
Θέμα: Τεχνολογίες αντιρρύπανσης των κινητήρων diesel.

Εισηγητές: **Κ. Πάττας**, καθηγητής ΑΠΘ, **Ζ. Σαμαράς**, επίκ. καθηγητής ΑΠΘ.

Παρουσιαστής: **Κ. Πάττας**.

Πίνακας 1. Μέσες εκπομπές σε g/km και g/kg καυσίμου επιβατικών οχημάτων σε συνθήκες αστικής κυκλοφορίας.

| Κατηγορία Επιβατικών | CO | | HC | | NOx | | PM | |
|------------------------------------|------|-------------|------|-------------|------|-------------|-------|---------|
| | g/km | (g/kg fuel) | g/km | (g/kg fuel) | g/km | (g/kg fuel) | g/km | (g/kg) |
| Συμβατικά βενζινοκίνητα | 23.0 | (330.4) | 2.91 | (42.0) | 1.57 | (22.6) | 0.01 | (0.16) |
| Βενζινοκίνητα με τριοδικό καταλύτη | 4.0 | (56.8) | 0.40 | (5.37) | 0.35 | (4.72) | 0.001 | (0.013) |
| Diesel | 1.1 | (12.4) | 0.33 | (3.74) | 0.88 | (9.96) | 0.34 | (3.83) |

Πηγή: CORINAIR (1993).

Όπως φαίνεται στον πίνακα, σε ό,τι αφορά στα CO και HC, ο Diesel είναι τόσο καλός όσο και οι βενζινοκίνητες με καταλυτικό τριοδικό μετατροπέα και αισθητή λ. Το κυρίαρχο πρόβλημα στον κινητήρα Diesel είναι η εκπομπή σωματιδίων σε σχέση με τον κινητήρα Otto. Τα σωματίδια του κινητήρα Otto αναφέρονται στο πρόσθετο μόλυβδο, το οποίο περιέχεται στο καύσιμο. Κατά δεύτερο λόγο, το πρόβλημα εντοπίζεται και στα οξειδία του αζώτου, τα οποία με καμία τεχνολογία προσιτή δεν είναι δυνατό να κατεβούν ε-

ξαιρετικά χαμηλά, όπως στο βενζινοκίνητο, διότι υπάρχει η σημαντική διαφορά λειτουργίας ανάμεσα στους 2 κινητήρες, δηλαδή ο Diesel εργάζεται με περίσσεια αέρος που δυσχεραίνει την αναγωγή λόγω του οξυγόνου που υπάρχει στο καυσαέριο. Σχετικά πρόσφατα στη διεθνή βιβλιογραφία και σε εργαστηριακή κλίμακα άρχισαν να αναφέρονται προσπάθειες ανάπτυξης αναγωγικού καταλύτη σε οξειδωτικό περιβάλλον (καταλύτης DeNOx) με βαθμούς απόδοσης της τάξης του 40-50%.

Πίνακας 2. Εκπομπές της οδικής κυκλοφορίας στην Αθήνα σε χιλιάδες τόννους - Έτος αναφοράς 1990.

| Αθήνα 1990 [kt] | FC (*) | NOx | CO | HC | Pb | SO2 | PM | CO2 |
|--------------------------------|--------|------|-------|------|-------|-------|-------|--------|
| Επιβατικά οχήματα | 668,5 | 12,4 | 296,5 | 40,2 | 0,09 | 1,21 | 0,39 | 1566,0 |
| Βενζινοκίνητα | 584,3 | 11,2 | 291,7 | 37,5 | 0,09 | 0,58 | — | 1321,4 |
| Diesel | 69,8 | 0,7 | 1,4 | 1,9 | — | 0,63 | 0,39 | 209,4 |
| LPG | 14,3 | 0,4 | 3,4 | 0,9 | — | — | — | 35,3 |
| Ελαφρά φορτηγά | 124,1 | 2,9 | 37,5 | 5,8 | 0,02 | 0,14 | 0,004 | 323,2 |
| Βενζινοκίνητα | 122,5 | 2,8 | 37,4 | 5,8 | 0,02 | 0,12 | — | 318,0 |
| Diesel | 1,7 | 0,02 | 0,03 | 0,01 | — | 0,02 | 0,004 | 5,1 |
| Φορτηγά & λεωφορεία | 303,6 | 12,5 | 20,5 | 4,2 | — | 2,73 | 1,30 | 902,2 |
| Diesel 3.5 - 16 t | 155,05 | 5,9 | 12,9 | 1,9 | — | 1,40 | 0,65 | 458,0 |
| Diesel > 16 t | 148,54 | 6,6 | 7,6 | 2,4 | — | 1,34 | 0,65 | 444,2 |
| Δίτροχα | 54,47 | 0,3 | 30,6 | 15,0 | 0,01 | 0,05 | — | 120,3 |
| < 50 cc | 29,16 | 0,1 | 16,2 | 10,3 | 0,005 | 0,03 | — | 67,4 |
| > 50 cc | 25,31 | 0,2 | 14,4 | 4,7 | 0,004 | 0,025 | — | 52,9 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 1150,7 | 28,0 | 385,0 | 65,2 | 0,12 | 4,14 | 1,69 | 2911,6 |

(*) Κατανάλωση καυσίμου

Πηγή: ΕΕΘ.

Ο πίνακας δίνει τη σημαντική φόρτιση της μεζονος περιοχής Αθηνών, πρόκειται δηλαδή για 450 τετραγωνικά χιλιόμετρα περίπου, φόρτιση μετρημένη και εκτιμημένη στο έτος αναφοράς 1990. Από τον πίνακα αυτό φαίνεται ότι τα οξειδία του αζώτου της αστικής κυκλοφορίας οφείλονται κυρίως στα βενζινοκίνητα οχήματα, ενώ οι εκπομπές NOx των πετρελαιοκίνητων ταξί και λεωφορείων είναι ουσιαστικά χωρίς σημασία. Είναι όμως σημαντική η ποσότητα των οξειδίων του α-

ζώτου υπεραστικής κυκλοφορίας φορτηγών αυτοκινήτων, που όμως αυτά εκπέμπονται σε μεγαλύτερη απόσταση από το κέντρο της Αθήνας. Το κυρίαρχο πρόβλημα όμως, μετά την εξαφάνιση του μολύβδου από τη βενζίνη, παραμένουν τα σωματίδια του Diesel, στα οποία η συμμετοχή των ταξί και των αστικών λεωφορείων είναι περίπου ισότιμη, ενώ της υπεραστικής κυκλοφορίας είναι όσο και των δύο προηγούμενων περίπου.

Πίνακας 3. Σύσταση των σωματιδιακών εκπομπών του κινητήρα Diesel σε διάφορα σημεία λειτουργίας του πεδίου του.

| | Χαμηλό φορτίο | | Μέσο φορτίο | | Υψηλό φορτίο | |
|----------------|---------------|---------------|--------------|---------------|--------------|---------------|
| | g/kWh | (%) | g/kWh | (%) | g/kWh | (%) |
| Στερεό μέρος | 0.084 | (8%) | 0.069 | (14%) | 0.730 | (92%) |
| Διαλυτό μέρος | 0.932 | (89%) | 0.377 | (78%) | 0.026 | (3%) |
| Θεικές ενώσεις | 0.031 | (3%) | 0.036 | (8%) | 0.039 | (5%) |
| Σύνολο | 1.047 | (100%) | 0.482 | (100%) | 0.795 | (100%) |

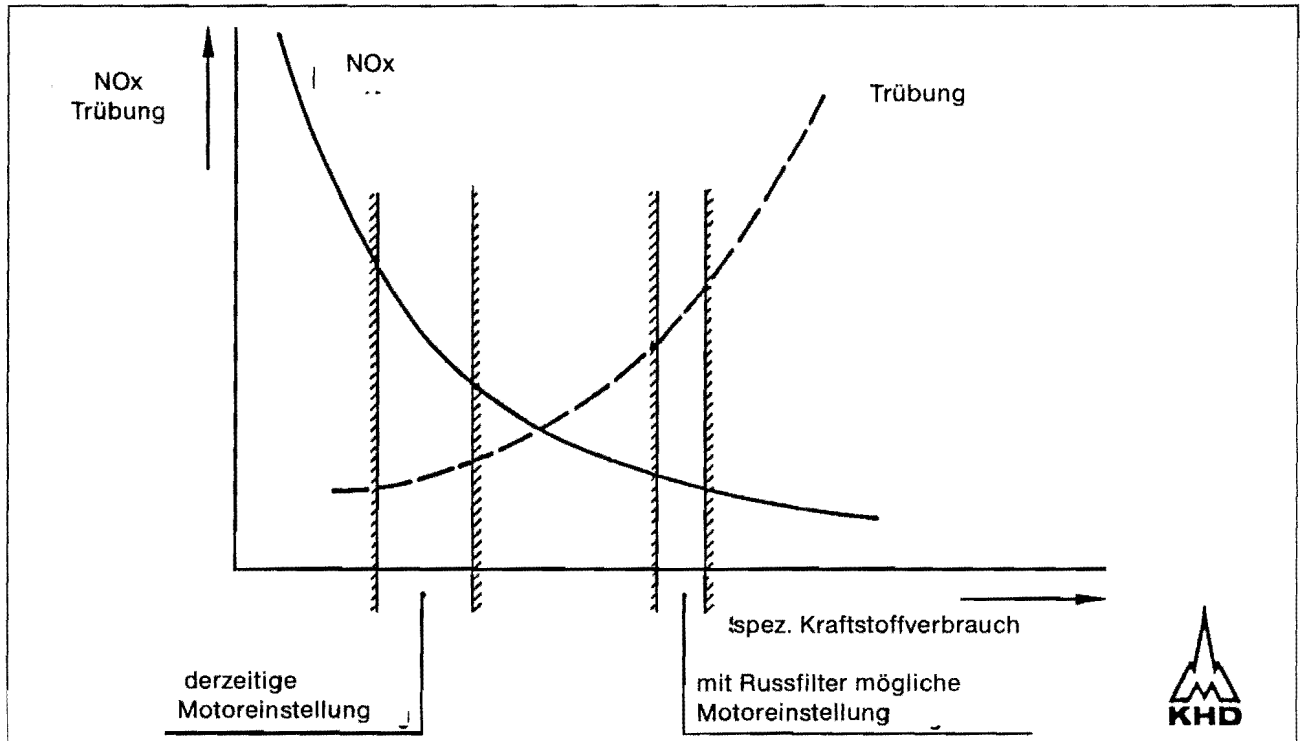
Περιεχόμενο σε S: 0.25% κατά βάρος.

Πηγή: Miller et al. SAE paper 830457.

Τα σωματίδια του Diesel αποτελούνται από στερεά ή υγρά που έχουν αλυσωτή μορφή και είναι συσσωματωμένα. Η χημική τους σύσταση περιλαμβάνει το στερεό μέρος (άνθρακα) και το διαλυτό μέρος (βαρείς υδρογονάνθρακες) και θεικές ενώσεις. Η χημική σύσταση των σωματιδίων ποικίλλει ανάλογα με τον τύπο του κινητήρα, αλλά και στο πεδίο του ίδιου κινη-

τήρα. Όπως φαίνεται στην εικόνα, στα χαμηλά και μέσα φορτία του κινητήρα υπερτερεί το διαλυτό μέρος, ενώ στα υψηλά φορτία τα σωματίδια αποτελούνται σχεδόν αποκλειστικά από στερεό άνθρακα. Η συμμετοχή των θεικών ενώσεων ουσιαστικά καθορίζεται από την περιεκτικότητα του πετρελαίου σε θείο (στο παράδειγμα S = 0.25% κατά βάρος).

Mögliche Motoreinstellung nach Serienver-fügbbarkeit der Russfilterung



Σχήμα 1.

Πηγή: KHD 1987.

Στο σχήμα 1. φαίνεται η πορεία των οξειδίων του αζώτου και της παραγωγής αιθάλης σε σχέση με την ειδική κατανάλωση καυσίμου. Θα μπορούσε επίσης η ίδια εικόνα να παριστάνει την εξάρτηση σε σχέση με την προπορεία έγχυσης, η οποία μειώνεται με την αύξηση της κατανάλωσης καυσίμου. Η εικόνα δείχνει τις δυνατότητες που έχει ένας κατασκευαστής για να ρυθμίσει τον κινητήρα, έτσι ώστε να μειωθεί η εκπομπή ρύπων. Φαίνεται ότι η καλύτερη περιοχή είναι εκείνη που δίνει τις ελάχιστες τιμές και για τους δύο

ρύπους. Σήμερα προτιμάται, διότι έτσι ρυθμίζεται από τη νομοθεσία, ρύθμιση των κινητήρων προς τα αριστερά, οπότε γίνεται κάπως καλύτερη κατανάλωση καυσίμου, μικρότερη εκπομπή σωματιδίων, όμως μεγάλη εκπομπή οξειδίου του αζώτου. Στην περίπτωση που θα υπάρξει έλεγχος των σωματιδίων μετά τον κινητήρα οι κατασκευαστές θα προτιμούσαν, με επουσιώδη αύξηση της κατανάλωσης καυσίμου, την προς τα δεξιά ρύθμιση, η οποία μειώνει σημαντικά και τα οξείδια του αζώτου.

Πίνακας 4. Ευρωπαϊκή νομοθεσία επιβατικών οχημάτων Diesel.

| | | 1993 (91/441/EEC) | | 1996 (πρόταση) |
|--------------|------------|-------------------|---------------|---------------------|
| | | TAS (g/km) | COP (g/km) | TAS = COP (g/km) |
| CO | Βενζίνη | 2.72 | 3.16 | 2.20 |
| | Diesel | 2.72 | 3.16 | 1.00 |
| HC+NOx | Βενζίνη | 0.97 | 1.13 | 0.50 |
| | Diesel IDI | 0.97 | 1.13 | 0.70 |
| | Diesel DI | 1.36 | 1.58 | 0.90 |
| PM | Diesel IDI | 0.14 | 0.18 | 0.08 |
| | Diesel DI | 0.19 | 0.25 | 0.10 |
| Αναθυμιάσεις | | 2,0g/test | | 2,0 g/test |

TAS = Έγκριση τύπου

COP = Συμφωνία Παραγωγής

Πηγή: EOK.

Σε ό,τι αφορά την εκπομπή αέριων ρύπων των οχημάτων Diesel, η πρόσφατη Οδηγία 91/441/ΕΟΚ έθεσε τα όρια εκπομπής σωματιδίων, που παρουσιάζονται στον πίνακα 4. Τα όρια αυτά υιοθετήθηκαν – με άμεση εφαρμογή – από την Ελλάδα με το Νόμο 2052/92. Η προβλεπόμενη δοκιμασία πραγματοποιείται με εξοπλισμό που προβλέπει αγωγό αραιώσης – συλλογή αραιωμένου καυσαερίου – μέτρηση με βάση το νέο

Πίνακας 5. Ευρωπαϊκή νομοθεσία για φορτηγά και λεωφορεία.

| | 1993 (Stage I) | | 1996 (Stage II) |
|-----|----------------|----------------|----------------------|
| | TAS (g/kWm) | COP (g/kWm) | TAS = COP (g/kWm) |
| CO | 4.5 | 4.9 | 4.0 |
| HC | 1.1 | 1.23 | 1.1 |
| NOx | 8.0 | 9.0 | 7.0 |
| PM | 0.36* | 0.4* | 0.15* |

* Για κινητήρες <85 kW η οριακή τιμή των σωματιδίων πολλαπλασιάζεται με 1.7.

Πηγή: ΕΟΚ.

διευρυμένο κύκλο οδήγησης με αστικό και υπεραστικό κλάδο. Στον πίνακα 4 παρουσιάζονται επίσης οι οριακές τιμές που έχουν ήδη προταθεί από την επιτροπή, για να τεθούν σε ισχύ το 1996. Σημειώνεται η διαφοροποίηση μεταξύ κινητήρων Diesel άμεσης και έμμεσης έγχυσης, σε μια προσπάθεια να δοθούν τα περιθώρια ανάπτυξης της πρώτης κατηγορίας, λόγω της καλύτερης κατανάλωσης που παρουσιάζει.

Από 15.4.82 ισχύει για τα φορτηγά και λεωφορεία ο κανονισμός της ΕΟΚ R49, ο οποίος είναι πανομοιότυπος με τον παλαιότερο αμερικάνικο κανονισμό 13 σημείων, αλλά με διαφορετικούς συντελεστές βαρύτητας. Η δοκιμασία πραγματοποιείται σε πέδη κινητήρων και αφορά μόνο στη δοκιμασία κινητήρα. Ο πίνακας παρουσιάζει τις οριακές τιμές εκπομπών που νο-

μοθετήθηκαν με την οδηγία 91/542/ΕΟΚ και με θέση σε ισχύ σε δύο βήματα το 1993 και το 1996. Σημειώνεται ότι όσον αφορά στα σωματίδια, το δεύτερο στάδιο προϋποθέτει πετρέλαιο χαμηλής περιεκτικότητας σε θείο (<0.05% κ.β.). Με άλλη κοινοτική οδηγία προβλέπεται η σταδιακή παραγωγή και διάθεση τέτοιου καυσίμου ήδη από το 1995.

Πίνακας 6. Αμερικανική νομοθεσία επιβατικών αυτοκινήτων (όρια σε g/mile).

| | | HC | CO | NOx | RM |
|-----------|-------|-------|-----|-----|------|
| 1986-1992 | USA | 0.41 | 3.4 | 1.0 | 0.2 |
| | CAL | 0.41 | 7.0 | 1.0 | 0.2 |
| 1993-1994 | USA | 0.41 | 3.4 | 1.0 | 0.2 |
| | CAL | 0.25 | 3.4 | 0.4 | 0.08 |
| 1994-1996 | USA | 0.25 | 3.4 | 0.4 | 0.08 |
| | CAL* | 0.125 | 3.4 | 0.4 | 0.08 |
| 1999-2003 | USA | 0.25 | 3.4 | 0.4 | 0.08 |
| | CAL** | 0.04 | 1.7 | 0.2 | 0.04 |

* Για Transient Low Emission Vehicles (TLEV)

** Για Ultra Low Emission Vehicles (ULEV)

Πηγή: CONCAWE (1992).

Πρόκειται για πολύ αυστηρούς κανονισμούς σε ό,τι αφορά την εκπομπή σωματιδίων (PM) που προσδιορίζονται με σταθμική μέθοδο. Οι τιμές που προβλέπονται από το 1993 και ύστερα (0.08 g/mile) δεν είναι πραγματοποιήσιμες από οποιονδήποτε κινητήρα Diesel, όσο καλλιεργημένος και αν είναι. Η μόνη δυνατότητα ικανοποίησης των κανονισμών αυτών παρέχεται μόνο με χρησιμοποίηση παγίδων αιθάλης.

Πίνακας 7. Αμερικανική νομοθεσία φορτηγών και λεωφορείων.

| | HC | CO | NOx | PM |
|---------------------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|
| Federal σε g/bhp hour | | | | |
| 1991 | 1.2 | 15.5 | 5.0 | 0.25 |
| 1994 | 1.2 | 15.5 | 5.0 | 0.10* |
| California σε g/bhp hour | | | | |
| 1995 | 0.66 & 0.86** | 8.1 & 10.3** | 1.81 & 2.77** | 0.15 & 0.18** |

Όλες οι οριακές τιμές για διάρκεια ζωής 120000 km

* Για αστικά λεωφορεία το όριο αυτό ισχύει από το 1993

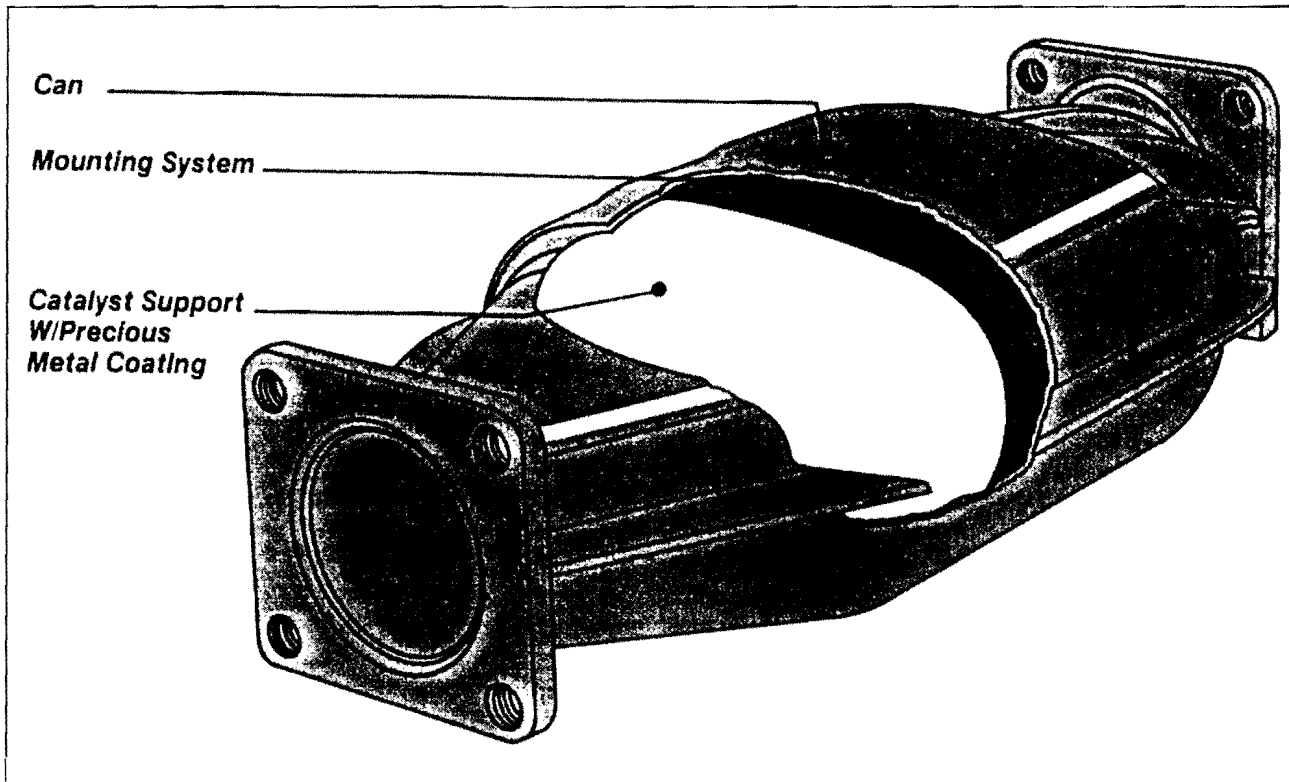
** Αναλόγως του βάρους του οχήματος

Πηγή: CONCAWE (1992).

Από το 1987 αντικαταστάθηκε το τεστ 13 σημείων με το λεγόμενο μεταβατικό τεστ (transient test), το οποίο προβλέπει δοκιμασία του κινητήρα Diesel με συνεχώς μεταβαλλόμενο φορτίο και στροφές, αραιώση της πλήρους ποσότητας του καυσαερίου, συλλογή δείγματος και μέτρηση.

Η νομοθεσία αυτή έχει δημιουργήσει πολλά προβλήματα στους κατασκευαστές κινητήρων Diesel για φορητά και λεωφορεία τόσο σε ό,τι αφορά τη δοκιμασία, η οποία προβλέπει πολύ δαπανηρές εγκαταστάσεις, όσο και σε ό,τι αφορά τα πολύ αυστηρά όρια σωματιδιακών εκπομπών.

γενικά το 40%. Τόσο ο βαθμός απόδοσης, όσο και η διάρκεια ζωής των καταλυτών αυτών εξαρτάται από το περιεχόμενο σε θείο του καυσίμου, απαιτώντας γενικά χαμηλή περιεκτικότητα. Ήδη αρκετά εμπορικά μοντέλα σειράς επιβατικών στην Ευρώπη και φορητών - λεωφορείων στις ΗΠΑ προσφέρονται στην αγορά και με οξειδωτικό καταλύτη, που είναι αρκετά ανθεκτικός στις σημερινές υψηλές συγκεντρώσεις θείου (δηλαδή περίπου 0.2% κ.β.). Είναι φανερό από τα παραπάνω ότι ο οξειδωτικός καταλύτης δεν αποτελεί παρά μόνον μια ενδιάμεση λύση για την ικανοποίηση ενδιάμεσων βημάτων της νομοθεσίας.



Σχήμα 2.

Πηγή: NGK.

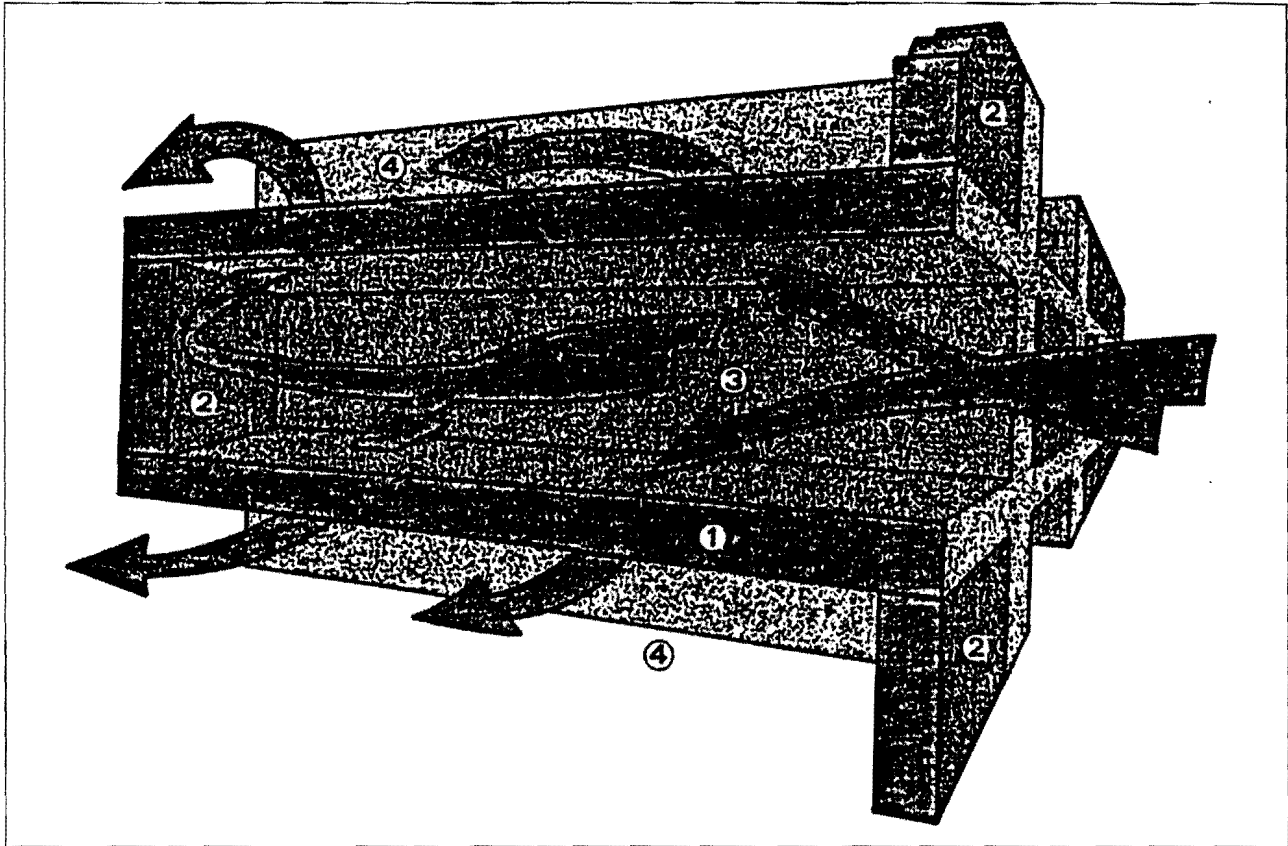
Ήδη οι κατασκευαστές κινητήρων προσφέρουν ειδικούς τύπους για κυκλοφορία στην Πολιτεία της Καλιφόρνιας. Τα αυστηρά αυτά όρια μπορούν να ικανοποιηθούν μόνο με τη βοήθεια παγίδων αιθάλης.

Για την ικανοποίηση των αυστηρών αμερικανικών προδιαγραφών εκπομπής σωματιδίων από τον κινητήρα Diesel, αλλά και των μελλοντικών (1996) ευρωπαϊκών, δύο τεχνολογικές λύσεις έχουν επικρατήσει

- Οξειδωτικοί καταλύτες (ανοικτού τύπου). Αυτοί είναι παρόμοιοι στη δομή με τους καταλύτες των βενζινοκίνητων, συνήθως κεραμικού φορέα εμποτισμένου με επιλεκτικό οξειδωτικό καταλύτη, και αποσκοπούν στην οξείδωση του διαλυτού μέρους των σωματιδίων (φυσικά οξειδώνουν και τους αέριους ρύπους HC & CO). Ο βαθμός απόδοσής τους έτσι εξαρτάται από το περιεχόμενο σε SOF των σωματιδίων και δεν ξεπερνά

- Φίλτρα (ή παγίδες) καπνού. Αυτά αποσκοπούν κυρίως στην παγίδευση του στερεού μέρους των σωματιδίων με παράλληλη μείωση μέρους του SOF που είναι προσροφημένο στα συσσωματώματα του στερεού. Παρουσιάζουν υψηλό βαθμό απόδοσης (πάνω από 95%) σε σχέση με το στερεό μέρος των σωματιδίων, ενώ ο ολικός βαθμός απόδοσής τους σε σχέση με το σύνολο των σωματιδίων κυμαίνεται στο πεδίο του κινητήρα μεταξύ 70 και 80%. Οι παγίδες καπνού θα αποτελέσουν την τελική απάντηση στο πρόβλημα των σωματιδιακών εκπομπών του κινητήρα Diesel.

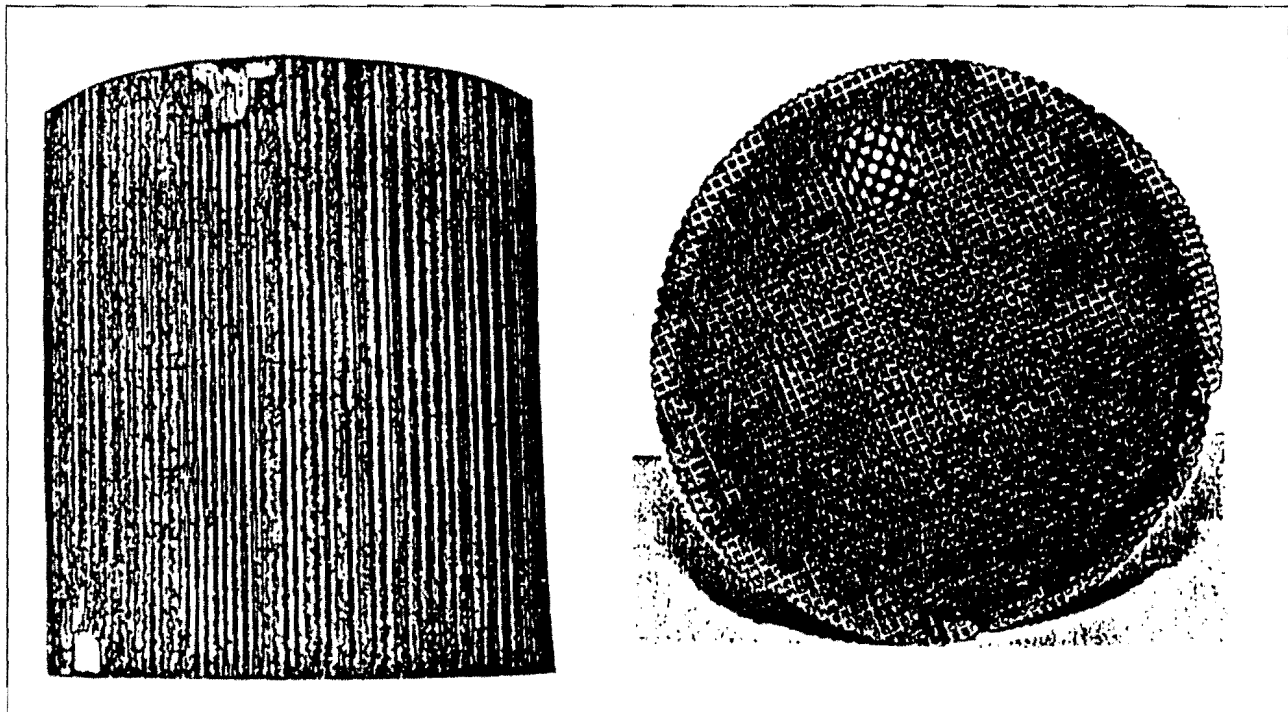
Στη φωτογραφία φαίνεται σε δύο όψεις η δομή κεραμικής παγίδας αιθάλης από κορδιεριτή με διάμετρο 5.66" και μήκος 6". Τα κανάλια έχουν διαστάσεις περίπου 2 x 2 mm και πυκνότητα 100 κελιά/in². Το πάχος του τοιχώματος είναι 0.017". Τα κανάλια είναι βύσμα-τωμένα στο τέλος τους, ενώ τα διπλά βύσμα-τωμέ-



1. Τοίχωμα καναλιού (κεραμικό) 2. Πώμα (κεραμικό) 3. Κανάλι εισόδου 4. Κανάλι εξόδου.

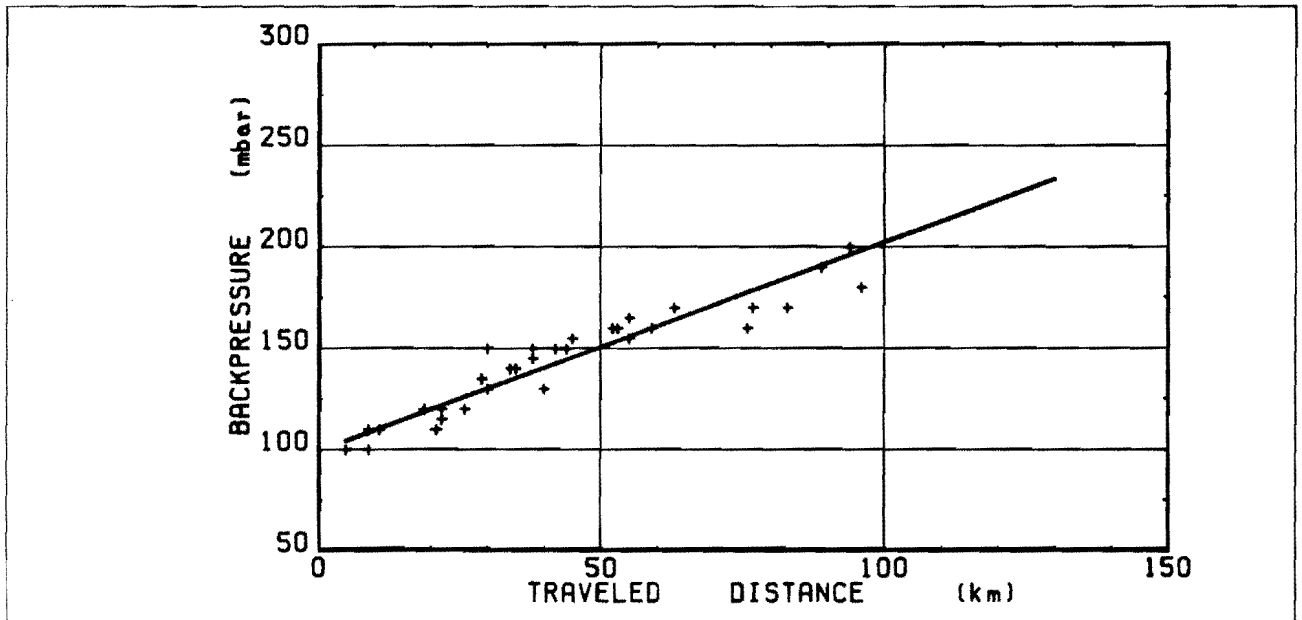
Πηγή: CORNING.

Σχήμα 3.



Σχήμα 4.

Πηγή: ΕΕΘ.

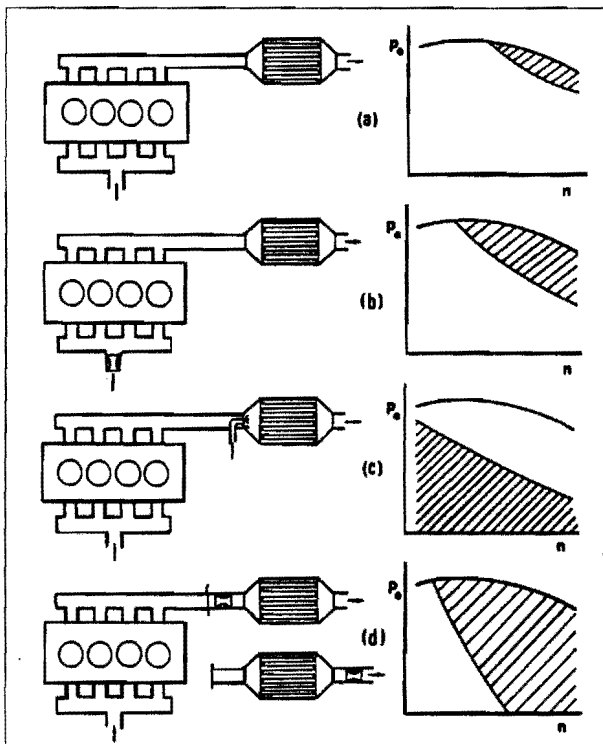


Πηγή: ΕΕΘ (SAE paper 860136).

Σχήμα 5.

να στην αρχή τους. Από τα κεραμικά υλικά που έχουν προταθεί για τη συγκεκριμένη εφαρμογή, έχει πλέον επικρατήσει ο κορδιερίτης (παραγωγή σειράς), ενώ άλλα (π.χ. μουλλίτης, πυριτικό καρβίδιο) έχουν παραμείνει σε εργαστηριακή κλίμακα. Πρόσφατα εμφανίστηκε και πορώδες μεταλλικό φίλτρο κυψελλοειδούς μορφής, που και αυτό βρίσκεται ακόμα σε πειραματικό στάδιο.

Η συγκέντρωση των σωματιδίων πάνω στο πορώδες τοίχωμα αυξάνει την αντίθλιψη στη διέλευση των αερίων συστατικών του καυσαερίου. Το φαινόμενο εμφανίζει σωρευτική δραστηριότητα και ελέγχεται με την παρακολούθηση της πτώσης πίεσης στην παγίδα σε συνάρτηση προς τη διανυόμενη απόσταση. Στο σχήμα παρουσιάζονται μετρημένες τιμές σε λεωφορείο της πρώτης γενιάς, ανάπτυξης ΕΕΘ.



Πηγή: ΕΕΘ (SAE paper 860293).

Σχήμα 6.

Operation ranges of different regeneration techniques

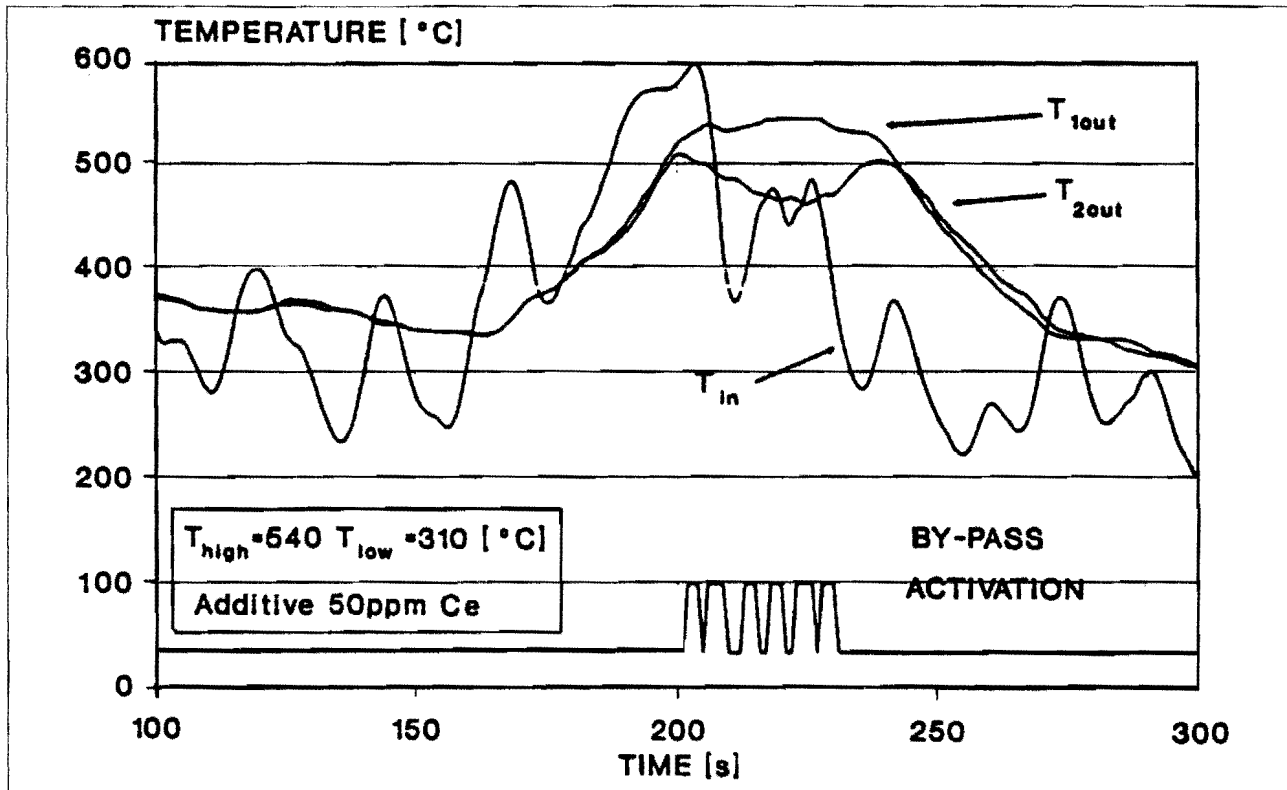
- (a) high speed-high load
- (b) intake throttling
- (c) secondary energy
- (d) exhaust throttling

Η συσσωρευμένη αιθάλη θα πρέπει να αποικοδομηθεί, ώστε ο κινητήρας να εργάζεται με λογική αντίθλιψη στο καυσαέριο. Η αποικοδόμηση ή άλλως αναγέννηση γίνεται θερμικά ή καταλυτικά.

• Στην εικόνα από (a)-(d) παρουσιάζονται οι δυνατοί τρόποι θερμικής αναγέννησης. Η διαγράμμιση στο διάγραμμα p-n σημειώνει την περιοχή όπου είναι δυνατό να εφαρμοστεί η μέθοδος. Η αναγέννηση με στραγγαλισμό στην εξαγωγή αποτελεί ανάπτυξη του ΕΕΘ.

• Η καταλυτική υποβοήθηση της αναγέννησης μπορεί να γίνει με καταλυτικά εμποτισμένη παγίδα (με κατ'αλήθεια βασικό μέταλλο π.χ. βανάδιο, Ζη κ.λπ.) ή με καταλυτικό πρόσθετο στο καύσιμο μεταλλικής βάσης (λ.χ. Ce, Cu, Fe, Mn κ.λπ.). Το ΕΕΘ έχει επιλέξει για το σύστημα που ανέπτυξε τη χρήση προσθέτου οργανομεταλλικού δημητρίου, λόγω της πολύ χαμηλής τοξικότητάς του.

Typical regeneration
Date: 28 July 1989



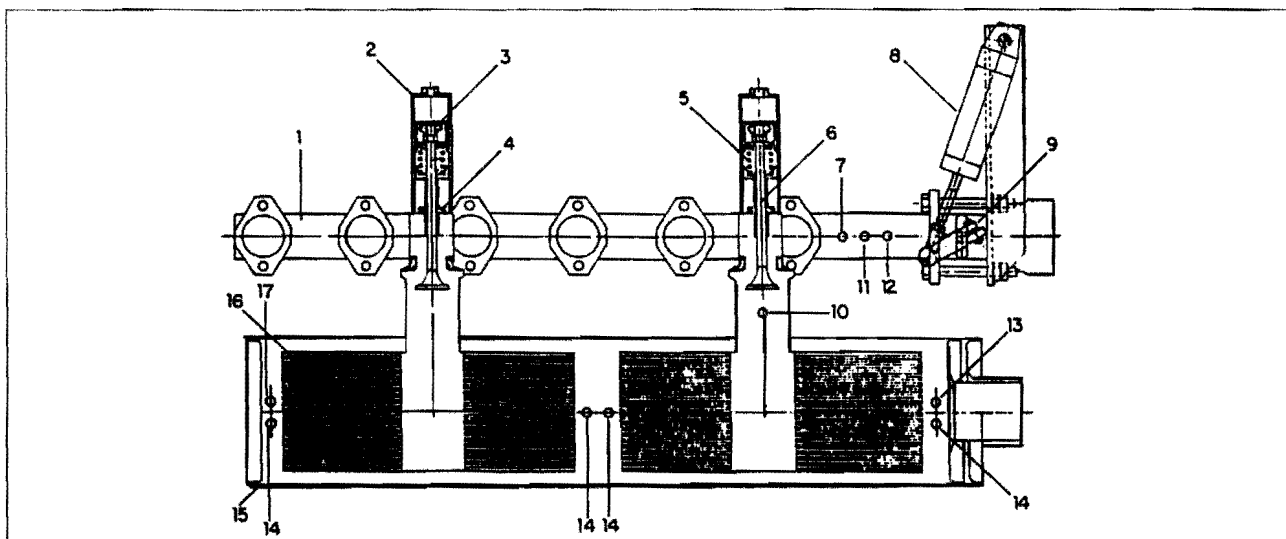
Πηγή: ΕΕΘ (SAE paper 900109).

Σχήμα 7.

Ενώ η δυσκολία στην εφαρμογή των κεραμικών παγίδων αιθάλης αρχικά ήταν εντοπισμένη στην άνετη δημιουργία συνθηκών αναγέννησης, μετά από την απάντηση στο πρόβλημα αυτό εμφανίζεται ως κυρίαρχη απαίτηση η δημιουργία συνθηκών προστασίας από την ανεξέλεγκτη αύξηση της θερμοκρασίας στη διάρκεια της αναγέννησης.

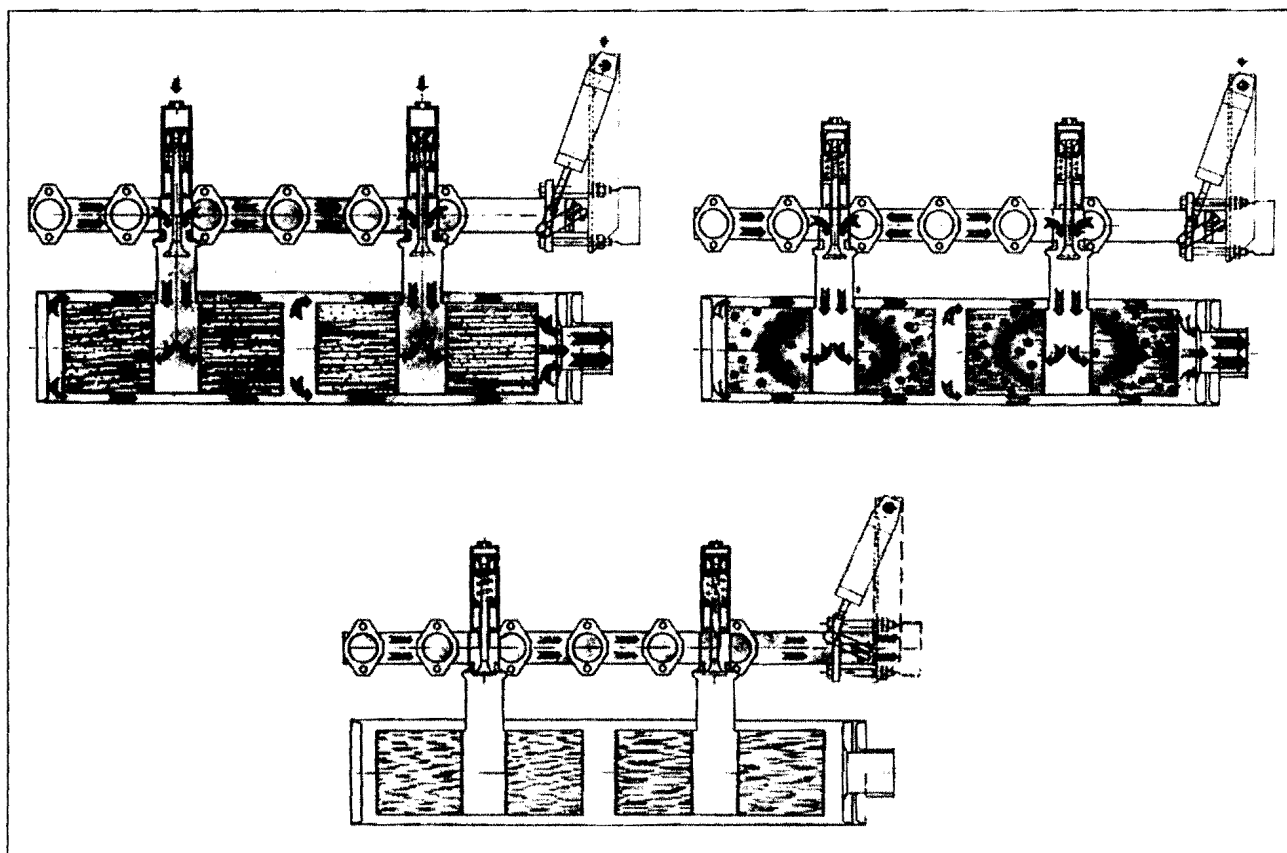
Στο ΕΕΘ αναπτύχθηκε σύστημα προστασίας της παγίδας με παράκαμψη της (by-pass), όταν η θερμοκρασία στην έξοδο της παγίδας ξεπερνά ένα ανεκτό όριο (περίπου 600°C).

Το σχήμα παρουσιάζει την εξέλιξη μίας τυπικής αναγέννησης με προστασία με by-pass του συστήματος του ΕΕΘ.



Πηγή: ΕΕΘ (SAE paper 920363).

Σχήμα 8.



Πηγή: ΕΛΒΟ ΑΒΕΕ.

Σχήμα 9.

Το παραπάνω σχήμα δείχνει σχηματικά σύστημα παγίδας με αυτόματη αναγέννηση κατά τη διάρκεια της πορείας (όταν χρειάζεται) και προστασία υπερθέρμανσης του κεραμικού τοιχώματος με by-pass. Το σύστημα αναπτύχθηκε από το ΕΕΘ, τοποθετήθηκε σε στόλο πιλότο 110 λεωφορείων της ΕΑΣ και ελέγχθηκε η αξιοπιστία του για διάρκεια ζωής πάνω από 100000 km για κάθε λεωφορείο.

Το σύστημα αυτό που ενσωματώνει κεραμικά φίλτρα υψηλού βαθμού απόδοσης, καταλυτική αναγέννηση και υποβοήθησή της με στραγγαλισμό εξαγωγής και προστασία με by-pass, έχει τοποθετηθεί και ελεγχθεί σε πολλές περιοχές του κόσμου (Λυών, Δρέσδη, Σεούλ, Βουδαπέστη). Θεωρείται ως ένα από τα επικρατέστερα σε παγκόσμια κλίμακα για την επίτευξη των απαιτήσεων της νομοθεσίας περιορισμού των εκπομπών σωματιδίων Diesel.

Οι φωτογραφίες δείχνουν σύστημα παγίδας αιθάλης καυσαερίου Diesel με αυτόματη αναγέννηση με στραγγαλισμό του καυσαερίου και προστασία έναντι

υπερθέρμανσης με by-pass, όπως τοποθετήθηκε στα λεωφορεία Ikarus του ΕΑΣ.

Πρόεδρος (Κουντουράς): Κύριοι, κάναμε μία υπέρβαση στο χρόνο και στα διαλείμματα, θα σας διαβάσω ένα φαξ που πήραμε πριν από λίγο από έναν κύριο Πάννη Κοτούλα που παρακολούθησε, λέει, το πρωί αυτή την ημερίδα, αλλά αναγκάστηκε αργότερα να αποχωρήσει.

Μας ανακοινώνει ότι υπάρχει μία συσκευή που ανακαλύφθηκε τον Ιανουάριο του '93 και η οποία μπορεί να τοποθετηθεί ανάμεσα στο καρμπυρατέρ και την πολλαπλή σαν φλάτζα και η οποία μειώνει στο 66% τις εκπομπές ρύπων και μειώνει και την κατανάλωση της βενζίνης.

Δεν ξέρω τίποτα παραπάνω, ωραίο θα ήταν, αν είναι πράγματι αυτό έτσι. Θα κάνουμε τώρα ένα διάλειμμα, τρία τέταρτα της ώρας.

Διάλειμμα