

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ**

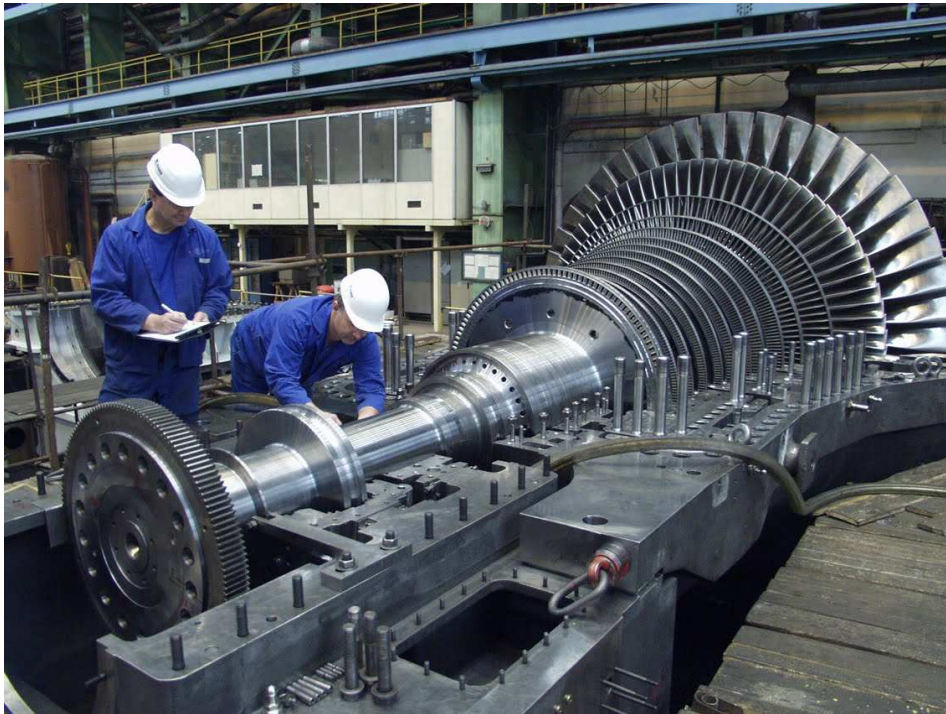
**ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ : ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΩΝ**

**ΣΤΑ ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΠΛΟΙΑ**



**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΑΛΑΒΕΔ ΝΑΦΕΗ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ**

**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΧΙΛΙΤΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ**

**ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ**

**2012**

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ : ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΩΝ  
ΣΤΑ ΕΜΠΟΡΙΚΑ ΠΛΟΙΑ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΑΛΑΒΕΔ ΝΑΦΕΗ**

**ΑΜ : 4306**

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :**

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως θέμα τις σύγχρονες εγκαταστάσεις των ατμοστροβίλων που χρησιμοποιούνται στα εμπορικά πλοία. Στα παρακάτω κεφάλαια θα αναλυθεί η λειτουργία των ατμοστροβίλων, το ιστορικό τους, οι βοηθητικές συσκευές που υπάρχουν στις σύγχρονες εγκαταστάσεις καθώς και ο χειρισμός τους.

Στο κεφάλαιο 1 περιγράφεται η λειτουργία των ατμοστροβίλων, το ιστορικό τους, οι βασικοί τύποι που διακρίνονται σε δράσεως και αντιδράσεως, τα κυριότερα μέρη τους, τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που διαθέτουν καθώς και τα στοιχεία που επηρεάζουν την κατανάλωση του ατμού.

Στο κεφάλαιο 2 αναλύονται ξεχωριστά και περιγράφεται η λειτουργία όλων των βοηθητικών συσκευών των σύγχρονων εγκαταστάσεων, επίσης παρουσιάζονται και τα συστήματα λίπανσης και ψύξης τους.

Στο κεφάλαιο 3 εξηγείται ο χειρισμός των ατμοστροβίλων που είναι πολύ σημαντικό για την καλή λειτουργία και για την αποφυγή ζημιών και τέλος στο κεφάλαιο 4 υπάρχουν κάποιες από τις σοβαρότερες βλάβες που παρουσιάζονται σε τέτοιου είδους εγκαταστάσεις, οδηγίες συντήρησης τους και οδηγίες περιοδικών επιθεωρήσεων.

## **Abstract**

The present dissertation is all about the modern facilities of turbine used in merchant ships. The following sections will analyse the function of steam turbines, their background information, the auxiliary machinery that exist in modern facilities as well as their operation.

In chapter 1 the function of steam turbines is described. More over, their background information their basic types –action and reaction, as well as their main components are referred to. Additionally the advantages and disadvantages of steam turbines and the factors that affect the consumption of steam are also mentioned.

In chapter 2 the operation of all the auxiliary machinery is individually analysed and described also, their lubricating and cooling systems are presented.

In chapter 3 the handling of steam turbines is explained, a fact that is very important for their operation and for the prevention of breakdowns. Finally, in chapter 4 some of the most serious damages are presented which may occur in such facilities, as well as some instructions concerning the maintenance and regular inspections.

## Πρόλογος

Η εγκατάσταση των αεροστροβίλων στα πλοία σχεδιάζεται πάντοτε με βάση την ασφάλεια, την απόδοση και την απλότητα χειρισμών και ελέγχου της λειτουργίας τους και επειδή η πρακτική γνώση χωρίς θεωρητικό υπόβαθρο πολλές φορές αποδεικνύεται κενή δόθηκε αρκετή βαρύτητα σε θεωρητικά θέματα. Καταβλήθηκε επίσης προσπάθεια ώστε τα θέματα που αναπτύσσονται στην εργασία να υποστηρίζονται με επαρκή αριθμό σχημάτων διαγραμμάτων και πινάκων για να είναι ευκολότερη η αφομοίωση της ύλης. Χωρίς να παραλείψουμε την αναφορά στις εγκαταστάσεις αεροστροβίλων τα παρακάτω στοιχεία έχουν συλλεχθεί από διάφορα ναυτιλιακά συγγράμματα καθώς και από διαδικτυακές πηγές.

## Κεφάλαιο 1: Ατμοστρόβιλοι (steam turbines)

Είδος κινητήριας θερμικής μηχανής που χρησιμοποιεί την ενέργεια του ατμού για παραγωγή έργου, ονομάζεται και ατμοτουρμπίνα. Αποτελείται από έναν τροχό που η περιφέρειά του είναι εφοδιασμένη με πτερύγια και ο οποίος περιστρέφεται γύρω από έναν κεντρικό άξονα. Οι ατμοστρόβιλοι διακρίνονται σε ατμοστρόβιλους δράσης και αντίδρασης.

### Ατμοστρόβιλοι δράσης:

Η εκτόνωση του ατμού και η παραγωγή ταχύτητας γίνεται μόνο μέσα στα σταθερά τμήματα, ο ατμός προσκρούει στα πτερύγια και αναγκάζεται ν' αλλάξει διεύθυνση κινούμενος αντίθετα της αρχικής, μ' αυτόν τον τρόπο δημιουργείται στα πτερύγια μια ώθηση που στρέφει τον τροχό. Για να υπάρχει μεταφορά όλης της κινητικής ενέργειας στον τροχό θα πρέπει η ταχύτητα των πτερυγίων να είναι περίπου η μισή της ταχύτητας του ατμού λόγω όμως της μεγάλης αυτής ταχύτητας υπάρχει πρόβλημα καταπόνησης και αντοχής των υλικών γι' αυτό οι τροχοί είναι κατασκευασμένοι κατά τέτοιο τρόπο ώστε να περιστρέφονται πιο αργά.

Οι υδρατμοί που παράγονται στους λέβητες σε θερμοκρασία 250-300°C και υψηλή πίεση διοχετεύονται πάνω στα πτερύγια του τροχού όπου η θερμική τους ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική. Ακολούθως οι υδρατμοί περνούν διαδοχικά από δεύτερο και τρίτο ατμοστρόβιλο που αρχίζουν και αυτοί να περιστρέφονται. Οι ατμοστρόβιλοι αυτοί είναι εφαρμοσμένοι στον ίδιο κεντρικό άξονα έτσι που η περιστροφική τους κίνηση προστίθεται σ' αυτόν. Στους ατμοστρόβιλους αντίδρασης ο ατμός μετά τη δράση του στον πρώτο τροχό μεταβιβάζεται μέσω ακινήτων πτερυγίων που λειτουργούν σαν ακροφύσια, έτσι ο ατμός αποκτά μεγαλύτερη ταχύτητα και κατά την έξοδό του από αυτά εκτονώνεται σε νέο σύστημα κινητών πτερυγίων. Οι ατμοστρόβιλοι χρησιμοποιούνται στους μεγάλους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής και στα πλοία.

### ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Ο **Ήρων ο Αλεξανδρεύς** όπως μαρτυρεί και το όνομά του ήταν από την Αλεξάνδρεια και έζησε περίπου το 10 – 70 μ.Χ. Ελάχιστα βιογραφικά του στοιχεία γνωρίζουμε είναι όμως γνωστές οι εργασίες του στη γεωδαισία μηχανική υδραυλική γεωμετρία και οπτική. Από τα έργα αυτά άλλα διασώθηκαν στο πρωτότυπο και άλλα μας είναι γνωστά από λατινικές και αραβικές μεταφράσεις (Το όνομα του Άραβα που διέσωσε στα αραβικά τη "Μηχανική" του Ήρωνα ήταν Κουόστα Ιμπν Λουκά, δηλαδή Κώστας γιος του Λουκά). Η ακρίβεια της παρουσίασης και η πρωτοτυπία των

μαθηματικών του αποδείξεων ήταν χαρακτηριστικές. Αυτός είναι που εισάγει πρώτα τον Αλγεβρικό συμβολισμό στα μαθηματικά.

Ο Ήρων έκανε γνωστή την ωστική και κινητήρια δύναμη του ατμού καθώς και τις ιδιότητές του κατά τη συμπίεση και τη διαστολή και θα είναι ο μόνος πρόδρομος της ατμομηχανής στα επόμενα 2000 χρόνια. Ο **ατμοστρόβιλος του Ήρωνος** είναι η πρώτη ατμομηχανή στην ιστορία. Είχε κατασκευάσει ένα ολόκληρο αυτοκινούμενο όχημα που έμπαινε επάνω στη σκηνή, η αυλαία της οποίας ανοιγόκλεινε αυτόματα με εφαρμογή δικών του επινοήσεων.

Γνωστός επίσης είναι ο ομώνυμος "**τύπος του Ήρωνος**", που δίνει το εμβαδό τριγώνου αν γνωρίζουμε τις πλευρές του  $\alpha, \beta, \gamma$ . Τα έργα του Ήρωνος γνώριζαν αλλεπάλληλες εκδόσεις σε όλο τον κόσμο μέχρι το 1578 όταν δημοσιεύθηκε η τελευταία Ιταλική έκδοση.



ΕΙΚΟΝΑ 1: Ο ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ ΤΟΥ ΗΡΩΝΟΣ



ΕΙΚΟΝΑ 2: Ο ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ ΤΟΥ ΗΡΩΝΟΣ

### **ΒΑΣΙΚΟΙ ΤΥΠΟΙ ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΙ**

Αναλόγως του είναι η εκτόνωση του ατμού και η παραγωγή ταχύτητας γίνεται μόνο εντός των σταθερών οργάνων η τόσο εντός των σταθερών όσο και των κινητών οι στρόβιλοι διακρίνονται σε δυο βασικούς τύπους στους δράσεως και στους αντιδράσεως.

#### **Ο ορισμός στρόβιλου δράσεως**

Ο στρόβιλος δράσεως έχει ως κύριο χαρακτηριστικό του ότι ο ατμός εκτονώνεται μόνο εντός των σταθερών προφουσιων όπου αποκτά ανάλογη προς την εκτόνωση ταχύτητα



## **Ορισμός στρόβιλου αντιδράσεως**

Ο στρόβιλος αντιδράσεως έχει ως κύριο χαρακτηριστικό του ότι η εκτόνωση του ατμού γίνεται μόνο εντός των κινητών οργάνων του τροφείου από τον οποίο και περιστρέφεται με την δημιουργημένη εκ της παραγωγής της ταχύτητας αντίδρασης

## **ΤΑ ΚΥΡΙΟΤΕΡΑ ΜΕΡΗ ΕΝΟΣ ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΥ**

Κάθε ατμοστρόβιλος αποτελείται από δύο μέρη:

I) το κέλυφος το οποίο παραμένει σταθερό και φέρει τα σταθερά πτερύγια ή τα ακροφύσια. Αυτά προσάγουν τον ατμό προς τον δρομέα και παράλληλα μετατρέπουν την δυναμική ενέργεια του ατμού σε κινητική με αποτέλεσμα την πτώση της πίεσής του.

II) την κινητή στεφάνη (δρομέας ή πτερωτή) με τα κινητά πτερύγια. Εδώ πραγματοποιείται η μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ατμού σε κινητική της ατράκτου ενέργεια η οποία μετατρέπεται σε μηχανικό έργο υπό μορφή κίνησης του δρομέα.

## **Συστήματα ατμοστρόβιλου**

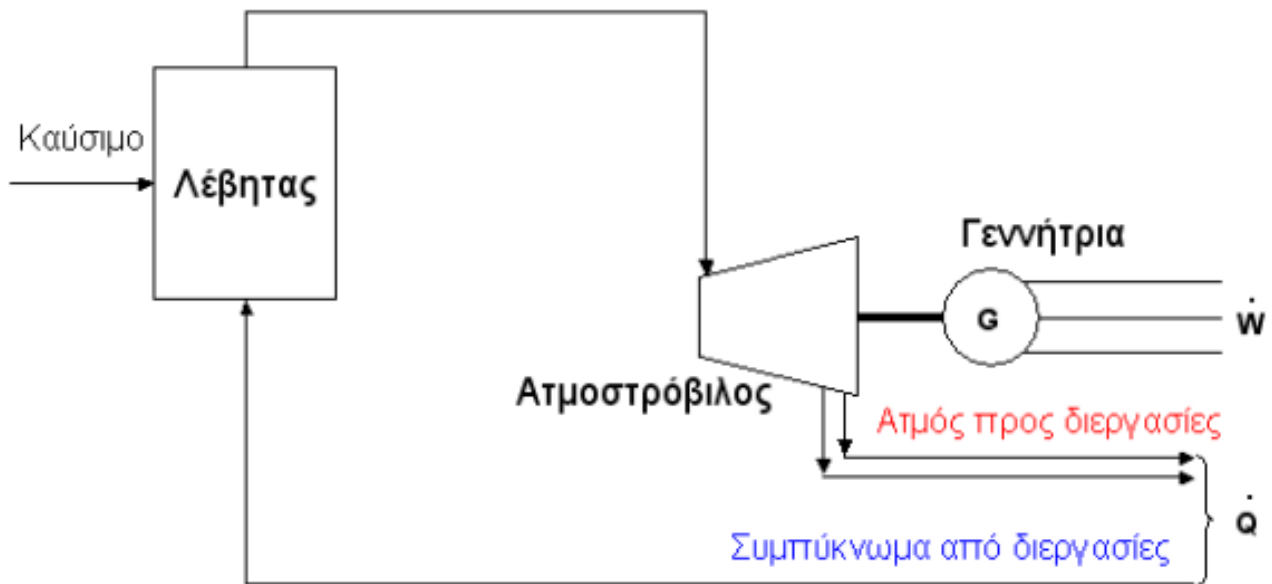
Είναι τα πιο διαδεδομένα συστήματα συμπαραγωγής κατάλληλα για ισχείς 500 kW - 100 MW ή και μεγαλύτερες. Μπορούν να χρησιμοποιήσουν οποιοδήποτε καύσιμο. Ακόμη και στερεά απόβλητα καίγονται σε ειδικούς λέβητες εφοδιασμένους με συστήματα κατακράτησης ή και εξουδετέρωσης ρύπων και τοξικών ουσιών που δημιουργούνται κατά την καύση. Ο βαθμός απόδοσης φθάνει το 60-85%. Για σύγκριση υπενθυμίζεται ότι ο βαθμός απόδοσης ενός συμβατικού ατμοηλεκτρικού σταθμού βρίσκεται στην περιοχή του 35%.

Τα συστήματα ατμοστρόβιλου έχουν υψηλή αξιοπιστία που φθάνει το 95% υψηλή διαθεσιμότητα (90-95%) και μεγάλη διάρκεια ζωής (25-35 έτη). Όμως ο χρόνος εγκατάστασης είναι σχετικά μεγάλος 12 - 18 μήνες για μικρές μονάδες και μέχρι τρία έτη για μεγαλύτερα συστήματα.

## **Συστήματα συμπαραγωγής με ατμοστρόβιλο αντίθλιψης**

Ατμός υψηλής πίεσης (20-100 bar) και θερμοκρασίας (480-540 °C) παράγεται σε λέβητα με κατανάλωση καυσίμου και χρησιμοποιείται για την κίνηση ατμοστρόβιλου στον άξονα του οποίου είναι συνδεδεμένη ηλεκτρογεννήτρια. Ο ατμός βγαίνει από το στρόβιλο σε πίεση και θερμοκρασία

κατάλληλη για τις θερμικές διεργασίες. Ο όρος "αντίθλιψη" οφείλεται στο ότι η πίεση αυτή είναι μεγαλύτερη της ατμοσφαιρικής (3-20 bar). Απομάστευση (δηλ. εξαγωγή) μέρους του ατμού από ενδιάμεσες βαθμίδες του στροβίλου στις επιθυμητές πιέσεις είναι επίσης δυνατή.



ΕΙΚΟΝΑ 3: ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ ΑΝΤΙΘΛΙΨΗΣ

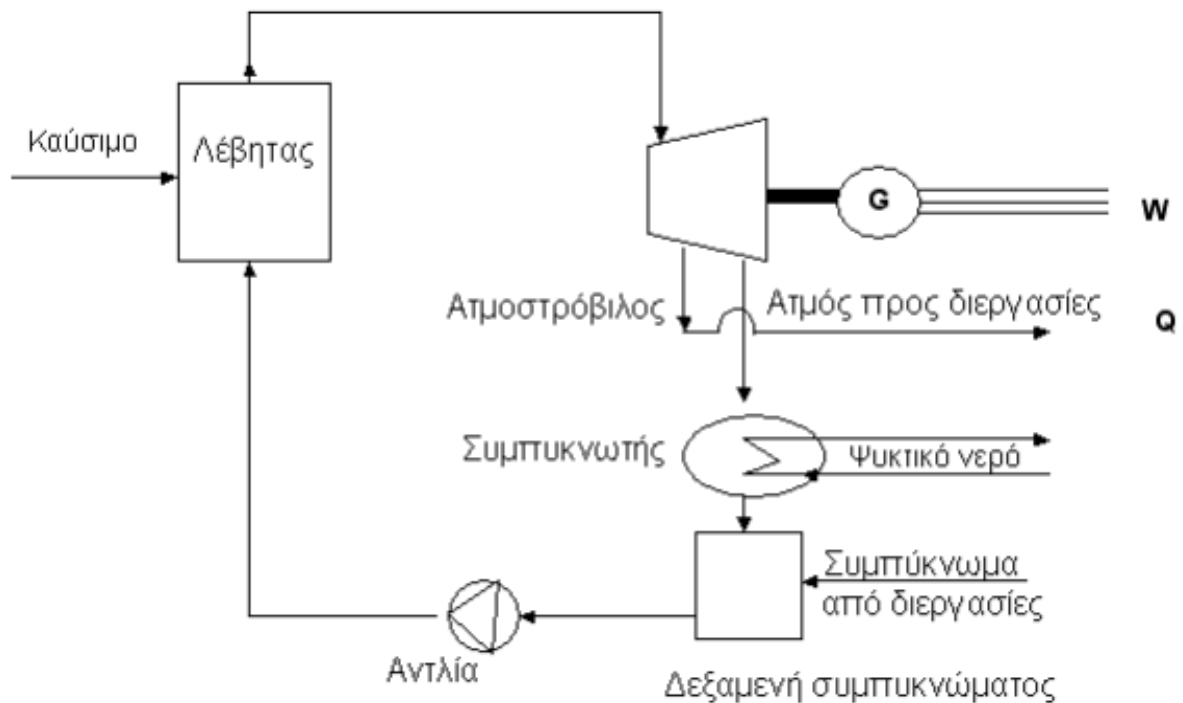
Σε σύγκριση με το σύστημα απομάστευσης που περιγράφεται ακολούθως το σύστημα αντίθλιψης έχει τα εξής πλεονεκτήματα:

- Απλή μορφή
- Μικρότερο κόστος
- Μειωμένη ή και καθόλου ανάγκη ψυκτικού νερού
- Υψηλότερο βαθμό απόδοσης (περίπου 85%), κυρίως διότι δεν αποβάλλει θερμότητα στο περιβάλλον μέσω ψυγείου.

Σημαντικό μειονέκτημά του όμως, είναι ότι η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια είναι στενά συνδεδεμένη με την απαιτούμενη θερμότητα. Έτσι (α) είναι αδύνατη η ανεξάρτητη λειτουργία του ατμοηλεκτρικού σταθμού από το δίκτυο θέρμανσης και (β) είναι αναγκαία η αμφίδρομη σύνδεση με το δίκτυο ηλεκτρισμού για την κάλυψη πρόσθετων αναγκών ή για τη διοχέτευση της πιθανής περίσσειας ηλεκτρικής ενέργειας.

## Συστήματα συμπαραγωγής με ατμοστρόβιλο απομάστευσης

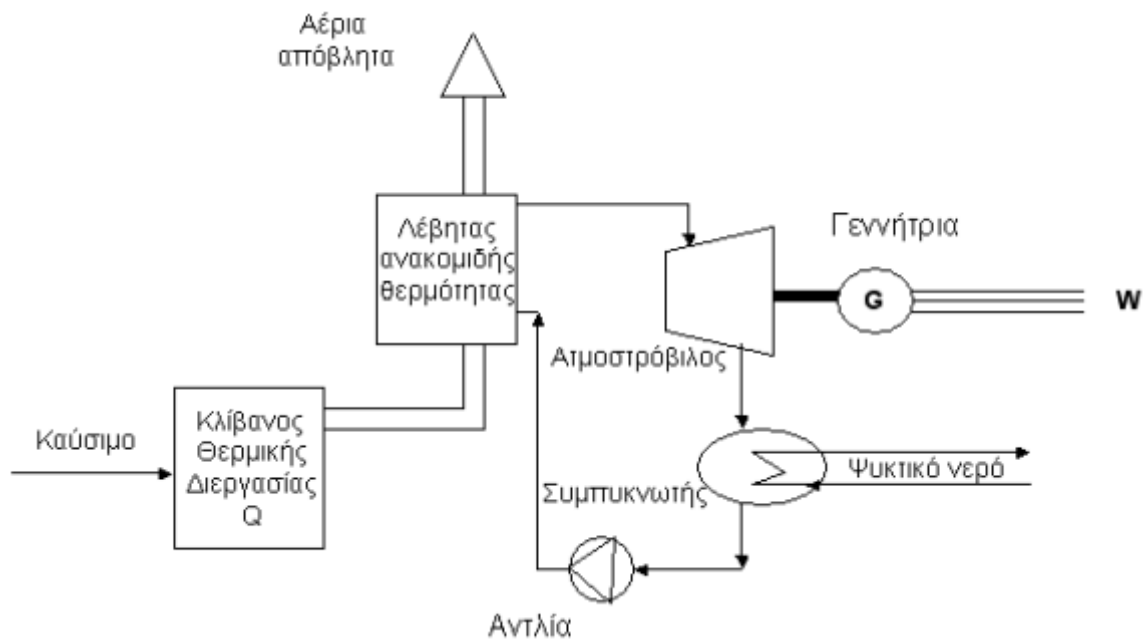
Μέρος του ατμού απομαστεύεται από μία ή περισσότερες ενδιάμεσες βαθμίδες του στροβίλου στις επιθυμητές πιέσεις ενώ ο υπόλοιπος εκτονώνεται μέχρι τη πίεση του συμπυκνωτή (λέγεται και ψυγείο ατμού) που είναι 0,05-0,10 bar. Τα συστήματα απομάστευσης είναι ακριβότερα και έχουν μικρότερο βαθμό απόδοσης (περίπου 80%) από τα συστήματα αντίθλιψης. Όμως, έχουν τη δυνατότητα ανεξάρτητης (μέσα σε ορισμένα όρια) ρύθμισης της ηλεκτρικής και θερμικής ισχύος. Αυτό επιτυγχάνεται με ρύθμιση της ολικής παροχής ατμού και επομένως της παροχής ατμού προς τον συμπυκνωτή.



ΕΙΚΟΝΑ 4: ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ ΑΠΟΜΑΣΤΕΥΣΗΣ

## Συστήματα συμπαραγωγής με ατμοστρόβιλο σε κύκλο βάσης

Αρκετές βιομηχανίες (π.χ. χαλυβουργεία, υαλουργεία, κεραμουργεία, εργοστάσια τσιμέντου εργοστάσια αλουμινίου διυλιστήρια πετρελαίου κ.λ.π.) έχουν αέρια απόβλητα υψηλής θερμοκρασίας. Μετά τη θερμική διεργασία τα αέρια αυτά μπορούν να περάσουν μέσα από λέβητα ανάκτησης θερμότητας όπου παράγεται ατμός που κινεί μια ατμοστροβιλογεννήτρια. Έτσι η μονάδα παραγωγής θερμότητας μετατρέπεται σε σύστημα συμπαραγωγής με κύκλο βάσης ατμού.



ΕΙΚΟΝΑ 5: ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΣ ΣΕ ΚΥΚΛΟ ΒΑΣΗΣ

## ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ-ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΣΤΡΟΒΙΛΩΝ

### **ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ**

- 1: Μικρότερη κατανάλωση λόγω του καλύτερου βαθμού θερμικής αποδόσεως και της δυνατότητας χρήσεως υπερθερμάνσεως και μεγάλου κενού του ψυγείου
- 2: Οικονομία όγκου της όλης εγκατάστασης
- 3: Οικονομία βάρους της όλης εγκατάστασης

- 4: Έλλειψη αρθρώσεων και πολλών τριβόμενων επιφανειών και ως εκ τούτου μικρότερη πιθανότητα φθοράς
- 5: Έλλειψη πολλών λιπαινομενων μερών και ως εκ τούτου οικονομία σε κατανάλωση λιπαντικού ελαίου
- 6: Ευκολία χειρισμών
- 7: Καθαριότητα στο μηχανοστάσιο
- 8: Ελάττωση κραδασμών

## **ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΤΟΥ ΑΤΜΟΥ ΣΤΟΥΣ ΣΤΡΟΒΙΛΟΥΣ**

### **ΧΡΗΣΗ ΥΨΗΛΗΣ ΑΡΧΙΚΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ**

Με αυτήν επιτυγχάνεται υψηλότερος βαθμός εκτονώσεως του ατμού και υψηλότερος εκ τούτου βαθμός αποδόσεως. Επιδιώκεται η πίεση εισαγωγής του ατμού να μην διαφέρει αισθητά από την πίεση του λέβητα ώστε να μην δημιουργείται στραγγαλισμός που ελαττώνει τον βαθμό αποδόσεως. Σε εμπορικά πλοία με στροβίλους με αναθέρμανση χρησιμοποιούνται σήμερα πιέσεις εισαγωγής μέχρι και 100 bar και θερμοκρασίες υπέρθερμου μέχρι 600 C

### **ΧΡΗΣΗ ΥΠΕΡΘΕΡΜΟΥ ΚΑΙ ΑΝΑΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΟΥ**

Ο υπέρθερμος ατμός διαθέτει μεγαλύτερη ενθαλπία από τον αντίστοιχο κεκορεσμένο με αυτήν αποδίδει μεγαλύτερο έργο και αυξάνει συνεπώς τον βαθμό απόδοσης του στροβίλου ενώ παρεμποδίζει την υγροποίηση που παρατηρείται στον κεκορεσμένο ατμό. Επίσης προσκρούουν στα πτερύγια κυρίως των τελευταίων βαθμίδων του στροβίλου και προκαλούν την μηχανική διάβρωση τους. Είναι φανερό ότι ανάλογα ευνοϊκά αποτελέσματα επιτυγχάνονται και με την χρήση της ενδιάμεσης αναθερμάνσεως του ατμού που εφαρμόζεται στις σύγχρονες εγκαταστάσεις.

### **Η ΑΠΟΜΑΣΤΕΥΣΗ**

Με την εφαρμογή της επιτυγχάνουμε βελτίωση του γενικού βαθμού αποδόσεως της εγκαταστάσεως, δηλαδή οικονομία ατμού και καύσιμου και περιορισμό της ποσότητας υγρασίας των τελευταίων βαθμίδων.

## **ΤΟ ΚΕΝΟ**

Στο στρόβιλο το κενό συμβάλλει σημαντικότερα στο βαθμό αποδόσεως του φθάνει μέχρι και 99,5% δηλαδή περίπου στο τέλειο κενό. Η χρησιμοποίηση του είναι ευχερής με την προσθήκη ενός αριθμού εκτονωτικών βαθμίδων στην Χ.Π. όποτε αυξάνει ο βαθμός εκτονώσεως του ατμού και μαζί με αυτόν και ο βαθμός αποδόσεως του στρόβιλου.

## **Η ΘΕΡΜΙΚΗ ΜΟΝΩΣΗ ΤΟΥ ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΥ**

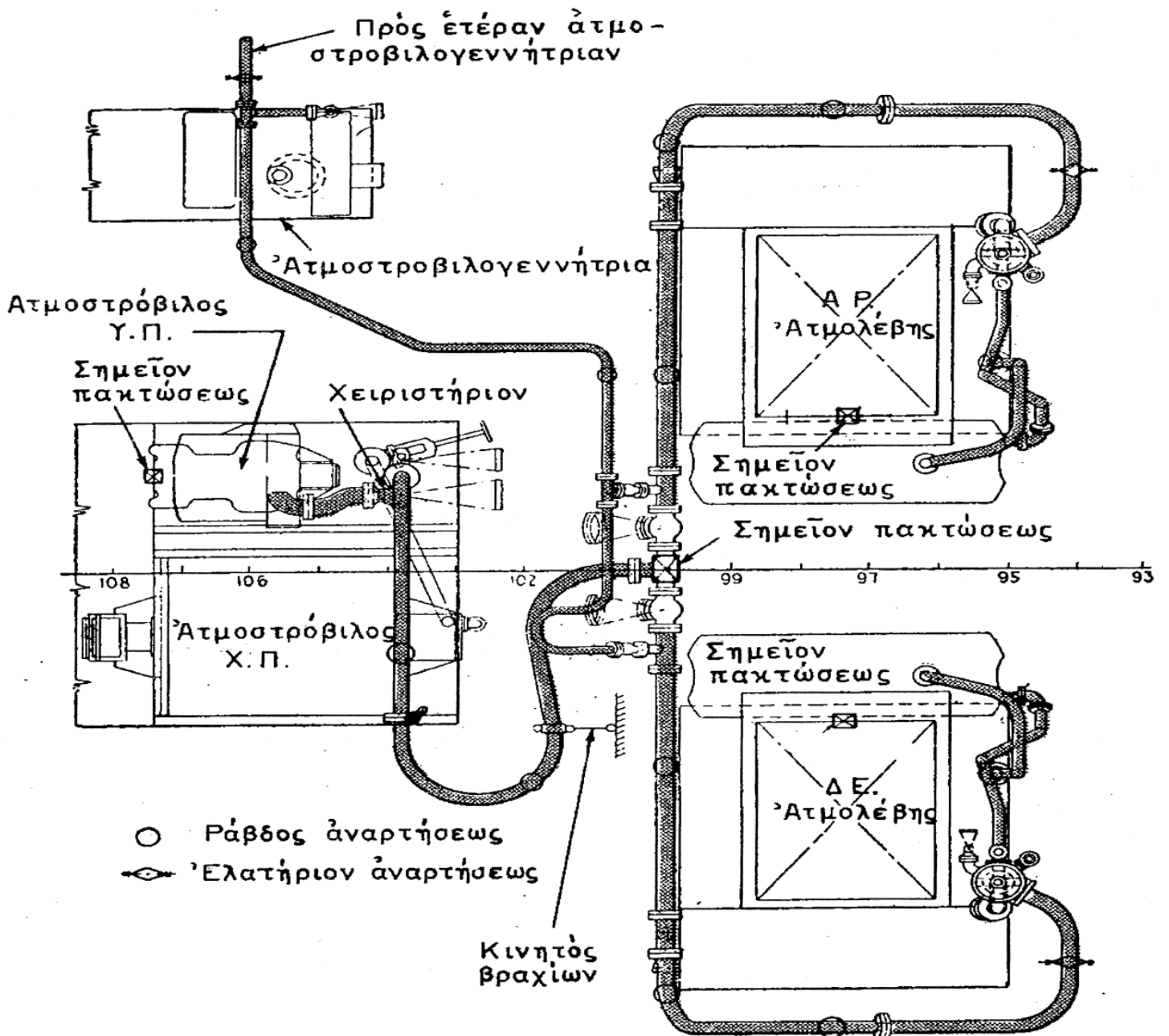
Περιορίζει τις απώλειες ακτινοβολίας της θερμότητας του στρόβιλου από το εσωτερικό του προς το περιβάλλον. Οι συνήθεις θερμικές μονώσεις αποτελούνται από κατάλληλα κομμάτια αμιάντου η υαλοβάμβακα συσκευασμένα σε σακίδια με τα οποία περιτυλίγεται το κέλυφος. Σε άλλες περιπτώσεις το κέλυφος επιχρίεται από πολύ μίγματος αμιάντου και γύψου. Επάνω από την θερμική αυτή μόνωση τοποθετούνται συνήθως ελάσματα η ξύλινες πηχίες για τη συγκράτηση της μόνωσης και καλή εμφάνιση.

### **Οι θερμικές μονώσεις συντελούν επίσης και σε:**

- 1: Ελάττωση της υγραποίησης μέσα στον στρόβιλο, ιδίως στην περιοχή των τελευταίων
- 2: Προστασία του προσωπικού από εγκαύματα λόγω τυχαίας επαφής τους με το υψηλής θερμοκρασίας κέλυφος
- 3: Διατήρηση χαμηλής θερμοκρασίας μέσα στο μηχανοστάσιο και συνεπώς βελτίωση των συνθηκών εκτελέσεως υπηρεσίας του προσωπικού

Στις εγκαταστάσεις των πλοίων υπάρχουν δυο βασικά δίκτυα ατμού ο κύριος και ο βοηθητικός ατμαγωγός και το δίκτυο βοηθητικών εξατμίσεων. Μέσου του κύριου ατμαγωγού παρέχεται ατμός προς τους κύριους ατμοστρόβιλους και προς τους ατμοστρόβιλους των ηλεκτρογεννητριών ενώ μέσω του βοηθητικού ατμαγωγού παρέχεται ατμός για την λειτουργία των βοηθητικών μηχανημάτων. Το δίκτυο βοηθητικών εξατμίσεων συλλέγει τον ατμό εξαγωγής των ατμοστρόβιλων των βοηθητικών μηχανημάτων και τον κατανέμει σε βοηθητικές χρήσεις όπως σε εναλλάκτες θερμότητας στον αποστακτήρα κ.τ.λ. Επειδή στις σύγχρονες εγκαταστάσεις προώσεως των πλοίων χρησιμοποιείται υπέρθερμος ατμός υψηλής πίεσεως και θερμοκρασίας η στεγανότητα των συνδέσμων των διαδοχικών τμημάτων του κύριου ατμαγωγού και του βοηθητικού ατμαγωγού απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, διότι σε περίπτωση διαφυγής ο ατμός θα προκαλέσει αυλακώσεις στα πρόσωπα στεγανότητας των περιουχένιων με αποτέλεσμα να μην έχουμε καλή στεγανοποίηση.

Στο σχήμα δεικνύετε τυπική διάταξη δικτύου κύριου ατμαγωγού για εγκατάσταση προώσεως εμπορικού πλοίου που αποτελείται από δυο ατμοστρόβιλους ( Υ.Π - Χ.Π ) και δυο ατμολέβητες και εξυπηρετεί και την στροβιλογεννητρια του πλοίου.

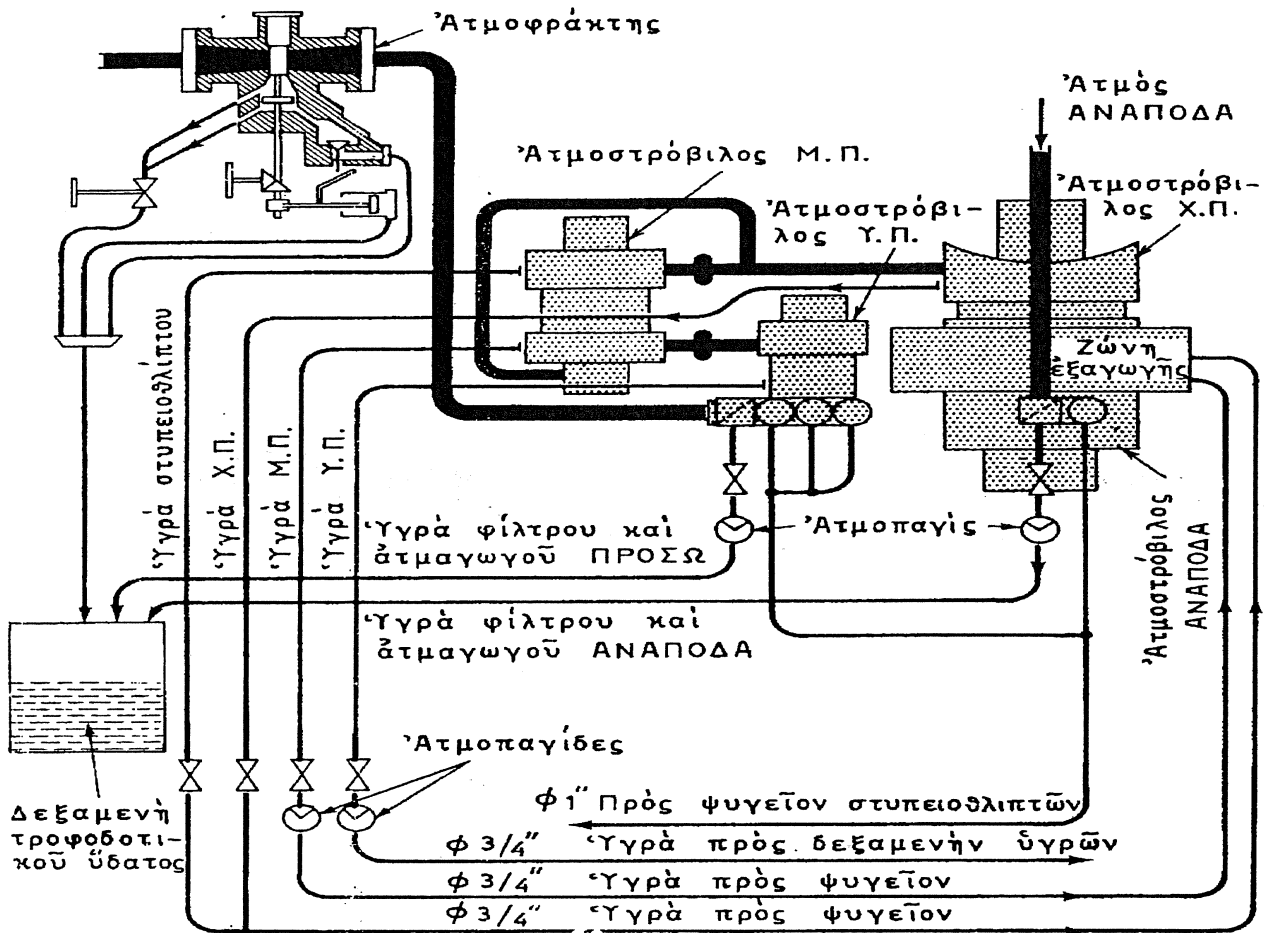


ΕΙΚΟΝΑ 6: ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ ΔΙΚΤΥΟΥ ΚΥΡΙΟΥ ΑΤΜΑΓΩΓΟΥ ΓΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΡΟΩΣΕΩΣ

## ΔΙΚΤΥΟ ΥΓΡΩΝ ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΩΝ

Κατά την διάρκεια της προετοιμασίας των ατμοστρόβιλων προς εκκίνηση αλλά και κατά την διάρκεια της λειτουργίας τους συγκεντρώνονται υγρά σε διάφορες θέσεις στο εσωτερικό του κελύφους των ατμοστρόβιλων λόγω συμπυκνώματος του ατμού. Οι θέσεις αυτές βρίσκονται συνήθως :

- Στους στυπιοθλιπτες των ατμοφρακτων παροχής ατμού στους ατμοστρόβιλους.
- Στις συσκευές στεγανότητας των ατμοστρόβιλων.
- Στα κιβώτια ατμού πάνω στο κέλυφος των ατμοστρόβιλων.
- Στον πυθμένα του κελύφους, μεταξύ των διαφραγμάτων.



ΕΙΚΟΝΑ 7: ΔΙΚΤΥΟ ΥΓΡΩΝ ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΩΝ

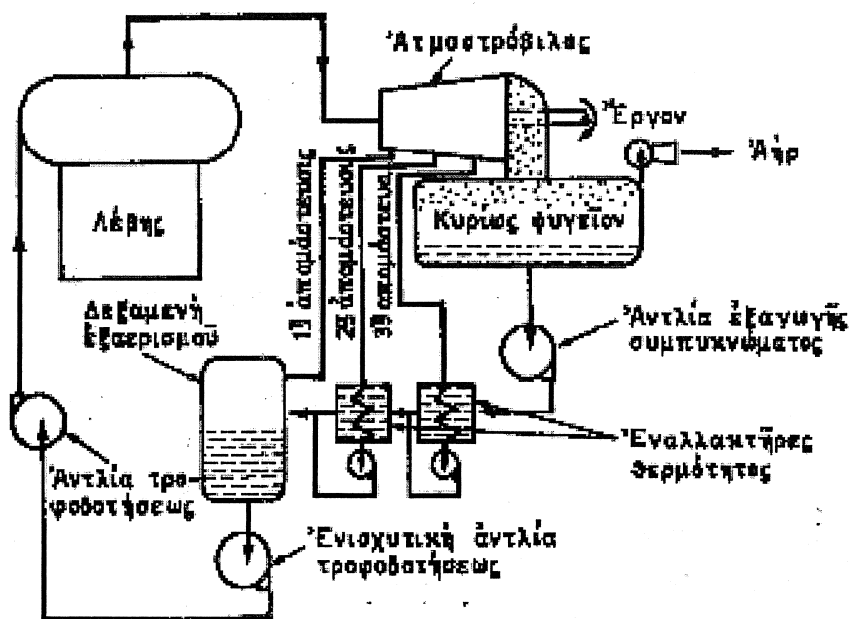


Η παρουσία υγρών στους ατμοφρακτες στα κιβώτια ατμού και εντός του κελύφους των ατμοστρόβιλων είναι σε οποιαδήποτε περίπτωση ανεπιθύμητη γιατί μπορεί να προκαλέσει βλάβες. Προς αποφυγή των ανωμαλιών αυτών στις θέσεις όπου προβλέπεται συγκέντρωση υγρών ανοίγοντας οπές απαγωγής και κατευθύνονται μέσω αυτών είτε προς το κύριο ψυγείο είτε προς τις δεξαμενές υγρών.

Όταν η απαγωγή των υγρών γίνεται μέσω δικτύου το οποίο στην περίπτωση αυτή ονομάζεται δίκτυο υγρών του ατμοστρόβιλου στις θέσεις συγκεντρώσεως των υγρών υπάρχουν επιστόμια ενυδατώσεως. Τα επιστόμια αυτά ανοίγονται πριν την εκκίνηση του στρόβιλου παραμένουν ανοικτά κατά την διάρκεια της προθερμάνσεως και κλείνονται μετά το πέρας των κινήσεων.

### ΔΙΚΤΥΟ ΑΠΟΜΑΣΤΕΥΣΕΩΣ

Μέσω των απομαστευσεων ατμού από τις βαθμίδες των στρόβιλων και της χρησιμοποίησεως του ατμού για την προθέρμανση του τροφοδοτικού νερού σε έναν η περισσότερους προθερμαντήρες μπορούμε να βελτιώσουμε τον συνολικό βαθμό αποδόσεως της εγκαταστάσεως. Στο σχήμα δεικνύετε τριπλή απομαστευση στον ατμοστρόβιλο για την εξυπηρέτηση τριών βαθμίδων προθερμάνσεως. Σε άλλες περιπτώσεις μπορεί να έχουμε λιγότερες η περισσότερες βαθμίδες. Πρέπει να αναφέρουμε ότι η ποσότητα του ατμού της κάθε απομαστευσης μεταβάλλεται ανάλογα προς το φορτίο του ατμοστρόβιλου λόγω της μεταβολής της πίεσεως του ατμού με το φορτίο στα σημεία της απομαστευσης. Για τον λόγω αυτό ορισμένοι ατμοστρόβιλοι έχουν στα σημεία των απομαστευσεων αυτόματες βαλβίδες ρυθμίσεως της παροχής ατμού απομαστευσεως.



ΕΙΚΟΝΑ 8: ΔΙΚΤΥΟ ΑΠΟΜΑΣΤΕΥΣΕΩΣ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

### ΚΥΡΙΟ ΨΥΓΕΙΟ

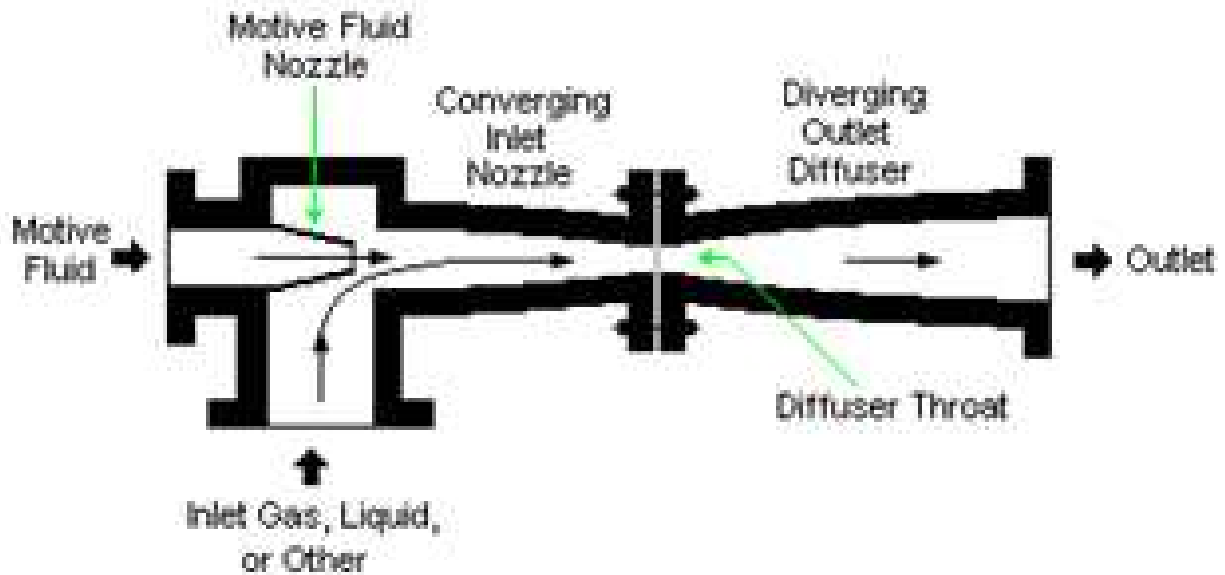
Ο κύριος σκοπός του ψυγείου αυτού είναι η δημιουργία κενού που αποτελεί βασικό παράγοντα και απαραίτητη προϋπόθεση της αποδοτικής λειτουργίας των αμοστροβίλων. Είναι γνωστό ότι όσο μεγαλύτερο είναι το χρησιμοποιημένο κενό τόσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός αποδόσεως τους και τόσο μεγαλύτερη είναι η ισχύς που αποδίδουν και μικρότερη κατανάλωση του ατμού και καυσίμου. Η δημιουργία κενού στο ψυγείο επιτυγχάνεται με την συμπύκνωση των εξατμίσεων της μηχανής και με αφαίρεση των υδρατμών που δεν έχουν συμπυκνωθεί. Μέσα στα ψυγεία επικρατούν κάθε φορά ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας ενδιάμεσες τιμές από το μηδέν μέχρι την τιμή των 29,6° Hg η 99% με αντίστοιχη θερμοκρασία 11,5C.

Στην απλή του μορφή το ψυγείο αποτελείται από κυλινδρικό κέλυφος και δυο επίπεδες πλάκες τις υαλοφόρες πλάκες. Μεταξύ των πλακών αυτών τοποθετούνται σωλήνες μικρής διαμέτρου που καλούνται αυλοί. Δυο πώματα ένα στην εισαγωγή και ένα στην εξαγωγή του νερού κυκλοφορίας και οι απαραίτητες σωληνώσεις εξαρτήματα έλεγχου και ενδεικτικά όργανα συμπληρώνουν την όλη κατασκευή του. Στο εσωτερικό των αυλών κυκλοφορεί το θαλασσινό νερό που ψύχει τις εξατμίσεις.

### ΕΚΧΥΤΗΡΕΣ ΚΕΝΟΥ

Οι εκχυτηρες κενού είναι συσκευές στις εγκαταστάσεις των αμοστροβίλων που λειτουργούν με ατμό και χρησιμοποιούνται για την δημιουργία και την διατήρηση του κενού των συμπυκνωμάτων. Η λειτουργία των εκχυτηρων είναι απλή και εξηγείται με την βοήθεια του σχήματος. Σε αυτό εικονίζεται απλώς εκχυτηρας βασικά από σύνδεση δυο ομοαξονικών συγκλινόντων-αποκλινόντων ακροφυσίων ενός μικρού και άλλου μεγαλύτερου που περιέχει το μικρό και αναρροφήσει εκ του χώρου συγκεντρώσεως αέρος και ατμών του συμπυκνωτή που δεν έχουν συμπυκνωθεί. Ατμός υψηλής πίεσεως εκ του βοηθητικού αμαγωγού οδηγείται στο μικρό ακροφυσιο στο οποίο υφίσταται πτώση της πίεσης και αύξηση της ταχύτητας του. Στην περιοχή της διατομής εξόδου του μικρού ακροφυσίου ο ατμός λόγω της υψηλής του ταχύτητας παρασύρει τα υπάρχοντα εκεί Μοριά αέρος και ατμού και τα προωθεί δια του μεγάλου ακροφυσίου(το οποίο ονομάζεται και διαχυτηρας) σε ιδιαίτερο ψυγείο όπου ο μεν υδρατμός υγροποιείται και οδηγείται στην συνέχεια δια σωληνώσεως προς το δίκτυο συμπυκνώματος ο δε αέρας οδηγείται μέσω κατάλληλης

ανεπίστροφου βαλβίδας και σωλήνας προς την ατμόσφαιρα. Ο εκχυτηρας δημιουργεί με τον τρόπο αυτό κενό στο περιβάλλοντα του μικρού ακροφυσίου χώρο με αποτέλεσμα να αντλείται μείγμα αέρος και υδρατμών που δεν έχουν υγροποιηθεί από τον κύριο συμπυκνωτή προς την ατμόσφαιρα.



ΕΙΚΟΝΑ 9: ΕΚΧΥΤΗΡΑΣ ΚΕΝΟΥ

### ΕΞΑΕΡΙΣΤΙΚΗ ΔΕΞΑΜΕΝΗ(D.F.T)

Το καταθλιβόμενο συμπύκνωμα περνάει πρώτα από το ψυγείο εξαερισμού και στην συνέχεια διαμέσου ακροφυσίων όπου διασκορπίζουν το νερό σε λεπτότατα σταγονίδια τα οποία λόγω βάρους πέφτουν στο κάτω μέρος του συλλέκτη περνώντας διαμέσου διάτρητων ελασμάτων. Από το κέντρο του συλλέκτη περνούν οι εξατμίσεις του βοηθητικού δικτύου ή ατμός από την απομαστεύση από τον κύριο ατμοστρόβιλο ο οποίος με την βοήθεια εκχυτηρας συμπαρασύρει το συγκεντρώμενο νερό αναμειγνύόμενος με αυτό. Το νερό ανάγεται έτσι σε θερμοκρασία βρασμού όπου η ικανότητα του για διάλυση αέρα μηδενίζεται και απαλλάσσεται από τον αέρα και τα υπόλοιπα αέρια. Το νερό που απαερώθηκε καταλήγει στο κάτω μέρος της δεξαμενής όπου το αναρροφά η ενισχυτική αντλία. Τα αέρια του νερού μαζί με ποσότητα υγρασίας συγκεντρώνονται στο υψηλότερο σημείο της δεξαμενής όπου με την βοήθεια του ψυγείου εξαερισμού η εργασία οδηγείται προς τον συλλέκτη ενώ τα αέρια απαγάγονται προς την ατμόσφαιρα. Το τροφοδοτικό νερό με την επεξεργασία που υφίσταται μέσα στην εξαεριστική δεξαμενή προθερμαίνεται σε θερμοκρασία περίπου 100C οπότε χρησιμεύει και σαν ένα είδος προθερμαντήρα τροφοδοτικού νερού.

## **ΠΡΟΘΕΡΜΑΝΤΗΡΕΣ ΤΡΟΦΟΔΟΤΙΚΟΥ ΝΕΡΟΥ**

Η προθέρμανση του τροφοδοτικού νερού πριν εισέλθει στον λέβητα είναι απαραίτητη γιατί έτσι επιτυγχάνεται οικονομία στην κατανάλωση καύσιμου και καλύτερη συντήρηση του λέβητα. Είναι γνωστό ότι το νερό του συμπυκνώματος του ψυγείου έχει θερμοκρασία περίπου 40C με την προθέρμανση μειώνεται αισθητά η διαφορά μεταξύ των δυο και αποφεύγεται η ψύξη των μερών του λέβητα που είναι πλησιέστερη προς το τροφοδοτικό επιστομιο του. Η ψύξη αυτή θα προκαλούσε ανομοιόμορφες συστολές του υλικού του λέβητα ισχυρές τάσεις παραμορφώσεως και διαρροές σε αυτών. Με την προθέρμανση ελαττώνεται επίσης η περιεκτικότητα του νερού σε αέρα και έτσι περιορίζονται οι διαβρώσεις των του λέβητα που οφείλονται στο ελεύθερο οξυγόνο.

## **ΒΟΗΘΗΤΙΚΟ ΨΥΓΕΙΟ**

Το βοηθητικό ψυγείο χρησιμοποιείται σε μεγάλες εγκαταστάσεις με σκοπό την εξυπηρέτηση των στροβιλοηλεκτρικών και των βοηθητικών μηχανημάτων εν πλω ώστε να μην χρησιμοποιείται για αυτό το κύριο ψυγείο. Το βοηθητικό εξυπηρετείται από ιδιαίτερη αντλία κυκλοφορίας με ανάλογες διαστάσεις. Η αντλία κυκλοφορίας και η αεραντλία συνδυάζονται καμία φορά σε ένα ζεύγος από ορισμένους κατασκευαστές. Στο σχήμα εικονίζεται βοηθητικό ψυγείο κατασκευής Foster-Wheeler. Διακρίνεται η λεπτομέρεια εκτονώσεως των αυλών επάνω στις πλάκες με περιφερειακή αύλακα μέσα στις οπές για καλύτερη στεγνότητα όπως γίνεται στους αυλούς των λεβήτων.

## **ΨΥΓΕΙΟ ΥΓΡΩΝ**

Σε αυτό ψύχονται τα υγρά και οι εξατμίσεις των βοηθητικών μηχανημάτων μετά την χρησιμοποίησή τους στον προθερμαντήρα τροφοδοτικού νερού. Είναι συνηθισμένες κατασκευής αυλωτό ψυγείο με διαφράγματα που υποχρεώνουν τα υγρά να παραμένουν περισσότερο μέσα σε αυτό ώστε να αποβάλουν το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας τους προς το ψυκτικό νερό. Ως ψυκτικό νερό που κυκλοφορεί μέσα στους αυλούς του ψυγείου υγρών χρησιμοποιείται νερό από την κατάθλιψη της αντλίας συμπυκνώματος του κύριου ψυγείου το οποίο έτσι προθερμαίνεται.

## **ΩΣΤΙΚΟΣ ΤΡΙΒΕΑΣ**

Η αρχή στην οποία βασίζεται η λειτουργία του ωστικού τριβέα είναι η εξής: Η ωστική άτρακτος φέρει έναν η πολλούς δακτυλίους, των οποίων το επίπεδο είναι κάθετο στον άξονα της ατράκτου. Το κιβώτιο του ωστικού τριβέα που προσαρμόζεται στο σκάφος φέρει αντίστοιχα δακτυλοειδείς αύλακες μέσα στις οποίες εφαρμόζονται με ελάχιστη ελευθέρια οι δακτύλιοι του ωστικού τριβέα. Όταν ο άξονας περιστρέφεται από την μηχανή περιστρέφει την έλικα. Η προχώρηση της έλικας ανακόπτεται στον ωστικό τριβέα λόγω των δακτυλίων και των αυλακών του και μεταδίδεται ως δύναμη ιώσεως στο κιβώτιο του ωστικού τριβέα και από αυτό στο σκάφος το οποίο έτσι κινείται προς πλωτά η προς πρίμα δηλαδή πρόσω η ανάποδα ανάλογα με την φορά περιστροφής της έλικας.

Οι εσωτερικές επιφάνειες των αυλακών επιστρώνονται με λευκό μέταλλο αντιτριβής και λιπαίνονται κατά την λειτουργία. Ο ωστικός τριβέας λιπαίνεται με τοπική λίπανση ή με τεχνίτη υπό πίεση την οποία δημιουργεί αντλία λαδιού ή κατάλληλη δεξαμενή βαρύτητας. Προβλέπεται επίσης ψύξη του με θαλασσινό νερό σε περίπτωση υπερθερμάνσεως.

## **Η ΛΙΠΑΝΣΗ ΤΟΥ ΣΤΡΟΒΙΛΟΥ**

Η λίπανση του στροβίλου είναι μια απαραίτητη βοηθητική λειτουργία έχει δε προορισμό να παρεμβάλλει ένα λεπτό στρώμα λαδιού μεταξύ των διαφόρων επιφανειών των μερών του που τρίβονται μεταξύ τους και κυρίως των τριβέων του. Σκοπός της λιπάνσεως είναι η ελάττωση της τριβής που αναπτύσσεται, μέσα σε επιτρεπόμενα όρια. Στην παλινδρομική μηχανή όπως είναι γνωστό τη λίπανση τη διακρίνουμε σε εσωτερική η οποία αφορά τα μέρη που έρχονται σε επαφή με τον ατμό και εξωτερική η οποία αφορά τα εξωτερικά μέρη που δεν έρχονται σε επαφή με αυτόν. Στο στρόβιλο έχουμε μόνο εξωτερική λίπανση δεδομένου ότι τα εσωτερικά μέρη του πτερύγια κ.λπ. δεν έρχονται σε καμιά επαφή μεταξύ τους. Η λίπανση επομένως στο στρόβιλο αφορά γενικότερα τους τριβείς ελαστικούς συνδέσμους μειωτήρες στροφών και τριβείς της προεκτάσεως του άξονα. Επιτυγχάνεται με κυκλοφορία λαδιού υπό πίεση σε κλειστό δίκτυο. Η αντλία λαδιού λιπάνσεως αναρροφά το λάδι από την ελαιολεκάνη ή δεξαμενή λαδιού το καταθλίβει με πίεση  $2 \text{ kg/cm}^2$  περίπου προς τον ψυκτήρα λαδιού όπου αυτό ψύχεται και στη συνέχεια το καταθλίβει προς τους τριβείς εδράσεως και ώσεως τους μειωτήρες κ.λπ. Εκεί το λάδι παραλαμβάνει θερμότητα λόγω της τριβής των μερών αυτών και επανέρχεται πάλι στην ελαιολεκάνη για να υποβληθεί πάλι στην ίδια διαδικασία η οποία ονομάζεται τεχνητή ή αναγκαστική κυκλοφορία. Στο δίκτυο λιπάνσεως παρεμβάλλεται ο λεγόμενος φυγοκεντρικός διαχωριστής λαδιού ο οποίος με φυγοκέντριση καθαρίζει το λάδι από το νερό και τις ακαθαρσίες που ίσως έχουν αναμιχθεί με αυτό. Σε καίρια σημεία του δικτύου παρεμβάλλονται φίλτρα λαδιού για να κατακρατούν τις ακαθαρσίες. Αυτά καθαρίζονται περιοδικά κατά διαστήματα. Τοποθετούνται επίσης θλιβόμετρα και θερμομέτρα παρακολουθήσεως της θερμοκρασίας του λαδιού. Τέλος στις σωληνώσεις επιστροφής του λαδιού δηλαδή κατά την έξοδο του από τα λιπαινόμενα μέρη όπως τριβείς, μειωτήρες κ.λπ. τοποθετούνται ειδικοί γυάλινοι ελαιοδείκτες με τους οποίους είναι δυνατός ο οπτικός έλεγχος της ροής του λαδιού ή και επαληθευτικοί κρουνοί αυτής της ροής. Η λίπανση αποτελεί απαραίτητο συντελεστή ασφαλείας για το στρόβιλο εάν δε κατά τύχη διακοπεί χωρίς να γίνει αντιληπτή εγκαίρως μπορεί να προκαλέσει την καταστροφή των μετάλλων αντιτριβής των τριβέων. Αυτή πάλι λόγω πτώσεως ή μετακινήσεως του στροφείου υ μπορεί να προκαλέσει ολική καταστροφή των πτερυγώσεων.

Γι' αυτό υπάρχει πάντοτε ολόκληρο σύστημα ασφαλείας με κουδούνια και λαμπτήρες προειδοποιητικούς το οποίο ενεργοποιείται όταν παρουσιασθεί πτώση της πίεσεως του λαδιού και προειδοποιεί το μηχανικό. Σε άλλο σύστημα η πτώση της πίεσεως του λαδιού βάζει σε ενέργεια τον αυτόματο διακόπτη παροχής ατμού προς το στρόβιλο και έτσι ο στρόβιλος σταματάει πριν συμβεί σ'αυτόν οποιαδήποτε σοβαρή ζημιά. Τα χρησιμοποιούμενα λάδια για τη λίπανση των στροβίλων είναι άριστης ποιότητας ουδέτερα ορυκτέλαια με ειδικές αυστηρές προδιαγραφές τα οποία ονομάζονται στροβιλέλαια ή και τουρμπινέλαια.

## **Η ΨΥΞΗ ΣΤΙΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΩΝ ΣΤΡΟΒΙΛΩΝ**

Η ψύξη στις εγκαταστάσεις των στροβίλων είναι αναγκαία και βασική λειτουργία και πραγματοποιείται με κυκλοφορία ψυχρού νερού μέσω των διαφόρων ψυγείων και ψυκτήρων της εγκαταστάσεως.

Υπάρχουν βασικά δύο συστήματα ψύξεως, το *ανοικτού κυκλώματος* και το *κλειστού κυκλώματος*.

Στο ανοικτό κύκλωμα η αντλία κυκλοφορίας αναρροφά νερό από τη θάλασσα από ποταμό ή από λίμνη και το καταθλίβει προς τα ψυγεία. Από εκεί αφού αυτό εκτελέσει την ψύξη των εξατμίσεων και του λαδιού λιπάνσεως χύνεται έξω από την εγκατάσταση και επανέρχεται στη θάλασσα τη λίμνη ή τον ποταμό απ' όπου είχε παραλειφθεί.

Το σύστημα αυτό είναι απλό στη διάταξη του και εφαρμόζεται κατά κανόνα στις εγκαταστάσεις πλοίων. Στις εγκαταστάσεις ξηράς εφαρμόζεται όταν αυτές είναι εγκατεστημένες δίπλα στις όχθες λιμνών ή ποταμών ή κοντά στις ακτές της θάλασσας.

Το μόνο μειονέκτημα του συστήματος είναι ότι κατά την κυκλοφορία του φυσικού νερού ψύξεως μέσω των ψυγείων δημιουργούνται εναποθέσεις στους αυλούς οι οποίες αφού χρησιμοποιείται συνεχώς νέο νερό αυξάνονται και γι' αυτό επιβάλλεται ο περιοδικός καθαρισμός των ψυγείων.

Στο κλειστό σύστημα χρησιμοποιείται ως μέσο ψύξεως νερό επεξεργασμένο και απαλλαγμένο από ξένες ύλες. Αυτό μετά την ψύξη την οποία εκτελεί μέσα στα ψυγεία και τους ψυκτήρες συγκεντρώνεται μέσω σωλήνων και ψύχεται το ίδιο αφού οδηγηθεί στους λεγόμενους *υδατοπύργους ψύξεως* ή τις *υδατοδεξαμενές στάθμης* στις οποίες ως μέσον απαγωγής της θερμότητας χρησιμοποιείται ο αέρας. Αφού το νερό ψυχθεί στον υδατόπυργο επανακυκλοφορείται πάλι σε κλειστό κύκλωμα μέσα από τα ψυγεία ψυκτήρες Κ.λπ. της εγκαταστάσεως με τρόπο συνεχόμενο και όσο η εγκατάσταση βρίσκεται σε λειτουργία.

Το σύστημα αυτό χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις ξηράς μόνο και απαραίτητα όταν βρίσκονται σε περιοχές όπου δεν υπάρχουν μεγάλες ποσότητες φυσικού νερού.

Πλεονέκτημα του κλειστού κυκλώματος είναι ότι τα ψυγεία και οι ψυκτήρες συντηρούνται καλύτερα και δεν υπάρχει ανάγκη συχνού περιοδικού καθαρισμού τους.

### **Οι υδατόπυργοι**

Μέσα στους υδατοπύργους το νερό της ψύξεως διασπάται σε λεπτές σταγόνες ή λεπτά στρώματα και ρέοντας προς τα κάτω έρχεται σε επαφή με ρεύμα ψυχρού αέρα το οποίο δημιουργείται με φυσικό ελκυσμό ή με μηχανικά μέσα.

Οι υδατόπυργοι ψύξεως κατατάσσονται σε τύπους ανάλογα με τη μέθοδο με την οποία παράγεται το ρεύμα του αέρα ψύξεως ως εξής:

**α)** Ατμοσφαιρικοί υδατόπυργοι εξαρτώνται από τους ανέμους που πνέουν οριζοντίως και προσβάλλουν τον υδατόπυργο. Τις πλευρές του υδατόπυργου υπάρχουν περσίδες (μικρά ανοίγματα όπως των παραθύρων) τα οποία και εμποδίζουν το νερό να παρασύρεται από τον αέρα έξω από τον πύργο. Ο ατμοσφαιρικός υδατόπυργος συνδυάζει μεγάλη απόδοση και μικρή δαπάνη κατασκευής. Η λειτουργία του πάντως εξαρτάται πολύ από την ταχύτητα του ανέμου.

**β)** Υδατόπυργοι φυσικής κυκλοφορίας αέρα: Σ' αυτούς επάνω από τις ψυκτικές επιφάνειες τους τοποθετείται αγωγός μέσα στον οποίο δημιουργείται ρεύμα αέρα φυσικής κυκλοφορίας λόγω της θερμάνσεως του υπό του κατερχόμενου θερμού νερού. Ο τύπος αυτός εφαρμόζεται σε περιπτώσεις υψηλών θερμοκρασιών και περιορισμένου χώρου.

**γ)** Υδατόπυργοι τεχνητής κυκλοφορίας: Σ' αυτούς το ρεύμα του αέρα δημιουργείται με ανεμιστήρα και είναι είτε βεβιασμένης εκπνοής είτε βεβιασμένης εισπνοής. Η παροχή του αέρα στο σύστημα αυτό είναι ελεγχόμενη. Διαθέτει επίσης το πλεονέκτημα ότι μέσα σε περιορισμένο χώρο είναι δυνατόν να επιτευχθεί η μέγιστη ψυκτική ικανότητα.

Το μόνο μειονέκτημα είναι η δαπάνη για την παραγωγή του έργου που απαιτείται για τη λειτουργία του. Αυτή συχνά είναι πολύ μεγάλη γι' αυτό προτιμάται η αρχική μεγάλη δαπάνη εγκαταστάσεως ενός υδατοπύργου μεγαλύτερων διαστάσεων φυσικής όμως κυκλοφορίας.

## **Υδατοδεξαμενές στάθμης.**

Μοιάζουν με τεχνητές δεξαμενές (στέρνες) στις οποίες το θερμό νερό ψύξεως διασκορπίζεται με ραντισμό πάνω από την επιφάνεια τους και έρχεται σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα. Στη συνέχεια κινείται αργά επάνω στην επιφάνεια της υδατοδεξαμενής από την οποία και λόγω υπερεκχειλίσεως ρέει σε φρεάτιο. Από εκεί αναρροφάται από την αντλία κυκλοφορίας και εισάγεται όπως γνωρίζουμε, στο κύκλωμα ψύξεως της εγκαταστάσεως. Οι υδατοδεξαμενές στάθμης έχουν μικρή εφαρμογή γιατί απαιτούν πολύ μεγάλη επιφάνεια και καταλαμβάνουν πολύτιμο χώρο μέσα στην εγκατάσταση η δε ψυκτική ικανότητά τους είναι πολύ περιορισμένη σε σχέση με την ικανότητα των υδατοπύργων.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΧΕΙΡΙΣΜΟΙ ΤΩΝ ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΩΝ**

Στο Κεφάλαιο αυτό θα περιγράψουμε με συντομία τις απαραίτητες εργασίες που εκτελούμε στους στροβίλους για να τους θέσουμε σε λειτουργία. Επίσης τι πρέπει να παρακολουθούμε κατά τη λειτουργία τους πώς τους χειριζόμαστε για την αναστροφή της κινήσεως τους και ποιες εργασίες εκτελούμε για την κράτηση (το σταμάτημα) και την απομόνωση τους.

Οι οδηγίες που δίνονται πιο κάτω είναι βέβαια γενικής μορφής και αποτελούν ένα γνώμονα, που πρέπει να έχουμε ως οδηγό. Απαραίτητα όμως πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι οι σωστοί χειρισμοί των στροβίλων μιας εγκαταστάσεως δίνονται λεπτομερώς από τους κατασκευαστές με μορφή οδηγιών που πρέπει να ακολουθούνται με σχολαστική ακρίβεια από τον υπεύθυνο μηχανικό και το υπόλοιπο τεχνικό προσωπικό της εγκαταστάσεως.

### **Προετοιμασία - προθέρμανση και ετοιμότητα του στροβίλου για φόρτιση.**

α) Η προθέρμανση του στροβίλου είναι εργασία σημαντική και απαραίτητη ώστε να πραγματοποιηθεί η ομοιόμορφη θέρμανση των διαφόρων μερών του και να αποφευχθούν οι άνισες διαστολές από τις οποίες πολλές και σοβαρές ανωμαλίες μπορεί να προκύψουν. Πριν από την προθέρμανση γίνεται ο εξαερισμός του στροβίλου με άνοιγμα των ατμοφρακτών ώστε να



διοχετεύεται σ' αυτόν ο θερμός αέρας του λέβητα, που παράγεται από το άναμμα των πυρών. Η διοχέτευση του αέρα διακόπτεται μόλις αρχίσει η ατμοποίηση του λέβητα. Για την προθέρμανση του στροβίλου πρέπει να ανοίξουμε όλους τους κρουνοί των υγρών του προς το ψυγείο και να λιπάνουμε κατάλληλα τα πέδιλα ολισθήσεως. Βάζουμε σε λειτουργία την αντλία κυκλοφορίας την αεραντλία και την αντλία λιπάνσεως. Δημιουργούμε με την αεραντλία κενό 15% περίπου και στη συνέχεια αρχίζουμε την προθέρμανση με ατμό. Ο ατμός αυτός μπορεί να είναι ατμός από ειδική βαλβίδα, και λέγεται ατμός προθερμάνσεως, ατμός από το χειριστήριο ατμοφράκτη του στροβίλου ή και ατμός ο οποίος διαβιβάζεται στα κιβώτια στεγανότητας και λέγεται κοινώς ατμός των στυπιοθλιπτών. Καθ' όλη τη διάρκεια της προθερμάνσεως έλεγχο με και παρακολουθούμε τη θερμοκρασία των διαφόρων μερών του με θερμομέτρα και με το χέρι καθώς επίσης και την κανονική διαστολή του στροβίλου στα πέδιλα ολισθήσεως. Περιοδικά στρέφουμε το στρόβιλο με τον κρίκο στρέψεως ώστε το στροφέιο να θερμανθεί ομοιόμορφα σε όλη τη μάζα του. Όταν όλοι οι στρόβιλοι της εγκαταστάσεως μας έχουν θερμανθεί σε ικανοποιητικό βαθμό αφαιρούμε τον κρίκο της στρέψεως αυξάνουμε το κενό με τη βοήθεια των εκχυτήρων σε 98% και κάνουμε λίγες κινήσεις. Κατά τις κινήσεις αυτές τα υγρά του στροβίλου πρέπει να παραμένουν ανοικτά κλείνονται δε μόνον αφού ο στρόβιλος λειτουργήσει για λίγο και αρχίσει να αναπτύσσει προοδευτικά την ισχύ του. Ο χρόνος που απαιτείται για προθέρμανση με τη μέθοδο αυτή κυμαίνεται από 2 έως 3 ώρες ανάλογα.

**β)** Η πιο πάνω μέθοδος προθερμάνσεως πάντως έχει ορισμένους κινδύνους σοβαρών ανωμαλιών όπως είναι π.χ. η στρέβλωση του στροφείου Κ.λπ., γι'αυτό, όταν είναι δυνατόν ακολουθείται η επόμενη μέθοδος της προθερμάνσεως με σύγχρονη κίνηση του στροβίλου. Κατά τη μέθοδο αυτή ακολουθείται πρώτα η ίδια σειρά προεργασίας δηλαδή μπαίνουν σε λειτουργία η αντλία κυκλοφορίας και η αεραντλία ανοίγονται τα υγρά του στροβίλου μπαίνει σε κίνηση η αντλία λιπάνσεως λιπαίνονται τα πέδιλα και υψώνεται το κενό μέχρι 15%. Μετά από αυτά μπαίνει σε κίνηση ο στρόβιλος με μικρό αριθμό στροφών (περίπου το 1/10 του κανονικού αριθμού των στροφών του) κινούμενος με ιδιαίτερο ηλεκτροκινητήρα ή με ατμό. Η κίνηση αυτή διαρκεί από 1/2 έως 1 ώρα και σ' αυτό το διάστημα ο στρόβιλος θερμαίνεται ή με ατμό προθερμάνσεως όταν περιστρέφεται με ηλεκτροκινητήρα ή με τον ατμό που στρέφει το στροφέιο στη δεύτερη περίπτωση. Μετά αποσυνδέεται ο ηλεκτροκινητήρας υψώνεται το κενό σε 98% περίπου και γίνεται δοκιμή του στροβίλου με πλήρη ατμό και ο στρόβιλος είναι έτοιμος να λειτουργήσει. Αφού ο στρόβιλος ξεκινήσει και αρχίσει να αναπτύσσει προοδευτικά την ισχύ του κλείνονται τα υγρά γενικά.

**γ)** Κατά το διάστημα που εκτελούνται όλες οι πιο πάνω εργασίες πρέπει πριν από οποιαδήποτε

κίνηση να βεβαιωθούμε ότι δεν υπάρχει κανένα εμπόδιο στον άξονα του στροβίλου.

### **Η αναστροφή του στροβίλου.**

Αυτή αφορά βέβαια τους ναυτικούς στροβίλους και συνίσταται σε αλλαγή της φοράς περιστροφής της έλικας κατά αντίστροφη ακριβώς έννοια δηλαδή από την κίνηση πρόσω σε κίνηση ανάποδα και το αντίθετο. Η αναστροφή της κινήσεως εξετάζεται σε συνδυασμό και με το σύστημα μεταδόσεως της κινήσεως και μειώσεως των στροφών του ελικοφόρου άξονα.

α) Σε στροβίλους με μειωτήρες μέσω οδοντωτών τροχών χρησιμοποιείται ιδιαίτερος μικρός στρόβιλος για την κίνηση ανάποδα. Συνήθως αποτελείται από ένα τροχό που τοποθετείται στον άξονα του στροβίλου Χ.Π. και έχει κινητές πτερυγώσεις τοποθετημένες κατ'αντίθετη έννοια από τις κινητές πτερυγώσεις του στροβίλου Χ.Π. Έτσι, προκειμένου, να πλεύσει το πλοίο ανάποδα κλείνομε τον κύριο ατμοφράκτη του πρόσω και ανοίγομε τον ατμοφράκτη του ανάποδα διοχετεύοντας με αυτό τον τρόπο τον ατμό στο στρόβιλο του ανάποδα. Τότε το όλο συγκρότημα των στροβίλων της εγκαταστάσεως κινείται παρασυρόμενο από αυτόν κατ' αντίστροφη έννοια και επομένως και η έλικα του πλοίου. Η ισχύς του ιδιαίτερου αυτού στροβίλου του ανάποδα είναι συνήθως 40% της ισχύος του κύριου συγκροτήματος του πρόσω και δεν υπερβαίνει ποτέ το 60% αυτής.

β) Σε στροβίλους με υδραυλική μετάδοση ο ατμοστρόβιλος στρέφει πάντοτε κατά μία φορά περιστροφής χρησιμοποιείται όμως ιδιαίτερος ελαιοτροχός . Κίνηση ανάποδα αποδίδεται η πλήρης ισχύς του στροβίλου.

γ) Σε στροβίλους με ηλεκτρική μετάδοση πάλι ο ατμοστρόβιλος στρέφει κατά μία φορά, ενώ η αναστροφή της έλικας γίνεται με την αλλαγή της φοράς περιστροφής του ηλεκτροκινητήρα που κινεί τον άξονα της περιστροφής της έλικας. Και στο σύστημα αυτό διατίθεται η πλήρης ισχύς του στροβίλου και για την κίνηση ανάποδα.

Μία ειδική περίπτωση αναστρεφόμενων στροβίλων αποτελεί η κατασκευή τροχών δράσεων που χρησιμοποιούνται σε μικρά βοηθητικά μηχανήματα τα οποία πρέπει να αναστρέφουν όπως πχ. τουερνάη της άγκυρας των βαρούλκων κ.λπ.

Στους τροχούς αυτούς υπάρχουν κατά την έννοια της ακτίνας δύο σειρές πτερυγώσεων η κανονική για τη δεξιόστροφη κίνηση του μηχανήματος και η πάνω από αυτή για την αριστερόστροφη η οποία έχει πτερύγια αντίθετης φοράς και μικρότερου ύψους.

Με ιδιαίτερη διάταξη στεγανότητας οι δύο πτερυγώσεις διαχωρίζονται στεγανά η μία από την

άλλη με τον κατάλληλο δε χειρισμό των εξωτερικών βαλβίδων του χειριστηρίου διαβιβάζεται ατμός στην περύγωση της δεξιόστροφης ή αριστερόστροφη κινήσεως και το μηχάνημα περιστρέφεται ανάλογα.

### **Τα κατά τη λειτουργία του στροβίλου λαμβανόμενα μέτρα.**

Τα σπουδαιότερα από αυτά είναι τα εξής:

**α)** Παρακολούθηση της καλής λιπάνσεως και έλεγχος θερμοκρασιών των τριβέων έλεγχος των φίλτρων του λαδιού αντικατάσταση αυτού σε περίπτωση ρυπάνσεως του. Έλεγχος στάθμης λαδιού στις δεξαμενές χρήσεως.

**β)** Ρύθμιση της κανονικής παροχής ατμού στους στυπιοθλίπτες για την εξασφάλιση της στεγανότητας. Ιδιαίτερη σημασία έχει η στεγανότητα στους στυπιοθλίπτες του στροβίλου Χ.Π. από τους οποίους μπορεί να προέλθει είσοδος αέρα με αποτέλεσμα την πτώση του κενού του ψυγείου.

**γ)** Ρύθμιση ανοίγματος του απαραίτητου μόνον αριθμού ακροφυσίων για την επίτευξη της επιθυμητής ιπποδυνάμεως εφ'όσον αυτό δεν γίνεται αυτόματα από το ρυθμιστή στροφών.

**δ)** φροντίδα ώστε η ανάπτυξη της ισχύος μέχρι και τη μέγιστη να γίνεται προοδευτικά και όχι απότομα.

**ε)** Διατήρηση του μέγιστου δυνατού κενού κατά τη λειτουργία δηλαδή 98-99% περίπου.

**στ)** Προσεκτική έρευνα για ασυνήθιστους θορύβους κατά τη λειτουργία οι οποίοι πρέπει να εντοπίζονται το γρηγορότερο και να εξακριβώνεται η αιτία που τους προκαλεί. Στην ανάγκη ακόμη πρέπει και να κρατείται (σταματά) ο στρόβιλος για να αποφεύγονται ζημιές μεγάλης εκτάσεως.

**ζ)** Συνεχής χρησιμοποίηση των εξαμίσεων των βοηθητικών μηχανημάτων για την επίτευξη οικονομίας σε καύσιμη ύλη.

## **Η κράτηση και η απομόνωση του στροβίλου.**

Η προσωρινή κράτηση του στροβίλου γίνεται με τη διακοπή του παρεχόμενου ατμού όταν κλείσουμε τον κύριο ατμοφράκτη. Για την οριστική κράτηση και απομόνωση του στροβίλου πρέπει να ανοιχθούν οι κρουνοί των υγρών και οι κρουνοί αποστραγγίσεως. Διακόπτεται στη συνέχεια η λειτουργία της αντλίας λαδιού λιπάνσεως και απομονώνεται το δίκτυο λαδιού από τη δεξαμενή. Ρίχνουμε το κενό σε 15% περίπου και διατηρούμε σε λειτουργία την αεραντλία και την αντλία κυκλοφορίας για μισή ώρα περίπου για την ψύξη και αποστέγνωση του ψυγείου. Τοποθετείται τέλος ο κρίκος στρέψεως του στροβίλου. Όλη η κίνηση της απομονώσεως του στροβίλου συγχρονίζεται και με την κίνηση της απομονώσεως των λεβήτων όταν πρόκειται να απομονωθεί τελείως η όλη εγκατάσταση.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΟΙ ΒΛΑΒΕΣ ΤΩΝ ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΩΝ**

Οι σοβαρότερες βλάβες των στροβίλων παρουσιάζονται αποκλειστικά στο στροφείο (λόγω κυρίως των μικρών διακένων, με τα οποία εργάζεται αυτό, και των μεγάλων κοπώσεων στις οποίες υπόκειται είναι οι εξής:

**α)** Βλάβη της ατράκτου του στροφείου. Συνίσταται σε θραύση του άξονα που οφείλεται σε κακή ποιότητα υλικού υπερβολικούς κραδασμούς του στροφείου ή κακή προθέρμανση. Η τελευταία μπορεί να προκαλέσει τη στρέβλωση του άξονα και του στροφείου ή ακόμη τη θραύση τους.

**β)** Βλάβη των τροχών. Συνίσταται σε παραμόρφωση ή θραύση των τροχών ή των ενδιάμεσων διαφραγμάτων. Ως αίτια θεωρούνται η κακή ποιότητα υλικού οι υπερβολικοί κραδασμοί και η κακή προθέρμανση.

**γ)** Διάβρωση των πτερυγίων. Οφείλεται σε χημική ενέργεια της υγρασίας την οποία περιέχει ο ατμός. Αντιμετωπίζεται με τη χρήση υπέρθερμου ατμού υψηλής υπερθερμάνσεως και με τη χρήση εκλεκτών υλικών για την κατασκευή των πτερυγίων όπως το μέταλλο MONEL και ο

χρωμονικελιούχος χάλυβας. Η μηχανική εξ άλλου διάβρωση των πτερυγίων οφείλεται στο βομβαρδισμό τους από τα μόρια υγρασίας του ατμού ή ξένα τυχόν σωματίδια. Το φαινόμενο παρατηρείται σε περιπτώσεις που ο λέβητας «δακρύζει» και δημιουργείται κυρίως στα πτερύγια Χ.Π. όπου ο ατμός λόγω της μεγάλης εκτονώσεώς του έχει αυξημένο ποσοστό υγρασίας. Αυτό σύμφωνα με τις προδιαγραφές δεν πρέπει να υπερβαίνει το 12-14% στην εξαγωγή του ατμού από το στρόβιλο Χ.Π.

Πρέπει επομένως να καταβάλλεται κάθε φροντίδα ώστε να μην δημιουργούνται μεγάλες ή και μικρές έστω προβολές του λέβητα οι οποίες είναι δυνατόν να προκαλέσουν και μεγαλύτερη καταστροφή στο εσωτερικό του στροβίλου. Επίσης να επιθεωρούνται προσεκτικά τα φίλτρα του ατμαγωγού σωλήνα ώστε να εξασφαλίζεται ότι δεν υπάρχουν ξένα σώματα μέσα σ' αυτό.

δ) Ελάττωση των διακένων. Προέρχεται από τη φθορά τριβέων εδράσεως και ισορροπήσεως. Τα ακτινικά διάκενα ελαττώνονται από φθορά των τριβέων εδράσεως τα δε αξονικά από φθορά των τριβέων ισορροπήσεως. Είναι δυνατόν μάλιστα όταν η τελευταία υπερβεί τα επιτρεπόμενα όρια να προκαλέσει την καταστροφή των πτερυγώσεων εάν έρθουν σε επαφή τα σταθερά και τα κινητά μέρη μεταξύ τους. Γι' αυτό το λόγο πρέπει να γίνεται προσεκτική μέτρηση των διακένων και να εκτελούνται οι αναγκαίες ρυθμίσεις ή αναμεταλλώσεις των τριβέων.

ε) Βλάβη μειωτήρων. Η σημαντικότερη βλάβη των μειωτήρων συνίσταται σε θραύση των δοντιών των τροχών. Αυτή οφείλεται το πιθανότερο σε κακή κατεργασία τους ή κακή ποιότητα υλικού ή υπερβολική και απότομη φόρτιση. Η διάβρωση των επιφανειών των δοντιών που είναι και πιο συνηθισμένη και παρουσιάζει τη μορφή της ευλογιάσεως οφείλεται σε ανομοιογένεια του υλικού και την καταλαβαίνομαι κατά τη λειτουργία με την επίδραση του λιπαντικού λαδιού. Το λάδι αυτό πρέπει να είναι καλής ποιότητας στροβιλέλαιο απαλλαγμένο από οξέα ακαθαρσίες και νερό τα οποία επαυξάνουν οπωσδήποτε την παραπάνω ανωμαλία της διαβρώσεως.

## **ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ - ΠΕΡΙΟΔΙΚΕΣ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΕΙΣ ΣΤΡΟΒΙΛΩΝ**

Ο όρος συντήρηση περιλαμβάνει την εκτέλεση ορισμένων απαραίτητων εργασιών ελέγχων και επιθεωρήσεων του στροβίλου οι οποίες έχουν σκοπό τη διατήρηση του σε κατάσταση ασφαλούς και αποδοτικής λειτουργίας. Για τη μεθοδική εκτέλεση των εργασιών αυτών έχουν καθορισθεί τα χρονικά όρια μέσα στα οποία πρέπει να εκτελούνται. Τα χρονικά όμως αυτά όρια είναι ενδεικτικά μόνο και είναι δυνατόν να μεταβάλλονται ανάλογα με τη διαγωγή του υλικού κατά τη λειτουργία και με τις γενικές συνθήκες χρησιμοποίησεως και εκμεταλλεύσεως του στροβίλου. Σε περιπτώσεις

όμως αμφιβολιών ή έκτακτης ανωμαλίας η επιθεώρηση πρέπει να είναι άμεση. Οι πιο κάτω οδηγίες δίνονται σε γενικές γραμμές και αποτελούν έναν καλόν οδηγό για την ικανοποιητική συντήρηση του στροβίλου. Γενικά όμως οι οδηγίες του κατασκευαστή πρέπει να ακολουθούνται με σχολαστική ακρίβεια από τον υπεύθυνο μηχανικό και το υπόλοιπο προσωπικό της εγκαταστάσεως. Οι οδηγίες για τις εργασίες κατατάσσονται σύμφωνα με τα κανονικά χρονικά διαστήματα που πρέπει να εκτελούνται οι εργασίες. Όλες οι πιο κάτω εργασίες εκτελούνται με την προϋπόθεση ότι ο στρόβιλος δεν βρίσκεται σε λειτουργία.

**α)** Καθημερινά. Στρέψη του στροβίλου για 1 5 λεπτά με τον ηλεκτροκίνητο ή χειροκίνητο κρίκο στρέψεως. Κατά τη στρέψη αυτή τίθεται σε λειτουργία η αντλία λιπάνσεως και ο φυγοκεντρικός διαχωριστής λαδιού.

**β)** Εβδομαδιαία. Λίπανση αρθρώσεων διακοπών και συσκευών. Έλεγχος και χειρισμός των διαφόρων χειριστηρίων επιστομίων και διακοπών.

**γ)** Ανά τρίμηνο. Επιθεώρηση φίλτρων ατμαγωγών σωλήνων. Επιθεώρηση κοχλιών συνδέσεως του κελύφους. Επιθεώρηση των πτερυγώσεων του στροβίλου και ιδιαίτερα των τελευταίων σειρών του. Εκεί λόγω του μεγάλου ποσοστού υγρασίας του ατμού και του μεγάλου ύψους των πτερυγίων υπάρχει πιθανότητα διαβρώσεων και χαλαρώσεων. Η επιθεώρηση γίνεται από τις ειδικές θυρίδες του κελύφους. Επιθεώρηση των κυρίων τριβέων και μέτρηση διακένων.

**δ)** Ανά εξάμηνο. Επιθεώρηση των ακραίων συσκευών στεγανότητας λαβυρίθων και ανθρακοπαρεμβυσμάτων. Επιθεώρηση των οδοντώσεων των μειωτήρων μέσω των ειδικών θυρίδων οι οποίες υπάρχουν στο κιβώτιο των μειωτήρων.

**ε)** Ετησίως. Έλεγχος της καλής καταστάσεως των προστομίων λιπάνσεως και των οδοντωτών τροχών των μειωτήρων. Επιθεώρηση των πέδιλων ολισθήσεως. Εκτέλεση δοκιμής της κανονικής λειτουργίας των αυτομάτων διακοπών υπερταχύνσεως των μηχανημάτων. Η δοκιμή αυτή εκτελείται όταν η εγκατάσταση βρίσκεται υπ' ατμών οπότε υπερταχύνεται χωρίς φορτίο το μηχάνημα και ελέγχεται η κανονική επέμβαση του αυτόματου υπερταχύνσεως.

**στ)** Ανά διετία. Ανύψωση άνω ημικελύφους του κιβωτίου των μειωτήρων. Γενική επιθεώρηση αυτών. Έλεγχος για τυχόν ύπαρξη ευλογιάσεων ή γενικά άλλων φθορών επάνω στα δόντια των τροχών. Εξάρμωση και επιθεώρηση του ελαστικού συνδέσμου και διαπίστωση της καλής λιπάνσεως του.

ζ) Ανά τετραετία. Ανύψωση του άνω ημικελύφους του στροβίλου και του στροφείου του. Γενική επιθεώρηση του εσωτερικού του στροβίλου. Απ' ευθείας μέτρηση των ακτινικών και αξονικών διακένων των περυγώσεων.

Είναι φανερό ότι όταν εκτελούμε τις εργασίες που προβλέπονται για μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο πρέπει ταυτόχρονα να εκτελούμε και όλες τις εργασίες που προβλέπονται πριν.

## Επίλογος – Συμπεράσματα

Σκοπός της εργασίας είναι κατανόηση λειτουργίας των σύγχρονων εγκαταστάσεων ατμοστροβίλων στα εμπορικά πλοία. Τα παραπάνω κεφάλαια περιλαμβάνουν χρήσιμες πληροφορίες για την λειτουργία των ατμοστροβίλων και των βοηθητικών μηχανημάτων για τον σωστό και ασφαλή χειρισμό τους έτσι ώστε να αποφευχθούν ατυχήματα και τυχόν ζημιές που συνεπάγεται με μεγάλο κόστος (συμπεριλαμβανομένου και την καθυστέρηση της χρονοαύλωσης). Επίσης το τελευταίο κεφάλαιο αναφέρεται αποκλειστικά στις βλάβες και στις επιθεωρήσεις των ατμοστροβίλων ανα τακτά χρονικά διαστήματα βάση των οδηγιών του κατασκευαστή (εφόσον έχει κατανοηθεί πλήρως η λειτουργία τους) για να μπορούν να αντιμετωπιστούν ανα πάσα στιγμή από τους μηχανικούς που έχουν υπο την επίβλεψη τους την λειτουργία και την συντήρηση των εγκαταστάσεων.



## **Βιβλιογραφία**

1. [www.google.com](http://www.google.com)
2. ΒΙΒΛΙΟ ΑΤΜΟΜΗΧΑΝΩΝ Τ ΕΞΑΜΗΝΟΥ

## Περιεχόμενα

Περίληψη .....	3
Abstract .....	4
Πρόλογος .....	5
Κεφάλαιο 1: ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΟΙ.....	6
Κεφάλαιο 2: ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ .....	17
Κεφάλαιο 3: ΧΕΙΡΙΣΜΟΙ ΤΩΝ ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΩΝ .....	23
Κεφάλαιο 4: ΒΛΑΒΕΣ ΤΩΝ ΑΤΜΟΣΤΡΟΒΙΛΩΝ.....	27
Επίλογος - Συμπεράσματα .....	32
Βιβλιογραφία.....	33