

ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΜΙΧ
699

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΟΙΚΙΑΚΗ ΧΡΗΣΗ
ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΣΕ ΥΠΑΡΧΟΥΣΑ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑ
ΜΕΛΕΤΗ-ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗ-ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ



ΤΡΟΛΙΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΜΑΡΤΖΟΥΚΟΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ

ΑΙΓΑΛΕΩ 2012

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.
Περίληψη	2
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΓΕΝΙΚΑ -	
1.1 Εισαγωγή	3
1.2 Ιστορική αναδρομή	3
1.3 Το Φ.Α. στην Ελλάδα	4
1.4 Χρήσεις του Φ.Α.	6
1.5 Σύσταση και ιδιότητες Φ.Α.	9
1.6 Δημιουργία Φ.Α.	12
1.7 Παραγωγή Φ.Α.	13
1.8 Αποθέματα Φ.Α.	14
1.9 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα Φ.Α.	17
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - ΜΕΤΑΦΟΡΑ, ΔΙΑΝΟΜΗ, ΔΙΚΤΥΑ Φ.Α. -	
2.1 Γενικά	21
2.2.1 Διακίνηση υγροποιημένου Φ.Α. (L.N.G.)	21
2.2.2 Δεξαμενές αερίων καυσίμων	23
2.3 Διακίνηση Φ.Α. μέσω δικτύων	25
2.4 Διαχωρισμός δικτύου βάση υλικού αγωγών	26
2.4.1 Χαλύβδινα δίκτυα	26
2.4.2.1 Πλαστικά δίκτυα	27
2.4.2.2 Εργασίες κατασκευής του αγωγού	33
2.5 Διαχωρισμός δικτύου βάση πιέσεων	35
2.6 Διαχωρισμός δικτύου βάση σχήματος	35
2.7 Το ελληνικό δίκτυο μεταφοράς	36
2.7.1 Ο κεντρικός αγωγός μεταφοράς	36
2.7.2.1 Οι σταθμοί μέτρησης και μείωσης της πίεσης	37
2.7.2.2 Το σύστημα ανάλυσης του Φ.Α. στον μετρητικό σταθμό Σιδηροκάστρου	38
2.7.2.3 Προδιαγραφές δικτύου	39
2.7.3 Δίκτυα μέσης πίεσης	41
2.7.4 Σταθμοί συμπίεσης	42
2.7.5 Τα συστήματα ελέγχου	43
2.7.6 Τα κτήρια συντήρησης	43
2.7.7 Οι σταθμοί καθοδικής προστασίας	44
2.8 Τα κύρια όργανα	44
2.8.1 Τα όργανα διακοπής	45
2.8.2 Τα όργανα ρυθμίσεως	47

2.8.3	Τα όργανα ασφαλείας	49
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΚΑΥΣΤΗΡΕΣ -	
3.1	Γενικά περί καυστήρων	51
3.2	Είδη καυστήρων αερίων	51
3.3.1	Ατμοσφαιρικοί καυστήρες και είδη αυτών	52
3.3.2	Κατασκευαστική διαμόρφωση ατμοσφαιρικών καυστήρων	55
3.3.2.1	Το ακροφύσιο του ατμοσφαιρικού καυστήρα	56
3.3.2.2	Ο σωλήνας ανάμιξης	56
3.3.2.3	Ο εσωτερικός χώρος του καυστήρα	56
3.3.2.4	Η πλάκα του καυστήρα	57
3.3.3	Σταθεροποίηση της φλόγας	57
3.3.3.1	Σταθεροποίηση φλόγας έναντι αντεπιστροφής	58
3.3.3.2	Σταθεροποίηση φλόγας έναντι σβέσης	58
3.3.4	Δευτερέων αέρας	60
3.3.5	Λειτουργία του ατμοσφαιρικού καυστήρα	60
3.3.6	Εξοπλισμός ατμοσφαιρικού καυστήρα	62
3.3.7	Καυστήρες εσχαρίου	64
3.3.8	Καυστήρες θερμαντήρων νερού	64
3.3.9	Καυστήρες εστιών μαγειρέματος	64
3.3.10	Καυστήρες έναυσης	65
3.3.11	Καυστήρες με πλάκα πρόσκρουσης	67
3.3.12	Καυστήρες με ηλεκτρονική ανάφλεξη	67
3.4.1	Γενική περιγραφή καυστήρων αερίου με ανεμιστήρα	68
3.4.2.1	Ο ανεμιστήρας του καυστήρα	70
3.4.2.2	Το ακροφύσιο του καυστήρα με ανεμιστήρα	71
3.4.3.1	Διάταξη ανάμιξης σε καυστήρα με ανεμιστήρα	72
3.4.3.2	Διάταξη έναυσης σε καυστήρα με ανεμιστήρα	73
3.4.4	Εξοπλισμός καυστήρα με ανεμιστήρα	74
3.4.5	Ρύθμιση καυστήρα με ανεμιστήρα	75
3.4.6	Λειτουργία καυστήρα με ανεμιστήρα	75
3.5.1	Είδη βιομηχανικών καυστήρων	77
3.5.1.1	Καυστήρες ελεύθερης δέσμης (διάχυσης)	77
3.5.1.2	Καυστήρες προανάμιξης	78
3.5.1.3	Καυστήρες ανάμιξης	79
3.5.2	Ειδικό βιομηχανικοί καυστήρες	82
3.5.3	Ειδικά καυστήρες χαμηλού NO _x	84
3.5.4	Υλικά	85
3.5.5	Ρύθμιση και διεύθυνση	85
3.5.6	Εξοπλισμός ασφαλείας	86
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΛΕΒΗΤΕΣ Φ.Α. -	
4.1	Λέβητες Φ.Α	89
4.2.1.1	Χυτοσίδηροι λέβητες	89

4.2.1.2	Περιγραφή κατασκευαστικών μερών χυτοσίδηρου λέβητα	93
4.2.1.3	Περιγραφή λειτουργίας χυτοσίδηρου λέβητα	95
4.2.1.4	Πλεονεκτήματα χυτοσίδηρων λεβήτων	96
4.2.1.5	Μειονεκτήματα χυτοσίδηρων λεβήτων	98
4.2.2.1	Χαλύβδινοι λέβητες	99
4.2.2.2	Περιγραφή κατασκευαστικών μερών χαλύβδινων λεβήτων	101
4.2.2.3	Περιγραφή λειτουργίας χαλύβδινων λεβήτων	102
4.2.2.4	Πλεονεκτήματα χαλύβδινων λεβήτων	103
4.2.2.5	Μειονεκτήματα χαλύβδινων λεβήτων	104
4.3	Διαχωρισμός λεβήτων Φ.Α. βάση το χρησιμοποιούμενο καύσιμο	105
4.4.	Κύρια στοιχεία λεβήτων μεσαίας και μεγάλης ισχύος	107
4.5	Ατμογεννήτριες	110
4.6.1	Κατασκευή ατμολεβήτων	111
4.6.2	Απώλειες ατμολέβητα	113
4.7.1	Ατμοσυλλέκτης	113
4.7.2	Υπερθερμαντήρας	114
4.7.3	Προθερμαντήρας αέρα καύσης	114
4.8	Ατμοπαραγωγοί	117
4.9	Λειτουργία ατμολεβήτων	118
4.10	Λέβητες υπερσυμπύκνωσης	119
4.11	Μετατροπή λεβήτων από καύσιμο πετρέλαιο σε Φ.Α.	120
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΚΑΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ	
5.1	Γενικά	121
5.2	Εγκαταστάσεις σύνδεσης	121
5.2.1	Μετρητές	124
5.3	Εσωτερικές εγκαταστάσεις	129
5.4	Εγκατάσταση σωληνώσεων	130
5.4.1	Τοποθέτηση σωλήνων	131
5.5	Εγκατάσταση εσωτερικών σωλήνων	133
5.6	Συσκευές κατανάλωσης Φ.Α.	134
5.7.1	Μελέτη εγκατάστασης Φ.Α.	149
5.7.2	Ενέργειες τεχνίτη για εγκαταστάσεις Φ.Α.	158
5.7.3	Πρακτικές οδηγίες εγκατάστασης συσκευών Φ.Α	160
5.7.4	Μέτρα ασφαλείας όταν υπάρχει οσμή Φ.Α.	163
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 – ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ Φ.Α.<1bar -	
6.1	Γενικά	164
6.2	Δίκτυα σωληνώσεων	164
6.3	Συσκευές Φ.Α.	163
6.4	Υπολογισμός δικτύων	166

6.5	Καπναγωγοί - καπνοδόχοι	166
6.6	Πυροπροστασία	166
6.7	Καθοδική προστασία (αν χρειάζεται)	166
6.8	Συντήρηση δικτύου	166
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 – ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΑΕΡΙΩΝ -	
7.1	Εισαγωγή	167
7.2	Προσδιορισμός των διαμέτρων των σωλήνων	167
7.3	Γενική διαδικασία υπολογισμού	167
7.4	Προσδιορισμός της παροχής όγκου αιχμής V_A	168
7.5	Είδη ροών: στρωτή και τυρβώδης ροή	169
7.6	Πτώση πίεσης σε σωλήνα με πίεση λειτουργίας μέχρι 100 mbar	170
7.7	Υπολογισμός του συντελεστή αντίστασης ροής ξ	170
7.8	Πτώση πίεσης σε τοπικές αντιστάσεις	171
7.9	Παρουσίαση αποτελεσμάτων	171
	Βιβλιογραφία	194

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι μελέτη όλων των παραμέτρων που σχετίζονται με την εγκατάσταση και λειτουργία ενός δικτύου φυσικού αερίου σε μια υφιστάμενη πολυκατοικία, ώστε να παρέχεται σε κάθε όροφο-διαμέρισμα θέρμανση, ζεστό νερό, και εστία μαγειρέματος. Αρχικά αναλύεται ο τρόπος με τον οποίο δημιουργείται, μεταφέρεται, διανέμεται και καταναλώνεται το φυσικό αέριο.

Στη συνέχεια αναφέρονται αναλυτικά όλα τα στάδια, όλες οι διαδρομές και όλες οι εργασίες που πραγματοποιούνται για να φτάσει το Φυσικό Αέριο από το σημείο όπου δημιουργείται ως την οικία και να καταναλωθεί. Παρουσιάζεται δηλαδή ο τρόπος με τον οποίο γίνονται στην Ελλάδα οι εγκαταστάσεις σύνδεσης καθώς και οι εσωτερικές εγκαταστάσεις.

Επίσης, γίνεται εκτενής αναφορά στους καυστήρες, στους λέβητες, και στους μετρητές, στα είδη αυτών και στον τρόπο λειτουργίας τους. Στη συνέχεια αναλύονται οι ενέργειες ασφαλείας του εγκαταστάτη ώστε να ενεργοποιηθεί η εγκατάσταση.

Η παρούσα εργασία έχει σκοπό να αναπτύξει σε πολλά επίπεδα τη διαχρονική και οικολογική ενέργεια του Φυσικού Αερίου ώστε να μπορεί ο αναγνώστης να έχει μια πλήρη εικόνα, άποψη και ενημέρωση για αυτό, καθώς τα πλεονεκτήματα του είναι πάρα πολλά. Η προσφορά του Φυσικού Αερίου στο περιβάλλον κυρίως αλλά και στην οικονομία είναι αναμφισβήτητη μεγάλη.

Η πτυχιακή εργασία περιλαμβάνει μια πραγματική μελέτη εσωτερικής εγκατάστασης αερίου μιας τριώροφης κατοικίας μαζί με 6 σχέδια, υπολογισμούς δικτύων, καπνοδόχων σύμφωνα με τον εσωτερικό κανονισμό εγκαταστάσεων ΦΕΚ 963/ Β / 15-07-03.

Abstract

The purpose of this thesis is the study of all aspects related to the installation and operation of the gas network in buildings so that every compartment floor has heating, hot water and stove. Analyzing, how gas is generated, transferred, distributed and finally consumed.

Furthermore, there is an analysis of the procedure with all the routes and work done to get the gas from the point where it is generated to all the facilities needed. Exhibiting the connecting facilities and internal installations in Greece.

There is extensive reference in the operation and types of gas burners, boilers, and counters, pinpointing the actions held for secure gas installations.

This study aims to present the overtime ecological effects of natural gas, enabling readers to have a complete view of natural gas and its enormous advantages. Natural gas supplying has an undoubtable benefit in the environment and especially in our economy.

Finally, this thesis includes a study of a three story house internal gas installation, including 6 designs, network stacks calculations according to the national directives.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΓΕΝΙΚΑ

1.1 Εισαγωγή

Η ανάγκη για νέες τεχνολογίες στον τομέα της ενέργειας οδήγησαν τους ερευνητές αλλά και τις εταιρείες να χρησιμοποιήσουν επιτέλους το Φ.Α. σαν μέσω ισάξιο των άλλων ενεργειακών πηγών.

Σκοπός της πολιτείας είναι να διαθέσει στην αγορά οικονομική ενέργεια, καθαρή, αξιόπιστη και προπάντων ακίνδυνη. Έτσι ώστε να συμβάλλει καθοριστικά στην καταπολέμηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης και να συμβάλλει στην αναβάθμιση της ποιότητας ζωής, καθώς και στην ορθολογικότερη και οικονομικότερη κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των κατοίκων των μεγαλουπόλεων για αρχή, και έπειτα όλων των υπολοίπων.

1.2 Ιστορική Αναδρομή

Αναζητώντας την παλαιότερη αναφορά ύπαρξης του Φ.Α. φτάσαμε στον Πλούταρχο (100 – 125 μΧ). Κατά την περίοδο αυτή γίνονται αναφορές για “αιώνιες φωτιές” στην περιοχή του σημερινού Ιράκ, που πιθανώς να δηλώνουν Φ.Α. το οποίο διαφεύγει από το έδαφος και καίγεται.

Η επόμενη αναφορά γίνεται τον 3^ο αιώνα στην Κίνα και πολύ αργότερα κατά τον 17^ο αιώνα υπάρχουν πληροφορίες για χρήση Φ.Α. τόσο για θέρμανση όσο και για φωτισμό στη βόρειο Ιταλία.

Τον 18^ο αιώνα έγινε στη Νέα Υόρκη η πρώτη διανομή Φ.Α. μέσω δικτύου. Οι Αμερικάνοι ήταν οι πρώτοι από όλους που σκέφτηκαν αντί να καίνε το Φ.Α. να το συλλέγουν και να το αξιοποιούν. Ο πρώτος διεθνής αγωγός μεταφοράς Φ.Α. έγινε το 1891 μεταξύ Καναδά και Αμερικής, όταν Φ.Α. μεταφέρθηκε από το Οντάριο στο Μπούφαλο της Νέας Υόρκης. Τα πρώτα δίκτυα μεταφοράς δημιουργήθηκαν αρχικά για βιομηχανική χρήση και έπειτα για κάλυψη αναγκών στον οικιακό και εμπορικό τομέα. Στο δεύτερο ήμισυ του 19^{ου} αιώνα ήταν πολύ διαδεδομένη η διανομή του μέσω αγωγών στις Ανατολικές πολιτείες τις Αμερικής.

Έτσι ξεκινάει η χρήση του Φ.Α. ως καύσιμο για τις λάμπες του φωτισμού και ενώ μέχρι το Β' Παγκόσμιο πόλεμο τα κύρια καύσιμα που χρησιμοποιούσε ο άνθρωπος ήταν στερεά, τη θέση τους παίρνουν τα αέρια.

Στη χώρα μας το Φ.Α. κάνει την πρώτη του εμφάνιση το 1885. Οι Έλληνες έκαιγαν το κάρβουνο σε κλιβάνους και παρήγαγαν Φ.Α. . Πρώτη εφαρμογή βρίσκεται στο φωτισμό της οδού που σήμερα ονομάζεται Ερμού και για το λόγο αυτό ονομάστηκε αρχικά φωταέριο. Προκειμένου όμως να καλυφθούν οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες η Ελλάδα άρχισε να εισάγει Φ.Α. από το 1997.

1.3 Το Φ.Α. στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα έχει επισημανθεί η ύπαρξη Φ.Α. στην περιοχή της Θάσου, στη Μήλο, στη Σαντορίνη, στο Σουσάκι και στα Μέθανα.

Εισαγόμενο Φ.Α. στην Ελλάδα έχουμε από δύο πηγές: τη Ρωσία και την Αλγερία. Το αέριο της Ρωσίας μεταφέρεται μέσω δικτύου Φ.Α. που λειτουργεί στην χώρα μας. Η μεταφορά γίνεται μέσω Βουλγαρίας και ο αγωγός καταλήγει στην νήσο Ρεβυθούσα όπου υπάρχουν αποθηκευτικές δεξαμενές. Η νήσος αυτή βρίσκεται απέναντι από την Πάχη των Μεγάρων του νομού Αττικής και είναι το μέρος όπου εκεί βρίσκονται οι εγκαταστάσεις εκφόρτωσης για το υγροποιημένο Φ.Α. το οποίο φτάνει στην Ελλάδα έτσι από το δεύτερο προμηθευτή της, την Αλγερία με ειδικά δεξαμενόπλοια σε ατμοσφαιρική πίεση και κρυογενική θερμοκρασία -162°C .

Στην παρακάτω φωτογραφία (εικόνα 1.1) φαίνεται η κατασκευή του φυσικού αγωγού.



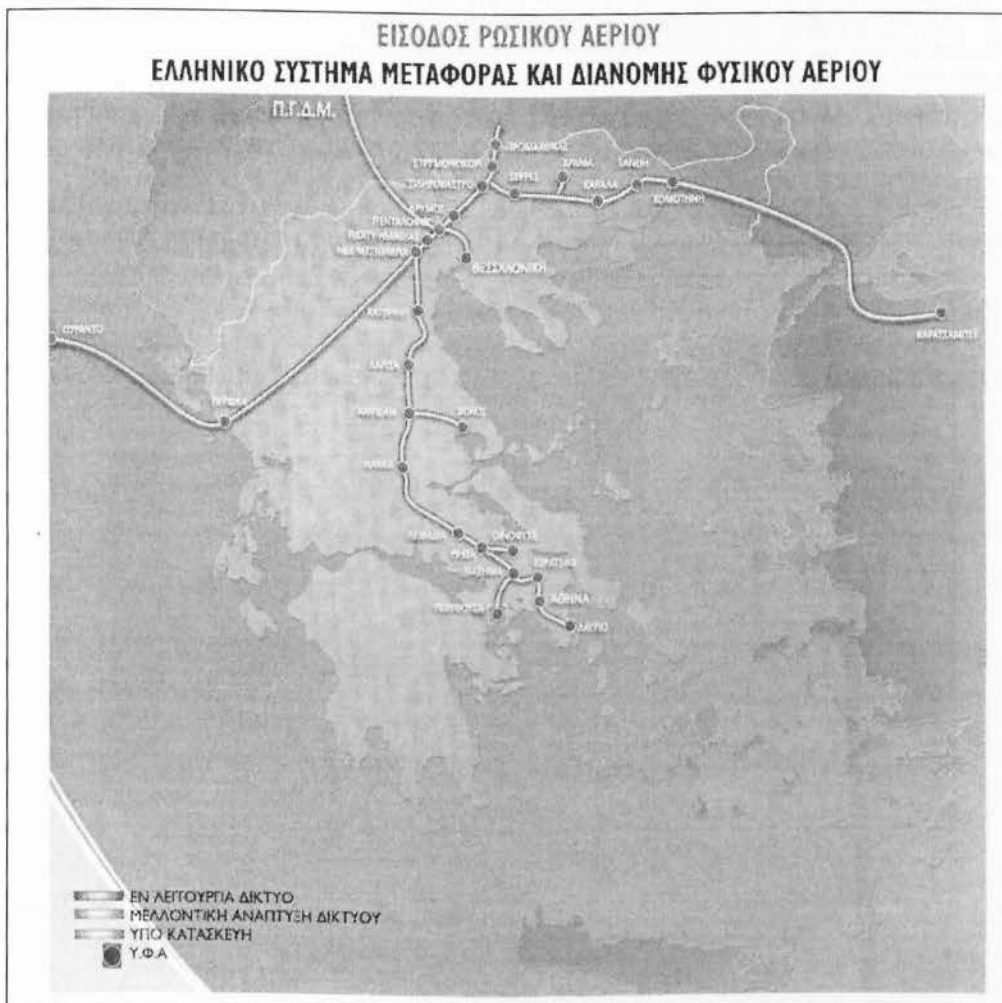
εικ.1.1 Φωτογραφία από την κατασκευή αγωγού του δικτύου Φ.Α.

Το σύστημα μεταφοράς Φ.Α. στη χώρα μας αποτελείται από τα εξής βασικά τμήματα:

- Κεντρικός αγωγός μεταφοράς αερίου υψηλής πίεσης (70 bar) από τα σύνορα Ελλάδας – Βουλγαρίας μέχρι την Αττική συνολικού μήκους 512 χλμ.
- Κλάδοι μεταφοράς υψηλής πίεσης προς την ανατολική Μακεδονία και Θράκη, τη Θεσσαλονίκη, το Βόλο και την Αττική συνολικού μήκους 440 χλμ.
- Μετρητικοί και ρυθμιστικοί σταθμοί για τη μέτρηση της παροχής αερίου και τη ρύθμιση της πίεσης.
- Συνοριακός Σταθμός Εισόδου (Border Station).
- Σύστημα τηλεχειρισμού, ελέγχου λειτουργίας και τηλεπικοινωνιών.
- Κέντρα λειτουργίας και συντήρησης, στην Αττική, τη Θεσσαλονίκη, τη Θεσσαλία και την Ξάνθη.

Στο επόμενο κεφάλαιο αναλύονται περισσότερο όλα τα τμήματα από τα οποία αποτελείται ολόκληρο το δίκτυο Φ.Α.

Παρακάτω (εικ. 1.2) φαίνεται το δίκτυο μεταφοράς και διανομής του Φ.Α. από τη Ρωσία στη χώρα μας.



εικ.1.2 Ο δρόμος του Φ.Α. στην ελληνική επικράτεια.

Η εισαγωγή του Φ.Α. στην Ελλάδα αποφασίστηκε στα πλαίσια της προσπάθειας εκσυγχρονισμού και βελτίωσης του ενεργειακού ισοζυγίου της χώρας. Βαθμιαία θα υποκαταστήσει το πετρέλαιο και την ηλεκτρική ενέργεια για να συμμετάσχει τελικά σε ποσοστό περίπου 20% στην επόμενη δεκαετία στο ενεργειακό ισοζύγιο της χώρας, με την παράλληλη ολοκλήρωση της απαιτούμενης υλικοτεχνικής υποδομής.

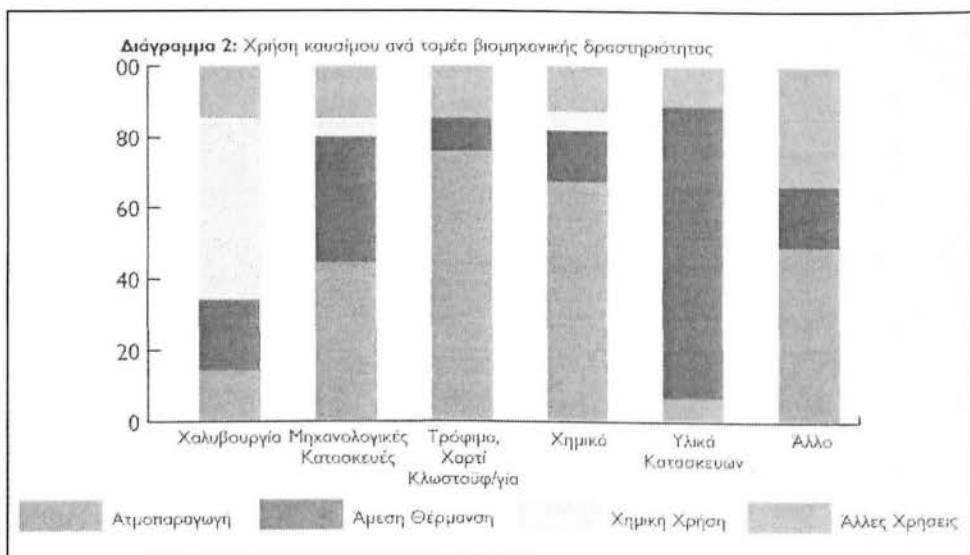
1.4 Χρήσεις του Φ.Α.

Το Φ.Α. μπορεί να χρησιμοποιηθεί :

- Στην Ηλεκτροπαραγωγή
- Στον βιομηχανικό τομέα.
- Στον εμπορικό τομέα.
- Στον οικιακό τομέα.

Πιο Αναλυτικά το Φ.Α. είναι δυνατό να χρησιμοποιηθεί στη βιομηχανία, για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, θερμότητας και χημικών προϊόντων, όπως αμμωνίας, μεθανόλης, αιθυλενίου και προπυλενίου. Η χρήση του στο βιομηχανικό τομέα έχει αρκετά πλεονεκτήματα, αφού εξασφαλίζεται η συνεχής παροχή αερίου από το δίκτυο και καταργούνται οι αποθηκευτικοί χώροι. Για την υιοθέτηση της χρήσης του στη βιομηχανία απαιτούνται ειδικές εγκαταστάσεις για την παροχή και τη διανομή του και η μετατροπή των υπαρχόντων καυστήρων σε καυστήρες Φ.Α. ή διττής καύσης, δηλαδή Φ.Α./πετρέλαιου.

Ακολουθεί διάγραμμα (διαγρ.1.4) χρήσης καυσίμων ανά τομέα βιομηχανικής δραστηριότητας κατά την εκτίμηση της Δ.ΕΠ.Α (Δημόσια Επιχείρηση Αερίου) για το 1994.



διαγρ. 1.4

Στον εμπορικό τομέα μπορεί να χρησιμοποιηθεί κυρίως για θέρμανση χώρων, κλιματισμό, φωτισμό, παραγωγή θερμού νερού, μαγείρεμα, σε ξενοδοχειακές μονάδες, εστιατόρια, εκπαιδευτικά ιδρύματα, αθλητικά κέντρα, εμπορικά καταστήματα, μικρές βιοτεχνικές μονάδες και αλλού. Και σε αυτόν τον τομέα η χρήση του παρουσιάζει πλεονεκτήματα, αφού εξασφαλίζεται η συνεχής παροχή χωρίς τη διαρκή ενασχόληση με παραγγελίες καυσίμων, δεν χρειάζονται αποθηκευτικοί χώροι και διατήρηση αποθεμάτων, ενώ, τέλος, παρουσιάζει αυξημένη ασφάλεια στη χρήση του. Απαιτούνται και εδώ οι απαραίτητες εγκαταστάσεις και η μετατροπή των καυστήρων.

Στον οικιακό τομέα χρησιμοποιείται για παραγωγή ζεστού νερού, μαγείρεμα, θέρμανση. Συνεχώς οι χρήσεις σε αυτόν τον τομέα αυξάνονται καθώς πρόκειται να κυκλοφορήσουν στην αγορά και ψυγεία Φ.Α.

Στον τομέα της ηλεκτροπαραγωγής η τεχνολογία συνδυασμένου κύκλου Φ.Α. στις επιχειρήσεις ηλεκτρισμού και η συμπαραγωγή θερμότητας - ηλεκτρισμού δίνουν υψηλό βαθμό ενεργειακής απόδοσης.

Συγκεκριμένα, η χρήση Φ.Α. για παραγωγή ηλεκτρισμού σε μονάδες συνδυασμένου κύκλου αυξάνει το βαθμό απόδοσης παραγωγής ηλεκτρισμού σε 50-55% έναντι 35-40% των συμβατικών ηλεκτροπαραγωγικών σταθμών.

Ακόμα, το Φ.Α. βρίσκει εφαρμογή στην κίνηση ιδιωτικών οχημάτων, σε πολλές χώρες, όπως οι Η.Π.Α., η Αργεντινή, η Ιταλία και η Γαλλία. Στην Ελλάδα, ο Ο.Α.Σ.Α. (Οργανισμός Αστικών Συγκοινωνιών Αττικής) κάνει χρήση αστικών λεωφορείων αντιρρυπαντικής τεχνολογίας με κινητήρα Φ.Α.

Στην Ελλάδα το Φ.Α. προορίζεται για όλες τις παραπάνω χρήσεις. Η ΔΕΗ είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής της ΕΠΑ (Εταιρία Παροχής Αερίου) και χρησιμοποιεί Φ.Α. για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Με Φ.Α. λειτουργεί ο σταθμός του Αγ. Γεωργίου στο Κερατσίνι από το 1997 καθώς εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι η ελληνική ζυθοποιία AMSTEL λειτουργούσε όλο το καλοκαίρι του 2007 εξολοκλήρου με Φ.Α.

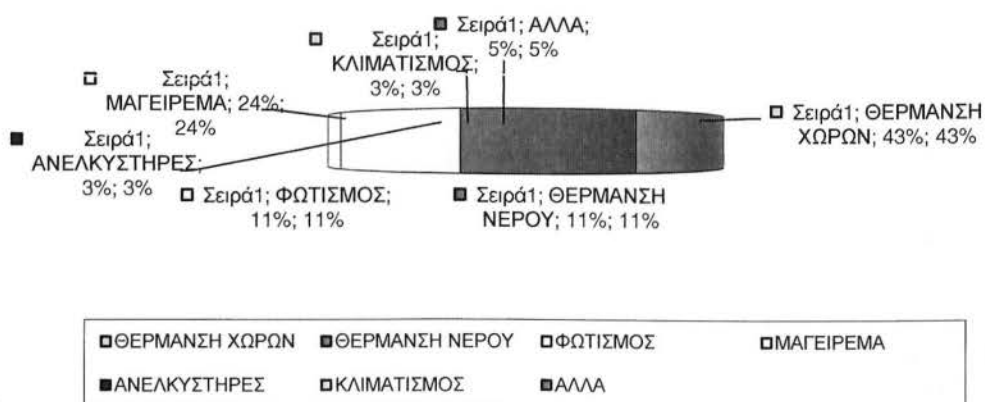
Στην παρακάτω εικόνα (εικ.1.5) φαίνεται η χρήση του Φ.Α. σε ποσοστά για το έτος 2020, έτος πλήρους ανάπτυξης του έργου. Και αμέσως μετά (σχ. 1.6) παρουσιάζεται η προβλεπόμενη κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας στον εμπορικό και οικιακό τομέα.



εικ.1.5

Αναμενόμενη κατανομή κατανάλωσης Φ.Α. στην Ελλάδα, ανά τομέα χρήσης, κατά το 2020.

ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΕΜΠΟΡΙΚΟ ΚΑΙ ΟΙΚΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ



σχ.1.6

Στον πίνακα 1.7 που ακολουθεί παρουσιάζεται η κατανομή της κατανάλωσης Φ.Α. ανά τομέα χρήσης στις κυριότερες χώρες της Δυτικής Ευρώπης.

	ΚΑΤΑΝΟΜΗ (%) ΤΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΑΝΑ ΤΟΜΕΑ ΧΡΗΣΗΣ						
	ΓΕΡΜΑΝΙΑ	ΔΑΝΙΑ	ΙΣΠΑΝΙΑ	ΓΑΛΛΙΑ	ΑΓΓΛΙΑ	ΙΤΑΛΙΑ	ΟΛΛΑΝΔΙΑ
ΟΙΚΙΑΚΗ ΧΡΗΣΗ	31,3	20,4	15,0	38,4	46,3	33,0	26,4
ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΧΡΗΣΗΣ	4,1	10,7	5,0	15,7	13,0	8,7	21,4
ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΧΡΗΣΗ	44,0	30,2	79,0	45,0	24,0	42,9	33,5
ΗΛΕΚΤΡΟ-ΠΑΡΑΓΩΓΗ	7,8	8,3	-	0,2	16,1	13,5	18,5
ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΧΡΗΣΕΙΣ	12,8	30,4	1,0	0,7	0,6	1,9	0,2
ΣΥΝΟΛΟ	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

πιν.1.7

1.5 Σύσταση και ιδιότητες Φ.Α.

Το ελληνικό Φ.Α. ορίζεται ως προς τη σύνθεση και τις ιδιότητες του από το Νόμο 2364 / 95 ως εξής:

Φ.Α. ή Αέριο : Καύσιμο, σε κανονικές φυσικές συνθήκες (1.013 bar και 0 °C) αέριο, το οποίο συνίσταται από μίγμα υδρογονανθράκων και εξάγεται από γεωλογικούς σχηματισμούς. Ειδικότερα, το αέριο αυτό αποτελείται κυρίως από μεθάνιο (τουλάχιστον 75 % κατ' όγκο) και από υδρογονάνθρακες υψηλότερου μοριακού βάρους και ενδεχομένως μικρές ποσότητες αζώτου, διοξειδίου του άνθρακα, οξυγόνου και ίχνη άλλων ενώσεων και στοιχείων, στο οποίο μπορεί να έχουν προστεθεί και οσμωτικές ουσίες. Ως Φ.Α. νοείται το παραπάνω μίγμα σε οποιαδήποτε μορφή κι αν περιέλθει, με μεταβολή των φυσικών συνθηκών, όπως συμπίεση, ψύξη ή οποιαδήποτε άλλη μεταβολή".

Σημειώνεται, ότι η ακριβής τιμή της κανονικής πίεσης είναι 1.01325 bar και η κανονική θερμοκρασία σε βαθμούς Kelvin 273.15 K. Επίσης αναμένεται, όπως εξάλλου ισχύει σε όλες τις προηγμένες χώρες, ότι η περιεκτικότητα σε Μεθάνιο θα κυμαίνεται σε ποσοστά άνω του 90 % σε όγκο.

Υγροποιημένο Φ.Α. (Liquefied Natural Gas – L.N.G.): Φ.Α. που επίσης εξάγεται από τη γη αλλά υγροποιείται με ψύξη σε θερμοκρασία -160 C. Η υγροποίηση του Φ.Α. διευκολύνει τη μεταφορά του με πλοία σε μεγάλες αποστάσεις. Επίσης επιτρέπει την αποθήκευσή του σε σχετικά μικρούς χώρους μια και καταλαμβάνει μόνο το 1/600 του όγκου ισοδύναμης ποσότητας αερίου σε θερμοκρασία και πίεση περιβάλλοντος.

Στον πίνακα (πιν.1.8) φαίνονται οι ιδιότητες και η χημική σύσταση του Φ.Α. ρώσικης προέλευσης και του L.N.G.αλγερινής προέλευσης.

ΣΥΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΡΩΣΙΚΟΥ ΚΑΙ ΑΛΓΕΡΙΝΟΥ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ		
ΣΥΣΤΑΣΗ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ	ΡΩΣΙΚΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	ΑΛΓΕΡΙΝΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ
Περιεκτικότητα σε (%κ.ο) σε :		
Μεθάνιο(C ₁)	Min 85%	85,6-96,6 %
Αιθάνιο(C ₂)	Max 7%	3,2-8,5%
Προπάνιο(C ₃)	Max 3%	0-3%
Βουτάνιο(C ₄)	Max 2%	0-1,2%
Πεντάνιο (C ₅) και βαρύτερα	Max 1%	0-0,7%
Αζωτο(N ₂)	Max 5%	0,2-1,4%
Διοξείδιο του άνθρακα(CO ₂)	Max 3%	
Θειούχες ενώσεις :		
Υδρόθειο(H ₂ S)	Max 5 mg/ m ³	Max 0,5ppm

Μερκαπτάνες	Max 15 mg/ m ³	Max 2,3 mg/ m ³
Σύνολο Θείου(S ₂)	Max 60 mg/ m ³	Max 30 mg/ m ³
Πυκνότητα	0,685 kg/ m ³	0,74-0,82 kg/ m ³
Μέση Α.Θ.Δ.	9524 kcal/N m ³	9982 kcal/N m ³
Μέση Κ.Θ.Δ.	8686 kcal/N m ³	9016 kcal/N m ³

Α.Θ.Δ. : (HHV) ανώτερα θερμογόνος δύναμη, εδώ το νερό βρίσκεται σε υγρή φάση.

Κ.Θ.Δ. : (LHV) κατώτερα θερμογόνος δύναμη, που ισούται με την ενέργεια που εκλύεται (σε θερμίδες) κατά την καύση ενός κιλού καυσίμου όταν το νερό στο καυσάεριο βρίσκεται σε αέρια φάση.

πιν 1.8

Θα πρέπει να τονιστεί ότι το Φ.Α. δεν έχει αυστηρά σταθερή σύνθεση εξαιτίας της πολύπλευρης προέλευσης του από διάφορους χώρους παραγωγής και της μεταφοράς του σε διεθνή διασυνδεδεμένα δίκτυα, στα οποία η σύνθεση και οι ιδιότητες του αερίου ελέγχονται και μετρούνται ακριβώς για τον υπολογισμό των ποσοτήτων ενέργειας και του κόστους βάσει διεθνών συμβάσεων προμήθειας. Για το λόγω αυτό κρίνεται αναγκαία η εισαγωγή ορισμένων "τυποποιημένων" αερίων "ονομαστικής" σύστασης με υπολογίσιμες ιδιότητες, τα οποία αποτελούν "αέρια αναφοράς" για τις ανάγκες σχεδιασμού και μελέτης συστημάτων Φ.Α. Διευκρινίζεται ότι διεθνής τυποποίηση της ποιότητας και σύνθεσης δεν υπάρχει ακόμη. Όμως για τις ανάγκες του παρόντος συγγράμματος ως ονομαστικές και αναφορικές ιδιότητες θα θεωρούνται αυτές του πιν.1.8.

Καθοριστικός παράγοντας για τη σύστασή του είναι εάν προέρχεται από αμιγή κοιτάσματα Φ.Α. ή παράγεται ως "συνοδό αέριο" κοιτασμάτων πετρελαίου. Δεν πρέπει να συγχέεται με το

υγραέριο (προπάνιο, βουτάνιο ή μείγμα) που είναι παράγωγο καύσιμο από τα διυλιστήρια.

Τα Φ.Α. των κοιτασμάτων στην Ελλάδα και πιο συγκεκριμένα στην περιοχή του Πρίνου Θάσου έχουν την ακόλουθη κατ'όγκο σύσταση (πιν.1.9):

Σύσταση Φ.Α. Πρίνου	%
Μεθάνιο	65 – 75
Αιθάνιο	10 – 15
Προπάνια	10 – 15
Βουτάνια	3 – 5
Πεντάνια	0, 2 – 1

Άζωτο	-
CO ₂	-
O ₂	-
Θείο από υδρόθειο	2 - 10 ppm
Θείο από μαρκαππάνες	100 - 200 ppm

πιν.1.9 Σύσταση Ελληνικού Φ.Α.

Το Φ.Α. είναι μη τοξικό, καθαρό, άοσμο και άχρωμο, δεν διαλύεται στο νερό και σε συγκέντρωση 5% έως 15% κατ' όγκο στον αέρα μπορεί να αναφλέγεται.

Για τη μείωση των εξ αερίων κινδύνων επιβάλλεται και προσδίδεται οσμή. Το Φ.Α. είναι ελαφρύτερο από τον αέρα και σε περίπτωση διαρροής διαφεύγει εύκολα στην ατμόσφαιρα. Η σχετική πυκνότητα του είναι $d_{σ_{\Phi A}} = 0.59$ ($d_{σ_{\alpha\epsilon\rho\alpha}} = 1$) έως και 0,605 (ΕΛΔΑ).

Η κινηματική συνεκτικότητα είναι $\nu = 14 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec}$, θερμοκρασία αυτανάφλεξης = 650°C έως 670°C (στον αέρα), μέγιστη ταχύτητα ανάφλεξης 0,30 έως 0,35 m/sec, θ καύσης για $\lambda = 1$ (στοιχειομετρικό) 1950° έως 2000°C, ελάχιστη πίεση Φ.Α.>18 mbar, max CO₂% = 11,8 % στα καυσαέρια.

Το υγροποιημένο Φ.Α. είναι η υγρή μορφή μείγματος κορεσμένων υδρογονανθράκων χαμηλού μοριακού βάρους.

Εξαιτίας της πιθανότητας αναφλέξεως που προαναφέραμε καθώς και τις πιθανότητες διαρροής θα πρέπει το σύστημα μεταφοράς, διανομής και οι εγκαταστάσεις να έχουν κατασκευαστεί με τις αυστηρότερες διεθνείς προδιαγραφές και να συντηρούνται τακτικά προς αποφυγήν ατυχημάτων.

1.6 Δημιουργία Φ.Α.

Το Φ.Α. δημιουργήθηκε προ πολλών εκατομμυρίων ετών στους πυθμένες θαλασσών από μεγάλες ποσότητες μικροοργανισμών, απουσία αέρα και υπό την επίδραση βακτηριδίων.

Πιο συγκεκριμένα, η δημιουργία του μεθανίου (CH₄) περιλαμβάνει την μετατροπή οργανικής ύλης από μικροοργανισμούς (βιογένεση), την θερμική αποσύνθεση θαμμένης οργανικής ύλης (θερμογένεση), και διεργασίες βαθιά μέσα στο φλοιό της γης (αβιογένεση). Το ελαφρύ μεθάνιο μεταναστεύει προς τα ανώτερα στρώματα μέσα από τους πόρους των πετρωμάτων και τις ρηγματώσεις και είτε συσσωρεύεται κάτω από αδιαπέραστα στρώματα ή φθάνει τελικά στην επιφάνεια και εκλύεται στην ατμόσφαιρα.

Το βιογενές μεθάνιο είναι αποτέλεσμα της αποσύνθεσης οργανικής ύλης από μικροοργανισμούς που διεισδύουν στα επάνω στρώματα του φλοιού της Γης σε περιοχές που υπάρχει έλλειψη οξυγόνου, και όπου οι θερμοκρασίες δεν υπερβαίνουν τους 95 οC. Το μεθάνιο αυτό δεν έχει μεγάλη πυκνότητα και διερχόμενο μέσα από τους πόρους των διαφόρων στρωμάτων εκλύεται στην ατμόσφαιρα.

Το θερμογενές μεθάνιο σχηματίζεται με παρόμοιο τρόπο όπως το πετρέλαιο. Καθώς η οργανική ύλη εναποτίθεται σε λάσπη και άλλα ιζήματα, βυθίζεται και συμπιέζεται, οι υψηλότερες θερμοκρασίες που επικρατούν μέσα στην γη, διασπούν τους δεσμούς του άνθρακα στις οργανικές ενώσεις και σχηματίζεται πετρέλαιο και μικρές ποσότητες αερίων. Σε ακόμα υψηλότερες θερμοκρασίες (λόγω βάθους ενταφιασμού) το μεθάνιο γίνεται το κύριο προϊόν και μπορεί τελικά να εκτοπίσει ολοσχερώς το πετρέλαιο.

Σε αυτόν τον ταυτόχρονο σχηματισμό πετρελαίου και Φ.Α. στα αρχικά στάδια της θερμικής αποσύνθεσης οφείλεται η εμφάνιση του πετρελαίου και του Φ.Α. σε σχηματισμούς στα τελευταία 2-3 km του φλοιού της Γης. Σε βαθύτερα σημεία το μεθάνιο ίσως είναι ο μοναδικός υδρογονάνθρακας που σχηματίζεται.

Σε ακόμα μεγαλύτερα βάθη, πιθανός μεταμορφισμός μπορεί να απομακρύνει όλα τα άτομα υδρογόνου από τις οργανικές ενώσεις και να αφήσει ένα υπόλοιπο κάρβουνου, πιθανώς με την μορφή γραφίτη. Κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες ο γραφίτης αυτός μπορεί να αντιδράσει με το νερό και να υπάρξει επαναδημιουργία μεθανίου.

Αβιοτικό μεθάνιο σχηματίζεται με μια διαφορετική διεργασία όταν μη οργανικά αέρια, πλούσια σε υδρογόνο και άνθρακα, που υπάρχουν σε μεγάλα βάθη μέσα στην γη από την αρχή της δημιουργίας της, ανέρχονται και αντιδρούν με πετρώματα του φλοιού σχηματίζοντας στοιχεία και ενώσεις όπως άζωτο, οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα, αργό και νερό. Τέτοιες δραστηριότητες παρατηρούνται σε ηφαιστειακές περιοχές (κυρίως διοξείδιο του άνθρακα και νερό). Στην περίπτωση που αυτά τα αέρια διέλθουν μέσα από πετρώματα κάτω από συνθήκες υψηλής πίεσης, και απουσία οξυγόνου, τότε το κύριο, σταθερό προϊόν είναι το μεθάνιο.

1.7 Παραγωγή Φ.Α.

Το Φ.Α. ανευρίσκεται σε υπόγειους σχηματισμούς όπως στρώματα άμμου, κάρβουνου, και σε ταμιευτήρες με αλμυρό νερό, είτε μόνο του, είτε σε συνδυασμό με το πετρέλαιο, οπότε ανέρχεται στην επιφάνεια μαζί με αυτό. Ουσιαστικά πρόκειται για τα ίδια κοιτάσματα με διαφορετικές περιεκτικότητες σε πετρέλαιο και αέριο, τα οποία συνυπάρχουν.

Στην έναρξη λειτουργίας μιας γεώτρησης ανέρχεται με φυσική κυκλοφορία (λόγω της πίεσης) στην επιφάνεια, αλλά στο τέλος πάντοτε θα απαιτηθεί κάποια μορφής άντληση για να το παραλάβουμε. Ο πιο συνηθισμένος τρόπος είναι με αντλίες όπως αυτή της εικ. 1.10, που φέρνει στην επιφάνεια πετρέλαιο και Φ.Α.



εικ.1.10 Αντλία πετρελαίου και Φ.Α.

Η ροή του Φ.Α. από τον ταμιευτήρα μπορεί να βελτιωθεί με την δημιουργία μικροσκοπικών ρηγματώσεων μέσα στο πέτρωμα που επιτρέπουν στο αέριο να διαφύγει. Για την πρόκληση αυτών των ρηγματώσεων χρησιμοποιείται ένα ρευστό σε υψηλή πίεση (συνήθως νερό). Μαζί με το ρευστό προστίθενται και ουσίες, όπως άμμος, σφαιρίδια γυαλιού κλπ., για να διατηρηθούν τα ανοίγματα των ρηγματώσεων όταν αρχίσει να μειώνεται η πίεση με την έναρξη διαφύγισης του αερίου.

Τέλος να σημειώσουμε ότι κάθε φορά που γίνεται μια γεώτρηση π.χ. στη θάλασσα για Φ.Α., παράγονται κατά μέσο όρο 1.500-2.000 τόνοι τοξικών λασπών. Οι λάσπες αυτές περιέχουν πτητικές οργανικές ενώσεις, πολύκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες, αρσενικό, μόλυβδο και ραδιενεργά υλικά, όπως το ράδιο (Ra_{226}). Η ραδιενέργεια που εκλύεται μπορεί να είναι έως και 30 φορές μεγαλύτερη απ' αυτήν που επιτρέπεται να εκλύουν τα πυρηνικά εργοστάσια. Η απόρριψη αυτών των λασπών στη θάλασσα ή η διάθεσή τους στην ξηρά εγκυμονεί σημαντικούς κινδύνους. Είναι χαρακτηριστική η περίπτωση του Κόλπου του Μεξικού, όπου γίνεται εντατική άντληση αερίου και όπου μια περιοχή 3.000 τετραγωνικών μιλίων θεωρείται νεκρή ζώνη. Εξίσου προβληματικά είναι τα υγρά απόβλητα από την όλη διεργασία, ενώ μεγάλη είναι και η αέρια ρύπανση που προκαλείται.

1.8 Αποθέματα Φ.Α.

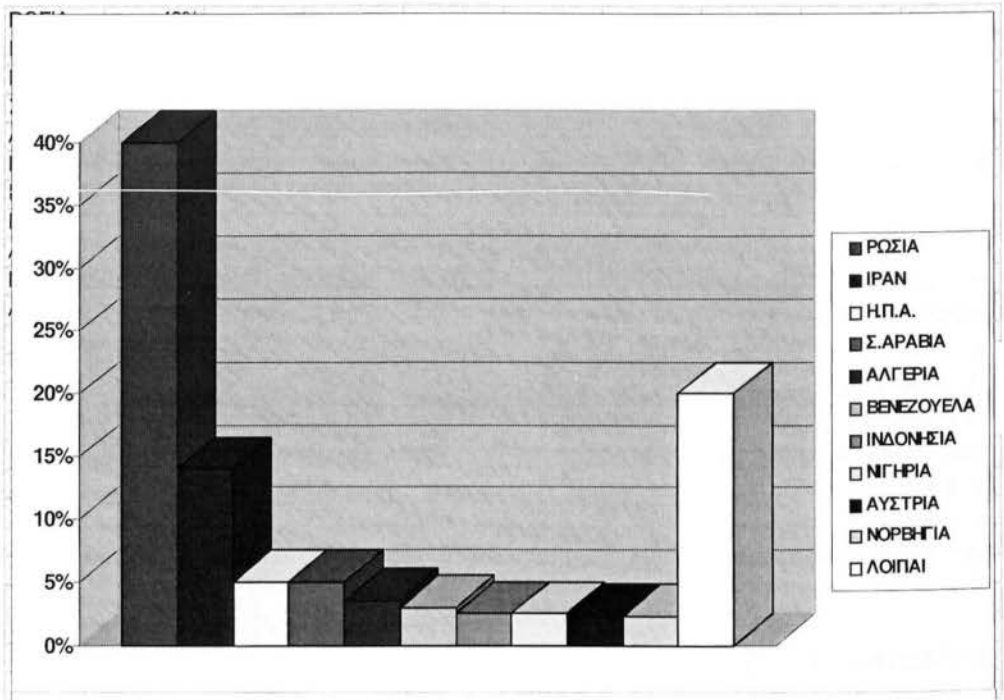
Οι τελευταίες εκτιμήσεις για τα κοιτάσματα Φ.Α. παρουσιάζουν αποδεδειγμένα αποθέματα ύψους 103.500 δισεκατομμυρίων κανονικών κυβικών μέτρων ($0^{\circ}C$, και πίεση 1013 mbar). Οι χώρες που αποτελούσαν την πρώην Σοβιετική Ένωση κατέχουν τα μεγαλύτερα αποθέματα Φ.Α., περίπου το 40 % των παγκοσμίων αποθεμάτων. Άλλες περιοχές με κοιτάσματα Φ.Α. είτε μόνα τους, είτε με την παρουσία αργού πετρελαίου είναι: στην Ευρώπη (Νορβηγία, Ολλανδία, Μ. Βρετανία, Ρουμανία, Γερμανία, Γαλλία), στη Β. Αμερική (Η.Π.Α., Καναδάς), στη Ν. Αμερική (Αργεντινή, Μεξικό, Βραζιλία, Χιλή, Βενεζουέλα), στην περιοχή του Περσικού Κόλπου (Ιράν, Κατάρ, Υεμένη, Ομάν, Η.Α. Εμιράτα), στην Κεντρική Ασία (περιοχή Κασπίας, Καυκάσου), στην Αυστραλία, στη νοτιανατολική Ασία (Μαλαισία, Ινδονησία, Μπρουνεϊ), και στη Β. Αφρική (Αλγερία, Λιβύη, Αίγυπτος).

Η μικτή παγκόσμια παραγωγή Φ.Α., το χρόνο, κατά μέσο όρο, είναι περίπου $2.100 \cdot 10^9 m^3$ απ' τα οποία, 84% χρησιμοποιείται στην κατανάλωση ενώ το 16% χάνετε είτε λόγω απωλειών, είτε λόγω χρησιμοποίησης του για επαναπλήρωση. Η Ανατολική Ευρώπη, με τα μεγαλύτερα αποθέματα είναι και η μεγαλύτερη παραγωγός περιοχή, κατέχοντας το 43% της παγκοσμίου παραγωγής και ακολουθεί η Βόρειος Αμερική με 30% .

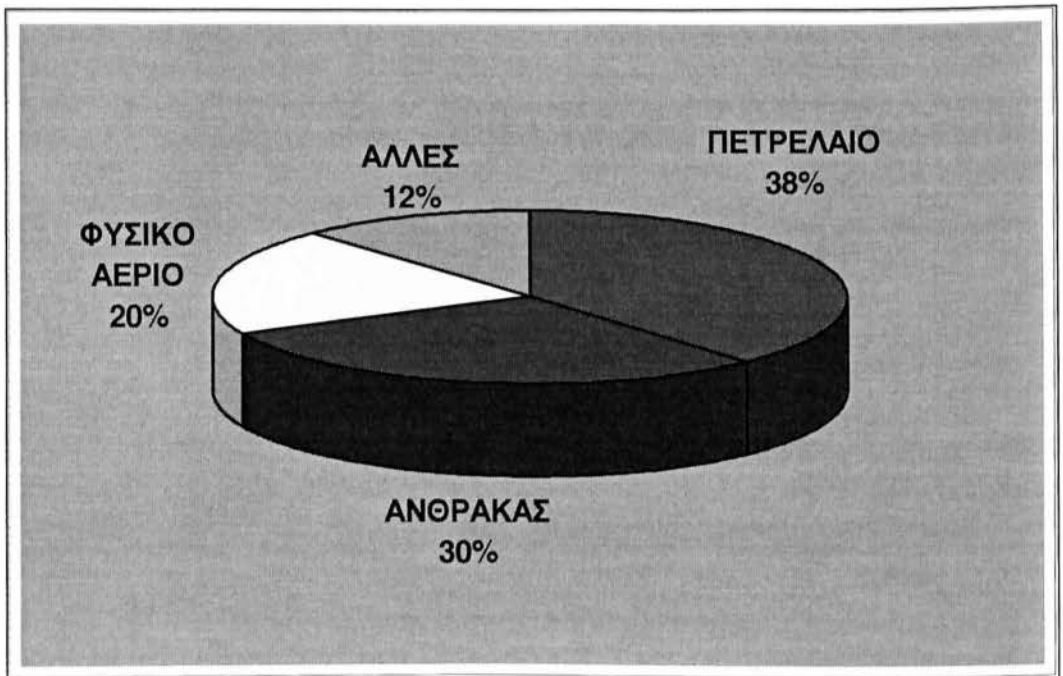
Τέλος να αναφέρουμε ότι η Ιαπωνία είναι η χώρα που εισάγει το 70% της παγκόσμιας διακίνησης Υδροποιημένου Φ.Α., ενώ η Γερμανία εισάγει το 23% της παγκόσμιας διακίνησης Φ.Α. μέσω αγωγών.

Ας τα δούμε όμως όλα αυτά λίγο πιο αναλυτικά με την βοήθεια των γραφημάτων.

Στο πρώτο γράφημα (γρ.1.11) φαίνονται οι χώρες καθώς και οι ποσότητες Φ.Α. που κατέχουν και εκμεταλλεύονται ή είναι σε θέση να εκμεταλλευτούν. Στο επόμενο (γρ.1.12) βλέπουμε τη χρησιμοποίηση του Φ.Α. σε σχέση με τις άλλες πηγές ενέργειας (πετρέλαιο, άνθρακας κ.α.). Και έπειτα ακολουθεί η διεθνής διακίνηση του Φ.Α. μέσω αγωγών. Στο γράφημα 1.13 φαίνονται η χώρες που εξάγουν Φ.Α. και στο 1.14 οι χώρες που εισάγουν.



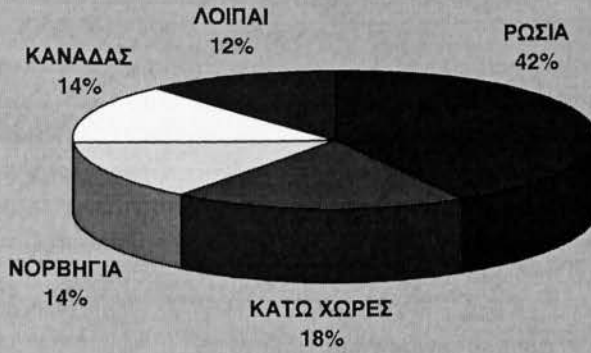
γρ.1.11



γρ.1.12

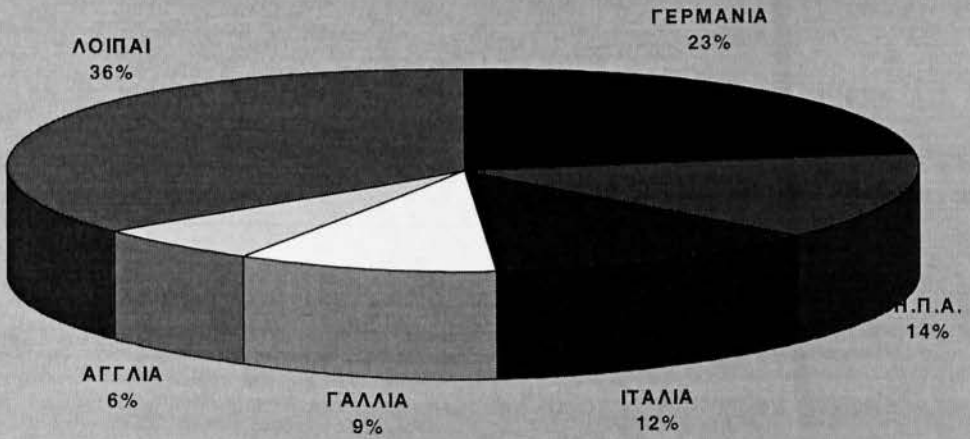
ΔΙΕΘΝΗΣ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ Φ.Α. ΜΕΣΩ ΑΓΩΓΩΝ.

ΧΩΡΕΣ ΟΙ ΟΠΟΙΕΣ ΕΞΑΓΟΥΝ Φ.Α.



γρ.1.13

ΧΩΡΕΣ ΟΙ ΟΠΟΙΕΣ ΕΙΣΑΓΟΥΝ Φ.Α.



εικ. 1.14

Μετά από όλα όσα είδαμε, θα πρέπει να γίνει αναφορά στο γεγονός ότι κατόπιν υπολογισμών υπάρχει σήμερα επάρκεια για 80 – 100 χρόνια, αλλά αυτό δεν είναι σταθερό αφού ανακαλύπτονται συνεχώς νέα κοιτάσματα.

1.9 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα Φ.Α.

Το Φ.Α. δεν είναι τοξικό, είναι φιλικό προς το περιβάλλον, η εισπνοή του δε δηλητηριάζει τον άνθρωπο. Επιπλέον είναι ελαφρύτερο από τον αέρα και αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό κυρίως όσον αφορά την ασφάλεια στη χρήση του. Σε περίπτωση διαρροής Φ.Α. στο χώρο (π.χ. αστοχία κάποιας σύνδεσης σωλήνων στο εσωτερικό δίκτυο διανομής) υπάρχει τάση διαφυγής από χαραμάδες παραθύρων ή άλλα ανοίγματα του χώρου προς το περιβάλλον και όχι συγκέντρωσης το χώρο. Έτσι δημιουργεί δύσκολα συνθήκες εκρηκτικού μίγματος σε αντίθεση με άλλα αέρια καύσιμα βαρύτερα ως προς τον αέρα όπως τα υγραέρια. Για να γίνονται εύκολα αντιληπτές οι διαρροές Φ.Α. του έχει προσδοθεί χαρακτηριστική οσμή με προσθήκη μερκαπτάνης. Κατά την καύση του επίσης, δεν παράγει αιθάλη, δίνει μικρότερες εκπομπές SO₂, CO και αιωρούμενων σωματιδίων.

Όπως όλα τα ορυκτά καύσιμα, έτσι και το Φ.Α. συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Κατά την τελευταία δεκαετία του 20^{ου} αιώνα, το Φ.Α. συνεισέφερε περίπου κατά 17% στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από ορυκτά καύσιμα.

Απ' όλα τα ορυκτά καύσιμα, το Φ.Α. έχει τη μικρότερη "ένταση άνθρακα", ενώ το κάρβουνο τη μεγαλύτερη. Κατά την καύση του εκπέμπει 43% λιγότερο CO₂ και 30% λιγότερο από το πετρέλαιο. Ο πίνακας 1.15 δείχνει τη σχετική συμβολή των διαφόρων ορυκτών καυσίμων στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, θεωρώντας ότι, όταν καίγονται παράγουν το ίδιο ενεργειακό αποτέλεσμα.

Καύσιμο	Ένταση άνθρακα
Φυσικό αέριο	1
Πετρέλαιο	1,38
Κάρβουνο	1,77

πιν.1.15

Ο πίνακας 1.16 μας δείχνει πόσα γραμμάρια αερίων ρύπων (CO₂, SO₂, CO, NO_x, HC) και σωματιδίων εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα κατά την καύση ενός τόνου από τα παρακάτω καύσιμα.

Καύσιμο	Έκπομπές αερίων ρύπων σε g/kg καυσίμου					
	CO ₂	SO ₂	CO	NO _x	HC	Σωματίδια
Μαζούτ Νο 1 (1500) Χαμηλού Θείου	3175	14	0,565	5,363	0,188	1,832
Μαζούτ Νο 1 (1500) Υψηλού Θείου	3109	70	0,553	5,251	0,184	1,832
Μαζούτ Νο 3 (3500) Χαμηλού Θείου	3175	14	0,565	5,363	0,188	1,832
Μαζούτ Νο 3 (3500) Υψηλού Θείου	3091	80	0,55	5,221	0,183	1,832
Ντίζελ	3142	6	0,572	2,384	0,191	0,286
Υγραέριο	3030	0	0,332	2,102	0,08	0,1
Φυσικό αέριο	2715	0	0,332	2,102	0,08	0,1

πιν.1.16 Ποσότητα αερίων ρύπων κατά την καύση διαφόρων καυσίμων.

Θα πρέπει να σημειώσουμε όμως, πως το Φ.Α. συμβάλλει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, όχι μόνο όταν καίγεται, αλλά και όταν διαρρέει από τους αγωγούς μεταφοράς. Ιδιαίτερα, όταν οι αγωγοί αυτοί είναι παλιοί, οι διαρροές μπορεί να είναι πολύ μεγάλες (έως και 10% της συνολικά μεταφερόμενης ποσότητας). Επειδή το Φ.Α. αποτελείται κυρίως από μεθάνιο, το οποίο είναι αέριο που επιβαρύνει την ατμόσφαιρα 20 φορές περισσότερο από το διοξείδιο του άνθρακα, η συνολική συμβολή του Φ.Α. στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι σημαντικά μεγάλη και σχεδόν πλησιάζει αυτήν του πετρελαίου.

ΕΙΔΟΣ ΚΑΥΣΙΜΟΥ	ΠΛΕΟΝΕΚΗΜΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
ΥΔΡΟΓΟΝΟ	Δεν εκπέμπει καυσαέρια → Δεν επιδεινώνει το φαινόμενο του Θερμοκηπίου.	Τεχνολογία που δεν έχει ακόμα τελειοποιηθεί ώστε να είναι συμφέρουσα.
ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ υπό πίεση	Επάρκεια αποθεμάτων - Χαμηλοί ρύποι - Στις πόλεις που περνά ο αγωγός ετοιμάζεται κάλο σύστημα διανομής - Φθινό.	Τα οχήματα πρέπει να έχουν πολύ μεγάλο ντεπόζιτο - Δεν γεμίζει "γρήγορα" - Αυτονομία από 100 έως 180 km.
ΑΙΘΑΝΟΛΗ	Άφθονα αποθέματα - Έχει 105 οκτάνια έναντι 95 της σούπερ - Εάν προστεθεί στη βενζίνη, μειώνει το CO.	Υψηλό κόστος - Το ντεπόζιτο θέλει συχνό γέμισμα.
ΜΕΘΑΝΟΛΗ	Έχει 105 οκτάνια έναντι 95 της σούπερ - Λιγότεροι ρύποι από την αιθανόλη.	Ακριβή - Διαβρώνει τον κινητήρα - Εκπέμπει φορμαλδεΐδη (αιωρούμενο καρκινογόνο)
ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ	Το ιδανικό καύσιμο - Αθόρυβος - Χωρίς κανένα ρύπο - Το όχημα έχει ροπή - Σχεδόν ώριμη τεχνολογία.	Ακριβοί συσσωρευτές - Η φόρτιση (γέμισμα συσσωρευτών) διαρκεί τουλάχιστον 5 ώρες.

πιν.1.17

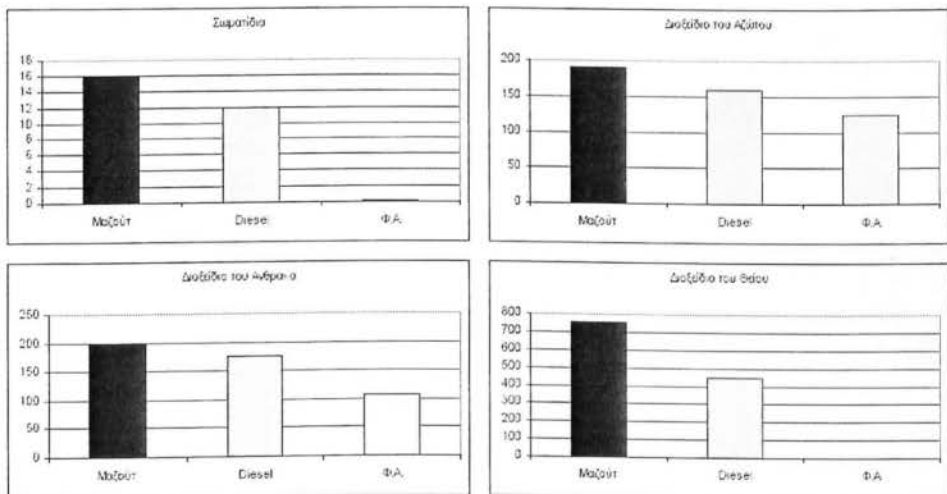
Πέρα από το ότι με τη χρησιμοποίηση του Φ.Α. πρόκειται να μειωθεί η εξάρτηση της χώρας μας από τα πετρελαϊκά καύσιμα (παραλαβή, ρύποι, έλλειψη, υψηλές εποχιακές τιμές λόγω του ότι η πλειοψηφία των καταναλωτών το χρησιμοποιεί για θέρμανση, κτλ.), προβλέπεται ακόμη σημαντική και συνεχόμενη μείωση του κόστους ενέργειας, ειδικότερα στον ηλεκτρισμό (όταν πρόκειται για ζεστό νερό και μαγείρεμα), ανώτερη ποιότητα στα αποτελέσματα της θέρμανσης, ταχύτερη απόδοση ζεστού νερού και μαγειρέματος, αυξημένος βαθμός απόδοσης κατά τη χρήση του, προσφέροντας μείωση της κατανάλωσης καυσίμου κατά 4 έως 10%.

Ακόμη με τη χρήση Φ.Α. η προμήθεια ενέργειας είναι συνεχόμενη, δεν υπάρχει περίπτωση διακοπής, δεν χρειάζονται αποθηκευτικοί χώροι. Ως αναφορά στον οικονομικό τομέα η πληρωμή γίνεται μετά την κατανάλωση και επίσης το κόστος αγοράς των οικιακών συσκευών είναι πολύ πιο μειωμένο (Σύμφωνα με τον Νόμο 2364/96 άρθρο 7, η δαπάνη για την αγορά και εγκατάσταση οικιακών συσκευών ή συστημάτων χρήσης Φ.Α. εκπίπτει κατά 75% του συνόλου της από το φορολογητέο εισόδημα των φυσικών προσώπων. Η ίδια πολιτική ισχύει και για τις κοινόχρηστες εγκαταστάσεις πολυκατοικιών πολλαπλής ιδιοκτησίας, αλλά και για τις βιοτεχνίες, βιομηχανίες και όλες τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις που επενδύουν στο Φ.Α.).

Επίσης με την αποτελεσματική διείσδυση του Φ.Α. στον οικιακό τομέα, χωρίς άλλο, θα δημιουργηθούν νέες θέσεις εργασίας τόσο στην κατασκευή των αγωγών, όσο και στην εγκατάστασή τους, η εγχώρια βιομηχανία του κλάδου λευκών συσκευών, χυτοσιδηρών, χαλύβδινων λεβήτων κλπ. θα αναπτυχθεί έτσι ώστε να καταστεί ανταγωνιστική στην ενιαία Ευρωπαϊκή αγορά. Θα παρατηρηθεί αποσυμφόρηση των δικτύων της ΔΕΗ. Σε μεγάλες πόλεις το ποσοστό ηλεκτρικής ενέργειας, που χρησιμοποιείται για καταναλωτικές ανάγκες σε περιόδους φόρτισης, είναι αρκετά υψηλό οπότε δημιουργούνται προβλήματα διακοπών και το σημαντικότερο για όλους μας είναι ότι θα μειωθεί η ατμοσφαιρική ρύπανση στα μεγάλα αστικά κέντρα (από την καύση του πετρελαίου θέρμανσης).

Πλεονεκτήματα χρήσης Φ.Α.-Περιβαλλοντικά

Θεαματική μείωση εκπομπών π.χ Παράδειγμα ΘΗΣ



εικ. 1.18

Το Φ.Α. θα βοηθήσει πάρα πολύ στο ατμοσφαιρικό πρόβλημα, συγκεκριμένα τα οικολογικά πλεονεκτήματα του είναι:

- καμιά διεργασία μετατροπής
- μεταφορά στην ξηρά μέσα στο έδαφος
- μη δηλητηριώδες για το έδαφος και τα ύδατα
- σχεδόν καθαρό από θείο
- καθαρό από οργανικά συνδεδεμένο άζωτο
- καθαρό από σκόνη
- καθαρό από βαρέα μέταλλα
- καύση χωρίς παραγωγή βλαβερών ουσιών
- καύση με σχετικά χαμηλή παραγωγή CO₂
- καύση χωρίς παραγωγή αιθάλης
- κανένα πρόβλημα επεξεργασίας καυσαερίων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΜΕΤΑΦΟΡΑ, ΔΙΑΝΟΜΗ, ΔΙΚΤΥΑ Φ.Α.

2.1 Γενικά

Το Φ.Α. όπως προαναφέρθηκε στο πρώτο κεφάλαιο, μεταφέρεται από περιοχή σε περιοχή υγροποιημένο με ειδικά δεξαμενόπλοια ή μέσω αγωγών. Παρακάτω αναλύονται οι τρόποι μεταφοράς του Φ.Α.

2.2.1 Διακίνηση υγροποιημένου Φ.Α. (L.N.G)

Από το 1959 έχει ξεκινήσει η προσπάθεια αμερικανικών, αγγλικών και γαλλικών επιχειρήσεων για την υγροποίηση του Φ.Α. και από το 1964 άρχισε συστηματικά η μεταφορά του με μεγάλα πλοία. Έτσι αρχίζουν να αναπτύσσονται γραμμές μόνιμης μεταφοράς L.N.G. (από Αλγερία προς Μ. Βρετανία, Γαλλία, Η.Π.Α., από Λιβύη προς Ιταλία και Brunei κ.α.)

Το παραγόμενο στην πηγή Φ.Α. μεταφέρεται υπό πίεση στο λιμάνι φορτώσεως, όπου ψύχεται στη θερμοκρασία υγροποίησης του, στους -160°C . Για το μεθάνιο π.χ. είναι $-161,5^{\circ}\text{C}$ και ο όγκος του υγρού προς το αέριο είναι 1/587. Το L.N.G. αποθηκεύεται υπό ατμοσφαιρική πίεση στις δεξαμενές φορτώσεως. Από εκεί φορτώνεται στα πλοία, που χρησιμοποιούν για την κίνηση τους το αεριοποιούμενο L.N.G. και το μεταφέρουν στις δεξαμενές του παραλήπτη. Φυσικά όλο το σύστημα είναι ισχυρότατα μονωμένο, έτσι ώστε η αυτόματη αεριοποίηση του L.N.G. να είναι της τάξεως 0,25%ανά εικοσιτετράωρο.

Όσο εξελίσσονται τα πλοία μεταφοράς L.N.G. αυξάνεται η χωρητικότητα τους και οι μεταφερόμενες ποσότητες και άρα και η αύξηση του ελάχιστου οικονομικού όγκου διακίνησης και του ελάχιστου οικονομικού μεγέθους του σταθμού παραλαβής. Η ελαχιστοποίηση του κόστους του όλου εγχειρήματος οδήγησε σε περιορισμό των χρόνων φορτώσεως και εκφορτώσεως μέχρι και μιας μέρας.

Το έργο του L.N.G. περιλαμβάνει τις εγκαταστάσεις υποδοχής, αποθήκευσης και αεριοποίησης του L.N.G. Δηλαδή:

1. Ειδικές λιμενικές εγκαταστάσεις για την εκφόρτωση του L.N.G. από ειδικά κατασκευασμένα δεξαμενόπλοια.
2. Σύστημα εκφόρτωσης για 2 αφίξεις το μήνα.
3. Δύο δεξαμενές αποθήκευσης χωρητικότητας 60.000 κυβικών μέτρων η κάθε μια που είναι υπόγειες μέχρι το ύψος πλήρωσης τους με L.N.G.
4. Συμπιεστές και εμβαπτιζόμενες αντλίες
5. Συγκρότημα αεριοποιητών L.N.G. δηλαδή εναλλάκτες θαλασσινού νερού, αεριοποιητές καύσης και ρευστού.
6. Μονάδα παραγωγής αζώτου που μαζί με το νερό χρησιμεύει για την αντιμετώπιση έκτακτων αναγκών. Σε περίπτωση διαρροών, υπάρχουν κλειστοί σκυροδεμένοι τάφροι και σε επιλεγμένες θέσεις ανιχνευτές χαμηλής θερμοκρασίας.

7. Μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (αεριοστρόβιλων) για την ενεργειακή αυτονομία των εγκαταστάσεων.
8. Σύστημα πυρσού απαερίων με πυρσούς εδάφους
9. Σύστημα πυροπροστασίας.
10. Βοηθητικές παροχές.

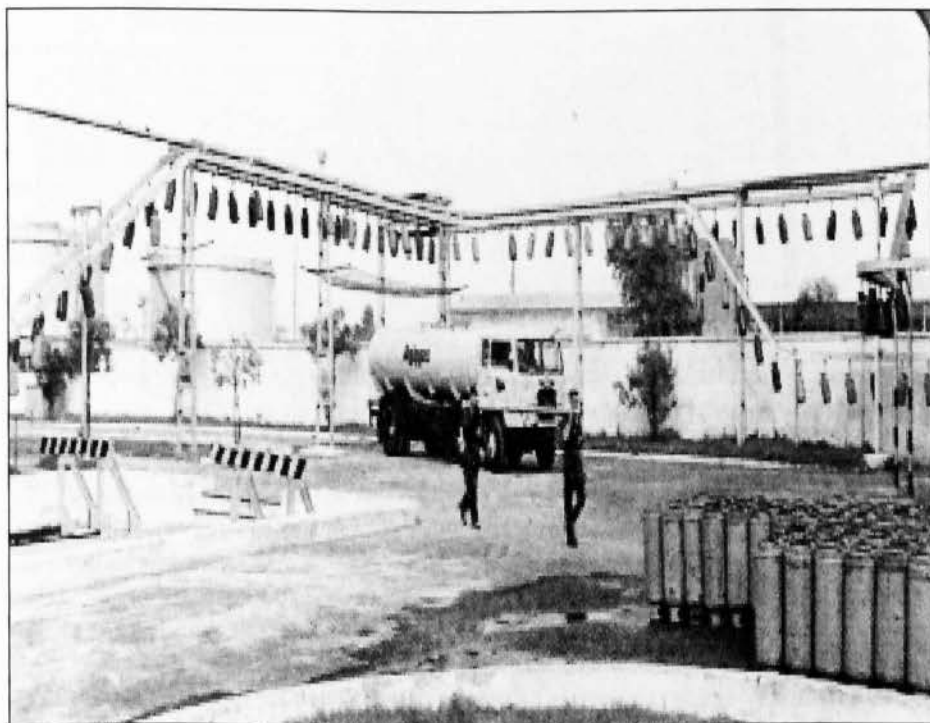
Η νήσος Ρεβυθούσα συνδέεται με την Αττική με δύο ανεξάρτητους υποθαλάσσιους αγωγούς διαμέτρου 24'' για λόγους αξιοπιστίας, συντήρησης και επιθεώρησης. Από εκεί αγωγός μήκους περίπου 30 km συνδέει το σταθμό με τον κυρίως αγωγό.

Το L.N.G. ακολουθεί μια συγκεκριμένη επεξεργασία από τη μονάδα υγροποίησης με στόχο να απομακρύνονται από αυτό τα στερεά σωματίδια, το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό, στοιχεία που κατά πάσα πιθανότητα θα δημιουργούσαν πρόβλημα στη λειτουργία.

Η μεταφορά του L.N.G. γίνεται με το ειδικά κατασκευασμένο κρυογενικό πλοίο Century που ναυλώθηκε για 8 χρόνια από τις αρχές του 1998. Μεταφέρει Φ.Α., αιθυλένιο, αιθάνιο και υγραέριο μέσα σε 8 μέρες από την Αλγερία.

Το συγκεκριμένο πλοίο διαθέτει 4 σφαιρικές δεξαμενές αλουμινίου χωρητικότητας 29500 m³ L.N.G. Αυτή η ποσότητα μέσα σε ένα 24ώρο διοχετεύεται σε μία από τις 2 δεξαμενές του σταθμού.

Η πρώτη παραλαβή L.N.G. έγινε την 20.11.1999. Το αέριο της Αλγερίας που κοστίζει περισσότερο από αυτό της Ρωσίας αξιοποιήθηκε κυρίως για τον εμπλουτισμό των ήδη υπάρχοντων ποσοτήτων του αερίου και τη διασφάλιση της πτώσης πίεσης που είναι σύνηθες φαινόμενο κατά τους χειμερινούς μήνες.

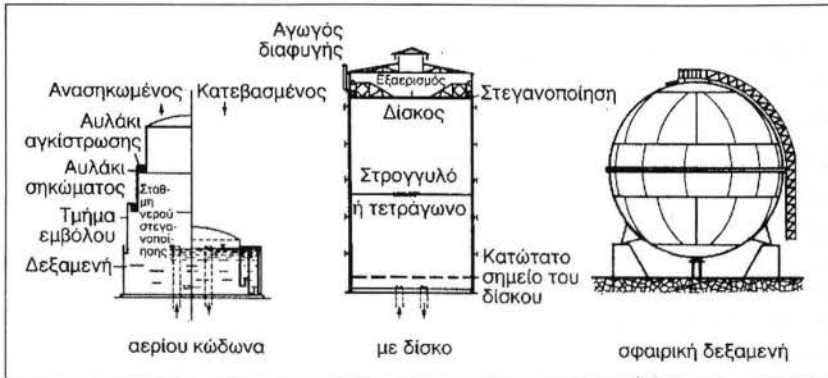


εικ.2.1 Σταθμός εμφιάλωσης αερίου.

2.2.2 Δεξαμενές αερίων καυσίμων

Όπως αναφέραμε στα πλεονεκτήματα του Φ.Α., οι καταναλωτές του Φ.Α. δε διαθέτουν δεξαμενή για την αποθήκευση του. Οι δεξαμενές αποθήκευσης μεγάλων χωρητικότητας Φ.Α. είναι απαραίτητες αφού η κατανάλωση του, όπως άλλωστε και της ηλεκτρικής ενέργειας δεν είναι σταθερή, κατά τη διάρκεια τόσο της ημέρας αλλά και των εποχών του έτους και με τη βοήθεια αυτών θα πρέπει να καλύπτεται η ζήτηση κατά τις ώρες αιχμής, καθώς επίσης και να διευκολύνεται η συνεχής μεταφορά του αερίου, το οποίο έρχεται από τον τόπο παραγωγής του.

Η αποθήκευση του Φ.Α. μπορεί να γίνει σε διαφόρων τύπων δεξαμενές αερίων, όπως σε δεξαμενές αερίου κώδωνα, δεξαμενές με δίσκο και σφαιρικές δεξαμενές.



εικ.2.2 Είδη δεξαμενών Φ.Α.

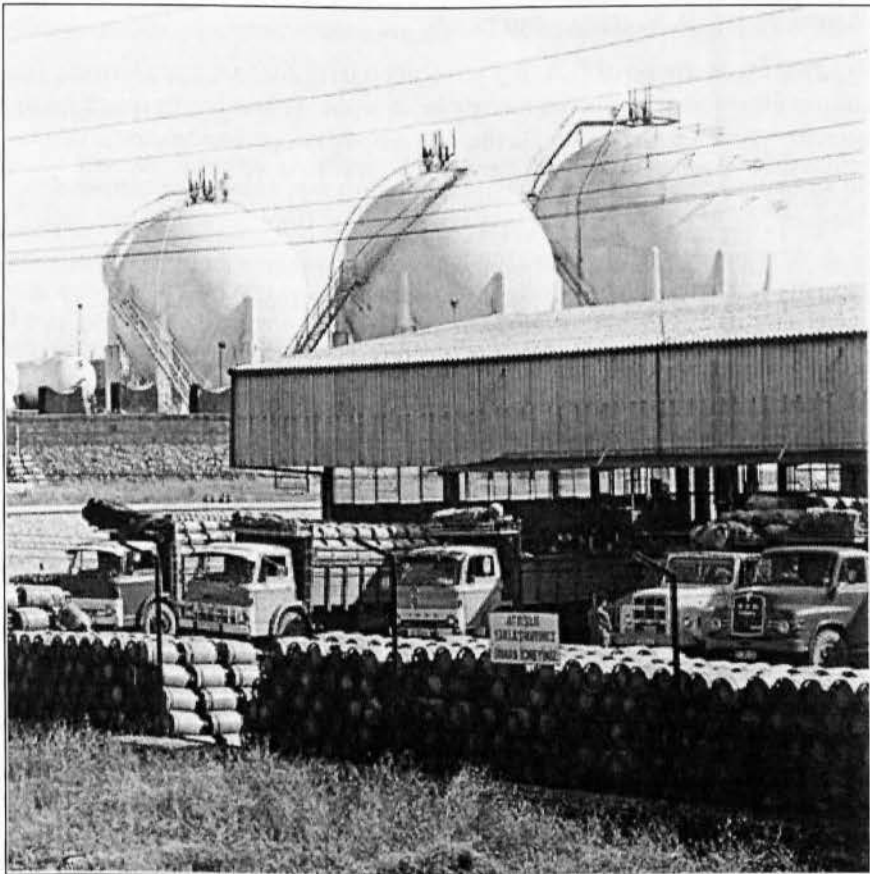
Επειδή το Φ.Α. μεταφέρεται από πολύ μακριά, καθίσταται αναγκαία η αποθήκευση του σε σφαιρικές δεξαμενές με πίεση μεγαλύτερη των 1000 mbar. Η πίεση στις σφαιρικές δεξαμενές μπορεί να φθάσει στην τιμή των 20 bar. Επίσης, λόγω της μεγάλης απόστασης μεταφοράς του Φ.Α., οι ίδιοι οι αγωγοί μεταφοράς αποτελούν ένα μεγάλο αποθηκευτικό χώρο λόγω του γεγονότος ότι στους αγωγούς μεταφοράς το Φ.Α. βρίσκεται σε πολύ μεγάλη πίεση, περίπου 80 bar. Άρα, όταν το αέριο αυτό πίεσης 80 bar εκτονωθεί σε πιέσεις π.χ. 20 bar και το μήκος των αγωγών μεταφοράς είναι π.χ. 1000 Km και η διάμετρος των είναι 1 m, τότε μπορεί το αέριο αυτό να παράξει 30.000.000 m³ Φ.Α., το οποίο μπορεί να ικανοποιήσει τις ανάγκες ενέργειας μιας πόλης 200.000 κατοίκων για ένα χρόνο.

Οι δεξαμενές αυτές συνήθως κατασκευάζονται από στρώματα πετρωμάτων που έχουν τη δυνατότητα της απορρόφησης του αερίου.

Τα συμπιεσμένα και υγροποιημένα αέρια αποθηκεύονται και μεταφέρονται μέσα σε κυλινδρικές δεξαμενές, χαλύβδινες ή από ελαφρά κράματα με πίεση λειτουργίας 17.5bar. Κάθε τέτοια δεξαμενή έχει μια βαλβίδα για τη ρύθμιση της πίεσης και ένα «μειωτήρα» που επιτρέπει τη χρησιμοποίηση του αερίου σε χαμηλή πίεση. Συνήθως οι δεξαμενές αυτές αντέχουν σε 300 περίπου ατμόσφαιρες, έχουν μέγιστο ύψος 2 μ. και χωρητικότητα 80 λίτρων, ποτέ όμως δεν πρέπει να γεμίζονται εντελώς. Οι δεξαμενές του αερίων καυσίμων τοποθετούνται είτε σε ακάλυπτους χώρους πάνω στο έδαφος, είτε σε υπόγειους. Η θέση των δεξαμενών αυτών και οι αποστάσεις τους από κατοικημένες περιοχές, καθορίζονται από συγκεκριμένους κανονισμούς, για λόγους ασφαλείας.

Οι δεξαμενές που βρίσκονται σε υπέργειους χώρους, τοποθετούνται πάνω σε οριζόντια βάση από οπλισμένο σκυρόδεμα, αφού ληφθεί υπόψη η αντοχή του εδάφους και το βάρος της δεξαμενής, σαν να είναι γεμάτη με νερό. Οι δεξαμενές αερίων καυσίμων πακτώνονται στο έδαφος από την μία πλευρά όπου είναι και η λήψη του αερίου, ενώ από την άλλη πλευρά αφήνεται ελεύθερη να ολισθαίνει, σε περίπτωση συστολών – διαστολών του κυλινδρικού τους σώματος, χωρίς βέβαια να δημιουργείται πρόβλημα στις σωληνώσεις του δικτύου.

Οι υπόγειες δεξαμενές τοποθετούνται μέσα σε τάφρο με πλευρικά τοιχία και δάπεδο με οπλισμένο σκυρόδεμα. Με την τοποθέτησή τους συνήθως εγκαθίσταται και σύστημα εφύγρανσης για να ψύχεται το αέριο στις θερμές εποχές, για λόγους ασφαλείας.



εικ.2.3

Δεξαμενές Φ.Α., που βρίσκονται στη βιομηχανική περιοχή της Σμύρνης στην Τουρκία. Τα αέρια αυτά εκτός από την τοπική βιομηχανία διοχετεύονται και σε στρατιωτικές εγκαταστάσεις της περιοχής.

Για την υγροποίηση ή τη συμπύεση ενός αερίου χρησιμοποιούνται ποικίλα μηχανήματα, ανάλογα με το αέριο. Τα μηχανήματα αυτά είναι αρκετά πολύπλοκα και εφοδιασμένα πάντοτε με όργανα ασφαλείας, ελέγχου και ρύθμισης. Για την υγροποίηση των αερίων πρέπει να παίρνονται υπόψη η κρίσιμη θερμοκρασία και η κρίσιμη πίεση.

Οι δεξαμενές μας στη Ρεβυθούσα είναι από σκυρόδεμα, με έδραση βάθους 26m, σε εκσκαφή

διαμέτρου 77m. Ο πυθμένας εδράζεται σε ειδικές χαλύβδινες κατασκευές ύψους 2m με φράγμα υδρατμών και ειδική μόνωση. Μέσα στις δεξαμενές του σταθμού κυκλοφορεί άζωτο για την αποφυγή ανάφλεξης του L.N.G. Η θολωτή οροφή τους έχει εσωτερική μεταλλική επένδυση κρεμασμένη με αναρτήρες. Το L.N.G. προσάγεται με τη βοήθεια αντλιών τοποθετημένων στην οροφή. Οι δεξαμενές διαπερνώνται στο πάνω μέρος από σωλήνες, καθώς υπάρχει στην πλευρά της δεξαμενής μόνιμη στήριξη των σωλήνων.

Εξωτερικά, υπάρχει σύστημα πυρόσβεσης με ψεκαστήρες και στον πυθμένα εκσκαφής υπάρχει σύστημα απαγωγής των ομβρίων υδάτων. Η στήριξη των δεξαμενών έχει γίνει σε χαλύβδινους στύλους με έδρανα πλήρως απομονωμένα από το μετόν.

2.3 Διακίνηση Φ.Α. μέσω δικτύων

Το μεγαλύτερο ποσοστό Φ.Α. όχι μόνο μέσα στις ίδιες τις παραγωγικές χώρες, αλλά και παγκόσμια διακινείται με δίκτυα πιεστικών αγωγών. Η διακίνηση του Φ.Α. με πιεστικά δίκτυα επιτυγχάνεται με επίγεια δίκτυα μεταφοράς και με υποθαλάσσια.

Για τα υποθαλάσσια δίκτυα να αναφέρουμε ότι ένα πολύ μεγάλο ποσοστό των αναγκών της Ευρώπης σε Φ.Α. καλύπτεται από τις πηγές της Βόρειας θάλασσας, δηλαδή η μεταφορά του Φ.Α. στις χώρες της Ευρώπης γίνεται κυρίως με υποθαλάσσιους πιεστικούς αγωγούς. Στις σημερινές κατασκευές το βάθος του αγωγού φτάνει τα 600m, ενώ η νέα γραμμή τροφοδότησης από Αλμέρια για Ισπανία και Γαλλία πρόκειται να φτάσει τα 1500m.

Για τα επίγεια δίκτυα μεταφοράς είναι γνωστό ότι η αύξηση της δυνατότητας παροχής επιδιώκεται με αύξηση των πιέσεων. Οι σύγχρονες γραμμές μεταφοράς λειτουργούν με πίεση έως και 80 bar με τάση αυξήσεως στο προσεχές μέλλον στα 120 bar. Στον πίνακα 2.4 δίνονται στοιχεία για την εξέλιξη των δικτύων μεταφοράς.

	1910	1929	1965	1980	ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΕΛΛΟΝ
Πίεση λειτουργίας, bar	2	20	67,5	80	120
Μέγιστη διάμετρος, mm	400	500	900	1420	1620
Δυνατότητες μεταφοράς, ετησίως $10^9 \text{ m}^3/\text{a}$	80	650	8300	26000	52000
Μέγιστο μεταφοράς, MW	110	890	11400	35750	71500
Ποσοστό καταναλισκόμενου αερίου για τη συμπίεση ανά 100 km, %	8,1	5,2	2,4	1,8	1,4

πιν. 2.4 Εξέλιξη δικτύων μεταφοράς Φ.Α.

Τα υπάρχοντα σήμερα επίγεια δίκτυα υπερβαίνουν τα $1 \cdot 10^6$ km αγωγών. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει στη Δυτική Ευρώπη η γραμμή μεταφοράς του ρώσικου αερίου της Σιβηρίας μήκους 14.000 km. Οι διακινούμενες ποσότητες φτάνουν τα $65 \cdot 10^9$ m³/a.

2.4 Διαχωρισμός δικτύου βάση υλικού αγωγών

Στα υπάρχοντα δίκτυα, οι αγωγοί δεν είναι κατασκευασμένοι από ένα κοινό υλικό. Υπάρχουν τα χαλύβδινα δίκτυα και τα πλαστικά.

Το πρώτο στάδιο της όλης διαδικασίας σχεδίασεως και κατασκευής ενός δικτύου είναι η επιλογή των εδαφών που θα περάσει ο αγωγός και ίσως και μια πρώτη επιμέτρηση. Υπάρχουν περιπτώσεις στις οποίες όπως είναι λογικό ο αγωγός διασχίζει δρόμους, σιδηροδρομικές γραμμές, αυλάκια μεταφοράς νερού κ.α. όπου κρίνεται απαραίτητη η ύπαρξη σχεδίων κατόψεων καθώς επίσης και σχέδια κατακόρυφων τομών καθέτων και κατά μήκος.

2.4.1 Χαλύβδινα δίκτυα

Χαλύβδινοι σωλήνες χρησιμοποιούνται για κατασκευή δικτύων και για διανομή Φ.Α. από 4 bar και άνω. Οι σωλήνες αυτοί είναι κατασκευασμένοι από χάλυβες. Οι χάλυβες που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία σωλήνων δικτύων Φ.Α. είναι οι εξής: St 34.7, St 38.7, St 43.7, St 47.7 και St 53.7. Δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιηθούν χάλυβες άλλου είδους για τη συγκεκριμένη χρήση. Αυτοί οι σωλήνες κατασκευάζονται είτε με ραφή είτε χωρίς ραφή.

Για την τοποθέτηση των χαλύβδινων αγωγών ισχύουν κάποιες διατάξεις. Μία από αυτές είναι ότι θα πρέπει να ανοίγεται χαντάκι με πλάτος 0,7m όταν πρόκειται για βάθος εκσκαφής έως και 1,75m. Από 1,75m και πάνω το πλάτος θα είναι 0,8m και ανάλογο προς τη διάμετρο του τοποθετημένου σωλήνα. Αντίστοιχη είναι η ελάχιστη επικάλυψη που σε κάθε περίπτωση δεν μπορεί να είναι μικρότερη από 0,8m έως 1,00m. Θα πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην έδραση του σωλήνα. Σε χώρες όπου τα εδάφη είναι πετρώδη συνίσταται πριν της εδράσεως του σωλήνα στρώση άμμου πάχους 15cm, και μετά την τοποθέτηση του ξανά άμμος για το γέμισμα του χαντακιού έως το σημείο που θα καλυφθεί τελείως ο σωλήνας και δεν θα φαίνεται. Έπειτα, και για 30cm το χαντάκι γεμίζεται με χώμα και πάνω από αυτά τα 30cm τοποθετούνται ειδικές πλάκες του Φ.Α. και πάνω από αυτές πλαστικό δίχτυ. Κάθε εταιρεία που έχει υπόγειους αγωγούς χρησιμοποιεί κατά την τοποθέτηση αυτών δίχτυ συγκεκριμένου χρώματος. Οι αγωγοί αερίου έχουν δίχτυ κίτρινου χρώματος.

Korrosion ονομάζονται οι προσβολές των χαλύβδινων σωλήνων από χημικά ή ηλεκτροχημικά αίτια. Οι σωλήνες που έχουν τοποθετηθεί στο έδαφος πρέπει να προφυλάσσονται από korrosion με παθητική και ενεργητική προστασία. Η παθητική προστασία είναι μεν επιτυχής αλλά λόγω του μεγάλου χρόνου ζωής των σωληνώσεων μπορεί να υποστούν σε κάποια σημεία μικρές βλάβες που ίσως επιτρέψουν τη δημιουργία ακόμη και σπών. Με τον όρο ενεργητική προστασία εννοούμε την αντιπαράθεση προς τα ρεύματα που προκαλούν την korrosion, συνεχούς ρεύματος ισχυρότερου αυτών το οποίο δίδεται με την βοήθεια γαλβανικών ανόδων ή με τη βοήθεια εξωτερικής πηγής. Βέβαια, η πιο σίγουρη λύση είναι η τοποθέτηση πλαστικών αγωγών που αναλύονται παρακάτω γιατί έχουν πολλά πλεονεκτήματα.

Οι συνδέσεις χαλύβδινων σωλήνων γίνονται κυρίως με συγκόλληση για όλες τις θέσεις και με τις εξής μεθόδους:

- E = συγκολλήσεις ηλεκτρικού τόξου
- G = συγκολλήσεις αερίου (αυτογενείς)

- SG = συγκολλήσεις με προστατευτικό αέριο
 - WIG = συγκολλήσεις με ηλεκτρόδια βολφραμίου και προστατευτική ουδέτερη ατμόσφαιρα
 - MIG = συγκολλήσεις με μεταλλικά ηλεκτρόδια και προστατευτική ουδέτερη ατμόσφαιρα.
- Πραγματοποιούνται επίσης συγκολλήσεις σωλήνων με μούφες, με φλάντζες κ.λ.π.

2.4.2.1 Πλαστικά δίκτυα

Τα πλαστικά δίκτυα είναι φτιαγμένα από πολυβινυλχλωρίδιο (PVC) και πολυαιθυλένιο (PE). Η χρησιμοποίηση σωλήνων και εξαρτημάτων αυτών των υλικών τις περισσότερες φορές γίνεται για πιέσεις διανομής έως και 4 bar, λόγω χαμηλού κόστους, οι σωλήνες όμως είναι δοκιμασμένοι στα 10 bar, πίεση για την οποία έχουν τυποποιηθεί τα πάχη. Όπως είπαμε και το PVC και το PE αντέχουν στην κορρίση και είναι κακοί αγωγοί του ηλεκτρισμού. Βασικό τους μειονέκτημα είναι ότι είναι ευπαθή στις τάσεις που αναπτύσσονται στο υλικό από τις μεταβολές της θερμοκρασίας και σε τάσεις που αναπτύσσονται λόγω μηχανικών φορτίσεων και γενικώς σε αίτια που προκαλούν γήρας στο υλικό. Εντύπωση προκαλεί το γεγονός ότι παρατηρείται αύξηση 15 cm στα 100 m μήκος για διαφορά θερμοκρασίας 10 °C σε βάθος ενός μέτρου. Έτσι τα υλικά αυτά δεν είναι τα ιδανικά για χρήση σε υπέργεια τμήματα αγωγών.



εικ.2.5 Δίκτυο μεταφοράς Φ.Α.

	DN	50	80	100	125	150	200	250	300
PVC σκληρό (10 bar)	d _a	63	90	110	140	160	225	280	355
	s	3	4.3	5,3	6.7	7.7	10.8	13.4	16.9

PE σκληρό (10 bar)	d_a	63	90	110	140	160	225	280	355
	s	5.8	8.2	10.0	12.8	14.6	20.5	25.5	32.3

πιν. 2.6 Στοιχεία για πλαστικούς σωλήνες, εξωτ. διάμετρος d_a και πάχος s σε m
Ακολουθούν τα κύρια και κάποια δευτερεύοντα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχουν οι σωλήνες:

- η μέση πυκνότητα
- ο συντελεστής διαστολής
- η θερμική αγωγιμότητα
- το μέτρο ελαστικότητας
- η ηλεκτρική αντίσταση
- η τάση θραύσεως
- η μήκυνση θραύσεως
- το όριο ροής
- η αντοχή ρηγματώσεως
- η παραμόρφωση ρηγματώσεως
- η αντοχή σε κρουστική κάμψη
- η οριακή τάση κάμψεως
- η σκληρότητα "D"
- η αντοχή σε εσωτερική πίεση διάρκειας

Αυτά που απαιτούνται από τους πλαστικούς σωλήνες που θα χρησιμοποιηθούν σε δίκτυα Φ.Α. είναι τα παρακάτω:

- Να έχουν αντοχή σε εσωτερική πίεση για μακρόχρονες καταπονήσεις ανάλογα με την θερμοκρασιακή περιοχή λειτουργία (πχ. στην Ελλάδα $t = 20\text{ C}^0$)
- Να έχουν αντοχή σε κρουστική κάμψη
- Να έχουν αντοχή σε ρηγμάτωση, όταν βρίσκονται υπό τάση, ιδιαίτερα υπό την επίδραση υλικών, που μπορεί να βρεθούν στο περιβάλλον τους
- Να μη επιτρέπουν το πέρασμα μέσα τους νερού ή οξυγόνου
- Να μπορούν να κολληθούν με ασφάλεια ή να συγκολληθούν αυτογενών όταν κρίνεται απαραίτητο.

Πριν αρχίσει η κατασκευή των σωλήνων πρέπει να υπάρχουν επίσημα πιστοποιητικά για την πρώτη ύλη που να αφορούν:

- στην σύνθεσή τους
- στην ονομαστική της πυκνότητα
- στο όριο ροής
- στην τάση θραύσεως
- στις αντίστοιχες μήκυνσεις

Συνίσταται οι σωλήνες να φέρουν σε δύο αντιμετρικές γενέτειρες τους αναγεγραμμένα τα εξής:

- την εταιρεία διανομής
- το ρευστό που διαρρέει μέσα σε αυτούς
- το υλικό κατασκευής τους
- την εξωτερική τους διάμετρο
- το πάχος τοιχώματος
- την ονομαστική πίεση
- τον κατασκευαστή και
- τον χρόνο παραγωγής

Το πολυαιθυλένιο το συναντάμε πολύ συχνότερα από το πολυβινυλχλωρίδιο. Είναι ένα θερμοπλαστικό υλικό, άριστο μονωτικό, έχει συντελεστή γραμμικής διαστολής δεκαπλάσιο του χάλυβα, είναι πολύ αδρανές και προσβάλλεται από την ποτάσα.

Όπως αναφέρθηκε στο πρώτο κεφάλαιο το Φ.Α. είναι άοσμο, γεγονός που κάνει ιδιαίτερα δύσκολα αντιληπτή τυχόν υπάρχουσα διαφυγή. Οι κανονισμοί των βιομηχανικών ανεπτυγμένων χωρών επιβάλλουν την πρόσδοση οσμής με πρόσμιξη μερκαπτάνης ώστε να προσδιορίζεται ευκολότερα κάθε τυχόν διαφυγή. Οι σωλήνες του PE δεν προσβάλλονται από την μερκαπτάνη

Το PE είναι υλικό ελαφρύ και εύρηστο, χωρίς κάδμιο, κίτρινου χρώματος για λόγους ασφάλειας. Κατασκευάζεται τυποποιημένο σε κουλούρες. Οι σωλήνες καλύπτονται με μαύρο φιλμ PE για καλύτερη μεταφορά και αποθήκευση. Δεν χρησιμοποιούνται ανακυκλούμενα πολυαιθυλένια σαν υλικά παραγωγής.

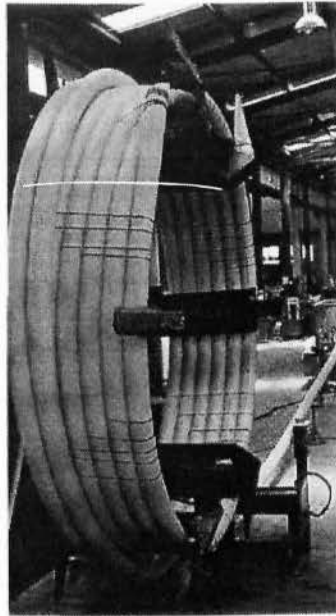
Οι τεχνικές τοποθέτησης είναι σύγχρονες και περιλαμβάνουν:

α. Τοποθέτηση με μηχανήμα σε στενό χαντάκι.

β. Εισχώρηση σε προϋπάρχοντα αγωγό χωρίς άνοιγμα χαντακιού (Relining).

Το relining είναι η νέα τεχνική επισκευής παλαιών αγωγών εισχωρώντας στο νέο αγωγό ο οποίος τραβιέται από το αντίθετο άκρο με αποτέλεσμα, μειώνοντας τη εσωτερική διάμετρο του αγωγού να έχουμε άμεση επισκευή από κόμβο σε κόμβο των σωλήνων του PE. Έτσι αποκαθίσταται η λειτουργία του παλαιού κατεστραμμένου αγωγού.

γ. Υπόγειο πέρασμα διασταυρώσεων και δρόμων χωρίς άνοιγμα χαντακιού.



εικ. 2.7 Συσκευασία PE

Το PE έχει ελαστικότητα σαν υλικό, οπότε έχουμε λιγότερες διαφυγές ενώνονται οι σωληνώσεις του με αυγογενή συγκόλληση, γίνεται διακοπή της ροής του αερίου σε οποιοδήποτε σημείο (Squeeze off) και υπάρχει η δυνατότητα αυτοματοποίησης της διαδικασίας της συγκόλλησης.

Γνωστές κατασκευαστικές εταιρείες είναι οι Vestolen, Marlex και BP.

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ de (1)	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ dm (2)		ΑΓΩΓΟΙ MDPE (3)					
			SDR 26 – PN SDR 17,6 – PN SDR 11 – PN 10 ΠΑΧΟΣ ΤΟΙΧΩΜΑΤΩΝ ev					
Mm	min mm	Max mm	min mm	max mm	min mm	max mm	min mm	Max mm
20	20.0	20.3					3.0	3.5
25	25.0	25.3					3.0	3.5
32	32.0	32.3					3.0	3.5
40	40.0	40.4			3.0	3.5	3.7	4.3
50	50.0	50.4			3.0	3.5	4.6	5.3
63*	63.0	63.4			3.8	4.4	5.8	6.6
75	75.0	75.5			4.5	5.2	6.8	7.7
90	90.0	90.6			5.4	6.2	8.2	9.3
110*	110.0	110.6			6.6	7.5	10.0	11.2
125	125.0	125.6	4.8	5.5	7.4	8.4	11.4	12.8
140	140.0	141.3	5.4	6.2	8.3	9.4	12.7	14.2

160	160.0	161.5	6.2	7.1	9.5	10.7	14.6	16.3
180	180.0	181.7	6.9					
200	200.0	201.8	7.7	8.7	10.7	12.0	16.4	18.3
225	225.0	227.1	8.6	9.7	13.4	15.0	20.5	22.8
250	250.0	252.3	9.6	10.8	14.8	16.5	22.7	25.2
280	280.0	282.6	10.7	12.0	16.6	18.5	25.4	28.2
315	315.0	317.9	12.1	13.5	18.7	20.8		
(1) = η min ονομαστική εξωτερική διάμετρος (2) = περιοχή εξωτερικής διαμέτρου (3) = SDR = Standard Dimension Ratio de/l								
Κατηγορία PE Κατά ISO 4065			S – 12.5		S - 8		S - 5	
Σε περίπτωση που οι αγωγοί PE βρίσκονται σε κουλούρες, τότε η εσωτερική διάμετρος ισούται με την ονομαστική διάμετρο x 20 φορές. *Φ.63 ελάχιστη εσωτ. διάμετρος 1.26 μ. *Φ.110 ελάχιστη εσωτ. Διάμετρος 2.20 μ.								

πιν.2.8 εξωτερικές διαμέτροι και πάχος τοιχωμάτων για σωλήνες PE

SDR= εξωτερική διάμετρος αγωγού/πάχος τοιχώματος.

Εάν κατά τη διαδρομή του PE ακολουθεί καμπύλη πορεία, η ακτίνα καμπυλότητας είναι 30 φορές η εξωτερική διάμετρος του αγωγού. Καθώς κρίνεται απαραίτητη η οριζοντίωση του αγωγού, για να αποφεύγονται οι σιφωνισμοί.

Οι διαμέτροι των σωλήνων PE για P = 4 bar που τοποθετούνται είναι Φ 40, 63, 90, 125, 160 mm και σπανιότερα Φ = 225 mm.

ΙΔΙΟΤΗΤΑ		ΜΟΝΑΔΕΣ
Πυκνότητα	MDPE PE80 0.93 –0.94	gr/cm ³
Μέτρο ελαστικότητας 230 °C	1000	MPa
Συντελεστής γραμμικής διαστολής	2*10 ⁻⁴	m/m °K
Θερμική αγωγιμότητα	0,38	W/m °K
Δείκτης ροής Τήγματος (MFI) 1900C/50N	0,35	gr/10 min

πιν. 2.9 φυσικές ιδιότητες του PE

Οι αγωγοί του PE συνδέονται μεταξύ τους με ηλεκτρότηξη - Electrofusion.

Χρησιμοποιείται μούφα με ενσωματωμένο αγωγίμο υλικό, μέσω του οποίου προσδίδεται ηλεκτρική ενέργεια. Έτσι εξασφαλίζονται οι θερμοκρασίες που απαιτούνται για την συγκόλληση.

Κατ' αυτό το τρόπο γίνεται η ηλεκτροσύντηξη του PE για διαμέτρους Φ32 μέχρι Φ225. Τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται εκτός των αγωγών είναι φυσικά ίδιου υλικού, κατάλληλα για σύνδεση και αναλύονται παρακάτω.

Οι σωλήνες πολυαιθυλενίου συνδέονται μεταξύ τους με: α. Θερμική συγκόλληση και β. μηχανική σύνδεση χρησιμοποιώντας εξαρτήματα.

Υπάρχουν δύο μέθοδοι θερμικής συγκόλλησης του PE.

1. Μετωπική συγκόλληση (butt fusion welding) και
2. Ηλεκτροσυγκόλληση (electro fusion welding).

Οι σωλήνες / εξαρτήματα με το ίδιο πάχος τοιχώματος τοποθετούνται στις ειδικές σιαγόνες της μηχανής, ευθυγραμμισμένοι και με απόκλιση στο πάχος των τοιχωμάτων που να μην ξεπερνά τα 2mm (το 10%). Διαφορετικά αυξάνουμε την πίεση των σφικτήρων ή επαναπροσαρμόζουμε τους σωλήνες.

Τα άκρα των σωλήνων/εξαρτημάτων πλανίζονται με ειδικό εργαλείο πριν την κόλληση και καθαρίζονται με ασετόν. Η θερμαντική πλάκα καθαρίζεται, όταν είναι ζεστή, φυλάσσεται στην θήκη της. Αφού θέσουμε την θερμαντική πλάκα σε λειτουργία, απομακρύνουμε και πλησιάζουμε τα άκρα των σωλήνων μεταξύ τους. Λαμβάνουμε όπιν μας την ελάχιστη πίεση που απαιτείται για την έλξη του βάρους των σωλήνων που βρίσκονται στην πλευρά του κινητού μέρους των σφικτήρων, ώστε να πλησιάσουν μεταξύ τους οι σφικτήρες και την προσθέτουμε στην τιμή πίεσης που αναγράφετε στους πίνακες της θερμαντικής πλάκας.

2.4.2.2 Εργασίες κατασκευής του αγωγού

Γίνεται εκσκαφή βάθους που εξασφαλίζει κάλυψη αγωγού 1,10 μέτρα. Ο αγωγός μεταφέρεται και τοποθετείται κατά μήκος του χαντακιού. Στη συνέχεια ακολουθεί ηλεκτροσυγκόλληση, ραδιογράφηση, αμμοβολή και μόνωση.

Έχοντας γίνει η συγκόλληση διαστρώνεται ο πυθμένας με λεπτόκοκκη άμμο, διαβρέχεται, ελέγχεται η συνέχεια της μόνωσης και κατεβάζεται ο αγωγός με προσοχή.

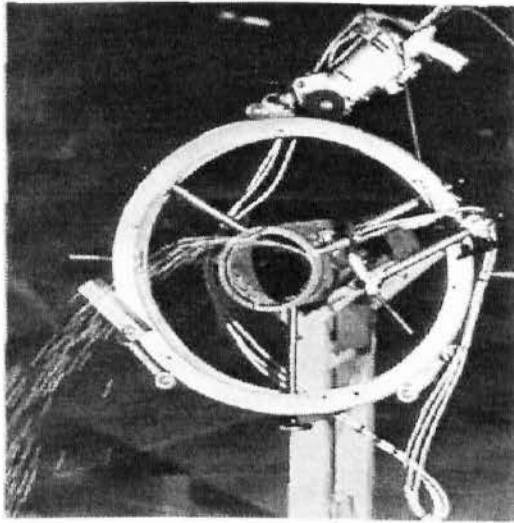
Ο αγωγός καλύπτεται με δύο στρώσεις των 15 cm που διαβρέχονται. Στην πρώτη στρώση τοποθετείται στα δεξιά του αγωγού τηλεφωνικό καλώδιο και στη δεύτερη κίτρινο πλέγμα επισήμανσης. Η επίχωση ολοκληρώνεται με στρώσεις των 25 cm, συμπυκνώνεται και αποκαθίσταται η ασφαλτόστρωση.

Κατά την συγκόλληση, ο ποιοτικός έλεγχος γίνεται με ακτίνες X ή λόγω ιδιαιτερότητας ενός τμήματος με ακτίνες γ. Αν δεν είναι εφικτό να γίνει ραδιογράφηση, ο έλεγχος γίνεται με υπέρηχους ή διεισδυτικά υγρά.

Όταν γίνει σφάλμα, ακολουθεί επιδιόρθωση, επαναραδιογράφηση και εφόσον πετύχει η επισκευή, η συγκόλληση απορρίπτεται.



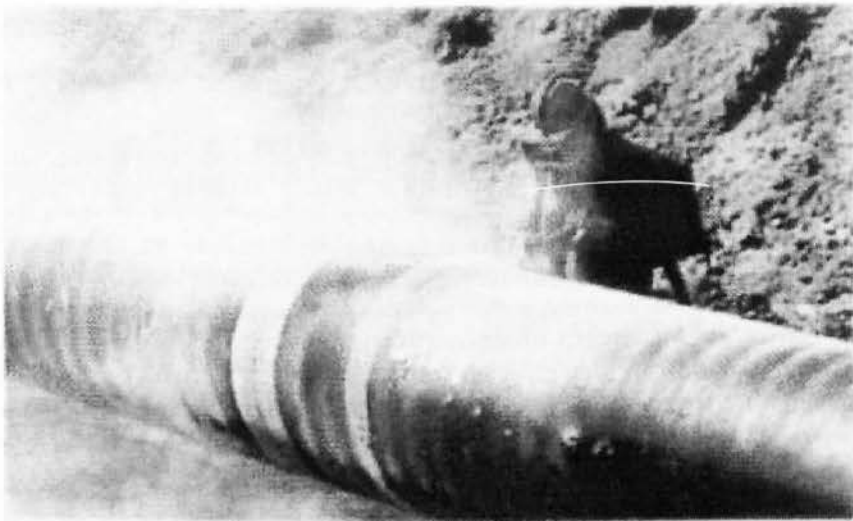
εικ.2.10 συγκόλληση αγωγού Φ.Α.



εικ.2.11 Φορητός κόφτης σωλήνα με κοπή κάθετη ή υπό κλίση

Ο χρόνος συγκόλλησης εξαρτάται από το πάχος των σωλήνων και τη διάμετρο τους, κυμαίνεται από 1 ώρα για 4" μέχρι και 3 ώρες για διάμετρο 14".

Μετά την κόλληση ακολουθεί αμμοβολή και μόνωση που ελέγχεται οπτικά γίνεται δοκιμή αν αποκολλάται. Τα ειδικά τεμάχια αμμοβολούνται και μονώνονται εξ ολοκλήρου.



εικ. 2.12 Αμμοβολή αγωγού

Η συγκόλληση των δικτύων εξασφαλίζει μεγαλύτερη ελαστικότητα στο σύστημα σε περιπτώσεις όπως οι σεισμοί.

Οι αγωγοί είναι πλήρως μονωμένοι εκτός της ευρύτερης περιοχής συγκόλλησης που είναι 10-15 cm.

Ο αγωγός μέσης πίεσης καθαρίζεται, ελέγχεται η εσωτερική καμπυλότητα για παραμόρφωση και γίνεται υδραυλική δοκιμή σε πίεση 28,5 bar επί μία ώρα για αντοχή και σε πίεση 22 bar επί 24 ώρες για διαρροή. Μετά τη δοκιμή καθαρίζεται με ειδικό ξέστρο, τοποθετούνται οι βάνες και οι μονωτικοί σύνδεσμοι.

Σε απόσταση 500 μέτρων μεταξύ τους τοποθετούνται σημεία μέτρησης της καθοδικής προστασίας του αγωγού όπως και υπέργειες πινακίδες κατά μήκος που δείχνουν τη θέση.

Στο δίκτυο εκτός των μονάδων μέτρησης της καθοδικής προστασίας, υπάρχουν οι καμπίνες ελέγχου και χειρισμού των ηλεκτροκίνητων βανών. Οι τύποι αποκοπής τοποθετούνται ανά 3 km με δύο εξαεριστικά στις πλευρές του μέσα σε φρεάτια ή μερικές θαμμένες και είναι σφαιρικές πλήρους διάτρησης τα δε άκρα τους είναι συγκολλητά (για αποφυγή διαρροών). Μετά την ολοκλήρωση των εργασιών ακολουθεί ξήρανση με άζωτο ή και με Φ.Α.

2.5 Διαχωρισμός δικτύου βάση πιέσεων

Το δίκτυο Φ.Α. χωρίζεται σε τρία μέρη:

- Το δίκτυο υψηλής πίεσης από 30 bar έως 70 bar. Ο κεντρικός αγωγός που ξεκινάει από το σημείο παραγωγής του Φ.Α. και διανύοντας εκατοντάδες χιλιόμετρα φτάνει μέχρι την αρχή των πόλεων καλείται κεντρικός αγωγός υψηλής πίεσης και μεταφέρει Φ.Α. σε αέρια φάση με πίεση.
- Το δίκτυο μέσης πίεσης από 4 bar έως 30 bar. Η διανομή του Φ.Α. στις πόλεις από τις οποίες διέρχεται ο κεντρικός αγωγός υψηλής πίεσης, γίνεται μέσω του περιφερειακού δικτύου διανομής Φ.Α. ή όπως αλλιώς λέγεται Δίκτυο Μέσης Πίεσης (19 bar).
- Και τέλος το δίκτυο χαμηλής πίεσης το οποίο είναι από 4 bar έως 23 mbar. Είναι το δίκτυο από το οποίο γίνεται η διανομή του Φ.Α. στους καταναλωτές. Για το λόγο αυτό λέγεται αλλιώς και δίκτυο διανομής πόλεων.

2.6 Διαχωρισμός δικτύου βάση σχήματος.

Ανάλογα με την περίπτωση και τις τοπικές συνθήκες διαμορφώνονται διάφορα είδη δικτύων, τα οποία είναι:

- α) Το ακτινωτό δίκτυο, που είναι φτηνότερο, όσον αφορά στο κόστος κατασκευής (επένδυση), που όμως έχει μικρές δυνατότητες ισχύος (διανομής αερίου) και την μικρότερη ασφάλεια τροφοδοτήσεως.
- β) Το κανονικά διακλαδιζόμενο δίκτυο (δενδροειδές), που αποτελείται από ένα κύριο αγωγό, από τον οποίο ξεκινούν δένδρα αγωγών διανομής. Πρόκειται για δίκτυο με μικρό επίσης κόστος κατασκευής, με μέσες δυνατότητες ισχύος και μέση ασφάλεια τροφοδοτήσεως. Το κύριο προσόν του δικτύου είναι ότι παρέχει την δυνατότητα διασυνδέσεως των κλάδων (σε περίπτωση ανάγκης τροφοδοτήσεως νέων καταναλωτών ή και μεγαλύτερων καταναλωτών) ή και τροφοδοτήσεως του κύριου αγωγού και από δεύτερη πηγή.
- γ) Το δακτυλιοειδές δίκτυο, που έχει μέσο κόστος κατασκευής, μεγάλη δυνατότητα ισχύος και ικανοποιητική ασφάλεια τροφοδοτήσεως.
- δ) Το δίκτυο κανονικού ιστού, που στοιχίζει πολύ σαν επένδυση, έχει μεγάλη δυνατότητα από άποψη ισχύος και κυρίως μεγάλη ασφάλεια τροφοδοτήσεως.
- ε) Το δίκτυο κανονικού ιστού, που τροφοδοτείται από βρόχο, που έχει πολύ υψηλό κόστος κατασκευής (υψηλή επένδυση), αλλά έχει πολύ μεγάλη δυνατότητα ισχύος και πολύ μεγάλη ασφάλεια λειτουργίας.

Αν δεχτούμε, ότι τα κύρια κριτήρια για την διαμόρφωση ενός δικτύου είναι το ύψος της επενδύσεως (να είναι μικρό) και η ασφάλεια της λειτουργίας (να είναι μεγάλη), τότε τα περισσότερα πλεονεκτήματα έχει το κανονικά διακλαδιζόμενο δίκτυο δηλαδή το δενδροειδές δίκτυο (β), που προκρίνεται στις περισσότερες περιπτώσεις.

2.7 Το ελληνικό δίκτυο μεταφοράς

Τα κύρια τμήματα του ελληνικού δικτύου μεταφοράς είναι:

- α. ο κεντρικός αγωγός μεταφοράς
- β. οι σταθμοί μέτρησης και μείωσης της πίεσης
- γ. οι κλάδοι προς τις άλλες πόλεις και τις βιομηχανικές περιοχές
- δ. ο σταθμός συμπίεσης
- ε. τα συστήματα ελέγχου, τηλεχειρισμού και τηλεπικοινωνιών
- στ. τα κτίρια συντήρησης
- ζ. οι σταθμοί καθοδικής προστασίας και
- η. ο τερματικός σταθμός παραλαβής L.N.G. (αναφορά έγινε στην αρχή του κεφαλαίου)

2.7.1 Ο κεντρικός αγωγός μεταφοράς

Ο κεντρικός αγωγός μεταφοράς αερίου υψηλής πίεσης (προδιαγραφών αντοχής P=70 bar) διαμέτρου 36'' και 30'' οδεύει έως την Αττική και προς την Ανατολική Μακεδονία και Θράκη από την περιοχή Καρπερή Σερρών έως την Καβάλα και έως την ΒΠΠΕ της Κομοτηνής ώστε να τροφοδοτείται η βιομηχανία φωσφορικών λιπασμάτων και η νέα μονάδα της ΔΕΗ. Στο σύστημα υψηλής πίεσης συμπεριλαμβάνονται 2 αγωγοί της Θεσσαλονίκης για την ΕΚΟ, τη μονάδα αμμωνίας και τα αζωτούχα λιπάσματα, ο αγωγός προς το Βόλο και την Αττική με ένα κλάδο που έχει τελικό προορισμό το Λαύριο και ένα το Κερατσίνι. Οι κλάδοι υψηλής πίεσης τροφοδοτούν ήδη μεγάλους καταναλωτές.

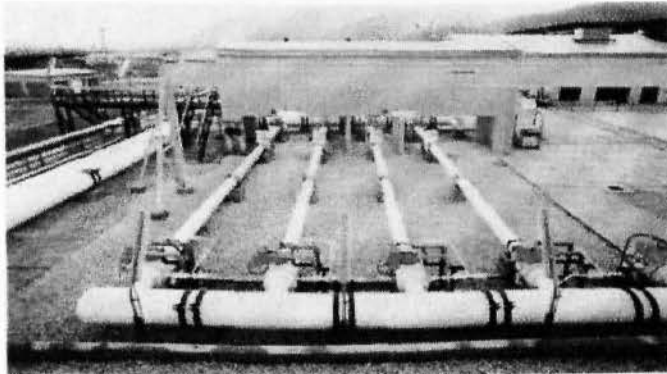
Έγινε επέκταση του συστήματος Φ.Α. προς τη Λιβαδειά, Λαμία και Χαλκίδα. Η ΕΚΟ Θεσσαλονίκης απαιτεί για την παραγωγή αμμωνίας πίεση τροφοδοσίας 40 bar, οι βιομηχανικοί καταναλωτές 2 έως 8 bar και οι οικιακοί καταναλωτές 20 mbar.

Το δίκτυο μεταφοράς υψηλής πίεσης είναι υπόγειο από χαλυβδοσωλήνες Grade B, ειδικός χάλυβας εξαιρετικά όλκιμος.

Οι αγωγοί διακλαδώσεων έχουν διαμέτρους 10'' έως 24'.

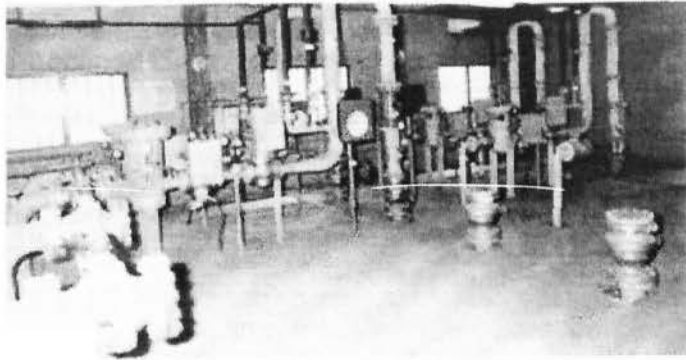
2.7.2.1 Οι σταθμοί μέτρησης και μείωσης της πίεσης.

Οι σταθμοί μέτρησης και μείωσης των ποσοτήτων που παραλαμβάνονται είναι δύο: ένας στο Στρυμονοχώρι και ένας στη Ρεβυθούσα.



εικ. 2.13 Μετρητικός σταθμός Φ.Α. στο Στρυμονοχώρι Σερρών.

Οι σταθμοί μέτρησης και μείωσης της πίεσης είναι 23 και έχουν σα βασική λειτουργία τον υποβιβασμό της πίεσης από τα 60 bar στα 19 bar για την τροφοδοσία των κλάδων διανομής.



εικ.2.14 Σταθμός ελέγχου – μετρήσεων δικτύου.

Ο σταθμός των συνόρων είναι εγκατεστημένος στην περιοχή του Σιδηροκάστρου αποτελείται από 4 παράλληλους αγωγούς και διαθέτει τον εξοπλισμό για μέτρηση και έλεγχο της ποιότητας του Φ.Α. Εκεί μετριοούνται α. με μετρητές διαφράγματος οι ποσότητες που παραλαμβάνονται και β. η θερμοκρασία και η πίεση που επεξεργάζονται απ τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές και ελέγχεται επίσης η ποιότητα του καυσίμου με βοήθεια χρωματογράφων.

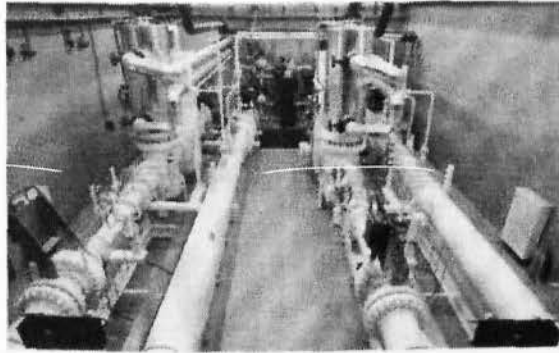
2.7.2.2 Το σύστημα ανάλυσης του Φ.Α. στον μετρητικό σταθμό Σιδηροκάστρου.

Η διαρκής μέτρηση και καταγραφή της ποιότητας γίνεται με σύστημα αναλυτών που περιλαμβάνει:

- α. δύο χρωματογράφους συνδεδεμένους με υπολογιστικές μονάδες
- β. αναλυτή πυκνότητας
- γ. αναλυτή σημείου δρόσου
- δ. αναλυτή θείου με τη μέθοδο της υδρογόνωσης

Όλο το σύστημα είναι τοποθετημένο μετά τα φίλτρα και ο αγωγός σε αυτό το σημείο είναι 30 ίντσες.

Εκτός από τους σταθμούς μέτρησης ή και ρύθμισης της πίεσης υπάρχουν οι σταθμοί των ζέστρων, βανοστάσια, σταθμοί συμπίεσης, εγκαταστάσεις εκτόνωσης, κέντρα ελέγχου και τέλος κέντρα λειτουργίας/συντήρησης.



εικ. 2.15 μετρητικός σταθμός Σχιστού

Στους μετρητικούς σταθμούς στις εισόδους των πόλεων και των βιομηχανικών μονάδων υπάρχει εκτός από τους μειωτήρες πίεσης, εξοπλισμός για να απομακρύνονται τα συμπυκνώματα, τα στερεά σωματίδια και γίνεται έλεγχος της ποιότητας του φ.α. με χρωματογράφους.



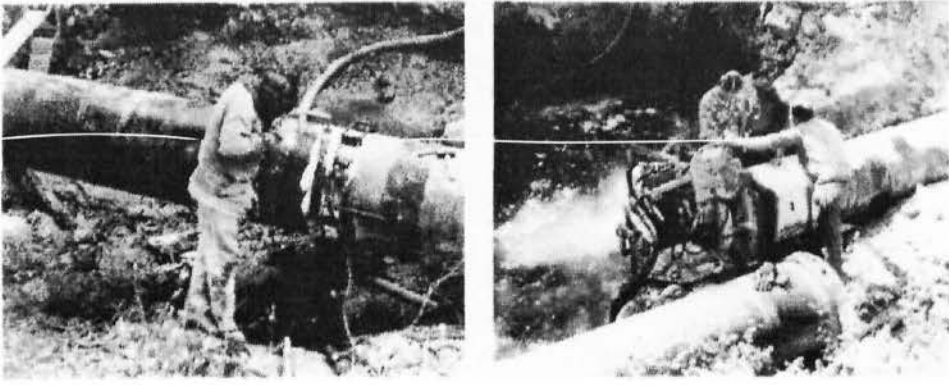
εικ. 2.16 Σταθμός μέτρησης και ρύθμισης Φ.Α

2.7.2.3 Προδιαγραφές δικτύου.

Ο χαλύβδινες σωλήνες των δικτύων του Φ.Α.. έχουν πάχος από 9,52 mm μέχρι 15,9 mm.

Στην παραγωγή σε κάμινο Siemens - Martin ή ηλεκτροκάμινο, ο χάλυβας St 43,7 είναι ησυχασμένος (R), οι τύποι St 47,7 και St 53,7 ιδιαιτέρως ησυχασμένοι (RR). Οι σωλήνες χωρίς ραφή πρέπει να είναι κατασκευασμένοι είτε εν θερμώ (με έλαστρα, πίεση ή τραβηχτοί) είτε εν ψυχρώ και να έχουν υποστεί κανονική ανόπτηση. Ο συντελεστής συγκόλλησης της ραφής $U_a = 1$ και η υπερύψωση της ραφής δεν πρέπει να ξεπερνάει:

- α. για πάχος τοιχώματος μεγαλύτερα των 14 mm τα 4 mm
- β. για πάχη τοιχωμάτων από 8 έως 14 mm τα 3,0 mm και
- γ. για μικρότερα πάχη από 8 mm τα 2,5 mm.



εικ. 2.17 Κατασκευή κεντρικού αγωγού.

Αφού προετοιμασθεί η ζώνη εργασίας και γίνει εκσκαφή, προετοιμάζεται ο σωλήνας, συγκολλώνται, ελέγχονται, επενδύονται οι αρμοί με πολυαιθυλένιο, τοποθετούνται οι αγωγοί στη τάφρο με τη βοήθεια πλευρικών γερανών, εγκαθίστανται ανά δύο χιλιόμετρα μετρητικοί σταθμοί της καθοδικής προστασίας του αγωγού με το σύστημα της επιβαλλόμενης τάσης από $-0,85$ έως $-1,15$ v και ανόδια μαγνησίου, γίνεται επίχωση και αποκατάσταση. Γίνεται επίσης υδραυλική δοκιμή των αγωγών σε πίεση άνω των 87 bar για 24 ώρες.



εικ.2.18

Τοποθέτηση σωλήνων

Η τελική φάση κατασκευής του κεντρικού αγωγού του Φ.Α. περιλαμβάνει:

1. Εσωτερικό καθαρισμό και μέτρηση του διαμετρήματος του αγωγού που δοκιμάζεται με το πέρασμα εμβόλων που κινούνται με πεπιεσμένο αέρα.
2. Γέμισμα με νερό για ολική εκτόπιση του αέρα μέσα στον αγωγό.

3. Εξισορρόπηση της διαφοράς θερμοκρασίας ανάμεσα στο νερό και στο τοίχωμα του σωληναγωγού.
4. Υδραυλική δοκιμή, για να ελεγχθούν τα ποσοστά αέρα που περιέχει το τμήμα του αγωγού.
5. Εκκένωση του νερού από τον αγωγό με έμβολα.
6. Ξήρανση με: α. στεγνό αέρα, β. υποπίεση ή γ. μεθυλική αλκοόλη.

Το δίκτυο κατανομής τροφοδοτείται από το δίκτυο μεταφοράς 60 bar, από τους σταθμούς τροφοδότησης 60/19 και με τη σειρά του τροφοδοτεί τους σταθμούς διανομής 19/4 bar ή τους σταθμούς των βιομηχανιών. Με τη σειρά τους οι σταθμοί 19/4 τροφοδοτούν τα δίκτυα μέσης και χαμηλής πίεσης, οικιών κοκ.

Στο χώρο των σταθμών M/R 60/19 bar είναι εγκατεστημένοι οι σταθμοί αποστολής ξέστρων και οι ξεστροπαγίδες.

Τα ξέστρα (rigs) διέρχονται από τον αγωγό είτε για τον πρώτο και δεύτερο καθαρισμό, είτε για την εξαγωγή του νερού μετά την υδραυλική δοκιμή του αγωγού και προχωράνε με την βοήθεια πεπιεσμένου αέρα. Χρησιμοποιούνται και άλλου είδους ξέστρα, για να διαπιστωθεί η εσωτερική κατάσταση των αγωγών, (ταχύτητα, κυκλικότητα, πάχος) και των συγκολλήσεων.

Στο σύστημα μεταφοράς οι διατομές σε ίντσες των αγωγών είναι: Κύριος αγωγός 36/30", Κομοτηνής 24", Α και Β Θεσσαλονίκης 24", Βόλου 10", Πλατέος Ημαθίας 10", Οινόφυτων 10", Λαυρίου 30"/24", Κερατσινίου 30"/14" και ο υποθαλάσσιος κλάδος 1,3Km έχει διατομή 24".

Στους κλάδους Καβάλας και Λαυρίου χρησιμοποιήθηκε η τεχνική της αυτόματης ηλεκτροσυγκόλλησης με μηχανή CRC Evans.

Η επιλογή υλικών και εξαρτημάτων για την πίεση των 19 bar, είναι χάλυβας ποιότητας GRADE B που παράγεται στη χώρα μας και GRADE X-42.

Οι αγωγοί μέχρι 28" είναι κατασκευασμένοι με μονή ευθεία ραφή (ERW) για καλύτερη κατανομή των φορτίων και για διαμέτρους μεγαλύτερες από 4" 1/2 {114,3 mm} επιτρέπεται να είναι με ελικοειδή ραφή. Ο χάλυβας φέρει αντιδιαβρωτική προστασία με επένδυση πολυαιθυλενίου.



εικ. 2.19 Τοποθέτηση αγωγού - Θεσσαλονίκη

Οι διατομές των χαλύβδινων δικτύων κατανομής για $P = 19\text{bar}$ είναι 18, 14, 10, 8, 6, 4 ιντσών. Ασχέτως της μορφής του δικτύου κατανομής το δίκτυο καταλήγει στους σταθμούς τομέων (governors). Στους σταθμούς αυτούς γίνεται μια περαιτέρω μείωση της πίεσης που λέγεται πίεση διανομής.

Από συγκεκριμένα σημεία των αγωγών του δικτύου κατανομής, ξεκινούν αγωγοί μικρότερης διαμέτρου που ονομάζονται παροχετευτικοί αγωγοί και συνδέουν το δίκτυο διανομής με τις εγκαταστάσεις των καταναλωτών. Οι παροχετευτικοί αγωγοί καταλήγουν στους ρυθμιστές που κάνουν την τελική μείωση της πίεσης στην πίεση λειτουργίας των συσκευών κατανάλωσης.

Μετά την έξοδο των ρυθμιστών (που ποικίλλουν ανάλογα με την πίεση λειτουργίας και τη μορφή του δικτύου διανομής) έχουμε την εσωτερική εγκατάσταση. Η εσωτερική εγκατάσταση αρχίζει από τον μετρητή παροχής του αερίου και διακλαδώνεται προς τις συσκευές κατανάλωσης.

2.7.3 Δίκτυα μέσης πίεσης

Το δίκτυο μέσης πίεσης στην Αττική έχει επεκταθεί σε πάρα πολλές περιοχές και καθημερινά πραγματοποιούνται προεκτάσεις δικτύου. Μέχρι σήμερα έχει καλύψει τους δήμους Αμαρουσίου, Κηφισιάς, Ν. Ερυθραίας, Πεντέλης, Λυκόβρυσης, Ν. Ηρακλείου, Αιγάλεω, Κερατσίνι, Πειραιά, Δραπετσώνα, Μοσχάτο, Π. Φάληρο και πολλούς άλλους.

Στη περιοχή Θεσσαλονίκης ολοκληρώθηκε η κατασκευή του δακτυλίου μέσης πίεσης και το βασικό δίκτυο διανομής αναπτύχθηκε στους δήμους Θεσσαλονίκης και Καλαμαριάς, Αμπελοκήπων, Σταυρούπολης, Συκεών και Νεάπολης, Σίνδο, Μαινεμένη, Πυλαία, Καλοχώρι, Τριανδρία και συνεχίζει να εξαπλώνεται.

Στη Λάρισα αποπερατώθηκε το δίκτυο μέσης πίεσης και το Νοέμβριο του 1996 συνδέθηκε το εργοστάσιο ζαχαρώδους.

Το ίδιο και στο Βόλο και στο δήμο Ν. Ιωνίας έγινε η αποπεράτωση του δικτύου καθώς και στην ΒΙΠΕ Πλατέος Ημαθίας, Οινοφύτων και Καβάλας.

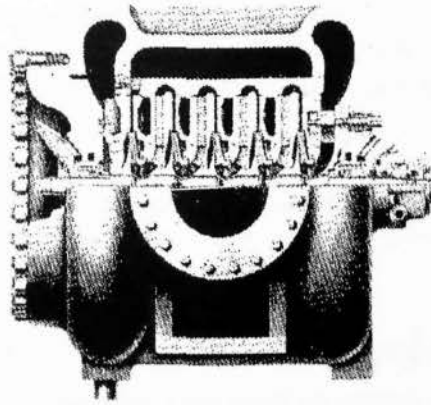
2.7.4 Σταθμοί συμπίεσης

Υπάρχουν σταθμοί συμπίεσης με σκοπό την αύξηση της μεταφορικής ικανότητας του αγωγού.

Από θεωρητικής πλευράς:

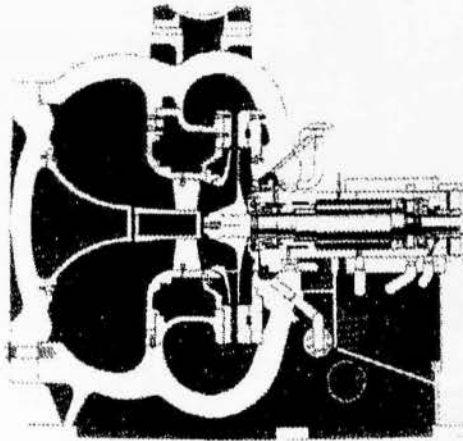
Το Φ.Α. εισέρχεται στα πτερύγια αξονικών πολυβάθμιων συμπιεστών και οδηγείται στο διαχύτη, οπότε έχουμε χαμηλότερη πίεση στην είσοδο και μεγαλύτερη αναρρόφηση.

Για μεγαλύτερες πιέσεις χρησιμοποιούνται συμπιεστές που φαίνονται παρακάτω:



εικ. 2.20 Συμπιεστής Ingersoll – Rand

Άλλες κατασκευές έχουν συνδέσεις για ενδιάμεσες απομαστεύσεις ή/και επιπρόσθετη τροφοδοσία.



εικ.2.21 Μονοβάθμιος υψηλών πιέσεων συμπιεστής για μεταφορά σε αποστάσεις

2.7.5 Τα συστήματα ελέγχου

Το έργο του υ.φ.α. είναι εφοδιασμένο με σύστημα επικοινωνίας, τηλεχειρισμών και τηλεμετρίας για τις επικοινωνίες, τους ελέγχους και τις καταγραφές διαφόρων στοιχείων του συστήματος μεταφοράς.

Πιο συγκεκριμένα το σύστημα οπτικού ελέγχου και συλλογής δεδομένων (SCADA) της Valmet επεξεργάζεται δεδομένα που συλλέγονται στους σταθμούς αερίου, όπως πίεση, θερμοκρασία, ροή αλλά και συναγερμοί ασφαλιστικών δικλιδίων και εξασφαλίζει την χωρίς εμπόδια λειτουργία του δικτύου. Υπάρχουν 45 κτίρια επικοινωνίας με 30 θ έσεις πομπών σε όλο το μήκος των αγωγών υψηλής πίεσης.

Το δίκτυο οπτικών ινών κατά μήκος του αγωγού που κατασκεύασε ο ΟΤΕ και η Ιντρακόμη αποτελείται από 24 ίνες, εκ των οποίων η ΔΕΠΑ μισθώνει τις δυο για τις τηλεπικοινωνιακές της ανάγκες και τα συστήματα έλεγχου των τερματικών σταθμών αερίου.

Σταθερές και κινητές τηλεπικοινωνίες με ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων 34.000 bps κάνουν τηλεμετρία δηλαδή εποπτικό έλεγχο και συλλογή στοιχείων από τους τερματικούς σταθμούς. Το σύστημα σταθερής τηλεφωνίας αποτελείται από 100 km οπτικών ινών και 74 τηλεπικοινωνιακούς κόμβους.

Υπάρχουν επίσης 5 τηλεφωνικά κέντρα ISDN - ολοκληρωμένα ψηφιακά και η τακτική και έκτακτη συντήρηση υποστηρίζεται από εκτεταμένο σύστημα επικοινωνιών LMR.

2.7.6 Τα κτίρια συντήρησης

Υπάρχουν δύο κέντρα ελέγχου για την ομαλή λειτουργία και τρία κέντρα λειτουργίας και συντήρησης (Θεσσαλονίκη, Λάρισα και Αττική).



εικ.2.22 Κέντρο κατανομής και ελέγχου φορτίου Φ.Α. στο Πάτημα Ελευσίνιας

2.7.7 Οι σταθμοί καθοδικής προστασίας

Οι σταθμοί καθοδικής προστασίας (C.P.) του αγωγού προστατεύουν τις σωληνώσεις από τη διάβρωση. Οι μέθοδοι προστασίας από την ηλεκτροχημική διάβρωση είναι η παθητική και η ενεργητική προστασία.

Η παθητική γίνεται με 1. επικάλυψη του αγωγού με λιθανθρακόπισσα, τριπλές αυτοκόλλητες ταινίες πολυαιθυλενίου ή με επικάλυψη των αγωγών με πολυαιθυλένιο μέσης πυκνότητας και 2. μονωτικούς συνδέσμους που εξουδετερώνουν τη διάβρωση λόγω ετερογένειας των μετάλλων του δικτύου.

Η ενεργητική προστασία γίνεται με τις εξής μεθόδους 1. της θυσιαζόμενης ανόδου και 2. του επιβαλλόμενου ρεύματος.

Στην πρώτη μέθοδο ο αγωγός συνδέεται με ένα ηλεκτραρνητικό μέταλλο (ψευδάργυρο) και κατά την ηλεκτρόλυση (εάν παρουσιασθεί) ο αγωγός συμπεριφέρεται σαν κάθοδος και ο ψευδάργυρος είναι η θυσιαζόμενη άνοδος (-).

Στη δεύτερη μέθοδο ο θετικός πόλος μιας γεννήτριας ηλεκτρικού ρεύματος συνδέεται με τη θυσιαζόμενη άνοδο και ο αρνητικός πόλος της συνδέεται με τον αγωγό. Όταν η γεννήτρια παράγει

ρεύμα, κλείνει το κύκλωμα και τα μεταλλικά ιόντα φεύγουν από την άνοδο με την ταυτόχρονη έκλυση υδρογόνου στην κάθοδο. Το θυσιαζόμενο μέταλλο τοποθετείται κάθετα σε απόσταση περίπου 100 μέτρων και έτσι προστατεύονται μέχρι και 50 χλμ. αγωγού.

Η τάση είναι 5000V και 5000 βολτ για κάθε χιλιστό πάχους μέχρι τα 20000 volts.

2.8 Τα κύρια όργανα

Τα κύρια όργανα που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα είναι τριών ειδών:

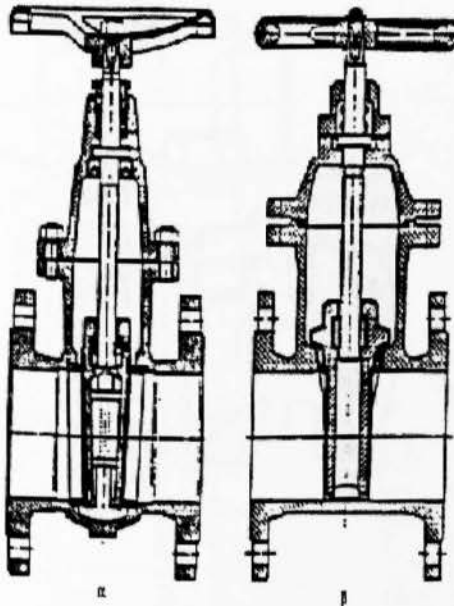
- Όργανα διακοπής
- Όργανα ρυθμίσεως
- Όργανα ασφαλείας

2.8.1 Τα όργανα διακοπής

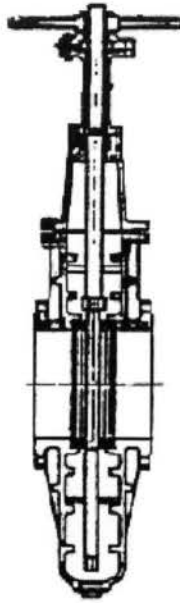
Τα όργανα διακοπής είναι κυρίως σύρτες. Σύρτες με παράλληλες επιφάνειες για υψηλές πιέσεις (συγκολλούμενοι) και για χαμηλότερες πιέσεις (με φλάντζες), σύρτες με ελαστικό αποφρακτικό σώμα για μεγάλες και μικρές πιέσεις με παράλληλες επιφάνειες κινούμενου σώματος και εδράσεως μεν, αλλά φέρουν και ειδικά ελατήρια, που τις πιέζουν στις επιφάνειες στεγανοποίησεως. Ακόμη κωνικοί σύρτες που έχουν κωνικό κινούμενο σώμα και κωνική έδραση. Οι σύρτες μπορεί να είναι επίπεδοι, οβάλ, ή κυκλικοί.

Ακόμη οι σύρτες διακρίνονται σε

- Σύρτες με σφήνα μεταλλικής στεγανοποίησης
- Σύρτες με σφήνα μαλακής στεγανοποίησης
- Σύρτες πλάκας.

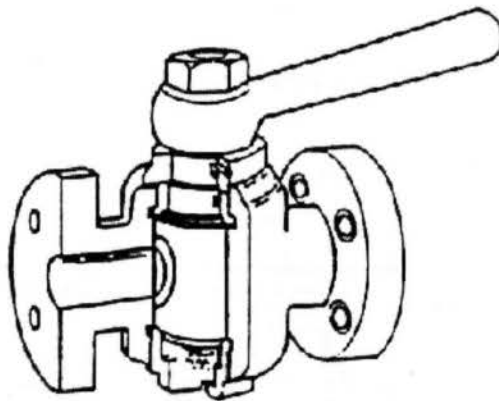


εικ. 2.23 Σύρτες με σφήνα α)μεταλλικής β)μαλακής στεγανοποίησης , σε τομές.



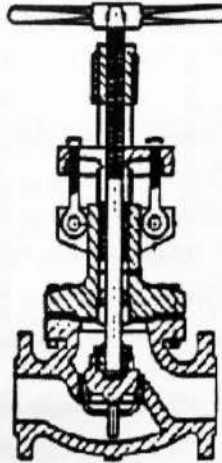
εικ.2.24 Σύρτης πλάκας.

Άλλο όργανο διακοπής είναι ο κρουνός. Είναι όργανα ασφαλή έναντι σκόνης και κατάλληλα για χρήση σαν όργανα στραγγαλισμού πίεσης. Υπάρχουν ορυγάλκινοι κωνικοί κρουνοί για χαμηλές πιέσεις και σφαιρικοί κρουνοί ανοξείδωτοι με ειδικούς δακτύλιους κατάλληλοι για υψηλές πιέσεις. Επίσης υπάρχουν κρουνοί με κωνικό ή σφαιρικό σώμα, που εκτός από αποφρακτικά όργανα χρησιμοποιούνται και σαν ρυθμιστικά όργανα της ροής.



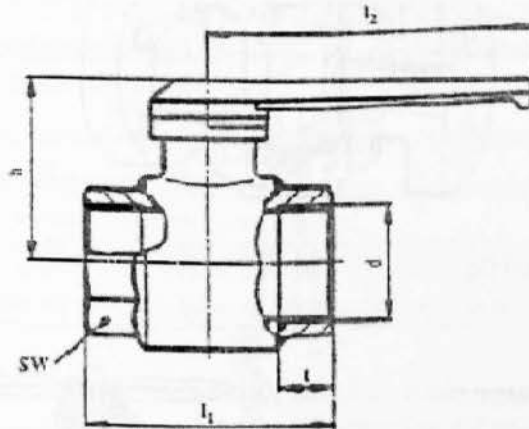
εικ.2.25 Κρούνος.

Ένα άλλο όργανο διακοπής είναι οι βαλβίδες οι οποίες χρησιμοποιούνται ειδικά σε χαμηλές πιέσεις και έχουν διέλευση αερίου σε ευθεία ή γωνιακή ροή.



εικ. 2.26 Βαλβίδα.

Η τελευταία εξέλιξη των οργάνων διακοπής είναι κάποια ειδικά κλαπέτα, που από κλαπέτα αντεπιστροφής χαμηλής ή υψηλής πίεσεως εξελίχθηκαν σε όργανα διακοπής.



εικ. 2.27 Κλαπέτο

2.8.2 Τα όργανα ρυθμίσεως

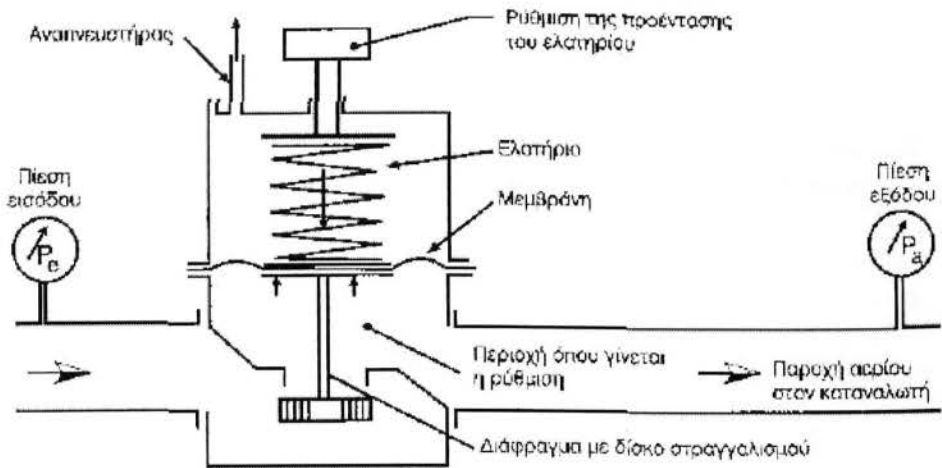
Σαν δεδομένα λειτουργίας έχουμε την μέγιστη παροχή (κατ' εκτίμηση), είδος μεταβολών της κατανάλωσης αερίου, πίεση εισόδου και εξόδου, ασφάλεια και θόρυβος λειτουργίας.

Υπάρχουν δύο είδη ρυθμιστών: οι βάρους ή ελατηρίου και οι ελεγχόμενοι από ρυθμιστή - οδηγό.

Οι ρυθμιστές με οδηγό είναι για μεγάλες ροές, αργές μεταβολές ρυθμού και είναι ακριβότεροι.

Για πιέσεις μέχρι 16 bar η μείωση γίνεται μέσω μεμβράνης και ελατηρίου. Η εντολή για το στραγγαλισμό του διαφράγματος προέρχεται από τη μετακίνηση της μεμβράνης ή οποία είναι ανάλογη της πίεσης που εξασκείται στο κάτω μέρος της και εξισορροπείται από τη ρυθμισμένη δύναμη προέντασης του ελατηρίου.

Όσο μεγαλύτερη τάση δώσουμε στο ελατήριο, βιδώνοντας τη βίδα της κεφαλής, τόσο αυξάνεται η πίεση εξόδου.



σχ. 2.28 Αρχή λειτουργίας ενός μειωτή πίεσης αερίου χωρίς εξωτερική ενέργεια ρύθμισης του.

Για μεγάλες παροχές η πίεση εξόδου ανιχνεύεται μέσω σωληνίσκου πιλότου σε μια απόσταση μετά το μειωτήρα, όπου έχει ομαλοποιηθεί η ροή.



σχ. 2.29 Αρχή λειτουργίας ενός μειωτήρα πίεσης αερίου με εξωτερική ενέργεια ρύθμισης του

Για πιέσεις μεγαλύτερες των 16 bar χρησιμοποιείται προρυθμιστής που ανιχνεύει τις πιέσεις εισόδου και εξόδου, συγκρίνει και με την κατάλληλη ρύθμιση του δίνει την επιθυμητή πίεση η οποία πρέπει να εξασκείται στο πάνω μέρος της μεμβράνης του μειωτήρα, για να εξισορροπεί την πίεση εξόδου η οποία ενεργεί στο κάτω μέρος της. Όταν δεν έχουμε κατανάλωση, το διάφραγμα κλείνει με την προένταση ενός ελατηρίου στο κάτω μέρος της μεμβράνης.

Η ανακουφιστική βαλβίδα (relief) ανακουφίζει την πίεση εξόδου. Η ανακουφιστική λειτουργεί μεταξύ της πίεσης του ρυθμιστή και της πίεσης της βάνας ακαριαίας διακοπής.

Ο επιτηρητής ρυθμιστής (monitor) βρίσκεται πριν τον κυρίως ρυθμιστή που είναι γόνιμα ανοικτός.

Σε περίπτωση αστοχίας του κυρίως ρυθμιστή αναλαμβάνει τη ρύθμιση της πίεσης εξόδου.

Ο μετρητής αερίου ελέγχεται ηλεκτρονικά (SCADA) και η θερμοκρασία και η πίεση μεταφέρονται στον κεντρικό υπολογιστή του συστήματος.

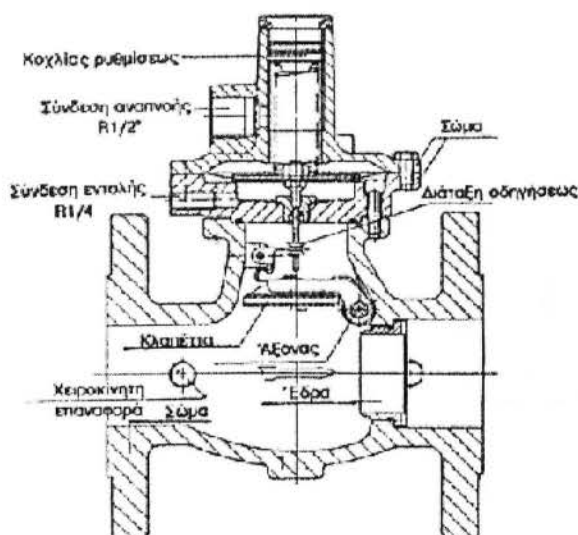
Καθ' όλο το μήκος των αγωγών τοποθετούνται βάνες αποκοπής με εξαεριστικά και από τις δύο πλευρές. Η εξαέρωση πρέπει να γίνεται σε χρονικό διάστημα μικρότερο των 15 λεπτών.

2.8.3 Τα όργανα ασφαλείας

Υπάρχουν δύο ειδών όργανα ασφαλείας που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα αερίου:

- Όργανα που διακόπτουν την παροχή αερίου και
- Όργανα που διώχνουν το αέριο προς την ατμόσφαιρα

Όργανα ασφαλείας διακοπής αερίου τοποθετούνται πριν από το ρυθμιστή πίεσεως. Το όργανο αυτό διακόπτει την παροχή αερίου, όταν η πίεση στο δίκτυο ξεπεράσει κάποιο ορισμένο όριο, όταν δηλαδή δημιουργηθούν υποψίες διαφυγής αερίου. Επίσης διακόπτει την παροχή αερίου και όταν η πίεση είναι πολύ μεγάλη, τότε δηλαδή που ο ρυθμιστής δεν λειτουργεί ή δεν επαρκεί.



εικ.2.30 Τυπικό όργανο ασφαλείας.

Τα όργανα ασφαλείας διακοπής επενεργούν σε πολύ σοβαρές περιπτώσεις και γι' αυτό το λόγο δεν επιτρέπεται να επαναλειτουργήσει μόνο του, αλλά πρέπει να τεθεί σε λειτουργία με επέμβαση εξουσιοδοτημένου τεχνικού.

Τα όργανα ασφαλείας με διοχέτευση του αερίου προς την ατμόσφαιρα χωρίζονται σε αυτά με αντίβαρο και σε αυτά με ελατήριο. Τοποθετούνται μετά το ρυθμιστή πίεσεως και ο σκοπός τους είναι αν ανέβει η πίεση, εγκαίρως να διώξουν προς την ατμόσφαιρα ποσότητα αερίου επαρκή ώστε να κατέβει η πίεση και να μην ενεργοποιηθεί το ασφαλιστικό διακοπής.

Σε όλο το μήκος του δικτύου διανομής του αερίου από το σημείο παραγωγής του, μέχρι τις συσκευές κατανάλωσης, υπάρχουν ρυθμιστικές μονάδες και ασφαλιστικές διατάξεις που ελέγχουν την πτώση πίεσης του αερίου καθώς και τυχόν διαρροές του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΚΑΥΣΤΗΡΕΣ

3.1 Γενικά περί καυστήρων

Υπάρχουν καυστήρες αερίων καυσίμων και καυστήρες πετρελαίου. Στο κεφάλαιο αυτό θα ασχοληθούμε με καυστήρες αερίων καυστήρων μόνο.

Οι καυστήρες αερίων καυσίμων αναμιγνύουν το αέριο καύσιμο με το οξυγόνο του αέρα, που υπάρχει στον χώρο καύσης και τελικά καίγουν το μίγμα αυτό, με τη βοήθεια του κατάλληλου εξοπλισμού και των άλλων αυτοματισμών που διαθέτουν.

Ο καυστήρας μετατρέπει τη χημική ενέργεια του αερίου καυσίμου, μέσω της καύσης, σε αντίστοιχη θερμική. Στους καυστήρες αερίων καυσίμων, δεν παρατηρούνται διαδικασίες αεριοποίησης του καυσίμου, όπως γίνεται στους καυστήρες πετρελαίου.

Λόγω του σημαντικού ζητήματος της ασφαλούς λειτουργίας τους, οι καυστήρες των αερίων καυσίμων πρέπει να εξασφαλίζουν οπωσδήποτε:

- ασφαλή έναυση (ξεκίνημα) σε κάθε περίπτωση
- διακοπή ροής του αερίου στο χώρο καύσης, όταν δεν απαιτείται η έναυση του καυστήρα.
- σταθερότητα φλόγας
- καλή ποιότητα καύσης

Οι καυστήρες αερίων καυσίμων παρουσιάζουν σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως:

- άμεση ετοιμότητα λειτουργίας
- καμία απαίτηση για αποθήκευση του καυσίμου, καθαρότητα
- μειωμένη ρύπανση του περιβάλλοντος, με χαμηλά ποσοστά NO_x, όταν υπάρχει σωστή ρύθμιση.

Κύρια μειονεκτήματα τους είναι ο απαιτούμενος σωστός ελκυσμός και το κόστος εγκατάστασής τους, ιδίως, για τις μονάδες μεγάλης ισχύος, με αποτέλεσμα, οι δύο αυτοί λόγοι να περιορίζουν τη χρήση τους, κυρίως για λέβητες ισχύος μέχρι 100 kW, περίπου.

3.2 Είδη καυστήρων αερίων

Οι καυστήρες αερίων διακρίνονται ανάλογα με το καιόμενο αέριο σε:

1. καυστήρες μιας οικογένειας αερίων,
2. καυστήρες δύο οικογενειών αερίων και
3. καυστήρες όλων των οικογενειών αερίων.

Επίσης διακρίνονται ανάλογα με τον τρόπο προσαγωγής του αέρα καύσης σε:

1. ατμοσφαιρικούς καυστήρες αερίου (χωρίς ανεμιστήρα) και
2. καυστήρες αερίου με ανεμιστήρα.

Καυστήρες ατμοσφαιρικοί συναντώνται σε συσκευές μαγειρέματος, σε οικιακές συσκευές θέρμανσης χώρου και νερού χρήσης, σε μικρούς λέβητες και σε ορισμένες βιομηχανικές εφαρμογές. Σε μεγαλύτερους λέβητες και σε βιομηχανικές εφαρμογές χρησιμοποιούνται καυστήρες σε ανεμιστήρα. Προφανώς ο διαφορετικός τρόπος προσαγωγής του αέρα καύσης και οι διαφορετικές εφαρμογές συνετέλεσαν σε διαφορετικές κατασκευαστικές διαμορφώσεις.

Διακρίνονται επίσης ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας σε:

1. καυστήρες χειροκίνητους,
2. καυστήρες ημιαυτόματους και
3. καυστήρες αυτόματους.

3.3.1 Ατμοσφαιρικοί καυστήρες και είδη αυτών

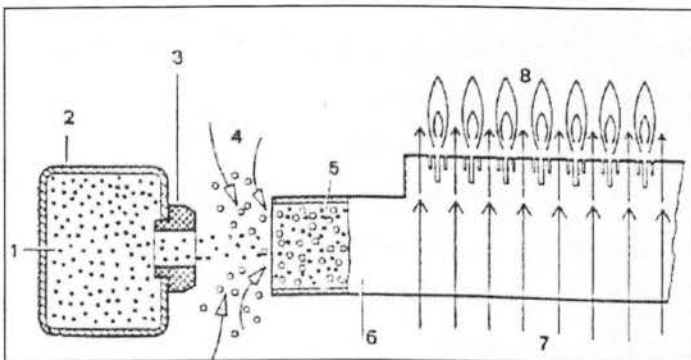
Οι ατμοσφαιρικοί, μη βιομηχανικοί καυστήρες χρησιμοποιούνται κυρίως στην περιοχή χαμηλών πιέσεων για οικιακές και βιοτεχνικές συσκευές. Οι καυστήρες αυτοί είναι απλοί στην κατασκευή και εργάζονται με μικρό θόρυβο. Η δημιουργία του μίγματος καυσίμου/αέρα καύσης γίνεται με φυσικό τρόπο (διάχυση βοηθούμενη από υποπίεση και άνωση) χωρίς κινητά μέρη. Η ρύθμιση της ισχύος γίνεται απλά με τον στραγγαλισμό της ροής αερίου, ενώ η απορροφούμενη ποσότητα αέρα αυτορυθμίζεται.

Υπάρχουν δύο ειδών ατμοσφαιρικοί καυστήρες:

1. ο καυστήρας διάχυσης και
2. ο καυστήρας έγχυσης.

Ο καυστήρας διάχυσης χαρακτηρίζεται από το ότι δεν υπάρχει προανάμιξη αερίου και αέρα. Ο αναγκαίος αέρας καύσης αναρροφάται προς τη ζώνη αντίδρασης από το περιβάλλον με διάχυση. Είναι γνωστός και ως φωτεινός καυστήρας. Δεν έχει εφαρμογή στην περιοχή της θέρμανσης και γι' αυτό στη συνέχεια δεν θα ασχοληθούμε με αυτόν.

Ο καυστήρας έγχυσης, γνωστός και ως καυστήρας Bunsen, χαρακτηρίζεται από προανάμιξη αερίου και αέρα. Ο καυστήρας αυτός αναρροφά τον αέρα καύσης σε δύο στάδια. Ένα μέρος του αέρα καύσης, ο πρωτεύον αέρας, αναρροφάται από τον εξερχόμενο από το ακροφύσιο αέρα (εκτόνωση και δημιουργία υποπίεσης), ενώ το υπόλοιπο, ο δευτερεύον αέρας αναρροφάται με διάχυση υποβοηθούμενη από την άνωση, η οποία δημιουργείται λόγω της διαφοράς πυκνοτήτων καυσαερίων και αέρα.



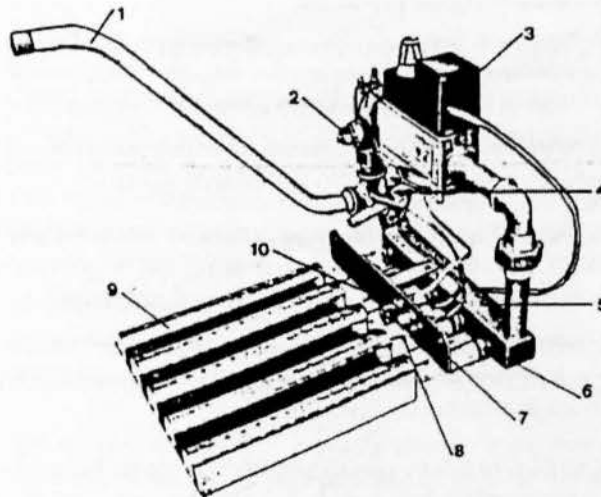
εικ. 3.1 Αρχή λειτουργίας ατμοσφαιρικού καυστήρα.

1. αέριο
2. σωλήνας διανομής
3. κύριο ακροφύσιο
4. πρωτεύων αέρας
5. μίγμα αερίου/αέρα
6. εσχάριο
7. δευτερεύων αέρας
8. κύρια φλόγα

Έτσι προκύπτει μια μικρότερη και εντονότερη φλόγα, λόγω μικρότερης περίσσειας αέρα καύσης. Εργάζεται με (υπερ)πίεση αερίου 4 έως 50 mbar. Όσο μεγαλύτερη η υπερπίεση, τόσο μεγαλύτερο το ποσοστό του πρωτεύοντος αέρα.

Δεν υπάρχει περιορισμός ελαχίστου ή μέγιστου μεγέθους ενός ατμοσφαιρικού καυστήρα. Πρακτικά όμως κατασκευάζονται ατμοσφαιρικοί καυστήρες ελάχιστης θερμικής ισχύος από 50 έως 80 W, επειδή μικρότερες φλόγες κινδυνεύουν να σβηστούν λόγω ψύξης από τις κινήσεις του αέρα. Οι καυστήρες έναυσης (φλόγες επαγρύπνησης) έχουν θερμική φόρτιση 100 + 200 W.

Επίσης πρακτικά δεν κατασκευάζονται μεμονωμένοι ατμοσφαιρικοί καυστήρες με θερμική φόρτιση μεγαλύτερη από 50 kW. Μπορούν όμως να δημιουργηθούν μεγαλύτεροι καυστήρες από συνδυασμό μεμονωμένων, σε διάταξη σχάρας με μέγιστη τιμή 1000 kW και ακραία 1200 kW.



εικ. 3.2 Ατμοσφαιρικός καυστήρας αερίου

1. αγωγός αερίου
2. κρόνος
3. συσκευή ελέγχου
4. πιεζοηλεκτρικός αναφλεκτήρας

5. αγωγός διανομής
6. κύριο ακροφύσιο
7. ηλεκτρόδιο έναυσης
8. θερμοστοιχείο επιτήρησης φλόγα έναυσης
9. εσχάρια
10. καυστήρας έναυσης

Η απόσταση μεταξύ των μεμονωμένων καυστήρων πρέπει να εκλεγεί έτσι, ώστε αφ' ενός να είναι δυνατή η προσαγωγή του αναγκαίου δευτερεύοντος αέρα καύσης σε κάθε καυστήρα (ελάχιστη απόσταση) και αφ' ετέρου τα θερμά καυσαέρια του ενός καυστήρα να μπορούν να προθερμάνουν το μίγμα αερίου/αέρα μέχρι την ελάχιστη θερμοκρασία ανάφλεξης (περίπου 630 °C).

Στην περιοχή 60 + 100% της ονομαστικής φόρτισης η αναρρόφηση πρωτεύοντος αέρα είναι ανάλογη προς τη θερμική φόρτιση, όταν μεταβάλλεται η θερμική φόρτιση με μεταβολή της πίεσης του ακροφυσίου. Σε μικρότερες θερμικές φορτίσεις η αναρρόφηση πρωτεύοντος αέρα μειώνεται και αυξάνει το ποσοστό του δευτερεύοντος αέρα, με αποτέλεσμα την αύξηση του μήκους της φλόγας. Οι κανονικοί ατμοσφαιρικοί καυστήρες μπορούν να λειτουργούν στην περιοχή 30 + 100% της ονομαστικής φόρτισης με στραγγαλισμό της ροής στο ακροφύσιο. Όμως, όταν η φόρτιση είναι μικρότερη από το 40% της ονομαστικής, τότε μπορεί να έχουμε αυξημένο σχηματισμό CO, ακόμη και αιθάλης, όταν στο καύσιμο αέριο περιέχονται ανώτεροι υδρογονάνθρακες.

Οι ατμοσφαιρικοί καυστήρες για οικιακές συσκευές κυρίως διακρίνονται σε:

1. καυστήρες εσχαρίου (μπάρας),
2. καυστήρες θερμαντήρων νερού και
3. καυστήρες εστιών μαγειρέματος

Υπάρχει επίσης μια πληθώρα ειδικών άλλων καυστήρων.

Οι καυστήρες εσχαρίου χρησιμοποιούνται σε ατμοσφαιρικούς λέβητες και θερμαντήρες χώρου. Έχουν θερμική φόρτιση μέχρι 50 kW ανά εσχάριο.

Οι καυστήρες θερμαντήρων νερού, χρησιμοποιούνται σε θερμαντήρες ροής (ταχυθερμοσίφωνες), θερμαντήρες ανακυκλοφορίας και θερμαντήρες συνδυασμένης λειτουργίας. Έχουν θερμική φόρτιση μέχρι 2 kW ανά καυστήρα.

Οι καυστήρες εστιών μαγειρέματος χρησιμοποιούνται σε οικιακές και βιοτεχνικές συσκευές καθώς και σε θερμοσίφωνες αποθήκευσης. Έχουν θερμική φόρτιση μέχρι 15 kW ανά συσκευή.

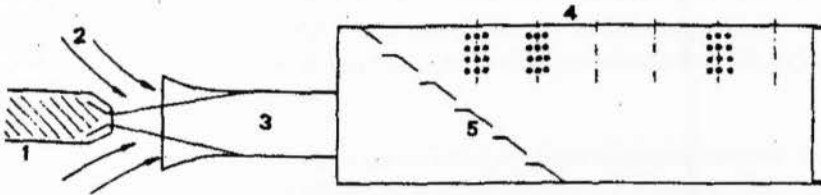
Οι καυστήρες εσχαρίου και οι καυστήρες θερμαντήρων νερού διατάσσονται συνήθως σε ομάδες και έτσι δημιουργείται μια σχάρα, δηλαδή μια ορθογωνική επιφάνεια, για προσαρμογή της επιφάνειας του καυστήρα στον εναλλάκτη θερμότητας, ώστε να έχουμε καλή θέρμανση με μικρές ταχύτητες και μικρή πτώση πίεσης.

Οι καυστήρες εστιών μαγειρέματος χρησιμοποιούνται μόνοι.

3.3.2 Κατασκευαστική διαμόρφωση ατμοσφαιρικών καυστήρων

Ένας ατμοσφαιρικός καυστήρας αποτελείται από:

1. το ακροφύσιο
2. το σωλήνα ανάμιξης
3. τον εσωτερικό χώρο του καυστήρα
4. την πλάκα του καυστήρα.

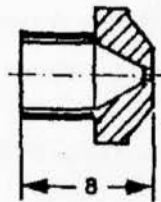


εικ. 3.3. Κατασκευαστική διαμόρφωση ατμοσφαιρικού καυστήρα

1. ακροφύσιο
2. πρωτεύων αέρας
3. σωλήνας καυστήρα
4. πλάκα καυστήρα
5. διάταξη ανάμιξης

3.3.2.1 Το ακροφύσιο του ατμοσφαιρικού καυστήρα

Το ακροφύσιο συνήθως κατασκευάζεται από ορείχαλκο. Το ακροφύσιο έχει κατάλληλη για τη ροή εσωτερική διαμόρφωση και είναι κοχλιωμένο σε φορέα ακροφυσίων επάνω στον αγωγό – διανομέα αερίου. Συνήθως έχει σταθερή διατομή και κωνική είσοδο. Για κάθε οικογένεια αερίου πρέπει να χρησιμοποιείται ακροφύσιο διαφορετικής διατομής.



εικ. 3.4 Ακροφύσιο αερίου

3.3.2.2 Ο σωλήνας ανάμιξης

Ο σωλήνας ανάμιξης συντελεί στην ανάμιξη αερίου και πρωτεύοντος αέρα. Δεν έχει υψηλή θερμική φόρτιση και κατασκευάζεται είτε από χαλυβδοέλασμα με προστασία έναντι διάβρωσης, είτε από χυτό αλουμίνιο. Στις βιοτεχνικές συσκευές κατασκευάζονται συνήθως από χυτοσίδηρο.

Ο σωλήνας ανάμιξης στην απλούστερη περίπτωση είναι ένας κυλινδρικός σωλήνας. Αποτελεσματικότερη είναι η κωνική διευρυνόμενη κατασκευή (σωλήνας Venturi), με γωνία διεύρυνσης περίπου 4° . Τότε λειτουργεί ως διαχύτης και μετατρέπει μέρος της κινητικής ενέργειας σε πίεση, αναγκαία για την υπερνίκηση της αντίστασης ροής στην πλάκα του καυστήρα.

Συμβαίνει τα μικρά ακροφύσια να βελτιώνουν την αναρρόφηση πρωτεύοντος αέρα, όπως και οι μεγαλύτερες διαμέτροι του σωλήνα ανάμιξης. Όμως οι μεγαλύτερες διαμέτροι του σωλήνα ανάμιξης μειώνουν την πίεση του καυστήρα. Επομένως ο σχεδιασμός του σωλήνα ανάφλεξης θα πρέπει να συμβιβάζει τις αντιδιαμετρικές επιρροές.

3.3.2.3 Ο εσωτερικός χώρος του καυστήρα

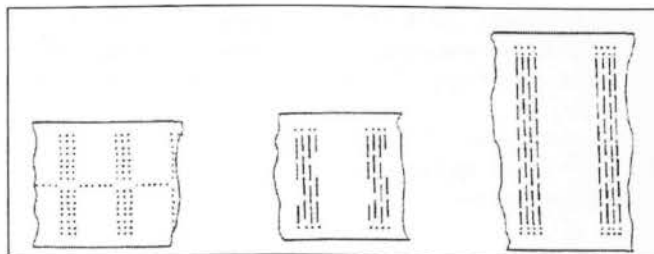
Το σώμα του καυστήρα κατασκευάζεται από τα ίδια υλικά με τα οποία κατασκευάζεται και ο σωλήνας ανάμιξης.

Ο εσωτερικός χώρος του καυστήρα πρέπει να διανέμει ομοιόμορφα το μίγμα αερίου/πρωτεύοντος αέρα στις οπές της πλάκας του καυστήρα. Σε ορισμένες περιπτώσεις, ιδίως σε μακρούς σωλήνες εσχάριου, χρησιμοποιούνται εσωτερικές διατάξεις για να βοηθήσουν την διανομή. Η μορφή των εσωτερικών διατάξεων είναι εμπειρική.

Το μέγεθος του εσωτερικού χώρου του καυστήρα πρέπει να είναι το ελάχιστο αναγκαίο, ώστε ο χώρος να αποπλύνεται γρήγορα από τα υπόλοιπα αερίου, ανάμεσα σε δύο διαδοχικές φάσεις λειτουργίας του καυστήρα με μικρό χρονικό διάστημα μεταξύ τους για να αποφευχθεί αντεπιστροφή φλόγας

3.3.2.4 Η πλάκα του καυστήρα

Η πλάκα του καυστήρα φέρει ανοίγματα, μέσα από τα οποία εξέρχεται το μίγμα αερίου/πρωτεύοντος αέρα και καίγεται ως προαναμιγμένη φλόγα στον εσωτερικό κώνο, ενώ στον εξωτερικό κώνο καίγεται το υπόλοιπο του αερίου με τη βοήθεια του διερχόμενου δευτερεύοντος αέρα. Τα ανοίγματα μπορεί να είναι οπές ή εγκοπές ή συνδυασμοί των δύο.



εικ. 3.5 Ανοίγματα σε πλάκα του καυστήρα εσχάριου

Η πλάκα του καυστήρα πρέπει να έχει ορθό σχεδιασμό, ώστε αφενός να διανέμει ομοιόμορφα το μίγμα αερίου/πρωτεύοντος αέρα για να έχουμε σταθερή καύση και άψογη μετάδοση της έναυσης μεταξύ φλογών και μεμονωμένων καυστήρων και αφετέρου να σταθεροποιεί τις φλόγες έναντι σβέσης και αντεπιστροφής.

Η πλάκα του καυστήρα εσχάρου συνήθως κατασκευάζεται από ελάσματα ανοξείδωτου χάλυβα, ανθεκτικού σε υψηλές θερμοκρασίες, πάχους 0,3 έως 0,7 mm. Η πλάκα στην κάτω πλευρά της ψύχεται από το μίγμα και έχει θερμοκρασία μέχρι 250°C, δηλαδή πολύ κάτω από το σημείο έναυσης. Η πλάκα του καυστήρα εστίας μαγειρέματος συνήθως κατασκευάζεται από ορείχαλκο, αλουμίνιο ή χυτοσίδηρο.

3.3.3 Σταθεροποίηση φλόγας

Η πλάκα του καυστήρα πρέπει να είναι κατάλληλα σχεδιασμένη και πιθανώς να φέρει ιδιαίτερα στοιχεία, για να σταθεροποιούνται οι φλόγες έναντι αντεπιστροφής και έναντι σβέσης.

3.3.3.1 Σταθεροποίηση φλόγας έναντι αντεπιστροφής

Για την σταθεροποίηση των φλογών έναντι αντεπιστροφής (ανάφλεξης του μίγματος αερίου/πρωτεύοντος αέρα στο εσωτερικό του καυστήρα) οι μεν οπές στην πλάκα πρέπει να έχουν μικρές διαμέτρους, οι δε εγκοπές μικρά πλάτη σε σχέση με το μήκος.

Οι φλόγες δεν μπορούν να διεισδύσουν μέσα από μικρά ανοίγματα, επειδή με μικρά ανοίγματα επιτυγχάνουμε χαμηλή θερμοκρασία της κάτω επιφάνειας της πλάκας του καυστήρα (θερμοκρασία μικρότερη από 250 °C, δηλαδή μικρότερη από τη θερμοκρασία ανάφλεξης), οπότε διακόπτεται εκεί η αντίδραση.

Συνήθως οπές διαμέτρου 0,55 έως 0,8 mm θεωρούνται ασφαλείς. Ομοίως οι εγκοπές δεν πρέπει να είναι πλατύτερες από 0,6 mm. Στους καυστήρες εστιών μαγειρέματος και λοιπούς καυστήρες με μεγάλα μήκη καναλιών (από το εσωτερικό του καυστήρα μέχρι την επιφάνεια της πλάκας) το πλάτος μπορεί να φθάσει τα 3 mm.

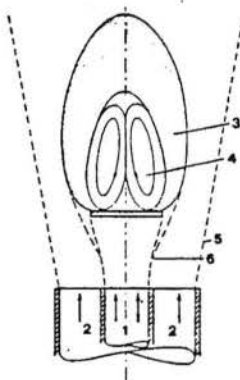
3.3.3.2 Σταθεροποίηση φλόγας έναντι σβέσης

Για την τοποθέτηση των φλογών έναντι σβέσης μπορούν βασικά να χρησιμοποιηθούν τρία μέτρα, ακόμη και σε συνδυασμό μεταξύ τους:

1. Μικρή ταχύτητα εξόδου στην πλάκα του καυστήρα.
2. Συντηρητές φλόγας.
3. Φλόγες συντήρησης (επαγρύπνησης).

Η πρώτη δυνατότητα αποφεύγεται, επειδή οδηγεί σε μικρή φόρτιση, ενώ αυξάνει τον κίνδυνο αντεπιστροφής της φλόγας.

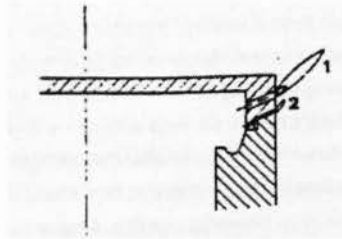
Στη σταθεροποίηση με συντήρηση φλόγας, ο δευτερεύων αέρας ρέει γύρω από ένα εμπόδιο, πίσω από το οποίο δημιουργείται περιοχή ανακυκλοφορίας με μια ροή αντεπιστροφής προς την πλάκα, η οποία σταθεροποιεί τη φλόγα με τα θερμά καυσαέρια. Στους καυστήρες με πολλαπλές φλόγες αναρροφώνται θερμά καυσαέρια από τα όρια και έτσι επιτυγχάνεται η σταθεροποίηση.



εικ. 3.6 Σταθεροποίηση με συντηρητή φλόγας

1. αέριο
2. αέρας
3. ζώνη αντίδρασης
4. ζώνη ανακυκλοφορίας (καυσαέριο + αέρας)
5. όριο δέσμης
6. όριο μεταξύ των ροών αερίου και αέρα με ζώνη ανάμιξης

Η σταθεροποίηση με φλόγες συντήρησης είναι αποτελεσματικότερη. Πρόκειται για μικρές βοηθητικές φλόγες στην περίμετρο του καυστήρα. Αυτές είναι επαρκώς σταθεροποιημένες λόγω της μικρής θερμικής φόρτισης και της μικρής ταχύτητας της ροής τους. Ανάβουν πάνω την κύρια φλόγα σε περίπτωση σβέσης. Στους καυστήρες εστιών μαγειρέματος αλλά και στους καυστήρες εσχαρίου χρησιμοποιείται σταθεροποίηση με φλόγες συντήρησης.



εικ. 3.7 Σταθεροποίηση με φλόγα συντήρησης σε καυστήρα εστίας μαγειρέματος

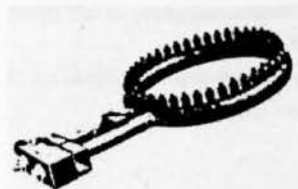
1. κύρια φλόγα
2. φλόγα συντήρησης

3.3.4 Δευτερεύων αέρας

Ο δευτερεύων αέρας αποτελεί το 40 + 50 % του συνολικού αέρα καύσης. Ο δευτερεύων αέρας πρέπει να διανέμεται έτσι, ώστε αφενός να υπάρχει επαρκής περίσσεια αέρα για άψογη καύση (και μη σχηματισμό ρύπων) και αφετέρου να μην προκύπτουν τοπικά αυξημένες ταχύτητες ροής, οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε αστάθεια της φλόγας.

Σε μεγάλους καυστήρες σχάρας, αποτελούμενους από πολλούς καυστήρες εσχάριου, υπάρχει περίπτωση δημιουργίας τοπικά έλλειψης αέρα, αν ο αέρας μπορεί να απορροφηθεί μόνον από τα όρια της σχάρας. Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με παροχή αέρα από κάτω, όπως στους καυστήρες θερμαντήρων νερού. Στους μεγάλους καυστήρες λεβήτων θέρμανσης με πολλά εσχάρια συνήθως χρησιμοποιούνται διατάξεις οδήγησης του αέρα κάτω από τον καυστήρα.

Και στους καυστήρες εστιών μαγειρέματος ο δευτερεύων αέρας πρέπει να παρέχεται από κάτω, επειδή διαφορετικά είναι δύσκολο να αναρροφηθεί από το διάκενο ανάμεσα στη φλόγα και τον πάτο του μαγειρικού σκεύους. Για καλύτερη αντιμετώπιση του προβλήματος ορισμένοι κατασκευαστές έχουν σχεδιάσει δακτυλοειδείς καυστήρες, στους οποίους ο δευτερεύων αέρας εισέρχεται ανάμεσα από τις φλόγες.



εικ. 3.8 Δακτυλοειδής καυστήρας

3.3.5 Λειτουργία του ατμοσφαιρικού καυστήρα

Η καύση μέσα στη φλόγα του ατμοσφαιρικού καυστήρα γίνεται σε δύο φάσεις. Στην πρωτεύουσα φλόγα (εσωτερικός κώνος) καίγεται μέρος του καυσίμου (60 + 70 %) με τη βοήθεια του υπάρχοντος στο μίγμα πρωτεύοντος αέρα. Το υπόλοιπο καίγεται στον εξωτερικό κώνο με τη βοήθεια του διαχεόμενου δευτερεύοντος αέρα. Για να είναι η καύση πλήρης, πρέπει με τη διάχυση και την ανάμιξη να δημιουργείται σε κάθε σημείο της φλόγας τουλάχιστον στοιχειομετρικό μίγμα.

Το ύψος του θαλάμου καύσης πρέπει να είναι επαρκές, ώστε μέσα σε αυτό να προλάβουν να περατωθούν οι χημικές αντιδράσεις, ώστε να μην έχουν σχηματισμό CO.

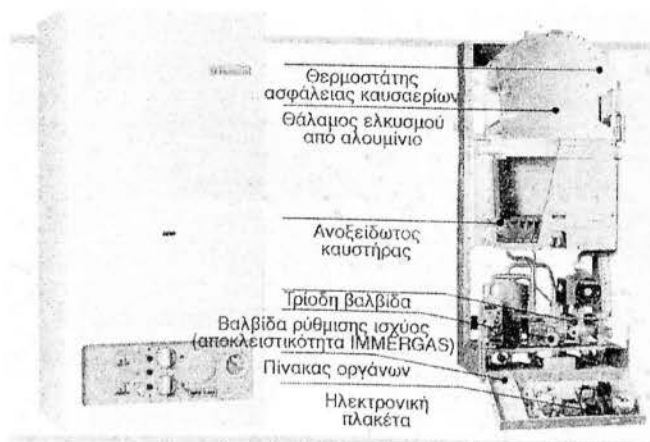
Όσο μεγαλύτερο το ποσοστό του πρωτεύοντος αέρα, τόσο καλύτερη η καύση και μικρότερο το μήκος της φλόγας.

Αν το αέριο καύσιμο περιέχει ανώτερους υδρογονάνθρακες (προπάνιο, βουτάνιο, πεντάνιο) με μεγαλύτερα μόρια, τότε η αντίδραση καύσης λαμβάνει χώρα σε περισσότερα βήματα και μέσα στη φλόγα εμφανίζονται ελεύθερα μόρια άνθρακα με κίνδυνο παραγωγής CO και αιθάλης. Η φλόγα στις περιοχές έλλειψης αέρα έχει λόγω του άνθρακα ένα κίτρινο χρώμα. Έτσι στη φλόγα διακρίνουμε βασικά μια εσωτερική περιοχή με περισσότερο ή λιγότερο κίτρινο χρώμα και μια εξωτερική περιοχή, η οποία είτε δεν είναι φωτεινή είτε έχει ελαφρό γαλαζοπράσινο χρώμα. Αν στη φλόγα ο κίτρινος πυρήνας είναι μικρός, τότε συνήθως δεν υπάρχει κίνδυνος σχηματισμού αιθάλης. Αν, όμως, όλη η φλόγα είναι κίτρινη, (ένδειξη τοπικής έλλειψης οξυγόνου και άρα ανεπαρκούς πρωτεύοντος αέρα) τότε υφίσταται μεγάλη πιθανότητα σχηματισμού CO και αιθάλης.

Η λειτουργία συνοδεύεται από θορύβους, οι οποίοι αυξάνουν με την αύξηση της φόρτισης. Οι θόρυβοι διακρίνονται σε θορύβους ροής (κατά την αναρρόφηση του πρωτεύοντος αέρα) και σε θορύβους της φλόγας.

Οι θόρυβοι ροής δημιουργούνται από τον στραγγαλισμό της εισροής του πρωτεύοντος αέρα, που μπορεί να προκαλέσει ακόμη και κραδασμούς στο εσωτερικό του καυστήρα, ιδίως όταν η πίεση του αερίου είναι υψηλή. Συνήθως αντιμετωπίζονται με μικρή αύξηση της διαμέτρου του ακροφυσίου.

Οι θόρυβοι της φλόγας οφείλονται σε αστάθειες στα ανοίγματα της πλάκας του καυστήρα, ιδίως όταν έχουμε υψηλή θερμική φόρτιση, αυξημένο πρωτεύοντα αέρα και αέρια με μικρή ταχύτητα φλόγας. Αντιμετωπίζεται με στραγγαλισμό της ροής του αερίου, προσέχοντας να μην μεταπέσουμε σε περίπτωση κίτρινης φλόγας.



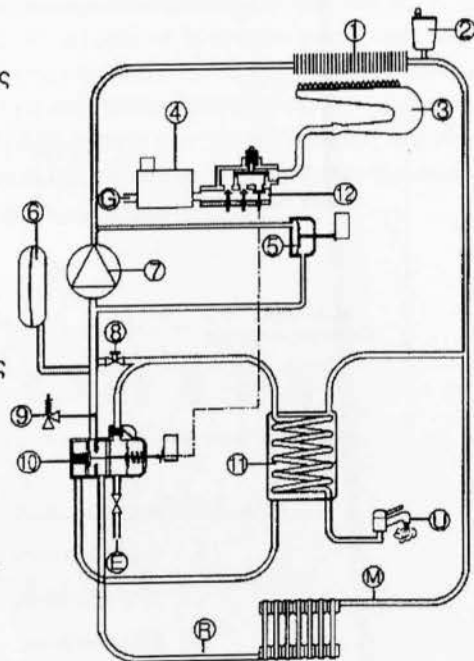
Όταν ο καυστήρας λειτουργεί διακεκομμένα, υπάρχει περίπτωση κινδύνου βαθμιαίας απόφραξης των ανοιγμάτων της πλάκας από σκόνη μεταφερόμενη από τον πρωτεύοντα αέρα. Αυτό οδηγεί σε χειροτέρευση της φλόγας λόγω μείωσης της αναρρόφησης του πρωτεύοντος αέρα και ενδεχομένως σε σχηματισμό CO και αιθάλης. Αν μάλιστα καίγονται τα σωματίδια της σκόνης (ίνες, τρίχες κ.λ.π.) τότε σχηματίζονται επικαθήσεις, οι οποίες δεν μπορούν να καθαρισθούν από έξω. Ορισμένοι κατασκευαστές προστατεύουν τα ανοίγματα εισόδου πρωτεύοντος αέρα με καθαριζόμενες σίτες (πλέγματα).

Όπως αναφέραμε, οι κανονικοί ατμοσφαιρικοί καυστήρες μπορούν να λειτουργούν στην περιοχή 30 έως 100% της ονομαστικής φόρτισης με στραγγαλισμό της ροής στο ακροφύσιο. Ορισμένοι, μάλιστα, μπορούν να λειτουργήσουν στην περιοχή 15 έως 100%. Όμως όταν η φόρτιση είναι μικρότερη από 40% της ονομαστικής, τότε μπορεί να έχουμε αυξημένο σχηματισμό CO και αιθάλης, όταν στο καύσιμο αέριο περιέχονται ανώτεροι υδρογονάνθρακες.

Στους συμβατικούς ατμοσφαιρικούς καυστήρες λεβήτων θέρμανσης δεν είναι δυνατή η διβάθμια λειτουργία, επειδή μπορεί να ρυθμιστεί η παροχή αερίου αλλά όχι και ο αέρας καύσης για μερικό φορτίο, τότε προκύπτει μεγάλη περίσσεια αέρα και μείωση του βαθμού απόδοσης του λέβητα.

1. Πρωτεύων εναλλάκτης θερμότητας
2. Αυτόματη εξαεριστική βαλβίδα
3. Κύριος καυστήρας
4. Βάνα αερίου
5. Πρεσοστάτης ασφαλείας
6. Δοχείο διαστολής
7. Κυκλοφορητής
8. Βάνα πλήρωσης
9. Βαλβίδα ασφαλείας 3 bar
10. Τρίοδη βάνα με κινητήρα
11. Εναλλάκτης ζεστού νερού χρήσης
12. Βαλβίδα ρύθμισης ισχύος

- R - Επιστροφή κεντρικής θέρμανσης
 M - Προσαγωγή κεντρικής θέρμανσης
 G - Παροχή αερίου
 U - Έξοδος ζεστού νερού χρήσης
 E - Εισαγωγή νερού ύδρευσης



εικ.3.10 Υδραυλικό διάγραμμα ατμοσφαιρικού καυστήρα

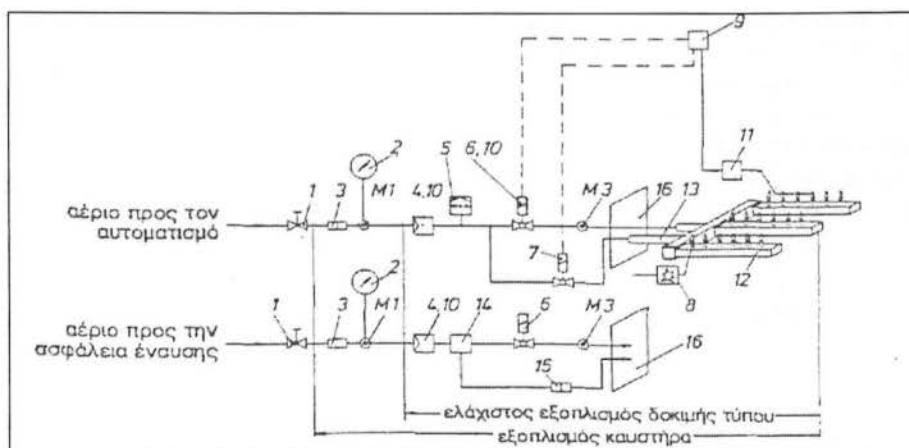
3.3.6 Εξοπλισμός ατμοσφαιρικού καυστήρα

Κάθε ατμοσφαιρικός καυστήρας πρέπει να είναι εξοπλισμένος με έναν ελάχιστο αριθμό οργάνων για κανονική εκκίνηση, λειτουργία σε σβέση.

Η χειροκίνητη αποφρακτική διάταξη είναι απαραίτητη για την ταχεία διακοπή της παροχής αερίου. Η διάταξη επιτήρησης της φλόγας φροντίζει τη διακοπή της παροχής αερίου, όταν για κάποιο λόγο σβήσει η φλόγα. Τα φίλτρα αερίου προβλέπονται για την κατακράτηση ρύπων, οι οποίοι μπορούν να προκαλέσουν βλάβες, κυρίως αποφράξεις. Πρέπει να τοποθετούνται κατά το δυνατόν κοντά στη σύνδεση του αερίου, αλλά όχι μετά από το όργανο αυτορύθμισης και τη διάταξη έναυσης. Το όργανο ρύθμισης πίεσης πρέπει να έχει στην είσοδό του περιστόμιο για μέτρηση της πίεσης. Σε διαφορετική περίπτωση πρέπει να προβλεφθεί ανάλογη θέση.

Οι ατμοσφαιρικοί καυστήρες συνήθως είναι εξοπλισμένοι με συνεχή φλόγα έναυσης, η οποία θερμαίνει ένα θερμοστοιχείο που κρατά ανοιχτή μια αντίστοιχη βαλβίδα. Αυτός ο τρόπος επιτήρησης της φλόγας έχει μεγάλους χρόνους ασφαλείας, περίπου 30 s. Είναι όμως δυνατόν να χρησιμοποιηθεί άμεση έναυση με ηλεκτρικό σπινθήρα και αισθητήρα φλόγας με ράβδο ιονισμού ή φωτοκύτταρο υπεριώδους (UV) ακτινοβολίας.

Σε ατμοσφαιρικούς καυστήρες μέχρι 350 kW μπορεί να χρησιμοποιηθεί θερμοηλεκτρική ασφάλεια έναυσης με επιτήρηση της φλόγας ανάφλεξης, ενώ σε μεγαλύτερες ισχύες πρέπει να χρησιμοποιηθεί διάταξη επιτήρησης με χρόνο ασφαλείας 5 έως 15 s. Επίσης σε καυστήρες χειροκίνητης λειτουργίας χωρίς ιδιαίτερη διάταξη έναυσης επιτρέπεται θερμική φόρτιση μέχρι 5 kW και μέγιστος χρόνος ασφαλείας 60 s.



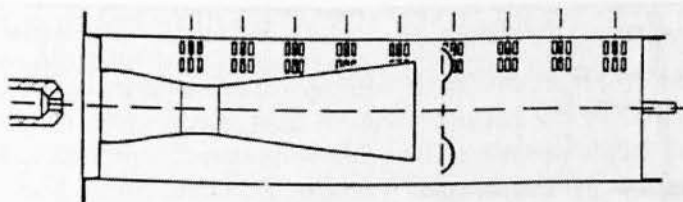
εικ. 3.11 Ελάχιστος εξοπλισμός ατμοσφαιρικού καυστήρα

1. χειροκίνητη αποφρακτική διάταξη
2. μετρητής πίεσης αερίου
3. φίλτρο αερίου
4. όργανο ρύθμισης πίεσης
5. όργανο επιτήρησης πίεσης
6. όργανο αυτορύθμισης
7. βαλβίδα αερίου έναυσης

8. Διάταξη έναυσης
 9. Αυτοματισμός καυστήρα
 10. όργανο προρρυθμίστης
 11. αισθητήρας φλόγας
 12. καυστήρας αερίου
 13. καυστήρας έναυσης
 14. ασφάλεια έναυσης
 15. φίλτρο αερίου έναυσης
 16. ελάχιστο άνοιγμα
- M1: θέση μέτρησης για την πίεση σύνδεσης
M2: θέση μέτρησης για την πίεση ροής στην κεφαλή του καυστήρα

3.3.7 Καυστήρες εσχαρίου

Οι καυστήρες εσχαρίου χρησιμοποιούνται σε ατμοσφαιρικούς λέβητες και αερολέβητες και σε θερμαντήρες χώρου. Ο σωλήνας ανάμιξης μπορεί να βρίσκεται είτε μπρος, είτε προς τα μέσα στον καυστήρα. Οι οπές και εγκοπές είναι διατεταγμένες κατά ομάδες διανεμημένες έτσι, ώστε να προκύπτουν πολλαπλές φλόγες με ενδιάμεσα διαστήματα για καλύτερη αναρρόφηση δευτερεύοντος αέρα. Δεν χρησιμοποιούνται συντηρητές φλόγας ή φλόγες συντήρησης. Η σταθεροποίηση γίνεται με κατάλληλη διαστασιολόγηση των ανοιγμάτων και ρύθμιση των ταχυτήτων εξόδου.



εικ. 3.12 Καυστήρας εσχαρίου για λέβητα θέρμανσης

3.3.8 Καυστήρες θερμαντήρων νερού

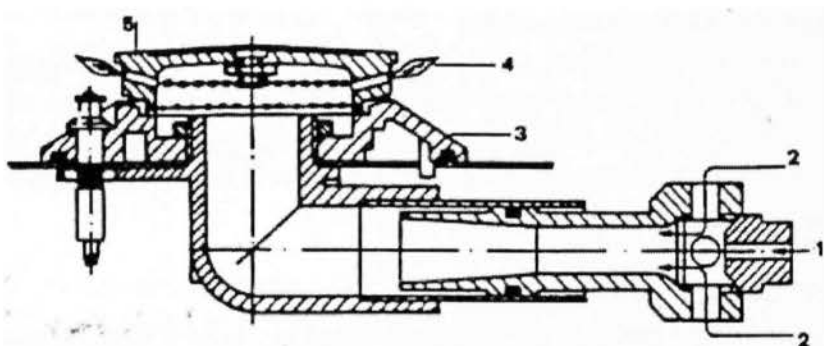
Οι καυστήρες θερμαντήρων νερού χρησιμοποιούνται σε θερμαντήρες ροής (ταχυθερμοσίφωνες), θερμαντήρες ανακυκλοφορίας και θερμαντήρες συνδυασμένης

λειτουργίας. Έχουν, όπως είδαμε θερμική φόρτιση μέχρι 2 kW ανά καυστήρα, οπότε για μεγαλύτερη ισχύ χρειάζονται περισσότεροι. Για το λόγο αυτό η κατασκευαστική τους διαμόρφωση πρέπει να διευκολύνει την ενσωμάτωση περισσότερων του ενός μέσα σε ένα πλαίσιο.

Η πλάκα του καυστήρα κατασκευάζεται από υλικά ανθεκτικά σε υψηλές θερμοκρασίες και στη διάβρωση. Ο σωλήνας ανάμιξης βρίσκεται συνήθως κάτω από τον καυστήρα. Η σταθεροποίηση της φλόγας γίνεται συνήθως με συντηρητή φλόγας.

3.3.9 Καυστήρες εστιών μαγειρέματος

Οι καυστήρες εστιών μαγειρέματος χρησιμοποιούνται σε οικιακές και βιοτεχνικές συσκευές μαγειρέματος καθώς και σε θερμοσίφωνες αποθήκευσης. Έχουν κυκλική διαμόρφωση και αφαιρετό καπάκι, συνήθως διαιρετό. Η φλόγες σχηματίζουν στεφάνη. Η σταθεροποίηση των φλογών γίνεται με φλόγες συντήρησης.

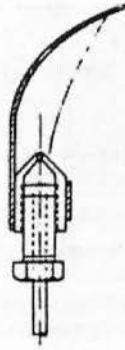


εικ. 3.13 Καυστήρας εστίας μαγειρέματος

1. αέριο
2. αέρας
3. κεφαλή καυστήρα
4. στεφάνη φλογών
5. καπάκι καυστήρα

3.3.10 Καυστήρες έναυσης

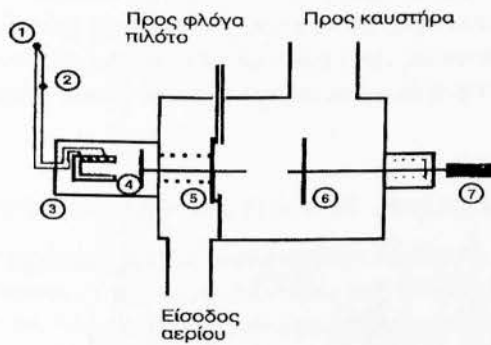
Οι μεγάλοι καυστήρες συνήθως συνοδεύονται από καυστήρες έναυσης (φλόγα πιλότος), οι οποίοι εξασφαλίζουν την άψογη έναυση. Οι καυστήρες έναυσης είναι προφανώς μικροί και έχουν χαμηλή θερμική φόρτιση, 100 + 200 W σε ειδικές περιπτώσεις. Θερμαίνουν τη διάταξη επιτήρησης φλόγας (για να διακοπεί η παροχή καυσίμου) και επί πλέον μεταδίδουν την έναυση στον κύριο καυστήρα. Επειδή λειτουργούν συνεχώς, δίνεται προσοχή στη φύλαξη τους έναντι ρύπανσης. Υπάρχουν επίσης καυστήρες έναυσης χωρίς σωλήνα ανάμιξη (και άρα αναρρόφηση πρωτεύοντος αέρα), συνήθως με συντηρητή φλόγας.



εικ. 3.14 Καυστήρας έναυσης

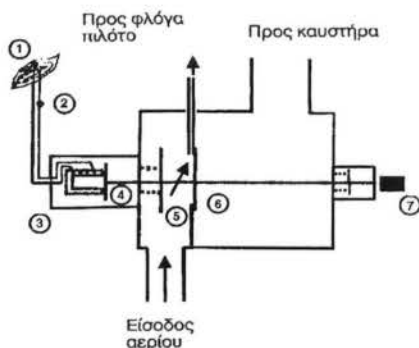
Η λειτουργία των καυστήρων με φλόγα - πιλότο περιγράφεται, αναλυτικά, παρακάτω:

- Στη θέση ηρεμίας (1), η βαλβίδα Νο 5 δεν επιτρέπει στο αέριο να προχωρήσει, είτε προς τη φλόγα - πιλότο, είτε προς τον καυστήρα.



εικ. 3.15 Τρόποι λειτουργίας της βαλβίδας ασφαλείας (Θέση ηρεμίας)

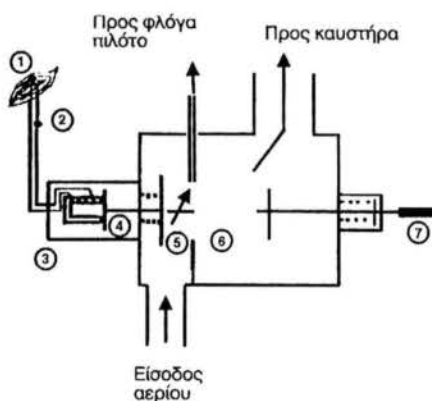
Πιέζοντας τώρα το χειριστήριο ("μπουτόν") (7), η βαλβίδα (6) κλείνει τη δίοδο του αερίου προς τον καυστήρα, και στη συνέχεια, πατώντας για περισσότερο χρόνο το ίδιο χειριστήριο (7), η βαλβίδα (5) ανοίγει τη δίοδο προς τη φλόγα - πιλότο.



εικ. 3.16 Τρόποι λειτουργίας της βαλβίδας ασφαλείας (Θέση βαλβίδας Νο2).

Περιμένοντας 1 - 2 δευτερόλεπτα, ώστε το αέριο να φτάσει στο ακροφύσιο (μπεκ) της φλόγας - πιλότου και πιέζοντας ταυτόχρονα, τόσο το μπουτόν (7), όσο και έναν ενσωματωμένο στη συσκευή πιεζοηλεκτρικό αναπτήρα (4), παράγεται σπινθήρας που ανάβει τη φλόγα - πιλότο.

Μετά από μερικά δευτερόλεπτα, η φλόγα - πιλότος (1) έχει θερμάνει το αισθητήριο (2), ενώ το πηνίο (3) συγκρατεί μαγνητικά τον δίσκο, κρατώντας ανοικτή τη βαλβίδα(5). Αφήνοντας, τώρα, το χειριστήριο (7), η βαλβίδα (6) ανοίγει και επιτρέπει στο αέριο να πορευθεί προς τον καυστήρα, μέσω άλλης ρυθμιστικής βαλβίδας. Ας σημειωθεί, ότι το αισθητήριο της θερμοκρασίας είναι ένα διμεταλλικό στοιχείο, που θερμαινόμενο παράγει μια πολύ χαμηλή τάση, ικανή όμως να συγκρατήσει το δίσκο, μέσω ενός ηλεκτρομαγνήτη (3).



εικ. 3.17 Τρόποι λειτουργίας της βαλβίδας ασφαλείας (Θέση βαλβίδας Νο 3).

Πολλοί καυστήρες αερίου που κυκλοφορούν στην ελληνική αγορά, ακολουθούν την παραπάνω μέθοδο, ενώ άλλοι, πάλι, έχουν σαν αισθητήριο ένα φιαλίδιο υγρού, το οποίο, μέσω ενός τριχοειδούς σωλήνα καταλήγει σε μια φούσκα, όπου θερμαινόμενο από τη φλόγα, διαστέλλεται με αποτέλεσμα να μεγαλώνει η φούσκα και έτσι να συγκρατείται η βαλβίδα (5) ανοικτή.

3.3.11 Καυστήρες με πλάκα πρόσκρουσης

Οι καυστήρες με πλάκα πρόσκρουσης χρησιμοποιούνται με μεγάλες κουζίνες, κυρίως σε φριτέζες. Αποτελούνται από ένα καυστήρα χωρίς σωλήνα ανάμιξης και μια πλάκα πρόσκρουσης από κεραμικό υλικό ή από μέταλλο ανθεκτικό στις υψηλές θερμοκρασίες. Είναι απλοί, μη ευαίσθητοι στη ρύπανση, αλλά σχετικά θορυβώδεις. Στην πλάκα αναπτύσσονται θερμοκρασίες 400 + 700 °C. Η θερμική τους φόρτιση έχει μικρό πεδίο ρύθμισης.

3.3.12 Καυστήρες με ηλεκτρονική ανάφλεξη

Μια εξέλιξη των ατμοσφαιρικών καυστήρων είναι και η εφαρμογή σ' αυτούς μεθόδων έναυσης και ελέγχου της φλόγας τους με εμφύσηση αέρα, μέσω ηλεκτρονικής ανάφλεξης.

Τα κύρια πλεονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι η αυτόματη έναυση του καυστήρα και η εξοικονόμηση αερίου που καταναλώνει η φλόγα - πιλότος. Το μειονέκτημά της, πάντως, είναι το υψηλότερο κόστος αγοράς.

3.4.1 Γενική περιγραφή καυστήρων αερίου με ανεμιστήρα.

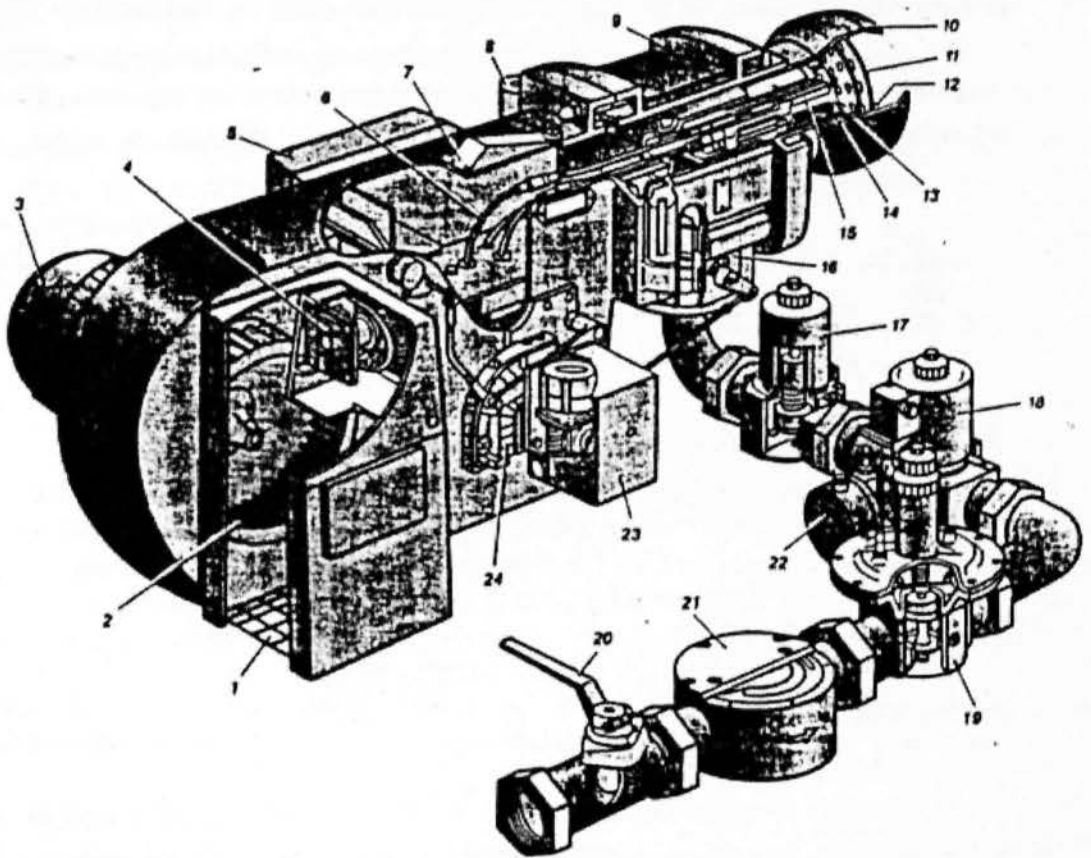
Στους καυστήρες με ανεμιστήρα όλος ο αέρας καύσης παρέχεται από κατάλληλο ανεμιστήρα. Χρησιμοποιούνται σε ισχύες μεγαλύτερες από 50 kW, επειδή για μικρότερα μεγέθη είναι αντισυμβατικοί, λόγω ακριβότερων οργάνων ασφαλείας και ρύθμισης. Η ύπαρξη του ανεμιστήρα καθιστά δυνατή την καλή ανάμιξη του αέρα με το καύσιμο αέριο μέσα στην κεφαλή του καυστήρα, με την ελάχιστη απαιτούμενη περίσσεια αέρα (15% σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα). Λόγω της μικρής περίσσειας αέρα, της καλής ανάμιξης και του στροβιλισμού έχουμε υψηλές πυκνότητες ενέργειας και επιθυμητό καθορισμό της μορφής της φλόγας. Επίσης έχουμε τη δυνατότητα ρύθμισης της ισχύος λόγω της δυνατότητας ρύθμισης των παροχών αερίου και αέρα.

Οι καυστήρες με ανεμιστήρα είναι όλοι σχεδιασμένοι για λειτουργία με υπερπίεση. Στους λέβητες υπερπίεσης ο ανεμιστήρας του καυστήρα, εκτός από την αναρρόφηση του αέρα καύσης και τη σταθεροποίηση της φλόγας, αναλαμβάνει και την υπερνίκηση στο θάλαμο καύσης και τα κανάλια συναγωγής των καυσαερίων. Η καπνοδόχος απλώς απάγει τα καυσαέρια με τον ελκυσμό της.

Οι καυστήρες με ανεμιστήρα αποτελούνται από τρεις ομάδες στοιχείων:

1. τον ανεμιστήρα με τον κινητήρα και τη διάταξη στραγγαλισμού για τη ρύθμιση της παροχής αέρα,
2. την κεφαλή ανάμιξης με το φλογοσωλήνα, τα ακροφύσια και τη διάταξη στροβιλισμού
3. τις διατάξεις ρύθμισης, έναυσης και ασφαλείας.

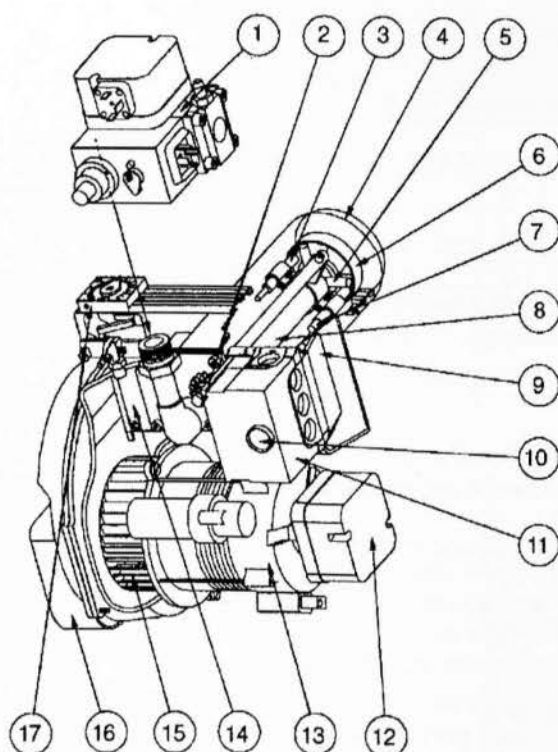
Υπάρχουν καυστήρες στους οποίους όλα τα μέρη σχηματίζουν ενιαίο σώμα και ονομάζονται καυστήρες Monoblock.



εικ. 3.18 Καυστήρας με ανεμιστήρα

1. άνοιγμα αναρρόφησης αέρα
2. πτερωτή ανεμιστήρα
3. κινητήρας
4. επιτηρητής πίεσης αέρα
5. συσκευή ελέγχου (αυτοματισμός)
6. καλώδια έναρξης
7. άνοιγμα παρατήρησης
8. αφθρωτή φλάντζα για συντήρηση
9. φλάντζα στερέωσης
10. φλογοσωλήνας
11. δίσκοι ανάμιξης
12. αισθητήριο επιτήρησης φλόγας

13. δακτύλιος ακροφυσίων αερίου
14. δακτύλιος ανάμιξης
15. ηλεκτρόδιο ένωσης
16. κλαπέτο ρύθμισης αερίου
17. αποφρακτική βαλβίδα για διαρροή αερίου
18. αποφρακτική βαλβίδα ασφαλείας
19. ρυθμιστής πίεσης αερίου
20. αποφρακτικός κρούνος αερίου
21. φίλτρο νερού
22. επιτηρητής πίεσης αερίου
23. μηχανισμός ρύθμισης παροχών αέρα/αερίου
24. διάταξη προσαρμογής της παροχής αέρα

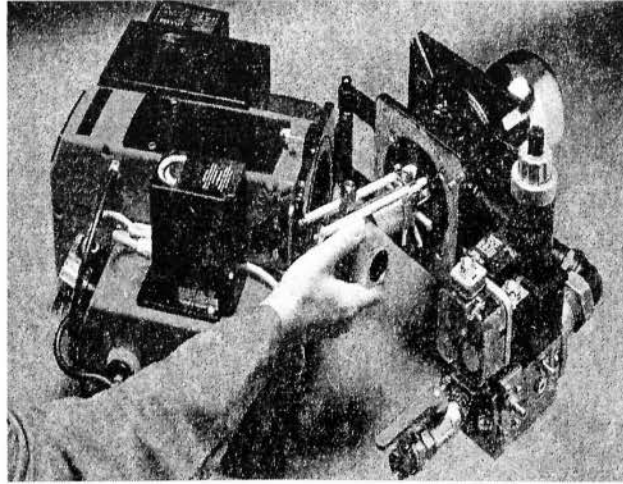


1. Συγκρότημα οργάνων αερίου.
2. Ρυθμιστής φλογοκεφαλής.
3. Ηλεκτρόδιο ιονισμού.
4. Μπούκα.
5. Φλογοκεφαλή.
6. Διασκορπιστήρας
7. Ηλεκτρόδιο.
8. Ράβδος φλογοκεφαλής.
9. Μετασχηματιστής.
10. Κουμπί επαναφοράς.
11. Αυτόματος καύσης.
12. Επιτηρητής πίεσης αερίου.
13. Κινητήρας.
14. Διάφραγμα αέρα.
15. Φτερωτή.
16. Προσαγωγέας αέρα.
17. Ρυθμιστής διαφράγματος αέρα.

εικ. 3.19 Διάταξη οργάνων καυστήρα αερίου

3.4.2.1 Ο ανεμιστήρας του καυστήρα

Ο ανεμιστήρας του καυστήρα είναι στοιχείο μεγάλης σημασίας για την ποιότητα της καύσης. Το συνηθέστερα χρησιμοποιούμενο είδος ανεμιστήρα είναι ο ακτινικός ανεμιστήρας με δρομέα τυμπάνου. Ο δρομέας παλιότερα κατασκευαζόταν στραντζαριστός από χαλύβδινα ελάσματα. Σήμερα μπορεί να είναι χυτός από ελαφρό μέταλλο ή συνθετικό υλικό. Τα πτερύγια είναι ακτινικά με κλίση προς τα εμπρός ή προς τα πίσω. Ο βαθμός απόδοσης κυμαίνεται μεταξύ 45 και 85%.



εικ. 3.20 Καυστήρας αερίου με ανεμιστήρα

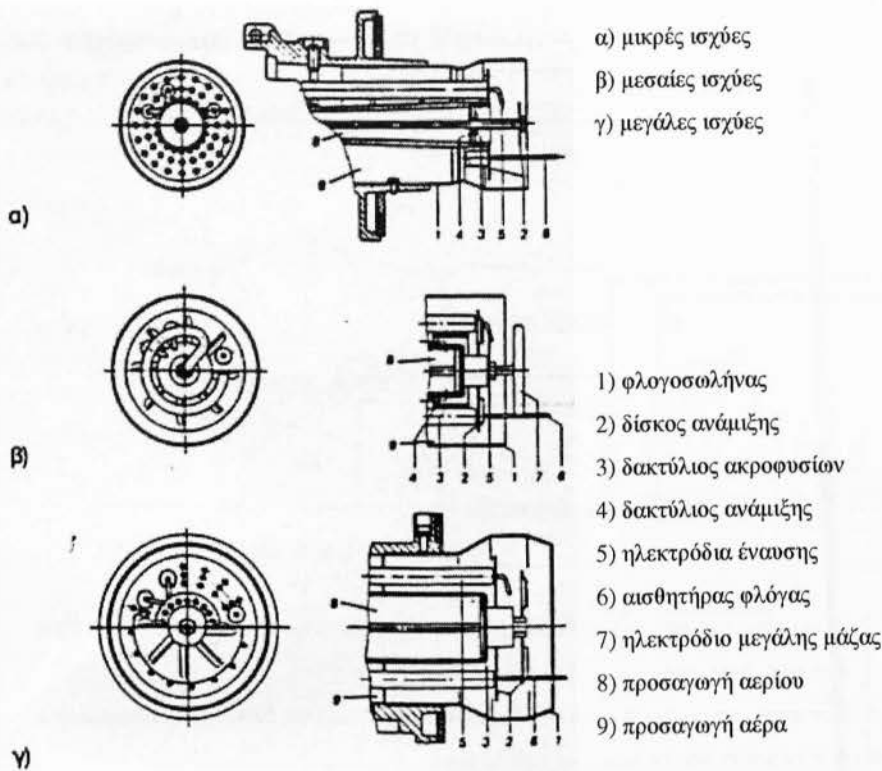
Οι ανεμιστήρες με πτερύγια με κλίση προς τα εμπρός, συνήθεις στους μικρούς καυστήρες, παρουσιάζουν σε μικρές παροχές κάποια αστάθεια. Ενώ οι ανεμιστήρες με πτερύγια με κλίση προς τα πίσω έχουν καλό βαθμό απόδοσης, είναι σταθεροί και προτιμώνται σε λέβητες υπερπίεσης.

Η ρύθμιση της παροχής του αέρα γίνεται στην πλευρά της αναρρόφησης με κατάλληλο κλαπέτο. Αυτό το είδος της ρύθμισης είναι εύκολο και επιτρέπει την αυτόματη διακοπή του αέρα, όταν σταματήσει ο καυστήρας.

Οι στροφές του ανεμιστήρα γενικά είναι $1400 + 2800$, όπου στις υψηλές στροφές έχουμε καλύτερη ανάμιξη καυσίμου – αέρα, όμως δημιουργείται μεγαλύτερος θόρυβος.

3.4.2.2 Το ακροφύσιο του καυστήρα με ανεμιστήρα

Στον καυστήρα, ανάλογα με το μέγεθος του, η διανομή αερίου μπορεί να γίνεται είτε από ακροφύσια μεμονωμένου σωλήνα, είτε από συνδυασμό περισσότερων σωλήνων. Οι δέσμες αερίου σχηματίζουν γωνία με τη ροή του αέρα, συνήθως 90° , για καλύτερη ανάμιξη. Η πίεση του αερίου στην έξοδο από τα ακροφύσια πρέπει, προφανώς, να είναι σημαντικά μεγαλύτερη από την πίεση του αερίου εκεί. Η έξοδος του αερίου γίνεται είτε πριν από το δίσκο ανάμιξης, είτε μετά το δίσκο στο νεκρό χώρο ανακυκλοφορίας. Η διαμόρφωση των ακροφυσίων δεν παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάμιξη.

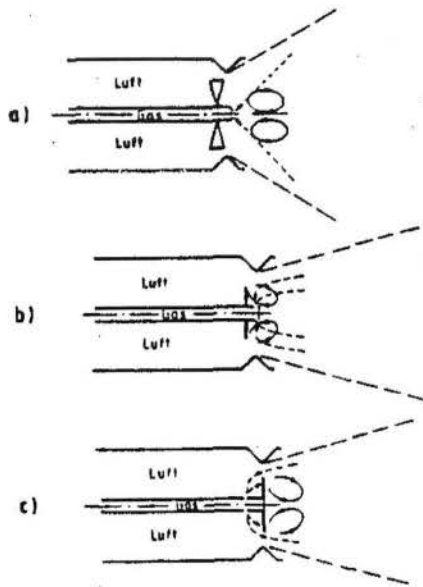


εικ. 3.21 Διατάξεις ακροφυσίων και διατάξεις ανάμιξης σε καυστήρες με ανεμιστήρα

3.4.3.1 Διάταξη ανάμιξης σε καυστήρα με ανεμιστήρα

Η διάταξη ανάμιξης αποτελείται από το φλογαυλό, το σωλήνα ακροφυσίων και την κεφαλή του καυστήρα με τα στοιχεία οδήγησης και ανακοπής του αέρα. Η διάταξη αυτή έχει σκοπό την κατά το δυνατόν καλύτερη ανάμιξη του καυσίμου με τον αέρα καύσης με ελάχιστη περίσσεια. Από αυτήν εξαρτάται η ποιότητα του μίγματος, η μορφή και το μήκος της φλόγας, ο βαθμός απόδοσης και η καλή καύση χωρίς άκαυστα. Εκτός από την καλή ανάμιξη η διάταξη αυτή πρέπει να σταθεροποιεί τη φλόγα, ώστε να αποφεύγονται κραδασμοί.

Χρησιμοποιούνται διάφορα συστήματα ανάμιξης, τα οποία περιλαμβάνουν συνδυασμούς αφενός ροή του καυσίμου σε δέσμες εγκάρσιες ή λοξές προς τη ροή του αέρα και αφετέρου δίσκο ανακοπής ή δακτύλιους στροβιλισμού.



εικ. 3.22 Διατάξεις ακροφυσίων και διατάξεις ανάμιξης σε καυστήρες με ανεμιστήρα

- a) Ροή υπό γωνία, ανάμιξη μετά το δίσκο
- b) Εγκάρσια ροή, ανάμιξη μετά το δίσκο
- c) Ανάμιξη πριν από το δίσκο με στροβιλισμό

Ο δίσκος ανακοπής, ο οποίος πιθανώς φέρει λοξές ακτινικές εγκοπές με περιστροφική επίδραση στο διερχόμενο αέρα, σχηματίζει δακτυλιοειδές διάκενο μεταξύ δίσκου και φλογοσωλήνα. Από αυτό το δακτυλιοειδές διάκενο σχηματίζεται μια δέσμη αέρα, η οποία συνεισφέρει σημαντικά στην ανάμιξη. Η δέσμη αυτή πρέπει να είναι κατά το δυνατόν κάθετη στη δέσμη αερίου, ώστε να επιτευχθεί βέλτιστη ανάμιξη. Αν ο δίσκος είναι τοποθετημένος λανθασμένα, τότε μπορούν να αναπτυχθούν σχετικές ταχύτητες οι οποίες αποκλίνουν τη δέσμη του μίγματος και η φλόγα γίνεται ασταθής.

Σε μεγαλύτερους καυστήρες για να μειωθεί το μήκος της φλόγας εντατικοποιούμε την ανάμιξη με στροβιλισμό της ροής του αέρα και (σπανίως) του καυσίμου. Οι δακτύλιοι στροβιλισμού είναι ελάσματα οδήγησης του αέρα διατεταγμένα κοχλιοειδώς, τα οποία προκαλούν περιστροφή του αέρα με το καύσιμο και εντατικοποιούν την ανάμιξη.

3.4.3.2 Διάταξη έναυσης σε καυστήρα με ανεμιστήρα

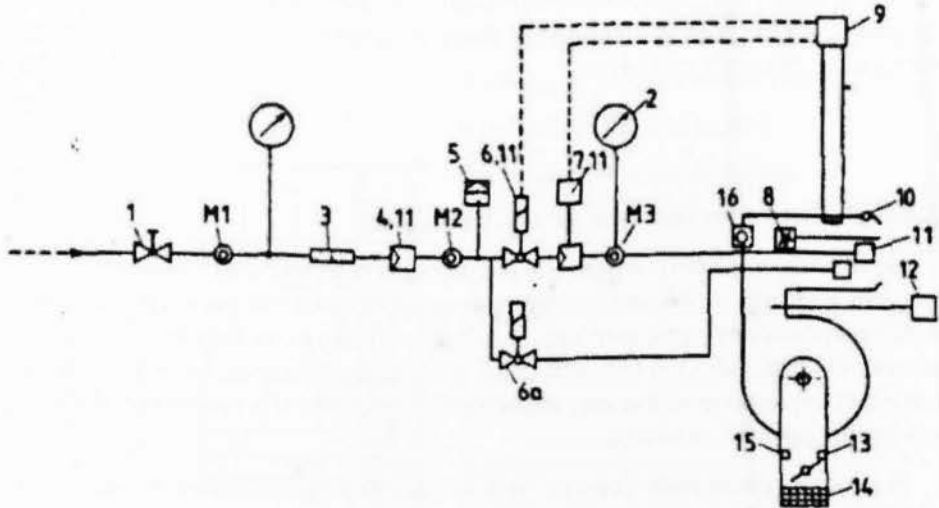
Κάθε καυστήρας με ανεμιστήρα πρέπει να έχει μια διάταξη έναυσης για αυτόματη εκκίνηση. Μέχρι θερμική φόρτιση 350 kW η έναυση είναι άμεση, ενώ για μεγαλύτερη θερμική φόρτιση απαιτείται πρώτα έναυση μιας φλόγας έναυσης με ισχύ μικρότερη από το 50%.

Η έναυση του μίγματος καυσίμου/αέρα γίνεται με ηλεκτρικό σπινθήρα ο οποίος δημιουργείται μεταξύ δύο ηλεκτροδίων. Ο απαραίτητος μετασχηματιστής ανυψώνει την τάση μέχρι τα 8 + 12 kV με ένα ηλεκτρόδιο μεγάλης μάζας.

Σημαντική είναι η σωστή διάταξη των ηλεκτροδίων σε σχέση με τα ακροφύσια. Ο σπινθήρας πρέπει να δημιουργείται σε περιοχή με αναφλέξιμο μίγμα αερίου/αέρα.

3.4.4 Εξοπλισμός καυστήρα με ανεμιστήρα

Κάθε καυστήρας με ανεμιστήρα πρέπει να είναι εξοπλισμένος με ένα ελάχιστο αριθμό οργάνων για κανονική εκκίνηση, λειτουργία και σβέση.



εικ. 3.23 Ελάχιστος εξοπλισμός καυστήρα με ανεμιστήρα

1. χειροκίνητη αποφρακτική διάταξη
2. μετρητής πίεσης αερίου
3. φίλτρο αερίου
4. όργανο ρύθμισης πίεσης
5. όργανο επιτήρησης πίεσης
6. αποφρακτική διάταξη ασφαλείας
- 6α. βαλβίδα αερίου έναυσης
7. διάταξη ρύθμισης για πολυβάθμιους καυστήρες
8. διάταξη έναυσης
9. διάταξη επιτήρησης φλόγας. Αυτοματισμός καυστήρα
10. Επαφή μανδάλωσης
11. όργανο προρύθμισης
12. έλεγχος λειτουργίας ανεμιστήρα
13. θερματικός διακόπτης ελαχίστου αέρα
14. προστασία για κινητά μέρη
15. θερματικός διακόπτης μεγ. αέρα
- M1: θέση μέτρησης για την πίεση
- M2: θέση μέτρησης για την πίεση ρύθμισης

Και στον καυστήρα με ανεμιστήρα είναι απαραίτητα ορισμένα όργανα τα οποία υπάρχουν και στον ατμοσφαιρικό καυστήρα, όπως η χειροκίνητη αποφρακτική διάταξη, η διάταξη επιτήρησης της φλόγας, τα φίλτρα νερού, το όργανο ρύθμισης πίεσης. Η επιτήρηση της φλόγας γίνεται με αισθητήρα φλόγας ο οποίος “βλέπει” αν η φλόγα καίει ή έχει σβήσει. Πρόκειται είτε (συνηθέστερα) για μια ράβδο ιονισμού, είτε για φωτοκύτταρο υπεριώδους (UV) ακτινοβολίας.

Η διεύθυνση και επιτήρηση της λειτουργίας του καυστήρα γίνεται μέσω του αυτοματισμού διεύθυνσης. Για τη ρύθμιση της παροχής του αέρα υπάρχει κλαπέτο ή διάταξη στραγγαλισμού.

Η έναυση μπορεί να γίνει είτε με φλόγα έναυσης, είτε άμεσα με ηλεκτρικό σπινθήρα.

Συνήθως στους καυστήρες υπάρχει σύστημα ελέγχου, το οποίο διευθύνει τη λειτουργία με βάση μόνο μια αρχική ρύθμιση των ροών αερίου και αέρα. Ορισμένοι, όμως, καυστήρες έχουν διατάξεις σύγχρονης ρύθμισης των ροών αερίου και αέρα, ώστε να διατηρείται ορισμένη αναλογία. Σε μεγαλύτερες μάλιστα εγκαταστάσεις οι καυστήρες έχουν διατάξεις μέτρησης και σύγχρονης ρύθμισης με βάση τη μέτρηση των ροών αερίου και αέρα, ώστε να διατηρείται βέλτιστη αναλογία.

3.4.5 Ρύθμιση καυστήρα με ανεμιστήρα

Οι καυστήρες με ανεμιστήρα δεν ρυθμίζονται εξ' αρχής στο εργοστάσιο για μια δεδομένη θερμική φόρτιση. Η ρύθμιση γίνεται στην εστία καύσης στο χώρο εγκατάστασης, ώστε να υπάρχει προσαρμογή στις ανάγκες. Η ρύθμιση γίνεται με τη βοήθεια μετρήσεων της περιεκτικότητας του O_2 ή CO_2 στα ξηρά καυσαέρια. Με αυτές προσδιορίζεται ο λόγος αέρα και ο βαθμός απόδοσης. Για τη ρύθμιση είναι απαραίτητη η γνώση της σύστασης του αερίου και της θερμογόνου δύναμης.

Η παροχή αερίου ρυθμίζεται με τη βοήθεια του μετρητή αερίου ή ενός ροόμετρου. Η παροχή αέρα ρυθμίζεται με στραγγαλισμό της ροής στην αναρρόφηση ή την κατάθλιψη. Ο στραγγαλισμός στην αναρρόφηση γίνεται με τη βοήθεια του κλαπέτου εισόδου του αέρα. Ο στραγγαλισμός στην κατάθλιψη γίνεται με την βοήθεια διατάξεων μέσα στην κεφαλή του καυστήρα, οι οποίες σε μερικές περιπτώσεις μπορούν να μεταβάλλουν τη διατομή της ροής.

3.4.6 Λειτουργία καυστήρα με ανεμιστήρα

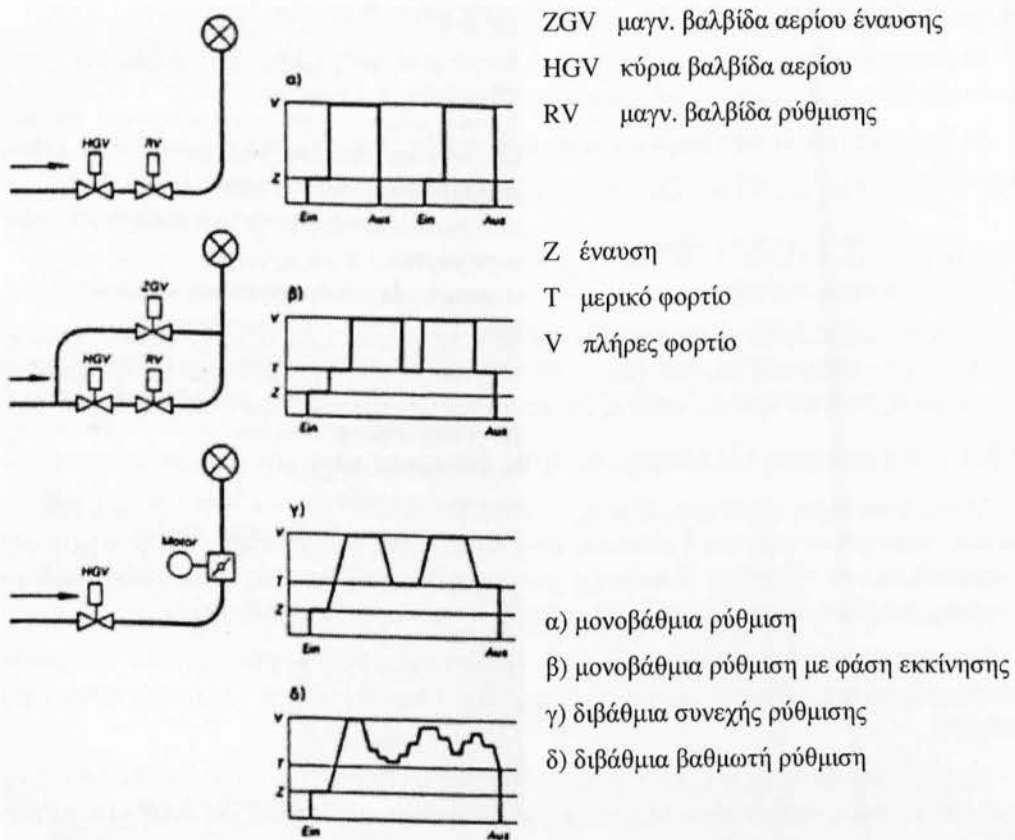
Οι καυστήρες με ανεμιστήρα παρουσιάζουν εξαιρετική λειτουργία ακόμη και όταν υφίστανται αυξημένες εξωτερικές οχλήσεις λόγω μεταβολών της πίεσης, με περιορισμένη παραγωγή ρύπων (CO , NO_x). Με αυτούς έχουμε λειτουργία του λέβητα με υπερπίεση και μπορούμε να επιτύχουμε υψηλές φορτίσεις του θαλάμου καύσης.

Η λειτουργία του καυστήρα ξεκινά με θέση σε λειτουργία του ανεμιστήρα. Αφού ανάψει είτε η φλόγα, είτε η φλόγα έναυσης (αν προβλέπεται), η διάταξη επιτήρησης φλόγας δίνει σήμα κανονικής λειτουργίας. Το αέριο παρέχεται μετά το άνοιγμα αυτόματης βαλβίδας. Αν η ισχύς είναι μεγαλύτερη από 350 kW, τότε πρέπει να υπάρχουν δύο βαλβίδες σε σειρά.

Η φλόγα, λόγω της υψηλής τριβής, είναι πολύ σταθερή. Μάλιστα στις στροβιλιζόμενες φλόγες οι συνθήκες είναι ακόμη ευνοϊκότερες. Οι στροβιλιζόμενες φλόγες έχουν μικρότερο μήκος και δεν επηρεάζονται από πιθανές μεταβολές της σύστασης του αερίου. Η σταθεροποίηση βελτιώνεται από την ύπαρξη της πλάκας ανάμιξης. Η πλάκα ανάμιξης λειτουργεί ως πλάκα ανακοπής και πίσω από αυτήν δημιουργείται περιοχή ανακυκλοφορίας, όπου αναρροφούνται θερμά καυσαέρια, τα οποία βοηθούν την έναυση της φλόγας στα όρια της.

Η καλή (εξαναγκασμένη) ανάμιξη αερίου/αέρα, λόγω στροβιλισμού και τύρβης, έχει ως αποτέλεσμα την εξάλειψη τοπικών μεγίστων τιμών της θερμοκρασίας και άρα τον περιορισμό της παραγωγής οξειδίων του αζώτου NO_x . Έτσι στους καυστήρες με ανεμιστήρα παράγονται 20 + 30 % λιγότερα οξείδια του αζώτου απ' ό τι στους ατμοσφαιρικούς.

Υπάρχουν καυστήρες με ανεμιστήρα με μονοβάθμια λειτουργία, όμως στις περισσότερες εφαρμογές προτιμούνται καυστήρες διβάθμιοι ή με συνεχή (μη βαθμωτή) ρύθμιση. Οι διβάθμιοι καυστήρες έχουν συνήθως ένα μηχανοκίνητο κλαπέτο ρύθμισης του αέρα με τερματικούς διακόπτες, ενώ η παροχή του αερίου διευθύνεται από διβάθμιο αυτορυθμιζόμενο όργανο. Η δεύτερη μαγνητική βαλβίδα ενεργοποιείται όταν ενεργοποιηθεί ο τερματικός διακόπτης μέγιστου αέρα, οπότε στη μεταβατική φάση ο καυστήρας λειτουργεί με αυξημένη περίσσεια.



εικ.3.24 Σχήματα λειτουργίας καυστήρων με ανεμιστήρα

Οι μεγαλύτεροι καυστήρες με ανεμιστήρα λειτουργούν συνήθως με συνεχή ρύθμιση. Σ' αυτούς υπάρχει κοινός κινητήρας διεύθυνσης, ο οποίος κινεί τα κλαπέτα αερίου και αέρα ή δυο κινητήρες διεύθυνσης ηλεκτρικά συνδεδεμένοι μεταξύ τους. Η συνδυασμένη διεύθυνση μπορεί να είναι μηχανική, ηλεκτρική, ή πνευματική.

Η μηχανική διεύθυνση περιλαμβάνει καμπύλες οδήγησης και βάκτρο. Η ηλεκτρική διεύθυνση γίνεται με λογικό κύκλωμα. Η μηχανική και ηλεκτρική διεύθυνση αποτρέπουν μια λεπτή ρύθμιση κατά την λειτουργία μέσω της ανάλυσης καυσαερίων.

Η πνευματική διεύθυνση γίνεται με τη βοήθεια ρυθμιστή πίεσης αερίου, ο οποίος λαμβάνει ως μέγεθος διέγερσης την πίεση του αέρα.

Οι συνήθεις καυστήρες έχουν περιοχή ρύθμισης 20 + 100 %, ενώ ειδικοί καυστήρες έχουν δυνατότητα λειτουργίας μέχρι το 10 % του φορτίου. Το όριο της περιοχής ρύθμισης εξαρτάται από την σταθερότητα της φλόγας και την ποιότητα της καύσης.

3.5.1 Είδη βιομηχανικών καυστήρων

Υπάρχουν πολλών ειδών βιομηχανικοί καυστήρες για να ικανοποιήσουν τις διάφορες θερμικές διεργασίες. Θερμαίνονται στερεά, υγρά και αέρια από θερμοκρασίες λίγο μεγαλύτερες από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος μέχρι θερμοκρασίες άνω των 2000 °C.

Οι βιομηχανικές εφαρμογές απαιτούν περιοχές ρύθμισης 10:1, με σταθερή φλόγα και καλή ποιότητα καύσης, ακόμη και στο χαμηλότερο φορτίο.

Οι βιομηχανικοί καυστήρες κυρίως διακρίνονται στους εξής τύπους:

1. καυστήρες ελεύθερης δέσμης (διάχυσης)
2. καυστήρες προανάμιξης
3. καυστήρες ανάμιξης

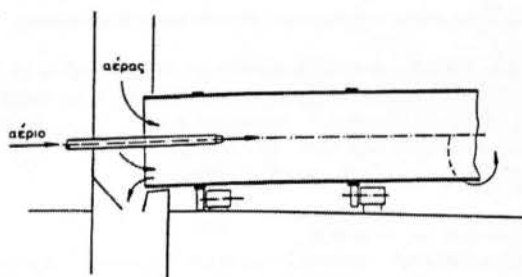
Κατά την αξιολόγηση ενός συστήματος καύσης πρέπει εκτός από τον καυστήρα να ληφθεί υπ' όψιν η διαμόρφωση και των χώρων καύσης καθώς και η ρύθμιση και η διεύθυνση του συστήματος, δηλαδή η εστία καύσης πρέπει να αντιμετωπισθεί ως ενιαίο σύνολο.

3.5.1.1 Καυστήρες ελεύθερης δέσμης (διάχυσης)

Στους καυστήρες ελεύθερης δέσμης το καύσιμο αέριο εξέρχεται από ένα ακροφύσιο με υψηλή ταχύτητα σε ακίνητο ή ελαφρώς κινούμενο αέρα. Το αναγκαίο για την καύση οξυγόνο αναρροφάται από τον χώρο. Η ανάμιξη γίνεται με διάχυση. Λαμβάνονται φλόγες καθαρής διάχυσης μεγάλου μήκους με χαμηλή, σχετικά ομοιόμορφη θερμοκρασία.

Χρησιμοποιούνται σε φούρνους τούνελ και δακτυλοειδείς στη βιομηχανία κεραμικών ως καυστήρες οροφής. Η πίεση αερίου είναι περίπου 1 bar και η ισχύς καυστήρα φθάνει μέχρι 250 kW.

Χρησιμοποιούνται επίσης σε περιστρεφόμενους φούρνους και σε φούρνους θέρμανσης γυαλιού. Η πίεση αερίου είναι περίπου 1 bar και η ισχύς ανά καυστήρα ανέρχεται σε μερικά MW.



εικ. 3.25 Καυστήρες ελεύθερης δέσμης σε περιστρεφόμενο φούρνο

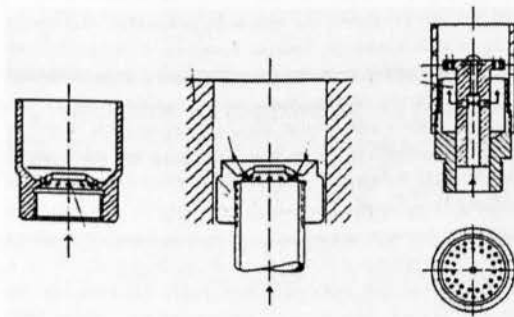
3.5.1.2 Καυστήρες προανάμιξης

Στους καυστήρες προανάμιξης ο αέρας και το καύσιμο παρέχονται σε υποστοιχειομετρική, στοιχειομετρική ή υπερστοιχειομετρική αναλογία. Η ανάμιξη γίνεται είτε σε διάταξη ανάμιξης, είτε (σπανιότερα) με έγχυση, όπως στους ατμοσφαιρικούς καυστήρες. Αν η αναλογία είναι υποστοιχειομετρική ή στοιχειομετρική, θα πρέπει να φροντίσουμε για την παροχή δευτερεύοντος αέρα.

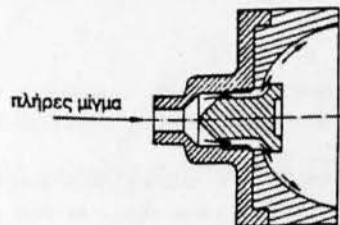
Οι καυστήρες προανάμιξης με υποστοιχειομετρική αναλογία (40 έως 70 %) χρησιμοποιούνται σε χυτήρια για προθερμάνσεις και ξηράσεις και σε ειδικές περιπτώσεις για προθέρμανση αέρα. Με μεταβολή του βαθμού προανάμιξης μπορεί να ρυθμίζεται το μήκος της φλόγας. Η πίεση του αερίου πρέπει να είναι τουλάχιστον 20 mbar, ενώ για δυνατότητα ρύθμισης φορτίου 1:4, για το Φ.Α. απαιτείται πίεση 0,7 bar.

Με καυστήρες πλήρους προανάμιξης επιτυγχάνουμε κοντές φλόγες υψηλής θερμοκρασίας. Αν μάλιστα η ροή του μίγματος είναι στροβιλιζόμενη, τότε προκύπτει μια πεπλατυσμένη φλόγα.

Στους καυστήρες πλήρους προανάμιξης υπάρχει κίνδυνος αντεπιστροφής της φλόγας, οπότε η περιοχή ρύθμισης είναι μικρότερη, ενώ απαγορεύεται ουσιαστικά η προθέρμανση αέρα. Ο κίνδυνος αντεπιστροφής της φλόγας αντιμετωπίζεται με ταχύτητα ροής μεγαλύτερη από την ταχύτητα φλόγας. Για τη σταθεροποίηση της φλόγας χρησιμοποιούνται ειδικά ακροφύσια με κατασκευαστική διαμόρφωση της (συνήθως πυρίμαχης) κεφαλής, π.χ. με τη δημιουργία ζωνών ανακυκλοφορίας της ροής.



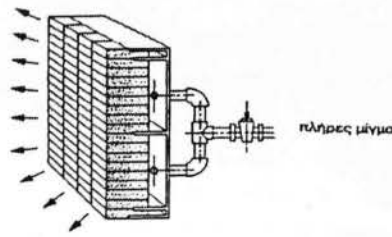
εικ. 3.26 Κεφαλές καυστήρα πλήρους προανάμιξης για Φ.Α.



εικ. 3.27 Βιομηχανικός καυστήρας πλήρους προανάμιξης υψηλής θερμοκρασίας

Στους καυστήρες πλήρους προανάμιξης η πλήρης καύση γίνεται σε μικρό μήκος και μικρό χώρο, οπότε επιτυγχάνεται πολύ υψηλή θερμοκρασία της φλόγας με μέγιστη τιμή σε μικρή απόσταση από τον καυστήρα. Έτσι απαιτείται μικρός χώρος για τη φλόγα, ενώ η απόδοση θερμότητας στο θερμαινόμενο μέσο δεν επηρεάζεται από τις αντιδράσεις καύσης.

Ειδική εφαρμογή των καυστήρων πλήρους προανάμιξης είναι οι καυστήρες πλάκας ακτινοβολίας. Αυτοί αποτελούνται από ένα πορώδες ή διαπερατό υλικό, συνδυασμό κεραμικού και μεταλλικών ινών ή ειδικό μεταλλικό ινώδες υλικό. Το μίγμα αερίου/αέρα καίγεται επάνω ή κοντά στην επιφάνεια με πολλές αόρατες φλόγες. Η θερμότητα μεταδίδεται από τη θερμή πλάκα στο χώρο με ακτινοβολία. Η θερμοκρασία της επιφάνειας φθάνει τους 1200 °C και η θερμική ροή τα 125 kW/m². Χρησιμοποιούνται πλάκες υπέρυθρης ακτινοβολίας για τη θέρμανση χώρων εργασίας και για ζήρανση.



εικ. 3.28 Πλάκα ακτινοβολίας

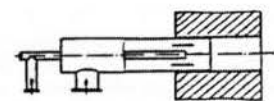
3.5.1.3 Καυστήρες ανάμιξης

Στους καυστήρες ανάμιξης το αέριο και ο αέρας καύσης αναμειγνύονται στην κεφαλή του καυστήρα. Σ' αυτούς είναι δυνατή μια αξιόλογη προθέρμανση του αέρα χωρίς κίνδυνο αντεπιστροφής της φλόγας. Γι' αυτό το λόγο είναι οι καυστήρες με την ευρύτερη εφαρμογή στη βιομηχανία.

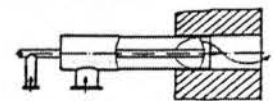
Οι καυστήρες ανάμιξης, επειδή πραγματοποιούν την ανάμιξη, χρειάζονται υψηλότερες πιέσεις αέρα και αερίου από τους καυστήρες προανάμιξης.

Προκύπτουν κοντές φλόγες, οι οποίες παρέχουν τα πλεονεκτήματα των φλογών προανάμιξης χωρίς τα μειονεκτήματά τους.

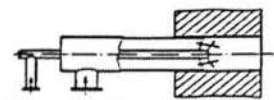
Ανάλογα με την οδήγηση του αερίου και του αέρα διακρίνονται σε καυστήρες παράλληλης ροής, σε καυστήρες στροβιλιζόμενης ροής και σε καυστήρες σταυρωτής ροής.



αέριο αέρας
καυστήρας παράλληλης ροής



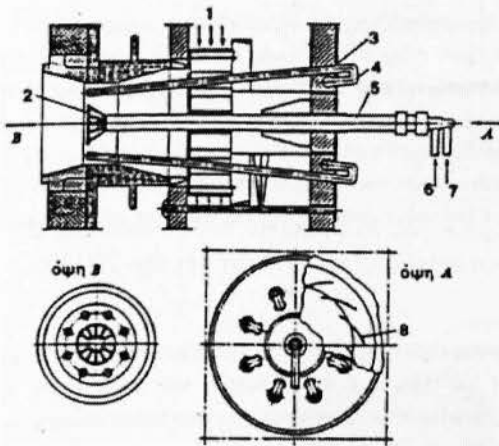
αέριο αέρας
καυστήρας στροβιλιζόμενης ροής



αέριο αέρας
καυστήρας σταυρωτής ροής

εικ. 3.29 Καυστήρες ανάμιξης. Αρχή λειτουργίας

Στους καυστήρες παράλληλης ροής το αέριο και ο αέρας οδηγούνται παράλληλα. Χαρακτηρίζονται από ταχύτητες εξόδου αέρα και αερίου 40 m/s. Προκύπτουν μακρές φλόγες και γι' αυτό χρησιμοποιούνται όπου υπάρχει θάλαμος καύσης, δηλαδή σε ατμολέβητες με ισχύ μέχρι 100 MW και σπάνια σε βιομηχανικούς φούρνους. Μπορούν να συνδυασθούν με καύση πετρελαίου.

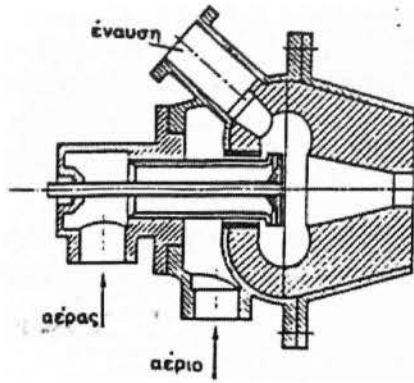


1. είσοδος αέρα
2. οδήγηση αέρα
3. αγωγός αερίου
4. δακτύλιος αερίου
5. αγωγός πετρελαίου
6. πετρέλαιο
7. ατμός

εικ. 3.30 Καυστήρας παράλληλης ροής για συνδυασμένη καύση αερίου/πετρελαίου

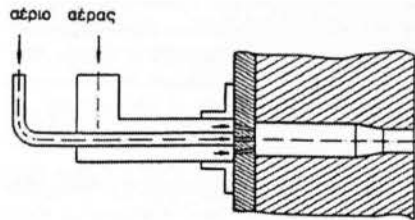
Στους καυστήρες σταυρωτής ροής επιτυγχάνεται ανάμιξη σε μικρό διάστημα. Στους καυστήρες στροβιλιζόμενης ροής συνήθως το ρεύμα αέρα έχει εκτός από την αξονική και μια εφαπτομενική συνιστώσα της ταχύτητας, πράγμα το οποίο με τη δημιουργία ζωνών ανακυκλοφορίας της ροής αυξάνει τη σταθερότητα της φλόγας και την ένταση της ανάμιξης. Οι φλόγες χαρακτηρίζονται από ομοιόμορφη θερμοκρασία και έντονη μετάδοση θερμότητας. Συχνά συνδυάζεται σταυρωτή με στροβιλιζόμενη ροή.

Για τον στροβιλισμό του αέρα και/ή του αερίου απαιτείται υψηλή κινητική ενέργεια και γι' αυτό οι καυστήρες αυτοί είναι γνωστοί και ως καυστήρες ορμής ή καυστήρες υψηλών ταχυτήτων. Σε αυτούς τους καυστήρες τα καυσάερια μετά από έντονη ανάμιξη στο θάλαμο καύσης επιταχύνονται σε υψηλές ταχύτητες.



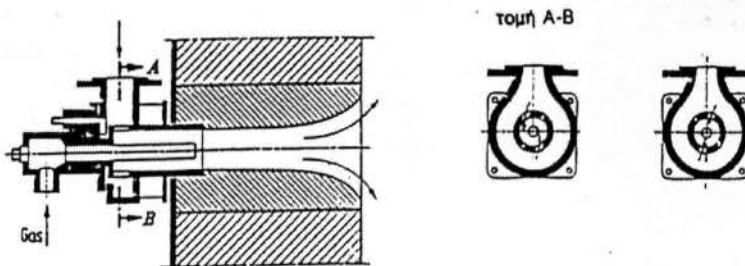
εικ. 3.31 Καυστήρας ορμής

Στους καυστήρες τύπου τούνελ οι ταχύτητες μπορούν να φθάσουν τα 150 m/s. Φυσικά αναπτύσσεται υψηλός θόρυβος και γι' αυτό αποφεύγεται ισχύς μεγαλύτερη από 200 kW.



εικ. 3.32 Καυστήρας τύπου τούνελ

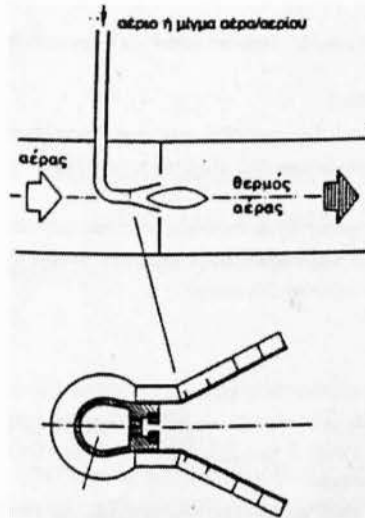
Στους καυστήρες πεπλατυσμένης φλόγας που δημιουργείται με υψηλό στροβιλισμό, έχουμε αυξημένη μετάδοση θερμότητας προς το πυρίμαχο τοίχωμα, το οποίο στη συνέχεια λόγω υψηλής θερμοκρασίας εκπέμπει έντονη ακτινοβολία προς το θερμαινόμενο υλικό. Προφανώς απαιτούνται υψηλές πιέσεις του αέρα.



εικ. 3.33 Καυστήρας πεπλατυσμένης φλόγας

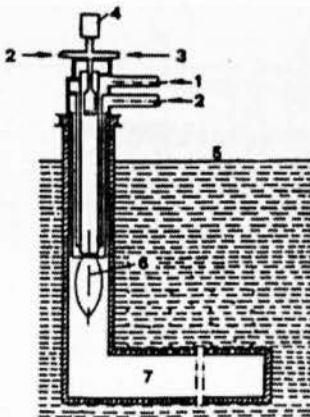
3.5.2 Ειδικοί βιομηχανικοί καυστήρες

Οι καυστήρες μεγάλης επιφάνειας χρησιμοποιούνται για την θέρμανση ρευμάτων αέρα σε μεγάλα κανάλια. Χρησιμοποιούνται επίσης για να καούν διαλυτικά μέσα, τα οποία περιέχονται στον αέρα και σε εφαρμογές ξήρανσης.



εικ. 3.34 Καυστήρας μεγάλης επιφάνειας

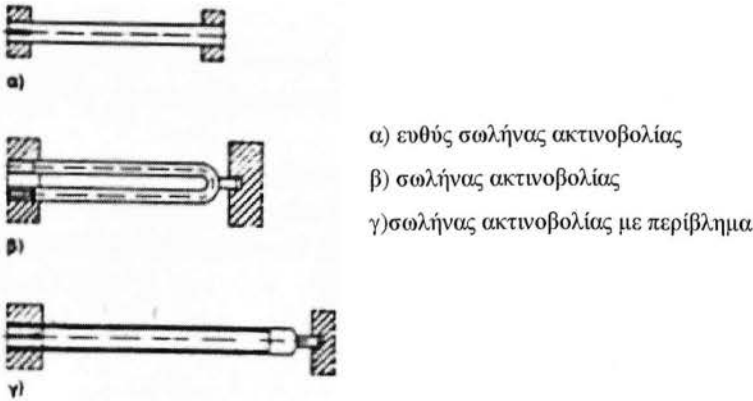
Στους υποβρύχιους καυστήρες, τα καυσαέρια θερμαίνουν το υγρό με άμεση επαφή. Είναι οικονομικοί για θερμοκρασίες νερού μέχρι 60 °C. Για θερμοκρασίες νερού κάτω από το σημείο δρόσου (περίπου 55 °C) εκμεταλλευόμαστε μέρος της ανώτερης θερμογόνου δύναμης. Κατά τον υπολογισμό των πιέσεων πρέπει να λαμβάνεται υπ' όψιν το βάθος βύθισης.



1. αέριο
2. αέρας
3. αέριο έναυσης
4. επιτήρηση φλόγας
5. στάθμη νερού
6. κύρια φλόγα
7. σωλήνας διανομής φυσαλίδων

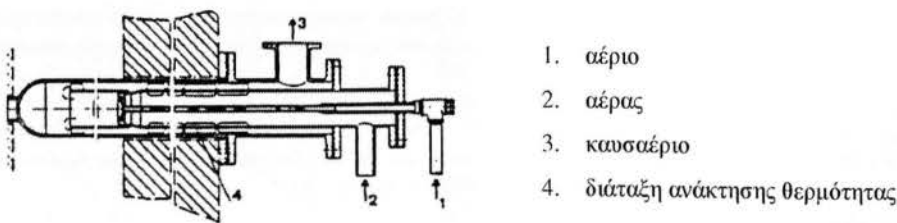
εικ. 3.35 Υποβρύχιος καυστήρας

Οι θερμαντικοί σωλήνες ακτινοβολίας, χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις ανάγκης έμμεσης θέρμανσης υλικών, π.χ. για να αποφευχθεί χημική αντίδραση μεταξύ θερμαινόμενου υλικού και καυσαερίων. Η θερμότητα αποδίδεται από την επιφάνεια των σωλήνων με ακτινοβολία. Η καύση μπορεί να γίνεται μέσα στο σωλήνα ή εκτός.



εικ. 3.36 Θερμαντικοί σωλήνες ακτινοβολίας

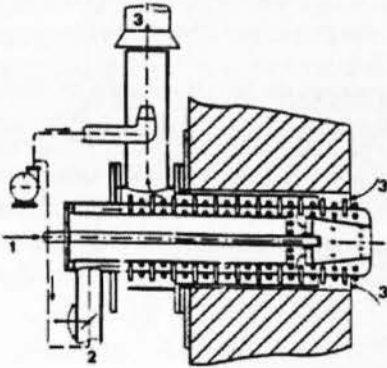
Μεγαλύτερη διάδοση έχει ο θερμαντικός σωλήνας ακτινοβολίας με περίβλημα. Αποτελείται από δύο ομοαξονικούς σωλήνες. Η καύση γίνεται στον εσωτερικό με τη βοήθεια καυστήρα ανάμιξης, τα καυσαέρια αναστρέφουν πορεία και ρέουν στο δακτυλοειδές διάκενο μεταξύ των δύο σωλήνων. Οι σωλήνες για θερμοκρασίες μέχρι 1100 °C μπορούν να κατασκευασθούν από θερμοανθεκτικούς χάλυβες και δίνουν θερμοροή περίπου 50 kW/m². Για υψηλότερες θερμοκρασίες χρησιμοποιούνται κεραμικά υλικά.



εικ. 3.37 Θερμαντικός σωλήνας ακτινοβολίας με περίβλημα

Χαλύβδινοι θερμαντικοί σωλήνες ακτινοβολίας χρησιμοποιούνται για την έμμεση θέρμανση ρευστοποιημένων μετάλλων.

Πολλοί ειδικοί καυστήρες σχεδιάζονται με σκοπό να ανακτήσουν μέρος της ενθαλπίας των καυσαερίων. Σ' αυτούς τα αέρια σε αντιρροή προθερμαίνουν τον αέρα καύσης. Συναντώνται σε ισχύες 20 έως 750 kW. Χρησιμοποιούνται σε φούρνους θέρμανσης, π.χ. για σφυρηλάτηση, ή φούρνους θερμικής κατεργασίας.

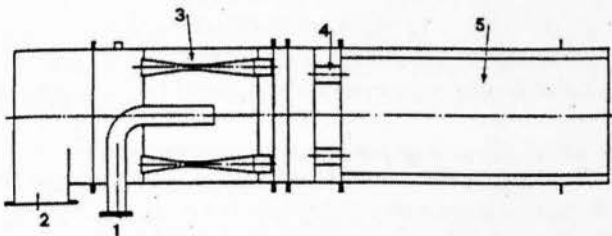


1. αέριο
2. αέρας
3. καυσάεριο

εικ. 3.38 Καυστήρας ανάκτησης θερμότητας

3.5.3 Ειδικοί καυστήρες χαμηλού NO_x

Τα οξείδια του αζώτου NO_x , αποτελούν ατμοσφαιρικούς ρύπους και η περιεκτικότητά τους πρέπει να διατηρείται κάτω από κάποια θεσμοθετημένα όρια. Ο σχηματισμός τους εξαρτάται κυρίως από τη θερμοκρασία της φλόγας και είναι αισθητός για θερμοκρασίες άνω των 1600 K. Άρα για τον περιορισμό του σχηματισμού τους θα πρέπει να ληφθούν μέτρα μείωσης της θερμοκρασίας της φλόγας. Αυτό γίνεται σε ορισμένους καυστήρες με παροχή αέρα με μεγάλη περίσσεια, σε δύο βήματα. Στο πρώτο βήμα έχουμε υποστοιχειομετρική παροχή και χαμηλή θερμοκρασία και στο δεύτερο βήμα ακολουθεί μετάκαυση με προσαγωγή του υπόλοιπου αέρα. Υπάρχουν επίσης καυστήρες, όπου δημιουργείται υπερστοιχειομετρική ομογενής προανάμιξη με $\lambda=1,7$, με θερμοκρασία φλόγας περίπου 1600 K, χρησιμοποιούμενη σε εφαρμογές χαμηλών θερμοκρασιών.



1. αέριο
2. αέρας
3. μικτήρας αερίου/αέρα
4. ακροφύσια σταθεροποίησης
5. θάλαμος καύσης

εικ. 3.39 Καυστήρας χαμηλού NO_x με μεγάλη περίσσεια αέρα

3.5.4 Υλικά

Για την επιλογή των υλικών κατασκευής των αγωγών προσαγωγής αέρα και καυσίμου και των καυστήρων η πίεση, επειδή δεν είναι μεγάλη, ουσιαστικά δεν παίζει ρόλο. Καθοριστική είναι η θερμοκρασία. Υψηλές θερμοκρασίες υλικών μπορεί να προκύψουν είτε λόγω υψηλών θερμοκρασιών προσαγωγής αέρα καυσίμου (λόγω προθέρμανσης), είτε λόγω μετάδοσης θερμότητας από το φλογοθάλαμο. Η επίδραση της μετάδοσης θερμότητας από το φλογοθάλαμο μπορεί να περιορισθεί με κατασκευαστικά μέτρα, οπότε καθοριστικές είναι οι θερμοκρασίες των ρεόντων αερίων. Τα αέρια καύσιμα σπανίως προθερμαίνονται, ενώ η θερμοκρασία προθέρμανσης του αέρα μπορεί να είναι υψηλή.

Ανάλογα με τη θερμοκρασία του αέρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν:

- χάλυβας ή χυτοσίδηρος για θερμοκρασίες μέχρι περίπου 500 °C,
- κραματωμένος χυτοσίδηρος ή κραματωμένοι χάλυβες υψηλών θερμοκρασιών για θερμοκρασίες μέχρι περίπου 800 °C,
- πυράντοχα δομικά υλικά για θερμοκρασίες άνω των 800 °C.

Ο χυτοσίδηρος προτιμάται λόγω της αντοχής του έναντι διάβρωσης, της δυνατότητας επιθυμητής κατασκευαστικής διαμόρφωσης και των απαιτούμενων από τη χύτευση παχύτερων (σε σχέση με το χάλυβα) τοιχωμάτων.

Τα πυράντοχα δομικά υλικά έχουν τα μειονεκτήματα ότι δεν μπορούν να πάρουν παρά μόνο απλές μορφές, δεν είναι στεγανά ιδίως στους αρμούς, ενώ μπορούν να τακούν υπό την επίδραση μεγάλων θερμοκρασιών ή/και δραστικών προσμίξεων στα αέρια.

3.5.5 Ρύθμιση και διεύθυνση

Κάθε καυστήρας χαρακτηρίζεται από μια μέγιστη (ονομαστική) ισχύ και μία περιοχή ρύθμισης. Η μέγιστη θερμική ισχύς καθορίζεται από την κατασκευή και την συνολική ισχύ της εξυπηρετούμενης εγκατάστασης (φούρνος, λέβητας κλπ.). Η περιοχή ρύθμισης καθορίζει το ελάχιστο επιτρεπτό φορτίο άψογης λειτουργίας του καυστήρα.

Στον καυστήρα φορτίζεται αφενός το θερμικό φορτίο και αφετέρου το μίγμα αερίου/αέρα.

Το φορτίο του καυστήρα μπορεί να υπόκειται σε μονοβάθμια ρύθμιση (on – off), ρύθμιση με δύο ή περισσότερες βαθμίδες ή συνεχή ρύθμιση. Η ρύθμιση γίνεται με βαλβίδες ή κλαπέτο στραγγαλισμού, τα οποία ενεργοποιούνται ηλεκτρικά, πνευματικά ή με το χέρι. Η μεταβολή του φορτίου ακολουθεί τη μεταβολή ενός χαρακτηριστικού μεγέθους, συνήθως της θερμοκρασίας.

Η ρύθμιση του μίγματος έχει στόχο την τήρηση του λόγου αέρα λ μέσα σε δεδομένα όρια. Η απλούστερη ρύθμιση του μίγματος γίνεται με μηχανικά συμπλεγμένο στοιχείο ρύθμισης.

Η ρύθμιση του λόγου πύεσεων αερίου/αέρα, η οποία διατηρεί αυτό το λόγο σταθερό σε όλη την περιοχή ρύθμισης, γίνεται πνευματικά. Σ' αυτήν προϋποτίθεται ότι οι ροές μάζας αντισταθμίζονται μονοσήμαντα από την προπίεση. Η επίδραση της θερμοκρασίας στη ροή μάζας αντισταθμίζεται με πνευματικό διορθωτικό στοιχείο. Με προπίεση περίπου 80 mbar επιτυγχάνονται περιοχές ρύθμισης 8:1.

Ο έλεγχος του λόγου αέρα γίνεται με ρύθμιση μίγματος εξαρτώμενη από τις ροές μάζας μέσω μέτρησης των ροών μάζας, συνήθως με διαφράγματα. Οι επιδράσεις των θερμοκρασιών

αερίου και αέρα διορθώνονται με διορθωτικό στοιχείο. Η σταθερότητα του μίγματος εξαρτάται από την ακρίβεια των μετρήσεων.

Η ρύθμιση του μίγματος μπορεί να γίνει μέσω μετρήσεων στα καυσαέρια. Μετριέται η περιεκτικότητα κάποιου συστατικού εξαρτώμενου άμεσα από το λόγο αέρα (O_2 ή CO_2). Η μέτρηση βασίζεται στη μεταβολή μιας φυσικής ιδιότητας των καυσαερίων λόγω μεταβολής της περιεκτικότητας του συστατικού. Σνηθέστερα μετριέται η μερική πίεση του οξυγόνου μέσω αισθητηρίου από διοξείδιο του ζirkονίου. Η μέθοδος αυτή της ρύθμισης έχει το πλεονέκτημα, ότι αντιμετωπίζει και προβλήματα οφειλόμενα σε μεταβολές της πίεσης, της θερμοκρασίας και της σύστασης του αερίου.

Για καλή δυνατότητα ρύθμισης του φορτίου πρέπει να φροντίζουμε οι αγωγοί του αερίου να έχουν επαρκείς διαμέτρους, ενώ η προπίεση του αερίου στον καυστήρα να είναι επαρκής. Έτσι θα μπορούν να αντισταθμιστούν τυχόν επιδράσεις, όπως πτώση πίεσης στους αγωγούς, υψηλή ή/και μεταβαλλόμενη αντίθλιψη στον χώρο καύσης και άνωση (σε περιπτώσεις υψηλά τοποθετημένων καυστήρων).

3.5.6 Εξοπλισμός ασφαλείας

Για τον εξοπλισμό ασφαλείας βιομηχανικών καυστήρων μπορούν να δοθούν μόνο μερικές υποδείξεις. Οι απαιτήσεις για τον εξοπλισμό θα πρέπει να προδιαγράφονται από εθνικό Πρότυπο ή Κανονισμό.

Οι διατάξεις ασφαλείας έχουν σκοπό:

1. Έγκαιρη έναυση του εκρέοντος αερίου ή του μίγματος αερίου/αέρα.
2. Παρεμπόδιση ακούσιας εξόδου άκαυστου αερίου.
3. Διακοπή της ροής του αερίου, όταν παρουσιασθεί βλάβη
4. Αποφυγή ακούσιας εισόδου αέρα ή αερίου αντίστοιχα στον αγωγό αερίου ή αέρα.
5. Προστασία των σωληνώσεων έναντι αντεπιστροφής της φλόγας.
6. Άψογη απαγωγή καυσαερίων.

Όπως αναφέραμε στην αρχή του κεφαλαίου οι καυστήρες διακρίνονται σε χειροκίνητους, ημιαυτόματους και αυτόματους.

Οι χειροκίνητοι είναι καυστήρες στους οποίους η εκκίνηση, η έναυση και η σβέση καθώς και η ρύθμιση φορτίου γίνονται με το χέρι, ενώ αυτόματες είναι μόνον η σβέση λόγω απόκρισης είτε της ασφάλειας έλλειψης αερίου ή αέρα, είτε της διάταξης επιτήρησης της φλόγας.

Οι ημιαυτόματοι είναι καυστήρες στους οποίους γίνονται με το χέρι η εκκίνηση, η έναυση και πιθανώς η σβέση.

Οι αυτόματοι καυστήρες δεν χρειάζονται προσωπικό λειτουργίας.

Για την επιτήρηση της φλόγας χρησιμοποιούνται δύο μέθοδοι:

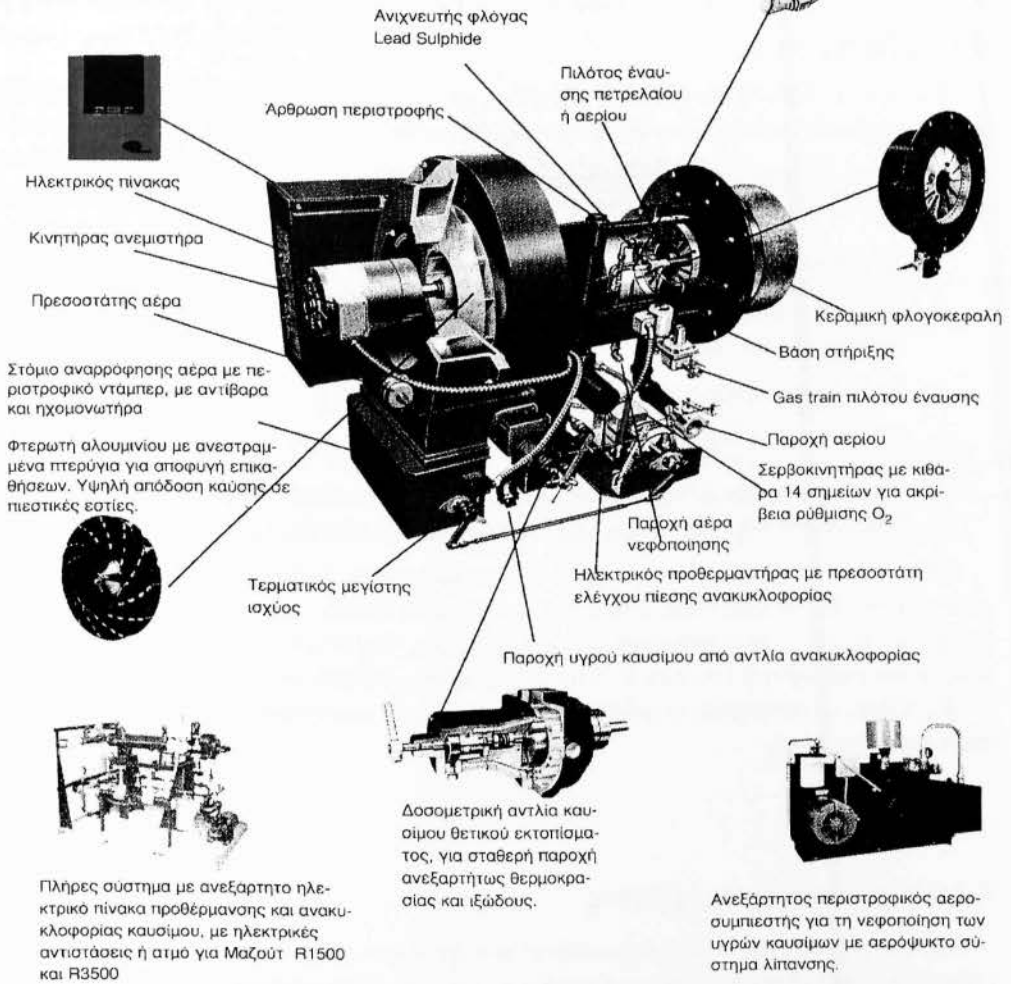
1. Η οπτική μέθοδος, όπου ένα φωτοκύτταρο διεγείρεται από υπέρυθρη ή υπεριώδη ακτινοβολία.
2. Η μέθοδος ιονισμού, όπου ηλεκτρόδια εισέρχονται μέσα στη φλόγα και εκμεταλλεύονται την ηλεκτρική αγωγιμότητα της.

Καυστήρες με Αρ.	Έναυση με φωτίλι				ηλ.έναυση με φωτίλι		Καυστήρες έναυσης με επιτήρηση		Ημιαυτόματη έναυση				Αυτόματη έναυση			
	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	3.1	3.2	4.1	4.2	4.3	4.4	5.1	5.2	5.3	5.4
Έναυση με φωτίλι	X	X	X	X												
με καυστήρα έναυσης							X	X			X	X				
Με χέρι ηλεκτρικά					X	X			X	X						
Αυτόματη με καυστήρα έναυσης															X	X
Ηλεκτρικά													X	X		
Με επιτήρηση φλόγας έναυσης	X	X	X	X	X	X			X	X			X	X		
Χωρίς επιτήρηση φλόγας έναυσης							X	X			X	X			X	X
Με επιτήρηση κύριας φλόγας	X	X			X	X	X	X								
Χωρίς επιτήρηση κύριας φλόγας			X	X					X	X	X	X	X	X	X	X
Μεταβολή της θερμικής ισχύος με ρύθμιση χειρός	X		X		X		X		X		X		X		X	
Μεταβολή της θερμικής ισχύος με αυτορύθμιση		X		X		X		X		X		X		X		X
Συνήθειες κατασκευές	*	*					*	*						*		*

πιν. 3.40 Καυστήρες αερίου για βιομηχανικούς φούρνους

**ΚΑΥΣΤΗΡΕΣ - ΥΓΡΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΜΕ ΨΕΚΑΣΜΟ
ΠΕΠΙΕΣΜΕΝΟΥ ΑΕΡΑ ή ΑΤΜΟ ΚΑΥΣΙΜΩΝ - ΜΙΚΤΗΣ &
Low Nox ΚΑΥΣΗΣ ΑΠΟ ΕΝΑΝ ΕΩΣ ΤΕΣΣΕΡΙΣ ΤΥΠΟΥΣ
ΚΑΥΣΙΜΩΝ
ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΕΩΣ ΚΑΙ 30% ΣΕ ΣΧΕΣΗ
ΜΕ ΤΟΥΣ ΚΑΥΣΤΗΡΕΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΨΕΚΑΣΜΟΥ**

Ακροφύσια διασκορπισμού με χαμηλή πίεση αέρος για τελεία καύση. Αυτόματος καθαρισμός με αέρα.



εικ. 3.41 Καυστήρας με όλα τα στοιχεία που τον αποτελούν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΛΕΒΗΤΕΣ Φ.Α.

4.1 Λέβητες Φ.Α.

Για την παραγωγή θερμότητας και τη θέρμανση του νερού χρησιμοποιείται ένα πιεστικό δοχείο (λέβητας) κατάλληλο για να μεταβιβάσει θερμότητα στο νερό.

Με βάση τα διάφορα χαρακτηριστικά τους οι λέβητες κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες ανάλογα με:

1. Υλικά κατασκευής: Χυτοσίδηροι (μαντεμένιοι), χαλύβδινοι και ανοξείδωτοι (INOX).
2. Χρησιμοποιούμενο καύσιμο: στερεά, υγρά, αέρια καύσιμα που εδώ εξετάζουμε καθώς και ηλεκτρικοί λέβητες.
3. Πίεση λειτουργίας: χαμηλή, μέση και υψηλή πίεση
4. Ισχύς: μικροί λέβητες μέχρι 50 Kw, μεσαίου και μεγάλου μεγέθους και
5. Μέσο μεταφοράς θερμότητας: λέβητες θερμού νερού, υπέρθερμου νερού θερμοκρασίας 110 °C και λέβητες ατμού δηλ. ατμολέβητες.

Οι πίνακες που περιέχουν τα τεχνικά χαρακτηριστικά των λεβήτων θερμού νερού αναφέρουν στις στήλες τους: τον τύπο, την ισχύ σε kcal/h, την συνολική θερμαινόμενη επιφάνεια σε m², την ειδική φόρτιση του θαλάμου, την εσωτερική πτώση πίεσης και την αντίθλιψη του λέβητα (σε mm H₂O), το βάρος του λέβητα και την περιεκτικότητα του σε λίτρα νερού, το απαιτούμενο μήκος της μπούκας του καυστήρα και την οπή της πόρτας του καυστήρα (σε mm).

4.2.1.1 Χυτοσίδηροι λέβητες

Οι πρώτοι λέβητες που κατασκευάστηκαν ήταν χυτοσίδηροι έκαιγαν στερεά καύσιμα (κάρβουνο) και είχαν λειτουργικό μέσο το νερό, με μεγάλο θάλαμο καύσης και χαμηλή πίεση στην εστία, ενώ οι σύγχρονοι χαρακτηρίζονται από το μικρό, σχετικά, θάλαμο καύσης τους και την υψηλή πίεση λειτουργίας στην εστία.

Το κατασκευαστικό χαρακτηριστικό τους είναι ότι διαμορφώνονται από όμοια στοιχεία που συνδέονται μεταξύ τους με ειδικούς συνδέσμους, τα οποία παρέχουν τη δυνατότητα της συναρμολόγησης του λέβητα εντός του λεβητοστασίου. Οι λέβητες αυτοί κατασκευάζονται σε μονάδες μικρής ισχύος. Σε περίπτωση μεγαλύτερων απαιτήσεων είτε συνδέονται παράλληλα με κοινό συλλέκτη προσαγωγής, είτε χρησιμοποιούνται περισσότεροι λέβητες, ο καθένας από τους οποίους ικανοποιεί μέρος των θερμικών απαιτήσεων του κτιρίου. Μόνο το εμπρός και το πίσω στοιχείο είναι διαφορετικά, όλα τα άλλα είναι πανομοιότυπα. Έτσι, επιλύεται το σημαντικό πρόβλημα της μεταφοράς του λέβητα μέσα στο λεβητοστάσιο.

Είναι βιομηχανικά προϊόντα, που κατασκευάζονται με χύτευση κάτω από απόλυτα τυποποιημένες συνθήκες και προδιαγραφές.

Μπορούμε να λύνουμε αυτούς τους λέβητες και να προσθέτουμε στοιχεία, μεγαλώνοντας έτσι τη θερμαντική επιφάνειά τους και συνεπώς τη θερμική τους ισχύ. Μπορούμε ακόμα, αν κάποιο στοιχείο ραγίσει, να το αντικαταστήσουμε με νέο. Το λύσιμο και το δέσιμο θέλουν επιδεξιότητα και προσοχή για την επιτυχία στεγανότητας.

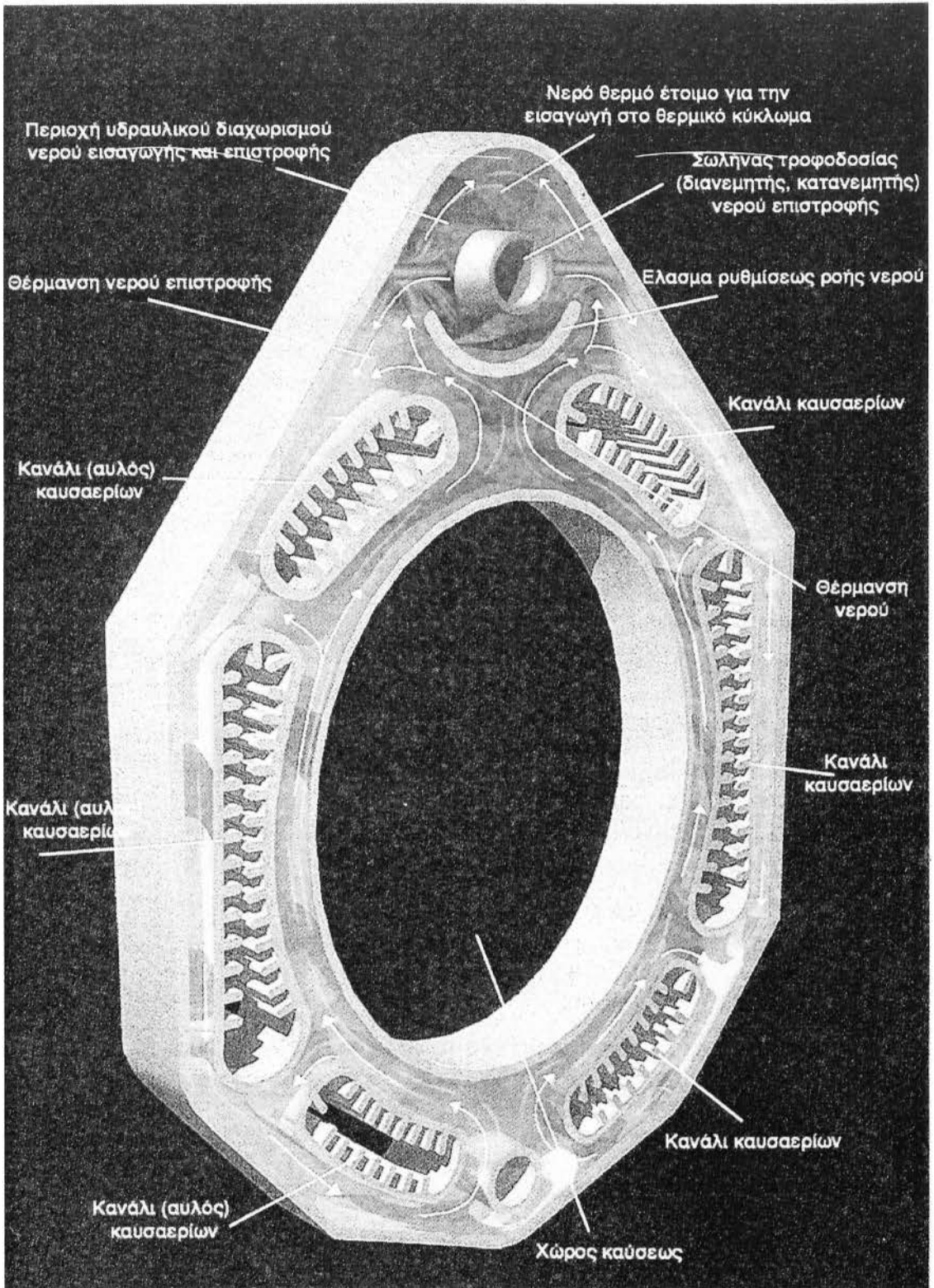
Η ανώτατη θερμοκρασία στην οποία κανονικά εργάζονται είναι 110°C και η ανώτατη πίεση στο κύκλωμα του νερού 4 bar. Υπάρχει όμως και μία κατηγορία μεγάλων λεβήτων που φθάνουν τους 120°C και τα 6 bar.

Όταν οι χυτοσίδηροι λέβητες κατασκευάζονται σε ενιαίο συγκρότημα με καυστήρα, πίνακα οργάνων και εργοστασιακή ρύθμιση, έχουμε ως αποτέλεσμα μεγάλο βαθμό απόδοσης, ιδανική καύση του καυστήρα (μπλε φλόγα) και ελαχιστοποίηση των ρύπων. Η έξοδος των καυσαερίων γίνεται με θερμοκρασία 160 -170°C. Οι λέβητες αυτοί κατασκευάζονται σε μεγέθη ισχύος μέχρι 70 KW.

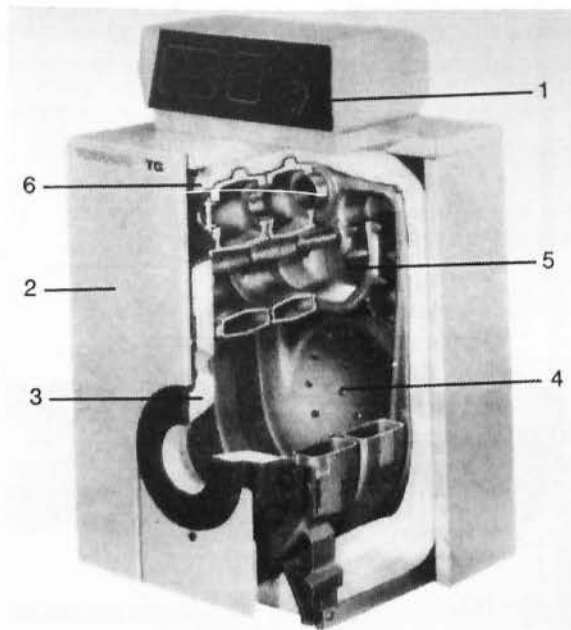
Η διατήρηση της ελάχιστης θερμοκρασίας του νερού επιστροφής στο λέβητα πάνω από 45°C είναι σημαντικό στοιχείο, γιατί διαφορετικά έχουμε προβλήματα διάβρωσης και καταπόνησης του λέβητα από απότομες διαστολές.

Αυτό το πρόβλημα αντιμετωπίζεται κατά κανόνα με την τετράοδη βάνα.

Έχουν πάντως πρόσφατα κατασκευαστεί χυτοσίδηροι λέβητες που αντιμετωπίζουν το πρόβλημα αυτό με τέτοια διαμόρφωση των καναλιών κυκλοφορίας, ώστε να γίνεται ανάμιξη του νερού εισόδου και εξόδου και να μην υπάρχουν περιοχές χαμηλών θερμοκρασιών.



εικ.4.1 Στοιχείο λέβητα με είσοδο - έξοδο νερού στο πάνω μέρος.



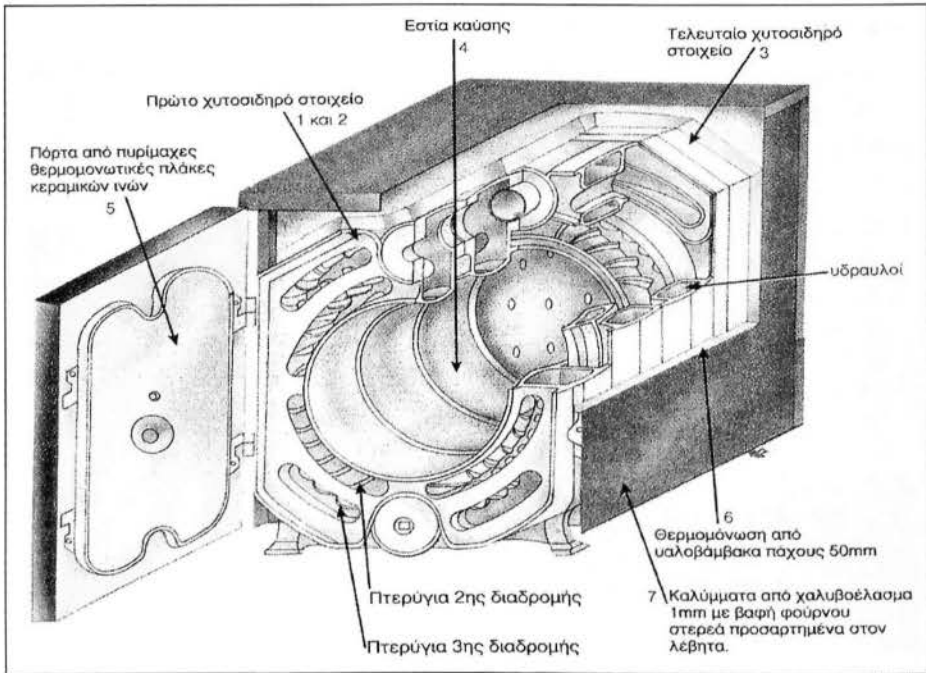
εικ. 4.2 Λέβητας Sieger

1. Πίνακας οργάνων
2. Χαλύβδινη επένδυση
3. Καθρέφτης (θύρα)
4. Χώρος καύσης
5. Θερμαντική επιφάνεια διέλευσης καυσαερίων
6. Μόνωση

Ένας σημαντικός συντελεστής επιλογής ενός λέβητα είναι η σχέση φόρτισης δηλ. η σχέση της μεγαλύτερης ειδικής φόρτισης των θερμαινόμενων επιφανειών που παρουσιάζεται στο Θ /καύσης, σε kcal/h.m^2 και της χαμηλότερης αντίστοιχης φόρτισης.

4.2.1.2 Περιγραφή κατασκευαστικών μερών χυτοσίδηρου λέβητα

Ο χυτοσίδηρος λέβητας, της εικόνας 4.3, αποτελείται από:



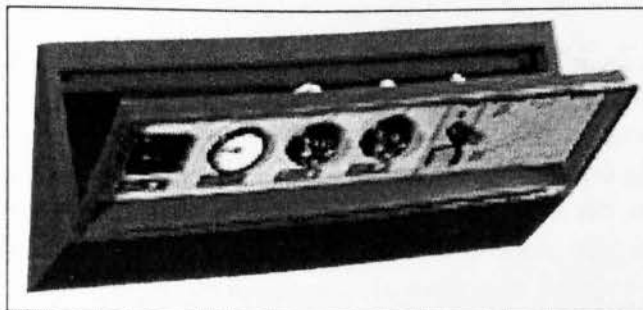
εικ. 4.3 Λέβητας με πόρτα

1. Τα χυτοσίδηρά στοιχεία: Αυτά κατασκευάζονται από φαιό χυτοσίδηρο χαμηλής περιεκτικότητας σε φώσφορο, ώστε να είναι ανθεκτικά στη διάβρωση. Τα στοιχεία αυτά χυτεύονται με ακρίβεια, ως ανεξάρτητα τεμάχια, με τοιχώματος 7mm. Όλα τα ενδιάμεσα στοιχεία (τεμάχια) από τα οποία αποτελείται ο λέβητας, είναι όμοια και έχουν την ίδια θερμική απόδοση, εξαιρουμένων μόνο του πρώτου και του τελευταίου στοιχείου, που διαφέρουν από τα υπόλοιπα.



εικ. 4.4 Λέβητας master

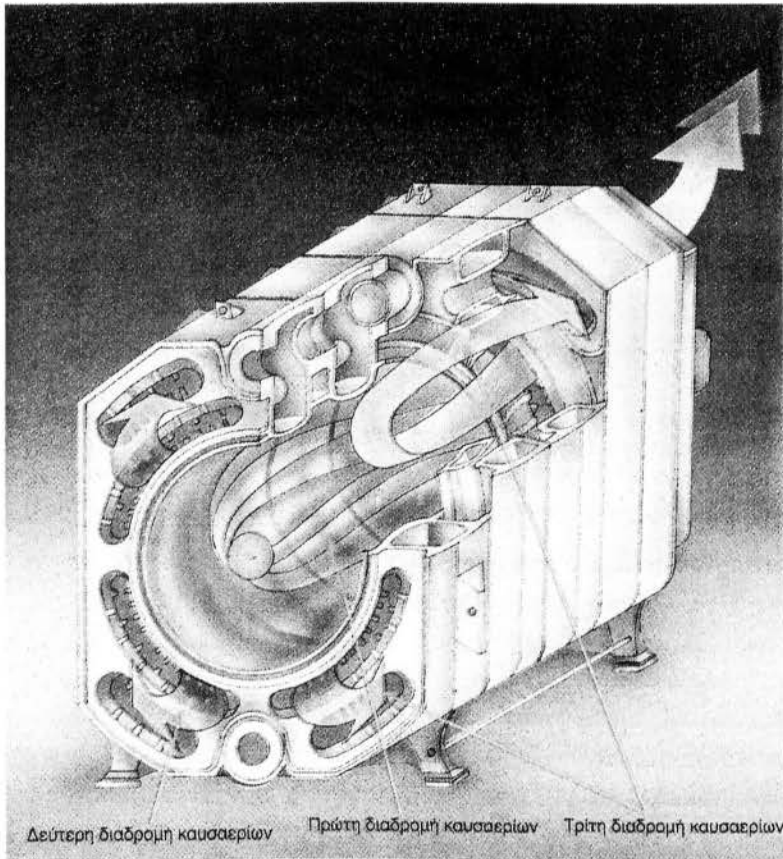
2. Το πρώτο στοιχείο: Φέρει υποδοχές και ειδική διαμόρφωση για την τοποθέτηση πυρίμαχου στεγανωτικού κορδονιού, ώστε να στεγανοποιείται πλήρως η πόρτα.
3. Το τελευταίο στοιχείο: Αποτελεί την "πλάτη" του λέβητα και είναι γνωστό με τον όρο "βρεχόμενο πίσω στοιχείο". Επίσης φέρει στόμιο εξαγωγής καυσαερίων και στόμιο προσαγωγής/επιστροφής νερού.
4. Την εστία (θάλαμος) καύσης: Η εστία είναι κυκλικής διατομής και δημιουργείται από την συναρμολόγηση των προαναφερόμενων στοιχείων, με τρόπο στεγανό, ενώ γύρω από αυτήν σχηματίζονται οι κατάλληλες διόδους για τη ροή του νερού (υδραυλοί) και των καυσαερίων (2η και 3η διαδρομή - φλογαυλοί).
5. Την πόρτα: Στο εμπρόσθιο μέρος του λέβητα τοποθετείται χυτοσιδηρή πόρτα, η οποία στηρίζεται με βίδες. Η πόρτα αυτή παρέχει δυνατότητα επιθεώρησης και εύκολου καθαρισμού, ενώ επιπλέον φέρει υποδοχή του καυστήρα.
6. Τη θερμομόνωση:
 - Του λέβητα. Το χυτοσιδηρό μέρος του λέβητα επικαλύπτεται με θερμομόνωση από υαλοβάμβακα, πάχους 50 mm, με ανακλαστικό φύλλο αλουμινίου.
 - Της πόρτας. Η πόρτα θερμομονώνεται, εσωτερικά, με δύο πυρίμαχες πλάκες κεραμικών ινών, πάχους 25 mm, η κάθε μία.
7. Τα καλύμματα: Εξωτερικά, ο λέβητας καλύπτεται από χαλυβδοελάσματα πάχους, 1 mm, βαμμένα στο φούρνο και τα οποία είναι στερεά προσαρτημένα στο λέβητα.
8. Τον πίνακα λειτουργίας και ελέγχου: Ο πίνακας ευρίσκεται στο επάνω μέρος του λέβητα με τα ακόλουθα όργανα: (εικ. 4.5)
 - α. Θερμοστάτη και ηλεκτρική λυχνία καυστήρα.
 - β. Θερμοστάτη και ηλεκτρική λυχνία κυκλοφορητή.
 - γ. Θερμοστάτη ασφαλείας καυστήρα.
 - δ. Θερμόμετρο νερού.
 - ε. Διακόπτη "ON - OFF" με φωτεινή ένδειξη.



εικ. 4.5 Πίνακας λειτουργίας και ελέγχου

4.2.1.3 Περιγραφή λειτουργίας χυτοσίδηρου λέβητα

Κατά την καύση στην εστία του λέβητα, παράγονται καυσαέρια, τα οποία, μέσω καθέτων και οριζοντίων φλογαυλών, οδηγούνται προς τον καπναγωγό, προσδίδοντας, έτσι, σημαντικό μέρος της θερμότητάς τους στο νερό.



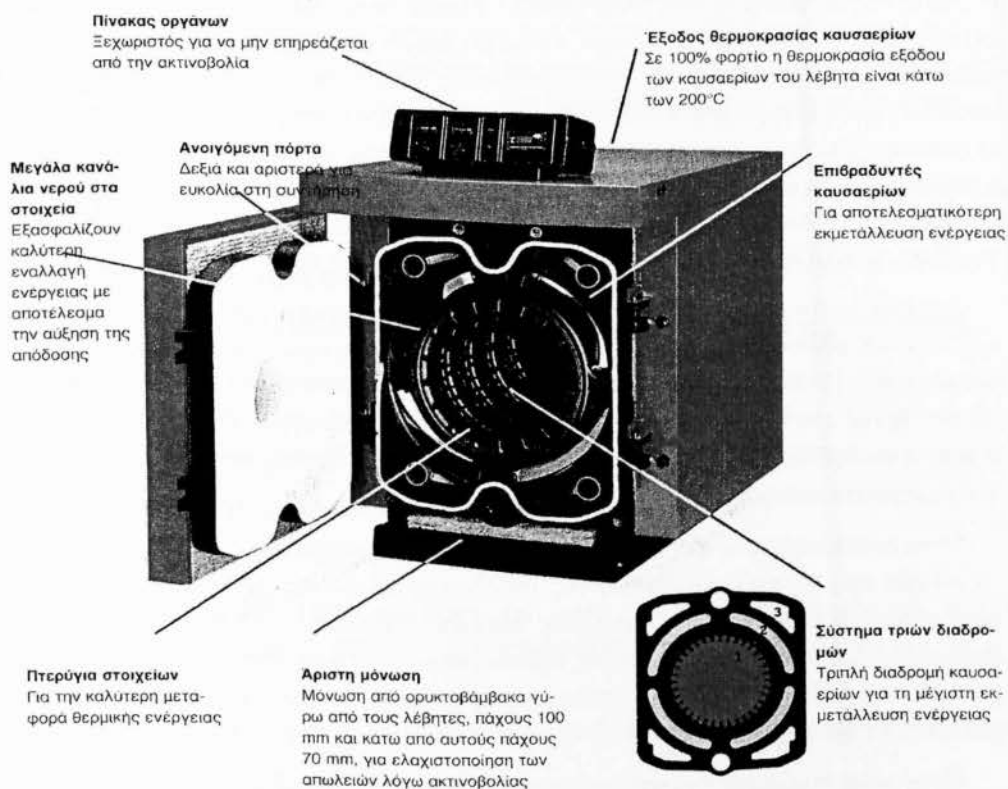
εικ. 4.6

Ο συγκεκριμένος λέβητας έχει κατασκευασθεί με τρεις (3) διαδρομές καυσαερίων. Τόσο στην εστία, όσο και στους φλογαυλούς, έχουν διαμορφωθεί, εσωτερικά - κατά τη χύτευση - πετύγια. Τα πετύγια αυτά έχουν διπλό σκοπό, αφενός την αύξηση της επιφάνειας συναλλαγής της θερμότητας, και αφετέρου τη δημιουργία στροβιλισμού, προσφέροντας, κατ' αυτό τον τρόπο, την τελειότερη καύση του μίγματος πετρελαίου (ή αερίου) και ατμοσφαιρικού αέρα. Αυτό αποδεικνύεται κατά τη μέτρηση της ποιότητας των καυσαερίων, όπου το CO_2 (διοξείδιο του άνθρακα) εμφανίζεται υψηλό, το CO (μονοξείδιο του άνθρακα) μηδενικό και ο δείκτης αιθάλης χαμηλός. Η περιεκτικότητα του λέβητα σε νερό είναι μικρή, με αποτέλεσμα την ταχύτερη απόκριση στη θέρμανση, αφού η άνοδος της θερμοκρασίας του νερού είναι, σχεδόν, άμεση.

Ποιοτικός έλεγχος

1. Μετά τη χύτευση, ακολουθεί ποιοτικός έλεγχος με χρήση υπερήχων, για εντοπισμό πιθανών αστοχιών, που έγιναν κατά τη φάση της χύτευσης.
2. Όλα τα στοιχεία (τεμάχια) δοκιμάζονται με κρύο νερό και σε πίεση 8 bar, πριν τη μηχανουργική κατεργασία τους, για τυχόν διαρροές.
3. Οι συναρμολογημένοι λέβητες υποβάλλονται σε πίεση 6 bar, με κρύο νερό, και σε 4,5 bar, με νερό στους 110 °C.

ΛΕΒΗΤΑΣ ΑΠΟ ΧΥΤΟΣΙΔΗΡΟ (ΜΑΝΤΕΜΕΝΙΟΣ)



εικ. 4.7

4.2.1.4 Πλεονεκτήματα χυτοσιδηρών λεβήτων

Δεν διαβρώνονται και, επομένως, έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, υπολογίζεται σχεδόν τριπλάσια από αυτήν των χαλύβδινων. Από παλιά, είναι γνωστή η μεγάλη ανθεκτικότητα του χυτοσιδηρού - σε αντίθεση με τον χάλυβα - στις διαβρώσεις διαφόρων χημικών ενώσεων, γεγονός που οφείλεται, κυρίως, στις ιδιότητες του επιφανειακού στρώματος του χυτοσιδηρού που σχηματίζεται κατά τη χύτευση. Το στρώμα αυτό - εφόσον παραμείνει ακατέργαστο - έχει

μεγάλη περιεκτικότητα σε πυρίτιο (Si), το οποίο συντελεί στην πολύ μεγάλη του ανθεκτικότητα στις προσβολές των διαφόρων χημικών ενώσεων. Οι ενώσεις αυτές (ενώσεις θείου, αζώτου, καθώς και διαφόρων αλάτων) σχηματίζονται κατά την υγροποίηση των καυσαερίων, είτε εντός του λέβητα - όταν λειτουργεί σε χαμηλές θερμοκρασίες - είτε εκτός αυτού. Αυτές οι υγροποιήσεις οφείλονται στις ακατάλληλες καπνοδόχους (παλαιές κατασκευές μεγάλων διαστάσεων, χωρίς μόνωση κλπ.). Επίσης, εξαιτίας της περιεκτικότητας τους σε πυρίτιο, οι χυτοσίδηροι λέβητες έχουν μεγάλη αντοχή στις οξειδώσεις.

Μεταφέρονται και τοποθετούνται εύκολα. Οι χυτοσίδηροι λέβητες αφού αποτελούνται από ξεχωριστά στοιχεία μπορούν να μεταφέρονται εύκολα διαιρεμένοι και να τοποθετούνται με μεγάλη ευχέρεια, ακόμη και στα πιο προβληματικά λεβητοστάσια, γιατί υπάρχει η δυνατότητα της επί τόπου συναρμολόγησης.

Έχουν σωστή διαμόρφωση του θαλάμου καύσης τους και παρέχουν τη δυνατότητα αύξησης της θερμικής ισχύος τους -μέσα σε κάποια όρια-, αφού ο χυτοσίδηρος (μαντέμι) επιτρέπει, σε αντίθεση με το χάλυβα, τη διαμόρφωση του εσωτερικού χώρου καύσης, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της θερμοδυναμικής. Πέραν αυτού, καθίσταται δυνατή η κατασκευή του λέβητα από στοιχεία (τεμάχια) συναρμολογούμενα και έτσι επιτυγχάνεται κλιμάκωση των θερμικών αποδόσεων, σε αντιστοιχία με τις θερμικές απαιτήσεις (π.χ. αύξηση ή μείωση των θερμικών αποδόσεων, με την προσθήκη ή την αφαίρεση νέων στοιχείων). Σε σπάνιες περιπτώσεις φθοράς ή ρήγματος, δεν αχρηστεύεται ολόκληρος ο λέβητας, αλλά, συνήθως, αντικαθίσταται άμεσα μόνο το φθαρμένο στοιχείο.

Δουλεύουν σχεδόν αθόρυβα. Πράγματι, είναι πολύ πιο αθόρυβοι, κατά τη λειτουργία τους, από τους χαλύβδινους και τούτο οφείλεται στα παχιά τοιχώματα, αφενός, και στη διαμόρφωση του εσωτερικού χώρου, αφετέρου, καθώς και στην κρυσταλλική δομή του χυτοσίδηρου, που συμβάλλει στην απορρόφηση των κραδασμών. Ο χαμηλός θόρυβος φαίνεται να οφείλεται επίσης στη χαμηλή αντίθλιψη της λειτουργίας, στην οποία αναφερόμαστε παρακάτω.

Είναι ανθεκτικότεροι στη θερμική καταπόνηση. Ο χυτοσίδηρος είναι ανθεκτικότερος από το χάλυβα στις θερμικές καταπονήσεις (εναλλαγές αυξημένης - μειωμένης θερμοκρασίας), γιατί ο συντελεστής θερμικής διαστολής του είναι μικρότερος από εκείνον του χάλυβα. Επιπρόσθετα, λόγω της πολύ υψηλής θερμοκρασίας στο φλογοθάλαμο, παρατηρούνται στους χαλύβδινους λέβητες, πέραν της επιφανειακής φθοράς, και φαινόμενα παραμορφώσεως των χαλύβδινων ελασμάτων τους.

Είναι ανθεκτικότεροι στη στατική πίεση. Η ανώτερη, δηλαδή, επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας των χυτοσίδηρων λεβήτων είναι πολύ μεγαλύτερη από εκείνη των χαλύβδινων, τουλάχιστον, κατά 30%.

Έχουν μικρότερη αντίθλιψη λειτουργίας. Η αντίθλιψη των χυτοσίδηρων λεβήτων είναι μικρότερη εκείνης των χαλύβδινων, τόσο κατά την έναυση, όσο και κατά τη λειτουργία τους. Η μεγάλη αντίθλιψη δημιουργεί αιθάλη στο εσωτερικό, που ρυπαίνει το λέβητα και δυσκολεύει τη λειτουργία του καυστήρα. με αποτέλεσμα μια διαρκή κακή καύση.

Επομένως, λόγω μικρότερης αντίθλιψης οι χυτοσίδηροι λέβητες εκπέμπουν λιγότερους ρύπους ιδίως εάν δεν έχουν επιστρεφόμενη φλόγα στο θάλαμο καύσης πράγμα που κατά κόρον υπάρχει στους χαλύβδινους.

Η μέση θερμοκρασία στο θάλαμο καύσης τους είναι μικρότερη στους χυτοσίδηρους λέβητες από ότι στους χαλύβδινους.

Παρά το μεγαλύτερο βάρος τους, καταλαμβάνουν μικρότερο όγκο. Όπως και στους χαλύβδινους λέβητες, έτσι και στους χυτοσίδηρους, η μορφή του θαλάμου καύσης, σε συνδυασμό με τις διαδρομές των καυσαερίων και το μέγεθος της θερμαινόμενης επιφάνειας, συντελούν αποφασιστικά στη διαμόρφωση της θερμοκρασίας εξόδου των καυσαερίων από το λέβητα, σε αποδεκτά επίπεδα ($t_k < 200\text{ }^\circ\text{C}$) και στην επίτευξη υψηλού βαθμού απόδοσης ($\eta \geq 290\%$). Σήμερα, όλοι οι αξιόλογοι κατασκευαστές χυτοσίδηρων λέβητων πετρελαίου, κατασκευάζουν λέβητες με στρογγυλά και όχι ορθογώνια στοιχεία, με σκοπό την ομοιόμορφη κατανομή των διαστολικών τάσεων στην περιφέρεια, σε περίπτωση θερμικού σοκ, το οποίο υφίσταται, συνήθως, ο θάλαμος καύσης, κατά τη διάρκεια της έναυσης. Ας μην ξεχνάμε, ότι ο κυλινδρικός θάλαμος καύσης του πετρελαίου είναι ο ιδανικός για δημιουργία κυλινδρικής φλόγας. Οι χυτοσίδηροι λέβητες έχουν το πλεονέκτημα να λειτουργούν σε χαμηλές θερμοκρασίες νερού, κάτι που οι σιδερένιοι δεν καταφέρνουν.

Ένα, ακόμη, κοινό γνώρισμα των λεβήτων ποιότητας, είναι η επίτευξη τριών πλήρων διαδρομών καυσαερίων και ο σχεδιασμός τους για καύση πετρελαίου με χρήση καυστήρων με υπερπίεση. Αν δεχθούμε ότι η διάβρωση του χυτοσίδηρου είναι πολύ μικρή (εκτιμάται γύρω στο 1/10 mm το χρόνο, πειραματικά), τότε θα πρέπει οι λέβητες αυτοί να έχουν απεριόριστη διάρκεια ζωής.

Όμως υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην επιλογή ενός καλού μαντεμένιου λέβητα. Μερικοί από αυτούς είναι:

- το ομοιόμορφο πάχος και η μέθοδος χύτευσης του μαντεμιού,
- η αντοχή τους σε δυσμενείς θερμικές καταπονήσεις (ελαστικότητα υλικού)κ.ά.

Για παράδειγμα, σε εγκαταστάσεις θέρμανσης, που λειτουργούν χωρίς βάνα ανάμιξης και με υψηλές θερμοκρασίες νερού (70 - 90 $^\circ\text{C}$), προκαλούνται, συχνά, λόγω της διακοπτόμενης λειτουργίας του λέβητα, ανομοιόμορφες καταπονήσεις των θερμικών επιφανειών του.

4.2.1.5 Μειονεκτήματα χυτοσίδηρων λεβήτων

Ως κύρια μειονεκτήματα είναι:

- Το σχετικά υψηλό κόστος που προκύπτει, τόσο από τη μέθοδο κατασκευής τους, όσο και από την αυξημένη ποσότητα του χυτοσίδηρου, ο οποίος απαιτείται για την κατασκευή τους.
- Το αυξημένο βάρος τους, σε σύγκριση με χαλύβδινους λέβητες της αυτής θερμικής ισχύος.
- Η ευθραυστότητα των στοιχείων τους, δηλαδή η ευπάθεια στις κρούσεις και τις απότομες θερμικές μεταβολές.
- Το δύσκολο καθάρισμα της επιφάνειας του μαντεμιού.
- Η ευαισθησία τους στη θερμική κόπωση και στην ανομοιομορφία της φόρτισης των στοιχείων στους λέβητες άνω των 300.000 kcal/h.
- Η ανάγκη τους για προστασία από υπερθέρμανση στις αυτόνομες θερμάνσεις λόγω αυξημένης θερμοχωρητικότητας και
- Η αδυναμία επισκευής τεμαχίων που παρουσιάζουν διαρροή, γιατί δεν είναι δυνατή η προσθήκη υλικών ή τεμαχίων με συγκόλληση. Κάθε ελαττωματικό στοιχείο πρέπει να αντικατασταθεί με νέο, ακριβώς όμοιο, πράγμα όχι ιδιαίτερα εύκολο για λέβητες παλαιούς και μοντέλα, που δεν κατασκευάζονται πλέον.

4.2.2.1 Χαλύβδινοι λέβητες

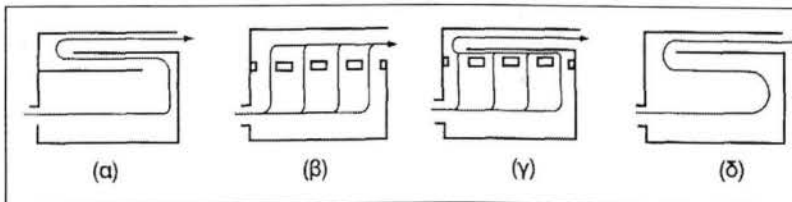
Είναι προϊόντα που κατασκευάζονται στο λεβητοποιείο από συγκολλητά χαλυβδοελάσματα. Οι μεγάλης ισχύος λέβητες (κυρίως ατμολέβητες) κατασκευάζονται κάτω από τυποποιημένες συνθήκες, ενώ στους μικρούς έχει μεγάλη συμμετοχή και το ανθρώπινο χέρι.

Κατασκευάζονται συνήθως για ανώτατη θερμοκρασία νερού 110°C, κατώτατη 45°C και πίεση 3 bar. Υπάρχει και κατηγορία για θερμοκρασίες 120°C - 45°C και ανώτατη πίεση λειτουργίας 4 bar.



εικ. 4.8 Χαλύβδινος λέβητας

Στο επόμενο σχήμα φαίνονται τυπικές κατασκευές χαλύβδινων λεβήτων.



εικ. 4.9

- α. τριών διαδρομών καυσαερίων με θέρμανση κυρίως λόγω ακτινοβολίας
- β. δύο διαδρομών
- γ. τριών διαδρομών με οριζόντια ροή στη δεύτερη
- δ. αναστρεφόμενης φλόγας.

Υπάρχουν χαλύβδινοι λέβητες τύπου αναστρεφόμενης φλόγας οι οποίοι είναι κατασκευασμένοι από ειδικό χάλυβα με πυρίμαχο πυθμένα.

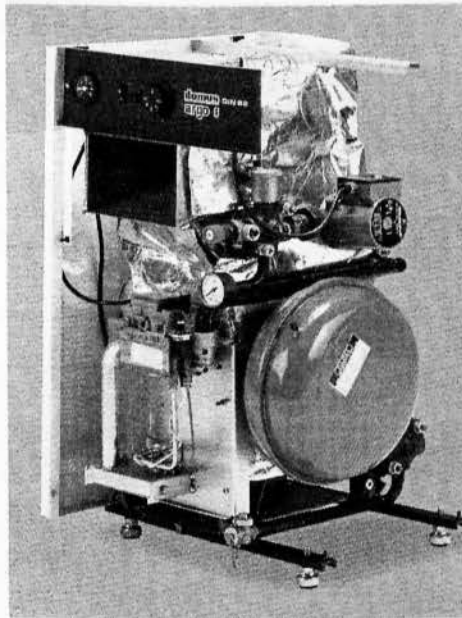
Τα καυσαέρια αναστρέφουν την πορεία τους και περιβάλλοντας τη φλόγα, αυτή δεν έρχεται σε επαφή με τον φλογοθάλαμο. Δεν απαιτείται μεγάλη περίσσεια αέρα και έχουμε ομοιόμορφη φόρτιση στο θάλαμο.

Στους σωλήνες διαδρομής των καυσαερίων (αεριαυλούς) υπάρχουν στροβιλιστές π.χ. ελικοειδή ανοξειδωτα ελατήρια ή πτερύγια στα τοιχώματα των αυλών που αυξάνουν τη μετάδοση της θερμότητας από τα καυσαέρια. Τύποι στροβιλιστών είναι της Ideal, Hoval και Tonon.

Η αύξηση μεταφοράς θερμότητας με αγωγιμότητα επιτυγχάνεται μεγαλώνοντας την ταχύτητα των καυσαερίων και προκαλώντας έτσι στροβιλισμένη ροή. Αυτό γίνεται με τη βοήθεια σπειροειδών στοιχείων μέσα στους φλογοσωλήνες σε κάποια απόσταση από την μπροστινή αλωφόρα πλάκα.

Στους μεγαλύτερης ισχύος λέβητες χρησιμοποιούνται διπλοί στροβιλιστές.

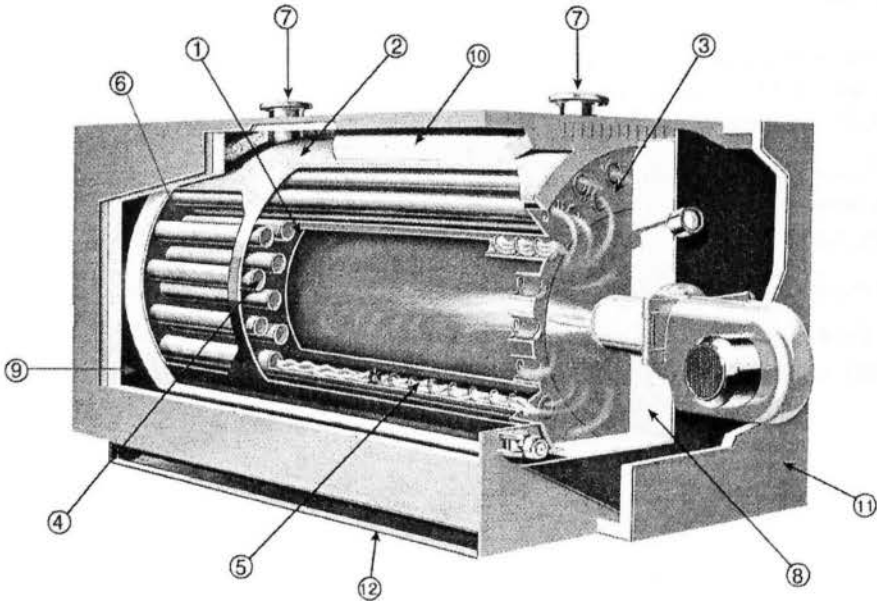
Οι στροβιλιστές καυσαερίων πλεονεκτούν από τους κυματοειδείς (οφιοειδείς). Χαμηλής πίεσης λέβητες φθάνουν μέχρι 0,5bar υπερπίεση και θερμοκρασία νερού μικρότερη από 110 °C.



εικ. 4.10 Χαλύβδινος λέβητας χωρίς τα καπάκια του

4.2.2.2 Περιγραφή κατασκευαστικών μερών χαλύβδινων λεβητών

Ο χαλύβδινος λέβητας της εικόνας 4.11, αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη:



εικ. 4.11 Τομή χαλύβδινου λέβητα

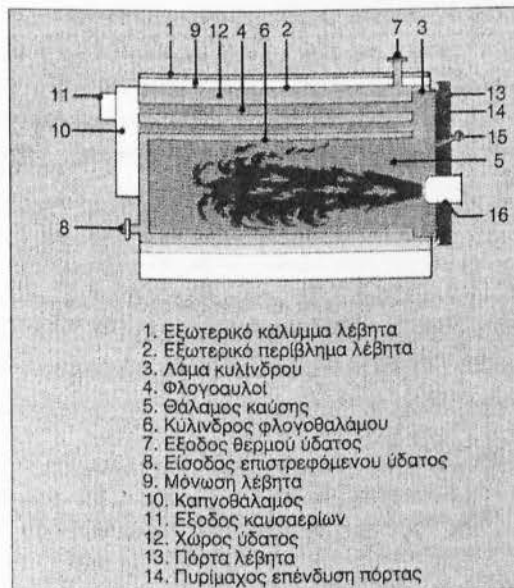
Σημείωση: Υπάρχει πλήρης αντιστοιχία των αριθμών της εικόνας 4.11 και των επιμέρους τμημάτων του λέβητα.

1. Το περίβλημα του φλογοθαλάμου, που αποτελείται από χαλύβδινο πυρίμαχο έλασμα, κατάλληλου πάχους και έχει τη μορφή κυλίνδρου.
2. Το περίβλημα του υδροθαλάμου, που κατασκευάζεται από χαλυβδοέλασμα και έχει τη μορφή κυλίνδρου.
3. Τις αυλοφόρες, στην εμπρόσθια και οπίσθια πλευρά του, πλάκες, που φέρουν συμμετρικές οπές, στις οποίες συνδέονται, με συγκόλληση, οι φλογαυλοί
4. Τους φλογαυλούς, που είναι χαλύβδινοι σωλήνες χωρίς ραφή "τούμπο", εντός των οποίων διέρχονται τα καυσαέρια.
5. Τους στροβιλιστήρες, που αποτελούνται από σπειροειδή ανοξείδωτα και πυρίμαχα στοιχεία και οι οποίοι τοποθετούνται μέσα στους φλογαυλούς με σκοπό τη δημιουργία στροβιλώδους ροής και με αποτέλεσμα την αύξηση της ταχύτητας των καυσαερίων, καθώς και την καλύτερη μεταφορά της θερμότητας στο νερό.
6. Τον υδροθάλαμο, που είναι ο χώρος όπου υπάρχει το νερό και το οποίο περιβρέχει τους φλογαυλούς και το φλογοθάλαμο, εξωτερικά.
7. Τις φλάντζες στομιών προσαγωγής και επιστροφής νερού θέρμανσης, οι οποίες συγκολλούνται στο άνω μέρος του υδροθαλάμου είναι κατασκευασμένες από σωλήνα "τούμπο" και φέρουν συγκολλητή τυποποιημένη φλάντζα.

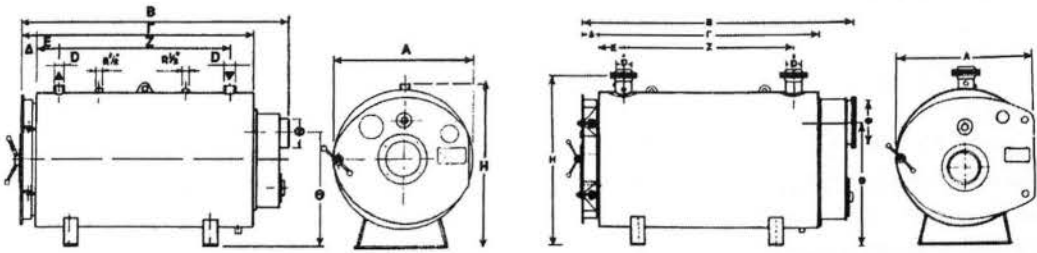
8. Την πόρτα του λέβητα, η οποία είναι κατασκευασμένη, ομοίως, από χαλύβδινο έλασμα, στηρίζεται με μεντεσέδες και, όταν κλείνει, ασφαρίζεται με δύο (2) κοχλίες, στεγανά. Επίσης, έχει δύο οπές που χρησιμεύουν, η μία για την προσαρμογή του καυστήρα και η άλλη για την παρατήρηση της καύσης στο φλογοθάλαμο.
9. Τον καπνοθάλαμο, που κατασκευάζεται από χαλυβδοέλασμα, έχει κυλινδρική μορφή και του οποίου η μια πλευρά συγκολλάται στο πίσω μέρος του λέβητα, ενώ στην άλλη (την εξωτερική) έχει συγκολληθεί "πώμα". Στο κάτω μέρος του πώματος αυτού είναι προσαρμοσμένη η πόρτα καθαρισμού, ενώ στο επάνω υπάρχει το στόμιο σύνδεσης του καυσαγωγού. Ο καπνοθάλαμος έχει ως σκοπό τη συγκέντρωση και εκτόνωση των καυσαερίων από τους φλογαυλούς και στη συνέχεια την όδυσή τους στον καπναγωγό.
10. Τη θερμομόνωση, η οποία τοποθετείται στον υδροθάλαμο, εξωτερικά, με τη μορφή υαλοβάμβακα, στην πόρτα του φλογοθαλάμου, με τη μορφή πυρίμαχου τσιμέντου και στο πίσω μέρος του λέβητα και πάλι με τη μορφή υαλοβάμβακα.
11. Το περίβλημα του λέβητα, το οποίο κατασκευάζεται από χαλυβδοέλασμα και βάφεται ηλεκτροστατικά, μέσα και έξω.
12. Τις βάσεις στήριξης του λέβητα στο δάπεδο.

4.2.2.3 Περιγραφή λειτουργίας χαλύβδινων λεβήτων

Κατά την καύση στο φλογοθάλαμο, παράγονται καυσαέρια τα οποία ωθούνται από το φυσητήρα προς την πίσω πλάκα του φλογοθαλάμου (καθρέπτη), πάνω στην οποία ανακλώνται και επιστρέφουν -εσωτερικά του φλογοθαλάμου, αλλά περιμετρικά της φλόγας- στο εμπρόσθιο μέρος του λέβητα, όπου και πάλι αναστρέφονται. Στη συνέχεια διαμέσου των φλογαυλών, τα καυσαέρια διέρχονται, για τρίτη φορά, κατά μήκος του λέβητα και καταλήγουν στον καπνοθάλαμο, αφού προσδώσουν το μεγαλύτερο μέρος της θερμαντικής τους ισχύος στο νερό.



εικ. 4.12 Κίνηση καυσαερίων



εικ. 4.13 Σχέδια λεβήτων με βασικές διαστάσεις.

4.2.2.4 Πλεονεκτήματα χαλύβδινων λεβήτων

Οι χαλύβδινοι λέβητες παρουσιάζουν τα ακόλουθα σημαντικά πλεονεκτήματα:

- Επιτυγχάνουν υψηλούς βαθμούς απόδοσης. Είναι γεγονός πως ένας χαλύβδινος λέβητας καλής ποιότητας, ξεπερνά σε απόδοση έναν καλό λέβητα από χυτοσίδηρο, χάρη στη δυνατότητα κατασκευής πολλών διαδρομών. Μπορούμε δηλ, κατά βούληση, να δημιουργούμε διαδρομές καυσαερίων χωρίς κατασκευαστικούς περιορισμούς, αρκεί ο φυσητήρας του καυστήρα να έχει επαρκή ισχύ, ώστε να υπερνικά τις επιπλέον αντιστάσεις ροής των καυσαερίων.
- Επιτρέπουν τη λειτουργία καύσης με υπερπίεση, άρα, και τη δημιουργία επιστρεφόμενης φλόγας με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο χρόνος καύσης, να βελτιώνεται το ποσοστό διοξειδίου του άνθρακα (CO_2) και να ελαχιστοποιούνται οι παραγόμενοι ρύποι.
- Έχουν τη δυνατότητα χρήσης στροβιλιστών διαφόρων τύπων, που αυξάνουν το μήκος της διαδρομής των καυσαερίων, άρα, και το χρόνο συναλλαγής θερμότητας, ελαχιστοποιώντας, έτσι, τις υγροποιήσεις.
- Λόγω της λείας επιφάνειας των χαλυβδοελασμάτων τους, δεν επικάθεται εύκολα επάνω σ' αυτά αιθάλη από τα καυσαέρια, ούτε άλατα από το νερό. Έτσι, υπάρχει η δυνατότητα εύκολου και καλού καθαρισμού, ενώ ταυτόχρονα διατηρείται υψηλός ο βαθμός απόδοσης των λεβήτων, ακόμη και μετά τη λειτουργία τους για μεγάλο χρονικό διάστημα.
- Τα χαλυβοκράματα παρουσιάζουν εξαιρετικές μηχανικές ιδιότητες, αφού, σε όλες, τις καταπονήσεις και, ιδιαίτερα, στην κρούση, έχουν μεγαλύτερη αντοχή, συγκριτικά με το μαντέμι (χυτοσίδηρο).
- Παρουσιάζουν εξαιρετική συμπεριφορά σε αντίθεση με τους χυτοσιδηρούς λέβητες στα θερμικά φορτία (σοκ) και στην έλλειψη νερού.
- Προσφέρουν απεριόριστες δυνατότητες για επιτόπιες επισκευές, σε περίπτωση αστοχίας κάποιου τμήματος τους.
- Δέχονται υψηλές φορτίσεις, χωρίς να αλλάζει ο βαθμός απόδοσης τους, έτσι, υπάρχει η δυνατότητα κατασκευής λέβητα μικρού όγκου, αλλά υψηλού βαθμού θερμικής απόδοσης.
- Λόγω της καύσης με υπερπίεση, αυτοί οι λέβητες επηρεάζονται σε μικρό βαθμό από τον ελκυσμό της καμινάδας, με αποτέλεσμα να μην μειώνεται η απόδοσή τους.

- Σχεδόν όλοι έχουν κυλινδρικό θάλαμο καύσης, ο οποίος είναι ιδανικός για την κυλινδρική φλόγα.
- Παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντοχή σε υπερθερμάνσεις σε σχέση με τους χυτοσίδηρους και αυτό είναι σημαντικό σε περιπτώσεις αυτονομιών, όπου μπορεί, λόγω λειτουργίας μέρους της εγκατάστασης, να έχουμε υψηλές θερμοκρασίες νερού.
- Θερμαίνουν γρηγορότερα το νερό.
- Έχουν ομοιόμορφο πάχος τοιχωμάτων.
- Έχουν μικρό βάρος, συγκριτικά με έναν αντίστοιχο από χυτοσίδηρο.

4.2.2.5 Μειονεκτήματα χαλύβδινων λεβήτων.

Ως μειονεκτήματα, θα μπορούσαμε να αναφέρουμε τα ακόλουθα:

- Το μικρότερο χρόνο ζωής τους, σε σύγκριση με τους χυτοσίδηρους (μαντεμένιους) λέβητες.
- Την απαιτούμενη πρόβλεψη πρόσβασης για την εγκατάστασή τους στο λεβητοστάσιο λόγω του ότι είναι μεγάλα ενιαία κομμάτια.
- Τη μη δυνατότητα αντικατάστασης στοιχείων όπως στους χυτοσίδηροι. Σε περίπτωση που εμφανιστούν ρωγμές, δεν είναι επισκευάσιμες.
- Τη μη δυνατότητα επαύξησης της θερμικής ισχύος τους, σε περίπτωση επέκτασης της οικοδομής. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει να προβλέπονται τα απαιτούμενα θερμικά φορτία για τους μελλοντικούς ορόφους και, ανάλογα, να προμηθευόμαστε τον κατάλληλο λέβητα, εξ αρχής.
- Την ευπάθειά τους στη διάβρωση, ιδιαίτερα σε χαμηλές θερμοκρασίες λειτουργίας.
- Οι λέβητες νερού μπορούν να είναι χυτοσίδηροι ή χαλύβδινοι, ενώ οι λέβητες ατμού είναι κατά κανόνα χαλύβδινοι.

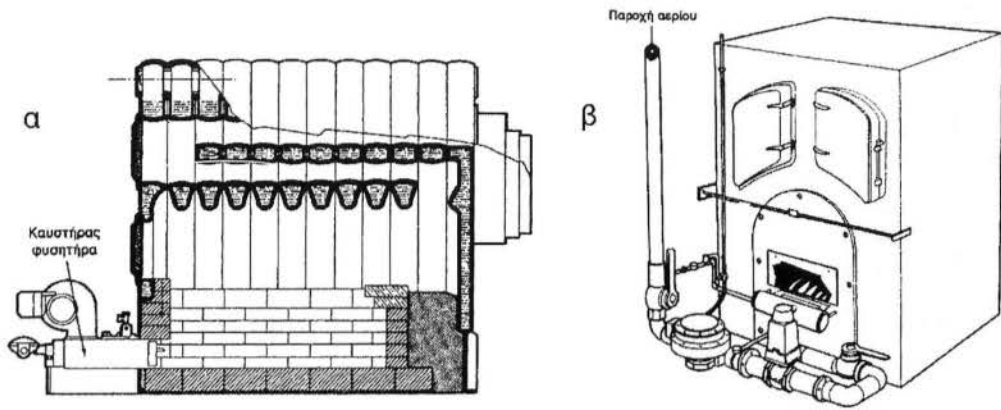
4.3 Διαχωρισμός λεβήτων Φ.Α. βάση το χρησιμοποιούμενο καύσιμο.

Οι λέβητες νερού μπορούν να είναι χυτοσίδηροι ή χαλύβδινοι, ενώ οι λέβητες ατμού είναι κατά κανόνα χαλύβδινοι.

Οι λέβητες αερίου μπορούν να χωρισθούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες, ανάλογα με τον τύπο του καυστήρα που προσαρμόζεται επάνω τους και που καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η προσαγωγή του απαραίτητου για την καύση αέρα.

Έτσι διακρίνονται:

- α) Σε λέβητες στους οποίους προσαρμόζονται καυστήρες με φυσική αερίωση (πιεστικοί).
- β) Σε λέβητες που είναι εφοδιασμένοι με καυστήρες φυσικού ελκυσμού (ατμοσφαιρικοί).



εικ. 4.14 α) πιεστικοί και β) ατμοσφαιρικοί λέβητες αερίου.

Στους πιεστικούς λέβητες αντιστοιχούν καυστήρες που έχουν αρκετές λειτουργικές ομοιότητες με τους καυστήρες πετρελαίου και ο αέρας καύσης προσάγεται με τη βοήθεια ανεμιστήρα.

Στους λέβητες που είναι εφοδιασμένοι με ατμοσφαιρικό καυστήρα, ένα μέρος του απαραίτητου για την καύση αέρα αναμιγνύεται με το αέριο (πρωτεύων αέρας), ενώ η υπόλοιπη ποσότητα αέρα (δευτερεύων αέρας) προσάγεται εξαιτίας του δημιουργούμενου ελκυσμού που προκαλεί η καπνοδόχος.

Οι λέβητες αερίου με ατμοσφαιρικό καυστήρα έχουν συνήθως μικρή ειδική θερμική φόρτιση (απόδοση ανά m^2 θερμαινόμενης επιφάνειας), που κυμαίνεται από 8000 - 15000 kcal/ m^2h , και γι' αυτό η θερμική ισχύς τους περιορίζεται μέχρι 50.000 kcal/h.

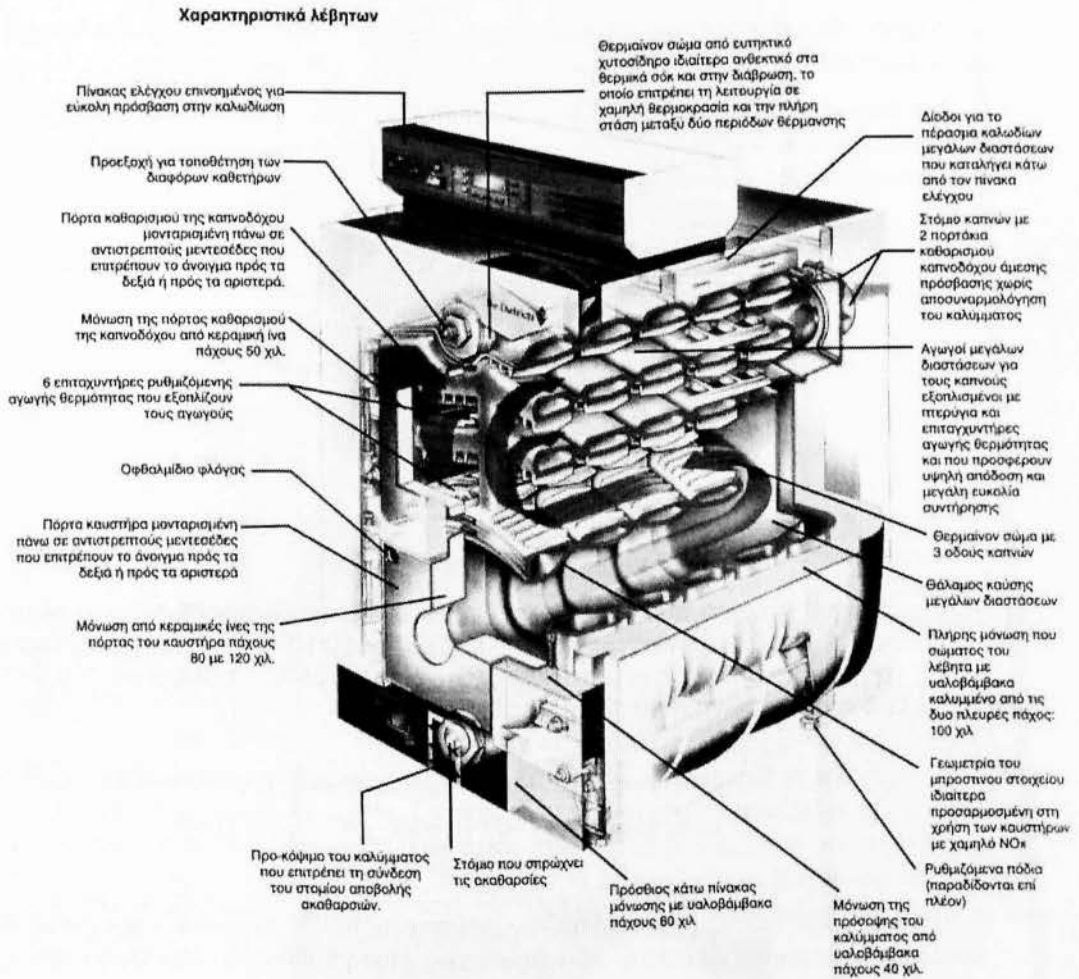
Οι λέβητες αερίου που έχουν καυστήρα με φυσητήρα μπορούν να κατασκευάζονται για πολύ μεγαλύτερες θερμικές ισχύς, μέχρι και 300.000 Kcal/h, επειδή η μέση ειδική θερμική φόρτισή τους, ξεπερνά τις 30.000 kcal/ m^2h . Είναι προφανές ότι ένας λέβητας με ατμοσφαιρικό καυστήρα είναι πολύ μεγαλύτερων διαστάσεων από ένα λέβητα που έχει καυστήρα με φυσητήρα της ίδιας θερμικής ισχύος.

Οι ατμοσφαιρικοί λέβητες, επειδή δεν έχουν κανένα κινούμενο όργανο, είναι σχεδόν αθόρυβοι, παθαίνουν βλάβες σπανιότερα και οι απαιτήσεις συντήρησής τους είναι περιορισμένες. Επειδή όμως έχουν τους θαλάμους καύσης τους σε άμεση επικοινωνία με το εξωτερικό περιβάλλον, κατά το χρονικό διάστημα που δε λειτουργούν, τα ρεύματα αέρα που έρχονται σε επαφή με τις επιφάνειες συναλλαγής απορροφούν θερμότητα από το νερό, δημιουργώντας απώλειες (απώλειες στασιμότητας). Αυτές οι απώλειες είναι τόσο μεγαλύτερες όσο μεγαλύτεροι είναι, οι χρόνοι που δε λειτουργούν, π.χ. κατά τις περιόδους που υπάρχει λιγότερο κρύο ή στην περίπτωση που έχει γίνει υπερδιαστασιολόγηση του λέβητα.

Αντίθετα, το μειονέκτημα αυτό δε συναντάται στους λέβητες που έχουν καυστήρες με φυσητήρα, γιατί είναι εφοδιασμένοι με αυτόματο διάφραγμα (τάμπερ) αέρα, που ενεργοποιείται όταν σβήσει ο καυστήρας και απομονώνει το θάλαμο καύσης του λέβητα από το εξωτερικό περιβάλλον.

4.4. Κύρια στοιχεία λεβήτων μεσαίας και μεγάλης ισχύος

Κάθε λέβητας αποτελείται από το θερμαντήρα, τον υδροθάλαμο και τον ατμοθάλαμο (στην περίπτωση των ατμολεβητών).



εικ. 4.15

Ο θερμαντήρας περιλαμβάνει το σύστημα τροφοδοσίας και έναυσης του καυσίμου, τον φλογοθάλαμο, τους φλογαυλούς, τον καπνοθάλαμο και τέλος την καπνοδόχο. Στο φλογοθάλαμο καίγονται όσα καύσιμα αέρια δεν έχουν καεί ολοσχερώς στην περιοχή έναυσης. Για πληρέστερη καύση αυξάνεται ο όγκος του φλογοθαλάμου.

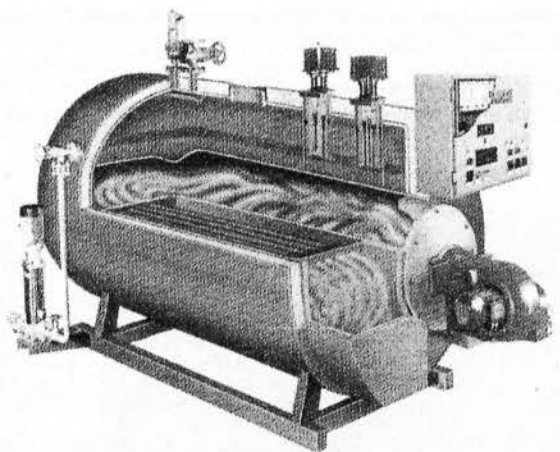
Κατασκευάζονται δηλαδή πολλαπλές διαδρομές των καυσαερίων μέχρι τους φλογαυλούς. Υπάρχουν επίσης αεριαυλοί και υδραυλοί. Οι αεριαυλοί είναι σωλήνες μικρής διατομής και μεγάλου μήκους μέσα από τους οποίους περνάνε τα καυσαέρια και εξωτερικά περιβάλλονται από το νερό που θερμαίνεται. Αντιθέτως, μέσα στους υδραυλούς κυκλοφορεί το νερό που πρόκειται να θερμανθεί και εξωτερικά οι υδραυλοί περιβάλλονται από τα καυσαέρια ή από φλόγες.

Μεταξύ φλογοθαλάμου και καπνοδόχου υπάρχει από κατασκευαστικής πλευράς ο καπνοθάλαμος. Σε μεγάλης ισχύος εγκαταστάσεις υπάρχει σύστημα προθέρμανσης εάν το καύσιμο είναι μαζούτ, σύστημα προθέρμανσης του νερού τροφοδοσίας μέσω εναλλάκτη (ατμού – νερού), σύστημα προθέρμανσης του αέρα καύσης και υπερθερμαντήρας στους ατμολέβητες για παραγωγή υπέρθερμου (super) ατμού.

Σημ. Οι λέβητες υπέρθερμου νερού και οι ατμολέβητες χαμηλής πίεσης είναι παραπλήσιες κατασκευές.

Λέβητες θερμού νερού για μεγάλες ισχύς φέρουν εκτός του φλογοσωλήνα δέσμες αεριαυλών στην πρώτη, δεύτερη και την τρίτη διαδρομή των καυσαερίων.

Η σύνδεση μεταξύ φλογοσωλήνα και αεριαυλών γίνεται με το θάλαμο αναστροφής της διεύθυνσης των καυσαερίων. Η ταχύτητα των καυσαερίων είναι τέτοια ώστε να μην υπάρχουν επικαθίσεις στους αυλούς.



εικ. 4.16 Τομή κελύφους λέβητα τριών διαδρόμων με αισθητήρα στάθμης νερού.

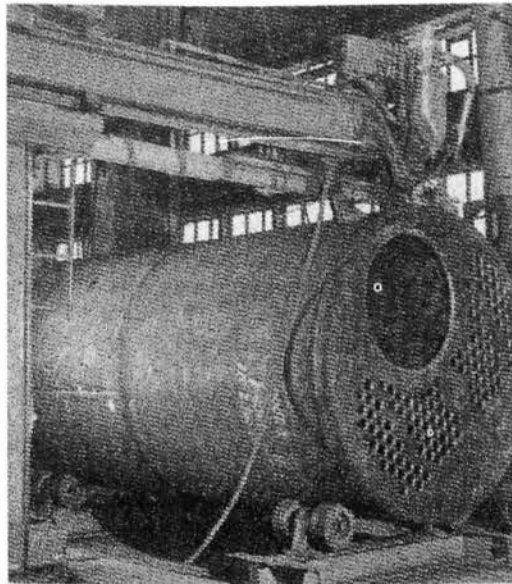
Ισχύς μέχρι 20.000 Kw με πίεση λειτουργίας 32 bar.

Η συμμετρική διάταξη των αεριαυλών έχει τα εξής πλεονεκτήματα: μικρές διαστάσεις μονάδας, ομοιόμορφη διαστολή των επιφανειών, χρήση καθρέφτη μικρότερου πάχους.

Υπάρχουν επίσης κατασκευές με δύο χωριστούς φλογοθαλάμους και δύο χωριστά ρυθμιζόμενους καυστήρες για χαμηλές εκπομπές οξειδίων του αζώτου και υψηλή θερμική ισχύ.

Ανάλογα με την διάμετρο και την πίεση λειτουργίας χρησιμοποιούνται ευθύγραμμοι ή κυματοειδής φλογαυλοί. Οι φλογαυλοί είναι συγκολλητοί στους καθρέφτες, προσιτοί και εύκολο να καθαριστούν. Ο θάλαμος αναστροφής των καυσαερίων είναι μέσα στον υδροθάλαμο του λέβητα και εφόσον ψύχεται από όλες τις πλευρές έχει καλύτερη θερμική απόδοση.

Σε κατασκευές που ο θάλαμος βρίσκεται έξω από το σώμα του λέβητα είναι φτιαγμένος από το στεγανό τοίχωμα συγκολλητών σωλήνων, στεγανοποιημένος και ψύχεται από το νερό. Τα καυσαέρια αναστρέφονται από τη δεύτερη στην τρίτη διαδρομή και ο θάλαμος αναστροφής τους βρίσκεται στο εμπρόσθιο μέρος του λέβητα και, εάν έχει πόρτες, αυτές είναι απόλυτα στεγανές.



εικ. 4.17 Κατασκευή φλογαυλωτού λέβητα

Σύγχρονες τεχνολογίες κατασκευής των λεβήτων περιλαμβάνουν τα εξής: Οι αυλοί κατασκευάζονται με ραφή ή χωρίς ραφή τραβηχτοί με τη μέθοδο της ψυχρής εξέλασης και στεγανοποιούνται μετά την τοποθέτησή τους με συγκόλληση ή με εκτόνωση των άκρων τους στις ειδικές οπές των θαλάμων και των συλλεκτών.

Στους λέβητες υψηλών πιέσεων και θερμοκρασιών δεν χρησιμοποιείται μαλακός χάλυβας αλλά ειδικά χαλυβοκράματα που περιέχουν νικέλιο, χρώμιο, βομφράμιο και κοβάλτιο. Όλοι οι χάλυβες κατασκευής ατμοπαραγωγών με θερμοκρασία λειτουργίας μεγαλύτερη από 350 °C περιέχουν προσμείξεις μολυβδαινίου. Το πυρίτιο σαν συστατικό "αποξειδώνει" το χάλυβα και με την παρουσία χρωμίου, που ευνοεί τη σκλήρυνση σε βάθος, βελτιώνει την αντοχή σε φλόγωση. Προσμείξεις μαγγανίου σε μεγάλη αναλογία στο χάλυβα αυξάνουν την αντοχή του σε τριβή. Τέλος, τα νιτρίδια του αλουμινίου κάνουν το χάλυβα λεπτόκοκκο, αυξάνουν το όριο και την αντοχή του σε κρούσεις.

Σύμφωνα με τις τεχνικές της κατασκευής των ατμοπαραγωγών και των δοχείων πίεσης πολλά τεμάχια διαμορφώνονται εν ψυχρώ, όπως π.χ. συμβαίνει με το κυλινδράρισμα του τυμπάνου, τη διαμόρφωση επιφανειών από αυλούς και τη διαμόρφωση των πυθμένων.

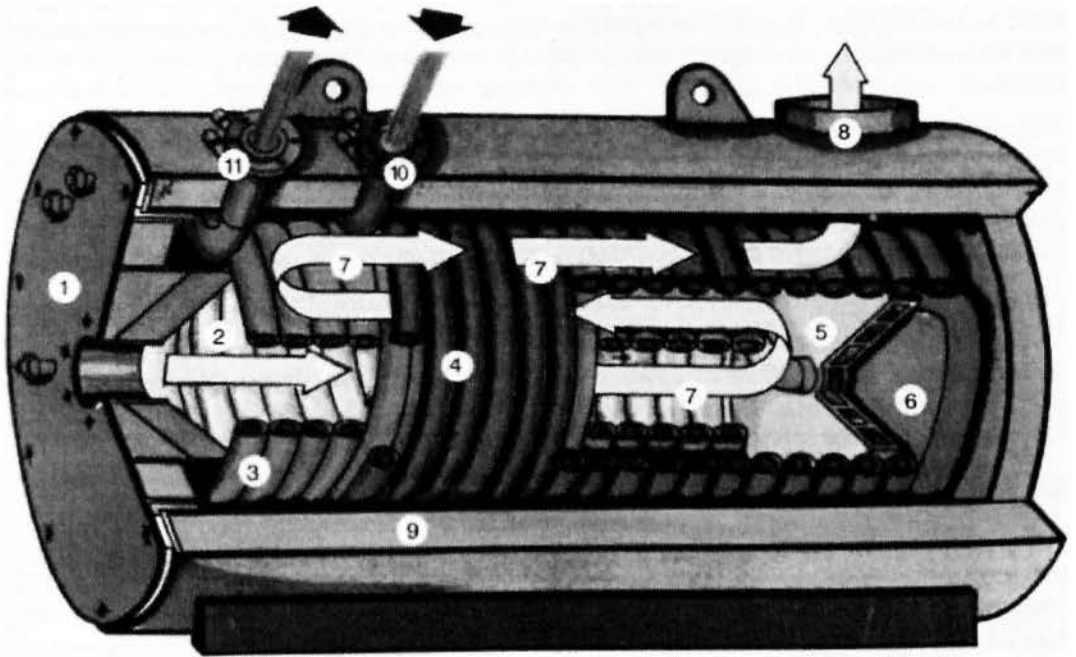
Εάν δεν έχει επιλεγεί το κατάλληλο υλικό, παρουσιάζεται με το χρόνο ψαθυρότητα και γήρανση που αυξάνεται συνεχώς και οδηγεί σε ρηγματώσεις. Οι τοπικές συγκολλήσεις δημιουργούν γύρω από το σημείο κόλλησης συγκέντρωση τάσεων στο υλικό. Οι παραπάνω τάσεις σε συνδυασμό με τις κοπώσεις από την πίεση του λέβητα, μπορεί να προκαλέσουν διαρροές ή ρωγμές.

Σε περίπτωση εκτεταμένων επισκευών εκτελείται, απαραίτητα, μετά ανόπτηση του θαλάμου καύσης και εμπειριστατωμένη εξέταση με ακτίνες X.

Εάν στα καυσαέρια βρίσκονται διοξείδιο και τριοξείδιο του θείου, αλκάλια, υδρόθειο ή πεντοξείδιο του βαναδίου, οξειδώνουν και οδηγούν τους λέβητες σε μεγάλες διαβρώσεις και τους λέβητες υψηλών θερμοκρασιών σε φλογώσεις.

4.5 Ατμογεννήτριες

Είναι παραπλήσιες με τους στιγμιαίους θερμαντήρες νερού. Το αποσκληρυνμένο νερό έρχεται από τη δεξαμενή τροφοδοσίας και πιέζεται από πιεστική αντλία στο σωλήνα ατμοποίησης (σερπαντίνα) που τον διατρέχει με ενισχυμένη κυκλοφορία. Το νερό εξατμίζεται προοδευτικά χάρη σε μια ορθολογισμένη ανταλλαγή θερμότητας που πραγματοποιείται με το γρήγορο πέρασμα των καυσαερίων. Στο τέλος της σωλήνωσης υπάρχει φυγοκεντρικός διαχωριστής που εξασφαλίζει τελείως ξηρό ατμό σε όλες τις βαθμίδες θέρμανσης. Υπάρχει πρεσοστάτης που ελέγχεται από θερμοστάτη και ορίζει τις βαθμίδες λειτουργίας και τη λειτουργία – τόσο της αντλίας όσο και του καυστήρα – σε συνάρτηση με τις ανάγκες σε ατμό. Σύστημα οργάνων ελέγχει τις ασφάλειες, την έλλειψη νερού, την υπερθέρμανση και την υπερπίεση του νερού. Κάθε ανωμαλία λειτουργίας που εμφανίζεται προκαλεί το σταμάτημα της ατμογεννήτριας και το άναμμα ενός φωτεινού σήματος και υπάρχει μερικές φορές και ηχητική προειδοποίηση. Η αποκατάσταση της πίεσης των ατμογεννητριών γίνεται σε 4 έως 5 λεπτά της ώρας.



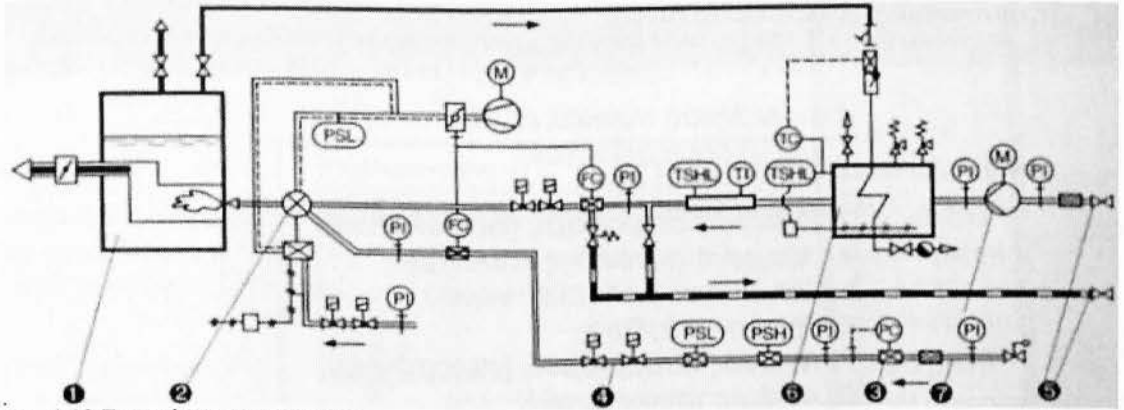
εικ. 4.18 Υδραυλωτή ατμογεννήτρια με Φ.Α.

1. Φλάντζα σύνδεσης (καθρέφτης)
2. Εστία
3. Σερπαντίνα ακτινοβολίας
4. Σερπαντίνα με συναγωγή θερμότητας των καυσαερίων
5. Πλάκα αναστροφής (για ψύξη)
6. Κιβώτιο συλλογής καυσαερίων
7. Ροή θερμότητας/ροή καυσαερίων
8. Έξοδος καυσαερίων
9. Μόνωση
10. Σύνδεση εισόδου νερού τροφοδοσίας
11. Έξοδος ατμού

4.6.1. Κατασκευή ατμολεβητών

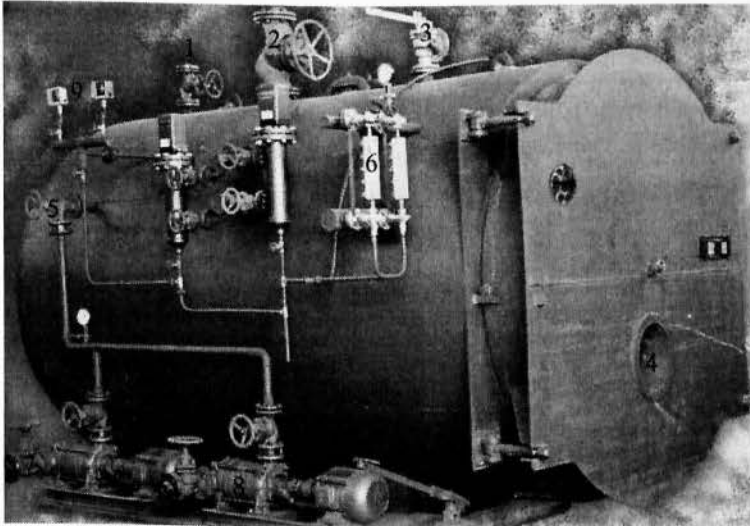
Χωρίζονται σε: α. κορεσμένον ατμού, β. χαμηλής πίεσης και γ. υπερθέρμου ατμού.

Οι πυθμένες είναι διαμορφωμένοι εν θερμώ, ο υδροθάλαμος είναι μεγάλων διαστάσεων και ο θάλαμος αναστροφής (μπαζάκι) υδρόψυκτος για λιγότερες απώλειες θερμότητας.



εικ. 4.19 Εγκατάσταση ατμολέβητα

1. Λέβητας
2. Καυστήρας μαζούτ - αερίου
3. Ρυθμιστής πίεσης αερίου
4. Ασφαλιστική βαλβίδα
5. Γραμμή εισόδου - επιστροφής
6. Προθερμαντήρας
7. Αντλία μαζούτ



εικ. 4.20 Ατμολέβητας πυράλ HDR

1. Βαλβίδα εξαερισμού
2. Παροχή ατμού
3. Βαλβίδα ασφαλείας (ασφαλιστικό)
4. Αναμονή σύνδεσης καυστήρα
5. Στόμιο τροφοδοσίας νερού
6. Δείκτης στάθμης
7. Αγωγός καθαρισμού (στρατσώνα)
8. Αντλίες τροφοδοσίας
9. Πρεσοστράτες

Ένας καυστήρας μαζούτ (1500’’ ή 3500’’) δεν διαφέρει από έναν καυστήρα ντήζελ, παρά μόνο στην προσθήκη του συστήματος προθέρμανσης του μαζούτ και πρόπλυσης του μπεκ έτσι ώστε το καύσιμο να έρθει σε μια ρευστότητα κατάλληλη για τον καλό διασκορπισμό του.

Στην περίπτωση που υπάρχει εγκατεστημένος ο κατάλληλος καυστήρας, γίνεται συνδυασμένη (εναλλακτική) καύση.

4.6.2 Απώλειες ατμολέβητα

Ο βαθμός απόδοσης εξαρτάται από την ατμοπαραγωγή και είναι μέγιστος στην κανονική τιμή ατμοπαραγωγής. Γενικός κανόνας είναι να λειτουργεί ο λέβητας με ομοιόμορφο φορτίο όσο γίνεται πιο κοντά στο κανονικό. Οι τρεις βασικές αιτίες απώλειας θερμότητας είναι τα καυσαέρια, η στρατσώνα και οι απώλειες από τα τοιχώματα του λέβητα.

Η στρατσώνα εκφράζεται σαν ποσοστό επί τοις εκατό του νερού τροφοδοσίας. Έτσι μικρό ποσοστό νερού π.χ. 5% ή 10% αποταμιεύεται, δηλαδή απομακρύνεται, ανανεώνεται με καινούργιες ποσότητες νερού και κατ’ αυτό τον τρόπο απομακρύνονται ποσότητες από διαλυμένα στερεά και στερεά εν αιωρήσει.

Υπάρχει και μια κατηγορία απωλειών που δημιουργούνται από ατελή καύση ή από έλλειψη επαρκούς παροχής αέρα ή από έντονη φόρτιση του χώρου καύσης. Οι κακές συνθήκες λειτουργίας του λέβητα οδηγούν σε:

1. απαγωγή από τα καυσαέρια άκαυστου υλικού όπως CO, C, UHC άκαυστων υδρογονανθράκων
2. αυξημένη θερμοκρασία καυσαερίων και
3. αυξημένη ποσότητα καυσαερίων.

Εν κατακλείδι, η ομαλή ατμοποίηση και η σταθερή κυκλοφορία του νερού είναι κύρια προϋπόθεση για την μεγάλη διάρκεια ζωής του ατμολέβητα.

Οι απώλειες σε οποιονδήποτε τύπο λέβητα οφείλονται:

1. στο σύστημα καύσης – υψηλή θερμοκρασία καυσαερίων ή/και ατελής καύση
2. στο περίβλημα του λέβητα κατά τη διάρκεια λειτουργίας του καυστήρα και
3. στη θερμή αναμονή δηλ. όταν ο καυστήρας αναβοσβήνει.

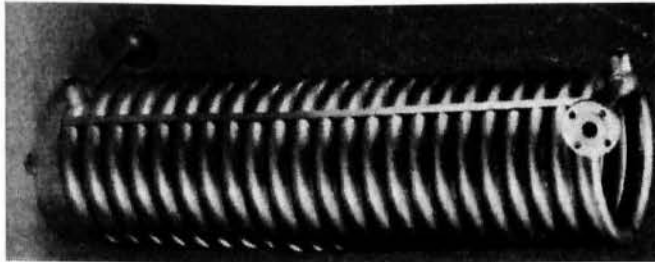
4.7.1 Ατμοσυλλέκτης

Βρίσκεται μέσα στο λέβητα και σκοπός του είναι να διαχωρίσει το νερό από τον ατμό. Το μείγμα νερού – ατμού διαχωρίζεται στο συλλέκτη (τύμπανο) ώστε να φύγει ο ατμός προς τις σωληνώσεις διανομής, ενώ το νερό επιστρέφει από το κάτω μέρος του τυμπάνου στο λέβητα, για να παραλάβει θερμότητα και να μετατραπεί σε ατμό.

4.7.2 Υπερθερμαντήρας

Μετά το σύστημα ατμοποίησης στην περίπτωση που απαιτείται η περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας του κορεσμένου ατμού ακολουθεί ο υπερθερμαντήρας που αποτελείται από ένα ή περισσότερα τμήματα σωλήνων τούρμπο που τοποθετούνται σε διαφορετικά σημεία στην κυκλοφορία των καυσαερίων.

Οι υπερθερμαντήρες από κατασκευαστικής πλευράς είναι σερπαντίνες υδραυλοί και χωρίζονται στους ακτινοβολίας και στους τύπους επαφής.



εικ. 4.21 Σερπαντίνα υπερθερμαντήρα

Μεταξύ των τμημάτων του υπερθερμαντήρα τοποθετούνται κιβώτια (ψύκτες ατμού) που δεν είναι παρά δοχεία πίεσης από τα οποία διέρχεται ο ατμός από το ένα τμήμα στο άλλο. Στα κιβώτια γίνεται ψεκασμός νερού με δοσομετρικές αντλίες που αναμειγνύεται με τον ατμό και έτσι ρυθμίζεται η θερμοκρασία του και προστατεύονται οι σωληνώσεις. Για θερμοκρασία μέχρι περίπου 250 °C ο υπερθερμαντήρας τοποθετείται στον μπροστινό θάλαμο αναστροφής των καυσαερίων.

Για θερμοκρασίες μέχρι και 350 °C η συστοιχία σωλήνων του θερμαντήρα τοποθετείται στη δεύτερη διαδρομή του λέβητα σε ένα σχετικά μεγάλο φλογαυλό. Η ρύθμιση της θερμοκρασίας του ατμού σούπερ επιτυγχάνεται με την ανάμειξη κορεσμένου ατμού, με τη βοήθεια ρυθμιστή και ηλεκτροκίνητης βάννας ανάμειξης.

Ανάλογα με τη θέση που τοποθετούνται οι υπερθερμαντήρες επαφής – μεταφοράς και ανάλογα τη θερμική τους καταπόνηση επιλέγεται και το υλικό κατασκευής.

Όταν η θερμοκρασία ατμού φθάνει μέχρι τους 450 °C, ο υπερθερμαντήρας τοποθετείται ακριβώς πίσω από τον φλογοσωλήνα και η ρύθμιση της θερμοκρασίας επιτυγχάνεται με τη βοήθεια επιφανειακού ψύκτη τοποθετημένου στον υδροθάλαμο του λέβητα.

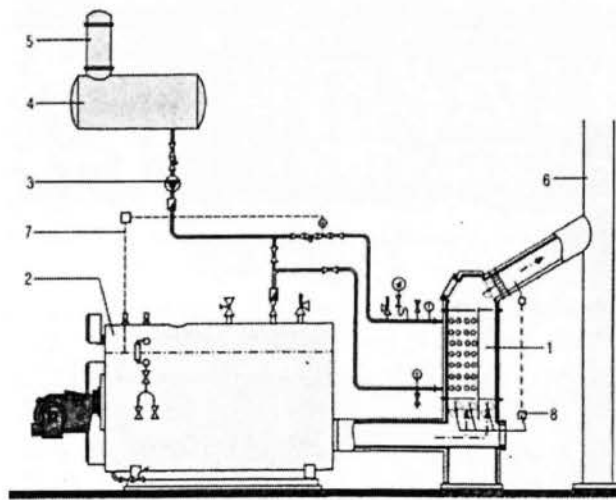
4.7.3 Προθερμαντήρας αέρα καύσης

Η χρήση του προθερμαντήρα αέρα καύσης βελτιώνει το βαθμό απόδοσης μειώνοντας τη θερμοκρασία εξόδου των καυσαερίων, προθερμαίνεται ο αέρας καύσης και αυτό συμβάλλει σημαντικά στην καλύτερη και ταχύτερη διεργασία της καύσης. Υπάρχουν διάφορων ειδών λούβρο όπως π.χ. προθερμαντήρες με πλάκες, περιστρεφόμενοι ή προθερμαντήρες του αέρα καύσης με σωλήνες.

Στους λέβητες καύσης Φ.Α. τοποθετείται στην έξοδο των καυσαερίων οικονομητήρας θερμότητας. Ο οικονομητήρας προθερμαίνει το νερό τροφοδοσίας, πριν οδηγηθεί στο λέβητα. Το νερό φθάνει σε θερμοκρασία 20° – 60 °C μικρότερη της θερμοκρασίας κορεσμού που αντιστοιχεί στην πίεση λειτουργίας.

Αυτό θεωρείται απαραίτητο γιατί σε περίπτωση μείωσης της πίεσης παρουσιάζεται μερική ατμοποίηση που μπορεί να προκαλέσει ανομοιόμορφη κατανομή στους σωλήνες του συστήματος ατμοποίησης.

Οι οικονομητήρες αποτελούνται από συλλέκτες εισόδου – εξόδου και από σερπαντίνες χαλυβδοσωλήνων, γυμνών ή με περύγια.



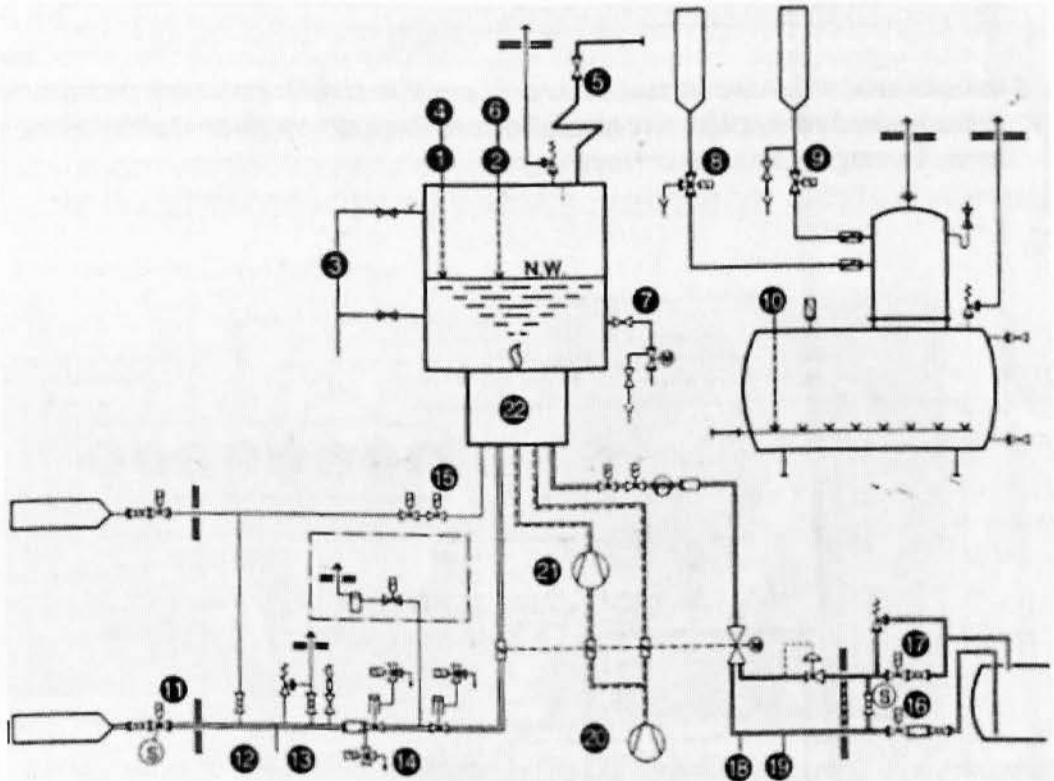
εικ. 4.22 Λέβητας με προθέρμανση νερού (οικονομητήρα) με εναλλάκτη θερμότητας καυσαερίων πριν την καπνοδόχο.

1. προθέρμανση νερού μέσω της θερμότητας των καυσαερίων
2. ατμοπαραγωγός
3. αντλία τροφοδοσίας νερού
4. δοχείο τροφοδοσίας
5. απερωτήρας
6. καπνοδόχος
7. ρυθμιστής νερού τροφοδοσίας
8. ρύθμιση θερμοκρασίας καυσαερίων (κλαπέτα)

Η χρήση του Φ.Α. επιτρέπει τη μείωση της θερμοκρασίας των καυσαερίων και κάνει τη λειτουργία του οικονομητήρα αποδοτικότερη. Προσθέτοντας νέα τμήματα στον εναλλάκτη ατμού/νερού – (ή τμήματα μεγαλύτερης διαμέτρου και παροχής) – αυξάνουμε τη θερμοκρασία του τροφοδοτικού νερού του λέβητα. Η προθέρμανση του αέρα καύσης επιτυγχάνεται και κατευθείαν από τα καυσαέρια με πλακοειδείς ή σωληνωτούς εναλλάκτες καυσαερίων/αέρα καύσης κατασκευασμένους από μαύρο ή γαλβανισμένο χάλυβα ή κράμα αλουμινίου.

Το βασικό κριτήριο για την εκλογή του κατάλληλου καυστήρα είναι η ονομαστική ισχύς του λέβητα σε συνάρτηση με την αντίθλιψη του θαλάμου καύσης.

Ο συνδυασμός της πίεσης του καυσίμου και του ανάλογου μπεκ στα διάφορα στάδια φλόγας (βαθμίδες) καθορίζει την αποδιδόμενη θερμική ισχύ σε σχέση με τις απαιτήσεις του λέβητα. Τα παραπάνω καλύπτονται από την πίεση εισόδου του αερίου και την ύπαρξη ρυθμιστικών βαλβίδων της παροχής.



εικ. 4.23 Εξοπλισμός για συνεχή – χωρίς επίβλεψη – λειτουργία

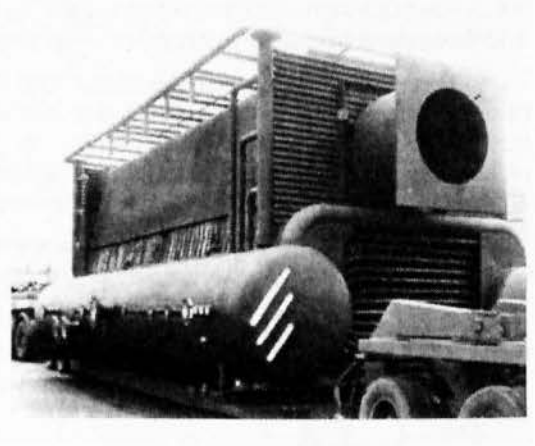
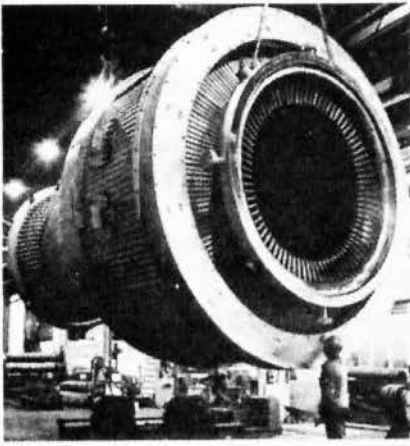
Κανονισμοί για 24 ώρες

1. Ασφάλεια χαμηλής στάθμης νερού
2. Δεύτερη ασφάλεια χαμηλής στάθμης
3. Διακόπτης αντλιών τροφοδοσίας νερού
4. Σύστημα περιορισμού της αγωγιμότητας του νερού
5. Σύστημα ελέγχου της θερμοκρασίας του υπέρθερμου ατμού
6. Κανονισμοί για 72 ώρες
7. Ασφάλεια υψηλής στάθμης νερού
8. Σύστημα ελέγχου και περιορισμού της αγωγιμότητας του νερού
9. Έλεγχος αγωγιμότητας και θολότητας των συμπυκνωμάτων
10. Έλεγχος σκληρότητας του νερού συμπλήρωσης
11. Ασφάλεια χαμηλής στάθμης
12. Ασφαλιστική βαλβίδα αερίου
13. Δεύτερη ασφάλεια χαμηλής πίεσης αερίου
14. Δεύτερη ασφάλεια υψηλής πίεσης αερίου
15. Έλεγχος στεγανότητας κύριας βαλβίδας αερίου
16. Δεύτερη βαλβίδα αερίου έναυσης
17. Βαλβίδα ταχείας απομόνωσης
18. Βαλβίδα ταχείας απομόνωσης επιστροφής πετρελαίου
19. Δεύτερος έλεγχος χαμηλής πίεσης πετρελαίου
20. Έλεγχος χαμηλής πίεσης πετρελαίου
21. Δεύτερος πρεσοστάτης αέρα καύσης
22. Δεύτερος πρεσοστάτης αέρος διασκορπισμού
23. Αυτοελεγχόμενο φωτοκύτταρο

4.8 Ατμοπαραγωγοί

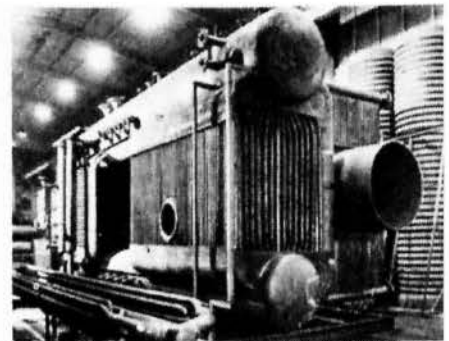
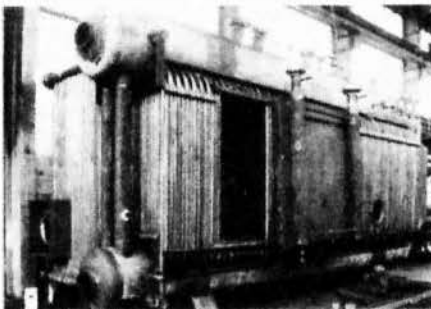
Αποτελούνται από τα εξής τμήματα: σύστημα ατμοποίησης, προθερμαντήρας νερού και αέρα (με ατμό ή καυσαέρια), υπερθερμαντήρας και αναθερμαντήρας. Ανάμεσα στα μέρη της εγκατάστασης υπάρχουν οι καταθλιπτικοί ανεμιστήρες για τον αέρα καύσης, ανεμιστήρες αναρρόφησης και ανακυκλοφορίας καυσαερίων.

Οι σύγχρονες κατασκευές των ατμοπαραγωγών είναι τύπου ακτινοβολίας στους οποίους ο θάλαμος καύσης επενδύεται με υδραυλούς οι οποίοι αποτελούν την επιφάνεια της ατμοποίησης. Η φλόγα και τα καυσαέρια ακτινοβολούν έντονα προς τους υδραυλούς προσφέροντας την απαιτούμενη θερμότητα.



εικ. 4.24 αριστερά: Υδραυλωτός θάλαμος καύσης
δεξιά: Ολοκληρωμένη μονάδα λέβητα

Οι υπερθερμαντήρες ακτινοβολίας χρησιμοποιούνται στους ατμοπαραγωγούς εξαναγκασμένης ροής για την επένδυση μέρους της επιφάνειας του θαλάμου καύσης.



εικ. 4.25 Λέβητες με υδραυλούς και διβάθμιο υπερθερμαντήρα

Ο αναθερμαντήρας (reheat) χρησιμεύει στην αναθέρμανση του ατμού και μορφολογικά έχει την ίδια κατασκευή με τον υπερθερμαντήρα.

Μετά την εκτόνωση του ατμού στις βαλβίδες του ατμοστροβίλου ο ατμός αναθερμαίνεται και η θερμοκρασία του ξαναφθάνει αυτήν που είχε κατά την έξοδό του από τον υπερθερμαντήρα. Στον ανάθερμο ατμό ρυθμίζουμε τη θερμοκρασία του με: α. ρύθμιση της διαδρομής των καυσαερίων, β. εναλλάκτες, γ. ανεμιστήρα ανακυκλοφορίας καυσαερίων, δ. ψεκασμό νερού ε. βοηθητικούς καυστήρες ή τέλος με στ. διπλό θάλαμο καύσης.

4.9 Λειτουργία ατμολεβήτων

Επίβλεψη

1. Το νερό τροφοδοσίας του ατμολέβητα πρέπει, να έχει προθερμανθεί μέσω εναλλάκτη ατμού ή θερμού νερού ή από τις επιστροφές των θερμών συμπυκνωμάτων από το δίκτυο διανομής και χρήσης του ατμού. Τα συμπυκνώματα επιστρέφουν στη δεξαμενή του νερού.
2. Πρέπει να γίνεται έλεγχος ώστε, εάν υπάρχει ενδεχομένως διαρροή στο δίκτυο ή στον εναλλάκτη, να μην επιστρέφονται με τα συμπυκνώματα, που συμπληρώνουν το νερό, διαβρωτικές ουσίες.
3. Ο κεντρικός ατμοφράκτης πρέπει να κλείνει στεγανά, για να απομονώσει το λέβητα από το υπόλοιπο δίκτυο, εάν τούτο χρειαστεί.
4. Οι βάνες απομάστευσης πρέπει να είναι στεγανές.
5. Πρέπει να λειτουργούν καλά οι πλωτήρες και οι πρεσοστάτες οπότε σε περίπτωση χαμηλής στάθμης νερού, υπερφόρτισης ή βλάβης να σταλεί ηλεκτρικό σήμα διακοπής της λειτουργίας του καυστήρα.
6. Οι βαλβίδες αντεπιστροφής των αντλιών τροφοδοσίας πρέπει να λειτουργούν καλά, ώστε να μη διαφύγει ατμός προς τις αντλίες, γιατί τότε θα λειτουργούν εν κενώ.
7. Ο καυστήρας πρέπει να είναι σωστά ρυθμισμένος, ώστε να έχουμε α. οικονομική και β. ασφαλή λειτουργία.

Συντήρηση

1. Καθημερινή στρατσώνα του λέβητα για να απομακρύνονται τα ιζήματα, οι αιωρούμενες ουσίες και οι καθιζήσεις υπό μορφή λάσπης.
2. Καθημερινή απομάστευση των ηλεκτρικών πλωτήρων, πρεσοστατών και συλλεκτών ατμού, ώστε να παρεμποδίζεται η δημιουργία αλάτων που συσσωρευμένα μπορεί να προκαλέσουν βλάβη στο λέβητα.
3. Συστηματική συντήρηση των ασφαλιστικών δικλείδων του λέβητα που πρέπει να ενεργοποιούνται σε πίεση κατά 10% μεγαλύτερη της πίεσης λειτουργίας ή στην προρρυθμισμένη μέγιστη πίεση.
4. Καθαρισμός (μηνιαίος) των αεριαυλών και απομάκρυνση της κάπνας. Σε περιπτώσεις λεβήτων που έχουν αρχικά σχεδιαστεί για λειτουργία με μαζούτ η μετατροπή για λειτουργία με Φ.Α., μπορεί να μειώσει αρχικά το βαθμό απόδοσης λόγω των

επικαθίσεων (scaling) στις επιφάνειες εναλλαγής θερμότητας. Ο καθαρισμός διευκολύνει και τη διέλευση των καυσαερίων.

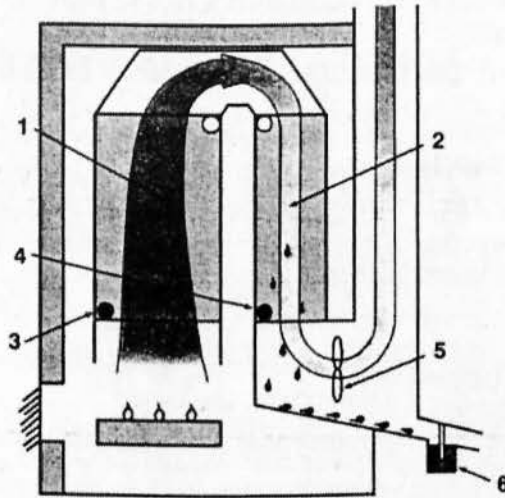
5. Συνεχής έλεγχος της στεγανότητας του αμιολέβητα και σε περίπτωση που σε κάποιο σημείο διαπιστωθεί η ύπαρξη υγρασίας πρέπει να γίνει επισκευή των τούρμπο.
6. Συντήρηση (μηνιαία ή συχνότερη ή όταν συμπληρωθούν οι ώρες λειτουργίας) του καυστήρα για αποδοτικότερη καύση.
7. Χημικός καθαρισμός του λέβητα συνιστάται στην περίπτωση που δεν απομακρύνονται τα άλατα και οι εσωτερικές καθιζήσεις με το νερό. Οι υδραυλοί μπορούν να καθαρίζονται με δεκατονικό αραιωμένο θειϊκό ή νιτρικό οξύ.
8. Κάθε εξάμηνο ή συχνότερα πρέπει να αφαιρείται η ανθρωποθυρίδα (ή και η αλατοθυρίδα) και να γίνεται πλύση με νερό που εκτοξεύεται υπό πίεση.
9. Έλεγχος και αντικατάσταση των στεγανοποιητικών παρεμβρυμάτων των αντλιών ώστε να υπάρχουν διαρροές.

4.10 Λέβητες υπερσυμπύκνωσης

Η αρχή λειτουργίας τους βασίζεται στη θέρμανση του καθαρού αέρα που προορίζεται για καύση και στη διατήρηση της υγρασίας του κοντά στο 100% καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου λειτουργίας. Κατ' αυτόν τον τρόπο αυξάνεται το σημείο δρόσου των καυσαερίων πράγμα που επιτρέπει εντονότερη και σε γρήγορους ρυθμούς συμπύκνωση. Τα καυσαέρια εξέρχονται με θερμοκρασία 200° έως 300 βαθμών από το λέβητα αλλά από την καπνοδόχο εξέρχονται στους 25 – 35 °C.

Η μονάδα υπερσυμπύκνωσης αποτελείται από τον συμπυκνωτή καυσαερίων νερού, το σύστημα ρυθμιζόμενης διασποράς των συμπυκνωμάτων και τον υπερσυμπυκνωτή.

Με προσθήκη προθερμαντήρων του αέρα και του νερού ανακτάται θερμότητα και αυξάνεται η απόδοση. Το σημείο δρόσου για το Φ.Α. είναι 56 °C.



εικ.4.26 Ατμοσφαιρικός λέβητας συμπίκνωσης με καύση Φ.Α.

1. πρωτεύων εναλλάκτης
2. δευτερεύων εναλλάκτης
3. παροχή νερού
4. επιστροφή νερού
5. ανεμιστήρας
6. παγίδα

Η συμπίκνωση επιτυγχάνεται μέσω πρωτεύοντα (1) και δευτερεύοντα εναλλάκτη (2)

4.11 Μετατροπή λεβήτων από καύσιμο πετρέλαιο σε Φ.Α.

Στους χαλύβδινους λέβητες

1. ελέγχεται η κατάσταση στην οποία βρίσκονται τα πυρίμαχα του φλογοσωλήνα και, όπου χρειάζεται, γίνεται αντικατάσταση.
2. μελετάται η γεωμετρία του σωλήνα αν δέχεται φλόγα από Φ.Α. και
3. τοποθετούνται (μετά από έγκριση του κατασκευαστή) στροβιλιστές στους αεριαλούς για αύξηση της μετάδοσης της θερμότητας των καυσαερίων
4. στα σημεία εισόδου των καυσαερίων στους αεριαλούς της πρώτης διαδρομής (ή και της δεύτερης) τοποθετούνται – αν το εγκρίνει ο κατασκευαστής – ενισχυτικά δακτυλίδια.

Τούτο απαιτείται, γιατί δεν έχει μεγάλη ακτινοβολία το καυσαέριο του Φ.Α. μετά το φλογοθάλαμο.

Στους χυτοσίδηρους λέβητες ισχύουν τα παραπάνω και επιπλέον ότι

1. τοποθετούνται διαφράγματα στις διαδρομές των καυσαερίων για αύξηση της μετάδοσης της θερμότητας αλλά πρέπει να αυξήσουμε και την αντίθλιψη του λέβητα,
2. ελέγχονται τα στοιχεία (φέτες) αν υπάρχουν διαρροές νερού ή καυσαερίων και
3. γίνεται τελική επιθεώρηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ

ΚΑΙ

ΕΣΩΤΕΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

5.1 Γενικά

Όπως αναφέρθηκε στο ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2, η διακίνηση του Φ.Α. γίνεται κυρίως με πιεστικά δίκτυα και η διανομή του στους καταναλωτές γίνεται από το δίκτυο χαμηλής πίεσης το οποίο είναι από 4 bar έως 23 mbar.

Μετά από το δίκτυο της χαμηλής πίεσης, προκειμένου μία πολυκατοικία να καταναλώνει Φ.Α., ακολουθεί η εγκατάσταση σύνδεσης και έπειτα από αυτήν η εσωτερική εγκατάσταση.

5.2 Εγκαταστάσεις σύνδεσης

Οι εγκαταστάσεις σύνδεσης, συνδέσεις όπως συνηθίζεται να λέγονται, ανήκουν στην εταιρεία αερίου. Άρα ο σχεδιασμός και η κατασκευή καθώς και η επίβλεψη της κατασκευής των συνδέσεων, γίνονται από την εταιρεία αερίου ή από εργολάβο, ο οποίος είναι εντεταλμένος από αυτήν. Επίσης, η εταιρεία αερίου είναι υπεύθυνη για το είδος, τον αριθμό και τη θέση των συνδέσεων καθώς και τη μετατροπή τους, ανάλογα με τα τοπικά δεδομένα.

Τα κύρια στοιχεία της εγκατάστασης σύνδεσης με τον καταναλωτή είναι

- ο αγωγός διανομής
- ο αγωγός σύνδεσης
- η κύρια αποφρακτική διάταξη (ΚΑΔ)
- ο ρυθμιστής πίεσης
- ο μετρητής
- η είσοδος στο κτίριο

εικ. 5.1 Καθορισμός ορίων μεταξύ της εγκατάστασης σύνδεσης με τον καταναλωτή και της εσωτερικής εγκατάστασης

1. αγωγός τροφοδοσίας
2. αγωγός σύνδεσης
3. ΚΑΔ
4. ρυθμιστής πίεσης
5. αγωγός διανομής
M: μετρητής
6. όριο εσωτ. Εγκατάστασης

Βέβαια θα πρέπει να αναφερθεί ότι σε άλλες χώρες όπως π.χ. στη Γαλλία ή στη Γερμανία τα όρια σύνδεσης και εσωτερικής εγκατάστασης διαφέρουν. Στις χώρες αυτές επιτρέπεται ο ρυθμιστής πίεσης να τοποθετηθεί μέσα στο κτίριο. Αυτό σημαίνει ότι μέσα στο κτίριο εισέρχεται αγωγός με πίεση ίση με του δικτύου διανομής. Επίσης επιτρέπεται η είσοδος στο υπόγειο, στο οποίο μπορούν να εγκατασταθούν και οι μετρητές αερίου. Γίνεται αντιληπτό ότι ο ρυθμιστής πίεσης και οι μετρητές υπάγονται στην εσωτερική εγκατάσταση.

Ξεκινώντας από τον αγωγό τροφοδοσίας Φ.Α. που είναι υπόγειος υπάρχει ο αγωγός σύνδεσης της κεντρικής παροχής και κατόπιν ακολουθεί η κύρια αποφρακτική διάταξη ΚΑΔ, ώστε να φράξουμε όταν αυτό απαιτείται την τροφοδοσία του καταναλωτή με Φ.Α. Σε πολυσύχναστα κτίρια αυτός ο διακόπτης ή ΚΑΔ επισημαίνεται.

Μετά την ΚΑΔ τοποθετείται ο ρυθμιστής. Η μονάδα της ρύθμισης αποτελείται από τον ρυθμιστή και από τα ασφαλιστικά του κατά της υπερπίεσης, είναι δε εφοδιασμένη με φίλτρο στην είσοδο.

Οι ασφαλιστικές διατάξεις είναι:

- α. ρυθμιστής επιτήρησης πριν από το ρυθμιστή που παρακολουθεί την πίεση του αερίου και τη ρυθμίζει προφυλάσσοντας από κινδύνους υπερπίεσης,
- β. αποφρακτική βαλβίδα ασφαλείας που σε περίπτωση βλάβης του ρυθμιστή πίεσης και του ρυθμιστή επιτήρησης (εάν υπάρχει) προκαλεί ακαριαία διακοπή της παροχής. Η επαναλειτουργία γίνεται χειροκίνητα,
- γ. ασφαλιστική βαλβίδα εκτόνωσης της πίεσης που ανοίγει όταν το αέριο ξεπεράσει ένα προκαθορισμένο όριο. Σε κλειστό χώρο το άνοιγμα της βαλβίδας εκτόνωσης συνδέεται με σωλήνα ώστε το Φ.Α. να οδεύσει προς την οροφή του κτιρίου.

Ο ρυθμιστής πίεσης και η ΚΑΔ τοποθετούνται εκτός του κτιρίου μέσα σε ερμάριο, κιβώτιο ή φρεάτιο. Μετά ακολουθεί ο μετρητής που για οικιακή κατανάλωση είναι ακάλυπτος και για πιέσεις άνω των 5 bar βρίσκεται μέσα σε πυράντοχο ερμάριο.

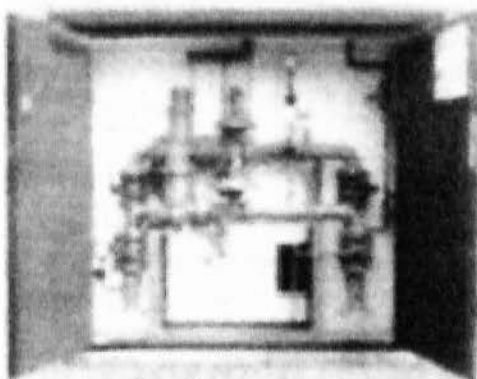
Πριν τον μετρητή υπάρχει πάντοτε διακόπτης και αναλόγως της θέσης του κτιρίου και του αριθμού των μετρητών αυτοί τοποθετούνται σε ειδικό χώρο μέσα στο κτίριο ή μαζί με το ρυθμιστή σε ερμάριο ή κιβώτιο.

Ο χώρος που βρίσκονται οι μετρητές είναι προσπελάσιμος, ξηρός, φυσικά αεριζόμενος και ταυτόχρονα προστατευόμενος από την ηλιακή ακτινοβολία και τον παγετό. Η τοποθέτηση των μετρητών γίνεται σε εξωτερικό περιβάλλον και χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον κοινόχρηστοι χώροι. Αν δεν προβλέπεται ιδιαίτερος χώρος ο μετρητής τοποθετείται σε ερμάριο ή φωλιά.

Οι μετρητές δεν τοποθετούνται:

- α. σε κλιμακοστάσια
- β. σε οδεύσεις διαφυγής έτσι ώστε να εμποδίζουν και
- γ. σε χώρους που συνυπάρχουν εύφλεκτες ουσίες ή καύσιμα υγρά όπως δεξαμενές κ.λπ, ατμοί και χημικά αέρια ή εκρηκτικά.

Το κόστος του σταθμού μέτρησης και ρύθμισης της πίεσης καθώς και η δαπάνη εγκατάστασης όταν είναι βιομηχανικός χώρος αναλαμβάνουν εξ ολοκλήρου οι εταιρίες παροχών Φ.Α.



εικ. 5.2 Σταθμός μείωσης Φ.Α.

Η θέση εισόδου του αγωγού σύνδεσης στο κτίριο, η θέση του ερμαρίου -κιβωτίου-φρεατίου επισημαίνονται π.χ. με κίτρινη πινακίδα. Για μεγάλου μεγέθους και πολυσύχναστα κτίρια πρέπει να επισημαίνεται μέσα στα κτίρια.

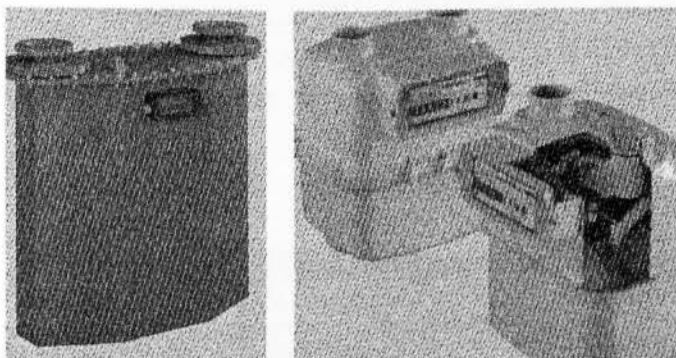
Αν υπάρχει και άλλη αποφρακτική διάταξη (π.χ. στο έδαφος) πρέπει και αυτό να επισημαίνεται.

Στις πολυκατοικίες κάθε διαμέρισμα διαθέτει ανεξάρτητη παροχή και υπάρχει κοινόχρηστη παροχή για τον καυστήρα του λέβητα.

Σε κάθε παροχή τοποθετείται μετρητής που διαθέτει αποφρακτικό όργανο, φίλτρο, μειωτήρα πίεσης και μανόμετρα.

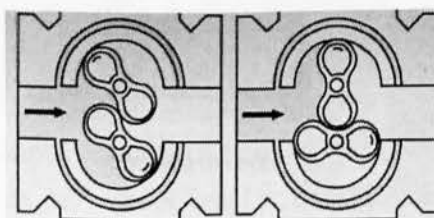
5.2.1 Μετρητές

Ο απλούστερος για οικιακή χρήση, μετρητής αερίου, είναι με διάφραγμα, αισθητήρα του διαφράγματος και αισθητήρα θερμοκρασίας, υπολογίζει δε τον όγκο λαμβάνοντας υπόψιν το υψόμετρο, την σύνθεση και την πίεση του αερίου.

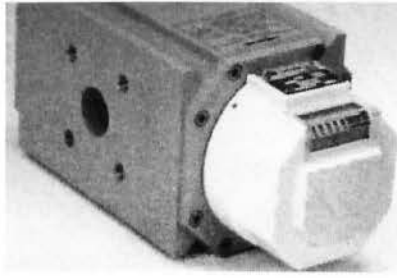


εικ. 5.3 Μετρητές διαφράγματος

Ένας άλλος μετρητής Φ.Α. είναι ο περιστροφικός τύπος (rotary). Οι ρότορες περιστρέφονται και κάθε 4 στροφές μεταδίδονται οι περιστροφές στον μετρητή με μαγνητικό κόπλερ. Λόγω λάθους ή βλάβης εκεί όπου απαιτείται συνεχής ροή όπως ξενοδοχεία και νοσοκομεία υπάρχει εσωτερικό bypass με βαλβίδα για να συνεχίσει η ροή του Φ.Α. και φέρει διαφορετικό διακόπτη πίεσης που καταγράφει το άνοιγμα του μπάϊ - πας.



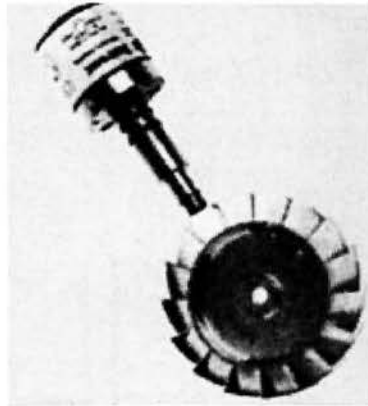
εικ. 5.4 Ρότορες Φ.Α.



εικ. 5.5 Μετρητής Φ.Α.

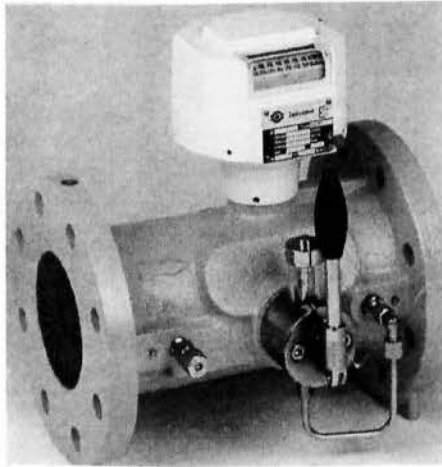
Οδηγίες λειτουργίας περιστροφικού μετρητή:

1. Τοποθετείται φίλτρο 5 μ στην είσοδο.
2. Ελέγχουμε την κατεύθυνση ροής.
3. Μετά την εγκατάσταση γεμίζουμε με λάδι μέχρι τη μέση και ελέγχουμε μετά από 5 χρόνια λειτουργίας.
4. Πρεσάρουμε το σύστημα βαθμιαία χωρίς να ξεπερνάμε τη μέγιστη παροχή του μετρητή.
5. Η θερμοκρασία του Φ.Α. πρέπει να κυμαίνεται από -20°C έως $+60^{\circ}\text{C}$ και να μην εκτίθεται, αν είναι δυνατόν, σε άσχημες κλιματολογικές συνθήκες ή/και κραδασμούς.
6. Τοποθετούμε στη σωστή θέση του μετρητή το καταγραφικό πίεσης.

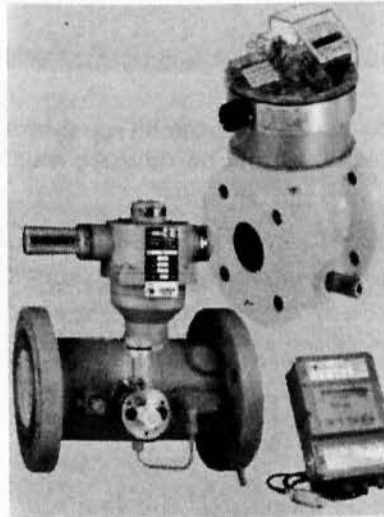


εικ. 5.6 Προμπ και ρότορας

Τρίτο είδος μετρητών είναι με φτερωτή μεγάλης ακρίβειας όπου η περιστροφή της φτερωτής μεταδίδεται μέσω γραναζιών στο μετρητή. Έχει υψηλής συχνότητας αισθητήρα με πικάπ και αντισταθμιστή του όγκου του Φ.Α. που μετρά. Πριν το μετρητή η σωλήνωση μήκους τουλάχιστον $3D$ (όπου D = διάμετρος αγωγού Φ.Α.) πρέπει να είναι ευθεία. Μπορεί να υπερφορτιστεί μέχρι το 20% της ονομαστικής πτώσης λειτουργίας του και έχει το πλεονέκτημα ότι μπορεί να δοκιμασθεί επί τόπου με φορητή μονάδα ελέγχου.

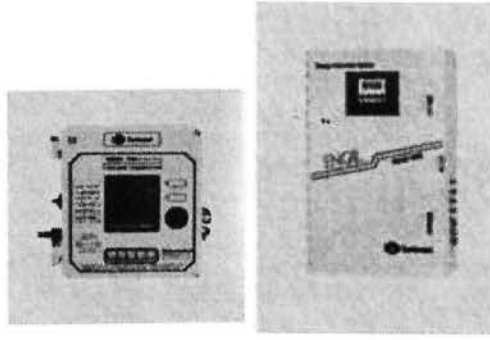


εικ. 5.7 Μετρητής Φ.Α. με φτερωτή και αντλία λίπανσης.



εικ. 5.8 Μετρητές τύπου στροβίλου

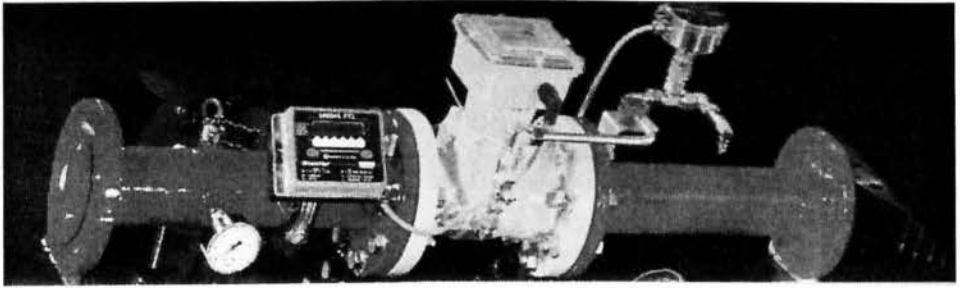
Οι μετρητές αερίου εκτός των ειδών διαφράγματος, στροβίλου και τους περιστροφικούς είναι τύπου υπερήχων, διορθωτές όγκου, υπολογιστές όγκου και χρωματογραφικοί θερμοδομητήρες.



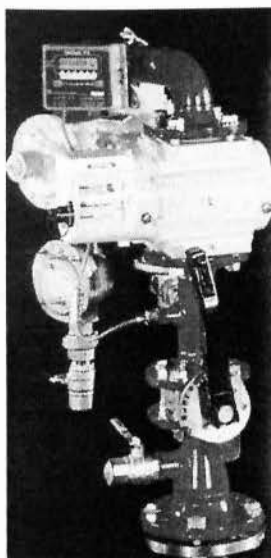
εικ. 5.9 Διορθωτής όγκου και χρωματογράφος

Μετά τον μετρητή τύπου διαφράγματος μπορεί να τοποθετηθεί προαιρετικά βαλβίδα σεισμικής ασφαλείας πριν το κτίριο. Μετά από κάθε σεισμό η βαλβίδα αυτή που έχει μαγνήτη και σφαιρίδιο, διακόπτει αυτόματα την παροχή και τίθεται εκ νέου σε λειτουργία χειροκίνητα.

Εδώ παρατίθενται μετρητές βιομηχανικού τύπου μεγάλων παροχών και πιέσεων λειτουργίας.



εικ. 5.10 Μετρητής βιομηχανικού τύπου



εικ. 5.11 Μετρητής μεγάλων πιέσεων

Υπάρχουν τέλος ροόμετρα τύπου Vortex. Η αρχή λειτουργίας τους είναι ότι στο κινούμενο ρευστό τοποθετείται εμπόδιο με συνέπεια να δημιουργούνται δίνες. Η συχνότητα των δινών είναι ανάλογη με τη ταχύτητα του ρευστού και μετρείται με αισθητήριο που βρίσκεται μέσα στο εμπόδιο. Τα vortex έχουν μεγάλη ακρίβεια, φθηνή συντήρηση, ποικιλία διατομών και αντοχή σε μεταβολές της θερμοκρασίας.

Οι μετρητές συνδέονται χωρίς τάσεις και χωρίς επαφή με τους τοίχους που τους περιβάλλουν, στερεώνονται σε πλάκα στερέωσης ή στις σωληνώσεις (με την κατάλληλη στήριξη) και οι βαρύτεροι στηρίζονται σε βάθρα. Τα ερμάρια ή φωληές έχουν πάνω και κάτω άνοιγμα τουλάχιστον 5 cm^2 το καθένα, είναι φτιαγμένα από άκαυστο υλικό και ποικίλουν σε διαστάσεις. Υπάρχουν απ' έξω πινακίδες που απαγορεύουν την χρήση φωτιάς ή καπνίσματος και υπάρχουν πινακίδες για την αναγνώριση της κάθε εγκατάστασης που δείχνει τον όροφο, το διαμέρισμα και τον ιδιοκτήτη.

Οι συνδέσεις των μετρητών αερίου είναι κοχλιωτές ενός ή δυο περιστομίων. Οι τύπου διαφράγματος είναι υψηλής θερμικής προστασίας. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει μεταλλική ηλεκτρικά αγωγίμη γεφύρωση στο περιστόμιο ή μέσω της πλάκας του μετρητή του αερίου, χρησιμοποιείται μονωμένο χάλκινο καλώδιο 16 mm^2 μήκους έως τριών μέτρων με κλέμμες. Το κολάρο πλεκτρικής σύνδεσης πρέπει να τοποθετείται όσο το δυνατόν κοντά στο μετρητή και σε κάθε περίπτωση όχι παραπάνω από 60 cm.

Στα κριτήρια επιλογής της διαδρομής του αγωγού προστίθεται η τήρηση γενικής απόστασης 30 cm από τα άλλα δίκτυα. Επίσης οι μετρητές δεν πρέπει να συνυπάρχουν με υψηλή ή μέση τάση ρεύματος και δεν πρέπει να τοποθετούνται κάτω από πίνακες ΔΕΗ, αυτοματισμών ή διανομής, κάτω από το πρώτο υπόγειο του κτιρίου ή μέσα σε ψυκτικούς θαλάμους, γκαράζ, λεβητοστάσια.

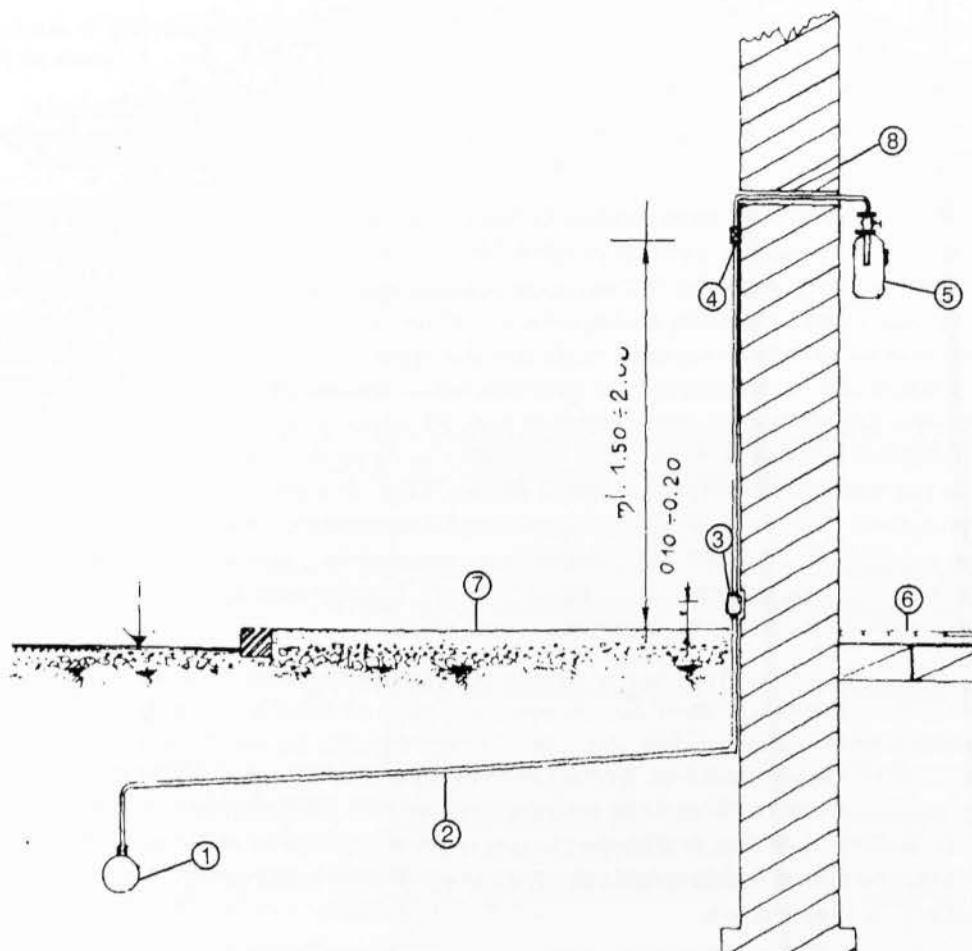
5.3 Εσωτερικές εγκαταστάσεις

Εσωτερικές εγκαταστάσεις είναι οι εγκαταστάσεις που αρχίζουν μετά το ρακόρ εξόδου του μετρητή ή αλλιώς μετά το σταθμό ρύθμισης πίεσης και μέτρησης της παροχής προκειμένου για εγκαταστάσεις μεγάλων καταναλωτών και καταλήγουν στις συσκευές κατανάλωσης φθάνοντας μέχρι την έξοδο από την εγκατάσταση απαγωγής των καυσαερίων. Μετά το σταθμό ρύθμισης πίεσης - μέτρησης της παροχής τοποθετείται κεντρική βάνα διακοπής του Φ.Α.

Η εσωτερική εγκατάσταση του κτιρίου περιλαμβάνει

- τις σωληνώσεις και τα εξαρτήματα τους,
- τις συσκευές,
- το σύστημα απαγωγής καυσαερίων,
- το σύστημα εξαερισμού,
- τους αυτοματισμούς και
- τα συστήματα ασφαλείας.

Το τμήμα του αγωγού μεταξύ της εξόδου από το μετρητή και του αγωγού εσωτερικής διακλάδωσης και μετέπειτα είναι ο αγωγός εσωτερικής εγκατάστασης.



εικ. 5.12 Παράδειγμα συνδεσμολογίας για εσωτερική εγκατάσταση χωρίς ρυθμιστή.

1. Κεντρική παροχή Φ.Α. – αγωγός τροφοδοσίας
2. αγωγός σύνδεσης
3. διηλεκτρικός σύνδεσμος
4. κύρια αποφρακτική διάταξη ΚΑΔ
5. μετρητής
6. χώρος ιδιωτικής κατοικίας
7. χώρος εξωτερικός
8. επένδυση προστασίας του σωλήνα
- 4-5. αγωγός διανομής.

5.4 Εγκατάσταση σωληνώσεων

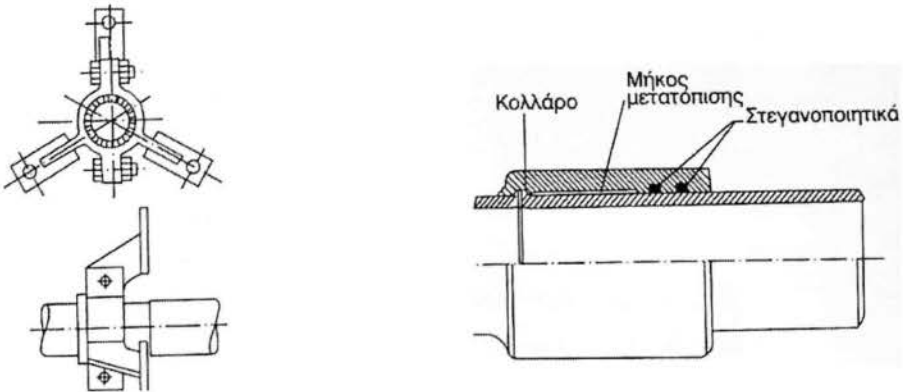
Η εγκατάσταση (δίκτυο) είναι ο συνολικός χαρακτηρισμός για τις εξωτερικές και τις εσωτερικές σωληνώσεις.

5.4.1 Τοποθέτηση σωλήνων

Οι σωληνώσεις και τα εξαρτήματα θεωρούνται ασφαλή όταν μπορούν να αντέξουν θερμοκρασία ύψους 650 °C για 30 λεπτά.

Η υπόγεια τάφρος κατασκευάζεται έτσι ώστε ο αγωγός να ακουμπά σε όλο το μήκος της και στις διασταυρώσεις και προσεγγίσεις καλωδίων και αγωγών τηρείται ελάχιστη απόσταση 20 cm και όταν χρειασθεί τοποθετούνται ενδιάμεσα μονωτικά κελύφη ή πλάκες. Οι σωλήνες περιβάλλονται με στρώση τουλάχιστον 10 cm από άμμο λατομείου και η υπερκάλυψη τους κυμαίνεται μεταξύ 80 cm και 1 m. Σε αιτιολογημένες περιπτώσεις φθάνει τα 2 μέτρα ή λιγότερο από τα παραπάνω όταν χρησιμοποιούμε προστατευτικούς σωλήνες για τον υπόγειο αγωγό. Στη περίπτωση που οι σωλήνες είναι PE μεριμνούμε να μην τραυματισθεί η σωλήνα εξωτερικά ή γενικά η επιφανειακή προστασία των αγωγών. 40 cm πάνω από το υπόγειο δίκτυο τοποθετείται κίτρινο πλαστικό πλέγμα. Όταν τα κανάλια αερίζονται ή εξαερίζονται ή γεμίζονται ή όταν ο αγωγός είναι μέσα σε προστατευτικούς σωλήνες που τελειώνουν έξω από τα κανάλια, τότε επιτρέπεται η τοποθέτηση των αγωγών του αερίου μέσα σε αυτά. Τα καλύμματα τους φέρουν την επιγραφή "Αέριο". Τα ανοίγματα προσαγωγής και απαγωγής του αέρα (είτε ανά όροφο είτε τμηματικά) είναι 10 cm².

Κατά την είσοδο στο κτίριο όταν ο αγωγός είναι από πολυαιθυλένιο PE μπαίνει μέσα στο κτίριο αν προστατεύεται σε όλο το μήκος του μέσα σε μεταλλικό σωλήνα ή αν υπάρχει μεταλλική κάψουλα σωλήνα που προεξέχει από την έξω και από την μέσα πλευρά της πλάκας του πατώματος ή του τοίχου ή διέρχεται από μέρος του υπογείου. Μέσα στη κάψουλα γίνεται η μετάβαση από το PE σε άλλη μεταλλική σωλήνα. Η μετάβαση αυτή γίνεται κοντά στο κτίριο. Το διάκενο και το άνοιγμα συναρμολόγησης πρέπει να είναι στεγανά. Στις συνδέσεις αυτές χρησιμοποιούνται ασφάλειες εξόγκωσης, ώστε οι εφελκυστικές τάσεις να παραληφθούν από τμήμα του κτιρίου.



εικ. 5.13 Αριστερά :ασφάλεια εξόγκωσης, δεξιά : αναστολέας δυνάμεων

Αν οι τάσεις δεν πρέπει να μεταφέρονται εξ'ολοκλήρου σε τμήμα του κτιρίου χρησιμοποιείται αναστολέας δυνάμεων. Στις σωλήνες PE μέχρι και DN 50 ο αναστολέας δεν είναι και αναγκαίος λόγω των ιδιοτήτων αντοχής σε εφελκυσμό του PE.

Γενικά, οι υπόγειες σωληνώσεις δεν κτίζονται και μπαίνουν μέσα σε προστατευτικούς σωλήνες όταν:

- α. οδεύουν κάτω από τμήματα του κτιρίου χωρίς υπόγειο και
- β. διαπερνούν χώρους που δεν είναι προσπελάσιμοι.

Δεν επιτρέπεται η ανέγερση κτιρίων πάνω από τους υπόγειους εξωτερικούς αγωγούς, η δενδροφύτευση και η εναπόθεση - εναποθήκευση αντικειμένων.

Δοκιμές που εκτελούνται στις εγκαταστάσεις είναι:

1ον αντοχής,

2ον στεγανότητας (κύρια δοκιμή) και

3ον ικανότητας η οποία διεξάγεται υπό πίεση λειτουργίας με την περιστροφή μετρητή, υγρό ανίχνευσης της διαρροής και συσκευή μέτρησης της ενδεχόμενης διαρροής.

Για τα αποτελέσματα των δοκιμών εκδίδονται πιστοποιητικά.

Υπάρχει Αρχείο Εγκατάστασης που τηρεί ο καταναλωτής το οποίο ενημερώνεται με τυχόν τροποποιήσεις ή επεκτάσεις. Το αρχείο αυτό ενημερώνεται επίσης με τη λειτουργία και τη συντήρηση του δικτύου.

Μετά την τεχνική έκθεση της εγκατάστασης εκδίδεται άδεια χρήσης και τροφοδοτείται η εγκατάσταση με Φ.Α.

Ο έλεγχος στεγανότητας των εξωτερικών ακάλυπτων και των προσπελάσιμων εσωτερικών εγκαταστάσεων επαναλαμβάνεται κάθε 12 χρόνια με κατάλληλα μέσα και μέτρα. Η στεγανότητα των υπογείων εξωτερικών αγωγών ελέγχεται κάθε 4 χρόνια. Σημεία έλλειψης στεγανότητας προσδιορίζονται μέσω συσκευών ανίχνευσης ή αφρίζοντος μέσου - για την παρατήρηση των φυσαλίδων - και όχι με σπινθήρες.

Αγωγοί χωρίς αέριο δοκιμάζονται για στεγανότητα με το τεστ πίεσης. Με αποσυναρμολογημένους τους ρυθμιστές και τις συσκευές καθαρίζουμε τους αγωγούς μηχανικά, με αναρρόφηση, εμφύσηση N_2 ή CO_2 ή με πλήρωση με τετραλίνη.

Η δοκιμή αντοχής γίνεται σε νέους αγωγούς χωρίς εξαρτήματα. Κλείνονται στεγανά όλα τα ανοίγματα και προσάγεται N_2 ή CO_2 σε πίεση 1 bar για 10 λεπτά. Αφού περιμένουμε πρώτα για 10 λεπτά μέχρι να γίνει εξισορρόπηση χρησιμοποιείται τρόμπα με μανόμετρα που έχει σπείρωμα σύνδεσης. Κτυπάμε και ελαφρά τις σωλήνες (ελαφρύ σφυρί) για αποκόλληση ρύπων και σωματιδίων. Το σημείο δοκιμής είναι αυτό με τη στενότερη διατομή. Η κύρια δοκιμή που είναι τύπου στεγανότητας διεξάγεται για τους αγωγούς και τα εξαρτήματα τους με αποσυναρμολογημένες τις συσκευές και τα τυχόν ασφαλιστικά. Χρησιμοποιείται N_2 ή CO_2 με πίεση 110 mbar και μετά την θερμοκρασιακή εξισορρόπηση των 10 λεπτών ακολουθεί ο χρόνος δοκιμής διάρκειας 10' όπου με την βοήθεια μανόμετρου μορφής u δεν πρέπει να διαπιστωθεί απώλεια ούτε 1 mbar. Μετέπειτα εκδίδεται πιστοποιητικό στεγανότητας. Από τις δοκιμές αντοχής και στεγανότητας μπορούν να εξαιρούνται οι συνδέσεις με μετρητές, συσκευές, αγωγοί σύνδεσης και τα κλείστρα ανοιγμάτων που δοκιμάζονται με αφρίζοντα μέσα.

Πριν την εισαγωγή Φ.Α. κλείνουμε όλα τα ανοίγματα των σωληνώσεων. Εν συνεχεία, το δίκτυο εκφυσάται - αποπλένεται με αέριο εκδιώκοντας τον αέρα ή το αδρανές αέριο. Το αέριο απάγεται στην ύπαιθρο μέσω εύκαμπτου σωλήνα, καίγεται σε καλά αεριζόμενο χώρο με κατάλληλο καυστήρα όταν είναι μικρή ποσότητα ή για ελάχιστη ποσότητα απάγεται στο χώρο. Την ώρα της εισαγωγής του αερίου δεν πρέπει να λειτουργεί τίποτα. Ακολουθεί η δοκιμή των θέσεων σύνδεσης που δεν ελέγχθηκαν προηγουμένως.

Αφού όλα βαίνουν καλώς ανάβουμε όλες τις συσκευές που έχουμε συνδέσει και ελέγχουμε οπτικά την φλόγα και τις συνθήκες λειτουργίας. Σε αδρανοποιημένη γραμμή ελέγχουμε πρώτα την κατασκευή της, εκτελούμε την κύρια δοκιμή (στεγανότητας) και τέλος εισάγουμε το αέριο.

Εάν έχει προηγηθεί συντήρηση ή μετατροπή, κλείνουμε όλα τα ανοίγματα, εμφυσάμε αέριο και δοκιμάζουμε τέλος και τις θέσεις σύνδεσης όπως προηγουμένως.

Αν δημιουργήθηκε κάποιο πρόβλημα λόγω των εργασιών δοκιμάζουμε πρώτα για στεγανότητα το δίκτυο και προχωράμε όπως αμέσως προηγουμένως. Εάν τώρα έχει γίνει βραχυχρόνια διακοπή λειτουργίας (αλλαγή μετρητή, συντήρηση) διαπιστώνεται μέσω μέτρησης της πίεσης ή με άλλα μέτρα ότι τα ανοίγματα των αγωγών είναι κλειστά. Συνιστάται η εγκατάσταση αυτόματης βαλβίδας υπερβολικής ροής στον αγωγό σύνδεσης ώστε στη περίπτωση θραύσης ή καταστροφή του ρυθμιστή φράσσεται η ροή του Φ.Α.

Για πιέσεις λειτουργίας άνω των 4 bar τα δίκτυα εσωτερικών εγκαταστάσεων δοκιμάζονται σε πίεση 1,5 φορά τη μέγιστη πίεση λειτουργίας τους για 1 τουλάχιστον ώρα. Όσον αφορά τη στεγανότητα των βιομηχανικών εγκαταστάσεων επαλείφονται οι σωληνώσεις με αφρό ή σαπουνόνερο για να διαπιστωθούν οπτικά τυχόν διαρροές στις συνδέσεις των σωλήνων, γίνεται έλεγχος πτώσης πίεσης, δοκιμή στεγανότητας με άζωτο ή με ξηρό αέρα σε πίεση 1,1 φορά τη μέγιστη πίεση λειτουργίας ή τέλος χρησιμοποιείται αυτόματο σύστημα ελέγχου διαρροών.

5.5 Εγκατάσταση εσωτερικών σωλήνων

Στους σωλήνες του Φ.Α. δεν στηρίζονται άλλοι αγωγοί και φορτία και οι αγωγοί Φ.Α. δεν στερεώνονται πάνω σε άλλους αγωγούς.

Εγκαθίστανται κάτω από σοβά χωρίς κοίλο χώρο, ακάλυπτοι σε απόσταση από τοίχους και μέσα σε φρεάτια/κανάλια. Πρέπει να είναι γνωστή η πορεία των καλυμμένων αγωγών και τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους. Οι αγωγοί στερεώνονται με άγκιστρα ή με τάκους στερέωσης σε τμήματα του κτιρίου και τα φέροντα μέρη είναι από άκαυστα υλικά.

Η διασταύρωση αγωγών ύδρευσης και αγωγών αερίου μπορεί να προκαλέσει διάβρωση λόγω συσσωρευμένης υγρασίας ή η διασταύρωση με ηλεκτρικά καλώδια μπορεί να προκαλέσει κινδύνους.

Απαγορεύεται η διέλευση μέσα από φρεάτια ασανσέρ, αεραγωγούς, καπνοδόχους και όχι καλά αεριζόμενες ψευδοροφές (απαιτείται να έχουν ανοίγματα αερισμού). Όταν η σωλήνωση διαπερνά κάποιο δομικό στοιχείο εξασφαλίζουμε πάντοτε την ελεύθερη διαστολή και συστολή και τους τοποθετούμε μέσα σε προστατευτικούς σωλήνες (φουρό) για τυχόν καθιζήσεις. Ο εντοιχισμός γίνεται μόνον, όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο, τοποθετούνται μέσα σε περίβλημα ιδίως στην περίπτωση που υπάρχουν διαβρωτικά δομικά υλικά. Κάτω από τον σοβά οι χαλυβδοσωλήνες στερεώνονται με γύψο αφού τοποθετήσουμε επιδέσμους ή προστατευτικά φύλλα.

Ιδιαίτερα διαβρωτικά είναι τα μη αεριζόμενα υπόγεια και τα λουτρά. Αποφεύγουμε παντελώς να τοποθετήσουμε τον αγωγό μέσα στο πάτωμα και όταν περνούν κάτω από ξύλινα πατώματα σε κενούς χώρους ή μέσα σε ψευδοροφή πρέπει να προστατεύονται από την διάβρωση. Σε χώρους με υγρασία τοποθετείται μεταξύ του μπετόν και του χαλυβδοσωλήνα διαχωριστικό φύλλο.

Οι αγωγοί δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται σε ουδεμία περίπτωση σαν γείωση ηλεκτρικού ρεύματος ή αλεξικέραυνου.

Τα φουρό προεξέχουν περίπου 5 cm από την πάνω και κάτω πλευρά όταν οι αγωγοί διέρχονται μέσα από οροφές ή μέσα από εξωτερικούς τοίχους. Μέσα από τοίχους διαμερισμάτων συνιστώνται οι διατάξεις για εξωτερικούς τοίχους.

Όταν το δίκτυο διέρχεται από κλιμακοστάσια ή εξέρχεται στο ύπαιθρο οι σωληνώσεις τοποθετούνται σε πυράντοχα φρεάτια ή κανάλια που αερίζονται και όταν οδεύουν σε διαδρόμους διαφυγής επιτρέπεται να είναι ακάλυπτες. Οι σωληνώσεις αερίου μπορούν να τοποθετούνται σε αεριζόμενα επισκέψιμα από τον άνθρωπο κανάλια. Τα οριζόντια τμήματα τοποθετούνται με μικρή κλίση και στο χαμηλότερο σημείο της σωλήνωσης. Πιθανόν να υπάρχει (σιφόνι) υδατοσυλλέκτης συνδεδεμένος για αποστράγγιση, ώστε να συλλέγονται και να απομακρύνονται τα υγρά συμπυκνώματα.

5.6 Συσκευές κατανάλωσης Φ.Α.

Ο αγωγός εσωτερικής διακλάδωσης οδηγεί από τον αγωγό τροφοδοσίας στη διάταξη σύνδεσης με τη συσκευή και μετά ακολουθεί ο αγωγός σύνδεσης μέχρι την συσκευή αερίου. Πριν από την συσκευή υπάρχει θερμικά ενεργοποιούμενη αποφρακτική διάταξη ή αλλιώς βαλβίδα πυροπροστασίας. Μετά την απομάκρυνση των συσκευών οι συνδέσεις κλείνονται στεγανά.

Επάνω στην συσκευή ή στην πινακίδα υπάρχει σήμανση και οδηγίες χρήσης και εγκατάστασης στα ελληνικά. Όταν τα δομικά υλικά δεν είναι άκαυστα, δίνονται οδηγίες εγκατάστασης, ώστε στην επιφάνεια τους να μην ξεπεραστούν οι 85 °C. Διαφορετικά τηρείται απόσταση 40 cm ή τοποθετείται θερμομόνωση ή τέλος αεριζόμενη προστασία κατά της θερμικής ακτινοβολίας.

Γενικά, οι συσκευές δεν τοποθετούνται σε κλιμακοστάσια, ή πολυσύχναστους διαδρόμους, ή σε χώρους με εύφλεκτες ουσίες. Η ασφάλεια της παροχής δεν πρέπει να βρίσκεται πίσω από την εστία καύσης.

Διαιρούνται σε τρεις τύπους Α, Β και C.

Οι τύποι Α δεν έχουν εγκατάσταση απαγωγής καυσαερίων, οι τύπου Β λαμβάνουν τον αέρα καύσης από το χώρο τους και οι τύπου C συσκευές τροφοδοτούνται με αέρα από το ύπαιθρο μέσω κλειστού συστήματος. Τύπου Α είναι μαγειρικές εστίες, εντοιχισμένοι φούρνοι, εργαστηριακού τύπου καυστήρες.

Χωρίζονται στους:

- Α1: Χωρίς ανεμιστήρα
- Α2: με ανεμιστήρα μετά τον καυστήρα/εναλλάκτη και
- Α3: με ανεμιστήρα πριν τον καυστήρα.

Όταν διαθέτουν διάταξη επιτήρησης του αέρα καύσης, έχουν την σήμανση AS, αν και δεν έχουν ασφάλεια διακοπής ανάλογα με την παραγωγή CO₂. Οι μαγειρικές συσκευές μέχρι 11 KW απαιτούν 20 m³ όγκο με πόρτα και παράθυρο προς το ύπαιθρο. Οι θερμαντήρες νερού ροής (ταχυθερμοσίφωνες) λειτουργούν μόνον, αν σε 1 m³ αέρα δεν περιέχονται περισσότερα από 30 ppm CO έχοντας ιδιαίτερη διάταξη ασφαλείας.

Οι εύκαμπτοι αγωγοί σύνδεσης πρέπει να χρησιμοποιούνται χωρίς τάσεις, δίπλωση και στρέψη, δεν πρέπει να εκτίθενται σε θερμά καυσαέρια και να μην θερμαίνονται υπερβολικά λόγω της λειτουργίας. Οι μαγειρικές συσκευές χωρίς AS πρέπει να έχουν ανεμιστήρα σε απόσταση 45 cm από πάνω τους, παροχής 100 m³/h και ιδιαίτερη διάταξη ασφαλείας.

Οι κατηγορίες των συσκευών τύπου B είναι

B11, B21, B31 χωρίς ανεμιστήρα και εγκαθίστανται σε ιδιαίτερο φρεάτιο απαγωγής.

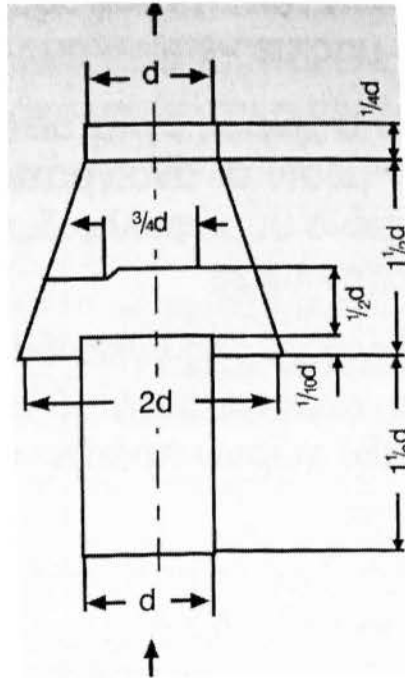
B12, B22, B32 με ανεμιστήρα μετά τον εναλλάκτη θερμότητας

B13, B23, B33 με ανεμιστήρα πριν τον καυστήρα και προορίζονται για πολλαπλή σύνδεση σε κοινή καπνοδόχο.

Όταν υπάρχει επιτήρηση καυσαερίων - πράγμα που επιβάλλεται - υπάρχει επιπρόσθετη σήμανση BS. Όταν εκρεύσει καυσαέριο από την ασφάλεια ροής, ρυθμίζεται η προσαγωγή του Φ.Α. Η κατηγορία B1 διαθέτει ασφάλεια ροής που εμποδίζει τον πολύ έντονο ελκυσμό και την ανακοπή ή αντεπιστροφή των καυσαερίων.

Η ασφάλεια ροής βρίσκεται στη βάση του καπναγωγού και ρυθμίζει τον φυσικό ελκυσμό. Δεν τοποθετείται, όταν υπάρχει τεχνητός ελκυσμός (ανεμιστήρας καυσαερίων ή όταν ο καυστήρας έχει φυσική).

Οι τύπου B πρέπει να συνδέονται άκαμπτα με άλλους αγωγούς. Δεν επιτρέπεται να εγκατασταθούν σε χώρους με τζάκια που δεν έχουν δική τους τροφοδοσία αέρα εκτός, αν οι συσκευές έχουν επαρκή τροφοδοσία 1,6 m³/kwh με φυσικό ή τεχνητό τρόπο και υποπίεση αέρα 0,04 mbar. Στους υπολογισμούς, κάθε τετραγωνικό μέτρο εστίας του τζακιού θεωρείται ότι έχει ισχύ 340 KW και απαιτείται να έχει δικό του άνοιγμα αέρα καύσης.



εικ.5.14 Ασφάλεια ροής

Τύπου Β είναι θερμαντήρες α. αποθήκευσης β. ανακυκλοφορίας, γ. συνδυασμένης λειτουργίας δ. χώρου και ε. ταχυθερμοσίφωνες. Αναλύονται παρακάτω.

Ανάλογα με τη συνολική ονομαστική θερμική ισχύ τους ταξινομούνται σε:

- α. μέχρι 35 KW,
- β. μέχρι 50 KW και
- γ. άνω των 50 KW.

Μέχρι 35 KW οι συσκευές Β τροφοδοτούνται με αέρα μέσω εξωτερικών αρμών, άμεσα ή με σύνδεση αερισμού. Οι συσκευές Β απαιτούν χώρο μεγαλύτερο των 4 m³, για κάθε KW της ονομαστικής θερμικής ισχύος τους. Η θερμική ισχύς ορίζεται ως η θερμορροή που εκμεταλλεύεται η συσκευή.

Η ονομαστική θερμική ισχύς που βρίσκεται πάνω στην πινακίδα της συσκευής είναι η θερμορροή που εκμεταλλεύεται η συσκευή για την ονομαστική θερμική της φόρτιση. Η ονομαστική θερμική φόρτιση είναι σταθερά ρυθμισμένη και κυμαίνεται μεταξύ της μέγιστης και της ελάχιστης. Η φόρτιση είναι η προαναγόμενη θερμορροή που εξαρτάται από την κατώτερη θερμογόνο δύναμη του Φ.Α.

Οι τύπου Β τοποθετούνται σε χώρο που έχει θύρα ή παράθυρο στο ύπαιθρο και ο όγκος του χώρου αντιστοιχεί σε 4 m³ ανά 1 KW συνολικής ονομαστικής θερμικής ισχύος. Αν ο όγκος του χώρου είναι μικρότερος, λαμβάνουμε αέρα από άλλον ή άλλους γειτονικούς χώρους με φυσικό αερισμό, συνδέοντας το χώρο της εγκατάστασης με τους γειτονικούς χώρους. Τούτο επιτυγχάνεται με ανοίγματα αέρα στην πόρτα, με διάκενο μεταξύ πατώματος και πόρτας και το άνοιγμα του αέρα πρέπει να έχει ελεύθερη διατομή τουλάχιστον 150 cm² ή 2 χ 75 cm² και οδηγεί στο ύπαιθρο.

Τα ανοίγματα μπορεί να είναι κλειστά και να ανοίγουν μόνον όταν λειτουργεί ο καυστήρας, είναι δε εφοδιασμένα με συρμάτινο πλέγμα ή σχάρα.

Οι συσκευές Β μπορεί να τοποθετηθούν και σε χώρους με όγκο >2 m³ για κάθε KW και στο χώρο να υπάρχουν α. ηλεκτροκίνητες περσίδες αέρα ή / και β. πατούρα αερισμού στο πάνω μέρος το παράθυρου με κλειόμενα ανοίγματα για την υπόλοιπη παροχή όγκου αέρα καύσης (συνολικά 1,6 m³/kw*h). Οι συσκευές λειτουργούν όταν τα κλείστρα είναι ανοικτά. Το μισό άνοιγμα μπορεί να μην κλείνει όταν τα στοιχεία διέλευσης είναι χειροκίνητα.

Όταν ο χώρος δεν έχει όγκο >4 m³/kw, η τροφοδοσία του αέρα γίνεται με 1. άμεση και 2. έμμεση σύνδεση του χώρου μας με γειτονικούς χώρους.

1. Άμεση σύνδεση έχουμε, όταν ο χώρος εγκατάστασης συνδέεται μόνον με γειτονικούς χώρους φυσικού αερισμού μέσω:

- α. ανοιγμάτων στη πόρτα
- β. διάκενο μεταξύ πατώματος και πόρτας
- γ. περικομμένο θυρόφυλλο
- δ. πόρτα όχι στεγανοποιημένη στις τρεις πλευρές της και
- ε. άνοιγμα στον τοίχο.

2. Έμμεση σύνδεση έχουμε, όταν ο χώρος εγκατάστασης συνδέεται από την άποψη του αερισμού με τους γειτονικούς χώρους φυσικού αερισμού μέσω ενός ή και άλλων χώρων σύνδεσης. Η σύνδεση μεταξύ χώρων πρέπει να γίνεται μέσω ελεύθερου ανοίγματος διατομής > 150 cm².

Οι τύπου B1 απαιτούν όγκο του χώρου που τοποθετούνται τουλάχιστον ένα κυβικό μέτρο για κάθε κιλοβάτ θερμικής ισχύος. Αν ο χώρος είναι μικρότερος από 1 m^3 , για κάθε KW τότε απαιτείται γειτονικός χώρος με 2 ανοίγματα 150 cm^2 το καθένα για να επικοινωνεί ο αέρας. Το πάνω άνοιγμα είναι πάνω από το ύψος της κεφαλής και το κάτω κοντά στο πάτωμα.

Οι B1 εφοδιάζονται με θερμικά διευθυνόμενους φράκτες μετά την ασφάλεια ροής. Για το τμήμα του αγωγού, όταν υπάρχουν κοινοί καπναγωγοί για δυο συσκευές, η εσωτερική διατομή ισούται με το 0,8 του αθροίσματος των διατομών των ξεχωριστών καπναγωγών. Οι τύπου B1 μετά από 5 λεπτά λειτουργίας σε κλειστό χώρο με ανοικτές αλλά και μετά με κλειστές τις ενδιάμεσες θύρες και στη μέγιστη καθώς και στην ελάχιστη θερμική τους ισχύ, πρέπει να διαπιστωθεί αν εξέρχεται καυσαέριο από την ασφάλεια ροής. Αν τούτο συμβεί, τότε διορθώνουμε τα ελαττώματα. Εάν υπάρχει διάταξη επιτήρησης καυσαερίων, δοκιμάζεται σύμφωνα με τις οδηγίες.

Οι B1 με επένδυση τύπου ερμαρίου πρέπει να έχουν ένα άνοιγμα πάνω και ένα κάτω διατομής $>600 \text{ cm}^2$ το καθένα.

Όταν οι συσκευές εντοιχίζονται, ή έχουν ιδιαίτερο περίβλημα επαρκεί άνοιγμα 150 cm^2 στο ύπαιθρο, ή υπάρχει 1ον φρεάτιο πάνω από στέγη, 2ον αγωγός προς το ύπαιθρο, 3ον άμεσο άνοιγμα προς το ύπαιθρο. Οι B1 τοποθετούνται και σε χώρους που εξαιρίζονται μέσω ιδιαίτερων φρεατίων (χωρίς ανεμιστήρα) έχοντας δικό τους άνοιγμα προσαγωγής αέρα, που μένει ανοικτό, όταν λειτουργεί η συσκευή, όταν απαγάουν τα καυσαέρια τους μαζί με τον απαγόμενο αέρα. Τα φρεάτια αυτά έχουν και απαγωγή καυσαερίων και απαγωγή αέρα λόγω κατασκευής.

Για τα φρεάτια ισχύει ότι: είναι κατακόρυφα, στρογγυλά ή ορθογώνια εμβαδού άνω των 140 cm^2 . Όταν έχουν κλίση, η γωνία μεταξύ του άξονα και της οριζοντίου είναι μεγαλύτερη των 60° . Διαπερνώντας στέγες με κλίση 20° προεξέχουν πάνω από 1 m και με κλίση $<20^\circ$ προεξέχουν 40 cm από την υψηλότερη κορυφή στέγης και από αντιανεμικά εμπόδια. Επίσης προεξέχουν $>50 \text{ cm}$ από στηθαία σε στέγες. Τα φρεάτια έχουν άνοιγμα επιθεώρησης και μόνο ένα τμήμα υπό κλίση.

Στο κάτω μέρος του το φρεάτιο συνδέεται με κανάλι προσαγωγής αέρα ή με στεγανό αγωγό που οδηγεί στο ύπαιθρο. Το κανάλι είναι στρογγυλό ή ορθογώνιο με σταθερή διατομή και οδηγείται κατά το δυνατό οριζόντια και σε ευθεία γραμμή, εφοδιασμένο στο εξωτερικό μέρος από αφαιρούμενο πλέγμα εύρους $1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$. Το κανάλι μπορεί να διαμορφωθεί και με 2 ανοίγματα αντικριστά.

Το κυκλικό έχει εσωτερική διατομή μεγαλύτερη του 80% των διατομών όλων των συνδεμένων φρεατίων.

Στα ορθογώνια η εσωτερική πλευρά είναι πάνω από 9 cm και για τις εσωτερικές διατομές των καναλιών του αέρα ακολουθείται ο πίνακας.

Λόγος της μεγαλύτερης προς τη μικρότερη πλευρά ορθογωνίου	Εσωτερική διατομή του καναλιού προσαγωγής αέρα, ανοιγμένη στη συνολική επιφάνεια των εσωτερικών διατομών των συνδεδεμένων φρεατίων προσαγωγής αέρα % τουλάχιστον
Έως 2,5	80
Άνω του 2,5 έως 5	90
Άνω του 5 έως 10	100

πιν. 5.15

Το άνοιγμα του αέρα είναι $> 150 \text{ cm}^2$ με διάταξη στραγγαλισμού του αέρα προσαγωγής. Αν το άνοιγμα απαγωγής βρίσκεται αμέσως πάνω από το άνοιγμα προσαγωγής τοποθετείται στη προσαγωγή σύστημα οδήγησης του αέρα. Το άνοιγμα απαγωγής όσο το δυνατόν κοντύτερα στην οροφή έχει εσωτερική διατομή $> 150 \text{ cm}$.

Όταν έχουμε κοινή εγκατάσταση απαγωγής καυσαερίων συσκευών B1 ή/και B2, κάθε συσκευή συνδέεται με δικό της καπναγωγό, η απόσταση μεταξύ κατώτερου και ανώτερου σημείου σύνδεσης είναι $< 6,5 \text{ m}$. Επίσης οι καπναγωγοί των συσκευών δεν εισάγονται στο ίδιο ύψος μέσα στην καπνοδόχο.

Με κοινό καπναγωγό συνδέονται:

1ον θερμαντήρας νερού και θερμαντήρας χώρου με ισχύ έως 3,5 KW,

2ον δυο συσκευές τύπου B1 ή τύπου B2 αν δεν συνδέονται και άλλες συσκευές με την εγκατάσταση των καυσαερίων,

3ον ένας θερμαντήρας και ένας λέβητας αερίου ή θερμαντήρες ανακυκλοφορίας μέσω διάταξης ασφαλείας αν εξασφαλίζεται ότι λειτουργεί μόνον η μια εκ των συσκευών.

Οι κοινές εγκαταστάσεις επιτρέπεται να έχουν μικτή φόρτιση και ο καπναγωγός της συσκευής που λειτουργεί με πετρέλαιο ή άνθρακα πρέπει αμέσως πίσω από το περιστόμιο να έχει ένα κατακόρυφο μήκος εισροής άνω του ενός μέτρου. Σε ιδιαίτερα φρεάτια τοποθετούνται μόνον συσκευές B1, ο θερμαντήρας χώρου συνδέεται με καπναγωγό που βρίσκεται χαμηλότερα των άλλων συσκευών. Οι εισαγωγές στο φρεάτιο απαγωγής πρέπει να βρίσκονται πάνω από τα ανοίγματα απαγωγής αέρα και τα ανοίγματα εξόδου των ασφαλειών ροής πρέπει να βρίσκονται κάτω από τα ανοίγματα απαγωγής του αέρα.

Οι τύπου B2 και B3 εγκαθίστανται σε χώρους με ή χωρίς πόρτα ή παράθυρο προς το υπαίθρο, ανεξάρτητα από τον όγκο φθάνει να εξασφαλίζεται η συνεχής παροχή του αέρα καύσης σύμφωνα με το άθροισμα των θερμικών ισχύων όπως προηγουμένως.

Οι συσκευές B3 προορίζονται για πολλαπλή σύνδεση σε κοινή καπνοδόχο.

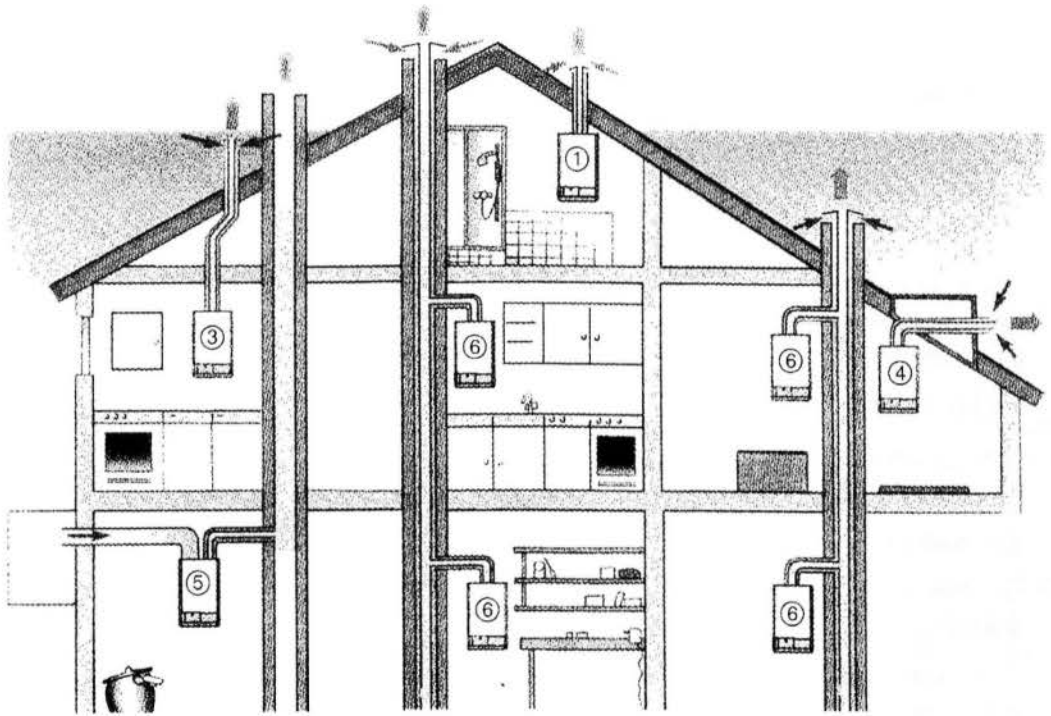
Γενικά, σε κοινή εγκατάσταση απαγωγής συνδέονται συσκευές του ίδιου τύπου.

Στους καπναγωγούς των B1 και B2 μπαίνει κλαπέτο για λιγότερες απώλειες θερμότητας όταν οι συσκευές δεν λειτουργούν. Τα στεγανά κλαπέτα είναι για τις B2 αν οι καπνοδόχοι έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας $0,65 \text{ m}^2/\text{KW}$ ή αερίζονται και δεν διαβρώνονται από την υγρασία. Για όλες τις συσκευές B θερμικής ισχύος από 35 KW μέχρι 50 KW η

τροφοδοσία αέρα γίνεται υποχρεωτικά μέσω ανοιγμάτων προς την ύπαιθρο. Τα ανοίγματα είναι είτε άμεσα με πλέγμα ή σχάρα, είτε έμμεσα δηλαδή μέσω κοινών αγωγών.

Οι συσκευές Β δεν επιτρέπεται να τοποθετούνται σε λουτρά και WC χωρίς εξωτερικά παράθυρα που εξαερίζονται μέσω φρεατίων και καναλιών χωρίς ανεμιστήρα. Σε χώρους που δεν υπάρχουν ανοίγματα αερισμού ο ανεμιστήρας δεν επηρεάζει την τροφοδοσία του αέρα και την απαγωγή των καυσαερίων.

Οι συσκευές Β2 και Β3 με επένδυση έχουν δυο ανοίγματα πάνω και κάτω $> 150 \text{ cm}^2$ το καθένα. Η επένδυση πρέπει να απέχει $> 0,1 \text{ m}$ από το περιβλήμα της συσκευής. Οι αποκλίσεις υπάρχουν, αν το ορίζει ο κατασκευαστής, ή αν έχουν γίνει εργαστηριακές δοκιμές των συσκευών. Στις Β2 υπάρχουν $2 \times 75 \text{ cm}^2$ ή 150 cm^2 άνοιγμα.



εικ. 5.16 Προσαγωγοί αέρα καύσης και απαγωγοί καπναερίων.

1. διπλός ομόκεντρος αγωγός προσάγει αέρα καύσης και ταυτόχρονα απάγει καυσαέρια
- 3 & 4. καμπύλες 45° και 90° .
6. προσαγωγή του αέρα και απαγωγή καπναερίων γίνεται στην ίδια καπνοδόχο αλλά από διαφορετικές διαδρομές.

Τα συστήματα αερισμού πρέπει να μην επηρεάζουν την απαγωγή καπναερίων. Οι καπναγωγοί πρέπει να έχουν πάντα κλίση προς τα πάνω, να μην περνούν μέσα από άλλους χώρους, φρεάτια, τοίχους ή στέγες χωρίς να έχουμε τη δυνατότητα πρόσβασης σ' αυτούς και δεν πρέπει να οδηγούνται μέσα από άλλους ορόφους.

Διατάξεις ασφαλείας μηχανικού εξαερισμού συσκευών τύπου B θερμικής ισχύς μέχρι 50 KW:

Στις εγκαταστάσεις εξαερισμού συσκευών B

1. Για εναλλασσόμενη λειτουργία συσκευής και εξαερισμού πρέπει η μια διάταξη να αποξευγνύει την άλλη. Όταν η συσκευή δεν έχει ηλεκτρικό σήμα ελέγχου, η προτεραιότητα δίνεται σ' αυτήν αλλά δεν είναι δυνατή η εναλλασσόμενη λειτουργία συσκευών και εξαερισμού, όταν πρόκειται για μπάνια. Αν δίνεται προτεραιότητα στον εξαερισμό, τοποθετείται μεταγωγέας στην παροχή του ηλεκτρικού ρεύματος.

2. Όταν λειτουργούν οι συσκευές και ο εξαερισμός συγχρόνως:

A. Ο χώρος εγκατάστασης έχει ελάχιστο όγκο $V_{min} = 4 Q_{NL} + 2,5 \cdot V_E$ (m³)

Q_{NL} = ονομαστική θερμική ισχύς των συσκευών σε KW

V_E = παροχή εξαερισμού σε m³/h

B. Δεν δημιουργείται υποπίεση έναντι της ατμόσφαιρας μεγαλύτερη από 4Pa (0,04 mbar) ώστε να προσάγεται επαρκής αέρας και να απάγονται κανονικά τα καυσαέρια. Η διαφορά πίεσης υπολογίζεται για την μέγιστη δυνατή παροχή όγκου αέρα.

Οι συσκευές B με ηλεκτρικό σήμα ελέγχου έχουν

1ον παράλληλα με το αποφρακτικό του Φ.Α. ρελέ ανάδρασης σήματος ή

2ον μηχανικά ενεργοποιούμενα κλαπέτα καυσαερίων και/ή κλαπέτα αέρα καύσης.

Οι συσκευές τύπου B χωρίς ηλεκτρικό σήμα ελέγχου έχουν

1ον επιτηρητή πίεσης αερίου κατά DIN 3398/1 με σταθερή σύνδεση στο περιστόμιο μέτρησης της πίεσης του ακροφυσίου

2ον διακόπτες ροής νερού κατάλληλους για θερμαντήρες νερού.

Ειδικά, για κοινές καπνοδόχους μετά την ασφάλεια ροής τοποθετείται μηχανικό κλαπέτο καυσαερίων κατά DIN 3382/2 το οποίο σε περίπτωση απόκλισης κατά τη λειτουργία προκαλεί διακοπή της παροχής του Φ.Α.

Συσκευές B με συνολική θερμική ισχύ πάνω από 50 KW εγκαθίστανται σε χώρους που ικανοποιούν ιδιαίτερες απαιτήσεις αλλά όχι αυτές των λεβητοστασίων, όταν σε καμιά περίπτωση δεν τοποθετούνται και συσκευές στερεών ή υγρών καυσίμων, διαφορετικά ο χώρος πρέπει να ικανοποιεί τις απαιτήσεις για λεβητοστάσιο.

Η διατομή του ανοίγματος τροφοδοσίας του αέρα υπολογίζεται από την εξίσωση

$$A = 150 + 2 (\Sigma Q_{NL} - 50) \text{ (cm}^2\text{)}$$

ΣQ_{NL} : συνολική ονομαστική θερμική ισχύς συσκευών B>50 KW

Φούρνοι τήξης και συσκευές θέρμανσης υλικών απαιτούν χώρους με δικές τους προδιαγραφές.

Οι συσκευές τύπου C είναι ανεξάρτητες από τον αέρα του χώρου και λαμβάνουν τον αέρα από το ύπαιθρο μέσω κλειστού συστήματος.

C₁: οριζόντια προσαγωγή αέρα και απαγωγή καυσαερίων (όχι σε νεοδόμητα κτίρια)

C₃: κατακόρυφη προσαγωγή και απαγωγή

C₄: προσαγωγή και απαγωγή με ένα σύστημα αέρα - καυσαερίων

C₅: χωριστή προσαγωγή - απαγωγή

C₆: διάταξη προσαγωγής και απαγωγής που δεν έχει δοκιμασθεί

C₈: χωριστή προσαγωγή, απαγωγή σε κοινή εγκατάσταση απαγωγής.

Στην περίπτωση που ο δεύτερος αριθμός είναι

- 1: σημαίνει συσκευή χωρίς ανεμιστήρα
- 2: δηλώνει συσκευή με ανεμιστήρα μετά τον εναλλάκτη
- 3: σημαίνει συσκευή με ανεμιστήρα πριν τον καυστήρα.

Οι C₁₁ είναι θερμαντήρες χώρου (έως 7 KW) και θερμαντήρες νερού (έως 25 KW) εξωτερικού χώρου. Οι C₁₂ και C₁₃ μπαίνουν κοντά σε εσωτερικό τοίχο ή σε εξωτερικό για θέρμανση χώρου (έως 11 KW) και για παρασκευή θερμού νερού (έως 28 KW).

Εγκαθίστανται σε αναγερμένα κτίρια και, όταν η διέλευση της καπνοδόχου μέσα από τη στέγη είναι αδύνατη κατασκευαστικά και πολύ δαπανηρή. Οι συσκευές C χωρίς τη σήμανση X εγκαθίστανται σε χώρους που έχουν άνοιγμα προς το υπαίθρο με εσωτερικό άνοιγμα > 150 cm² ή 2 ανοίγματα συνολικής επιφάνειας το καθένα >75 cm².



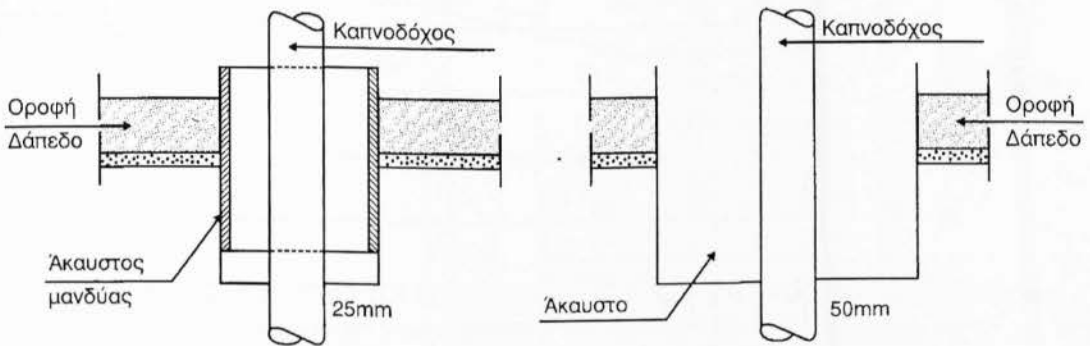
- ▼ Μεταλλική ανοξείδωτη κατασκευή
- ▼ Φιλική προς το Περιβάλλον με καύσιμο προπάνιο και μίγμα
- ▼ Θέρμανση χώρου έως 25m²
- ▼ Πιεζοηλεκτρικό άναμμα και σύστημα επιτήρησης της φλόγας
- ▼ Ύψος 2,40m, διάμετρος ομπρέλας 92cm
- ▼ Εγγύηση 2 ετών

εικ. 5.17 θερμαντήρας για υπαίθριους χώρους

Οι αγωγοί προσαγωγής και απαγωγής των C₃ και C₅ που διέρχονται μέσα από ορόφους έχουν πυράντοχο φρεάτιο και για ρετιρέ στο τμήμα μεταξύ της στέγης και οροφής έχουν άκαυστη επένδυση.

Τα πλευρικά στόμια των αγωγών απέχουν από τις προεξοχές των κτιρίων: 0,5 m προς τα κάτω, 1,5 m προς τα πάνω, 1 m από το απέναντι κτίριο, όταν τα δομικά στοιχεία του κτιρίου είναι από καύσιμα υλικά ή 0,5 m πάνω από το κτίριο φτιαγμένο από άκαυστα υλικά.

Οι αγωγοί που βρίσκονται σε πολυσύχναστες τοποθεσίες και είναι ύψους κάτω από 2 m προστατεύονται, ασφαλίζονται από συγκρούσεις με τα οχήματα και σε καμία περίπτωση το κάτω άκρο του σωλήνα δεν απέχει λιγότερο από 0,3 m από το έδαφος. Ειδικά, οι αγωγοί συσκευών με ανεμιστήρα απέχουν >2,0 m από το έδαφος.



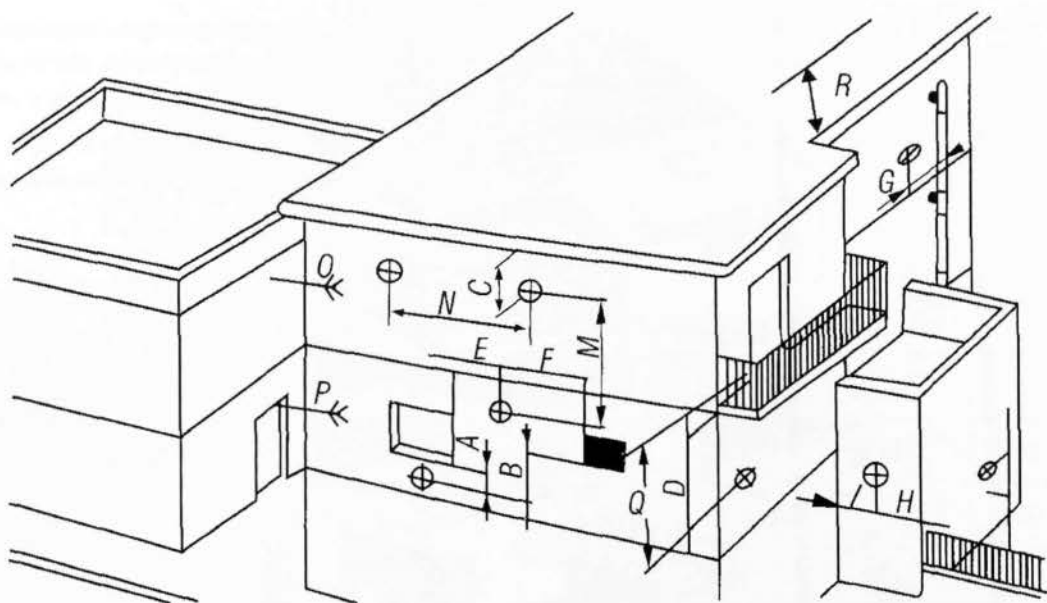
εικ. 5.18 Διέλευση καπνοδόχου μέσω δαπέδου/οροφής

Τα μέρη της συσκευής C μέσα στα οποία κυκλοφορεί καυσαέριο και γύρω - γύρω αέρας απέχουν >0,1 m από δομικά υλικά που μπορεί να αναφλέγουν. Στα γκαράζ ο καυστήρας απέχει πάνω από 0,5 m από το έδαφος και υπάρχει περίφραξη της συσκευής ή εμπόδιο. Απαγορεύεται τα στόμια να βρίσκονται <5 m από χώρους ή μηχανήματα καυσίμων εκτός αν τα στόμια βρίσκονται σε ύψος 3 μέτρων. Όταν υπάρχει βαλβίδα πλήρωσης για καύσιμα, το στόμιο είναι συν ένα μέτρο μακρύτερα από το μήκος του εύκαμπτου σωλήνα.

ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΘΕΣΕΙΣ ΣΤΟΜΙΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ

στόμιο	Απόσταση σε m	
	Συσκευές C ₁₂ και C ₁₃	Συσκευές C ₁₁
A	2,5	2,5
B	2,5	2,5
C	0,5	
D	0,4	
E	0,5 (1,0)	1,0
F	1	1,0
G	0,3	
H	0,3	
I	1	
L	2	
M	2,5	2,5
N	1	1
O	8	
P	8	
Q	2	
R		1 (0,4 από στέγη)

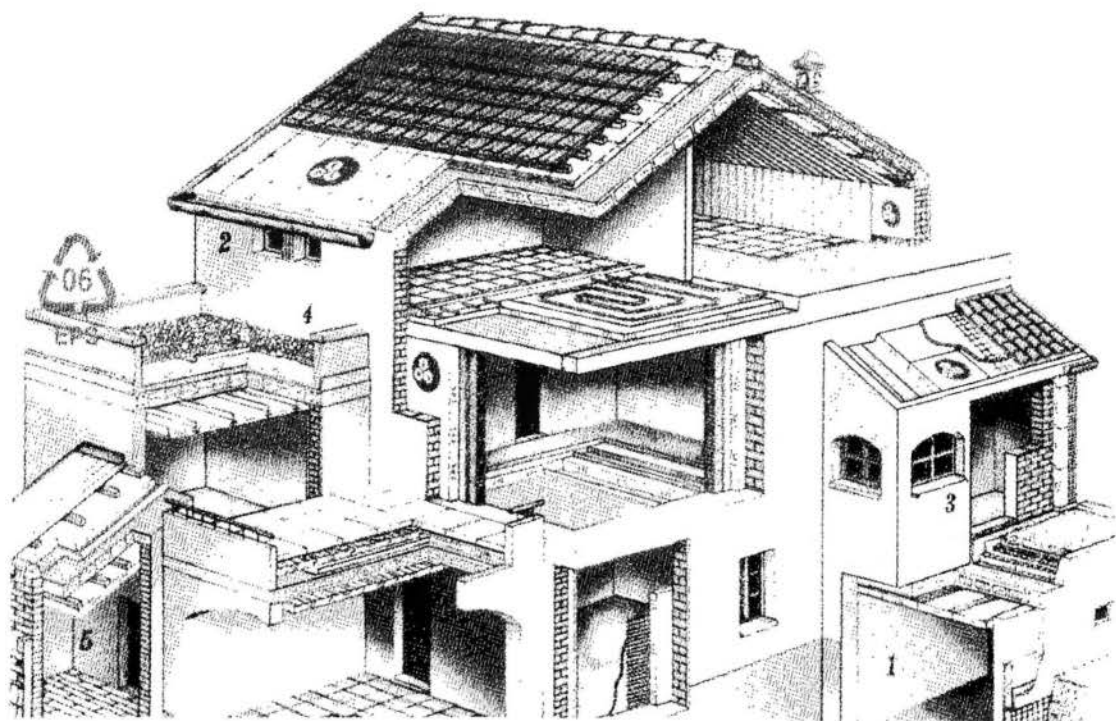
πιν 5.19



εικ. 5.20

Για ισχύς $>50 \text{ KW}$ $R > 1 \text{ m}$ ή $0,4 \text{ m}$ από την κορυφή της στέγης και ο χώρος τοποθέτησης των συσκευών πρέπει να μπορεί να αερίζεται.

Για συσκευές με ανεμιστήρα και ισχύ $<50 \text{ KW}$ η οριζόντια και κατακόρυφη οδήγηση του αγωγού απέχει τουλάχιστον $0,40 \text{ m}$ από τη στέγη. Για θερμαντήρες εξωτερικού τοίχου $A = 0,3 \text{ m}$ όταν $\text{NO}_x < 150 \text{ mg/kwh}$ και $\text{CO} < 100 \text{ mg/kwh}$.



εικ. 5.21

Απαγορευμένες θέσεις στομίων εκβολής καυσαερίων και αγωγών προσαγωγής αέρα καύσης:

Γενικά, δεν επιτρέπονται στόμια κάτω από μεγάλες προεξοχές που εμποδίζουν την απαγωγή των καυσαερίων, σε πρασιές όταν το διπλανό κτίριο απέχει **λιγότερο από οκτώ μέτρα**, στοές, χώρους αίθριων, μπαλκόνια, χώρους διέλευσης οχημάτων, μικρούς κοινόχρηστους χώρους μεταξύ γειτονικών κτιρίων, φωταγωγούς, φρεάτια του αέρα. Τα σημεία που αποφεύγουμε είναι μαρκαρισμένα με αριθμούς στην εικόνα 5.21 παραπάνω.

Σύνδεση συσκευών B3 και Cs

Οι συσκευές τροφοδοτούνται με αέρα καύσης από τον χώρο εγκατάστασης (B3) ή μέσω αγωγού άμεσα από το υπαίθρο C₈, με μέγιστη θερμική ισχύ 30 KW. Τα καυσαέρια οδηγούνται μέσω καπνοδόχου:

- α. μέσα από κτίριο που έχει συντελεστή θερμοδιαφυγής τουλάχιστον 0,12 (m²*K/W) ή
- β. μέσα από θερμαινόμενους χώρους με συντελεστή θερμοδιαφυγής τουλάχιστον 0,22 (m²*K/W). Η εσωτερική διατομή είναι μέχρι 400 cm², το μήκος καπναγωγού μέχρι 2 m, μια συσκευή ανά όροφο μπορεί να συνδέεται στην κατακόρυφη καπνοδόχο σε απόσταση τουλάχιστον 2 m κάτω από μια και μόνο μια λοξή οδήγηση, το δε ύψος της καπνοδόχου μέχρι την λοξή οδήγηση δεν πρέπει να είναι πάνω από 10 m.

Για τον αγωγό προσαγωγής του αέρα το μέγιστο μήκος του πρέπει να δίνεται από τον κατασκευαστή με τρεις το πολύ αλλαγές πορείας. Ο αγωγός αέρα κατευθείαν από το υπαίθρο μονώνεται και το άνοιγμα του είναι τελείως ελεύθερο. Από τη συσκευή του τελευταίου πάνω ορόφου μέχρι το στόμιο εξόδου της καπνοδόχου το ενεργό ύψος είναι τουλάχιστον 4 m ή

μικρότερο μέχρι τουλάχιστον 2 m αν είναι συσκευή C₈. Για να προσδιορίσουμε πόσες συσκευές μπορούμε να συνδέσουμε θεωρούμε ότι η υποπίεση στην καπνοδόχο όσον αφορά την ψηλότερη συσκευή του κτιρίου είναι 8 Pa.

Για να προσδιορίσουμε πόσες συσκευές επιτρέπεται να συνδεθούν λαμβάνουμε υπ' όψιν τα ακόλουθα:

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΚΑΥΣΗΣ

Μέγιστη θερμική ισχύς Q_{Lmax} σε kW	30	24	18	11	8
Ελάχιστη θερμική ισχύς Q_{Lmin} σε kW	14	10	7	5,5	4,8
Θερμοκρασία καυσαερίων για Q_{Lmax} σε °C	160	160	150	135	120
Θερμοκρασία καυσαερίων για Q_{Lmin} σε °C	110	110	110	100	95
Παροχή καυσαερίων για Q_{Lmax} και Q_{Lmin} σε g/s	22	17	12	8	7
Μέγιστη πίεση ανακοπής σε Pa	300	300	300	300	300
Αντίσταση ροής για V σε l/s	6*8	6*8	6*8	4*6	4*6
Συσκευή αερίου max * Δp	25*50	25*50	25*50	25*50	25*50
Η οποία δεν λειτουργεί min* Δp σε Pa	10*20	10*20	10*20	10*20	10*20

πιν. 5.22

$P_{\text{περιβάλλοντος}} = 94,5 \text{ kPa}$,

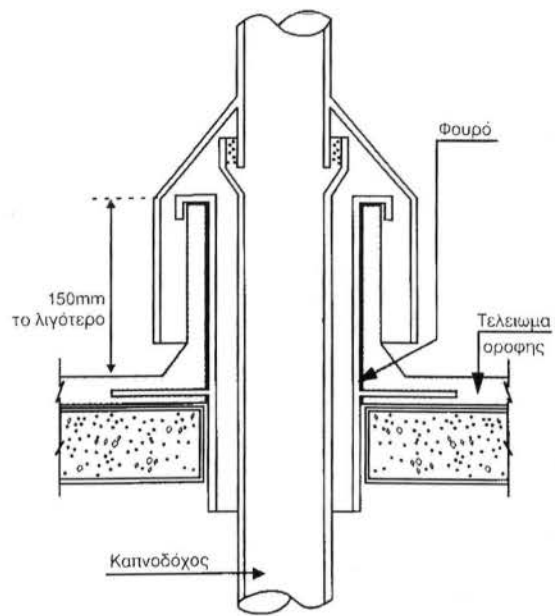
υγρασία 60%,

$T_{\text{περ.}} = 15^\circ$ και

$T_{\text{χώρου}} = 20^\circ \text{C}$

Η κατώτερη συσκευή Φ.Α. δεν πρέπει να λειτουργεί στη μέγιστη θερμική ισχύ της.

Για την καπνοδόχο υπάρχουν τρεις κατηγορίες αντίστασης θερμοπερατότητας I, II και III και η τραχύτητα είναι 0,002 m, 0,005 m και 0,005 m αντίστοιχα.



εικ. 5.23

Διατομή φρεατίου κασιμερίων cm x cm	Μέγιστη θερμική ισχύς των συσκευών kW	I Αριθμός των συνδεόμενων συσκευών αερίου για ενεργό ύψος της καπνοδόχου μεταξύ της ανώτερης συσκευής κατά το στοίμιό της				II Αριθμός των συνδεόμενων συσκευών αερίου για ενεργό ύψος της καπνοδόχου μεταξύ της ανώτερης συσκευής κατά το στοίμιό της				III Αριθμός των συνδεόμενων συσκευών αερίου για ενεργό ύψος της καπνοδόχου μεταξύ της ανώτερης συσκευής κατά το στοίμιό της			
		>2m<=4m ^o	>4m<=6m	>6m<=8m	>8m	>2m<=4m ^o	>4m<=6m	>6m<=8m	>8m	>2m<=4m ^o	>4m<=6m	>6m<=8m	>8m
10x10=100	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	24	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
	18	-	1	1	1	-	-	1	1	-	-	-	-
	11	1	1	1	2	1	1	1	-	-	-	-	-
	8	1	1	2	2	1	1	1	-	-	-	-	-
12x12=144	30	-	-	1	1	-	-	1	1	-	-	-	1
	24	-	1	1	1	-	1	1	1	-	-	1	1
	18	1	1	2	2	1	1	2	2	-	1	1	-
	11	2	2	2	-	1	1	1	1	1	-	-	-
	8	2	2	2	-	2	2	-	-	1	-	-	-
14x14=196	30	-	1	2	2	-	1	1	2	-	-	1	1
	24	1	2	2	2	-	1	2	2	-	1	1	1
	18	2	2	3	3	1	2	3	3	-	1	1	-
	11	2	2	2	-	2	2	-	-	1	2	-	-
	8	2	2	-	-	2	-	-	-	2	-	-	-
16x16=256	30	1	2	2	3	1	1	2	2	-	1	1	2
	24	2	3	3	4	1	2	3	3	1	2	2	2
	18	3	3	4	5	2	3	3	4	1	2	2	3
	11	4	2	-	-	3	-	-	-	2	-	-	-
	8	5	-	-	-	4	-	-	-	3	-	-	-
14x120=280	30	2	2	3	3	1	2	2	2	1	2	2	2
	24	2	3	4	4	2	3	3	3	1	2	2	2
	18	3	4	5	5	3	3	4	4	2	3	3	3
	11	4	-	-	-	4	-	-	-	3	-	-	-
	8	5	-	-	-	4	-	-	-	4	-	-	-
18x18=324	30	2	3	4	4	2	2	3	3	1	2	2	2
	24	3	4	5	5	3	3	4	4	2	3	3	3
	18	4	5	5	5	3	4	5	5	2	4	4	(4)
	11	5	-	-	-	5	-	-	-	4	-	-	-
	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20x20=400	30	3	4	4	4	3	3	4	4	2	3	3	3
	24	4	5	5	5	3	4	5	(5)	2	4	4	(4)
	18	5	5	5	5	4	5	(5)	-	3	(5)	-	-
	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22x22=484	30	4	4	4	4	3	4	4	-	3	4	(4)	-
	24	5	5	5	5	3	5	(5)	-	3	(5)	-	-
	18	5	5	5	-	4	(5)	-	-	-	-	-	-
	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

πιν. 5.24

Οι πίνακες εδώ δείχνουν τον μέγιστο αριθμό συνδέσεων σε καπνοδόχο με κατηγορία αντίστασης θερμοδιαφυγής I, II, III. Για διατομές φρεατίου 100 cm x 100 cm (ή την αντίστοιχα στρογγυλή διατομή) και πάνω, μπορεί να έχουμε απόκλιση 20%. Ο αστερίσκος σημαίνει συσκευή C₈ και ο αριθμός σύνδεσης σε παρένθεση σημαίνει ότι η καπνοδόχος έχει αντίσταση θερμοδιαφυγής 0,4 (m²*K/W).

5.7.1 Μελέτη εγκατάστασης Φ.Α.

Στάδια

1. Αναγνώριση των θέσεων και του είδους της κατανάλωσης.
2. Υπολογισμός μεγέθους συσκευών, τιμών σύνδεσης.
3. Υπολογισμός των απαιτήσεων σε αερισμό.
4. Διαμόρφωση εσωτερικού δικτύου, δηλαδή: όδευση σωληνώσεων, καπναγωγών καπνοδόχων και αγωγών αερισμού (γίνεται προσχέδιο)
5. Υπολογισμός δικτύου σωληνώσεων, καπνοδόχων.
6. Σύνταξη τεχνικής έκθεσης και παράλληλη κατασκευή τελικών σχεδίων
7. Επίβλεψη.

Για τη διαμόρφωση της εσωτερικής εγκατάστασης γίνεται:

- α. Επιλογή θέσης μετρητή (μετρητών) σύμφωνα με τις προδιαγραφές
- β. Υλικά σωληνώσεων που είναι χαλυβδοσωλήνες και χαλκοσωλήνες με τα ελάχιστα πάχη που αναφέρονται στον κανονισμό.

Οι χαλκοσωλήνες συνδέονται με σκληρή κόλληση και τυποποιημένα εξαρτήματα. (T: χάλυβας Thomas, L: ηλεκτροχάλυβας, W: αεροφρεσκάρισμα, N: κανονική ανόπτηση).

Όπου απαιτείται χρησιμοποιούνται διαστολικά και κάθε διακλάδωση άνω των 10 μέτρων καλό είναι να έχει αποφρακτική βαλβίδα, όπως και υπάρχει πριν από κάθε μετρητή Φ.Α. και πριν από το καυστήρα.

Υπολογισμός Δικτύου Φ.Α.:

Απαιτείται:

1. Τοπολογία του δικτύου.
2. Μήκη σωλήνων και υψομετρικές διαφορές
3. Εξαρτήματα που παρεμβάλλονται στις σωληνώσεις (αριθμός και είδος)
4. Ελάχιστη ονομαστική διάμετρος κάθε σύνδεσης
5. Τιμές σύνδεσης κάθε συσκευής σε m³/h


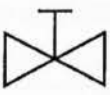



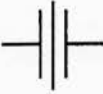
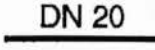



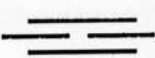

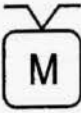

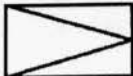


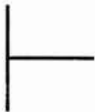

Προσδιορισμός των διαμέτρων των σωλήνων:

Ο προσδιορισμός των διαμέτρων και κατ' αναλογία των ονομαστικών διαμέτρων των σωληνώσεων βασίζεται γενικά στην επίτευξη μιας συνολικής πτώσης πίεσης μετά το μετρητή αερίου όχι μεγαλύτερης από 1,3 mbar για καθορισμένη παροχή Φ.Α. Η πτώση πίεσης οφείλεται σε αντιστάσεις τριβής, τοπικές αντιστάσεις και σε υψομετρικές διαφορές των σωληνώσεων. Η πτώση πίεσης οφείλεται επίσης στη διαμόρφωση, υλικό, μήκος, διάμετρο του αγωγού και τέλος από την παροχή του Φ.Α. Η παροχή πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την παροχή όγκου αιχμής V_s.

Υπολογισμός

Το δίκτυο σχεδιάζεται σε κάτοψη και κατακόρυφα. Βοηθάει πολύ αν υπάρχει αξονομετρικό σχέδιο. Στα σχέδια σημειώνονται τα μήκη, η θέση και το είδος των οργάνων και των εξαρτημάτων καθώς και η θέση, το είδος και η ισχύς των συσκευών κατανάλωσης χρησιμοποιώντας τυποποιημένα σύμβολα που φαίνονται ακολούθως

ΣΥΜΒΟΛΙΚΕΣ ΠΑΡΑΣΤΑΣΕΙΣ πιν.5.25

Σύμβολο	Στοιχείο	Σύμβολο	στοιχείο
	Αγωγός τροφοδοσίας		Κύρια αποφρακτική διάταξη
	Αγωγός σύνδεσης με τον καταναλωτή		ΚΑΔ με ενσωματωμένο μονωτικό στοιχείο
	Εσωτερικός αγωγός		Μονωτικό στοιχείο
	Ορατός σωλήνας με ένδειξη DN		Ασφάλεια εξόλκωσης
	Μη ορατός σωλήνας με ένδειξη DN		Σταθερό σημείο
	Ανερχόμενος αγωγός		Περιοριστής δυνάμεων
	Διερχόμενος ανερχόμενος αγωγός		Μετρητής
	Κατερχόμενος αγωγός		Όργανο ρύθμισης πίεσης
	Προστατευτικός σωλήνας		Εύκαμπτος αγωγός σύνδεσης συσκευής
	Διακλάδωση		Βαλβίδα αντεπιστροφής αερίου

	Στοιχείο σύνδεσης PE/Fe		Τακ καθαρισμού
	Σταυρός καθαρισμού		
	Φίλτρο		Αποφρακτική διάταξη
	Σύνδεση με φλάντζα		Κρούνος
	Σύνδεση με συγκόλληση		Σύρτης
	Σύνδεση με μούφα		Βαλβίδα
	Ανεμιστήρας		Αποφρακτικό κλαπέτο
	Κινητήρας		Κλαπέτο αντεπιστροφής
	Ασφάλεια αντεπιστροφής φλόγας		Αντλία
	Βαλβίδα πυροπροστασίας		Διαστολικό
	Θερμαντήρας ανακυκλοφορίας (με τιμή σύνδεσης)		Πιεστικός λέβητας αερίου (με τιμή σύνδεσης)
	Θερμαντήρας συνδιασμένης λειτουργίας (με τιμή σύνδεσης)		Πιεστικός λέβητας αερίου με υπερκείμενο έμμεσο θερμαντήρα νερού (με τιμή σύνδεσης)
	Θερμαντήρας χώρου (με τιμή σύνδεσης)		Πιεστικός λέβητας αερίου με παρακείμενο έμμεσο θερμαντήρα νερού (με τιμή σύνδεσης)
	Ατμοσφαιρικός λέβητας αερίου (με τιμή σύνδεσης)		Μαγειρική συσκευή με 4 εστίες (με τιμή σύνδεσης)
	Θερμοσίφωνα αποθήκευσης (με τιμή σύνδεσης)		Θερμοσίφωνα ροής (με τιμή σύνδεσης)

Το δίκτυο διαιρείται σε τμήματα βάσει:

- α. της μεταβολής της παροχής αιχμής και
- β. της ονομαστικής διαμέτρου του σωλήνα.

Σε αυτές τις θέσεις έχουμε εξαρτήματα σύνδεσης που όταν είναι στην αρχή προσμετρώνται στο τμήμα που υπολογίζουμε, ενώ το τελευταίο προσμετράται στο επόμενο επί μέρους τμήμα, με εξαίρεση τα των 90° αντισροής και τα διπλά τόξα των 90° αντισροής. Εν συνεχεία, για κάθε τμήμα προσδιορίζεται η παροχή αιχμής Vs ξεκινώντας για περισσότερη ευκολία από το σημείο σύνδεσης της συσκευής του Φ.Α. σύμφωνα με τα προηγούμενα.

Η διαστασιολόγηση των εσωτερικών δικτύων του Φ.Α. γίνεται με βάση:

- α. Το όριο ταχύτητας που δεν ξεπερνά τα 6 m/sec και κυμαίνεται γενικά στα 2 έως 3 m/sec και
- β. την συνολική πτώση πίεσης ΔP που δεν επιτρέπεται να ξεπερνά τα 1,3 mbar (μετά το μετρητή και για όλα τα δίκτυα προδιαγραφών μέχρι 50 mbar).

Η πτώση πίεσης εξαρτάται από τη διαμόρφωση, μήκος, διάμετρο, υλικό κατασκευής του αγωγού και από τη παροχή του αερίου.

Η πτώση πίεσης λαμβάνεται, όπως αναφερθήκαμε προηγουμένως, ως άθροισμα των απωλειών λόγω:

- α. τριβών στους σωλήνες,
- β. τοπικών αντιστάσεων και
- γ. μεταβολών λόγω υψομετρικών διαφορών.

Η συνολική πτώση πίεσης 1,3 mbar κατανέμεται ως εξής: 0,8 mbar στους κεντρικούς αγωγούς τροφοδοσίας και 0,5 στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών Φ.Α. Όταν πρόκειται για τροφοδοσία μέχρι τεσσάρων συσκευών ή για δίκτυο με πολύ μικρό (αναλογικά) κεντρικό κλάδο διανομής, δηλαδή οι συσκευές είναι πολύ κοντά στο μετρητή, τότε το μοναδικό κριτήριο είναι να μην υπερβούμε τα 1,3 mbar.

Αρχικά, προσδιορίζουμε τη διάμετρο των σωλήνων

1. Εκτιμώντας μια διάμετρο σωλήνα για κάθε τμήμα του δικτύου
2. Υπολογίζουμε γι' αυτό το τμήμα την ταχύτητα ροής
3. Υπολογίζουμε για το συγκεκριμένο τμήμα δικτύου

α. την πτώση πίεσης με το διάγραμμα Moody

β. την πτώση πίεσης στα όργανα και τα εξαρτήματα και

γ. την απώλεια ή το κέρδος στην πίεση λόγω άνωσης, ανάλογα του εάν το δίκτυο είναι ανοδικό ή καθοδικό.

Εάν η συνολική πτώση πίεσης προς τη δυσμενέστερη σύνδεση είναι $> 1,3$ mbar τότε, επιλέγουμε την αμέσως επόμενη τυποποιημένη διάμετρο σωλήνων και επαναλαμβάνουμε τους παραπάνω υπολογισμούς.

Υπολογισμός πτώσης πίεσης

Η συνολική πτώση πίεσης σε ένα τμήμα του εσωτερικού δικτύου προκύπτει από:

$$\Delta P = \Delta P_{\text{σωλ}} + \Delta P_{\text{τοπ}} + \Delta P_{\text{αν}}$$

$\Delta P_{\text{σωλ}}$: απώλεια πίεσης σε σωλήνες (ισόθερμη μεταβολή της πυκνότητας του Φ.Α.) που δίνεται για μέσες και υψηλές πιέσεις από τη σχέση:

$$P_1 - P_2 = \lambda \frac{L}{d} \rho \frac{v^3}{2}$$

όπου L : μήκος του αγωγού από το σημείο 1 στο 2

P_1, P_2 : Οι πιέσεις στα σημεία 1 και 2 (mbar ή bar)

λ : συντελεστής τριβής

d : εσωτερική διάμετρος του αγωγού

ρ : πυκνότητα αερίου στην είσοδο του τμήματος του αγωγού ($0,78 \text{ kg/m}^3$)

v : ταχύτητα αερίου στο σημείο 1.

Στην περιοχή χαμηλών πιέσεων και μέχρι υπερπίεσης των 100 mbar ισχύει ότι:

$$P_1 - P_2 = \lambda d \frac{v^2}{2}$$

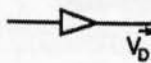

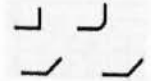
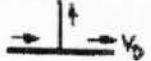
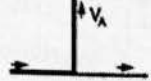
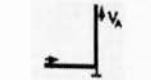
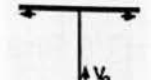

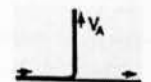
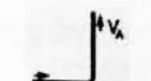
με μεγάλη προσέγγιση και για περιορισμένη μεταβολή της πυκνότητας του Φ.Α.

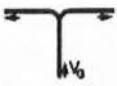

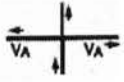


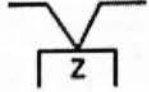
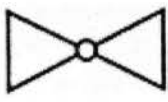
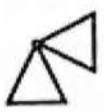
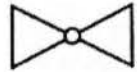


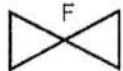
$\Delta P_{\text{τοπ}}$: τοπικές απώλειες πίεσης που υπολογίζονται από τη σχέση:

$$\Delta P_{\text{τοπ}} = \sum \zeta \frac{\rho v^2}{2}$$

$\sum \zeta$ είναι το άθροισμα των συντελεστών ζ των ατομικών αντιστάσεων των εξαρτημάτων του τμήματος του δικτύου που υπολογίζουμε (και δίνονται σε κάθε θέση από τον αμέσως παρακάτω πίνακα).

ΕΝΤΥΠΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ

α/α	Στοιχεία μορφής και σύνδεσης, όργανα	Γραφικά σύμβολα. απλοποιημένη παράσταση	Συντελεστές πτώσης πίεσης	Τμήμα αγωγού				
1	Στοιχείο συστολής		$\zeta_D=0,4$					
2	Τόξο ορόφων		$\zeta_D=0,5$					
3	Αλλαγή διεύθυνσης με γωνία ή τόξο		$\zeta_D=0,7$					
4	Στοιχείο T 90° διαχωρισμός, διέλευση		$\zeta_D=0,3$					
5	Στοιχείο T 90° διαχωρισμός, κλάδος		$\zeta_D=1,3$					
6	Στοιχείο T 90° καθαρισμού		$\zeta_D=1,3$					
7	Στοιχείο T 90° αντιστροφή (το τμήμα G τελειώνει με το στοιχείο)		$\zeta_D=1,5$					
8	Τόξο T διαχωρισμός, διέλευση		$\zeta_D=0,3$					
9	Τόξο T διαχωρισμός, διακλάδωση		$\zeta_D=0,9$					
10	Τόξο T καθαρισμού		$\zeta_D=0,9$					

11	Διπλό τόξο T αντιρροή (το τμήμα G τελειώνει με το στοιχείο)		$\zeta_D=1,3$								
12	Σταυρός 90° διαχωρισμός, διέλευση		$\zeta_D=1,3$								
13	Σταυρός 90° διαχωρισμός, κλάδος		$\zeta_D=2,0$								
14	Σταυρός 90° καθάρ. διαχωρισμός, διέλευση		$\zeta_D=0,5$								
15	Σταυρός 90° καθάρ. διαχωρισμός, κλάδος		$\zeta_D=2,0$								
16	Σύνδεση μετρητή ενός περιστομίου		$\zeta_D=2,0$ $\zeta_D=4,0$								
17	Βαλβίδα (κωνική) μορφή διέλευσης		$\zeta_D=2,0$								
18	Βαλβίδα (κωνική) γωνιακή μορφή (όργανο ασφαλείας)		$\zeta_D=5,0$								
19	Βαλβίδα (σφαιρική) μορφή διέλευσης		$\zeta_D=0,5$								
20	Βαλβίδα (σφαιρική) γωνιακή μορφή		$\zeta_D=1,3$								
21	Σύρτης		$\zeta_D=0,5$								
22	Βαλβίδα πυροπροστασίας		$\zeta_D=2,0$								

πιν. 5.26

Προσδιορισμός του λ

Ο συντελεστής τριβής λ υπολογίζεται

1. Για στρωτή (νηματική) ροή $Re < 2320$ από τη σχέση: $\lambda = 64/Re$
2. Για τυρβωδή ροή $Re > 2320$ από τη σχέση

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left(\frac{2,51}{Re \sqrt{\lambda}} + \frac{K}{3,71 d} \right)$$

όπου: $Re = \rho$ αριθμός που δίνεται από τη σχέση:

$$Re = \frac{V \cdot d}{\nu} = \frac{v \cdot d \cdot \rho}{\eta} \quad (\text{αριθμός Ρέινολντς})$$

$k =$ απόλυτη τραχύτητα του αγωγού ανάλογα με το υλικό και τον τρόπο παραγωγής του αγωγού.

Για χαλκοσωλήνες: $k = 0,015 \text{ mm}$

χαλυβδοσωλήνας χωρίς ραφή $k = 0,04 \text{ mm}$

χαλυβδοσωλήνας με ραφή $k = 0,05 \text{ mm}$

πολυαιθυλένιο $k = 0,02 \text{ mm}$

V η ταχύτητα του αερίου σε m/sec

d εσωτερική διάμετρος του σωλήνα

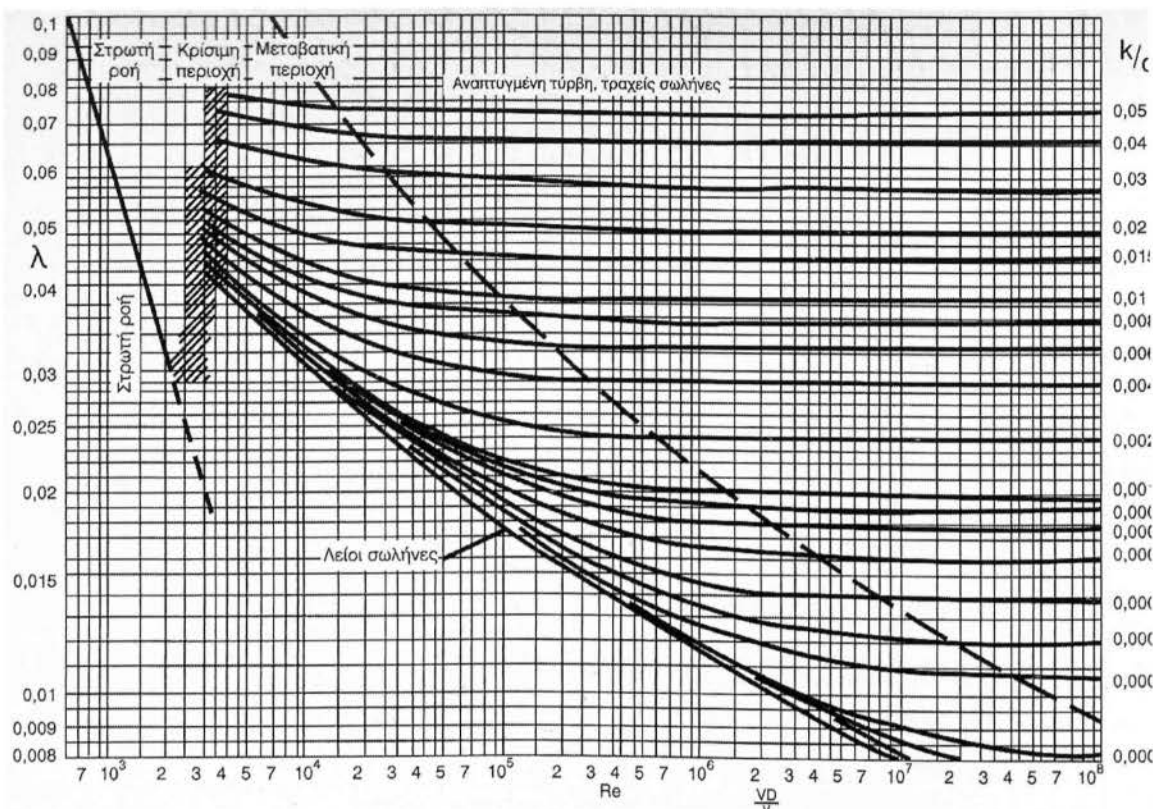
ν κινηματικό ιξώδες (συνεκτικότητα) σε m^2/sec

ρ πυκνότητα αερίου kg/m^3

η δυναμικό ιξώδες $\text{kg/m} \cdot \text{sec}$.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ MOODY

Συντελεστής αντίστασης λ για ροή σε σωλήνες



διαγρ. 5.27

Στο διάγραμμα έχει χαραχθεί ο συντελεστής λ ως συνάρτηση του αριθμού Re με την τιμή της σχετικής τραχύτητας k/d σαν παράμετρο, έτσι ώστε ο λ να μπορεί να προσδιορισθεί γραφικά.

5.7.2 Ενέργειες τεχνίτη για εγκαταστάσεις Φ.Α.

Η εκτέλεση και συντήρηση των εγκαταστάσεων Φ.Α. επιτρέπεται σε όσους είναι αδειούχοι υδραυλικοί 3ης ειδικότητας. Η άδεια χορηγείται, ανάλογα με την εμπειρία και τις σπουδές, κατόπιν εξετάσεων στο αρμόδιο υπουργείο ανάπτυξης.

Οι εσωτερικές εγκαταστάσεις κατασκευάζονται, συντηρούνται και λειτουργούν με ευθύνη του ιδιοκτήτη.

Για να γίνει χρήση του Φ.Α. πρέπει:

1. Να γίνει αίτηση του καταναλωτή προς την εταιρεία Αερίου, ώστε να κατασκευασθεί - εάν δεν υπάρχει - το παροχετευτικό δίκτυο μέχρι την κατοικία.
2. Να κατασκευασθεί το εσωτερικό δίκτυο από αδειούχο υδραυλικό που υποβάλλει στο τέλος υπεύθυνη δήλωση προς την αρμόδια πολεοδομία που εξέδωσε την άδεια οικοδομής, διαφορετικά δεν συνδέεται το κτίριο με τα υπόλοιπα δίκτυα - ρεύμα, νερό.

Αφού εγκατασταθούν οι συσκευές και οι καπναγωγοί τους γίνεται έλεγχος και σύνδεση των εγκαταστάσεων της κατοικίας με το δίκτυο παροχής από την Εταιρεία Διανομής. Οι συσκευές πρέπει να είναι κατασκευασμένες σύμφωνα με τις ισχύουσες προδιαγραφές και να φέρουν το σήμα Ευρωπαϊκής πιστοποίησης CE.

Η Εταιρεία Διανομής παρέχει τεχνική υποστήριξη στα εξ. δίκτυα.

1. Κάνουμε την επιλογή σωλήνων, κατάλληλων εξαρτημάτων, διακοπών και στεγανοποιητικών βάσει των προδιαγραφών και της μελέτης.
2. Επιλέγουμε τη συναρμολόγηση σωλήνων, εξαρτημάτων και διακοπών (συγκόλληση χάλυβα με χάλυβα και ορείχαλκο με χαλκό). Οι σωλήνες είναι από χάλυβα χωρίς ραφή (τούμπο), από γαλβανιζέ χάλυβδοσωλήνα και από χαλκοσωλήνα.
3. Χρησιμοποιείται σκληρή κόλληση με φλόγα οξυγόνου - βόρακα και ειδική βέργα (χαλκοσωλήνες και ορείχαλκο). Δεν επιτρέπεται το κουρμπάρισμα του σωλήνα. Δεν επιδιώκουμε ποτέ να ξεκολλήσουμε σωλήνες εξαρτήματα με τη βοήθεια φλόγας.
4. Επιλέγουμε τη σωστή διάμετρο σωλήνα για τη συγκεκριμένη εγκατάσταση και το φορτίο, μετά από μελέτη, αν και για απλές οικιακές χρήσεις γίνεται και εμπειρικά. Επιλέγουμε επίσης τη θέση που θα τοποθετήσουμε τις συσκευές.
5. Διέλευση της εγκατάστασης από τους ενδεδειγμένους χώρους και στις επιτρεπτές αποστάσεις από καλώδια ρεύματος και νερού.

Οι σωλήνες δεν περνάνε μέσα από ψευδοροφές που δεν αερίζονται, φρεάτια ασανσέρ, τυφλά φρεάτια, αποθήκες εύφλεκτων υλικών και οξέων και μέσα από χώρους με υγρασία, εκτός αν η σωλήνα είναι μονωμένη. Όταν το δίκτυο έχει εντοιχιστεί πρέπει να είναι από τούμπο σωλήνα, καλά μονωμένη. Η σωλήνα μέσα σε δάπεδο ή τοίχο τοποθετείται μέσα σε μανδύα μεγαλύτερης διαμέτρου από το ίδιο υλικό για να μην διαβρώνεται και καταπονείται.

Στις υπόγειες χάλυβδοσωλήνες υπάρχει εργοστασιακή προστασία με περιβλήμα PE ή με εποξειδικές ρητίνες.

Αν η σωλήνα είναι υπόγεια ή ο χώρος έχει υγρασία.

1. Καθαρίζουμε τη σωλήνα.
2. Την περνάμε με ασφαλικό υλικό.
3. Περιτυλίγουμε με συγκολλητική ταινία PVC και
4. Την επικαλύπτουμε πάλι με ασφαλικό υλικό.
5. Αν διασταυρωθούν οι σωλήνες με των άλλων δικτύων τότε μονώνουμε καλά το δίκτυο του αερίου.
6. Στεγανοποιούμε τα σπειρώματα με τεφλον και αναερόβια κόλλα.
7. Βάφουμε το δίκτυο με αντιδιαβρωτική βαφή. Το εξωτερικό δίκτυο βάφεται με κίτρινο χρώμα RAL.
8. Το υπαίθριο δίκτυο πρέπει να προστατεύεται από μηχανικές καταπονήσεις (βάρη, αυτοκίνητα κ.λπ).
9. Οι σωλήνες πρέπει να στηρίζονται σε αποστάσεις που αναφέρονται στους πίνακες.
10. Γίνεται καθαρισμός του δικτύου του Φ.Α. με πεπιεσμένο αέρα πίεσης 3 bar. Η διαδικασία επαναλαμβάνεται από τις μικρότερες διατομές προς τις μεγαλύτερες. Προσαρμόζουμε τον εύκαμπτο σωλήνα του συμπιεστή ή της φλόγας του αέρα στη μικρότερη διάμετρο της εγκατάστασης. Κλείνουμε τους διακόπτες και με τον αέρα φυσάμε εσωτερικά το σωλήνα, ώστε να απομακρύνουμε ρινίσματα, χρώματα κ.λ.π.
11. Μετά την ολοκλήρωση της εγκατάστασης, τοποθετούμε στο δίκτυο μανόμετρο ακριβείας με ένδειξη μέχρι 1,5 bar, κλείνουμε τους διακόπτες και διοχετεύουμε αέρα πίεσης 1 bar. Περιμένουμε μισή ώρα και η ένδειξη του μανόμετρου πρέπει να μείνει τελείως σταθερή.

12. Ελέγχουμε τις διαφυγές του αέρα με σαπουνόνερο, gas-proof ή με ηλεκτρονικό τρόπο. Με τη διαρροή του αέρα δημιουργούνται φουσαλίδες.

13. Γίνεται προληπτικός έλεγχος μετά από προεκτάσεις, επισκευές ή παύση λειτουργίας πέραν των έξι μηνών.

14. Αφού η Εταιρεία Αερίου δώσει Φ.Α. μέχρι τον μετρητή, ετοιμάζουμε πρόχειρο μηχανισμό εξαερισμού που συνδέουμε εάν είναι δυνατόν, στο τελευταίο σημείο της εγκατάστασης. Ανοίγουμε πόρτες και παράθυρα, τους διακόπτες των συσκευών και τέλος το μετρητή Φ.Α. Με αυτό τον τρόπο γίνεται η εξαέρωση της εγκατάστασης.

15. Η προληπτική συντήρηση γίνεται κάθε 4 χρόνια.

5.7.3 Πρακτικές οδηγίες εγκατάστασης συσκευών Φ.Α.

1. Ο εγκαταστάτης πρέπει να εκτιμήσει, αν ο χώρος τοποθέτησης της συσκευής εξασφαλίζει την απαιτούμενη ποσότητα του αέρα καύσης. Για κάθε Kw ισχύος της συσκευής απαιτείται χώρος 1 m^3 τουλάχιστον. Η κατοικία πρέπει να έχει συνολικό όγκο μεγαλύτερο από 6 m^3 για την τοποθέτηση συσκευής. Ο υπολογισμός της επιφάνειας αερισμού πρέπει να περιλαμβάνεται στη μελέτη της εσωτερικής εγκατάστασης.

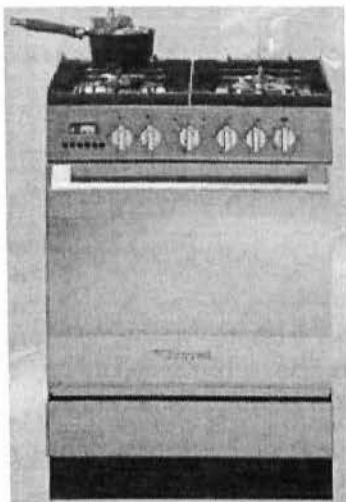
2. Οι συνδέσεις των συσκευών γίνονται σταθερές ή λυόμενες. Οι λυόμενες είναι με εύκαμπτο σωλήνα και ταχυσύνδεσμο. Πριν δε από κάθε συσκευή τοποθετείται διακόπτης της ροής. Όταν υπάρχει ταχυσύνδεσμος, το άκρο της εγκατάστασης πρέπει να κοιτάει προς τα κάτω ώστε να εισέρχονται σκουπίδια μέσα στη σωλήνα όταν αφαιρούμε τον ταχυσύνδεσμο. Αν αποσυνδέσουμε τη συσκευή για πολύ καιρό την ταπώνουμε.

3. Οι λέβητες, ταχυθερμοσίφωνες και τα μπόιλερ δεν τοποθετούνται σε πατάρια.

4. Οι επίτοιχες συσκευές τοποθετούνται σε ύψος 1,5 m από το δάπεδο.

5. Οι συσκευές με ανοιχτό φλογothάλαμο καύσης απαιτούν εγκατάσταση απαγωγής καυσαερίων.

6. Συσκευές μικρής ισχύος μέχρι 7Kw όπως: κουζίνες, ψυγεία, θερμοσίφωνες 5 λίτρων νερού το λεπτό δεν απαιτούν απαγωγή καυσαερίων. Συσκευές με κλειστό θάλαμο καύσης (τούρμπο - ζινέ) τοποθετούνται σχεδόν οπουδήποτε και έχουν δικιά τους προσαγωγή αέρα και απαγωγή καυσαερίων. Η σύνδεση συσκευών - εκτός από τις μαγειρικές - συνδέονται σταθερά με το εσωτερικό δίκτυο, με τη βοήθεια ρακόρ τριών τεμαχίων.



61644 (643 SK)

Ανοξειδωτη

4 εστ. αερίου με **Stop-Gas**

(1 διπλής φλόγας)

• Ηλεκτρονικό άναμμα

εστιών • Φούρνος

αεροθερμος 7

προγραμμάτων

• Γκριλ ηλ/κο • 2ος θερμο-

στάτης ασφαλείας

• Ηλεκτρονικός προγραμ-

ματιστής με ρολόι

• Φώς • Συρταρωτός

θερμοθάλαμος

• Μαντεμένιες σχάρες &

διασπορείς

• Χωρίς καπάκι • Εντοιχίζεται

• 60x60 εκ.

εικ. 5.28 τυπική κουζίνα Φ.Α.

7. Η ασφάλεια ροής των καυσαερίων παρεμποδίζει την επιστροφή του αέρα στον καυστήρα και εξασφαλίζει τον σωστό ελκυσμό. Η παροχή Φ.Α. διακόπτεται ηλεκτρονικά όταν έχουμε κακή λειτουργία, κακό ελκυσμό, λόγους ασφαλείας ή/και σβήσιμο της φλόγας.
8. Πρέπει να εξασφαλίσουμε τον απαιτούμενο εξαερισμό του χώρου της συσκευής:
 - α. έμμεσα όταν ο χώρος δεν επικοινωνεί με το περιβάλλον μέσω περσίδων και
 - β. άμεσα όταν ο χώρος έχει πόρτες ή παράθυρα.
9. Εάν τοποθετήσουμε συσκευή μέσα σε λουτρό δεν επαρκεί ο χώρος σε όγκο και δεν μας παρέχει την απαιτούμενη ποσότητα αέρα καύσης και ανανέωσης, τοποθετούμε στην πόρτα κατάλληλες περσίδες επάνω και κάτω.
10. Όλες οι συσκευές τοποθετούνται σε ευκολοπρόσιτα σημεία για την συντήρηση και επισκευή τους.
11. Ελέγχουμε τη στεγανότητα των συσκευών με τον εξής τρόπο:
 1. κατεβάζουμε την πίεση του δικτύου στο μηδέν και ανοίγουμε όλους τους διακόπτες προς τις συσκευές,
 2. τοποθετούμε στην εγκατάσταση μανόμετρο σχήματος U και τροφοδοτούμε τη γραμμή με πίεση αέρα 40-50 mbar,
 3. αφού σταθεροποιηθεί το νερό μέσα στο μανόμετρο παίρνουμε την ένδειξη και αν μέσα σε 5 λεπτά δεν υπάρχει καμία μεταβολή στην ένδειξη η εγκατάσταση και οι ενωμένες συσκευές είναι στεγανές.
12. Στην περίπτωση που γίνει προέκταση, επισκευή ή παύση της λειτουργίας για ένα εξάμηνο, καλό είναι να γίνει επανέλεγχος.
13. Όταν γίνει προέκταση συντάσσεται μελέτη και γίνεται αίτηση προς την εταιρεία του Φ.Α. Αποτυπώνεται η διαδρομή των σωληνώσεων που ξεκινούν από τον μετρητή και φτάνουν μέχρι και την τελευταία συσκευή. Εάν η οικοδομή είναι νεόδμητη οι σωλήνες του Φ.Α. τοποθετούνται υψηλότερα από τα άλλα δίκτυα και στις απαιτούμενες αποστάσεις από

αυτά. Πρέπει να εκτιμήσουμε αν η σωλήνα που ήδη υπάρχει επαρκεί για το μελλοντικό φορτίο.

Ο τεχνίτης πρέπει να ακολουθήσει τα επόμενα:

13.1. Κλείνει το διακόπτη του μετρητή.

13.2. Ξεβιδώνει την εσωτερική εγκατάσταση από το δεξιό ρακόρ του μετρητή. Μπορεί να αφαιρέσει και όλο το μετρητή.

13.3. Σιγουρεύεται ότι δεν θα ανοιχθεί ο διακόπτης όσο γίνεται επισκευή ή προέκταση.

13.4. Εισάγουμε πεπιεσμένο αέρα 2 bar ή άζωτο - που λόγω της αδράνειάς του δεν είναι εύφλεκτο - από το τελευταίο τερματικό σημείο του δικτύου που έχει τη μικρότερη διάμετρο. Αυτό διαρκεί για πάνω από 5 λεπτά (ανάλογα με το δίκτυο).

13.5. Αποσυναρμολογεί τους συνδέσμους της συσκευής και ανοίγει όλους τους επιμέρους διακόπτες.

13.6. Όταν εξαερώνουμε μέσα στο ίδιο περιβάλλον δημιουργούμε ρεύμα αέρα με παράθυρα και πόρτες ανοικτές, σβησμένες όλες τις ηλεκτρικές συσκευές και χωρίς να καπνίζουμε.

13.7. Εκτελούμε την κατασκευή, ελέγχουμε για διαρροές και επαναφέρουμε το δίκτυο σε θέση λειτουργίας.

14. Συνδέοντας τη συσκευή με σταθερή σύνδεση χρησιμοποιούμε σωλήνες χαλκού ή χαλυβδοσωλήνες, τοποθετούμε ειδικό ρακόρ για να είναι εύκολη η αποσύνδεσή της και πριν από τη σύνδεση υπάρχει σφαιρικός διακόπτης. Στις λυόμενες συνδέσεις (μαγειρεία) είτε χρησιμοποιούμε ταχυσύνδεσμους είτε ανοξείδωτους εύκαμπτους σωλήνες που έχουν στην κάθε μεριά ειδικά ρακόρ με σπείρωμα.

15. Για τη λειτουργία ή επαναφορά του δικτύου σε λειτουργία,

α. καθαρίζουμε το δίκτυο με άζωτο ή με πεπιεσμένο αέρα,

β. ελέγχουμε τη στεγανότητα,

γ. καθαρίζουμε από τον αέρα και γεμίζουμε με Φ.Α.

16. Για τον εξαερισμό: Κλείνουμε τους διακόπτες των συσκευών και συνδέουμε το τελευταίο σημείο του δικτύου π.χ. με ένα λάστιχο ώστε να οδηγηθεί ο απομακρυσμένος αέρας του δικτύου στο ύπαιθρο. Ανοίγουμε το μετρητή για να αρχίσει η ροή του Φ.Α. στο δίκτυο, κλείνουμε τον πρόχειρο εξαερισμό και ανοίγουμε τους διακόπτες των συσκευών. Αν το δίκτυο είναι μικρό δεν απαιτείται εξαερισμός, με τους διακόπτες των συσκευών ανοιχτούς ο αέρας και το Φ.Α. φεύγει στους χώρους των συσκευών.

Το τέλος του εξαερισμού έρχεται όταν καταλάβουμε με τη όσφρηση το Φ.Α. Έμπειρος τεχνίτης ανάβει τη συσκευή και αν η συσκευή δεν ανάψει σημαίνει ότι δεν έχει ολοκληρωθεί η διαδικασία του εξαερισμού.

Τελειώνοντας με τον εξαερισμό αφαιρούμε τον πρόχειρο σωλήνα, ταπώνουμε το σημείο και ελέγχουμε τη στεγανότητά του.

Τέλος, πρέπει να έχει γίνει ο υπολογισμός του καπναγωγού στη μελέτη της εσωτερικής εγκατάστασης ώστε τα καπναέρια να απάγονται σωστά.

5.7.4 Μέτρα ασφαλείας όταν υπάρχει οσμή Φ.Α.

- σβήνουμε όλες τις εν λειτουργία συσκευές, επαγρυπνήτριες φλόγες, τσιγάρα.
- ανοίγουμε πόρτες και παράθυρα
- δεν χρησιμοποιούμε κανένα ηλεκτρικό διακόπτη και πρίζα ή ηλεκτρικό κουδούνι
- κλείνουμε την αποφρακτική διάταξη του αερίου
- ειδοποιούμε τις αρμόδιες αρχές και δεν παραμένουμε στο κτίριο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6
ΤΕΧΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ
ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ
Φ.Α. < 1 bar

Α.Π / Ημερομηνία:

Κατηγορία Οικοδομής: Κτίριο Κατοικιών

Δ/ση Οικοδομής:

Μελετητής:

6.1 Γενικά

Αντικείμενο της έκθεσης αυτής είναι η σχεδίαση της εγκατάστασης του Φ.Α. στην οικοδομή που αναφέρεται παραπάνω. Η εγκατάσταση των δικτύων έχει μελετηθεί σύμφωνα με τον κανονισμό εσωτερικών εγκαταστάσεων Φ.Α. με πίεση λειτουργίας έως και 1 bar – ΦΕΚ 963/ Β / 15-07-03 και περιλαμβάνει:

α) Τέσσερις μετρητές αερίου της ΕΠΑ Αττικής που θα τοποθετηθούν σε εξωτερικό χώρο στο επίπεδο του ισογείου πλησίον της ρυμοτομικής της κύριας όψης, σύμφωνα με τα σχέδια.

β) Τα δίκτυα Φ.Α., ξεκινούν από τους μετρητές και καταλήγουν στις τελικές καταναλώσεις, οι οποίες είναι οι κουζίνες Φ.Α., ο κοινόχρηστος λέβητας κεντρικής θέρμανσης και οι θερμαντήρες ροής για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης κάθε ιδιοκτησίας.

γ) Διατάξεις αερισμού και καμινάδας για τις προβλεπόμενες συσκευές.

6.2 Δίκτυα σωληνώσεων

α) Για την κατασκευή των δικτύων

- Χρησιμοποιείται χαλυβδοσωλήνας σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN10255
- Οι συνδέσεις των σωληνώσεων γίνονται με σπειρώματα.
- Τα εξαρτήματα των σωληνώσεων είναι σύμφωνα με τα πρότυπα ΕΛΟΤ EN10242, ΕΛΟΤ EN10241 και τα στεγανοποιητικά κοχλιώσεων είναι σύμφωνα με τα πρότυπα EN751-1 ή EN751-2 ή EN751-3.

β) Τα δίκτυα Φ.Α. απέχουν από τα δίκτυα ύδρευσης τουλάχιστον 5cm και από τα ηλεκτρικά δίκτυα 10cm. Επίσης, τα δίκτυα γειώνονται κατάλληλα, όπως φαίνεται στα σχέδια.

γ) Ολόκληρο το δίκτυο είναι ορατό, όπως φαίνεται και στα αντίστοιχα σχέδια. Στα σχέδια αναφέρονται όλες οι απαιτούμενες διατάξεις ασφαλείας για την εν λόγω όδευση.

Κατά τα άλλα, τα δίκτυα σωληνώσεων εγκαθίστανται σύμφωνα με τις υποδείξεις του κανονισμού εσωτερικών εγκαταστάσεων Φ. Α. με πίεση λειτουργίας έως και 1 bar. (ΦΕΚ 963/ Β 15-07-03)

δ) Στην αρχή κάθε δικτύου, καθώς και σε σημείο λήψης, εγκαθίστανται διακόπτες, σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 331. Επίσης εγκαθίσταται διακόπτης πριν την είσοδο του δικτύου στο χώρο της κουζίνας.

ε) Το δίκτυο στερεώνεται στα δομικά στοιχεία με κατάλληλα στηρίγματα, τα οποία απέχουν μεταξύ τους 2m.

6.3 Συσκευές Φ.Α.

Α) Οι συσκευές Φ.Α. που προβλέπονται είναι:

ΕΙΔΟΣ	ΠΛΗΘΟΣ	ΤΥΠΟΣ π.χ Α ₁ ή Β ₁₁ ή Β ₂₃ κλπ	ΙΣΧΥΣ(KW)
Κοινόχρηστος λέβητας κεντρικής θέρμανσης	1	B23	50
Κουζίνα Φ.Α.	3	A1	11
Θερμαντήρες ροής	3	C82X	23,8

Πιν. 6.1

Β) Οι συσκευές αερίου συνδέονται με το δίκτυο σταθερά εκτός από τον καυστήρα που μπορεί να συνδεθεί και με εύκαμπτο σύνδεσμο κατά DIN 3384.

Γ) Στο λεβητοστάσιο και όπου αλλού απαιτείται, προβλέπεται κατάλληλη θυρίδα αερισμού ενεργού επιφάνειας, ως αναγράφεται στο αντίστοιχο σχέδιο.

6.4 Υπολογισμός δικτύων

A) Η πίεση λειτουργίας του δικτύου είναι < των 25 mbar και η συνολική πτώση πίεσης σε λειτουργία λόγω τριβών δεν θα υπερβαίνει τα 1.30 mbar.

Η μέγιστη ταχύτητα ροής του αερίου εντός των σωληνώσεων δεν θα υπερβαίνει τα 6m/sec.

B) Οι διατομές και τα μήκη των σωληνώσεων των δικτύων, φαίνονται στα σχέδια και αιτιολογούνται στους συνημμένους υπολογισμούς.

Γ) Στα σχέδια σημειώνονται επίσης η θέση και το είδος του λοιπού εξοπλισμού του δικτύου.

* για πίεση λειτουργίας > 50 mbar χρειάζεται κατ' αρχήν έγκριση από την ΕΠΑ ΑΤΤΙΚΗΣ.

6.5 Καπναγωγοί - Καπνοδόχοι

A) Οι θέσεις των καπναγωγών και των καπνοδόχων, όπου απαιτούνται για την απαγωγή των καυσαερίων, καθώς και οι διαστάσεις τους φαίνονται στα σχέδια.

B) Η καπνοδόχος απολήγει 2m πάνω από το ψηλότερο σημείο του δώματος.

6.6 Πυροπροστασία

Για την παραπάνω μελέτη εσωτερικής εγκατάστασης Φ.Α. ελήφθησαν υπ' όψιν τα στοιχεία και οι περιορισμοί της μελέτης πυροπροστασίας της οικοδομής.

Επίσης στους χώρους εγκατάστασης συσκευών αερίου, θα τοποθετηθούν φορητοί πυροσβεστήρες ξηράς σκόνης όπως προβλέπει ο κανονισμός. Στο λεβητοστάσιο θα τοποθετηθεί ανιχνευτής Φ.Α. ο οποίος θα συνεργάζεται με ηλεκτροβάνα επί του δικτύου.

6.7 Καθοδική προστασία (αν χρειάζεται)

Δεν απαιτείται.

6.8 Συντήρηση δικτύου

Το πρόγραμμα συντήρησης του δικτύου περιλαμβάνει τα κάτωθι:

- Έλεγχο στεγανότητας κάθε 4 χρόνια.
- Οπτικό έλεγχο κάθε χρόνο.
- Συντήρηση συσκευών σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΑΕΡΙΩΝ

7.1 Εισαγωγή

Η παρούσα μελέτη αφορά την εγκατάσταση δικτύου καυσίμων αερίων. Η σύνταξη της μελέτης έγινε σύμφωνα με τον κανονισμό εσωτερικών εγκαταστάσεων Φ.Α. με πίεση λειτουργίας έως και 1 bar – ΦΕΚ 963/Β/15.07.03, λαμβάνοντας υπόψη και τα βοηθήματα:

- α) *Τεχνολογία εγκαταστάσεων και χρήσεων φυσικού αερίου, ΣΜΗΒΕ, 1999*
- β) *Τεχνικοί κανόνες για εγκαταστάσεις αερίου, ΣΜΗΒΕ, 1994*
- γ) *Installation de Gaz, Cahier les charges, DTU 61.1, 1972*
- δ) *DVGW-TRGI, Technische Regeln für Gas-Installationen 1979*
- ε) *Πρότυπα ΕΛΟΤ και DIN*

7.2 Προσδιορισμός των διαμέτρων των σωλήνων

Ο προσδιορισμός των διαμέτρων των σωλήνων και κατ' αντιστοιχία των ονομαστικών διαμέτρων τους σε μια εγκατάσταση σωληνώσεων βασίζεται στην επίτευξη μιας πτώσης πίεσης μικρότερης από κάποιο δεδομένο όριο για καθορισμένη παροχή Φ.Α. στην εγκατάσταση.

Στην περιοχή χαμηλών πιέσεων (πίεση λειτουργίας μέχρι 100 mbar) η πτώση πίεσης υπολογίζεται με επαρκή ακρίβεια με τις μαθηματικές σχέσεις για ασυμπίεστη ροή (σταθερής πυκνότητας και άρα σταθερού όγκου), επειδή η επιτρεπόμενη συνολική πτώση πίεσης είναι μικρή και το προκύπτον σφάλμα είναι αμελητέο. Για πίεση λειτουργίας μεγαλύτερη από 100 mbar) η πτώση πίεσης υπολογίζεται με τις σχέσεις για συμπίεστη ροή.

Στις εγκαταστάσεις σωληνώσεων με ονομαστική τιμή της πίεσης σύνδεσης των συσκευών αερίου 20,0 mbar για τη 2η οικογένεια αερίων, η μέγιστη επιτρεπόμενη συνολική πτώση πίεσης μετά το μετρητή αερίου είναι $\Delta p_{\text{επιτρ.}} = 1,3 \text{ mbar}$.

Στις σωληνώσεις τροφοδοσίας με πίεση λειτουργίας μεγαλύτερη από 20 mbar, η συνολική πτώση πίεσης μετά το μετρητή αερίου δεν επιτρέπεται να υπερβαίνει το 5% της πίεσης λειτουργίας.

7.3 Γενική διαδικασία υπολογισμού

Για τη διαστασιολόγηση του δικτύου σωληνώσεων σχεδιάστηκε σε κάτοψη και κατακόρυφη διάταξη, και έγινε ένα αξονομετρικό σχέδιο. Στα σχέδια σημειώθηκαν τα μήκη των τμημάτων του δικτύου. Από τα σχέδια αναγνωρίζεται η θέση και το είδος των οργάνων εξοπλισμού και των λοιπών στοιχείων μορφής καθώς δίνεται και η θέση, το είδος και η ισχύς των συσκευών.

Στη συνέχεια το δίκτυο διαιρείται σε επί μέρους τμήματα. Η διαίρεση γίνεται με βάση σημεία όπου μεταβάλλεται η παροχή όγκου αιχμής ή η ονομαστική διάμετρος του σωλήνα. Σ' αυτές τις θέσεις συναντάται κάποιο στοιχείο μορφής. Το στοιχείο μορφής στην αρχή προσμετράται στο θεωρούμενο τμήμα, ενώ το τελευταίο στοιχείο μορφής προσμετράται στο

επόμενο επί μέρους τμήμα, με εξαίρεση τα στοιχεία T 90° - αντιρροής και τα διπλά τόξα T 90° - αντιρροής.

Για κάθε επί μέρους τμήμα προσδιορίζεται στη συνέχεια η παροχή όγκου αιχμής V_A , ξεκινώντας για ευκολία από τα σημεία σύνδεσης των συσκευών. Η διαστασιολόγηση του δικτύου με ονομαστική τιμή της πίεσης σύνδεσης των συσκευών αερίου 20,0 mbar γίνεται με την παραδοχή μέγιστης επιτρεπόμενης συνολικής πτώσης πίεσης $\Delta p_{\text{επιτρ.}} = 1,3$ mbar. Η διαθέσιμη συνολική πτώση πίεσης $\Delta p_{\text{επιτρ.}} = 1,3$ mbar κατανέμεται,

- 0,8 mbar στους κεντρικούς αγωγούς τροφοδοσίας και
- 0,5 mbar στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών.

Αν πρόκειται για απλό δίκτυο σωληνώσεων (τροφοδοσία μέχρι 4 συσκευές) ή για δίκτυο με αναλογικά μικρού μήκους κεντρικό κλάδο διανομής, τότε δεν απαιτείται η κατανομή της διαθέσιμης συνολικής πτώσης πίεσης στον κεντρικό κλάδο τροφοδοσίας και στους κλάδους σύνδεσης των συσκευών και ως μόνο κριτήριο χρησιμοποιείται η μη υπέρβαση των 1,3 mbar. Η διαστασιολόγηση του δικτύου με πίεση λειτουργίας μεγαλύτερη από 20 mbar γίνεται με μέγιστη επιτρεπόμενη συνολική πτώση πίεσης ίση με το 5% της πίεσης λειτουργίας.

Η ταχύτητα του αερίου στους σωλήνες δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 6 m/s.

7.4 Προσδιορισμός της παροχής όγκου αιχμής V_A

Η παροχή όγκου αιχμής V_A προκύπτει σύμφωνα με την εξίσωση,

$$V_A = \sum V_{\Sigma ME} f_{TME} + \sum V_{\Sigma \Theta P} f_{T\Theta P} + \sum V_{\Sigma \Theta X} f_{T\Theta X} + \sum V_{\Sigma \Theta A} f_{T\Theta A} + \sum V_{\Sigma BX} f_{TBX}$$

όπου

$V_{\Sigma II}$ οι τιμές σύνδεσης των συσκευών II,

f_{TII} οι συντελεστές ταυτοχρονισμού των συσκευών II,

ενώ οι επί μέρους δείκτες II σημαίνουν

ME: μαγειρική εστία (κουζίνες, βραστήρες, χύτρες, φούρνοι αερίου)

ΘP: θερμαντήρας νερού ροής (ταχυθερμοσίφωνες)

ΘX: θερμαντήρας χώρου ή θερμαντήρες νερού αποθήκευσης

ΘA: θερμαντήρας ανακυκλοφορίας, θερμαντήρας συνδυασμένης λειτουργίας ή λέβητας αερίου με $Q_n < 30$ kW

BX: συσκευές αερίου χρησιμοποιούμενες στη βιοτεχνία ή τη βιομηχανία καθώς και σε κεντρικές εγκαταστάσεις παρασκευής θερμού νερού και θέρμανσης σε συνδυασμό με λέβητες αερίου με $Q_n > 30$ kW

Η τιμή σύνδεσης προσδιορίζεται από την ονομαστική θερμική φόρτιση της συσκευής, η οποία δίνεται επάνω στην πινακίδα της συσκευής καθώς και στις οδηγίες εγκατάστασης της.

Η διάκριση των συσκευών Φ.Α. για τις εφαρμογές της οικιακής χρήσης σε τέσσερα είδη έγινε με βάση τις μεγάλες διαφορές σε σχέση με τον ταυτοχρονισμό στη χρήση τους. Οι συντελεστές ταυτοχρονισμού για κάθε είδος συσκευών δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Αριθμός των συσκευών	Συντελεστές ταυτοχρονισμού ανηγμένοι στις συσκευές		
	f_{TME}	f_{TOP}	f_{TOX}
1	0,621	1,000	1,000
2	0,448	0,607	0,800
3	0,371	0,456	0,703
4	0,325	0,373	0,641
5	0,294	0,320	0,597
6	0,271	0,283	0,564
7	0,253	0,255	0,537
8	0,239	0,234	0,515
9	0,227	0,217	0,496
10 και άνω	0,217	0,202	0,480

Πιν. 7.1

Ο εκάστοτε συντελεστής ταυτοχρονισμού f_{TBX} για συσκευές που χρησιμοποιούνται στη βιοτεχνία ή βιομηχανία καθώς και σε κεντρικές εγκαταστάσεις παρασκευής θερμού νερού χρήσης και θέρμανσης (λέβητες αερίου με $P_n > 30$ kW) πρέπει να προσδιορίζεται λαμβάνοντας υπ' όψη τις συνθήκες χρήσης. Σε περίπτωση αμφιβολίας λαμβάνεται $f_{TBX} = 1,0$.

7.5 Είδη ροών: στρωτή και τυρβώδης ροή

Οι ροές βασικά διακρίνονται σε δύο διαφορετικούς τύπους,

- τη στρωτή και
- την τυρβώδη.

Η ροή μέσα σε ένα σωλήνα είναι στρωτή, όταν ο αδιάστατος αριθμός Reynolds έχει τιμή μικρότερη από την κρίσιμη

$$Re = \frac{ud_i}{\nu} = \frac{ud_i \rho}{\eta} \leq 2300$$

όπου

- u η ταχύτητα του ρευστού,
- d_i η εσωτερική διάμετρος του σωλήνα,
- ν το κινηματικό ιξώδες,
- ρ η πυκνότητα,
- η το δυναμικό ιξώδες του ρευστού ($\eta = \nu \rho$),

Για το πεδίο εφαρμογής του παρόντος κανονισμού μπορούν να ληφθούν

- δυναμικό ιξώδες (σταθερό για όλο το πεδίο πιέσεων) $\eta = 11 \cdot 10^{-6}$ Pas
- κανονική πυκνότητα $\rho = 0,79$ kg/m³
- κινηματικό ιξώδες (για πίεση λειτουργίας μέχρι 100 mbar) $\nu = 14 \cdot 10^{-6}$ m²/s

7.6 Πτώση πίεσης σε σωλήνα με πίεση λειτουργίας μέχρι 100 mbar

Η πτώση πίεσης Δp_{tp} λόγω τριβών μεταξύ δύο σημείων 1 και 2 ενός αγωγού σταθερής διατομής υπολογίζεται από τη σχέση,

$$\Delta p_{\text{tp}} = p_1 - p_2 = \xi \frac{l}{d_i} \cdot \frac{\rho v^2}{2}$$

όπου

- Δp_{tp} η πτώση πίεσης λόγω τριβών,
 ξ ο συντελεστής αντίστασης ροής,
 d_i η εσωτερική διάμετρος του σωλήνα,
 l το μήκος του σωλήνα,
 ρ η πυκνότητα του αερίου,
 v η ταχύτητα ροής του αερίου.

7.7 Υπολογισμός του συντελεστή αντίστασης ροής ξ

Για στρωτή ροή ο συντελεστής αντίστασης ροής ξ υπολογίζεται

$$\xi = \frac{64}{\text{Re}}$$

Για τυρβώδη ροή σε σωλήνα διακρίνονται τρεις υδραυλικά διαφορετικές καταστάσεις:

- ροή σε υδραυλικά λείο σωλήνα,
- ροή σε υδραυλικά τραχύ σωλήνα και
- μεταβατική περιοχή μεταξύ υδραυλικά λείου και υδραυλικά τραχέος σωλήνα.

Για ροή σε λείους σωλήνες ισχύει η εξίσωση,

$$\frac{1}{\sqrt{\xi}} = 2 \log \frac{\text{Re} \sqrt{\xi}}{2,51}$$

δηλαδή ο συντελεστής αντίστασης κατά τη ροή σε υδραυλικά λείο σωλήνα εξαρτάται τώρα μόνον από τον αριθμό Reynolds.

Για τραχείς σωλήνες ισχύει η εξίσωση,

$$\frac{1}{\sqrt{\xi}} = 2 \log \frac{3,71 d_i}{K}$$

δηλαδή ο συντελεστής αντίστασης κατά τη ροή σε υδραυλικά τραχύ σωλήνα εξαρτάται τώρα μόνον από τη σχετική τραχύτητα.

Για ροή στη μεταβατική περιοχή ισχύει η εξίσωση των Prandtl-Colebrook,

$$\frac{1}{\sqrt{\xi}} = -2 \log \left(\frac{2,51}{\text{Re} \sqrt{\xi}} + \frac{K}{3,71 d_i} \right)$$

δηλαδή ο συντελεστής αντίστασης εξαρτάται τόσο από τον αριθμό Reynolds, όσο και από τη σχετική τραχύτητα K/d_i .

Για τυρβώδη ροή μπορεί να χρησιμοποιηθεί γενικά με επαρκή ακρίβεια η απλούστερη εξίσωση των Colebrook-White

$$\xi = \frac{0,25}{\left[\log \left(\frac{K}{3,7 \cdot d_i} + \frac{5,74}{\text{Re}^{0,9}} \right) \right]^2}$$

7.8 Πτώση πίεσης σε τοπικές αντιστάσεις

Οι απώλειες πίεσης σε τοπικές αντιστάσεις Δp_T υπολογίζονται από τη σχέση,

$$\Delta p_T = \zeta \frac{\rho u^2}{2}$$

όπου

- Δp_T η πτώση πίεσης,
- ζ ο συντελεστής τοπικής αντίστασης,
- ρ η πυκνότητα του αερίου,
- u η ταχύτητα ροής του αερίου,

7.9 Παρουσίαση αποτελεσμάτων

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται σε πίνακα, οι στήλες του οποίου αντιστοιχούν στα ακόλουθα μεγέθη:

- ? Τμήμα δικτύου
- ? Μήκος τμήματος (m)
- ? Είδος Συσκευής
- ? Παροχή Συσκευής (m^3/h)
- ? Παροχή Αιχμής (m^3/h)
- ? Διάμετρος Σωλήνα (mm)
- ? Ταχύτητα Αερίου (m/s)
- ? Τύπος Εξαρτημάτων
- ? Τριβή Εξαρτημάτων-Ανωσης (mbar)
- ? Τριβή Τμήματος (mbar)
- ? Ολική Τριβή Τμήματος (mbar)
- ? Διατομή Καπναγωγού (cm^2)

Τμήμα δικτύου: συμβολίζεται με τους δύο ακραίους κόμβους του, παρεμβάλλοντας τελεία (.).

Είδος Συσκευής: α/α της συσκευής στην λίστα συσκευών, ή Σ-χ, όπου χ ο α/α Συστήματος (ομάδας) συσκευών, όπως αναλύεται στα Συστήματα Συσκευών στην συνέχεια.

Τύποι εξαρτημάτων: α/α του εξαρτήματος στην λίστα εξαρτημάτων, ή Ε-χ, όπου χ ο α/α Συστήματος (ομάδας) εξαρτημάτων, που αναλύεται.

Στοιχεία Δικτύου

Οικογένεια Αερίου	2η Οικογένεια Ομάδα Η
Τύπος Κύριου Σωλήνα	Χαλυβδοσωλήνας βαρέος τύπου
Τραχύτητα Κύριου Σωλήνα (μm)	500
Δυσμενέστερος Κλάδος	1..32
Απαιτούμενη Πίεση (mbar)	0.586

Πιν 7.2

α/α	Όνομα Υποδοχέα	Είδος	Τύπος	Εσ. Διαμ.	Q	Εσ. Διαμ.	Q
				Ομ. L (mm)	Ομ. L (m ³ /h)	Ομ. H (mm)	Ομ. H (m ³ /h)
1	1 Κουζίνα Φ.Α. 4πλη	ME	A1	13	1.5	13	1.3
2	31 Λέβητας Φ.Α. 50,0 kW	BX	B23	13	7.0	13	5.6
3	48 Θερμαντήρας ροής Φ.Α. 23,8 kW	ΘP	C82	0	0.0	0	2.8

Πιν 7.3

Σύστημα Εξαρτημάτων Καυσίμων Αερίων: E-1

Τύπος Εξαρτήματος	Πόσοτ	Z	ΣZ
Στοιχείο συστολής	1	0.40	0.40
Αλλαγή διεύθυνσης με γωνία	2	0.70	1.40
Βαλβίδα (σφαιρική) διέλευσης	1	0.50	0.50
Συνολικό Z Εξαρτημάτων :			2.30

Σύστημα Εξαρτημάτων Καυσίμων Αερίων: E-2

Τύπος Εξαρτήματος	Πόσοτ	Z	ΣZ
-------------------	-------	---	----

Αλλαγή διεύθυνσης με γωνία	8	0.70	5.60
Βαλβίδα (σφαιρική) διέλευσης	1	0.50	0.50
Συνολικό Z Εξαρτημάτων :			6.10

Σύστημα Εξαρτημάτων Καυσίμων Αερίων: E-3

Τύπος Εξαρτήματος	Πόσοτ	Z	ΣZ
Αλλαγή διεύθυνσης με γωνία	5	0.70	3.50
Συνολικό Z Εξαρτημάτων :			3.50

Σύστημα Εξαρτημάτων Καυσίμων Αερίων: E-4

Τύπος Εξαρτήματος	Πόσοτ	Z	ΣZ
Στοιχείο συστολής	1	0.40	0.40
Αλλαγή διεύθυνσης με γωνία	2	0.70	1.40
Σύνδεση μετρητή DN25	1	2.00	2.00
Βαλβίδα (σφαιρική) διέλευσης	1	0.50	0.50
Φίλτρο φυσικού αερίου	1	4.00	4.00
Συνολικό Z Εξαρτημάτων :			8.30

Σύστημα Εξαρτημάτων Καυσίμων Αερίων: E-5

Τύπος Εξαρτήματος	Πόσοτ	Z	ΣZ
Αλλαγή διεύθυνσης με γωνία	1	0.70	0.70
Βαλβίδα (σφαιρική) διέλευσης	1	0.50	0.50
Συνολικό Z Εξαρτημάτων :			1.20

Σύστημα Εξαρτημάτων Καυσίμων Αερίων: E-6

Τύπος Εξαρτήματος	Πόσοτ	Z	ΣZ
Στοιχείο συστολής	1	0.40	0.40
Αλλαγή διεύθυνσης με γωνία	1	0.70	0.70
Συνολικό Z Εξαρτημάτων :			1.10

Σύστημα Εξαρτημάτων Καυσίμων Αερίων: E-7

Τύπος Εξαρτήματος	Πόσοτ	Z	ΣZ
Στοιχείο συστολής	2	0.40	0.80
Αλλαγή διεύθυνσης με γωνία	1	0.70	0.70
Βαλβίδα (σφαιρική) διέλευσης	1	0.50	0.50

Συνολικό Z Εξαρτημάτων : 2.00

Σύστημα Εξαρτημάτων Καυσίμων Αερίων: E-8

Τύπος Εξαρτήματος	Πόσοτ	Z	ΣΖ
Αλλαγή διεύθυνσης με γωνία	3	0.70	2.10
Συνολικό Z Εξαρτημάτων :			2.10

Σύστημα Εξαρτημάτων Καυσίμων Αερίων: E-9

Τύπος Εξαρτήματος	Πόσοτ	Z	ΣΖ
Αλλαγή διεύθυνσης με γωνία	4	0.70	2.80
Συνολικό Z Εξαρτημάτων :			2.80

α/α	Τύπος Εξαρτήματος	Z
1	Στοιχείο συστολής	0.40
3	Αλλαγή διεύθυνσης με γωνία	0.70
5	Στοιχείο T90, διαχωρ., κλάδος	1.30
16	Σύνδεση μετρητή DN25	2.00
19	Βαλβίδα (σφαιρική) διέλευσης	0.50
25	Φίλτρο Φ.Α.	4.00

Πιν. 7.4

Υπολογισμοί Σωληνώσεων Δικτύου Καυσίμων Αερίων

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Σωλήνα m	Είδος Συσκευής	Παροχή ή Συσκευής m ³ /h	Παροχή ή Αιχμής m ³ /h	Διάμετρος Σωλήνα mm	Ταχύτητα Αερίου m/s	Τύποι Εξαρτημάτων	Σζ εξαρτημάτων	Τριβές Εξαρτημάτων mbar	Τριβές Ανοσης mbar	Τριβές Σωληνων mbar	Ολική Τριβή mbar	Είδος Καπναγογού	Διατομή ή Καπν cm ²
36.37	1	31	5.600	5.600	1.5"	1.226	E-1	2.300	0.014		0.008	0.021	ΚΥΚ.	180
35.36	2.5		5.600	5.600	1.5"	1.226	3	0.700	0.004	0.101	0.019	0.124		
34.35	15		5.600	5.600	1.5"	1.226	E-2	6.100	0.036		0.115	0.152		
33.34	0.5		5.600	5.600	1.5"	1.226	3	0.700	0.004	0.020	0.004	0.028		
5.33	16		5.600	5.600	1.5"	1.226	E-3	3.500	0.021		0.123	0.144		

1.5	0.5		5.600	5.600	1.5"	1.226	E-4	8.300	0.049	-0.020	0.004	0.033		
31.32	2.0	1	1.300	0.807	1/2"	1.303	E-1	2.300	0.015		0.070	0.085		
30.31	2.5		1.300	0.807	1/2"	1.303	3	0.700	0.005	0.101	0.087	0.192		
29.30	2.0		1.300	0.807	1/2"	1.303	E-5	1.200	0.008		0.070	0.078		
27.29	1.5		1.300	0.807	1/2"	1.303	E-6	1.100	0.007	-0.061	0.052	-0.00		
27.28	1.0	48	2.780	2.780	3/4"	2.363	E-7	2.000	0.044		0.066	0.110	KYK.	115
14.27	7.5		4.080	3.587	1.25"	1.078	5	1.300	0.006		0.057	0.063		
9.14	2.5		4.080	3.587	1.25"	1.078	E-8	2.100	0.010		0.019	0.029		
6.9	0.5		4.080	3.587	1.25"	1.078	3	0.700	0.003	-0.020	0.004	-0.01		
2.6	15		4.080	3.587	1.25"	1.078	E-9	2.800	0.013		0.114	0.127		
1.2	0.5		4.080	3.587	1.25"	1.078	E-4	8.300	0.038	-0.020	0.004	0.022		
25.26	1.0	1	1.300	0.807	1/2"	1.303	E-1	2.300	0.015		0.035	0.050		
24.25	2.5		1.300	0.807	1/2"	1.303	3	0.700	0.005	0.101	0.087	0.192		
23.24	3.2		1.300	0.807	1/2"	1.303	E-5	1.200	0.008		0.111	0.119		
21.23	1.5		1.300	0.807	1/2"	1.303	E-6	1.100	0.007	-0.061	0.052	-0.00		
21.22	1.0	48	2.780	2.780	3/4"	2.363	E-7	2.000	0.044		0.066	0.110	KYK.	115
13.21	4.5		4.080	3.587	1.25"	1.078	5	1.300	0.006		0.034	0.040		
10.13	2.5		4.080	3.587	1.25"	1.078	E-8	2.100	0.010		0.019	0.029		
7.10	0.5		4.080	3.587	1.25"	1.078	3	0.700	0.003	-0.020	0.004	-0.01		
3.7	15		4.080	3.587	1.25"	1.078	E-9	2.800	0.013		0.114	0.127		
1.3	0.5		4.080	3.587	1.25"	1.078	E-4	8.300	0.038	-0.020	0.004	0.022		
19.20	1.0	1	1.300	0.807	1/2"	1.303	E-1	2.300	0.015		0.035	0.050		
18.19	2.5		1.300	0.807	1/2"	1.303	3	0.700	0.005	0.101	0.087	0.192		
17.18	3.2		1.300	0.807	1/2"	1.303	E-5	1.200	0.008		0.111	0.119		
15.17	1.5		1.300	0.807	1/2"	1.303	E-6	1.100	0.007	-0.061	0.052	-0.00		
15.16	1.0	48	2.780	2.780	3/4"	2.363	E-7	2.000	0.044		0.066	0.110	KYK.	115
12.15	1.0		4.080	3.587	1.25"	1.078	5	1.300	0.006		0.008	0.014		
11.12	2.5		4.080	3.587	1.25"	1.078	E-8	2.100	0.010		0.019	0.029		
8.11	0.5		4.080	3.587	1.25"	1.078	3	0.700	0.003	-0.020	0.004	-0.01		
4.8	15		4.080	3.587	1.25"	1.078	E-9	2.800	0.013		0.114	0.127		
1.4	0.5		4.080	3.587	1.25"	1.078	E-4	8.300	0.038	-0.020	0.004	0.022		

Плв. 7.5

Τυποποιημένο φύλλο 1

Προσδιορισμός των διαμέτρων σωλήνων

αγωγός τροφοδοσίας: Δρεπιτρ <= 0.8 mbar

κλάδοι σύνδεσης

Συσκευών: Δρεπιτρ <= 0.5 mbar

είδος σωλήνων

2η οικογένεια ΕΛΟΤ 2

ΕΛΟΤ 2

ΕΛΟΤ EN 10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
			3x4							7x10						
T	είδος αρ.	ΣΥΣΠ	ΓΠΠ	-	VA	I	DN	u	R	RI	Σζ	ΔρΤ	ΔΗ	ΔρΗ	ΔρΤ	έλεγχος
A	συσκ												(1)		A	ΣΔρΤΑ
	-	m ³ /h	-	m ³ /h	m ³ /h	m	-	m/s	mbar/m	mbar	-	mbar	m	mbar	mbar	<= Δρεπιτρ
36.37	ME:															
	ΘΡ:															
	ΘΧ:				5.600	1	1.5"	1.226	0.008	0.008	2.300	0.014			0.021	0.021<=0
	ΘΑ:															
	BX: 1	5.600	1.000	5.600												0.502<=1
35.36	ME:															
	ΘΡ:															
	ΘΧ:				5.600	2.5	1.5"	1.226	0.008	0.019	0.700	0.004	-2.5	0.101	0.124	0.124<=0
	ΘΑ:															
	BX: 1	5.600	1.000	5.600												0.481<=1
34.35	ME:															
	ΘΡ:															
	ΘΧ:				5.600	15	1.5"	1.226	0.008	0.115	6.100	0.036			0.152	0.152<=0
	ΘΑ:															
	BX: 1	5.600	1.000	5.600												0.357<=1
33.34	ME:															
	ΘΡ:															

	ΘX:				5.600	0.5	1.5"	1.226	0.008	0.004	0.700	0.004	-0.5	0.020	0.028	0.028<=0.8
	ΘA:															
	BX: 1	5.600	1.000	5.600												0.205<=1.3
5.33	ME:															
	ΘP:															
	ΘX:				5.600	16	1.5"	1.226	0.008	0.123	3.500	0.021			0.144	0.144<=0.8
	ΘA:															
	BX: 1	5.600	1.000	5.600												0.177<=1.3
1.5	ME:															
	ΘP:															
	ΘX:				5.600	0.5	1.5"	1.226	0.008	0.004	8.300	0.049	+0.5	-0.020	0.033	0.033<=0.8
	ΘA:															
	BX: 1	5.600	1.000	5.600												0.033<=1.3
	ME:															
	ΘP:															
	ΘX:															
	ΘA:															
	BX:															
31.32	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ΘP:															
	ΘX:				0.807	2.0	1/2"	1.303	0.035	0.070	2.300	0.015			0.085	0.085<=0.5
	ΘA:															
	BX:		1.000													0.586<=1.3
30.31	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ΘP:															
	ΘX:				0.807	2.5	1/2"	1.303	0.035	0.087	0.700	0.005	-2.5	0.101	0.192	0.192<=0.8
	ΘA:															
	BX:															0.501<=1.3
29.30	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ΘP:															

	ΘX:				0.807	2.0	1/2"	1.303	0.035	0.070	1.200	0.008			0.078	0.078<=0
	ΘA:															
	BX:															0.309<=1
27.29	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ΘP:															
	ΘX:				0.807	1.5	1/2"	1.303	0.035	0.052	1.100	0.007	+1.5	-0.061	-0.00	-0.00<=0
	ΘA:															
	BX:															0.231<=1
27.28	ME:															
	ΘP: 1	2.780	1.000	2.780												
	ΘX:				2.780	1.0	3/4"	2.363	0.066	0.066	2.000	0.044			0.110	0.110<=0
	ΘA:															
	BX:		1.000													0.341<=1
14.27	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ΘP: 1	2.780	1.000	2.780												
	ΘX:				3.587	7.5	1.25"	1.078	0.008	0.057	1.300	0.006			0.063	0.063<=0
	ΘA:															
	BX:															0.231<=1
9.14	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ΘP: 1	2.780	1.000	2.780												
	ΘX:				3.587	2.5	1.25"	1.078	0.008	0.019	2.100	0.010			0.029	0.029<=0
	ΘA:															
	BX:															0.168<=1
6.9	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ΘP: 1	2.780	1.000	2.780												
	ΘX:				3.587	0.5	1.25"	1.078	0.008	0.004	0.700	0.003	+0.5	-0.020	-0.01	-0.01<=0
	ΘA:															
	BX:															0.139<=1
2.6	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ΘP: 1	2.780	1.000	2.780												

	ΘX:				3.587	15	1.25"	1.078	0.008	0.114	2.800	0.013			0.127	0.127<=0.8
	ΘA:															
	BX:															0.149<=1.3
1.2	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ΘP: 1	2.780	1.000	2.780												
	ΘX:				3.587	0.5	1.25"	1.078	0.008	0.004	8.300	0.038	+0.5	-0.020	0.022	0.022<=0.8
	ΘA:															
	BX:															0.022<=1.3
	ME:															
	ΘP:															
	ΘX:															≤
	ΘA:															
	BX:															≤
25.26	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ΘP:															
	ΘX:				0.807	1.0	1/2"	1.303	0.035	0.035	2.300	0.015			0.050	0.050<=0.5
	ΘA:															
	BX:		1.000													0.569<=1.3
24.25	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ΘP:															
	ΘX:				0.807	2.5	1/2"	1.303	0.035	0.087	0.700	0.005	-2.5	0.101	0.192	0.192<=0.8
	ΘA:															
	BX:															0.519<=1.3
23.24	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ΘP:															
	ΘX:				0.807	3.2	1/2"	1.303	0.035	0.111	1.200	0.008			0.119	0.119<=0.8
	ΘA:															
	BX:															0.327<=1.3
21.23	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ΘP:															

	ØX:				0.807	1.5	1/2"	1.303	0.035	0.052	1.100	0.007	+1.5	-0.061	-0.00	-0.00<=0
	ØA:															
	BX:															0.208<=1
21.22	ME:															
	ØP: 1	2.780	1.000	2.780												
	ØX:				2.780	1.0	3/4"	2.363	0.066	0.066	2.000	0.044			0.110	0.110<=0
	ØA:															
	BX:		1.000													0.318<=1
13.21	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ØP: 1	2.780	1.000	2.780												
	ØX:				3.587	4.5	1.25"	1.078	0.008	0.034	1.300	0.006			0.040	0.040<=0
	ØA:															
	BX:															0.208<=1
10.13	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ØP: 1	2.780	1.000	2.780												
	ØX:				3.587	2.5	1.25"	1.078	0.008	0.019	2.100	0.010			0.029	0.029<=0
	ØA:															
	BX:															0.168<=1
7.10	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ØP: 1	2.780	1.000	2.780												
	ØX:				3.587	0.5	1.25"	1.078	0.008	0.004	0.700	0.003	+0.5	-0.020	-0.01	-0.01<=0
	ØA:															
	BX:															0.139<=1
3.7	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ØP: 1	2.780	1.000	2.780												
	ØX:				3.587	15	1.25"	1.078	0.008	0.114	2.800	0.013			0.127	0.127<=0
	ØA:															
	BX:															0.149<=1
1.3	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ØP: 1	2.780	1.000	2.780												

	ΘX:				3.587	0.5	1.25"	1.078	0.008	0.004	8.300	0.038	+0.5	-0.020	0.022	0.022<=0.8
	ΘA:															
	BX:															0.022<=1.3
	ME:															
	ΘP:															
	ΘX:															<=
	ΘA:															
	BX:															<=
19.20	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ΘP:															
	ΘX:				0.807	1.0	1/2"	1.303	0.035	0.035	2.300	0.015			0.050	0.050<=0.5
	ΘA:															
	BX:		1.000													0.543<=1.3
18.19	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ΘP:															
	ΘX:				0.807	2.5	1/2"	1.303	0.035	0.087	0.700	0.005	-2.5	0.101	0.192	0.192<=0.8
	ΘA:															
	BX:															0.493<=1.3
17.18	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ΘP:															
	ΘX:				0.807	3.2	1/2"	1.303	0.035	0.111	1.200	0.008			0.119	0.119<=0.8
	ΘA:															
	BX:															0.301<=1.3
15.17	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ΘP:															
	ΘX:				0.807	1.5	1/2"	1.303	0.035	0.052	1.100	0.007	+1.5	-0.061	-0.00	-0.00<=0.8
	ΘA:															
	BX:															0.182<=1.3
15.16	ME:															
	ΘP: 1	2.780	1.000	2.780												

	ΘX:				2.780	1.0	3/4"	2.363	0.066	0.066	2.000	0.044			0.110	0.110<=0
	ΘA:															
	BX:		1.000													0.292<=1
12.15	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ΘP: 1	2.780	1.000	2.780												
	ΘX:				3.587	1.0	1.25"	1.078	0.008	0.008	1.300	0.006			0.014	0.014<=0
	ΘA:															
	BX:															0.182<=1
11.12	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ΘP: 1	2.780	1.000	2.780												
	ΘX:				3.587	2.5	1.25"	1.078	0.008	0.019	2.100	0.010			0.029	0.029<=0
	ΘA:															
	BX:															0.168<=1
8.11	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ΘP: 1	2.780	1.000	2.780												
	ΘX:				3.587	0.5	1.25"	1.078	0.008	0.004	0.700	0.003	+0.5	-0.020	-0.01	-0.01<=0
	ΘA:															
	BX:															0.139<=1
4.8	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ΘP: 1	2.780	1.000	2.780												
	ΘX:				3.587	15	1.25"	1.078	0.008	0.114	2.800	0.013			0.127	0.127<=0
	ΘA:															
	BX:															0.149<=1
1.4	ME: 1	1.300	0.621	0.807												
	ΘP: 1	2.780	1.000	2.780												
	ΘX:				3.587	0.5	1.25"	1.078	0.008	0.004	8.300	0.038	+0.5	-0.020	0.022	0.022<=1
	ΘA:															
	BX:															0.022<=1



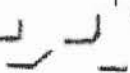
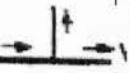
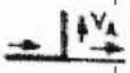
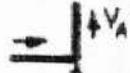


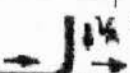
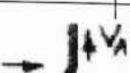
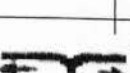
(1) ανερχόμενος αγωγός: ΔΗ με πρόσημο "+", κατερχόμενος αγωγός: ΔΗ με πρόσημο "-"

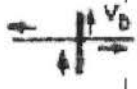



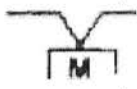
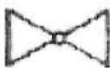






ME: μαγειρ. εστία, ΘP: θερμαντήρας ροής, ΘX: θερμαντήρας αποθήκευσης, ΘA: θερμαντήρας ανακυκλοφορίας, BX: βιοστ. Χρήση

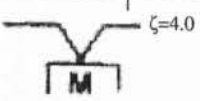
Πιν. 7.6

Τυποποιημένο φύλλο 2

Σύνοψη των συντελεστών τοπικών απωλειών ζ

α/α	Στοιχεία μορφής και σύνδεσης, όργανα	Γραφικά σύμβολα: απλοποιημένη παράσταση	Συντελεστές πτώσης πίεσης (1) (2)	Επί μέρους τμήμα							
				36.37	35.36	34.35	33.34	5.33	1.5	31.32	30.31
1	Στοιχείο συστολής		$\zeta=0.4$	1					1	1	
2	Τόξο ορόφων		$\zeta=0.5$								
3	Αλλαγή διεύθυνσης		$\zeta=0.7$	2	1	8	1	5	2	2	1
4	Στοιχείο T90, διαχωρ., διελευ		$\zeta=0.3$								
5	Στοιχείο T90, διαχωρ., κλάδος		$\zeta=1.3$								
6	Στοιχείο T90, καθαρισμού		$\zeta=1.3$								
7	Στοιχείο T90, αντιροή		$\zeta=1.5$								
8	Τόξο T διαχωρισμός, διέλευση		$\zeta=0.3$								
9	Τόξο T διαχωρισμός, διακλάδωση		$\zeta=0.9$								
10	Τόξο T καθαρισμού		$\zeta=0.9$								
11	Διπλό τόξο T αντιροή		$\zeta=1.3$								

12	Σταυρός 90, διαχωρ., διέλευση	 ζ=1.3																		
13	Σταυρός 90, διαχωρ., κλάδος	 ζ=2.0																		
14	Σταυρός 90, καθαρ. διαχ.διέλ.	 ζ=0.5																		
15	Σταυρός 90, καθαρ. διαχ. κλάδ	 ζ=2.0																		
16	Σύνδεση μετρητή DN25	 ζ=2																		1
17	Βαλβίδα (κωνική) διέλευσης	 ζ=2																		
18	Βαλβίδα (κωνική) γωνιακή	 ζ=5																		
19	Βαλβίδα (σφαιρική) διέλευσης	 ζ=0.5	1																	1
20	Βαλβίδα (σφαιρική) γωνιακή	 ζ=1.3																		
21	Σύρτης	 ζ=0.5																		
22	Βαλβίδα πυροπροστασίας	 ζ=2.0																		
23	Συλλέκτης	 ζ=4.0																		

24	Σύνδεση μετρητή >DN25		ζ=4,0										
25	Φίλτρο φυσικού αερίου		ζ=4,0							1			
Σζ στα επί μέρους τμήματα				2.300	0.700	6.100	0.700	3.500	8.300	2.300	0.700		

Πιν. 7.7 – (α)

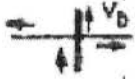


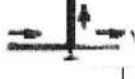
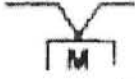






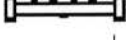
2/4

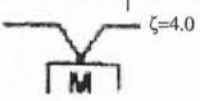
Συνέχεια

Τυποποιημένο φύλλο 2

Σύνοψη των συντελεστών τοπικών απωλειών

α/α	29.30	27.29	27.28	14.27	9.14	6.9	2.6	1.2		25.26	24.25	23.24	21.23
1		1	2					1		1			1
2													
3	1	1	1		3	1	4	2		2	1	1	1
4													
5				1									
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16								1					
17													

12	Σταυρός 90, διαχωρ., διέλευση		$\zeta=1.3$																
13	Σταυρός 90, διαχωρ., κλάδος		$\zeta=2.0$																
14	Σταυρός 90, καθαρ. διαχ. διέλ.		$\zeta=0.5$																
15	Σταυρός 90, καθαρ. διαχ. κλάδ		$\zeta=2.0$																
16	Σύνδεση μετρητή DN25		$\zeta=2$																
17	Βαλβίδα (κωνική) διέλευσης		$\zeta=2$																
18	Βαλβίδα (κωνική) γωνιακή		$\zeta=5$																
19	Βαλβίδα (σφαιρική) διέλευσης		$\zeta=0.5$																
20	Βαλβίδα (σφαιρική) γωνιακή		$\zeta=1.3$																
21	Σύρτης		$\zeta=0.5$																
22	Βαλβίδα πυροπροστασίας		$\zeta=2.0$																
23	Συλλέκτης		$\zeta=4.0$																

24	Σύνδεση μετρητή >DN25		$\zeta=4,0$										
25	Φίλτρο φυσικού αερίου		$\zeta=4,0$							1			
Σζ στα επί μέρους τμήματα				2.300	0.700	6.100	0.700	3.500	8.300		2.300	0.700	

Πιν. 7.7 – (α)

2/4

Συνέχεια

Τυποποιημένο φύλλο 2

Σύνοψη των συντελεστών τοπικών απωλειών

α/α	29.30	27.29	27.28	14.27	9.14	6.9	2.6	1.2		25.26	24.25	23.24	21.23
1		1	2					1		1			1
2													
3	1	1	1		3	1	4	2		2	1	1	1
4													
5				1									
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													
15													
16								1					
17													

18												
19	1		1					1	1		1	
20												
21												
22												
23												
24												
25								1				
Σζ	1.200	1.100	2.000	1.300	2.100	0.700	2.800	8.300	2.300	0.700	1.200	1.100

Πιν. 7.7 - (β)

3/4													
Συνέχεια													
Τυποποιημένο φύλλο 2													
Σύνοψη των συντελεστών τοπικών απωλειών ζ													
α/α	21.22	13.21	10.13	7.10	3.7	1.3		19.20	18.19	17.18	15.17	15.16	12.15
1	2					1		1			1	2	
2													
3	1		3	1	4	2		2	1	1	1	1	
4													
5		1											1
6													
7													
8													
9													
10													
11													
12													
13													
14													

15													
16						1							
17													
18													
19	1					1	1		1		1		
20													
21													
22													
23													
24													
25						1							
Σζ	2.000	1.300	2.100	0.700	2.800	8.300		2.300	0.700	1.200	1.100	2.000	1.300

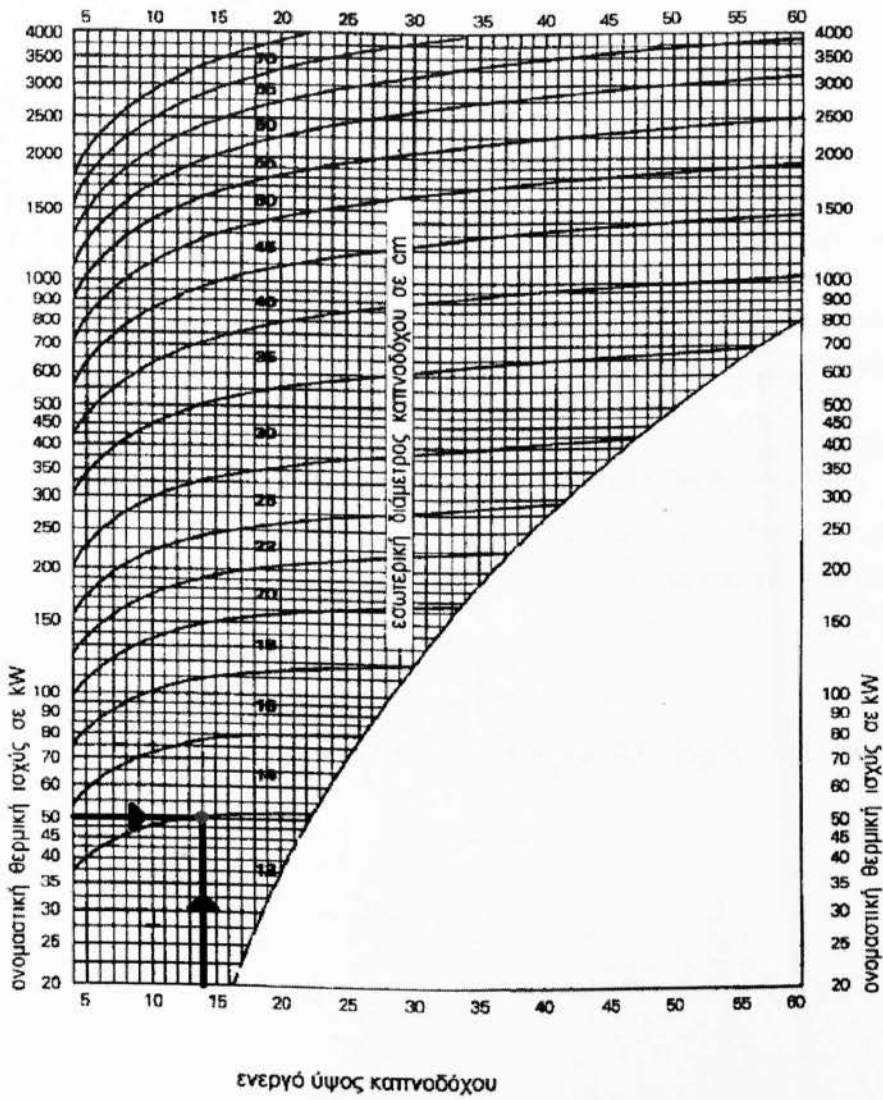
Πιν. 7.7 – (γ)

Πιν. 7.7 (δ)

4/4 Συνέχεια Τυποποιημένο φύλλο 2 Σύνοψη των συντελεστών τοπικών απωλειών ζ				
ω/α	11.12	8.11	4.8	1.4
1				1
2				
3	3	1	4	2
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				1
17				
18				
19				1
20				
21				
22				
23				
24				
25				1
Σζ	2.100	0.700	2.800	8.300

Υπολογισμοί Παροχών Αιχμής Δικτύου Καυσίμων Αερίων

Παροχή συσκευών ME	Συντ. ταυτο χρ. ME	Παροχή επί ταυτο χρ. ME	Αριθμός συσκευών ΘΡ	Παροχή συσκευών ΘΡ	Συντ. ταυτο χρ. ΘΡ	Παροχή επί ταυτοχρ. ΘΡ	Αριθμός συσκευών ΘΧ	Παροχή συσκευών ΘΧ	Συντ. ταυτοχρ. ΘΧ	Παροχή επί ταυτοχρ. ΘΧ	Αριθμός συσκευών ΘΑ	Παροχή συσκευών ΘΑ	Συντ. ταυτοχρ. ΘΑ	Παροχή επί ταυτοχρ. ΘΑ	Αριθμός συσκευών ΒΧ	Παροχή συσκευών ΒΧ	Συντ. ταυτοχρ. ΒΧ	Παροχή επί ταυτοχρ. ΒΧ	Παροχή Αιχμής m ³ /h
															1	5.600	1.000	5.600	5.600
															1	5.600	1.000	5.600	5.600
															1	5.600	1.000	5.600	5.600
															1	5.600	1.000	5.600	5.600
															1	5.600	1.000	5.600	5.600
															1	5.600	1.000	5.600	5.600
1.300	0.621	0.807															1.000		0.807
1.300	0.621	0.807																	0.807
1.300	0.621	0.807																	0.807
1.300	0.621	0.807																	0.807
			1	2.780	1.000	2.780											1.000		2.780
1.300	0.621	0.807	1	2.780	1.000	2.780													3.587
1.300	0.621	0.807	1	2.780	1.000	2.780													3.587
1.300	0.621	0.807	1	2.780	1.000	2.780													3.587
1.300	0.621	0.807	1	2.780	1.000	2.780													3.587
1.300	0.621	0.807	1	2.780	1.000	2.780													3.587
1.300	0.621	0.807															1.000		0.807
1.300	0.621	0.807																	0.807
1.300	0.621	0.807																	0.807
1.300	0.621	0.807																	0.807
			1	2.780	1.000	2.780											1.000		2.780
1.300	0.621	0.807	1	2.780	1.000	2.780													3.587
1.300	0.621	0.807	1	2.780	1.000	2.780													3.587
1.300	0.621	0.807	1	2.780	1.000	2.780													3.587
1.300	0.621	0.807	1	2.780	1.000	2.780													3.587
1.300	0.621	0.807	1	2.780	1.000	2.780													3.587



Εικ. 7.10 Καπνοδόχος για συσκευή Φ.Α. με ανεμιστήρα υπερπίεσης

Πτώσεις πιέσεων στους κλάδους (mbar)

Πτώση πίεσης στον κλάδο	1..37 :	0.502
Πτώση πίεσης στον κλάδο	1..32 :	0.586
Πτώση πίεσης στον κλάδο	1..28 :	0.341
Πτώση πίεσης στον κλάδο	1..26 :	0.569
Πτώση πίεσης στον κλάδο	1..22 :	0.318
Πτώση πίεσης στον κλάδο	1..20 :	0.543
Πτώση πίεσης στον κλάδο	1..16 :	0.292
Δυσμενέστερος κλάδος	1..32 :	0.586

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ε.Π.Α. Αττικής (εταιρεία παροχής αερίου Αττικής)
- Τεχνολογία εγκαταστάσεων και χρήσεων φυσικού αερίου –Κωνσταντίνος Γ. Πασπάλας – Έκδοση Συλλόγου Μηχανολόγων – Ηλεκτρολόγων Β. Ελλάδας
- Τεχνολογία Φυσικού Αερίου _ Χαράλαμπος Καραπάνος – Εκδόσεις Ιων
- Μηχανολογικές εγκαταστάσεις κτιρίων – Παναγιώτης Γ. Χαρώνης – Σύγχρονη Εκδοτική
- Εισαγωγή στην τεχνολογία του Φυσικού Αερίου – Κωνσταντίνος Χ. Λέφα – Τ_εκδοτική
- Εισαγωγή στις Εγκαταστάσεις Φυσικού Αερίου – Ιωάννη Χ. Καναβού Μηχανολόγου μηχανικού, ΛΔΚ Σύμβουλοι Τεχνικών & Αναπτυξιακών Έργων.
- Διαδίκτυο
- Εγκυκλοπαίδεια ΥΔΡΙΑ
- Εγκαταστάσεις Φυσικού Αερίου (Μέρος Α) - Δρ Χ. Ε. Παπαδόπουλος

ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΙΔΟΥΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ	ΑΞΙΑ ΣΕ ΕΥΡΟ
ΧΑΛ/ΝΑΣ 1 1/2	36	4,35 €	156,60 €
ΒΑΝΕΣ ΣΦΑΙΡΙΚΕΣ 1 1/2 CIMBERIO	3	16,31 €	48,93 €
ΕΠΙΔΑΠΕΔΙΟΣ ΛΕΒΗΤΑΣ SIME	1	962 €	962,00 €
ΚΑΠΝΟΔΟΧΟΣ Φ160	12	18 €	216,00 €
ΑΝΤΙΚΡΑΔΑΣΜΙΚΟΣ ΣΥΝΔ.	1	13 €	13,00 €
ΦΙΛΤΡΟ ΑΕΡΙΟΥ	1	16 €	16,00 €
ΣΤΗΡΙΓΜΑΤΑ ΜΕ ΛΑΣΤΙΧΟ	35	1,20 €	42,00 €
ΚΑΠΝΑΓΩΓΟΣ Φ160/ΚΑΠΕΛΟ Φ160	1	44,10 €	44,10 €
ΚΑΠΝΟΔΟΧΟΣ Φ180 ΔΙΠΛΟΥ ΤΟΙΧ.	15	30,12 €	451,80 €
ΓΩΝΙΑ 45 Φ180	3	28 €	84,00 €
ΤΑΦ Φ180	3	42 €	127,20 €
ΚΑΠΕΛΟ Φ180	1	28 €	28,00 €

ΣΥΝΟΛΟ ΚΑΘ.ΑΞΙΑΣ	ΦΠΑ 23%	ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΑ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ
2.190 €	503,61 €	2.693 €
		Α.ΚΟΣΤΟΣ ΠΟΥ ΑΝΑΛΟΓΕΙ ΣΕ ΚΑΘΕ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ
		897,75 €

ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΙΔΟΥΣ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ	ΑΞΙΑ ΣΕ ΕΥΡΟ
ΧΑΛ/ΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ 1 1/4	30	3,70 €	369 €
ΧΑΛ/ΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ 3/4	6	2,05 €	12,30 €
ΧΑΛ/ΝΑΣ ΓΑΛΒΑΝΙΖΕ 1/2	6	1,50 €	9 €
ΕΠΙΤΟΙΧΟΣ VAILANT 24KW	1	725 €	724,50 €
ΓΩΝΙΕΣ 1 1/4	4	5,75 €	23 €
ΤΑΦ 1 1/4	2	3 €	6,00 €
ΣΥΣΤΟΛΗ 1 1/4 ΣΕ 3/4	2	1,30 €	2,60 €
ΒΑΝΑ ΣΦΑΙΡΙΚΗ 3/4	1	4,60 €	4,60 €
ΒΑΝΑ ΣΦΑΙΡΙΚΗ 1/2	1	3,36 €	3,36 €
ΒΑΝΑ ΣΦΑΙΡΙΚΗ 1 1/4	1	10,40 €	10,40 €
ΑΝΤΙΚΡΑΔΑΣΜΙΚΟ 1/2	2	11 €	22 €
ΦΙΛΤΡΟ ΑΕΡΙΟΥ	1	5,35 €	5,35 €
ΚΟΥΖΙΝΑ ΑΕΡΙΟΥ	1	800 €	800 €
ΣΤΗΡΙΓΜΑΤΑ ΜΕ ΛΑΣΤΙΧΟ	30	1 €	36 €

ΣΥΝΟΛΟ ΚΑΘ.ΑΞΙΑΣ	ΦΠΑ 23%	Β.ΤΕΛΙΚΗ ΑΞΙΑ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ
2.028 €	466 €	2.494,58 €

Α+Β ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΑ ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	3.392,32 €
---	-------------------