

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ
ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΑ ΚΟΝΕΩΣ
ΛΙΓΝΙΤΗ ΣΤΟΝ ΑΗΣ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:ΒΕΛΙΩΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ (ΑΜ:6557)

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ ΑΝΔΡΕΑΣ
ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ**

ΠΑΤΡΑ 2021

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου και αναφέρεται σε έναν ατμοηλεκτρικό σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας 300 MW.

Στην αρχή αναφέρεται το υλικό που χρησιμοποιείται ως καύσιμο καθώς και τα αποθέματα λιγνίτη στη χώρα μας καθώς και η περιγραφή όλων των συστημάτων του λέβητα της Μονάδας III του ΑΗΣ Μεγαλόπολης, με καύση κόνεως λιγνίτη και θα υπολογιστούν διάφορα τεχνικά στοιχεία αυτού, όπως κατανάλωση καυσίμου, θερμοκρασία φλογοθαλάμου, ατμοπαραγωγή, υπερθερμαντήρες, προθερμαντήρες, ποσότητα καπναερίων, διάμετρος καπνοδόχου κ.λπ., τα οποία θα συγκριθούν με τα υπάρχοντα στη μονάδα αυτή του Ατμοηλεκτρικού Σταθμού.

Για να ολοκληρωθεί η πτυχιακή εργασία χρειάστηκε η πολύτιμη βοήθεια του επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Ανδρέα Γιαννόπουλου, Αναπληρωτή καθηγητή του τμήματος Μηχανολογίας, και τον ευχαριστώ ιδιαίτερα για την καθοδήγηση που μου πρόσφερε.

Πάτρα 2021

Βελιώτης Γεώργιος

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

Ο Φοιτητής
ΒΕΛΙΩΤΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή αναφέρεται στον ατμοηλεκτρικό σταθμό Μεγαλόπολης Α΄ 300 MW. Ένα ατμοηλεκτρικό εργοστάσιο παράγει την ηλεκτρική ενέργεια η οποία χρησιμοποιείται για οικιακή χρήση (σε νοικοκυριά) και σε βιομηχανικές επιχειρήσεις για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τους.

Στο πρώτο κεφάλαιο θα γίνει αναφορά στο λιγνίτη. Θα μιλήσουμε για την ποσότητα που υπάρχει γενικά στον Ελλαδικό χώρο καθώς και για την ποιότητα σε κάθε περιοχή. Αναφορά γίνεται επίσης στο λιγνιτικό κέντρο Μεγαλόπολης, στα τμήματα που αποτελείται και στα γεωγραφικά όρια κάθε τμήματος.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στον Ατμολέβητα. Εδώ θα αναλύσουμε τη δομή του λέβητα καθώς και τον κύκλο του ατμού μέσα στις σωληνώσεις και τη σταδιακή ατμοποίηση του νερού. Τα ασφαλιστικά του λέβητα συμβάλουν στην ασφαλή και ομαλή λειτουργία, καθοριστικό ρόλο έχουν και οι ψεκασμοί νερού στον υπέρθερμο για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας σε διάφορα τμήματα του λέβητα για να κυμαίνεται η θερμοκρασία στα επιθυμητά όρια. Γίνεται επιλεκτική απεικόνιση των σημαντικότερων ασφαλιστικών καθώς επίσης και των ψεκασμών. Αναφορά γίνεται και στα συστήματα τροφοδότησης του λέβητα ξεχωριστά με λιγνίτη και αέρα. Ωστόσο αναφορά θα γίνει στην επεξεργασία που δέχεται ο λιγνίτης πριν εισέλθει στον λέβητα καθώς και για τα συστήματα αέρα καύσης λιγνίτη και πετρελαίου. Σημαντικό τμήμα είναι και το σύστημα πετρελαίου όπου χρησιμοποιείται σαν καύσιμο εκκίνησης της μονάδας αλλά και σαν υποστηρικτικό καύσιμο σε περίπτωση αδυναμίας στήριξης του λέβητα μόνο με καυστήρες λιγνίτη. Θα γίνει περιγραφή της πορείας που ακολουθούν τα καυσαέρια και των συστημάτων που χρησιμοποιούνται κατά την διαδρομή τους μέχρι να εξέλθουν στην ατμόσφαιρα. Μια ιδιαιτερότητα του εργοστασίου είναι τα Ηλεκτροστατικά φίλτρα λιγνίτη.

Αφού έχει γίνει αναφορά στον ατμολέβητα στο δεύτερο κεφάλαιο στη συνέχεια θα γίνει περιγραφή του στροβίλου και των τμημάτων ξεχωριστά. Ανάλυση θα γίνει στον τρόπο λειτουργίας, το είδος τους και τον τρόπο που εισέρχεται ο ατμός και τον κύκλο που εκτελεί. Σημαντικό κομμάτι είναι τα συστήματα στήριξης και ελέγχου για την ομαλή λειτουργία του στροβίλου. Θα γίνει απεικόνιση για κάθε τμήμα του ξεχωριστά καθώς και των εδράνων και των συστημάτων ελέγχου.

Στο τέταρτο κεφάλαιο θα γίνει περιγραφή των προθερμαντών χαμηλής πίεσης και των προθερμαντών υψηλής πίεσης. Αναφορά θα γίνει στον τρόπο λειτουργίας, έτσι θα κατανοήσουμε μέσα από τα διαγράμματα τον κύκλο λειτουργίας τους. Θα γίνει και απεικόνιση των τμημάτων τους ξεχωριστά.

Στο πέμπτο κεφάλαιο θα αναλύσουμε τα συστήματα ψύξης και τον κύκλο λειτουργίας τους. Θα γίνει αναφορά και απεικόνιση για το συμπυκνωτή του στροβίλου και για την ψύξη διάφορων μηχανημάτων που συμβάλουν στην ομαλή και ασφαλή λειτουργία του στροβίλου.

Στο έκτο και τελευταίο κεφάλαιο θα γίνουν τεχνικοί υπολογισμοί για τον ατμολέβητα και τον ατμοστρόβιλο που είναι σημαντικό κομμάτι της πτυχιακής.

Ακολουθούν τα συμπεράσματα και η Βιβλιογραφία της Εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ ΠΕΡΙΛΗΨΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. ΛΙΓΝΙΤΗΣ	2
1.1 Ο ΕΛΛΑΔΙΚΟΣ ΛΙΓΝΙΤΗΣ	2
1.2 ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ – ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΛΙΓΝΙΤΗ	2
1.3 ΛΙΓΝΙΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ	3
1.4 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΛΙΓΝΙΤΙΚΩΝ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΩΝ	5
2. ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΑΣ	6
2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΣΤΙΑΣ	6
2.2 ΛΕΒΗΤΑΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ	7
2.3 ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΚΑΥΣΗΣ	11
2.4 Η ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΤΩΝ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ	13
2.5 ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ ΛΙΓΝΙΤΗ	14
2.6 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΚΟΝΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΛΙΓΝΙΤΗ	17
2.7 ΗΛΕΚΤΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΦΙΛΤΡΑ ΛΙΓΝΙΤΗ (Η/Φ)	19
2.8 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΥΓΡΑΣ ΤΕΦΡΑΣ	23
2.9 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΥΣΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ	24
3. ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ	27
3.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΤΡΟΒΙΛΟΥ	27
3.2 ΚΕΛΥΦΟΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (Υ/Π) ΒΑΡΕΛΟΕΙΔΟΥΣ ΤΥΠΟΥ	28
3.3 ΚΕΛΥΦΟΣ ΜΕΣΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ (Μ/Π)	28

3.4 ΚΕΛΥΦΟΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ (Χ/Π)	28
3.5 ΠΤΕΡΥΓΩΣΗ.....	29
3.6 ΒΑΛΒΙΔΕΣ.....	30
3.7 ΕΔΡΑΝΑ.....	30
3.8 ΣΤΕΓΑΝΩΤΗΡΕΣ ΑΞΟΝΑ ΚΑΙ ΠΤΕΡΥΓΙΩΝ (ΛΑΒΥΡΙΝΘΟΙ)	31
3.9 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΤΡΟΒΙΛΟΥ	31
3.10 ΡΟΗ ΑΤΜΟΥ	31
4. ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΕΣ	32
4.1 ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	32
4.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΩΝ Χ.Π.....	32
4.3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	34
4.4 ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΣ Χ.Π. III	35
4.5 ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΣ Χ.Π I ΚΑΙ II	36
4.6 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΩΝ Υ.Π.....	38
4.7 Υ.Π. ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΕΣ 6.1 ΚΑΙ 6.2.....	41
4.8 Υ.Π ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΕΣ 5.1 ΚΑΙ 5.2.....	42
5. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΥΞΗΣ	44
5.1 ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗΣ ΣΤΡΟΒΙΛΟΥ.....	44
5.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΘΑΡΟΥ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ.....	45
6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ.....	48
6.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	48
6.2 ΘΕΡΜΟΓΟΝΟΣ ΔΥΝΑΜΗ-ΠΕΡΙΣΣΕΙΑ ΑΕΡΑ.....	49
6.3 ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ RANKINE	52
6.4 ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ - ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ - ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ	58
7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	66
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	68

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο Ατμοηλεκτρικός σταθμός είναι ένας από τους πιο οικονομικούς τρόπους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Στην χώρα μας για πολλά χρόνια το κύριο καύσιμο ήταν ο λιγνίτης και σε μικρότερο βαθμό το φυσικό αέριο. Αν και τα πλεονεκτήματα που έχει είναι πολλά αντιμετωπίζουμε και κάποια αρνητικά θέματα όπου θα οδηγήσουν στα επόμενα χρόνια στο φαινόμενο της απολιγνιτοποίησης όπως έχει αρχίσει να συμβαίνει.

Τα κυριότερα τμήματα ενός Ατμοηλεκτρικού σταθμού είναι :

- Ο Ατμολέβητας όπου εκεί γίνεται η καύση του καυσίμου (λιγνίτης και ζεστός αέρας)
- Ο Στρόβιλος όπου τα στροφέια λειτουργούν με τρεις βαθμίδες πίεσης ατμού: (υψηλής, μέσης και χαμηλής)
 - Οι προθερμαντήρες
 - Οι υπερθερμαντήρες

Τα κυριότερα ηλεκτρικά συστήματα είναι :

- Η γεννήτρια που παράγει το εναλλασσόμενο ρεύμα
- Ο μετασχηματιστής

Ακολουθεί μια σύντομη περιγραφή της λειτουργίας του Ατμοηλεκτρικού σταθμού. Κατ'αρχήν το καύσιμο (λιγνίτης) και ο αέρας καύσης που έχει προθερμανθεί εισέρχονται με γωνιακή κλίση στον φλογοθάλαμο και πραγματοποιείται η καύση. Η ακτινοβολία των φλογών και τα θερμά καπναέρια θερμαίνουν το νερό των αυλών και γίνεται ατμοποίηση. Στη συνέχεια ο ατμός περνάει από τους κύριους ατμοφράκτες και καταλήγει στα πτερύγια του στροβίλου στο τμήμα της υψηλής βαθμίδας μετά θερμαίνεται και οδηγείται στη μέση και στη χαμηλή βαθμίδα όπου στο τέλος οδηγείται στο ψυγείο και με την μορφή νερού στον ατμολέβητα για να πραγματοποιηθεί πάλι αυτός ο κύκλος. Για να κατασκευαστεί ένα εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας απαιτούνται ορισμένες προϋποθέσεις :

- Να υπάρχουν μεγάλες ποσότητες σε νερό
- Το καύσιμο να υπάρχει σε μεγάλη ποσότητα
- Να υπάρχει χώρος

Τα τμήματα που αποτελείται ένας ατμολέβητας είναι :

- Οι προθερμαντές νερού και αέρα
- Οι υπερθερμαντές υπέρθερμου
- Ο φλογοθάλαμος

1. ΛΙΓΝΙΤΗΣ

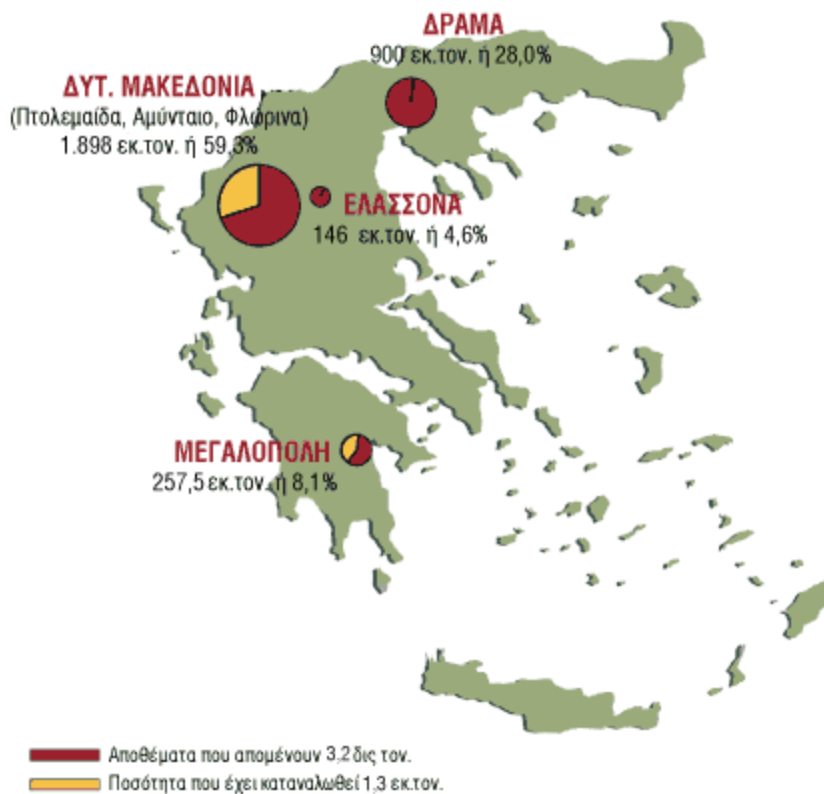
1.1 Ο ΕΛΛΑΔΙΚΟΣ ΛΙΓΝΙΤΗΣ

Στην Ελλάδα ο λιγνίτης βρίσκεται σε αφθονία, γι αυτό και η χώρα μας κατέχει τη δεύτερη θέση στην Ευρωπαϊκή Ένωση και την έκτη παγκοσμίως σε παραγωγή λιγνίτη. Μέχρι σήμερα έχουν εξορυχτεί συνολικά 1,3 εκ τόνοι λιγνίτη ενώ τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα ανέρχονται σε 3,1 δις τόνους. Υπολογίζεται ότι στην Ελλάδα οι υπάρχουσες ποσότητες λιγνίτη επαρκούν για τα επόμενα 45 χρόνια. Σήμερα οι 8 λιγνιτικοί σταθμοί της ΔΕΗ αποτελούν το 42% της εγκατεστημένης ισχύος της και παράγουν το 56% περίπου της καθαρής ηλεκτρικής παραγωγής της.

Το χαμηλό κόστος εξόρυξης, η σταθερή και άμεσα ελέγξιμη τιμή, η παροχή σταθερότητας και ασφάλειας στον ανεφοδιασμό καυσίμου καθιστούν το λιγνίτη καύσιμο στρατηγικής σημασίας για τη ΔΕΗ.

1.2 ΑΠΟΘΕΜΑΤΑ – ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΛΙΓΝΙΤΗ

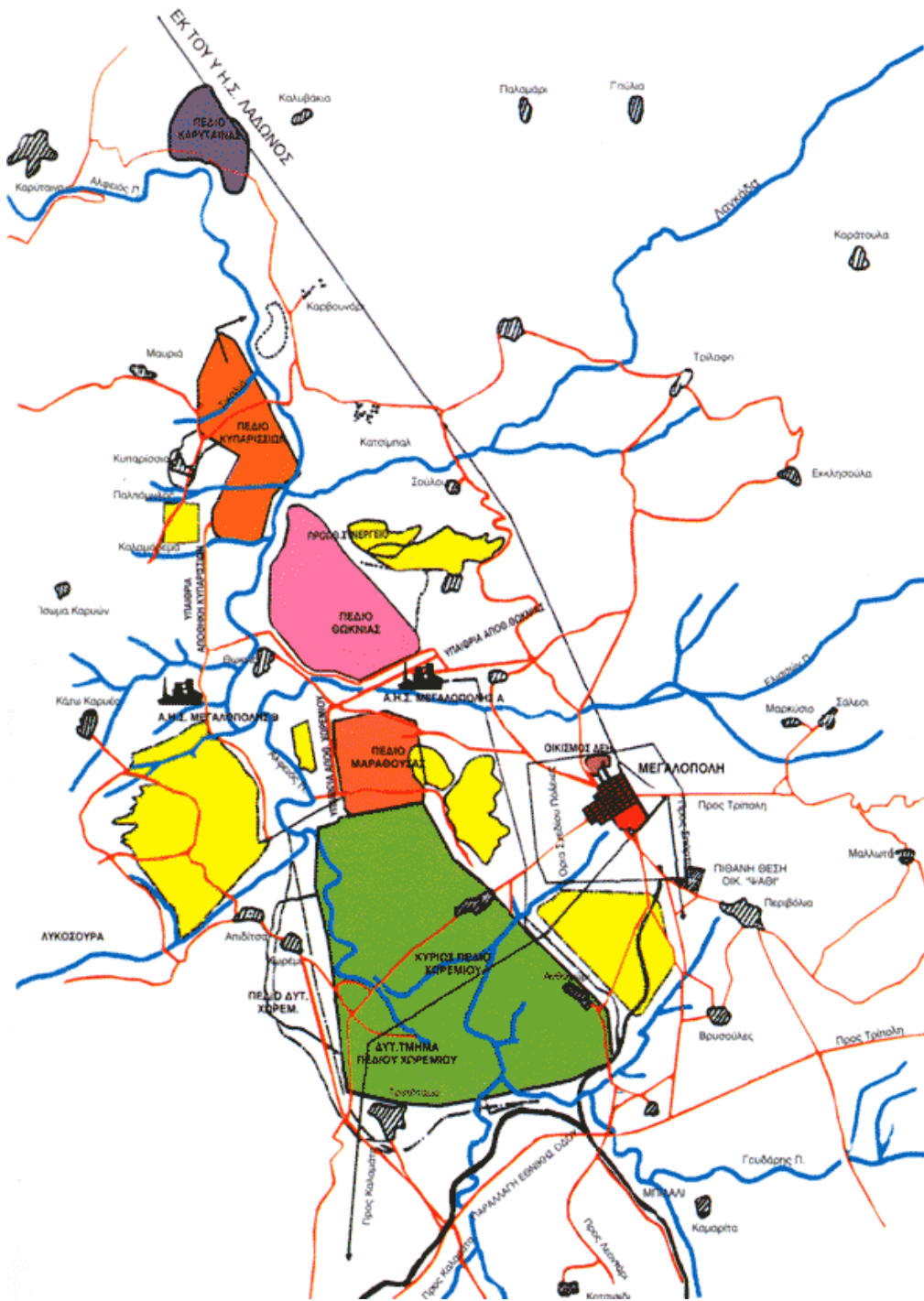
Στη χώρα μας τα συνολικά βεβαιωμένα γεωλογικά αποθέματα λιγνίτη ανέρχονται σε περίπου 5 δις. τόνους από αυτά κατάλληλα για ενεργειακή εκμετάλλευση είναι περίπου 3,2 δις τόνους που ισοδυναμούν με 450 εκ τόνους πετρελαίου. Τα κυριότερα εκμεταλλεύσιμα κοιτάσματα λιγνίτη βρίσκονται στις περιοχές Πτολεμαΐδας, Αμύνταιου και Φλώρινας με 1,8 δις τόνους απόθεμα. Στην περιοχή της Δράμας με 900 εκ τόνους στην Ελασσόνα με 169 εκ τόνους και στην περιοχή της Μεγαλόπολης με 223 εκ τόνους απόθεμα. Μέχρι σήμερα έχει εξορυχτεί περίπου το 29% των συνολικών αποθεμάτων λιγνίτη. Γενικά η ποιότητα του λιγνίτη στην Ελλάδα είναι χαμηλή. Η θερμογόνος δύναμη κυμαίνεται από 975 – 1.380 Kcal/kg στις περιοχές της Μεγαλόπολης, του Αμύνταιου και της Δράμας, από 1.261-1.615 Kcal/kg στην Πτολεμαΐδα και από 1.927-2.257 Kcal/kg στην Φλώρινα και στην Ελασσόνα. Το σημαντικό συγκριτικό πλεονέκτημα είναι η χαμηλή περιεκτικότητα του καυσίμου σε θείο.



Εικόνα 1: Αποθέματα λιγνίτη στην χώρα μας.
(Πηγή: www.ΔΕΗ Α.Ε.gr)

1.3 ΛΙΓΝΙΤΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ

Στο νομό Αρκαδίας έχει δημιουργηθεί το λιγνιτικό κέντρο Μεγαλόπολης όπου αποτελείται από 3 ορυχεία. Το ορυχείο χωρεμίου-Μαραθούσας με ολικό βάθος 140 m, Θωκνίας-Κυπαρισσίων με ολικό βάθος 20-100 m και Καρύταινας με ολικό βάθος 45 m. Το πάχος των λιγνιτικών στρωμάτων κυμαίνεται από λίγα εκατοστά έως 5 m. Το λιγνιτωρυχείο υπάρχουν σήμερα 10 καδοφόροι εκσκαφείς, 6 αποθέτες άγονων, 3 αποθέτες λιγνίτη και 43 km ταινιόδρομοι με πλάτος 1,2 – 1,6 m και περίπου 330 ντιζελοκίνητα μηχανήματα. Η μέση θερμογόνος δύναμη του λιγνίτη είναι 1.000 kcal/kg.



Εικόνα 2: Χάρτης Λιγνιτικού κέντρου Μεγαλόπολης

(Πηγή: www.ΔΕΗ Α.Ε.gr)

1.4 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΛΙΓΝΙΤΙΚΩΝ ΚΟΙΤΑΣΜΑΤΩΝ

Το 1873 στο Αλιβέρι άρχισε στη χώρα μας η πρώτη σοβαρή προσπάθεια εκμετάλλευσης λιγνιτικών κοιτασμάτων. Το 1897 όμως μια μεγάλη πλημμύρα κατέστρεψε όλες τις εγκαταστάσεις εξόρυξης. Λίγο μετά τον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο ξεκίνησε και πάλι η εκμετάλλευση όπου το 1922 η παραγωγή έφτασε τους 23.000 τόνους και διατηρήθηκε μέχρι το 1927. Την επόμενη χρονιά για οικονομικούς λόγους η εκμετάλλευση σταμάτησε. Μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο η ανάγκη εξηλεκτρισμού της χώρας οδήγησε στην κατασκευή ατμοηλεκτρικού σταθμού στο Αλιβέρι, που θα λειτουργούσε αποκλειστικά με λιγνίτη. Το 1951 ανέλαβε η ΔΕΗ την υπόγεια εκμετάλλευση των ορυχείων στο Αλιβέρι, κατορθώνοντας να αυξηθεί η παραγωγή σε 750 χιλιάδες τόνους το χρόνο και να τροφοδοτήσει μονάδες συνολικής ισχύος 230 MW. Στις αρχές της δεκαετίας του 1980 σταμάτησε η λειτουργία του λιγνιτωρυχείου Αλιβερίου. Το 1955 συστήθηκε η εταιρεία ΛΙΠΤΟΛ που είχε ως αντικείμενο την εκμετάλλευση του λιγνίτη και την χρησιμοποίηση του για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το 1959 το 90% των μετοχών της ΛΙΠΤΟΛ πέρασαν στη ΔΕΗ όπου το 1975 συγχωνεύτηκαν.

Το λιγνιτικό κοίτασμα Μεγαλόπολης μελετήθηκε και τα αποτελέσματα ήταν ενθαρρυντικά, έτσι το 1969 άρχισε από τη ΔΕΗ η εξόρυξη του λιγνίτη. Το φαινόμενο αυτό ήταν τόσο ιδιαίτερο διότι για πρώτη φορά τόσο φτωχός λιγνίτης χρησιμοποιήθηκε για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ετήσια παραγωγή όταν ξεκίνησε ήταν 1 εκ. τόνους και το 2006 έφτασε τους 13,5 εκ. τόνους. Σήμερα η ΔΕΗ παράγει περίπου 63 εκ τόνους λιγνίτη σε ετήσια βάση.

2. ΑΤΜΟΛΕΒΗΤΑΣ

2.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΛΕΒΗΤΑ ΚΑΙ ΤΗΣ ΕΣΤΙΑΣ

Η Ατμοπαραγωγή στο λέβητα γίνεται με φυσική κυκλοφορία και έχει υπολογιστεί ο λέβητας να καίει λιγνίτη που είναι ακατέργαστος, έχει κατώτερη θερμογόνο δύναμη 960 Kcal/kg. Από την καύση του λιγνίτη τα παραγόμενα καυσαέρια έχουν υπολογιστεί πριν βγουν από το λέβητα να κάνουν δύο διαδρομές.

1) Τα τοιχώματα της πρώτης διαδρομής είναι ως το ύψος των 48,3 μέτρων, αποτελούνται από στεγανά πτερυγώματα (αυλοί ανόδου) τα οποία αποτελούν τμήμα της ατμοποίησης. Από την εξωτερική πλευρά τα αυλοτοιχώματα καλύπτονται με μονωτικό υλικό και από ένα ελασμάτινο περίβλημα. Πάνω από τα 48,3 μέτρα τα τοιχώματα της πρώτης διαδρομής καλύπτονται από τους αυλούς των υπερθερμαντών Νο 2 και Νο 3. Στην οριζόντια διαδρομή των καυσαερίων, δηλαδή στη σύνδεση της πρώτης και δεύτερης διαδρομής βρίσκονται κατά σειρά ο τελευταίος υπερθερμαντής Νο 5, ο τελευταίος αναθερμαντής Νο 2 και ο υπερθερμαντής Νο 4.

2) Στο επάνω μέρος της δεύτερης διαδρομής είναι τοποθετημένος ο αναθερμαντής Νο 1 και στο κάτω μέρος είναι τοποθετημένος ο οικονομητήρας, μεταξύ του οικονομητήρα και αναθερμαντής Νο 1 είναι τοποθετημένος ο υπερθερμαντής Νο 1. Όλοι οι αυλοί της δεύτερης διαδρομής στηρίζονται στους αυλούς στήριξης και από τους οποίους περνάει ο ατμός. Πάνω από τα 48 μέτρα ο λέβητας είναι μονωμένος στεγανά με ένα τοίχωμα από τούβλα που εξωτερικά καλύπτεται με συγκολλητά ελάσματα. Η δεύτερη διαδρομή είναι και αυτή μονωμένη στεγανά με ένα τοίχωμα από τούβλα και ένα χαλύβδινο περίβλημα.

Ο ακατέργαστος λιγνίτης οδηγείται στους μύλους όπου κονιοποιείται και ξηραίνεται. Η εστία έχει κατασκευαστεί για γωνιακή καύση και ζευγάρια καυστήρων (άνω και κάτω ισχυρός καυστήρας) αντιστοιχούν σε ένα μύλο. Στην προσπάθεια για την καλύτερη καύση του λιγνίτη είναι απαραίτητο ένα ποσοστό 55% του όγκου των αερίων που βγαίνει από το μύλο να οδηγείται στην ατμόσφαιρα. Το υπόλοιπο ποσοστό του όγκου των αερίων δηλαδή περίπου το 45% που βγαίνει από το μύλο οδηγείται κατευθείαν στο θάλαμο καύσης περίπου με ένα ποσοστό 65% του κονιοποιημένου λιγνίτη. Το υπόλοιπο 35% του κονιοποιημένου λιγνίτη μαζί με το 55% περίπου του όγκου των αερίων μεταφέρονται στα ηλεκτροστατικά φίλτρα. Η σκόνη του λιγνίτη συγκρατείται από τα ηλεκτροστατικά φίλτρα και μεταφέρεται στους δευτερογενείς καυστήρες με τη βοήθεια ζεστού αέρα. Έτσι με αυτόν τον τρόπο, δηλαδή διοχετεύοντας στην ατμόσφαιρα περίπου το 55% του όγκου των αερίων του μύλου η καθαρή θερμαντική ικανότητα του μείγματος (πρωτογενή, δευτερογενή και υδάτων) που τροφοδοτείται ο θάλαμος καύσης αυξάνεται από 960 kcal/kg σε 1.550 kcal/kg.

2.2 ΛΕΒΗΤΑΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ

Το τροφοδοτικό νερό περνώντας από το διανομέα οδηγείται από τους αυλούς εισόδου του οικονομητήρα στους συλλέκτες εξόδου. Ο οικονομητήρας αποτελείται από τρεις δέσμες αυλών προθέρμανσης οι οποίες είναι τοποθετημένες η μία πάνω στην άλλη και το τροφοδοτικό νερό κυκλοφορεί από κάτω προς τα πάνω. Από τους συλλέκτες εξόδου το προθερμαινόμενο τροφοδοτικό νερό περνά μέσω των αυλών εξόδου στους συλλέκτες και από εκεί μέσω των συνδετικών αυλών οδηγείται στους διανομείς εισόδου. Από τους διανομείς εισόδου το προθερμαινόμενο τροφοδοτικό νερό περνά μέσω των αυλών εισόδου του τυμπάνου στο τύμπανο. Στο τύμπανο συνδέονται οι συνδετικοί αυλοί από τους οποίους περνά το νερό του τυμπάνου στους κύριους συλλέκτες καθόδου και από εκεί μέσω των κύριων αυλών καθόδου το νερό περνά στους κύριους διανομείς καθόδου. Κατόπιν το νερό περνώντας από τους συνδετικούς αυλούς οδηγείται στους συλλέκτες εισόδου όπου συνδέονται συνολικά 876 κατακόρυφοι αυλοί που αποτελούν το τμήμα της ατμοποίησης στο λέβητα. Επειδή όμως στους αυλούς ανόδου δημιουργείται κατά τη λειτουργία ένα μίγμα από νερό και ατμό και επειδή το μίγμα είναι ελαφρύτερο από το νερό που υπάρχει στους αυλούς καθόδου, τότε δημιουργείται μια ροή στο μίγμα στους αυλούς ανόδου με κατεύθυνση προς τα πάνω και την οποία χαρακτηρίζουμε φυσική κυκλοφορία. Από τους αυλούς ανόδου το μείγμα περνά στους συλλέκτες εξόδου και από εκεί μέσω των αυλών σύνδεσης οδηγείται στο τύμπανο.

Ο ατμός περνά στους υπερθερμαντές σε δύο παράλληλα συστήματα ως εξής : Από το τύμπανο ο κεκορεσμένος ατμός οδηγείται από τους αυλούς εξόδου τυμπάνου στους συλλέκτες εξόδου τυμπάνου και από εκεί μέσω των συνδετικών περνά στους διανομείς εισόδου των αυλών στήριξης. Από τους διανομείς εισόδου ο κεκορεσμένος ατμός περνά μέσω των αυλών εισόδου στους συλλέκτες εισόδου και από εκεί στους αυλούς στήριξης. Ο ατμός περνά τους αυλούς στήριξης με κατεύθυνση από πάνω προς τα κάτω καταλήγοντας στους συλλέκτες εισόδου και από εκεί μπαίνει κατευθείαν στους αυλούς του υπερθερμαντή No 1. Οι αυλοί συνδέονται με τους διχλωτούς αυλούς και κατόπιν με τους αυλούς του υπερθερμαντή No 1. Από τους αυλούς του υπερθερμαντή No 1 ο ατμός περνά στους συλλέκτες εξόδου και από εκεί μέσω των αυλών εξόδου οδηγείται στους δύο συλλέκτες εισόδου του υπερθερμαντή No 2. Στους δύο συλλέκτες εισόδου συνδέονται οι 426 αυλοί του υπερθερμαντή No 2 οι οποίοι οδηγούν τον ατμό στους συλλέκτες εξόδου. Οι αυλοί του υπερθερμαντή No 2 καλύπτουν τους πλευρικούς τοίχους της πρώτης διαδρομής των καυσαερίων και πάνω από το ύψος των 48,3 μέτρων. Κατόπιν ο ατμός περνά μέσω των συνδετικών αυλών στους ψύκτες. Οι ψύκτες I συνδέονται με τους διανομείς εισόδου του υπερθερμαντή No 3 και από εκεί ο ατμός περνά μέσω των συνδετικών αυλών στους συλλέκτες εισόδου και καταλήγει στους αυλούς του υπερθερμαντή No 3. Οι αυλοί του υπερθερμαντή No 3 όπου σχηματίζουν την οροφή πάνω από την πρώτη και δεύτερη διαδρομή των καυσαερίων. Από εκεί ο ατμός περνά στους συλλέκτες εξόδου και κατόπιν μέσω των αυλών εξόδου οδηγείται στους ψύκτες II. Εκεί τα δύο συστήματα ατμού διασταυρώνονται από τη μία πλευρά του λέβητα στην άλλη.

Ο ατμός από τους ψύκτες II περνά στους διανομείς και από κει μέσω των αυλών εισόδου οδηγείται στους συλλέκτες εισόδου και κατόπιν στους αυλούς του υπερθερμαντή No 4. Ο υπερθερμαντής No 4 είναι τοποθετημένος στην οριζόντια διαδρομή των καυσαερίων. Ο ατμός μετά από τους αυλούς του υπερθερμαντή No 4 περνά στους συλλέκτες εξόδου και από κει μέσω των αυλών εξόδου οδηγείται στους ψύκτες III. Κατόπιν περνά στους διανομείς και από κει οι αυλοί εισόδου οδηγούν τον ατμό στους συλλέκτες εισόδου του υπερθερμαντή No 5. Ο ατμός μετά περνά στους αυλούς του υπερθερμαντή No 5 και ο οποίος είναι ο τελευταίος υπερθερμαντής. Οι αυλοί του υπερθερμαντή No 5 είναι τοποθετημένοι στην είσοδο της οριζόντιας διαδρομής των καυσαερίων και ανεβάζουν την θερμοκρασία του ατμού στην τελική θερμοκρασία υπερθέρμανσης. Ο υπέρθερμος ατμός από τους αυλούς του υπερθερμαντή No 5 περνά στους συλλέκτες και από κει μέσω των αυλών εξόδου οδηγείται στους δύο συλλέκτες. Από τους δύο συλλέκτες ο υπέρθερμος ατμός οδηγείται από τους δύο αγωγούς στο τμήμα μίξης και κατόπιν μέσω των δύο κύριων αγωγών στον στρόβιλο. Τα ροόμετρα για τη μέτρηση της ροής του ατμού είναι τοποθετημένα πριν από το τμήμα μίξης. Στους δύο κύριους αγωγούς και μεταξύ του τμήματος μίξης των κύριων αμοφρακτών συνδέονται οι αγωγοί από τους οποίους διακλαδίζονται οι σωλήνες των ασφαλιστικών υψηλής πίεσης. Οι σταθμοί του υποβιβασμού υψηλής πίεσης οι οποίοι συνδέονται με τους δύο κύριους αγωγούς πριν τους κύριους αμοφράκτες είναι υπολογισμένοι για το 100% του φορτίου του λέβητα και έχουν τη δυνατότητα να οδηγούν τον υπέρθερμο ατμό στους αγωγούς του ψυχρού αναθέρμου. Για να διατηρούνται ζεστά τα ασφαλιστικά έχει τοποθετηθεί μια γραμμή η οποία συνδέει τους συλλέκτες των ασφαλιστικών με τους ψύκτες I. Έτσι δημιουργείται η συνεχής ροή κεκορεσμένου ατμού μέσω της γραμμής θέρμανσης στους συλλέκτες από τους ψύκτες I.

Έχουν τοποθετηθεί τα παρακάτω ασφαλιστικά υψηλής πίεσης :

- 2 ασφαλιστικά τυμπάνου τα οποία ανοίγουν στην πίεση των 190 Kp/cm² με παροχή 348 t/hr το καθένα
- 2 ασφαλιστικά τυμπάνου τα οποία ανοίγουν στην πίεση των 185 Kp/cm² με παροχή 334 t/hr το καθένα
- 2 οδηγητικά ασφαλιστικά (PILOT VALVES) στην έξοδο του υπέρθερμου ατμού τα οποία ανοίγουν στην πίεση των 179 Kp/cm² με παροχή 259 t/hr το καθένα



Εικόνα 3: Ασφαλιστικά τυμπάνου
(Πηγή: ΜΟΝΑΔΑ ΙΙΙ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ)

Ανάθερμος και ασφαλιστικά Αναθέρμου

Ο ατμός φεύγοντας από το στρόβιλο υψηλής πίεσης ή από το σταθμό υποβιβασμού υψηλής πίεσης οδηγείται από τον αγωγό ψυχρού ανάθερμου στο συλλέκτη εισόδου του πρώτου αναθερμαντή και από εκεί στους αυλούς του πρώτου αναθερμαντή. Οι αυλοί του πρώτου αναθερμαντή είναι τοποθετημένοι στους αυλούς στήριξης στο επάνω μέρος της διαδρομής των καυσαερίων. Από τους αυλούς του πρώτου αναθερμαντή ο ατμός περνά στους συλλέκτες εξόδου και από εκεί μέσω των συνδετικών αυλών οδηγείται στους ψύκτες του αναθέρμου. Από εκεί τα δύο συστήματα ατμού διασταυρώνονται από τη μία πλευρά του λέβητα στην άλλη. Μετά από τους ψύκτες ο ατμός περνά στους διανομείς εισόδου, οδηγείται στους συλλέκτες εισόδου και από εκεί στους αυλούς του τελευταίου αναθερμαντή. Ο τελευταίος αναθερμαντής κρέμεται στο χώρο της οριζόντιας διαδρομής των καυσαερίων και μεταξύ των υπερθερμαντών Νο 4 και Νο 5. Ο ατμός από τους αυλούς του τελευταίου ανάθερμου περνά στους συλλέκτες εξόδου και από εκεί μέσω των αυλών εξόδου οδηγείται στο συλλέκτη στον οποίο συνδέονται οι δύο κύριοι ατμαγωγοί που οδηγούν τον ανάθερμο ατμό στο στρόβιλο.

Ασφαλιστικά Αναθέρμου

- 2 ασφαλιστικά (με ελατήριο) στην έξοδο του δεξιού αγωγού ψυχρού αναθέρμου με παροχή 128 Kp/cm^2 το καθένα

- 2 ασφαλιστικά (με ελατήριο) στην είσοδο του αριστερού ψυχρού αναθέρμου με παροχή 96 Kp/cm^2 το καθένα
- Οδηγητικά ασφαλιστικά (PILOT VALVES) στην έξοδο του θερμού αναθέρμου με παροχή 345 Kp/cm^2 το καθένα



Εικόνα 4: Ασφαλιστικά θερμού αναθέρμου
(Πηγή: ΜΟΝΑΔΑ ΙΙΙ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ)

2.3 ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΤΟΥ ΑΕΡΑ ΚΑΥΣΗΣ

Ο κάθε ανεμιστήρας F.D.F (FORCED DRAUGHT FAN = Ανεμιστήρας τεχνητού ελκυσμού)



Εικόνα 5: Ανεμιστήρας προωθήσεως
(Πηγή: ΜΟΝΑΔΑ ΙΙΙ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ)

αναρροφά τον αέρα από την ατμόσφαιρα ή από το λεβητοστάσιο και μέσω των θερμαντών αέρα μεταφέρεται στον αγωγό συγκέντρωσης ζεστού αέρα. Στον αγωγό αναρρόφησης του κάθε ανεμιστήρα F.D.F είναι τοποθετημένο ένα ρόμετρο για την μέτρηση της ροής του αέρα. Ο αέρας καύσης θερμαίνεται στους θερμαντές αέρα περίπου στους 290°C. Για την εκκίνηση του λέβητα από κρύα κατάσταση έχουν τοποθετηθεί αγωγοί κρύου αέρα οι οποίοι παρακάμπτουν τους θερμαντές αέρα. Έτσι κατά τη διάρκεια της εκκίνησης από κρύα κατάσταση μια ποσότητα του κρύου αέρα μεταφέρεται από τους προαναφερόμενους αγωγούς με αποτέλεσμα η θερμοκρασία καυσαερίων μετά τους θερμαντές αέρα να ανεβαίνει πιο γρήγορα πάνω από το σημείο δρόσου. Μόλις η θερμοκρασία των καυσαερίων φθάσει στα επιτρεπτά όρια θα περάσει από τους θερμαντές αέρα περισσότερος αέρας καύσης κλείνοντας τα τάμπερ που φέρουν οι παρακαμπτήριοι αγωγοί κρύου αέρα. Ο ζεστός αέρας από τον αγωγό αναρρόφησης διανέμεται στους παρακάτω αγωγούς:

- 1) Στον αγωγό ζεστού αέρα για τους καυστήρες του λιγνίτη
- 2) Στον αγωγό ζεστού αέρα για τη χοάνη τέφρας της πρώτης διαδρομής
- 3) Στον αγωγό ζεστού αέρα για τους καυστήρες πετρελαίου
- 4) Στον αγωγό ζεστού αέρα για τους ανεμιστήρες προώθησης
- 5) Στους αγωγούς ζεστού αέρα για τις αναρροφήσεις των ανεμιστήρων F.D.F(αέρας κυκλοφορίας)

1) Ζεστός αέρας καύσης για τους καυστήρες λιγνίτη

Ο αέρας καύσης περνά στα ακροφύσια του κάθε καυστήρα λιγνίτη (άνω και κάτω ισχυρός καυστήρας) μέσω ενός αγωγού αέρα. Ο κάθε αγωγός είναι εφοδιασμένος από κύριο απομονωτικό ηλεκτροκίνητο τάμπερ. Ο κάθε καυστήρας είναι εφοδιασμένος με προφύσια αέρα πάνω από τον καυστήρα, κεντρικά προφύσια και προφύσια κάτω από τον καυστήρα. Η παροχή του αέρα στα προφύσια μπορεί να ρυθμιστεί με τη βοήθεια των τάμπερ των καυστήρων. Γενικά δεν συνίσταται η ρύθμιση των τάμπερ των καυστήρων κατά την διάρκεια της λειτουργίας. Ο Ζεστός αέρας στην χοάνη τέφρας της πρώτης διαδρομής επίσης λέγεται και αέρας ανάδευσης.

2) Ζεστός αέρας για τη χοάνη τέφρας της πρώτης διαδρομής

Ο αέρας ανάδευσης καταθλίβεται από τα προφύσια του αέρα κάτω από τη χοάνη τέφρας με σκοπό να κάψει ότι άκαυστα μόρια σκόνης αιωρούνται. Η παροχή στα προφύσια του αέρα χοάνης ρυθμίζεται με τη βοήθεια των τάμπερ χοάνης. Η παροχή του αέρα καύσης στους καυστήρες λιγνίτη και στα ακροφύσια του αέρα ανάδευσης ρυθμίζεται με τη βοήθεια των δύο κύριων ρυθμιστικών τάμπερ αέρα. Η πίεση του αέρα στους αγωγούς συγκέντρωσης ζεστού αέρα ρυθμίζεται περίπου στα 250 mmwg ρυθμίζοντας τα πτερύγια του ανεμιστήρα F.D.F

3) Ζεστός αέρας στους καυστήρες πετρελαίου

Στις τρεις πλευρές του λέβητα είναι τοποθετημένοι από δύο καυστήρες πετρελαίου. Ανά τρεις καυστήρες συνδέονται με τον αγωγό παροχής ζεστού αέρα ο οποίος φέρει κοινό ρυθμιστικό τάμπερ αέρα και πριν αυτό ένα μετρητή ροής. Πριν από κάθε καυστήρα πετρελαίου και στον αγωγό παροχής αέρα είναι τοποθετημένο ένα χειροκίνητο απομονωτικό τάμπερ αέρα.

4) Ζεστός αέρας στους ανεμιστήρες προωθήσεως

Η σκόνη του κάρβουνου που συλλέγεται στα ηλεκτροστατικά φίλτρα κατακαταθλίβεται μέσω των δευτερευόντων καυστήρων στην εστία με ζεστό αέρα. Πριν τα τζιφάρια στα οποία η σκόνη του κάρβουνου ανακατεύεται με τον αέρα

προωθήσεως, η πίεση του αέρα είναι τουλάχιστον 500MM WG. Οι ανεμιστήρες προωθήσεως χρησιμεύουν ως ανεμιστήρες αύξησης της πίεσης (βοηθητικοί ανεμιστήρες) του αέρα προωθήσεως και συνδέονται με μια γραμμή παροχής ζεστού αέρα από αγωγό συγκέντρωσης πίσω από τους θερμαντές αέρα (LUVO) και επιπλέον με μια γραμμή κρύου αέρα η οποία συνδέεται πριν τους θερμαντές αέρα. Η θερμοκρασία του αέρα μετά τους ανεμιστήρες προωθήσεως ρυθμίζεται προσθέτοντας κρύο αέρα. Ροόμετρα για τη μέτρηση της ροής του αέρα και τα ρυθμιστικά τάμπερ είναι τοποθετημένα στους αγωγούς αέρα προωθήσεως των δευτερευόντων καυστήρων.

5) Ζεστός αέρας επανακυκλοφορίας στις αναρροφήσεις των ανεμιστήρων F.D.F

Με την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα πριν από τους θερμαντές αέρα αποφεύγεται η πτώση του σημείου δρόσου κάτω από τα επιτρεπτά όρια στους θερμαντές αέρα και αυτό επιτυγχάνεται προσθέτοντας ζεστό αέρα. Ο πρόσθετος αέρας λαμβάνεται από το ζεστό αέρα τους αγωγούς αναρρόφησης και οδηγείται στις αναρροφήσεις των ανεμιστήρων F.D.F. Η ροή του αέρα επανακυκλοφορίας μπορεί να ρυθμιστεί με τη βοήθεια των ηλεκτροκίνητων ρυθμιστικών ταμπερ.

2.4 Η ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΤΩΝ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ

Τα καυσαέρια που παράγονται στο θάλαμο καύσης κατά τη διάρκεια της καύσης μεταδίδουν με την ακτινοβολία ένα μέρος της θερμότητας στον εξατμιστή και στις θερμαινόμενες επιφάνειες που είναι τοποθετημένες στην οριζόντια διαδρομή των καυσαερίων και στις θερμαινόμενες επιφάνειες της δεύτερης διαδρομής. Στο πλήρες φορτίο τα καυσαέρια βγαίνουν από το λέβητα με μια θερμοκρασία περίπου 350 °C και κατόπιν οδηγούνται στους θερμαντές αέρα (LUVO) στους οποίους τα καυσαέρια μεταδίδουν επιπλέον θερμότητα και βγαίνουν με μια θερμοκρασία περίπου 160 °C. Μετά τους θερμαντές αέρα τα καυσαέρια οδηγούνται στα ηλεκτροστατικά φίλτρα τέφρας στα οποία συλλέγεται η αιωρούμενη τέφρα που μεταφέρεται από τα καυσαέρια. Η ικανότητα συγκράτησης των ηλεκτροστατικών φίλτρων τέφρας είναι περίπου 98%. Οι ανεμιστήρες I.D.F (ανεμιστήρες επαγωγικού ελκυσμού) είναι τοποθετημένοι μετά τα ηλεκτροστατικά φίλτρα τέφρας και μεταφέρουν τα καυσαέρια στην καπνοδόχο και στους ανεμιστήρες ψυχρών καυσαερίων. Οι ανεμιστήρες I.D.F ρυθμίζονται έτσι ώστε στην έξοδο της πρώτης διαδρομής κάτω από την οροφή να διατηρούν μια υποπίεση τουλάχιστον 5mm wg.

Για την ξήρανση του ακατέργαστου κάρβουνου αναρροφάται από το θάλαμο καύσης μια ποσότητα θερμών καυσαερίων από τους μύλους μέσω των αγωγών θερμών καυσαερίων στο ύψος των 42 μέτρων. Ο όγκος των θερμών καυσαερίων (χωρίς τα ψυχρά καυσαέρια) που αναρροφάται από τους μύλους ισοδυναμεί περίπου με το 30 % του συνολικού όγκου των θερμών καυσαερίων που παράγεται στο θάλαμο καύσης. Για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας των μύλων τα

χρησιμοποιούμενα θερμά καυσαέρια αναμιγνύονται με τα ψυχρά καυσαέρια. Τα ψυχρά καυσαέρια αποδεσμεύονται μετά από τους ανεμιστήρες I.D.F και μεταφέρονται από τους ανεμιστήρες ψυχρών καυσαερίων στα προφύσια εισαγωγής μέσα στους αγωγούς των θερμών καυσαερίων. Τα προφύσια είναι τοποθετημένα στους αγωγούς των θερμών καυσαερίων αμέσως μετά την έξοδο των καυσαερίων μετά την εστία και τούτο για να αποφευχθεί όσο είναι το δυνατόν η υπερθέρμανση στους αγωγούς θερμών καυσαερίων ψύχοντας τα καυσαέρια πολύ νωρίς. Για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας κάθε μύλος είναι εφοδιασμένος με ένα τάμπερ εξόδου καυσαερίων με τη βοήθεια του οποίου μπορεί να ρυθμίζεται η είσοδος των ψυχρών καυσαερίων. Επιπλέον χρησιμοποιούνται ψυχρά καυσαέρια κατά την διάρκεια της λειτουργίας του λέβητα για την αδρανοποίηση των ηλεκτροστατικών φίλτρων λιγνίτη, όταν αυτά δεν λειτουργούν. Οι αγωγοί ψυχρών καυσαερίων που συνδέονται με τα ηλεκτροστατικά φίλτρα είναι εφοδιασμένοι με απομονωτικά τάμπερ. Επίσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν ψυχρά καυσαέρια κατά τη διάρκεια της εκκίνησης της εγκατάστασης για την προθέρμανση των ηλεκτροστατικών φίλτρων λιγνίτη. Κάθε ανεμιστήρας ψυχρών καυσαερίων είναι εφοδιασμένος με ρυθμιστικό πτερύγιο το οποίο ρυθμίζει έτσι την πίεση των ψυχρών καυσαερίων μετά τους ανεμιστήρες να κρατιέται περίπου στα 150mm wg.

2.5 ΣΥΣΤΗΜΑ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ ΛΙΓΝΙΤΗ



Εικόνα 6: Σύστημα τροφοδοσίας σιλό λιγνίτη
(Πηγή: ΜΟΝΑΔΑ ΙΙΙ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ)

Για κάθε μύλο έχει προβλεφτεί ένα σιλό απ' όπου ο ακατέργαστος λιγνίτης εκφορτώνεται με τη βοήθεια ενός BLENDOMATE (φορτωτής). Το κάρβουνο καθώς εκφορτώνεται από το BLENDOMATE μεταφέρεται στο μύλο μέσω μιας ασάλινης αλυσωτής κυλιόμενης ταινίας τροφοδότησης.



Εικόνα 7: P.I.V. φορτωτή
(Πηγή: ΜΟΝΑΔΑ ΙΙΙ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ)

Τα χρησιμοποιούμενα σιλό λιγνίτη έχουν σχήμα στρογγυλό με επάνω διάμετρο 5.8 m κάτω διάμετρο 6 m και ύψος 17,3 m. Κοντά στον πυθμένα η διάμετρος είναι 6,7 m. Ο πυθμένας του σιλό είναι οριζόντιος και έχει ένα κεντρικό άνοιγμα εκφόρτωσης 1.7 m το οποίο καλύπτεται από ένα σταθερό κώνο. Μεταξύ του χείλους του κώνου και του πυθμένα του σιλό υπάρχει μια σχισμή σχήματος δακτυλίου, το ύψος της οποίας είναι ρυθμιζόμενο και μέσα από αυτήν περνά ο λιγνίτης και εκφορτώνεται από το άνοιγμα του πυθμένα. Επειδή το κάρβουνο σχηματίζει μια γωνία ροής στον πυθμένα δεν φτάνει στο άνοιγμα εκφόρτωσης. Ο ακατέργαστος λιγνίτης σύρεται με τη βοήθεια ενός περιστρεφόμενου άγκιστρου (αρπάγη) που περνά από τη δακτυλιοειδή σχισμή και μεταφέρει το κάρβουνο στο κεντρικό άνοιγμα εκφόρτωσης. Η ταχύτητα του άγκιστρου μπορεί να είναι θετικά απείρως ρυθμίζοντας με τη βοήθεια ενός συστήματος P.I.V γρανάζι έτσι ώστε να επιτευχθεί μια ταχύτητα εκφόρτωσης από 40 ως 180 t/hr .



Εικόνα 8: P.I.V. τροφοδότη
(Πηγή: ΜΟΝΑΔΑ ΙΙΙ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ)

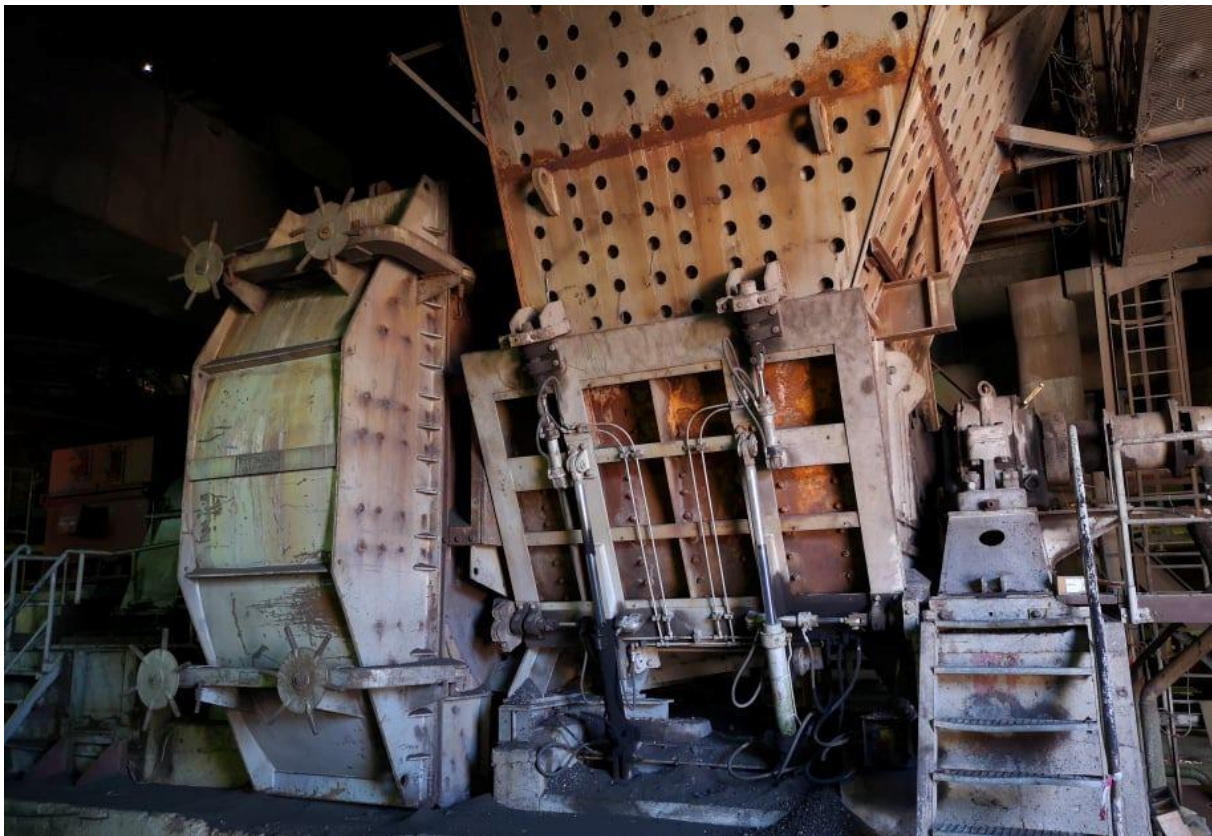
Στο εσωτερικό του κώνου του μύλου υπάρχει μια ξύστρα με τρεις βραχίονες για να ξύνει την κωνική επιφάνεια. Ο λιγνίτης εκφορτώνεται από το BLENDOMATE και φορτώνεται στην ασάλινη αλυσωτή κυλιόμενη ταινία που μεταφέρει στον αγωγό πτώσης λιγνίτη. Μια αλυσίδα δύο σκελών με συνεχείς άξονες και κυλιόμενους τριβείς χρησιμεύει σαν στοιχείο μεταφοράς της ασάλινης αλυσωτής κυλιόμενης ταινίας. Τα καναλοειδή στοιχεία είναι τοποθετημένα πάνω στους άξονες και προσαρτημένα στις πλευρικές μπάρες της αλυσίδας. Η κίνηση της αλυσίδας μεταφοράς πραγματοποιείται μέσω ενός μειωτήρα στροφών και από ένα P.I.V – γρανάζι. Οι ταχύτητες του BLENDOMATE (φορτωτή) και της αλυσωτής μεταφορικής ταινίας (τροφοδότη) ρυθμίζονται ανάλογα ώστε η αλυσωτή μεταφορική ταινία με ομοιόμορφο ύψος στρώματος να μεταφέρει τόσο κάρβουνο όσο εκφορτώνει το BLENDOMATE. Κάτω από την αλυσωτή μεταφορική ταινία υπάρχει μια αλυσίδα καθαρισμού η οποία μεταφέρει το διασκορπισμένο υλικό στο σημείο εκφόρτωσης. Επιπλέον πάνω από το σημείο εκφόρτωσης υπάρχει ένας περιστρεφόμενος μηχανισμός εκφόρτωσης (διασκορπιστής) για ομοιόμορφη εκφόρτωση του λιγνίτη. Τόσο το BLENDOMATE όσο και η ασάλινη μεταφορική ταινία καλύπτονται στεγανά με μεταλλικό κάλυμα ώστε να αποφεύγεται η είσοδος του αέρα στο σύστημα κονιοποίησης.

2.6 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΞΗΡΑΝΣΗΣ ΚΑΙ ΚΟΝΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΟΥ ΛΙΓΝΙΤΗ

Η εγκατάσταση καύσης έχει υπολογιστεί για τον λιγνίτη της Μεγαλόπολης με τις παρακάτω ιδιότητες.

N.C.V(κατώτερη θερμογόνος δύναμη) = 960 kcal/kg	Νερό = 59.9%
Τέφρα = 16,7%	Μέγεθος κάρβουνου = 0-30 mm

Όταν χρησιμοποιείται το προαναφερόμενο καύσιμο είναι δυνατόν η ατμοπαραγωγή του λέβητα σε πλήρες φορτίο να φθάσει στους 956 t/hr με 5 μύλους και έναν εφεδρικό. Σε πλήρες φορτίο η μέγιστη απαιτούμενη κατανάλωση λιγνίτη είναι 770 t/hr και η παροχή κάθε μύλου είναι 154 t/hr. Οι χρησιμοποιούμενοι μύλοι είναι τύπου BAB-COOK DGS όπως φαίνεται και στην παρακάτω φωτογραφία.



Εικόνα 9: Σύστημα μύλου Νο 35
(Πηγή: ΜΟΝΑΔΑ ΙΙΙ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ)

Έχουν την δυνατότητα να αναρροφούν καυσαέρια θερμά από την εστία, να ξηραίνουν και να κονιοποιούν τον ακατέργαστο λιγνίτη και να προωθούν το μείγμα στους καυστήρες και στο σύστημα ανάκτησης. Ο μύλος αποτελείται βασικά από το περίβλημα, από το τμήμα των σφυριών και την ανέμη τμήμα των σφυριών. Ο ακατέργαστος λιγνίτης τεμαχίζεται και προθερμαίνεται με αποτέλεσμα η θερμοκρασία των καυσαερίων να μειώνεται σημαντικά. Με πλήρη φόρτωση μύλου η μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία των καυσαερίων πριν το μύλο είναι 800 °C και η θερμοκρασία μετά το μύλο είναι περίπου 140 °C. Για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας τα αναρροφούμενα θερμά καυσαέρια αναμιγνύονται με τα ψυχρά καυσαέρια στους οχετούς καυστήρων. Ένα ποσοστό περίπου 45% του όγκου των καυσαερίων βγαίνοντας από το μύλο μπαίνει απ' ευθείας στους καυστήρες λιγνίτη με ένα ποσοστό 20% υγρασίας που απομένει στην σκόνη του λιγνίτη που καταθλίβεται, η θερμαντική ικανότητα (N.C.N) είναι 2.500 kcal/kg. Η κατώτερη θερμογόνο δύναμη του μείγματος από 45% καυσαέρια και 65% λιγνίτη είναι 1.245 Kcal/kg. Το υπόλοιπο 55% του όγκου των καυσαερίων βγαίνει στην ατμόσφαιρα μέσω του ηλεκτροστατικού φίλτρου λιγνίτη σκόνη που συλλέγεται από το ηλεκτροστατικό φίλτρο και οδηγείται στους δευτερογενείς καυστήρες με ζεστό αέρα. Βγάζοντας στην ατμόσφαιρα το 55% του όγκου των καυσαερίων μετά το μύλο, η θερμαντική ικανότητα του καιγόμενου κάρβουνου είναι αυξημένη σημαντικά.

Η ειδική περιεκτικότητα σε σκόνη του μείγματος που μπαίνει απ' ευθείας στους πρωτογενείς καυστήρες είναι μεγαλύτερη 2 με 3 φορές από εκείνη του μείγματος που μπαίνει στο ηλεκτροστατικό φίλτρο. Ο εμπλουτισμός του μείγματος σε σκόνη που μπαίνει απ' ευθείας στους πρωτογενείς καυστήρες λιγνίτη είναι υπολογισμένος από το διαχωρισμό. Ο διαχωρισμός επιτυγχάνεται στο ελικοειδές σχήμα του κελύφους του μύλου και στα μετέπειτα διαχωριστικά ελάσματα, φεύγοντας η σκόνη από το σύστημα σφυριών με τη φυγόκεντρη δύναμη συγκρατείται στο εξωτερικό μέρος του ελικοειδούς κελύφους του μύλου. Επομένως η σκόνη για τους πρωτογενείς καυστήρες συγκεντρώνεται στο εξωτερικό τμήμα του ελικοειδούς κελύφους του μύλου και σκόνη για το ηλεκτροστατικό φίλτρο στην εσωτερική πλευρά του ελικοειδούς κελύφους του μύλου.

2.7 ΗΛΕΚΤΡΟΣΤΑΤΙΚΑ ΦΙΛΤΡΑ ΛΙΓΝΙΤΗ (Η/Φ)



Εικόνα 10: Η/Φ λιγνίτη Νο 34
(Πηγή: ΜΟΝΑΔΑ ΙΙΙ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ)

Το κάθε συγκρότημα Η/Φ λιγνίτη αποτελείται από ένα οριζόντιο ηλεκτροστατικό φίλτρο, έναν ανεμιστήρα ασθενούς, μια καμινάδα κοινή για κάθε δύο φίλτρα, τους συνδετικούς αγωγούς με τους μηχανισμούς των τάμπερ ταχείας ενεργείας και ρυθμιστικό καθώς και το δίκτυο αμού θέρμανσης για τα ηλεκτροστατικά φίλτρα και τις καμινάδες. Περίπου το 55% του όγκου των αερίων που φεύγουν από το μύλο μαζί με μια ποσότητα 35% της εξερχόμενης σκόνης λιγνίτη μεταφέρονται στο συγκρότημα ανάκτησης σκόνης λιγνίτη. Το συγκρότημα αυτό θα λειτουργεί μόνο με ένα μείγμα αδρανών αερίων του οποίου η περιεκτικότητα σε οξυγόνο είναι μικρότερη του 13,5%. Όταν σταματά η λειτουργία του Η/Φ λιγνίτη, η σκόνη που παραμένει στο εσωτερικό του ηλεκτροστατικού φίλτρου πρέπει να

αδρανοποιηθεί με ατμό ή ψυχρά καυσαέρια. Το μείγμα σκόνη-αερίου που φεύγει από το μύλο αναρροφάται από τον ανεμιστήρα ασθενούς μέσω του ηλεκτροστατικού φίλτρου πρέπει να αδρανοποιηθεί με ατμό ή ψυχρά καυσαέρια.



Εικόνα 11: Ανεμιστήρας ασθενούς Νο 34
(Πηγή: ΜΟΝΑΔΑ ΙΙΙ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ)

Το μείγμα σκόνης – αερίου που φεύγει από το μύλο αναρροφάται από τον ανεμιστήρα ασθενούς μέσω του ηλεκτροστατικού φίλτρου. Η συλληφθείσα σκόνη μεταφέρεται μέσω ενός τροχού με δοχεία (ανέμη) σε ένα σωλήνα τροφοδοτημένο με τη βαρύτητα. Στην πρώτη ανέμη υπάρχει μια περιστροφική βάνα εκτροπής σωλήνας βαρύτητας που οδηγεί τη σκόνη σε ένα τζιφάρι, όπου εκεί αναμιγνύεται με τον αέρα προώθησης και καταθλίβεται στον δευτερεύοντα καυστήρα. Για την αδρανοποίηση έχει προληφθεί παροχή ατμού από ένα ηλεκτροκίνητο απομονωτικό επιστόμιο και ψυχρά καυσαέρια μέσω αγωγού ο οποίος φέρει τάμπερ. Η είσοδος του ατμού και των ψυχρών καυσαερίων είναι μεταξύ του τάμπερ ταχείας ενεργείας και του ρυθμιστικού τάμπερ.

Το ύψος κατάθλιψης του ανεμιστήρα ασθενούς υπολογίστηκε έτσι ώστε να υπερνικούνται οι παρακάτω αντιστάσεις :

- Αντίσταση των διαχωριστικών ελασμάτων
- Αντίσταση των αγωγών
- Αντίσταση ηλεκτροστατικού φίλτρου

Τα ηλεκτροστατικά φίλτρα είναι υπολογισμένα για απόδοση συγκράτησης 93,3% με περιεκτικότητα εισερχόμενης σκόνης 130 g/ntrm³. Για τον καθαρισμό των ηλεκτροδίων συγκράτησης σκόνης έχουν τοποθετηθεί σφυριά που χτυπούν ειδικές ράβδους περιοδικά. Στην χοάνη του ηλεκτροστατικού φίλτρου υπάρχει ένα πορτάκι σκόνης και από πάνω είναι η βάνα εκτροπής η οποία είναι γυρισμένη προς την ανέμη όταν το φίλτρο είναι σε λειτουργία. Η ανέμη μεταφέρει τη σκόνη διαμέσου του αγωγού βαρύτητας στο τζιφάρι.



Εικόνα 12: Τζιφάρι ασθενούς Νο 34
(Πηγή: ΜΟΝΑΔΑ ΙΙΙ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ)

Κατά τη διάρκεια της πλύσης του ηλεκτροστατικού φίλτρου η βάνα εκτροπής είναι γυρισμένη στην πλύση. Έτσι το χρησιμοποιούμενο νερό της πλύσης με τη σκόνη διοχετεύονται στους αγωγούς αποχέτευσης. Για την αδρανοποίηση έχει προβλεφτεί παροχή ατμού από ένα ηλεκτροκίνητο απομονωτικό επιστόμιο. Για την θέρμανση της καμινάδας και του ηλεκτροστατικού φίλτρου είναι τοποθετημένες εξωτερικά σερπαντίνες ατμού θέρμανσης οι οποίες συνήθως χρησιμοποιούνται για την εκκίνηση και για να διατηρούνται τα τοιχώματα σε μια ελάχιστη θερμοκρασία. Για τη θέρμανση του αέρα στεγανοποίησης των στοιχείων των μονωτήρων των ηλεκτροστατικών φίλτρων έχει προβλεφτεί ένας προθερμαντής αέρα με ατμό και ένας ηλεκτρικός αναθερμαντής. Πριν από το ηλεκτροστατικό φίλτρο έχει τοποθετηθεί ένα ηλεκτροκίνητο απομονωτικό τάμπερ (επίσης ονομάζεται τάμπερ ταχείας ενεργείας).



Εικόνα 13: Τάμπερ ταχείας ενεργείας Νο 34
(Πηγή: ΜΟΝΑΔΑ ΙΙΙ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ)

Ο μηχανισμός που κινεί το τάμπερ ταχείας ενεργείας συνδέεται στη γραμμή παροχής ηλεκτρικού ρευματοδότη τάμπερ ταχείας ενεργείας όπου κλείνεται κατά την κράτηση και στην περίπτωση βλάβης ενός μύλου ώστε να αποφευχθεί η είσοδος του

αέρα στο συγκρότημα ανάκτησης σκόνης λιγνίτη, στον ανεμιστήρα ασθενούς έχει τοποθετηθεί ένα ηλεκτροκίνητο ρυθμιστικό τάμπερ με το οποίο ρυθμίζεται η ροή του αέρα. Επειδή δεν προβλέφθηκε μετρητής ροής του αέρα, πρέπει να χρησιμοποιείται η διαφορική πίεση του ανεμιστήρα ασθενούς για τη μέτρηση της ροής του αέρα. Με τα ψυχρά καυσαέρια το συγκρότημα ανάκτησης σκόνης λιγνίτη όχι μόνο αδρανοποιείται αλλά συγχρόνως διατηρείται θερμό.

2.8 ΣΥΣΤΗΜΑ ΑΠΟΜΑΚΡΥΝΣΗΣ ΥΓΡΑΣ ΤΕΦΡΑΣ

Η τέφρα που συλλέγεται στη χοάνη της πρώτης διαδρομής του λέβητα ψύχεται με νερό γενικής χρήσης και εξάγεται από τη μεταλλική ταινία έξω από το κτίριο του λέβητα. Από τη μεταλλική ταινία η υγρά τέφρα εκφορτώνεται στην ελαστική ταινία ή σε περίπτωση ανωμαλίας της ταινίας αυτής μέσω ενός τάμπερ εκτροπής μπορεί να αδειασθεί σε φορηγό αυτοκίνητο. Η ελαστική ταινία μεταφέρει την τέφρα σε μια απόσταση 290 m στο σιλό υγρής τέφρας. Με ένα ρυθμισμένο τάμπερ εκτροπής μπορούμε να κατανείμουμε την υγρά τέφρα σε ένα από τα δύο ήμισυ του σιλό. Τα σιλό υγρής τέφρας μπορεί να αδειασθούν από τις δονούμενες ταινίες που βρίσκονται κάτω από τις χοάνες του σιλό. Κάτω από τις χοάνες των σιλό της υγρής τέφρας δύο παράλληλες ταινίες εκφορτίζουν το υλικό κατ'επιλογήν σε δύο σημεία φόρτωσης φορηγών αυτοκινήτων.



Εικόνα 14: Μεταλλική ταινία απομάκρυνσης υγρής τέφρας
(Πηγή: ΜΟΝΑΔΑ ΙΙΙ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ)

2.9 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΥΣΗΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Η εγκατάσταση καύσης πετρελαίου υπολογίστηκε σαν μέσο έναυσης και σαν βοηθητικό καύσης καίγοντας ελαφρύ πετρέλαιο. Συνολικά ο λέβητας έχει 6 καυστήρες πετρελαίου οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στις τρεις πλευρές του λέβητα στο ύψος 16,5 m οι οποίοι έχουν μέγιστη παροχή πετρελαίου 50 at 3.870 kc/hr

Περιγραφή του δικτύου πετρελαίου

Από τη δεξαμενή το πετρέλαιο περνά μέσω των αναστρεφόμενων φίλτρων στις δύο αντλίες που η κάθε μια είναι υπολογισμένη για 25 t/hr στις 55 at αντλίες φέρουν απομονωτικά επιστόμια στην κατάθλιψη και στην αναρρόφηση. Επιπλέον έχουν τοποθετηθεί μετά τις αντλίες ανεπίστροφα κλαπέ για να μην επιτρέπουν την αντίστροφη ροή του πετρελαίου όταν οι αντλίες δεν λειτουργούν. Η πίεση μετά την αντλία πετρελαίου διατηρείται σταθερή στις 50 at με τη βοήθεια μιας ρυθμιστικής βαλβίδας που είναι τοποθετημένη στο αντλιοστάσιο και το πετρέλαιο που περισσεύει επιστρέφει στη δεξαμενή. Πριν από τους καυστήρες πετρελαίου είναι τοποθετημένος ένας μετρητής ροής με παράκαμψη (BY – PASS). Στη γραμμή πετρελαίου πριν από κάθε καυστήρα είναι τοποθετημένα διαδοχικά τα παρακάτω εξαρτήματα και βαλβίδες. Ένα χειροκίνητο ρυθμιστικό επιστόμιο μια ημιαυτόματη ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα (μαγνητοβάνα) και ένας μετρητής ροής. Στις γραμμές παροχής πετρελαίου συνδέονται παροχές με ποσοστό αέρα, υπάρχει μια ανεπίστροφη απομονωτική βαλβίδα. Επιπλέον στις γραμμές παροχής πεπιεσμένου αέρα λίγο πριν τους καυστήρες υπάρχουν ανεπίστροφες βαλβίδες και απομονωτικά επιστόμια.

Σύστημα αέρα καύσης πετρελαίου

Το σύστημα αέρα καύσης πετρελαίου αποτελείται από το σπειροειδή αγωγό παροχής αέρα, από το συγκρότημα πτερυγίων στροβιλισμού και από το κάλυμμα του καυστήρα το οποίο στην αρχή έχει σχήμα κωνικό και μετά κυλινδρικό. Στο κέντρο βρίσκεται ο καυστήρας ο οποίος είναι κινητός και μετά από κάθε λειτουργία σύρεται έξω ώστε να μειώνεται η επίδραση της ακτινοβολίας στον ψεκαστήρα, το σύστημα παροχής διατηρείται από οδηγητικά διαφράγματα σε μεμονωμένους οχετούς. Οι μεμονωμένοι αυτοί οχετοί μεταφέρουν τον αέρα στα αντίστοιχα τμήματα του συγκροτήματος των πτερυγίων στροβιλισμού. Ο αέρας όταν περνά από τα πτερύγια στροβιλισμού στροβιλίζεται με αποτέλεσμα την σταθεροποίηση της φλόγας και την καλύτερη μίξη πετρελαίου και αέρα. Ανοίγοντας τα πτερύγια στροβιλισμού στη θέση 10 πραγματοποιείται ο ισχυρότερος στροβιλισμός και στη θέση 0 ο ασθενέστερος.

Περιγραφή καυστήρα πετρελαίου



Εικόνα 15: Σύστημα καυστήρα πετρελαίου Νο 34
(Πηγή: ΜΟΝΑΔΑ ΙΙΙ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ)

Ο καυστήρας αποτελείται κυρίως από τον προστατευτικό σωλήνα του ψεκαστήρα, από τον σύνδεσμο που είναι ενσωματωμένος στον καυστήρα και ακολουθεί ο σωλήνας ψεκασμού και η κεφαλή ψεκασμού. Το στροφέιο στροβιλισμού είναι προσαρμοσμένο στην άκρη του προστατικού σωλήνα. Ο σωλήνας ψεκασμού στερεώνεται στον προστατευτικό σωλήνα με ένα σύνδεσμο. Ο σύνδεσμος αυτός είναι κατασκευασμένος έτσι ώστε να υπάρχει αεροστεγανότητα μετά τη σύνδεση των δύο τμημάτων. Ο σωλήνας ψεκασμού και ο ελαστικός σωλήνας πετρελαίου συνδέονται με τη βοήθεια ενός ελαστικού συνδέσμου. Το πετρέλαιο περνά μόνο όταν η σύνδεση έχει γίνει σωστά. Για την σύνδεση των βαλβίδων έχουν προβλεφτεί ανεπίστροφες βαλβίδες οι οποίες ενεργούν σε περίπτωση που η σύνδεση δεν έχει γίνει σωστά ή καθόλου. Έτσι εμποδίζεται η ροή του πετρελαίου έξω από τη σύνδεση των βαλβίδων.

Ο ψεκαστήρας λειτουργεί ως εξής :

Μέσω της επαπτόμενης σχισμής το πετρέλαιο περνά από το θάλαμο στροβιλισμού και εκεί περιστρέφεται σε τέτοιο βαθμό ώστε το ψεκαζόμενο πετρέλαιο

διασκορπίζεται. Από το θάλαμο στροβιλισμού το πετρέλαιο περνά μέσω της οπής ψεκασμού του ακροφυσίου στο θάλαμο καύσης σε κατάσταση λεπτού ψεκασμού. Η μελέτη του καυστήρα προβλέφθηκε για μια γωνία ψεκασμού. Οι διαστάσεις του χρησιμοποιούμενου ψεκαστήρα είναι τα παρακάτω.

Οπή ψεκασμού	7,0 mm διάμετρο
Εφαπτόμενες οπές	(8) 2,6 mm διάμετρο
Εσωτερική διάμετρος οπής θαλάμου στροβιλισμού	20,0 mm διάμετρο

Για τον έλεγχο της παροχής του πετρελαίου η πίεση αλλάζει πριν τον ψεκαστήρα.

Επιτήρηση φλόγας

Κάθε καυστήρας είναι εφοδιασμένος με ένα επιτηρητή φλόγας. Το σύστημα που χρησιμοποιείται αποτελείται από τη μονάδα ρύθμισης και τον επιτηρητή φλόγας. Οι επιτηρητές φλόγας είναι τοποθετημένοι στα μπροστινά πλαίσια των ρυθμιστικών αέρα καυστήρα. Κατά τη λειτουργία του καυστήρα ο επιτηρητής φλόγας διεγείρεται από υπεριώδη ακτινοβολία της φλόγας του πετρελαίου και κρατάει ανοιχτή την ημιαυτόματη ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα (μαγνητοβάννα). Σε περίπτωση που η ακτινοβολία πέσει κάτω από μια ορισμένη τιμή η ημιαυτόματη ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα κλείνει εφόσον έχει τοποθετηθεί το κλειδί του διακόπτη στη θέση επιτήρησης φλόγας.

3. ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ

3.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΣΤΡΟΒΙΛΟΥ



Εικόνα 16: Στρόβιλος Μον III (χαμηλή πίεση)

(Πηγή: ΜΟΝΑΔΑ ΙΙΙ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ)

Ο στρόβιλος είναι μια μηχανή με έναν άξονα και με ξεχωριστά τμήματα υψηλής πίεσης (Υ/Π), μέσης πίεσης (Μ/Π) και χαμηλής πίεσης (Χ/Π). Το τμήμα Υ/Π είναι ένας κύλινδρος απλής ροής και τα τμήματα Μ/Π και Χ/Π είναι κύλινδροι διπλής ροής. Τα στροφεία του στροβίλου και της γεννήτριας συνδέονται μέσω μη ελαστικών συνδέσμων (Κομπλερς). Ο κύλινδρος Υ/Π έχει μια βαθμίδα ελέγχου. Τέσσερις συνδυασμένες απομονωτικές και ρυθμιστικές βαλβίδες οδηγούν τον Υ/Θ ατμό σε τέσσερα στόμια. Οι γραμμές που οδηγούν από τις δύο εξόδους της Υ/Π στον ανάθερμο (Α/Θ) είναι εφοδιασμένες με κλαπέ τα οποία εμποδίζουν τη ροή ατμού από τον (Α/Θ) πίσω στο στρόβιλο της Υ/Π. Ο ατμός που προέρχεται από τον αναθερμαντή (Θ.Α/Θ) περνά στο τμήμα Μ/Π μέσω τεσσάρων συνδυασμένων απομονωτικών και ρυθμιστικών βαλβίδων. Δύο αγωγοί μεταφοράς στο ύψος του δαπέδου ένας σε κάθε πλευρά της μηχανής συνδέουν το τμήμα Μ/Π και Χ/Π. Σε διάφορα σημεία του στροβίλου υπάρχουν εκκενωτικά.

3.2 ΚΕΛΥΦΟΣ ΥΨΗΛΗΣ ΠΙΕΣΗΣ (Υ/Π) ΒΑΡΕΛΟΕΙΔΟΥΣ ΤΥΠΟΥ

Το εξωτερικό κέλυφος του κυλίνδρου Υ/Π είναι βαρελοειδούς τύπου χωρίς οριζόντια φλάντζα για να αντέχει στις παραμορφώσεις όταν μεταβάλλονται οι θερμοκρασίες. Η κυκλική φλάντζα στην έξοδο Υ/Π φορτίζεται με την χαμηλότερη πίεση ατμού και έχει ομοιόμορφη θερμοκρασία περιφερειακά. Η γεωμετρία του κελύφους είναι έτσι σχεδιασμένη ώστε έχοντας μεταβλητό πάχος τοιχώματος να παρουσιάζει σε όλες τις διατομές την ίδια αντοχή.

Ο φορέας των πτερυγίων είναι διαιρετός άξονας και συνδυασμένος έτσι ώστε να επιτρέπει θερμικές διαστολές. Η φλάντζα και οι συνδετήριои κοχλίες μπορούν να είναι μικροί δεδομένου ότι δεν έχουν να αντιμετωπίσουν μεγάλες διαφορές πιέσεων. Το κέλυφος βαρελοειδούς τύπου επιτρέπει ευελιξία κατά τη λειτουργία δηλαδή μικρούς χρόνους εκκίνησης και μεταβολές φορτίου μεγάλης κλίμακας. Τέσσερα τύπου λόγχης ακροφύσια εισέρχονται εφαπτομενικά στο κέλυφος του στροβίλου και στερεώνονται στην θέση τους μέσω κοχλιωτού συνδέσμου.

3.3 ΚΕΛΥΦΟΣ ΜΕΣΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ (Μ/Π)

Το τμήμα (Μ/Π) είναι μια κατασκευή διπλής ροής. Συνδεδεμένο στο αξονικά διαιρετό κέλυφος είναι ένα εσωτερικό κέλυφος το οποίο φέρει τα σταθερά οδηγητικά πτερύγια. Ο θερμός ανάθερμος ατμός (Θ.Α/Θ) οδηγείται στο εσωτερικό κέλυφος από το επάνω και το κάτω κεντρικό μέρος. Η ύπαρξη ενός εσωτερικού κελύφους περιορίζει την επίδραση των υψηλών πιέσεων και θερμοκρασιών του ατμού εισόδου μόνο στην περιοχή εισαγωγής του κελύφους και έτσι το εξωτερικό κέλυφος υπόκειται στις χαμηλές πιέσεις και θερμοκρασίες της εξόδου της Μ/Π.

3.4 ΚΕΛΥΦΟΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ (Χ/Π)

Το κέλυφος του τμήματος Χ/Π είναι διπλής ροής και αποτελείται από τρία επάλληλα ελάσματα εσωτερικό, μέσο και εξωτερικό. Τα ελάσματα είναι διαιρετά κατά την αξονική έννοια και έχουν συγκολλητή κατασκευή. Το εσωτερικό έλασμα που φέρει τις πρώτες σειρές οδηγών πτερυγίων στηρίζεται με δυνατότητα θερμικής διαστολής στο μεσαίο έλασμα. Ανεξάρτητα από το εξωτερικό έλασμα το μεσαίο έλασμα στηρίζεται σε τέσσερα σημεία πάνω σε διαμήκεις ράβδους. Δύο δακτύλιοι φέροντας τις τελευταίες σειρές οδηγών πτερυγίων συνδέονται επίσης στο μεσαίο έλασμα.

3.5 ΠΤΕΡΥΓΩΣΗ

Όλος ο στρόβιλος με εξαίρεση την βαθμίδα ελέγχου φέρει πτερύγια αντιδράσεως. Τα κινητά πτερύγια της βαθμίδας ελέγχου του στροβίλου Υ/Π είναι συγκολλημένα κατά τέτοιο τρόπο ώστε να σχηματίζουν δίδυμα πτερύγια με βάσεις διατομής τριγωνικής προιονωτής. Τα πτερύγια αυτά μπαίνουν σε κατάλληλα κατεργασμένες σχισμές λοξά ως προς τον άξονα της μηχανής. Τα κινητά πτερύγια των τμημάτων Υ/Π, Μ/Π και οι πρώτες σειρές της Χ/Π στηρίζονται στον άξονα μέσω βάσεων διατομής ανεστραμμένου (Τ). Τα τελευταία κινητά πτερύγια της Χ/Π είναι σφυρήλατα με βάσεις διατομής τριγωνικής προιονωτής τα όποια συνδέονται με τον άξονα μέσω αντίστοιχων αυλακιών. Τα οδηγητικά σταθερά πτερύγια της Υ/Π και Μ/Π τα όποια καταπονούνται ισχυρά, έχουν βάσεις διατομής ανεστραμμένου Τ κατεργασμένες επί του πτερύγιου όπως τα αντίστοιχα κινητά πτερύγια. Τα άλλα σταθερά οδηγητικά πτερύγια με βάσεις διατομής ανεστραμμένου L είναι κατασκευές πριτσινωτές. Οι τελευταίες τρεις βαθμίδες της Χ/Π είναι σειρές οδηγών πτερυγιών κατασκευασμένων από χαλυβδόφυλλο.



Εικόνα 17: Βαλβίδες στροβίλου
(Πηγή: ΜΟΝΑΔΑ ΙΙΙ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ)

3.6 ΒΑΛΒΙΔΕΣ

Ο στρόβιλος Υ/Π φέρει 4 απομονωτικές και ρυθμιστικές βαλβίδες. Κάθε μια απομονωτική και η αντίστοιχη ρυθμιστική βαλβίδα είναι συνδυσασμένες σε ένα κοινό σώμα. Οι συνδυσασμένες βαλβίδες οριζόντια διάταξης βρίσκονται εγκατεστημένες και από τις δύο πλευρές του στρόβιλου και εδράζονται τις μετακινήσεις του κελύφους λόγω θερμικών διαστολών. Οι βαλβίδες λειτουργούν με ατομικούς υδραυλικούς ενεργοποιητές λαδιού. Οι απομονωτικές βαλβίδες είναι τύπου απλής έδρας και λειτουργούν μέσω ελατηρίου. Οι ρυθμιστικές βαλβίδες είναι επίσης τύπου απλής έδρας και διαθέτουν διαχύτες ώστε να μειώνουν τις απώλειες πίεσης. Σύνδεσμοι οι οποίοι εύκολα διαιρούνται με αυτοστεγανοποιούμενους δακτυλίους χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση των βαλβίδων ατμού με τους αγωγούς. Ο στρόβιλος Μ/Π έχει τέσσερις συνδυσασμένες απομονωτικές και ρυθμιστικές βαλβίδες ανάθερμου ατμού. Αυτές οι συνδυσασμένες βαλβίδες είναι επίσης εγκατεστημένες σε οριζόντια διάταξη και από τις δύο πλευρές της μηχανής και είναι εύκολα προσιτές. Οι βαλβίδες αυτές του ανάθερμου είναι τύπου απλής έδρας και φορτιζόμενες με ελατήριο. Οι ρυθμιστικές βαλβίδες λειτουργούν παράλληλα και είναι πλήρως ανοικτές για το μέγιστο του φορτίου. Στην περίπτωση λειτουργίας υπό το ελάχιστο φορτίο οι βαλβίδες αυτές ρυθμίζουν τη ροή του ατμού στο στρόβιλο Μ/Π και εξασφαλίζουν σταθερή λειτουργία ακόμα και όταν η στροβιλογεννήτρια τροφοδοτεί μόνο το φορτίο του σταθμού.

3.7 ΕΔΡΑΝΑ

Το στροφείο της Υ/Π στηρίζεται σε δύο έδρανα, ένα ακτινικό κουζινέτο στο εμπρός μέρος του στρόβιλου και ένα συνδυσασμένο ακτινικό και αξονικό κουζινέτο ακριβώς δίπλα από τον σύνδεσμο με το στροφείο της Μ/Π. Τα στροφεία της Μ/Π και Χ/Π στηρίζονται σε ακτινικά κουζινέτα στο άκρο του άξονα τους. Το συνδυσασμένο ωστικό και αξονικό έδρανο περιλαμβάνει ένα διμερές ακτινικό αυτορυθμιζόμενο κουζινέτο και ένα κουζινέτο παραλαβής αξονικών φορτίων δύο διευθύνσεων. Τα αλλά έδρανα είναι επίσης αυτορυθμιζόμενα ακτινικά κουζινέτα. Οι θερμοκρασίες των εδράνων μετριοούνται μέσω θερμοστοιχείων στο κάτω τμήμα του εδράνου και κάτω ακριβώς από την επίστρωση λευκού μετάλλου. Η θερμοκρασία του ωστικού εδράνου μετράται σε δύο απέναντι ωστικά πέλδια.

Τα κελύφη των εδράνων του στρόβιλου είναι τοποθετημένα πάνω σε βάσεις από ελάσματα. Τα κελύφη των εδράνων εμπρός και πίσω από τη Χ/Π είναι σταθερά πακτωμένα. Το εμπρός κέλυφος εδράνου και το κέλυφος εδράνου μεταξύ Υ/Π και Μ/Π μπορούν να κινηθούν κατά την αξονική διεύθυνση γλιστρώντας πάνω στην βάση τους. Τα πλευρικά στηρίγματα των τμημάτων, Υ/Π και Μ/Π φέρονται μέσω των κελυφών στο επίπεδο του άξονα της μηχανής. Κατά την αξονική διεύθυνση τα τμήματα Υ/Π και Μ/Π είναι σταθερά συνδεδεμένα με τα κελύφη των εδράνων μέσω οδηγών κελύφους χωρίς να εμποδίζεται η αξονική μετατόπιση, τόσο τα κελύφη Υ/Π

και Μ/Π όσο και τα αντίστοιχα κελύφη εδράνων κινούνται προς τα εμπρός σχετικά με το πρώτο έδρανο της Χ/Π σε περίπτωση θερμικής διαστολής.

3.8 ΣΤΕΓΑΝΩΤΗΡΕΣ ΑΞΟΝΑ ΚΑΙ ΠΤΕΡΥΓΙΩΝ (ΛΑΒΥΡΙΝΘΟΙ)

Όλοι οι στεγνωτήρες του άξονα στεγανοποιούν τον ατμό που υπάρχει μέσα στο στρόβιλο από την ατμόσφαιρα και είναι λαβύρινθοι αξονικής ροής. Αυτοί αποτελούνται από μεγάλο αριθμό λεπτών στεγανωτικών διαφραγμάτων τα οποία εναλλακτικά στηρίζονται σε αυλάκια του άξονα και των στεγανοποιητικών δακτυλίων που τον περιβάλλουν. Οι στεγανωτήρες της Χ/Π στηρίζονται μόνο στους περιβάλλοντες του άξονα στεγανωτικούς δακτυλίους. Αυτοί οι δακτύλιοι διαιρούνται σε τομείς και προεκτείνοντας ακτινικά μέσω δυο ελικοειδών ελατήριων ανά τομέα ώστε να είναι δυνατόν να υποχωρούν σε περίπτωση επαφής με τον άξονα για να μην καταστρέφονται. Στεγανωτήρες παρόμοιας σχεδιάσεως χρησιμοποιούνται επίσης για την στεγανοποίηση των διάκενων της ακτινικής περύγωσης.

3.9 ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΣΤΡΟΒΙΛΟΥ

Ο στρόβιλος διαθέτει ένα ηλεκτροδραυλικό σύστημα ελέγχου. Ένα ηλεκτρικό σύστημα μετράει και ελέγχει την ταχύτητα καθώς και την έξοδο και επενεργεί επί των ρυθμιστικών βαλβίδων υδραυλικά μέσω ενός ηλεκτροδραυλικού μετατροπέα. Το ηλεκτροδραυλικό σύστημα ελέγχου προστατεύει τον στρόβιλο έναντι υπερτάχυνσης σε περίπτωση ταχείας απορρίψεως φορτίου. Μπορεί επίσης να ρυθμίσει με αρκετή ακρίβεια και κατά την διάρκεια της λειτουργίας την συχνότητα εξόδου.

3.10 ΡΟΗ ΑΤΜΟΥ

Ο ατμός οδηγείται μέσω (4) ξεχωριστών αγωγών περνώντας πρώτα μέσω των απομονωτικών και εν συνεχεία των ρυθμιστικών βαλβίδων. Από τις ρυθμιστικές βαλβίδες ο ατμός περνά μέσω μικρού μήκους καμπυλών στα κιβώτια των ακροφυσίων που είναι εγκατεστημένα στο βαρελοειδές κέλυφος. Τα κιβώτια ακροφυσίων περιέχουν τα ακροφύσια για τη πρώτη βαλβίδα ελέγχου. Το μικρό μήκος αγωγών εισαγωγής που περιέχει στο τμήμα αυτό μικρό όγκο ατμού πράγμα το οποίο έχει πολύ ενεργητική επίδραση κατά την κράτηση του στροβίλου.

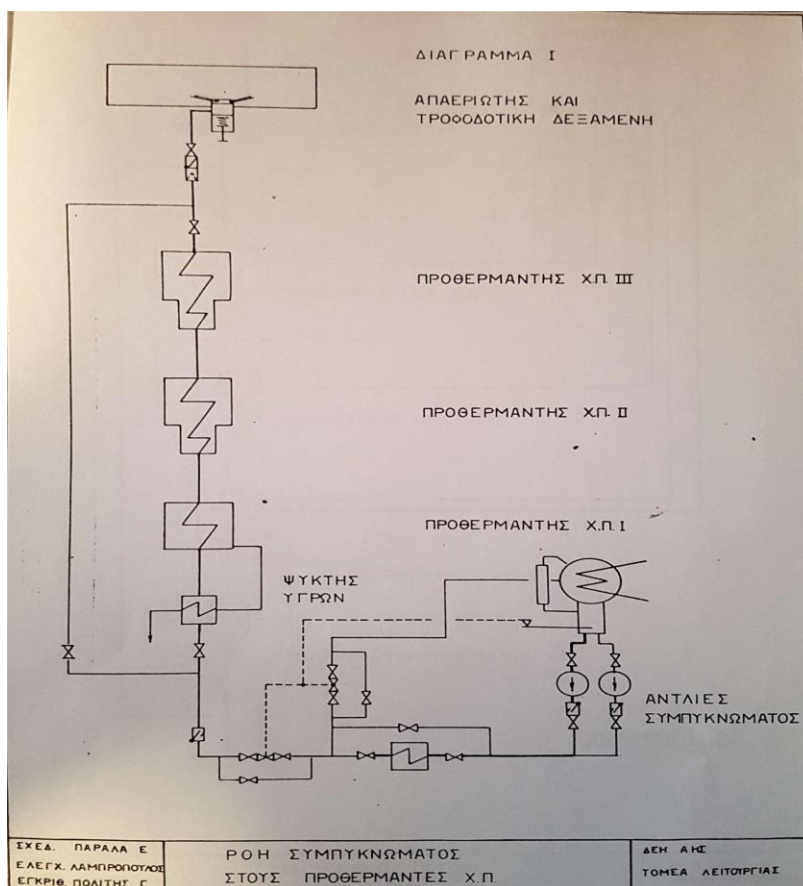
4. ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΕΣ

4.1 ΤΡΟΠΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Οι προθερμαντές χρησιμεύουν για να προθερμαίνουν το τροφοδοτικό νερό με τη βοήθεια του ατμού που απομαστεύεται από 6 σημεία από το στρόβιλο. Λόγω της προθέρμανσης του τροφοδοτικού νερού ο ατμός φθάνει στο συμπυκνωτή και επίσης η θερμότητα που απορροφάται από το ψυκτικό νερό είναι σημαντικά μειωμένη. Αυξάνει ο βαθμός απόδοσης της εγκατάστασης λόγω της θερμότητας που παίρνει το τροφοδοτικό νερό από τους προθερμαντές.

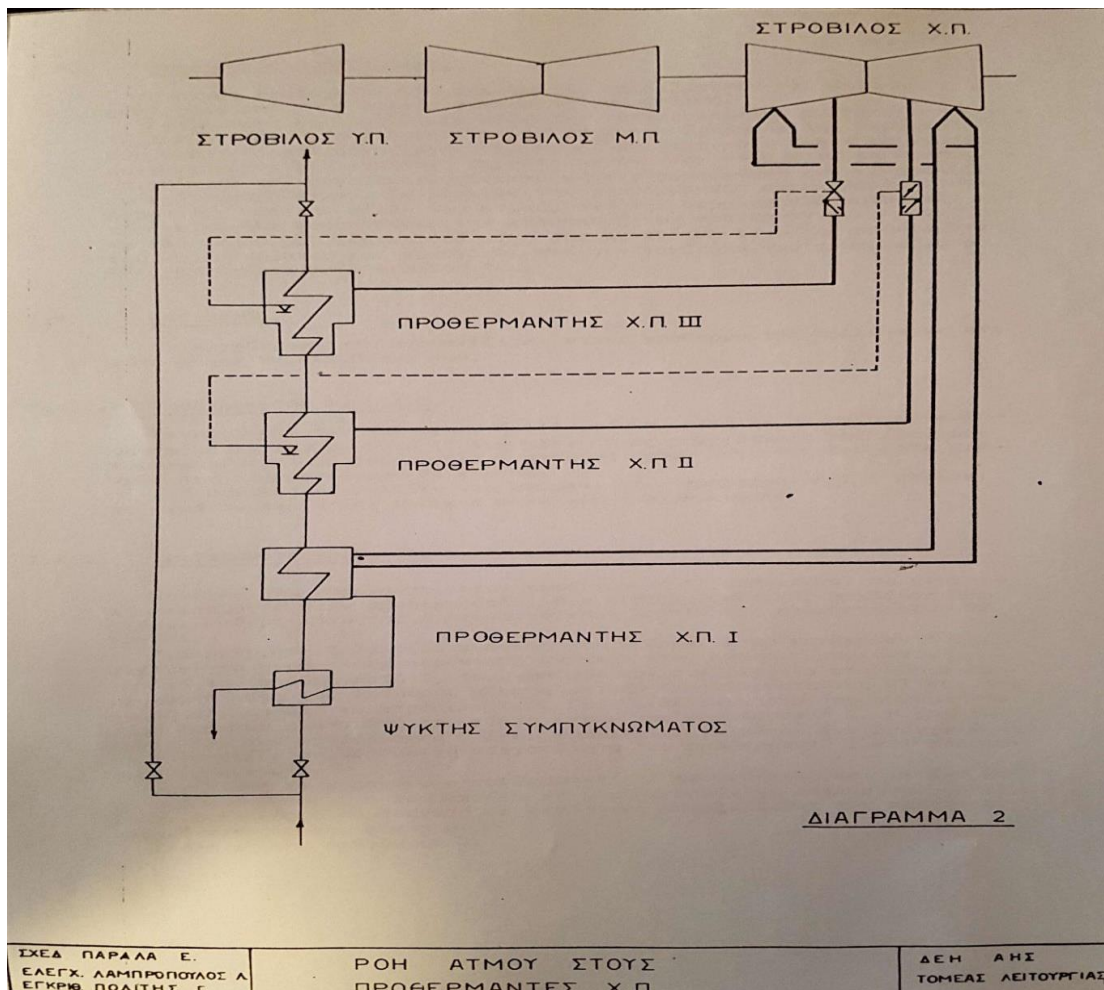
4.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΩΝ Χ.Π

Οι αντλίες συμπυκνώματος στέλνουν το συμπύκνωμα με την πιο κάτω σειρά δια μέσου του συστήματος των προθερμαντών Χ.Π ενώ η ροή του συμπυκνώματος ρυθμίζεται αυτομάτως ανάλογα με τη στάθμη στον κύριο συμπυκνωτή.



Εικόνα 18: Διάγραμμα ροής συμπυκνώματος προθερμαντή Χ.Π
(Πηγή: ΔΕΗ ΑΗΣ Μεγαλόπολης 1988)

Το συμπύκνωμα εισέρχεται πρώτα στον ψύκτη υγρών του προθερμαντή Χ.Π Ι. Ο ψύκτης φέρει ένα κατά μήκος διάφραγμα και αναγκάζει το συμπύκνωμα να περάσει δύο φορές μέσα από αυτόν. Τα υγρά κυκλοφορούν από την έξω πλευρά των αυλών. Μετά το συμπύκνωμα εισέρχεται στο χώρο συμπυκνώματος του προθερμαντή Χ.Π Ι όπου λόγω ενός κατακόρυφου διαφράγματος το νερό διέρχεται από τους αυλούς τύπου U δύο φορές. Στη συνέχεια το συμπύκνωμα εισέρχεται στο χώρο συμπυκνώματος του προθερμαντή Χ/Π ΙΙ, όπου ένα γωνιακό διάφραγμα αναγκάζει το νερό να περάσει από τους αυλούς δύο φορές. Το γωνιακό διάφραγμα διαιρεί το συμπύκνωμα σε δύο μέρη. Το μικρότερο μέρος διέρχεται από το τμήμα των ψυκτικών αυλών και το μεγαλύτερο μέρος από το τμήμα των αυλών συμπύκνωσης. Μετά το συμπύκνωμα εισέρχεται στο χώρο συμπυκνώματος του προθερμαντή Χ.Π ΙΙΙ. Το συμπύκνωμα περνά μέσα από αυτόν όπως στον προθερμαντή Χ.Π ΙΙ. Για μια επιπλέον προθέρμανση το συμπύκνωμα εισέρχεται στη τροφοδοτική δεξαμενή δια μέσου μιας συσκευής ψεκασμού. Σε περίπτωση ανωμαλιών υπάρχει η δυνατότητα απομόνωσης των προθερμαντών από την πλευρά του συμπυκνώματος με ταυτόχρονη κυκλοφορία του συμπυκνώματος από το BY-PASS. Ο ατμός των προθερμαντών Χ.Π λαμβάνεται από τις απομαστεύσεις R1, R2, R3. Στον προθερμαντή Χ.Π Ι καταλήγει η απομάστευση R1 με δύο αγωγούς. Η ροή προς τον προθερμαντή γίνεται μόνο λόγω της λειτουργίας του στροβίλου. Η απομάστευση R2 που καταλήγει στον προθερμαντή Χ.Π ΙΙ φέρει ένα κλαπέ και μια ανεπίστροφη βαλβίδα. Η απομάστευση R3 που καταλήγει στον προθερμαντή ΙΙΙ φέρει μια υδραυλική βαλβίδα και ένα κλαπέ. Το κλαπέ της απομάστευσης R2 και η βαλβίδα της απομάστευσης R3 μπορούν να κλείσουν αυτομάτως σε περίπτωση υπερχειλίσης του προθερμαντή ΙΙ ή ΙΙΙ παίρνοντας σήματα από τους ρυθμιστές στάθμης.



Εικόνα 19: Διάγραμμα ροής ατμού προθερμαντή Χ.Π
(Πηγή: ΔΕΗ ΑΗΣ Μεγαλόπολης 1988)

4.3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Ο ατμός εισέρχεται στα κελύφη των προθερμαντών και κατακλύζει το χώρο γύρω από τους αυλούς εναλλαγής θερμότητας. Στα κελύφη επικρατεί μια πίεση που είναι περίπου αντίστοιχη με αυτή των αντίστοιχων απομαστεύσεων. Λόγω της διαφοράς της θερμοκρασίας που υπάρχει μεταξύ της ροής του ατμού και της ροής του συμπυκνώματος, επιτυγχάνεται μια εναλλαγή θερμότητας από τον ατμό προς το συμπύκνωμα. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται κάποια συμπύκνωση που εξασφαλίζει παροχή ατμού. Το μέγεθος της προθέρμανσης στους προθερμαντές εξαρτάται από την πίεση του ατμού, από την θερμοκρασία αυτού και κατά του ατμού ρυθμίζεται από μόνη της αυτομάτως λόγω της προθέρμανσης του συμπυκνώματος και εξαρτάται από την ταχύτητα του.

4.4 ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΣ Χ.Π. ΙΙΙ



Εικόνα 20: Προθερμαντής Χ.Π ΙΙΙ
(Πηγή: ΜΟΝΑΔΑ ΙΙΙ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ)

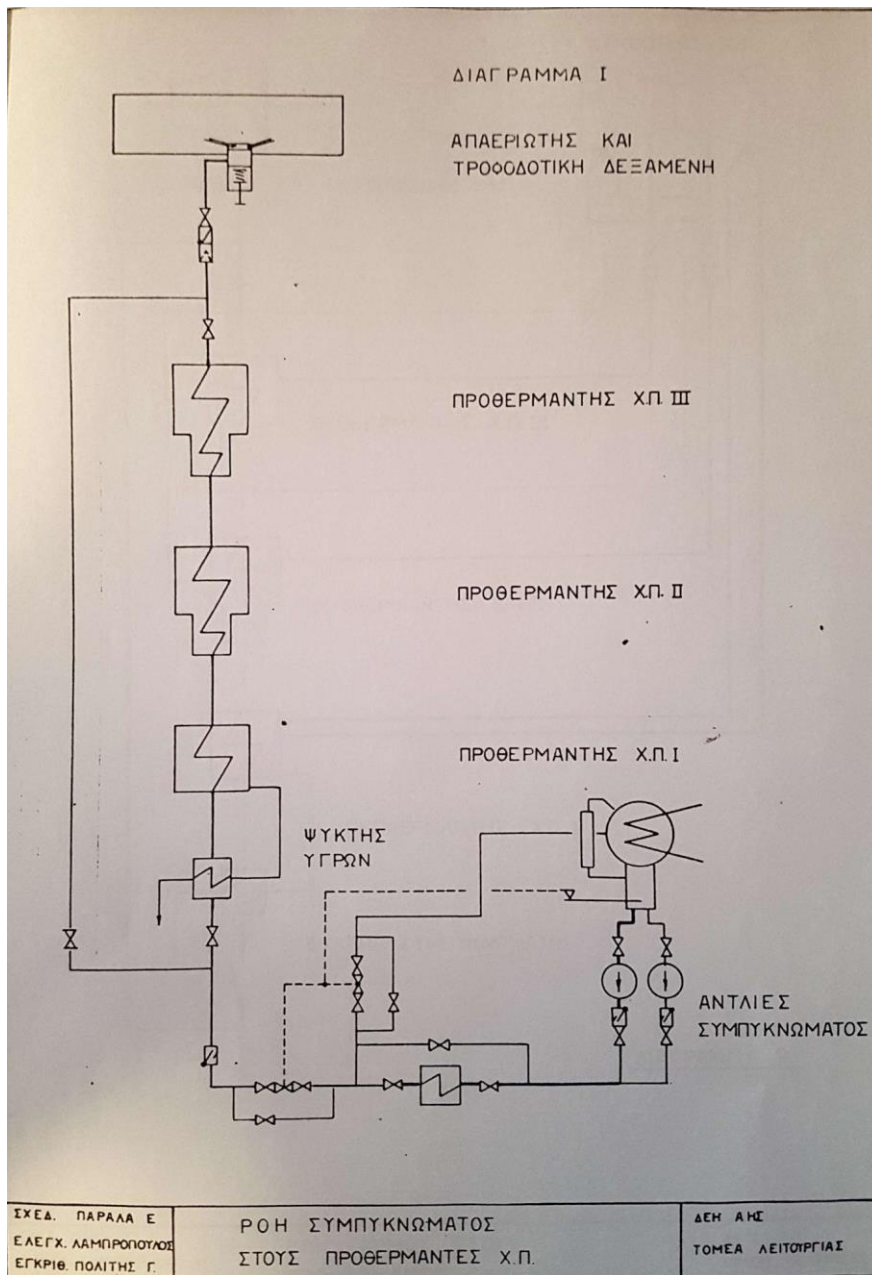
Τα υγρά από τον προθερμαντή ΙΙΙ υπό κανονική λειτουργία κατευθύνονται στον προθερμαντή ΙΙ δια μέσου μιας ρυθμιστικής βαλβίδας που ενεργοποιείται από ένα ρυθμιστή στάθμης υγρών λόγω της διαφοράς πίεσεως των απομαστεύσεων R3 και R2. Μια ρυθμιστική βαλβίδα που υπάρχει στον προθερμαντή ΙΙΙ στέλνει τα υγρά σε περίπτωση ανάγκης στον κύριο συμπυκνωτή.

4.5 ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΣ Χ.Π Ι ΚΑΙ ΙΙ



Εικόνα 21: Προθερμαντής Χ.Π Ι και ΙΙ
(Πηγή: ΜΟΝΑΔΑ ΙΙΙ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ)

Τα υγρά που παράγονται στον προθερμαντή ΙΙ στέλνονται σε κανονική λειτουργία στον προθερμαντή Ι δια μέσου ρυθμιστικής βαλβίδας που βλέπει στάθμη λόγω της διαφοράς πίεσης μεταξύ των απομαστεύσεων R2 και R1. Μια ρυθμιστική βαλβίδα ανάγκης που υπάρχει στον προθερμαντή ΙΙ στέλνει τα υγρά σε περίπτωση ανάγκης στον κύριο συμπυκνωτή. Από τον προθερμαντή Ι τα υγρά οδεύουν ανεξέλεγκτα στο κύριο συμπυκνωτή λόγω της διαφοράς πίεσης μεταξύ της απομάστευσης R1 και του ατμού εξόδου από το στρόβιλο Χ.Π. Πριν εισέλθουν στον συμπυκνωτή τα υγρά περνούν πρώτα από τον ψύκτη υγρών του προθερμαντή Ι. Η ροή των υγρών από τον προθερμαντή Ι έχει προβλεφτεί να κάνει ένα βρόγχο ώστε να εξασφαλίζεται υδραυλική στεγανότητα του προθερμαντή Ι και του κύριου συμπυκνωτή. Εκτός από τα παραπάνω ο προθερμαντής Ι εφοδιάζεται και με ένα βρόγχο υγρών ανάγκης δια του οποίου τα υγρά μπορούν να στέλνονται κατευθείαν στον κύριο συμπυκνωτή σε περίπτωση υπερχειλίσης του κελύφους, όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί.



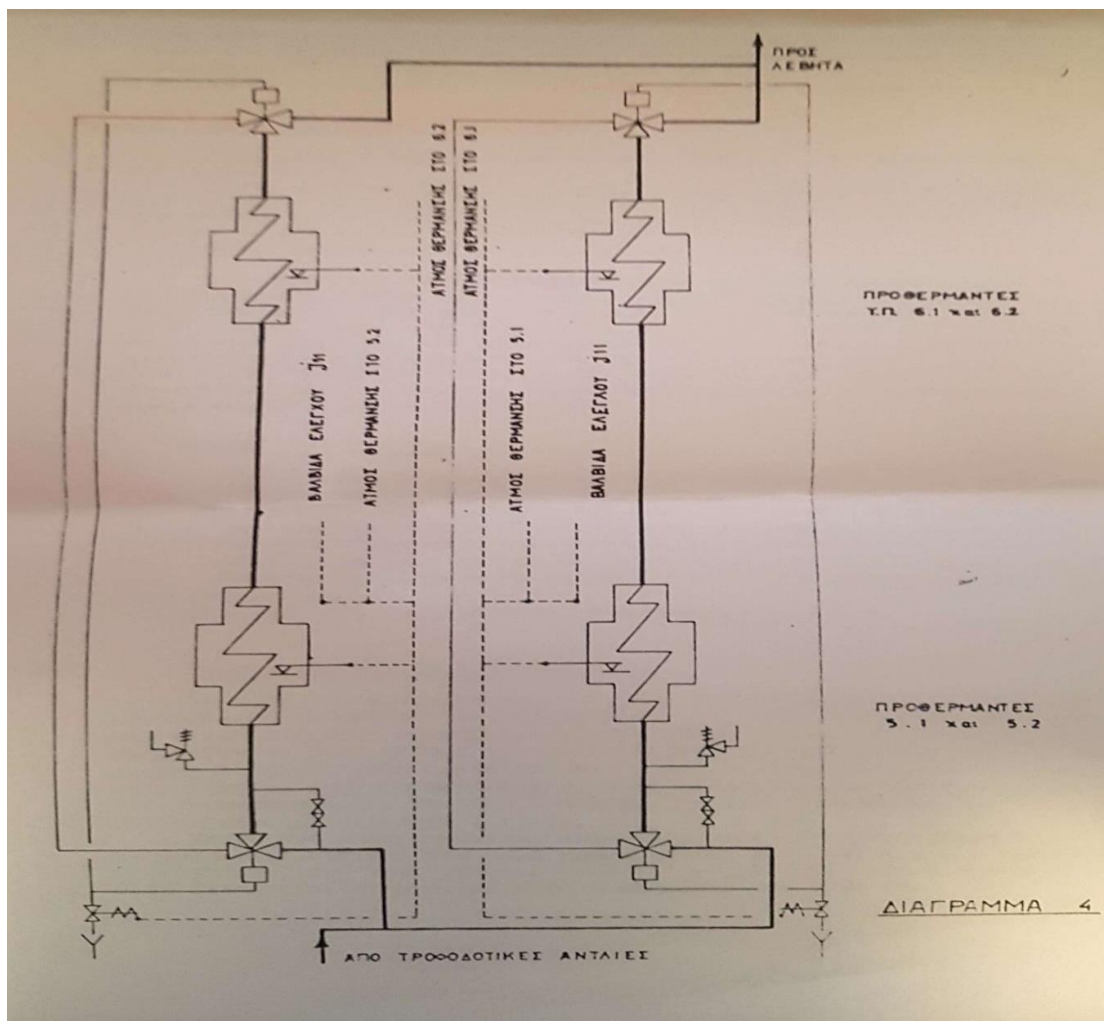
Εικόνα 22: Διάγραμμα ροής συμπυκνώματος στους προθερμαντές Χ.Π
(Πηγή: ΔΕΗ ΑΗΣ Μεγαλόπολης 1988)

4.6 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΩΝ Υ.Π

Οι προθερμαντές χρειάζονται για να προθερμαίνουν το τροφοδοτικό νερό πριν εισέλθει στο λέβητα. Το σύστημα αποτελείται από 2 προθερμαντές Υ.Π 5.1 και 5.2 και 2 προθερμαντές Υ.Π 6.1 και 6.2. Το σύστημα των προθερμαντών Υ.Π αποτελείται από 2 παράλληλα σετ (5.1-6.1 και 5.2-6.2)

Ροή τροφοδοτικού νερού λέβητα

Η παροχή τροφοδοτικού νερού δια μέσου των προθερμαντών Υ.Π γίνεται όπως στην εικόνα διάγραμμα 4 .



Εικόνα 23: Διάγραμμα ροής τροφοδοτικού νερού
(Πηγή: ΔΕΗ ΑΗΣ Μεγαλόπολης 1988)

Το νερό από τις τροφοδοτικές εισέρχεται στους χώρους νερού των προθερμαντών 5.1 και 5.2, περνώντας από μια τρίστομη βάνα. Το νερό με τη βοήθεια διαφραγμάτων χωρίζεται σε δύο ροές μέσα σε κάθε προθερμαντή. Μια διάτρητη πλάκα πάχους 150 mm πάνω από τα φύλλα των αυλών στις πλευρές εισόδου του νερού αποτρέπει τις διαβρώσεις στα φύλλα των αυλών και στις θέσεις συγκόλλησης των αυλών. Το νερό θερμαινόμενο στους προθερμαντές 5.1 και 5.2 στη συνέχεια ρέει προς τους προθερμαντές 6.1 και 6.2. Μετά τους προθερμαντές 6.1 και 6.2 το νερό εισέρχεται στο λέβητα περνώντας πρώτα από μια τρίστομη βαλβίδα. Οι τρίστομες βαλβίδες που υπάρχουν πριν και μετά τους προθερμαντές ενώνονται μεταξύ τους με μια BY-PASS γραμμή. Με τις τρίστομες βαλβίδες μπορεί να απομονωθεί ένα σετ προθερμαντών. Απομονώνοντας την πλευρά του νερού στο ένα από τα δύο σετ ταυτοχρόνως ελευθερώνεται η BY-PASS γραμμή του σετ που έχει απομονωθεί. Ο χειρισμός των τρίστομων βαλβίδων γίνεται αυτομάτως.

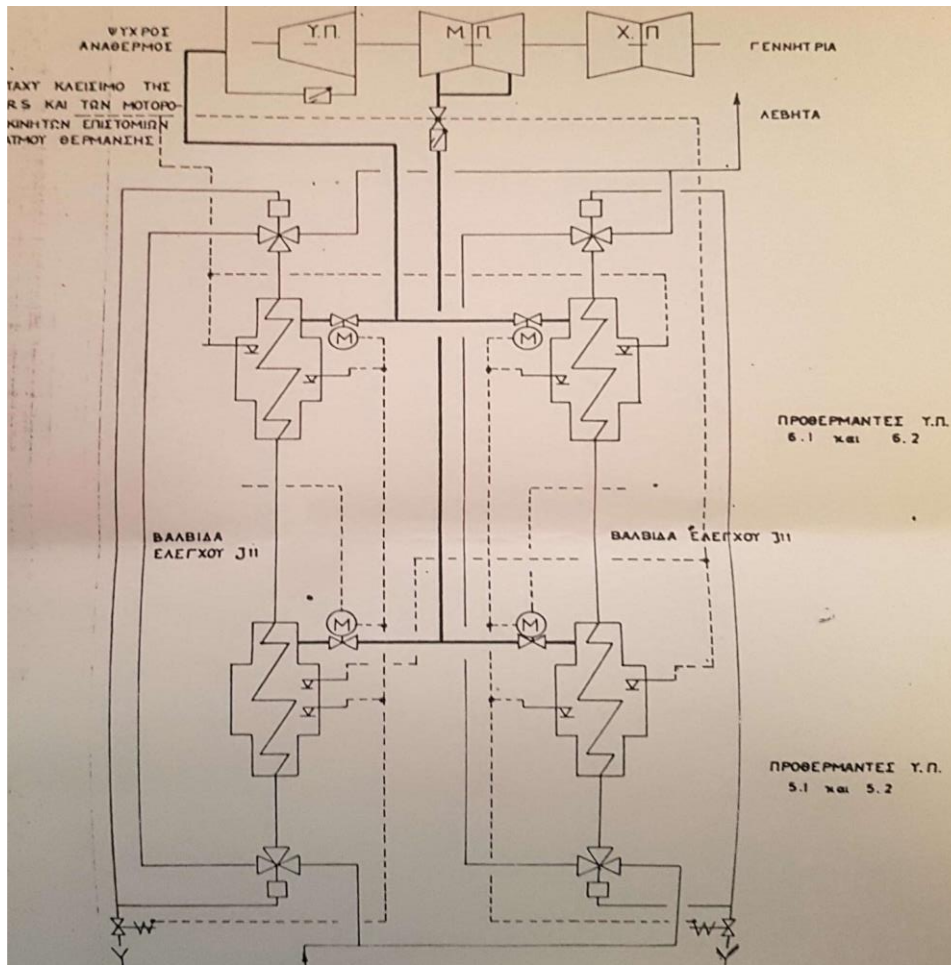
Ροή ατμού

Ο ατμός θέρμανσης των προθερμαντών 5.1 και 5.2 λαμβάνεται από την απομάστευση R5 του στροβίλου. Η απομάστευση R5 φέρει μια βαλβίδα με συσκευή αυτόματου και μια ανεπίστροφη βαλβίδα. Στην είσοδο κάθε προθερμαντή 5.1 και 5.2 υπάρχει μια μοτοροκίνητη απομονωτική βαλβίδα. Αυτές οι απομονωτικές βαλβίδες κλείνουν αυτόματα βλέποντας τη στάθμη των προθερμαντών. Ο ατμός θέρμανσης των προθερμαντών 6.1 και 6.2 λαμβάνεται από τον ψυχρό ανάθερμο. Στις γραμμές του ατμού θέρμανσης των προθερμαντών 6.1 και 6.2 υπάρχει μια μοτοροκίνητη βαλβίδα που χρησιμεύει σαν απομονωτική. Οι μοτοροκίνητες απομονωτικές βαλβίδες εφοδιάζονται με ένα χειροκίνητο τηλεχειριζόμενο σύστημα.

Προθέρμανση

Ο ατμός θέρμανσης ρέει μέσα στα κελύφη των προθερμαντών όπου η πίεση που επικρατεί στις απομαστεύσεις είναι συνάρτηση του φορτίου του στροβίλου. Ο ατμός θέρμανσης ρέει γύρω από τους αυλούς μεταφοράς θερμότητας. Λόγω της θερμικής διαφοράς μεταξύ του ατμού στα κελύφη και του τροφοδοτικού νερού στους αυλούς προκαλείται μια εναλλαγή θερμότητας εξαιτίας της οποίας αφαιρείται από τον ατμό η θερμότητα υπερθέρμανσης και εξάτμισης. Με αυτό τον τρόπο δημιουργείται μια συμπύκνωση που προκαλεί μια συνεχή ροή ατμού προς τον προθερμαντή.

Η ενθαλπία του τροφοδοτικού νερού αυξάνει ανάλογα με την θερμική ταχύτητα που εκδιώκεται από τον ατμό. Η θερμοκρασία του τροφοδοτικού στην έξοδο των προθερμαντών εξαρτάται από την θερμότητα του ατμού θέρμανσης από την πίεση συμπύκνωσης στα κελύφη και κατά ένα μεγάλο ποσοστό από την κατασκευή των προθερμαντών.



Εικόνα 24: Ροή ατμού στους προθερμαντές Υ.Π
(Πηγή: ΔΕΗ ΑΗΣ Μεγαλόπολης 1988)

Η παροχή ατμού θέρμανσης των προθερμαντών ρυθμίζεται από μόνη της λόγω της ικανότητας απορρόφησης θερμότητας από το τροφοδοτικό νερό και εξαρτάται από την παροχή του τροφοδοτικού νερού και από την θερμοκρασία εισόδου. Τα υγρά που σχηματίζονται εξ' αιτίας της συμπύκνωσης συλλέγονται στο κάτω μέρος των προθερμαντών Υ.Π

Ψύξη των υγρών

Πριν απομακρυνθούν τα υγρά από τους προθερμαντές περνούν από τις ζώνες ψύξης αυτών. Αυτές οι ζώνες ψύξης σχηματίζονται από κλειστά κατακόρυφα κουτιά τα κάτω ανοίγματα των οποίων βυθίζεται στα υγρά που ευρίσκονται στα κελύφη και σε ένα ύψος 1.000 mm. Λόγω της διάταξης των προφυσίων εξόδου των υγρών στο επάνω μέρος των κλειστών κουτιών, τα υγρά ρέουν διαγωνίως και κατά μήκος των ζωνών ψύξης μέσα στις γραμμές των υγρών. Ένα μέρος των αυλών μεταφοράς θερμότητας της πρώτης διαδρομής νερού οδηγεί μέσα από τις ζώνες ψύξης. Μέσα από τους αυλούς μεταφοράς θερμότητας της πρώτης διαδρομής νερού ρέει το νερό

με την θερμοκρασία εισόδου του. Λόγω της θερμικής διαφοράς μεταξύ του ατμού θέρμανσης ή των υγρών και του τροφοδοτικού νερού της πρώτης διαδρομής, δημιουργείται μια εναλλαγή θερμότητας εξ αιτίας της οποίας τα θερμαινόμενα υγρά μεταφέρουν ένα μέρος της θερμότητας στο τροφοδοτικό νερό. Με αυτό το τρόπο τα υγρά των προθερμαντών ψύχονται σε μια θερμοκρασία μικρότερη από αυτής της συμπύκνωσης.

Απομάκρυνση υγρών

Τα συμπυκνώματα θέρμανσης που σχηματίζονται στους Υ.Π προθερμαντές καλούνται επίσης υγρά που συλλέγονται στα κελύφη πριν εγκαταλείψουν τις ζώνες ψύξης. Η στάθμη των υγρών στα κελύφη σημειώνεται στα κελύφη των προθερμαντών και οι δείκτες στάθμης υγρών πρέπει να συντηρούνται για να αποφεύγονται λειτουργικές ανωμαλίες στις ζώνες ψύξης. Αυτό σημαίνει ότι οι ρυθμίσεις υγρών πρέπει να γίνονται λαμβάνοντας υπόψιν τα σημάδια της στάθμης πλήρωσης στους δείκτες στάθμης νερού.

4.7 Υ.Π. ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΕΣ 6.1 ΚΑΙ 6.2



Εικόνα 25: Προθερμαντές 6.1 και 6.2
(Πηγή: ΜΟΝΑΔΑ ΙΙΙ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ)

Τα υγρά των προθερμαντών 6.1 και 6.2 οδηγούνται σε κανονική λειτουργία στα κελύφη των προθερμαντών 5.1 και 5.2 χρησιμοποιώντας την διαφορά πίεσης μεταξύ των απομαστεύσεων R5 και R6. Ο ατμός που σχηματίζεται στην είσοδο των υγρών λαμβάνεται υπόψιν στην μέθοδο θέρμανσης σε αυτούς τους προθερμαντές. Η απομάκρυνση των υγρών γίνεται αυτομάτως με τους ρυθμιστές κανονικής στάθμης υγρών που χρησιμοποιούν οι προθερμαντές και που διατηρούν τη στάθμη πλήρωσης των προθερμαντών μέσα σε περιοχές ελέγχου. Εκτός από τους ρυθμιστές κανονικής στάθμης υγρών υπάρχουν και ρυθμιστές ανάγκης για τους προθερμαντές 6.1 και 6.2 που απομακρύνουν τα υγρά από τους προθερμαντές 6.1 και 6.2 στο κύριο συμπυκνωτή όταν ξεπεραστεί η κανονική στάθμη πλήρωσης των 1.000mm.

4.8 Υ.Π ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΕΣ 5.1 ΚΑΙ 5.2



Εικόνα 26: Προθερμαντές 5.1 και 5.2
(Πηγή: ΜΟΝΑΔΑ ΙΙΙ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ)

Από τους προθερμαντές 5.1 και 5.2 τα σχηματιζόμενα υγρά οδηγούνται στη τροφοδοτική δεξαμενή κάνοντας χρήση της διαφοράς πίεσης των απομαστεύσεων R5 και R4. Ο ατμός που σχηματίζεται στην είσοδο των υγρών βοηθά στη διαδικασία της θέρμανσης και της απαερίωσης στον απαεριωτή και στην τροφοδοτική δεξαμενή. Η απομάκρυνση των υγρών επιτυγχάνεται με τους ρυθμιστές κανονικής στάθμης υγρών που διατηρούν τη στάθμη πλήρωσης στα κελύφη μέσα στις περιοχές

ρύθμισης. Οι ρυθμιστές κανονικής στάθμης υγρών τοποθετούνται κατευθείαν πριν από την τροφοδοτική δεξαμενή για να διατηρήσουν στο ελάχιστο δυνατό τον σχηματισμό ατμού στις γραμμές των υγρών. Εκτός από τα πιο πάνω οι προθερμαντές 5.1 και 5.2 έχουν ο καθένας έναν ρυθμιστή υγρών για χαμηλά φορτία που στέλνει τα υγρά από τους προθερμαντές 5.1 και 5.2 στον προθερμαντή III επειδή στο μερικό φορτίο του στροβίλου η διαφορά πίεσης μεταξύ των απομαστεύσεων R5 και R4 είναι πολύ μικρή ώστε να σταλούν τα υγρά στη τροφοδοτική δεξαμενή. Οι ρυθμιστικές υγρών σε χαμηλά φορτία διατηρούν τη ροή των υγρών όταν ξεπερνιούνται οι στάθμες πλήρωσης στους προθερμαντές 5.1 και 5.2 κατά 200 mm. Πάνω από την κανονική στάθμη πλήρωσης η απομάκρυνση των υγρών από τους προθερμαντές 5.1 και 5.2 προς τον προθερμαντή III θα πρέπει να γίνεται μόνο όταν είναι σε λειτουργία το σύστημα των προθερμαντών Χ.Π

Εκτός από το πιο πάνω, οι προθερμαντές 5.1 και 5.2 εφοδιάζονται κάθε ένας με ένα ρυθμιστή στάθμης υγρών ανάγκης που στέλνει τα υγρά από τους προθερμαντές 5.1 και 5.2 στο κύριο συμπυκνωτή σε περίπτωση που ξεπερασθεί η κανονική στάθμη πλήρωσης κατά 1.000 mm. Υπάρχουν επίσης βαλβίδες ασφαλείας για τους ρυθμιστές υγρών ώστε να διατηρούν οι ρυθμιστικές βαλβίδες την πραγματική τους θέση σε περίπτωση ανωμαλίας του αέρα ελέγχου. Οι βαλβίδες ασφαλείας έχουν μικροδιακόπτες που δίνουν το σήμα σφάλματος σε περίπτωση ανωμαλίας του αέρα ελέγχου. Οι ρυθμιστικές βαλβίδες ανάγκης των προθερμαντών Υ.Π έχουν διακόπτες που δημιουργούν το σήμα ανοίγματος βαλβίδας υγρών ανάγκης.

5. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΨΥΞΗΣ

5.1 ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗΣ ΣΤΡΟΒΙΛΟΥ



Εικόνα 27: Συμπυκνωτής στρόβιλου
(Πηγή: ΜΟΝΑΔΑ ΙΙΙ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ)

Η κύρια λειτουργία του συμπυκνωτή είναι να συμπυκνώνει τον ατμό από το στρόβιλο της Χ.Π αποβάλλοντας τη θερμότητα στο ψυκτικό νερό. Τρία εκκενωτικά δοχεία συνδέονται στο ψυγείο και δέχονται υγρά με υψηλό ενεργειακό δυναμικό. Τα εξυδατικά που καταλήγουν στα εκτονωτικά δοχεία μεταφέρουν ατμό που καταλήγει πάνω από τους ψυκτικούς αυλούς ενώ τα συμπυκνώματα καταλήγουν στο θερμοδοχείο. Εξυδατικά με χαμηλό ενεργειακό περιεχόμενο εισάγονται κατευθείαν στο θερμοδοχείο και τα εξαεριστικά στο λαιμό του συμπυκνωτή. Μετά από trip του στρόβιλου και κατά την διάρκεια εκκίνησης ο ατμός που παράγεται από το λέβητα εισέρχεται κατευθείαν στον κύριο συμπυκνωτή δια μέσου μιας ρυθμιστικής βαλβίδας και ενός πολυβάθμιου διαχύτη. Τα συμπυκνώματα από τον ατμό εξόδου της Χ.Π και τα υγρά αντλούνται από το θερμοδοχείο με τις κύριες αντλίες συμπυκνώματος προς τους προθερμαντές Χ.Π και την τροφοδοτική δεξαμενή. Το θερμοδοχείο του

συμπυκνωτή είναι εφοδιασμένο με δύο κατακόρυφες σωλήνες επί των οποίων είναι τοποθετημένοι τοπικοί ενδείκτες και ενδείκτες εξ αποστάσεως και μεταδίδουν για έλεγχο και σημάνσεις. Η στάθμη στο θερμοδοχείο διατηρείται σταθερή με την ενέργεια ρυθμιστών στάθμης που βρίσκονται στη γραμμή της κατάθλιψης των αντλιών συμπυκνώματος και στη γραμμή της ανακυκλοφορίας. Ο συμπυκνωτής είναι εφοδιασμένος με γραμμές ψεκασμού για το νερό. Σε περίπτωση ανώμαλης ελάττωσης της στάθμης του νερού στην τροφοδοτική δεξαμενή το νερό τροφοδοτείται κατευθείαν στο θερμοδοχείο του συμπυκνωτή. Υπάρχει επίσης γραμμή από την εφεδρική δεξαμενή που πηγαίνει στο λαιμό του συμπυκνωτή και αναπληρώνει τις απώλειες του τροφοδοτικού νερού κατά τη διάρκεια του θερμικού κύκλου. Εάν η στάθμη στην εφεδρική πέσει κάτω από το χαμηλότερο όριο αφαλατωμένου νερού αντλείται από την δεξαμενή αφαλατωμένου στο λαιμό του συμπυκνωτή.

Αυτή η παροχή αφαλατωμένου νερού θα απαερωθεί στο συμπυκνωτή και θα ανεβάσει τη στάθμη στην τροφοδοτική δεξαμενή, θα ανοίξει εν συνεχεία τη ρυθμιστική βαλβίδα προς την εφεδρική. Τα πακέτα από τους αυλούς περιέχουν τμήματα τα οποία είναι συνδεδεμένα με το σύστημα εξαγωγής αέρα. Το κέλυφος του ψυγείου είναι εφοδιασμένο με μια ηλεκτροκίνητη βαλβίδα η οποία θα ανοίξει μετά το σπάσιμο του κενού κατά την διάρκεια κράτησης του στροβίλου από τον επιτηρητή υψηλής στάθμης για να αποτρέψει υπερβολική αύξηση της στάθμης του συμπυκνωτή η οποία δημιουργεί ανεπιτήρητες δυνάμεις στην έξοδο του στροβίλου Χ.Π. Μια ηλεκτροκίνητη βαλβίδα για να σπάσει το κενό του συμπυκνωτή είναι συνδεδεμένη στο λαιμό του κύριου συμπυκνωτή σε περιπτώσεις ανάγκης ή μετά την κράτηση της μονάδας ή όταν πρόκειται να ανοίξει η βαλβίδα υπερχειλίσης του συμπυκνωτή. Το ψυγείο είναι εφοδιασμένο με συσκευές για επιτήρηση, για εκτέλεση δοκιμών καθώς και τις απαραίτητες συνδέσεις για λήψη δείγματος συμπυκνώματος για έλεγχο της αγωγιμότητας η οποία επιτηρείται στη γραμμή μετά τις αντλίες συμπυκνώματος.

5.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΘΑΡΟΥ ΨΥΚΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ

Η λειτουργία του συστήματος καθαρού ψυκτικού νερού είναι να παρέχει καθαρό αποσκληρωμένο νερό, αντί αυτού που κυκλοφορεί στο σύστημα του πύργου ψύξης στους καταναλωτές που απαιτούν καθαρό ψυκτικό νερό καθώς επίσης και στα σημεία ψύξης των μηχανημάτων που χρειάζονται μια συνεχή τροφοδότηση ψυκτικού νερού μετά την κράτηση τους προκειμένου να απομακρυνθεί η παραμένουσα θερμότητα όπως π.χ τα έδρανα των LUVO, άξονες και έδρανα μύλων, συλλέκτες δειγματοληψιών. (Η παροχή εξασφαλίζεται με ροή βαρύτητας από δύο υπερυψωμένες δεξαμενές 80 m³).



Εικόνα 28: Δεξαμενή 80 m³
(Πηγή: ΜΟΝΑΔΑ ΙΙΙ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ)

Με το σύστημα αυτό είναι συνδεδεμένοι επίσης και διάφοροι άλλοι καταναλωτές των οποίων η λειτουργία είναι απαραίτητη για λόγους ασφάλειας της μονάδας π.χ. Αεροσυμπιεστές αέρα οργάνων και ψύκτες συστημάτων κλιματισμού.

Το αποσκληρυμένο νερό ρέει από τη δεξαμενή αποσκληρυμένου μέσω μιας γραμμής και των γραμμών αναρρόφησης στις αντλίες αποσκληρυμένου, αντίστοιχα οι οποίες ανυψώνουν το νερό στις υπερυψωμένες δεξαμενές αποσκληρυμένου μέσω της γραμμής κατάθλιψης. Γραμμές ανακυκλοφορίας διακλαδίζονται από τις γραμμές κατάθλιψης αντίστοιχα και επιστρέφουν πίσω στη δεξαμενή αποσκληρυμένου. Το ψυκτικό υγρό ρέει από τις υπερυψωμένες δεξαμενές αποσκληρυμένου μέσω των γραμμών εξόδου και της γραμμής καθόδου που βρίσκεται στο BUNKER HOUSE στους διάφορους καταναλωτές:

- Οι ψύκτες των συστημάτων κλιματισμού
- Οι καταναλωτές του λεβητοστασίου
- Οι στεγανοποιήσεις των τροφοδοτικών αντλιών
- Ο συλλέκτης δειγματοληψιών στο στροβιλοστάσιο

Κατά τη διάρκεια περιόδων μη λειτουργίας του συστήματος είναι δυνατόν να τροφοδοτούμε τους ψύκτες των συστημάτων κλιματισμού και τους αεροσυμπιεστές μέσω των βαλβίδων με νερό γενικής χρήσης από το σύστημα. Το νερό γενικής χρήσης μετά τους ψύκτες οδηγείται μέσω των βαλβίδων στο σύστημα αποβλήτων και το σύστημα εξυδατικών. Οι επιστροφές από το λεβητοστάσιο επιστρέφουν μέσω μιας

γραμμής η οποία είναι συνδεδεμένη στη δεξαμενή επανάκτησης ψυκτικού στο μηχανοστάσιο. Οι επιστροφές από τους καταναλωτές στο ΜΠΟΥΝΚΕΡ και στο μηχανοστάσιο επιστρέφουν στη δεξαμενή επανάκτησης ψυκτικού. Οι υπερυψωμένες δεξαμενές είναι εφοδιασμένες με κατακόρυφες σωλήνες στις οποίες είναι συνδεδεμένος επιτηρητής στάθμης. Οι αντλίες επανάκτησης ψυκτικού παίρνουν το ψυκτικό νερό από τη δεξαμενή και μέσω της γραμμής κατάθλιψης το οδηγούν στη γραμμή επιστροφής του νερού κυκλοφορίας στον πύργο ψύξης.



Εικόνα 29: Πύργος ψύξης
(Πηγή: ΜΟΝΑΔΑ ΙΙΙ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ)

6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ

6.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Για τον υπολογισμό των εσωτερικών και εξωτερικών στοιχείων του ατμολέβητα, τα δεδομένα που λαμβάνονται είναι τα έξης:

ΓΕΝΙΚΑ	
Ισχύ γεννήτριας:	$W_{\text{γεν}}= 300 \text{ MW}$
Απώλειες λόγω αγωγιμότητας σε κάθε τμήμα του λέβητα:	$X_c= 2,5\%$
Καύσιμο:	Λιγνίτης σε σκόνη
Περίσσια αέρα καύσης:	$\lambda=1,20$
Ξήρανση λιγνίτη σε ποσοστό υγρασίας:	$W_2=7\%$
Η θερμότητα που αποδίδει το CO όταν καίγεται προς CO ₂ :	$q_{\text{co}}=3.040 \text{ Kcal/Nm}^3$
Παραγόμενο μονοξείδιο του άνθρακα κατά την καύση με τιμή CO ₂ :	$P=0,5\%$
Ύψος καπνοδόχου:	$h_o=180 \text{ m}$
Συντελεστής ακτινοβολίας φλόγας:	$C=3,8 \text{ Kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot (\text{°K})^4$

Θερμοκρασίες	
Θερμοκρασία υπέρθερμου ατμού:	$T_6= 535 \text{ °C}$
Θερμοκρασία περιβάλλοντος:	$T_i= 14 \text{ °C}$
Τελική θερμοκρασία ύδατος μετά τον προθερμαντήρα:	$T_o= 240 \text{ °C}$
Θερμοκρασία προθερμάνσεως αέρα:	$T_h= 320 \text{ °C}$
Θερμοκρασία αντοχής του χάλυβα στον υπερθερμαντήρα:	$T_{\text{αντ.χαλ.}}= 900 \text{ °C}$
Πτώση της θερμοκρασίας κατα ύψος της καπνοδόχου:	$\Delta T= 0,3 \text{ °C/m}$

ΕΙΔΙΚΗ ΦΟΡΤΙΣΗ	
Ειδική φόρτιση του φλογοθαλάμου ανά μονάδα όγκου:	$q_f= 0,12 \cdot 10^6 \text{ Kcal/m}^3 \cdot \text{h}$
Ειδική φόρτιση του φλογοθαλάμου ανά μονάδα επιφάνειας οριζοντίου διατομής:	$q_f= 2,3 \cdot 10^6 \text{ Kcal/m}^2 \cdot \text{h}$

Πιέσεις	
Πίεση υπέρθερμου ατμού:	$P_{\sigma} = 155 \text{ bar}$
Πίεση στην επιστροφή του νερού στην είσοδο του ψυγείου:	$P = 0,1 \text{ bar}$

Ειδική θερμότητα	
Ειδική θερμότητα αέρα καύσεως στην θερμοκρασία προθερμάνσεως:	$C_{ph} = 0,315 \text{ Kcal/Nm}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}$
Ειδική θερμότητα καπναερίων λιγνίτη στην θερμοκρασία φλογοθαλάμου:	$C_p = 0,37 \text{ Kcal/Nm}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}$
Μέση ειδική θερμότητα καπναερίων εντός του υπερθερμαντήρα ατμού:	$C_{pm} = 0,36 \text{ Kcal/Nm}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}$
Ειδική θερμότητα των καπναερίων στο τελικό τμήμα:	$C_{pm} = 0,35 \text{ Kcal/Nm}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}$
Ειδική θερμότητα των καπναερίων στον προθερμαντήρα νερού:	$C_{pm} = 0,34 \text{ Kcal/Nm}^3 \cdot ^{\circ}\text{C}$

Συντελεστής μεταδόσεως θερμότητας	
Συντελεστής μεταδόσεως θερμότητας για αρχικό τμήμα με επιφάνεια F1:	$K = 32 \text{ Kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}$
Συντελεστής μεταδόσεως θερμότητας για τον υπερθερμαντήρα με επιφάνεια Fu:	$K = 25 \text{ Kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}$
Συντελεστής μεταδόσεως θερμότητας για το τελικό τμήμα με επιφάνεια F2:	$K = 30 \text{ Kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}$
Συντελεστής μεταδόσεως θερμότητας για τον προθερμαντήρα με επιφάνεια Fπ:	$K = 18 \text{ Kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^{\circ}\text{C}$

6.2 ΘΕΡΜΟΓΟΝΟΣ ΔΥΝΑΜΗ-ΠΕΡΙΣΣΕΙΑ ΑΕΡΑ

1. Στοιχειομετρική σύσταση καυσίμου

Αφού το καύσιμο που χρησιμοποιεί ο ατμολέβητας είναι ο λιγνίτης θα πρέπει να υπολογιστεί η θερμογόνος δύναμη του. Τα στοιχεία του παρακάτω πίνακα είναι από το τμήμα χημείου και αναφέρονται στο λιγνίτη της περιοχής Μεγαλόπολης.

Συστατικό	Σύμβολο	Ποσοστό %
Ανθρακας	C_1	15
Υγρασία	w_1	55

Τέφρα	A ₁	20
Υδρογόνο	h ₁	1,5
Αζωτο	n ₁	0,6
οξυγόνο	o ₁	6,4
θείο	s ₁	1,5
	Σύνολο	100%

Πίνακας 3: Σύσταση λιγνίτη Μεγαλόπολης

2. Υπολογισμός συντελεστή ξήρανσης

Μετά από την επεξεργασία της ξήρανσης που δέχεται ο λιγνίτης με σκοπό να αυξηθεί η θερμογόνος δύναμη η υγρασία θα μειωθεί σε σημαντικό βαθμό από 55% στο 7%. Επομένως υπολογίζοντας τον συντελεστή ξήρανσης μπορεί να βρεθεί η νέα σύσταση του λιγνίτη μετά την ξήρανση.

$$f = \frac{100-w_2}{100-w_1} = \frac{100-7}{100-55} = 2,066$$

3. Σύσταση ξηραμένου λιγνίτη

Για να βρεθούν οι νέες περιεκτικότητες θα πολλαπλασιάσουμε τα συστατικά του λιγνίτη με τον συντελεστή ξήρανσης.

Συστατικό	Σύμβολο	Ποσοστό %	Αριθμητικά
Ανθρακας	c ₂ = c ₁ · f =	30,99	0,3099
Υγρασία		7	0,0700
Τέφρα	A ₂ = A ₁ · f =	41,38	0,4138
Υδρογόνο	h ₂ = h ₁ · f =	3,09	0,0309
Αζωτο	n ₂ = n ₁ · f =	1,23	0,0123
οξυγόνο	o ₂ = o ₁ · f =	13,22	0,1322
θείο	s ₂ = s ₁ · f =	3,09	0,0309
		100	

Πίνακας 4 : Σύσταση λιγνίτη μετά την ξήρανση.

4. Θερμογόνος δύναμη ξηραμένου λιγνίτη

Για να υπολογίσουμε τη θερμογόνο δύναμη του ξηραμένου λιγνίτη θα χρησιμοποιήσουμε τον παρακάτω τύπο:

$$\begin{aligned} H_{u2} &= 8.130 \cdot c_2 + 24.300 \cdot h_2 + 1.500 \cdot n_2 + 4.560 \cdot s_2 - 2.350 \cdot o_2 - 600 \cdot w_2 = \\ &= 8.130 \cdot 0,3099 + 24.300 \cdot 0,0309 + 1.500 \cdot 0,0123 + 4.560 \cdot 0,0309 - 2.350 \cdot 0,1322 - \\ &600 \cdot 0,0700 = 3.077 \rightarrow \mathbf{H_{u2} = 3.077 \text{ Kcal/Kg}} \end{aligned}$$

Η θερμογόνος δύναμη του ξηραμένου λιγνίτη από στοιχεία της Μονάδας είναι :
 $H_{u2} = 3.500 \text{ Kcal/Kg}$

5. Ελάχιστη ποσότητα αέρα καύσης

Για να υπολογίσουμε την ελάχιστη ποσότητα αέρα καύσης θα χρησιμοποιήσουμε τον παρακάτω τύπο.

$$\begin{aligned} L_o &= 8,89 \cdot c_2 + 26,7 \cdot \left(h_2 - \frac{o_2}{8} \right) + 3,33 \cdot s_2 = \\ &= 8,89 \cdot 0,3099 + 26,7 \cdot \left(0,0309 - \frac{0,1322}{8} \right) + 3,33 \cdot 0,0309 \\ &= \mathbf{3,24 \text{ Nm}^3/\text{Kg}} \end{aligned}$$

Η ελάχιστη ποσότητα του αέρα καύσης από τα μετρητικά όργανα της Μονάδας είναι:

$$L_o = \frac{3,88}{1,20} = \mathbf{3,23 \text{ Nm}^3/\text{Kg}}$$

6. Ποσότητα ξηρών καπναερίων

Τα καπναέρια χωρίς την υγρασία ονομάζονται ξηρά καπναέρια. Ο τύπος που θα χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό τους είναι:

$$\begin{aligned} V_{tr} &= 8,89 \cdot c_2 + 21,1 \cdot \left(h_2 - \frac{o_2}{8} \right) + 3,33 \cdot s_2 + 0,796 \cdot n_2 \\ &= 8,89 \cdot c_2 + 21,1 \cdot \left(h_2 - \frac{o_2}{8} \right) + 3,33 \cdot s_2 + 0,796 \cdot n_2 \\ &= 8,89 \cdot 0,3099 + 21,1 \cdot \left(0,0309 - \frac{0,1322}{8} \right) + 3,33 \cdot 0,0309 + 0,796 \cdot 0,0123 \\ &= \mathbf{2,88 \text{ Nm}^3/\text{Kg}} \end{aligned}$$

Η ποσότητα των ξηρών καπναερίων από τα μετρητικά όργανα της Μονάδας είναι:

$$V_{tr} = 3,27 - (1,20 - 1) \cdot 3,24 = \mathbf{2,62 \text{ Nm}^3/\text{Kg}}$$

7. Ποσότητα υγρών καπναερίων

Τα καπναέρια με υγρασία υπό μορφή υδρατμών ονομάζονται υγρά καπναέρια. Ο τύπος που θα χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό τους είναι:

$$\begin{aligned} V_o &= 8,89 \cdot c_2 + 32,29 \cdot h_2 - \left(21,1 \cdot \frac{O_2}{8}\right) + 3,33 \cdot s_2 + 0,796 \cdot n_2 + 1,244 \cdot w_2 = \\ &= 8,89 \cdot 0,3099 + 32,29 \cdot 0,0309 - 21,1 \cdot \left(\frac{0,1322}{8}\right) + 3,33 \cdot 0,0309 + 0,796 \cdot 0,0123 + \\ &1,244 \cdot 0,0700 = \mathbf{3,57 \text{ Nm}^3/\text{Kg}} \end{aligned}$$

Η ποσότητα των υγρών καπναερίων από τα μετρητικά όργανα της Μονάδας είναι:

$$V_o = 4,36 - (1,20 - 1) \cdot 3,24 = \mathbf{3,71 \text{ Nm}^3/\text{Kg}}$$

8. Ποσότητα πραγματικών καπναερίων με περίσσεια αέρα.

Η πραγματική ποσότητα καπναερίων με περίσσεια αέρα υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$V_R = V_o + (\lambda - 1) \cdot LO = 3,57 + (1,20 - 1) \cdot 3,24 = \mathbf{4,22 \text{ Nm}^3/\text{Kg}}$$

6.3 ΘΕΡΜΟΔΥΝΑΜΙΚΟΣ ΚΥΚΛΟΣ RANKINE

Για τον υπολογισμό των θερμοδυναμικών μεγεθών στο κύκλο Rankine που αποικονίζεται στο παρακάτω σχήμα έχει χρησιμοποιηθεί ο πίνακας θερμοδυναμικές ιδιότητες νερού και ατμού σε κατάσταση κορεσμού σελ (381) από το βιβλίο Ατμοηλεκτρικοί σταθμοί του Ανδρέα χρ. Γιαννόπουλου και το πρόγραμμα steam Tables Calculator από το <https://www.steamtablesonline.com/steam97web.aspx>

1. Θερμοδυναμικά στοιχεία

Για το σημείο 1

Πίεση: $P_1 = 0,1 \text{ bar}$
Θερμοκρασία: $T_1 = 46 \text{ }^\circ\text{C}$
Ειδικός όγκος: $V_1 = 0,0010 \text{ m}^3/\text{Kg}$
Ενθαλπία: $h_1 = 192 \text{ KJ/Kg}$
Εντροπία: $s_1 = 0,65 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{k}$

Για το σημείο 2

Πίεση: $P_2 = 1,25 \text{ bar}$
Εντροπία: $s_2 = 1,374 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{k}$
Θερμοκρασία: $T_2 = 106 \text{ }^\circ\text{C}$
Ειδικός όγκος: $V_2 = 0,0010 \text{ m}^3/\text{Kg}$
Ενθαλπία: $h_2 = 444 \text{ KJ/Kg}$

Για το σημείο 3

Πίεση: $P_3 = 170 \text{ bar}$
Θερμοκρασία: $T_3 = 110 \text{ }^\circ\text{C}$
Ειδικός όγκος: $V_3 = 0,010 \text{ m}^3/\text{Kg}$
Ενθαλπία: $h_3 = 473 \text{ KJ/Kg}$
Εντροπία: $s_3 = 1,404 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{k}$

Για το σημείο 4

Πίεση: $P_4 = 162 \text{ bar}$
Θερμοκρασία: $T_4 = 348 \text{ }^\circ\text{C}$
Ειδικός όγκος: $V_4 = 0,017 \text{ m}^3/\text{Kg}$
Ενθαλπία: $h_4 = 1.658 \text{ KJ/Kg}$
Εντροπία: $s_4 = 3,752 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{k}$

Για το σημείο 5

Πίεση: $P_5 = 162 \text{ bar}$
Θερμοκρασία: $T_5 = 348 \text{ }^\circ\text{C}$
Ειδικός όγκος: $V_5 = 0,008 \text{ m}^3/\text{Kg}$
Ενθαλπία: $h_5 = 2.574 \text{ KJ/Kg}$
Εντροπία: $s_5 = 5,21 \text{ KJ/Kg } ^\circ\text{k}$

Για το σημείο 6

Πίεση: $P_6 = 155 \text{ bar}$
Θερμοκρασία: $T_6 = 535 \text{ }^\circ\text{C}$
Ειδικός όγκος: $V_6 = 0,021 \text{ m}^3/\text{Kg}$
Ενθαλπία: $h_6 = 3.404 \text{ KJ/Kg}$
Εντροπία: $s_6 = 6,452 \text{ KJ/Kg }^\circ\text{k}$

Για το σημείο 7

Πίεση: $P_7 = 40 \text{ bar}$
Θερμοκρασία: $T_7 = 350 \text{ }^\circ\text{C}$
Ειδικός όγκος: $V_7 = 0,066 \text{ m}^3/\text{Kg}$
Ενθαλπία: $h_7 = 3.092 \text{ KJ/Kg}$
Εντροπία: $s_7 = 6,458 \text{ KJ/Kg }^\circ\text{k}$

Για το σημείο 8

Πίεση: $P_8 = 37 \text{ bar}$
Θερμοκρασία: $T_8 = 535 \text{ }^\circ\text{C}$
Ειδικός όγκος: $V_8 = 0,098 \text{ m}^3/\text{Kg}$
Ενθαλπία: $h_8 = 3.529 \text{ KJ/Kg}$
Εντροπία: $s_8 = 7,232 \text{ KJ/Kg }^\circ\text{k}$

Για το σημείο 9

Πίεση: $P_9 = 0,1 \text{ bar}$
Θερμοκρασία: $T_9 = 50 \text{ }^\circ\text{C}$
Ειδικός όγκος: $V_9 = 14,86 \text{ m}^3/\text{Kg}$
Ενθαλπία: $h_9 = 2.592 \text{ KJ/Kg}$
Εντροπία: $s_9 = 8,174 \text{ KJ/Kg }^\circ\text{k}$

Για το σημείο 10

Πίεση: $P_{10} = 0,1 \text{ bar}$
Θερμοκρασία: $T_{10} = 46 \text{ }^\circ\text{C}$
Ειδικός όγκος: $V_{10} = 14,67 \text{ m}^3/\text{Kg}$
Ενθαλπία: $h_{10} = 2.584 \text{ KJ/Kg}$
Εντροπία: $s_{10} = 8,149 \text{ KJ/Kg }^\circ\text{k}$

Η ισχύς της γεννήτριας είναι 300 MW. Ο στρόβιλος λειτουργεί με μεγαλύτερη ισχύ, διότι υπάρχουν απώλειες ισχύος στα έδρανα του άξονα και στην γεννήτρια. Εκτιμούμε τις απώλειες συνολικά σε 5% της ισχύος του στροβίλου, άρα η ισχύς του στροβίλου θα είναι:

$$W_T = \frac{300}{0,95} = \mathbf{316 \text{ MW}}$$

Η ενθαλπική πτώση στον στρόβιλο είναι:

$$\Delta h_T = (h_6 - h_7) + (h_8 - h_9) = 3.404 - 3.092 + 3.529 - 2.592 = \mathbf{1.249 \text{ KJ/Kg}}$$

2. Θερμότητα για παραγωγή 1kg ατμού

Η διαφορά της ενθαλπίας για την παραγωγή 1 kg ατμού είναι:

$$\Delta h = (h_6 - h_3) + (h_8 - h_7)$$

h_6 : ενθαλπία του υπέρθερμου ατμού.

h_3 : ενθαλπία του τροφοδοτικού νερού στην είσοδο του λέβητα.

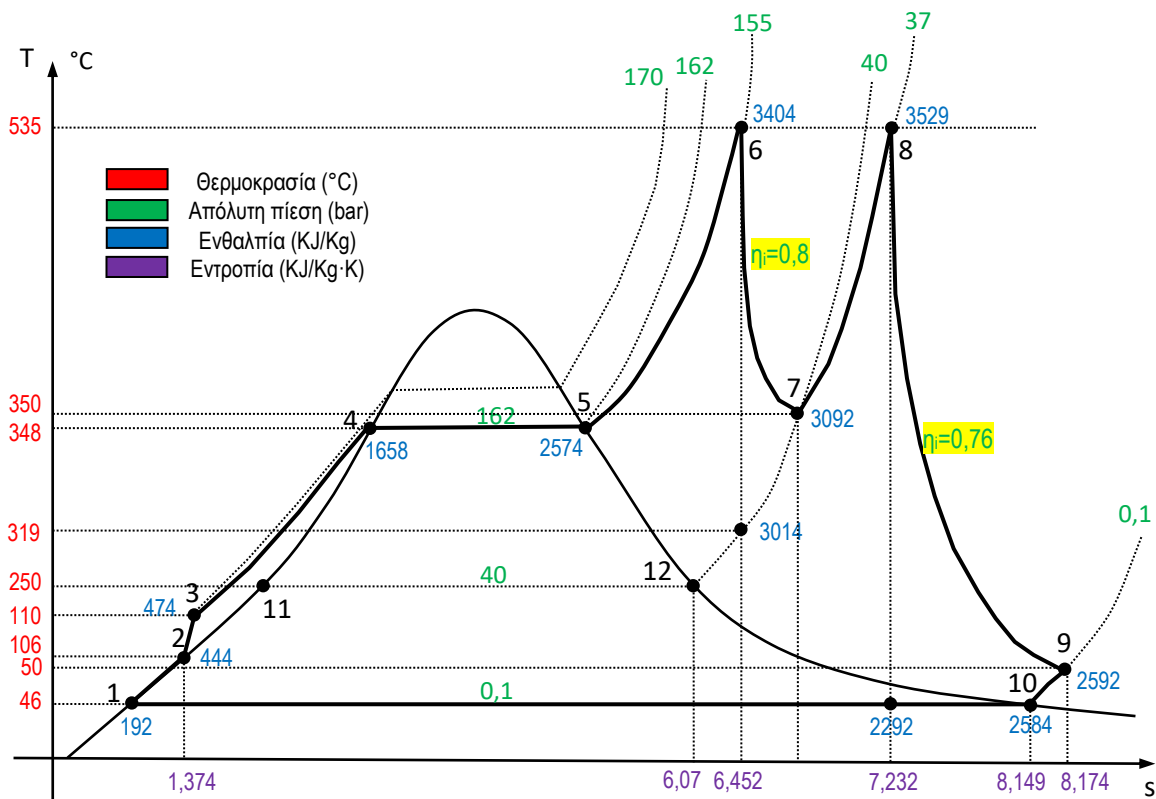
h_8 : ενθαλπία του ατμού μετά την αναθέρμανση.

h_7 : ενθαλπία του ατμού στην έξοδο του στροβίλου υψηλής πίεσης (ΥΠ).

Με την αντικατάσταση των παραπάνω στοιχείων έχουμε:

$$\Delta h = (h_6 - h_3) + (h_8 - h_7) = (3.404 - 474) + (3.529 - 3.092) = \mathbf{3.367 \text{ KJ/Kg}}$$

3. Σχεδίαση κύκλου Rankine



Σχήμα 1 : Διάγραμμα κύκλου RANKINE

4. Ο παραγόμενος ατμός από τον ατμολέβητα.

Ο υπολογισμός του παραγόμενου ατμού γίνεται με τον παρακάτω τύπο λαμβάνοντας υπόψη δύο ατμοστροβίλους (ΥΠ και ΧΠ), με ισεντροπικό βαθμό απόδοσης $\eta_i=0,8$ και $\eta_i=0,76$ αντίστοιχα (πραγματικοί). Με βάση τις τιμές του ισεντροπικού βαθμού απόδοσης υπολογίστηκαν οι τιμές της ενθαλπίας στην έξοδο κάθε ατμοστροβίλου.

$$D = \frac{W_{στ}}{\Delta h_T} = \frac{316 \cdot 1.000 \cdot 3600}{1.249} = 910.809 \text{ Kg/h} \approx \mathbf{911 \text{ t/h}}$$

Η τιμή που προέκυψε συγκρινόμενη με την πραγματική δείχνει ότι είναι αρκετά ικανοποιητική. Ο παραγόμενος ατμός που παίρνουμε από τα μετρητικά όργανα είναι:

D = 950 t/h

Θερμικός βαθμός απόδοσης του σταθμού

Ο θερμικός βαθμός απόδοσης του σταθμού είναι:

$$\eta_{th} = \frac{(h_6 - h_7) + (h_8 - h_9) - (h_3 - h_2)}{(h_6 - h_3) + (h_8 - h_7)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \eta_{th} = \frac{(3.404 - 3.092) + (3.529 - 2.592) - (474 - 444)}{(3.404 - 474) + (3.529 - 3.092)} = 0,362 = \mathbf{36,2\%}$$

5. Απώλειες θερμών καπναερίων

Οι απώλειες των θερμών καπναερίων υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$X_A = C_{pm} \cdot V_R \cdot (T_R - T_I) = 0,34 \cdot 4,22 \cdot (190 - 14) = \mathbf{253 \text{ kcal/kg}}$$

6. Απώλειες από ατελή καύση

$$V_{R,tr} = v_{tr} + (\lambda - 1) \cdot L_o = 3,27 + (1,20 - 1) \cdot 3,24 = \mathbf{3,92 \text{ Nm}^3/\text{Kg}}$$

Οι απώλειες από ατελή καύση υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$X_B = q \cdot q_{co} \cdot V_{R,tr} = \frac{0,5}{100} \cdot 3.040 \cdot 3,92 = \mathbf{60 \text{ kcal/kg}}$$

7. Συνολική προσδιδόμενη θερμότητα στην εστία.

Η επιπλέον θερμότητα που παίρνουμε από τον θερμαινόμενο αέρα στην εστία.

$$q_{\pi} = L \cdot C_{ph} \cdot (T_h - T_l) = \lambda \cdot L_o \cdot C_{ph} \cdot (T_h - T_l) = 1,20 \cdot 3,24 \cdot 0,315 \cdot (320 - 14) = \mathbf{375 \text{ Kcal/Kg}}$$

Η συνολική θερμότητα είναι:

$$Q = (H_{u2} + q_{\pi}) = (3.500 + 375) = \mathbf{3.875 \text{ Kcal/Kg}}$$

8. Απώλειες από ακτινοβολία

Οι απώλειες από ακτινοβολία υπολογίζονται από τον παρακάτω τύπο:

$$X_C = 2,5\% \cdot Q = 2,5\% \cdot 3.948 = \mathbf{96,88 \text{ Kcal/Kg}}$$

9. Βαθμός απόδοσης ατμολέβητα

Ο υπολογισμός του βαθμού απόδοσης γίνεται με τον παρακάτω τύπο:

$x_c = 2,5\%$. Απώλειες από ακτινοβολία και αγωγιμότητα.

$x_D = 2\%$. Απώλειες από άκαυστα και θερμή απομάκρυνση τέφρας από την εστία.

$x_E = 1,5\%$. Απώλειες από άκαυστο άνθρακα και ιπταμένη τέφρα που τα συγκρατούν τα ηλεκτροστατικά φίλτρα.

$$\eta = 1 - \frac{x_A + x_B}{Q} - x_C - x_D - x_E = 1 - \frac{253 + 60}{3.875} - 2,5\% - 2\% - 1,5\% = 0,86 \Rightarrow$$

n = 86%

Ο βαθμός απόδοσης του λέβητα σύμφωνα με τα όργανα της Μονάδας είναι:
n = 82,2%

Η διαφορά της τιμής του βαθμού απόδοσης είναι σημαντική και πιθανώς οφείλεται σε μεγαλύτερες απώλειες θερμής τέφρας και ιπτάμενης τέφρας από τις εκτιμηθείσες.

10. Κατανάλωση καυσίμου

$$B = \frac{D \cdot \Delta h}{n \cdot (H_u + q_{\pi})} = \frac{950 \cdot 3.367}{0,822 \cdot 3.875 \cdot 4,187} = \mathbf{240 \text{ t/h}}$$

Η ποσότητα του εσερχόμενου καυσίμου στην μονάδα είναι 550 t/h. Εάν αφαιρέσουμε την υγρασία $55\% - 7\% = 48\%$, βρίσκουμε :

$$B = 550 \cdot (1 - 0,48) = \mathbf{286 \text{ t/h}}$$

Η απόκλιση δικαιολογείται από τις αποκλίσεις των προηγούμενων μεγεθών, οι οποίες αφορούν την σύσταση καυσίμου η οποία δίνει χαμηλότερες τιμές για την θερμογόνο δύναμη και τις ποσότητες αέρα και καπναερίων, ενώ στην τελευταία σχέση θέσαμε την πραγματική H_u . Εάν υπολογίσουμε με τα στοιχεία της μελέτης βρίσκουμε:

$$B = \frac{D \cdot \Delta h}{n \cdot Q} = \frac{911 \cdot 3.367}{0,86 \cdot (3.077 + 375) \cdot 4,187} = \mathbf{247 \text{ t/h}}$$

Παρατηρούμε ικανοποιητική σύμπτωση τιμών.

6.4 ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ - ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ - ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα υπολογιστούν τα εσωτερικά τμήματα του ατμολέβητα.

1. Θερμότητα που απελευθερώνεται στον φλογοθάλαμο.

$$Q_f = B \cdot (H_u + q_{\pi}) = 240 \cdot 10^3 \cdot (3.875) = \mathbf{930 \cdot 10^6 \text{ kcal/h}}$$

2. Διαστάσεις φλογοθαλάμου

υπολογισμός όγκου φλογοθαλάμου

Για τις διαστάσεις φλογοθαλάμου και για σκόνη λιγνίτη ισχύουν οι τιμές του πίνακα στο βιβλίο $q_f = (0,12 \dots 0,3) \cdot 10^6 \text{ Kcal/m}^3\text{h}$ και $q_F = (1,9 \dots 2,3) \cdot 10^6 \text{ Kcal/m}^2\text{h}$
Επιλέγουμε για $q_f = 0,12 \cdot 10^6 \text{ Kcal/m}^3\text{h}$ και $q_F = 2,3 \cdot 10^6 \text{ Kcal/m}^2\text{h}$

Ο όγκος υπολογίζεται με τον παρακάτω τύπο:

$$V_f = \frac{Q_f}{q_f} = \frac{930 \cdot 10^6}{0,12 \cdot 10^6} = \mathbf{7.750 \text{ m}^3} \text{ (περίπου ίδιος με τον πραγματικό)}$$

Ο πραγματικός όγκος του φλογοθαλάμου είναι :

$$V_f = \mathbf{7.660 \text{ m}^3}$$

υπολογισμός επιφάνειας οριζόντιας διατομής φλογοθαλάμου

$$F_f = \frac{Q_f}{q_F} = \frac{930 \cdot 10^6}{2,3 \cdot 10^6} = \mathbf{404 \text{ m}^2}$$

- πλάτος φλογοθαλάμου $b_f = 15,2 \text{ m}$
- Μήκος φλογοθαλάμου: $l_f = 17,2 \text{ m}$
- ύψος φλογοθαλάμου: $h_f = 29,3 \text{ m}$

Η πραγματική οριζόντια διατομή είναι :

$$F_f = 15,2 \cdot 17,2 = \mathbf{261 \text{ m}^2}$$

Ο δείκτης αποδοτικότητας του σταθμού είναι:

$$f = \frac{W_G}{B} = \frac{300 \text{ MW}}{240 \text{ t/h}} = \frac{300 \cdot 10^3 \text{ KW}}{240 \cdot 10^3 \text{ Kg/h}} = \mathbf{1,25 \text{ Kwh/Kg}}$$

Η τιμή αυτή είναι αναμενόμενη για φτωχό καύσιμο, όπως ο λιγνίτης. Με βάση τον δείκτη f υπολογίζουμε τον συνολικό βαθμό απόδοσης του Σταθμού, με τον τύπο:

$$f = \frac{\eta \cdot H_u}{860} \Rightarrow \eta = \frac{860 \cdot f}{H_u} = \frac{860 \cdot 1,25}{3.500} = 0,307 = \mathbf{30,7\%}$$

3. Θεωρητική θερμοκρασία φλογοθαλάμου

Για να μπορέσουμε να υπολογίσουμε και τα άλλα τμήματα είναι απαραίτητο να υπολογίσουμε την θερμοκρασία του φλογοθαλάμου. Αρχικά υπολογίζουμε την

θεωρητική και στην συνέχεια την πραγματική θερμοκρασία όπου είναι πάντα μικρότερη από την θεωρητική επειδή έχουμε ανταλλαγή θερμότητας με τα τοιχώματα του φλογοθαλάμου. Η θεωρητική θερμοκρασία του φλογοθαλάμου υπολογίζεται με τον παρακάτω τύπο.

$$T_u = \frac{Q}{c_p \cdot V_R} + T_i = \frac{3.875}{0,37 \cdot 4,22} + 14 = \mathbf{2.496 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

4. Ακτινοβολούμενη επιφάνεια φλογοθαλάμου

Για να μπορέσουμε να υπολογίσουμε την ακτινοβολούμενη επιφάνεια του φλογοθαλάμου θα πρέπει να γνωρίζουμε την διάμετρο των αυλών. Οι αυλοί στην συγκεκριμένη μονάδα έχουν εξωτερική διάμετρο 42,4 mm. Η ακτινοβολούμενη επιφάνεια φλογοθαλάμου υπολογίζεται με τον παρακάτω τύπο:

$$F_s = \sum l_a \cdot d \left[1 + \frac{t-d}{2 \cdot t} \right]$$

όπου t : το βήμα των αυλών.

l_a : μήκος των αυλών.

d : η εξωτερική διάμετρος των αυλών.

$$t = \frac{\pi \cdot d}{2} = \frac{\pi}{2} \cdot 42,4 \approx \mathbf{67 \text{ mm}}$$

Η περίμετρος του φλογοθαλάμου είναι:

$$\Gamma = 2 \cdot b_f + 2 \cdot l_f = 2 \cdot 15,2 + 2 \cdot 17,2 = \mathbf{64,8m}$$

$$n = \frac{\Gamma}{t} = \frac{64,8}{0,067} = \mathbf{967}$$

n: ο αριθμός των κατακόρυφων αυλών.

Ο πραγματικός αριθμός των κατακόρυφων αυλών είναι:

$$\mathbf{n = 876}$$

$$F_s = n \cdot l_a \cdot d \cdot \left(1 + \frac{t-d}{2 \cdot t} \right) = 876 \cdot 29,30 \cdot 0,0424 \cdot \left(1 + \frac{67 - 42,4}{2 \cdot 67} \right) = \mathbf{1.288 \text{ m}^2}$$

5. Ακτινοβολούμενη θερμότητα στο φλογοθάλαμο

Η ακτινοβολούμενη θερμότητα στο φλογοθάλαμο υπολογίζεται με τον παρακάτω τύπο:

$$S = C \cdot \left[\left(\frac{t_f}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_w}{100} \right)^4 \right]$$

όπου

C: συντελεστής ακτινοβολίας ο οποίος εξαρτάται από την φωτεινότητα της φλόγας.

t_f : η πραγματική θερμοκρασία του φλογοθαλάμου σε βαθμούς κέλβιν.

t_w : η θερμοκρασία της ακτινοβολούμενης επιφάνειας σε βαθμούς κέλβιν.

Ο υπολογισμός κάθε μιας από αυτές τις θερμοκρασίες γίνεται ως εξής:

Για την t_f

$$t_f = T_f + 273 \text{ } ^\circ\text{K}$$

Η θερμοκρασία της ακτινοβολούμενης επιφάνειας είναι:

$$T_w = T_s + 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

όπου T_s η θερμοκρασία βρασμού του νερού στην πίεση λειτουργίας. Θα υπολογίσουμε την μέση πίεση στους αυλούς του φλογοθαλάμου διότι υπάρχουν απώλειες πίεσης στην ροή του νερού. Η πίεση είναι:

$$P_{\text{εισ}} = 170 \text{ bar}$$

$$P_{\text{εξ}} = 162 \text{ bar}$$

Η μέση τιμή της πίεσης είναι $P=166 \text{ bar}$, στην οποία αντιστοιχεί θερμοκρασία βρασμού νερού $T_s = 350 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Άρα :

$$t_w = T_s + 10 + 273 = 350 + 10 + 273 = \mathbf{633 \text{ K}}$$

Αντικαθιστώντας έχουμε:

$$s = C \cdot \left[\left(\frac{t_f}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_w}{100} \right)^4 \right] = 3,8 \cdot \left[\left(\frac{t_f}{100} + 2,73 \right)^4 - 6,33^4 \right] = \\ = 3,8 \cdot \left(\frac{T_f}{100} + 2,73 \right)^4 - 6.100,96$$

6. Πραγματική θερμοκρασία του φλογοθαλάμου

Σύμφωνα με τον προσεγγιστικό τύπο Annaratone

$$T_f = \frac{4,55 \cdot Q_f}{1,67 \cdot B \cdot V_R + \sqrt{F_s \cdot Q_f}} + T_1 = \frac{4,55 \cdot 930 \cdot 10^6}{1,67 \cdot 240 \cdot 10^3 \cdot 4,22 + \sqrt{1,288 \cdot 930 \cdot 10^6}} + 14 \Rightarrow$$

$$T_f = \mathbf{1.533 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

Ο υπολογισμός της πραγματικής θερμοκρασίας του φλογοθαλάμου υπολογίζεται με τον παρακάτω τύπο. Χρησιμοποιείται η αλγεβρική μέθοδος,

τοποθετούνται διάφορες τιμές στον τύπο μέχρι το αποτέλεσμα να είναι ίδιο με τον αριθμό που τέθηκε.

ΓΙΑ $T_f = 1.350 \text{ } ^\circ\text{C}$ βρίσκω $T_f = 1.610 \text{ } ^\circ\text{C}$

ΓΙΑ $T_f = 1.400 \text{ } ^\circ\text{C}$ βρίσκω $T_f = 1.494 \text{ } ^\circ\text{C}$

ΓΙΑ $T_f = 1.426,6 \text{ } ^\circ\text{C}$ βρίσκω $T_f = 1.426,6 \approx 1.427 \text{ } ^\circ\text{C}$

ΓΙΑ $T_f = 1.450 \text{ } ^\circ\text{C}$ βρίσκω $T_f = 1.366 \text{ } ^\circ\text{C}$

$$T_f = \frac{Q_f - S \cdot F_s}{c_p \cdot B \cdot V_R} + T_1 = \frac{930 \cdot 10^6 - 1.288 \cdot [3,8 \cdot \left(\frac{T_f}{100} + 2,73\right)^4 - 6.100,96]}{0,37 \cdot 240 \cdot 10^3 \cdot 4,22} + 14 \Rightarrow$$

$$T_f = \frac{959,86 \cdot 10^6 - 4894,4 \cdot \left(\frac{T_f}{100} + 2,73\right)^4}{374.736} + 14 \Rightarrow$$

$$T_f = 1.427 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Άρα η πραγματική θερμοκρασία του φλογοθαλάμου είναι : **$T_f = 1.427 \text{ } ^\circ\text{C}$**

Στην περίπτωση του μελετούμενου ατμοηλεκτρικού σταθμού η πραγματική θερμοκρασία του φλογοθαλάμου λαμβάνεται από τα μετρητικά όργανα του ατμολέβητα και είναι:

$$T_f = 1.127 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Η διαφορά των τιμών είναι πολύ μεγάλη και μπορεί να δικαιολογηθεί από τις αποκλίσεις της τιμής της εκλυόμενης θερμότητας στον φλογοθάλαμο και της ακτινοβολούμενης επιφάνειας φλογοθαλάμου.

Ένα μέρος της θερμότητας χάνεται λόγω αγωγιμότητας σε κάθε τμήμα του λέβητα.

Από την συνολική θερμότητα που εκλύεται στην εστία ένα μέρος μεταδίδεται με ακτινοβολία στους αυλούς του φλογοθαλάμου και το υπόλοιπο μεταφέρεται με τα θερμά καπναέρια στα επόμενα στοιχεία μετά τον φλογοθάλαμο. Άρα μπορούμε να γράψουμε την σχέση:

$$Q = Q_{af} + Q_R$$

Όπου

- Q : η εκλυόμενη θερμότητα στην εστία.
- Q_{af} : θερμότητα μεταδιδόμενη δι' ακτινοβολίας στον φλογοθάλαμο.
- Q_R : θερμότητα καπναερίων φλογοθαλάμου.

Το Q_{af} υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$Q_{af} = S \cdot F_s = 3,8 \cdot \left[\left(\frac{1.427}{100} + 2,73\right)^4 - 6,33^4\right] \cdot 1.288 \Rightarrow$$

$$Q_{af} = 400,93 \cdot 10^6 \text{ Kcal/h}$$

Όπου

S: η θερμότητα δι' ακτινοβολίας ανά μονάδα επιφάνειας.

F_s: η ακτινοβολούμενη επιφάνεια.

Η θερμότητα των καπναερίων του φλογοθαλάμου ισούται με:

$$Q_R = (1 - X_C) \cdot (1 - X_D) \cdot B \cdot c_{pm} \cdot V_R \cdot (T_f - T_l) \Rightarrow$$

$$Q_R = (1 - 2,5\%) \cdot (1 - 2\%) \cdot 240 \cdot 10^3 \cdot 0,37 \cdot 4,22 \cdot (1.427 - 14) \Rightarrow$$

$$Q_R = 505,94 \cdot 10^6 \text{ Kcal/h}$$

Όπου :

- V_R: ο όγκος των καπναερίων.
- c_{pm}: μέση ειδική θερμότητα των καπναερίων.
- T_f: θερμοκρασία φλογοθαλάμου.
- T_l: θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Για την επαλήθευση θα υπολογιστεί και το Q με τον παρακάτω τύπο:

$$Q = (1 - X_C) \cdot B \cdot [(1 - X_D) \cdot H_u + \lambda \cdot L_0 \cdot c_{ph} \cdot (T_h - T_l)] \Rightarrow$$

$$Q = (1 - 2,5\%) \cdot 240 \cdot 10^3 \cdot [(1 - 2\%) \cdot 3.500 + 1,20 \cdot 3,24 \cdot 0,315 \cdot (320 - 14)] \Rightarrow$$

$$Q = 890,32 \cdot 10^6 \text{ Kcal/h}$$

Επαλήθευση:

$$Q = Q_{af} + Q_R \Rightarrow Q = (400,93 + 505,94) \cdot 10^6 = 906,87 \cdot 10^6 \text{ Kcal/h}$$

Η μικρή διαφορά που προκύπτει οφείλεται σε διάφορες ανακρίβειες των υπολογισμών της παρούσας μελέτης σχετιζόμενες με την θερμογόνο δύναμη και τα συστατικά του καυσίμου.

8. Πραγματικός όγκος καπναερίων

Τα καπναέρια έχουν μεγαλύτερο πραγματικό όγκο σε σχέση με τον όγκο υπό κανονικές συνθήκες λόγω της υψηλής θερμοκρασίας τους.

Η συνολική ποσότητα των καπναερίων με βάση την κατανάλωση καυσίμου υπολογίζεται με τον παρακάτω τύπο:

$$V'_R = B \cdot V_R = 240 \cdot 10^3 \cdot 4,22 = 1.012.800 \text{ Nm}^3/\text{h}$$

Η θερμοκρασία των καπναερίων μετά την έξοδο από τον ατμολέβητα είναι $T_R=190^\circ\text{C}$. Θεωρούμε ότι υπάρχει πτώση της θερμοκρασίας των καπναερίων ανάλογα με το ύψος της καπνοδόχου ίση με $\Delta T=0,3^\circ\text{C/m}$. Η καπνοδόχος έχει ύψος $h_0=180\text{ m}$. Άρα η θερμοκρασία των καπναερίων στην έξοδο της καπνοδόχου θα είναι:

Ο πραγματικός όγκος των καπναερίων στην βάση είναι:

$$Q_1 = V'_R \cdot \frac{273 + T_R}{273} = 1.012.800 \cdot \frac{273 + 190}{273} = \mathbf{1.717.679\text{ m}^3/\text{h}}$$

Ο πραγματικός όγκος καπναερίων στην κορυφή είναι:

$$Q_2 = V'_R \cdot \frac{273 + T_K}{273} = 1.012.800 \cdot \frac{273 + 136}{273} = \mathbf{1.517.345\text{ m}^3/\text{h}}$$

Την ταχύτητα των καπναερίων στην καπνοδόχο με τεχνητό ελκυσμό την επιλέγουμε από τον πίνακα 3: (ενδεικτικές ταχύτητες ρευστών) σελ.375 από το βιβλίο βιβλίο Ατμοηλεκτρικοί σταθμοί του Ανδρέα χρ. Γιαννόπουλου. Η ταχύτητα στην δική μας περίπτωση κυμαίνεται από: $u=10 \dots 20\text{ m/s}$.

Επιλέγουμε την τιμή $u=15\text{ m/s}$, και βρίσκουμε:

- Διάμετρος βάσης:

$$D = 18,8 \cdot \sqrt{\frac{Q_1}{u}} = 18,8 \cdot \sqrt{\frac{1.717.679}{15}} = 6.362\text{ mm} \approx \mathbf{6,40\text{ m}}$$

- Διάμετρος κορυφής:

$$D = 18,8 \cdot \sqrt{\frac{Q_2}{u}} = 18,8 \cdot \sqrt{\frac{1.517.345}{15}} = 5.979\text{ mm} \approx \mathbf{6,00\text{ m}}$$

- Πραγματική εσωτερική διάμετρος βάσης:

$$\mathbf{D = 14\text{ m}}$$

Η διαφορά στην διάμετρο βάσης είναι μεγάλη και οφείλεται στον τρόπο κατασκευής της καπνοδόχου και στην εξασφάλιση της στατικής αντοχής. Εάν εξετάσουμε το σχέδιο της μονάδας, το οποίο φαίνεται στην επόμενη σελίδα και το οποίο έχει γίνει με κάποια συγκεκριμένη κλίμακα, μπορούμε να βρούμε την κλίση της καμινάδας αφού γνωρίζουμε την πραγματική διάμετρο στην βάση αυτής, $D=14\text{ m}$. Κατόπιν αυτού

βρίσκουμε ότι η κλίση είναι $\alpha=0,037$ m/m. Επομένως η πραγματική εσωτερική διάμετρος στην κορυφή της καπνοδόχου θα είναι:

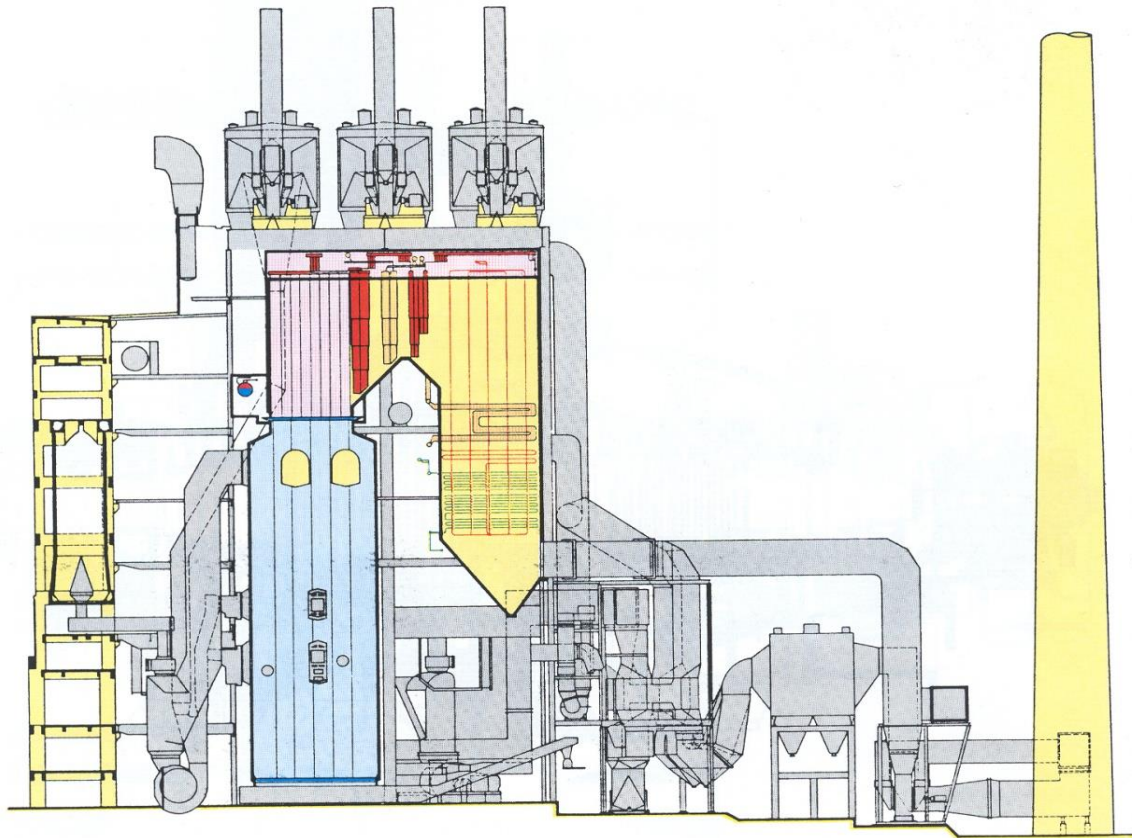
$$d=14-180\cdot 0,037=7,34 \text{ m}$$

Η ταχύτητα των καπναερίων σύμφωνα με την διάμετρο αυτή είναι:

$$v = \frac{18,8^2 \cdot Q_2}{d^2} = \frac{18,8^2 \cdot 1.517.345}{7340^2} = 10 \text{ m/s}$$

Η τιμή που προέκυψε είναι αποδεκτή.

ΤΟΜΗ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ ΜΟΝΑΔΑΣ III
BOILER HOUSE CROSS SECTION OF UNIT III



7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με την ολοκλήρωση της συγκεκριμένης πτυχιακής μπορούν να εξαχθούν τα εξής συμπεράσματα.

Από την εργαστηριακή ανάλυση του λιγνίτη παρουσιάζεται ικανοποιητική αύξηση της θερμογόνου δύναμης. Η επεξεργασία της ξήρανσης του λιγνίτη είναι πολύ σημαντική όπως διαπιστώνεται από τα αποτελέσματα της εργαστηριακής ανάλυσης. Με την μείωση της υγρασίας παρατηρούμε επίπεδα αύξησης 45% με 60% της θερμογόνου δύναμης ανάλογα και με την αρχική ποιότητα του λιγνίτη.

Με την κονιοποίηση επιτυγχάνεται ομοιόμορφη και καλύτερη καύση του λιγνίτη με αποτέλεσμα να βελτιώνεται ο βαθμός απόδοσης του λέβητα. Χωρίς την μέθοδο της κονιοποίησης ο λιγνίτης θα εισερχόταν μέσα στον λέβητα σε αναμοιόμορφα μεγάλα κομμάτια και δεν θα προλάβαινε να καεί.

Σημαντικό ρόλο για την βελτίωση της ποιότητας καύσης λιγνίτη έχουν και τα ηλεκτροστατικά φίλτρα λιγνίτη. Οι κόκκοι λιγνίτη που απορροφούνται μετά την κωνιοποίηση.

Με τους προθερμαντές προθερμαίνεται το τροφοδοτικό νερό με ατμό το οποίο απομαστεύεται από 6 σημεία του στροβίλου και έτσι αυξάνεται ο βαθμός απόδοσης της εγκατάστασης.

Στο τμήμα της πτυχιακής όπου πραγματοποιούνται οι υπολογισμοί έχουμε αποκλίσεις από τις τιμές που προκύπτουν από τους υπολογισμούς με τις τιμές που έχουμε συλλέξει από τα μετρητικά όργανα της μονάδας. Αυτό οφείλεται διότι με την πάροδο των χρόνων έχουν γίνει επισκευές στην μονάδα λόγω παλαιότητας ή προσθήκη εξαρτημάτων για την καλύτερη λειτουργία των τμημάτων καθώς επίσης έχουμε απώλειες με αποτέλεσμα να έχουμε αποκλίσεις.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία:

1. Ανδρέας Γιαννόπουλος, << Ατμοηλεκτρικοί σταθμοί >>, Οδηγός επίλυσης Ασκήσεων Πράξης, Τόμος Β, Εκδόσεις GOTSIS.

Τα παρακάτω βιβλία ανήκουν στην ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΑΗΣ ΜΕΓΑΛΟΠΟΛΗΣ Α

2. Οδηγίες λειτουργίας του λέβητα 1988

3. Γενική περιγραφή στροβίλου Μον.III μέρος Α Οκτώβριος 1987

4. Γενική περιγραφή στροβίλου Μον.III μέρος Β Οκτώβριος 1987

5. Περιγραφή και οδηγίες λειτουργίας για τους προθερμαντές. Οκτώβριος 1987

6. Γενική περιγραφή συστημάτων ψύξης Μον.III Οκτώβριος 1987

Ιστοσελίδες:

<https://www.dei.gr/el/i-dei/i-etairia/tomeis-drastiriotitas/oruxeia>

<https://www.dei.gr/el/oruxeia/istoriki-anaskopisi>

<https://www.dei.gr/el/oruxeia/koitasmata>

<https://www.dei.gr/el/oruxeia/apothemata-kai-poiotita>

<https://www.dei.gr/el/oruxeia/megalopoli>

<https://www.steamtablesonline.com/steam97web.aspx>

https://www.peacesoftware.de/einigewerte/wasser_dampf_e.html

