

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ : Επισκευή πειράματος φυγόκεντρης αντλίας

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : Κωνσταντινίδης Μιχαήλ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : Νικόλαος Διβινής

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ : Επισκευή πειράματος φυγόκεντρης αντλίας

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : Κωνσταντινίδης Μιχαήλ

ΑΜ : 4232

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περιεχόμενα.....	2
Περίληψη.....	3
Abstract.....	3
Κεφάλαιο πρώτο: Εισαγωγή.....	4
Κεφάλαιο δεύτερο: Αντλίες.....	5
Κεφάλαιο τρίτο: Επισκευή.....	11
Συμπεράσματα – Προτάσεις.....	27
Βιβλιογραφία.....	28
Παράρτημα.....	29

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η εκτενής επισκευή αντλίας και περιφερειακών εξαρτημάτων που αποτελούν τμήματα πειραματικής διάταξης που μελετάει τη συμπεριφορά φυγόκεντρης αντλίας σε ένα απλό αντλητικό σύστημα, που βρίσκεται στις εγκαταστάσεις της Ακαδημίας Εμπορικού Ναυτικού Μακεδονίας.

Μετά από επιθεώρηση του αντλητικού συστήματος, έγινε εντοπισμός ζημιών. Συνοπτικά οι ζημιές αφορούσαν την αντλία (σπασμένο κέλυφος, διάβρωση στροφείου), τα περιφερειακά συστήματα (εσφαλμένη ένδειξη μανομέτρου, σπασμένο τζάμι στην ένδειξη της ηλεκτρικής τάσης) και στο ηλεκτρικό κύκλωμα (προσθήκη ασφαλειοθήκης).

Έγιναν απαραίτητες εργασίες για την αποκατάσταση των ζημιών, οι οποίες αφού ολοκληρώθηκαν έγινε ο επιτυχής έλεγχος της καλής λειτουργίας του αντλητικού συστήματος.

Η συσκευή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαστηριακή άσκηση για την μηχανική των ρευστών του Ε΄ εξαμήνου σπουδών για την σχολή των μηχανικών εμπορικού ναυτικού.

ABSTRACT

The objective of the present study is the extensive repair of a pump and its regional parts which constitute part of an experimental setup that studies the behavior of the centrifugal pump in a simple pumping system, which is located on the premises of the Merchant Marine Academy of Macedonia.

After inspection of the pumping system, several damages were tracked. Briefly the damages were related to the pump (broken shell, impeller erosion), regional systems (indicating manometer incorrect, broken glass on the display of voltage) and electrical circuit (adding a fuse-box).

All the necessary work was made to repair the damage, and after the completion of the repair a successful check was performed in order to ensure the good function of pumping system.

The device can be used as a laboratory exercise for the subject of Fluid Mechanics of E semester for the School of marine engineers.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Μηχανική των ρευστών

Η Μηχανική των ρευστών κατ' ακολουθία του γαλλικού όρου *mécanique des fluides* ή Ρευστομηχανική κατ' ακολουθία του αγγλικού *fluid mechanics* αποτελεί ιδιαίτερο κλάδο της Κλασικής μηχανικής με κύριο αντικείμενο έρευνας και μελέτης τη συμπεριφορά των ρευστών επί ασκουμένων δυνάμεων ή προσφοράς ενέργειας σ' αυτά.

Γενικά η Κλασική Μηχανική ασχολείται με την κίνηση των σωμάτων, ενώ η "Μηχανική των ρευστών" με την αντίστοιχη, τη ροή των ρευστών, δηλαδή των υγρών και αερίων.

Η κατανόηση της μηχανικής των ρευστών έχει ιδιαίτερα σπουδαία σημασία σε πολλούς τομείς Επιστημών π.χ. στην Ιατρική, επί της ροής και κυκλοφορίας του αίματος, στη Μετεωρολογία, επί των αερίων στρωμάτων, στην Αεροναυπηγική, επί των δυνάμεων που ασκούνται στα αεροσκάφη, στη Μηχανολογία, καθώς και στη Χημική Μηχανική ειδικότερα σε θέματα αντιδραστήρων, αποτελούν ενδεικτικά τομείς που απαιτούν άριστη γνώση των ιδιοτήτων των ρευστών.

Σημαντικότεροι επιμέρους κλάδοι της επιστήμης αυτής είναι η Υδροστατική, η Υδροδυναμική, η Αεροδυναμική και η τεχνική Υδραυλική

1.2 Εφαρμογές μηχανικής ρευστών στα πλοία

Η σημασία των ρευστών για τον τομέα της ναυτιλίας είναι τεράστια. Εκτός από τα ζητήματα που σχετίζονται με την άνωση, την πλεύση και την κίνηση του πλοίου στη θάλασσα, το ίδιο το πλοίο αποτελεί μια σχετικά αυτόνομη παραγωγική μονάδα, στην οποία συναντάμε πολλά είδη ρευστών (νερό διαφόρων χρήσεων, καύσιμα, λάδια, υδρατμό, αέρα κ.α.). Οι σωληνώσεις και τα μηχανήματα διακινήσεως αυτών των ρευστών δεν περιορίζονται μόνο στο μηχανοστάσιο, αλλά εκτείνονται σε όλο το πλοίο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΑΝΤΛΙΕΣ

2.1 Εισαγωγή στις αντλίες

Αντλίες καλούμε τα μηχανήματα, τα οποία παρέχουν την αναγκαία ενέργεια για τη ροή των υγρών. Πιο συγκεκριμένα μια αντλία αναρροφά το υγρό από ένα χώρο και, προσδίδοντας του ενέργεια (μηχανικό έργο), το οδηγεί, μέσω αγωγών, σε έναν άλλο χώρο υψηλότερης ενεργειακής στάθμης (π.χ. μεγαλύτερου υψομέτρου είτε μεγαλύτερης πίεσεως). Χωρίς την ύπαρξη της αντλίας, η ροή του υγρού είναι αδύνατη, ακόμα και όταν οι δύο χώροι έχουν ίδιο υψόμετρο και πίεση (ίση ενεργειακή στάθμη).

2.2 Κατάταξη αντλιών

Υπάρχουν διάφορα κριτήρια, τα οποία θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε για την κατάταξη των πολλών και φαινομενικά εντελώς διαφορετικών αντλιών, τις οποίες συναντάμε στις εκατοντάδες εφαρμογές που απαιτούν διακίνηση υγρών. Με κριτήριο για παράδειγμα το διακινούμενο ρευστό, θα μπορούσαμε να διακρίνουμε αντλίες για παχύρρευστα υγρά, για υγρά μέσου και χαμηλού ιξώδους, για διαβρωτικά υγρά, για νερό, για λύματα κ.λ.π.. Με κριτήριο τον προσανατολισμό στο χώρο, θα μιλούσαμε για **αντλίες οριζόντιες και κατακόρυφες**. Με κριτήριο τον τρόπο λειτουργίας, θα διαχωρίζαμε τις αντλίες σε **παλινδρομικές και περιστροφικές**. Υπάρχουν φυσικά και άλλα κριτήρια, όπως οι χρήσεις, τα υλικά κατασκευής, η ισχύς την οποία αποδίδουν κ.λ.π.. Το σημαντικότερο όμως κριτήριο που επιτρέπει τη συστηματική ταξινόμηση και μελέτη των αντλιών, είναι η μέθοδος με την οποία εκτελούν την αποστολή τους, με την οποία δηλαδή μεταβιβάζουν ενέργεια (υπό μορφή μηχανικού έργου) στο υγρό. Η μέθοδος μεταβίβασης του μηχανικού έργου στο υγρό αποτελεί την **αρχή λειτουργίας** της αντλίας. Επιμένοντας στην ενεργειακή αντιμετώπιση των αντλιών, η παραπέρα ταξινόμηση βασίζεται στον ιδιαίτερο τρόπο που επιτυγχάνεται αυτή η μεταβίβαση ενέργειας στο υγρό καθώς και στη γεωμετρία του συστήματος.

Με βάση αυτό το κριτήριο, οι αντλίες ταξινομούνται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: Τις **αντλίες θετικής εκτοπίσεως** (ή **αντλίες στατικού τύπου**) και τις **δυναμικές αντλίες** (ή **αντλίες κινητικού τύπου**).

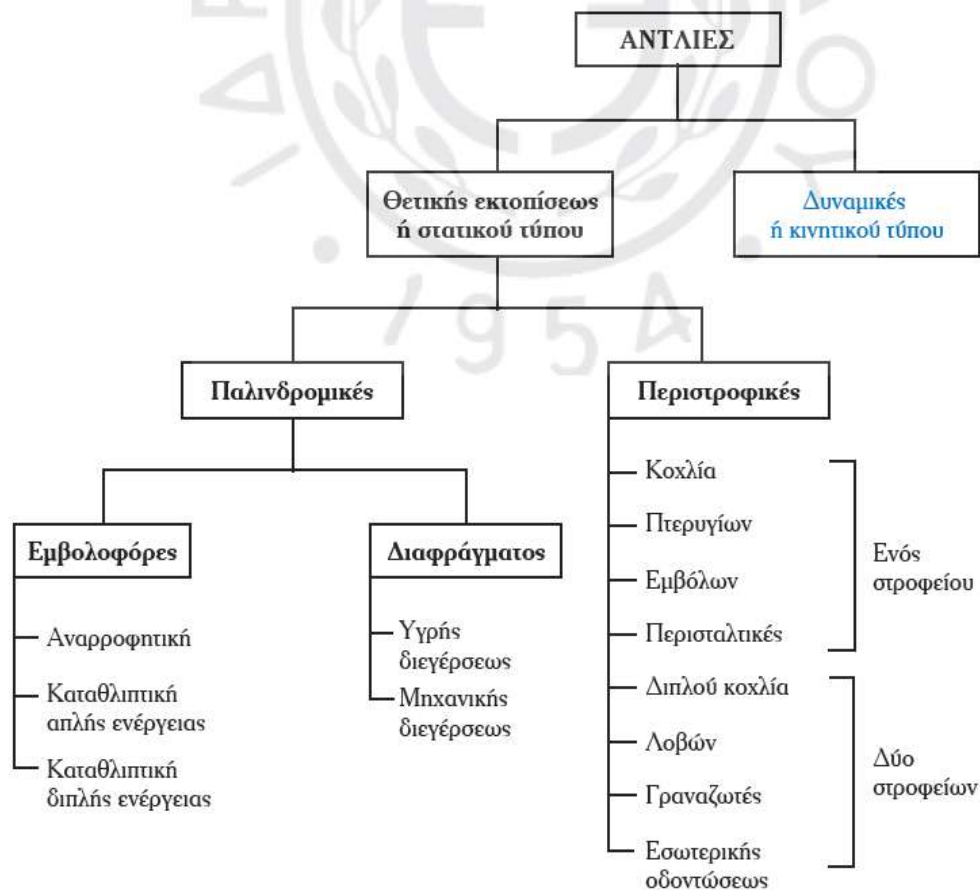
2.2.1 Αντλίες θετικής εκτοπίσεως ή αντλίες στατικού τύπου

Σ' αυτές, η μεταβίβαση μηχανικού έργου από την αντλία στο υγρό γίνεται με άσκηση δυνάμεως επί του ρευστού, η οποία το αναγκάζει να μετακινηθεί.

Σημειώνουμε ότι η αρχή λειτουργίας των αντλιών θετικής εκτοπίσεως, μοιάζει αρκετά με την αρχή λειτουργίας των πρώτων απλών συστημάτων αντλήσεως

Με κριτήριο τον τρόπο μεταβιβάσεως του μηχανικού έργου και της μετατροπής του σε ενέργεια πίεσεως, αλλά και γενικότερα τον τρόπο λειτουργίας τους, οι αντλίες θετικής εκτοπίσεως ταξινομούνται σύμφωνα με το διάγραμμα του Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Ταξινόμηση αντλιών θετικής εκτοπίσεως



2.2.2 Αντλίες δυναμικές ή αντλίες κινητικού τύπου

Στις συνηθισμένες αντλίες κινητικού τύπου, ένα ή περισσότερα στροφεία με τοποθετημένα πτερύγια, εδράζονται σε έναν άξονα που περιστρέφεται με μεγάλη ταχύτητα περιστροφής μέσα σε

ένα περίβλημα (κέλυφος της αντλίας). Το στροφείο μαζί με τα τοποθετημένα σ' αυτό πτερύγια ονομάζεται περωτή (impeller). Το υγρό εισέρχεται συνήθως στο κέντρο της περωτής και, ωθούμενο από τα πτερύγια, αποκτά κινητική ενέργεια. Στους φυγοκεντρικούς τύπους αυτών των αντλιών, που είναι και οι περισσότερο χρησιμοποιούμενοι, τα πτερύγια είναι έτσι σχεδιασμένα, ώστε το υγρό αναγκάζεται να εκτελέσει περιστροφική κίνηση και, λόγω της φυγόκεντρης δυνάμεως, κάθε στοιχειώδης μάζα του ολισθαίνει στα πτερύγια (τα οποία συνεχίζουν να την ωθούν) προς το περίβλημα. Έτσι όμως, αυξάνεται η απόσταση της στοιχειώδης μάζας από τον άξονα περιστροφής, δηλαδή η ακτίνα περιστροφής. Σύμφωνα με τους νόμους της κυκλικής κινήσεως, η γραμμική ταχύτητα της περιστρεφόμενης στοιχειώδους μάζας είναι ανάλογη της ακτίνας περιστροφής ($v = \omega \cdot R$). Επομένως, η κινητική ενέργεια του υγρού αυξάνεται, καθώς απομακρύνεται από το κέντρο προς τη περιφέρεια του περιβλήματος. Ο σχεδιασμός είναι τέτοιος ώστε πριν το υγρό εξέλθει από την αντλία, αυξάνεται η κάθετη στη ροή διατομή (με απλές ή σύνθετες διατάξεις διαχυτήρων) με αποτέλεσμα, η μετατροπή σημαντικού μέρους της κινητικής ενέργειας σε ενέργεια πίεσεως. Σ' αυτούς τους τύπους αντλιών, το υγρό κινείται από το κέντρο προς την περιφέρεια, δηλαδή ακτινικά. Για τούτο οι αντλίες αυτές ονομάζονται **ακτινικής ροής**. Υπάρχουν όμως και περιστροφικές αντλίες, στις οποίες η περωτή και το περίβλημα είναι έτσι σχεδιασμένα, ώστε το υγρό να κινείται κατά τη διεύθυνση του άξονα της αντλίας (**αντλίες αξονικής ροής**) καθώς και άλλες ενδιάμεσου τύπου (**αντλίες μεικτής ροής**). Ως ειδική κατηγορία αναφέρονται οι **στροβιλοαντλίες**, στις οποίες το υγρό εισέρχεται στην περιφέρεια και κινείται κατά βάση σ' αυτήν (**περιφερειακή ροή**).

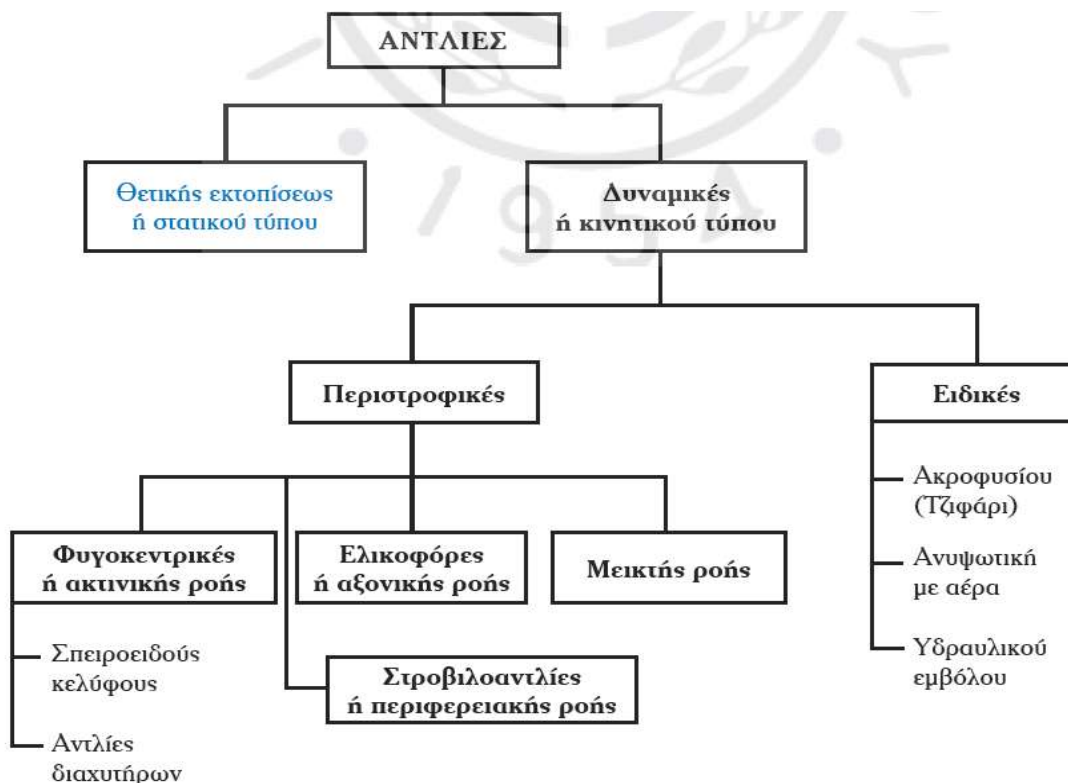
Το κοινό χαρακτηριστικό των δυναμικών αντλιών, είναι η **αρχική μετατροπή του μηχανικού έργου που μεταβιβάζει η αντλία στο ρευστό, κυρίως σε κινητική ενέργεια (εντός της αντλίας) και στη συνέχεια, σε ενέργεια πίεσεως (στην έξοδο της αντλίας)**. Αυτό το χαρακτηριστικό, εντάσσει στις δυναμικές αντλίες και μη περιστροφικά μηχανήματα, όπως οι αντλίες εκχύσεως ή ακροφυσίου (jet pumps).

Η παροχή στην αναρρόφηση και στην κατάθλιψη των αντλιών κινητικού τύπου είναι συνεχής και σταθερή.

Η ταξινόμηση των δυναμικών αντλιών με βάση τον τόπο μετατροπής του μηχανικού έργου σε κινητική ενέργεια (και στη συνέχεια σε ενέργεια πίεσεως), φαίνεται στο διάγραμμα του Πίνακα 2.

Οι αντλίες των παραπάνω τύπων μπορεί να είναι, **απλής ή διπλής αναρροφήσεως, μονοβάθμιες, οριζόντιες ή κάθετες**.

Πίνακας 2: Ταξινόμηση δυναμικών αντλιών



2.3 Φυγόκεντρες αντλίες ή αντλίες ακτινικής ροής

Οι φυγόκεντρες αντλίες (centrifugal pumps) είναι ο πιο διαδεδομένος και χρησιμοποιούμενος τύπος αντλιών. Τα πλεονεκτήματα των δυναμικών αντλιών σε συνδυασμό με την ισορροπημένη σχέση μεταξύ παροχής και αποδιδόμενου ύψους, με την ευελιξία καθώς και τη σχετικά απλή κατασκευή τους, αποτελούν τα αίτια αυτή της διαδόσεως.

Τα κινητά μέρη μια φυγόκεντρης αντλίας είναι ο άξονας και η περωτή, ενώ τα σταθερά, είναι το περίβλημα και το σύστημα στεγανοποιήσεως. Ο άξονας εδράζεται σε τριβείς (ρουλεμάν) και λαμβάνει περιστροφική κίνηση από την κινητήρια μηχανή. Επάνω του είναι στερεωμένη η περωτή που περιστρέφεται μαζί του. Η περωτή καλύπτεται από το αντίστοιχου σχήματος περίβλημα, ενώ για την αποφυγή εξωτερικών διαρροών φροντίζει το σύστημα στεγανοποιήσεως. Αυτό αποτελείται από το στυπιοθάλαμο, τη σαλαμάστρα και το στυπιοθλίπτη.

Κύριο χαρακτηριστικό των φυγόκεντρων αντλιών είναι ο σχεδιασμός των περυγίων της περωτής. Αυτά έχουν τέτοιο σχήμα, ώστε το υγρό το οποίο εισέρχεται στο κέντρο της περωτής, ωθούμενο από τα περιστρεφόμενα περύγια, ολισθαίνει επί αυτών κατά ακτινική διεύθυνση, απομακρυνόμενο από τον άξονα περιστροφής. Είναι αυτονόητο ότι και το περίβλημα (κέλυφος ή σαλίγκαρος) του θαλάμου αντλήσεως έχει αντίστοιχο σχεδιασμό. Έτσι, η αρχή λειτουργίας της

φυγόκεντρης αντλίας είναι η ακόλουθη:

Το υγρό εισέρχεται από την αναρρόφηση στη βάση της περωτής λόγω υποπίεσεως. Αναγκάζεται να περιστραφεί μαζί με τη περωτή, αποκτώντας κινητική ενέργεια. Λόγω του σχήματος των περυγίων και της επιδράσεως της φυγόκεντρης δυνάμεως, ολισθαίνει επί των περυγίων από το κέντρο προς την περιφέρεια (αύξηση της ακτίνας περιστροφής R), διατηρώντας σταθερή την περιστροφική του ταχύτητα ω . Έτσι όμως αυξάνεται η γραμμική ταχύτητα v ($v=\omega \cdot R$), άρα και η κινητική του ενέργεια. Ο σχεδιασμός του περιβλήματος είναι τέτοιος, ώστε όταν το υγρό φθάσει στο άκρο της περωτής, κατευθύνεται προς την έξοδο της αντλίας χωρίς σημαντικές ενεργειακές απώλειες. Κατά τη διαδρομή του υγρού από την έξοδο της περωτής προς την έξοδο της αντλίας, αυξάνεται η διατομή ροής, με αποτέλεσμα να μειώνεται η ταχύτητα (το ύψος κινητικής ενέργειας) και να αυξάνεται η πίεση (το ύψος ενέργειας πίεσεως).

Οι περωτές (και κατά προέκταση οι φυγόκεντρες αντλίες) διακρίνονται σε απλής και διπλής αναρροφήσεως, ανάλογα με το αν η αναρρόφηση γίνεται από τη μια ή και από τις δυο πλευρές της περωτής. Με τις αντλίες διπλής αναρροφήσεως επιτυγχάνουμε μεγαλύτερες παροχές, αφού ταυτόχρονα αντιμετωπίζονται και ορισμένα λειτουργικά προβλήματα με κυριότερο πρόβλημα της αξονικής ώθησεως.

Στις αντλίες απλής αναρροφήσεως υπάρχει σημαντική διαφορά πίεσεως μεταξύ του στομίου εισόδου του υγρού και του εσωτερικού του κελύφους. Αποτέλεσμα είναι η εμφάνιση δυνάμεως, η οποία τείνει να μετατοπίσει την περωτή προς την πλευρά της χαμηλότερης πίεσεως (προς την πλευρά της αναρροφήσεως). Η δύναμη αυτή καλείται αξονική ώθηση και αποτελεί σημαντικό αίτιο φθοράς των τριβέων (ρουλεμάν), στους οποίους στηρίζεται ο άξονας περιστροφής. Για τούτο λαμβάνονται μέτρα για την αντιμετώπισή της. Ένας λόγος προτιμήσεως των αντλιών διπλής αναρροφήσεως είναι και το ότι, αφού το υγρό εισέρχεται και από τις δύο πλευρές της περωτής, δεν παρουσιάζουν αξονική ώθηση.

Ένα σημαντικό μειονέκτημα των φυγόκεντρων αντλιών αποτελεί η δυσκολία ή και η αδυναμία εκκινήσεως αν δεν είναι πληρωμένες με υγρό. Γι' αυτόν το λόγο, όταν είναι δυνατό, οι φυγόκεντρες αντλίες τοποθετούνται χαμηλότερα από την ελεύθερη επιφάνεια της δεξαμενής αναρροφήσεως. Διαφορετικά, πρέπει να ληφθεί μέριμνα για την ομαλή εκκίνηση της αντλήσεως. Ένα μέτρο είναι η τοποθέτηση βαλβίδας ανεπίστροφης στο σωλήνα αναρροφήσεως, ώστε να μην αδειάζει το υγρό αν για κάποιο μικρό χρονικό διάστημα δεν λειτουργεί η αντλία. Πιο αποτελεσματική είναι η παρουσία εξαρτημένης αντλίας, η οποία κατά την εκκίνηση, αναρροφά τον αέρα από το σωλήνα αναρροφήσεως και το κέλυφος της αντλίας.

Οι χρήσεις των φυγόκεντρων αντλιών είναι πάρα πολλές. Μπορούμε να πούμε ότι αποτελούν

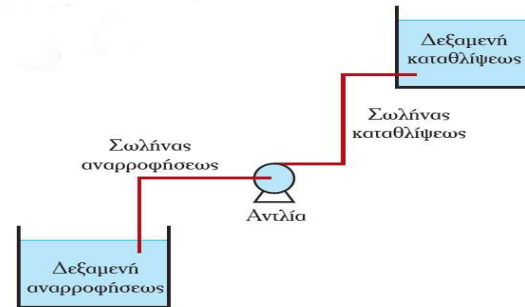
τα κύρια μηχανήματα αντλήσεως. Χρησιμοποιούνται ευρύτατα ως αντλίες πόσιμου νερού, θαλασσινού νερού, πυροσβέσεως, κυκλοφορίας, νερού τροφοδοσίας λεβήτων, συμπυκνώματος, υγρών καυσίμων, κ.λ.π..

Οι πιο συνηθισμένοι τύποι αντλιών είναι οι ακόλουθοι:

- 1) Φυγόκεντρη αντλία με ελικόφραγμα (ή αντλία σπειροειδούς κελύφους)
- 2) Φυγόκεντρη αντλία με διαχυτήρες
- 3) Φυγόκεντρη αντλία με διαχυτήρες και ελικόφραγμα

2.4 Το σύστημα αντλήσεως

Το **σύστημα αντλήσεως** (σχεδίαση 1) συνήθως είναι ανοικτό, δηλαδή το ρευστό οδηγείται από ένα χώρο σε άλλον. Υπάρχουν όμως και συστήματα αντλήσεως, στα οποία το υγρό κυκλοφορεί σε ένα **κλειστό κύκλωμα**,



Σχεδίαση 1: Αντλητικό σύστημα

όπως για παράδειγμα σε ένα κύκλωμα ψύξεως. Σ' αυτά τα συστήματα, η αντλία καλείται να αντιμετωπίσει τις ενεργειακές απώλειες λόγω τριβών. Κλειστό σύστημα αντλήσεως είναι και το κυκλοφορικό του ανθρώπου, το οποίο το μελετά η αιμοδυναμική. Η καρδιά είναι η αντλία του συστήματος. Γενικεύοντας, μπορούμε να πούμε πως **η αντλία είναι η καρδιά ενός συστήματος αντλήσεως**.

Ένα σύστημα αντλήσεως αποτελείται επομένως από τρία τμήματα:

- α) Το **σωλήνα αναρροφήσεως**, ο οποίος μεταφέρει το υγρό στην εισαγωγή της αντλίας (αναρρόφηση της αντλίας)
- β) Την **αντλία** (ή το αντλητικό συγκρότημα, δηλ. Σύνολο αντλιών που συνεργάζονται για την άντληση του υγρού)
- γ) Το **σωλήνα καταθλίψεως**, στον οποίο διοχετεύει η αντλία το υγρό (αφού του προσέδωσε ενέργεια) και μέσω του οποίου το υγρό συνεχίζει τη ροή του.

Το υγρό προσάγεται στην αντλία μέσω του σωλήνα αναρροφήσεως, από κάποιο χώρο (ποτάμι, λίμνη, θάλασσα, δεξαμενή, συμπυκνωτή κ.λ.π.), ο οποίος καλείται **δεξαμενή αναρροφήσεως**. Αν το υγρό μετά την κατάθλιψη οδηγείται σε νέο χώρο αποθηκεύσεως, ο χώρος αυτό καλείται **δεξαμενή καταθλίψεως**. Στα κλειστά κυκλώματα αντλήσεως, οι σωλήνες αναρροφήσεως και καταθλίψεως ενώνονται (ή οι δεξαμενές αναρροφήσεως και καταθλίψεως ταυτίζονται).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

ΕΠΙΣΚΕΥΗ

3.1 Πειραματική διάταξη φυγόκεντρης αντλίας

Η πειραματική διάταξη της φυγόκεντρης αντλίας είναι η αναπαράσταση ενός συνηθισμένου αντλητικού συστήματος.

Αποτελείται από:

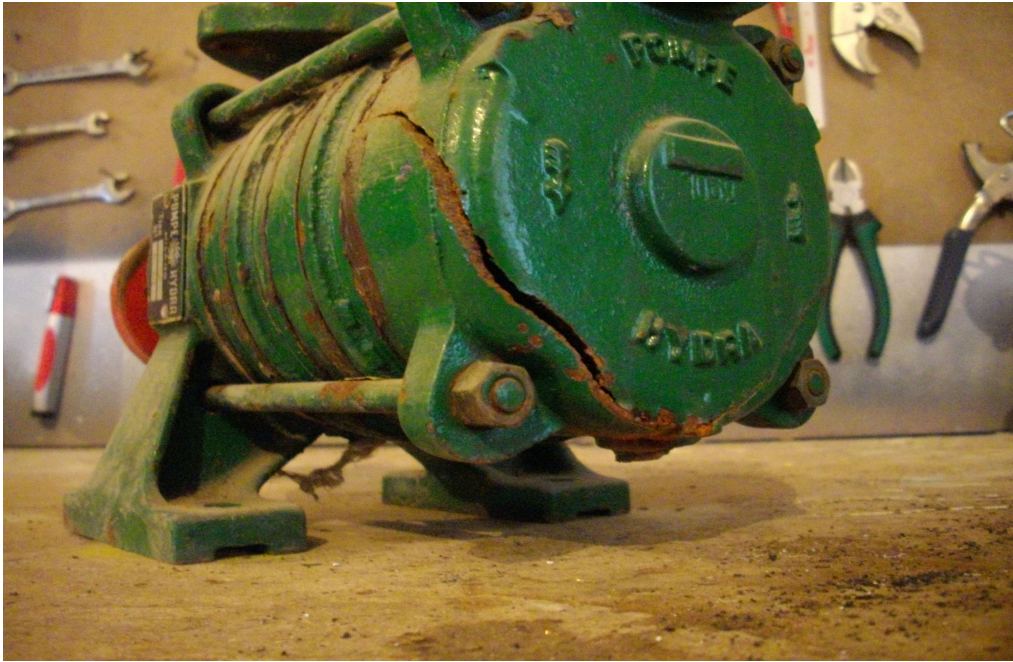
- α) Μία φυγόκεντρη αντλία δύο σταδίων (δισταδιακή), απλής αναρροφήσεως.
- β) Ένα σωλήνα αναρροφήσεως και ένα σωλήνα καταθλίψεως
- γ) Δεξαμενή αναρροφήσεως και δεξαμενή καταθλίψεως
- δ) Μία σωλήνα υπερχείλισης
- ε) Δύο μανόμετρα εκ των οποίων το ένα μετρά κενό
- στ) Ένα παροχόμετρο
- ζ) Έναν υδροδείκτη
- η) Ένα ηλεκτρικό κινητήρα
- θ) Σύστημα παροχής και ανόρθωσης ηλεκτρικού ρεύματος

3.2 Επισκευή

Το πρώτο βήμα είναι η εξωτερική επιθεώρηση όλων των μερών της συσκευής.

Η πρώτη και σοβαρή ζημιά εντοπίστηκε στο κέλυφος της αντλίας το οποίο ήταν σπασμένο (Εικόνα 1). Η δεύτερη ζημιά εντοπίστηκε στο ένα μανόμετρο το οποίο σε κατάσταση ηρεμίας είχε ένδειξη αρνητικής πίεσης (κενό). Η τρίτη ζημιά εντοπίστηκε στο όργανο μέτρησης της ηλεκτρικής τάσης (βολτόμετρο) στο οποίο ήταν σπασμένο το τζάμι (Εικόνα 2). Η τέταρτη ζημιά εντοπίστηκε στο ηλεκτρικό κύκλωμα. Συγκεκριμένα όλες οι ασφάλειες ήταν καμένες και κάποιες είχαν υποστεί διάβρωση με αποτέλεσμα να μην είναι εφικτό να διαβάσω την τιμή της κάθε ασφάλειας. Επίσης σε ένα σημείο είχε αφαιρεθεί (προφανώς παλαιότερα) η ασφάλεια με την ασφαλειοθήκη και οι δύο ακροδέκτες της ασφαλειοθήκης ήταν συν δεμένοι με αποτέλεσμα να μην υπάρχει ασφάλεια εν ώρα λειτουργίας της συσκευής (Εικόνα 3). Τέλος δοκίμασα εάν περιστρέφεται η αντλία πιάνοντας την από το κόμπλερ. Η αντλία δεν περιστρεφόταν. Το συμπέρασμα είναι ότι είχε να λειτουργήσει

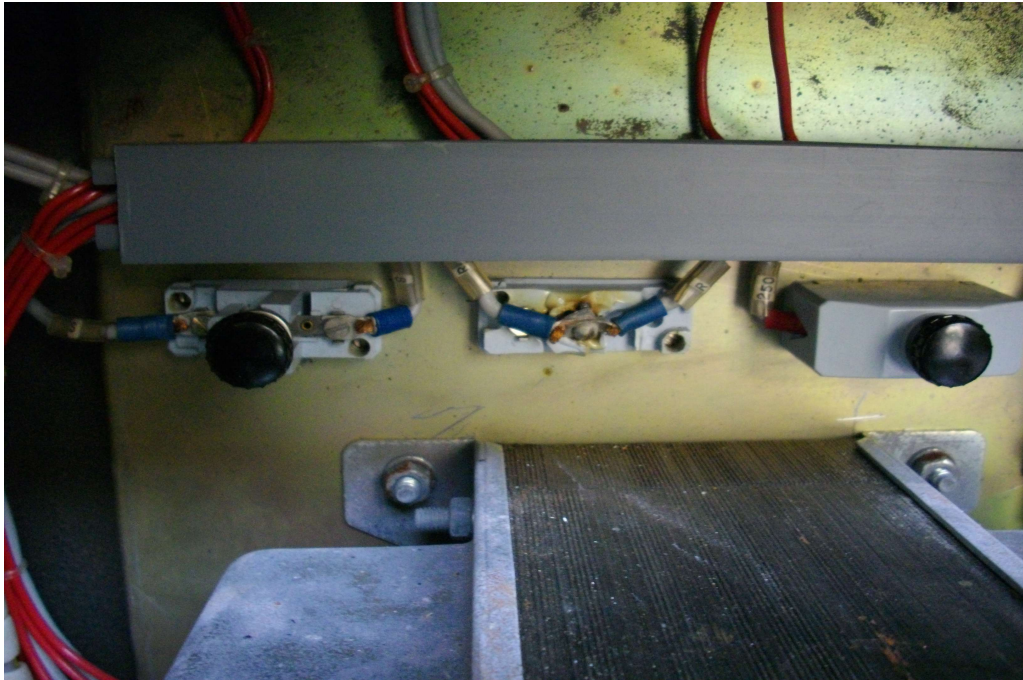
πάρα πολύ καιρό και λόγω της διάβρωσης τα μέρη του στροφείου ερχόντουσαν σε επαφή με το κέλυφος. Έως εδώ είναι η εξωτερική επιθεώρηση της συσκευής.



Εικόνα 1: Σπασμένο κέλυφος της αντλίας



Εικόνα 2: Σπασμένο τζαμάκι στο βολτόμετρο



Εικόνα 3: Γεφύρωμα των ακροδεκτών

Δεύτερο βήμα είναι το λύσιμο της αντλίας για να πραγματοποιηθεί ο καθαρισμός, η επιθεώρηση και η επισκευή της. Για τις παραπάνω εργασίες πήρα την αντλία σε προσωπικό μου χώρο στον οποίο έχω όλα τα κατάλληλα εργαλεία για να κάνω την επισκευή.

Λύνοντας την αντλία εμφανίστηκαν αμέσως τα πρώτα προβλήματα. Όλα τα κομμάτια ήταν μεταξύ τους “κολλημένα” λόγο της διάβρωσης που είχαν υποστεί (Εικόνα 4, Εικόνα 5).



Εικόνα 4: Διάβρωση στην περωτή



Εικόνα 5: Διάβρωση στα κομμάτια από το κέλυφος

Για την αφαίρεση των πτερωτών από το στροφείο χρειάστηκε WD40 (το οποίο βοηθάει να ξεκολληθούν δύο κομμάτια μεταξύ όταν έχουν σκουριάσει). Μετά από 20 λεπτά περίπου που έδρασε το WD40 η πρώτη πτερωτή αφαιρέθηκε λίγο δύσκολα (Εικόνα 6).



Εικόνα 6: Διαβρωμένη πτερωτή

Όπως είναι εμφανές από την Εικόνα 6 χρειάστηκε και ένα γερμανικό κλειδί για να το χρησιμοποιήσω σαν κόντρα για την αφαίρεση της περωτής από τον άξονα.

Στο δεύτερο στάδιο της αντλίας συνάντησα τα ίδια προβλήματα με το πρώτο στάδιο. Διαβρωμένο κέλυφος και δυσκολία στην αφαίρεση κομματιών (Εικόνα 7).



Εικόνα 7: Διαβρωμένο κέλυφος και περωτή στο δεύτερο στάδιο



Εικόνα 8: Διαβρωμένη περωτή

Η βάση της αντλίας ήταν και αυτή επίσης διαβρωμένη, ιδιαίτερα στη πλευρά όπου έρχεται σε επαφή με το νερό (Εικόνα 9). Η άλλη πλευρά της βάσεως της αντλίας ήταν σε καλύτερη κατάσταση και αυτό οφείλεται στο ότι δεν έρχεται σε επαφή με το νερό (Εικόνα 10). Ο άξονας δεν είχε υποστεί διάβρωση, αλλά το στεγανοποιητικό (ή αλλιώς καρβουνάκι ή mechanical seal) ήταν σπασμένο (Εικόνα 11, Εικόνα 12)



Εικόνα 9: Πλευρά της αντλίας που έρχεται σε επαφή με το νερό



Εικόνα 10: Πλευρά της αντλίας που δεν έρχεται σε επαφή με το νερό



Εικόνα 11: Άξονας της αντλίας



Εικόνα 12: Σπασμένο καρβουνάκι

Ο σφαιρικός τριβέας (ρουλεμάν) ήταν σε πάρα πολύ καλή κατάσταση και δεν χρήζει επισκευής ή αλλαγής, παρά μόνον λίγο εξωτερικό καθάρισμα (Εικόνα 13).



Εικόνα 13: Σφαιρικός τριβέας

Αφότου έγινε η επιθεώρηση όλων των μερών της αντλίας, έκανα μια λίστα με τα αναγκαία αναλώσιμα και ανταλλακτικά. Επίσης υπολόγισα και την επίσκεψη σε ένα μηχανουργείο για να γίνουν εργασίες με τον απαραίτητο εξοπλισμό.



Εικόνα 14: Καινούριο στεγανοποιητικό (δεξιά)

Τα μόνο ανταλλακτικό που αγόρασα είναι το στεγανοποιητικό (Εικόνα 14)

Από αναλώσιμα αγόρασα μία σιλικονούχα φλατζόκολλα, δύο συρματόβουρτσες για ηλεκτρικό τροχό, WD40 και σμυριδόπανα Νο36 & Νο220.

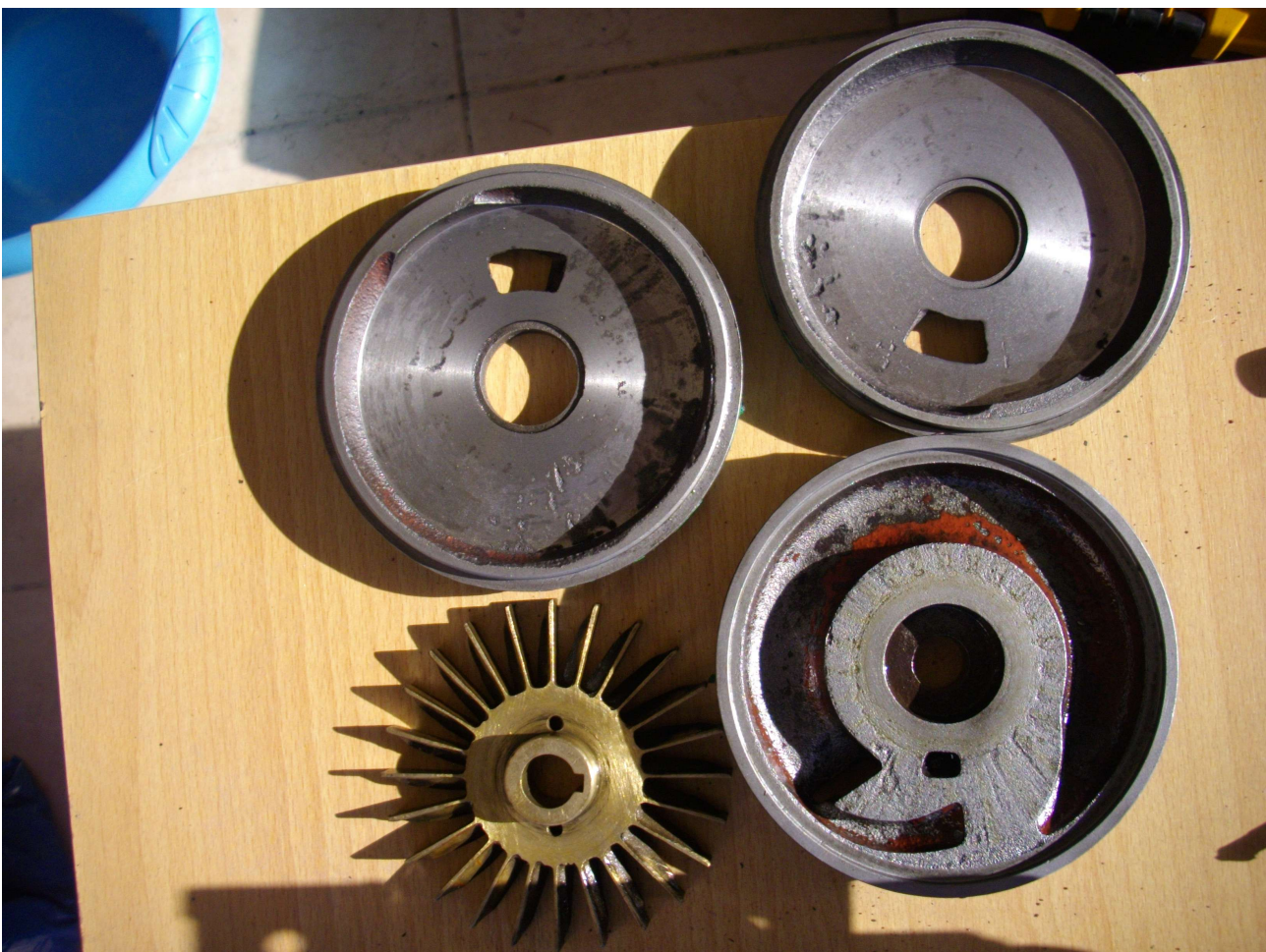
Πρώτη μου δουλειά ήταν η επισκευή του κελύφους της αντλίας. Για την επισκευή της απευθύνθηκα σε ένα μηχανουργείο, επειδή εκεί μπορούσα να βρω τον απαραίτητο εξοπλισμό όπως ηλεκτροσυγκόλληση και τροχό. Πρώτα τρόχισα τα δύο κομμάτια για να φύγουν όλες οι σκουριές στα σημεία όπου θα κολληθούν. Σε περίπτωση που δεν έκανα την συγκεκριμένη εργασία (το τρόχισμα) η κόλληση θα έσπαγε πολύ σύντομα. Έπειτα ο μηχανικός στο μηχανουργείο με συμβούλεψε να χρησιμοποιήσω μαύρο ηλεκτρόδιο για την ηλεκτροσυγκόλληση πάχους 3,5mm στα 100 ampere.



Εικόνα 15: Καθαρισμός με συρματόβουρτσα

Εφόσον έχω τελειώσει με την ηλεκτροσυγκόλληση, καθάρισα όλα τα μέρη της αντλίας με συρματόβουρτσα και τα σμυριδόπανα. Το σμυριδόπανο Νο36 το χρησιμοποίησα για να αφαιρέσω όλες τις σκουριές και το Νο 220 για να γίνει η επιφάνεια πιο λεία. Το αποτέλεσμα του καθαρισμού φαίνεται στην Εικόνα 15, και όπως φαίνεται δεν ήταν τόσο αποτελεσματικό. Με μία πρόχειρη δοκιμή διαπίστωσα ότι εάν άρμωζα όλα τα κομμάτια της αντλίας σε αυτή την κατάσταση

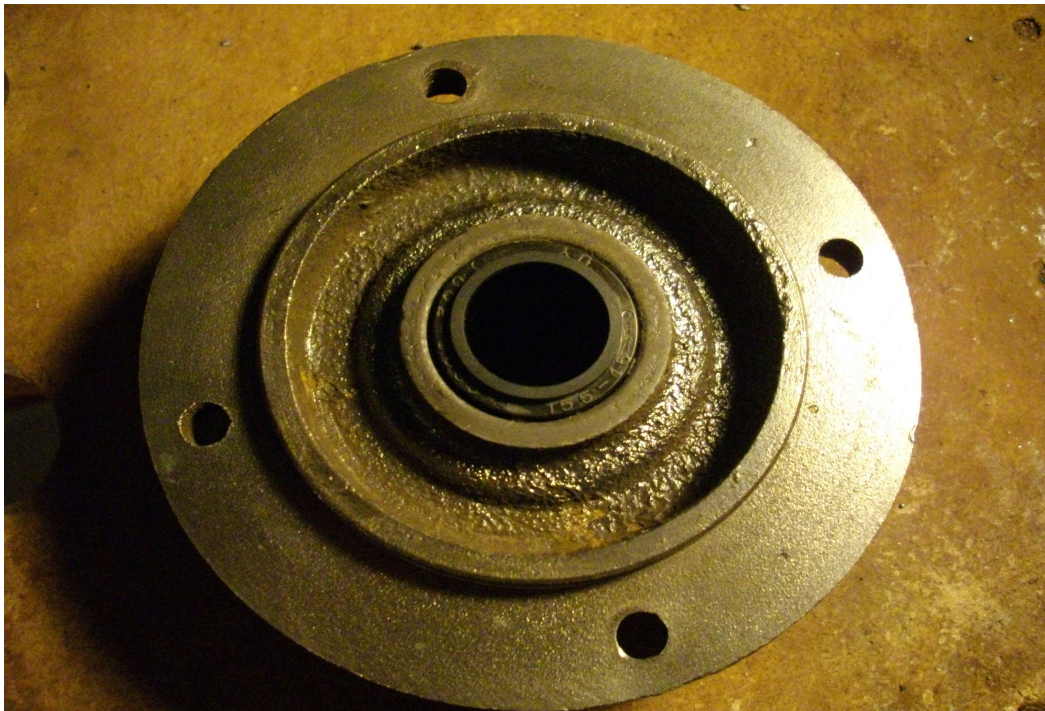
το αποτέλεσμα θα ήταν απογοητευτικό, δηλαδή η αντλία δεν θα περιστρεφόταν και πάλι διότι οι πτερωτές εφάπτονταν πάνω στα καπάκια (μέρος από το συνολικό κέλυφος) της αντλίας. Γι' αυτό το λόγο απευθύνθηκα και πάλι στο ίδιο μηχανουργείο για να λύσω αυτό το πρόβλημα. Ο μηχανικός καθάρισε τα καπάκια με υαλοβολή, σε ειδικό μηχάνημα. Όλες οι σκουριές αφαιρέθηκαν εσωτερικά από τα καπάκια. Κάνοντας πάλι μία πρόχειρη δοκιμή το αποτέλεσμα ήταν λίγο καλύτερο αλλά όχι ικανοποιητικό. Γι' αυτό το λόγο τοποθέτησα τα 2 από τα 4 καπάκια στον τόρνο για να αφαιρέσω εσωτερικά 0,2mm μέταλλο. Κάνοντας πάλι πρόχειρη δοκιμή το αποτέλεσμα ήταν ικανοποιητικό. Στην Εικόνα 16 φαίνονται τα 3 από τα 4 καπάκια της αντλίας. Τα δύο που είναι όμοια μεταξύ τους είναι αυτά από τα οποία έγινε εσωτερική αφαίρεση μετάλλου στον τόρνο. Τα υπόλοιπα κομμάτια δεν χρειάστηκαν περαιτέρω καθαρισμό.



Εικόνα 16: Τρία από τα τέσσερα καπάκια

Μετά το πέρας των καθαρισμών άρχισα την άρμωση των κομματιών. Πρώτα τοποθέτησα το καρβουνάκι στον άξονα με σαπουνόνερο για να γλιστρήσει καθώς το σπρώχνω. Δεν χρησιμοποίησα λάδι για την άρμωση του διότι σε περίπτωση που το λάδι δεν φύγει, κατά την περιστροφή του άξονα το καρβουνάκι δεν θα περιστρέφεται μαζί με τον άξονα με αποτέλεσμα να

μην υπάρχει αποτελεσματική στεγανοποίηση. Το στεγανοποιητικό (καρβουνάκι) αποτελείται από δύο κομμάτια. Το άλλο κομμάτι τοποθετείται πάνω στο κάλυμμα της αντλίας το οποίο βρίσκεται ανάμεσα στην βάση της αντλίας και του σφαιρικού τριβέα (Εικόνα 17).



Εικόνα 17: Το δεύτερο μέρος από το στεγανοποιητικό (καρβουνάκι)

Βίδωσα το καπάκι πάνω στη βάση της αντλίας και έπειτα τοποθέτησα τον άξονα. Επόμενο βήμα είναι η τοποθέτηση του σφαιρικού τριβέα όπου και σε αυτόν έβαλα σαπουνόνερο για να γλιστρήσει πάνω στον άξονα και μετά τοποθέτησα το κάλυμμα του τριβέα. Σχετικές εικόνες υπάρχουν στο Παράρτημα.

Αφού έχω τοποθετήσει τον τριβέα, ο άξονας πλέον δεν μπορεί να φύγει από την βάση της αντλίας. Επόμενο κομμάτι είναι το κόμπλερ, όπου και σε αυτό έβαλα σαπουνόνερο για να μπει με ευκολία. Με την τοποθέτηση του κόμπλερ έχω τελειώσει από τη μία πλευρά της αντλίας (Εικόνα 18).



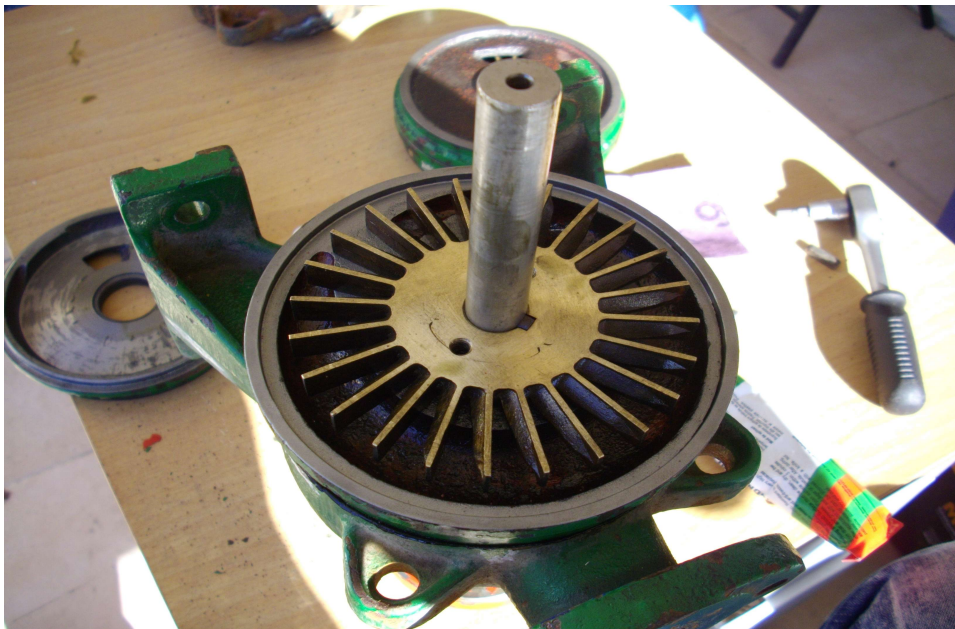
Εικόνα 18: Βάση της αντλίας με τοποθετημένα τα καπάκια του τριβέα και από το καρβουνάκι

Από την άλλη πλευρά είναι οι περωτές και τα καπάκια των περωτών που έχουν απομείνει. Για την στεγανοποίηση μεταξύ των κομματιών χρησιμοποίησα σιλικονούχα φλατζόκολλα (Εικόνα 19). Για να βάλω τις περωτές χρησιμοποίησα και εδώ σαπουνόνερο για να τοποθετηθούν με ευκολία

και να μην κάνω ζημιά στον άξονα. Τα καπάκια των περωτών έχουν συγκεκριμένη θέση που τοποθετούνται, και για αυτό έχει μεριμνήσει ο κατασκευαστής βάζοντας σημάδια πάνω στα καπάκια. Κάθε ζεύγος καπακιών αποτελεί ένα στάδιο. Τα δύο στάδια μεταξύ τα τοποθέτησα με διαφορά 180 μοιρών. Στις παρακάτω εικόνες φαίνεται η τοποθέτηση των καπακιών και των περωτών.



Εικόνα 19: Σιλικονούχα φλατζόκολλα για στεγανοποίηση



Εικόνα 20: Τοποθέτηση της πρώτης περωτής με το ένα από τα δύο καπάκια(1ο στάδιο)



Εικόνα 21: Το 1ο στάδιο της αντλίας



Εικόνα 22: Το 2ο στάδιο της αντλίας (η τρύπα είναι η αναρρόφηση)



Εικόνα 23: Η αντλία πλήρως επισκευασμένη

Αφού έδεσα την αντλία περίμενα να στεγνώσει η κόλλα για περίπου δύο ώρες. Πλήρωσα όλη την αντλία με νερό για να κάνω έλεγχο στεγανότητας. Το αποτέλεσμα ήταν πάρα πολύ ικανοποιητικό. Η αντλία δεν είχε καμία διαρροή. Δοκίμασα να την περιστρέψω και περιστρεφόταν δίχως να ακούγεται κάποιος μεταλλικός θόρυβος.



Εικόνα 24: Η αντλία έτοιμη για την επανατοποθέτησή της.

Στην παραπάνω εικόνα (Εικόνα 24) είναι η αντλία πριν από την επανατοποθέτηση της. Καθάρισα καλά το σημείο στο οποίο η αντλία θα πατήσει για να μην υπάρχει πρόβλημα στο κόμπλερ της αντλίας και του ηλεκτροκινητήρα. Αφού την τοποθέτησα, έβαλα και τα περιφερειακά της αντλίας (σωληνώσεις).

Επιδιόρθωσα τα ηλεκτρικά μέρη της συσκευής αλλάζοντας τις ασφάλειες και τοποθετώντας καινούρια ασφαλειοθήκη στο σημείο στο οποίο έλειπε. Επισκεύασα το βολτόμετρο και του έβαλα καινούριο τζάμι. Τα ηλεκτρικά μέρη της συσκευής ήταν σε πάρα πολύ καλή κατάσταση.

Τα περιφερειακά της αντλίας όπως επιστόμια, μανόμετρο, παροχόμετρο, υδροδείκτης δεν ήταν σε καλή κατάσταση και δεν χρήζανε επισκευής. Επισκεύασα τα κενόμετρο το οποίο χρειαζόταν επιδιόρθωση στη θέση του δείκτη και καθάρισα τις δεξαμενές.

Στο Παράρτημα υπάρχουν εικόνες από την επισκευή των περιφερειακών.

Τελευταίο βήμα είναι η δοκιμή με νερό στις δεξαμενές. Το αποτέλεσμα της δοκιμής ήταν πάρα πολύ ικανοποιητικό. Όλα δούλευαν δίχως κανένα πρόβλημα ακόμη και σε πλήρες φορτίο. Η αντλία δεν είχε διαρροή, τα μανόμετρα είχαν κανονική ένδειξη, το παροχόμετρο και ο υδροδείκτης είχαν ένδειξη κανονικά τα επιστόμια δεν είχαν καμία διαρροή και στεγανοποιούσαν κανονικά. Το μόνο που εντοπιστικέ με μικρό πρόβλημα είναι το βολτόμετρο του οποίου την ένδειξη τη σύγκρινα με ένδειξη από ψηφιακό πολύμετρο και εντόπισα διαφορά +5%.

Για ευκολία στη χρήση της συσκευής έβαλα ένα επιστόμιο επιπλέον στη σωλήνα αναρροφήσεως για να μπορεί ο χρήστης με ευκολία να γεμίσει την αντλία με νερό μιας και οι φυγόκεντρες αντλίες χρειάζονται να είναι πληρωμένες με νερό για να μπορέσουν να λειτουργήσουν (Εικόνα 25).



Εικόνα 25: Επιστόμιο πλήρωσης αντλίας

3.3 Κόστος επισκευής

Το κόστος επισκευής είναι πολύ σημαντικό. Πριν ξεκινήσω την επισκευή σκοπός μου ήταν να έχω την υψηλότερη απόδοση της αντλίας με το χαμηλότερο κόστος. Γι αυτό το λόγο αντί να αγοράσω καινούριο βολτόμετρο και καινούριο κενόμετρο, τα επισκεύασα για να μειώσω το κόστος.

Αναλύοντας ένα-ένα τα πράγματα το κόστος της επισκευής έχει ως εξής:

α) Σταγενοποιητικό (14 €)

β) Συρματόβουρτες και σφυριδόπανα (7,30 €)

γ) Σιλικονούχα φλατζόκολλα (5,50 €)

δ) Επιστόμιο και τα υπόλοιπα κομμάτια που το απαρτίζουν (6,40 €)

ε) WD40 (4,70 €)

στ) Έξοδα στο μηχανουργείο (10 €)

Συνολικό κόστος (47,9 €)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Το πρώτο και βασικότερο συμπέρασμα που έβγαλα μετά το πέρας της επισκευής είναι ότι με χαμηλό κόστος είναι εφικτό να έχεις ικανοποιητικά αποτελέσματα από μία επισκευή. Το δεύτερο συμπέρασμα είναι ότι τα ανταλλακτικά ενός μηχανήματος (στη συγκεκριμένη περίπτωση η αντλία) δεν χρειάζεται κατ' ανάγκη να είναι από τον κατασκευαστή. Υπάρχουν αξιόλογα ανταλλακτικά στο εμπόριο. Το τρίτο και τελευταίο συμπέρασμα είναι ότι μία τέτοια εργασία απαιτεί απαραίτητες γνώσεις και εμπειρία.

Προτάσεις για το μέλλον έχουν ως εξής:

- α) Πλήρης βαθμονόμηση των οργάνων ελέγχου
- β) Πλήρης εργαστηριακή άσκηση

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Νικόλαος Πάντζαλης: Μηχανική Των Ρευστών, Ίδρυμα Ευγενίδου
2. www.wikipedia.org

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ



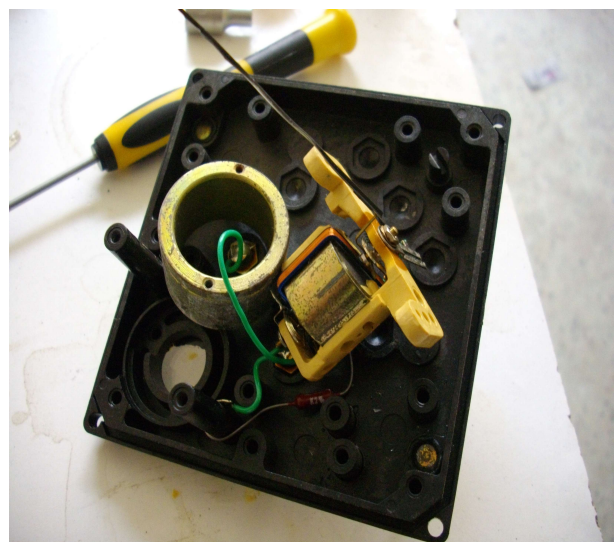
Εικόνα 27: Ανεπίστροφη βαλβίδα στο σωλήνα αναρροφήσεως



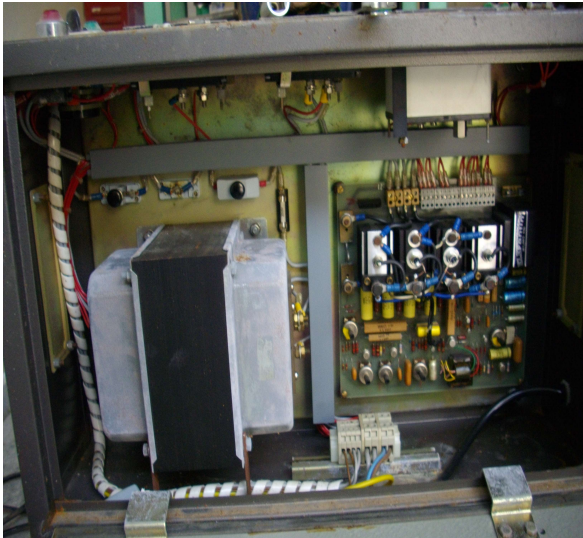
Εικόνα 26: Ανεπίστροφη βαλβίδα στο σωλήνα αναρροφήσεως



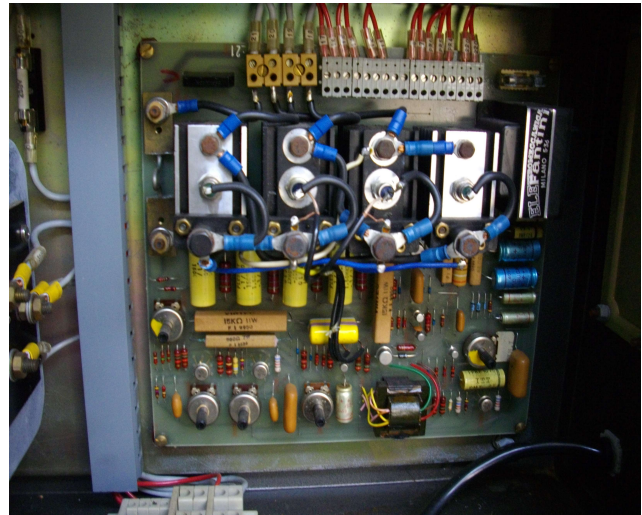
Εικόνα 28: Επισκευή και ρύθμιση βολτόμετρου



Εικόνα 29: Επισκευή και ρύθμιση βολτόμετρου



Εικόνα 30: Ηλεκτρικός πίνακας
(Μετσηματιστής αριστερά, ανορθωτική
διάταξη δεξιά)



Εικόνα 31: Ανορθωτική διάταξη



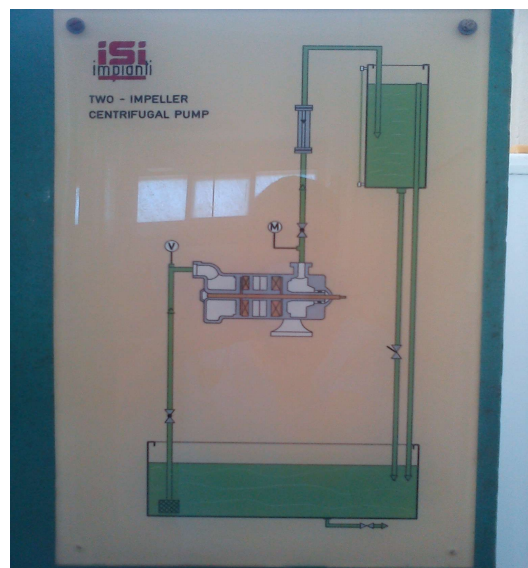
Εικόνα 33: Επισκευή κενόμετρου



Εικόνα 32: Επισκευή κενόμετρου



Εικόνα 35: Κενόμετρο (κάτω) και μανόμετρο
(πάνω)



Εικόνα 34: Σχεδίαση του αντλητικού
συστήματος