

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΣΥΛΛΟΓΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΥΧΩΝ
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ - ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ
Γ.Μ. Ν.ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ

ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ: ' 'ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ' '

ΘΕΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΕΙΣΗΓΗΣΕΩΝ

- * ΚΑΥΣΗ - ΚΑΥΣΙΜΑ - ΛΕΒΗΜΕΝΕΣ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
- * ΛΕΒΗΤΕΣ : ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ - ΕΛΕΓΧΟΙ - ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
- * ΟΙΚΟΝΟΜΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΙΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ
- * ΕΠΙΠΕΔΟΣ ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΔΟΧΕΙΑ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ
- * ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ: ΑΠΟΣΚΛΗΡΥΝΣΗ ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ - ΑΠΙΟΝΙΣΜΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΕΣ
ΑΔΑΜΟΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ
Η-Μ.ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
ΦΙΛΙΠΠΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
Η.ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΒΟΛΟΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ - ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 1991

**ΣΥΛΛΟΓΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΥΧΩΝ
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ Ν. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ**

ΕΠΙΔΟΤΟΥΜΕΝΟ ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ

**«ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ»**

ΕΙΣΗΓΗΣΗ : 8/11/91: Λέβητες: Λειτουργία,
έλεγχοι, συντήρηση,
επισκευές,
μέτρα ασφαλείας.

18/11/91: Καύση, καύσιμα, δεξαμενές
καυσίμων,
μέτρα ασφαλείας.

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ : ΠΑΝ. ΑΔΑΜΟΣ Η-Μ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΒΟΛΟΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 1991

I. ΛΕΒΗΤΕΣ

Λεβητα θα αποκαλούμε κάθε κλειστό δοχείο [βραστήρα], με ρευστό περιεχόμενο στο οποίο με προσδοχή θερμότητας, θα επιδιώκουμε την αύξηση της θερμοκρασίας του ρευστού.

Οι λεβητες μπορούμε να πουμε οτι ηταν οι πρωτες μηχανες που ευρυτατα χρησιμοποιοησε ο ανθρωπος για την παραγωγη εργου οπως η ατμομηχανη του Watt κλπ.

Οι λεβητες διακρινονται σε :

- α. Λεβητες Νερου [θερμανσης χωρων]
- β. Λεβητες Ατμου [ατμοπαραγωγης]
- γ. Λεβητες Λαδιου [επεξ/σιας λαδιων]

Απο τους παραπανω μεγαλο ενδιαφερον παρουσιαζουν οι λεβητες θερμανσεων στους οποιους θα αναφερθουμε παρακατω.

Κατάταξη τών λεβήτων θερμάνσεων

ανάλογα με τὸ υλικό :

χυτοσιδηροί λέβητες, χαλύβδινοι λέβητες, λέβητες ἀπὸ εὐγενή χάλυβα

ανάλογα με τὴν πίεση τοῦ λέβητα :

χαμηλῆς πίεσης ($< 0,5$ bar ὑπερπίεση) καὶ λέβητες ὑψηλῆς πίεσης ($> 0,5$ bar)

ανάλογα με τὸ καύσιμο :

λέβητες καύσης κώκ καὶ κάρβουνου, ἀερίου, πετρελαίου, ηλεκτρικοὶ λέβητες

ανάλογα με τὸ μέγεθος :

μικροὶ λέβητες ὡς περίπου 50 kW
μεσαῖοι λέβητες 50...500 kW
μεγάλοι λέβητες > 500 kW

ανάλογα με τὸν φορέα θερμότητας :

λέβητες θερμοῦ νεροῦ γιὰ θερμοκρασίες ὡς 110°C
λέβητες καυτοῦ νεροῦ γιὰ θερμοκρασίες $> 110^{\circ}\text{C}$
ἀτμολέβητες γιὰ ἀτμὸ χαμηλῆς καὶ ὑψηλῆς πίεσης
λέβητες ἀνακυκλοφορίας λαδιοῦ

ανάλογα με τὴν διαδρομὴ τῶν καυσσείων :

στά στερεὰ καύσιμα καύση διέλευσης καὶ κάτω καύση
στὴν καύση πετρελαίου καὶ ἀερίου : διπλῆς διαδρομῆς, τριπλῆς διαδρομῆς, μερικὸ ρεῦμα, ρεῦμα ἀνιστροφῆς καὶ συνδυασμοὶ

ανάλογα με τὴν πίεση στὸν χῶρο καύσης :

λέβητες φυσικοῦ ἔλκυσμοῦ καὶ λέβητες ὑπερπίεσης

ανάλογα με τὸν τρόπο τῆς παρασκευῆς τοῦ νεροῦ χρήσης :

λέβητες με ἐναποθηκευτὴ καὶ λέβητες με θερμαντήρα διόδου

ανάλογα με τὸν ἀριθμὸ τῶν καυσίμων :

εἰδικοὶ λέβητες γιὰ κώκ, πετρέλαιο, ἀέριο ἢ ηλεκτρικὸ ρεῦμα
λέβητες ἐναλλακτικῆς καύσης ὅπου ἀπαιτεῖται μία ὀρισμένη τροποποίηση, γιὰ τὴν λειτουργία με ἄλλα καύσιμα
λέβητες ἐναλλασσόμενης καύσης με 1 ἢ 2 χῶρους καύσης, στοὺς ὁποίους δὲν ἀπαιτεῖται καμία μετατροπὴ
λέβητες διπλῆς καύσης, ὅπου μποροῦν νὰ καίγονται συγχρόνως δύο καύσιμα

ανάλογα με τὸ εἶδος τῶν θερμαντικῶν ἐπιφανειῶν :

λέβητες στοιχείων, λέβητες με ἐγκάρσιους βραστήρες, λέβητες φλογαυλῶν, λέβητες ἀκτινοβολίας, λέβητες διπλῆς καὶ λέβητες τριπλῆς διαδρομῆς κ.ά.

ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΟΙ ΛΕΒΗΤΕΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΛΕΒΗΤΕΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ ΓΙΑ ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

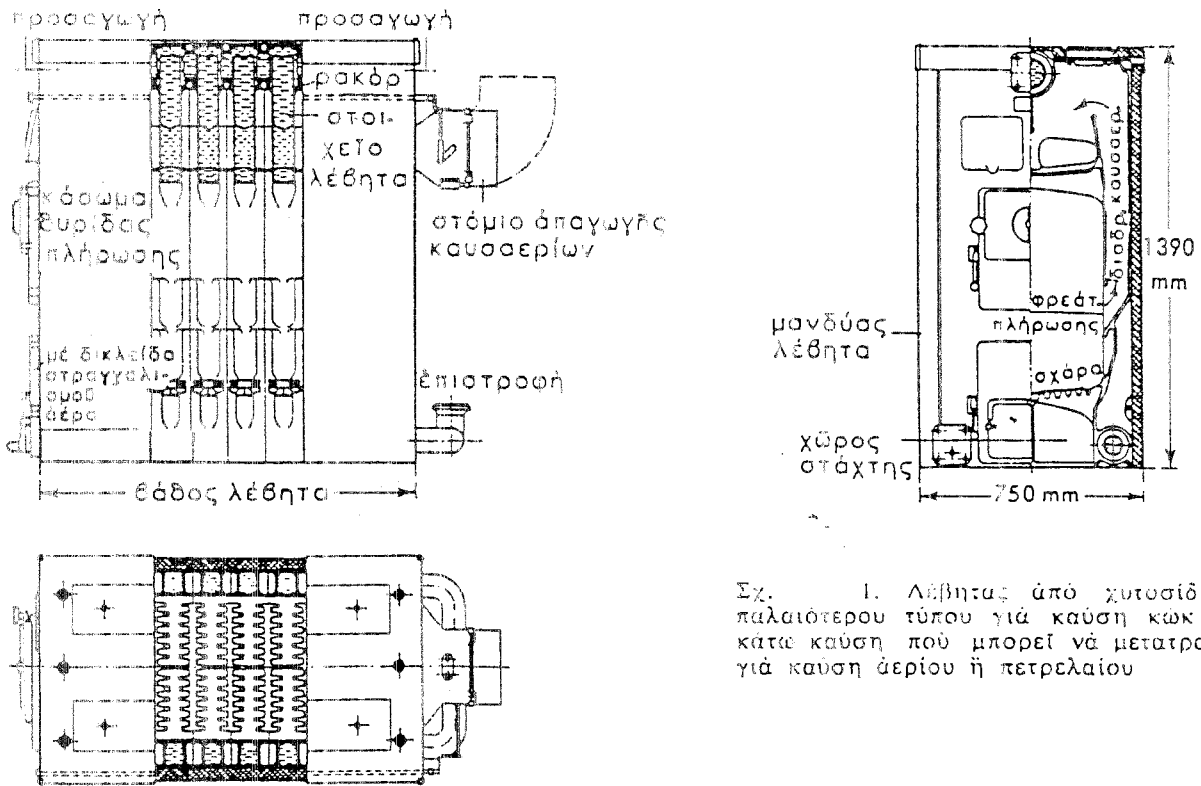
Γενικά

Σε μικρές και μέτριες εγκαταστάσεις θερμάνσεων μέχρι περίπου 600 kW ισχύ λέβητα, χρησιμοποιούντο παλιότερα στην Δυτ. Γερμανία κυρίως χυτοσιδηροί λέβητες στοιχείων, με στερεά καύσιμα για την παραγωγή θερμότητας. Οί πρώτοι λέβητες αυτού του τύπου κατασκευάστηκαν το 1892 από τον Στρέμπελ (Stiebel). Αποτελούνται από έναν μικρό ή μεγάλο αριθμό χυτοσιδηρών όμοιων μεταξύ τους ενδιάμεσων στοιχείων, που με την συναρμολόγησή τους και την προσθήκη ενός εμπρόσθιου και ενός τερματικού στοιχείου δημιουργούνται λέβητες θερμάνσεων διάφορων μεγεθών (Σχ. 1 και 2).

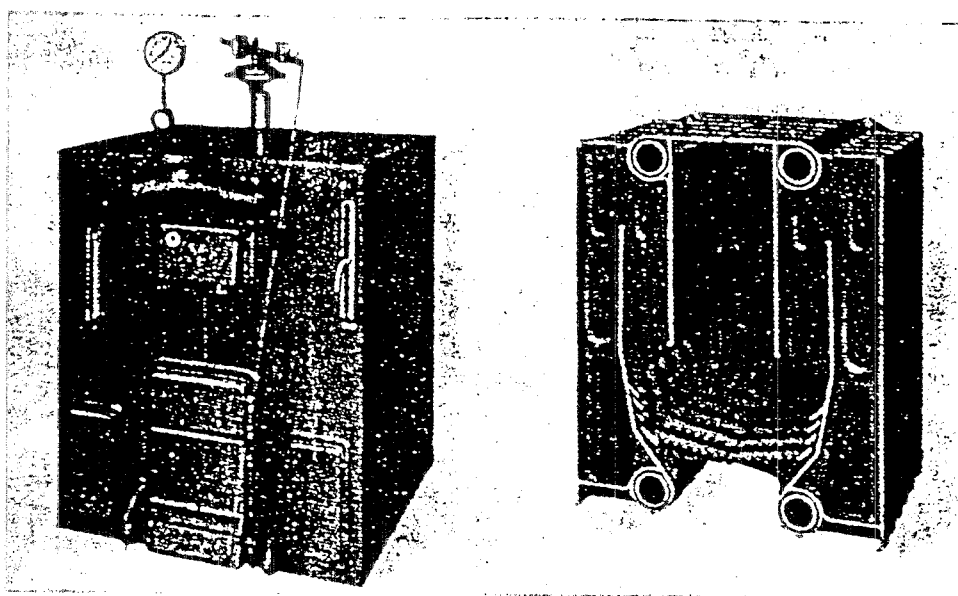
Προτερήματα των λέβητων :

- φτηνοί εξαιτίας της κατασκευής σε σειρά,
- συνεχής λειτουργία με απλό χειρισμό ακόμη και από άνεκπαιδευτα άτομα
- μεγάλη ασφάλεια λειτουργίας, μικρός κίνδυνος διάβρωσης,
- εύκολη μεγέθυνση της ισχύος του λέβητα με την προσθήκη και άλλων στοιχείων.

Τα μεμονωμένα στοιχεία είναι σώματα έσωτερικά κενά, που στην έσωτερική τους πλευρά βρίσκεται το νερό θέρμανσης ή ο ατμός, ενώ κατά μήκος της έξωτερικής πλευράς περνούν τὰ καυσαέρια. Κατά την τοποθέτησή τους στην σειρά δημιουργούνται ή σχάρα που εκτείνεται σ' όλο το μήκος του λέβητα, τὸ φρεάτιο πλήρωσης για νὰ δεχτεί τὸ καύσιμο, οί διαδρομές των καυσαερίων, τὸ κανάλι συμβολῆς τῶν καυσαερίων καί ἡ σταχτολεκάνη. Τὸ μπροστινὸ στοιχείο περιέχει τὴ θυ-



Σχ. 1. Λέβητας από χυτοσίδηρο παλαιότερου τύπου για καύση κωκ με κάτω καύση που μπορεί να μετατραπεί για καύση αερίου ή πετρελαίου



Είς. 2. Λέβητας στοιχείων από χυτοσίδηρο παλαιότερου τύπου για καύση κώκ, λέβητας μέγεθους για κάτω καύση, ατμό χαμηλής πίεσης, υδρόσυκτη σχάρα, Άριστερά: μπροστινή όψη, δεξιά: εσωτερική όψη

ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΙ ΛΕΒΗΤΕΣ ΚΑΙ ΛΕΒΗΤΕΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗΣ ΚΑΥΣΗΣ

Γενικά

Χαλύβδινοι λέβητες κατασκευάζονται ήδη πριν αρκετό χρόνο από ένα μεγάλο αριθμό κατασκευαστών, οι ονομαζόμενοι λέβητες εγκάρσιου βρασιού και δακτυλιοαρθροί λέβητες. Όμως παλαιότερα χρησιμοποιούντουσαν κυρίως οι λέβητες αυτοί σε βιοτεχνίες, ιδιαίτερα στην παραγωγή και όπου χρειαζόταν ατμός υψηλότερης τάσης. Κατασκευάζονται ακόμη και σήμερα και βελτιώνονται πολύπλευρα, άλλ' όμως σε περιορισμένη έκταση.

Πέρα απ' αυτό έχουν εμφανιστεί τα τελευταία χρόνια πολυάριθμες νέες κατασκευές στην αγορά. Σ' αυτές παρατηρείται μία λίγο ή πολύ ριζική παρέκκλιση από τους τύπους που χρησιμοποιούνταν μέχρι τώρα. Η εξέλιξη αυτή προκλήθηκε αφ' ενός από την εισχώρηση της ανταγωνιστικής καύσης πετρελαίου και αερίου με τα αναμφισβήτητα προτερήματά τους, αφ' έτερου εξαιτίας της εξάπλωσης των θερμάνσεων θερμού νερού και των υψηλών κτιρίων, όπου και στις δύο περιπτώσεις απαιτούνται λέβητες υψηλών θερμοκρασιών ή υψηλών πιέσεων.

Σ' αυτό προστίθεται ακόμη το ότι, για την κατασκευή μεγάλων κέντρων θέρμανσης απαιτούνται όλο και μεγαλύτεροι λέβητες με όσο το δυνατό μικρότερες απαιτήσεις σε εξυπηρέτηση. Ανύψωση της ειδικής ισχύος του λέβητα από 10 μέχρι 50 περίπου kW/m² και περισσότερο.

Προτερήματα των χαλύβδινων λεβήτων :

- Μεγάλη απάθεια στην έλλειψη νερού, τον λεβητόλιθο και το κρύο νερό
- Μικρότερο βάρος
- Δυνατότητα επίσκεψης με συγκόλληση
- Καταλληλότητα για υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες
- Μεγαλύτερη φόρτιση θερμαντικής επιφάνειας
- Μεγαλύτερες δυνατότητες διαμόρφωσης στην κατασκευή
- Μεγαλύτερη ισχύς σε κάθε μονάδα, μέχρι περ. 15 MW και περισσότερο.

Μειονεκτήματα :

Μεγαλύτερος κίνδυνος διάβρωσης

Καμία δυνατότητα μεγέθυνσης του λέβητα με συμπληρωματικά στοιχεία
Δυσκολίες μεταφορᾶς για μεγάλες μονάδες.

Έκτός απ' αυτούς τους καινούργιους λέβητες, εμφανίζονται βέβαια σε μεγάλες εγκαταστάσεις θερμάνσεων και οι λέβητες φλογοσωλήνων που έχουν εξελιχθεί σε λέβητες φλογοσωλήνων και αεριαίων ή για ακόμη μεγαλύτερες ισχύες, οι λέβητες ύψους πίεσης που έχουν αναπτυχθεί για την κατασκευή εργοστασίων παραγωγής ενέργειας, που απαιτούν όμως ένα ιδιαίτερο λεβητοστάσιο.

Ένα μέρος των κατασκευαστών χαλύβδινων λεβήτων έχει οργανωθεί στον «σύλλογο κατασκευαστών χαλύβδινων λεβήτων», που μεταξύ άλλων εισηγάγε και ένα έμβλημα ποιότητας για χαλύβδινους λέβητες. Οι σημαντικότερες προδιαγραφές των όρων ποιότητας αναφέρονται σε υλικά, την συγκόλληση, τον έλεγχο της ΤΥΝ (Όμιλοι τεχνικών επιβλέψεων), κατασκευαστικά χαρακτηριστικά, βαθμό απόδοσης, περιεκτικότητα σε CO₂ και άλλα.

Την σημερινή κατάσταση σε προδιαγραφές για την τεχνική ασφάλεια και τα υλικά, την κατασκευή, τους υπολογισμούς κτλ. καθώς και την λειτουργία, βλέπε στους «Τεχνικούς κανονισμούς για ατμολέβητες» (TRD) που έχουν συνταχθεί από την DDA (Γερμανική επιτροπή ατμολεβήτων και πιεστικών δοχείων) 1964 ff¹⁾. Υλικά, κυρίως χαλυβοελάσματα St 37,2 περίπου 4...6 mm πάχος, πολλές φορές ακόμη και χάλυβες με προσμίξεις.

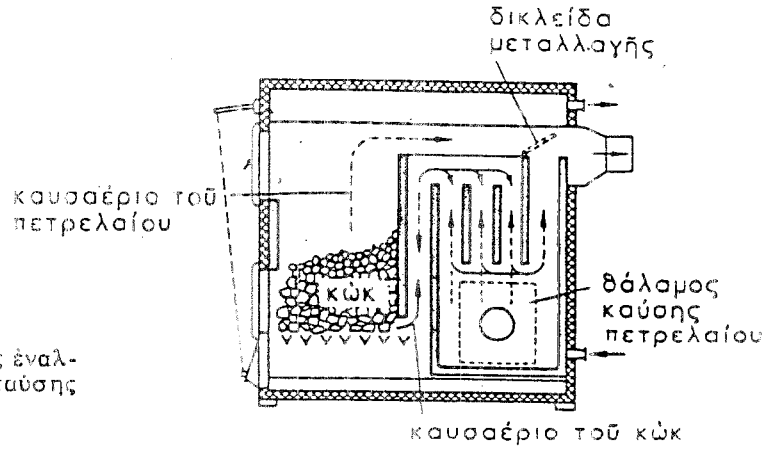
Τύποι κατασκευής

Μικροί και μετρίου μεγέθους χαλύβδινι λέβητες

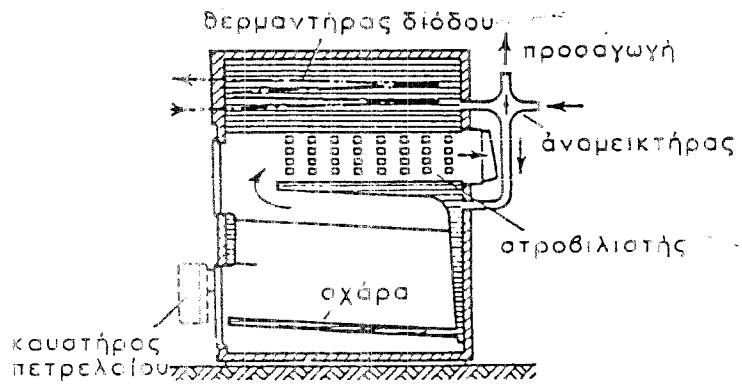
Χαλύβδινι λέβητες λειτουργούν κυρίως με την μέθοδο της καύσης διέλευσης και μοιάζουν με τις σιδερένιες θερμάστρες με πάνω καύση. Στο πάνω μέρος του φλογοθαλάμου υπάρχουν σωλήνες που από μέσα περνάει νερό ή κανάλια σε διάταξη πλάγια, οριζόντια ή κατακόρυφα.

Στους ορθογωνικούς λέβητες που συγκολλούνται από χαλύβδινες πλάκες με φρεάτιο πλήρωσης σύμφωνα με το Σχήμα 3 είναι διατεταγμένες πίσω από τον χώρο καύσης περισσότερες κατακόρυφες διαδρομές, που μέσα απ' αυτές περνάνε τα θερμαντικά αέρια. Ο λέβητας έχει δύο χωρισμένους χώρους καύσης για κόκ ή τετρέλαιο ή αέριο. Για την μετατροπή της καύσης πρέπει να μετακινηθεί μία δικλείδα στην έξοδο των καυσαερίων.

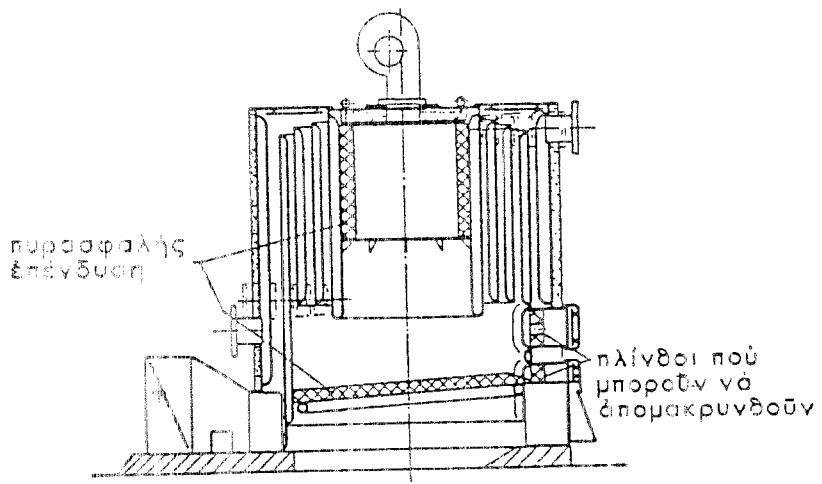
Πάρα πολλοί λέβητες κατασκευάζονται παρόμοια με αυτούς στο Σχήμα 4 σε στρογγυλό ή ορθογωνικό τύπο κατασκευής. Οι μεταθερμαντικές επιφάνειες είναι εδώ διατεταγμένες πάνω από τον χώρο καύσης και αποτελούνται από σωλήνες, κανάλια, έσωτερικά κενά πτερίγια κτλ. Για την ανύψωση της ισχύος υπάρχουν διατάξεις με πτερίγια, με έκκεντρα και άλλες διατάξεις που μεγαλώνουν τον στροβιλισμό. Η πάνω καύση έχει μικρή απαίτηση έλκυσμού. Η ειδική ισχύς περίπου 12 ως 25 kW/m². Στο πάνω μέρος του λέβητα υπάρχει συχνά ένας παρασκευαστήρας νερού χρήσης (θερμαντήρας διόδου ή θερμοσίφωνας).



Σχ. 13 Χαλύβδινος λέβητας εναλλακτικής καύσης με 2 θάλαμους καύσης (Röhrenwerk)



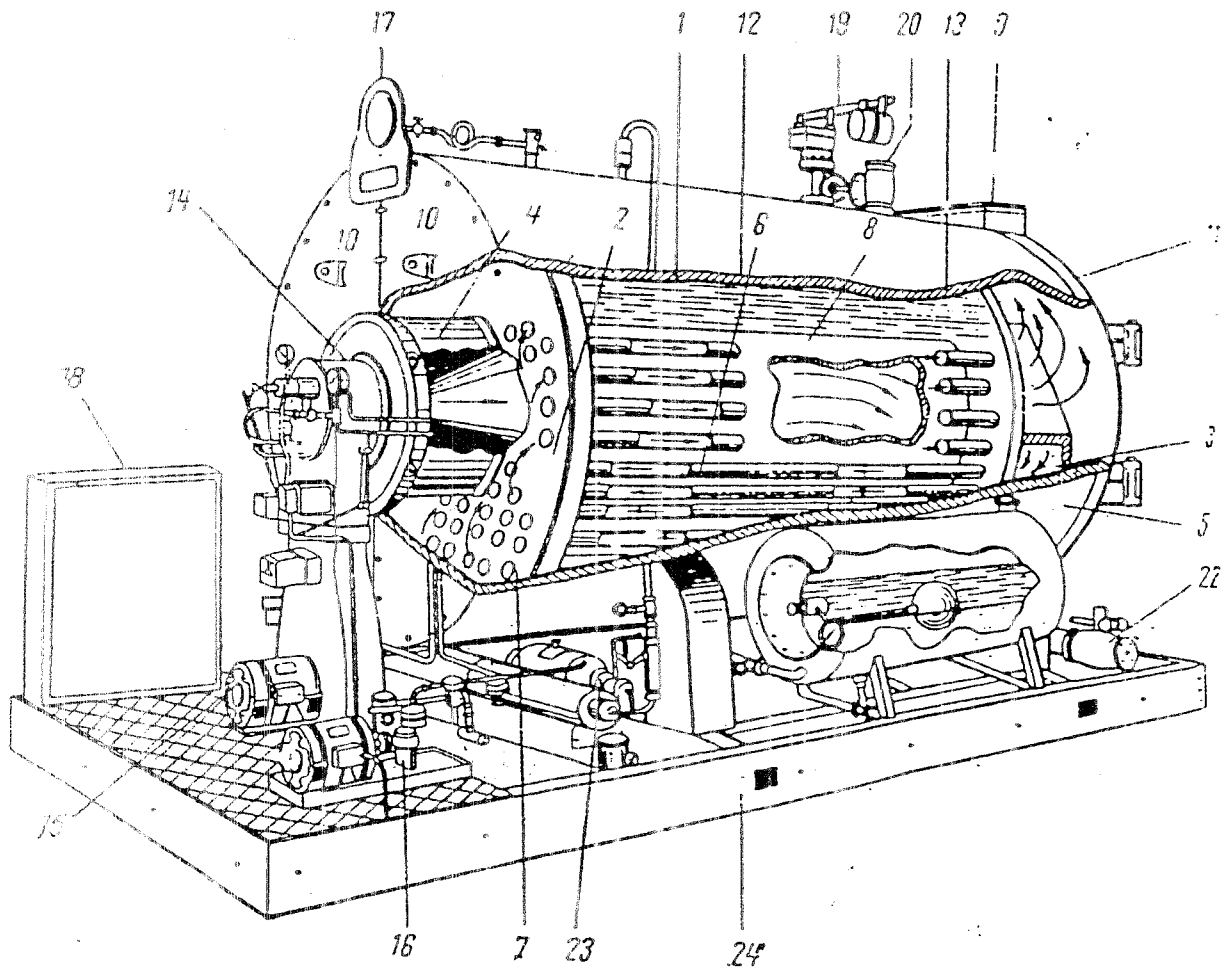
Σχ. 14 Ορθογωνικός χαλύβδινος λέβητας με υδροψυκτη σάκαρα - λέβητας εναλλακτικής καύσης (Viessman DUO-D - λέβητας εναλλακτικής καύσης)



Σχ. 15 Λέβητας δακτυλοειδών στοιχείων με πάνω τοποθέτηση καυστήρα, επίσης μπορεί να παραδοθεί σαν λέβητας συνδυασμών για καύση ξύλου/καύση πετρελαίου

Οἱ χαλύβδινοι λέβητες κατασκευάζονται διὰ συγκολλήσεως διαμορφωμένων ἐλασμάτων καὶ συνήθως παραδίδονται εἰς ἔτοιμα ἐνιαία τεμάχια. Μεγαλύτερες μονάδες χαλύβδινων λεβήτων παραδίδονται εἰς τεμάχια τὰ ὅποια συγκολλοῦνται ἐντὸς τοῦ λεβητοστασίου.

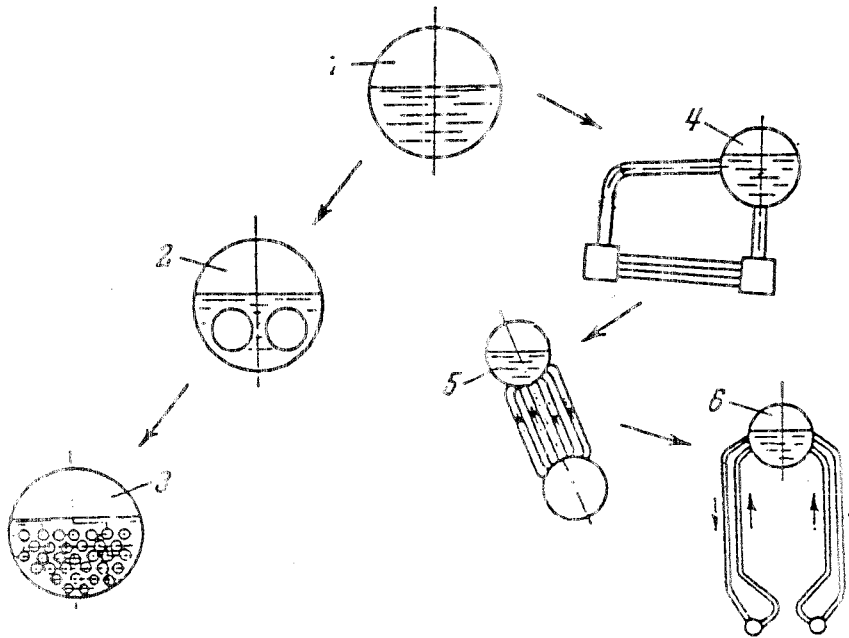
Ἀναλόγως τῆς πορείας τῶν καυσαερίων, οἱ χαλύβδινοι λέβητες, διακρίνονται εἰς ἀεριαυλωτοὺς καὶ ὑδραυλωτοὺς. Ἐάν δηλαδή διὰ τῶν αὐλῶν (σωλήνων) διέρχονται τὰ καυσαέρια καὶ τὸ πρὸς θέρμανσιν ὕδωρ περιβάλλει τοὺς αὐλοὺς πρόκειται περὶ ἀεριαυλωτῶν λεβήτων. Ἐάν διὰ τῶν αὐλῶν διέρχεται τὸ πρὸς θέρμανσιν ὕδωρ καὶ τὰ καυσαέρια περιβάλλουν τοὺς αὐλοὺς ἔχομεν ὑδραυλωτοὺς λέβητας.



Σχῆμα 6 Ἀεριαυλωτὸς λέβης ὕδατος

- | | |
|--|---|
| 1. Ὑδροθάλαμος | 13. Ἐλασμα τοιγώματος ὕδροθαλάμου |
| 2. Τύμπανον στερεώσεως ἀεριαυλῶν | 14. Καυστήρ |
| 3. Εἴσοδος ἀέρος | 15, 16. Ἀντλίες καυσίμου |
| 4. Τοίχωμα φλογοθαλάμου | 17. Ἐνδείξεις πίεσεως |
| 5. Μόνωσις | 18. Ἡλεκτρικὸς πίναξ |
| 6, 7. Ἀεριαυλοὶ προθερμάνσεως ἀέρος καύσεως | 19. Μηχανισμὸς ἀσφαλείας ἔναντι ὑπερπίεσεως |
| 8. Φλογοθάλαμος | 20. Ἀναχώσεις θερμοῦ ὕδατος |
| 9. Ἀπαγωγή καπναερίων | 22. Ἐπιστροφή ὕδατος |
| 10 καὶ 11. Πρόσθιον καὶ ὀπίσθιον μονωμένον τοίχωμα τοῦ λέβητος | 23. Ἀντλία ὕδατος |
| 12. Μόνωσις ὕδροθαλάμου | 24. Βάσις λέβητος |

Βασικόν επίσης στοιχείον ενός λέβητος αποτελεί ή κατασκευαστική δι-
αμόρφωσις τοῦ ὑδροθαλάμου. Εἰς τήν περίπτωσιν π.χ. λέβητων ἀτμοῦ (σχῆμα
7) ὑπάρχει μεγάλη ποικιλία κατασκευαστικῶν διαμορφώσεων.



Σχῆμα 7. Κατασκευαστική διαμόρφωσις διαφόρων τύπων ὑδροθαλάμων, λέβητων ἀτμοῦ.
1. Κυλινδρικός ὑδροθάλαμος (θέρμανσις ἐξωτερική)
2. Κυλινδρικός ὑδροθάλαμος μετὰ ζεύγους φλογοθαλάμων
3. Κυλινδρικός ὑδροθάλαμος μέ φερισυλούς
4. Ὑδροθάλαμος μέ ὑδραυλοὺς εἰς τόν φλογοθάλαμον. Τό θερμαινόμενον ὕδωρ,
διὰ φυσικῆς κυκλοφορίας, συγκεντρῶται εἰς τόν ὑδροθάλαμον.
5. Διπλοῦς ὑδροθάλαμος μέ σύνδεσιν δι' ὑδραυλῶν
6. Ὑδροθάλαμος δι' ὑδραυλῶν οἱ ὅποιοι περιβάλλουν τόν φλογοθάλαμον καί κα-
ταλήγουσιν εἰς τό τύμπανον συγκεντρώσεως τοῦ ἀτμοῦ.

Χαρακτηριστικά μεγέθη τῶν λέβητων

Διά τόν χαρακτηρισμόν ενός λέβητος ἀπαιτεῖται ἓνα σύνολον πληροφο-
ριῶν, ὅπως:

● Ὁ χαρακτηρισμός τοῦ τύπου τοῦ λέβητος (κατασκευαστής καί στρι-
χεῖα γενικῆς διατάξεως αὐτοῦ).

● Ἡ θερμαινόμενη ἐπιφάνεια αὐτοῦ ἢ ἡ θερμική του ἰσχύς. Ὡς θερ-
μαινόμενη ἐπιφάνεια τοῦ λέβητος θεωρεῖται τό σύνολον τῶν μεταλλικῶν τμη-
μάτων αὐτοῦ τά ὅποια ἔρχονται εἰς ἄμεσον ἐπαφήν μέ τὰ καυσαέρια ἢ τὰς
φλόγας.

Ἐπί τῆς βάσει τῆς θερμαινόμενης ἐπιφανείας οἱ λέβητες διακρίνονται
εἰς μικροῦς (μέχρι 5 m^2), μέσους λέβητες (5 ἕως 20 m^2) καί μεγάλους (20 ἕ-
ως 80 m^2). Ἡ εἰδική φόρτισις τῶν λέβητων K (εἰς Kcal/m^2) ὀρίζεται ἀπό
τόν Πίνακα 1.

ΠΙΝΑΞ 1. ΕΙΔΙΚΗ ΦΟΡΤΙΣΙΣ (Κ) ΛΕΒΗΤΩΝ ΥΔΑΤΟΣ

ΕΙΔΟΣ ΛΕΒΗΤΟΣ	Θερμαιο- μένη επι- φάνεια λέ- βητος F (είς m ²)	Ειδική φόρτισις Κ	
		Καύσις άνθρακος	Καύσις πετρελαίου
I. Χυτοσίδηροι λέβητες (λυόμενοι)			
Μικροί	1,6 + 5	10.000	12.000
Μεσαίοι	5 + 15	9.000	10.000
Μεγάλοι	15 + 40	8.000	8.000
II. Χαλύβδινοι λέβητες (αύλωτοι)			
Μεσαίοι	3 + 50	10.000	12.000
Μεγάλοι	50 + 100	9.000	11.000
Πολύ μεγάλοι	100 και άνω	8.000	10.000

● Ο όγκος του θαλάμου καύσεως (άφορα κυρίως τους λέβητας υγρών, αερίων ή κονιοποιημένων καυσίμων).

● Ο όγκος του ύδροθαλάμου και ο όγκος του ατμοθαλάμου προκειμένου περί λεβητών ατμού.

● Το μέγεθος της έσχάρας και ή ειδική φόρτισις αυτής (είς Kg/m² .h) προκειμένου περί λεβητών στερεών καυσίμων.

● Η ειδική φόρτισις του θαλάμου καύσεως (είς Kcal/m .h), ήτοι τό ανά ώραn αποδιδόμενον (λόγω κίνησης) ποσόν θερμότητας.

● Ειδική ατμοποίησης (διά λέβητας ατμού) είναι ή ώραίως παραγομένη ποσότης ατμού ανά μονάδα θερμομενής επιφανείας και ώραn (είς Kg/m².h)

● Η ποιότης ατμού ή όποια χαρακτηρίζει τό είδος του ατμού (κεκομμεσμένος ή υπέρθερμος) και την θερμοκρασίαν και πλείσιν αυτού.

Κριτήρια έπιλογής ενός λέβητος

Έπί τη βάσει των άνωτέρω τά στοιχεία (κριτήρια) έπιλογής ενός λέβητος, διά μιαν συγκεκριμένην έγκατάστασιν κεντρικής θερμάνσεως θά είναι:

① Η θερμική ισχύς αυτού, δηλαδή τό ποσόν της θερμότητας τό όποιον δύναται να αποδώση ώραίως ο λέβης υπό πλήρες φορτίον (Kcal/h).

② Ο βαθμός αποδόσεως αυτού. Έάν δηλαδή ποσόν θερμότητος Q_K αποδοθῆ από την καύσιν ποσότητος καυσίμου και έκ του ποσού τούτου παραληφθῆ παρά του ύδατος ποσόν Q_υ, θά θεωρηθῆ βαθμός αποδόσεως:

$$\eta = 100 \frac{Q_{\text{υ}}}{Q_{\text{κ}}} \quad (\%)$$

Ο βαθμός αποδόσεως συνήθων λεβητών κυμαίνεται από 85 έως 90%. Ο βαθμός αποδόσεως του λέβητος βελτιούται μέ την καλήν καύσιν, διαδρομή καυσαερίων, έντονον κυκλοφορίαν του θερμοινομένου ύδατος και μικρές άπώλειες της ακτινοβολίας.

③ Η ασφάλεια λειτουργίας αυτού. Η ασφάλεια λειτουργίας έξαρτάται από την ποιοτικήν στάθμην της κατασκευής του λέβητος και την έπιλογήν και τοποθέτησιν των καταλλήλων όργάνων και μηχανισμών ασφαλείας.

④ Τό κόστος και τά έν γενει οίκονομικά δεδομένα.

3 ΛΕΒΗΤΕΣ ΚΑΥΣΗΣ ΑΕΡΙΟΥ ΜΕ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΟΥΣ ΚΑΥΣΤΗΡΕΣ

Γενικά

Η χρησιμοποίηση του αερίου σαν καύσιμο έχει σημαντικά προτερήματα :

Μεγάλη καθαριότητα και άνεση καύσης χωρίς κάπνα.

Έξοικονόμηση χώρου εξαιτίας της απουσίας της υπόγειας αποθήκης κάρβουνου, ή της δεξαμενής πετρελαίου.

Συνεχής και γρήγορη έτοιμότητα.

Εύκολη, έντελως αυτόματη ρύθμιση θερμοκρασίας.

Άπλος έλεγχος κατανάλωσης θερμότητας.

Δυνατότητα συνεχούς λήψης καυσίμου από σωληνώσεις.

Έξοφληση καυσίμου μετά την κατανάλωση, καμία αποθήκευση.

Μικρά έξοδα απόκτησης του λέβητα.

Καθαρά καυσαέρια.

Με ανερχόμενη προσφορά φωταερίου και ευνοϊκές ταρίφες της εταιρείας προμήθειας αερίου, θα αποκτήσουν και οι λέβητες καύσης αερίου χωρίς αμφιβολία μεγαλύτερη σημασία. Συχνά είναι, σε μία σύγκριση των εξόδων λειτουργίας, το επιπλέον κόστος τόσο μικρό, ώστε πολλοί καταναλωτές εξαιτίας των διαφόρων προτερημάτων να προτιμούν την θέρμανση με αέριο. Πολλοί λέβητες παράγονται γι' αυτό το σκοπό σαν λέβητες μεταλλαγής ή εναλλακτικής καύσης, βλ. Σχήμα Πρέπει να ληφθούν υπόψη :

TRGI 1972, εκδόθηκε από την DVGW (Τεχνικοί κανόνες για εγκαταστάσεις αερίου).

DIN 4756. Καύση αερίου σε εγκαταστάσεις θέρμανσης. Διάταξη και κατασκευή (σχέδιο . . .)

DIN 4788. Καυστήρες αερίου :

Φύλλο 1 (σχέδιο . . .) χωρίς φυσητήρα

Φύλλο 2 (σχέδιο . . .) με φυσητήρα

Φύλλο 3 (σχέδιο . . .) με επιτήρηση της φλόγας.

DIN 3258. Ασφάλειες ανάφλεξης για συσκευές αερίου και διατάξεις καύσης, Φύλλο 1 (Φεβρ. 1971). Φύλλο 2 (σχέδιο . . .).

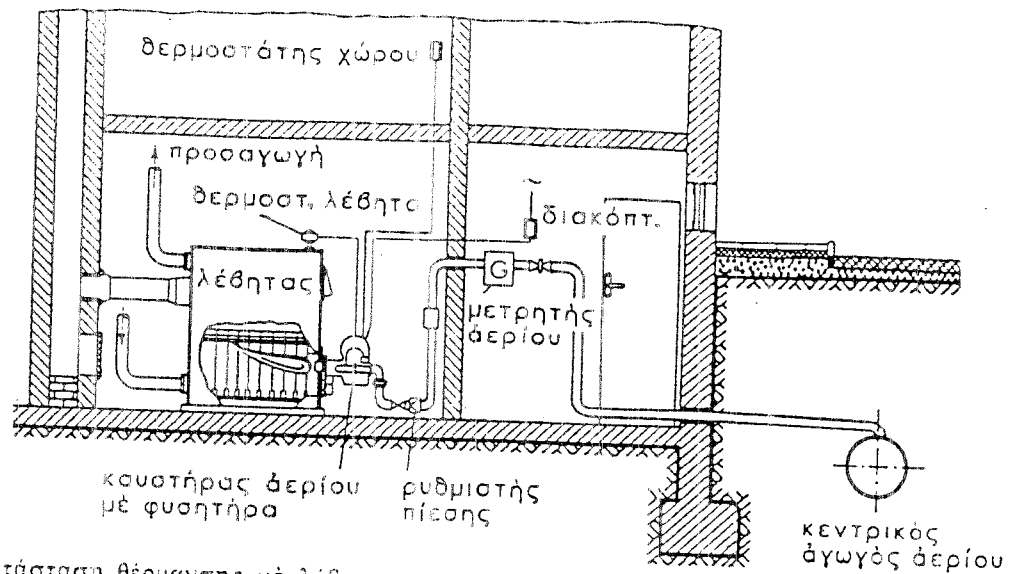
DIN 3362 Φύλλο 1 (σχέδιο . . .) : Διατάξεις κατανάλωσης καυσίμου με καυστήρες χωρίς φυσητήρα.

DVGW - έντυπο G 645. Ύδροθερμαντήρες ανακυκλοφορίας — καύσης αερίου. Αύγ. 1965. Αντικαταστάθηκε από το DIN 4751, φύλλο 3, σχέδιο 9.1971.

DIN 4702 φύλλο 3. Λέβητας αερίου με καυστήρες χωρίς φυσητήρα (σχέδιο . . .) με αναλυτικές προδιαγραφές σχετικά με υλικά, εξοπλισμό, στεγανότητα, έλεγχο κ.ά.

Υπάρχουν 2 τύποι κατασκευής καυστήρων αερίου : οι ατμοσφαιρικοί καυστήρες (καυστήρες φυσικού έλκυσμού) και καυστήρες φυσητήρα. Παρακάτω περιγράφονται κυρίως οι λέβητες για τον πρώτο τύπο κατασκευής.

Όλική διάταξη μίας εγκατάστασης θέρμανσης αερίου βλ. Σχ. 8 Όλες οι διατάξεις της καύσης αερίου απαιτούν την έγκριση της αρμόδιας υπηρεσίας επίβλεψης οικοδομικών έργων και της αρμόδιας επιχείρησης τροφοδοσίας αερίου :



Σχ. Β Έγκατάσταση θέρμανσης με λέβητα καύσης αερίου

Κατάταξη

ανάλογα με το μέγεθος :

- μικροί λέβητες (λέβητες θέρμανσης αερίου για κατοικίες) μέχρι περίπου 50 kW
- μέσοι λέβητες (ειδικοί λέβητες καύσης αερίου) από περίπου 50 ως 500 kW
- μεγάλοι λέβητες πάνω από 500 kW

ανάλογα με τον τύπο κατασκευής :

λέβητες καύσης κόκκ, με καυστήρες καύσης αερίου, ειδικοί λέβητες καύσης αερίου, υδροθερμαντήρες ανακυκλοφορίας καύσης αερίου

λέβητες με παρασκευαστήρα νερού χρήσης ή χωρίς παρασκευαστήρα,

ανάλογα με το υλικό κατασκευής :

ανάλογα με τον αριθμό των αερίων :

λέβητες καύσης ενός αερίου, πολλών αερίων, και λέβητες για όλα τα αέρια

ανάλογα με το είδος του αερίου :

φωταέριο ή μακρονό αέριο. Φυσικά αέρια, υγραέρια (S, N και F)

ανάλογα με τον τρόπο έλκυσμού :

λέβητες με ατμοσφαιρικούς καυστήρες (φυσικός έλκυσμός), λέβητες με φουστήρες αερίου για φυσικό έλκυσμό ή υπερέπωση

ανάλογα με τον φορέα θερμότητας :

λέβητες θερμοῦ νεροῦ, καυτοῦ νεροῦ και ατμολέβητες

ανάλογα με την πίεση του αερίου :

λέβητες για αέριο ὑψηλῆς πίεσης και αέριο χαμηλῆς πίεσης

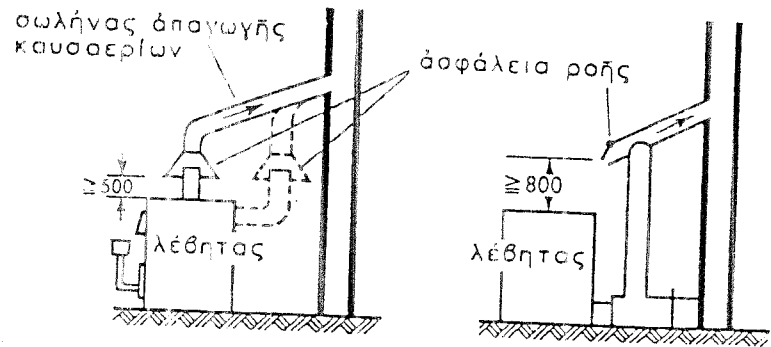
ανάλογα με τον τύπο κατασκευῆς του καυστήρα :

καυστήρες φωτεινῆς φλόγας, καυστήρες χωρίς φωτεινῆ φλόγα (καυστήρες μπουίζεν, καυστήρες ἐγχυτήρα), καυστήρες με φουστήρα αερίου.

Τύποι κατασκευῆ.

Λέβητες ὅπου μποροῦν νὰ ἐνσωματωθοῦν καυστήρες αερίου

Ἡ ἀνερχόμενη προσφορά σὲ φυσικὰ ἀέρια καὶ τὰ προτερήματα τῆς θέρμανσης μὲ ἀέριο, ὁδήγησαν στὸ νὰ μετατρέπονται ὅλο καὶ περισσότεροι λέβητες καύσης κῶκ σὲ λειτουργία μὲ ἀέριο. Σὲ μικροὺς λέβητες μέχρι περίπου 100 kW χρησιμοποιούνται ἐξαιτίας τῆς ἀπλῆς κατασκευῆς καὶ τῆς χαμηλῆς στάθμης θορύβων κυρίως ἀτμοσφαιρικοὶ καυστήρες πρὸς ἐγκαθίσταται στὸν λέβητα· σὲ μεγάλους λέβητες, ἰδιαίτερα σὲ λειτουργία ὑπερπίεσης, καυστήρες ἀερίου μὲ φουσητήρα.



Σχ. 9 Διατάξεις ἀσφάλειας ροῆς σὲ λέβητες καύσης ἀερίου. Ἀριστερά: πάνω ἀπαγωγή καυσαερίων, δεξιά: κάτω ἀπαγωγή καυσαερίων

Οἱ ἀτμοσφαιρικοὶ καυστήρες πρὸς ἀποτελοῦνται ἀπὸ σωλῆνες μὲ πολυάριθμες μεμονωμένες φλόγες, εἶναι ἀπλοὶ, ἀσφαλῆς στὴν λειτουργία, φτηνοὶ καὶ φτωχοὶ σὲ θόρυβους. Ἡ ἐγκατάστασή τους γίνεται κάτω ἢ πάνω ἀπὸ τὴν σχάρα καὶ ἀπαιτεῖ ἀπὸ τὸν λέβητα τὶς ἀκόλουθες τροποποιήσεις:

ἀντικατάσταση τῆς θυρίδας στάχτης μὲ μία θυρίδα καυστήρα, κλεισιμο τῆς σύνδεσης τῆς βάσης τῆς καπνοδόχου μὲ τὴν βάση τοῦ λέβητα,

ἐγκατάσταση ἑνὸς σωλῆνα ἀπαγωγῆς καυσαερίων μὲ ἀσφάλεια ροῆς.

Ὁ φλογοθάλαμος πρέπει νὰ εἶναι ἀνοιχτὸς πρὸς τὰ μπρὸς καὶ κάτω, γιὰ νὰ μπορεῖ νὰ περάσει ὁ ἀέρας καύσης.

Ἡ ἀσφάλεια ροῆς πρὸς σύμφωνα μὲ τὸ DIN 4756 εἶναι ἀπαραίτητη, ἔχει προορισμὸ νὰ κρατῆσει τὸν καυστήρα ἀνέπαφο ἀπὸ τὶς διακυμάνσεις ἐλκυσμοῦ, γιὰτι ἀλλοῶς μπορεῖ νὰ δημιουργηθεῖ μέσα στὸν λέβητα CO καὶ νὰ διαρρεύσει στὸν ὠρο θέρμανσης (Σχ. 9.).

Διατάξεις ἀσφαλείας: Ἡ βαλβίδα ἐλλειψῆς νεροῦ ἐπενεργεῖ διαμέσου τοῦ ἀκροφύσιου Venturi πρὸς περιέχει, ὥστε νὰ ρεῦσει τὸ ἀέριο μόνο πρὸς τὸν καυστήρα, ὅταν λειτουργεῖ ἡ ἀντλία. Ἡ φλόγα ἀνάφλεξης ἀφήνει τὴν βαλβίδα ἀερίου νὰ ἀνοίξει, μόνο ὅταν καίει (θερμοηλεκτρικὴ ἀσφάλεια ἀνάφλεξης). Ὁ ὀριοθέτης τῆς θερμοκρασίας διακόπτει τὴν ἐγκατάσταση σὲ πολὺ ὑψηλὴ θερμοκρασία τοῦ νεροῦ.

Ἴσχυς μέχρι περίπου 30 kW, γιὰ μεγαλύτερες ἰσχύες ἐγκαθίστανται περισσότερες συσκευές. Χρησιμοποιοῦνται ἰδίως γιὰ τὴν θέρμανση τῶν μονοκατοικιῶν καὶ τὴν θέρμανση διαμερισμάτων, καὶ εἶναι συχνὴ ἢ μεταγενέστερη ἐγκατάστασή τους σὲ παλαιὰ σπίτια. Συνήθως οἱ καυστήρες εἶναι πολυκαυστοὶ μὲ τὴν ἀλλαγὴ τῶν ἀκροφυσίων. Ἡ ἐγκατάστασή τους εἶναι ἀπλή, στὸ χῶλ, τὴν κουζίνα ἢ ἀκόμη καὶ σὲ ντουλάπι.

Ὑπάρχουν καὶ συσκευές πρὸς χρησιμοποιοῦνται συγχρόνως γιὰ θέρμανση καὶ παρασκευὴ θερμοῦ νεροῦ χρήσης. Κατὰ τὴν διάρκειά τῆς παρασκευῆς θερμοῦ νεροῦ χρήσης σβῆνει παροδικὰ ἡ θέρμανση. Οἱ συσκευές παραδίδονται πλήρεις, συναρμολογημένες καὶ μὲ καλωδιώσεις, καὶ σὲ ὁμορφοσχήμα. Ἀκόμη μποροῦν νὰ προμηθευτοῦν συσκευές χωρὶς σύνδεση καμινάδας (ὑδροθερμαντήρας ἀνακυκλοφορίας καύσης ἀερίου γιὰ ἐξωτερικὸ τοῖχο), (ὑπάρχει ὁμοῦς κίνδυνος παγώματος).

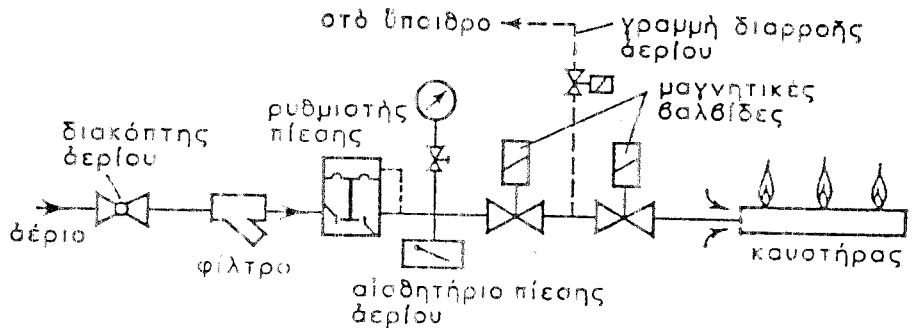
Προτερήματα : Είναι φτηνοί, έχουν μικρό χρόνο αναθέρμανσης και καλή δυνατότητα ρύθμισης, άσημαντη εξυπηρέτηση και καμιά αποθήκευση καυσίμου, ελάχιστες απαιτήσεις χώρου, απλή μέτρηση της κατανάλωσης αερίου, ή μεταγενέστερη εγκατάσταση είναι δυνατή (ανακαίνιση παλαιών κτιρίων). Σχήμα 10

Μειονεκτήματα : Ανάλογα με το τιμολόγιο του αερίου είναι τα έξοδα λειτουργίας περισσότερα ή λιγότερα. Διακύμανση της θερμοκρασίας στους χώρους εξαιτίας της «έντός-έκτός» ρύθμισης.

Διατάξεις ασφαλείας

Όλοι οι λέβητες καύσης αερίου απαιτούν ιδιαίτερες διατάξεις ασφαλείας, για να εμποδίστουν δηλητηριάσεις από την έκρηξη άκαυστου αερίου καθώς και έκρηξεις.

Ιδιαίτερη σημασία έχουν εν τώ μεταξύ οι χρόνοι ασφαλείας, δηλαδή τα χρονικά διαστήματα, που κατά την διάρκειά τους μπορεί να διαφεύγει άκαυστο αέριο. Οι χρόνοι ανέρχονται ανάλογα με την ισχύ του λέβητα για ασφάλεια ανάφλεξης σε 15...30 sec, για αυτοματισμούς ανάφλεξης σε 5...30 sec.



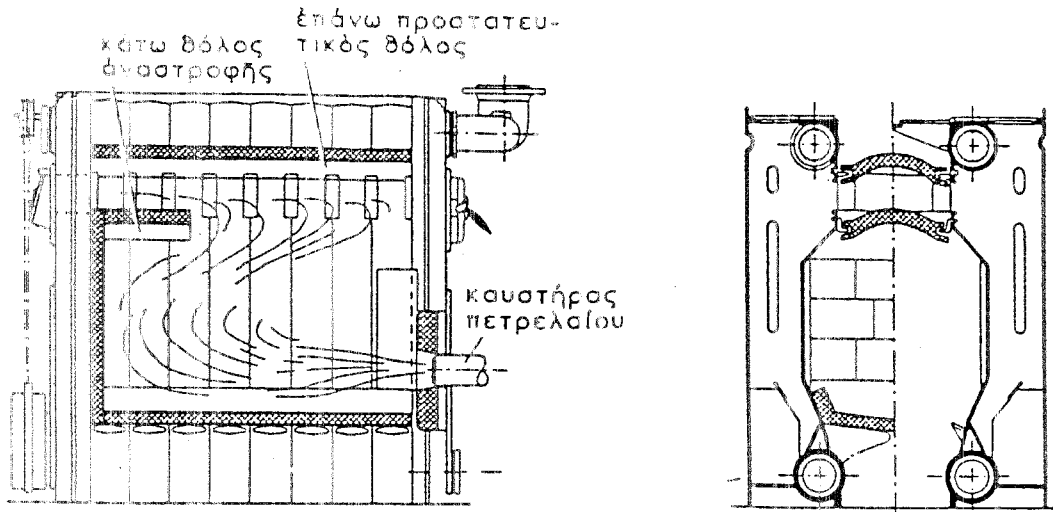
Σχ. 10 Εξοπλισμός των καυστήρων αερίου στην πλευρά του αερίου

Λέβητες μετατρέπομενης και εναλλακτικής καύσης

Οι χυτοσίδηροι λέβητες για κώκ και κάρβουνο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς εξαίρεση για καύση πετρελαίου ή αερίου με τις ακόλουθες μετατροπές :

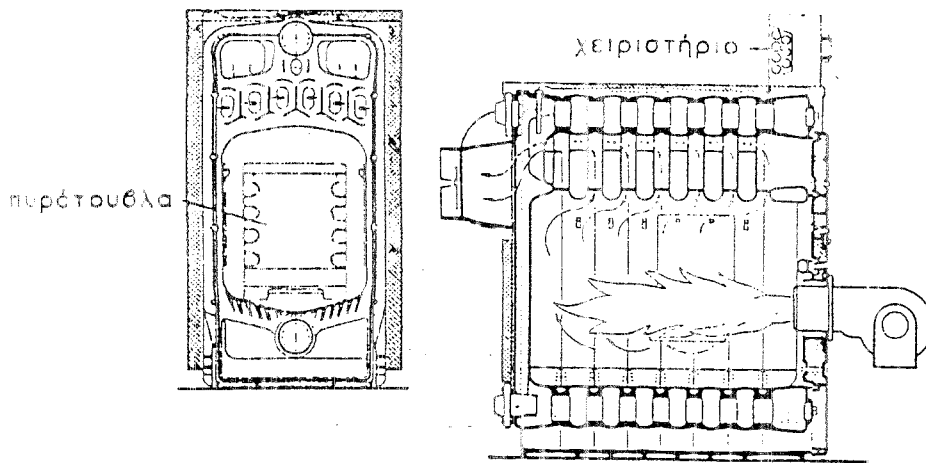
Αντικατάσταση του μπροστινού στοιχείου που έχει την θυρίδα της στάχτης και την διάταξη του τινάγματος της σχάρας, με ένα καινούργιο εμπρόσθιο στοιχείο με πλάκα καυστήρα. Οι νέοι λέβητες κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο, ώστε το εμπρόσθιο στοιχείο να μην χρειάζεται να αλλάξει, αλλά απλώς ο εξοπλισμός (λέβητες μεταλλακτικής καύσης).

Η έσωτερική επένδυση με πυρότουβλα του χώρου καύσης που είναι πολύ μεγάλος για την φλόγα πετρελαίου, καλύπτει την πλάκα του καυστήρα, το όπισθιο τοίχωμα και τα πλευρικά τοιχώματα περίπου μέχρι τη μέση του λέβητα, καθώς και την σχάρα (Σχήμα 11). Έτσι επιτυγχάνεται προστασία του λέβητα από τοπική υπερθέρμανση και ψύξη της φλόγας (δημιουργία αιθάλης). Επίσης πρέπει να δοθεί προσοχή στην σωστή οδευση των καυσαερίων κατά την επένδυση του λέβητα με πυρίμαχο υλικό. Πληροφορίες σχετικά με την επένδυση δίνουν οι κατασκευαστικές εταιρίες. Για μικρούς λέβητες υπάρχουν επίσης ειδικά πυρότουβλα ή έστιες από πυρίμαχο υλικό που προσδιορίζουν την οδευση των καυσαερίων και επιτυγχάνουν μεγαλύτερες ισχύες του χώρου καύσης. Σήμερα, με την κατάλληλη έκλογή του καυστήρα και την κατάλληλη διαμόρφωση του χώρου καύσης, ιδιαίτερα σε λέβητες μεγάλης ισχύος, έχει επιτευχθεί να είναι περιττή ή επένδυση της έστιας με πυρίμαχο υλικό.



Σχ. 11 . Έπένδυση σε έναν χυτοσιδηρό λέβητα κατά την μετατροπή για καύση πετρελαίου

Χυτοσιδηροί λέβητες πετρελαίου είναι εκ των προτέρων κατασκευασμένοι για την καύση πετρελαίου (ή την καύση αερίου), οι ονομαζόμενοι Ρ-τύποι (πετρέλαιο)· έτσι επιτυγχάνονται μεγαλύτεροι βαθμοί απόδοσης έναντι των λεβήτων καύσης κώκ. Σχ. 12



Σχ. 12 . Λέβητας μεταλλικής καύσης σε κατασκευή στοιχείων χυτοσιδήρου για καύση πετρελαίου ή αερίου με φουστήρα. Ίσχύς 20 ... 80 kW

Η ΔΙΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΘΕΡΜΑΝΤΙΚΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΚΑΙ ΟΙ ΛΕΒΗΤΕΣ ΧΑΜΗΛΩΝ
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΩΝ

Η διμεταλλική θερμαντική επιφάνεια αποτελεί το σημαντικότερο κατασκευαστικό στοιχείο του λέβητα χαμηλών θερμοκρασιών^[1]. Κατά την περίοδο της θέρμανσης οι λέβητες λειτουργούν για μεγάλα χρονικά διαστήματα με χαμηλές θερμοκρασίες νερού προσαγωγής, οπότε έχουμε υγραποίηση των καυσαερίων.

Η διμεταλλική θερμαντική επιφάνεια^[2] είναι η πιο σημαντική και απαραίτητη προϋπόθεση, έτσι ώστε η θερμοκρασία της θερμαντικής επιφάνειας από την πλευρά των καυσαερίων να είναι πάντα πάνω από το σημείο υγραποίησης των καυσαερίων^[3].

Αυτό εξασφαλίζει τη σίγουρη και χωρίς προβλήματα λειτουργία τους και το μεγάλο χρόνο διάρκειας ζωής τους.

Το σημείο υγραποίησης των υδρατμών των καυσαερίων όπως φαίνεται στην εικ. 1 εξαρτάται από το ποσό του αέρα που υπάρχει στην καύση. Όταν η περιεκτικότητα του διοξειδίου του άνθρακα είναι από 12-13% η θερμοκρασία υγραποίησης κυμαίνεται στους 46 - 48°C.

Σε μια λειτουργία λέβητα με αντιστάθμιση, όπως τελευταία γίνεται, και σε όλη τη περίοδο από Οκτώβριο μέχρι Μάρτιο, λαμβάνοντας υπόψη ότι η μέση εξωτερική θερμοκρασία κυμαίνεται κατά κύριο λόγο γύρω στους 9 - 10°C, το σημείο λειτουργίας του

[1] Οι λέβητες χαμηλών θερμοκρασιών είναι λέβητες προηγμένης τεχνολογίας που λειτουργούν χωρίς προβλήματα τόσο σε υψηλές όσο και σε χαμηλές θερμοκρασίες.

[2] Η διμεταλλική θερμαντική επιφάνεια περιβάλλει τον θάλαμο καύσεως και επιτρέπει στα καυσαέρια να έρχονται σε επαφή μόνο με το χυτοσίδηρο ενώ το προς θέρμανση νερό έρχεται σε επαφή μόνο το καλύβδινο έλασμα. Με τον τρόπο αυτό οι κατασκευαστές επιχειρούν να επιτύχουν τα πλεονεκτήματα των χυτοσίδηρων λεβήτων (μεγάλη διάρκεια ζωής) και των καλύβδινων (μεγάλη απόδοση).

[3] Η υγραποίηση των καυσαερίων μέσα στο σύστημα θέρμανσεως οδηγεί σε σοβαρές φθορές γιατί εμφανίζεται θειϊκό οξύ.

λέβητα, όπως φαίνεται στην εικ. 2 βρίσκεται γύρω στην περιοχή υγροποίησης των καυσαερίων. Η περιοχή αυτή είναι γύρω στους $46 - 48^{\circ}\text{C}$.

Αυτή η υγροποίηση όμως δημιουργεί προβλήματα διάβρωσης στο λέβητα.

Τα προβλήματα δημιουργούνται από την περιεκτικότητα του θείου στο πετρέλαιο σε συνδυασμό με την υγροποίηση των υδρατμών των καυσαερίων μέσα στο λέβητα και έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία διοξειδίου του θείου και κατά συνέχεια θειϊκού οξέος το οποίο διαβρώνει τα μεταλλικά στοιχεία του λέβητα.

Η λειτουργία ενός λέβητα σε χαμηλές θερμοκρασίες μας δίνει την δυνατότητα να έχουμε χαμηλή δαπάνη καύσης και συντήρησης του ίδιου του λέβητα. Αυτή η δαπάνη συντήρησης σε λέβητες που δουλεύουν σε 80°C είναι περίπου το 20-25% της συνολικής ετήσιας δαπάνης για πετρέλαιο. Όταν ο λέβητας δουλεύει στους 47°C οι δαπάνες αυτές μειώνονται σημαντικά και ανέρχονται σε 4-5% της συνολικής ετήσιας δαπάνης για πετρέλαιο.

Μαζί με αυτό το εμπορικό και οικονομικό πλεονέκτημα, που σημαίνει οικονομία σε χρήματα αφού συνεπάγεται λιγότερη κατανάλωση πετρελαίου, έχουμε και "καθαρότερη" καύση, συμβάλλοντας έτσι στην προστασία του περιβάλλοντος που στις μέρες μας έχει γίνει επιτακτική ανάγκη.

Για να μπορέσουμε με σιγουριά και με βεβαιότητα να αποφύγουμε την υγροποίηση των καυσαερίων πρέπει η θερμοκρασία του νερού του λέβητα να είναι πάντα πάνω από τη θερμοκρασία υγροποίησης υδρατμών των καυσαερίων.

Αυτό σημαίνει, σε συνάρτηση και με τις κρύες επιστροφές από τα θερμαντικά σώματα ή την θέρμανση δαπέδου ή οποιαδήποτε άλλα συστήματα ότι θα είχαμε το λέβητα να δουλεύει μόνιμως πάνω από 70°C . Αυτή η ανάγκη χρόνια τώρα είχε καθιερώσει ότι οι λέβητες πρέπει να δουλεύουν με νερό επιστροφής πάνω από 70°C με αποτέλεσμα να έχουμε μεγάλο κόστος συντηρήσεως του λέβητα.

Θερμοπερατότητα μέσω μιας απλής θερμαινόμενης επιφάνειας λέβητα (μη διμεταλλικής).

Η εικόνα 4α δείχνει την μεταβολή της θερμοκρασίας από την πλευρά των καυσαερίων προς την πλευρά του νερού του λέβητα. Η θερμοκρασία του τοιχώματος της θερμαινόμενης επιφάνειας, από την πλευρά των καυσαερίων έχει άμεση σχέση με τον ρυθμό παροχής θερμότητας, και είναι στην αρχή του θαλάμου καύσεως όπου οι θερμοκρασίες καυσαερίων είναι 700-800°C περίπου 5-7°C πάνω από τη θερμοκρασία του νερού στον λέβητα. Στο τέλος της διαδρομής των καυσαερίων όπου η θερμοκρασία έχει πέσει στους 180-200°C, η διαφορά από τη θερμοκρασία νερού του λέβητα μειώνεται περίπου στον 1°C. (εικ. 5).

Βασικές κατασκευαστικές αρχές ενός λέβητα χαμηλών θερμοκρασιών. Η Διμεταλλική θερμαντική επιφάνεια(εικ. 4β).

Για να μπορέσουμε να αντιμετωπίσουμε με επιτυχία το φαινόμενο της διάβρωσης των μεταλλικών τμημάτων του λέβητα, εξαιτίας της υγροποίησης, πρέπει η θερμοκρασία των τοιχωμάτων του λέβητα, τα οποία έρχονται σε επαφή με τα καυσαέρια να είναι πάνω από τη θερμοκρασία του σημείου υγροποίησης των υδρατμών. Αυτό είναι δυνατό με την εφαρμογή της τεχνολογίας της διμεταλλικής επιφάνειας η οποία στην ουσία μειώνει την θερμοπερατότητα από την πλευρά των καυσαερίων στην πλευρά του νερού του λέβητα και έτσι μπορούμε εύκολα να έχουμε μια υψηλότερη θερμοκρασία στην επιφάνεια της πλευράς των καυσαερίων και να μην έχουμε υγροποίηση.

Πρέπει όμως να προσέξουμε, και είναι αρκετά σημαντικό αυτό, η μείωση της θερμοπερατότητας να είναι σωστά κατανοημένη, δηλαδή να μην είναι η ίδια σε όλο το μήκος του λέβητα, αλλά να είναι σταδιακή και να έχει αναλογική σχέση με το φορτίο.

Αυτή την ανάγκη μπορούμε να την κατανοήσουμε καλύτερα με την βοήθεια των προαναφερθέντων στοιχείων του λέβητα με την απλή (μονή) θερμαντική επιφάνεια.

Είχε λεχθεί ότι, στην αρχή της διαδρομής των καυσαερίων η διαφορά της θερμοκρασίας μεταξύ τοιχώματος καυσαερίου και τοι-

κόματος νερού ενός λέβητα, είναι 6°C . Ενώ στο τέλος της διαδρομής των καυσαερίων, όταν τα καυσαέρια έχουν γίνει 200°C , η διαφορά της θερμοκρασίας είναι 1°C .

Αυτή η σχέση της διαφοράς της θερμοκρασίας μεταξύ αρχής και τέλους της διαδρομής είναι 6:1 (εικ. 5).

Αυτή η σχέση μένει σταθερή, εάν σε όλη την διαδρομή των καυσαερίων, η μείωση της θερμοπερατότητας παραμένει η ίδια, δηλ. δεν έχουμε αλλαγή της θερμοπερατότητας σε όλο το μήκος της διαδρομής των καυσαερίων.

Σαν παράδειγμα θα μπορούσαμε, να αναφέρουμε ότι: εάν αντί για 1°C στο τέλος της διαδρομής των καυσαερίων, καταφέρναμε, μειώνοντας την θερμοπερατότητα, να το κάνουμε αυτό 20°C , τότε βάση της αναλογίας 6:1 αυτό θα σήμαινε ότι στην αρχή της διαδρομής των καυσαερίων η διαφορά μεταξύ του τοιχώματος των καυσαερίων και του τοιχώματος του νερού θα γινότανε $6 \times 20 = 120^{\circ}\text{C}$ για αυτόν ακριβώς το λόγο η θερμοπερατότητα δεν πρέπει να είναι ίδια σε όλη την διαδρομή των καυσαερίων. Πρέπει λοιπόν στο προστινόν τμήμα της διαδρομής των καυσαερίων, η θερμοπερατότητα να είναι μεγαλύτερη και να μικραίνει όσο προχωράμε στο πίσω τμήμα της διαδρομής, όπου τα καυσαέρια αρχίζουν και κρυώνουν.

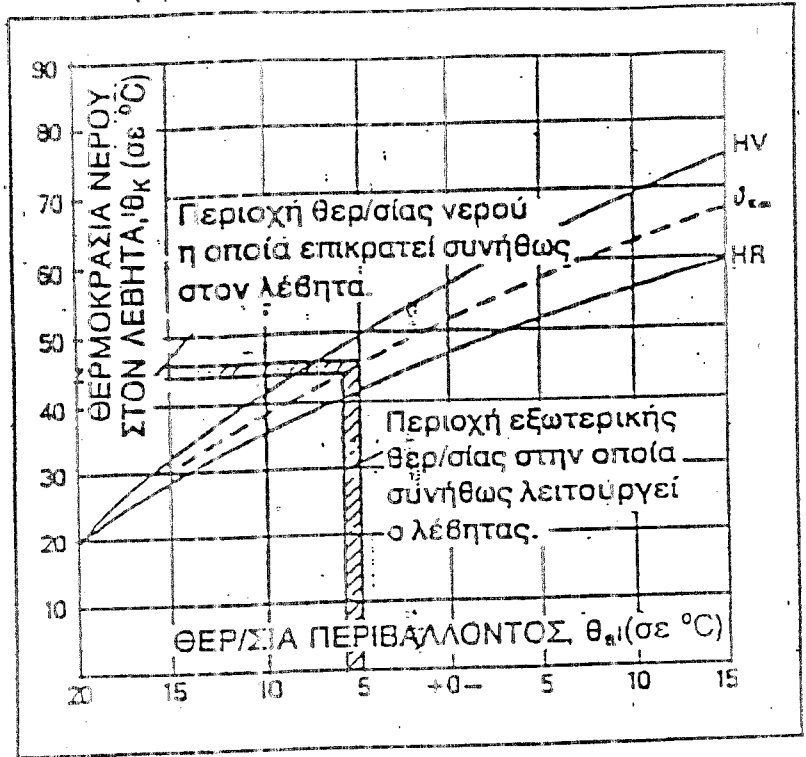
Βλέπουμε λοιπόν ότι, όταν έχουμε στην αρχή θερμοκρασίες καυσαερίων $600-700^{\circ}\text{C}$ πρέπει να έχουμε μεγαλύτερη θερμοπερατότητα και όταν χαμηλώνει η θερμοκρασία των καυσαερίων κατά την διαδρομή στον λέβητα, να μειώνεται και η θερμοπερατότητα από την πλευρά καυσαερίων στην πλευρά του νερού. Αυτό ονομάζεται αναλογική θερμοπερατότητα μια αναλογική μεταφορά θερμότητας. Με αυτό τον τρόπο μπορούμε πια να έχουμε λέβητες χαμηλών θερμοκρασιών οι οποίοι δουλεύουν με θερμοκρασία νερού γύρω στους 40°C , για μεγάλα χρονικά διαστήματα κατά την εποχή της θέρμανσης. Ταυτόχρονα θα έχουμε μεγάλη ασφάλεια του λέβητα από διάβρωση και υψηλό βαθμό απόδοσης, αφού τα καυσαέρια μπορούν να κατέβουν σε χαμηλές θερμοκρασίες στην έξοδο του λέβητα και να κερδίσουμε περισσότερη ενέργεια.

Η θερμοκρασιακή διαφορά της εικ. 43 και ειδικότερα από την πλευρά των καυσαερίων μπορεί μέσα από μια διμεταλλική επιφάνεια

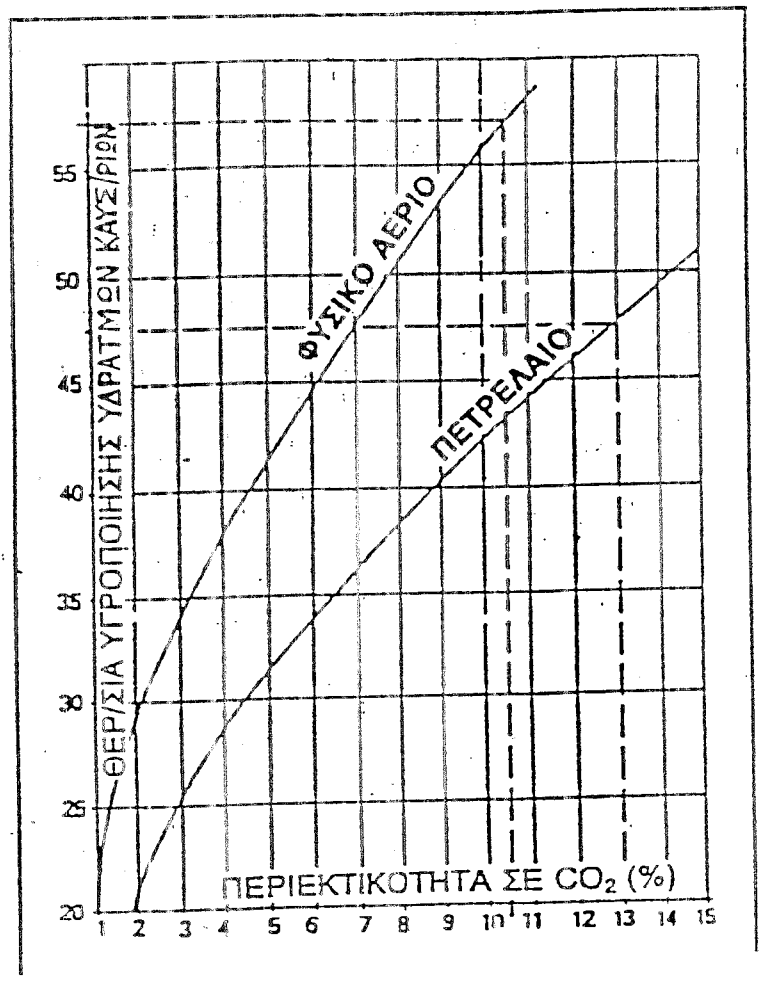
να αλλάξει αρκετά. Μεγάλη σημασία σε αυτό παίζει η επαφή των δύο επιφανειών μεταξύ των δύο μετάλλων. Εξαρτάται δηλ. από το πόσο λείες είναι οι επιφάνειες αυτές και σε πιο βαθμό εφάπτονται η μια με την άλλη.

Ετην εικ. 7 βλέπουμε μια κατασκευαστική λεπτομέρεια. Στην κατασκευή αυτή βλέπουμε ότι υπάρχουν τα (μαντεμένια) χυτοσίδηρα δακτυλίδια τα οποία εφάπτονται πάνω σε μια καλύβδινη επιφάνεια. Ο βαθμός λείανσης των δακτυλιδιών αυτών ποικίλλει και άλλα έχουν πιο λεία επιφάνεια και άλλα πιο τραχειά ή και άλλα να έχουν μια εγκοπή. Αυτή η κατασκευαστική δυνατότητα έχει σαν αποτέλεσμα τη διαφοροποίηση της επιφάνειας επαφής μεταξύ των δακτυλιδιών και της μεταλλικής επιφάνειας. Με αυτό τον τρόπο απορούμε στην αρχή της διαδρομής των καυσαερίων να έχουμε καλύτερη επαφή μεταξύ των δυο μετάλλων, άρα καλύτερη θερμοπερατότητα και προς το τέλος και ειδικά στο τελευταίο χυτοσιδηρό δακτυλίδι η επαφή να περιορίζεται ή να διακόπτεται εντελώς, όπως συμβαίνει στο φρεζαρισμένο τμήμα του τελευταίου δακτυλιδιού και έτσι να έχουμε μείωση της θερμοπερατότητας.

Αυτή η αρχή χρησιμοποιείται και σε μεγάλου μεγέθους (ισχύος) λέβητες, όπου οι αυλοί, οι κοινά λεγόμενοι tuba, αντί να είναι μονοί αυλοί, έχουν διαμορφωθεί σε διπλούς (δύο σωλήνες δηλ. ο ένας μέσα στον άλλον) οι οποίοι στηρίζονται στην ίδια πάλι αρχή. Στην αρχή της διαδρομής έχουν μεγαλύτερη επαφή και προς το τέλος της διαδρομής έχουν μικρότερη με αποτέλεσμα την ελάττωση της θερμοπερατότητας.



Εικόνα 2



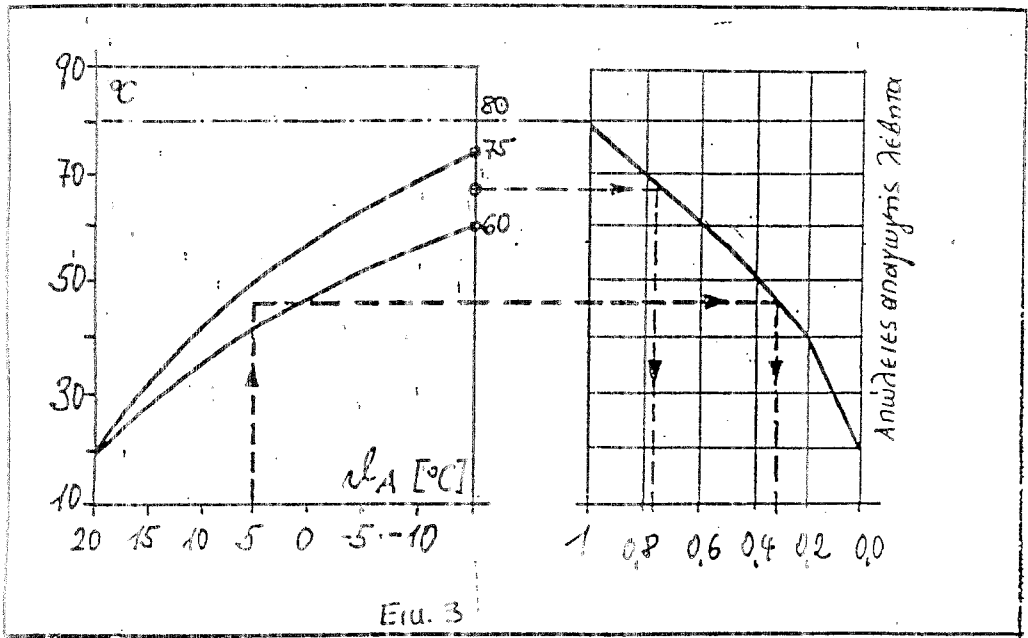
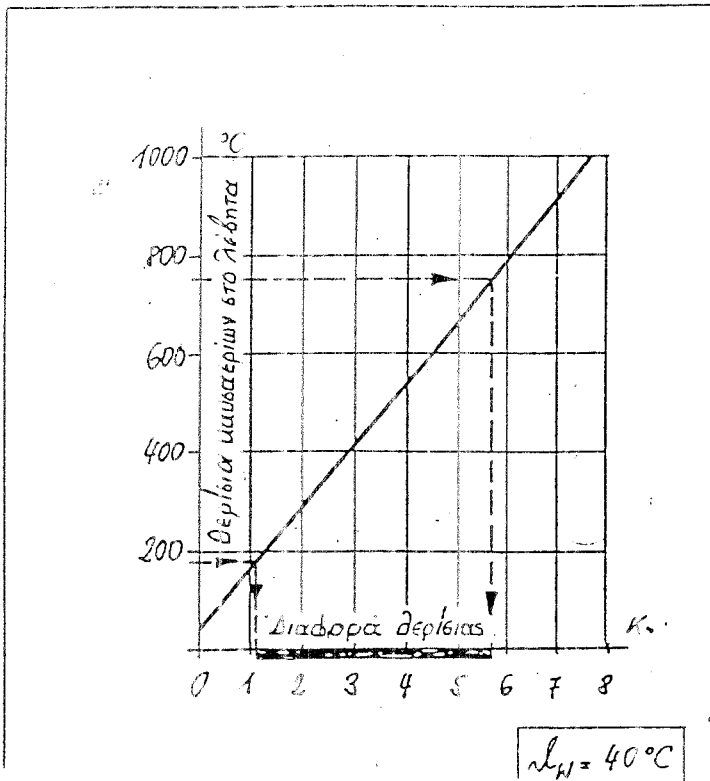


Fig. 3



ΟΡΓΑΝΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΚΑΙ ΡΥΘΜΙΣΗΣ

Ο καυστήρας πρέπει να ελέγχεται από δύο όργανα ασφαλείας: Έναν υδροστάτη μέγιστης θερμοκρασίας του νερού του λέβητα που διακόπτει προσωρινά τον καυστήρα όταν φτάσει σε ένα προκαθορισμένο όριο θερμοκρασίας π.χ. 80°C ή 90% και το επανανάβει όταν πέσει κατά λίγους βαθμούς (περίπου $5-10^{\circ}\text{C}$), κρατώντας έτσι σταθερή τη θερμοκρασία του λέβητα. Ένας δεύτερος θερμοστάτης ασφαλείας διακόπτει οριστικά το ρεύμα και σβύνει τον καυστήρα αν η θερμοκρασία ξεπεράσει το όριο ασφαλείας π.χ. 105°C και δεν επανέρχεται σε λειτουργία αν δεν πατήσουμε με το χέρι το κουμπί επαναφοράς (RESET).

Ο θερμοστάτης χώρου είναι όργανο άσχετο και μπορεί να υπάρχει ή όχι και να κόβει είτε τον καυστήρα απευθείας (μικρές μονοκατοικίες, απλές εγκαταστάσεις) είτε να ελέγχει μία τρίοδη ή τετράοδη βαλβίδα μίξεως. Αντί για θερμοστάτη χώρου στα μεγάλα κτήρια έχουμε τους ηλεκτρονικούς θερμοστάτες αντιστάθμισης.

Σε περίπτωση που έχουμε καυστήρα διβάθμιο (δύο μπέκ) μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε έναν θερμοστάτη χώρου που να κόβει μόνοιμα το δεύτερο μπέκ εφόσον η θερμοκρασία στο υπαίθρο είναι πάνω από ένα όριο π.χ. $+8^{\circ}\text{C}$. Έτσι έχουμε μία πιο οικονομική λειτουργία της Κ.Θ.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΛΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Ο έλεγχος αυτός πρέπει να γίνει από ειδικευμένο συντηρητή καυστήρων και περιλαμβάνει τα εξής:

α) Λειτουργία του καυστήρα επί 1/2 ώρα και θέρμανση του νερού στους 80°C .

β) Έλεγχος του δείκτη R_z (Μπάκαρα) και ρύθμιση του καυστήρα έτσι ώστε να είναι κάτω από 2.

γ) Μέτρηση του CO_2 (διοξείδιο του άνθρακα).

Σύμφωνα με τους κανονισμούς ΕΛΟΤ ένας καλός καυστήρας πρέπει να

δίνει $\text{CO}_2 > 10\%$ για λέβητες 10.000 - 45.000 KCAL/H ,

πάνω από 11% " " 45.000 - 300.000 "

" " 12% " " 300.000 - 1.000.000 "

και πάνω από 12,8% " " πάνω από 1.000.000 KCAL/H .

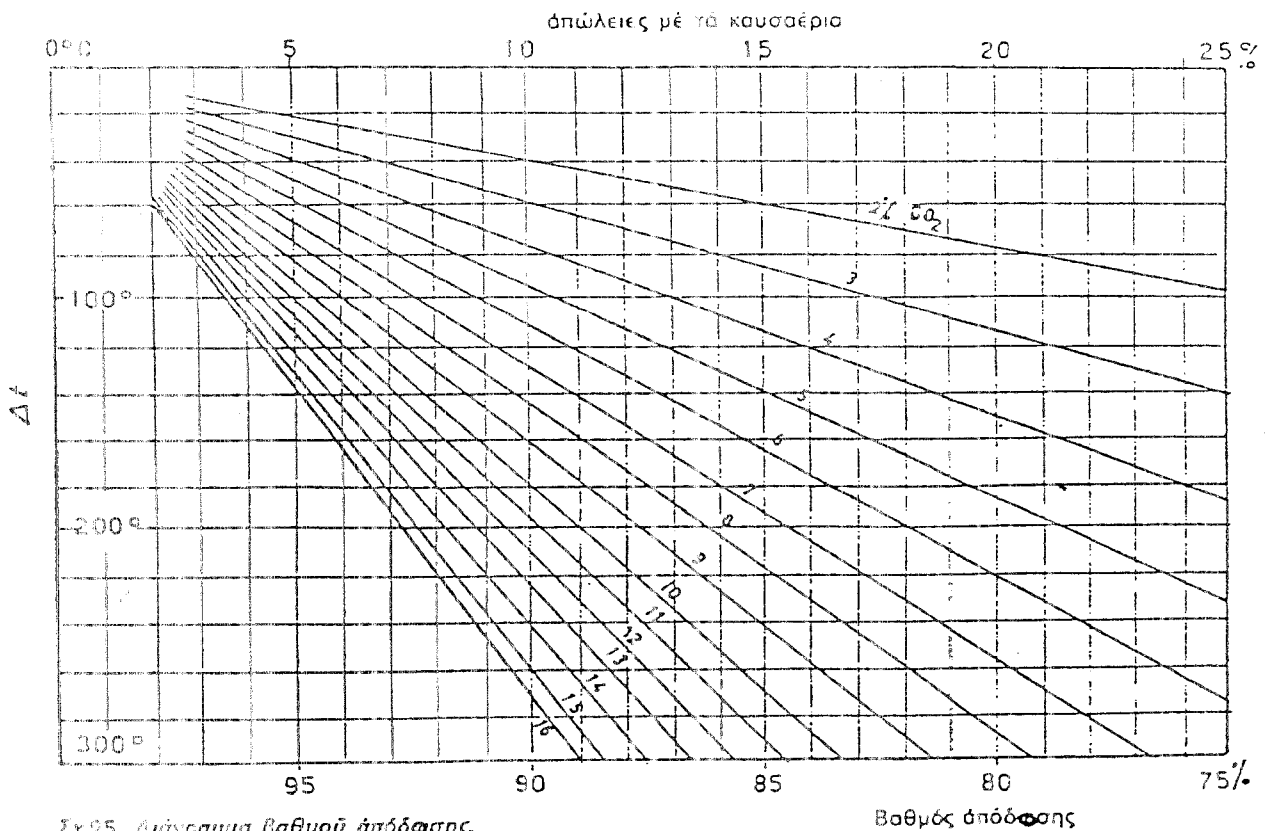
δ) Μέτρηση της θερμοκρασίας των καυσαερίων στη βάση της καπνοδόχου (1 m από τον λέβητα). Για να έχουμε οικονομική λειτουργία της Κ.Θ. πρέπει η θερμοκρασία αυτή να μην περνάει τους 280°C. Αν τους περνάει πρέπει να μικρύνουμε τα μπέκ ή να βάλουμε στροβιλιστήρες στα τούμπα.

Η καλή απόδοση μετριέται από τις συνθήκες καύσης:

$CO_2\%$, $CO\%$, R_2 ,

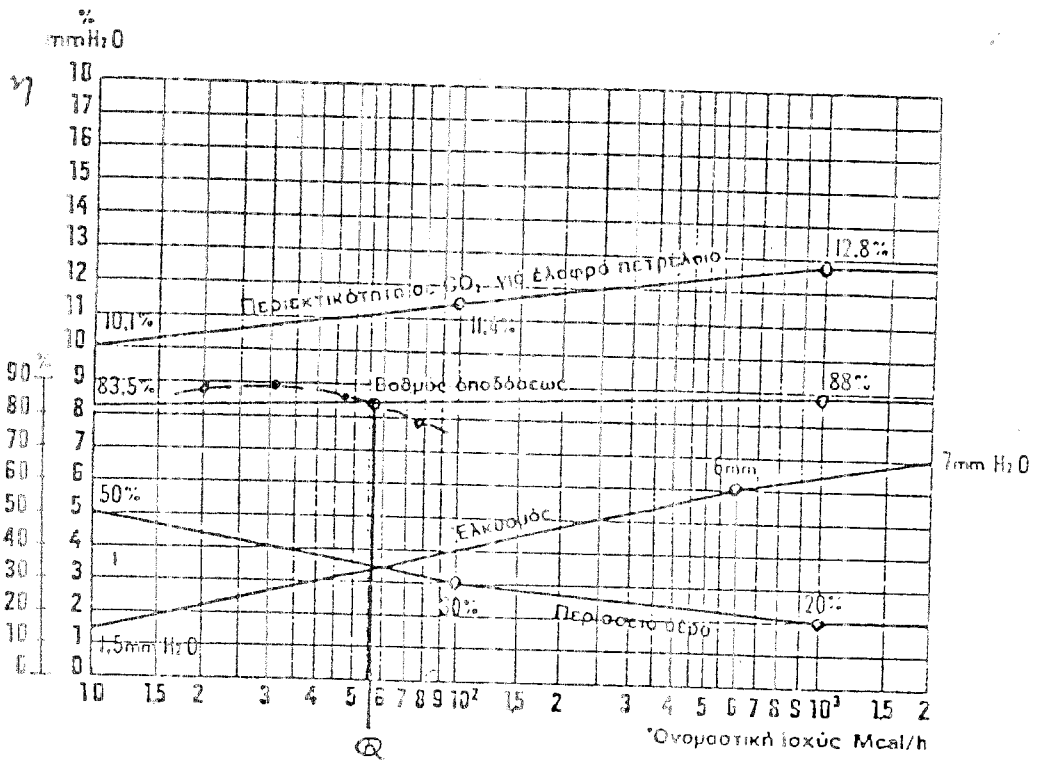
δηλαδή, αν είναι το $CO_2\%$ σύμφωνα με τον κανονισμό DIN 4702 ή ΕΛΟΤ 234

επίσης αν το CO μονοξείδιο είναι κάτω από 0,1%, ... αν ο δείκτης R_2 (Μπάκαρα) είναι κάτω από 2, και επί πλέον από τις συνθήκες εκμετάλλευσης της θερμότητας από τον λέβητα, δηλαδή από την διαφορά της τελικής θερμοκρασίας των καυσαερίων από το περιβάλλον $\Delta T = T - t$. Τα δύο στοιχεία αυτά ΔT και $CO_2\%$ μας δίνουν την απόδοση του λέβητα (χωρίς τις απώλειες από τοξεωτερικό του περίβλημα) με το παρακάτω διάγραμμα:



Σχ.25. Διάγραμμα βαθμού απόδοσης.

Αν ελέγξουμε έναν λέβητα ρυθμίζοντας τον καυστήρα του στις αναλογίες $CO_2\%$ που μας δίνει το διάγραμμα θα βγάλουμε μια σειρά τιμές η (βαθμού απόδοσης) προς Q (φόρτιση)



Στο σημείο που η καμπύλη αυτή κόβει την καμπύλη ελάχιστου παραδεικτού $\%$ κατά DIN 4702 ή ΕΛΟΤ 234 έχουμε και την ονομαστική μέγιστη ισχύ του λέβητα.

Α ο λέβητας, προδιαγράφεται να λειτουργήσει με συγκεκριμένο καυστήρα (μονάδα) τότε μπορούμε νά ρυθμίσουμε τον καυστήρα όπως θέλουμε και να δώσουμε καμπύλη βαθμού απόδοσης της μονάδας λέβητας + καυστήρας και όχι μόνον του λέβητα.

Οικονομία ενέργειας με έναν ηλεκτρονικό αυτοματισμό θέρμανσης

Επειδή η συχνή χειροκίνητη ρύθμιση της βάννας ανάμειξης είναι κοπιαστική, χρησιμοποιείται ο ηλεκτρονικός αυτοματισμός θέρμανσης. Έτσι, επιτυγχάνεται περισσότερη οικονομία σε χρόνο και χρήματα, γιατί βέβαια δε μπορεί κανείς εύκολα να ρυθμίζει με ακρίβεια τη θερμοκρασία με το χέρι, όπως με μια ηλεκτρονική συσκευή.

Όσο η ρύθμιση της θερμοκρασίας του ζεστού νερού θέρμανσης γίνεται με μεγαλύτερη ακρίβεια, τόσο μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας πετυχαίνουμε.

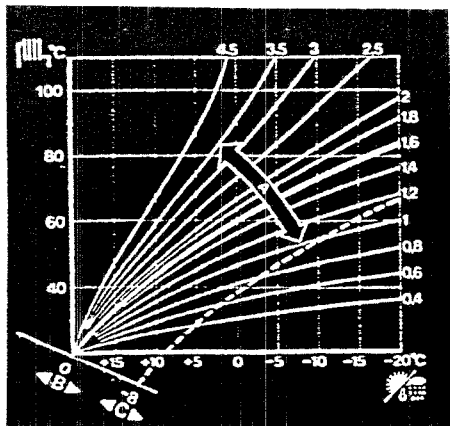
Ένας σύγχρονος αυτοματισμός αποτελείται από μια ηλεκτρονική συσκευή ρύθμισης, ένα αισθητήριο καιρού / ή αισθητήριο χώρου / κι ένα αισθητήριο νερού προσαγωγής. Επίσης είναι αναγκαίο να τοποθετηθεί στη βάννα ανάμειξης ένας σερβοκινητήρας, που παίρνει εντολές ρύθμισης από την ηλεκτρονική συσκευή. Για την εγκατάσταση ενός αυτοματισμού δε χρειάζονται ακριβές και ενοχλητικές εργασίες. Χρειάζεται μόνο οι χωριστές συσκευές και τα όργανα να συνδεθούν μεταξύ τους με ηλεκτρικά καλώδια.

Με αυτή την εγκατάσταση είναι επίσης δυνατό, με έναν χρονοδιακόπτη, να μειώνεται η θερμοκρασία χώρου τη νύχτα ή και κάποια διαστήματα της μέρας κι έτσι να προκύπτει πρόσθετη οικονομία χρημάτων. / Δεν πρέπει να συγχέεται ένας κοινός θερμοστάτης χώρου με έναν τέτοιο πλήρη ηλεκτρονικό αυτοματισμό/. Η αποπληρωμή / απόσβεση / του κόστους μιας ηλεκτρονικής εγκατάστασης γίνεται πολύ γρήγορα.

Αναγκαία θερμοκρασία προσαγωγής νερού θέρμανσης

Στιγμιαίες εξωτερικές θερμοκρασίες Ψέσες ενδεικτικές τιμές ρύθμισης Τιμές στη δική σας εγκατάσταση θέρμανσης /Παρακαλούμε, συμπληρώστε/ Ρύθμιση βάννας ανάμειξης /Παρακαλούμε, συμπληρώστε/

+ 15°C	50 - 55 °C
+ 10°C	60°C
+ 5°C	65 - 70°C
0°C	75°C
- 5°C	80°C
- 10°C	90°C



ΘΕΜΑ

Ε

Ατμολέβητες

ΝΟΜΟΣ ΓΥΠΔ
της 6/17 Δεκ. 1909
Περί φόρου επί των δοκιμών των ατμολέβητων.

Κατηγήθη διά του άρθρ.9 Νομ.3214/1955(Κοιν.Δοκ.Β.5).

ΒΑΣΙΛΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΓΜΑ
της 20 Νομ. 1911/27 Φεβρ. 1912
Περί ατμολέβητων

20 Ανακίρω Β.Δ. κατηγήθη διά του άρθρ.34 του Β.Δ. 277 της 30 Απρ./22 Μαιου 1963(Κατω.Δοκ.Β.6).

ΑΠΟΦΑΣΙΣ ΥΠΟΥΡΓΟΥ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ
Αριθ.51949 της 10/13 Σεπτ. 1951
Περί μέτρων ασφαλείας λειτουργίας λεβητων και λεβητοστασίου σταθερών εγκαταστάσεων.

Έχοντας υπ' όψιν το από 20.11.1911 Β.Δ/ρο "περί ατμολέβητων", τόν Ν.6422 "περί άσκησης του επαγγέλματος του Μηχανολόγου, του Ηλεκτρολόγου Μηχανικού κλπ." τδ από 8.3.35 Δ/ρο "περί άσκησης επαγγέλματος μηχανοδηγού και πρακτικού μηχανικού κινητηρίων μηχανών, ως και θερμαστών", τδ από 21.1.37 Δ/ρο "περί επίβλεψης της λειτουργίας και συντηρήσεως κινητηρίων μηχανών και ατμολέβητων" ως και τας λοιπάς εν ισχύι διατάξεις, προς δε ό,τι ώρισμέναι εκ των εν λόγω διατάξεων όν τηρούνται υπό των κατοχών ατμολέβητων και σταθερών ως εκ τούτου κινδύνου εκ της λειτουργίας τούτων, άποφασίζομεν:

Α' Την άναρτησιν εις εμφανές μέρος του λεβητοστασίου πύσης μονίμου εγκαταστάσεως ατμολέβητων ή ηρώδ, πινακίδας εντός θαλάμου πλαστικού διαστάσεων 15X30 εκατοστών εν ή νά άναγράφονται τδ κάτωθι:

1. Ο θερμαστής δ ένασκών την υπεύθυνον λειτουργίαν ατμολέβητος θερμαινομένης επίφανείας 10 τετραγωνικών μέτρων και μεγαλυτέρως, υποχρεούται νά άσכולήται άποκλειστικώς με την επίβλεψιν της λειτουργίας του ατμολέβητος και την συντήρησιν των συνασών εξαρτημάτων αυτού.

2. Άπαγορεύεται ή τοποθέτησις και ή έν γένει χρησιμοποίησις του λεβητοστασίου διά την εκτέλεσιν έργου άσχετου προς την λειτουργίαν του ατμολέβητος.

3. Ο ένασκών την υπεύθυνον λειτουργίαν του ατμολέβητος θερμαστής, υποχρεούται νά παρίσταται και νά επιμελήται της λειτουργίας τούτου άυτόπροσώπως καθ' όλην την διάρκεια της φυλακής του.

3. Αξόν άπαραγκλίτως οι ατμολέβητες νά έσοδίζωνται διά του κατά ήζον πιστοποιητικού δοκιμής εις ύδραυλικής πιέσεως και έν τω πίνακι τούτου νά άναγράφηται ό χρόνος έκδόσεως τούτου.

Είς περίπτωσιν πολλών ατμολέβητων εδ άναγράφηται ό χρόνος έκδόσεως ενός έκσπου τούτων.

Β' Δι' έκαστον ατμολέβητα όσον νά τηρήται βιβλίον εις τδ όποιον νά άναγράφωνται οι ώροι λειτουργίας, οι επενεχθέντες καθορισμοί μετά χρονολογίας, οι έπισκευή και οι μετακινήσεις τούτων.

Τδ βιβλίον όσον νά τίθεται έκδστοτε εις την διάθεσιν της Υπηρεσίας Έλεγχού Ατμολέβητων της καθ' ήμεις Υπηρεσίας.

Είς περίπτωσιν σοβαρής έπισκευής ή μετακινήσεως του ατμολέβητος, άπαιτείται έκ νόμου ύδραυλική δοκιμασία και έκδόσις σχετικού πιστοποιητικού.

Αί Αστυνομικοί Άρχοί έντέλλονται όπως επιμεληθώσι της εφαρμογής της παρούσης, μετά είσηνον άπό της δημοσιεύσεως ταύτης.

κεντρικές θερμανσεις εφαρμόζονται οι διατάξεις της ΤΟΤΕΕ 412/1986, μέρος 1 δίκτυα (ΦΕΚ 67/Β/4-2-88) και μέρος 2 λεβητοστάσια (ΦΕΚ 177/Β/31-3-88), τα πρότυπα:

- ΕΛΟΤ 234 (βαθμός απόδοσης λεβήτων)
- ΕΛΟΤ 352 (εξοπλισμός ασφαλείας)
- ΕΛΟΤ 810 (εγκατάσταση ασφαλείας),

η απόφαση 80322/1170/1983 (ΦΕΚ 364/Ε) του Υπουργού Χωροταξίας, Οικισμού και Περιβάλλοντος «Σύσταση Κλιμακίων Ελέγχου Ποιότητας Περιβάλλοντος - ΚΕΠΠΕ Κεντρικής Θέρμανσης» καθώς και η 54678/1986 (ΦΕΚ 938/Β) κοινή απόφαση των Υπουργών Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας «Ρύθμιση θεμάτων σχετικών με τις σταθερές εστίες καύσης για τη θέρμανση κτιρίων και νερού» ή άλλες διατάξεις που τροποποιούν τα παραπάνω.

2.1. Το σύστημα παραγωγής του θερμαντικού μέσου μιας εγκατάστασης κεντρικής θέρμανσης περιλαμβάνει όλες τις απαραίτητες συσκευές, διατάξεις, κατασκευές, μηχανισμούς κλπ. που είναι απαραίτητες για την ανύψωση της θερμοκρασίας του θερμαντικού μέσου (θέρμανσή του).

Η θέρμανση του μέσου μπορεί να γίνει είτε με άμεσο τρόπο με απευθείας πρόσδοση ενέργειας στο θερμαντικό μέσο, που προέρχεται από καύση σε εστία μιας καύσιμης ύλης από ηλεκτρική ενέργεια κλπ., είτε με έμμεσο τρόπο, δηλαδή τη θέρμανσή του με ένα άλλο θερμαντικό μέσο υψηλότερης θερμοκρασίας (νερό, ατμό κλπ.).

2.4.1. Λεβητοστάσιο

2.4.1.1. Εάν σε ένα κτίριο ή χώρο υπάρχει εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης με συνολική θερμική ισχύ 45 KW και άνω και το θερμαντικό μέσο θερμαίνεται απ' ευθείας (άμεσο), τότε το συγκρότημα παραγωγής του θερμαντικού μέσου πρέπει να τοποθετείται σε ιδιαίτερο χώρο, καλούμενο λεβητοστάσιο.

Στο λεβητοστάσιο τοποθετούνται ένας ή περισσότεροι λέβητες παραγωγής θερμού νερού (θερμοκρασίας μέχρι 110°C) ή ατμού πίεσης μέχρι 0,5 BAR ή θερμού αέρα (σερολέβητες) ή ατμογεννήτριες συνολικής θερμικής ισχύος 25 KW και άνω και τα στοιχεία διανομής (προσαγωγής και επιστροφής) του θερμαντικού μέσου, το σύστημα προσαγωγής καυσίμου ή παροχής ηλεκτρικής ενέργειας και το σύστημα απαγωγής των καυσαερίων.

2.4.1.2. Η θέση του λεβητοστασίου στο κτίριο προσδιορίζεται σε συνάρτηση με τη θέση της καπνοδόχου, με τη δυνατότητα προσαγωγής των καυσίμων, τη δυνατότητα αερισμού του χώρου του λεβητοστασίου και με την κατάλληλη διάταξη των απαιτούμενων σωληνώσεων και την ανάγκη προστασίας του κτιρίου από τους θερμούς που προκαλούνται στο χώρο λεβητοστασίου. Απαγορεύεται το λεβητοστάσιο να έχει οποιοδήποτε άνοιγμα προς κλιμακωστάσιο (άνοιγμα κουφώματος, αεραγωγό, γρίλλες κλπ.). Κατ' εξαίρεση, επιτρέπεται πόρτα που είναι αναγκαία για την πρόσβαση προς αυτό, εφόσον έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- α. Είναι στο σύνολό της σιδερένια και όπου έχει λαβάρνα το πάχος της είναι 1,5 m
- β. Δεν έχει γρίλλες ή οποιοδήποτε άλλο άνοιγμα.
- γ. Εφάπτεται σε πατώρες της κάσας σε πλάτος τουλάχιστο 25 mm
- δ. Έχει μηχανισμό επαναφοράς στην κλειστή θέση. Εναλλακτικά, η πόρτα αυτή αρκεί να έχει δείκτη πυραντίστασης τουλάχιστο μισής ώρας, όπως προκύπτει από πιστοποιητικό αναγνωρισμένου εργαστηρίου.

2.4.1.3. Το μέγεθος του λεβητοστασίου προσδιορίζεται σε συνάρτηση με τον αριθμό και τις διαστάσεις

των λεβήτων που θα εγκατασταθούν σ' αυτό. Κατά τον προσδιορισμό του μεγέθους του λεβητοστασίου, πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια, ώστε να υπάρχει και ο αναγκαίος ελεύθερος χώρος για τη λειτουργία και τη συντήρηση των λεβήτων, χωρίς απαίτηση ανασκαφικής τοίχων ή ανοιγμάτων.

Η διάταξη των λεβήτων μέσα στο λεβητοστάσιο πρέπει να είναι τέτοια, ώστε για κάθε λέβητα να εξασφαλίζονται τα εξής:

α. Η οριζόντια απόσταση μεταξύ της πλευράς του λέβητα που είναι το άνοιγμα της εστίας και του απέναντι τοίχου του λεβητοστασίου πρέπει να είναι ίση με το μήκος του λέβητα συν 1 m (αλλά τουλάχιστο 1,5 m στο σύνολο, για λέβητες μέχρι 300 KW, και τουλάχιστο 2,0 m, για λέβητες πάνω από 300 KW).

β. Η οριζόντια απόσταση μεταξύ της πλευράς του λέβητα που βρίσκεται η έξοδος των καυσαερίων και του απέναντι τοίχου του λεβητοστασίου ή της απέναντι πλευράς της καπνοδόχου πρέπει να είναι ίση με το μισό της απόστασης, όπως αυτή ορίζεται προηγουμένως στο εδάφιο (α) της παραγράφου αυτής.

Εφόσον υπάρχουν δύο ή περισσότεροι αγωγοί καυσαερίων, η απόσταση αυτή αυξάνει ανάλογα με τον αριθμό τους. Σε περίπτωση που παρεμβάλλεται κάποια συσκευή μεταξύ της εξόδου των καυσαερίων από το λέβητα και της καπνοδόχου (π.χ. καπνοσυλλέκτης), θα πρέπει να υπάρχει ελεύθερη απόσταση γύρω από αυτή τουλάχιστο 0,6 m).

γ. Η οριζόντια απόσταση μεταξύ των άλλων πλευρών του λέβητα και των τοίχων του λεβητοστασίου πρέπει να είναι τουλάχιστον 0,6 m.

Το ίδιο μέγεθος (0,6 m) ισχύει και για τη μεταξύ δύο λεβήτων απόσταση.

δ. Το ελεύθερο ύψος του λεβητοστασίου (μεταξύ δαπέδου και οροφής ή μεταξύ δαπέδου και κάτω παρειάς τυχόν υπάρχουσας δοκού) πρέπει να είναι τουλάχιστο:

- (i) 2,20 m - για λέβητες ολικής εγκατεστημένης θερμικής ισχύος μέχρι 70 KW.
- (ii) 2,40 m - για λέβητες θερμικής ισχύος από 70 KW έως 230 KW.
- (iii) 3,00 m - για λέβητες θερμικής ισχύος άνω των 230 KW.

Τα ανωτέρω ελάχιστα όρια προκειμένου περί σερολέβητων προσυξάνονται κατά 50 cm.

ε. Τα ελάχιστα απαιτούμενα ελεύθερα ύψη της περιπτώσης (δ) αυξάνονται για να εξασφαλίσουν ελεύθερο ύψος μεταξύ του λέβητα και της οροφής 0,80 m ή μεταξύ απαραίτητων σωληνώσεων και οροφής 0,50 m.

2.4.1.4. Το λεβητοστάσιο πρέπει κατά το δυνατό να εξασκευάζεται ομοιόμορφα.

Απαγορεύεται η ύπαρξη, τεχνητού αερισμού του λεβητοστασίου.

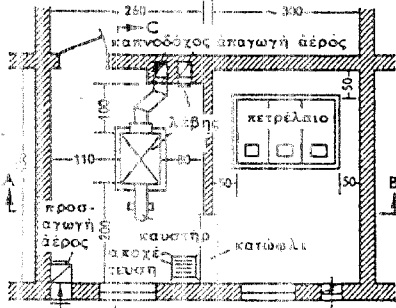
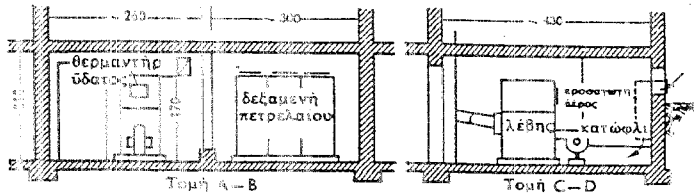
— Για τον αερισμό λεβητοστασίου πρέπει να υπάρχουν δυο ανοίγματα επικοινωνίας με το ύπαιθρο, κατευθειάν ή μέσω σπράγγωκ: το ένα για την προσαγωγή του αέρα (αερισμός) και το άλλο για την απαγωγή του αέρα (εξαερισμός).

— Το άνοιγμα προσαγωγής αέρα πρέπει να βρίσκεται κοντά στο δάπεδο του λεβητοστασίου. Η ελεύθερη διατομή του, στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται υγρά ή στερεά καύσιμα, πρέπει να είναι τουλάχιστο ίση με το 50% της ελεύθερης διατομής της καπνοδόχου του λεβητοστασίου.

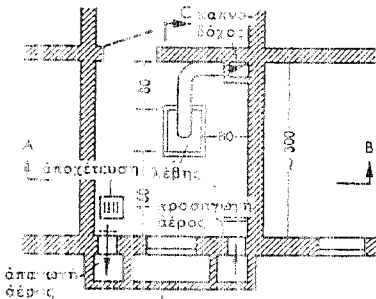
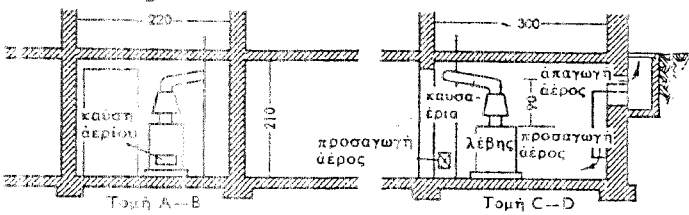
— Στην περίπτωση χρήσης αερίων καυσίμων, η ελεύθερη διατομή του ανοίγματος υπολογίζεται σε 6 cm² ανά 1 KW εγκατάστασης θερμικής ισχύος, αλλά όχι μικρότερη από 300 cm².

ΟΕΕ 59/A/3-2-89.
Επιμορφωτής Κωνσταντίνος

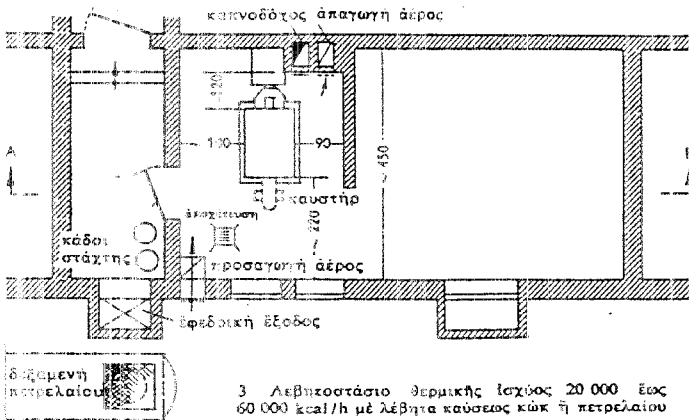
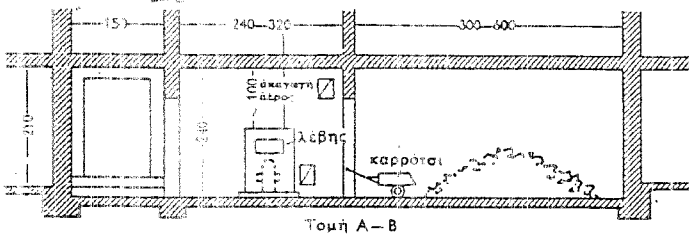
ΘΕΡΜΟ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΟΣ



1 Λεβητοστάσιο θερμικής ισχύος 30 000 kcal/h περίπου με θερμαντήρα νερού, συστοιχία δεξαμενών και λέβητα καύσεως πετρελαίου



2 Λεβητοστάσιο θερμικής ισχύος 50 000 kcal/h περίπου, με λέβητα καύσεως αερίου



3 Λεβητοστάσιο θερμικής ισχύος 20 000 έως 60 000 kcal/h με λέβητα καύσεως κώκ ή πετρελαίου

Τοιχοποιία λεβητοστασίων

Οι τοίχοι και η όροφή πρέπει να είναι ανθεκτικοί στη φωτιά. Το έπιχρισμα πρέπει να έχει ειδική προσθήκη ή βαφή, ώστε να γίνεται αεροστεγές. Αν είναι ανάγκη τοποθετείται και επένδυση περιορισμού του θορύβου από άκαυστο υλικό. Τα δάπεδα είναι από άκαυστο υλικό. Οι δίοδοι των σωληνώσεων είναι αεροστεγείς (σταθερές θήκες σωλήνων με το κενό μεταξύ αυτών και των σωλήνων γεμισμένο μονωτικό κορδόνι ανθεκτικό στη φωτιά ή με πλαστική μάζα). Το λεβητοστάσιο επιτρέπεται να επικοινωνεί με χώρους διαρκούς παραμονής ανθρώπων, μόνον εφ' όσον ανήκουν λειτουργικά στην κεντρική θέρμανση και έχουν τοιχοποιία όμοια με εκείνη του λεβητοστασίου.

Παράθυρα και θύρες

Το λεβητοστάσιο πρέπει να διαθέτει τουλάχιστον ένα παράθυρο που βλέπει κατ' ευθείαν στο ύπαιθρο. Επιδιώκεται εγκάρσιος αερισμός. Η ελεύθερη επιφάνεια των παραθύρων πρέπει να είναι τουλάχιστον 1/12 της εδαφικής επιφάνειας του λεβητοστασίου. Οι μετουρίες των παραθύρων τοποθετούνται σε κατάλληλο ύψος ώστε να χρησιμοποιούνται εύκολα. Η εμπρόσθια όψη του λέβητα βλέπει ει δυνατόν στο φως της ημέρας. Οι πόρτες πρέπει να ανοίγουν προς τα έξω και να κλείνουν αυτόματα. Λεβητοστάσια με λέβητες συνολικής ισχύος ≥ 250000 kcal/h πρέπει να έχουν δύο εξόδους ει δυνατόν απέναντι τη μία στην άλλη που να μπορούν πάντοτε να χρησιμοποιηθούν άσφαλώς. Η μία έξοδος πρέπει να οδηγεί άμεσα στο ύπαιθρο (άρκει έξοδος με σιδερένιες βαθμίδες από το παράθυρο). Θύρες που δεν οδηγούν στο ύπαιθρο πρέπει να είναι δυσκαεΐς.

Βάσεις λεβήτων

Οι λέβητες τοποθετούνται επάνω σε βάση με σίδερο στην επιφάνεια έταφής (για να αποφεύγεται η υγρασία του δαπέδου και σκουριάσμα των λεβήτων από το πλύσιμο του πατώματος). Οι βάσεις από τουβλότοιχο ή μετόν έχουν κανονικό ύψος 5 ως 15 cm. Ο λέβητας τοποθετείται πάνω σε ράγες από χάλυβα ή πλαστικό. Η βάση είναι από όλες τις πλευρές 5 cm μεγαλύτερη από τον λέβητα. Εμπρός από τον λέβητα έχουμε σε πλάτος 100 cm πάτωμα από στρώμα όπτοπλίνθων, που δεν βλέπεται από κώκ και καυτή στάχτη. Αν υπάρχει καρρότσι στάχτης κάτω από τον λέβητα, το ύψος της βάσης είναι 20 ως 50 cm. Αν τοποθετηθεί λέβητας με θάλαμο καύσεως εφαιπτόμενο άμεσα της βάσης, συνιστάται η τοποθέτηση δυσθερμαγωγού στρώματος μέσα στην βάση. Για να παρεμποδίζεται η μετάδοση θορύβου από τον λέβητα στο κτίριο (π.χ. σε εγκαταστάσεις μηχανικής τροφοδοσίας με στερεά καύσιμα), τοποθετείται στην βάση και μία πλάκα περιορισμού του θορύβου. Σε ύδατοστεγείς λεκάνες ανοίγονται στις βάσεις οριζόντιοι δίαυλοι αέρος για να αποφευχθεί διάρρηξη και διαρροή της λεκάνης λόγω θερμικών τάσεων.

Υδρευση και άποχέτευση

Στο λεβητοστάσιο προβλέπεται σημείο ύδρευσης ψυχρού ύδατος (1/2" ή 1", ανάλογα με το μέγεθος του λέβητος), με σπείρωμα για σωλήνα πληρώσεως του λέβητος και της εγκαταστάσεως με νερό και για τον καθαρισμό (πλύσιμο) του λεβητοστασίου. Η εγκατάσταση θέρμανσεως γεμίζεται από μία διακλάδωση του σωλήνος μεταξύ του κρουνού και του λέβητος. Σε μερικές χώρες επιτρέπεται η άμεση σύνδεση των σωλήνων θέρμανσεως στην εγκατάσταση ψυχρού ύδατος. Η δίοδος πρέπει τότε να ασφαλίζεται με διπλές άποφρακτικές βαλβίδες. Το σύστημα θέρμανσεως πρέπει να είναι δυνατό να αδειάζει στο χαμηλότερο σημείο του λεβητοστασίου. Για στερεά, αέρια και υγρά καύσιμα ή άποχέτευση υπόκειται σε όρισμένες προδιαγραφές (→ σελ. 16 ως 20).

2. ΚΑΥΣΗ ΚΑΥΣΙΜΑ

ΓΕΝΙΚΑ

Καύση είναι η εξώθερμη ένωση (οξειδωση) διαφόρων ουσιών με το οξυγόνο του αέρα. Σχεδόν όλη η ποσότητα της θερμότητας που χρησιμοποιείται στην τεχνική, αν εξαιρέσουμε την ηλεκτρική ενέργεια, παράγεται από την καύση διαφόρων ουσιών, που τα καύσιμα συστατικά τους είναι κυρίως άνθρακας C και υδρογόνο H₂, τα οποία καίγονται αντίστοιχα σε διοξείδιο του άνθρακα CO₂ και νερό H₂O.

ΘΕΡΜΟΓΟΝΟΣ ΔΥΝΑΜΗ

ένος καυσίμου, είναι η θερμότητα που παράγεται κατά την πλήρη καύση του (kJ/kg ή kJ/m³). Το DIN 5499 (Ιαν. 1972) περιέχει τις σχετικές έννοιες.

Η Θ.Δ. καυσίμων που περιέχουν υδρογόνο (και άρα τα προϊόντα της καύσης νερό) διακρίνεται στην ανώτερη Θ.Δ. H₀ και στην κατώτερη Θ.Δ. H_u. Από την Κ.Θ.Δ. έχει αφαιρεθεί η θερμότητα ατμοποίησης των υδρατμών που υπάρχουν στα αέρια της καύσης.

Η Α.Θ.Δ. είναι λοιπόν μεγαλύτερη από την Κ.Θ.Δ., κατά το ποσό της θερμότητας ατμοποίησης του νερού που υπάρχει στα καπναέρια. Πρακτικά, τα καπναέρια όλων των εστιών περιέχουν το νερό με μορφή ατμών, ώστε γενικά οι υπολογισμοί καύσης να γίνονται με την Κ.Θ.Δ.

Είναι λοιπόν

$$H_0 = H_u + r\omega \text{ σε kJ/kg ή kJ/m}^3$$

$$r = \text{ή θερμότητα ατμοποίησης του νερού} = 2500 \text{ kJ/kg ή } 2000 \text{ kJ/m}^3 \text{ στους } 0^\circ \text{C}$$

$$\omega = \text{ή ποσότητα των υδρατμών των καπναερίων σε kg/kg ή kg/m}^3.$$

Οι Πίνακες 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000

Υγρά και στερεά καύσιμα (κατά Βοϊε):

$$H_u \approx 34,8 c + 93,9 h + 10,5 s + 6,3 r - 10,80 - 2,5 w \text{ σε MJ/kg}$$

$$c = \text{ή περιεκτικότητα σε στοιχειακό άνθρακα} \text{ kg/kg}$$

$$h = \text{ή περιεκτικότητα σε υδρογόνο} \text{ kg/kg}$$

$$n = \text{ή περιεκτικότητα σε άζωτο} \text{ kg/kg}$$

$$o = \text{ή περιεκτικότητα σε οξυγόνο} \text{ kg/kg}$$

$$s = \text{ή περιεκτικότητα σε θείο} \text{ kg/kg}$$

$$w = \text{ή περιεκτικότητα σε νερό} \text{ kg/kg}$$

κάλυ:

$$H_u = 33200 (1 - a - w) - 2500 w \text{ σε kJ/kg}$$

$$a = \text{ή περιεκτικότητα σε τέφρα} \text{ kg/kg}$$

Όταν για Π.Ε.Κ. ΕΛ δεν υπάρχει ανάλυση, μπορούμε να υπολογίσουμε με

$$H_u = 42.900 \text{ kJ/kg}$$

Η Θ.Δ. ενός αερίου καυσίμου είναι το άθροισμα των Θ.Δ. των αερίων που το αποτελούν:

$$H_u = 10,78 H_2 + 12,62 CO + 35,87 CH_4 + 59,48 C_2H_4 + 56,51 C_2H_2 \text{ σε MJ/m}^3$$

$$H_u = 12,75 H_2 + 12,62 CO + 39,81 CH_4 + 63,42 C_2H_4 + 58,48 C_2H_2 \text{ σε MJ/m}^3$$

όπου:

$$H_2 = \text{ή περιεκτικότητα σε υδρογόνο} \text{ m}^3/\text{m}^3$$

$$CO = \text{ή περιεκτικότητα σε μονοξείδιο του άνθρακα σε} \text{ m}^3/\text{m}^3 \text{ κτλ.}$$

Πίν. 1. Καύση άπλών καυσίμων

(1 kJ ≈ 0,24 kcal 1000 kJ ≈ 0,28 kWh)

Καύσιμο	Σύμβ.	Μορ. βάρος	Περιεκτικό-τητα σε		Θ.Δ.		Θ.Δ.		Θεωρητική ποσότητα άερα καύσης		Ποσότητα υγρών καυσαερίων		Μέγ. CO ₂ % δγκου	H ₂ O % δγκου
			C %	H %	H ₀ kJ/kg	H _u kJ/kg	H ₀ kJ/Nm ³	H _u kJ/Nm ³	m ³ /kg	m ³ /m ³	V _A m ³ /kg	V _A m ³ /m ³		
*Αλκοόλη	C ₂ H ₅ OH	46	52	13	29890	26960	—	—	7,0	—	7,97	—	15,1	18,4
Αιθυλένιο	C ₂ H ₄	28,03	—	—	50200	47150	63420	59480	—	14,28	—	15,28	15,1	—
*Ακετυλένιο	C ₂ H ₂	26,02	92,5	7,5	49000	48220	58890	56800	10,26	11,01	11,0	12,4	17,5	15,2
Βενζόλιο	C ₆ H ₆	78	92,2	7,8	42260	40560	—	—	10,26	35,71	10,74	37,2	17,5	13,0
Βουτάνιο (n)	C ₄ H ₁₀	58,12	83	13	49500	45730	134000	123530	11,50	30,95	11,8	33,4	14,1	8,0
Μονοξειδίο του Άνθρακα	CO	28,00	42,9	0	10110	10110	12640	12640	1,91	2,38	2,31	2,88	34,7	0
Στοιχ. Άνθρακας	C	12	100	0	33820	33820	—	—	8,89	—	8,89	—	21	0
Προπάνιο	C ₃ H ₈	44,08	81,8	18,2	50340	46360	101800	93560	12,0	23,8	13,0	25,8	13,8	8,2
Μεθάνιο	CH ₄	16,03	75	25	55360	50000	39810	35870	13,31	9,52	14,7	10,52	11,7	9,0
Μεθανόλη	CH ₃ OH	32	37,5	12,5	22560	19510	—	—	5,00	—	6,05	—	15,1	11,6
Θείο	S	32	0	0	9250	9250	—	—	3,33	—	3,31	—	—	—
*Υδρογόνο	H ₂	2,016	0	100	141760	119950	12750	10780	26,47	2,38	32,1	2,88	0	34,7

Πίν. 2. Καύση αερίων καυσίμων (ένδ. τιμές κατά F. Schuster)

N ^o .	Άέριο καύσιμο	Ποσότη. άερα		Ποσότη. καυσαερίων		$\frac{V_{Atr} \text{ min}}{L_{min}}$	Μέγ. CO ₂ % δγκου	Ταχύτητα ανάφλεξης cm/s	Θ.Δ.	
		L _{min} m ³ /m ³	V _{Af} m ³ /m ³	V _{Atr} m ³ /m ³	H ₀ kJ/m ³				H _u kJ/m ³	
1	*Αέριο ύψικαμίνων	0,76	1,60	1,58	2,08	24,0	13	4080	3980	
2	*Αέριο αεριογόνων από κώκ	1,00	1,80	1,66	1,66	20,1	32	5340	5020	
3	*Αέριο αεριογόνων από φαιάγθ.	1,19	1,98	1,79	1,50	20,1	36	6070	5760	
4	Μεικτό άέριο (10+1)	1,90	2,69	2,32	1,22	16,5	48	9125	8370	
5	*Υδραέριο κώκ	2,19	2,74	2,23	1,02	20,4	143	11510	10460	
6	*Άνθρακαέριο	2,50	3,07	2,47	0,99	18,2	140	12770	11620	
7	Φωταέριο I (10+5)	3,88	4,54	3,59	0,93	13,1	113	18000	16120	
8	Φωταέριο II (10+2)	3,86	4,59	3,65	0,94	12,1	93	18000	16120	
9	Προπάνιο + Άερας	3,47	4,65	3,93	1,14	13,7	42	18000	16740	
10	Κωκαέριο (Φέρνγκας)	4,26	4,97	3,86	0,90	10,1	111	19670	17370	
11	*Ενανθρακωμένο υδραέριο	4,14	4,79	4,02	0,97	17,4	117	20090	18420	
12	Ξερό φυσικό άέριο	8,90	9,91	8,05	0,90	11,8	36	37255	33490	
13	*Έλαιοάέριο	10,35	11,38	9,48	0,92	13,3	49	45210	41230	
14	Προπάνιο C ₃ H ₈	23,80	25,80	21,80	0,92	13,8	42	100880	92890	
15	n-Βουτάνιο C ₄ H ₁₀	30,94	33,44	28,44	0,92	14,1	39	133870	123850	

Πίν. 3. Καύση στερεών καυσίμων (1 kJ ≈ 0,24 kcal 1000 kJ ≈ 0,28 kWh)

Καύσιμο	Σύνθεση του φυσ. προϊόντος %							Θ.Δ. H _u kJ/kg	Θεωρ. ποσότητα αέρα καύσης L _{min} m _n ³ /kg	Ποσότητα υγρών καυσαερίων V _A m _n ³ (naβ) m _n ³ /kg	Μεγ. CO ₂ %
	C	H	O	N	S	A	W				
Λιθάνθρακες											
Ροδρ και Λαχεν	73...83	3,4...5,3	1,8...6,5	1,1	0,9	4...7	3...5	30140...33070	7,7...8,3	8,2...8,6	18,3...18,9
Ζάαρ	70...78	4,7...5,2	5,4...12,5	1,2	0,6	3...8	3...5	28050...31400	7,9	8,3	18,7
Όμπερσλέζιεν	72...78	4...5	9,5...12,0		0,8	5...7,5	4...5	28460...30560	7,5	7,9	18,9
Φαϊάνθρακες											
Ρηνανία	25...32	2	9...12	0,3	0,2	3	50...60	7530...10460	2,4...3,0	2,4...3,8	19,8
Σαξωνία/Θουριγγία	29,3	2,5	9,2	0,3	1,0	5,7	52	10460	2,9	3,85	18,8
Λάουζιτς	26,6	2,4	12,4	0,4	0,2	3	55	9630	2,6	3,5	19,5
Βοημία	72...77	5,7...6,2	1,57...20,9	—	1,0	5...7	25...40	14230...25120	3,9...6,5	4,6...7,0	17,8...18,7
Μπρικέττες Φαιανθρ.											
Κεντρ. Γερμανία	52,9	4,5	15,9	0,6	2,1	8,9	15	20930	5,4	6,0	18,6
Ρηνανία	54,5	4,2	20,1	0,8	0,4	5	15	20090	5,3	5,9	19,5
Όστελμπιεν	54,0	4,0	21,0	0,7	0,35	6	14	20090	5,2	5,7	19,7
Κάκ (φωταερίου)	86	0,3		1,5	0,7	12	1,5	29300	7,7	7,7	20,7
Τύρφη (ύγρ. του αέρα)	40	5	25	2	1,0	7	20	15490	4,1	5,0	18,9
Ξύλο (ύγρ. του αέρα)	44	5	35	0,5	0	0,5	15	15490	4,1	4,6	20,2

Πίν. 4. Καύση υγρών καυσίμων

Καύσιμο	Χημικός τύπος	Μορ. βάρος	Περιεκτικότη.		Πυκνότη. στους 15° ρ g/cm ³	Σημετο βρασμού °C	Θ.Δ.		Θεωρ. ποσότητα αέρα καύσης L _{min} m _n ³ /kg	Ποσότητα καυσαερίων		Μεγ. CO ₂ %
			C % Βάρους	H % Βάρους			H _o kJ/kg	H _u kJ/kg		Ξερά V _A m _n ³ /kg	Υγρά V _A m _n ³ /kg	
Άλκοόλη, καθαρή	C ₂ H ₅ OH	46,1	52	13	0,79	78	29890	26960	7,0	6,5	7,9	14,9
Βενζόλιο, καθαρό	C ₆ H ₆	78,1	92,2	7,8	0,88	80	41860	40150	10,2	9,8	10,6	17,5
Τολουόλη, καθαρή	C ₇ H ₈	92,1	91,2	8,8	0,89	111	42700	40820	10,4	8,9	10,9	18,7
Πεντάνιο καθαρό	C ₅ H ₁₂	72,1	83,2	16,8	0,63	87	49190	45420	11,8	10,9	12,7	14,2
Έξάνιο, καθαρό	C ₆ H ₁₄	86,1	83,6	16,4	0,66	69	48350	44660	11,8	10,8	12,6	14,4
Βενζίνη (μέση	—	—	85	15	0,72	80...120	46050	42700	11,5	10,7	12,3	15,0
Αερίελαίο (τιμή)	—	—	87	13	0,87	230...360	44710	41820	11,2	10,4	11,9	15,5
Π.Ε.Κ. EL	—	—	86	13	0,86	200...350	44790	42700	11,2	10,2	11,8	15,5
Π.Ε.Κ. M	—	—	85	12	0,91	250...400	43120	41020	10,8	10,1	11,7	15,7
Π.Ε.Κ. S	—	—	85	11	0,96	300...	42280	39770	10,6	10,0	11,4	15,9

Εάν υπάρχουν και άλλα καύσιμα συστατικά, οι εξισώσεις έπεκτείνονται με το ίδιο πνεύμα.

Το DIN 51850 (Οκτ. 1962) περιέχει τις θερμογόνους δυνάμεις άπλων αερίων καυσίμων.

ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΑΕΡΑ ΚΑΥΣΗΣ ΚΑΙ ΚΑΠΝΑΕΡΙΑ

Η ποσότητα άερα που χρειάζεται θεωρητικά για την πλήρη καύση ενός καυσίμου είναι L_{min} . Πρακτικά όμως, σε όλες τις έστιες, για να είναι ή καύση τέλεια, χρειάζεται ή προσαγωγή μεγαλύτερης ποσότητας άερα από αυτήν που απαιτείται θεωρητικά. Ο λόγος της ποσότητας L του άερα που προσάγεται προς τη θεωρητική ποσότητα L_{min} λέγεται *περίσσεια του άερα* λ .

$$L = \lambda \cdot L_{min}$$

Στερεά και ύγρα καύσιμα

Ο Πίν. 5 δίνει την ποσότητα L_{min} της καύσης, τον όγκο V_a και τη σύνθεση των καπναερίων.

Τα προϊόντα της καύσης είναι διοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου και ύδρατμοί. Έκτός από αυτά, τα καπναέρια περιέχουν και άζωτο και εάν $\lambda > 1$ τότε περιέχουν και όξυγόνο.

Η θεωρητική ποσότητα του άερα καύσης είναι (χωρίς θείο):

$$L_{min} = \frac{22,4}{0,21} \left(\frac{C}{12} + \frac{h}{4} - \frac{O}{32} \right) = 8,88 c \times 26,44 h - 3,33 o \text{ m}_n^3/\text{kg}$$

Όπου

22,4 = ό μοριακός όγκος των αερίων σε m^3

0,21 = ή περιεκτικότητα του άερα σε όξυγόνο

Πίν. 5. Έυπολογισμός των στοιχείων καύσης στερεών και ύγρων καυσίμων

		Ποσότη. άερα καύσης L_{min} m_n^3/kg	Ποσότητα καπναερίων V_a m_n^3/kg	Προϊόντα της καύσης
Καύσιμο	c % Βάρους	8,88 c	1,85 c	CO ₂
	h % Βάρους	26,44 h	11,11 h	H ₂ O
	s % Βάρους	3,32 s	0,68 s	SO ₂
	o % Βάρους	-3,33 o	—	—
	n % Βάρους	—	0,80 n	N ₂
	w % Βάρους	1,24 w	1,24 w	H ₂ O
	Αέρας	% kg/kg	—	$\lambda L_{min} \cdot 1,6 \cdot x$ $(\lambda - 1) 0,21 \cdot L_{min}$ $\lambda \cdot 0,79 \cdot L_{min}$

Η ποσότητα των ξερών καπναερίων είναι (χωρίς s και n).

$$V_{atr} = 1,85 c + (\lambda - 1) 0,21 L_{min} + \lambda \cdot 0,79 L_{min}$$

$$= 1,85 c + (\lambda - 0,21) L_{min} \text{ σε } \text{m}_n^3/\text{kg}$$

Η ποσότητα των ύγρων καπναερίων V_{af} , είναι μεγαλύτερη από την V_{atr} , κατά τό ποσό των ύδρατμών που περιέχουν τα καπναέρια. Έδω πρέπει να σημειώσουμε, ότι οι ύδρατμοί στα καπναέρια, δέν δημιουργούνται μόνον από τό ύδρογόνο που περιέχει τό καύσιμο, αλλά και από την ύγρασία x του άερα της καύσης.

Ένας προσεγγιστικός τύπος για τη θεωρητική ποσότητα του άερα καύσης είναι

$$L_{min} \approx 0,25 \text{ m}_n^3 \text{ για κάθε } 1000 \text{ kJ.}$$

Αέρια καύσιμα

Θεωρητική ποσότητα αέρα καύσης:

$$L_{\min} = \frac{1}{0,21} \left[\left(\frac{\text{CO} + \text{H}_2}{2} \right) + 2 \text{CH}_4 + 3 \text{C}_2\text{H}_4 + (m+n/4) \text{C}_m \text{H}_n - \text{O}_2 \right] \text{ σε } \frac{\text{m}_n^3}{\text{m}_n^3}$$

Πραγματική ποσότητα αέρα καύσης:

$$L = \lambda \cdot L_{\min} \text{ σε } \frac{\text{m}_n^3}{\text{m}_n^3}$$

Ποσότητα υγρών καπναερίων:

$$V_{\text{Αε}} = \lambda \cdot L_{\min} + \frac{1}{2} (\text{CO} + \text{H}_2) + \text{CH}_4 + \text{C}_2\text{H}_4 + \text{C}_m\text{H}_n + \text{CO}_2 - \text{O}_2$$

$$= \text{ποσότητα αερίου καυσίμου} + \lambda \cdot L_{\min} - 0,5 (\text{CO} + \text{H}_2) \text{ σε } \frac{\text{m}_n^3}{\text{m}_n^3}$$

Η διαφορά όγκου μεταξύ (ποσότητας αερίου + ποσότητα αέρα) και της ποσότητας των καπναερίων είναι: $\Delta V = 0,5 (\text{CO} + \text{H}_2)$ σε $\frac{\text{m}_n^3}{\text{m}_n^3}$.

Σύνθεση των καπναερίων:

Συστατικό των καπναερίων	Συμβ.	Ποσότητα σε m^3/m^3
Διοξείδιο του άνθρακα	CO ₂	CO ₂ + CO + CH ₄ + 2C ₂ H ₄ + m (C _m H _n)
Υδρατμίς	H ₂ O	H ₂ + 2(CH ₄ + C ₂ H ₄) + m(C _m H _n)
Όξυγόνο	O ₂	0,21(n-1) · L _{min}
Άζωτο	N ₂	N ₂ + 0,79 n · L _{min}

Προσεγγιστικές τιμές

των ποσοτήτων του αέρα και των καπναερίων, για στερεά, υγρά και αέρια καύσιμα, βρίσκουμε στον Πίν. 8 και στα Διαγρ. 11 ως 13 (κατά Rosin και Fehling). Η ποσότητα των καπναερίων αναφέρεται σε υγρά ενώ οι τιμές του CO₂ σε ξερά καπναέρια.

Πίν. 8. Προσεγγιστικές τιμές για τις ποσότητες του αέρα και των καπναερίων

Καύσιμο	L_{\min}		$V_{\text{Αε min}}$	
	$\frac{\text{m}_n^3}{\text{kg}}$	ή $\frac{\text{m}_n^3}{\text{m}_n^3}$	$\frac{\text{m}_n^3}{\text{kg}}$	ή $\frac{\text{m}_n^3}{\text{m}_n^3}$
Στερεά καύσιμα	$\frac{0,241 H_u}{1000} + 0,6$		$\frac{0,212 H_u}{1000} + 1,65$	
Παρελαία	$\frac{0,203 H_u}{1000} + 2,0$		$\frac{0,265 H_u}{1000}$	
Φτωχά αέρια ($H_u < 12500 \frac{\text{kJ}}{\text{m}_n^3}$) (Αέρια θηλακίων, αεριογόνων, υδραέριο)	$\frac{0,209 H_u}{1000}$		$\frac{0,173 H_u}{1000} + 1,0$	
Πλούσια αέρια ($H_u > 12500 \frac{\text{kJ}}{\text{m}_n^3}$) (Φωταέριο, κωκαέριο, έλαιοαέριο)	$\frac{0,260 H_u}{1000} - 0,25$		$\frac{0,272 H_u}{1000} + 0,25$	

Για στερεά και υγρά καύσιμα, η Θ.Δ. H_u είναι σε kJ/kg, ενώ σε αέρια καύσιμα σε kJ/m_n³. Όταν έχουμε περίσσεια αέρα λ, η ποσότητα του αέρα είναι $L = \lambda \cdot L_{\min}$ και η ποσότητα των καπναερίων $V_{\text{Α}} = V_{\text{Α min}} + (\lambda - 1) L_{\min}$

Οι πυκνότητες των συστατικών των καπναερίων είναι

$$\rho = \begin{matrix} \text{CO}_2 & \text{O}_2 & \text{N}_2 & \text{H}_2\text{O} \\ 1,97 & 1,43 & 1,257 & 0,804 \end{matrix} \text{ kg/m}_n^3.$$

Πυκνότητα των καπναερίων

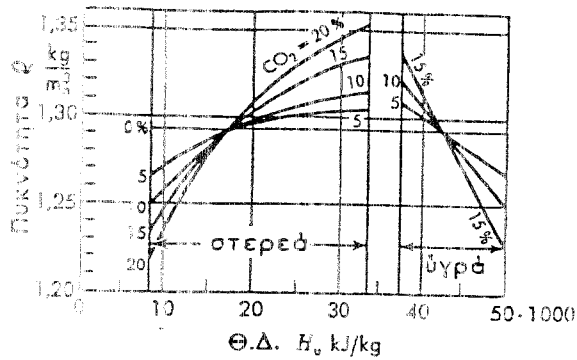
Η πυκνότητα ρ των καπναερίων υπολογίζεται από τη σύνθεσή τους με τον παρακάτω τύπο:

$$\rho = \rho_{\text{CO}_2} \cdot \text{CO}_2 + \rho_{\text{O}_2} \cdot \text{O}_2 + \rho_{\text{N}_2} \cdot \text{N}_2 + \rho_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \text{H}_2\text{O} \text{ σε } \text{kg/m}_n^3$$

CO₂ = ή περιεκτικότητα CO₂ σε m³/m³ κ.λ.

Ἡ πυκνότητα τῶν καπναερίων μεγαλώνει μὲ τὴν περιεκτικότητα σὲ CO₂, ἐνῶ ἀντίθετα μικραίνει ὅσο μεγαλώνει ἡ περιεκτικότητα σὲ ὕδατμούς.

Τὸ Διάγρ. 5 δίνει μέσες τιμές τῆς πυκνότητας τῶν καπναερίων τῶν στερεῶν καὶ ὑγρῶν καυσίμων. Ἡ πυκνότητες τῶν καπναερίων τῶν ἀερίων καυσίμων πρέπει νὰ ὑπολογίζεται χωριστὰ σὲ κάθε περίπτωση, ἐπειδὴ ἐμφανίζουν σημαντικές διαφορές.



Διάγρ. 5. Πυκνότητα τῶν ὑγρῶν καπναερίων γιὰ στερεὰ καὶ ὑγρὰ καύσιμα.

$$1 \text{ kJ} \approx 0,24 \text{ kcal}$$

$$1000 \text{ kJ} \approx 0,28 \text{ kWh}$$

Ἐνδεικτικὲς τιμές γιὰ μέσες συνθήκες :

Στερεὰ καύσιμα

$$\rho \approx 1,33 \text{ kg/m}_n^3$$

Π.Ε.Κ.

$$\rho \approx 1,32 \text{ kg/m}_n^3$$

Φωταέριο

$$\rho \approx 1,25 \text{ kg/m}_n^3$$

Φυσ. Ἀέριο (Μεθάνιο)

$$\rho \approx 1,25 \text{ kg/m}_n^3$$

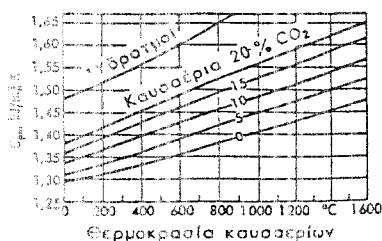
Ὑγρασία καὶ σημεῖο δρόσου τῶν καπναερίων

Γιὰ νὰ βροῦμε τὴ θερμοκρασία δρόσου τῶν καυσαερίων, ὑπολογίζουμε πρῶτα, τὴν ὑγρασία τῶν καπναερίων % τοῦ ὄγκου: $H_2O = \frac{11,20 H + 1,24 W}{V_A}$. Μετὰ

βρίσκουμε τὴ μερική πίεση τῶν ὕδατμῶν, ἡ ὁποία εἶναι ἀνάλογη τοῦ ποσοστοῦ τους καὶ τελικὰ ἀπὸ τοὺς πίνακες τῶν ἀτμῶν, βρίσκουμε τὴ θερμοκρασία κορεσμοῦ στὴν ὁποία ἀντιστοιχεῖ τὸ σημεῖο δρόσου. Αὐτὸ εἶναι τόσο ψηλότερο, ὅσο μεγαλύτερη εἶναι ἡ περιεκτικότητα τοῦ καυσίμου σὲ ὑγρασία καὶ ὕδρογόνο.

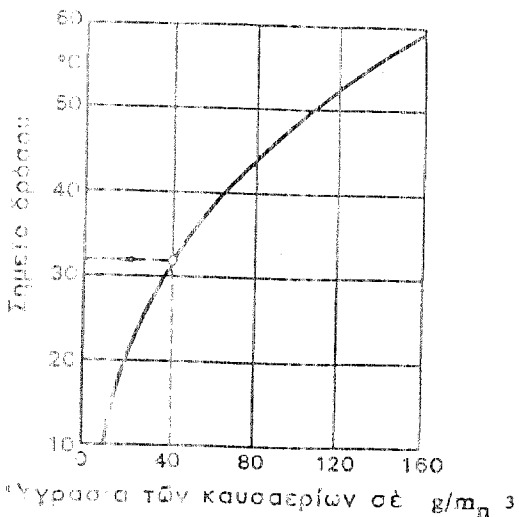
ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΚΑΥΣΗΣ

Ἡ θερμοκρασία καύσης t_w , εἶναι ἡ θερμοκρασία ποὺ θὰ εἶχαν θεωρητικὰ τὰ καυσαέρια ἐὰν ἡ καύση γινόταν χωρὶς θερμικὲς ἀπώλειες (ἀδιαβατικὴ καύση). Ὑπολογίζεται ἀπὸ τὴ Θ.Δ. τοῦ καυσίμου καὶ τὴ μέση εἰδικὴ θερμότητα τῶν καυσαερίων. Ἡ μέση εἰδικὴ θερμότητα ὑπολογίζεται ἀπὸ τὶς μέσες εἰδικὲς θερμότητες τῶν συστατικῶν τῶν καυσαερίων (Πίν. 1), ἢ τὴ διαβάζουμε κατ' εὐθείαν ἀπὸ τὸ Διάγρ. 15.

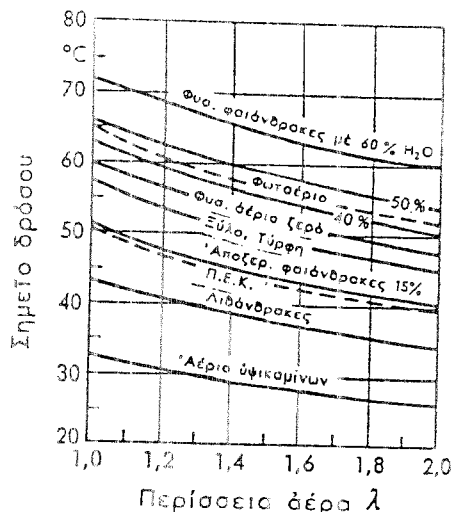


Διάγρ. 15. Μέση εἰδικὴ θερμότητα καυσαερίων καὶ ὕδατμῶν μεταξύ 0 καὶ 1600 °C

$$1 \text{ kJ} \approx 0,24 \text{ kcal}$$



Διάγρ. 7. Σημείο δρόσου και υγρασία καυσαερίων άνηγμένων σε κανονικές συνθήκες



Διάγρ. 8. Σημείο δρόσου των υδρατμών των καυσαερίων διαφόρων καυσίμων

Το Διάγρ. 16 δίνει τη θεωρητική θερμοκρασία καύσης διαφόρων καυσίμων. Πρακτικά, για τους υπολογισμούς, μπορούμε να υποθέσουμε μια μέση σύνθεση των καυσαερίων, όποτε η ειδική θερμότητά τους εξαρτάται μόνον από τη θερμοκρασία τους και την ποσότητα του αέρα. Στην παραδοχή αυτή βασίζεται η κατασκευή του διαγράμματος $h-t$, που δίνει την ένθαλπία των καυσαερίων σαν συνάρτηση της θερμοκρασίας τους και της περιεκτικότητάς τους σε αέρα (Διάγρ. 17). Αρχικά υπολογίζουμε την ένθαλπία των καυσαερίων με τον τύπο

$$h = \frac{H_u}{V_{A \min} + (\lambda - 1) L_{\min}} = \frac{H_u}{V_A} \text{ kJ/m}^3_n$$

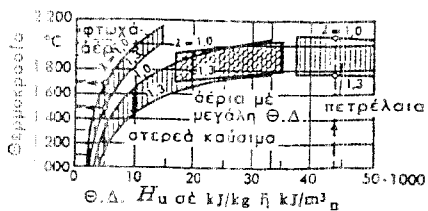
καθώς και την περιεκτικότητά τους σε αέρα

$$\lambda = \frac{(\lambda - 1) L_{\min}}{V_{A \min} + (\lambda - 1) L_{\min}} = \frac{(\lambda - 1) L_{\min}}{V_A}$$

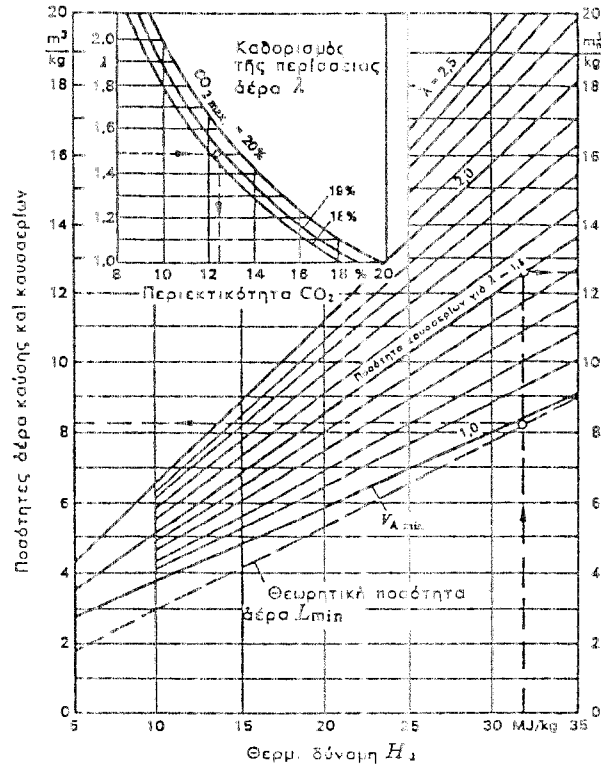
όποτε από το διάγραμμα έχουμε τη θερμοκρασία καύσης. Αντίθετα, για μιάν ορισμένη θερμοκρασία, παίρνουμε από το διάγραμμα την ένθαλπία των καυσαερίων σε kJ/m^3_n . Στην πραγματικότητα, η θερμοκρασία της φλόγας στις διάφορες έστιες είναι πιο μικρή από τη θεωρητική, γιατί υπάρχουν οί θερμικές απώλειες, ή ακτινοβολία της φλόγας κτλ. (Πίν. 12). Όταν η θερμοκρασία είναι μεγαλύτερη από 1500°C επιδρά και ή αφετεροίωση, δηλαδή ή διάσπαση των μορίων του CO_2 και του H_2O με ταυτόχρονη έκλυση θερμότητας (Στο διάγραμμα $h-t$ συμπεριλαμβάνεται).

Πίν. 12. Μέση θερμοκρασία καύσης σε διάφορες έστιες

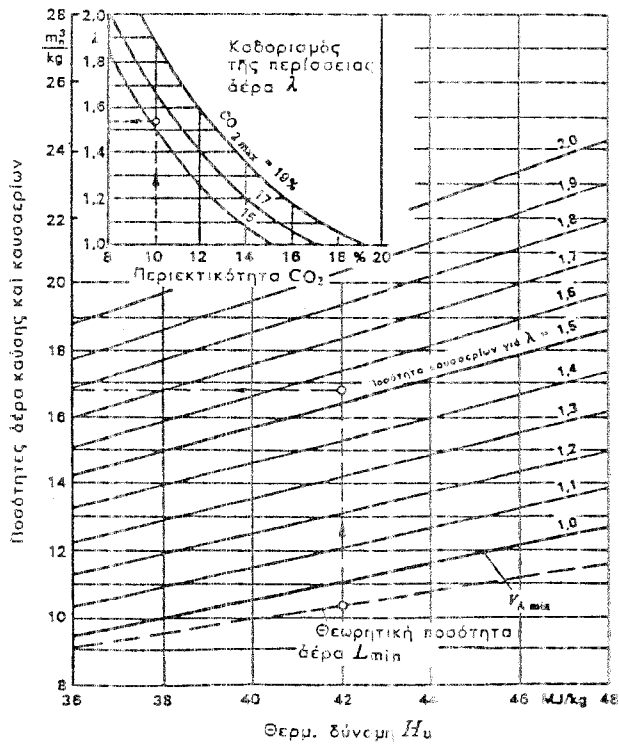
Θεωρητική θερμοκρασία $^\circ\text{C}$	Πραγματική θερμοκρασία $^\circ\text{C}$
Λιθάνθρακες ≈ 2200	Έστιες με άθερμονες έσχάρες 1200... 1400
Φαιάνθρακες ≈ 1500	Έστιες για καύση σκόνης γαιάν. 1300... 1500
Π.Ε.Κ. ≈ 2100	Έστιες με άπαγωγή της τέφρας 1400... 1700
Φτωχά αέρια 1000... 2000	ρευστή κατάσταση 1200... 1600
Πλούσια αέρια ≈ 2000	Έστιες πετρελαίου 1200... 1600
	Έστιες φυσικών αερίων 1200... 1600



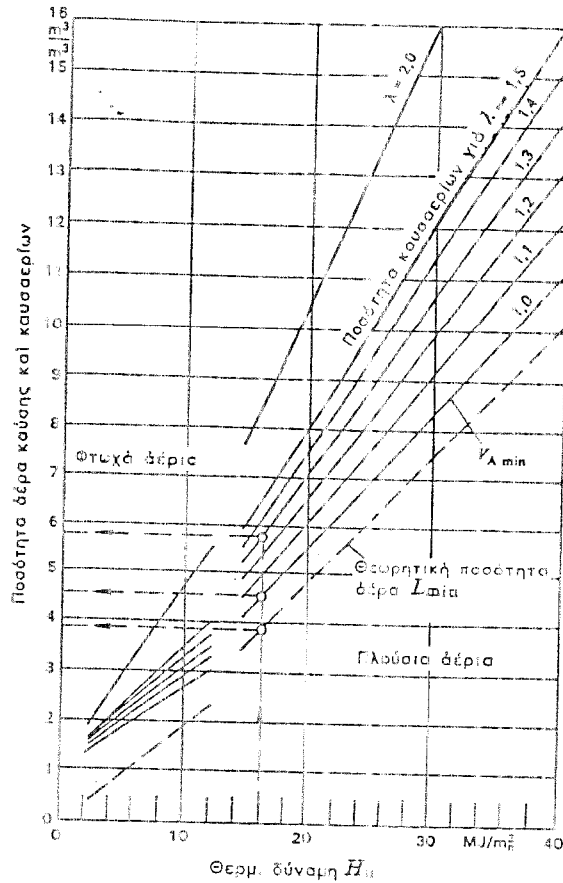
Διάγρ. 16. Θεωρητική θερμοκρασία καύσης διαφόρων καυσίμων
1 kJ \approx 0,24 kcal



Διάγρ. 11. Ποσότητα υγρών καυσαερίων και ποσότητα αέρα καύσης για στερεά καύσιμα
 $1 \text{ kcal/kg} \approx 4,2 \text{ kJ/kg}$ $1 \text{ kJ/kg} \approx 0,24 \text{ kcal/kg}$



Διάγρ. 12. Ποσότητα υγρών καυσαερίων και ποσότητα αέρα καύσης για υγρά καύσιμα
 $1 \text{ kcal/kg} \approx 4,2 \text{ kJ/kg}$ $1 \text{ kJ/kg} \approx 0,24 \text{ kcal/kg}$



Διάγρ. 13. Ποσότητα υγρών καυσαερίων και ποσότητα αέρα καύσης για αέρια καύσιμα.
 $1 \text{ kJ/m}_n^3 \approx 0,24 \text{ kcal/m}_n^3$ $1 \text{ kcal/m}_n^3 \approx 4,2 \text{ kJ/m}_n^3$

Ανάλυση των καυσαερίων

Από τη σύνθεση των καυσαερίων μπορούμε να κρίνουμε την ποιότητα της καύσης. Για τον λόγο αυτόν, σε μεγάλες εγκαταστάσεις, η σύνθεση των καυσαερίων εξετάζεται συνέχεια από κατάλληλα όργανα μετρήσεων. Η πιο ενοϊκή περίπτωση αέρα είναι εκείνη για την οποία έχουμε τις μικρότερες θερμικές απώλειες. Μέγιστη περιεκτικότητα σε CO_2 δεν είναι ενοϊκή, γιατί συνήθως εμφανίζεται και CO .

Γενικά ισχύει

για έστιες αερίων καυσίμων με άνεμιστήρα (υπερπ.)	$\lambda = 1,1 \dots 1,3$
για άνοιχτες έστιες αερίων καυσίμων	$\lambda = 1,25 \dots 1,50$
για έστιες πετρελαίου	$\lambda = 1,1 \dots 1,3$
για έστιες σκόνης γαιανθράκων	$\lambda = 1,1 \dots 1,2$
για έστιες γαιανθράκων με μηχανική τροφοδότηση	$\lambda = 1,3 \dots 1,5$
για έστιες γαιανθράκων χωρίς μηχανική τροφοδ.	$\lambda = 1,5 \dots 2,0$

Τὰ τρίγωνα τῶν καυσαερίων

Ἡ σύνθεση τῶν καυσαερίων ἀπεικονίζεται παραστατικά μὲ τὰ τρίγωνα τῶν καυσαερίων. Ὑπάρχουν πολλῶν εἰδῶν τέτοια τρίγωνα.

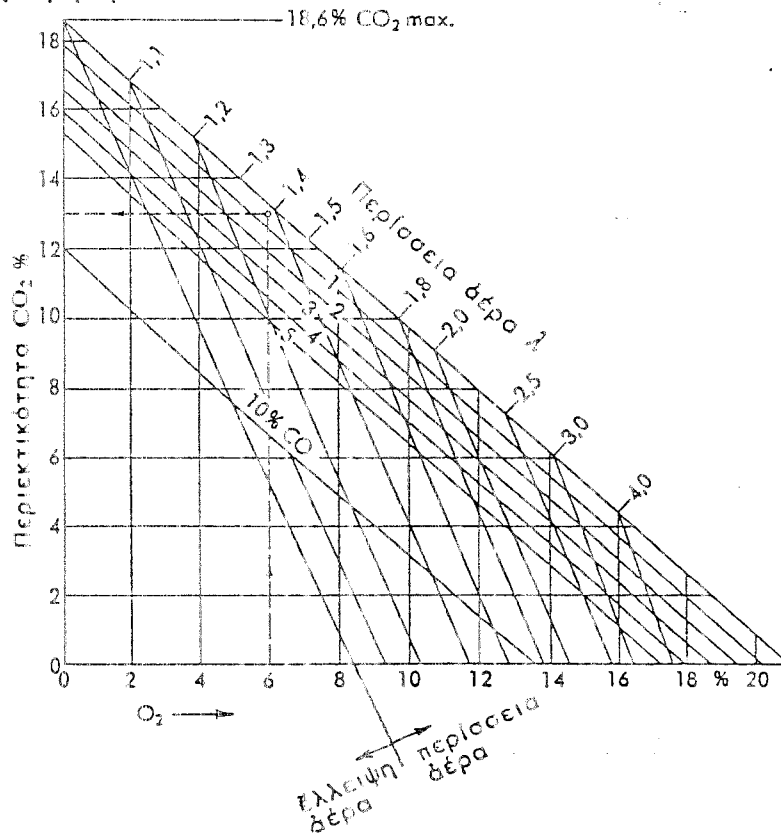
Τὸ τρίγωνο *Ostwald*, κατασκευάζεται ἰδιαίτερα γιὰ κάθε καύσιμο καὶ δίνει τὴν περιεκτικότητα τῶν καυσαερίων σὲ CO καὶ τὴν περίσσεια τοῦ ἀέρα λ σὰν συνάρτηση τῆς περιεκτικότητος τῶν καυσαερίων σὲ CO₂ καὶ O₂.

Μπορεῖ νὰ χρησιμοποιηθεῖ καὶ γιὰ τὸν ἔλεγχο τῆς ἀνάλυσης τῶν καυσαερίων. Τὸ ποσοστὸ τοῦ CO₂ εἶναι ὁ ἄξονας τῶν τεταγμένων ἐνῶ τὸ ποσοστὸ τοῦ O₂ εἶναι ὁ ἄξονας τῶν τετμημένων. Οἱ καμπύλες τοῦ CO εἶναι παράλληλες τῆς ὑποτείνουσας ἢ ὁποῖα ὀρίζεται ἀπὸ τὰ σημεῖα CO_{2max} καὶ O₂ = 0,21. Παράδειγμα βλ. Διαγρ. 20 ὡς 23.

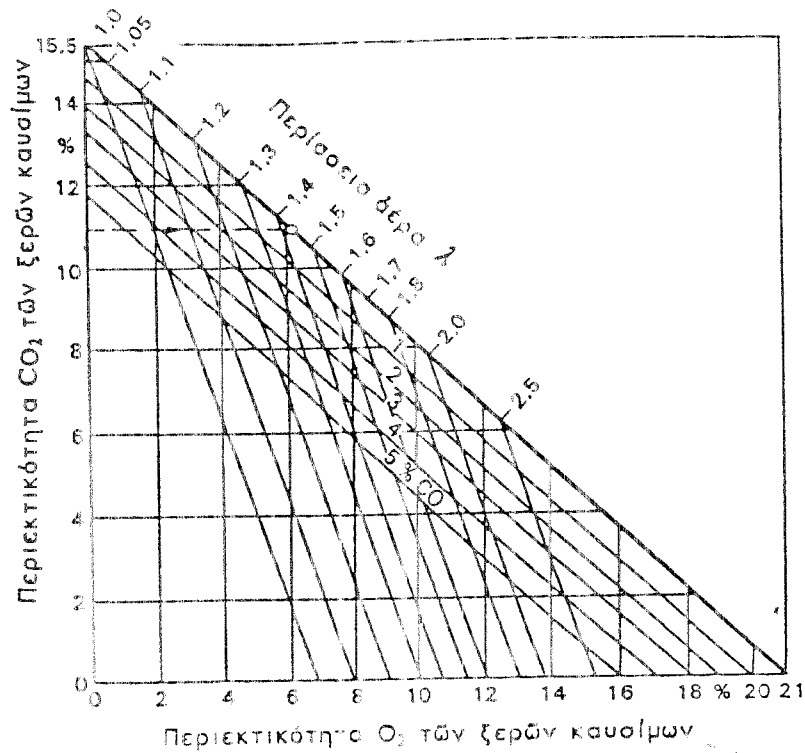
Παράδειγμα : Ἡ ἀνάλυση Orsat ἔδειξε CO₂ = 13% καὶ O₂ = 6%. Στὸ τρίγωνο διαβάζουμε CO = 0,5% καὶ λ = 1,38.

Τὸ τρίγωνο *Bunte* ἰσχύει γιὰ ὁποιοδήποτε καύσιμο. Ὄταν ἡ καύση εἶναι τέλεια, τὰ σημεῖα μετρήσεων βρίσκονται πάνω στὴν εὐθεῖα πού περνᾷ ἀπὸ τὴν ἀρχὴ τῶν συντεταγμένων καὶ ἔχει κλίση 45° (Διάγρ. 26).

Ὄταν ἡ καύση εἶναι ἀτελής, τὰ σημεῖα μετρήσεων βρίσκονται ἀριστερὰ ἀπὸ τὴν εὐθεῖα αὐτή. Ἐὰν ἓνα σημεῖο βρεθεῖ δεξιὰ ἀπὸ τὴν εὐθεῖα, τότε ὑπάρχει κάποιο λάθος στὴ μέτρηση.



Διάγρ. 20. Τρίγωνο καυσαερίων *Ostwald* γιὰ γαιάνθρακες Cannel (Fettkohle) καὶ λιθάνθρακες (CO_{2max} = 18,6%)



Διάγρ. 21. Τρίγωνο καυσασπίων Ostwald γὰ Π.Ε.Κ. ΕΛ (CO₂max = 15,5 %).
Γιὰ CO₂ = 11% είναι λ = 1,43

Θερμοκρασία και όρια ανάφλεξης

*Ένα μείγμα καυσίμου - αέρα ανάφλεγεται μόνον όταν ή θερμοκρασία του είναι μεγαλύτερη από μίαν όρισμένη τιμή, τή θερμοκρασία ανάφλεξης. Στα άερια και τους ατμούς, έκτός από τή θερμοκρασία ανάφλεξης διακρίνουμε και τὸ κατώτερο και τὸ ανώτερο όριο ανάφλεξης (όριο έκρηξης). Τὸ μείγμα ανάφλεγεται μόνο μέσα στην περιοχή αὐτή (Πίν. 16-20)

Πίν. 16. Μέγιστη ταχύτητα ανάφλεξης αερίων στον αέρα

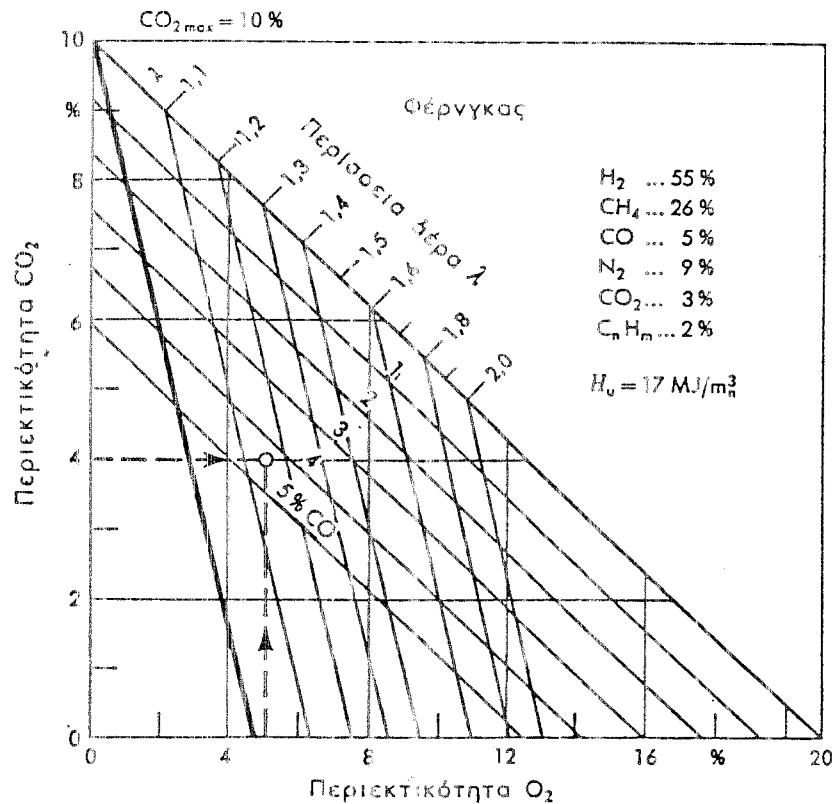
Άεριο	Χημ. Τύπος	Ταχύτητα ανάφλεξης σε m/s
Υδρογόνο	H ₂	2,80
Μονοξείδιο τοῦ Ἄνθρακα	CO	0,15...0,50
Μεθάνιο	CH ₄	0,40
Φυσικό Ἄεριο	---	0,20...0,30
Προπάνιο	C ₃ H ₈	0,41
Βουτάνιο	C ₄ H ₁₀	0,39
Φωταέριο	---	0,60...0,80
Άεριο αεριογόνων (ἀπό λιθάνθρ.)	---	0,97
Άεριο υψικαμίνων	---	0,8...0,7
Αιθυλένιο	C ₂ H ₄	0,7
Βενζίνη	---	0,41

Ἡ ταχύτητα ανάφλεξης είναι ή ταχύτητα με τήν όποία διαδίδεται ή φλόγα μέσα σε ένα μείγμα. Μεταβάλλεται με τή σύνθεση τοῦ καυσίμου και μέσα στην περιοχή των όριων ανάφλεξης, παρουσιάζει ένα μέγιστο. Σε μείγματα με όξυγόνο, ή ταχύτη-

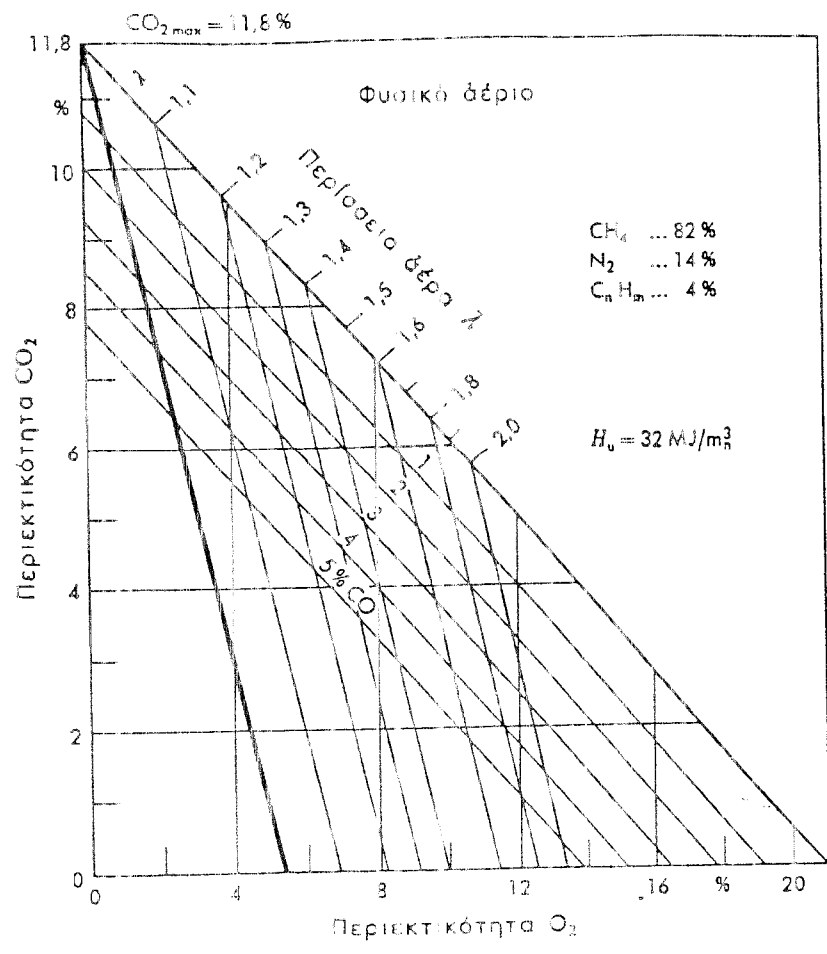
τα ανάφλεξης είναι 5 ως 12 φορές μεγαλύτερη από ότι σε μείγματα με αέρα. Ο Πίν. 16 και το Διάγρ. 27 δίνουν αριθμητικές τιμές της ταχύτητας ανάφλεξης σε στρωτή ροή. Όταν η ταχύτητα ανάφλεξης ενός μείγματος είναι μεγάλη, όπως π.χ. σε φέρνγκας με μεγάλη περιεκτικότητα H_2 , τότε η φλόγα μετατοπίζεται ελαφρώς προς τα πίσω. Όταν η ταχύτητα ανάφλεξης είναι μικρή, η φλόγα απομακρύνεται από τον καυστήρα. Ανάμεσα από τις δύο καταστάσεις, έχουμε σταθερή φλόγα.

Πίν. 20. Θερμοκρασία ανάφλεξης διαφόρων καυσίμων στον αέρα

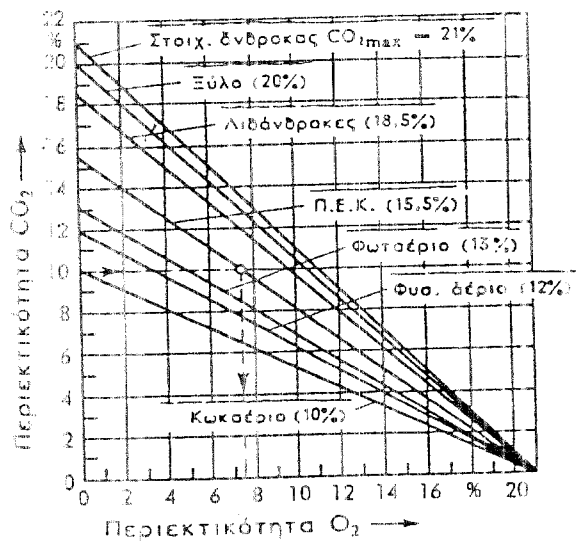
Καύσιμο	Θερμ. ανάφλ. °C	Καύσιμο	Θερμ. ανάφλ. °C
Βενζίνη	350-450	Φυσ. Φαϊάνθρακες	200-240
Βουτάνιο (n)	430	Αιθάλη	500-600
Φυσικό Αέριο	≈ 650	Φωταέριο	≈ 450
Αεριοέλαιο	≈ 250	Λιθάνθρακες	
Π.Ε.Κ. EL	≈ 360	Σκόνη	150-220
Π.Ε.Κ. S	≈ 340	Carbui	≈ 250
Ξύλο	200-300	Ήμιπρισσοῦχοι	≈ 260
Ξυλάνθρακες	300-425	Άνθρακίτης	≈ 485
Κάκ	550-600	Σπιρτόξυλα	170
Προπάνιο	≈ 500	Τόρφη, ξερή	225



Διάγρ. 22. Τρίγωνο καυσαερίων Ostwald για φέρνγκας. Παράδειγμα: 4% CO_2 και 5% O_2 δίνουν 4,4% CO και $\lambda = 1,15$.



Διάγρ. 23. Τρίγωνο καυσαερίων Ostwald για φυσικό αέριο (Groningen)



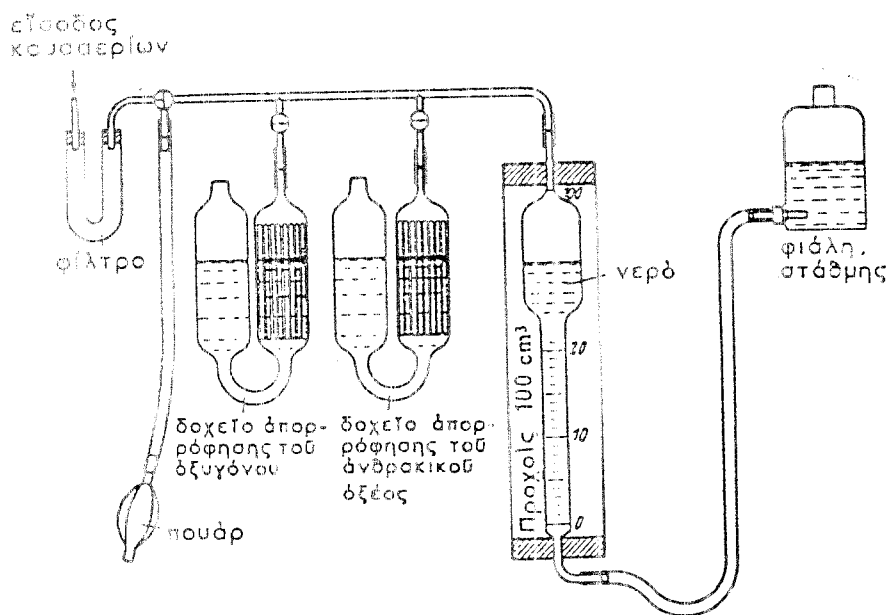
Διάγρ. 26. Τρίγωνο καυσαερίων Bunte με τιμές του CO_{2max} για διάφορα καύσιμα

Παράδειγμα: Κατά την καύση Π.Ε.Κ. ΕΛ με CO_{2max} = 15,5%, για CO₂ = 10% έχουμε O₂ = 7,4%, λ = CO_{2max}/CO₂ = 1,55

Ανάλυση τῶν καυσαερίων

Με αὐτὴν διαπιστώνεται ἡ σύνθεση τῶν καυσαερίων καὶ κυρίως ἡ περιεκτικότητά τους σὲ CO_2 πού εἶναι κριτήριο τῆς ποιότητος τῆς καύσης. Μετρήσεις SO_2 καὶ ἀζώτου γίνονται κυρίως μόνο σὲ μεγάλες ἐγκαταστάσεις.

1. *Συσκευή Orsat.* Εἶναι ἡ πῶς γνωστὴ συσκευή πού χρησιμοποιεῖται γιὰ τὴν ἀνάλυση καυσαερίων. Ὅγκος 100 cm^3 καυσαερίου διοχετεύεται διαδοχικὰ μέσα ἀπὸ ἀπορροφητικὰ ὑγρὰ τὰ ὁποῖα ἀπορροφῶν κατὰ σειρά CO_2 , O_2 καὶ CO . Μετὰ τὴν ἀπορρόφηση κάθε ἀερίου μετρεῖται ὁ ὄγκος τοῦ καυσαερίου. Ἡ μείωση τοῦ ὄγκου τοῦ ἀντιστοιχεῖ στὸν ὄγκο τοῦ ἀερίου πού ἀπορροφήθηκε. Τέτοια ἀπορροφητικὰ ὑγρὰ εἶναι διάλυμα καλίου γιὰ τὸ CO_2 , πυρογαλλόλη ἢ φώσφορος γιὰ τὸ O_2 καὶ χλωριούχος χαλκός γιὰ τὸ CO (Σχ. 19).



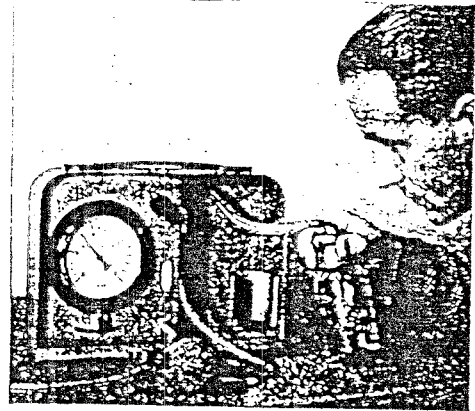
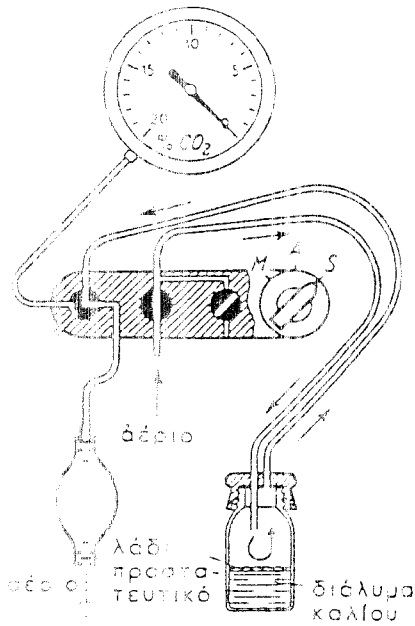
Σχ. 19-1. Συσκευή Orsat γιὰ τὴν ἀνάλυση καυσαερίων (σχηματικὴ παράσταση)

Ἡ συσκευή Orsat δὲν εἶναι κατάλληλη γιὰ ἐργοστάσια. Χρησιμοποιεῖται ἀπλῶς σὰν συσκευή ἐλέγχου. Κατασκευάζεται ἐπίσης φορητὴ, σὰν βαλίτσα, γιὰ γρήγορες μετρήσεις. Ἡ βάση τῶν βιομηχανικῶν συσκευῶν εἶναι μηχανικὴ ἢ χημικὴ. Παράδειγμα, τὰ Σχ. 2 καὶ 3 με δοχεῖο διαλύματος καλίου, ἐνδεικτικὸ ὄργανο, πουάρ καὶ κρουνοὸ ἐπιλογῆς.

Ὅταν κορεστεῖ τὸ μετρητικὸ ὑγρὸ, πρέπει νὰ ἀνανεωθεῖ.

2. Οἱ ἀπόματες χημικὲς συσκευὲς μιμοῦνται τὴς κινήσεις τῆς χειροκίνητης καὶ καταγράφουν τὴ μεταβολὴ τοῦ ὕψους τοῦ ὑγροῦ στὴ φιάλη στάθμης σὰν μέτρο τοῦ ὄγκου τοῦ ἀερίου πού ἀπορροφᾶται. Ἡ ἐνδειξη καθυστερεῖ περίπου 2 λεπτά καὶ αὐτὸ εἶναι τὸ μειονέκτημά τους.

Στὶς νεώτερες φυσικοχημικὲς μεθόδους χρησιμοποιοῦνται συσκευὲς οἱ ὁποῖες ἀπορροφῶν μὲν στὴν ἀρχὴ τὸ ἀεριο πού πρόκειται νὰ μετρηθεῖ, μετὰ ὁμῶς ἀκολουθεῖ μιὰ φυσικὴ μέτρηση

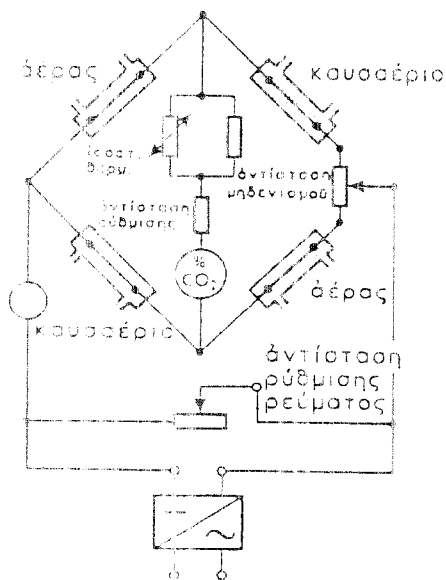


Σχ. 2 και 3. Συσκευή ταχείας ένδειξης CO₂ με δοχείο διαλύματος και όργανο ένδειξεων (Μαίηκ)

A = Ίσοστάθμιση
M = Μέτρηση
S = Αναρρόφηση

της θερμότητας απορρόφησης (ροή θερμότητας)
ή της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του απορροφητικού υγρού (ροή ιόντων και ηλεκτρική ροή)
ή του χρωματισμού του υγρού (χρωματική ροή).

3. Οι συσκευές που βασίζονται σε φυσικές μεθόδους χρησιμοποιούνται κυρίως για τη μέτρηση της θερμικής αγωγιμότητας ή απορρόφησης των υπέρυθρων ακτίνων. Ο αναλυτής καυσαερίων του Σχ. 5 βασίζεται στη διαφορά της ικανότητας απαγωγής θερμότητας του CO₂ και του αέρα. Το αέριο ρέει γύρω από μία ηλεκτρικά θερμαινόμενη αντίσταση που έχει θερμοκρασία 200° C περίπου, ενώ μία άλλη αντίσταση βoίσκεται σε ρεύμα αέρα. Και οι δύο αντιστάσεις είναι συνδεδεμένες σε μία



Σχ. 5. Ηλεκτρικός αναλυτής καυσαερίων κατά τη μέθοδο της ικανότητας απαγωγής θερμότητας

γέφυρα Wheatston. Όταν μεταβάλεται η περιεκτικότητα CO₂ αλλάζει και η ικανότητα απαγωγής της θερμότητας του αερίου και μαζί με αυτήν και η θερμοκρασία της αντίστασης και άρα και η ηλεκτρική αντίσταση.

ΣΤΕΡΕΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

Ανάλογα με την κατεργασία τους

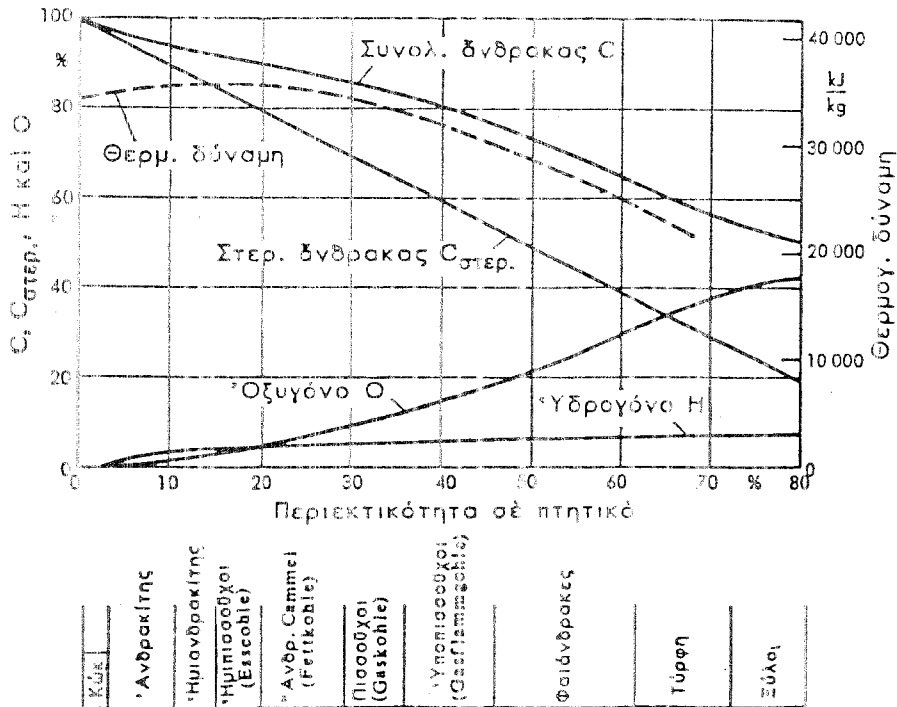
διακρίνονται σε :

Φυσικά καύσιμα : λιθάνθρακες, φαιάνθρακες, τύρφη, ξύλο. Όλα τα στερεά καύσιμα, έχουν φυσική προέλευση και, εκτός από το ξύλο, δημιουργήθηκαν από την αποσυνθεση φυτών σε συνθήκες υψηλής πίεσης και απουσίας αέρα. Η εξόρυξη των λιθάνθρακων γίνεται υπόγεια, ενώ των φαιανθράκων είναι συνήθως επιφανειακή.

Εξευγενισμένα καύσιμα : μπρικέττες λιθάνθρακων, μπρικέττες φαιανθράκων, κώκ (δριάνθρακες), ξυλάνθρακες.

Οι μπρικέττες κατασκευάζονται από θρυμματισμένους και αποξεραμένους λιθάνθρακες ή φαιάνθρακες, οι οποίοι συμπιέζονται σε κατάλληλες μηχανές και έχουν διάφορα σχήματα και διαστάσεις (παραλληλεπίπεδο, κύβος, σιμιγδάλι, αυγό). Στη Γερμανία, 70% της παραγωγής λιθάνθρακων γίνεται μπρικέττες. Το κώκ παράγεται με την ξερή απόσταξη σε θερμοκρασία 1000° C περίπου (κατά τη θέρμανση χωρίς αέρα, αποχωρίζονται τα αέρια ισοστατικά). Το κώκ φωταερίου παράγεται από λιθάνθρακες στα έργοστάσια φωταερίου. Το μεταλλουργικό κώκ που χρησιμοποιούν οι ψυκόμενοι παράγεται στις κωκερίες των μεταλλουργικών βιομηχανιών. Κώκ παράγεται επίσης κατά την απόσταξη των λιθάνθρακων (Swelkoks) ή των φαιανθράκων (Gruderkoks) σε χαμηλή θερμοκρασία (περίπου 500° C).

Κίρια συστατικά όλων των γαιανθράκων είναι ο άνθρακας, το υδρογόνο, το οξυγόνο, μικρές ποσότητες θείου και άζωτου καθώς και νερό και τέφρα. Με τη γεωλογική ηλικία του καυσίμου, αυξάνει και η περιεκτικότητά του σε άνθρακα, ενώ αντίθετα μικραίνει η περιεκτικότητά του σε οξυγόνο. Ο άνθρακίτης έχει τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε άνθρακα (Διάγρ. 1). Με τον όρο τέφρα χαρακτηρίζονται οι άκαυστες ανόργανες προσμίξεις των γαιανθράκων, όπως οι πέτρες, ή άργιλος, οι σχιστόλιθοι κτλ. Βασικά συστατικά των τέφρας είναι το διοξείδιο του πυριτίου SiO₂, ή αλουμίνα Al₂O₃, το οξείδιο του ασβεστίου CaO και το Fe₂O₃. Η περιεκτικότητα των καυσίμων σε στάχτη, μικραίνει με διάφορες κατεργασίες



Διάγρ. 1. Σύνθεση καθαρών (χωρίς τέφρα και ύγρασία) στερεών καυσίμων
1000 kJ = 0,28 kWh

Κακής ποιότητας άνθρακες χαρακτηρίζονται αυτοί που έχουν μεγάλη περιεκτικότητα τέφρας (Löschköhle, Schlammkohle). Καθαροί, χαρακτηρίζονται οι άνθρακες που δεν περιέχουν τέφρα και υγρασία.

Ένα μέρος του θείου που περιέχεται στους άνθρακες έχει τη μορφή οργανικών ενώσεων, ενώ το υπόλοιπο είναι διάφορα άνοργανα άλατα (θειικά και θειώδη). Η συνολική περιεκτικότητα των γαιανθράκων είναι περίπου 0,5...1,5%.

Πτητικά συστατικά των γαιανθράκων είναι οι αέριες ενώσεις (άτμοι, πίσσα, αέρια) που διαφεύγουν κατά τη θέρμανση χωρίς αέρα των γαιανθράκων (έξανθράκωση).

Η περιεκτικότητα των γαιανθράκων σε πτητικά μικραίνει όσο μεγαλώνει η γεωλογική τους ηλικία (Διάγρ. 1). Διακρίνουμε γαιάνθρακες πλούσιους σε πτητικά, με περιεκτικότητα μεγαλύτερη από 30% και γαιάνθρακες φτωχούς σε πτητικά με περιεκτικότητα μικρότερη από 30%. Οι πλούσιοι σε πτητικά γαιάνθρακες αναφλέγονται πιο εύκολα και καίγονται πιο γρήγορα από τους φτωχούς σε πτητικά γαιάνθρακες.

Έξανθράκωση: Ανάλογα με τη συμπεριφορά τους κατά την παραγωγή κώκ, οι γαιάνθρακες χωρίζονται σε:

Γαιάνθρακες που αψήνουν κατάλοιπα με μορφή σκόνης (Sandkohlen).

Γαιάνθρακες που αψήνουν κατάλοιπα χαλαρά συντηγμένα (Sinterkohlen)

Γαιάνθρακες που αψήνουν κατάλοιπα στερεά συντηγμένα (Backkohlen)

Υγρασία: Εκτός από την έμωσή υγρασία, υπάρχει και η υδροσκοπική υγρασία, η οποία παραμένει ακόμα και μετά την αποξήρανση των γαιανθράκων στον αέρα.

Η υγρασία αυτή απομακρύνεται μόνον αν η θερμοκρασία των γαιανθράκων γίνει πιο μεγάλη από 100°C.

Οι αναλύσεις των γαιανθράκων μπορεί να είναι άνηγμένες στο:

φυσικό προϊόν	roh
ξερό προϊόν	wf
καθαρό προϊόν (χωρίς υγρασία και τέφρα)	waf

Κατεργασία: Ανάλογα με την κατεργασία, οι γαιάνθρακες χωρίζονται στα παρακάτω είδη:

Άνεπεξέργαστος γαιάνθρακας	Όλα τα μεγέθη και κόνις
Μεγάλα κομμάτια	μεγαλύτερα από 80 mm
Καρύδατα I ως IV	από 6...80 mm
Ψίλα	από 0...10 mm
Κόνις	από 0... 3 mm

Η κατάταξη αυτή ως προς το μέγεθος δεν είναι ενιαία σε όλες τις άνθρακοφόρες περιοχές του κόσμου.

Για το βάρος, τη σύνθεση και τη θερμογόνο δύναμη των στερεών καυσίμων βλ. Πίν. 30 ως 60.

Στο «Διεθνές Σύστημα Ταξινόμησης» γαιανθράκων κατά DIN 23003 (Νοέμ. 1960), κάθε είδος χαρακτηρίζεται από έναν τριψήφιο κωδικό αριθμό. Το πρώτο ψηφίο αναφέρεται στην περιεκτικότητα σε πτητικά, το δεύτερο στη συγκολλητική ικανότητα και το τρίτο στην ικανότητα παραγωγής κώκ.

Παράδειγμα: Λιθάνθρακας 712 σημαίνει

Κατηγορία 7	περισσότερο από 30% πτητικά συστατικά,
Όμάδα 1	βαθμός διόγκωσης 1 ως 2,
Υποομάδα 2	μικρή ικανότητα παραγωγής κώκ.

Κατηγορίες μεγεθών του κώκ

Κώκ ύψικαμίνων	> 80 mm
Κώκ I	80/60 mm
Κώκ II	60/40 mm
Κώκ III	40/20 mm
Κώκ IV	20/10 mm
Κώκ V	10/6 mm
Κώκ ψιλό (σιμιγδάλι)	10,0, 6,0 mm
Κώκ μεταλλουργικό	> 80 mm

Πίν. 6. Μέση σύνθεση και ιδιότητες στερεών καυσίμων

(1000 kJ ≈ 0,28 kWh)

Καύσιμο	'Ανηγγμένα στο φυσικό προϊόν 2)							Κατ. θερμ. δύν. H_u	Θεωρ. ποσότη. αέρα L_{min}	Θεωρ. ποσότη. ξερών καυσ. $V_{a, tr}$	'Υδρατμοί V_{H_2O}	Θεωρ. ποσότη. υγρών καυσ. $V_{a, l}$	Μέγιστη περιέκτ. τών καυσ. σέ CO_2 $CO_{2, max}$
	Στοιχ. 'Ανθρ.	'Υδρογ.	'Οξυγόν.	'Αζωτο	Θείο	Νερό	Τέφρα						
	c	h	o	n	s	w	a						
	% Βάρ.	% Βάρ.	% Βάρ.	% Βάρ.	% Βάρ.	% Βάρ.	% Βάρ.	kJ/kg	m_n/kg	m_n/kg	m_n/kg	m_n/kg	%
Στοιχ. 'Ανθρακας, καθ.	100	—	—	—	—	—	—	33820	8,0	8,0	—	8,0	21,0
Λιθάνθρακες (Ρούρ)													
'Ιποπισσοδοχοί	77	5	8	1	1	3	5	30100	7,9	7,9	0,6	8,3	18,5
Πισσοδοχοί	80	5	5	1	1	3	5	31400	8,3	8,0	0,6	8,6	18,5
'Ανθρακες Cannel	81	5	4	1	1	3	5	31800	8,4	8,1	0,6	8,7	18,5
'Ημισοδοχοί	82	4	4	1	1	3	5	31800	8,3	8,0	0,5	8,5	18,8
'Ημιανθρακίτες	84	4	2	1	1	3	5	31400	8,5	8,2	0,5	8,7	18,8
'Ανθρακίτες	85	3	2	1	1	3	5	31400	8,3	8,1	0,4	8,5	19,3
Κώκ (ψηκασμένου)	83	0,5	0,5	1	1	5	9	28900	8,5	7,5	0,1	7,6	20,5
'Υποπισσοδοχοί ('Ανω Βαυαρ. 1)	58	4,3	10	1,2	5,5	10	11	22930	3,0	2,95	0,6	3,55	18,2
Φαιάνθρακες (Ρηνανία 1)													
Φυσικοί	30	3	10	1	1	50	5	9630	3,1	3,0	0,9	3,9	17,2
Μπρικέττες	55	5	18	1	1	15	5	19250	5,6	5,4	0,7	6,1	17,2
Τύρφη, ύγρασία τοῦ αέρα	38	4	26	1	1	25	5	13800	3,6	3,5	0,7	4,2	19,8
Ξύλο, ύγρασία τοῦ αέρα 1)	42	5	37	—	—	15	1	14650	3,8	3,8	0,7	4,5	20,4

1) 'Η σύνθεση τών φαιανθράκων, τύρφης και ξύλου ποικίλλει πολύ. Ιδίως ἡ περιεκτικότητα σέ νερό.

2) 'Η ἀναγωγή τῆς σύνθεσης σέ καθαρό καύσιμο γίνεται μέ πολλαπλασιασμό ἐπί $100/(100-w-a)$.

-46-

Πίν. 4. Φαινομένη πυκνότητα στερεών καυσίμων
(Από το «Gumz», 1962)

Καύσιμο	Φαινομ. πυκνότη. kg/m ³	Καύσιμο	Φαινομ. πυκνότη. kg/m ³
Λιθάνθρακες		Κώκ	
Αντεξέργαστοι	850...890	Κώκ, ύψικαμίνων	460...530
Καρυδάτοι 1/2	740...780	Κώκ, μεταλλουργικό	430...500
Καρυδάτοι 3/5	720...750	Κώκ 1/2	450...560
Λεπτόκοκκοι	820...860	Κώκ 3/4	500...680
Μπρικέτες (αυγά)	740...780	Κώκ, σιμιγδαλι	700...760
Κόνες	700...800	Ξύλο	
Φαιθάνθρακες		Ξύλο, σκληρό (όξυά)*	560
Φυσικό	650...780	Ξύλο, μαλακό (βελονόφυλλα)*	420
Φαιθάνθρακες με 50 % H ₂ O	570...650	Ξυλάνθρακες από σκληρό ξύλο	190...220
Μπρικέτες, ατμοβαγμένες	1000	Ξυλάνθρακες από μαλακό ξύλο	130...150
Μπρικέτες, σε σωρούς	700...720	Πριονίδι	180...280
Κόνες	450...500	Τύρφη	
		Τύρφη, μηχανών	310...380
		Μπρικέτες	650...750

*) Σε παραλληλεπίπεδα μεγάλα κομμάτια

ΥΓΡΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

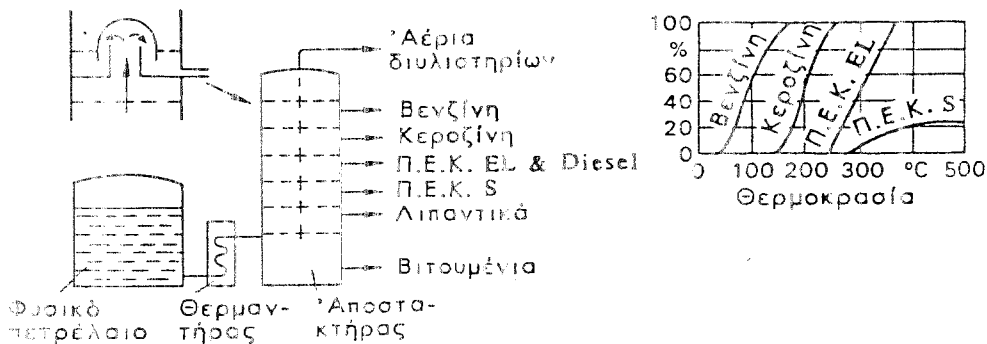
Ταξινόμηση

Φυσικά πετρέλαια

Δημιουργήθηκαν πριν εκατομμύρια χρόνια, υπό ζωικά και φυτικά κατάλοιπα στο βυθό της θάλασσας. Τα φυσικά πετρέλαια εξορύσσονται με γεωτρήσεις σε διάφορες περιοχές της γης και κυρίως στις Η.Π.Α, στη Ρωσία, την Περσία, το Ιράκ και την Αραβία. Χαρακτηριστικό των περιοχών είναι οι πυλώνες των γεωτρήσεων.

Σύνθεση : Από χημική άποψη, τα πετρέλαια είναι μείγμα διαφόρων υδρογονανθράκων. Η επεξεργασία τους γίνεται με την κλασματική απόσταξη (διαχωρισμός των συστατικών του πετρελαίου ανάλογα με το σημείο βρασμού), και τη διύλιση σε ελαφρά, μέσα και βαριά πετρέλαια. Ακόμα, με την πυρόλυση (διάσπαση υδρογονανθράκων με μεγάλα μόρια σε μικρότερα με την επίδραση θερμοκρασίας και πίεσης, συνθετικές βενζίνες) (Πίν. 50 και Διάγρ. 20). Η περιεκτικότητα σε τέφρα είναι πολύ μικρή, συνήθως < 0,1% και αποτελείται κυρίως από πεντοξειδίο του βαναδίου, V₂O₅.

Ελαφρά πετρέλαια, κυρίως βενζίνες (συνοπτικό όνομα για σειρά υδρογονανθράκων με χαμηλό σημείο βρασμού και που αποτελούνται, σε αντίθεση με το βενζόλιο (C₆H₆), από διάφορα μόρια), με σημείο βρασμού 50...200° C. Κυρίως είναι μείγματα παραφινών και χρησιμοποιούνται σαν καύσιμα κινητήρων.



Διάγρ. 20. Κλασματική απόσταξη του φυσικού πετρελαίου

Μέσα πετρέλαια είναι κυρίως ή κεροζίνη (φωτιστικό πετρέλαιο) με σημείο βρασμού 200 ως 250° C και το αεριέλαιο (πετρέλαιο Diesel) με σημείο βρασμού 200 ως 350° C, που χρησιμοποιείται σήμερα κυρίως σαν καύσιμη ύλη κινητήρων Diesel και από το οποίο παλιότερα παραγότανε το ελαιοαέριο. Στην ομάδα αυτή ανήκει επίσης και το πετρέλαιο εξωτερικής καύσης EL (πολύ ελαφρύ).

Βαριά πετρέλαια με σημείο βρασμού μεγαλύτερο από 350° C, κυρίως πετρέλαια εξωθερμικής καύσης και λιπαντικά.

Κατάλοιπα: Από τα κατάλοιπα της απόσταξης του πετρελαίου, πίσσα, βιτουμένια, μαζούτ, άσφαλτο, παρασκευάζονται διάφορα χημικά προϊόντα όπως π.χ. παραφίνη, βαζελίνη κ.ά. Για τα πετρέλαια εξωθερμικής καύσης (Π.Ε.Κ.)

Αποστάγματα της πίσσας

Είναι προϊόντα της απόσταξης της πίσσας, ή όποια πάλι δημιουργείται κατά την παραγωγή κώκ από την απόσταξη καυσίμων σε υψηλή ή σε χαμηλή θερμοκρασία. Η κατεργασία της πίσσας γίνεται με απόσταξη, πυρόλυση και υδρογόνωση, όποτε παράγονται ελαφριά, μέσα και βαριά πετρέλαια, κυρίως βενζίνες, πετρέλαιο Diesel και Π.Ε.Κ. Επίσης παράγεται και ένας μεγάλος αριθμός χημικών προϊόντων. Τα κατάλοιπα της απόσταξης είναι άσφαλτος.

Συνθετικά πετρέλαια

Παράγονται από λιθάνθρακες και φαιάνθρακες καθώς και από κατάλοιπα πετρελαίων και πίσσες, με τις μεθόδους Bergins και Fischer-Tropsch. Προς το παρόν δεν έχουν σημασία, έπειδή η παραγωγή φυσικού πετρελαίου είναι μεγάλη.

Άλλα υγρά καύσιμα

Οινόπνευμα (μετουσιωμένη αίθυλική αλκοόλη). Παράγεται από σταφύλια, πατάτες κτλ. και χρησιμοποιείται σαν προσθήκη στη βενζίνη.

Βενζόλιο C₆H₆. Παράγεται στις εγκαταστάσεις παραγωγής κώκ και φωταερίου κατά την απόσταξη λιθανθράκων.

Πετρέλαια Έξωτερικής Καύσης

Τα περισσότερα Π.Ε.Κ. είναι προϊόντα της απόσταξης του φυσικού πετρελαίου. Στην περίπτωση που προέρχονται από άσφαλτο, λιθανθρακόπισσα ή πίσσα φαιάνθρακων, αυτό πρέπει, έπειδή υπάρχουν καυστήρες πολλών τύπων, να αναφέρεται ιδιαίτερα. Προδιαγραφές για Π.Ε.Κ. αναφέρει το DIN 51603 (Πίν. 20). Περιεκτικότητα στοιχειακού άνθρακα 84...86% και υδρογόνου 11...13% (Πίν. 136-50). Σε θερμάνσεις χρησιμοποιείται κυρίως Π.Ε.Κ. EL (πολύ ελαφρύ), ενώ σε μεγάλες εγκαταστάσεις Π.Ε.Κ. S (βαρύ). Τα Π.Ε.Κ. L και M (έλαφρύ και μέσο) χρησιμοποιούνται σήμερα πολύ λίγο. Κατά την καύση παράγονται σχεδόν αποκλειστικά μόνο CO₂ και H₂O.

Η ταξινόμηση των πετρελαίων δεν είναι ένιαία σε όλον τον κόσμο. Στις ΗΠΑ π.χ. Fuel Oil No 2 αντιστοιχεί περίπου στο Π.Ε.Κ. EL, Fuel Oil No 6 αντιστοιχεί περίπου στο Π.Ε.Κ. S.

Θερμογόνος δύναμη

Η κατώτερη θερμογόνος δύναμη των πετρελαίων είναι:

για τα φυσικά πετρέλαια, περίπου	40 000...43 000 kJ/kg
για τα πετρέλαια από απόσταξη πίσσας, περίπου	36 000...40 000 kJ/kg.

Η Θ.Δ. των πετρελαίων είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα σε υδρογόνο.

Πίν. 20. Προδιαγραφές Π.Ε.Κ. κατά DIN 51603 (Φεβρ. 1966) και Φύλ. 1. (9.75)³⁾

(1000 kJ \approx 0,28 kWh)

	Π.Ε.Κ. EL ¹⁾	Π.Ε.Κ. L ²⁾	Π.Ε.Κ. M ³⁾	Π.Ε.Κ. S	Δοκιμασία κατά	
Πυκνότητα στους 15°C, τὸ πολὺ	g/ml	0,860	1,10	1,20	πρέπει νὰ ἀναφέρεται	DIN 51757
Σημεῖο ἀνάφλεξης σὲ κλειστὸ δοχεῖο, μεγαλύτερο ἀπὸ	°C	55	55	65	65	DIN 51755 ἢ DIN 51758
Κινηματικὸ, ἰξῶδες, τὸ πολὺ	cSt	στοὺς 200°C 6 (\approx 1,5 E)	στοὺς 200°C 17 (\approx 2,5 E)	στοὺς 500°C 75 (\approx 10 E)	στοὺς 500°C 450 (\approx 59 E) στοὺς 1000°C 40 (\approx 5,3 E)	DIN 51560 DIN 51561 DIN 51562
Σημεῖο ροῆς, μικρότερο ἀπὸ	°C	-10	—	—	—	DIN 51583
Κατάλοιπα Κῶκ	% βάρ.	κάτω ἀπὸ 0,05	τὸ πολὺ 2	τὸ πολὺ 12	τὸ πολὺ 15	DIN 51551
Μέγιστη περιεκτικότη- τα σὲ θείο	φυσικὰ πετρέλαια	0,55	—	—	2,8	DIN 51768
	πετρέλαια πίσσας φαιανθρ.	—	3,0	2,0	—	
	πετρέλαια λιθανθρακόπισσας	—	0,8	0,9	—	
Μόνιμη περιεκτικότη- τα σὲ νερό, τὸ πολὺ	% βάρ.	0,1	0,3	0,5	0,5	DIN 51786
Ίζημα, τὸ πολὺ	% βάρ.	0,05	0,1	0,25	0,5	DIN 51789
Προσμίξεις πρώτης ὕλης γιὰ Π.Ε.Κ. ἀπὸ λιθανθρακόπισσα	°C	—	πρέπει νὰ ἀναφέρεται		—	Κεφ. 4
Ἐλάχιστη Κ.Θ.Δ.	kJ/kg	42000	\approx 37675	\approx 37675	39750	DIN 51900
Τέφρα (ὀξειδία), τὸ πολὺ	% βάρ.	0,01	0,04	0,15	0,15	

1) Τουλάχιστον 96 % τοῦ ὄγκου. Ἀπόσταγμα μέχρι 370°C.

2) Πετρέλαια ἀπὸ τὴν ἀπόσταξη πίσσας φαιανθράκων καὶ λιθανθράκων.

3) Γιὰ τὰ Π.Ε.Κ. EL ἰσχύει τὸ DIN 51603 Φύλ. 1 (9.75).

1501

Πίν. 50. Σύνθεση και θερμογόνος δύναμη υγρών καυσίμων

Καύσιμο	Πυκνότητα στους 20° C kg/dm ³	Σύνθεση % του βάρους				Θ.Δ. σε kJ/kg	
		C	H	O+N	S	H _o	H _u
Αθολ. Άλκοολη	0,80	52	13	25	—	29 890	26 960
Βενζόλιο	0,88	92	8	—	—	41 940	40 230
Βενζίνη	0,72 ... 0,80	85	15	—	—	46 700	42 500
Π.Ε.Κ. ΕΙ.	0,82 ... 0,86	86	13	0,5	0,5	45 400	42 700
Π.Ε.Κ. S	0,90 ... 0,92	86	11	1	2	42 300	40 200
Κεροζίνη	0,80 ... 0,82	85	15	—	—	42 900	40 800
Μετανόλη	0,79	38	12	50	—	22 310	19 510
Πετρέλαιο Diesel	0,85 ... 0,88	86	13	0,4	0,6	44 800	41 650
Πετρ. Λιθανθρακόπ.	1,00 ... 1,08	89	7	4	—	39 150	37 450

ΑΕΡΙΑ ΚΑΥΣΙΜΑ 1)

Γενικά

Τα χαρακτηριστικά των αερίων καυσίμων, που υπάρχουν σήμερα, διαφέρουν πολύ μεταξύ τους. Συνήθως είναι μείγματα καυσίμων και άκαυστων αερίων. Τα καύσιμα συστατικά είναι κυρίως υδρογονάνθρακες (μεθάνιο κτλ.), υδρογόνο και μικρές ποσότητες CO. Έπειδή τα αέρια καύσιμα δεν χαρακτηρίζονται με ακρίβεια, δημιουργούνται πολλές φορές λάθη και παρανοήσεις.

Κατάταξη των αερίων

ανάλογα με την προέλευσή τους

· Φυσικά αέρια (ξερό και υγρό φυσικό αέριο)

· Τεχνητά αέρια

ανάλογα με τη θερμογόνου δύναμη

· Αέρια με μικρή Θ.Δ.

$$H_o < 10\ 000\ \text{kJ/m}_n^3$$

· Αέρια με μέση Θ.Δ. (Υδραέρια)

$$H_o = 10\ 000\ \text{ώς}\ 30\ 000\ \text{kJ/m}_n^3$$

· Αέρια με κανονική Θ.Δ.

$$H_o = 30\ 000\ \text{ώς}\ 60\ 000\ \text{kJ/m}_n^3$$

· Αέρια με μεγάλη Θ.Δ.

$$H_o > 60\ 000\ \text{kJ/m}_n^3$$

ανάλογα με τη μέθοδο παραγωγής

Προϊόντα άπαιρίωσης:

Κωκαέριο

= παραπροϊόν της παραγωγής κώκ στις κωκερίες

Φωταέριο

= αέριο που παράγεται στην περιοχή της κατανάλωσής του από την απόσταξη γαιανθράκων, χωρίς αέρα ή από την πυρόλυση προϊόντων του πετρελαίου

Φέρνγκας (Ferngas)

= αέριο, παρόμοιο με το φωταέριο, που δεν παράγεται όμως στην περιοχή που καταναλίσκεται αλλά μεταφέρεται από τον τόπο παραγωγής του, κυρίως κωκερίες, με δίκτυο σωληνώσεων υψηλής πίεσης

· Αέριο από την παραγωγή ήμικώκ = αέριο που παράγεται από στερεά καύσιμα σε χαμηλές θερμοκρασίες (500... 700° C)

· Υδραέρια

· Ανθρακαέριο ή υδραέριο από γαιάνθρακες

= αέριο που παράγεται από τη χημική μετάσταση γαιανθράκων με την επίδραση υδρατμών

· Υδραέριο από κώκ

= αέριο που παράγεται όπως το προηγούμενο, αλλά από κώκ

Προϊόντα έξαερίωσης:

- 'Αέριο αεριογόνων, ή φτωχό αέριο = αέριο με μικρή Θ.Δ. που παράγεται από τη χημική μετάσταση κώκ, γαιανθράκων ή πετρελαίων, σε μεγάλες θερμοκρασίες και με την επίδραση αέρα
 - 'Αέριο ύψικαμίνων = αέριο με μικρή Θ.Δ. που είναι παραπροϊόν λειτουργίας των ύψικαμίνων
 - 'Αέρια διυλιστηρίων: Παραπροϊόντα της λειτουργίας διυλιστηρίων πετρελαίου, χωρίς σταθερή σύνθεση. Αποτελούνται κυρίως από βουτάνιο και προπάνιο που υγροποιούνται ήδη από μικρές υπερπίεσεις (ύγραέρια). Μεταφέρονται σε φιάλες υπό πίεση
 - Συνθετικά αέρια: παράγονται από τη διάσπαση προϊόντων του πετρελαίου με ατμό, και με την ανάμιξη και άλλων αερίων δίνουν προϊόντα παρόμοια με το φωταέριο
 - Φυσικά αέρια: υγρό και ξερό φυσικό αέριο, αέρια όρυχείων και αέρια τελμάτων
 - Μείγματα υδρογονανθράκων-αέρια: μείγματα φυσικών αερίων ή προπανίου με αέρα.
- ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της καύσης τους
- 1η οικόγένεια αερίων: Φωταέριο, Φέρνγκας. Συμπεριλαμβάνονται και τα συνθετικά αέρια (κωδ. στοιχείο S)
 - 2η οικόγένεια αερίων: Ύγρα και ξερά φυσικά αέρια (κωδ. στοιχείο N)
 - 3η οικόγένεια αερίων: Ύγραέρια (προπάνιο, βουτάνιο) (κωδ. στοιχείο F)
 - Ειδική κατηγορία: Μείγματα της 2ης ή της 3ης οικόγένειας, με αέρα
 - Ειδική κατηγορία: Αέρια διυλιστηρίων με διάφορες θερμογόνους δυνάμεις και πυκνότητες.

Πίν. 136 - 82. Χαρακτηριστικά καύσης αερίων καυσίμων

	1η Οικόγένεια Φωταέριο και Φέρνγκας		2η Οικόγένεια Ύγρα και Ξερά Φυσ. αέρια	
	Όμαδα Α	Όμαδα Β	Όμαδα L	Όμαδα H
Δείκτης <i>Wobbe</i> ...	23 800... 29 800	27 200... 31 800	41 860... 47 700	47 700... 55 700
'Ανάφλ. Θερμ. Δύναμη H_0 σε KJ/m_n^3	16 750... 19 670	18 000... 20 900	31 800...47 300	
Σχετ. πυκνότητα d_u	0,40...0,60	0,35...0,55	0,55...0,70	
Περιεκτικότητα σε Υδρογόνο % του όγκου	40...60	46...67	—	
'Ελάχιστη πίεση αερίου mbar	> 7,5	> 7,5	> 18	
'Όρια ανάφλεξ. στον αέρα % του όγκου	5...35	5...35	4...16	
Μέγιστη ταχύτητα ανάφλεξης m/s	0,55...0,75	0,65...0,80	0,30...0,35	
Θερμοκρασία ανάφλ. στον αέρα °C	550...570	550...570	600...670	
Ποσότητα αέρα καύσης: $L_{m_n^3} \text{ m}_n^3/1000 \text{ kJ } H_0$	0,21...0,22	0,21...0,22	0,23...0,24	
Ποσότητα καπναερίων $V_{Af} \text{ m}_n^3/1000 \text{ kJ } H_0$	0,25...0,26	0,25...0,26	0,26...0,27	
Θερμοκρασία καύσης για $\lambda = 1$ σε °C	2000	2000	1950...2000	
Μέγ. CO_2 σε %	≈ 12	9,5...10,5	11,5...12,5	

Πίν. 136 - 80. Σύνθεση, πυκνότητα και Θ.Δ. τεχνικών αερίων (κατά F. Schuster)
(1000 kJ \approx 0,28 kWh)

Nρ.	Αέρια Καύσιμα	Όγκομετρική σύνθεση % του όγκου						Φωτιστ. δύναμη H_0 kJ/m ³	Θ.Δ. H_u kJ/m ³	Σχ. πυκνότη. d_{20} (Αέρας=1)	Δείκτης Wobbe $W_0 (H_0 \cdot \gamma_{d_2})$	
		H ₂	CO	CH ₄	(C _n H _m) C _n H _m	άλλοι ύδρ/κες	CO ₂					N ₂
1	Αέρια ύψικαμίνων	2	30	—	—	—	8	60	4080	3975	0,99	4190
2	Αέρια αεριογόνων από κώκ	12	28	(<) 0,5	—	—	5	54,5	5340	5025	0,88	5650
3	Αέρια αεριογόνων από λιθάνθρ.	12	29	2	—	—	3	54	5965	5650	0,87	6400
4	Αέρια αεριογόνων από φαιάνθρ.	15	27	2	—	—	7	49	6070	5760	0,86	6490
5	Μεικτό αέριο (12+1)	19,3	22,2	8,4	0,6	—	6	43,7	9125	8370	0,80	10190
6	Υδραέριο από κώκ	50	40	(<) 0,5	—	—	5	4,5	11510	10460	0,55	15490
7	Ανθρακίτιο (ύδραέριο γαιανθρ.)	50	35	5	—	—	5	5	12770	11615	0,53	17580
8	Φωταέριο I (12+6)	51	18	19	2	—	4	6	18000	16120	0,46	26370
9	Φωταέριο II (12+2)	44	12	22	2	—	4	16	18000	16120	0,51	25120
10	Προπάνιο+Αέρας (17 O ₂)	—	—	—	—	18	—	65	18000	16740	1,10	17160
11	Ενανθρακωμένο Ανθρακίτιο	37	28	15	5	—	8	7	18840	17370	0,64	23550
12	Κωκαέριο (Φέρνγκακ)	55	6	25	2	—	2	10	19670	17370	0,39	31400
13	Ενανθρακωμένο Υδραέριο κώκ	45	35	1	10	—	4	5	20090	18420	0,63	25120
14	Αέριο από λιθάνθρακες	52	8	28	2,5	—	2	10	20930	18840	0,41	32700
15	Αέριο από την παραγ. ήμικώκ (Λιθ.)	25	5	45	5	10	5	5	33500	30350	0,62	42500
16	Ξερό φυσικό αέριο	—	—	90	—	2	1	7	37250	33490	0,60	48140
17	Μενάθιο	—	—	100	—	—	—	—	39850	35790	0,55	53500
18	Ελαιοαέριο	20	5	40	20	10	1	4	45210	41230	0,74	52320
19	Προπάνιο C ₃ H ₈	—	—	—	—	100	—	—	100890	92890	1,562	80730
20	n-Βουτάνιο C ₄ H ₁₀	—	—	—	—	100	—	—	133870	123650	2,091	92600

52-

Δεξαμενή πετρελαίου

Το μέγεθος της δεξαμενής πετρελαίου (δεξαμενή αποθεμάτων για πετρέλαιο) εξαρτάται από την θέση του κτιρίου, από την ύπαρξη πετρελαίου, από το κόστος πετρελαίου και δεξαμενής, καθώς και από άλλους παράγοντες. Είναι ευνόικη μία δεξαμενή που θα μπορούσε να χωρέσει το πετρέλαιο για μία ολόκληρη περίοδο θα ήταν όμως πάρα πολύ μεγάλη και ακριβή. Γι'αυτό χρησιμοποιούνται τελικά δεξαμενές με συχνή αναπλήρωση κατά την διάρκεια του χειμώνα. Μία σύνοψη από προδιαγεγραμμένες δεξαμενές φαίνεται στο Σχήμα 1. Πιθανή κατανάλωση θερμαντικού πετρελαίου για μία θερμαντική περίοδο κατοικιών στην Γερμανία

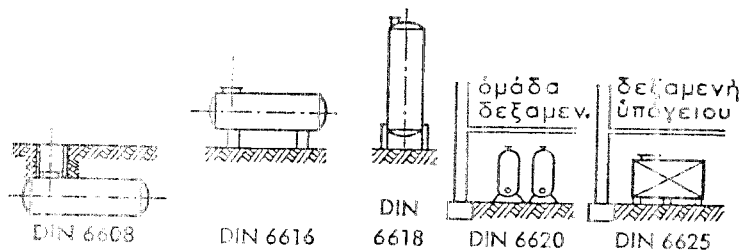
$$B = 170 \dots 190 Q_h \text{ σε kg/έτος}$$

$$Q_h = \text{μέγ. ωριαία κατανάλωση θερμότητας με προσαυξήσεις σε kW.}$$

* Υπόγεια τοποθετημένες κυλινδρικές δεξαμενές από χάλυβα, οι πλέον συνηθισμένες στην Γερμανία. Διαστάσεις των δεξαμενών δίνονται στο DIN 6608, φύλλο 1 - με μονά τοιχώματα (1968) και φύλλο 2 με διπλά τοιχώματα (1968) (Πίνακας 66).

Πίν. 66. Διαστάσεις δεξαμενών πετρελαίου DIN 6608—φύλλο 1 (1968)

Περιεχόμενο m ³	Εξωτερική διάμετρος mm	Όλικό μήκος mm	Περιεχόμενο m ³	Εξωτερική διάμετρος mm	Όλικό μήκος m
1	1000	1510	20	2000	6960
3	1250	2740	25	2000	8540
5	1600	2820	30	2000	10120
7	1600	3740	40	2500	8800
10	1600	5350	50	2500	10800
(13)	1600	6960	60	2500	12800
16	1600	8570	80	2900	12750
			100	2900	15950



Σχήμα 1. Σύνοψη προδιαγραφών για δεξαμενές πετρελαίου

Οι δεξαμενές μονώνονται κατά της διάβρωσης και βάφονται με προστατευτική βαφή στο εργοστάσιο κατασκευής.

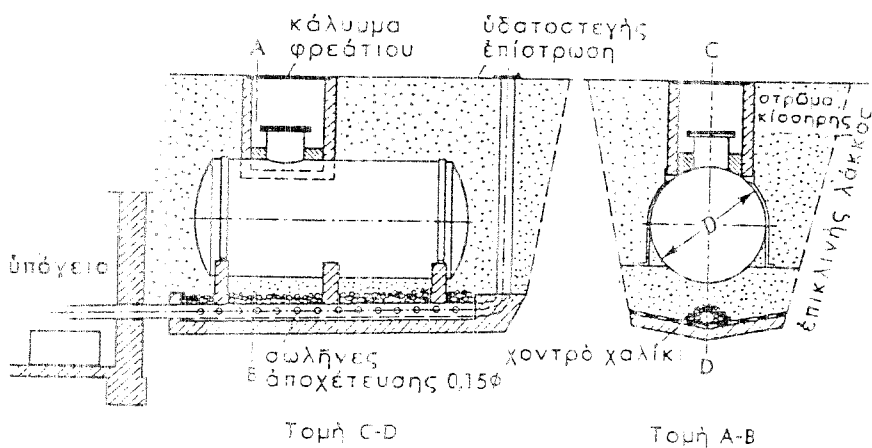
Ωτίδια μεταφοράς οπίσθιο



Σε καινούργια κτίρια επιτρέπονται μόνον δεξαμενές με διπλά τοιχώματα. Σε υπόγειες βάσεις, από μπετόν. Πάνω από την δεξαμενή υπάρχει «ό θόλος» με τις άναμονές των σωλήνων, που περιβάλλονται από ένα χτιστό φρεάτιο με κάλυμμα. Η γραμμή εξαερισμού οδηγεί στο ύπαιθρο. Για μεγάλες δεξαμενές βαρέος πετρελαίου απαιτείται ανθρωποθυρίδα για τον καθαρισμό, και ένδεχόμενα σερπαντίνες θέρμανσης του πετρελαίου για την διατήρηση της λειτουργίας της αντλίας καθώς και κρουστός εκκένωσης για νερό. Δεξαμενή με προστατευτικό κάλυμμα για περιοχές προστασίας από νερό, βλέπε στο Σχήμα 65. Οδηγίες εγκατάστασης για υπόγειες δεξαμενές, στο DIN 6608, φύλλο 3 (1963). Προσεκτική εκφόρτωση, ή τοποθέτηση της δεξαμενής είναι πολύ μεγάλης σημασίας.

Υπόγειες δεξαμενές από πλαστικό κατασκευάζονται από ενισχυμένες ρητίνες πολυεστέριον με γυάλινες ίνες, είναι μονού τοιχώματος και δεν χρειάζονται καμιά ασφαλιστική συσκευή στεγανότητας. Κατασκευάζονται επίσης και με σφαιρική μορφή. Περιεχόμενο μέχρι 100 m³.

Όλες οι υπόγειες δεξαμενές πρέπει κάθε 5 χρόνια να ελέγχονται από αρμόδια πρόσωπα σ' ότι αφορά την στεγανότητα.



Σχήμα 65 Προστατευτική λεκάνη για υπόγειες δεξαμενές πετρελαίου με σωλήνα απαγωγής των νερών

Υπερβρείες δεξαμενές πετρελαίου θέρμανσεων σε κτίρια, κατασκευάζονται σύμφωνα με τους ακόλουθους τύπους κατασκευής:

Χαλιβδίνες δεξαμενές για μικρές εγκαταστάσεις, που συχνά τοποθετούνται σε ομάδες. Περιεχόμενο 1000, 1500 και 2000 l. Συχνά κατασκευάζονται με περίβλημα άρπάγης. Με συνδέσεις φλαντζών άνω ή κάτω. Προδιαγραφές στα DIN 6620 και 6622 (1968). Σχήμα 65b.

Δεξαμενές από πλαστικό κατασκευάζονται μέχρι 3000 l από PE, πολυαμίδες ή GFK (πολυεστέρες με ενίσχυση από γυάλινες ίνες). Τοποθετούνται περισσότερες δεξαμενές μαζί σε ομάδες, με λεκάνη περισυλλογής, και χωρίς απόσταση από τα τοιχώματα.

Κυλινδρικές δεξαμενές σύμφωνα με το DIN 6616 με στεγανό χώρο περισυλλογής πετρελαίου. Η εγκατάσταση είναι όμως συχνά δύσκολη.

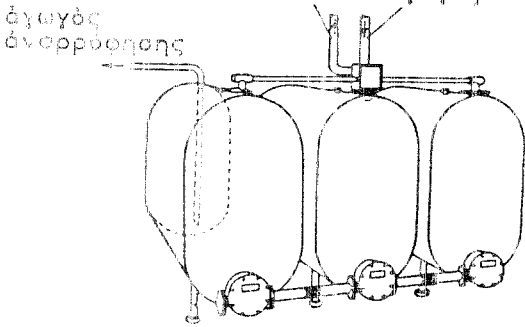
Δεξαμενές που συγκολλούνται στο υπόγειο (όρθογωνικές δεξαμενές) σε διάφορους τύπους κατασκευής, σύμφωνα με το DIN 6625 (1967). Είναι επίσης κατάλληλες για την εκ των υστέρων εγκατάσταση στα κτίρια. Απαιτείται

στεγανός σε πετρέλαιο χώρος περισυλλογής. Δυνατή καλή εκμετάλλευση χώρου. Συνήθως με έσωτερική βαφή (Σχήμα 65 c). Κατασκευάζονται και από πλαστικό.

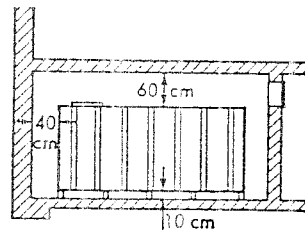
Οι δεξαμενές από πλαστικό θα χρησιμοποιηθούν στο μέλλον χωρίς αμφιβολία σε μεγαλύτερη κλίμακα.

Προτερήματα :

απαλλαγή από διαβρώσεις, ελαφρές, διαφανείς, απλή άδεια κατασκευής, άγωγος εξαερισμού, άγωγος πλήρωσης



Σχ. 64b. Όμάδα δεξαμενών πετρελαίου θέρμανσης με σύνδεση φλαντζών κάτω



Σχ. 65c. Δεξαμενή πετρελαίου θέρμανσης, συγκολλημένη στο υπόγειο

Η εξασφάλιση της ποιότητας δίνεται από την «Ένωση έλέγχου ποιότητας για υπέργειες και υπόγειες δεξαμενές» στο Hagen / Westf, ή από την «Ένωση έλέγχου ποιότητας για δεξαμενές από θερμοπλαστικές συνθετικές ύλες». Χαρακτηριστικό ποιότητας RAL - RG 998 και RAL - RG 616.

Δεξαμενές που εγκαθίστανται στο υπαιθρο δεν είναι διαδομένες στις δικές μας περιοχές για εγκαταστάσεις θέρμανσης, σε άλλες χώρες όμως είναι συχνότερες καθώς και δεξαμενές από όπλισμένο σκυρόδεμα. Έτσι εύκολύνεται και ο έλεγχος. Οι δεξαμενές από μπετόν είναι οικονομικές μόνον για μεγάλο περιεχόμενο, περίπου από 200 m³. Για επαγγελματικούς σκοπούς έχουν μελετηθεί κυρίως όριζόντιες και κατακόρυφες κυλινδρικές δεξαμενές μέχρι 100 m³ σύμφωνα με το DIN 6619 (Ιούλιος 1967)

Για την ένδειξη στάθμης πετρελαίου χρησιμοποιούνται :

- Κανόνες στάθμης
- Μηχανικοί δείκτες με πλωτήρα και κλίμακα
- Πνευματικά όργανα μέτρησης

Προστασία κατά της διάβρωσης ¹⁾

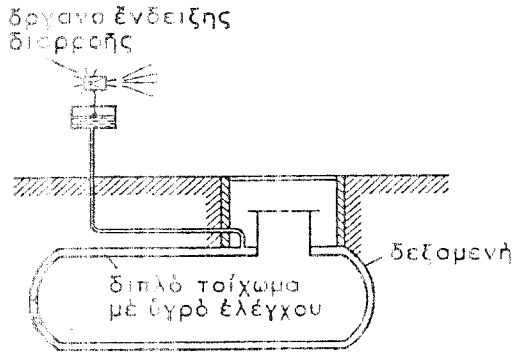
Διάβρωση μπορεί να παρουσιαστεί στο έσωτερικό της δεξαμενής καθώς και στο εξωτερικό. Διάβρωση στο έσωτερικό προέρχεται από δραστικά υλικά και νερό συμπύκνωσης στη βάση της δεξαμενής.

Έπί του παρόντος είναι γνωστά τὰ ακόλουθα μέτρα προστασίας :

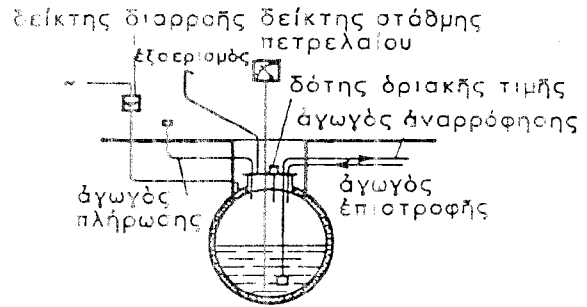
1. Χαλύβδινη δεξαμενή απλού τοιχώματος με χώρο περισυλλογής και άνιχνευτήρα, που όταν παρουσιαστεί διαρροή κινητοποιεί ένα σήμα κινδύνου.
2. Έσωτερική βαφή με κατάλληλα αντιδιαβρωτικά μέσα, ιδιαίτερα του πυθμένα της δεξαμενής· οι δεξαμενές αυτές κατασκευάζονται και με διπλό πυθμένα.
3. Διπλό τοίχωμα· ο μεταξύ τους χώρος γεμίζεται με υγρό που βρίσκεται σε πίεση, που σε περίπτωση διαρροής εκρέει και ενεργοποιεί τὸ σήμα (Σχ. 65 d).
Η πιο ασφαλής και πιο εύχρηστη κατασκευή σε νέες εγκαταστάσεις, είναι δύο ηλεκτρόδια που βυθίζονται μέσα στο υγρό και διακόπτουν τὸ κύκλωμα του ρεύματος όταν κατεβεί ή στάθμη του υγρού.
4. Μιά φούσκα από πλαστικό στο έσωτερικό ή τὸ εξωτερικό της δεξαμενής. Ο ένδιάμεσος χώρος είναι γεμισμένος με αφρώδες υλικό και δημιουργία κενού· όταν παρουσιαστεί διαρροή διακόπτεται τὸ κενό και δίνεται τὸ σήμα.
5. Καθοδική προστασία. Κατασκευάζεται με άνοδο μαγνησίου ή άνοδο ξένου ρεύματος. Παράγει ένα ρεύμα προστασίας διάβρωσης. Χρησιμοποιείται όμως μόνο σε δραστικό έδαφος (pH < 6,5).

Προσθήκη αντιδιαβρωτικών μέσων που απορροφούν το νερό που ένδεχόμενα υπάρχει. Η επίδραση δεν είναι έντελως ξεκαθαρισμένη. Οι προσμίξεις αυτές βελτιώνουν επίσης και την καύση.

Κατασκευή των δεξαμενών πλήρης από πλαστικό, π.χ. από πολυεστέρες με ενίσχυση γυάλινων ινών.



Σχ. 65d. Οριζόντια δεξαμενή πετρελαίου θέρμανσης με διπλό τοίχωμα



Σχ. 65e. Σχηματική παράσταση των συνδέσεων δεξαμενής πετρελαίου

Η Υπηρεσία επιθεώρησης των οικοδομικών έργων έχει στη διάθεσή της μία έξεταστική έπιτροπή για την έγκριση κατάλληλων διατάξεων ασφαλείας. Συνιστάται ό περιοδικός καθαρισμός της δεξαμενής, υποδεικνύονται οι διάφορες «έπιτροπές έλέγχου ποιότητας», που έχουν συντάξει τον τρόπο έλέγχου ποιότητας.

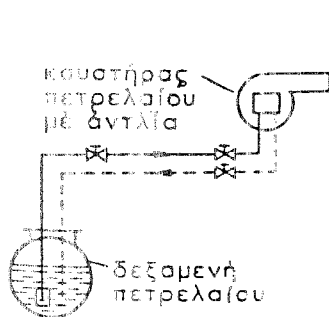
Όλες οι έγκαταστάσεις για την αποθήκευση του θερμαντικού πετρελαίου υπόκεινται στην έγκριση της υπηρεσίας τηρήσεως των τοπικών οικοδομικών κανονισμών.

Σωληνώσεις πετρελαίου

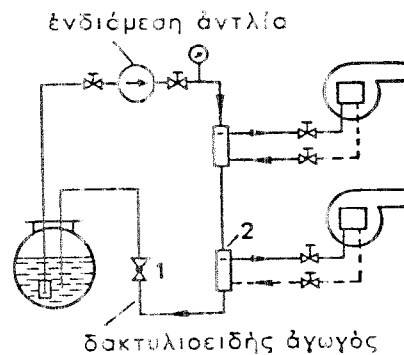
Οι γραμμές πετρελαίου μεταξύ δεξαμενής αποθεμάτων και καυστήρα μπορούν να γίνουν είτε με έναν είτε με δύο σωλήνες.

Στο μονοσωλήνιο σύστημα υπάρχει μόνον μία γραμμή μεταφοράς πετρελαίου μεταξύ λέβητα και καυστήρα. Η άντλία πετρελαίου πρέπει να έχει διάταξη έξαερισμού. Χρησιμοποίηση μόνον σε μικρές έγκαταστάσεις.

Στο δισωλήνιο σύστημα (Σχ. 65 f) υπάρχει μία γραμμή προσαγωγής πετρελαίου και μία γραμμή έπιστροφής πετρελαίου. Έτσι έπιτυγχάνεται αυτόματος



Σχ. 65f. Καυστήρας σε δισωλήνιο σύστημα



Σχ. 65g. Δακτυλιοειδής άγωγός με περισσότερους καυστήρες
1 = Βαλβίδα μείωσης πίεσεως
2 = Διαχωριστής άερα

έξαερισμός των σωλήνων πίσω στην δεξαμενή. Συνηθισμένος τρόπος κατασκευής. Σε μεγάλες εγκαταστάσεις με περισσότερους καυστήρες, κατασκευάζεται βρόχος τροφοδοσίας με ενδιάμεση άντλία (Σχήμα 65 g).

Οι χαλκοσωλήνες συνδέονται με δακτύλιο αναδίπλωσης ή με παξιμάδι και κόντρα παξιμάδι, οι χαλυβδοσωλήνες με σπείρωμα ή με αναδίπλωση (σωλήνες Ergmeto). Μέσα στο έδαφος τοποθετούνται σε προστατευτικό σωλήνα.

Για το θερμαντικό πετρέλαιο τύπου S, είναι απαραίτητη η προθέρμανση για την μεταφορά και την καύση.

Στην δεξαμενή πετρελαίου πρέπει να προβλέπονται οι ακόλουθες συνδέσεις (Σχήμα 65 e και 66 / 67) :

- 1 στόμιο πλήρωσης με πετρέλαιο από το βυτιοφόρο, συνήθως NW 50 (ονομαστική διάμετρος) και NW 80, με ασφαλιστικό πώμα.
- 1 γραμμή έξαερισμού για την απαγωγή των ατμών του πετρελαίου, που μπορούν να δημιουργηθούν σε υψηλές θερμοκρασίες, NW 25 ως 50, κατά κανόνα 2,5 m πάνω από το έδαφος.
- 1 γραμμή αναρρόφησης προς τον καυστήρα με βαλβίδα στην βάση και αποφρακτική βαλβίδα, είναι καλύτερα να κατασκευάζεται από χαλκοσωλήνα. Η διάμετρος του σωλήνα εξαρτάται από την απόσταση της δεξαμενής καθώς και από το ύψος αναρρόφησης, κανονικά είναι 3/4" ή 1". Η μέγιστη ταχύτητα του πετρελαίου είναι περίπου 0,4 m/sec. Ο σωλήνας εγκαθίσταται προστατευμένος από πάγωμα, στο έδαφος μέσα σε προστατευτικό σωλήνα. Ενδεχόμενα μονώνεται κιόλας. Μέγιστη απώλεια πίεσης $\approx 0,4$ bar. Το μέρος κοντά στον καυστήρα είναι από εύκαμπτο σωλήνα.
- 1 γραμμή ανακυκλοφορίας στο δισωλήνιο σύστημα.
- 1 στόμιο σωλήνα βολιδοσκοπήσης (μαγκούρα) με τάπα 1".
- 1 σύνδεση με μετρητή στάθμης για την αποφυγή της υπερφόρτισης.
- 1 γραμμή μέτρησης του αποθέματος πετρελαίου· γι' αυτήν υπάρχουν πνευματικές ή μηχανικές συσκευές.

2.4.3. Αποθήκευση καυσίμων

2.4.3.1 Για την αποθήκευση υγρών ή στερεών καυσίμων και για συνολική εγκατεστημένη θερμική ισχύ πάνω από 150 KW, απαιτείται η κατασκευή ιδιαίτερου χώρου αποθήκευσης καυσίμων στο κτίριο.

Ο χώρος αποθήκευσης καυσίμων πρέπει να χωρίζεται από τα λεβητοστάσια ή άλλο διπλανό χώρο με τοίχο από άκαυστα υλικά. Ειδικά για την περίπτωση αποθήκευσης πετρελαίου, ο τοίχος αυτός πρέπει να είναι στε-

γανός και ανθεκτικός στη φωτιά. Ο τοίχος αυτός αρκεί να είναι κατασκευασμένος είτε από σκυρόδεμα είτε από θορυβική πλινθοδομή εκατέρωθεν επικρισμένη είτε από μπασική πλινθοδομή χωρίς διαμπερείς οπές. Εναλλακτικά, μπορεί ο τοίχος αυτός να είναι οποιασδήποτε άλλης κατασκευής, εφόσον αποδεδειγμένα έχει δείκτη πυραντίστασης τουλάχιστο μιας ώρας.

Ο χώρος αποθήκευσης πρέπει να επικοινωνεί με τους άλλους χώρους μέσω μεταλλικής πόρτας. Ο τεχνικός φωτισμός του χώρου επιτρέπεται μόνο με ηλεκτρικούς λαμπτήρες.

Ο χώρος αποθήκευσης καυσίμων πρέπει να αερίζεται μέσω μονίμου ανοίγματος προς το ύπαιθρο (κατευθείαν ή μέσω αήραγγας). Η καθαρή επιφάνεια του ανοίγματος πρέπει να είναι ίση τουλάχιστο με το 1/12 της επιφάνειας του χώρου της αποθήκης.

2.4.3.2. Σε περίπτωση αποθήκευσης μαζί στερεών και υγρών καυσίμων, πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια, ώστε το τυχόν διαρρέον πετρέλαιο να μην έρχεται σε επαφή με τα στερεά καύσιμα.

2.4.3.3. Απαγορεύεται η αποθήκευση υγρών καυσίμων σε διαδρόμους, εισόδους, κλιμακοστάσια και κάτω από αυτά, κατοικούμενους ορόφους, χώρους εργασίας και εργαστήρια, καθώς και όπου, κατά την κρίση των αρμοδίων αρχών, είναι ενδεχόμενο να δημιουργηθεί συγκέντρωση ατμών σε περίπτωση έκρηξης πυρκαϊάς.

2.4.3.4. Απαγορεύεται εφεξής η χρήση υγραερίων καυσίμων για κεντρικές θερμάνσεις. Κατ' εξαίρεση, είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν υγραέρια καύσιμα σε κτίρια με χρήση βιομηχανίας - βιοτεχνίας (κατηγορία II), μετά από έγκριση του υπουργείου Βιομηχανίας, Ενέργειας και Τεχνολογίας, όταν τα υγραέρια καύσιμα χρησιμοποιούνται και για άλλους σκοπούς.

Γενικά, οπούδηποτε στο παρόν άρθρο αναφέρεται η έννοια του αερίου καυσίμου, νοείται αέριο με συνεχή παροχή από δίκτυο φωταερίου ή φυσικού αερίου πάλης.

2.4.3.5. Για εγκαταστάσεις όπου η συνολική θερμική ισχύς είναι κάτω των 25 KW και οι λέβητες μπορούν να τοποθετηθούν σε κατάλληλη θέση και μέσα στις κατοικίες, η αποθήκευση καυσίμου πρέπει να γίνεται σε ξεχωριστό χώρο, εκτός του χώρου παραμονής προσώπων και λαμβάνονται όλα τα υπό του κατασκευαστή ενδεικνυόμενα μέτρα για την ασφάλεια της λειτουργίας της όλης εγκατάστασης. Επίσης, λαμβάνονται τα προβλεπόμενα μέτρα πυροπροστασίας στο χώρο αποθήκευσης του καυσίμου.

2.4.3.6. Δεξαμενή πετρελαίου χωρητικότητας μέχρι 3,0μ.³ μπορεί να τοποθετείται μέσα στο λεβητοστάσιο. Στην περίπτωση αυτή η δεξαμενή δεν επιτρέπεται να τοποθετείται πάνω από το λέβητα ή τον καπναγωγό. Η δεξαμενή πρέπει να απέχει από λέβητα και καπναγωγό τουλάχιστο 2μ. ή να παρεμβάλλεται μεταξύ τους μονωτικό τοίχωμα, οπότε η απόσταση αυτή μειώνεται στο 1 μ.

Η δεξαμενή πετρελαίου πρέπει να στηρίζεται με ασφάλεια πάνω σε μεταλλική βάση. Η επιφάνεια του δαπέδου κάτω από τη δεξαμενή πρέπει να διαμορφώνεται σαν ένα είδος λεκάνης από σκυρόδεμα, τέτοιας χωρητικότητας που να εξασφαλίζεται η συγκέντρωση σε αυτή όλης της διαρρέουσας ποσότητας.

Απαγορεύεται η σύνδεση τυχόν αποχέτευσης του χώρου της δεξαμενής πετρελαίου με την εγκατάσταση αποχέτευσης του κτιρίου. Εάν είναι επιθυμητή η αποχέτευση της λεκάνης της δεξαμενής, αυτή πρέπει να καταλήγει εκτός του κτιρίου σε ειδική εγκατάσταση (π.χ. σε στεγανό φρεάτιο κλπ.).

Για να είναι δυνατός ο έλεγχος της στεγανότητας

από όλες τις πλευρές της δεξαμενής πετρελαίου, ορίζονται σαν ελάχιστες επιτρεπόμενες αποστάσεις των πλευρών της δεξαμενής από τους απέναντι τοίχους οι ακόλουθες:

— Στην πίσω πλευρά 0.25μ.

— Στις δυο πλαϊνές πλευρές 0.40μ.

— Στον πυθμένα 0.10μ. και εάν έχει επιφάνεια μεγαλύτερη από 5μ², 0.20μ.

— Στην πάνω πλευρά 1.00μ. (για χρήση ανθρωποθυρίδας)

— Στη μπροστινή πλευρά 0.70μ. για δεξαμενή χωρητικότητας μέχρι 4μ.³ και 1μ. για χωρητικότητα μεγαλύτερη των 4μ.³.

2.4.3.7. Η δεξαμενή πετρελαίου πρέπει να εφοδιάζεται με τα ακόλουθα εξαρτήματα:

α. Σωλήνας εξαερισμού: Πρέπει να εξασφαλίζεται από την είσοδο ξένων σωμάτων, νερού κλπ., να έχει στόμιο σε ορατή θέση και να μπορεί να απομακρύνει εύκολα τα παραγόμενα αέρια χωρίς κίνδυνο για του ανθρώπους.

Το στόμιο του σωλήνα πρέπει να βρίσκεται τουλάχιστο 2.5μ. πάνω από την επιφάνεια του εδάφους και οπωσδήποτε 0.50μ. πάνω από το στόμιο πλήρωσης της δεξαμενής.

Ο σωλήνας εξαερισμού πρέπει να ξεκινάει από το υψηλότερο σημείο της δεξαμενής και να οδηγείται κατακόρυφα προς το ύπαιθρο.

Ο σωλήνας εξαερισμού πρέπει να είναι από καλυβδοσωλήνα, με εσωτερική διάμετρο κατά μία τυποποιημένη διάσταση μεγαλύτερη της διαμέτρου του σωλήνα πλήρωσης της δεξαμενής και οπωσδήποτε όχι μικρότερη από 1.1/2", το δε σημείο εκβολής του πρέπει να απέχει τουλάχιστο 5μ. από οποιοδήποτε σημείο που είναι δυνατό να αναπτυχθεί μεγάλη θερμοκρασία.

β. Σωλήνας πλήρωσης πετρελαίου: Το στόμιο πλήρωσης της δεξαμενής πρέπει να βρίσκεται έξω από το κτίριο και να μην απέχει από τη θέση στάθμευσης του πετρελαιοφόρου οχήματος με περισσότερο από 30μ. Το στόμιο πρέπει να βρίσκεται σε προσώπο από το όχημα σημείο του πεζοδρομίου, μέσα σε ειδικό κτιστό φρεάτιο και να φέρει στεγανό κάλυμμα το οποίο να ασφαρίζεται, ώστε να μην ανοίγεται από αναρμόδιους. Ο σωλήνας πλήρωσης πρέπει να έχει διάμετρο τουλάχιστο 1 1/4", να είναι εγκατεστημένος με συνεχή κλίση προς τη δεξαμενή και να εισχωρεί σε βάθος 0.50μ. μέσα σε αυτήν.

γ. Στόμιο κένωσης δεξαμενής: Στο κατώτερο σημείο του πυθμένα της δεξαμενής πετρελαίου πρέπει να τοποθετείται στόμιο κένωσης με στεγανή αποφρακτική δικλείδα, τόσο για την κένωση της δεξαμενής σε περίπτωση ανάγκης, όσο και για την απομάκρυνση των κατάλοιπων πετρελαίου (λάσπη) που εναποτίθενται στον πυθμένα.

Η ονομαστική διάμετρος του στομίου κένωσης πρέπει να είναι τουλάχιστο 1 1/4".

δ. Δείκτης στάθμης πετρελαίου: Κάθε δεξαμενή πρέπει να είναι εφοδιασμένη με διάταξη καθορισμού της στάθμης του πετρελαίου. Με τη διάταξη αυτή πρέπει να εξασφαλίζεται η ασφαλής και εύκολη ανάγνωση της στάθμης του πετρελαίου εντός της δεξαμενής και συγχρόνως να εμποδίζεται η εκροή του πετρελαίου σε περίπτωση βλάβης ή καταστροφής της.

Η διάταξη θα πρέπει να εξασφαλίζει την ανεμπόδιση παρακολούθηση της ανόδου της στάθμης του πετρελαίου κατά την πλήρωση της δεξαμενής, ώστε να αποφεύγονται η υπερπλήρωση και η υπερχειλίση αυτής.

ε. Ανθρωποθυρίδα: Σε δεξαμενές χωρητικότητας πάνω από 0.50μ.³, επιβάλλεται η ύπαρξη ανθρωποθυρίδας, διαστάσεων τουλάχιστο 50x50cm.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΣΥΛΛΟΓΟΣ ΔΙΔΑΚΤΕΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ - ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΑΜΕΛΛΗΝΙΔΕΣ ΣΥΛΛΟΓΟΣ ΔΙΔΑΚΤΑ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΛΟΓΙΑ - ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑ

Τ.Μ. Ν. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ

ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ : " Η ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑ ΣΕ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ "

ΘΕΜΑ ΕΙΣΗΓΗΣΗΣ

— ΕΠΙΜΕΛΟΣ ΗΓΑΓΟΣ ΣΥΛΛΕΓΤΗΣ ΚΑΙ
ΘΕΡΜΟΔΟΧΙΑ ΣΕ ΤΟΥ ΜΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ

ΦΙΛΙΠΠΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
~~ΦΡΕΝΟΛΟΓΟΣ~~

ΒΟΛΟΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ - ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 2011

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΣΥΛΛΟΓΟΣ ΔΙΔΑΚΤΗΤΩΝ

ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ - ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ

ΤΜ. Υ. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ

ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ "ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ"

ΔΕΡΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΕΙΣΗΓΗΕΣ

- ΚΑΥΣΗ - ΒΑΥΣΙΜΑ - ΔΕΞΑΜΕΣ ΒΑΥΣΙΜΩΝ ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
- ΛΕΒΗΤΕΣ : ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ - ΕΛΕΓΧΟΙ - ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ
- ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΙΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΕΓΧΑΤΑΞΕΙΣ
- ΕΠΙΡΡΟΕ ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΪΤΗΣ ΚΑΙ ΔΕΡΜΑΤΟΛΟΓΙΑ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ
- ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ : ΑΠΟΣΒΟΛΥΝΣΗ - ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ - ΑΡΙΘΜΙΣΜΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΕΣ

- ΑΔΑΜΟΣ ΔΑΝΑΠΙΩΤΗΣ
- Γ. Μ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ
- ΦΙΛΙΠΠΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ
- Γ. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΒΟΛΟΣ , ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ - ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 91

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΣΥΛΛΟΓΟΣ ΔΙΔΑΚΤΑΡΩΝ

1990

ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑ - ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑ

ΤΜ. Ν. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ

ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ " ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ "

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ

ΘΕΜΑ

ΕΙΣΗΓΗΣΗ

- ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ

ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΣΤΙΣ

ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΕΣ

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ

ΦΙΛΙΠΠΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΒΟΛΟΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ - ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 201

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΣΥΛΛΟΓΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΥΧΩΝ
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ - ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ
ΤΜ. Β.ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ

ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ: ' 'ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ' '

ΘΕΜΑ ΕΙΣΗΓΗΣΗΣ

ΕΠΙΠΕΔΟΣ ΗΛΙΑΚΟΣ ΣΥΛΛΕΚΤΗΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΔΟΧΕΙΑ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ

ΦΙΛΙΠΠΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΒΟΛΟΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ - ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 1991

ΤΡΟΠΟΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΗΛΙΑΚΩΝ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΩΝ

Μιχάλης Κουρτζής

Διπλ. Μηχανολόγος-Ηλεκτρολόγος
Μηχανικός Ε.Μ.Π

1. ΟΙ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

Η Ηλιακή Βιομηχανία στην Ελλάδα κατασκευάζει σήμερα με επιτυχία τους επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες κυρίως νερού, αλλά και αέρα σε μικρότερη έκταση, αφήνοντας προς το παρόν, τους συλλέκτες κενού και παραβολοειδείς στους αντιπροσώπους - εισαγωγείς, μια και οι εφαρμογές των είναι πολύ περιορισμένες και δαπανηρές (θέρμανση νερού πάνω από 100° C).

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας κατ' ευθείαν από την ηλιακή ακτινοβολία, (φωτοκύτταρα) δεν αποτελεί επίσης αντικείμενο δραστηριοποίησης της Ηλιακής Βιομηχανίας στην Ελλάδα, μια και το κόστος παραγωγής και η τιμή των προϊόντων είναι πάρα πολύ υψηλό προς το παρόν, η δε χρήση τους δικαιολογείται μόνο σε ειδικές εφαρμογές (απομονωμένοι φάρoi, σταθμοί αναμετάδοσης σε υψηλές κορυφές και άλλες παρόμοιου χαρακτήρα).

Ταυτόχρονα, ως αποθήκη της συσσωρευμένης ηλιακής ενέργειας, χρησιμοποιείται ένα θερμοδοχείο νερού το οποίο τοποθετείται πάνω από το συλλέκτη για τα θερμοσιφωνικά και κάτω από αυτόν για τα κεντρικά.

Συνοπτικά την λειτουργία των 2 ομάδων συστημάτων θα παρουσιάσουμε πάρα κάτω, για όσους δεν έτυχε να ενημερωθούν μέχρι τώρα.

ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Είναι σύστημα φυσικής κυκλοφορίας, δηλαδή το νερό κυκλοφορεί μεταξύ συλλέκτη και θερμοδοχείου με τη βαρύτητα (6).

Η ηλιακή ακτινοβολία θερμαίνει το νερό που βρίσκεται μέσα στους αυλούς του συλλέκτη, οπότε μεταβαλλομένης της πυκνότητας του (μείωση), έχει την τάση να ανέβει προς τα επάνω, προς το θερμοδοχείο, οπότε άλλο υγρό ψυχρότερο (και βαρύτερο) έρχεται από το θερμοδοχείο (κατεβαίνει) προς το συλλέκτη και έτσι γίνεται συνεχής κυκλοφορία (θερμοσιφωνισμός).

Αν το νερό χρήσεως περνάει κατ' ευθείαν στον συλλέκτη από το θερμοδοχείο θερμαίνεται και επιστρέφει στο θερμοδοχείο, από όπου πηγαίνει στην κατανάλω-

ση, τότε το σύστημα λέγεται θερμοσιφωνικό σύστημα ανοικτού κυκλώματος. Εφ' όσον το υγρό του συλλέκτη θερμαίνει το νερό χρήσεως μέσω ενός εναλλάκτη που βρίσκεται στο θερμοδοχείο, επιστρέφοντας μετά στον συλλέκτη και κλείνοντας ένα κύκλωμα (πρωτεύον), τότε το θερμοσιφωνικό σύστημα λέγεται κλειστού κυκλώματος.

Ένα τέτοιο σύστημα απαιτεί ένα δοχείο διαστολής για το υγρό του κλειστού κυκλώματος, όταν τούτο ζεσταθεί.

Ακόμα χρειάζεται εξαερισμός του κλειστού κυκλώματος για να μην κλείσουν οι φυσαλίδες τους αυλούς του υγρού.

Ταυτόχρονα η δυνατότητα να προστεθεί αντιψυκτικό - μη τοξικό - στο κύκλωμα, δίνει τη δυνατότητα στο σύστημα αυτό να εργαστεί και σε θερμοκρασίες υπό το 0° C, χωρίς να έχουμε ρήγμα στο συλλέκτη.

Το ίδιο το αντιψυκτικό δρα και ως ανιδιαβρωτικό, οπότε σε συνδιασμό με το ότι το υγρό στο συλλέκτη δεν ανανεώνεται εμποδίζεται η διάβρωση του συλλέκτη και η επικάθιση αλάτων που φράζουν τους αυλούς του υγρού βαθμιαία.

Αντίθετα στο ανοικτό κύκλωμα διατρέχει ο συλλέκτης μεγαλύτερους κινδύνους από παγετό, διάβρωση και επικάθιση αλάτων, αφού το υγρό του συλλέκτη είναι το νερό κατανάλωσης στο οποίο δεν επιτρέπεται να προστεθεί αντιψυκτικό/αντιδιαβρωτικό υγρό. Εξασφαλίζει όμως το ανοικτό κύκλωμα μεγαλύτερη θερμοκρασία του νερού χρήσεως, αφού γίνεται άμεσα η θέρμανσή του, χωρίς δηλαδή την παρεμβολή εναλλάκτη θερμότητας.

ΚΕΝΤΡΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

Αποτελούνται κυρίως από μια ομάδα συλλεκτών και το θερμοδοχείο (BOILER) στο μηχανοστάσιο του κτιρίου, την αντλία που κυκλοφορεί το υγρό μεταξύ συλλεκτών και θερμοδοχείου και ένα διαφορικό θερμοστάτη που θέτει σε λειτουργία τον κυκλοφορητή ανάλογα με την διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ συλλεκτών και νερού κατανάλωσης.

Ανάλογα αν το υγρό αυτό είναι και το νερό κατανάλωσης, το σύστημα είναι και πάλι ανοικτού κυκλώματος, ενώ αν είναι σε χωριστό κύκλωμα συλλέκτη αντλίας-εναλλάκτη, τότε είναι κλειστού κυκλώματος.

Τα κεντρικά συστήματα χρησιμοποιούνται κυρίως για θέρμανση νερού κατανάλωσης μεγάλων κτιρίων (π.χ. γραφείων, ξενοδοχείων), ενώ η χρησιμοποίησή τους για θέρμανση χώρων στην Ελλάδα είναι πολύ περιορισμένη λόγω του κόστους της εφαρμογής.

Γενικά τα κεντρικά συστήματα δεν αποτελούν παρά ένα μικρό ποσοστό των εγκατεστημένων συστημάτων (μ²), περίπου 10%, ενώ η μεγάλη πλειοψηφία είναι τα θερμοσιφωνικά συστήματα ανοικτού κυκλώματος (νησιά, Πελοπόννησος) και κυρίως κλειστού κυκλώματος (υπόλοιπη Ελλάδα).

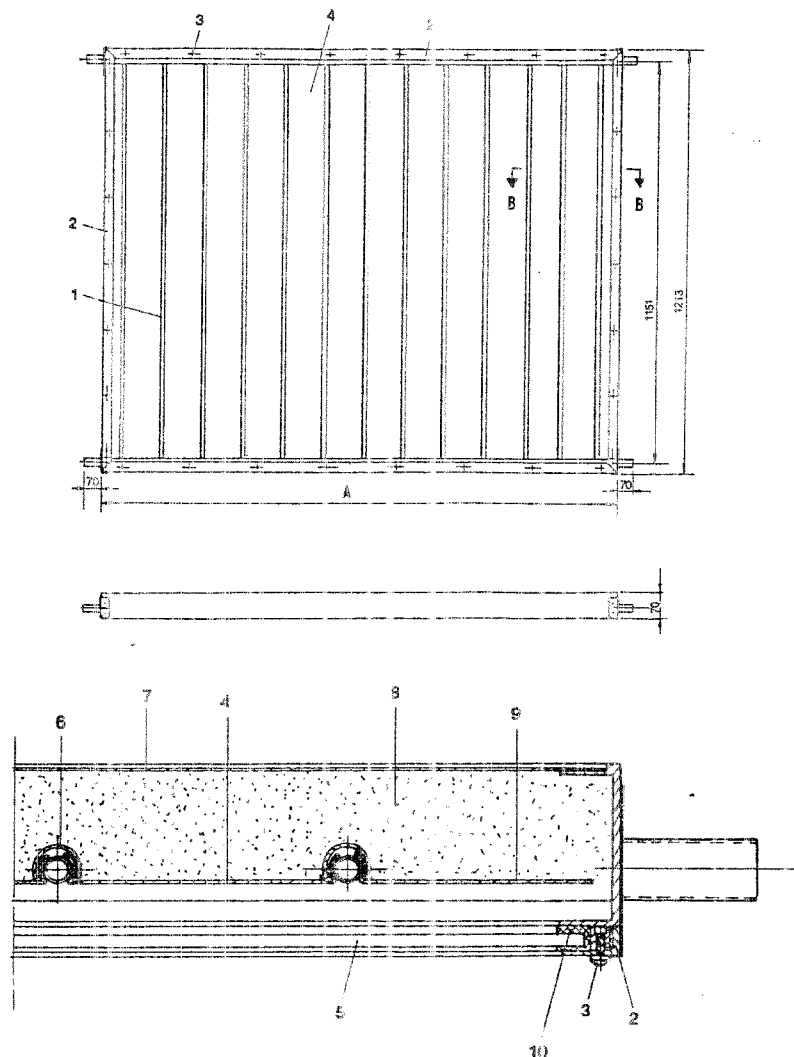
2. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΩΝ ΒΕΛΤΙΣΤΩΝ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ

Δύο είναι οι βασικές ηλιακές συσκευές των συνήθων θερμοσιφωνικών και κεντρικών συστημάτων ζεστού νερού χρήσης:

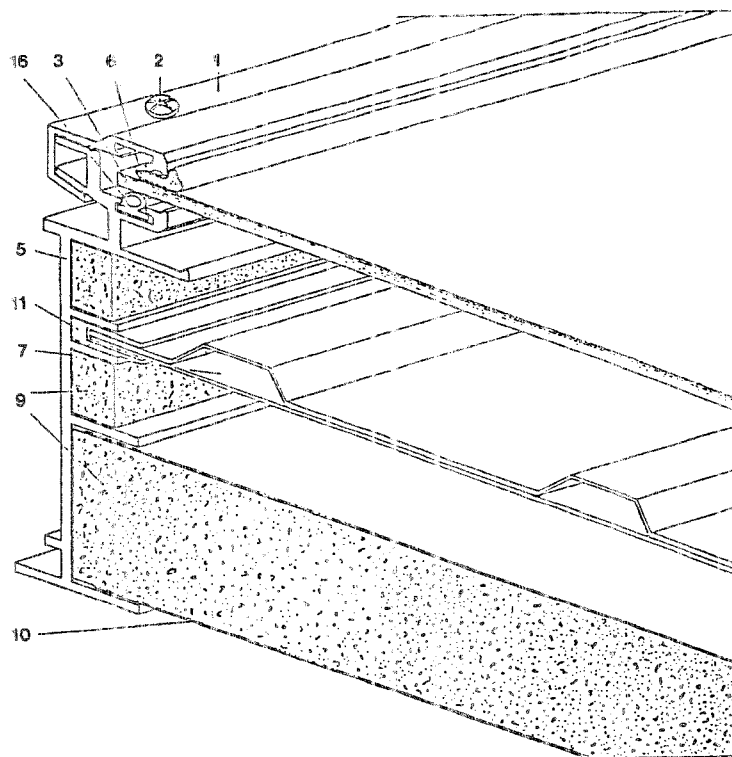
Ο συλλέκτης και το θερμοδοχείο.

Η απόδοση και η διάρκεια ζωής τους εξαρτάται πριν από όλα από τον τρόπο κατασκευής τους.

Θα δοθούν παρακάτω ορισμένες κρίσιμες λεπτομέρειες βασισμένες στη βιομηχανική πείρα, αλλά και τη θεωρητική διερεύνηση που έχουν σημασία στον σχεδιασμό και κατασκευή σωστών επίπεδων συλλεκτών υγρού και θερμοδοχείων νερού κατανάλωσης.



TOME B.B



Συλλέκτης

Ο ηλιακός συλλέκτης αποτελείται από τέσσερα δομικά στοιχεία:

- Το εξωτερικό πλαίσιο και πλάτη
- Το διαφανές κάλυμμα
- Την μόνωση
- Την απορροφητική επιφάνεια.

Από αυτά τα 3 τελευταία επιδρούν στην απόδοση και στην διάρκεια ζωής, ενώ το πρώτο μόνο στην διάρκεια ζωής.

Το εξωτερικό πλαίσιο και η πλάτη είναι συνήθως από ανοξείδωτο αλουμίνιο ή γαλβανισμένη λαμαρίνα, ώστε να έχουν αυξημένη αντοχή σε διαβρωτικό περιβάλλον, ιδιαίτερα θαλάσσιο, όπου είναι οι περισσότερες Ελληνικές πόλεις.

Η χρησιμοποίηση επίσης βιδών (όταν χρησιμοποιούνται βίδες) επινικελωμένων ή ανοξείδωτων, παρατείνει τη διάρκεια ζωής και την καλή αισθητικά εμφάνιση του πλαισίου.

- Το διαφανές κάλυμμα

Κύρια αποστολή του καλύμματος είναι να επιτρέπει την είσοδο της θερμότητας υπό μορφή ορατής ηλιακής ακτινοβολίας και να εμποδίζει την έξοδό της υπό μορφή υπέρυθρης αόρατης ακτινοβολίας (όπως στα θερμοκήπια).. Γι' αυτό το σκοπό πρέπει το διαφανές κάλυμμα να έχει όσο το δυνατόν μεγαλύτερη διαφάνεια στην ηλιακή ακτινοβολία (διαπερατότητα τ).

Συνήθεις τιμές είναι 0.80 - 0.85 για τα συνήθη ημικρύσταλλα και 0.85 - 0.90 για τα κρύσταλλα χαμηλού ποσοστού οξειδίου του σιδήρου (LOW IRON).

Κάτω από τις τιμές αυτές το διαφανές κάλυμμα αρχίζει να εμποδίζει την είσοδο της ακτινοβολίας.

Επίσης η κατασκευαστική λύση για τη συγκράτηση του διαφανούς καλύμματος όπου χρησιμοποιούνται μεταλλικά προφίλ, δίνει μια άλλη πηγή απωλειών (7).

Εφ' όσον το κάλυμμα περιβάλλεται από ελαστικό παρέμβυσμα, οι απώλειες αυτές ελαχιστοποιούνται, ενώ ταυτόχρονα μειώνεται ο κίνδυνος θραύσεως του καλύμματος λόγω διαστολής και υπερθέρμανσης.

Τέλος το κάλυμμα πρέπει να αφαιρείται εύκολα, χωρίς να λύνεται υδραυλική ή σύνδεση του συλλέκτη με το θερμοδοχείο.

— Μόνωση

Η Μόνωση του ηλιοσυλλέκτη μπορεί να γίνει στην πίσω πλευρά (πλάτη) και στα πλάγια. Γίνεται από υαλοβάμβακα συνήθως ή πολυουρεθάνη ή σπανιότερα ισοκυανουρίνη.

Από μια πρόσφατη μελέτη (7), προκύπτει ότι η ύπαρξη πλευρικής μόνωσης είναι ιδιαίτερα σημαντική, για την μείωση του συντελεστή θερμοπερατότητας της μόνωσης.

— Απορροφητική επιφάνεια

Ιδανική απορροφητική επιφάνεια είναι εκείνη που απορροφά την ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος (ορατή ηλιακή) κατά 100% (απορροφητικότητα $\alpha = 1$) και δεν εκπέμπει καθόλου ($\varepsilon = 0$) (7).

Οι συνηθισμένες επιφάνειες έχουν $\alpha = \varepsilon = 0.90$.

Οι συλλεκτικές επιφάνειες έχουν το ε μικρότερο από το α (α περίπου 0.95 $\varepsilon = 0.10 - 0.40$).

Η γεωμετρική μορφή της επιφάνειας πρέπει να είναι έτσι ώστε να μεταδίδεται στο ρευστό η μέγιστη ωφέλιμη θερμότητα δηλαδή η ανύψωση της θερμοκρασίας της επιφάνειας t_e , πάνω από την θερμοκρασία του υγρού t_i ($\Delta t_e = t_e - t_i$) να είναι η ελάχιστη δυνατή (7).

Τούτο είναι άμεσο αποτέλεσμα της καλής και συνεχούς επαφής των αυλών διόδου του υγρού με την υπόλοιπη απορροφητική επιφάνεια και του υλικού κατασκευής της.

Συγκεκριμένα από την ίδια μελέτη (7) υπολογίστηκε ότι η θερμοκρασία t_e της απορροφητικής επιφάνειας, άρα και οι απώλειες, είναι σαφώς μεγαλύτερη σε περίπτωση που το μέταλλο κατασκευής της απορροφητικής επιφάνειας είναι χάλυβας και όχι χαλκός, για την ίδια γεωμετρία κατασκευής.

Τέλος τονίζεται στην παραμετρική αυτή μελέτη ότι:

«Η καλύτερευση ενός μόνο δομικού στοιχείου (π.χ. επιλεκτική επιφάνεια) δεν έχει αποτέλεσμα εάν συγχρόνως δεν βελτιωθούν και τα άλλα στοιχεία κατασκευής...

Τούτο σημαίνει χρήση υλικών με πιστοποιητικά ποιότητας που να αντέχουν στη διάβρωση του ρευστού κυκλοφορίας του νερού χρήσης και επίσης της ατμόσφαιρας όπου πρόκειται να λειτουργήσουν.

Τέτοια υλικά είναι ο χαλκός και ο ανοξείδωτος χάλυβας AISI 316».

ΘΕΡΜΟΔΟΧΕΙΟ

Τα θερμοδοχεία των θερμοσιφωνικών μονάδων και των μικρών κεντρικών εγκαταστάσεων μέχρι 500 LTR, έχουν μεγάλες ομοιότητες με τα ηλεκτρικά θερμοσίφωνα, ενώ τα αντίστοιχα των μεγάλων ηλιακών κεντρικών εγκαταστάσεων (πλέον από 500 LTR), είναι τα ίδια με των συμβατικών κεντρικών εγκαταστάσεων. Γι' αυτό το λόγο θα ασχοληθούμε με τα πρώτα κυρίως, ενώ θα δώσουμε συνοπτικά στην αρχή πληροφορίες για τα θερμοδοχεία (BOILERS) των μεγάλων κεντρικών εγκαταστάσεων:

— Θερμοδοχεία Μεγάλων Κεντρικών ηλιακών εγκαταστάσεων

Κατασκευάζονται από χάλυβα κατασκευών και περιέχουν μέσα εναλλάκτη ή έχουν διπλό τοίχωμα για την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

Οι σοβαρές κατασκευές γίνονται στην Ελλάδα κατά DIN 4802 και 4804, (έκδ. 1980), όπου προσδιορίζονται οι διαστάσεις και τα πάχη για πιέσεις λειτουργίας 10 ATU και χωρητικότητες 800-5000 λίτρων σε οριζόντια διάταξη, (για κατακόρυφη διάταξη δεν υπάρχει τυποποίηση κατά DIN).

Διακρίνονται σε τύπου G και R κατά DIN, εάν προορίζονται για συνήθη νερά χρήσεως (τύπος G) ή έντονα διαβρωτικά (τύπου R).

Η εσωτερική προστασία εξασφαλίζεται με γαλβάνισμα, η δε μέγιστη θερμοκρασία του ζεστού νερού χρήσης ελέγχεται με αυτοματισμούς.

Συνηθισμένη είναι η περίπτωση μιας εγκατάστασης που χρησιμοποιεί ηλιακή και συμβατική θέρμανση από λέβητα, οπότε χρησιμοποιείται ο διπλός μανδύας για το ζεστό νερό από τον λέβητα και σερπαντίνα χαλκού για το ηλιακό υγρό, το οποίο συνήθως περιέχει και αντιψυκτικά/αντιδιαβρωτικά πρόσθετα, δεδομένου ότι τα κεντρικά ηλιακά συστήματα κατά πλειοψηφία είναι κλειστού κυκλώματος.

— Θερμοδοχεία θερμοσιφωνικών και μικρών κεντρικών (μέχρι 500 LTR) μονάδων

Η βασική διαφορά από την προηγούμενη κατηγορία είναι ότι για αυτές τις μονάδες οι ώρες λειτουργίας είναι πολλαπλάσιες των ηλεκτρικών θερμοσιφώνων, ενώ ειδικότερα για τις ηλιακές θερμοσιφωνικές μονάδες οι μέγιστες θερμοκρασίες ζεστού νερού είναι ανεξέλεγκτες, ενώ στον ηλεκτρικό θερμοσίφωνα ελέγχονται από θερμοστάτη.

Τέλος οι χρήστες αυτές της κατηγορίας είναι κυρίως ιδιώτες και η πιθανότητα ύπαρξης διατάξεως αποσκληρυντού και άλλων μεθόδων ελέγχου της διαβρωτικότητας είναι μικρή, ενώ η γεωγραφική διασπορά των κατοίκων είναι πολύ μεγαλύτερη

απ' ότι των ξενοδοχειακών και εμπορικών κτιρίων, άρα και η πιθανότητα διαβρωτικού νερού μεγαλύτερη. (λόγω του μεγάλου διαγράμμι η οποία αυξάνει τον πιθανότατα

Για όλους αυτούς τους λόγους, η αντιδιαβρωτική προστασία των δοχείων αυτών πρέπει να είναι επιμελέστερη, αφού και το πρόβλημα είναι οξύτερο απ' ότι των ηλεκτρικών θερμοσιφώνων και των μεγάλων κεντρικών εγκαταστάσεων. Πρέπει να σημειωθεί ότι διάβρωση είναι η φυσική τάση των μετάλλων να επιστρέφουν στην αρχική τους κατάσταση (οξειδία), (3).

Οι υπάρχουσες αντιδιαβρωτικές προστασίες του εσωτερικού των θερμοδοχείων στην Ελλάδα είναι σήμερα οι εμφανιζόμενες στον παρακάτω (8) πίνακα:

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΝΤΙΔΙΑΒΡΩΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

α/α	Υλικό κατασκευής	Εσωτ. προστασία	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
1	Ανοξείδωτος χάλυβας, τύπος AISI 316 L	Καμμία	Αυξημένη αντοχή στη διάβρωση.	α) Μεγάλο κόστος κατασκευής. β) Συγκόλληση δύσκολη.
2	Χάλυβας κατασκευών	Γαλβάνισμα εν θερμώ (DIN 50976)	Ικανοποιητική προστασία.	α) Μειωμένη προστασία για θερμοκρασίες άνω 60°C. β) Ευαισθησία στα χαλκό.
3	Χάλυβας κατασκευών	Εμαγιέ (DIN 4753, T3) Πάχος 300-400 μ	Ικανοποιητική προστασία εφ' όσον γίνεται σωστά.	α) Κατάλληλες συγκολλήσεις με μεγάλο κόστος. β) Κίνδυνος θραύσης του εμαγιέ κατά τη μεταφορά των δοχείων μέχρι να τοποθετηθεί μόνωση.
4	Γαλβανισμένη λαμαρίνα	Μερμέτισμα σημείων συγκόλλησης	Χαμηλό κόστος	Μειωμένη προστασία Πρέπει να αποφεύγεται
5	Χάλυβας κατασκευών	Πλαστικό (RILSAN) (NYLON 11) Πάχος 350-400μ	Σχετικά καλή προστασία έναντι του κόστους	α) Μειωμένη αντοχή έναντι νερού 85-90°C. (Αποκόλληση RILSAN). β) Κατάλληλες συγκολλήσεις
6	Χάλυβας κατασκευών	Εποξειδικά χρώματα (φαινολικές ρητίνες) DIN 4753/PART 4 1982 Πάχος 250-200μ	Προστασία σωστή και σε υψηλή θερμοκρασία νερού (πάνω από 100°C)	α) Σωστή προετοιμασία επιφάνειας (κόστος (αμμοβολή κατά SA 2 1/2-3) β) Μεγάλο κόστος λόγω 4 επαλληλών στρώσεων και 4 ψησιμάτων σε φούρνο 3: 150°C, 1: 200°C

Από τον παραπάνω πίνακα προκύπτει ότι η σωστή προστασία απαιτεί υψηλότερο κόστος, α) επένδυσης σε εγκαταστάσεις και β) σε χρόνο κατασκευής.

Η αντιδιαβρωτική προστασία αποτελεί ίσως το βασικότερο αλλά βέβαια όχι το μόνο δομικό χαρακτηριστικό των ηλιακών θερμοδοχείων που πρέπει να προσεχθεί.

Στην συνέχεια δίνονται και τα υπόλοιπα κύρια μέρη τους:

-- Εξωτερική μόνωση

Συνηθίζεται πια σήμερα η χρήση πολυουρεθάνης πυκνότητας 30-40 KG/μ³ και πάχους 30-50MM.

Ο τρόπος της τοποθέτησης καθορίζει και την ποιότητα της μόνωσης.

Ο ενδεικνύμενος τρόπος είναι η αυτόματη έγχυση της πολυουρεθάνης με προηγούμενη ανάμειξη των 2 συστατικών της σε σταθερή αναλογία και θερμοκρασία ανεξάρτητα από εξωτερικές συνθήκες.

Ο λόγος είναι ότι μόνο έτσι εξασφαλίζεται η ισοτροπική διόγκωση της πολυουρεθάνης ανάμεσα στο εσωτερικό χαλύβδινο δοχείο και στο εξωτερικό περίβλημα.

-- Εξωτερικό περίβλημα

Όπως και το πλαίσιο του συλλέκτη, απαιτείται να έχει αντοχή σε διαβρωτικό θαλάσσιο περιβάλλον. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι συνήθως:

- 1) Γαλβανισμένη λαμαρίνα βαμμένη ή όχι,
- 2) Πλαστικό,
- 3) Αλουμίνιο.

Κάθε εργοστάσιο πρέπει να γνωστοποιεί τον τρόπο προστασίας αυτού του εξωτερικού περιβλήματος: π.χ. χρήση γαλβανισμένης λαμαρίνας πάχους γαλβανισμού 20μ, που βάφεται ηλεκτροστατικά με σκόνη και ψήνεται για 30' σε φούρνο θερμοκρασίας 180°C, με τελικό πάχος ψησίματος 70μ.

-- Εναλλάκτης θερμότητας

Για κλειστά κυκλώματα: Είναι του τύπου διπλού τοιχώματος ή εσωτερικός. Ο πρώτος με την πάροδο του χρόνου είναι ενδεχόμενο να φράξει λόγω επικαθήσεων αλάτων οπότε πρέπει να γίνει ειδικός χημικός καθαρισμός με αντλία. Τούτο απαιτεί κάποιο κόστος σέρβις αυξημένο.

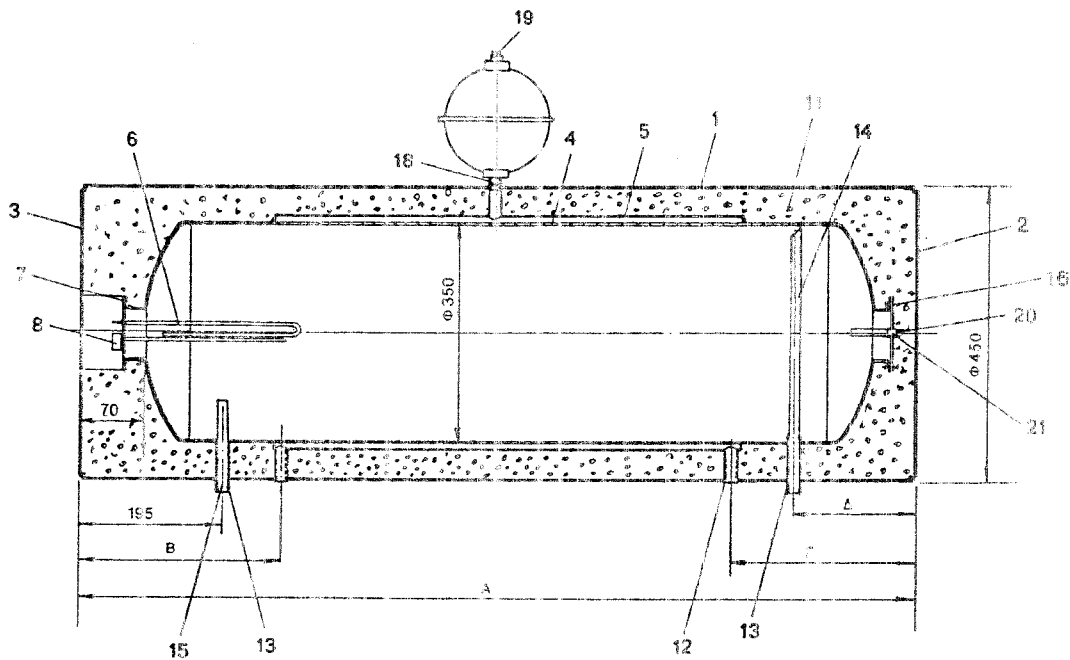
Ο δεύτερος καλό είναι να μπορεί να βγαίνει για να επιθεωρείται και να καθαρίζεται εύκολα εσωτερικά και εξωτερικά από επικαθήση αλάτων του νερού χρήσης, που είναι πολύ συνηθισμένη περίπτωση για τα Ελληνικά δεδομένα. Αν δεν βγαίνει και δεν καθαρίζεται τακτικά, η απόδοση του μειώνεται με τον χρόνο.

Ένα άλλο κρίσιμο θέμα για τον εναλλάκτη είναι η σχεδίασή του και το υλικό κατασκευής του. Π.χ. ο χάλκινος είναι γενικά πιο αποδοτικός από το χαλύβδινο, αλλά πρέπει να είναι ηλεκτρικά μονωμένος από το χαλύβδινο θερμοδοχείο, για να μειώνονται φαινόμενα ηλεκτρολύσεων.

— Ηλεκτρική αντίσταση

Το ηλεκτρολογικό μέρος (αντίσταση 3-4 KW/1Φ/380 V, θερμοστάτης 30-90°C με θερμοστατική ασφάλεια), πρέπει να έχουν ελεγχθεί από τον ΕΛΟΤ (πρότυπο 295-5) στα ηλεκτρολογικά εργαστήριά του, για να έχει το θερμοσίφωνο όπως και το ηλεκτρικό, άδεια κυκλοφορίας Υπ. Βιομηχανίας.

Τούτο δεν αφορά θερμοδοχεία χωρητικότητας πάνω από 300 LTR, σύμφωνα με το Β.Δ. της 14.02.1967.

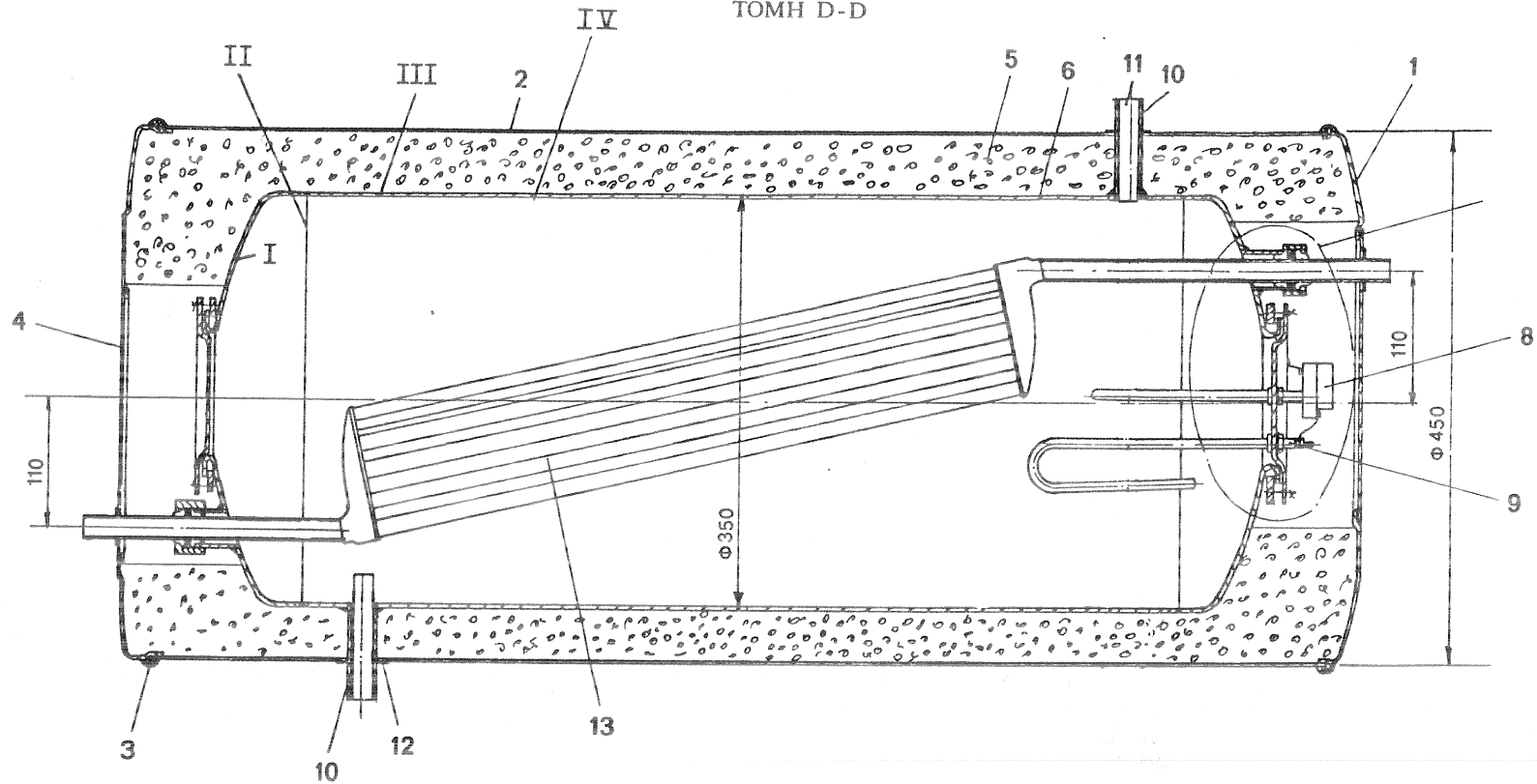


ΤΥΠΟΣ	A	B	Γ	Δ		
LTR 100	1310	305	340	230		
LTR 125	1535	435	480	240		
LTR 150	1810	440	480	240		
LTR 200	2310	670	740	240		

1	ΜΟΥΦΑ 3/4"		21					
1	ΑΝΟΛΙΟ		20					
1	ΤΑΠΑ ΑΡΣΕΝΙΚΗ 1/2"	ΟΡΕΙΧΑΛΚ.	19					
1	ΣΥΣΤΟΛΗ 1/2"	ΟΡΕΙΧΑΛΚ.	18					
	ΕΠΙΣΤΡΩΣΗ ΕΠΟΞΥΔΙΚΗΣ ΦΑΙΝΟΛΙΚΗΣ ΡΗΤΙΝΗΣ 3 ΣΤΡΩΜΑΤΑ		7					Θέρμανση μέχρι 200°C
6	ΚΟΧΛΙΑΣ 5/16 × 15 & ΠΕΡΙΚΟΧΛΙΟ		16					ελαγ. γαλβανίζε
1	ΣΩΛΗΝΑΣ Φ 15/10 × 140	ΠΟΛΥΕΘΥΛΕ- ΝΙΟ	15					
1	ΣΩΛΗΝΑΣ Φ 15/10 × 430	ΠΟΛΥΕΘΥΛΕ- ΝΙΟ	14					
2	ΣΩΛΗΝΑΣ 1/2" × 80		13					
2	ΜΟΥΦΑ 1/2"		12					
	ΠΟΛΥΟΥΡΕΘΑΝΗ		11					
1	ΚΑΠΑΚΙ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ	Λαμαρ. γαλβ.	10					
1	ΔΙΑΣΤΡΟΦΙΚΟ ΔΟΧΕΙΟ		9	10-3-0051				
1	ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΗΣ		8					
2	ΛΑΙΜΟΣ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ	Λαμαρ. γαλβ.	7					
1	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ		6					4000W / 220V
1	ΜΑΝΔΥΑΣ	Λαμαρ.	5	10-4-0034				
1	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΝΕΡΟΥ	Λαμαρ. μαύρη	4	10-4-0033				
1	ΠΛΑΤΙΝΟ ΚΑΠΑΚΙ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ	Λαμαρ. γαλβ.	3					
1	ΠΛΑΤΙΝΟ ΚΑΠΑΚΙ	Λαμαρ. γαλβ.	2					
1	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ		1	10-4-0035				
ΠΛΗΘΟΣ ΤΕΜΑΧ.	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟΝ	ΥΛΙΚΟΝ	Δ/Α ΓΕΜΑΧ	ΑΡ. ΣΧΕΔΙΟΥ ή ΚΩΔΙΚΟΣ ΑΡΙΘ	ΤΕΧΜΑΧΙΟ	ΟΛΙΚΟΝ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	
					ΒΑΡΟΣ Kg			
		ΥΛΙΚΟ						
					ΠΤΑΟΣ			
					ΗΛΙΑΚΟΣ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ			
					100 ± 200 ΛΙΤΡΑ			
		ΣΧΕΔΙΑΣΗ 30.5.35			ΑΝΤΙΚΑΘΙΣΤΑ	ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΤΑΙ		
		ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΩΡΗΣΗ			ΧΡΗΣΗ		ΑΡ. ΣΧΕΔΙΟΥ	
		ΚΑΙΜΑΚΑ					10-2-0030	
		ΑΝΤΙΣΤ. ΣΧΕΔ. ΛΙΘ.						
Δ/Α	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜΕΡ.						

SECTION D-D

ΤΟΜΗ D-D

ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ I

ΠΥΘΜΕΝΕΣ ΚΛΟΡΡΕΡ
TYPE KATA
AD-MERKBLATTER
ΥΛΙΚΟ St 37.2/DIN 17100

ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ II

ΣΥΓΚΟΛΗΣΕΙΣ/ΑΝΟΧΕΣ
KATA DIN 4753/4

ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ III

ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΕΠΙΦΑ-
ΝΕΙΑΣ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗΣ ΜΕ
ΜΗΧΑΝΙΚΟ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟ
- ΦΩΣΦΑΤΩΣΗΣ ΚΑΙ
PRIMER ΘΕΡΜΟΣΚΛΗΡΥ-
ΝΟΜΕΝΟ

ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΑ IV

ΗΛΕΚΤΡΟΣΤΑΤΙΚΗ ΕΠΙ-
ΣΤΡΩΣΗ ΠΟΥΔΡΑΣ ΕΠΟ-
ΞΥΚΗΣ ΦΑΙΝΟΛΙΚΗΣ
ΡΥΤΙΝΗΣ ΠΑΧΟΥΣ 100 μ
ΘΕΡΜΟΣΚΛΗΡΥΝΟΜΕΝΗ
ΣΤΟΥΣ 200°C

QTY		MATERIAL	ROS	PART N		ITEM
	ΕΠΙΣΤΡΩΣΗ ΕΠΙΟΧΥΔΙΚΗΣ ΦΑΙΝΟΛΙΚΗΣ ΡΗΤΙΝΗΣ 4 ΣΤΡΩΜΑΤΑ					Epoxy Phenolic Resin Coating
16	ΕΛΑΣΜΑ ΣΤΗΡΕΗΣ ΦΛΑΝΤΖΑΣ	Sb 37	25	10-4-0079		Retaining Nuts
2	ΛΑΣΤΙΚΟ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ		24			Sealing Rubber
3	ΠΕΡΙΚΟΧΛΙΟ	BRONZE ΟΡΕΙΧΑΛΚ.	23			Nuts
4	ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΔΑΧΤΥΛΙΔΙ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ		22	10-4-0077		Electric Insulation Plastic Ring
4	ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΔΑΧΤΥΛΙΔΙ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ		21	10-4-0077		Electric Insulation Plastic Ring
2	ΦΛΑΝΤΖΑ	SI 37	20	10-3-0066		Flange
16	ΒΟΛΩΝΙΑΣ 5/16" x 15	Sb 37	19			Screw 5/16" x 15
2	ΣΩΛΗΝΑΣ Φ 33.7 x 3.2	SI 37	18			Seamless Tube
4	ΠΛΑΣΤΙΚΟ ΔΑΧΤΥΛΙΔΙ	NORYL GFN-1	17	10-4-0076		Water Type Plastic Ring
2	O-RING Φ 22 x 3		16			O-Ring Φ 22 x 3
2	ΡΑΚΟΡ ΣΤΕΓΑΝΟΤΗΤΑΣ	BRONZE ΟΡΕΙΧΑΛΚ.	15	10-4-0094		Water Type Connection
1	ΑΝΟΔΙΟ ΜΑΓΝΗΣΙΟΥ	MAGNESIUM	14			Anode Rod
1	ΕΝΑΛΛΑΚΤΗΣ	COPPER	13			Hea. Exchanger
4	ΡΟΔΕΛΛΑ ΛΑΣΤΙΝΕΝΙΑ 1/2"		12			Rubber Sealing of Nipples 1/2"
2	ΣΩΛΗΝΑΣ Φ 15	POLYETHYL. ΠΟΛΥΕΘΥΛ.	11			Tube Φ 15
2	ΣΩΛΗΝΟΜΑΣΤΟΣ 1/2"	SI 37	10			Tube 1/2"
1	ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ 4000 W 220 V		9			Electric Heating Element 4000 W/220V
1	ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΗΣ 20A		8			Thermostat 20A
			7			
1	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΝΕΡΟΥ	SI 37.2	6	10-4-0035		Main Tank
	ΜΟΝΩΣΗ	POLYUR. ΠΟΛΥΟΥΡΕΘ.	5			Insulation
2	ΚΑΠΑΚΙ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗΣ	GALV. MILD STERL. Λαμ. γαλβ.	4			Electric Heating Element Cover
2	ΠΛΑΣΤΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΣΜΗΤΙΚΟΣ ΔΑΚΤ.		3			Plastic Cover
1	ΠΕΡΙΤΕΡΙΚΟ ΚΕΛΥΦΟΣ	GALV. MILD STERL. Λαμ. γαλβ.	2	10-4-0085		Jacket
2	ΠΑΡΤΙΝΟ ΚΑΠΑΚΙ	GALV. MILD STERL. Λαμ. γαλβ.	1			Open end Cover
ΠΑΡΘΟΣ ΤΕΜΑΧ.	ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ	ΥΛΙΚΟ	A/A Τ.ΜΑΧ.	ΑΡ. ΣΧΕΔΙΟΥ ή ΚΩΔΙΚΟΣ ΑΡ.	ΤΕΜΑΧΙΟΥ ΟΛΙΚΟ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
					ΒΑΡΟΣ Kg	
		ΥΛΙΚΟ				
		ΣΧΕΔΙΑΣΗ 24.184				ΤΙΤΛΟΣ-TITLE
		ΜΕΛΕΤΗ				ΗΛΙΑΚΟΣ ΘΕΡΜΟΣΗΘΩΝΑΣ
		ΘΕΩΡΗΣΗ				100 ± 200 LTR SOLAR HOT WATER TANK
		ΚΑΙΜΑΚΑ				ΑΝΤΙΚΑΘΙΣΤΑ
						ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΤΑΙ
		ΑΝΤΙΕΤ. ΣΧΕΔ. L.G.				ΧΡΗΣΗ
						ΑΡ. ΣΧΕΔΙΟΥ
						10-2-0087
A/A	ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ	ΗΜΕΡ.				

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- (1) Ν. ΓΕΡΟΓΙΑΝΝΗ: Σκοπιμότητα και δυνατότητες άμεσης χρησιμοποίησης ηλιακής ενέργειας στην Ελλάδα.
ΠΡΑΚΤΙΚΑ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ ΤΕΕ: Το ενεργειακό πρόβλημα της Ελληνικής Οικονομίας 1978.
- (2) L' ETA DU MONDE: 1983. EDITION LA DECOUBERTE.
- (3) ΕΚΘΕΣΗ ΣΥΝΕΔΡΙΟΥ ΤΕΕ: Το ενεργειακό πρόβλημα της Ελλ. Οικονομίας 78.
- (4) Δ Ε Η: Αναπτυξιακό πρόγραμμα της Δ.Ε.Η. 1983.
- (5) Κ. ΣΤΕΛΑΚΑΤΟΥ: Προτάσεις για θερμικά ενεργητικά συστήματα.
ΠΡΑΚΤΙΚΑ Β' ΣΕΜΙΝΑΡΙΟΥ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ-ΕΝΕΡΓΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ 84.
- (6) Π. ΛΑΜΑΡΗΣ: Ηλιακός θερμοσίφωνας.
ΠΡΑΚΤΙΚΑ Α' ΣΕΜΙΝΑΡΙΟΥ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΗΛΙΑΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ - 1979.
- (7) Β. ΣΩΤΗΡΟΠΟΥΛΟΥ: Σχεδιασμός ηλιακού συλλέκτη για μέγιστη απόδοση και μεγάλη διάρκεια ζωής.
ΠΡΑΚΤΙΚΑ Β' ΣΕΜΙΝΑΡΙΟΥ (ώρα 5).
- (8) Α. ΠΕΛΕΚΑΝΟΣ: Προστασία των δεξαμενών αποθήκευσης ζεστού νερού κατά της διάβρωσης. Μέθοδοι και πρότυπα.
ΠΡΑΚΤΙΚΑ Β' ΣΕΜΙΝΑΡΙΟΥ (ώρα 5).
- (9) Ε. ΒΑΖΑΙΟΣ: Εφαρμογές της ηλιακής ενέργειας, υπολογισμός και σχεδίαση συστημάτων - 1981.
- (10) ΑΝΤ. ΜΑΚΡΥΛΛΟΣ: Η χρησιμοποίηση ηλιακής ενέργειας για τη θέρμανση νερού στα ξενοδοχεία.
ΠΡΑΚΤΙΚΑ Β' ΣΕΜΙΝΑΡΙΟΥ (ώρα 5).

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΣΥΛΛΟΓΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΥΧΩΝ
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ - ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ
Τ.Μ. Ν.ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ

ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ: ' 'ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ' '

ΘΕΜΑ ΕΙΣΗΓΗΣΗΣ

ΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΙΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ

ΦΙΛΙΠΠΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΒΟΛΟΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ - ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 1991

• ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΚΑΙ ΤΑ ΚΤΙΜΙΑ.

• ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ
ΤΩΝ ΣΧΕΤΙΚΩΝ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ.

Στα πλαίσια αυτές εφαρμόζονται ενοποιημένα οι μέθοδοι
βιομηχανικών έργων στη βιομηχανία και τα υφάρια και σε
αλληλοεπιδράσεις τεχνικών βιομηχανικών έργων.

Αναπτύσσονται επίσης επιχρηματικά οι συστημικές δέσμες
με την επίσημη αξιοποίηση η συστημική βιομηχανία των
επιπέδων βιομηχανικών έργων.

Οι πρώτες εφαρμογές των μεθόδων και των τεχνικών
παράγονται από τις βιομηχανικές υπηρεσίες του υφάρια
Απόστολο Κωδικιάδη Μηχ/γού - Ηλεκτρον. ΕΜΠ Ph.D ΜΠΤ
Συνδιδάσκων επίθεσης ως ΜΕΤΕΚ ΑΕ, με Δεκά

Διατάξεις βιομηχανικών έργων σε βιομηχανία
Οι συστημικές δέσμες παράγονται από τις βιομηχανικές
επιχειρήσεις του υφάρια Καρδουράκη Ηλ/γού Μηχανικό
του ΔΕΗ, με Δεκά: "Χρησιμότητα συστημικής αξιοποίησης
επιπέδων αναμενόμενων έργων και βιομηχανικών
εργων".

Δημήτριος Ι. Φυλλάς
Διπλ. Ηλεκτρον. Μηχ/γός Δ.Π.Θ.
- ΠΑΥΛΟΣ ΠΑΤΗΣ - ΣΕΛΕΤΕ.

Πίνακας 2 Κατηγορίες ενεργειακών επενδύσεων

Ορισμός	Κόστος	Διάρκεια απόσβεσης	Παράδειγμα
1. Νευροκύβημα	Πολύ χαμηλό	Πολύ μικρή	Θέσπιση διαδικασιών ρουτίνας για έλεγχο και παρακολούθηση της εγκατάστασης, καθαρισμός ή αντικατάσταση ατμοπαγίδων, ρύθμιση αυτοματισμών καυστήρα, έλεγχος για θερμικές απώλειες κτιρίων κ.λπ.
2. Εξοικονομισμός Εγκατάστασης	Συνήθως μέτριο	Μήνες έως μερικά χρόνια	Εγκατάσταση αυτόματου ελέγχου με υπολογιστή για τη διατήρηση βέλτιστης απόδοσης καυστήρα, εγκατάσταση εναλλακτών θερμότητας για υπερθέρμανση ατμού με καυσαέρια.
3. Εισαγωγή νέων ενεργειακών τεχνολογιών	Μέτριο έως υψηλό	Τέσσερα έως επτά χρόνια	Εγκατάσταση συστήματος συμπαραγωγής ηλεκ/σμού και θερμότητας.
4. Εισαγωγή νέων διαδικασιών/ διεργασιών παραγωγής	Πολλές φορές πολύ υψηλό	Πολλά χρόνια	Κατασκευή νέας σύγχρονης καμίνου για την παραγωγή χάλυβα από παλαιοσίδηρο, αντικατάσταση καυστήρα πετρελαίου με καυστήρα αερίων ή στερεών καυσίμων.
5. Στροφή σε Νέα προϊόντα	Μέτριο έως πολύ υψηλό	Ένα έως πολλά χρόνια	Μεταστροφή από τα χημικά προϊόντα ενδιάμεσης φάσης σε χημικά βιοτεχνολογίας, ολοκλήρωση της καθετοποίησης κλάδων πρωτογενούς παραγωγής.

Πίνακας 3 Κατηγορίες, Τεχνικές και Τεχνολογίες ΞΕ

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ	ΤΕΧΝΙΚΕΣ	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ/ΒΑΡΗΘΙΟΤΕΣ
Ποιοκόρυμα	Ενεργειακός έλεγχος	Όργανα μέτρησης Όργανα ρύθμισης
	Διαχείριση	PLC Όργανα μέτρησης/ρύθμισης Ηλεκτρονικοί αυτοματισμοί
Εκσυγχρονισμός	Ειδικές τεχνολογίες ΞΕ (βελτιώσεις)	Ανάκτηση ενέργειας Θερμική μόνωση Αυτοματισμός εαυτής αυτομάτος έλεγχος διεργασιών
	Εναρμονισμένες τεχνολογίες ΞΕ (έξοχες υλίες από Σουαί)	Καυστήρες/ Λέβητες / Κλιβάνοι Αντλίες/ Σινητήρες Pump/ Κλιματισμός Εναλλάκτες θερμότητας Οικοδομικά υλικά & Παθητικός Ηλιακός σχεδιασμός
Νέες ενεργειακές τεχνολογίες	Συμπαγωγή	Ατμοστρόβιλοι Μηχανές ή ήλεκτ Αεριοστρόβιλοι Συνδυασμένα κύκλα
	Τεχνολογίες Μετατροπής σε Νέα Καύσιμα	Μετατροπή σε άνθρακα Μετατροπή σε αέρια καύσιμα Ανάκτηση χημικής ενέργειας αποβλήτων
	Τεχνολογίες αναγνώσιμων πηγών	Ηλιακή θέρμανση ρευστών Αιολικές μηχανές Μικρο-υδροηλεκτρικά Γεωθερμία
Νέες τεχνολογίες παραγωγής	Σύνθεση διεργασιών	Αναδιόταξη δικτύων μεταφ. Σύνθεση διαδικασιών εναλλαγής θερμότητας Τελεθέρμανση
	Εισαγωγή νέων διεργασιών	Υποκατάσταση ηλεκτροδίων θερμοβόρες διεργασίες Εισαγωγή χημικών αντι- θερμών κατεργασιών Εισαγωγή μεθοδών βιοτεχν.
	Εισαγωγή νέων πρώτων υλών	Ανακύκλωση προϊόντων Στροφή σε νέες πρώτες υλίες

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ
ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ

- α. Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)
- β. Μετρώ Σημείο Επένδυσης (ΝΣ)
- γ. Λόγος Οφέλους Κόστους (ΛΟΚ)
- δ. Ετήσιος Βαθμός Απόδοσης (ΕΒΑ)
- ε. Κόστος Παραγωγής Ενέργειας (ΚΠΕ)
- στ. Περίοδος Επανόκενσης Κεφαλαίου (ΠΕΚ)

α. ΚΑΘΑΡΗ ΠΑΡΟΥΣΑ ΑΞΙΑ (ΚΠΑ) Αφορά επένδυ-
ρες και επενδύσει με μακροχρόνιο ορίζοντα. Εφαρμόζεται
κυρίως για περιπτώσεις 3, 4, 5 του πίνακα 2.

$$(1) \text{ΚΠΑ} = \sum_{t=1}^N \frac{F_t}{(1+d)^t} - K_0$$

ΚΠΑ ≥ 0 συνθήκη για οικονομική
βιωσιμότητα τη επένδυσης.

όπου: F_t ετήσιο καθαρό όφελος
 N ομιονομητική ζωή επένδυσης
 K_0 κόστος συστήματος
 d επιθυμικός βαθμός απόδοσης

Η μέθοδος είναι αποξηλωμένη.

(2) Με σταθερή χρηματική ροή

$$\text{ΚΠΑ} = (\text{Π.Α. κausίρων} - \text{Π.Α. συντήρησης}) - K_0$$

$$\text{Π.Α. κausίρων} = F_K \left\{ \frac{1}{d-i} \left[1 - \left(\frac{1+i}{1+d} \right)^N \right] \right\}$$

$$\text{Π.Α. συντήρησης} = F_S \left[\frac{1 - (1+d)^{-N}}{d} \right]$$

όπου: F_K κόστος υποκαθιστούμενης ενέργειας
 F_S ετήσιο κόστος συντήρησης
 i πληρωρισμός υρών κausίρων

β. ΝΕΚΡΟ ΣΗΜΕΙΟ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (Δρα/μονάδα μεγέθους)

$$N.S. = \frac{KPA \text{ Οφέλους}}{\text{μονάδα μεγέθους}} \quad (\Deltaρα/κω, \Deltaρα/μ^2)$$

$$KPA = \sum_{t=1}^N \frac{F_t}{(1+d)^t} - K_0 = 0$$

όπου: $KPA \text{ Οφέλους} = \Pi.A. \text{ κερδών} - \Pi.A. \text{ συντήρησης}$
 εκφράζει τα ανά μονάδα μεγέθους οφέλη από την επένδυση και το κριτήριο μεγέθους της επένδυσης για το οποίο αρχίζει να γίνεται βελτιωμένα.

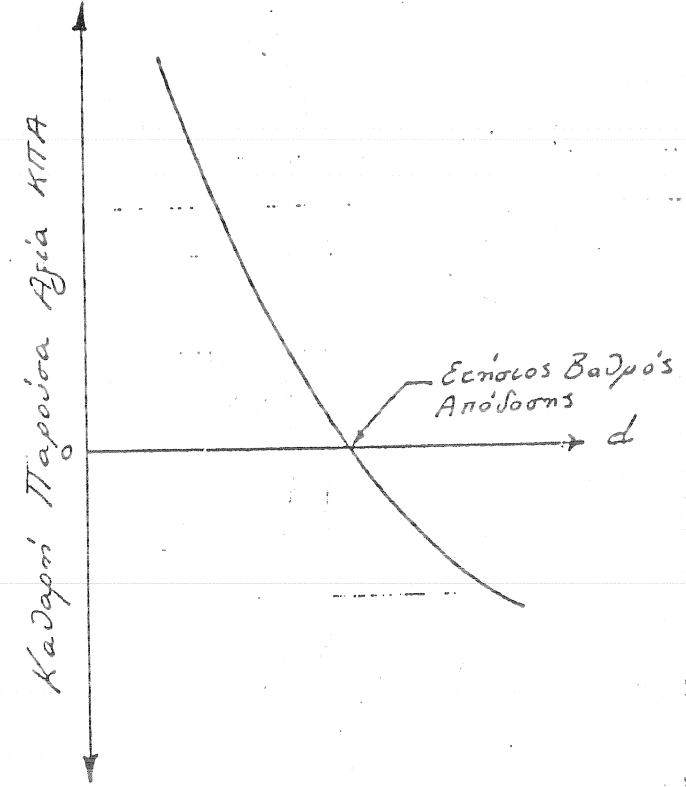
γ. ΛΟΓΟΣ ΟΦΕΛΟΥΣ ΚΟΣΤΟΥΣ (ΛΟΚ)

$$ΛΟΚ = \frac{\sum_{t=1}^N \frac{F_t}{(1+d)^t}}{\sum_{t=1}^M K_0 (1+d)^t}$$

όπου: M διάρκεια κατασκευής του έργου

ή
$$ΛΟΚ = \frac{KPA \text{ Οφέλους}}{K_0}$$

$ΛΟΚ \geq 1$ συνθήκη για βιωσιμότητα της επένδυσης.



ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΚΠΕ)

(Δρα/κWh, Δρα/ΜJ)

$$ΚΠΕ = \frac{1}{E} [K_0 \cdot \Sigma ΕΚ + \Sigma \Lambda]$$

Όπου: E Ετήσια παραγωγή Ενέργειας (κWh, MJ)

K₀ Κόστος συστήματος (Δρα)

ΣΛ Κόστος συντήρησης και λειτουργίας (Δρα)

ΣΕΚ Συντελεστής Επανάκτησης Κεφαλαίου

$$\Sigma ΕΚ = \frac{d(1+d)^N}{(1+d)^N - 1}$$

Ο δείκτης ΚΠΕ υπολογίζει το κόστος της ενέργειας που θα παραχθεί από το υπό επένδυση σύστημα εξομοιώνεται ενέργεια και αποτελείται από υποκατάσταση όπως συμβατικός τρόπον παραγωγής ενέργειας (Συμβατικό Κόστος Παραγωγής Ενέργειας = ΣΚΠΕ).

ΚΠΕ ≤ ΣΚΠΕ συνθήκη βιωσιμότητας
την επένδυσης

στ. ΠΕΡΙΟΔΟΣ ΕΠΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

1. Χωρίς πληθωρισμό στο ενεργειακό κόστος

$$ΠΕΚ = \frac{K_0}{KE}$$

όπου: K₀ Κόστος συστήματος

KE Κόστος υποκαθιστούμενης ενέργειας

2. Με πληθωρισμό στο ενεργειακό κόστος

$$ΠΕΚ = \frac{\ln \left[\frac{K_0 i}{KE} + 1 \right]}{\ln(1+i)}$$

όπου: i πληθωρισμός ενεργειακού κόστους

$$\ln \left(\left(\frac{K_0 \times i}{KE} + 1 \right) / \ln(1+i) \right)$$

Οικονομικά χρόνια ζωής συστήματος (ΟΧΖΣ)

ΠΕΚ < ΟΧΖΣ συνθήκη βιωσιμότητας
την επένδυσης

ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟΣ ΣΥΛΛΟΓΟΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΟΥΧΩΝ
ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ - ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ
Τ.Μ. Ν. ΜΑΓΝΗΣΙΑΣ

ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ: ' 'ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ' '

ΘΕΜΑ ΕΙΣΗΓΗΣΗΣ

ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ. ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ ΑΠΟΣΚΛΥΡΥΝΣΗ ΑΠΙΟΝΙΣΜΟΣ

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:

ΦΙΛΙΠΠΟΥ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ

ΒΟΛΟΣ ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ - ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 1991

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με τον όρο **επεξεργασία νερού** εννοούμε την παραγωγή νερού συγκεκριμένων προδιαγραφών ανάλογα με τη χρήση για την οποία αυτό προορίζεται και σύμφωνα με τη νομοθεσία η οποία πιθανόν διέπει αυτή τη χρήση. Η επεξεργασία νερού από πολλά χρόνια είναι κατεστημένη στη βιομηχανία και στα εργοστάσια σαν μια προϋπόθεση ή ένα στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας. (πχ. μόνια ηλεκτρολυτικών επιμεταλώσεων, βιομηχανία τροφίμων, βιομηχανία φαρμάκων και καλλυντικών, βιομηχανία συσσωρευτών, νοσοκομεία κλπ).

Τα τελευταία όμως χρόνια η επεξεργασία νερού, βοηθούμενη και από την ανάπτυξη ευρημάτων και προηγμένων συστημάτων, αποκτά ενδιαφέρον και για την κατοικία, όχι μόνο σαν ένα μέσο βελτίωσης του επιπέδου διαβίωσης των ενοίκων των κτιρίων μέσω της βελτίωσης της ποιότητας του παρεχόμενου νερού, αλλά και σαν ένα σημαντικό μέσο για την εξοικονόμηση ενέργειας, όπως θα φανεί από τις σημειώσεις αυτές.

Για τις ανάγκες των σημειώσεων αυτών θα επεκτείνουμε την έννοια της κατοικίας στην έννοια του χώρου διαμονής, ώστε να συμπεριλάβουμε σε αυτή και κτίρια όπως τα ξενοδοχεία, τα οικοτροφεία, τις φοιτητικές εστίες αλλά και τα Camping κλπ.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΝΕΡΟΥ ΤΩΝ ΧΩΡΩΝ ΔΙΑΜΟΝΗΣ

Το νερό το οποίο διανέμεται στους χώρους διαμονής χωρίζεται ανάλογα με τη χρήση του σε **νερό χρήσης** και σε **πόσιμο νερό**.

Το νερό χρήσης προορίζεται στην κατοικία για το πλύσιμο των ρούχων και των πιάτων, το ατομικό λουτρό καθαριότητας, την έκπλυση των λεκανών κλπ και φυσικά έχει διαφορετικές απαιτήσεις ποιότητας από το πόσιμο νερό.

Το πόσιμο νερό είναι φυσικά το νερό που προορίζεται για πόση και οφείλει να ανταποκρίνεται στη σχετική Κοινοτική Οδηγία η οποία με την υπουργικά απόφαση Α5/258/23.1.86/ΦΕΚ 53/Β/20.2.86 ισχύει και για την Ελλάδα.

Αντικείμενο των σημειώσεων αυτών, είναι η αναγκαιότητα και η σκοπιμότητα της επεξεργασίας των κατηγοριών του νερού των χώρων διαμονής, από τη σκοπιά της εξοικονόμησης ενέργειας με την ευρεία έννοια, καθώς και τα γενικά τεχνικά χαρακτηριστικά και τα κριτήρια επιλογής των σχετικών συστημάτων.

ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

Αναγκαιότητα - Η έννοια της σκληρότητας.

Ο λόγος που οδηγεί στην ανάγκη της επεξεργασίας του νερού χρήσης στους χώρους διαμονής είναι κυρίως η **σκληρότητα του νερού**.

Η σκληρότητα του νερού οφείλεται στο γεγονός ότι αυτό εκτός από τα διάφορα άλλα συστατικά του, συχνά περιέχει μεγάλες ποσότητες από διαλυμένα διττανερακτικά θειικά και κλωρισούχα άλατα του ασβεστίου και του μαγνησίου. Τα άλατα αυτά λόγω των ιδιοτήτων τους προκαλούν διάφορα προβλήματα τόσο στην αποτελεσματικότητα των διαδικασιών στις οποίες χρησιμοποιούνται όσο και στην ευρύτερη λειτουργία και τη μακροζωία των σχετικών συστημάτων.

Τα προβλήματα που οφείλονται στη σκληρότητα του νερού χρήσης και τις επιπτώσεις τους στην εξοικονόμηση ενέργειας θα εξετάσουμε στην επόμενη παράγραφο. Πρίν όμως από αυτό θα δούμε με ποιούς τρόπους εκτιμάται ποσοτικά η σκληρότητα του νερού.

Μέτρηση σκληρότητας.

Η μέτρηση της σκληρότητας γίνεται με ογκομετρική ανάλυση και αντιδραστήριο και αποβλέπει στην εξακρίβωση είτε των ισοδυνάμων μερών του ανεραικικού ασβεστίου (CaCO_3) που είναι διαλυμένα σε συγκεκριμένο όγκο νερού (Γαλλικοί, Αμερικανικοί, Αγγλικοί βαθμοί) είτε των ισοδυνάμων μερών οξειδίου του ασβεστίου (CaO) (Γερμανικοί βαθμοί). Έτσι έχουμε:

1 Αγγλικός βαθμός: 1 μέρος CaCO_3 /αγγλικό γαλόνι νερού

1 Αμερικανικός βαθμός: 1 ppm CaCO_3

1 Γαλλικός βαθμός: 1 μέρος CaCO_3 /100.000 μέρη νερού.

1 Γερμανικός βαθμός: 1 μέρος CaO /100.000 μέρη νερού.

Στη πράξη χρησιμοποιούνται οι Γαλλικοί βαθμοί για την αξιολόγηση της σκληρότητας του νερού. Ο παρακάτω πίνακας δίνει την αξιολόγηση του νερού ανάλογα με την τιμή της σκληρότητάς του, σε όλες τις παραδεκτές μονάδες μέτρησης της σκληρότητας.

Αξιολόγηση	Γερ. Βαθ.	Αμερ. Βαθ.	Αγγ. Βαθ.	Γαλλ. Βαθ.
Πολύ μαλακό	εως 4	εως 70	εως 5	εως 7.
Μαλακό	4-8	71-140	5-10	7-14
Μέτρια σκληρό	8-12	141-200	10-15	14-21
Αρκετά σκληρό	12-18	201-320	15-22	21-32.
Σκληρό	18-30	321-550	22-40	32-55

Προβλήματα εξαιτίας της σκληρότητας του νερού χρήσης στους χώρους διαμονής, ανάλογα με το είδος της χρήσης.

1. Ατομικό λουτρό καθαριότητας. Στο ατομικό λουτρό καθαριότητας το σκληρό νερό σχηματίζει με το σαπούνι αδιάλυτες κολλοειδείς ουσίες και μαγνησιακά άλατα με αποτέλεσμα μειωμένη αποτελεσματικότητα στο πλύσιμο και μεγαλύτερη κατανάλωση σαπουνιού. Επίσης το σκληρό νερό διευκολύνει την ανάπτυξη μικροβίων και μπορεί να προκαλέσει ερεθισμούς μολύνσεις και αλλεργικές αντιδράσεις.

2. Πλύσιμο ρούχων. Κατά το πλύσιμο των ρούχων, το σκληρό εκτός από τη μείωση της αποτελεσματικότητας του απορρυπαντικού και την αύξηση της κατανάλωσής του, σχηματίζει κρούστα από ασβεστίτη και άλλα πετρώματα στις ίνες των ρούχων με αποτέλεσμα την ταχεία φθορά τους.

3. Πλύσιμο πιάτων. Κατά το πλύσιμο των πιάτων το σκληρό νερό στο ξέπλυμα δημιουργεί λεκέδες επάνω στα γυαλικά.

4. Θέρμανση νερού. Κατά τη θέρμανση του νερού για διάφορες χρήσεις όπως ατομικό λουτρό καθαριότητας, πλύσιμο ρούχων ή πιάτων, θέρμανση χώρων κλπ, το σκληρό νερό σχηματίζει επικαθήσεις στερεών στα στοιχεία των σχετικών συστημάτων μέσω των οποίων επιδιώκεται η μετάδοση της θερμότητας στο νερό. (πχ ηλεκτρικές

αντιτάσεις πλυντηρίων ή θερμοσιφώνων, μανδύες θερμοδοχείων ζεστού νερού κρήσης, ή ενσωματωμένοι σε αυτά εναλλάκτες θερμότητας, εξωτερικοί εναλλάκτες θερμότητας, λέβητες κλπ) Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της ικανότητας θερμοεναλλαγής των σχετικών στοιχείων, με αποτέλεσμα την αύξηση της απαιτούμενης ενέργειας για τη θέρμανση του νερού, είτε αυτή είναι ηλεκτρική ενέργεια, είτε είναι ενέργεια στερεών ή υγρών καυσίμων, μέχρι και 25%.

Εάν δε η θέρμανση του νερού γίνεται με τη χρήση ηλεκτρικής ενέργειας, το παραπάνω φαινόμενο οδηγεί σε μειωμένη αξιοποίηση των σχετικών εγκαταστάσεων (ηλιακών συλλεκτών κλπ) των οποίων το αρχικό κόστος είναι συνήθως μεγάλο. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της οικονομικότητας των σχετικών επεμβάσεων.

5. Επίδραση στις εγκαταστάσεις. Ακόμη η επικάλυψη αλάτων στις σωληνώσεις και τα στοιχεία θερμοεναλλαγής των σχετικών συστημάτων και εγκαταστάσεων έχει τα εξής δυσμενή επακόλουθα:

α. Η προκαλούμενη στένωση της διατομής των σωληνώσεων οδηγεί σε αύξηση της πτώσης πίεσης και μείωση της παροχής του ρευστού που κυκλοφορεί, με αποτέλεσμα την αλλαίωση των λειτουργικών χαρακτηριστικών της εγκατάστασης, όπως αυτό προβλέπονται από τη μελέτη και σε αρκετές περιπτώσεις οδηγεί σε πλήρη αδυναμία λειτουργίας.

β. Το παραπάνω φαινόμενο οδηγεί σε πρόωρες φθορές των εγκαταστάσεων και των συσκευών (πχ. μπουαρίες λουτρών, πλυντήρια ρούχων και πιάτων, θερμοδοχεία ζεστού νερού, καφετιέρες κλπ).

γ. Το παραπάνω επίσης φαινόμενο οδηγεί στην ανάγκη χημικών συνήθως καθαρισμών συσκευών και εγκαταστάσεων (πχ. αυτών συμπυκνωτών των εγκαταστάσεων ψύξης ή κλιματισμού, μανδύων θερμοδοχείων ζεστού νερού κλπ). Αυτό όμως απαιτεί δαπάνες, τόσο με τη μορφή εργασιών και υλικών, όσο και με τη μορφή διασφαιγόντων κερδών λόγω διακοπής λειτουργίας των εγκαταστάσεων ή των συσκευών, όταν αυτές κεφαλοαιουχικό εξοπλισμό.

Συμπέρασμα.

Η σκληρότητα του νερού κρήσης στους χώρους διαμονής, ανάλογα και με το μέγεθος της συντελεί στη μη ορθολογική διαχείριση της ενέργειας τόσο με τη στενή όσο και με την ευρεία έννοια.

Με τη στενή έννοια οδηγεί στην ανάγκη χρησιμοποίησης σημαντικά μεγαλύτερων ποσών ενέργειας και πρώτων υλών για την επίτευξη των ίδιων σκοπών.

Με την ευρεία έννοια, οδηγεί σε χαμηλό βαθμό αξιοποίησης των συσκευών και των εγκαταστάσεων, σε αυξημένα έξοδα συντήρησης και σε πρόωρη αντικατάστασή τους, πράγμα που μακροοικονομικά, οδηγεί σε άσκοπη αύξηση των συνολικών απαιτήσεων για ενέργεια.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό η σκοπιμότητα της παροχής αποσκληρυμμένου νερού κρήσης στους χώρους διαμονής, πράγμα που μπορεί να προκύψει από σχετική κατά περίπτωση τεχνικοοικονομική μελέτη.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΣΚΛΗΡΥΝΣΗΣ ΝΕΡΟΥ

Θα αναφερθούμε εδώ, στις διάφορες εγκυρες μεθόδους

αποσκλήρυνσης νερού, στην αρχή λειτουργίας τους και στα βασικά χαρακτηριστικά των συστημάτων με τα οποία αυτές επιτυγχάνονται. Θα δοθεί έμφαση στην αποσκλήρυνση με ρητίνες και στη χημική αποσκλήρυνση διότι είναι οι πλέον διαδεδομένες στο εμπόριο μέθοδοι. Γι αυτό και θα αναπτυχθούν τελευταίες. Γενικά οι μέθοδοι αποσκλήρυνσης του νερού χρήσης μπορούν να ομαδοποιηθούν σε αυτές που δεν αλλοιώνουν τη χημική σύσταση του νερού και σε αυτές που αλλοιώνουν τη χημική σύστασή του.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΧΩΡΙΣ ΑΛΛΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ.

ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΠΟΣΚΛΗΡΥΝΣΗ ΝΕΡΟΥ

Συνίσταται στον εξαναγκασμό του νερού σε διέλευση μέσα από ισχύρο μαγνητικό πεδίο, το οποίο δημιουργείται από μόνιμο μαγνήτη. Στην περίπτωση κατά την οποία έχουμε μεγάλες διατομές σωληνώσεων και μεγάλες παροχές νερού το μαγνητικό πεδίο δημιουργείται από ηλεκτρικό ρεύμα.

Με τη μέθοδο αυτή δεν αλλοιώνεται η σύσταση του νερού ούτε αφαιρούνται από αυτό τα άλατα αλλά αλλάζει το σύστημα κρυστάλλωσής τους. Έτσι στις κρίσιμες θερμοκρασίες τα άλατα ασβεστίου και μαγνησίου αντί να δημιουργούν ασβεστίτη δημιουργούν αραγονίτη ο οποίος δεν κάνει συνεκτικά στρώματα ή βραδείτη που έχει τη μορφή λάσπης.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΝΕΡΟΥ

Η μέθοδος συνίσταται στη διοχέτευση στο νερό ρευματος με κυματομορφή και συχνότητα κατάλληλες για την εκάστοτε χρήση του νερού. Και εδώ επιδιώκεται η μεταβολή της κρυστάλλωσης των αλάτων ώστε στις κρίσιμες θερμοκρασίες να σχηματίζεται βραδείτης ο οποίος διατηρείται σε αιώρηση και δεν σχηματίζει άερούστες επικαθίσεις όπως ο ασβεστίτης.

ΚΑΤΑΛΥΤΙΚΗ ΑΠΟΣΚΛΗΡΥΝΣΗ

Η μέθοδος συνίσταται στον εξαναγκασμό του νερού, το οποίο είναι παραμαγνητικό υλικό, σε διέλευση μέσα από έναν ή περισσότερους θαλάμους, οι οποίοι είναι κατασκευασμένοι από διαμαγνητικό υλικό. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την αλλαγή του μοριακού πεδίου των αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΜΕ ΑΛΛΟΙΩΣΗ ΤΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ.

ΧΗΜΙΚΗ ΑΠΟΣΚΛΗΡΥΝΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Με τη μέθοδο αυτή, το νερό εξαναγκάζεται σε διέλευση μέσα από κρυσταλλικά πολυφωσφατικά άλατα κυρίως καλίου και νατρίου με περιορισμένη υδατοδιαλυτότητα, τα οποία και συμπαρασύρει. Τα φωσφορικά ιόντα των αλάτων αυτών, προσροφούνται από τους λεπτούς κρυστάλλους των αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου, τους καλύπτουν και εμποδίζουν την ανάπτυξή τους υπο τη μορφή σκληρών εναποθέσεων στα

στοιχεία των εγκαταστάσεων.

Φυσικά η μέθοδος αυτή επιβαρύνει το νερό και το κάνει αποκλειστικά νερό χρήσης.

Εξάλλου η μέθοδος αυτή είναι αποτελεσματική μόνο στις περιπτώσεις όπου το νερό δεν θερμαίνεται πάνω από τους 55 C και χρησιμοποιείται αμέσως μετά τη θέρμανσή του. Κι αυτό διότι οι πολυφωσφορικοί κρύσταλλοι κάνουν την αποτελεσματικότητά τους τόσο σε υψηλές θερμοκρασίες όσο και σταδιακά μετά τη θέρμανση.

Σύμφωνα με τα παραπάνω η μέθοδος αυτή βρίσκει εφαρμογή στη λειτουργία των ταχυθερμοσίφωνων. (Θέρμανση νερού με διέλευση).

ΑΠΟΣΚΛΗΡΥΝΣΗ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ ΜΕ ΙΟΝΤΟΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΡΗΤΙΝΕΣ

α. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.

Είναι η πλέον διαδεδομένη και πιθανόν η πλέον αποτελεσματική και ουσιαστική μέθοδος αποσκλήρυνσης. Εμφανίστηκε για πρώτη φορά στην Ευρώπη πριν από 60 χρόνια και από τότε γνώρισε σημαντικές εξελίξεις.

β. ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Η μέθοδος στηρίζεται στον εξαναγκασμό του νερού χρήσης σε διέλευση μέσα από συνθετικές ρητίνες, οργανικές μακρομοριακές ενώσεις που έχουν σαν βάση προϊόντα του πετρελαίου και ονομάζονται ζεόλιθοι ή περμουτίτες. Κατά τη διέλευση του νερού μέσα από τις ρητίνες αυτές, εναλλάσσονται τα ιόντα του ασβεστίου και μαγνησίου των αντίστοιχων άξινων ανεραικικών ή θειικών αλάτων του νερού, με ιόντα νατρίου που περιέχονται στο μακρομόριο των ρητινών. Τα σχηματιζόμενα άξινα ανεραικικά ή θειικά άλατα του νατρίου, είναι ευδιάλυτα στο νερό σε οποιαδήποτε θερμοκρασία και έτσι δεν σχηματίζονται οι ανεπιθύμητες επικαθήσεις. Αυτό φαίνεται στις παρακάτω χημικές αντιδράσεις:



Οι ρητίνες όμως κάνουν την αποσκλήρυντική τους ικανότητα από πάνω προς τα κάτω, καθώς προσδευτικά κορέννονται με ιόντα ασβεστίου και μαγνησίου και κάνουν τα ιόντα νατρίου. Για να επανακτήσουν την αποσκλήρυντική τους ικανότητα πρέπει να αναγεννηθούν με αλάτι ώστε να αποκτήσουν εκ νέου ιόντα νατρίου στο μακρομόριό τους. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται αναγέννηση της ρητίνης και παριστάνεται από τον παρακάτω χημικό τύπο:



ΑΠΟΣΚΛΗΡΥΝΤΕΣ ΝΕΡΟΥ.

α. ΒΑΣΙΚΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.

Τα συστήματα με τα οποία γίνεται η αποσκλήρυνση του νερού χρήσης σύμφωνα με την παραπάνω αρχή λειτουργίας ονομάζονται αποσκλήρυντές.

Οι αποσκλήρυντές κυρίως αποτελούνται από το δοχείο της ρητίνης μέσα στο οποίο εκτελείται η λειτουργία της αποσκλήρυνσης και από το δοχείο που περιέχει τα άλατα της αναγέννησης της ρητίνης σε κρυσταλλική μορφή. Στους παλαιότερους αποσκλήρυντές τα δοχεία αυτά ήταν μεταλλικά. Στους σύγχρονους αποσκλήρυντές το δοχείο ρητίνης αποτελείται από υλικά όπως το FIBER GLASS ενώ το δοχείο αλατιού από υλικά όπως το μαλακό ή σκληρό πολυαιθυλένιο.

Εκείνο που έχει σημασία για την αποτελεσματικότητα του αποσκλήρυντή είναι το δοχείο της ρητίνης να έχει σφαιρική μορφή ώστε να εξασφαλίζεται ικανοποιητικός χρόνος παραμονής του νερού μέσα στη ρητίνη.

Αναγκαίο επίσης είναι, το σκληρό νερό χρήσης πριν από την είσοδό του στον αποσκλήρυντή, να διέρχεται από κατάλληλο φίλτρο νερού ώστε να κατακρατούνται τυχόν επιβαρύνσεις του όπως άργιλλος σίδηρος κλπ οι οποίες μειώνουν την αποτελεσματικότητα και το χρόνο ζωής της ρητίνης.

Εξάλλου στους αποσκλήρυντές καλής ποιότητας, στο δοχείο του αλατιού υπάρχει ψευδοπιεμένος ώστε να κατακρατούνται τα ξένα σωματίδια, αλλά και να επιτυγχάνεται η παρασκευή διαλύματος άλμης με περιεκτικότητα 10% κατά βάρος σε αλάτι, πράγμα που αποτελεί τη βέλτιστη συνθήκη για τη σωστή αναγέννηση της ρητίνης. Το αναγκαίο διάλυμα αλατιού για την αναγέννηση της ρητίνης αναρροφάται από το δοχείο της άλμης με INJECTOR.

β. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

Τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά ενός αποσκλήρυντή τα οποία παίζουν αποφασιστικό ρόλο για την επιλογή του κατάλληλου μεγέθους του και τη ρύθμιση της λειτουργίας του είναι:

α. Η κυκλική ικανότητα (cyclic capacity) του αποσκλήρυντή σε κυβικοβαθμούς. Είναι γινόμενο βαθμών σκληρότητας επι όγκο νερού και εκφράζει την ικανότητα του αποσκλήρυντή σαν συνάρτηση της σκληρότητας του νερού και του όγκου του προς αποσκλήρυνση νερού. π.χ. αποσκλήρυντής ικανότητας 300 γαλλικών κυβικοβαθμών αποσκληραίνει μεταξύ δύο αναγεννήσεων της ρητίνης 30 m³ νερού σκληρότητας 10 γαλλικών βαθμών ή 15 m³ νερού σκληρότητας 20 γαλλικών βαθμών κακ.

β. Η μέγιστη ωριαία παροχή μαλακού νερού σε m³/h.

γ. Η μέση ωριαία παροχή μαλακού νερού σε m³/h.

δ. Η αναγκαία περιεκτικότητα του αποσκλήρυντή σε ρητίνη. Το μέγεθος αυτό είναι καθοριστικό για τη διαστασιολόγηση ενός αποσκλήρυντή ή για την αξιολόγηση ενός προσφερόμενου αποσκλήρυντή. Με δεδομένο ότι ένα λίτρο ρητίνης αφαιρεί 65 ppm σκληρότητας από το νερό, η αναγκαία ποσότητα ρητίνης υπολογίζεται από τον τύπο :

$$V_f = \frac{°F \cdot 10 \cdot C}{65}$$

οπου V_f ο σφμος της ρητίνης σε λίτρα

$°F$ η εκρηφότητα του νερού σε Γαλλικούς βαθμούς

C Η ημερήσια απαίτηση νερού σε $η^3$

Απο όλα τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι προκειμένου να επιλέξουμε αποσκληρυντή νερού χρήσης είναι απαραίτητα δύο πράγματα:

1. Να προηγηθεί λεπτομερής ανάλυση και ιδιαίτερα ακριβής μέτρηση της σκληρότητας του νερού.

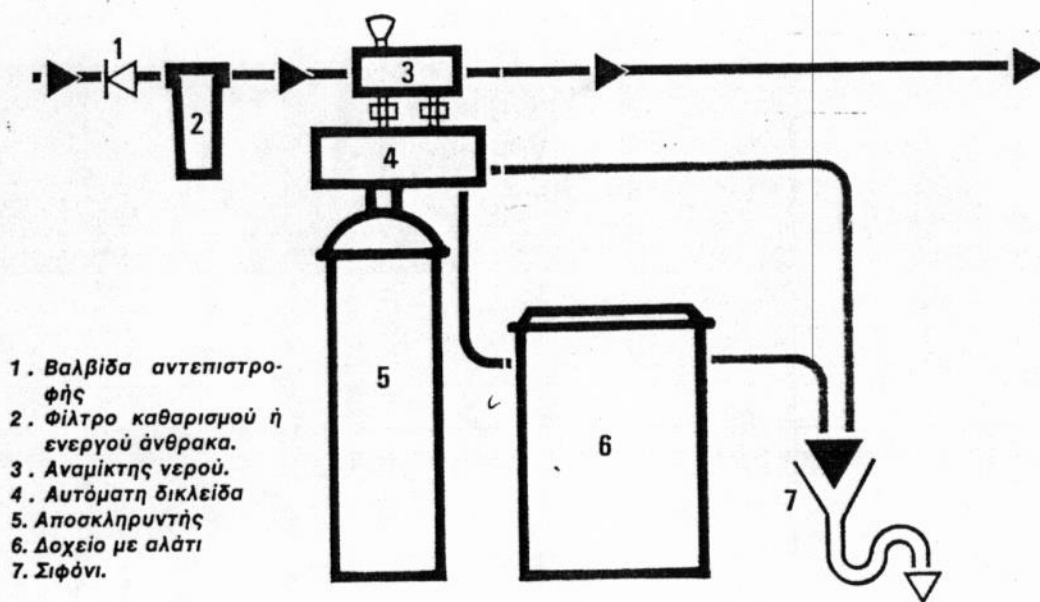
2. Να είναι σαφώς προσδιορισμένες οι απαιτήσεις μας σε αποσκληρωμένο νερό χρήσης. (παροχή και στάθμη σκληρότητας).

ΧΕΙΡΟΚΙΝΗΤΟΙ ΚΑΙ ΑΥΤΟΜΑΤΟΙ ΑΠΟΣΚΛΗΡΥΝΤΕΣ - ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΩΝ ΑΠΟΣΚΛΗΡΥΝΤΩΝ

Οι λειτουργίες της αποσκληρυνσης του νερού και της αναγέννησης της ρητίνης, εκτελούνται θέτοντας τις βάννες που συνοδεύουν μια εγκατάσταση αποσκληρυνσης σε τέτοιες θέσεις, ώστε να εξασφαλίζεται κάθε φορά η αναγκαία διαδρομή του νερού.

Στις παλαιότερες εγκαταστάσεις αποσκληρυνσης οι βάννες αυτές ετίθεντο στις κατάλληλες θέσεις χειροκίνητα. Σήμερα η γενική τάση οδηγεί στην αυτοματοποίηση της λειτουργίας των αποσκληρυντών, εκτός από ορισμένα μικρά μεγέθη φορητών αποσκληρυντών. Η αυτοματοποίηση επιτυγχάνεται με τη βοήθεια μιας κεφαλής αυτοματισμού, η οποία προγραμματίζεται ώστε να καεοδηγεί ανάλογα μια πολύοδη βάννα, οι διαφορετικές θέσεις της οποίας εξασφαλίζουν τις αναγκαίες διαδρομές του νερού, ανάλογα με τη λειτουργία που εκτελείται (αποσκληρυνση ή αναγέννηση ρητίνης).

Στο σχήμα που ακολουθεί φαίνεται η δομή ενός σύγχρονου αυτόματου αποσκληρυντή:



1. Βαλβίδα αντεπιστροφής
2. Φίλτρο καθαρισμού ή ενεργού άνθρακα.
3. Αναμίκτης νερού.
4. Αυτόματη δικλείδα
5. Αποσκληρυντής
6. Δοχείο με αλάτι
7. Σιφόνι.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΩΝ ΑΠΟΣΚΛΗΡΥΝΤΩΝ

Ο αυτοματισμός της λειτουργίας του αποσκληρυντή μπορεί να είναι **χρονομετρικός**, οπότε η αναγέννηση της ρητίνης γίνεται μετά από ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα με βάση το οποίο προγραμματίζουμε την κεφαλή του αποσκληρυντή. Συνήθως φροντίζουμε να προγραμματίζουμε την κεφαλή των χρονομετρικών αποσκληρυντών ώστε η αναγέννηση της ρητίνης να γίνεται σε ώρες που δεν απαιτείται παροχή μαλακού νερού. (πχ. για κατοικίες στις 02:00). Το χρονικό διάστημα μεταξύ δύο αναγεννήσεων επιλέγεται με κριτήριο την απόδοσή μας σε αποσκληρωμένο νερό χρήσης και την ικανότητα του αποσκληρυντή.

Ο αυτοματισμός της λειτουργίας μπορεί επίσης να είναι **ογκομετρικός**, οπότε η αναγέννηση της ρητίνης γίνεται με εντολή της κεφαλής αυτοματισμού εφόσον έχει αποσκληρυνθεί συγκεκριμένος όγκος νερού βάσει του προγραμματισμού του οποίο κάναμε. Ο όγκος νερού μεταξύ δύο αναγεννήσεων επιλέγεται επίσης σε συνάρτηση με τις απαιτήσεις μας σε αποσκληρωμένο νερό και την ικανότητα του αποσκληρυντή.

Είναι όμως προφανές ότι και τα δύο παραπάνω είδη αυτόματης λειτουργίας των αποσκληρυντών, μας απαλλάσσουν μεν από την υποχρέωση της χειροκίνητης αποσκληρίωσης, είναι όμως στοχαστικά όσον αφορά στην αναγέννηση της ρητίνης. Αυτό διότι μια κακή εκτίμηση των απαιτήσεών μας σε αποσκληρωμένο νερό, ή μια παροδική αλλαγή του ρυθμού κατανάλωσης του νερού, μπορούν να οδηγήσουν είτε σε πρόωρη αναγέννηση της ρητίνης είτε σε καθυστερημένη αναγέννηση με αποτέλεσμα την τροφοδοσία των εγκαταστάσεών μας για κάποιο διάστημα με σκληρό νερό.

Σε περίπτωση λοιπόν που απαγορεύεται η παροχή μη αποσκληρωμένου νερού χρησιμοποιούνται αυτόματοι αποσκληρυντές στους οποίους δεν γίνεται ούτε ανατροφοδότηση όγκου ούτε ανατροφοδότηση χρόνου αλλά **ανατροφοδότηση ποιότητας νερού**. Η κεφαλή αυτοματισμού του αποσκληρυντή δηλαδή ρυθμίζει τη θέση της πολύοδης βάννας ανάλογα με σήμα που δέχεται από εξωτερικό αισθητήριο, το οποίο παρακολουθεί απ ευθείας την ποιότητα του παραγόμενου νερού. Μόλις διαπιστωθεί ότι αυτή δεν είναι η επιθυμητή, το αισθητήριο με μηχανικό τρόπο κλείνει μια επαφή η οποία δίνει και την εντολή για την έναρξη της αναγέννησης της ρητίνης.

Επίσης σε περίπτωση κατά την οποία απαιτείται η συνεχής παροχή αποσκληρωμένου νερού και άρα δεν υπάρχει χρόνος για την αναγέννηση της ρητίνης, απαιτείται **διπλός αποσκληρυντής** ώστε ο ένας να αντικαθιστά τον άλλον κατά το χρονικό διάστημα της αναγέννησης.

Ο ΑΠΟΣΚΛΗΡΥΝΤΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Όπως είναι γνωστό οι μέθοδοι των μελετών και οι κατασκευαστικές απαιτήσεις των υδραυλικών εγκαταστάσεων ύδρευσης και αποχέτευσης σε κτίρια και οικόπεδα, εκτίθενται στις Τεχνικές Οδηγίες του Τεχνικού Επιμελητηρίου Ελλάδας (ΤΟΤΕΕ) 2411/86 και

2412/86 αντίστοιχα.

Ετσι τα θέματα που αφορούν την αντιμετώπιση του αποσκληρυντή στις εγκαταστάσεις ύδρευσης εκτίθενται στην παράγραφο 6.3.3.3 της ΤΟΤΕΕ 2411/86. Στην παράγραφο αυτή υποδεικνύεται ο τρόπος ο τρόπος υπολογισμού της πτώσης πίεσης που προκαλεί η εγκατάσταση αποσκληρυντή ώστε αυτή να συμπεριληφθεί στους υπολογισμούς στο τους οποίους θα προκύψει η αναγκαία διάμετρος των σωλήνων διανομής ώστε να επαρκεί η διατιεθέμενη πίεση για την ομαλή διανομή του νερού.

Σύμφωνα με την ΤΟΤΕΕ 2411/86 η πτώση πίεσης που οφείλεται στην εγκατάσταση του αποσκληρυντή υπολογίζεται για την παροχή αιχμής ως απο το σχετικό διάγραμμα του κατασκευαστή του αποσκληρυντή.

Το θέμα της διάθεσης των αποβλήτων του αποσκληρυντή κατά τη διαδικασία της αναγέννησης της ρητίνης εκτίθεται στην & 4.3.2.8 της ΤΟΤΕΕ 2412/86.

ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ

Θα εξετάσουμε τώρα τα θέματα που συνδέονται με την επεξεργασία του πόσιμου νερού των χώρων διαμονής και τις μεθόδους και τα συστήματα με τα οποία αυτή επιτυγχάνεται.

ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ

Το νερό που διανέμεται απο τα δημοτικά και κοινοτικά δίκτυα σε χώρους διαμονής, είναι επιβεβλημένο να ικανοποιεί τις προδιαγραφές που προβλέπονται απο το ισχύον νομικό πλαίσιο για το πόσιμο νερό.

Στην πράξη όμως το νερό αρκετών δικτύων υδροδότησης, βρίσκεται στα όρια των σχετικών διατάξεων (πχ. δίκτυο ΔΕΥΑΜΒ) με αποτέλεσμα να είναι επιβαρυντικό για τον ανθρώπινο οργανισμό αλλά και σε αρκετές περιπτώσεις να έχει οσμές (πχ. κλωρίου) και κατά συνέπεια να μην είναι ευχάριστα και αναψυκτικά κατά την πόση.

Ειδικά δε στην εποχή μας, τα προβλήματα λειψυδρίας είναι βέβαιο ότι θα οδηγήσουν σε αναζήτηση νερού με νέες γεωτρήσεις σε συνεχώς αυξανόμενα βάθη, με αποτέλεσμα το νερό να είναι σημαντικά επιβαρυνμένο. Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η οικιακή επεξεργασία νερού για την παραγωγή πόσιμου νερού, αποκτά σημαντικό ρόλο στην εξασφάλιση συνεκών υγιεινής στους ενοίκους των κτιρίων διαμονής.

ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΑΠΟ ΑΚΑΤΑΛΛΗΛΟ ΝΕΡΟ

Θα αναφερθούμε στο εδάφιο αυτό με συντομία, σε ορισμένες μεθόδους παραγωγής πόσιμου νερού, οι οποίες κυρίως χρησιμοποιούνται για την παραγωγή πόσιμου νερού σε κεντρικό επίπεδο, το οποίο στη συνέχεια διανέμεται κεντρικά απο τα δημοτικά ή κοινοτικά δίκτυα υδροδότησης.

Οι μέθοδοι αυτές εφαρμόζονται κυρίως για την αφαλάτωση θαλασσινού νερού και τη μετατροπή του σε πόσιμο. Θα αναφερθούμε στο τέλος διεξαδικά στη μέθοδο των μεμβρανών η οποία έχει ευρεία

εφαρμογή, όχι μόνο σε κεντρικά συστήματα αφαλάτωσης, αλλά τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται και σε επίπεδο κατοικίας για την μετατροπή ενός κακής ποιότητας νερού σε πόσιμο.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΙΟΝΤΟΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΡΗΤΙΝΩΝ

Η μέθοδος αυτή είναι μια ευρύτερη περίπτωση από αυτή της αποσκλήρυνσης νερού που ήδη εξετάσαμε. Στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιούνται τόσο κατιονικές ρητίνες όπως αυτές της απλής αποσκλήρυνσης όσο και ανιονικές ρητίνες, μέσα από τις οποίες αναγκάζεται να διέλθει το νερό υπό πίεση, διαδοχικά.

Με τις ανιονικές ρητίνες εναλλάσσονται τα ανιόντα των μετάλλων του νερού με ρίζες υδροξυλίου (OH^-) ενώ τα κατιόντα εναλλάσσονται με ιόντα νατρίου (Na^+) ή ιόντα υδρογόνου (H^+).

Με τη μέθοδο αυτή μπορούμε να επιτύχουμε την παραγωγή επιτευχτής ποιότητας πόσιμου νερού καταφεύγοντας στην αναγκαία ανάμιξη απιονισμένου και επιβαρυσμένου νερού στο επιθυμητό ποσοστό.

Μπορούμε όμως να επιτύχουμε και την παραγωγή απιονισμένου νερού χρήσης το οποίο στους χώρους διαμονής συντελεί στην αποδοτική λειτουργία και τη μακροζωία των κεντρικών θερμάνσεων και των ηλιακών εγκαταστάσεων.

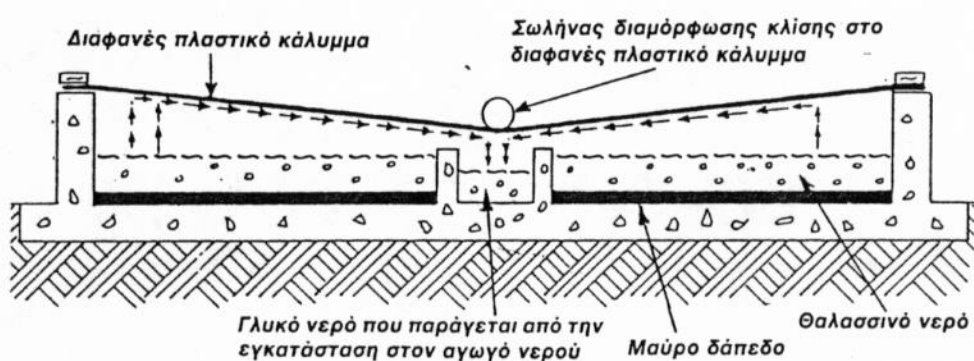
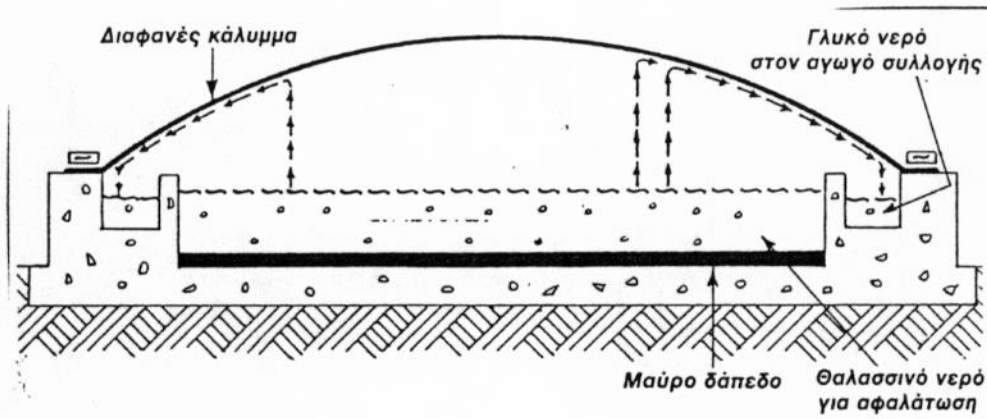
ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ ΜΕ ΑΛΛΑΓΗ ΦΑΣΗΣ

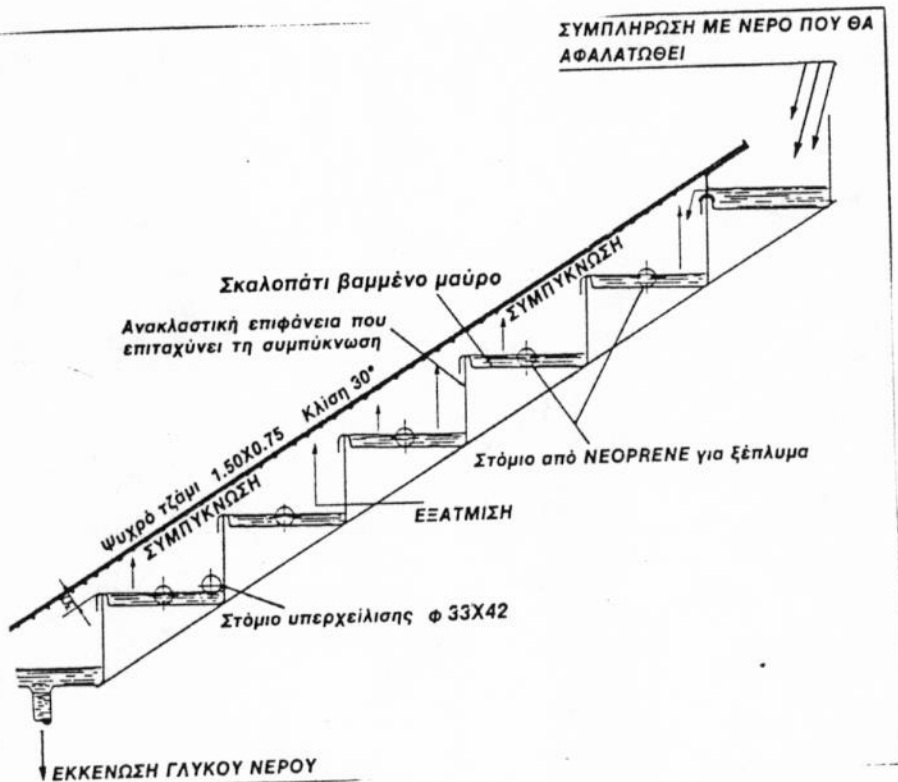
Στις μεθόδους με τις οποίες γίνεται αφαλάτωση με αλλαγή φάσης του νερού περιλαμβάνονται η κατάψυξη και η απόσταξη.

Οι μέθοδοι αυτές δεν έχουν συνήθως εφαρμογή σε επίπεδο μεμονωμένων χώρων διαμονής. Με την κατάψυξη επιδιώκεται η συγκέντρωση του επιβαρυσμένου νερού με τη μορφή πάγου ο οποίος όταν λιώσει δίνει γλυκό νερό.

Με την απόσταξη επιδιώκεται η εξάτμιση του επιβαρυσμένου νερού ώστε αυτό όταν συμπυκνωθεί να είναι σπληαγμένο από τις επιβαρύνσεις του.

Από τις μεθόδους με απόσταξη ενδιαφέρον λόγω της σχέσης της με το σκοπό του σεμιναρίου παρουσιάζει η απόσταξη με ηλιακή ενέργεια. Στο σχήμα της επόμενης σελίδας περιγράφεται σχηματικά η αρχή λειτουργίας των εγκαταστάσεων με ηλιακή ενέργεια.





ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΟΣΙΜΟΥ ΝΕΡΟΥ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΜΕΜΒΡΑΝΩΝ

Υπάρχουν δύο μέθοδοι για παραγωγή πόσιμου νερού με τη χρήση μεμβρανών: η μέθοδος της ηλεκτροδιάλυσης και η μέθοδος της αντίστροφης όσμωσης. Εδώ θα αναπτύξουμε τη μέθοδο της αντίστροφης όσμωσης η οποία έχει εφαρμογή τόσο για την κεντρική παραγωγή πόσιμου νερού όσο και για την παραγωγή πόσιμου νερού σε επίπεδο μεμονωμένων χώρων διαμονής.

ΜΕΘΟΔΟΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ (REVERSE OSMOSIS)

ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Όπως είναι γνωστό, όσμωση είναι το φαινόμενο της μεταφοράς ενός διαλύτη (πχ νερού) μέσω μιας ημιπερατής μεμβράνης η οποία διαχωρίζει δύο διαλύματα διαφορετικής συγκέντρωσης αλάτων, με σκοπό την εξίσωση των συγκεντρώσεων των δύο διαλυμάτων.

Η πίεση η οποία θα έπρεπε να ασκηθεί ώστε να εμποδισθεί αυτή

η ροή του νερού, ονομάζεται **οσμωτική πίεση**. Άσκηση προς την ίδια κατεύθυνση, πίεσης μεγαλύτερης από την οσμωτική, έχει σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση του φαινομένου της όσμωσης κατά την αντίθετη φορά από τη φορά με την οποία αυτό εξελίσσεται σαν φυσικοχημικό φαινόμενο.

Έτσι έχουμε πλέον τη ροή νερού από το διάλυμα με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση (επιβαρυμένο) προς τη μεριά του καθαρού νερού. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη φίλτραση του νερού από την ημιπερατή μεμβράνη και κατά συνέπεια τον καθαρισμό του από τις διάφορες επιβαρύνσεις του. Στη συνέχεια το καθαρό πλέον νερό αποθηκεύεται και είναι έτοιμο για χρήση.

Η παροχή του καθαρού νερού αυξάνεται όσο αυξάνεται η διαφορά της ασκούμενης πίεσης και της οσμωτικής πίεσης στα όρια της μεμβράνης.

ΔΟΜΗ ΟΙΚΙΑΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ

Καρδιά μιας κεντρικής εγκατάστασης αντίστροφης όσμωσης ή μιας οικιακής συσκευής αντίστροφης όσμωσης είναι η ημιπερατή μεμβράνη η οποία και πραγματοποιεί τον καθαρισμό του νερού.

Πρίν από τη είσοδο του νερού στην ημιπερατή μεμβράνη αυτό πρέπει να διέρχεται από φίλτρα με τα οποία κατακρατούνται τα μηχανικά αιωρήματα του νερού, ώστε να προστατευτεί η μεμβράνη.

Αποφασιστικό στοιχείο για την αποτελεσματική λειτουργία και την εξασφάλιση μιας ικανοποιητικής παροχής καθαρού νερού, σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή, είναι η εξασφάλιση της απαιτούμενης πίεσης η οποία θα αναστρέψει τη φορά του φαινομένου της όσμωσης. Η τιμή της απαιτούμενης αυτής πίεσης πρέπει να δίνεται από τον κατασκευαστή. Η πίεση αυτή πρέπει να εξασφαλιστεί είτε από τη διατιθέμενη πίεση P_v (βλ. ΤΟΤΕΕ 2411/86) της υδραυλικής εγκατάστασης, είτε από κάποια αντλία. Στο θέμα αυτό θα επανέλθουμε στην επόμενη παράγραφο.

Λόγω του ότι η παροχή του παραγόμενου καθαρού νερού συνήθως δεν ικανοποιεί μια φυσιολογική ζήτηση ενοίκων χώρων διαμονής, το καθαρό νερό αποθηκεύεται υπό πίεση σε δοχείο διαστολής το οποίο είναι ενσωματωμένο στη συσκευή.

Ένα σύστημα οικιακής αντίστροφης όσμωσης συνοδεύεται από τον αυτοματισμό της λειτουργίας του ο οποίος είναι συνδυασμός πρεσσοστάτων. Οι πρεσσοστάτες αυτοί θέτουν σε λειτουργία την αντλία εάν η διατιθέμενη πίεση της εγκατάστασης δεν εξασφαλίζει την απαραίτητη πίεση και διακόπτουν τη λειτουργία της αντλίας όταν γεμίσει το δοχείο διαστολής (αποθήκευσης).

ΟΙ ΟΙΚΙΑΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΑΝΤΙΣΤΡΟΦΗΣ ΟΣΜΩΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ.

Η πίεση με την οποία το δίκτυο υδροδότησης διανέμει το νερό ιδιαίτερα στην περίπτωση εκτεταμένων δημοτικών δικτύων έχει χαμηλές τιμές και δεν επαρκεί για την εξασφάλιση της πίεσης που απαιτεί η μέθοδος της αντίστροφης όσμωσης. (Συνήθως ελάχιστη τιμή είναι τα 2 bar).

Έτσι η εξασφάλιση της απαιτούμενης πίεσης εκροής P_{mf} (ΤΟΤΕΕ

2411/86) πόσιμου νερού (1,0 bar) σε συνδυασμό με τη μεγάλη πτώση πίεσης δια μέσου της συσκευής αντίστροφης όσμωσης, είναι δυνατό να οδηγήσουν σε υπερβολικές διαμέτρους σωληνώσεων. Στην περίπτωση αυτή βέβαια η διατιθέμενη πίεση P_v που θα εξασφαλίσει τις απαιτούμενες ελάχιστες πιέσεις εκροής P_{mf} εξασφαλίζεται από μια αντλία.

Εδώ λοιπόν είναι σημαντικό να τονισθεί, ότι εάν η οικιακή συσκευή αντίστροφης όσμωσης είναι εφοδιασμένη με αντλία η οποία εξασφαλίζει την απαραίτητη πίεση λειτουργίας της, απαλλάξει τον μελετητή μιας υδραυλικής εγκατάστασης από το να συνεκτιμήσει την επίδραση της συσκευής στη διαμόρφωση της τιμής της απαραίτητης διατιθέμενης πίεσης P_v.

Ακόμη η ύπαρξη ενωματομένης αντλίας στη συσκευή είναι δυνατό να μας απαλλάξει από την υποχρέωση τοποθέτησης αντλίας σε ολόκληρη την εγκατάσταση και άρα να μας απαλλάξει από τα έξοδα προμήθειας και εγκατάστασης της είτε πρόκειται για υφιστάμενη είτε για υπο κατασκευή υδραυλική εγκατάσταση.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι οι συσκευές αντίστροφης όσμωσης με ενωματομένη αντλία υπερτερούν από αυτές χωρίς αντλία.

ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ.

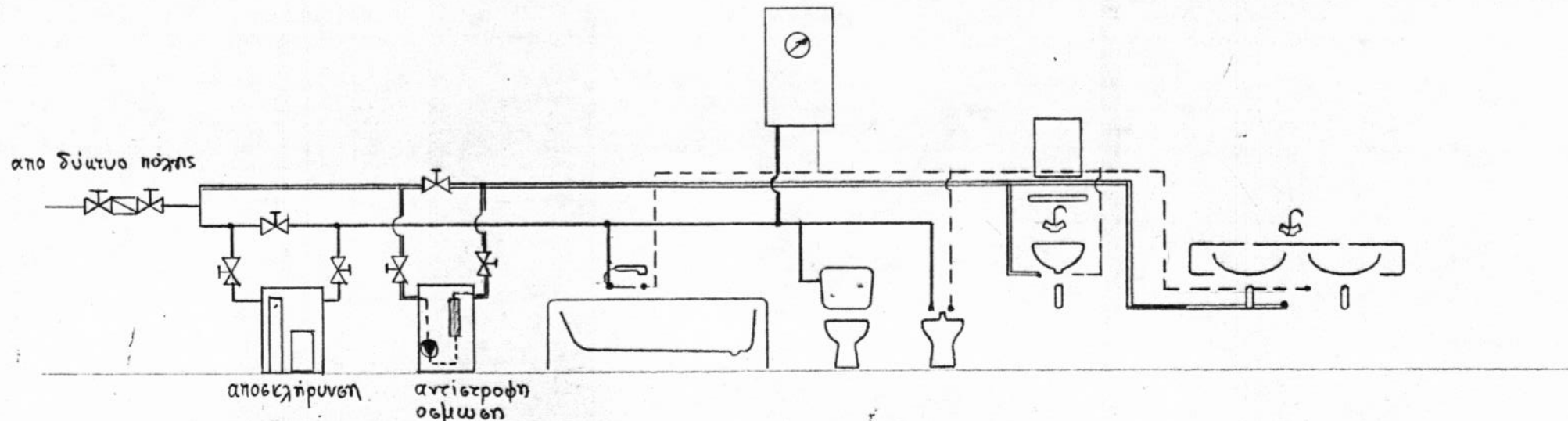
Σαν αποτέλεσμα όλων όσων μέχρι τώρα εκτέθηκαν στις σημειώσεις αυτές, θα ολοκληρώσουμε με την υπόδειξη ενός ολοκληρωμένου συστήματος οικιακής επεξεργασίας νερού με στόχο τόσο την εξοικονόμηση ενέργειας, όπως αυτή τεκμηριώθηκε στη σχετική παράγραφο, όσο και την εξασφάλιση πόσιμου νερού σύμφωνα με τις απαιτήσεις υγιεινής.

Η βασική ιδέα ενός τέτοιου συστήματος είναι η ύπαρξη μιας ξεχωριστής γραμμής νερού χρήσης και μιας ξεχωριστής γραμμής πόσιμου νερού.

Η γραμμή νερού χρήσης θα διανέμει αποσκληρωμένο νερό, το οποίο θα προέρχεται από αποσκληρωτή και θα χρησιμοποιεί για το πλύσιμο ρούχων και πιάτων το ατομικό λουτρό καθαριότητας, την πλήρωση των κυκλωμάτων θέρμανσης κλπ. Στη γραμμή αυτή θα συνδέονται όλες οι σχετικές συσκευές (πχ πλυντήριο ρούχων και πιάτων, αυτόματη πλήρωσης κλειστών κυκλωμάτων, θερμοσίφωνες, λουτήρες κλπ)

Η γραμμή πόσιμου νερού θα διανέμει νερό που θα προέρχεται από οικιακή συσκευή αντίστροφης όσμωσης και σε αυτή θα συνδέονται οι βρύσες πόσιμου νερού (κρύο νερό νιπτήρα, νεροχύτης κουζίνας κλπ).

Η δομή μιας τέτοιας υδραυλικής εγκατάστασης φαίνεται στο σχήμα της επόμενης σελίδας. Η εξαρχής μελέτη και κατασκευή μιας τέτοιας υδραυλικής εγκατάστασης χωρίς να είναι δεσμευτική λόγω των by-pass που διαθέτει, συντελεί στην εξοικονόμηση ενέργειας και στην εξασφάλιση νερού συγκεκριμένων απαιτήσεων ανάλογα με τη χρήση.



ΣΥΣΤΗΜΑ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΕΠΕΡΓΑΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ

- γραμμή νερού χρήσης (απο αποεξήρυνση)
- ===== γραμμή πόσιμου νερού (απο βυθιστή αντίστροφης οσμωσης)
- ορατική Σεζόνιού νερού χρήσης (στο θερμαντήρα νερού)

TECHNICAL SPECIFICATIONS

Model	Max. exchange capacity*		Salt dosage per regeneration				Con- nec- tions Ø"	Resin		Salt storage capacity**		Max. Hardness		Max. Iron mg/l	Shipping***				Operating weight ***		Flow Rate m ³ /h	
			kg		lbs			litres	Cu.ft.	kg	lbs	°F	GPG		Weight		Volume		kg	lbs	Service	Max.
	m ³ .F	grains	min.	max.	min.	max.									kg	lbs	m ³	Cu.ft.				
205 C	21	3,240	0.45	2.7	1	5.9	3/4 F	5	0.18	14	31	40	23	0	13	27	0,078	2.75	35	77	0.5	0.7
205 C Auto	21	3,240	0.45	2.7	1	5.9	3/4 F	5	0.18	14	31	40	23	0	13	27	0,078	2.75	35	77	0.5	0.7
205 D	21	3,240	0.45	2.7	1	5.9	3/4 F	5	0.18	30	66	40	23	0	13	27	0,092	3.25	40	88	0.5	0.7
710 C	67	10,400	0.9	3.2	2	7.0	1M	10	0.35	45	99	85	49	0.2	32	70.5	0,153	5.4	95	210	1.5	3.2
710 S	67	10,400	0.9	3.2	2	7.0	1M	10	0.35	75	165	85	49	0.2	31	68.3	0,233	8.2	130	287	1.5	3.2
710 L	67	10,400	0.9	3.2	2	7.0	1M	10	0.35	150	331	85	49	0.2	33	72.7	0,344	12.1	205	452	1.5	3.2
710 GSD	67	10,400	0.9	3.2	2	7.0	1M	10	0.35	150	331	85	49	0.2	33.5	73.8	0,344	12.1	195	430	1.5	3.2
715 S	100	15,500	0.9	3.6	2	7.9	1M	15	0.53	75	165	85	49	0.2	40	88	0,265	9.3	140	309	1.6	3.3
715 L	100	15,500	0.9	3.6	2	7.9	1M	15	0.53	150	331	85	49	0.2	42	92.5	0,376	13.3	215	474	1.6	3.3
715 GSD	100	15,500	0.9	3.6	2	7.9	1M	15	0.53	150	331	85	49	0.2	42.5	93.6	0,376	13.3	205	452	1.6	3.3
915 D	51	7,800	0.9	2.7	2	6	1M	15	0.53	30	66	50	29	0.2	33	72.7	0,133	4.7	65	143	0.6	1.2
915 S	51	7,800	0.9	2.7	2	6	1M	15	0.53	75	165	50	29	0.2	37	81.5	0,244	8.6	135	298	0.6	1.2
915 L	51	7,800	0.9	2.7	2	6	1M	15	0.53	150	331	50	29	0.2	39	86	0,355	12.5	210	463	0.6	1.2
920 S	139	21,400	1.4	4.3	3	9.5	1M	20	0.7	75	165	130	76	0.2	57	125.6	0,306	10.8	150	330	1.6	3.3
920 L	139	21,400	1.4	4.3	3	9.5	1M	20	0.7	150	331	130	76	0.2	59	130	0,417	14.7	225	496	1.6	3.3
920 GSD	139	21,400	1.4	4.3	3	9.5	1M	20	0.7	150	331	130	76	0.2	59.5	131	0,417	14.7	215	474	1.6	3.3
89 S	139	21,400	1.4	4.3	3	9.5	1M	20	0.7	75	165	130	76	0.2	59	130	0,306	10.8	150	331	1.6	3.3
89 L	139	21,400	1.4	4.3	3	9.5	1M	20	0.7	150	331	130	76	0.2	61	134.5	0,417	14.7	225	496	1.6	3.3
925 S	185	28,500	1.4	5.4	3	11.9	1M	25	0.88	75	165	130	76	0.2	62	136.6	0,306	10.8	160	353	1.9	4.0
925 L	185	28,500	1.4	5.4	3	11.9	1M	25	0.88	150	331	130	76	0.2	64	141	0,417	14.7	230	507	1.9	4.0
925 L AS	153	23,600	1.4	5.4	3	11.9	1M	25	0.88	150	331	130	76	0	64	141	0,417	14.7	230	507	1.9	1.9
925 GSD	185	28,500	1.4	5.4	3	11.9	1M	25	0.88	150	331	130	76	0.2	64.5	142	0,417	14.7	225	496	1.9	4.0
925 GSD AS	153	23,600	1.4	5.4	3	11.9	1M	25	0.88	150	331	130	76	0	64.5	142	0,417	14.7	225	496	1.9	1.9
1245 L	306	47,200	2.7	11.7	6	25.8	1M	44	1.55	150	331	130	76	0.2	98	216	0,487	17.2	280	617	2.1	4.0
1245 GSD	306	47,200	2.7	11.7	6	25.8	1M	44	1.55	150	331	130	76	0.2	98.5	217	0,487	17.2	275	606	2.1	4.0

* The exchange capacity is calculated on the basis of clear water with total hardness of 7 GPG (12°F), at service flow rate for the recommended salt dosage.

** The salt storage capacities given in this chart refer to salt in pastilles.

*** Approximately.

Operating limits :: Pressure range : min. 1,4 bar (20 psi) ; max. 8,4 bars (118 psi)

Temperature : min. 4°C (39.2°F) ; max. 49°C (120.2°F).

Electrical requirements : 220 V, 50 Hz

° Pressure drop : 1 bar

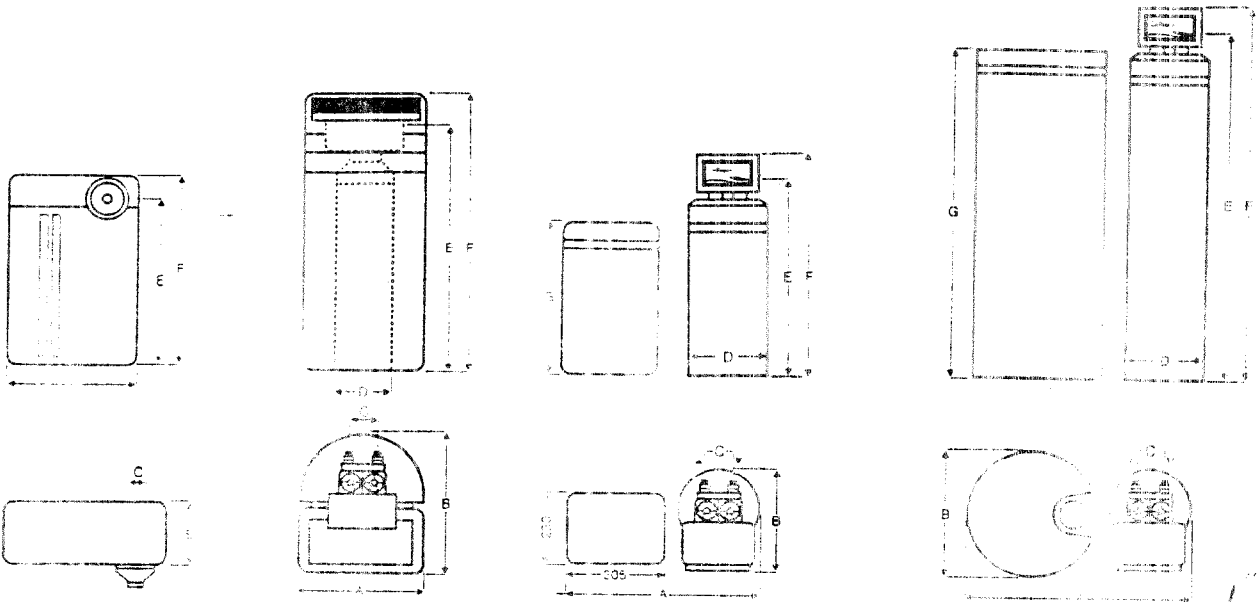
** Peak flow rate is not recommended for extended periods of time.

Culligan reserves the right to modify without notification the characteristics and presentation of this equipment.

Cat.N° 8186-95 (31.01.89)

Culligan®

SPECIFICATIONS Water Softeners Mark Series



205 C & 205 C Auto

710 C

205 D & 915 D

710 S/L/GSD - 715 S/L/GSD - 715 S/L
920 S/L/GSD - 89 S/L - 925 S/L/GSD -
925 GSD AS - 925 LAS - 925 L - 1245 GSD

DIMENSIONS

Model	A		B		C		D		E		F		G		Connections In - Out
	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	mm	inch	
205 C	354	13 3/4	170	6 7/10	76	3	-	-	513	20 3/16	400	23 5/8	-	-	3/4"
205 C AUTO	350	13 3/4	170	6 7/10	76	3	-	-	513	20 3/16	400	23 5/8	-	-	3/4"
205 D	600	23 5/8	275	10 3/4	76	3	193	7 5/8	534	21	615	24 1/8	480	18 7/8	3/4"
710 C	350	13 1/4	430	17	76	3	193	7 5/8	745	29 3/8	820	32 3/8	-	-	1"
710 S	650	25 3/8	385	15 1/8	76	3	193	7 5/8	724	28 1/2	784	30 7/8	1000	39 3/4	1"
710 L	750	29 3/8	490	19 1/8	76	3	193	7 5/8	724	28 1/2	784	30 7/8	1000	39 3/4	1"
710 GSD	750	29 1/2	490	19 3/8	76	3	193	7 5/8	724	28 1/2	784	30 7/8	1000	39 3/4	1"
715 S	650	25 3/8	385	15 1/8	76	3	193	7 5/8	1030	40 1/2	1120	44 1/8	1000	39 3/4	1"
715 L	750	29 1/2	490	19 3/8	76	3	193	7 5/8	1030	40 1/2	1120	44 1/8	1000	39 3/4	1"
715 GSD	750	29 1/2	490	19 3/8	76	3	193	7 5/8	1030	40 1/2	1120	44 1/8	1000	39 3/4	1"
915 D	600	23 5/8	310	12 1/4	76	3	245	9 5/8	560	22	640	25 1/8	480	18 7/8	1"
915 S	700	27 1/2	385	15 1/8	76	3	245	9 5/8	560	22	640	25 1/8	1000	39 3/4	1"
915 L	810	31	490	19 3/8	76	3	245	9 5/8	560	22	640	25 1/8	1000	39 3/4	1"
920 S	700	27 1/2	385	15 1/8	76	3	245	9 5/8	1030	40 1/2	1120	44 1/8	1000	39 3/4	1"
920 L	810	31	490	19 3/8	76	3	245	9 5/8	1030	40 1/2	1120	44 1/8	1000	39 3/4	1"
920 GSD	810	31	490	19 3/8	76	3	245	9 5/8	1030	40 1/2	1120	44 1/8	1000	39 3/4	1"
89 S	700	27 1/2	385	15 1/8	76	3	245	9 5/8	1030	40 1/2	1120	44 1/8	1000	39 3/4	1"
89 L	810	31	490	19 3/8	76	3	245	9 5/8	1030	40 1/2	1120	44 1/8	1000	39 3/4	1"
925 S	700	27 1/2	385	15 1/8	76	3	245	9 5/8	1030	40 1/2	1120	44 1/8	1000	39 3/4	1"
925 L	810	31	490	19 3/8	76	3	245	9 5/8	1030	40 1/2	1120	44 1/8	1000	39 3/4	1"
925 LAS	810	31	490	19 3/8	76	3	245	9 5/8	1030	40 1/2	1120	44 1/8	1000	39 3/4	1"
925 GSD	810	31	490	19 3/8	76	3	245	9 5/8	1030	40 1/2	1120	44 1/8	1000	39 3/4	1"
925 GSD AS	810	31	490	19 3/8	76	3	245	9 5/8	1030	40 1/2	1120	44 1/8	1000	39 3/4	1"
1245 L	800	31 3/4	490	19 3/8	76	3	305	12	1200	47 1/4	1270	50	1000	39 3/4	1"
1245 GSD	800	31 3/4	490	19 3/8	76	3	305	12	1200	47 1/4	1270	50	1000	39 3/4	1"

- Tolerance : ± 5 mm .

- AS : Aqua-Sensor

- GSD : Granulated Salt Dissolver

- D : Salt tank 30 kg / 8 gal.

- C : Cabinet model (manual)

- L : Salt storage tank 150 kg / 40 gal.

- S : Salt storage tank 75 kg / 20 gal.