

Η ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΟΥ ΚΑΥΣΤΗΡΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Του Παναγιώτη Φαντάκη.

Η καλύτερη εποχή για τη συντήρηση του λέβητα και του καυστήρα της κεντρικής θέρμανσης, είναι αμέσως μετά την παύση της λειτουργίας τους στο τέλος της χειμερινής περιόδου.

Δηλαδή ανάλογα με την περιοχή Απρίλιο με Μάιο. Δηλαδή, κάπου τώρα.

Και γιατί τώρα και όχι το Σεπτέμβριο με Οκτώβριο, πριν την έναρξη της χειμερινής περιόδου;

Ο λόγος είναι ότι, αφού είναι μια δουλειά που πρέπει να γίνει γιατί να μη γίνει τώρα που και οι τεχνίτες συντηρητές έχουν μεγαλύτερη άνεση χρόνου, αλλά και ο λέβητας και ο καυστήρας θα είναι καθαροί καθ όλη τη θερινή περίοδο και όχι σε στενή επαφή με τα διαβρωτικά κατάλοιπα της καύσης.

Εδώ θα ασχοληθούμε με τη ρύθμιση του καυστήρα και την αναγκαιότητα της.

Αλλά ας πάρουμε τα πράγματα από την αρχή.

Η καύση του πετρελαίου.

Το πετρέλαιο θέρμανσης ανήκει στην οικογένεια των υδρογονανθράκων. Παρασκευάζεται από την απόσταξη του αργού πετρελαίου.

Ο χημικός τύπος του πετρελαίου είναι: **$C_n H_{2n+2}$** με τιμές του **n** από 12 έως 25.

Και η αντίδραση της καύσης του:



Με **Q** συμβολίζουμε την θερμότητα που παράγεται κατά την καύση.

Η θερμογόνος δύναμη του πετρελαίου είναι: **$H_k = 10200 \text{ Kcal/Kg}$** .

Θερμογόνος δύναμη ενός καυσίμου ονομάζουμε το ποσό της θερμότητας το οποίο παράγεται κατά τη στοιχειομετρική καύση μιας ορισμένης ποσότητας καυσίμου

- Στοιχειομετρική ονομάζεται η καύση όταν το προσφερόμενο οξυγόνο είναι σε ποσότητα το απολύτως απαραίτητο. Τότε στα προϊόντα της καύσης υπάρχει μόνο CO_2 και H_2O .
- Ατελής ονομάζεται η καύση όταν το οξυγόνο είναι λιγότερο από όσο χρειάζεται για να καεί τέλεια όλο το καύσιμο. Τότε στα προϊόντα της καύσης υπάρχει και CO (μονοξείδιο του άνθρακα) ή C (άκαυτος άνθρακας) ή και τα δύο.
- Καύση με περίσσια αέρος έχουμε όταν το οξυγόνο είναι περισσότερο από όσο χρειάζεται για να καεί τέλεια το καύσιμο.

Η στοιχειομετρική καύση του πετρελαίου έχει σαν αποτέλεσμα στα καυσαέρια το ποσοστό του CO_2 να ανέρχεται στο 15,3 %.

Η καύση που ρυθμίζουμε σε ένα καυστήρα είναι πάντα με περίσσια αέρα.

**Παρατηρήσεις πάνω στη καύση του πετρελαίου.**

1. Κατά την καύση του πετρελαίου επιδιώκουμε στα παραγόμενα καυσαέρια το CO_2 (διοξείδιο του άνθρακα) να είναι μέχρι 13% . Και είναι ένδειξη της περισσίας του αέρα (άρα και του οξυγόνου).

2. Όσο μικρότερο ποσοστό CO₂ έχουμε στα καυσαέρια τόσο μεγαλύτερες απώλειες θερμότητας έχουμε γιατί ζεσταίνουμε αέρα που δεν είναι απαραίτητος για την καύση.
3. Η μέτρηση του CO₂ γίνεται με θερμοκρασία νερού λέβητα πάνω από 60 °C.
4. Για να καεί 1Kg πετρελαίου χρειάζονται 11m³ αέρα.
5. Όταν καίγεται 1 Kg πετρελαίου παράγεται 1 Kg νερό σε μορφή ατμού.
6. Το νερό (H₂O) σε υγρή μορφή ενώνεται με το SO₃ και δημιουργεί θειικό οξύ (H₂SO₂), το οποίο διαβρώνει τα μέταλλα που έρχεται σε επαφή. Επομένως θα πρέπει η θερμοκρασία των καυσαερίων, κατά την διαδρομή τους μέχρι το περιβάλλον, να μην πέφτει κάτω από 100 °C για να αποφεύγονται οι υγροποιήσεις.
7. Αν το πετρέλαιο είναι κρύο ή η πίεση ψεκασμού είναι μικρή τότε δεν έχουμε καλή εκνέφωση με αποτέλεσμα αύξηση της κατανάλωσης. Η προθέρμανση πετρελαίου μειώνει 10%-15% τη κατανάλωση.

ΡΥΘΜΙΣΗ ΚΑΥΣΗΣ

Τα αναμενόμενα αποτελέσματα της καύσης περιγράφονται σε υπουργική απόφαση η οποία έχει ως κάτωθι:

1. Σε ήδη λειτουργούσες εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης κτιρίων που χρησιμοποιούν πετρέλαιο ντίζελ, οι απώλειες θερμότητας από τα καυσαέρια, η κατ'όγκο περιεκτικότητα των καυσαερίων σε διοξείδιο του άνθρακα (CO₂), η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή του δείκτη αιθάλης και η θερμοκρασία των καυσαερίων ορίζονται ως εξής:

α) Για τα κτήρια που έχουν σταθερές εστίες καύσης με συνολική θερμική ισχύ μεγαλύτερη ή ίση με 400.000 Kcal/h:

- Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή απωλειών θερμότητας από τα καυσαέρια είναι: **20%**.
- Η ελάχιστη επιτρεπόμενη τιμή της περιεκτικότητας των καυσαερίων σε διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) είναι: **10%**.
- Η ανώτατη επιτρεπόμενη τιμή του δείκτη αιθάλης είναι: **1** της κλίμακας **Bacharach**.
- Η ελάχιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία καυσαερίων είναι: **180 °C**.

β) Για τα κτήρια που έχουν σταθερές εστίες καύσης με συνολική θερμική ισχύ μικρότερη από 400.000 Kcal/h:

- Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή απωλειών θερμότητας από τα καυσαέρια είναι: **20%**.

- **Η ελάχιστη επιτρεπόμενη τιμή της περιεκτικότητας των καυσαερίων σε διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) είναι: 9%.**
 - **Η ανώτατη επιτρεπόμενη τιμή του δείκτη αιθάλης είναι: 2 της κλίμακας Bacharach.**
 - **Η ελάχιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία καυσαερίων είναι: 180 °C.**
1. Προκειμένου για **νέες εγκαταστάσεις κεντρικής θέρμανσης** που χρησιμοποιούν πετρέλαιο ντίζελ και θα τοποθετηθούν σε νέα ή παλαιά κτίρια :
- **Η μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή απωλειών θερμότητας από τα καυσαέρια είναι:15%.**
 - **Η ελάχιστη επιτρεπόμενη τιμή δείκτη αιθάλης είναι: από 0-1 της κλίμακας Bacharach.**

Είναι απαραίτητο λοιπόν να ρυθμίζεται έτσι ο καυστήρας, ώστε να λειτουργεί σύμφωνα με τη παραπάνω υπουργική απόφαση.

ΡΥΘΜΙΣΗ ΚΑΥΣΤΗΡΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ.

Μία πλήρη ρύθμιση του καυστήρα πετρελαίου περιλαμβάνει:

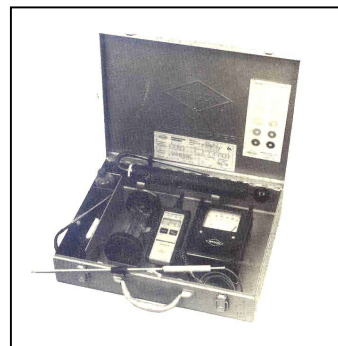
1. Επιλογή του κατάλληλου μπεκ, ώστε σε συνδυασμό με τη πίεση της αντλίας να έχουμε την απαιτούμενη παροχή πετρελαίου. Η παροχή πετρελαίου βρίσκεται διαιρώντας την ισχύ του λέβητα δια του βαθμού απόδοσης του και της θερμαντικής αξίας του πετρελαίου.

$$q = Q / \eta H_k$$
 όπου: **q** η παροχή του πετρελαίου σε Kgr / h, **Q** η ισχύς του λέβητα σε Kcal / h, **η** ο βαθμός απόδοσης του λέβητα και **H_k** η θερμογόνος δύναμη του καυσίμου σε Kcal / Kgr.
2. Ρύθμιση της πίεσης ψεκασμού του πετρελαίου. Αυτή είναι συνήθως ρυθμισμένη από το κατασκευαστή του καυστήρα στα 10-12 bar. Καλό είναι αυτή να ρυθμίζεται στα 11- 13 bar, σε συνδυασμό πάντα με το μπεκ και τη παροχή πετρελαίου που απαιτείται.
3. Ρύθμιση του τάμπερ του αέρα ώστε η αιθάλη να είναι εντός των προβλεπόμενων ορίων.
4. Ρύθμιση του ποσοστού περιφερικού – κεντρικού αέρα, φέρνοντας τη φλογοκεφαλή στη κατάλληλη θέση ώστε να επιτυγχάνεται ομαλή έναυση, αθόρυβη καύση και καλό ποσοστό CO₂.

Για τη σωστή ρύθμιση του καυστήρα πρέπει να έχουμε τη δυνατότητα μέτρησης της αιθάλης, της θερμοκρασίας των καυσαερίων και του CO₂. Αυτό επιτυγχάνεται με ειδικά όργανα μέτρησης.

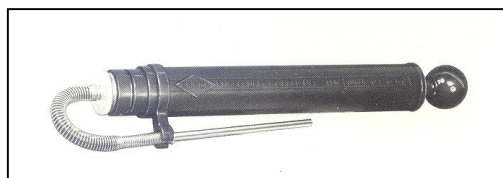
ΟΡΓΑΝΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Όλες οι μετρήσεις που γίνονται για τη σωστή ρύθμιση του καυστήρα, γίνονται στα προϊόντα καύσης, στα καυσαέρια δηλαδή. Για το σκοπό αυτό ανοίγουμε μια οπή στο καπναγωγό σε απόσταση από την έξοδο του λέβητα διπλάσια της διαμέτρου του καπναγωγού. Η οπή αυτή πρέπει να είναι διαμέτρου 8 mm για να χωράνε οι λήψεις των οργάνων. Το τμήμα αυτό του καπναγωγού πρέπει να είναι μονωμένο και αν είναι δυνατό ευθύ.

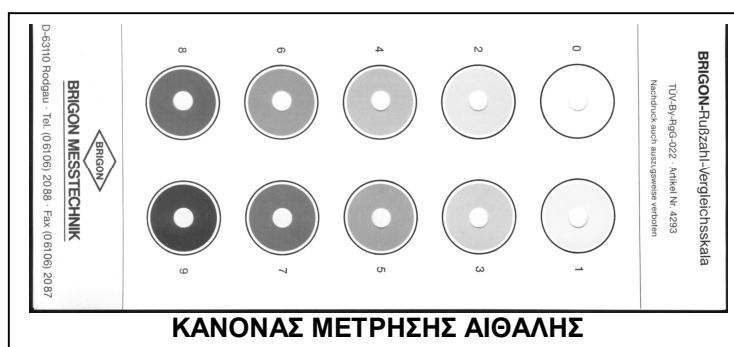


Μέτρηση αιθάλης.

Η μέτρηση του δείκτη αιθάλης στα καυσαέρια γίνεται με τη τρόμπτα αναρρόφησης καυσαερίων. Σε μια εγκοπή που υπάρχει στην άκρη της



τρόμπτας, τοποθετούμε ειδικό χαρτί φιλτραρίσματος, μέσα από το οποίο εξαναγκάζονται να περάσουν τα καυσαέρια, αφήνοντας μία κηλίδα. Η απόχρωση της κηλίδας αυτής συγκρίνεται με άλλες



πρότυπες κηλίδες που υπάρχουν σε ένα κανόνα δειγμάτων που συνοδεύουν τη συσκευή μέτρησης, και έτσι καθορίζεται ο δείκτης αιθάλης της κλίμακας **Bacharach**. Οι αναρροφήσεις που πρέπει να γίνονται με τη τρόμπτα είναι 10 για να είναι σωστό το δείγμα και να βγάλουμε έγκυρα συμπεράσματα.

Σε καμία περίπτωση η απόχρωση της κηλίδας δε πρέπει να είναι πιο σκούρα από το δείγμα 2 του κανόνα. Μεγάλη περιεκτικότητα αιθάλης στα καυσαέρια σημαίνει λίγο αέρα. Η επιδίωξη μας πρέπει να είναι αιθάλη μηδενική. Αν ο δείκτης αιθάλης δε μπορεί να περιοριστεί στα προβλεπόμενα όρια, σημαίνει ότι ο καυστήρας δεν μπορεί να κάψει την παρεχόμενη ποσότητα του καυσίμου λόγω μικρής του κατάθλιψης.

Μέτρηση CO₂.

Η μέτρηση της περιεκτικότητας των καυσαερίων σε CO₂, γίνεται με την συσκευή που απεικονίζεται παραπλεύρως. Πραγματοποιείται πιέζοντας το πουάρ της συσκευής 18 φορές αναρροφώντας καυσαέριο και διοχετεύοντας το στο χώρο που βρίσκεται το ειδικό υγρό (καυστικό κάλιο –KOH). Κατόπιν αντιστρέφουμε τη συσκευή για να απορροφηθεί το

CO₂ που βρίσκεται στα καυσαέρια. Επαναφέρουμε τον αναλυτή CO₂ στην όρθια θέση και παρατηρούμε ότι το υγρό έχει ανυψωθεί στο σωλήνα της συσκευής στο πλάι του οποίου διαβάζουμε την περιεκτικότητα του CO₂.



Μειωμένη περιεκτικότητα CO₂ στα καυσαέρια σημαίνει μεγάλη περίσσεια αέρα καύσης. Τότε θα πρέπει να μειώσουμε την παροχή του αέρα του ανεμιστήρα για έχουμε επί της % αύξηση CO₂ και ο καυστήρας να λειτουργεί οικονομικά.

Μετά από κάθε μείωση του αέρα που κάνουμε θα πρέπει να μετράμε τον δείκτη αιθάλης για να έχουμε εξασφαλισμένη την καθαρότητα της καύσης.

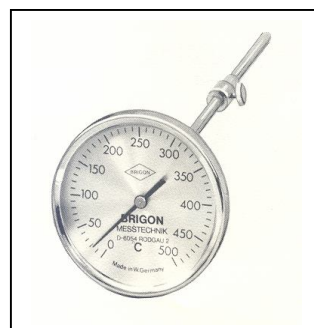
Μια ιδανική (στοιχειομετρική) καύση θα μας δώσει CO₂, 15,3 %. Στη πράξη όμως δεν επιθυμούμε στοιχειομετρική καύση διότι οι συνθήκες λειτουργίας του καυστήρα – όπως θερμοκρασία αέρα και πετρελαίου, ελκυσμός καμινάδας – δεν είναι σταθερές και υπάρχει η βεβαιότητα ότι πολύ σύντομα θα οδηγηθούμε σε ατελή καύση. Για το λόγο αυτό η ρύθμιση της καύσης είναι με περίσσεια αέρα. Ικανοποιητικά όρια CO₂ θεωρούνται από 10 – 13 %.

Καλά ποσοστά CO₂ έχουμε με τη σωστή ρύθμιση της θέσης του στροβιλιστή που πετυχαίνουμε μετακινώντας τον μπρος – πίσω.

Μέτρηση θερμοκρασίας καυσαερίων

Η μέτρηση αυτή γίνεται με το θερμόμετρο καυσαερίων ή πυρόμετρο και είναι η στιγμή της αλήθειας για το λέβητα. Η μέτρηση πρέπει να γίνει όταν η θερμοκρασία του νερού του λέβητα είναι στους 80 °C. Αποδεκτά όρια θερμοκρασίας καυσαερίων είναι από 180 °C έως 250 °C.

Αν η θερμοκρασία των καυσαερίων είναι μεγαλύτερη των 250 °C, σημαίνει ότι ο λέβητας δεν μπορεί να δώσει την αναμενόμενη από τη παροχή καυσίμου ισχύ. Στη περίπτωση αυτή αλλάζουμε μπεκ τοποθετώντας ένα μικρότερης παροχής μειώνοντας με αυτό τον τρόπο και την ισχύ του λέβητα. Αν η θερμοκρασία είναι μικρότερη των 180 °C, προκειμένου να αποφύγουμε τις υγροποιήσεις στη καμινάδα, βάζουμε μπεκ μεγαλύτερης παροχής.



Για να είναι αξιόπιστα τα συμπεράσματα πρέπει η θερμαινόμενη επιφάνεια του λέβητα είναι καθαρή, γιατί αν επικαθίσει αιθάλη πάχους 2 mm στην θερμαινόμενη επιφάνεια του λέβητα, αυξάνεται η θερμοκρασία των καυσαερίων περίπου 110 °C.

Πάχος αιθάλης σε mm	0,5	1	1,5	2	2,5	3
Αύξηση κατανάλωσης %	2	4	6	8,5	10,5	13,5
Αύξηση της θερμοκρασίας καυσαερίων σε ° C	20	50	80	110	140	170

Εκτός από τα παραπάνω περιγραφέντα όργανα υπάρχουν και τα ηλεκτρονικά με τα οποία μπορούμε να κάνουμε τις παραπάνω μετρήσεις πιο γρήγορα και με μεγαλύτερη ακρίβεια. Επίσης πολλά ηλεκτρονικά όργανα έχουν τη δυνατότητα μέτρησης της περισσειας αέρα, του CO (μονοξειδίου του άνθρακα) και των NOx (οξειδίων του αζώτου).



ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

Ο βαθμός απόδοσης με τον οποίο θα δουλέψει ένας λέβητας εξαρτάται και από την λειτουργία του καυστήρα.

Όπως αναφέρεται και στο κεφάλαιο ΛΕΒΗΤΕΣ οι απώλειες ενός λέβητα προέρχονται από:

- α) τα άκαυστα προϊόντα της καύσης
- β) την ακτινοβολία προς το περιβάλλον
- γ) και τα καυσαέρια.

Αυτά τα τελευταία είναι συνήθως και η μεγαλύτερη απώλεια. Οι απώλειες από τα καυσαέρια εξαρτώνται από την θερμοκρασία των καυσαερίων και από τη περιεκτικότητά τους σε CO₂.

Τις απώλειες καυσαερίων μπορούμε να τις υπολογίσουμε με σχετικά διαγράμματα, με ειδικούς κανόνες υπολογισμού που περιέχονται στις συσκευές μέτρησης καυσαερίων ή από τον παρακάτω τύπο.

$$\eta_{\kappa} = (T_k - T_a) \times \left(\frac{a}{CO_2} + b \right) \%$$

Όπου:

η_{κ} οι απώλειες των καυσαερίων,

T_k η θερμοκρασία των καυσαερίων σε βαθμούς Κελσίου,

T_a η θερμοκρασία του περιβάλλοντος αέρα,

a ένας συντελεστής, που για το πετρέλαιο είναι 0,50, το φυσικό αέριο 0,37, το υγραέριο 0,35

b άλλος συντελεστής, που για το πετρέλαιο είναι 0,007, το φυσικό αέριο 0,009 και το υγραέριο 0,011.

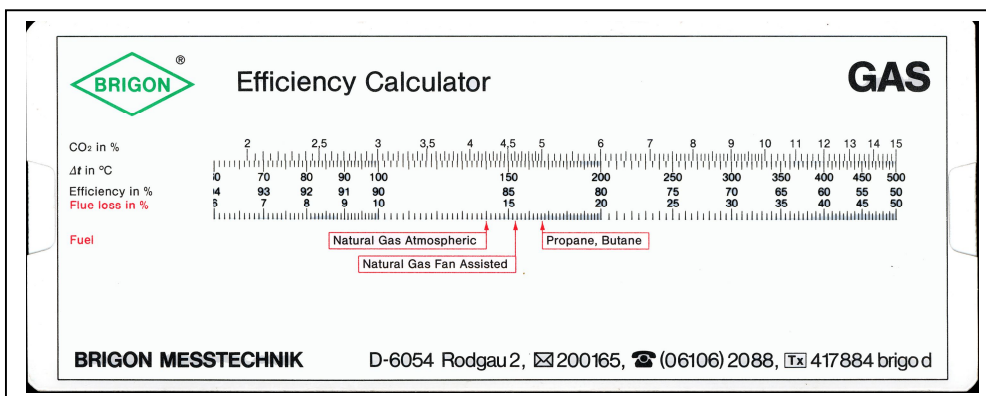
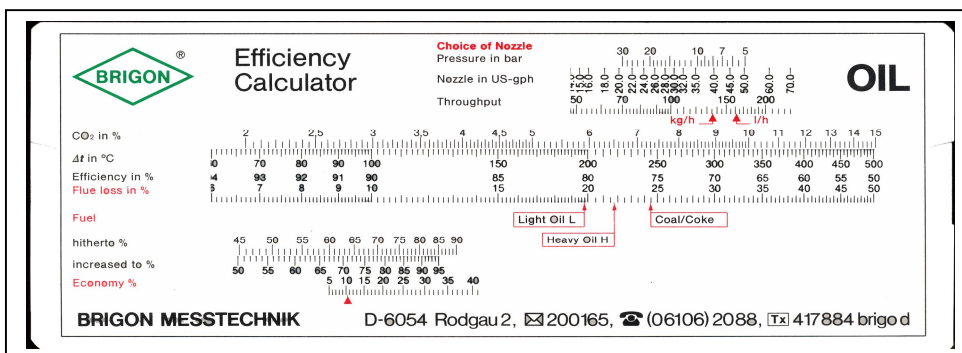
Επίσης για ευκολία στους υπολογισμούς, με ελάχιστη απόκλιση μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο τύπος που αναφέρθηκε στο κεφάλαιο λέβητες:

$$\eta_{\kappa} = a \times \frac{T_k - T_a}{CO_2} \%$$

και ο βαθμός απόδοσης καύσης του λέβητα θα είναι: $\eta_{\kappa\lambda} = (100 - \eta_{\kappa}) \%$

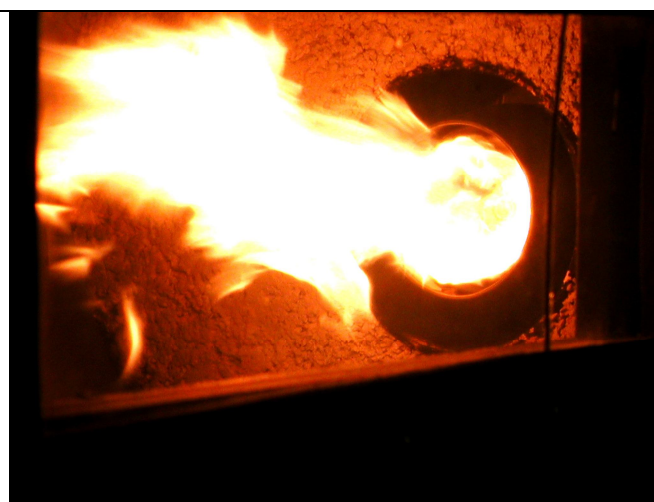
- **a** ένας συντελεστής που για το πετρέλαιο λαμβάνεται **a** = 0,6 ενώ για το αέριο **a** = 0,5 για το συγκεκριμένο τύπο.

Ο βαθμός απόδοσης της καύσης υπολογίζεται πολύ εύκολα και με κανόνες που συνοδεύουν τις συσκευές μετρήσεων. Ένας τέτοιος κανόνας απεικονίζεται παρακάτω:





Η καλή ρύθμιση του καυστήρα θα δώσει φλόγα με έντονο χρυσό χρώμα.



Η καύση με περίσσεια αέρα θα δώσει φλόγα λευκή και λαμπερή.



Η ατελής καύση δημιουργεί φλόγα με χρώμα σκούρο κίτρινο με κόκκινες ανταύγειες.

Η φωτογράφιση έγινε στο λέβητα δοκιμής καυστήρων, του 3^{ου} ΤΕΕ Ιλίου, που κατασκευάστηκε στα πλαίσια του προγράμματος « ΔΑΙΔΑΛΟΣ ».