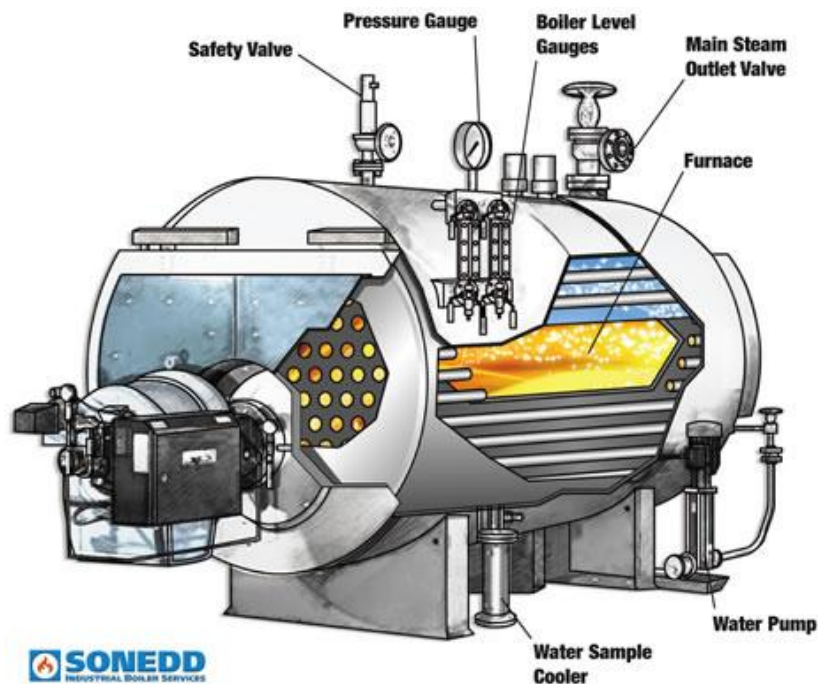


ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΩΝ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ
ΜΟΝΑΔΑΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΤΜΟΥ ΣΕ
ΧΑΡΤΟΠΟΙΙΑ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΣΥΝΟΔΙΝΟΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ (Α.Μ.5700)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΝΔΡΕΑΣ ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΠΑΤΡΑ 2016

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός αυτής της πτυχιακής είναι η περιγραφή της υπάρχουσας μονάδας παραγωγής ατμού στην “Πατραϊκή Χαρτοποιία”, δηλαδή ο ατμολέβητας και όλες οι βοηθητικές εγκαταστάσεις, καθώς και η αναλυτική προσέγγιση γενικά του περαιτέρω εξοπλισμού της μονάδας. Εδώ θα πρέπει να παραθέσουμε δυο λόγια για την εν λόγω βιομηχανία. Η «Πατραϊκή Χαρτοποιία Α.Ε.» ιδρύθηκε το 1972 στην Πάτρα από τον Ανδρέα Τριανταφυλλόπουλο. Από τότε δραστηριοποιείται στο χώρο επεξεργασίας χαρτιού tissue, ενώ από το 1979 παράγει και το δικό της χαρτί. Η έδρα και οι εγκαταστάσεις της επιχείρησης βρίσκονται στην Πάτρα στην περιοχή Ιτιές. Τα κύρια προϊόντα της είναι το χαρτί υγείας, το χαρτί κουζίνας, οι χαρτοπετσέτες και τραπεζομάντιλα μιας χρήσης. Τα προϊόντα κυκλοφορούν υπό την εμπορική ονομασία ELITE που αποτελεί αναγνωρίσιμο brand name στην εν λόγω αγορά. Σήμερα η εταιρεία απασχολεί εβδομήντα (70) εργαζόμενους και λειτουργεί καθημερινά σε 24-ωρη βάση.

Η εργασία αυτή εκπονείται στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε. του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας υπό την επίβλεψη του Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Ανδρέα Γιαννόπουλου, τον οποίο και ευχαριστώ πρώτον από όλους, καθώς η συνεργασία μας ήταν τέλεια. Οι γνώσεις που έλαβα δίπλα του, είναι εργαλεία σημαντικά, που θα τα χρησιμοποιώ συνεχώς στην επαγγελματική μου σταδιοδρομία. Επίσης, θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για την πολύτιμη βοήθεια του ώστε να φέρω σε πέρας αυτή την εργασία μου. Αφιερώνω την παρούσα εργασία, στους δικούς μου ανθρώπους, που με βοήθησαν και χωρίς την δύναμη που μου έδιναν, δεν θα τα είχα καταφέρει. Τέλος θέλω να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον υπεύθυνο του εργοστασίου κ. Ιωάννη Ράπτη όπως επίσης και τον προϊστάμενο παραγωγής κ. Μιχάλη Ανδρουλάκη για τις πολύτιμες πληροφορίες που μου διαθέσανε και για την δυνατότητα χρήσεις φωτογραφιών της εγκατάστασης στην παρούσα εργασία.

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστή: Ο κάτωθι υπογεγραμμένος σπουδαστής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο σπουδαστής

(Ονοματεπώνυμο)

.....

(Υπογραφή)

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία περιγράφεται η μονάδα παραγωγής ατμού της βιομηχανίας «Πατραϊκή Χαρτοποιία», υπολογίζεται αναλυτικά ο βαθμός απόδοσης του ατμολέβητα για τρία διαφορετικά καύσιμα και μελετώνται οι παράγοντες που τον επηρεάζουν καθώς επίσης προτείνονται τρόποι ενεργειακής αναβάθμισης της εν λόγω εγκατάστασης..

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μία βιβλιογραφική ανασκόπηση των μονάδων ατμοπαραγωγής. Περιγράφονται και συγκρίνονται τα είδη των ατμολεβήτων καθώς και ο σχετικός εξοπλισμός όπως καυστήρες, υπερθερμαντήρες και προθερμαντήρες και τα υπόλοιπα εξαρτήματα. Επίσης αναφέρονται τα βασικά χαρακτηριστικά των καυσίμων που χρησιμοποιούνται στους ατμολέβητες. Γίνεται σύγκριση των ιδιοτήτων του πετρελαίου, του υγραερίου και του φυσικού αερίου.

Το δεύτερο κεφάλαιο είναι αφιερωμένο στη μονάδα ατμοπαραγωγής της βιομηχανίας «Πατραϊκή Χαρτοποιία». Αρχικά αναφέρονται τα στάδια επεξεργασίας και παραγωγής χαρτιού. Στη συνέχεια εστιάζουμε στη μονάδα ατμοπαραγωγής. Περιγράφεται αναλυτικά ο ατμολέβητας, ο καυστήρας και ο βασικός και προαιρετικός εξοπλισμός. Επίσης περιγράφεται το σύστημα τροφοδοσίας νερού του ατμολέβητα, ο εξοικονομητής, τα διάφορα χημικά που χρησιμοποιούνται και οι ηλεκτροκινητήρες ΒΗΛΜΑ. Γίνεται ειδική αναφορά στη χρήση υγραερίου στην υπό μελέτη εγκατάσταση και περιγράφεται αναλυτικά όλη η διαδρομή που αυτό ακολουθεί μέσα στην εγκατάσταση καθώς επίσης και η λειτουργία των συσκευών που αποτελούν το δίκτυο τροφοδοσίας με υγραέριο.

Στο τρίτο κεφάλαιο εκτελούνται αναλυτικά όλα τα στάδια υπολογισμού του βαθμού απόδοσης του ατμολέβητα της εγκατάστασης της βιομηχανίας «Πατραϊκή Χαρτοποιία». Ο υπολογισμός πραγματοποιείται για χρήση πετρελαίου, υγραερίου και φυσικού αερίου. Υπολογίζεται η ελάχιστη ποσότητα αέρα καύσης, η ποσότητα υγρών και ξηρών καπναερίων, η περιεκτικότητα των καπναερίων σε CO_2 , η ποσότητα των πραγματικών ξηρών και υγρών καπναερίων (με περίσσεια αέρα), η προσδιδόμενη θερμότητα στην εστία του ατμολέβητα, οι συνολικές απώλειες και τέλος ο βαθμός απόδοσης.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρουσιάζονται όλοι οι παράγοντες που επηρεάζουν το βαθμό απόδοσης ενός ατμολέβητα και οι τρόποι με τους οποίους είναι δυνατόν να επιτευχθεί η βελτιστοποίηση της απόδοσής του. Μεταξύ άλλων αναλύονται επεμβάσεις που μπορούν να γίνουν στη μονάδα ατμοπαραγωγής και στο δίκτυο ατμού με σκοπό την οικονομικότερη λειτουργία. Επίσης θίγεται το θέμα της θερμομόνωσης των σωληνώσεων και άλλων στοιχείων του λέβητα, η χρήση κεντρικών και τοπικών αυτοματισμών με σκοπό την ενεργειακή αναβάθμιση και οι δυνατές επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στο σύστημα του ηλεκτροκινητήρα. Επίσης εξετάζονται και άλλες επεμβάσεις όπως η εγκατάσταση δινογεννήτριας, η εγκατάσταση συστήματος αντιστάθμισης, η μόνωση της καπνοδόχου και ο έλεγχος των καυσαερίων.

Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από την εκπόνηση της παρούσας εργασίας. Από τη σύγκριση του βαθμού απόδοσης που προέκυψε μετά τους υπολογισμούς που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 3 για το πετρέλαιο, το υγραέριο και το φυσικό αέριο, αλλά και τη σύγκριση των ιδιοτήτων των τριών αυτών καυσίμων προτείνεται το φυσικό αέριο ως η καλύτερη επιλογή για τη συγκεκριμένη εγκατάσταση. Επίσης παρουσιάζονται κάποια λειτουργικά προβλήματα που εντοπίστηκαν κατά την επιθεώρηση της εγκατάστασης και προτείνονται κάποια μέτρα για την αποκατάστασή τους με σκοπό πάντα την ενεργειακή αναβάθμιση της παραγωγικής διαδικασίας.

Τέλος αναφέρεται η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε για τη συγγραφή της εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ 1

1. ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΤΜΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

1.1 Ο Ατμολέβητας ως μονάδα ατμοπαραγωγής.....	3
1.1.1 Ορισμοί και βασικές έννοιες.....	3
1.1.2 Αρχή λειτουργίας του ατμολέβητα.....	5
1.2 Είδη ατμοπαραγωγών και ταξινόμηση.....	6
1.2.1 Φλογαυλωτοί λέβητες.....	7
1.2.2 Υδραυλωτοί λέβητες.....	8
1.2.3 Υδραυλωτοί ελεύθερης κυκλοφορίας.....	9
1.2.4 Υδραυλωτοί λέβητες ελεύθερης κυκλοφορίας.....	11
1.2.5 Λέβητας δύο εστιών τύπου Foster-Wheeler.....	12
1.2.6 Ατμογεννήτριες.....	12
1.2.7 Σύγκριση φλογαυλωτών και υδραυλωτών λεβήτων.....	13
1.2.8 Φυσική και βεβιασμένη κυκλοφορία.....	15
1.3 Διάταξη ατμολέβητα και πρόσθετα μηχανικά στοιχεία.....	16
1.3.1 Λέβητες.....	16
1.3.2 Εστίες-Καυστήρες.....	20
1.3.3 Υπερθερμαντήρας.....	23
1.3.4 Προθερμαντήρας.....	24
1.3.5 Προθερμαντήρας αέρα καύσης.....	24
1.3.6 Επιπρόσθετα στοιχεία.....	24
1.3.7 Εξωτερικά εξαρτήματα ατμολέβητα.....	26
1.4 Καύσιμα που χρησιμοποιούν οι ατμολέβητες.....	28
1.4.1 Θερμογόνος δύναμη καυσίμων.....	28
1.4.2 Πετρέλαιο.....	28
1.4.3 Υγραέριο.....	29
1.4.4 Φυσικό αέριο.....	32
1.4.5 Πλεονεκτήματα Φυσικού Αερίου έναντι των συμβατικών	

υγρών καυσίμων.....	33
---------------------	----

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΤΜΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

2.1 Στάδια επεξεργασίας και παραγωγής χαρτιού.....	37
2.2 Περιγραφή του ατμολέβητα.....	38
2.2.1 Το κύριο μέρος του λέβητα.....	38
2.2.2 Καυστήρας weishaupt τύπου g50/2-a.....	42
2.2.3 Λέβητας ατμού με αναστρεφόμενη φλόγα..	46
2.2.4 Στάνταρ εξοπλισμός.....	47
2.2.5 Προαιρετικός εξοπλισμός.....	47
2.3 Σύστημα τροφοδοσίας νερού του ατμολέβητα.....	48
2.4 Εξοικονομητής (Economizer).....	50
2.5 Το υγραέριο στην μελετούμενη εγκατάσταση.....	51
2.6 Λέβητας Νερού.....	61
2.7 Χρήση χημικών στην εγκατάσταση.....	63
2.7.1 Γενικά.....	63
2.7.2 Dia Prosim 85 R2.....	63
2.7.3 Dia Prosim Vec 9L.....	65
2.7.4 Dia Prosim VN 11.....	67
2.8 Ηλεκτροκινητήρες	69
2.9 Μέτρηση σκληρότητας του νερού.....	71

3. ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΟΥ ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΑ

3.1 Με χρήση πετρελαίου.....	73
3.1.1 Γενικά στοιχεία.....	73
3.1.2 Στοιχειομετρική σύσταση καυσίμου.....	73
3.1.3 Θερμογόνος δύναμη καυσίμου (μαζούτ).....	74
3.1.4 Ελάχιστη ποσότητα αέρα καύσης.....	74
3.1.5 Ποσότητα ξηρών καπναερίων.....	74
3.1.6 Ποσότητα υγρών καπναερίων.....	74
3.1.7 Μέγιστη περιεκτικότητα των καπναερίων σε CO ₂	75
3.1.8 Περίσσεια αέρα καύσης.....	75
3.1.9 Ποσότητα πραγματικών ξηρών καπναερίων (με περίσσεια αέρα).....	75
3.1.10 Ποσότητα πραγματικών υγρών καπναερίων (με περίσσεια αέρα).....	76
3.1.11 Απώλειες θερμών καπναερίων (χ_a).....	76
3.1.12 Απώλειες από ατελή καύση (χ_b).....	76
3.1.13 Απώλειες από ακτινοβολία και αγωγιμότητα (χ_c).....	76
3.1.14 Προσδιδόμενη θερμότητα στην εστία του ατμολέβητα.....	77
3.1.15 Βαθμός απόδοσης ατμολέβητα.....	77
3.2 Χρήση υγραερίου.....	77
3.3 Χρήση φυσικού αερίου.....	80

4. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

4.1 Γενικά.....	84
4.2 Παράγοντες που επηρεάζουν το βαθμό απόδοσης του Ατμολέβητα.....	85
4.3 Εξοικονόμηση και επεμβάσεις στη μονάδα ατμοπαραγωγής.....	85
4.4 Εξοικονόμηση στο δίκτυο ατμού.....	86
4.4.1 Λειτουργία των συστημάτων ατμού.....	86
4.4.2 Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στα συστήματα ατμού.....	89
4.5 Θερμομόνωση στοιχείων ατμολεβήτων.....	92
4.5.1 Εφαρμογές της θερμομόνωσης στη βιομηχανία.....	92
4.5.2 Τρόποι θερμομόνωσης των σωληνώσεων και άλλων στοιχείων του ατμολέβητα.....	93
4.6 Αυτοματισμοί με σκοπό την ενεργειακή αναβάθμιση της εγκατάστασης.....	95
4.7 Ηλεκτροκινητήρες και εξοικονόμηση.....	96
4.7.1 Γενικά.....	96
4.7.2 Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στα ηλεκτροκινητήρια Συστήματα.....	96
4.8 Εξοικονόμηση αλατιού και υπολογισμός ρητίνης.....	100
4.9 Άλλες επεμβάσεις.....	101
4.9.1 Εγκατάσταση δινογεννήτριας (turbulator)	101
4.9.2 Μόνωση της καπνοδόχου.....	102
4.9.3 Περίσσεια αέρα και έλεγχος καυσαερίων.....	102

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ 105

5.1 Επιλογή καυσίμου.....	105
5.2 Προτάσεις για αποδοτικότερη λειτουργία.....	106

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 108

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ατμολέβητας ονομάζεται κάθε κλειστή μεταλλική συσκευή εντός της οποίας νερό ή άλλο υγρό θερμαίνεται και μετατρέπεται σε ατμό. Η θερμότητα παράγεται από την καύση του καυσίμου, με το οποίο τροφοδοτείται ο ατμολέβητας, χάρη στο εργαζόμενο μέσο, που ανακυκλοφορεί μέσα σε σωληνώσεις και μεταφέρει τη θερμότητα αυτή στο σημείο που θα καταναλωθεί, είτε για θέρμανση είτε για παραγωγή έργου.

Οι ατμολέβητες, με την παραγωγή ατμού, είναι η κινητήριος δύναμη μερικών τύπων μηχανών, εδώ και αρκετά χρόνια. Αυτή την στιγμή έχουν χιλιάδες εφαρμογές. Η χρήση τους ξεκίνησε από την βιομηχανική επανάσταση σε εφαρμογές, όπως για παράδειγμα σε ατμόπλοια για την κίνησή τους. Η ανάπτυξη της τεχνικής παραγωγής τους έχει δώσει πολύ μεγάλες δυνατότητες για την αύξηση της χρήσης τους σε πολλές άλλες εφαρμογές, όπως για παράδειγμα την ηλεκτροπαραγωγή. Επομένως, οι ατμολέβητες έχουν καίρια θέση σε ένα σύγχρονο βιομηχανικό περιβάλλον.

Η τεχνολογική εξέλιξη έχει σαν αποτέλεσμα την κατασκευή και χρήση ατμολεβήτων από διαφορετικά υλικά, σχεδιασμό θαλάμου καύσης, πίεση καυσαερίων, διαμόρφωση διαδρομών καυσαερίων, ακόμα και αισθητική εξωτερικών καλυμμάτων, έτσι ώστε να έχουμε την υψηλότερη δυνατή απόδοση με το χαμηλότερο δυνατό κόστος παραγωγής και χρήσης. Συναντάμε λέβητες χαλύβδινους, χυτοσιδηρούς, διμεταλλικούς, χάλκινους ακόμα και αλουμινίου ή αεραυλωτούς, φλογαυλωτούς με 2, 3 ή και 5 διαδρομές καυσαερίων. Λέβητες συμπύκνωσης, αλλά και λέβητες στερεών καυσίμων συμπληρώνουν την πολύ μεγάλη ποικιλία στη βιομηχανία παραγωγής των λεβήτων.

Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο άρχισε η κατασκευή των ατμογεννητριών υψηλής πίεσης που επέβαλε η ανάγκη χρήσης ακόμη υψηλότερης πίεσης ατμού. Η κατασκευή των ατμογεννητριών βασίστηκε σε νέες αρχές που κάποιες εξ αυτών είχαν εφαρμοστεί περιορισμένα στους κλασικούς λέβητες.

Τέλος μέγα και αποφασιστικό βήμα στην εξέλιξη των ατμολεβήτων στη σύγχρονη εποχή θα μπορούσε να θεωρηθεί η χρήση της ατομικής ή πυρηνικής ενέργειας στο πλαίσιο της ατμοπαραγωγικής εγκατάστασης.

Οι κύριες λειτουργίες που παρατηρούνται σ' έναν ατμολέβητα είναι βασικά τρεις:

1. Η καύση του καυσίμου, δια της οποίας η χημική του ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα.

2. Η μετάδοση της εκλυόμενης θερμότητας, στο νερό του υδροθαλάμου,
3. Η μετατροπή του νερού σε ατμό, (ατμοποίηση).

Κύριο κριτήριο αξιολόγησης και επιλογής είναι η απόδοση. Η αντοχή βρίσκεται έτσι κι αλλιώς σε πολύ υψηλά επίπεδα. Κύριο σημείο ανταγωνιστικότητας, είναι ο βαθμός απόδοσης ενός ατμολέβητα. Όταν μιλάμε για βαθμό απόδοσης εννοούμε το λόγο της ποσότητας ενέργειας που παίρνουμε από τη λειτουργία του ατμολέβητα (δηλαδή του παραγόμενου ατμού) προς την ποσότητα της ενέργειας που δίνουμε σ αυτόν (δηλαδή την θερμαντική ικανότητα του εκάστοτε καυσίμου).

Αξίζει να σημειωθεί ότι ο βαθμός απόδοσης του λέβητα είναι διαφορετικός από το βαθμό απόδοσης καύσης. Ο βαθμός απόδοσης της καύσης (ή διαφορετικά εσωτερικός βαθμός απόδοσης) καθορίζει την τελειότητα της καύσης ανάλογα με τα παράγωγα της καύσης μέσα στο λέβητα. Υπολογίζεται από τη διαφορά της θερμοκρασίας των καυσαερίων και της θερμοκρασίας του χώρου, την περιεκτικότητά τους σε διοξείδιο του άνθρακα ή την περιεκτικότητα σε οξυγόνο και συντελεστές που διαμορφώνονται ανάλογα με το είδος του καυσίμου.

1. ΜΟΝΑΔΕΣ ΑΤΜΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

1.1. Ο ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΑΣ ΩΣ ΜΟΝΑΔΑ ΑΤΜΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

1.1.1. ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ

Ο ατμός χρησιμοποιείται στις λεγόμενες θερμικές μηχανές εξωτερικής καύσης (ατμοστρόβιλοι - ατμομηχανές). Η παραγωγή ατμού στην πράξη πραγματοποιείται από την θέρμανση νερού μέσα σε ειδικά δοχεία υπό σταθερή πίεση.

Ο Ατμός είναι κάθε αέριο που προκαλείται αν θερμανθεί μια στερεά ή υγρή ουσία και ειδικότερα το αέριο που προέρχεται αν βραστεί το νερό λέγεται ατμός. Ο ατμός του νερού (υδρατμός) είναι άχρωμος και διαφανής και προέρχεται, όταν βράζουμε νερό, οπότε έχουμε "ατμοποίηση", δηλ. γρήγορη εξαέρωση του νερού. Επίσης ατμό έχουμε και όταν από την ηλιακή θερμότητα τα νερά των θαλασσών, ποταμών και λιμνών μετατρέπονται σε αέριο, αλλά αργά, και τότε λέμε πως έχουμε εξατμηση.

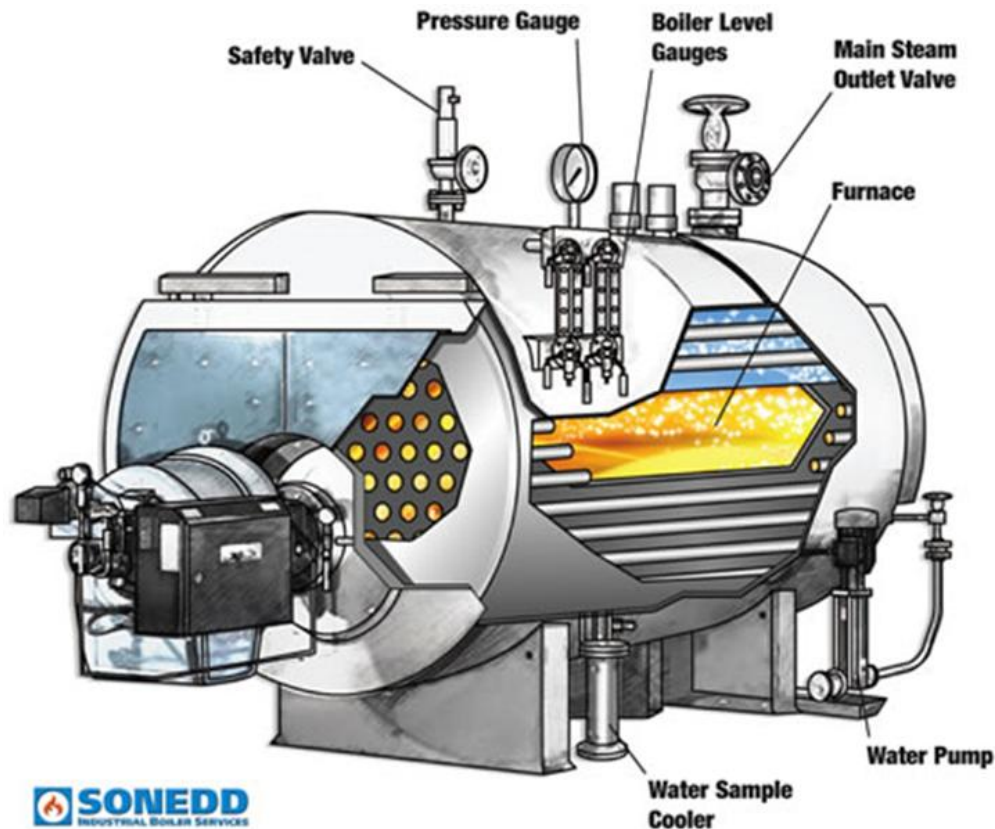
Ο ατμός χαρακτηρίζεται από τις ακόλουθες 3 καταστάσεις:

- Υγρός ατμός : είναι μίγμα νερού και ατμού
- Κορεσμένος ατμός : είναι ατμός που έχει ανάλογα την κατά περίπτωση πίεση, θερμοκρασία βρασμού του νερού
- Υπέρθερμος ατμός : είναι ατμός που έχει θερμανθεί πέρα της κατάστασης του κορεσμού

Είδη Ατμού:

- Κορεσμένος: είναι σε επαφή με το νερό από το οποίο προέρχεται (ατμοθάλαμος). Ονομάζεται κορεσμένος γιατί έχει πάρει όλο το ποσό της θερμότητας που χρειάζεται για να φθάσει στη πίεση που προβλέπεται. Εάν δοθεί και άλλο ποσό θερμότητας στο κορεσμένο ατμό θα πρέπει να αυξηθεί η πίεσή του για να εξατμίσει περισσότερη ποσότητα νερού στον ατμοθάλαμο.
- Υπέρθερμος: έχει μεγαλύτερη θερμοκρασία για την αντίστοιχη πίεση. Την αποκτά στον υπερθερμαντήρα όπου δεν υπάρχει νερό προς ατμοποίηση και έτσι η θερμότητα που προσλαμβάνει ο ατμός χρησιμοποιείται για υπερξήρανση (απαλλαγή από υγρά μόρια), άνοδο της θερμοκρασίας πάνω

από αυτήν του βρασμού και αύξηση του θερμικού του περιεχομένου. Επομένως Θερμικό περιεχόμενο του ατμού είναι το άθροισμα της εσωτερικής του θερμικής ενέργειας (που κάθε σώμα περιέχει) συν της εξωτερικής θερμικής ενέργειας που προσλαμβάνει στο λέβητα.



Εικόνα 1.1: Μέρη ατμολέβητα
[www.google.gr/search]

Ο Λέβητας είναι μία συσκευή όπου μέσα της γίνεται η καύση του καυσίμου (υγρό ή αέριο), για την παραγωγή θερμικής ενέργειας και στη συνέχεια η θερμική αυτή ενέργεια να ζεστάνει το νερό και να χρησιμοποιηθεί σαν ενδιάμεσο μέσο όπου θα μεταφέρει θερμότητα σε έναν άλλο χώρο, είτε σαν ζεστό νερό χρήσης ή σαν μέσο για τη παραγωγή ατμού. Ο ατμολέβητας ή ατμοπαραγωγός είναι ένα σύστημα παραγωγής ατμού, με καθορισμένα θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά. Είναι κατασκευασμένος κυρίως από μέταλλο και το ύψος του στις σύγχρονες μονάδες φτάνει και τα εκατό (100) μέτρα. Στο χαμηλότερο μέρος του βρίσκεται η τεφρολεκάνη (ανάλογα με το καύσιμο), μετά ακολουθεί το σύστημα καύσης, οι σωληνώσεις για την μεταφορά θερμότητας και ο σωλήνας εξαγωγής των καυσαερίων. Υπάρχουν δύο βασικά είδη ατμολεβήτων: οι υδραυλωτοί και αεριαυλωτοί. Στους υδραυλωτούς το νερό κυκλοφορεί μέσα στους αυλούς και τα καυσαέρια περνούν εξωτερικά. Στους αεριαυλωτούς τα καυσαέρια κινούνται μέσα στους αυλούς και το εργαζόμενο

μέσο βρίσκεται εξωτερικά. Ο ατμολέβητας είναι από τα πιο χρησιμοποιούμενα συστήματα για την παραγωγή ατμού σε μεγάλες ατμοηλεκτρικές μονάδες. Αυτό οφείλεται στο ότι μπορεί να λειτουργεί με οποιοδήποτε καύσιμο π.χ. πετρέλαιο, λιγνίτη, φυσικό αέριο κ.τ.λ. και να έχει μεγάλη διάρκεια ζωής. Βέβαια παρουσιάζει και ελαττώματα π.χ. μεγάλο κόστος-χρόνος κατασκευής, σχετικά μεγάλες απώλειες, υψηλό κόστος συντήρησης, δεν μπορεί να γίνει σε οποιαδήποτε περιοχή κ.τ.λ..

Οι λέβητες νερού υπάρχουν σε πολυκατοικίες και σπίτια ως κύριο μέσο θέρμανσης εσωτερικών χώρων. Βρίσκουν όμως εφαρμογή και στη βιομηχανία-τριτογενή τομέα προκειμένου να παραχθεί ζεστό νερό και ατμός και στη περίπτωση της ΔΕΗ, παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος με το κύκλο Rankine.

Με τον ατμολέβητα μπορούμε και έχουμε παραγωγή θερμότητας όποτε τη χρειαζόμαστε και την θέλουμε για οποιαδήποτε χρήση. Με τη καύση υγρού ή αέριου καυσίμου παράγουμε θερμότητα η οποία προσδίδεται στο εργαζόμενο μέσο. Στον ατμολέβητα το ρόλο του εργαζόμενου μέσου έχει ο ατμός. Ο ατμός παράγεται από το νερό που βρίσκεται μέσα στο λέβητα και ζεσταίνεται, όταν υπερθερμανθεί γίνεται ατμός, ο ατμός αυτός πηγαίνει για να λειτουργήσουν οι μηχανές.

Επίσης, μπορούμε να ορίσουμε το λέβητα σαν ένα συγκρότημα με το οποίο από το νερό παράγουμε ατμό με τη βοήθεια της θερμότητας ή σαν ένα εναλλάκτη θερμότητας μέσα στον οποίο πραγματοποιείται η εναλλαγή θερμότητας μεταξύ ενός ρεύματος θερμών καυσαερίων και ενός ρεύματος νερού το οποίο καθώς διατρέχει το λέβητα μετατρέπεται προοδευτικά σε ατμό, αρχικά κορεσμένο και στη συνέχεια υπέρθερμο.

1.1.2. ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΑ

Είναι μηχανική συσκευή, η οποία ορίζεται ως μια δεξαμενή, η οποία μεταβιβάζει θερμότητα από την καύση ενός καυσίμου στο θερμαντικό μέσο. Είναι στην ουσία μια μεταλλική κατασκευή, στην οποία παράγεται θερμότητα και μεταδίδεται σε ένα θερμαντικό μέσο. Συνδυάζει ένα καυστήρα, ο οποίος μετατρέπει τη χημική ενέργεια του καυσίμου σε θερμική ενέργεια και έναν εναλλάκτη, ο οποίος μεταδίδει την παραγόμενη θερμότητα στο θερμαντικό μέσο, με συνηθέστερο θερμαντικό μέσο το νερό. Σπανιότερα, συναντούμε και τους λέβητες που χρησιμοποιούν ως κύριο μέσο τον αέρα, τον θερμαίνουν διαμέσου αεραγωγών, και τον μεταφέρουν, ώστε να θερμάνουν χώρο ή να αποξηράνουν προϊόντα. Ακόμη πιο σπάνιοι είναι οι λέβητες, οι οποίοι χρησιμοποιούν ως θερμαντικό μέσο το λάδι ή άλλα ρευστά, με ελάχιστες εφαρμογές.

Οι κύριες λειτουργίες που παρατηρούνται σ' ένα ατμολέβητα είναι βασικά τρεις:

- Η καύση του καυσίμου, δια της οποίας η χημική του ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα.
- Η μετάδοση της εκλυόμενης θερμότητας, στο νερό του υδροθαλάμου, και
- Η μετατροπή του νερού σε ατμό (ατμοποίηση).

Θα ήταν σκόπιμο σε αυτό το σημείο να αναφερθούμε στις ιδιότητες των ατμολεβήτων. Λόγο των ιδιαίτερων συνθηκών που λειτουργούν και των απαιτήσεων που πρέπει να ανταποκριθούν, θα πρέπει να διακατέχονται από τις παρακάτω ιδιότητες:

- Ελάχιστο όγκο και βάρος
- Μέγιστη απόδοση ορίων ατμοπαραγωγής
- Ικανότητα παροχής ατμού με ευρεία όρια μεταβολής της ατμοπαραγωγής.
- Μέγιστη ικανότητα προσαρμογής σε αυξομείωση ατμοπαραγωγής
- Μικρό χρόνο ατμοποίησης.
- Μεγάλη ασφάλεια λειτουργίας.
- Μικρή απώλεια ακτινοβολίας στο χώρο εγκατάστασης.
- Μεγάλη ευχέρεια επιθεώρησης, καθαρισμού και επισκευής.
- Επαρκή (ικανοποιητική) εγκατάσταση απαραίτητων οργάνων ελέγχου και λειτουργίας.

Η λειτουργία των ατμολεβήτων γίνεται σε στάδια. Στο πρώτο στάδιο γίνεται η καύση του καυσίμου. Η χημική ενέργεια μετατρέπεται σε θερμότητα. Στο δεύτερο στάδιο γίνεται η μετάδοση θερμότητας από τη φλόγα και τα καυσαέρια στο νερό και τέλος στο τρίτο στάδιο γίνεται η μετατροπή του νερού σε ατμό. Για να επιτευχθούν αυτά τα στάδια καύσης και μετάδοσης θερμότητας στον λέβητα βοηθούν επιπλέον εξαρτήματα που έχει ο λέβητας, είτε αυτά είναι εσωτερικά είτε εξωτερικά.

1.2. ΕΙΔΗ ΑΤΜΟΠΑΡΑΓΩΓΩΝ ΚΑΙ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ

Με βάση αυτά οι λέβητες διακρίνονται σε:

- Λέβητες εσωτερικής εστίας, φλογαυλωτοί λέβητες.
- Λέβητες εξωτερικής εστίας, υδραυλωτοί λέβητες.
- Λέβητες φυσικής κυκλοφορίας, και
- Λέβητες τεχνητής κυκλοφορίας ή βεβιασμένης κυκλοφορίας.

1.2.1. Φλογαυλωτοί λέβητες

Μελετώντας ιστορικά τους λέβητες, πρώτοι υπήρξαν οι φλογαυλωτοί λέβητες (εικόνα 1.2) ή λέβητες εσωτερικής εστίας όπως αλλιώς ονομάζονται και κατασκευάστηκαν σε δύο τύπους:

- Κυλινδρικούς-ευθείας φλόγας ή λέβητες αγγλικού ναυαρχείου και
- Κυλινδρικούς-επιστρεφόμενης φλόγας απλής ή διπλής πρόσοψης.

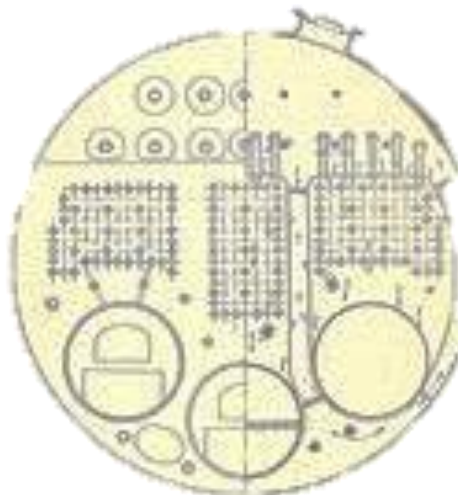
Οι κυλινδρικοί-ευθείας φλόγας διαθέτουν αυλούς και από το κλίβανο οδεύουν προς την καπνοδόχο τα καυσαέρια, ενώ οι κυλινδρικοί λέβητες επιστρεφόμενης φλόγας διαθέτουν αυλούς πάνω και παράλληλα με τον κλίβανο ώστε τα καυσαέρια να περνάνε ανάμεσα από τους αυλούς πριν διαφύγουν προς την καπνοδόχο. Οι φλογαυλωτοί (ή κυλινδρικοί) λέβητες χρησιμοποιούνται κυρίως σαν βοηθητικοί και είναι :

α) επιστρεφόμενης φλόγας απλής προσόψεως.

β) με υδραυλούς κυκλοφορίας.

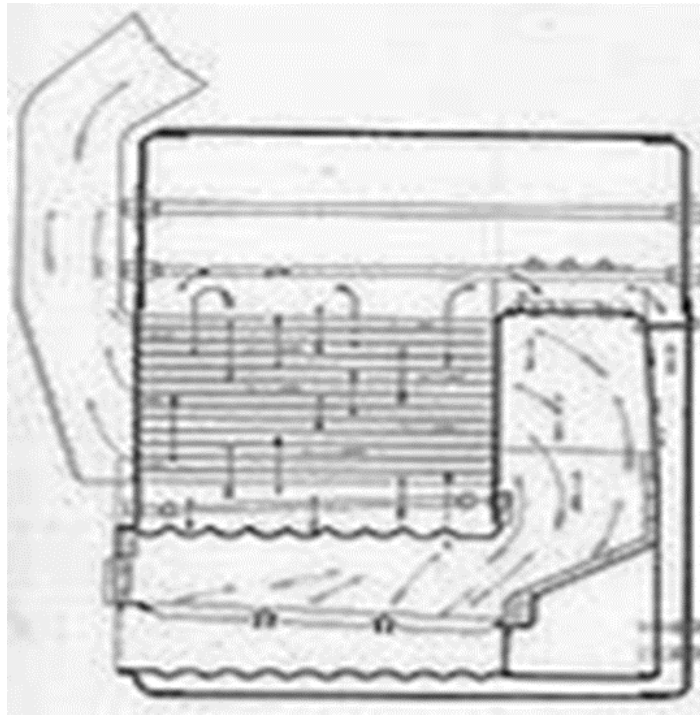
γ) με πρόσθετους ατμοθαλάμους-υδροθαλάμους και υδραυλούς

Γενικά , ένας φλογαυλωτός λέβητας αποτελείται από ένα κυλινδρικό κέλυφος, δυο πώματα, έναν ή περισσότερους κλιβάνους (εστίες) με τους αντιστοίχους φλογοθαλάμους και τις δέσμες των φλογαυλών. Λέγονται και κυλινδρικοί γιατί έχουν σχήμα κυλινδρικό. Η θερμότητα των καυσαερίων που διατρέχουν εσωτερικά τους αυλούς μεταδίδεται στη μάζα του νερού που τους περιβάλλει.



Εικόνα 1.2. Κυλινδρικός φλογαυλωτός λέβητας επιστρεφόμενης φλόγας Σκωτικού τύπου
[www.google.gr/search]

Από τα δύο παραπάνω είδη λεβήτων που αναφέραμε, αυτός που χρησιμοποιήθηκε πιο πολύ ήταν ο φλογαυλωτός λέβητας επιστρεφόμενης φλόγας και η χρήση του ήταν διαδεδομένη τον προηγούμενο αιώνα και μέχρι τις αρχές του εικοστού αιώνα . Ο λόγος που χρησιμοποιήθηκε αυτού του τύπου λέβητας ήταν γιατί είχε περισσότερα πλεονεκτήματα σε σχέση με τον φλογαυλωτό ευθείας φλόγας. Ο λέβητας αυτός θεωρήθηκε ανεπαρκής όταν άρχισαν να εισάγονται στα πλοία παλινδρομικές μηχανές τριπλής εκτόνωσης και στη συνέχεια οι ατμοστρόβιλοι.



Εικόνα 1.3 Κάτοψη διάταξης ατμολέβητα επιστρεφόμενης φλόγας Σκωτικού τύπου, απλής πρόσωσης.
[www.google.gr/search]

1.2.2. Υδραυλωτοί λέβητες

Στη συνέχεια ως αντικαταστάτες των φλογαυλωτών βρέθηκαν οι υδραυλωτοί ατμολέβητες. Αυτοί αποδείχθηκαν με τη σειρά τους πιο ικανοί από τους φλογαυλωτούς με δυνατότητα ταχύτερης παραγωγής ατμού υψηλής πίεσης. Οι υδραυλωτοί λέβητες αναπτύχθηκαν αλματωδώς τον 20^ο αιώνα. Ο κυριότερος παράγοντας που εμπόδιζε την ανάπτυξή τους ήταν το αλάτι που επικάθονταν στις σωληνώσεις.

Η χρήση των ατμοστρόβιλων επέβαλε υψηλές πιέσεις ατμού και ανάγκη υψηλής ατμοπαραγωγικής ικανότητας των λεβήτων (Ατμοπαραγωγική ικανότητα = τόνοι παραγόμενου ατμού ανά ώρα T_h / h). Βαθμός ατμοπαραγωγής = τόνοι παραγόμενου ατμού ανά μονάδα θερμαινόμενης επιφάνειας και ανά ώρα $T_h / m^2 / h$

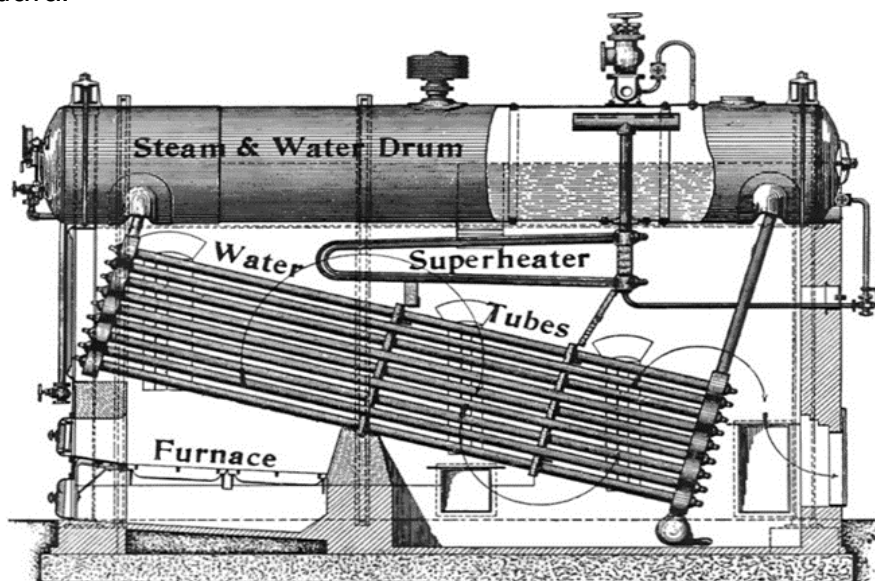
Αυτό οδήγησε στην αύξηση του βαθμού καύσεως (= κατανάλωση πετρελαίου ανά μονάδα θερμαινόμενης επιφάνειας και ανά ώρα $\text{kg} / \text{m}^2 / \text{h}$) και στη χρήση του τεχνητού ελκυσμού.

Τις παραπάνω προϋποθέσεις τις έχουν μόνο οι υδραυλωτοί λέβητες οι οποίοι είναι ελαφρύτεροι σε βάρος από τους φλογαυλωτούς και μικρότεροι σε όγκο γι' αυτό και επεκράτησε η χρήση τους. Παρόμοιο πρόβλημα από τα άλατα του νερού είχαν κι οι φλογαυλωτοί αλλά σε εκείνους το πρόβλημα δεν ήταν τόσο έντονο καθώς δεν είχαν τέτοια απόδοση στην ατμοποίηση, είχαν μεγαλύτερο όγκο νερού και χαμηλότερη πίεση. Η λύση βέβαια για αυτό το πρόβλημα ήταν η χημική επεξεργασία του νερού δηλαδή το απιονισμένο νερό και για να γίνει αυτό στα πλοία ειδικά ήθελε σύστημα αφαλάτωσης. Αφού ξεπεράστηκαν δυσκολίες τεχνικής φύσεως άρχισαν να κατασκευάζουν λέβητες,

- οι Γάλλοι το λέβητα τύπου Balleville,
- οι Αμερικανοί λέβητα τύπου ελεύθερης κυκλοφορίας γνωστοί με την ονομασία (Babcock-Wilcox)
- και στην Αγγλία υδραυλωτούς ταχείας κυκλοφορίας όπως οι Yarrow, Thornycroft, White-Foster

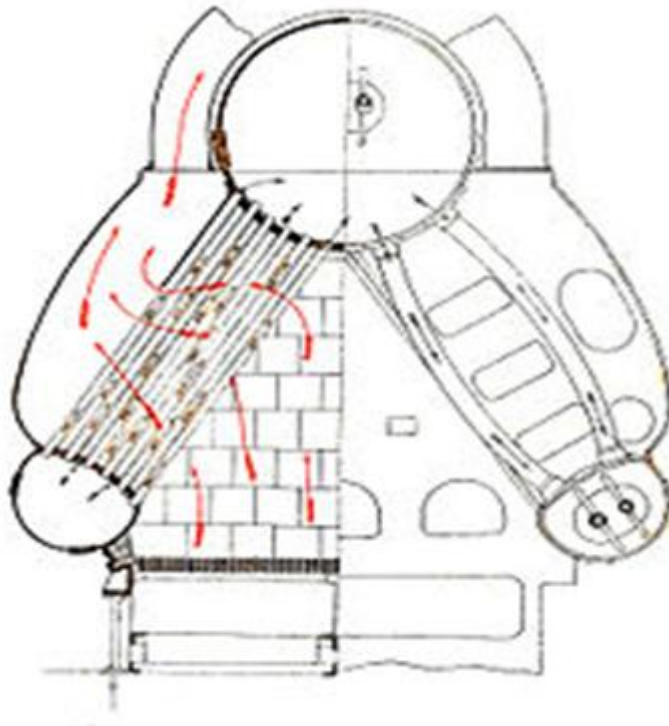
1.2.3. Υδραυλωτοί ελεύθερης κυκλοφορίας

Συνηθέστερος τύπος αυτών των λεβήτων που είναι ακόμα σε χρήση είναι ο λέβητας Babcock - Wilcox (εικόνα 1.4) με συλλέκτη απλής διαδρομής καυσαερίων ή τριών διαδρομών καυσαερίων. Αποτελείται από τον ατμοϋδροθάλαμο, τα ατμογόνα στοιχεία, το συλλέκτη, την εστία, το περίβλημα του λέβητα και τον υπερθερμαντήρα. Πιθανόν, η εστία, αντί να είναι χτισμένη με πυρότουβλα, να κατασκευάζεται από υδροτοιχώματα.



Εικόνα 1.4. Λέβητας τύπου ελεύθερης κυκλοφορίας (Babcock-Wilcox)

[www.google.gr/search]



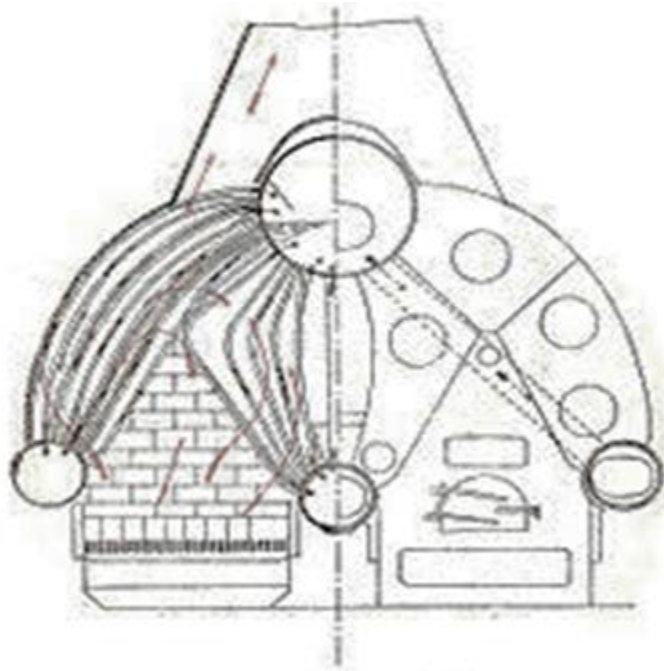
Εικόνα 1.5. Λέβητας Yarrow σε τομή
[www.google.gr/search]

Όσον αφορά τον λέβητα YARROW (εικόνα 1.5) τα βασικά του μέρη είναι:

- Ατμοϋδροθάλαμος
- Υδροθάλαμοι
- Αυλοί
- Υπερθερμαντήρας
- Εστία
- Περίβλημα

Κατά τη λειτουργία αυτού του λέβητα, τα καυσαέρια περιβάλλουν πρώτα τους αυλούς, στη συνέχεια τον υπερθερμαντήρα και από την καπνοδόχο οδηγούνται στην ατμόσφαιρα.

Το τροφοδοτικό νερό εκτός του ότι κυκλοφορεί στη δέσμη των ατμογόνων αυλών, κατεβαίνει σε μεγάλη ποσότητα από τον ατμοϋδροθάλαμο στους κάτω υδροθαλάμους μέσα από τους αυλούς κυκλοφορίας που είναι έξω από τον λέβητα. (DOWN COMERS).



Εικόνα 1.6. Λέβητας Thornycroft σε τομή
[www.google.gr/search]

1.2.4. Υδραυλωτοί λέβητες ταχείας κυκλοφορίας

Η κατασκευή λεβήτων υδραυλωτών ταχείας κυκλοφορίας έχει αλματώδη ανάπτυξη κυρίως τα τελευταία χρόνια με διάφορες παραλλαγές. Οι υδραυλωτοί λέβητες πλέον εφοδιάζονται και με επιπλέον συσκευές όπως:

- οικονομητήρες
- υπερθερμαντήρες
- προθερμαντήρες αέρος
- συστήματα ελέγχου λειτουργίας

Ακόμη και σήμερα αυτές οι εταιρίες έχουν επικρατήσει στο χώρο της κατασκευής λεβήτων κυρίως ναυτικών, όπως οι:

- Babcock-Wilcox Co,
- Foster-Wheeler Co. και
- Combustion Engineering Co.

Οι λέβητες ταχείας κυκλοφορίας είναι η εξελιγμένη μορφή των υδραυλωτών λεβήτων και κατασκευάστηκαν σε τρεις κυρίως τύπους :

A ή Λ - M – D. Οι λέβητες τύπου M είναι δυο εστιών και δεν χρησιμοποιούνται στα πλοία. Ο τύπος A ή Λ είναι ο λέβητας YARROW και παρόμοιος μ' αυτόν ο WHITE - FOSTER. Αντιπροσωπευτικούς λέβητες τύπου D κατασκεύασαν οι εταιρίες BABCOCK - WILCOX, FOSTER - WHEELER και COMBUSTION ENGINEERING.

Λέβητας τύπου D: Αυτοί οι λέβητες κατασκευάστηκαν για να καλύψουν απαιτήσεις μεγάλης ατμοπαραγωγής μέχρι και 100 τόνους ανά ώρα παραγωγής υπέρθερμου ατμού, πίεσης 62 bar και θερμοκρασίας 520 βαθμών Κελσίου. Κύριο χαρακτηριστικό του τύπου D είναι οι δυο θάλαμοι κυκλοφορίας του νερού και η κατασκευή της εστίας από υδροτοιχώματα (WATER WALL TUBES), με αποτέλεσμα τη γρηγορότερη και μεγαλύτερη ατμοπαραγωγή. Ανεξάρτητα όμως των παραπάνω και σήμερα ακόμη συνεχίζουν να χρησιμοποιούνται φλογαυλωτοί λέβητες κατακόρυφου ή οριζόντιου τύπου, περισσότερο όμως ως βοηθητικοί λέβητες.

1.2.5. Λέβητας δυο εστιών τύπου FOSTER - WHEELER.

Αυτός ο λέβητας διαθέτει μια εστία κορεσμένου ατμού και μια εστία υπέρθερμου. Ο κορεσμένος ατμός εκτελεί 5 διαδρομές μεταξύ του επάνω και του κάτω συλλέκτη του υπερθερμαντήρα και εισέρχεται στον κύριο ατμαγωγό ως υπέρθερμος. Ο παραγόμενος ατμός έχει πίεση 42 bar, θερμοκρασία 450 βαθμούς Κελσίου και η Ατμοπαραγωγική ικανότητα αυτού του λέβητα είναι 60 Tn / h.

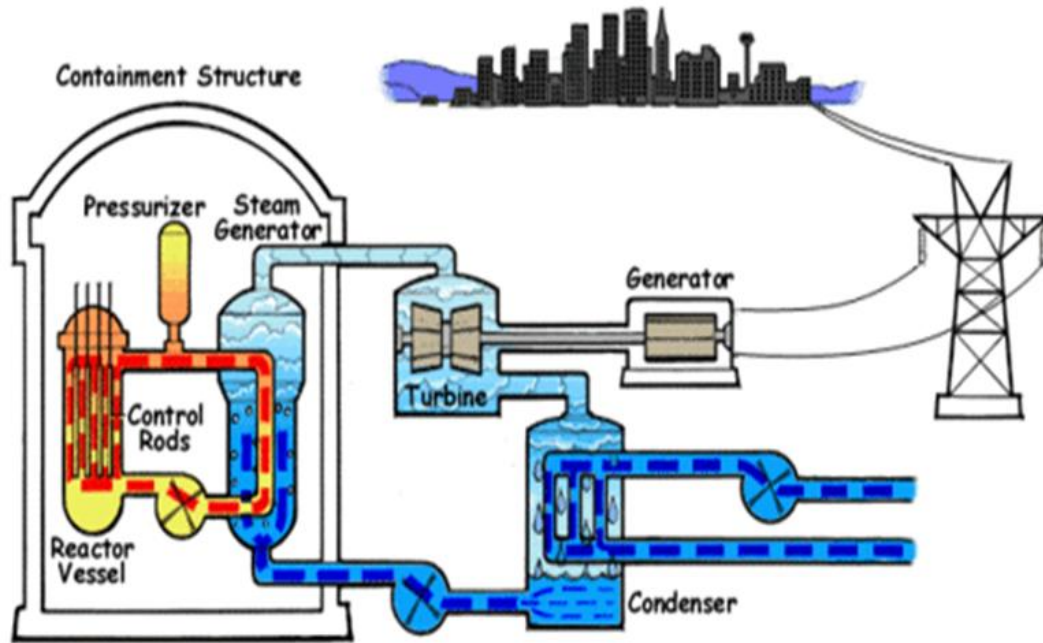
1.2.6. Ατμογεννήτριες

Με τον όρο ατμογεννήτριες εννοούμε ατμολέβητες με παραγωγή ατμού πίεσης 221 bar και πάνω και θερμοκρασίας 374 βαθμών Κελσίου και πάνω, χωρίς τη μεσολάβηση βρασμού.

Οι τρεις βασικές προϋποθέσεις λειτουργίας μιας ατμογεννήτριας είναι :

- α) Τεχνητή ή αναγκαστική ή και βεβιασμένη κυκλοφορία του νερού.
- β) Κατασκευή του λέβητα με ισχυρά υδροτοιχώματα για αντοχή και μεγαλύτερη θερμαινόμενη επιφάνεια.
- γ) Καύση υπό πίεση. Στον κανονικό λέβητα με τεχνητό ελκυσμό η πίεση του αέρα δεν υπερβαίνει τα 200mm στήλης νερού H₂O, η οποία αντιστοιχεί περίπου σε 0,02 bar ενώ στις ατμογεννήτριες η πίεση του αέρα της καύσεως είναι 2,5 - 6 bar και την επιτυγχάνουμε με τη λειτουργία αεροσυμπιεστή που λειτουργεί με αεριοστρόβιλο, ηλεκτροκίνητο αρχικά και στη συνέχεια με τα καυσαέρια της καύσεως.

Μετά το 1945 άρχισαν να κατασκευάζονται ατμογεννήτριες υψηλής πίεσης και αυτό σήμαινε ακόμη υψηλότερη πίεση ατμού. Μεγάλο βήμα για την παραγωγή ατμού αποτέλεσε και η χρήση της ατομικής και πυρηνικής ενέργειας σε ατμοπαραγωγική εγκατάσταση (εικόνα 1.7).



Εικόνα 1.7. Παραγωγή ατμού με πυρηνική ενέργεια
[www.google.gr/search]

Οι ατμογεννήτριες χαρακτηρίζονται ως ατμολέβητες "υψηλής πίεσης αναγκαστικής κυκλοφορίας". Αντιπροσωπευτικοί τύποι αυτών είναι οι τύποι:

- Benson
- Lamont
- Sulzer
- Smith – Hartman

1.2.7. Σύγκριση φλογαυλωτών και υδραυλωτών λεβήτων

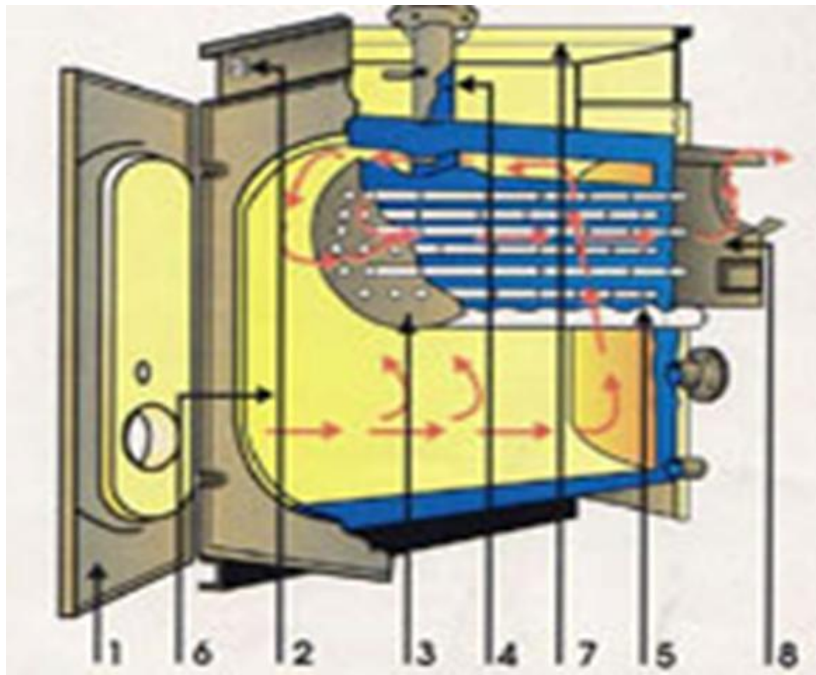
Τα πλεονεκτήματα των φλογαυλωτών λεβήτων είναι τα εξής:

- Συμπαγής κατασκευή
- Λειτουργία σε μεγάλο εύρος παροχών ατμού
- Φθηνότερη λύση

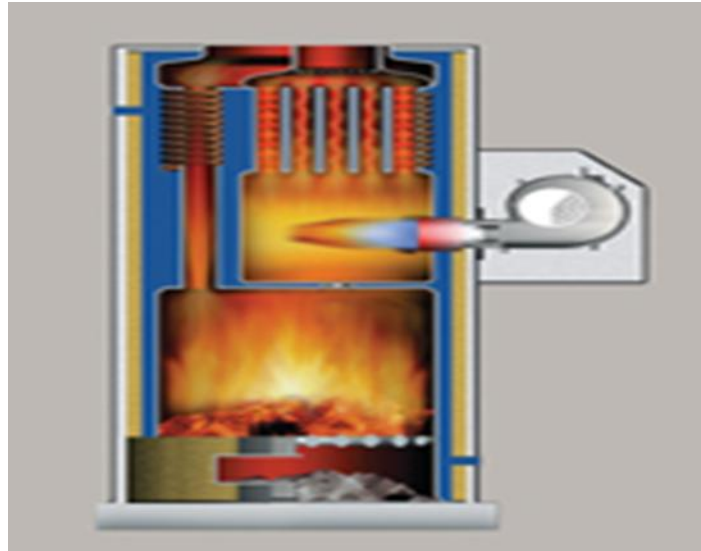
Τα μειονεκτήματα των φλογαυλωτών λεβήτων είναι τα:

- Πίεση ατμού χαμηλή. Αύξηση της πίεσης απαιτεί μεγάλα πάχη τοιχώματος
- Μικρή επιφάνεια εναλλαγής ανά μονάδα όγκου εγκατάστασης

- Αργή απόκριση (λόγω μεγάλης μάζας νερού)
- Δύσκολη υπερθέρμανση (όχι εντελώς ξηρός ατμός)
- Ο υδροθάλαμος (δοχείο ατμολέβητα) είναι συνέχεια υπό πίεση. κίνδυνος σοβαρού δυστυχήματος



Εικόνα 1.8. Φλογαυλοί σε τομή
[www.google.gr/search]



Εικόνα 1.9.υδραυλοί σε τομή
[www.google.gr/search]

1.2.8. Φυσική και βεβιασμένη κυκλοφορία

Η κυκλοφορία του νερού στους λέβητες γίνεται είτε με φυσική κυκλοφορία είτε με τεχνητή κυκλοφορία όπου υπάρχουν και αντλίες κυκλοφορίας για να επιτευχθεί αυτό. Φυσική κυκλοφορία νερού μέσα στον λέβητα έχουμε όταν υπάρχει κίνηση του νερού λόγω διαφοράς θερμοκρασίας άρα και διαφορά πυκνότητας του νερού.

Τεχνητή κυκλοφορία μέσα στο λέβητα έχουμε με τη βοήθεια μια αντλίας κυκλοφορίας όπου ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία και τη πυκνότητα του νερού μπορεί και κυκλοφορεί το νερό με μεγάλη πίεση. Μπορούμε λοιπόν να χωρίσουμε την τεχνητή κυκλοφορία σε ελεγχόμενη κυκλοφορία όταν η ποσότητα του νερού που εισάγεται στον ατμολέβητα είναι περισσότερη από αυτή που εξατμίζεται και σε εφάπαξ κυκλοφορία όπου στη περίπτωση αυτή πλεονάζουσα ποσότητα νερού είναι σχεδόν μηδενική. Οι ατμολέβητες με εφάπαξ κυκλοφορία ονομάζονται αλλιώς και flash boilers.

1.3. ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΑ ΚΑΙ ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Ένας ατμολέβητας αποτελείται από πολλά τμήματα και συστήματα (βάνες, μανόμετρα κ.τ.λ.) που συντελούν στην σωστή λειτουργία του. Γενικά τα εξαρτήματα των ατμολεβήτων είναι όργανα και μέσα που εξασφαλίζουν και ελέγχουν τη σωστή και απρόσκοπτη λειτουργία τους. Αυτά διακρίνονται σε "εσωτερικά" και "εξωτερικά εξαρτήματα" και σχετίζονται με το νερό και τον ατμό. Τα εξαρτήματα που σχετίζονται με τη καύση αποτελούν ιδιαίτερη κατηγορία.

1.3.1. Λέβητες

Οι λέβητες είναι το κυριότερο τμήμα εξοπλισμού των ενεργειακών μονάδων. Σ' αυτούς παράγεται θερμότητα από την καύση του καυσίμου, που μπορεί να είναι αέριο, υγρό ή στερεό. Υπάρχουν για παράδειγμα λέβητες φυσικού αερίου, λέβητες Μαζούτ ή Ντήζελ και λέβητες ανθράκων ή βιομάζας. Η παραγόμενη θερμότητα χρησιμεύει για την παραγωγή θερμού νερού, θερμού λαδιού ή ατμού. Ο τελευταίος είναι το συνηθέστερο μέσο θέρμανσης στην βιομηχανία.



Εικόνα 1.10 ΛΕΒΗΤΑΣ ΧΑΛΥΒΔΙΝΟΣ ΠΙΕΣΤΙΚΟΣ ΣΤΡΟΓΓΥΛΟΣ 110.000-200.000kcal
[www.google.gr/search]

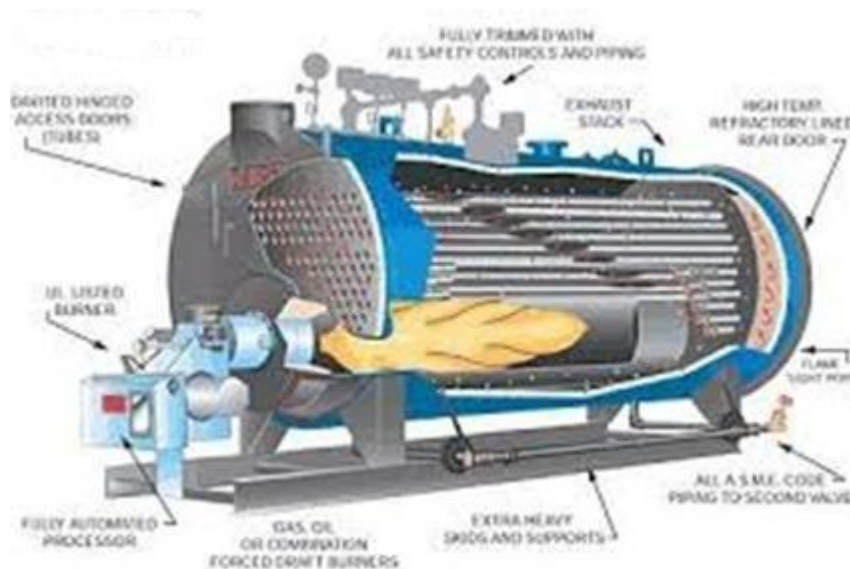
Όπως γίνεται αντιληπτό από όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, ο σχεδιασμός και η κατασκευή ενός λέβητα διαφέρει, αναλόγως του καυσίμου που χρησιμοποιεί, του θερμαντικού μέσου που φέρει, του υλικού από το οποίο είναι κατασκευασμένος, του τύπου της καύσης και της πίεσης που χρησιμοποιεί. Αυτό συνεπάγεται ότι κάθε λέβητας απαιτεί την ύπαρξη διαφορετικών εξαρτημάτων, έτσι ώστε να επιτελέσει σωστά το έργο για το οποίο έχει σχεδιαστεί. Παρόλα αυτά, υπάρχουν κάποια γενικά τεμάχια – τμήματα που δεν μπορούν να απουσιάζουν από κανένα λέβητα ή τουλάχιστον δεν μπορούν να απουσιάζουν από την πλειοψηφία των λεβήτων.



Εικόνα 1.11. Φλογοθάλαμος σε λέβητα
[www.google.gr/search]

Τα απαραίτητα μέρη λοιπόν ενός τυπικού λέβητα είναι τέσσερα. Το πρώτο εξ αυτών είναι ο φλογοθάλαμος (εικόνα 1.11). Ο φλογοθάλαμος, όπως λέει και το όνομά του, είναι ο θάλαμος, στον οποίο αναπτύσσεται η φλόγα της καύσης. Η φλόγα αυτή παράγει θερμότητα και καυσαέριο. Ο κύριος λέβητας ή κλίβανος ή φλογοθάλαμος ή φούρνος είναι η κατασκευή που περικλείει όλα τα προηγούμενα και αποτελείται εξωτερικά από μεταλλικές πλάκες (λαμαρινοκατασκευή) και εσωτερικά από την πυροδομή. Αυτή κατασκευάζεται από πυρότουβλα και προφανώς χρησιμεύει για την μόνωση και τον περιορισμό των απωλειών από τον λέβητα προς το περιβάλλον. Η θερμότητα μεταφέρεται από τον θάλαμο καύσης στο θερμαντικό μέσο, είτε διαμέσου ακτινοβολίας από τα τοιχώματα του φλογοθαλάμου, είτε διαμέσου συναγωγής από την έξοδο των καυσαερίων από τον φλογοθάλαμο. Τα καυσαέρια με την σειρά τους οδηγούνται στην έξοδό τους από το λέβητα. Σε κάποιους λέβητες πρώτα γίνεται ανάκτηση της ενέργειας των καυσαερίων με την κίνηση τους ανάμεσα σε αυλούς,

όπου λόγω συναγωγής, μεταφέρουν την θερμότητα τους στο θερμαντικό μέσο. Στις δύο εικόνες που ακολουθούν, φαίνονται οι δύο τρόποι μεταφοράς της θερμότητας που περιγράφηκαν παραπάνω. Στην εικόνα 1.11 φαίνεται ο τρόπος αύξησης της θερμοκρασίας του θερμαντικού μέσου διαμέσου ακτινοβολίας από τον φλογοθάλαμο. Επίσης φαίνεται η διαδικασία μεταφοράς της θερμότητας από τα καυσαέρια στο θερμαντικό μέσο, διαμέσου αυλών συναγωγής που διαπερνούν τον θάλαμο του θερμαντικού μέσου.



1.12. Λέβητας σε πλοίο
[www.google.gr/search]

Το δεύτερο μέρος ενός λέβητα είναι οι αυλοί συναγωγής. Οι αυλοί αυτοί είναι το τμήμα του λέβητα, στο οποίο διέρχεται το καυσαέριο κατά την έξοδό του από τον φλογοθάλαμο και οδηγούμενο προς την καπνοδόχο. Αυτοί συναντούνται στην βιβλιογραφία με τις ονομασίες φλογαυλοί ή αεριαυλοί ή ακόμη και καπναυλοί. Κατά την διέλευσή του από τους αυλούς, το καυσαέριο μεταφέρει θερμότητα στο θερμαντικό μέσο, λόγω της υψηλής θερμοκρασίας που έχει.

Το τρίτο μέρος του λέβητα είναι ο θάλαμος, στον οποίο βρίσκεται το θερμαντικό μέσο. Εάν το θερμαντικό μέσο είναι το νερό, τότε έχουμε υδροθάλαμο, εάν το θερμαντικό μέσο είναι ο ατμός τότε έχουμε ατμοθάλαμο και εάν το θερμαντικό μέσο είναι ο αέρας, τότε έχουμε αεροθάλαμο. Ο χώρος αυτός διαπερνάται από τους αυλούς, στους οποίους κινούνται τα καυσαέρια και έτσι μεταφέρεται η θερμότητα από τα καυσαέρια στο θερμαντικό μέσο.

Το τέταρτο και τελευταίο μέρος ενός τυπικού λέβητα είναι ο καπνοθάλαμος ή καπνοσυλλέκτης. Τα προϊόντα της καύσης ή απαέρια και κατ' άλλους καυσαέρια ή καπναέρια, αφού προσδώσουν το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας τους στο νερό για την ατμοπαραγωγή, διοχετεύονται στην ατμόσφαιρα μέσω της καμινάδας ή

καπνοδόχου. Σε αυτή την περιοχή συγκεντρώνεται το καυσαέριο, αφού έχει διέλθει από τους αυλούς, και είναι έτοιμο να εξέλθει προς την καμινάδα και να διαφύγει στο περιβάλλον. Συνήθως, ο καπνοθάλαμος βρίσκεται στο υψηλότερο σημείο του λέβητα, έτσι ώστε να διευκολύνεται η κίνηση των καυσαερίων.

Σε πολλούς λέβητες εκτός από τους κυρίως αυλούς ατμοπαραγωγής υπάρχουν και επί πλέον αυλοί όπου παράγεται υπέρθερμος ατμός ή προθερμαίνεται το νερό τροφοδοσίας του λέβητα για μεγιστοποίηση της ανάκτησης της θερμότητας των απαερίων. Τα τμήματα αυτά των λεβήτων λέγονται εξοικονομητές θερμότητας (economizers) και είναι σημαντική πηγή ανάκτησης ενέργειας στους λέβητες.

Ορισμένα τυπικά χαρακτηριστικά μεγέθη των λεβήτων είναι:

- Η πίεση του παραγομένου ατμού σε bar
- Η θερμοκρασία του ατμού μόνο αν αυτός είναι υπέρθερμος
- Η ποιότητα του ατμού ήτοι αν αυτός είναι κορεσμένος ή υπέρθερμος
- Η δυναμικότητα ατμοπαραγωγής σε tn/hr.
- Η επιφάνεια των αυλών
- Η επιφάνεια εναλλαγής θερμότητας, m²

Επιπλέον χαρακτηριστικά είναι:

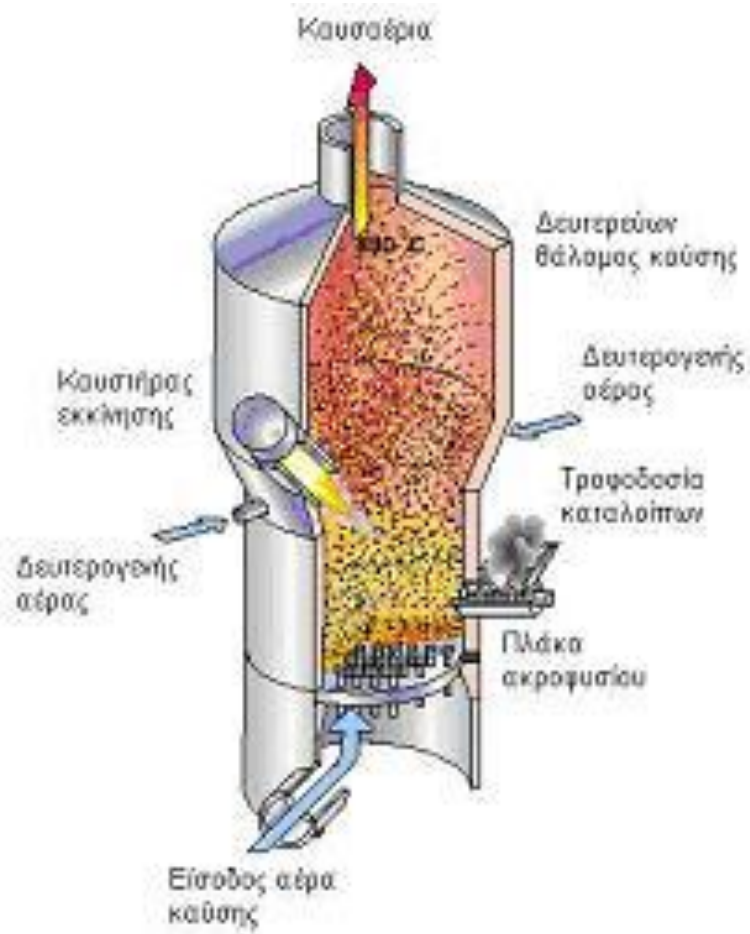
- Ο τύπος και η ποσότητα του καταναλισκόμενου καυσίμου.
- Ο βαθμός απόδοσης του λέβητα
- Η θερμοκρασία των απαερίων: Είναι το σημαντικότερο ενεργειακό μέγεθος και δείκτης της απόδοσης του λέβητα. Συνήθως μετράται στην βάση της καπνοδόχου.

1.3.2. Εστίες-Καυστήρες

Οι εστίες είναι διατάξεις μέσα στις οποίες αναμιγνύεται το καύσιμο και ο απαιτούμενος αέρας και γίνεται η καύση. Για κάθε τύπο καυσίμου υπάρχει και ο αντίστοιχος τύπος εστίας.

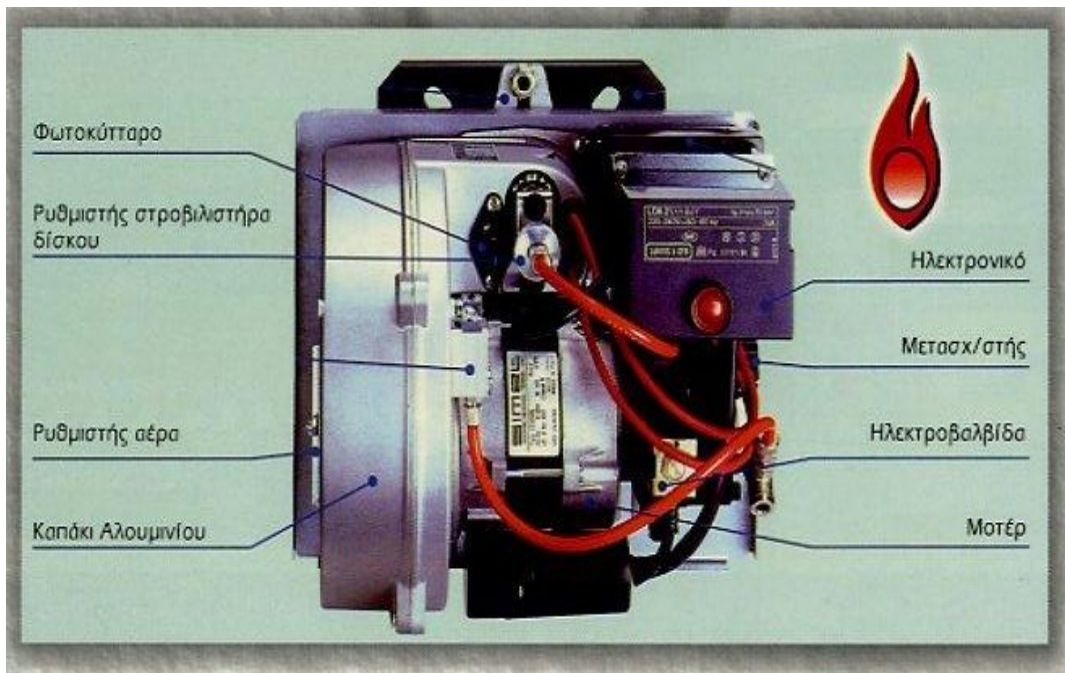
Οι εστίες χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- Εστίες Σταθερής Κλίνης: Αποτελεί ίσως ένα από τα παλαιότερα συστήματα καύσης που χρησιμοποιούνται συνήθως για την καύση κονιοποιημένων στερεών καυσίμων. Ουσιαστικά υπάρχει ο χώρος που γίνεται η καύση και αυτό που χρειάζεται είναι να εισάγεται συνέχεια το στερεό καύσιμο και το οξυγόνο για να παραχθεί θερμότητα. Λόγω της φύσης του συστήματος θα πρέπει να είναι στο κατώτερο σημείο του λέβητα. Επίσης πρέπει να έχει ένα επιπλέον σύστημα ανάφλεξης ώστε να γίνει η αρχή κατά την εκκίνηση. Ο αέρας από την άλλη μπορεί να εισάγεται πάνω από το καύσιμο ή από κάτω του.
- Εστίες Ρευστοποιημένης Κλίνης (Fluidizedbed combustors): Εδώ με την χρήση ανερχόμενου ρεύματος αέρα ο άνθρακας (που είναι σε μορφή κόκκων περίπου 2-3 mm) διοχετεύεται στην εστία όπου και καίγεται. Έτσι, λόγω της συνεχούς ανάδευσης που υπάρχει καταφέρνεται να επιτευχθούν χαμηλές θερμοκρασίες (περίπου 800-850 °C) αλλά και μεγάλη μετάδοση της θερμότητας με αγωγή(εικόνα 1.13).Βέβαια αν και έχει κάποια πλεονεκτήματα υπάρχουν και κάποια βασικά μειονεκτήματα. Δυο από αυτά είναι το κόστος και η απαίτηση συμπιεστών. Το κόστος οφείλεται στα επιπλέον συστήματα που απαιτούνται π.χ. για το φιλτράρισμα των καπναερίων κατά την έξοδο κ.τ.λ. Το σύστημα συμπιεστών χρειάζεται για την εισαγωγή του αέρα και απαιτεί ενέργεια, συντήρηση κ.τ.λ..
- Οι καυστήρες (εικόνες 1.14-1.16) είναι συσκευές με τις οποίες παράγεται η φλόγα της καύσης του καυσίμου μέσω της ανάμειξης αυτού με τον αέρα καύσης. Οι καυστήρες χρησιμοποιούνται για την καύση υγρών ή αερίων καυσίμων και επίσης στερεών καυσίμων σε μορφή σκόνης.

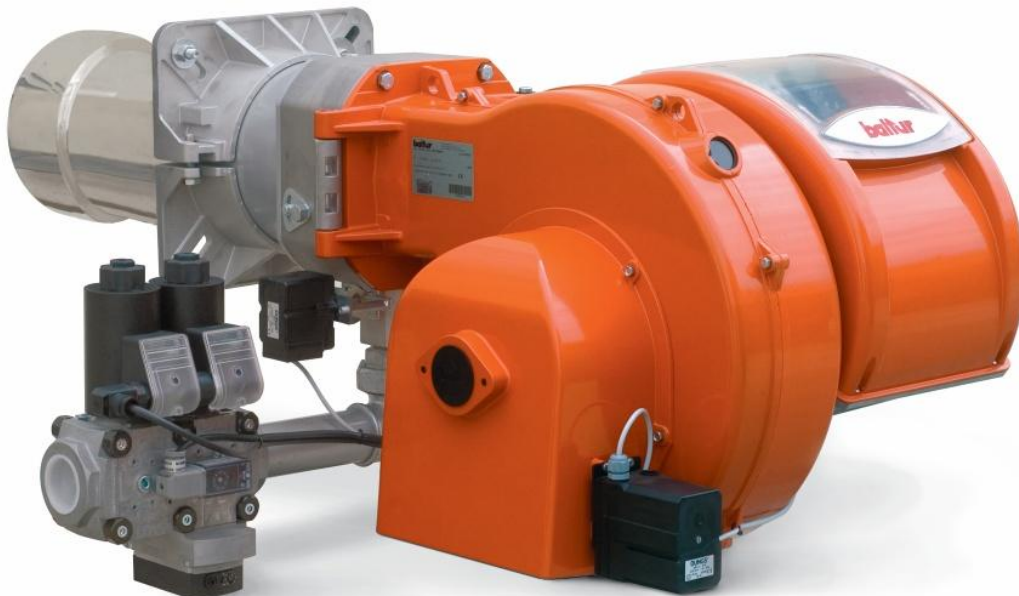


Εικόνα 1.13 Εστία ρευστοποιημένης κλίνης

[www.google.gr/search]



1.14. Καυστήρας πετρελαίου
[www.google.gr/search]



1.15. Καυστήρας για αέριο
[www.google.gr/search]



1.16. Καυστήρας φυσικού αερίου
[www.google.gr/search]

1.3.3. Υπερθερμαντήρας

Με τον υπερθερμαντήρα (super heater, SH) υπερθερμαίνεται ο κορεσμένος ατμός που έχει δημιουργηθεί από το σύστημα ατμοποίησης. Αποτελείται από σωληνώσεις που παίρνουν “διάφορα” σχήματα. Έτσι αυξάνεται η επιφάνεια με την οποία έρχονται σε επαφή τα καυσαέρια ώστε να γίνει γρήγορη μεταφορά θερμότητας προς το εργαζόμενο μέσο . Συνήθως έχει ορθογώνιο σχήμα γιατί βολεύει στην τοποθέτηση του μέσα στο λέβητα. Είναι κατασκευασμένο από ειδικό υλικό γιατί έρχεται σε επαφή με καπναέρια υψηλής θερμοκρασίας. Τέλος διακρίνεται σε ακτινοβολίας και μεταφοράς.

1.3.4. Προθερμαντήρας

Συνήθως μετά τον υπερθερμαντήρα βρίσκεται ο προθερμαντήρας νερού ή οικονομητήρας (economizer, ECO). Σκοπός του είναι να προθερμάνει το νερό (περίπου κατά 30 -50 °C) ώστε πηγαίνοντας στον ατμοποιητή να έχουμε καλύτερη λειτουργία του συστήματος. Είναι κατασκευασμένος από μέταλλο και αποτελείται από ένα σύστημα με σερπαντίνες ώστε να αυξηθεί η επιφάνειά του. Συνδέεται με το τύμπανο για τις διαστολές και τις συστολές που υπάρχουν. Το μέγεθος του ποικίλει ανάλογα με τις απαιτήσεις και την κατασκευή που υπάρχει

1.3.5. Προθερμαντήρας αέρα καύσης

Με τον προθερμαντήρα αέρα καύσης προθερμαίνεται ο αέρας που θα πάει στον καυστήρα. Αυτή η προθέρμανση γίνεται με τα καυσαέρια που τον διαπερνούν. Ο ρόλος της προθέρμανσης του αέρα είναι τριπλός, δηλ.: α) Να υπάρχει καλύτερη καύση (άρα καλύτερος βαθμός απόδοσης) β) Να ξηραίνει το λιγνίτη από την πολλή υγρασία και γ) Να μειώνει την θερμοκρασία των καπναερίων, αφού είναι από τα τελευταία τμήματα του ατμολέβητα. Είναι παρόμοια κατασκευή με τον προθερμαντήρα νερού με την διαφορά μόνο ως προς το ρευστό που προστίθεται θερμότητα. Διακρίνονται σε προθερμαντήρες με πλάκες, περιστρεφόμενοι προθερμαντήρες, ή προθερμαντήρες αέρα με σωλήνες. Τέλος ο αριθμός των τμημάτων που είναι τοποθετημένοι ποικίλει ανάλογα με το μέγεθος του λέβητα.

1.3.6. Επιπρόσθετα στοιχεία

Για την λειτουργία του λέβητα απαιτείται και επιπλέον εξοπλισμός όπως:

- Μονάδα προκατεργασίας του νερού τροφοδοσίας λέβητα για την αποφυγή επικαθίσεων (demineralizer)
- Αντλία νερού τροφοδοσίας που εισάγει το νερό στον λέβητα. Το νερό θερμαίνεται μέσα στο λέβητα με έναν από τους παραπάνω τρόπους σε θερμοκρασία που έχουμε ορίσει να φτάσει το νερό μέχρι να γίνει η ατμοποίηση Το νερό θερμαινόμενο στον λέβητα κυκλοφορεί μέσα στον υδροθάλαμο μέχρι να υψωθεί η θερμοκρασία του στην απαιτούμενη για την ατμοποίηση.
- Η κυκλοφορία αυτή επιτυγχάνεται με δύο τρόπους (μεθόδους), τη λεγόμενη "φυσική κυκλοφορία" και την "βεβιασμένη κυκλοφορία". Η δεύτερη είναι σχετικά νεότερη μέθοδος και χρησιμοποιείται κυρίως στις εγκαταστάσεις ατμογεννητριών.
- Δοχείο απομάκρυνσης του αέρα από το νερό τροφοδοσίας-απαερωτής (deaerator). Τα δοχεία αυτά είναι εφοδιασμένα με μια μικρή στήλη

καταιωνισμού του νερού στην οποία απομακρύνεται ο αέρας με την βοήθεια ατμού.

- Δοχείο συλλογής συμπυκνωμάτων όπου επιστρέφει το σύνολο των συμπυκνωμάτων από τους χρήστες ατμού.
- Σύστημα αυτομάτου ελέγχου και μετρήσεων της λειτουργίας του λέβητα.
- Σύστημα σωληνώσεων κατανομής ατμού προς τους καταναλωτές και επιστροφές του συμπυκνώματος από τους καταναλωτές στον απαερωτή ή δοχείο συμπυκνωμάτων.
- Κεντρικοί συλλέκτες ατμού και συμπυκνώματος: είναι οι σωληνογραμμές στις οποίες καταλήγουν ή από τις οποίες ξεκινούν οι γραμμές παροχής ατμού στους χρήστες ή οι γραμμές επιστροφής συμπυκνωμάτων.
- Ο εσωτερικός τροφοδοτικός σωλήνας. Ο σωλήνας αυτός συνδέεται με το τροφοδοτικό επιστόμιο του λέβητα και σε όλο το μήκος του είναι διάτρητος έτσι ώστε το κρύο νερό που εισέρχεται να κατανέμεται σ' όλο τον εσωτερικό χώρο, προς αποφυγή τάσεων στο υλικό που θα συνέβαινε από τη συσσώρευση του νερού σ' ένα σημείο του υδροθαλάμου.
- Ο εσωτερικός εξαφριστικός σωλήνας. Ο σωλήνας αυτός που προσαρμόζεται εξωτερικά του υδροθαλάμου καταλήγει στη χοάνη, περί τη στάθμη του λέβητα, όπου μέσω αυτού οι διάφοροι ελαιώδεις αφροί απάγονται στη αποχέτευση ή σε ειδικό χώρο συγκέντρωσης.
- Οι διαχωριστήρες ατμού. Αυτά είναι ελάσματα ή δοχεία ειδικής κατασκευής μέσα από τα οποία ο διερχόμενος ατμός διαχωρίζεται από την υγρασία που παρασύρει κατά την έξοδό του από το λέβητα.
- Ο σωλήνας απαγωγής ατμού. Αυτός φέρεται προσαρμοσμένος στο ανώτερο σημείο του ατμοθαλάμου καθ' όλο το μήκος του. Είναι διάτρητος στο επάνω μέρος προκειμένου να συλλέγει όσο το δυνατόν στεγνό ατμό που άγεται στη συνέχεια στον ατμοφράκτη και από εκεί στη χρήση του, και
- Οι ψευδάργυροι ηλεκτρόλυσης. Αυτοί είναι τεμάχια καθαρού ηλεκτρολυτικού ψευδαργύρου που φέρονται μέσα στον υδροθάλαμο για την προστασία του από ηλεκτρολυτικές φθορές.

Γενικά τα εξαρτήματα των ατμολεβήτων είναι όργανα και μέσα που εξασφαλίζουν και ελέγχουν τη σωστή και απρόσκοπτη λειτουργία τους. Αυτά διακρίνονται σε

"εσωτερικά" και "εξωτερικά εξαρτήματα" και σχετίζονται με το νερό και τον ατμό. Τα εξαρτήματα που σχετίζονται με τη καύση αποτελούν ιδιαίτερη κατηγορία.



1.17. Αντλία – κυκλοφορητής λέβητα
[www.google.gr/search]

1.3.7. Εξωτερικά εξαρτήματα ατμολέβητα

- Οι ατμοφράκτες. Πρόκειται για βαλβίδες διακοπής παροχής ατμού που φέρονται στο υψηλότερο σημείο του ατμοθαλάμου και συγκοινωνούν με τον εσωτερικό σωλήνα απαγωγής ατμού. Οι ατμοφράκτες σε κάθε ατμολέβητα είναι τρεις: ο "κύριος ατμοφράκτης", που παρέχει ατμό στη κύρια ατμαγωγό σωλήνωση, ο "βοηθητικός ατμοφράκτης" που διοχετεύει στη δευτερεύουσα ή βοηθητική ατμαγωγό σωλήνωση, και ο "τοπικός ατμοφράκτης" που διοχετεύει ατμό σε μια μηχανή.
- Τα ασφαλιστικά επιστόμια. Αυτές είναι ειδικές βαλβίδες που φορτίζονται και ρυθμίζονται έτσι ώστε ν' ανοίγουν σε ορισμένη πίεση προκειμένου να εξέρχεται δι' αυτών ο πλεονάζων ατμός προς την ατμόσφαιρα. Αυτά χρησιμεύουν για η διατήρηση του μέγιστου ορίου πίεσης ασφαλείας του λέβητα και να προλαμβάνεται τυχόν παραμόρφωσή του ή ακόμα και η έκρηξή του.

- Τα τροφοδοτικά επιστόμια. Αυτά είναι απλά επιστόμια με ανεπίστροφη βαλβίδα με απομονωτικό διακόπτη. Αυτά χρησιμεύουν για τον έλεγχο της εισερχόμενης ποσότητας τροφοδοτικού νερού.
- Οι τροφοδοτικοί ρυθμιστές. Είναι εξαρτήματα που επιδρούν στα παραπάνω τροφοδοτικά επιστόμια και ρυθμίζουν τη παροχή του νερού έτσι ώστε η στάθμη αυτού στο λέβητα να παραμένει σταθερά. Αυτοί φέρονται στη πρόσοψη του λέβητα και συγκοινωνούν με τον υδροθάλαμο και τον αμοθάλαμο.
- Τα μανόμετρα. Πρόκειται για όργανα μέτρησης πίεσης που τοποθετούνται (δύο τουλάχιστον) ανά λέβητα και δεικνύουν την πίεση στον αμοθάλαμο. Φέρουν βαθμολογημένο δίσκο ενδείξεων πίεσης σε Kg/cm² ή p.s.i. από κανονικής λειτουργίας μέχρι την ανώτερη, (όπου και ανοίγουν τα ασφαλιστικά επιστόμια).
- Οι υδροδείκτες. Αυτοί δεικνύουν τη στάθμη του νερού. Φέρονται στη πρόσοψη και συγκοινωνούν με τον υδροθάλαμο και αμοθάλαμο.
- Οι δοκιμαστικοί κρουνοί. Είναι τρεις κρουνοί που φέρονται εξωτερικά του λέβητα περί την προβλεπόμενη εσωτερική στάθμη του νερού και αντιστοιχούν στη κατώτερη, στη κανονική και στην ανώτερη στάθμη του λέβητα. Με τη βοήθεια αυτών διαπιστώνεται μηχανικά η περίπου στάθμη του νερού σε περίπτωση βλάβης των υδροδεικτών.
- Ο εξαεριστικός κρουνός. Αυτός φέρεται στο ανώτερο σημείο του αμοθαλάμου και χρησιμεύει στην επικοινωνία του με την ατμόσφαιρα. Αυτός ανοίγεται κατά την αφή της φωτιάς για την έξοδο του ατμοσφαιρικού αέρα, καθώς και για την πλήρωση ή εκκένωση όταν ο λέβητας τεθεί εκτός λειτουργίας.
- Ο εξαφριστικός κρουνός. Αυτός ανοίγεται κατά τη λειτουργία, ανά διαστήματα, προκειμένου ν' αφαιρεθούν ελαιώδεις ουσίες και λιπαροί αφροί από την επιφάνεια του νερού, που προέρχονται από τα διάφορα έλαια λίπανσης μηχανών και μηχανημάτων.
- Ο κρουνός εξαγωγής νερού. Αυτός φέρεται στο κατώτερο σημείο του υδροθαλάμου και ανοίγεται κατά τη λειτουργία κάθε φορά που καθίσταται αναγκαία η εξαγωγή μέρους του νερού προς ελάττωση της πυκνότητάς του.
- Ο κρουνός εκκένωσης. Χρησιμεύει για την εκκένωση του λέβητα όταν αυτός δεν λειτουργεί.

- Οι κρουνοί εξυδάτωσης. Αυτοί χρησιμεύουν για την εξυδάτωση των υπερθερμαντήρων και των ατμαγωγών.
- Ο κρουνός αλατόμετρου. Φέρεται στο κατώτερο μέρος του υδροθαλάμου για δειγματοληψία του νερού για χημικές μετρήσεις.
- Τα θερμόμετρα. Πρόκειται για θερμόμετρα ατμού
- Το σύστημα συναγερμού. Αυτό μπορεί να είναι οπτικό ή ακουστικό ή και τα δύο μαζί, που ενεργοποιείται σε περίπτωση υψηλής θερμοκρασίας του ατμού.

1.4. ΚΑΥΣΙΜΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝ ΟΙ ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΕΣ

1.4.1. Θερμογόνος δύναμη καυσίμων

Η θερμογόνος δύναμη είναι το ποσό θερμότητας που απελευθερώνεται στη διάρκεια πλήρους καύσης της μοναδιαίας ποσότητας της ουσίας. Τα καύσιμα έχουν ανώτερη και κατώτερη θερμογόνο δύναμη. Η διαφορά αυτών των δύο είναι η θερμότητα εξάτμισης του νερού που υπάρχει στα καυσαέρια. Για τους υπολογισμούς μας χρησιμοποιούμε την κατώτερη θερμογόνο δύναμη. Η θερμογόνος δύναμη που έχει το καύσιμο που χρησιμοποιείται στην εταιρία χαρτοβιομηχανίας που μελετάμε είναι 46 Mj/kg .

1.4.2. Πετρέλαιο

Ο πιο διαδεδομένος τρόπος θέρμανσης χώρων στη χώρα μας είναι η καύση πετρελαίου σε έναν καυστήρα, η μεταφορά της θερμότητας μέσω του νερού και η απόδοσή της στον αέρα μέσω κατάλληλων θερμαντικών σωμάτων. Μέθοδος δοκιμασμένη, με πολλές εναλλακτικές λύσεις, ικανοποιητικά αποτελέσματα και καλή ποιότητα θέρμανσης.

Το αργό (ακατέργαστο) πετρέλαιο είναι υγρό πέτρωμα, μείγμα υδρογονανθράκων, δηλαδή ουσιών που περιέχουν άνθρακα και υδρογόνο, κατά ένα μεγάλο μέρος της σειράς των αλκανίων, που όμως περιέχει και αρκετούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες, καθώς και άλλες οργανικές ενώσεις και το οποίο βρίσκεται μέσα σε πορώδη πετρώματα στα ανώτερα στρώματα μερικών περιοχών τού φλοιού της Γης.

Οι υδρογονάνθρακες μπορεί να είναι παρόντες σε τρεις τύπους μοριακών δομών: ευθείας αλυσίδας, διακλαδωμένης αλυσίδας και δακτυλίου. Τα μεγαλύτερα και συνθετότερα μόρια υδρογονανθράκων αποτελούνται από συνδυασμούς αυτών των δομών.

Οι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες, γνωστοί και ως παραφίνες ή αλκάνια και κυκλοαλκάνια (που ονομάζονται και ναφθένια). Ολεφίνες και αλκένια, δηλαδή ακόρεστοι υδρογονάνθρακες, δεν περιλαμβάνονται κανονικά στο ακατέργαστο πετρέλαιο όμως διαμορφώνονται στις διεργασίες επεξεργασίας, όπως στην πυρόλυση και στην αφυδρογόνωση. Παρούσες στο ακατέργαστο πετρέλαιο είναι επίσης αρωματικές ενώσεις σε μια ποικιλία συγκεντρώσεων, είτε απλές (πχ βενζόλιο), ή συμπυκνωμένες πολυπυρηνικές και συστήματα αρωματικών δακτυλίων με πλευρικές παραφινικές ή ολεφινικές υποκαταστάσεις.

Σε μικρές συγκεντρώσεις περιλαμβάνονται μη υδρογονανθρακικές θειούχες ενώσεις (υδρόθειο, μερκαπτάνες, σουλφίδια, δισουλφίδια, πολυσουλφίδια και θειοφαίνια) και αζωτούχες ενώσεις, που είναι γενικά ανεπιθύμητες κατά την επεξεργασία, ως διαβρωτικές για τον εξοπλισμό, δηλητηριώδεις για τους καταλύτες και συμβάλλουσες στην ατμοσφαιρική ρύπανση από τον σχηματισμό διοξειδίου και τριοξειδίου του θείου και οξειδίων του αζώτου αντίστοιχα, όταν καίγονται. Μη υδρογονανθρακικές οξυγονούχες ενώσεις μπορεί να είναι παρούσες ως ναφθενικά οξέα, που είναι διαβρωτικά, και φαινόλες που προκαλούν προβλήματα οσμής. Τέλος, σε συγκεντρώσεις ιχνών εμφανίζονται ενώσεις μετάλλων πχ βαναδίου, σιδήρου, νικελίου που επίσης είναι ανεπιθύμητες, εφόσον λειτουργούν ως δηλητήρια καταλυτών.

Επίσης η καύση του πετρελαίου θέρμανσης έχει βλαβερές συνέπειες στο περιβάλλον και δεν είναι ιδιαίτερα οικονομική πηγή ενέργειας σε σχέση με το φυσικό αέριο ή το υγραέριο.

1.4.3. Υγραέριο

Το γνωστό σε όλους μας LPG (Liquified Petroleum Gas) ή αλλιώς το υγροποιημένο αέριο πετρελαίου αποτελείται από ελαφρά κλάσματα αργού πετρελαίου τα οποία είναι αέρια όταν βρίσκονται σε συγκεκριμένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας. Από τη χρήση του υγραερίου προκύπτουν και περιβαλλοντικά οφέλη και κρίνεται σκόπιμο σε αυτό το σημείο να γίνει μία μικρή αναφορά σε αυτά. Το υγραέριο έναντι των άλλων καυσίμων είναι φιλικό προς το περιβάλλον που σημαίνει ότι επιπλέον χρήση του υγραερίου σημαίνει μικρότερη κατανάλωση παραγώγων πετρελαίου, συνεπώς μικρότερες ποσότητες κατά την εξόρυξή του και κατά συνέπεια περιορισμό των κλιματικών αλλαγών. Λόγω του ότι είναι καθαρό καύσιμο, άχρωμο άοσμο κατά την παραγωγή του τα παράγωγα της καύσης του είναι υδρατμοί, σχεδόν καθόλου

αιθάλη και ως εκ τούτου περιορίζεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Είναι κυρίως μίγμα υδρογονανθράκων με κύρια συστατικά το προπάνιο και το βουτάνιο. Κατά τη διύλιση του αργού πετρελαίου γίνεται ο διαχωρισμός του αερίου από τα υγρά κλάσματα. Η αναλογία προπανίου βουτανίου διαφέρει ανάλογα με την εποχή. Το χειμώνα το υγραέριο έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε προπάνιο και το καλοκαίρι σε βουτάνιο. Η στοιχειομετρική σύσταση που πήραμε από την χαρτοβιομηχανία για το υγραερίου ήταν:

- προπάνιο (C_3H_8): 60-80 %
- βουτάνιο(C_4H_{10}): 20-40%

Το υγραέριο επειδή είναι άοσμο κρίνεται απαραίτητη η πρόσμιξη ενός υγρού έντονης οσμής προκειμένου να γίνεται αντιληπτό σε περίπτωση διαρροής καθώς είναι πολύ εύφλεκτο και συνεπώς επικίνδυνο.

Σε αυτό το σημείο είναι σκόπιμο να αναφέρουμε τους τρόπους μεταφοράς και το πεδίο χρήσης του υγραερίου. Το υγραέριο μπορεί να τοποθετηθεί όπου εμείς επιθυμούμε και να μεταφερθεί όπου εμείς θέλουμε. Η μεταφορά του γίνεται πάντοτε μέσα σε:

- φιάλες και
- δεξαμενές διαφόρων μεγεθών

ενώ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για:

- Οικιακή χρήση
- Εμπορική χρήση και
- Βιομηχανική χρήση

Το υγραέριο σαν καύσιμο θεωρείται πολύ διαδεδομένο, φιλικό προς το περιβάλλον ως προς τους ρύπους και πολύ οικονομικότερο έναντι των άλλων καυσίμων. Το υγραέριο σαν καύσιμο μπορεί να καλύψει τις περισσότερες ανάγκες μας σε ενέργεια, Μερικές από αυτές τις μορφές είναι:

- Θέρμανση και ψύξη εσωτερικών και εξωτερικών χώρων
- Παραγωγή ζεστού νερού χρήσης
- Μαγείρεμα
- Ατμοπαραγωγή, ηλεκτροπαραγωγή, συμπαραγωγή
- Ειδικές αγροτικές, εμπορικές και βιομηχανικές χρήσεις
- Φωτισμό
- Κοπή μετάλλων
- Συγκολλήσεις
- Αυτοκίνηση

Παρακάτω αναφέρονται ορισμένοι επιπλέον λόγοι για να επιλέξει κάποιος το υγραέριο ως καύσιμο και κατ' επέκταση σαν μορφή ενέργειας.

- Τιμή
- Ασφάλεια
- Διαθεσιμότητα
- Άνεση
- Ποιότητα
- Ευκολία χρήσης
- Υποστήριξη προϊόντος με την πώληση
- Νομιμότητα και τυποποίηση
- Προδιαγραφές προϊόντος και συσκευών
- Περιβαλλοντική προστασία

Συγκρίνοντας το υγραέριο με όλα τα υπόλοιπα διαθέσιμα καύσιμα, το υγραέριο είναι το μόνο καύσιμο που μπορεί να φτάσει ακόμη και στο πιο απομακρυσμένο μέρος της Ελλάδος και να καλύψει τις εκάστοτε ανάγκες σε ενέργεια, για οποιαδήποτε χρήση, είτε οικιακή είτε εμπορική, είτε βιομηχανική.



1.18. Δεξαμενή υγραερίου
[www.google.gr/search]



1.19. Υπόγεια δεξαμενή υγραερίου
[www.google.gr/search]

1.4.4. Φυσικό Αέριο

Το φυσικό αέριο είναι καύσιμο και πρώτη ύλη της χημικής βιομηχανίας. Εξορύσσεται από υπόγειες κοιλότητες στις οποίες βρίσκεται υπό υψηλή πίεση. Σε αυτές τις κοιλότητες το φυσικό αέριο σχηματίστηκε με τρόπο παρόμοιο με τον τρόπο σχηματισμού του πετρελαίου. Μεταφέρεται προς τους τόπους όπου πρόκειται να χρησιμοποιηθεί όπως είναι, χωρίς την ανάγκη περαιτέρω επεξεργασίας.

Τα κοιτάσματα φυσικού αερίου βρίσκονται συνήθως μακριά από τα κύρια κέντρα καταναλώσεως· συνεπώς πρέπει να μεταφερθεί, αν και οι βιομηχανίες χημικής επεξεργασίας είναι συχνά εγκατεστημένες στην περιοχή της παραγωγής. Η μεταφορά του φυσικού αερίου εξαρτάται από την κατάστασή του. Σε αέρια κατάσταση μεταφέρεται με αγωγούς υπό υψηλή πίεση, ενώ σε υγρή κατάσταση μεταφέρεται με πλοία.

Οι μεγάλοι αγωγοί υψηλής πίεσης καθιστούν δυνατή τη μεταφορά του αερίου σε απόσταση χιλιάδων χιλιομέτρων. Παραδείγματα τέτοιων αγωγών είναι οι αγωγοί της Βόρειας Αμερικής, που εκτείνονται από το Τέξας και τη Λουιζιάνα μέχρι τη βορειοανατολική ακτή και από την Αλμπέρτα ως τον Ατλαντικό. Αγωγοί επίσης εκτείνονται από τη Σιβηρία μέχρι την Κεντρική και Δυτική Ευρώπη. Οι έρευνες για πετρέλαιο έχουν αποκαλύψει την ύπαρξη μεγάλων κοιτασμάτων αερίου στην Αφρική, Μέση Ανατολή, Αλάσκα και αλλού. Η μεταφορά από τέτοιες περιοχές γίνεται με πλοία. Το αέριο υγροποιείται στους -160 βαθμούς Κελσίου και μεταφέρεται, όπως το πετρέλαιο, με δεξαμενόπλοια ειδικά κατασκευασμένα για τον σκοπό αυτό. Ένα κυβικό μέτρο υγρού φυσικού αερίου αντιστοιχεί σε 600 κυβικά μέτρα αερίου σε

ατμοσφαιρική πίεση. Το ειδικό βάρος του υγρού αερίου είναι σχετικά χαμηλό (περίπου 0,55). Η Ελλάδα προμηθεύεται φυσικό αέριο από την Ρωσία και την Αλγερία.

Χρήσεις φυσικού αερίου

- Αποτελεί βασική πηγή παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Χρησιμοποιείται στην παραγωγή υδρογόνου.
- Καύσιμο οχημάτων (οικολογικά οχήματα). Το 2005, οι χώρες με τον μεγαλύτερο αριθμό οικολογικών οχημάτων ήταν η Αργεντινή, η Βραζιλία, το Πακιστάν, η Ιταλία, το Ιράν και οι Η.Π.Α.. Γίνονται, επίσης, προσπάθειες για χρήση του και στην αεροπορία.
- Οικιακή χρήση (μαγειρική, θέρμανση κ.α.)
- Άλλες χρήσεις (παραγωγή γυαλιού, υφασμάτων, ατσαλιού, πλαστικών, ειδών χρωματισμού και άλλων προϊόντων)

Το φυσικό αέριο στον βιομηχανικό τομέα

- Τα χαρακτηριστικά του φυσικού αερίου που ευνοούν τη χρήση του στον βιομηχανικό τομέα είναι κυρίως τα εξής:
- Είναι εφικτή η συνεχής παροχή καυσίμου. Κάτι τέτοιο εξασφαλίζει απρόσκοπτη λειτουργία και αποδεσμεύει κεφάλαια που σε άλλες περιπτώσεις απαιτούνται για τη διατήρηση αποθεμάτων και αποθηκευτικών χώρων
- Έχει μειωμένες, σε σχέση με άλλα καύσιμα, εκπομπές ρύπων. Έτσι η χρήση του συμβάλλει στο καθαρότερο περιβάλλον και στην καταπολέμηση του φαινομένου του θερμοκηπίου
- Έχει μειωμένο λειτουργικό κόστος διαχείρισης καυσίμου και συντήρησης
- Αυξημένη ενεργειακή απόδοση και οικονομία
- Βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων
- Ευχέρεια χειρισμού και ελέγχου
- Αποκέντρωση θερμικών χρήσεων

1.4.5. Πλεονεκτήματα Φυσικού Αερίου έναντι των συμβατικών υγρών καυσίμων

Η χημική σύσταση του φυσικού αερίου (και των ομοειδών του) καθώς και η σύσταση των καυσαερίων του, συνιστούν δυο συνθήκες με υψηλό ενδιαφέρον από την σκοπιά της λειτουργίας με υψηλό βαθμό απόδοσης και της εξοικονόμησης ενέργειας ιδίως στις οικιακές εφαρμογές:

	Ειδικό Βάρος (kg/lt)	Κατώτερη Θερμιδική Αξία (kcal/kg)	Μέση Απόδοση (%)
Προπάνιο	0,51	11.060	91
Βουτάνιο	0,58	10.940	91
Μίγμα Αερίων	0,57	10.960	91
Ντίζελ	0,83	10.200	86
Μαζούτ	0,97	9.600	82
Φυσικό Αέριο	0,63	9.100	91

Πίνακας 1.1: Σύγκριση καυσίμων

Εξαιτίας της απουσίας προσμίξεων επιβαρυντικών για τα μέρη των συσκευών και των εγκαταστάσεων (καυστήρες, θάλαμοι καύσης, απαγωγή καυσαερίων κλπ), είναι απολύτως εφικτή η διατήρηση σταθερού βαθμού απόδοσης για ιδιαίτερα μεγάλες περιόδους.

Επειδή τα προϊόντα της καύσης του φυσικού αερίου αποτελούνται κυρίως από νερό (υδρατμούς), καθίσταται εύκολα δυνατή η αξιοποίηση της λανθάνουσας θερμότητας των καυσαερίων (διαδικασία συμπύκνωσης), με αποτέλεσμα την αύξηση (πάνω από 20%) της ωφέλιμης θερμότητας που λαμβάνεται από δεδομένη ποσότητα καυσίμου - σημαντικό πλεονέκτημα για τον τελικό καταναλωτή αφού μπορεί να εξυπηρετήσει την εγκατάστασή του με λιγότερο καύσιμο.

Το φυσικό αέριο αποτελείται κυρίως από μεθάνιο, αλλά μπορεί επίσης να περιλαμβάνει το αιθάνιο, προπάνιο και βαρύτερους υδρογονάνθρακες. Μικρές ποσότητες αζώτου, οξυγόνου, διοξειδίου του άνθρακα, ενώσεις του θείου, καθώς και νερό μπορεί να βρεθούν στο φυσικό αέριο. Το υγροποιημένο φυσικό αέριο είναι φυσικό αέριο που έχει μετατραπεί προσωρινά σε υγρή μορφή για τη διευκόλυνση της αποθήκευσης ή της μεταφοράς του.

Είναι άοσμο, άχρωμο, μη τοξικό και μη διαβρωτικό. Το φυσικό αέριο υγροποιείται με πίεση κοντά στην ατμοσφαιρική πίεση και ψύξη του στους -161°C περίπου. Κατά την διαδικασία υγροποίησης απαιτείται προ-επεξεργασία για την αφαίρεση των προσμείξεων όπως νερό, άζωτο, διοξείδιο του άνθρακα, υδρόθειο και άλλες ενώσεις του θείου. Απομακρύνοντας αυτές τις προσμίξεις, δεν μπορεί να δημιουργηθούν στερεές ουσίες με την ψύξη του φυσικού αερίου. Σαν αποτέλεσμα, το ΥΦΑ περιέχει κυρίως μεθάνιο.

Επειδή το ΥΦΑ είναι ένα εξαιρετικά ψυχρό υγρό που σχηματίζεται με ψυχτικά μέσα, δεν αποθηκεύεται υπό πίεση. Είναι λανθασμένη η πεποίθηση ότι το ΥΦΑ είναι ένα συμπιεσμένο αέριο.

Η πυκνότητα του υγροποιημένου φυσικού αερίου είναι περίπου 467 γραμμάρια ανά λίτρο, μικρότερη σε σύγκριση με την πυκνότητα του νερού, (η οποία είναι περίπου 994 γραμμάρια ανά λίτρο). Έτσι, αν το ΥΦΑ χυθεί στο νερό, επιπλέει και εξατμίζεται γιατί είναι ελαφρύτερο από το νερό. Οι ατμοί ΥΦΑ από την εξάτμιση είναι εύφλεκτοι και μπορεί να δημιουργήσουν έκρηξη κάτω από ορισμένες συνθήκες. Οι ατμοί ΥΦΑ γίνονται εύφλεκτοι όταν η συγκέντρωσή τους στον αέρα είναι μεταξύ 5% και 15% (κατ'όγκο αέρα). Όταν η συγκέντρωση ατμών ΥΦΑ στο αέρα υπερβαίνει το 15% δεν μπορεί να πάρουν φωτιά γιατί υπάρχει λίγο οξυγόνο. Όταν η συγκέντρωση ατμών ΥΦΑ στον αέρα είναι κάτω από το 5% (κατώτατο όριο δεν μπορεί να καούν γιατί είναι πολύ λίγο το φυσικό αέριο).

Ο συχνότερα αναμενόμενος κίνδυνος ανάφλεξης είναι από φλόγες ή σπινθήρες. Η θερμοκρασία αυτανάφλεξης είναι η χαμηλότερη θερμοκρασία στην οποία ένα εύφλεκτο αέριο ατμός αναφλέγεται αυτόματα, χωρίς μια πηγή ανάφλεξης (π.χ. σπινθήρα), μετά από μερικά λεπτά έκθεσης στη θερμότητα. Για τους ατμούς μεθανίου που προέρχονται από την εξάτμιση ΥΦΑ, με αναλογία μεθανίου – αέρα περίπου στο 10% (περίπου στο μέσο του 5-15% εύρους αναφλεξιμότητας) και σε ατμοσφαιρική πίεση, η θερμοκρασία αυτό-ανάφλεξης είναι πάνω από 540° C.

Οι κίνδυνοι που συνδέονται με την ασφάλεια των τερματικών σταθμών ΥΦΑ είναι σε συζήτηση για πολλές δεκαετίες. Το ατύχημα στο Κληβελαντ το 1944, μία από τις πρώτες εγκαταστάσεις υγροποιημένου φυσικού αερίου στο οποίο σκοτώθηκαν 128 άτομα δημιούργησε φόβους για τους κινδύνους του ΥΦΑ που εξακολουθούν να υπάρχουν και σήμερα.

Βελτιώσεις στην τεχνολογία και πρότυπα ασφαλείας από το 1940 έχουν κάνει ασφαλέστερες τις εγκαταστάσεις ΥΦΑ, παρόλα αυτά σοβαροί κίνδυνοι παραμένουν, γιατί το ΥΦΑ είναι εγγενώς ασταθές και συνήθως μεταφέρεται και αποθηκεύεται σε μεγάλες ποσότητες. Τον Ιανουάριο του 2004, το ατύχημα σε τερματικό ΥΦΑ στην Skikda της Αλγερίας όπου σκοτώθηκαν 27 άτομα και τραυματίστηκαν πάνω από 100 εργαζόμενοι έχουν φέρει στην επικαιρότητα τις ανησυχίες για την ασφάλεια των εγκαταστάσεων ΥΦΑ.

Ανησυχίες για την ασφάλεια των εγκαταστάσεων αποθήκευσης και τερματικών λιμενικών σταθμών έχουν δημιουργήσει εκτεταμένη αντιπαράθεση σε περιοχές όπου σχεδιάζεται η κατασκευή τέτοιων εγκαταστάσεων. Για παράδειγμα, στην ακτή του Maine, Long Island Sound ο σχεδιασμός τερματικού σταθμού ΥΦΑ (γνωστός σαν Broadwater Energy) έχει ξεσηκώσει τις τοπικές κοινωνίες και πολλοί πολιτικοί ανάμεσα τους και η Χίλαρι Κλίντον έχουν εκφράσει δημόσια την έντονη αντίθεσή τους.

Ένας τερματικός σταθμός υγροποιημένου φυσικού αερίου ορίζεται από την ευρωπαϊκή νομοθεσία (οδηγία 96/82/ΕΚ) σαν μια από τις τα πιο επικίνδυνες

εγκαταστάσεις - μια εγκατάσταση Seveso II. Η οδηγία 96/82/ΕΚ ονομάζεται οδηγία Σεβέζο II, (και η οδηγία 82/501/ΕΟΚ οδηγία Σεβέζο I) αφορά την πρόληψη και καταστολή Βιομηχανικών Ατυχημάτων Μεγάλης Έκτασης. Πήρε το όνομα της από το γνωστό ατύχημα διαρροής χημικών (διοξίνης) στο Σεβέζο της Ιταλίας το 1976.

Γενικά οι κίνδυνοι περιλαμβάνουν αναφλεξιμότητα, κατάψυξη και ασφυξία. Το φυσικό αέριο είναι εύφλεκτο, και η ανεξέλεγκτη απελευθέρωση υγροποιημένου φυσικού αερίου δημιουργεί κινδύνους "πυρκαγιάς λίμνης" ή σε περιορισμένους χώρους κινδύνους έκρηξης.

Αν το ΥΦΑ διαρρεύσει κοντά σε μια πηγή ανάφλεξης, οι ατμοί ΥΦΑ που δημιουργούνται από την εξάτμιση (σε μια εύφλεκτη συγκέντρωση με τον αέρα, 5% μέχρι 15%) θα καούν πάνω από την κηλίδα του υγρού ΥΦΑ. Η προκύπτουσα "πυρκαγιά λίμνης" θα εξαπλωθεί όπως εξαπλώνεται η κηλίδα ΥΦΑ μακριά από την πηγή διαρροής και το ΥΦΑ θα συνεχίσει να εξατμίζεται σε ατμούς. Μια τέτοια «πυρκαγιά λίμνης» είναι πολύ έντονη, η καύση της είναι πολύ γρήγορη και αναπτύσσει πολύ υψηλότερες θερμοκρασίες από ότι οι φωτιές πετρελαίου ή βενζίνης. Μια τέτοια πυρκαγιά δεν μπορεί να κατασβησθεί. Θα πρέπει να αναλωθεί πρώτα όλο το ΥΦΑ για να σβήσει. Δεδομένου ότι η «πυρκαγιά λίμνης» ΥΦΑ αναπτύσσει πολύ ψηλές θερμοκρασίες σε γρήγορο χρόνο, η θερμική ακτινοβολία μπορεί να τραυματίσει ανθρώπους και να κάνει ζημιά σε ιδιοκτησίες που βρίσκονται σε σημαντική απόσταση από την «πυρκαγιά λίμνης». Πολλοί ειδικοί συμφωνούν ότι η πυρκαγιά λίμνης από ΥΦΑ, ειδικά πάνω σε νερό, είναι ο πιο σοβαρός κίνδυνος ΥΦΑ.

2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ ΑΤΜΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

2.1. ΣΤΑΔΙΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΧΑΡΤΙΟΥ

Κατά την παραγωγή του χαρτιού οι χαρτοβιομηχανίες συνήθως ακολουθούν κάποια βασικά βήματα μέχρι να φτάσουμε στην παραγωγή του χαρτιού. Θα αναφερθούμε στα πιο βασικά στάδια παρακάτω με την σειρά που γίνονται:

- 1) Δάσος (πεύκης, ερυθρελάτης)
- 2) Αποφλοίωση
- 3) Παραγωγή πριονιδιού
- 4) Διάλυση λιγνίνης σε χωνευτήριο με το διάλυμα πολτοποίησης
- 5) Διάλυση λιγνίνης (2η φάση)
- 6) Εκτόνωση πολτού
- 7) Καθαρισμός
- 8) Συμπύεση πολτού
- 9) Φυγοκεντρική πολτού
- 10) Αποθήκη χαρτοπολτού
- 11) Μονάδα εξάτμισης
- 12) Λέβητας
- 13) Προετοιμασία διαλύματος πολτοποίησης
- 14) Τμήμα αναερόβιου χειρισμού
- 15) Χαρτοπολτός εμπορίου
- 16) Μονάδα διήθησης πολτού
- 17) Καθαρισμός πολτού με φυγοκέντρωση
- 18) Συμπύκνωση πολτού με πίεση
- 19) Έλεγχος ροής πίεσης
- 20) Τμήμα στρωμάτωσης ινών σε συνεχές φύλλο χάρτου
- 21) Τμήμα πίεσης
- 22) Τμήμα ξήρανσης
- 23) Τμήμα λείανσης
- 24) Δημιουργία ρολών χάρτου

2.2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΑ

2.2.1. Το κύριο μέρος του λέβητα

Έχουμε λέβητα της κατασκευαστικής εταιρίας ΜΗΧΑΝΟΠΟΙΕΙΟΝ ΑΧΙΛΛΕΥΣ ΚΟΥΠΑΣ & ΣΙΑ Α.Ε. Πρόκειται για φλογαυλωτό λέβητα με έτος κατασκευής 1987, χωρητικότητα 12,5 m³ νερού, μέγιστη πίεση λειτουργίας 13 bar και μέγιστη θερμοκρασία 284 °C η πίεση λειτουργίας στην εγκατάσταση είναι στα 11 bar και παράγει με τις υπάρχουσες ρυθμίσεις 3300 kg/h ξηρό ατμό .

Ο φλογοθάλαμος αποτελείται από φλογοσωλήνα και αεριαυλούς, που περιβάλλονται από νερό και ο οποίος συντηρείται πολύ εύκολα λόγω της μεγάλης και πλήρως ανοιγόμενης πόρτας και του βιδωτού καπνοθαλάμου με τις δύο θυρίδες καθαρισμού.

- Περιέχει διαιρούμενο κολάρο που συνδέει τον καπνοθάλαμο με την καπνοδόχο και έτσι δεν απαιτείται η απομάκρυνση της καπνοδόχου κατά την τυχόν αφαίρεση του καπνοθαλάμου.
- Περιέχει μόνωση με πετροβάμβακα υψηλής πυκνότητας και επικάλυψη με φύλλα αλουμινίου προσφέροντας όσο το δυνατόν λιγότερες απώλειες προς το περιβάλλον.



Εικόνα 2.1: Ατμολέβητας τύπου Κούπα

Στην ενότητα αυτή θα ασχοληθούμε με ένα μέρος από τα στάδια επεξεργασίας του χαρτιού που είναι πολύ σημαντικό και είναι ο λέβητας (εικόνα 2.1). Ο λέβητας είναι το δοχείο όπου ζεσταίνεται μεγάλη ποσότητα νερού προκειμένου να γίνει ατμός και να χρησιμοποιηθεί στην διαδικασία επεξεργασίας.

Οι λέβητες χρησιμοποιούνται ευρέως στις βιομηχανίες είτε για τη παραγωγή ζεστού νερού είτε ατμού. Για να καλύψει ο λέβητας τις απαιτήσεις μια βιομηχανίας σε ζεστό νερό ή ατμό χρειάζεται μεγάλες ποσότητες καυσίμου. Το καύσιμο μπορεί να είναι είτε υγρό, είτε στερεό, είτε αέριο. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να αναζητούμε τον λέβητα αυτό που θα έχει μεγάλο βαθμό απόδοσης προκειμένου να εξοικονομήσουμε ενέργεια, να ρυπαίνουμε λιγότερο το περιβάλλον και να έχει λιγότερο κόστος λειτουργίας μια επιχείρηση-βιομηχανία.



Εικόνα 2.2.: Καυστήρας της εγκατάστασης

Στην παραπάνω εικόνα μπορεί να δει κάποιος τα μέρη ενός λέβητα και τη διαδικασία κατά την οποία το νερό μετά τη καύση ζεσταίνεται από τα καυσάερια και γίνεται ατμός.

Ο τρόπος λειτουργίας του βασίζεται στην αντιστρεφόμενη φλόγα και στην μετάδοση θερμότητας από τις τρεις διαδρομές που ακλουθούν τα καυσαέρια. Τα καυσαέρια διέρχονται μέσα από τους σωλήνες και γύρω από τους σωλήνες υπάρχει νερό καθώς εξέρχονται τα ζεστά καυσαέρια δίνουν την θερμότητά τους στο νερό που υπάρχει έξω από τους αυλούς.

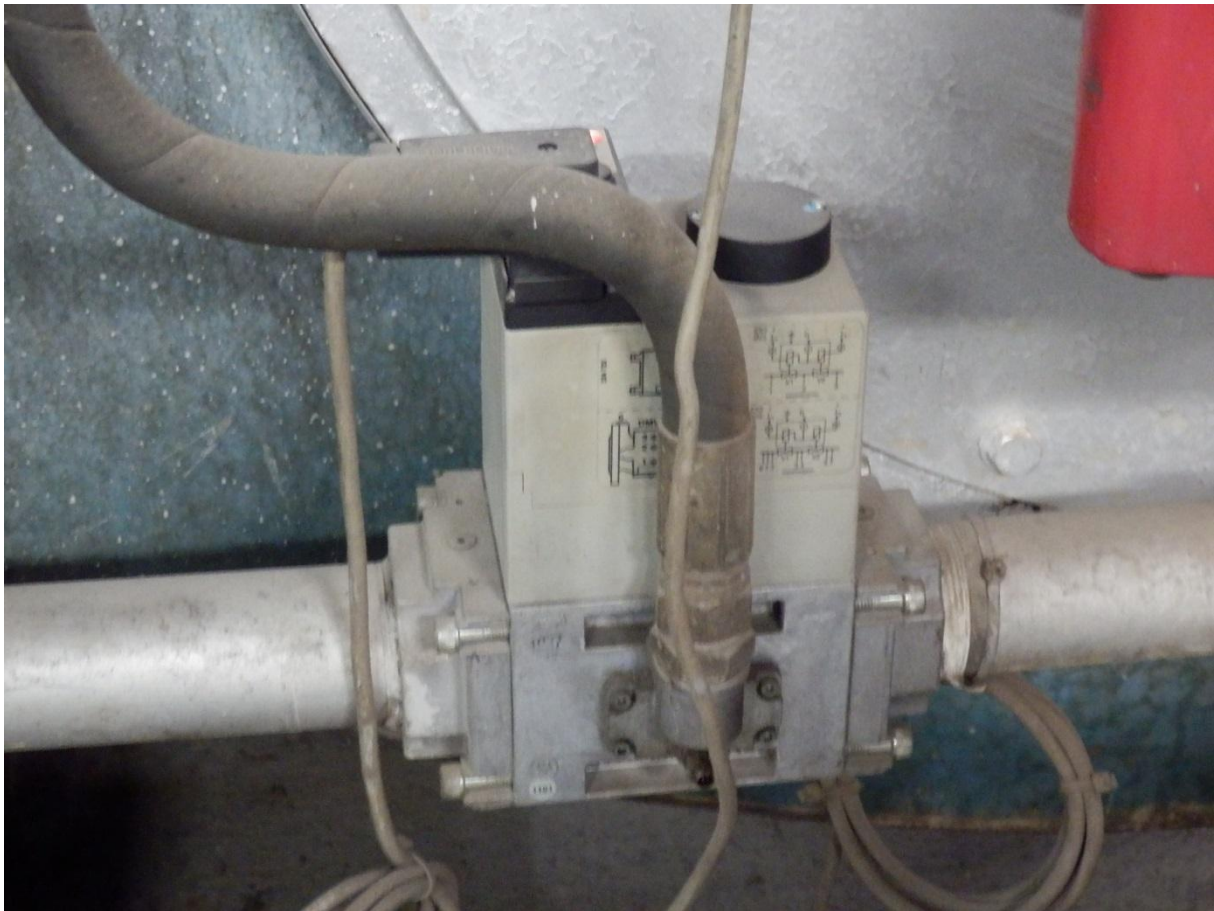
Η συντήρηση του λέβητα γίνεται σύμφωνα με την νομοθεσία Υ.Α.οικ.10735/651/2012 ΦΕΚ 2656 όπου όλες οι επιχειρήσεις με εγκατεστημένους λέβητες οφείλουν να συντηρούν και να επιβλέπουν την λειτουργία του λεβητοστασίου σύμφωνα με συγκεκριμένους κανόνες.

Ο λέβητας πρέπει να τροφοδοτείται με συγκεκριμένης ποιότητας νερό και οι τιμές του να καταχωρούνται στο ημερολόγιο του λέβητα , σε ορατό σημείο πρέπει να έχει αναρτηθεί πινακίδα με σημαντικές οδηγίες λειτουργίας με έμφαση στην παρακολούθηση του εξοπλισμού. Για κάθε ατμολέβητα πρέπει να υπάρχει ειδικό ημερολόγιο όπου καταγράφονται κάθε 8 ώρες μετρήσεις και ενδείξεις σύμφωνα με τον κατασκευαστή.

Στο ημερολόγιο αναγράφονται τα εξής:

- Ημερομηνία,
- Ώρες λειτουργίας του λέβητα,
- Πίεση λειτουργίας ατμού,
- Σκληρότητα και Αγωγιμότητα του νερού του λέβητα,
- Ενεργός οξύτης (pH) ,
- Πίεση στη έξοδο της αντλίας τροφοδοσίας νερού προς τον λέβητα,
- Θερμοκρασία καυσαερίων ,
- Δείκτη αιθάλης και στοιχεία ελέγχων συντήρησης και
- διάφορες λοιπές πληροφορίες σχετικά με την καθημερινή κατάσταση λειτουργίας.

Το ημερολόγιο πρέπει να είναι στην διάθεση των αρχών και του φορέα πιστοποίησης και να διατηρείται τουλάχιστον μέχρι τον επόμενο έλεγχο.



Εικόνα 2.3.: κύρια βαλβίδα τροφοδοσίας καυσίμου

Ο ατμολέβητας μας απαρτίζεται από κάποιο στάνταρ εξοπλισμό με σκοπό την καλύτερη λειτουργία του και την διευκόλυνση του επιβλέποντα.

- Ηλεκτρονικός πίνακας: εκεί υπάρχουν όλες οι ενδείξεις που χρειάζεται να προσέχει ο επιβλέπων με φωτεινούς σηματοδότες(υπερπίεση καυσίμου , άνοιγμα πιλότου, κυρίως βαλβίδα καυσίμου, ασφαλιστικό κύκλωμα) όπως επίσης και κύριοι μοχλοί λειτουργίας (εκκίνηση-παύση του καυστήρος, χειρισμός αντλιών τροφοδοσίας σε χειροκίνητες ή αυτόματες, επαναφορά ασφαλιστικού κυκλώματος, κουμπί έκτακτης ανάγκης)
- Υδροδείκτες ανακλαστικού τύπου: πρόκειται για δυο υδροδείκτες δεξιά και αριστερά του λέβητα με σκοπό τον εύκολο τρόπο ελέγχου της στάθμης του νερού στον λέβητα προς αποφυγή σοβαρής ζημιάς.
- Ζεύγος κρουών απομόνωσης για τους υδροδείκτες οι οποίοι απομονώνουν χειροκίνητα σε περίπτωση θραύσης του γυαλιού

- Ηλεκτροδίο ασφαλείας για έλεγχο χαμηλής και κατώτατης στάθμης και ενεργοποίηση του συναγερμού σε κάποια από τις παραπάνω περιπτώσεις
- Μανόμετρα ένδειξης πίεσης για έλεγχο της πίεσης σε διάφορα σημεία που χρειάζεται
- Αυτόματες ασφαλιστικές βαλβίδες σε ενδεχόμενο υψηλής πίεσης
- Χαλύβδινοι κρουνοί για την δειγματοληψία νερού
- Μετρητές ροής και ποσότητας νερού που τροφοδοτείται ο λέβητας
- Φίλτρα καθαρισμού του νερού από τυχόν σωματίδια
- Τρίοδη βάνα λειτουργίας η οποία ανάλογα με την στάθμη του νερού και την ένδειξη του ηλεκτροδίου ασφαλείας ανοίγει αυτόματα της δίοδο για τροφοδοσία προς τον λέβητα ή επιστροφή του νερού πίσω στην δεξαμενή.
- Περιστρεφόμενες βάνες λειτουργίας για απομόνωση και φραγμό του ατμού σε περίπτωση βλάβης ή άλλης ανάγκης στην εγκατάσταση .
- Συλλέκτης ατμού όπου εκεί πηγαίνει ο ατμός από τον λέβητα και μετά διαμοιράζεται στα διάφορα σημεία όπου έχει ανάγκη η επιχείρηση .
- Χειροκίνητη βάνα αποτύλωσης (βάνα στρατσωνισμού) για περιπτώσεις που έχουμε υψηλή πίεση και ο επιβλέπων κρίνει ότι χρειάζεται η μείωση της στάθμης του νερού στον λέβητα ή η αφαίρεση των αλάτων.

2.2.2. Καυστήρας Weishaupt τύπου G50/2-a

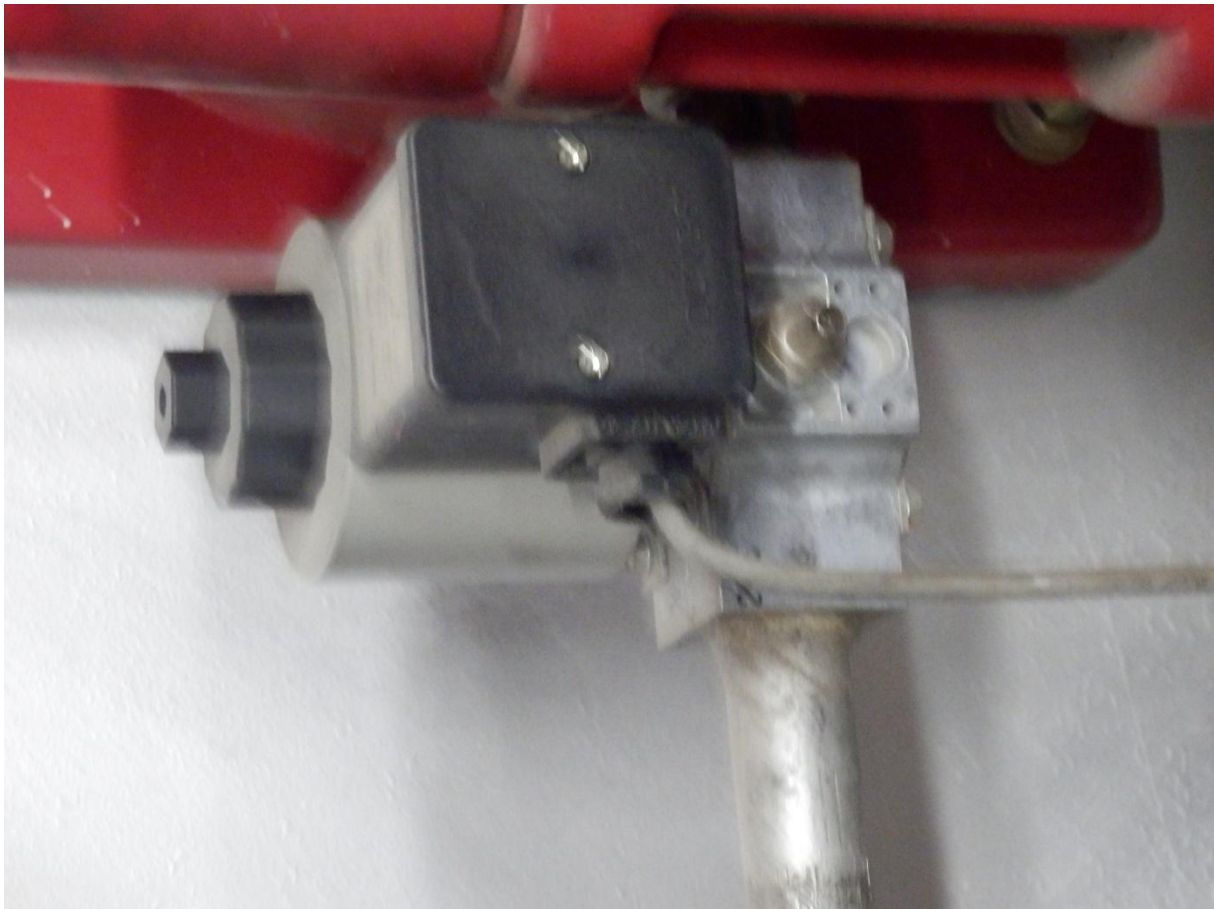
Ο καυστήρας (εικόνα 2.2) είναι η συσκευή εκείνη η οποία προσαρμοσμένη πάνω στο λέβητα επιτυγχάνει την ανάμειξη του καυσίμου (στερεού, υγρού ή αερίου) με τον αέρα έτσι ώστε να πραγματοποιείται αλλά και να συντηρείται η καύση.

Οι καυστήρες διαχωρίζονται ανάλογα με το είδος καυσίμου αλλά και τον τρόπο λειτουργίας τους και έχουμε τα εξής είδη: καυστήρες ελαφριού πετρελαίου, καυστήρες ακάθαρτου πετρελαίου, καυστήρες φυσικού αερίου-υγραερίου-φωταερίου, καυστήρες ειδικών καυσίμων όπως λιπαντικά ή βιομάζας και τους καυστήρες μικτών καυσίμων.

Στην εγκατάσταση μας χρησιμοποιείται ένας καυστήρας αερίου καυσίμου καθώς το καύσιμο λειτουργίας του λέβητα για την παραγωγή ατμού είναι το υγραέριο. Ο

καυστήρας μας αποτελείται από κάποια βοηθητικά εξαρτήματα με σκοπό την σωστή του λειτουργία.

- Έχει τον ανεμιστήρα αναρρόφησης του ατμοσφαιρικού αέρα όπου είναι πολύ σημαντικός για την ανάμειξη με το καύσιμο μας έτσι ώστε να μπορέσει να γίνει η καύση .
- Ανιχνευτής φλόγας (φωτοκύτταρο) πρόκειται για έναν αισθητήρα που ελέγχει σε περίπτωση που για οποιοδήποτε λόγο σβήσει η φλόγα να δώσει εντολή για παύση του καυστήρα.
- Το σύστημα χειροκίνητης ρύθμισης της ποσότητας του καυσίμου που τροφοδοτείται ο λέβητας.
- Τα κεραμικά ηλεκτρόδια στο εσωτερικό για την δημιουργία σπινθήρα και τις δύο βαλβίδες τροφοδοσία καυσίμου την πρώτη βαλβίδα(πιλότος) και την κυρίως βαλβίδα.



Εικόνα 2.4.: Πρώτη βαλβίδα τροφοδοσίας καυσίμου (πιλότος)

Ο καυστήρας βασίζεται σε 3 πολύ βασικά στάδια κατά την εκκίνηση του. Εκκίνηση του ανεμιστήρα μέχρι το μέγιστο των δυνατοτήτων του με σκοπό το διωγμό τυχόν αερίου καυσίμου που μπορεί να έχει παραμείνει στον θάλαμο μας λόγω του σταματήματος του καυστήρα. Αυτό διαρκεί 20 sec.

Στην συνέχεια δίνεται εντολή να ανοίξει η πρώτη βαλβίδα (πιλότος), που φαίνεται στην (εικόνα 2.4), όπου έχουμε την ανάφλεξη του καυσίμου με την βοήθεια των κεραμικών ηλεκτροδίων που υπάρχουν στο εσωτερικό του καυστήρα που ο σκοπός τους είναι η δημιουργία σπινθήρα , παραμένει ο καυστήρας με τον πιλότο για 10 sec μέχρι να σταθεροποιηθεί η φλόγα και στην συνέχεια δίνεται εντολή για να ανοίξει η κυρίως βαλβίδα του καυσίμου και έχουμε τότε την κανονική μας λειτουργία.



Εικόνα 2.5.: μηχανισμός ρύθμισης μίγματος αέρα-καυσίμου

Σήμερα πάρα πολλές βιομηχανίες χρησιμοποιούν παλαιότερα συστήματα καύσης όπως μηχανικούς καυστήρες , διβάθμιους καυστήρες και καυστήρες με κινητήρες χωρίς μετατροπέα συχνότητας. Χρησιμοποιώντας παλιάς τεχνολογίας καυστήρες

έχουμε ορισμένα μειονεκτήματα. Οι καυστήρες παλιάς τεχνολογίας καύσης, είναι ενεργοβόροι αυξάνοντας συνεχώς το κόστος λειτουργίας τους. Στην βιομηχανία αυξάνοντας το κόστος λειτουργίας αυξάνεται και το κόστος του προϊόντος

Γι αυτό τον λόγο πρέπει στις βιομηχανίες να χρησιμοποιούνται καυστήρες σύγχρονοι με ηλεκτρονικό έλεγχο καύσης, με αναλογική λειτουργία, με έλεγχο της ποιότητας καύσης με αισθητήρα λ προκειμένου να έχουμε τα εξής οφέλη: εξοικονόμηση καυσίμου (15% από την αναλογική λειτουργία και 5% από τον αισθητήρα λ), εξοικονόμηση ενέργειας έως και 60%, μείωση του κόστους λειτουργίας της βιομηχανίας, μείωση του κόστους παραγωγής και μείωση των ρύπων που τόσος λόγος γίνεται σε επίπεδο ευρωπαϊκής ένωσης.

Ξεχωρίζουμε τους καυστήρες ανάλογα με το είδος του καυσίμου αλλά και τον τρόπο λειτουργίας τους. Έτσι έχουμε καυστήρες:

- ελαφριού πετρελαίου (diesel)
- ακάθαρτου πετρελαίου (μαζούτ)
- φυσικού αερίου, υγραερίου, και φωταερίου,
- ειδικών καυσίμων (όπως λιπαντικά ή βιομάζα) και των
- μικτών καυσίμων.

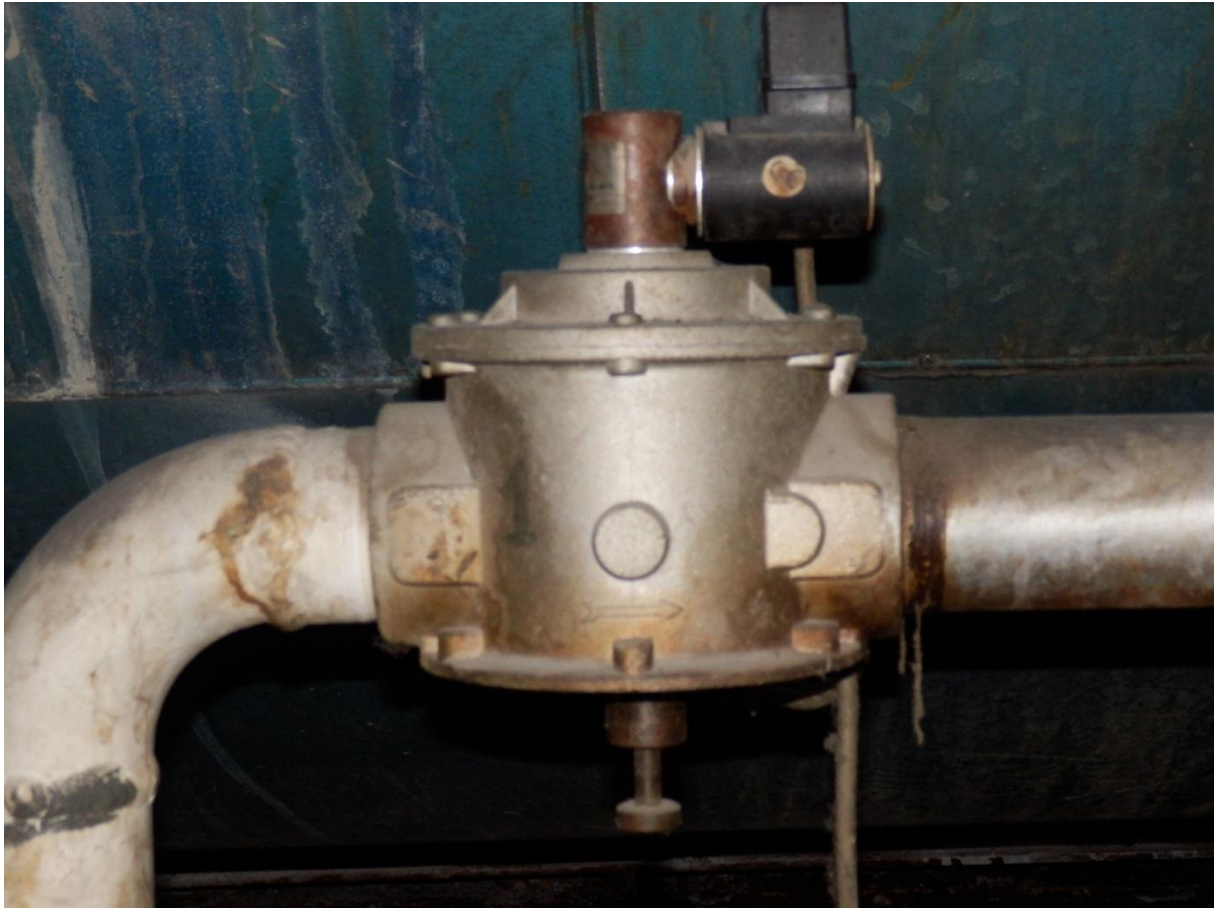
Όπως προαναφέραμε, στην εγκατάσταση χρησιμοποιείται καυστήρας Weishaupt G50/2-A ο οποίος πρέπει να καλύπτει τις παρακάτω ανάγκες:

- παραγωγή ατμού (Ατμολέβητες-Ατμογεννήτριες)
- Παραγωγή θερμών νερών θέρμανσης και χρήσης (Λέβητες θερμού νερού)
- Παραγωγή θερμού αέρα (Αερολέβητες-Ξηραντήρια)

Για να πραγματοποιηθούν οι παραπάνω ανάγκες χρειάζονται έναν από τους παρακάτω τύπους καυστήρων:

- Καυστήρες αέριου καυσίμου
- Καυστήρες υγρού καυσίμου και
- Καυστήρες μικτής καύσης

Στη προκειμένη περίπτωση ο καυστήρας που χρησιμοποιείται στην χαρτοβιομηχανία είναι ένας Weishaupt G50/2-A φωτογραφίες του οποίου φαίνονται στις εικόνες παραπάνω.



Εικόνα 2.6: βαλβίδα διακοπής ροής καυσίμου

2.2.3. Λέβητας ατμού με αναστρεφόμενη φλόγα

Ο ατμολέβητας τύπου PRN/D είναι κατάλληλος για κάθε είδος υγρού ή αέριου καυσίμου. Ο ατμολέβητας αυτός έχει μεγάλη ευελιξία καθώς σχεδιάζεται, μελετάται και κατασκευάζεται για να επιτύχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- θερμαινόμενη επιφάνεια
- πάχη ελασμάτων
- πίεση λειτουργίας
- μόνωση κ.τ.λ.

Ο ατμολέβητας τύπου PRN/D κατασκευάζεται και ελέγχεται σύμφωνα με την Οδηγία 97/23/CE σχετική με τον εξοπλισμό υπό πίεση (PED).

2.2.4. Στάνταρ εξοπλισμός

- Ηλεκτρικός πίνακας
- Σύστημα τροφοδοσίας νερού με ηλεκτρόδια στάθμης
- Ηλεκτρόδιο ασφαλείας (κατωτάτης στάθμης)
- Κεντρικός αμοφράκτης
- Ασφαλιστικό υπερπίεσης τύπου ελατηρίου
- Γωνιακός αμοφράκτης νερού τροφοδοσίας
- Ανοξειδωτή βαλβίδα αντεπιστροφής στην είσοδο του νερού τροφοδοσίας στο λέβητα
- Χειροκίνητη βάνα αποτύλωσης (βάνα στρατσωνισμού).
- Υδροδείκτης ανακλαστικού τύπου.
- Ζεύγος κρουνών απομόνωσης για τον υδροδείκτη οι οποίοι απομονώνουν αυτόματα σε περίπτωση θραύσης του γυαλιού.
- Χαλύβδινος κρουνός 3-τεμαχίων για δειγματοληψία νερού.
- Βαλβίδα εξαέρωσης
- Μανόμετρο ένδειξη πίεσης στο εσωτερικό του λέβητα

2.2.5. Προαιρετικός εξοπλισμός

- Αναλογικό ηλεκτρόδιο στάθμης 4-20 mA για το σύστημα τροφοδοσίας νερού
- Αυτοελεγχόμενο ηλεκτρόδιο κατωτάτης στάθμης σύμφωνα με το TRD 604/24 h για 24ώρη λειτουργία χωρίς επιθεώρηση.
- Αυτόματο σύστημα στρατσωνισμού επιφανείας σύμφωνα με το TRD 604/24 h για 24ώρη λειτουργία χωρίς επιθεώρηση.
- Αυτόματη πνευματική στρατσώνα πυθμένα.
- Inverter στην αντλία τροφοδοσίας για την αναλογική πλήρωση του νερού τροφοδοσίας στο λέβητα.
- Επιπλέον υδροδείκτης με ζεύγος κρουνών απομόνωσης
- Επιπλέον ασφαλιστικό υπερπίεσης



Εικόνα 2.7: συστήματα ελέγχου στάθμης νερού(ηλεκτρονικό και αναλογικό γυαλί)

2.3. ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΝΕΡΟΥ ΤΟΥ ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΑ

Ο ατμολέβητας πρέπει πάντα να λειτουργεί με μία συγκεκριμένη ποσότητα νερού. Η πιθανότητα έλλειψης νερού είναι η πιο επικίνδυνη κατάσταση που μπορεί να δημιουργηθεί στην λειτουργία του λέβητα. Οι λέβητες έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε όλα τα ελάσματα που εκτίθενται σε υψηλές θερμοκρασίες(και ιδιαίτερα σε φλόγα) να βρέχονται από την άλλη πλευρά.



Εικόνα 2.8: Δεξαμενή νερού

Έτσι λοιπόν η κατώτερη στάθμη νερού εντός του λέβητα ορίζεται μερικά χιλιοστά πάνω από τους αυλούς των καυσαερίων. Η διατήρηση της στάθμης του νερού εντός του ατμολέβητα εξασφαλίζεται από ηλεκτροκίνητες αντλίες και ένα αυτόματο σύστημα επιτήρησης της στάθμης του νερού. Το αυτόματο σύστημα επιτήρησης ορίζει τρεις στάθμες νερού εντός του λέβητα που εξυπηρετούν τις παρακάτω λειτουργίες:

Υψηλή στάθμη νερού αυτόματη παύση της αντλίας τροφοδοσίας νερού στον ατμολέβητα ή μερική χρήση της βάνας αποπύλωσης μέχρι την πτώση της στάθμης στα επιθυμητά επίπεδα για τον επιβλέποντα, χαμηλή στάθμη νερού αυτόματη έναρξη λειτουργίας της αντλίας τροφοδοσίας νερού με σκοπό την επαναφορά στα επιθυμητά επίπεδα στάθμης και την κατώτατη στάθμη νερού όπου έχουμε αυτόματη διακοπή της λειτουργίας του καυστήρα και ενεργοποίηση της φωτεινής και ηχητικής σήμανσης.

Πρέπει ο ατμολέβητας να λειτουργεί πάντα με νερό. Στην περίπτωση που ο ατμολέβητας έχει έλλειψη νερού υπάρχει περίπτωση να εκραγεί, ακόμα και αν η

πίεση μέσα στον ατμολέβητα είναι μικρότερη από τις κανονικές συνθήκες λειτουργίας του. Αυτό συμβαίνει διότι σε χαμηλή στάθμη νερού αρχίζουν να αποκαλύπτονται τμήματα των ελασμάτων του ατμολέβητα που εκτίθενται σε υψηλές θερμοκρασίες ή ακόμα και σε φλόγα.

Οι πρώτες περιοχές που αποκαλύπτονται είναι τα ελάσματα του θαλάμου αναστροφής καυσαερίων και στην συνέχεια ο ίδιος ο φλογοσωλήνας. Η έλλειψη νερού συνεπάγεται υπερθέρμανση των περιοχών αυτών και άρα κατακόρυφη μείωση των αντοχών των ελασμάτων και ειδικά των ραφών των συγκολλήσεων. Έτσι δημιουργείται πολύ μεγάλη πιθανότητα λόγω της εσωτερικής υπερπίεσης που ενώ είναι μικρότερη της πίεσης λειτουργίας να γίνει μεγάλη διάρρηξη που θα οδηγήσει στην έκρηξη.

Στην εγκατάσταση που εξετάζουμε υπάρχουν τρεις δεξαμενές νερού στην πρώτη δεξαμενή νερού(εικόνα 2.16) αποθηκεύεται ακατέργαστο νερό από την γεώτρηση χωρητικότητας $10m^3$ στην συνέχεια το νερό περνάει από το σύστημα κατεργασίας νερού για να έχουμε τις τιμές που χρειάζονται σύμφωνα με τον κατασκευαστή και αυτό αποθηκεύεται σε μια δεύτερη δεξαμενή(εικόνα 2.15) $1 m^3$ όπου εκεί παραμένει το νερό μέχρι ο επιβλέπων κρίνει ότι χρειάζεται να το χρησιμοποιήσει η τρίτη δεξαμενή(εικόνα 2.8) που υπάρχει εντός του κτιρίου και είναι η δεξαμενή που τροφοδοτεί τον ατμολέβητα με νερό. Αυτή η δεξαμενή είναι χωρητικότητας $3 m^3$ και είναι μονωμένη με στρώσεις υαλοβάμβακα έτσι ώστε να έχουμε όσο τον δυνατόν λιγότερες θερμικές απώλειες. Στην τρίτη δεξαμενή υπάρχει ενσωματωμένος γυάλινος υδροδείκτης που βοηθάει τον επιβλέποντα να ξέρει πότε χρειάζεται να κάνει τις απαραίτητες ενέργειες για να συμπληρώσει νερό.

2.4. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΤΗΣ (ECONOMIZER)

Πρόκειται για έναν εναλλάκτη θερμότητας (εικόνα 2.9) ή αλλιώς εξοικονομητή ενέργειας ο οποίος αυξάνει την απόδοση του ατμολέβητα μας, μετατρέποντας το συμβατικό ατμολέβητα με χαμηλή απόδοση σε λέβητα συμπύκνωσης εξοικονομώντας καύσιμο. Μιλάμε για ένα εξοικονομητή δυναμικότητας έως 2000 kW με πίεση λειτουργίας έως 40 bar με σκοπό την ανάκτηση της ενέργειας των καυσαερίων από τα καυσαέρια. Είναι εύχρηστος για τα περισσότερα είδη καυσίμων όπως Φυσικό αέριο, Υγραέριο, Μαζούτ, Πετρέλαιο. Η μεγάλη εναλλαγή έχει ως αποτέλεσμα η θερμοκρασία των καυσαερίων να μειωθεί κάτω από τους 100°C και να υγροποιηθεί ο ατμός προσδίδοντας επιπλέον ενέργεια. Σύμφωνα με τον κατασκευαστή η μέγιστη θερμοκρασία εισόδου των καυσαερίων είναι 270°C . Πρόκειται για έναν πτερυγιοφόρο εναλλάκτη για μέγιστη απόδοση ο οποίος εξοικονομεί ενέργεια μέχρι και 9% ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας. Μειώνει την ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα σύμφωνα με το πρωτόκολλο ΚΙΟΤΟ και προθερμαίνει το νερό τροφοδοσίας του ατμολέβητα ή χρησιμοποιείται για την

αποθήκευση ζεστού νερού χρήσης. Μπορεί να τοποθετηθεί σε καινούργιους ή υπάρχοντες λέβητες και έχει μικρή περίοδο αποπληρωμής. Είναι περιβεβλημένος με ισχυρή μόνωση για μηδενικές απώλειες και περιέχει ενσωματωμένο bypass με έμβολα αέρος για εκτροπή των καυσαερίων σε ενδεχόμενο χαμηλής θερμοκρασίας για αποφυγή πιθανών υγροποιήσεων. Πρόκειται για μια πλήρως αυτοματοποιημένη λειτουργία και για μια αυτόνομη μονάδα με ενσωματωμένο όλο τον εξοπλισμό λειτουργίας ασφαλείας. Γίνεται μια πλήρης τεchnοοικονομική μελέτη πριν από την τοποθέτηση και σχεδιασμός σύμφωνα με τις ειδικές τοπικές συνθήκες.



Εικόνα 2.9: Εναλλάκτης θερμότητας καπναερίων (economizer)

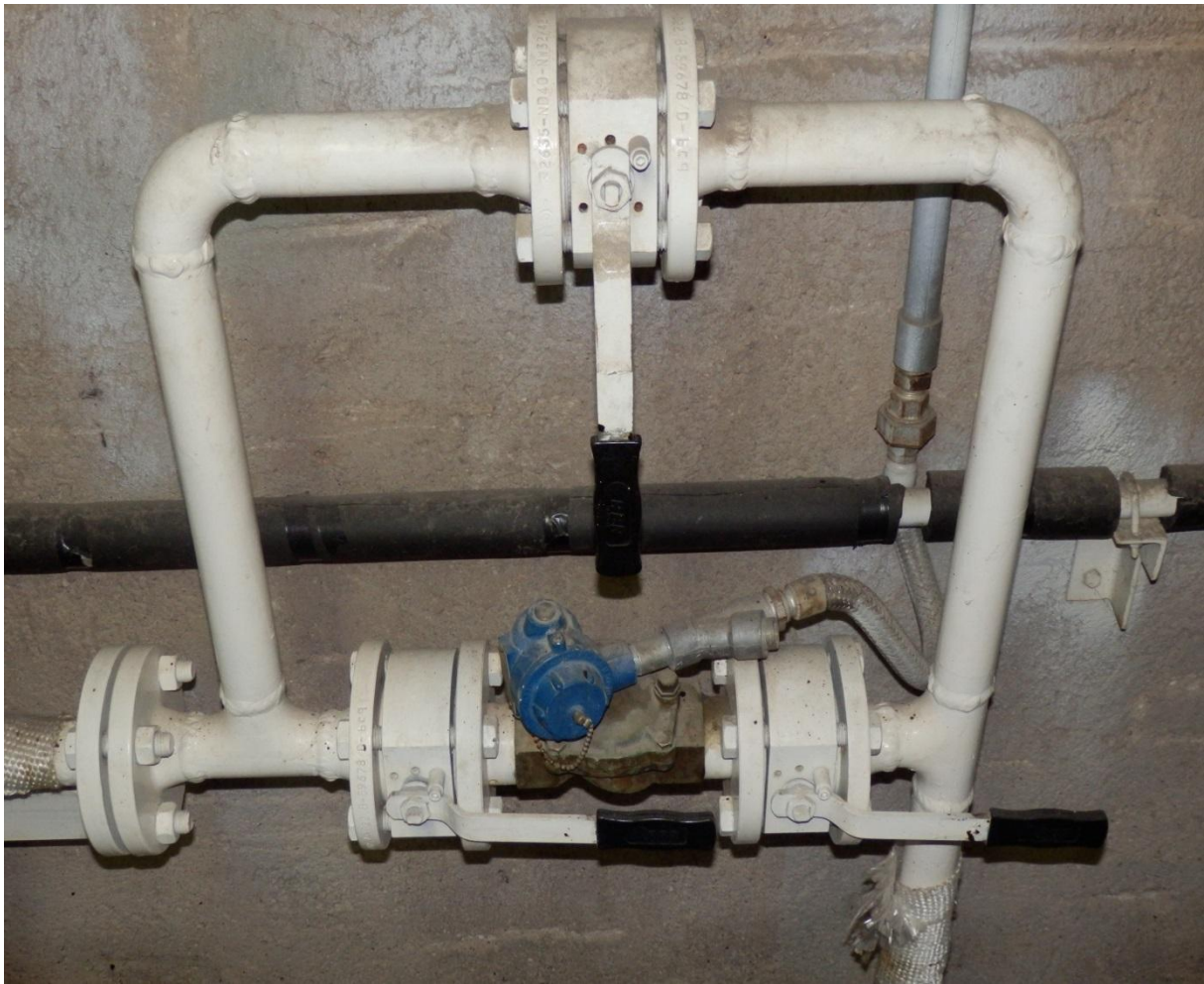
2.5. ΤΟ ΥΓΡΑΕΡΙΟ ΣΤΗΝ ΜΕΛΕΤΟΥΜΕΝΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Σε αυτή την ενότητα θα κάνουμε μια αναφορά στο υγραέριο σαν καύσιμο της εγκατάστασης που εξετάζουμε και μια αναλυτική περιγραφή όλης της διαδρομής που ακολουθεί το υγραέριο μας στην εγκατάσταση και θα γίνει μια μικρή αναφορά στην κάθε συσκευή που διέρχεται.



Εικόνα 2.10: Εξαερωτής καυσίμου

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στο κεφάλαιο 1, η στοιχειομετρική σύσταση που πήραμε από την χαρτοβιομηχανία για το υγραέριο είναι: προπάνιο (C_3H_8): 60-80% βουτάνιο (C_4H_{10}): 20-40%.



Εικόνα 2.11: Ηλεκτρομαγνητική βάνα

Το υγραέριο μπορεί να τοποθετηθεί όπου εμείς επιθυμούμε και να μεταφερθεί όπου εμείς θέλουμε μέσα σε φιάλες ή δεξαμενές διαφόρων μεγεθών. Χρησιμοποιείται είτε για οικιακή χρήση είτε για εμπορική χρήση είτε για βιομηχανική χρήση

Έχουμε μια υπόγεια δεξαμενή υγραερίου (εικόνα 2.17) χωρητικότητας 39,600 τόνων καυσίμου με πίεση λειτουργίας στα 5 bar. Αποτελείται από τις ανάλογες εισόδους και εξόδους που κρίνονται απαραίτητες όπως η είσοδος τροφοδοσίας καυσίμου, η είσοδος τροφοδοσίας αέριας μάζας καυσίμου, έξοδος καυσίμου προς τον ατμολέβητα, η έξοδος αέριας μάζας καυσίμου προς τον μικρό λέβητα που έχουμε για την θέρμανση του καυσίμου.



Εικόνα 2.12: Μειωτήρες πίεσης καυσίμου

Υπάρχουν οι ανάλογες έξοδοι για την αυτόματη εξαέρωση του καυσίμου όπως επίσης για τις αναγκαίες εξυδατώσεις που χρειάζονται να γίνονται από τον επιβλέποντα καθημερινά. Έχουμε τα απαραίτητα μέτρα ασφάλειας με την τοποθέτηση γείωσης κατά την διάρκεια τροφοδοσίας για αποφυγή πιθανού στατικού ηλεκτρισμού όπως επίσης και όλα τα μέτρα πυρασφάλειας που είναι πάρα πολύ σημαντικά.

Στην δεξαμενή μας υπάρχουν τα ανάλογα όργανα μέτρησης του καυσίμου είτε με βέργα για μεγαλύτερη ακρίβεια είτε με το ειδικό ρολόι που μετράει την στάθμη της δεξαμενής, όπως επίσης τα ειδικά όργανα μέτρησης της πίεσης για να έχει την δυνατότητα ο επιβλέπων να ελέγχει την πίεση στο εσωτερικό της δεξαμενής κατά την διάρκεια της τροφοδοσίας με σκοπό την αποφυγή κάποιου ατυχήματος.

Στην συνέχεια το καύσιμο πηγαίνει στον ειδικό εξαερωτή (εικόνα 2.10) προκειμένου να έχουμε πρόσδοση θερμότητας άρα και αλλαγή φάσης από υγρή σε αέρια. Στην εγκατάσταση μας υπάρχουν δυο εξαερωτές και έχουμε σε λειτουργία τον έναν ο δεύτερος είναι για ενδεχόμενο πιθανής βλάβης του πρώτου να τεθεί σε λειτουργία αυτός.



Εικόνα 2.13: Ελεγκτές διαρροών καυσίμου

Το καύσιμο φεύγει από τον εξαερωτή με πίεση 4bar και θερμοκρασία 65 °C και κατευθύνεται προς μια ηλεκτρομαγνητική βάνα, η οποία φαίνεται στην (εικόνα .2.11), που βρίσκεται ακριβώς λίγο πριν τον από τους μειωτήρες πίεσης που ο σκοπός τους είναι να παραλάβουν το καύσιμο με πίεση 4 bar και θερμοκρασία 65 °C και να το μετατρέψουν σε καύσιμο με πίεση 1 bar και θερμοκρασία 42 °C .

Στην συνέχεια το καύσιμο περνάει από κάποια ειδικά φίλτρα με σκοπό να συγκρατήσει διάφορα μικρά σωματίδια που δεν επιθυμούμε και συνεχίζει για το επόμενο βήμα που είναι ο ελεγκτής ροής(εικόνα 2.22). Ο σκοπός του ελεγκτή ροής είναι να ελέγχει αν το καύσιμο ρέει με την επιθυμητή για εμάς ροή όπως επίσης και αν το καύσιμο έχει πίεση 0,65bar που πρέπει να έχει λίγο πριν την είσοδο του στον καυστήρα μέσω των βαλβίδων πρώτης φλόγας (πιλότος, εικόνα 2.14) και της κύριας βαλβίδας καυσίμου όπως αναφέραμε σε προηγούμενη παράγραφο στην περιγραφή της λειτουργίας του καυστήρα.



Εικόνα 2.14: Πρώτη βαλβίδα τροφοδοσίας καυσίμου (πιλότος)

Κατά την διάρκεια της διαδρομής του υγραερίου υπάρχουν τα ειδικά ασφαλιστικά διαρροών(εικόνα 2.13), πρόκειται για ειδικούς αισθητήρες που ελέγχουν πιθανές διαρροές στο σύστημα και δίνουν εντολή στη ηλεκτρομαγνητική που αναφέραμε παραπάνω να κόψει την τροφοδοσία καυσίμου για αποφυγή κάποιας πιθανής ανάφλεξης.



Εικόνα 2.15: Δεξαμενή αποθήκευσης κατεργασμένου νερού



Εικόνα 2.16: Δεξαμενή αποθήκευσης νερού από γεώτρηση



Εικόνα 2.17: Υπόγεια δεξαμενή αποθήκευσης καυσίμου(LPG)



Εικόνα 2.18: Τρίοδη βάνα



Εικόνα 2.19: Εξαεριστικό καυσίμου



Εικόνα 2.20: Αντλία τροφοδοσίας νερού



Εικόνα 2.21: Αποσκληρυντής νερού



Εικόνα 2.22: Ελεγκτής ροής του καυσίμου

2.6 ΛΕΒΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ

Στους λέβητες χαμηλών θερμοκρασιών, ακολουθείται η αρχή ο λέβητας να παράγει ζεστό νερό τέτοιας θερμοκρασίας τόση ώστε να καλύψει την τρέχουσα απαίτηση ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή εξοικονόμηση ενέργειας. Κατά την έναρξη της λειτουργίας τους όλοι οι λέβητες ανεξαρτήτως κατασκευής, μάρκας ή μοντέλου δημιουργούν συμπυκνώματα από τα καυσαέρια τα οποία διαβρώνουν και καταστρέφουν το λέβητα. Για την αποφυγή της δημιουργίας τέτοιων συμπυκνωμάτων είναι απαραίτητη η διατήρηση μιας ελάχιστης θερμοκρασίας νερού στο λέβητα.

Στην επιχείρηση που μελετάμε υπάρχει χαλύβδινος λέβητας Rayon της εταιρείας Calda. Πρόκειται για έναν λέβητα με ωφέλιμη ισχύ 120 KW, πίεση λειτουργίας 4 bar και θερμοκρασία νερού 120 °C. Ο λέβητας αυτός είναι ρυθμισμένος στους 65 °C και σαν καύσιμο λειτουργίας χρησιμοποιεί υγραέριο. Ο σκοπός του είναι με την βοήθεια ενός εναλλάκτη να θερμαίνει το καύσιμο έτσι ώστε να παραμένει πάντα σε αέρια μορφή πριν φτάσει στον κεντρικό λέβητα. Ο λέβητας αυτός παίρνει εντολή για να εκκινήσει όταν η θερμοκρασία του καυσίμου στον εξαερωτή πέσει κάτω από τους 58 °C και επαναφέρει την θερμοκρασία του καυσίμου άμεσα πάνω από τους 60 °C, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η σωστή λειτουργία της εγκατάστασης. Επίσης ο συγκεκριμένος λέβητας χρησιμοποιείται για την εκκίνηση του κεντρικού λέβητα μετά από διακοπή λειτουργίας που έχει διαρκέσει πάνω από εικοσιτέσσερις

ώρες. Επειδή η θερμοκρασία στο καύσιμο έχει πέσει πολύ χαμηλά λόγω της διακοπής λειτουργίας τροφοδοτούμε αυτόν τον μικρό λέβητα με καύσιμο από την αέρια φάση της δεξαμενής του εργοστασίου, τον αφήνουμε να λειτουργεί μέχρι να φέρει την θερμοκρασία του καυσίμου στους εξαερωτές στις συνθήκες που απαιτείται και μόλις γίνει αυτό ο κεντρικός λέβητας θα είναι σε θέση να εκκινήσει.



Εικόνα 2.23: Ο λέβητας νερού του εργοστασίου.

2.7 ΧΡΗΣΗ ΧΗΜΙΚΩΝ ΣΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

2.7.1. Γενικά

Για την τροφοδοσία του ατμολέβητα με νερό χρειάζεται απαραίτητα νερό όσο γίνεται πιο καθαρό από οργανικές ύλες και ανόργανα άλατα. Για αυτό το σκοπό δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως νερό τροφοδοσίας του ατμολέβητα φυσικό νερό. Αυτό συμβαίνει διότι το νερό που έχει οργανικές ύλες και ανόργανα άλατα καθώς συμπυκνώνεται κάτω από υψηλή θερμοκρασία μετατρέπονται σε λάσπη μειώνοντας την απόδοση του λέβητα και αυξάνοντας την κατανάλωση καυσίμου προκειμένου να πετύχει την ίδια απόδοση.

Λόγω της ύπαρξης οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα επιταχύνεται η διαδικασία ηλεκτροχημικής διάβρωσης στο κύκλωμα τροφοδοσίας του νερού και του δικτύου ατμού. Καθώς αυξάνονται τα άλατα στο νερό του λέβητα αυξάνονται και τα συμπαρασυρόμενα άλατα στον ατμό. Το pH πρέπει να έχει μια σταθερή τιμή γιατί αλλιώς αν είναι πολύ χαμηλό ή πολύ υψηλό μπορεί να προκαλέσει διάβρωση στο λέβητα. Όταν γίνεται η κατάλληλη επεξεργασία του νερού του λέβητα, επιτυγχάνεται:

- Η διατήρηση σε διασπορά των αλάτων και ο παρεμπόδισμός της απόθεσής τους
- Η δέσμευση του οξυγόνου
- Η εξουδετέρωση του διοξειδίου του άνθρακα
- Η αποφυγή της ρύπανσης του ατμού
- Η ρύθμιση του pH.

2.7.2. DIA PROSIM 85 R2

Το Dia Prosim 85 R2 έχει ειδικά μελετηθεί για την επεξεργασία νερού τροφοδοσίας αποσκληρωμένου με ιονεναλλάκτες και απαεριωμένου από θερμικό απαεριωτή ή και μη απαεριωμένου. Η δράση του Dia Prosim 85 R2 είναι πολλαπλή, δηλαδή και αλκαλικοποιητική και αντιδιαβρωτική και αντικαθαλατωτική. Έτσι:

- Καθιζάνει την υπόλοιπη σκληρότητα του νερού υπό μορφή λάσπης τέτοια, που εύκολα απομακρύνεται με την στρατσώνα και δεν αποτίθεται στον λέβητα.
- Ρευστοποιεί όλα τα δυσδιάλυτα άλατα, ώστε να απομακρύνονται εύκολα με την στρατσώνα
- Αλκαλικοποιεί το συμπληρωματικό νερό, δημιουργώντας έτσι στον λέβητα τις αναγκαίες συνθήκες για το σχηματισμό του προστατευτικού στρώματος του μαγνητικού οξειδίου του σιδήρου(Fe_3O_4)

- Δεσμεύει το διαλυμένο οξυγόνο στο νερό τροφοδοσίας.
- Διατηρεί διαλυμένο το διοξείδιο του πυριτίου στον λέβητα χάρη στη ρύθμιση της σχέσης SiO₂/ ολική αλκαλικότητα.

Τέλος η χρησιμοποίηση του χημικού Dia Prosim 85 R2 μειώνει την εισαγωγή στο νερό του λέβητα των ελεύθερων υδροξυλίων, ελαττώνοντας σημαντικά τον κίνδυνο της διάβρωσης από την καυστική ευθραυστότητα.

Πίνακας 2.1: Τα χαρακτηριστικά του Dia Prosim 85 R2

Όψη:	Σκόνη άσπρη λίγο υγροσκοπική
Φαινόμενο ειδικό βάρος:	1,3 μέχρι 1,4
pH διαλύματος 1 % :	11,4
Διαλυτότητα στο νερό:	10 °C.....6 %
	20 °C.....12 %
Συσκευασία:	Σάκοι των 50 kg από πολυαιθυλένιο

Σε αυτό το σημείο πρέπει να γίνει αναφορά στον τρόπο χρήσης του Dia Prosim 85 R2. Το Dia Prosim 85 R2 εισάγεται στο νερό τροφοδοσίας υπό μορφή διαλύματος σε νερό αποσκληρωμένο ή συμπύκνωμα. Για να περιοριστεί η οξείδωση των διαλυμάτων σε επαφή με τον αέρα, το διάλυμα αναδεύεται μόνο τον αναγκαίο χρόνο για τη διάλυση και πρέπει να παρασκευάζεται φρέσκο το πολύ μια φορά το 24ωρο.

Για να μπορέσουμε να ελέγξουμε την αποτελεσματικότητά του πρέπει να γίνονται περιοδικές αναλύσεις που θα επιτρέπουν τη ρύθμιση των δόσεων με τρόπο που να επιτυγχάνονται οι συνιστώμενες τιμές του κατασκευαστή δηλ. pH, αλκαλικότητας, P₂O₅ στο νερό του λέβητα. Πρέπει να τηρείται στον λέβητα μια περίσσεια Na₂SO₃ από 20 – 50 mg/lit.

Θα πρέπει να πούμε σε αυτό το σημείο πως το Dia Prosim 85 R2 δεν είναι τοξικό. Παίρνονται οι συνήθεις προφυλάξεις για χειρισμό σκόνης και αποφεύγεται η εισπνοή. Το Dia Prosim 85 R2 επειδή είναι λίγο υγροσκοπικό, αποθηκεύεται σε κλειστούς σάκους προφυλαγμένους από τον αέρα και την υγρασία.

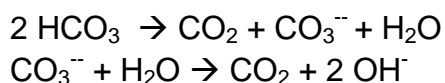
Θα πρέπει να γίνει γνωστό πως η πλήρης επεξεργασία του νερού ενός λέβητα εξαρτάται από την ποιότητα του συμπληρωματικού νερού, τον τύπο του λέβητα, τον σκοπό χρήσης του παραγόμενου ατμού και ενδέχεται να απαιτεί κατάλληλο συνδυασμό διαφόρων χημικών προσθέτων.

Πίνακας 2.2: Διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό σε εξάρτηση προς τη θερμοκρασία

Θερμ/σία	Διαλ/τητα	Θερμ/σία	Διαλ/τητα	Θερμ/σία	Διαλ/τητα
°C	mg/l	°C	mg/l	°C	mg/l
0	14.56	40	6.41	80	2.81
5	12.73	45	5.94	85	2.24
10	11.25	50	5.50	90	1.59
15	10.06	55	5.10	95	0.86
20	9.09	60	4.69	100	0.0
25	8.26	65	4.26		
30	7.49	70	3.81		
35	6.91	75	3.32		

2.7.3. DIA PROSIM VEC 9 L

Για τα δίκτυα επιστρεφόμενων συμπυκνωμάτων σε λέβητες χαμηλής και μέσης πίεσης χρησιμοποιείται το DIA PROSIM VEC 9 L. Τα πιο πολλά φυσικά νερά είναι ακατάλληλα για νερό τροφοδοσίας λεβήτων. Όξινα ανθρακικά και ανθρακικά ιόντα που βρίσκονται στο νερό τροφοδοσίας διασπώνται και ελευθερώνουν το διοξείδιο του άνθρακα σύμφωνα με τις ακόλουθες αντιδράσεις:



Όσο πιο υψηλή είναι η πίεση λειτουργίας του λέβητα τόσο πιο πλήρης είναι η διάσπαση και ως εκ τούτου περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα ελευθερώνεται. Το διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται βγαίνει από τον λέβητα με τον ατμό και όταν ο ατμός συμπυκνώνεται το διοξείδιο του άνθρακα διαλύεται στο συμπύκνωμα και παράγει ένα διαβρωτικό νερό χαμηλού pH. Σαν επακόλουθο λαμβάνει χώρα ταχεία διάβρωση στα δίκτυα των επιστρεφόμενων συμπυκνωμάτων, ειδικά καθώς αυτά τα δίκτυα συχνά είναι κατασκευασμένα κυρίως από κοινό χάλυβα. Προληπτικές επεξεργασίες με αμίνες προσφέρονται για την προστασία των δικτύων των συμπυκνωμάτων από τέτοιου είδους διάβρωση.

Το DIA PROSIM VEC9 L είναι υγρό που συνδυάζει πτητικές αλκαλικοποιητικές και υμενοποιητικές αμίνες (αντιδιαβρωτικά που δρουν με την δημιουργία προστατευτικού υμένα επάνω στην μεταλλική επιφάνεια). Όλα τα συστατικά του DIA PROSIM VEC 9 L είναι πτητικά και φεύγουν από τον λέβητα, με τον ατμό.

Οι αλκαλικοποιητικές αμίνες έχουν εκλεγεί λόγω της ικανότητας τους να συμπυκνώνονται αμέσως μόλις οι πρώτες σταγόνες υγρού εμφανισθούν στο κύκλωμα του ατμού. Αυτή η ιδιότητα κάνει αυτές τις αμίνες να εξουδετερώνουν στιγμιαία την οξύτητα που οφείλεται στο διοξείδιο του άνθρακα. Έτσι τα δίκτυα των συμπυκνωμάτων προστατεύονται σε όλο τους το μήκος από την διάβρωση που προκαλεί η οξύτητα.

Οι υμενοποιητικές αμίνες σχηματίζουν προστατευτικό υμένα όταν συμπυκνωθούν δηλ. σχηματίζουν ένα λεπτό συνεχές προστατευτικό στρώμα στις μεταλλικές επιφάνειες των δικτύων των συμπυκνωμάτων. Αυτό το στρώμα είναι υδρόφοβο και αρκετά ισχυρό και έτσι εμποδίζει το συμπύκνωμα να έλθει σε επαφή με τις μεταλλικές επιφάνειες και έτσι εμποδίζει τη διάβρωση.

Η διπλή δράση αυτών των δύο τύπων αμινών εξασφαλίζει έναν πολύ υψηλό βαθμό προστασίας στα κυκλώματα συμπυκνωμάτων.

Το DIA PROSIM VEC9 L είναι υγρό και έτσι είναι εύκολο στην εφαρμογή του. Επίσης δεν διαβρώνει το χαλκό και τα κράματά του.

Προδιαγραφές

Εμφάνιση:.....	πορτοκαλόχρουν-καφέ υγρό
Πυκνότητα:.....	0,98+0,01
pH καθαρής ένωσης:.....	11.9 (περίπου)
pH διαλύματος 10%:	10.7 (περίπου)
Σημείο ζέσεως:.....	88 °C
Σημείο τήξεως:.....	-8 °C
Αναμίξιμο με το νερό σε όλες τις αναλογίες	
Συσκευασία:	μη επιστρεφόμενα δοχεία των 20 kg και των 200 kg.

Δόση

Η δόση του DIA PROSIM VEC 9 L εξαρτάται από την ποσότητα του CO₂ που ελευθερώνεται και είναι συνάρτηση των χαρακτηριστικών του νερού τροφοδοσίας και της πίεσης του λέβητα. Μια δόση μεταξύ 5 και 20 ml VEC 9 L /m³ νερού τροφοδοσίας είναι συνήθως αρκετή. Η επιλεγείσα δόση μπορεί να ρυθμιστεί για να δώσει τα απαιτούμενα αποτελέσματα. Όταν αρχίζει η επεξεργασία συνήθως εφαρμόζεται μια προεπεξεργασία στο κύκλωμα για να σχηματισθεί ταχέως το προστατευτικό στρώμα. Η προεπεξεργασία συνήθως εφαρμόζεται για δύο εβδομάδες τουλάχιστον και με δόσεις τριπλάσιες της κανονικής.

Η δοσομετρία για το DIA PROSIM VEC 9L πρέπει να γίνεται διαρκώς. Μπορεί να εισαχθεί στη δεξαμενή του νερού τροφοδοσίας, στην είσοδο του λέβητα κατευθείαν στο ατμοϋδροθάλαμο (μπουγέλα) ή κατευθείαν στο δίκτυο των συμπυκνωμάτων. Όταν το DIA PROSIM VEC 9 L προστίθεται στη δεξαμενή του νερού τροφοδοσίας, μπορεί να αναμιχθεί στην ίδια δεξαμενή, με τα άλλα χημικά που χρησιμοποιούνται στην επεξεργασία του νερού λεβήτων. Όπως αντικαθαλατωτικά και δεσμευτικά του οξυγόνου.

Έλεγχος Επεξεργασίας

Ο κύριος έλεγχος επεξεργασίας είναι η επαλήθευση ότι διάβρωση δεν λαμβάνει χώρα στο κύκλωμα των συμπυκνωμάτων. Αυτό μπορεί να γίνει με δύο μεθόδους.

Χημική ανάλυση των επιστρεφόμενων συμπυκνωμάτων για την παρουσία σιδήρου και χαλκού.

Μέτρηση της διάβρωσης με τη χρήση μαρτύρων διάβρωσης τοποθετημένων στο κύκλωμα των συμπυκνωμάτων.

Χειρισμός

Το DIA PROSIM VEC 9 L είναι αλκαλικό υλικό και η συνήθης προσοχή απαιτείται για το χειρισμό του (γάντια, προστατευτικά γυαλιά κ.λ.π.) Σε περίπτωση που έλθει σε επαφή με το δέρμα ή τα μάτια, ξεπλύνετε αμέσως με άφθονο νερό. Σε περίπτωση κατάποσης η παρατεταμένης εισπνοής ζητήστε ιατρική συμβουλή.

Η πλήρης επεξεργασία του νερού λεβήτων είναι συνάρτηση της ποιότητας του νερού τροφοδοσίας και της χρήσης του ατμού και συχνά απαιτεί συνδυασμό διαφόρων χημικών.

2.7.4. DIA PROSIM VN 11

Αντιδιαβρωτικό για δίκτυα επιστρεφόμενων συμπυκνωμάτων σε λέβητες χαμηλής και μέσης πίεσης.

Τα κυκλώματα ατμού και επιστρεφόμενων συμπυκνωμάτων, κατά κανόνα κατασκευασμένα από κοινό χάλυβα, είναι πολύ ευαίσθητα στη διάβρωση, αν διαβρωτικός ατμός και συμπυκνώματα περάσουν μέσα από αυτά. Αυτό συμβαίνει πάντα αν το νερό τροφοδοσίας δεν έχει απιονιστεί και απαερωθεί. Όλο το διοξείδιο του άνθρακα που έχει παραχθεί από τη διάσπαση των δισανθρακικών και ανθρακικών ιόντων στον λέβητα είναι παρόν τουλάχιστον στην αέρια φάση. Αυτό το διοξείδιο του άνθρακα επαναδιαλύεται στη φάση των συμπυκνωμάτων προκαλώντας τη δημιουργία ανθρακικού οξέως, το οποίο ευθύνεται για την ομοιόμορφη και ταχεία προσβολή και διάβρωση των χαλύβδινων σωλήνων και του εξοπλισμού που έρχεται σε επαφή με τα συμπυκνώματα.

Για το λόγο αυτό πρέπει να προστατεύονται τα κυκλώματα ατμού – συμπυκνωμάτων από τη διάβρωση με πτητικές αμίνες, οι οποίες εξουδετερώνουν τη δράση του διοξειδίου του άνθρακα. Το DIA-PROSIM VN 11 είναι ένα μίγμα από διάφορες πτητικές αμίνες, οι οποίες προστατεύουν ομοιόμορφα τα κυκλώματα των συμπυκνωμάτων. Πράγματι μερικές από αυτές συμπυκνώνονται πολύ γρήγορα και

έτσι προστατεύεται η αρχή του κυκλώματος. Άλλες συμπυκνώνονται αργότερα και προστατεύουν τα άλλα μέρη του κυκλώματος. Το DIA-PROSIM VN 11 παράλληλα προσφέρει τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

Είναι εύκολο να χρησιμοποιηθεί λόγω της υγρής μορφής του.

Δεν αυξάνει την περιεκτικότητα του νερού σε άλατα.

Δεν προκαλεί ιζήματα στο λέβητα.

Δεν είναι διαβρωτικό έναντι του χαλκού και των κραμάτων του.

Όλα τα συστατικά του είναι εγκεκριμένα σαν πρόσθετα λεβήτων από τη Διεύθυνση Φαρμάκων και Τροφίμων των ΗΠΑ και καταχωρημένα στην παράγραφο FDA No 21.173.310 με ορισμένες ανώτατες συγκεντρώσεις, οι οποίες απαγορεύεται να υπερβαίνονται. Για τον λόγο αυτό είναι αδύνατη η χρήση του VN 11 στην Βιομηχανία Τροφίμων.

Προδιαγραφές

Εμφάνιση	Καστανόχρωμο υγρό
Ειδικό βάρος στους 20°C.....	1,00±0,01
pH καθαρού προϊόντος	13,00±0,10
pH μετά από αραίωση 10%	12,20±0,10
pH μετά από αραίωση 1%..	11,60±0,10
Ιξώδες (25°C).....	7,8 cps
Σημείο πήξεως	< -6 °C
Συσκευασία	Βαρέλια των 200kg
Μπιτόνια των 20 kg	

Δοσολογία

Η δοσολογία του VN 11 εξαρτάται από την ποσότητα του CO₂ στο νερό τροφοδοσίας. Συνήθως η δοσολογία είναι μεταξύ 4 ml και 17 ml ανά m³ νερού τροφοδοσίας. Σε λέβητες χαμηλής πίεσης η δοσολογία υπολογίζεται με στόχο να επιτυγχάνεται στα συμπυκνώματα ελάχιστο pH 8,5. Σε λέβητες μέσης και υψηλής πίεσης αυτό το pH πρέπει να είναι περίπου 9.

Οδηγίες χρήσης

Μετά από ανάμιξη του με κρύο αποσκληρυμένο ή απαλκαλιωμένο ή απιονισμένο νερό, το VN 11 μπορεί να εγχυθεί με δοσομετρική αντλία είτε κατ' ευθείαν στο λέβητα, είτε στη δεξαμενή του νερού τροφοδοσίας. Μπορεί να αναμιχθεί στη δεξαμενή παρασκευής του διαλύματος του με άλλα αλκαλικά προϊόντα τα οποία χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία του νερού του λέβητα.

Παρακολούθηση

Δείγματα συμπυκνωμάτων πρέπει να λαμβάνονται, για να ελέγχεται αν το pH είναι το σωστό (έλεγχος με pH-μετρο ή με αντιδραστήριο φαινολοφθαλεΐνης το οποίο πρέπει να γίνεται κόκκινο αν η επεξεργασία είναι σωστή).

Χειρισμός/Φύλαξη/Ασφάλεια

Το DIA-PROSIM VN 11 είναι ισχυρά αλκαλικό. Γι' αυτό πρέπει να λαμβάνονται οι συνήθειες προφυλάξεις για τέτοιου είδους προϊόντα (γυαλιά, γάντια κλπ). Σε περίπτωση επαφής με το δέρμα ή τα μάτια ξεπλύνετε με άφθονο νερό.

2.8 ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

Οι ηλεκτροκινητήρες διακρίνονται σε "συνεχούς ρεύματος" (DC motors) και σε "εναλλασσόμενου ρεύματος" (AC motors). Οι ηλεκτροκινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος διακρίνονται επιμέρους στους "ασύγχρονους" ή "επαγωγικούς κινητήρες" και στους "σύγχρονους κινητήρες". Σύγχρονοι κινητήρες είναι οι κινητήρες στους οποίους η μέση ταχύτητα περιστροφής είναι ευθέως ανάλογη της συχνότητας της εφαρμοζόμενης εναλλασσόμενης τάσης. Οι ασύγχρονοι κινητήρες ονομάζονται έτσι επειδή δεν κινούνται με τη σύγχρονη ταχύτητα περιστροφής, όπως οι σύγχρονοι κινητήρες, αλλά με διαφορετική ταχύτητα.

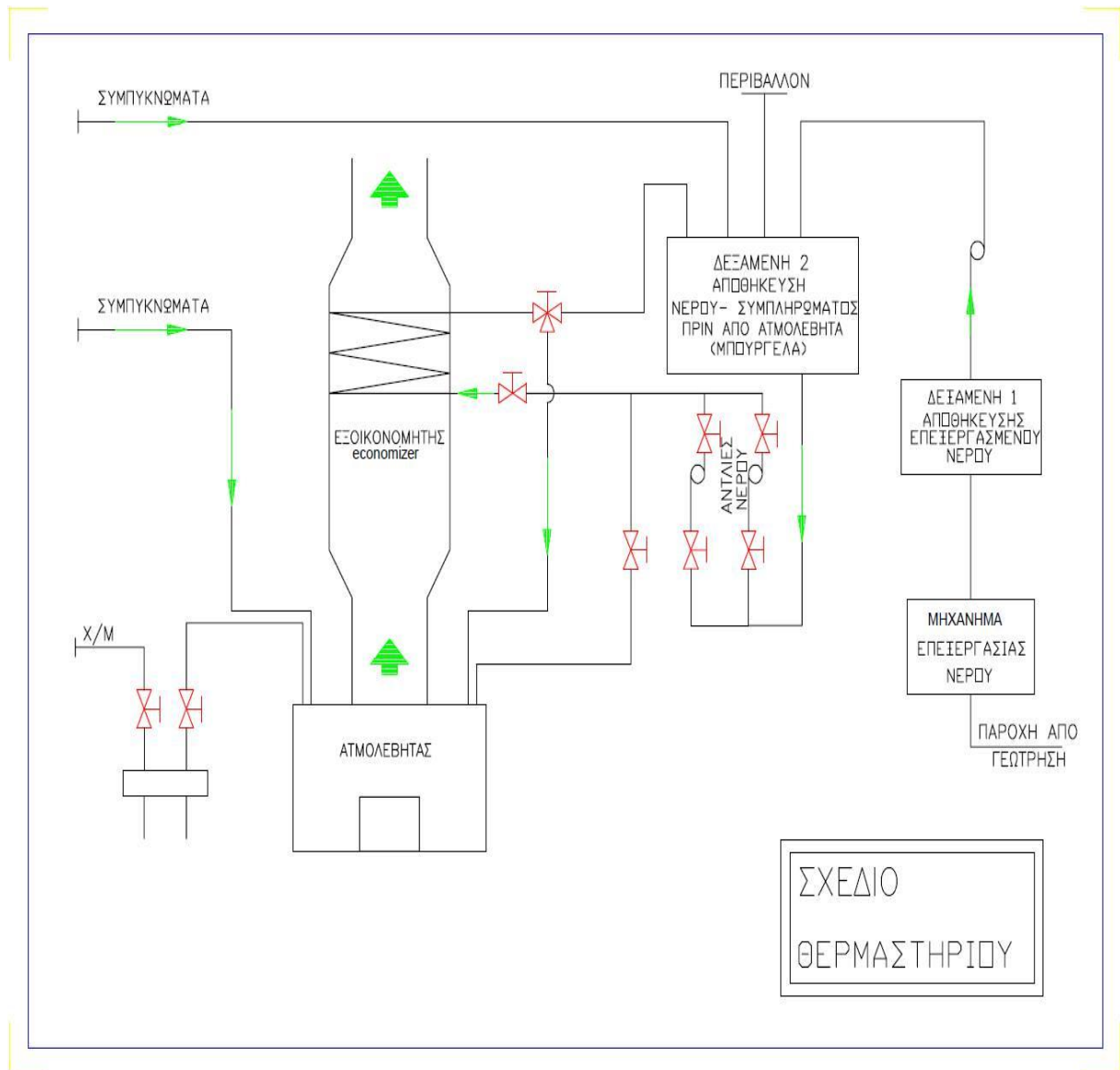
Στους επαγωγικούς κινητήρες το ρεύμα που κινεί το δρομέα αναπτύσσεται από επαγωγή. Είναι γνωστό ότι τα επαγωγικά ρεύματα αναπτύσσονται από την επίδραση και από τη μεταβολή των μαγνητικών πεδίων. Στην προκειμένη περίπτωση το μεταβαλλόμενο μαγνητικό πεδίο είναι ένα στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο. Στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο ονομάζεται το μαγνητικό πεδίο το οποίο διατηρεί σταθερό μέτρο (στιγμιαία τιμή), αλλά η διεύθυνση του στρέφεται με μια ορισμένη γωνιακή ταχύτητα ω .

Η συνεχής παρακολούθηση της λειτουργίας του ηλεκτροκινητήρα είναι ο καλύτερος τρόπος προστασίας από βλάβες. Ο κινητήρας πρέπει να επιβλέπεται καθημερινά. Κατά τη διάρκεια της λειτουργίας πρέπει ο επιβλέπων να παρακολουθεί την τήρηση των ονομαστικών στοιχείων όπως τυχόν θόρυβος στα ρουλεμάν, μυρωδιά παράξενη, δονήσεις, ανύψωση της θερμοκρασίας των τυλιγμάτων ή έντονο σφύριγμα.

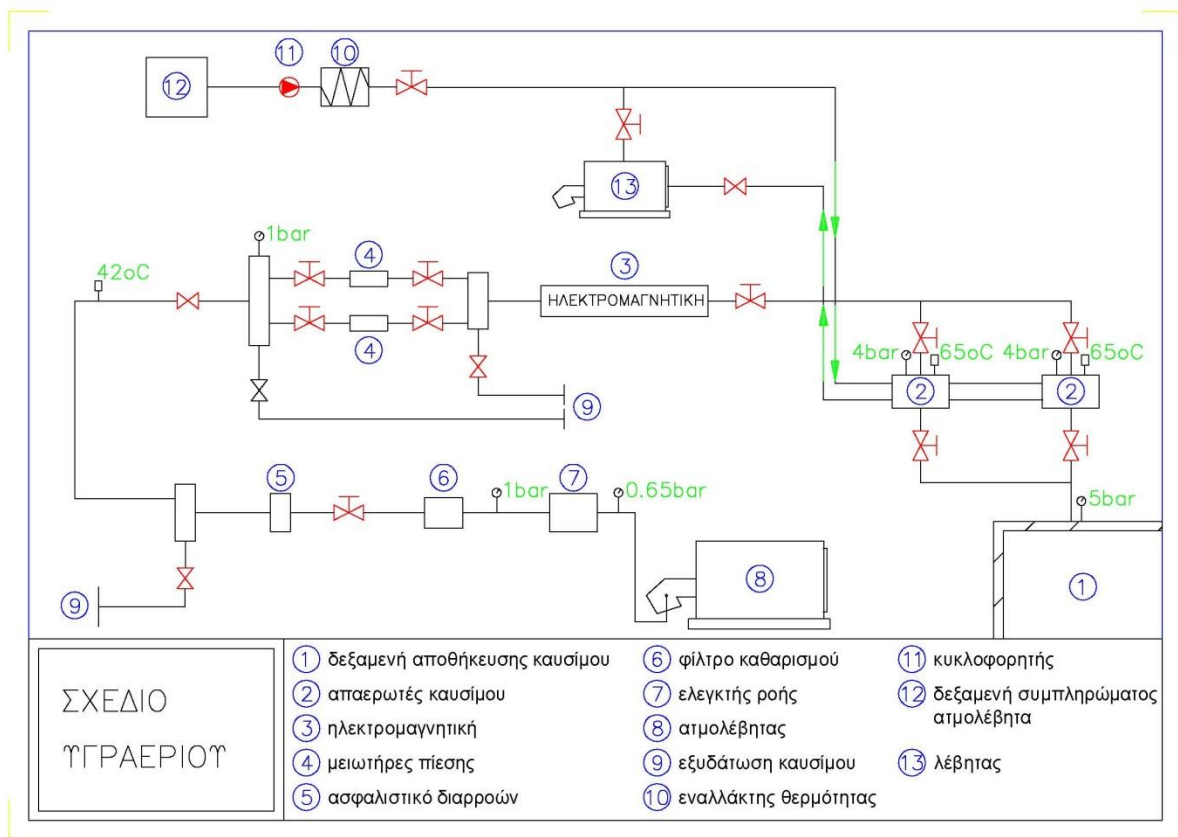
Για τη διαδικασία επιθεώρησης του ηλεκτροκινητήρα όταν αυτός είναι εκτός λειτουργίας, ο συντηρητής πρέπει να ακολουθήσει τα παρακάτω. Πριν αρχίσει η εργασία στον ηλεκτροκινητήρα πρέπει να έχει διακοπεί η τροφοδοσία ηλεκτρικού ρεύματος από τον γενικό διακόπτη και να μην υπάρχει πιθανότητα να ανατροφοδοτηθεί κατά λάθος. Όλες οι εργασίες πρέπει να λαμβάνουν χώρα από ειδικούς και κατόχους αδειών εργασίας από το κράτος.

Στην εγκατάσταση υπάρχουν δύο εναλλασσόμενοι ηλεκτροκινητήρες 12,5 HP(εικόνα 2.20) που λειτουργούν στις 2900 rpm, είναι της εταιρίας BHMMA και κινούν τις δύο αντλίες για τις ανάγκες του ατμολέβητα, δηλαδή την κύρια αντλία και την εφεδρική που υπάρχει για περίπτωση βλάβης της μίας να ενεργοποιήσει την άλλη ο επιβλέπων. Ο ηλεκτροκινητήρας είναι ρυθμισμένος με τέτοιο τρόπο ώστε να

τροφοδοτεί τον λέβητα με 12 bar πίεση δηλαδή παραπάνω πίεση από τις συνθήκες λειτουργίας της εγκατάστασης με σκοπό να υπερνικάει την πίεση του ατμού που παράγει ο ατμολέβητας και η ροή να είναι από την δεξαμενή προς τον λέβητα και όχι αντίθετα.



Εικόνα 2.24: Σχέδιο του θερμαστήριου της εγκατάστασης



Εικόνα 2.25: Σχέδιο της διαδρομής που ακολουθεί το υγραέριο

2.9 ΜΕΤΡΗΣΗ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Αντιδραστήρια

1. Δείκτης σκληρότητας (indicator buffer tablets)

2. Πυκνή αμμωνία (NH₃)

3. Titriplex B, 1ml=1dH

(1 σταγόνα αντιστοιχεί σε 0,9 ppm CaCO₃, επίσης 1 σταγόνα αντιστοιχεί σε 0,05 GE)

ΠΡΟΣΟΧΗ: Τα αντιδραστήρια είναι επικίνδυνα.

Όργανα

1. Ογκομετρικός κύλινδρος 100ml

2. Κωνική φιάλη 250ml

Μέτρηση

Βάζουμε στην κωνική φιάλη 100ml του νερού που εξετάζουμε και 1 δισκίο (1 ταμπέτα) δείκτη (1). Ανακατεύουμε μέχρις ότου διαλυθεί και προσθέτουμε 10 σταγόνες πυκνής αμμωνίας (2).

Αν υπάρχει σκληρότητα το διάλυμα θα γίνει κόκκινο*

Τότε προσθέτουμε το Titriplex (3) μέχρις ότου το διάλυμα γίνει πράσινο. Πρέπει να χρησιμοποιήσουμε το πολύ **δύο** σταγόνες στο αποσκληρυμένο νερό.

***Σημείωση:** Αν το διάλυμα γίνει απευθείας πράσινο τότε η σκληρότητα είναι 0.

3. ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΟΥ ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΑ

3.1. ΧΡΗΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

3.1.1. Γενικά στοιχεία

Όταν ο ατμολέβητας καίει βαρύ πετρέλαιο (μαζούτ 3500^o Redwood) βρίσκουμε τα παρακάτω στοιχεία. Το μαζούτ προθερμαίνεται για να έχει καλή ρευστότητα. Το θερμόμετρο στον σωλήνα προσαγωγής καυσίμου πριν τον καυστήρα δείχνει θερμοκρασία $T_B=120$ °C. Στον αγωγό καπναερίων που συνδέει τον ατμολέβητα με την καπνοδόχο είναι τοποθετημένο θερμόμετρο που δείχνει θερμοκρασία $T_R=206$ °C και ειδικός αναλυτής που μετρά το ποσοστό K του CO_2 και το ποσοστό p του CO στα καπναέρια κατά την έξοδο τους από τον ατμολέβητα. Οι τιμές που διαβάζουμε από τους αναλυτές είναι $K=13\%$ CO_2 $p=1,5\%$ CO

3.1.2. Στοιχειομετρική σύσταση καυσίμου

Στην περίπτωση μας θα χρησιμοποιήσουμε την σύσταση του παραγόμενου πετρελαίου από τα Ελληνικά διυλιστήρια.

Άνθρακας $C=82,82\%$

Υδρογόνο $h=10,83\%$

Οξυγόνο $o=0,37\%$

Άζωτο $n=0,18\%$

Θείο $s=3,90\%$

Τέφρα $A=0,92\%$

Υγρασία $w=0,98\%$

Σύνολο= 100%

3.1.3. Θερμογόνος δύναμη καυσίμου (μαζούτ)

Για τον υπολογισμό της κατωτέρας θερμογόνου δύναμης H_u χρησιμοποιούμε μια αξιόλογη εμπειρική σχέση που ισχύει για στερεά και υγρά καύσιμα, και η οποία δίνει αρκετά αξιόπιστα αποτελέσματα, ήτοι:

$$H_u = (8,130 \times c) + (24300 \times h) + (1500 \times n) + (4560 \times s) - (2350 \times o) - (600 \times w) = \\ (8,130 \times 0,8282) + (24300 \times 0,1083) + (1500 \times 0,0018) + (4560 \times 0,039) - (2350 \times 0,0037) - \\ (600 \times 0,0098) = 9,531 \text{ kcal/kg}$$

Υπενθυμίζεται ότι η συνήθης τιμή της κατώτερης θερμογόνου δύναμης για βαρύ πετρέλαιο (μαζούτ) 3.500°Red. είναι: $H_u = 9.600 \text{ kcal/kg}$.

3.1.4. Ελάχιστη ποσότητα αέρα καύσης

Η ελάχιστη ποσότητα του αέρα καύσης είναι η στοιχειομετρικά απαιτούμενη ποσότητα του αέρα για την καύση του καυσίμου και υπολογίζεται με τον τύπο:

$$L_0 = 8,89 \times c + 26,7 \times (h - \frac{o}{8}) + 3,33 \times s = 8,89 \times 0,8282 + 26,7 \times (0,1083 - \\ \frac{0,0037}{8}) + 3,33 \times 0,039 = 10,37 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

3.1.5. Ποσότητα ξηρών καπναερίων

Η ποσότητα των ξηρών καπναερίων, δηλαδή αυτών χωρίς την υγρασία που υπάρχει υπό μορφή υδρατμών, βασίζεται στην ελάχιστη ποσότητα του αέρα καύσης και υπολογίζεται με τον τύπο:

$$V_{tr} = 8,89 \times c + 21,1 \times (h - \frac{o}{8}) + 3,33 \times s + 0,796 \times n = 8,89 \times 0,8282 + 21,1 \times (0,1083 - \\ \frac{0,0037}{8}) + 3,33 \times 0,039 + 0,796 \times 0,0018 = 9,77 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

3.1.6. Ποσότητα υγρών καπναερίων

Η ποσότητα των υγρών καπναερίων, δηλαδή αυτών που περιέχουν και την υγρασία υπό μορφή υδρατμών, βασίζεται και αυτή στην ελάχιστη ποσότητα του αέρα καύσης και υπολογίζεται με τον τύπο:

$$V_0 = 8,89 \times c + 32,29 \times h - 21,1 \frac{o}{8} + 3,33 \times s + 0,796 \times n + 1,224 \times w =$$

$$= 8,89 \times 0,8282 + 32,29 \cdot 0,1083 - 21,1 \times \frac{0,0037}{8} + 3,33 \cdot 0,39 + 0,796 \times 0,0018 + 1,244 \times 0,0098 = 10,99 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

3.1.7. Μέγιστη περιεκτικότητα των καπναερίων σε CO₂

Η μέγιστη περιεκτικότητα των καπναερίων σε Διοξείδιο του Άνθρακα (CO₂) εξαρτάται από την ποσότητα του άνθρακα του καυσίμου και υπολογίζεται σε σχέση με την ποσότητα των ξηρών καπναερίων με τον τύπο:

$$K_{max} = \frac{1,867 \times c}{V_{tr}} = \frac{1,867 \times 0,8282}{9,77 \text{ Nm}^3/\text{Kg}} \Rightarrow K_{max} = 15,8\%$$

Σημείωση: Στον παραπάνω τύπο τίθεται η ποσότητα των ξηρών καπναερίων V_{tr} , διότι η συσκευή που μετρά το CO₂ ψύχει τα καπναέρια στο δείγμα που αναρροφά και κατ' αυτόν τον τρόπο αποβάλλεται η υγρασία του πριν την μέτρηση.

3.1.8. Περίσσεια αέρα καύσης

Η περίσσεια του αέρα καύσης υπολογίζεται με βάση την πραγματική περιεκτικότητα K των καπναερίων σε CO₂, ως εξής:

$$\lambda = 1 + \left(\frac{K_{max}}{K} - 1 \right) \times \frac{V_{tr}}{L_0} = 1 + \left(\frac{15,8}{13} - 1 \right) \times \frac{9,77 \text{ Nm}^3/\text{Kg}}{10,37 \text{ Nm}^3/\text{Kg}} = 1,20$$

Στον παραπάνω τύπο παρατηρούμε ότι τα μεγέθη K_{max} , V_{tr} και L_0 είναι σταθερές ποσότητες για κάθε συγκεκριμένο καύσιμο. Επομένως υπάρχει άμεση εξάρτηση της περισσειας του αέρα λ και του ποσοστού K του περιεχομένου CO₂ στα καπναέρια. Αυτός είναι ο λόγος που η ένδειξη K της συσκευής μέτρησης του CO₂ χρησιμοποιείται για την σωστή ρύθμιση της ποσότητας του παρεχόμενου αέρα στους καυστήρες του ατμολέβητα.

3.1.9. Ποσότητα πραγματικών ξηρών καπναερίων (με περίσσεια αέρα)

Είναι προφανές ότι ο περισεύων αέρας δεν συμμετέχει στην καύση και υπάρχει αυτούσιος στα καπναέρια. Επομένως η ποσότητα των πραγματικών ξηρών καπναερίων περιλαμβάνει και την περίσσεια του αέρα καύσης, και υπολογίζεται με την βοήθεια του τύπου:

$$V_{Rtr} = V_{tr} + (\lambda - 1) * L_0 = V_{tr} * \frac{K_{max}}{K} = 9,77 \text{ Nm}^3/\text{Kg} \times \frac{15,8}{13} = 11,87 \text{ Nm}^3/\text{kg}$$

3.1.10. Ποσότητα πραγματικών υγρών καπναερίων (με περίσσεια αέρα)

Η ποσότητα των πραγματικών υγρών καπναερίων, τα οποία περιλαμβάνουν και την περίσσεια του αέρα καύσης και την υγρασία, υπολογίζεται με τον τύπο:

$$V_R = V_0 + (\lambda - 1) \times L_0 = 10,99^{Nm^3/kg} + (1,20 - 1) \times 10,37^{Nm^3/kg} = 13,06^{Nm^3/kg}$$

3.1.11. Απώλειες θερμών καπναερίων (X_A)

Οι απώλειες των θερμών καπναερίων οφείλονται στο γεγονός ότι ο αέρας που εισέρχεται στην εστία του ατμολέβητα για την καύση λαμβάνεται από το περιβάλλον με θερμοκρασία T_t , και αφού θερμανθεί στον ατμολέβητα απορρίπτεται στην καπνοδόχο με θερμοκρασία T_R .

$$X_A = c_{pm} \times V_R \times (T_R - T_t) = 0,34^{Kcal/Nm^3 \cdot ^\circ C} \times 13,06^{Nm^3/kg} \times (206 - 20)^{\circ C} \\ = 826^{kcal/kg}$$

3.1.12. Απώλειες από ατελή καύση (X_B)

Οι απώλειες από ατελή καύση οφείλονται στο γεγονός ότι ένα μέρος από τον άνθρακα c του καυσίμου ενώθηκε προς CO , το οποίο απορρίπτεται στην καπνοδόχο χωρίς να καεί. Εάν τούτο είχε καεί προς CO_2 θα έδινε θερμότητα $q_{CO}=3,040^{Kcal/Nm^3}$, δηλαδή η απώλεια θερμότητας που προκύπτει υπολογίζεται με τον τύπο:

$$X_B = p \times q_{CO} \times V_{R\ tr} = \frac{1,5}{100} \times 3040^{Kcal/Nm^3} \times 11,87^{Nm^3/kg} = 541^{kcal/kg}$$

Σημείωση: Στον παραπάνω τύπο τίθεται η ποσότητα των ξηρών καπναερίων $V_{R\ tr}$ διότι η συσκευή που μετρά το CO ψύχει τα καπναέρια στο δείγμα που αναρροφά και συνεπώς αποβάλλεται η υγρασία τους πριν γίνει η μέτρηση.

3.1.13. Απώλειες από ακτινοβολία και αγωγιμότητα (X_C)

Οι απώλειες από ακτινοβολία και αγωγιμότητα οφείλονται στην ακτινοβολία των θερμών επιφανειών του ατμολέβητα προς το περιβάλλον και στην αγωγιμότητα των τοιχωμάτων αυτού. Όμως, είναι δύσκολο να υπολογιστούν, αλλά από τα πειράματα των Babcock-Wilcox μπορούν να λαμβάνονται για τις συνήθεις περιπτώσεις κατά προσέγγιση 2 έως 3% της συνολικής προσδιδόμενης θερμότητας Q στον ατμολέβητα. Για τον συγκεκριμένο ατμολέβητα θα υπολογίσουμε τις απώλειες αυτές λαμβάνοντας μια ενδιάμεση τιμή, ήτοι:

$$X_C = 2,5\% \times Q$$

3.1.14. Προσδιδόμενη θερμότητα στην εστία του ατμολέβητα

Η συνολική προσδιδόμενη Θερμότητα στην εστία του ατμολέβητα αποτελείται από την εκλυόμενη θερμότητα κατά την καύση του καυσίμου, η οποία ως γνωστόν είναι H_u , και από την θερμότητα q_B που εισάγεται στην εστία λόγω της υπάρχουσας στην συγκεκριμένη περίπτωση προθέρμανσης του καυσίμου. Η προθέρμανση του πετρελαίου (μαζούτ) γίνεται με εναλλάκτη ατμού-πετρελαίου εκτός του ατμολέβητα. Επομένως η συνολική Θερμότητα Q είναι:

$$Q = H_u + q_B, \text{ kcal/kg}$$

Η ειδική Θερμότητα του πετρελαίου (μαζούτ) είναι: $c_p=0,40 \text{ Kcal/kg } ^\circ\text{C}$.

Άρα έχουμε:

$$Q = H_u + c_p \times \Delta T = 9531^{\text{kcal/kg}} + 0,40^{\text{Kcal/Nm}^3\text{oC}} \times (120 - 20)^{\text{oC}} \\ = 9.571 \text{ kcal/kg}$$

3.1.15. Βαθμός απόδοσης ατμολέβητα

Με βάση τις ανωτέρω απώλειες θερμότητας X_A , X_B και X_C που υπολογίσαμε και λαμβάνοντας υπ' όψη ότι η τιμή του X_C είναι επί τοις εκατό, ο βαθμός αποδόσεως του εξεταζόμενου ατμολέβητα υπολογίζεται ως εξής:

$$\eta = 1 - \frac{X_A + X_B}{Q} - X_C \Rightarrow \eta = 1 - \frac{826^{\text{kcal/kg}} + 541^{\text{kcal/kg}}}{9571^{\text{kcal/kg}}} - 2,5 = 1 - 0,143 - 0,025 \\ = 83,2\%$$

3.2. ΧΡΗΣΗ ΥΓΡΑΕΡΙΟΥ

Όταν ο ατμολέβητας καίει υγραέριο (LPG) με θερμογόνο δύναμη $H_u = 26290$ Kcal/Nm³ η θερμοκρασία των καπναερίων είναι $T_R = 206^\circ\text{C}$, το Οξυγόνο στα καπναέρια είναι $(O_2) = 0,8\%$ και το Μονοξείδιο του Άνθρακα στα καπναέρια είναι $(CO) = 0,08\%$.

Οι απώλειες ακτινοβολίας και αγωγιμότητας θεωρούνται $X_c = 1,5\%$. Η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι $T_t = 20^\circ\text{C}$.

Ζητείται: α) Ο βαθμός απόδοσης του ατμολέβητα εάν δεν υπάρχει προθέρμανση αέρα καύσης. β) Ο απαιτούμενος ελάχιστος αέρας καύσης και ο πραγματικός αέρας καύσης. γ) Εάν η περίσσεια αέρα είναι $\lambda = 1.04$ Οι ποσότητες των καπναερίων (υγρών και ξηρών) με η χωρίς περίσσεια αέρα καύσης.

Η συνολική προσδιδόμενη θερμότητα στην εστία του ατμολέβητα είναι:

$$Q = B \cdot H_u$$

όπου B = κατανάλωση καυσίμου, σε Nm³/h Οι απώλειες θερμότητας από τα θερμά καπναέρια υπολογίζονται με τις σχέσεις .

$$\begin{aligned} k_{180} &= \left(0,03035 + \frac{6,07}{H_u}\right) \left(\frac{0,21}{0,21 - (|O_2| - 0,395 \times |CO|)} + 3,778\right) - 0,1077 \\ &= \left(0,03035 + \frac{6,07}{26290}\right) \left(\frac{0,21}{0,21 - (0,008 - 0,395 \times 0,0008)} + 3,778\right) - 0,1077 \\ &= 0,040\% / ^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$k = k_{180} \left(1 + 0,013 \frac{T_R - 180}{100}\right) = 0,040 \left(1 + 0,013 \frac{206 - 180}{100}\right) = 0,041\% / ^\circ\text{C}$$

$$q_A = k * (T_R - T_t) = 0,041(206 - 20) = 7,62\%$$

Οι απώλειες θερμότητας από την παρουσία CO στα καπναέρια υπολογίζονται με την σχέση:

$$\begin{aligned} q_{co} &= \left(1 + \frac{200}{H_u}\right) \left(\frac{61,6 * |CO|}{0,21 - (|O_2| - 0,395 * |CO|)}\right) \\ &= \left(1 + \frac{200}{26290}\right) \left(\frac{61,6 * 0,0008}{0,21 - (0,008 - 0,395 * 0,0008)}\right) = 0,244\% \end{aligned}$$

Όπου (CO)=ποσοστό μονοξειδίου του άνθρακα στα καπναέρια σε %

Οι συνολικές απώλειες θερμότητας είναι: $Q_a = q_A * Q + q_{CO} * Q + X_C * Q$. Ο βαθμός απόδοσης η του ατμολέβητα υπολογίζεται με βάση τις συνολικές απώλειες θερμότητας με την σχέση

$$\eta = 1 - \frac{Q_a}{Q} = 1 - \frac{q_A * Q + q_{CO} * Q + X_C * Q}{Q} = 100 - (q_A + q_{CO} + X_C)$$

$$= 100 - 7,62 - 0,244 - 1,5 = \mathbf{90,64\%}$$

Ο πραγματικός αέρας καύσης υπολογίζεται με την σχέση

$$L = \frac{H_u + 200}{13300} \left(\frac{2,71}{0,21 - |O_2|} + 1 \right) + 0,35 = \frac{26290 + 200}{13300} \left(\frac{2,71}{0,21 - |0,008|} + 1 \right) + 0,35$$

$$= 28,60 Nm^3 / Nm^3$$

Ο ελάχιστος αέρας καύσης με βάση την παρακάτω σχέση είναι:

$$L_0 = \frac{H_u}{957} + 0,544 = \frac{26290}{957} + 0,544 = 28,02 Nm^3 / Nm^3$$

Επομένως το λ βάσει των υπολογισμών είναι

$$\lambda = \frac{L}{L_0} = \frac{28,60}{28,02} = 1,02$$

Παρατηρούμε ότι διαφέρει η τιμή του λ από την τιμή που μας δίνει το μετρητικό όργανο της επιχείρησης (λ=1,04).

Η πραγματική ποσότητα των καπναερίων V_R (με περίσσεια αέρα) προκύπτει από την παρακάτω σχέση ως εξής:

$$V_R = \frac{H_u + 200}{6820} \left(\frac{1,39}{0,21 - |O_2|} + 1 \right) + 0,713 = \frac{26290 + 200}{6820} \left(\frac{1,39}{0,21 - 0,008} + 1 \right) + 0,713$$

$$= 31,29 Nm^3 / Nm^3$$

Η ποσότητα των ξηρών καπναερίων $V_{R, tr}$, (με περίσσεια αέρα) υπολογίζεται με την βοήθεια της σχέσης:

$$V_{R, tr} = \frac{H_u + 200}{6820} \left(\frac{1,39}{0,21 - |O_2|} + 1 \right) + 0,713 - \frac{H_u + 5060}{6820} =$$

$$= \frac{26290 + 200}{6820} \left(\frac{1,39}{0,21 - 0,008} + 1 \right) + 0,713 - \frac{26290 + 5060}{6820} = 26,60 \frac{Nm^3}{Nm^3}$$

Η ποσότητα των υγρών καπναερίων V_0 , (χωρίς περίσσεια αέρα) υπολογίζεται με την βοήθεια της σχέσης:

$$V_0 = \frac{H_u}{895} + 0,936 = \frac{26290}{895} + 0,936 = 30,31 \frac{Nm^3}{Nm^3}$$

Η ποσότητα των ξηρών καπναερίων V_{tr} , (χωρίς περίσσεια αέρα) υπολογίζεται με την βοήθεια της σχέσης:

$$V_{tr} = \frac{H_u}{1030} + 0,194 = \frac{26290}{1030} + 0,194 = 25,72 \frac{Nm^3}{Nm^3}$$

Λόγος φ

$$\varphi = \frac{V_{tr}}{L_0} = 0,928 - \frac{297}{H_u + 520} = 0,928 - \frac{297}{26290 + 520} = 0,917$$

(α) Πραγματικός αέρας καύσης L :

$$L = \lambda * L_0 = 1,02 * 28,02 = 28,58 \frac{Nm^3}{Nm^3}$$

(β) Πραγματικός όγκος καπναερίων V_R

$$V_R = V_0 + (\lambda - 1) * L_0 = 30,31 + (1,02 - 1) * 28,02 = 30,87 \frac{Nm^3}{Nm^3}$$

Πραγματικός όγκος ξηρών καπναερίων V_{Rtr}

$$V_{Rtr} = V_{tr} + (\lambda - 1) * L_0 = 26,60 + (1,02 - 1) * 28,02 = 27,16 \frac{Nm^3}{Nm^3}$$

3.3. ΧΡΗΣΗ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Όταν ο ατμολέβητας καίει Φυσικό Αέριο με θερμογόνο δύναμη $H_u = 9600 \text{ Kcal/Nm}^3$ η θερμοκρασία των καπναερίων είναι $T_R = 206^\circ\text{C}$, το Οξυγόνο στα καπναέρια είναι $(O_2) = 1\%$ και το Μονοξείδιο του Άνθρακα στα καπναέρια είναι $(CO) = 0,2\%$. Οι απώλειες ακτινοβολίας και αγωγιμότητας θεωρούνται $X_c = 1,5\%$. Η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι $T_t = 20^\circ\text{C}$.

Ζητείται: (α) Ο βαθμός απόδοσης του ατμολέβητα εάν δεν υπάρχει προθέρμανση καυσίμου ούτε αέρα καύσης. (β) Ο απαιτούμενος ελάχιστος αέρας καύσης και ο πραγματικός αέρας καύσης. (γ) Οι ποσότητες των καπναερίων (υγρών και ξηρών) με ή χωρίς περίσσεια αέρα καύσης.

Η συνολική προσδιδόμενη θερμότητα στην εστία του ατμολέβητα είναι:

$$Q = B \cdot H_u$$

όπου B=κατανάλωση καυσίμου, σε Nm³/h Οι απώλειες θερμότητας από τα θερμά καπναέρια υπολογίζονται με τις σχέσεις .

$$\begin{aligned} k_{180} &= \left(0,03035 + \frac{6,07}{H_u} \right) \left(\frac{0,21}{0,21 - (|O_2| - 0,395 * |CO|)} + 3,778 \right) - 0,1077 \\ &= \left(0,03035 + \frac{6,07}{9600} \right) \left(\frac{0,21}{0,21 - (0,01 - 0,395 * 0,002)} + 3,778 \right) - 0,1077 \\ &= 0,0418 \% / o_c \end{aligned}$$

$$k = k_{180} \left(1 + 0,013 \frac{T_R - 180}{100} \right) = 0,0418 \left(1 + 0,013 \frac{206 - 180}{100} \right) = 0,0423 \% / ^\circ C$$

$$q_A = k * (T_R - T_t) = 0,0423 * (206 - 20) = 7,86 \%$$

Οι απώλειες θερμότητας από την παρουσία CO στα καπναέρια υπολογίζονται με την σχέση:

$$\begin{aligned} q_{CO} &= \left(1 + \frac{200}{H_u} \right) \frac{61,6 * |CO|}{0,21 - (|O_2| - 0,395 * |CO|)} \\ &= \left(1 + \frac{200}{9600} \right) * \left(\frac{61,6 * 0,002}{0,21 - (0,01 - 0,395 * 0,002)} \right) = 0,63\% \end{aligned}$$

Όπου (CO)=ποσοστό μονοξειδίου του άνθρακα στα καπναέρια σε %

Οι συνολικές απώλειες θερμότητας είναι: $Q_a = q_A * Q + q_{CO} * Q + X_C * Q$. Ο βαθμός απόδοσης η του ατμολέβητα υπολογίζεται με βάση τις συνολικές απώλειες θερμότητας με την σχέση

$$\begin{aligned} \eta &= 1 - \frac{Q_a}{Q} = 1 - \frac{q_A * Q + q_{CO} * Q + X_C * Q}{Q} = 100 - (q_A + q_{CO} + X_C) \\ &= 100 - 7,86 - 0,63 - 1,5 = \mathbf{90\%} \end{aligned}$$

Ο πραγματικός αέρας καύσης υπολογίζεται με την σχέση

$$L = \frac{H_u + 200}{13300} \left(\frac{2,71}{0,21 - |O_2|} + 1 \right) + 0,35 = \frac{9600 + 200}{13300} \left(\frac{2,71}{0,21 - |0,001|} + 1 \right) + 0,35$$

$$= 11,06 \text{ Nm}^3/\text{Nm}^3$$

Ο ελάχιστος αέρας καύσης με βάση την σχέση είναι:

$$L_0 = \frac{H_u}{957} + 0,544 = \frac{9600}{957} + 0,544 = 10,57 \text{ Nm}^3/\text{Nm}^3$$

Επομένως το λ βάσει των υπολογισμών είναι:

$$\lambda = \frac{L}{L_0} = \frac{11,06}{10,57} = 1,05$$

Η πραγματική ποσότητα των καπναερίων V_R (με περίσσεια αέρα) προκύπτει από την παρακάτω σχέση ως εξής:

$$V_R = \frac{H_u + 200}{6820} \left(\frac{1,39}{0,21 - |O_2|} + 1 \right) + 0,713 = \frac{9600 + 200}{6820} \left(\frac{1,39}{0,21 - 0,01} + 1 \right) + 0,713$$

$$= 12,14 \text{ Nm}^3/\text{Nm}^3$$

Η ποσότητα των ξηρών καπναερίων $V_{R, tr}$, (με περίσσεια αέρα) υπολογίζεται με την βοήθεια της σχέσης:

$$V_{R, tr} = \frac{H_u + 200}{6820} \left(\frac{1,39}{0,21 - |O_2|} + 1 \right) + 0,713 - \frac{H_u + 5060}{6820}$$

$$= \frac{9600 + 200}{6820} \left(\frac{1,39}{0,21 - 0,01} + 1 \right) + 0,713 - \frac{9600 + 5060}{6820} = 9,99 \frac{\text{Nm}^3}{\text{Nm}^3}$$

Η ποσότητα των υγρών καπναερίων V_0 , (χωρίς περίσσεια αέρα):

$$V_0 = \frac{H_u}{895} + 0,936 = \frac{9600}{895} + 0,936 = 11,66 \frac{\text{Nm}^3}{\text{Nm}^3}$$

Η ποσότητα των ξηρών καπναερίων V_{tr} , (χωρίς περίσσεια αέρα) υπολογίζεται με την βοήθεια της σχέσης:

$$V_{tr} = \frac{H_u}{1030} + 0,194 = \frac{9600}{1030} + 0,194 = 9,51 \frac{Nm^3}{Nm^3}$$

Λόγος φ:

$$\varphi = \frac{V_{tr}}{L_0} = 0,928 - \frac{297}{H_u + 520} = 0,928 - \frac{297}{9600 + 520} = 0,899$$

(α) Πραγματικός αέρας καύσης L:

$$L = \lambda * L_0 = 1,05 * 10,57 = 11,10 \frac{Nm^3}{Nm^3}$$

(β) Πραγματικός όγκος καπναερίων V_R

$$V_R = V_0 + (\lambda - 1) * L_0 = 11,66 + (1,05 - 1) * 10,57 = 12,19 \frac{Nm^3}{Nm^3}$$

Πραγματικός όγκος ξηρών καπναερίων $V_{R\ tr}$

$$V_{R\ tr} = V_{tr} + (\lambda - 1) * L_0 = 9,51 + (1,05 - 1) * 10,57 = 10,04 \frac{Nm^3}{Nm^3}$$

Από τα αποτελέσματα των παραπάνω υπολογισμών βλέπουμε ότι στην περίπτωση του πετρελαίου έχουμε τη μικρότερη απόδοση (83,2%). Με χρήση υγραερίου έχουμε οριακά μεγαλύτερη απόδοση από ότι αν χρησιμοποιηθεί φυσικό αέριο (90,64 % έναντι 90%). Χρησιμοποιώντας υγραέριο ή φυσικό αέριο έχουμε αρκετά μικρότερες απώλειες σε σχέση με το πετρέλαιο με αποτέλεσμα ο συντελεστής απόδοσης να είναι υψηλότερος. Συνεπώς για την επιλογή του καταλληλότερου καυσίμου μεταξύ υγραερίου και φυσικού αερίου πρέπει να συνεκτιμηθούν και άλλοι παράγοντες.

4. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΒΑΘΜΟΥ ΑΠΟΔΟΣΗΣ

4.1. ΓΕΝΙΚΑ

Σύμφωνα με το ΠΔ 335/93 (ΦΕΚ 143Α/2-9-93), δεν επιτρέπεται η κυκλοφορία λέβητων, που δεν φέρουν την σήμανση CE και επιπλέον δεν έχουν την πρόσθετη σήμανση που αφορά την ενεργειακή απόδοση του λέβητα. Η επιλογή λέβητα θα πρέπει να συνοδεύεται από την απαίτηση της ενεργειακής του απόδοσης, η οποία θα τεκμηριώνεται από μετρήσεις που θα έχουν πραγματοποιήσει αναγνωρισμένα για τον σκοπό αυτό Εργαστήρια Δοκιμών. Ο βαθμός απόδοσης του λέβητα σε μερικό φορτίο έχει ιδιαίτερη σημασία. Τέλος, συνιστάται ο καυστήρας να διαθέτει ρυθμιζόμενο διάφραγμα (damper) στην είσοδο του ανεμιστήρα, ή διαφορετικά να απαιτείται η τοποθέτηση αυτόματου ηλεκτροκίνητου διαφράγματος στη βάση της καπνοδόχου, προκειμένου να αποφευχθεί ο ελκυσμός και η πτώση της θερμοκρασίας του λέβητα κατά το χρονικό διάστημα που δεν λειτουργεί εφόσον ο καυστήρας δουλεύει με πετρέλαιο.

Για την Ορθολογική Χρήση της Ενέργειας θα πρέπει να γίνεται αποδοτικότερη χρήση των εγκαταστάσεων (καυστήρες, λέβητες, φούρνοι) με το σταθερό κατά το δυνατόν φορτίο, ώστε να αποφεύγονται ενεργοβόρες διακυμάνσεις φορτίου. Οι διακυμάνσεις φορτίου απαιτούν μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας, λόγω των σχετικά μεγάλων φάσεων αναπροσαρμογής, οι οποίες γίνονται ακόμα σημαντικότερες όσο αυξάνει το μέγεθος της παραγωγικής μονάδος. Σε περίπτωση ύπαρξης πολλών καυστήρων, κυρίως σε κλιβάνους και λέβητες, υιοθετείται υπό το πρίσμα μίας ορθολογικότερης αποδοτικότερης εκμετάλλευσης, η μερική παύση λειτουργίας ενός ή περισσότερων καυστήρων με βάση τις πραγματικές απαιτήσεις.

Ανάλογα με το είδος καυσίμου απαιτείται μεγαλύτερος ή μικρότερος χρόνος προετοιμασίας για καύση. Το φυσικό αέριο για παράδειγμα είναι έτοιμο για επί τόπου καύση. Αντίθετα το μαζούτ 3500, χρειάζεται προθέρμανση. Το ξύλο σαν καύσιμο μπορεί κατά την φύλαξή του, να έχει απορροφήσει υγρασία, οπότε χρειάζεται ξήρανση.

4.2. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΟ ΒΑΘΜΟ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΟΥ ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΑ

Θα υπολογίσουμε τον βαθμό αποδόσεως του ατμολέβητα με εκτίμηση των Θερμικών απωλειών αυτού, οι οποίες είναι:

- Απώλειες θερμών καπναερίων (ΧΑ).
- Απώλειες από ατελή καύση (ΧΒ).
- Απώλειες από ακτινοβολία Θερμών επιφανειών στο περιβάλλον του ατμολέβητα και απώλειες από αγωγιμότητα (Χc).
- Απώλειες από εκβορβόρωση (στρατσώνα).
- Απώλειες από σχηματισμό αιθάλης. Συνήθως δεν εμφανίζεται αιθάλη σε σύγχρονες εγκαταστάσεις με καλή λειτουργία των καυστήρων.

4.3. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΜΟΝΑΔΑ ΑΤΜΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

Στον παραγωγικό τομέα, όπως ο υπό μελέτη χώρος, μεγάλα ποσά συμβατικών καυσίμων καταναλώνονται στον λέβητα στον οποίο έχουμε αναφερθεί στο δεύτερο κεφάλαιο, για την παραγωγή θερμού νερού ή ατμού. Οι λέβητες, γενικά, είναι εξοπλισμένοι με καυστήρες συμβατικών καυσίμων, οι οποίοι παράγουν θερμά αέρια (καυσαέρια). Ο ατμός ή το θερμό νερό που παράγεται, διατίθεται στις διάφορες παραγωγικές διεργασίες που απαιτούν θερμότητα (βραστήρες, βαφεία, ξηραντήρια, πλυντήρια κ.α.). Στην δική μας περίπτωση, το ζεστό νερό χρειάζεται για την παραγωγική διαδικασία. Γενικά, η λειτουργία των λεβήτων απαιτεί κατανάλωση σημαντικών ποσοτήτων καυσίμων για την παραγωγή θερμικής ενέργειας, οπότε η αύξηση της απόδοσής τους αποτελεί σημαντική παράμετρο για την εξοικονόμηση ενέργειας.

Τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας που εφαρμόζονται στους λέβητες χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- α) μέτρα ορθολογικής διαχείρισης,
- β) μέτρα χαμηλού κόστους και
- γ) μέτρα μεγάλης έκτασης.

Στα μέτρα ορθολογικής διαχείρισης περιλαμβάνονται:

- α) οι διαδικασίες για την προετοιμασία του νερού τροφοδοσίας,

- β) η διατήρηση των διαλυμένων στο νερό αλάτων κάτω από ένα μέγιστο επιτρεπτό επίπεδο,
- γ) η διατήρηση της χαμηλότερης αποδεκτής πίεσης λειτουργίας στο σύστημα ανάλογα με τις ανάγκες,
- δ) ο περιορισμός των μεγάλων διακυμάνσεων του φορτίου,
- ε) η συχνή μέτρηση του βαθμού απόδοσης του λέβητα και οι απαιτούμενες κάθε φορά ρυθμίσεις για τη μεγιστοποίησή του,
- στ) ο συστηματικός έλεγχος των τιμών των σημαντικότερων μεγεθών λειτουργίας και η σύγκρισή τους με τις ονομαστικές τιμές και
- ζ) ο περιοδικός έλεγχος της περισσειας αέρα του καυστήρα και η σωστή ρύθμισή της.

Στα μέτρα χαμηλού κόστους ανήκουν:

- α) η βελτίωση και επέκταση του εξοπλισμού ελέγχου,
- β) η εγκατάσταση και βελτίωση της θερμικής μόνωσης,
- γ) περιορισμός της άσκοπης περισσειας αέρα.

Τέλος, ως μέτρα μεγάλης έκτασης λογίζονται:

- α) η εγκατάσταση νέου αποδοτικότερου λέβητα,
- β) η εγκατάσταση νέου αποδοτικότερου καυστήρα και
- γ) η μετατροπή του συστήματος λέβητα-καυστήρα, ώστε να καταναλώνει φυσικό αέριο.

Στην δική μας εγκατάσταση, έγινε ήδη μια μεγάλης έκτασης επέμβαση με την αλλαγή του καυσίμου ώστε να καταναλώνει από πετρέλαιο, υγραέριο, το οποίο δεν απέχει στις ιδιότητες καύσης αρκετά από το φυσικό αέριο.

Κρίσιμο ρόλο στην εξοικονόμηση ενέργειας έχει και η συστηματική συντήρηση των λεβήτων. Οι βασικές εργασίες συντήρησης ενός λέβητα περιλαμβάνουν τον καθαρισμό του φλογοθαλάμου, τον καθαρισμό των αυλών των καυσαερίων (τούμπα), τον καθαρισμό και τη ρύθμιση του μπέκ του καυστήρα, τον καθαρισμό της καπνοδόχου, τον έλεγχο των αντλιών καυσίμου, τον έλεγχο του κυκλώματος τροφοδοσίας νερού, καθώς και του συστήματος αποσκήρυνσης.

4.4. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΑΤΜΟΥ

4.4.1. Λειτουργία των συστημάτων ατμού

Ο ατμός είναι νερό σε αέρια φάση και παράγεται με τη θέρμανση, στον απαιτούμενο βαθμό, του νερού. Αποτελεί ένα από τα πιο διαδεδομένα μέσα μεταφοράς θερμικής ενέργειας και χρησιμοποιείται τόσο για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. στα συστήματα ΣΗΘ), όσο και σε πολλούς άλλους βιομηχανικούς κλάδους (χημική

βιομηχανία, κλωστοϋφαντουργία, διυλιστήρια πετρελαίου, βιομηχανία τροφίμων, κτλ.) σε διάφορες θερμικές διεργασίες (θέρμανση, ξήρανση, αποστείρωση, κτλ.). Σε σχέση με τους άλλους φορείς της θερμικής ενέργειας, όπως είναι το θερμό νερό ή τα διάφορα θερμικά λάδια, ο ατμός έχει τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Μπορεί να θερμανθεί σε υψηλότερες θερμοκρασίες με συνέπεια τη δυνατότητα μεταφοράς μεγαλύτερης ποσότητας θερμότητας με μικρότερ ειδικό όγκο ατμού.
- Δίκτυο μεταφοράς μικρότερων διαστάσεων συνεπάγεται απλότητα κατασκευής, μικρότερο κόστος κατασκευής και μικρότερες θερμικές απώλειες.
- Έχει υψηλή πίεση λειτουργίας, η οποία υπερνικά την πτώση πίεσης κατά μήκος των σωλήνων μεταφοράς και έτσι δεν απαιτείται αντλία κυκλοφορίας του ατμού.
- Απαιτείται μικρότερη επιφάνεια συναλλαγής για τη μετάδοση του ίδιου ποσού θερμότητας σε σχέση με τον αέρα επειδή ο ατμός έχει μεγαλύτερο συντελεστή θερμικής μετάβασης.

Εξαιτίας των παραπάνω πλεονεκτημάτων, τα συστήματα ατμού έχουν επικρατήσει στη βιομηχανία έναντι των συστημάτων θερμού νερού ή αέρα. Μάλιστα, επιδιώκεται ο ατμός που κυκλοφορεί μέσα στο δίκτυο σωληνώσεων να είναι υπέρθερμος ατμός υψηλής πίεσης, καθώς η υψηλή πίεση συνεπάγεται μείωση του ειδικού όγκου και αύξηση της πυκνότητας του ατμού. Ο μειωμένος ειδικός όγκος επιτρέπει τη χρήση σωληνώσεων ακόμα μικρότερων διαστάσεων, ενώ η αυξημένη πυκνότητα επιτρέπει τη μεταφορά μεγαλύτερης ακόμη ποσότητας θερμικής ενέργειας.

Ένα σύστημα ατμού αποτελείται από το σύστημα επεξεργασίας του νερού τροφοδοσίας, τον ατμολέβητα, το δίκτυο σωληνώσεων και διάφορα εξαρτήματα όπως είναι οι ατμοπαγίδες, οι διαχωριστές, τα φίλτρα, τα εξαεριστικά, οι μειωτές πίεσης, τα όργανα μέτρησης (ατμού, πίεσης και θερμοκρασίας) και τα ασφαλιστικά.

Το σύστημα επεξεργασίας του νερού τροφοδοσίας έχει ως σκοπό την αφαλάτωση και την απαερίωση του νερού του δικτύου με το οποίο τροφοδοτείται ο ατμολέβητας. Με την αφαλάτωση απομακρύνονται τα άλατα του νερού, τα οποία δημιουργούν επικαθίσεις στις επιφάνειες συναλλαγής θερμότητας, με άμεσες συνέπειες τη μείωση της μετάδοσης θερμότητας και της διατομής των σωλήνων (κίνδυνος φραγμού).

Επειδή, όμως, η ατμοποίηση του νερού τροφοδοσίας εντός του λέβητα αποτελεί αιτία συγκέντρωσης νέων αλάτων, η συνεχής ή περιοδική απομάκρυνσή μέρους αυτών είναι απαραίτητη για τη διατήρηση της τιμής τους σε επιτρεπτά επίπεδα. Η απομάκρυνση μέρους των αλάτων από τον ατμολέβητα επιτυγχάνεται με τη χρήση

μιας ειδικής διάταξης στο κάτω μέρος του λέβητα, η οποία ονομάζεται στρατσώνα. Το νερό που απομακρύνεται από τη στρατσώνα, παρασύροντας μαζί του και άλατα, εκτονώνεται σε κατάλληλη στραγγαλιστική διάταξη και ένα μέρος του μετατρέπεται σε ατμό, ο οποίος ονομάζεται ατμός αποτόνωσης. Έχουμε, δηλαδή, πτώση πίεσης του νερού συνοδευόμενη από έκλυση θερμότητας, η οποία προσδίδεται στο νερό και ατμοποιεί ένα ποσοστό του.

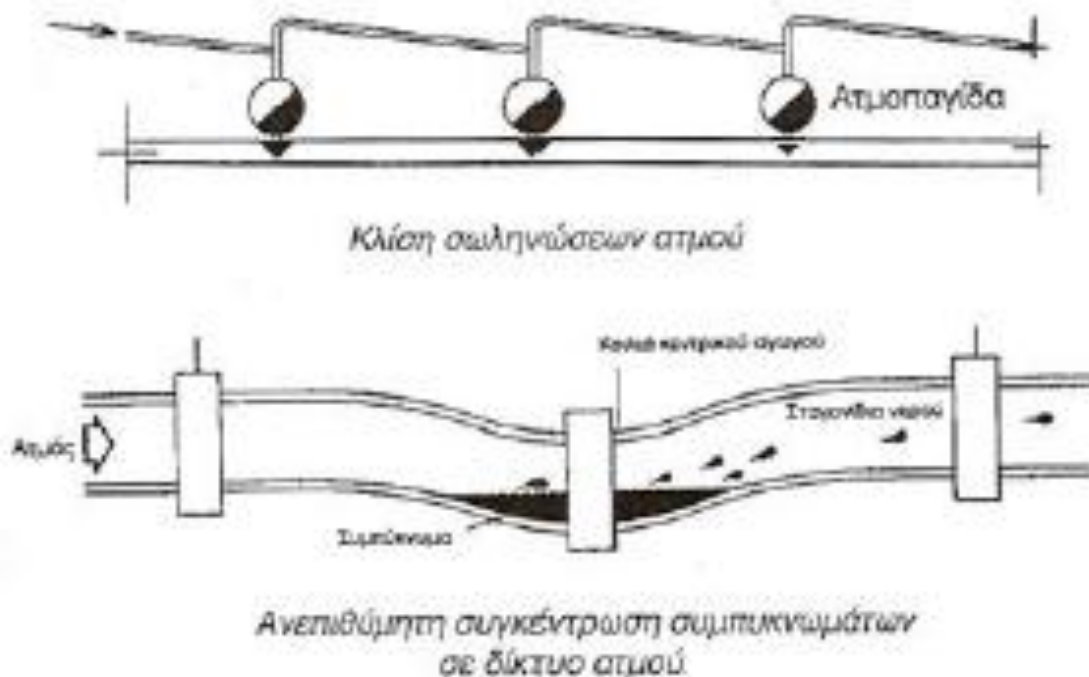
Με την απαερίωση απομακρύνονται από το νερό τροφοδοσίας διάφορα διαλυμένα αέρια (κυρίως οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα και χλώριο), τα οποία προκαλούν διαβρώσεις στον αμολέβητα, τις επιφάνειες συναλλαγής και τις σωληνώσεις. Η θερμότητα που μεταφέρεται από τον ατμό αποβάλλεται, μέσω των επιφανειών συναλλαγής, στο προς θέρμανση μέσο, με άμεσο αποτέλεσμα τη συμπύκνωση του ατμού. Η απόδοση αυτής της διαδικασίας συναλλαγής θερμότητας μειώνεται σημαντικά αν ο ατμός περιέχει υγρασία και αέρα. Η απομάκρυνση της υγρασίας του ατμού γίνεται με τους διαχωριστές και του αέρα με τα αυτόματα εξαεριστικά και τις ατμοπαγίδες. Όμως, και τα ίδια τα συμπυκνώματα, τα οποία οφείλονται στη συμπύκνωση του ατμού κατόπιν της απόδοσης της θερμότητας που μεταφέρει στο θερμαινόμενο μέσο, μειώνουν την απόδοση της διαδικασίας συναλλαγής θερμότητας. Η απομάκρυνση τους από τον ατμό είναι απαραίτητη και επιτυγχάνεται με τη χρήση των ατμοπαγίδων.

Οι ατμοπαγίδες είναι ειδικά όργανα, τα οποία επιτρέπουν την απομάκρυνση των συμπυκνωμάτων του ατμού, αλλά εμποδίζουν την ταυτόχρονη διαφυγή του ατμού. Τα συμπυκνώματα που απομακρύνονται από τις ατμοπαγίδες υφίστανται μια διεργασία ανάλογη εκείνης του νερού του αμολέβητα που απομακρύνεται από την στρατσώνα. Έτσι, έχουμε και εδώ τη δημιουργία ατμού αποτόνωσης.

Η σωστή επιλογή και λειτουργία τους συμβάλλει καταλυτικά στην αποδοτική λειτουργία ολόκληρου του συστήματος ατμού. Οι ατμοπαγίδες διακρίνονται σε: α) μηχανικές (πλωτήρος και ανεστραμμένου κλάδου), β) θερμοστατικές (εξισορρόπησης πίεσης και διμεταλλικές) και γ) θερμοδυναμικές. Ατμοπαγίδα κατάλληλη για όλες τις χρήσεις δεν υπάρχει, επομένως η επιλογή της κατάλληλης ατμοπαγίδας για κάθε εφαρμογή είναι ένας συμβιβασμός τεχνικών απαιτήσεων και κόστους, λαμβάνοντας όμως σοβαρά υπ' όψη και την οικονομία από τη μειωμένη κατανάλωση ενέργειας.

Δεδομένου πως ο ατμός που παράγεται στον αμολέβητα και μεταφέρεται από το δίκτυο σωληνώσεων είναι ατμός υψηλής πίεσης, επιβάλλεται η μείωση της πίεσής του στο επίπεδο χρήσης, δηλαδή πριν τις τελικές καταναλώσεις. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται οι μειωτές πίεσης, στην είσοδο και την έξοδο των οποίων τοποθετούνται μανόμετρα, τα οποία διευκολύνουν την αρχική ρύθμιση και την παρακολούθηση της λειτουργίας τους.

Η διαμόρφωση του δικτύου των σωληνώσεων πρέπει να εξασφαλίζει την καλύτερη δυνατή διαχείριση του ατμού και των συμπυκνωμάτων που παράγονται από αυτόν. Για την ευκολότερη συλλογή των τελευταίων (μέσω της βαρύτητας) στα σημεία αποστράγγισης και την απομάκρυνση τους από τις ατμοπαγίδες, οι σωληνώσεις πρέπει να τοποθετούνται με ελάχιστη κλίση 0,5% στη διεύθυνση της ροής. Αν, όμως, πρέπει να έχουν ανοδική κλίση, τότε η ταχύτητα του ατμού στο συγκεκριμένο τμήμα πρέπει να είναι έως 15m/s, ούτως ώστε η ροή των συμπυκνωμάτων να μην εμποδίζει την αντίθετη ροή του ατμού. Επίσης, πρέπει να αποφεύγεται η δημιουργία σημείων στο δίκτυο, τα οποία ευνοούν τη συλλογή των συμπυκνωμάτων, εμποδίζοντας έτσι τη ροή τους προς την επόμενη ατμοπαγίδα.



Εικόνα 4.1 Κλίση σωληνώσεων ατμού και δημιουργία σημείων ανεπιθύμητης συγκέντρωσης συμπυκνωμάτων.

[www.google.gr/search]

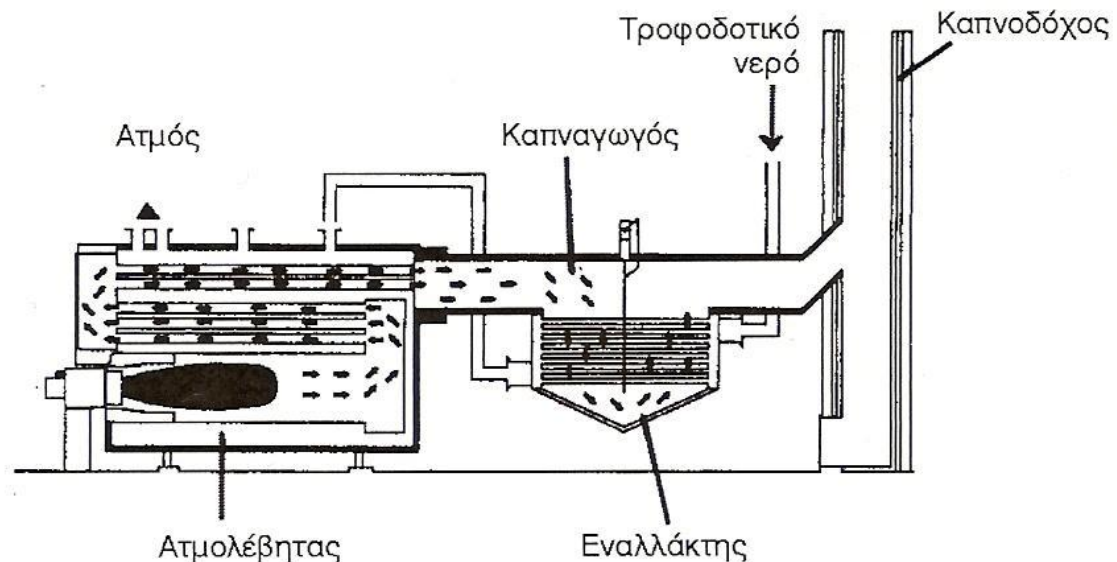
4.4.2. Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στα συστήματα ατμού

Οι σημαντικότερες επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας που εφαρμόζονται στα συστήματα ατμού είναι:

- Η ανάκτηση της θερμότητας των καυσαερίων

Η ανάκτηση της θερμότητας των καυσαερίων επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση ενός εναλλάκτη θερμότητας στον καπναγωγό του ατμολέβητα. Η θερμότητα που ανακτάται χρησιμοποιείται για την προθέρμανση του νερού τροφοδοσίας και του αέρα καύσης,

αυξάνοντας έτσι το συντελεστή απόδοσης του ατμολέβητα και μειώνοντας την κατανάλωση καυσίμων. Πρέπει να σημειωθεί πως απαραίτητη θεωρείται η διατήρηση της τελικής θερμοκρασίας των καυσαερίων σε τιμή μεγαλύτερης του σημείου δρόσου, καθώς σε αντίθετη περίπτωση παρατηρείται διάβρωση του εσωτερικού των τοιχωμάτων της καπνοδόχου λόγω σχηματισμού θειικού οξέος από την ένωση του εκπεμπόμενου τριοξειδίου του θείου με τα συμπυκνώματα των υδρατμών.



Εικόνα 4.2 Τοποθέτηση εναλλάκτη θερμότητας στον καπναγωγό του ατμολέβητα για την προθέρμανση του τροφοδοτικού νερού του λέβητα.

[www.google.gr/search]

- Ανάκτηση θερμότητας συμπυκνωμάτων.

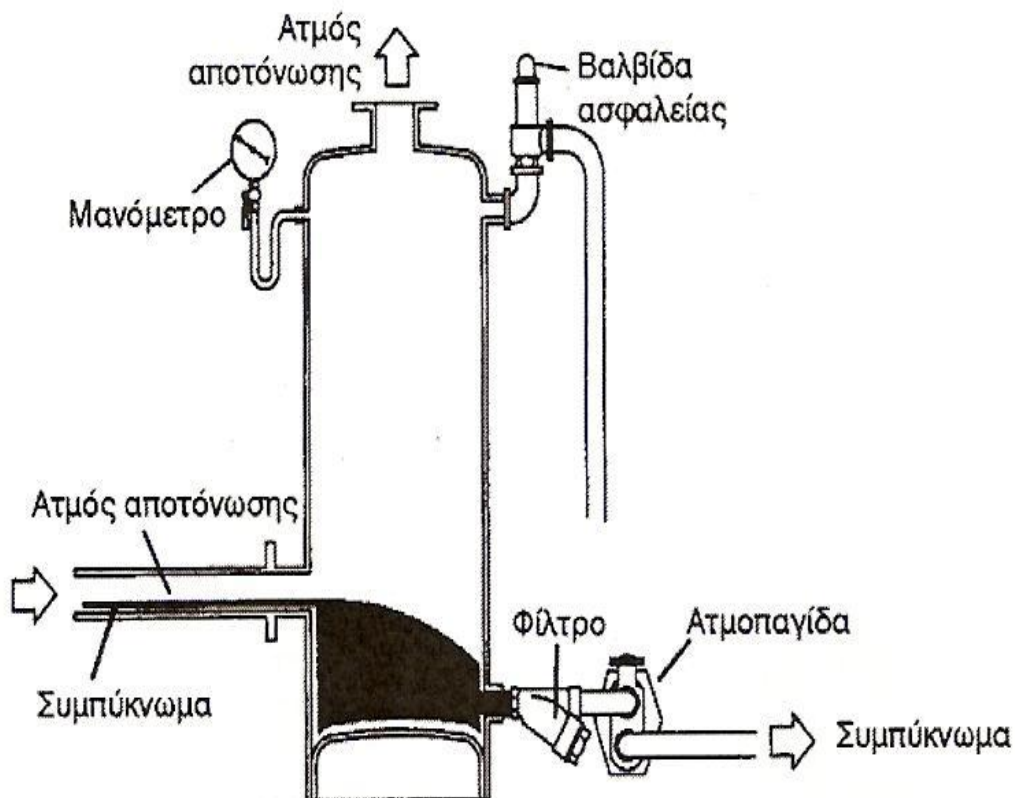
Τα συμπυκνώματα που δημιουργούνται καθώς ο ατμός αποδίδει τη λανθάνουσα θερμότητά του στις επιφάνειες συναλλαγής, περιέχουν ένα σημαντικό απόθεμα θερμικής ενέργειας. Ο καλύτερος τρόπος αξιοποίησης της ενέργειας αυτής είναι η επαναφορά των συμπυκνωμάτων στον ατμολέβητα ως τροφοδοτικό νερό. Η επαναφορά αυτή γίνεται μέσω ανεξάρτητου δικτύου σωληνώσεων και αφού πρώτα έχει διαχωριστεί το συμπύκνωμα από τον ατμό αποτόνωσης μέσα στο δοχείο αποτόνωσης. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται λιγότερη κατανάλωση ενέργειας για τη μετατροπή του νερού σε ατμό και παράλληλα μειώνονται τα έξοδα επεξεργασίας του νερού τροφοδοσίας αφού τα συμπυκνώματα είναι ήδη επεξεργασμένα. Η θερμότητα των συμπυκνωμάτων μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα για την προθέρμανση του τροφοδοτικού νερού ή για τη θέρμανση εσωτερικών χώρων κτιρίων

- Χρήση ατμού αποτόνωσης.

Ο ατμός αποτόνωσης ή δευτερογενής ατμός, ο οποίος προέρχεται από την επεξεργασία που υφίστανται τα συμπυκνώματα καθώς απομακρύνονται από τις σωληνώσεις μέσω των ατμοπαγίδων ή το νερό καθώς απομακρύνεται από τον ατμολέβητα μέσω της στρατσώνας, επιβάλλεται, για λόγους εξοικονόμησης ενέργειας, να χρησιμοποιηθεί σε καταναλώσεις χαμηλής πίεσης. Για τη συλλογή του ατμού αποτόνωσης και την προώθησή του προς αυτές τις καταναλώσεις, απαιτείται προηγουμένως ο διαχωρισμός του από το μέρος του συμπυκνώματος που δεν έχει ατμοποιηθεί κατά την απομάκρυνσή του με τις ατμοπαγίδες. Ο διαχωρισμός πραγματοποιείται στο δοχείο αποτόνωσης, το οποίο είναι ένας διαχωριστής ατμού-νερού.

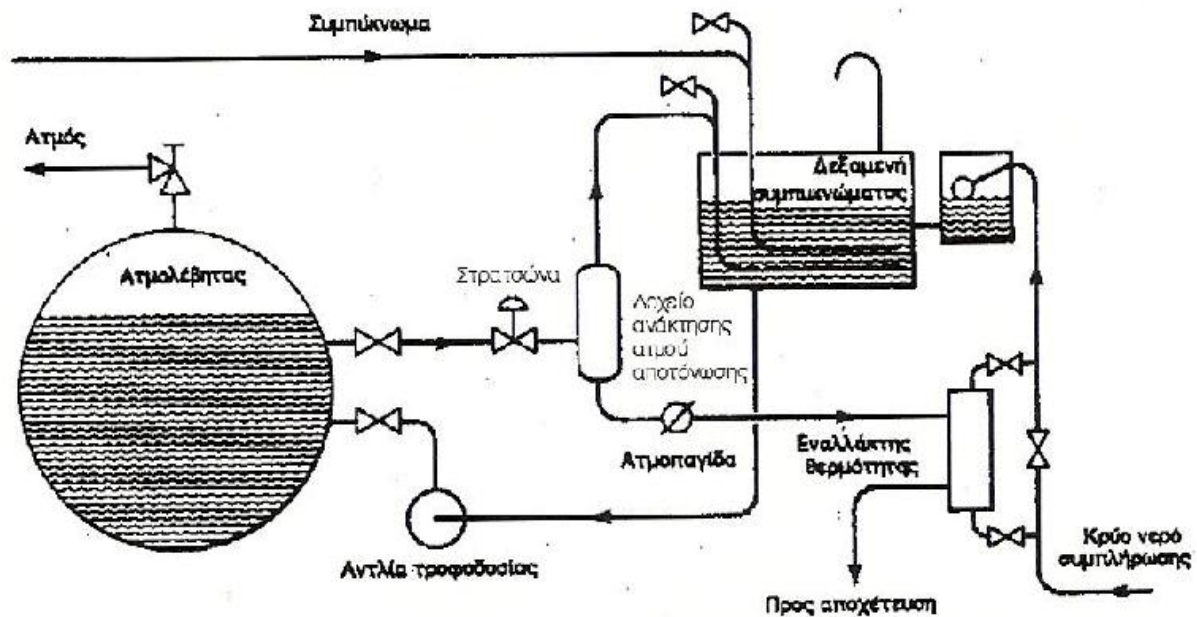
- Τοποθέτηση ταμιευτήρα ατμού.

Η τοποθέτηση ταμιευτήρα ατμού λύνει το πρόβλημα των αιχμών ζήτησης ατμού που παρουσιάζονται σε πολλές βιομηχανικές μονάδες εξαιτίας του ταυτοχρονισμού της κατανάλωσης. Ο ταμιευτήρας φορτίζεται με προσαγωγή ατμού μεγαλύτερης πίεσης από την επιθυμητή και το μέσο αποταμίευσης είναι το νερό. Από τη χρήση της συσκευής αυτής προκύπτουν τα εξής πλεονεκτήματα: α) ο ατμολέβητας λειτουργεί χωρίς αυξομείωση της ζήτησης του ατμού και, ως συνέπεια, έχει καλύτερη απόδοση, β) υπάρχει πάντοτε αποθηκευμένος ατμός, ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε λίγες ώρες ή ακόμα και την επόμενη μέρα και γ) δεν απαιτείται δεύτερος λέβητας για την κάλυψη των αιχμών ζήτησης ατμού.



Εικόνα 4.3 Δοχείο αποτόνωσης. [[www.google.gr/search]

Τυπικές εφαρμογές αξιοποίησης του ατμού αποτόνωσης είναι η προθέρμανση του αέρα καύσης, η προθέρμανση του νερού τροφοδοσίας του ατμολέβητα και η τροφοδότηση αερόθερμων σε εγκατάσταση θέρμανσης



Εικόνα 4.4 Χρήση ατμού αποτόνωσης στρατσώνας για την προθέρμανση του νερού τροφοδοσίας του ατμολέβητα, το οποίο προέρχεται από ανάκτηση των συμπυκνωμάτων.

[www.google.gr/search]

4.5. ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΩΝ

4.5.1. Εφαρμογές της θερμομόνωσης στην βιομηχανία

Η θερμομόνωση είναι ένας από τους σημαντικότερους τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας σε κάθε παραγωγική διαδικασία, όπως η διαδικασία παραγωγής χάρτου, ειδικότερα στα τμήματα εκείνα της διαδικασίας όπου απαιτούνται υψηλές θερμοκρασίες. Θερμομόνωση εφαρμόζεται σε όλα τα στοιχεία της παραγωγικής διαδικασίας, δηλαδή σε λέβητες, εναλλάκτες, συμπυκνωτές, δεξαμενές, δοχεία και στο δίκτυο σωληνώσεων ατμού ή νερού. Τα αποτελέσματά της όσον αφορά τη μείωση των θερμικών απωλειών των εν λόγω στοιχείων είναι πράγματι θεαματικά.

Μια εγκατάσταση θεωρείται επιτυχημένη όταν θερμανθεί σωστά και όσο πρέπει, καθώς επίσης εφόσον λειτουργεί οικονομικά και με ασφάλεια. Προκειμένου να επιτευχθούν αυτά απαιτείται σωστή μελέτη που να περιλαμβάνει:

- Τεχνικά χαρακτηριστικά και μεγέθη του εξοπλισμού
- Καλό σχεδιασμό των δικτύων διανομής
- Σωστή διάταξη του εξοπλισμού του συστήματος και τέλος
- Τη λειτουργική σύνδεση και ρύθμιση των διαφόρων στοιχείων.

4.5.2. Τρόποι θερμομόνωσης των σωληνώσεων και άλλων στοιχείων του ατμολέβητα

Το πρόβλημα της θερμομόνωσης των στοιχείων μιας παραγωγικής διαδικασίας παρουσιάζει αρκετές ιδιομορφίες και επιλύεται, συνήθως, με την επιλογή του καταλληλότερου κάθε φορά μονωτικού υλικού σε συνδυασμό με το απαιτούμενο πάχος μόνωσης, με κριτήριο την κάλυψη των τεχνικών απαιτήσεων με το χαμηλότερο δυνατό κόστος.

Βασικό στοιχείο των υπολογισμών αποτελεί το ύψος των θερμικών απωλειών στην επιφάνεια που πρόκειται να μονωθεί. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η θερμομόνωση των σωληνώσεων ατμού ή νερού, των δεξαμενών και των δοχείων, καθώς από τα στοιχεία αυτά προέρχεται το κύριο μέρος των θερμικών απωλειών μιας παραγωγικής διαδικασίας.

Υπάρχουν δύο βασικοί τρόποι μόνωσης των σωληνώσεων: α) με μονωτικές θήκες και β) με λουρίδες μονωτικού παπλώματος. Οι μονωτικές θήκες παρέχουν φυσική αντοχή στο χρόνο, μηδενική διαπερατότητα σε υγρασία και ελάχιστη απορροφητικότητα, ενώ δεν επηρεάζονται από τα τρωκτικά και τα έντομα.

Οι μονωτικές θήκες τοποθετούνται εύκολα σε απλές διατάξεις σωληνώσεων. Οι μονωτικές λουρίδες εφαρμόζονται δυσκολότερα, προτιμούνται όμως για δύσκολες διατάξεις (π.χ. σημεία όπου αλλάζει απότομα η διεύθυνση των σωλήνων ή υπάρχουν διάφορα όργανα και εξοπλισμός) εξαιτίας της ευκαμψίας τους. Υλικά μόνωσης σωληνώσεων είναι ο υαλοβάμβακας, η πολυουρεθάνη, το πυριτικό ασβέστιο, ο ορυκτοβάμβακας και το κυψελοειδές γυαλί.

Για την μόνωση των δοχείων και των δεξαμενών υπάρχουν αρκετές επιλογές: α) διαδοχικοί σάκοι πλαστικού ή πολυαιθυλενίου με μονωτικό υλικό μεταξύ τους, β) φύλλα μονωτικού παπλώματος που τυλίγουν τη δεξαμενή ή το δοχείο, γ) μόνωση με μονωτικά πανό, αν πρόκειται για ορθογώνια δεξαμενή ή δοχείο. Η άνω επιφάνεια της δεξαμενής ή του δοχείου επικαλύπτεται με ένα κομμάτι παπλώματος που προεξέχει γύρω από το κάλυμμα της δεξαμενής ή του δοχείου. Εάν η δεξαμενή ή το δοχείο δεν διαθέτει κάλυμμα στην άνω επιφάνεια, πρέπει να κατασκευαστεί ένα κάλυμμα από

πολυστερίνη, μορισανίδα ή άλλο ελαφρό πανό, για να εμποδίζεται η είσοδος των ινών του παπλώματος μέσα στο νερό.

Στις βιομηχανικές μονάδες όπου πραγματοποιούνται παραγωγικές διαδικασίες, σαν την μονάδα στην παρούσα μελέτη, οι οποίες απαιτούν εκτεταμένο δίκτυο σωληνώσεων και μεγάλο αριθμό δεξαμενών ή/και δοχείων, η μόνωση μειώνει την κατανάλωση ενέργειας έως και 25%.



Εικόνα 4.5 Θερμομόνωση σωληνώσεων θερμού νερού.
[www.google.gr/search]

Η θερμομόνωση των στοιχείων μιας παραγωγικής διαδικασίας εξασφαλίζει:

- α) τη μείωση της κατανάλωσης καυσίμων ή/και ηλεκτρικής ενέργειας με στόχο τη μείωση του κόστους κατασκευής των προϊόντων,
- β) την προστασία των εργαζομένων από τον κίνδυνο εγκαυμάτων εξαιτίας της επαφής με επιφάνειες μεγάλης θερμοκρασίας,
- γ) τη βελτίωση του εργασιακού περιβάλλοντος σε χώρους που αναπτύσσονται υψηλές θερμοκρασίες,
- δ) τη ρύθμιση ή/και τη διατήρηση της θερμοκρασίας σε χώρους όπου διατηρείται ή εξελίσσεται μια διεργασία (π.χ. λέβητας)

ε) την παρεμπόδιση της συμπύκνωσης της ατμοσφαιρικής υγρασίας σε ψυχρές επιφάνειες τοιχωμάτων και σωληνώσεων και
στ) την προστασία σωληνώσεων και δεξαμενών κατά τη διάρκεια του χειμώνα από υγρά που ενδέχεται να στερεοποιηθούν (π.χ. νερό) ή που έχουν δύσκολη άντληση (π.χ. μαζούτ).

4.6. ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΙ ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Οι κεντρικοί αυτοματισμοί επιδρούν στη λειτουργία του συστήματος της εγκατάστασης του λέβητα, βάσει του πραγματικού θερμικού φορτίου. Το πραγματικό θερμικό φορτίο «γίνεται αντιληπτό» από τον μηχανισμό ελέγχου, σύμφωνα με τις υπάρχουσες συνθήκες καύσης. Ο αυτοματισμός ελέγχου υπολογίζει την απαιτούμενη θερμοκρασία του νερού και επιδρά στην εγκατάσταση ώστε να επιτευχθεί αυτή η θερμοκρασία.

Η μεταβολή της θερμοκρασίας επιτυγχάνεται με δύο βασικούς τρόπους : - Ο ένας είναι η διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας στο λέβητα και η μεταβολή της θερμοκρασίας του θερμού νερού με την ανάμιξή του με κρύο νερό από την επιστροφή. Η συνηθέστερα εφαρμοζόμενη τεχνολογία είναι η αναλογική ρύθμιση της θερμοκρασίας του νερού. Με την αναλογική ρύθμιση της θερμοκρασίας του νερού της εγκατάστασης, ο λέβητας μπορεί να αποδώσει το ζητούμενο από τον εντολέα άμεσα και σωστά.

4.7. ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΚΑΙ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ

4.7.1. Γενικά

Σε πολλές επιμέρους διεργασίες της παραγωγικής διαδικασίας απαιτείται κίνηση ορισμένων διατάξεων. Τυπικά παραδείγματα τέτοιων διατάξεων είναι οι ιμάντες μεταφοράς, τα ανυψωτικά μηχανήματα, οι αναδευτήρες, οι ατέρμονοι κοχλίες, οι αντλίες, οι συμπιεστές και άλλα. Οι διατάξεις αυτές ονομάζονται μηχανές παραγωγής έργου και η κίνηση τους επιτυγχάνεται με τη λειτουργία των ηλεκτρικών κινητήριων συστημάτων.

Ένα ηλεκτρικό κινητήριο σύστημα αποτελείται από τον ηλεκτρικό κινητήρα, κάποιο ή κάποιους μηχανισμούς μεταφοράς κίνησης και φυσικά τη μηχανή παραγωγής έργου. Ο ηλεκτρικός κινητήρας αποτελεί τον πυρήνα του ηλεκτρικού κινητήριου συστήματος και η λειτουργία του αποσκοπεί στη μετατροπή της ηλεκτρικής ενέργειας που απορροφά από το δίκτυο, σε μηχανική ενέργεια. Στη συνέχεια, η μηχανική ενέργεια

θα μεταδοθεί υπό μορφή κίνησης στη μηχανή παραγωγής έργου μέσω των κατάλληλων μηχανισμών κίνησης. Οι μηχανισμοί κίνησης είναι διατάξεις, οι οποίες συνδέουν τον άξονα του ηλεκτρικού κινητήρα με τη μηχανή παραγωγής έργου. Λειτουργούν με ή χωρίς βοηθητική ενέργεια και διακρίνονται σε συμπλέκτες, φρένα, μετατροπείς ταχύτητας και ροπής και ενισχυτές ροπής.

Το μεγαλύτερο μέρος της ενέργειας που απαιτείται για τη λειτουργία των ηλεκτρικών κινητήριων συστημάτων (πλην ενός μικρού ποσοστού που καταναλώνουν οι μηχανισμοί κίνησης) καταναλώνεται από τους ηλεκτρικούς κινητήρες. Για το λόγο αυτό, οι περισσότερες παρεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας επικεντρώνονται σε αυτούς.

4.7.2. Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στα ηλεκτροκίνητα συστήματα

Οι επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας που εφαρμόζονται στα ηλεκτρικά κινητήρια συστήματα διακρίνονται στις επεμβάσεις ορθολογικής διαχείρισης και στις επεμβάσεις εκσυγχρονισμού.

Στις επεμβάσεις ορθολογικής διαχείρισης ανήκουν τα μέτρα νοικοκυρέματος, συντήρησης και οικονομικής λειτουργίας των κινητήριων συστημάτων. Τα μέτρα αυτά έχουν μηδενικό ή χαμηλό κόστος και περιλαμβάνουν: α) τη διακοπή της λειτουργίας των κινητήρων όταν λειτουργούν εν κενώ, β) την ευθυγράμμιση των αξόνων των κινητήρων και των μηχανών παραγωγής έργου, β) τον καθαρισμό των περιελίξεων και τη λίπανση των εδράνων των κινητήρων, δ) τη σύσφιξη των ιμάντων των κινητήρων και των μηχανών παραγωγής έργου, ε) τον έλεγχο των ηλεκτρικών επαφών των κινητήρων και στ) τον ετεροχρονισμό της λειτουργίας των βασικών μηχανών παραγωγής έργου, ο οποίος μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση χειροκίνητων ή αυτόματων μηχανισμών.

Οι επεμβάσεις εκσυγχρονισμού πραγματοποιούνται εφόσον έχουν ολοκληρωθεί οι επεμβάσεις ορθολογικής διαχείρισης και είναι οι εξής:

- Διόρθωση συντελεστή ισχύος:

Το 90% των ηλεκτρικών κινητήρων που χρησιμοποιούνται στις παραγωγικές διαδικασίες ανήκει στην κατηγορία των επαγωγικών κινητήρων. Οι επαγωγικοί κινητήρες, όπως και όλα τα επαγωγικά φορτία, έχουν συντελεστή ισχύος μικρότερο της μονάδας. Όσο μικρότερος είναι ο συντελεστής ισχύος, τόσο μεγαλύτερης έντασης ηλεκτρικό ρεύμα πρέπει να απορροφήσει ο κινητήρας ώστε να καλύψει τις λειτουργικές ανάγκες του. Όμως, μεγαλύτερης έντασεως ρεύμα συνεπάγεται την τροφοδοσία του κινητήρα με αυξημένη ποσότητα ηλεκτρικής ισχύος, κάτι που έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των απωλειών πάνω στους αγωγούς τροφοδοσίας του κινητήρα, καθώς και τη χρήση αγωγών μεγαλύτερης διατομής και μετασχηματιστή ισχύος μεγαλύτερου μεγέθους. Έτσι, η χρέωση της ηλεκτρικής ενέργειας, από μέρους

της ΔΕΗ, είναι υψηλότερη εξαιτίας του αυξημένου κόστους κατασκευής των αγωγών μεταφοράς και του μ/σ ισχύος.

Για την αποφυγή της κατανάλωσης υπερβολικής ποσότητας ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία μάλιστα χρεώνεται και υψηλότερα, είναι απαραίτητη η διόρθωση του συντελεστή ισχύος, ώστε η τιμή του να βρίσκεται όσο το δυνατόν πλησιέστερα στη μονάδα. Διόρθωση του συντελεστή ισχύος των επαγωγικών κινητήρων επιτυγχάνεται με τη χρήση συσκευών αντιστάθμισης της άεργου ισχύος.

- Η αντιστάθμιση της άεργου ισχύος:

Υπάρχουν πολλές τέτοιες συσκευές, αλλά αυτές που χρησιμοποιούνται συνήθως στις παραγωγικές μονάδες είναι οι συστοιχίες στατικών πυκνωτών και πιο παλιά οι σύγχρονοι αντισταθμιστές. Οι συσκευές αυτές πετυχαίνουν χωρητική αντιστάθμιση της άεργου ισχύος και μάλιστα κοντά στα σημεία κατανάλωσής της (δηλαδή στα σημεία εγκατάστασης των επαγωγικών κινητήρων). Αυτή η μικρή διαδρομή της άεργου ισχύος από το σημείο παραγωγής προς το σημείο κατανάλωσής της βοηθά στη διατήρηση της χαμηλής τιμής του ρεύματος τροφοδοσίας των κινητήρων με συνέπεια την εξαφάνιση όλων των προηγούμενων προβλημάτων τροφοδοσίας.

- Σταθεροποίηση τάσης:

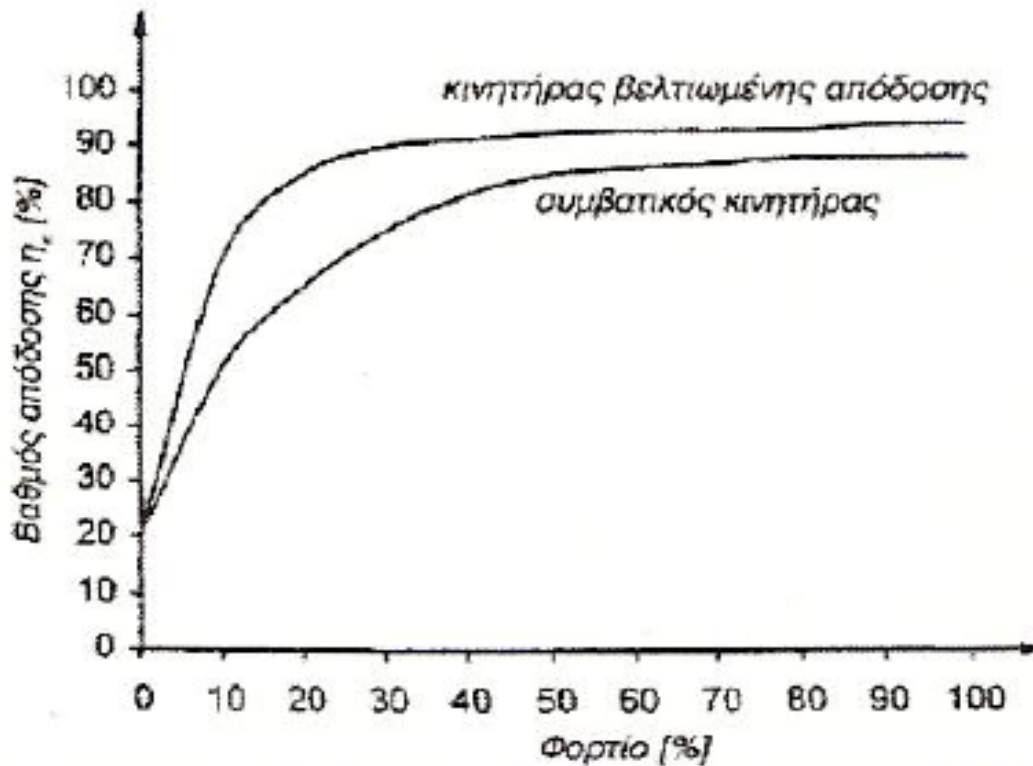
Είναι, επίσης, η βασική μέθοδος ελέγχου της τάσης τροφοδοσίας των επαγωγικών κινητήρων. Ο έλεγχος της τάσης τροφοδοσίας των κινητήρων είναι απαραίτητος, ώστε να αντιμετωπίζονται οι αναπόφευκτες διαταραχές της τιμής της, οι οποίες προκαλούν προβλήματα στην ομαλή λειτουργία των κινητήρων. Για το λόγο αυτό συνδέονται εν σειρά με τους κινητήρες, συσκευές που ονομάζονται ρυθμιστές τάσης, οι οποίες εξασφαλίζουν την ποιότητα της τάσης τροφοδοσίας.

- Χρήση κινητήρων βελτιωμένου βαθμού απόδοσης.

Οι επαγωγικοί κινητήρες σχεδιάζονται για να λειτουργούν με μέγιστο βαθμό απόδοσης όταν βρίσκονται υπό πλήρη φόρτιση. Η πραγματική απόδοση όμως είναι διαφορετική στις περισσότερες περιπτώσεις, αφενός επειδή ορισμένοι κινητήρες επιτυγχάνουν το μέγιστο βαθμό απόδοσης σε ισχύ και αφετέρου εξαιτίας των περιθωρίων που δίδονται κατά τη μελέτη και το σχεδιασμό των εφαρμογών, για την κάλυψη απρόβλεπτων καταστάσεων φόρτισης των ηλεκτρικών κινητήρων.

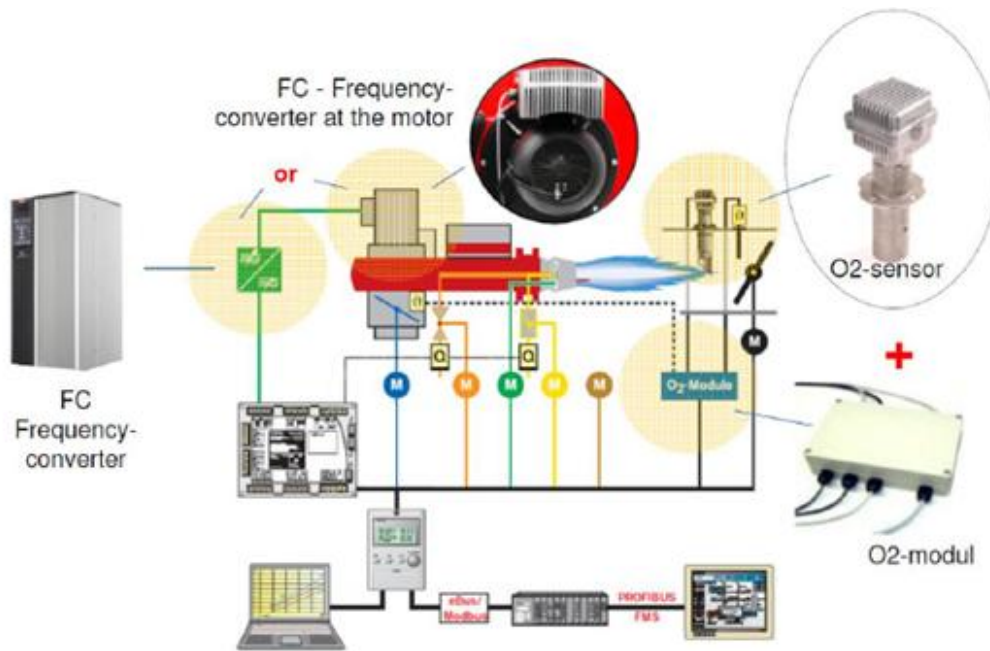
Από την εμπειρία προκύπτει ότι η φόρτιση των κινητήρων σε παραγωγικές εφαρμογές είναι συνήθως της τάξης του 60%. Για τέτοιας τάξεως φορτία, η απόδοση των επαγωγικών κινητήρων μειώνεται κατά περίπου 5%. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να εξετάζεται με οικονομικά κριτήρια, η αντικατάσταση των συμβατικών επαγωγικών

κινητήρων με επαγωγικούς κινητήρες βελτιωμένης απόδοσης, οι οποίοι χαρακτηρίζονται από 2-10% μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης, αλλά είναι ακριβότεροι κατά 10-30%. Μεγάλο πλεονέκτημα αυτού του τύπου κινητήρων είναι η διατήρηση του υψηλού βαθμού απόδοσης και σε χαμηλή φόρτιση, ακόμα και όταν αυτή είναι ίση με το 25% του ονομαστικού φορτίου.



Σχήμα 4.1: Σύγκριση βαθμού απόδοσης ασύγχρονου κινητήρα βελτιωμένης απόδοσης και συμβατικού.

[www.google.gr/search]



Εικόνα 4.6 Σχηματική παράσταση καυστήρα νέας γενιάς με inverter και αισθητήριο οξυγόνου.
[www.google.gr/search]

4.8. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΑΛΑΤΙΟΥ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΡΗΤΙΝΗΣ

Με την αποσκλήρυνση η αλκαλικότητα του νερού δεν αλλάζει και η ανάγκη για μεγάλες ποσότητες στρατσώνας παραμένει. Αντίθετα με την αφαλάτωση απομακρύνονται όλα τα άλατα και στοιχεία (κατιόντα και ανιόντα) συνεπώς και η στρατσώνα στον λέβητα μπορεί να μειωθεί στο ελάχιστο.

Επιπλέον με την αφαλάτωση βελτιώνεται σημαντικά και η ποιότητα του ατμού, καθώς η αλκαλικότητα στο νερό του λέβητα είναι χαμηλή και έτσι δεν έχουμε συμπαρασυρμό νερού και αφρού στον ατμό. Ο προϋπολογισμός για μια εγκατάσταση αφαλάτωσης παραγωγής 100 τόνων νερού την ημέρα είναι της τάξης των 25.000 €. Η δαπάνη για την επένδυση μπορεί να είναι μικρότερη, καθώς είναι δυνατόν να ενταχθεί σε πρόγραμμα επιδότησης (εξοικονόμηση ενέργειας).

Γνωρίζουμε ότι η ολική σκληρότητα του νερού ύστερα από μέτρηση είναι $\Delta TH=10^{\circ}dH$ και η ικανότητα δέσμευσης της ρητίνης είναι $B=50grCaO/ltr$. Επίσης γνωρίζουμε από τον κατασκευαστή ότι το δοχείο περιέχει 400 lt ρητίνης και ότι αυτή την στιγμή με τις υπάρχουσες συνθήκες το δοχείο θέλει αναγέννηση κάθε $55m^3$ νερού που διέλθουν από αυτό. Θα υπολογίσουμε τις τιμές σύμφωνα με τις συνθήκες του κατασκευαστή όπως επίσης και σύμφωνα με τις υπάρχουσες συνθήκες .

Συνθήκες κατασκευαστή:

Η αναγκαία ποσότητα νερού μεταξύ αναγεννήσεων θα υπολογιστεί από τον παρακάτω τύπο:

$$VR = \frac{10 \cdot \Delta TH \cdot V_{H_2O}}{B} \Rightarrow V_{H_2O} = \frac{VR \cdot B}{10 \cdot \Delta TH} \Rightarrow V_{H_2O} = \frac{400^{lt} \cdot 50^{grCaO/lt-R}}{10 \cdot 10^{odH}} = 200m^3$$

Η αναγκαία ποσότητα καθαρού άλατος που απαιτείται για να αναγεννηθεί η ποσότητα της ρητίνης που έχουμε είναι

$$M_{NaCl} = 0,24 \times V_R = 0,24 \times 400 = 96 \text{ Kgr NaCl}$$

Αυτή την στιγμή οι χειριστές του εργοστασίου ρίχνουν 100 Kgr NaCl σε κάθε αναγέννηση.

Υπάρχουσες συνθήκες:

Η ποσότητα της ρητίνης που υπάρχει αυτή την στιγμή στο δοχείο σύμφωνα με το νερό που γίνεται η αναγέννηση θα υπολογιστεί με τον παρακάτω τύπο:

$$VR = \frac{10 \cdot \Delta TH \cdot V_{H_2O}}{B} \Rightarrow VR = \frac{10 \cdot 10^{odH} \cdot 55m^3}{50^{grCaO/lt-R}} = 110lt - R$$

Παρατηρούμε ότι έχουμε χάσει σημαντική ποσότητα ρητίνης πράγμα που μπορεί να οφείλεται στην αντίστροφη πλύση και να μας έχει φύγει κάποια ποσότητα στην αποχέτευση.

Η αναγκαία ποσότητα καθαρού άλατος που απαιτείται για να αναγεννηθεί η ποσότητας της ρητίνης που έχουμε είναι:

$$M_{NaCl} = 0,24 \times V_R = 0,24 \times 110 = 27 \text{ Kgr NaCl}$$

Άρα συμπεραίνουμε ότι οι χειριστές του θερμοστατηρίου τοποθετούν παραπάνω αλάτι από ότι χρειάζεται το δοχείο σύμφωνα με την ρητίνη που περιέχει μέσα του.

Υπολογισμός χρημάτων που χάνονται από το παραπάνω αλάτι που χρησιμοποιείται. Γνωρίζω ότι χρειάζεται αναγέννηση κάθε $55m^3$ και καταναλώνει περίπου $20m^3$ νερού την ημέρα ενώ το εργοστάσιο λειτουργεί 361 μέρες τον χρόνο.

Σύμφωνα με τα δεδομένα μας χρειαζόμαστε αναγέννηση κάθε 66 ώρες άρα κάνουμε αναγέννηση στις 131 μέρες τον χρόνο και σε κάθε αναγέννηση σύμφωνα με τις παραπάνω πράξεις χάνουμε άσκοπα 73Kgr αλάτι άρα έχω

$$K=131 \times 73=9563 \text{ Kgr/ χρόνο}$$

Το εργοστάσιο αγοράζει το αλάτι με 0,174 ευρώ/Kgr

$$B=0.174 \times 9563=1664 \text{ ευρώ/χρόνο}$$

4.9. ΑΛΛΕΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ

4.9.1. Εγκατάσταση δινογεννήτριας (turbulator)

Σε λέβητες ισχύος μικρότερης από 750kW, μετά από μετατροπή για καύση φυσικού αερίου αντί για μαζούτ τείνει να μειωθεί η απόδοση. Μια απλή διάταξη ενίσχυσης της τύρβης, δηλ. μια περιστρεφόμενη σπιδράλ διάταξη, προσθέτει επιπλέον περιστροφή στο καύσιμο μείγμα, εξασφαλίζοντας έτσι καλύτερη μίξη. Η θερμική απόδοση αυξάνεται κατ' αυτόν τον τρόπο κατά 3 έως 4 %.

4.9.2. Μόνωση της καπνοδόχου

Λέγοντας καπνοδόχο, εννοούμε το σύνολο των δομικών στοιχείων, που εξασφαλίζουν την απαγωγή των καυσαερίων, από τις εστίες καύσης των λεβήτων στον εξωτερικό χώρο. Η καπνοδόχος για τον λέβητα είναι, ότι και το αναπνευστικό σύστημα για τον άνθρωπο. Έτσι, ο άνθρωπος αναπνέει οξυγόνο, κάνει την καύση του και αποβάλλει διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Ο καυστήρας παίρνει οξυγόνο κάνει την καύση με το καύσιμο υλικό (πετρέλαιο, αέριο κλπ), αποδίδει θερμότητα και αποβάλλει μέσω της καμινάδας τα κατάλοιπα της καύσης αυτής. Η εκπνοή του αέρα από τον άνθρωπο, περιέχει 4% CO_2 . Τα καυσαέρια της καύσης πετρελαίου, περιέχουν περίπου 12% CO_2 .

Η καπνοδόχος είναι ένα μέρος πολύ σημαντικό σε μια βιομηχανική εγκατάσταση, τόσο για την ασφάλεια του χώρου, όσο και για την καλή καύση και την οικονομική λειτουργία της εγκατάστασης. Το όλο σύστημα απαγωγής των καυσαερίων, αποτελείται από την καπνοδόχο, από τον καπναγωγό, από το κάλυμμα της καπνοδόχου και τον αιθαλοσυλλέκτη ή καπνοσυλλέκτη.

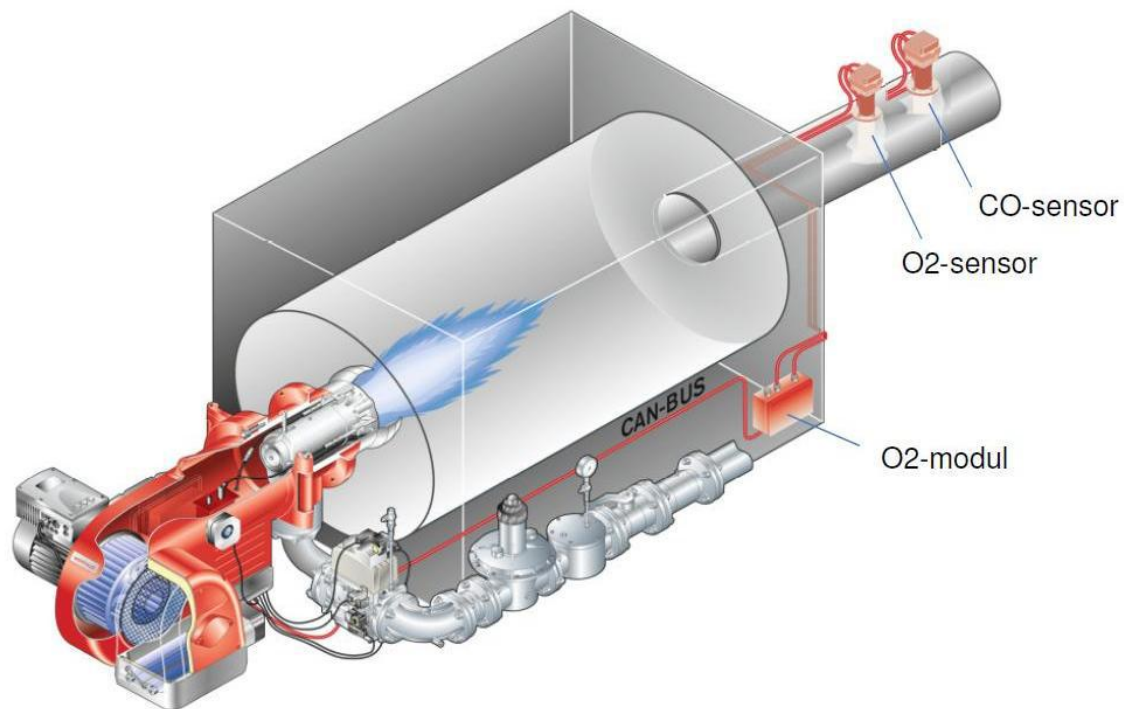
Σε καυστήρες που φυσάνε αέρα με την βοήθεια του ανεμιστήρα τους (όπου ο αέρας που απαιτείται για την καύση του καύσιμου υλικού πιέζεται από τον ανεμιστήρα), ο ελκυσμός χρησιμεύει για να προκαλεί την κίνηση των καυσαερίων, από την βάση της καπνοδόχου μέχρι την κορυφή της. Χρησιμεύει δηλαδή ο ελκυσμός σε αυτήν την περίπτωση, για να <<καθαρίζει>> την καπνοδόχο από τα καυσαέρια. Πρέπει να δώσουμε ιδιαίτερη προσοχή στον <<ελκυσμό>> της καπνοδόχου, ο οποίος μπορεί και πρέπει να μετρηθεί με κατάλληλα όργανα. Ο ελκυσμός εξαρτάται από το ύψος της καπνοδόχου και από την θερμοκρασία των καυσαερίων (η οποία καθορίζει την μέση τιμή του ειδικού βάρους αυτών μεταξύ βάσης και κορυφής της καπνοδόχου). Ο ελκυσμός μετράται σε mbar (μιλιμπάρ) ή σε mmH₂O. Αν ο ελκυσμός δεν είναι επαρκής, τότε φταίει η εγκατάσταση όλου του συστήματος, ή μέρος αυτού. Τεχνάσματα για την μείωση ή την αύξηση του ελκυσμού υπάρχουν πολλά θα πρέπει όμως να μην φτάσουμε στο σημείο να τα εφαρμόσουμε και αυτό το πετυχαίνουμε με την σωστή επιλογή της διατομής της καμινάδας.

4.9.3. Περίσσεια αέρα και έλεγχος καυσαερίων

Περίσσεια αέρα σε σχέση με την στοιχειομετρικά απαιτούμενη ποσότητα μέχρι κάποιο βαθμό, προσφέρει καλύτερες συνθήκες καύσης, αλλά αυξάνει και την θερμοκρασία των καυσαερίων, αυξάνοντας παράλληλα τις απώλειες θερμότητας στα τελευταία που παίζουν το σημαντικότερο ρόλο.

Η μέτρηση της θερμοκρασίας των καυσαερίων αποτελεί μια αρκετά καλή πηγή πληροφοριών για την ποιότητα της καύσης. Ιδιαίτερα υψηλές θερμοκρασίες καυσαερίων προειδοποιούν για μεγάλες απώλειες σε αυτά. Μεγάλη δηλαδή ποσότητα της προσφερόμενης θερμότητας διοχετεύεται στα καυσαέρια και κατά συνέπεια χάνεται στο περιβάλλον, χωρίς να αξιοποιείται για τον συγκεκριμένο επιθυμητό σκοπό.

Η εμπειρία δείχνει ότι μια μείωση της θερμοκρασίας των καυσαερίων κατά 25ο C αυξάνει κατά 1% τον συντελεστή απόδοσης της καύσης σε ένα λέβητα. Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι η θερμοκρασία των καυσαερίων δεν πρέπει να πέσει κάτω από μια συγκεκριμένη (ανάλογα με το καύσιμο και την περιεκτικότητα του σε Θείο) θερμοκρασία, λόγω υγροποίησης συστατικών και δημιουργίας οξέων με αποτέλεσμα διαβρώσεις.



Εικόνα 4.7 Σχέδιο τοποθέτησης αισθητηρίου οξυγόνου σε ατμολέβητα
 [www.google.gr/search]

Δεδομένα εγκατάστασης:

Λέβητας	Ατμού (κορεσμένου ατμού)
Έξοδος ατμού	8 t/h
Πίεση ατμού	10 bar
Θερμοκρασία κορεσμένου ατμού	180°C
Ονομαστικό φορτίο	5245 kW
Ελάχιστος ρυθμός θερμότητας	0 kW
Απόδοση λέβητα (ονομαστικό φορτίο)	90%
Εφεδρική έξοδος θερμότητας	150 kW
Εφεδρική έξοδος θερμότητας	- %
Αντίσταση καυστήρα	12 mbar
Αντίσταση καπνοδόχου	0 mbar
Ύψος εγκατάστασης (από την επιφάνεια της θάλασσας)	0 m
Θερμοκρασία περιβάλλοντος	25°C

Ενεργειακά Δεδομένα

Κόστος φυσικού αερίου	0,57€/m ³
Κόστος ηλεκτρισμού	0,15€/kWh
Ενεργειακός συντελεστής	0,67 kg/kWh

QGO 20



Εικόνα 4.8 Αισθητήριο οξυγόνου για καύσιμο αέριο και πετρέλαιο
[www.google.gr/search]

QGO 21



Εικόνα 4.9 Αισθητήριο οξυγόνου για καύσιμο μαζούτ.
[www.google.gr/search]

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

5.1 ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ

Στην εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε μια συγκριτική μελέτη του βαθμού απόδοσης του ατμολέβητα για τρία διαφορετικά καύσιμα. Ο σκοπός που έγινε αυτό ήταν για να αποφασίσουμε ποιο καύσιμο είναι αποδοτικότερο αλλά και ταυτόχρονα φιλικό προς το περιβάλλον.

Το καύσιμο του βαρέως πετρελαίου (μαζούτ) έδωσε χαμηλό βαθμό απόδοσης με πολύ υψηλές απώλειες από τα θερμά καπναέρια και από ατελή καύση με σχέση με τα άλλα δυο καύσιμα ενώ συγχρόνως είναι ένα αρκετά ρυπογόνο καύσιμο. Επίσης, το μαζούτ χρειάζεται ειδική κατεργασία πριν τροφοδοτήσουμε με αυτό τον καυστήρα..

Στην συνέχεια μελετήθηκε η συμπεριφορά δυο αερίων καυσίμων: του υγραερίου (LPG) και του φυσικού αερίου. Ο βαθμός απόδοσης τους είναι ίδιος όπως επίσης και οι εκπομπές ρύπων προς το περιβάλλον οι οποίες είναι μικρότερες από αυτές του μαζούτ. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το αέριο καύσιμο εμφανίζει καλύτερη ποιότητα καύσης από το υγρό, με αποτέλεσμα οι εκπομπές CO, άκαυστων υδρογονανθράκων και αιθάλης να είναι μικρότερες.

Το φυσικό αέριο είναι ένα καύσιμο που δεν χρειάζεται δεξαμενή αποθήκευσης γιατί η τροφοδοσία του είναι άμεση. Έτσι δεν θα χρειάζεται η επιχείρηση να απασχολεί κάποιο άτομο που θα ελέγχει κάθε μέρα την στάθμη της δεξαμενής καυσίμου και να πρέπει ανά τακτικό χρονικό διάστημα να χρειάζεται να παραγγέλνει καύσιμο. Επίσης η δεξαμενή καυσίμου είναι άκρως επικίνδυνη για τον λόγο της υψηλής αναφλεξιμότητας του καυσίμου.

Η θερμοκρασία ανάφλεξης του φυσικού αερίου είναι περίπου 640°C, σημαντικά υψηλότερη από τη θερμοκρασία ανάφλεξης του LPG που είναι περίπου 500°C.

Στην περίπτωση του υγραερίου απαιτείται η ύπαρξη ενός δεύτερου λέβητα ο οποίος θα τροφοδοτεί με ζεστό νερό τους εξαερωτές. Το γεγονός αυτό δημιουργεί πρόσθετη οικονομική επιβάρυνση λόγω της κατανάλωσης καυσίμου για αυτόν τον λέβητα όπως επίσης και για την κατασκευή της διάταξης και αυξάνει τις απώλειες ενέργειας. Ο εξαερωτής χρησιμοποιείται από τις εγκαταστάσεις υγραερίου όταν η δεξαμενή δεν μπορεί να καλύψει τις καταναλώσεις των συσκευών.

Το υγραέριο μπορεί να προκαλέσει σοβαρά εγκαύματα λόγω της ταχείας εξαέρωσης της υγρής φάσης και της συνακόλουθης πτώσης της θερμοκρασίας.

Για όλους τους παραπάνω λόγους καταλήγουμε στην επιλογή του φυσικού αερίου σαν καλύτερο καύσιμο για την υπό μελέτη εγκατάσταση.

5.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΕΡΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της παρούσας εργασίας εντοπίστηκαν κάποια λειτουργικά προβλήματα στην παραγωγική διαδικασία τα οποία έχουν σαν αποτέλεσμα απώλειες ενέργειας που θα μπορούσαν να αποφευχθούν. Τα προβλήματα αυτά μαζί με προτάσεις για την αντιμετώπισή τους και συγχρόνως την ενεργειακή αναβάθμιση της διαδικασίας παρατίθενται στη συνέχεια.

1. Είναι πολύ σημαντικό ο χειριστής του λέβητα να ελέγχει ανά τακτικά διαστήματα κάποιους βασικούς παράγοντες εξοικονόμησης ενέργειας. Πρέπει να ελέγχει τον βαθμό απόδοσης και επίσης αν το νερό τροφοδοσίας είναι στις σωστές συνθήκες που χρειάζεται για την καλύτερη λειτουργία του λέβητα. Πού σημαντικός είναι επίσης ο συστηματικός έλεγχος των τιμών λειτουργίας και η σύγκριση τους με τις ονομαστικές καθώς επίσης ο περιοδικός έλεγχος της περιόσεως αέρα. Τέλος είναι πολύ σημαντικό να γίνεται ανά τακτικά χρονικά διαστήματα καθαρισμός στο εσωτερικό του λέβητα για να έχουμε υψηλότερες αποδόσεις.

2. Πρέπει να γίνεται από το χειριστή του λέβητα συνεχής χρήση της στρατσώνας τουλάχιστον μια φορά κατά την εργασία του για την απομάκρυνση των αλάτων που δημιουργούνται από την ατμοποίηση του νερού. Η απομάκρυνση αυτών των αλάτων από τον λέβητα επιτυγχάνεται με την χρήση της στρατσώνας, το νερό απομακρύνεται από την στρατσώνα και παρασύρει μαζί του και τα άλατα.

3. Απαιτείται συχνότερος καθαρισμός του εναλλάκτη καυσαερίων για να έχει αυτός μεγαλύτερη απόδοση. Στην υπό μελέτη εγκατάσταση ο εναλλάκτης χρησιμοποιείται για την προθέρμανση του νερού τροφοδοσίας και όχι για την προθέρμανση του αέρα καύσης. Όπως είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο αυτοί οι εναλλάκτες έχουν αυτή την δυνατότητα.

4. Σε αρκετές περιπτώσεις στην εγκατάσταση μας έχουμε αυτόματη διακοπή του λέβητα λόγω χαμηλής στάθμης. Αυτό το συμβάν παρατηρείται κυρίως κατά την διάρκεια της εκκίνησης της χαρτοποιητικής μηχανής η οποία χρειάζεται υψηλές ποσότητες ατμού μέχρι να ξεκινήσει. Μια λύση σε αυτό το πρόβλημα θα ήταν η τοποθέτηση ταμιευτήρα ατμού. Έτσι θα υπάρχει πάντοτε αποθηκευμένος ατμός ο οποίος θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα και θα προσφέρει μια πιο ομαλή λειτουργία του λέβητα άρα και καλύτερη απόδοση αυτού.

5. Χρειάζεται άμεση αντικατάσταση των μονώσεων των σωλήνων. Στην εγκατάσταση χρησιμοποιείται μόνωση υαλοβάμβακα η οποία σε διάφορα σημεία έχει φθαρεί ή σε πολλές περιπτώσεις έχει καταστραφεί από τους τεχνικούς στην προσπάθειά τους να διορθώσουν κάποια βλάβη. Έτσι σε πολλά σημεία οι σωλήνες δεν έχουν μόνωση. Η άμεση αντικατάσταση της μόνωσης αυτής με θερμομόνωση νέας τεχνολογίας θα έχει άμεσα αποτελέσματα στην μείωση της κατανάλωσης ενέργειας έως και 25%.

6. Η τοποθέτηση μιας δινογεννήτριας στην εγκατάσταση θα προσέφερε καλύτερη ανάμειξή του καυσίμου και η θερμική απόδοση θα αυξανόταν κατά 3 έως 4%.

7. Έγινε έλεγχος του συστήματος επεξεργασίας του νερού. Τα αποτελέσματα του ελέγχου έδειξαν ότι χρειάζεται άμεση αντικατάσταση της ρητίνης και επαναφορά της ποσότητας της στα επίπεδα του κατασκευαστή ή αλλαγή στα βήματα που γίνονται κατά την αναγέννηση της ρητίνης με μείωση της ποσότητας του άλατος που θα χρησιμοποιεί ο χειριστής σύμφωνα με την υπάρχουσα ποσότητα ρητίνης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1] Γιαννόπουλος Α., Ατμοηλεκτρικοί σταθμοί, Οδηγός επίλυσης ασκήσεων πράξης, Εκδόσεις ΙΩΝ, Αθήνα 2011.
- 2] Λέφας Κ., Εισαγωγή στην Τεχνολογία του Φυσικού αερίου, Εκδόσεις ΦΟΙΒΟΣ, Αθήνα 1993.
- 3] Λέφας Κ., Εστίες και Ατμοπαραγωγοί, Τόμος Ι, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών, Αθήνα 1982.
- 4] Λέφας Κ., «ΜΟΝΩΣΕΙΣ ΣΩΛΗΝΩΣΕΩΝ», Άρθρο σε Περιοδικά ΤΕΧ-ΝΙΚΑ Τεύχη 4,5, Αθήνα 1985.
- 5] Περδίας Σ., Εξοικονόμηση Ενέργειας, Τόμος Ι. Εκδόσεις Τεκδοτική, Αθήνα 2004.
- 6] Περδίας Σ., Επεμβάσεις Εξοικονόμησης Ενέργειας σε κτίρια-αθλήτικα κέντρα-βιομηχανίες-μεταφορές, Τόμος ΙΙ , Εκδόσεις Τεκδοτική, Αθήνα 2007.
- 7] Σελλούντος Β., Θέρμανση – Κλιματισμός, Εκδόσεις ΔΟΥΦΟΡΟΣ, Αθήνα 1996.
- 8] Σελλούντος Β. και Περδίας Σ., Θερμομόνωση – Ηχομόνωση, Εκδόσεις ΦΟΙΒΟΣ, Αθήνα 1983.
- 9] Κροντήρης Η., Ατμοηλεκτρικοί Σταθμοί, Τόμος Β, Εκδόσεις Ίων, Αθήνα 1994.
- 10] Παπαγεωργίου Ν., Ατμοπαραγωγοί Ι, Εκδόσεις Συμεών 1991.