

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ: Τρισδιάστατη σχεδίαση φυγοκεντρικής
αντλίας**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: Διακονικόλας Αντώνης ΑΜ3831

ΑΩΑΔ Μιχάλης

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΟΥΠΑΡΑΝΗΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

2014

ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ: Τρισδιάστατη σχεδίαση φυγοκεντρικής
αντλίας**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: Διακονικόλας Αντώνης ΑΜ3831
ΑΨΑΔ Μιχάλης**

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ:

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

Περίληψη

Τα δοκίμια σχεδιασθήκαν και συνομολογήθηκαν με πρόγραμμα τρισδιάστατης σχεδίασης. Η χρήση του προγράμματος έγινε από μηνιαία μακέτα free trial. Με τη χρήση του προγράμματος έγινε σχεδίαση, συναρμολόγηση, μηχανική κίνηση και δοκιμασίες αντοχής. Μετά από πολλά σχέδια επιλεχτήκαν αυτά του (άξονα, σφήνας ,)του (ρουλεμάν ,κελύφους) των (περυγίων) και η μεταξύ τους σύνδεση και λειτουργία.

Σκοπός του εγχειρήματος είναι η δημιουργία ενός σαφούς μέσου απεικόνισης που θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέσο απεικόνισης της ακριβούς λειτουργίας μίας φυγοκεντρικής αντλίας και να βελτιώσει περαιτέρω το επίπεδο σπουδών της Ακαδημίας. Αφού σχεδιαστούν τα δοκίμια θα γίνει έλεγχος και προσαρμογή τους στις πραγματικές τους διαστάσεις για την σωστή κατασκευή τους με χρήση CAM (Computer Aided Manufacturing) ώστε ο κώδικας να μπορεί να εισαχτεί σε αυτόματη εργαλειομηχανή CNC (Computer Numerical Control).

Abstract

The design and assembly of parts was conducted with CAD platform software. The software was downloaded from the official website and it is a student (free) version. By using this software, there is capability of design, assembly and simulate the function of the parts of the system, as well as their strength animations.

The aim of the project is the creation of a specific illustration that can be used to present the exact operation of a centrifugal clarifier and to further improve the education level of the Academy. After the drafts of the parts are complete they will be checked and adjusted to their real sizes for the correct creation of them with the use of CAM (Computer Aided Manufacturing) so that their code can be inputted in an automatic machine tool CNC (Computer Numerical Control).

Πρόλογος

Η σχεδίαση ενός μηχανήματος, μιας ομάδας εξαρτημάτων ή απλά ενός μόνου εξαρτήματος είναι μια ευκαιρία για τον σχεδιαστή μηχανικό να κατανοήσει σε βάθος την ακριβή λειτουργία τον συσχετισμό, και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των εξαρτημάτων. Η κατανόηση της λειτουργίας γίνεται πολύ πιο δύσκολη όταν το αντικείμενο είναι ένα μηχανήμα ή ολόκληρη μηχανή. Πλέον όμως με την χρήση υπολογιστών και τρισδιάστατης σχεδίασης η κατανόηση μιας μηχανής σε βάθος έχει γίνει πολύ ευκολότερη με αποτέλεσμα την αύξηση της αποδοτικότητας των μηχανικών. Η παρούσα πτυχιακή εργασία προσπαθεί να δείξει τα πλεονεκτήματα της τρισδιάστατης σχεδίασης και την ευκολία κατανόησης της λειτουργίας ενός φυγοκεντρικού διαχωριστήρα.

Κεφάλαιο 1

Αντλίες

Ορισμός: Είναι οι μηχανές που χρησιμοποιούνται για να μετακινούν υγρά.

Βασική ενεργειακή μετατροπή: Μία αντλία σε λειτουργία προσθέτει ενέργεια στο ρευστό μετατρέποντας μηχανική ενέργεια κινητήρα σε δυναμική και κινητική ενέργεια ρευστού.

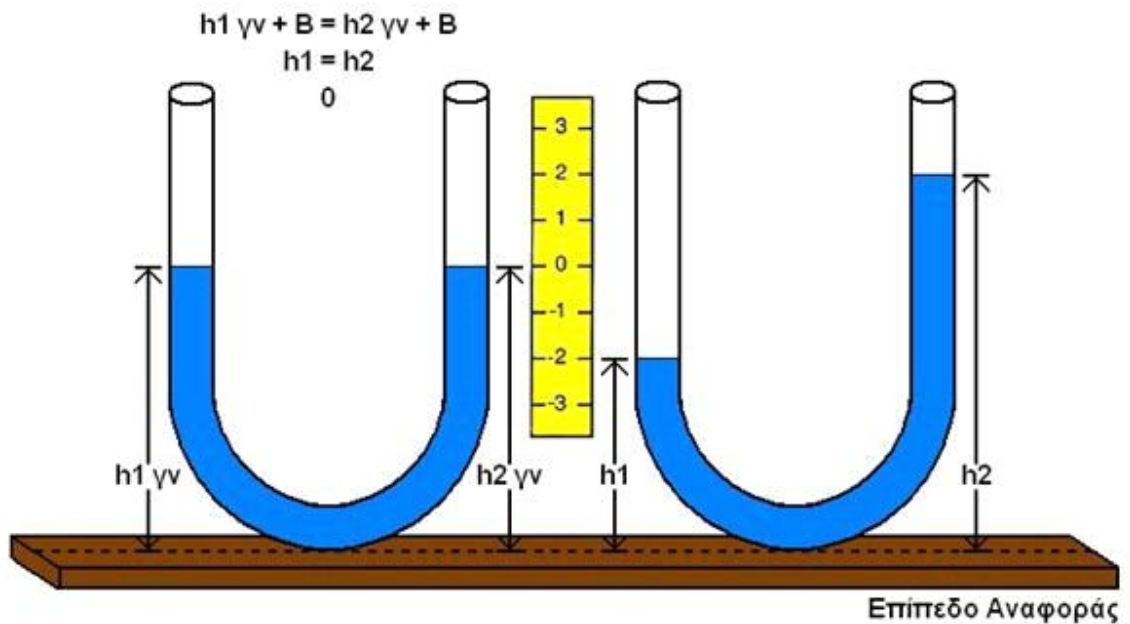
ΑΡΧΗ ΑΝΑΡΡΟΦΗΣΗΣ

Εάν σε ένα σωλήνα σχήματος U (ύψιλον) τοποθετηθεί κάποια ποσότητα νερού, θα παρατηρηθεί ότι λόγω της αρχής των συγκοινωνούντων δοχείων, το νερό θα ανέβει στο ίδιο ύψος και στα δύο σκέλη του σωλήνα.

Εάν επιλεγθεί σαν επίπεδο αναφοράς το επίπεδο που διέρχεται από το κέντρο της διατομής του κατωτέρου σημείου του σωλήνα U (ύψιλον) θα υπάρξει :

$$h_1 * \gamma_v = h_2 * \gamma_v$$

Όπου h το ύψος της ελεύθερης στάθμης από το επίπεδο αναφοράς και γ_v το ειδικό βάρος του νερού.



Στις ελεύθερες επιφάνειες του νερού ασκείται και η βαρομετρική πίεση B οπότε προκύπτει :

$$h_1 * \gamma_v + B = h_2 * \gamma_v + B$$

Επειδή η βαρομετρική πίεση του αέρα είναι ίδια και στα δύο σκέλη έχει ως εξής:

$$h_1 = h_2$$

Εάν τώρα με οποιονδήποτε τρόπο αφαιρεθεί ένα μέρος του αέρα από το ένα σκέλος τότε θα ελαττωθεί η ασκούμενη πίεση από τον αέρα στην ελεύθερη επιφάνεια του νερού με αποτέλεσμα η στάθμη του νερού να ανέλθει σε αυτό το σκέλος του σωλήνα. Τότε θα υπάρξει :

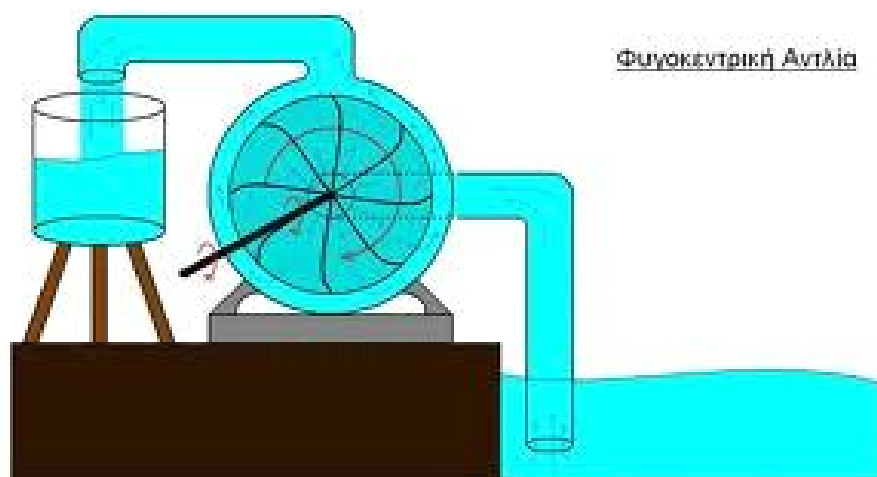
$$B + h_1 * \gamma_v = B_1 + h_2 * \gamma_v$$

Αυτή είναι η αρχή της άντλησης δια αναρρόφησης. Είναι από την φυσική γνωστό ότι εάν αφαιρεθεί από το ένα σκέλος του σωλήνα όλο τον υπάρχοντα αέρα η στήλη του νερού που είναι αναγκαία για την εξίσωση της ατμοσφαιρικής πίεσης στο άλλο σκέλος ισούται με 10.33 M. Αυτό μας δείχνει ότι μπορεί να γίνει αναρρόφηση θεωρητικά μέχρι ύψος 10.33 M νερού.

1.2 ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΕΣ ΑΝΤΛΙΕΣ

ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ Έστω ότι υπάρχει ένας τροχός που έχει πτερύγια βυθισμένος μέσα σε νερό. Εάν ο τροχός αρχίσει να περιστρέφεται τότε θα παρασύρει μαζί του και το νερό που βρίσκεται μεταξύ των πτερυγίων. Λόγω της φυγοκέντρου δύναμης το νερό που θα εκτοπισθεί από τα πτερύγια και θα δημιουργηθεί κενό στο κέντρο του τροχού.

Εάν τώρα ο τροχός καλυφθεί με ένα σώμα που έχει δύο οπές μια στην περιφέρεια για την έξοδο νερού και μια στην πλευρά απέναντι από το κέντρο του τροχού για την είσοδο του νερού τότε στην οπή εισόδου συνδέεται σωλήνας, του οποίου το άλλο άκρο βυθίζεται μέσα σε δεξαμενή γεμάτη νερό. Το νερό που βρίσκεται στα πτερύγια του τροχού εκτοπίζεται λόγω της φυγοκέντρου δύναμης και εξέρχεται από την οπή εξόδου ενώ ταυτόχρονα δημιουργείται στο κέντρο του τροχού κενό, που συμπληρώνεται με νερό που απορροφάται από την δεξαμενή νερού.



Ο τροχός με τα πτερύγια λέγεται περωτή και είναι τοποθετημένος πάνω σε έναν άξονα από τον οποίο παίρνετε και η κίνηση. Υπάρχουν διαφόρων ειδών φυγοκεντρικές αντλίες:

- α) Αντλίες με κλειστά πτερύγια
- β) Αντλίες με ημίκλειστη περωτή
- γ) Αντλίες με ανοικτή περωτή

Για να έχουμε λειτουργία φυγοκεντρικής αντλίας πρέπει όλος ο σωλήνας αναρρόφησης, καθώς και ολόκληρη η αντλία να γεμίσουν με νερό. Για να γίνει αυτό πρέπει οπωσδήποτε ο σωλήνας αναρρόφησης να έχει στο κάτω άκρο του μια ποδοβαλβίδα και η αντλία να έχει χοάνη πλήρωσης και εξαερισμού.

Στο σύστημα αναρρόφησης πρέπει να υπάρξει καλή στεγανοποίηση, διαφορετικά δε μπορεί να γίνει άντληση λόγω αναρρόφησης αέρα.

Το ύψος της αναρρόφησης στις φυγοκεντρικές αντλίες είναι περιορισμένο. Κατά την έναρξη της άντλησης, καλό θα ήταν η στάθμη του αντλούμενου νερού να μην είναι χαμηλότερη των τριών (3) μέτρων από τον άξονα της αντλίας.

Στις φυγοκεντρικές αντλίες η άντληση δεν επιτρέπεται να συνεχιστεί όταν το ύψος της αναρρόφησης φθάσει και υπερβεί τα 6.5 μέτρα διότι παρατηρείται το φαινόμενο της σπηλαίωσης.

Σε μανομετρικά ύψη αναρρόφησης μεγαλύτερα των 6.5 μέτρων ακούγονται κρότοι στην αναρρόφηση που οφείλονται στην μικρή πίεση του νερού και την εμφάνιση φαινόμενων εξατμίσεως του νερού. Αυτό προκαλεί σοβαρές φθορές στην περωτή της αντλίας και σχηματίζει σπήλαια στο σώμα του μετάλλου.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΑΝΤΛΙΩΝ:





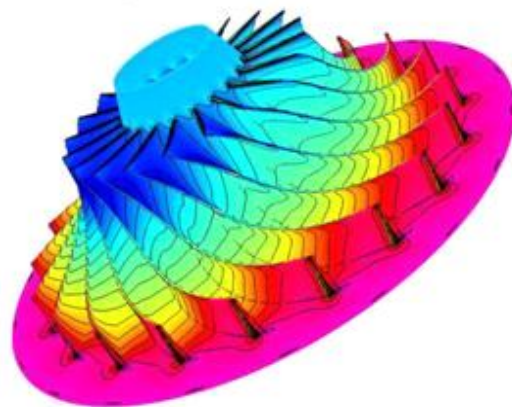
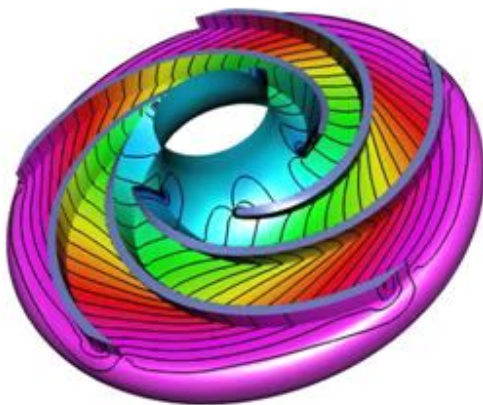
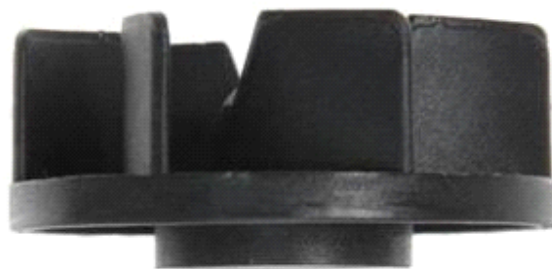
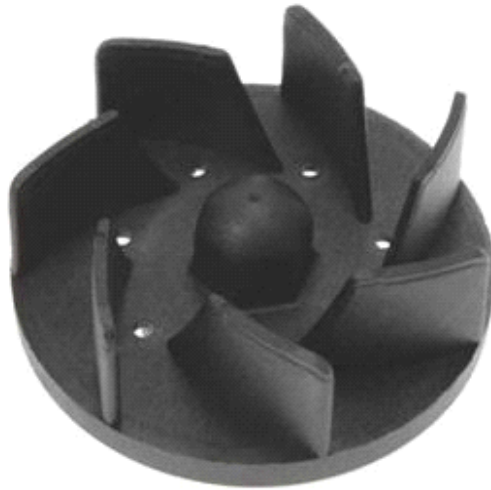
(Δυο φυγοκεντρικές αντλίες της εταιρίας «Ποσειδών»)

ΤΥΠΟΙ ΦΤΕΡΩΤΩΝ:

Α) Ανοχτές Φτερωτές.



Β) Ημίκλειστες Φερωτές.



Γ) Κλειστές Φτερωτές.



1.3 ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟ ΎΨΟΣ

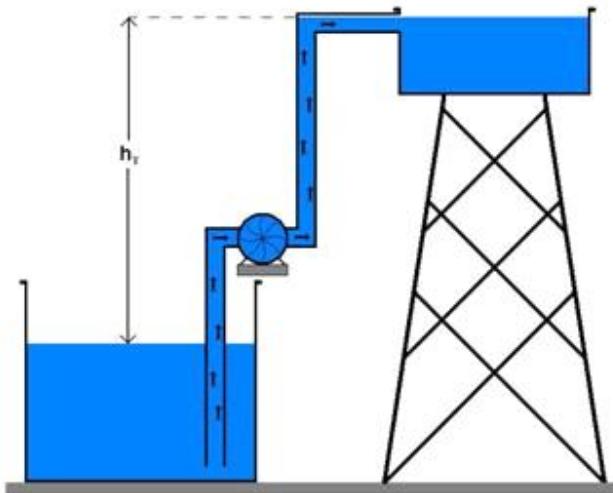
Κατά τη λειτουργία των αντλιών, υπάρχει ένα γεωμετρικό ύψος ανυψώσεως h_γ το οποίο είναι η υψομετρική διαφορά μεταξύ της ελεύθερης επιφάνειας του προς άντληση νερού και του σημείου εκροής του αντλούμενου νερού.

Η υψομετρική διαφορά αυτή προκαλεί μέσα στο σωλήνα μια πίεση στο κατώτερο σημείο αυτού ίση προς την πίεση στήλης νερού h_γ μέτρων.

Για κυκλοφορία νερού μέσα στο σωλήνα πρέπει να υπάρξει μια πρόσθετη πίεση που να μπορεί να υπερνικήσει αφενός μεν την αντίσταση ροής του νερού μέσα στο σωλήνα, αφετέρου δε την αντίσταση εξαρτημάτων των σωληνώσεων π.χ. βαλβίδες αναρρόφησης, βάνες, βαλβίδες αντεπιστροφής, γωνίες, καμπύλες κ.λ.π.

Για να υπερνικηθούν οι αντιστάσεις ροής νερού στα εξαρτήματα, εκφρασμένες και αυτές σε μέτρα στήλης νερού, η ολική πίεση κατά την λειτουργία της αντλίας θα είναι:

$$h = h_\gamma + h_r + h_e$$



h = Μανομετρικό ύψος

h_γ = Γεωμετρικό ύψος

h_r = Πτώση πίεσης λόγω
αντιστάσεων

h_e = πτώση πίεσης λόγω εξαρτημάτων

1.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ.

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΑΝΤΛΙΩΝ.

Μια φυγοκεντρική αντλία όταν λειτουργεί με σταθερό αριθμό στροφών έχει με το ελάχιστο μανομετρικό ύψος (αντιστάσεις τριβών μέσα στην αντλία) μια ορισμένη παροχή.

Αν αυξηθεί ή ελαττωθεί ο αριθμός των στροφών της αντλίας, τότε θα υπάρξει αντίστοιχη αύξηση ή μείωση της παροχής του νερού.

Εάν Q_1 και Q_2 οι παροχές των αντλιών με αριθμούς στροφών n_1 και n_2 αντίστοιχα, θα ισχύει η σχέση:

$$Q_1 / Q_2 = n_1 / n_2$$

ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΟΥ ΜΑΝΟΜΕΤΡΙΚΟΥ ΥΨΟΥΣ.

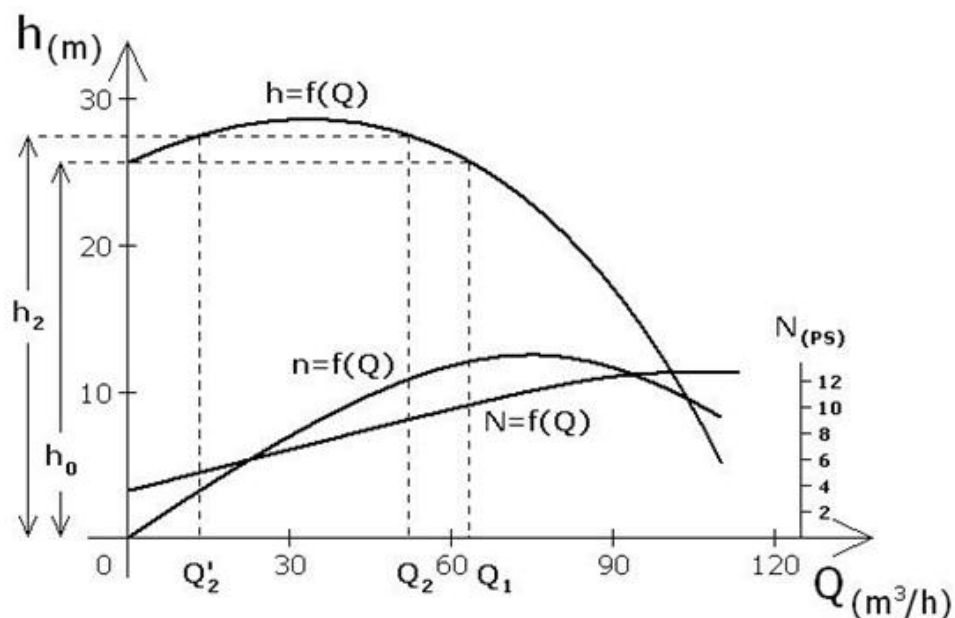
Εάν n_1 ο σταθερός αριθμός στροφών και υπάρξει μεταβολή μανομετρικού ύψους λειτουργίας της αντλίας, παρατηρείται αντίστροφη μεταβολή της παροχής.

Φθάνοντας σε ένα μανομετρικό ύψος λειτουργίας της αντλίας, η παροχή της μηδενίζεται.

Το ύψος αυτό ονομάζεται: **Ύψος μηδενικής παροχής.**

Εάν τώρα μετρηθεί η παροχή της αντλίας με σταθερό αριθμό στροφών σε διάφορα μανομετρικά ύψη, θα υπάρξει μια σειρά από ζεύγη τιμών. Τοποθετώντας τις τιμές αυτές σε ένα σύστημα συντεταγμένων με τετμημένες τις παροχές και τεταγμένες τα αντίστοιχα μανομετρικά ύψη, η μορφή της καμπύλης $[H = f(Q)]$ είναι του παρακάτω σχήματος.

Φυγόκεντρος Αντλία n=1965 rpm



Στην καμπύλη αυτή παρατηρείται ότι με μηδενική παροχή Q_0 το ύψος της ανύψωσης του νερού είναι h_0 . Εάν μειωθεί λίγο το μανομετρικό ύψος, η παροχή παίρνει απότομα μια μεγάλη τιμή Q_1 .

Αν αρχικά αυξηθεί το μανομετρικό ύψος, η παροχή θα αρχίσει να ελαττώνεται και έτσι μπορούν να δημιουργηθούν μανομετρικά ύψη μεγαλύτερα του h_0 με συνεχόμενη ελάττωση της παροχής.

Έτσι παρατηρείται ότι με μανομετρικό ύψος h_2 υπάρχουν δύο παροχές λειτουργίας της αντλίας η Q_1 και η Q_2 .

Δηλαδή εάν η αντλία, αφού αρχίσει να λειτουργεί και ευρίσκεται στην περιοχή Q_2 υπάρξει περίπτωση να πέσει από την παροχή Q_2 στην περιοχή Q'_2 .

Η περιοχή λειτουργίας από Q_1 μέχρι $Q=0$ ονομάζεται περιοχή ασταθούς λειτουργίας.

1.4.2 ΑΠΟΡΡΟΦΟΥΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ.

Η ενέργεια που αποδίδεται από μια αντλία στην μονάδα του χρόνου δίδεται από τη σχέση :

$$N_e = Q * h / 75 (HP)$$

Με Q = παροχή σε lit/sec.
 h = μανομετρικό ύψος σε m.

Στην αντλία δίδεται μια ισχύς N μεγαλύτερη της αποδιδόμενης N_a . Η διαφορά $N - N_a$ καταναλώνεται για να υπερνικηθούν οι μηχανικές τριβές και οι υδραυλικές απώλειες μέσα στην αντλία.

Ο βαθμός απόδοσης δίνεται από τη σχέση :

$$\eta = N_a / n$$

Αφού για κάθε παροχή αντιστοιχεί και ένα μανομετρικό ύψος, για κάθε παροχή θα αντιστοιχεί και μια τιμή αναρροφούμενης ισχύος. Επομένως εάν ταυτόχρονα με τη μέτρηση αντίστοιχων ζευγών τιμών παροχής μανομετρικού ύψους, μετρηθεί και η προσδιδόμενη στην αντλία ενέργεια, θα υπάρξουν τριάδες αντίστοιχων, τιμών, δηλαδή παροχής μανομετρικού ύψους απορροφούμενης ισχύος καθώς και τον βαθμό απόδοσης.

Στο διάγραμμα μπορεί να σχεδιαστεί εκτός από την καμπύλη $h=f(Q)$ και οι καμπύλες $N=f(Q)$ της απορροφούμενης ισχύος για κάθε παροχή, και $\eta=f(Q)$ του βαθμού απόδοσης της αντλίας με δεδομένο αριθμό στροφών λειτουργίας της αντλίας.

Από τις καμπύλες του διαγράμματος παρατηρούμε τα ακόλουθα: Η απορροφούμενη ισχύς αρχίζει από μια ορισμένη τιμή N_a στον άξονα των τεταγμένων η οποία δίνει την αναγκαία ισχύ λειτουργίας της αντλίας με μηδενική παροχή $Q=0$ (κλειστή βάνα στον σωλήνα κατάθλιψης).

Η τιμή αυτή είναι το άθροισμα των μηχανικών αντιστάσεων στα κινούμενα μέρη της αντλίας και των υδραυλικών αντιστάσεων στροβιλισμού του νερού μέσα στην αντλία. Η τιμή αυτή είναι η μικρότερη του διαγράμματος.

Όταν αυξάνει η παροχή με ελάττωση του μανομετρικού ύψους, αυξάνει και η απαιτούμενη ισχύς για την λειτουργία της αντλίας. Η αντλία απορροφά την μεγαλύτερη ισχύ με το μικρότερο μανομετρικό ύψος.

Όταν η παροχή ανέβει πάνω από μια ορισμένη τιμή, αρχίζει η απαιτούμενη ισχύς να παρουσιάζει μικρή μόνο αύξηση με την αύξηση της παροχής, ώστε να παρατηρηθεί

ότι μια τιμή και μετά η απαιτούμενη ισχύς λειτουργίας είναι σταθερή .

Η καμπύλη μεταβολής του βαθμού απόδοσης παρουσιάζει ένα μέγιστο με ορισμένη παροχή .

Με παροχή μικρότερη ή μεγαλύτερη του μέγιστου ο βαθμός απόδοσης μειώνεται συνεχώς .

1.4.3 ΣΗΜΕΙΟ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΤΛΙΑΣ.

Εάν υπάρξει λειτουργία μιας αντλίας σύμφωνα με τα παραπάνω πρέπει να αρχίσει η λειτουργία της από το σημείο όπου η απαίτηση ισχύος θα είναι η μικρότερη . Αυτό είναι το σημείο μηδενικής παροχής.

Αυτό Μπορεί να Γίνει εάν ο διακόπτης στον σωλήνα κατάθλιψης είναι κλειστός.

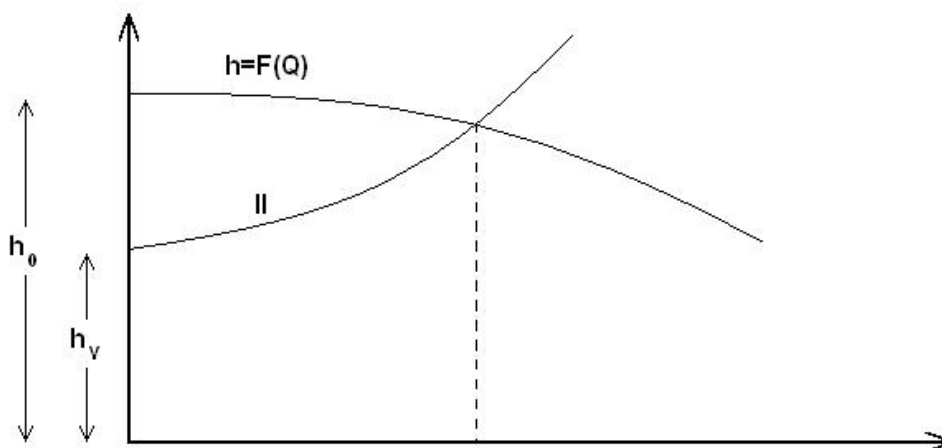
Μετά εφόσον ανοιχθεί σιγά σιγά ο διακόπτης, με αποτέλεσμα να αυξηθεί η παροχή συνεχώς και κατά συνέπεια να αυξηθεί και το φορτίο του κινήρα σύμφωνα με την μεταβολή της καμπύλης $N=f(Q)$.

Το ύψος αντιστάσεων του νερού που ρέει μέσα στον σωλήνα αυξάνει συνεχώς με την αύξηση της παροχής.

Επομένως το μανομετρικό ύψος θα αποτελείται από το γεωμετρικό ύψος συν το ύψος των αντιστάσεων ροής , το οποίο μεταβάλλεται ανάλογα με την" παροχή .

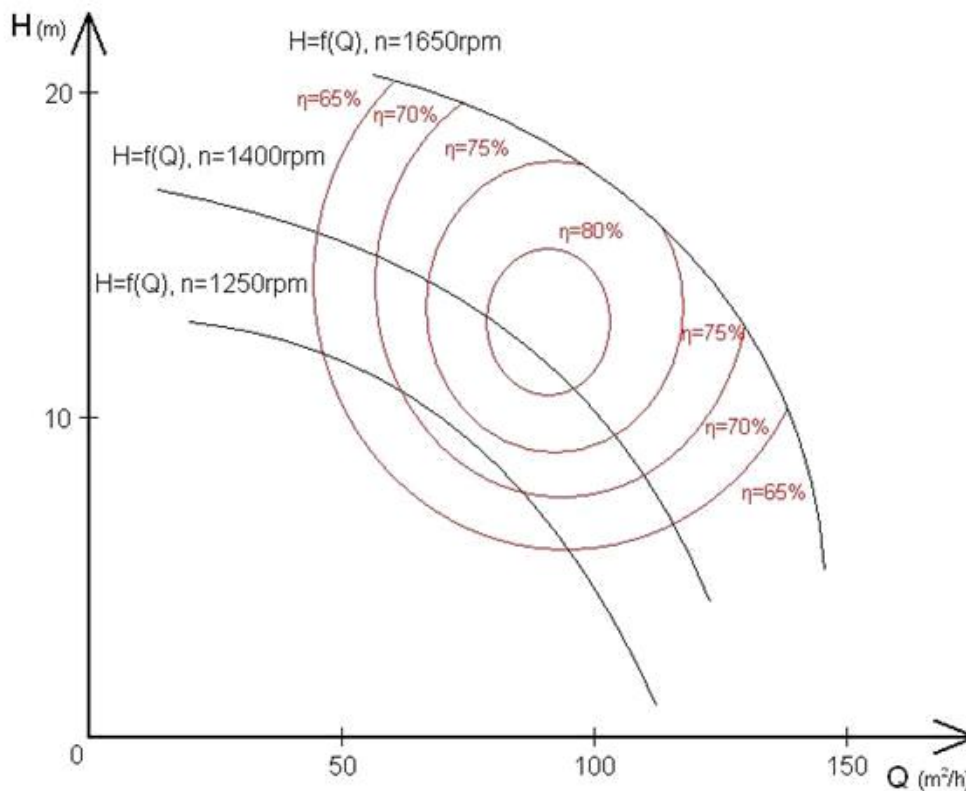
Η καμπύλη II του επόμενου σχήματος μας δίδει τα μανομετρικά ύψη του συστήματος για διάφορες παροχές της αντλίας .

Το σημείο που τέμνεται η καμπύλη $n = f(Q)$ με την καμπύλη II είναι το σημείο λειτουργίας της αντλίας.



1.4.4 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΜΕ ΔΙΑΦΟΡΟΥΣ ΑΡΙΘΜΟΥΣ ΣΤΡΟΦΩΝ.

Τα διαγράμματα αποδόσεων των αντλιών δίδονται από τους κατασκευαστές μετά από σειρά δοκιμών με ορισμένο αριθμό στροφών. Για μια πλήρη γνώση μιας αντλίας πρέπει να υπάρξουν τα στοιχεία λειτουργίας της σε διάφορους αριθμούς στροφών. Για παράσταση στα στοιχεία των δοκιμών, φτιάχνετε το παρακάτω διάγραμμα.



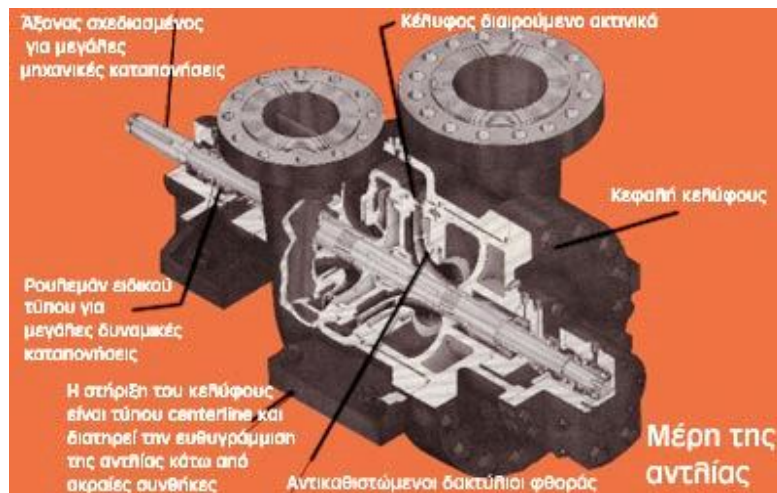
Αυτό είναι μια σειρά καμπύλων που δίνουν το μανομετρικό ύψος συναρτήσει της παροχής. Κάθε καμπύλη αφορά ένα αριθμό στροφών.

Στο διάγραμμα αυτό παριστάνεται ότι σε κάθε τιμή του βαθμού απόδοσης της αντλίας έχει τον ίδιο βαθμό απόδοσης.

Εάν ενωθούν τα σημεία του ίδιου βαθμού απόδοσης μεταξύ τους, θα υπάρξει στο διάγραμμα μια σειρά ίσων υψών καμπύλων, το κέντρο των οποίων μας δίνει το άριστο σημείο λειτουργίας της αντλίας.

ΚΕΦ ΑΛΛΑΙΟ 2

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ



Οι φυγοκεντρικές αντλίες αποτελούνται από ένα μεγάλο πλήθος εξαρτημάτων. Τα βασικότερα μέρη τους είναι τα παρακάτω.

- Το σώμα της αντλίας
- Το στροφέιο ή πτερωτή.
- Τους δακτυλίους φθοράς
- Την άτρακτο τη αντλίας και τα παρελκόμενα εξαρτήματα.

Το σώμα της αντλίας: Το σώμα της αντλίας είναι το πλαίσιο πάνω στο οποίο μοντάρονται όλα τα άλλα μέρη της αντλίας. Το σώμα της αντλίας κατασκευάζεται από υλικά ανθεκτικά και στα υγρά που πρόκειται να μεταφερθούν και στις διάφορες θερμοκρασίες λειτουργίας. Το κελύφος της αντλίας είναι διαιρούμενο, είτε οριζόντια, είτε κάθετα, είτε διαγώνια σε μια γωνία διαφορετική από 90 μοίρες. Τα κελύφη που διαιρούνται οριζόντια λέγονται και αξονικά διαιρούμενα κελύφη, ενώ τα κάθετα διαιρούμενα λέγονται και ακτινικά διαιρούμενα. Οι λαιμοί (nozzles) για τις φλάντζες εισόδου και εξόδου είναι και οι δύο στο κάτω τμήμα του διαιρούμενου κελύφους. Αναφορικά με το σώμα της αντλίας σημειώνετε πως υπάρχει και ο σχεδιασμός τύπου βαρελιού (barrel type), που χρησιμοποιείτε κυρίως σε αντλίες πολύ υψηλών πιέσεων.

Στο σχεδιασμό αυτό το εσωτερικό του κελύφους προσαρμόζεται στο εξωτερικό του «βαρελιού». Το σώμα έχει ποδαρικά με τα οποία αγκυρώνεται είτε στον εξοπλισμό που βρίσκεται κάτω από αυτό είτε στο έδαφος, πράγμα που αποτελεί και τη συνηθέστερη περίπτωση. Το σώμα της αντλίας με βάση το κριτήριο της λειτουργικότητας μπορεί να χωριστεί σε δύο μέρη το τμήμα εισόδου και το τμήμα εξόδου.



Τμήμα εισόδου: Η βασική απαίτηση για να επιτυγχάνεται ικανοποιητική λειτουργία στην αναρρόφηση της αντλίας είναι το τμήμα εισόδου να είναι έτσι διαμορφωμένο, ώστε να εξασφαλίζεται ομοιόμορφη διανομή της ταχύτητας στην συμμετρική ως προς τον άξονα επιφάνεια εισόδου της περωτής. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνεται όλα τα περύγια της περωτής να λειτουργούν ομοιόμορφα.

Ευκολότερος είναι ο σωστός σχεδιασμός του τμήματος εισόδου σε ορισμένους τύπους αντλιών, όπως στις μονοβάθμιες αντλίες με την περωτή σε πρόβολο και στις κατακόρυφες αντλίες αξονικής ή μικτής ροής. Σε αυτούς τους τύπους αντλιών το τμήμα εισόδου έχει μορφή, είτε κωνική συγκλίνουσα προς την είσοδο της περωτής, είτε κυλινδρική με κυκλική διατομή. Ωστόσο το τμήμα εισόδου δεν μπορεί να έχει κωνική ή κυλινδρική μορφή στις πολυβάθμιες αντλίες και στις αντλίες διπλής αναρρόφησης γιατί σε αυτούς τους τύπους αντλιών η διεύθυνση του ρευστού στη διατομή εισόδου είναι κάθετη προς τον άξονα περιστροφής της περωτής. Για να εξαλειφθεί λοιπόν η συστροφή του ρευστού στη διατομή εισόδου, αλλά παράλληλα και για να αλλάξει η διεύθυνση του ρευστού μετά την είσοδό του στην αντλία σχεδιάστηκε το τμήμα εισόδου με τη μορφή ημισπειροειδούς κελύφους. Σχεδιάζοντας τη διατομή του ημισπειροειδούς αυτού κελύφους υποπολλαπλάσια της διατομής εισόδου επιτυγχάνετε η επιθυμητή επιταχυνόμενη ροή στο τμήμα εισόδου.

Στις αντλίες που έχουν περωτή διπλής αναρρόφησης το τμήμα εισόδου είναι συμμετρικό και διαμοιράζει τη ροή σε δύο ίσα μέρη με συνέπεια η τροφοδοσία κάθε μιας εισόδου της περωτής να γίνεται από ένα ημισπειροειδές κέλυφος όπως και στις πολυβάθμιες αντλίες.



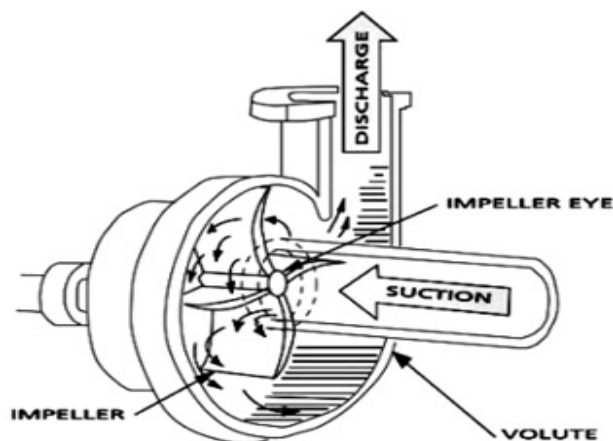
(Τμήμα εισόδου)

Τμήμα εξόδου: Το τμήμα εξόδου μιας φυγοκεντρικής αντλίας φαίνεται να καταλαμβάνει το μεγαλύτερο όγκο του συνολικού σώματος (κελύφους) της αντλίας και είναι αυτό που συλλέγει το αντληθέν ρευστό και το καθοδηγεί στη διατομή εξόδου της αντλίας.

Στην έξοδο της περωτής (που εντάσσεται στο τμήμα εισόδου) το ρευστό έχει μια αρκετά μεγάλη ταχύτητα που είναι συνάρτηση μιας σειράς παραμέτρων (τύπος περωτής, μορφή τμήματος εισόδου, πίεση ρευστού στην αναρρόφηση κ.λ.π), η οποία όμως πρέπει να μειωθεί όταν το ρευστό θα φτάσει στην κυκλική διατομή εξόδου μέχρι μια ταχύτητα της τάξεως 4-6 μέτρων το δευτερόλεπτο.

Η πτώση της ταχύτητας πρέπει να συνοδευτεί από μια μετατροπή της κινητικής ενέργειας σε στατική πίεση.

Στα κελύφη των φυγοκεντρικών αντλιών συναντώνται δύο βασικοί τύποι τμημάτων εξόδου, το σπειροειδές κέλυφος και ο διαχύτης (diffuser).



Σπειροειδές κέλυφος: Είναι ο συχνότερα συναντώμενος τύπος κελύφους εξόδου μιας φυγοκεντρικής αντλίας.

Για να σχεδιαστεί το σπειροειδές κέλυφος χρησιμοποιούνται σήμερα δύο μέθοδοι που κάθε μια έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Η πρώτη μέθοδος που είναι και η πιο παραδοσιακή και συνήθως χρησιμοποιούμενη βασίζεται σε δύο βασικές αρχές της μηχανικής των ρευστών, την αρχή της διατήρησης της συστροφής και την αρχή της συνέχειας και υπολογίζει την κλίση της γραμμής ροής του αντληθέντος ρευστού στη διαδρομή εξόδου συναρτήσει της απόστασης του όγκου ελέγχου (μονάδα αναφοράς του ρευστού που χρησιμοποιείται για θεωρητικούς υπολογισμούς στη μηχανική των ρευστών) του προωθούμενου ρευστού από το κέντρο της κυκλικής διατομής εισόδου.

Από τη εξίσωση που προκύπτει διαπιστώνεται ότι η γραμμή ροής - στον αξονοισομετρικό χώρο που αποτελεί νοητή προέκταση των αξονοισομετρικών επιφανειών των δίσκων της περωτής - είναι σπειροειδής καμπύλη. Αν οι προεκτάσεις των αξονοισομετρικών επιφανειών είναι επίπεδα κάθετα προς τον άξονα συμμετρίας τότε οι γραμμές ροής είναι λογαριθμικές σπείρες.

Η γεωμετρία λοιπόν του κελύφους καλείται να ακολουθήσει τη γραμμή ροής που προέκυψε με βάση τους υπολογισμούς αυτούς, ωστόσο είναι προσεγγιστική για δύο βασικούς λόγους. Κατά πρώτον γιατί οι υπολογισμοί της γραμμής ροής γίνονται με την παραδοχή ιδανικής και όχι συνεκτικής ροής και κατά δεύτερο γιατί για πρακτικούς κατασκευαστικούς λόγους το σπειροειδές κέλυφος ακολουθεί την υπολογισθείσα γεωμετρία της σπειροειδούς καμπύλης μόνο για μια περιστροφή και μετά διαμορφώνεται έτσι ώστε να προσαρμοστεί σταδιακά στην κυκλική διατομή εξόδου. Η δεύτερη μέθοδος που χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της γεωμετρίας του σπειροειδούς κελύφους είναι η μέθοδος της σταθερής μέσης ταχύτητας. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην αρχή της σταθερής μέσης ταχύτητας της ροής στις διάφορες διατομές και υπολογίζει τη διατομή του σπειροειδούς κελύφους συναρτήσει της γωνίας περιστροφής του μονάδας αναφοράς του προωθούμενου ρευστού (όγκος ελέγχου όπως αναφέρθηκε παραπάνω). Η αφορμή

για τη χρησιμοποίηση αυτή της μεθόδου δόθηκε από τη διαπίστωση ότι υπήρξαν σημαντικές αποκλίσεις στη διανομή της ταχύτητας στο τμήμα εξόδου σε σπειροειδή κελύφη που υπολογίζονταν με τη μέθοδο της διατήρησης της συστροφής. Ολοκληρώνοντας την αναφορά στο σπειροειδές κέλυφος σημειώνουμε ότι μέθοδος της διατήρησης της συστροφής δίνει αντλίες με λίγο μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης, ενώ η μέθοδος της σταθερής μέσης ταχύτητας δίνει περισσότερο ομοιόμορφη διανομή της στατικής πίεσης στο σπειροειδές κέλυφος.



(Σπειροειδές κέλυφος)

• **Διαχύτης:** Το τμήμα εξόδου μπορεί να έχει τη μορφή διαχύτη, ο οποίος μπορεί να είναι κατασκευασμένος με ή χωρίς πτερύγια.

Ο διαχύτης χωρίς πτερύγια δεν είναι παρά ένα αξονοσυμμετρικό κέλυφος οδήγησης της ροής, εντός του οποίου η περιφερειακή ταχύτητα μεταβάλλεται αντίστροφα ανάλογα προς την ακτίνα ενώ η ακτινική ταχύτητα ικανοποιεί την αρχή της συνέχειας. Δεν αποτελεί καλή λύση γιατί η διαδρομή του ρευστού μέχρι τη φλάντζα εξόδου είναι μεγάλη όπως επίσης και οι αντίστοιχες απώλειες τριβής.

Ο διαχύτης με πτερύγια δεν είναι παρά μια ακίνητη ακτινική στεφάνη πτερυγίων διατεταγμένη γύρω από την περωτή. Τα πτερύγια της στεφάνης επιτυγχάνουν σε μικρή

σχετικά ακτινική απόσταση την επιθυμητή επιβράδυνση της ταχύτητας που έχει το ρευστό στην έξοδο της πτερωτής.

Όταν χρησιμοποιείται σχεδιασμός τύπου διαχύτη με πτερύγια σε μικρού μεγέθους αντλίες προκύπτουν ιδιαίτερα μεγάλες απώλειες τριβής.

Από την άλλη πλευρά σε αντλίες με μικρό ειδικό αριθμό στροφών συχνά μια στεφάνη διαχύτη με πτερύγια παρεμβάλλεται μεταξύ πτερωτής και σπειροειδούς κελύφους. Ο διαχύτης στην περίπτωση αυτή επιτυγχάνει μια καταρχήν επιβράδυνση της ροής πριν το ρευστό προχωρήσει στο σπειροειδές κέλυφος και παράλληλα μια μείωση των υδραυλικών απωλειών.

Η πτερωτή :Για το σχεδιασμό της πτερωτής δύο είναι τα καθοριστικά σημεία. Το πρώτο είναι ο υπολογισμός της γωνίας κλίσης των πτερυγίων στη διατομή εξόδου της πτερωτής και το δεύτερο είναι ο καθορισμός του αριθμού των πτερυγίων της πτερωτής.

Αναφορικά με τη γωνία κλίσης των πτερυγίων είναι γνωστό από τη μηχανική των ρευστών ότι αυτή συνδέεται άμεσα με την κλίση της ιδεατής αλλά και πραγματικής χαρακτηριστικής H-V μιας φυγοκεντρικής αντλίας. Σημειώνουμε πως όσο μειώνεται η γωνία κλίσης των πτερυγίων, τόσο αυξάνεται η απόλυτη τιμή της κλίσης της πραγματικής χαρακτηριστικής καμπύλης λειτουργίας H-V. Αυτό ευνοεί την ευστάθεια της λειτουργίας μιας αντλητικής εγκατάστασης με θετικό μανομετρικό. Στις περιπτώσεις αυτές που αποτελούν και τη μεγάλη πλειοψηφία η γωνία κλίσης κυμαίνεται μέσα σε ένα εύρος 17-35 μοιρών και συνήθως επιλέγεται να είναι 20–25 μοίρες. Στις ειδικές περιπτώσεις που δεν είναι απαιτητό ένα θετικό μανομετρικό, όπως στους κυκλοφορητές των κτιριακών δικτύων, δεν τίθεται πρόβλημα ευστάθειας λειτουργίας της συνολικής αντλητικής εγκατάστασης, οπότε η γωνία κλίσης παίρνει μεγαλύτερη τιμή (μέχρι τις 90 μοίρες), δεδομένου άλλωστε ότι με μεγαλύτερη γωνία κλίσης επιτυγχάνεται το επιθυμητό σημείο λειτουργίας με μικρότερες διαστάσεις πτερωτής αλλά και της αντλίας συνολικά. Το πλήθος των πτερυγίων της πτερωτής με βάση τη θεωρία των φυγοκεντρικών αντλιών συνδέεται άμεσα με το βαθμό απόδοσης της πτερωτής και κατ' επέκταση και της αντλίας καθώς όσο περισσότερα είναι τα πτερύγια τόσο μεγαλύτερος είναι ο βαθμός απόδοσης.

Ωστόσο ο ιδεατός βαθμός απόδοσης της πτερωτής είναι αντίστροφα ανάλογος με τη γωνία κλίσης των πτερυγίων και από αυτόν επίσης εξαρτάται το μέσο πραγματικό τρίγωνο των ταχυτήτων εξόδου.

Από την άλλη πλευρά η αύξηση του πλήθους των πτερυγίων επιφέρει αύξηση των απωλειών τριβής και κατά συνέπεια μείωση του υδραυλικού βαθμού απόδοσης της αντλίας. Έτσι τελικά έχουμε για κάθε περιοχή τιμών της γωνίας κλίσης των πτερυγίων να υπολογίζεται ένας βέλτιστος αριθμός πτερυγίων, ώστε να βελτιστοποιείται το γινόμενο $\eta_1 * \eta_2$, όπου η_1 είναι ο ιδεατός βαθμός απόδοσης της πτερωτής και η_2 ο υδραυλικός βαθμός απόδοσης της αντλίας.

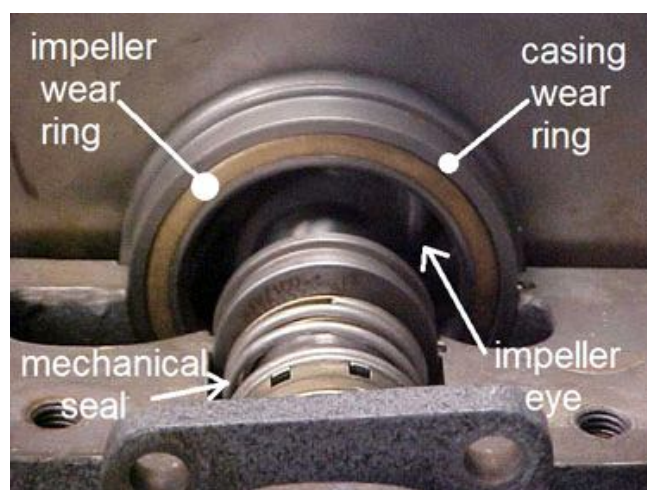


(Πτερωτή)

Δακτύλιοι φθοράς (wear rings): Ένα άλλο δομικό στοιχείο των φυγοκεντρικών αντλιών είναι οι δακτύλιοι φθοράς. Αυτοί έχουν συγκεκριμένη διαμόρφωση ώστε να επιτυγχάνουν μια δακτυλιοειδή σχισμή μεταξύ του ακίνητου κελύφους και της πτερωτής. Η σχισμή αφήνει ένα συγκεκριμένο κατά περίπτωση ακτινικό διάκενο και έχει ένα επίσης συγκεκριμένο μήκος.

Σκοπός της διαμόρφωσης λαβυρίνθων με τη χρήση των δακτυλίων φθοράς είναι η διατήρηση των ογκομετρικών απωλειών στην επιθυμητή χαμηλή τιμή οπότε η αντίστοιχη τιμή του ογκομετρικού βαθμού απόδοσης να έχει την τιμή που προδιαγράφεται.

Οι δακτύλιοι φθοράς είναι στις περιπτώσεις αφαιρετοί και μπορούν να αντικατασταθούν όταν έχουν φθαρεί αρκετά με χαμηλό κόστος, πολύ χαμηλότερο φυσικά από αυτό που θα απαιτείτο για την αντικατάσταση, είτε του κελύφους, είτε της πτερωτής.



(Δακτύλιοι φθοράς, wear rings)

Άτρακτος: Η άτρακτος μεταφέρει τη ροπή στρέψης από τον κινητήρα προς την περωτή ή τις περωτές. Σε μια μόνιμη λειτουργία μιας φυγοκεντρικής αντλίας με σταθερή ταχύτητα περιστροφής η ροπή αυτή ισούται με τη ροπή αντιστάθμισης που προκύπτει από τις μηχανικές απώλειες κατά τη λειτουργία.

Πάντως καθώς η άτρακτος είναι προσδεσμένη στην περωτή παραλαμβάνει επίσης εκτός από τη μηχανική ροπή αντίστασης και αντιστάσεις «υδραυλικής προέλευσης» που προέρχονται από τις αξονικές και ακτινικές δυνάμεις που αναπτύσσονται στην/στις περωτές καθώς αυτή/αυτές μετακινούν το ρευστό. Το σύνολο των προβλεπόμενων να εφαρμοστούν στην άτρακτο δυνάμεων και ροπών επιβάλλει καταρχήν ένα στατικό υπολογισμό στη φάση του σχεδιασμού της.

Δεδομένου του μεγάλου κατά κανόνα μήκους της ατράκτου πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η ελαστικότητα της.

Στόχος μας είναι να έχουμε κατά τη λειτουργία μικρή κλίση και βέλος κάμψης της ατράκτου για να μην επηρεάζεται η λειτουργία του πλήθους των συνδεόμενων με αυτήν εξαρτημάτων.

Παράλληλα πρέπει να μελετηθεί η ιδιοσυχνότητα του μηχανικού υποσυστήματος άτρακτος-περωτή ώστε να μην συμπέσει με την ιδιοσυχνότητα του συνολικού στρεφομένου συστήματος και προκληθούν έτσι αυξημένες καταπονήσεις και συνεπώς ανεπιθύμητα μεγάλες παραμορφώσεις στην άτρακτο κατά τη λειτουργία.

Παρελκόμενα εξαρτήματα: Από κατασκευαστική σκοπιά η άτρακτος πρέπει να διαθέτει τις κατάλληλες ανοχές για να λειτουργεί σωστά ένα πλήθος καθοριστικών για τη λειτουργία της αντλίας παρελκομένων εξαρτημάτων τα κυριότερα των οποίων είναι οι σαλαμάστρες και τα έδρανα στήριξης.

Γύρω από τον άξονα των αντλιών τοποθετούμε σαλαμάστρες για να επιτύχουμε στεγανότητα. Το πρόβλημα της στεγανότητας είναι από τα σημαντικότερα για το σχεδιασμό και τη λειτουργία μιας αντλίας. Αντιμετωπίζεται με τη χρήση στυπιοθλιπτών των οποίων σκοπός είναι η εξασφάλιση της στεγανότητας της αντλίας με το εξωτερικό περιβάλλον στο σημείο όπου η άτρακτος διαπερνά το σταθερό κέλυφος της αντλίας. Στην περίπτωση όπου το ύψος της αντλίας είναι σημαντικό οπότε κατά την εκκίνησή της, η στατική πίεση στο σημείο εξόδου της ατράκτου πέσει κάτω από την ατμοσφαιρική, σκοπός του στυπιοθλίπτη είναι να εμποδίσει την είσοδο του αέρα από το περιβάλλον. Σε αντίθετη περίπτωση η κίνηση της αντλίας γίνεται προβληματική.

Διακρίνουμε δύο ειδών στυπιοθλίπτες:

1)Τους συμβατικούς με στυπία (σαλαμάστρα) στους οποίους η στεγανότητα εξασφαλίζεται από τη συμπίεση των στυπίων μέσω του στυπιοθλίπτου.

2)Τους μηχανικούς στους οποίους η στεγανότητα εξασφαλίζεται με την επαφή δύο λείων δίσκων, ενός στρεφόμενου με την άτρακτο και ενός μη στρεφόμενου.

Έδρανα: Μια άλλη σημαντική παράμετρος στο σχεδιασμό των αντλιών είναι η στήριξη της ατράκτου, η οποία επιτυγχάνεται με τη βοήθεια εδράνων. Σκοπός των εδράνων είναι η στήριξη της ατράκτου τόσο κατά την αξονική όσο και κατά την ακτινική διεύθυνση ώστε να εξασφαλίζεται η λειτουργία της πτερωτής. Για να επιτευχθεί αυτό θα πρέπει τα έδρανα να μπορούν να παραλάβουν και να μεταφέρουν στο στερεό σώμα της αντλίας τις αξονικές και ακτινικές δυνάμεις που αναπτύσσονται στην πτερωτή, στο σημείο μετάδοσης της κίνησης, καθώς και το ίδιο βάρος της ατράκτου.

Στη γενική περίπτωση η άτρακτος των αντλιών έχει δύο έδρανα, οπότε οι δυνάμεις που αναπτύσσονται σ' αυτά προκύπτουν από την ισοροπία των εξωτερικών δυνάμεων, σύμφωνα με τη μηχανική του στερεού σώματος. Στις τυποποιημένες αντλίες ή αντλίες γενικής χρήσης χρησιμοποιούνται έδρανα κύλισης (ρουλεμάν), παρά το γεγονός ότι είναι ακριβότερα από τα έδρανα ολίσθησης, διότι έχουν μια σειρά άλλων πλεονεκτημάτων. Βρίσκονται εύκολα στο εμπόριο σε όλα τα μεγέθη και τους τύπους, έχουν 25-50% μικρότερες απώλειες, απαιτούν μικρότερες διαστάσεις και εξασφαλίζουν λειτουργία με μικρότερες ανοχές.

2.1 ΤΥΠΟΙ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

Οι φυγοκεντρικές αντλίες διακρίνονται σε οριζόντιες και κάθετες με βάση το κριτήριο της διεύθυνσης της γραμμής αναρρόφησης, σε ακτινικές και αξονικές ροής με βάση το κριτήριο της κατεύθυνσης της ροής του καταθλιβόμενου ρευστού, σε απλής και διπλής αναρρόφησης με βάση το κριτήριο της μορφής της χρησιμοποιούμενης πτερωτής και σε μονοβάθμιες και πολυβάθμιες με βάση το κριτήριο του αριθμού των στροφείων ή πτερωτών που χρησιμοποιούν.

Μολονότι όπως καταδεικνύεται παραπάνω υπάρχει μια μεγάλη γκάμα φυγοκεντρικών αντλιών υπάρχουν κοινά συγκριτικά πλεονεκτήματά όλων των τύπων των φυγοκεντρικών αντλιών σε σχέση με τους άλλους τύπους αντλιών. Αυτά είναι η στρωτή και ομαλή λειτουργία τους (αν τις συγκρίνουμε π.χ με τις παλινδρομικές) αλλά κυρίως η ευκαμψία λειτουργίας τους με την έννοια της δυνατότητας επιλογής του επιθυμητού εύρους λειτουργίας κατά το διάγραμμα H-V, (η επιλογή αυτή γίνεται με βάση κατασκευαστικές και λειτουργικές παραμέτρους, π.χ διάμετρο στροφείου, ταχύτητα περιστροφής, κ.λ.π). Παράλληλα οι φυγοκεντρικές αντλίες απαιτούν κατά κανόνα μικρό χώρο συγκριτικά με άλλους τύπους αντλιών για το ίδιο μανομετρικό ή παροχή.

Οι φυγοκεντρικές αντλίες πάντως έχουν τη δυνατότητα να προσφέρουν τύπους αντλιών με πολύ μεγάλες παροχές που οι άλλοι τύποι αντλιών αδυνατούν να επιτύχουν (με μια εύλογη τεchnοοικονομικά κατασκευή) και για το λόγο αυτό συνήθως προτιμώνται σε γραμμές μεγάλων παροχών. Παρακάτω παρουσιάζονται τα κύρια κατασκευαστικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά ορισμένων βασικών τύπων αντλιών καθώς και οι ιδιαίτερες εφαρμογές τους.

Μονοβάθμιες αντλίες απλής αναρρόφησης: Οι μονοβάθμιες αντλίες απλής αναρρόφησης έχουν μεγάλη χρήση γιατί καλύπτουν εκτεταμένες τεχνικές εφαρμογές (ύδρευση, άρδευση, κυκλοφορία υγρών σε βιομηχανίες κ.λ.π).

Όλοι σχεδόν οι κατασκευαστές αντλιών κατασκευάζουν πλήρεις σειρές τυποποιημένων αντλιών αυτού του τύπου για ταχύτητα περιστροφής 1450 και 2900 RPM, που καλύπτουν την περιοχή παροχών από $V = 6,0-500,0 \text{ m}^3/\text{h}$ και ολικών υψών $H = 15-80 \text{ m}\Sigma\Upsilon$.

Μια πολύ πρακτική διαμόρφωση των μονοβάθμιων φυγοκεντρικών αντλιών που συνηθίζεται στη χημική βιομηχανία και είναι οι λεγόμενες in-line αντλίες, οι οποίες τοποθετούνται συνήθως με κατακόρυφο τον άξονα. Σ' αυτές η διατομή εισόδου βρίσκεται στην ίδια ευθεία με τη διατομή εξόδου με αποτέλεσμα η αντλία να παρεμβάλλεται στη σωληνογραμμή χωρίς την παρέμβαση καμπυλών.

Μια άλλη συνηθισμένη διαμόρφωση των μονοβάθμιων αντλιών που εφαρμόζεται συνήθως για τη διακίνηση υγρών ή σε δίκτυα θέρμανσης – ψύξης (κυκλοφορητές), είναι αυτή στην οποία ο ηλεκτροκινητήρας προσαρμόζεται με φλάντζα πάνω στο σώμα της αντλίας και έχει κοινή άτρακτο με αυτήν. Αυτές οι αντλίες ονομάζονται monoblock και κατασκευάζονται για παροχές από $10-80 \text{ m}^3/\text{h}$ και μανομετρικά ύψη $8-50 \text{ m}\Sigma\Upsilon$.

Αντλίες διπλής αναρρόφησης: Αναφορικά με το σχεδιασμό των περωτών έχουμε τις απλές και τις διπλές περωτές καθώς επίσης τις ανοικτές και τις κλειστές περωτές.

Οι αντλίες απλού στροφείου ή απλής περωτής έχουν δύο ανοίγματα, ένα από κάθε πλευρά. Το πρώτο είναι για την εισαγωγή του υγρού, ενώ το δεύτερο χρησιμεύει για την είσοδο του άξονα από τον κινητήρα ή τη μηχανή που μας προσδίδει την κίνηση. Ένα τρίτο ακτινικό άνοιγμα αποτελεί τον αγωγό εξόδου. Εκτός όμως από τις «μονές» περωτές υπάρχουν και οι διπλές περωτές που είναι συμμετρικές ως προς επίπεδο κάθετο στον άξονά τους. Χρησιμοποιούμε αντλίες διπλής αναρρόφησης όταν θέλουμε να αυξήσουμε τη ροή.

Στις αντλίες διπλής αναρρόφησης κάθε μια περωτή διακινεί το μισό της συνολικής παροχής δηλαδή $V' = V/2$, οπότε ο ειδικός αριθμός στροφών της περωτής χαρακτηρίζεται από την παροχή V' . Οι αντλίες διπλής αναρρόφησης κατασκευάζονται με σκοπό τη μείωση του ειδικού αριθμού στροφών (ο οποίος είναι πλέον συνάρτηση του V' αντί του V) ώστε αυτός να έχει τιμές μεταξύ 2.000 και 4.000 (V σε m^3/h), οπότε η περωτή έχει έξοδο ακτινικής ροής και ο βαθμός απόδοσης της αντλίας είναι υψηλός. Λόγω της ιδιομορφίας όλων των τμημάτων της αντλίας διπλής αναρρόφησης (διαμπερής άτρακτος, τμήμα εισόδου κ.λ.π), οι αντλίες διπλής αναρρόφησης κατασκευάζονται μόνο για μεγάλα μεγέθη και συγκεκριμένα για παροχές $V = 500-8.000 \text{ m}^3/\text{h}$ και ολικά μανομετρικά ύψη $42-128 \text{ m}\Sigma\Upsilon$. Οι αντλίες διπλής αναρρόφησης είναι συνήθως αντλίες οριζόντιου άξονα.

Πολυβάθμιες αντλίες: Οι αντλίες που κατασκευάζονται με πολλά στροφεία σε σειρά συνιστούν τις πολυβάθμιες αντλίες. Σε αυτούς τους τύπους των φυγοκεντρικών αντλιών η ποσότητα του υγρού που μεταφέρεται από τα στροφεία είναι πάντοτε η ίδια. Η κάθε περωτή χρησιμεύει μόνο για να αυξάνει την πίεση.

Στην έξοδο της αντλίας το υγρό αποκτά ταχύτητα ίση προς την ταχύτητα που θα

είχε αν είχαμε μόνο μια πτερωτή, ενώ η τελική πίεση δίνεται από τη διαφορά πίεσης που επιτυγχάνεται από τη μεμονωμένη λειτουργία της μιας πτερωτής, αν αυτή η τιμή πολλαπλασιαστεί επί τον αριθμό των πτερωτών.

Οι πολυβάθμιες αντλίες χρησιμοποιούνται για να καλύψουν ανάγκες όπου απαιτείται μεγάλο μανομετρικό με σχετικά μικρές παροχές. Ο αριθμός των βαθμίδων για δεδομένη πίεση και παροχή λειτουργίας υπολογίζεται έτσι ώστε ο ειδικός αριθμός στροφών κάθε πτερωτής να είναι της τάξης του 2.500 (V σε m³/h) και με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται υψηλός ολικός βαθμός απόδοσης

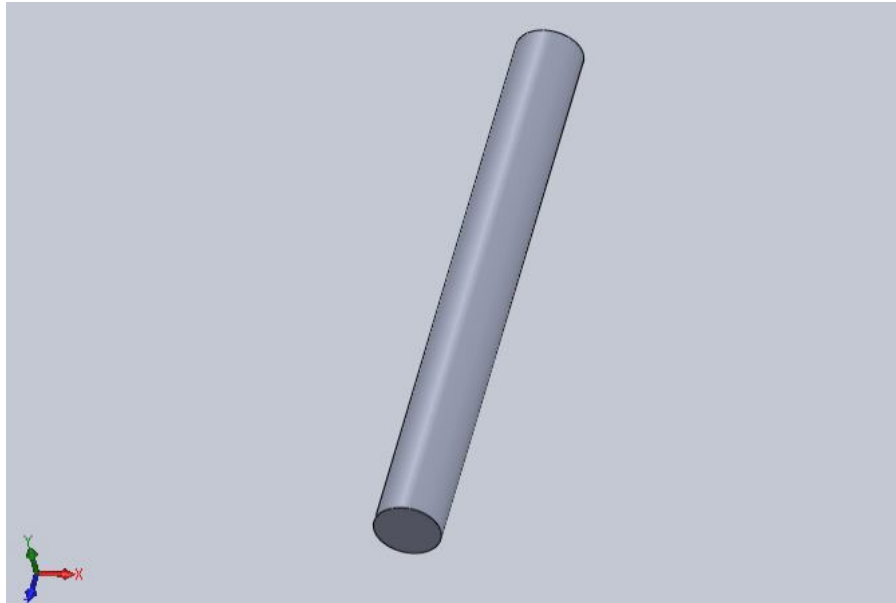
Ειδικές φυγοκεντρικές αντλίες: Ο συνηθέστερος τύπος ειδικών αντλιών είναι οι αντλίες λυμάτων και οι αντλίες υγρών – στερεών μιγμάτων (π.χ μίγματα νερού με πέτρες, χώματα ή άλλα στερεά για την υγρή μεταφορά υλικών).

Η συγκέντρωση και το είδος των μεταφερόμενων στερεών λαμβάνεται υπόψη στην επιλογή των υλικών των διαφόρων τμημάτων της αντλίας ώστε να αντέχουν ικανοποιητικά στη μηχανική διάβρωση, ενώ για τη σχεδίαση της αντλίας λαμβάνεται υπόψη η μέγιστη διάμετρος του στερεού σώματος που μπορεί να περάσει από την αντλία. Οι αντλίες λυμάτων ή στερεών είναι πάντοτε μονοβάθμιες. Στην περίπτωση οριζόντιου άξονα έχουν την πτερωτή σε πρόβολο, ενώ στην περίπτωση κατακόρυφου άξονα είναι τύπου monoblock με στεγανό υποβρύχιο κινητήρα. Οι αντλίες λυμάτων σχεδιάζονται με αρκετά μεγάλο πλάτος πτερωτής και σπειροειδούς κελύφους, έτσι ώστε αυτά να επιτρέπουν τη διέλευση στερεών σωμάτων μέχρι ενός ορισμένου μεγέθους.

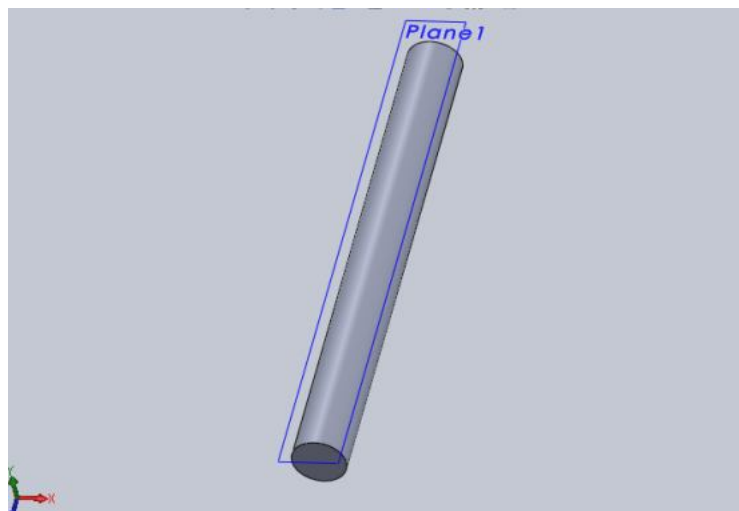
Αντλίες αξονικής ροής: Οι αντλίες αξονικής ροής χρησιμοποιούνται συνήθως στην άντληση νερού. Οι αντλίες αυτές διακινούν υγρά σε κατεύθυνση παράλληλη προς τον άξονά τους. Το διακινούμενο υγρό στις αντλίες αξονικής ροής κινείται από ένα στροφείο όμοιο με την προπέλα ενός πλοίου. Τέτοιες αντλίες χρησιμοποιούμε σε συστήματα που έχουν μεγάλη ροή και χαμηλή κατάθλιψη.

2.2: Σχεδίαση

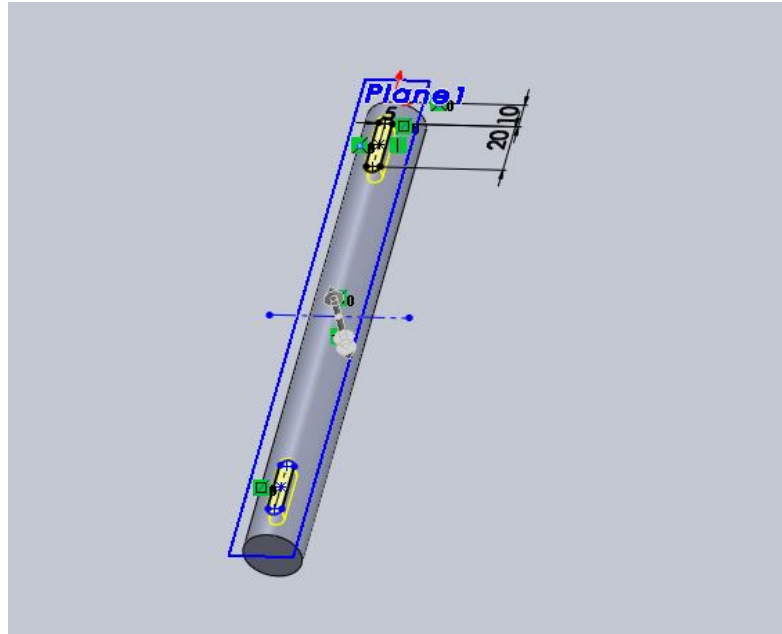
Σχεδίαση Άξονα



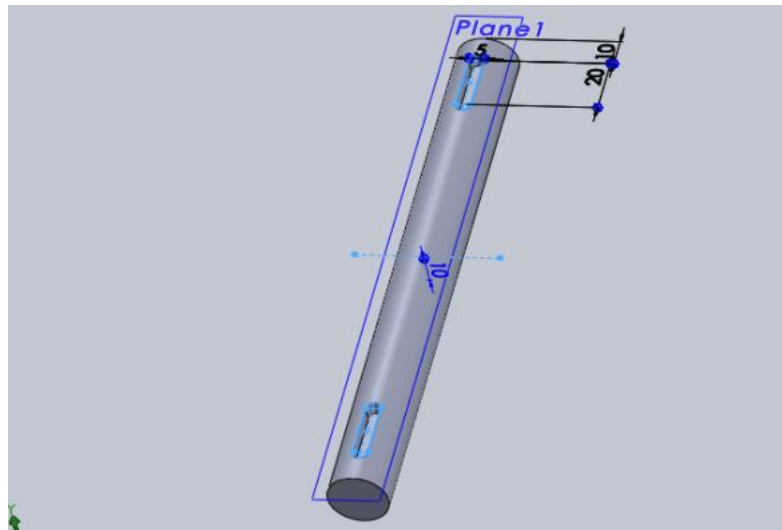
Δημιουργία Άξονα



Δημιουργία Επιπέδου

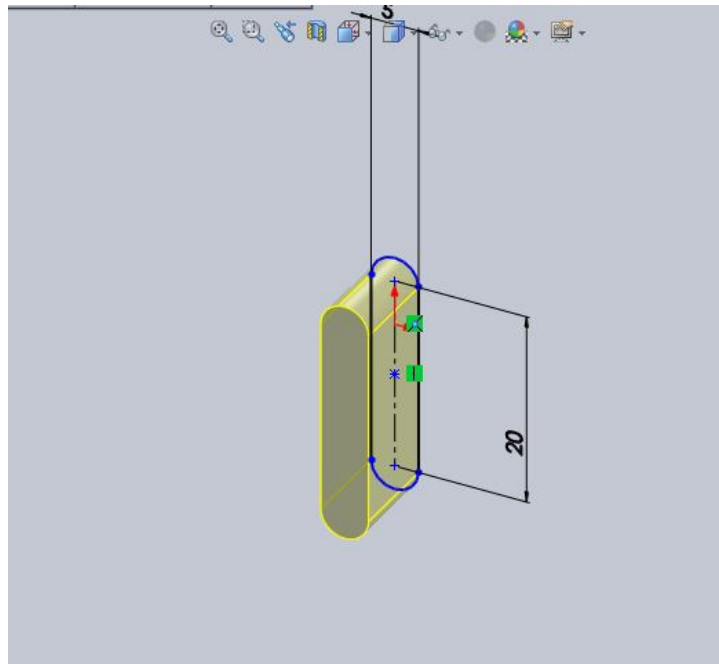


Αφαίρεση σφηνόδρομου

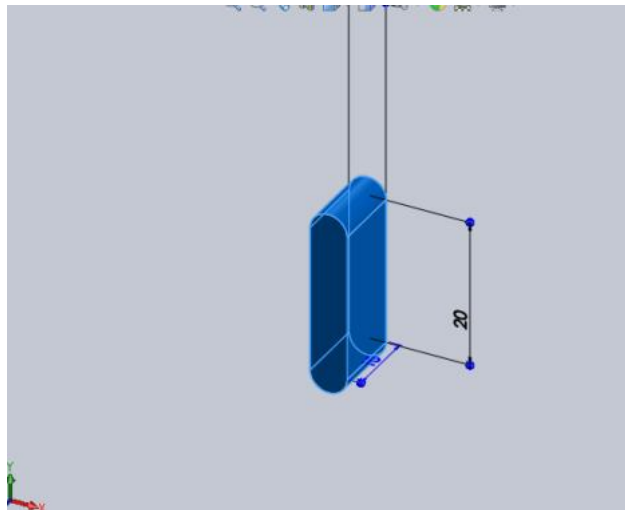


Ολοκλήρωση εντολής

Σχεδίαση Σφήνας

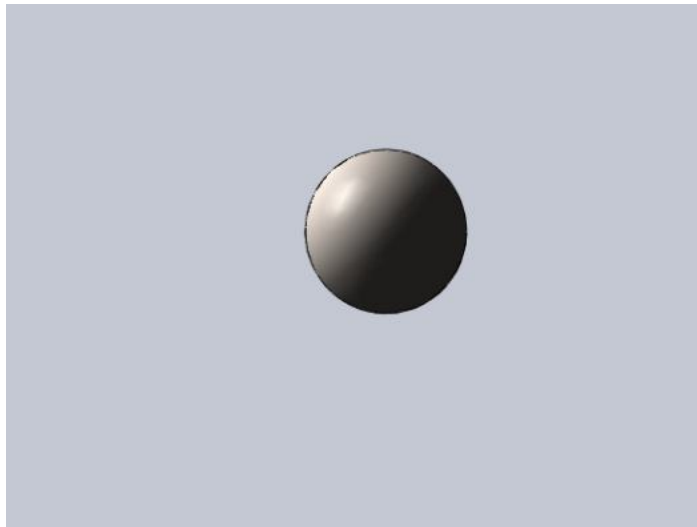


Δημιουργία γεωμετρία Σφήνας



Τελική δημιουργία σφήνας

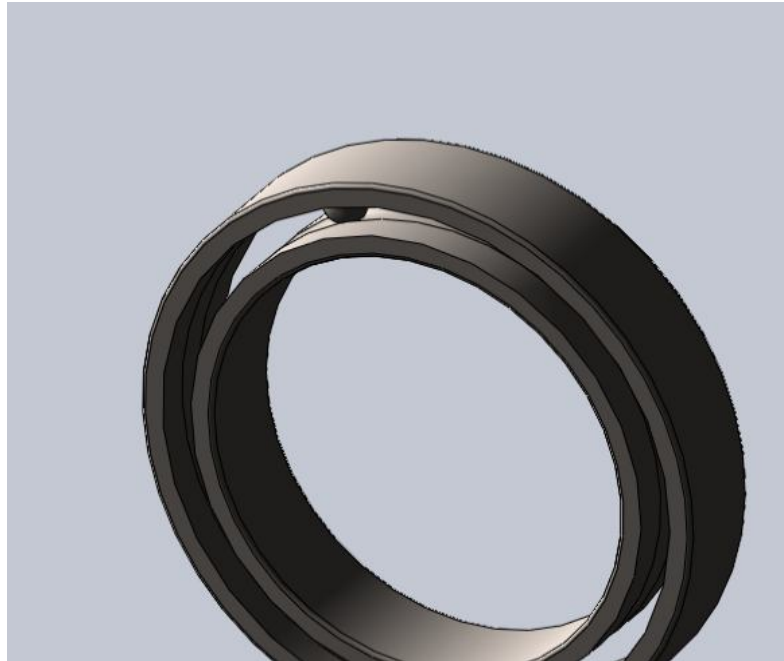
Σχεδίαση Ρουλεμάν



Δημιουργία σφαίρας



Δημιουργία εσωτερικού Δαχτυλιδιού

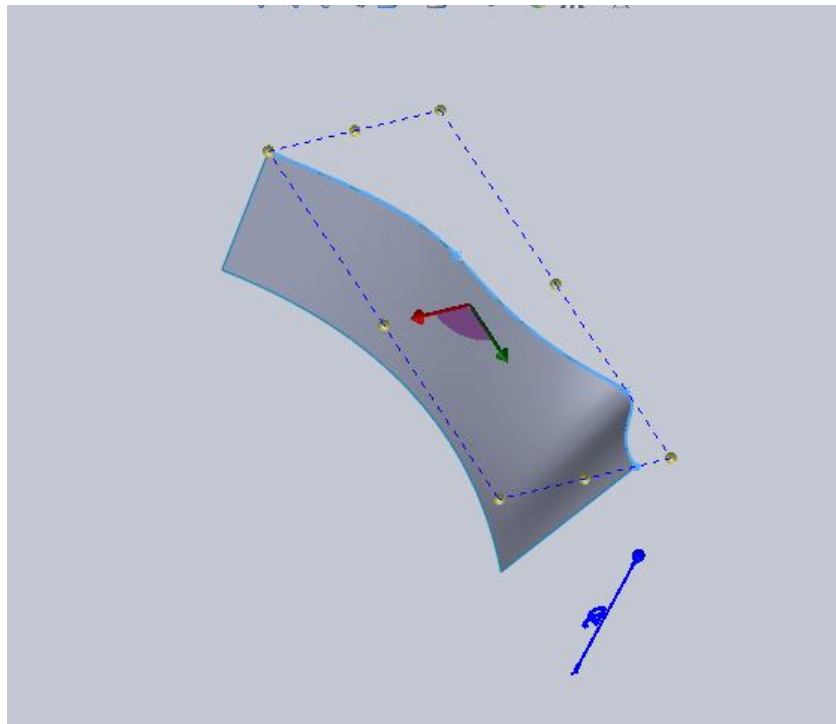


Δημιουργία εξωτερικού Δαχτυλιδιού

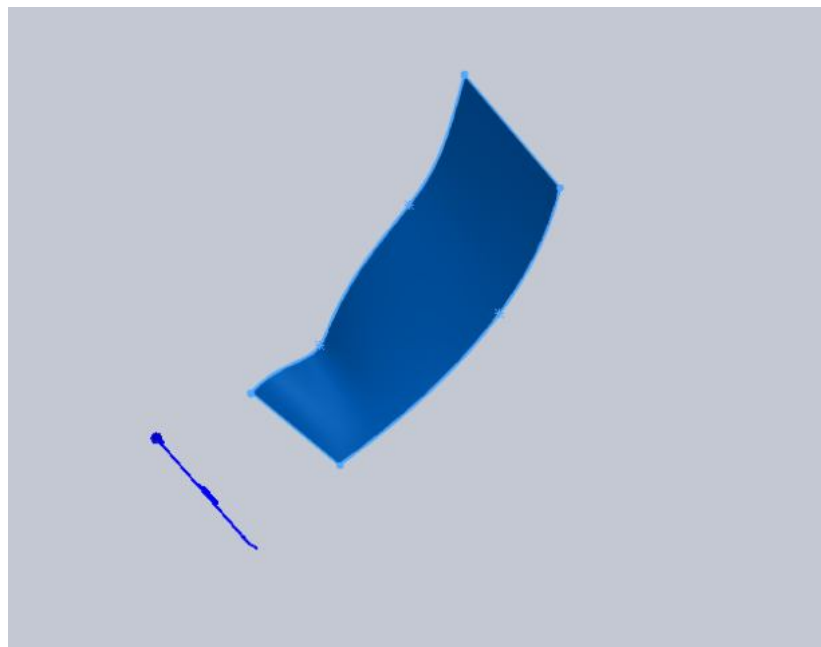


Τελικό μοντάρισμα

Σχεδίαση Πτερυγίων



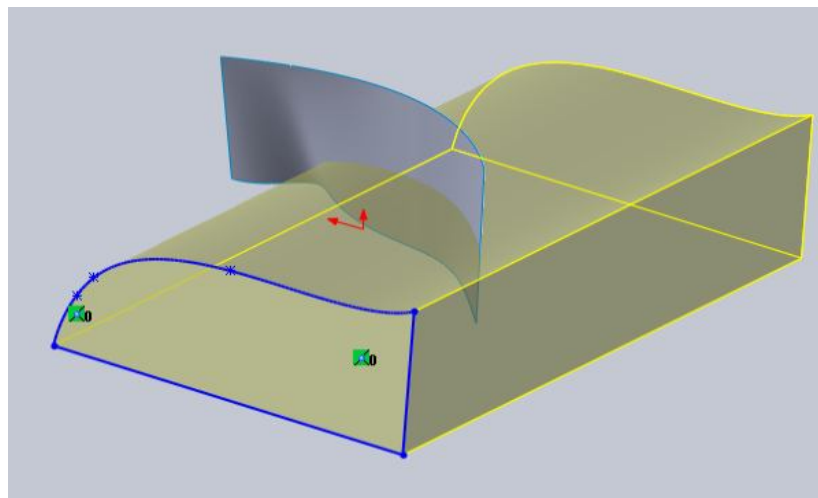
Δημιουργία αρχικής γεωμετρίας



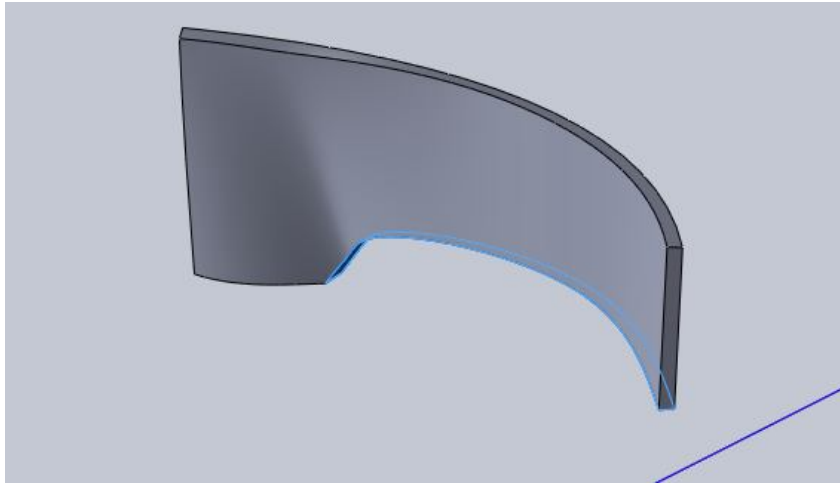
Δημιουργία Επιφάνειας



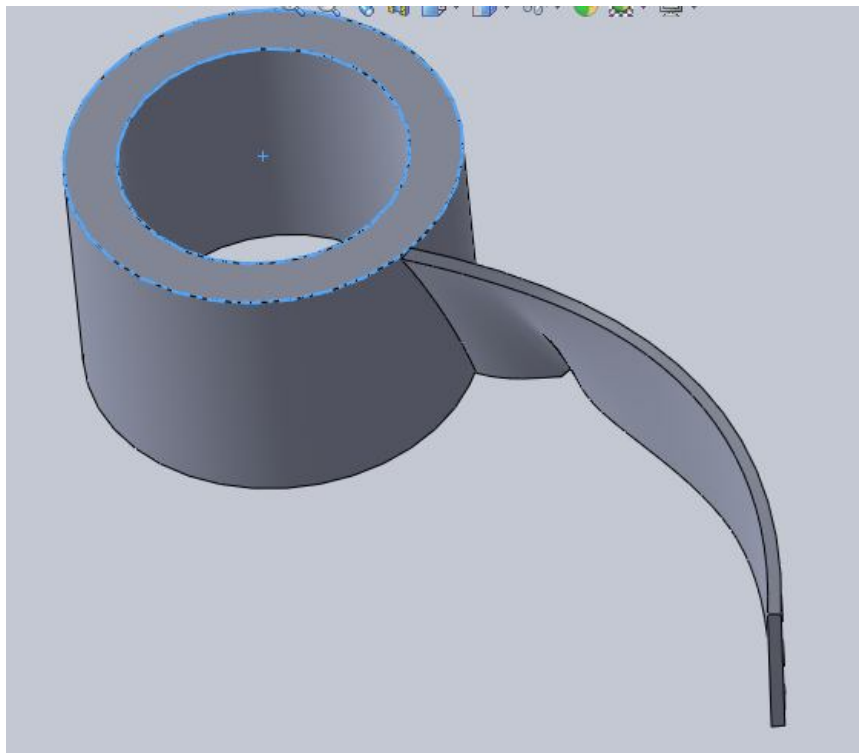
Δημιουργία πάχους πτερυγίου



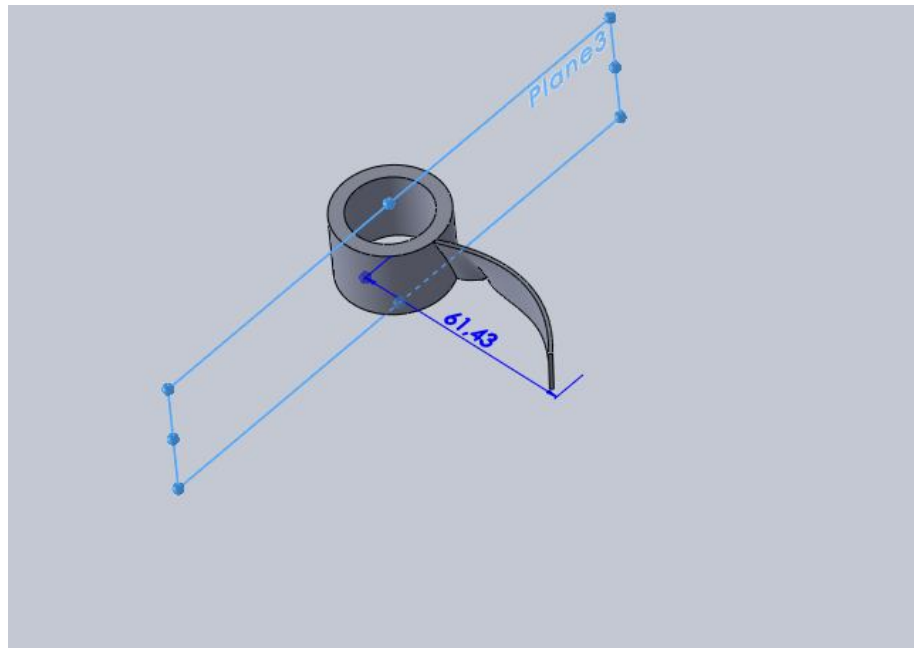
Αφαίρεση γεωμετρίας



Τελική παρουσίαση πτερυγίου



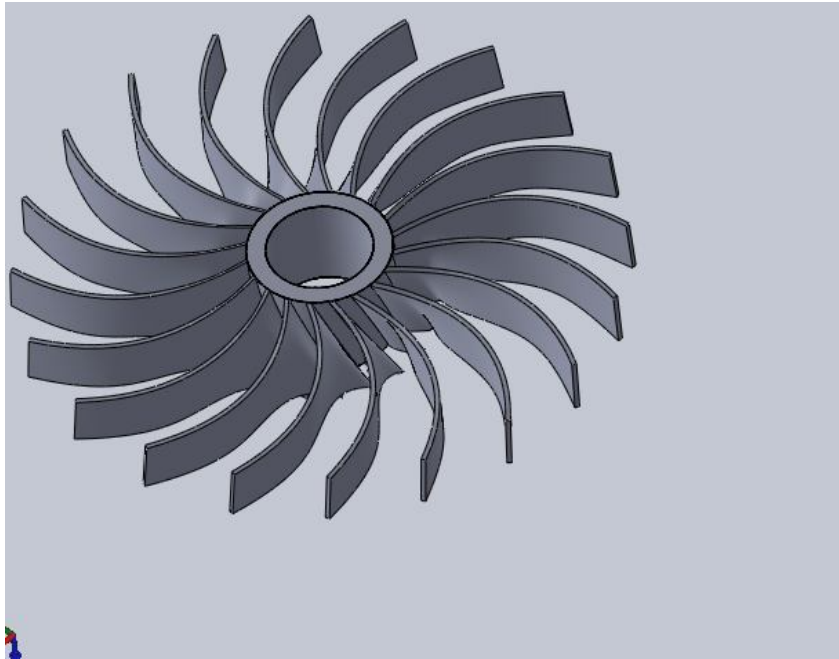
Δημιουργία βάσης πτερυγίων



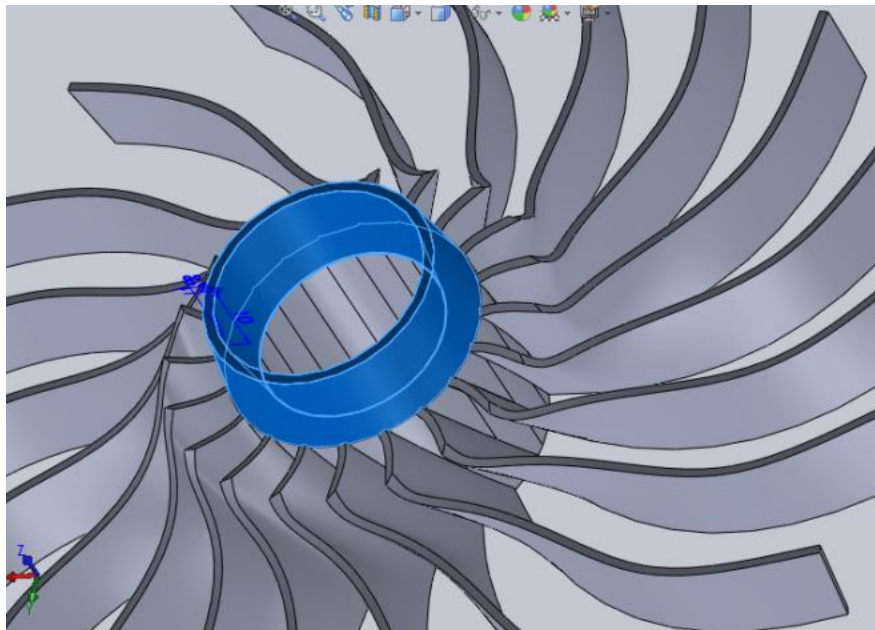
Δημιουργία επιπέδου



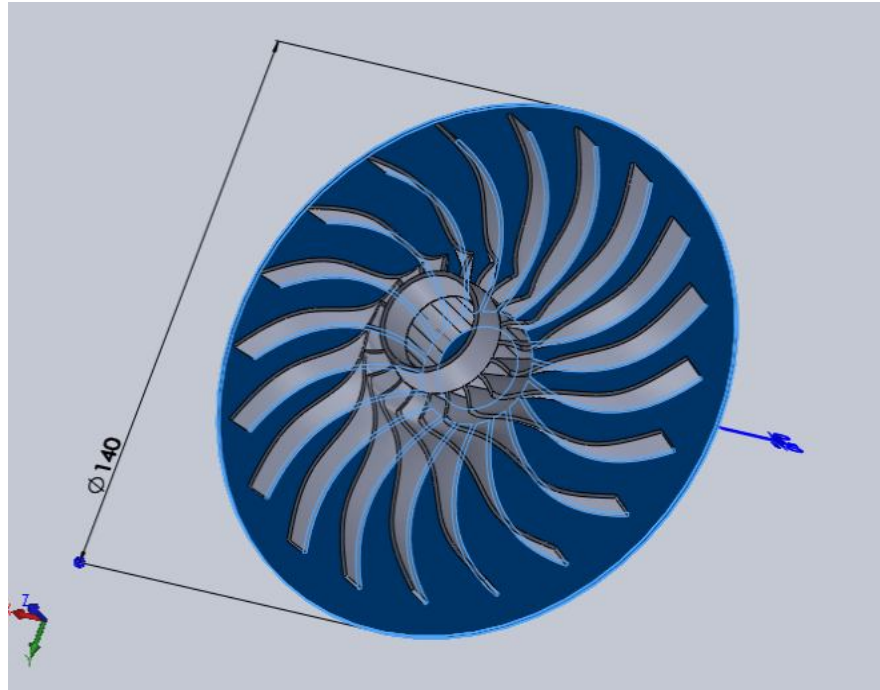
Δημιουργία Αξονικής



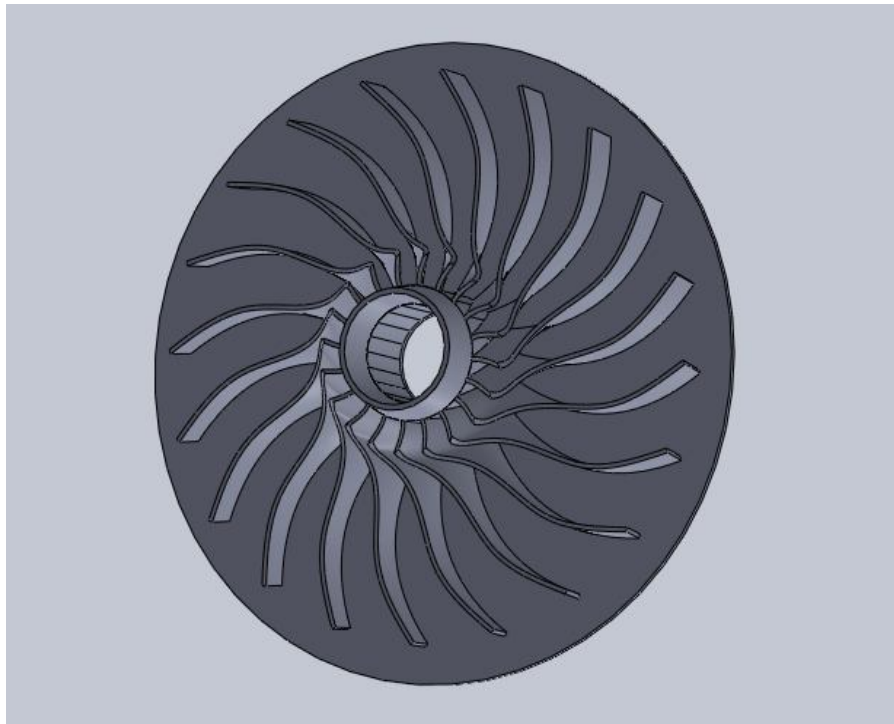
Πολλαπλασιασμός πτερυγίων



Δημιουργία κωνικότητας

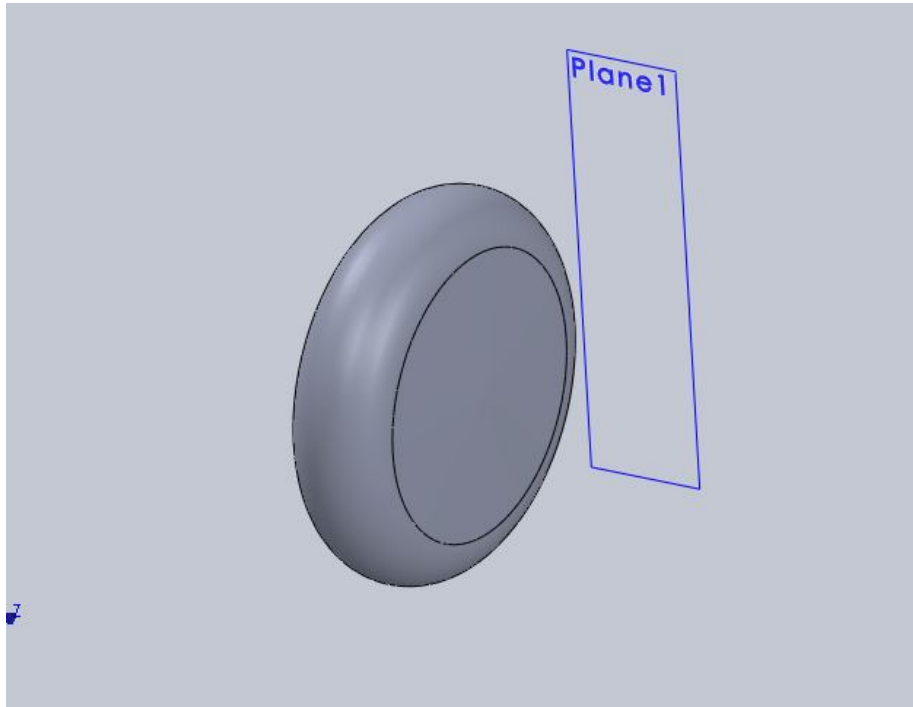


Δημιουργία κυλινδρικής πλάκας στήριξης

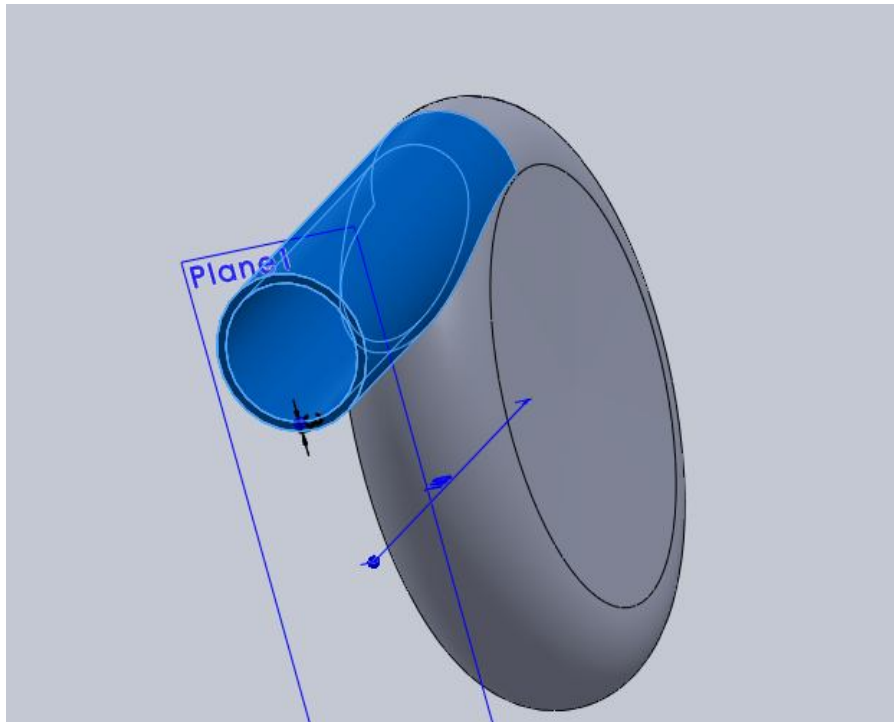


Τελική μορφή

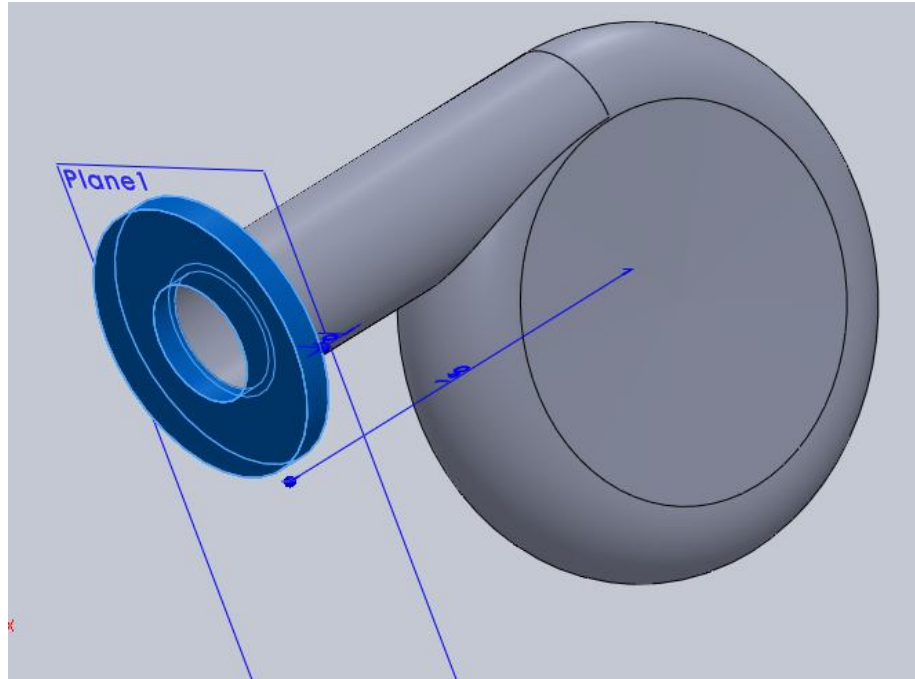
Σχεδίαση Κελύφους



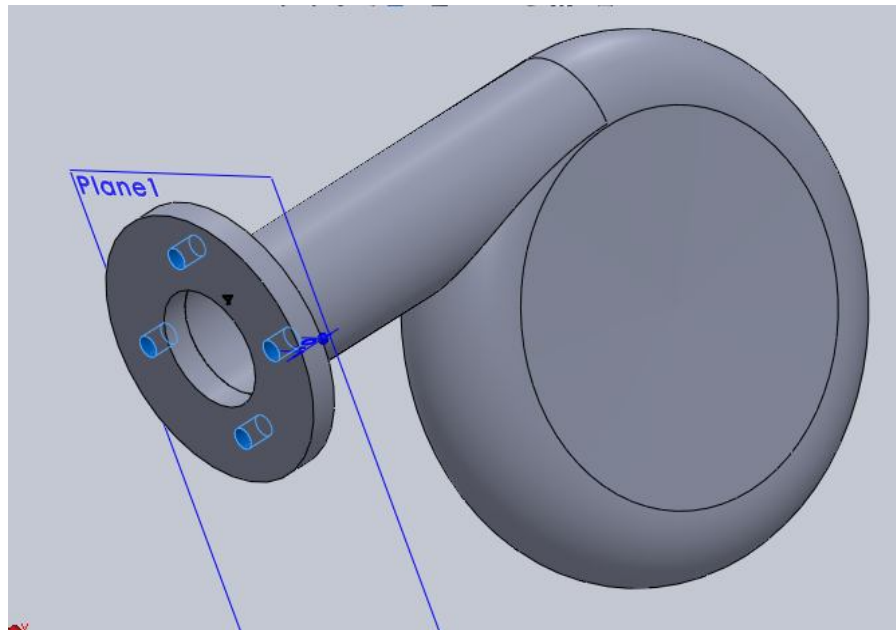
Δημιουργία κελύφους - επιπέδου



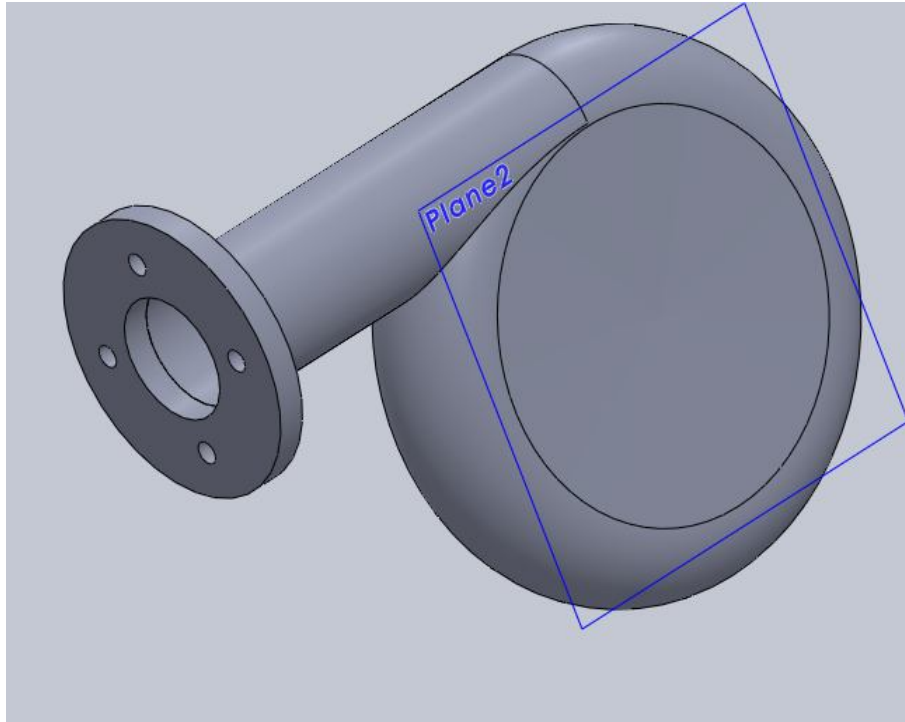
Δημιουργία σωληνοειδούς οντότητας



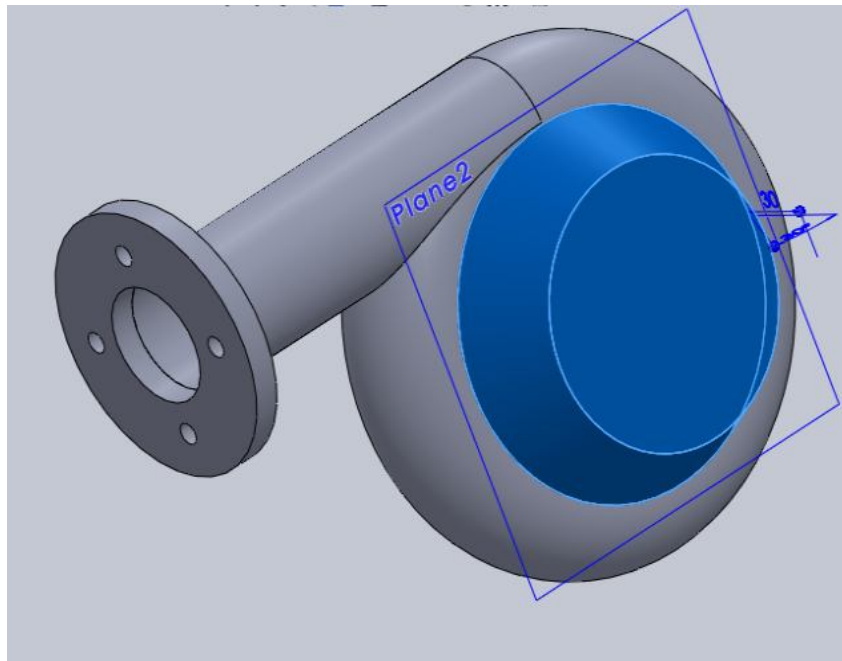
Δημιουργία κυλινδρικότητας



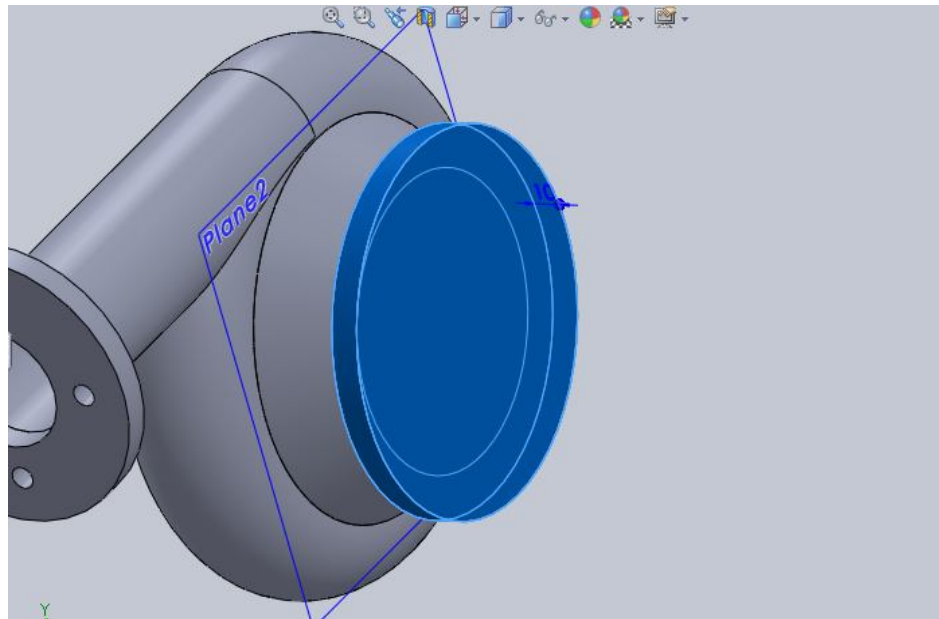
Δημιουργία οπών



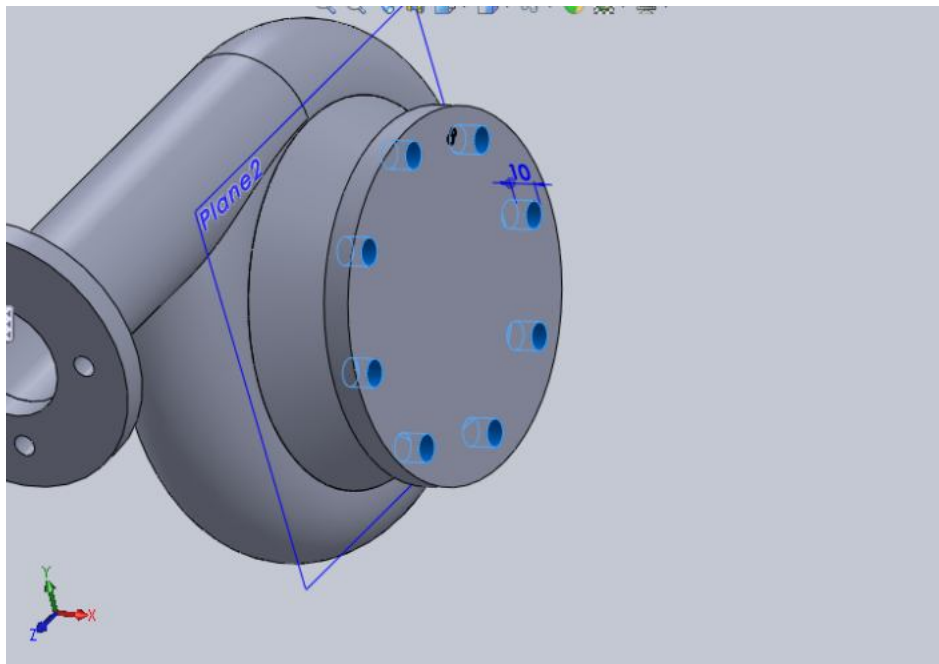
Δημιουργία επιπέδου



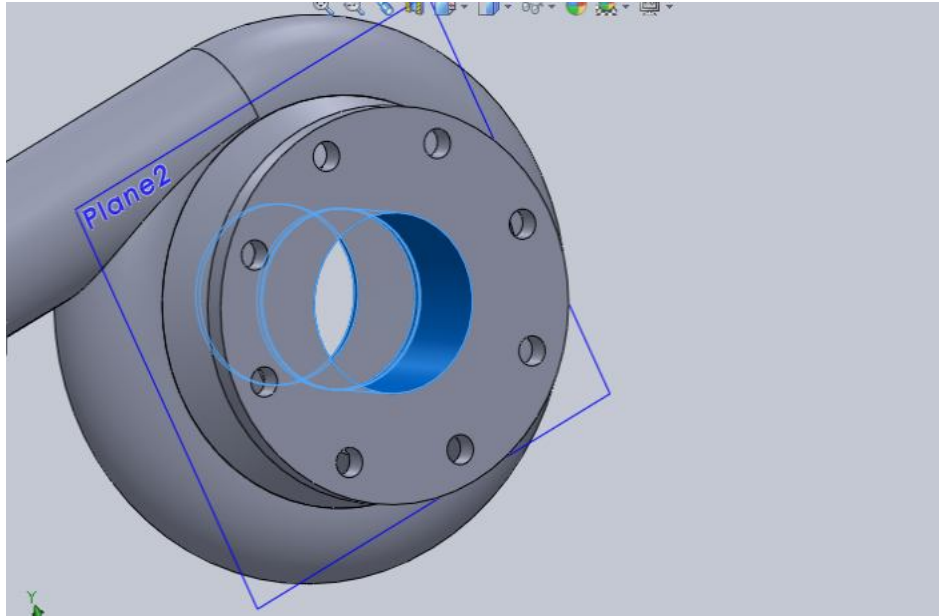
Δημιουργία κωνικότητας



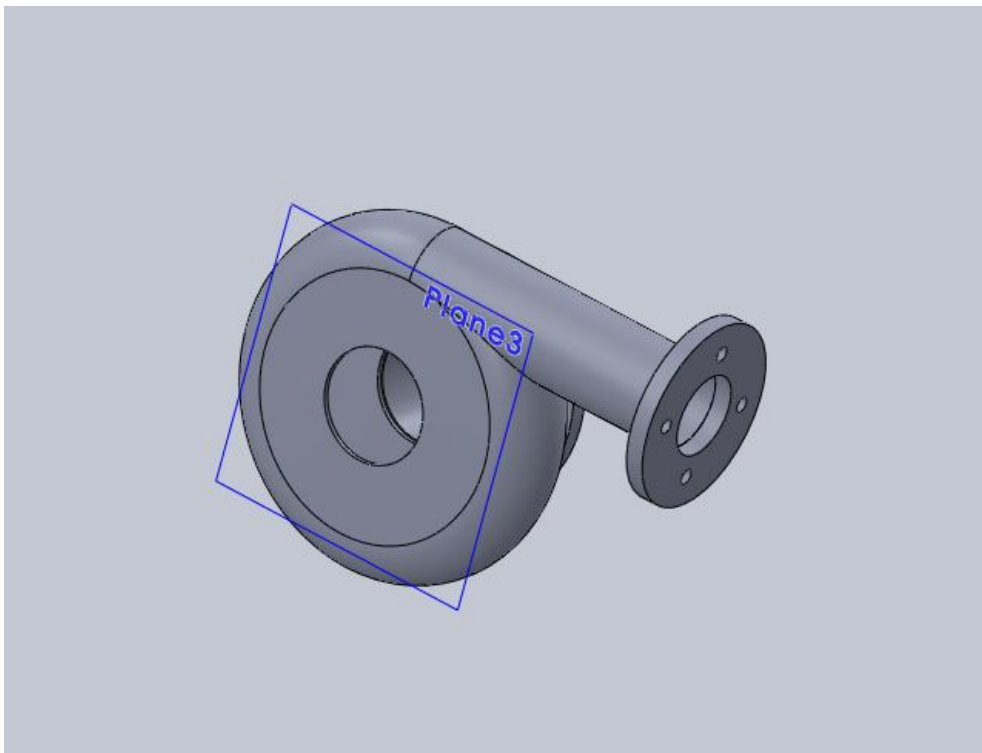
Δημιουργία κωνικότητας



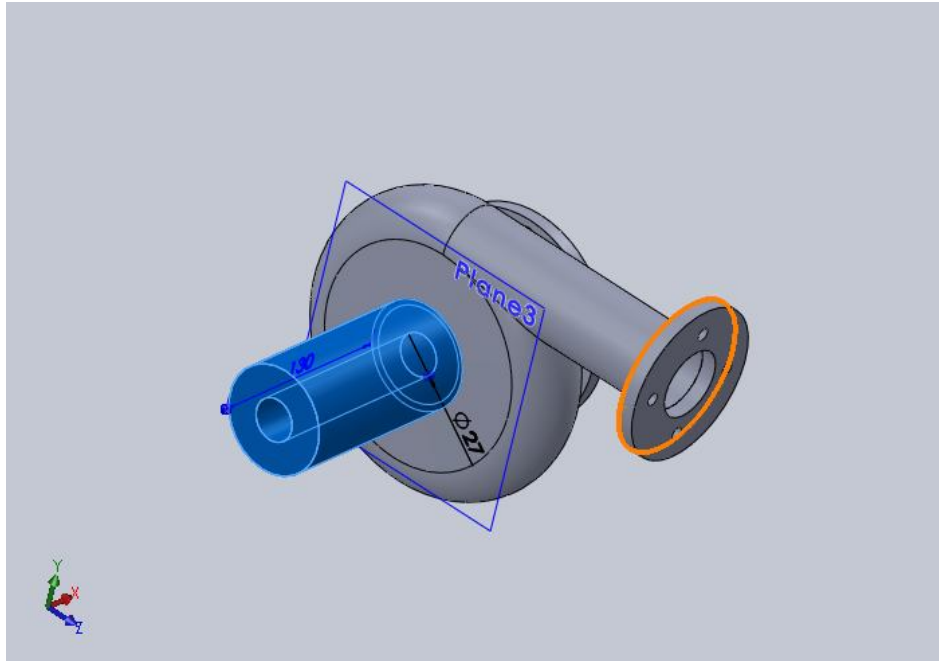
Δημιουργία κυλινδρικότητας



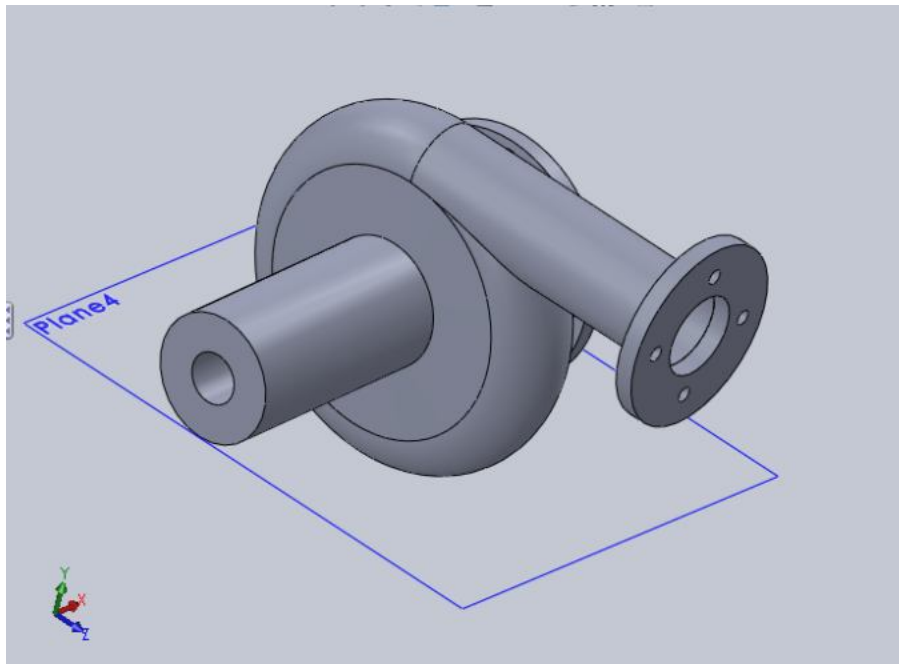
Δημιουργία αξονικής οπής



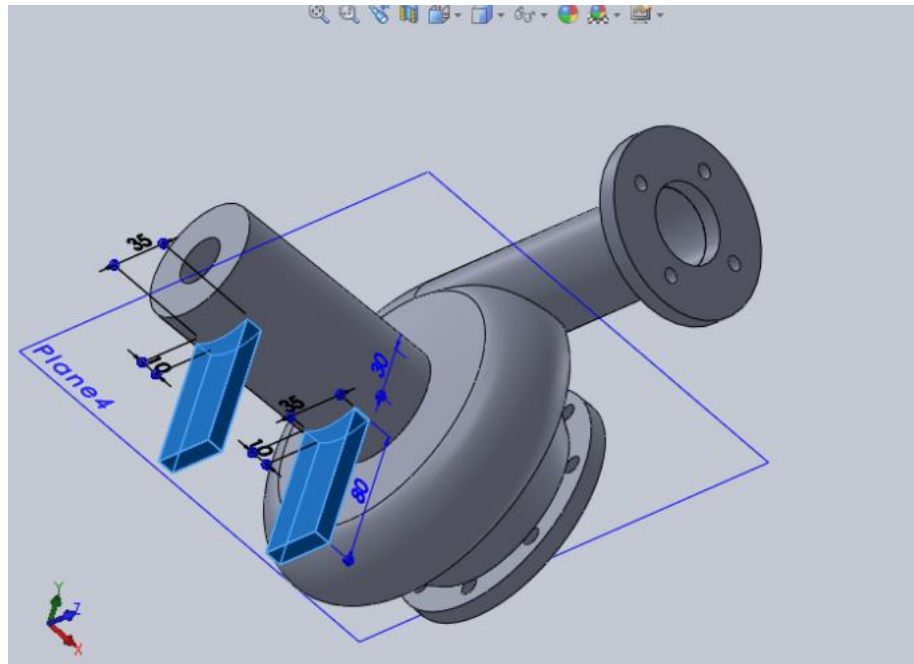
Δημιουργία επιπέδου



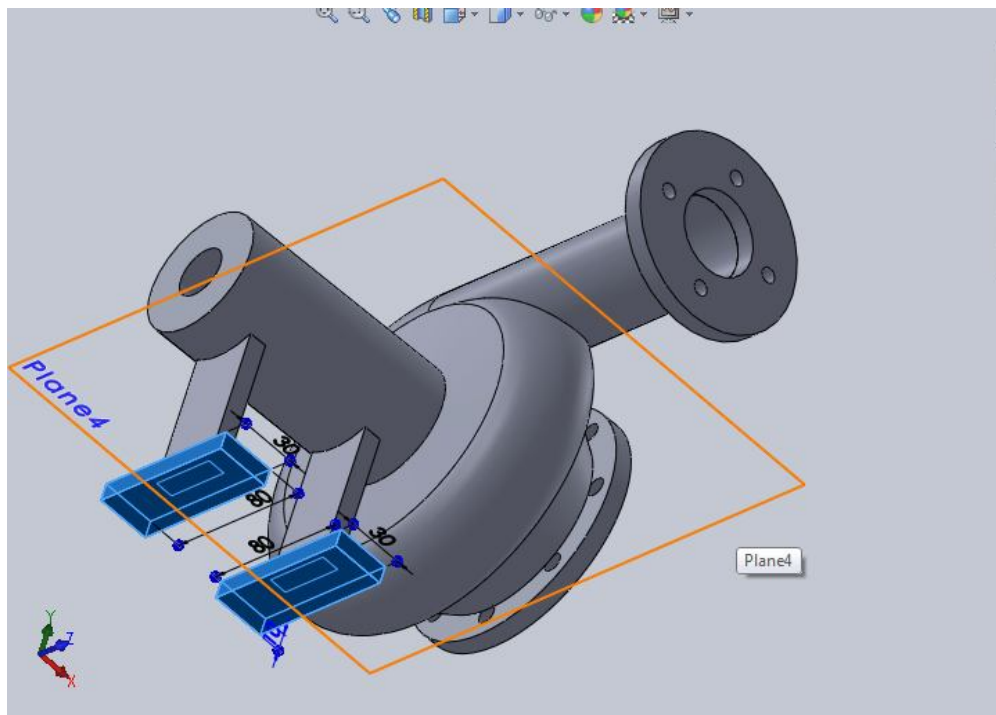
Δημιουργία σωληνοειδούς οντότητας



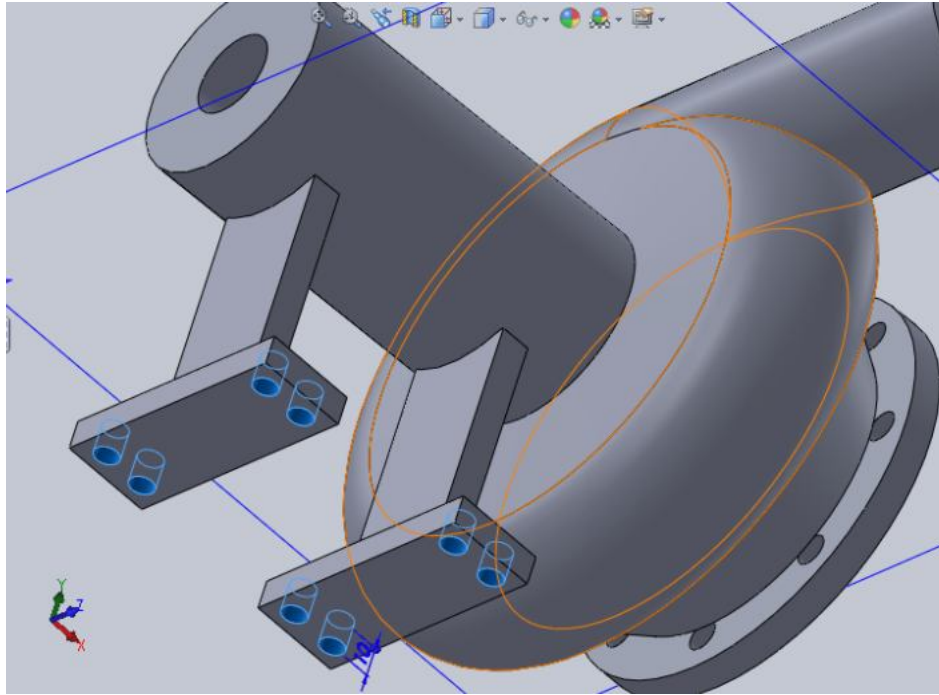
Δημιουργία επιπέδου



Δημιουργία στηρίξεων (ποδαράκια)



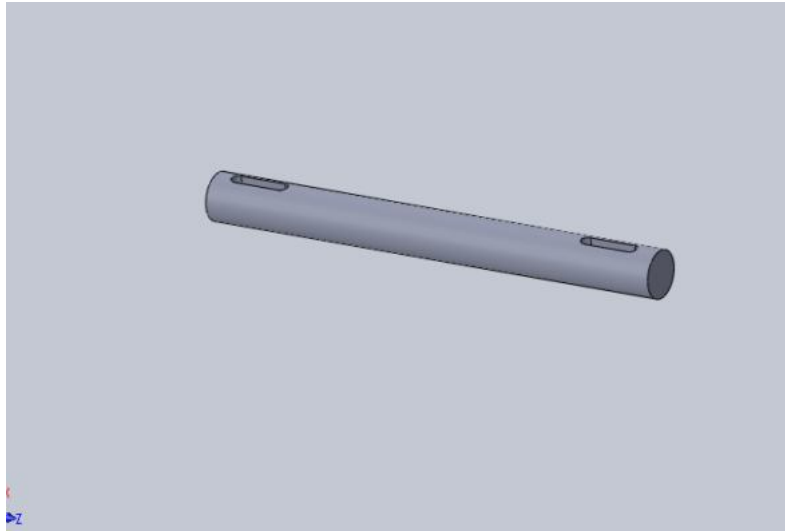
Δημιουργία στηρίξεων



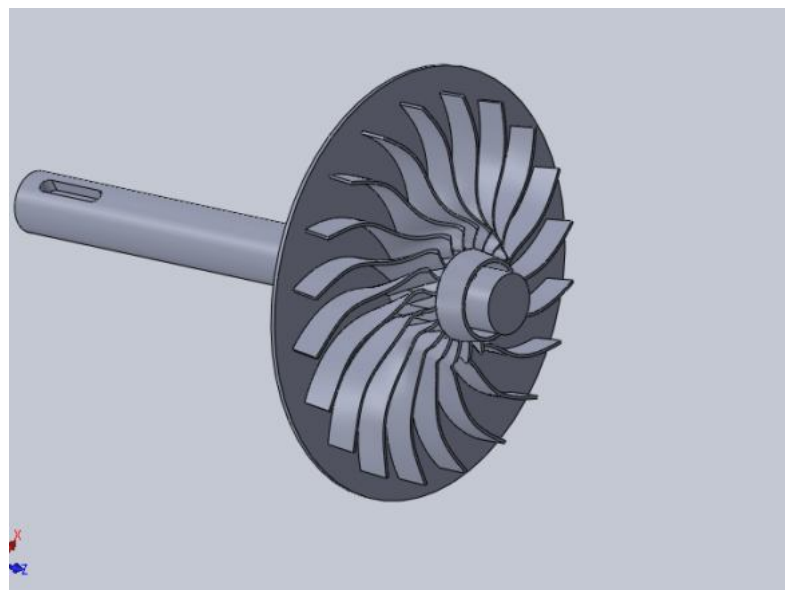
Δημιουργία οπών

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

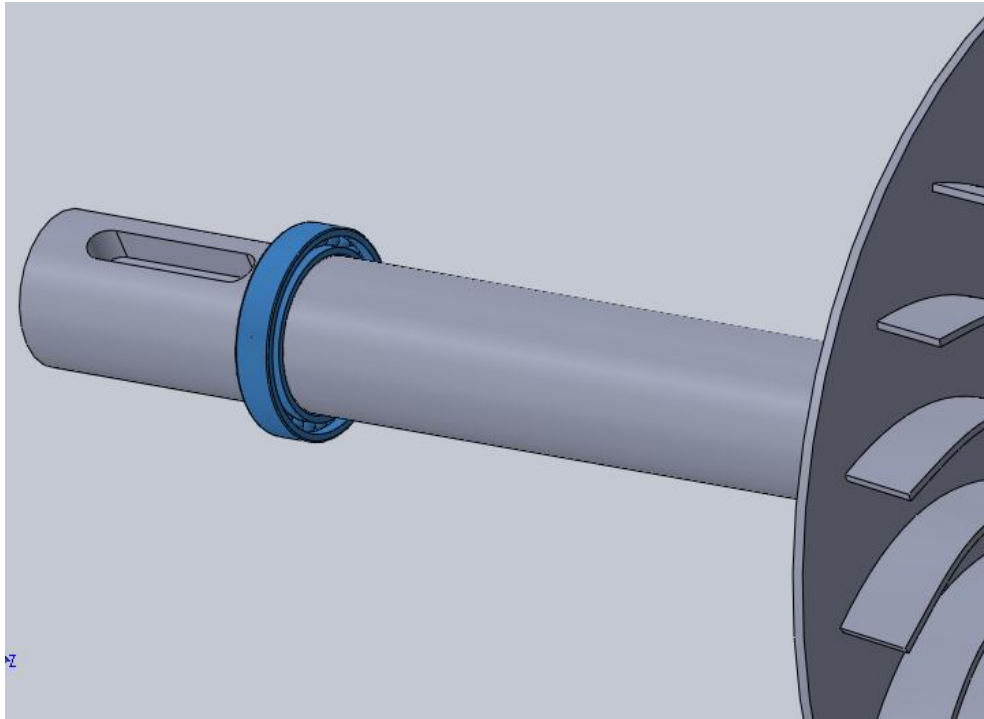
Τελική Συναρμολόγηση



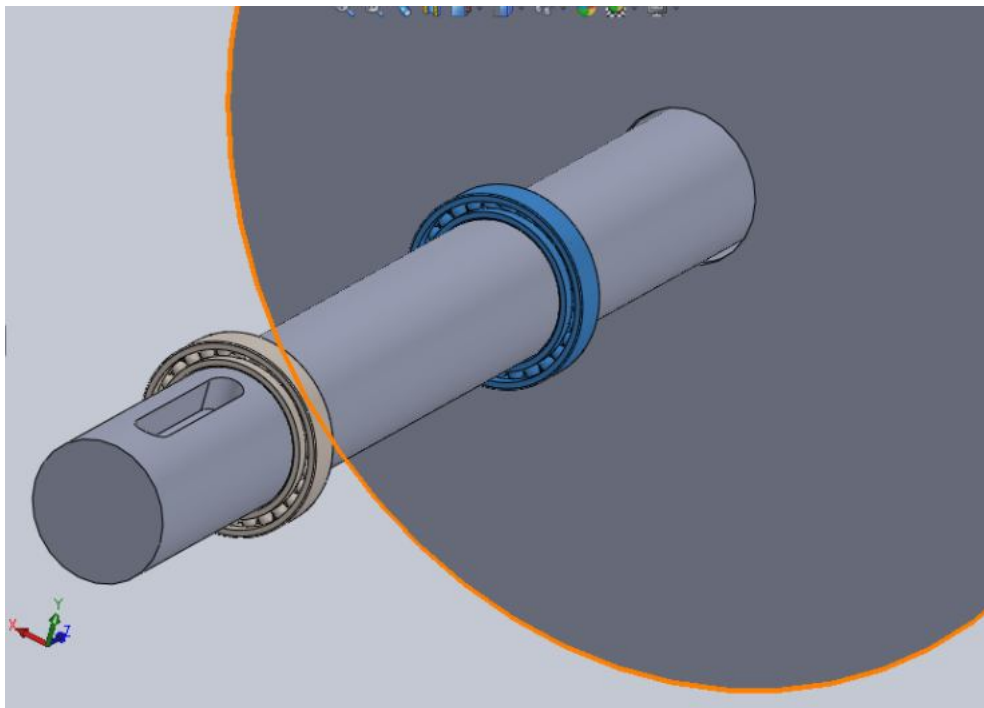
Εισαγωγή άξονα



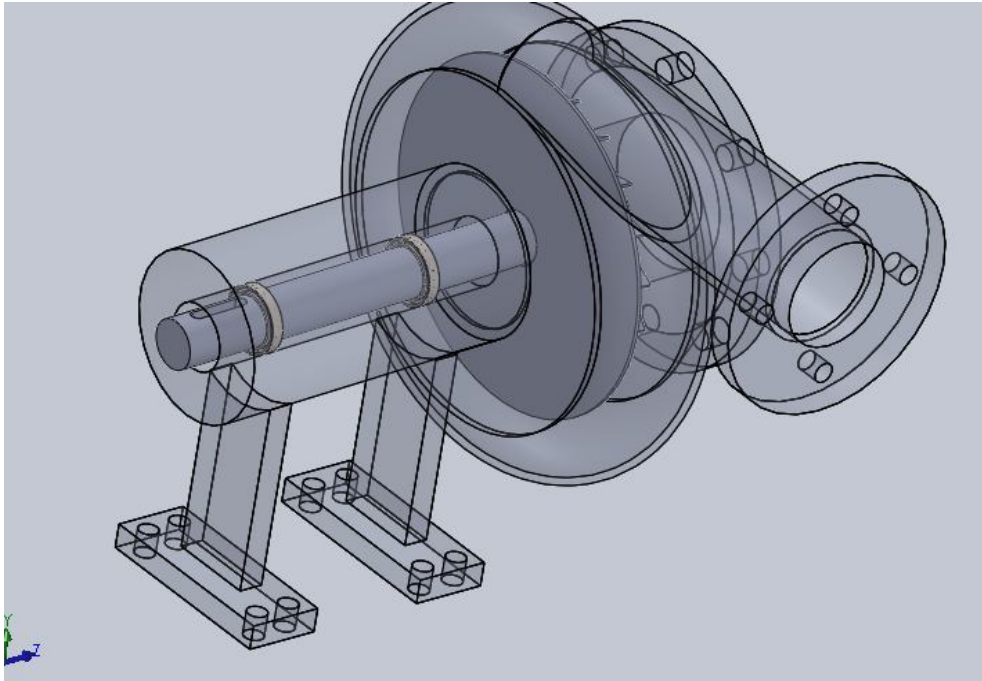
Εισαγωγή περυσίων με την πλάκα στήριξης



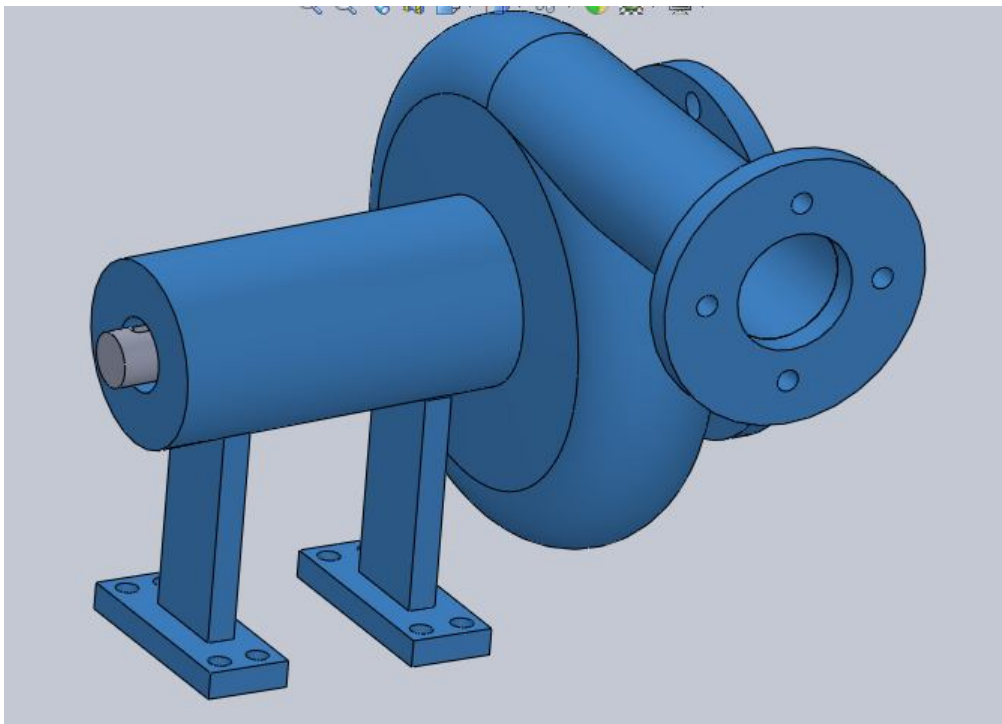
Εισαγωγή πρώτου ρουλεμάν



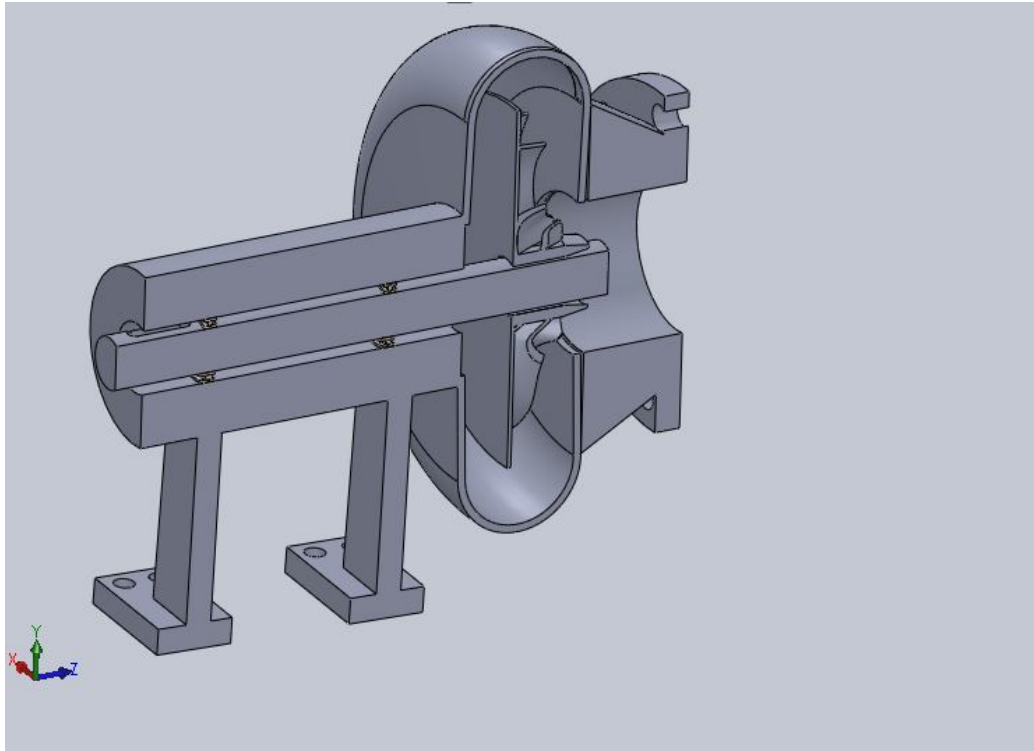
Εισαγωγή δεύτερου ρουλεμάν



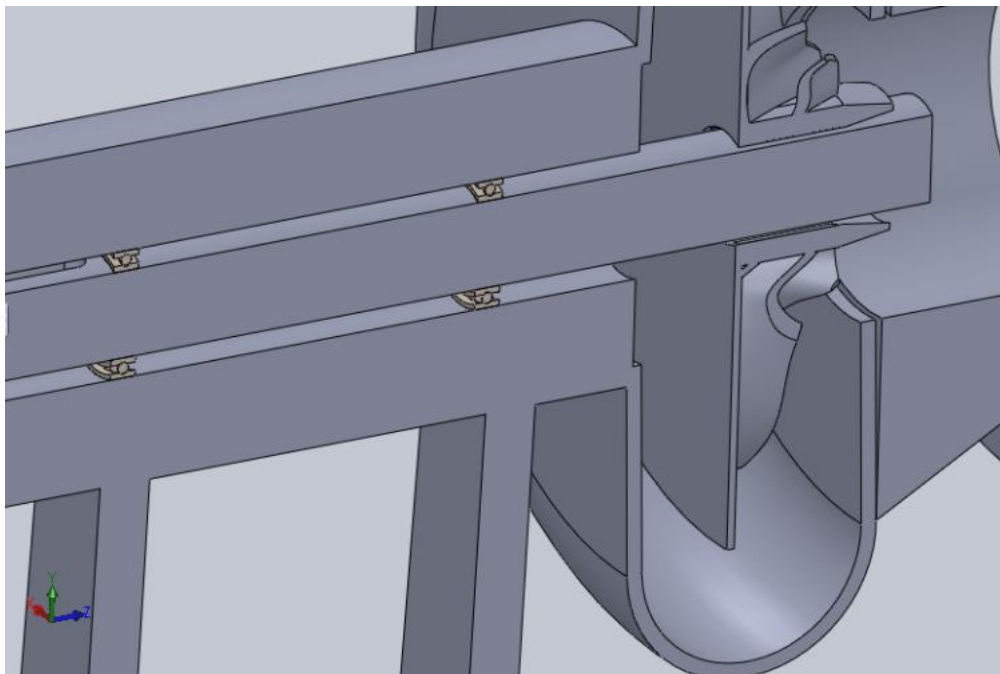
Εισαγωγή κελύφους



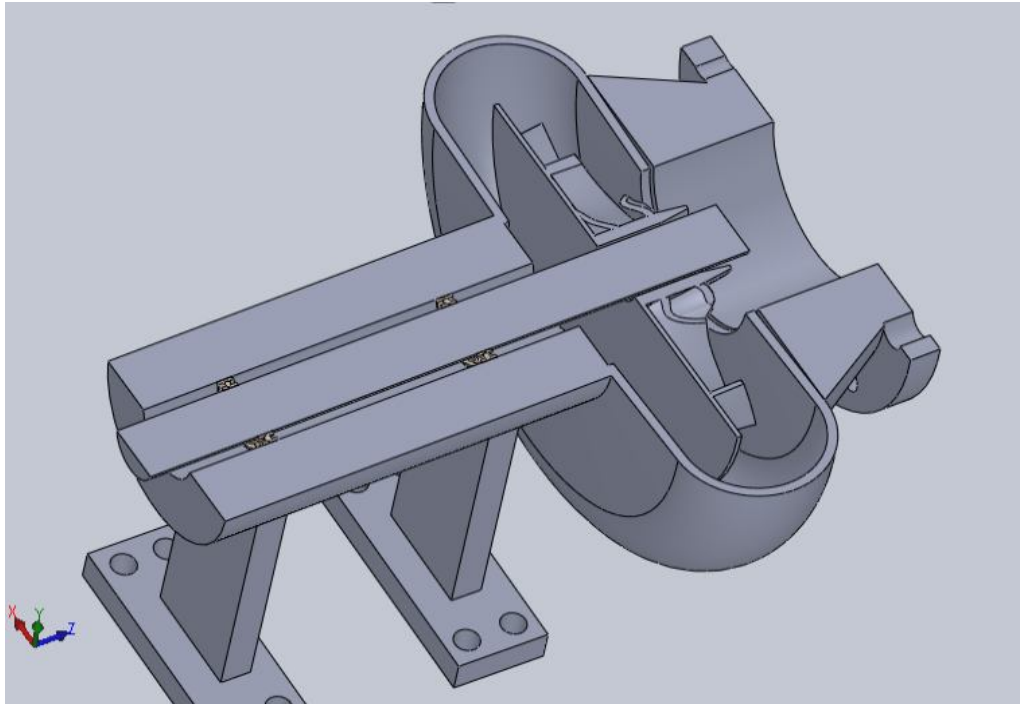
Τελική μορφή



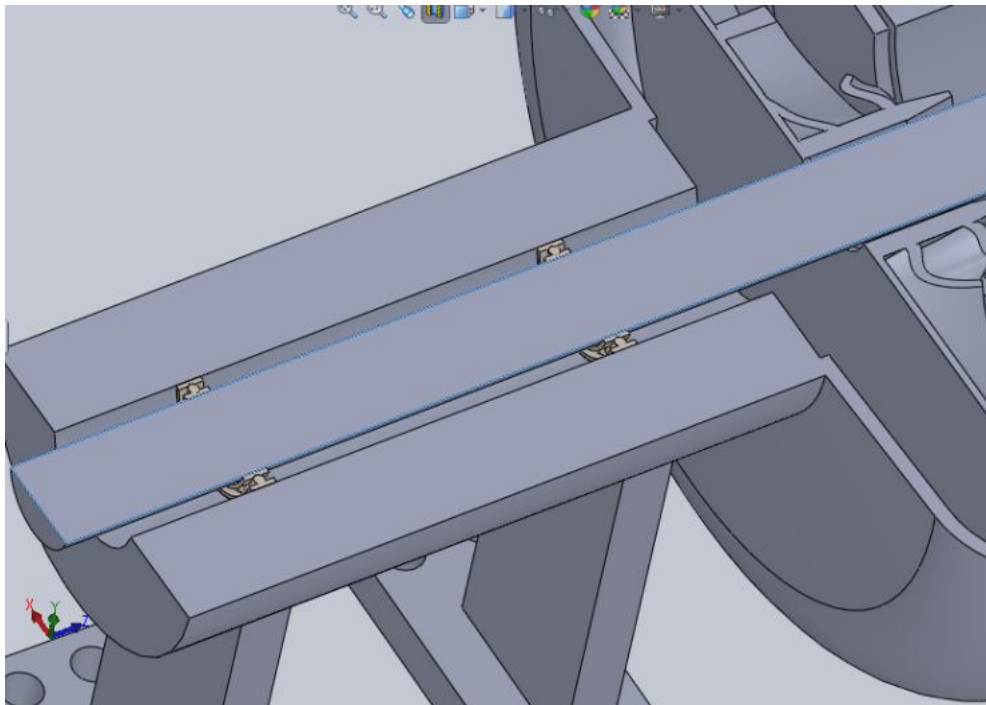
Τελική μορφή σε τομή κατά επίπεδο z - z



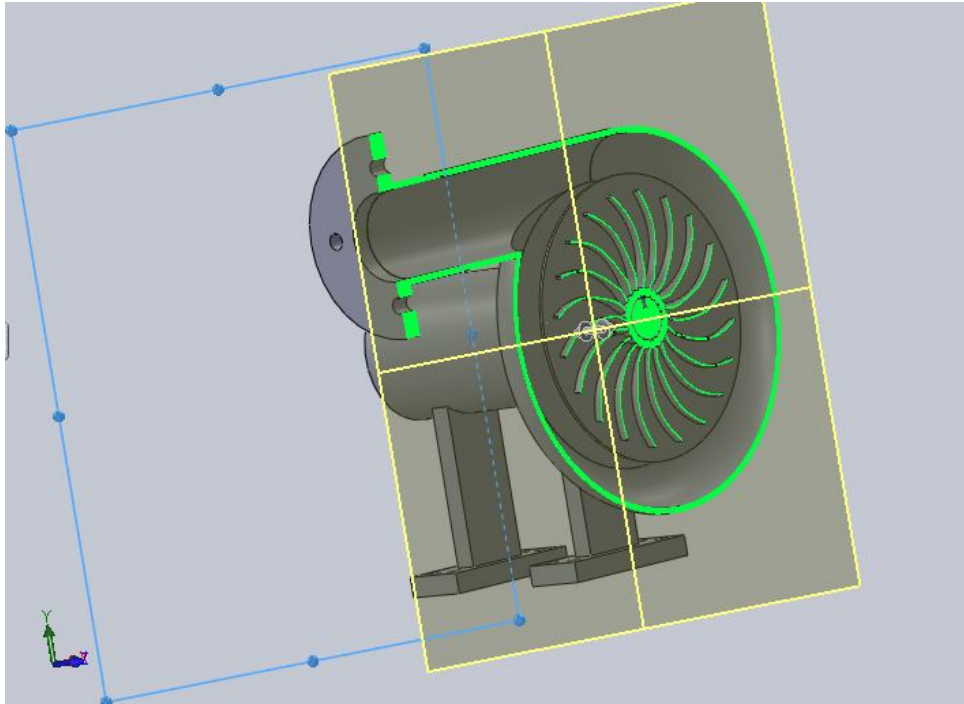
Τελική μορφή σε τομή κατά επίπεδο z - z



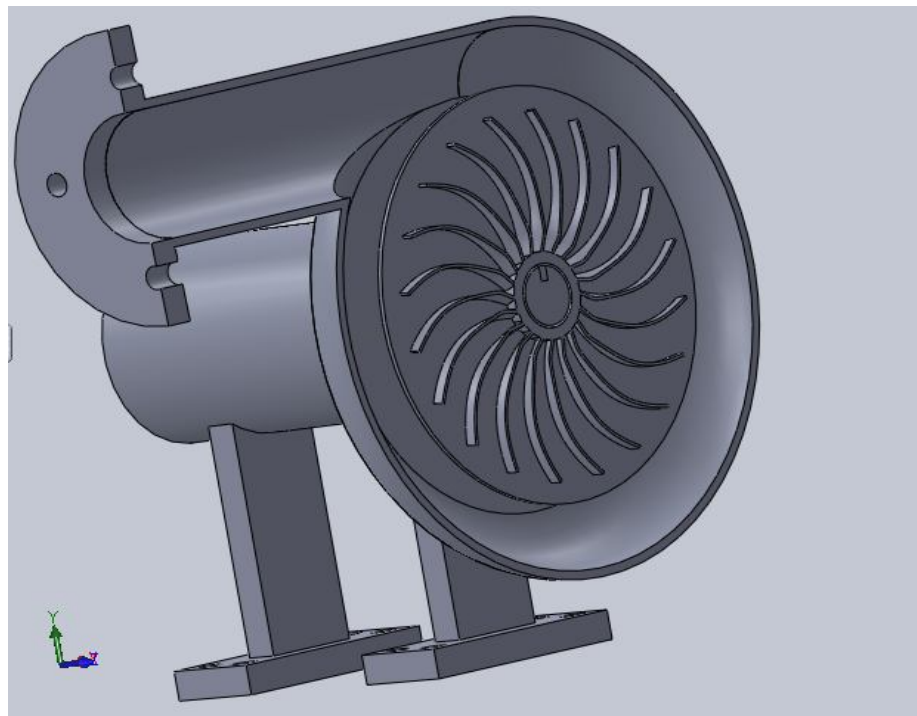
Τελική μορφή σε τομή κατά επίπεδο $x - x$



Τελική μορφή σε τομή κατά επίπεδο $x - x$



Τελική μορφή σε τομή κατά επίπεδο $y - y$



Τελική μορφή σε τομή κατά επίπεδο $y - y$
Περιεχόμενα

Παράρτημα

Οι βασικές εντολές περιγράφονται στην παρακάτω ενότητα:

Boss extrude: Κάνει εξώθηση κάποιας δισδιάστατης γεωμετρίας

Cut extrude: Κάνει εξώθηση και ταυτόχρονα κόβει κάποιας δισδιάστατης γεωμετρίας

Revolve: Κάνει περιστροφή κάποιας δισδιάστατης γεωμετρίας σε σχέση με κάποια αξονική

Sweep: Κάνει τρισδιάστατη οντότητα κάποιας γεωμετρίας (όπως ο κύκλος) δημιουργούμενη από μία γραμμή (όπως η έλικα)

Boss extrude: Κάνει εξώθηση κάποιας δισδιάστατης γεωμετρίας

Cut extrude: Κάνει εξώθηση και ταυτόχρονα κόβει κάποιας δισδιάστατης γεωμετρίας

Shell: Δημιουργεί κέλυφος

Sweep: Κάνει τρισδιάστατη οντότητα κάποιας γεωμετρίας (όπως ο κύκλος) δημιουργούμενη από μία γραμμή (όπως η έλικα)

Fillet: Δημιουργεί καμπυλότητα σε ένα στερεό

Distance: τοποθετεί το εξάρτημα σε κάποια συγκεκριμένη απόσταση σε σχέση με κάποιο άλλο εξάρτημα

Concentric: τοποθετεί το εξάρτημα ομοκεντρικά με κάποιο άλλο

Coincident: τοποθετεί το εξάρτημα να συμπίπτει με κάποιο άλλο εξάρτημα

Angle: τοποθετεί το εξάρτημα σε συγκεκριμένη γωνία σε σχέση με κάποιο άλλο εξάρτημα. Επίλογος – Συμπεράσματα

Επίλογος-Συμπεράσματα

Για να γίνει η τρισδιάστατη σχεδίαση της φυγοκεντρικής αντλίας χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα SolidWorks 2012 free trial. Με το συγκεκριμένο πρόγραμμα υπάρχει η δυνατότητα να σχεδιαστεί ένα δισδιάστατο σχέδιο και να μετατραπεί σε 3D. Οι λειτουργίες του προγράμματος είναι πάρα πολλές και με τα ειδικά εργαλεία που διαθέτει υπάρχει η δυνατότητα ακόμα και να διορθωθεί ένα δοκίμιο αλλά και να γίνουν τεστ αντοχής και κοπώσεως με την βοήθεια διαγραμμάτων. Στην παραπάνω σελίδα αναφέρονται τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για να σχεδιαστούν τα διάφορα μέρη του bowl του φυγοκεντρικού διαχωριστή αλλά και οι ένωση των διάφορων μερών. Μία ακόμα σημαντική δυνατότητα του προγράμματος είναι ότι μπορεί και επεξεργάζεται το τελικό σχέδιο σε animation π.χ. (αν το τελικό σχέδιο είναι ένα σύστημα γραναζιών υπάρχει η δυνατότητα να γίνει παρατήρηση της λειτουργίας του), μπορούμε να το δούμε μέσα από τομή. Η σχεδίαση γίνεται σε CAD απ το οποίο το τελικό σχέδιο μπορεί να εισαχθεί και σε πρόγραμμα CAM και να προκύψει ο G κώδικας βάσει του οποίου θα υλοποιηθεί σε αυτόματο κέντρο κατεργασίας C.N.C.

Βιβλιογραφία

Εγχειρίδια: Sam Yedidiah, Φυγοκεντρικές Αντλίες, Οδηγίες για το χρήστη, προβλήματα και λύσεις.

Ιστοσελίδες: wikipedia.org

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Abstract.....	4
Πρόλογος.....	5
Κεφάλαιο 1 Αντλίες.....	6
1.1 Αρχή αναρρόφησης.....	6
1.2 Φυγοκεντρικές Αντλίες.....	8
1.3 Μανομετρικό ύψος.....	13
1.4 Χαρακτηριστικά στοιχεία λειτουργίας φυγ.αντλιών.....	14
Κεφάλαιο 2 Δομή και σχεδιασμός.....	19
2.1 Τύποι και εφαρμογές.....	27
2.2 Σχεδίαση.....	30
Κεφάλαιο 3 Τελική συναρμολόγηση.....	49
Παράρτημα	55
Επίλογος-Συμπεράσματα.....	56
Βιβλιογραφία.....	57
Περιεχόμενα.....	58