

**Τ.Ε.Ι. ΠΑΤΡΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΣΤΕΦ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

«Μελέτη συστήματος για την παραγωγή γιαουρτιού με ατμολέβητα  
τύπου οριζοντίου φλογοαυλωτού κυλίνδρου»



***Σπουδάστριες:***

Ντζαβάρα Ιωάννα

Ρωμανού Αλίκη

***Εποπτείων Καθηγητής:***

Dr. Σωτήρης Τσίρκας

**ΠΑΤΡΑ 2010**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....</b>	<b>1</b>
<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....</b>	<b>2</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 .....</b>	<b>3</b>
<b>ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΤΜΟ.....</b>	<b>3</b>
1.1.Τι είναι ατμός; .....	4
1.2.Υπέρθερμος ατμός .....	5
1.3.Υπερθερμαντήρες .....	6
1.4.Τύποι υπερθερμαντήρων.....	8
1.5. Θερμικός υπολογισμός υπερθερμαντήρων .....	11
1.6. Προθερμαντήρες Τροφοδοτικού Νερού .....	12
1.7.Τύποι προθερμαντήρων τροφοδοτικού νερού .....	13
1.8.Προθερμαντήρες Αέρα Καύσης .....	16
1.9. Ποιότητα ατμού .....	19
1.10.Σωστή ποσότητα ατμού .....	19
1.11. Σωστή πίεση και θερμοκρασία ατμού.....	20
1.12. Καθαρότητα του ατμού – Διηθητήρας.....	20
1.13. Ξηρότητα του ατμού .....	21
1.14. Βαλβίδες απομόνωσης.....	21
1.15. Βαλβίδες αντεπιστροφής .....	22
1.16. Μειωτήρες πίεσης ατμού.....	24
1.17. Υπολογισμός απωλειών ατμού από διαρροές .....	30

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 .....</b>	<b>31</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ .....</b>	<b>31</b>
2.1.Όργανα – Μετρήσεις.....	33
2.2.Σύστημα καύσης - ροή καυσίμου.....	33
2.3.Θερμοκρασία καυσίμου.....	33
2.4.Κύκλος ατμού - πίεση λέβητα .....	33
2.5. Επίπεδο συμπυκνώματος συσσωρευτή .....	33
2.6. Ρυθμός ροής ατμού.....	33
2.7.Θερμοκρασία και πίεση ατμού εισόδου στην τουρμπίνα . .....	34
2.8.Θερμοκρασία και πίεση εξερχόμενου ατμού.....	34
2.9. Πίεση συμπυκνώματος .....	34
2.10.Θερμοκρασία μόνωσης.....	34
2.11.Κύκλος συμπυκνωμάτων.....	34
2.12.Θερμοκρασία τροφοδοτικού νερού .....	35
2.13.Ροή τροφοδοτικού νερού.....	35
2.14. Κύκλωμα νερού ψύξης συμπυκνωμάτων.....	35
2.15.Προφυλάξεις ασφαλείας και τυπική διαδικασία λειτουργίας .....	35
2.16.Καυστήρας .....	36
2.17.Λέβητας.....	36
2.18.Οδηγίες για περισσότερη ασφάλεια.....	37
2.19.Συντήρηση.....	38
2.20.Διάφοροι τύποι λεβήτων .....	44
2.21.Κατάταξη ατμολεβητών .....	61

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 .....</b>	<b>69</b>
<b>ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΚΑΥΣΗ ΛΕΒΗΤΩΝ .....</b>	<b>69</b>
3.1. Νομοθεσία .....	71
3.2.Απώλειες θερμότητας .....	72
3.3.Καυστήρες.....	73
3.4. Βαλβίδες ασφαλείας .....	75
3.5.Κατεργασία νερού, αποθήκευση και διαφυγή για τους λέβητες ατμού .....	78
3.6.Η βελτίωση της δεξαμενής τροφοδοσίας και της τροφοδοσίας νερού .....	79
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 .....</b>	<b>81</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΔΙΑΝΟΜΗ ΑΤΜΟΥ.....</b>	<b>81</b>
4.1.Βασικά συστήματα ατμού .....	81
4.2.Η πίεση λειτουργίας .....	82
4.3. Μείωση πίεσης.....	83
4.4.Σωλήνες και ταξινόμηση σωλήνων .....	84
4.5.Διαχωριστές ατμού.....	87
4.6.Διαρροές ατμού.....	89
4.7.Διαστήματα υποστήριξης σωλήνων .....	89
4.8. Εξαερισμός αέρα.....	89
4.9. Μείωση των απωλειών θερμότητας.....	91
4.10.Υπολογισμός της μεταφοράς θερμότητας .....	91
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 .....</b>	<b>92</b>
<b>ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΤΜΟΠΑΓΙΔΩΝ.....</b>	<b>92</b>
5.1.Γιατί παγίδες ατμού; .....	92
5.2.Εκτίμησης για την επιλογή παγίδων ατμού .....	93
5.2.1.Εξαερισμός αέρα .....	93

5.2.2.Αξιοπιστία.....	93
5.3.Είδη ατμοπαγίδων .....	94
5.3.1.Θερμοστατικές παγίδες ατμού .....	94
5.3.2.Μηχανικές παγίδες ατμού .....	98
5.3.3.Θερμοδυναμικές παγίδες ατμού .....	99
5.3.4. Εκτιμήσεις για την επιλογή των παγίδων ατμού .....	101
5.4.Ρύπος.....	101
5.5. Επιλογή ατμοπαγίδων .....	102
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 .....</b>	<b>117</b>
6.1.Φίλτρα.....	117
6.2.Διαχωριστές ατμού .....	118
6.3.Ανταλλάκτες θερμότητας.....	119
6.4.Το φορτίο θερμότητας, ο ανταλλάκτης θερμότητας και η σχ΄ση φορτίων ατμού .....	120
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7 .....</b>	<b>121</b>
<b>ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ.....</b>	<b>121</b>
7.1. Μέρη του λέβητα .....	121
7.2. Τρόπος λειτουργίας του λέβητα.....	128
7.3. Απόδοση – κατανάλωση λέβητα.....	130
7.5. Σύνοψη δικτύου διανομής ατμού .....	132
7.6. Συντήρηση – Συνήθεις βλάβες .....	137
7.7. Χειρισμός .....	138
7.8. Προτάσεις βελτίωσης – οικονομία.....	138
7.9. Μέτρα ασφαλείας – κίνδυνοι προσωπικού .....	138
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>140</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>142</b>



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή γίνεται μια προσπάθεια περιγραφής και κατανόησης του υπάρχοντος σε λειτουργία ατμολέβητα, εγκατεστημένο στην βιομηχανία της ΝΟΥΝΟΥ. Βρισκόμενοι στο χώρο της εγκατάστασης παρακολουθήσαμε, ρωτήσαμε και ενδιαφερθήκαμε με τον καλύτερο δυνατό τρόπο ώστε να συλλέξουμε στοιχεία που αφορούσαν τόσο την εύρυθμη λειτουργία του λέβητα όσο και την χρήση του. Σημαντική βοήθεια βρήκαμε τόσο στην αρχική επικοινωνία αλλά και σε όλες τις μετέπειτα απορίες μας από τα στελέχη του εργοστασίου που είχαν ως κύρια ασχολία την επίβλεψη – συντήρηση του λέβητα.

Το "μηχάνημα" αυτό φάνταζε στα μάτια μας από την πρώτη οπτική επαφή ως μεγάλο μα καθώς μας εξηγούσαν γι' αυτό τη χρήση του και τις ικανότητές του έγινε στη σκέψη μας ακόμη πιο μεγάλο.

Αρκετές ώρες παρατήρησης στο συγκεκριμένο μηχάνημα και με τη βοήθεια των υπευθύνων που πάντα μας έδιναν τα στοιχεία που χρειαζόμασταν προχωρήσαμε στη συγγραφή της πτυχιακής.

Σημαντική παρατήρηση ότι για την κατανόηση του συστήματος αυτού χρειάστηκε να διαβάσουμε και να μελετήσουμε πολλές δευτερεύων παραμέτρους που χαρακτηρίζουν τα συστήματα αυτά.

Με την πολύτιμη όμως και σταθερή βοήθεια από τον υπεύθυνο καθηγητή μας καταφέραμε θεωρούμε να φέρουμε εις πέρας τη συγγραφή αυτής της πτυχιακής.

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στη πτυχιακή μας προσπαθούμε από την αρχή να εξηγήσουμε όλα εκείνα τα στοιχεία που βοηθούν στην κατανόηση του θέματος. Στο πρώτο κεφάλαιο μιλάμε γενικά για τον ατμό και όλα τα χαρακτηριστικά του.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρουμε λεπτομερώς στην περιγραφή του λεβητοστασίου. Τα μέρη εκείνα που βλέπουμε σε μια τέτοια εγκατάσταση αλλά και τα υπόλοιπα που συνθέτουν τη μονάδα παραγωγής ατμού.

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφουμε τις παραμέτρους ενός τέτοιου συστήματος και αναπτύσσουμε κυρίως εκείνους που έχουν να κάνουν με την σταθερότητα της απόδοσης αλλά και την μείωση επικινδυνότητας που μπορεί να κρύβει ένα τέτοιο σύστημα παραγωγής.

Στο τέταρτο κεφάλαιο ασχολούμαστε με την διανομή του ατμού. Φεύγοντας το παραγόμενο προϊόν από τον συγκεκριμένο ατμολέβητα πως πρέπει να διανεμηθεί, τι χρησιμοποιούμε ώστε να μειώσουμε τις απώλειες στο ελάχιστο και τι πρέπει να προσέξουμε τόσο ως ελεγκτές, αλλά και ως καταναλωτές.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται μια περιγραφή των μερών συστήματος παραγωγής και πως επηρεάζουν το αποτέλεσμα, την επικινδυνότητα αλλά και την απόδοση. Λαμβάνουμε επίσης υπ' όψη τη σχέση της εύρυθμης λειτουργίας του συστήματος με τους ρύπους και το περιβάλλον.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζουμε τα σημαντικά δευτερεύοντα μέρη του συστήματος παραγωγής και τα συσχετίζουμε με την απόδοση και την παραγωγή.

Στο έβδομο κεφάλαιο γίνεται μια όσο το δυνατόν πληρέστερη παρουσίαση του υπό λειτουργία συστήματος παραγωγής ατμού. Μετριέται η απόδοση του, υπολογίζεται η ικανότητά του να στηρίξει τις απαιτήσεις του εργοστασίου και εξάγονται συμπεράσματα για την καλύτερη δυνατή λειτουργία του αλλά και την αυξημένη κατά το δυνατόν απόδοση.

Τέλος τα συμπεράσματά μας περιορισμένα βρίσκονται απλά να επιβεβαιώνουν αυτά που άλλοι μελετητές υποστήριξαν και πάνω σ' αυτά στήριξαν την επιλογή αυτού του λέβητα.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΤΜΟ

Τα οφέλη του ατμού ως λύση προβλήματος, μπορούν να υποδιαιρεθούν σύμφωνα με τις διαφορετικές χρήσεις μέσα σε μια επιχείρηση.

Ο ατμός έχει μια σειρά από χρήσεις. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη θέρμανση χώρου, για τις σύνθετες διαδικασίες και για λόγους αποστείρωσης.

Οι επιχειρήσεις συνεχίζουν να επιλέγουν τον ατμό επειδή παράγεται με υψηλά επίπεδα αποδοτικότητας καυσίμων. Οι περιβαλλοντικοί έλεγχοι είναι όλο και περισσότερο αυστηροί, ακόμη και μέχρι το σημείο που οι οργανώσεις πρέπει να εξετάσουν τις δαπάνες και τις μεθόδους τις εγκαταστάσεις προτού να εγκατασταθεί. Όλα αυτά τα ζητήματα εξετάζονται κατά τη διάρκεια του σχεδίου και της κατασκευής των εγκαταστάσεων ατμού. Ο ατμός εξυπηρετεί πολλές εφαρμογές και χρήσεις. Έχει ένα υψηλό περιεχόμενο θερμότητας και σταματά τη θερμότητά του σε μια σταθερή θερμοκρασία. Δεδομένου ότι ο ατμός είναι ένα καθαρό ρευστό, μπορεί να εγχυθεί άμεσα στο προϊόν που θερμαίνεται. Η ενέργεια που δίνεται στη διαδικασία είναι εύκολο να ελεγχτεί με τη χρήση δύο βαλβίδων εισόδου – εξόδου, λόγω της άμεσης σχέσης μεταξύ θερμοκρασίας και πίεσης.

Το νερό είναι άφθονο και ανέξοδο, και οι λέβητες ατμού είναι ιδιαίτερα αποδοτικοί επειδή εξάγουν ένα μεγάλο ποσοστό ενέργειας που περιλαμβάνεται μέσα στα καύσιμα. Οι κεντρικές εγκαταστάσεις λεβήτων μπορούν να εκμεταλλευτούν τα χαμηλά διακοπτόμενα δασμολόγια καυσίμων, κάτι που δεν είναι δυνατό για τα αποκεντρωμένα συστήματα αερίου που χρησιμοποιούν έναν σταθερό ανεφοδιασμό των καυσίμων υψηλής τιμολόγησης.

## 1.1. Τι είναι ατμός;

Μια καλύτερη κατανόηση των ιδιοτήτων του ατμού μπορεί να επιτευχθεί με την κατανόηση της γενικής μοριακής και ατομικής δομής του νερού, και την εφαρμογή αυτής της γνώσης στον πάγο, το νερό και τον ατμό.

Το νερό αποτελείται από μόρια και άτομα. Μία τέτοια ένωση αντιπροσωπεύεται από το χημικό τύπο  $H_2O$  και αποτελείται από δύο άτομα του υδρογόνου και ένα άτομο του οξυγόνου.

Το νερό είναι τόσο άφθονο στη γη επειδή το υδρογόνο και το οξυγόνο είναι μεταξύ των αφθονότερων στοιχείων στον κόσμο.

Δεδομένου ότι η θερμοκρασία αυξάνεται και το νερό πλησιάζει να βράσει, μερικά μόρια επιτυγχάνουν αρκετή κινητική ενέργεια για να φθάσουν στις ταχύτητες που τους επιτρέπουν να δραπετεύσουν προς στιγμινή από το υγρό σε απόσταση επάνω από την επιφάνεια, πριν πέσουν πίσω στο υγρό.

Η περαιτέρω θέρμανση εφοδιάζει με μεγαλύτερη διέγερση τον αριθμό των μορίων καθώς και με αρκετή ενέργεια για να εξατμιστούν. Όταν ο αριθμός μορίων που αφήνουν την υγρή επιφάνεια είναι περισσότερος από αυτόν που αντεπιστρέφουν στο υγρό, το νερό εξατμίζεται ελεύθερα. Σε αυτό το σημείο έχει φθάσει στο σημείο βρασμού ή τη θερμοκρασία κορεσμού του.

Εάν η πίεση παραμένει σταθερή, η προσθήκη περισσότερης θερμότητας δεν αναγκάζει τη θερμοκρασία να αυξηθεί περαιτέρω αλλά αναγκάζει το νερό να διαμορφώσει τον ατμό. Η θερμοκρασία του βρασμένου νερού και του ατμού μέσα στο ίδιο σύστημα είναι η ίδια, αλλά η ενέργεια θερμότητας ανά μάζα μονάδων είναι πολύ μεγαλύτερη στον ατμό. Επομένως, η αύξηση της πίεσης αυξάνει αποτελεσματικά και την ενθαλπία του νερού και τη θερμοκρασία του κορεσμού.

Το νερό και ο ατμός μπορούν να συνυπάρξουν σε οποιαδήποτε πίεση, όταν είναι στη θερμοκρασία κορεσμού. Εάν ο ατμός είναι σε θέση να ρεύσει από το

λέβητα στο ίδιο ποσοστό που παράγεται, η προσθήκη της περαιτέρω θερμότητας αυξάνει απλά το ποσοστό παραγωγής. Εάν ο ατμός είναι στάσιμος από την έναρξη του λέβητα, και το ποσοστό εισαγωγής θερμότητας διατηρείται, η ενέργεια που ρέει στο λέβητα θα είναι μεγαλύτερη από την ενέργεια που ρέει έξω. Αυτή η υπερβολική ενέργεια αυξάνει την πίεση, επιτρέποντας στη συνέχεια να αυξηθεί η θερμοκρασία κορεσμού.

## **1.2. Υπέρθερμος ατμός**

Εάν ο ατμός που παράγεται σε έναν λέβητα εκτίθεται σε μια επιφάνεια με υψηλότερη θερμοκρασία, η θερμοκρασία του θα αυξηθεί επάνω από τη θερμοκρασία εξάτμισης.

Ο ατμός περιγράφεται παρακάτω πως υπερθερμαίνεται από τον αριθμό βαθμών θερμοκρασίας μέσω των οποίων έχει θερμανθεί επάνω από τη θερμοκρασία κορεσμού.

Η υπερθέρμανση δεν μπορεί να μεταδοθεί στον ατμό ενώ είναι ακόμα παρουσία του νερού, δεδομένου ότι οποιαδήποτε πρόσθετη θερμότητα εξατμίζει περισσότερο νερό. Ο διαποτισμένος ατμός πρέπει να περάσει μέσω ενός πρόσθετου ανταλλάκτη θερμότητας. Αυτό μπορεί να είναι ένα δεύτερο στάδιο ανταλλαγής θερμότητας στο λέβητα, ή μια χωριστή υπερθεμαντική μονάδα. Το αρχικό μέσο θέρμανσης μπορεί να είναι το καυτό αέριο των σωλήνων του λέβητα. Ο υπερθερμασμένος ατμός έχει τις εφαρμογές του.

Η θερμοδυναμική αποδοτικότητα μιας μηχανής θερμότητας όπως ένας στρόβιλος, μπορεί να καθοριστεί χρησιμοποιώντας τη μια από δύο θεωρίες :

- Ο κύκλος Carnot, όπου η αλλαγή στη θερμοκρασία του ατμού μεταξύ του κολπίσκου και της εξόδου συγκρίνεται με τη θερμοκρασία των κολπίσκων.

- Ο κύκλος Rankine, όπου η αλλαγή στην ενέργεια θερμότητας του ατμού μεταξύ του κολπίσκου και της εξόδου συγκρίνεται με τη συνολική ενέργεια που λαμβάνεται από τον ατμό.

## **Υπέρθερμοι πίνακες ατμού**

Οι υπέρθερμοι πίνακες ατμού επιδεικνύουν τις ιδιότητες του ατμού στις διάφορες πιέσεις. Εντούτοις, με τον υπέρθερμο ατμό δεν υπάρχει καμία σχέση μεταξύ της θερμοκρασίας και της πίεσης. Επομένως σε μια ιδιαίτερη πίεση μπορεί να είναι δυνατό για τον υπέρθερμο ατμό να υπάρξει σε ένα ευρύ φάσμα θερμοκρασιών.

Ο υπέρθερμος ατμός πρέπει να παγώσει στη θερμοκρασία κορεσμού προτού να μπορέσει να συμπυκνώσει για να απελευθερώσει την ενθαλπία εξάτμισής του. Το ποσό θερμότητας που εγκαταλείπεται από τον υπέρθερμο ατμό καθώς παγώνει στην θερμοκρασία κορεσμού είναι σχετικά μικρό σε σύγκριση με την ενθαλπία εξάτμισής του.

### **1.3. Υπερθερμαντήρες**

Ο ατμός που παραλαμβάνεται από τον ατμοθάλαμο ενός λέβητα, όπου και έρχεται σε άμεση επαφή με νερό, που δεν έχει ατμοποιηθεί, είναι ξηρός κορεσμένος. Κατά τη γενική αντιμετώπιση του θερμικού κύκλου κινητήριων μηχανών, που λειτουργούν με ατμό, διαπιστώθηκε ότι ο θερμικός βαθμός απόδοσης των εγκαταστάσεων βελτιώνεται σημαντικά, όταν ο ατμός υπερθερμαίνεται.

Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με το ότι η εκτόνωση από κατάσταση ξηρού κορεσμένου ατμού μέσα στην περιοχή του υγρού ατμού συνεπάγεται σοβαρά προβλήματα σπηλαιώσεων καθιστά απαραίτητη την ύπαρξη υπερθερμαντήρων σε εγκαταστάσεις ισχύος.

Στον υπερθερμαντήρα λοιπόν η θερμοκρασία του ξηρού κορεσμένου ατμού αυξάνεται πάνω από τη θερμοκρασία κορεσμού, ενώ η πίεση παραμένει σχεδόν σταθερή.

Οι θερμοκρασίες υπερθέρμανσης κυμαίνονται σε συνήθεις εγκαταστάσεις μεταξύ 350°C και 550°C, με ανώτατο όριο θερμοκρασίας 625°C, όριο που

καθορίζεται από την αντοχή σε μηχανική και θερμική καταπόνηση των χρησιμοποιούμενων υλικών.

Η θερμότητα, που είναι απαραίτητη για την υπερθέρμανση του ατμού, παραλαμβάνεται από τα καυσαέρια. Η θερμότητα υπερθέρμανσης αποτελεί τμήμα της ολικής παραλαμβανόμενης θερμότητας από τον ατμό. Έτσι, όταν αυξάνει η πίεση λειτουργίας, αυξάνεται το ποσοστό συμμετοχής της θερμότητας υπερθέρμανσης στην ολική θερμότητα, επειδή τότε μειώνεται η αντίστοιχη θερμότητα εξάτμισης (λανθάνουσα θερμότητα).

Σε ό,τι αφορά την κατασκευή, αυτό σημαίνει, πως σε υψηλότερες πιέσεις λειτουργίας το μέγεθος του υπερθερμαντήρα αυξάνεται ή πως αυτός τοποθετείται σε περιοχές του ατμολέβητα, όπου η θερμοκρασία των καυσαερίων είναι υψηλότερη και η συναλλαγή θερμότητας εντονότερη.

Έτσι μπορούν να διαμορφωθούν δύο γενικές κατηγορίες υπερθερμαντήρων. Για μικρές μέχρι και μέσες πιέσεις λειτουργίας, μέχρι περίπου 70atm, χρησιμοποιούνται υπερθερμαντήρες επαφής, ενώ σε υψηλές πιέσεις λειτουργίας και υπερθερμαντήρες ακτινοβολίας.

Για να μειωθεί η έντονη θερμική καταπόνηση, οι υπερθερμαντήρες κατασκευάζονται συνήθως σε δύο τμήματα. Στο πρώτο τμήμα στην κατεύθυνση ροής του ατμού, επικρατεί αντιρροή σε σχέση προς τη ροή των καυσαερίων, ενώ στο δεύτερο τμήμα ομορροή. Η διάταξη αυτή παρουσιάζει πλεονεκτήματα και στη ρύθμιση της θερμοκρασίας του ατμού, επειδή η συναλλαγή θερμότητας στο τμήμα της ομορροής είναι ηπιότερη.

Ο υπερθερμαντήρας είναι κατασκευασμένος από χαλύβδινες σωληνώσεις. Σε σημεία, όπου επικρατεί υψηλή θερμοκρασία, χρησιμοποιούνται περιορισμένα σωληνώσεις από κράματα χάλυβα, υψηλής αντοχής αλλά και υψηλού κόστους, ενώ οι υπόλοιπες σερπαντίνες είναι από κοινό χάλυβα.

Οι σωληνώσεις κατασκευάζονται συνήθως σε μήκος περίπου 50m και με διάμετρο από 30/36mm μέχρι 36/45 mm. Οι σωληνώσεις αναχωρούν από συλλέκτες και καταλήγουν πάλι σε συλλέκτες διαμέτρου 100 mm μέχρι 180 mm με πάχος ελάσματος από 15 mm μέχρι 20 mm.

Πολλές φορές διαπιστώνεται η έλλειψη του συλλέκτη εισαγωγής στον υπερθερμαντήρα. Στις περιπτώσεις αυτές οι αντίστοιχες σωληνώσεις αναχωρούν άμεσα από τον ατμοθάλαμο του λέβητα.

#### **1.4. Τύποι υπερθερμαντήρων**

##### **Υπερθερμαντήρας ακτινοβολίας**

Όπως διαπιστώθηκε προηγούμενα και όπως άλλωστε συμπεραίνεται και από την ονομασία του υπερθερμαντήρα αυτού, εδώ η θερμότητα μεταφέρεται στον ατμό κατά κύριο λόγο με ακτινοβολία.

Για να πραγματοποιηθεί αυτό πρέπει ο υπερθερμαντήρας να είναι τοποθετημένος σε περιοχές του ατμολέβητα, όπου η θερμοκρασία είναι υψηλή. Έτσι οι υπερθερμαντήρες ακτινοβολίας τοποθετούνται άμεσα στο χώρο καύσης, πριν από κάθε άλλη θερμαινόμενη επιφάνεια.

Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία των καυσαερίων, τόσο πιο έντονη είναι και η μεταφορά θερμότητας, γεγονός που εκφράζεται με το ότι οι υπερθερμαντήρες ακτινοβολίας διαθέτουν σχετικά μικρή θερμαινόμενη επιφάνεια συγκρινόμενοι με τους υπερθερμαντήρες επαφής.

##### **Υπερθερμαντήρας επαφής**

Αντίθετα προς τον υπερθερμαντήρα ακτινοβολίας, στον υπερθερμαντήρα επαφής η θερμότητα μεταφέρεται από τα καυσαέρια στον ατμό κατά κύριο λόγο με επαφή. Αφού λοιπόν η μεταφερόμενη με ακτινοβολία θερμότητα είναι μικρή, συγκριτικά με τη μεταφερόμενη με επαφή, ο υπερθερμαντήρας του τύπου αυτού πρέπει να είναι εγκατεστημένος σε περιοχές του ατμολέβητα, όπου επικρατούν σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες καυσαερίων.

Κατά την εκκίνηση του ατμολέβητα πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα να απομονώνεται ο υπερθερμαντήρας από τη ροή των θερμών καυσαερίων. Εάν δεν υπάρχει τέτοια κατασκευαστική διάταξη, τότε ο υπερθερμαντήρας πρέπει να γεμίζει με νερό, ώστε να αποφεύγεται η καταστροφή των σωληνώσεων από υπερθέρμανση, αφού δεν έχει δημιουργηθεί ακόμη ατμός, που θα έψυχε επαρκώς τις σωληνώσεις. Υπερθερμαντήρες επαφής κατασκευάζονται με μορφή σερπαντίνας, είτε οριζόντιοι, είτε κατακόρυφοι. Σε υδραυλωτούς ατμολέβητες με όρθιους αυλούς προτιμάται η εγκατάσταση κατακόρυφων υπερθερμαντήρων, ενώ αντίθετα σε υδραυλωτούς ατμολέβητες με πλάγιους αυλούς η εγκατάσταση οριζόντιων υπερθερμαντήρων.

Αντίθετα προς τους υπερθερμαντήρες ακτινοβολίας, οι υπερθερμαντήρες επαφής δεν τοποθετούνται άμεσα στο χώρο καύσης, πριν από κάθε άλλη θερμαινόμενη επιφάνεια. Εδώ διαπιστώνεται, ότι πριν από τον υπερθερμαντήρα επαφής, σε υδραυλωτούς ατμολέβητες με όρθιους αυλούς, υπάρχει εγκατεστημένο ποσοστό από 38% μέχρι 45% της εξατμιστικής επιφάνειας. Το αντίστοιχο ποσοστό για υδραυλωτούς ατμολέβητες με πλάγιους αυλούς είναι περίπου 42%.

### **Αναθερμαντήρας**

Σε εγκαταστάσεις ισχύος, όπου πραγματοποιείται πολλαπλή εκτόνωση του ατμού σε στροβίλους υψηλής, μέσης και χαμηλής πίεσης, επιδιώκεται μια ενδιάμεση υπερθέρμανση ή αλλιώς αναθέρμανση του ατμού μεταξύ των διαφόρων εκτονώσεων. Με την αναθέρμανση αυτή αυξάνεται η αποδιδόμενη ισχύς στον άξονα των στροβίλων, αλλά και ο θερμικός βαθμός απόδοσης της εγκατάστασης.

Ο ατμός μπορεί να αναθερμανθεί στον ατμολέβητα, διοχετευόμενος μέσα από μεταλλάκτες παρόμοιους με τον υπερθερμαντήρα επαφής, παραλαμβάνοντας θερμότητα από τα καυσαέρια.

Σπανιότερα χρησιμοποιείται σαν αναθερμαντήρας ένας μεταλλάκτης ατμού-ατμού, όπου ο ατμός αναθερμαίνεται παραλαμβάνοντας θερμότητα από "ενεργό" ατμό υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας.

### **Ρύθμιση της θερμοκρασίας υπερθέρμανσης**

Για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας του υπέρθερμου ατμού στην έξοδο του υπερθερμαντήρα χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι. Οι πιο αντιπροσωπευτικές από αυτές θα αναφερθούν στη συνέχεια.

α) Μια ποσότητα του υπέρθερμου ατμού οδηγείται σε σερπαντίνες μέσα στον υδροθάλαμο ή στον αμοθάλαμο, όπου και ψύχεται (ψυγείο επιφάνειας υπέρθερμου ατμού).

β) Σταγονίδια νερού ψεκάζονται μέσα στον υπέρθερμο ατμό στο συλλέκτη εξόδου ή σε ιδιαίτερο τύμπανο (ψυγείο ανάμιξης υπέρθερμου ατμού).

γ) Μια ποσότητα του υπέρθερμου ατμού ψεκάζεται στο νερό, που βρίσκεται αποθηκευμένο στον αμοθάλαμο του αμολέβητα.

δ) Μια ποσότητα του ξηρού κορεσμένου ατμού από τον αμοθάλαμο διοχετεύεται στην έξοδο του υπερθερμαντήρα, χωρίς να διοχετευθεί μέσα από αυτόν. Εκεί αναμιγνύεται με τον υπέρθερμο ατμό και τον ψύχει. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιείται μόνο σε χαμηλές θερμοκρασίες υπερθέρμανσης, επειδή διαφορετικά υπάρχει κίνδυνος καταστροφής των σωληνώσεων του υπερθερμαντήρα, αφού μειώνεται η παροχή του ατμού μέσα από τις σωληνώσεις του, άρα και η ψύξη των σωληνώσεων.

ε) Μια ποσότητα τροφοδοτικού νερού διοχετεύεται μέσα από σερπαντίνα, που βρίσκεται εγκατεστημένη στο συλλέκτη του υπερθερμαντήρα. Εκεί, παραλαμβάνοντας θερμότητα και ψύχοντας τον υπέρθερμο ατμό, το νερό εξατμίζεται ή ακόμη και υπερθερμαίνεται και διοχετεύεται στη συνέχεια στον αμοθάλαμο του αμολέβητα.



## 1.5. Θερμικός υπολογισμός υπερθερμαντήρων

Ο θερμικός υπολογισμός των υπερθερμαντήρων, όπως άλλωστε και γενικότερα ο θερμικός υπολογισμός όλων των υπολοίπων τμημάτων ενός ατμολέβητα, δηλαδή του προθερμαντήρα τροφοδοτικού νερού με καυσαέρια, του εξατμιστήρα και του προθερμαντήρα του αέρα καύσης, είναι σχετικά πολύπλοκος.

Στη συνέχεια θα γίνει μια προσπάθεια απλοποίησης του θερμικού υπολογισμού με βάση διάφορες παραδοχές, που επαληθεύονται στην πρακτική εφαρμογή. Διαπιστώνεται άλλωστε και στην πράξη, ότι σπάνια μια εγκατάσταση υπερθερμαντήρα θα αποδώσει με ακρίβεια τα αναμενόμενα αποτελέσματα λεπτομερειακών υπολογισμών. Αυτό οφείλεται στο γεγονός, ότι πολλοί αστάθμητοι παράγοντες επηρεάζουν τη λειτουργία των υπερθερμαντήρων, όπως για παράδειγμα η σύνθεση και η θερμοκρασία των καυσαερίων, η ταχύτητα ροής τους, το ποσοστό υγρού, που συμπαρασύρεται στη μορφή σταγονιδίων στον υπερθερμαντήρα από τον ξηρό κορεσμένο ατμό, η επικάθιση αιθάλης και αλάτων στην εξωτερική και εσωτερική πλευρά των σωληνώσεων του υπερθερμαντήρα αντίστοιχα.

Για τους παραπάνω λόγους διαπιστώνεται συχνά, ότι εγκατεστημένοι υπερθερμαντήρες διαθέτουν στους συλλέκτες εισαγωγής και εξαγωγής του ατμού εφεδρικές οπές, κατ' αρχήν κλειστές, όπου όμως σε κάποια φάση, που θα διαπιστωθεί μείωση της αποδοτικότητας του υπερθερμαντήρα, μπορούν εύκολα να προστεθούν νέες σωληνώσεις.

Η θερμοκρασία των καυσαερίων στην είσοδο των υπερθερμαντήρων κυμαίνεται συνήθως από 700°C μέχρι 1000°C. Η μέση ταχύτητα ροής των καυσαερίων παίρνει τιμές από 5m/s μέχρι 15m/s, ενώ η πτώση της πίεσης των καυσαερίων μέσα από τους υπερθερμαντήρες είναι από 5 μέχρι 15 mm.

Η ταχύτητα ροής του ατμού σε σωληνώσεις υπερθερμαντήρων δίνεται στον πίνακα I σαν συνάρτηση της πίεσης και της θερμοκρασίας του υπέρθερμου

ατμού. Στον πίνακα II αναγράφεται η ταχύτητα ροής του ατμού σε μη θερμαινόμενες σωληνώσεις προσαγωγής του ατμού στον υπερθερμαντήρα και απαγωγής από αυτόν σαν συνάρτηση της πίεσης λειτουργίας.

### ΠΙΝΑΚΑΣ I

#### Ταχύτητα ροής του ατμού σε σωληνώσεις υπερθερμαντήρων

Πίεση λειτουργίας [at]	Θερμοκρασία λειτουργίας [°C]	Ταχύτητα εξόδου του ατμού από τον υπερθερμαντήρα [m/s]
125	450-500	12-18
80	450-500	16-22
40		18-25

### ΠΙΝΑΚΑΣ II

#### Ταχύτητα ροής του ατμού σε μη θερμαινόμενες σωληνώσεις προσαγωγής και απαγωγής υπερθερμαντήρων

Πίεση λειτουργίας [at ]	Ταχύτητα ροής m/s ]
125	25
80	30
40	40

Ο συντελεστής μεταβίβασης της θερμότητας  $k$  είναι μια συνάρτηση της ειδικής φόρτισης της θερμαινόμενης επιφάνειας  $q_{\theta}$  ή και στη γενική μορφή της ειδικής ατμοποίησης  $\Phi$ . Για ειδική ατμοποίηση από 15 μέχρι 60 kg/hm<sup>2</sup> ο συντελεστής  $k$  κυμαίνεται από 20 μέχρι 40 kcal/m<sup>2</sup>hK ενώ για υψηλότερες τιμές της ειδικής ατμοποίησης η τιμή του συντελεστή  $k$  μπορεί να φθάσει μέχρι και 70 kcal/WhK.

Τα προαναφερόμενα ισχύουν για τη μεταφορά θερμότητας σε υπερθερμαντήρες επαφής. Οι υπερθερμαντήρες ακτινοβολίας υπολογίζονται με βάση τη θεωρία της μεταφοράς θερμότητας με ακτινοβολία.

#### 1.6. Προθερμαντήρες Τροφοδοτικού Νερού

Η προθέρμανση του τροφοδοτικού νερού βελτιώνει, όπως είναι γνωστό, το θερμικό βαθμό απόδοσης της εγκατάστασης και στοχεύει σε καλλίτερες συνθήκες λειτουργίας του ατμολέβητα, είτε σε σχέση με την καλλίτερη

εκμετάλλευση της θερμότητας των καυσαερίων, είτε σε σχέση με την αποφυγή μεγάλων θερμικών καταπονήσεων στην είσοδο του τροφοδοτικού νερού.

Προθέρμανση του τροφοδοτικού νερού μπορεί να γίνει είτε με εκμετάλλευση της θερμότητας των καυσαερίων, είτε με παραλαβή θερμότητας από παροχή ατμού σε μεταλλάκτες επιφάνειας ή μεταλλάκτες ανάμιξης.

Στην πρώτη περίπτωση οι προθερμαντικές συσκευές ονομάζονται προθερμαντήρες τροφοδοτικού νερού μέσω καυσαερίων ή αλλιώς και οικονομητήρες (σε σύντμηση ECO) και στη δεύτερη περίπτωση προθερμαντήρες ανάμιξης ή προθερμαντήρες επαφής.

### **1.7. Τύποι προθερμαντήρων τροφοδοτικού νερού**

#### **Οικονομητήρας**

Είναι ευνόητο, ότι η χρησιμοποίηση οικονομητήρων βελτιώνει το βαθμό απόδοσης του ατμολέβητα, επειδή αυξάνεται η παραλαμβανόμενη θερμότητα από τα καυσαέρια και μειώνεται η αντίστοιχη απώλεια θερμότητας του ατμολέβητα προς το περιβάλλον.

Η εκμετάλλευση της θερμότητας των καυσαερίων περιορίζεται από το γεγονός, ότι σε χαμηλές θερμοκρασίες το τριοξείδιο του θείου, που περιέχεται στα καυσαέρια υγροποιείται, δημιουργείται θειικό οξύ και προκαλούνται οξειδώσεις όχι μόνο στον οικονομητήρα αλλά γενικότερα σε όσες μεταλλικές επιφάνειες βρίσκονται σ' αυτήν την περιοχή.

Η θερμοκρασία υγροποίησης εξαρτάται από την επικρατούσα πίεση και το χρησιμοποιούμενο καύσιμο. Για μια φυσική απαγωγή των καυσαερίων στο περιβάλλον, σε μια σχετικά χαμηλή πίεση, η θερμοκρασία υγροποίησης εκτιμάται σε 110°C περίπου. Αντίθετα, σε περίπτωση εξαναγκασμένης απαγωγής των καυσαερίων με κατάλληλη διάταξη ανεμιστήρων, η θερμοκρασία υγροποίησης αυξάνεται σε 180°C περίπου.

Για το λόγο αυτό η κατώτερη θερμοκρασία εξόδου των καυσαερίων από τον οικονομητήρα επιλέγεται συνήθως από 180 μέχρι 200°C. Η θερμοκρασία εισαγωγής των καυσαερίων στον οικονομητήρα κυμαίνεται σε παλαιότερες εγκαταστάσεις από 260 μέχρι 300°C, ενώ σε νεότερες από 380 μέχρι 600°C.

Το τροφοδοτικό νερό ρέει μέσα από τις σωληνώσεις του οικονομητήρα, ενώ τα καυσαέρια περιβάλλουν εξωτερικά τις σωληνώσεις αυτές. Για να αποφευχθεί ατμοποίηση του τροφοδοτικού νερού, η μέγιστη θερμοκρασία εξόδου του από τον οικονομητήρα περιορίζεται σε μια τιμή κατά 25 μέχρι 50°C χαμηλότερη από τη θερμοκρασία βρασμού στην αντίστοιχη πίεση λειτουργίας του οικονομητήρα. Τυχόν παρουσιαζόμενη ατμοποίηση θα είχε σαν αποτέλεσμα τη μειωμένη ψύξη των σωληνώσεων του οικονομητήρα και την τοπική καταστροφή τους.

Ιδιαίτερα έντονο παρουσιάζεται το πρόβλημα της ατμοποίησης κατά την εκκίνηση του ατμολέβητα. Όπως και στον υπερθερμαντήρα, έτσι και εδώ, πρέπει να υπάρχει η δυνατότητα να απομονώνεται με ένα διάφραγμα ο οικονομητήρας από τη ροή των θερμών καυσαερίων. Εάν δεν παρέχεται αυτή η δυνατότητα, τότε πρέπει κατά την εκκίνηση του ατμολέβητα ο οικονομητήρας να διαρρέετε με νερό, ώστε οι σωληνώσεις να ψύχονται ικανοποιητικά. Απ' όσα προαναφέρονται συμπεραίνεται, ότι το μέγεθος του οικονομητήρα εξαρτάται από τους παρακάτω δύο παράγοντες: α) από την πίεση λειτουργίας του ατμολέβητα, που καθορίζει τη θερμοκρασία βρασμού του τροφοδοτικού νερού, άρα και τη μέγιστη θερμοκρασία εξόδου του από τον οικονομητήρα και β) από τη θερμοκρασία εισαγωγής του τροφοδοτικού νερού στον οικονομητήρα, που πρέπει να είναι αρκετά μικρότερη από τη θερμοκρασία υγροποίησης των καυσαερίων. Σχετικά με το δεύτερο παράγοντα πρέπει να τονισθεί, ότι εάν η προθέρμανση του τροφοδοτικού νερού καλύπτεται κατά μεγάλο βαθμό από προθερμαντήρες με ατμό στο κύκλωμα πριν από τον ατμολέβητα, υπάρχει περίπτωση να μην μπορεί να εγκατασταθεί οικονομητήρας. Για την ανάκτηση

μέρους της θερμότητας των εξερχόμενων καυσαερίων χρησιμοποιείται τότε μόνο προθερμαντήρας του αέρα καύσης.

#### **Οικονομητήρας με ίσιες χυτοσιδηρές σωληνώσεις**

Ο οικονομητήρας αυτός αποτελείται από σωληνώσεις μήκους μέχρι 4m και διαμέτρου από 60 μέχρι 80mm. Οι σωληνώσεις αυτές διαμορφώνονται κωνικές στα άκρα τους και στηρίζονται σε χυτοσίδηρο κιβώτιο.

Οικονομητήρες αυτού του τύπου βρίσκονται εγκατεστημένοι σε παλαιότερες εγκαταστάσεις. Αν και παρουσιάζουν ιδιαίτερη αντοχή σε οξειδωτική διάβρωση, αποφεύγεται η τοποθέτησή τους σε σύγχρονες κατασκευές ατμολεβητών επειδή έχουν μειωμένη αποδοτικότητα.

#### **Οικονομητήρας με ίσιες χαλύβδινες σωληνώσεις**

Ο οικονομητήρας αυτός κατασκευάζεται, όπως και ο υπερθερμαντήρας, από χαλύβδινες σωληνώσεις διαμέτρου από 30 μέχρι 40mm σε σερπαντίνα. Οι σωληνώσεις αυτές καταλήγουν σε συλλέκτες τετραγωνικής ή κυκλικής διατομής.

Οποσδήποτε οι χαλύβδινες σωληνώσεις παρουσιάζουν μεγαλύτερη ευαισθησία σε οξείδωση από τις χυτοσιδηρές. Γι' αυτό, σε περίπτωση εγκατάστασης οικονομητήρα αυτού του τύπου, πρέπει να είναι βέβαιο, ότι τα καυσαέρια δεν υγροποιούνται.

Αντίστοιχη ευαισθησία διαπιστώνεται και στο εσωτερικό των σωληνώσεων, όπου νερό με μεγάλη περιεκτικότητα σε οξυγόνο ή αέρας μέσα στη ροή του τροφοδοτικού νερού δημιουργούν σοβαρά προβλήματα. Για την αποφυγή των προβλημάτων αυτών επιδιώκεται η ταχύτητα του νερού να είναι μεγαλύτερη από 0,25m/s, ενώ η περιεκτικότητα σε οξυγόνο να μην υπερβαίνει την τιμή 0,1 mg/l.

Οι χαλύβδινες σωληνώσεις έχουν το πλεονέκτημα να αντέχουν σε υψηλότερες πιέσεις από τις χυτοσιδηρές. Έτσι χρησιμοποιείται μερικές φορές ο οικονομητήρας αυτού του τύπου και σαν προεξατμιστήρας, όπου επιτρέπεται

μια τμηματική εξάτμιση από 5 μέχρι 25% του τροφοδοτικού νερού σε υψηλές πιέσεις. Σ' αυτές τις περιπτώσεις τροφοδοτείται ο χαλύβδινος οικονομητήρας με νερό, που προθερμαίνεται σε χυτοσίδηρο οικονομητήρα σε χαμηλότερες πιέσεις λειτουργίας. Εννοείται, ότι τότε μεταξύ των δύο οικονομητήρων είναι εγκατεστημένη τροφοδοτική αντλία για την αύξηση της πίεσης.

### **1.8. Προθερμαντήρες Αέρα Καύσης**

Όπως διαπιστώθηκε στη μέχρι τώρα αντιμετώπιση των ατμολεβητών και των προθερμαντήρων τροφοδοτικού νερού με καυσαέρια (οικονομητήρων), είναι ουσιαστική η βελτίωση του βαθμού απόδοσης του ατμολέβητα με τη μερική ανάκτηση της θερμότητας, που αποβάλλεται από τα καυσαέρια στο περιβάλλον.

Διαπιστώθηκαν και τα κατώτατα όρια στην ψύξη των καυσαερίων με τον εντοπισμό του προβλήματος της οξειδωσης, που παρουσιάζεται όταν υγροποιούνται τα διαβρωτικά στοιχεία των καυσαερίων.

Τέλος διατυπώθηκε η άποψη, ότι δεν είναι δυνατή η χρησιμοποίηση οικονομητήρα στις περιπτώσεις, που η προθέρμανση του τροφοδοτικού νερού καλύπτεται σε μεγάλο βαθμό από προθερμαντήρες με ατμό εγκατεστημένους στο κύκλωμα.

Ένας άλλος τρόπος ψύξης των καυσαερίων προσφέρεται με την προθέρμανση του απαραίτητου για την καύση αέρα. Πέρα από το θετικό αποτέλεσμα της ανάκτησης τμήματος της θερμότητας των καυσαερίων, η προθέρμανση του αέρα καύσης παρουσιάζει και άλλα πλεονεκτήματα σχετικά με την ίδια την καύση.

Έτσι, διαπιστώνεται η επίτευξη υψηλότερων θερμοκρασιών καυσαερίων, επιταχύνεται η καύση και παρέχεται τέλος η δυνατότητα της χρησιμοποίησης καυσίμων κατώτερης ποιότητας. Με την αύξηση του θερμοκρασιακού επίπεδου των καυσαερίων βελτιώνεται η μετάδοση της θερμότητας σε όλα τα τμήματα του

ατμολέβητα, αφού αυτή εξαρτάται άμεσα από τη θερμοκρασιακή διαφορά των δύο ρευστών, του "εργαζόμενου μέσου" νερό-ατμός και των καυσαερίων.

Προθερμαντήρες αέρα καύσης, ή αλλιώς και LUVO (Luft Vorwaermer), τοποθετούνται λοιπόν είτε μόνοι τους, είτε σε συνδυασμό με οικονομητήρες στο τελευταίο τμήμα του καπναγωγού ατμολεβητών.

Σπανιότερα διαπιστώνεται προθέρμανση του αέρα καύσης και με "ενεργό" ατμό υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας. Αυτό συμβαίνει, όταν η εκμετάλλευση της θερμότητας των καυσαερίων στον ατμολέβητα γίνεται σε τέτοιο βαθμό, που να μην επιτρέπεται πρόσθετη ψύξη τους. Η λύση αυτή απαντάται επίσης και σε εγκαταστάσεις, όπου δεν διατίθεται ο απαραίτητος, σχετικά μεγάλος, χώρος για την τοποθέτηση του αντίστοιχου προθερμαντήρα στον καπναγωγό, όπως για παράδειγμα σε πολλές εγκαταστάσεις κινητήριων μηχανών πλοίων.

Σημειώνεται, ότι η εκμετάλλευση της θερμότητας των καυσαερίων για την προθέρμανση του αέρα καύσης είναι, σ' ό,τι αφορά την κατασκευή, πολύ οικονομικότερη από την προθέρμανση του τροφοδοτικού νερού. Ενώ οι οικονομητήρες παρουσιάζουν ένα μέσο βάρος μεταλλικής κατασκευής περίπου  $28 \text{ kg/m}^2$  θερμαινόμενης επιφάνειας, το αντίστοιχο μέσο ειδικό βάρος των LUVO είναι περίπου  $11 \text{ kg/m}^2$ .

Η θερμοκρασία εξόδου του αέρα καύσης από τον προθερμαντήρα εξαρτάται από το χρησιμοποιούμενο καύσιμο. Επιθυμητές θερμοκρασίες προθερμασμένου αέρα καύσης για δύο τύπους στερεών καυσίμων παρατίθενται στον πίνακα III.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΙΙ

### Επιθυμητή θερμοκρασία αέρα καύσης στερεών καυσίμων

Τύπος καυσίμου	Τροφοδοσία καυσίμου	Επιθυμητή θερμοκρασία αέρα καύσης
Λιθάνθρακας	Καύση σε σχάρα	Μέχρι 100°C
Γαϊάνθρακας	Καύση σε σχάρα	80 μέχρι 150°C
Λιθάνθρακας	Καύση σε κονιορτοποιημένη μορφή	250°C
Γαϊάνθρακας	Καύση σε κονιορτοποιημένη μορφή	350 μέχρι 400°C

### Τύποι προθερμαντήρων αέρα καύσης

Επειδή οι προθερμαντήρες του αέρα καύσης με καυσαέρια είναι οι πιο διαδεδομένοι, θα παρατεθίσουμε στη συνέχεια κατασκευαστικά στοιχεία μόνον προθερμαντήρων αυτού του τύπου. Από άποψη λειτουργίας, οι προθερμαντήρες αυτοί διακρίνονται σε δύο γενικές κατηγορίες: α) σε προθερμαντήρες επιφάνειας, με αυλούς ή με επίπεδα τοιχώματα, όπου η θερμότητα μεταφέρεται μέσα από τη θερμαινόμενη επιφάνεια από τα καυσαέρια στον αέρα καύσης (recuperators) και β) σε περιστρεφόμενους, όπου η θερμότητα των καυσαερίων παραλαμβάνεται και αποθηκεύεται σε μεταλλικά ή άλλα ανόργανα στοιχεία μεγάλης θερμοχωρητικότητας και μετά από κάποιο χρόνο αποδίδεται στον αέρα καύσης.

### Προθερμαντήρας επιφάνειας με αυλούς

Ενώ ο προθερμαντήρας επιφάνειας με αυλούς αντιπροσωπεύει μια απλή κατασκευή, δεν είναι ο πιο διαδεδομένος τύπος, επειδή η αποδοτικότητα του είναι μικρότερη από την αποδοτικότητα αντίστοιχου προθερμαντήρα με επίπεδα τοιχώματα.



Τα καυσαέρια ρέουν στον προθερμαντήρα αυτού του τύπου μέσα από σωληνώσεις (αυλούς) διαμέτρου από 50 μέχρι 100 mm, πάχους τοιχώματος από 2 μέχρι 4mm και μήκους μέχρι 6m, ενώ ο αέρας καύσης ρέει σε αντίθετη κατεύθυνση από τα καυσαέρια περιβάλλοντας τις σωληνώσεις. Σπανιότερα επιλέγεται η αντίστροφη διάταξη των δύο ρευστών στα κατασκευαστικά στοιχεία του προθερμαντήρα.

Η επιφάνεια συναλλαγής θερμότητας ανά 1 m<sup>3</sup> ολικού όγκου του προθερμαντήρα υπολογίζεται κατά προσέγγιση σε 11 μέχρι 15 m<sup>2</sup>.

Οι σωληνώσεις κατασκευάζονται είτε χαλύβδινες είτε χυτοσιδηρές. Οι χυτοσιδηρές σωληνώσεις παρουσιάζουν οπωσδήποτε μεγαλύτερη ανθεκτικότητα σε οξειδωτική διάβρωση. Ουσιαστική αύξηση της θερμαινόμενης επιφάνειας και βελτίωση των συνθηκών μεταβίβασης θερμότητας γίνεται, όταν χρησιμοποιούνται χυτοσιδηρές σωληνώσεις με πτερύγια ή ακίδες. Σπανιότερα κατασκευάζονται και σωληνώσεις με εσωτερικά και εξωτερικά πτερύγια. Οι κατασκευές αυτές επαυξάνουν την επιφάνεια μεταβίβασης της θερμότητας ανά 1 m<sup>3</sup> προθερμαντήρα μέχρι 40 m<sup>2</sup>.

### **1.9. Ποιότητα ατμού**

Ο ατμός που θα πρέπει να είναι διαθέσιμος στα σωστά σημεία για χρήση:

- Κατά τη σωστή ποσότητα,
- Κατά τη σωστή θερμοκρασία και πίεση,
- Ελεύθερος από τον αέρα και τα μη-συμπυκνώσιμα αέρια,
- Καθαριότητα,
- Ξηρός.

### **1.10. Σωστή ποσότητα ατμού**

Η σωστή ποσότητα ατμού πρέπει να είναι χρήσιμη για οποιαδήποτε διαδικασία θέρμανσης για να εξασφαλίσει μια ικανοποιητική ροή θερμότητας.

Ομοίως, ο σωστός ρυθμός ροής πρέπει να είναι έτσι ώστε να μην υπάρχει καμία φθορά των προϊόντων ή να μειώνεται το ποσοστό παραγωγής. Τα φορτία ατμού πρέπει να υπολογιστούν κατάλληλα και οι σωλήνες πρέπει να ταξινομηθούν σωστά για να επιτύχουν τους ρυθμούς ροής που απαιτούνται.

### **1.11. Σωστή πίεση και θερμοκρασία ατμού**

Ο ατμός πρέπει να φθάσει στο σημείο της χρήσης στην απαραίτητη πίεση και να παρέχει την επιθυμητή θερμοκρασία για κάθε εφαρμογή. Ακόμα κι αν ο μετρητής πίεσης επιδεικνύει σωστά την επιθυμητή πίεση, η αντίστοιχη θερμοκρασία κορεσμού μπορεί να μην είναι διαθέσιμη εάν ο ατμός περιέχει αέρα ή/και τα μη συμπυκνώσιμα αέρια.

### **1.12. Καθαρότητα του ατμού – Διηθητήρας**

Τα στρώματα από άλατα που βρίσκονται στους τοίχους των σωλήνων μπορεί να οφείλονται είτε στο σχηματισμό της σκουριάς στα παλαιότερα συστήματα ατμού, είτε σε μια κατάθεση ανθρακικού άλατος σκληρού νερού. Άλλοι τύποι ρύπων που μπορούν να βρεθούν σε μια γραμμή ανεφοδιασμού ατμού περιλαμβάνουν τη σκουριά μετάλλων, το οποίο μπορεί να είχε αφεθεί στο σύστημα όταν οι σωληνώσεις εγκαταστάθηκαν αρχικά. Αυτά τα τεμάχια θα έχουν την επίδραση της αύξησης του ποσοστού διάβρωσης στις κάμψεις σωλήνων και τα μικρά στόμια των παγίδων και των βαλβίδων ατμού. Για αυτόν τον λόγο πρέπει να εγκατασταθεί ένας διηθητήρας σωληνώσεων. Αυτό πρέπει να εγκατασταθεί αντίθετα από την παγίδα ατμού, αντίθετα από την πίεση που μειώνει τη βαλβίδα και τη βαλβίδα ελέγχου.

Αυτές οι συσκευές είναι συχνά ξεχασμένες περίπου στα συστήματα ατμού, σε μια προσπάθεια να μειωθούν οι δαπάνες εγκαταστάσεων. Η κλίμακα και ο ρύπος σωλήνων μπορούν να έχουν επιπτώσεις στις βαλβίδες ελέγχου και τις παγίδες ατμού, και να μειώσουν τα ποσοστά μεταφοράς θερμότητας. Είναι εξαιρετικά εύκολο και ανέξοδο να εγκατασταθεί ένας διηθητήρας σε έναν σωλήνα. Η επιλογή είναι απλή. Το υλικό διηθητήρων επιλέγεται να ταιριάζει με

τον τύπο εγκατάστασης και της πίεσης συστημάτων μέχρι με τις οποίες αναμένεται για να λειτουργήσει. Τα διαφορετικά μεγέθη οθόνης φίλτρων μπορούν να εξεταστούν για τους διαφορετικούς βαθμούς προστασίας. Όσο λεπτότερο το φίλτρο, τόσο συχνότερα μπορεί να χρειαστεί τον καθαρισμό. Ένα πράγμα είναι σίγουρο, οι διηθητήρες είναι πολύ ευκολότεροι και φτηνότεροι να αγοραστούν και να διατηρηθούν από τις βαλβίδες ελέγχου ή τις παγίδες ατμού.

### **1.13. Ξηρότητα του ατμού**

Οι ανακριβείς χημικές επεξεργασίες τροφοδοσίας νερού και οι περίοδοι μέγιστου φορτίου μπορούν να προκαλέσουν το έναυσμα και τη μεταφορά feedwater λεβήτων στους κεντρικούς αγωγούς ατμού, που οδηγούν τη χημική ουσία και άλλων υλικών να κατατίθενται προς τις επιφάνειες μεταφοράς θερμότητας. Αυτές οι καταθέσεις θα συσσωρευτούν κατά τη διάρκεια του χρόνου, μειώνοντας βαθμιαία την αποδοτικότητα των εγκαταστάσεων.

Εκτός από αυτό, δεδομένου ότι ο ατμός φεύγει από το λέβητα, κάποιο τμήμα του μάλιστα πρέπει να συμπυκνωθεί λόγω της απώλειας θερμότητας μέσω των τοιχωμάτων των σωλήνων. Αν και αυτοί οι σωλήνες μπορούν να μονωθούν καλά, αυτή η διαδικασία δεν μπορεί να αποκλειστεί πλήρως.

Το γενικό αποτέλεσμα είναι ότι ο ατμός που φθάνει στις εγκαταστάσεις είναι σχετικά υγρός. Τα σταγονίδια του νερού που εισέρχονται μέσα στον ατμό, μπορούν επίσης να προστεθούν στην ανθεκτική μεμβράνη του νερού που παράγεται ο συμπυκνωμένος ατμός δημιουργώντας ένα εμπόδιο στην διαδικασία μεταφοράς θερμότητας.

### **1.14. Βαλβίδες απομόνωσης**

Οι βαλβίδες απομόνωσης είναι ένα κλειδί σε οποιοδήποτε ρευστό σύστημα δεδομένου ότι χρησιμοποιούνται για να σταματήσουν τη ροή του ρευστού σε έναν ιδιαίτερο τομέα του συστήματος. Επίσης μερικές φορές χρησιμοποιούνται για να ελέγξουν με το χέρι τη ροή του ρευστού.

Οι βαλβίδες απομόνωσης διακρίνονται :

1. Απομόνωση της βαλβίδας
2. Ρυθμίζοντας βαλβίδα – Μια βαλβίδα προοριζόμενη για τη χρήση σε οποιαδήποτε θέση μεταξύ κλειστή και πλήρως ανοικτή
3. Βαλβίδα ελέγχου – Μια ηλεκτρική συσκευή που αλλάζει το ρευστό ρυθμό ροής σε ένα σύστημα.

Οι βαλβίδες απομόνωσης χρησιμοποιούνται σε μια ευρεία ποικιλία των διαφορετικών εφαρμογών :

Απομόνωση ροής σε :

- α) Διευκόλυνση στη συντήρηση
- β) Επιτρέπει την αφαίρεση του εξοπλισμού
- γ) Επιτρέπει το κλείσιμο των εγκαταστάσεων

### **1.15. Βαλβίδες αντεπιστροφής**

Οι βαλβίδες αντεπιστροφής, εγκαθίστανται στα συστήματα σωληνώσεων για να επιτρέψουν τη ροή σε μια κατεύθυνση μόνο. Χρησιμοποιούνται εξ ολοκλήρου από το ρευστό και επομένως δεν απαιτούν οποιαδήποτε εξωτερική ώθηση. Η επιθυμητή κατεύθυνση της ροής είναι η ροή στην αντίθετη κατεύθυνση.

Υπάρχουν διάφοροι λόγοι που χρησιμοποιούνται οι βαλβίδες αντεπιστροφής :

1. Προστασία οποιουδήποτε στοιχείου του εξοπλισμού που μπορεί να επηρεαστεί από την αντίστροφη ροή, όπως οι διηθητήρες και οι βαλβίδες ελέγχου.
2. Για να ελέγξουν τα κύματα πίεσης που συνδέονται με τις υδραυλικές δυνάμεις, παραδείγματος χάριν, waterhammer.
3. Πρόληψη της πλημμύρας

4. Πρόληψη της αντίστροφής ροής στο κλείσιμο συστημάτων

5. Πρόληψη της ροής κάτω από τη βαρύτητα

Αν και οι βαλβίδες αντεπιστροφής μπορούν αποτελεσματικά να αποκλείσουν την αντίστροφη ροή, δεν πρέπει ποτέ να χρησιμοποιηθούν αντί μιας βαλβίδας απομόνωσης.

Όπως με τις βαλβίδες απομόνωσης, υπάρχουν διαφορετικά σχέδια βαλβίδων αντεπιστροφής, κάθε ένα ταιριάζει σε συγκεκριμένες εφαρμογές.

Ο διασπασμένος τύπος δίσκων βαλβίδας αντεπιστροφής έχει διάφορα πλεονεκτήματα πέρα από άλλους τύπους βαλβίδων αντεπιστροφής :

1. Το διασπασμένο σχέδιο δίσκων δεν είναι περιορισμένο στο μέγεθος και αυτές οι βαλβίδες έχουν παραχθεί στα μεγέθη μέχρι DN5400.

2. Η πτώση πίεσης πέρα από τη διασπασμένη βαλβίδα αντεπιστροφής δίσκων είναι σημαντικά χαμηλότερη από ότι σε άλλους τύπους.

#### **Ενδιαφέρουσες χρήσεις για τον ατμό στις βιομηχανίες**

• Επισκευή των υπόγειων σωλήνων (ο ατμός χρησιμοποιείται για να επεκτείνει και να σφραγίσει έναν αφρό που έχει αντληθεί στο σωλήνα. Αυτό διαμορφώνει μια νέα επένδυση για το σωλήνα και σφραγίζει οποιεσδήποτε ρωγμές).

- Παραγωγή των προφυλακτικών.
- Παραγωγή του περικαλύμματος φυσαλίδων.
- Θερμαντικές πισίνες.
- Ελαστικά αυτοκινήτου.
- Μπουκάλια γάλακτος να είναι αποστειρωμένα.
- Βυτία μύρας να είναι αποστειρωμένα.
- Ξεραίνοντας έγγραφο.

- Εξασφαλίζοντας τα φάρμακα και τον ιατρικό εξοπλισμό να είναι αποστειρωμένα.

### **Ανιχνευτής ατμού**

Ένας ανιχνευτής ατμού είναι ένας μικρός σωλήνας ατμού που τρέχει κατά μήκος της εξωτερικής επιφάνειας ενός μεγαλύτερου σωλήνα. Η θερμότητα που παρέχεται από τον ανιχνευτή (από τη διεξαγωγή) αποτρέπει το περιεχόμενο του μεγαλύτερου σωλήνα από το πάγωμα (αντιψυκτική προστασία για τις ίσαλες γραμμές) ή διατηρεί τη θερμοκρασία του ρευστού διαδικασίας έτσι ώστε παραμένει εύκολο στην αντλία.

### **1.16. Μειωτήρες πίεσης ατμού**

Κάθε βιομηχανική εγκατάσταση ατμού αποτελείται από τα εξής κύρια συστήματα:

1. Μονάδα παραγωγής ατμού ( ατμολέβητας, ατμογεννήτρια ).
2. Δίκτυο διανομής ατμού
3. Μονάδες κατανάλωσης (εναλλάκτες θερμότητας).
4. Δίκτυο επιστροφής συμπυκνωμάτων.

Ένα από τα απαραίτητα εξαρτήματα του δικτύου διανομής είναι ο μειωτήρας πίεσης ατμού.

Οι βασικές αιτίες που επιβάλλουν την εγκατάσταση μειωτήρων πίεσης, στο δίκτυο διανομής ατμού είναι οι παρακάτω.

Η πίεση λειτουργίας των μονάδων παραγωγής ατμού, ιδιαίτερα των ατμολεβήτων είναι αρκετά υψηλή (15-25 bar) με σκοπό την παραγωγή ατμού με υψηλό βαθμό ξηρότητας ( χαμηλή πίεση λειτουργίας δημιουργεί «υγρό» ατμό). Με την εγκατάσταση του μειωτήρα πίεσης ατμού, επιτυγχάνεται η επιθυμητή τιμή της πίεσης πριν από την μονάδα κατανάλωσης.

Επειδή ο ατμός σε υψηλή πίεση έχει σχετικά μικρότερο ειδικό όγκο, είναι δυνατή η μεταφορά «δεδομένης ποσότητας» ατμού ( Kgr/h), υψηλής πίεσης, με σωληνώσεις μικρότερης διατομής. Έτσι μειώνεται το κόστος κατασκευής του δικτύου διανομής, ενώ με την εγκατάσταση του μειωτήρα πίεσης, επιτυγχάνεται η επιθυμητή τιμή της πίεσης πριν από την μονάδα κατανάλωσης.

### **Εξοικονόμηση ενέργειας**

Με την εγκατάσταση μειωτήρα πίεσης ατμού και συνεπώς με την χρησιμοποίηση ατμού χαμηλής πίεσης, επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας, που οφείλεται στα εξής :

- α) Μείωση των θερμικών απωλειών, λόγω μικρότερης θερμοκρασιακής διαφοράς.
- β) Μείωση της ποσότητας του ατμού που απαιτεί μια μονάδα κατανάλωσης, δεδομένης θερμικής ισχύος (κατανάλωσης), λόγω του μεγαλύτερου ποσού λανθάνουσας θερμότητας, που μεταφέρει ο ατμός χαμηλής πίεσης.
- γ) Μείωση της ποσότητας του ατμού εκτόνωσης λόγω μικρότερης διαφοράς πίεσης.

Επειδή τα μεγέθη της πίεσης και της θερμοκρασίας του ατμού αλληλοεξαρτούνται, είναι δυνατός ο έλεγχος της θερμοκρασίας, ρυθμίζοντας την πίεση εξόδου, ενός μειωτήρα πίεσης ατμού.

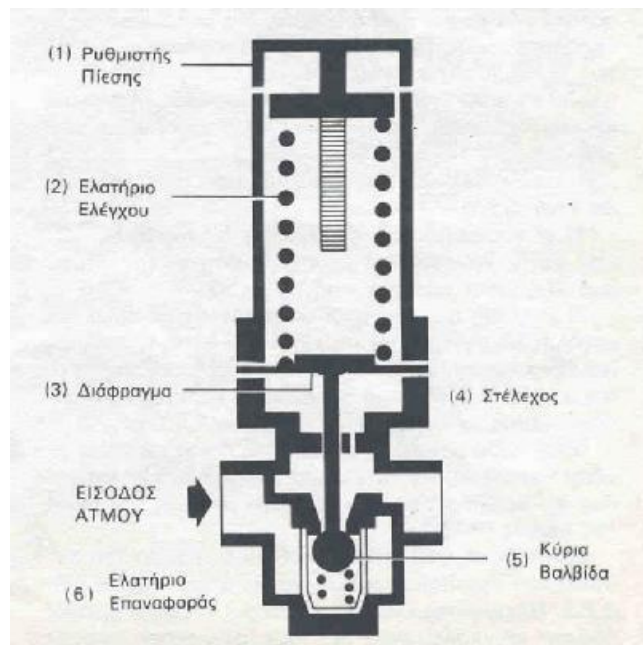
Κάθε μονάδα κατανάλωσης ατμού, χαρακτηρίζεται από την «πίεση λειτουργίας» αλλά και την «μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση». Αν η πίεση της μονάδας παραγωγής του ατμού είναι μεγαλύτερη από την πίεση λειτουργίας μιας κατανάλωσης, τότε επιβάλλεται η εγκατάσταση μειωτήρα πίεσης ατμού, στο δίκτυο διανομής, πριν από την μονάδα κατανάλωσης.

## Τύποι Μειωτήρων Πίεσης Ατμού

### Μειωτήρες άμεσης δράσης

Τα βασικά εξαρτήματα ενός μειωτήρα άμεσης δράσης φαίνονται στην εικόνα που ακολουθεί.

Η αρχή λειτουργίας του μειωτήρα βασίζεται στις δυνάμεις που εξασκούνται στο διάφραγμα (3). Όταν η πίεση εξόδου μειώνεται (λόγω κατανάλωσης ατμού από την μονάδα κατανάλωσης), τότε μειώνεται και η δύναμη που ασκείται στην κάτω επιφάνεια του διαφράγματος, με αποτέλεσμα το ελατήριο ελέγχου (2) να πιέζει το διάφραγμα (3) και μέσω του στελέχους (4) να ανοίγει την βαλβίδα (5). Έτσι επιτρέπεται η παροχή ατμού στη μονάδα κατανάλωσης, με αποτέλεσμα την βαθμιαία αύξηση της πίεσης εξόδου. Όσο η πίεση εξόδου αυξάνεται, τόσο μειώνεται η δύναμη που ασκεί το ελατήριο ελέγχου στο στέλεχος μέσω του διαφράγματος, με αποτέλεσμα η κύρια βαλβίδα να κινείται πίσω, προς την έδρα της, με τη βοήθεια του ελατηρίου επαναφοράς (6).



*Εικ. Αρχή Λειτουργίας Μειωτήρα Πίεσης Ατμού Άμεσης Δράσης*



Από την αρχή λειτουργίας του μειωτήρα που περιγράφηκε, συνεπάγεται ότι η τιμή της πίεσης εξόδου, κατά το άνοιγμα ή το κλείσιμο της κύριας βαλβίδας, αποκλίνει από την επιθυμητή τιμή (πίεση ρύθμισης). Η απόκλιση είναι θετική (αύξηση της πίεσης) κατά το κλείσιμο και αρνητική (μείωση της πίεσης κατά το άνοιγμα της βαλβίδας).

Λόγω μικρής διαδρομής του στελέχους, και ιδιαίτερα αν η διάμετρος του διαφράγματος είναι μικρή, η μέγιστη παροχή ατμού του μειωτήρα άμεσης πίεσης είναι μικρή.

Κατά την διάρκεια που η βαλβίδα είναι ανοικτή, η μεν πίεση εξόδου μεταφέρεται στο διάφραγμα, η δε πίεση εισόδου στην κάτω επιφάνεια της κύριας βαλβίδας με αποτέλεσμα να τείνουν να κλείσουν την βαλβίδα.

Έτσι συνιστάται κατά την ρύθμιση της πίεσης εξόδου, το ελατήριο ελέγχου πρέπει να είναι ικανό να αντιμετωπίζει τις δυνάμεις που προέρχονται από τις δύο πιέσεις. Σε εγκαταστάσεις που η πίεση εισόδου μεταβάλλεται, τότε μεταβάλλεται αναπόφευκτα και η πίεση εξόδου.

Συνοψίζοντας τα χαρακτηριστικά του μειωτήρα ατμού άμεσης δράσης, έχουμε ότι :

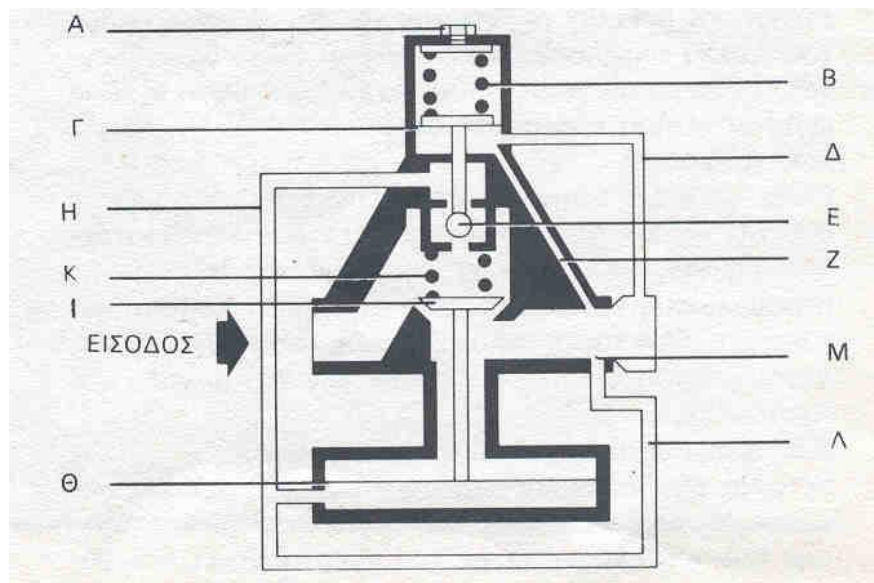
1. Ο μειωτήρας εμφανίζει μικρή απόκλιση της πίεσης εξόδου από την επιθυμητή τιμή.
2. Έχει σχετικά μικρή παροχή.
3. Η πίεση εξόδου μεταβάλλεται με την πίεση εισόδου.
4. Είναι κατάλληλος για πολλές εφαρμογές όπου δεν απαιτείται ακριβής έλεγχος της πίεσης και η παροχή ατμού είναι σχετικά μικρή και ακριβής.

Σε έναν μειωτήρα άμεσης δράσης BRV, της εταιρείας SPIRAX SARCO , το διάφραγμα έχει αντικατασταθεί με φυσούνα με σκοπό να μειωθεί η διάμετρος του διαφράγματος και συνεπώς το μέγεθος του μειωτήρα.

## Μειωτήρες πίεσης έμμεσης δράσης

Οι μειωτήρες πίεσης έμμεσης δράσης χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις ατμού που απαιτούν : **1) Μεγάλη παροχή ατμού και 2) διατήρηση σταθερής πίεσης εξόδου.**

Η πίεση εξόδου δρα στη κάτω επιφάνεια της μικρής μεμβράνης (Γ) μέσω του εξωτερικού σωλήνα (Δ) ή του εσωτερικού (Ζ). Όταν η πίεση εξόδου μειώνεται τότε το ρυθμιστικό ελατήριο (Β) πιέζει την μικρή μεμβράνη με αποτέλεσμα να ανοίξει η βαλβίδα πιλότου (Ε) και να μεταφερθεί η πίεση εισόδου μέσω του σωλήνα (Η) στη κάτω επιφάνεια της μεγάλης μεμβράνης (Θ). Λόγω του μεγέθους της μεγάλης μεμβράνης, η δύναμη που εξασκείται στη κύρια βαλβίδα (Ι) αντισταθμίζει την δύναμη του ελατηρίου επαναφοράς (Κ) και τελικά ανοίγει την κύρια βαλβίδα επιτρέποντας την παροχή ατμού και την αύξηση της πίεσης εξόδου.



*Εικ. Αρχή Λειτουργίας Μειωτήρα Πίεσης Ατμού Έμμεσης Δράσης*

Η αύξηση της πίεσης εξόδου επηρεάζει την ισορροπία δυνάμεων στη μικρή μεμβράνη και τείνει να κλείσει τη βαλβίδα πιλότου και να μειώσει την ποσότητα ατμού που διέρχεται δια μέσου αυτής. Η ποσότητα αυτή του ατμού τελικά εξέρχεται μέσω του σωλήνα (Λ) και της οπής (Μ), στην έξοδο του

μειωτήρα ενώ το ελατήριο επαναφοράς τείνει να κλείσει την κύρια βαλβίδα και να στραγγαλίσει την ροή.

Τελικά η βαλβίδα του πιλότου ισορροπεί σε τέτοια θέση ώστε :

1. Η ποσότητα του ατμού που διέρχεται δια μέσου αυτής να είναι ίση με την ποσότητα του ατμού που εξέρχεται από την οπή (M).

2. Η πίεση που ασκείται στη κάτω επιφάνεια της μεγάλης μεμβράνης, να ρυθμίζει την θέση της κύριας βαλβίδας ώστε να είναι ικανή να αντιμετωπίζει το απαιτούμενο φορτίο για τις δεδομένες τιμές των πιέσεων εισόδου και εξόδου.

Έτσι κάθε μεταβολή της πίεσης ή του φορτίου γίνεται αντιληπτή από την μικρή μεμβράνη η οποία μέσω της βαλβίδας πιλότου ρυθμίζει αμέσως τη θέση της κύριας βαλβίδας.

Τέλος θα πρέπει να αναφερθεί ότι η τάση του ρυθμιστικού ελατηρίου ρυθμίζεται από τον κοχλία (A).

Οι μειωτήρες πίεσης έμμεσης δράσης συγκρινόμενοι με τους μειωτήρες άμεσης δράσης εμφανίζουν τα εξής πλεονεκτήματα :

1. Μεγάλη ευαισθησία σε μικρές μεταβολές της πίεσης εξόδου. Η ικανότητα αυτή του μειωτήρα οφείλεται στη μικρή ποσότητα ατμού που απαιτεί η μεγάλη μεμβράνη για να ανοίξει τελείως την κύρια βαλβίδα.

2. Η πίεση εξόδου παραμένει σταθερή ανεξάρτητα από τη μεταβολή της πίεσης εισόδου. Οποιαδήποτε μεταβολή(κυρίως αύξηση) της πίεσης εισόδου, μεταφέρεται ταυτόχρονα τόσο στην πάνω πλευρά της κύριας βαλβίδας όσο και στη κάτω, μέσω της μεγάλης μεμβράνης, με αποτέλεσμα το άνοιγμα της κύριας βαλβίδας να μην επηρεάζεται από την αύξηση της πίεσης εισόδου.

### **1.17. Υπολογισμός απωλειών ατμού από διαρροές**

Τα τελευταία χρόνια η συνεχής αύξηση της τιμής των καυσίμων και συνεπώς του κόστους παραγωγής, έχει σαν αποτέλεσμα την προσπάθεια βελτίωσης όλων των βιομηχανικών εγκαταστάσεων με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας.

Ειδικότερα στα δίκτυα ατμού, οι βασικές αιτίες που αυξάνουν την κατανάλωση ενέργειας είναι οι παρακάτω :

1. Κακή λειτουργία των ατμοπαγίδων
2. Έλλειψη μόνωσης στα δίκτυα μεταφοράς
3. Παρουσία υγρασίας και αέρα στον ατμό
4. Έλλειψη κλειστού δικτύου επιστροφής συμπυκνωμάτων
5. Έλλειψη δικτύου χαμηλής πίεσης (2 bar), χρησιμοποιώντας τον ατμό εκτόνωσης (Flash steam).
6. Απώλειες «ζωντανού» ατμού, από το δίκτυο μεταφοράς.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟ

Ένα καλά σχεδιασμένο, χρησιμοποιημένο και διατηρημένο λεβητοστάσιο είναι η καρδιά αποδοτικών εγκαταστάσεων ατμού. Εντούτοις, διάφορα εμπόδια μπορούν να αποτρέψουν αυτό το ιδανικό. Το λεβητοστάσιο και το περιεχόμενό του αντιμετωπίζονται μερικές φορές ως μια απαραίτητη δυσχέρεια ακόμη και στο σημερινό ενεργειακά ενδιαφερόμενο περιβάλλον. Οι βελτιώσεις αποδοτικότητας και τα προγράμματα οικονομίας σχετικά με το λεβητοστάσιο μπορεί να είναι δύσκολο να δικαιολογηθούν στον τελικό χρήστη. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι ο λέβητας ατμού είναι ένα διατηρημένο μηχάνημα με σταθερή ατμοσφαιρική πίεση που περιέχει το καυτό νερό και τον ατμό περισσότερο από 100°C και το σχέδιο και η λειτουργία του καλύπτονται από διάφορα σύνθετα πρότυπα και κανονισμούς.

Αυτά τα πρότυπα ποικίλλουν ως εξής :

1. θέση
2. Κατά τη διάρκεια του χρόνου – παραδείγματος χάριν, η τεχνολογία αλλάζει σε ένα τεράστιο ποσοστό, και οι βελτιώσεις στις ικανότητες του εξοπλισμού, μαζί με τη συχνή ρύθμιση των λειτουργούντων προτύπων που απαιτούνται από τους σχετικούς νομοθετικούς οργανισμούς, έχει ως συνέπεια τις αυξήσεις στην ασφάλεια του εξοπλισμού λεβήτων.
3. Περιβαλλοντικοί όροι – πολλές κυβερνήσεις επιμένουν στους συνεχείς αυστηρούς ελέγχους, συμπεριλαμβανομένων των προτύπων εκπομπής και της γενικής αποδοτικότητας των εγκαταστάσεων. Οι χρήστες που επέλεξαν να αγνοήσουν αυτούς τους ελέγχους οδηγούνται σε έναν αυξανόμενο κίνδυνο της επιβολής υψηλότερων ποινικών προστίμων.

4. Όροι δαπανών – οι δαπάνες καυσίμων αυξάνονται συνεχώς, και οι οργανώσεις πρέπει συνεχώς να αναθεωρήσουν τον εναλλακτικό ατμό αυξάνοντας τα καύσιμα, και τη διαχείριση των ενεργειακών αποβλήτων.

5. Οι σύγχρονοι λέβητες ατμού έρχονται σε πολλά μεγέθη για να ταιριάζουν στις μεγάλες και στις μικρές εφαρμογές. Γενικά, όπου απαιτούνται περισσότεροι, από ένας λέβητες για να ικανοποιήσουν την απαίτηση αυτή, γίνονται οικονομικά βιώσιμοι για να στεγάσουν τις εγκαταστάσεις λεβήτων σε μια συγκεντρωμένη θέση, καθώς η εγκατάσταση και οι λειτουργικές δαπάνες μπορούν να είναι σημαντικά χαμηλότερες από ότι οι αποκεντρωμένες εγκαταστάσεις.

6. Παραδείγματος χάριν, η συγκέντρωση προσφέρει τα ακόλουθα οφέλη πέρα από τη χρήση των διασκορπισμένων, μικρότερων λεβήτων :

7. Περισσότερες επιλογές των καυσίμων και του δασμολογίου

8. Οι ίδιοι λέβητες χρησιμοποιούνται συχνά στα συγκεντρωμένα δωμάτια λεβήτων που μειώνουν τις εφεδρείες, τον κατάλογο και τις δαπάνες

9. Η διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας είναι εύκολο να εφαρμοστεί για τις καλύτερες επιστροφές

10. Μείωση της χειρωνακτικής επίβλεψης απελευθερώνει την εργασία για άλλα καθήκοντα στην περιοχή

11. Η οικονομική ταξινόμηση των εγκαταστάσεων λεβήτων

12. Οι εκπομπές εξάτμισης επιτηρούνται ευκολότερα και ελέγχονται

13. Τα πρωτόκολλα ασφαλείας και αποδοτικότητας επιτηρούνται ευκολότερα και ελέγχονται

## **2.1. Όργανα – Μετρήσεις**

Τα όργανα παρέχονται για να παρακολουθούν την μονάδα κατά την διάρκεια της λειτουργίας του συστήματος και να μετρούν τις αποδόσεις της. Παρακάτω περιγράφουμε κάθε όργανο και τις χρήσεις του σύμφωνα με την λειτουργία του.

## **2.2.Σύστημα καύσης - ροή καυσίμου**

Ένας γυάλινος σωλήνας για μετρήσεις μικρών ποσοτήτων υγρών και βοηθητικό ρεζερβουάρ, είναι συνδεδεμένα με την δεξαμενή καυσίμου και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να μετρήσουν τον ρυθμό ροής καυσίμου στον καυστήρα με την βοήθεια ενός ωρολογιακού μηχανισμού για σταμάτημα.

## **2.3.Θερμοκρασία καυσίμου**

Η θερμοκρασία καυσίμου διαβάζεται κατευθείαν συλλέγοντας την ένδειξη στον επιλογέα της κονσόλας για το κοντρόλ της θερμοκρασίας.

Ένα δείγμα καυσαερίων μπορεί να παρθεί από την τάπα στην βάση της καμινάδας και να αναλυθεί παίρνοντας απευθείας τις τιμές O<sub>2</sub> και CO.

## **2.4.Κύκλος ατμού - πίεση λέβητα**

Η πίεση του λέβητα διαβάζεται απευθείας σε ένα μανόμετρο 0-20 bar που είναι τοποθετημένο μπροστά στον λέβητα. Η πίεση ατμού στον ΑΤΜΟΣΥΣΩΡΕΥΤΗ μπορεί επίσης να διαβαστεί απευθείας στο μανόμετρο που είναι τοποθετημένο μπροστά στον συσσωρευτή.

## **2.5. Επίπεδο συμπυκνώματος συσσωρευτή**

Το επίπεδο αυτό φαίνεται απευθείας από το γυαλί όρασης που είναι τοποθετημένο στον συσσωρευτή.

## **2.6. Ρυθμός ροής ατμού**

Η ροή ατμού από τον λέβητα μετριέται χρησιμοποιώντας την διαφορική πίεση κατά πλάτος του ανοξείδωτου στομίου ελάσματος που έχει τοποθετηθεί στον κεντρικό αγωγό ατμού. Η διαφορική πίεση μετριέται με ένα διαφορικό

μανόμετρο το οποίο έχει ρυθμιστεί απευθείας για να δείχνει την παροχή ατμού από 0-500 kgr/h.

Σημειώστε ότι αυτό το μανόμετρο έχει ρυθμιστεί για ατμό 10 bar (απολυτή) και 250°C (πυκνότητα 4,2955 kgr/m<sup>3</sup>). Για άλλες συνθήκες ατμού μια κατάλληλη διόρθωση για την πυκνότητα πρέπει να εφαρμόζεται.

### **2.7.Θερμοκρασία και πίεση ατμού εισόδου στην τουρμπίνα**

Η πίεση του ατμού που παρέχεται στην τουρμπίνα (αντίθετα στο ρεύμα της βαλβίδας ρύθμισης, που κοντρολάρει ο ρυθμιστής) διαβάζεται απευθείας στην κλίμακα από 0-16 bar σε μανόμετρο πίεση και η θερμοκρασία του ατμού που τροφοδοτεί την τουρμπίνα διαβάζονται επίσης απευθείας.

### **2.8.Θερμοκρασία και πίεση εξερχόμενου ατμού**

Η πίεση του εξερχόμενου ατμού διαβάζεται απευθείας στο μανόμετρο κλίμακας (-1 έως 2 bar) το οποίο βρίσκεται τοποθετημένο στον συμπυκνωτή. Η πίεση και η θερμοκρασία του εξερχόμενου ατμού διαβάζεται επίσης.

### **2.9. Πίεση συμπυκνώματος**

Η πίεση των συμπυκνωμάτων διαβάζεται απευθείας στο μανόμετρο κλίμακας (-1 έως 2 bar ) που είναι προσαρμοσμένο στον συμπυκνωτή.

### **2.10.Θερμοκρασία μόνωσης**

Η θερμοκρασία εισόδου και εξόδου της μόνωσης μπορεί να διαβαστεί απευθείας παίρνοντας τις τιμές στην κονσόλα έλεγχου για την θερμοκρασία

### **2.11. Κύκλος συμπυκνωμάτων**

#### **Πίεση και Θερμοκρασία Συμπυκνωμάτων**

Η πίεση και η θερμοκρασία του συμπυκνώματος στο δοχείο συμπυκνωμάτων, διαβάζεται απευθείας στην κονσόλα έλεγχου.



## **2.12.Θερμοκρασία τροφοδοτικού νερού**

Η θερμοκρασία του τροφοδοτικού νερού, όταν αυτό αφήνει την τροφοδοτική δεξαμενή, παίρνεται από το όργανο της κονσόλας.

## **2.13.Ροή τροφοδοτικού νερού**

Η μέση τιμή της ροής του τροφοδοτικού νερού, βρίσκεται χρονομετρώντας μια λογική μεταβολή, στις μετρήσεις.

## **2.14. Κύκλωμα νερού ψύξης συμπυκνωμάτων**

Η ροή του νερού αυτού μετριέται από ένα πλάγιο ροόμετρο κατά πλάτος ενός στομίου τοποθετημένου στην γραμμή εισόδου του νερού ψύξης. Το ροόμετρο είναι ρυθμισμένο για να μέτρα την βασική ροή. Η περιοχή ροής είναι (8 έως 40 m<sup>3</sup>/h).

## **2.1.5. Προφυλάξεις ασφαλείας και τυπική διαδικασία λειτουργίας**

Τίποτα δεν συνεισφέρει περισσότερο στην ασφαλή λειτουργία μιας εγκατάστασης από μια πλήρη, λεπτομερή, γνώση των αρχών λειτουργίας της.

Ο ατμός μπορεί να γίνει επικίνδυνος. Η πίεση του κορεσμού του αυξάνει ταχέως με την θερμοκρασία και η περιεχομένη θερμότητα είναι αρκετή για να επιφέρει σοβαρά εγκαύματα.

Η μονάδα έχει κατασκευαστεί με ασφαλή χαρακτηριστικά και διάφορες λειτουργίες όπως το επίπεδο συμπυκνώματος στον συσσωρευτή και η ταχύτητα περιστροφής της τουρμπίνας ελέγχονται και περιορίζονται αυτόματα. Οι παρακάτω οδηγίες περιγράφουν τις σημαντικότερες προφυλάξεις ασφαλείας που πρέπει να ληφθούν. Ο χειρίστης της μονάδας φέρει την άμεση ευθύνη για την ασφάλεια και πρέπει επομένως να είναι διεξοδικά εξοικειωμένος με κάθε όψη της μονάδας και της λειτουργίας της.

## **2.16.Καυστήρας**

Παρατηρείστε τις οδηγίες λειτουργιάς του καυστήρα προσεκτικά. Αν ο καυστήρας δεν ανάψει αμέσως ελέγχουμε για μια λάθος κατάσταση όπως περιγράφεται στο HandBook λειτουργιών του λέβητα. Συνεχής αποτυχία στην εκκίνηση του καυστήρα, δείχνει ότι ο καυστήρας χρειάζεται συντήρηση, ή ότι υπάρχει κάποιο πρόβλημα στο καύσιμο (λάθος τύπος, μόλυνση κ.τ.λ.).

Αποτυχία του καυστήρα να ανάψει μπορεί να έχει σαν συνέπεια μια συσσώρευση άκαυστου πετρελαίου στον Λέβητα, το οποίο μπορεί μεταγενέστερα να προκαλέσει έκρηξη και μεγάλη ζημία. Μην επιχειρήσετε πάνω από ΔΥΟ (2) προσπάθειες για να ανάψετε τον καυστήρα, χωρίς να ερευνήσετε την αίτια της αποτυχίας και χωρίς να ελέγξετε για να εξασφαλίσετε ότι άκαυστο πετρέλαιο δεν έχει συσσωρευτεί στον Λέβητα.

Είναι απαραίτητο να χρησιμοποιείται καύσιμο με τις σωστές προδιαγραφές. Διατηρείστε το καύσιμο καθαρό. Μην αντλείτε καύσιμο από τον πυθμένα του δοχείου καύσιμου. Διατηρείστε το δοχείο καύσιμου στεγανά κλεισμένο. Μην το ανοίγετε παρά όταν το γεμίζετε. Λάβετε μέτρα ώστε νερό, σκόνη, αμμοχάλικο κ.λπ. να μην εισέρθει στο δοχείο.

## **2.17.Λέβητας**

Ο λέβητας είναι βασικά ένας μετατροπέας θερμότητας, όπου θερμότητα μεταφέρεται από τα ζεστά αέρια της καύσης στο νερό, στο οποίο λαμβάνει χώρα μια αλλαγή φάσης σε ατμό.

Είναι απαραίτητο η θερμοκρασία των φλογοσωληνών (περιλαμβάνονται και οι σωλήνες του υπερθερμαντήρα) να διατηρείτε μέσα σε κάποια όρια ασφαλή και αυτό σημαίνει ότι πρέπει να τροφοδοτούμε με νερό τον λέβητα καθόλη την διάρκεια λειτουργιάς του. Αν η παροχή του νερού πέσει κάτω από κάποιο όριο ασφαλείας, οι σωλήνες μπορούν να υπερθερμανθούν προκαλώντας παραμόρφωση, εξασθένιση και ακόμα χειρότερα, σπάσιμο η έκρηξη κάτω από

πίεση. Κάτω από αυτές τις συνθήκες η θερμοκρασία του κεκορεσμένου ατμού θα ξεπεράσει το προκαθορισμένο όριο και ο λέβητας θα διακόψει αυτόματα την λειτουργία εάν πάρα πολύ νερό τροφοδοτεί τον λέβητα, το ίδιο θα συμβαίνει και στον συσσωρευτή.

Η πίεση στον λέβητα και τον συσσωρευτή θα αυξάνει και ο ρυθμός μεταφοράς θερμότητας από τα αέρια της καύσης θα είναι μεγαλύτερος από αυτόν που απαιτείται για να ικανοποιήσει την απαίτηση σε ατμό. Κοντρολάρισα της πίεσης επιτυγχάνεται, είτε μεταβαλλόντας τις απαιτήσεις σε ατμό, είτε μεταβαλλόντας τον ρυθμό ροής του καύσιμου. Σε κανονική λειτουργία ο ρυθμός ροής του καύσιμου κοντρολάρεται αν η πίεση του λέβητα ρυθμιστεί από τους διακόπτες πίεσης που είναι τοποθετημένοι μπροστά στον λέβητα.

Όταν απαιτείται λίγος ατμός αυτό θα έχει σαν συνέπεια να έχουμε υψηλότερη πίεση στον λέβητα, παρά στην περίπτωση που απαιτείται μεγάλη ποσότητα ατμού. Συμπερασματικά υψηλότερη ή χαμηλότερη πίεση λέβητα από την κανονική για μια δεδομένη απαίτηση ατμού, είναι αίτια για μια διερεύνηση στον καυστήρα ή στους σωλήνες του λέβητα για σχηματισμό πουρί. Ο λέβητας είναι εφοδιασμένος με δυο βαλβίδες ασφαλείας οι οποίες θα ελευθερώσουν τον ατμό αν η πίεση ξεπεράσει τα προκαθορισμένα όρια. Μην επεμβαίνετε στις βαλβίδες ασφαλείας. Αυτές πρέπει να ελέγχονται τακτικά για την σωστή λειτουργία τους μόνο από έμπειρο συντηρητή.

## **2.18.Οδηγίες για περισσότερη ασφάλεια**

Μην επιχειρήσετε να πραγματοποιήσετε συντήρηση ή μη επιτρεπόμενες ρυθμίσεις, ενώ η μονάδα λειτουργεί. Όταν ανοίγετε ή κλείνετε βαλβίδες ατμού πλήρως, πάντοτε σταματάτε περίπου 1/4 της στροφής πριν από το τέλος. Αυτό βοηθά να προστατεύετε η βαλβίδα από εμπλοκή που θα οφείλετε σε διαφορετική θερμική διαστολή όταν η μονάδα θερμαίνεται ή κρυώνει. Προστατευτικά γάντια ή χρήση γαλλικού κλειδιού συνίσταται για την λειτουργία χειροκίνητων βανών που είναι ζεστές. Μην κτυπάτε η

στραπατσάρετε τις προσόψεις των γυάλινων κουτιών όπου βρίσκονται τα μανόμετρα ή τους γυάλινους σωλήνες, δείκτες επιπέδου. Το σπάσιμο του γυαλιού μπορεί να αποβεί επικίνδυνο.

### **2.19.Συντήρηση**

Η συντήρηση της εγκατάστασης περιορίζεται στον συνήθη καθαρισμό ο οποίος πρέπει να γίνεται σε τακτικά χρονικά διαστήματα.

Στην περίπτωση που ο δείκτης του μετρητή ροής (επιπλευστήρας) δεν κινείται καλά μέσα στον γυάλινο σωλήνα εξαιτίας ακαθαρσιών ή πουρί από τον λέβητα μπορεί εύκολα ο μετρητής να βγει και να καθαριστεί μέσω των σχετικών εξαγωγικών βιδών και των φλαντζών που παρέχονται για την σύνδεση του στους σωλήνες.

Προκειμένου να αποφύγουμε την οξείδωση ή το πουρί στον λέβητα (τα οποία δημιουργούν στροβιλισμό του νερού και επηρεάζουν εκτός των άλλων και τον μετρητή ροής) συνιστάται να γεμίζουμε το σύστημα κλειστού κύκλου με αποσταγμένο ή απιονισμένο νερό. Αν χρησιμοποιείται νερό από το δίκτυο πόλεως, το οποίο έχει σκληρότητα 30°F, αυτό το νερό θα είναι αλκαλικό (pH 10 με 11). Για να αποτρέψουμε την δημιουργία πουρί στον λέβητα καλό θα ήταν να εισάγουμε 200 g από Solve soda ή ακόμα καλύτερα λίγο φωσφορικό κάλιο.

### **Καύσιμα για τους λέβητες**

Οι τρεις πιο κοινοί τύπου καυσίμων που χρησιμοποιούνται στους λέβητες ατμού, είναι άνθρακας, πετρέλαιο και αέριο. Εντούτοις, τα βιομηχανικά ή εμπορικά απόβλητα χρησιμοποιούνται επίσης σε ορισμένους λέβητες, μαζί με την ηλεκτρική ενέργεια για τους λέβητες ηλεκτροδίων.

### **Εκπομπές**

Ο άνθρακας περιέχει έναν μέσο όρο του θείου 1,5% (S) του βάρους του, αλλά αυτό το επίπεδο μπορεί να είναι τόσο υψηλό όσο 3% ανάλογα με όπου ο άνθρακας εξήχθη. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας καύσης :

1) το θείο θα συνδυαστεί με το οξυγόνο ( $O_2$ ) του αέρα για να διαμορφώσει  $SO_2$  ή  $SO_3$

2) το υδρογόνο (H) από τα καύσιμα θα συνδυαστεί με το οξυγόνο ( $O_2$ ) του αέρα για να διαμορφώσει το νερό  $H_2O$

Αφότου ολοκληρώνεται η διαδικασία καύσης, το  $SO_3$  θα συνδυαστεί με το νερό για να παραγάγει το θειικό οξύ το οποίο μπορεί να συμπυκνωθεί στο σωλήνα προκαλώντας τη διάβρωση εάν οι σωστές θερμοκρασίες σωλήνων δεν διατηρούνται. Εναλλακτικά, μεταφέρεται στην ατμόσφαιρα με τα αέρια σωλήνων. Αυτό το θειικό οξύ επιστρέφει πίσω στη γη με τη βροχή, προκαλώντας :

- 1) ζημία στη δομή των κτηρίων
- 2) κίνδυνος και ζημία στις εγκαταστάσεις

Η τέφρα που παράγεται από τον άνθρακα είναι ασήμαντη και μια αναλογία θα μεταφερθεί αναπόφευκτα με τα αέρια εξάτμισης, στο σωρό και θα αποβληθεί ως μοριακό θέμα στο περιβάλλον.

### **Πετρέλαιο**

Το πετρέλαιο που χρησιμοποιείται ως καύσιμο για τους λέβητες δημιουργείται από το υπόλειμμα που παράγεται από το ακατέργαστο πετρέλαιο αφότου έχει αποσταχτεί για να παραγάγει τα ελαφρύτερα πετρέλαια όπως το πετρέλαιο βενζίνης, παραφίνης, κηροζίνης, diesel ή αερίου. Οι διάφορες βαθμίδες είναι διαθέσιμες για να είναι κατάλληλες για τις διαφορετικές εκτιμήσεις λεβήτων οι βαθμοί είναι οι ακόλουθοι :

- 1) κατηγορία d – πετρέλαιο diesel ή αερίου
- 2) κατηγορία e – πετρέλαιο ελαφριών καυσίμων
- 3) κατηγορία f – μέσο πετρέλαιο καυσίμων
- 4) κατηγορία g – πετρέλαιο βαριών καυσίμων

Το πετρέλαιο άρχισε να καταπολεμά τον άνθρακα ως προτιμημένο καύσιμο λεβήτων την δεκαετία του 1950. Αυτό προήλθε περίπου εν μέρει από το τμήμα καυσίμων και την εγγυοδοσία της δύναμης της έρευνας στη βελτίωση των εγκαταστάσεων λεβήτων.

Τα πλεονεκτήματα του πετρελαίου έναντι του άνθρακα περιλαμβάνουν :

1) ένας πιο σύντομος χρόνος απόκρισης μεταξύ της απαίτησης και του απαραίτητου ποσού της παραγωγής του ατμού.

2) αυτό σημαίνει ότι λιγότερη ενέργεια έπρεπε να αποθηκευτεί στο νερό των λεβήτων. Ο λέβητας θα μπορούσε επομένως να είναι μικρότερος, εκπέμποντας τη λιγότερη θερμότητα στο περιβάλλον, με μια επακόλουθη βελτίωση στην αποδοτικότητα.

3) το μικρότερο μέγεθος επίσης σημαίνει ότι ο λέβητας χρειάστηκε λιγότερο διάστημα παραγωγής.

4) οι μηχανικοί θερμαστές αποβλήθηκαν, μειώνοντας το φόρτο εργασίας συντήρησης.

5) το πετρέλαιο περιέχει μόνο ίχνη τέφρας, αποβάλλοντας ουσιαστικά το πρόβλημα του χειρισμού και της διάθεσης τέφρας.

6) οι δυσκολίες που συναντήθηκαν με τη λήψη, την αποθήκευση και το χειρισμό του άνθρακα αποβλήθηκαν.

### **Αέριο**

Το αέριο είναι μια μορφή καυσίμων λεβήτων που είναι εύκολο να καεί, με πολύ λίγο αέρα. Τα αέρια καυσίμων είναι διαθέσιμα με δύο διαφορετικές μορφές :

1) φυσικό αέριο – αυτό είναι αέριο που έχει παραχθεί (φυσικά) υπόγεια. Χρησιμοποιείται στο φυσικό περιβάλλον του, (εκτός από την αφαίρεση των ακαθαρσιών), και περιέχει ένα μεγάλο μέρος του μεθανίου

2) υγροποιημένα αέρια πετρελαίου (LPG) – αυτά είναι αέρια που παράγονται από τον καθαρισμό πετρελαίου και αποθηκεύονται έπειτα από πίεση σε μια υγρή κατάσταση μέχρι να χρησιμοποιηθεί. Οι πιο κοινές μορφές των LPG είναι προπάνιο και βουτάνιο. Προς το τέλος του 1960 η διαθεσιμότητα του φυσικού αερίου οδήγησε στις περαιτέρω εξελίξεις στους λέβητες.

Τα πλεονεκτήματα της καύσης αερίου πέρα από την καύση πετρελαίου περιλαμβάνουν :

- 1) το αέριο είναι διοχετευμένο σε σωλήνες στο λεβητοστάσιο
- 2) μόνο ένα ίχνος θείου είναι παρόν στο φυσικό αέριο, σημαίνοντας ότι το ποσό θεικού οξέος στο αέριο σωλήνων είναι ουσιαστικά μηδέν.

### **Απόβλητα ως αρχικά καύσιμα**

Υπάρχουν δύο πτυχές σε αυτό :

- 1) τα απόβλητα καίγονται για να παράγουν τη θερμότητα η οποία χρησιμοποιείται για να παραγάγει τον ατμό.
- 2) η θερμότητα των αποβλήτων. Καυτά αέρια από μια διαδικασία, μπορεί να κατευθυνθούν μέσω ενός λέβητα με στόχο τη βελτίωση της αποδοτικότητας των εγκαταστάσεων. Τα συστήματα αυτού του τύπου ποικίλλουν ανάλογα με την απαίτηση του ατμού μέσα στις εγκαταστάσεις. Εάν δεν υπάρχει καμία απαίτηση διαδικασίας για τον ατμό, ο ατμός μπορεί να υπερθερμανθεί και να χρησιμοποιηθεί έπειτα για την ηλεκτρική παραγωγή.

### **Ποια καύσιμα χρησιμοποιούνται**

Η επιλογή των καυσίμων είναι προφανώς πολύ σημαντική, δεδομένου ότι θα ασκήσουν σημαντική επίδραση στις δαπάνες και την ευελιξία των εγκαταστάσεων λεβήτων.

Οι παράγοντες που χρειάζονται εκτίμηση, περιλαμβάνουν :

- 1) το κόστος των καυσίμων για λόγους σύγκρισης

2) κόστος στον εξοπλισμό το κόστος του καυστήρα και το σχετικό εξοπλισμό για να ταιριάζει το καύσιμο που θα επιλεγθεί, και τα πρότυπα εκπομπής που πρέπει να παρατηρηθούν

### **Ασφάλεια του ανεφοδιασμού**

Το αέριο, μπορεί να είναι διαθέσιμο στα συμφέροντα ποσοστά, υπό τον όρο ότι ένας διακοπτόμενος ανεφοδιασμός μπορεί να γίνει αποδεκτός. Αυτό σημαίνει ότι η επιχείρηση αερίου θα παράσχει τα καύσιμα ενώ έχουν ένα πλεόνασμα. Εντούτοις, πρέπει να απαιτήσει για την προσέγγιση καυσίμων τα όρια του ανεφοδιασμού, κατόπιν ο ανεφοδιασμός μπορεί να κοπεί, ίσως σε πολύ σύντομο χρονικό διάστημα.

Σαν εναλλακτική λύση, οι χρήστες λεβήτων μπορούν να επιλέξουν, να καθορίσουν διπλούς καυστήρες καυσίμων που μπορούν να πυροδοτήσουν το αέριο όταν είναι διαθέσιμο στο χαμηλότερο δασμολόγιο. Η διπλή δυνατότητα καυσίμων είναι προφανώς μια ακριβότερη κύρια επιλογή, και η πιθανότητα του αερίου που δεν είναι διαθέσιμου μπορεί να είναι μικρή. Εντούτοις, το κόστος του χρόνου διακοπής εγκαταστάσεων λόγω της μη διαθεσιμότητας του ατμού είναι συνήθως σημαντικά μεγαλύτερο από το συμπληρωματικό κόστος.

### **Αποθήκευση καυσίμων**

Δεν αποτελεί θέμα, όταν χρησιμοποιείται ένας ανεφοδιασμός αερίου κεντρικών αγωγών, εκτός αν χρησιμοποιείται ένα διπλό σύστημα καυσίμων. Εντούτοις, γίνεται σταδιακά ζήτημα εάν το εμφιαλωμένο αέριο, τα ελαφριά πετρέλαια, τα βαριά πετρέλαια και τα στερεά καύσιμα χρησιμοποιούνται.

Τα ζητήματα περιλαμβάνουν :

- 1) πόσο καύσιμο πρόκειται να αποθηκευτεί
- 2) πώς να αποθηκεύσει ακίνδυνα τα ιδιαίτερα καύσιμα υλικά
- 3) πόσο κοστίζει για να διατηρηθεί η θερμοκρασία των βαριών πετρελαίων έτσι ώστε να έχουμε ένα κατάλληλο ιξώδες για τον εξοπλισμό



## **Σχέδιο λεβήτων**

Ο κατασκευαστής λεβήτων πρέπει να γνωρίζει τα καύσιμα που χρησιμοποιούνται κατά τον σχεδιασμό ενός λέβητα. Αυτό είναι επειδή τα διαφορετικά καύσιμα παράγουν τις διαφορετικές θερμοκρασίες φλογών και τα χαρακτηριστικά καύσης.

Παράδειγμα:

1) Το πετρέλαιο παράγει μια φωτεινή φλόγα και ένα μεγάλο ποσοστό της θερμότητας μεταφέρεται από την ακτινοβολία μέσα στο φούρνο

2) Το αέριο παράγει μια διαφανή μπλε φλόγα, και ένα χαμηλότερο ποσοστό της θερμότητας μεταφέρεται από την ακτινοβολία μέσα στο φούρνο

Όταν ένας λέβητας που σχεδιάζεται μόνο για χρήση με πετρέλαιο, μια αλλαγή των καυσίμων σε αέριο ή σε μαζούτ μπορεί να οδηγήσει τα αέρια σε υψηλότερη θερμοκρασία που προκαλούν τις πρόσθετες θερμικές πιέσεις, και που οδηγούν στην πρόωρη αποτυχία λεβήτων.

## **Στόχοι λεβήτων**

Οι στόχοι ενός λέβητα είναι :

1) Να απελευθερώσει την ενέργεια στα καύσιμα όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερα

2) Να μεταφέρει την απελευθερωμένη ενέργεια στο νερό, για να παραγάγει τον ατμό όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερα

3) Να χωρίσει τον ατμό από το νερό έτοιμο για την εξαγωγή στις εγκαταστάσεις, όπου η ενέργεια μπορεί να μεταφερθεί στη διαδικασία όσο το δυνατόν αποτελεσματικότερα. Διαφορετικοί τύποι λεβήτων έχουν αναπτυχθεί για να ταιριάζουν τις διάφορες εφαρμογές ατμού.

## **2.20.Διάφοροι τύποι λεβήτων**

### **Τύποι ατμολεβητών**

Στη συνέχεια θα γίνει μια σύντομη αναφορά στους διάφορους τύπους ατμολεβητών, που θα επέχει ταυτόχρονα και θέση ιστορικής εξέλιξης των κατασκευών αυτών.

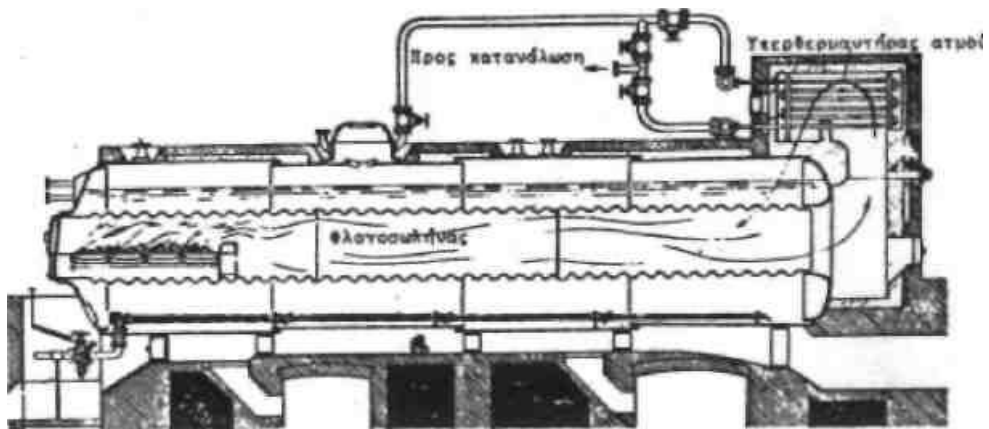
### **Κυλινδρικοί ατμολέβητες ή ατμολέβητες με μεγάλο υδροθάλαμο**

#### **Κυλινδρικοί ατμολέβητες με φλογοσωλήνα**

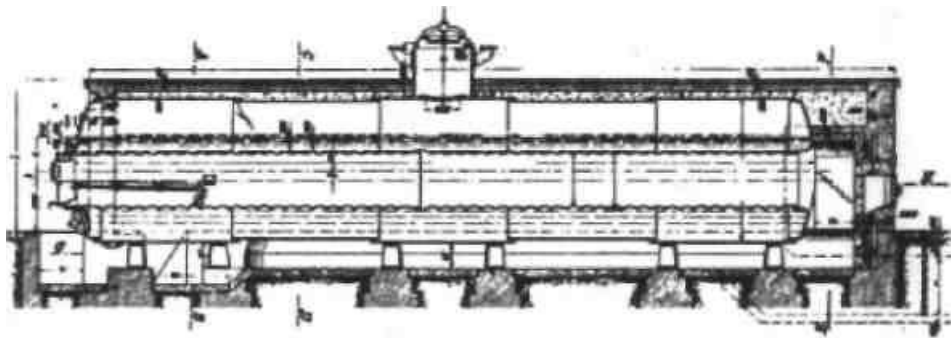
Οι πρώτοι ουσιαστικά ατμολέβητες, που κατασκευάζονται, είναι κυλινδρικά δοχεία, όπου υπάρχουν εγκατεστημένοι, παράλληλα με τον κεντρικό άξονα του δοχείου, ένας, δύο ή και περισσότεροι φλογοσωλήνες. Ατμολέβητες με τρεις και τέσσερις φλογοσωλήνες χρησιμοποιούνται σαν ναυτικοί ατμολέβητες.

Ο υπερθερμαντήρας σ' αυτόν τον τύπο ατμολεβητών τοποθετείται μέσα στον καπνοθάλαμο. Το ίδιο συμβαίνει και με τον οικονομητήρα. Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζονται ορισμένες διατάξεις ατμολεβητών με φλογοσωλήνα.

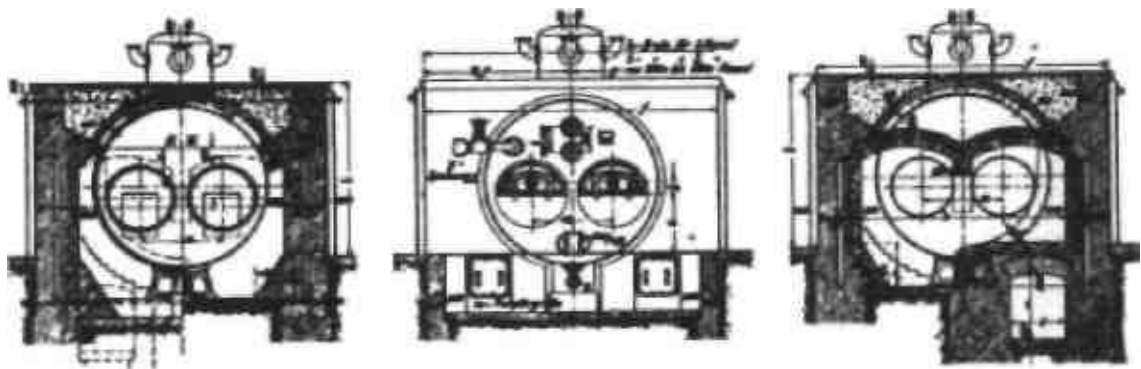
Στον πίνακα IV αναφέρονται κατασκευαστικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά ατμολεβητών με φλογοσωλήνα.



Διαμήκης τομή Ατμολέβητα με ένα φλογοσωλήνα & υπερθερμαντήρα ατμού



Διαμήκης και εγκάρσιες τομές ατμολέβητα με δύο φλογοσωλήνες



## ΠΙΝΑΚΑΣ IV

### Κατασκευαστικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά ατμολεβήτων με φλογοσωλήνα

		Ατμολέβητες με ένα φλογοσωλήνα	Ατμολέβητες με δύο φλογοσωλήνες
Θερμαινόμενη επιφάνεια	m <sup>2</sup>	20 - 55	50 - 150
Πίεση λειτουργίας	at	16 - 20	16 - 20
Διάμετρος τυμπάνου D	m	1,5 - 1,8	2 - 2,6
Μήκος τυμπάνου	m	4,1 - 9	5,8 - 12,4
Μέγιστη / ελάχιστη διάμετρος φλογοσωλήνα	m	0,8 / 0,7 - 0,9 / 0,8	0,8 / 0,7 - 1,1 / 1,0
Ύψος κατώτερης στάθμης νερού από υψηλότερο σημείο της επιφάνειας του φλογοσωλήνα	m	0,1 D + 0,01	0,1 D + 0,02
Απόσταση κέντρων τυμπάνου και φλογοσωλήνα:			
A) οριζόντια	m	0,1 D	0,25 D - 0,035
B) κάθετα	m	0,1 D	0,1 D - 0,07
Λόγος μάζας περιεχομένου νερού προς ατμοπαραγωγή	kg : kg/h	8 - 10	7,2 - 8,8
Λόγος όγκου περιεχομένου νερού προς θερμαινόμενη επιφάνεια	m <sup>3</sup> : m <sup>2</sup>	0,2 - 0,25	0,18 - 0,22
Ειδική ατμοποίηση	kg / m <sup>2</sup> h	25	25
Ατμοπαραγωγή	kg / h	1400	3500

### Κυλινδρικοί ατμολέβητες με φλογοσωλήνα και αεριαυλούς

Η προσπάθεια βελτίωσης του βαθμού απόδοσης με αύξηση της θερμαινόμενης επιφάνειας, οδήγησε σε μεταγενέστερες κατασκευές, όπου τα καυσαέρια εγκαταλείποντας το φλογοσωλήνα διοχετεύονται μέσα από αεριαυλούς, μικρής σχετικά διαμέτρου για να καταλήξουν στον καπνοθάλαμο και στην καπνοδόχο. Οι αεριαυλοί όπως και ο φλογοσωλήνας ψύχονται από το προς ατμοποίηση νερό.

Οι πρώτες κατασκευές του τύπου αυτού ήταν με μια διαδρομή καυσαερίων. Εδώ εντοπίζονται οι συγκεκριμένοι τύποι:

α) Ο ατμολέβητας τύπου HO LL AND

β) Ο ατμολέβητας ατμάμαξας

### ΠΙΝΑΚΑΣ V

#### Γενικά χαρακτηριστικά στοιχεία ατμολεβήτων τύπου HOLLAND

Χαρακτηριστικό	Μονάδα	Συνήθεις τιμές
Θερμαινόμενη επιφάνεια	m <sup>2</sup>	150 και άνω
Πίεση λειτουργίας	at	μέχρι 15
Διάμετρος τυμπάνου	m	2,1 - 2,85
Μήκος	m	4 - 5,5
Διάμετρος φλογοσωλήνα	m	1,25 / 1,35 - 1,9 / 2
Διάμετρος αεριαυλών	mm	108 / 100,5 - 121 / 113
Ειδική ατμοποίηση	kg / m <sup>2</sup> h	20 - 27
Ατμοπαραγωγή	t / h	μέχρι περίπου 4,1

### ΠΙΝΑΚΑΣ VI

#### Γενικά χαρακτηριστικά στοιχεία ατμολεβήτων ατμάμαξας

Χαρακτηριστικό	Μονάδα	Συνήθεις τιμές
Θερμαινόμενη επιφάνεια	m <sup>2</sup>	310 (Γερμανία), 750 (ΗΠΑ)
Πίεση λειτουργίας	at	20, συνήθως 16
Θερμοκρασία ατμού	oC	μέχρι 400
Μέγιστη ατμοπαραγωγή	t / h	18 (Γερμανία), 47 (ΗΠΑ)
Ειδική ατμοποίηση	kg / m <sup>2</sup> h	55 - 60

Οι ατμολέβητες τύπου CAPUS και τύπου HOWDEN-JOHNSEN είναι ο πρώτοι ατμολέβητες όπου εμφανίζονται υδραυλοί. Στους λέβητες αυτούς και

στο χώρο αναστροφής των καυσαερίων, τοποθετούνται υδραυλοί για τη βελτίωση της κυκλοφορίας του νερού και την αύξηση της απόδοσης.

Ο ατμολέβητας τύπου CAPUS βελτιώνει την κυκλοφορία σε εγκάρσια φορά, ενώ ο ατμολέβητας τύπου HOWDEN-JOHNSEN, με διαφορετική σύνδεση των υδραυλών, δίνει τη δυνατότητα της ανακύκλωσης κατά μήκος του ατμολέβητα.

### **Υδραυλωτοί ατμολέβητες ή ατμολέβητες με μικρό υδροθάλαμο**

Οι πρώτες κατασκευές υδραυλωτών ατμολεβήτων παρουσιάζουν χρονικά μια φάση καθυστέρησης συγκριτικά με την εξέλιξη των κυλινδρικών ατμολεβήτων. Η επιτακτική ανάγκη όμως για υψηλότερες πιέσεις λειτουργίας, μεγαλύτερη ατμοπαραγωγή και καλλίτερους βαθμούς απόδοσης, οδήγησε σχετικά σύντομα στην κατασκευή υδραυλωτών ατμολεβήτων φυσικής κυκλοφορίας με την παρακάτω χρονολογική σειρά.

Υδραυλωτοί ατμολέβητες με στοιχεία και υδροθάλαμο τοποθετημένο κατά μήκος των στοιχείων

Εδώ έγινε υποδιαίρεση του μεγάλου υδροθαλάμου σε μια σειρά μικρότερων υδροθαλάμων σε υδραυλούς, που συνδέονται παράλληλα μεταξύ τους συλλέκτες.

Ο συλλέκτης διανομής συνδέεται με αυλούς καθόδου με τον υδροθάλαμο.

Ο ατμοσυλλέκτης συνδέεται με αυλούς ανόδου με τον ατμοθάλαμο.

Στον πίνακα VII δίνονται ορισμένα γενικά χαρακτηριστικά στοιχεία ατμολεβητών του τύπου αυτού.

## ΠΙΝΑΚΑΣ VII

### Γενικά χαρακτηριστικά ατμολεβήτων με στοιχεία και υδροθάλαμο τοποθετημένο κατά μήκος των στοιχείων

Χαρακτηριστικό	Μονάδα	Συνήθεις τιμές
Επιφάνεια συναλλαγής θερμότητας (για ατμολέβητα με έναν υδροθάλαμο)	m <sup>2</sup>	50 - 250
Ειδική ατμοποίηση	kg / m <sup>2</sup> h	μέχρι 50
Πίεση λειτουργίας	at	μέχρι 40
Διάμετρος τυμπάνου υδροθαλάμου	mm	800 - 1800
Μήκος τυμπάνου υδροθαλάμου	m	μέχρι 7
Εξωτερική / εσωτερική διάμετρος υδραυλών	mm	101,6 / 94,4 - 82,5 / 16,1
Μήκος υδραυλών	m	μέχρι 5,5
Κατακόρυφο βήμα υδραυλών		
A) για κανονική διάταξη δέσμης	mm	170
B) για ρομβοειδή διάταξη δέσμης	mm	152
Λόγος όγκου περιεχομένου νερού προς επιφάνεια συναλλαγής θερμότητας	m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup>	0,06 - 0,1
Λόγος μάζας περιεχομένου νερού προς ατμοπαραγωγή	kg : kg /h	1,2 - 2
Ατμοπαραγωγή	t / h	2 - 12,5
Αριθμός σειρών υδραυλών (κατά τη διεύθυνση ροής των καυσαερίων)		8 - 10

### Υδραυλωτοί ατμολέβητες με στοιχεία και υδροθάλαμο τοποθετημένο εγκάρσια στα στοιχεία

Διαπιστώθηκε, ότι με μια απλή παραλλαγή του προηγούμενου τύπου ατμολεβητών, εγκαθιστώντας δηλαδή τον υδροθάλαμο εγκάρσια προς τη δέσμη των υδραυλών, αποκτάται μία κατασκευή με αυξημένη ειδική φόρτιση θερμαινόμενης επιφάνειας. Ο ατμολέβητας αυτός αποτελεί ουσιαστικά την απαρχή κατασκευής μεγάλων ατμολεβητών και πρωτοκατασκευάστηκε από τον αμερικανικό οίκο BABCOCK & WILCOX.

Στον πίνακα VIII αναφέρονται ορισμένα κατασκευαστικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά στοιχεία ατμολεβητών του τύπου αυτού.

## ΠΙΝΑΚΑΣ VIII

**Κατασκευαστικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά υδραυλωτών ατμολεβήτων με στοιχεία και υδροθάλαμο τοποθετημένο εγκάρσια στα στοιχεία.**

Χαρακτηριστικό	Μονάδα	Απλής διαδρομής καυσαερίων	Διπλής διαδρομής καυσαερίων	Τριπλής διαδρομής καυσαερίων
Επιφάνεια συναλλαγής θερμότητας	m <sup>2</sup>	μέχρι 2400	μέχρι 2400	μέχρι 2400
Ειδική ατμοποίηση	kg / m <sup>2</sup> h	65 - 100	60 - 70	40 - 68
Πίεση λειτουργίας	at	μέχρι 125	μέχρι 125	μέχρι 125
Διάμετρος υδροθαλάμου	m	1 - 1,8	1 - 1,8	1 - 1,8
Μήκος υδροθαλάμου	m	μέχρι 12	12	12
Εξωτερική διάμετρος υδραυλών ατμοποίησης	mm	82,5 - 101,6	82,5 - 101,6	82,5 - 101,6
Μήκος υδραυλών ατμοποίησης	m	5 - 5,5	5 - 6	5 - 6,5
Αριθμός σειρών υδραυλών (κατά τη διεύθυνση ροής των καυσαερίων)		4 - 8	4 - 10	6 - 10
Λόγος όγκου περιεχομένου νερού προς επιφάνεια συναλλαγής θερμότητας	m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup>	0,05	0,05	0,05
Λόγος μάζας περιεχομένου νερού προς ατμοπαραγωγή	kg : kg / h	0,8 - 0,5	0,8 - 0,7	1,2 - 0,7
Ατμοπαραγωγή	t / h	μέχρι 240	μέχρι 240	μέχρι 240

### Ατμολέβητες με όρθιους αυλούς

Αντίθετα με την προηγούμενη κατηγορία υδραυλωτών ατμολεβητών, όπου οι ευθείς υδραυλοί παρουσίαζαν μεγάλη απόκλιση από την κατακόρυφο, στη συγκεκριμένη κατηγορία ατμολεβητών οι αυλοί, που συνδέουν ατμοθάλαμο και υδροθάλαμο, τοποθετούνται κατακόρυφοι ή σχεδόν κατακόρυφοι.

Η κατασκευή, που προκύπτει έχει τη δυνατότητα να παραλάβει πολύ μεγαλύτερες διαστολές στους υδραυλούς από ότι η προηγούμενη κατασκευή στα στοιχεία. Έτσι, η θερμική φόρτιση των ατμολεβητών αυτών μπορεί να αυξηθεί ουσιαστικά.

Οι ατμολέβητες της κατηγορίας αυτής εμφανίζονται σε τρεις τύπους, ανάλογα με τον αριθμό των τύμπανων (ατμοθαλάμων - υδροθαλάμων), που διαθέτουν.



Στον πίνακα ΙΧ αναφέρονται κατασκευαστικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά στοιχεία ατμολεβητών με όρθιους αυλούς.

### ΠΙΝΑΚΑΣ ΙΧ

#### Κατασκευαστικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά στοιχεία ατμολεβήτων με όρθιους αυλούς και ατμολεβήτων ακτινοβολίας.

Χαρακτηριστικό	Μονάδα	Ατμολέβητες με τρεις ή δύο υδροθαλάμους	Ατμολέβητες με έναν υδροθάλαμο και ατμολέβητες ακτινοβολίας
Επιφάνεια συναλλαγής θερμότητας	m <sup>2</sup>	100 - 8500 και άνω	
Ειδική ατμοποίηση	kg / m <sup>2</sup> h	35 - 70 (τρεις υδροθάλαμοι) 50 - 80 (δύο υδροθάλαμοι)	8 - 180
Πίεση λειτουργίας	at	8 - 40 και άνω	32 - 160
Θερμοκρασία υπέρθερμου ατμού	°C	450	450 - 550
Διάμετρος υδροθαλάμου	m	1,2 - 1,9	1,2 - 1,9
Μήκος υδροθαλάμου	m	μέχρι 16	μέχρι 16
Εξωτερική διάμετρος υδραυλών επιφάνειας ατμοποίησης	mm	70 - 82,5	51 - 57 - 70 - 82,5
Εξωτερική διάμετρος σωλήνων υπερθερμαντήρα	mm	38 - 31,8	38 - 31,8
Εξωτερική διάμετρος σωλήνων προθερμαντήρα νερού	mm	38 - 31,8	38 - 31,8
Όγκος περιεχομένου νερού ανά m <sup>2</sup> επιφάνειας συναλλαγής θερμότητας	m <sup>3</sup> / m <sup>2</sup>	0,08 - 0,05	0,042
Μάζα περιεχομένου νερού προς ατμοπαραγωγή	kg : kg / h	1,6 - 0,63	0,3
Ατμοπαραγωγή	t / h	5 - 30 και άνω	10 - 1500 και άνω
Θερμική φόρτιση θαλάμου καύσης για κονιοποιημένο στερεό καύσιμο	kcal / m <sup>3</sup> h	140.000 - 220.000	

## Ατμολέβητες ακτινοβολίας

Οι ατμολέβητες ακτινοβολίας δεν διαφέρουν κατασκευαστικά από τους ατμολέβητες με όρθιους αυλούς και με ένα τύμπανο (ατμοϋδροθάλαμος). Εδώ ο χώρος καύσης μεγαλώνει και επενδύεται με τους αυλούς, έτσι ώστε ένα μεγάλο μέρος της θερμότητας να μεταφέρεται στο «εργαζόμενο μέσο» με ακτινοβολία.

## Ατμολέβητες εξαναγκασμένης ροής

Οι ατμολέβητες εξαναγκασμένης ροής είναι οι μόνοι, που είναι σε θέση να λειτουργήσουν σε υπερκρίσιμες πιέσεις. Κι αυτό επειδή δεν διαθέτουν ατμοθάλαμο ή υδροθάλαμο. Δεν υπάρχει λοιπόν η ανάγκη διαχωρισμού των δύο φάσεων ατμού-νερού.

Οι ατμολέβητες αυτοί, έχοντας μικρή περιεκτικότητα σε νερό, παρουσιάζουν μεν το πλεονέκτημα του μικρού χρόνου ατμοποίησης, αλλά και το μειονέκτημα να είναι πολύ ευαίσθητοι σε απότομες μεταβολές φορτίου. Για την προστασία τους απαιτούνται διατάξεις ρύθμισης τροφοδοτικού νερού και καυσίμου μεγάλης ακρίβειας και ευαισθησίας.

Στον πίνακα X αναφέρονται ορισμένα χαρακτηριστικά στοιχεία ατμολεβητών τύπου BENSON.

## ΠΙΝΑΚΑΣ X

### Κατασκευαστικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά στοιχεία ατμολεβητών εξαναγκασμένης ροής τύπου BENSON

Χαρακτηριστικό	Μονάδα	Συνήθεις τιμές
Ατμοπαραγωγή	t / h	20 - 1000 με δυνατότητες και μεγαλύτερης ατμοπαραγωγής
Πίεση λειτουργίας	at	40 - 350
Θερμοκρασία υπέρθερμου ατμού	°C	μέχρι 650
Εξωτερική διάμετρος υδραυλών	mm	32,38
Πτώση πίεσης στον ατμολέβητα	at	30 - 45

## **ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΕΣ**

Ατμολέβητες ορίζονται γενικά τα κλειστά εκείνα δοχεία, όπου με πίεση μεγαλύτερη από την ατμοσφαιρική παράγεται ατμός για οποιαδήποτε χρήση.

Στους ατμολέβητες, η χημική ενέργεια του καυσίμου μετατρέπεται κατά την καύση σε θερμική ενέργεια. Μέσα από διάφορες επιφάνειες η παραγόμενη θερμική ισχύς μεταφέρεται στο "εργαζόμενο μέσο" νερό-ατμός, με στόχο την παραγωγή ατμού συγκεκριμένης επιθυμητής κατάστασης (πίεσης και θερμοκρασίας).

Το "εργαζόμενο μέσο" είναι πια ο φορέας της θερμικής ενέργειας. Αυτή μπορεί να μετατραπεί σε μια άλλη ενεργειακή μορφή, για παράδειγμα μηχανικό έργο, που αποδίδεται από έναν ατμοστρόβιλο ή μια παλινδρομική ατμομηχανή.

### **Παραγωγή ατμού**

Ατμός παράγεται θεωρητικά με δύο τρόπους:

- α) Με πτώση της πίεσης
- β) Με παροχή θερμότητας

### **Ατμοποίηση με πτώση της πίεσης**

Αν μειωθεί απότομα η πίεση ποσότητας νερού, που βρίσκεται σε θερμοκρασία βρασμού, παράγεται ατμός χωρίς εξωτερική παροχή θερμότητας. Η διαφορά της ενθαλπίας μεταξύ της αρχικής και της τελικής κατάστασης είναι εκείνη η ποσότητα θερμότητας, που διατίθεται εσωτερικά στο σύστημα για την παραγωγή του ατμού. Η παραγωγή ατμού σταματάει, όταν η θερμοκρασία εξισωθεί με την θερμοκρασία βρασμού, που αντιστοιχεί στη μειωμένη τελική πίεση.

Ενώ με τον τρόπο αυτό δεν μπορεί να αντιμετωπισθεί συνεχής παραγωγή ατμού, όπως άλλωστε είναι ευκολονόητο, το φαινόμενο αυτό έχει ουσιαστική σημασία για τη λειτουργία του ατμολέβητα. Όταν η λήψη ατμού από έναν ατμολέβητα αυξάνει απότομα, χωρίς να αυξάνεται αντίστοιχα και η

προσδιδόμενη θερμική ισχύς, χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή, γιατί ακολουθεί μια απότομη πτώση της πίεσης και ο ελεγχόμενος βρασμός του περιεχόμενου του ατμολέβητα. Δημιουργούνται τότε φυσαλίδες ατμού, που προκαλούν συνήθως προβλήματα κυκλοφορίας. Πρέπει τότε να είναι δυνατή η αποθήκευση ατμού, για να ξεπερασθεί το χρονικό διάστημα, που απαιτείται για να καλυφθεί η καθυστέρηση της ατμοποίησης με την αύξηση της προσδιδόμενης θερμικής ισχύος. Αντίθετα, όταν αυξηθεί η πίεση, η παραγωγή ατμού με σταθερή θερμική ισχύ μειώνεται.

### **Παραγωγή ατμού με παροχή θερμότητας από εξωτερική πηγή**

Κατά την καύση, η χημική ενέργεια του καυσίμου μετατρέπεται σε θερμική ενέργεια. Είτε με ακτινοβολία στον άμεσο χώρο της καύσης είτε με επαφή, η παραγόμενη θερμότητα μεταδίδεται στο "εργαζόμενο μέσο" νερό-ατμός. Το νερό θερμαίνεται και εξατμίζεται και ο ατμός υπερθερμαίνεται σε ανεξάρτητα μεταξύ τους τμήματα μέσα στον ατμολέβητα.

Ένα μέρος από την ποσότητα θερμότητας, που απαιτείται για τη θέρμανση του νερού μέχρι το σημείο βρασμού μεταδίδεται από τα καυσαέρια στο νερό στον προθερμαντήρα του ατμολέβητα, που ονομάζεται και οικονομητήρας (Economizer).

Το υπόλοιπο μέρος της παραπάνω θερμότητας, όπως και η θερμότητα, που απαιτείται για την εξάτμιση του νερού, μεταφέρεται μέσα από τη θερμαινόμενη επιφάνεια εξάτμισης του ατμολέβητα. Η θερμότητα, που απαιτείται για την υπερθέρμανση του ατμού, μεταβιβάζεται σ' αυτόν μέσα από τη θερμαινόμενη επιφάνεια υπερθέρμανσης στον υπερθερμαντήρα.

Το μέγεθος των θερμαινόμενων επιφανειών του ατμολέβητα εξαρτάται από τα παρακάτω κριτήρια:

- από την αντίστοιχη ποσότητα θερμότητας, που πρέπει να μεταδοθεί και που είναι μια άμεση συνάρτηση της πίεσης λειτουργίας

- από τη γεωμετρική διαμόρφωση των θερμαινόμενων επιφανειών, που επιδρά άμεσα στις συνθήκες μετάδοσης θερμότητας και από τη θέση των θερμαινόμενων επιφανειών μέσα στον ατμολέβητα, επειδή από αυτήν εξαρτάται άμεσα η διαφορά θερμοκρασίας καυσαερίων και “εργαζόμενου μέσου”.

### **Παράμετροι που περιγράφουν την αποδοτικότητα ατμολεβητών**

Η αποδοτικότητα γενικά ενός μεταλλάκτη θερμότητας κρίνεται από το ποσό θερμότητας, που μεταφέρεται από το θερμαίνον ρευστό στο θερμαινόμενο κατά τη ροή τους μέσα από τη συσκευή.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση των ατμολεβητών, η εφαρμογή της παραπάνω γενικής αρχής για τη μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας επηρεάζεται ουσιαστικά από δύο βασικούς περιορισμούς. Ο πρώτος είναι, ότι τα καυσαέρια δεν επιτρέπεται να ψυχθούν κάτω από ορισμένες ελάχιστες θερμοκρασίες, όπως θα διαπιστωθεί και αιτιολογημένα στη συνέχεια. Ο δεύτερος εντοπίζεται στο ότι επειδή πρόκειται για ακριβές κατασκευές, η έννοια της αποδοτικότητας πρέπει να συνδεθεί και με οικονομικά κριτήρια, όπως αρχική επένδυση, απόσβεση και κόστος αντικατάστασης σε περίπτωση φθοράς.

Η τεχνολογία κατασκευής ατμολεβητών έχει εξελιχθεί σε τέτοιο βαθμό, ώστε να δίνεται η δυνατότητα του καθορισμού διαφόρων παραμέτρων από στατιστικά στοιχεία κατασκευών, που περιγράφουν το μέγεθος των ατμολεβητών ή και τμημάτων τους. Έτσι η αποδοτικότητα των κατασκευών αυτών κυμαίνεται σε ανεκτά όρια βαθμού απόδοσης, χωρίς όμως οι κατασκευές να επιβαρύνονται οικονομικά σε απαράδεκτο βαθμό, ούτε και να κινδυνεύουν από υπερβολική καταπόνηση.

Αυτές οι παράμετροι βοηθούν άμεσα στον πρώτο κατά προσέγγιση υπολογισμό ενός ατμολέβητα. Μπορούν όμως και να χρησιμοποιηθούν σαν στοιχεία σύγκρισης μεταξύ διάφορων κατασκευών ατμολεβητών, όπως και σαν στοιχεία κρίσης κατά την παραλαβή και εγκατάσταση ενός ατμολέβητα.

## **Εξατμιστική ικανότητα καυσίμου**

Σαν πρώτη παράμετρος χρησιμοποιήθηκε η εξατμιστική ικανότητα του καυσίμου, δηλαδή ο λόγος της ωριαίας ατμοπαραγωγής προς την ωριαία κατανάλωση καυσίμου.

Αν και η εξατμιστική ικανότητα του καυσίμου εμφανίζεται σαν ένα ορθολογικό κριτήριο χαρακτηρισμού ατμολεβητών, στην εφαρμοσμένη τεχνική έχει αποδειχθεί, ότι δεν είναι το κατάλληλο μέγεθος σύγκρισης μεταξύ διάφορων κατασκευών, ούτε δίνει τη δυνατότητα υπολογισμού, έστω και κατά προσέγγιση, του μεγέθους του ατμολέβητα ή και τμημάτων του.

## **Ειδική ατμοποίηση**

Η παράμετρος αυτή, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν ένα γενικό μέτρο σύγκρισης μεταξύ διάφορων κατασκευών ατμολεβητών, εκφράζει την ωριαία ατμοπαραγωγή αναγόμενη στη μονάδα επιφάνειας συναλλαγής θερμότητας στον ατμολέβητα.

Είναι ευνόητο, ότι η παράμετρος αυτή δίνει μια γενική εικόνα του μεγέθους του ατμολέβητα, δεν μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό των διάφορων τμημάτων του, έστω και κατά προσέγγιση.

## **Συντελεστές θερμικής φόρτισης**

Συντελεστές θερμικής φόρτισης, που αναφέρονται στην εκλυόμενη θερμότητα στο χώρο καύσης. Οι δύο συντελεστές θερμικής φόρτισης, χαρακτηρίζουν τη διαδικασία της καύσης και αποτελούν κριτήριο για το μέγεθος του χώρου, όπου συντελείται η καύση.

## **Ειδική φόρτιση Θαλάμου καύσης**

Ο συντελεστής αυτός χρησιμοποιείται ιδιαίτερα σε ατμολέβητες υγρού ή αερίου καυσίμου, ή σε λέβητες όπου χρησιμοποιείται μεν στερεό καύσιμο αλλά σε κονιοποιημένη μορφή, που εκτοξεύεται στο χώρο καύσης, όπου δηλαδή

διαμορφώνεται μια φλόγα μεγάλου όγκου, που καταλαμβάνει ένα μεγάλο μέρος του Θαλάμου καύσης.

Η ειδική Θερμική φόρτιση του Θαλάμου καύσης εκφράζει το ποσό της Θερμικής ισχύος, που αποδίδεται στη μονάδα όγκου του Θαλάμου καύσης, χαρακτηρίζει λοιπόν το μέγεθος του και είναι ένα μέτρο για το χρόνο παραμονής του καυσίμου στο θάλαμο καύσης.

### **Συντελεστές φόρτισης, που αναφέρονται στον ατμοθάλαμο**

Ο ατμοθάλαμος, ο χώρος δηλαδή όπου συλλέγεται ο ξηρός κορεσμένος ατμός και διοχετεύεται είτε στο δίκτυο κατανάλωσης, είτε στον υπερθερμαντήρα, με σκοπό τη συνέχιση της παραλαβής θερμότητας και την υπερθέρμανση του είναι ένα τμήμα του ατμολέβητα, όπου μπορεί να προκληθούν διάφορα προβλήματα, όταν δεν έχει τις κατάλληλες διαστάσεις. Προηγούμενα, αναφέρθηκε για παράδειγμα, ότι σε εγκαταστάσεις, όπου διαπιστώνεται έντονα μεταβαλλόμενη λήψη του ατμού, είναι απαραίτητη η αποθήκευση, για να αποφευχθεί μια μη ελεγχόμενη ατμοποίηση, που προκαλείται όταν μειώνεται απότομα η πίεση. Ένας έντονος βρασμός του περιεχομένου του ατμοθαλάμου έχει πιθανό αποτέλεσμα να παρασυρθούν από τον ατμό και σταγονίδια υγρού στις επόμενες σωληνώσεις.

Η παραπάνω παρατήρηση ισχύει ιδιαίτερα σε υψηλές πιέσεις λειτουργίας, αφού με την αύξηση της πίεσης η διαφορά του ειδικού όγκου του ξηρού κορεσμένου ατμού και των σταγονιδίων μειώνεται και ο αποχωρισμός των σταγονιδίων είναι επομένως δυσκολότερος. Δύο είναι τα στοιχεία, που καθορίζουν τις διαστάσεις του ατμοθαλάμου και που πρέπει να ληφθούν υπόψη, στην αντιμετώπιση του παραπάνω προβλήματος: η ποσότητα του αποθηκευμένου ατμού και η διαχωριστική επιφάνεια νερού - ξηρού κορεσμένου ατμού, μέσα από την οποία διέρχονται οι φυσαλίδες του ατμού για να καταλήξουν στο χώρο αποθήκευσης.

### **Ειδική φόρτιση όγκου ατμοθαλάμου**

Η ειδική φόρτιση του όγκου του ατμοθαλάμου προδιαγράφει την παροχή όγκου του ατμού, που μπορεί να παραληφθεί από τη μονάδα όγκου του ατμοθαλάμου.

### **Ειδική φόρτιση στάθμης νερού**

Το πρόβλημα του αποχωρισμού ξηρού κατά το δυνατόν ατμού από τη μάζα του νερού χωρίς να υπάρχει κίνδυνος βίαιης αναταραχής της στάθμης του νερού στον ατμοθάλαμο, αντιμετωπίζεται όταν δοθούν σωστές διαστάσεις στην επιφάνεια της στάθμης του νερού. Η ειδική φόρτιση της στάθμης νερού, που είναι και μέτρο για την ταχύτητα, με την οποία διέρχονται οι φυσαλίδες ατμού από τη στάθμη του νερού, εκφράζει την παροχή όγκου του ατμού, που πρέπει να διέρχεται από τη μονάδα επιφάνειας της στάθμης.

### **Βαθμός απόδοσης ατμολεβητών**

Ο ατμολέβητας είναι σε γενική μορφή μια συσκευή, όπου η εκλυόμενη κατά την καύση θερμότητα μεταφέρεται στο "εργαζόμενο μέσο" νερό-ατμός. Όπως σε κάθε αντίστοιχη συσκευή, έτσι και εδώ διαπιστώνεται, ότι η μεταφορά της θερμικής ενέργειας δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί σε ποσοστό 100%. Ένα μέρος της αρχικής θερμικής ενέργειας χάνεται στο περιβάλλον με τη μορφή διάφορων θερμικών απωλειών.

Ο εντοπισμός και η λεπτομερέστερη ανάλυση των απωλειών αυτών θα οδηγήσει σε μια κριτική αντιμετώπιση της κατασκευής ατμολεβητών.

Οι απώλειες κατανέμονται στις παρακάτω κατηγορίες:

1. Απώλειες, που διαπιστώνονται κατά την καύση, ή και ονομαζόμενες απώλειες εστίας.

2. Απώλειες θερμότητας κατά την εξαγωγή των καυσαερίων στο περιβάλλον.

3. Απώλειες θερμότητας κατά την απομάκρυνση των κατάλοιπων της καύσης.

4. Απώλειες θερμότητας, που προκαλούνται με ακτινοβολία και μεταφορά



θερμότητας με επαφή από το εξωτερικό περίβλημα του ατμολέβητα προς το περιβάλλον.

### **Ανάλυση απωλειών**

#### **Απώλειες εστίας**

Οι απώλειες της εστίας κατανέμονται σε διάφορες υποκατηγορίες. Συμβαίνει στερεό καύσιμο να διαφεύγει από τα διάκενα της σχάρας και να πέφτει στην τεφροδόχο χωρίς να καεί. Παρατηρείται άλλοτε στερεό καύσιμο να παραμένει άκαυστο, είτε γιατί δεν αναμοχλεύθηκε αρκετά, είτε γιατί δεν του δόθηκε ο απαιτούμενος χρόνος για να καεί. Διαπιστώνεται τέλος ατελής καύση, είτε από έλλειψη επαρκούς παροχής αέρα, είτε από έντονη φόρτιση του χώρου καύσης, οπότε ορισμένη ποσότητα του καυσίμου εγκαταλείπει άκαυστη το χώρο καύσης, παρασυρόμενη από τα καυσαέρια προς την ατμόσφαιρα.

Μέσες τιμές για ένα βαθμό απόδοσης της εστίας, που χαρακτηρίζει τις απώλειες αυτές, δίνονται στη συνέχεια για διάφορες περιπτώσεις:

- για εστίες κονιοποιημένου άνθρακα 0,95 - 0,98
- για εστίες υγρών καυσίμων 0,98 - 0,99
- για εστίες αερίου καυσίμου 1,0
- για εστίες με μηχανικές σχάρες 0,90 - 0,96
- για εστίες με μόνιμες σχάρες 0,80 - 0,90

**Απώλειες θερμότητας κατά την εξαγωγή, των καυσαερίων στο περιβάλλον.**

Κατά την έξοδο τους από τον ατμολέβητα τα καυσαέρια περιέχουν μια ποσότητα θερμότητας που αποβαλλόμενη στο περιβάλλον χαρακτηρίζει τη σημαντικότερη θερμική απώλεια του ατμολέβητα.

Η απώλεια αυτή είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας εξόδου των καυσαερίων, της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος, της χρησιμοποιούμενης ποιότητας

καυσίμου και της ποσότητας των καυσαερίων. Η τελευταία εξαρτάται άμεσα από το λόγο ή και την περίσσεια αέρα κατά την καύση.

Μείωση των απωλειών αυτών, που θα είχε σαν αποτέλεσμα τη βελτίωση του βαθμού απόδοσης του ατμολέβητα, πραγματοποιείται με ψύξη των καυσαερίων, που σημαίνει όμως: α) πολύ μεγάλη θερμαινόμενη επιφάνεια στο τελευταίο τμήμα του ατμολέβητα και β) κίνδυνο υγροποίησης του τριοξειδίου του θείου, που περιέχεται σε αέρια μορφή στα καυσαέρια και δημιουργία θειικού οξέως, με αποτέλεσμα την οξειδωτική διάβρωση των μεταλλικών κατασκευών. Ανάλογα με την πίεση των καυσαερίων, το σημείο υγροποίησης των διαβρωτικών αυτών ουσιών κυμαίνεται μεταξύ 110°C και 180°C, γεγονός που προκαθορίζει την ελάχιστη θερμοκρασία εξόδου των καυσαερίων από 120°C μέχρι 200°C αντίστοιχα. Οι μέσες τιμές για το βαθμό απόδοσης που χαρακτηρίζει τις απώλειες κατά την εξαγωγή των καυσαερίων στο περιβάλλον κυμαίνονται από 6% μέχρι 15%.

**Απώλειες θερμότητας κατά την απομάκρυνση, των κατάλοιπων της καύσης.**

Κατά την καύση στερεών καυσίμων, τα κατάλοιπα της καύσης όταν απομακρύνονται από τον ατμολέβητα, αποδίδουν ποσότητα αισθητής θερμότητας στο περιβάλλον. Οι απώλειες αυτές είναι συνάρτηση της ποσότητας, της θερμοκρασίας και της ειδικής θερμότητας των κατάλοιπων, οπωσδήποτε όμως δεν επηρεάζουν ουσιαστικά το βαθμό απόδοσης του ατμολέβητα.

**Απώλειες θερμότητας από το εξωτερικό περίβλημα του ατμολέβητα στο περιβάλλον.**

Οι απώλειες αυτές παρατηρούνται επειδή το σώμα του ατμολέβητα βρίσκεται σε υψηλότερη θερμοκρασία από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Η διαφορά αυτή της θερμοκρασίας επιβάλλει μια ροή θερμότητας, που εξαρτάται βέβαια άμεσα από τη θερμική μόνωση του ατμολέβητα.

Οι απώλειες αυτές δεν καθορίζονται σε θεωρητική βάση, επειδή εξαρτώνται από μια πληθώρα παραμέτρων. Από μετρήσεις όμως διαπιστώθηκε η εξάρτισή τους από το μέγεθος του ατμολέβητα, από το φορτίο λειτουργίας του και από το είδος του χρησιμοποιούμενου καυσίμου.

### **Ολικός βαθμός απόδοσης**

Από τον υπολογισμό των απωλειών προκύπτει και ο βαθμός απόδοσης του ατμολέβητα. Αυτός ο βαθμός απόδοσης κυμαίνεται συνήθως, ανάλογα με την κατασκευή και τις συνθήκες λειτουργίας, από 80% μέχρι 92%.

Ο ολικός ή και "καθαρός" βαθμός απόδοσης υπολογίζεται κατά 1% μέχρι 3% μικρότερος από τον παραπάνω επειδή καλύπτει και τη λειτουργία των απαραίτητων βοηθητικών μηχανημάτων, που συνοδεύουν μια τέτοια κατασκευή, όπως για παράδειγμα τροφοδοτικές αντλίες, ανεμιστήρες και απορροφητήρες.

### **2.21. Κατάταξη ατμολεβητών**

Οι ατμολέβητες μπορούν να καταταγούν σε ορισμένες κατηγορίες. Κριτήρια για την κατάταξη αυτή αποτελούν:

- το μέγεθος του υδροθαλάμου ή καλλίτερα η σχετική με την αποδιδόμενη θερμική ισχύ χωρητικότητα σε νερό.
- ο τρόπος κυκλοφορίας του "εργαζόμενου μέσου"
- η γεωμετρική τους μορφή, που διαμορφώνεται κύρια από τον αριθμό διαδρομών των καυσαερίων, αλλά και επηρεάζεται από τον αριθμό των ατμοθαλάμων, των υδροθαλάμων και των θαλάμων καύσης
- η θέση της εγκατάστασης

### **Κατάταξη με βάση το μέγεθος του υδροθαλάμου**

Είναι ευνόητο, ότι ένας βασικός παράγοντας, του καθορίζει τις δυνατότητες ενός ατμολέβητα, είναι η περιεκτικότητα του υδροθαλάμου σε νερό, που αποτελεί και άμεση συνάρτηση της δυνατότητας αποθήκευσης ατμού. Ατμολέβητες, για

παράδειγμα, με μεγάλο υδροθάλαμο μπορούν ευκολότερα να αντεπεξέλθουν σε απότομες αυξομειώσεις της παροχής ατμού στην κατανάλωση.

Εννοείται, ότι η περιεκτικότητα σε νερό αποτελεί ένα συγκριτικό μέγεθος, όταν γίνεται αναγωγή στην αποδιδόμενη θερμική ισχύ, δηλαδή σε τελευταία ανάλυση στην ολική παραγωγή ατμού από τον ατμολέβητα.

Με βάση το κριτήριο αυτό, υπάρχουν δύο γενικές κατηγορίες ατμολεβητών:

- α) οι ατμολέβητες με μεγάλο υδροθάλαμο και
- β) οι ατμολέβητες με μικρό υδροθάλαμο

### **Ατμολέβητες με μεγάλο υδροθάλαμο**

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι φλογοαυλωτοί, οι αεριαυλωτοί και οι φλογοαυλωτοί -αεριαυλωτοί ατμολέβητες, δηλαδή εκείνοι οι ατμολέβητες, όπου φλόγα και καυσαέρια διοχετεύονται μέσα από αυλούς, που περιβάλλονται από το προς ατμοποίηση νερό.

Οι ατμολέβητες της κατηγορίας αυτής παρουσιάζουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Υπάρχει δυνατότητα αποθήκευσης ατμού, που συνεπάγεται τη σχετικά αδιάφορη συμπεριφορά τους σε μεταβαλλόμενη λήψη ατμού.
- Ο καθαρισμός της εσωτερικής πλευράς του περιβλήματος και της εξωτερικής πλευράς φλογοσωλήνων και αεριαυλών, όπου δηλαδή μπορούν να επικαθίσουν άλατα (λεβητόλιθος), είναι σχετικά απλός, είτε με μηχανικά μέσα είτε με χρησιμοποίηση χημικών ουσιών. Το μεγαλύτερο ποσοστό των επιφανειών αυτών είναι προσιτό.
- Ο καθαρισμός εσωτερικά αεριαυλών και φλογοσωλήνα και γενικότερα του χώρου διέλευσης των καυσαερίων (εκκαπνισμός του ατμολέβητα) δεν παρουσιάζει κανένα ιδιαίτερο πρόβλημα.

Από τα παραπάνω συμπεραίνεται, ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί και νερό τροφοδοσίας, που δεν είναι απόλυτα απαλλαγμένο από άλατα, χωρίς αυτό να συνεπάγεται καταστροφή του ατμολέβητα. Οι χειρισμοί είναι απλοί, είτε κατά την έναυση, είτε κατά τη ρύθμιση λειτουργίας, είτε κατά τη σβέση.

Τα μειονεκτήματα των ατμολεβητών της κατηγορίας αυτής είναι:

Η δυσκολία επίτευξης υψηλών πιέσεων λειτουργίας. Επειδή η πίεση αυτή ασκείται σε μεγάλες επιφάνειες (εξωτερικό περίβλημα, φλογοσωλήνας), μια αύξηση της πίεσης συνεπάγεται αύξηση του πάχους των τοιχωμάτων και οδηγεί γρήγορα σε απαγορευτικά πάχη και αντίστοιχα σε απαγορευτικά μεγέθη ατμολεβητών.

Η ταχύτητα κυκλοφορίας των στρωμάτων του νερού, που έρχονται σε άμεση επαφή με την θερμαινόμενη επιφάνεια, είναι μικρή, με αποτέλεσμα να μειώνεται η αποδοτικότητα κατά τη μετάδοση θερμότητας (μικρή ειδική φόρτιση θερμαινόμενης επιφάνειας και ειδική ατμοποίηση).

Ο μεγάλος όγκος αποθηκευμένου νερού στον υδροθάλαμο είναι η αιτία της μεγάλης καθυστέρησης που παρουσιάζεται, για να φθάσει ο ατμολέβητας από την έναυσή του σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας.

Σαν ουσιαστικό κατασκευαστικό πρόβλημα αντιμετωπίζεται η ευαισθησία των φλογοσωλήνων, που καταπονούνται σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες και παρουσιάζουν μεγάλες διαστολές.

### **Ατμολέβητες με μικρό υδροθάλαμο**

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι υδραυλωτοί ατμολέβητες, με κύριο χαρακτηριστικό τη χρησιμοποίηση αυλών για την κυκλοφορία του προς ατμοποίηση νερού. Τα καυσαέρια περιβάλλουν τους υδραυλούς αυτούς.

Σαν πλεονεκτήματα των υδραυλωτών ατμολεβητών μπορούν να αναφερθούν:

Η δυνατότητα επίτευξης υψηλών πιέσεων λειτουργίας. Αυτό επιτυγχάνεται εύκολα, επειδή η θερμαινόμενη επιφάνεια του ατμολέβητα αποτελείται από

σωληνώσεις μικρής διατομής. Αντίστοιχα, σχετικά μικρές είναι και οι διατομές ατμοθαλάμου και υδροθαλάμου, όπου ασκείται η πίεση του "εργαζόμενου μέσου". Έτσι προκύπτουν ακόμη και σε υψηλές πιέσεις πάχη τοιχωμάτων, που μπορούν να κατασκευασθούν.

Η ταχύτητα κυκλοφορίας του "εργαζόμενου μέσου" στους αυλούς είναι μεγάλη, έτσι ώστε να βελτιώνονται σημαντικά οι συνθήκες μεταφοράς θερμότητας (αυξημένη ειδική φόρτιση θερμαινόμενης επιφάνειας).

Ο μικρός όγκος νερού συσχετιζόμενος με τη μεγάλη θερμαινόμενη επιφάνεια επιτρέπει γρήγορη ατμοποίηση.

Όλα τα παραπάνω πλεονεκτήματα επιτρέπουν να κατασκευάζονται οι λέβητες αυτοί με μικρό ειδικό βάρος και μικρό ειδικό όγκο, άρα και μικρό ειδικό κόστος, μεγέθη αναγόμενα στη μονάδα παροχής ατμού.

Τα μειονεκτήματα των υδραυλωτών ατμολεβητών είναι:

Η ευπάθεια τους σε ακάθαρτο τροφοδοτικό νερό. Εδώ απαιτείται η χρησιμοποίηση νερού απόλυτα απαλλαγμένου από άλατα, όπως επίσης και ο συνεχής έλεγχος της ποιότητας του. Ας σημειωθεί, ότι ο εσωτερικός καθαρισμός των υδρύαλων δεν μπορεί να γίνει με μηχανικά μέσα, αλλά ούτε και ενδείκνυται να γίνεται με χημικές ουσίες. Αντίθετα βέβαια, ο εκκαπνισμός του ατμολέβητα αυτού, δηλαδή η απομάκρυνση της αιθάλης από την εξωτερική επιφάνεια των υδρύαλων, δεν παρουσιάζει κανένα πρόβλημα. Ο χώρος των υδρύαλων καθαρίζεται σε τακτικά διαστήματα με ψεκασμό ατμού υψηλής πίεσης.

Ο περιορισμένος όγκος νερού και ο αντίστοιχα περιορισμένος όγκος αποθηκευμένου ατμού είναι οι παράγοντες, που αιτιολογούν προβλήματα λειτουργίας αυτών των ατμολεβητών σε έντονα μεταβαλλόμενη λήψη ατμού στην κατανάλωση.

## **Κατάταξη με βάση τον τρόπο κυκλοφορίας του «εργαζόμενου μέσου»**

Η κυκλοφορία του «εργαζόμενου μέσου» στον ατμολέβητα αποσκοπεί από το ένα μέρος στην ψύξη των θερμαινόμενων επιφανειών και την ταυτόχρονη μεταφορά θερμότητας στο «εργαζόμενο μέσο» και από το άλλο μέρος σε μια ομοιόμορφη θερμοκρασιακή κατάσταση σε όλον τον ατμολέβητα, έτσι ώστε να αποφεύγονται θερμικές τάσεις από μεγάλες διαφορές θερμοκρασιών.

Με κριτήριο τον τρόπο κυκλοφορίας του «εργαζόμενου μέσου» οι ατμολέβητες κατατάσσονται σε τρεις γενικές κατηγορίες:

- α) σε ατμολέβητες φυσικής κυκλοφορίας
- β) σε ατμολέβητες τεχνητής κυκλοφορίας και
- γ) σε ατμολέβητες εξαναγκασμένης ροής

### **Ατμολέβητες φυσικής κυκλοφορίας**

Στους ατμολέβητες αυτής της κατηγορίας εξασφαλίζεται η κυκλοφορία του «εργαζόμενου μέσου» χωρίς τη βοήθεια αντλίας. Η διαφορά πυκνότητας, που διαμορφώνεται μεταξύ της ροής σε έντονα θερμαινόμενους αυλούς ανόδου και της ροής σε ψυχόμενους ή ελάχιστα θερμαινόμενους αυλούς καθόδου, δημιουργεί την ανακύκλωση του «εργαζόμενου μέσου».

### **Ατμολέβητας τεχνητής κυκλοφορίας**

Στους ατμολέβητες αυτής της κατηγορίας η κυκλοφορία του «εργαζόμενου μέσου» συντελείται με τη βοήθεια αντλίας. Με τον τρόπο αυτό επιτρέπεται η εκλογή της διατομής και η διάταξη των αυλών της θερμαινόμενης επιφάνειας, τόσο της έμμεσης όσο και της ακτινοβολίας, κατά τον αποδοτικότερο για τη μετάδοση της θερμότητας τρόπο. Ταυτόχρονα παρέχεται και η διευκόλυνση να δοθεί στον ατμολέβητα κάθε επιθυμητό σχήμα, προσαρμοσμένο δηλαδή στις συνθήκες χώρου της εγκατάστασης.

Εκτός από την τροφοδοτική αντλία, ο ατμολέβητας τεχνητής κυκλοφορίας διαθέτει και μια αντλία ανακύκλωσης, που μέσα από το σύστημα των αυλών, ανακυκλώνει ποσότητα νερού κατά 8 μέχρι 10 φορές μεγαλύτερη από την εξατμιζόμενη.

Εδώ υπάρχει ένας ατμοϋδροθάλαμος, ένα τύμπανο, όπου διαχωρίζεται ο ξηρός κορεσμένος ατμός από το υγρό. Αυτός διοχετεύεται στη συνέχεια στον υπερθερμαντήρα. Το νερό περισυλλέγεται σε θερμοκρασία βρασμού και αναμιγνύεται με το τροφοδοτικό νερό για να ανακυκλωθεί στο ατμολέβητα.

Άρα λοιπόν πρέπει να υπάρχει σαφής διαχωρισμός νερού και ατμού στο τύμπανο. Αυτή είναι και η αιτία του καθορισμού ανώτατου ορίου πίεσης λειτουργίας στους λέβητες της κατηγορίας αυτής. Η πίεση πρέπει να είναι οπωσδήποτε μικρότερη από την πίεση του κρίσιμου σημείου.

Έτσι, έχει προκύψει, ότι η μέγιστη πίεση παραγόμενου υπέρθερμου ατμού από έναν ατμολέβητα τεχνητής κυκλοφορίας είναι περίπου 200 at, δηλαδή κατά 25 at μεγαλύτερη από τη μέγιστη πίεση λειτουργίας ατμολεβητών φυσικής κυκλοφορίας.

### **Ατμολέβητες εξαναγκασμένης ροής**

Στην κατηγορία αυτή των ατμολεβητών υπάρχει εγκατεστημένη μόνο μια τροφοδοτική αντλία, που καταθλίβει μια παροχή νερού στον ατμολέβητα χωρίς δυνατότητα ανακύκλωσης. Έτσι η παροχή υπέρθερμου ατμού στην έξοδο του ατμολέβητα είναι ίση με την παροχή τροφοδοτικού νερού στην είσοδο του. Στην πραγματικότητα, για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας του υπέρθερμου ατμού, ψεκάζεται μικρή παροχή νερού στο σύστημα υπερθέρμανσης, με αποτέλεσμα η ροή στις σωληνώσεις ατμοποίησης να είναι λίγο μικρότερη από τη ροή του υπέρθερμου ατμού. Αφού δεν υπάρχει ουσιαστικά διαχωρισμός του νερού από τον ατμό, ο ατμοθάλαμος καταργείται σ' αυτή την κατηγορία ατμολεβητών. Έτσι και η πίεση του παραγόμενου υπέρθερμου ατμού δεν έχει ανώτατο όριο. Οι



ατμολέβητες εξαναγκασμένης ροής, ονομαζόμενοι και «ατμογεννήτριες», είναι κατάλληλοι για κάθε πίεση, ακόμη και στην υπερκρίσιμη περιοχή.

### **Κατάταξη με βάση τον αριθμό διαδρομών καυσαερίων**

α) στους ατμολέβητες με μία διαδρομή καυσαερίων

β) στους ατμολέβητες με δύο ή και περισσότερες διαδρομές καυσαερίων

Το βασικό στοιχείο, που διαφοροποιεί τις δύο αυτές γενικές κατηγορίες, είναι η τελικά αποκτώμενη γεωμετρική μορφή του ατμολέβητα. Ατμολέβητες μιας διαδρομής καυσαερίων έχουν τη μορφή πύργων με μεγάλο ύψος και μικρή σχετικά επιφάνεια βάσης.

Οι θερμαινόμενες επιφάνειες που διαρρέονται από τα καυσαέρια είναι εγκατεστημένες σε κατακόρυφη σειρά και έτσι αιτιολογείται η μια διαδρομή των καυσαερίων. Σπανιότερα απαντάται οριζόντιος ατμολέβητας μιας διαδρομής καυσαερίων, που έχει τότε μικρό ύψος αλλά και μεγάλο μήκος.

Ατμολέβητες δύο ή και περισσότερων διαδρομών καυσαερίων κατασκευάζονται με καλλίτερες αναλογίες βάσης και ύψους, απ' ότι οι προηγούμενοι. Προσφέρεται έτσι το πλεονέκτημα καλλίτερης στήριξης και θεμελίωσης της κατασκευής και γι αυτό το λόγο προτιμάται η κατηγορία αυτή για εγκατάσταση σε σεισμογενείς περιοχές.

### **Κατάταξη με βάση τη διάταξη των καυστήρων**

α) Σε ατμολέβητες, όπου όλοι οι καυστήρες είναι εγκατεστημένοι στη μια πλευρά του θαλάμου καύσης. Η μετωπική αυτή διάταξη προσδιορίζει, το βάθος του θαλάμου καύσης σαν άμεση συνάρτηση του μήκους της φλόγας. Σε καμία περίπτωση δεν επιτρέπεται η φλόγα να έρχεται σε επαφή με το απέναντι τοίχωμα του θαλάμου καύσης. β) Σε ατμολέβητες, όπου οι καυστήρες είναι εγκατεστημένοι σε δύο αντικριστές πλευρές του θαλάμου καύσης. Με την αντικριστή ή συμμετρική διάταξη των καυστήρων επιτυγχάνονται καλλίτερες συνθήκες στροβιλισμού της φλόγας και ανάμιξης καυσίμου και αέρα απ' ότι με

την μετωπική διάταξη. γ) Σε ατμολέβητες, όπου οι καυστήρες είναι εγκατεστημένοι στις τέσσερις γωνίες του θαλάμου καύσης. Η γωνιακή αυτή διάταξη ρυθμίζεται έτσι ώστε οι φλόγες να εφάπτονται σε κύκλο στο κέντρο της διατομής του θαλάμου καύσης. δ) Σε ατμολέβητες, όπου οι καυστήρες είναι εγκατεστημένοι στην οροφή ή στον πυθμένα του θαλάμου καύσης. Η διάταξη αυτή οροφής ή πυθμένα είναι προβληματική από πλευράς στροβιλισμού των καυσαερίων στο θάλαμο καύσης και χρησιμοποιείται μόνο για καυστήρες με μεγάλη παροχή καυσίμου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΚΑΥΣΗ ΛΕΒΗΤΩΝ

Η αποδοτικότητα του λέβητα πολύ απλά περιλαμβάνει την ενέργεια που εισέρχεται και εξέρχεται, συνήθως σε ποσοστιαία αναλογία :

Αποδοτικότητα λέβητα (%)= θερμότητα που εξάγεται από τον ατμό / θερμότητα που παρέχεται από τα καύσιμα \* 100

«Η θερμότητα που εξάγεται στον ατμό» και «η θερμότητα που παρέχεται από τα καύσιμα» αναλύονται πλήρως στα εξής δύο τμήματα.

#### **Θερμότητα που εξάγεται στον ατμό**

Αυτό υπολογίζεται (χρησιμοποιώντας του πίνακες ατμού) από τη γνώση :

- 1) Της θερμοκρασίας τροφοδοτούμενου νερού
- 2) Της πίεσης στην οποία ο ατμός εξάγεται
- 3) Του ρυθμού ροής ατμού

#### **Θερμότητα που παρέχεται από τα καύσιμα**

1) Θερμαντική αξία. Αυτή η αξία μπορεί να είναι εκφρασμένη σε «μικτή» ή «καθαρή» θερμαντική αξία

2) Μικτή θερμαντική αξία. Αυτό είναι το θεωρητικό σύνολο της ενέργειας στα καύσιμα. Εντούτοις, όλα τα κοινά καύσιμα περιέχουν το υδρογόνο, το οποίο καίει με το οξυγόνο για να διαμορφώσει το νερό, το οποίο περνά επάνω από την καπνοδόχο ως ατμός. Η ακαθάριστη θερμαντική αξία των καυσίμων περιλαμβάνει την ενέργεια χρησιμοποιούμενη στην εξάτμιση του νερού. Τα αέρια των σωλήνων στις εγκαταστάσεις λεβήτων ατμού δεν είναι συμπυκνωμένα, επομένως το πραγματικό ποσό θερμότητας που είναι διαθέσιμο στις εγκαταστάσεις λεβήτων μειώνεται.

3) Καθαρή θερμαντική αξία. Αυτό είναι η θερμαντική αξία των καυσίμων, αποκλείοντας την ενέργεια στον ατμό που απαλλάσσεται στην καπνοδόχο, και

είναι ο αριθμός που χρησιμοποιείται γενικά για να υπολογιστούν οι αποδοτικότητες λεβήτων.

Στην πράξη υπάρχουν διάφορες δυσκολίες στην επίτευξη της τέλει καύσης:

1) Οι συνθήκες γύρω από τον καυστήρα δεν είναι τέλειες και είναι αδύνατο να εξασφαλιστεί το πλήρες ταίριασμα του άνθρακα, του υδρογόνου, και των μορίων οξυγόνου

2) Μερικά από τα μόρια οξυγόνου θα συνδυαστούν με τα μόρια αζώτου να διαμορφώσουν τα οξείδια αζώτου

Ο έλεγχος της αναλογίας αέρα/μίγμα καυσίμων σε πολλές υπάρχουσες μικρότερες εγκαταστάσεις λεβήτων είναι «ανοικτός βρόγχος». Δηλαδή ο καυστήρας έχει μια σειρά έκκεντρων μηχανισμών και μοχλών που έχουν βαθμολογηθεί για να παρέχουν τα συγκεκριμένα ποσά αέρα για ένα ιδιαίτερο ποσοστό καύσης.

Στις μεγαλύτερες εγκαταστάσεις, τα συστήματα «κλειστών βρόχων» μπορούν να εγκατασταθούν, γιατί χρησιμοποιούν τους αισθητήρες οξυγόνου στο σωλήνα για να ελέγξουν τους αεροφράκτες καύσης. Οι διαρροές αέρα στην αίθουσα καύσης λεβήτων θα έχουν μια δυσμενή συνέπεια στον ακριβή έλεγχο της καύσης.

### 3.1. Νομοθεσία

Υπάρχει μια σφαιρική δέσμευση για ένα πρόγραμμα αλλαγής κλίματος, και 160 χώρες έχουν υπογράψει τη συμφωνία του Κιότο του 1997. Αυτές οι χώρες συμφώνησαν να λάβουν θετικά και μεμονωμένα μέτρα.

1) Μείωση των εκπομπών των επιβλαβών αερίων στην ατμόσφαιρα - αν και το διοξείδιο του άνθρακα είναι το λιγότερο ισχυρό των αερίων που καλύπτονται με τη συμφωνία, είναι κατά πολύ πιο κοινό, και αποτελεί περίπου 80% των συνολικών εκπομπών αερίου που μειώνονται

2) Εφαρμογή της μείωσης των ποσοτικά προσδιορίσιμων ετήσιων χρησιμοποιούμενων καυσίμων - αυτό μπορεί να λάβει τη μορφή χρησιμοποίησης είτε των εναλλακτικών, μη ρυπαντικών πηγών ενέργειας, είτε χρησιμοποίησης των ίδιων καυσίμων αποτελεσματικότερα.

Η πίεση από τη νομοθεσία σχετικά με τη ρύπανση, και από τους χρήστες λεβήτων σχετικά με την οικονομία, συν τη δύναμη του μικροτσιπ έχει προωθήσει αρκετά το σχέδιο και των λεβητοστασίων και των καυστήρων.

Οι σύγχρονοι λέβητες με τους πιο αργούς καυστήρες μπορούν να έχουν :

1) Διανεμημένα εκ νέου αέρια σωλήνων για να εξασφαλιστεί βέλτιστη καύση, με τον ελάχιστο υπερβολικό αέρα

2) Περίπλοκα ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου που ελέγχουν όλα τα συστατικά του αερίου σωλήνων, και διενεργούν τις προσαρμογές στις ροές καυσίμων και αέρα για να διατηρήσουν τους όρους μέσα στις διευκρινισμένες παραμέτρους

3) Σπουδαία βελτίωση των αναλογιών που επιτρέπουν στις παραμέτρους αποδοτικότητας και εκπομπής να ικανοποιηθούν πέρα από μια μεγαλύτερη σειρά της λειτουργίας.

### **3.2.Απώλειες θερμότητας**

Συζητώντας την καύση στο φούρνο λεβήτων, και ιδιαίτερα τη σημασία των σωστών αναλογιών αέρα όπως αφορούν την πλήρη και αποδοτική καύση, παραμένει να αναθεωρηθούν άλλες πιθανές πηγές απώλειας θερμότητας και ανεπάρκειας.

#### **Απώλειες θερμότητας στα αέρια σωλήνων**

Οι απώλειες αποδίδονται στη θερμοκρασία των αερίων καθώς φεύγουν από το φούρνο. Σαφώς, όσο πιο καυτά τα αέρια στην καπνοδόχο, τόσο λιγότερο αποδοτικός είναι ο λέβητας.

Τα αέρια μπορούν να είναι πάρα πολύ καυτά για δύο λόγους :

1. Ο καυστήρας παράγει περισσότερη θερμότητα από ότι απαιτείται για ένα συγκεκριμένο φορτίο στο λέβητα :

- αυτό σημαίνει ότι ο καυστήρας και οι υγρότεροι μηχανισμοί απαιτούν τη συντήρηση και την αναβάθμιση

2. Οι επιφάνειες μεταφοράς θερμότητας μέσα στο λέβητα δεν λειτουργούν σωστά, και η θερμότητα δεν μεταφέρεται στο νερό :

- Αυτό σημαίνει ότι οι επιφάνειες μεταφοράς θερμότητας είναι μολυσμένες,

- Η ψύξη των αερίων των σωληνώσεων μπορεί να έχει επίδραση στην μείωση της θερμοκρασίας κάτω από το «υγρό σημείο» και το ενδεχόμενο για διάβρωση αυξάνεται από το σχηματισμό

α) νιτρικού οξέος (από άζωτο στον αέρα που χρησιμοποιείται για την καύση)

β) θεικού οξέος (εάν τα καύσιμα έχουν μια περιεκτικότητα σε θείο)

γ) νερού

Επειδή ο λέβητας είναι πιο καυτός από το περιβάλλον του, κάποια θερμότητα θα μεταφερθεί στα περίχωρα. Η φθαρμένη ή κακώς εγκατεστημένη μόνωση θα αυξήσει πολύ τις πιθανές απώλειες θερμότητας.

Για να λειτουργήσει αποτελεσματικότερα, ένα εργοστάσιο λεβήτων πρέπει να εκμεταλλευθεί προς τη μέγιστη ικανότητά του. Αυτό, στη συνέχεια, μπορεί να απαιτήσει τη στενή συνεργασία μεταξύ του προσωπικού λεβητοστασίου και των τμημάτων παραγωγής.

### **3.3.Καυστήρες**

Οι καυστήρες είναι συσκευές αρμόδιες για :

α) κατάλληλη μίξη των καυσίμων και του αέρα στις σωστές αναλογίες, για την αποδοτική και πλήρη καύση

β) τον καθορισμό της μορφής και την κατεύθυνση της φλόγας.

1) Πετρελαιοκαυστήρες

Η δυνατότητα να καεί το πετρέλαιο καυσίμων απαιτεί αποτελεσματικά μια μεγάλη σε αναλογία περιοχή όγκου επιφάνειας καυσίμων.

Μια πολύ σημαντική πτυχή της καύσης πετρελαίου είναι το ιξώδες. Το ιξώδες του πετρελαίου ποικίλει με τη θερμοκρασία : όσο πιο καυτό το πετρέλαιο, τόσο ευκολότερα ρέει. Πράγματι, τα πετρέλαια βαριών καυσίμων πρέπει να θερμανθούν προκειμένου να ρέυσουν ελεύθερα. Αυτό που δεν είναι τόσο προφανές είναι ότι μια παραλλαγή στη θερμοκρασία, και ως εκ τούτου στο ιξώδες, θα έχει μια επίδραση στο μέγεθος του πετρελαίου που παράγεται στο ακροφύσιο καυστήρων. Για αυτόν το λόγο η θερμοκρασία πρέπει να ελεγχθεί ακριβώς για να δώσει τους συνεπείς όρους στο ακροφύσιο.

## **Αεριοθούμενοι καυστήρες πίεσης**

Ένας αεριοθούμενος καυστήρας πίεσης είναι απλά ένα στόμιο στο τέλος ενός σωλήνα που έχει διατηρημένη σταθερή ατμοσφαιρική πίεση. Χαρακτηριστικά η πίεση πετρελαίου καυσίμων είναι στη σειρά 7 έως 15 bar.

Η ποικιλία της πίεσης του πετρελαίου καυσίμων αμέσως πριν το στόμιο (ακροφύσιο) ελέγχει το ρυθμό ροής των καυσίμων από τον καυστήρα.

- 1) Σχετικά χαμηλότερο κόστος
- 2) Απλός να διατηρηθεί
- 3) Καυστήρες αερίου

Αυτή τη στιγμή το αέριο είναι πιθανώς ένα από τα πιο κοινά καύσιμα που χρησιμοποιούνται.

Η κατάλληλη μίξη του αερίου με το κατάλληλο ποσό αέρα είναι αυτά που απαιτούνται για την καύση. Δύο τύποι καυστήρων αερίου είναι σε χρήση «χαμηλή πίεση» και «υψηλή πίεση».

### **α) Καυστήρας χαμηλής πίεσης**

Αυτοί λειτουργούν στη χαμηλή πίεση, συνήθως μεταξύ 2,5 και 10 mbar. Ο καυστήρας είναι μια απλή συσκευή εξαερισμού. Το αέριο εισάγεται στην περιοχή του λαιμού και ο αέρας καύσης να εξέρχεται γύρω από το εξωτερικό.

β) Υψηλός καυστήρας πίεσης. Αυτοί λειτουργούν στις υψηλότερες πιέσεις, συνήθως μεταξύ 12 και 175 mbar, και μπορούν να περιλάβουν διάφορα ακροφύσια για να παράγουν μια ιδιαίτερη μορφή φλόγας.

### **Διαμορφωμένο σύστημα ελέγχου**

Ένας διαμορφωμένος έλεγχος καυστήρων θα αλλάξει το ποσοστό πυρκαγιών. Αυτό σημαίνει ότι ο λέβητας μεγιστοποιεί τη θερμική αποδοτικότητα και ελαχιστοποιεί τις θερμικές πιέσεις. Αυτός ο τύπος ελέγχου μπορεί να εγκατασταθεί σε οποιοδήποτε λέβητα.



Πλεονεκτήματα ενός διαμορφωμένου συστήματος ελέγχου:

Ο λέβητας είναι ακόμα πιο ικανός να ανεχτεί τα μεγάλα και κυμαινόμενα φορτία.

1) Η πίεση λεβήτων διατηρείται στην κορυφή της ζώνης ελέγχου και το επίπεδο αποθηκευμένης ενέργειας είναι στο μέγιστο

2) Εάν απαιτηθεί σε σύντομο χρονικό διάστημα περισσότερη ενέργεια, το σύστημα ελέγχου μπορεί αμέσως να ανταποκριθεί με την αύξηση του ποσοστού καύσης

Μειονεκτήματα ενός διαμορφωμένου συστήματος ελέγχου :

1) Είναι ακριβότερος

2) Είναι πιο σταθερός

3) Απαιτούνται καυστήρες με μια υψηλή ικανότητα

### **Ασφάλεια**

Ένα μη αμελητέο ποσό ενέργειας αποθηκεύεται στα καύσιμα, και καίγεται γρήγορα και εύκολα. Είναι επομένως ουσιαστικό ότι :

Οι διαδικασίες ασφαλείας είναι σε ισχύ, και επιβλέπονται αυστηρά.

### **3.4. Βαλβίδες ασφαλείας**

Μια σημαντική συναρμολόγηση λεβήτων είναι η βαλβίδα ασφαλείας. Η λειτουργία της είναι να προστατεύσει το λέβητα από την πίεση.

1) BS 6759 (σχετικές με αλλά μη ισοδύναμος με τον ISO 4126) ενδιαφέρεται για τα υλικά, το σχέδιο και την κατασκευή των βαλβίδων ασφαλείας στους λέβητες ατμού

2) οι BS 2790 αφορούν την προδιαγραφή για το σχέδιο και την κατασκευή των λεβήτων κοχυλιών της ενωμένης κατασκευής.

Πολλοί διαφορετικοί τύποι βαλβίδων ασφαλείας εγκαθίστανται στις εγκαταστάσεις λεβήτων ατμού, αλλά πρέπει όλες να ικανοποιήσουν τα ακόλουθα κριτήρια :

1) Η συνολική ικανότητα απαλλαγής της βαλβίδας ασφαλείας πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με το 100% του λέβητα.

2) Η ικανότητα απαλλαγής της βαλβίδας ασφαλείας πρέπει να επιτευχθεί μέσα σε 110% της πίεσης σχεδίου λεβήτων

3) Ο ελάχιστος κολπίσκος μιας βαλβίδας ασφαλείας που συνδέθηκε με έναν λέβητα θα είναι 20 χιλ.

4) Η μέγιστη καθορισμένη πίεση της βαλβίδας ασφαλείας θα είναι το σχέδιο του λέβητα

5) Πρέπει να υπάρξει ένα επαρκές περιθώριο μεταξύ της κανονικής λειτουργούσας πίεσης του λέβητα και της καθορισμένης πίεσης της βαλβίδας ασφαλείας

### **Κανονισμοί βαλβίδων ασφαλείας**

Σε έναν λέβητα θα εγκατασταθεί τουλάχιστον μια βαλβίδα ασφαλείας που ταξινομείται για την εκτιμημένη παραγωγή του λέβητα.

Οι σωληνώσεις απαλλαγής από τη βαλβίδα ασφάλειας πρέπει να είναι ανεμπόδιστες και αποστραγγιζόμενες στη βάση για να αποτρέψουν τη συσσώρευση του συμπυκνώματος.

### **Βαλβίδες στάσεων λεβήτων**

Ένας λέβητας ατμού πρέπει να εγκατασταθεί με μια βαλβίδα στάσεων που απομονώνει το λέβητα ατμού και την πίεση της από τη διαδικασία ή τις εγκαταστάσεις.

Αυτές οι βαλβίδες έχουν κατασκευαστεί από χάλυβα και χαλκό που χρησιμοποιούνται για τις υψηλότερες εφαρμογές πίεσης. Οι BS 2790 δηλώνουν

ότι οι βαλβίδες χυτοσιδήρου δεν επιτρέπονται πλέον για αυτήν την εφαρμογή στους λέβητες ατμού.

Η βαλβίδα στάσεων δεν σχεδιάζεται ως βαλβίδα ρύθμισης ροής, και πρέπει να είναι πλήρως ανοικτή ή κλειστή.

### **Ποιοτικός έλεγχος λεβήτων**

Η συντήρηση της ποιότητας νερού είναι ουσιαστική στην ασφαλή και αποδοτική λειτουργία ενός λέβητα ατμού. Η μέτρηση και ο έλεγχος των διαφόρων παραμέτρων είναι ένα σύνθετο θέμα, το οποίο καλύπτεται επίσης από διάφορους κανονισμούς.

### **Μετρητής πίεσης**

Όλοι οι λέβητες πρέπει να εγκατασταθούν με τουλάχιστον έναν δείκτη πίεσης.

Ο συνηθισμένος τύπος είναι ένας απλός μετρητής πίεσης που κατασκευάζεται στις BS 1780.

Ο πίνακας πρέπει να είναι τουλάχιστον 150 χιλ. στη διάμετρο.

Οι μετρητές πίεσης συνδέονται με το διάστημα ατμού του λέβητα και έχουν συνήθως έναν σωλήνα τύπου δαχτυλιδιού που γεμίζει με το συμπυκνωμένο ατμό και προστατεύει το μηχανισμό πινάκων από τις υψηλές θερμοκρασίες.

### **3.5. Κατεργασία νερού, αποθήκευση και διαφυγή για τους λέβητες ατμού**

Το νερό είναι η σημαντικότερη πρώτη ύλη στη γη. Είναι ουσιαστικό στη ζωή, χρησιμοποιείται για τη μεταφορά, και αποθηκεύει την ενέργεια. Καλείται επίσης ως «καθολικός διαλύτης».

Το καθαρό νερό  $H_2O$  είναι άγευστο, άχρωμο στο καθαρό περιβάλλον του.

Εντούτοις, το καθαρό νερό είναι πολύ ασυνήθιστο. Όλα τα φυσικά υγρά περιέχουν διάφορους τύπους και ποσά ακαθαρσιών.

Το καλό πόσιμο νερό δεν κάνει καλή τροφοδοσία των λεβήτων. Τα μεταλλεύματα στο πόσιμο νερό απορροφώνται εύκολα από το ανθρώπινο σώμα. Οι λέβητες, εντούτοις, είναι λιγότερο ικανοί να αντιμετωπίσουν τα μεταλλεύματα και αυτά θα προκαλέσουν ζημία σε έναν λέβητα ατμού εάν παραμείνουν.

Από το απόθεμα παγκόσμιου νερού 97% βρίσκεται στους ωκεανούς και ένα σημαντικό μέρος αυτό είναι παγιδευμένο στους πολικούς παγετώνες – μόνο 0,65% είναι διαθέσιμο για την εσωτερική και βιομηχανική χρήση.

Αυτή η μικρή αναλογία θα καταναλόταν σύντομα εάν δεν γινόταν ο κύκλος του νερού. Μετά από την εξάτμιση, το νερό μετατρέπεται σε σύννεφα, τα οποία είναι εν μέρει συμπυκνωμένα κατά τη διάρκεια του ταξιδιού τους και πέφτουν έπειτα στη γη ως βροχή. Εντούτοις, είναι λανθασμένο να υποτεθεί ότι τα νερά είναι καθαρά. Κατά τη διάρκεια της πτώσης τους στη γη θα πάρουν τις ακαθαρσίες όπως το ανθρακικό οξύ, το άζωτο και το διοξείδιο του θείου.

Η σκληρότητα προκαλείται από την παρουσία των ορυκτών αλάτων του ασβεστίου και του μαγνησίου και είναι αυτά τα ίδια μεταλλεύματα που ενθαρρύνουν το σχηματισμό της κλίμακας. Υπάρχουν δύο κοινές ταξινομήσεις της σκληρότητας:

α) αλκαλική σκληρότητα – τα διττανθρακικά άλατα ασβεστίου και μαγνησίου είναι αρμόδια για την αλκαλική σκληρότητα.

β) μόνιμη σκληρότητα – αυτό οφείλεται επίσης στην παρουσία των αλάτων του ασβεστίου και του μαγνησίου αλλά υπό μορφή θεικών αλάτων και χλωριδίων. Αυτό το ίζημα είναι δύσκολο να αφαιρεθεί.

Επιπλέον, η παρουσία πυριτίου στο νερό των λεβήτων μπορεί επίσης να οδηγήσει στη σκληρή κλίμακα, η οποία μπορεί να αντιδράσει με τα άλατα ασβεστίου και μαγνησίου να εμποδίσουν τη μεταφορά θερμότητας στους σωλήνες καύσης και να τους αναγκάσουν για να υπερθερμάνουν.

Συνολική σκληρότητα

Η συνολική σκληρότητα ταξινομείται ως ποσό των συγκεντρώσεων των ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου όταν εκφράζονται αυτές και τα δύο ως  $\text{CaCO}_3$ .

### **Αξία pH**

Ένας άλλος όρος που εξετάζεται είναι η αξία pH. Αυτό είναι μια αριθμητική αξία που αντιπροσωπεύει την πιθανή περιεκτικότητα σε υδρογόνο του ύδατος – που είναι ένα μέτρο της όξινης ή αλκαλικής φύσης του νερού. Το νερό  $\text{H}_2\text{O}$  έχει δύο τύπους ιόντων – ιόντα υδρογόνου ( $\text{H}^+$ ) και ιόντα υδροξυλίου ( $\text{OH}^-$ ). Εάν τα ιόντα υδρογόνου είναι κυρίαρχα, η λύση θα είναι όξινη με μια αξία pH μεταξύ 0 και 6.

Εάν τα ιόντα υδροξυλίου είναι κυρίαρχα, η λύση θα είναι αλκαλική, με μία αξία pH μεταξύ 8 και 1. Εάν υπάρχει ένας ίσος αριθμός και υδροξυλίου και ιόντων υδρογόνου, κατόπιν η λύση θα είναι ουδέτερη, με μια αξία pH 7..

### **3.6.Η βελτίωση της δεξαμενής τροφοδοσίας και της τροφοδοσίας νερού**

Η σημασία του λέβητα τροφοδοσίας, όπου η δεξαμενή τροφοδοσίας νερού λεβήτων και το νερό αποθηκεύονται και στα οποία το συμπύκνωμα

επιστρέφεται, υποτιμάται συχνά. Τα περισσότερα στοιχεία των εγκαταστάσεων στο λεβητοστάσιο αναπαράγονται, αλλά είναι σπάνιο να υπάρξουν δύο δεξαμενές τροφοδοσίας και αυτό το κρίσιμο στοιχείο είναι συχνά το τελευταίο που εξετάζεται στη διαδικασία σχεδίου.

Η δεξαμενή τροφοδοσίας είναι ο σημαντικότερος χώρος συνάντησης για το κρύο νερό σύνθεσης και τη συμπυκνωμένη επιστροφή.

Είναι σημαντικό ότι το νερό στη δεξαμενή τροφοδοσίας κρατιέται σε μια αρκετά υψηλή θερμοκρασία για να ελαχιστοποιήσει το περιεχόμενο του διαλυμένου οξυγόνου και άλλων αερίων.

Εάν ένα μεγάλο μέρος του νερού χρησιμοποιείται, η θέρμανση του νερού μπορεί ουσιαστικά να μειώσει το ποσό χημικών ουσιών σάρωσης οξυγόνου που απαιτούνται.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗ ΔΙΑΝΟΜΗ ΑΤΜΟΥ

Το σύστημα διανομής ατμού είναι η ουσιαστική σύνδεση μεταξύ της γεννήτριας ατμού και του χρήστη ατμού. Η κεντρική πηγή είναι ένα λεβητοστάσιο ή η απαλλαγή από εγκαταστάσεις συμπαραγωγής. Οι λέβητες μπορούν να κάψουν τα αρχικά καύσιμα, ή να είναι λέβητες θερμότητας των αποβλήτων χρησιμοποιώντας τα αέρια εξάτμισης από υψηλής θερμοκρασίας διαδικασίες. Ένα αποδοτικό σύστημα διανομής ατμού είναι ουσιαστικό εάν ο ατμός που πρόκειται να παρασχεθεί, είναι στη σωστή ποσότητα. Η εγκατάσταση και η συντήρηση του συστήματος ατμού είναι σημαντικά ζητήματα, και πρέπει να εξεταστούν στο στάδιο σχεδίου.

#### **4.1.Βασικά συστήματα ατμού**

Το συμπύκνωμα έχει έναν πολύ μικρό όγκο έναντι του ατμού, αυτό προκαλεί μια πτώση πίεσης, η οποία αναγκάζει τον ατμό να διατρέξει μέσα στους σωλήνες.

Ο ατμός που παράγεται στο λέβητα πρέπει να μεταβιβασθεί μέσω των σωληνώσεων στο σημείο όπου απαιτείται η ενέργεια θερμότητας.

Αρχικά θα υπάρξουν ένας ή περισσότεροι κύριοι σωλήνες που φέρνουν τον ατμό από το λέβητα στη γενική κατεύθυνση του ατμού χρησιμοποιώντας τις εγκαταστάσεις. Οι μικρότεροι σωλήνες μπορούν έπειτα να φέρουν τον ατμό στα μεμονωμένα κομμάτια του εξοπλισμού. Όταν η κύρια βαλβίδα απομόνωσης λεβήτων ανοίγει, ο ατμός περνά αμέσως από το λέβητα κατά μήκος των κεντρικών αγωγών ατμού στα σημεία που υπάρχει χαμηλότερη πίεση. Οι σωληνώσεις είναι αρχικά πιο δροσερές από τον ατμό, έτσι η θερμότητα μεταφέρεται από τον ατμό στο σωλήνα. Ο αέρας που περιβάλλει τους σωλήνες είναι επίσης πιο δροσερός από τον ατμό, έτσι οι σωληνώσεις θα αρχίσουν να μεταφέρουν τη θερμότητα στον αέρα. Ο αέρας που περιβάλλει στους σωλήνες

είναι επίσης πιο δροσερός από τον ατμό, έτσι οι σωληνώσεις θα αρχίσουν να μεταφέρουν τη θερμότητα στον αέρα. Ο ατμός στην επαφή με τους πιο δροσερούς σωλήνες θα αρχίσει να συμπυκνώνεται αμέσως. Στο ξεκίνημα του συστήματος, το ποσοστό συμπύκνωσης θα είναι στο μέγιστό του, όπως είναι ο χρόνος όπου υπάρχει μέγιστη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του ατμού και των σωληνώσεων. Αυτό το ποσοστό συμπύκνωσης καλείται συνήθως «αρχικός load». Μόλις θερμάνουν οι σωληνώσεις, η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του ατμού και των σωληνώσεων είναι ελάχιστη, αλλά κάποια συμπύκνωση θα εμφανιστεί δεδομένου ότι οι σωληνώσεις συνεχίζουν ακόμα να μεταφέρουν την θερμότητα στον περιβάλλοντα αέρα. Αυτό το ποσοστό συμπύκνωσης καλείται συνήθως «τρέχοντας load».

Η προκύπτουσα συμπύκνωση μειώνεται στο κατώτατο σημείο του σωλήνα και φέρεται εμπρός από τη ροή ατμού που πρέπει να κανονιστεί για να πέσει στην κατεύθυνση της ροής ατμού. Όταν η βαλβίδα στο σωλήνα ατμού που εξυπηρετεί ένα στοιχείο του ατμού που χρησιμοποιείται στις εγκαταστάσεις ανοίγει, ο ατμός που ρέει από το σύστημα διανομής μπαίνει στις εγκαταστάσεις και έρχεται σε επαφή πάλι με τις πιο δροσερές επιφάνειες. Ο ατμός μεταφέρει έπειτα την ενέργειά του στο ζέσταμα του εξοπλισμού και του προϊόντος. Υπάρχει τώρα ένας συνεχής ανεφοδιασμός του ατμού από το λέβητα. Το συμπύκνωμα που διαμορφώνεται και στις σωληνώσεις διανομής ατμού και στον εξοπλισμό διαδικασίας είναι ένας κατάλληλος ανεφοδιασμός.

Αν και είναι σημαντικό να αφαιρεθεί αυτό το συμπύκνωμα από τον ατμό είναι πολύτιμο προϊόν και δεν πρέπει να επιτραπεί για να αφεθεί στα απόβλητα.

#### **4.2. Η πίεση λειτουργίας**

Η πίεση διανομής του ατμού επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, αλλά περιορίζεται από :

- 1) Τη μέγιστη ασφαλή πίεση εργασίας του λέβητα



2) Τη ελάχιστη πίεση που απαιτείται στις εγκαταστάσεις

Καθώς ο ατμός περνά μέσω των σωληνώσεων διανομής, θα χάσει αναπόφευκτα την πίεση λόγω :

1) Της τριβής αντίστασης μέσα στις σωληνώσεις

2) Τη συμπύκνωση μέσα στις σωληνώσεις

Επομένως η μέριμνα πρέπει να ληφθεί για αυτήν την απώλεια πίεσης. Ένα χιλιόγραμμο του ατμού σε μια υψηλότερη πίεση καταλαμβάνει το λιγότερο όγκο απ' ότι σε μια χαμηλότερη πίεση. Εάν ο ατμός παράγεται στο λέβητα σε μια υψηλή πίεση και διανέμεται επίσης σε μια υψηλή πίεση, το μέγεθος των κεντρικών αγωγών διανομής θα είναι μικρότερο από αυτό για χαμηλής πίεσεως σύστημα για το ίδιο φορτίο θερμότητας.

Η παραγωγή και η διανομή του ατμού στην υψηλότερη πίεση προσφέρει σημαντικό πλεονέκτημα :

Η θερμική χωρητικότητα του λέβητα αυξάνεται, βοηθώντας τον να αντιμετωπίσει αποτελεσματικότερα τα κυμαινόμενα φορτία, που ελαχιστοποιούν τον κίνδυνο για υγρό και βρώμικο ατμό.

### **4.3. Μείωση πίεσης**

Η κοινή μέθοδος για την πίεση στο σημείο όπου ο ατμός πρόκειται να χρησιμοποιηθεί είναι να χρησιμοποιηθεί μια πίεση που μειώνει τη βαλβίδα.

Ένας διαχωριστής εγκαθίσταται προς τα πάνω, για να αφαιρέσει το παρασυρμένο νερό από τον εισερχόμενο υγρό ατμό, με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζοντας υψηλής ποιότητας ατμό για να περάσει μέσω της βαλβίδας. Οι εγκαταστάσεις προς τα κάτω της πίεσης που μειώνει τη βαλβίδα προστατεύονται από μια βαλβίδα ασφαλείας. Εάν η πίεση που μειώνει τη βαλβίδα αποτυγχάνει, η προς τα κάτω πίεση μπορεί να αυξηθεί επάνω από το μέγιστο χρησιμοποιώντας τον εξοπλισμό. Αυτό, στη συνέχεια, μπορεί μόνιμα να βλάψει τον εξοπλισμό, και το πιο σημαντικό, να αποτελέσει έναν κίνδυνο στο

προσωπικό. Με μια βαλβίδα ασφαλείας που εγκαθίσταται, οποιαδήποτε υπερβολική πίεση αερίζεται μέσω της βαλβίδας, και θα αποτρέψει αυτό να συμβεί.

Άλλα συστατικά που περιλαμβάνονται στην πίεση που μειώνει το σταθμό βαλβίδων είναι:

- 1) Η αρχική βαλβίδα απομόνωσης – για να κλείσει το σύστημα κάτω για τη συντήρηση
- 2) Ο αρχικός μετρητής πίεσης – για να ελέγξει την ακεραιότητα του ανεφοδιασμού
- 3) Ο διηθητήρας – για να κρατήσει το σύστημα καθαρό
- 4) Ο δευτεροβάθμιος μετρητής πίεσης – για να θέσει και να ελέγξει την προς τα κάτω πίεση
- 5) Η δευτεροβάθμια βαλβίδα απομόνωσης – για να βοηθήσει στον καθορισμό της προς τα κάτω πίεσης

#### **4.4. Σωλήνες και ταξινόμηση σωλήνων**

##### **Πρότυπα και πάχος**

Υπάρχουν διάφορα πρότυπα σωληνώσεων σε όλο τον κόσμο, αλλά αναμφισβήτητα ο πιο σφαιρικός είναι εκείνος που παράγεται από το αμερικάνικο ίδρυμα πετρελαίου (API), όπου οι σωλήνες είναι ταξινομημένοι στους αριθμούς προγράμματος.

Υπάρχουν ένδεκα σχέδια που κυμαίνονται από το χαμηλότερο σε 5 μέχρι 10.20.30.40.60.80.100.140 ως το ονομαστικό μέγεθος schedule No. 160 και ο μικρότερος Schedule 40 είναι ο ελαφρύτερος που θα διευκρινιζόταν από τις εφαρμογές ατμού.

## **Υλικό σωλήνων**

Οι σωλήνες για τα συστήματα ατμού κατασκευάζονται συνήθως από χάλυβα. Το ίδιο υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τις συμπυκνωμένες γραμμές, αν και η σωλήνωση χαλκού προτιμάται σε μερικές βιομηχανίες. Για τους υπερθερμασμένους κεντρικούς αγωγούς ατμού υψηλών θερμοκρασιών, τα πρόσθετα στοιχεία ανάμιξης, όπως το χρώμιο και το μολυβδαίνιο, συμπεριλαμβάνονται για να βελτιώσουν την δύναμη και την αντίσταση στις υψηλές θερμοκρασίες. Χαρακτηριστικά, οι σωλήνες παρέχονται στο μήκος 6 μέτρων.

## **Αποξήρανση ατμού**

Το θέμα της αποξήρανσης από τις γραμμές ατμού καλύπτεται από βρετανικές τυποποιημένες BS 806, οι BS 806 ότι, όποτε είναι δυνατόν, ο κεντρικός αγωγός πρέπει να εγκατασταθεί με μια πτώση 1:100, στην κατεύθυνση της ροής ατμού. Αυτή η κλίση θα εξασφαλίσει ότι η βαρύτητα, καθώς επίσης και η ροή του ατμού, θα βοηθήσουν στην κίνηση του συμπυκνώματος προς τα σημεία αγωγών όπου το συμπύκνωμα μπορεί ακίνδυνα και αποτελεσματικά να αφαιρεθεί.

Το σημείο αγωγών πρέπει να εξασφαλίσει ότι το συμπύκνωμα μπορεί να φθάσει στην παγίδα ατμού. Προσοχή πρέπει επίσης να δοθεί στη συμπυκνωμένη παραμονή σε έναν κεντρικό αγωγό ατμού στο κλείσιμο, όταν παύει η ροή ατμού. Η βαρύτητα θα οδηγήσει το νερό μέσω των σωληνώσεων στα χαμηλά σημεία του κυκλώματος. Οι παγίδες ατμού πρέπει επομένως να εγκατασταθούν σε αυτά τα χαμηλά σημεία.

Το ποσό συμπυκνώματος που διαμορφώνεται σε έναν μεγάλο κεντρικό αγωγό ατμού υπό τους όρους ξεκινήματος είναι επαρκές για να απαιτήσει την παροχή σημείων αγωγών σε διαστήματα 30μ σε 50μ, καθώς επίσης και τα φυσικά χαμηλά σημεία όπως το κατώτατο σημείο των σωληνώσεων. Σε κανονική λειτουργία, ο ατμός μπορεί να ρεύσει κατά μήκος του κεντρικού αγωγού με τις ταχύτητες μέχρι 145 km/h.

Το waterhammer είναι ο θόρυβος που προκαλείται από τους γυμνοσάλιαγκες της συμπυκνωμένης σύγκρουσης στην υψηλή ταχύτητα, στις εγκαταστάσεις και τον εξοπλισμό σωληνώσεων. Αυτό έχει διάφορες επιπτώσεις :

1) Επειδή η συμπυκνωμένη ταχύτητα είναι υψηλότερη από την κανονική, ο διασκεδασμός της κινητικής ενέργειας είναι υψηλότερος από ότι θα αναμενόταν κανονικά

2) Το νερό είναι πυκνό και ασυμπίεστο

3) Η ενέργεια στο νερό διαλύεται ενάντια στις παρεμποδίσεις του συστήματος σωληνώσεων και των βαλβίδων.

Οι ενδείξεις του waterhammer περιλαμβάνουν έναν θόρυβο κτυπήματος, και ίσως μετακίνηση του σωλήνα. Σε βαριές περιπτώσεις, το waterhammer μπορεί να σπάσει τον εξοπλισμό σωληνώσεων με την εκρηκτική επίδραση, με επακόλουθη απώλεια ζωντανού ατμού στο σπάσιμο, που οδηγεί σε μια εξαιρετικά επικίνδυνη κατάσταση. Το καλό σχέδιο, η εγκατάσταση και η συντήρηση εφαρμοσμένης μηχανικής θα αποφύγουν την καταστροφή του waterhammer.

Συνήθως οι πηγές waterhammer εμφανίζονται στα χαμηλά σημεία στις σωληνώσεις. Τέτοιες περιοχές οφείλονται σε :

1) Ανακριβής χρήση των ομόκεντρων μειωτών – πάντα χρησιμοποιήστε τους εκκεντρικούς μειωτές με το επίπεδο στο κατώτατο σημείο

2) Ανακριβής εγκατάσταση διηθητήρων

3) Ανεπαρκής αποξήρανση των γραμμών ατμού

4) Ανακριβής λειτουργία – οι βαλβίδες ανοίγματος είναι πάρα πολύ γρήγορες στο ξεκίνημα όταν οι σωλήνες είναι κρύοι

Συνοψίζοντας, η δυνατότητα του waterhammer ελαχιστοποιείται με το να :

1) Εγκατάσταση των γραμμών ατμού με μια βαθμιαία πτώση στην κατεύθυνση της ροής, και με τα σημεία αγωγών που εγκαθίστανται σε τακτά χρονικά διαστήματα και στα χαμηλά σημεία.

2) Εγκατάσταση των βαλβίδων αντεπιστροφής μετά από όλες τις παγίδες ατμού που ειδάλλως θα επέτρεπαν στο συμπύκνωμα να τρέξουν πίσω στη γραμμή ή τις εγκαταστάσεις ατμού κατά τη διάρκεια του κλεισίματος.

3) Ανοίγοντας τις βαλβίδες απομόνωσης για να επιτρέψει αργά οποιοδήποτε συμπύκνωμα που μπορεί στο σύστημα να διατρέξει ήπια, προτού να παρθεί από τον ατμό υψηλής ταχύτητας. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στο ξεκίνημα.

#### **4.5. Διαχωριστές ατμού**

Οι σύγχρονοι συσκευασμένοι λέβητες ατμού έχουν μια μεγάλη ικανότητα εξάτμισης για το μέγεθός τους και έχουν περιορίσει την ικανότητα να αντιμετωπίζουν τα μεταβαλλόμενα με γρήγορους ρυθμούς φορτία.

Σε άλλα μέρη των εγκαταστάσεων οι διαχωριστές ατμού μπορούν να προκαλέσουν τη μεταφορά του νερού λεβήτων στους κεντρικούς αγωγούς ατμού. Οι διαχωριστές μπορούν να εγκατασταθούν για να αφαιρέσουν αυτό το νερό.

Ένας διαχωριστής θα αφαιρέσει και τα σταγονίδια του νερού από τους τοίχους σωλήνων και την υδρονέφωση που παρασύρεται ο ίδιος στον ατμό. Η παρουσία και η επίδραση του waterhammer μπορούν να ξεριζωθούν με την εγκατάσταση ενός διαχωριστή σε έναν κεντρικό αγωγό ατμού. Ένας διαχωριστής μπαίνει πριν από τις βαλβίδες ελέγχου.

Είναι επομένως σωστό να εγκατασταθεί ένας διηθητήρας μπροστά, από κάθε παγίδα ατμού που μειώνει τη βαλβίδα και ρυθμίζει τη βαλβίδα.

Οι παγίδες ατμού είναι η αποτελεσματικότερη και αποδοτική μέθοδος στο συμπύκνωμα από ένα σύστημα διανομής ατμού. Οι παγίδες ατμού που επιλέγονται πρέπει να ταιριάζουν από την άποψη :

- 1) Ικανότητα
- 2) Εκτίμηση πίεσης
- 3) Καταλληλότητα

Εκτίμηση πίεσης

Η εκτίμηση πίεσης εξετάζεται εύκολα. Η μέγιστη πιθανή πίεση εργασίας στην παγίδα ατμού θα είναι γνωστή είτε πρέπει να καθιερωθεί.

Ικανότητα

Η ικανότητα είναι η ποσότητα συμπυκνώματος, η οποία πρέπει να διαιρεθεί σε δύο κατηγορίες φορτίου προθέρμανσης και τρέχοντος φορτίου.

- 1) Φορτίο προθέρμανσης

Οι σωληνώσεις πρέπει να είναι έτοιμες μέχρι τη λειτουργούσα θερμοκρασία. Αυτό μπορεί να καθοριστεί από τον υπολογισμό, ξέροντας τη μάζα και τη συγκριμένη θερμότητα των σωληνώσεων και των συναρμολογήσεων.

Κατά τη χρησιμοποίηση αυτών των ικανοτήτων θα τοποθετηθεί μια παγίδα ατμού και αυτό σημαίνει ότι η αρχική πίεση κυρίως θα είναι λίγο περισσότερη από την ατμοσφαιρική όταν αρχίζει η διαδικασία προθέρμανσης.

- 2) Τρέχοντος φορτίου

Μόλις φτάσει ο κεντρικός αγωγός ατμού στη λειτουργούσα θερμοκρασία, το ποσοστό συμπύκνωσης είναι κυρίως μια λειτουργία του μεγέθους των σωλήνων, της ποιότητας και του πάχους της μόνωσης.

#### **4.6. Διαρροές ατμού**

Ο ατμός που διαρρέεται από τις σωληνώσεις αγνοείται συχνά. Οι διαρροές μπορούν να είναι δαπανηρές, και οικονομικά και περιβαλλοντικά. Οι απώλειες σε σχέση με το μέγεθος της τρύπας και τις διάφορες πιέσεις μπορούν να μεταφραστούν εύκολα σε μια αποταμίευση καυσίμων βασισμένη στις ετήσιες ώρες της λειτουργίας.

#### **4.7. Διαστήματα υποστήριξης σωλήνων**

Η συχνότητα των υποστηρίξεων των σωλήνων θα ποικίλει σύμφωνα με την αντοχή του σωλήνα, το πραγματικό υλικό του σωλήνα (δηλ. χάλυβας, χαλκός) και εάν ο σωλήνας είναι οριζόντιος ή κάθετος. Μερικά πρακτικά σημεία αντάξια της εκτίμησης είναι τα ακόλουθα :

1) Εκεί που δύο ή περισσότεροι σωλήνες υποστηρίζονται σε ένα κοινό υποστήριγμα, το διάστημα μεταξύ των υποστηρίξεων πρέπει να είναι αυτό για το μικρότερο σωλήνα

2) Όταν μια αξιολογη μετακίνηση θα εμφανιστεί, δηλαδή όπου οι ευθείς σωλήνες είναι μεγαλύτεροι από 15 μέτρα στο μήκος, οι υποστηρίξεις πρέπει να είναι του τύπου κυλίνδρων

3) Οι κάθετοι σωλήνες πρέπει να υποστηριχθούν επαρκώς στη βάση, για να αντισταθούν στο συνολικό βάρος του κάθετου σωλήνα και του ρευστού μέσα σε αυτό. Οι κάδοι από τους κάθετους σωλήνες δεν πρέπει να χρησιμοποιηθούν ως μέσο υποστήριξης για το σωλήνα

4) Όλες οι υποστηρίξεις σωλήνων πρέπει να σχεδιαστούν συγκεκριμένα για να ταιριάζουν την εξωτερική διάμετρο του σχετικού σωλήνα. Η χρήση των μεγάλου μεγέθους υποστηριγμάτων σωλήνων δεν είναι ορθή πρακτική

#### **4.8. Εξαερισμός αέρα**

Όταν ο ατμός αναγνωρίζεται αρχικά σε έναν σωλήνα μετά από μια περίοδο κλεισίματος, ο σωλήνας του αέρα είναι πλήρης. Τα περαιτέρω ποσά αέρα και

άλλα αέρια θα εισαχθούν με τον ατμό, αν και τα ποσοστά αυτών των αερίων είναι κανονικά πολύ μικρά έναντι του ατμού. Όταν ο ατμός συμπυκνώνεται, αυτά τα αέρια θα συσσωρευτούν στους σωλήνες και τους ανταλλάκτες θερμότητας. Οι προφυλάξεις πρέπει να ληφθούν για να τους απαλλάξουν. Η συνέπεια της μη αφαίρεσης του αέρα είναι μια μείωση της αποδοτικότητας εγκαταστάσεων και της απόδοσης.

Ο αέρας σε ένα σύστημα ατμού έχει επιπτώσεις επίσης στη θερμοκρασία συστημάτων. Ο αέρας θα ασκήσει την πίεσή του μέσα στο σύστημα, και θα προστεθεί στην πίεση του ατμού για να δοθεί μια συνολική πίεση. Επομένως, οι πραγματικές πιέσεις ατμού και η θερμοκρασία του μίγματος του ατμού θα είναι χαμηλότερες από αυτή που προτείνεται από έναν μετρητή πίεσης. Από τους περισσότερους σημασία έχει ότι ο αέρας επίδρασης είναι επάνω στη μεταφορά θερμότητας. Είναι πολύ σημαντικό επομένως να αφαιρεθεί ο αέρας από οποιοδήποτε ατμοσύστημα.

Οι αυτόματοι εξαεριστήρες για τα συστήματα ατμού (που λειτουργούν στην ίδια αρχή με τις θερμοστατικές παγίδες ατμού) πρέπει να εγκατασταθούν επάνω από το συμπυκνωμένο επίπεδο έτσι ώστε τα μίγματα μόνο αέρα ή ατμού / αέρα μπορούν να φθάσουν σε αυτούς. Η καλύτερη θέση για αυτούς είναι στο τέλος των κεντρικών αγωγών ατμού.

Η απαλλαγή από έναν εξαεριστήρα πρέπει να διοχετευθεί με σωλήνες σε έναν ασφαλή χώρο. Εκτός από τον εξαερισμό αέρα στο τέλος, οι εξαεριστήρες πρέπει επίσης να εγκατασταθούν :

1) Παράλληλα με μια παγίδα κάδων ή, σε μερικές περιπτώσεις, μια θερμοδυναμική παγίδα. Αυτές οι παγίδες είναι μερικές φορές αργές να αερίσουν τον αέρα στο ξεκίνημα.

2) Όπου υπάρχει ένα μεγάλο διάστημα ατμού και ένα μίγμα ατμού/ αέρα θα μπορούσε να έχει επιπτώσεις στην ποιότητα διαδικασίας.



#### **4.9. Μείωση των απωλειών θερμότητας**

Ένα σύστημα διανομής ατμού για να είναι αποδοτικό πρέπει να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα για να εξασφαλίσουν ότι οι απώλειες θερμότητας μειώνονται στο οικονομικό ελάχιστο. Το πάχος της μόνωσης θα εξαρτηθεί από διάφορους παράγοντες :

1. Κόστος εγκατάστασης
2. Η θερμότητα που φέρεται από τον ατμό
3. Μέγεθος των σωληνώσεων
4. Θερμοκρασία σωληνώσεων

Η μόνωση των εξωτερικών σωληνώσεων, η υγρασία και η ταχύτητα ανέμου πρέπει να ληφθούν υπόψη.

Η απώλεια θερμότητας από έναν σωλήνα ατμού μπορεί να είναι τουλάχιστον 50 φορές μεγαλύτερη από τον ίδιο σωλήνα. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να ληφθεί για να προστατευθούν οι γραμμές ατμού, που τρέχουν μέσω του διαποτισμένου εδάφους, ή στους αγωγούς, οι οποίοι μπορούν να υποβληθούν στην υγρασία. Είναι σημαντικό να μονωθούν όλα τα καυτά μέρη του συστήματος με εξαίρεση:

- 1) Τις βαλβίδες ασφαλείας

#### **4.10. Υπολογισμός της μεταφοράς θερμότητας**

Ο υπολογισμός των απωλειών θερμότητας από τους σωλήνες μπορεί να είναι πολύ σύνθετος και χρονοβόρος, και να υποθέσει ότι τα στοιχεία σχετικά με το πάχος τοίχων σωλήνων, τους συντελεστές μεταφοράς θερμότητας και τις διάφορες παραγόμενες σταθερές είναι διαθέσιμα, τα οποία συνήθως, αυτά δεν είναι.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΤΜΟΠΑΓΙΔΩΝ

Η παγίδα ατμού είναι ένα βασικό μέρος οποιουδήποτε συστήματος ατμού. Είναι η σημαντική σύνδεση μεταξύ του καλού ατμού και της συμπυκνωμένης διαχείρισης, που διατηρούν τον ατμό μέσα στη διαδικασία για τη μέγιστη χρησιμοποίηση της θερμότητας, αλλά που απελευθερώνουν τα συμπυκνωμένα και μη συμπυκνώσιμα αέρια με την πρώτη ευκαιρία.

Είναι συχνά αλήθεια ότι εάν μια ακατάλληλη παγίδα ατμού επιλέγεται για μια ιδιαίτερη εφαρμογή, κανένα αποτέλεσμα δεν παρατηρείται. Μερικές φορές, οι παγίδες ατμού είναι ακόμη και κλειστές εντελώς χωρίς οποιαδήποτε προβλήματα.

#### **5.1.Γιατί παγίδες ατμού;**

«Το καθήκον της παγίδας ατμού είναι να απαλλαχθεί το συμπύκνωμα για να αποτρέψει τη διαφυγή ζωντανού αέρα».

Κανένα σύστημα ατμού δεν είναι πλήρες χωρίς εκείνο το κρίσιμο συστατικό της παγίδας ατμού. Αυτή είναι η σημαντικότερη σύνδεση στο συμπυκνωμένο βρόχο επειδή συνδέει τη χρήση ατμού με τη συμπυκνωμένη επιστροφή.

Είναι επιτακτικό ότι η σωστή παγίδα επιλέγεται για να πραγματοποιήσει μια δεδομένη λειτουργία υπό τους δεδομένους όρους. Μπορούν να περιλάβουν τις παραλλαγές στη λειτουργούσα πίεση, το φορτίο θερμότητας ή τη συμπυκνωμένη πίεση. Η σωστή επιλογή παγίδων ατμού είναι σημαντική στην αποδοτικότητα συστημάτων.

## **5.2.Εκτίμησης για την επιλογή παγίδων ατμού**

### **5.2.1.Εξαερισμός αέρα**

Στην έναρξη της διαδικασίας, θερμαστών δωματίου ο εξαερισμός γεμίζει αέρα, οποίος θα μειώσει τη μεταφορά θερμότητας και θα αυξήσει το χρόνο προθέρμανσης. Εάν αναμιχθούν μαζί ο αέρας και ο ατμός μπορούν μόνο να χωριστούν με τη συμπύκνωση του ατμού για να αφηθεί ο αέρας ο οποίος πρέπει έπειτα να αεριστεί σε έναν ασφαλή χώρο. Οι χωριστοί εξαεριστήρες μπορούν να απαιτηθούν στα μεγαλύτερα διαστήματα ατμού, αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις ο αέρας στο σύστημα απαλλάσσεται μέσω των παγίδων ατμού. Εδώ οι θερμοστατικές παγίδες έχουν ένα σαφές πλεονέκτημα πέρα από μερικούς τύπους παγίδων δεδομένου ότι είναι πλήρως ανοικτοί στο ξεκίνημα. Οι παγίδες επιπλέον των σωμάτων με τους ενσωματωμένους θερμοστατικούς εξαεριστήρες είναι ιδιαίτερα χρήσιμες. Εντούτοις, η μικρή τρύπα στις σταθερές συμπυκνωμένες εξόδους στομίων και η τρύπα στον κάδο παγιδεύουν τον αέρα αργά. Αυτό θα μπορούσε να αυξήσει τους χρόνους παραγωγών, τους χρόνους προθέρμανσης, και τη διάβρωση.

Πριν επιλεγεί μια ιδιαίτερη παγίδα ατμού είναι απαραίτητο να εξεταστούν οι ανάγκες διαδικασίας. Αυτό θα αποφασίσει συνήθως τον τύπο παγίδας που απαιτείται. Μόλις επιλεγτεί, είναι απαραίτητο να ταξινομηθεί η παγίδα ατμού. Αυτό θα καθοριστεί από τους όρους συστημάτων και τέτοιες διαδικασίας είναι :

- 1) Μέγιστος ατμός και συμπυκνωμένες πιέσεις
- 2) Λειτουργών ατμός και συμπυκνωμένες πιέσεις
- 3) Θερμοκρασίες και ρυθμοί ροής
- 4) Εάν η διαδικασία έχει ελεγχόμενη θερμοκρασία

### **5.2.2.Αξιοπιστία**

Η εμπειρία έχει δείξει ότι μια καλή ατμοπαγίδα είναι συνώνυμη με την αξιοπιστία, δηλαδή βέλτιστη απόδοση.

Οι αιτίες της αναξιοπιστίας συνδέονται συχνά με τα εξής :

1) Ρύπος, που συσσωρεύει από ένα σύστημα όπου η ένωση κατεργασίας νερού μεταφέρεται από τον λέβητα ή όπου τα συντρίμια σωλήνων επιτρέπονται για να παρεμποδίσουν τη λειτουργία παγίδων.

Ο αρχικό στόχος μιας παγίδας ατμού είναι η κατάλληλη αφαίρεση του συμπυκνώματος και του αέρα και αυτό απαιτεί μια σαφή κατανόηση για το πώς οι παγίδες ατμού λειτουργούν.

### **5.3.Είδη ατμοπαγίδων**

1) Θερμοστατική: - Ο ατμός καθορίζεται από την πίεσή του. Στο διάστημα ατμού, ατμός σταματά την θερμότητα, παράγοντας το συμπύκνωμα στη θερμοκρασία ατμού. Ως αποτέλεσμα περαιτέρω απώλειας θερμότητας, η θερμοκρασία του συμπυκνώματος θα πέσει. Μια θερμοστατική παγίδα θα περάσει το συμπύκνωμα όταν αισθανθεί αυτή τη χαμηλότερη θερμοκρασία. Καθώς ο ατμός φθάνει στην παγίδα, τις αυξήσεις θερμοκρασίας και τους περίβολουσ παγίδων.

2) Μηχανική: - Αυτή η σειρά παγίδων ατμού λειτουργεί κοντά στην αντίληψη της διαφοράς στην πυκνότητα μεταξύ του ατμού και του συμπυκνώματος. Στο επιπλέον σώμα παγίδας σφαιρών, οι άνοδοι σφαιρών παρουσία του συμπυκνώματος ανοίγει μια βαλβίδα που περνά το πυκνότερο συμπύκνωμα. Με το κάδος της παγίδας, ο κάδος επιπλέει όταν φθάνει ο ατμός στην παγίδα και αυξάνεται για να κλείσει τη βαλβίδα. Και οι δύο είναι ουσιαστικά “mechanical” στη μέθοδο λειτουργίας τους.

3) Θερμοδυναμική: - Θερμοδυναμικές παγίδες ατμού στηρίζονται εν μέρει στο σχηματισμό του ατμού λάμψης από το συμπύκνωμα.

#### **5.3.1. Θερμοστατικές παγίδες ατμού**

Υγρή παγίδα ατμού επέκτασης

Αυτό είναι μια από τις απλούστερες θερμοστατικές παγίδες και το συμπληρωμένο στοιχείο επεκτείνεται όταν θερμαίνεται για να κλείσει τη βαλβίδα.

Τα πλεονεκτήματα του υγρού ατμού επέκτασης παγιδεύουν :

- 1) Οι υγρές παγίδες επέκτασης μπορούν να προσαρμοστούν στην απαλλαγή στις χαμηλές θερμοκρασίες
- 2) Όπως την ισορροπημένη παγίδα πίεσης, η υγρή παγίδα επέκτασης είναι πλήρως ανοικτή
- 3) Η υγρή παγίδα επέκτασης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως παγίδα αγωγών ξεκινήματος στη χαμηλή πίεση

Τα μειονεκτήματα του υγρού ατμού επέκτασης παγιδεύουν:

- 1) Η εύκαμπτη σωλήνωση του στοιχείου μπορεί να καταστραφεί από διαβρωτικό συμπυκνωμένο αέρα ή να υπερθερμάνει
- 2) Εάν η παγίδα υπόκειται στο πάγωμα των όρων η παγίδα και οι σχετικές σωληνώσεις της πρέπει να είναι καλά μονωμένες
- 3) Η υγρή παγίδα επέκτασης δεν είναι κανονικά μια λύση παγίδευσης από μόνη της, όπως απαιτεί συνήθως μια άλλη παγίδα ατμού για να λειτουργήσει παράλληλα. Εντούτοις, μπορεί συχνά να χρησιμοποιηθεί όπου το ποσοστό ξεκινήματος δεν είναι μια σημαντική εκτίμηση.

### **Ισορροπημένη παγίδα ατμού πίεσης**

Μια μεγάλη βελτίωση στην υγρή παγίδα επέκτασης είναι η ισορροπημένη παγίδα πίεσης. Η λειτουργούσα θερμοκρασία της επηρεάζεται από την περιβάλλουσα πίεση ατμού. Το λειτουργικό στοιχείο είναι μια κάψα που περιέχει ένα μίγμα πρόσθετων υγρών και νερού με ένα σημείο βρασμού κάτω από αυτό του νερού. Στους κρύους όρους που υπάρχουν στο ξεκίνημα, η κάψα είναι χαλαρωμένη. Η βαλβίδα είναι ευρέως ανοικτή, επιτρέποντας την

απεριόριστη αφαίρεση του αέρα. Αυτό είναι ένα χαρακτηριστικό γνώρισμα όλων των ισορροπημένων παγίδων πίεσης και εξηγεί γιατί είναι καλοταίριασμένες στον εξαερισμό αέρα.

Στα συμπυκνωμένα περάσματα μέσω της ισορροπημένης παγίδας ατμού πίεσης, η θερμότητα μεταφέρεται στο υγρό στην κάψα. Το υγρό ατμοποιεί προτού να φθάσει ο ατμός στην παγίδα. Η πίεση ατμού μέσα στην κάψα το αναγκάζει για να επεκταθεί και η βαλβίδα κλείνει. Η απώλεια θερμότητας από την παγίδα δροσίζει, ο ατμός συμπυκνώνει και οι συμβάσεις καψών, που ανοίγουν τη βαλβίδα και που απελευθερώνουν το συμπύκνωμα έως ότου πλησιάζει πάλι ο ατμός και ο κύκλος επαναλαμβάνεται.

#### Τα πλεονεκτήματα

- 1) Μικρή, ελαφριά και έχει μια μεγάλη περιεκτικότητα για το μέγεθός της
- 2) Η βαλβίδα είναι πλήρως ανοικτή στο ξεκίνημα, που επιτρέπει στον αέρα και άλλα αέρια να είναι ελεύθερα και δίνοντας τη μέγιστη συμπυκνωμένη αφαίρεση όταν το φορτίο είναι μέγιστο
- 3) Αυτός ο τύπος παγίδας είναι απίθανο να παγώσει κατά την λειτουργία
- 4) Η σύγχρονη ισορροπημένη παγίδα πίεσης ρυθμίζεται αυτόματα στις παραλλαγές της πίεσης ατμού μέχρι τη μέγιστη λειτουργούσα πίεσή του. Θα ανεχτεί επίσης μέχρι 70°C
- 5) Η συντήρηση παγίδων είναι απλή. Το κάθισμα καψών και των βαλβίδων αφαιρείται εύκολα

#### Τα μειονεκτήματα

- 1) Η παλαιότερη εκδοχή της παγίδας ατμού πίεσης είχε τους φυσητήρες που ήταν ευαίσθητοι στη ζημία από το waterhammer ή το διαβρωτικό συμπύκνωμα. Οι ενωμένες στενά κάψες ανοξειδώτου που εισάγονται πιο πρόσφατα, είναι ικανότερες να ανεχτούν τέτοιους όρους

2) Από κοινού όλες οι άλλες θερμοστατικές παγίδες δεν ανοίγουν μέχρι η συμπυκνωμένη θερμοκρασία να μειωθεί κάτω από τη θερμοκρασία ατμού. Αυτό είναι σαφώς ένα μειονέκτημα εάν η παγίδα ατμού επιλέγεται για μια εφαρμογή στην οποία το πλημμύρισμα του διαστήματος ατμού δεν μπορεί να ανεχτεί.

### **Διμεταλλική παγίδα ατμού**

Όπως το όνομα υπονοεί, οι διμεταλλικές παγίδες ατμού κατασκευάζονται χρησιμοποιώντας δύο λουρίδες των ανόμοιων μετάλλων αναγομωμένων μαζί σε ένα στοιχείο. Το στοιχείο εκτρέπεται όταν θερμαίνεται:

Υπάρχουν δύο σημαντικά σημεία :

1) Η λειτουργία της παγίδας ατμού πραγματοποιείται σε μια ορισμένη σταθερή θερμοκρασία, η οποία μπορεί να μην ικανοποιήσει τις απαιτήσεις ενός συστήματος ατμού που λειτουργεί ενδεχομένως στις ποικίλες πιέσεις και στις θερμοκρασίες

2) Επειδή η δύναμη μάζα που ασκείται από μια ενιαία διμεταλλική λουρίδα είναι μικρή, μια μεγάλη θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί η οποία θα ήταν αργή να αντιδράσει στις αλλαγές θερμοκρασίες στο σύστημα ατμού

Τα πλεονεκτήματα

1) Οι διμεταλλικές παγίδες ατμού είναι συνήθως συμπαγείς, όμως μπορούν να έχουν μια μεγάλη συμπυκνωμένη ικανότητα.

2) Η βαλβίδα είναι ευρέως ανοικτή όταν η παγίδα ατμού είναι κρύα, δίνοντας την καλή ικανότητα εξαερισμού αέρα και μέγιστη συμπυκνωμένη ικανότητα απαλλαγής κάτω από την έναρξη.

3) Δεδομένου ότι το συμπύκνωμα τείνει να βγει ελεύθερα από την έξοδο, αυτός ο τύπος παγίδας ατμού δεν θα παγώσει κατά την εργασία σε μια εκτεθειμένη θέση.

4) Οι διμεταλλικές παγίδες ατμού είναι συνήθως ικανές να αντισταθούν στο waterhammer.

5) Τα διμεταλλικά στοιχεία μπορούν να λειτουργήσουν πέρα από ένα ευρύ φάσμα των πιέσεων ατμού χωρίς οποιαδήποτε ανάγκη για την αλλαγή στο μέγεθος του στομίου βαλβίδων.

6) Εάν η βαλβίδα είναι στην προς τα κάτω πλευρά του καθίσματος, μπορεί να ενεργήσει καθώς μια βαλβίδα αντεπιστροφής και να αποτρέψει οποιαδήποτε αντιστροφή ροή μέσω της παγίδας ατμού.

7) Οι διμεταλλικές παγίδες ατμού δεν ανταποκρίνονται γρήγορα στις αλλαγές στο φορτίο ή την πίεση επειδή το στοιχείο είναι αργό να αντιδράσει.

Τα μειονεκτήματα:

1) Οι διμεταλλικές παγίδες ατμού δεν είναι κατάλληλες να επεξεργαστούν εγκαταστάσεις.

2) Η διμεταλλική παγίδα ατμού είναι τρωτή στην παρεμπόδιση από το ρύπο σωλήνων λόγω της χαμηλής εσωτερικής ροής ταχύτητας.

### **5.3.2. Μηχανικές παγίδες ατμού**

Η παγίδα τύπων επιπλέοντων σωμάτων σφαιρών λειτουργεί με την αντίληψη της διαφοράς στην πυκνότητα μεταξύ του ατμού και του συμπυκνώματος. Στην περίπτωση της παγίδας αυτής το συμπύκνωμα που φθάνει στην παγίδα θα αναγκάσει το επιπλέον σώμα σφαιρών να αυξηθεί, ανυψώνοντας την βαλβίδα από το κάθισμα της και απελευθερώνοντας το συμπύκνωμα. Η βαλβίδα είναι πάντα πλημμυρισμένη και ούτε ο ατμός ούτε ο αέρας δεν θα περάσει μέσω από αυτήν. Οι σύγχρονες παγίδες χρησιμοποιούν έναν 2<sup>ο</sup> θερμοστατικό εξαεριστήρα.



Πλεονεκτήματα :

- 1) Η παγίδα απαλλάσσει συνεχώς το συμπύκνωμα στη θερμοκρασία ατμού. Αυτό κάνει πρώτη επιλογή για τις εφαρμογές όπου το ποσοστό μεταφοράς θερμότητας είναι υψηλό για τον τομέα της θέρμανσης.
- 2) Είναι σε θέση να χειριστεί τα βαριά ή ελαφριά συμπυκνωμένα φορτία εξίσου καλά και δεν επηρεάζεται από ξαφνικές διακυμάνσεις της πίεσης ή του ρυθμού ροής.
- 3) Εφόσον εγκαθίστανται ένας αυτόματος εξαεριστήρας, η παγίδα είναι σε θέση να απαλλάξει τον αέρα ελεύθερα.
- 4) Έχει μια μεγάλη περιεκτικότητα για το μέγεθός της.
- 5) Είναι ανθεκτικό στο waterhammer.

Μειονεκτήματα :

- 1) Η παγίδα τύπων επιπλεόντων σωμάτων μπορεί να βλαφθεί από το πάγωμα.

### **5.3.3.Θερμοδυναμικές παγίδες ατμού**

Η θερμοδυναμική παγίδα είναι μια εξαιρετικά γερή παγίδα ατμού με έναν απλό τρόπο λειτουργίας. Η παγίδα λειτουργεί με τη βοήθεια της δυναμικής επίδρασης του ατμού λάμπης καθώς περνά μέσω της παγίδας. Στο ξεκίνημα, η εισερχόμενη πίεση αυξάνει το δίσκο, και το δροσερό συμπύκνωμα απαλλάσσεται αμέσως από το εσωτερικό δαχτυλίδι, κάτω από δίσκο, μέσω τριών περιφερειακών εξόδων.

Αυτή η υψηλή ταχύτητα δημιουργεί μια περιοχή χαμηλής πίεσης κάτω από το δίσκο, σύροντας την προς το κάθισμα της. Συγχρόνως, η πίεση ατμού λάμπης ενισχύεται μέσα στην αίθουσα επάνω από το δίσκο. Σε αυτό το σημείο, ο ατμός λάμπης είναι παγιδευμένος στην ανώτερη αίθουσα, και η πίεση επάνω από το δίσκο είναι ίση με την πίεση που εφαρμόζεται στο εσωτερικό δαχτυλίδι. Τελικά

η παγιδευμένη πίεση στην ανώτερη αίθουσα πέφτει καθώς ο ατμός λάμψης συμπυκνώνει. Ο δίσκος αυξάνεται από την τώρα υψηλότερη πίεση και ο κύκλος επαναλαμβάνεται.

Το ποσοστό λειτουργίας εξαρτάται από τη θερμοκρασία ατμού και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Οι περισσότερες παγίδες θα μείνουν κλειστές για 20 και 40 δευτερόλεπτα.

#### Πλεονεκτήματα:

- 1) Είναι συμπαγείς, απλές, ελαφριές και έχουν μια μεγάλη συμπυκνωμένη ικανότητα για το μέγεθός τους.
- 2) Όλη η κατασκευή από ανοξείδωτο προσφέρει έναν υψηλό βαθμό της αντίστασης στο διαβρωτικό συμπύκνωμα.
- 3) Οι θερμοδυναμικές παγίδες είναι απίθανο να παγώσουν εάν εγκατασταθεί ο δίσκος σε ένα κάθετο επίπεδο .
- 4) Δεδομένου ότι ο δίσκος είναι το μόνο κινούμενο μέρος, η συντήρηση μπορεί εύκολα να πραγματοποιηθεί χωρίς αφαίρεση της παγίδας από τη γραμμή

#### Μειονεκτήματα :

- 1) Οι θερμοδυναμικές παγίδες ατμού δεν θα λειτουργήσουν θετικά στις πολύ χαμηλές πιέσεις.
- 2) Οι θερμοδυναμικές παγίδες μπορούν να απαλλάξουν μεγάλη ποσότητα αέρα στην έναρξη εάν η πίεση κολπίσκων ενισχύεται αργά.
- 3) Η απαλλαγή της παγίδας μπορεί να είναι θορυβώδης και αυτός ο παράγοντας μπορεί να απαγορεύσει τη χρήση μιας θερμοδυναμικής παγίδας σε μερικές θέσεις.

#### **5.3.4. Εκτιμήσεις για την επιλογή των παγίδων ατμού**

Εξ' ορισμού, μια παγίδα ατμού πρέπει να παγιδέψει ή να συγκρατήσει τον ατμό ενώ συγχρόνως μην περιορίζοντας τη μετάβαση του συμπυκνώματος, του αέρα και άλλων μη συμπυκνώσιμων αερίων. Οι βασικές προϋποθέσεις της καλής παγίδευσης ατμού έχουν περιγραφεί ήδη. Εντούτοις, το σχέδιο συστημάτων και οι ανάγκες συντήρησης θα επηρεάσουν την απόδοση και την επιλογή.

Το Waterhammer είναι ένα σύμπτωμα ενός προβλήματος στο σύστημα ατμού. Τα συμπτώματα του waterhammer αποδίδονται συχνά στη δυσλειτουργία της παγίδας ατμού. Μια πιθανότερη εξήγηση είναι ότι μια ελαττωματική παγίδα ατμού έχει βλαφθεί από το waterhammer. Το Waterhammer μπορεί να προκληθεί με διάφορους τρόπους, που περιλαμβάνουν αποτυχία να αφαιρεθεί το συμπύκνωμα από την πορεία του ατμού υψηλής ταχύτητας στις σωληνώσεις.

Το σύγχρονο σχέδιο και οι τεχνικές κατασκευής έχουν παραγάγει τις παγίδες ατμού που είναι πιο γερές από εκείνες των προκάτοχών τους. Αυτό επιτρέπει στην παγίδα ατμού να διαρκέσει περισσότερο υπό τους κανονικούς όρους, και θα είναι επίσης ικανότερη να αντισταθεί στα αποτελέσματα των κακοσχεδιασμένων συστημάτων.

#### **5.4. Ρύπος**

Ο ρύπος είναι ένα άλλος κύριος παράγοντας που πρέπει να εξεταστεί κατά την επιλογή των παγίδων. Αν και ο ατμός συμπυκνώνεται στο αποσταγμένο νερό, μπορεί μερικές φορές να περιέχει τα προϊόντα των σύνθετων και φυσικών μεταλλευμάτων των λεβήτων που βρίσκονται στο νερό.

## 5.5. Επιλογή ατμοπαγίδων

Τα περισσότερα δίκτυα ατμού αποτελούνται από διάφορα εξαρτήματα όπως μειωτήρες πίεσης ατμού, θερμοστατικές βαλβίδες, φίλτρα, διαχωριστήρες, ατμοπαγίδες κ.α. η εγκατάσταση των οποίων εξαρτάται από τις μονάδες κατανάλωσης ατμού (πίεση λειτουργίας, παροχή ατμού κ.λπ.). Ένα από τα απαραίτητα εξαρτήματα κάθε δικτύου ατμού, είναι η ατμοπαγίδα που τοποθετείται μετά την μονάδα κατανάλωσης και επιτρέπει την απομάκρυνση του συμπυκνώματος ενώ εμποδίζει την έξοδο ατμού.

Προϋποθέσεις για την αποδοτική κατανάλωση των μονάδων κατανάλωσης και γενικότερα όλου του δικτύου ατμού είναι τόσο η σωστή λειτουργία, όσο και η εκλογή του κατάλληλου τύπου ατμοπαγίδας. Οι βασικές αιτίες που προκαλούν προβλήματα (αύξηση της κατανάλωσης καυσίμου, μείωση της απόδοσης των μονάδων κατανάλωσης κ.ά. ) σε ένα δίκτυο ατμού και οφείλονται στην κακή λειτουργία των ατμοπαγίδων είναι :

1. Η ατμοπαγίδα μένει ανοικτή και ο ατμός περνά στο δίκτυο επιστροφής συμπυκνωμάτων ή χάνεται στην ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα την αύξηση της κατανάλωσης καυσίμου, ή του κόστους παραγωγής ατμού ( κατανάλωση νερού, κόστος επεξεργασίας).

2. Η παροχή της ατμοπαγίδας είναι μικρότερη από την απαιτούμενη οπότε το συμπύκνωμα παραμένει στους χώρους ατμού ( δίκτυο διανομής, μονάδες κατανάλωσης) με τα ακόλουθα αποτελέσματα :

α) Την μείωση της απόδοσης

β) Αύξηση του χρόνου παραγωγής ενός προϊόντος και συνεπώς μείωση της παραγωγικότητας.

γ) Αύξηση των θερμικών απωλειών με ακτινοβολία από τις μονάδες κατανάλωσης, λόγω αύξησης του χρόνου παραγωγής.

δ) Διάβρωση των σωληνώσεων και των μονάδων κατανάλωσης.

ε) Καταστροφή της εγκατάστασης λόγω υδραυλικών πληγμάτων.

Για την επίλυση των παραπάνω προβλημάτων επιβάλλεται :

i) Γνώση της λειτουργίας των διαφόρων τύπων ατμοπαγίδων.

ii) Γνώση των χαρακτηριστικών (πλεονεκτήματα - μειονεκτήματα) κάθε τύπου ατμοπαγίδας.

iii) Υπολογισμός συνθηκών λειτουργίας ( πίεση εισόδου, αντίθλιψη, φορτίο).

iv) Εκλογή του κατάλληλου τύπου και μεγέθους ατμοπαγίδας.

v) Προληπτικός έλεγχος της σωστής λειτουργίας κάθε ατμοπαγίδας του δικτύου.

### **Τύποι Ατμοπαγίδων**

Οι τύποι των ατμοπαγίδων που κυκλοφορούν σήμερα στο εμπόριο, περιλαμβάνονται σε μια από τις παρακάτω κατηγορίες :

- Μηχανικές ατμοπαγίδες
- Θερμοστατικές ατμοπαγίδες
- Θερμοδυναμικές ατμοπαγίδες

Οι Μηχανικές Ατμοπαγίδες αντιλαμβάνονται την διαφορά της πυκνότητας μεταξύ ατμού και συμπυκνώματος και απομακρύνουν το συμπύκνωμα σε θερμοκρασία ατμού.

Οι Θερμοστατικές Ατμοπαγίδες αντιλαμβάνονται τις διαφορές θερμοκρασίας και απομακρύνουν το συμπύκνωμα σε θερμοκρασία κάτω από αυτήν του ατμού. Χρησιμοποιούνται συχνά για να συγκρατούν το συμπύκνωμα στον χώρο του ατμού, έτσι ώστε να παίρνει μέρος της αισθητής του θερμότητας και να μην χάνεται σε απώλειες ατμού.

Οι Θερμοδυναμικές ατμοπαγίδες αντιλαμβάνονται τις δυναμικές διαφορές ροής του συμπυκνώματος και του ατμού συμπυκνωμάτων και απομακρύνουν το συμπύκνωμα σε θερμοκρασία ελάχιστα κάτω από αυτήν του ατμού.

### ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΑΤΜΟΠΑΓΙΔΩΝ :

#### A - ΚΑΛΥΤΕΡΗ ΕΠΙΛΟΓΗ

#### B - ΑΠΟΔΕΚΤΗ ΕΠΙΛΟΓΗ

	ΠΛΩΤΗ ΡΟΣ ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΙΚΗ	ΑΝΕ ΣΤΡΑΜΜΕΝΟ Υ ΚΑΔΟΥ	ΘΕΡΜΟ ΔΥΝΑ ΜΙΚΗ	ΕΙΣΟΡ ΡΟΠΗ ΣΗΣ ΠΙΕΣΗΣ	ΔΙΜΕΤΑΛΛΙΚΗ	ΔΙΑΣΤΟ ΛΗΣ ΥΓΡΟΥ	ΠΛΩΤΗ ΡΟΣ ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΙΚΗ + ΑΠΕΓΚΛΩΒΙΣΜ. ΑΤΜΟΥ
<b>ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΕΣΤΙΑΤΟΡΙΩΝ</b>							
• Χύτρες Βρασμού - Σταθερές	A	---	B	B	---	---	B
• Χύτρες Βρασμού - Ανατρεπ.	----	---	---	B	---	---	A
• Χύτρες Βρασμού - Με βάση	B	---	---	A	---	---	B
• Φούρνοι Ατμού	---	---	---	A	---	---	---
• Πλάκες Θέρμανσης	B	---	---	A	---	---	B
<b>ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΥΣΙΜΩΝ (ΜΑΖΟΥΤ)</b>							
• Δεξαμενές Αποθήκευσης	A	B	---	---	---	---	---
• Θερμαντήρες Γραμμής	B	A	---	---	---	---	---
• Θερμαντήρες Εξαγωγής	---	---	B	A	B	B	---
• Γραμμές Συνοδείας & Σωλήνες με Χιτώνιο							
<b>ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΩΝ</b>							
• Αυτόκλειστα & Αποστειρωτές	B	B	----	A	---	---	B
<b>ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΞΗΡΑΝΤΗΡΕΣ</b>							
• Σερπαντίνες Ξήρανσης (συνεχ.)	B	A	---	B	B	---	---
• Σερπαντίνες Ξήρανσης (σχάρες)	---	B	---	B	A	---	---
• Κύλινδροι Ξήρανσης	B	B	---	---	---	---	A
• Σωληνωτοί Ξηραντήρες	A	B	---	B	---	---	---
<b>ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΛΑΥΝΤΗΡΙΩΝ</b>							
• Πρέσσες Σιδερώματος	B	B	A	---	---	---	---
• Σιδερωτήρια & Κύλινδροι Σιδερ.	B	B	B	B	---	---	A
• Μονάδες Ανάκτησης Διαλυτικού	A	B	B	---	---	---	---
	A	B	---	---	---	---	B

• Φυγοκεντρικά Στεγνωτήρια							
ΠΡΕΣΣΕΣ							
• Πρέσσες Πολλαπλών Πλακών (Παράλ.)	B	B	A	---	---	---	---
• Πρέσσες Πολλαπλών Πλακών (Εν σειρά)	---	B	A	---	---	---	---
• Πρέσσες Ελαστικών	B	A	B	---	---	---	---
ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ							
• Χύτερες Βρασμού -Σταθερές	A	---	B	B	---	---	B
• Χύτερες Βρασμού- Ανατρεπόμενες	---	---	---	---	---	---	A
• Δεξαμενές Ζύμωσης Μπύρας-Εξατμιστ.	A	B	---	---	---	---	B
• Χωνευτήρια	A	B	B	---	---	---	---
• Τράπεζες Θέρμανσης	---	---	B	A	---	---	---
• Αποστακτήρες	A	B	---	---	---	---	---
• Δεξαμενές Αποθήκευσης	---	A	B	---	---	---	---
• Μηχανήματα Βουλκανισμού	B	A	---	---	---	---	---
ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΧΩΡΩΝ							
• Εναλλάκτες Θέρμανσης Νερού-Αέρος	A	B	---	---	---	---	B
• Πάνελ και Ταινίες Ακτινοβολίας	A	B	B	---	---	---	B
• Θερμαντικά Σώματα Ακτινοβολίας & Επαγωγής	B	---	---	A	B	---	---
• Σερπαντίνες Θέρμανσης οροφής	B	B	---	A	---	---	---
ΚΕΝΤΡΙΚΟΙ ΑΓΩΓΟΙ ΑΤΜΟΥ							
• Οριζόντιες Γραμμές - Τερματικά	B	B	A	B	---	---	---
• Διαχωριστές	A	B	B	B	---	---	---
• Αποστράγγιση κλεισίματος	---	---	---	B	---	A	---
ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ ΚΑΙ ΚΑΔΟΙ							
• Καδοί Επεξεργασίας (Ανοδικός Σωλήνας Αποστράγγισης )	B	B	A	B	---	---	---
• Καδοί Επεξεργασίας (Σωλήνας Αποστράγγισης στη βάση)	A	B	B	B	---	---	---

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μικρές Δεξαμενές με Σερπαντίνες (γρήγορο βράσιμο)</li> </ul>	A	B	---	B	---	---	---
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Μικρές Δεξαμενές με Σερπαντίνες (αργό βράσιμο)</li> </ul>	---	---	---	---	---	A	---



## Μηχανικές ατμοπαγίδες ανεστραμμένου κάδου

Οι ατμοπαγίδες ανεστραμμένου κάδου είναι ο πιο στιβαρός τύπος μηχανικής ατμοπαγίδας και αντέχει στο υδραυλικό πλήγμα. Επίσης με την τοποθέτηση μιας βαλβίδας αντεπιστροφής στην είσοδο, μπορούν να χρησιμοποιηθούν και με υπέρθερμο ατμό. Διατίθενται σε μεγάλη ποικιλία διατομών βαλβίδων για ακριβές ταίριασμα της πίεσης λειτουργίας και του φορτίου. Απομακρύνουν το συμπύκνωμα διακεκομμένα και δεν επιτρέπουν την γρήγορη απομάκρυνση του αέρα. Γι' αυτό πολλές φορές είναι απαραίτητη η τοποθέτηση ξεχωριστού εξαεριστικού. Σε συνθήκες παγετού πρέπει να μονώνονται.

Ο ατμός εισέρχεται στον ανεστραμμένο κάδο. Αυτό αυξάνει την άνωση στον κάδο και κλείνει την βαλβίδα μέσω του μοχλού, εμποδίζοντας έτσι την διέλευση ζωντανού ατμού. Καθώς ο ατμός μέσα στον κάδο συμπυκνώνεται, λόγω της απώλειας θερμότητας από το σώμα της ατμοπαγίδας, ο κάδος βυθίζεται και ανοίγει η βαλβίδα μέσω του μοχλού. Το συμπύκνωμα απομακρύνεται μέχρις ότου ο ατμός αυξήσει πάλι την άνωση στο κάδο και κλείσει την βαλβίδα.

Η ύπαρξη σημαντικής ποσότητας αέρα μέσα στον κάδο, που προφανώς δεν συμπυκνώνεται, θα έκανε τον κάδο να επιπλέει συνεχώς. Για τον λόγο αυτό μια μικρή οπή εξαερισμού επιτρέπει την διαφυγή του αέρα. Η διαφυγή αυτή είναι μάλλον αργή και, εάν πρέπει να απομακρυνθεί σημαντική ποσότητα αέρα, πρέπει να εγκατασταθεί παράλληλα ένα θερμοστατικό εξαεριστικό.

Η ιδανική θέση των ατμοπαγίδων ανεστραμμένου κάδου, είναι χαμηλότερα από την μονάδα που αποστραγγίζεται ώστε να είναι πάντοτε γεμάτες νερό. Εάν αναμένονται συνθήκες παγετού πρέπει να μονώνονται. Οποιαδήποτε παράκαμψη πρέπει να τοποθετείται πάνω από την ατμοπαγίδα, γιατί αν βρισκόταν από κάτω και ήταν ανοικτή ή είχε διαρροή, θα απομάκρυνε το υδατικό φράγμα.

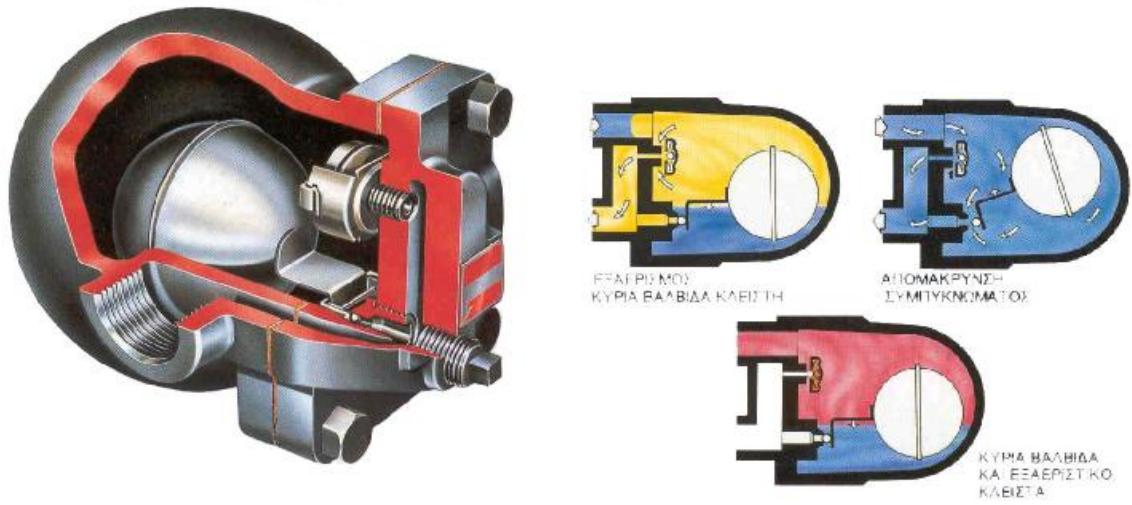
Εάν η ατμοπαγίδα βρίσκεται σε ψηλό επίπεδο, τότε για την ανύψωση του συμπυκνώματος, πρέπει να χρησιμοποιείται σωλήνας μικρής διαμέτρου (με

μικρό σιφόνι U στο κάτω μέρος). Μια πτωτική κλίση και μια βαλβίδα αντεπιστροφής πριν από την ατμοπαγίδα θα βελτιώσει την λειτουργία της.

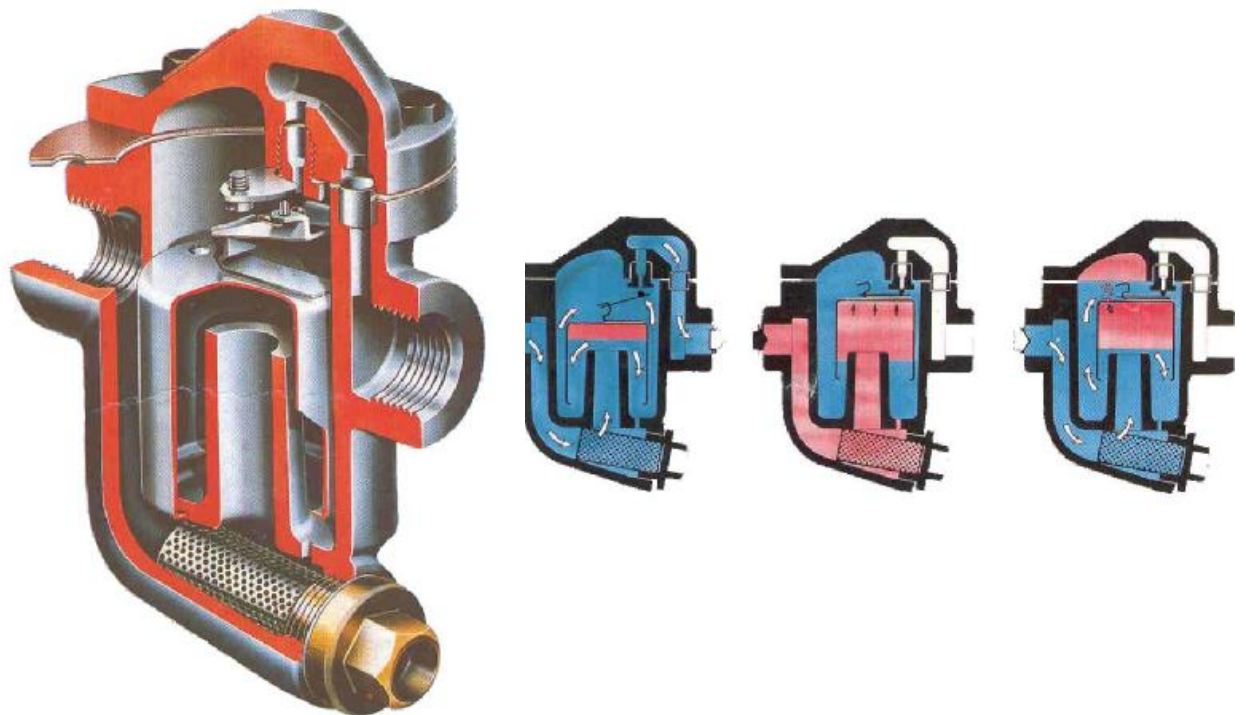
Μερικοί τύποι έχουν ενσωματωμένη μια βαλβίδα αντεπιστροφής για προστασία από συνθήκες μικρού φορτίου, ξαφνικής πτώσης πίεσης, ή υπέρθερμου ατμού (ο οποίος μπορεί να εξατμίσει το υδάτινο φράγμα). Σε συνθήκες υπέρθερμου ατμού, μπορεί να απαιτηθεί πλήρωση με νερό πριν ανοίξει η παροχή ατμού.

#### Χαρακτηριστικά

Στιβαρή ατμοπαγίδα που αντέχει στο υδραυλικό πλήγμα.	√
Μεγάλη επιλογή διατομών βαλβίδας για ακριβές ταίριασμα στην πίεση και το φορτίο.	√
Καλό υδάτινο φράγμα λόγω του σωλήνα εισόδου ο οποίος επεκτείνεται βαθειά μέσα στον κάδο.	√
Επιλογή βιδωτής, κολλητής, φλαντζωτής ή περιστρεφόμενης σύνδεσης.	√
Ανοξείδωτα εσωτερικά εξαρτήματα που μειώνουν την φθορά και την διάβρωση.	√
Διαστάσεις 15 mm έως 50 mm.	√
Υλικό σώματος: Σφαιροειδής χυτοσίδηρος, ή χυτοσίδηρος, ή χυτοχάλυβας, ή ανοξ. χάλυβας.	√
Πίεση : έως 62 bar μανομετρική.	√
Ικανότητα : έως 9.000 Kgr/h	√
Προαιρετικοί σφραγισμένοι τύποι από ανοξείδωτο χάλυβα.	√



*Εικ. Μηχανικές Ατμοπαγίδες Πλωτήρος*



*Εικ. Μηχανικές Ατμοπαγίδες Ανεστραμμένου Κάδου*

## **Θερμοδυναμικές ατμοπαγίδες**

Αυτές οι ελαφριές αλλά στιβαρές ατμοπαγίδες έχουν μόνο ένα κινούμενο μέρος- ένα σκληρυμένο ανοξείδωτο δίσκο, που λειτουργεί και σαν βαλβίδα αντεπιστροφής. Σε ολόκληρο το εύρος των πιέσεων λειτουργίας δεν απαιτείται ρύθμιση ή αλλαγή του μεγέθους της βαλβίδας. Η απομάκρυνση του συμπυκνώματος είναι βέβαιη, με στεγανό κλείσιμο, χωρίς τυχαία ή ρυθμιζόμενη διαρροή. Οι ατμοπαγίδες αυτές αντέχουν στον υπέρθερμο ατμό, στο υδραυλικό πλήγμα, στον παγετό, στις διαβρωτικές συνθήκες και στους κραδασμούς. Εργάζονται σε οποιαδήποτε θέση και κάνουν ένα ευδιάκριτο κλικ κάθε φορά που κλείνει η βαλβίδα. Έτσι ελέγχεται εύκολα η λειτουργία τους.

### **Λειτουργία**

Κατά την εκκίνηση η εισερχόμενη πίεση ανυψώνει τον δίσκο και το ψυχρό συμπύκνωμα και ο αέρας απομακρύνονται αμέσως. Όταν διέρχεται ζεστό συμπύκνωμα από την ατμοπαγίδα δημιουργείται ατμός συμπυκνωμάτων. Η υψηλή του ταχύτητα κάτω από τον δίσκο δημιουργεί υποπίεση κάτω από τον δίσκο και τον έλκει προς την έδρα. Την ίδια ώρα στον θάλαμο πάνω από τον δίσκο, παρουσιάζεται πίεση ατμού συμπυκνωμάτων που πιέζει κάτω τον δίσκο, αντίθετα δηλ. προς την πίεση του εισερχόμενου συμπυκνώματος, μέχρι ο δίσκος να καθίσει στον εσωτερικό δακτύλιο και να κλείσει την βαλβίδα. Ταυτόχρονα ο δίσκος ακουμπάει πάνω στον εξωτερικό δακτύλιο και παγιδεύει ατμό και πίεση μέσα στον θάλαμο.

Η πίεση μέσα στον θάλαμο μειώνεται καθώς συμπυκνώνεται ο ατμός συμπυκνωμάτων και έτσι ο δίσκος ανυψώνεται. Ο κύκλος αυτός επαναλαμβάνεται.

Για βέλτιστη συμπεριφορά και μεγάλη διάρκεια ζωής οι θερμοδυναμικές ατμοπαγίδες πρέπει να εγκαθίστανται με τον δίσκο όρθιο.

Με την χρήση ενός προαιρετικού εξαεριστικού δίσκου, είναι δυνατή η αποφυγή εγκλωβισμένου αέρα, όταν υπάρχουν εγκλωβισμένες μεγάλες ποσότητες αέρα στο δίκτυο. αυτό μπορεί να παρουσιαστεί όταν η εγκατάσταση κλείνει και αναρροφάται αέρας μέσα στο σύστημα.

#### Χαρακτηριστικά

Συμπαγής και ελαφριά ατμοπαγίδα.	√
Μόνο ένα κινούμενο μέρος, -ένας ανοξείδωτος δίσκος- εξασφαλίζει αξιόπιστη λειτουργία.	√
Βέβαιη απομάκρυνση του συμπυκνώματος, με στεγανό κλείσιμο, χωρίς τυχαία ή ρυθμιζόμενη διαρροή.	√
Αντέχει στον υπέρθερμο ατμό, στο υδραυλικό πλήγμα, στον παγετό στο διαβρωτικό συμπύκνωμα και στους κραδασμούς.	
Ένα ευδιάκριτο κλικ, κατά το κλείσιμο, αποτελεί εύκολο τρόπο ελέγχου της συμπεριφοράς της ατμοπαγίδας.	
Δεν απαιτείται ρύθμιση ή αλλαγή του μεγέθους της βαλβίδας, σε ολόκληρο το εύρος των πιέσεων λειτουργίας.	√
Επιλογή βιδωτής, κολλητής, φλαντζωτής ή περιστρεφόμενης σύνδεσης.	√
Διαστάσεις 15 mm έως 25 mm.	√
Υλικό σώματος: Ανοξείδωτος χάλυβας.	√
Πίεση : έως 120 bar μανομετρική.	√
Ικανότητα : έως 1.000 Kgr/h	√
Εξασφαλίζει την πλήρη απομάκρυνση του συμπυκνώματος.	√
Προαιρετική ηλεκτρολυτική επινικέλωση	√
Προαιρετική τοποθέτηση κρουνού εκκένωσης στο φίλτρο.	√
Προαιρετικός εξαεριστικός δίσκος.	√

## **Θερμοστατικές ατμοπαγίδες εξισορρόπησης πίεσης**

Αυτές οι συμπαγείς, ελαφρές ατμοπαγίδες απομακρύνουν το συμπύκνωμα μόλις ψυχθεί σε θερμοκρασία κάτω από αυτήν του κεκορεσμένου ατμού. Συγκρατούν το συμπύκνωμα επιτρέποντας την χρησιμοποίηση μέρους της θερμότητάς του. Επομένως είναι φυσικό να παρουσιάζεται συγκέντρωση συμπυκνώματος στο χώρο του ατμού, πριν ανοίξει η ατμοπαγίδα. Δεν απαιτούν ρυθμίσεις στις διάφορες πιέσεις του ατμού. Οι Θερμοστατικές Ατμοπαγίδες Εξισορρόπησης Πίεσης απομακρύνουν ελεύθερα τον αέρα.

### **Λειτουργία**

Στην καρδιά των Θερμοστατικών Ατμοπαγίδων Εξισορρόπησης Πίεσης βρίσκεται μια ανοξειδωτή κάψουλα γεμάτη υγρό, που περιέχει ένα ζεύγος διαφραγμάτων. Το υγρό βράζει σε θερμοκρασία λίγο κάτω από αυτήν του κορεσμένου ατμού.

Κρύος αέρας και συμπύκνωμα εισέρχονται στην ατμοπαγίδα. Δεδομένου ότι η κάψουλα είναι κρύα, η βαλβίδα είναι ανοικτή και το συμπύκνωμα και ο αέρας απομακρύνονται.

Καθώς το συμπύκνωμα πλησιάζει τη θερμοκρασία του ατμού, η κάψουλα θερμαίνεται. Το υγρό της βράζει και ο παραγόμενος ατμός επενεργεί στο συγκρότημα των διαφραγμάτων και σπρώχνει την βαλβίδα προς την έδρα.

Υπό την δυναμική επίδραση της ροής του συμπυκνώματος η βαλβίδα κλείνει και διακόπτεται η ροή.

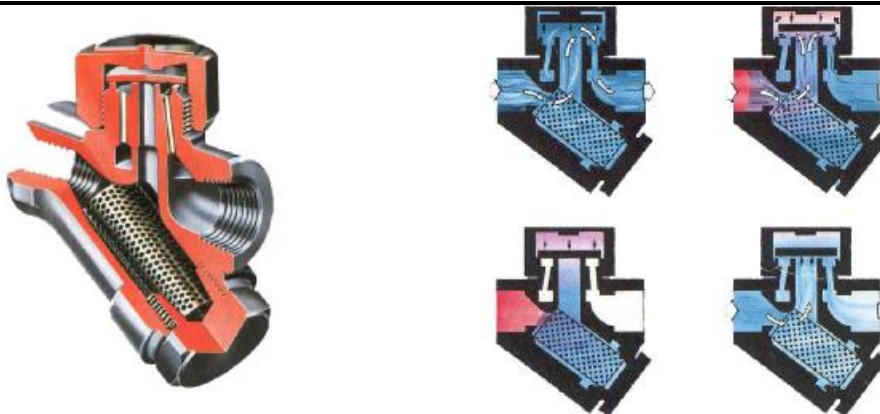
Καθώς η ατμοπαγίδα, που είναι γεμάτη νερό, χάνει θερμότητα το περιεχόμενο της κάψουλας συμπυκνώνεται και πέφτει η πίεσή του. Η βαλβίδα ανοίγει ξανά, απομακρύνεται συμπύκνωμα και έτσι επαναλαμβάνεται ο κύκλος.

Η ιδεώδης θέση των Θερμοστατικών Ατμοπαγίδων Εξισορρόπησης Πίεσης είναι σε οριζόντια γραμμή, με την κάψουλα προς τα επάνω και με ένα μικρό

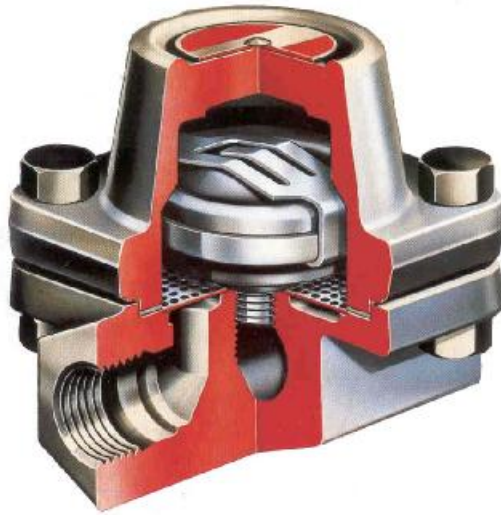
κατακόρυφο σωλήνα στην είσοδο της ατμοπαγίδας για υποβοήθηση της λειτουργίας της.

### Χαρακτηριστικά

Εξαιρετικά χαρακτηριστικά εξαερισμού.	√
Στιβαρή ανοξείδωτη κάψουλα με χοντρά τοιχώματα, που αντέχει σε υδραυλικό πλήγμα και υπέρθερμο ατμό.	√
Ειδικές κάψουλες για συστήματα επιστροφών με κενό, αποστειρωτές και φούρνους ψεκασμού ατμού.	√
Επιλογή βιδωτής, κολλητής, φλαντζωτής ή περιστρεφόμενης σύνδεσης.	√
Διαστάσεις 15 mm έως 50 mm.	√
Υλικό σώματος: Ορείχαλκος, χυτοχάλυβας, ή ανοξείδωτος χάλυβας.	√
Πίεση : έως 30 bar μανομετρική.	√
Ικανότητα : έως 18.000 Kgr/h.	√
Προαιρετικό ενσωματωμένο φίλτρο.	√
Προαιρετικοί σφραγισμένοι τύποι από ανοξείδωτο χάλυβα.	√



Εικ. Θερμοδυναμικές Ατμοπαγίδες



*Εικ. Θερμοστατικές Ατμοπαγίδες Εξισορρόπησης πίεσης*

### **Θερμοστατικές διμεταλλικές ατμοπαγίδες**

Οι διμεταλλικές Θερμοστατικές Ατμοπαγίδες χρησιμοποιούνται κυρίως για τον έλεγχο της απομάκρυνσης του συμπυκνώματος, έτσι ώστε να χρησιμοποιείται η αισθητή του θερμότητα και να μειώνονται οι απώλειες που οφείλονται στον ατμό συμπυκνωμάτων κατά την εκτόνωση. Είναι εξαιρετικά στιβαρές ατμοπαγίδες με ενσωματωμένο ανοξείδωτο φίλτρο. Οι διμεταλλικές ατμοπαγίδες δέχονται μεγάλο εύρος φορτίων και πιέσεων και είναι ανθεκτικές σε υδραυλικό πλήγμα, διαβρωτικό συμπύκνωμα και παγετό. Επίσης απομακρύνουν ελεύθερα τον αέρα.



## Λειτουργία

Καθώς το συμπύκνωμα στο εσωτερικό της ατμοπαγίδας πλησιάζει την θερμοκρασία του ατμού, τα φύλλα ενός πολλαπλού σταυροειδούς διμεταλλικού στοιχείου παραμορφώνονται και έλκουν την βαλβίδα στην έδρα της, αντίθετα προς την πίεση της γραμμής. Καθώς τα μπράτσα των στοιχείων έχουν διαφορετικά μήκη, έρχονται σε επαφή διαδοχικά, εξασφαλίζοντας πρόσθετη δύναμη κλεισίματος σε υψηλότερες πιέσεις.

Καθώς το συμπύκνωμα ψύχεται, η παραμόρφωση μειώνεται και η βαλβίδα ανοίγει.

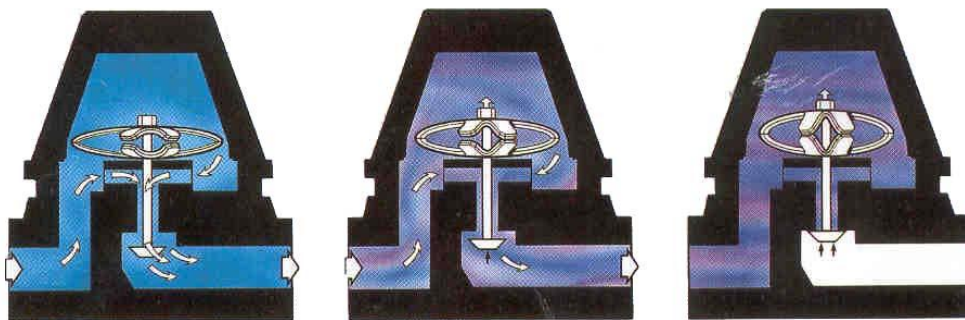
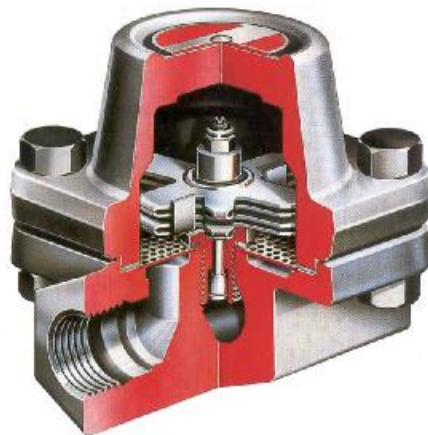
Σε Διμεταλλικές ατμοπαγίδες μεγαλύτερης ικανότητας παροχής, χρησιμοποιείται ένα στοιχείο δίσκου/ελατηρίου.

Η εγκατάσταση και η συντήρησή τους είναι απλές. Οι Διμεταλλικές Ατμοπαγίδες μπορούν να ηλεκτροσυγκολληθούν κατ' ευθεία πάνω στην γραμμή, χωρίς να αφαιρεθούν τα εργαζόμενα εξαρτήματα. Εναλλακτικά διατίθενται επίσης φλαντζωτοί και βιδωτοί τύποι. Κατά την συντήρηση το στοιχείο απλώς ξεβιδώνεται και αντικαθίσταται, χωρίς να χρειαστεί η απομάκρυνση της ατμοπαγίδας από την γραμμή.

## Χαρακτηριστικά

Η θερμοκρασία απομάκρυνσης του συμπυκνώματος ελέγχεται από διμεταλλικό στοιχείο, που επιτρέπει τη χρήση της αισθητής θερμότητας και μειώνει τις απώλειες από τον ατμό συμπυκνωμάτων.	√
Το μοναδικό πολλαπλό σπειροειδές διμεταλλικό στοιχείο έχει μεγάλη επιφάνεια και μικρή μάζα για εξασφάλιση μέγιστης ευαισθησίας.	√
Το στοιχείο ακολουθεί σχεδόν την καμπύλη κεκορεσμένου ατμού και είναι επομένως εξίσου αποτελεσματικό σ' όλες τις πιέσεις.	√
Ευαίσθητη απόκριση που αποφεύγει την θερμική αδράνεια βαρύτερων στοιχείων.	√
Εξαιρετικά στιβαρή κατασκευή. Αντέχει σε υδραυλικό πλήγμα,	√

διαβρωτικό συμπύκνωμα και Παγετό.	
Απομακρύνει ελεύθερα τον αέρα.	✓
Ενσωματωμένο φίλτρο.	
Ευκολία στην εγκατάσταση.	
Επιλογή βιδωτής, κολλητής, ή φλαντζωτής σύνδεσης.	✓
Διαστάσεις 15 mm έως 40 mm.	✓
Υλικό σώματος: Χυτοχάλυβας, ή Ανοξείδωτος χάλυβας.	✓
Πίεση : έως 45 bar μανομετρική.	✓
Ικανότητα : έως 9.000 Kgr/h	✓
Προαιρετικοί σφραγισμένοι τύποι από ανοξείδωτο χάλυβα.	✓



*Εικ. Διμεταλλικές Θερμοστατικές Ατμοπαγίδες*

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### 6.1. Φίλτρα

Ενώ οι διηθητήρες αφαιρούν όλα τα ορατά μόρια στον ατμό, είναι μερικές φορές απαραίτητο να αφαιρεθούν τα μικρότερα μόρια, παραδείγματος χάριν, στις ακόλουθες εφαρμογές :

1) Όταν υπάρχει άμεση έγχυση του ατμού σε μια διαδικασία, η οποία μπορεί να προκαλέσει τη μόλυνση του προϊόντος. Παράδειγμα : Στη βιομηχανία τροφίμων, και για την αποστείρωση του εξοπλισμού διαδικασίας στη βιομηχανία γιαουρτιού

2) Όπου ο βρώμικος ατμός μπορεί να προκαλέσει την απόρριψη ενός προϊόντος ή μιας διαδικασίας λόγω της ορατής διατήρησης μορίων

3) Για τη μείωση της περιεκτικότητας σε νερό ατμού, που εξασφαλίζει έναν ξηρό, διαποτισμένο ανεφοδιασμό

Σε τέτοιες καθαρές εφαρμογές ατμού, οι διηθητήρες δεν είναι κατάλληλοι και τα φίλτρα πρέπει να χρησιμοποιηθούν. Ένα φίλτρο που χρησιμοποιείται σε ένα σύστημα ατμού αποτελείται χαρακτηριστικά από ένα συμπυκνωμένο στοιχείο φίλτρων. Η διαδικασία συμπύκνωσης παράγει μια λεπτή πορώδη δομή, το οποίο αφαιρεί οποιαδήποτε μόριο από το ρευστό που περνά μέσω της.

Η λεπτή, πορώδης φύση του στοιχείου φίλτρων θα δημιουργήσει μια μεγαλύτερη πτώση πίεσης πέρα από το φίλτρο που συνδέεται με το διηθητήρα ίδιου μεγέθους. Όταν το φίλτρο χρησιμοποιείται στις εφαρμογές ατμού ή αερίου, ένας διαχωριστής πρέπει να εγκατασταθεί προς τα πάνω του φίλτρου για να αφαιρέσει οποιαδήποτε σταγονίδια του συμπυκνώματος που κρατιούνται σε εκκρεμότητα. Εκτός από τη βελτίωση της ποιότητας του ατμού, αυτό θα παρατείνει τη ζωή του φίλτρου.

## 6.2. Διαχωριστές ατμού

Ο υγρός ατμός είναι ατμός που περιέχει έναν βαθμό νερού, και είναι μια από τις βασικές ανησυχίες σε οποιοδήποτε σύστημα ατμού. Μπορεί να μειώσει την παραγωγικότητα εγκαταστάσεων και την ποιότητα των προϊόντων, και μπορεί να προκαλέσει τη ζημία στα περισσότερα στοιχεία των εγκαταστάσεων και του εξοπλισμού. Η προσεκτική αποξήρανση και η παγίδευση μπορούν να αφαιρέσουν το μεγαλύτερο μέρος του νερού. Για να αφαιρέσουν τα ανασταλμένα σταγονίδια νερού, οι διαχωριστές εγκαθίστανται στις σωληνώσεις ατμού. Ο ατμός που παράγεται σε έναν λέβητα με σκοπό να παραγάγει το διαποτισμένο ατμό είναι υγρός. Αν και το μέρος ξηρότητας θα ποικίλει σύμφωνα με τον τύπο λέβητα, οι περισσότεροι λέβητες ατμού θα παραγάγουν τον ατμό με ένα ποσοστό ξηρότητας μεταξύ 95 και 98%. Υπάρχει πάντα ένας ορισμένος βαθμός απώλειας θερμότητας από το σωλήνα διανομής, ο οποίος αναγκάζει τον ατμό να συμπυκνωθεί. Τα συμπυκνωμένα μόρια νερού θα έλθουν τελικά προς το κατώτατο σημείο του σωλήνα.

Η παρουσία νερού στον ατμό μπορεί να προκαλέσει διάφορα προβλήματα :

1) Δεδομένου ότι το νερό είναι ένα εξαιρετικά αποτελεσματικό εμπόδιο στη μεταφορά θερμότητας, η παρουσία του μπορεί να μειώσει την παραγωγικότητα εγκαταστάσεων και την ποιότητα των προϊόντων.

2) Τα σταγονίδια νερού που ταξιδεύουν στις υψηλές ταχύτητες ατμού θα διαβρώσουν τις βαλβίδες και τις συναρμολογήσεις. Τα σταγονίδια νερού θα αυξήσουν επίσης το ποσό διάβρωσης.

Αν και υπάρχουν διαφορετικά σχέδια του διαχωριστή, όλα προσπαθούν να αφαιρέσουν την υγρασία που παραμένει ανασταλμένη τη ροή ατμού, η οποία δεν μπορεί να αφαιρεθεί με την παγίδευση αποξηράνσεων και του ατμού. Υπάρχουν τρεις τύποι διαχωριστών σε κοινή χρήση στα συστήματα ατμού:

### 1) Τύπος διαφραγμάτων

Τα ανασταλμένα σταγονίδια νερού έχουν μια μεγαλύτερη μάζα και μια μεγαλύτερη αδράνεια από τον ατμό κατά συνέπεια, όταν υπάρχει μια αλλαγή στην κατεύθυνση ροής, οι ξηρές ροές ατμού γύρω από τα διαφράγματα και τα σταγονίδια νερού συλλέγονται στα διαφράγματα. Επιπλέον, δεδομένου ότι ο διαχωριστής έχει μια μεγάλη διατονική περιοχή, υπάρχει μια προκύπτουσα μείωση της ταχύτητας του ρευστού. Αυτό μειώνει τη κινητική ενέργεια των σταγονιδίων νερού. Το συμπύκνωμα συλλέγεται στο κατώτατο σημείο του διαχωριστή.

### 2) Κυκλωνικός τύπος

Ο κυκλωνικός ή φυγοκεντρικός διαχωριστής τύπων χρησιμοποιεί μια σειρά πτερυγίων που παράγουν μεγάλη κυκλωνική ροή. Η ταχύτητα του ατμού το αναγκάζει να στροβιλιστεί γύρω από το σώμα του διαχωριστή.

## 6.3. Ανταλλάκτες θερμότητας

Η αρχική πλευρά του ανταλλάκτη θερμότητας θα αναφερθεί ως διάστημα ατμού, και η παγιδεύοντας συσκευή ατμού θα αναφερθεί ως παγίδα. Η παγίδα μπορεί να είναι μια παγίδα ατμού, μια παγίδα αντλιών, ή μια παγίδα και μια αντλία ατμού. Σε αυτές τις εγκαταστάσεις, ένας αισθητήρας ελέγχου ελέγχει τη θερμοκρασία του εξερχόμενου θερμασμένου ρευστού στο δευτεροβάθμιο κύκλωμα. Η βαλβίδα ελέγχου προσπαθεί να διατηρήσει μια θερμοκρασία που καθορίζεται από τον ελεγκτή. Η βαλβίδα επιτυγχάνει αυτό με το άνοιγμα ή το κλείσιμο για να αλλάξει τον ρυθμό ροής του ατμού.

Ένα παράδειγμα είναι :

### 1) Ανταλλάκτες θερμότητας σωλήνων

### 2) Σπείρες ή μπαταρίες θέρμανσης με αέρα στον αγωγό

Η απόδοση των ανταλλακτών θερμότητας ατμού μειώνεται συχνά λόγω του συμπυκνώματος που πλημμυρίζει το διάστημα και το πλημμύρισμα ατμού.

Η κύρια αιτία του πλημμυρίσματος είναι :

1) Εγκατάσταση του λανθασμένου τύπου παγίδας.

Μερικά συστήματα στοχεύουν να επιτύχουν τον έλεγχο της θερμοκρασίας. Είναι σημαντικό ότι οι ανταλλάκτες θερμότητας σχεδιάζονται και κατασκευάζονται συγκεκριμένα για να αντισταθούν στα αποτελέσματα της πλημμύρας. Όπου αυτό δεν γίνεται, η παρουσία συμπυκνώματος στον ανταλλάκτη θερμότητας θα έχει ένα δυσμενές αποτέλεσμα στη λειτουργούσα απόδοση και θα μειώσει τη διάρκεια ζωής. Αυτή η μέθοδος ελέγχου μπορεί να έχει ορισμένα οφέλη εάν το σύστημα σχεδιάζεται σωστά.

#### **6.4. Το φορτίο θερμότητας, ο ανταλλάκτης θερμότητας και η σχέση φορτίων ατμού**

Ο διαποτισμένος ατμός χρησιμοποιείται για να παρέχει την αρχική θερμότητα σε ένα ρευστό. Ο ανταλλάκτης θερμότητας όρου χρησιμοποιείται για να περιγράψει όλους τους τύπους εξοπλισμών όπου η μεταφορά θερμότητας προωθείται από ένα ρευστό σε άλλο.

#### **Ελεγχόμενες εφαρμογές θερμοκρασίας**

Σε μια εφαρμογή ελέγχου θερμοκρασίας, η θερμοκρασία κοιλίσκων του δευτεροβάθμιου ρευστού στον ανταλλάκτη θερμότητας μπορεί να αλλάξει με το χρόνο. Αυτό σημαίνει ότι προκειμένου να διατηρηθεί μια συνεπής δευτεροβάθμια ρευστή θερμοκρασία εξόδου, η θερμότητα που παρέχεται στον ανταλλάκτη θερμότητας πρέπει επίσης να ποικίλει. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρησιμοποίηση μιας βαλβίδας ελέγχου.

Μια βαλβίδα ελέγχου χρησιμοποιείται για το ρυθμό ροής και την πίεση του ατμού έτσι ώστε η εισαγωγή θερμότητας στον ανταλλάκτη θερμότητας μπορεί να ελεγχθεί. Η διαμόρφωση της θέσης της βαλβίδας ελέγχου ελέγχει έπειτα τη θερμοκρασία εξόδου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

### ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ

Ένα ίδιο σύστημα με αυτό που σκοπό έχει να παρουσιάσει η πτυχιακή αυτή εργασία βρίσκεται στο εργοστάσιο της Νουνού και χρησιμοποιείται για την παραγωγή γιαουρτιού.

#### 7.1. Μέρη του λέβητα

Ο οριζόντιος φλογοαυλωτός κυλινδρικός ατμολέβητας όπου κατασκευάστηκε το 1986, αποτελείται από :

- 1) καυστήρας (Weisnaupt)
- 2) Σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου
- 3) Συστήματα ασφαλείας
- 4) Πίνακα ελέγχου

Οριζόντιος φλογοαυλωτός κυλινδρικός ατμολέβητας :



### Ανάλυση :

1) Ο καυστήρας με ονομασία weisnaupt αποτελείται από έναν κινητήρα με ισχύ 14,2kw και στροφές 3500/min χρησιμοποιείται για την κίνηση του συστήματος παροχής αέρα του λέβητα. Αποτελείται από δύο ζερβοκινητήρες (μοτέρ μικρής ισχύς) που χρησιμοποιούνται για την ρύθμιση της παροχής του αέρα έτσι ώστε να υπάρχει δυνατότητα μεταβολής της ισχύς λειτουργίας του καυστήρα (αναλογική λειτουργία).



*Καυστήρας weisnaupt*

Το τοπικό σύστημα τροφοδοσίας του καυστήρα αποτελείται από μία αντλία υψηλής πίεσης, όπου ανεβάζει την πίεση του καυσίμου στην επιθυμητή για την λειτουργία του συστήματος πίεση 30 bar. Υπάρχει ακόμα προθερμαντήρας καυσίμου ο οποίος ζεσταίνει το καύσιμο στην επιθυμητή θερμοκρασία καύσης 120-130,00 °C. Επίσης αποτελείται από αγωγούς μαζούτ. Όπως και από βαλβίδες λειτουργίας και βαλβίδες ασφαλείας για πρόσθετη ασφάλεια.





*Τοπικό σύστημα τροφοδοσίας*

Υπάρχει ένας ζερβοκινητήρας (κινητήρας μικρής ισχύς) που ελέγχει τη ροή του καυσίμου κατά την καύση έτσι ώστε να ρυθμίζει τη μεταβολή της ισχύς λειτουργίας του καυστήρα (αναλογική λειτουργία). Επίσης έχουμε ηλεκτρικό σύστημα θέρμανσης αγωγών κυκλοφορίας μαζούτ και των βαλβίδων το οποίο ελέγχεται από ένα κεντρικό σύστημα ελέγχου.



*Ηλεκτρικό σύστημα θέρμανσης κυκλοφορίας μαζούτ*

Ο καυστήρας διαθέτει σύστημα έναυσης (το οποίο χρησιμοποιείται για το ξεκίνημα της φλόγας). Αποτελείται από έναν μετασχηματιστή υψηλής τάσης, καλώδια μεταφοράς ρεύματος και ακίδες – σπινθηριστές δημιουργίας τόξου (ηλεκτρική εκκένωση).

Ένα ακόμη σημαντικό εξάρτημα του καυστήρα είναι το φωτοκύτταρο το οποίο παίζει σημαντικό ρόλο για την ασφάλεια του συστήματος δηλαδή ελέγχει την ύπαρξη ή μη φλόγας στο θάλαμο καύσης τον σωστό χρόνο.

Τέλος υπάρχει θυρίδα για οπτικό έλεγχο της καύσης και γενικά για την λειτουργία του καυστήρα.



*Θυρίδα για οπτικό έλεγχο καύσης*

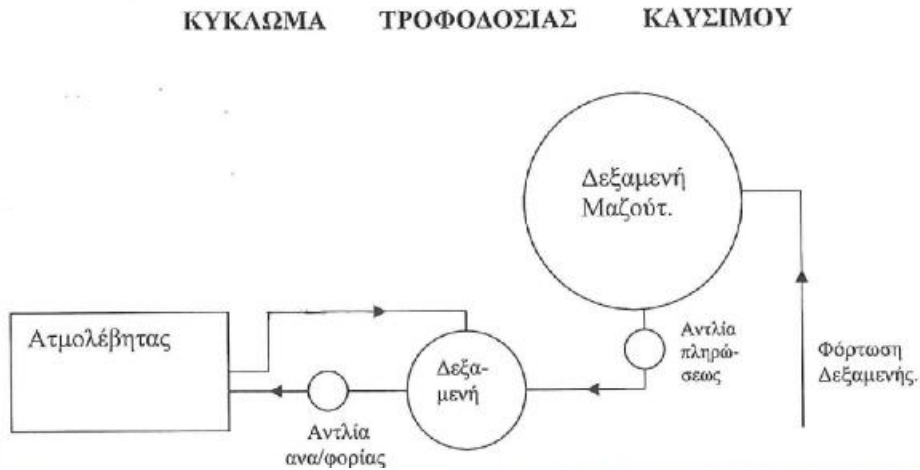
## 2) Συστήματα τροφοδοσίας καυσίμου.

Το καύσιμο που χρησιμοποιείται για να πάρουμε την ενέργεια που χρειάζεται για την παραγωγή του ατμού είναι το μαζούτ.

Για την διαχείριση του καυσίμου υπάρχει μια δεξαμενή μαζούτ στην οποία αποθηκεύεται. Στη συνέχεια η αντλία αποστέλλει το καύσιμο στο χώρο παραγωγής ατμού όπου τοποθετείται σε μικρή δεξαμενή (ημερήσιας κατανάλωσης) όπου είναι συνδεδεμένο ένα κλειστό κύκλωμα το οποίο με την

χρήση αντλίας κατευθύνει το καύσιμο προς τις μονάδες παραγωγής στις οποίες παρακρατείται η ποσότητα που απαιτείται για την καύση και το υπόλοιπο επιστρέφει πάλι στη δεξαμενή.

Στο σχήμα που ακολουθεί αποδίδετε γραφικά η πιο πάνω περιγραφή.



*Δεξαμενή με μαζούτ*

### 3) Συστήματα ασφαλείας

Ο λέβητας διαθέτει μηχανικά και ηλεκτρονικά συστήματα ασφαλείας.

α) Ηλεκτρόδια ελέγχου στάθμης νερού εκ των οποίων ένα λειτουργίας, ένα ηλεκτρόδιο υψηλής στάθμης και δύο ηλεκτρόδια ασφαλείας χαμηλής στάθμης.

β) Διαθέτει μηχανικά ασφαλιστικά εκτόνωσης (ελατηρίου).

γ) Διαθέτει τρεις πιεζοστάτες ελέγχου της πίεσης του ατμού εκ των οποίων ένας λειτουργίας και δύο ασφαλείας.

δ) Το λεβητοστάσιο διαθέτει πυροσβεστήρες οροφής στα σημεία που απαιτείται καθώς επίσης και φορητούς πυροσβεστήρες.



*Ηλεκτρόδια ελέγχου στάθμης νερού*



*Πιεζοστάτες ελέγχου της πίεσης του ατμού*

#### 4) Πίνακας ελέγχου

Ο έλεγχος του λειτουργιών του λέβητα γίνεται από τον πίνακα ελέγχου. Ο οποίος διαθέτει : τον κεντρικό προγραμματιστή (υπολογιστή) στον οποίο καθορίζουμε κατά την εγκατάσταση όλες τις παραμέτρους λειτουργίας του λέβητα καθώς επίσης και τα όρια ασφαλείας των λειτουργιών αυτού.

Επίσης εκεί καταλήγουν όλες οι εντολές των οργάνων λειτουργίας του λέβητα και από εκεί γίνεται η τροφοδοσία όλων των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών κυκλωμάτων αυτού.



*Πίνακας ελέγχου*

## 7.2. Τρόπος λειτουργίας του λέβητα

Η παραγωγή του ατμού γίνεται μέσω της ανύψωσης της θερμοκρασίας του νερού που υπάρχει μέσα στο λέβητα το οποίο ατμοποιείται όταν ξεπερνά τη θερμοκρασία βρασμού 100+ (η θερμοκρασία του ατμού είναι ανάλογη της πίεσης λειτουργίας που έχουμε ορίσει). Όταν η πίεση του ατμού στο λέβητα πέσει κάτω από το σημείο που έχουμε ορίσει τότε ο υπολογιστής δίνει εντολή εκκίνησης του καυστήρα. Ο καυστήρας ξεκινά κάνοντας :

α) Σάρωση (εισαγωγή αέρα στον χώρο καύσης για να επιτύχουμε απομάκρυνση σωματιδίων)

β) Έρχεται στο σημείο έναυσης.

γ) Ξεκινάει η λειτουργία.

Όταν η πίεση του ατμού φτάσει στο ανώτερο σημείο πίεσης που έχουμε ορίσει ο υπολογιστής δίνει την εντολή παύσης της λειτουργίας και ο καυστήρας αφού :

α) Διακόπτει την παροχή καυσίμου

β) Κάνει μετασάρωση

γ) Επανέρχεται στο σημείο ηρεμίας (αναμονή).

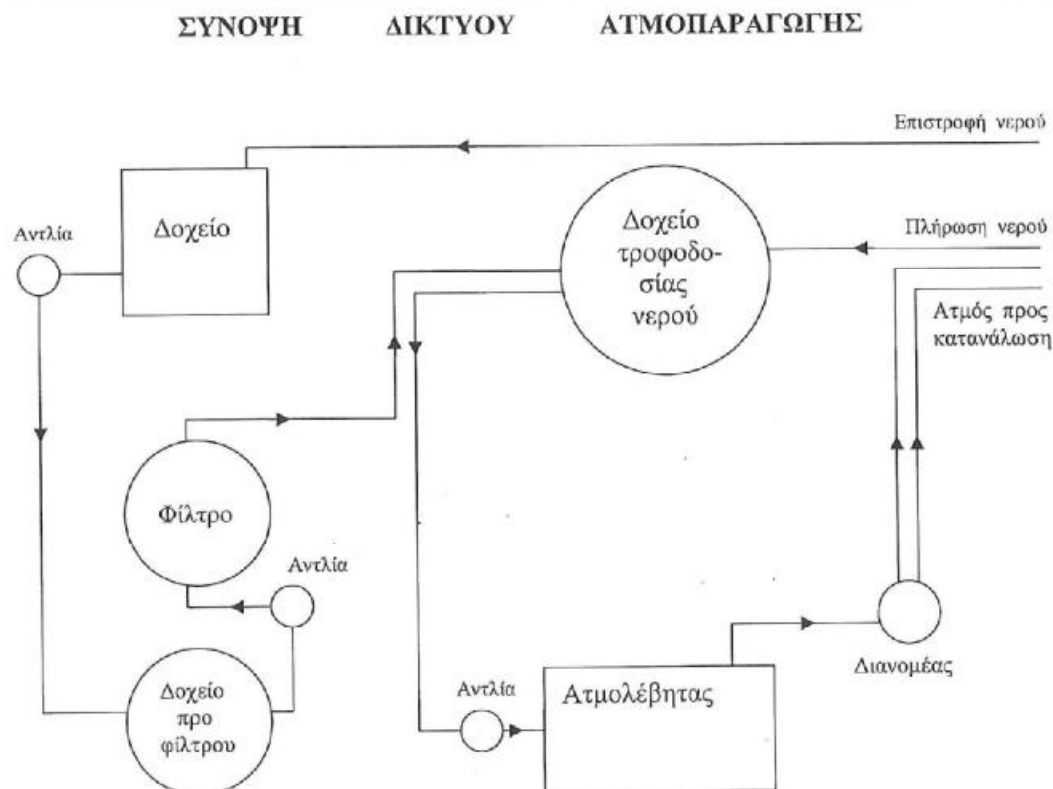
### Διάγραμμα ροής :

Ο παραγόμενος ατμός μέσω ενός ατμοδιανομέα και δικτύου σωληνώσεων παροχετεύεται στις καταναλώσεις, εκεί αποδίδει τη θερμική του ισχύ και υγροποιείται, το νερό αυτό συγκεντρώνεται σε δοχείο, κατόπιν με τη βοήθεια αντλίας επιστρέφει σε δεξαμενή στο χώρο ατμοπαραγωγής στη συνέχεια διοχετεύεται σε φίλτρο όπου παρακρατούνται τυχόν ακαθαρσίες και καταλήγει στο δοχείο τροφοδοσίας των ατμοπαραγωγικών μονάδων.

Σημαντικό επίσης είναι να αναφέρουμε ότι υπάρχει μονάδα κατεργασίας του νερού που εισέρχεται στο δίκτυο παραγωγής ατμού και με τη βοήθεια δύο

χημικών πρόσθετων επιτυγχάνουμε τη μέγιστη δυνατή ποιότητα του παραγόμενου ατμού.

Το σχήμα που ακολουθεί βοηθά στην καλύτερη κατανόηση του συστήματος ατμοπαραγωγής.



### 7.3. Απόδοση – κατανάλωση λέβητα

A) Το εργοστάσιο διαθέτει έναν ατμολέβητα δυναμικότητας κατά το μέγιστο φορτίο 8.000GK/H.

B) Ο ατμός που παράγεται χρησιμοποιείται στα σημεία του εργοστασίου που θέλουμε να επιτύχουμε θερμοκρασίες μεγαλύτερες του περιβάλλοντος, π.χ. πλύσιμο δικτύων, δεξαμενών κτλ., πραγματοποίηση παστεριώσεων, αποστείρωσεων, θέρμανση θαλάμων ωρίμανσης, θέρμανση νερού γενικής χρήσεως κτλ. Καθώς και στον κλιματισμό όταν απαιτείται.

$$BA = \frac{100 \cdot QA}{B \cdot HK}$$

QA (ονομαστική ισχύς λέβητα.) 5.160.000 kcal/h.

B (ωριαία κατανάλωση καυσίμου.) 900 kg/h.

HK (κατώτερη θερμική δύναμη καυσίμου για μαζούτ 1500) 7480 kcal/kg.

Γνωρίζουμε ότι ο λέβητας μπορεί να παράγει 8000 kg/h.

Το 1 kg/h (ατμού) ισούται με 2700 joule/h.

Άρα: 8000\*2700 = 21.600.000 kJ/h.

Το 1 kJ ισούται με 0,2388 kcal.

Άρα: 21.600.000\*0,2388 = 5.160.000 kcal/h (περίπου).

Άρα έχουμε :

$$BA = \frac{100 \cdot 5.160.000}{900 \cdot 7480} \cong 76,6\%$$

Μαζούτ 1500= Ο τύπος του καυσίμου που χρησιμοποιείται.



#### **7.4. Παραγόμενη ποσότητα ατμού λέβητα**

Η Δυναμικότητα παραγωγής ατμού του λέβητα είναι 8000 kg/h.

Η μέση απαιτούμενη ποσότητα ατμού από την εγκατάσταση είναι 1672 kg/h(20,9 %).

Η μέγιστη ποσότητα ατμού που έχει απαιτηθεί από την εγκατάσταση κατά τη διάρκεια λειτουργίας της (υπό κανονικές συνθήκες\*) είναι 6264 kg/h(78,3%).

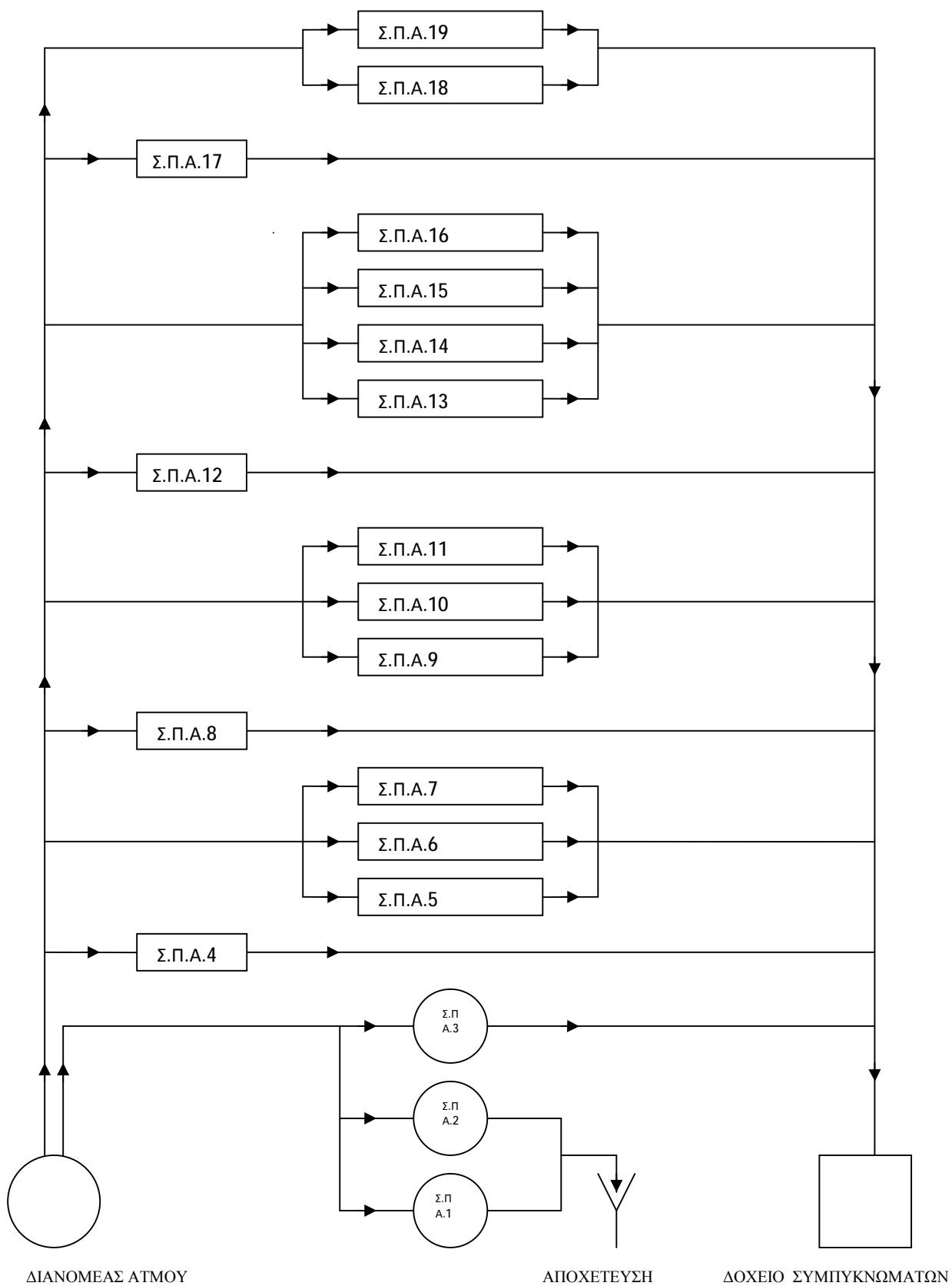
**Συμπέρασμα :** Από τα παραπάνω προκύπτει ότι υπάρχει επάρκεια παραγόμενου ατμού από τον λέβητα αφού είναι δυνατή η επιπλέον απόδοση ατμού κατά 1736 kg/h(21,7 %) πέρα από την αιχμή ζήτησης που έχει παρουσιάσει η εγκατάσταση κατά τη λειτουργία της και μάλιστα χωρίς παρέμβαση του προσωπικού στον δείκτη ετεροχρονισμού\* ζήτησης ατμού.

**ΣΗΜΕΙΩΣΗ:** Τα παραπάνω στοιχεία προκύπτουν από την ανάλυση των παραμέτρων λειτουργίας του λέβητα, έτσι όπως καταχωρούνται στη μνήμη των οργάνων επιτήρησης της εγκατάστασης και επιβλέπονται από τον υπεύθυνο παρακολούθησης.

\*Υπό κανονικές συνθήκες : Υπολογίζεται ο ατμός που παροχετεύεται στο σύστημα για την παραγωγική διαδικασία και όχι για τρίτους λόγους, όπως τεχνικές εργασίες δοκιμές κ.α.

\*Ετεροχρονισμού : Το προσωπικό παραγωγής εκκινεί και διακόπτει τη λειτουργία των μηχανών που απαιτούν για τη λειτουργία τους χρήση ατμού, σύμφωνα με το πρόγραμμα παραγωγής, παίρνοντας σαν δεδομένη την επάρκεια παρεχομένου ατμού από τον λέβητα.

### 7.5. Σύνοψη δικτύου διανομής ατμού



## **ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΣΗΜΕΙΩΝ ΠΑΡΟΧΗΣ ΑΤΜΟΥ (Σ.Π.Α.)**

Σ.Π.Α. 1 – Δεξαμενή μαζούτ.

Μέγιστη ζήτηση ατμού 790Kg/h.

Μέση ζήτηση ατμού 310Kg/h

Σ.Π.Α. 2 – Δεξαμενή μαζούτ ημερήσιας κατανάλωσης.

Μέγιστη ζήτηση ατμού 510Kg/h.

Μέση ζήτηση ατμού 150Kg/h

Σ.Π.Α. 3 – Δεξαμενή νερού λέβητα.

Μέγιστη ζήτηση ατμού 880Kg/h.

Μέση ζήτηση ατμού 370Kg/h

Σ.Π.Α. 4 – Κλιματισμός εργοστασίου.

Μέγιστη ζήτηση ατμού 770Kg/h.

Μέση ζήτηση ατμού 290Kg/h

Σ.Π.Α. 5 – Γεμιστική μηχανή γιαούρτης. (1)

Μέγιστη ζήτηση ατμού 930Kg/h.

Μέση ζήτηση ατμού 180Kg/h

Σ.Π.Α. 6 – Γεμιστική μηχανή γιαούρτης. (2)

Μέγιστη ζήτηση ατμού 970Kg/h.

Μέση ζήτηση ατμού 180Kg/h

Σ.Π.Α. 7 – Γεμιστική μηχανή γιαούρτης. (3)

Μέγιστη ζήτηση ατμού 930Kg/h.

Μέση ζήτηση ατμού 180Kg/h

Σ.Π.Α. 8–Εναλλάκτης θέρμανσης νερού γενικής χρήσης.

Μέγιστη ζήτηση ατμού 750Kg/h

Μέση ζήτηση ατμού 210Kg/h

Σ.Π.Α. 9 – Μηχανή ανάμιξης φρούτου. (1)

Μέγιστη ζήτηση ατμού 230Kg/h.

Μέση ζήτηση ατμού 90Kg/h

Σ.Π.Α. 10 – Μηχανή ανάμιξης φρούτου. (2)

Μέγιστη ζήτηση ατμού 230Kg/h.

Μέση ζήτηση ατμού 90Kg/h

Σ.Π.Α. 11 – Μηχανή ανάμιξης φρούτου. (3)

Μέγιστη ζήτηση ατμού 230Kg/h.

Μέση ζήτηση ατμού 90Kg/h

Σ.Π.Α.12 – Μονάδα παραγωγής αποστειρωμένου αέρα δεξαμενών  
γιαούρτης.

Μέγιστη ζήτηση ατμού 120Kg/h

Μέση ζήτηση ατμού 60Kg/h

Σ.Π.Α. 13 – Μονάδα πλυσίματος γραμμών, δεξαμενών. (1)

Μέγιστη ζήτηση ατμού 570Kg/h

Μέση ζήτηση ατμού 300Kg/h

Σ.Π.Α. 14 – Μονάδα πλυσίματος γραμμών, δεξαμενών. (2)

Μέγιστη ζήτηση ατμού 750Kg/h

Μέση ζήτηση ατμού 310Kg/h

Σ.Π.Α. 15 – Μονάδα πλυσίματος γραμμών, δεξαμενών. (3)

Μέγιστη ζήτηση ατμού 750Kg/h

Μέση ζήτηση ατμού 310Kg/h

Σ.Π.Α. 16 – Μονάδα πλυσίματος γραμμών, δεξαμενών. (4)

Μέγιστη ζήτηση ατμού 610Kg/h

Μέση ζήτηση ατμού 350Kg/h

Σ.Π.Α.17 – Μονάδα παστερίωσης κρέμας.

Μέγιστη ζήτηση ατμού 400Kg/h

Μέση ζήτηση ατμού 150Kg/h

Σ.Π.Α. 18 – Μηχανή παστερίωσης γάλατος. (1)

Μέγιστη ζήτηση ατμού 780Kg/h

Μέση ζήτηση ατμού 420Kg/h

Σ.Π.Α. 19 – Μηχανή παστερίωσης γάλατος. (2)

Μέγιστη ζήτηση ατμού 520Kg/h

Μέση ζήτηση ατμού 110Kg/h

**ΣΥΝΟΛΑ :** 11720Kg/h για τη μέγιστη ζήτηση και 4150 Kg/h για τη μέση.

**ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ :** Παραπάνω παρουσιάστηκαν όλες οι μηχανές και οι μονάδες που είναι εγκατεστημένες στο εργοστάσιο και για τη λειτουργία τους απαιτείται η χρήση ατμού. Θα μπορούσαμε εύκολα να τα ταξινομήσουμε σε δυο κατηγορίες. Σε αυτές που εμπλέκονται άμεσα στη διαδικασία παραγωγής του προϊόντος όπως είναι οι γεμιστικές μηχανές, μηχανές ανάμιξης φρούτου (σημεία 5,6,7,9,10,11) κ.τ.λ. και σε αυτές που θα μπορούσαμε να τις χαρακτηρίσουμε σαν μηχανές ή μονάδες υποστηρίξεως της διαδικασίας, όπως είναι η μονάδα θέρμανσης της δεξαμενής μαζούτ, η μονάδα θέρμανσης νερού γενικής χρήσης (σημεία 1,8) κ.τ.λ.

## 7.6. Συντήρηση – Συνήθειες βλάβες

A) Η συντήρηση περιλαμβάνει :

- 1)Εξωτερικός οπτικός έλεγχος όλων των συστημάτων του λεβητοστασίου (καθημερινός), διαρροές ατμού, μαζούτ..
- 2) Καθαρισμός καυστήρα (εβδομαδιαίος).
- 3)Έλεγχος φθοράς ακίδων ή αντικατάσταση εάν απαιτείται (εβδομαδιαίος).
- 4)Έλεγχος εσωτερικών τμημάτων καυστήρα για τυχόν φθορές- παραμορφώσεις (εβδομαδιαίος).
- 5)Καθαρισμός φωτοκύτταρου ελέγχου φλόγας (εβδομαδιαίος).
- 6)Καθαρισμός θαλάμου καύσης.
- 7)Καθαρισμός υαλοδεικτών οπτικού ελέγχου στάθμης.
- 8)Καθαρισμός φίλτρων μαζούτ (από 1 έως 6 μήνες ανάλογα με το σημείο του φίλτρου στο κύκλωμα).
- 9)Οπτικός έλεγχος όλου του δικτύου ατμού που υπάρχει στο εργοστάσιο και των συστημάτων αυτού (ατμοπαγίδες – ατμοφράκτες κτλ.) (καθημερινός).
- 10)Γενική συντήρηση λέβητα (επισκευή αντλιών, έλεγχος για διάβρωση μετάλλων).
- 11)Απομάκρυνση συμπυκνωμάτων νερού από τις δεξαμενές καυσίμου (εβδομαδιαίο).
- 12)Καθαρισμός φίλτρων πίνακα έλεγχου λέβητα (εβδομαδιαίος).

B)Δεν παρουσιάζονται συχνές βλάβες του λέβητα. Ενδεικτικά όμως αναφέρουμε μερικές από αυτές.

- 1)Καύση υπολειμμάτων μαζούτ στο θάλαμο καύσης κατά την αναμονή λειτουργίας.

2)Βλάβες ηλεκτρονικών τμημάτων λέβητα.

### **7.7. Χειρισμός**

Κυρίως ο χειρισμός του λέβητα γίνεται τοπικά μέσω του πίνακα ελέγχου. Επίσης υπάρχει δυνατότητα διασύνδεσης του πίνακα ελέγχου με ηλεκτρονικό υπολογιστή και ακόμα η παρακολούθηση των παραμέτρων λειτουργίας του λέβητα από απόσταση μέσω διαδικτύου internet.

### **7.8. Προτάσεις βελτίωσης – οικονομία**

1)Εκεί που αξίζει περισσότερο να αναφερθούμε στον τομέα βελτίωσης είναι ο περιορισμός των απωλειών και της χρήσης του ατμού δηλαδή να συγκεκριμενοποιήσουμε στην χρήση του ατμού έτσι ώστε να επιτύχουμε μικρότερη κατανάλωση άρα και οικονομικά καύσιμα.

2)Από καθαρά τεχνικής άποψης πρέπει να προσπαθούμε να επιτυγχάνουμε πάντα το δυνατόν την καλύτερη δυνατή ρύθμιση των παραμέτρων καύσης για να έχουμε οικονομία καυσίμου και την προστασία και την προστασία του περιβάλλοντος.

3)Επίσης δεν πρέπει να αμελούμε τα γενικώς παραδεκτά σε σχέση με την γενική εικόνα (λειτουργία) του συστήματος π.χ. κακώς μονωμένες επιφάνειες και γενικά ότι έχει σαν αποτέλεσμα την κατανάλωση καυσίμου άρα υψηλό κόστος λειτουργίας).

### **7.9. Μέτρα ασφαλείας – κίνδυνοι προσωπικού**

Κύριο μέλημα μας για το χώρο του λεβητοστασίου είναι να τηρούμε τα προβλεπόμενα από το νόμο μετρά για την ασφάλεια του προσωπικού.

1)Να τηρούμε τα προβλεπόμενα σε σχέση με την λειτουργία παρακολούθηση των συστημάτων του λέβητα.

2)Να υπάρχει ευταξία – καθαριότητα στο χώρο του λεβητοστασίου για την αποφυγή ατυχημάτων του προσωπικού.

3)Επάρκεια υλικών εξαρτημάτων προστασίας και πυροσβεστικών μέσων



4) Τέλος την απαγόρευση εισόδου στο χώρο μη εξουσιοδοτημένων ατόμων, χωρίς την παρουσία του υπεύθυνου.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα πτυχιακή έγινε από μέρος μας μια προσπάθεια να κατανοήσουμε την λειτουργία ενός συστήματος παραγωγής ατμού το οποίο βρίσκεται εγκατεστημένο στο εργοστάσιο της NOYNOY Πάτρας. Δεύτερο βασικό βήμα να συλλέξουμε στοιχεία για την κατανάλωση του εργοστασίου και πλήθος πληροφοριών που αφορούν τον συγκεκριμένο λέβητα.

Σαν μηχανολόγοι κύριο μέλημα μας να δείξουμε ότι ο συγκεκριμένος λέβητας δύναται να καλύψει τις ανάγκες του εργοστασίου.

Λαμβάνοντας υπόψη την ονομαστική αξία του λέβητα, γνωρίζοντας την συνολική κατανάλωση ατμού στο εργοστάσιο και αφαιρώντας τις απώλειες, μπορούμε να πούμε ότι ο ατμολέβητας αυτός απεδείχθη ικανός να παράγει την αναγκαία ποσότητα, έχοντας λάβει υπόψη και θεωρώντας ως απαραίτητη προϋπόθεση την τμηματική λειτουργία του εργοστασίου.

Επειδή στο εργοστάσιο δεν λειτουργούν όλα τα τμήματα της παραγωγής (μηχανές) ταυτόχρονα δε είναι απαραίτητη σε καμία περίπτωση, όπως μας διαβεβαίωσαν οι υπεύθυνοι του εργοστασίου, να έχουμε παραγωγή ατμού ίση με την συνολική κατανάλωση.

Οι μεγαλύτερες δυνατές καταναλώσεις στο εργοστάσιο όπως μας δόθηκαν καλύπτονται από τον συγκεκριμένο ατμολέβητα και έχουμε και μια διαφορά ασφαλείας.



## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Κωνσταντίνος Γ. Πασπαλάς, «Καυστήρες – Λέβητες», Σύλλογος Μηχανολόγων – Ηλεκτρολόγων Β. Ελλάδος ΤΕΕ – Τμήμα Κεντρικής Μακεδονίας
2. Παπαγεωργίου Ν. Καθηγητής Ε.Μ.Π., «Ατμοπαραγωγοί Ι – Γενικές Αρχές, 2<sup>η</sup> Έκδοση
3. Σπύρος Μπακέλας, Εγχειρίδιο Δικτύων Ατμού και Συμπυκνωμάτων
4. Spirax Sarco, The steam and Condensate Loop Book