc.)	109
5.5 Αποτελεσματικότητα καταλυτικών μετατροπέων.....	112
5.6 Ενδεικτικά ποσοτικά στοιχεία κατανάλωσης καυσίμου και εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από επιβατικά οχήματα	113
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	121
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	121
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	124

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1: Τρόπος εισόδου των αιωρούμενων σωματιδίων στον ανθρώπινο οργανισμό	4
Εικόνα 2: Ποσοστό κατοίκων ευρωπαϊκών χωρών που εκτίθενται σε υψηλές συγκεντρώσεις	21
Εικόνα 3: Δοχείο ενεργού άνθρακα	30
Εικόνα 4: Τομή φίλτρου ενεργού άνθρακα με βαλβίδα (ACC) και χωρίς ενσωματωμένη βαλβίδα (EVAP).....	31
Εικόνα 5 Ανακούφιση δοχείου ενεργού άνθρακα	32
Εικόνα 6: Εξαερισμός ρεζερβουάρ	32
Εικόνα 7: Είδη βαλβίδων εξαερισμού και η συνδεσμολογία τους	33
Εικόνα 8: Βαλβίδα εξαερισμού με υποπίεση.....	33
Εικόνα 9: Σύστημα ανακύκλωσης καυσαερίων EGR.....	35
Εικόνα 10: Ανακυκλοφορία καυσαερίων	35
Εικόνα 11: Εξαερισμός στροφαλοθαλάμου	36
Εικόνα 12: Αερισμός στροφαλοθαλάμου	37
Εικόνα 13: Είδη βαλβίδων PCV	37
Εικόνα 14: Καταλυτικός μετατροπέας αυτοκινήτου	40
Εικόνα 15: Οξειδωτικός καταλύτης.....	41
Εικόνα 16: Τριοδικός καταλύτης	43
Εικόνα 17: Διατομή καναλιού	43
Εικόνα 18: Κεραμικοί και μεταλλικοί μονόλιθοι	44
Εικόνα 19: Επίστρωση αλουμίνας	44
Εικόνα 20: Al ₂ O ₃ : Οξείδιο του αργιλίου	45
Εικόνα 21: Ηλεκτρονική μικρογραφία διατομής κεραμικού μονόλιθου επικαλυμμένου με επικάλυψη αλουμίνας.....	46
Εικόνα 22: Επίπεδα εκπομπών CO, VOC και NO _x για οχήματα με κινητήρα βενζίνης σε συνάρτηση με την ταχύτητα, με (γαλάζιο) και χωρίς (μαύρο) καταλυτικό μετατροπέα τριών δρόμων.	47
Εικόνα 23: Δραστηριότητα ενός τριοδικού καταλύτη για την ταυτόχρονη μετατροπή του CO (μαύρο), NO _x (μπλε) και του υδρογονάνθρακα προπενίου (C ₃ H ₆) (διακεκομμένο γαλάζιο).....	48
Εικόνα 24: Σύγκριση καταλυτικής δραστηριότητας για οξείδωση του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) στους 400 °C για Pt, Pd και Rh σε διαφορετικές αναλογίες αέρα/καυσίμου (A/F)	48
Εικόνα 25: Σύγκριση καταλυτικής δραστηριότητας για οξείδωση υδρογονανθράκων (HC) στους 400 °C για Pt, Pd και Rh σε διαφορετικές αναλογίες αέρα/καυσίμου (A/F).....	49
Εικόνα 26: Σύγκριση της καταλυτικής δραστηριότητας για την μείωση των οξειδίων του αζώτου (NO _x) στους 400 °C για Rh, Pt και Pd σε διαφορετικές αναλογίες αέρα/καυσίμου (A/F).	49
Εικόνα 27: Χαρακτηριστικά καταλυτικών μετατροπέων	50
Εικόνα 28: Προστατευτική ψάθα.....	51
Εικόνα 29: Ηλεκτρονικά ρυθμιζόμενο καρμπυρατέρ.....	54
Εικόνα 30: Κεντρική μονάδα ελέγχου του κινητήρα (ECU).....	54
Εικόνα 31: Αισθητήρας “λ”	55
Εικόνα 32: Τομή αισθητήρα “λ”	55
Εικόνα 33: Κύκλος ρύθμισης μέσω αισθητήρα “λ”.....	56

Εικόνα 34: Ατμοσφαιρικοί ρύποι	61
Εικόνα 35: Διαμόρφωση τιμών των CO, CH, NO _x - Στοιχειομετρικός συντελεστής λ	62
Εικόνα 36: Μεταβολή των συγκεντρώσεων των ρύπων συναρτήσει του λόγου αέρα λ	67
Εικόνα 37: Αναλυτές καυσαερίων πέντε αερίων με εκτυπωτές (κάτω)	68
Εικόνα 38: Αυτοκίνητο που κινείται με αέρα	82
Εικόνα 39: Διάταξη υβριδικού αυτοκινήτου	84
Εικόνα 40: Σχεδιάγραμμα εγκατάστασης υγραερίου (LPG) σε αυτοκίνητο Volvo S60.	88
Εικόνα 41: Αισθητήρας εναλλαγής βενζίνης-υγραερίου	89
Εικόνα 42: Σύγκριση εκπομπών ρύπων ανά τύπο καυσίμου	90
Εικόνα 43: Μέτρηση εκπομπών οξειδίων του αζώτου	96
Εικόνα 44 Βιοκαύσιμα	99
Εικόνα 45: Συμβατικά και προηγμένα βιοκαύσιμα- Ποσοστό συνολικής χρήσης καυσίμου για μεταφορά (με βάση την ενέργεια)	101
Εικόνα 46: Αέρια που μετατρέπονται από τον καταλύτη	103
Εικόνα 47: Καταλύτης δαχτυλιδιών από την Continental	107
Εικόνα 48: Μεταλλικό φύλλο LS	107
Εικόνα 49: Υπόστρωμα καταλυτικού μετατροπέα της Corning	108
Εικόνα 50: A Site: ένα μέταλλο με τέσσερα γειτονικά οξυγόνα (σχήμα τεσσάρων εδρών), B Site: ένα μέταλλο με έξι γειτονικά οξυγόνα (σχήμα οκτώ εδρών)	110
Εικόνα 51: Αποτελεσματικότητα των καταλυτικών μετατροπέων. Οι καταλύτες τριών δρόμων (τριοδικοί) έχουν ένα σημαντικό επιπλέον πλεονέκτημα ως προς τις εκπομπές σε σχέση με τους καταλύτες δύο δρόμων. Τα στοιχεία δείχνουν τους ρύπους σε γραμμάρια ανά χιλιόμετρο στα 80.000 χιλιόμετρα	112

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1: Συγκεντρώσεις αμμωνίας, επιπτώσεις και επιτρεπόμενη έκθεση σε αυτή	17
Πίνακας 2: Πρότυπα της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις εκπομπές επιβατικών αυτοκινήτων (σε g ανά km)	71
Πίνακας 3: Ταξινόμηση κατά μέσο όρο εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα CO ₂ (Οι κορυφαίες 20 σε πωλήσεις μάρκες αυτοκινήτων)	72
Πίνακας 4: Εκπομπές θείου και αριθμός κετανίου για κινητήρα ντίζελ ανά πρότυπο εκπομπής	93
Πίνακας 5: Ειδικές εκπομπές CO ₂ και κατανάλωση καυσίμου σε αστικό, υπεραστικό και συνδυασμένο κύκλο για βενζινοκίνητα επιβατικά αυτοκίνητα	114
Πίνακας 6: Ειδικές εκπομπές CO ₂ και κατανάλωση καυσίμου σε αστικό, υπεραστικό και συνδυασμένο κύκλο για πετρελαιοκίνητα επιβατικά αυτοκίνητα	114
Πίνακας 7: Ειδικές εκπομπές CO ₂ και κατανάλωση καυσίμου σε αστικό, υπεραστικό και συνδυασμένο κύκλο για επιβατικά αυτοκίνητα διπλού καυσίμου, βενζίνης – υγραερίου	115
Πίνακας 8: Ειδικές εκπομπές CO ₂ και κατανάλωση καυσίμου σε αστικό, υπεραστικό και συνδυασμένο κύκλο για επιβατικά αυτοκίνητα διπλού καυσίμου, βενζίνης – φυσικού αερίου	115
Πίνακας 9: Ειδικές εκπομπές CO ₂ και κατανάλωση καυσίμου σε αστικό, υπεραστικό και συνδυασμένο κύκλο για ηλεκτρικά επιβατικά αυτοκίνητα	116



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

1.1 Ορισμός του προβλήματος

Η ατμοσφαιρική ρύπανση ορίζεται ως η παρουσία συστατικών στην ατμόσφαιρα σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια τέτοια ώστε να είναι δυνατόν να προκληθούν αρνητικές συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία ή τις συνθήκες διαβίωσης του ανθρώπου, στους ζωντανούς οργανισμούς, τα οικοσυστήματα, τις υλικές κατασκευές και την πολιτιστική κληρονομιά.

Στις πόλεις διακρίνουμε τους ατμοσφαιρικούς ρυπαντές οι οποίοι είναι αισθητοί, όπως η σκόνη και η αιθάλη αλλά και αυτούς που δεν είναι ορατοί όπως αέρια ή διάφορα πολύ μικρά σωματίδια. Οι ατμοσφαιρικοί ρυπαντές εκτός από τα άμεσα προβλήματα που μπορούν να προκαλέσουν, συχνά δημιουργούν και μακροχρόνια προβλήματα.

Οι ατμοσφαιρικοί ρυπαντές ταξινομούνται σε πρωτογενείς και δευτερογενείς. Το μονοξείδιο του άνθρακα που παράγεται από τις εξατμίσεις των αυτοκινήτων ή η στάχτη από μια έκρηξη ηφαιστείου είναι δύο παραδείγματα πρωτογενών ατμοσφαιρικών ρύπων, δηλαδή είναι ουσίες οι οποίες εκπέμπονται απευθείας από μία πηγή. Οι δευτερογενείς ρύποι σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα από πρωτογενείς ρύπους έπειτα από χημικές αντιδράσεις Ένας πολύ γνωστός δευτερογενής ρύπος είναι το όζον.

Επομένως το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι ιδιαίτερα ενδιαφέρον και σημαντικό. Επίσης, καθώς ο ανθρώπινος οργανισμός εξελίσσεται και διευρύνει τις γνώσεις του ως προς τις συνέπειες των διαφόρων ουσιών στους οργανισμούς το πρόβλημα γίνεται συνεχώς μεταβαλλόμενο [https://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_Global_GR/SEM3T4SZLG_0.html].

1.2 Εισαγωγή στο πρόβλημα

Οποιαδήποτε περιβαλλοντική συνθήκη η οποία έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία περικλείεται στον όρο ρύπανση του περιβάλλοντος. Η ευστάθεια της ατμόσφαιρας είναι η ιδανική κατάσταση και επιδιωκόμενη όταν δεν υπάρχει. Οποιαδήποτε αστάθεια στην ατμόσφαιρα, δημιουργεί προβλήματα, τα οποία αφού αποτελούν το αποτέλεσμα και όχι την αιτία του προβλήματος, είναι δύσκολο να λυθούν οριστικά. Μία κατάσταση αστάθειας της ατμόσφαιρας, αποτελεί η ατμοσφαιρική ρύπανση στην οποία οι πηγές ρύπανσης είναι είτε φυσικές (ηλεκτρικές εκκενώσεις, ηφαιστειακές εκρήξεις κα) είτε ανθρωπογενείς (αυτοκίνητα, βιομηχανία, θέρμανση, φυτοφάρμακα, σπρέυ κλπ). Όλοι οι επιμέρους παράγοντες και ουσίες που μπορούν να δράσουν βλαπτικά στο περιβάλλον αρχικά και κατ' επέκταση στον ανθρώπινο οργανισμό που συντελούν στην πρόκλησή της, αποτελούν τους ατμοσφαιρικούς ρυπαντές [<https://m.esa.int/ESA>].

Αυτά που καθιστούν τον αέρα επιβλαβή στις βιολογικές κοινότητες και κατ' επέκταση στο υποσύνολό τους τις ανθρώπινες, είναι η εισαγωγή ξένων παραγόντων, προερχόμενη από φυσικές ή ανθρωπογενείς πηγές. Διάφορα τοξικά αέρια ή μη ορατά ραδιενεργά είναι παραδείγματα ξένων παραγόντων που εισάγονται στον αέρα και επηρεάζουν δυσμενώς την περιβαλλοντική ισορροπία. Η σοβαρότητα των πολλών και αρνητικών συνεπειών της περιβαλλοντικής ανισορροπίας, δεν γίνεται πολλές φορές άμεσα αντιληπτή, όμως τα αποτελέσματα είναι μακροχρόνια και οδυνηρά, επιδρώντας με ολέθριο τρόπο, ακόμα και στην εξέλιξη της ζωής [<https://www.eea.europa.eu/el/themes/air>].

Σύμφωνα με τον επίσημο ορισμό ρύπανσης στην οδηγία της Ε.Ε. 96/61 για τη διαχείριση της ποιότητας του αέρα, ως ρύπος ορίζεται κάθε ουσία η οποία διοχετεύεται αμέσως ή εμμέσως από τον άνθρωπο στον αέρα του περιβάλλοντος και ενδέχεται να έχει επιβλαβείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία ή και στο περιβάλλον στο σύνολό του [<http://www.sigmalive.com/news/environment/203044/rypansi-atmosfairikou-aera-kai-epiptoseis>].

Το πρόβλημα της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι ιδιαίτερα σημαντικό και έχει πολλές παραμέτρους. Ο λόγος λοιπόν αυτής της εισαγωγής είναι να δώσει κάποιες συνιστώσες των διαστάσεων του προβλήματος με σκοπό την παρακίνηση, ευαισθητοποίηση σε σχέση με το πρόβλημα αλλά και να τονίσει την σημασία της αναζήτησης, του προβληματισμού και της δραστηριοποίησης. Η συμβολή όλων μας είναι απαραίτητη για την προστασία του πλανήτη, είτε αυτή εκφράζεται συλλογικά

είτε ατομικά. Η επίγνωση του φαινομένου της ατμοσφαιρικής ρύπανσης δεν μπορεί παρά να παρακινήσει τον κάθε ένα προς αυτή την κατεύθυνση.

1.2.1 Ρύπανση του περιβάλλοντος

Η ρύπανση του περιβάλλοντος εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

1. Τις μετεωρολογικές συνθήκες
2. Το είδος και την ποσότητα των ρύπων (πηγές από τις οποίες προέρχεται)
3. Τα χαρακτηριστικά της περιοχής (τοπογραφικά)

Οι τρεις αυτοί παράγοντες μπορούν να οδηγήσουν στην αυξημένη συγκέντρωση ρύπων ή στην απομάκρυνσή τους [pneumonologist.gr].

1.2.2 Πηγές ατμοσφαιρικής ρύπανσης

Οι πηγές ρύπανσης της ατμόσφαιρας κατατάσσονται με βάση την προέλευσή τους σε δύο κατηγορίες:

α) τις ανθρωπογενείς, δηλαδή αυτές που προκαλεί ο ίδιος ο άνθρωπος από τις διάφορες δραστηριότητές του (οικιακή θέρμανση, μέσα μεταφοράς, διεργασίες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, βιομηχανικές καύσεις καυσίμων, κλπ).

β) τις φυσικές, δηλαδή αυτές που οφείλονται και προέρχονται από την φύση, όπως για παράδειγμα τα ηφαίστεια και οι βιογενείς εκπομπές [pneumonologist.gr]

Σε αυτές ανήκουν και άλλες πιο μικρού μεγέθους, οι οποίες όμως είναι εξίσου σημαντικές και συνεισφέρουν στο συνολικό πρόβλημα. Κάποιες από αυτές είναι:

-Το κάπνισμα: τουλάχιστον το 50% των ανθρώπων καπνίζουν. Ο καπνός από τα τσιγάρα είναι μια πηγή ρύπανσης του αέρα.

-Τα ελαστικά των αυτοκινήτων συχνά απομακρύνουν σωματίδια ύλης κατά την πέδηση αλλά και την κίνηση

-Τα οργανικά συστατικά που περιέχονται στα καλλυντικά και τα αρώματα

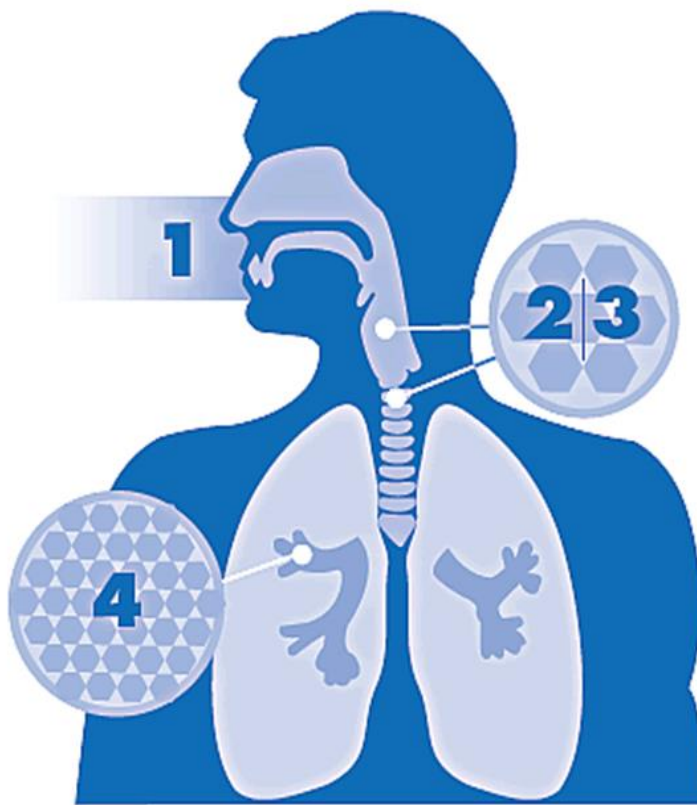
-Πτητικοί υδρογονάνθρακες που εξατμίζονται όταν γεμίζουμε το αυτοκίνητο με βενζίνη.

-Η κατασκευή οικοδομών και δρόμων που οδηγούν στην αύξηση των αιωρούμενων σωματιδίων στην ατμόσφαιρα (Καραθανάσης, 2007)

1.2.3 Ατμοσφαιρικοί Ρύποι

Ορισμός

Ως ατμοσφαιρικός ρύπος ορίζεται οποιαδήποτε ουσία εισέρχεται στην ατμόσφαιρα σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια τέτοια ώστε να προκαλέσει προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία ή τις συνθήκες διαβίωσης του ανθρώπου, στους ζωντανούς οργανισμούς, τα οικοσυστήματα, τις υλικές κατασκευές και την πολιτιστική κληρονομιά. Οι πηγές εισόδου των ρύπων στον ανθρώπινο οργανισμό είναι το αναπνευστικό σύστημα (Εικόνα 1), το γαστρεντερικό και το δέρμα. Κατά την εισπνοή διάφορες ουσίες μπορεί να εισέρθουν στον οργανισμό, καθώς και από την λήψη τροφών και υγρών.



1 Τα ακωρούμενα σωματίδια (ΑΣ) εισέρχονται αναπνευστικό μας σύστημα (πνεύμονες) μέσω της μύτης και του λαιμού

2|3 Τα μεγαλύτερα σωματίδια (ΑΣ₁₀) απομακρύνονται μέσω του βήχα, του φτερνίσματος και με την κατάπτηση.

4 Τα λεπτά σωματίδια ΑΣ_{2,5} μπορούν να διεισδύσουν βαθιά στους πνεύμονες. Μπορούν να ταξιδέψουν με όλες τις διόδους στις κυψελίδες, προκαλώντας προβλήματα στους πνεύμονες και την καρδιά, και τροφοδοτούν με επιβλαβείς χημικές ουσίες το κυκλοφορικό σύστημα (αίμα).

Εικόνα 1: Τρόπος εισόδου των αιωρούμενων σωματιδίων στον ανθρώπινο οργανισμό
Πηγή: <http://invenio.lib.auth.gr/record/132095>

Οι ατμοσφαιρικοί ρύποι διακρίνονται σε δύο κατηγορίες βάσει του τρόπου με τον οποίο φτάνουν στην ατμόσφαιρα:

❖ Πρωτογενείς ρύποι

- Μονοξείδιο του άνθρακα
- Διοξείδιο του θείου
- Διοξείδιο του αζώτου και μονοξείδιο του αζώτου
- Υδρογονάνθρακες και άλλες πτητικές οργανικές ενώσεις
- Αιωρούμενα σωματίδια

❖ Δευτερογενείς ρύποι

- Διοξείδιο του αζώτου

▪ Όζον

Πρωτογενείς ρύποι χαρακτηρίζονται οι προερχόμενοι από πηγές ρύπανσης οι οποίες είναι ανθρωπογενείς. Η θέρμανση, η βιομηχανία, τα βενζινοκίνητα και πετρελαιοκίνητα αυτοκίνητα. Οι υδρογονάνθρακες (HC) που δεν περιέχουν μεθάνιο, προέρχονται κυρίως από την επεξεργασία και χρήση του πετρελαίου και του φυσικού αερίου, ιδιαίτερα από τα οχήματα (εξατμίσεις) και περιλαμβάνουν αλκάνια, αλκένια, καρβονύλια, αλκοόλες, καρβοξυλικά οξέα και αρωματικούς υδρογονάνθρακες κυρίως στην ατμόσφαιρα των αστικών περιοχών. Τα οξειδία του θείου, περίπου 150 εκατομμύρια τόνοι το έτος, το διοξείδιο του θείου (SO₂), το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), καθώς και το μονοξείδιο του αζώτου (NO), περίπου τριάντα εκατομμύρια τόνοι το έτος, αποτελούν τους κυριότερους ρύπους που χαρακτηρίζονται ως πρωτογενείς. Στους πρωτογενείς ρύπους συγκαταλέγονται και τα αιωρούμενα στην ατμόσφαιρα σωματίδια (καπνός, σκόνη, διάφορα μέταλλα), τα οποία είναι στερεής ή υγρής φάσης και κατηγοριοποιούνται με κριτήριο τη διάμετρό τους. Η σχέση μεγέθους τους και προβλημάτων που δημιουργούν στον ανθρώπινο οργανισμό, είναι αντιστρόφως ανάλογη. Όσο μικρότερη η διάμετρος των αιωρούμενων μικροσωματιδίων τόσο ευκολότερη η είσοδός τους στο αναπνευστικό σύστημα. Αυτά που έχουν διάμετρο μέχρι 10 μm (μικροχιλιοστά) (PM-10) απασχολούν λόγω του αρνητικού ρόλου που μπορούν να διαδραματίσουν στην επιβάρυνση της ανθρώπινης υγείας. Αυτά με ακόμα μικρότερη διάμετρο (PM-2,5) αποτελούν πρωταγωνιστές σε ακόμα πιο αρνητικό ρόλο (Ζάνης, 2008).

Οι πρωτογενείς αποτελούν τη μία συνιστώσα η οποία μαζί με την δεύτερη συνιστώσα το όζον, μόριο που περιέχει τρία άτομα οξυγόνου, αποτελούν τους συμβατικούς ρύπους. Οι συμβατικοί ρύποι αποτελούν αντικείμενο συστηματικής παρακολούθησης από τους αρμόδιους κρατικούς φορείς.

Οι δευτερογενείς ρύποι, με πιο χαρακτηριστικούς το διοξείδιο του αζώτου (NO₂) και το όζον (O₃), προέρχονται από χημικές αντιδράσεις που λαμβάνουν χώρα ανάμεσα σε κάποιους από τους πρωτογενείς ρύπους και σε φυσικά συστατικά της ατμόσφαιρας. Η γνώση της εκάστοτε χημικής αντίδρασης, κάνει εφικτό τον έλεγχο οποιουδήποτε δευτερογενούς ρύπου. Ο δευτερογενής ρύπος μπορεί να ελεγχθεί μέσω παρέμβασης στον έλεγχο δημιουργίας του πρωτογενούς ρύπου απ' όπου προέρχονται. Καταλύτες στις αντιδράσεις αυτές είναι η θερμοκρασία, το ηλιακό φως και άλλοι. Παράδειγμα χαρακτηριστικό αποτελεί το όζον (O₃), το οποίο προκύπτει από αντίδραση του οξειδίου του αζώτου με διάφορες πτητικές οργανικές ενώσεις, όπου το ηλιακό φως αποτελεί τον καταλύτη της αντίδρασης.

Ο συνδυασμός των κυριότερων στοιχείων της ρύπανσης, δημιουργεί κατηγορίες προβλημάτων ρύπανσης αέρα όπως βιομηχανική, φωτοχημική, αιθαλομίχλη και εναπόθεση οξέων (Ζάνης, 2008).

1.3 Σύντομη εισαγωγή στους ατμοσφαιρικούς ρυπαντές

Περισσότερο από κάθε άλλη χρονική περίοδο, αυτή που διανύουμε χαρακτηρίζεται από εκτόξευση των τιμών της ρύπανσης της ατμόσφαιρας σε επίπεδα ανησυχητικά. Αναγνωρίζεται η ανάγκη διεπιστημονικής προσέγγισης του προβλήματος και η απαίτηση ενός ευρύ φάσματος επιστημονικών, πολιτικών και κοινωνικών αναλύσεων τόσο για την κατανόηση όσο και για την επίλυσή του. Βιομηχανία, αυτοκίνητα και άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες, ως πρωταρχικά αίτια τούτης της ραγδαίας αύξησης, τέθηκαν σε περιορισμούς ως προσπάθεια αναχαίτισης της αλματώδους αύξησης ρύπων στην ατμόσφαιρα. Τα αυτοκίνητα ως σημαντικός παράγοντας

ρύπανσης μπήκαν στο στόχαστρο των προσπαθειών μείωσης ρύπων. Έτσι τίθενται περιορισμοί σε αυτοκινητοβιομηχανίες για μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων. Αυτή η στοχευμένη προσπάθεια είχε ως αποτέλεσμα την αλματώδη τεχνολογική πρόοδο, σ' αυτό τον τομέα. Οι τομείς στους οποίους επικεντρώθηκε η έρευνα ήταν αρκετοί για να είναι και τα αποτελέσματα σημαντικά και όσο το δυνατόν καλύτερα (Καραθανάσης, 2007).

- ✚ Μείωση ρύπων που εκλύονται από κινητήρες
- ✚ Σχεδιασμός θαλάμου καύσης
- ✚ Βελτίωση αεροδυναμικής με κριτήριο την λιγότερη κατανάλωση και κατ' επέκταση εκπομπή λιγότερων ρύπων
- ✚ Έρευνα για χρήση εναλλακτικών καυσίμων (αλκοόλες: μεθανόλη, αιθανόλη - υδρογόνο)

Έγινε έτσι μια ολοκληρωμένη προσπάθεια για να υπάρξουν τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα. Και τα αποτελέσματα αυτά έφεραν νέα τεχνολογικά επιτεύγματα.

- ✚ Κινητήρες ντίζελ – έρευνα με αυτούς ως αντικείμενο
- ✚ Κεραμικοί κινητήρες
- ✚ Νέα γενιά δίχρονων κινητήρων
- ✚ Ηλιακά, υβριδικά και ηλεκτρικά αυτοκίνητα

Η θέσπιση μέτρων είναι απόλυτα επιβεβλημένη, αλλά δεν αρκεί πάντα. Οποιοδήποτε αυτοκίνητο διατίθεται στην αγορά πρέπει να έχει «έγκριση τύπου», πιστοποίηση από εθνική αρχή ότι πληρούνται από τα πρωτότυπα του οικείου μοντέλου όλες οι απαιτήσεις ασφάλειας, περιβαλλοντικών επιδόσεων πριν του χορηγηθεί άδεια πώλησης του τύπου αυτού του οχήματος στην Ε.Ε. Πολλά αυτοκίνητα δεν τηρούν τις τιμές αυτές σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης (σκάνδαλο εκπομπών το 2015), οπότε η θέσπιση δοκιμής εκπομπών σε πραγματικές συνθήκες (Real Driving Emissions – RDE) περιορίζει την απόκλιση μετρήσεων εκπομπών στο εργαστήριο και στο δρόμο. Οι μετρήσεις στο δρόμο, οι οποίες συμπληρώνουν δίχως να αντικαθιστούν την εργαστηριακή δοκιμή, γίνονται με φορητά συστήματα μέτρησης εκπομπών (PEMS) με τυχαίες παραλλαγές παραμέτρων (θερμοκρασία περιβάλλοντος, επιτάχυνση, επιβράδυνση, μεταφερόμενο φορτίο).

Η διαδικασία (RDE) ακολούθησε εξελικτική πορεία τεσσάρων κανονιστικών πράξεων.

- ✚ Το 2015 υπερψηφίστηκε στην τεχνική επιτροπή για τα μηχανοκίνητα οχήματα (TCMV) από τα κράτη μέλη η διαδικασία δοκιμής και το 2016 τέθηκε σε ισχύ.
- ✚ Το 2015 συμφωνήθηκε από τα κράτη μέλη, η υποχρεωτικότητα των μετρήσεων NO_x σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης για όλα τα νέα μοντέλα αυτοκινήτων από το Σεπτέμβριο του 2017 αρχικά και για όλα τα οχήματα από Σεπτέμβρη του 2019
- ✚ Τον Ιανουάριο του 2016 η επιτροπή της Ε.Ε. προτείνει νέο κανονισμό αναδιάρθρωσης ισχύουσας έγκρισης τύπου με καθιέρωση περισσότερης ευρωπαϊκής εποπτείας με δυνατότητα αναστολής, περιορισμού και ανάκλησης διορισμού τεχνικών υπηρεσιών που δείχνουν ελαστικότητα στην εφαρμογή των διατάξεων και κανονισμών. Δίνεται η δυνατότητα στην επιτροπή επιβολής

οικονομικών κυρώσεων σε κατασκευαστές και τεχνικές υπηρεσίες για διάθεση στην αγορά μη συμμορφούμενων οχημάτων στην αγορά.

✚ Στις 20/12/2016 τα κράτη μέλη εγκρίνουν επέκταση εφαρμογής (RDE) για κάλυψη εκπομπών αριθμού σωματιδίων (PN) για όλα τα νέα οχήματα ως το Σεπτέμβριο του 2018. Βελτιστοποιήθηκαν από την επιτροπή οι μέθοδοι δοκιμής με συνεκτίμηση του γεγονότος ότι ο κρύος κινητήρας στις σύντομες διαδρομές εντός πόλεως προκαλεί την περισσότερη αστική ρύπανση. Στα πλαίσια κάλυψης ευρύτερου φάσματος συνθηκών συμπεριλήφθησαν και οι εκκινήσεις με θερμό κινητήρα. Η συγκεκριμένη κανονιστική πράξη, προβλέπει το πιστοποιητικό συμμόρφωσης για κάθε όχημα όπου οι επιδόσεις του αυτοκινήτου θα δηλώνονται σαφώς από τον κατασκευαστή και αυτές θα είναι διαφανείς και διαθέσιμες σε πολίτες και δημόσιες αρχές.

✚ Πρόταση για περαιτέρω βελτίωση της νομοθεσίας για την RDE με προσθήκη μιας νέας παραμέτρου (δοκιμή «συμμόρφωσης εν χρήσει») δυνατότητας ανεξάρτητων δοκιμών από τρίτα μέρη για έλεγχο αυτοκινήτων ήδη κυκλοφορούντων, συνδυασμένης με θέσπιση νέων μεθόδων δοκιμής υβριδικών οχημάτων και με προσαρμογή διατάξεων για ειδικούς τύπους οχημάτων.

✚ Το Μάιο του 2017 η επιτροπή κινήθηκε ενάντια σε οκτώ κράτη μέλη για παραβίαση νομοθεσίας σχετικά με την έγκριση τύπου.

[<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT>]

Η επιτροπή της Ε.Ε. ασκεί πιέσεις για εφαρμογή των μέτρων προς εκπλήρωση στόχων και για προώθηση οχημάτων χαμηλών εκπομπών.

Οι βλαβερές ουσίες που εκπέμπουν οι κινητήρες των αυτοκινήτων είναι:

1. Ακαυτοί υδρογονάνθρακες (HCs)

Οι υδρογονάνθρακες, μια μεγάλη ομάδα οργανικών ενώσεων – εξαιρουμένων των οξειδίων του άνθρακα, των καρβιδίων και των ανθρακικών αλάτων - που αποτελούνται από ένα μόνο υδρογόνο και άνθρακα, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, αποτελούν μεγάλο μέρος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και συγκαταλέγονται στα αδρανή καυσαέρια- ταξινομούνται σε διάφορες κατηγορίες:

- ✚ Αλκάνια
- ✚ Αλειφατικοί ακόρεστοι
- ✚ Κυκλικοί
- ✚ Αρωματικοί
- ✚ Αντιαρωματικοί

Οι ατμοσφαιρικοί υδρογονάνθρακες προέρχονται κυρίως από ατελείς καύσεις πτητικών καυσίμων. Η ατελής καύση υδρογονανθράκων στα αυτοκίνητα αποτελούν μία από τις αιτίες της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Το μονοξείδιο του άνθρακα, ο αποκαλούμενος «σιωπηλός δολοφόνος» (είναι άχρωμο, άοσμο, άγευστο) δεσμεύοντας την αιμογλοβίνη του αίματος, είναι ιδιαίτερα τοξικό και προκαλεί ασφυξία ή ακόμα και θάνατο. Οι αλειφατικοί υδρογονάνθρακες, το κυριότερο συστατικό των υγρών καυσίμων, σε συγκέντρωση πάνω από 500 ppm προκαλούν προβλήματα στον ανθρώπινο οργανισμό, ενώ πάνω από 20.000 ppm είναι εξαιρετικά

επικίνδυνοι. Οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες είναι οι πιο επικίνδυνοι και θεωρούνται καρκινογόνοι (Ζάνης, 2008).

Ένα ποσοστό εκπομπής των άκαυστων υδρογονανθράκων (UHC) οφείλεται σε άκαυστο καύσιμο, και ένα άλλο ποσοστό οφείλεται σε υδρογονάνθρακες μικρότερης ή μεγαλύτερης αλυσίδας, δημιουργημένα από το αρχικό μόριο καυσίμου μέσω ενδιάμεσων αντιδράσεων και διασπάσεων. Στις Μ.Ε.Κ (μηχανές εσωτερικής καύσης) ευθύνονται για τους άκαυστους υδρογονάνθρακες τρεις κυρίως μηχανισμοί:

- ✚ Καύση κακής ποιότητας (ελλιπής ή και καθόλου καύση σε κύλινδρο της ΜΕΚ)
- ✚ Απελευθέρωση και εναπόθεση καυσίμου από εσοχές (σχισμή εμβόλου) και εναπόθεση
- ✚ Η ψύξη φλόγας στα τοιχώματα του κυλίνδρου.

Στα πλούσια μείγματα, μεγάλο τμήμα του CO παραμένει άκαυστο, λόγω χαμηλών θερμοκρασιών και ανεπαρκούς O₂, ενώ στα πτωχά μείγματα υπάρχει περίσσειμα CO λόγω χαμηλών θερμοκρασιών.

Στους κινητήρες diesel οι εκπομπές άκαυστων υδρογονανθράκων, προκύπτουν από την ατελή καύση του καυσίμου – υδρογονανθράκα, κυρίως λόγω εγκλωβισμού καυσίμου και λιπαντικού στα διάκενα μεταξύ τοιχωμάτων του κυλίνδρου και εμβόλου, εξαιτίας των οποίων, δε γίνεται επαρκής ανάμιξη με τον αέρα, οδηγώντας έτσι σε μη πλήρη καύση.

Σε συνθήκες ψυχρής εκκίνησης, οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες, εκπέμπονται ως «λευκός καπνός», μια ομίχλη υγρών άκαυστων σωματιδίων καυσίμου.

Σε κανονικές συνθήκες, το φαινόμενο της υπερανάμειξης κατά την καθυστέρηση ανάφλεξης και της υποαναμειξιμότητας, αποτελούν τις κύριες αιτίες εκπομπών υδρογονανθράκων.

Δυνατότητα ελέγχου και μείωσης εκπομπών άκαυστων υδρογονανθράκων υπάρχει με τη ρύθμιση του λόγου καυσίμου/αέρα, με την αύξηση του χρόνου παραμονής τους στην κύρια ζώνη καύσης, την βελτιστοποίηση της ανάμειξής τους καθώς και την αξιοποίηση διάφορων τεχνικών υπεροξυγονωμένης καύσης (Καπετανάκης et al, 2003).

Ύστερα από έρευνες αποδείχτηκε η αντίδραση των ενώσεων αυτών με παρουσία υπεριώδους ακτινοβολίας και η βλαβερή επίδρασή τους στον ανθρώπινο οργανισμό (ερεθισμός ματιών), την ατμόσφαιρα και τη βλάστηση-χλωρίδα. Οι ενώσεις αυτές είναι υπεύθυνες για την φωτοχημική καπνομίχλη και ορισμένες από αυτές (ιδιαίτερα το βενζόλιο) είναι καρκινογόνες.

Υπάρχει επίσης ο διαχωρισμός των υδρογονανθράκων της ατμόσφαιρας, με κριτήριο τη συμμετοχή ή όχι – το μεθάνιο δε συμμετέχει - σε φωτοχημικές αντιδράσεις, σε δύο κατηγορίες (μεθάνιο από τη μια και όλους τους υπόλοιπους οι οποίοι είναι οι πτητικές οργανικές ενώσεις Volatile Organic Compounds, σε συντομογραφία VOCs, από την άλλη). Πτητική (VOCs) χαρακτηρίζεται από τον Οργανισμό Περιβαλλοντικής Προστασίας της Αμερικής (Environmental Protection Agency, EPA) κάθε οργανική ένωση η οποία εισερχόμενη στην ατμόσφαιρα μπορεί να παραμείνει σε αυτή τόσο χρονικό διάστημα όσο απαιτείται για να πάρει μέρος σε φωτοχημικές αντιδράσεις

Οι ενώσεις της κατηγορίας των VOCs πρέπει να είναι πτητικές στην συνήθη θερμοκρασία., να εμφανίζουν δηλαδή μια τάση ατμών εν γένει μεγαλύτερη από 0.1 mmHg στις κανονικές ατμοσφαιρικές συνθήκες (20 °C και πίεση 760 mmHg).

Οι πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (ΠΑΥ) προερχόμενοι κυρίως από μηχανές εσωτερικής καύσης αυτοκινήτων ΜΕΚ, την καταλυτική διάσπαση του

πετρελαίου κ.ά., είναι συνηθισμένα προϊόντα πυρόλυσης οργανικής ύλης και έτσι συναντώνται ευρύτατα στο ανθρώπινο περιβάλλον. Για μια περίοδο που διαρκεί από λίγες μέρες μέχρι 2-3 εβδομάδες παραμένουν στα χαμηλά στρώματα της ατμόσφαιρας απορροφούμενοι από αιωρούμενη σωματιδιακή ύλη. Ο χρόνος αυτός είναι ικανός για την μεταφορά και τον διασκορπισμό τους σε μεγάλη κλίμακα (περιφερειακή, διηπειρωτική). Επίσης, μέσω της βροχής μπορούν να μεταφερθούν και στο υδάτινο περιβάλλον, όπου είναι δυνατόν να συσσωρευθούν στους πυθμένες των υδάτινων όγκων, επιβαρύνοντας σε μεγάλο βαθμό την υδρόβια ζωή.

Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες αποτελούν την αιτία για την ύπαρξη του 1/7 των υδρογονανθράκων της ατμόσφαιρας. Το 50% των εκλύσεων προκαλείται από μέσα μεταφοράς και αυτοκίνητα, λόγω ατελούς καύσης βενζίνης και μεγάλης πτητικότητάς της (Γεντεκάκης, 1999).

Μείωση της ποσότητας εκλυόμενων υδρογονανθράκων, μπορεί να επιτευχθεί και με τακτικό υποχρεωτικό έλεγχο των αυτοκινήτων καθώς και με σωστή ρύθμιση των φαναριών ώστε να αποφεύγεται η επιβράδυνση και λειτουργία των αυτοκινήτων στο ρελαντί, κατάσταση η οποία αυξάνει την έκλυση υδρογονανθράκων.

Για την επίτευξη ουσιαστικής αντιμετώπισης του προβλήματος η χρήση ηλεκτρικής ενέργειας στην κίνηση των αυτοκινήτων (ηλεκτρικά αυτοκίνητα), η αντικατάσταση του καυσίμου των αυτοκινήτων από υδρογόνο, από την καύση του οποίου παράγεται νερό, η συστηματική συντήρηση των κινητήρων των αυτοκινήτων, ώστε να μην είναι ατελής η καύση και η αντικατάσταση του καυσίμου από καθαρό οινόπνευμα ή από μείγμα οινόπνευματος και βενζίνης (πράσινη βενζίνη), κατά το παράδειγμα της Βραζιλίας, αποτελούν ουσιαστικά και αναγκαία βήματα (Βαλκανάς, 1992).

1.α) Οικονομικές συνέπειες της αμόλυβδης βενζίνης

Η καθιέρωση της αμόλυβδης βενζίνης που προκύπτει με αφαίρεση τετραμεθυλιούχου και τετρααιθυλιούχου μολύβδου και προσθήκη μόνο αλκοολών και αιθέρων χωρίζεται ανάλογα με τον αριθμό οκτανίων σε απλή (95 οκτάνια) και σε σούπερ (99 και 100, και σε μερικά κράτη 98 οκτάνια).

Με κοινή υπουργική απόφαση αριθμού 147/2015 – ΦΕΚ 293/Β/12-2-2016 (Καύσιμα αυτοκινήτων αμόλυβδη βενζίνη - απαιτήσεις και μέθοδοι δοκιμών) υπάρχει καθιέρωση προδιαγραφών, λοιπών απαιτήσεων και μεθόδων δοκιμών των τύπων αμόλυβδης με αριθμό οκτανίων (RON) μεγαλύτερο ή ίσο του 95 (δηλ. RON 95, RON 98, RON 100) καθώς και ενδιάμεσων που διατίθενται στην ελληνική αγορά.

Η δειγματοληψία της αμόλυβδης βενζίνης, κατά την εισαγωγή ή τη διάθεση της στην αγορά της ελληνικής επικράτειας, γίνεται σύμφωνα με τα πρότυπα ΕΛΟΤ EN 3170 ή ΕΛΟΤ EN 3171 ή ΕΛΟΤ EN 14275 ή σύμφωνα με την απόφαση ΑΧΣ 13/85 (ΦΕΚ 314/Β/1985) όπως ισχύει.

Τα δείγματα εξετάζονται σύμφωνα με τη διαδικασία όπως προβλέπεται στην ΚΥΑ 548/1998 (ΦΕΚ 127/Β/18.2.1999), όπως ισχύει.

Για τη βελτίωση των χαρακτηριστικών ποιότητας της αμόλυβδης βενζίνης επιτρέπεται η χρήση κατάλληλων και χωρίς επιβλαβείς επιπτώσεις για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον, προσθέτων σε ενδεδειγμένη ποσότητα ώστε να αποφεύγεται η μείωση απόδοσης κινητήρων, να αυξάνεται η διάρκεια ζωής τους και να ελέγχονται οι εκπομπές καυσαερίων. Η προσθήκη γίνεται με ευθύνη των εταιρειών εμπορίας πετρελαιοειδών, όσον αφορά την αποτελεσματικότητά τους για τον σκοπό για τον οποίο προορίζονται.

Τα πρόσθετα είναι αποδεκτά μόνον εφόσον συμφωνούν με τις διατάξεις, τους κανονισμούς και τις προδιαγραφές που ισχύουν στα κράτη-μέλη της Ε.Ε. και

















ανταποκρίνονται δεόντως και ικανοποιητικά στην επιδιωκόμενη βελτίωση των χαρακτηριστικών ποιότητας της αμόλυβδης βενζίνης εγγυώμενα ισοδύναμο επίπεδο ποιότητας και ασφάλειας για την ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον στις ίδιες κλιματολογικές συνθήκες.

1.β) Ελεύθερη Κυκλοφορία και Ρήτρα Αμοιβαίας Αναγνώρισης



Από την έναρξη ισχύος της παρούσας απόφασης (αριθμού 147/2015 – ΦΕΚ 293/Β/12-2-2016) δεν απαγορεύεται, ούτε περιορίζεται, ούτε αποτρέπεται η διάθεση στην ελληνική αγορά των καυσίμων που ικανοποιούν τις απαιτήσεις της παρούσας, τηρουμένων των λοιπών διατάξεων της ισχύουσας Νομοθεσίας περί εμπορίας καυσίμων. Αμόλυβδη βενζίνη η οποία έχει νομίμως παρασκευασθεί ή/και έχει διατεθεί στο εμπόριο σε άλλο κράτος μέλος της Ε.Ε. ή την Τουρκία, μπορεί να διατεθεί στην αγορά της ελληνικής επικράτειας, εφόσον έχει παρασκευασθεί σύμφωνα με έγκυρα τεχνικά πρότυπα, προδιαγραφές ή και διαδικασίες παρασκευής και δοκιμών, που ανταποκρίνονται δεόντως και ικανοποιητικά στις λειτουργικές απαιτήσεις μηχανών εσωτερικής καύσης σχεδιασμένων να λειτουργούν με καύσιμο του είδους αυτού και που αποδεδειγμένα εγγυάται ισοδύναμο επίπεδο προστασίας του δημόσιου συμφέροντος, όπως η προστασία της υγείας ή του περιβάλλοντος.

1.γ) Ελληνική νομοθεσία για βενζίνη

Υπουργική απόφαση 21523/763/Ε-103/2012 (ΦΕΚ 1439/Β/2.5.2012) (μείωση ποσότητας ατμών βενζίνης σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2009/126/ΕΚ του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου)

-  [Υ.Α. 510/2004/2007](#) (ΦΕΚ 872/Β`/4.6.2007)
 -  [Υ.Α. 291/2003/2004](#) (ΦΕΚ 332/Β`/11.2.2004)
 -  [Υ.Α. 237/2001/2001](#) (ΦΕΚ 1284/Β`/5.10.2001)
 -  [Υ.Α. 354/2000/2001](#) (ΦΕΚ 410/Β`/11.4.2001)
 -  [Υ.Α. 356/2000/2001](#) (ΦΕΚ 410/Β`/11.4.2001)
 -  [Υ.Α. 2/2000/2000](#) (ΦΕΚ 426/Β`/31.3.2000)
 -  [Υ.Α. 10245/713/1997](#) (ΦΕΚ 311/Β`/16.4.1997)
 -  [Νόμος 2543/1997](#) (ΦΕΚ 252/Α`/15.12.1997)
 -  [Υ.Α. 285/95/1995](#) (ΦΕΚ 919/Β`/9.11.1995)
 -  [Υ.Α. 1150/93/1994](#) (ΦΕΚ 127/Β`/24.2.1994)
 -  [Υ.Α. 412/92/1992](#) (ΦΕΚ 403/Β`/9.6.1992)
 -  [Υ.Α. 15541/1992](#) (ΦΕΚ 108/Β`/19.2.1992)
 -  [Υ.Α. 34458/1990](#) (ΦΕΚ 846/Β`/31.12.1990)
 -  [Υ.Α. Οικ. 392541/1010/1988](#) (ΦΕΚ 366/Β`/8.6.1988)
 -  [Απόφαση. 93/87/1987](#) (ΦΕΚ 40/Β`/2.2.1987)
 -  [Προεδρικό Διάταγμα 44/1987](#) (ΦΕΚ 15/Α`/17.2.1987)
- [<https://www.e-nomothesia.gr>]

1.δ) Ευρωπαϊκή Νομοθεσία

-  [1994/63/ΕΚ](#) (έλεγχος εκπομπών πτητικών οργανικών ουσιών)
-  [1979/490/ΕΟΚ](#) (προσαρμογή στην οδηγία 70/221 του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου)

1.ε) Ελληνική νομοθεσία για τους ρύπους

Στη χώρα μας ισχύουν νομοθετημένα όρια και στόχοι για τους ρύπους διοξείδιο του θείου, αιωρούμενα σωματίδια (ΑΣ₁₀ και ΑΣ_{2,5}), διοξείδιο του αζώτου, όζον, μονοξείδιο του άνθρακα, βενζόλιο, μόλυβδος, αρσενικό, κάδμιο, νικέλιο και βενζο(α)πυρένιο, σύμφωνα με τα όρια ποιότητας ατμόσφαιρας που έχουν καθιερωθεί στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Τα όρια αυτά αναφέρονται τόσο στην προστασία της ανθρώπινης υγείας όσο και των οικοσυστημάτων. Καταλυτικοί μετατροπείς χρησιμοποιούνται σε μηχανές ανάφλεξης με σπινθήρα από το 1975 στην Αμερική. Στους κανονισμούς μηχανών ντίζελ, υπάρχει διαφοροποίηση ανάλογα με το είδος των ρύπων στους οποίους εστιάζουν. Διαφοροποίηση παρατηρείται και στους κανονισμούς που αφορούν την ποιότητα καυσίμων. Σε Ευρώπη, Β. Αμερική, Ιαπωνία και Χόνγκ Κονγκ, είναι ρυθμισμένα σε υψηλό βαθμό, ενώ υγραέριο και φυσικό αέριο υπόκεινται σε αναθεώρηση. Σ' αυτές τις χώρες οι κανονισμοί περιορίζουν την ποσότητα του επιτρεπόμενου θείου σε καύσιμα κινητήρων. Στην Ασία στο μεγαλύτερο μέρος της και στην Αφρική οι κανονισμοί είναι χαλαροί. [<http://www.ypeka.gr>]

2.Οξείδια του Αζώτου (NOx)

Το μονοξείδιο και το διοξείδιο του αζώτου, που αποτελούν κυρίως τα οξείδια του αζώτου – με το υποξείδιο (N₂O) και τα υπόλοιπα ασταθή (N₂O₃), τριοξείδιο του αζώτου, N₂O₄, N₂O₅ – είναι ένα σύνολο αέριων ρύπων που προέρχονται από τις καύσεις σε υψηλές θερμοκρασίες ορυκτών κυρίως καυσίμων, όπως οι γαιάνθρακες το πετρέλαιο και η βενζίνη, καθώς και από φωτοχημικές αντιδράσεις στην ατμόσφαιρα. Σε κινητήρες οχημάτων βρίσκονται σε σχέση ανάλογη ως προς την ποσότητα, με τη θερμοκρασία κατά την καύση τους. Όσο μεγαλύτερη η θερμοκρασία κατά την καύση τους στον κινητήρα, τόσο μεγαλύτερη και η ποσότητα των εκλυόμενων οξειδίων του αζώτου. Πέρα των οχημάτων, πηγές πρόκλησης οξειδίων του αζώτου αποτελούν και καύσεις που λαμβάνουν χώρα σε εργοστάσια, καθώς και κεντρικές θερμάνσεις και τζάκια, παρόλα αυτά μόνο το 10% της ποσότητας οξειδίων του αζώτου που παράγεται το χρόνο, έχει ανθρωπογενή προέλευση. Το 90% της ποσότητας οξειδίων του αζώτου, παράγεται από φωτοχημικές αντιδράσεις, εκρήξεις ηφαιστειών και ηλεκτρικές ατμοσφαιρικές εκκενώσεις. Η έκθεση του ανθρώπινου οργανισμού σε τρέχοντα αυξημένα επίπεδα οξειδίων του αζώτου, προκαλεί βλάβες κυρίως στους πνεύμονες, ευπάθειες σε μικροβιακές λοιμώξεις και αλλοιώσεις σε ιστούς (Κούγκολος, 2007).

Στο οικοσύστημα, η καταστροφή της οζονόσφαιρας, η όξινη βροχή, η μείωση της βιοποικιλότητας αλλά και η δημιουργία νιτροζαμινών και νιτροαρενίων, δύο ιδιαίτερα τοξικών ενώσεων καθιστούν την ανάγκη εξεύρεσης τρόπων αντιμετώπισης επιβεβλημένη και αναγκαία. Οι ανθρωπογενείς αιτίες σχηματισμού των επιβλαβών οξειδίων του αζώτου μπορούν να μειωθούν σε μεγάλο βαθμό με συστηματική λήψη μέτρων ως προς τη χρήση καταλυτών στις εξατμίσεις των οχημάτων κι αυτά τα μέτρα ενταγμένα σ' ένα ευρύτερο πλαίσιο αντιρρυθπαντικών πολιτικών. Τα οξείδια του αζώτου προέρχονται κυρίως από καύσεις σε υψηλές θερμοκρασίες, όπως διαδικασίες καύσεως κυρίως ορυκτών καυσίμων (βενζίνης, πετρελαίου, γαιανθράκων) σε κινητήρες οχημάτων και εργοστάσια αλλά και από κατασκευές οικιακής χρήσης (κεντρικές θερμάνσεις, τζάκια κτλ), καθώς και σε φωτοχημικές αντιδράσεις. Η αύξηση της θερμοκρασίας ευνοεί την παραγωγή του μονοξειδίου του αζώτου (NO), γι' αυτό και η σπουδαιότερη πηγή του είναι οι μηχανές εσωτερικής καύσης των αυτοκινήτων. Τα οξείδια του αζώτου αποτελούν ένα από τους βασικούς συντελεστές της δημιουργίας του φωτοχημικού νέφους. Κάτω από την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας συμμετέχουν σε ορισμένες χημικές αντιδράσεις που έχουν σαν

αποτέλεσμα τη μετατροπή των άκαυτων υδρογονανθράκων στα λεγόμενα φωτοχημικά οξειδωτικά και την παραγωγή όζοντος, που επίσης είναι τοξικό για το αναπνευστικό σύστημα. Με τη βοήθεια αυτού του όζοντος και του οξυγόνου της ατμόσφαιρας τα οξείδια του αζώτου δημιουργούν κατόπιν έναν κύκλο δευτερογενούς ρύπανσης, η οποία κάτω από τις κατάλληλες καιρικές συνθήκες καταλήγει στον σχηματισμό της φωτοχημικής αιθαλομίχλης.

Οι διάφορες βιολογικές δραστηριότητες συνεισφέρουν περίπου κατά 500 εκατομμύρια τόνους/έτος στην εκπομπή NO και κατά 600 εκατομμύρια τόνους/έτος στην εκπομπή N₂O. Οι εκπομπές οξειδίων του αζώτου λόγω των ανθρώπινων δραστηριοτήτων συγκεντρώνονται στο περιβάλλον των πόλεων με αποτέλεσμα να γίνονται πολύ επικίνδυνες. Η παρουσία τους στην ατμόσφαιρα είναι συνδυασμένη με μια μεγάλη ποικιλία αναπνευστικών ασθενειών.

Η κύρια ανθρώπινη δραστηριότητα από την οποία παράγονται οξείδια του αζώτου είναι η καύση καυσίμων, ειδικά σε μηχανοκίνητα οχήματα. Το χρονικό διάστημα 1996-2004 το 22-45% του αστικού πληθυσμού ήταν εκτεθειμένο σε συγκεντρώσεις διοξειδίου του αζώτου, υψηλότερες απ' τις καθορισμένες από την Ε.Ε. τιμές ορίου προστασίας της ανθρώπινης υγείας, οι οποίες ήταν 40mg/m³ NO₂ ως μέση ετήσια τιμή. Το διοξείδιο του αζώτου, που είναι και το πιο τοξικό προκαλεί βλάβες στο αναπνευστικό, φλεγμονές και σε μερικές περιπτώσεις και πνευμονικό οίδημα και θάνατο. Τα οξείδια του αζώτου σχηματίζονται στην ατμόσφαιρα με την καύση των καυσίμων σε υψηλές θερμοκρασίες. Το μεγαλύτερο ποσοστό βρίσκεται υπό τη μορφή οξειδίου του αζώτου, και λιγότερο από το 10 % με τη μορφή διοξειδίου του αζώτου. Όταν απελευθερωθεί, το οξείδιο του αζώτου συνδυάζεται με το οξυγόνο («οξειδώνεται») και σχηματίζεται διοξείδιο του αζώτου. Αυτά τα οξείδια του αζώτου μπορεί να παραμείνουν στην ατμόσφαιρα για αρκετές ημέρες και στο διάστημα αυτό μέσω χημικών διεργασιών μπορεί να παραχθούν νιτρικό οξύ και διάφορα σωματίδια, όπως νιτρικά και νιτρώδη. Το διοξείδιο του αζώτου μετατρέπεται σε νιτρικό οξύ όταν διαλύεται σε βροχή, χιόνι, νερό και ομίχλη και με τη μορφή όξινης βροχής προκαλεί οικολογικές βλάβες (Βαλκανάς, 1992).

Η μείωση των οξειδίων του αζώτου, αποτελεί έναν από τους στόχους για όλους τους κανονισμούς της Ε.Ε. από το 1990 μέσω όλων των Euro από το 1 έως το 6, οδηγιών που εφαρμόζονται και καθορίζουν όλο και χαμηλότερα όρια εκπομπών.

Μείωση των οξειδίων του αζώτου επιτυγχάνεται με μέτρα εντός του κινητήρα για αποτελεσματική βελτιστοποίηση της καύσης με συνεπακόλουθη μείωση καυσαερίων.

- ✚ Υψηλές πιέσεις ψεκασμού για καλή δημιουργία μίγματος
- ✚ Διαμόρφωση θαλάμου καύσης όπως διαμόρφωση εσοχής εμβόλου και μείωση σχέσης συμπίεσης
- ✚ Διαμόρφωση καναλιών εισαγωγής και εξαγωγής για βέλτιστη συμπεριφορά ροής

3.Μονοξείδιο του άνθρακα (CO)

Το μονοξείδιο του άνθρακα είναι ένα δηλητηριώδες άοσμο, άχρωμο, άγευστο και αναφλέξιμο αέριο, ελάχιστα διαλυτό στο νερό που παράγεται από την ατελή οξείδωση (καύση) του άνθρακα. Προέρχεται κυρίως από τους βενζινοκινητήρες. Σε κλειστούς χώρους στάθμευσης τα εκπεμπόμενα επίπεδα του μονοξειδίου του άνθρακα από τις εξατμίσεις αυτοκινήτων, επηρεάζοντας αρνητικά τα μέρη του σώματος που εξαρτώνται από τη σταθερή παροχή οξυγόνου (εγκέφαλος, καρδιά, αναπτυσσόμενο έμβρυο σε περιπτώσεις εγκυμοσύνης), μπορεί να φτάσουν ακόμη και

σε θανατηφόρα επίπεδα. Οι βλάβες που προκαλούνται οφείλονται στη στέρηση του οξυγόνου από τον ανθρώπινο οργανισμό, εξαιτίας του. Εισπνεόμενο προκαλεί δέσμευση της αιμοσφαιρίνης του αίματος, απομακρύνοντας το οξυγόνο. Έτσι δημιουργείται ένα σύμπλοκο με το όνομα καρβοξιαιμοσφαιρίνη (Carboxyhemoglobin) το ποσοστό του οποίου στο αίμα, αποτελεί τον καλύτερο δείκτη έκθεσης στο μονοξείδιο του άνθρακα. Το μονοξείδιο του άνθρακα παράγεται φυσιολογικά από την οξείδωση του μεθανίου, στους ωκεανούς και την ατμόσφαιρα, το οποίο παράγεται από την οργανική αποσύνθεση. Στις πόλεις, η μεγαλύτερη πηγή μονοξειδίου του άνθρακα είναι τα μηχανοκίνητα οχήματα, όπου το μονοξείδιο του άνθρακα παράγεται από την ατελή καύση βενζίνης και ελευθερώνεται από τις εξατμίσεις, ενώ κατά κάποιο μικρότερο ποσοστό συνεισφέρουν και οι μονάδες θέρμανσης, οι βιομηχανικές κατεργασίες και η καύση των στερεών αποβλήτων. Σε διεθνή κλίμακα το 77% των εκπομπών εξωτερικών χώρων οφείλεται στις μεταφορές. Ακολουθούν οι βιομηχανικές διεργασίες σε ποσοστό 7%, οι καύσεις ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε ποσοστό 5% και ένα ποσοστό 11% οφείλεται σε άλλες πηγές. Τα μεγαλύτερα προβλήματα λόγω συγκέντρωσης μονοξειδίου του άνθρακα αντιμετωπίζουν οι πόλεις με έντονη κυκλοφοριακή συμφόρηση. Η αναλογία μίγματος μονοξειδίου του άνθρακα σε διάφορες περιοχές είναι:

- ✚ Αστική λεωφόρος, μποτιλιαρισμένη κυκλοφορία ≥ 44 ppm
- ✚ Εσωτερικός, μη αεριζόμενος χώρος στάθμευσης 100 ppm
- ✚ Τούνελ με έντονη κυκλοφορία 200 ppm

Αυτή η ατελής καύση συμβαίνει όταν υπάρχει ανεπαρκής ποσότητα οξυγόνου ή χρόνου για την πλήρη μετατροπή των υδρογονανθράκων και ανθράκων σε CO₂ (πλήρης καύση). Οι βενζινοκινητήρες (μηχανές εσωτερικής καύσης) βασίζονται στην σχεδόν στιγμιαία καύση (υπό μορφή έκρηξης) ενός μίγματος καυσίμου με αέρα. Επίσης, κατά τις καύσεις η παραγωγή μονοξειδίου του άνθρακα (CO) αντί διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) έχει ως αποτέλεσμα την απώλεια των 2/3 της διαθέσιμης θερμικής ενέργειας. Οι οικιακές μονάδες θέρμανσης παράγουν συγκριτικά περισσότερο CO ανά ποσότητα καταναλισκόμενου καυσίμου, αλλά όλες οι στάσιμες πηγές καύσεις προσθέτουν μόνο περίπου 10% στο συνολικό CO που παράγεται (Κούγκολος, 2007).

Η έκθεση οδηγών σε μονοξείδιο του άνθρακα σε ώρα κυκλοφοριακής συμφόρησης μπορεί να τους προκαλέσει συμπτώματα δηλητηρίασης όπως ναυτία, πονοκέφαλο, ζάλη και υπνηλία. Όταν η έκθεση είναι μεγαλύτερη οι επιπτώσεις στην υγεία είναι σημαντικές (λιποθυμία, κόμα ή ακόμα και θάνατος ανάλογα με το βαθμό έλλειψης οξυγόνου). Η χειρότερη περίπτωση είναι η λειτουργία αυτοκινήτου σε μη αεριζόμενο-κλειστό χώρο στάθμευσης λόγω ατυχήματος ή από πρόθεση, όπου το μονοξείδιο του άνθρακα σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να αποβεί και θανατηφόρο.

Το CO πάντως είναι ασταθής ένωση και μόλις βρεθεί στον ελεύθερο αέρα μετατρέπεται αρκετά γρήγορα σε αβλαβές διοξείδιο του άνθρακα γι' αυτό και έχει μόνο τοπική επίδραση.

Οι τρεις αυτοί ρύποι είναι και οι σημαντικότεροι που εκλύουν οι βενζινοκινητήρες (Καραθανάσης, 2007).

4.Καπνός

Προέρχεται κυρίως από τους πετρελαιοκινητήρες (ντίζελ).

5. Διοξείδιο του θείου (SO₂)

Το διοξείδιο του θείου, ένας από τους κυριότερους ρύπους των αστικών περιοχών, είναι αέριο, άχρωμο με δυσάρεστη και ερεθιστική σε υψηλές συγκεντρώσεις οσμή, τριατομικό μόριο που αποτελεί το κυριότερο προϊόν καύσης ουσιών που περιέχουν θείο. Ανήκει στους πρωτογενείς ρύπους και θεωρείται υπεύθυνο για μερικά από τα χειρότερα επεισόδια ρύπανσης της ατμόσφαιρας στον αιώνα που διανύουμε. Ο όρος αιθαλομίχλη (μίγμα καπνού και ομίχλης) αποτελεί συνδυασμό διοξειδίου του θείου και αιωρούμενων σωματιδίων προσκολλημένων σε υδάτινες σταγόνες. Αυτό το συνδυασμό περιείχε η ομίχλη του Λονδίνου το 1950. Στην ατμόσφαιρα προέρχεται τόσο από φυσικές διεργασίες (ηφαιστειακές εκρήξεις), όσο και από ανθρώπινες δραστηριότητες (βιομηχανίες και καύση ορυκτών καυσίμων, λιώσιμο ορυκτών μεταλλευμάτων που περιέχουν θείο).

Δημιουργείται από την αντίδραση του θείου που περιέχεται στα καύσιμα με οξυγόνο. Η ουσία αυτή προκαλεί ερεθισμό των βρόγχων και των βλεννογόνων της μύτης και ελάττωση της ορατότητας. Το διοξείδιο του θείου αντιδρά με σωματίδια ή οξειδωτικά στην ατμόσφαιρα δημιουργώντας επικινδυνότερα παράγωγα (όξινα σωματίδια του θείου και σουλφίδια). Η ποσότητα των εκλυόμενων ανυδριτών εξαρτάται από τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα. Συνήθως η μεγαλύτερη ποσότητα εκλύεται στο ρελαντί ή όταν αφήνουμε ελεύθερο το γκάζι. Επίσης, το διοξείδιο του θείου διαλύεται στο νερό σχηματίζοντας θειικό οξύ το οποίο είναι εξαιρετικά διαβρωτικό στη φύση.

Είναι πολύ επιβλαβές για υλικά, φυτά και ζωικό ιστό. Επιβαρύνει σημαντικά καρδιαγγειακά προβλήματα και παθήσεις πνευμόνων. Το διοξείδιο του θείου είναι πρόδρομος των PM-2,5 ενός παράγοντα σοβαρών επιπτώσεων στην υγεία. Η χρόνια έκθεση σε διοξείδιο του θείου προκαλεί αναπνευστικά προβλήματα. Επιπτώσεις υπάρχουν και στο οικοσύστημα, με αλλαγή σύστασης της ατμόσφαιρας και επιπτώσεις σε χλωρίδα και πανίδα (Καραθανάσης, 2007).

6. Όζον (O₃)

Το όζον (ozone) ή τριοξυγόνο, το κύριο συστατικό της αιθαλομίχλης, είναι ένα άχρωμο αέριο που σχηματίζεται από τις χημικές αντιδράσεις μεταξύ δραστικών πτητικών (VOCs) οργανικών αερίων και οξειδίων του αζώτου παρουσία του ηλιακού φωτός. Η ονομασία του προέρχεται από την ελληνική λέξη «όζω», λόγω της οσμής του που είναι δριμεία και μοιάζει με του χλωρίου. Το 1863 αποδείχτηκε από τον Ελβετό χημικό Jacques –Luis Soret, ότι είναι τριατομικό οξυγόνο (O₃). Δεν αποτελεί πρωτογενή αλλά δευτερογενή ρύπο γι' αυτό και δεν συγκαταλέγεται στους βασικούς ρύπους.

Υδρογονάνθρακες και οξείδια του αζώτου αντιδρούν στον αέρα, με την παρουσία του ηλιακού φωτός και σχηματίζεται το όζον. Όπου υπάρχει μεγάλη ηλιοφάνεια, είναι και αυξημένη η παραγωγή όζοντος. Στην Ελλάδα και σε χώρες με μεγάλη ηλιοφάνεια σε όλη σχεδόν τη διάρκεια του έτους, η παραγωγή όζοντος είναι μεγάλη. Αν και η κυριότερη αιτία παραγωγής όζοντος είναι τα αυτοκίνητα, εκεί που ο αριθμός τους είναι μεγάλος στα αστικά κέντρα τα επίπεδα του όζοντος είναι μικρότερα απ' τα αναμενόμενα. Αυτό το παράδοξο συμβαίνει γιατί τα αυτοκίνητα παράγουν και μονοξείδιο του αζώτου το οποίο μετατρέπεται σε διοξείδιο του αζώτου όταν οξειδώνεται στον αέρα. Το μονοξείδιο του αζώτου όμως καταστρέφει το όζον. Έτσι σε περιοχές της περιφέρειας μπορεί να υπάρχει περισσότερο όζον απ' ότι σε μεγάλα

αστικά κέντρα στα οποία οι παραγόμενες από τα αυτοκίνητα μεγάλες ποσότητες μονοξειδίου του αζώτου, καταστρέφουν το όζον που έχει δημιουργηθεί.

Συγκεντρώσεις όζοντος που υπερβαίνουν τα 100 mg/m³ επιφέρουν αναπνευστικά προβλήματα, ερεθισμό στα μάτια και άλλα προβλήματα και οι ακόμα μεγαλύτερες συγκεντρώσεις μπορούν να προκαλέσουν αρκετά σοβαρότερα προβλήματα, ενώ μακροχρόνια έκθεση σε συγκεντρώσεις όζοντος μειώνει την αμυντική ικανότητα του οργανισμού έναντι μικροοργανισμών και βακτηρίων. Το όζον είναι οξειδωτικό προκαλώντας τοξικότητα, απομακρύνοντας ηλεκτρόνια από τα μόρια –οξειδωση– και ξεκινά αλυσιδωτές αντιδράσεις διαταράσσοντας βασικές κυτταρικές δομές.

Το χρονικό διάστημα 1996-2004 το 13-60% του αστικού Ευρωπαϊκού πληθυσμού ήταν εκτεθειμένο σε συγκεντρώσεις όζοντος οι οποίες είχαν υπερβεί κατά πολύ τις καθορισμένες απ' την Ε.Ε. οι οποίες είχαν ανώτατο όριο προστασίας τα 120 mg/m³ O₃ για μέγιστη τιμή οκταώρου.

Τα αυτοκίνητα με καταλύτη καυσαερίων, τα οποία εκπέμπουν μειωμένα κατά 90% οξείδια του αζώτου και άκαυστους υδρογονάνθρακες, μπορούν να συμβάλουν στην αντιμετώπιση του προβλήματος.

Υπάρχει όμως και το στρώμα του όζοντος στην στρατόσφαιρα σε ύψος 12-50 χιλιομέτρων. Σε αντίθεση με το όζον κοντά στην επιφάνεια, αυτό το στρώμα όζοντος είναι εξαιρετικά σημαντικό επειδή αποτρέπει την θανατηφόρα ακτινοβολία UV από το να φτάσει στο έδαφος (Γεωργόπουλος, Τσαλίκη, 1993)

7. Διοξείδιο του Άνθρακα (CO₂)

Το διοξείδιο του άνθρακα, σταθερό αέριο, άχρωμο και άοσμο, βασικό συστατικό των καυσαερίων, είναι ένα από τα κύρια προϊόντα της καύσης των υδρογονανθράκων και κάθε ανθρακούχου καυσίμου. Δεν είναι τοξικό, αλλά σε μεγάλες ποσότητες μπορεί να προκαλέσει ασφυξία αντικαθιστώντας το οξυγόνο. Ποσότητες CO₂ 8-10% επηρεάζουν αρνητικά την υγεία και ακόμη περισσότερο μεγαλύτερες από 15% οδηγούν σε σπασμούς και παράλυση. Στο οικοσύστημα είναι υπεύθυνο για το «φαινόμενο του θερμοκηπίου».

Όσον αφορά τις τεχνικές δυνατότητες μείωσης της ρύπανσης θα πρέπει να δοθεί προσοχή στα εξής σημεία:

- α) στο σύστημα εξάτμισης
- β) στις αναθυμιάσεις λιπαντικού από το σώμα του κινητήρα
- γ) στο σύστημα τροφοδοσίας
- δ) στη δεξαμενή του καυσίμου

Αφήνοντας κατά μέρος τις ουσίες που αποβάλλει το καρμπυρατέρ και η δεξαμενή της βενζίνης, για τα οποία υπάρχει τουλάχιστον θεωρητικά μια κατασκευαστική λύση, θα ασχοληθούμε με τους ατμούς του λαδιού και το σύστημα της εξάτμισης. Η λύση του προβλήματος των απωλειών των ατμών του λαδιού από τον κινητήρα συνιστάται στο πέρασμά τους στη εισαγωγή μέσω ενός κατάλληλου αγωγού έτσι ώστε οι ατμοί να οδηγούνται στο θάλαμο καύσης και στη συνέχεια να καίγονται. Η μέθοδος αυτή έχει υιοθετηθεί από όλους τους κατασκευαστές (Καραθανάσης, 2007).

Στις δοκιμές εκπομπών CO₂ έχει θεσπιστεί μια νέα παγκόσμια εναρμονισμένη ρεαλιστικότερη διαδικασία εργαστηριακής δοκιμής ελαφρών οχημάτων (World Harmonised Light Vehicle Test Procedure – WLTP) για τη μέτρηση των εκπομπών CO₂ και της κατανάλωσης καυσίμων από τα αυτοκίνητα και τα μικρά φορτηγά. Η WLTP αναπτύχθηκε στο πλαίσιο της Οικονομικής Επιτροπής των Ηνωμένων Εθνών

για την Ευρώπη (OEE/HE) με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, αντικαθιστώντας τον Νέο Ευρωπαϊκό Κύκλο Οδήγησης (NEDC), ο οποίος αδυνατεί πλέον να ανταποκριθεί στις σημερινές συνθήκες οδήγησης και στις τεχνολογίες οχημάτων. Η νέα δοκιμή WLTP εγκεκριμένη από την Επιτροπή την 1η Ιουνίου 2017, έγινε υποχρεωτική από τον Σεπτέμβριο του 2017 για όλα τα νέα μοντέλα αυτοκινήτων και από τον Σεπτέμβριο του 2018 για όλα τα νέα αυτοκίνητα. [https://www.scienceinschool.org/sites/default/files/teaserMaterial/issue20_CO2]

8.Σωματιδιακή ύλη

Ο όρος «σωματιδιακή ύλη» αποτελεί ένα ευρύ φάσμα μικροσκοπικών στερεών και υγρών σωματιδίων της ατμόσφαιρας. Είναι ένας συλλογικός όρος που χρησιμοποιείται για να περιγράψει ένα ευρύ πεδίο μικροσκοπικών στερεών ή υγρών σωματιδίων διασκορπισμένων στην ατμόσφαιρα, ζωντανών (όπως βακτήρια) ή μη (καπνό και αναθυμιάσεις). Τα αιωρούμενα σωματίδια είναι από τους πιο επικίνδυνους αέριους ρύπους, λόγω της περιεκτικότητάς τους σε αμίαντο (asbestos) και καπνό ενώ παράλληλα επιδεινώνουν τις βλαβερές συνέπειες άλλων αέριων ρύπων, όπως του διοξειδίου του θείου [<https://www.air-quality.gr/pm.php>] [<http://www.physics.ntua.gr/>].

Με τη χρήση της αμόλυβδης βενζίνης μειώθηκαν σημαντικά οι συγκεντρώσεις ενός πολύ επικίνδυνου αιωρούμενου σωματιδίου, του μολύβδου, ο οποίος λειτουργούσε ως αντικροτικό στα καύσιμα. Το μέγεθος της σωματιδιακής ύλης κυμαίνεται κάτω από 0, 1 μικρόμετρα (μm) μέχρι εκατοντάδες μικρόμετρα. Τα σωματίδια με διάμετρο μικρότερη από 10 μm, που αποτελούν την «εισπνεύσιμη σωματιδιακή ύλη», αναφέρονται ως PM10. Τα σωματίδια που είναι μεγαλύτερα από 10 micron συνήθως δεν εισέρχονται στην αναπνευστική οδό γιατί συγκρατούνται από τα τριχίδια της μύτης, μη προκαλώντας έτσι περαιτέρω βλάβες. Ο όρος «ολικά αιωρούμενα σωματίδια» TSP (total suspended particulates) είναι επίσης αντιπροσωπευτικός για αυτούς τους αέριους ρύπους και το σύνολό τους. Καινούργιες συσκευές και όργανα μέτρησης συλλέγουν μικρότερα σωματίδια και εκτιμούν με μεγαλύτερη ακρίβεια την αναλογία των πιο επικίνδυνων χωρίς διάκριση μεγέθους [<http://www.physics.ntua.gr/>].

Το ποσοστό στις συνολικές εκπομπές αιωρούμενων σωματιδίων είναι 20% προερχόμενο από μέσα μεταφοράς, 38% από βιομηχανικές δραστηριότητες, 25% από στάσιμες πηγές καύσης και ένα υπόλοιπο 17% από άλλες πηγές.

Η έκθεση στα αιωρούμενα σωματίδια, προκαλεί βλάβες στους πνευμονικούς ιστούς και πολλές φορές οδηγεί σε ΧΑΠ (χρόνια αναπνευστική – αποφρακτική πνευμονοπάθεια), καρκίνο και θάνατο.

Σημαντικές είναι και οι περιβαλλοντικές συνέπειες (συμβολή στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, καταστροφή κτιρίων και υλικών, αλλαγή χημείας γλυκών νερών και καταστροφή δασών) [<http://www.physics.ntua.gr/>].

9.Αμμωνία

Άχρωμο αέριο (NH₃) με χαρακτηριστική οσμή, ανόργανη δυαδική χημική ένωση αζώτου και υδρογόνου, η σπουδαιότερη σταθερή υδρογονούχος ένωση του αζώτου. Η κύρια ποσότητα της αμμωνίας παράγεται με φυσικό τρόπο μέσω βακτηριδίων. Οι μεγαλύτερες ποσότητες της ατμοσφαιρικής αμμωνίας σχηματίζουν αεροζόλ (κυρίως χλωριούχα, νιτρικά και θειικά άλατα).

Πίνακας 1: Συγκεντρώσεις αμμονίας, επιπτώσεις και επιτρεπόμενη έκθεση σε αυτή

Συγκέντρωση στον αέρα (ppm)	Επίδραση στο σώμα	Επιτρεπτή έκθεση
50	Αισθητή από τους περισσότερους	Ακόμη και μετά από πολύωρη καθημερινή έκθεση, καμία βλάβη
134	Ερεθισμός μύτης και λαιμού	Μέγιστη έκθεση οχτώ ώρες
700	Ερεθισμός ματιών έως και κίνδυνος απώλειας όρασης, βήχας	Μέγιστη έκθεση μία ώρα
1700	Σοβαρή βλάβη πνευμόνων και θάνατος σε περίπτωση μη έγκαιρης ιατρικής αντιμετώπισης	Απαγορευτική η έκθεση του οργανισμού
2000	Φλύκταινες και εγκαύματα δέρματος σε χρονικό διάστημα λίγων δευτερολέπτων	Απαγορευτική η έκθεση του οργανισμού
5000	Θάνατος από ασφυξία εντός λίγων λεπτών	Απαγορευτική η έκθεση του οργανισμού

Πηγή: www.ethorax.gr

1.3.1 Άλλοι Ατμοσφαιρικοί Ρυπαντές

Παράλληλα με τους πρωτογενείς και δευτερογενείς ρύπους, υπάρχει μια ευρεία λίστα και άλλων ρυπογόνων παραγόντων, ως απόρροια ανθρωπίνων δραστηριοτήτων που εκλύονται στην ατμόσφαιρα. Ο βαθμός ρύπανσης από αυτούς μπορεί να γίνει επικίνδυνος, όταν οι συγκεντρώσεις ξεπεράσουν κάποια όρια. Όλα τα στοιχεία (μέταλλα ή αμέταλλα) παρουσιάζουν ενδιαφέρουσες επιδράσεις στην ανθρώπινη υγεία, όταν ξεπεράσουν τα ανεκτά για τον οργανισμό όρια. Τα τοξικά μέταλλα, τα αναφέρονται ως "βαριά μέταλλα", επειδή τα πρώτα μέταλλα δηλαδή ο μόλυβδος και ο υδράργυρος που θεωρήθηκαν τοξικά ήταν βαριά. Τα μέταλλα επιδρούν κυρίως μέσω του αναπνευστικού συστήματος. Μερικά από αυτά είναι τα παρακάτω :

1. Μόλυβδος (Pb)

Η κύρια πηγή μολύβδου στην ατμόσφαιρα είναι τα καύσιμα που περιέχουν μόλυβδο των μηχανοκίνητων οχημάτων. Μέσω των καυσαερίων των αυτοκινήτων, ιδιαίτερα αυτών της παλιάς τεχνολογίας (μη καταλυτικά) εκπέμπονται μεγάλες ποσότητες Pb στην ατμόσφαιρα εξαιτίας της προσθήκης του μολύβδου στην βενζίνη (τετρααιθυλιούχος μόλυβδος) ως αντικροτικού μέσου (anti-knock agent) , δηλαδή για την ανύψωση του αριθμού των οκτανίων. Ο μόλυβδος αποτελεί δηλητήριο για τον καταλύτη και απενεργοποιεί τον καταλυτικό μετατροπέα σχηματίζοντας στην επιφάνειά του μια επίστρωση. Τους καταλυτικούς μετατροπείς ανέπτυξαν μηχανικοί (John J. Mooney, Carl D. Keith, Antonio Eleazar) φτάνοντας το 1973 στη δημιουργία του πρώτου καταλυτικού μετατροπέα από τον Engelhard Corporation.

Επειδή ο μόλυβδος δηλητηριάζει τους καταλύτες και τους αχρηστεύει, τα καταλυτικά αυτοκίνητα λειτουργούν μόνο με αμόλυβδη βενζίνη. Η εισαγωγή αμόλυβδου καυσίμου το 1985 είχε ως αποτέλεσμα σημαντική μείωση του μολύβδου στην ατμόσφαιρα. Ο μόλυβδος είναι ένα βαρύ μέταλλο, και η παρουσία του στο σώμα μπορεί να προκαλέσει βλάβη της εγκεφαλικής λειτουργίας, ειδικά σε παιδιά. Ο

ευκολότερος τρόπος εισόδου του μολύβδου στην κυκλοφορία του αίματος είναι η εισπνοή, καθώς τα ιόντα του δεν απορροφούνται εύκολα από το έντερο. Τα συμπτώματα επιβαρυντικής επίδρασης του μολύβδου στον ανθρώπινο οργανισμό, είναι σύγχυση, πυρετός, μυϊκή αδυναμία, σπασμοί έως και θάνατος, ανάλογα με τα επίπεδα συγκέντρωσης αυτού του βαρέως μετάλλου στον οργανισμό. Στα παιδιά λόγω του ότι το νευρικό σύστημα είναι το πιο ευάλωτο στην έκθεση του οργανισμού σε μολύβδο, προκαλούνται εγκεφαλοπάθειες και άλλα νευρολογικά προβλήματα. Οι τροφές και το νερό αποτελούν μια σημαντική πορεία εισόδου του μολύβδου προς τον οργανισμό, εφόσον μεγάλες ποσότητες από τις ενώσεις του επικάθονται στο έδαφος. Η τοξική επίδραση του μολύβδου στην ανθρώπινη υγεία εμφανίζεται στην αρχή σαν μια περιφερειακή νευροπάθεια. Το νευρικό και το αιμοποιητικό σύστημα αποτελούν τους κύριους “στόχους” του μολύβδου. Στα παιδιά ο εισπνεόμενος μολύβδος προκαλεί αναιμία, πνευματική καθυστέρηση και διαταραχές της συμπεριφοράς. Ο ατμοσφαιρικός αέρας με περιεκτικότητα σε μολύβδο της τάξης του $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ είναι επικίνδυνος για κάθε οργανισμό που τον εισπνέει (Καραθανάσης, 2007).

2.Κάδμιο (Cd)

Το κάδμιο είναι ένα μαλακό, ελαφρώς γαλάζιο τοξικό μέταλλο, το οποίο ανακαλύφθηκε το 1817 από τον Stromagier. Είναι πιο τοξικό από τον μολύβδο αλλά η χρήση του είναι σαφώς πιο περιορισμένη.

Ανήκει στα μέταλλα με τα πολύ τοξικά στοιχεία, και αποτελεί επικίνδυνο ρύπο του περιβάλλοντος. Οι εκπομπές ρύπων καδμίου έχουν προέλευση φυσική ή ανθρωπογενή. Αυτό το μέταλλο συναντάται στη φύση ως πρόσμιξη σε ορυκτά κυρίως του ψευδαργύρου, αλλά και του χαλκού και μολύβδου. Αποτελεί ένα πολυχρησιμοποιημένο κατασκευαστικό υλικό από τους ανθρώπους. Οι ανθρωπογενείς δραστηριότητες που προκαλούν τις εκπομπές του βαρέως αυτού μετάλλου στο περιβάλλον είναι οι αέριοι ρύποι προερχόμενοι από τα καυσαέρια των οχημάτων, καύση βιομάζας, καύση ορυκτών καυσίμων, βιομηχανικές δραστηριότητες και οικιακά απορρίμματα. Εισέρχεται στον ανθρώπινο οργανισμό κυρίως από τις τροφές, περίπου $50 \mu\text{g}/\text{μέρα}$ για αυτούς που ζουν σε πόλεις και εν συνεχεία από κάπνισμα και πόσιμο νερό. Η απορροφητικότητα του καδμίου είναι μεγαλύτερη από τους πνεύμονες παρά από το γαστρεντερικό σύστημα. Οι ενώσεις του καδμίου θεωρούνται υπεύθυνες για αναπνευστικές δυσλειτουργίες και καρκινογενέσεις. Θανατηφόρος είναι η δόση καδμίου πάνω από 350 mg .

Το κάδμιο συσσωρεύεται στα νεφρά και στο συκώτι, όπου με την πάροδο του χρόνου τα καταστρέφει. Η έλλειψη ασβεστίου στον ανθρώπινο οργανισμό δρα καταλυτικά στην επιδείνωση του προβλήματος, καθώς τόσο το ασβέστιο, όσο και ο ψευδάργυρος βοηθούν στην απομάκρυνση του καδμίου από τον οργανισμό (Καραθανάσης, 2007).

3.Υδράργυρος (Hg)

Οι ανθρωπογενείς εκπομπές υδραργύρου προκύπτουν από προσμίξεις του με ορυκτά καύσιμα. Η απελευθέρωση υδραργύρου από την καύση πετρελαίου, αποτελεί μικρή συνεισφορά στο παγκόσμιο απόθεμα σε σχέση με τον άνθρακα. Όσο μεγαλύτερη είναι η διύλιση πετρελαίου, τόσο μεγαλύτερη είναι και η περιεκτικότητα σε υδράργυρο.

Αν και παγκοσμίως οι παραγόμενες ποσότητες υδραργύρου είναι μικρές (δεν ξεπερνούν τους 10^4 τόνους/έτος) έχουν παρατηρηθεί στην ατμόσφαιρα πολλές

ενώσεις Hg με επαρκή συγκέντρωση και διάρκεια ώστε να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία. Ο αέρας περιέχει περίπου $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ υδράργυρο και κάθε άτομο εισπνέει ημερησίως $1 \mu\text{g}$ (του οποίου το 80% απορροφάται από τον οργανισμό). Όταν τα άλατα του υδραργύρου βρεθούν στο περιβάλλον αλκυλιώνονται από μικροοργανισμούς ή ένζυμα και εισέρχονται έτσι με ευκολία στο οικοσύστημα, από το οποίο ο άνθρωπος παίρνει πολλές ποσότητες κυρίως με τις τροφές (ψάρια κτλ).

Ο υδράργυρος, ως λιποδιαλύτης τείνει να συσσωρεύεται στον εγκέφαλο και προκαλεί νευρικές βλάβες, βλάβες κυκλοφορικού συστήματος και άλλα προβλήματα υγείας. Ο παγκόσμιος οργανισμός υγείας έχει καθορίσει το επιτρεπτό όριο υδραργύρου κάτω από $40 \mu\text{g}/\text{μέρα}$ (Καραθανάσης, 2007).

4.Βενζόλιο (VOC)

Το βενζόλιο, μια πτητική οργανική ένωση, αποτελεί ένα δευτερεύον συστατικό της βενζίνης, με κύριες πηγές τα πρατήρια βενζίνης, τα αυτοκίνητα διανομής της και τα αυτοκίνητα που τη χρησιμοποιούν ως καύσιμο.

Το βενζόλιο σαν αυτούσια ένωση μπορεί να προκαλέσει χρόνιες παθήσεις όπως καρκίνο, αταξία στο κεντρικό νευρικό σύστημα, ζημιές στη λειτουργία του ήπατος και των νεφρών, ανωμαλίες στην αναπαραγωγή και προβληματικές γεννήσεις

1.4 Επιπτώσεις της ατμοσφαιρικής ρύπανσης

1.4.1 Επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία

Οι επιδράσεις του προβλήματος στην ανθρώπινη υγεία είναι πολλές και ιδιαίτερα σημαντικές. Το αναπνευστικό και το καρδιαγγειακό αποτελούν τα δύο συστήματα του ανθρώπινου οργανισμού τα οποία προσβάλλονται άμεσα. Ιδιαίτερη επίδραση παρουσιάζεται τόσο στα παιδιά όσο και στα άτομα μεγάλης ηλικίας. Αυτό συμβαίνει καθώς στην πρώτη περίπτωση το νευρικό, αναπνευστικό και αναπαραγωγικό σύστημα δεν έχει αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό και η μεταβολική τους δραστηριότητα είναι ιδιαίτερα υψηλή. Στην δεύτερη περίπτωση τα άτομα μεγάλης ηλικίας που παρουσιάζουν διάφορα πνευμονικά και καρδιακά νοσήματα επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από την ατμοσφαιρική ρύπανση.

Σύμφωνα με στοιχεία της Ευρωπαϊκής επιτροπής παρουσιάζονται τα παρακάτω:

- ✚ το άσθμα προσβάλλει ένα στα επτά παιδιά
- ✚ το άσθμα προσβάλλει περισσότερο τα παιδιά της Δυτικής Ευρώπης παρά της Ανατολικής σε δεκαπλάσιο βαθμό
- ✚ το άσθμα μαζί με αλλεργίες και άλλα αναπνευστικά νοσήματα αποτελούν τους βασικότερους παράγοντες εισαγωγής στο νοσοκομείο (Δαμιανάκη, 1994)

Το όζον, που δημιουργείται από αντιδράσεις των οξειδίων του αζώτου με υδρογονάνθρακες υπό την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολία δημιουργώντας το φωτοχημικό νέφος συμβάλει σημαντικά στο πρόβλημα της αέριας ρύπανσης σε αστικές περιοχές. Στην Ελλάδα οι συγκεντρώσεις του όζοντος είναι ιδιαίτερα υψηλές ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες. (περίπου κατά $0,71$ μικρογραμμάρια ανά κυβικό μέτρο αέρα). Αύξηση κατά $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ στην προσωπική έκθεση σε όζον συνδέεται με 19% αύξηση στην εμφάνιση αναπνευστικού συμπτώματος. Επίσης υπάρχει σχέση με

μικρή μείωση της αναπνευστικής λειτουργίας και της συγκέντρωσης μονοξειδίου του αζώτου στον εκπνεόμενο αέρα που αποτελεί δείκτη φλεγμονής. Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει στο πλαίσιο του προγράμματος Respoze (η έρευνα έγινε το 2013-2014), όπου μελετήθηκαν οι σημαντικότερες αιτίες που επηρεάζουν την έκθεση των παιδιών ηλικίας 10 και 11 ετών στο όζον της ατμόσφαιρας σε αντιπροσωπευτικό δείγμα μαθητών σε σχολεία της Αθήνας και της Θεσσαλονίκης.

Οι κάτοικοι πολλών περιοχών της Ελλάδας και ιδιαίτερα του Λεκανοπεδίου αναπνέουν ρυπασμένο αέρα. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα πολλά προβλήματα τόσο στο αναπνευστικό σύστημα όσο και εγκεφαλικά, αλλά και καρκίνο του πνεύμονα. Την τελευταία δεκαετία, τα αιωρούμενα σωματίδια μικρής διαμέτρου παρατηρούνται σε μεγάλο βαθμό στην ατμόσφαιρα και τα επίπεδα του όζοντος παραμένουν υψηλά. Ωστόσο τα οξειδία του αζώτου (NO_x), σύμφωνα με τους ερευνητές του Αστεροσκοπείου, δεν παρουσιάζουν αυξητική τάση, κυρίως λόγω της επιβράδυνσης της βιομηχανικής δραστηριότητας εξαιτίας της οικονομικής κρίσης, αλλά και της χρήσης αυτοκινήτων με κινητήρες νέας τεχνολογίας.

Θα πρέπει όμως να σημειωθεί ότι τα NO_x είναι κατεξοχήν ρύπος που εκπέμπεται από τα πετρελαιοκίνητα αυτοκίνητα και αποτελούν νέο πρόβλημα με την αύξησή τους σε πολλές ευρωπαϊκές πόλεις. Στην Ευρώπη, σύμφωνα με ειδικούς, οι εκπομπές ρύπων των οχημάτων ευθύνονται για 75.000 πρόωρους θανάτους. Επιπλέον, επιστήμονες από το London School of Economics παρατήρησαν, εξετάζοντας στοιχεία μιας πενταετίας, ότι μια μικρή αύξηση των επιπέδων των οξειδίων του αζώτου (της τάξης του 1 μικρογραμμαρίου ανά κυβικό μέτρο αέρα) επέφερε αύξηση στα τροχαία ατυχήματα στις πόλεις κατά 2% [<http://www.tanea.gr/news/greece/article/5448407/h-atmosfairikh-rypansh-skotwnei-2-500-anthrwoys/>].

Η εξέλιξη της επιστήμης και της τεχνολογίας είναι στενά συνδεδεμένη με την ατμοσφαιρική ρύπανση. Από την μια πλευρά ο ρόλος της στην εξέλιξη του ανθρώπου είναι έντονος με ιδιαίτερα σημαντικά οφέλη, αλλά από την άλλη δεν είναι λίγες οι αρνητικές επιπτώσεις της στο περιβάλλον και επομένως στον ανθρώπινο οργανισμό. Η υπερβολική έκθεση στους ρύπους της ατμόσφαιρας κυρίως στις μεγαλουπόλεις, οδηγεί στον θάνατο.

Η επίδραση του περιβάλλοντος πάνω στον άνθρωπο γίνεται αντιληπτή από πολλά νοσήματα τα οποία οφείλονται σε αυτό, όπως για παράδειγμα η «πνευμονοκονίωση» των ανθρακωρύχων και η αμιάντωση που οφείλεται τον αμιάντο. Οι ανθυγιεινές συνθήκες σχετίζονται άμεσα με την ενδημική βρογχοκήλη και την φυματίωση (Δαμιανάκη, 1994).

Εκτός όμως από τα παραπάνω, θα πρέπει να αναφερθούμε και στις επιπτώσεις του καπνίσματος που είναι πολλές και σοβαρές καθώς συχνά προκαλεί αναπνευστικά προβλήματα και αύξηση του καρκίνου των πνευμόνων τόσο στους καπνιστές αλλά και στους μη καπνιστές κατά 20-30%. Ακόμη, σωματικές και διανοητικές διαταραχές, αποβολές εμβρύων και διαταραχές στην αναπαραγωγική δραστηριότητα των ανθρώπων πολλές φορές προέρχονται από τους ρύπους. Επίσης, ο θόρυβος είναι ακόμα μια αιτία της ρύπανσης της ατμόσφαιρας και έχει σαν συνέπεια μείωση της ακοής, καθώς καθημερινά χιλιάδες άνθρωποι είναι εκτεθειμένοι σε συνθήκες με υψηλό θόρυβο [pneumonologist.gr].

Μακροπρόθεσμες συνέπειες

Παρόλο που ο κίνδυνος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι άμεσος δεν θα πρέπει να ξεχνάμε τις συνέπειες οι οποίες δεν εμφανίζονται άμεσα. Το κρυολόγημα είναι το πιο

συνηθισμένο παράδειγμα μαζί με τους διάφορους τύπους καρκίνους. Οι αέριοι ρύποι δημιουργούν πολλά σημαντικά προβλήματα που δεν είναι πάντα αντιληπτά, αλλά τόσο ουσιαστικά.

Στην παρακάτω εικόνα (Εικόνα 2) παρατηρούμε τους θανάτους που οφείλονται κυρίως στους ρύπους της ατμόσφαιρας σε ευρωπαϊκές πόλεις.



Εικόνα 2: Ποσοστό κατοίκων ευρωπαϊκών χωρών που εκτίθενται σε υψηλές συγκεντρώσεις
 Πηγή: Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος

1.4.2 Επιπτώσεις στην χλωρίδα

Η ατμοσφαιρική ρύπανση επηρεάζει την βλάστηση σχεδόν στον ίδιο βαθμό που επηρεάζει τη ζωή των ανθρώπων και των ζώων. Ανάλογα με τις κλιματολογικές συνθήκες και τον όγκο των ρυπογόνων ουσιών στην ατμόσφαιρα επηρεάζεται σε μικρό ή μεγάλο βαθμό την βλάστηση. Το αποτέλεσμα αυτής της αλληλεπίδρασης καθορίζεται από μερικούς παράγοντες, όπως είναι η θερμοκρασία, το ποσοστό της ηλιοφάνειας, η υγρασία, η ηλικία των φυτών, το είδος και η θρεπτική ισορροπία των φυτών αλλά και η κατάσταση του εδάφους.

Η επίδραση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης πάνω στην χλωρίδα πραγματοποιείται με δύο τρόπους:

1. βραχυπρόθεσμα, δηλαδή έπειτα από κάποιο επεισόδιο ατμοσφαιρικής ρύπανσης
2. μακροπρόθεσμα, μετά από χρόνια έκθεση των φυτών σε ρύπους

Σύμφωνα με το Υπουργείο Γεωργίας των ΗΠΑ παρατίθενται οι παρακάτω ορισμοί για την ζημιά και το πλήγμα:

- ζημιά ορίζεται οποιαδήποτε οικονομική απώλεια που προκαλείται λόγω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης
- πλήγμα ορίζεται οποιαδήποτε αλλαγή πάνω στους φυτικούς οργανισμούς όταν αυτοί είναι εκτεθειμένοι σε συνθήκες ατμοσφαιρικής ρύπανσης, χωρίς όμως αυτό απαραίτητα να οδηγεί σε ζημιά καθώς δεν εμποδίζει την χρησιμοποίησή τους, όπως για παράδειγμα την εμπορία

Η ανθρώπινη δραστηριότητα πολλές φορές οδηγεί στην ρύπανση της ατμόσφαιρας με αποτέλεσμα οι ρύποι αυτοί να χαρακτηρίζονται όπως αναφέραμε και πριν ως πρωτογενείς. Οι χημικές αντιδράσεις μεταξύ αυτών αλλά και κάποιων συστατικών της ατμόσφαιρας επιφέρουν τους δευτερογενείς ρύπους. Από τους πρώτους το διοξείδιο του θείου (SO_2) καθώς και το υδροφθόριο (HF) έχουν σημαντικό ρόλο στην ατμοσφαιρική ρύπανση. Το όζον (O_3) και το νιτρικό υπεροξείδιο του αζώτου ($\text{CH}_3\text{COO}_2\text{NO}_2$) είναι οι πιο βασικοί δευτερογενείς ατμοσφαιρικοί ρύποι.

Το διοξείδιο του θείου μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα στην βλάστηση άμεσα ή μακροπρόθεσμα και ιδιαίτερα όταν υπερβεί τα 0,5 ppm. Όταν τα φυτά απορροφούν τους ρύπους της ατμόσφαιρας με πολύ γρήγορο ρυθμό τότε η ζημιά είναι άμεση. Από την άλλη η χρόνια έκθεση των φυτών σε επίπεδα ρύπων προκαλεί μακροπρόθεσμα προβλήματα, τα οποία δεν γίνονται στην αρχή αντιληπτά. Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που προκαλεί το διοξείδιο του θείου είναι η όξινη βροχή, η οποία καταστρέφει τα δάση και γενικότερα την βλάστηση.

Η ύπαρξη SO_2 στην ατμόσφαιρα συνδέεται άμεσα με το φαινόμενο της όξινης βροχής που είναι αιτία μαζικών καταστροφών της βλάστησης, κυρίως των δασών.

Στην ατμόσφαιρα υπάρχει το υδροφθόριο (HF) και το τετραφθοριούχο πυρίτιο (SiF_4) τα οποία αποτελούν δυο μορφές του φθορίου. Η πηγή από την οποία προέρχεται αυτό είναι τα διάφορα λιπάσματα αλλά και η βιομηχανία αλουμινίου και οι συνέπειές του στην βλάστηση είναι καταστρεπτικές, καθώς απορροφάται άμεσα από τα φύλλα οδηγώντας στο νέκρωμα των ιστών τους. Σε αντίθεση με το διοξείδιο του θείου συγκεντρώσεις κάτω του 0,5 ppm είναι ιδιαίτερα επικίνδυνες.

Οι βιομηχανίες και τα αυτοκίνητα εκπέμπουν υδρογονάνθρακες οι οποίοι μαζί με την φωτοχημική αντίδραση των οξειδίων του αζώτου είναι ο βασικότερος λόγος για τον οποίο το όζον βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις στην κατώτερη ατμόσφαιρα και αποτελεί έναν δευτερογενή ρύπο. Το όζον καταστρέφει την βλάστηση σε τέτοιο βαθμό όπως και το διοξείδιο του θείου και ακόμη περισσότερο τα κωνοφόρα δέντρα καθώς συγκεντρώσεις κάτω του 0,5 ppm είναι καταστρεπτικές. Ο βαθμός σχηματισμού του όζοντος εξαρτάται από:

- ✚ την συγκέντρωση του οξειδίου του αζώτου
- ✚ την συγκέντρωση του υδρογονάνθρακα στην ατμόσφαιρα
- ✚ το χρόνο έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία

Όσον αφορά το νιτρικό υπεροξείδιο του αζώτου ($\text{CH}_3\text{COO}_2\text{NO}_2$) πηγή δημιουργίας του είναι οι φυσικές πηγές υδρογονανθράκων που βρίσκονται σχετικά κοντά με άλλες πηγές οξειδίων του αζώτου, όπως για παράδειγμα τα τερπένια τα οποία εκπέμπονται από κωνοφόρα δέντρα. Γενικότερα η ποσότητα του νιτρικού υπεροξειδίου του αζώτου καθορίζεται από τον χρόνο έκθεσης στην πηγή της ακτινοβολίας και ακόμα και έκθεση κάποιων λίγων ωρών μπορεί να επιφέρει καταστρεπτικά αποτελέσματα στα φυτά. Οι συγκεντρώσεις κάτω των 0, 2 ppm είναι εξίσου βλαβερές.

Το φαινόμενο της ρύπανσης του περιβάλλοντος πρέπει να το συσχετίζουμε με τα μετεωρολογικά φαινόμενα, τα οποία επιδρούν σημαντικά καθώς ευνοούν τη διασπορά ή την αύξηση της συγκέντρωσης των ρύπων. Πολλές είναι οι φορές όπου η όξινη βροχή προκαλεί καταστροφές των δασών πολύ μακριά από την πηγή των ρύπων (Γεωργόπουλος και Τσαλίκη, 1993).

1.4.3 Επιπτώσεις στους ζωικούς οργανισμούς

Οι ρύποι της ατμόσφαιρας έχουν πολλές και σοβαρές συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία. Ταυτόχρονα το ίδιο συμβαίνει και στα ζώα καθώς η αποφυγή αυτών είναι αδύνατη. Όπως συμβαίνει και στον άνθρωπο αυτά τα οποία ζουν σε αστικά κέντρα, βιομηχανικές περιοχές ή γενικότερα πυκνοκατοικημένες προσβάλλονται σε μεγαλύτερο βαθμό και πιο έντονα από τους ρύπους σε σχέση με τα ζώα που ζουν μακριά από αυτά. Επομένως μπορεί να έχουν σημαντικά προβλήματα υγείας και η ζωή τους να είναι πιο σύντομη. Παρόλο που δεν υπάρχει μεγάλος όγκος δεδομένων για την μελέτη της επίδρασης όλων των ρύπων πάνω στα ζώα γίνεται αντιληπτό το πόσο προσβάλλονται από αυτούς. Μέσω της τροφικής αλυσίδας μπορούν να προκληθούν σημαντικές αρρώστιες όταν τοξικά βαρέα μέταλλα όπως μόλυβδος, μολυβδαίνιο, υδράργυρος και άλλα απορροφούνται από την βλάστηση. Η όξυνση των λιμνών έχει επιφέρει τον αφανισμό πολλών ψαριών και διαφορετικών ειδών στις λίμνες, καθώς το pH είναι ιδιαίτερα χαμηλό, αλλά και πραγματοποιείται μεταφορά μέσω της ατμόσφαιρας όξινων συστατικών σε αρκετά μεγάλες αποστάσεις (όξινη εναπόθεση).

Επίσης, η αδιάκριτη χρήση θανατηφόρων εντομοκτόνων ή άλλων χημικών που χρησιμοποιούνται για τον ψεκασμό καλλιεργήσιμων εκτάσεων εντείνει ακόμα περισσότερο την όλη κατάσταση και αποτελεί μία από τις πιο επικίνδυνες δραστηριότητες του ανθρώπου.

Μέσω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης πολλά σπάνια είδη ζώων εξαφανίζονται, πράγμα το οποίο επηρεάζει όχι μόνο την ζωική αλυσίδα αλλά και τον ίδιο τον άνθρωπο

[https://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_Global_GR/SEM3T4SZLG_0.html].

1.4.4 Επιπτώσεις στο κλίμα

Η επίδραση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στις κλιματολογικές συνθήκες είναι ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον θέμα, το οποίο διατυπώνεται και από μακρόχρονες μελέτες. Η υγροποίηση και κρυστάλλωση των υδρατμών πάνω σε πυρήνες μικροσωματιδιακής ύλης έχουν σαν αποτέλεσμα τον σχηματισμό βροχής, χαλαζιού και χιονιού. Επομένως, κυρίως στις αστικές περιοχές όταν αυξάνεται η ρύπανση του αέρα από σωματιδιακούς ρύπους, αυξάνονται σε σημαντικό βαθμό και οι βροχοπτώσεις. Από την άλλη πλευρά, οι σωματιδιακοί ρύποι μπορεί να προκαλέσουν και την πλήρη ελαχιστοποίηση βροχών, το οποίο επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό όλο τον πλανήτη. Ακόμη στις αστικές περιοχές οι ατμοσφαιρικοί ρύποι πολλές φορές «σκεπάζουν» τις πόλεις με αποτέλεσμα την μείωση της ηλιοφάνειας και την αύξηση της μέσης ελάχιστης θερμοκρασίας. Άλλα φαινόμενα τα οποία συνδέονται άμεσα με τους ατμοσφαιρικούς ρύπους είναι οι βίαιες καταιγίδες, οι θύελλες αλλά και οι πυκνές ομίχλες (Λαζαρίδης, 2005).

Γενικότερα, ένα από τα πιο βασικά προβλήματα που προέρχονται από την ατμοσφαιρική ρύπανση είναι το φαινόμενο του θερμοκηπίου, το οποίο επηρεάζει συνεχώς το κλίμα και γίνεται ολοένα και πιο επικίνδυνο. Η λήψη μέτρων κρίνεται απαραίτητη για την αντιμετώπισή του και την αποφυγή δυσάρεστων συνεπειών σε όλο τον πλανήτη [https://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_Global_GR/SEM03T4SZLG_0.html].

Αύξηση κατά 1,4 έως 5,8°C μέχρι το 2100 υπολογίζεται στην παγκόσμια μέση θερμοκρασία, σε σχέση με το 1990, με δεδομένο ότι αύξηση της τάξης των 2°C θα επέφερε δυνητικά επιβλαβείς συνέπειες σε οικοσυστήματα και βιοποικιλότητα. Κύρια αιτία υπερθέρμανσης αποτελούν οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και η μείωσή τους κατά 60-80% μπορεί να αποτρέψει την επικίνδυνη κλιματική αλλαγή [https://apothesis.eap.gr/] [http://www.kee.gr/perivallontiki/atmo.pdf].

1.4.5 Επιπτώσεις στα υλικά

Η ατμοσφαιρική ρύπανση προκαλεί κυρίως στις αστικές περιοχές τις επικαθίσεις σωματιδίων πάνω σε αυτοκίνητα, παράθυρα και κτίρια. Η αιθάλη κάνει συχνά την εμφάνισή της και καθημερινά γίνονται αισθητές επιφάνειες με μεγάλη διάβρωση. Από οικονομικής πλευράς όλη αυτή η κατάσταση έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση συνεχώς του κόστους συντήρησης των κτιρίων αλλά και την αλλοίωση της γενικής τους εικόνας. Επομένως, η αξία των κτιρίων μειώνεται σε μεγάλο βαθμό αν δεν δαπανηθούν μεγάλα ποσά για την διατήρησή τους (Γεωργόπουλος, Τσαλίκη, 1993) (Επιτροπή Συντηρήσεως Μνημείων Ακρόπολης, 1994).

1.5 Προσπάθειες βελτίωσης της ποιότητας του αέρα σε διεθνές επίπεδο- Ιστορική αναδρομή

Η ρύπανση του αέρα στο πέρασμα των χρόνων

Αναλύσεις γεωτρήσεων στη Γροιλανδία, ανέδειξαν την ύπαρξη μολύβδου σε δείγματα πάγου του 5^{ου} και 4^{ου} αι. π.Χ. σε περιεκτικότητα τέσσερις φορές μεγαλύτερη, απ' όταν άρχισαν οι άνθρωποι της εποχής εκείνης να λιώνουν μέταλλα [https://www.newsbomb.gr/bombplus/tecnologia/story/240534/i-molynsi-tis-atmosfairas-einaiarhaia-synitheia].

Η φωτιά επίσης αποτελούσε εστία ρύπανσης του εισπνεόμενου αέρα, ρυπαίνοντάς τον με προϊόντα ατελούς καύσης. Την αποπνικτική ατμόσφαιρα της Ρώμης, την επιβαρυνόμενη από καπνοδόχους και άλλες δυσάρεστες εκπομπές περιγράφει ο φιλόσοφος Σενέκας. Στο μεσαίωνα, υπάρχουν αναφορές αέριας ρύπανσης από καύση κάρβουνου. Ο Άγγλος ποιητής Shelley, περιγράφει το Λονδίνο, ως κόλαση γεμάτη καπνό. Το 1840 οι βιομηχανικές εκπομπές ρύπων στην πόλη Freiberg στη Γερμανία είχαν επηρεάσει τη βλάστηση. Το 1911 περισσότεροι από 1100 Λονδρέζοι, πέθαναν από τις επιπτώσεις του καπνού του άνθρακα, τον οποίο αναφέρουν χαρακτηριστικά ως θανατηφόρο μίγμα καπνού και ομίχλης. Τότε το Λονδίνο θέσπισε αυστηρά μέτρα ελέγχου της ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Το 1952 και 1956-57 ένα κίτρινο νέφος πάνω από το Λονδίνο, σκότωσε 4.000 ανθρώπους.

Η αλματώδης τεχνολογική εξέλιξη στη βιομηχανία, με πολύ σημαντική την ραγδαία αύξηση του αριθμού των αυτοκινήτων, επιδείνωσε το πρόβλημα της ρύπανσης της ατμόσφαιρας εκτοξεύοντάς το σε ανεξέλεγκτα μεγέθη.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα, η αύξηση του αριθμού πωλήσεων αυτοκινήτων στις Η.Π.Α. από 4.192 το 1900, προχώρησε σε 4.472.286 το 1940 φτάνοντας τα 8.239.257 το 1970 και τα 9.295.732 το 1990.

Το 1948 νέφος αποτελούμενο από διοξείδιο του θείου και αιωρούμενα σωματίδια, έπνιξε την πόλη Ντονόρα της Πενσιλβάνια, προκαλώντας θανάτους. Στο Λονδίνο, το 1952 τα υψηλά επίπεδα ρύπανσης προκάλεσαν 4.000 θανάτους σε μια βδομάδα. Το 1963 στη Νέα Υόρκη ρυπαντές υψηλής περιεκτικότητας προκάλεσαν πολλούς θανάτους.

Τις προηγούμενες δεκαετίες έλαβαν χώρα πολλές προσπάθειες αντιμετώπισης της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, σε όλο τον κόσμο. Ο πρώτος συναγερμός δόθηκε στις Η.Π.Α. όπου υπάρχουν και τα περισσότερα αυτοκίνητα ανά χιλιάδα κατοίκων. Το 1961, στην πολιτεία της Καλιφόρνια και συγκεκριμένα στο Λος Άντζελες, όπου η ατμόσφαιρα ήταν αφόρητη λόγω κάπνας και ομίχλης, θεσπίστηκαν νόμοι οι οποίοι καθόριζαν την μέγιστη επιτρεπόμενη ποσότητα έκλυσης μονοξειδίου του άνθρακα και άκαυστων υδρογονανθράκων από τους κινητήρες. Η ισχύς των νόμων αυτών, επεκτάθηκε σε όλη την αμερικανική επικράτεια στις 20-10-1965. Αυτοί οι νόμοι από τότε αυστηροποιούνται και «αντιγράφονται» -προσαρμοσμένοι πάντα ανάλογα με τις κατά τόπους συνθήκες και ανάγκες από όλες σχεδόν τις χώρες του κόσμου. Έως τις μέρες μας αυτοκίνητα και μεταφορές αποτελούν πεδίο ανάπτυξης σχεδιασμών για μείωση εκπεμπόμενων ρύπων. Ήδη από το 1993 η μεταφορά θεωρείται ο κυριότερος παράγοντας πρόκλησης ρύπανσης του αέρα στις Ηνωμένες Πολιτείες (From Kaufman D.G. and C.M. Franz, Biosphere 2000, protecting Global Environment, New York, Harper Collins College Publishers, 1993).

Το παράδειγμα πολιτικής προσπάθειας μείωσης ρύπανσης στις Η.Π.Α. ακολούθησε μια εξελικτική πορεία, φτάνοντας δεκαετίες αργότερα. Η ομοσπονδιακή κυβέρνηση για τον έλεγχο ποιότητας του αέρα, άρχισε τις προσπάθειές της με το Διάταγμα Ελέγχου της Ρύπανσης του αέρα το 1955 και παρείχαν τους οικονομικούς πόρους για την έρευνα και την ανάπτυξη, βοηθώντας στη δημιουργία κρατικών και κυβερνητικών προγραμμάτων.

Στη δεκαετία του 1960 δημιουργήθηκαν και ψηφίστηκαν τρία νομοθετικά διατάγματα, απ' τα οποία το δεύτερο ήταν το Διάταγμα Ρύπανσης από τα οχήματα το 1965, το οποίο μαζί με το πρώτο που ήταν το Διάταγμα εξυγίανσης του αέρα το 1963, ενίσχυσαν το ρόλο της ομοσπονδιακής κυβέρνησης επικεντρώνοντας το ενδιαφέρον τους κυρίως στις εκπομπές των οχημάτων.

Ακολούθησαν διατάγματα του 1970 στην Ευρώπη (με την οδηγία 70/220/EEC) ενώ στις Η.Π.Α. το Κογκρέσο επικυρώνει το clean air act το 1977. Τη δεκαετία του 1970 περίπου το 70% του ανθρωπογενούς μονοξειδίου του άνθρακα που εκπέμπεται στις Η.Π.Α. προέρχεται από τα αυτοκίνητα. Οι τεχνολογίες για τον έλεγχο του μονοξειδίου του άνθρακα από τα αυτοκίνητα, αναπτύχθηκαν και ολοκληρώθηκαν, με ανάπτυξη αναλογίας αέρα προς καύσιμο στους βενζινοκινητήρες και με τη χρήση καταλυτικών μετατροπών. Αυτές οι τεχνολογίες απέδωσαν και τα αυτοκίνητα στα μέσα της δεκαετίας του 1970, εξέπεμπαν περίπου 73 gr μονοξείδιο του άνθρακα ανά μίλι.

Η νομοθεσία για την ποιότητα του αέρα έφτασε σε αδιέξοδο στις αρχές της δεκαετίας του 1980, καθώς οι εμπλεκόμενες πλευρές πολεμούσαν γύρω από το Διάταγμα εξυγίανσης του αέρα, φτάνοντας το 1990 να πάρει κάτω από έντονες πιέσεις το Κογκρέσο μέτρα για τη ρύπανση του αέρα, τα οποία όμως δεν ήταν

αυστηρά. Ήταν ένα παράδειγμα του παρελθόντος που καταδεικνύει την απόλυτη ανάγκη στοχευμένης, συνεχούς, υπεύθυνης, συστηματικής, πολυεπίπεδης και πολύπλευρης αντιμετώπισης του προβλήματος [<http://www.consilium.Europe.eu/el/policies/climatechange>].

Σταδιακά τη δεκαετία του 1980 μπαίνει ως στόχος η μείωση των εκπομπών των υδρογονανθράκων από τα νέα αυτοκίνητα κατά 35% και των οξειδίων του αζώτου κατά 65%, μέχρι το 1995 και οι εκπομπές των αυτοκινήτων νέας τεχνολογίας μειώνονται εντυπωσιακά σε 2 έως 4 gr. Υπήρξαν όμως δύο ανασταλτικοί παράγοντες που σταμάτησαν την προσπάθεια που είχε ξεκινήσει και είχε αποδειχθεί επιτυχής. Ο αριθμός των μιλίων που διανύουν τα αυτοκίνητα κάθε χρόνο αυξάνει και υπάρχει έλλειψη νομοθετικών ρυθμίσεων που να απαιτεί τη σωστή συντήρηση των συστημάτων ελέγχου εκπομπών.

Η καθαρότερη καύση βενζίνης έπρεπε να διατίθεται στις εννέα πλέον ρυπογόνες πόλεις μέχρι το 1995 και τα φορτηγά και λεωφορεία να μειώσουν τα σωματίδια κατά 90% μέχρι το 1998 [<http://www.consilium.Europe.eu/el/policies/climatechange>].

Στην Ευρώπη, η οδηγία για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και καθαρότερου αέρα που εκδόθηκε το 2008/50 με τελευταία τροπολογία 2015/1480 ορίζει ως μεγάλη πηγή ατμοσφαιρικής ρύπανσης, τα αέρια που εκπέμπονται από τους κινητήρες των οχημάτων. Οι πρωτογενείς αέριοι ρύποι (όπως το μονοξείδιο του άνθρακα που προέρχεται από την ατελή καύση οργανικών ουσιών και αποτέλεσε πρώτο στόχο) που συμβάλουν στη δημιουργία των δευτερογενών και η μείωσή τους, αποτέλεσαν στοιχεία βασικά σ' ένα ενιαίο πλαίσιο έγκρισης μηχανοκίνητων οχημάτων και ρυμουλκούμενων, που θεσπίστηκε το 1970 και αναδιατυπώθηκε το 2007 (οδηγία 2007/46) με τελευταία τροπολογία το 2015/758. Οι τελευταίοι κανονισμοί της Ε.Ε. που ορίζουν κανόνες για συμμόρφωση εν χρήση, τη μέτρηση κατανάλωσης καυσίμων και την ανθεκτικότητα των διατάξεων ελέγχου ρύπανσης των συστημάτων διάγνωσης επί του οχήματος (OBD) είναι:

- ✚ 443/2009 με τελευταία τροπολογία 2015/6 (καθορισμός προτύπων επιδόσεων εκπομπών από καινούργια επιβατικά αυτοκίνητα)
- ✚ 510/2011 με τελευταία τροπολογία 253/2014 (καθορισμός προτύπων επιδόσεων εκπομπών από καινούργια ελαφρά επαγγελματικά οχήματα)
- ✚ 715/2007 με τελευταία τροπολογία 2017/1154 (εκπομπές ελαφρών επιβατηγών και εμπορικών οχημάτων)
- ✚ 595/2009 με τελευταία τροπολογία 136/2014 (εκπομπές βαρέων επαγγελματικών οχημάτων)
- ✚ 98/70 με τελευταία τροπολογία 2015/1513 (αντικατάσταση προηγούμενων οδηγιών με καθορισμό τεχνικών προδιαγραφών καυσίμων των οχημάτων, με κινητήρα επιβαλλόμενης ανάφλεξης καθώς και με κινητήρες ανάφλεξης με συμπίεση)
- ✚ 2009/33 (μέτρα τόνωσης αγοράς μέσω καθαρών και ενεργειακών αποδοτικών οχημάτων)
- ✚ 305/2013, οδηγία 2010/40, απόφαση 585/2014 (βελτίωση ενεργειακών επιδόσεων με συνδυασμό τηλεπικοινωνιών- ηλεκτρονικών τεχνολογιών- τεχνική μεταφορών)
- ✚ Το Δεκέμβριο του 2013 η επιτροπή Ε.Ε. ενέκρινε δέσμη μέτρων για καθαρό αέρα, θέτοντας στόχους για το χρονικό διάστημα ως το 2030.
- ✚ Οδηγία 2014/94/Ε.Ε. για ανάπτυξη υποδομών εναλλακτικών καυσίμων όπου καθορίζεται η 18/11/2016 ως καταληκτική ημερομηνία κοινοποίησης των εθνικών πλαισίων πολιτικής για ανάπτυξη αγοράς εναλλακτικών καυσίμων και αναγκαίων υποδομών από τα κράτη μέλη.

- ✚ ΟΔΗΓΙΑ 2015/2193 για περιορισμό ατμοσφαιρικής ρύπανσης από μονάδες καύσης μεσαίου μεγέθους.
- ✚ Οδηγία Ε.Ε. 2016/2284 για εθνικά ανώτατα όρια εκπομπών σε SO₂, NO_x, NH₃ (αμμωνία), σωματίδια (ΑΣ 2,5) και πτητικές οργανικές ενώσεις εκτός του μεθανίου.
- ✚ Ο μηχανισμός «συνδέοντας την Ευρώπη» έχοντας επιμέρους στόχο μια στρατηγική για εναλλακτικά καύσιμα προωθεί την ενεργειακή αποδοτικότητα, τα εναλλακτικά συστήματα και τα συστήματα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας προβλέπει προϋπολογισμό 24 δις. ευρώ για το χρονικό διάστημα 2014-2020.
- ✚ Η ομάδα εμπειρογνομόνων “CEAR 2030” συστήνει πολιτικές για ενίσχυση ανταγωνιστικότητας αυτοκινητοβιομηχανίας της Ε.Ε. σε οχήματα μηδενικών εκπομπών και αυτοματοποιημένων

[<http://eu.europa.eu/clima/policiew/transport/index.en.htm>].

Η ευρωπαϊκή επιτροπή της Ε.Ε. παίρνει μέτρα για τη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης που προκαλούν τα αυτοκίνητα. Η επιτροπή αυτή το 2017 στις Βρυξέλες ανακοίνωσε ότι τα σωματίδια (ΑΣ 2,5) το διοξείδιο του αζώτου και το όζον ευθύνονται για 400.000 πρόωρους θανάτους το χρόνο στην Ε.Ε. και έτσι λαμβάνει μέτρα μέσω βελτίωσης ποιότητας καυσίμων και καθορισμού αυστηρών ορίων στις εκπομπές νέων οχημάτων. Τα ανώτερα όρια που τέθηκαν για τα οξειδία του αζώτου (NO_x) το 2014 ήταν 80mg/km (Euro 6), ενώ τα προηγούμενα όρια ήταν το 2009 180mg/km (Euro 5), το 2005 250mg/km (Euro 4), και το 2000 500mg/km (Euro 3)

[<http://eu.europa.eu/clima/policiew/transport/index.en.htm>].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΑΝΤΙΡΡΥΠΑΝΣΗΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ

Στον τομέα των μεταφορών καταναλώνονται παγκοσμίως σημαντικές ποσότητες ενέργειας. Στην Ευρώπη - των 28 χωρών - το 2012 στην συνολική ενέργεια που καταναλώθηκε ο τομέας των μεταφορών καταλάμβανε το 31,8%. Στην Ελλάδα, στον τομέα των μεταφορών, το ίδιο χρονικό διάστημα καταναλώθηκε ποσοστό 37,4% επί της συνολικής καταναλούμενης ενέργειας.

[library.tee.gr/digital/m2102/m2102_romanos.pdf]

Η Ε.Ε. δεσμεύτηκε για το 2020 για μείωση εκπομπών ρύπων, ενεργειακή απόδοση και ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Οι ανανεώσιμες-εναλλακτικές πηγές ενέργειας με καύσιμα φιλικά στο περιβάλλον προκύπτουν ως επιτακτική ανάγκη σε συνδυασμό με τη βελτίωση των οχημάτων συμβατικών κινητήρων - ΜΕΚ - μέσω συστημάτων αντιρρύπανσης.

Η πιο σημαντική χημική αντίδραση σε έναν βενζινοκινητήρα - δηλαδή εκείνη που παρέχει την ενέργεια για την κίνηση του οχήματος - είναι η καύση του καυσίμου με τον αέρα. Σε ένα «ιδανικό» σύστημα, η καύση θα ήταν πλήρης όταν τα μόνα προϊόντα εξάτμισης θα ήταν διοξείδιο του άνθρακα και ατμός. Στην πράξη, η πλήρης οξείδωση του καυσίμου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Πρώτον, πρέπει να υπάρχει επαρκές οξυγόνο. Δεύτερον, πρέπει να υπάρχει επαρκής ανάμιξη της βενζίνης και του αέρα και τελικά, πρέπει να υπάρχει αρκετός χρόνος ώστε το μείγμα να αντιδράσει σε υψηλή θερμοκρασία πριν από την ψύξη των αερίων. Σε κινητήρες εσωτερικής καύσης, ο διαθέσιμος χρόνος για την καύση περιορίζεται από τον κύκλο του κινητήρα σε λίγα μόνο χιλιοστά του δευτερολέπτου. Υπάρχει ελλιπής καύση του καυσίμου και αυτό οδηγεί σε εκπομπές του προϊόντος μερικής οξείδωσης, του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) και μιας ευρείας κλίμακας πτητικών οργανικών ενώσεων (VOC), συμπεριλαμβανομένων των υδρογονανθράκων (HC), των αρωματικών και των οξυγονωμένων ειδών. Αυτές οι εκπομπές είναι ιδιαίτερα υψηλές όταν δουλεύει ο κινητήρας στο ρελαντί αλλά και κατά την επιβράδυνση, όταν εισάγεται ανεπαρκής αέρας για την πλήρη καύση.

Ένα άλλο σημαντικό αποτέλεσμα της διαδικασίας καύσης, ιδιαίτερα κατά την επιτάχυνση, είναι η παραγωγή του διοξειδίου και του μονοξειδίου του αζώτου (NO₂, NO). Συμβατικά, αυτά τα δύο οξείδια του αζώτου θεωρούνται μαζί και παριστάνονται ως NO_x. Στις υψηλές θερμοκρασίες (πάνω από 1500 °C) το άζωτο και το οξυγόνο στον αέρα που αντλείται με το καύσιμο μπορεί να συνδυαστούν για να σχηματίσουν NO. Κατά την έξοδο από τον κινητήρα, το μονοξείδιο του αζώτου οξειδώνεται με οξειδωτικά μέσα στην ατμόσφαιρα για να σχηματιστεί το διοξείδιο του αζώτου. Αν και το άζωτο του αέρα είναι η κύρια πηγή των NO_x, μπορεί επίσης να προκύψουν από την οξείδωση οποιουδήποτε αζωτούχου συστατικού στο καύσιμο.

Αν και κανένα από τα αέρια που εκπέμπονται απευθείας από την εξάτμιση ενός οχήματος δεν είναι επιθυμητά στην ατμόσφαιρα, η πιο γνωστή συνέπεια των εκπομπών αυτών είναι ο ρόλος τους στον σχηματισμό φωτοχημικού νέφους. Οι συνέπειες του φωτοχημικού νέφους είναι αρνητικές για την υγεία του ανθρώπου (Καραπάνος et al, 2012).

Ο ρόλος του καταλύτη ελέγχου των εκπομπών είναι να αφαιρεθούν ταυτόχρονα οι πρωτογενείς ρύποι CO, πτητικές οργανικές ενώσεις και NO_x, καταλύοντας τη μετατροπή τους σε διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), ατμό (H₂O) και άζωτο (N₂).

2.1 Συστήματα ελέγχου εκπομπής ρύπων

Η εκπομπή ρύπων των αυτοκινήτων μπορεί να περιοριστεί πέρα από τον καταλύτη με τους παρακάτω εξής τρόπους:

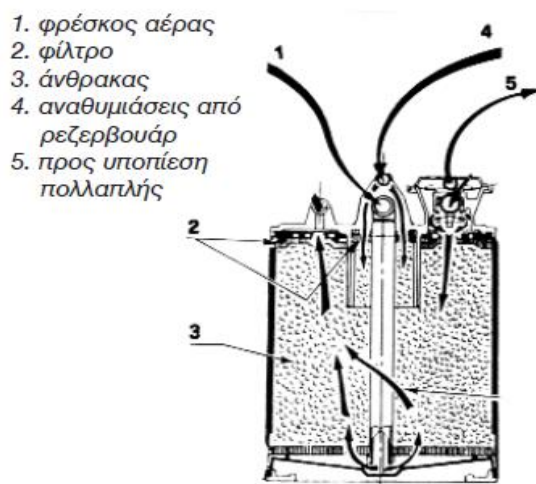
- ✚ Με την χρήση βαλβίδας για τον έλεγχο των αναθυμιάσεων του στροφαλοθαλάμου (PCV)
- ✚ Με τον έλεγχο των αναθυμιάσεων που εκπέμπονται από το ρεζερβουάρ
- ✚ Με την μείωση των εκπομπών των οξειδίων του αζώτου μέσω του συστήματος ανακυκλοφορίας των καυσαερίων (EGR)

2.1.1 Σύστημα ελέγχου αναθυμιάσεων ρεζερβουάρ

Με το συγκεκριμένο σύστημα οι αναθυμιάσεις οι οποίες βρίσκονται σε ένα δοχείο το οποίο ονομάζεται «ενεργού άνθρακα» απομακρύνονται και κατευθύνονται στους θαλάμους καύσης του κινητήρα με σκοπό να καούν. Το συγκεκριμένο δοχείο, όπως φαίνεται στις παρακάτω εικόνες (Εικόνα 3, Εικόνα 4) ονομάζεται αλλιώς και EVAP, μαζί με την ρυθμιστική βαλβίδα και τις σωληνώσεις του αποτελούν το σύστημα ελέγχου των αναθυμιάσεων που εκπέμπονται από το ρεζερβουάρ. Στο εσωτερικό του βρίσκεται ενεργός άνθρακας ο οποίος είναι σε μορφή κόκκων. Υπάρχουν επίσης δύο σωληνάκια τα οποία συνδέουν το συγκεκριμένο δοχείο με την βαλβίδα εξερισμού του και με τη βαλβίδα ανατροπής που βρίσκεται στο ρεζερβουάρ.

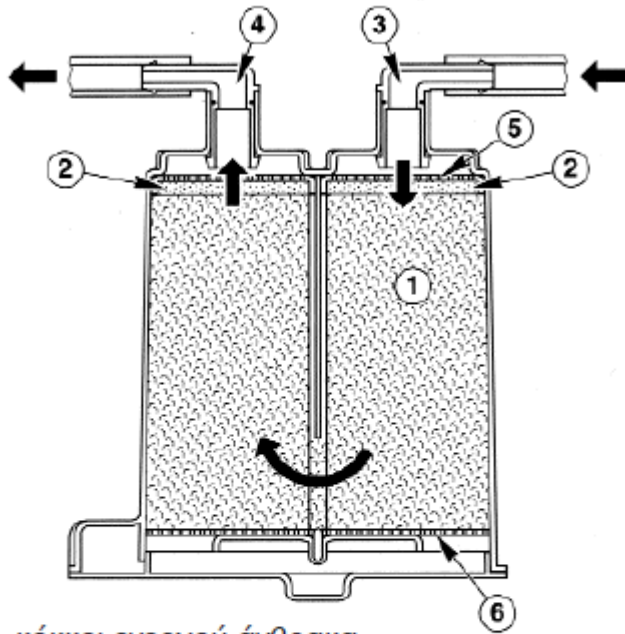
Η πρώτη βαλβίδα (εξερισμού) ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν ανοίγει ώστε οι εκπεμπόμενες αναθυμιάσεις να οδηγηθούν στους θαλάμους καύσης του κινητήρα (Καραπάνος et al., 2012).

Η εξάτμιση ενός καταλυτικού αυτοκινήτου εκπέμπει αναθυμιάσεις οι οποίες είναι περίπου ίσες με αυτές που απομακρύνονται από το ρεζερβουάρ στην διάρκεια ενός έτους.



Εικόνα 3: Δοχείο ενεργού άνθρακα

Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)



1. κόκκοι ενεργού άνθρακα
2. φίλτρο από αφρώδες υλικό
3. σύνδεση βαλβίδας ανατροπής
4. σύνδεση βαλβίδας εξαερισμού
5. πλαστική επιφάνεια
6. μεταλλική επιφάνεια

Εικόνα 4: Τομή φίλτρου ενεργού άνθρακα με βαλβίδα (ACC) και χωρίς ενσωματωμένη βαλβίδα (EVAP)

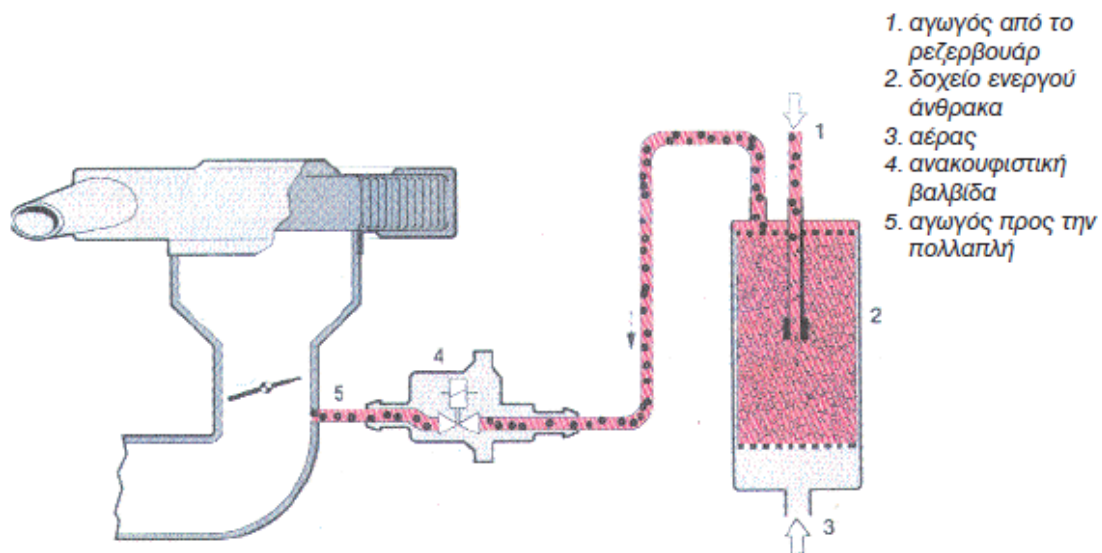
Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)

Όταν στην πολλαπλή εισαγωγής δημιουργείται υποπίεση, στο εσωτερικό του φίλτρου «ενεργού άνθρακα» ή και στον χώρο του κινητήρα βρίσκεται μια βαλβίδα εξαερισμού, η οποία ανοίγει με στόχο οι αναθυμιάσεις της βενζίνης να απομακρύνονται και να οδηγούνται στην πολλαπλή εισαγωγής για να αναμειχθούν με τον αέρα ο οποίος απορροφάτε. Η συγκεκριμένη διάταξη παρουσιάζεται στην Εικόνα 5.

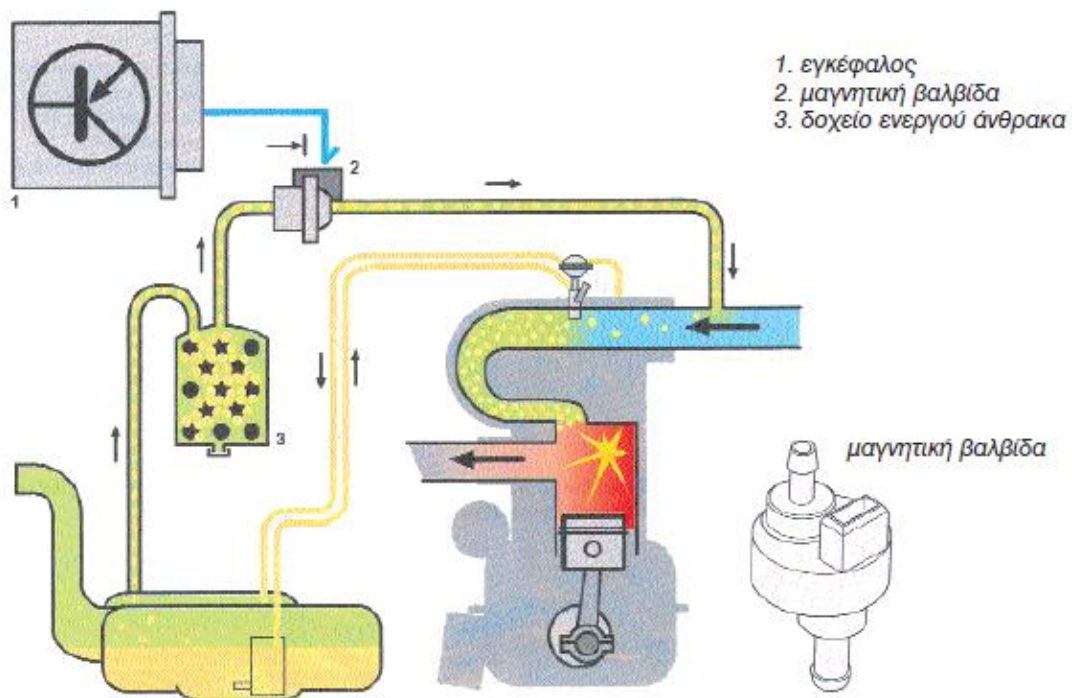
Ένας άλλος τύπος βαλβίδας εξαερισμού είναι η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ελέγχου αναθυμιάσεων (PCSV) η οποία ελέγχει την ποσότητα των αναθυμιάσεων σύμφωνα με τα φορτία του κινητήρα (Εικόνα 6). Ο εγκέφαλος του συστήματος ψεκασμού καυσίμου ελέγχει τη ρυθμιστική βαλβίδα ανάλογα με την κατάσταση λειτουργίας του κινητήρα και παράλληλα κατά την λειτουργία του κινητήρα σε μεσαίες στροφές ενεργοποιεί την βαλβίδα εξαερισμού του δοχείου παρέχοντας ρεύμα.

Όταν ο κινητήρας λειτουργεί στο ρελαντί η βαλβίδα εξαερισμού του δοχείου ενεργού άνθρακα παραμένει κλειστή. Επίσης κατά την εκκίνηση η ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα εξαερισμού είναι κλειστή και ανοίγει όταν θερμανθεί ο κινητήρας.

Όταν ανοίξει η βαλβίδα εξαερισμού του δοχείου ενεργού άνθρακα εμπλουτίζεται το καύσιμο μείγμα εξαιτίας των αναθυμιάσεων καυσίμου που εισρέουν στην πολλαπλή εισαγωγής. Με σκοπό την μη δημιουργία πλούσιου μείγματος μειώνεται το καύσιμο που ψεκάζεται μέσω του εγκεφάλου του συστήματος ψεκασμού (Καραπάνος et al., 2012).



Εικόνα 5 Ανακούφιση δοχείου ενεργού άνθρακα
 Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)

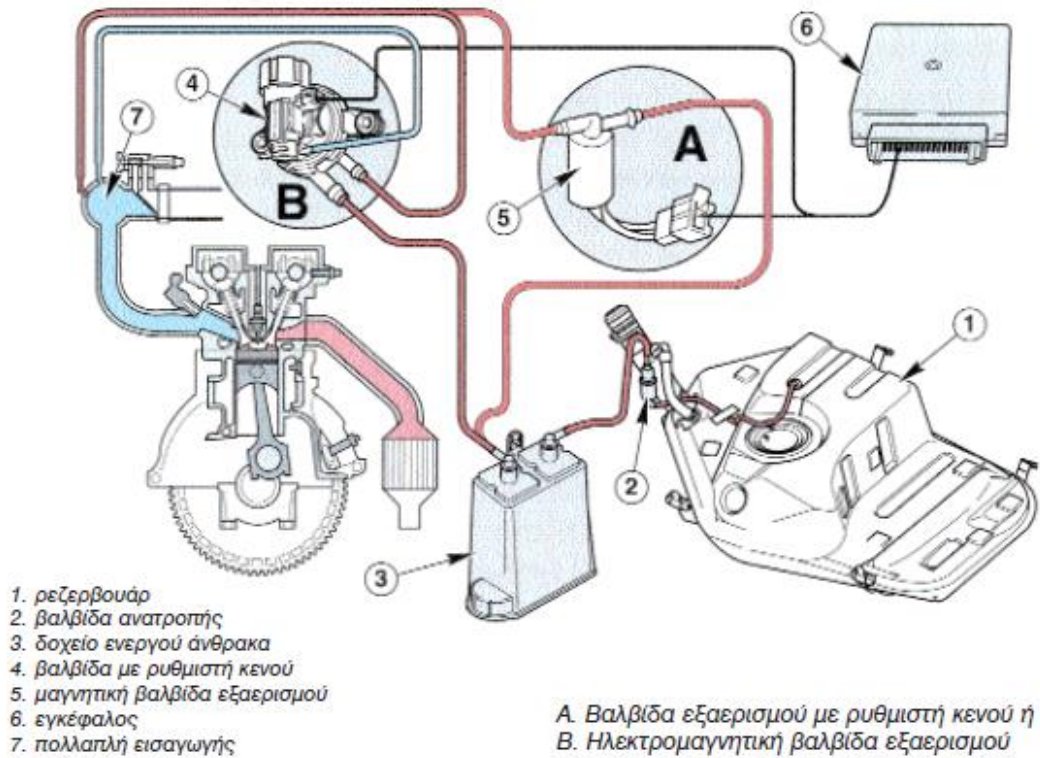


Εικόνα 6: Εξαερισμός ρεζερβουάρ
 Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)

Κατά τον ανεφοδιασμό με καύσιμο η πίεση στο εσωτερικό του ρεζερβουάρ γίνεται ίση με την πίεση που επικρατεί στο περιβάλλον. Όταν κλείσει η τάπα του ρεζερβουάρ βενζίνης η πίεση αυξάνεται μέσα σε αυτό. Για να μην παρατηρηθεί διαρροή των αναθυμιάσεων στο περιβάλλον η τάπα του ρεζερβουάρ διαθέτει μια αντεπίστροφη βαλβίδα.

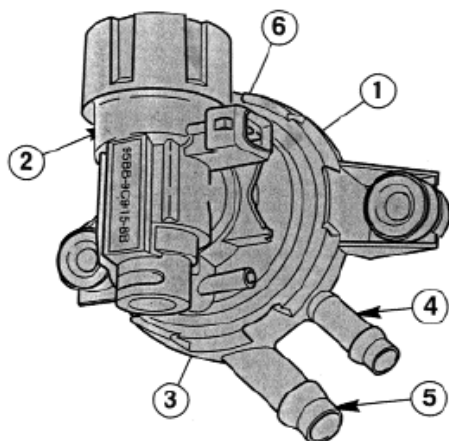
Κατά την λειτουργία του κινητήρα όταν ανοίγει η βαλβίδα που συνδέει το δοχείο «ενεργού άνθρακα» με το ρεζερβουάρ, οι αναθυμιάσεις που έχουν μαζευτεί στο δεύτερο κατευθύνονται προς το δοχείο (Εικόνα 7).

Στην περίπτωση που υπάρξει υποπίεση εξαιτίας της στάθμης του καυσίμου ή της ψύξης του ρεζερβουάρ είναι απαραίτητη η εισαγωγή αέρα από το περιβάλλον στο ρεζερβουάρ ώστε να αποφευχθεί η παραμόρφωση του καυσίμου. Αυτό πραγματοποιείται με το άνοιγμα μιας διαφορετικής βαλβίδας μονής κατεύθυνσης. Σε κάποια αυτοκίνητα στο ρεζερβουάρ καυσίμου υπάρχει μια βαλβίδα η οποία βοηθάει στο να εισάγεται ή να εξάγεται αέρας από αυτό (Καραπάνος et al., 2012).



Εικόνα 7: Είδη βαλβίδων εξαερισμού και η συνδεσμολογία τους
 Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)

1. διάφραγμα
2. ρυθμιστής κενού
3. σύνδεση υποπίεσης
4. προς πολλαπλή
5. από το δοχείο EVAP
6. ηλεκτρική σύνδεση



Εικόνα 8: Βαλβίδα εξαερισμού με υποπίεση
 Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)

Όπως παρατηρούμε στην παραπάνω εικόνα (Εικόνα 8) η βαλβίδα εξαερισμού του δοχείου ενεργού άνθρακα διαθέτει ένα διάφραγμα και ένα ρυθμιστή κενού. Η βαλβίδα ανοίγει μόνο όταν στην πολλαπλή εισαγωγής έχει αναπτυχθεί υποπίεση συγκεκριμένης τιμής.

Ο ρυθμιστής κενού δέχεται υποπίεση από την πολλαπλή εισαγωγής. Στη σύνδεση για το σωληνάκι υπάρχει μια μικρή οπή ελέγχου με την οποία η βαλβίδα ελέγχου αποσυνδέεται από την πίεση της πολλαπλής εισαγωγής. Η υποπίεση ασκείται στο μεταλλικό έλασμα της βαλβίδας που πιέζεται πάνω στην επίπεδη έδρα βαλβίδας με την δύναμη του ελατηρίου. Η υποπίεση μειώνεται με την εισροή αέρα από το περιβάλλον.

Στην περίπτωση αυτή η βαλβίδα παραμένει κλειστή γιατί δεν μπορεί να ανοίξει η έδρα της βαλβίδας.

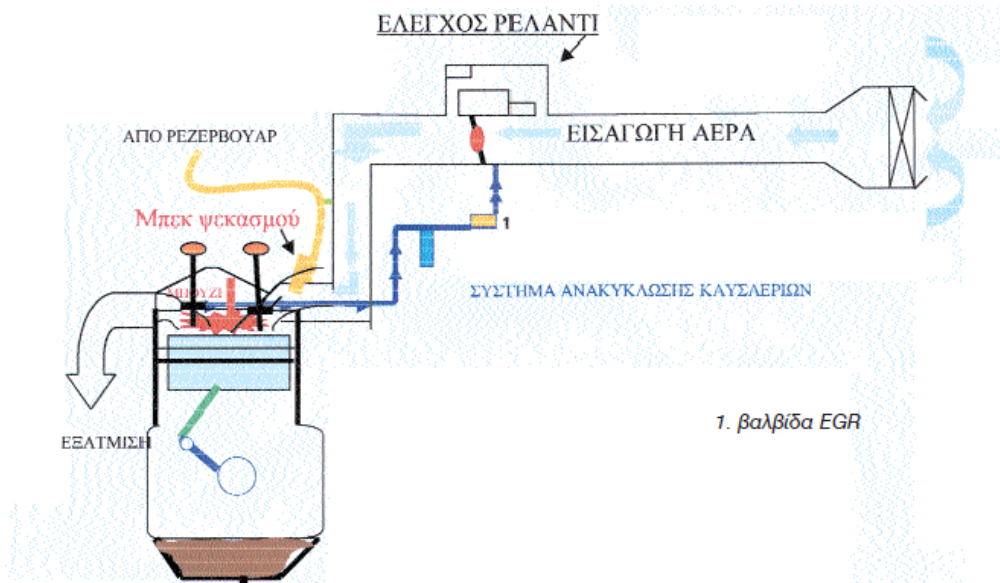
Όταν ο ρυθμιστής κενού ελέγχεται από τον εγκέφαλο του συστήματος ψεκασμού και ενεργοποιείται με ηλεκτρικούς παλμούς το μαγνητικό πεδίο του πηνίου αυξάνει την δύναμη κλεισίματος της βαλβίδας που έχει επίπεδη έδρα καθώς το σιδερένιο έλασμα της βαλβίδας έλκεται μαγνητικά. Έτσι δημιουργείται υποπίεση που παράγει μια ελεγχόμενη δύναμη για το άνοιγμα της βαλβίδας στη μονάδα διαφράγματος (Καραπάνος et al., 2012).

2.1.2 Σύστημα ανακυκλοφορίας καυσαερίων EGR

Ένας τρόπος μείωσης των οξειδίων του αζώτου τα οποία παράγονται όταν επικρατούν υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες κατά την καύση είναι η ανακυκλοφορία των καυσαερίων μέσω της οποίας μειώνονται κατά 30%. Αυτό συμβαίνει όταν μια μικρή ποσότητα καυσαερίων ανακυκλοφορούν στην πολλαπλή εισαγωγής, η θερμοκρασία μειώνεται στους θαλάμους καύσης. Αυτή η ανακυκλοφορία των καυσαερίων ελέγχεται από την βαλβίδα επανακυκλοφορίας των καυσαερίων, που ονομάζεται EGR και είναι τοποθετημένη στον σωλήνα που συνδέει τις δύο πολλαπλές (εισαγωγής και εξαγωγής), όπως φαίνεται στην Εικόνα 9.

Μέσα στον θάλαμο καύσης η θερμοκρασία μειώνεται καθώς εισέρχονται καυσαέρια τα οποία είναι σε χαμηλές θερμοκρασίες (600 °C). Αυτό οδηγεί και στην μείωση των οξειδίων του αζώτου.

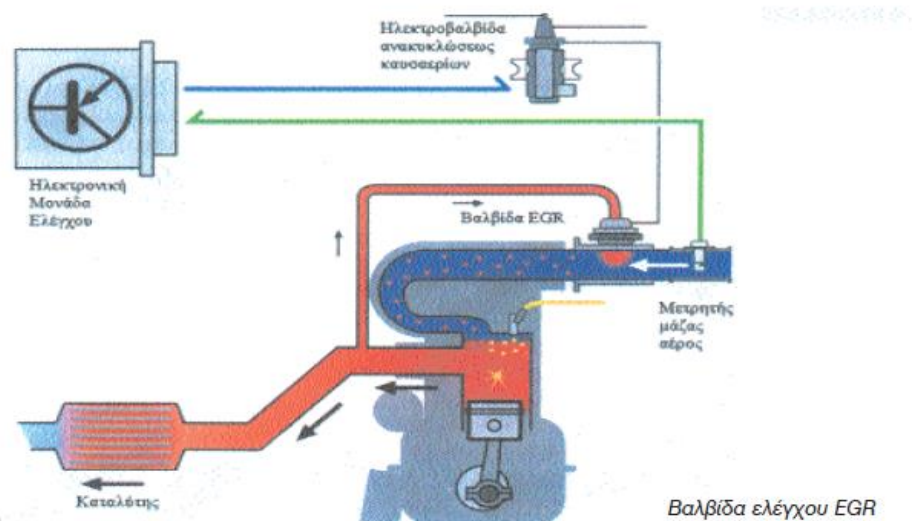
Στην λειτουργία του κινητήρα στο ρελαντί ή σε υψηλές στροφές δεν πραγματοποιείται ανακυκλοφορία των καυσαερίων (Καραπάνος et al., 2012).



Εικόνα 9: Σύστημα ανακύκλωσης καυσαερίων EGR

Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)

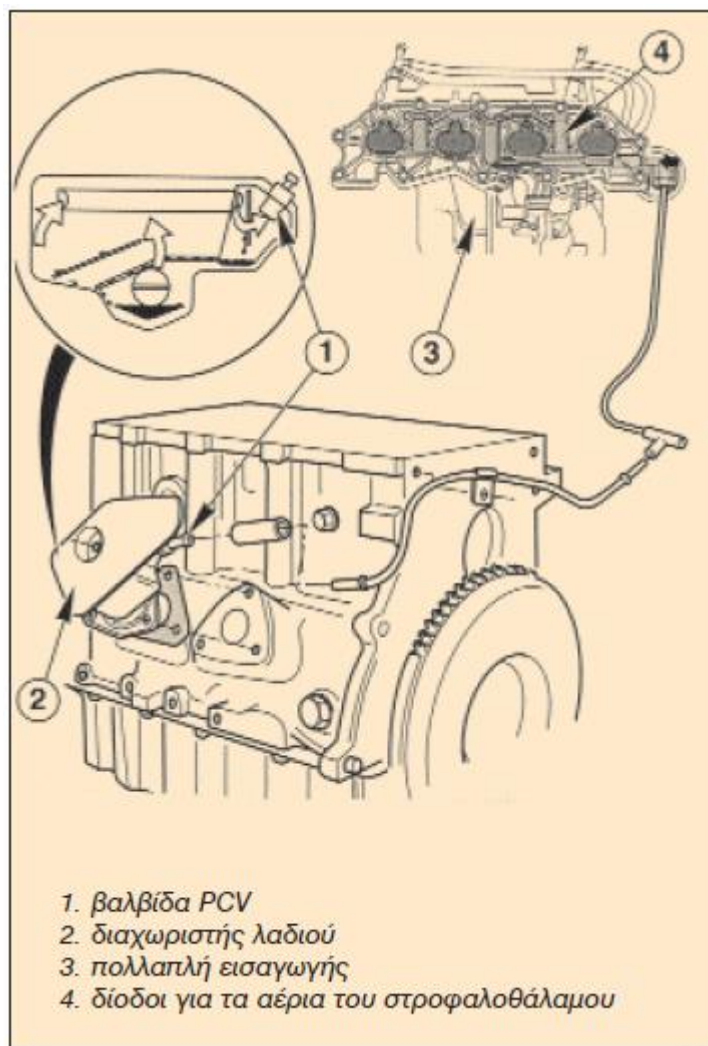
Υπάρχει ο εγκέφαλος του συστήματος ανακυκλοφορίας των καυσαερίων, ο οποίος ελέγχει όλη αυτή την διαδικασία και την διέλευση των καυσαερίων προς την πολλαπλή εισαγωγής, ανοιγοκλείνοντας την βαλβίδα ελέγχου (EGR). Αυτή η ανακυκλοφορία των καυσαερίων διακρίνεται την Εικόνα 10.



Εικόνα 10: Ανακυκλοφορία καυσαερίων

Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)

2.1.3 Σύστημα θετικού εξαερισμού στροφαλοθαλάμου PCV



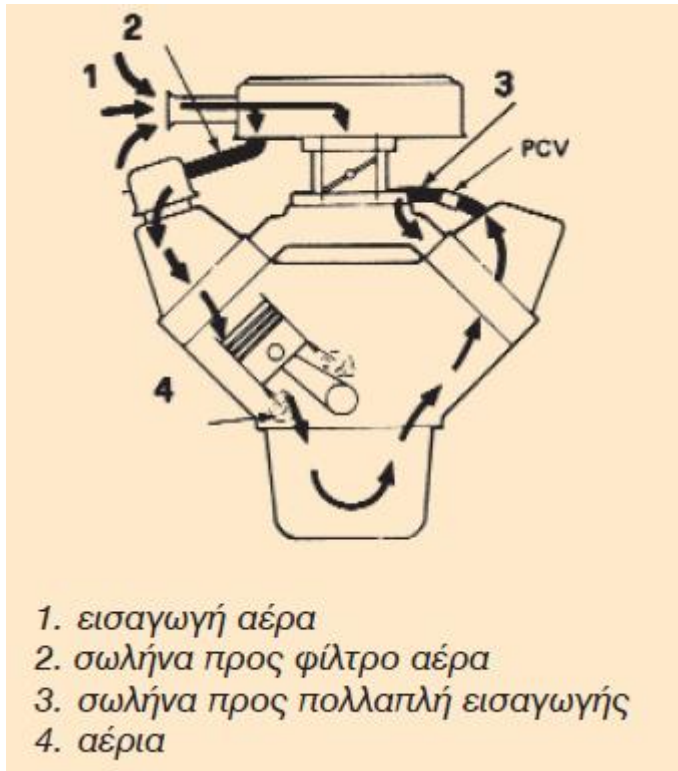
Εικόνα 11: Εξαερισμός στροφαλοθαλάμου

Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)

Κατά την λειτουργία του κινητήρα του αυτοκινήτου δημιουργούνται ατμοί λαδιού και αέρια που προέρχονται από τον θάλαμο που γίνεται η καύση. Η απομάκρυνσή τους είναι απαραίτητη για την λειτουργία του κινητήρα για να μην δημιουργηθεί μεγάλη πίεση εσωτερικά στον στροφαλοθάλαμο. Για τον λόγο αυτό υπάρχει το σύστημα του θετικού εξαερισμού του στροφαλοθαλάμου το οποίο με την χρήση της βαλβίδας υποπίεσης PCV και του διαχωριστή λαδιού, οδηγεί τις αναθυμιάσεις στην πολλαπλή εισαγωγής. Στην ουσία διέρχονται μέσα από αυτά (Εικόνα 11).

Η βαλβίδα εξαερισμού του συστήματος βρίσκεται πάνω στο καπάκι των βαλβίδων. Στο εσωτερικό της υπάρχει ένα ελατήριο το οποίο ελέγχει το άνοιγμά της. Έτσι ελέγχεται και η ροή των αναθυμιάσεων, οι οποίες εισάγονται πριν από την πεταλούδα του γκαζιού. Μόνο όταν η πίεση είναι θετική η συγκεκριμένη βαλβίδα ανοίγει. Το άνοιγμα της πεταλούδας του γκαζιού επιφέρει και το άνοιγμα της βαλβίδας PCV.

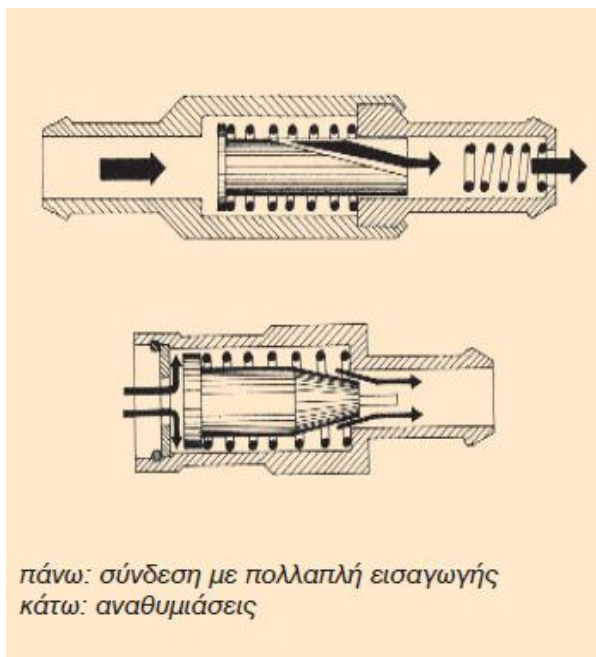
Τα προηγούμενα χρόνια όταν δεν υπήρχε το σύστημα θετικού εξαερισμού του στροφαλοθαλάμου οι αναθυμιάσεις διοχετεύονταν στο περιβάλλον με αποτέλεσμα την ρύπανσή του με άκαυστους υδρογονάνθρακες (Καραπάνος et al., 2012).



Εικόνα 12: Αερισμός στροφαλοθαλάμου

Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)

Σε άλλα συστήματα ψεκασμού, αναρροφάται αέρας στο στροφαλοθάλαμο στις μεσαίες στροφές και συμπαρασύρει τα αέρια που προωθούνται στην πολλαπλή εισαγωγής μέσω της βαλβίδας PCV η οποία βρίσκεται στο καπάκι του εκκεντροφόρου (Εικόνα 12, Εικόνα 13).



Εικόνα 13: Είδη βαλβίδων PCV

Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)

2.2 Καταλύτες καυσαερίων

Οι πιο βλαβερές ουσίες, τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά, εκπέμπονται από την εξάτμιση. Έτσι ένα πολύ μεγάλο μέρος των προσπαθειών των κατασκευαστών συγκεντρώθηκε στον περιορισμό των εκλυόμενων ρύπων με χημικά ή και μηχανικά (παγίδες καπνού) μέσα. Η αποτελεσματικότερη λύση που έχουν να προτείνουν μέχρι τώρα, είναι οι καταλύτες που ξεκίνησαν από το 1970 να χρησιμοποιούνται στις Η.Π.Α. Η ρύθμιση του κινητήρα με τρόπο που να επιτυγχάνεται η μικρότερη δυνατή εκπομπή άκαυτων υδρογονανθράκων και μονοξειδίου του άνθρακα οδηγεί στην σημαντική αύξηση της εκπομπής οξειδίων του αζώτου και αντιστρόφως. Αυτή ήταν και η σημαντικότερη αιτία για την χρησιμοποίηση των καταλυτών, καθώς η τεχνολογία των κινητήρων ακόμα και σήμερα δεν είναι δυνατό να επιτύχει την βελτίωση της καύσης σε τέτοιο βαθμό που να μειώνονται οι εκπομπές των 3 βασικών ρύπων σε επίπεδα ανάλογα με αυτά που επιτυγχάνονται με τους καταλύτες.

Ο καταλύτης είναι ένα εξάρτημα το οποίο τοποθετείται στην εξάτμιση του αυτοκινήτου και αποτελείται από ένα μεταλλικό περίβλημα μέσα στο οποίο υπάρχει ένα πορώδες κεραμικό υλικό επικαλυμμένο σ' όλη του την επιφάνεια με κάποιο ευγενές μέταλλο (πλατίνα, παλλάδιο ή ρόδιο). Τα καυσαέρια κατά την έξοδό τους από τον κινητήρα περνούν μέσα από τους πόρους του καταλύτη, που παρεμβάλλεται στη μοναδική διέξοδό τους προς την ατμόσφαιρα, κι' έρχονται σε επαφή με την επιφάνεια του υλικού που βρίσκεται στο εσωτερικό του. Έτσι επιτυγχάνεται η οξειδωσή τους (τα ευγενή μέταλλα υποβοηθούν ορισμένες χημικές αντιδράσεις χωρίς να συμμετέχουν σ' αυτές) μετατρέποντάς τα σε ακίνδυνες (ή τουλάχιστον λιγότερο επικίνδυνες), για τον άνθρωπο και το περιβάλλον ουσίες. Το ρόδιο υποβοηθεί την εξουδετέρωση των οξειδίων του αζώτου και η πλατίνα και το παλλάδιο την εξουδετέρωση των άκαυτων υδρογονανθράκων και του μονοξειδίου του άνθρακα. Οι καταλύτες που υπάρχουν είναι δύο ειδών: **οξειδωτικοί καταλύτες**, οι οποίοι εξουδετερώνουν μόνο το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) και τους υδρογονάνθρακες (HC), με οξειδωση και **τριοδικούς καταλύτες**, οι οποίοι εξουδετερώνουν και τους τρεις ρύπους (πρώτα γίνεται αναγωγή του NO_x και μετά οξειδωση των CO και HC).

Υπάρχουν ορισμένες προδιαγραφές που πρέπει να καλύπτουν τα αυτοκίνητα με βενζινοκινητήρες ως προς τους τρεις βασικούς ρύπους που εκλύουν. Οι προδιαγραφές αυτές ποικίλουν και εξαρτώνται απ' τον κυβισμό του αυτοκινήτου, το βάρος του, τη νομοθεσία κάθε χώρας και το χρόνο εφαρμογής τους. Για να επιτευχθούν τα αυστηρότερα αμερικανικά και ευρωπαϊκά όρια χρησιμοποιούνται οι τριοδικοί καταλύτες και μάλιστα στην πιο σύνθετη μορφή τους, αυτήν που ονομάζεται **ρυθμιζόμενος τριοδικός καταλύτης**. Πρόκειται για καταλύτες στους οποίους υπάρχει ένας ειδικός αισθητήρας (αισθητήρας λ) που μετράει το ποσοστό του οξυγόνου στα καυσαέρια. Ο αισθητήρας λ στέλνει τις σχετικές πληροφορίες στον ηλεκτρονικό υπολογιστή που ελέγχει το σύστημα τροφοδοσίας, το οποίο ρυθμίζει συνεχώς το καύσιμο μίγμα έτσι ώστε να υπάρχει μια σταθερή και συγκεκριμένη αναλογία αέρα/καυσίμου (στοιχειομετρική) γιατί μόνο σ' αυτή την περίπτωση λειτουργεί σωστά ο καταλύτης (Μανίκας, Σταυρόπουλος, 2000).

Η αναλογία αυτή είναι διαφορετική από εκείνη με την οποία επιτυγχάνεται η βέλτιστη απόδοση του κινητήρα. Σε αυτό οφείλεται το ότι τα αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν καταλύτη έχουν ελαφρά μεγαλύτερη κατανάλωση και μικρότερη απόδοση από τα αντίστοιχα μοντέλα χωρίς καταλύτη. Γι' αυτόν τον λόγο η τυχόν αφαίρεση του καταλύτη δεν σημαίνει και την βελτίωση της απόδοσης του κινητήρα, αφού η πτώση της απόδοσης που οφείλεται μόνο στην παρεμβολή του καταλύτη στην εξάτμιση είναι πολύ μικρή. Το μεγαλύτερο ποσοστό της πτώσης της απόδοσης

οφείλεται στην ρύθμιση του κινητήρα, η οποία φυσικά παραμένει και μετά την αφαίρεση του καταλύτη. Αυτή η μείωση της απόδοσης συχνά μεταφράζεται σε μικρότερη ροπή αλλά όχι πάντα σε μικρότερη ισχύ, γιατί πολλοί κατασκευαστές αντισταθμίζουν την απώλεια ισχύος με αύξηση του μέγιστου αριθμού στροφών.

Η ανάγκη για συνεχή ρύθμιση του μίγματος έχει οδηγήσει σε χρησιμοποίηση συστημάτων ψεκασμού στη μεγάλη πλειοψηφία των αυτοκινήτων με ρυθμιζόμενο τριοδικό καταλύτη, αυξάνοντας έτσι και το κόστος του συστήματος τροφοδοσίας σε σχέση με το κλασικό καρμπιρατέρ. Ελάχιστα μόνο καταλυτικά αυτοκίνητα με καρμπιρατέρ υπάρχουν και σ' αυτήν όμως την περίπτωση πρόκειται για ηλεκτρονικά ρυθμιζόμενα καρμπιρατέρ, που είναι αρκετά πολύπλοκα και το κόστος τους δεν είναι και πολύ χαμηλότερο από των συστημάτων ψεκασμού.

Στα καταλυτικά αυτοκίνητα επίσης, είναι απαραίτητη η χρήση της αμόλυβδης βενζίνης, καθώς ο μόλυβδος καταστρέφει τον καταλύτη. Ο λόγος της χρήσης της αμόλυβδης βενζίνης είναι ο παραπάνω, δηλαδή ότι ο καταλύτης το απαιτεί και όχι το γεγονός ότι είναι καλύτερη στην ποιότητα από την βενζίνη με μόλυβδο.

Παρόλο που δεν περιέχει μόλυβδο που είναι τοξικός, περιέχει πολύ μεγαλύτερο ποσοστό αρωματικών υδρογονανθράκων, πολλοί από τους οποίους είναι καρκινογόνοι. Η αύξηση της περιεκτικότητας της αμόλυβδης βενζίνης σε αρωματικούς υδρογονάνθρακες είναι αναγκαία για την αύξηση του αριθμού οκτανίου που μειώθηκε με την κατάργηση του μολύβδου (Βάρδακας, Τζιαφέρης, 1999).

Παρατηρούμε δηλαδή, ότι τόσο η σούπερ βενζίνη όσο και η αμόλυβδη βενζίνη βρίσκονται τελικά στον ίδιο παρονομαστή από την άποψη της ποιότητας και της ποσότητας των ρύπων που εκλύουν κατά την καύση τους.

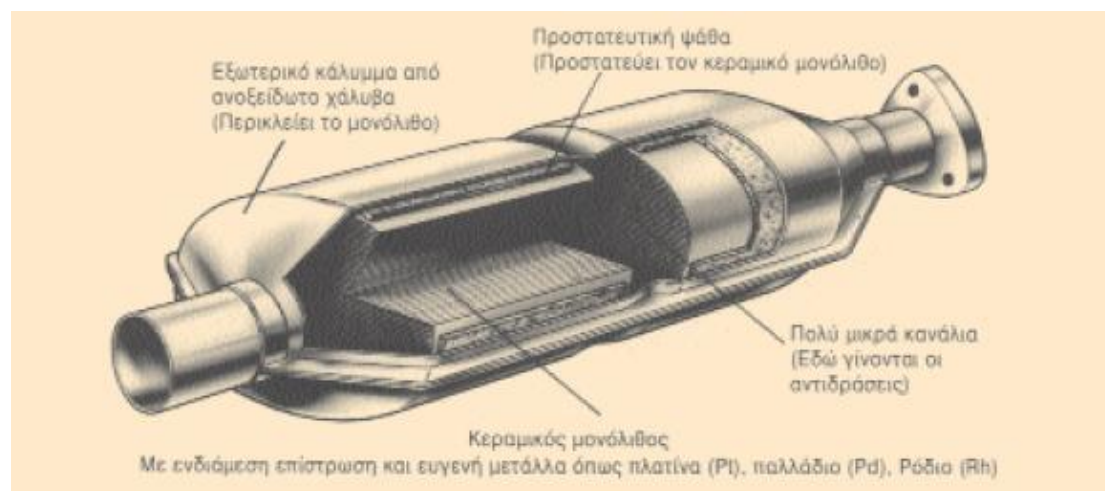
Ο συνδυασμός αμόλυβδης βενζίνης με τη χρησιμοποίηση καταλύτη μειώνει σημαντικά τους τρεις βασικούς ρύπους. Ιδιαίτερα σημαντικό είναι το γεγονός ότι η τεχνολογία των καταλυτών είναι ευαίσθητη σε μεγάλο βαθμό στις εξωτερικές επιδράσεις. Ακόμη, για την σωστή λειτουργία του καταλύτη είναι απαραίτητη η άψογη ρύθμιση του κινητήρα, ώστε να λειτουργεί πάντα με στοιχειομετρικό μίγμα. Κάθε απόκλιση από την σωστή ρύθμιση έχει σαν αποτέλεσμα τη σημαντική αύξηση της ρύπανσης.

Η κακή λειτουργία του κινητήρα και η ατελής καύση του καυσίμου μέσα σ' αυτόν μπορεί να έχει σαν συνέπεια τη συνέχιση της καύσης μέσα στον καταλύτη ο οποίος βρίσκεται σε υψηλή θερμοκρασία, με την θερμοκρασία αυτή να μπορεί να φτάσει τους 1.200 °C και να καταστρέψει τον καταλύτη. Η ιδανική θερμοκρασία λειτουργίας των καταλυτών είναι γύρω στους 800 °C. Από τους 800 μέχρι τους 1000 βαθμούς υπεισέρχεται ο παράγοντας της αποκαλούμενης «θερμικής κόπωσης» και πάνω από τους 1000 έρχεται η καταστροφή. Οι σημερινοί καταλύτες πάντως μπορούν να λειτουργήσουν χωρίς πρόβλημα ακόμα και στους 1000 °C. Τέλος στις υψηλές θερμοκρασίες τα καυσαέρια παρασύρουν κάποια μόρια του υλικού της εσωτερικής επιφάνειας του καταλύτη (ρόδιο, πλατίνα, λευκόχρυσος), τα οποία εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα.

Να σημειωθεί τέλος, ότι η υιοθέτηση του καταλύτη (από το 1975 και μετά), έχει μέχρι σήμερα αποτρέψει την επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με 30 εκατομμύρια τόνους υδρογονάνθρακες, 150 εκατομμύρια τόνους μονοξείδιο του άνθρακα και 10 εκατομμύρια τόνους οξείδια του αζώτου (Μανίκας, Σταυρόπουλος, 2000).

Αν κοιτάξει κανείς κάτω από ένα σύγχρονο αυτοκίνητο καταλυτικής τεχνολογίας θα διακρίνει εύκολα στο σύστημα απαγωγής καυσαερίων, δηλαδή στην εξάτμιση και σχετικά κοντά στην πολλαπλή εξαγωγής ένα καζανάκι σαν αυτό του σιλανσιέ, όπως φαίνεται στην Εικόνα 14. Το συγκεκριμένο σύστημα περιέχει τον καταλυτικό μετατροπέα με τον οποίο μειώνονται οι ρύποι των καυσαερίων. Στο επάνω του μέρος

υπάρχει μια καλή μόνωση για να μην επηρεάζεται το κάτω μέρος του αυτοκινήτου από υψηλές θερμοκρασίες.



Εικόνα 14: Καταλυτικός μετατροπέας αυτοκινήτου

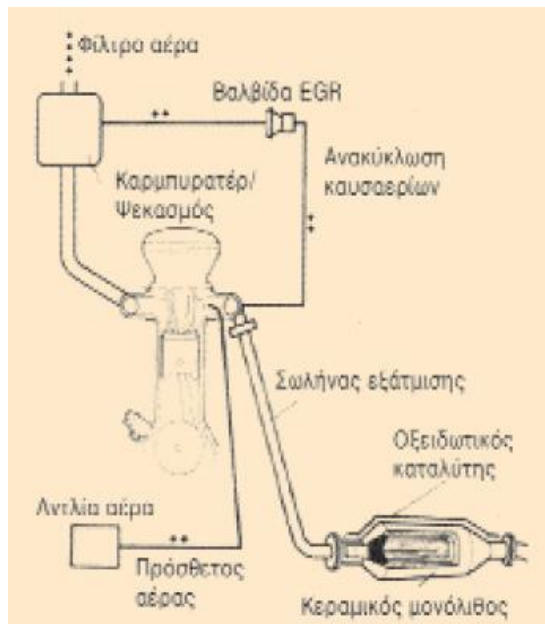
Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)

Με τον όρο καταλύτη αναφερόμαστε σε ένα υλικό το οποίο παρόλο που δεν λαμβάνει μέρος σε μια αντίδραση, αυξάνει τον ρυθμό με τον οποίο αυτή πραγματοποιείται. Στα αυτοκίνητα σκοπός του είναι η μετατροπή των βλαβερών ρύπων που εκπέμπονται σε φιλικά προς το περιβάλλον, όπως νερό και διοξείδιο του άνθρακα. Παρόλο που το διοξείδιο του άνθρακα θεωρείται από την μια βλαβερό το θεωρούμε εδώ σαν ένα μη τοξικό αέριο.

Καταλύτες βρίσκουμε παντού στην καθημερινή μας ζωή. Καταλύτες υπάρχουν και στο σώμα μας, όπως πχ η πτυελίνη, μια ουσία που βρίσκεται στο σάλιο μας και διευκολύνει τη διάσπαση του αμύλου που τρώμε.

Στα αυτοκίνητα νέας τεχνολογίας χρησιμοποιούμε τους καταλυτικούς μετατροπείς που συχνά ονομάζονται χάρην συντομίας “καταλύτες” προκειμένου να οξειδώσουμε, δηλαδή να κάψουμε ολοκληρωτικά όσους υδρογονάνθρακες (καύσιμο) δεν πρόφτασαν να καούν μέσα στον χώρο καύσης των κυλίνδρων (Εικόνα 15). Τα επιθυμητά καυσαέρια είναι το νερό και το διοξείδιο του άνθρακα. Επίσης, τα οξείδια του αζώτου και το μονοξείδιο του άνθρακα πρέπει να μετατραπούν σε φιλικά προς το περιβάλλον αέρια (Καραπάνος et al., 2012).

Η λειτουργία του κινητήρα σε υψηλές στροφές εμποδίζει την πραγματοποίηση της τέλει καύσης και μια μικρή ποσότητα υδρογονανθράκων, δηλαδή βενζίνης δεν προλαβαίνει να καεί. Για τον ίδιο λόγο ο άνθρακας δεν βρίσκει μερικές φορές σύντομα ένα δεύτερο άτομο οξυγόνου για να ενωθεί και να ολοκληρώσει την καύση του και παραμένει ενωμένος με ένα μόνο άτομο οξυγόνου σχηματίζοντας το δηλητηριώδες μονοξείδιο του άνθρακα CO.

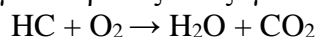


Εικόνα 15: Οξειδωτικός καταλύτης

Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)

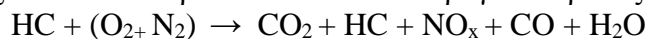
Τέλεια καύση

(Υδρογονάνθρακες + Οξυγόνο → Υδατμοί + Διοξείδιο του Άνθρακα)



Ημιτελής καύση

(Υδρογονάνθρακες+ Ατμοσφαιρικός αέρας → Διοξείδιο του Άνθρακα+ Υδατμοί + Μονοξείδιο του Άνθρακα + Άκαυστοι υδρογονάνθρακες + Οξείδια του Αζώτου)



2.2.1 Οξειδωτικός καταλύτης

Τα δύο αυτά συστατικά των καυσαερίων δηλαδή οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες και το μονοξείδιο του άνθρακα οξειδώνονται με τη χρήση ενός καταλύτη που στην περίπτωση αυτή είναι η πλατίνα ή λευκόχρυσος (Pt) και ο οποίος βρίσκεται ενσωματωμένος στην εξάτμιση του αυτοκινήτου. Όταν τα καυσαέρια έρθουν σε επαφή με την πλατίνα ενώνονται με το οξυγόνο το οποίο φροντίζουμε να υπάρχει κοντά τους. Η καύση ολοκληρώνεται και από την εξάτμιση βγαίνουν σε μεγάλο βαθμό αβλαβή καυσαέρια τα οποία αποτελούνται από διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και νερό (H₂O).

Ένας τέτοιος καταλυτικός μετατροπέας λέγεται οξειδωτικός καταλύτης. Τα παλαιότερα αυτοκίνητα χρησιμοποιούσαν τέτοιου είδους καταλύτη και κυρίως στις ΗΠΑ. Ο οξειδωτικός καταλύτης είχε κάποια μειονεκτήματα. Πρώτον, δεν μπορούσε να επιδράσει στα οξείδια του αζώτου και να τα μετατρέψει σε αβλαβή αέρια και δεύτερον χρειαζόταν μια ειδική αντλία η οποία έστελνε αέρα στον συγκεκριμένο καταλύτη επειδή ήταν απαραίτητος για την ολοκλήρωση της οξείδωσης (Καραπάνος et al., 2012).

2.2.2 Τριοδικός καταλύτης

Ο τριοδικός καταλύτης περιλαμβάνει έναν κεραμικό μονόλιθο μέσα από τον οποίο διέρχονται τα καυσαέρια και ειδικότερα μέσα από τα κανάλια του, τα οποία συνήθως είναι 400 ανά κυβική ίντσα. Ο συγκεκριμένος μονόλιθος είναι κατασκευασμένος από ένα υλικό που αντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες, έχει συντελεστή θερμικής διαστολής μηδέν και ονομάζεται κορδιερίτης. Όλο το σύστημα περιβάλλεται από ένα μεταλλικό περίβλημα και τα μέταλλα που χρησιμοποιούνται ως καταλυτικά ενεργές φάσεις και τα οποία είναι το ρόδιο, ο λευκόχρυσος και το παλλάδιο. Αυτές οι ενεργές φάσεις υποστηρίζονται από μια επίστρωση και συγκεκριμένα το οξειδίο του αργιλίου ($\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$), το οποίο βρίσκεται πάνω στον μονόλιθο και καταλαμβάνει το 20% του βάρους του. Η επιφάνεια της επίστρωσης είναι μεγάλη (100-200 m^2/g) ώστε να διασπαρθούν κατάλληλα οι ενεργές φάσεις και πολλές φορές χρησιμοποιούνται ενισχυτές για την αύξηση της δραστηριότητας και την σταθεροποίηση των ενεργών φάσεων.

Ο τριοδικός καταλύτης περιλαμβάνει και έναν αισθητήρα ο οποίος ελέγχει κάθε στιγμή την συγκέντρωση του οξυγόνου που υπάρχει στα καυσαέρια όταν αυτά εισέλθουν σε αυτόν, τον αισθητήρα λάμδα. Για την επίτευξη της βέλτιστης λειτουργίας του κινητήρα και βέλτιστης καύσης ρυθμίζεται κατάλληλα η αναλογία καυσίμου προς αέρα μέσω ενός ηλεκτρονικού συστήματος.

Κατά την λειτουργία του κινητήρα δημιουργούνται ανεπιθύμητες ενώσεις του αζώτου με το οξυγόνο, δηλαδή τα οξείδια του αζώτου μέσα στον χώρο που πραγματοποιείται η καύση. Ένα αποτέλεσμα της εκπομπής αυτών είναι το νέφος που παρατηρείται κάποιες φορές πάνω από τα αστικά κέντρα (Καραπάνος et al., 2012).

Προσπάθεια των κατασκευαστών κινητήρων αμέσως μετά τον εντοπισμό του παραπάνω ρύπου ήταν η εξάλειψη αυτών των ενώσεων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την αφαίρεση του οξυγόνου από τα οξείδια του αζώτου. Γενικά, στις ενώσεις το φαινόμενο αυτό ονομάζεται αναγωγή και συμβαίνει με την παρουσία ενός καταλύτη από ρόδιο. Αυτό έχει το εξής πλεονέκτημα: αν η αφαίρεση γίνει μέσα στο χώρο του οξειδωτικού καταλύτη, μας προσφέρεται ταυτόχρονα και το απαιτούμενο οξυγόνο που θα χρησιμοποιηθεί για την οξείδωση των άκαυτων υδρογονανθράκων και του μονοξειδίου του άνθρακα (Βάρδακας, Τζιαφέρης, 1999).

Εάν το μείγμα καυσίμου-βενζίνης είναι στοιχειομετρικό, δηλαδή περιέχει ακριβώς τόσο αέρα όσος χρειάζεται για την καύση της συγκεκριμένης ποσότητας βενζίνης, τότε το οξυγόνο που αφαιρείται από το άζωτο είναι ακριβώς αυτό που χρειάζεται για να ολοκληρωθεί η οξείδωση των δύο άλλων ρύπων.

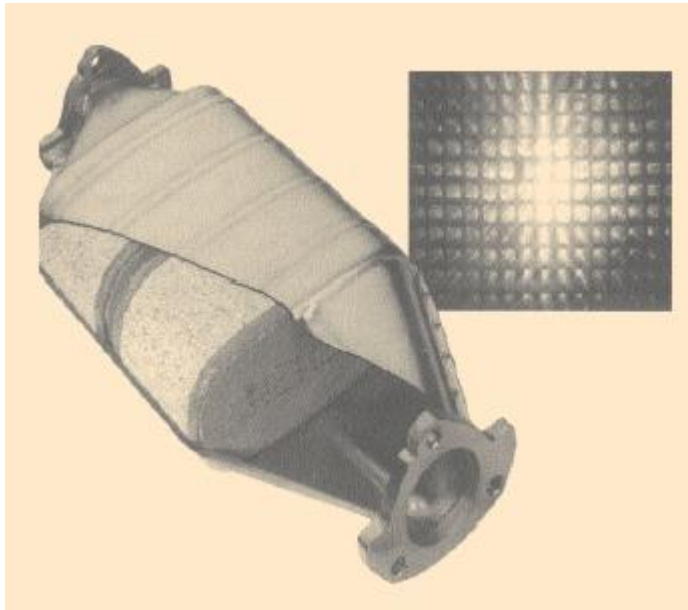
Επομένως τα οξείδια του αζώτου (μονοξείδιο του αζώτου, διοξείδιο του αζώτου και άλλα), το μονοξείδιο του άνθρακα και οι άκαυτοι υδρογονάνθρακες μετατρέπονται με τον καταλυτικό μετατροπέα. Η μετατροπή αυτή γίνεται με την συμβολή του ροδίου και της πλατίνας τα οποία βοηθούν στην αναγωγή και την οξείδωση των αντιδράσεων αντίστοιχα, όπως παρατηρούμε παρακάτω.

Αντιδράσεις αναγωγής και οξείδωσης

- $2\text{NO} + 2\text{CO} \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{CO}_2$ (Μονοξείδιο του αζώτου + Μονοξείδιο του άνθρακα \rightarrow Άζωτο + Διοξείδιο του άνθρακα)
- $2\text{NO} + 2\text{H}_2 \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (Μονοξείδιο του αζώτου + Υδρογόνο \rightarrow Άζωτο + Υδρατμοί (Νερό))
- $2\text{NO} + \text{C}_n\text{H}_m \rightarrow \text{N}_2 + 2\text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ (Μονοξείδιο του αζώτου + Άκαυτοι υδρογονάνθρακες \rightarrow Άζωτο + Διοξείδιο του άνθρακα + Υδρατμοί (Νερό))

(Καραπάνος et al., 2012).

Καταλύτες αυτής της δομής λέγονται τριοδικοί καταλύτες επειδή επενεργούν σε τρία αέρια. (Εικόνα 16).

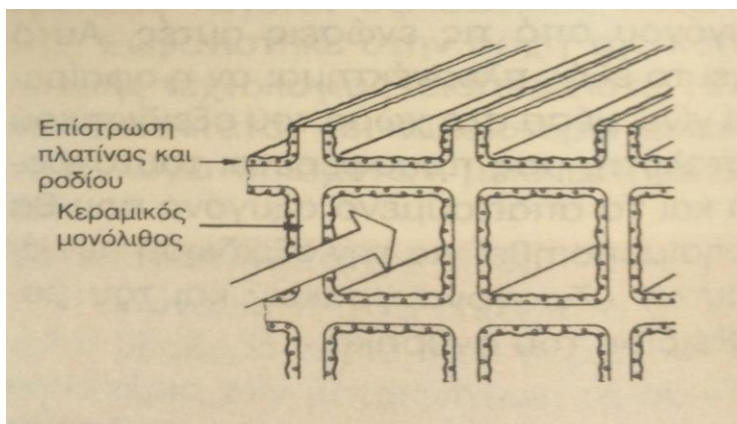


Εικόνα 16: Τριοδικός καταλύτης

Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)

Το ρόδιο και η πλατίνα έχουν σημαντικά οφέλη στην λειτουργία του καταλύτη και η χρήση τους είναι πολύ αποτελεσματική. Αντίθετα, τα πιο παλιά χρόνια υπήρχε στην αρχή ο αναγωγικός καταλύτης για να πραγματοποιηθεί η αναγωγή και έπειτα ο οξειδωτικός για την οξείδωση με την χρήση του οξυγόνου που απελευθεωνόταν από την πρώτη.

Παρακάτω στην Εικόνα 18 παρατηρούμε ένα κεραμικό στοιχείο το οποίο περιλαμβάνεται στον καταλύτη. Στο εσωτερικό του διακρίνουμε πολλά μικρά κανάλια τα οποία έχουν τετραγωνική διατομή, όπως απεικονίζονται στην Εικόνα 17. Το κεραμικό αυτό στοιχείο αποτελεί την επιφάνεια στην οποία ψεκάζονται οι καταλύτες. Στο εσωτερικό των καναλιών αυτών ψεκάζονται σε ένα ιδιαίτερο λεπτό στρώμα για λόγους εξοικονόμησης υλικού τα σπάνια και ακριβά αυτά μέταλλα που αποτελούν τα καταλυτικά στοιχεία δηλαδή η πλατίνα ή το ρόδιο (Καραπάνος et al., 2012).



Εικόνα 17: Διατομή καναλιού

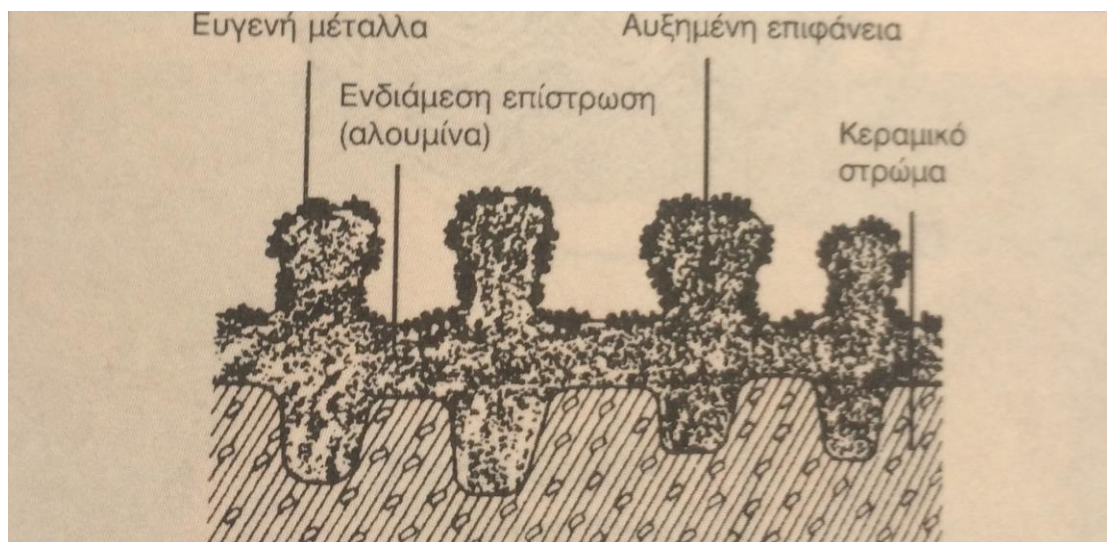
Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)



Εικόνα 18: Κεραμικοί και μεταλλικοί μονόλιθοι

Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)

Με την χρήση του οξειδίου του αργιλίου (Al_2O_3) έχουμε την δυνατότητα να αυξήσουμε την ενεργή επιφάνεια του καταλυτικού μετατροπέα. Αυτό γίνεται με την επίστρωσή του πάνω στα κανάλια με αποτέλεσμα αυτή να συρρικνώνεται και έτσι να δημιουργείται μια μεγάλη επιφάνεια με μέγεθος $10-25 \text{ m}^2/\text{γραμμάριο}$, όπως φαίνεται στην Εικόνα 19. Η αύξηση που προκύπτει από το σύνολο των παραπάνω μέτρων είναι τόσο μεγάλη που σε ένα κέλυφος με μήκος 35 περίπου εκατοστών του μέτρου επιτυγχάνεται ενεργός επιφάνεια στο μέγεθος ενός ή και δύο γηπέδων ποδοσφαίρου.



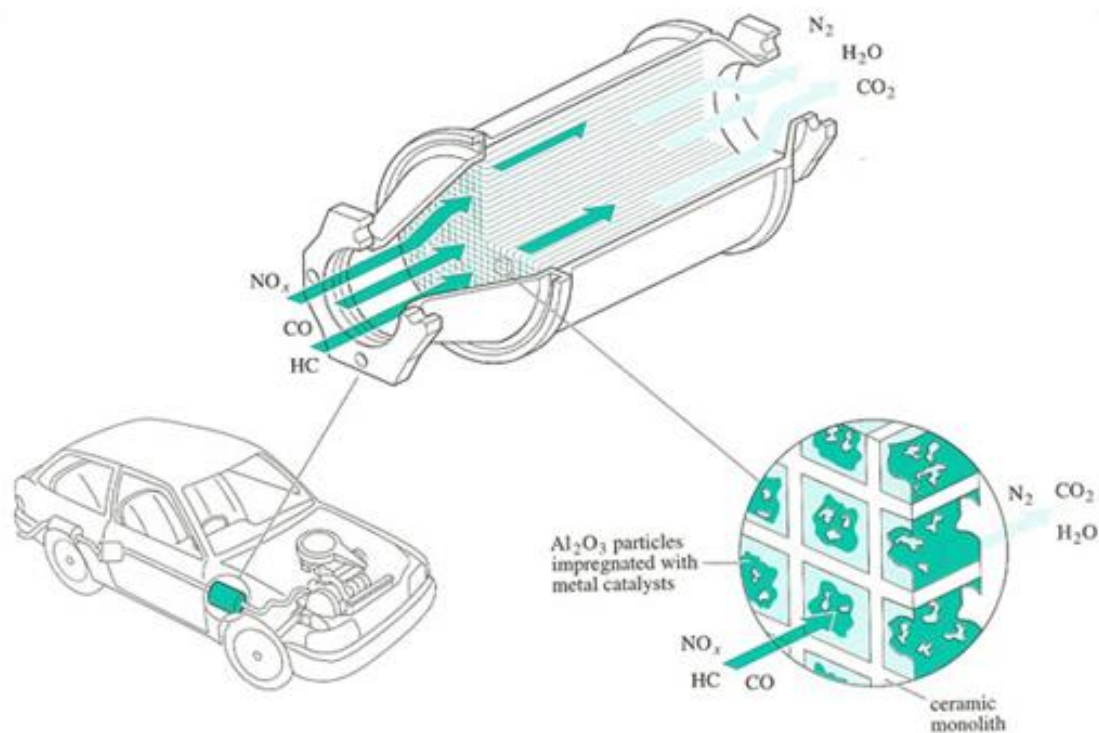
Εικόνα 19: Επίστρωση αλουμίνας

Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)

Στη μεγάλη αυτή επιφάνεια ψεκάζεται ένα τόσο λεπτό στρώμα καταλυτικού υλικού σε μοριακό σχεδόν πάχος, που το συνολικό του βάρος δεν ξεπερνά συχνά τα 2,5 γραμμάρια. Παρ' όλα αυτά η αποτελεσματικότητα του καταλυτικού μετατροπέα είναι εξασφαλισμένη γιατί αρκεί η ελάχιστη επαφή του καυσαερίου με τον καταλύτη για να επιτευχθεί η οξείδωση ή η αναγωγή.

Τα σπάνια και ακριβά ευγενή μέταλλα που χρησιμοποιούνται στους καταλυτικούς μετατροπείς έχουν οδηγήσει στην περισυλλογή και ανάκτηση (ανακύκλωση) της πλατίνας και του ροδίου. Οι διαδικασίες είναι δύσκολες και πολυδάπανες λόγω των πολύ μικρών ποσοτήτων και της δομής των καταλυτικών μετατροπέων, αλλά απαραίτητες στα πλαίσια των γενικότερων προσπαθειών που γίνονται για την χρήση ανακυκλώσιμων υλικών. Ένα άλλο ευγενές μέταλλο που χρησιμοποιείται αντί της πλατίνας ως οξειδωτικός καταλύτης είναι το παλλάδιο (Pd).

Τα οξείδια του χαλκού έχουν την δυνατότητα να μειώσουν το συνολικό κόστος του καταλυτικού μετατροπέα σε σχέση με τα ευγενή μέταλλα, αλλά το μειονέκτημά τους είναι ότι είναι ευαίσθητα σε καύσιμα που περιέχουν θείο (Καραπάνος et al., 2012).



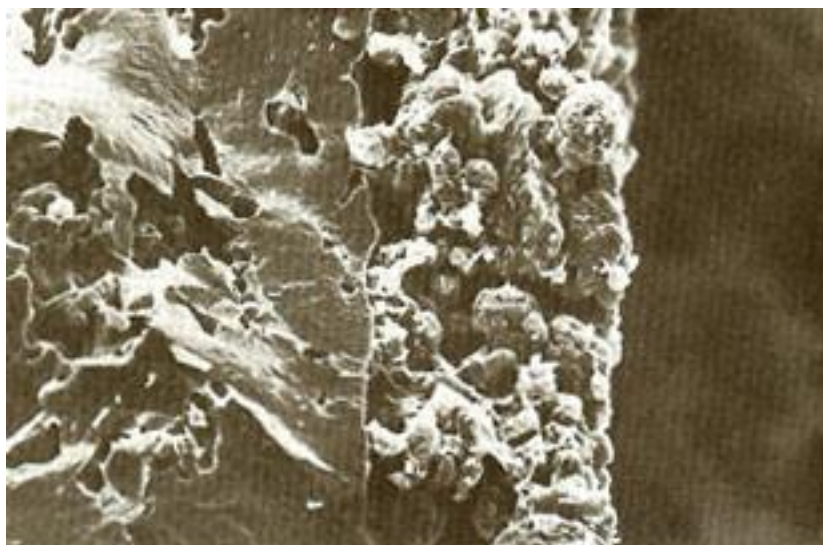
Εικόνα 20: Al₂O₃: Οξείδιο του αργιλίου

Πηγή: <http://www.open.edu/openlearn/ocw/mod/oucontent/view.php?id=2492&printable=1>

Ο τριοδικός καταλύτης που φαίνεται στην Εικόνα 20, είναι γενικά ένα πολυσύνθετο υλικό, που περιέχει πολύτιμα μέταλλα ροδίου, πλατίνα και (σε μικρότερο βαθμό) παλλάδιο, οξείδιο του δημητρίου (CeO₂), γ-αλουμίνιο (Al₂O₃), και άλλα οξείδια μετάλλων. Τυπικά αποτελείται από ένα κεραμικό μονόλιθο κορδιερίτη (2Mg.2Al₂O₃.5SiO₂) με ισχυρά πορώδη τοιχώματα που περικλείουν μια σειρά από παράλληλα κανάλια. Ένας τυπικός μονόλιθος έχει 64 ανοίγματα καναλιών ανά cm² (400 ανά κυβική ίντσα). Ο σχεδιασμός αυτός επιτρέπει την υψηλή ροή των καυσαερίων κορδιερίτη που χρησιμοποιείται επειδή μπορεί να αντέξει τις υψηλές θερμοκρασίες των καυσαερίων και τον υψηλό ρυθμό θερμικής διαστολής που συναντάται όταν ξεκινάει ο κινητήρας - συνήθως, η θερμοκρασία των καυσαερίων μπορεί να φτάσει τους εκατό βαθμούς σε λιγότερο από ένα λεπτό. Χρησιμοποιούνται επίσης μεταλλικοί μονόλιθοι, ιδιαίτερα για μικρούς μετατροπείς, αλλά είναι ακριβότεροι.

Ο καταλυτικός μετατροπέας σε μεταλλικό δοχείο τοποθετείται στο σύστημα εξάτμισης του οχήματος. Καθώς τα καυσαέρια διέρχονται διαμέσου αυτού, ρέουν διαμέσου των καναλιών στον κεραμικό μονόλιθο, όπου συναντούν τα σωματίδια

αλουμίνας που εμποτίζονται με τους μεταλλικούς καταλύτες (Καραπάνος et al., 2012).



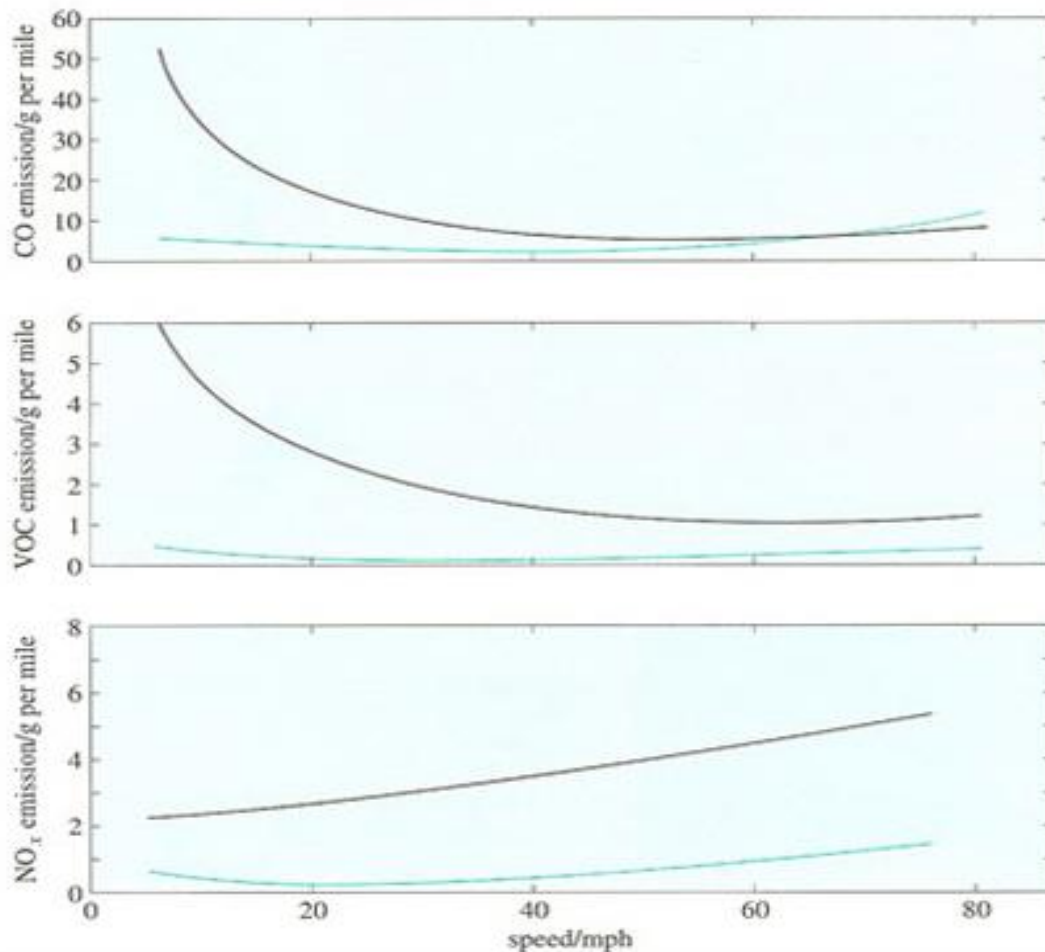
Εικόνα 21: Ηλεκτρονική μικρογραφία διατομής κεραμικού μονόλιθου επικαλυμμένου με επικάλυψη αλουμίνας.

Πηγή: <http://www.open.edu/openlearn/ocw/mod/oucontent/view.php?id=2492&printable=1>

Για την επίτευξη μιας μεγάλης επιφάνειας για κατάλυση, οι εσωτερικές επιφάνειες του μονόλιθου καλύπτονται με ένα λεπτό επίχρισμα (30-50 μm) από ένα εξαιρετικά πορώδες υλικό, γνωστό ως πλέγμα. Η συνολική επιφάνεια είναι τώρα ισοδύναμη με αυτή των περίπου δύο ή τριών γηπέδων ποδοσφαίρου. Το πλέγμα αποτελείται συνήθως από αλουμίνα (70-85%) με ένα μεγάλο εμβαδό επιφάνειας, με οξείδια, όπως ΒαΟ (οξείδιο του βαρίου) και χαρακτηρίζεται ως δομικό στοιχείο (σταθεροποιητής ο οποίος διατηρεί το εμβαδόν επιφάνειας), για παράδειγμα CeO_2 (οξείδιο του δημητρίου), όπως φαίνεται παραπάνω στην Εικόνα 21. Αυτό το σύστημα γίνεται το στήριγμα για τα συστατικά πολύτιμων μετάλλων (Pt, Pd και Rh). Αυτά τα μέταλλα αποτελούν μόνο ένα μικρό κλάσμα (1-2%) της συνολικής μάζας του υποστρώματος, αλλά είναι παρόντα σε μια πολύ διασκορπισμένη μορφή. Γενικώς εφαρμόζονται με εναπόθεση από το διάλυμα, αν και μπορούν να εισαχθούν κατά τη διάρκεια του σχηματισμού του ίδιου του καλύμματος. Οι ακριβείς τυποποιήσεις του καταλύτη είναι, όπως θα περίμενε κανείς, καλά κρυμμένα μυστικά. Ορισμένες συνθέσεις χρησιμοποιούν και τα τρία μέταλλα. Άλλες χρησιμοποιούν Rh (ρόδιο) μαζί με μόνο ένα από τα άλλα δύο, τυπικά Pt (λευκόχρυσος), όπως στην παρούσα γενιά των μετατροπέων Pt-Rh που χρησιμοποιούνται στο Ηνωμένο Βασίλειο, όπου το Pt αποτελεί το 80-90% της συνολικής μάζας πολύτιμων μετάλλων (Καραπάνος et al., 2012).

Απόδοση καταλύτη

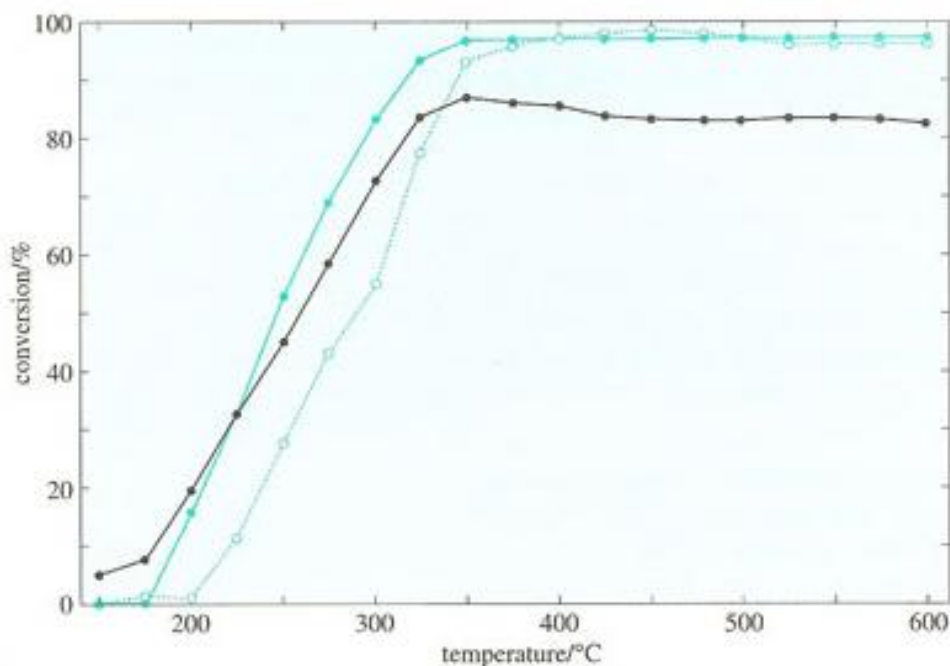
Η παρακάτω εικόνα (Εικόνα 22) δείχνει τη διαφορά στα επίπεδα εκπομπών CO, VOC και NO_x για ένα όχημα, με και χωρίς τριοδικό καταλύτη. Είναι προφανές ότι ο καταλυτικός μετατροπέας μειώνει δραματικά τις εκπομπές και των τριών κατηγοριών ρύπων σε ένα ευρύ φάσμα ταχυτήτων.



Εικόνα 22: Επίπεδα εκπομπών CO, VOC και NO_x για οχήματα με κινητήρα βενζίνης σε συνάρτηση με την ταχύτητα, με (γαλάζιο) και χωρίς (μαύρο) καταλυτικό μετατροπέα τριών δρόμων.

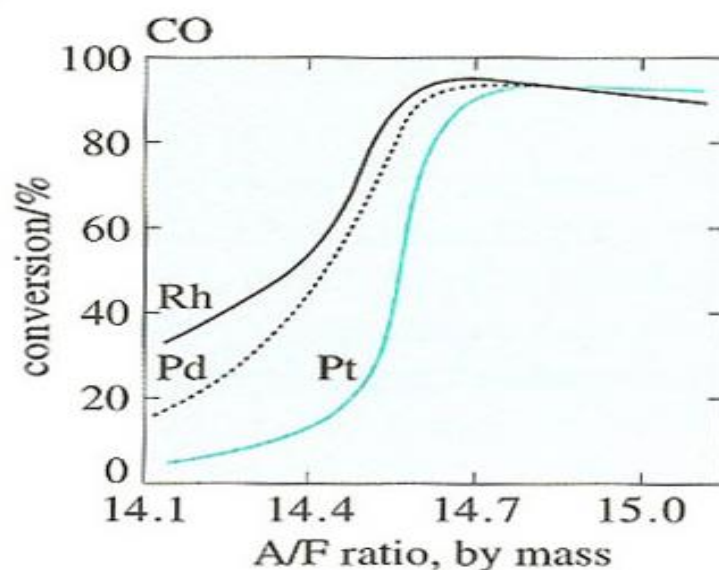
Πηγή: <http://www.open.edu/openlearn/ocw/mod/oucontent/view.php?id=2492&printable=1>

Οι Ομοσπονδιακές και Ευρωπαϊκές Διαδικασίες Ελέγχου χρησιμοποιούνται για να δοκιμάσουν τις εκπομπές από έναν ολοκληρωμένο και έτοιμο μετατροπέα και τον κινητήρα μαζί, για να διασφαλίσουν ότι ένα νέο μοντέλο αυτοκινήτου, για παράδειγμα, θα πληρεί την ισχύουσα νομοθεσία για τις εκπομπές. Κάποιο είδος δοκιμών μικρότερης κλίμακας είναι προφανώς απαραίτητο στο εργαστήριο. Στην έρευνα και ανάπτυξη καταλυτών αυτοκινήτων, η δοκιμή του τεστ εκπληρώνει τη λειτουργία της διαλογής και της σύγκρισης νέων και τροποποιημένων καταλυτών και την εξέταση της απόδοσής τους υπό διαφορετικές συνθήκες. Η διαδικασία διαλογής πρέπει να παρέχει αξιόπιστο μέσο ταυτοποίησης υλικών που θα λειτουργούν ως δραστικοί, επιλεκτικοί και ανθεκτικοί καταλύτες κάτω από συνθήκες αυτοκίνησης. Η προσέγγιση που συνήθως επιτυγχάνεται είναι η μέτρηση της μετατροπής των ρύπων ως συνάρτηση της θερμοκρασίας, χρησιμοποιώντας ένα προσομοιωμένο μίγμα καυσαερίων που ρέει μέσω μιας κλίνης κονιοποιημένου καταλύτη: η ταχύτητα ενός καταλυτικού μετατροπέα (συνήθως χρησιμοποιείται χρόνος επαφής για τα αέρια με τον καταλύτη των 72 χιλιοστών του δευτερολέπτου). Στη συνέχεια, η δοκιμή επαναλαμβάνεται χρησιμοποιώντας διαφορετικό προσομοιωμένο καυσαέριο για να αντιπροσωπεύει διαφορετικό τρόπο λειτουργίας κινητήρα. Οι μελέτες γήρανσης εκτελούνται με έκθεση του καταλύτη σε διαφορετικές και συχνά ακραίες συνθήκες, για ποικίλα χρονικά διαστήματα.



Εικόνα 23: Δραστηριότητα ενός τριοδικού καταλύτη για την ταυτόχρονη μετατροπή του CO (μαύρο), NO_x (μπλε) και του υδρογονάνθρακα προπενίου (C₃H₆) (διακεκομμένο γαλάζιο)
 Πηγή: <http://www.open.edu/openlearn/ocw/mod/oucontent/view.php?id=2492&printable=1>

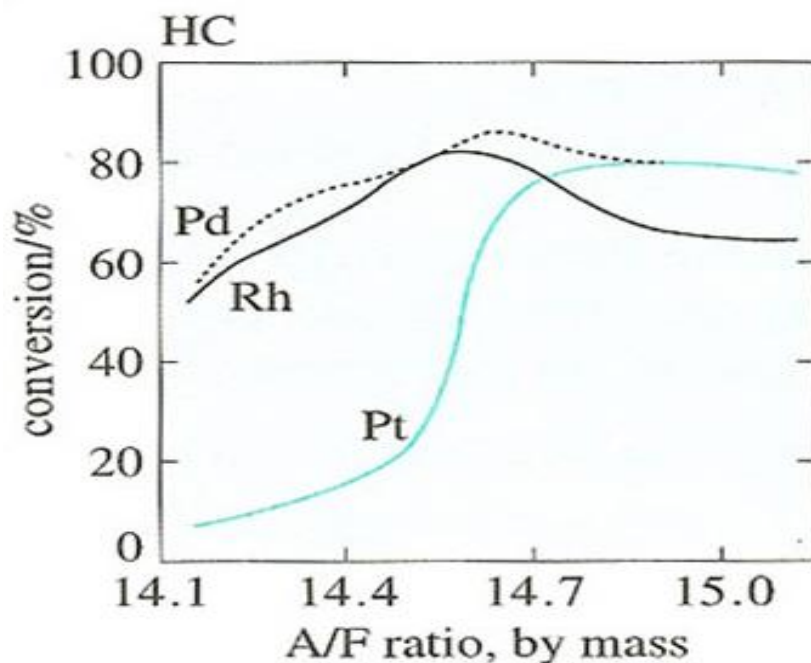
Η Εικόνα 23 δείχνει μια τυπική γραφική παράσταση καταλυτικής απόδοσης σε σχέση με την κανονική περιοχή θερμοκρασίας λειτουργίας, 100-600 °C. Μέχρι τα εισερχόμενα αέρια να θερμαίνονται τον καταλύτη στους περίπου 250-300 °C, η δραστηριότητα του καταλύτη είναι χαμηλή. Αυτή η θερμοκρασία, στην οποία η απόδοση του καταλύτη αυξάνεται γρήγορα, είναι γνωστή ως η θερμοκρασία φωτισμού. Μέχρι να επιτευχθεί αυτή η θερμοκρασία, ο καταλύτης δεν λειτουργεί σε πλήρη απόδοση, και έτσι CO, NO_x και υδρογονάνθρακες εκπέμπονται από το σωλήνα εξαγωγής σε σημαντικές ποσότητες. Αυτό το πρόβλημα είναι γνωστό ως κρύα εκκίνηση. Στην ιδανική περίπτωση, η θερμοκρασία φωτισμού θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν χαμηλότερη.



Εικόνα 24: Σύγκριση καταλυτικής δραστηριότητας για οξείδωση του μονοξειδίου του άνθρακα (CO) στους 400 °C για Pt, Pd και Rh σε διαφορετικές αναλογίες αέρα/καυσίμου (A/F)

Πηγή: <http://www.open.edu/openlearn/ocw/mod/oucontent/view.php?id=2492&printable=1>

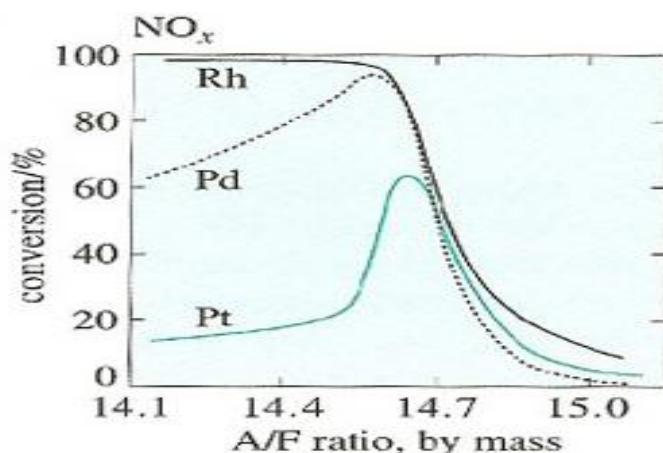
Η Εικόνα 24 δείχνει την σύγκριση στην απόδοση καταλυτών απλού μετάλλου για την οξείδωση του CO σε σταθερή θερμοκρασία. Προφανώς, και τα τρία από τα μέταλλα της ομάδας πλατίνας που υπάρχουν στους καταλύτες αυτοκινητών είναι ενεργά για την οξείδωση του CO. Επιπλέον, τα αποτελέσματα έχουν δείξει ότι το ρόδιο (Rh) μπορεί να βελτιώσει τη δραστηριότητα στην χαμηλή θερμοκρασία.



Εικόνα 25: Σύγκριση καταλυτικής δραστηριότητας για οξείδωση υδρογονανθράκων (HC) στους 400 °C για Pt, Pd και Rh σε διαφορετικές αναλογίες αέρα/καυσίμου (A/F)

Πηγή: <http://www.open.edu/openlearn/ocw/mod/oucontent/view.php?id=2492&printable=1>

Η Εικόνα 25 δείχνει μια συγκριτική μελέτη για οξείδωση υδρογονανθράκων πάνω σε καταλύτες απλού μετάλλου: μπορεί να φανεί ότι Rh, Pd και Pt δίνουν όλα υψηλές μετατροπές για αναλογίες A/P στην στοιχειομετρία και πάνω από αυτή. Και πάλι (όπως συμβαίνει στην περίπτωση του CO), στον καταλυτικό μετατροπέα, ο λευκόχρυσος Pt είναι το κύριο συστατικό που είναι υπεύθυνο για την οξείδωση των υδρογονανθράκων.



Εικόνα 26: Σύγκριση της καταλυτικής δραστηριότητας για την μείωση των οξειδίων του αζώτου (NO_x) στους 400 °C για Rh, Pt και Pd σε διαφορετικές αναλογίες αέρα/καυσίμου (A/F).

Πηγή: <http://www.open.edu/openlearn/ocw/mod/oucontent/view.php?id=2492&printable=1>

Στην Εικόνα 26 φαίνονται η επιδράσεις των Rh, Pd και Pt στα οξειδία του αζώτου NO_x. Είναι προφανές ότι το ρόδιο Rh έχει την μεγαλύτερη επίδραση, ιδιαίτερα κάτω από συνθήκες χαμηλού μίγματος αέρα/καυσίμου.

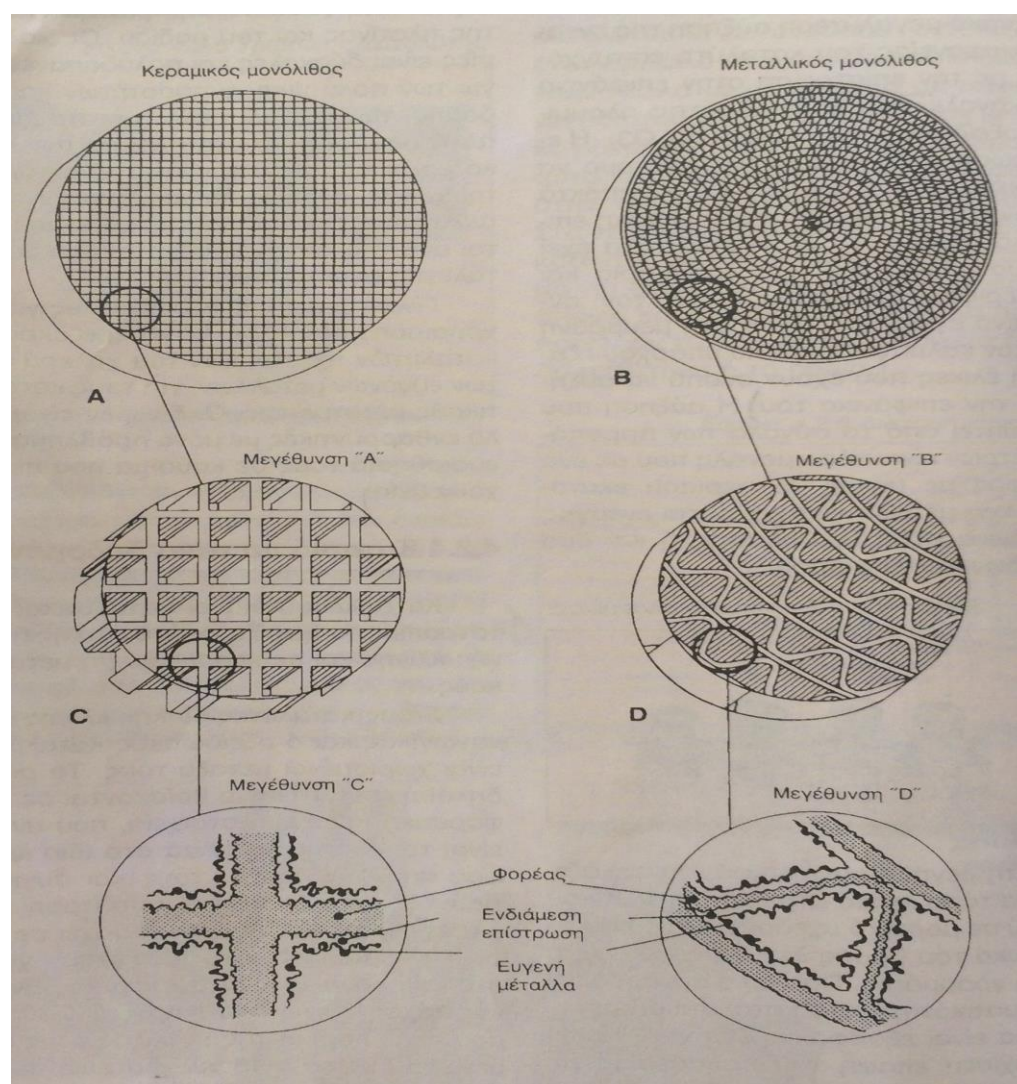
2.2.3 Κατασκευαστικά δεδομένα

Η κατασκευή των καταλυτικών μετατροπέων τους χωρίζει στις εξής κατηγορίες:

- κεραμικούς ή μεταλλικούς
- μονής ή διπλής κλίνης

Στους καταλυτικούς μετατροπείς διπλής κλίνης η πλατίνα και το ρόδιο δεν βρίσκονται μαζί, αλλά σε διαφορετικά κεραμικά στοιχεία. Δηλαδή σε αυτήν την περίπτωση διαχωρίζονται ο οξειδωτικός με τον αναγωγικό καταλύτη.

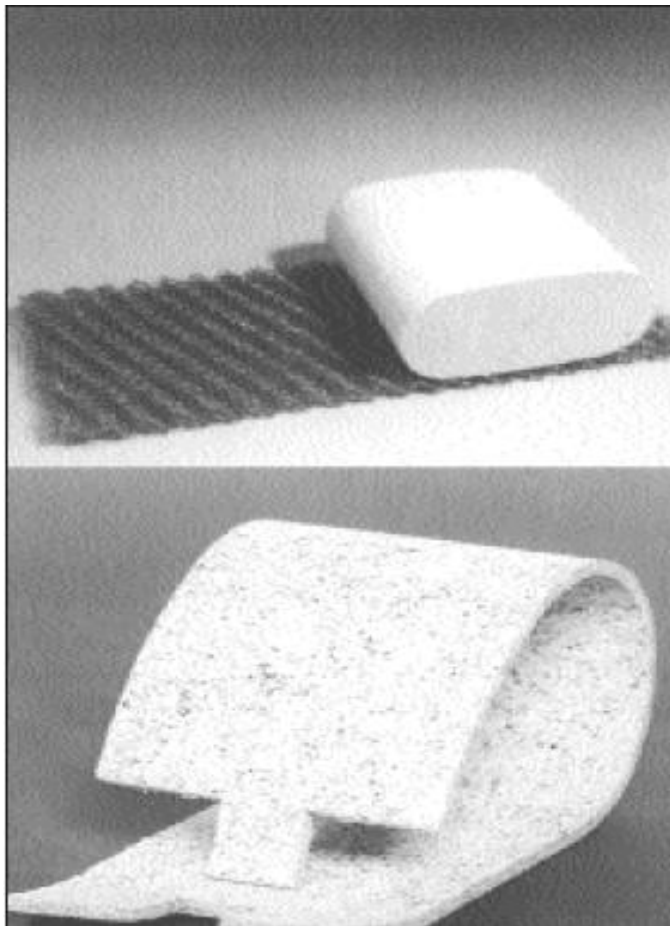
Η πλατίνα και το ρόδιο απέχουν μεταξύ τους και συγκρατιούνται στην δεδομένη απόσταση από μια εγκάρσια εσοχή που υπάρχει σε αυτό. Οι κεραμικοί μονόλιθοι έχουν γύρω στα 240 κανάλια ανά τετραγωνική ίντσα και πάχος τοιχωμάτων αρχικά 0,30 χιλιοστά που στην πορεία της εξέλιξης τους έχει μειωθεί έως τα 0, 15 χιλιοστά, ώστε να περιοριστεί η αντίθλιψη δηλαδή η αντίσταση στη διέλευση των καυσαερίων, όπως παρατηρούμε στην Εικόνα 27.



Εικόνα 27: Χαρακτηριστικά καταλυτικών μετατροπέων

Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)

Ανάμεσα από τον κεραμικό μονόλιθο και το κέλυφος υπάρχει ένα ελαστικό υλικό που συνήθως είναι ένα συρμάτινο πλέγμα ή μια ψάθα από κεραμικές ίνες ή ρητίνη με αντοχή στις υψηλές θερμοκρασίες, καθώς το κεραμικό υλικό έχει ευαισθησία στα χτυπήματα, όπως διακρίνουμε στην Εικόνα 28. Το προστατευτικό αυτό στρώμα απορροφά τις διαφορετικές συστολές και διαστολές μεταξύ του κεραμικού υλικού και του μεταλλικού περιβλήματος (Καραπάνος et al., 2012).



Εικόνα 28: Προστατευτική ψάθα

Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)

Οι μεταλλικοί καταλύτες είναι δαπανηρότερες κατασκευές που παρουσιάζουν αρκετά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τους κεραμικούς μονόλιθους και χρησιμοποιούνται σε ακριβά συνήθως αυτοκίνητα.

Το πλεονέκτημά τους σε σχέση με τους κεραμικούς είναι ότι δεν έχουν ευαισθησία σε χτυπήματα που μπορεί να προκύψουν και η θερμοαγωγιμότητά τους στην κρύα εκκίνηση, στους μικρότερους χρόνους προθέρμανσης και στην αποβολή μεγάλων θερμοκρασιών είναι δεκαπλάσια. Στο σύνολό τους αποτελούνται από μεταλλικό υλικό. Τα διαμήκη κανάλια είναι τριγωνικής διατομής και διαμορφώνονται από μια κυματοειδή λαμαρίνα που είναι τυλιγμένη ομοκεντρικά. Τα τοιχώματα των καναλιών έχουν πάχος μόλις 0,07 έως και 0,04 χιλιοστά ώστε να παρουσιάζουν την μικρότερη δυνατή αντίθλιψη. Στα μεταλλικά αυτά κανάλια ψεκάζεται η αλουμίνα και το καταλυτικό υλικό, όμοια όπως και στους κεραμικούς καταλύτες (Καραπάνος et al., 2012).

2.2.4 Θερμοκρασία λειτουργίας

Απαραίτητη προϋπόθεση για την οξείδωση και την αναγωγή, πέραν της παρουσίας των καταλυτών, είναι η σωστή θερμοκρασία λειτουργίας, που για τους περισσότερους από τους καταλύτες είναι υψηλότερη από 250 °C. Κατά την εκκίνηση επομένως με κρύο κινητήρα, ο καταλύτης δεν είναι ενεργός, έως ότου ο κινητήρας και στην συνέχεια ο ίδιος ο καταλύτης αποκτήσουν τη θερμοκρασία λειτουργίας τους. Ο χρόνος προθέρμανσης μπορεί να μειωθεί με τις παρακάτω μεθόδους:

1. Η προθέρμανση. Χρησιμοποιείται σε αυτοκίνητα μεγάλου κυβισμού και επιτυγχάνεται με μια ηλεκτρική αντίσταση, η οποία ενεργοποιείται από τον κεντρικό εγκέφαλο (ECU) που είναι ενήμερος για τις θερμοκρασίες του κινητήρα και του περιβάλλοντος και κλείνει ή ανοίγει το συγκεκριμένο κύκλωμα. Ένα αρνητικό είναι ότι αυτή η μέθοδος έχει υψηλό κόστος κατασκευής και απαραίτητη είναι η ηλεκτρονική ρύθμιση.
2. Μια δεύτερη μέθοδος είναι να τοποθετείται ο καταλυτικός μετατροπέας κοντά στην πολλαπλή εξαγωγής. Με τον τρόπο αυτό τα καυσαέρια φθάνουν στον καταλύτη σχετικά ζεστά και τον θερμαίνουν σύντομα. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται σε αυτοκίνητα μικρού κυβισμού, αλλά όταν το όχημα κινείται με υψηλές ταχύτητες για μεγάλο χρονικό διάστημα ο καταλύτης μπορεί να υπερθερμανθεί.
3. Σε αυτοκίνητα πολλαπλού ψεκασμού -τα οποία δεν έχουν προβλήματα εμπλουτισμού του μείγματος λόγω εναπόθεσης καυσίμου στην κρύα πολλαπλή εξαγωγής αμέσως μετά την εκκίνηση με κρύο κινητήρα- ο κεντρικός εγκέφαλος πτωχαίνει σημαντικά το μείγμα αυξάνοντας έτσι τη θερμοκρασία στους κυλίνδρους και συνεπώς στα καυσαέρια. Με τη μέθοδο αυτή ο χρόνος προθέρμανσης μειώνεται σημαντικά.

Οι μεταλλικοί καταλύτες λόγω της μικρής τους θερμοχωρητικότητας προθερμαίνονται γρηγορότερα από τους κεραμικούς, αποβάλλουν πιο εύκολα τη θερμότητα και δεν κινδυνεύουν από τη διαρκή λειτουργία του αυτοκινήτου με υψηλές ταχύτητες, ακόμα και αν βρίσκονται κοντά στον κινητήρα (πχ PORSCHE) (Καραπάνος et al., 2012).

2.2.5 Ρυθμιζόμενα και μη ρυθμιζόμενα συστήματα αντιρρύπανσης

Η στοιχειομετρική αναλογία μείγματος καυσίμου/αέρα είναι απαραίτητη για να λειτουργήσει ο τριοδικός καταλύτης σωστά, χωρίς απαραίτητα να προστίθεται επιπλέον αέρας. Δηλαδή μέσω των χημικών αντιδράσεων της οξείδωσης υπάρχει αντιστοιχία της μάζας καυσίμου προς την μάζα του αέρα.

Η στοιχειομετρική αναλογία (αγγλικά AFR=air fuel ratio) διαφέρει για τα διάφορα καύσιμα ανάλογα με το είδος των υδρογονανθράκων από τους οποίους αυτά αποτελούνται. Συνηθίζεται όμως να χρησιμοποιείται για απλούστευση ένας μέσος όρος, που και αυτός διαφέρει λίγο από το χημικό τύπο, λόγω της ύπαρξης μικρών ποσοτήτων αλκοόλης (που περιέχει οξυγόνο) στα καύσιμα των αυτοκινήτων. Ο μέσος όρος αυτός είναι 14,7 kg αέρα προς 1 kg βενζίνης. Δηλαδή 14,7 κιλά αέρα αντιδρούν (καίνε ή οξειδώνουν) ένα μέρος βενζίνης μετρούμενα πάντοτε σε βάρος, ώστε να μην επηρεάζεται η στοιχειομετρία από τις αλλαγές στην πίεση και την θερμοκρασία που μεταβάλλουν τον όγκο του αέρα.

Η αναλογία AFR σε έναν κινητήρα μπορεί να αποκλίνει από τη θεωρητική στοιχειομετρική αναλογία αέρα-βενζίνης. Το πηλίκο της αναλογίας του μίγματος ως προς αυτήν της τέλει καύσης ονομάζεται συντελεστής «λ», δηλαδή είναι η διαφορά μεταξύ της πραγματικής και της στοιχειομετρικής αναλογίας του μίγματος.

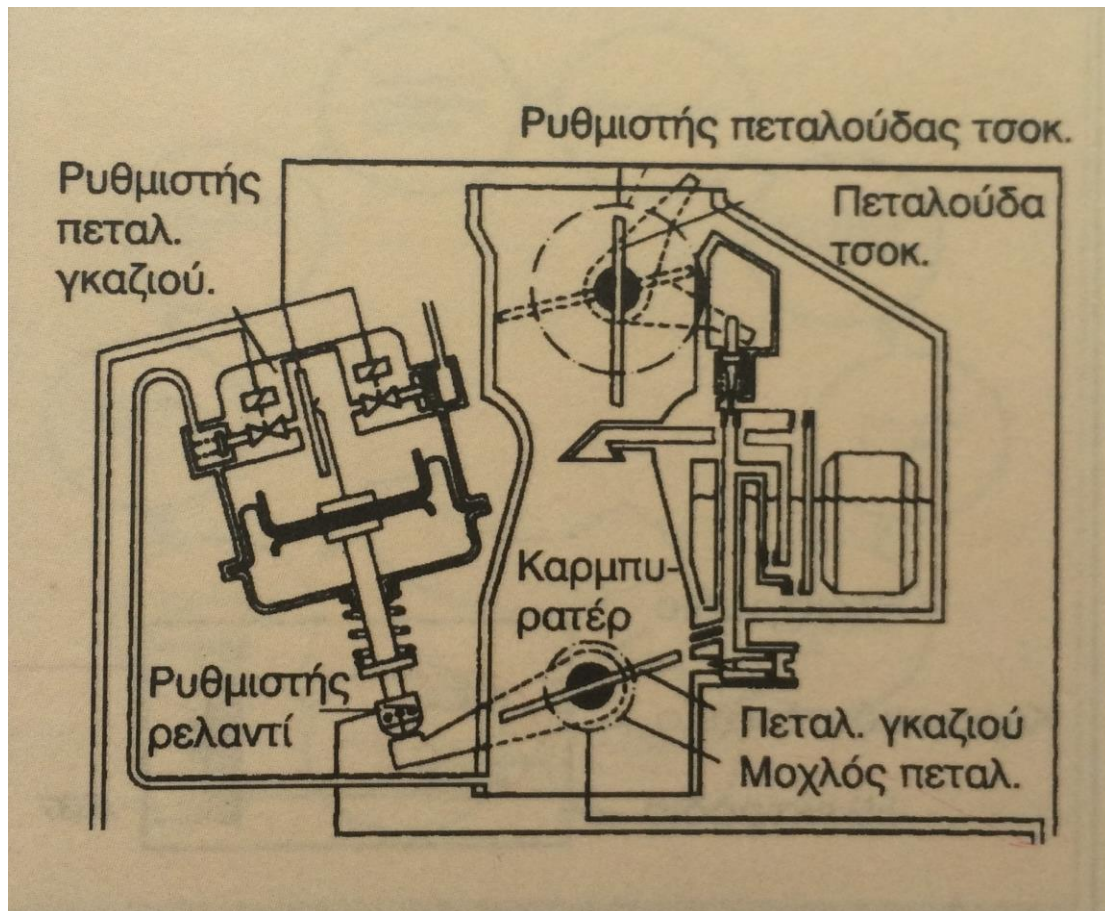
λ = προσδιδόμενη μάζα αέρα : στοιχειομετρικά απαιτούμενη μάζα αέρα

Το μείγμα ρυθμίζεται αδιάκοπα μετά από συνεχείς μετρήσεις ενός αισθητήρα, του αισθητήρα “λ” για να επιτευχθεί η στοιχειομετρική αναλογία του μίγματος. Αυτή η ρύθμιση στους παλαιότερους κινητήρες με καρμπυρατέρ που δεν χρησιμοποιούσαν καταλύτη γινόταν μόνο στην αρχή και έπειτα στα service του αυτοκινήτου. Στην συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν καρμπυρατέρ με ηλεκτρικά ρυθμιζόμενο μείγμα.

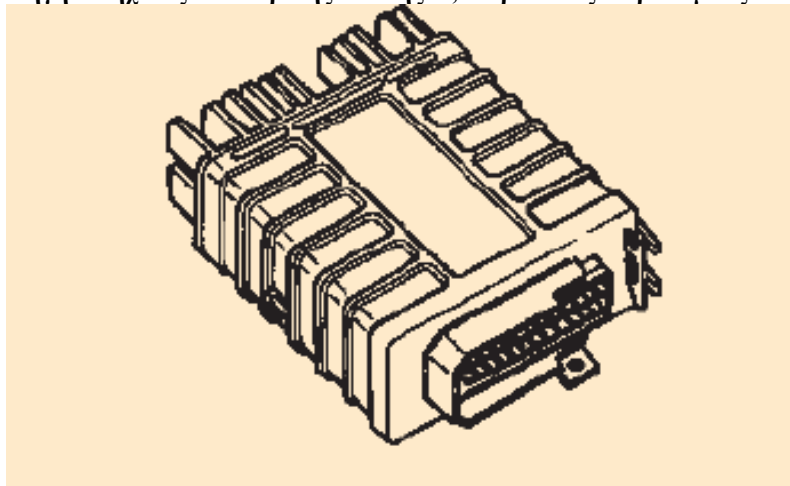
Η ρύθμιση σε αυτά γίνεται μέσω ενός βηματικού ηλεκτρικού μοτέρ που ρυθμίζεται από την ηλεκτρονική κεντρική μονάδα. Το βηματικό μοτέρ ανοίγει ή κλείνει την πεταλούδα του αέρα (τσοκ αέρα) εμπλουτίζοντας ή πτωχαίνοντας έτσι το μείγμα (Εικόνα 42), ενώ σε άλλες κατασκευές επεμβαίνει για το ίδιο σκοπό σε μια βαλβίδα παροχής πρόσθετου αέρα στην πολλαπλή εισαγωγής κάτω από την πεταλούδα γκαζιού.

Τα συστήματα αυτά αποδείχθηκαν πολύπλοκα και δύσκολα στις απαιτούμενες ρυθμίσεις τους και σύντομα αντικαταστάθηκαν από πολύ απλούστερα συστήματα ψεκασμού.

Σήμερα χρησιμοποιούνται αποκλειστικά σχεδόν συστήματα μονού ή πολλαπλού ψεκασμού που ρυθμίζονται από τους ηλεκτρονικούς εγκεφάλους, τις λεγόμενες κεντρικές μονάδες ελέγχου του κινητήρα (ECU) (Εικόνα 29) (Καραπάνος et al., 2012).

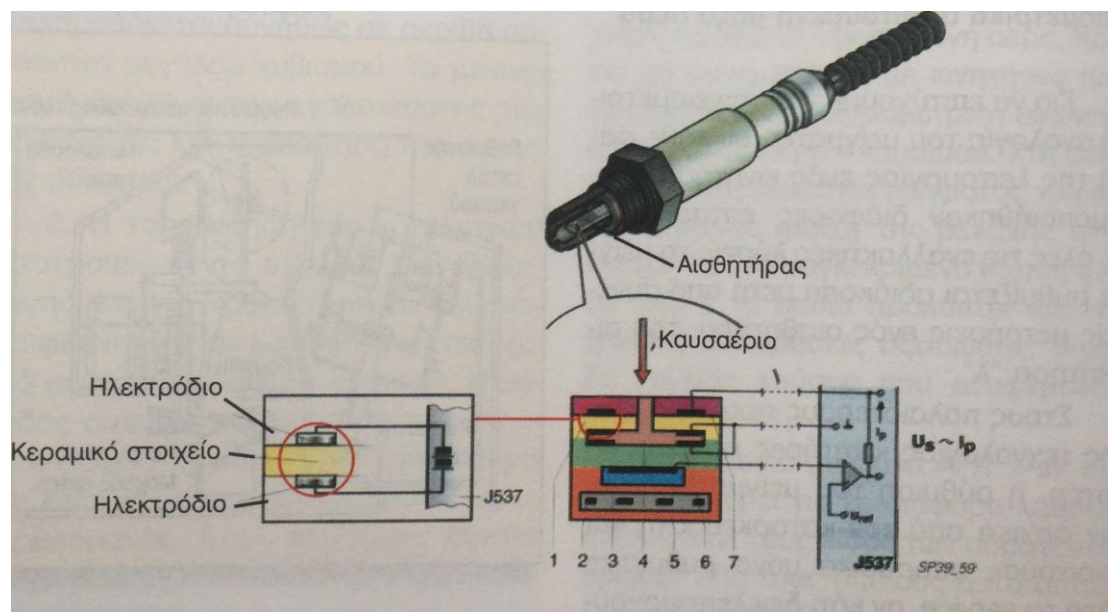


Εικόνα 29: Ηλεκτρονικά ρυθμιζόμενο καρμπυρατέρ
 Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)



Εικόνα 30: Κεντρική μονάδα ελέγχου του κινητήρα (ECU)
 Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)

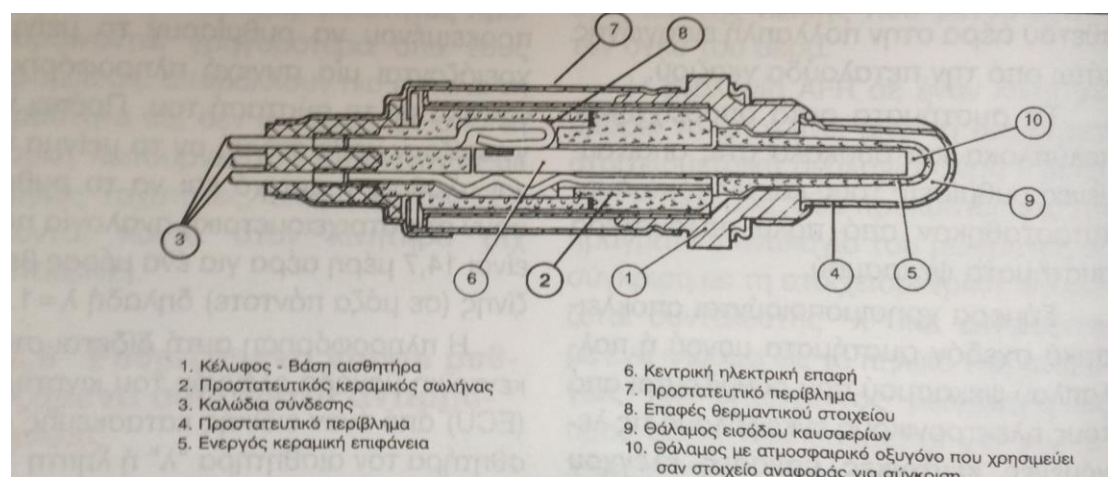
Οι κεντρικές ηλεκτρονικές μονάδες προκειμένου να ρυθμίσουν το μείγμα χρειάζονται μια συνεχή πληροφόρηση σχετικά με τη σύστασή του που πραγματοποιείται με τον αισθητήρα «λ» προς την κεντρική μονάδα ελέγχου του κινητήρα (ECU). (Εικόνα 30) Πρέπει να γνωρίζουν κάθε στιγμή αν το μείγμα είναι πλούσιο ή φτωχό και να το ρυθμίσουν στην στοιχειομετρική αναλογία που είναι 14,7 μέρη αέρα για ένα μέρος βενζίνης (σε μάζα πάντοτε) δηλαδή $\lambda=1$ (Καραπάνος et al., 2012).



Εικόνα 31: Αισθητήρας “λ”

Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)

Ο αισθητήρας «λ» τοποθετείται μετά την πολλαπλή εξαγωγής, πριν τον καταλύτη πάνω σε ένα σωλήνα της εξάτμισης (Εικόνα 31). Ο ρόλος του είναι να μετράει συνεχώς πόσο οξυγόνο περιέχεται στο καύσιμο. Μετράει δηλαδή την περιεκτικότητα σε οξυγόνο ανάμεσα στην εσωτερική του πλευρά όπου υπάρχει ατμοσφαιρικός αέρας και την εξωτερική του η οποία έρχεται σε επαφή με τα καυσαέρια της εξάτμισης. Αν το οξυγόνο είναι λίγο τότε το μείγμα είναι πλούσιο σε βενζίνη. Αντίθετα όταν υπάρχει περισσότερο οξυγόνο στα καυσαέρια τότε το μείγμα θεωρείται φτωχό σε βενζίνη, δηλαδή ο αέρας που υπάρχει στα καυσαέρια είναι περισσότερος από αυτόν που απαιτούσε η χημική αντίδραση (Καραπάνος et al., 2012).



Εικόνα 32: Τομή αισθητήρα “λ”

Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)

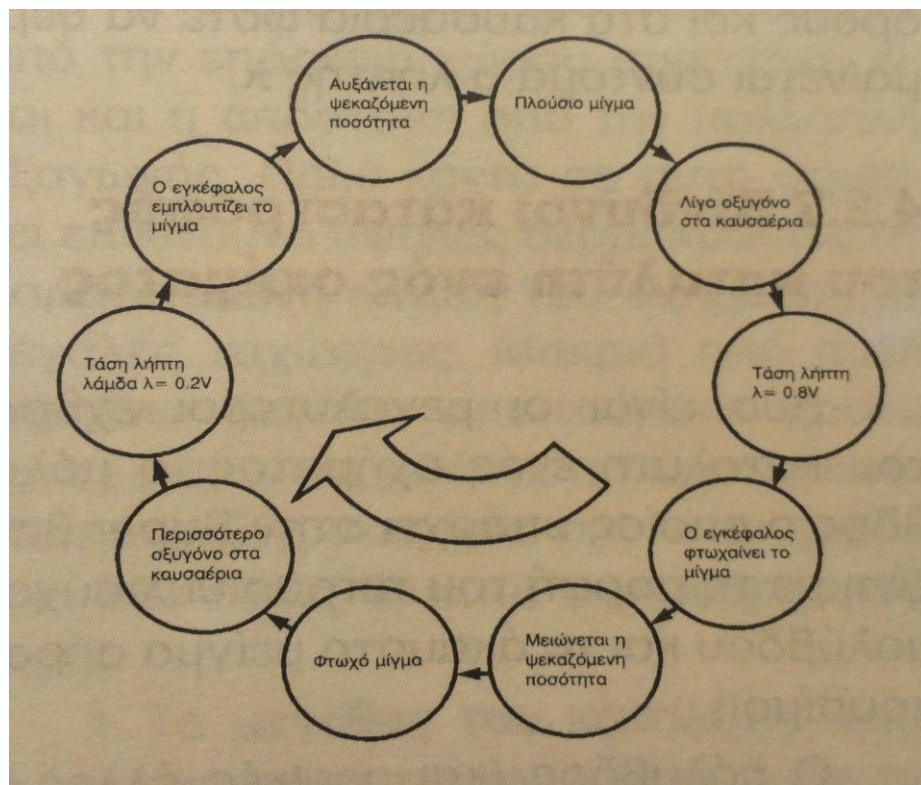
Ο αισθητήρας «λ» αποτελείται από ένα κυλινδρικό κεραμικό υλικό. Η εξωτερική του πλευρά που βρίσκεται μέσα στην εξάτμιση προστατεύεται από ένα μεταλλικό περίβλημα με τρύπες μέσα από τις οποίες εισέρχεται το καυσαέριο (Εικόνα 32).

Οι τιμές του δείκτη «λ» αναφέρονται σε VOLT (V) με τιμές από 0 V (φτωχό μείγμα) έως 1V (πλούσιο μείγμα) και μεταφέρονται ως τιμές ηλεκτρικής τάσης στην κεντρική μονάδα ελέγχου του κινητήρα (ECU) που ρυθμίζει ανάλογα το μείγμα.

Αν λοιπόν διαπιστωθεί η ύπαρξη φτωχού μείγματος, η κεντρική μονάδα ελέγχου του κινητήρα (ECU) εμπλουτίζει το μείγμα. Αν ο εμπλουτισμός είναι μεγαλύτερος από ό,τι θα έπρεπε, τότε η μονάδα φτωχαίνει το μίγμα κοκ.

Στην Εικόνα 33 φαίνεται ο κύκλος ρύθμισης όπου εκφράζει σχηματικά αυτές τις συνεχείς ρυθμίσεις (Καραπάνος et al., 2012).

Ο κινητήρας είναι απαραίτητο να προθερμανθεί ώστε να δρα αποτελεσματικά ο αισθητήρας «λ», καθώς οι θερμοκρασίες στις οποίες λειτουργεί είναι άνω των 250 °C. Για να περιοριστεί ο ανενεργός χρόνος, πολλοί αισθητήρες περιέχουν μια θερμαντική ηλεκτρική αντίσταση. Οι αισθητήρες αυτοί διακρίνονται από τα τρία ή τέσσερα ηλεκτρικά καλώδια που έχουν, σε αντίθεση με τους μη θερμαινόμενους που έχουν μόνο ένα ή δύο. Το δεύτερο και το τέταρτο καλώδιο χρησιμοποιούνται μερικές φορές ως γείωση για ασφαλέστερη λειτουργία του λήπτη λ, επειδή οι μεταλλικές επιφάνειες που βρίσκονται τόσο κοντά στην πολλαπλή με τα καυτά καυσάερια, οξειδώνονται εύκολα και δεν εξασφαλίζεται η ηλεκτρική επαφή ιδιαίτερα όταν η τάση είναι μικρότερη από 1 Volt.



Εικόνα 33: Κύκλος ρύθμισης μέσω αισθητήρα «λ»

Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)

Η λειτουργία του κινητήρα με πολύ φτωχό μίγμα για κάποιο διάστημα μετά την κρύα εκκίνηση είναι ένας άλλος τρόπος για να επιταχυνθεί η προθέρμανση του αισθητήρα λ. Με τον τρόπο αυτό αυξάνεται η θερμοκρασία στους κυλίνδρους και στα καυσάερια ώστε να θερμαίνεται σύντομα ο λήπτης λ (Καραπάνος et al., 2012).

2.2.6 «Εχθροί» του καταλύτη ενός οχήματος

Οι βασικότεροι εχθροί του καταλυτικού μετατροπέα ενός οχήματος είναι δύο: ο μόλυβδος, ο οποίος βρίσκεται στην σούπερ βενζίνη με την μορφή του τετρααιθυλιούχου μολύβδου και το άκαυστο μείγμα αέρα-καυσίμου.

Ο μόλυβδος (και μερικές άλλες ουσίες ή ενώσεις) επικάθεται στις καταλυτικές ουσίες την πλατίνα, το ρόδιο κλπ και τις καλύπτει, οπότε ο καταλύτης απενεργοποιείται.

Η επικάλυψη αυτή γίνεται σταδιακά και προσθετικά, έτσι ώστε κάθε φορά που εισχωρούν μολυβδούχες ενώσεις στον καταλύτη να απενεργοποιούν ένα μέρος του, έως ότου τελικά αχρηστευτεί ολοσχερώς. Δυνατότητα απομάκρυνσης του μολύβδου από τον καταλυτικό μετατροπέα δεν υπάρχει.

Η δεύτερη αιτία καταστροφής του καταλύτη προέρχεται από τις υψηλές θερμοκρασίες που δημιουργούνται σε αυτόν, όταν άκαυστο μείγμα αέρα-καυσίμου φθάνει ως τον καταλύτη. Με τις υψηλές θερμοκρασίες λειτουργίας που επικρατούν σε αυτό το μείγμα καίγεται εκεί και αυξάνει σημαντικά τη θερμοκρασία του, που όταν υπερβεί τους 1100-1200 °C επιφέρει το λιώσιμο του καταλύτη. Αρχικά ρευστοποιείται η αλουμίνα με αποτέλεσμα να επιπεδώνονται οι ανωμαλίες στις οποίες οφείλεται η σημαντική αύξηση της επιφάνειάς της. Στη συνέχεια ο κεραμικός μονόλιθος λιώνει και γίνεται μια άμορφη μάζα, η οποία αποβάλλεται από την εξάτμιση (σε υψηλές ταχύτητες) ή καταρρέει και φράζει εντελώς την έξοδο των καυσαερίων (εάν σβήσει ο κινητήρας), οπότε η μηχανή δεν παίρνει πλέον εμπρός.

Αντίθετα με το άκαυστο μείγμα, όταν ένα μείγμα είναι πλούσιο ($\lambda > 1$) δεν μπορεί να καταστρέψει τον καταλύτη επειδή δεν υπάρχει αρκετό οξυγόνο ώστε να καεί στο εσωτερικό του όσο μείγμα δεν κάηκε στους κυλίνδρους.

Περισσότερο επικίνδυνα είναι τα φτωχά μείγματα ($\lambda < 1$), διότι με αυτά οι θερμοκρασίες λειτουργίας του κινητήρα είναι υψηλές. Τα ιδιαιτέρως φτωχά μείγματα δεν είναι πάντοτε αναφλέξιμα και εκτός των άλλων, το άκαυστο μείγμα καταλήγει στον καταλύτη ο οποίος πλέον κινδυνεύει να καταστραφεί.

Συμπερασματικά, οι παρακάτω παράγοντες αποτελούν τους κινδύνους οι οποίοι οδηγούν στην καταστροφή του καταλύτη ενός αυτοκινήτου:

1. Η χρησιμοποίηση μολυβδούχων καυσίμων
2. Χτυπήματα στο εξωτερικό μέρος του καταλύτη από πέτρες κλπ με τα οποία σπάει ο κεραμικός μονόλιθος
3. Παρατεταμένη ρυμούλκηση με ζεστό κινητήρα σε κακοσυντηρημένα ή με βλάβη οχήματα για να ξεκινήσει το όχημα
4. Η οδήγηση άκαυστου μείγματος στον καταλύτη από την κακή λειτουργία της ανάφλεξης (χαλασμένα μπουζί, ελαττωματικά μπουζοκαλώδια, “μικροδιακοπές” στη λειτουργία του κινητήρα κλπ)

2.2.7 Διάρκεια ζωής καταλύτη

Τα καταλυτικά υλικά πλατίνα, ρόδιο κλπ δεν αναλώνονται, αφού δεν παίρνουν μέρος στις χημικές αντιδράσεις οξειδωσης και αναγωγής, αλλά απλώς τις διευκολύνουν με την παρουσία τους.

Ένας καταλυτικός μετατροπέας επομένως δεν υπόκειται σε φθορά ή γήρανση από τη λειτουργία του.

Όμως η ύπαρξη μικρών ποσοτήτων μολυβδούχων ενώσεων ακόμα και στην αμόλυβδη βενζίνη, τα κατάλοιπα λαδιών από την λειτουργία του κινητήρα που

επικάθονται ή καίγονται στα κανάλια του καταλύτη, ακόμα και μολυβδούχα καυσαέρια από την εξάτμιση προπορευόμενων μη καταλυτικών αυτοκινήτων που εισέρχονται με τον αέρα στον καταλυτικό κινητήρα, απενεργοποιούν με την πάροδο του χρόνου τον καταλύτη ενός οχήματος, ακόμα και αν ο οδηγός του προσέχει υποδειγματικά τις οδηγίες του κατασκευαστή.

Συνεπώς, η διάρκεια ζωής του καταλύτη ενός αυτοκινήτου δεν είναι συγκεκριμένη, αλλά εξαρτάται από τις συνθήκες λειτουργίας του οχήματος και κυμαίνεται από 80.000 χιλιόμετρα μέχρι και το όριο ζωής του οχήματος (Καραπάνος et al., 2012).

2.2.8 Retrofit

Με την λέξη αυτή προσδιορίζουμε την εκ των υστέρων τοποθέτηση ενός καταλυτικού μετατροπέα σε έναν κινητήρα “παλαιάς” συμβατικής τεχνολογίας. Στους κινητήρες παλαιάς τεχνολογίας δεν υπάρχει συνήθως πρόβλεψη για τοποθέτηση καταλύτη.

Πρέπει συνεπώς να καθορισθεί:

- Η θέση του καταλύτη διότι εκτός από την επάρκεια χώρου σημαντική είναι και η απόσταση από την πολλαπλή εξαγωγής. Πολύ κοντά σε αυτή σημαίνει επικίνδυνα υψηλές θερμοκρασίες σε παρατεταμένη κίνηση του οχήματος με μεγάλες ταχύτητες. Μακριά από αυτή σημαίνει μεγάλο απαιτούμενο χρόνο προκειμένου να φθάσει η θερμοκρασία του καταλύτη στα όρια της λειτουργίας του (250-300 °C) κατά την ψυχρή εκκίνηση.
- Το μέγεθος του καταλύτη ώστε να ανταποκρίνεται στον κυβισμό και τις στροφές του κινητήρα, δηλαδή στην ποσότητα των καυσαερίων τα οποία πρέπει αυτός να επεξεργαστεί.

Οποιοσδήποτε διακοπές στην ανάφλεξη πρέπει να αποτραπούν και αυτό εξασφαλίζεται με την σωστή λειτουργία του κινητήρα. Προβληματικά μπουζί, μπουζοκαλώδια, πλατίνες κλπ, κακός χρονισμός και άλλες βλάβες δημιουργούν συνθήκες που ευνοούν την είσοδο άκαυτου μείγματος στον καταλύτη και επιταχύνουν την καταστροφή του.

Εκ των υστέρων, τοποθετούνται οξειδωτικοί ή τριοδικό καταλύτες, ενώ δύσκολα μπορούν να συνοδεύονται από συστήματα ρύθμισης, μέσω αισθητήρα λ, αν δεν υπάρχει σχετική πρόβλεψη από το εργοστάσιο.

Η εκ των υστέρων τοποθέτηση ενός καταλύτη χωρίς ρύθμιση λάμδα, έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων σε ποσοστό περίπου 50%, ενώ η τοποθέτηση ενός τριοδικού καταλύτη με ρύθμιση μέσω αισθητήρα λάμδα, μειώνει τους ρύπους κατά 90% περίπου (Καραπάνος et al., 2012).

2.2.9 Ο καταλυτικός μετατροπέας στον υγραεριοκινητήρα

Τα τελευταία χρόνια όλο κάνουν και πιο αισθητή την παρουσία τους εναλλακτικά καύσιμα. Δύο από αυτά είναι το υγροποιημένο φυσικό αέριο (LPG, Liquefied Petroleum Gas) και το συμπιεσμένο φυσικό αέριο (CNG, Compressed Natural Gas). Στους υγραεριοκινητήρες οι οποίοι λειτουργούν με CNG οι υδρογονάνθρακες που εκπέμπονται σε πολύ μικρό βαθμό είναι άκαυστο μεθάνιο σε ποσοστό 90%-95%, δηλαδή στο μεγαλύτερο ποσοστό τους. Το μεθάνιο είναι δύσκολο στην οξείδωση και την διάσπαση, αλλά δεν σχηματίζει ενώσεις με το όζον. Από την άλλη, αυτοί που

λειτουργούν με LPG το πρόβλημα αυτό δεν υπάρχει καθώς το τεχνητό αέριο είναι μίγμα προπανίου και αιθανίου. Η καύση των δυο αυτών αερίων είναι πολύ πιο καθαρή από την καύση των υγρών καυσίμων. Ο καταλύτης που χρησιμοποιείται σε όλες τις περιπτώσεις είναι ο τριοδικός, καθώς το ρόδιο και η πλατίνα είναι πολύ σημαντικά για την μετατροπή του μονοξειδίου του άνθρακα και των οξειδίων του αζώτου σε συνθήκες στοιχειομετρικής καύσης. Στους βενζινοκινητήρες η αύξηση του ποσοστού παλλαδίου βοηθάει στην αντιμετώπιση της φτωχής απόδοσης στην μετατροπή του μεθανίου και στην αύξηση της απόδοσης της κατάλυσης (Καραπάνος et al., 2012).

2.2.10 Ανακεφαλαίωση

Υπάρχουν και κάποια άλλα συστήματα αντιρρύπανσης πέρα από τους καταλύτες για την μείωση των εκπομπών ρύπων των αυτοκινήτων, τα οποία είναι τα παρακάτω:

1. Σύστημα θετικού εξαερισμού του στροφαλοθαλάμου
2. Σύστημα ανακυκλοφορίας καυσαερίων για την μείωση των οξειδίων του αζώτου
3. Σύστημα ελέγχου των αναθυμιάσεων του συστήματος τροφοδοσίας καυσίμου

Το δοχείο ενεργού άνθρακα είναι το μέρος όπου μαζεύονται οι αναθυμιάσεις της βενζίνης. Μέσα από το σύστημα εισαγωγής διοχετεύονται στους κυλίνδρους για καύση σε συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα.

Με την ανακυκλοφορία μιας μικρής ποσότητας από τα καυσαέρια επιτυγχάνεται η μείωση της θερμοκρασίας. Αυτό συμβαίνει καθώς όταν υπάρχει περίσσεια οξυγόνου και κατά την καύση σε υψηλές θερμοκρασίες δημιουργούνται οξείδια του αζώτου (NO_x). Από την πολλαπλή εξαγωγή μέσω ενός σωλήνα τα καυσαέρια κατευθύνονται στο σύστημα εισαγωγής.

Στο στροφαλοθάλαμο δημιουργούνται αναθυμιάσεις από τα αέρια καύσης που διαφεύγουν από τα ελατήρια των εμβόλων και τις αναθυμιάσεις του λαδιού. Οι αναθυμιάσεις αναρροφούνται με τον αέρα εισαγωγής του κινητήρα μέσω του συστήματος εξαερισμού του στροφαλοθαλάμου και καίγονται.

Η αποτελεσματική μείωση των καυσαερίων επιτυγχάνεται με τη χρησιμοποίηση καταλυτικών μετατροπέων, παλαιότερα οξειδωτικών σήμερα αποκλειστικά και μόνο τριοδικών. Οι καταλύτες συνοδεύονται από συστήματα που ρυθμίζουν την αναλογία αέρα-καυσίμου στα στοιχειομετρικά δεδομένα μέσω του αισθητήρα λ. Τα συστήματα αυτά οδηγούν σε μια σημαντική μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τους κινητήρες των αυτοκινήτων (Καραπάνος et al., 2012).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΡΥΠΩΝ ΑΠΟ ΕΠΙΒΑΤΙΚΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΑ



Εικόνα 34: Ατμοσφαιρικοί ρύποι

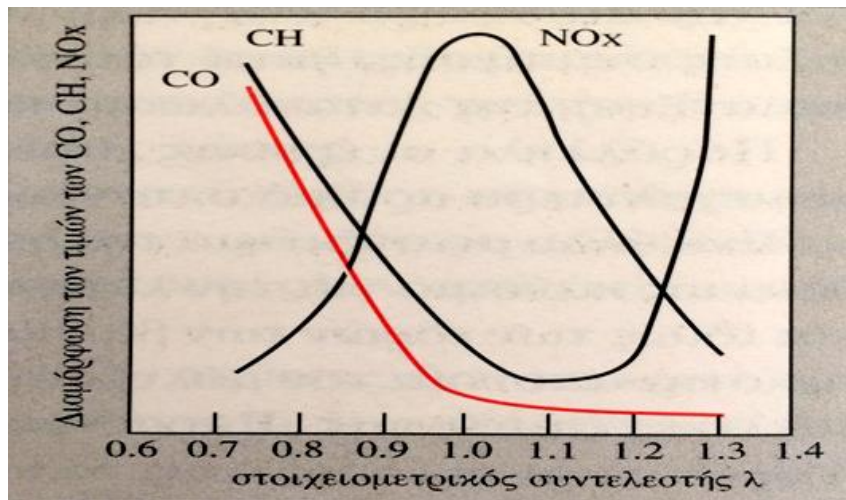
Πηγή: abctechlab.com/wp-content/uploads/2012/12/air-pollutant-abctechlab.jpg

3.1 Δημιουργία βλαβερών ρύπων στους κινητήρες

Η αναλογία αέρα-καυσίμου προσδιορίζει την ποιοτική σύσταση του καυσίμου μίγματος. Η ποιοτική σύσταση του μίγματος καυσίμου αποτελεί μια παράμετρο, από τις σημαντικότερες, δημιουργίας και εκπομπής πρωτογενών ρύπων στους βενζινοκινητήρες.

Το διάγραμμα της Εικόνας 35 δείχνει την επίδραση της παραμέτρου αυτής στην ποσοτική μεταβολή των εκπεμπόμενων ρύπων του NO, του CO και των HC. Σύμφωνα με το διάγραμμα στα πλούσια μίγματα ($\lambda < 1$) εξ' αιτίας της ανεπάρκειας του οξυγόνου, παρατηρούνται αυξημένες εκπομπές CO και HC, ενώ αντίθετα στα φτωχά μίγματα ($\lambda > 1$) λόγω περίσσειας αέρος (επάρκεια οξυγόνου), ελαττώνονται οι εκπομπές CO και HC.

Στα πολύ φτωχά όμως μίγματα ($\lambda > 1, 2$) παρατηρούνται αυξημένες συγκεντρώσεις CH στα καυσαέρια, λόγω κακής ποιότητας καύσης η οποία αποτελεί απόρροια της δυσκολίας ανάφλεξης.



Εικόνα 35: Διαμόρφωση τιμών των CO, CH, NO_x - Στοιχειομετρικός συντελεστής λ
 Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)

Στο πεδίο που ορίζεται από την στοιχειομετρική αναλογία ($0,95 < \lambda < 1$), όπου επικρατούν συνθήκες τέλει καύσης, η εκπομπή NO_x αυξάνει σε πολύ μεγάλο βαθμό. Ο καθοριστικός παράγοντας που δημιουργεί αυτή τη συνθήκη είναι οι υψηλές θερμοκρασίες που επικρατούν στην διάρκεια της τέλει καύσης.

Τα μόρια και τα άτομα τόσο του οξυγόνου, όσο και του αζώτου - αδυνατώντας να παραμείνουν χημικώς σταθερά – όταν βρίσκονται σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών και πίεσης, ενώνονται μεταξύ τους και σχηματίζουν μ' αυτό τον τρόπο οξειδία του αζώτου (NO_x).

3.1 Λειτουργικά χαρακτηριστικά του κινητήρα και εκπομπή ρύπων

Τον κινητήρα σηματοδοτούν διάφορα δυναμικά λειτουργικά χαρακτηριστικά, τα οποία επιδρούν στη δημιουργία και εκπομπή ρύπων. Τα κυριότερα των χαρακτηριστικών αυτών είναι τα ακόλουθα :

- ✚ Η ταχύτητα κίνησης του οχήματος
 - ✚ Η αποδιδόμενη ισχύς
 - ✚ Η συμπεριφορά του κινητήρα στις απότομες μεταβολές φορτίου
 - ✚ Ο αριθμός στροφών
- Η αύξηση των οξειδίων του αζώτου κατά την καύση, είναι αποτέλεσμα της αντίστοιχης αύξησης της θερμοκρασίας μέσα στους κυλίνδρους, για την οποία αύξηση της θερμοκρασίας αποτελεί προϋπόθεση η αύξησης της ισχύος.
 - Με τον ίδιο μηχανισμό, η επιπλέον δημιουργία οξειδίων του αζώτου είναι το τελικό αποτέλεσμα της αύξησης της θερμοκρασίας, η οποία με τη σειρά της προκύπτει από την αύξηση της ταχύτητας κίνησης του οχήματος που αποτελεί συνέπεια της αύξησης της ιπποδύναμης.
 - Η σχέση μεταξύ στροφών και αποδιδόμενης ισχύος, αποτελεί ακόμη μία βασική συνιστώσα –παράμετρο της δημιουργίας ρύπων. Ο αργόστροφος η πολύστροφος

χαρακτήρας του κινητήρα, καθορίζεται από τη σχέση αυτή. Ο κινητήρας που αποδίδει την ισχύ του σε χαμηλές στροφές είναι λιγότερο ρυπογόνος συγκρινόμενος με ένα άλλο που αποδίδει την ίδια ισχύ σε υψηλότερες στροφές, αφού είναι δεδομένη η αύξηση της κατανάλωσης καυσίμου στις υψηλές στροφές. Σε σχέση με τους υδρογονάνθρακες (HC), λόγω του καλύτερου στροβιλισμού του μίγματος, που επιτυγχάνεται στους γρήγορους ρυθμούς περιστροφής του κινητήρα, παρουσιάζεται μια τάση ελάττωσης στις υψηλές στροφές.

- Επίδραση στη δημιουργία και εκπομπή ρύπων, έχει η καθυστέρηση που παρατηρείται στην άμεση και κατάλληλη προσαρμογή του μίγματος κατά τις απότομες μεταβολές του φορτίου. Τέτοια περίπτωση, αποτελεί η απότομη μεταβολή λειτουργίας του κινητήρα από το πλήρες φορτίο στο ρελαντί, όπου δημιουργούνται συνθήκες μεγάλης υποπίεσης στον χώρο μπροστά από την πεταλούδα, λόγω του ξαφνικού κλείσιμο της πεταλούδας του γκαζιού. Η ποσότητα καυσίμου που υπάρχει στα τοιχώματα της εισαγωγής και εμπλουτίζει το μίγμα, τη στιγμή που εμείς επιδιώκουμε τον άμεσο απεμπλουτισμό του, παρασέρνεται από την αυξημένη υποπίεση.
- Σ' αυτή την φάση, μέρος του εμπλουτισμένου μίγματος – το οποίο αδυνατεί να καεί πλήρως - διαφεύγει άκαυστο ρυπαίνοντας το περιβάλλον.
- Παρόμοια κατάσταση αποτελεί το ξαφνικό άνοιγμα της πεταλούδας του επιταχυντή κατά την απότομη μετάβαση του κινητήρα στο πλήρες φορτίο, το οποίο δημιουργεί συνθήκες στιγμιαίου απεμπλουτισμού, όταν επιδιωκόμενο στόχο αποτελεί ο άμεσος εμπλουτισμός.

Η υγραποίηση μέρους καυσίμου, προκαλεί στιγμιαίο απεμπλουτισμό του μίγματος εξαιτίας της άμεσης μεταφοράς υποπίεσης στο πίσω μέρος της πεταλούδας και στην καθυστέρηση αναρρόφησης καυσίμου λόγω διαφοράς ειδικού βάρους βενζίνης-αέρα. Αυτό το δυναμικό φαινόμενο, έχει σαν αποτέλεσμα την αδυναμία εύκολης ανάφλεξης και την κακή καύση του μίγματος, με συνέπεια, τόσο την καθυστέρηση στην απόκριση του γκαζιού, όσο και την δημιουργία και εκπομπή άκαυστων υδρογονανθράκων.

3.2 Μέτρα μείωσης καυσαερίων αυτοκινήτου

Μετά το 2009 οι κινητήρες των πετρελαιοκίνητων αυτοκινήτων κατασκευάζονται βάσει της οδηγίας Euro 5 της Ε.Ε. σύμφωνα με την οποία θεωρείται επιβεβλημένη η τοποθέτηση συγκεκριμένου φίλτρου (DPF) κατακράτησης των σωματιδίων της καύσης πετρελαίου, το οποίο λειτουργεί ως παγίδα κατακράτησης των βλαβερών σωματιδίων που εκλύονται από την καύση του πετρελαίου.

Μία άλλη καινοτόμος τεχνολογία, η τεχνική της SCR (Selective Catalytic Reduction- επιλεκτική καταλυτική αναγωγή) επιτυγχάνει από τη μια την μείωση εκπομπών καυσαερίων και από την άλλη την βελτιστοποίηση των επιδόσεων και της κατανάλωσης καυσίμου του κινητήρα. Υψηλές εκπομπές οξειδίων του αζώτου προερχόμενα από καύση στον κινητήρα υπόκεινται σε καταλυτική μετατροπή, με απαραίτητη την ύπαρξη διαλύματος ουρίας (AdBlue) ενός αναγωγικού παράγοντα με τη χρήση του οποίου μετά από υδρόλυση τα οξείδια του αζώτου μετατρέπονται σε άζωτο και νερό. Έτσι μέσα από νέες τεχνολογίες γίνονται μεγάλα βήματα προς την επίτευξη στόχων που τέθηκαν με το Euro 5 απ' το 2008. Ο κινητήρας με το σύστημα SCR είναι σύμφωνα με τις προδιαγραφές καυσαερίων Euro 6 που ισχύει στην

Ευρώπη από το 2014. Από τον Οκτώβρη του 2008, μέσω των κανονισμών του Euro 5 για τις εκπομπές ρύπων (μονοξειδίου του αζώτου) βαρέων οχημάτων, αυτές μειώθηκαν κατά 90% σε σχέση με το 1990. Με το Euro 4 που βρίσκεται σε ισχύ σήμερα, επιτεύχθηκε μείωση μονοξειδίου του αζώτου κατά 80% και των αιωρούμενων σωματιδίων κατά 95% σε σχέση με το 1990. Ξεκινώντας από το Euro 1 έχουμε Euro 2, Euro 3, Euro 4, Euro 5a, Euro5b, Euro 6a, Euro 6b.

Οι προσπάθειες της αυτοκινητοβιομηχανίας επικεντρώθηκαν τις προηγούμενες δεκαετίες στη βελτίωση των κινητήρων προς την κατεύθυνση της μείωσης καυσίμου και της διαρκώς εξελισσόμενης προώθησης πετρελαιοκινήτων οι οποίοι με τη σύγχρονη τεχνολογία καταναλώνουν σημαντικά λιγότερο καύσιμο.

Από το 1985 η κατανάλωση ενέργειας στον κλάδο των μεταφορών έχει αυξηθεί κατά 47% στην Ευρώπη. Ο μέσος όρος αύξησης στην κατανάλωση ενέργειας στους υπόλοιπους κλάδους της οικονομίας ανέρχεται σε 4, 2%. Οι μεταφορές είναι υπεύθυνες για το 24% των ανθρωπογενών εκπομπών CO₂ στην Ευρώπη. Οι οδικές μεταφορές προκαλούν το 84% των συνολικών εκπομπών CO₂ που προέρχεται από τις μεταφορές. Η αύξηση των σχετικών εκπομπών που προκαλούν οι οδικές μεταφορές ανήρθε σε 15% την περίοδο από το 1990 έως το 1998. Από το 1980 το μήκος των αυτοκινητοδρόμων αυξήθηκε κατά 70%, ενώ αυτό των σιδηροδρόμων κατά 9%. Από το 1990 ο αριθμός των αυτοκινήτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση έχει αυξηθεί κατά 64%. Ο καταλυτικός μετατροπέας, η συσκευή που τοποθετείται στο σύστημα εξαγωγής των καυσαερίων των αυτοκινήτων και έχει σκοπό την μετατροπή των εκπεμπόμενων ρύπων σε αβλαβή για την ατμόσφαιρα καυσαέρια, όπως H₂O και CO₂ έκανε την εμφάνισή του.

Ιστορική αναδρομή

1974: Πρώτη εμφάνιση των καταλυτικών μετατροπέων στις ΗΠΑ μετά από μία, διά νόμου, απαίτηση μείωσης των εκπομπών CO και HCs στην Καλιφόρνια στη δεκαετία του 1960

1984: Η Ευρώπη αρχίζει να εμπλέκεται στην παραγωγή και χρήση τους

1987: Εμφάνιση των καταλυτικών μετατροπέων στην Ελλάδα
[<http://www.iep.edu.gr/pisa/files/topics/science/m17.pdf>]

Γενικά στοιχεία: Το 60 και πλέον, τοις εκατό της ρύπανσης που εκπέμπει ένα αυτοκίνητο στο περιβάλλον προέρχεται από την εξάτμιση. Οι κύριοι ρύποι που θα εξέλθουν από τις μηχανές εσωτερικής καύσης είναι το CO, τα οξείδια του αζώτου (NO_x) και άκαυστοι υδρογονάνθρακες (VOCs).

Η Ε.Ε. έχει υπογράψει πολλές διεθνείς συμφωνίες και έχει εκδώσει συμπληρωματικές οδηγίες για τη αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Συμφωνίες και μέτρα της Ε.Ε για την αντιμετώπιση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης:

- ✚ 1979 Συνθήκη Γενεύης για τη διασυνοριακή ατμοσφαιρική ρύπανση μεγάλων αποστάσεων
- ✚ 1985 Πρωτόκολλο για τη μείωση των εκπομπών θείου (Συμφωνία γνωστή ως Club του 30%) μέχρι 30% έως το 1993, σε σχέση με τα επίπεδα του 1980.

- ✚ 1987 Πρωτόκολλο του Μόντρεαλ (εκτός χρήσης στην Ε.Ε τα πιο επιβλαβή αέρια: CFCs)
- ✚ 1988 Οδηγία (δίκαιο Ε.Ε.) μείωσης διοξειδίων του θείου και οξειδίων του αζώτου.
- ✚ 1992 «Συνάντηση Κορυφής της Γης» στο Ρίο της Βραζιλίας (καθορισμός της αρχής της «αειφόρου ανάπτυξης»)
- ✚ 1994 Δεύτερο Πρωτόκολλο για το θείο (μείωση εκπομπών οξειδίων του θείου κατά 35% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990).
- ✚ 1996 Πρόγραμμα «Λάδια Αυτοκινήτων» (καθορισμός αυστηρότερων ενεργειακών προδιαγραφών για αυτοκίνητα ιδιωτικής χρήσης).
- ✚ 1997 Πρωτόκολλο του Κιότο (στόχος Ε.Ε. για μείωση του διοξειδίου του θείου κατά 50% και της αμμωνίας κατά 30% σε σχέση με το 1990, έως το 2100).
- ✚ Πρόγραμμα «Καθαρός αέρας για την Ευρώπη» (CAFÉ)
(Μούσης, 2003)

3.3 Καυσανάλυση

Καυσανάλυση είναι η διαδικασία ελέγχου, με αναλυτές καυσαερίων, των εκπεμπόμενων ρύπων και της περιεκτικότητας των καυσαερίων. Υπάρχουν αναλυτές δύο, τεσσάρων (μονοξειδίου του άνθρακα, υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα, οξυγόνο) και πέντε αερίων. Η συσκευή πέντε αερίων μετρά τα CO, HC, NO_x, CO₂ και το οξυγόνο O₂. Η σύνθεση των καυσαερίων χαρακτηρίζει την κατάσταση και μας ενημερώνει για τυχόν προβλήματα λειτουργίας του κινητήρα. Στους σύγχρονους αναλυτές καυσαερίων υπάρχει η δυνατότητα μέτρησης διαφόρων παραμέτρων, όπως: στροφές κινητήρα, θερμοκρασία λαδιού και λόγο αέρα λ.

Οι ενδείξεις μετατρέπονται σε αναλογικές ή ψηφιακές και παρουσιάζονται σε οθόνες ή μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Στα καυσαέρια που εκπέμπονται κατά την λειτουργία ενός βενζινοκινητήρα περιλαμβάνονται:

- το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), τοξικό, άοσμο, άχρωμο, άγευστο
- οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC) - άκαυστοι ατμοί της βενζίνης. Έχουν χαρακτηριστική μυρωδιά, είναι ερεθιστικοί και τοξικοί
- τα οξείδια του αζώτου (NO_x) - ενώσεις του αζώτου με το οξυγόνο που σχηματίζονται κάτω από υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις μέσα στον θάλαμο καύσης - είναι άχρωμα και τοξικά οξείδια και το κυριότερο από αυτά είναι το NO
- το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂)
- ατμοί νερού (H₂O)
- διοξείδιο του θείου (SO₂)
- σωματίδια
- άζωτο (N₂)
- μόλυβδος (Pb), στα παλαιότερα οχήματα τα οποία χρησιμοποιούσαν σαν αντικροτικό τον τετρααιθυλιούχο μόλυβδο

Οι πηγές ρύπων ενός οχήματος είναι: οι εκπομπές των καυσαερίων από το σύστημα εξαγωγής, οι αναθυμιάσεις από το σύστημα τροφοδοσίας βενζίνης και οι εκπομπές αναθυμιάσεων από το στροφαλοθάλαμο.

Από τις ενώσεις που αποτελούν τα καυσαέρια, το μονοξείδιο του άνθρακα (CO), τα οξείδια του αζώτου (NO_x) και οι άκαυστοι υδρογονάνθρακες (HC) είναι επιβλαβείς ουσίες και λέγονται ρύποι.

Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τους ρύπους είναι:

1. ο λόγος αέρα λ
2. τα χαρακτηριστικά σχεδιασμού του κινητήρα
3. η κατάσταση και τα φαινόμενα λειτουργίας του κινητήρα και
4. τα κατασκευαστικά στοιχεία του θαλάμου καύσης

Αναλυτικότερα:

1. Ο λόγος αέρα λ

Ο λόγος λ, το κλάσμα της ποσότητας του χρησιμοποιούμενου απ' τη μηχανή αέρα, προς την ποσότητα αέρα που θα χρησιμοποιούνταν, αν η καύση ήταν τέλεια, αποτελεί μια θεωρητική βάση η οποία με το ρόλο που έχει στη λειτουργία του κινητήρα, αποτελεί χρήσιμο εργαλείο μείωσης ρύπων αυτοκινήτου.

Ο αισθητήρας λ ελέγχοντας διαρκώς τη σύσταση των καυσαερίων, μετρώντας την περίσσεια οξυγόνου σ' αυτά, στέλνει μηνύματα στον εγκέφαλο του κινητήρα (ECU) δείχνοντας τη διαφοροποίηση πραγματικού και ιδανικού μίγματος, ώστε ο εγκέφαλος του κινητήρα να διορθώνει τις διακυμάνσεις του λόγου λ, επαναυπολογίζοντας τη διάρκεια ανοίγματος του συστήματος ψεκασμού.

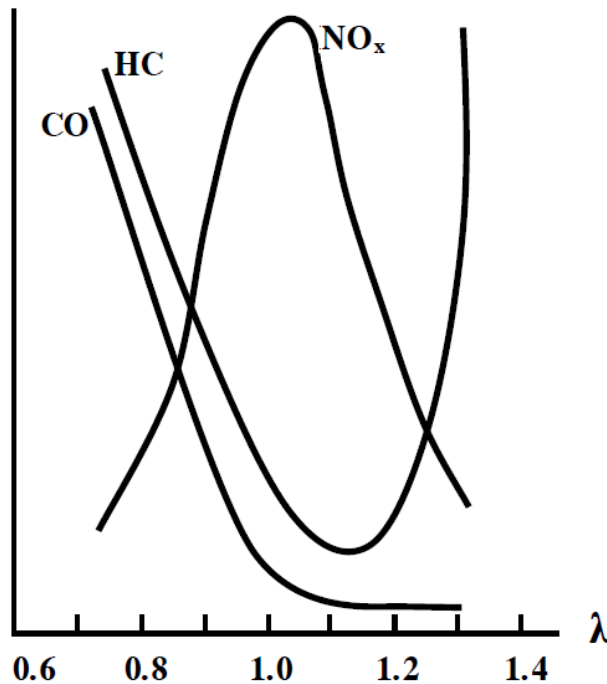
Υπάρχουν δύο τύποι αισθητήρων λ:

- ✚ Οι προθερμαινόμενοι και
- ✚ Οι μη προθερμαινόμενοι

Για τον περιορισμό των ρύπων στα καυσαέρια, σε κινητήρα με τριοδικό καταλυτικό μετατροπέα, προϋπόθεση αποτελεί η λειτουργία του κινητήρα στη στοιχειομετρική αναλογία ($\lambda=1$) ή με απόκλιση απ' αυτή, μικρότερη του 1%. Σύμφωνα με την Εικόνα 36 παρατηρούμε ότι:

- ✚ Στα φτωχά τύπου μείγματα ($\lambda>1$) η περίσσεια αέρα συνεπάγεται μείωση των CO και HC.
- ✚ Για $\lambda>1$, 25 το μείγμα δεν είναι αναφλέξιμο και έχουμε μεγάλη συγκέντρωση των HC. Τα NO_x αυξάνονται αρχικά λόγω των υψηλών θερμοκρασιών της καύσης και λόγω του ότι έχουμε μειωμένη παραγωγή των CO και H₂ (που είναι αναγωγικά μέσα).
- ✚ Για $\lambda>1$, 1 έχουμε μείωση των NO_x λόγω μείωσης της θερμοκρασίας καύσης.
- ✚ Σε περιοχές πλούσιου μίγματος ($\lambda<1$) υπάρχουν αυξημένες εκπομπές CO και HC λόγω έλλειψης του οξυγόνου, δηλαδή εξαιτίας της ατελούς καύσης. Οι εκπομπές CO και HC μειώνονται, καθώς πλησιάζουμε το στοιχειομετρικό – ιδανικό λόγο αέρα $\lambda=1$ και όσο πλησιάζουμε στα φτωχά μείγματα, ακόμα περισσότερο.
- ✚ Για $\lambda=0,95$ έως 1, 1 οι εκπομπές NO_x μεγαλώνουν, εξαιτίας της ένωσης οξυγόνου και αζώτου, η οποία λαμβάνει χώρα κάτω από συνθήκες αυξημένης πίεσης και θερμοκρασίας.

- ✚ Για $\lambda=0,95$ έως 1, 1 έχουμε μεγάλες εκπομπές NO_x λόγω της ένωσης του οξυγόνου O_2 και του αζώτου N_2 και ενώνονται μεταξύ τους κάτω από συνθήκες αυξημένης θερμοκρασίας και πίεσης.



Εικόνα 36: Μεταβολή των συγκεντρώσεων των ρύπων συναρτήσει του λόγου αέρα λ
Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)

2. Τα χαρακτηριστικά σχεδιασμού του κινητήρα

Ο χρονισμός των βαλβίδων και η γεωμετρία της πολλαπλής εισαγωγής επηρεάζουν την πλήρωση του θαλάμου καύσης και επομένως τη συγκέντρωση των καυσαερίων. Τα NO_x μειώνονται λόγω της αύξησης της επικάλυψης των βαλβίδων εισαγωγής και εξαγωγής, αυξάνοντας παράλληλα τους HC στις χαμηλές στροφές γιατί μαζί με το καυσαέριο εξέρχεται μέρος του καυσίμου μείγματος.

Τα καυσαέρια που παραμένουν στον κύλινδρο απορροφούν μέρος της θερμότητας του θαλάμου καύσης και αυτό οδηγεί στην μείωση των οξειδίων του αζώτου NO_x . Η μείωση των NO_x προέρχεται επίσης και από την ανακυκλοφορία των καυσαερίων. Η ομοιόμορφη πολλαπλή εισαγωγής, διανέμοντας τον αέρα μέσω των αυλών της, μειώνει σε μεγάλο βαθμό τις εκπομπές του μονοξειδίου του άνθρακα CO. Στα συστήματα ψεκασμού μονού σημείου τα οποία εμφανίζουν ανομοιομορφίες στην διανομή του αέρα εισαγωγής στους κυλίνδρους, αυτό αποτελεί πλεονέκτημα. Ο ικανοποιητικός στροβιλισμός του μείγματος προκαλεί επίσης μείωση των άκαυστων υδρογονανθράκων HC.

3. Κατάσταση και φαινόμενα λειτουργίας του κινητήρα

Κατά την ψυχρή εκκίνηση και τον εμπλουτισμό του μίγματος γίνεται συμπύκνωση των ατμών της βενζίνης στα κρύα τοιχώματα της πολλαπλής. Αυτό οδηγεί σε αυξημένες εκπομπές των HC και του CO.

Κατά την εκτόνωση των καυσαερίων μειώνεται η θερμοκρασία στον θάλαμο καύσης και επομένως η δημιουργία των οξειδίων του αζώτου NO_x και ελαττώνεται η οξείδωση του CO σε CO_2 .

Κατά την φάση της επιτάχυνσης έχουμε αύξηση στις πιέσεις λειτουργίας και επομένως αύξηση του μονοξειδίου του άνθρακα CO, των οξειδίων του αζώτου NO_x και φυσικά των υδρογονανθράκων HC.

Οι αναθυμιάσεις από το ρεζερβουάρ και από το σύστημα παροχής καυσίμου καθώς και από το στροφαλοθάλαμο προκαλούν αύξηση στους άκαυστους υδρογονάνθρακες HC. Τα καυσαέρια που περνούν από τα ελατήρια του εμβόλου προς το στροφαλοθάλαμο είναι μια πηγή περαιτέρω αύξησης των άκαυστων HC. Ακόμη, κατά την φάση της εκτόνωσης όταν στρώμα λαδιού παραμένει στα τοιχώματα του κυλίνδρου, αυξάνονται οι HC. Οι ποσότητες αυτές του λαδιού κατά την φάση της συμπίεσης προσροφούν ατμούς βενζίνης και αυξάνουν τους άκαυστους υδρογονάνθρακες.

Οι αναθυμιάσεις στα αυτοκίνητα νέας τεχνολογίας καίγονται στους κυλίνδρους όπου οδηγούνται. Κατά την διάρκεια της καύσης οι ποσότητες που δεν καίγονται, εξατμίζονται στην συνέχεια από τη θερμότητα που έχουν τα καμένα αέρια.

Σε συνθήκες χαμηλών στροφών και φορτίων μπορεί να προκληθεί πρόωρο σβήσιμο της φλόγας πριν το μέτωπο της καύσης φθάσει τα κρύα τοιχώματα του θαλάμου. Όταν στα τοιχώματα του θαλάμου υπάρχουν επικαθίσεις λόγω παλαιότητας ή κακής καύσης, αυτές απορροφούν τους υδρογονάνθρακες HC (Γιαννακόπουλος et al).

3.4 Αναλυτές καυσαερίων

Οι αναλυτές καυσαερίων μετρώντας την περιεκτικότητα των καυσαερίων σε ρύπους, αποτελούν τα εργαλεία της καυσανάλυσης, του ελέγχου και της διαπίστωσης της ποσότητας των εκπεμπόμενων ρύπων. Οι σύγχρονοι αναλυτές καυσαερίων, εκτός των έως πέντε (CO, HC, NO_x, CO₂, O₂) συστατικών των καυσαερίων, μετρούν και λόγο αέρα λ, θερμοκρασία λιπαντικού και στροφές κινητήρα. Η σύνθεση των καυσαερίων χαρακτηρίζει την κατάσταση και μας ενημερώνει για τυχόν προβλήματα λειτουργίας του κινητήρα. Οι ενδείξεις μετατρέπονται σε αναλογικές ή ψηφιακές και παρουσιάζονται σε οθόνες ή μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή (Εικόνα 37).



Εικόνα 37: Αναλυτές καυσαερίων πέντε αερίων με εκτυπωτές (κάτω)

Πηγή: Μηχανές Εσωτερικής καύσης II, Καραπάνος Χαράλαμπος et al., 2012)

Στη μνήμη του υπολογιστή είναι καταχωρημένες ή μπορούν να καταχωρηθούν πληροφορίες για διάφορους τύπους των αυτοκινήτων.

Η αρχή που διέπει τη λειτουργία των αναλυτών καυσαερίων, είναι η διαφοροποίηση στην απορροφησιμότητα ορισμένης περιοχής στο φάσμα της υπέρυθρης ακτινοβολίας για το κάθε αέριο. Το κάθε αέριο αντιστοιχεί σε δικές του περιοχές (φασματικές γραμμές). Το ποσοστό απορροφησιμότητας ακτινοβολίας του αερίου και η περιεκτικότητα του αερίου είναι ποσά αντιστρόφως ανάλογα.

Η αρχή στην οποία στηριζόταν η λειτουργία των παλαιότερων αναλυτών καυσαερίων ήταν η μεταβολή της αντίστασης του αερίου λόγω της θερμικής αγωγιμότητας, όπου μεταβολή και θερμοκρασία αερίων είναι ποσά ανάλογα.

Ο αναλυτής καυσαερίων μπορεί να ελέγξει κι άλλες παραμέτρους, όπως:

- ✚ Πρόβλημα στον καταλύτη
- ✚ Κακή τροφοδοσία αέρα
- ✚ Ελαττωματική βαλβίδα ανακύκλωσης καυσαερίων
- ✚ Κακή ανάφλεξη
- ✚ Καύσιμο μείγμα
- ✚ Ελαττωματικό μπεκ
- ✚ Υπερβολικό αβάνς
- ✚ Διαρροή ή φράξιμο εξάτμισης
- ✚ Διαρροή στη πολλαπλή εισαγωγής
- ✚ Διαρροή στη φλάντζα της κυλινδροκεφαλής

Ο έλεγχος με τον αναλυτή καυσαερίων αποτελεί τον τελευταίο μετά από ένα Service. Αν και το οξυγόνο O_2 και το διοξείδιο του άνθρακα CO_2 δεν είναι ρύποι, η μέτρησή τους είναι απαραίτητη για να βγάλουμε συμπεράσματα για το πώς γίνεται η καύση.

Τα οξειδία του αζώτου NO_x μετρούνται συνήθως στα εργαστήρια των εργοστασίων κατασκευής ώστε να εγκριθούν οι κινητήρες από τις κρατικές αρχές. Μόνο σε ειδικούς αναλυτές υπάρχει η δυνατότητα μέτρησης των οξειδίων του αζώτου, αλλά αυτό απαιτεί ειδικές εγκαταστάσεις ώστε να επιτευχθεί ο έλεγχος του αυτοκινήτου πάνω σε ράουλα με μεταβαλλόμενη ταχύτητα. Οι τελευταίου τύπου αναλυτές έχουν αυτόματη προθέρμανση και καλιμπράρισμα, αλλά οι παλαιού τύπου χρειαζόταν ρύθμιση από τον χειριστή.

Για την διάγνωση και ανάλυση των βλαβών απαιτούνται εξειδικευμένες συσκευές και μηχανήματα.

3.5 Όρια εκπομπών ρύπων

Τα όρια εκπομπών ρύπων, καθορίζονται από τη νομοθεσία και ορίζουν τις μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές τους ως εξής:

1. Με καταλύτη και αισθητήρα λ

CO: 0,5% στο ρελαντί και 0,3% στις 2500 στροφές/λεπτό (+300 στροφές/λεπτό)

HC: 120 ppm (μέρη ανά εκατομμύριο) στο ρελαντί και 100 ppm στις 2500 στροφές/λεπτό (± 300 στροφές/λεπτό)

Το λ κυμαίνεται μεταξύ 0,97 και 1,03

2. Με καταλύτη, χωρίς αισθητήρα λ
CO: 1, 2 % στο ρελαντί και 1 % στις 2500 στροφές/λεπτό (± 300 στροφές/λεπτό),
HC: 220 ppm (μέρη ανά εκατομμύριο) στο ρελαντί και 200 ppm στις 2500 στροφές/λεπτό (± 300 στροφές/λεπτό)
3. Χωρίς καταλύτη και με πρώτη άδεια κυκλοφορίας πριν από τον Οκτώβριο του 1986
CO: 4,5 % στο ρελαντί και 4 % στις 2500 στροφές/λεπτό (± 300 στροφές/λεπτό),
HC: 800 ppm (μέρη ανά εκατομμύριο) στο ρελαντί και 700 ppm στις 2500 στροφές/λεπτό (± 300 στροφές/λεπτό)
4. Χωρίς καταλύτη και με άδεια κυκλοφορίας μετά τον Οκτώβριο του 1986
CO: 3,5 % στο ρελαντί και 3 % στις 2500 στροφές/λεπτό (300 στροφές/λεπτό),
HC: 500 ppm (μέρη ανά εκατομμύριο) στο ρελαντί και 400 ppm στις 2500 στροφές/λεπτό (+, - 300 στροφές/λεπτό)

Πίνακας 2: Πρότυπα της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τις εκπομπές επιβατικών αυτοκινήτων (σε g ανά km)

Πρότυπο Euro	* Εφαρμογή ημερομηνία	CO (G / km)	THC (G / km)	NMHC (G / km)	NOx (G / km)	HC = NOx (G / km)	PM (G / km)
Ντίζελ							
Euro I	Ιούλης 1993	2,72	-	-	-	0,97	0,14
Euro II	Γενάρης 1997	1,00	-	-	-	0,70	0,08
Euro III	Ιανουάριος 2001	0,64	-	-	0,50	0,56	0,05
Euro IV	Ιανουάριο 2006	0,50	-	-	0,25	0,30	0,025
Euro V	Σεπτέμβριος 2010	0,500	-	-	0,180	0,230	0,005
Euro VI	Σεπτέμβρης 2015	0,500	-	-	0,080	0,170	0,005
Βενζίνη							
Euro I	Ιούλης 1993	2,72	-	-	-	0,97	-
Euro II	Γενάρης 1997	2,20	-	-	-	0,50	-
Euro III	Ιανουάριος 2001	2,30	0,20	-	0,15	-	-
Euro IV	Ιανουάριο 2006	1,00	0,10	-	0,08	-	-
Euro V	Σεπτέμβριος 2010	1,000	0,100	0,068	0,060	-	0,005 **
Euro VI	Σεπτέμβρης 2015	0,100	0,100	0,068	0,060	-	0,005 **
* Τοποθέτηση στην αγορά (ή πρώτη εγγραφή) χρονολογείται, μετά την οποία όλοι οι νέοι κινητήρες που διατίθενται στην αγορά πρέπει να ανταποκρίνονται στο πρότυπο. ΕΕ πρότυπα για τις εκπομπές επίσης να καθοριστούν με ημερομηνίες έγκρισης τύπου (συνήθως ένα χρόνο πριν από τις αντίστοιχες ημερομηνίες τοποθέτηση της αγοράς) μετά την οποία όλα τα νέα μοντέλα έγκριση τύπου πρέπει να πληρούν το πρότυπο. ** Ισχύει μόνο για οχήματα με κινητήρες άμεσου ψεκασμού.							

Πηγή: Eurostat/env_air_gge/ευρωπαϊκόςοργανισμόςενέργειας

3.6 Ταξινόμηση μαρκών αυτοκινήτων βάση εκπομπών ρύπων

Η εξέλιξη των κινητήρων εσωτερικής καύσης από κοινού με το λανσάρισμα υβριδικών και ηλεκτρικών μοντέλων συνετέλεσαν στην περαιτέρω υποχώρηση των εκπομπών CO₂ από την αυτοκινητοβιομηχανία στην Ευρώπη. Σύμφωνα με τα στοιχεία της εταιρείας ανάλυσης της αγοράς JATO Dynamics, ο μέσος όρος από τα νέα αυτοκίνητα που ταξινομήθηκαν το 2015 έπεσε από τα 123,3 g/km στα 119,3 g/km. Όσον αφορά την μάρκα με τον πιο «πράσινο» στόλο, είχαμε αλλαγή σκυτάλης το 2015 καθώς στην κορυφή της κατάταξης βρέθηκε η Peugeot με μέσο όρο 103,5 g. CO₂ ανά km. Η εταιρεία με σήμα το λιοντάρι ήταν δεύτερη το 2014 πίσω από τη Renault, η οποία υποχώρησε το 2015 στην 3η θέση με 105,9 g/km. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η Renault πούλησε περισσότερα SUV και crossover πέρυσι, αυτοκίνητα δηλαδή με κινητήρες μεγαλύτερου κυβισμού. Δεύτερη στη λίστα εμφανίζεται μία άλλη γαλλική μάρκα, η Citroen με 105,7 g/km. Τα μοντέλα που

χάρισαν στην Peugeot την άτυπη αυτή επικράτηση ήταν κατά σειρά τα 108, 308 και 208 [http://www.newsauto.gr/news/pia-ine-i-marka-me-tis-chamiloter-es-ekpomp-es-ripon/].

Πίνακας 3: Ταξινόμηση κατά μέσο όρο εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα CO₂ (Οι κορυφαίες 20 σε πωλήσεις μάρκες αυτοκινήτων)

Position 2015	Make	Ave CO ₂ 2015 (g/km)	Ave CO ₂ 2014 (g/km)	Change (g/km)	Position 2014
1	Peugeot	103.5	109.3	-5.8	2
2	Citroën	105.7	110.8	-5.1	3
3	Renault	105.9	108.4	-2.4	1
4	Toyota	107.7	112.5	-4.9	4
5	Nissan	114.3	113.8	+0.5	5
6	Skoda	115.4	121.5	-6.2	8
7	Seat	116.8	117.4	-0.6	6
8	Mini	117.0	122.1	-5.1	-
9	Fiat	117.8	117.4	+0.3	7
10	Volkswagen	117.8	123.4	-5.6	10
11	Ford	118.1	121.8	-3.6	9
12	Dacia	121.9	125.7	-3.8	12
13	Volvo	123.8	126.4	-2.6	13
14	Opel/Vauxhall	126.3	130.3	-3.9	16
15	Audi	127.3	132.4	-5.0	18
16	Mazda	127.4	128.9	-1.4	14
17	Hyundai	127.5	129.8	-2.3	15
18	Kia	127.7	130.9	-3.2	17
19	BMW	128.0	133.0	-5.0	19
20	Mercedes	128.2	133.5	-5.3	20

Πηγή: JATO Dynamics Limited

Η πρώτη δεκάδα συμπληρώθηκε από τις Toyota (χάρη στις υβριδικές εκδόσεις των μοντέλων της που αντιστοιχούν στο 29% επί των συνολικών πωλήσεων της στην Ευρώπη), Nissan (με αύξηση στις εκπομπές CO₂ λόγω των εκδόσεων βενζίνης του Qashqai), Skoda, Seat, MINI, Fiat και Volkswagen.

Η χώρα με το χαμηλότερο μέσο όρο διοξειδίου του άνθρακα από νέα επιβατικά αυτοκίνητα ήταν η Νορβηγία (100,5 g/km), μπροστά από την Ολλανδία (101,3 g/km). Υπάρχει βέβαια εξήγηση, καθώς πρόκειται για δύο αγορές με υψηλές πωλήσεις υβριδικών και ηλεκτρικών μοντέλων. Τρίτη ήταν η Ελλάδα (105,7 g/km) για άλλο λόγο, καθώς εξαιτίας της οικονομικής κρίσης οι οδηγοί επιλέγουν αυτοκίνητα χαμηλού κυβισμού (για χαμηλή κατανάλωση και λίγα ή μηδενικά τέλη κυκλοφορίας) [http://www.newsauto.gr/news/pia-ine-i-marka-me-tis-chamiloter-es-ekpomp-es-ripon/].

3.7 Σύγκριση βενζινοκινητήρων-πετρελαιοκινητήρων

Συγκρίνοντας τους βενζινοκινητήρες με τους πετρελαιοκινητήρες βλέπουμε ότι οι κινητήρες ντίζελ ρυπαίνουν λιγότερο. Επιπλέον, η ρύπανσή τους είναι διαφορετική καθώς σε αντίθεση με τους βενζινοκινητήρες εκπέμπουν διοξείδιο του θείου και καπνό. Ο κινητήρας ντίζελ εκπέμπει ελάχιστες ποσότητες μονοξειδίου του άνθρακα και υδρογονανθράκων, επειδή λειτουργεί με περίσσεια αέρα. Όσον αφορά τα οξείδια του αζώτου, οι σύγχρονοι κινητήρες ντίζελ εκπέμπουν λίγο περισσότερα από τους βενζινοκινητήρες με τριοδικό καταλύτη. Η διαφορά βέβαια είναι ότι ο ντίζελ πετυχαίνει τα νομοθετημένα όρια χωρίς καταλύτη, άρα αρκεί η σωστή ρύθμιση και συντήρησή του για να βρίσκεται μονίμως μέσα σ' αυτά, ενώ ο βενζινοκινητήρας εξαρτάται από τη σωστή λειτουργία του καταλύτη.

Κινητήρας με υγραέριο

Τα σημαντικά πλεονεκτήματα του υγραερίου σε σχέση με την βενζίνη και το ντίζελ είναι ότι τα αυτοκίνητα που το χρησιμοποιούν εκπέμπουν μονοξείδιο του άνθρακα δέκα φορές λιγότερο από την βενζίνη (στα ίδια επίπεδα με το ντίζελ), αλλά και δεν παράγουν διοξείδιο του άνθρακα και καπνό, όπως το ντίζελ. Εξίσου σημαντικό είναι το γεγονός ότι το υγραέριο εκπέμπει ελάχιστες ποσότητες καρκινογόνων αρωματικών υδρογονανθράκων.

Η μάχη εναντίον της ρύπανσης πάντως, πρέπει να βασιστεί στην αρχή της καταπολέμησης της δημιουργίας των ρύπων κι όχι της εξουδετέρωσής τους μετά την δημιουργία τους. Ο καλύτερος τρόπος λοιπόν παραμένει η μείωση της κατανάλωσης.

3.8 Έλεγχος στο Κ.Τ.Ε.Ο

Σημεία ελέγχου:

- ❖ Στον οπτικό έλεγχο και στον έλεγχο καυσαερίων εξετάζονται:
 - ✚ τα στοιχεία του οχήματος (πινακίδες κυκλοφορίας, αριθμός πλαισίου, αριθμός κινητήρα σύμφωνα με την άδεια κυκλοφορίας)
 - ✚ το όχημα εσωτερικά - εξωτερικά (οπτικώς)
 - ✚ ο εξοπλισμός του οχήματος (τρίγωνο, πυροσβεστήρας, φαρμακείο)
 - ✚ η πίεση των ελαστικών - η ύπαρξη ρεζέρβας
 - ✚ η ποιότητα και η σύνθεση των καυσαερίων
- ❖ Στην αυτόματη γραμμή ελέγχονται:
 - ✚ η σύγκλιση - απόκλιση των τροχών
 - ✚ η απόδοση της ανάρτησης
 - ✚ η απόδοση των φρένων
 - ✚ τα φώτα ως προς την ένταση και την κλίση τους - γενική λειτουργία
- ❖ Στο λάκκο κατόπτρευσης ελέγχονται:
 - ✚ το σύστημα διεύθυνσης
 - ✚ το σύστημα μετάδοσης κίνησης
 - ✚ οι άξονες, οι τροχοί, τα ελαστικά, η ανάρτηση

- ✚ οι δίσκοι πέδησης
- ✚ οι εύκαμπτες – άκαμπτες σωληνώσεις του συστήματος πέδησης
- ✚ το κάτω μέρος του αμαξώματος (έλεγχος οξειδώσεων)
- ✚ η εξάτμιση

Ο έλεγχος ολοκληρώνεται με την έκδοση του Δελτίο Τεχνικού Ελέγχου και την επικόλληση του ειδικού σήματος.

3.9 Κάρτα Ελέγχου Καυσαερίων

Ο έλεγχος των καυσαερίων κάθε οχήματος ανεξαρτήτου τύπου και κατηγορίας είναι νομοθετικά καθιερωμένος και πιστοποιείται με την έκδοση της Κάρτας Ελέγχου Καυσαερίων (Κ.Ε.Κ.) ή με το Δελτίο Τεχνικού Ελέγχου ΚΤΕΟ, συμπεριλαμβανομένου και του ελέγχου καυσαερίων. Ο έλεγχος αυτός προβλέπεται συχνότερος από τον περιοδικό Τεχνικό Έλεγχο και έτσι παρεμβάλλονται έλεγχοι καυσαερίων και η ανανέωση της Κάρτας Ελέγχου Καυσαερίων (ΚΕΚ) (άρθρο 7 παρ. 1 του Ν. 3897/2010) ανάμεσα σε δύο τακτικούς ελέγχους.

Αναλυτικότερα:

- ✚ Επιβατικά ή ελαφρά φορτηγά οχήματα έως 3,5 τόνους: η ισχύς της Κάρτας Ελέγχου Καυσαερίων είναι ενός έτους και η έκδοση νέας ΚΕΚ γίνεται ανάμεσα στους δύο τεχνικούς ελέγχους ΚΤΕΟ, δηλαδή 1 έτος μετά τον τελευταίο Τεχνικό Έλεγχο ΚΤΕΟ.
- ✚ Βαρέα οχήματα άνω των 3,5 τόνων (λεωφορεία, φορτηγά κλπ): η ισχύς της Κάρτας Ελέγχου Καυσαερίων είναι εξάμηνη και η έκδοση νέας ΚΕΚ γίνεται σε κάθε Τεχνικό Έλεγχο ΚΤΕΟ.

3.10 Κέντρα Τεχνικού Ελέγχου Οχημάτων (Κ.Τ.Ε.Ο)

Δημόσια Κ.Τ.Ε.Ο που έχουν πιστοποιηθεί και λειτουργούν:

1. Αγρινίου
2. Αλεξανδρούπολης Έβρου
3. Αχαΐας
4. Βοιωτίας
5. Γρεβενών
6. Δράμας
7. Ρόδου Δωδεκανήσου
8. Ευρυτανίας
9. Ηλείας
10. Θεσπρωτίας
11. Ιωαννίνων
12. Καβάλας
13. Κέρκυρας
14. Κοζάνης
15. Λάρισας

16. Λευκάδας
17. Μαγνησίας
18. Μεσολογγίου
19. Μεσσηνίας
20. Ορεστιάδας Έβρου
21. Πρέβεζας
22. Ροδόπης
23. Σάμου
24. Σερρών
25. Τρικάλων
26. Φλώρινας (αναστολή επ' αόριστο της λειτουργίας)
27. Φωκίδας
28. Χίου
29. Χολαργού
30. Άρτας (προσωρινή διακοπή από την 20η Φεβρουαρίου 2015 λόγω έλλειψης προσωπικού)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΑΥΤΟΚΙΝΗΣΗΣ

Αυτοκίνητο φιλικό στο περιβάλλον

Η τάση της βιομηχανίας να ρίξει στην αγορά νέες καινοτομίες σε συνδυασμό με τα νέα υλικά, τη σημαντική βελτίωση στην ποιότητα μπαταριών και τη μεγαλύτερη αυτονομία, ανοίγουν «νέους δρόμους», στους οποίους θα κυκλοφορούν αυτοκίνητα που θα επιβαρύνουν όσο το δυνατόν λιγότερο την ατμόσφαιρα.

4.1 Το ηλεκτρικό αυτοκίνητο

Το ηλεκτρικό αυτοκίνητο (ΗΑ) χρησιμοποιώντας την ηλεκτρική ενέργεια που αποθηκεύεται σε επαναφορτιζόμενες συστοιχίες συσσωρευτών (ηλεκτρικό κινητήρα έναντι μηχανών εσωτερικής καύσης, ΜΕΚ), επιτυγχάνει μείωση κατανάλωσης ενέργειας κατά 80 – 90% λόγω υψηλής απόδοσης του ηλεκτροκινητήρα σε σχέση με τους συμβατικούς κινητήρες εσωτερικής καύσης, οι οποίοι έχουν μεγάλες θερμικές απώλειες ενέργειας. Ο υψηλότερος συντελεστής ενεργειακής απόδοσης των ηλεκτρικών αυτοκινήτων σε σχέση με τα αυτοκίνητα με ΜΕΚ τα χαρακτηρίζει.

Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα διαφοροποιούνται των υβριδικών, τα οποία χρησιμοποιούν και ηλεκτρικό κινητήρα και ΜΕΚ και συνήθως δεν θεωρούνται καθαρά ηλεκτρικά αυτοκίνητα. «Βυσματωτά» λέγονται τα καθαρά ηλεκτρικά αυτοκίνητα με τις μπαταρίες που μπορούν να φορτιστούν και να χρησιμοποιηθούν χωρίς ΜΕΚ, μη καταναλώνοντας καύσιμα.

Νέες μελέτες παρουσιάζουν τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα με μπαταρία να έχουν τη δυνατότητα να γίνουν περισσότερο οικονομικά προσεγγίσιμα για την πλειονότητα των καταναλωτών από ό, τι προέβλεπαν οι αρχικές εκτιμήσεις. Ποικίλουν σημαντικά και διαφοροποιούνται -κάτι σαν βιομηχανικό μυστικό- οι διάφορες εκτιμήσεις ειδικών, που αναφέρονται στο πραγματικό κόστος των μπαταριών λιθίου για ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Ωστόσο αποκαλύφθηκε πως το πραγματικό κόστος των μπαταριών είναι αρκετά χαμηλότερο από αυτό που πίστευαν οι περισσότεροι αναλυτές ενεργειακής πολιτικής και βιομηχανίας, από μια έρευνα η οποία συνέκρινε 80 διαφορετικές εκτιμήσεις κόστους που πραγματοποιήθηκαν μεταξύ 2007 και 2014.

Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα από τη χρήση ηλεκτρικών οχημάτων

Πλεονεκτήματα

1. Δεν παράγουν κανενός είδους ρύπους εξάτμισης.
2. Προκαλούν την ελάχιστη δυνατή ρύπανση σε μακροχρόνια βάση, υπό τον όρο ότι χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Υπό αυτή την προϋπόθεση μπορούν να μετριάσουν την παγκόσμια θέρμανση που προκαλείται από το φαινόμενο του θερμοκηπίου και να μειώσουν την εξάρτηση από το πετρέλαιο.
3. Είναι πιο αθόρυβα από τα αυτοκίνητα εσωτερικής καύσης.

4. Επιτυγχάνουν σχεδόν σταθερή ροπή από την ακινησία έως το μέγιστο όριο στροφών λειτουργίας.
5. Έχουν ευχέρεια να λειτουργούν σε πιο υψηλές στροφές από τους βενζινοκινητήρες, συχνά ακόμα και ως τις 14.000 στροφές / λεπτό.
6. Έχουν χαμηλότερο κόστος σε βάθος χρόνου, καθώς δεν επηρεάζονται από την κάθε τόσο αύξηση της τιμής της βενζίνης, αλλά και λόγω του χαμηλότερου κόστους service και συντήρησης. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα χρειάζονται πολύ λιγότερο service και συντήρηση, καθώς:
 - δεν απαιτούν τις τακτικές αλλαγές λαδιών
 - δεν εκπέμπουν ρύπους, δεν έχουν σύστημα εξαγωγής καυσαερίων και διάταξη εξάτμισης, ούτε σιγαστήρα (σιλανσιέ) πριν από της εξάτμιση, ούτε καταλύτη ή φίλτρο καπνού.
 - δεν απαιτούν αντικατάσταση ή έστω συντήρηση σε μηχανικά μέρη, όπως σύστημα ανάφλεξης, πιστόνια, βαλβίδες ή εκκεντροφόρους, διότι στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα δεν υπάρχουν, ενώ οι μηχανές εσωτερικής καύσης έχουν πάνω από 100 κινούμενα μέρη
 - μπορούν να σχεδιαστούν έτσι ώστε να αυτό-φορτίζονται κατά τις επιβραδύνσεις του οχήματος (regenerative braking), βελτιώνοντας έτσι τον δείκτη κατανάλωσης.

Μειονεκτήματα

1. Υψηλές δαπάνες κατασκευής με αποτέλεσμα την υψηλή τιμή πώλησης.
2. Περιορισμένη απόσταση ταξιδιού μεταξύ κάθε επαναφόρτισης της μπαταρίας. Στο παρελθόν κάθε 100 χιλιόμετρα χρειαζόνταν επαναφόρτιση. Ωστόσο, τα πιο σύγχρονα μοντέλα επιτυγχάνουν αυτονομίες που ξεκινούν από 100 έως 120 χιλιόμετρα στα αυτοκίνητα πόλης και φτάνουν στα 250-300 χιλιόμετρα ή και παραπάνω, σε αυτοκίνητα μεγάλης ισχύος (Tesla Model S: 430 χλμ). Το σημερινό ρεκόρ ανήκει σε ένα σπορ ηλεκτροκίνητο Tesla Roadster, που κατάφερε να διανύσει 504 χιλιόμετρα (313 μίλια) με μία μόνο φόρτιση, με μέση ταχύτητα 56 χιλιόμετρα/ώρα (35 μίλια/ώρα) και είχε 5 χιλιόμετρα (3 μίλια) ακόμα αυτονομία όταν έφτασε στον τερματισμό. Το ρεκόρ επετεύχθη στις 27 Οκτωβρίου 2009 κατά τη διάρκεια του παγκόσμιου οικολογικού διαγωνισμού Global Green Challenge, στην Αυστραλία.
3. Μεγάλος χρόνος επαναφόρτισης, συνήθως 6 ώρες για πλήρη επαναφόρτιση. Ωστόσο, αρκετά σύγχρονα μοντέλα μπορούν να φορτιστούν κατά 80% σε χρόνο λιγότερο της 1 ώρας.
4. Περιορισμένη διάρκεια ζωής μπαταριών, συνήθως 3-5 χρόνια. Παρ' όλα αυτά, για το Chevrolet Volt, η General Motors δίνει εγγύηση 8 έτη ή 100.000 μίλια (160.000 χιλιόμετρα) για τις μπαταρίες.

Αρκετές ευρωπαϊκές χώρες, ακολουθούν πολιτική προώθησης του ηλεκτρικού οχήματος. Ανακοινώνοντας την απαγόρευση των οχημάτων με κινητήρες εσωτερικής καύσης. Συγκεκριμένα, η Βρετανία ανακοίνωσε την απαγόρευση πώλησης αυτοκινήτων με κινητήρες εσωτερικής καύσης έως το 2040. Γερμανία, Γαλλία και Ινδία, ανακοίνωσαν παρόμοιες πολιτικές θέτοντας ως όριο έναρξής τους το 2030. Στην Ελλάδα, από το 2014 διατίθενται στην αγορά τα σύγχρονα μοντέλα ηλεκτρικών οχημάτων.

Κίνητρα προώθησης ηλεκτροκίνητων οχημάτων

Στην Ε.Ε. δίνονται οικονομικά κίνητρα στους πολίτες, για επιλογή ηλεκτρικού αυτοκινήτου, από πολλές χώρες και πόλεις: Νορβηγία (με ευρύ πακέτο παροχών, με απαλλαγή τέλους ταξινόμησης, τελών διοδίων, φόρων αγοράς και τελών κυκλοφορίας), Δανία (με απαλλαγή από τέλος ταξινόμησης και παροχή πράσινης φορολογικής απαλλαγής), Γαλλία (με παροχή ασφάλιστρων και ‘Super bonus’ για αγορά πράσινου οχήματος) και Ηνωμένο Βασίλειο (με παροχή ασφάλιστρου αξίας 4.000-7.000 GBP στους αγοραστές ηλεκτρικού οχήματος).

Η μεγαλύτερη αγορά ηλεκτρικών αυτοκινήτων στον κόσμο είναι η Κίνα, όπου πουλήθηκαν σε ένα χρόνο το 50% των ηλεκτρικών οχημάτων που πουλήθηκαν παγκοσμίως, σημειώνοντας αύξηση 72% σε σχέση με το προηγούμενο έτος, με 580.000 πωλήσεις. Το δεύτερο υψηλότερο ποσοστό, με περίπου 280.000 αυτοκίνητα, από 160.000 το 2016, σημείωσαν οι Η.Π.Α.

Οι σκανδιναβικές χώρες συνεχίζουν να έχουν το μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς, με το 39% των νέων πωλήσεων αυτοκινήτων στη Νορβηγία να είναι ηλεκτρικά, καθιστώντας την παγκόσμιο ηγέτη στο μερίδιο αγοράς ηλεκτρικών οχημάτων, με περισσότερα από 100.000 ηλεκτρικά οχήματα να αντιστοιχούν σε πληθυσμό 5, 2 εκατομμυρίων ανθρώπων. Στην Ισλανδία, οι νέες πωλήσεις ήταν 12%, ενώ το μερίδιο έφθασε το 6% στη Σουηδία. Η Γερμανία και η Ιαπωνία παρουσίασαν, επίσης, ισχυρή ανάπτυξη με τις πωλήσεις να υπερδιπλασιάζονται και στις δύο χώρες σε σχέση με τα επίπεδα του 2016. Σύμφωνα με τη νέα έκθεση του Bloomberg New Energy Finance, το 2040 το 55% των πωλήσεων παγκοσμίως θα αφορούν ηλεκτρικά οχήματα, φτάνοντας το 2025 τα 11 εκατομμύρια με εκτόξευση του αριθμού το 2040 [<http://www.pemptousia.gr/2012/08/igraerio-ke-aftokinito-ikologiki-o/>] [<http://www.stokokkino.gr>] [<https://www.autoblog.gr>] [<https://www.fortisis.eu/information/electric-cars/>].

4.2 Υβριδο – ηλεκτρικά αυτοκίνητα

Τα Υβριδο-ηλεκτρικά αυτοκίνητα (Hybrid Electric vehicles), αποτελούν μια ενδιάμεση εκδοχή, τα οποία χρησιμοποιώντας και ηλεκτρικό κινητήρα και μηχανή εσωτερικής καύσης, λειτουργούν ως καθαρά ηλεκτρικά αυτοκίνητα σε σύντομες διαδρομές ενώ όταν απαιτείται αύξηση αυτονομίας, χρησιμοποιούν την ΜΕΚ μόνο για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Τα υβριδικά αυτοκίνητα απ’ την άλλη, βασίζόμενα κατά κύριο λόγο στη μηχανή εσωτερικής καύσης, ενεργοποιούν την ηλεκτρική μηχανή αποκλειστικά σε χαμηλές ταχύτητες - μέσα στην πόλη - και συμπληρωματικά την ΜΕΚ για επιπλέον παροχή ισχύος σε καταστάσεις έντονης επιτάχυνσης.

4.3 Αυτοκίνηση με υδρογόνο

Μία από τις λύσεις για μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, αποτελεί η αντικατάσταση με υδρογόνο της βενζίνης και του ντίζελ. Στην Ε.Ε. τα οχήματα που χρησιμοποιούν υδρογόνο είναι λίγα, με εξαίρεση τη Δανία, η οποία κατέχει την πρωτιά με δίκτυο σταθμών ανεφοδιασμού υδρογόνου, τοποθετημένων στρατηγικά στη χώρα. Σε σχέση με τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα, έχουν σημαντικό πλεονέκτημα τον ολιγόλεπτο ανεφοδιασμό, έναντι των πολλών ωρών που απαιτεί το γέμισμα των μπαταριών στα ηλεκτρικά αυτοκίνητα. Εκεί που υστερούν σε σχέση με

τα ηλεκτρικά η βιομηχανία των οποίων αναπτύσσεται ταχύτατα και έχει δημιουργήσει μεγάλα δίκτυα ανεφοδιασμού σε πολλές χώρες, είναι ότι δεν έχει αναπτυχθεί μεγάλο δίκτυο ανεφοδιασμού τους. Η Νότια Κορέα η οποία διαθέτει σήμερα 16 σταθμούς ανεφοδιασμού οχημάτων με υδρογόνο, έχει προγραμματίσει να τους αυξήσει σε 100 έως το 2020, έχοντας βάλει ως στόχο την κυκλοφορία 10.000 αυτοκινήτων υδρογόνου [<https://thecaller.gr>].

Το υδρογόνο είναι ένα άχρωμο, άοσμο, άγευστο, αμέταλλο χημικό στοιχείο- αέριο, μη τοξικό και πολύ εύφλεκτο. Ήταν το πρώτο στοιχείο που σχηματίστηκε μετά το Big Bang και είναι ακόμα το πιο κοινό στοιχείο στο σύμπαν. Λόγω της απουσίας οποιασδήποτε αρνητικής επίπτωσης στο περιβάλλον, δίκαια κερδίζει το χαρακτηρισμό «το απόλυτο καύσιμο». Το υδρογόνο σαν καύσιμο μπορεί να ανακτηθεί από το φυσικό αέριο, το μεθάνιο ή το πετρέλαιο.

Η λειτουργία ενός αυτοκινήτου υδρογόνου, βασίζεται σε μία κυψέλη καυσίμου, όπου το υδρογόνο αντιδρώντας με το οξυγόνο, δημιουργεί ηλεκτρισμό και νερό και απ' αυτή την αντίδραση, αποβάλλεται το νερό και αυτή είναι η μοναδική εκπομπή.

Η πρώτη κυψέλη καυσίμου, δημιουργήθηκε το 1839, από τον Ουαλό Ουίλιαμ Γκρούουβ, αλλά μόλις τη δεκαετία του 1960 άρχισε συστηματική έρευνα πάνω σ' αυτές, όταν χρησιμοποιήθηκαν από τη NASA – ως φθηνότερη της ηλιακής λύση- στα διαστημικά σκάφη των προγραμμάτων Gemini και Apollo.

Στην Ε.Ε. στόχο αποτελεί η αύξηση των σταθμών ανεφοδιασμού και ο υπερδιπλασιασμός των αυτοκινήτων υδρογόνου, τα οποία χαρακτηρίζονται από ομαλή και αθόρυβη οδήγηση. Το ντεπόζιτο γεμίζει σε 3-5 λεπτά και μπορεί να διανύσει απόσταση από 4 έως 600χλμ [<http://www.protagon.gr/themata/ta-aftokinita-υδρογονου-fwnazoun-dynamika-parwn->].

Πλεονεκτήματα χρήσης Υδρογόνου:

- ✚ Η καύση είναι καθαρότερη και επομένως έχουμε μείωση της κατανάλωσης.
- ✚ Έχουμε αύξηση της ιπποδύναμης και καλύτερη ανάφλεξη του βασικού καυσίμου, μέσω της μείωσης της κατανάλωσης καυσίμου και αύξησης του επιπέδου των οκτανίων.
- ✚ Εξασφαλίζονται περισσότερα χιλιόμετρα ανά λίτρο, μειώνοντας παράλληλα την ποσότητα των ρύπων που απελευθερώνονται στην εξάτμιση.
- ✚ Απομακρύνονται τα υπολείμματα του άνθρακα από το εσωτερικό της μηχανής και αποτρέπεται παράλληλα η δημιουργία νέων. Εξίσου σημαντικό είναι πως τα υπολείμματα της καύσης του υδρογόνου είναι καθαρό νερό!
- ✚ Μπορεί να γίνει χρήση του υδρογόνου σε κινητήρες βενζίνης, πετρελαίου, ακόμη και υγραερίου, χωρίς καμία απολύτως παρενέργεια στην αξιοπιστία του κινητήρα.
- ✚ Επιτυγχάνεται οικονομία στην κατανάλωση καυσίμου υψηλού επιπέδου, από 25-40%.
- ✚ Παρέχεται 100% αξιοπιστία και ασφάλεια για το αυτοκίνητο.
- ✚ Η οικολογική απόδοση είναι καλύτερη, καθώς αυξάνεται η ροπή και η ιπποδύναμη ενώ παράλληλα μειώνονται οι βλαβεροί υδρογονάνθρακες που απελευθερώνονται μέσω της εξάτμισης.

Μειονεκτήματα του υδρογόνου έναντι συμβατικών πηγών ενέργειας

Τα περισσότερα μειονεκτήματα χρήσης του υδρογόνου αφορούν την ελλιπή σημερινή υποδομή και αποτελούν κυρίως τεχνικά προβλήματα τα οποία αναζητούν λύση. Και αυτά είναι:

- ✚ Δυσκολίες στην αποθήκευση του υδρογόνου. Δεδομένου του ότι το υδρογόνο είναι πολύ ελαφρύ, η συμπίεση μεγάλης ποσότητας σε μικρού μεγέθους δεξαμενή είναι δύσκολη λόγω των υψηλών πιέσεων που χρειάζονται για να επιτευχθεί η υγροποίηση.
- ✚ Η έλλειψη οργανωμένου δικτύου διανομής υδρογόνου.
- ✚ Η υψηλή τιμή του υδρογόνου, η οποία είναι σχετικά υψηλή σε σύγκριση με αυτή της βενζίνης ή του πετρελαίου. Κι αυτό λόγω των κοστοβόρων μεθόδων παραγωγής υδρογόνου. Η περισσότερο διαδεδομένη λόγω χαμηλού κόστους μέθοδος παραγωγής υδρογόνου αυτή τη στιγμή είναι η μετατροπή του φυσικού αερίου. Ωστόσο όσο εξελίσσονται και άλλες μέθοδοι, όπως η μετατροπή της αιολικής ενέργειας, το κόστος θα συνεχίσει να μειώνεται.
- ✚ Η δυνητική επικινδυνότητα του υδρογόνου. Αν και στις περισσότερες των περιπτώσεων το υδρογόνο θεωρείται περισσότερο ασφαλές από οποιοδήποτε άλλο καύσιμο, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες μπορεί να γίνει εξαιρετικά επικίνδυνο, αν η διαδικασία ξεφύγει έστω και ελάχιστα από τα στάνταρτ ασφαλείας.
- ✚ Η αυξημένη τιμή των κυψελών καυσίμου με τις οποίες αυτή τη στιγμή γίνεται η μεγαλύτερη εκμετάλλευση του υδρογόνου ως καύσιμο.
- ✚ Η μη ολοκληρωτικά απόλυτη αξιοπιστία στην τεχνολογία των κυψελών καυσίμου, λόγω της ύπαρξης προς το παρόν αρκετών τεχνικών προβλημάτων, τα οποία αναζητούν αξιόπιστες λύσεις. Μικρή ανοχή σε καύσιμα μη υψηλής καθαρότητας χαρακτηρίζει τις κυψέλες οι οποίες είναι προσανατολισμένες για οικιακή και μεταφορική χρήση. Αυτό με τη σειρά του αυξάνει το κόστος παραγωγής του καυσίμου. Κυψέλες καυσίμου προσανατολισμένες για βιομηχανική χρήση πάλι χαρακτηρίζονται από πολύ υψηλές θερμοκρασίες λειτουργίας.

[<http://www.cnn.gr/style/aytokinito/story>]

«Πράσινο υδρογόνο»

Πρόκληση αποτελεί η παραγωγή καθαρού – πράσινου υδρογόνου, από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, στόχος εφικτός μιας και η τεχνολογία υπάρχει ήδη. Στο Σέφιλντ της Αγγλίας ο αντίστοιχος σταθμός είναι ήδη εξοπλισμένος με ηλεκτρολυτικές κυψέλες, όπου από την ηλεκτρόλυση του νερού παράγεται υδρογόνο, με χρήση της απαιτούμενης ενέργειας την οποία παρέχει η ανεμογεννήτρια.

Έρευνες γίνονται και στο πεδίο βελτίωσης της απόδοσης των ηλεκτρολυτικών κυψελών, των συσκευών διαχωρισμού του νερού σε δύο στοιχεία, υδρογόνο και οξυγόνο, όπου το υδρογόνο καθαρίζεται και αποθηκεύεται επί τόπου.

Πρόκληση αφορά και το κόστος αγοράς τόσο του αυτοκινήτου όσο και του καυσίμου, το οποίο παραμένει προς το παρόν υψηλότερο απ' το αντίστοιχο ενός συμβατικού αυτοκινήτου. Στόχο αποτελεί – σύμφωνα με τον συντονιστή του προγράμματος H₂ME² (Hydrogen to Mobility EUROPE) Μπεν Μάντεν, για το έτος 2025 το ισοδύναμο κόστος οχήματος υδρογόνου και καυσίμου με το αντίστοιχο βενζινοκίνητο ή πετρελαιοκίνητο όχημα.

Απώτερος στόχος, σε βάθος δεκαετίας εκατοντάδες χιλιάδες αυτοκίνητα υδρογόνου να κυκλοφορούν στους ευρωπαϊκούς δρόμους.

[<http://gr.euronews.com/2017/10/30/tomorrow-s-hydrogen-car>]

[<http://www.cnn.gr/style/aytokinito/story>]



Εικόνα 38: Αυτοκίνητο που κινείται με αέρα
Πηγή: <http://www.hybrid.cz/tagy/airpod>

4.4 Αυτοκίνητο που κινείται με αέρα

Το αυτοκίνητο με πεπιεσμένο αέρα, όπως αυτό της παραπάνω εικόνας (Εικόνα 38) χρησιμοποιώντας έναν κινητήρα που τροφοδοτείται με πεπιεσμένο αέρα, μπορεί να τροφοδοτείται αποκλειστικά από τον αέρα, ή σε συνδυασμό με βενζίνη, ντίζελ, αιθανόλη ή ένα φυτό με πέδηση. Ο αέρας αποθηκεύεται σε μια δεξαμενή σε υψηλή πίεση σε σύντομο χρονικό διάστημα, αφού δεν χρειάζεται πολύς χρόνος για να γεμίσουν οι δεξαμενές με υψηλής πίεσης αέρα. Ο αέρας στο αερο-αυτοκίνητο συμπιεζόμενος από μια συμβατική μηχανή μικρού κυβισμού εγκατεστημένη στο αυτοκίνητο - η οποία καίει μια ποικιλία καυσίμων, βιολογικών και μη - αποθηκεύεται σε μπουκάλια όπως κάθε άλλη, χωρίς να χρειάζεται ειδική μέριμνα ασφάλειας όπως στις μπουκάλες υδρογόνου. Αυτός ο πεπιεσμένος αέρας μετατρέπεται σε κίνηση όπως ακριβώς γίνεται με τα ήδη υπάρχοντα συστήματα που βλέπουμε σε εργαλεία, αεροβόλα κ.ά.

Είναι ένα αυτοκίνητο πόλης ικανό να πιάσει τα 65 χιλιόμετρα με αυτονομία 100 χιλιομέτρων σε μια μπουκάλια αέρα. Θα μπορεί να γεμίσει την μπουκάλια από στάσιμες αεραντλίες όπως γεμίζουν τα λάστιχα, ή από την αντλία που θα φέρει το ίδιο το αυτοκίνητο. Η κατανάλωση του αερο-αυτοκινήτου, όταν χρησιμοποιεί την αντλία του, ισοδυναμεί με 33 χιλιόμετρα το λίτρο, δηλαδή την μισή από το πιο οικονομικό σημερινό υβριδικό αυτοκίνητο.

Ο μηχανικός Guy Nerge κατασκεύασε την πρώτη μηχανή (Compressed Air Technology-34 (CAT-34) που δουλεύει με αέρα, η οποία μοιάζει με την κλασική μηχανή εσωτερικής καύσης, μόνο που αντί να κινούν τα πιστόνια μικρές ποσότητες βενζίνης που καίγεται, τα κινεί ο συμπιεσμένος αέρας. Ακολούθησε εταιρεία

παραγωγής αυτοκινήτων στην Ινδία (Tata Motors) η οποία ανακοίνωσε την κατασκευή αυτοκινήτου σχεδιασμένου από τον μηχανικό της formula 1 Guy Nerge.

Είναι σημαντικό να αναφέρουμε κάποια πλεονεκτήματα του αερο-αυτοκινήτου όπως: Το αερο-αυτοκίνητο εκπέμπει αέρα πιο καθαρό από αυτόν που χρησιμοποιεί. Επίσης δεν χρειάζεται νέες υποδομές όπως το πολλά υποσχόμενο αλλά επικίνδυνο υδρογόνο. Αέρας και τα μέσα συμπίεσης υπάρχουν παντού και αποθηκεύονται με ασφάλεια. Ακόμη και το πιο καταστροφικό σενάριο με πεπιεσμένο αέρα δεν περιέχει κίνδυνο πέρα από την ρήξη της μπουκάλιας, χωρίς φλόγες, χημικά και άλλες παρενέργειες. Είναι πλήρως οικολογικό και ανακυκλώσιμο χωρίς την χημική επιβάρυνση του περιβάλλοντος από καύσιμα, λάδια, παλιές μπαταρίες και άλλα τοξικά υλικά.

Τέλος το αερο-αυτοκίνητο είναι ένα απλό ελαφρύ αυτοκίνητο πόλης, με ένα σωληνωτό πλαίσιο και σώμα από ανθρακονήματα.

4.5 Ηλιακό Αυτοκίνητο

Το ηλιακό αυτοκίνητο, είναι ένα ηλεκτρικό όχημα τροφοδοτούμενο από ηλιακή ενέργεια, η οποία δεσμεύεται από φωτοβολταϊκά πάνελ που βρίσκονται στην οροφή - ηλιακή σειρά αποτελούμενη από εκατοντάδες ηλιακά κύτταρα - τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική και στη συνέχεια σε κινητική. Τα ηλιακά κύτταρα τα οποία είναι πολλών τεχνολογιών με συχνότερα αυτά του πολυκρυσταλλικού πυριτίου, monocrystalline πυριτίου ή αρσενικού γαλλίου, τοποθετούνται σε κάψα για να προστατευθούν από τον καιρό και τη θραύση. Η παραγόμενη από την ηλιακή σειρά του φωτοβολταϊκού πάνελ δύναμη, εξαρτάται από τις καιρικές συνθήκες, τη θέση του ήλιου και την ικανότητα της σειράς. Μια φωτεινή ηλιόλουστη μέρα και μεσημεριανές ώρες, μια καλή ηλιακή σειρά μπορεί να παράγει πάνω από 2 kilowatt (2,6 HP).

Το 1955 κάνει την εμφάνισή του το πρώτο αυτοκίνητο που κινείται με ηλιακή ενέργεια, ένα μικρό 15-ιντσών όχημα, δημιουργημένο από τον William G. Cobb της General Motors και επιδεικνύεται στο Σικάγο. Το ηλιακό αυτοκίνητο με το όνομά « Sunmobile», το παρουσίασε, η εταιρεία Cobb ως το πρώτο ηλιακό αυτοκίνητο στην έκθεση του Σικάγου «Powerama» στις 31 Αυγούστου, 1955. Το πρώτο ηλιακό αυτοκίνητο στην ιστορία είχε αρκετά μικρό μέγεθος για να οδηγηθεί. Το ηλιακό αυτοκίνητο είναι ένα πειραματικό όχημα που χρησιμοποιώντας ηλιακή ενέργεια, αναπτύσσει μέγιστη ταχύτητα 65 χιλιομέτρων την ώρα [<https://saintpaul-a3-2016.wikispaces.com/>]

Ηλιακά στοιχεία

- ✚ Τα στοιχεία συνδέονται μεταξύ τους με σειρά. Με αυτό τον τρόπο, μικρές ηλεκτρικές τάσεις προστίθενται και δίνουν μια πολύ μεγαλύτερη.
- ✚ Τα στοιχεία που τροφοδοτούν το πειραματικό ηλιακό αυτοκίνητο, δε διαθέτουν κινητά μέλη.
- ✚ Χρειάζονται ελάχιστη συντήρηση.
- ✚ Καθένα απ' αυτά δίνει τόση ενέργεια όση και η μπαταρία της φακού.

Πλεονεκτήματα ηλιακού αυτοκινήτου:

- ✦ Είναι απόλυτα φιλικά στο περιβάλλον, μη παράγοντας κανενός είδους ρύπους εξάτμισης.
- ✦ Σε μακροχρόνια βάση, προκαλούν την ελάχιστη δυνατή ρύπανση υπό τον όρο ότι χρησιμοποιούν ηλιακή ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας μετριάζοντας έτσι την παγκόσμια θέρμανση που προκαλείται από το φαινόμενο του θερμοκηπίου και μειώνοντας την εξάρτηση από το πετρέλαιο.
- ✦ Είναι πιο αθόρυβα από τα αυτοκίνητα εσωτερικής καύσης
- ✦ Μακροπρόθεσμα έχουν χαμηλότερο κόστος, καθώς δεν επηρεάζονται από την κάθε τόσο αύξηση της τιμής της βενζίνης, αλλά και λόγω του χαμηλότερου κόστους σέρβις και συντήρησης.

Μειονεκτήματα ηλιακού αυτοκινήτου :

- ✦ Υψηλές δαπάνες κατασκευής, με αποτέλεσμα την υψηλή τιμή πώλησης.

4.6 Υβριδικό Αυτοκίνητο



Εικόνα 39: Διάταξη υβριδικού αυτοκινήτου
 Πηγή: coolweb.gr

Υβριδικό είναι το αυτοκίνητο το οποίο, χρησιμοποιώντας δύο ή περισσότερες διαφορετικές τεχνολογίες για να πετύχει την κίνησή του, συνδυάζει έναν συμβατικό κινητήρα εσωτερικής καύσης και έναν ή περισσότερους ηλεκτροκινητήρες ή ακόμα και εναλλακτικά βιοκαύσιμο, φυσικό αέριο κ.ά (Εικόνα 39). Η λειτουργία του απαιτεί

λιγότερο καύσιμο για την κίνησή του και επιτυγχάνει την έκλυση λιγότερων ρύπων στην ατμόσφαιρα.

Διαθέτει μπαταρίες οι οποίες αποθηκεύουν την απαιτούμενη ηλεκτρική ενέργεια, την προερχόμενη από δύο πηγές (από την ανάκτηση της κινητικής ενέργειας κατά το φρενάρισμα ή από τη λειτουργία του κινητήρα εσωτερικής καύσης), ενώ παράλληλα υπάρχουν εξελίξεις στην κατασκευή υβριδικών, οι μπαταρίες των οποίων θα έχουν τη δυνατότητα φόρτισης και από οικιακές πρίζες [http://greencarfuel.gr/?page_id=644].

Συνεργαζόμενα βασικά τμήματα

- ✚ Συμβατικός κινητήρας (βενζινοκινητήρας ή πετρελαιοκινητήρας)
- ✚ Ηλεκτροκινητήρας
- ✚ Σύστημα μετάδοσης
- ✚ Επαναφορτιζόμενη μπαταρία
- ✚ Γεννήτρια
- ✚ Αναστροφέας
- ✚ Μονάδες ηλεκτρονικού ελέγχου
 - Μονάδα ελέγχου βενζινοκινητήρα
 - Μονάδα ελέγχου ηλεκτροκινητήρα
 - Μονάδα ελέγχου μπαταρίας
 - Μονάδα ελέγχου συστήματος φρένων

[<https://www.gocar.gr>]

Η λειτουργία του υβριδικού συστήματος είναι αυτόματη και δεν απαιτεί ειδικές γνώσεις από τον οδηγό, κάνοντας έτσι την οδήγηση ενός υβριδικού να μη διαφέρει σχεδόν σε τίποτα από αυτή ενός συμβατικού αυτοκινήτου.

Καθότι χρησιμοποιούν βενζίνη (στο άμεσο μέλλον θα υπάρξουν και diesel), ο ανεφοδιασμός τους γίνεται στα πρατήρια καυσίμων, όπως ισχύει για όλα τα συμβατικά οχήματα.

Η συνεργασία ενός συμβατικού κινητήρα εσωτερικής καύσης, βενζίνης ή diesel και ενός ή περισσότερων ηλεκτροκινητήρων, παρέχει την απαιτούμενη για την κίνησή του ενέργεια, σε ένα υβριδικό όχημα. Ο κινητήρας υποβοηθείται από τον ηλεκτροκινητήρα, σε περιπτώσεις όπου η κατανάλωση καυσίμου αυξάνεται κατά πολύ - λειτουργία ρελαντί και επιτάχυνση - επιτυγχάνοντας έτσι μείωση της κατανάλωσης. Έτσι το κόστος μετακίνησης ενός υβριδικού αυτοκινήτου συγκρινόμενο με ενός αντίστοιχου συμβατικού - ίδιου μεγέθους και κυβισμού - είναι χαμηλότερο.

Ο ηλεκτροκινητήρας επιτυγχάνει γρηγορότερες επιταχύνσεις είτε από στάση είτε εν κινήσει, έχοντας το χαρακτηριστικό να αποδίδει τη μέγιστη ροπή του από τις 0 στροφές/λεπτό και σε όλο σχεδόν το φάσμα στροφών λειτουργίας τους.

Συμπερασματικά τα υβριδικά αυτοκίνητα προσφέροντας χαμηλότερη κατανάλωση και εκπομπές ρύπων (έως 40 – 50% μέσα στην πόλη) σε συνδυασμό με υψηλότερη απόδοση σε σύγκριση με ένα αντίστοιχο συμβατικό αυτοκίνητο, καθώς και οικονομία καυσίμων, μπορούν να απευθυνθούν σε ένα ευρύ φάσμα καταναλωτών [<http://www.greekcars.online>]

Το πρώτο υβριδικό αυτοκίνητο, δημιουργήθηκε το 1901 από τον Ferninard Porsche, ενώ χρειάστηκαν 100 χρόνια για να μπει στη γραμμή παραγωγής, διεκδικώντας μέρος της αγοράς και προσφέροντας μια τεχνολογία κίνησης φιλική στο περιβάλλον. Το πρώτο υβριδικό που διατέθηκε στην ευρωπαϊκή αγορά ήταν το 1999, ενώ είχε προηγηθεί το 1997 η Ιαπωνική αυτοκινητοβιομηχανία. Στην Ευρώπη υπολογίζεται

πως ένα υβριδικό αυτοκίνητο μειώνει τις συνολικές εκπομπές ρύπων σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής του κατά 25% σε σχέση με ένα αντίστοιχο συμβατικό μοντέλο. Ειδικά στις εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα (CO), οξειδίων του αζώτου (NO_x) και υδρογονανθράκων η μείωση φτάνει ακόμη και το 90%. Στη χώρα μας το 2003 ο αριθμός των υβριδικών κινούνταν στη δεκάδα με τον αριθμό να πολλαπλασιάζεται τα τελευταία χρόνια. Στις Η.Π.Α. τα υβριδικά αυτοκίνητα καλύπτουν σε ποσοστό το 1,6% της αμερικανικής αγοράς.

Plug - in hybrids

Παρόλο ότι τα περισσότερα υβριδικά αυτοκίνητα δε φορτίζονται με εξωτερικά μέσα, πρόσφατα έκαναν την εμφάνισή τους και εξωτερικά φορτιζόμενα υβριδικά οχήματα (Plug – In hybrid).

Αποτελούν μια ειδική κατηγορία υβριδικών που λέγονται και Pluggable ή Griddable Hybrids, τα οποία χαρακτηρίζει αυτονομία αμιγούς ηλεκτροκίνησης λόγω της δυνατότητας επαναφόρτισής τους από το οικιακό δίκτυο διανομής ηλεκτρισμού. Βασικό μειονέκτημά τους αποτελεί ο αυξημένος όγκος και βάρος των μπαταριών, απαραίτητων για επίτευξη ηλεκτροκίνητης αυτονομίας, κάτι που αυξάνει και το κόστος του οχήματος [<https://www.autoblog.gr>].

Mild hybrids

Αποτελούν κατηγορία υβριδικών αυτοκινήτων τα οποία είναι συμβατικά βενζινοκίνητα ή πετρελαιοκίνητα με αναβαθμισμένο (τάση έως και 48 V αντί για 12V) ηλεκτρικό κύκλωμα, ισχυρότερες μίζες και μεγαλύτερης χωρητικότητας μπαταρίες. Βασικό πλεονέκτημα αυτής της ιδιαίτερης μορφής υβριδικών είναι ότι αποτελούν την πιο εύκολη τεχνολογία στην υλοποίησή της, ενώ κύριο μειονέκτημα αποτελεί η μειωμένη εξοικονόμηση ενέργειας

Τύποι υβριδικών συστημάτων

Οι βασικοί τύποι υβριδικών συστημάτων είναι τρεις, ανάλογα με τη διάταξη των μηχανικών τους μερών.

- ✚ Παράλληλη διάταξη (κύρια πηγή ισχύος ο κινητήρας, με συνεισφορά του ηλεκτροκινητήρα όταν χρειάζεται) - είναι η πιο απλή.
- ✚ Σειριακή διάταξη (απ' τον ηλεκτροκινητήρα αποκλειστικά προέρχεται η ενέργεια για την κίνηση του αυτοκινήτου)
- ✚ Συνδυασμένη διάταξη (ο ηλεκτροκινητήρας κινεί το όχημα από εκκίνηση έως και τις πολύ χαμηλές ταχύτητες. Όσο αυξάνει η ταχύτητα λειτουργούν συνδυαστικά συμβατικός κινητήρας και ηλεκτρικό μοτέρ, παρέχοντας την απαιτούμενη ισχύ) - είναι η πιο πολύπλοκη [http://greencarfuel.gr/?page_id=644].

Πλεονεκτήματα υβριδικού αυτοκινήτου

- ✚ Μείωση κατανάλωσης βενζίνης, με συνέπεια τη μείωση εκπεμπόμενων καυσαερίων κατά την καύση.
- ✚ Περιορίζει τη μη ικανοποιητική εμβέλεια κίνησης του ηλεκτρικού αυτοκινήτου.

- ✚ Δυνατότητα εύκολου σταματήματος του βενζινοκινητήρα σε στάση, με συνεπακόλουθο τη μέχρι 10% εξοικονόμηση της συνολικής κατανάλωσης βενζίνης.
- ✚ Κατά τη διαδικασία του φρεναρίσματος, στέλνεται από τον ηλεκτροκινητήρα, το παραγόμενο ρεύμα στη μπαταρία επιτυγχάνοντας έτσι ανάκτηση ενέργειας (σε αντίθεση με τα συμβατικά στα οποία εκλύεται στο περιβάλλον θερμότητα που έχει προέλθει από μετατροπή της κινητικής ενέργειας).
- ✚ Κύριο στόχο στην κατασκευή του βενζινοκινητήρα αποτελεί η ελαχιστοποίηση κατανάλωσης καυσίμου και εκπεμπόμενων ρύπων. (και όχι η επίτευξη μέγιστης δυνατής απόδοσης σε ισχύ την οποία ο βενζινοκινητήρας πετυχαίνει με την υποστήριξη του ηλεκτροκινητήρα)
- ✚ Ο ηλεκτρονικός έλεγχος εξασφαλίζει την βέλτιστη ενεργειακή απόδοση σε συνδυασμό με την άμεση απόκριση στις ανάγκες του οδηγού.

Μειονεκτήματα υβριδικού αυτοκινήτου

- ✚ Μεγάλο κόστος έναντι των συμβατικών.
- ✚ Δυσκολίες στο γέμισμα των μπαταριών, λόγω ανεπάρκειας εναλλακτικών τρόπων φόρτισής τους, με συνέπεια την αδυναμία του ηλεκτροκινητήρα να λειτουργήσει για πολύ χρόνο κάνοντας έτσι αναγκαία τη χρησιμοποίηση του βενζινοκινητήρα σε μεγάλες αποστάσεις.
- ✚ Επίδραση στην οδική συμπεριφορά του αυξημένου βάρους λόγω μπαταριών.
- ✚ Μικρή χωρητικότητα στο πορτ-μπαγκάζ.

4.7 Αυτοκίνηση με υγραέριο- Το υγραέριο ως καύσιμο

Το υγραέριο ή υγροποιημένο πετρελαϊκό αέριο ή LPG (Liquefied Petroleum Gas) είναι αέριο καύσιμο προερχόμενο από το πετρέλαιο με τη μέθοδο της κλασματικής απόσταξης στα διυλιστήρια, αποτελεί μείγμα βουτανίου (C_3H_8) και προπανίου (C_4H_{10}), σε αναλογία η οποία διαφοροποιείται από χώρα σε χώρα. Στην Ελλάδα, η συνηθισμένη αναλογία είναι 80% προπάνιο και 20% βουτάνιο, χωρίς να είναι δεδομένη πάντα, αφού η νομοθεσία αφορά υποχρέωση των διυλιστηρίων σε σχέση με κάποιες άλλες ιδιότητες και όχι τη σύσταση του υγραερίου.

Το υγραέριο καθώς υγροποιείται εύκολα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, υπό σχετικά χαμηλή πίεση, 2 έως 20 bar ανάλογα με τη σύστασή του, φυλάσσεται σε υγρή μορφή. Υπό κανονική όμως πίεση είναι φυσικά αέριο, βαρύτερο από τον αέρα, με χαρακτηριστική δυσάρεστη οσμή, η οποία βοηθά άμεσα στον εντοπισμό τυχόν διαρροής [<http://www.autogreeknews.gr>].

Διαθέτοντας έναν αυξημένο αριθμό οκτανίων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο από βενζινοκίνητα οχήματα, με την τοποθέτηση μιας σειράς συσκευών και εξαρτημάτων (κιτ LPG). Πρόκειται ουσιαστικά για ένα δεύτερο σύστημα τροφοδοσίας, που περιλαμβάνει:

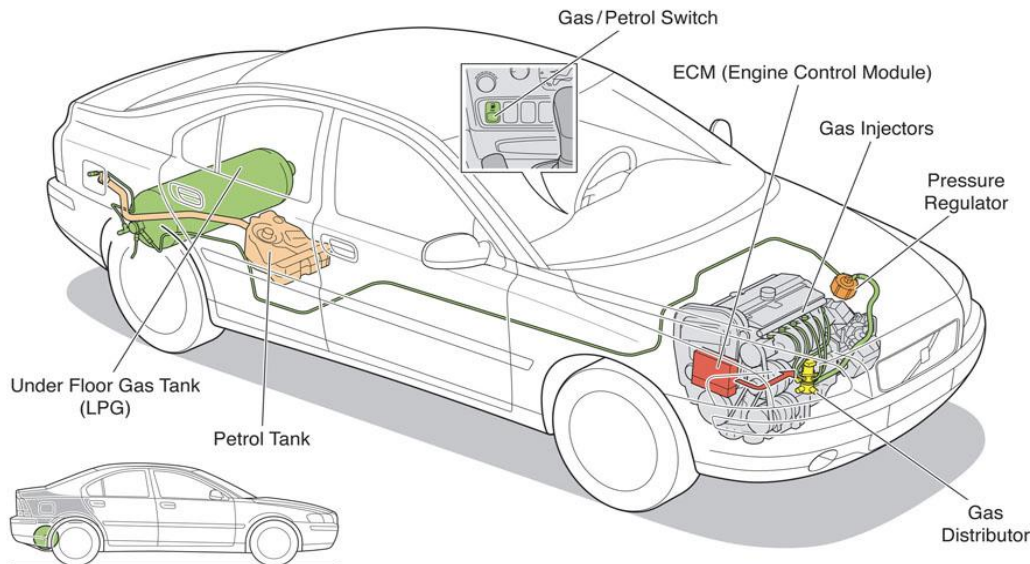
- ✚ μια κατασκευασμένη από ειδικό χάλυβα πάχους τουλάχιστον 3,5 mm δεξαμενή
- ✚ τις σωληνώσεις τροφοδοσίας
- ✚ τα μπεκ που ψεκάζουν το υγραέριο στους κυλίνδρους
- ✚ τον «πνεύμονα»
- ✚ βαλβίδες ασφαλείας (κόβουν την παροχή σε περίπτωση διαρροής)

✚ και μία ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου της λειτουργίας του συστήματος.

Η χωρητικότητα των ρεζερβουάρ LPG ξεκινά από 40 λίτρα και μπορεί να φτάσει ακόμα και τα 200 λίτρα και η επιλογή της εξαρτάται από τον διαθέσιμο στο αυτοκίνητο χώρο.

[<http://www.pemptousia.gr/2012/08/igraerio-ke-aftokinito-ikologiki-o/>]

Bi-Fuel System (LPG)



Volvo S60

Εικόνα 40: Σχεδιάγραμμα εγκατάστασης υγραερίου (LPG) σε αυτοκίνητο Volvo S60.

Πηγή: <http://www.pemptousia.gr/2012/08/igraerio-ke-aftokinito-ikologiki-o/>

Στην παραπάνω εικόνα (Εικόνα 40) το σχήμα, το μέγεθος και η θέση της ειδικής δεξαμενής (εδώ πρόκειται για μπουκάλια – σημειώνεται με πράσινο χρώμα) εξαρτάται από τις ιδιαιτερότητες του μοντέλου.

Η διαδικασία του ανεφοδιασμού με υγραέριο δεν διαρκεί παραπάνω από τον ανεφοδιασμό με βενζίνη. Η πίεση στην αντλία, κατά τη διάρκειά του, αγγίζει τα 10 bar, ενώ μέσα στο ρεζερβουάρ του αυτοκινήτου η πίεση είναι 5 bar, ώστε το υγραέριο να παραμένει σε υγρή μορφή.

Οι εκπομπές ρύπων στην υγραεριοκίνηση είναι χαμηλότερες σε σχέση με αυτές των συμβατικών αυτοκινήτων. Τα αυτοκίνητα που λειτουργούν με υγραέριο εκπέμπουν κατά 10-20% λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Χαμηλότερες είναι επίσης και οι εκπομπές των υπολοίπων ρύπων, ιδιαίτερα των αρωματικών υδρογονανθράκων (μείωση έως 30%), των οξειδίων του αζώτου (NO_x) κατά 40%, ενώ το μονοξείδιο του άνθρακα (CO) μειώνεται έως και κατά 50%. Τα ποσοστά που δίνουν οι διάφορες μελέτες ποικίλουν, αλλά δεν υπάρχει καμία αμφιβολία ότι το υγραέριο σε σύγκριση με τη βενζίνη είναι αισθητά πιο «καθαρό».

Οι κινητήρες που καίνε υγραέριο, συγκρινόμενοι και με τους κινητήρες diesel, ακόμα και τους πιο σύγχρονους, έχουν το μεγάλο προσόν ότι εκπέμπουν λιγότερα σωματίδια άνθρακα.

Ο οδηγός ανά πάσα στιγμή έχει την επιλογή να επιλέξει αν θέλει να κινηθεί με βενζίνη ή υγραέριο, με το πάτημα ενός κουμπιού στο ταμπλό όπως φαίνεται στην Εικόνα 41 [<http://www.pemptousia.gr/2012/08/igraerio-ke-aftokinito-ikologiki-o/>].



Εικόνα 41: Αισθητήρας εναλλαγής βενζίνης-υγραερίου

Πηγή: <http://www.pemptousia.gr/2012/08/igraerio-ke-aftokinito-ikologiki-o/>

Η υγραεριοκίνηση στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα, αν και η υγραεριοκίνηση νομιμοποιήθηκε για όλα τα οχήματα με το νόμο 2773 του 1999, αποτελεί επιλογή για αριθμό οδηγών σημαντικά μικρότερο από το μέσο όρο των υπόλοιπων ευρωπαϊκών χωρών. Ο ελληνικός όρος για το L.P.G. είναι το υγροποιημένο πετρελαϊκό αέριο ή αλλιώς υγραέριο.

Τα θετικά της υγραεριοκίνησης

- ✚ Τα υγραεριοκίνητα οχήματα είναι φιλικά στο περιβάλλον, με μειωμένες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κατά 10% σε σχέση με τη βενζίνη, σωματιδίων κατά 40% σε σχέση με το πετρέλαιο, οξειδίων του αζώτου κατά 60% σε σχέση με την βενζίνη και μονοξειδίων του άνθρακα κατά 90% σε σχέση με το πετρέλαιο και κατά 90% σε σχέση με τη βενζίνη.
- ✚ Χαμηλό κόστος κίνησης (κατά 30% φθηνότερο σε σύγκριση με το πετρέλαιο και κατά 50% με τη βενζίνη).
- ✚ Αθόρυβη λειτουργία
- ✚ Η δυνατότητα εύκολης μετατροπής ενός συμβατικού οχήματος σε υγραεριοκίνητο.
- ✚ Μειωμένη φθορά κινητήρα με συνέπεια την βασική μόνο συντήρηση (αλλαγή φίλτρων)
- ✚ Μεγάλη διάρκεια ζωής κινητήρα, η οποία επιτυγχάνεται λόγω της απουσίας καταλοίπων στους κυλίνδρους του, κατά την καύση του LPG.
- ✚ Αυξημένη αυτονομία (βενζίνη + LPG).

[<http://www.pemptousia.gr/2012/08/igraerio-ke-aftokinito-ikologiki-o/>]

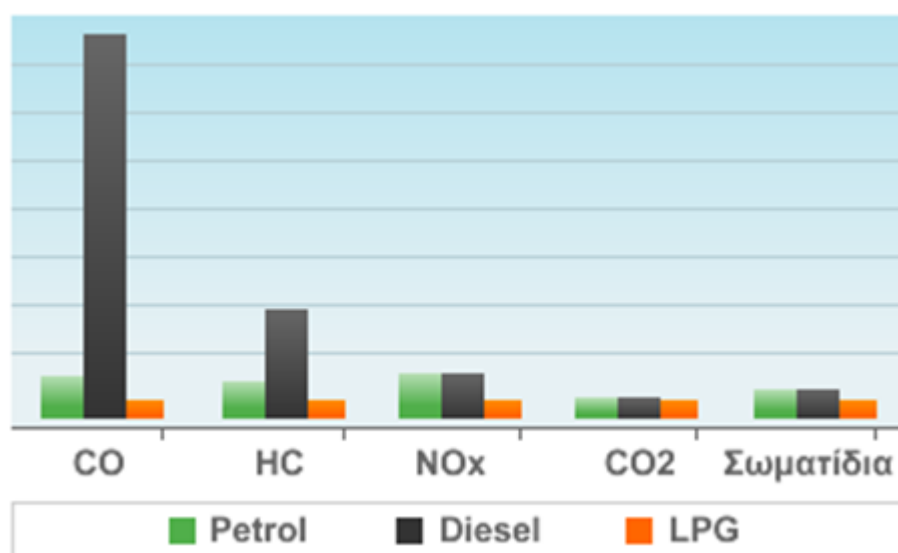
Τα αρνητικά της υγραεριοκίνησης

- ✚ Περιορισμένα προς το παρόν σημεία ανεφοδιασμού, λόγω της διάθεσης του υγραερίου ως καυσίμου κίνησης οχημάτων σε συγκεκριμένα πρατήρια, σε ορισμένες περιοχές.
- ✚ Το αρχικό κόστος μετατροπής που απαιτείται πολλές φορές λειτουργεί ως ανασταλτικός παράγοντας επιλογής της υγραεριοκίνησης.
- ✚ Προσθήκη βάρους και μειωμένος χώρος αποσκευών, λόγω της τοποθέτησης του συστήματος υγραεριοκίνησης στο χώρο των αποσκευών.

Ιδιαιτερότητες

Απαιτείται πιστή τήρηση των κανόνων ασφαλείας που διέπουν τη διαχείριση αερίων καυσίμων.

Το υγραέριο (LPG) είναι καύσιμο φιλικό προς το περιβάλλον, γι' αυτό συχνά ονομάζεται "πράσινο καύσιμο". Οι εκπομπές ρύπων ενός κινητήρα με υγραέριο είναι μειωμένες σε σχέση με το πετρέλαιο και τη βενζίνη όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 42: Σύγκριση εκπομπών ρύπων ανά τύπο καυσίμου

Πηγή: <http://www.autogas-sipecar.com/el/benefits>

Σύμφωνα με την Εικόνα 42 οι εκπομπές ρύπων ενός κινητήρα με LPG είναι μειωμένες σε σχέση με της βενζίνης και πετρελαίου κατά:

- 60% σε μονοξείδιο του άνθρακα (CO) από τη βενζίνη και 90% από το πετρέλαιο.
- 40% σε υδρογονάνθρακες (HC) από τη βενζίνη και 80% από το πετρέλαιο.
- 60% σε οξείδια του αζώτου (NO_x) από τη βενζίνη και 60% από το πετρέλαιο.
- 10% σε διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) από τη βενζίνη και 5% από το πετρέλαιο.
- 40% σε σωματίδια από το πετρέλαιο.

Άρα το LPG συντελεί στην μείωση του φαινομένου του θερμοκηπίου και ελαττώνει σημαντικά την ρύπανση του περιβάλλοντος [<http://www.autogas-sipecar.com/el/benefits>].

4.8 Αυτοκίνηση με φυσικό αέριο

Το φυσικό αέριο (CNG-compressed natural gas) είναι ένα αέριο μείγμα υδρογονανθράκων, ελαφρύτερο από τον ατμοσφαιρικό αέρα, το οποίο εξάγεται από γεωτρήσεις. Η θερμοκρασία ανάφλεξης του φυσικού αερίου - 650 βαθμοί Κελσίου - είναι υψηλότερη σε σχέση με των άλλων καυσίμων, όπως του υγραερίου (LPG) που είναι 480 βαθμοί Κελσίου, το οποίο όμως είναι παράγωγο του πετρελαίου και δεν πρέπει να συγγέεται μ' αυτό. Μπορεί ή θερμοκρασία ανάφλεξης του φυσικού αερίου να είναι υψηλότερη από της βενζίνης και του πετρελαίου, αλλά το γεγονός ότι είναι βαρύτερο από τον ατμοσφαιρικό αέρα το κάνει (σε περίπτωση διαρροής) να συγκεντρωθεί χαμηλά στο έδαφος, αυξάνοντας τον κίνδυνο για μια πιθανή έκρηξη.

Η χρησιμοποίηση του φυσικού αερίου ως καυσίμου για τα οχήματα βοηθάει όχι μόνο στη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και άλλων ρύπων, αλλά και στη σημαντική μείωση του κόστους κίνησης.

Το κόστος του είναι πολύ φθηνότερο σε σχέση με άλλα είδη καυσίμου, δίχως να επηρεάζεται η τιμή του από διακυμάνσεις στις τιμές πετρελαίου, μιας και δεν είναι πετρελαϊκό παράγωγο. Χαμηλό είναι και το κόστος συντήρησης καθώς διαθέτει ένα μόνο κινητήρα, ο οποίος λειτουργεί και με τους δύο τύπους καυσίμων.

Το αυτοκίνητο που καίει φυσικό αέριο, έχει όφελος γύρω στο 67% σε σχέση με τη βενζίνη, 59% σε σχέση με το ντίζελ και 31% έναντι του υγραερίου.

Πρόβλημα αποτελεί η τροφοδοσία του αυτοκινήτου με φυσικό αέριο (compressed natural gas – CNG) λόγω μικρού αριθμού πρατηρίων.

Τα αυτοκίνητα φυσικού αερίου που κυκλοφορούν, είναι διπλού καυσίμου –καίνε και βενζίνη – παρέχοντας στον οδηγό απόλυτη ανεξαρτησία και ευελιξία.

Η χρήση του φυσικού αερίου στην Ελλάδα είναι γνωστή από το 2001 όταν χρησιμοποιήθηκε στις μεταφορές και κυρίως στα λεωφορεία και απορριμματοφόρα [<http://www.in2life.gr/features/dossier/dossierarticle/542126/fysiko-aerio-kai-aytokinhsh-osa-prepei-na-gnorizete.html>].

Είναι φιλικότερο των άλλων καυσίμων προς το περιβάλλον, αφού χάρη στην χαμηλότερη περιεκτικότητα του μορίου του σε άνθρακα, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την καύση φυσικού αερίου είναι 30% χαμηλότερες σε σύγκριση με το diesel, 22% χαμηλότερες σε σύγκριση με την βενζίνη και 12% χαμηλότερες σε σύγκριση με το υγραέριο, λαμβάνοντας υπόψη την ενεργειακή απόδοση πριν τον υπολογισμό της απόδοσης του κινητήρα [<https://energypress.gr/news/petrelaiokinita-ohimata-ekpempoy-n-perissoteroys-tyroy-s-pragmatikes-synthikes-apo-oti-sta>].

Σύμφωνα λοιπόν με τους υπολογισμούς των μηχανικών της Fiat, ο δείκτης GWI (Global Warming Index), που προσδιορίζει την επίδραση των εκπομπών καυσαερίων στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, είναι για τα οχήματα που χρησιμοποιούν φυσικό αέριο χαμηλότερος κατά 18% σε σύγκριση με την βενζίνη.

Λαμβάνοντας υπόψη τις εκπομπές άκαυτου μεθανίου, το οποίο είναι αέριο που επίσης συμμετέχει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, ο δείκτης GWI των κινητήρων που λειτουργούν με φυσικό αέριο εξακολουθεί να είναι χαμηλότερος κατά 14% σε σύγκριση με το diesel, παρά την υψηλότερη ενεργειακή απόδοση του κινητήρα diesel.

Επιπλέον, η χρησιμοποίηση φυσικού αερίου ως καυσίμου στα οχήματα μειώνει τις εκπομπές και άλλων σημαντικών ρύπων όπως τα οξείδια του αζώτου (NO_x) και τα σωματίδια [<http://www.tanea.gr/news/greece/article/5517880/ayksanontai-ta-aytokinhhta-me-fysiko-aerio->].

Ένα παράδειγμα του περιβαλλοντικού οφέλους από την χρήση φυσικού αερίου είναι η περίπτωση ενός στόλου 200 λεωφορείων αστικών συγκοινωνιών με καύσιμο

φυσικό αέριο, που διανύουν κατά μέσο όρο κάθε βδομάδα 500.000 χιλιόμετρα. Το όφελος στις εβδομαδιαίες εκπομπές ρύπων σε σύγκριση με έναν αντίστοιχο στόλο λεωφορείων Diesel είναι:

- ✚ 13,3 τόνοι NO_x
- ✚ 12 κιλά περίπου σωματιδίων
- ✚ Η μείωση των εκπομπών κυμαίνεται σε ετήσια βάση σε περίπου 640 τόνους οξειδίων του αζώτου και 580 κιλών σωματιδίων [http://tvxs.gr/news/aytokinito/fysiko-aerio-sto-aytokinito-ofelos-gia-periballon].

4.9 Ντίζελ και ρύπανση της ατμόσφαιρας

Οποιοδήποτε υγρό καύσιμο χρησιμοποιείται σε ντιζελοκινητήρες (στους οποίους αποτέλεσμα της συμπίεσης του εισερχόμενου αέριου μείγματος και έγχυσης καυσίμου αποτελεί η ανάφλεξη, με πιο συνηθισμένο τύπο ένα κλασματικό απόσταγμα του πετρελαίου, το καύσιμο έλαιο) ονομάζεται ντίζελ. Για το ντίζελ το παραγόμενο από πετρέλαιο, πετρελαϊκό ντίζελ, με κλασματική απόσταξη στους 200-350 βαθμούς κελσίου ονομάζεται πετροντίζελ, ενώ υπάρχουν και εναλλακτικές λύσεις μη παραγόμενες από πετρέλαιο -συνθετικό ντίζελ-.

- ✚ Βιοντίζελ
- ✚ Υγρά καύσιμα από βιομάζα (biomass to liquid – BTL)
- ✚ Υγρά καύσιμα ντίζελ από αέρια (gas to liquid – GTL) φυσικό αέριο κ.ά.
- ✚ Υδρογονωμένα λάδια
- ✚ Διμεθυλαιθέρας (εναλλακτικό πολλά υποσχόμενο καύσιμο, παραγόμενο από φυσικό αέριο ή βιομάζα, με πολύ δαπανηρή προς το παρόν παραγωγή) [http://www.biofuels.gr]

Οι ντιζελοκινητήρες είναι κινητήρες πτωχής καύσης, δηλαδή καύσης με περισσότερο αέρα απ' ό,τι χρειάζεται για τη χημική αντίδραση.

Τα ευρωπαϊκά πρότυπα εκπομπών καυσαερίων, τα τελευταία χρόνια επέβαλαν στα διυλιστήρια πετρελαίου, τη μείωση του θείου στα καύσιμα ντίζελ, τα οποία καλύπτονται από το πρότυπο EN 590. Το τρέχον πρότυπο που ισχύει στην Ε.Ε. για καύσιμο ντίζελ είναι το Euro 5 με μέγιστη περιεκτικότητα 10ppm (Πίνακας 4).

Πίνακας 4: Εκπομπές θείου και αριθμός κετανίου για κινητήρα ντίζελ ανά πρότυπο εκπομπής

Πρότυπο εκπομπής	Ημερομηνία εφαρμογής μέτρου	Περιεκτικότητα σε θείο	Αριθμός κετανίου
Euro 1	1 Ιανουαρίου 1993	Μέγιστο 2000 ppm	Ελάχιστος 49
Euro 2	1 Ιανουαρίου 1996	Μέγιστο 500 ppm	Ελάχιστος 49
Euro 3	1 Ιανουαρίου 2001	Μέγιστο 350 ppm	Ελάχιστος 51
Euro 4	1 Ιανουαρίου 2006	Μέγιστο 50 ppm	Ελάχιστος 51
Euro 5	1 Ιανουαρίου 2009	Μέγιστο 10 ppm	Ελάχιστος 51

Πηγή: Ευρωπαϊκή Επιτροπή, Institut Français du Pétrole (IFP)

Στις Η.Π.Α. από τις 1/1/2010 υιοθετήθηκαν πολύ αυστηρά πρότυπα εκπομπής θείου για το καύσιμο ντίζελ, το οποίο εκεί έχει μικρότερο αριθμό κετανίου -μέτρο ποιότητας ανάφλεξης- από το ευρωπαϊκό ντίζελ.

Ένας αρρυθμιστος και κακοσυντηρημένος παλιός ντιζελοκινητήρας δρα πολλαπλασιαστικά σε βάρος του περιβάλλοντος και αυτό γίνεται άμεσα αντιληπτό μιας και τα καυσαέρια που εκλύει είναι ορατά, με αρκετό καπνό να εκτοξεύεται από τα οχήματα. Αντίθετα στους βενζινοκινητήρες, οι οποίοι μπορεί να είναι το ίδιο επιβλαβείς, ο κίνδυνος δε γίνεται άμεσα αντιληπτός γιατί δεν εκπέμπουν ορατούς ρύπους.

Επιστημονικές έρευνες δείχνουν ότι οι κινητήρες ντίζελ έχουν αρνητικές επιπτώσεις τόσο στο περιβάλλον, όσο και στην υγεία και τεράστιο κοινωνικό κόστος. Η τοποθέτηση ειδικών καταλυτών στα αυτοκίνητα, κάνει εφικτή τη μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων.

Η ποιότητα του αέρα σε παγκόσμιο επίπεδο θεωρείται κακή και επικίνδυνη για την υγεία. Σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας περισσότερο από το 90% του παγκόσμιου πληθυσμού εισπνέει μολυσμένο αέρα, ενώ οι θάνατοι που σχετίζονται με την ατμοσφαιρική ρύπανση υπολογίζονται ότι ξεπερνούν τα 3 εκ. ετησίως. Στην Ευρώπη η Ευρωπαϊκή Περιβαλλοντική Υπηρεσία υπολογίζει τους πρόωρους θανάτους λόγω του μολυσμένου αέρα σε 430.000 χιλιάδες το χρόνο.

Δεν χωρά αμφιβολία ότι η κυκλοφορία οχημάτων συμβάλλει σε μεγάλο βαθμό στην μόλυνση της ατμόσφαιρας. Μετά την αποκάλυψη του σκανδάλου με τις παραποιημένες τιμές ρύπων από αρκετές γερμανικές αυτοκινητοβιομηχανίες οι κινητήρες εσωτερικής καύσης και κυρίως οι κινητήρες ντίζελ επανήλθαν στο επίκεντρο της κριτικής.

Με ειδικούς καταλύτες είναι εφικτή μια μείωση των ρύπων - Ο καταλυτικός ρόλος του καταλύτη στη μείωση των ρύπων

Ειδικοί περιβαλλοντικών ζητημάτων και αυτοκινητοβιομηχανίες συμφωνούν στην παραδοχή, ότι με τη βοήθεια των κατάλληλων καταλυτών είναι εφικτή μια σημαντική μείωση των εκλύομενων στην ατμόσφαιρα ρύπων. Μετρήσεις της υπηρεσίας: Γερμανική Περιβαλλοντική Βοήθεια (DUH) με οχήματα Mercedes και Audi απέδειξαν ότι οι ρύποι περιορίστηκαν κάτω από το προβλεπόμενο όριο σε κινητήρες προδιαγραφών Euro 6.

Από τους πρώτους καταλυτικούς μετατροπείς τη δεκαετία του 1920 που στόχευαν στη μείωση μόνο του μονοξειδίου του άνθρακα - οι οποίοι όμως απαιτούσαν υψηλότερη θερμοκρασία λειτουργίας απ' τους σημερινούς και η τοποθέτησή τους γινόταν πολύ κοντά στις βαλβίδες εξαγωγής, όπου τα καυσαέρια μετέφεραν μεγάλα ποσά θερμότητας - οι κατασκευαστές κατέληξαν στους κεραμικούς καταλύτες από κεραμικό μονόλιθο. Τη δεκαετία του 70 ακολούθησαν οι πρώτοι καταλυτικοί μετατροπείς με μεταλλικά σφαιρίδια στο εσωτερικό τους. Το 1978 εμφανίστηκε ο πρώτος μεταλλικός καταλύτης. Σήμερα στο εσωτερικό ενός καταλυτικού μετατροπέα υπάρχει ένα από τα παρακάτω ευγενή μέταλλα:

- ✚ Πλατίνα - Λευκόχρυσος (Pt)
- ✚ Παλλάδιο (Pd)
- ✚ Ρόδιο (Rh)

Έργο του καταλυτικού μετατροπέα (τριοδικού) είναι η μετατροπή του οξειδίου του αζώτου (NO_x), μονοξειδίου του άνθρακα (CO) και υδρογονανθράκων (C_mH_n) σε αβλαβείς εκπομπές αζώτου (N_2), διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και υδρατμών (H_2O).

Στο όνομα της συνολικής και συλλογικής απαίτησης για σεβασμό και προστασία περιβάλλοντος και ανθρώπου, ειδικοί σε ζητήματα περιβάλλοντος, υγείας και καταναλωτών, νομικοί, αλλά και όλο περισσότερο πολιτικοί συναντιούνται στο κοινό αίτημα για «αναβάθμιση» των οχημάτων ντίζελ από τις αυτοκινητοβιομηχανίες, καθιστώντας παράλληλα σαφές ότι αυτές θα πρέπει να αναλάβουν το συνολικό κόστος της αναβάθμισης, αποδεικνύοντας έτσι τον φιλικό προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο, χαρακτήρα τους και το σεβασμό στο δικαίωμα πρόσβασης σε καθαρό αέρα του κάθε πολίτη

[<http://energy.reporter.com.cy/oil/article/78732/epiblabeis-ga-tin-ygia-oi>]

[<http://www.dw.com/en/top-stories/s-9097>].

Στο σημείο που μειονεκτεί ο κινητήρας diesel σε σχέση με ένα βενζινοκινητήρα, είναι στην εκπομπή καπνού, κάτι που αποτελεί χαρακτηριστικό της καύσης των «βαρέων» καυσίμων και στον ντίζελ οφείλεται στην έλλειψη ομοιογένειας του καυσίμου μίγματος.

Το σημείο στο οποίο κερδίζει πόντους ο ντίζελ κινητήρας συγκρινόμενος με το βενζινοκινητήρα, είναι στην εκπομπή πολύ μικρών ποσοτήτων μονοξειδίου του άνθρακα, εξαιτίας του γεγονότος ότι λειτουργεί με μεγάλη περίσσεια αέρα ενώ για το σχηματισμό μονοξειδίου του άνθρακα χρειάζεται έλλειψη αέρα.

Και οι δύο τύποι κινητήρων, τόσο ο βενζινοκινητήρας όσο και ο ντίζελ εκπέμπουν άκαυτους υδρογονάνθρακες και οξείδια του αζώτου. Οι μεν άκαυτοι υδρογονάνθρακες είναι λιγότεροι στον ντίζελ από του βενζινοκινητήρα, ενώ τα οξείδια του αζώτου είναι λιγότερα ή περισσότερα ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα (ιδιαίτερα αυξάνεται π.χ. η εκπομπή τους κατά την επιτάχυνση με πλήρες φορτίο). Εκείνο που έχει όμως σημασία, δεν είναι μόνο η

περιεκτικότητα των διαφόρων ρύπων στα καυσαέρια του κάθε κινητήρα, αλλά και η συνολική ποσότητα καυσαερίων που εκπέμπουν, γιατί αυτό είναι τελικά που δείχνει και το βαθμό ρύπανσης της ατμόσφαιρας. Η συνολική ποσότητα των εκπεμπόμενων καυσαερίων αποτελεί το μετρήσιμο μέγεθος και αυτή εξαρτάται από την κατανάλωση καυσίμου. Ένας κινητήρας μπορεί να έχει σε μια συγκεκριμένη ποσότητα καυσαερίων μικρότερο ποσοστό κάποιου ρύπου, αλλά αν εκπέμπει διπλάσια συνολική ποσότητα καυσαερίων από έναν άλλο, εκπέμπει τελικά και μεγαλύτερη ποσότητα απ' αυτόν το ρύπο. Και η συνολική ποσότητα των καυσαερίων εξαρτάται φυσικά από την κατανάλωση καυσίμου. Σ' αυτό το σημείο υπερτερεί ο ντίζελ έναντι του βενζινοκινητήρα, αφού η κατανάλωσή του είναι πολύ χαμηλότερη. Η σύγκριση μεταξύ των δύο δεν είναι θεμιτή παρά μόνο ως προς την ποσότητα του κάθε ρύπου που εκπέμπουν σε μια συγκεκριμένη διαδρομή.

Σχετικά με την επεξεργασία των καυσαερίων, στον ντίζελ μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο καταλύτης για την εξουδετέρωση των υδρογονανθράκων και όχι οι καταλύτες τριών δρόμων, οι οποίοι χρησιμοποιούνται στους βενζινοκινητήρες για εξουδετέρωση όλων των βασικών ρύπων. Αυτό αποτελεί μονόδρομο για τον ντίζελ κινητήρα γιατί λειτουργεί πάντα με περίσσεια αέρα, άρα και οξυγόνου, ενώ ο καταλύτης τριών δρόμων λειτουργικά χρειάζεται πλούσιο ή στοιχειομετρικό μίγμα (με ανεπαρκές ή το ακριβώς απαιτούμενο οξυγόνο).

Για τη μείωση της εκπομπής οξειδίων του αζώτου μπορεί να χρησιμοποιηθεί πολύ πιο εύκολα στον ντίζελ η μέθοδος επανακυκλοφορίας των καυσαερίων. Η διοχέτευση ενός μέρους των καυσαερίων και πάλι προς τον κύλινδρο αντί προς το περιβάλλον, μειώνοντας τη συγκέντρωση του οξυγόνου στο μίγμα και τις θερμοκρασίες καύσης, έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των εκπομπών οξειδίων του αζώτου, ενώ μειώνει βέβαια και τις συνολικά εκπεμπόμενες ποσότητες καυσαερίων (αφού ένα μέρος τους ανακυκλώνεται).

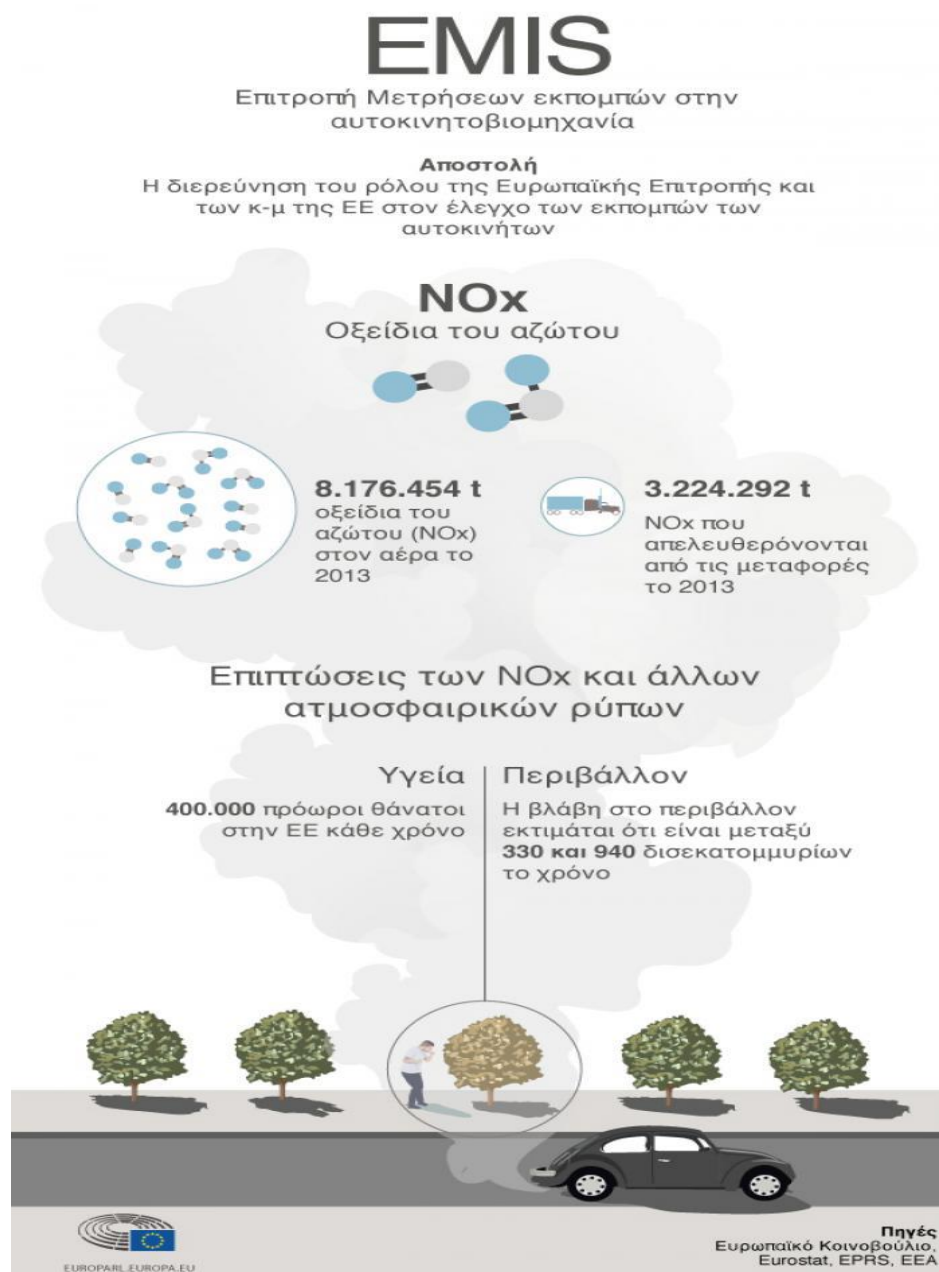
Το γεγονός, ότι ο ντίζελ δεν ρυπαίνει περισσότερο από το βενζινοκινητήρα αποδεικνύεται κι από τα όρια εκπομπής ρύπων των νέων ευρωπαϊκών κανονισμών αλλά και των αμερικανικών, που προβλέπονται τα ίδια και για τους βενζινοκινητήρες και για τους ντίζελ, παρόλο που στους δεύτερους δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν καταλύτες τριών δρόμων. Στην Ευρώπη μάλιστα οι μικροί ντίζελ αντιμετωπίζονται αυστηρότερα από τους βενζινοκινητήρες, αφού το όριο των κυβικών για τα ελαστικότερα όρια εκπομπών ρύπων της μικρής κατηγορίας είναι 1400 κυβικά εκατοστά και για τους ντίζελ. Κάτι που σημαίνει στην πράξη ότι όλοι οι ντίζελ τοποθετούνται στην επόμενη κατηγορία, αφού δεν υπάρχει σχεδόν κανένας κάτω από 1400 κυβικά εκατοστά, μιας και ο ντίζελ χρειάζεται μεγαλύτερη χωρητικότητα από το βενζινοκινητήρα για την παραγωγή της ίδιας ισχύος.

Μόλις την προηγούμενη δεκαετία ξεκίνησε η χρησιμοποίηση σε μαζική παραγωγή του ντίζελ στο επιβατικό αυτοκίνητο. Γι αυτό και η εξέλιξη των πολύτροφων ντίζελ που χρησιμοποιούνται στο αυτοκίνητο είναι λιγότερο προχωρημένη απ' αυτήν του βενζινοκινητήρα. Γεγονός που σημαίνει ότι δεν έχει γίνει ακόμα πλήρης εκμετάλλευση όλων των πλεονεκτημάτων τους.

Στο μέλλον ο ντίζελ δεν μπορεί παρά να έχει άμεσο ψεκασμό που σε συνδυασμό με τα ηλεκτρονικά που εξαπλώνονται συνεχώς, να φτάσει σε επίπεδα κατανάλωσης ασύλληπτα χαμηλά με τα σημερινά δεδομένα. Αυτό θα συνεπάγεται αντίστοιχα και πολύ χαμηλά επίπεδα ρύπανσης της ατμόσφαιρας, τα οποία μπορούν να γίνουν ακόμα χαμηλότερα όταν η εξέλιξη της τεχνολογίας επιτρέπει την πρακτική χρησιμοποίηση περισσότερο «εξωτικών» λύσεων, όπως π.χ. οι κεραμικοί θάλαμοι καύσης και οι αδιαβατικοί κινητήρες.

Μπορεί ο ντίζελ να μην αντικαταστήσει ποτέ πλήρως το βενζινοκινητήρα, αλλά πάντα θα καλύπτει ένα όχι αμελητέο ποσοστό της αγοράς. Μέχρι την ανακάλυψη κάποιου νέου πιο προηγμένου συστήματος που να τους αντικαταστήσει και τους δύο, ο ντίζελ εξακολουθεί και υπερτερεί ως προς τη δυνατότητά του να λειτουργεί και με άλλα καύσιμα πέραν του πετρελαίου.

Κάποια στοιχεία όσον αφορά τις εκπομπές των οξειδίων του αζώτου και τις επιπτώσεις αυτών και άλλων ατμοσφαιρικών ρύπων παρουσιάζονται παρακάτω στην Εικόνα 43.



Εικόνα 43: Μέτρηση εκπομπών οξειδίων του αζώτου
Πηγή: Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, Eurostat, EPRS, ΕΕΑ

Πετρελαιοκίνητα οχήματα: Εκπέμπουν περισσότερους ρύπους σε πραγματικές συνθήκες από ότι στα εργαστήρια

Οι εργαστηριακές μετρήσεις των εκπομπών αερίων των νέων μοντέλων παρουσιάζουν – σύμφωνα με μελέτες – απόκλιση σε σχέση με τις μετρήσεις σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης. Οι τιμές NO_x των τελευταίων πετρελαιοκίνητων οχημάτων σε πραγματικές συνθήκες, είναι μεγαλύτερες απ' ό,τι σε εξειδικευμένα εργαστηριακά κέντρα δοκιμών.

- ✚ Οι οδικές μεταφορές εκπέμπουν έως και το 40% των NO_x της Ευρώπης.
- ✚ Το 80% αυτών των εκπομπών προέρχονται από πετρελαιοκίνητα οχήματα (που αποτελούν το 50% των οχημάτων που πωλούνται στην Ε.Ε).
- ✚ Τα βενζινοκίνητα αυτοκίνητα πληρούν τις προδιαγραφές εκπομπών NO_x.

Ύστερα από δοκιμές σε 6 πετρελαιοκίνητα και 6 βενζινοκίνητα αυτοκίνητα, που διεξήγαγε το Κοινό Κέντρο Ερευνών της Ευρωπαϊκής Επιτροπής το 2010, εξήλθε το συμπέρασμα - όπως ανακοίνωσε ο Alois Krasenbrink από το κοινό κέντρο ερευνών - ύπαρξης προβλήματος με τις εκπομπές NO_x στον δρόμο [<https://energypress.gr/news/petrelaiokinita-ohimata-ekpemproun-perissoteroys-tyroys-se-pragmatikes-synthikes-apo-oti-sta>].

Η διαφορά εργαστηρίου και δρόμου

Η θεσπισμένη από το 1970 διαδικασία μέτρησης ρύπων, που ανανεώθηκε το 1990 σήμερα ξεπεράστηκε. Πολλοί παράγοντες διαφοροποιούν τις τιμές στις μετρήσεις των εκπομπών σε πραγματικές και εργαστηριακές συνθήκες. Η ευελιξία που χαρακτηρίζει τις δοκιμές, όπου οι κατασκευαστές έχουν τη δυνατότητα να μειώνουν τη μάζα, να αλλάζουν τα ανταλλακτικά, συνδυασμένα με παράγοντες όπως τη θερμοκρασία αέρα και το στυλ οδήγησης, λειτουργούν ως παράγοντες διαφοροποίησης των τιμών αυτών [<https://energypress.gr/news/petrelaiokinita-ohimata-ekpemproun-perissoteroys-tyroys-se-pragmatikes-synthikes-apo-oti-sta>].

Ένας νέος καταλύτης μπορεί να μειώσει τη ρύπανση από τα οχήματα ντίζελ.

Οι επιστήμονες έχουν αναπτύξει έναν καταλύτη που μπορεί να περιορίσει τις εκπομπές οξειδίων του αζώτου από τα πετρελαιοκίνητα οχήματα, μια πρόοδο που μπορεί να συμβάλει στη μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και του νέφους. Τα οξείδια του αζώτου (NO_x) είναι ένας ατμοσφαιρικός ρύπος που αποτελεί βασικό συστατικό του νέφους. "Οι κινητήρες ντίζελ τροφοδοτούν σχεδόν όλα τα βαρέα φορτηγά και ο έλεγχος των εκπομπών NO_x παραμένει μια από τις βασικές προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι κατασκευαστές και οι φορείς εκμετάλλευσης", αναφέρουν ερευνητές.

Η ομάδα επικεντρώθηκε σε ζεόλιθους που ανταλλάσσονται με χαλκό, μια συγκεκριμένη κατηγορία καταλυτών που χρησιμοποιούνται για την προώθηση της μετατροπής των NO_x σε περιβαλλοντικά άκαμπτο αέριο άζωτο.

Αυτοί οι καταλύτες αρχίζουν να λειτουργούν σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες για να συλλάβουν ένα μεγάλο κλάσμα των NO_x που παράγονται, σύμφωνα με τους ερευνητές. Ανακάλυψαν το βασικό χημικό βήμα που περιορίζει την απόδοση αυτών των καταλυτών σε χαμηλή θερμοκρασία.

" Γνωρίζαμε ότι τα ιόντα χαλκού που έχουν παγιδευτεί στους πόρους του ζεόλιθου ήταν υπεύθυνα για την καταλυτική αντίδραση, αλλά δεν γνωρίζαμε τι προκάλεσε η

επιβράδυνση της χημικής αντίδρασης σε χαμηλότερες θερμοκρασίες", δήλωσε ο William Schneider από το Πανεπιστήμιο Notre Dame στις ΗΠΑ.

Η ομάδα παρακολούθησε την κίνηση των ιόντων χαλκού στους πόρους του ζεολίθου. Ανακάλυψαν ότι τα ιόντα ήταν πολύ πιο κινητά από ό, τι εκτιμούσε κανείς, τόσο πολύ ώστε να μπορούν να κολυπήσουν μέσα από τους πόρους του ζεολίθου και να ζευγαρώσουν.

"Υποθέσαμε ότι αυτό το ζεύγος ήταν το κλειδί για τις επιδόσεις χαμηλής θερμοκρασίας", δήλωσε ο Schneider.

Οι ερευνητές απέδειξαν ότι αυτό το ζευγάριωμα πράγματι συνέβη κατά τη διάρκεια ενός σταδίου της συνολικής καταλυτικής διαδικασίας.

Ήταν σε θέση να συνδυάσουν τα πειράματα και τους υπολογισμούς για να ποσοτικοποιήσουν το ζεύγος και την επίδρασή του στην αφαίρεση των NO_x.

"Αυτές οι πληροφορίες ανοίγουν το δρόμο για την ανάπτυξη καταλυτών που ξεπερνούν τους σημερινούς σχηματισμούς σε χαμηλότερες θερμοκρασίες, επιτρέποντας στους κινητήρες ντίζελ να πληρούν αυστηρούς κανονισμούς εκπομπών", δήλωσε ο Schneider.

"Επιπλέον, πιστεύουμε ότι μπορούμε να επωφεληθούμε από τη διαδικασία ζευγαρώματος για άλλες καταλυτικές αντιδράσεις πέρα από την αφαίρεση των NO_x", πρόσθεσε. Η συγκεκριμένη μελέτη δημοσιεύθηκε στο περιοδικό Science [<https://timesofindia.indiatimes.com/auto/miscellaneous/new-catalyst-can-reduce-pollution-from-diesel-vehicles/articleshow/60158544.cms>].

4.10 Αυτοκίνηση με βιοκαύσιμα

Η χρήση εναλλακτικών και ανανεώσιμων καυσίμων, αποτελεί επιλογή, που την χαρακτηρίζουν αρχές προστασίας του περιβάλλοντος. Τέτοια επιλογή αποτελούν και τα βιοκαύσιμα.

Βιοκαύσιμα χαρακτηρίζονται όλα τα στερεά, υγρά και αέρια καύσιμα, όπως ορίζει η οδηγία 2009/28/EK και ειδικότερα ο Νόμος 3468/2006, που προέρχονται από βιομάζα (ενεργειακές καλλιέργειες, υπολείμματα και απόβλητα αγροβιομηχανικών δραστηριοτήτων ή/και το οργανικό κλάσμα των αστικών απορριμμάτων). Τα πλέον διαδεδομένα είναι :

α) το βιοντίζελ (πετρέλαιο βιολογικής προέλευσης). Πρόκειται για μεθυλεστέρες λιπαρών οξέων (ΜΛΟ – FAME) που παράγονται από φυτικά έλαια, ζωϊκά έλαια ή λίπη με μία διαδικασία που ονομάζεται μετεστεροποίηση. Χρησιμοποιείται στους υπάρχοντες πετρελαιοκινητήρες, αυτούσιοι ή σε ανάμειξη με πετρέλαιο κίνησης.

β) η βιοαιθανόλη. Αιθανόλη παραγόμενη από βιομάζα ή από βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα αποβλήτων, που παράγεται από φυτά σακχαρούχα, κυτταρινούχα και αμυλούχα με αλκοολική ζύμωση. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ανάμειξη με την βενζίνη στους υπάρχοντες βενζινοκινητήρες μετά από ελάχιστες ή και καθόλου μετατροπές ανάλογα με την περιεκτικότητα του μίγματος.

γ) το βιοαέριο (κυρίως μεθάνιο) που παράγεται από την αναερόβια χώνευση της βιομάζας

δ) το βιο-υδρογόνο που παράγεται κυρίως από τη βιομάζα με ζυμωτική διαδικασία από οργανικά υλικά, βιοφωτόλυση νερού από φύκη και κυανοβακτήρια και φωτοδιάσπαση οργανικών υλών (βιοτεχνολογική παραγωγή)

ε) τα προϊόντα πυρόλυσης και αεριοποίησης της βιομάζας

[http://www.ptapde.gr/projects/biosis/biofuel_definition.htm]

Τα βιοκαύσιμα (Εικόνα 44) δεν είναι μια καινούργια έννοια και αποτελούν πεδίο δοκιμών των επιστημόνων που ασχολούνται με τις εναλλακτικές πηγές ενέργειας και ειδικότερα των ανανεώσιμων. Η παραγωγή τους γίνεται από φυτικά προϊόντα, όπως το καλαμπόκι και τα ζαχαρότευτλα και σε πολλές χώρες, γι' αυτό άλλωστε μπορούν να χαρακτηριστούν ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και τα πιο συνηθισμένα είναι η βιοαιθανόλη (ή αλλιώς αιθανόλη) και το βιοντίζελ. Η χρήση τους γίνεται με την πρόσμιξη με βενζίνη και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως εναλλακτικά καύσιμα για τους κινητήρες εσωτερικής καύσης. Όπως οποιοδήποτε άλλο είδος καυσίμου, συνοδεύονται από πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη και να αξιολογηθούν με ψυχραιμία χωρίς τον πανικό που προσπαθούν κάποιοι να φέρουν, είτε ανακηρύσσοντάς τα ως την σωτηρία του κόσμου, είτε χαρακτηρίζοντάς τα ως ό, τι χειρότερο θα μπορούσε να μας συμβεί. Ξεκινώντας λοιπόν από τα πλεονεκτήματα, έχουμε το προφανές όφελος της λύσης ενός μεγάλου μέρους της ενεργειακής κρίσης που διαφαίνεται στο μέλλον από τα ορυκτά καύσιμα και της σαφώς μικρότερης ρύπανσης που προκαλεί στο περιβάλλον η καύση τους, αν και αυτό είναι κάτι που όπως θα αναλύσουμε παρακάτω στα μειονεκτήματα, επηρεάζεται από πολλές παραμέτρους [<http://www.motomag.gr/news/tehnika-arthra/viokaysima-yper-kai-kata>].



Εικόνα 44 Βιοκαύσιμα

Πηγή: <https://www.motomag.gr/news/tehnika-arthra/viokaysima-yper-kai-kata>

Το χαμηλότερο κόστος τους είναι κάτι που σαφώς προστίθεται στα συν, ενώ η ευρεία γκάμα φυτικών προϊόντων από τα οποία μπορούν να εξαχθούν τα βιοκαύσιμα και η ευκολία της καλλιέργειάς τους, τα καθιστούν σαφώς πιο ελκυστικά από τους περιορισμένους πόρους του πετρελαίου. Τα επιπρόσθετα οφέλη στις οικονομίες των χωρών που τα παράγουν είναι αυτονόητα, καθώς και η σημασία της απεξάρτησής τους από τις πετρελαιοπαραγωγές χώρες. Σε ό, τι αφορά τη χρήση τους, κι αυτό είναι κάτι που μας αφορά πιο άμεσα ως καταναλωτές, αρκετοί από τους ειδικούς ισχυρίζονται ότι λόγω της έλλειψης θείου **επεκτείνουν την διάρκεια ζωής των καταλυτών**, όπως και ότι οι λιπαντικές ιδιότητες που διαθέτουν κάνουν καλό στα κινούμενα μέρη του κινητήρα. Τι λέει όμως η πρακτική εφαρμογή τους όλα αυτά τα χρόνια σε αγορές που τα χρησιμοποιούν ήδη; Πολλές μελέτες που έχουν διεξαχθεί

από το 2000 κι έπειτα, δίνουν μια άλλη διάσταση σε ό, τι αφορά τα μειονεκτήματα των βιοκαυσίμων, ενώ και οι αναφορές των οδηγών που έχουν χρησιμοποιήσει βιοκαύσιμα δεν μεταφέρουν και μια τόσο ευόωνη εικόνα [<http://www.motomag.gr/news/tehnika-arthra/viokaysima-yper-kai-kata>].

Για να ξεκινήσουμε από την πιο γενική εικόνα, το θέμα της οικονομίας είναι ιδιαίτερα σημαντικό. Όπως αποδείχθηκε από μία εμπειριστατωμένη μελέτη του 2005, μια έκταση που καλλιεργεί φυτά για να παράγει βιοκαύσιμα, απαιτεί από 28% ως 118% περισσότερη ενέργεια από αυτή που θα παραχθεί. Για να το κάνουμε πιο παραστατικό, σκεφτείτε ότι για να παραχθούν 100 λίτρα βιοκαυσίμων θα πρέπει τα γεωργικά μηχανήματα να καταναλώσουν 75 λίτρα, άλλα 20 τα φορτηγά που θα μεταφέρουν τα φυτά, ενώ τα μηχανήματα που θα κάνουν την κατεργασία θα χρειαστούν άλλα 40 λίτρα. Αν προσθέσουμε μέσα σε όλα αυτά και την κατανάλωση νερού που απαιτείται, μαζί με τα προϊόντα που χρειάζονται τα φυτά για να προστατευθούν, τότε αρχίζει να προβληματίζει το κατά πόσο αντιρρυπαντικά και ενεργειακά οφέλη έχουν τα βιοκαύσιμα στο σύνολό τους. Είναι κάτι αντίστοιχο με την ηλεκτρική ενέργεια, της οποίας η κατανάλωση μπορεί να έχει μηδενική εκπομπή ρύπων, αλλά για την παραγωγή της απαιτούνται ιδιαίτερα ρυπογόνες διαδικασίες που έχουν τελικά αρνητικό ισοζύγιο σε ό, τι αφορά την περιβαλλοντική ευαισθησία, ενώ επιδρούν και στο κόστος της παραγωγής [<http://www.motomag.gr/news/tehnika-arthra/viokaysima-yper-kai-kata>].

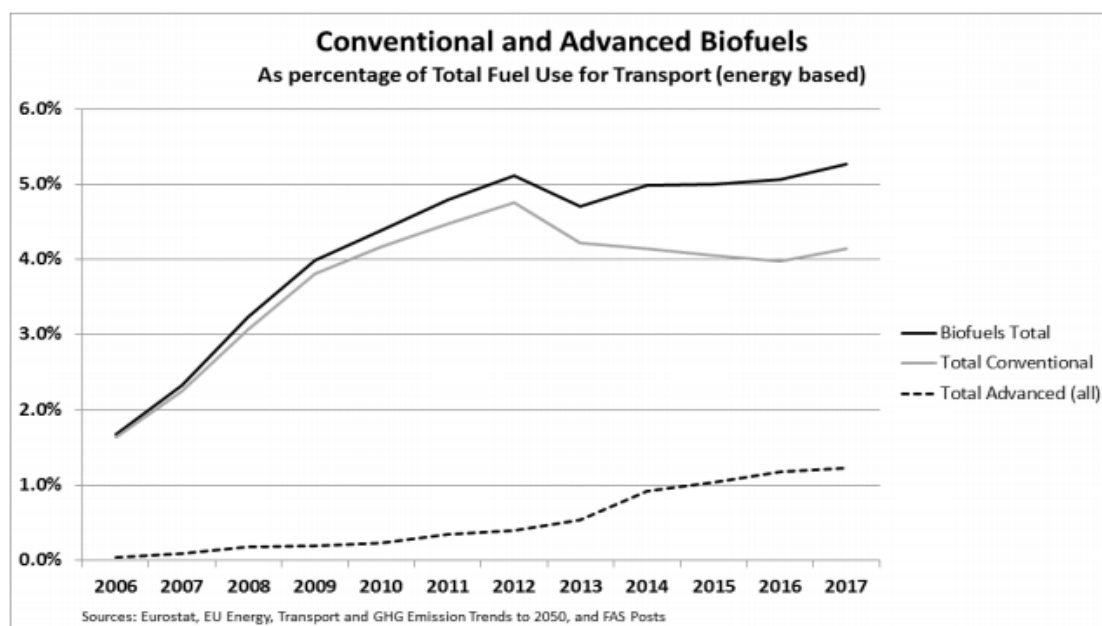
Προσπερνώντας άλλα επί μέρους μειονεκτήματα, όπως τις επιπτώσεις στο έδαφος που έχει η μονοκαλλιέργεια και στην παγκόσμια παραγωγή τροφίμων η χρήση συγκεκριμένων προϊόντων σε μεγάλες εκτάσεις, περνάμε στα πιο ουσιαστικά μειονεκτήματα της χρήσης. Έχουν αναφερθεί πολλές περιπτώσεις που τα βιοκαύσιμα έχουν κάνει ζημιά στις σωληνώσεις από λάστιχο, ενώ λόγω τις ιδιότητάς τους να απομακρύνουν τα κατάλοιπα από τους κινητήρες, αυτά τα κατάλοιπα μαζεύονται στο φίλτρο της βενζίνης και το μπουκνούν, με αποτέλεσμα να χρειάζεται καθαρίσμα ή αλλαγή μετά τις πρώτες ώρες χρήσης βιοκαυσίμου. Επιπλέον, επειδή η πυκνότητα των βιοκαυσίμων είναι διαφορετική (υψηλότερη) από αυτή της βενζίνης, ενδεχομένως να χρειάζονται μετατροπές στους κινητήρες με μπεκ που διαθέτουν πιο μεγάλες οπές (αυτό αφορά κυρίως κινητήρες που χρησιμοποιούν καύσιμα με ελάχιστη πρόσμιξη βενζίνης ή αποκλειστικά βιοκαύσιμα), ενώ τα βιοκαύσιμα που περιέχουν αλκοόλες είναι πιθανό να προξενήσουν οξειδώσεις σε μεταλλικά μέρη των κινητήρων και του συστήματος τροφοδοσίας [<http://www.motomag.gr/news/tehnika-arthra/viokaysima-yper-kai-kata>].

Μάλιστα, στην Αμερική, επέβαλαν τα καύσιμα E10 και E15 (δηλαδή με πρόσμιξη αιθανόλη 10% και 15% αντίστοιχα) και μετά από μελέτες και έρευνες η ΕΡΑ (Υπηρεσία Προστασίας του περιβάλλοντος στην Αμερική) δημοσίευσε μια λίστα με τα οχήματα που δεν πρέπει να εφοδιάζονται με τέτοια καύσιμα. Μέσα σ' αυτή συμπεριλαμβάνονταν όλες οι μοτοσυκλέτες, μαζί με τα βαρέως τύπου οχήματα, τα σχολικά λεωφορεία, και οποιοδήποτε επιβατικό αυτοκίνητο κατασκευής πριν το 2000.

Στην Ευρώπη έχει δρομολογηθεί η υποχρεωτική χρήση βιοκαυσίμων στα καύσιμα κίνησης, ξεκινώντας στις 1/1/2006 με ποσοστό 2%, στις 31/12/2010 5,75%, με βάση την οδηγία 2003/30/ΕΚ με στόχο έως το 2020 να φτάσει η συμμετοχή βιοκαυσίμων στην αγορά καυσίμων το 20%.

Ο κύριος λόγος είναι ότι επειδή η αιθανόλη περιέχει κατά ένα τρίτο λιγότερη ενέργεια ανά γαλόνι (3,7 λίτρα) απ' ό, τι η βενζίνη, όταν προστίθεται στην βενζίνη φτωχαίνει σημαντικά το μείγμα με αποτέλεσμα να προκληθούν ζημιές στον κινητήρα. Πολλές αυτοκινητοβιομηχανίες, αλλά και κατασκευαστές μοτοσυκλετών όπως η

Honda που παράγει μοτοσυκλέτες στην Βραζιλία όπου χρησιμοποιείται καύσιμο με 85% περιεκτικότητα αιθανόλης, έχουν κατασκευάσει κινητήρες που τους ονομάζουν "Flex Fuel" ή "Mix Fuel" οι οποίοι ρυθμίζουν αυτόματα τον ψεκασμό προκειμένου να συμβαδίσουν με τις ιδιότητες του συγκεκριμένου καυσίμου. Αυτόματως γίνεται κατανοητό, ότι στην λίστα με τα οχήματα που δεν πρέπει να καταναλώσουν βιοκαύσιμα είναι και όλες οι μοτοσυκλέτες που διαθέτουν καρμπυρατέρ ή μηχανικούς ψεκασμούς [http://www.motomag.gr/news/tehnika-arthra/viokaysima-yper-kai-kata].



Εικόνα 45: Συμβατικά και προηγμένα βιοκαύσιμα- Ποσοστό συνολικής χρήσης καυσίμου για μεταφορά (με βάση την ενέργεια)

Πηγή: Eurostat, EU Energy, Transport and GHG Emission Trends to 2050, and FAS Posts

Η χρήση συμβατικών βιοκαυσίμων υπερτερεί σε μέγεθος αυτής των προηγμένων, όπως διαφαίνεται και στην παραπάνω εικόνα (Εικόνα 45). Η αυξημένη χρήση συμβατικών έναντι προηγμένων βιοκαυσίμων ενέχει προβλήματα που απορρέουν από διάφορα μειονεκτήματα των πρώτων έναντι των δεύτερων. Ένα απ' αυτά αφορά τη λεγόμενη "έμμεση αλλαγή χρήσης γης".

Η συνεχώς αυξανόμενη χρήση γεωργικής γης για παραγωγή βιοκαυσίμων, έχοντας ως συνέπεια τις εκπομπές ρύπων του θερμοκηπίου, η αύξηση των οποίων δυνητικά ακυρώνει τα οφέλη των βιοκαυσίμων, αποτελούν την επονομαζόμενη «έμμεση αλλαγή της χρήσης γης» (Indirect Land Use Change).

Έτσι το ευρωπαϊκό κοινοβούλιο ψήφισε υπέρ της θέσπισης ανώτατου ορίου στη χρήση των συμβατικών βιοκαυσίμων και υπέρ της ταχείας μετάβασης σε μια νέα γενιά προηγμένων βιοκαυσίμων από εναλλακτικές πηγές, όπως τα φύκη και τα απόβλητα, αποσκοπώντας στη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου από την αυξανόμενη χρήση των γεωργικών εκτάσεων για την παραγωγή βιοκαυσίμων.

«Ήταν μια πολύ δύσκολη συζήτηση, διότι ήταν ισχυρή η παρουσία όλων των οικονομικών συμφερόντων. Το κείμενο είναι πολύ τεχνικό, αλλά έχει σημαντικές οικονομικές και ηθικές επιπτώσεις», δήλωσε η εισηγήτρια Corinne Lepage (Φιλελεύθεροι, Γαλλία) μετά την έγκριση της οδηγίας από το ΕΚ με 356 ψήφους υπέρ, 327 κατά και 14 αποχές.

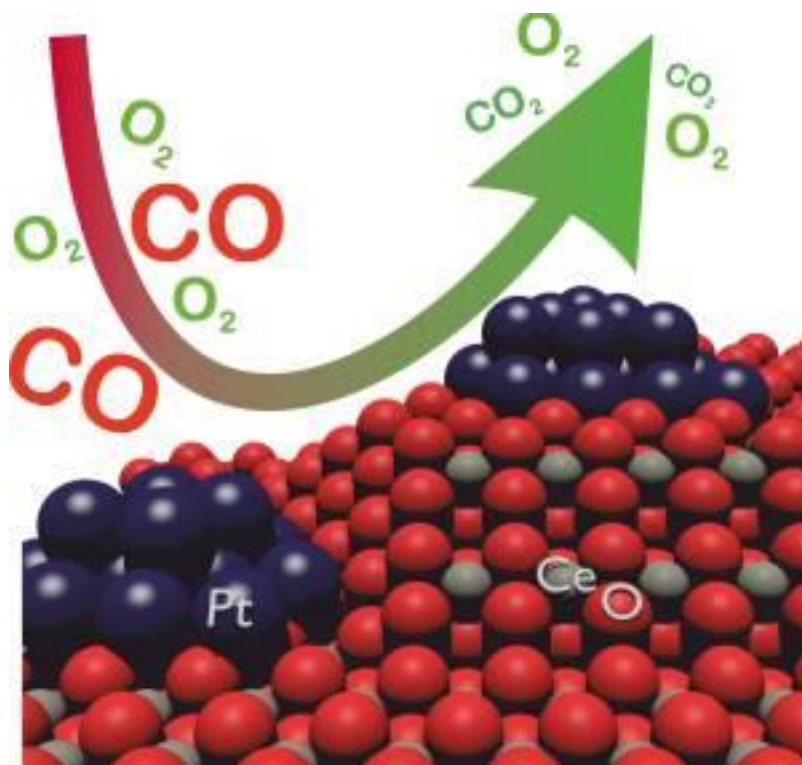
Σύμφωνα με την παλιότερη νομοθεσία, τα κράτη μέλη έπρεπε να εξασφαλίζουν ότι το 10% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στις μεταφορές θα πρέπει έως το 2020 να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές, ενώ υπερψηφίστηκε πρόσφατα από ευρωβουλευτές στο Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο η επιβολή ανώτατου ορίου ύψους 6% για τη συμβολή των συμβατικών βιοκαυσίμων πρώτης γενιάς (αυτά που προέρχονται από καλλιέργειες τροφίμων) στην τελική κατανάλωσης ενέργειας στις μεταφορές, για το 2020. Στα προηγμένα βιοκαύσιμα, τα προερχόμενα από φύκη ή από ορισμένους τύπους αποβλήτων, το ποσοστό πρέπει να είναι τουλάχιστον το 2,5% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στις μεταφορές έως το 2020 [<http://www.biofuels.gr/news/europaiko-koinovoulio-viokafsima/>].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΤΑΛΥΤΩΝ

5.1 Δυναμικοί καταλυτικοί μετατροπείς σε κινητήρες ντίζελ

Η δυναμική δομή των σωματιδίων πλατίνας βελτιστοποιεί την επεξεργασία καυσαερίων/γερμανο-γαλλική συνεργασία.



Εικόνα 46: Αέρια που μετατρέπονται από τον καταλύτη
Πηγή: Gänzler/KIT

Η παραπάνω εικόνα (Εικόνα 46) δείχνει ότι ο καταλυτικός μετατροπέας ενός αυτοκινήτου μετατρέπει το τοξικό μονοξείδιο του άνθρακα (CO) σε μη τοξικό διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και αποτελείται από δημήτριο (Ce), οξυγόνο (O) και πλατίνα (Pt).

Η μείωση των εκπομπών ρύπων από οχήματα και η τήρηση αυστηρότερων προτύπων καυσαερίων αποτελούν μείζονα πρόκληση κατά την ανάπτυξη καταλυτικών μετατροπέων. Μια νέα ιδέα μπορεί να βοηθήσει στην αποτελεσματική επεξεργασία των καυσαερίων μετά την κρύα εκκίνηση των κινητήρων και στην αστική κυκλοφορία και να μειώσει την κατανάλωση ακριβών ευγενών μετάλλων. Βασίζεται στην αλληλεπίδραση μεταξύ της πλατίνας και του φορέα οξειδίου του δημητρίου για τον έλεγχο της καταλυτικής δραστηριότητας με βραχυπρόθεσμες αλλαγές του τρόπου λειτουργίας του κινητήρα, αναφέρουν ερευνητές στο περιοδικό *Angewandte Chemie (Applied Chemistry)*.

Χάρη στις καλές καταλυτικές του ιδιότητες, η πλατίνα εφαρμόζεται συχνά σε καταλυτικούς μετατροπείς οχημάτων. Επί του παρόντος, περίπου 60% του ευρωπαϊκού εμπορίου πλατίνας χρησιμοποιείται για το σκοπό αυτό. Χρησιμοποιώντας έναν καταλυτικό μετατροπέα οξειδώσεως πετρελαίου (DOC), στον οποίο πραγματοποιείται η καύση υδρογονανθράκων και μονοξειδίου του άνθρακα, οι επιστήμονες του Ινστιτούτου Τεχνολογίας Καρλσρούης (KIT) και οι συνεργάτες τους διαπίστωσαν ότι το μέγεθος σωματιδίων και η κατάσταση οξείδωσης του συστατικού λευκοχρύσου κατά τη λειτουργία μπορούν να τροποποιηθούν ειδικά. Οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ του υλικού μεταφοράς και του εφαρμοζόμενου ευγενούς μετάλλου παίζουν σημαντικό ρόλο. Το αποτέλεσμα είναι μια εξαιρετικά δυναμική επιφάνεια καταλυτικού μετατροπέα που αντιδρά εξαιρετικά ευαίσθητα στις εξωτερικές κρούσεις, όπως η σύνθεση των καυσαερίων. Οι ερευνητές παρουσιάζουν τρόπους χρήσης αυτής της δυναμικής για τη βελτίωση των καταλυτικών μετατροπέων.

«Το ιδιαίτερο είναι ότι μπορούμε να προσαρμόσουμε το μέγεθος και την κατάσταση των νανοσωματιδίων των ευγενών μετάλλων στην επιφάνεια του καταλυτικού μετατροπέα. Οι μέθοδοι μας επιτρέπουν να το κάνουμε αυτό κάτω από σχετικές και ακόμη και πραγματικές συνθήκες λειτουργίας και επομένως να προσαρμόσουμε άμεσα την καταλυτική δραστηριότητα των υλικών», αναφέρει ο Andreas Gänzler, επιστήμονας του Ινστιτούτου Χημικών Τεχνολογιών και Πολυμερούς Χημείας του KIT (ITCP) και κύριος συγγραφέας της μελέτης "Ρύθμιση της δομής των σωματιδίων λευκόχρυσου στην Ceria In Situ για την ενίσχυση της καταλυτικής απόδοσης των καταλυτών καυσαερίων" που δημοσιεύθηκε στο τελευταίο τεύχος του περιοδικού *Angewandte Chemie (Applied Chemistry)*. Στη μελέτη τους, οι ερευνητές κατέδειξαν πόσο ευαίσθητη είναι η κατάσταση της πλατίνας που αντιδρά στη σύνθεση, δηλαδή η αναλογία μονοξειδίου του άνθρακα και οξυγόνου και η θερμοκρασία του καυσαερίου. Η λειτουργία του κινητήρα έχει ήδη τροποποιηθεί ειδικά στα συστήματα μετεπεξεργασίας των καυσαερίων που χρησιμοποιούνται σήμερα. Με τον τρόπο αυτό, η σύνθεση των καυσαερίων ρυθμίζεται για την αναγέννηση φίλτρων σωματιδίων ή καταλυτικών μετατροπέων αποθήκευσης NO_x. Η μελέτη αποκαλύπτει ότι είναι επίσης δυνατό να ρυθμιστεί βέλτιστα το ενεργό συστατικό της πλατίνας προκειμένου να ενισχυθεί η δραστηριότητα του καταλυτικού μετατροπέα και να μειωθεί η κατανάλωση ευγενούς μετάλλου.

Κατά τη διάρκεια του γερμανικο-γαλλικού σχεδίου συνεργασίας, χρησιμοποιήθηκαν σύνθετες μέθοδοι για την παρατήρηση των υλικών υπό συνθήκες λειτουργίας. Μέσω ηλεκτρονικής μικροσκοπίας μετάδοσης του περιβάλλοντος (E₀TEM), παρατηρήθηκαν δομικές τροποποιήσεις στο ατομικό επίπεδο του υλικού. Η φασματοσκοπία απορρόφησης ακτίνων X στο SOLKIL synchrotron στη γαλλική St. Aubin και στον KARA Karlsruhe Research Accelerator του KIT εφαρμόστηκε για να μελετήσει τις διεργασίες υπό ρεαλιστικές συνθήκες καυσαερίων. "Με βάση αυτές τις παρατηρήσεις των υλικών του καταλυτικού μετατροπέα υπό πραγματικές συνθήκες, τα ευρήματα μπορούν να μεταφερθούν πολύ πιο γρήγορα στην εφαρμογή", επισημαίνει ο Gänzler.

Με τη βοήθεια των ληφθέντων ευρημάτων, η καταλυτική δραστηριότητα των καταλυτικών μετατροπέων οξείδωσης πετρελαίου μπορεί να ενισχυθεί σε χαμηλή θερμοκρασία. Από τις παρατηρήσεις τους, οι επιστήμονες απέδωσαν μια πολλά υποσχόμενη βασική ιδέα να προσαρμόσουν ειδικά το μέγεθος και τη δομή των σωματιδίων πλατίνας ως συνάρτηση της καταλυτικής δραστηριότητας που απαιτείται κατά τη λειτουργία. Η ιδέα μπορεί να χρησιμοποιηθεί, μεταξύ άλλων, για να βελτιώσει σημαντικά την καταλυτική απόδοση μετά την κρύα εκκίνηση των κινητήρων καύσης και κατά την οδήγηση στην αστική κυκλοφορία. "Η δομή των

νανοσωματιδίων ευγενών μετάλλων μπορεί να επηρεαστεί από βραχυπρόθεσμες τροποποιήσεις του τρόπου λειτουργίας του κινητήρα, για παράδειγμα," αναφέρει ο Gänzler.

Βάσει των ευρημάτων, οι τρέχοντες και μελλοντικοί νέοι τύποι καταλυτικών μετατροπέων μπορούν να βελτιωθούν και η οικονομική τους αποδοτικότητα μπορεί να αυξηθεί, καθώς η συγκέντρωση των ευγενών μετάλλων μπορεί να μειωθεί κατά 50%. Η μελέτη που θεωρείται "ένα από τα σημαντικότερα σημεία στην έρευνα του καταλυτικού μετατροπέα" του καθηγητή Jan-Dierk Grunwaldt της ITCP συναντιέται με μεγάλο ενδιαφέρον από τους ειδικούς. Διεξήχθη κατά τη διάρκεια του έργου "ORCA - Καταλυτικός Μετατροπέας Οξειδωσης / Μείωσης για Ντίζελ οχημάτων της επόμενης γενιάς", που αποτελεί μέρος της Γερμανικής και Γαλλικής ερευνητικής συνεργασίας Deufrako. Το έργο χρηματοδοτείται με 960.000 ευρώ από το Ομοσπονδιακό Υπουργείο Οικονομίας και Ενέργειας. Εκτός από το KIT, το (IRCELYON), η TU Darmstadt, η εταιρεία Solvay και η Umicore AG & Co. KG, μια εταιρεία τεχνολογίας υλικών και ανακύκλωσης στο Hanau, συμμετέχουν στο έργο συνεργασίας [https://www.kit.edu/kit/english/pi_2017_151_dynamic-catalytic-converters-for-clean-air-in-the-city.php].

5.2 Καταλύτης με συνεχή δακτύλιο για καταλυτικούς μετατροπείς 3 κατευθύνσεων

Η Continental επέλεξε το 37ο Συμπόσιο της Βιέννης για να παρουσιάσει μια καινοτόμο λύση ελέγχου των εκπομπών για μικρού κυβισμού υπερτροφοδοτούμενους βενζινοκινητήρες. Η εισαγωγή της νομοθεσίας για τις πραγματικές εκπομπές ρύπων θα απαιτήσει οχήματα με αυτή την ευρέως χρησιμοποιούμενη φιλοσοφία κινητήρα να πληρούν τα αυστηρά όρια οξειδίου αζώτου (NO_x) σε όλες τις συνθήκες οδήγησης.

Αυτό δημιουργεί μια νέα πρόκληση απαιτώντας αποτελεσματική μείωση των οξειδίων του αζώτου σε ένα πολύ ευρύ φάσμα συνθηκών λειτουργίας του κινητήρα και όχι «μόνο» σε υφιστάμενους κύκλους δοκιμών. Ωστόσο, οι καταλυτικοί μετατροπείς της εποχής που διαθέτουμε σήμερα προσφέρουν ελάχιστο περιθώριο για τυχόν περαιτέρω βελτιώσεις στη κατανομή του δείκτη λ. Στο αμερικανικό μέτωπο, τα πρότυπα LEV III SULEV 30 προβλέπουν μείωση κατά 70% των μέσων εκπομπών οξειδίων του αζώτου έως το 2025.

Προκειμένου να τηρηθούν οι νομοθεσίες RDE και SULEV 30 σχετικά με τις εκπομπές NO_x, ο καταλυτικός μετατροπέας 3 κατευθύνσεων πρέπει να επιτύχει συντελεστή μετατροπής κοντά στο 100%. «Αυτό είναι εφικτό μόνο εάν η αποτελεσματική μείωση των NO_x διατηρείται ομοιόμορφα σε όλες τις συνθήκες λειτουργίας» αναφέρει ο Δρ. Markus Distelhoff, Διευθύνων Σύμβουλος Διεύθυνσης Καυσίμων και Εξαερισμού της Διεύθυνσης Ισχύος της Continental. Επίσης τονίζει ότι "ο πρωτοποριακός καταλύτης δακτυλίων σε συνδυασμό με το μεταλλικό φύλλο LS θα διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην εκπλήρωση αυτής της απαίτησης" [<http://www.car-engineer.com/continental-ring-catalyst-for-3-way-catalytic-converters/>].

Μείωση των οξειδίων του αζώτου.

Οι σημερινοί, υψηλής απόδοσης και τριών δρόμων καταλυτικοί μετατροπείς έχουν ήδη επιτύχει μια μείωση των οξειδίων του αζώτου NO_x της τάξης του 99%. Όμως αυτό εξακολουθεί να μην φτάνει αρκετά και πρέπει να στοχεύσουμε μια περαιτέρω

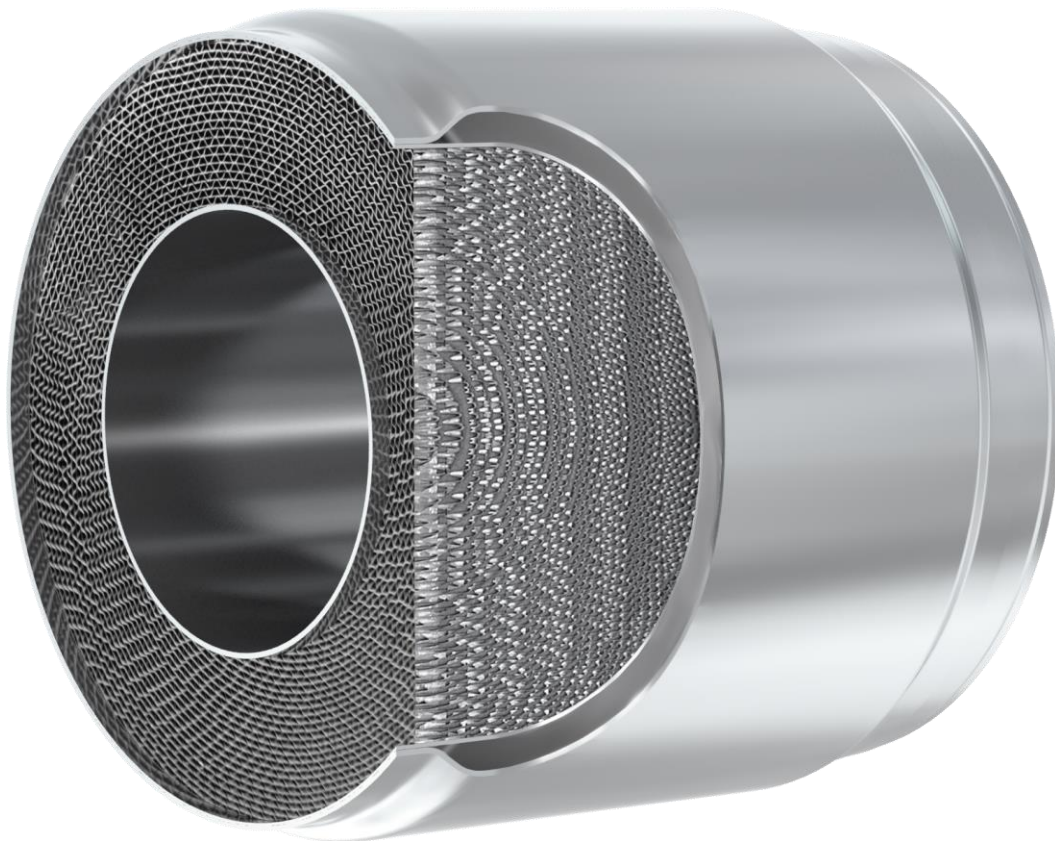
αύξηση της απόδοσης. Για υπερτροφοδοτούμενους βενζινοκινητήρες μικρού κυβισμού, αυτό παρουσιάζει δύο προκλήσεις. Πρώτον, οι μεταβολές κυλίνδρου στη σύνθεση καυσαερίων σημαίνουν ότι ο λόγος καυσίμου προς αέρα (τιμή λάμδα) μπορεί να αποκλίνει από την ιδανική τιμή, επηρεάζοντας δυσμενώς τη μετατροπή NO_x. Ο στόχος πρέπει να είναι η αποφυγή τέτοιων επιδράσεων των κυλίνδρων στο δείκτη λάμδα της εξάτμισης, με ανάμιξη ροής. Ωστόσο, αυτό είναι δύσκολο στην περίπτωση ενός καταλυτικού μετατροπέα στενού συζεύγματος, επειδή ο κάτω σωλήνας στον καταλυτικό μετατροπέα δεν είναι αρκετά μακρύς. Αυτή είναι η βασικότερη αιτία για την οποία πολλά νέα οχήματα διαθέτουν τώρα ένα δεύτερο - υποδαπέδιο - καταλύτη για να μετατρέψουν το υπόλοιπο των εκπομπών οξειδίων του αζώτου, μια λύση που έρχεται με την τιμή του πρόσθετου βάρους και την αυξημένη αντίθλιψη των καυσαερίων.

Δεύτερον, σε ορισμένες λειτουργικές καταστάσεις, η ικανότητα του καταλυτικού μετατροπέα να επιτυγχάνει έναν ομοιόμορφο ρυθμό μετατροπής των οξειδίων του αζώτου μπορεί να επηρεαστεί δυσμενώς από το σύστημα του υπερσυμπιεστή. Αυτό συμβαίνει επειδή το άνοιγμα της βαλβίδας παράκαμψης της τουρμπίνας (βαλβίδα wastegate) πάνω από συγκεκριμένες στροφές του κινητήρα επηρεάζει την κατανομή ροής, με αποτέλεσμα τη μη ομοιόμορφη ροή καυσαερίων. Αυτό μπορεί δυνητικά να οδηγήσει σε ταχύτερη τοπική γήρανση του καταλυτικού μετατροπέα και στην επιδείνωση της απόδοσης για την μείωση των NO_x [<http://www.car-engineer.com/continental-ring-catalyst-for-3-way-catalytic-converters/>].

Πλεονεκτήματα του καταλύτη δακτυλιδίων

Ο στενός συζευγμένος δακτυλιοειδής καταλύτης που αναπτύχθηκε από την Continental υποστηρίζει τη σχεδόν πλήρη μετατροπή των NO_x σε υπερτροφοδοτούμενους βενζινοκινητήρες.

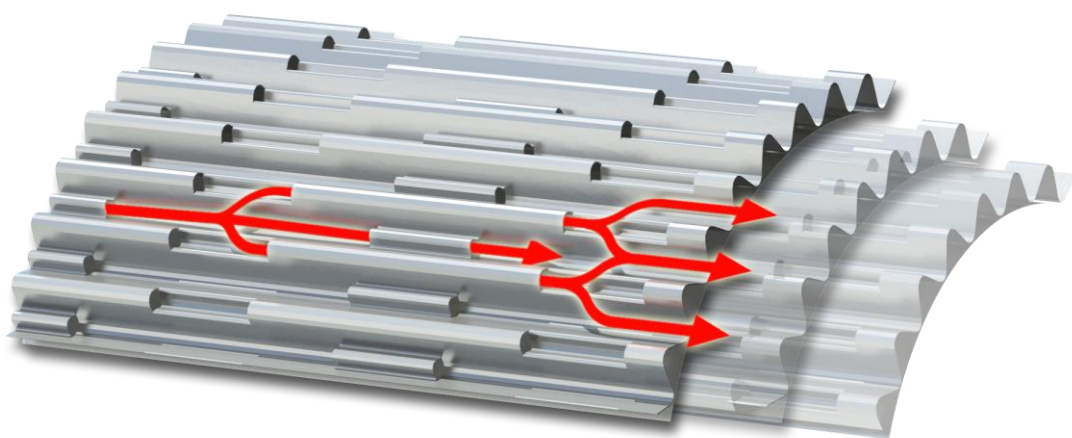
Η Continental έχει αναπτύξει μια καινοτόμο λύση για να αντιμετωπίσει και τις δύο αυτές προκλήσεις: τον καταλύτη δακτυλιδίων (Εικόνα 47). Ένας εσωτερικός σωλήνας που διέρχεται από τον πυρήνα του καταλύτη δακτυλίου και σε όλο το μήκος του παρέχει το απαραίτητο πρόσθετο μήκος για να επιτρέψει την καλύτερη ανάμιξη ροής καυσαερίων. Στο τέλος αυτού του σωλήνα, το αέριο μετατοπίζεται κατά 180°. Μόνο τότε ρέει μέσα από το καταλυτικά ενεργό τμήμα του καταλύτη, το οποίο περιβάλλει τον εσωτερικό σωλήνα. "Με αυτόν τον τρόπο ο δακτυλιοειδής καταλύτης επεκτείνει τη διαδρομή ροής χωρίς να επεκτείνει το συνολικό μήκος του καταλύτη. Αυτό επιτρέπει στον καταλύτη να τοποθετηθεί κοντά στον κινητήρα, οπότε δεν αυξάνεται ο χρόνος που χρειάζεται για την επίτευξη της θερμοκρασίας για τη μετατροπή των εκπομπών των NO_x», αναφέρει ο Rolf Brück, Επικεφαλής της Παραγωγικής Γραμμής Καταλυτών, Φίλτρων και Διαχείρισης Καυσίμων και Εξάτμισης. Με αυτό το σχέδιο, το φαινόμενο στροβιλισμού από την βαλβίδα wastegate του στροβιλοσυμπιεστή βοηθά πραγματικά την ανάμιξη καυσαερίων στον εσωτερικό σωλήνα.



Εικόνα 47: Καταλύτης δαχτυλιδιών από την Continental

Πηγή: <http://www.car-engineer.com/continental-ring-catalyst-for-3-way-catalytic-converters/>

Ο πυρήνας του καταλυτικού μετατροπέα είναι τυλιγμένος από μεταλλικό φύλλο "LS", ένα υλικό που αναπτύχθηκε από την Continental (Εικόνα 48). Οι διαμήκειες δομές (=LS, Longitudinal structures) σε αυτό το φύλλο ή υπόστρωμα δημιουργούν περισσότερη αναταραχή στα καυσαέρια. Αυτό εξασφαλίζει καλύτερη επαφή μεταξύ των οξειδίων του αζώτου και του καταλυτικά επικαλυμμένου υποστρώματος, με αποτέλεσμα μεγαλύτερη απόδοση μετατροπής [<http://www.car-engineer.com/continental-ring-catalyst-for-3-way-catalytic-converters/>].



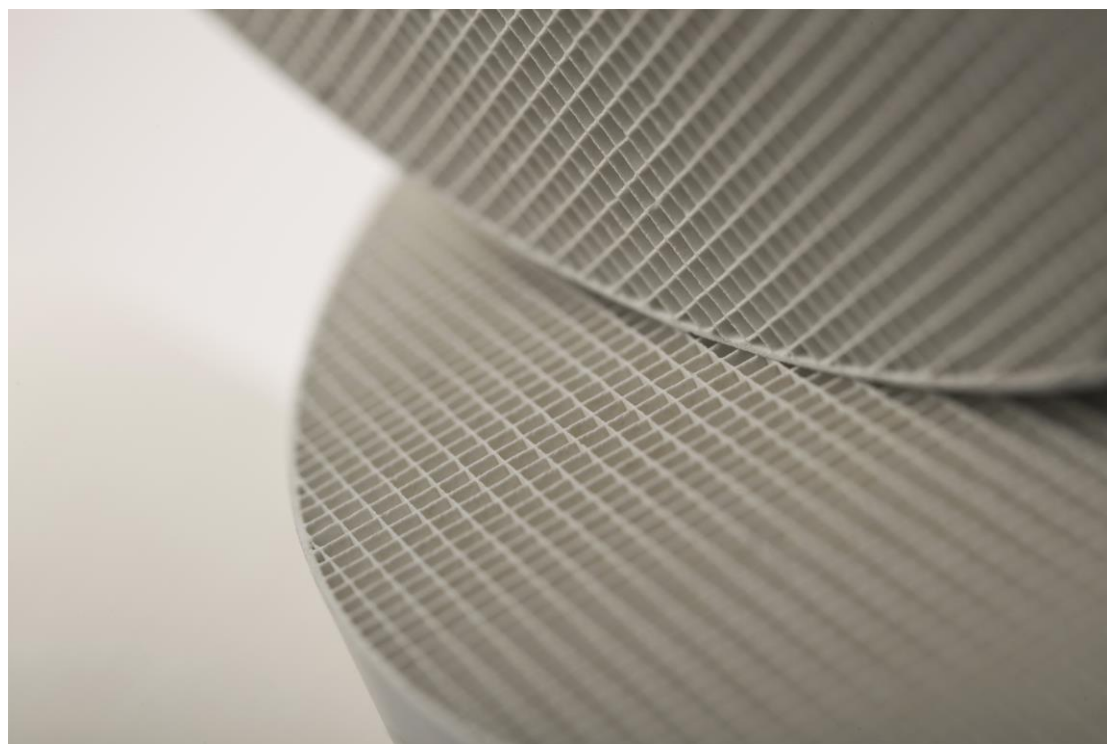
Εικόνα 48: Μεταλλικό φύλλο LS

Πηγή: <http://www.car-engineer.com/continental-ring-catalyst-for-3-way-catalytic-converters/>

Το ενεργό τμήμα του καταλύτη δακτυλίου είναι τυλιγμένο από το καινοτόμο μεταλλικό υπόστρωμα LS της Continental. Οι διαμήκεις δομές σε αυτό το υλικό δημιουργούν στροβιλισμό μικρο-επιπέδων στο ρεύμα καυσαερίων, πράγμα που βοηθά στην κατεύθυνση των οξειδίων του αζώτου πιο αποτελεσματικά προς το καταλυτικά επιχρισμένο τοίχωμα του καταλύτη, όπου μετατρέπονται [<http://www.car-engineer.com/continental-ring-catalyst-for-3-way-catalytic-converters/>].

5.3 Υπόστρωμα κεραμικού καταλυτικού μετατροπέα της Corning

Η Corning ανακοίνωσε την εισαγωγή των υποστρωμάτων Corning® FLORA™ 600/3, ένα κεραμικό προϊόν επόμενης γενιάς που έχει σχεδιαστεί για να μειώνει τις εκπομπές των οχημάτων κατά την εκκίνηση του κινητήρα (Εικόνα 49). Η Honda Motor Company εξόπλισε επιλεγμένα μοντέλα του έτους 2016 με τη νέα τεχνολογία για να βελτιώσει τις επιδόσεις εκπομπών της κρύας εκκίνησης του κινητήρα [<http://www.car-engineer.com/new-ceramic-catalytic-converter-substrate-launched-corning/>].



Εικόνα 49: Υπόστρωμα καταλυτικού μετατροπέα της Corning

Πηγή: <http://www.car-engineer.com/new-ceramic-catalytic-converter-substrate-launched-corning/>

Οι αυστηροί νέοι κανονισμοί για τις εκπομπές στις ΗΠΑ και στην Ευρώπη απαίτησαν ουσιαστική βελτίωση στις εκπομπές των αυτοκινήτων από το 2017. Στα οχήματα βενζίνης, μέχρι και το 70% των κανονικών εκπομπών ρύπων μπορούν να εμφανιστούν κατά τα πρώτα 30 δευτερόλεπτα μετά την εκκίνηση του κινητήρα. Η αντιμετώπιση αυτών των εκπομπών "εκκίνησης εν ψυχρώ" είναι κρίσιμη για την εκπλήρωση των νέων προτύπων.

Τα υποστρώματα FLORA™ διαθέτουν βελτιστοποιημένη μικροδομή υλικού για να επιτρέπουν χαμηλότερες εκπομπές της κρύας εκκίνησης και καλύτερη απόδοση καυσίμου. Το νέο υλικό φθάνει στη θερμοκρασία λειτουργίας ταχύτερα από τα τυποποιημένα υποστρώματα, έτσι ώστε οι καταλυτικοί μετατροπείς να μπορούν να καθαρίσουν τις εκπομπές καυσαερίων νωρίτερα χωρίς αυξημένο καύσιμο ή πρόσθετο πολύτιμο μέταλλο.

"Το υπόστρωμα FLORA αποτελεί σημαντικό βήμα προόδου για την τεχνολογία ελέγχου των εκπομπών και επιθυμούμε να συνεργαστούμε με την Honda για να φέρει αυτή την καινοτομία στην αγορά", δήλωσε ο Hal Nelson, αντιπρόεδρος και γενικός διευθυντής της Corning Environmental Technologies. Αυτή η νέα τεχνολογία είναι ένα άλλο παράδειγμα της εμπειρίας της Corning για να βοηθήσει στη δημιουργία καθαρότερου και πιο υγιεινού αέρα σε όλες τις πόλεις [<http://www.car-engineer.com/new-ceramic-catalytic-converter-substrate-launched-corning/>].

Τα υποστρώματα παρέχουν την ευελιξία να μειώνουν τις εκπομπές οργανικών ενώσεων εκτός του μεθανίου, να μειώνουν τη χρήση πολύτιμων μετάλλων και να βελτιώνουν την απόδοση των καυσίμων. Οι βενζινοκινητήρες καθώς και οι κινητήρες ντίζελ μπορούν να επωφεληθούν από τα υποστρώματα FLORA™.

Η Corning ξεκίνησε την παραγωγή των υποστρωμάτων FLORA™ στις αρχές του 2015 και στέλνει τα προϊόντα στην Honda από το 2016. Τα υποστρώματα κατασκευάζονται στο εργοστάσιο της Corning Environmental Technologies στο Erwin, NY [<http://www.car-engineer.com/new-ceramic-catalytic-converter-substrate-launched-corning/>].

5.4 Πρωτοποριακή επίστρωση καταλυτικών μετατροπέων που αναπτύχθηκε από το CDTi (Clean Diesel Technologies, Inc.)

Το Ινστιτούτο CDTi ειδικό στην προηγμένη τεχνολογία ελέγχου των εκπομπών, ανακοίνωσε μια νέα τεχνολογία για να αντικαταστήσει την δαπανηρή χρήση πλατίνας και σπάνιων μετάλλων σε καταλυτικούς μετατροπείς. Το CDTi έχει λάβει τα δύο πρώτα διπλώματα ευρεσιτεχνίας για το Spinel™, μια ιδιόκτητη τεχνολογία εξαγωγής καυσαερίων που θα μειώσει το κόστος για την επίτευξη αυστηρότερων προδιαγραφών καθαρού αέρα.

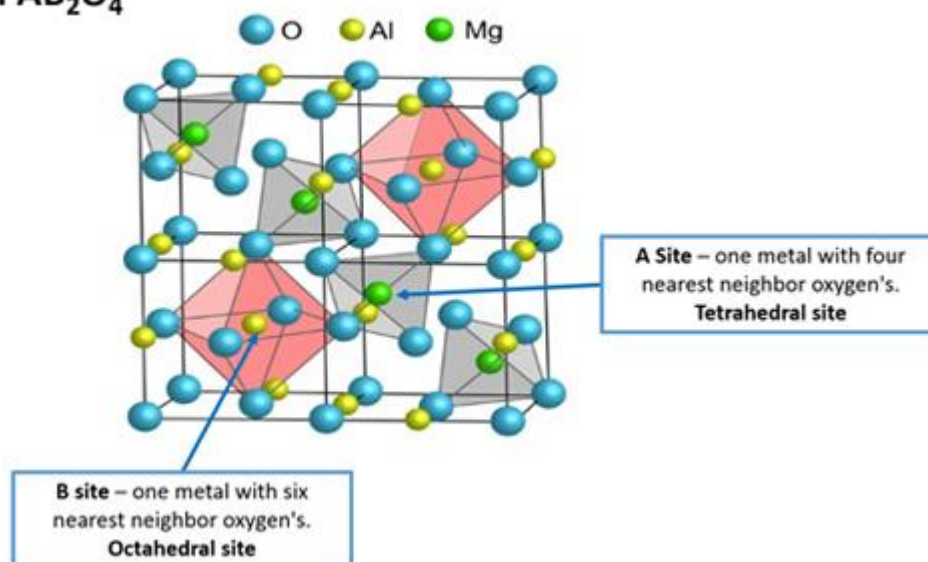
Η νέα τεχνολογία θα τροφοδοτήσει πολλές καταλυτικές σειρές προϊόντων που η εταιρεία πιστεύει ότι θα αποδυναμώσει πολύ την παραδοσιακή βιομηχανία συσκευών που βασίζονται σε πλατίνα ή σπάνιες γαίες. Αυτή είναι η πρώτη δημόσια ανακοίνωση του CDTi σχετικά με την τεχνολογία Spinel, η εξέλιξη της οποίας διατηρείται μέχρι σήμερα εμπιστευτική [<http://www.car-engineer.com/innovative-catalytic-converter-coating-developed-cdti/>].

Σχετικά με τη χρήση του Spinel σε καταλυτικούς μετατροπείς

- Μια οικογένεια ιδιόκτητων υλικών που χρησιμοποιούν διάφορα βασικά μέταλλα που αντικαθιστούν τα μέταλλα της ομάδας πλατίνας (PGMs) και τα μέταλλα σπάνιων γαιών σε επικαλύψεις σε τυποποιημένους καταλυτικούς μετατροπείς
- Λειτουργεί σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών κινητήρων και οχημάτων, τόσο ντίζελ όσο και βενζίνης
- Προηγμένες δοκιμές σε εξέλιξη σε μοντέλα παραγωγής δημοφιλών επιβατικών αυτοκινήτων και βαρέων επαγγελματικών οχημάτων σε ανεξάρτητες εγκαταστάσεις δοκιμών οχημάτων

Το Spinel ήταν το όνομα που δόθηκε αρχικά στο αργλικό μαγνήσιο ($MgAl_2O_4$) και τώρα χρησιμοποιείται για να περιγράψει οποιαδήποτε σύνθεση με την ίδια δομή (Εικόνα 50). Η τεχνολογία Spinel™ μπορεί να χρησιμοποιεί πολυάριθμα χαμηλού κόστους μέταλλα στη δομή του σπινελίου, επιτρέποντας τη χρήση σε ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών κινητήρων και οχημάτων, βενζίνης και πετρελαίου, καθώς και σε άλλες δυναμικές αγορές [<http://www.car-engineer.com/innovative-catalytic-converter-coating-developed-cdti/>].

Spinel AB_2O_4



Εικόνα 50: A Site: ένα μέταλλο με τέσσερα γειτονικά οξυγόνα (σχήμα τεσσάρων εδρών), B Site: ένα μέταλλο με έξι γειτονικά οξυγόνα (σχήμα οκτώ εδρών)

Πηγή: <http://www.car-engineer.com/innovative-catalytic-converter-coating-developed-cdti/>

Εκτός από τη σημαντική εξοικονόμηση κόστους έναντι των συμβατικών συνθέσεων επίστρωσης, η δομή της τεχνολογίας Spinel™ είναι ευέλικτη και σταθερή. Η ευελιξία είναι ζωτικής σημασίας για τη βελτιστοποίηση των μελλοντικών γενεών των προϊόντων ώστε να ανταποκρίνονται στις μεταβαλλόμενες ανάγκες καταλυτικής μετατροπής για τις ταχέως εξελισσόμενες τεχνολογίες κινητήρων και τα ολοένα αυστηρότερα πρότυπα καθαρού αέρα. Η σταθερότητα είναι κρίσιμη για την επίτευξη ανώτερης καταλυτικής απόδοσης με την πάροδο του χρόνου και σε ακραίες θερμοκρασίες για διάρκεια ζωής [<http://www.car-engineer.com/innovative-catalytic-converter-coating-developed-cdti/>].

Σημασία και οφέλη

- Δυνητικά εξοικονομεί εκατομμύρια δολάρια, κόβοντας ακριβά μέταλλα της ομάδας πλατίνας και μέταλλα σπανίων γαιών
- Επί του παρόντος, δαπανούνται πάνω από 6 δισεκατομμύρια δολάρια το χρόνο σε PGMs δηλαδή σε μέταλλα της ομάδας πλατίνας (πηγή: Johnson Matthey PLC: Platinum 2013)
- Παρέχει έγκαιρη, οικονομικά αποδοτική συμμόρφωση με αυστηρότερα πρότυπα εκπομπών στις ΗΠΑ και σε όλο τον κόσμο
- Μειώνει την έκθεση του κατασκευαστή στην ακραία μεταβλητότητα των τιμών στις αγορές των PGMs και των σπανίων γαιών

Ο διευθύνων σύμβουλος Chris Harris αναφέρει: «Σήμερα, οι παγκόσμιοι κατασκευαστές δαπανούν ετησίως δισεκατομμύρια δολάρια για PGM και μέταλλα

σπανίων γαιών για τους καταλυτικούς μετατροπείς τους. Αυτά τα κόστη αναμένεται να αυξηθούν δραματικά με τη συμβατική τεχνολογία, καθώς οι νέοι κανονισμοί για τις εκπομπές εισβάλλουν. Η Spinel επιλύει ένα σημαντικό ζήτημα βιομηχανικής προσφοράς και κόστους και σηματοδοτεί μια σημαντική ανακάλυψη τόσο για εμάς όσο και για όλους τους κατασκευαστές σε όλο τον κόσμο που παράγουν κινητήρες με ορυκτά καύσιμα» [<http://www.car-engineer.com/innovative-catalytic-converter-coating-developed-cdti/>].

Ο Δρ. Stephen Golden προσθέτει: "Η τεχνολογία Spinel προέρχεται από πολλές ώρες εργασία και την εφευρετικότητα από την ομάδα έρευνας και ανάπτυξης. Πρόκειται για ένα νέο δρόμο επιστήμης των υλικών για την επίτευξη αυστηρότερων κανονισμών με πολύ χαμηλότερο κόστος. Βασικές δοκιμές οχημάτων βρίσκονται σε εξέλιξη [<http://www.car-engineer.com/innovative-catalytic-converter-coating-developed-cdti/>].

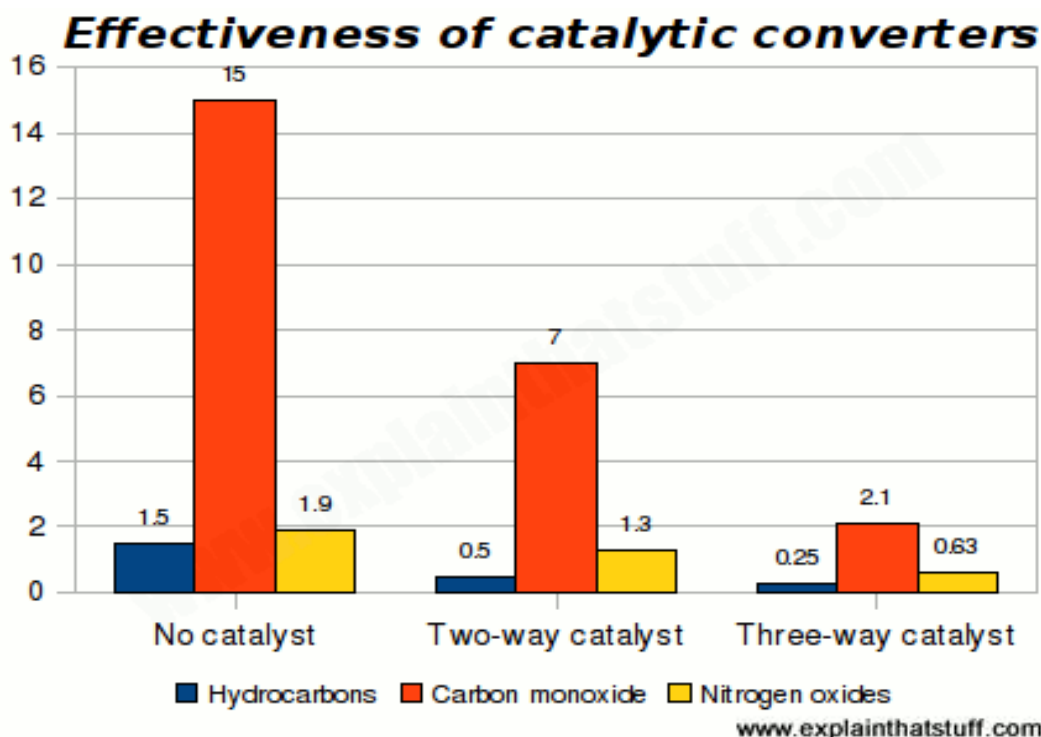
Σχετικά με τα μέταλλα των ομάδων πλατίνας (PGM)

Τα ακριβά μέταλλα PGM, τα οποία περιλαμβάνουν πλατίνα, παλλάδιο και ρόδιο, χρησιμοποιούνται στην κατασκευή καταλυτών ελέγχου εκπομπών, ενώ το παλλάδιο και το ρόδιο είναι τα κύρια συστατικά που χρησιμοποιούνται στους καταλύτες που εξυπηρετούν την παγκόσμια αγορά ελαφρών επαγγελματικών οχημάτων. Σύμφωνα με την "Ενδιάμεση αναθεώρηση του Platinum 2013" της Johnson Matthey PLC, το 2013, πάνω από το 70% όλων των πρωτογενών πλατίνας και το 80% όλων των πρωτογενών ροδίων που παράγονται προέρχονται από τη Νότια Αφρική. Η Ρωσία και η Νότια Αφρική σε συνδυασμό παρέχουν πάνω από 75% παλλάδιο [<http://www.car-engineer.com/innovative-catalytic-converter-coating-developed-cdti/>].

Σχετικά με τα σπάνια μέταλλα

Τα μέταλλα σπανίων γαιών όπως το δημήτριο, το νεοδύμιο και το λανθάνιο, επίσης αναφέρονται ως στοιχεία σπανίων γαιών, είναι χημικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται σε πολλές συσκευές που χρησιμοποιούν καθημερινά οι άνθρωποι, συμπεριλαμβανομένων υπολογιστών, κινητών τηλεφώνων, επαναφορτιζόμενων μπαταριών και καταλυτικών μετατροπέων. Καθώς η παγκόσμια ζήτηση για αυτές τις συσκευές αυξάνει, η χρήση σπανίων γαιών αναμένεται να αυξηθεί. Σύμφωνα με μια συνοπτική περιγραφή των ορυκτών βασικών εμπορευμάτων της Αμερικανικής Γεωλογικής Επισκόπησης του 2014, η εκτιμώμενη αξία των επεξεργασμένων σπανίων μετάλλων που εισήχθησαν από τις ΗΠΑ το 2013 ήταν 260 εκατομμύρια δολάρια. Εκτιμάται ότι το 79% των μετάλλων σπανίων γαιών που χρησιμοποιούνται στις ΗΠΑ εισήχθησαν από την Κίνα, με 65% να χρησιμοποιούνται σε καταλύτες [<http://www.car-engineer.com/innovative-catalytic-converter-coating-developed-cdti/>].

5.5 Αποτελεσματικότητα καταλυτικών μετατροπών



Εικόνα 51: Αποτελεσματικότητα των καταλυτικών μετατροπών. Οι καταλύτες τριών δρόμων (τριοδικοί) έχουν ένα σημαντικό επιπλέον πλεονέκτημα ως προς τις εκπομπές σε σχέση με τους καταλύτες δύο δρόμων. Τα στοιχεία δείχνουν τους ρύπους σε γραμμάρια ανά χιλιόμετρο στα 80.000 χιλιόμετρα

Πηγή: www.explainthatstuff.com

Στις μέρες μας η εξέλιξη των καταλυτών έχει φθάσει σε τέτοιο επίπεδο, όπου είναι αισθητή η διαφορά τους με αυτούς παλαιότερης τεχνολογίας, καθώς μειώνουν όλο και περισσότερο το ποσοστό εκπομπής ρύπων των αυτοκινήτων (Εικόνα 51).

Οι καταλυτικοί μετατροπείς έχουν σχεδιαστεί κυρίως για να μειώνουν άμεσα την τοπική ατμοσφαιρική ρύπανση - μη καθαρό αέρα όταν το όχημα κινείται και το παραπάνω γράφημα δείχνει πόσο αποτελεσματικοί είναι. Ένα πρόβλημα είναι ότι μπορούν πραγματικά να δουλέψουν μόνο σε υψηλές θερμοκρασίες (πάνω από 300° C/600°F περίπου) όταν ο κινητήρας έχει την δυνατότητα να ζεστάνει τα μηχανικά μέρη, το οποίο μπορεί να διαρκέσει 10-15 λεπτά. Έτσι είναι αναποτελεσματικοί για το πρώτο μέρος ενός ταξιδιού (ή για οποιοδήποτε μέρος ενός πολύ σύντομου ταξιδιού).

Τα αέρια του θερμοκηπίου είναι ένα άλλο ζήτημα μεγάλης σημασίας. Το διοξείδιο του άνθρακα το θεωρούμε ως ασφαλές αέριο, επειδή δεν είναι τοξικό στις καθημερινές συγκεντρώσεις. Ωστόσο, δεν είναι εντελώς ακίνδυνο, καθώς η αλλαγή του κλίματος και η υπερθέρμανση του πλανήτη προέρχονται κυρίως από αυτό. Μερικοί άνθρωποι πιστεύουν ότι οι καταλυτικοί μετατροπείς καθιστούν την αλλαγή του κλίματος χειρότερη επειδή μετατρέπουν το μονοξείδιο του άνθρακα σε διοξείδιο του άνθρακα. Στην πραγματικότητα, το μονοξείδιο του άνθρακα που παράγει το αυτοκίνητό θα μετατραπεί τελικά σε διοξείδιο του άνθρακα στην ατμόσφαιρα από μόνο του, οπότε ένας καταλυτικός μετατροπέας δεν κάνει καμία διαφορά σε αυτό το ποσό: απλά μειώνει το μονοξείδιο του άνθρακα που απελευθερώνεται από το αυτοκίνητο στον δρόμο καθώς κινείται, βελτιώνοντας την τοπική ποιότητα του αέρα.

Όταν όμως πρόκειται για την αλλαγή του κλίματος μηχανικοί αυτοκινήτων και περιβαλλοντολόγοι έχουν επισημάνει ένα σοβαρό ζήτημα. Παρόλο που οι καταλύτες μετατρέπουν τα περισσότερα οξειδία του αζώτου σε άζωτο και οξυγόνο, παράγουν επίσης μικρές ποσότητες οξειδίου του αζώτου (N_2O) στη διαδικασία, ένα αέριο θερμοκηπίου που είναι πάνω από τριακόσιες φορές ισχυρότερο από το διοξείδιο του άνθρακα. Το πρόβλημα είναι το εξής: με τόσα πολλά οχήματα στο δρόμο, ακόμη και μικρές ποσότητες οξειδίου του αζώτου συνεισφέρουν σε ένα σημαντικό πρόβλημα. Το 2000, η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή σημείωσε: "Η εισαγωγή καταλυτικών μετατροπέων ως μέτρο ελέγχου της ρύπανσης στην πλειοψηφία των βιομηχανικών χωρών οδηγεί σε σημαντική αύξηση των εκπομπών N_2O από οχήματα βενζίνης". Ευτυχώς, οι νεότεροι καταλυτικοί μετατροπείς παράγουν δραστικά λιγότερα οξειδία του αζώτου από τα παλαιότερα. Παρόλα αυτά, ενώ οι καταλυτικοί μετατροπείς σίγουρα μας βοήθησαν να αντιμετωπίσουμε τη βραχυπρόθεσμη ατμοσφαιρική ρύπανση, υπάρχουν ανησυχίες ότι, όταν πρόκειται για μακροπρόθεσμες κλιματικές αλλαγές, τα πράγματα μπορούσαν να είναι πολύ πιο επικίνδυνα [<http://www.explainthatstuff.com/catalyticconverters.html>].

5.6 Ενδεικτικά ποσοτικά στοιχεία κατανάλωσης καυσίμου και εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από επιβατικά οχήματα

Η παραγωγή ενέργειας από τον κινητήρα του εκάστοτε αυτοκινήτου έχει ως κύριο προϊόν την παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα, η ποσότητα του οποίου είναι ευθέως ανάλογη της ποσότητας καυσίμου που καταναλώνεται από τον κινητήρα. Στους Πίνακες 5-9 παρουσιάζονται στοιχεία που αφορούν στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και της κατανάλωσης καυσίμου για αστικό, υπεραστικό και συνδυασμένο κύκλο για τα δέκα πλέον αποδοτικά μοντέλα αυτοκινήτων από πλευράς κατανάλωσης καυσίμου του 2017 ανά καύσιμο κίνησης, κατ' αύξουσα τάξη εκπομπών CO_2 . Οι μετρήσεις αστικού κύκλου διενεργούνται σε θερμοκρασίες $200^{\circ}C$ - $300^{\circ}C$, σε κυλιόμενο διάδρομο μετά από κρύα εκκίνηση. Ο κύκλος αποτελείται από μια σειρά επιταχύνσεων, σταθερών ταχυτήτων, επιβραδύνσεων και λειτουργίας εν στάσει («ρελαντί»). Η μέγιστη ταχύτητα είναι τα 50 χλμ/ώρα, η μέση ταχύτητα είναι 19 χλμ/ώρα και η διανυόμενη απόσταση είναι 4 χλμ. Μετά την ολοκλήρωση του αστικού κύκλου διενεργείται η μέτρηση του υπεραστικού κύκλου που αποτελείται κατά το ήμισυ από οδήγηση με σταθερή ταχύτητα και κατά το υπόλοιπο ήμισυ από επιταχύνσεις, επιβραδύνσεις και μερικά ρελαντί. Η μέγιστη ταχύτητα είναι 120 χλμ/ώρα, η μέση ταχύτητα είναι 63 χλμ/ώρα και η διανυόμενη απόσταση είναι 7 χλμ. Ο μέσος όρος των δύο μερών, του αστικού και του υπεραστικού κύκλου, αποτελεί τον συνδυασμένο κύκλο. Από τα προαναφερθέντα γίνεται φανερό ότι τα στοιχεία που παρατίθενται στους πίνακες που ακολουθούν έχουν καταγραφεί κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες που δεν είναι δυνατό να επιτευχθούν σε πραγματικές συνθήκες οδήγησης. Επιτρέπουν όμως την σύγκριση μεταξύ των διαφόρων μοντέλων αυτοκινήτου.

Πίνακας 5: Ειδικές εκπομπές CO₂ και κατανάλωση καυσίμου σε αστικό, υπεραστικό και συνδυασμένο κύκλο για βενζινοκίνητα επιβατικά αυτοκίνητα

A/A	Μάρκα	Μοντέλο	Έκδοση	Κυβισμός (cm ³)	Ειδικές Εκπομπές CO ₂ - συνδυασμένος κύκλος (gr/km)	Κατανάλωση καυσίμου - αστικός κύκλος (kg/100km ή l/100km ή m ³ /100km ή kWh/100km)	Κατανάλωση καυσίμου - υπεραστικός κύκλος (kg/100km ή l/100km ή m ³ /100km ή kWh/100km)	Κατανάλωση καυσίμου - συνδυασμένος κύκλος (kg/100km ή l/100km ή m ³ /100km ή kWh/100km)
1	TOYOTA	PRIUS	1.8 5D (CVT) (H/B) (122 HP)	1.798	70	2,9	3,1	3,0
2	TOYOTA	YARIS	1.5 5D HSD (e-CVT) (100 HP)	1.497	75	3,1	3,3	3,3
3	TOYOTA	AURIS HSD	1.8 5D (CVT) (H/B) 15" Wheels (136 HP)	1.798	79	3,4	3,4	3,5
4	LEXUS	CT 200h	CT 1.8 CT200h Hybrid 136HP	1.798	82	3,6	3,5	3,6
5	TOYOTA	C-HR HYBRID	1.8 5D (CVT) (122 HP)	1.796	87	3,5	4,1	3,9
6	KIA MOTORS	NIRO	1.6 (141 HP) 16" WHEEL	1.580	88	3,8	3,9	3,8
7	FIAT	500 /500C	0.9 Twinair 85HP S&S MTA	875	88	4,3	3,5	3,8
8	CITROEN	C1	1.0 VTi (68 HP) S&S	998	88	4,5	3,4	3,8
	PEUGEOT	108	1.0 VTi (68 HP) S&S	998	88	4,5	3,4	3,8
10	MITSUBISHI MOTORS	SPACE STAR	1.0 INFORM 5D MT AS&G MY16 (71 HP)	999	92	4,6	3,6	4,0

Σημείωση: Τα αυτοκίνητα που εμφανίζονται στον πιο πάνω πίνακα είναι είτε βενζινοκίνητα είτε υβριδικά.

Πίνακας 6: Ειδικές εκπομπές CO₂ και κατανάλωση καυσίμου σε αστικό, υπεραστικό και συνδυασμένο κύκλο για πετρελαιοκίνητα επιβατικά αυτοκίνητα

A/A	Μάρκα	Μοντέλο	Έκδοση	Κυβισμός (cm ³)	Ειδικές Εκπομπές CO ₂ - συνδυασμένος κύκλος (gr/km)	Κατανάλωση καυσίμου - αστικός κύκλος (kg/100km ή l/100km ή m ³ /100km ή kWh/100km)	Κατανάλωση καυσίμου - υπεραστικός κύκλος (kg/100km ή l/100km ή m ³ /100km ή kWh/100km)	Κατανάλωση καυσίμου - συνδυασμένος κύκλος (kg/100km ή l/100km ή m ³ /100km ή kWh/100km)
1	CITROEN	DS3	1.6 BlueHDi (100 HP) S&S Drive Efficiency	1.560	79	3,6	2,7	3,0
2	PEUGEOT	208	1.6 BlueHDi (100 HP) S&S	1.560	79	3,6	2,7	3,0
3	PEUGEOT	308	1.6 BlueHDi (120 HP) S&S (Active)	1.560	82	3,5	2,9	3,1
4	FORD	FIESTA	3D/5D 1.5 TDCi (95 PS)_ECONetic_S/S_15.75MY_16.25	1.499	82	3,4	3,0	3,2
5	CITROEN	C3	1.6 BlueHDi (75HP) S&S (Ελαστικά UBRR)	1.560	83	3,6	2,9	3,2
6	RENAULT	CLIO	1.5 dCi (75 HP) S/S	1.461	85	3,5	3,1	3,3
7	CITROEN	C4	1.6 BlueHDi (100 HP) S&S	1.560	86	3,7	3,1	3,3
8	FORD	FOCUS	5D 1.5 TDCi (105PS)_ECONetic_S/S	1.499	88	3,8	3,1	3,4
9	KIA MOTORS	RIO	1.4 (77 HP) LFC	1.396	88	3,9	3,1	3,4
10	VOLVO	V40	2.0 D2 Start/Stop 89g 5D FWD 120 HP Manual 6spd	1.969	89	3,7	3,2	3,4

Σημείωση: Τα αυτοκίνητα που εμφανίζονται στον πιο πάνω πίνακα είναι είτε πετρελαιοκίνητα είτε υβριδικά.

Πίνακας 7: Ειδικές εκπομπές CO₂ και κατανάλωση καυσίμου σε αστικό, υπεραστικό και συνδυασμένο κύκλο για επιβατικά αυτοκίνητα διπλού καυσίμου, βενζίνης – υγραερίου

A/A	Μάρκα	Μοντέλο	Έκδοση	Κυβισμός (cm ³)	Ειδικές Εκπομπές CO ₂ - συνδυασμένος κύκλος (gr/km)	Κατανάλωση καυσίμου - αστικός κύκλος (kg/100km ή l/100km ή m ³ /100km ή kWh/100km)	Κατανάλωση καυσίμου - υπεραστικός κύκλος (kg/100km ή l/100km ή m ³ /100km ή kWh/100km)	Κατανάλωση καυσίμου - συνδυασμένος κύκλος (kg/100km ή l/100km ή m ³ /100km ή kWh/100km)
1	FIAT	PANDA	1.2 69HP BZ / LPG	1.242	106	6,7 / 6,9	4,3 / 6,3	5,2 / 6,5
2	FIAT	PUNTO	1.4 77HP BZ / LPG	1.368	114	7,3 / 9,0	4,8 / 5,9	5,7 / 7,0

Σημείωση: Τα αυτοκίνητα που εμφανίζονται στον πιο πάνω πίνακα είναι διπλού καυσίμου δηλ. καταναλώνουν είτε υγραέριο (LPG) είτε βενζίνη. Οι τιμές εκπομπών CO₂ & κατανάλωσης καυσίμου που εμφανίζονται αφορούν αποκλειστικά στη λειτουργία του κινητήρα με LPG.

Πίνακας 8: Ειδικές εκπομπές CO₂ και κατανάλωση καυσίμου σε αστικό, υπεραστικό και συνδυασμένο κύκλο για επιβατικά αυτοκίνητα διπλού καυσίμου, βενζίνης – φυσικού αερίου

A/A	Μάρκα	Μοντέλο	Έκδοση	Κυβισμός (cm ³)	Ειδικές Εκπομπές CO ₂ - συνδυασμένος κύκλος (gr/km)	Κατανάλωση καυσίμου - αστικός κύκλος (kg/100km ή l/100km ή m ³ /100km ή kWh/100km)	Κατανάλωση καυσίμου - υπεραστικός κύκλος (kg/100km ή l/100km ή m ³ /100km ή kWh/100km)	Κατανάλωση καυσίμου - συνδυασμένος κύκλος (kg/100km ή l/100km ή m ³ /100km ή kWh/100km)
1	VOLKSWAGEN	up!	1.0 BMT eco up! (68 HP)	999	79	3,6	2,5	2,9
2	SKODA	CITIGO	1.0 68HP CNG	999	82	5,6	3,9	4,5
3	FIAT	PANDA	0.9 TWINAIR 80HP BZ / CNG	875	85	3,9	2,6	3,1
4	AUDI	A3	SB 1.4 TFSI g-tron S tronic(110 hp)	1.395	91	6,5	4,3	5,1
5	VOLKSWAGEN	GOLF	1.4 TGI DSG (110 HP)	1.395	95	4,4	3,1	3,5
6	SEAT	LEON	1.4 TGI (110 HP) Start/Stop CNG (Ζάντες 15",16")	1.395	96	6,9	4,5	5,4
7	SKODA	OCTAVIA	1.4 TSI 110HP CNG	1.395	101	7,4	4,6	5,7
8	FIAT	500L /500L LIVING	0.9 TWINAIR 80HP BZ / CNG	875	105	4,7	3,3	3,9
9	VOLKSWAGEN	CADDY KOMBI	1.4 TGI BlueMotion (110 HP)	1.395	113	5,2	3,6	4,1
10	FIAT	PUNTO	1.4 70HP BZ / CNG	1.368	115	5,4	3,5	4,2

Σημείωση: Τα αυτοκίνητα που εμφανίζονται στον πιο πάνω πίνακα είναι διπλού καυσίμου δηλ. καταναλώνουν είτε φυσικό αέριο (CNG) είτε βενζίνη. Οι τιμές εκπομπών CO₂ & κατανάλωσης καυσίμου που εμφανίζονται αφορούν αποκλειστικά στη λειτουργία του κινητήρα με CNG.

Πίνακας 9: Ειδικές εκπομπές CO₂ και κατανάλωση καυσίμου σε αστικό, υπεραστικό και συνδυασμένο κύκλο για ηλεκτρικά επιβατικά αυτοκίνητα

A/A	Μάρκα	Μοντέλο	Έκδοση	Κυβισμός (cm ³)	Ειδικές Εκπομπές CO ₂ - συνδυασμένος κύκλος (gr/km)	Κατανάλωση καυσίμου - αστικός κύκλος (kg/100km ή l/100km ή m ³ /100km ή kWh/100km)	Κατανάλωση καυσίμου - υπεραστικός κύκλος (kg/100km ή l/100km ή m ³ /100km ή kWh/100km)	Κατανάλωση καυσίμου - συνδυασμένος κύκλος (kg/100km ή l/100km ή m ³ /100km ή kWh/100km)
1	VOLKSWAGEN	up!	e-up!	0	0	-	-	11,7
2	BMW	i3	BEV (94Ah) Auto 4D (170 HP)	0	0	0,0	0,0	12,6
3	VOLKSWAGEN	GOLF	e-Golf (136 HP)	0	0	-	-	12,7
4	SMART	FORTWO	Coupe electric drive (82hp) twinamic	0	0	12,9	12,9	12,9
5	SMART	FORFOUR	electric drive (82hp) twinamic	0	0	13,1	13,1	13,1
6	VOLKSWAGEN	PASSAT	1.4 TSI GTE Plug-In-Hybrid (218 HP)	1.395	40	-	-	1,8
7	BMW	ΣΕΙΡΑ 3	330e 2.0 Auto 4D (252 HP)	1.998	44	0,0	0,0	1,9
8	BMW	ΣΕΙΡΑ 7	740e iPerformance 2.0 Auto 4D (326 HP)	1.998	45	0,0	0,0	2,0
9	BMW	ΣΕΙΡΑ 2	Active Tourer 225xe 1.5 Auto 5D (224 HP)	1.499	46	0,0	0,0	2,0
10	BMW	ΣΕΙΡΑ 5	530e iPerformance Auto 4D (252 HP)	1.998	46	0,0	0,0	2,0
	VOLVO	S90	2.0 T8 Twin Engine PHEV 4D AWD 407 HP Auto 8spd	1.969	46	-	-	2,0
	VOLVO	V90	2.0 T8 Twin Engine PHEV 5D AWD 407 HP Auto 8spd	1.969	46	-	-	2,0

Σημείωση: Τα αυτοκίνητα που εμφανίζονται στον πιο πάνω πίνακα είναι είτε αμιγώς ηλεκτρικά, είτε plug-in hybrid, είτε extended range.

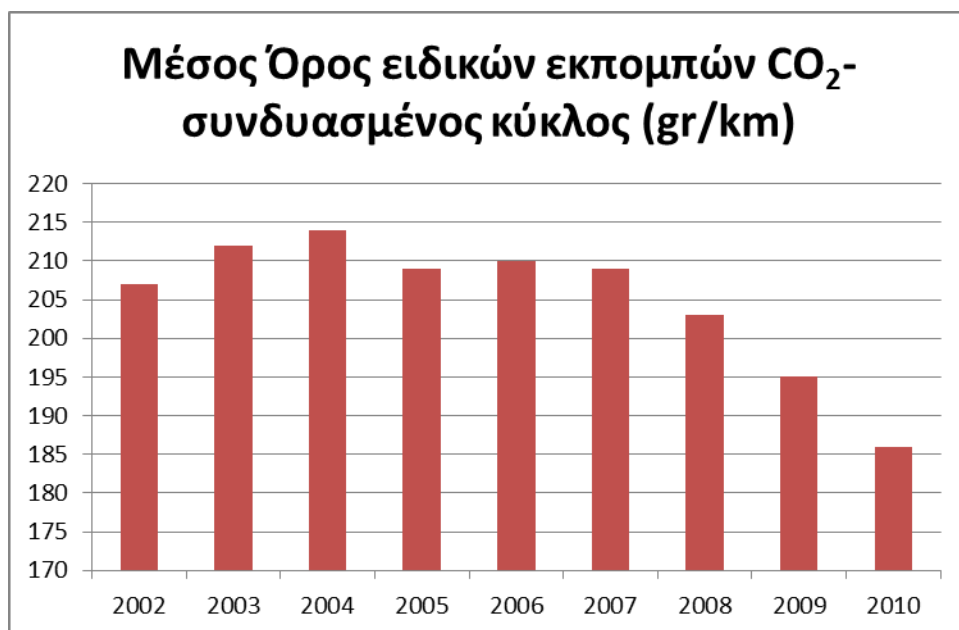
Παρά το γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια έχει γίνει σημαντική προσπάθεια για την μείωση των εκπομπών CO₂ από τα οχήματα, ιδιαίτερα μετά τη ρητή δέσμευση των αυτοκινητοβιομηχανιών το 1997 στο Συνέδριο του Κιότο για την μείωση των εκπομπών που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, αυτές εξακολουθούν να παραμένουν σε αρκετά υψηλά επίπεδα. Παράλληλα, η κατανάλωση καυσίμου στα επιβατικά οχήματα δεν έχει μειωθεί σημαντικά συγκριτικά με την αντίστοιχη πριν από μια δεκαετία. Αν και αυτό φαίνεται να έρχεται σε αντίθεση με την τεχνολογική πρόοδο και την επίτευξη υψηλότερων αποδόσεων από τους κινητήρες, εντούτοις η αύξηση των απαιτήσεων του αγοραστικού κοινού για επιπρόσθετο εξοπλισμό (κλιματισμό, υδραυλική υποβοήθηση, «έξυπνα» συστήματα ασφαλείας) αυξάνει και τις ανάγκες σε καύσιμα.

Τα ποσοτικά στοιχεία της παρούσας ανάλυσης αντλήθηκαν από το Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών. Συγκεκριμένα, αναφέρονται στην κατανάλωση καυσίμου και στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα CO₂ των επιβατικών οχημάτων ανά έτος και για τα έτη 2002-2010.

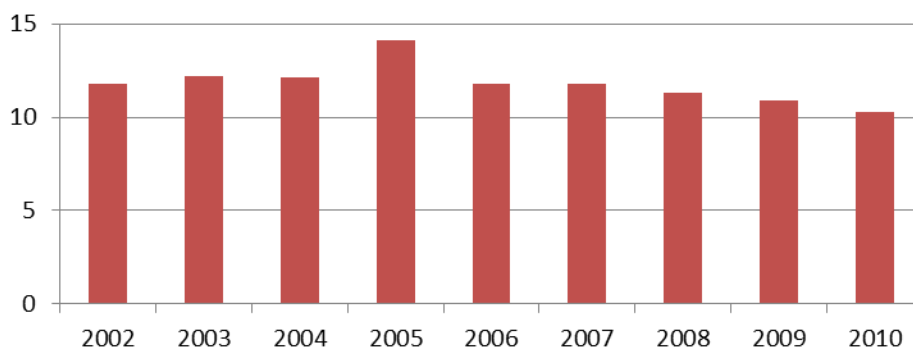
- Έτη καταγραφής: 2002-2010
- Καύσιμο αυτοκινήτων: Βενζίνη, Πετρέλαιο
- Κυβισμός αυτοκινήτων και κατηγορίες αυτοκινήτων: Όλα
- Δείγμα:

- Έτος 2002: 1186 αυτοκίνητα
- Έτος 2003: 1348 αυτοκίνητα
- Έτος 2004: 1564 αυτοκίνητα
- Έτος 2005: 1797 αυτοκίνητα
- Έτος 2006: 1923 αυτοκίνητα
- Έτος 2007: 2145 αυτοκίνητα
- Έτος 2008: 2500 αυτοκίνητα
- Έτος 2009: 2262 αυτοκίνητα
- Έτος 2010: 2356 αυτοκίνητα

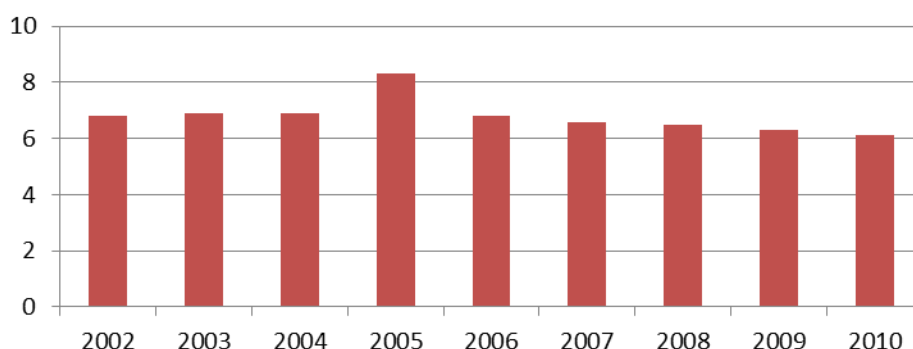
- Στοιχεία Καταγραφής:
 - Μέσος Όρος Ειδικών Εκπομπών CO₂ - συνδυασμένος κύκλος (gr/km)
 - Μέσος Όρος Κατανάλωσης καυσίμου - αστικός κύκλος (Liters/100km)
 - Μέσος Όρος Κατανάλωσης καυσίμου - υπεραστικός κύκλος (Liters/100km)
 - Μέσος Όρος Κατανάλωσης καυσίμου - συνδυασμένος κύκλος (Liters/100km)
- Πρόγραμμα Επεξεργασίας: Microsoft Excel 2010



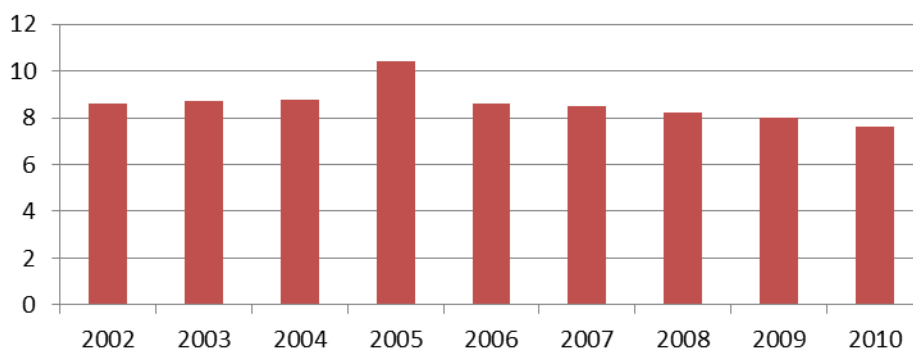
Μέσος Όρος Κατανάλωσης καυσίμου-αστικός κύκλος (Liters/100km)



Μέσος όρος Κατανάλωσης Καυσίμου-υπεραστικός κύκλος (Liters/100km)



Μέσος Όρος Κατανάλωσης καυσίμου-συνδυασμένος κύκλος (Liters/100km)



Παρατηρούμε ότι τα έτη 2002-2004 υπήρχε μια αύξηση στις ειδικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (g/km) των επιβατικών οχημάτων. Στην συνέχεια από το 2005 και μετά μειώθηκαν σημαντικά ανά έτος.

Όσον αφορά την κατανάλωση του καυσίμου (Liters/100km) υπήρξε επίσης μια αύξηση μέχρι το 2005. Από το 2006 και μετά τα οχήματα κατανάλωναν όλο και λιγότερο καύσιμο.

Η μείωση του μέσου όρου κατανάλωσης καυσίμου δείχνει ότι οι αυτοκινητοβιομηχανίες στρέφονται όλο και περισσότερο στην μείωση της κατανάλωσης των οχημάτων, πράγμα το οποίο επιφέρει και μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων. Την περίοδο 2012-2015 η ΕΕ είχε θέσει ως στόχο στους κατασκευαστές αυτοκινήτων τα 120 g/km ενώ πλέον ο επόμενος στόχος που έχει η θέσει η ΕΕ για το 2021 είναι τα 95g/km.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η διερεύνηση και αξιολόγηση των νέων τεχνολογιών, οι οποίες εφαρμόζονται σε συμβατικά και μη οχήματα, ως προς τις παραμέτρους των χαρακτηριστικών, των ιδιοτεροτήτων, του κόστους και της περιβαλλοντικής επίπτωσης, αποτέλεσαν στόχο της εργασίας. Αυτό έγινε σε συνδυασμό με οδηγίες, κανονισμούς και διατάγματα ως εκφραστών πολιτικών επιλογών, σε κρατικό, ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο. Η κοινή παραδοχή της άμεσης ανάγκης για αλλαγή του τοπίου στην αυτοκίνηση, καθόρισε και καθορίζει τη νέα πορεία προς ένα αυτοκίνητο φιλικό στο περιβάλλον και κατ' επέκταση στον άνθρωπο. Σημείο αναφοράς αποτέλεσαν όλα τα συστήματα βελτίωσης σε σχέση με ενεργειακή απόδοση και ρύπους καυσαερίων των συμβατικών αυτοκινήτων, τα οποία συμπερασματικά έχουν καλά αποτελέσματα. Στα συμβατικά αυτοκίνητα, τα συστήματα αντιρρόπησης επιτυγχάνουν βελτίωση των οχημάτων μέσω μείωσης εκπομπών ρύπων και αύξησης ενεργειακής απόδοσης.

Τα συστήματα ελέγχου εκπομπής ρύπων, περιλαμβάνοντας το σύστημα ελέγχου αναθυμιάσεων ρεζερβουάρ, το σύστημα ανακυκλοφορίας καυσαερίων EGR και το σύστημα θετικού εξαερισμού στροφαλοθαλάμου PVC, επιτυγχάνουν περιορισμό ρύπων από το αυτοκίνητο. Καταλυτικό ρόλο στη μείωση καυσαερίων παίζουν και οι καταλύτες, οξειδωτικός και τριοδικός. Οι καινούργιες τεχνολογίες καταλυτών, βρίσκουν εφαρμογή σε πεδίο που περιλαμβάνει τους δυναμικούς καταλυτικούς μετατροπείς σε κινητήρες ντίζελ, τους καταλύτες με συνεχή δακτύλιο για καταλυτικούς μετατροπείς τριών κατευθύνσεων, τους καταλύτες με υπόστρωμα κεραμικού καταλυτικού μετατροπέα της Corning και αυτούς με την πρωτοποριακή επίστρωση καταλυτικών μετατροπέων CDTi.

Για τους υπερτροφοδοτούμενους βενζινοκινητήρες μικρού κυβισμού η Continental εισήγαγε μια τεχνολογία ενός πρωτοποριακού καταλύτη σε συνδυασμό με ένα μεταλλικό φύλλο LS για την σχεδόν πλήρη μετατροπή των οξειδίων του αζώτου. Μέσω της συγκεκριμένης τεχνολογίας ο καταλύτης μπορεί να τοποθετηθεί κοντά στον κινητήρα, ώστε να μην αυξηθεί ο χρόνος που απαιτείται για την επίτευξη της θερμοκρασίας για την μετατροπή των οξειδίων του αζώτου. Επίσης το μεταλλικό φύλλο LS αναπτύχθηκε ώστε να δημιουργεί μεγαλύτερη αναταραχή στα καυσαέρια εντός του καταλυτικού μετατροπέα. Με αυτόν τον τρόπο τα οξείδια του αζώτου έρχονται καλύτερα σε επαφή με το επικαλυμμένο υπόστρωμα για μεγαλύτερη απόδοση μετατροπής.

Η μείωση των εκπομπών κατά την κρύα εκκίνηση πραγματοποιείται μέσω της εισαγωγής κατάλληλου υποστρώματος της εταιρίας Corning. Στα οχήματα βενζίνης το μεγάλο ποσοστό εκπομπής ρύπων που εκπέμπεται στην διάρκεια των πρώτων δευτερολέπτων της εκκίνησης του οχήματος αντιμετωπίζεται με τα υποστρώματα FLORA. Τα συγκεκριμένα υποστρώματα απευθύνονται σε βενζινοκινητήρες και κινητήρες ντίζελ.

Το Ινστιτούτο CDTi που εξειδικεύεται στην προηγμένη τεχνολογία ελέγχου των εκπομπών, προωθεί μια τεχνολογία για βενζινοκινητήρες και κινητήρες ντίζελ. Η χρήση πολλών μετάλλων χαμηλού κόστους για την αντικατάσταση της πλατίνας και σπάνιων μετάλλων είναι ο κύριος στόχος της συγκεκριμένης τεχνολογίας, η οποία χρησιμοποιεί το Spinel. Ακόμη, εκτός της σημαντικής εξοικονόμησης κόστους η

δομή της τεχνολογίας Spinel είναι ευέλικτη και σταθερή. Το Ινστιτούτο CDTi σκοπεύει στην επίτευξη αυστηρότερων κανονισμών με πολύ χαμηλότερο κόστος.

Όσον αφορά τα αυτοκίνητα που χρησιμοποιούν ντίζελ οι επιστήμονες του Ινστιτούτου Τεχνολογίας Καρλσρούης (KIT) και οι συνεργάτες τους κατάφεραν να δημιουργήσουν μια εξαιρετικά δυναμική επιφάνεια καταλυτικού μετατροπέα για την βέλτιστη καύση υδρογονανθράκων και μονοξειδίου του άνθρακα.

Οι καινούργιες τεχνολογίες που εφαρμόζονται σε εναλλακτικές μορφές αυτοκινήτων, σε συνδυασμό με τη βελτίωση του καταλυτικού μετατροπέα, και τα συστήματα ελέγχου εκπομπής ρύπων, είναι οι πιο σημαντικοί παράγοντες που συντελούν στην μείωση των εκπεμπόμενων ρύπων. Η εναλλακτική αυτοκίνηση κάνει όλο και πιο αισθητή την παρουσία της προτρέποντας τον καταναλωτή να στραφεί προς αυτήν.

Οι μελλοντικές εκπομπές καυσαερίων εξαρτώνται σε σημαντικό βαθμό από τα νέα μοντέλα αυτοκινήτων τα οποία θα χρησιμοποιούν εναλλακτικές μορφές ενέργειας. Όμως υπάρχουν δύο παράγοντες οι οποίοι είναι εξαιρετικά σημαντικοί και η επίδρασή τους στην 'στροφή' προς την εναλλακτική αυτοκίνηση είναι μεγάλη. Πρώτον, σε πολλές χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης δεν υπάρχει η κατάλληλη υποδομή η οποία θα υποστηρίζει τα νέα μοντέλα αυτοκινήτων που χρησιμοποιούν εναλλακτικά καύσιμα. Δεύτερον, η τεχνογνωσία των αυτοκινητοβιομηχανιών για μεγάλη αυτονομία δεν έχει φθάσει στο επιθυμητό επίπεδο.

Τα είδη καυσίμου που χρησιμοποιούν τα αυτοκίνητα έχουν σημαντικό αντίκτυπο στο επίπεδο εκπομπών των ρύπων. Έτσι η επιλογή ηλεκτρικών οχημάτων με ελάχιστες εκπομπές ή οχημάτων που λειτουργούν με φυσικό αέριο οδηγεί στην μείωση των ρύπων έναντι των βενζινοκινητήρων και κινητήρων ντίζελ. Το βιοαέριο λειτουργεί ακόμα περισσότερο, δηλαδή στην μείωση των εκπομπών, αλλά και το υδρογόνο, το οποίο όμως δεν μπορεί ακόμα να υποστηριχθεί καθώς οι υποδομές είναι ελάχιστες

Συνοψίζοντας, στο πεδίο της εναλλακτικής αυτοκίνησης είναι ξεκάθαρο το πλεονέκτημα ως προς την απόδοση του ηλεκτροκίνητου οχήματος (BEV) το οποίο αποτελεί αφετηρία απεξάρτησης του αυτοκινήτου από ορυκτά καύσιμα, έναντι του συμβατικού με κινητήρα εσωτερικής καύσης (ICEV). Το ηλεκτρικό αυτοκίνητο, είναι σχεδόν τέσσερις φορές αποδοτικότερο ενεργειακά, έναντι του συμβατικού και δύο φορές περισσότερο σε σύγκριση με το συμβατικό, επιτυγχάνει μείωση κατανάλωσης ενέργειας κατά 80-90% λόγω υψηλής απόδοσης του ηλεκτροκίνητου σε σχέση με τους συμβατικούς κινητήρες εσωτερικής καύσης, οι οποίοι έχουν μεγάλες θερμικές απώλειες ενέργειας. Υψηλό κόστος, περιορισμένη διάρκεια ζωής μπαταριών, χρονοβόρα επαναφόρτιση και περιορισμένη απόσταση ταξιδιού μεταξύ κάθε επαναφόρτισης της μπαταρίας, αποτελούν προβλήματα που χρήζουν ανάγκη επίλυσης. Η πολιτική προώθησης που ακολουθούν ευρωπαϊκές χώρες καθώς και τα κίνητρα που παρέχουν, ευνοούν τις θετικές και ευοίωνες εξελίξεις στην ηλεκτροκίνηση.

✚ Τα αυτοκίνητα υδρογόνου, έχοντας πολλά πλεονεκτήματα χρήζουν βελτιώσεων που εντοπίζονται στον τομέα αποθήκευσης, δικτύου διανομής, τιμής, δυνητικής επικινδυνότητας, υδρογόνου, τιμής και αξιοπιστίας κυψελών. Έρευνα διεξάγεται για αποθήκευση υδρογόνου με απορρόφηση σε υδρίδια μετάλλου και σε νανοσωλήνες άνθρακα, προς επίλυση προβλημάτων αποθήκευσης. Πρόκληση αποτελεί η παραγωγή καθαρού - πράσινου υδρογόνου από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, στόχος εφικτός μιας και η τεχνολογία υπάρχει ήδη.

- ✚ Το αυτοκίνητο με συμπιεσμένο αέρα, πλήρως οικολογικό, ανακυκλώσιμο, ακίνδυνο, αποτελεί κυρίως αυτοκίνητο πόλης ικανό να πιάσει τα 65 χιλιόμετρα με αυτονομία 100 χιλιομέτρων σε μια μπουκάλια αέρα, το οποίο όμως λόγω υψηλών δαπανών κατασκευής έχει ακόμη υψηλή τιμή πώλησης.
- ✚ Το υβριδικό με το συνδυασμό κινητήρων, επιτυγχάνει μείωση κατανάλωσης, εύκολο σταμάτημα, βέλτιστη ενεργειακή απόδοση, αλλά το υψηλό κόστος, η δυσκολία γεμίσματος μπαταριών και το μεγάλο βάρος αποτελούν παραμέτρους που χρήζουν βελτίωσης.
- ✚ Η χρήση υγραερίου με μειωμένους ρύπους, χαμηλό κόστος, αυξημένη αυτονομία και άλλα πλεονεκτήματα, υστερεί σε υψηλό κόστος, σημεία ανεφοδιασμού, πρόσθετο βάρος και αρχικό κόστος μετατροπής.
- ✚ Το φυσικό αέριο, με μειωμένο κόστος, λίγους ρύπους αποτελεί αντιρρυπαντική λύση με προβλήματα όμως στην τροφοδοσία - λόγω μικρού αριθμού πρατηρίων - που πρέπει να λυθούν. Τα βιοκαύσιμα, η καλλιέργεια των οποίων απαιτεί ρυπογόνο διαδικασία και έχει επιπτώσεις στο έδαφος λόγω μονοκαλλιέργειας, ενδέχεται όσα περιέχουν αλκοόλες να προξενήσουν οξειδώσεις σε μεταλλικά μέρη των κινητήρων και του συστήματος τροφοδοσίας.

Εν κατακλείδι, ορατό είναι το συγκριτικό πλεονέκτημα της εναλλακτικής αυτοκίνησης με καύσιμα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, έναντι των συμβατικών και του ηλεκτρικού έναντι των υπολοίπων τεχνολογιών πρόωσης οχημάτων. Αν και εντοπίστηκαν και μειονεκτήματα και προβλήματα, αυτά δεν είναι δυσεπίλυτα αν αποτελέσουν αντικείμενο ενδελεχών και συστηματικών ερευνών και εφαρμογών. Και επειδή αυτό γίνεται, ο δρόμος προς το μέλλον θα περάσει από τεχνολογίες αυτοκινήτου φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Και αν αρωγός στις νέες εξελίξεις σταθεί το κράτος με τη μορφή πολιτικών αποφάσεων και κινήτρων προς τους πολίτες για την αγορά τέτοιων «φιλικών» οχημάτων, οργάνωσης και υλοποίησης κατάλληλων υποδομών και υποστήριξης αυτής της νέας μορφής αυτοκίνησης, τότε θα γίνει το αναγκαίο άλμα προς τα εμπρός, το οποίο είναι ζωτικής σημασίας τόσο για το περιβάλλον όσο και για τον άνθρωπο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Διαδίκτυο

https://www.esa.int/SPECIALS/Eduspace_Global_GR/SEM3T4SZLG_0.html

<http://www.sigmalive.com/news/environment/203044/rypansi-atmosfairikou-agera-kai-epiptoseis>

pneumonologist.gr

<http://www.tanea.gr/news/greece/article/5448407/h-atmosfairikh-rypansh-skotwnei-2-500-anthrwpoys/>

<http://www.yme.gov.gr>

<http://kteothessaloniki.gr>

<https://autokinisi.wikispaces.com>

http://greencarfuel.gr/?page_id=644

https://ec.europa.eu/clima/policies/transport/fuel_en

<http://www.pemptousia.gr/2012/08/igraerio-ke-aftokinito-ikologiki-o/>

<http://www.autogas-sipecar.com/el/benefits>

<http://www.in2life.gr/features/dossier/dossierarticle/542126/fysiko-aerio-kai-aytokinhsh-osa-prepei-na-gnorizete.html>

<http://tvxs.gr/news/aytokinito/fysiko-aerio-sto-aytokinito-ofelos-gia-periballon>

<http://energy.reporter.com.cy/oil/article/78732/epiblabeis-ga-tin-ygia-oi>

<http://iceal.wikidot.com/petrelaiokinitires>

<https://energypress.gr/news/petrelaiokinita-ohimata-ekpempoy-n-perissoteroys-rypoys-se-pragmatikes-synthikes-apo-oti-sta>

<https://timesofindia.indiatimes.com/auto/miscellaneous/new-catalyst-can-reduce-pollution-from-diesel-vehicles/articleshow/60158544.cms>

<http://www.motomag.gr/news/tehnika-arthra/viokaysima-yper-kai-kata>

http://www.ptapde.gr/projects/biosis/biofuel_definition.htm

https://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_The%20Hague_EU-28_6-19-2017.pdf

<http://www.newsauto.gr/news/pia-ine-i-marka-me-tis-chamiloter-es-ekpomp-es-ripon/>

<http://www.yme.gr/index.php?tid=1054>

<http://www.explainthatstuff.com/catalyticconverters.html>

<https://www.ucsusa.org/publications/catalyst/winter16-electric-vehicles-just-how-green-are-they#.WvIEcoCFOM8>

<https://www.air-n-water.com/air-pollution.htm>

https://www.google.gr/search?biw=1600&bih=720&tbm=isch&sa=1&ei=C0n5Wq7jIYyMgH5_7eIAQ&q=flora+&oq=flora+&gs_l=img.3..0j0i10k1j0l8.7004.7004.0.7204.1.1.0.0.0.189.189.0j1.1.0....0...1c.1.64.img..0.1.188....0.C5-U_NFidbU#imgrc=oHf_A3WbkC-7wM:

<https://www.timeanddate.com/holidays/un/world-meteorological-day>

<http://www.yourarticlelibrary.com/air-pollution/7-air-pollutants-commonly-found-in-urban-atmosphere-of-india/19768>

<http://www.puli-sistem.net/why-we-use-ozone/>

<https://www.petrolprices.com/news/first-rise-co2-14-years/>

https://www.kit.edu/kit/english/pi_2017_151_dynamic-catalytic-converters-for-clean-air-in-the-city.php

<http://www.car-engineer.com/continental-ring-catalyst-for-3-way-catalytic-converters/>

<http://www.car-engineer.com/new-ceramic-catalytic-converter-substrate-launched-corning/>

<http://www.car-engineer.com/innovative-catalytic-converter-coating-developed-cdti/>

<http://www.open.edu/openlearn/ocw/mod/oucontent/view.php?id=2492&printable=1>

<https://m.esa.int/ESA>

<https://www.eea.europa.eu/el/themes/air>

<https://apothesis.eap.gr/>

<http://www.kee.gr/perivallontiki/atmo.pdf>

<http://www.consilium.Europe.eu/el/policies/climatechange>

<http://eu.europa.eu/clima/policiew/transport/index.en.htm>

<https://www.wikipedia.org/>

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EL/TXT>

<https://www.e-nomothesia.gr>

<http://www.ypeka.gr>

https://www.scienceinschool.org/sites/default/files/teaserMaterial/issue20_CO2

<http://www.stokokkino.gr>

<https://www.autoblog.gr>

<http://www.protagon.gr/themata/ta-aftokinita-ydrogonou-fwnazoun-dynamika-parwn->

<http://gr.euronews.com/2017/10/30/tomorrow-s-hydrogen-car>

<http://www.cnn.gr/style/aytokinito/story>

<https://thecaller.gr>

<http://www.tanea.gr/news/greece/article/5517880/ayksanontai-ta-aytokinhta-me-fysiko-aerio->

<http://www.biofuels.gr>

<http://scinews.eu/perivallon/753-i-atmosfairiki-rypani-exei-epiptoseis-stin-ygeia->

http://ec.europa.eu/environment/eir/pdf/report_el_el.pdf

<https://www.air-quality.gr/pm.php>

<http://www.physics.ntua.gr/>

<http://www.iep.edu.gr/pisa/files/topics/science/m17.pdf>

<https://saintpaul-a3-2016.wikispaces.com/>

<https://www.gocar.gr>

<http://www.greekcars.online>

<https://www.autoblog.gr>

<http://www.autogreeknews.gr>

<https://energypress.gr/news/crash-test>

<https://www.fortisis.eu/information/electric-cars/>

<http://www.dw.com/en/top-stories/s-9097>

<http://www.biofuels.gr/news/europaiko-koinovoulio-viokafsima/>

<https://www.newsbomb.gr/bombplus/teχνologia/story/240534/i-molynsi-tis-atmosfairas-einaiarhaia-synitheia>

Συγγράμματα

Βαλκανάς Γεώργιος, 1992. *Ρύπανση περιβάλλοντος: επιστήμη και τεχνική αντιμετώπισης*. Αθήνα: Παπαζήσης

Βάρδακας Α., Τζιαφέρης Ν., 1999. *Συστήματα Ψεκασμού και Καταλυτική Τεχνολογία*. Αθήνα: Εκδόσεις ΙΩΝ

Βρυώνης Σ., Καρμίρης Α., *Αυτοκίνητο, περιβάλλον και άνθρωπος*. Εκδόσεις ΙΩΝ

Γεντεκάκης Ιωάννης, 1, 1999. *ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ Επιπτώσεις, Έλεγχος & Εναλλακτικές τεχνολογίες*. Εκδόσεις Τζιόλα

Γεωργόπουλος Α, Τσαλίκη Ε, 1993. *Περιβαλλοντική Εκπαίδευση*. Αθήνα: Εκδόσεις Gutenberg

Γιαννακόπουλος Γεώργιος, Δότσιος Νικόλαος, Ρέχας Αντώνιος. *ΝΕΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΥΤΟΚΙΝΗΤΟΥ, INJECTION ΚΑΤΑΛΥΤΕΣ*

Δαμιανάκη Α., 1994. *Ατμοσφαιρική ρύπανση και εισαγωγές επειγόντων περιστατικών με παρόξυνση χρόνιας αποφρακτικής πνευμονοπάθειας στα νοσοκομεία της Αθήνας*. Αθήνα: Διδακτορική διατριβή ΕΚΠΑ

Επιτροπή Συντηρήσεως Μνημείων Ακρόπολης, 1994. *Συντήρηση της Επιφάνειας των Μνημείων της Ακρόπολης*. Αθήνα

Ζάνης Π., 2008. *Σημειώσεις για την ρύπανση και χημεία της ατμόσφαιρας*. Θεσσαλονίκη: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Μετεωρολογίας-Κλιματολογίας

Καββαθάς Κώστας. *ΟΔΗΓΩΝΤΑΣ Το βιβλίο του πραγματικού οδηγού*.

Καπετανάκης Γ., Καραμπίλας Π., Κουντουράς Λ., Κουτσούκος Β., 2003. *Αυτοκίνητο και Περιβάλλον*. Αθήνα: Εκδόσεις Ι.Δ.Ε.Ε.Α

Καραθανάσης Στ., 2007. *Ατμοσφαιρική ρύπανση, φωτοχημικά μοντέλα, ποιότητα του αέρα*. Αθήνα: Εκδόσεις Τζιόλα

Καραπάνος Χ., Κοτσιλιέρης Α., Κουντούρας Λ., *Μηχανές εσωτερικές καύσης II*, Υπουργείο Παιδείας, Έρευνας και Θρησκευμάτων, Ινστιτούτο Εκπαιδευτικής Πολιτικής, Ινστιτούτο Τεχνολογίας Υπολογιστών και Εκδόσεων «ΔΙΟΦΑΝΤΟΣ», ISBN 978-960-06-2855-5, 2011

- Karlin, Makofske., *Τεχνολογία και Παγκόσμια Περιβαλλοντικά Προβλήματα*
- Κούγκολος Α., 2007. *Εισαγωγή στην περιβαλλοντική Μηχανική*. Εκδόσεις Τζιόλα
- Λαζαρίδης Μ., 2005. *Ατμοσφαιρική ρύπανση με στοιχεία μετεωρολογίας*. Αθήνα: Εκδόσεις Τζιόλα.
- Μανίκας Θ., Σταυρόπουλος Π.,2, 2000. *Καταλύτες Αυτοκινήτων*. Αθήνα: Εκδόσεις ΙΩΝ
- Μούσης Ν., 2003. *Πολιτική Περιβάλλοντος, Ευρωπαϊκή Ένωση, δίκαιο, οικονομία, πολιτική 10^η Αναθεωρημένη έκδοση*. Αθήνα: Εκδόσεις Παπαζήση
- Χατζηαποστόλου Α., 2003. *Τεχνολογίες Περιβάλλοντος*. Αθήνα