

BENZINΗ

- Για την παραγωγή έργου (κίνησης) από τους κινητήρες εσωτερικής καύσης χρησιμοποιούνται ως καύσιμη ύλη, κατά κύριο λόγο, οι **υδρογονάνθρακες (HC)**.
- Ένας "υδρογονάνθρακας" (HC) είναι το μόριο μιας χημικής ένωσης, αποτελούμενη από άτομα υδρογόνου (H) και άνθρακα (C), ενωμένα σε διάφορους συνδυασμούς.
- Υπάρχουν διάφοροι τύποι υδρογονανθράκων που χρησιμοποιούνται ως καύσιμα, αλλά η βενζίνη είναι ο τύπος εκείνος του υδρογονάνθρακα, που χρησιμοποιείται ευρύτερα στους βενζινοκινητήρες.

- Ο επικρατέστερος τύπος στα περισσότερα μίγματα είναι το ονομαζόμενο "**Οκτάνιο**" C_8H_{18} .
- Η βενζίνη παράγεται στα διυλιστήρια με την **κλασματική απόσταξη** του αργού πετρελαίου, σε θερμοκρασίες από $40^{\circ}C$ μέχρι $150 C$
- Το **ειδικό βάρος** της είναι $0,72 - 0,78$.
- Η σούπερ περιέχει ποσότητες **τετρααιθυλιούχου μόλυβδου**, ο οποίος είναι χημικό πρόσθετο, χρησιμοποιείται μόνο στα αυτοκίνητα χωρίς καταλύτη, και σκοπό έχει να περιορίζει την **κρουστική καύση (αυτανάφλεξη)** του καυσίμου στις υψηλές σχέσεις συμπίεσης.

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΒΕΝΖΙΝΗΣ

● Πτητικότητα

- Πτητικότητα είναι ένα μέτρο σύγκρισης της ταχύτητας της εξάτμισης ενός καυσίμου και του απαιτούμενου ποσού θερμότητας για να μετατραπεί από την υγρή σε αέρια κατάσταση (αυτή εξαρτάται από την θερμοκρασία εξάτμισης του).
- Για την βενζίνη είναι σημαντική για την καλή ανάμιξη της με τον ατμοσφαιρικό αέρα και τον σχηματισμό του κατάλληλου καυσίμου μίγματος

● Περιεκτικότητα σε θείο.

- Η περιεκτικότητα της βενζίνης σε θείο δεν πρέπει να υπερβαίνει το 0,25%, λόγω της διαθρωτικής επίδρασης αυτού στα μέταλλα, αλλά και στον καταλύτη με το σχηματισμό υδρόθειου (που είναι ως γνωστό πολύ ενοχλητικό στην όσφρηση)

- Περιεκτικότητα σε νερό.

- Η υγροποίηση των υδρατμών, που εισέρχονται στην δεξαμενή βενζίνης, είναι η βασική αιτία της ύπαρξης νερού στην βενζίνη. Οι υδρατμοί αυτοί, με την πτώση της θερμοκρασίας (ειδικά την νύχτα), υγροποιούνται και συγκεντρώνονται στον πυθμένα της δεξαμενής.

- Αντικρουστικότητα ή Αντικροτικότητα

- Ονομάζεται η ιδιότητα της βενζίνης να καίγεται ομαλά μέσα στον κύλινδρο, χωρίς να προκαλείται το φαινόμενο της αυτανάφλεξης .

- Κυκλοφορούν τρεις τύποι βενζίνης: Η σούπερ , η αμόλυβδη και η σούπερ αμόλυβδη .

- Η απλή και η σούπερ περιέχουν ποσότητες τετρααιθυλιούχου μόλυβδου, ο οποίος είναι χημικό πρόσθετο, χρησιμοποιείται μόνο στα αυτοκίνητα χωρίς καταλύτη, και σκοπό έχει να περιορίζει την κρουστική καύση (αυτανάφλεξη) του καυσίμου στις υψηλές σχέσεις συμπίεσης.

Μόλυβδος και αμόλυβδη βενζίνη.

- Το κατώτερο όριο των ενώσεων του μολύβδου που χρησιμοποιείται σήμερα στην βενζίνη με μόλυβδο, είναι 0,15 γραμ. ανά λίτρο βενζίνης (g/l).
- Σύμφωνα λοιπόν και με την σχετική οδηγία της ΕΟΚ, "Βενζίνη με μόλυβδο" θεωρείται η βενζίνη που η μέγιστη περιεκτικότητα της σε μόλυβδο δεν είναι ανώτερη των 0,4 g/l ούτε κατώτερη των 0,15 g/l.
- "Αμόλυβδη βενζίνη" θεωρείται η βενζίνη της οποίας η περιεκτικότητα σε μόλυβδο δεν υπερβαίνει τα 0,013 g/l.
- Το κατώτερο όριο των 0,15 g/l στις σημερινές βενζίνες με μόλυβδο έχει καθοριστεί, ώστε οι χρησιμοποιούμενοι σήμερα βενζινοκινητήρες να λειτουργούν αποδοτικά χωρίς προβλήματα.
- Η ποιότητα αυτή της βενζίνης με 0,15 g/l χρησιμοποιείται σε πολλές χώρες και στην Ελλάδα.

- **Πλεονεκτήματα αμόλυβδης βενζίνης**

- Σημαντικός περιορισμός της βλαβερής επίδρασης των ενώσεων του μολύβδου, λόγω της τοξικότητάς τους, στον ανθρώπινο οργανισμό.
- Μείωση του κόστους συντήρησης του κινητήρα από τις επικαθήσεις μολύβδου σε διάφορα τμήματα (π.χ. έδρες βαλβίδων), αυξάνοντας έτσι την διάρκεια ζωής του

- **Μειονεκτήματα αμόλυβδης βενζίνης**

- Αυξημένο κόστος παραγωγής της αμόλυβδης βενζίνης σε σχέση με αυτή που περιέχει μολύβδο. (20 δολάρια ανά τόνο).
- Αυξημένο κόστος αυτοκινήτου που χρησιμοποιεί αμόλυβδη βενζίνη κατά 2% έως 10%, ανάλογα με τον τύπο του κινητήρα και του καταλύτη που χρησιμοποιείται.

- Αυξημένη ενεργειακή κατανάλωση για την παραγωγή της αμόλυβδης βενζίνης στα διυλιστήρια κατά 1% έως 8%.
- Απαιτήσεις υποδομής των πρατηρίων διανομής καυσίμων με νέες δεξαμενές, νέες αντλίες, καθώς και χρήση νέων βυτιοφόρων οχημάτων για την μεταφορά της αμόλυβδης βενζίνης.
- Λήψη ειδικών μέτρων για την αποφυγή χρήσης βενζίνης με μόλυβδο σε αυτοκίνητα που έχουν καταλύτες, όπως ειδικό στόμιο πλήρωσης ρεζερβουάρ, ειδικό χρώμα αμόλυβδης, κλπ.
- Απαίτηση για ύπαρξη διαφοράς στην τιμή υπέρ της αμόλυβδης - έστω και μικρής -για να αποφεύγεται η σκόπιμη χρήση βενζίνης με μόλυβδο σε αυτοκίνητα με καταλύτες

ΑΝΑΛΟΓΙΑ ΜΙΓΜΑΤΟΣ ΑΕΡΑ - ΚΑΥΣΙΜΟΥ

- Για να πραγματοποιηθεί **τέλεια καύση** της βενζίνης, πρέπει αυτή να αεριοποιηθεί και να αναμιχθεί ανάλογα με τον αέρα, ώστε να σχηματιστεί το κατάλληλο μίγμα αέρα - καυσίμου.
- Το μίγμα αυτό, στην συνηθισμένη του (**κατά βάρος**) σύνθεση αποτελείται από 1 μέρος βενζίνης και 14,7 μέρη αέρα
- Η αναλογία αυτή του μίγματος μεταβάλλεται ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας του κινητήρα. (παραδ.)
- **Στοιχειομετρική αναλογία μίγματος** είναι η αναλογία μίγματος αέρα - καυσίμου AFH στην τέλεια καύση και ισούται με 14,7:1 ή 14,7 Kg, αέρα προς 1 Kg βενζίνης (**κατά βάρος**) ή 10.000 λίτρα αέρα προς 1 λίτρο βενζίνης (**κατά όγκο**).

- **Πλούσιο μίγμα** αέρα - καυσίμου ονομάζεται του μίγμα που περιέχει αναλογία βενζίνης προς αέρα μεγαλύτερη από αυτή που χρειάζεται για την πλήρη καύση.
- **Φτωχό μίγμα** αέρα - καυσίμου ονομάζεται του μίγμα που περιέχει αναλογία βενζίνης προς αέρα μικρότερη απ' αυτήν που χρειάζεται για την πλήρη καύση.


Στο σημείο αυτό κρίνεται απαραίτητο να γίνει ο διαχωρισμός:

- της **τέλειας ή πλήρους καύσης**, όπου καίγεται όλο το καύσιμο, ανεξάρτητα του τι γίνεται με την ποσότητα του αέρα που μετέχει στη διαδικασία της καύσης.
- **Στοιχειομετρικής καύσης**, όπου καίγεται όλο το καύσιμο και όλος ο αέρας που μετέχει στη διαδικασία της καύσης, δηλαδή δεν περισσεύει καθόλου αέρας.

- Στην περίπτωση που η καύση γίνεται με πλούσιο μίγμα, παρουσιάζεται **αυξημένη κατανάλωση** καυσίμου, λόγω της ατελούς καύσης.
- Στην περίπτωση του φτωχού μίγματος, έχει μετρηθεί ότι για ελαφρά φτωχό μίγμα η **κατανάλωση είναι μικρότερη** από εκείνη του στοιχειομετρικού μίγματος.
- Αντίθετα, όταν το μίγμα συνεχίσει να γίνεται φτωχότερο, παρουσιάζεται και πάλι **αυξημένη κατανάλωση** καυσίμου, λόγω αδυναμίας, πλέον, ανάφλεξης του μίγματος

Ο λόγος λάμδα (λ)

- Είναι το κλάσμα (λόγος, αναλογία) του προσδιδόμενου αέρα προς τον θεωρητικά απαιτούμενο για τη στοιχειομετρική αναλογία του μίγματος αέρα-βενζίνης.
- Όταν, λοιπόν, ο λόγος λ είναι ίσος ή περίπου ίσος με τη μονάδα, η αναλογία του μίγματος είναι η στοιχειομετρική:

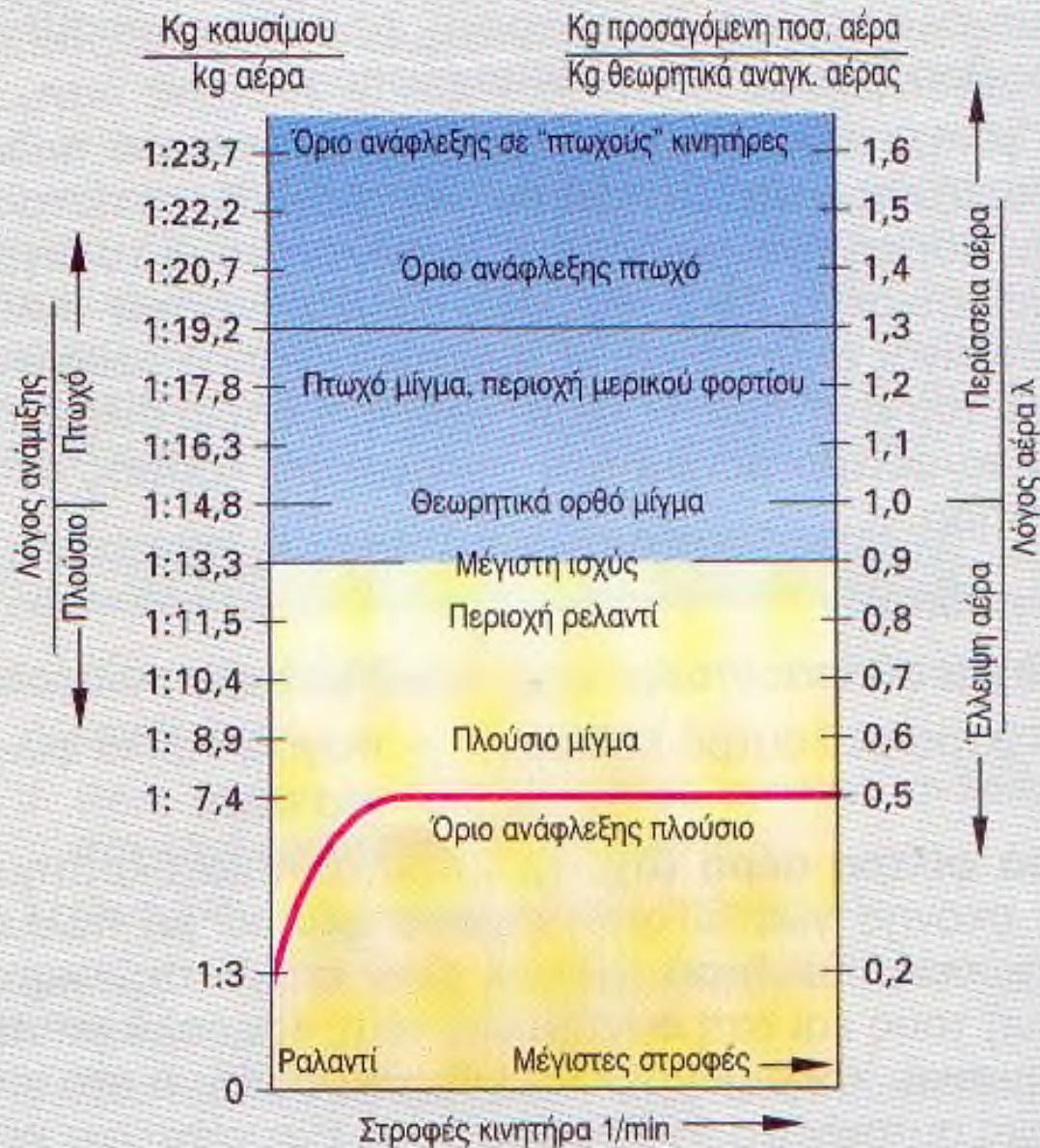

$$\lambda = \frac{\text{προσδιδόμενος αέρας}}{\text{θεωρητικά απαιτούμενος αέρας}}$$

● $\lambda = 1$ **ΣΤΟΙΧΕΙΟΜΕΤΡΙΚΟ ΜΙΓΜΑ**

● $\lambda > 1$ **ΦΤΩΧΟ ΜΙΓΜΑ**
(περίσσεια αέρα)

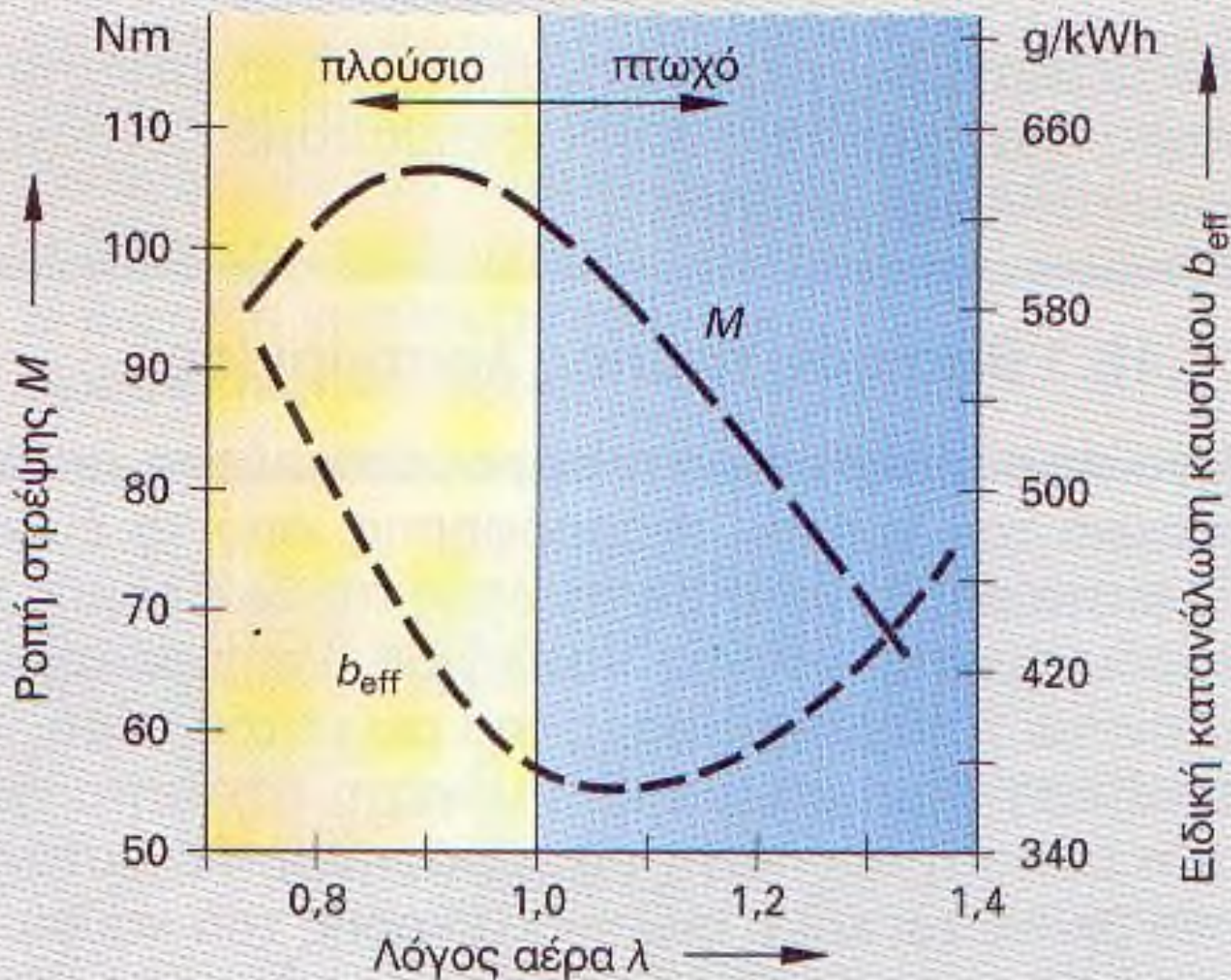
● $\lambda < 1$ **ΠΛΟΥΣΙΟ ΜΙΓΜΑ**
(έλλειψη αέρα)





Σχήμα1: Λόγοι ανάμιξης - λόγος αέρα

Χρον. στιγμή ανάφλεξης 30° προ ΑΝΣ



Σχήμα 1: Επίδραση του λόγου αέρα

Πίνακας 1: Λόγος αέρα λ

λ	Συμπέρασμα
<0,5	Όριο ανάφλεξης πλούσιο μίγμα μη αναφλέξιμο πλέον
<1,0	Έλλειψη αέρα, πλούσιο μίγμα, αυξημένη ισχύς, επιτάχυνση
0,9...1,1	Καλό μίγμα
0,9	Μέγιστη ροπή στρέψης, καλή λειτουργία, μεγάλη ειδική κατανάλωση
>1,0	Περίσσεια αέρα, πτωχό μίγμα, οικονομική λειτουργία
1,3...1,5	Όριο ανάφλεξης πτωχό, το μίγμα δεν είναι αναφλέξιμο πλέον
1,6...1,7	Όριο ανάφλεξης πτωχό για "πτωχούς" κινητήρες

ΚΑΥΣΗ

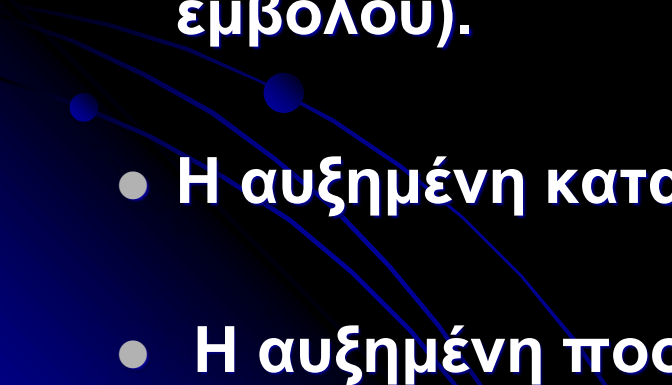
- Το μέτωπο της φλόγας ξεκινά με σχετικά μικρή ταχύτητα από τον αναφλεκτήρα (μπουζί) -μετά τη δημιουργία του σπινθήρα και φθάνει στη μέγιστη τιμή, όταν σε αυτό αναπτυχθεί, τοπικά, η μέγιστη πίεση των 30 με 40 bar και η μέγιστη θερμοκρασία.
- Η μέγιστη αυτή θερμοκρασία, που φθάνει μέχρι τους 2.000 °C, ονομάζεται **θερμοκρασία καύσης**. Στη συνέχεια, με τη μείωση της θερμοκρασίας και της πίεσης, το μέτωπο της φλόγας εξασθενεί. Αυτό οφείλεται στην έλλειψη οξυγόνου, αλλά και στην επαφή με τα, σχετικά, ψυχρά τοιχώματα του κυλίνδρου.
- Η ελάχιστη ενέργεια που θα αρκούσε να δώσει ο σπινθήρας για να γίνει η ανάφλεξη του μίγματος είναι 0,005 joule, ενώ η ενέργεια που παράγει, στην πράξη, ένας σωστός σπινθήρας είναι 0,04 joule
- Η ανάφλεξη του μίγματος γίνεται στο πιο ζεστό σημείο του θαλάμου καύσης, ενώ το μέτωπο της φλόγας προχωρά προς τα ψυχρότερα τοιχώματα του κυλίνδρου, χωρίς να σχηματίζεται ενδιάμεσα άλλο μέτωπο φλόγας..

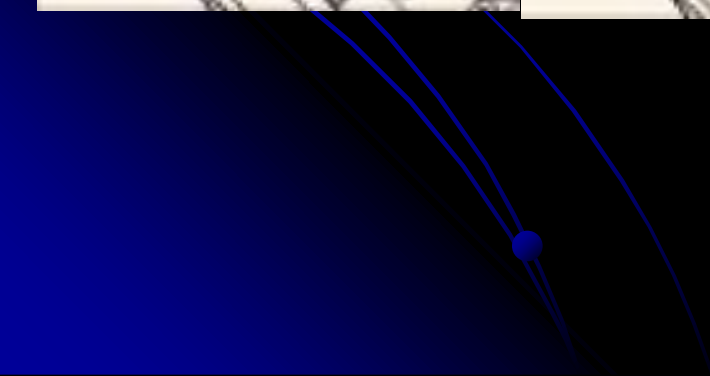
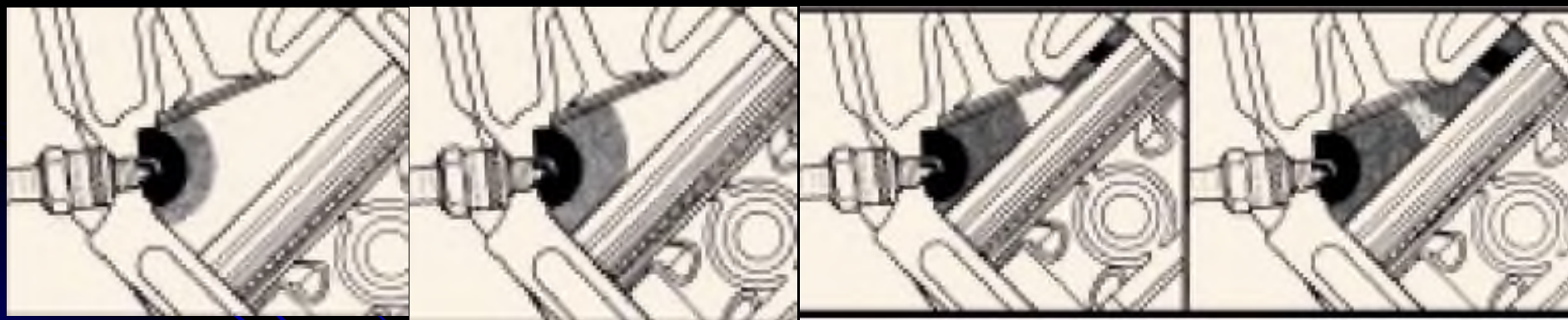
- Τη στιγμή της σπινθηροδότησης, αρχικά αναφλέγονται τα πρώτα μόρια του μίγματος που περιβάλλουν τον αναφλεκτήρα (μπουζί).
- Με την καύση τους αναπτύσσεται υψηλή θερμοκρασία, που προκαλεί τη διαδοχική ανάφλεξη των μορίων των επόμενων στρωμάτων του μίγματος.
- Έτσι, η καύση επεκτείνεται προς όλες τις κατευθύνσεις με πολύ γρήγορο ρυθμό από το σπινθηριστή μέχρι τα τοιχώματα του θαλάμου καύσης.
- Ο ρυθμός με τον οποίο προχωρά η καύση, λέγεται **ταχύτητα καύσης** και μετριέται σε μέτρα ανά δευτερόλεπτο. Η τιμή της αυξάνεται με την ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα και μπορεί να φθάσει από 10 μέχρι 20 μέτρα το δευτερόλεπτο.
- Έτσι, η κανονική καύση γίνεται πολύ γρήγορα και μοιάζει με έκρηξη, χωρίς, ωστόσο, να πάρει ποτέ τη μορφή μιας πραγματικής έκρηξης.

Κρουστική καύση ή αυτανάφλεξη (knocking)

- Ενώ η καύση αρχίζει από το μπουζί και εξαπλώνεται κανονικά, ξαφνικά η εξάπλωση αυτή αυξάνεται απότομα, μέχρι που παίρνει τη μορφή έκρηξης, δηλαδή τη μορφή της ακαριαίας καύσης όλου του καύσιμου, που μέχρι εκείνη τη στιγμή είχε παραμείνει άκαυστο .
- Η καύση αυτή συνοδεύεται από κτύπους που ακούγονται καθαρά έξω από τον κινητήρα και μοιάζουν με μεταλλικούς κτύπους. Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται «πειράκια».

- Ως αιτία εμφάνισης της κρουστικής καύσης θεωρείται η ταχύτερη μετάδοση της φλόγας μέσα στο καύσιμο μίγμα πέρα από κάποιο κρίσιμο όριο. Το όριο αυτό εξαρτάται από τους εξής παράγοντες:
 - Από το φορτίο του κινητήρα σε περιπτώσεις μεγάλου φορτίου εμφανίζονται «πειράκια».
 - Από τον τύπο της χρησιμοποιούμενης βενζίνης - τα «πειράκια» εμφανίζονται όταν είναι μικρός ο βαθμός οκτανίων.
 - Από τη σχέση συμπίεσης – μεγαλύτερη συμπίεση, λόγω μη εγκεκριμένων από τον κατασκευαστή μετατροπών στον κινητήρα.
 - Από τη μορφή του θαλάμου καύσης και την ανομοιόμορφη κατανομή του μίγματος μέσα σε αυτόν.
 - Από την κακή ψύξη των κυλίνδρων.
 - Από την άκαιρη στιγμή της ανάφλεξης, λόγω εσφαλμένης ρύθμισης του αβάνς, και πιο συγκεκριμένα αν υπάρχει περισσότερη από την κανονική προπορεία ανάφλεξης

- **Συνέπεια του φαινομένου της αυτανάφλεξης είναι:**
 - Η υπερθέρμανση του κινητήρα,
 - Η πτώση της απόδοσης του,
 - Η κόπωση των λειτουργούντων εξαρτημάτων του
 - Η μερική ή ολική καταστροφή τους (π.χ. τρύπημα εμβόλου).
 - Η αυξημένη κατανάλωση.
 - Η αυξημένη ποσότητα ρυπαντών στα καυσαέρια.
- 



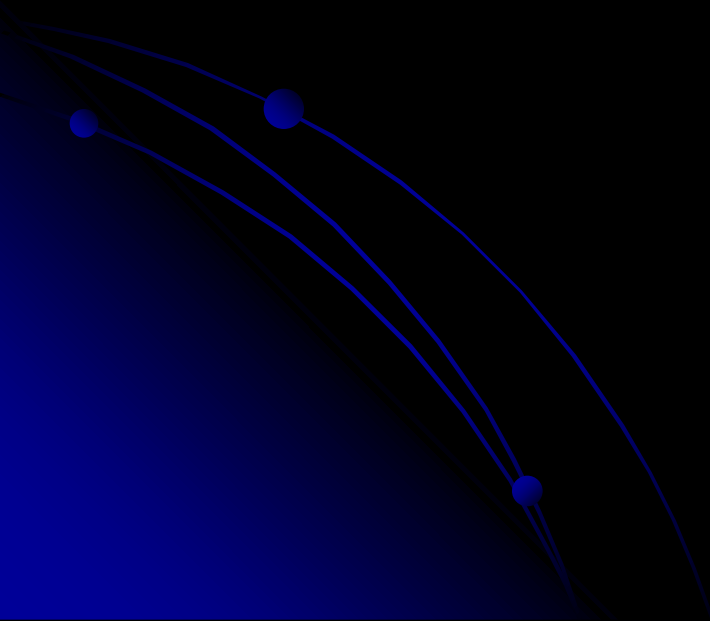
Το φαινόμενο της προανάφλεξης

- Η προανάφλεξη είναι μια τοπική ανάφλεξη καυσίμου, συμβαίνει σε ακατάλληλη στιγμή (πριν τη σπινθηροδότηση), εξαιτίας της τοπικής υπερθέρμανσης στην κεφαλή του εμβόλου ή στο θάλαμο καύσης.
- Η υπερθέρμανση αυτή δημιουργείται από πυρακτωμένα υπολείμματα της καύσης (καρβουνίδια), που παραμένουν μέσα στο θάλαμο καύσης.
- Η προανάφλεξη οφείλεται συχνά και σε λανθασμένο χρονισμό του συστήματος ανάφλεξης.
- Εμφανίζεται δε σαν μια μορφή αυτανάφλεξης

Βαθμός οκτανίου

- Είναι γνωστό ότι κάθε βενζινοκινητήρας είναι κατασκευασμένος για να εργάζεται με βενζίνη ορισμένων προδιαγραφών, ώστε να μην εμφανίζεται το φαινόμενο της αυτανάφλεξης.
- Γι' αυτό, υπάρχει βενζίνη απλή και σούπερ που διαφέρουν μόνο ως προς το βαθμό οκτανίου.
- Η βαθμολόγηση των διαφόρων τύπων βενζίνης και ο προσδιορισμός του βαθμού οκτανίου.
- Σύγκριση με πρότυπα μίγματα καυσίμων (υδρογονανθράκων), κανονικό επτάνιο ισοοκτάνιο
- Ένας τύπος βενζίνης έχει βαθμό οκτανίου 85%, όταν κατά τη δοκιμασία της παρουσιάζει την ίδια εκρηκτικότητα με μίγμα κανονικού επτάνιου και ισοοκτανίου, που περιέχει 85% κατ' όγκο ισοοκτάνιο

- Από τα παραπάνω συμπεραίνεται ότι όσο μεγαλύτερο βαθμό οκτανίου έχει μία βενζίνη τόσο καλύτερης ποιότητας είναι.
- Για να αυξηθεί ο βαθμός οκτανίου μιας βενζίνης χρησιμοποιούνται ορισμένα πρόσθετα (π.χ. τετρααιθυλιούχος μόλυβδος).



Καυσαέρια

- Από την καύση του μίγματος αέρα-βενζίνης παράγονται ορισμένα προϊόντα που συνθέτουν τα καυσαέρια.
- Εάν η καύση είναι τέλεια (πλήρης), τότε ολόκληρη η ποσότητα του άνθρακα και του υδρογόνου του υδρογονάνθρακα (βενζίνης) ενώνεται με το οξυγόνο του ατμοσφαιρικού αέρα και παράγεται **διοξείδιο του άνθρακα** (CO_2) και **νερό** (H_2O) υπό μορφή υδρατμών, λόγω της υψηλής θερμοκρασίας.
- Ο αέρας, όμως, περιέχει, και το άζωτο, η παρουσία του οποίου στον ατμοσφαιρικό αέρα είναι 75,5% κατά βάρος (ή 78% κατ' όγκο). Κατά τη διαδικασία της καύσης, το άζωτο ενώνεται με το οξυγόνο, δημιουργώντας ενώσεις (**οξειδία του αζώτου**), οι οποίες απομακρύνονται με τα καυσαέρια

- Μια μικρή ποσότητα υδρογονανθράκων δεν προλαβαίνει να καεί και εξέρχεται από το θάλαμο καύσης με τη μορφή **ακουστών υδρογονανθράκων (HC)**.
- Μια μικρή, επίσης, ποσότητα βενζίνης καίγεται μερικώς, και αντί να σχηματίσει διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), σχηματίζει **μονοξείδιο (CO)**.
 - Οι δύο αυτές ενώσεις, HC και CO, είναι ρυπαντές και η περιεκτικότητά τους στα καυσαέρια των αυτοκινήτων δεν πρέπει να ξεπερνά ορισμένα όρια.
- Ο τρίτος ρυπαντής που και αυτός πρέπει να είναι σε περιορισμένα όρια, είναι τα **οξειδία του αζώτου (NO_x)**.
 - Στις χαμηλές θερμοκρασίες, το άζωτο είναι χημικά ουδέτερο και δεν ενώνεται με άλλα στοιχεία. Μέσα στο θάλαμο καύσης, όμως, αναπτύσσονται πολύ υψηλές θερμοκρασίες (μέχρι $2.000\text{ }^\circ\text{C}$), στις οποίες το στοιχειακό άζωτο (N_2) ενώνεται με το στοιχειακό οξυγόνο (O_2) και σχηματίζονται τα οξειδία του αζώτου (NO_x).

- Στους κινητήρες συμβατικής τεχνολογίας υπάρχει ένας ακόμη ρυπαντής, οι ενώσεις, δηλαδή, **του μολύβδου**.
- Όπως προαναφέρθηκε, για να αυξηθεί η σχέση συμπίεσης στους βενζινοκινητήρες, προστίθεται μια χημική ουσία, ο τετρααιθυλιούχος μόλυβδος, που περιέχει μόλυβδο.
- Η ουσία αυτή μετά την καύση της βενζίνης εξέρχεται από την εξάτμιση μαζί με τα καυσαέρια, με τη μορφή διαφόρων αερίων ενώσεων του μολύβδου.
- Αυτές οι ενώσεις είναι δηλητηριώδεις και συγκαταλέγονται στους ρυπαντές που ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα.

- Τέλος, ανάλογα με την περιεκτικότητα της βενζίνης σε θείο (S) μαζί με τα καυσαέρια εκπέμπεται ακόμη ένας ρυπαντής που είναι το προϊόν της καύσης του θείου, δηλαδή το **διοξείδιο του θείου (SO₂)**.
- Οι δύο τελευταίοι ρυπαντές, οι ενώσεις του μολύβδου και το διοξείδιο του θείου, δεν προβλέπεται, νομοθετικά, να ελέγχονται με ανίχνευση τους στα καυσαέρια των αυτοκινήτων, γιατί σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, τα τελευταία χρόνια έχει μειωθεί στο ελάχιστο η παρουσία θείου και μολύβδου στη βενζίνη που, κυρίως χρησιμοποιείται (αμόλυβδη βενζίνη).