

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ: ΑΠΩΘΗΤΗΣ ΠΡΩΡΑΣ (BOW THRUSTER)
RO/RO PASSENGERS SHIP**



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΚΩΤΣΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΧΙΛΙΤΙΑΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

2013

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ: ΑΠΩΘΗΤΗΣ ΠΡΩΡΑΣ (BOW THRUSTER)
RO/RO PASSENGERS SHIP**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΚΩΤΣΙΟΥ ΙΩΑΝΝΗΣ

A/M: 4528

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΧΙΛΙΤΙΔΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ABSTRACT.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	6
RO/RO Πλοία.....	6
Επιβατηγά Πλοία (PASSENGER SHIPS)	9
Προβλήματα των RO/RO και των Passenger πλοίων.....	10
Χρησιμότητα του αποθητή πλώρας (bow thruster).....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	12
Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΑΠΩΘΗΤΗ ΠΡΩΡΑΣ	12
Τρόπος λειτουργίας	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	15
Τύποι προραίας έλικας	15
Το έργο της προπέλας	18
Ορισμος Βήματος	20
Κατασκευη πτερυγίων έλικας	21
Σπηλαίωση Capitation.....	22
Η ολίσθηση της προπέλας	25
Τα βασικά μέρη της Έλικας	26
Μηχανισμός αλλαγής βήματος	29
Λειτουργία της πλήμνης	30
Υδραυλικό σύστημα CPP	31
ΕΠΙΛΟΓΟΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ.....	34
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	37

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σε αυτή την εργασία θα αναπτύξουμε την χρησιμότητα του απωθητή πλώρας – σε αγγλικούς όρους Bow Thruster – σε μεγάλα πλοία, όπως είναι τα RO/RO ships και τα επιβατηγά πλοία. Ένας απωθητής πλώρας βοηθάει στην καλύτερη μετακίνηση ενός πλοίου, κυρίως όταν αυτά εισέρχονται στα λιμάνια. Αυτό που κάνει στην ουσία είναι να μετακινεί το μπροστινό μέρος του πλοίου και ανάλογα με το που πρέπει να κινηθεί το πλοίο, κάνει δεξιόστροφες και αριστερόστροφες κινήσεις. Αυτό διότι τα μεγάλα πλοία είχαν πάντα το πρόβλημα των μανουβρών όταν ήταν να «αράξουν» σε ένα λιμάνι. Πριν δημιουργηθεί ο απωθητής, τα πλοία, χρησιμοποιούσαν μικρά σκαφάκια (ρυμουλκά) τα οποία έσπρωχναν το μπροστινό μέρος του πλοίου για να το τοποθετήσουν στη θέση του σε ένα λιμάνι. Αυτό επέφερε ένα μεγάλο κόστος στις εταιρίες διότι τα ρυμουλκά αυτά, λόγω της πολύωρης αυτής δουλειάς τους, ζητούσαν πολλά χρήματα. Φυσικά υπάρχουν ακόμη πλοία που δεν έχουν εγκαταστήσει απωθητές.

Ένας απωθητής πλώρας τοποθετείται πάντα πολύ μπροστά στην πλώρη για να κάνει τις απαραίτητες κινήσεις χωρίς να υπάρξουν ατυχήματα. Υπάρχουν δύο είδη απωθητών πλώρας: απωθητής πλώρας σταθερού βήματος και μεταβλητού βήματος. Σε άλλα πλοία τοποθετούν έναν απωθητή, σε άλλα μέχρι και τρεις. Αυτό εξαρτάται από το μέγεθος του πλοίου και το μέσο βάρος του. Αυτά τα πλοία που μας ενδιαφέρουν στην προκειμένη περίπτωση, είναι τα RO/RO, δηλαδή τα φορτηγά, όχι γενικά αλλά αυτά που μεταφέρουν οχηματαγωγά και τα επιβατηγά πλοία. Καταλαβαίνουμε ότι είναι από τα μεγαλύτερα πλοία που υπάρχουν και η δυσκολία για τον απόλυτο έλεγχο είναι αρκετά προφανής.

ABSTRACT

In this work we develop the utility of bow thruster in large vessels, such as RO/RO ships and passenger ships. A bow thruster helps to better movement of a ship, especially when they enter the ports. It is essentially moves the front of the ship and depending on where the ship have to move, it moves it left or right. This is because large ships have always had the problem of maneuvers when the must to stop to a port. Before creating the bow thruster, ships using small trays, sea trailers, which pushed the front of the ship to put in a place at the port. This has brought a heavy cost for companies because these tugs, because of the long hours of this job, asking a lot of money. Of course there are still ships that have not installed bow thrusters.

A bow thruster always placed very front of the bow to make the necessary moves without any accidents. There are two kinds of bow thruster: Fixed Pitch Propeller and Controllable Pitch Propeller. Other ships put only one bow thruster and other ships put two or three bow thrusters. This depends on the size of the ship and the average weight. In this case we are interesting only in RO/RO ships and passenger ships. We understand that they are two of the largest ships that exist and the difficulty for the ultimate control is quite obvious.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

RO/RO Πλοία

Τα πλοία φορτηγά γενικά, έχουν ειδική κατασκευή και εξοπλισμό, έναντι των υπόλοιπων τύπων πλοίων, ώστε να έχουν την δυνατότητα να φορτώνουν και να μεταφέρουν φορτία, τα οποία αναφέρονται ως «ειδικά», διότι χρειάζονται ιδιαίτερη προσοχή. Τα προϊόντα που μεταφέρονται με αυτά τα πλοία, μεταφέρονται μέσα σε μεγάλα εμπορευματοκιβώτια, σε φορτηγίδες, σε ψυγεία, καθώς επίσης και κάθε μορφής οχήματα κτλ.

Κύρια χαρακτηριστικά γνωρίσματα αυτών των πλοίων είναι η πολυσύνθετη κατασκευή τους, κυρίως στους χώρους φορτίου, ο πολύπλοκος εξοπλισμός τους και ειδικά τα πολλά και ισχυρά μέσα φορτοεκφόρτωσης, καθώς επίσης η μεγάλη ταχύτητά τους σε σχέση με άλλα πλοία.

Τα φορτία που, κατά κύριο λόγο μεταφέρουν αυτά τα πλοία είναι της κατηγορίας των «Γενικών φορτίων» και προπάντων βιομηχανικά και βιοτεχνικά προϊόντα, είδη διατροφής, πρώτες ύλες και άλλα.

Ανάλογα με το είδος και την μορφή των μεταφερόμενων φορτίων, τα πλοία αυτής της κατηγορίας διακρίνονται σε διάφορους τύπους με έντονες διαφορές μεταξύ τους. Αυτό το πλοίο που μας ενδιαφέρει για την συγκεκριμένη εργασία είναι το RO/RO ship.

Το **Πλοίο RoRo** (προφέρεται "ρορό") εκ του αγγλικού ιδιώματος Ρολ-ον - Ρολ-οφ (Roll-on/Roll-off) ή R/R, χαρακτηρίζεται ένας σύγχρονος τύπος φορτηγού πλοίου, περισσότερο οχηματαγωγού, σε προέκταση των πλοίων τακτικών γραμμών μεταφοράς εμπορευματοκιβωτίων κοντέϊνερς ή κυρίως οχημάτων άνευ αυτοκίνησης π.χ. ρυμούλκες.

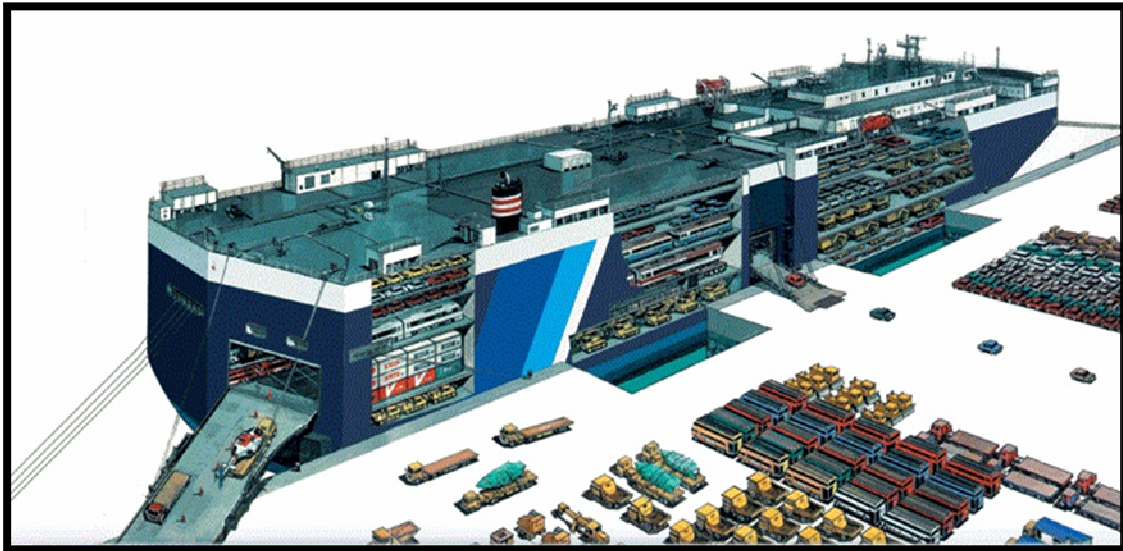
Είναι φορτηγό κλειστού τύπου, το οποίο είναι διαμορφωμένο, ώστε να φορτώνει και να μεταφέρει οχήματα, μέσα στα οποία αποθηκεύονται διάφορα εμπορεύματα. Θεωρείται, δηλαδή, ότι είναι μια παραλλαγή ή μια προέκταση του πλοίου «Container Ship», με τη διαφορά ότι τα εμπορεύματα, σε αυτήν την περίπτωση, αποθηκεύονται

μέσα σε μεγάλα τροχοφόρα οχήματα και όχι εμπορευματοκιβώτια που απαιτούν τα Containers.

Τα φορτία, οχήματα, ή containers αυτά, φορτώνονται - στην πραγματικότητα κυλιούνται, κοινώς "ρολάρουν"- από ειδικούς ελκυστήρες (τράκτορες) με ρυμούλκησή τους μέσα στο χώρο φόρτωσης του πλοίου από ειδικό συνήθως αναδιπλούμενο καταπέλτη, όπου τελικά με ειδικούς εγκατεστημένους ανελκυστήρες προωθείται η στοιβάσιά τους. Είναι ο μόνος τρόπος φορτοεκφόρτωσης για αυτό το είδος πλοίου. Η διαδικασία αυτή φόρτωσης ονομάζεται **Roll on** (- board). Η δε εκφόρτωσή τους που γίνεται ομοίως αλλά κατ' αντίθετη κύλιση αυτών λέγεται **Roll off'** (- board), όπου και εξ' αυτών προήλθε και η ονομασία του ναυπηγικού αυτού τύπου. Στη γλώσσα μας η επικρατέστερη ονομασία τους είναι «Φορτηγό Οχηματαγωγό» αν και συχνά χρησιμοποιείται και η ονομασία «Αυτοκινητάδικο». Η φόρτωση και εκφόρτωση αυτών των πλοίων κρίνεται ταχύτατη. Υπολογίζεται ότι ο χρόνος φορτοεκφόρτωσης που απαιτείται γι' αυτά τα πλοία είναι το 1/6 εκείνου που απαιτείται για τα πλοία κοντέϊνερς.

Στα περισσότερα πλοία αυτού του τύπου, η κύρια υπερκατασκευή τους βρίσκεται εγκατεστημένη στο πλωριό μέρος του σκάφους. Όμως επειδή συχνά αυτά τα πλοία μεταφέρουν κι έναν αριθμό επιβατών, οι χώροι ενδιαίτησης αυτών εκτείνονται στο μεγαλύτερο μέρος του κυρίου καταστρώματος.

Όπως αναφέραμε και προηγουμένως, τα πλοία αυτά είναι διαμορφωμένα έτσι ώστε να έχουν την δυνατότητα να φορτώνουν οχήματα κάθε μορφής και τύπου (μικρά, μεγάλα, βαριά κτλ.) και παράλληλα να φορτώνουν εμπορευματοκιβώτια, τόσο μέσα στο χώρο φορτίου, όσο και πάνω στο κατάστρωμα. Σε αυτά τα πλοία, συνήθως, τα εμπορευματοκιβώτια, φορτώνονται στο χώρο φορτίου, γύρω από τον κεντρικό διαμήκη άξονα του σκάφους, ενώ τα οχήματα φορτώνονται στα πλευρικά – αριστερά και δεξιά του διαμήκη άξονα – τμήματα του χώρου φορτίου.



Εικόνα 1. Εσωτερικό ενός RO/RO ship

Τα RoRo μπορεί να εκτελούν και ρόλο πορθμείου, ενώ άξια αναφοράς είναι και η ύπαρξη πολύ μεγάλων RoRo τα οποία χρησιμοποιούνται για μεταφορά αυτοκινήτων από τα εργοστάσια παραγωγής τους προς τις αγορές προορισμού τους και αποκαλούνται PCC (Pure Car Carrier) ή PCTC (Pure Car Truck Carrier). Με την καθέλκυση τον Ιούνιο του 2007 του RoRo *Faust*, με δυνατότητα μεταφοράς 8000 αυτοκινήτων, δημιουργήθηκε η νέα κατηγορία LCTC (Large Car Truck Carrier).



Εικόνα 2. Το Κυπριακό RO/RO "Ocean Trailer" της εταιρίας Grimaldi Lines στον λιμένα της Βαρκελώνης

Επιβατηγά Πλοία (PASSENGER SHIPS)

Είναι τα ειδικής κατασκευής πλοία, τα οποία προορίζονται να μεταφέρουν περισσότερους από 12 επιβάτες. Είναι υποχρεωμένα να καλύπτουν τις απαιτήσεις των κανόνων, που έχουν τεθεί για την ασφάλεια της ανθρώπινης ζωής.

Οι βασικότεροι κανόνες ναυπήγησης αυτών είναι, να έχουν στεγανούς χώρους (έτσι ώστε να μη βυθίζονται εύκολα), να έχουν καλή ευστάθεια, να έχουν ικανοποιητικά μέσα καταπολέμησης πυρκαγιάς και να διαθέτουν άνετους και υγιεινούς χώρους, για τη μεταφορά και τη διαμονή επιβατών και πληρώματος.

Τα επιβατηγά πλοία αποτελούν την τελειότερη έκφραση της ναυπηγικής. Συγχρόνως αποτελούν χώρο επίδειξης καλλιτεχνικής δημιουργίας (διακόσμηση, έπιπλα κτλ). Βασικό χαρακτηριστικό της καλής εκμετάλλευσης των επιβατηγών είναι η υψηλή ταχύτητα. Για τους παραπάνω λόγους το κόστος κατασκευής των πλοίων αυτών είναι πάρα πολύ μεγάλο. Αυτές οι απαιτήσεις τροποποιούνται ανάλογα των περιοχών πλόων π.χ. εντός διαύλων, ή ακτοπλοϊκών, ή ωκεανοπλόων πλοίων ή ημερόπλοιων κ.λπ. Η ταχύτητα των σύγχρονων επιβατικών πλοίων κυμαίνεται από 22 μέχρι 30 κόμβους.

Τα επιβατηγά πλοία, κατά την πλειοψηφία τους, στρέφονται πλέον σε τακτικές γραμμές, λόγω του ανταγωνισμού του αεροπλάνου, το οποίο έχει επικρατήσει σε όλες τις υπερωκεάνιες περιοχές.

Οι κατηγορίες και οι διάφοροι τύποι των επιβατηγών πλοίων είναι:

- **Αμιγή επιβατηγά πλοία.**
 - a. Ωκεανοπόρα.
 - b. Περιορισμένης έκτασης πλόων.
 - c. Ακτοπλοϊκά (αερόστρωμα, υδροπτέρυγα).
- **Μικτά επιβατηγά πλοία.**
- **Μεταναστευτικά**
- **Επιβατηγά κυκλικών περιηγητικών πλόων.**
- **Επιβατηγά / οχηματαγωγά (Catamaran).**
- **Επιβατηγά πλοία ειδικών μεταφορών καθώς και άλλα.**



Εικόνα 3.Επιβατιγό πλοιο της Royal Caribbean

Προβλήματα των RO/RO και των Passenger πλοίων

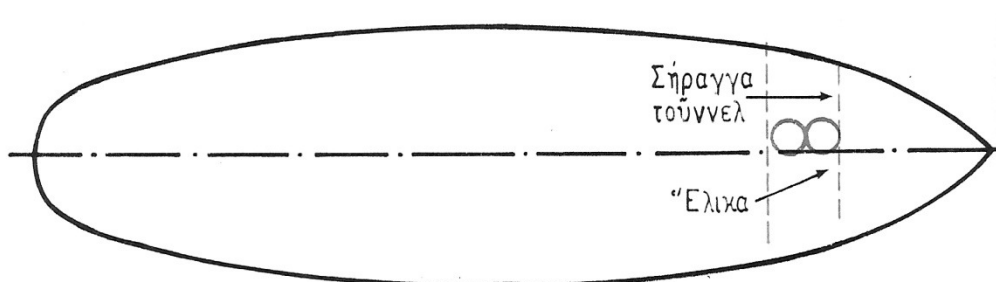
Τα πλοία που αναπτύξαμε παραπάνω αντιμετωπίζουν κάποια σοβαρά προβλήματα λόγω του μεγάλου μεγέθους τους. Ένα από αυτά είναι ότι το λειτουργικό κόστος αυτών των πλοίων είναι πολύ μεγάλο. Ένα μεγάλο πρόβλημα που αντιμετώπιζαν παλαιότερα αυτά τα πλοία ήταν η δυσκολία αυτών να ελέγχουν την πλώρη τους. Αυτό τους επηρέαζε όταν τα πλοία έπρεπε να μπουν στα λιμάνια, διότι αφού τα πλοία γενικά κινούνται με την προπέλα, η οποία βρίσκεται στην πρύμνη, ήταν αδύνατον να στρίψουν για να μπορέσουν να πάνε στη θέση που πρέπει. Γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιούσαν μικρά σκάφη, τα οποία ονομάζονται ρυμουλκά. Τα ρυμουλκά ήταν αυτά που έστριβαν το μπροστά μέρος του πλοίου για να το φέρουν στην απαιτούμενη θέση, ενώ το πλοίο έδινε κίνηση απ' το πίσω μέρος του. Αυτά όμως τα μικρά σκάφη, επέφεραν ένα μεγάλο κόστος στις εταιρίες των πλοίων, ειδικά σε αυτές που τα πλοία τους έκανα πολύ συχνά δρομολόγια για να μεταφέρουν προϊόντα από τη μία χώρα

στην άλλη. Για να μειώσουν κατά ένα ποσό το κόστος αυτό έπρεπε να βρουν μία λύση για να μπορούν τα πλοία να δώσουν κίνηση και στο μπροστά μέρος τους. Γι' αυτό το λόγο, λοιπόν, δημιουργήθηκε ο απωθητής πλώρας ή αλλιώς η προραία έλικα χειρισμών – με αγγλικούς όρους ο λεγόμενος bow thruster. Ο απωθητής πλώρας μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την υποβοήθηση του συστήματος διεύθυνσης σε πολύ αργή ταχύτητα και να κρατήσει τη θέση του πλοίου στο κανάλι.

Χρησιμότητα του απωθητή πλώρας (bow thruster)

Όπως αναφέραμε παραπάνω για να υποβοηθηθούν οι γρήγορες κινήσεις στα λιμάνια (μανούβρες) μερικών τύπων πλοίων όπως, τα οχηματαγωγά, τα container ships (δηλαδή τα φορτηγά), και τα επιβατικά, χρησιμοποιείται προραία έλικα, η οποία προσδίδει αυξημένη ικανότητα χειρισμών, δηλαδή μεγαλύτερη ευελιξία. Όταν ένα πλοίο εισέρχεται στο λιμάνι, χρειάζεται πολύ λεπτομερή χειρισμό για την αποφυγή ατυχημάτων. Με αυτό το σύστημα, του απωθητή πλώρας, έχουμε τον πλήρη έλεγχο όλου του πλοίου. Επίσης, είναι χρήσιμος κατά την αγκυροβόληση διότι μπορεί να τύχει να πρέπει να αγκυροβολήσει ένα πλοίο σε μια πολύ δύσκολη γωνία με λίγο χώρο για ελιγμούς. Σε αυτήν την περίπτωση μόνο ο bow thruster μπορεί να το πετύχει διότι δεν θα υπάρχει αρκετός χώρος για τα ρυμουλκά.

Η θέση της προραίας έλικας είναι στην περιοχή πλώρας πάνω στον διαμήκη άξονα του πλοίου. Με αυτήν πετυχαίνουμε πλευρικές δυνάμεις με αποτέλεσμα την ώθηση και γρήγορη μετατόπιση της πλώρας του πλοίου. Αυτό επιτυγχάνεται με κατάλληλους χειρισμούς του πηδαλίου και της έλικας του πλοίου. Έτσι το πλοίο μπορεί να παίρνει εύκολα και γρήγορα οποιαδήποτε θέση χωρίς να χρησιμοποιούνται ρυμουλκά (με αποτέλεσμα να εξοικονομούν και πολλά χρήματα), όταν η ταχύτητά του είναι μικρή, ή ακόμα και με κρατημένες τις μηχανές.



Εικόνα 4. Περιοχή πλώρας στον διαμήκη άξονα του πλοίου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΑΠΩΘΗΤΗ ΠΡΩΡΑΣ

Το 1978, ο Doug Aron, ιδρυτής και πρόεδρος του Shipwrights Inc., σχεδίασε ένα απωθητή πρώρας κατάλληλο για μικρά σκάφη. Παρακινημένος από την ανάγκη για μια μικρή, αλλά ισχυρή μονάδα για τη βάρκα του, και μηχανικός στην δική του επιχείρηση από το 1968, δημιούργησε το αρχικό διπλό απωθητή με την χρήση προπέλας. Σχεδιασμένα για να υδραυλικά οδηγείται σε μια ισχυ 5 hp σε 6 ιντσών σήραγγα. Αυτή η κατασκευή τους οδήγησε να καταλάβουν τα πλεονεκτήματα που είχε ο συνδυασμός δυο προπελών που λειτουργούν σε μια σήραγγα 8 ίντσες, έχει μετάδοση μέχρι 50 HP από το 1990. 10 και 12 ιντσών μεγέθη της σήραγγας είναι διαθέσιμα ως επιλογή στην αρχική σειρά διπλων προπελων.



Εικόνα 5. Διπλός απωθητής πρώρας

Για να φτάσουν την ισχύ των 50 HP, το πρωραίο βελτιωνόταν συνεχώς και δοκιμάζονταν στις εγκαταστάσεις τους χρησιμοποιώντας ως πηγές ενέργειας το καύσιμο ντίζελ η υδραυλικά συστήματα και στα δικές τους μορφοποιημένες δεξαμενες. Το Δοχείο δοκιμής ήταν εξοπλισμένο με ένα μετρητή τάσης που συνδέονταν με ένα ψηφιακό δείκτη ο οποίος έδειχνε τα αποτελέσματα ώθησης. Η πηγή ενέργειας παρακολουθούνταν με άλλα όργανα που εδείχνε η ισχύς HP. Άλλες

υποδομές που συμμετείχαν στη διαδικασία ήταν το Κέντρο Κατεργασίας, ο Τόρνος και 4 CAD και ένα σύστημα έκκεντρων .

Λόγω της ραγδαίας εξέλιξης σχεδιασμού του απωθητή , ένα σημαντικό πλεονέκτημα που δημιουργήθηκε ήταν πως ακόμη δεν μπορούσε να αντιγραφεί από τους υπόλοιπους ανταγωνιστές μια έλικα με ικανότητα ισχύος 50 hp. Ήταν ένα μεγάλο εμπόδιο να δημιουργήσουν ένα τούνελ 8'' στο οποίο να υπάρχει απωθητής με ισχύ 50 Hp. Μάλιστα ο συγκεκριμένος απωθητής καταλάμβανε μόνο το ένα τρίτο του χώρου του τούνελ της εγκάρσιας τομής.



Εικόνα 6.Απωθητής πλώρας μικρου σκάφους

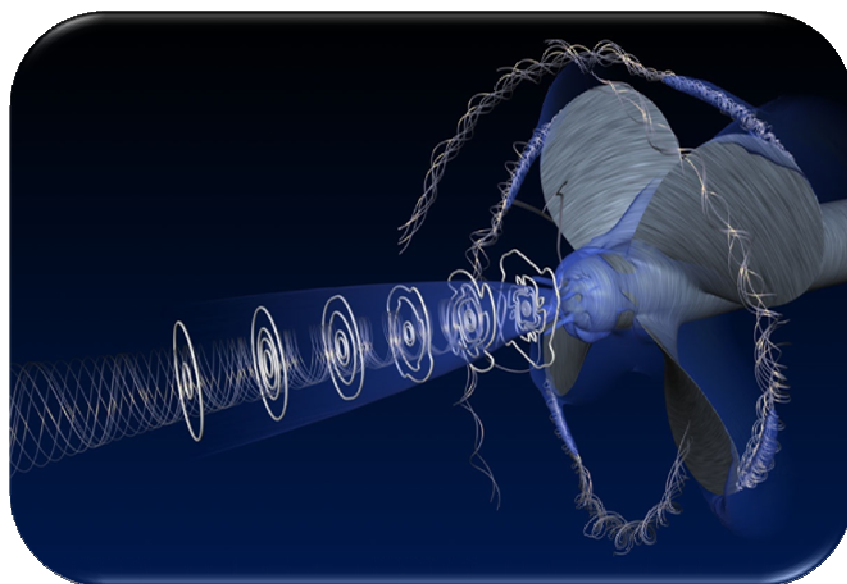
Έπειτα από 31 χρόνια συνεχούς ανάπτυξης ο απωθητής είναι πολύ πιο ισχυρός από ό,τι άλλες μονάδες στην κλίμακα μεγέθους του, γεγονός που αποδεικνύεται από την ικανότητά του να διαβιβάσει την ισχύ.

Σε σύγκριση με τους ανταγωνιστές υπήρξε επιτυχής σε εγκαταστάσεις επί των πλοίων μέχρι 100 μέτρα σε μήκος, που λειτουργεί μέχρι την ισχύς των 50 HP και ο

απωθητής 6'' υπήρξε επιτυχής σε εγκαταστάσεις σε σκάφη έως 50 μέτρα σε μήκος με λειτουργία ισχύς μέχρι και 25 HP.

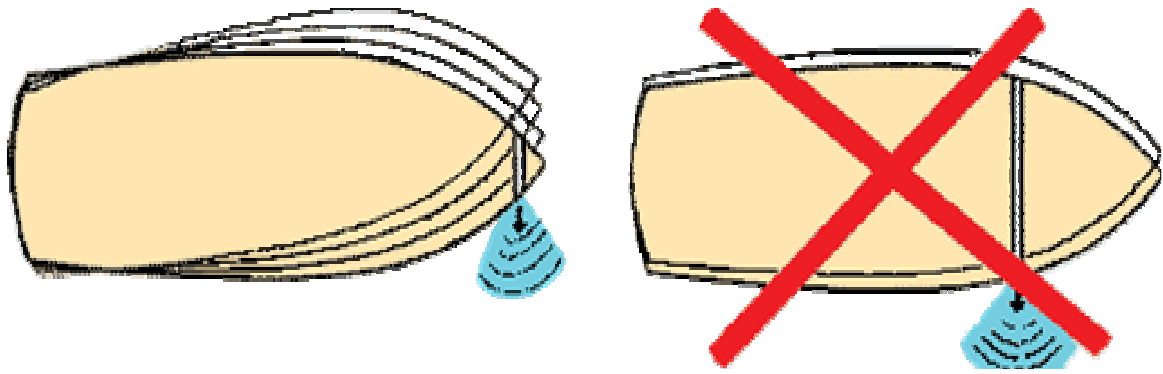
Τρόπος λειτουργίας

Η λειτουργία του απωθητή βασίζεται στην κίνηση της έλικας που βρίσκεται στην πλώρη του πλοίου. Οι έλικες μετατρέπουν τη μηχανική ενέργεια του άξονα σε κινητική ενέργεια του νερού. Η περιστροφική κίνηση της έλικας αυξάνει την ορμή του νερού που ρέει ανάμεσα στα πτερύγια της. Ταυτόχρονα σε κάθε πτερύγιο επάγεται από το ρευστό μια δύναμη, η οποία αναλύεται σε περιφερειακή ανθιστάμενη συνιστώσα και σε αξονική ωστική δύναμη. Οι περιφερειακές συνιστώσες των δυνάμεων των πτερυγίων δημιουργούν την ανθιστάμενη ροπή στρέψεως της έλικας η οποία υπερνικάτε από την στρεπτική ροπή του κινητήρα. Ο αριθμός των πτερυγίων των ελίκων και το σχήμα τους είναι ανάλογα με το είδος του πλοίου και το μέγεθος του. Δηλαδή η έλικα του απωθητή δεν είναι ίδια για όλους τους τύπους πλοίων.



Εικόνα 7.Στρέψη προπέλας

Επίσης, θα πρέπει να σημειώσουμε ότι για να γίνει σωστά η λειτουργία του απωθητή, θα πρέπει να τοποθετείται όσο γίνεται πιο μπροστά στην πλώρη. Αν τοποθετηθεί λίγο πιο μέσα δεν θα είναι ικανός να αποδώσει στο μέγιστο δυνατό και πάλι θα υπάρχει δυσκολία.



Εικόνα 8. Θέση του Bow Thruster: Όσο γίνεται πιο μπροστά!

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Τύποι προραίας έλικας

Παρακάτω περιγράφονται δύο από τα σημαντικότερα είδη προραίας έλικας που χρησιμοποιούνται:

Α. Προραία έλικα μέσα σε σήραγγα (tunnel type):

Η έλικα τοποθετείται και στερεώνεται σε εγκάρσια σήραγγα. Στις πλευρικές οπές της σήραγγας τοποθετούνται συνήθως, προστατευτικοί ράβδοι κατά τη φορά της ροής. Η αναστροφή της κίνησης της έλικας, δηλαδή η αριστερή ώση γίνεται δεξιά και αντίστροφα, επιτυγχάνεται με δύο τρόπους:

- Με τον ηλεκτροκινητήρα αναστρέψιμης φοράς περιστροφής και έλικα σταθερού βήματος (Fixed Pitch Propeller)
- Με τον ηλεκτροκινητήρα σταθερής φοράς περιστροφής και έλικα μεταβαλλόμενου και αναστρέψιμου βήματος (Controllable Pitch Propeller)

Στην πρώτη περίπτωση η κίνηση ανάποδα επιτυγχάνεται με αναστροφή της φοράς περιστροφής του ηλεκτροκινητήρα με κακό βαθμό αποδόσεως της έλικας κατά την κίνηση αντιστρόφως.

Στην δεύτερη περίπτωση τα περύγια έχουν την δυνατότητα μεταβολής της κλίσεως τους ως προς τον άξονα περιστροφής οπότε μπορεί να βελτιστοποιείται η απόδοση της έλικας ανάλογα με την ταχύτητα του πλοίου. Με την αναστροφή της κλίσεως τους επιτυγχάνεται η κίνηση αντίστροφα, χωρίς την ανάγκη περιστροφής του

ηλεκτροκινητήρα. Επίσης η περίπτωση αυτή χρησιμοποιείται συνήθως για μεσαίες και μεγάλες ιπποδυνάμεις. Η μεταβολή του βήματος των πτερυγίων γίνεται με ηλεκτρικό ή υδραυλικό κινητήρα.



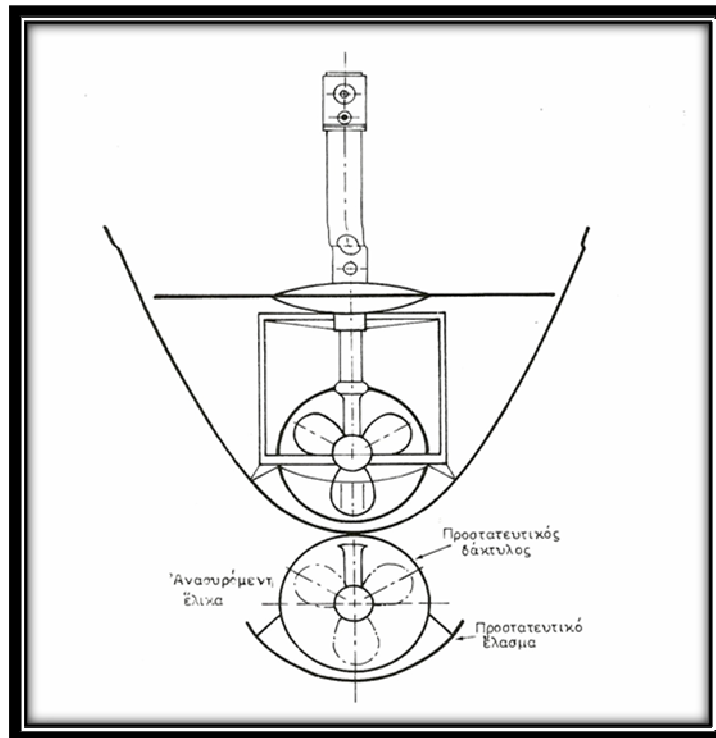
Εικόνα 9. Έλικα πλώρας σε τούνελ

B. Έλικα ανασυρόμενη:

Η έλικα κατεβαίνει κάτω από τον πυθμένα του πλοίου ένα έως δυο μέτρα και μπορεί να περιστραφεί κατά 360 μοίρες γύρω από τον κατακόρυφο άξονα. Μπορεί συνεπώς, να αναπτύξει ώση προς κάθε κατεύθυνση και για αυτό είναι πιο προσαρμόσιμη στους εκάστοτε αναγκαίους χειρισμούς. Έχει το μειονέκτημα ότι δεν μπορεί να χρησιμοποιείται ασφαλώς κοντά σε προβλήτες με περιορισμένο βάθος νερού. Ο μηχανισμός κινήσεως κατεβαίνει μαζί με την έλικα η οποία περιβάλλεται από προστατευτικό δακτύλιο. Κάτω από αυτή τοποθετείται προστατευτικό έλασμα, που κατεβαίνει και αυτό μαζί με την έλικα.

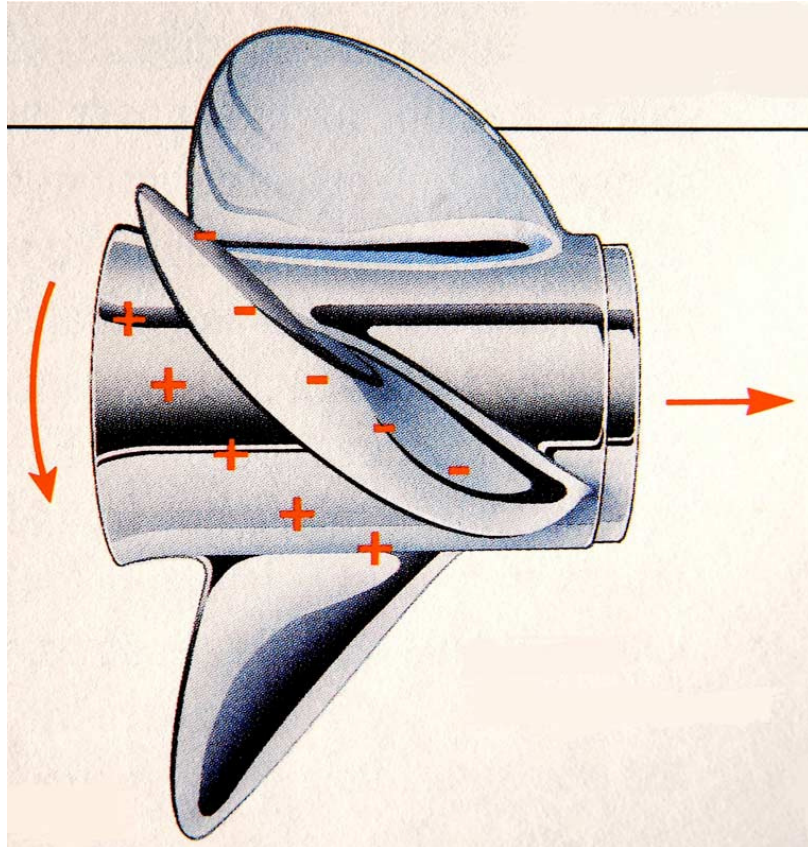
Για μια σχετικά μικρή ώση 1000kg η οποία πετυχαίνεται με πωραία έλικα ιπποδυνάμεως περίπου 500 ίππων απαιτείται ισχύς της τάξεως των 500KW η οποία επιβαρύνει τις ηλεκτρογεννήτριες του πλοίου και αυτό θα επηρεάσει σημαντικά τα κατά τη σχεδίαση του πλοίου μεγέθη ή τον αριθμό των ηλεκτρογεννητριών. Όταν η εγκατάσταση της πωραίας έλικας επιβαρύνει υπέρμετρα (μεγάλη ποσότητα) την ηλεκτροπαραγωγή μπορεί να επιλεγεί η εγκατάσταση χωριστού κινητήρα Diesel για την κίνηση της πωραίας έλικας. Οι πωραίες έλικες χειρισμών για μεγάλα πλοία όπως Επιβατηγά πλοία ή τα πλοία Κοντέινερ (RO-RO Ships), που κατασκευάζονται

σήμερα μπορούν να αναπτύσσουν ώσεις πάνω από 20.000kg με αντίστοιχη ιπποδύναμη άνω από 1.800 ίππους.



Εικόνα 10. Ανασπύρμενη προφραία έλικα χειρισμών 360°

Το έργο της προπέλας.

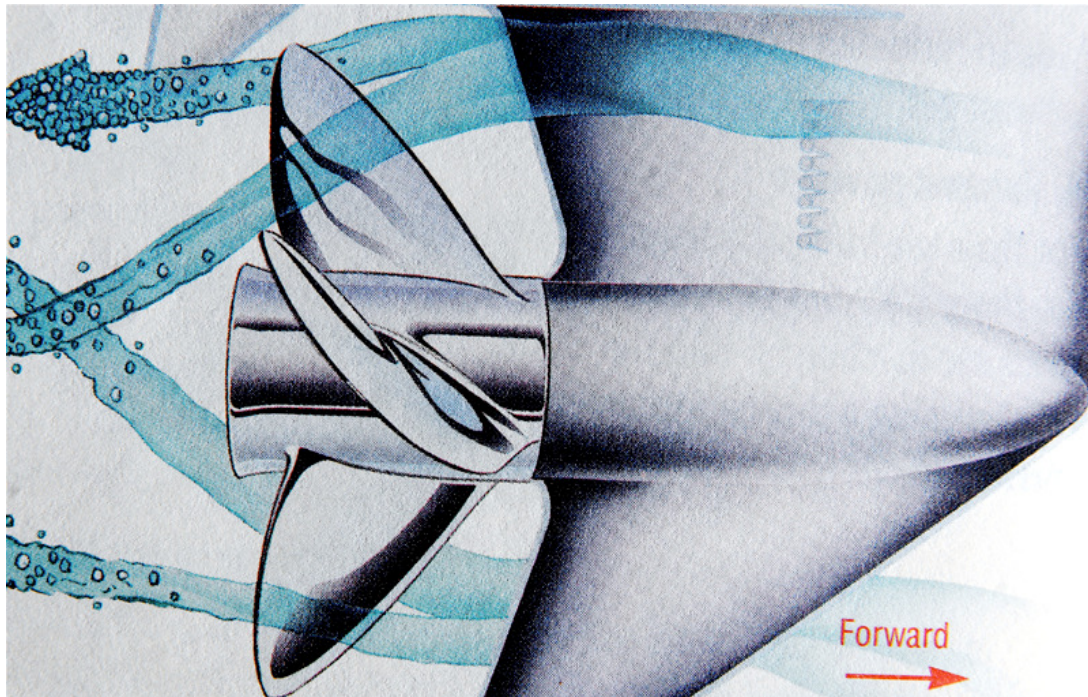


Εικόνα 11. Οι θετικές και αρνητικές πιέσεις που δημιουργούν την ώση.

Περιστρέφοντας μια προπέλα σύμφωνα με την κίνηση των δεικτών του ρολογιού παρατηρούμε την εμπρόσθια κόψη των πτερυγίων (leading edge) να προηγείται. Αυτή είναι η δεξιόστροφη προπέλα. Μ' αυτή την κίνησή της τα πτερύγια σπρώχνουν το νερό κάτω και πίσω, κάτι σαν την κίνηση που κάνει ο κολυμβητής, που σπρώχνει το νερό με την παλάμη του για να προχωρήσει μπροστά. Την ίδια στιγμή μία άλλη ποσότητα νερού πρέπει να «ορμήσει» στην επιφάνεια του πτερυγίου, για να καταλάβει τη θέση του προηγούμενου. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία διαφορετικής πίεσης μεταξύ των δύο πλευρών των πτερυγίων :

- α) Μία θετική πίεση, ή φαινόμενο «σπρωξίματος» στην κάτω πλευρά του πτερυγίου και
- β) Μία αρνητική πίεση, ή φαινόμενο «τραβήγματος» στην πάνω πλευρά του πτερυγίου.

Αυτό, σε μία πλήρη περιστροφή της προπέλας, συμβαίνει συγχρόνως σε όλα τα πτερύγια. Έτσι, γίνεται αντιληπτό, ότι το έργο της προπέλας είναι συγχρόνως «τράβηγμα» και «σπρώξιμο». Αυτό που συμβαίνει, λοιπόν, κατά την περιστροφή της προπέλας είναι να ρουφιέται νερό από μπροστά και να εκτοξεύεται από πίσω, σχηματίζοντας ένα φανταστικό τούνελ, το οποίο είναι λίγο μεγαλύτερο από τη διάμετρο της προπέλας. Καθώς η προπέλα αυξάνει τις στροφές της, η ροή του νερού επιταχύνεται μέσα από αυτήν δημιουργώντας ένα ρεύμα νερού με μεγαλύτερη ταχύτητα πίσω από την προπέλα. Αυτό το ρεύμα κινείται σ' ένα νοητό υδάτινο τούνελ, το οποίο είναι μικρότερο από την πραγματική διάμετρο της προπέλας. Αυτό το έργο του «τραβήγματος» νερού από μπροστά και του ταυτόχρονου «σπρωξίματος» προς τα πίσω με μία μεγαλύτερη ταχύτητα, προσθέτει ορμητικότητα στο νερό. Αυτή η αλλαγή σε ορμή ή σε επιτάχυνση του νερού, είναι η δύναμη που ονομάζουμε ώση (thrust).

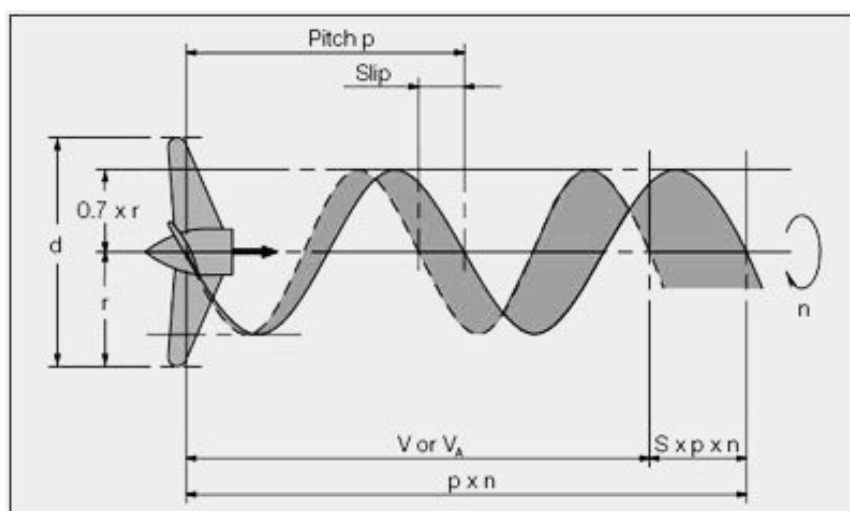


Εικόνα 12. Η ανάπτυξη της ώσης.

Ορισμος Βήματος

Βήμα (Pitch) είναι η απόσταση που διανύει κάθε σημείο της έλικας σε μια πλήρη περιστροφή. Στην πραγματικότητα είναι πολύ δύσκολο η έλικα να έχει ακριβώς το ίδιο βήμα σε όλα τα σημεία (True helical pitch) σε έλικες με σταθερό βήμα. Προκειμένου για έλικες με μεταβλητό βήμα διακρίνουμε:

1. Αξονικά αυξανόμενο βήμα (Axially increasing pitch). Όταν το βήμα αυξάνεται από την οδηγό προς την ακολουθούσα αρχή.
2. Ακτινικά αυξανόμενο βήμα (Radially increasing pitch). Όταν αυτό αυξάνει από τη ρίζα έως το άκρο του περυγίου.



Εικόνα 13. Συντελεστής βήματος (Pitch ratio)

Συντελεστής βήματος είναι ο λόγος του βήματος $[P]$ προς την διάμετρο $[D]$ (P/D)

Όσο αλλάζει η ταχύτητα του απωθητή και η κλίση των περυγίων του τόσο αλλάζει και το βήμα της. Όταν τα περύγια της έλικας τεθούν σε θέση μηδενικού βήματος, τότε δεν παρέχεται προωαία ώθηση ούτε δεξιά αλλά ούτε αριστερά

Κατασκευή πτερυγίων έλικας

Ένα από τα σημαντικότερα εξαρτήματα του αποθητή πλώρας είναι τα πτερύγια της έλικας . Μιας και βρίσκονται συνέχεια σε επαφή με το θάλασσινό νερό κατασκευάζονται από ανθεκτικά υλικά. Κατασκευάζονται είτε από Νικελιούχο αργίλιο είτε από Χρωμιομένο νικέλιο. Οι μηχανικές ιδιότητες και των δυο υλικών σε θερμοκρασία δωματίου είναι οι εξής

Πίνακας 1.Υλικά κατασκευής και όρια αντοχής έλικας

ΥΛΙΚΟ		ΝΙΚΕΛΙΟΥΧΟ ΑΡΓΙΛΙΟ	ΧΡΩΜΙΟΥΧΟ ΝΙΚΕΛΙΟ
Δύναμη απόδοσης	N/mm ²	Min 250	Min 380
Αντοχή σε εφελκυσμό	N/mm ²	Min 630	660-790
Επιμήκυνση	%	Min 16	Min 19
Σκληρότητα BRINELL	HB	Min 140	240-300

Και τα δυο υλικά έχουν υψηλή αντίσταση εναντίων της σπηλαίωσης .Τα χαρακτηριστικά κόπωσης στο διαβρωτικό περιβάλλον του Νικελιούχου Αργιλίου είναι πιο βελτιωμένα σε σχέση με του Χρωμιομένου Νικελίου. Τα πτερύγια είναι εκτεθειμένα σε πολλαπλές κυκλικές και δυναμικές τάσεις, συνεπώς τα υλικά κατασκευής είναι πολύ σημαντικά.

Σπηλαιώση Capitation

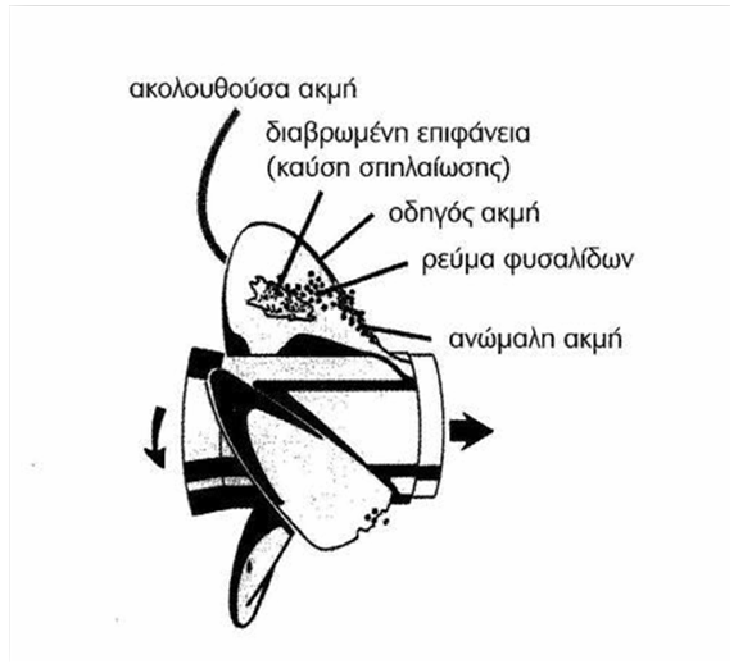
Μία από τις σημαντικότερες καταπονήσεις των ελικών είναι η σπηλαιώση που δημιουργείται κατά την περιστροφή της έλικας με την πάροδο του χρόνου.

Η **Σπηλαιώση** είναι η δημιουργία φυσαλίδων ατμού σε ένα ρέον υγρό στο σημείο όπου η πίεσή του πέφτει χαμηλότερα από την πίεση ατμού του. Η Σπηλαιώση θεωρείται από τους κύριους παράγοντες φθοράς σε βιομηχανικά συστήματα. Το φαινόμενο συνήθως διαιρείται σε δύο υποφαινόμενα: την αδρανειακή σπηλαιώση και τη μη αδρανειακή σπηλαιώση. Στην αδρανειακή σπηλαιώση, ένα κενό ή μια φυσαλίδα σε ένα υγρό καταρρέει και παράγει πίδακα υγρού ή κρουστικό κύμα. Η φθορά από αυτού του είδους τη σπηλαιώση είναι ορατή σε προπέλες πλοίων και υποβρυχίων, κρυογονικές αντλίες και τουρμπίνες. Στη μη αδρανειακή σπηλαιώση μία φυσαλίδα σε ένα υγρό οδηγείται σε εξαναγκασμένη ταλάντωση ως προς το μέγεθος και το σχήμα της, μέσω παροχής ενέργειας σε αυτήν, για παράδειγμα με τη χρήση ενός ακουστικού πεδίου. Η μη αδρανειακή σπηλαιώση παρατηρείται επίσης σε προπέλες, αντλίες και τουρμπίνες, αλλά η φθορά από αυτήν μπορεί να είναι ελεγχόμενη και χρησιμοποιείται σε υπερηχητικό καθαρισμό.



Εικόνα 14.Καταπονημένη προπέλα από σπηλαίωση

Οι τοπικές πιέσεις λόγω σπηλαίωσης μπορούν να φτάσουν μέχρι εκατοντάδες ατμόσφαιρες. Οι τοπικές υδραυλικές κρούσεις, επαναλαμβανόμενες με ταχύ ρυθμό σε κάποια περιοχή της ροής, δημιουργούν καταστρεπτικά αποτελέσματα επάνω στα γειτονικά τοιχώματα, καθώς δρουν ως ισχυρά μικροσκοπικά σφυριά που καταπονούν έντονα το υλικό. Συχνά τα αποτελέσματα της σπηλαίωσης εντείνονται από επιπρόσθετα φαινόμενα ηλεκτροχημικών διαβρώσεων. Οι περιοχές που έχουν υποστεί βλάβη από σπηλαίωση φαίνονται σπογγώδεις. Η κατεστραμμένη επιφάνεια είναι ανώμαλη, γεμάτη κοιλότητες που εισχωρούν βαθιά μέσα στο υλικό.



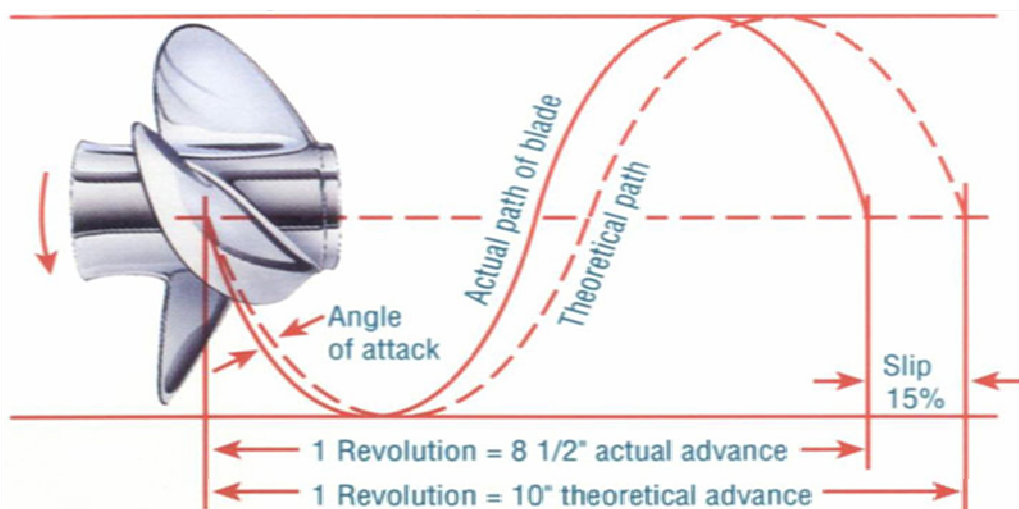
Εικόνα 15. Δημιουργία σπηλαίωσης στην έλικα

Η σπηλαίωση μπορεί σταδιακά να οδηγήσει σε ολοσχερή καταστροφή της έλικας, η οποία προκαλεί αύξηση θορύβου αλλά και κραδασμούς. Για αυτό πρέπει να γίνονται συνεχής προληπτικοί έλεγχοι της έλικας.

Πίνακας 2. Δείκτης φθοράς έλικας απο σπηλαίωση

A/A	Υλικό	Δείκτης αντοχής
1	Χρωμιο-νικελιούχος χάλυβας (chrome nickel steel)	0,95
2	Αλουμινιούχος μπρούντζος (multicomponent bronze)	0,90
3	Χυτός χρωμιοχάλυβας (cast chrome steel)	0,80
4	Μπρούντζος (bronze)	0,50
5	Χυτοχάλυβας (cast steel)	0,20
6	Χυτοσίδηρος (cast iron)	0,00

Η ολίσθηση της προπέλας: Ολίσθηση της προπέλας ονομάζουμε τη διαφορά της πραγματικής ταχύτητας από τη θεωρητική, σε ποσοστό επί τοις εκατό. Ας υποθέσουμε ότι η πραγματική ταχύτητα ενός σκάφους στις 5000 σ.α.λ., μετρημένη με τον ακριβέστερο τρόπο (GPS ή Radar) είναι 36 κόμβοι. Γνωρίζοντας το βήμα της προπέλας και τη σχέση μετάδοσης του ποδιού υπολογίζουμε την θεωρητική ταχύτητα στις 5000σ.α.λ., για παράδειγμα, με τον τρόπο που περιέγραψα πιο πάνω, δηλαδή : Αν το βήμα της προπέλας είναι 19'' και η σχέση μετάδοσης 2:1, έχουμε : $(5000 \times 19 \times 0,0254 \times 60) / (2 \times 1852) \Theta. T. = 39$ κόμβοι. Εδώ διαπιστώνεται μία διαφορά της πραγματικής ταχύτητας από τη θεωρητική, 3 κόμβων. Αυτό σημαίνει ότι, σε επί τοις 100 αναλογία, έχουμε ποσοστό ολίσθησης 7,7.



Εικόνα 16.Ολίσθηση.

Τα βασικά μέρη της Έλικας

A. Άκρον του πτερυγίου (Blade tip).

Είναι η άκρη του πτερυγίου, το σημείο όπου μετριέται η διάμετρος της προπέλας και το σημείο που συναντώνται η οπίσθια με την εμπρόσθια κόψη.

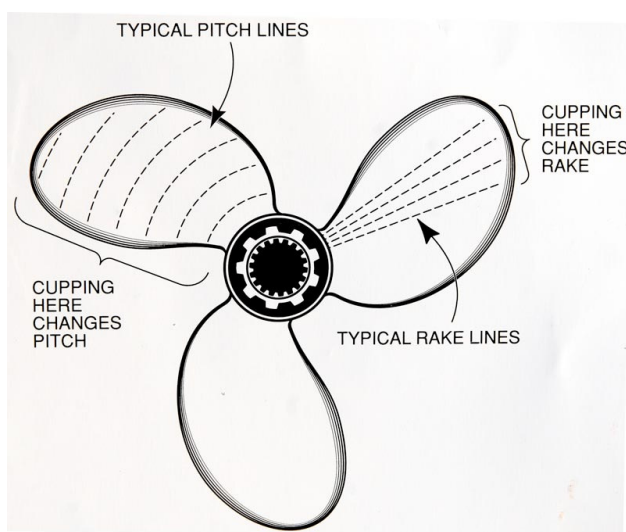
B. Εμπρόσθια κόψη (Leading edge)

Είναι το μέρος του πτερυγίου που «βλέπει» στην πρύμη του σκάφους και η επιφάνειά του θα κόψει πρώτη την επιφάνεια του νερού κατά την περιστροφή της προπέλας. Ξεκινάει από τον κορμό και καταλήγει στο άκρον του πτερυγίου.

Γ. Οπίσθια κόψη (Trailing edge).

Είναι το μέρος του πτερυγίου που «βλέπει» πίσω, και από την επιφάνεια του οποίου το νερό θα «εγκαταλείψει» την προπέλα. Ξεκινάει από την άκρη του πτερυγίου και καταλήγει στον κορμό, πολύ κοντά στο «δακτύλιο διάχυσης» (στις προπέλες με πέραςμα των καυσαερίων δια μέσου του κορμού τους).

Δ. Cup (δεν υπάρχει αντίστοιχος όρος στα ελληνικά. Συχνά το λένε «κουπάρισμα»).



Εικόνα 17.Γραμμές διαμόρφωσης των χαρακτηριστικών της προπέλας.

Είναι η μικρή κούρμπα ή χείλος, που σχηματίζεται στην οπίσθια κόψη (trailing edge) του πτερυγίου. Αυτή η μικρή λεπτομέρεια επιτρέπει στην προπέλα να «δαγκώνει» καλύτερα το νερό. Θεωρητικά, οι προπέλες που διαθέτουν «cup» μπορούν να αποδώσουν σαν να έχουν μεγαλύτερο βήμα, από μισή μέχρι και μία ίντσα. Αυτό όμως θα το εξηγήσουμε παρακάτω, όταν φθάσουμε στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των προπελών.

Ε. Επιφάνεια πτερυγίου (blade face).

Είναι η εξωτερική πλευρά του πτερυγίου, η οποία αναφέρεται και σαν η πλευρά εξάσκησης «θετικής» πίεσης.

Ζ. Πλάτη πτερυγίου (Blade back)

Είναι η πίσω πλευρά του πτερυγίου, αυτή που βλέπει στην πρύμη η οποία αναφέρεται και σαν η πλευρά εξάσκησης «αρνητικής» πίεσης (αναρρόφησης).

Η. Ρίζα της λεπίδας (blade root)

Είναι το σημείο στο οποίο το πτερύγιο «δένει» με τον κορμό.

Θ. Εσωτερικός κορμός (Inner hub).

Μέσα στον εσωτερικό κορμό βρίσκεται το λαστιχένιο συνεμπλόκ (περιγράφεται παρακάτω).

Ι. Εξωτερικός κορμός (Outer hub - Μόνο στις προπέλες που περνούν μέσα από τον κορμό τους τα καυσάερια).

Η εξωτερική επιφάνεια του κορμού έρχεται σε απ' ευθείας επαφή με το νερό και πάνω σ' αυτήν είναι προσκολλημένα τα πτερύγια. Η εσωτερική επιφάνεια του εξωτερικού κορμού έρχεται σε επαφή με τα καυσάερια, ενώ πάνω σ' αυτήν βρίσκονται κολλημένα και τα ποδαράκια, που τη συνδέουν με τον εσωτερικό κορμό.

Κ. Ποδαράκια (Ribs - Μόνο στις προπέλες που περνούν μέσα από τον κορμό τους τα καυσαέρια).

Είναι οι σύνδεσμοι του εσωτερικού κορμού με τον εσωτερικό. Συνήθως είναι τρεις, αλλά μπορεί να είναι και δύο, τέσσερις ή και πέντε ακόμα. Όταν η επιφάνειά τους είναι παράλληλη με τον άξονα της προπέλας ονομάζονται «ευθεία» (straight), ενώ όταν η επιφάνειά τους είναι παράλληλη με το επίπεδο των λεπίδων «ελικοειδή» (helikal).

Λ. Σινεμπλόκ (Flo-Torq).



Εικόνα 18.Σινεμπλόκ στην έλικα.

Είναι ένα δυνατό και συμπαγές λάστιχο (rubber) το οποίο παρεμβάλλεται στη σύνδεση του εσωτερικού κορμού με το πολύσφηνο και εφαρμόζει στον άξονα που βγαίνει από το ποδάρι. Ο ρόλος αυτού του ελαστικού συνδέσμου είναι να απορροφάει τους κραδασμούς, που προέρχονται από τις δυνάμεις που εφαρμόζονται κατά τη διάρκεια της περιστροφής, αλλά και σε περίπτωση κτυπήματος της προπέλας να

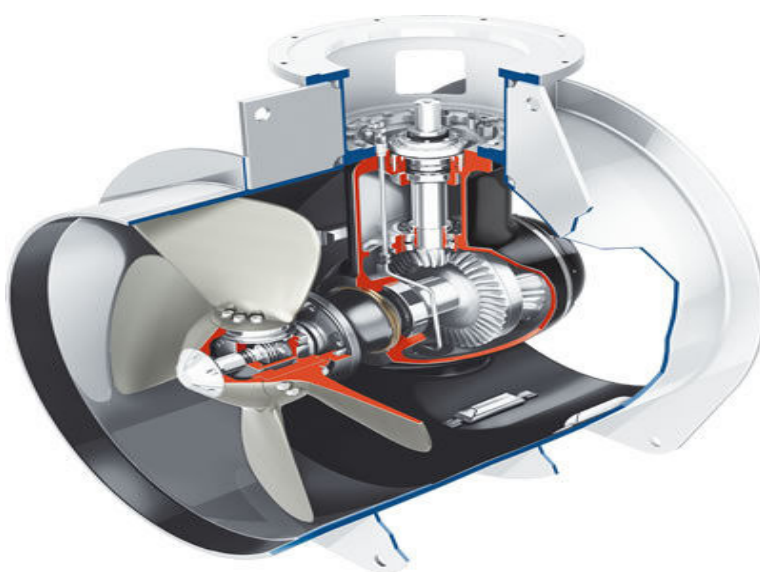
«πατινάρει» ο σύνδεσμος, ούτως ώστε να μην μεταφερθεί η «κόντρα» στον άξονα και στα γρανάζια του σασμάν.

Μ. Δακτύλιος διάχυσης (difusser ring).

Η κλίση του προς τα έξω βοηθάει, ώστε να μειώνεται η υποπίεση που δημιουργείται από την έξοδο των καυσαερίων και να εμποδίζεται το καυσαέριο να οδηγείται στην πίσω επιφάνεια των πτερυγίων.

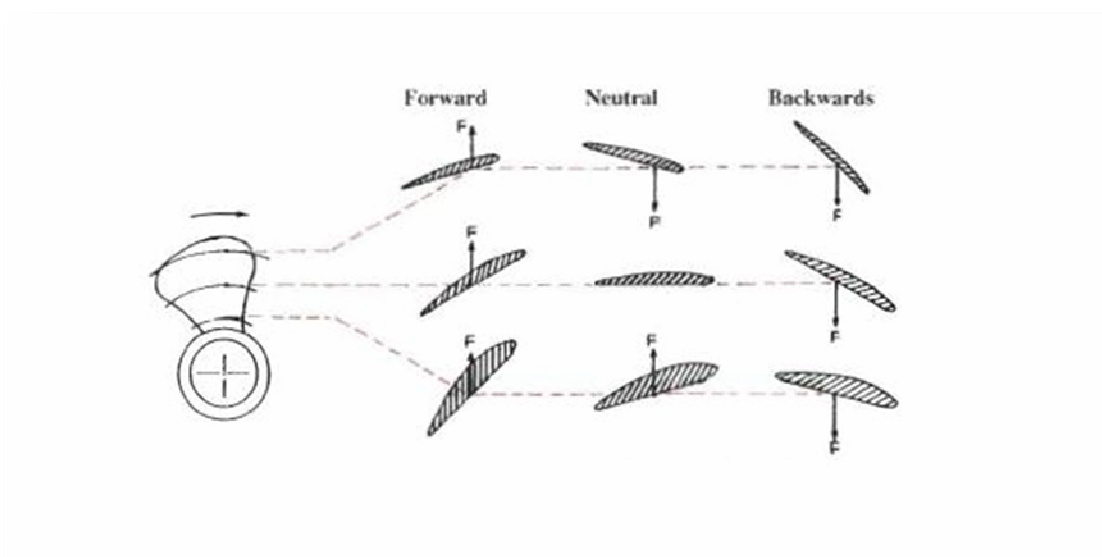
Μηχανισμός αλλαγής βήματος

Ο μηχανισμός που ελέγχει την κίνηση των πτερυγίων της έλικας είναι τοποθετημένος στο εσωτερικό της έλικας. Αυτός ο μηχανισμός μπορεί να λειτουργήσει από δυο σημεία, από την γέφυρα του πλοίου αλλά και από την μηχανή του πλοίου με την βοήθεια υδραυλικών κυλίνδρων. Σε περίπτωση του υδραυλικού σφάλματος τα πτερύγια κλειδώνουν προς την δεξιόστροφη κατεύθυνση με την βοήθεια ενός μηχανισμού μπλοκαρίσματος.



Εικόνα 19.Μηχανισμός αλλαγής βήματος έλικας

Η παρακάτω εικόνα μας δείχνει τη διατομή των πτερυγίων. Θα υποθέσουμε ότι το πλοίο κινεί την πλώρα του προς την κατεύθυνση δεξιά και τα βέλη δείχνουν την κατεύθυνση των δυνάμεων που δημιουργούνται που σπρώχνει το πλοίο προς τα δεξιά. Όταν η λεπίδα βρίσκεται στη θέση μηδέν, οι προωθητικές δυνάμεις που δρουν και στις δύο πλευρές είναι ίσες σε μέγεθος, αλλά με αντίθετη κατεύθυνση. Ακόμα και όταν η δύναμη ώθησης είναι μηδέν, η έλικα απορροφά ένα μεγάλο ποσό ενέργειας. Εάν το πλοίο πρόκειται να αναστραφεί, οι λεπίδες μετακινούνται ακόμη περισσότερο, αυτό θα οδηγήσει σε μια προωθητική ώση στην προς τα δεξιά κατεύθυνση, διευκολύνοντας το πλοίο να αντιστραφεί.



Εικόνα 20. Διατομή πτερυγίων.

Λειτουργία της πλήμνης

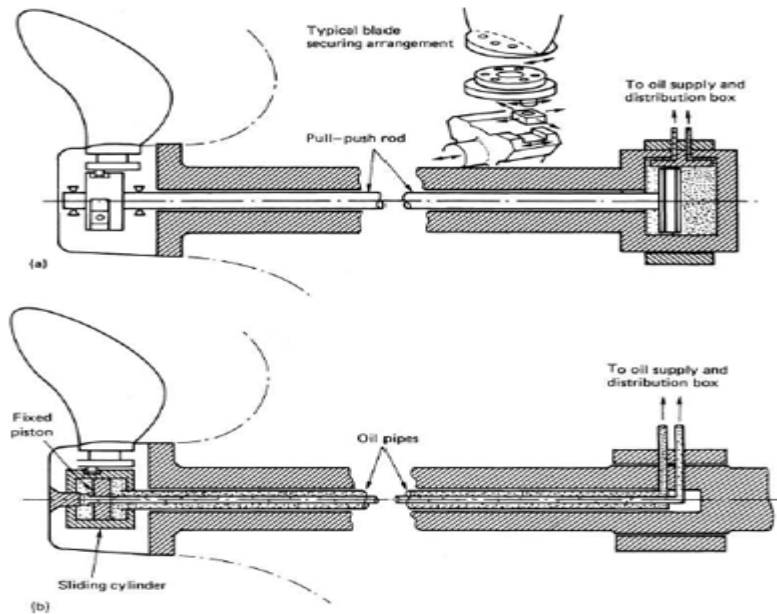
Στην πλήμνη της έλικας υπάρχει ένας σερβομηχανισμός, ο οποίος στρέφει τα πτερύγια της έλικας του αποθητή. Ο σερβομηχανισμός αυτός αποτελείται από ένα βάκτρο με ένα έμβολο, το οποίο κινείται αξονικά, όταν το λάδι υπό πίεση πηγαίνει ή από τη μία ή από την άλλη πλευρά του εμβόλου.

Υδραυλικό σύστημα CPP

Τα πτερύγια της έλικας του αποθητή λειτουργούν υδραυλικά. Ο εξοπλισμός που χρειάζεται για να λειτουργήσει το σύστημα αυτό είναι:

- Δεξαμενές ελαίου
- Αντλίες
- Μονάδες επιστομίων
- Διανομείς ελαίου και
- Φίλτρα

Παροχή ελαίου για την λειτουργία του συστήματος: Προκειμένου να έχουμε παροχή ελαίου και στις δύο διαφορετικές πλευρές του βάκτρου υπάρχει μια ρυθμιστική βαλβίδα με πείρο και χιτώνιο. Ο πείρος της ρυθμιστικής βαλβίδας είναι βιδωμένος επάνω στο κοίλο βάκτρο της βαλβίδας που επεκτείνεται μεταξύ του κιβωτίου διανομής ελαίου και του βάκτρου που υπάρχουν μέσα στον ελικοφόρο άξονα. Λάδι υπό πίεση παρέχεται μέσω του βάκτρου της βαλβίδας στον πείρο της ρυθμιστικής βαλβίδας. Το βάκτρο της βαλβίδας με τον πείρο της ρυθμιστικής βαλβίδας κινείται αξονικά. Το χιτώνιο της ρυθμιστικής βαλβίδας τοποθετείται στο βάκτρο.



Εικόνα 21.

Όταν ο πείρος της ρυθμιστικής βαλβίδας, που βοηθιείται από το βάκτρο της βαλβίδας, κινείται προς τα πίσω, το λάδι υπό πίεση τροφοδοτείται στο μπροστινό μέρος του βάκτρου του εμβόλου, την ίδια στιγμή μία άλλη βαλβίδα ανοίγει το πίσω μέρος του βάκτρου του εμβόλου. Έτσι το βάκτρο κινείται προς την πρύμνη και αλλάζει την θέση των περυγίων για κίνηση ανάποδα.

Όταν ο πείρος της ρυθμιστικής βαλβίδας κινείται προς τα εμπρός το λάδι υπό πίεση παρέχεται στο πίσω μέρος του βάκτρου, την ίδια στιγμή που η άλλη ρυθμιστική βαλβίδα, για το λάδι των επιστροφών, ανοίγει στο μπροστινό μέρος του βάκτρου. Έτσι το βάκτρο κινείται προς τα εμπρός και αλλάζει το βήμα των περυγίων για κίνηση πρώσο.

Όταν τα περυγία δεν αλλάζουν το βήμα, δηλαδή όταν είναι ο πείρος της ρυθμιστικής βαλβίδας στην ουδέτερη θέση στο χιτώνιο, η κάλυψη στις βαλβίδες διαμορφώνεται έτσι, ότι υπάρχει μια σταθερή ροή από την πίεση του λαδιού να επιστρέφει και από τις δύο πλευρές του βάκτρου. Συνεπώς, η ρυθμιστική βαλβίδα προκαλεί μια άμεση αλλαγή του βήματος μόλις κινηθεί το βάκτρο των βαλβίδων.

Ο πείρος της ρυθμιστικής βαλβίδας μία περιορισμένη διαδρομή στο χιτώνιο. Η απ' άκρου εις άκρον μετακίνηση του βάκτρου της βαλβίδας με τον πείρο περιορίζεται από μια ορισμένη απόσταση που απαιτείται για να ανοίξουν και να κλείσουν οι βαλβίδες. Κατά συνέπεια ο πείρος δεν μπορεί να αναγκαστεί να κινηθεί περαιτέρω ή λιγότερο απ' ότι το βάκτρο του εμβόλου. Το βάκτρο επομένως, ακολουθεί τις μετακινήσεις του βάκτρου των βαλβίδων. Κάθε μία, προς τα εμπρός ή προς τα πίσω μετακίνηση του βάκτρου της βαλβίδας ακολουθείται από

μια αντίστοιχη μετακίνηση του βάρου του εμβόλου που στη συνέχεια, αλλάζει το βήμα των περυγίων. Το λάδι επιστρέφει μέσω του κοίλου ελικοφόρου άξονα με χαμηλή πίεση, έξω από το βάρο των βαλβίδων στο κιβώτιο διανομής ελαίου.

Βαλβίδα διανομής ελαίου: Η βαλβίδα διανομής ελαίου είναι ένα απλό και αξιόπιστο σχέδιο η οποία βρίσκεται επάνω στον άξονα διανομής ελαίου. Η λειτουργία του σερβο-συστήματος είναι βασισμένο στην υδραυλική αρχή της συνέχειας. Η κίνηση της βαλβίδας διανομής ελαίου προς τα πίσω έχει σαν αποτέλεσμα τη μετακίνηση του εμβόλου του σερβο-μηχανισμού προς τα πίσω και αντίστροφα.

Αντλία: Η σερβο-αντλία στέλνει λάδι με υψηλή πίεση σε ένα υψηλής πίεσης φίλτρο, μια μονάδα επιστομίων η οποία αποτελείται από ανεπίστροφες βαλβίδες, μια ασφαλιστική βαλβίδα, σε μια ρυθμιστική βαλβίδα πίεσεως και μια ηλεκτρικά ελεγχόμενη αναλογική βαλβίδα. Αυτή η αναλογική βαλβίδα, η οποία χρησιμοποιείται για τον έλεγχο του βήματος της προπέλας μπορεί να χειριστεί και χειροκίνητα.

Από την αναλογική βαλβίδα το λάδι του σερβο-μηχανισμού οδηγείται στην βαλβίδα διανομής λαδιού. Το ίδιο λάδι χρησιμοποιείται επίσης για λίπανση και ψύξη της βαλβίδας διανομής λαδιού. Το περίσσειμα του λαδιού οδηγείται πάλι πίσω στην ελαιολεκάνη του σερβο-μηχανισμού. Από την βαλβίδα διανομής λαδιού, το υψηλής πίεσης λάδι οδηγείται μέσω πιλοτικών διπλών βαλβίδων ελέγχου στην μία ή την άλλη πλευρά του εμβόλου του σερβο-μηχανισμού, μέχρι το επιθυμητό βήμα της προπέλας να επιτευχθεί. Οι πιλοτικές διπλές βαλβίδες ελέγχου επίσης κρατούν το βήμα της προπέλας σταθερό σε περίπτωση που ο σερβο-μηχανισμός διακοπεί. Η προπέλα είναι εξοπλισμένη με έναν ηλεκτρικό αισθητήρα ανάδρασης. Αυτό το σήμα ανάδρασης συγκρίνεται με το επιθυμητό σήμα για να διατηρείται το επιθυμητό βήμα. Η ρύθμιση του βήματος ελέγχεται κανονικά με απομακρυσμένο έλεγχο, αλλά μπορεί να χειριστεί και από χειριστήρια εκτάκτου ανάγκης τοπικά.

Τριβείς: Ο τριβέας περνιέται σφηνωτά στο σώμα της πλήμνης μεταξύ του στροφαλοκίνητου δακτυλίου και των περυγίων της έλικας. Ο τριβέας απορροφά τις φυγόκεντρες δυνάμεις του περυγίου και τις παραγόμενες ισχύεις από την ώση και την ροπή των μηχανών. Το στροφαλοκίνητο δακτυλίδι περιστρέφεται επίσης πάνω σε μια κεντρική θέση στο σώμα της πλήμνης, το οποίο απορροφά τις αξονικές δυνάμεις.

Όλα τα κινητά μέρη της πλήμνης λειτουργούν με λάδι. Το λάδι προστίθεται ή στραγγίζεται μέσω των δύο διασυνδέσεων στον θάλαμο του σώματος της πλήμνης. Ο θάλαμος της πλήμνης συνδέεται με τις επιστροφές του λαδιού μέσω μιας στένωσης. Αν η πίεση για

κάποιους λόγους είναι πάρα πολύ υψηλή μια βαλβίδα ασφάλειας ανοίγει στην γραμμή επιστροφής. Η βαλβίδα ασφαλείας βρίσκεται στο ζύγωμα του βάκτρου του εμβόλου.

Σφραγιστικός δακτύλιος πτερυγίων: Ένας σφραγιστικός δακτύλιος είναι συνδεδεμένος με τον τριβέα και τοποθετείται σε ένα αυλάκι σε αυτόν. Αποτρέπει την είσοδο του νερού στην πλήμνη και το λάδι να διαφύγει από την πλήμνη. Ο σφραγιστικός δακτύλιος αποτελείται από ένα δαχτυλίδι υποστήριξης που εξοπλίζεται με δύο o-rings, απ' τα οποία το ένα στεγανοποιεί ως τα πτερύγια και το άλλο ως προς την πλήμνη. Το δαχτυλίδι υποστήριξης με τα o-rings είναι κάτω από την ένωση των πτερυγίων.

Ελατήρια ασφάλειας: Ο σκοπός των ελατηρίων ασφάλειας είναι ότι το σκάφος μπορεί να συνεχίσει να κινείται, ακόμη και μετά από βλάβη στο υδραυλικό σύστημα, αλλά όχι με την πλήρη περιστροφή ανά λεπτό. Τα ελατήρια ασφάλειας έχουν επιπτώσεις στο έμβολο του σερβοκινητήρα από την κίνηση ανάποδα.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Οι παλιότερες μονάδες των bow thrusters ήταν επιρρεπείς σε προβλήματα. Υπήρχαν ξεπερασμένα ηλεκτρικά και υδραυλικά συστήματα τα οποία αλλοιώνονταν πολύ εύκολα με αποτέλεσμα να φθείρονται σε πολύ γρήγορο διάστημα. Επειδή βρίσκονται στο μπροστινό τμήμα του πλοίου και υποβάλλονται σε αντίξοες καιρικές συνθήκες, δονήσεις και υγρασία, επίσης τους οδηγούσε σε γρήγορη φθορά και χρειαζόταν συχνές αλλαγές. Ένα σοβαρό πρόβλημα που έκαναν οι παλιοί ήταν ότι αμελούσαν την συντήρηση, το οποίο σημαίνει ότι ενώ χαλούσαν οι bow thrusters δεν το καταλάβαιναν παρά μόνο όταν υπήρχε πρόβλημα κατά την διαδικασία των κινήσεων των πλοίων στο λιμάνι την ώρα που έπρεπε να το τοποθετήσουν στη θέση του.

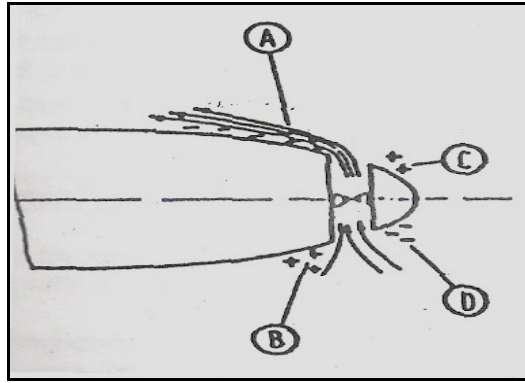


Εικόνα 22. Σκουριασμένος απωθητής λόγω έλλειψης συντήρησης

Οι νέες μονάδες, πλέον, είναι πιο ισχυρές και αξιόπιστες αφού διόρθωσαν τα λάθη των παλαιών, με πιο δυνατά υλικά και συχνή συντήρηση.

Υπάρχουν δύο διαδεδομένοι τύποι απωθητών πλώρας: πρωραία έλικα μέσα σε σήραγγα και έλικα ανασυρόμενη. Εδώ αξίζει να αναφέρουμε ότι ο απωθητής πλώρας μέσα σε σήραγγα είναι πιο ασφαλής στην λειτουργία του. Αυτό γιατί η ανασυρόμενη έλικα όταν θέτεται σε λειτουργία κατεβαίνει κάτω από τον πυθμένα του πλοίου ένα έως δυο μέτρα. Αυτό σημαίνει ότι η ανασυρόμενη έλικα δεν θα μπορεί να λειτουργήσει σε ένα λιμάνι με περιορισμένο βάθος ή μπορεί και να σπάσει εάν δεν το προσέξουν εγκαίρως. Έτσι το πλοίο και πάλι θα πρέπει να χρησιμοποιήσει ρυμουλκά για την μετακίνησή του. Ενώ ο απωθητής πλώρας μέσα σε σήραγγα δεν έχει κανένα τέτοιο πρόβλημα. Επίσης, ο απωθητής πλώρας μέσα σε σήραγγα χωρίζεται σε δύο είδη: σταθερού βήματος και μεταβλητού βήματος, τα οποία έχουμε αναλύσει σε προηγούμενα κεφάλαια.

Ο απωθητής πλώρας πρέπει να μπορεί να καταπολεμήσει τις δυνάμεις κοντά στη σήραγγα. Οι δυνάμεις αυτές ποικίλλουν ανάλογα με το αν το σκάφος κινείται μπροστά, πίσω ή έχει σταματήσει. Η επίδραση της πρωραίας έλικας του απωθητή είναι μεγαλύτερη όταν το πλοίο έχει σταματήσει. Σε ένα πλοίο το οποίο κινείται μπροστά, τα πεδία πίεσης θα αναπτυχθούν κοντά στην είσοδο και την έξοδο της σήραγγας. Η αναρρόφηση, ενεργώντας πάνω από μια περιοχή της επένδυσης, δημιουργεί μια δύναμη η οποία αντιτίθεται στην έλικα. Αυτό μπορεί να μειώσει την αποτελεσματικότητά της κατά 50% σε ταχύτητα 2 κόμβων.



Εικόνα 23. Πεδία πίεσης εισόδου – εξόδου

Υπάρχουν κάποιοι περιορισμοί στην ταχύτητα με την οποία πρέπει να κινείται το πλοίο για να λειτουργεί σωστά ο απωθητής. Οι περισσότεροι προωθητήρες χάνουν την αποτελεσματικότητά τους καθώς το πλοίο αυξάνει την ταχύτητα και είναι λίγο βοηθητικοί αν το πλοίο αυξήσει την ταχύτητα πάνω από 3-4 κόμβους. Μπορούν να ασκήσουν ακόμη κάποια δύναμη μέχρι το πλοίο να φτάσει 5-10 κόμβους, αλλά το πηδάλιο τότε θα είναι πολύ πιο δύσκολο στο να στρίψει το πλοίο.

Οι σημαντικές πτυχές του bow thruster είναι οι εξής: Η ώση όταν το πλοίο σταματάει, η ώση όταν το πλοίο κινείται ευθεία, η δημιουργία πλευρικής κίνησης και η δουλειά που κάνει όταν το πλοίο κινείται προς τα πίσω.



Εικόνα 24. Ο bow thruster σε κίνηση

Τα μεγάλα πλοία είναι απαραίτητο, σήμερα, να έχουν εγκαταστήσει απωθητές διότι όπως αποδείξαμε είναι πολύ βοηθητικοί, αν φυσικά λειτουργούν σωστά. Τα RO/RO και τα passenger ships – τα οχηματαγωγά και τα επιβατηγά – έχουν εγκαταστήσει πλέον απωθητές και ανάλογα με το τύπο του πλοίου και το βάρος τους έχουν τοποθετήσει τον σωστό μηχανισμό από αυτούς που έχουμε αναφέρει.



Εικόνα 25. Bow Thruster σταθερού βήματος σε RO/RO πλοίο

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Βιβλία:

1. *Μηχανές Εσωτερικής Κάνσεως* (τόμος 2^{ος}), Λαζάρου Χ. Κλιάνη, Ιωάννη Κ. Νικολού, Ιωάννη Α. Σιδέρη, Αθήνα 2010, Ίδρυμα Ευγενίδου
2. *Στοιχεία Ναυπηγίας*, Ζωγραφάκης Ν. Εμ., Αθήνα 2009, Ίδρυμα Ευγενίδου

Ιστοσελίδες:

1. http://www.pi-schools.gr/lessons/tee/maritime/FILES/biblia/biblia/naytikh_texni_a/kef02.pdf
2. <http://www.shipfriends.gr/forum/topic/861-bowthrusters/>

3. <http://www.max-power.com/Product-Selection/Bow-And-Stern-Thrusters.html>
4. <http://www.jetthrusters.com/>
5. http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CE%BB%CE%BF%CE%AF%CE%BF_RoRo
6. http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CF%80%CE%B9%CE%B2%CE%B1%CF%84%CE%B7%CE%B3%CF%8C_%CF%80%CE%BB%CE%BF%CE%AF%CE%BF
7. <http://www.wisegeek.com/what-is-a-bow-thruster.htm>
8. <http://www.marineinsight.com/tech/auxiliary-machinery/bow-thrusters-construction-and-working/>
9. <http://www.cowesonline.com/index?cp=0-46-552-556-582-597-605>
10. <http://www.imtra.com/side-power-thrusters-hydraulic-systems.htm>
11. <http://www.wisegeek.com/what-is-a-bow-thruster.htm>
12. http://www.harbormastermarine.com/Tunnel_Bow_Thrusters.htm