

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : 3D ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΨΥΚΤΙΚΗΣ
ΜΗΧΑΝΗΣ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ :
ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ – ΠΑΤΑΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΚΟΥΠΑΡΑΝΗΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ**

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

2012

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : 3D ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΨΥΚΤΙΚΗΣ
ΜΗΧΑΝΗΣ**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ :

ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΗΣ – ΠΑΤΑΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΑΜ : 4154 - 4159

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :

Περίληψη

Σχεδιασμός ψυκτικής εγκατάστασης

Η σχεδίαση ενός απλού εξαρτήματος, μιας απλής κατασκευής είναι μια πρόκληση για ένα σχεδιαστή μηχανικό αφού του δίνεται η δυνατότητα να δει, να συγκρίνει και να διακρίνει οντότητες οι οποίες είναι δύσκολο να τις φανταστεί στο επίπεδο. Αυτό είναι πολύ περισσότερο δύσκολο σε μια συναρμολογημένη διάταξη με πολλά εξαρτήματα. Το πρόγραμμα δίνει την δυνατότητα τρισδιάστατης σχεδίασης και συναρμολόγησης μεμονομένων τεμαχίων με σκοπό την ολοκλήρωση του τελικού επιθυμητού αποτελέσματος.

Κατά την διαδικασία του σχεδιασμού της ψυκτικής εγκατάστασης έγιναν πολλές δοκιμές διαφόρων σχεδιασμών. Τα τελικά σχέδια που επιλέχθηκαν και σχεδιάστηκαν είναι ένας υγρόψυκτος συμπυκνωτής με κέλυφος και σωληνώσεις, ένας συμπιεστής ερμητικού τύπου, ένας εξατμιστής και μια ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα.

Σκοπός της εργασίας είναι η τρισδιάστατη σχεδίαση των εξαρτημάτων μιας ψυκτικής εγκατάστασης, η κατανόηση της λειτουργείας της, καθώς και η περιγραφή ενός συνόλου εξαρτημάτων διαφορετικών τύπων για την επιλογή ανάλογου μεγέθους ψυκτικής εγκατάστασης.

Μετά την σχεδίαση στον ηλεκτρονικό υπολογιστή με την βοήθεια του λογισμικού επιτυγχάνεται αρχικά η εκ νέου σχεδίαση κάποιων τεμαχίων ούτως ώστε να βελτιστοποιηθεί η λειτουργία τους. Σε δεύτερη φάση θα γίνει και ακριβής και στοχευόμενη η κατασκευή τους αφού κάποιος μπορεί να περάσει την γεωμετρία στο CAM (Computer Aided Manufacturing) και να εισάγει τον κώδικα σε αυτόματη εργαλειομηχανή CNC (Computer Numerical Control).

Abstract

Design of refrigeration plant

Drawing a simple fitting component of a relative construction is undoubtedly a challenge for a marine engineer, because thus he gets the opportunity to watch, compare and distinguish three dimensional constructive detail which otherwise are difficult to figure. This is much more difficult in an assembled arrangement consisting of several fittings. The program allows three-dimensional design and assembly of isolated pieces to complete the desired result.

During the design process of the refrigeration plant many tests took place. The final designs selected and designed are a water-cooled condenser with shell and piping, a hermetic type compressor, an evaporator and a solenoid valve.

The purpose of this study is the design of three-dimensional design components of a refrigeration unit, an understanding of its functionality the description of components of different types to choose from for a cooling unit of a similar size.

After designing on PC with help of the software, initially some pieces are re-design so they would be able to be optimized. In the second phase their construction will be targeted and precise so that someone can pass this geometry in a CAM system (Computer Aided Manufacturing) and enter the extracted code in an automatic machine tool CNC (Computer Numerical Control).

Πρόλογος

Η σχεδίαση ενός απλού εξαρτήματος, μιας απλής κατασκευής είναι μια πρόκληση για ένα σχεδιαστή μηχανικό αφού του δίνεται η δυνατότητα να δει, να συγκρίνει και να διακρίνει οντότητες οι οποίες είναι δύσκολο να τις φανταστεί στο επίπεδο. Αυτό είναι πολύ περισσότερο δύσκολο σε μια συναρμολογημένη διάταξη με πολλά εξαρτήματα.

Στην σημερινή εποχή δίνεται η δυνατότητα με την ευρεία χρήση των υπολογιστών και των προγραμμάτων που έχουν ανακαλυφθεί για την καλύτερη – ποιοτικότερη και αποδοτικότερη εργασία των μηχανικών.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματεύεται με την τρισδιάστατη σχεδίαση μίας ψυκτικής εγκατάστασης, δίνοντας με τον τρόπο αυτό και στον πιο δύσκολο αναγνώστη μια εύκολη εικόνα του εσωτερικού των εξαρτημάτων της.

1. Εισαγωγή

Συστήματα ψύξης χρησιμοποιούνται πλέον ευρέως στη βιομηχανία για τη συντήρηση τροφίμων και τον κλιματισμό. Αυτό το φυλλάδιο αφορά πρωταρχικά τη ψύξη στη βιομηχανική χρήση της και τις μεγάλες κλιματιστικές εφαρμογές. Όμως, οι βασικές αρχές που εδώ αναλύονται εφαρμόζονται σε όλα τα συστήματα ψύξης. Ο οδηγός αυτός γράφτηκε για να υπενθυμίσει και να συμπληρώσει τις βασικές γνώσεις των μηχανικών που εξειδικεύονται στον τομέα ενεργειακής διαχείρισης στη βιομηχανία μέσω του προγράμματος εκπαίδευσης του ΚΑΠΕ. Επίσης και όλων αυτών που ασχολούνται με την αγορά, τοποθέτηση, συντήρηση και αποδοτική λειτουργία των συστημάτων ψύξης.

Τα συστήματα ψύξης εγκαθίστανται για να παράγουν ή να διατηρούν τη θερμοκρασία ενός χώρου ή υλικού σε σταθερή χαμηλή θερμοκρασία. Με λίγα λόγια, δημιουργείται ψύξη με την αφαίρεση θερμότητας από το ψυχόμενο χώρο. Η επιλογή όμως των ψυκτικών συστημάτων τις περισσότερες φορές γίνεται με μόνο κριτήριο την απαιτούμενη ψυκτική ικανότητα, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η απόδοση και το κόστος ψύξης. Έρευνες έχουν δείξει ότι ένα ποσοστό 25% μπορεί να εξοικονομηθεί πάρα πολύ εύκολα.

Η αποδοτική λειτουργία ενός ψυκτικού συστήματος είναι αναμφίβολα συνδυασμένη με το σκοπό της αγοράς του, το σχεδιασμό του, την εγκατάσταση και τη χρήση του.

Για να γίνει αντιληπτό τι σημαίνει αποδοτική λειτουργία θα πρέπει να κατανοηθεί η βασική λειτουργία του ψυκτικού συστήματος τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του. Όπως, επιπλέον θα πρέπει να κατανοηθούν τα διάφορα τμήματα του ψυκτικού συστήματος και οι συγκεκριμένους τύποι αυτών των τμημάτων.

Στο φυλλάδιο λοιπόν αυτό εξηγούνται οι επιμέρους παράμετροι λειτουργίας και η συνολική λειτουργία του συστήματος ψύξης. Δίνονται τα βήματα ενεργειακού ελέγχου, εξετάζονται μέθοδοι πρόβλεψης και ορθολογικής ενεργειακής διαχείρισης.

Οποσδήποτε, μέσα στις λίγες αυτές σελίδες δεν δύναται να περιληφθούν όλες οι απαραίτητες πληροφορίες σχεδιασμού, κατασκευής και λειτουργίας του συστήματος ψύξης. Ωστόσο για λεπτομερέστερη εμβάθυνση και περισσότερες πληροφορίες προτείνεται εκτενής βιβλιογραφία στο τέλος του οδηγού αυτού.

2. Η ψύξη και η χρήση της

Η ψύξη σήμερα κυρίως χρησιμοποιείται για την διατήρηση χαμηλών θερμοκρασιών σύμφωνα με τις απαιτήσεις βιομηχανικών διαδικασιών ή για την διατήρηση θερμοκρασιών άνεσης στους χώρους κατοικίας και εργασίας.

Η χρήση της κρίνεται επίσης αναγκαία για την συντήρηση τροφίμων - ποτών για μεγάλα χρονικά διαστήματα, ελαχιστοποιώντας συγχρόνως την υποβάθμιση της ποιότητάς τους.

Πριν προχωρήσει κανείς στην αγορά και λειτουργία ενός ψυκτικού μηχανήματος πρέπει να αναρωτηθεί **αν χρειάζεται ψύξη**. Υπάρχουν αρκετοί τρόποι για να διατηρηθεί ή να παραχθεί ψύξη χρησιμοποιώντας την από φυσικούς πόρους παρεχόμενη ψύξη ή δροσισμό, όπως για παράδειγμα η χρήση:

- Των πύργων ψύξης που μπορούν να ψύχουν το νερό στους 30oC και ακόμη χαμηλότερα και τις πιο ζεστές μέρες του καλοκαιριού.
- Του αερισμού με προϋποθέσεις ή η χρήση του νυχτερινού αερισμού κατά τη διάρκεια των καλοκαιρινών μηνών.
- Του νερού από πηγάδια μικρού βάθους γεωτρήσεων ή πηγών που συνήθως είναι στους 10oC καθ' όλη τη διάρκεια του έτους.
- Της μόνωσης που πλέον θεωρείται αναγκαία διότι λειτουργεί το ίδιο καλά στο να διατηρεί τη ζητούμενη θερμοκρασία εντός όσο και εκτός του χώρου που μας ενδιαφέρει.
- Εξωτερικών σκιάστρων (πατζούρια, ρολά) για τον έλεγχο της ηλιακής ακτινοβολίας συνήθως τους καλοκαιρινούς μήνες, κλπ.

3. Η Διαδικασία ψύξης

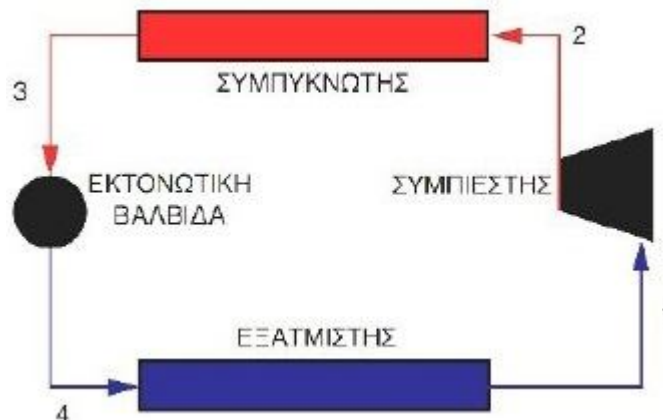
Υπάρχουν πολλές διατάξεις παραγωγής ψύξης, όμως μία έχει σχεδόν επικρατήσει, αυτή με μηχανική συμπίεση. Στη χώρα μας η ψύξη γίνεται ως επί το πλείστον με μηχανική συμπίεση ατμού και εφαρμόζεται σε ψυκτικές εγκαταστάσεις ισχύος 40W έως 17,5MW ανά μονάδα. Βεβαίως για να λειτουργήσουν απαιτείται μηχανική ενέργεια ώστε να τεθεί σε κίνηση ο συμπιεστής. Υπάρχουν βεβαίως και άλλες ψυκτικές διατάξεις, συμπεριλαμβανομένου και του κύκλου ψύξης με απορρόφηση, στις οποίες δεν υπάρχει συμπιεστής αλλά μία πηγή θερμότητας (συνήθως υγραέριο). Οι διατάξεις αυτές δεν έχουν επικρατήσει λόγω υψηλού λειτουργικού κόστους σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας.

3.1 Απλές αρχές

Οι διατάξεις συμπίεσης ατμού και συγκεκριμένα οι αντλίες θερμότητας και οι υπόλοιπες ψυκτικές εγκαταστάσεις λειτουργούν με βάση την αρχή ότι τα καθαρά υγρά εξατμίζονται σε διαφορετικές θερμοκρασίες και σε διαφορετικές πιέσεις - οι υψηλές πιέσεις δίνουν υψηλά σημεία βρασμού - και κατά τον βρασμό απορροφούν λανθάνουσα θερμότητα από το περιβάλλον τους. Αντίστροφα, κατά την μετατροπή ατμού σε υγρό (συμπύκνωση) εκλύεται θερμότητα. Εάν η εξάτμιση μπορεί να λάβει χώρα σε μια δεδομένη πίεση και η συμπύκνωση σε άλλη τότε η θερμότητα μπορεί να μεταφερθεί από ένα επίπεδο σε άλλο. Στην ψύξη θέλουμε να μεταφέρουμε θερμότητα από κάποια χαμηλή (ψυχρή) θερμοκρασία σε μία υψηλότερη. Ο ατμός που παράγεται από το υγρό που βράζει σε χαμηλή πίεση πρέπει να συμπιεστεί σε υψηλότερη πίεση έτσι ώστε να μπορεί να συμπυκνωθεί σε υψηλότερη θερμοκρασία. Αυτή η συμπίεση ατμού απαιτεί μηχανική ενέργεια και όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά μεταξύ των θερμοκρασιών υγροποίησης και εξάτμισης τόσο μεγαλύτερη είναι η ισχύς που απαιτείται από τον συμπιεστή για την ίδια ποσότητα ψύξης.

3.1.1 Μονοβάθμιο σύστημα ψύξης

Η λειτουργία ενός απλού μονοβάθμιου κυκλώματος ψύξης δείχνεται στο Σχήμα.



Εικόνα 3.1.1.1: Απλό μονοβάθμιο κύκλωμα ψύξης

Η ενέργεια απορροφάται από το ψυκτικό μέσο στον εναλλάκτη θερμότητας γνωστό ως εξατμιστής. Αυτή η ενέργεια προέρχεται από το προς ψύξη υλικό που είναι -νερό, αέρας, αλατόνερο ή οτιδήποτε άλλο. Ο συμπιεστής ο οποίος κινείται συνήθως από έναν ηλεκτρικό κινητήρα αυξάνει την πίεση και συνεπώς την θερμοκρασία του ψυκτικού μέσου. Ο συμπιεσμένος ατμός τότε ψύχεται κι υγροποιείται μέσα στον εναλλάκτη θερμότητας τον αποκαλούμενο συμπυκνωτή και αποβάλλει την λανθάνουσα θερμότητα του, συνήθως στον περιβάλλοντα αέρα ή το νερό.

Το υγροποιημένο ψυκτικό μέσο τότε περνά από την υψηλή πίεση μέσω εκτονωτικής βαλβίδας (στραγγαλιστικού μηχανισμού) σε χαμηλή πίεση και πάλι πίσω στον εξατμιστή. Ο κύκλος τώρα μόλις συμπληρώνεται. Συχνά είναι χρήσιμο να δείχνεται ο κύκλος ψύξης με το διάγραμμα Mollier πίεσης - ενθαλπίας του ψυκτικού μέσου. Στο Διάγραμμα 3.2 εμφανίζεται ψυκτικό μέσο R22.



Εικόνα 3.1.1.2: Διάγραμμα ψυκτικού μέσου R22

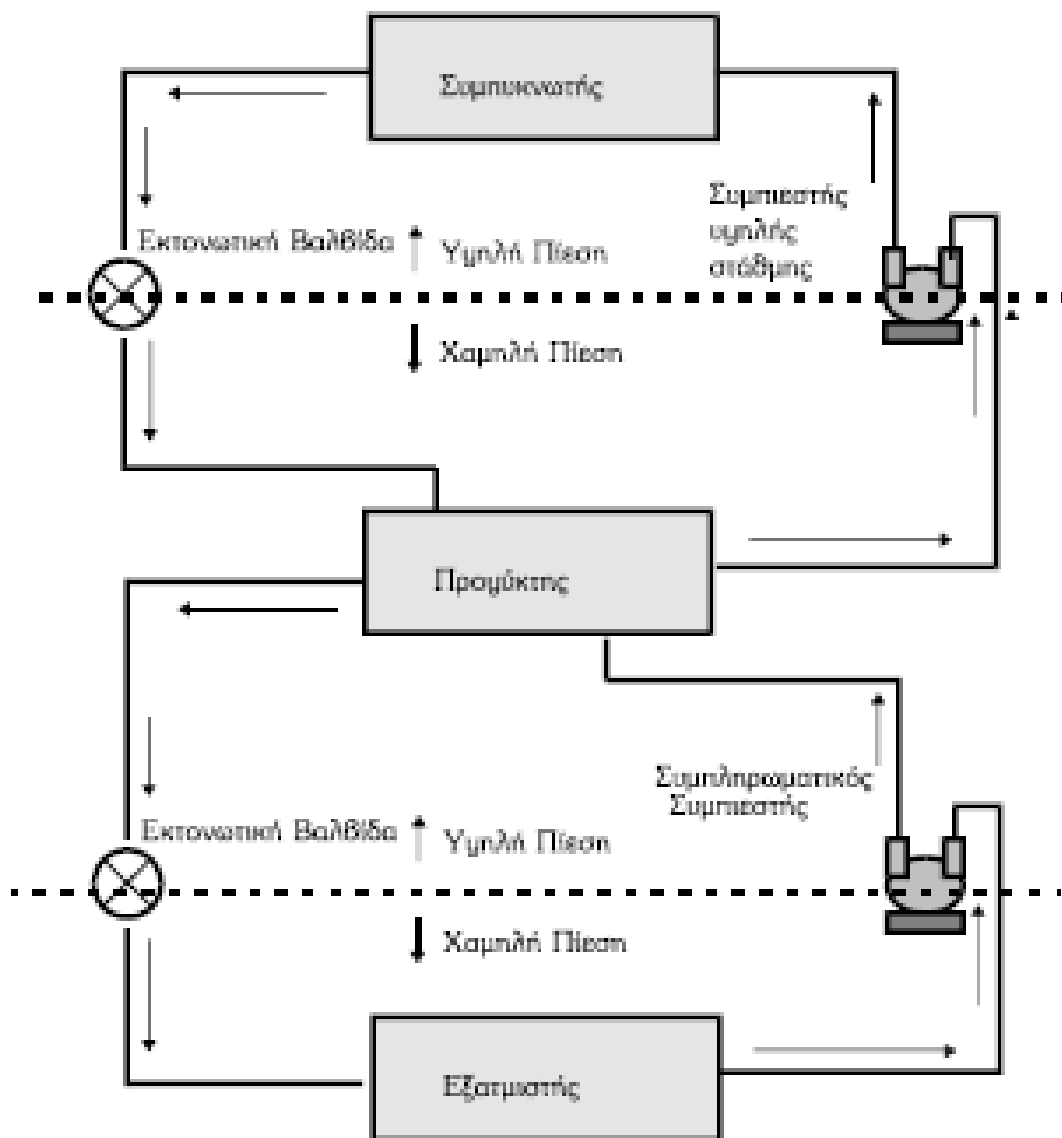
Το ψυκτικό μέσο μπαίνει στον συμπιεστή με χαμηλή πίεση και σε μία θερμοκρασία μερικών βαθμών υψηλότερη από το σημείο βρασμού στην ίδια πίεση. Αυτή η διαφορά θερμοκρασίας είναι πολύ σημαντική για την λειτουργική απόδοση των συστημάτων. Μέσα στον συμπιεστή το ψυκτικό αέριο αυξάνει τόσο τη θερμοκρασία όσο και τη πίεση του. Για τον ίδιο βαθμό συμπίεσης ένας λιγότερο αποδοτικός συμπιεστής θα χρησιμοποιήσει περισσότερη ισχύ και θα παρέχει θερμότερο αέριο. Το αέριο από τον συμπιεστή πηγαίνει στον συμπυκνωτή. Το αέριο πρώτα κρύνει από την θερμοκρασία κατάθλιψης του συμπιεστή στην θερμοκρασία κορεσμού συμπύκνωσης αποδίδοντας την *αισθητή θερμότητα*. Το μεγαλύτερο ποσό θερμότητας που μεταφέρεται (λανθάνουσα θερμότητα) στον συμπυκνωτή εμφανίζεται όταν το ψυκτικό μέσο μετατρέπεται από αέριο σε υγρό. Το υγρό μπορεί στη συνέχεια να "υποψυχθεί" σε μία θερμοκρασία κάτω από την θερμοκρασία συμπύκνωσης. Συνήθως η υπόψυξη μέσα στον συμπυκνωτή είναι μόνο μερικούς βαθμούς. Ο συμπυκνωτής είναι κάτι ανάλογο προς ένα εναλλάκτη ατμού μέσα στον οποίο ο καυτός ατμός υγροποιείται αποβάλλοντας την λανθάνουσα του θερμότητα. Έτσι, λοιπόν εάν παρομοιάσουμε το συμπυκνωτή με εναλλάκτη ατμού τότε η εκτονωτική βαλβίδα είναι η ατμοπαγίδα. Όταν το υγρό ψυκτικό μέσο περνά από την ψηλή στη χαμηλή πίεση μέρος από το υγρό σχηματίζει ένα μίγμα από υγρό και ατμό χαμηλής θερμοκρασίας. Συνεχίζοντας το μηχανικό ανάλογο με το κύκλωμα ατμού ο εξατμιστής είναι ο λέβητας όπου το υγρό ψυκτικό μέσο εξατμίζεται σε σταθερή θερμοκρασία. Ο ψυκτικός ατμός επιστρέφει τότε στον αναρροφητικό συμπιεστή και έτσι ολοκληρώνεται το κύκλωμα.



Εικόνα 3.1.1.3: Ψυκτικό μηχανήμα

3.2.1 Διβάθμιο σύστημα ψύξης

Το πλέον διαδεδομένο σύστημα ψύξης στη βιομηχανία είναι αυτό του μονοβάθμιου κύκλου και λειτουργεί, όπως περιγράφεται πιο πάνω. Όμως, για μεγάλες εφαρμογές και θερμοκρασίες κάτω από -20°C χρησιμοποιούνται τα συστήματα ψύξης δύο και τριών φάσεων, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται καλύτερη απόδοση. Βέβαια υπάρχουν και άλλες διατάξεις (π.χ. κύκλος απορρόφησης, θερμοσυφωνικά συστήματα, και άλλα) οι οποίες είναι εφαρμόσιμες κατά περίπτωση. Η σχηματική διάταξη διβάθμιου κύκλου εμφανίζεται στο Σχήμα.



Εικόνα 3.2.1.2: Σχηματική διάταξη διβάθμιου ψυκτικού κυκλώματος



Εικόνα 3.2.1.2: Ψυκτική εγκατάσταση



Εικόνα 3.2.1.3: Ψυκτικό μηχάνημα

4. Κύρια Μέρη Ψυκτικού Συγκροτήματος

4.1. Συμπιεστές (Θετικού Εκτοπίσματος)

Το σπουδαιότερο τμήμα του ψυκτικού συγκροτήματος με την μεγαλύτερη ενεργειακή κατανάλωση είναι ο συμπιεστής.

Οι συμπιεστές είναι μηχανικές διατάξεις που αντλούν τον ψυκτικό ατμό από τον εξαμιστή, αυξάνοντας την πίεση του και κινούν το ψυκτικό μέσο στο κύκλωμα. Η αύξηση της πίεσης επιτυγχάνεται με τη μείωση του όγκου του χώρου συμπίεσης με κάποιο μηχανικό τρόπο.

4.1.1 Κατηγορίες Συμπιεστών

Ανάλογα με το είδος του μηχανισμού που εφαρμόζεται χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

1. Σε παλινδρομικούς ή εμβολοφόρους
2. Σε περιστροφικούς

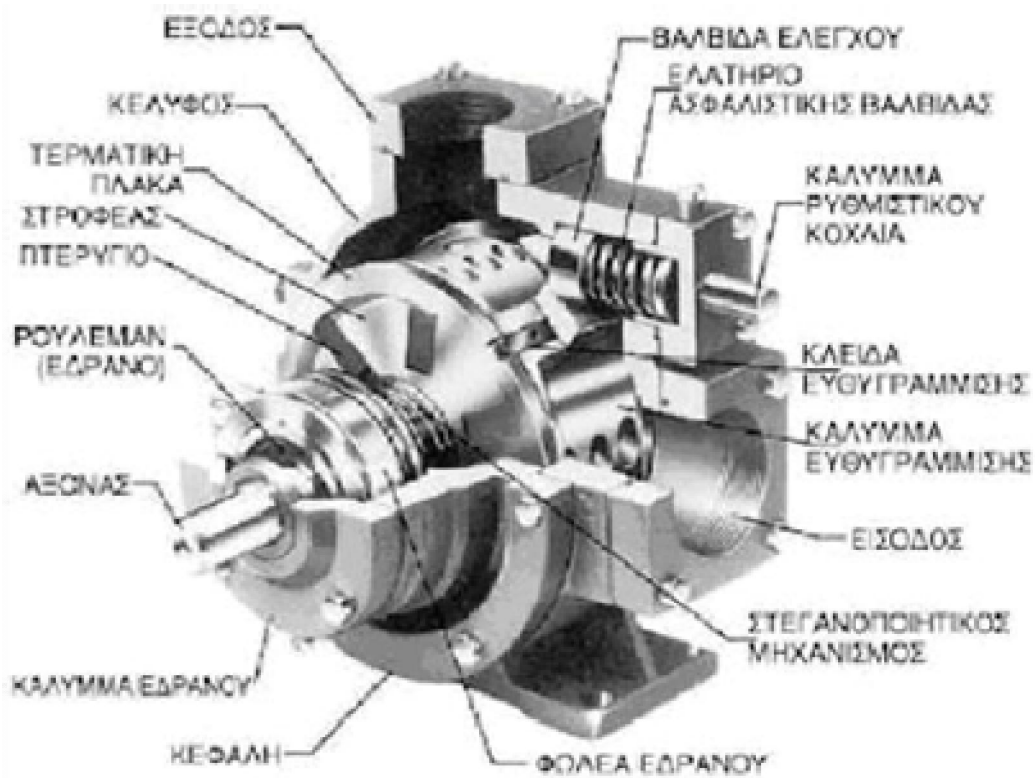
Μια άλλη κατάταξη των συμπιεστών γίνεται ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής του ζεύγους ηλεκτροκινητήρα και συμπιεστή. Χωρίζονται:

- α) σε ανοικτού τύπου
- β) σε ημιαερομηχανικούς και
- γ) σε αερομηχανικούς

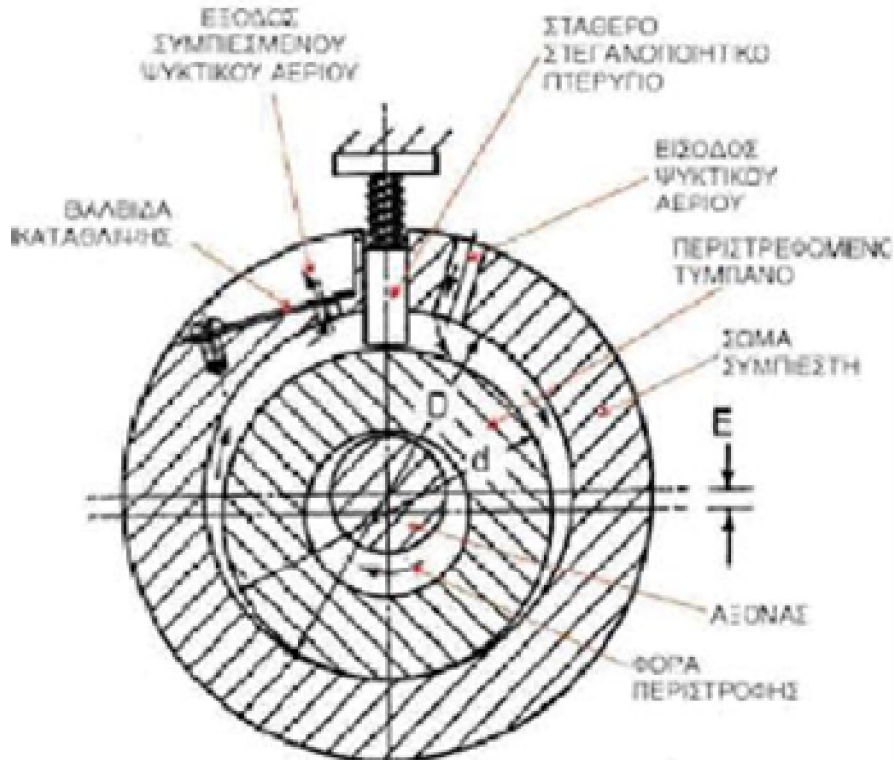
1. *Ανοικτού τύπου* είναι αυτοί που ο κινητήρας (ηλεκτρικός ή άλλος) είναι ξεχωριστός από τον συμπιεστή. Η κίνηση μεταδίδεται μέσω καταλλήλου συνδέσμου (π.χ. τροχαλίες, μεταλλικό κόμπλερ κλπ.).

2. *Ημιαερομηχανικού τύπου* συμπιεστές είναι αυτοί που ο ρότορας του ηλεκτροκινητήρα και ο άξονας ή στρόφαλος του συμπιεστή είναι κοινός. Το αέριο ψυκτικό μέσο διέρχεται μέσα από το σώμα του ηλεκτροκινητήρα.

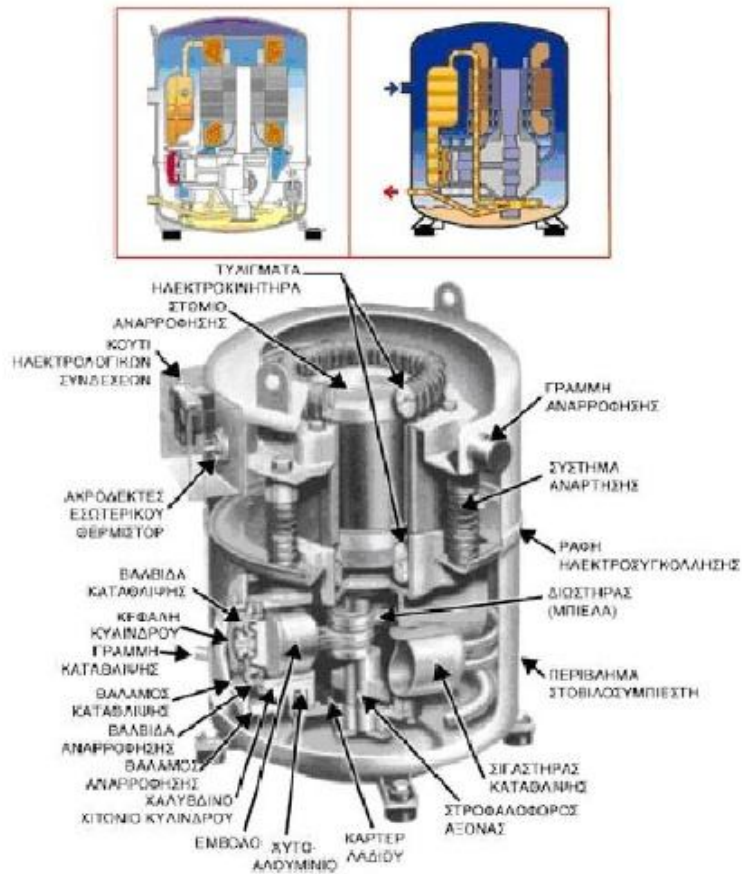
3. *Αερομηχανικού τύπου* συμπιεστές είναι αυτοί που κινητήρας και συμπιεστής είναι μέσα σε κοινό κλειστό περίβλημα.



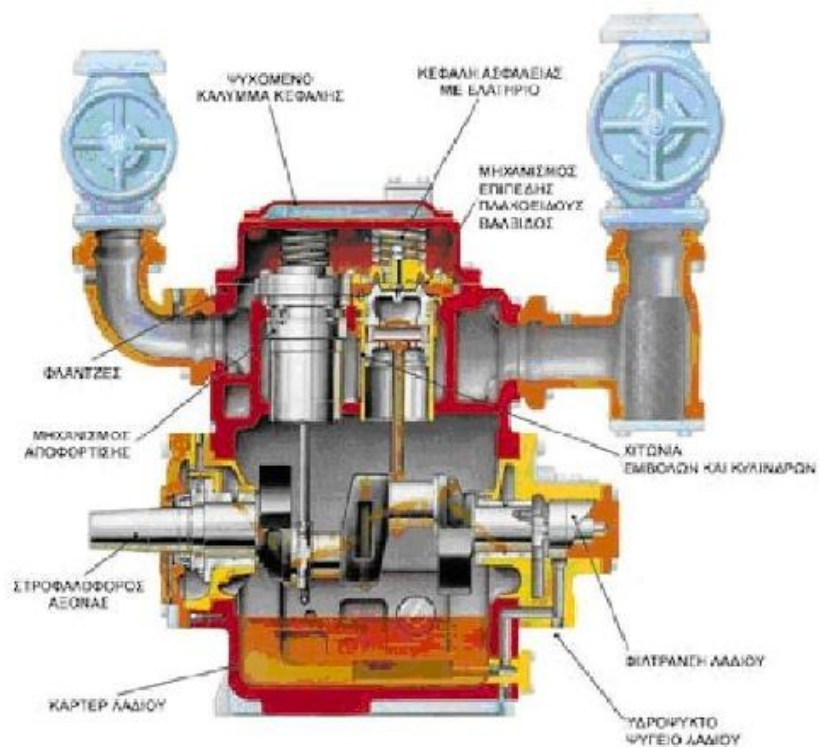
Εικόνα 4.1.1.1: Τομή συμπίεστή με περιστρεφόμενο στροφέα και κινητά στεγανοποιητικά πτερύγια



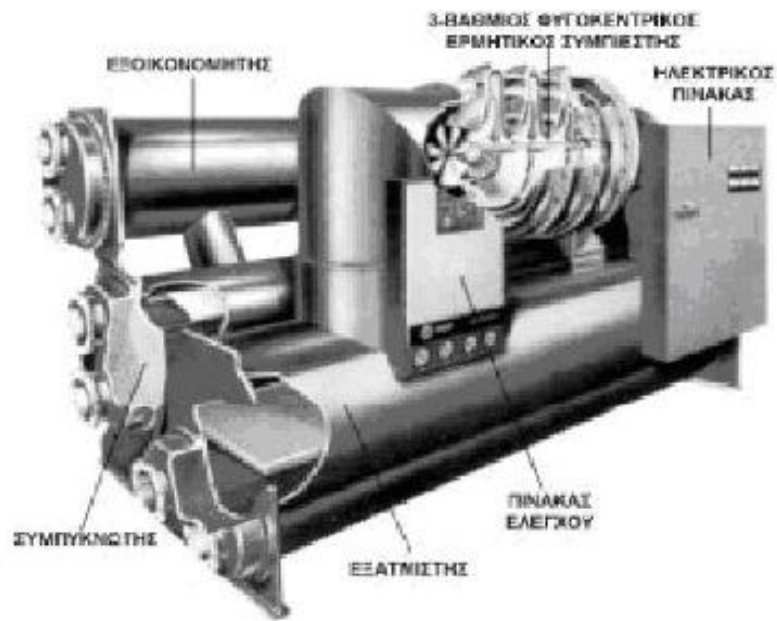
Εικόνα 4.1.1.2: Αρχή λειτουργίας περιστροφικού συμπίεστή με έκκεντρο τύμπανο και σταθερό στεγανοποιητικό πτερύγιο



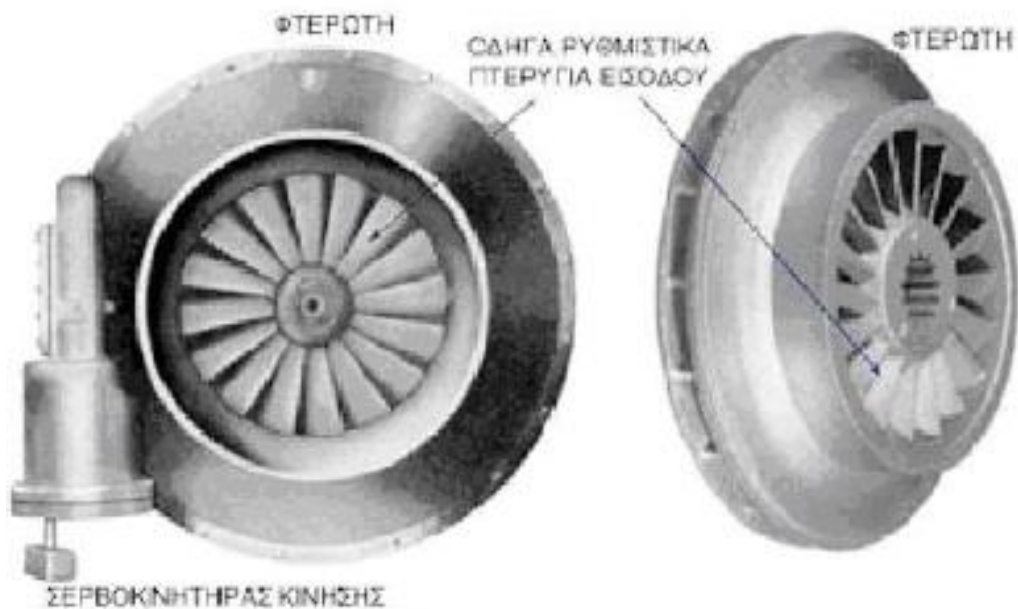
Εικόνα 4.1.1.3: Τομή ερμητικού παλινδρομικού συμπιεστή



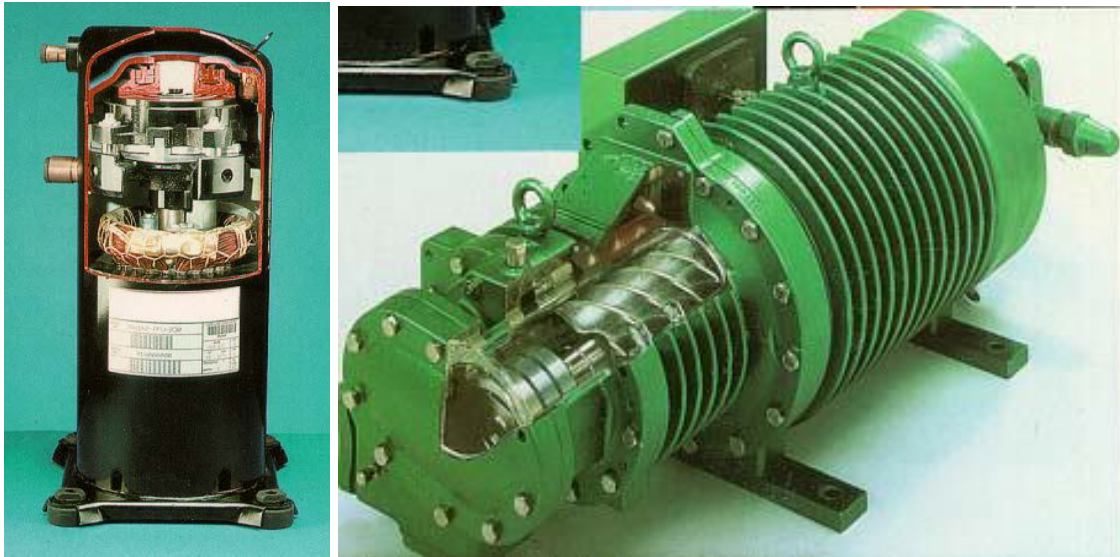
Εικόνα 4.1.1.4: Τομή σύγχρονου παλινδρομικού συμπιεστή με επίπεδες πλακοειδείς βαλβίδες



Εικόνα 4.1.1.5: Ψυκτικό συγκρότημα με 3-βάθμιο ερμητικό φυγοκεντρικό συμπιεστή, υδρόψυκτο συμπυκνωτή και εξοικονομητή



Εικόνα 4.1.1.6: Φτερωτή φυγοκεντρικού συμπιεστή με τα οδηγία ρυθμιστικά πτερύγια εισόδου



Εικόνα 4.1.1.7: Ερμητικού και ημιερμητικού τύπου Συμπιεστές

Μπορούμε επίσης να διακρίνουμε τους συμπιεστές ανάλογα με τη στιβαρότητα κατασκευής, τη χρήση για την οποία προορίζονται και το κόστος κατασκευής σε:

1. *Ελαφρού τύπου:* μικροί, ερμητικού τύπου
2. *Εμπορικού τύπου ή μέσου:* ημιερμητικοί μέσης απόδοσης, κατάλληλοι για ψυγεία καταστημάτων επίσης ανοικτού τύπου χωρίς αντικαθιστόμενα χιτώνια.
3. *Βιομηχανικού τύπου:* μέσης και μεγάλης απόδοσης, με αντικαθιστόμενα χιτώνια, με μεγάλη αντοχή σε μακροχρόνια και συνεχή χρήση.

4.2.1 Παλινδρομικοί Συμπιεστές

Είναι ο πλέον κοινός τύπος συμπιεστή. Συνίσταται από 1 έως 16 κυλίνδρους. Ένας μικρός παλινδρομικός συμπιεστής απορροφά λιγότερο από 10kW, ένας μεσαίου μεγέθους 10-50kW και τέλος ένας μεγάλου μεγέθους με πολλαπλούς κυλίνδρους από 50kW και πάνω. Οι πιο σύγχρονοι είναι οι παλινδρομικοί και είναι σχετικά πολύστροφοι <1800 rpm. Η ταχύτητα περιστροφής έχει περιορισμένο εύρος γιατί με την αύξηση της πάνω από κάποια τιμή μειώνεται η ροή του ψυκτικού μέσου (ατμοποιημένου) μέσω των βαλβίδων (επιτρεπόμενα όρια 60m/s στο R-717, 46m/s στο R12 και R22).

Οι πιο συνηθισμένοι παλινδρομικοί συμπιεστές, διακρίνονται ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας τους σε:

1. *Μονοβάθμιους (Single):* μπορούν να πετύχουν θερμοκρασίες αναρρόφησης έως - 45.5οC, με θερμοκρασία συμπύκνωσης 35οC και χρήση ψυκτικού μέσου R-502.

2. Χαμηλής βαθμίδας (Booster): λειτουργούν σε χαμηλές θερμοκρασίες κυρίως με ψυκτικό μέσο R22 και R-717 (-65oC με R22 και -54oC με R717).

3. Διβάθμιους συμπιεστές: πετυχαίνουν θερμοκρασίες χαμηλές έως -62oC με χρήση R22. Ο διβάθμιος συμπιεστής πετυχαίνει την χαμηλή και υψηλή βαθμίδα ενός διβάθμιου κύκλου μέσα σε ένα κέλυφος και με τον ίδιο κινητήρα. Ορισμένοι κύλινδροι χρησιμοποιούνται για τη χαμηλή βαθμίδα, οι δε υπόλοιποι για την υψηλή.

4.3.1 Περιστροφικοί Συμπιεστές

Τους συμπιεστές όπου ο μηχανισμός συμπίεσης του αερίου ακολουθεί περιστροφική ή κυκλικής μορφής κίνηση τους χαρακτηρίζουμε σαν περιστροφικούς συμπιεστές. Διακρίνουμε τα εξής είδη:

Μικρής δυναμικότητας περιστροφικοί συμπιεστές είναι μικρού μεγέθους συμπιεστές και χρησιμοποιούνται στον κλιματισμό, έχουν σχετικά μικρή στάθμη θορύβου, ελάχιστους κραδασμούς και ταχύτητα περιστροφής 2950 έως 3450 rpm. Κατασκευάζονται σε δύο τύπους:

Μεγάλης δυναμικότητας περιστροφικοί συμπιεστές. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε χαμηλή βαθμίδα (Booster) ψυκτικού κυκλώματος για θερμοκρασίες - 87oC έως - 20oC με μεγάλες παροχές ψυκτικού μέσου έως 6000m³/h και ιπποδυνάμεις έως 600 HP.

4.3.1.1 Συμπιεστές Ελικοειδούς Μορφής (Screw Type)

Χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

α. Με μονό έλικα:

Εφαρμόστηκαν μετά το 1960 στον κλιματισμό και τη βιομηχανική ψύξη. Αποτελούνται από ένα κοχλία (ρότορα) και ένα ζευγάρι τροχών αστεροειδούς μορφής. Ο κεντρικός κοχλίας έχει έξι (6) ελικοειδείς προεξοχές και οι δύο τροχοί από έντεκα (11) δόντια, που βρίσκονται σε δύο αντίθετες πλευρές από τον κεντρικό κοχλία.

Κατά την συνεχή περιστροφή του κοχλίας και των αστεροειδών τροχών διακρίνουμε τρεις φάσεις: Αναρρόφηση, Συμπίεση, Κατάθλιψη

β. Με δίδυμο έλικα (Screw Type):

Οι συμπιεστές με δίδυμο έλικα αναπτύχθηκαν μετά το 1930. Στη βιομηχανία ψύχους εφαρμόστηκαν μετά την ανάπτυξη της μεθόδου εκτόξευσης λιπαντικού, το 1950.

Αποτελείται από δύο κοχλίες ελικοειδούς μορφής, που περιστρέφει ο ένας τον άλλο και το κέλυφός τους. Συνήθως οι δύο κοχλίες έχουν ίδια διάμετρο. Η συμπίεση γίνεται σε τέσσερις φάσεις: Αναρρόφηση-Μεταφορά -Συμπίεση-Κατάθλιψη

Οι ιπποδυνάμεις των κινητήρων των κοχλιωτών συμπιεστών κυμαίνονται μεταξύ 20 και 1500 HP. Απαραίτητη προϋπόθεση για την αποδοτική και αξιόπιστη λειτουργία των κοχλιωτών συμπιεστών είναι η σωστή και αδιάκοπη λειτουργία του κυκλώματος κυκλοφορίας, εκτόξευσης, ανάκτησης και ψύξης του λιπαντικού. Στους δίδυμους κοχλιωτούς συμπιεστές υπάρχει μηχανισμός για συνεχή μεταβολή του φορτίου συνήθως από 10% έως 100%. Το μηχανισμό μεταβολής του φορτίου κινεί ένα έμβολο που μετακινείται με τη βοήθεια της πίεσης του λιπαντικού.

4.3.1.2 Φυγοκεντρικοί συμπιεστές (Turbocompressors)

Έχουν εφαρμογή στην βιομηχανική ψύξη και τον κλιματισμό κυρίως όπου απαιτούνται μεγάλες παροχές ψυκτικού μέσου έως και 50000 m³/h. Οι ταχύτητες περιστροφής κυμαίνονται από 1800 έως 90000 rpm και οι θερμοκρασία αναρρόφησης τους από - 100°C έως +10°C. Ο λόγος συμπίεσης κυμαίνεται μεταξύ 2 και 30. Εργάζονται με όλα τα ψυκτικά μέσα.

4.3.1.3 Συμπιεστές περιστροφικού ανεμιστήρα (Rotary Vane)

Ο συμπιεστής αυτού του τύπου αποτελείται από έναν άξονα που φέρει ακτινικά πτερύγια ο οποίος περιστρέφεται μέσα στο κέλυφος του ρότορα. Καθώς περιστρέφεται ο άξονας, ο όγκος του παγιδευμένου αερίου μειώνεται το αέριο συμπιέζεται και τελικά εκτονώνεται από την θυρίδα εξόδου. Το εύρος μεγέθους των συγκεκριμένων συμπιεστών κυμαίνεται από 1kW - 400kW.



Εικόνα 4.3.1.3.1: Συμπιεστές ψυγείων ημίκλειστοι



Εικόνα 4.3.1.3.2: Συμπιεστές σε τομή



Εικόνα 4.3.1.3.3: Συμπιεστής ψυγείου ανοιχτού τύπου



Εικόνα 4.3.1.3.4: Συμπιεστής ψυγείου ημίκλειστος

4.3.1.4. Σπειροειδής συμπιεστές (Scroll)

Και οι σπειροειδείς συμπιεστές είναι περιστροφικού τύπου με θετικό εκτόπισμα. Χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον σε μικρές συσκευές κλιματιστικών αντλιών θερμότητας (5 - 35kW) και συστήματα κλιματιστικών αυτοκινήτων.

Το σπειροειδές είναι ανοικτό σπείρωμα υποστηριζόμενο σε μια επίπεδη πλάκα. Η σπειροειδής διάταξη αποτελείται από δύο σπειροειδή: Το ένα είναι σταθερό και το άλλο, είναι τοποθετημένο σε σχέση με το σταθερό κατά γωνία 180°, κινούμενο γύρω από το σταθερό σημείο του σταθερού (παράλληλη μετατόπιση).

Καθώς το κινούμενο μετατοπίζεται παράλληλα, το αέριο εισέρχεται στο μεταξύ διάστημα των σπειροειδών και συγκεκριμένα στα άκρα της διάταξης. Καθώς το αέριο κινείται εσωτερικά, ο όγκος του κενού μειώνεται και το αέριο συμπιέζεται. Τέλος η θυρίδα εκτόνωσης ανοίγει και το αέριο εκτονώνεται. Ο σπειροειδής συμπιεστής έχει σταθερή σχέση συμπίεσης. Η σχέση συμπίεσης ρυθμίζεται από τον αριθμό των τυλιγμάτων του ανοικτού σπείρωματος και την θέση των θυρίδων αναρρόφησης και εκτόνωσης. Οι σπειροειδείς συμπιεστές είναι κατά 10% πιο αποδοτικοί από όλους του περιστροφικούς που χρησιμοποιούνται σήμερα στις κλιματιστικές μονάδες.

4.4 Απόδοση Συμπιεστή και Απόδοση Συστήματος

Είναι πολύ βασικό να αποδίδεται σωστά η διαφορά μεταξύ της απόδοσης του συμπιεστή και εκείνης του συστήματος ψύξης. Η παράμετρος της απόδοσης συγχέεται συχνά για τον λόγο αυτό είναι απαραίτητο να δωθεί ξεκάθαρα η σχέση τους. Η απόδοση συμπιεστή συχνά παρουσιάζεται από τους κατασκευαστές είτε υπό μορφή διαγράμματος (Διάγραμμα 3) είτε από πίνακες απόδοσης και ισχύος για την περιοχή θερμοκρασιών συμπύκνωσης και εξάτμισης. Όταν λοιπόν μιλάμε για απόδοση του ψυκτικού συστήματος ενοούμε την ένδειξη της ενεργειακής απόδοσης ολόκληρου του ψυκτικού κύκλου. Συνήθως την εκφράζουμε με τον συντελεστή συμπεριφοράς (COP). Ο συντελεστή συμπεριφοράς (COP) ενός ψυκτικού συγκροτήματος επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες:

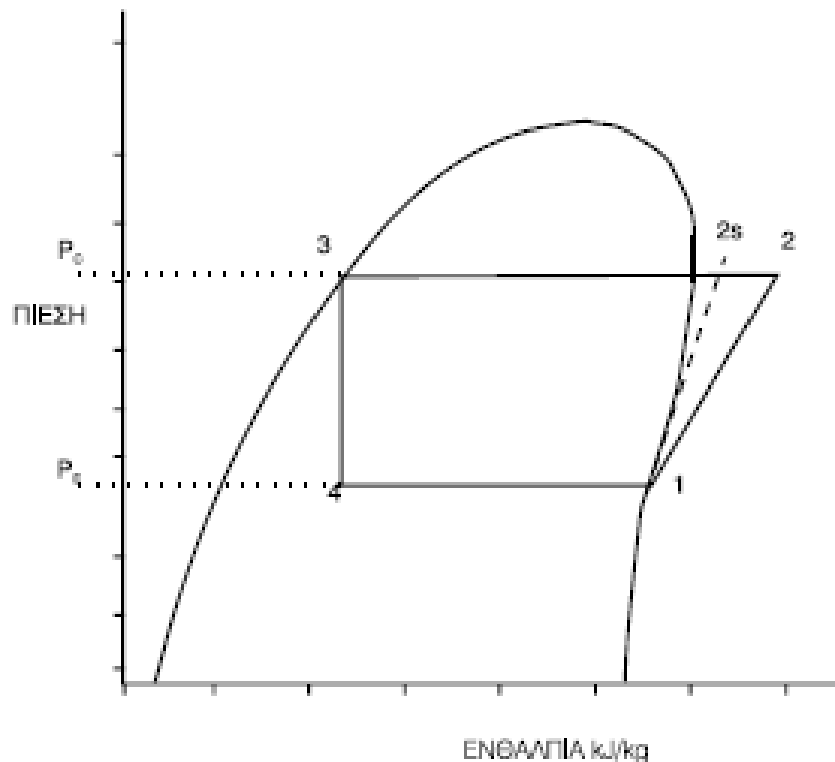
- Το ψυκτικό μέσο
- Τη διάταξη του κύκλου
- Τις θερμοκρασίες συμπύκνωσης και εξάτμισης
- Την απόδοση του συμπιεστή
- Τη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από τον βοηθητικό εξοπλισμό.

Κάθε ένας από τους παραπάνω παράγοντες έχει μια συγκεκριμένη επίδραση στο COP και οπωσδήποτε στην συνολική ενεργειακή απόδοση.

Για παράδειγμα, μείωση της θερμοκρασίας συμπύκνωσης κατά 1°C μπορεί να επηρεάσει την ενεργειακή κατανάλωση του συμπιεστή κατά 3%. Η ουσιαστική παρατήρηση που γίνεται άμεσα αντιληπτή είναι ότι η απόδοση του συμπιεστή είναι ένας από τους παράγοντες που επηρεάζουν την ενεργειακή κατανάλωση του συμπιεστή και κατ' επέκταση το συντελεστή συμπεριφοράς του συστήματος ψύξης.

4.4.1 Υπολογισμός της Απόδοσης Συμπιεστή

Ο υπολογισμός της απόδοσης του συμπιεστή από τα στοιχεία του κατασκευαστή είναι απαραίτητος για τη διαμόρφωση του θερμοδυναμικού κύκλου χρησιμοποιώντας τα δεδομένα ψυκτικών ιδιοτήτων. Το βασικό σχεδιάγραμμα ενός μονοβάθμιου κύκλου παρουσιάζεται στο Σχήμα με το αντίστοιχο διάγραμμα του Mollier (Διάγραμμα).



Εικόνα 4.4.1.1: Διάγραμμα Πίεσης - Ενθαλπίας (Mollier)

4.5 Συμπυκνωτές

4.5.1 Γενικά

Ο συμπυκνωτής είναι ένα από τα βασικότερα εξαρτήματα οποιασδήποτε ψυκτικής εγκατάστασης, όπου εισερχόμενο το υπέρθερμο ψυκτικό αέριο υψηλής θερμοκρασίας και πίεσης εντός του αποβάλλει θερμότητα προς το μέσο συμπύκνωσης (νερό, αέρας ή και τα δύο) και συμπυκνώνεται.

Μπορούμε να πούμε ότι ο συμπυκνωτής είναι ένας εναλλάκτης θερμότητας, όπου εναλλάσσεται θερμότητα, μεταξύ ψυκτικού αερίου και μέσου συμπύκνωσης. Η επιφάνεια του συμπυκνωτή θα πρέπει να είναι κατά 25% μεγαλύτερη από την επιφάνεια του εξατμιστή για να μπορέσει να αποβληθεί όλη η απορροφηθείσα θερμότητα από το ψυκτικό ρευστό κατά τον κύκλο ψύξης. Διότι το ψυκτικό ρευστό κατά το κύκλο ψύξης απορροφά θερμότητα:

1. Εντός του εξατμιστή (όταν εξατμίζεται)
2. Εντός του συμπιεστή (όταν συμπιέζεται)
3. Εντός της γραμμής αναρρόφησης (όταν το μήκος της είναι κάπως μεγάλο και δεν είναι επαρκώς μονωμένη)

4.5.2 Κατάταξη Συμπυκνωτών

Οι συμπυκνωτές διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες ως προς το χρησιμοποιούμενο μέσο συμπύκνωσης του ψυκτικού αερίου.

Στους **Αερόψυκτους**

Στους **Υδρόψυκτους**

Στους **Ατμοποίησης ή Εξατμιζόμενου Τύπου**

4.5.3 Αερόψυκτοι Συμπυκνωτές

Αερόψυκτοι λέγονται οι συμπυκνωτές εκείνοι οι οποίοι χρησιμοποιούν σαν μέσο συμπύκνωσης τον ατμοσφαιρικό αέρα του περιβάλλοντος. Η κυκλοφορία του αέρα ψύξης στους αερόψυκτους συμπυκνωτές γίνεται κατά δύο τρόπους:

- α) Με *φυσική κυκλοφορία* όπου ο αέρας ψύξης κυκλοφορεί ελεύθερα λόγω της βαρύτητας τους
- β) Με *βεβιασμένη κυκλοφορία* όπου ο αέρας κυκλοφορεί μέσω ανεμιστήρα. Ο αριθμός των σειρών των σωλήνων ενός αερόψυκτου συμπυκνωτή μπορεί να είναι από μία (1) έως των (8)

Στις πρώτες σειρές των σωλήνων ενός αερόψυκτου συμπυκνωτή ο αέρας απορροφά μεγαλύτερο ποσό θερμότητας από το ψυκτικό αέριο σε σύγκριση με τις τελευταίες σωληνώσεις όπου απορροφά λιγότερο ποσό θερμότητας επειδή η θερμοκρασία του έχει ήδη ανυψωθεί κατά τη διαδρομή του.

4.5.4 Υδρόψυκτοι Συμπυκνωτές

Υδρόψυκτοι καλούνται οι συμπυκνωτές οι οποίοι χρησιμοποιούν σα μέσο συμπύκνωσης του ψυκτικού αερίου, το νερό. Ειδικές εφαρμογές με αυξημένα ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας είναι η χρήση του νερού από γεωθερμικά πηγάδια, λίμνες, ποτάμια, θάλασσα όπου η θερμοκρασία του νερού είναι σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου το αποτέλεσμα είναι η σημαντική αύξηση του COP. Το χρησιμοποιούμενο νερό για τη συμπύκνωση του θερμού αερίου μέσα στο συμπυκνωτή μπορεί να χρησιμοποιείται είτε μια μόνο φορά και στη συνέχεια να πηγαίνει προς την αποχέτευση είτε να χρησιμοποιείται και πάλι αφού προηγουμένως ψυχθεί στον πύργο ψύξης. Η λειτουργία του υδρόψυκτου συμπυκνωτή είναι όμοια με εκείνη του αερόψυκτου, δηλαδή στις πρώτες σωληνώσεις αποβάλλεται η θερμότητα υπερθέρμανσης, στη συνέχεια αρχίζει η συμπύκνωση και τέλος το ψυκτικό υγρό γίνεται υπόψυκτο στις τελευταίες σωληνώσεις του.

Είδη Υδρόψυκτων Συμπυκνωτών

Οι υδρόψυκτοι συμπυκνωτές από πλευράς κατασκευής διακρίνονται σε τρεις βασικές κατηγορίες

1. Συμπυκνωτές με διπλές σωληνώσεις Double Tube (ο ένας σωλήνας εντός του άλλου σωλήνα)
2. Συμπυκνωτές με κέλυφος και στοιχείο Shell & Coil (σπειροειδής σωλήνας εντός κελύφους)
3. Συμπυκνωτές με κέλυφος και σωληνώσεις Shell & Tube (επιμήκεις σωλήνες εντός κελύφους)

4.5.5 Συμπυκνωτές Εξατμιζόμενου Τύπου

Οι συμπυκνωτές αυτού του τύπου χρησιμοποιούν ως μέσο συμπύκνωσης το νερό και τον αέρα ταυτόχρονα. Το μεν νερό αντλείται με την βοήθεια κυκλοφορητή από την δεξαμενή όπου βρίσκεται στο κατώτατο μέρος του συμπυκνωτή και τροφοδοτείται από το δίκτυο παροχής (πόλεως ή άλλης πηγής). Η θερμότητα η οποία αποβάλλεται από το ψυκτικό αέριο προς το μέσο συμπύκνωσης (νερό και αέρας) είναι *αισθητή και λανθάνουσα*.

Όμως, για να προκληθεί η εξάτμιση του νερού, θα πρέπει ο εισερχόμενος αέρας να έχει χαμηλή θερμοκρασία υγρού θερμομέτρου, δηλαδή να είναι όσο το δυνατό ξερός, διότι ο αέρας διερχόμενος δια μέσου των σωληνώσεων του συμπυκνωτή θερμαίνεται, και υγραίνεται με συνέπεια να μην υπάρχουν πλέον άλλα περιθώρια.



Εικόνα 4.5.5.1: Συμπυκνωτής με κέλυφος και σωληνώσεις



Εικόνα 4.5.5.2: Αυλοί συνδεδεμένοι με τις αυλοφόρες πλάκες



Εικόνα 4.5.5.3: Θερμοεκτονωτική βαλβίδα



Εικόνα 4.5.5.4: Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα

4.6 Εκτονωτικές Βαλβίδες

4.6.1 Γενικά

Η εκτονωτική βαλβίδα είναι εκείνο το βασικό εξάρτημα κάθε ψυκτικής εγκατάστασης που με την συνεργασία του συμβάλλει :

1. Στον έλεγχο της ακριβής ποσότητας του διερχόμενου ψυκτικού ώστε ο εξατμιστής να μη παρουσιάζει έλλειψη ή υπερχειλίση ψυκτικού. Το αποτέλεσμα είναι η μονάδα να εργάζεται με τη μέγιστη της απόδοση και χωρίς να υπερφορτίζεται.
2. Προκαλώντας την εκτόνωση του υψηλής πίεσης και θερμοκρασίας ψυκτικού υγρού, μειώνοντας την πίεση και την θερμοκρασία του σε επίπεδα λειτουργίας του εξατμιστή.

4.6.2 Είδη Εκτονωτικών Βαλβίδων

Τα είδη των χρησιμοποιούμενων εκτονωτικών βαλβίδων είναι 5:

1. Ο τριχοειδής σωλήνας
2. Η αυτόματη εκτονωτική βαλβίδα ή βαλβίδα σταθερής πίεσης
3. Η θερμοστατική εκτονωτική βαλβίδα ή θερμοεκτονωτική βαλβίδα ή βαλβίδα σταθερής υπερθέρμανσης
4. Η βαλβίδα επίπλευσης χαμηλής πλευράς
5. Η βαλβίδα επίπλευσης υψηλής πλευράς

4.6.3 Τριχοειδής Σωλήνας

Ο τριχοειδής σωλήνας είναι μια εκτονωτική βαλβίδα η οποία χρησιμοποιείται αποκλειστικά στις μικρές ψυκτικές εγκαταστάσεις, όπως π.χ. στα οικιακά ψυγεία, στις κλιματιστικές συσκευές δωματίου, καθώς επίσης και στις μικρές επαγγελματικές μονάδες.

4.6.4 Αυτόματη Εκτονωτική Βαλβίδα

Η αυτόματη εκτονωτική βαλβίδα όπως και κάθε άλλη εκτονωτική εκτελεί τις ακόλουθες λειτουργίες:

Πρώτο, ρυθμίζει την απαιτούμενη ποσότητα του ψυκτικού υγρού, η οποία πρέπει να εισέλθει μέσα στον εξατμιστή, ανάλογα με το υπάρχον θερμικό φορτίο μέσα στο θάλαμο ψύξης.

Δεύτερο, προκαλώντας την εκτόνωση του ψυκτικού υγρού που βρίσκεται σε υψηλή πίεση και θερμοκρασία, μειώνοντας δηλαδή την υψηλή πίεση και θερμοκρασία, στα επίπεδα πίεσης και θερμοκρασίας του εξατμιστή.

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Πλεονεκτήματα

Η ρύθμιση της αυτόματης εκτονωτικής βαλβίδας είναι πρακτική και εύκολη. Οι συνθήκες λειτουργίας της αυτόματης εκτονωτικής βαλβίδας είναι σχεδόν σταθερές και δεν επηρεάζονται από άλλους παράγοντες όπως συμβαίνει με τις άλλες εκτονωτικές βαλβίδες, (θέση και κατάσταση βολβού θερμοεκτονωτικής)

Μειονεκτήματα

Όταν αυξάνεται το φορτίο θερμότητας αντί να στείλει περισσότερο ψυκτικό υγρό μέσα στον εξατμιστή προς αντιμετώπιση του, επιτρέπει λιγότερο ψυκτικό να εισέλθει, με συνέπεια να εξατμιστεί και να μειώνεται η ψυκτική ικανότητα.

Όταν ελαττώνεται το φορτίο θερμότητας του ψυκτικού θαλάμου, αντί να περιορίσει την εισερχόμενη ποσότητα μέσα στον εξατμιστή επιτρέπει μεγαλύτερη της επιτρεπόμενης ποσότητας να εισέλθει με αποτέλεσμα την υπερχειλίση.

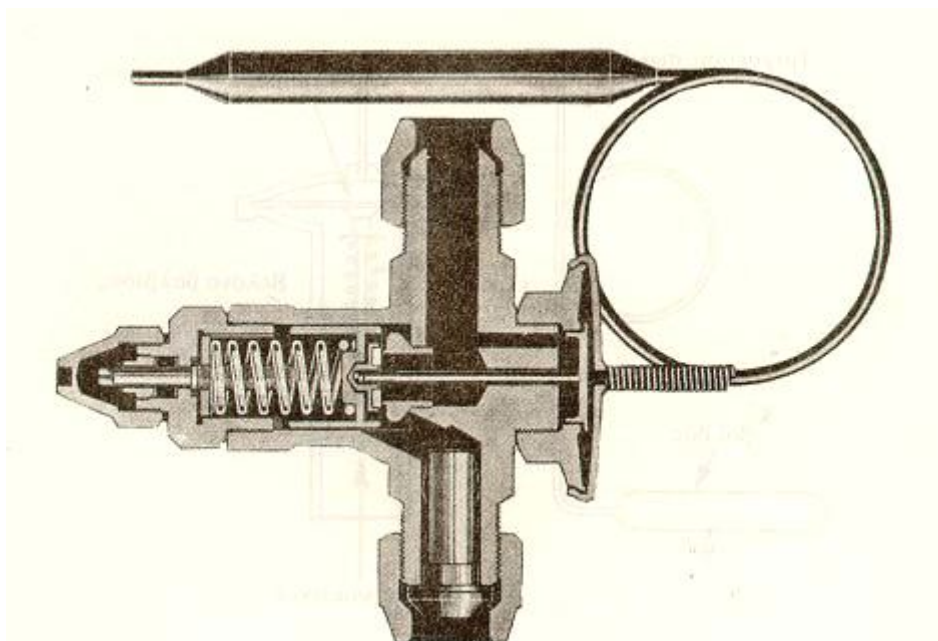
Η αυτόματη εκτονωτική βαλβίδα όπως και ο τριχοειδής σωλήνας δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε ψυκτικές εγκαταστάσεις όπου τον συμπίεστή ελέγχει *πρεσσοστάτης*, παρά μόνον με *θερμοστάτη*.

Η αυτόματη εκτονωτική βαλβίδα χρησιμοποιείται σε ψυκτικές εγκαταστάσεις όπου το φορτίο θερμότητας είναι μικρό και σταθερό π.χ. συντηρητές παγωτών και ψύκτες νερού.

4.6.5 Θερμοεκτονωτική Βαλβίδα

Η θερμοεκτονωτική βαλβίδα είναι ακριβώς η ίδια με κάθε άλλη εκτονωτική βαλβίδα.

Η κατασκευή της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας κατέστη αναγκαία λόγω των παρουσιαζομένων μειονεκτημάτων των άλλων εκτονωτικών βαλβίδων. Η χρήση της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας είναι ευρεία τόσο στις ψυκτικές εγκαταστάσεις βιομηχανία - εμπόριο, όσο και στον κλιματισμό, με εξαίρεση τα κλιματιστικά δωματίων που έχουν τριχοειδή σωλήνα.



Εικόνα 4.6.5.1: Θερμοεκτονωτική Βαλβίδα

Κύριο χαρακτηριστικό γνώρισμα της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας είναι ο τριχοειδής σωλήνας και ο βολβός.

Η αρχή λειτουργίας της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας στηρίζεται επί της διαφοράς των πιέσεων του βολβού της αφ' ενός και των πιέσεων στοιχείου και ρυθμιστικού ελατηρίου αφ' ετέρου.

Όμως ο έλεγχος της κανονικής λειτουργίας της θερμοεκτονωτικής βαλβίδας εξασφαλίζεται από τη διαφορά των θερμοκρασιών εξάτμισης ψυκτικού υγρού και θερμοκρασίας ψυκτικού αερίου στη θέση τοποθέτησεως του βολβού, δηλαδή από την υπερθέρμανση. Η θερμοεκτονωτική βαλβίδα δεν λειτουργεί βάσει μιας εκ των προτέρων καθορισμένης σταθερής πίεσης (όπως στην αυτόματη εκτονωτική), αλλά βάσει μιας προκαθορισμένης σταθερής υπερθέρμανσης. Γι αυτό τον λόγο ονομάζεται και βαλβίδα σταθερής υπερθέρμανσης.

Καθ' όλο το χρονικό διάστημα που λειτουργεί ο συμπιεστής και το στοιχείο αφαιρεί θερμότητα από τον ψυχόμενο χώρο, η θερμοεκτονωτική βαλβίδα περιορίζει συνεχώς την ποσότητα του εισερχόμενου υγρού εντός του στοιχείου. *Ακριβώς το αντίθετο της αυτόματης εκτονωτικής βαλβίδας* Όταν αυξάνεται το φορτίο θερμότητας εντός του ψυχόμενου χώρου, τότε η θερμοεκτονωτική βαλβίδα στέλνει περισσότερο υγρό για να καλύψει τη νέα απαίτηση, ενώ αντίθετα όταν ελαττώνεται το φορτίο περιορίζει την εισερχόμενη ποσότητα εντός του εξατμιστή.

4.6.6 Εκτονωτική Βαλβίδα Επίπλευσης Χαμηλής Πλευράς

Η εκτονωτική βαλβίδα επίπλευσεως χαμηλής σκοπό έχει να διατηρεί μία σταθερή στάθμη ψυκτικού εντός του εξατμιστή όπου και είναι τοποθετημένη.

Αποτελείται από ένα μεταλλικό πλωτήρα (χάλκινο) ο οποίος είναι συνδεδεμένος με το μοχλικό σύστημα κινήσεως της βελόνας η οποία κινείται αντίθετα προς τον πλωτήρα. Έτσι όσο λειτουργεί ο συμπιεστής και απορροφά τους ψυκτικούς ατμούς από το στοιχείο και η στάθμη του υγρού κατέρχεται, τόσο ο πλωτήρας κατέρχεται για να ανέλθει η βελόνα και να επιτρέψει την είσοδο νέας ποσότητας ψυκτικού διατηρώντας έτσι τη στάθμη του υγρού εντός του στοιχείου σταθερή. Η βαλβίδα επίπλευσης χαμηλής χρησιμοποιήθηκε παλιότερα στα οικιακά ψυγεία, σήμερα δεν χρησιμοποιείται.

Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα

Πλεονεκτήματα

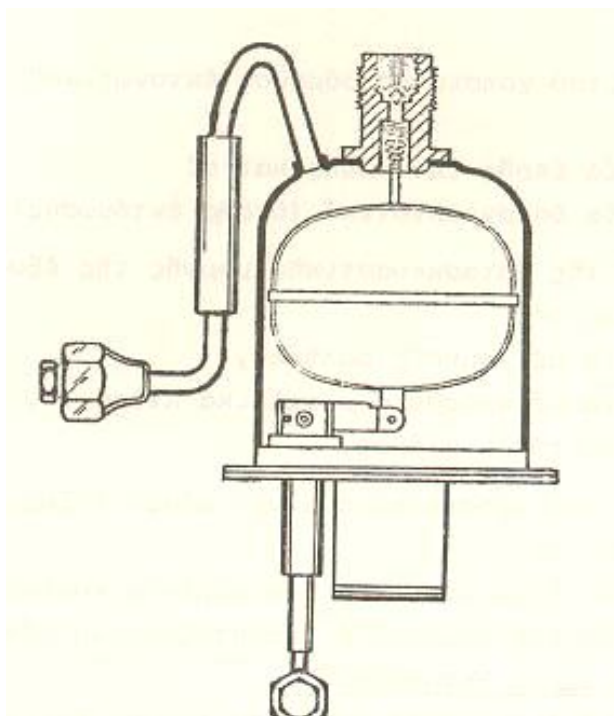
1. Κατά την παύση λειτουργίας του συμπιεστή οι πιέσεις χαμηλής και υψηλής εξισώνονται, πράγμα που καθιστά την εκκίνηση του συμπιεστή περισσότερο εύκολη και φυσικά δεν τον υπερφορτίζει.
2. Η φόρτιση της ψυκτικής μονάδας με ψυκτικό δεν είναι κρίσιμη, υπάρχουν περιθώρια ως προς το ακριβές βάρος.

Μειονεκτήματα

1. Η ψυκτική μονάδα πρέπει να είναι οριζοντιωμένη (αλφαδιασμένη) για να μπορεί να λειτουργεί η βαλβίδα.
2. Η αυξημένη παρουσία ψυκτελαίου στην επιφάνεια του ψυκτικού μέσα στον εξατμιστή δημιουργεί ανωμαλίες στη λειτουργία της βαλβίδας.

4.6.7 Εκτονωτική Βαλβίδα Επίπλευσης Υψηλής Πλευράς

Η κατασκευή της βαλβίδας αυτού του τύπου είναι σχεδόν όμοια, με την βαλβίδα επίπλευσης χαμηλής πλευράς. Η διαφορά είναι στη θέση όπου είναι τοποθετημένη και στο αντίστροφο της κίνησης πλωτήρα και βελόνας βαλβίδας. Κατά τη διακοπή λειτουργίας του συμπιεστή η στάθμη του υγρού κατέρχεται και η βαλβίδα κλείνει. Η βαλβίδα αυτή χρησιμοποιήθηκε σε ψυκτικές εγκαταστάσεις χαμηλών θερμοκρασιών. Η φόρτιση της μονάδας με ψυκτικό είναι κρίσιμη, διότι όταν πληρωθεί με μεγαλύτερη της επιτρεπόμενης ποσότητας υγρού, τότε θα υπερχειλίσει το στοιχείο και με αυτό τον τρόπο θα μειωθεί η ψυκτική ικανότητα του εξατμιστή. Τέλος τόσο η βαλβίδα με πλωτήρα στη χαμηλή, όσο και στη υψηλή χρησιμοποιούνται στις μεγάλες ψυκτικές εγκαταστάσεις αμμωνίας.



Εικόνα 4.6.7.1: Εκτονωτική βαλβίδα επίπλευσης υψηλής πλευράς

4.7 Εξατμιστές ή Ψυκτικά Στοιχεία

Ο εξατμιστής ή ψυκτικό στοιχείο είναι εκείνο το βασικό εξάρτημα κάθε ψυκτικής εγκατάστασης μέσα στο οποίο λαμβάνει χώρα η εξάτμιση του ψυκτικού υγρού (ψυκτικό μέσο). Λόγω των ποικίλων απαιτήσεων στις εφαρμογές της ψύξης και προς αντιμετώπιση τους οι εξατμιστές κατασκευάζονται και λειτουργούν κατά διάφορους τρόπους. Έτσι τους εξατμιστές τους κατατάσσουμε στις εξής βασικές κατηγορίες:

1. Αναλόγως του χρησιμοποιούμενου εκτονωτικού μέσου (βαλβίδας) σε:

- Στοιχεία ξηρής εκτόνωσης και σε
- Στοιχεία υπερχειλιστικά (υγρής εκτόνωσης)

2. Αναλόγως της κατασκευαστικής μορφής της εσωτερικής τους επιφάνειας σε:

- Στοιχεία με γυμνούς σωλήνες,
- Στοιχεία με πρόσθετα μεταλλικά πτερύγια
- Στοιχεία τύπου πλάκας

3. Αναλόγως του χρησιμοποιούμενου μέσου ψύξης, χώρου και προϊόντων, σε:

- Στοιχεία αέρα (φυσικής ή βιασμένης κυκλοφορίας)
- Στοιχεία βυθιζόμενου ή εμβαπτιζόμενου τύπου,

4.7.1 Στοιχεία Ξηρής Εκτόνωσης

Ονομάζουμε Εξατμιστές ξηρής εκτόνωσης εκείνους που λειτουργούν με τις παρακάτω εκτονωτικές βαλβίδες: θερμοεκτονωτική, αυτόματη εκτονωτική και τριχοειδή σωλήνα.

Τα στοιχεία ξηρής εκτόνωσης χρησιμοποιούνται ευρέως στην εμπορική ψύξη. Η επιτρεπόμενη πτώση πίεσης πρέπει να είναι τέτοιου μεγέθους ώστε να μη μειώνεται η ταχύτητα του ψυκτικού κάτω του ορίου κατά το οποίο να συσσωρεύεται το ψυκτέλαιο εντός του εξατμιστή και να μειώνει τη ψυκτική του ικανότητα λόγω ατελούς εξάτμισης του υγρού.

4.7.2 Στοιχεία Υπερχειλιστικά ή Υγρής Εκτόνωσης

Υπερχειλιστικά ή υγρής εκτόνωσης στοιχεία καλούμε εκείνα τα οποία χρησιμοποιούν ως εκτονωτικά μέσα τις βαλβίδες επιπλεύσεως χαμηλής και υψηλής πλευράς. Τα στοιχεία υγρής εκτονώσεως είναι πάντοτε γεμάτα με ψυκτικό υγρό ανεξάρτητα από το εκάστοτε φορτίο του ψυκτικού θαλάμου η δε στάθμη του ελέγχεται από ένα πλωτήρα (όπως έχουμε αναφέρει προγενέστερα)

4.7.3 Στοιχεία Με Γυμνές Σωληνώσεις

Τα στοιχεία με γυμνές σωληνώσεις είναι ένα μεταλλικό συγκρότημα αποτελούμενο από χάλκινους σωλήνες διαφόρων διαμέτρων εάν κυκλοφορεί εντός του Freon ή από χαλυβδοσωλήνες, εάν κυκλοφορεί αμμωνία, διότι όπως γνωρίζουμε η αμμωνία διαβρώνει το χαλκό.

4.7.4 Στοιχεία Με Πτερύγια

Επειδή οι εξατμιστές ξηράς εκτόνωσης, οι οποίοι σήμερα κυριαρχούν στην εμπορική ψύξη, είχαν μικρή απόδοση με τους γυμνούς σωλήνες σκέφθηκαν να τους αυξήσουν την ενεργό επιφάνεια τους, βέβαια χωρίς να αυξήσουν το μήκος και την διάμετρο των σωληνώσεων, επειδή θα ήταν οικονομικά ασύμφοροι.

Έτσι τοποθετώντας επάνω στους γυμνούς σωλήνες του στοιχείου μεταλλικά πτερύγια, αυξάνεται η επιφάνεια με αποτέλεσμα η ψυκτική ικανότητα τους να βελτιώνεται αισθητά.

Οι εξατμιστές με πτερύγια μπορεί να χρησιμοποιηθούν και για θερμοκρασία κάτω των 0ο C λόγω των λειτουργούντων αυτομάτων συστημάτων αποψύξεως.

4.7.5 Στοιχεία Τύπου Πλάκας

Τα στοιχεία αυτού του τύπου παρουσιάζονται σε δύο μορφές:

- α) στα στοιχεία εύτηκτης πλάκας και
- β) στα στοιχεία πλάκας.

Τα στοιχεία εύτηκτης πλάκας αποτελούνται από τον κυρίως σωλήνα εντός του οποίου κυκλοφορεί το ψυκτικό υγρό και από τα μεταλλικά φύλλα τα οποία κατάλληλα διαμορφωμένα συγκολλούνται για να αποτελέσουν ένα στεγανό διαμέρισμα. Τα στοιχεία εύτηκτου πλάκας χρησιμοποιήθηκαν ευρέως σε ψυκτικές εγκαταστάσεις χαμηλών θερμοκρασιών και ειδικότερα σε αυτοκίνητα ψυγεία και αυτοκίνητα συντηρήσεως και μεταφοράς παγωτών.

Τα στοιχεία τύπου πλάκας αποτελούνται από δύο φύλλα αλουμινίου τα οποία έχουν κατάλληλα πρεσαριστεί και στη συνέχεια συγκολληθεί. Τα στοιχεία τύπου πλάκας έχουν χαμηλό κόστος και ευκολία στον καθαρισμό τους (εξωτερικά) Χρησιμοποιούνται στα οικιακά ψυγεία.

4.7.6 Στοιχεία Φυσικής Κυκλοφορίας Αέρα

Τα στοιχεία φυσικής κυκλοφορίας χρησιμοποιούνται σε ψυκτικές εγκαταστάσεις όπου δεν απαιτείται υψηλή ταχύτητα αέρα και υψηλή αφύγρανση των ψυχωμένων προϊόντων.

Τέτοιες ψυκτικές εγκαταστάσεις είναι:

1. τα οικιακά ψυγεία
2. τα διάφορα ψυγεία-βιτρίνες όπου η θερμοκρασία είναι κάτω των 32oC
3. οι μεγάλες αποθήκες συντηρήσεως και αποθηκεύσεως τροφίμων τα οποία δεν χρειάζονται μεγάλη αφύγρανση.

Η κυκλοφορία του αέρα στα στοιχεία επηρεάζεται άμεσα από την θερμοκρασιακή διαφορά μεταξύ στοιχείων και χώρου ψύξεως, δηλαδή όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά θερμοκρασίας, τόσο μεγαλύτερο θα είναι και το ποσόν του κυκλοφορούντος αέρα πάνω από το στοιχεία. Όμως η κυκλοφορία του αέρα εξαρτάται και από το μέγεθος το σχήμα και τη θέση τοποθέτησης του στοιχείου.

4.7.7 Στοιχεία Βεβιασμένης Κυκλοφορίας Αέρα

Τα στοιχεία βεβιασμένης κυκλοφορίας του αέρα εργάζονται με εκτονωτικές βαλβίδες (όχι με πλωτήρες) και αποτελούνται από σειρές χάλκινων σωληνώσεων επί των οποίων είναι τοποθετημένα τα πτερύγια για την αύξηση της επιφάνειας μεταφοράς της θερμότητας.

4.7.8 Στοιχεία Βυθιζόμενου ή Εμβαπτισμένου Τύπου

Στους εξατμιστές εμβαπτισμένου τύπου το μέσο μεταφοράς της θερμότητας προς τον εξατμιστή είναι υγρό. Είτε νερό είτε άλμη. Τα στοιχεία αυτού του τύπου επειδή χρησιμοποιούν σα μέσο μεταφοράς της θερμότητας προς το στοιχείο υγρό, έχουν το πλεονέκτημα ότι η απόδοση τους είναι κατά 50 έως 100 φορές μεγαλύτερη της απόδοσης των στοιχείων με αέρα. Τα περισσότερα χρησιμοποιούμενα στοιχεία βυθιζόμενου τύπου είναι τα κάτωθι:

1. Σπειροειδείς εξατμιστές
2. Εξατμιστές σωλήνων εντός κελύφους (chillers)
3. Εξατμιστές τύπου δεξαμενής

1. Σπειροειδή Στοιχεία

Ο σπειροειδής εξατμιστής αποτελείται από ένα μεταλλικό κέλυφος μέσα στο οποίο υπάρχει ένα γυμνό σπειροειδές στοιχείο το οποίο συνήθως είναι ξηράς εκτόνωσης, όπου μέσα στο σπειροειδή εξατμιστή κυκλοφορεί το ψυκτικό και γύρω του το προς ψύξη υγρό. Χρησιμοποιείται εκτεταμένα στους ψύκτες πόσιμου νερού και γενικά παγωμένων ποτών, όπου η θερμοκρασία τους κυμαίνεται γύρω στους 4o C.

2. Εξατμιστές Σωλήνων Εντός Κελύφους (CHILLERS)

Όπως και οι σπειροειδές εξατμιστές έτσι και οι εξατμιστές αυτού του τύπου είναι ξηράς και υγράς εκτόνωσης με συνέπεια στην πρώτη περίπτωση το προς ψύξη νερό να περνά εκτός των σωλήνων, ενώ στη δεύτερη περίπτωση η εκτόνωση γίνεται γύρω στους σωλήνες και μέσα στο κέλυφος και η κυκλοφορία του νερού μέσα στους σωλήνες.

Το κέλυφος των εξατμιστών αυτού του τύπου είναι χαλύβδινο διαμέτρου από 8" έως 60" και έχει επαρκή θερμομόνωση. Μέσα στο κέλυφος υπάρχουν παράλληλοι σωλήνες χάλκινοι (αν κυκλοφορεί μέσα τους Freon) ή χαλύβδινοι αν κυκλοφορεί αμμωνία. Οι εξατμιστές ξερής εκτόνωσης χρησιμοποιούνται στις μικρές και μέσες ψυκτικές εγκαταστάσεις (2-280 ψυκτικοί τόνοι) ενώ οι εξατμιστές υγρής εκτονώσεως χρησιμοποιούνται στις μέσες και μεγάλες ψυκτικές εγκαταστάσεις.

3. Εξατμιστές Τύπου Δεξαμενής

Ο εξατμιστής αυτού του τύπου αποτελείται από μια χαλύβδινη δεξαμενή μέσα στην οποία είναι τοποθετημένο ένα γυμνό σπειροειδές στοιχείο. Η δεξαμενή είναι πλήρης υγρού (άλμης ή νερού) το οποίο εισέρχεται από το άνω μέρος και εξέρχεται από το κάτω μέρος. Εντός του σπειροειδούς στοιχείου κυκλοφορεί το ψυκτικό, είτε Freon είτε αμμωνία και εκτονούνται. Οι εξατμιστές αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται συνήθως στις παγολεκάνες των παγοποιείων.

4.8 Ψυκτικά Μέσα

4.8.1 Γενικά

Η καταλληλότητα μιας χημικής ουσίας για τη χρησιμοποίησή της ως ψυκτικού μέσου σχετίζεται με τα θερμοδυναμικά, φυσικοχημικά και εμπορικά χαρακτηριστικά της. Ένα ψυκτικό μέσο για να χρησιμοποιηθεί σε μια ψυκτική εφαρμογή πρέπει να έχει τις παρακάτω βασικές ιδιότητες:

1. Χαμηλή θερμοκρασία βρασμού.
2. Υψηλή κρίσιμη θερμοκρασία σε σχέση με τη θερμοκρασιακή περιοχή λειτουργίας του.
3. Μικρό ειδικό όγκο ατμών.
4. Να έχει καλές θερμοδυναμικές και θερμοφυσικές ιδιότητες.
5. Να μη διαβρώνει τα μέταλλα.
6. Να έχει σταθερές φυσικοχημικές ιδιότητες κατά τη διάρκεια της χρήσης του.
7. Να μην είναι αναφλέξιμο ή εκρηκτικό.
8. Να μην είναι τοξική ουσία.
9. Να γίνεται εύκολα ανίχνευση των διαρροών του.
10. Να έχει χαμηλό κόστος και να είναι διαθέσιμο στην αγορά.

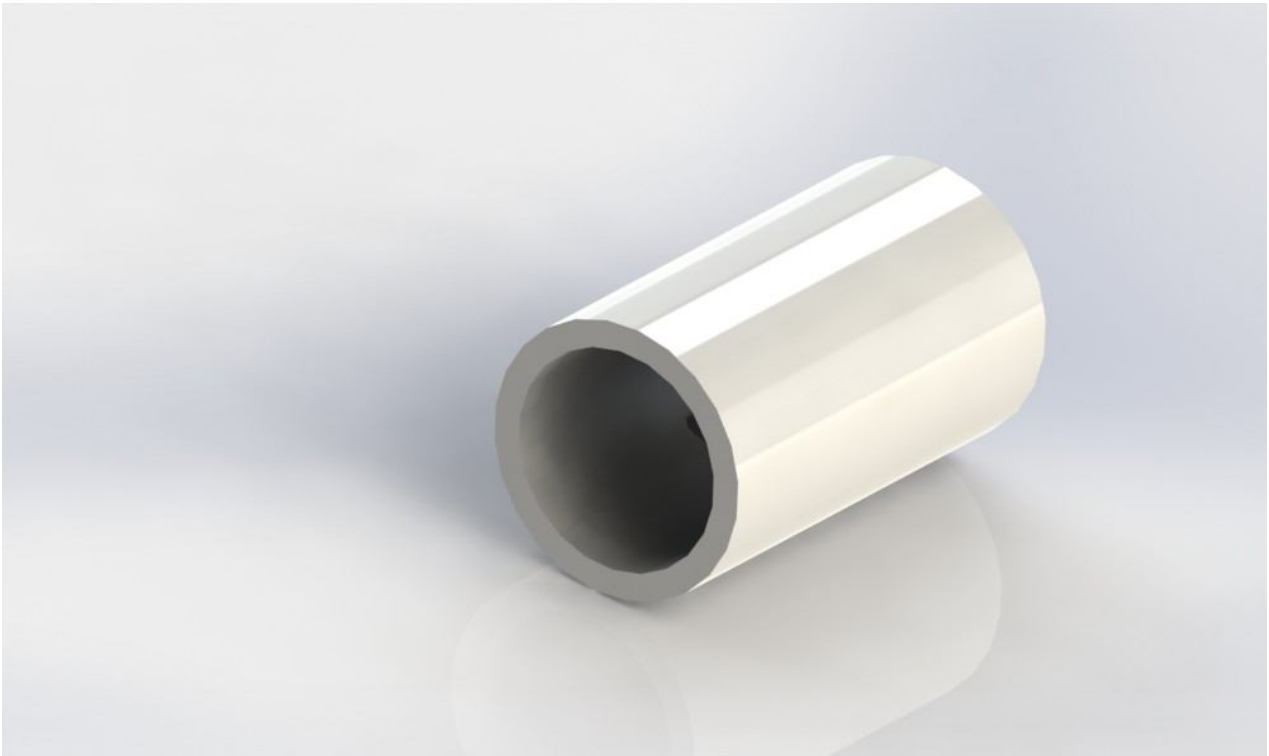
Στην πράξη δεν υπάρχει χημική ουσία που να συγκεντρώνει όλες τις παραπάνω ιδιότητες. Για την επιλογή του ψυκτικού μέσου λαμβάνονται υπόψη τα παραπάνω χαρακτηριστικά σε σχέση με τις ειδικές συνθήκες εφαρμογής

Τα ψυκτικά μέσα μπορούν να καταταγούν σε τρεις κατηγορίες

- Αλογονοπαράγωγα των υδρογονανθράκων CFCs
- Υδρογονάνθρακες
- Ανόργανες ουσίες

Τα ψυκτικά μέσα συμβολίζονται με το γράμμα R και ένα διψήφιο ή τριψήφιο αριθμό .

**Κεφάλαιο 5: Τρισδιάστατη σχεδίαση και οντότητες που σχεδιάστηκαν σε σύστημα CAD
(Computer Aided Design)**



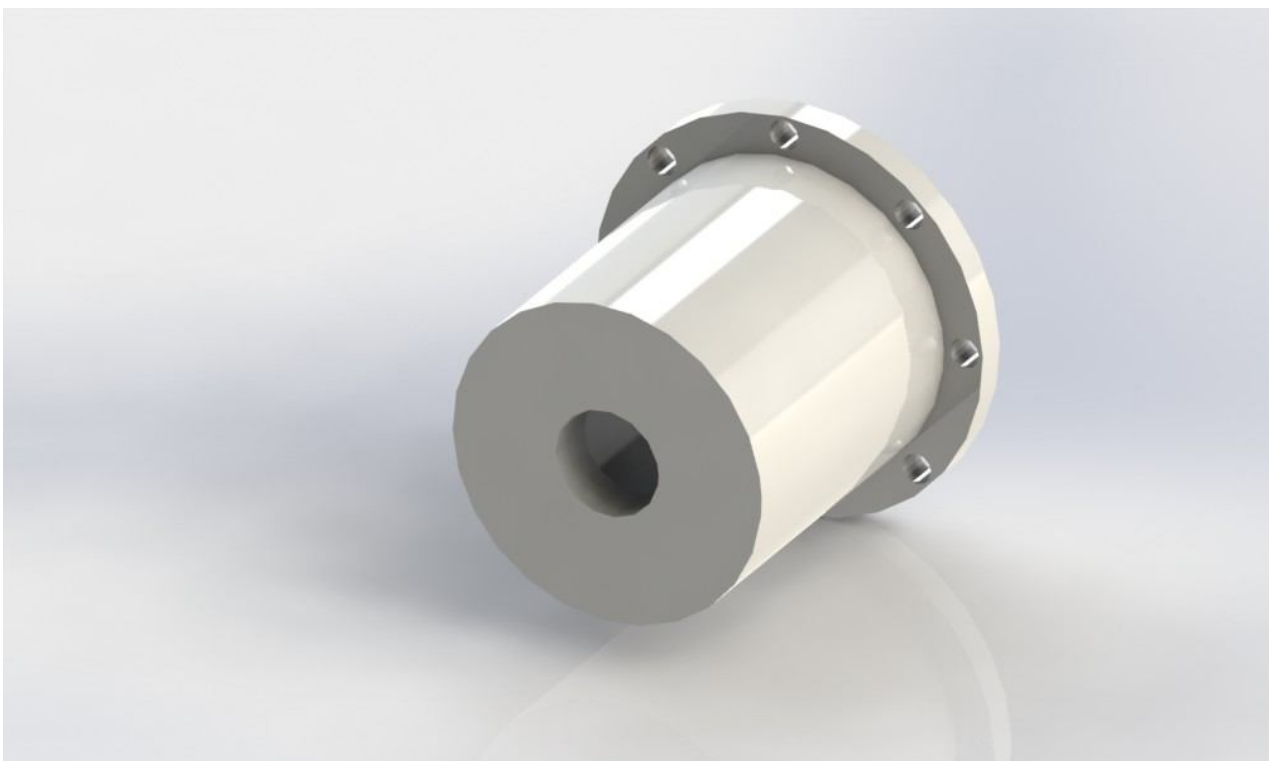
Εικόνα 5.1: Φωτορεαλιστική απεικόνιση σώματος συμπακνωτή



Εικόνα 5.2: Φωτορεαλιστική απεικόνιση σώματος συμπακνωτή



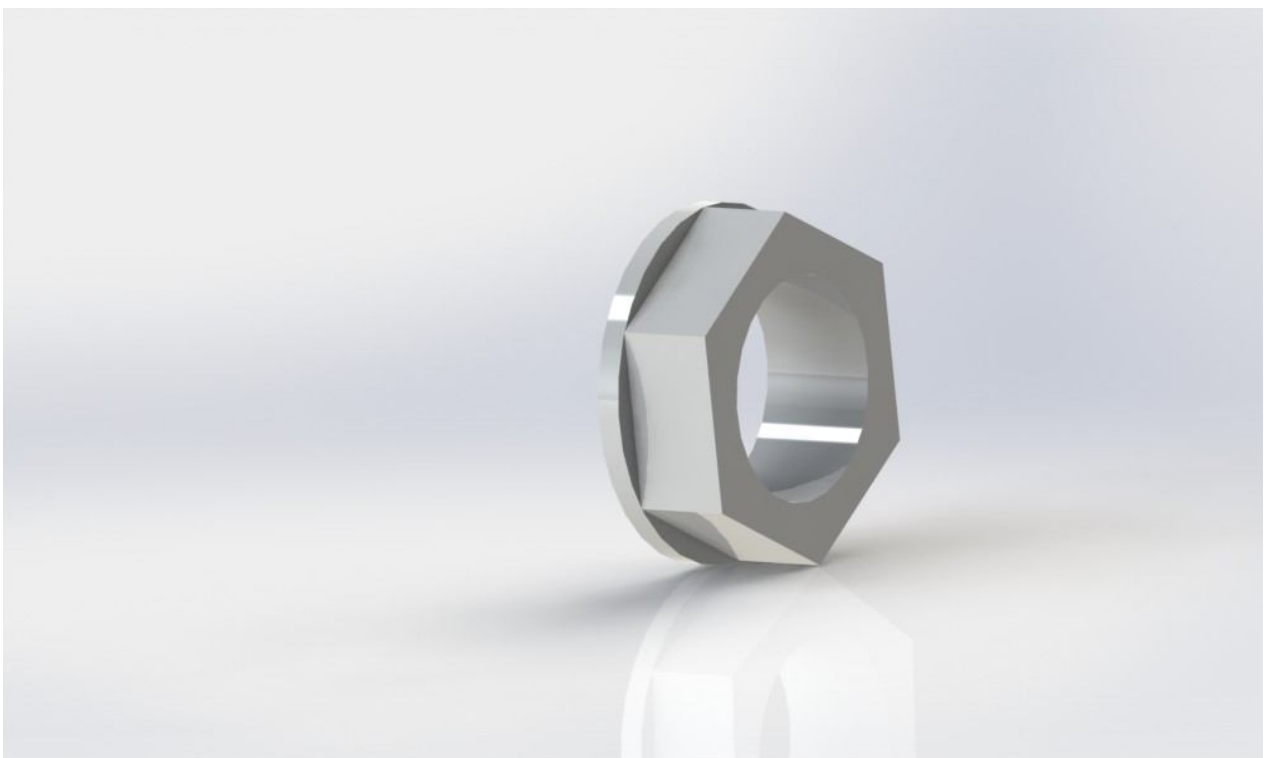
Εικόνα 5.3: Φωτορεαλιστική απεικόνιση αυλού συμπτυκνωτή



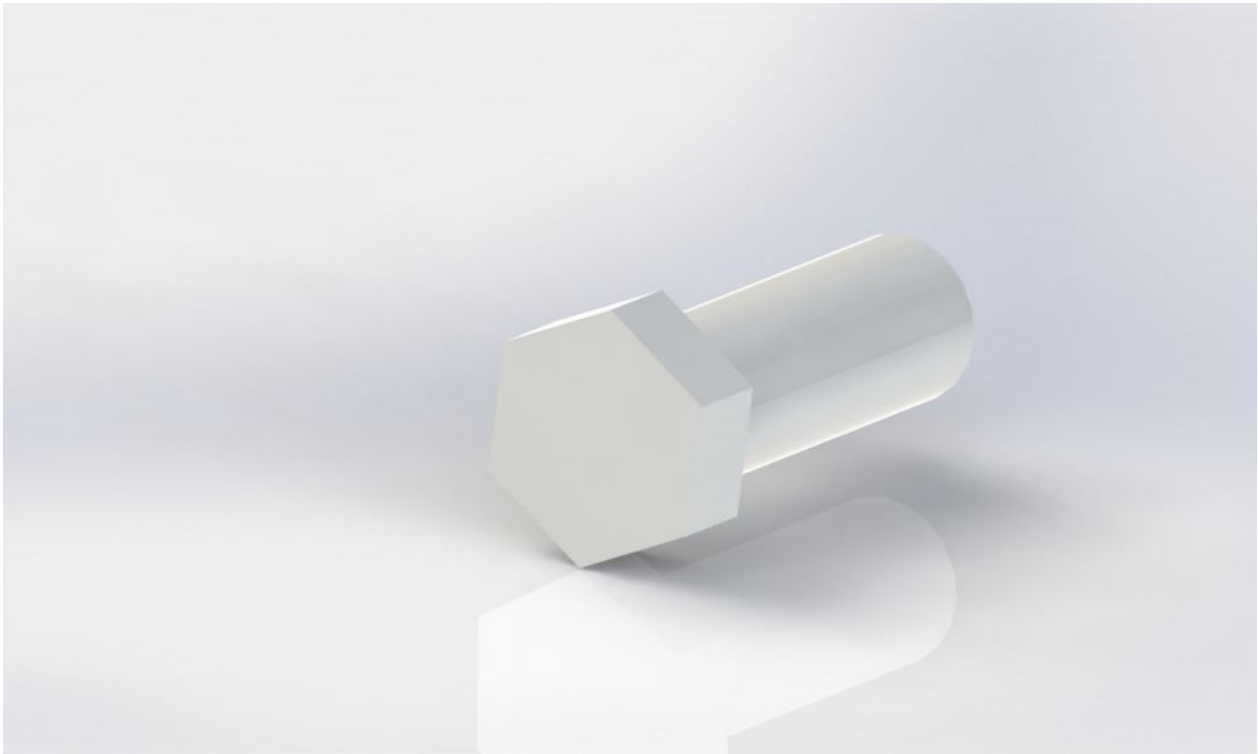
Εικόνα 5.4: Φωτορεαλιστική απεικόνιση πώματος συμπτυκνωτή



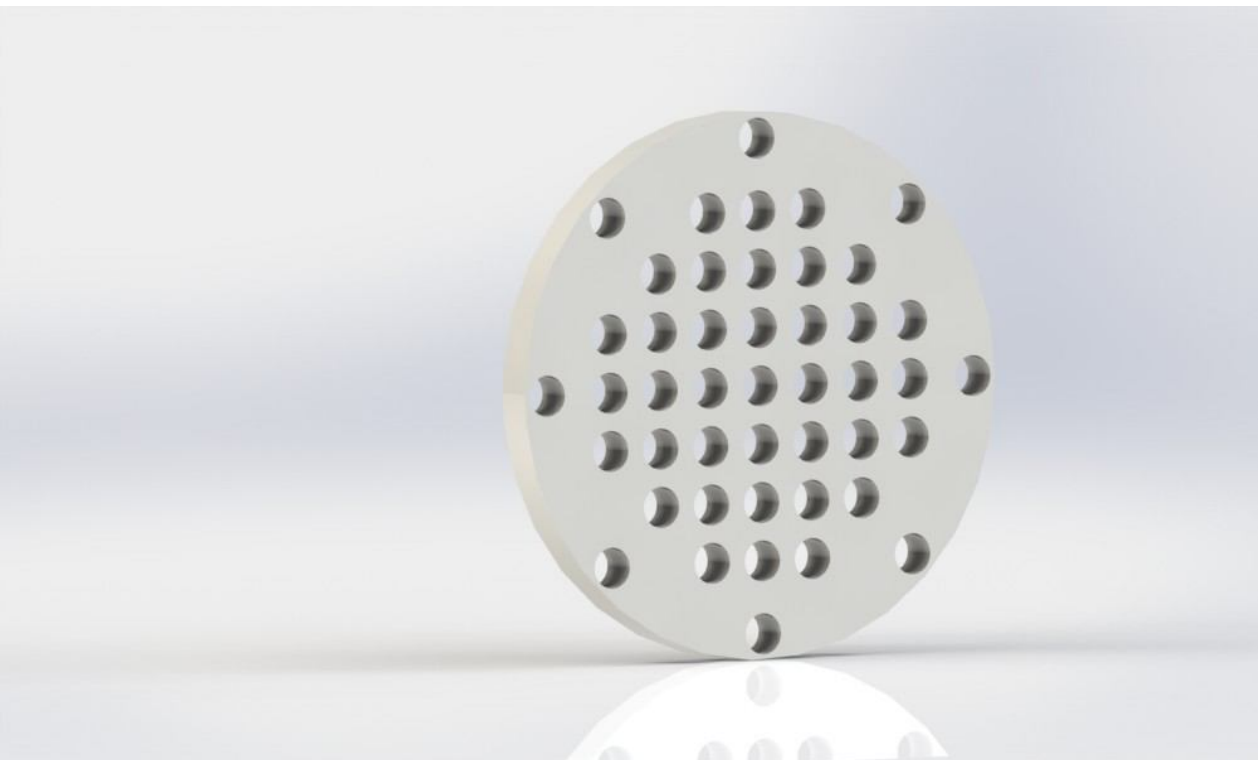
Εικόνα 5.5: Φωτορεαλιστική απεικόνιση σώματος συμπυκνωτή με οπές για συναρμολόγηση του πόματος



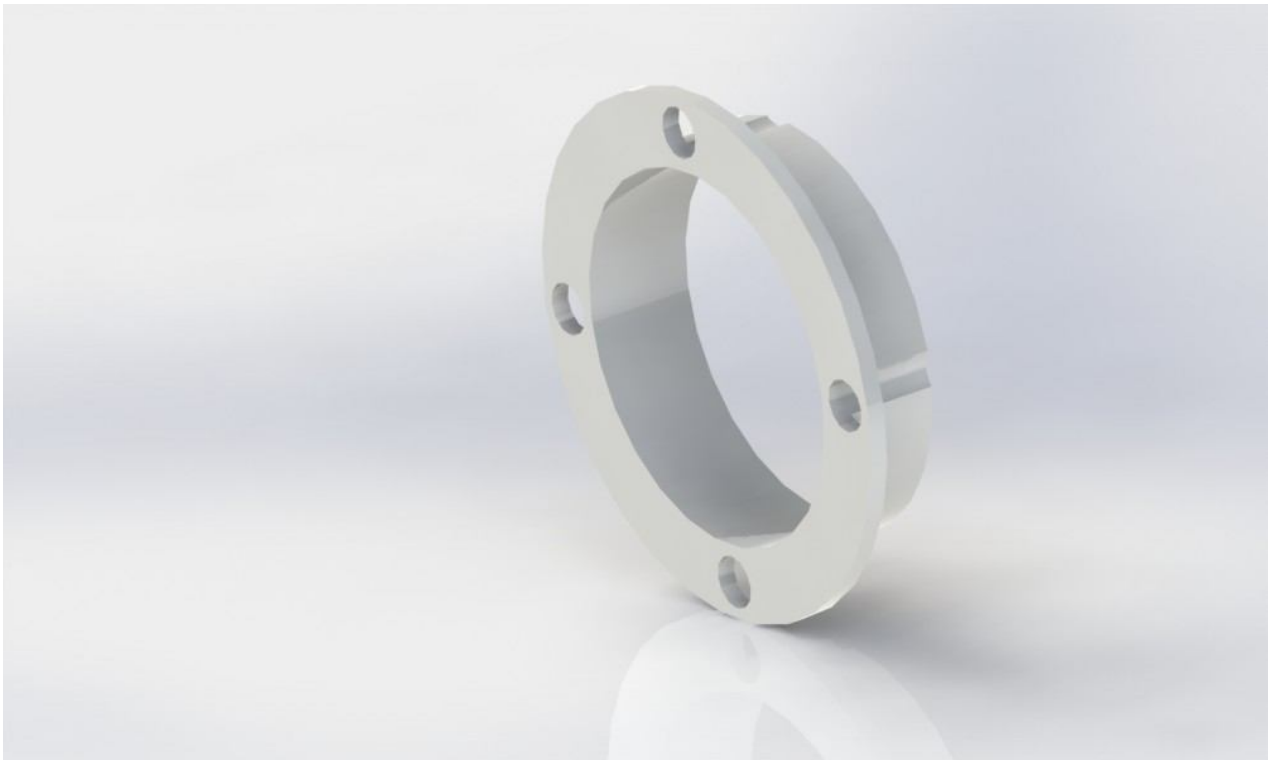
Εικόνα 5.6: Φωτορεαλιστική απεικόνιση παξιμαδιού σύνδεσης



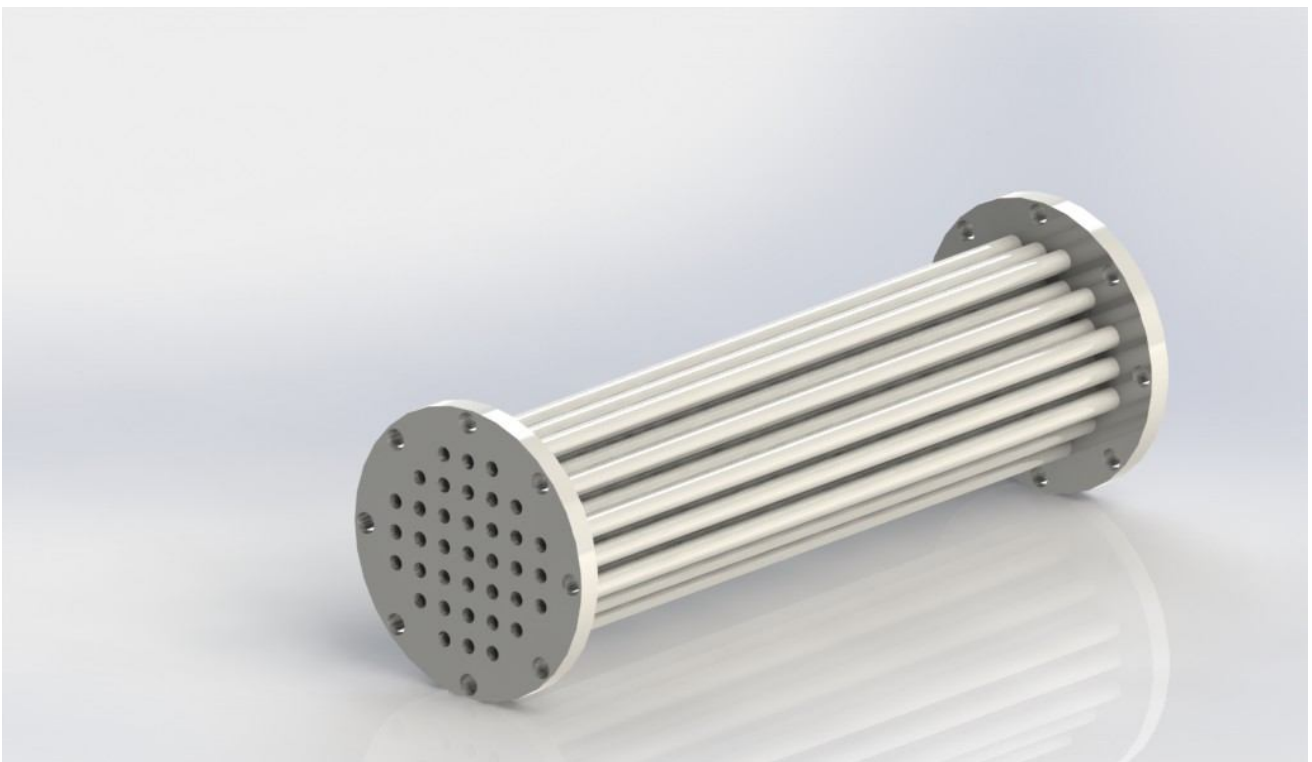
Εικόνα 5.7: Φωτορεαλιστική απεικόνιση κοχλία σύνδεσης



Εικόνα 5.8: Φωτορεαλιστική απεικόνιση αυλοφόρας πλάκας με εξωτερικές οπές για την ένωση της με το σώμα του συμπυκνωτή



Εικόνα 5.9: Φωτορεαλιστική απεικόνιση φλάτζας πόματος



Εικόνα 5.10: Φωτορεαλιστική απεικόνιση σύνδεσης των αυλών με τις αυλοφόρες πλάκες



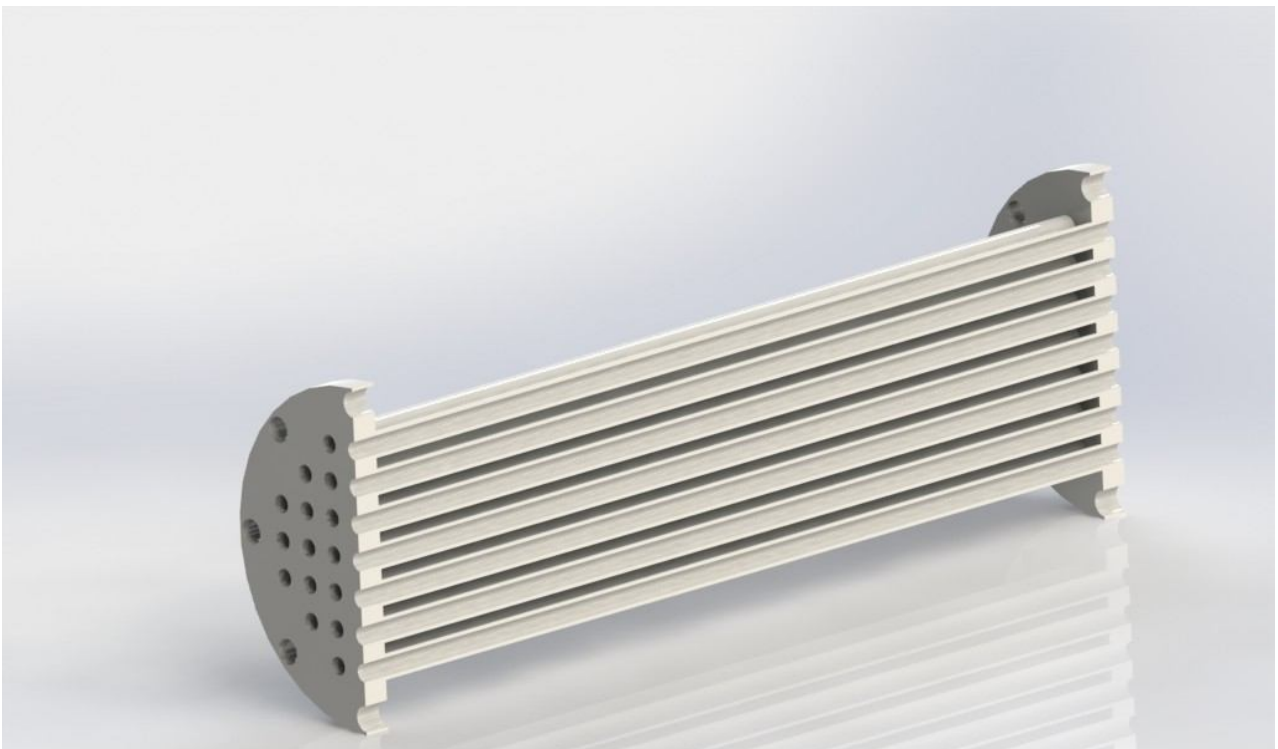
Εικόνα 5.11: Φωτορεαλιστική απεικόνιση σύνδεσης των αυλών με τις αυλοφόρες πλάκες και το σώμα συμπυκνωτή



Εικόνα 5.12: Φωτορεαλιστική απεικόνιση σύνδεσης αυλών, αυλοφόρων πλακών, σώμα συμπυκνωτή και πομάτων



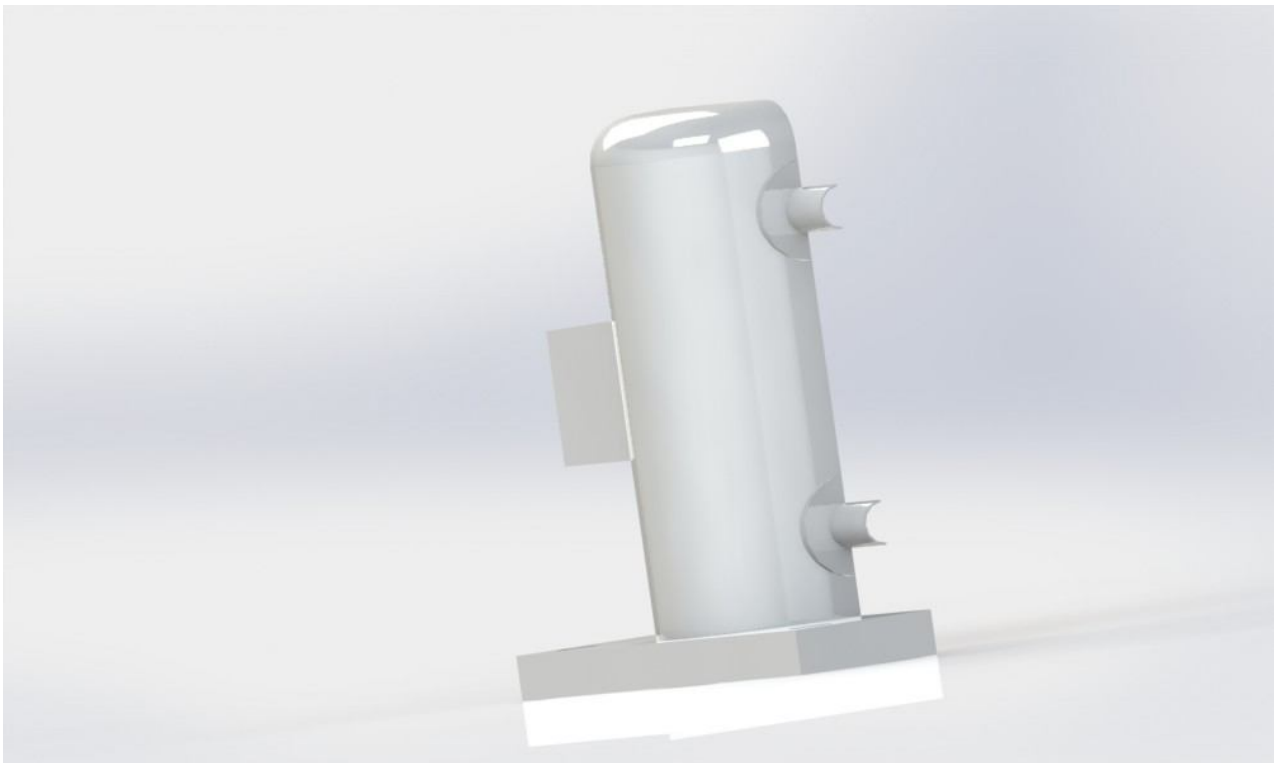
Εικόνα 5.13: Φωτορεαλιστική απεικόνιση συμπυκνωτή ψυκτικής εγκατάστασης



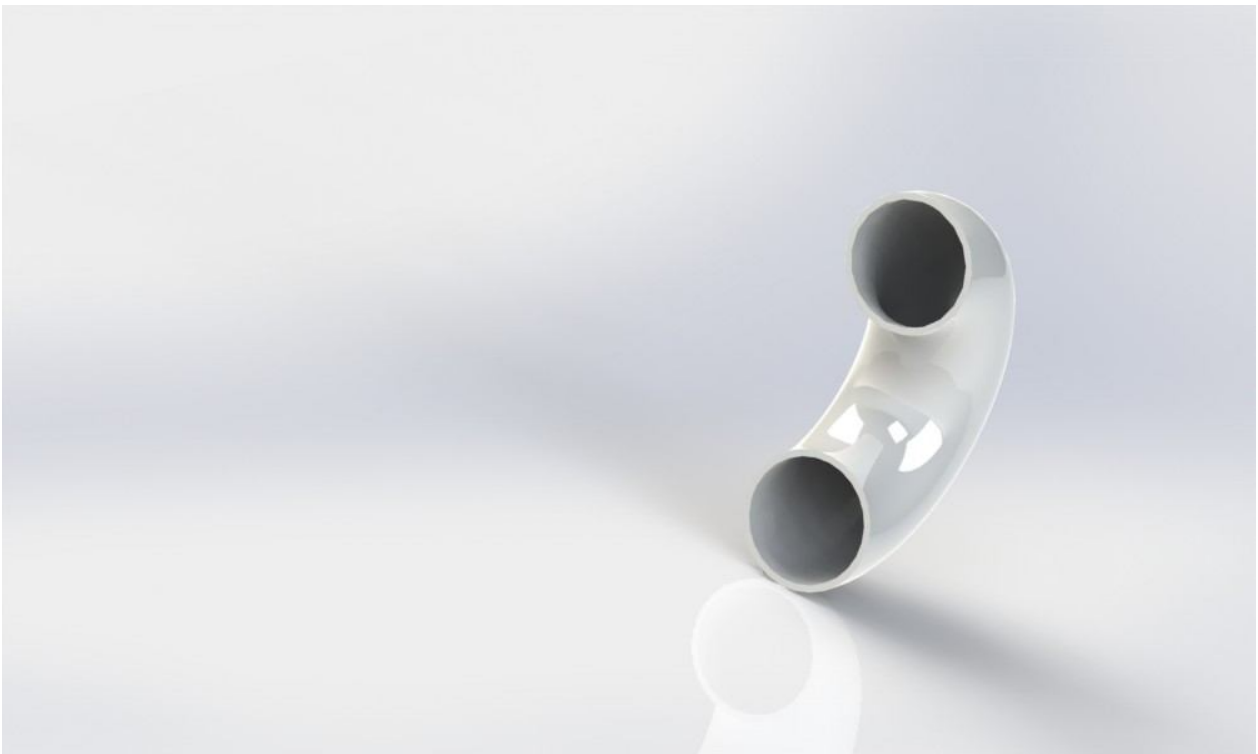
Εικόνα 5.14: Φωτορεαλιστική απεικόνιση αυλοφόρων πλακών και αυλών σε τομή



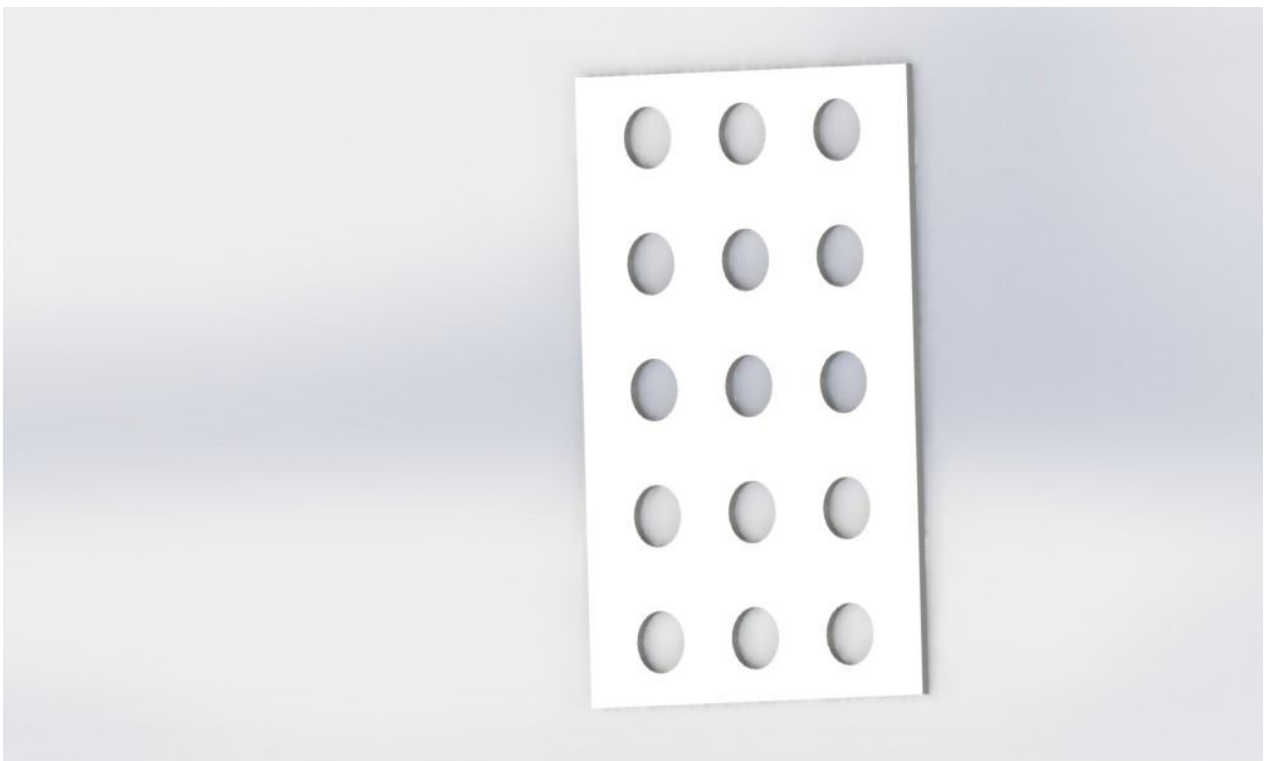
Εικόνα 5.15: Φωτορεαλιστική απεικόνιση συμπυκνωτή σε τομή



Εικόνα 5.16: Φωτορεαλιστική απεικόνιση συμπιεστή ερμητικού τύπου



Εικόνα 5.17: Φωτορεαλιστική απεικόνιση αυλού εξατμιστή



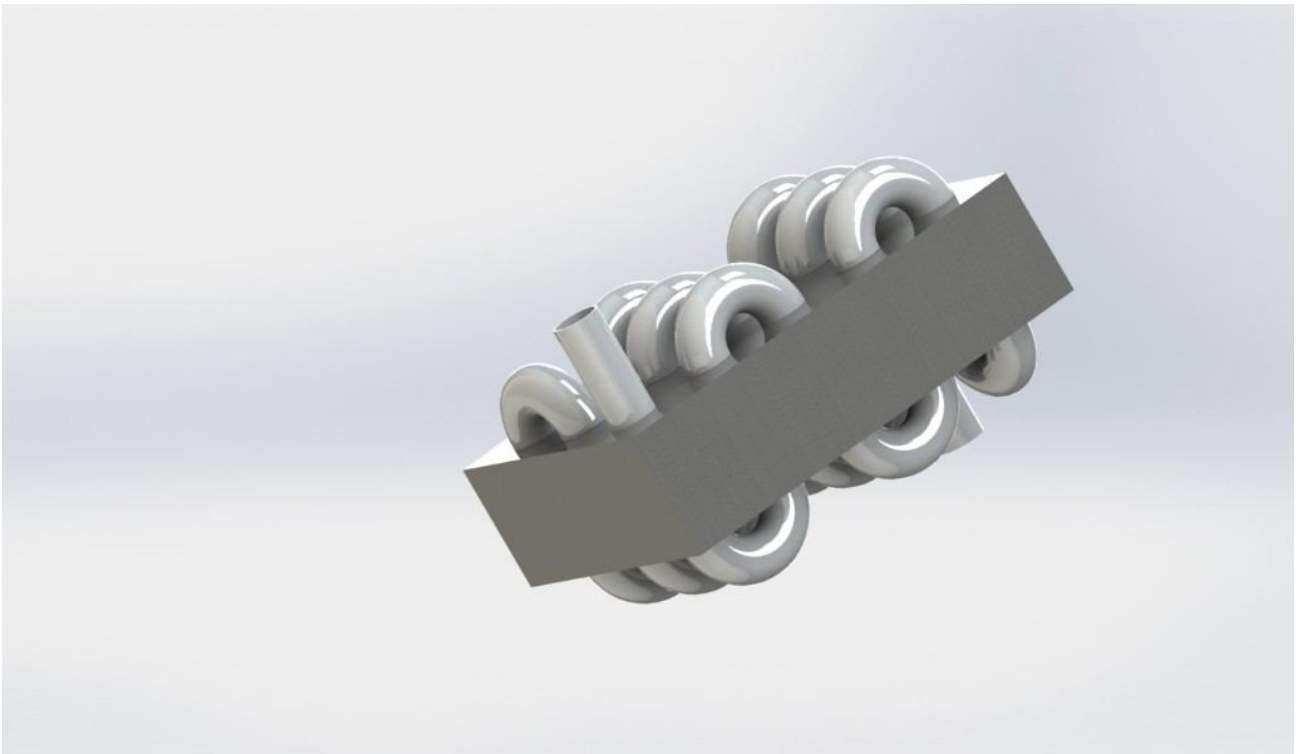
Εικόνα 5.18: Φωτορεαλιστική απεικόνιση φύλλου εξατμιστή



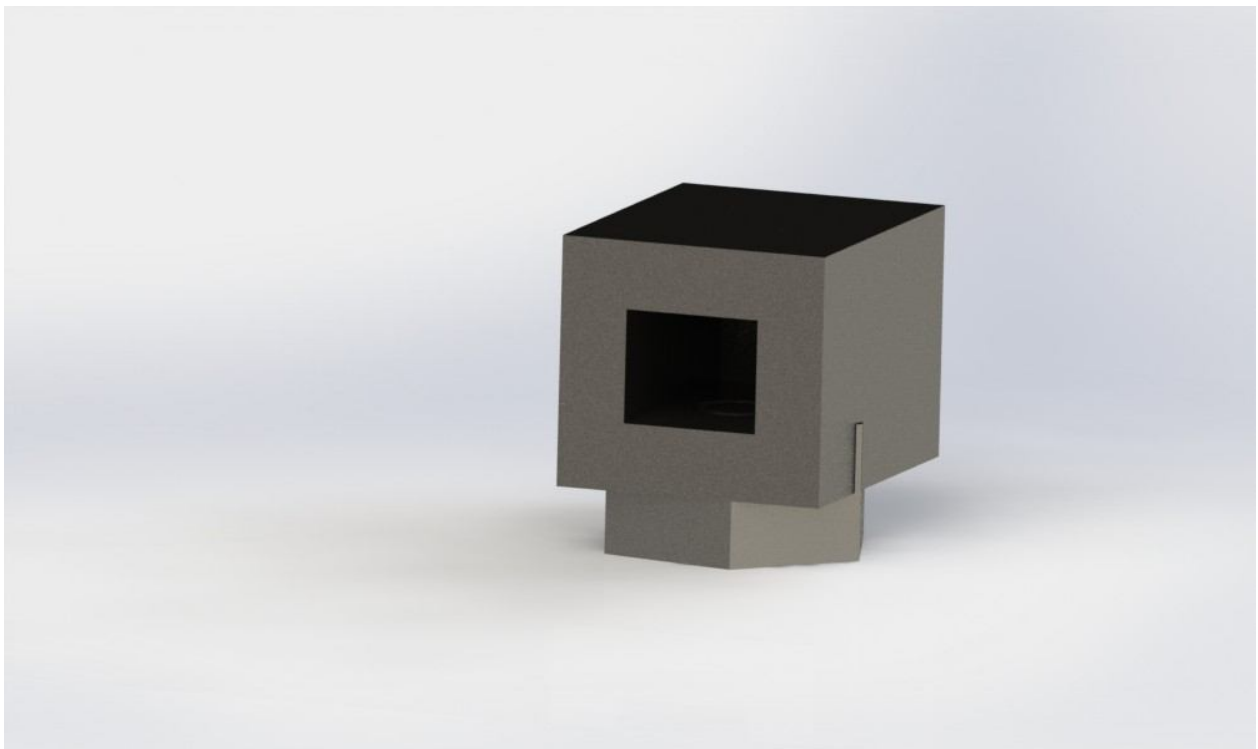
Εικόνα 5.19: Φωτορεαλιστική απεικόνιση αυλού εξατμιστή



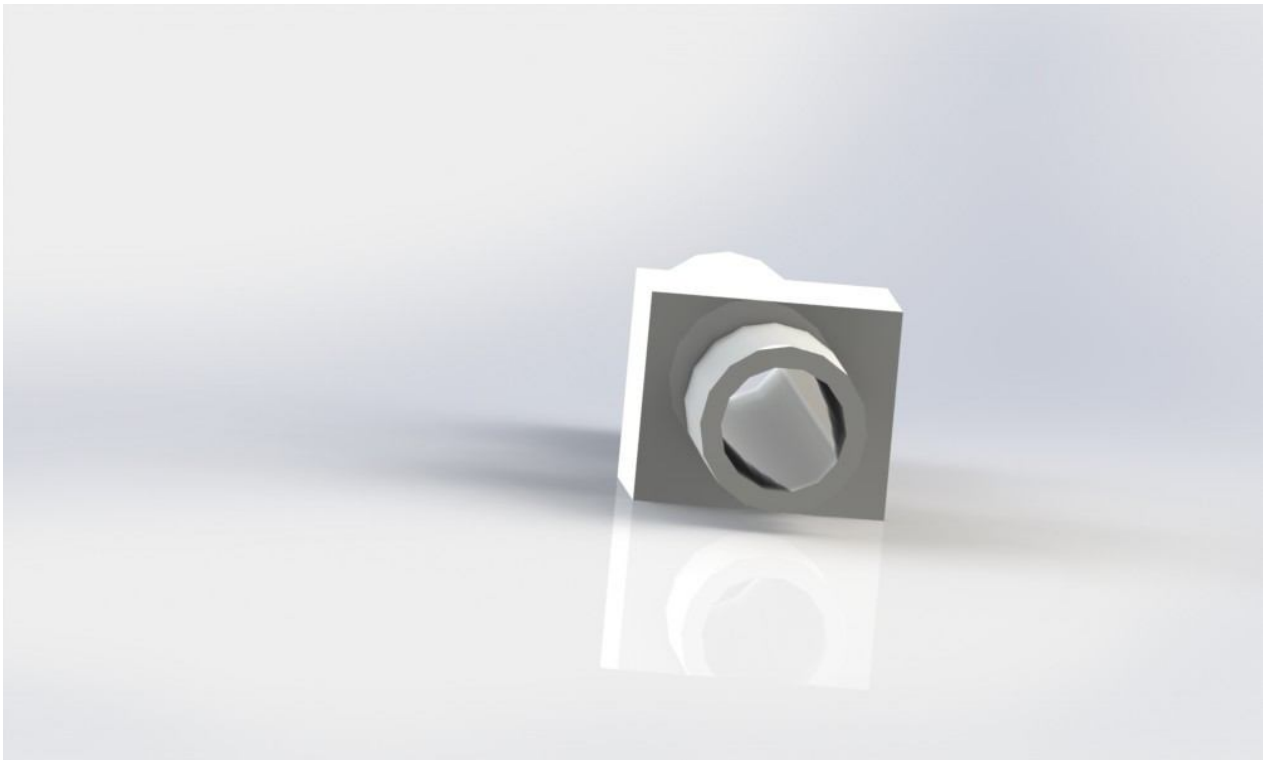
Εικόνα 5.20: Φωτορεαλιστική απεικόνιση φύλλου εξατμιστή



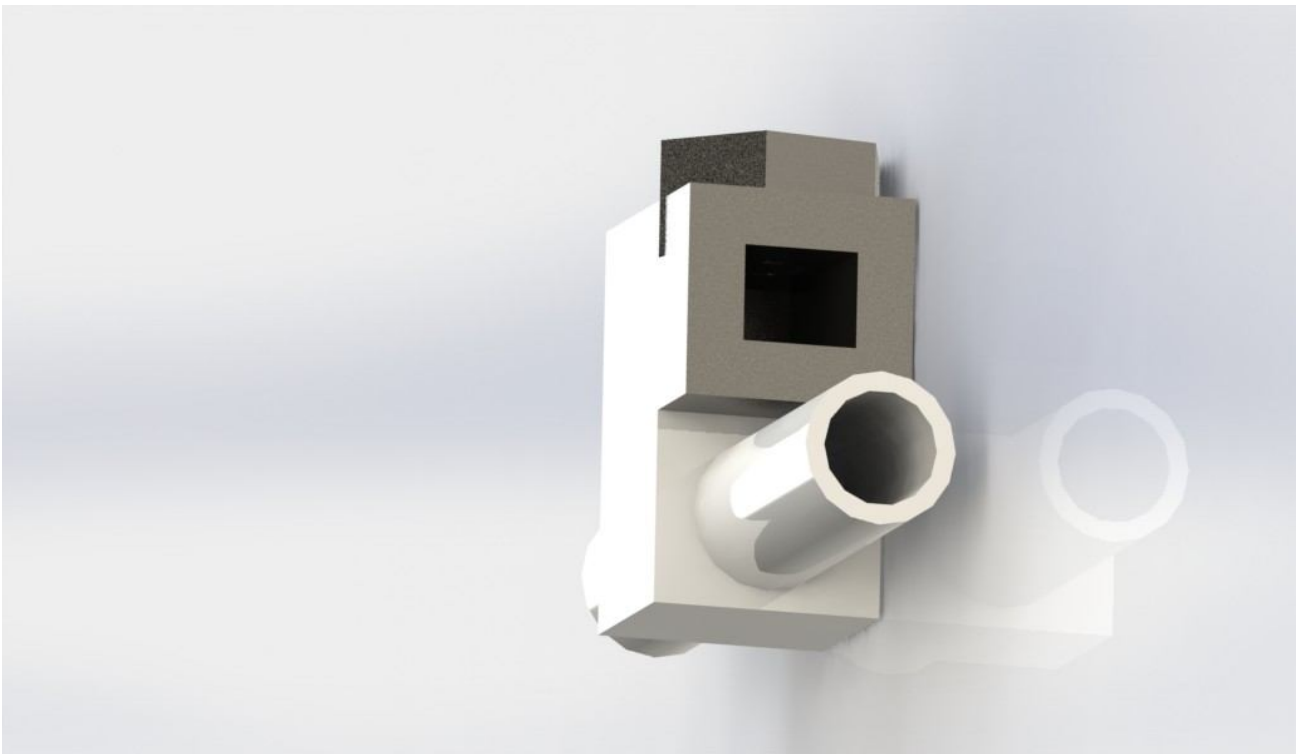
Εικόνα 5.21: Φωτορεαλιστική απεικόνιση εξατμιστή ψυκτικής εγκατάστασης



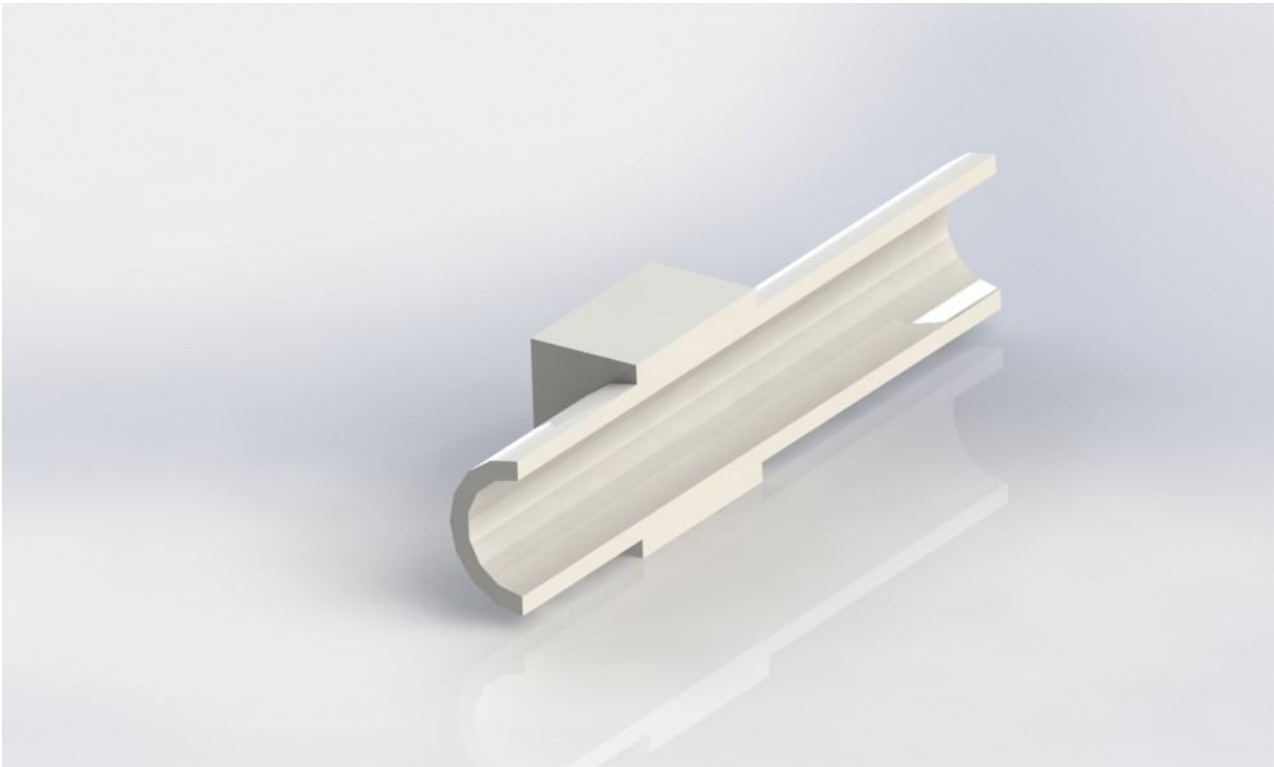
Εικόνα 5.22: Φωτορεαλιστική απεικόνιση τμήματος εκτονωτικής βαλβίδας



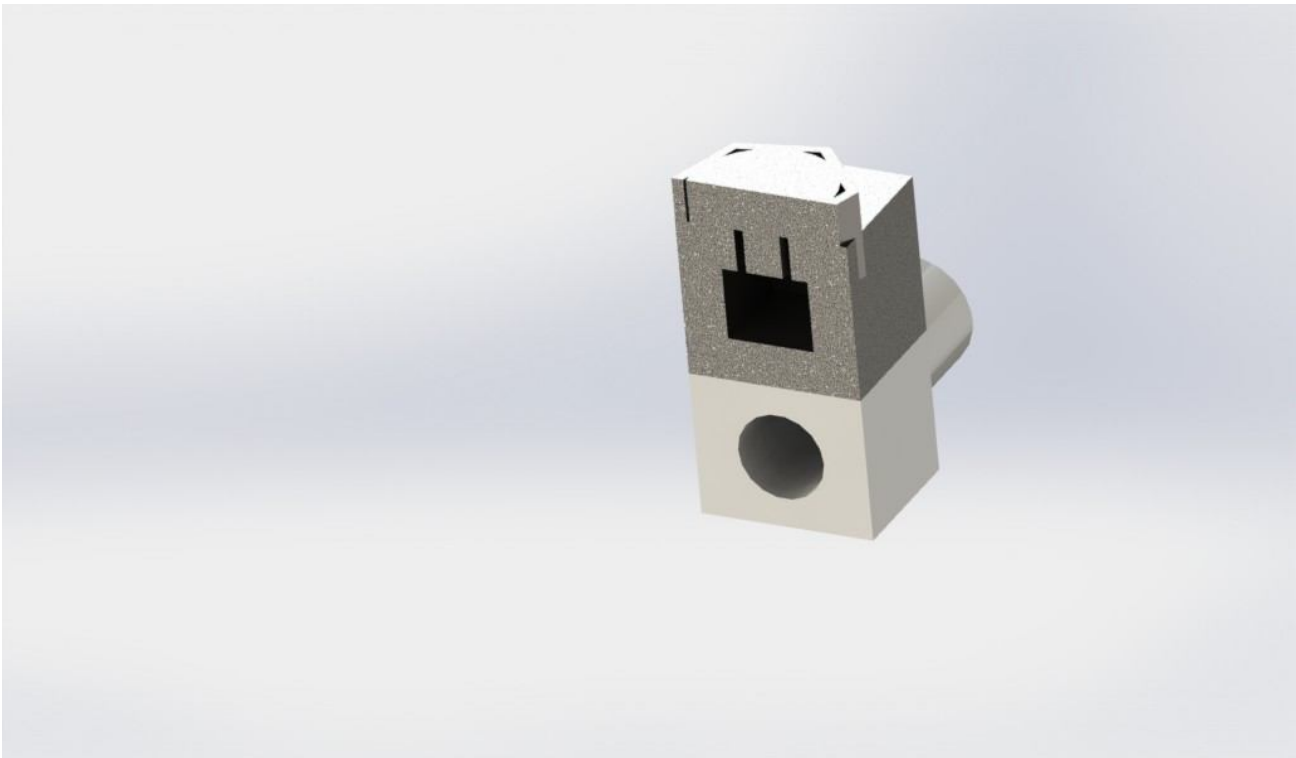
Εικόνα 5.23: Φωτορεαλιστική απεικόνιση τμήματος εκτονωτικής βαλβίδας



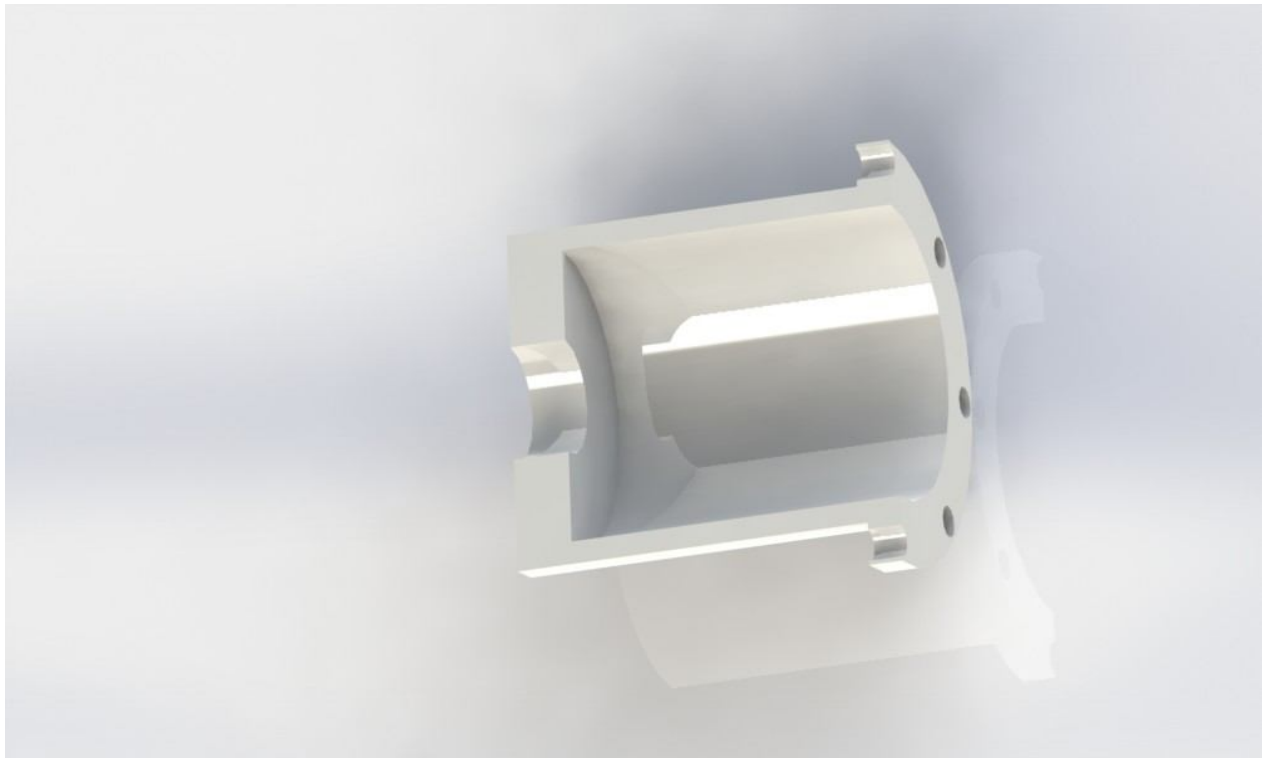
Εικόνα 5.24: Φωτορεαλιστική απεικόνιση εκτονωτικής βαλβίδας ψυκτικής εγκατάστασης



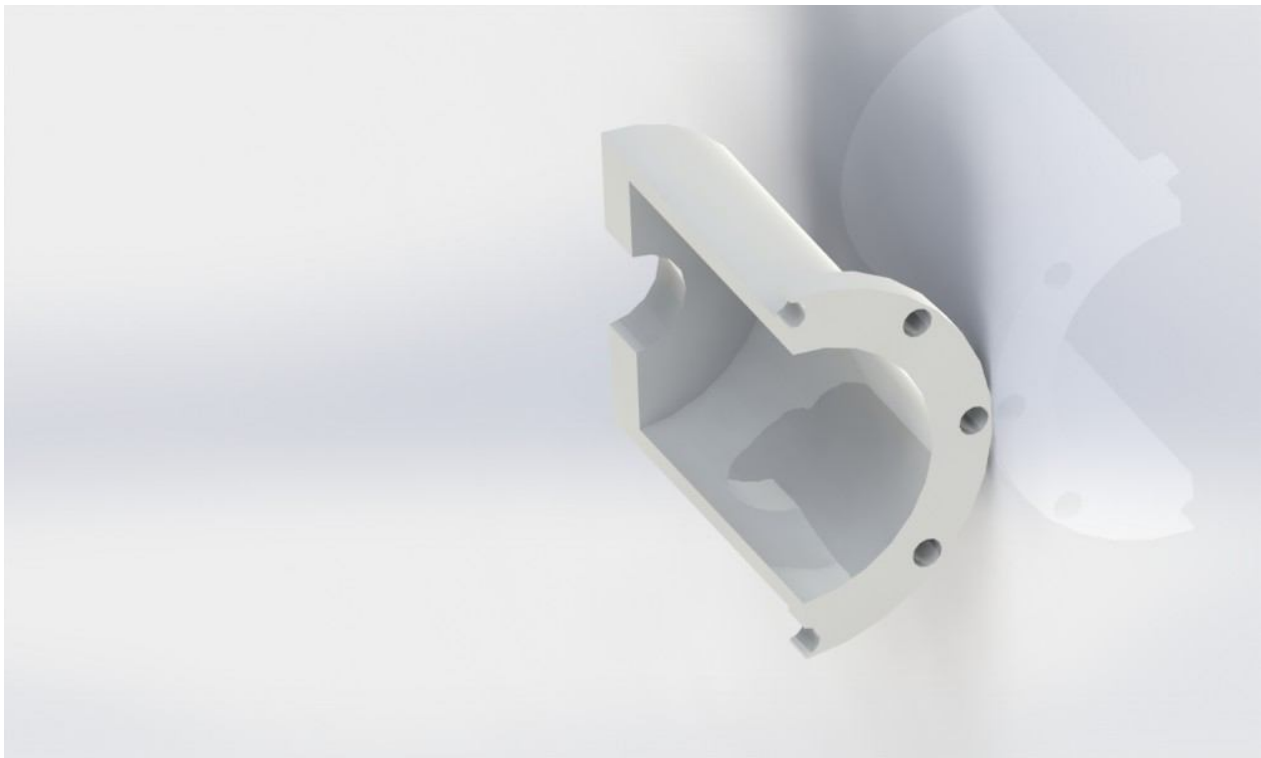
Εικόνα 5.25: Φωτορεαλιστική απεικόνιση εκτονωτικής βαλβίδας σε τομή



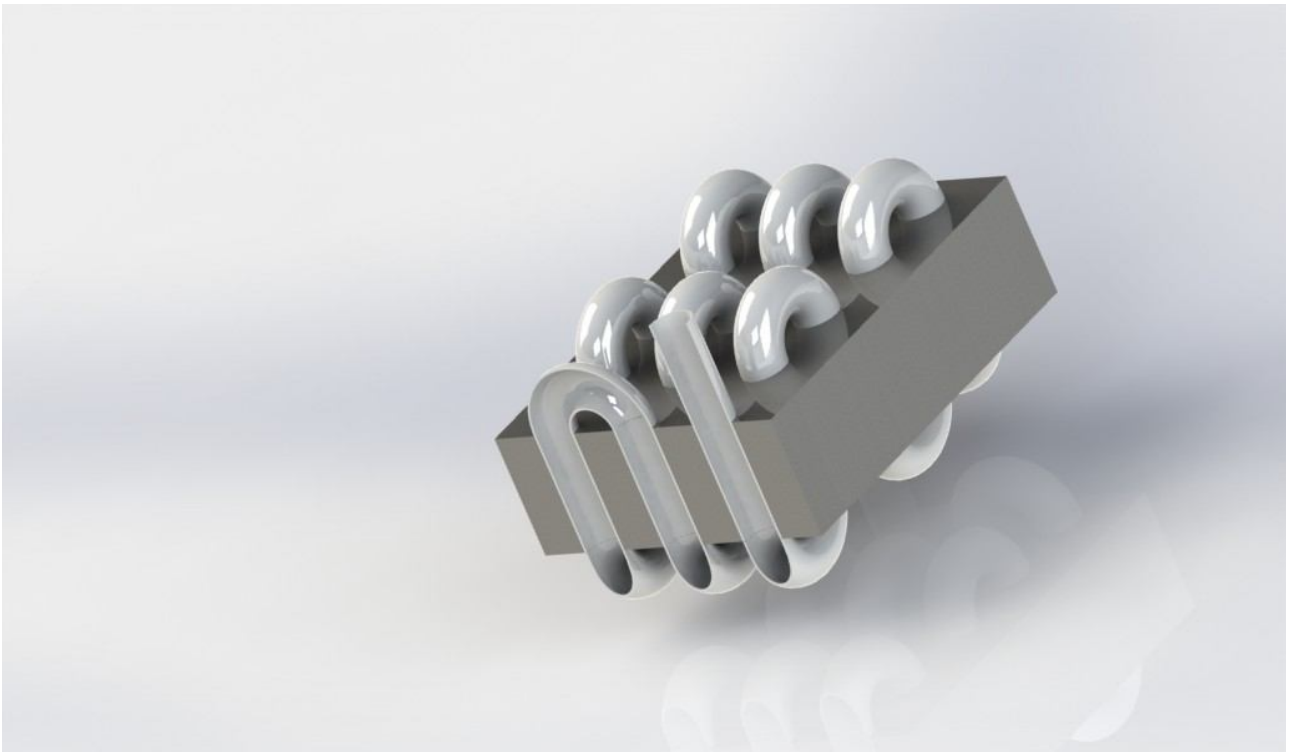
Εικόνα 5.26: Φωτορεαλιστική απεικόνιση εκτονωτικής βαλβίδας σε τομή



Εικόνα 5.27: Φωτορεαλιστική απεικόνιση πώματος συμπυκνωτή σε τομή



Εικόνα 5.28: Φωτορεαλιστική απεικόνιση πώματος συμπυκνωτή σε τομή



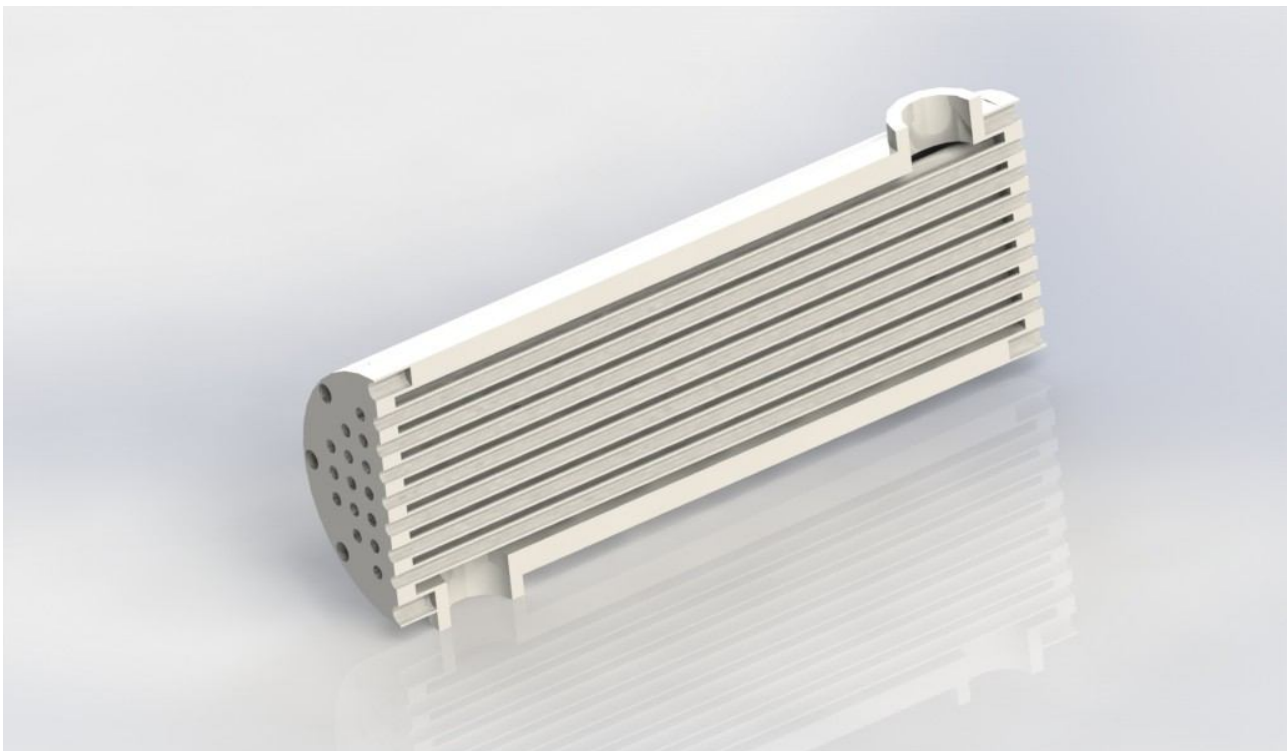
Εικόνα 5.29: Φωτορεαλιστική απεικόνιση εξατμιστή σε τομή



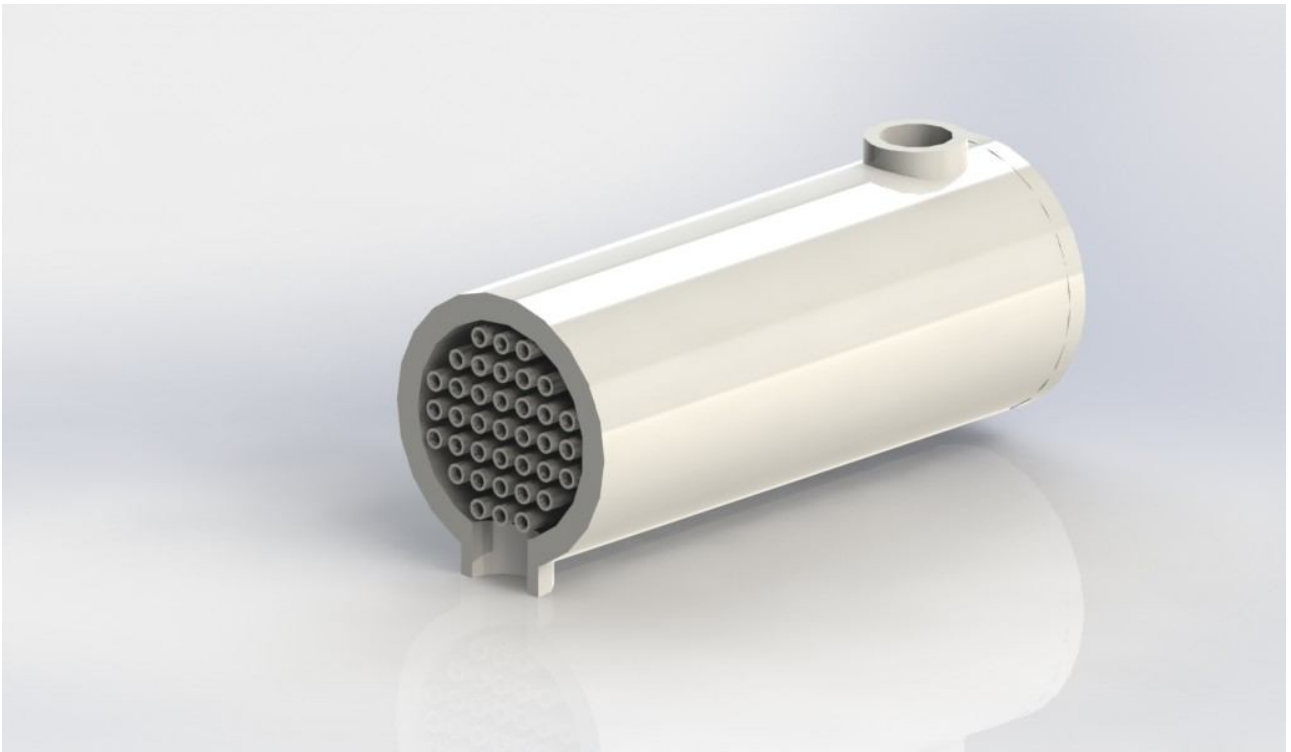
Εικόνα 5.30: Φωτορεαλιστική απεικόνιση εξατμιστή σε τομή



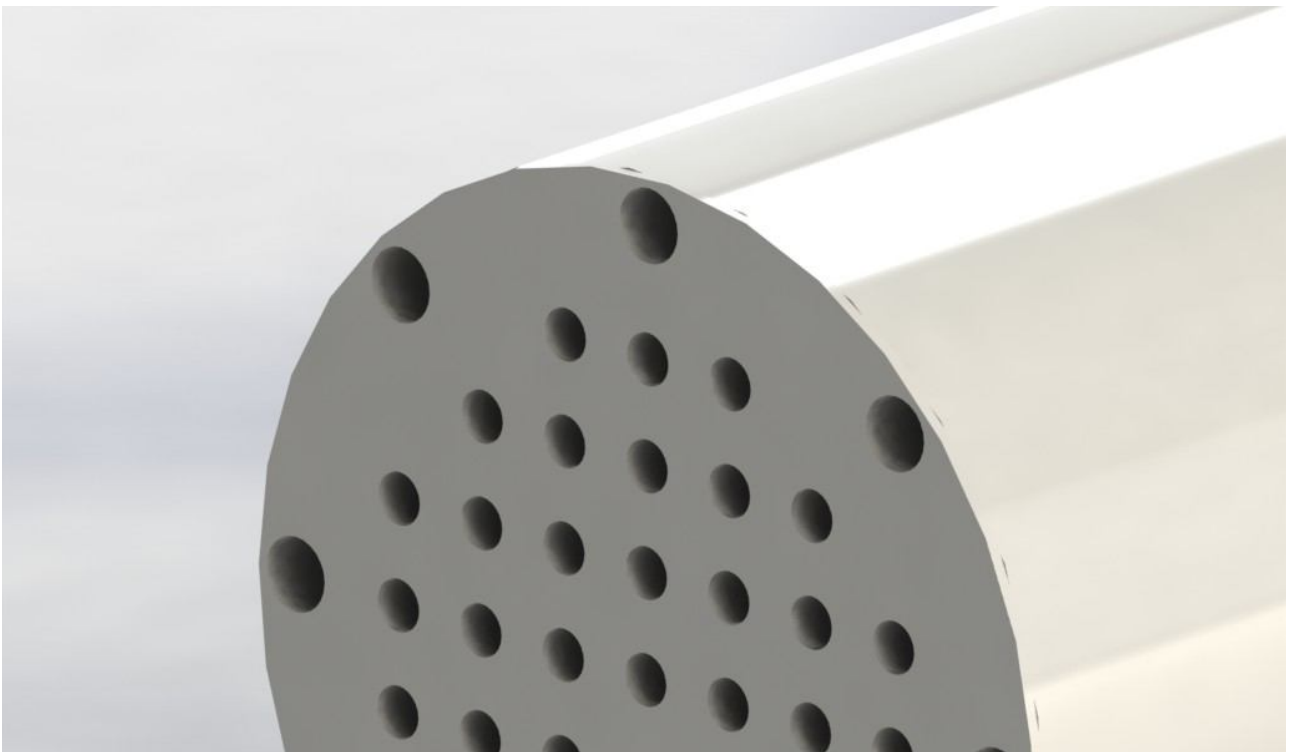
Εικόνα 5.31: Φωτορεαλιστική απεικόνιση εξατμιστή σε τομή



Εικόνα 5.32: Φωτορεαλιστική απεικόνιση συμπυκνωτή σε τομή



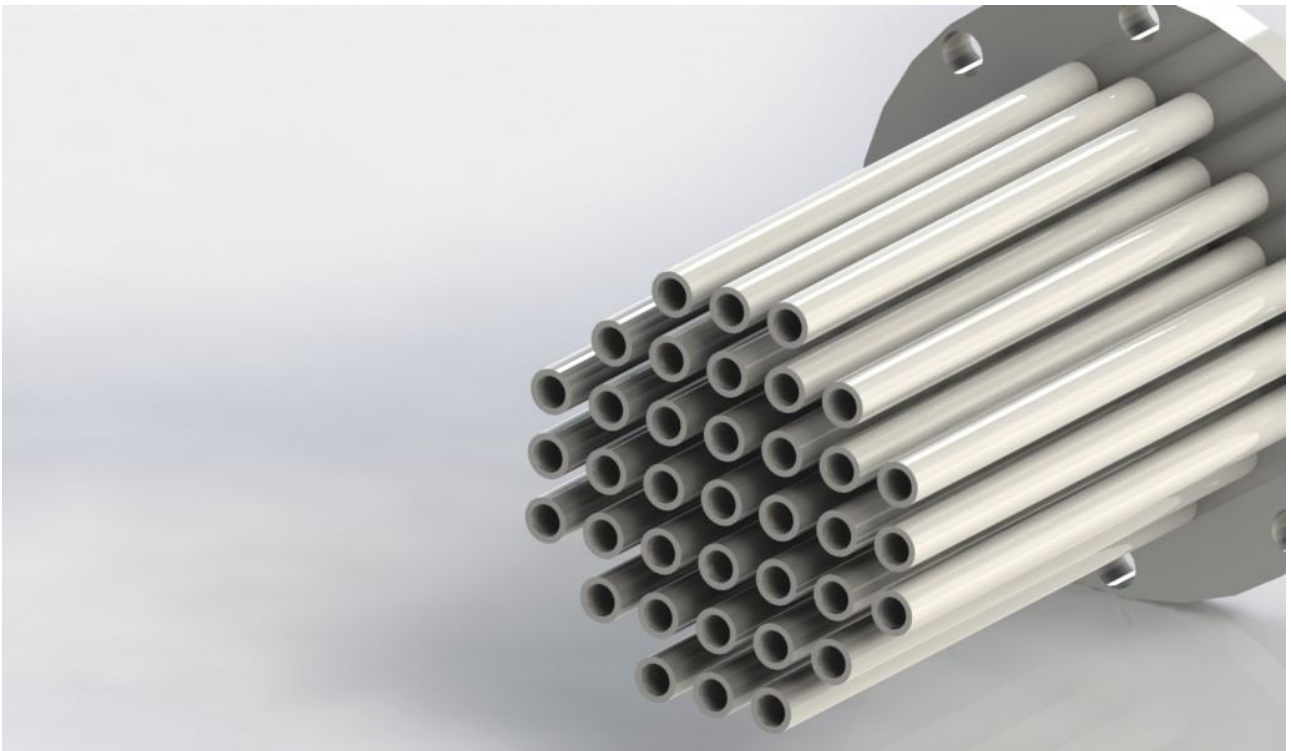
Εικόνα 5.33: Φωτορεαλιστική απεικόνιση συμπυκνωτή χωρίς την αυλοφόρα πλάκα



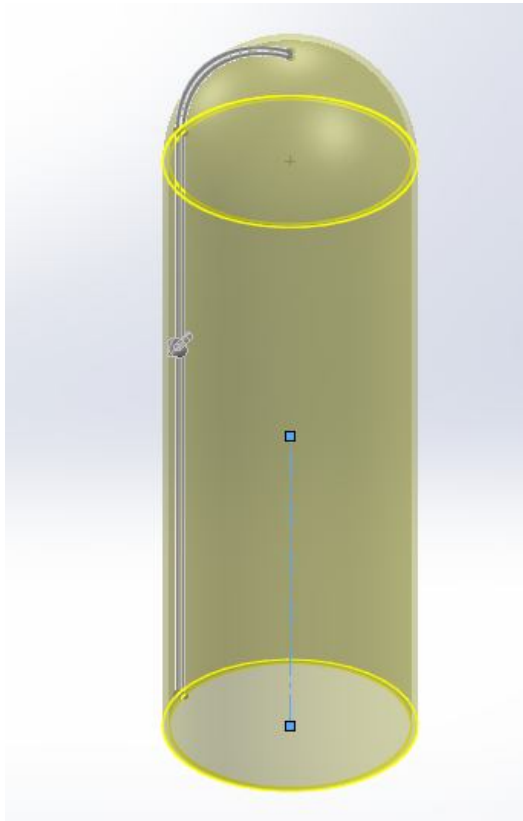
Εικόνα 5.34: Φωτορεαλιστική απεικόνιση αυλοφόρας πλάκας



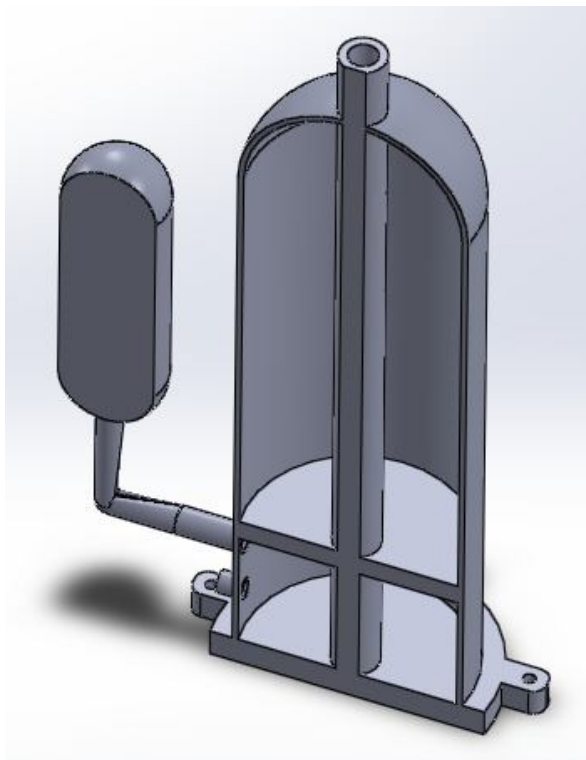
Εικόνα 5.35: Φωτορεαλιστική απεικόνιση συμπυκνωτή σε τομή



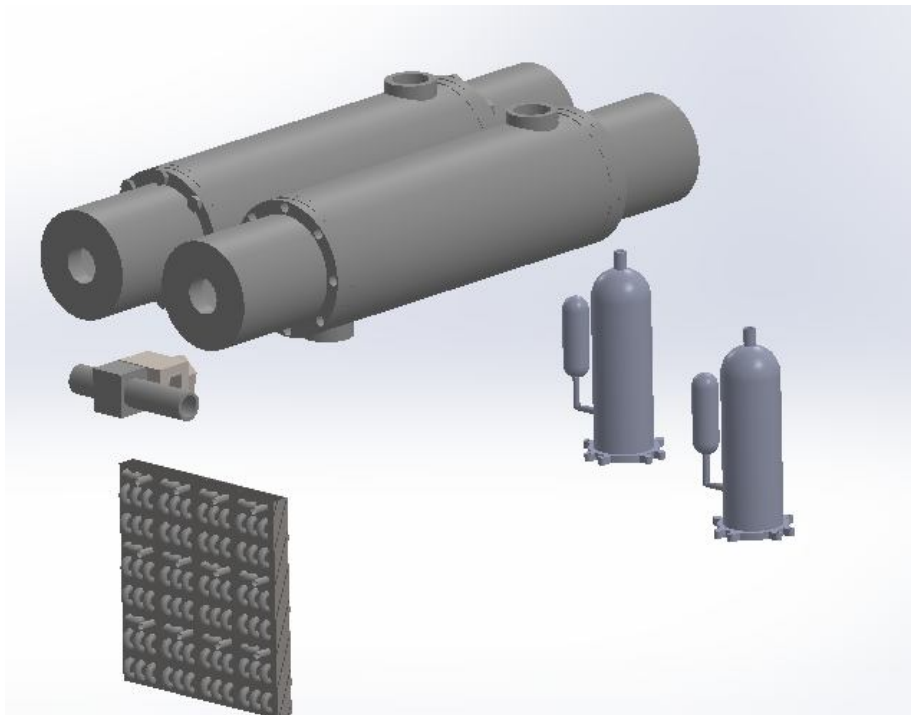
Εικόνα 5.36: Φωτορεαλιστική απεικόνιση αυλών συμπυκνωτή σε τομή



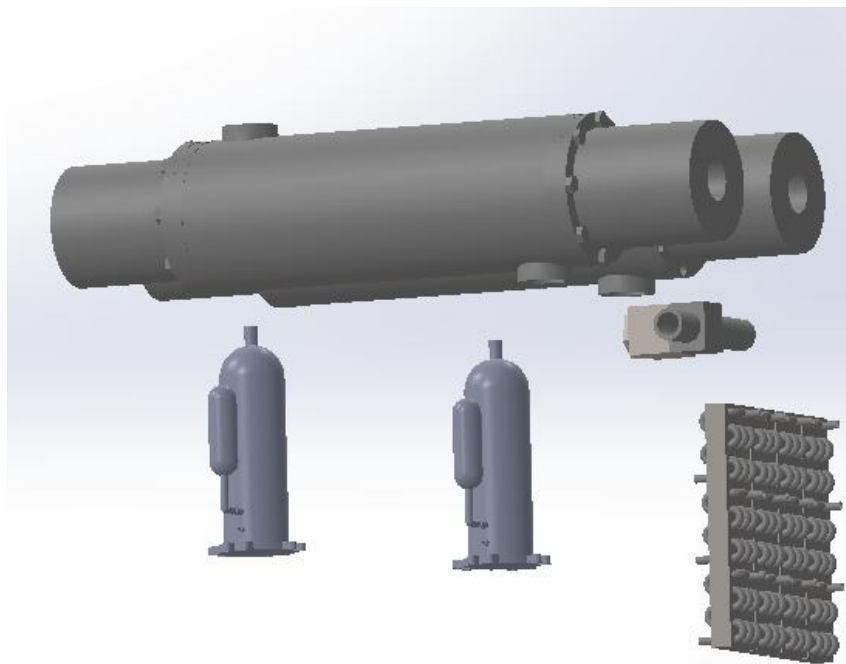
Εικόνα 5.37: Δημιουργία Συμπιεστή σε τρισδιάστατο λογισμικό



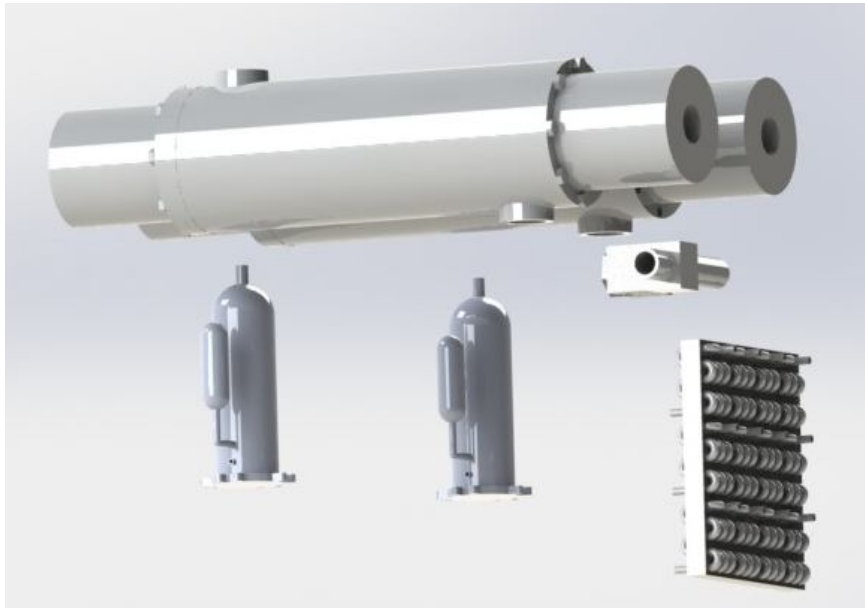
Εικόνα 5.38: Τομή Συμπιεστή σε τρισδιάστατο λογισμικό



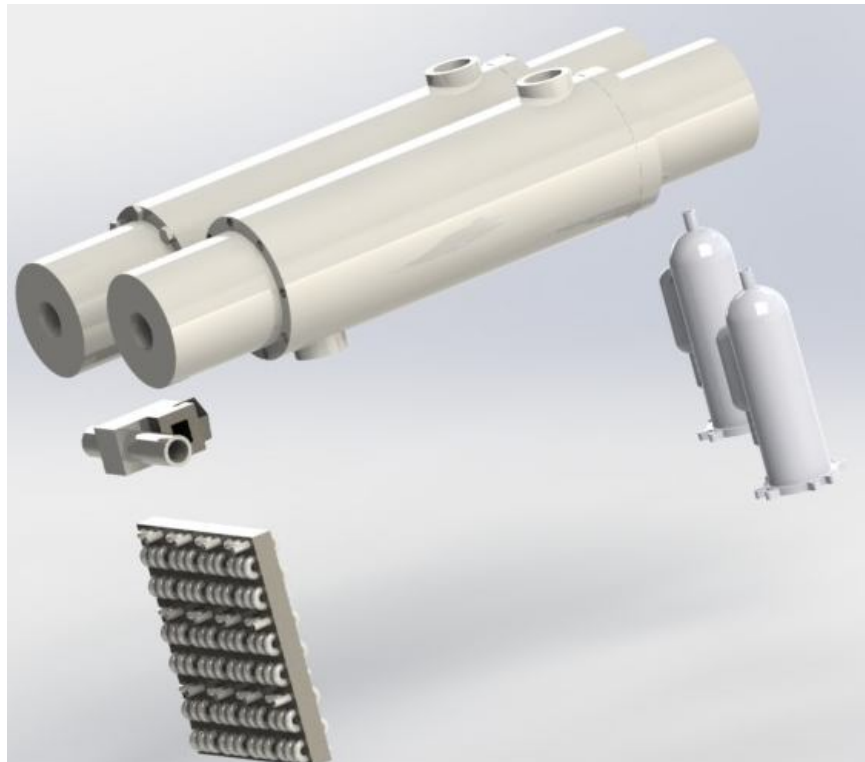
Εικόνα 5.39: Συναρμολογημένη διάταξη συστήματος ψύξης. Όψη 1



Εικόνα 5.40: Συναρμολογημένη διάταξη συστήματος ψύξης. Όψη 2



Εικόνα 5.41: Φωτορεαλιστική απεικόνιση συστήματος ψύξης



Εικόνα 5.42: Φωτορεαλιστική απεικόνιση συστήματος ψύξης

Επίλογος – Συμπεράσματα

Σκοπός της εργασίας είναι η χρησιμοποίηση του προγράμματος για την τελική πιστή αντιγραφή του συστήματος ψύξης κυκλώματος ψυκτικής εγκατάστασης ψυγείων τροφίμων. Τα διάφορα κομμάτια σχεδιάστηκαν ώστε να υπάρχει η δυνατότητα συναρμολόγησης και αποσυναρμολόγησής τους με αποτέλεσμα την καλύτερη παρουσίαση στο μάθημα ψυκτικές εγκαταστάσεις (εποπτικό μέσο).

Μία ακόμα σημαντική δυνατότητα του προγράμματος είναι ότι μπορεί και εξάγει το τελικό σχέδιο σε animation. Η σχεδίαση γίνεται σε CAD απ' το οποίο το τελικό σχέδιο μπορεί να εισαχθεί και σε πρόγραμμα CAM και να προκύψει ο G και M της μηχανής κώδικας βάσει του οποίου θα υλοποιηθεί σε αυτόματο C.N.C.

Τελικός σκοπός για τα δοκίμια είναι να κατασκευαστούν με την ελαχιστοποίηση του κόστους τους (οικονομικό – χρονικό) καθώς και την επαναληψιμότητάς τους.

Το πλέον χρήσιμο είναι επίσης (που προσφέρεται από ένα τέτοιου είδους λογισμικού) είναι η κατασκευή των δοκιμίων με την εξαγωγή κώδικα με την βοήθεια της προσομοίωσης για τον μηδενισμό των λαθών που τυχόν θα εμφανιστούν κατά την κατεργασία.

Βιβλιογραφία

1. Βιβλίο ψυκτικών και κλιματιστικών εγκαταστάσεων (Ευαγγέλου Κανακάκη) Έ εξαμήνου Ακαδημίας Εμπορικού Ναυτικού
2. www.eaparts.gr
3. www.frigo.hellas.gr
4. www.google.com
5. http://www.solidworks.com/sw/education/SDL_form.html (Solidworks Demo)

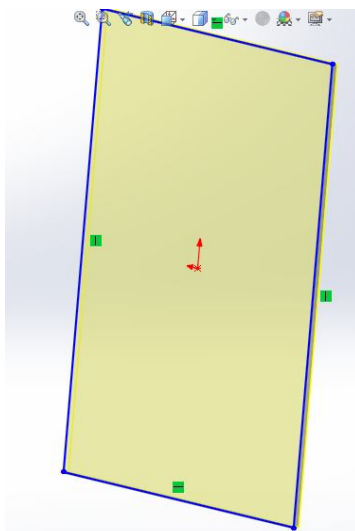
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Εντολές που χρησιμοποιήθηκαν στο πρόγραμμα Solidworks:

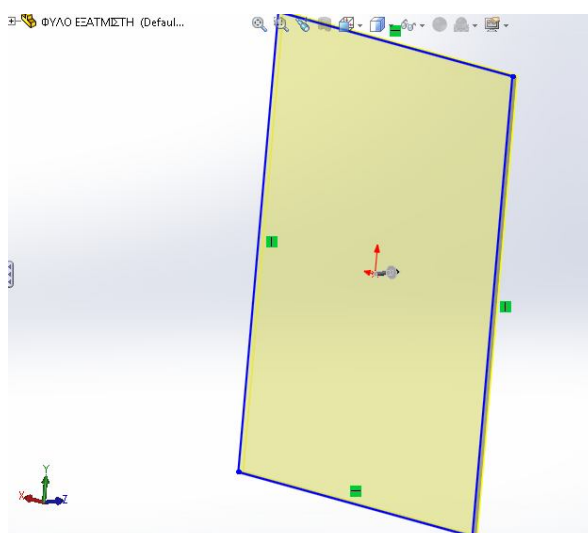
Τρισδιάστατη σχεδίαση και ενοποίηση των εξαρτημάτων

- **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

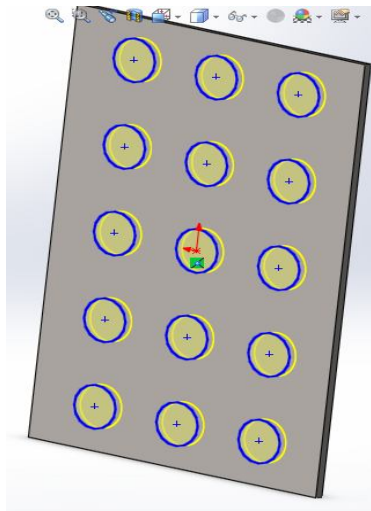
Σχεδίαση Φύλλου Εξατμιστή



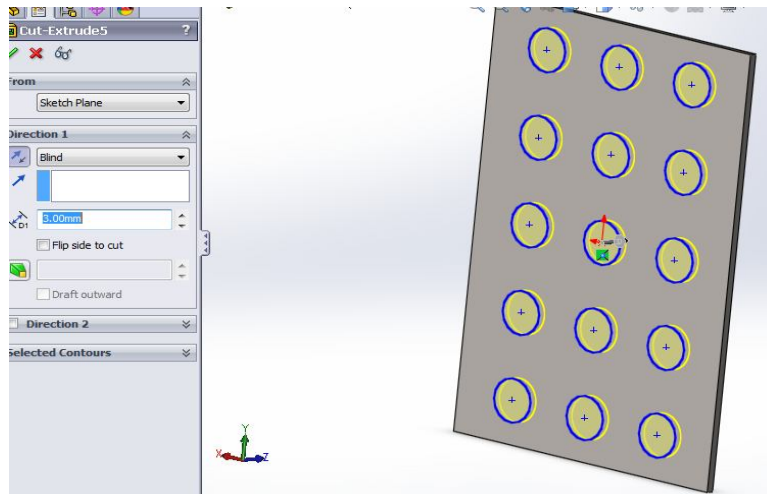
Εικόνα Π.1: Δημιουργία ορθογωνίου στο επίπεδο



Εικόνα Π.2: Δημιουργία στερεού με τη βοήθεια της εντολής εξώθησης

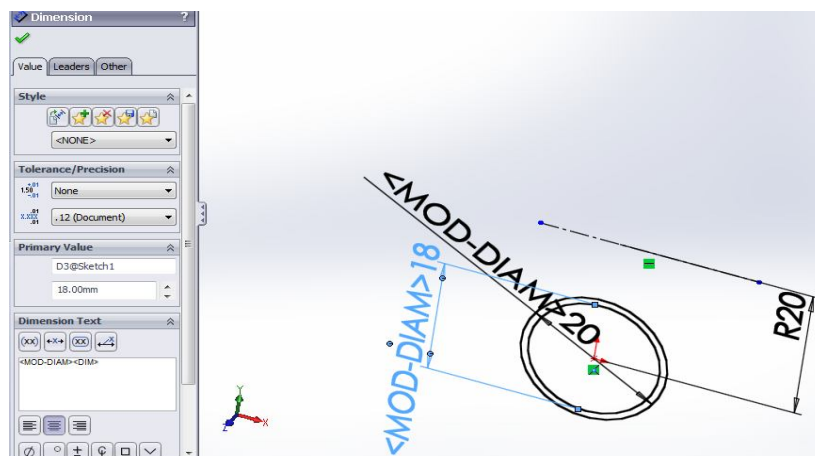


Εικόνα Π.3: Δημιουργία κύκλων στο επίπεδο

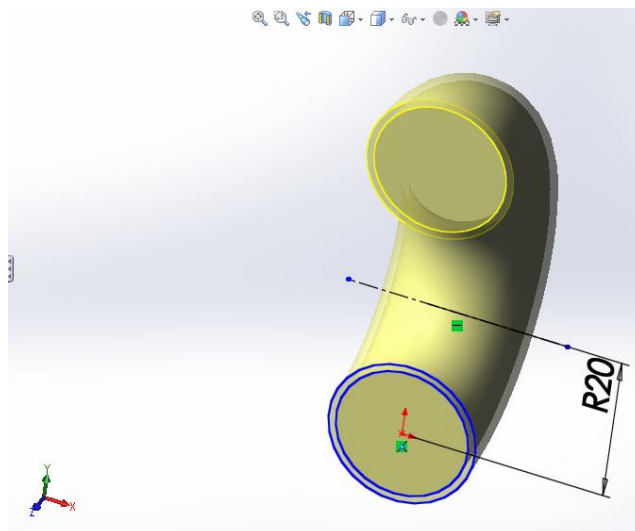


Εικόνα Π.4: : Δημιουργία οπών με τη βοήθεια της εντολής κοπής εξώθησης

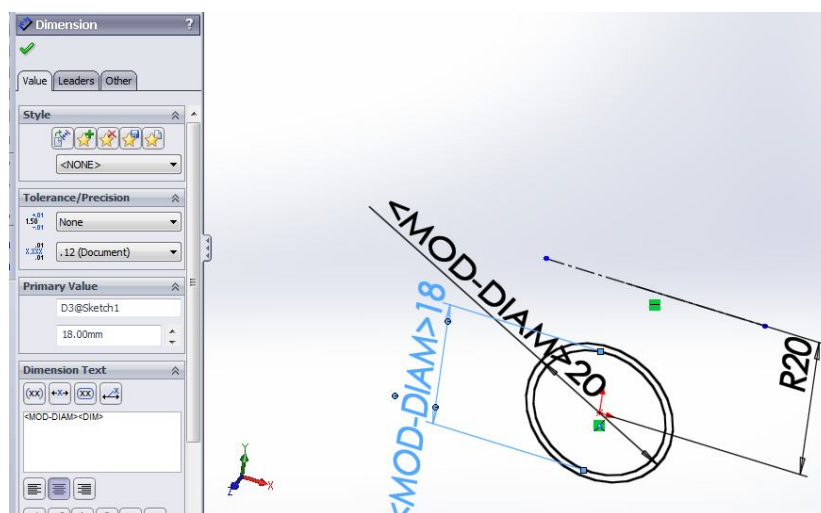
Σχεδίαση Part 3



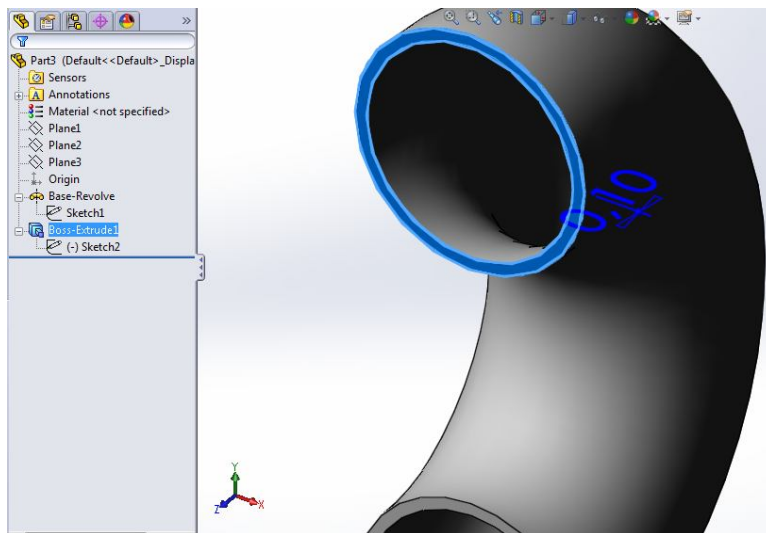
Εικόνα Π.5: : Δημιουργία κύκλων στο επίπεδο



Εικόνα Π.6 : Δημιουργία τρισδιάστατου σωλήνα στο χώρο με τη βοήθεια της εντολής περιστρεφόμενη οντότητα

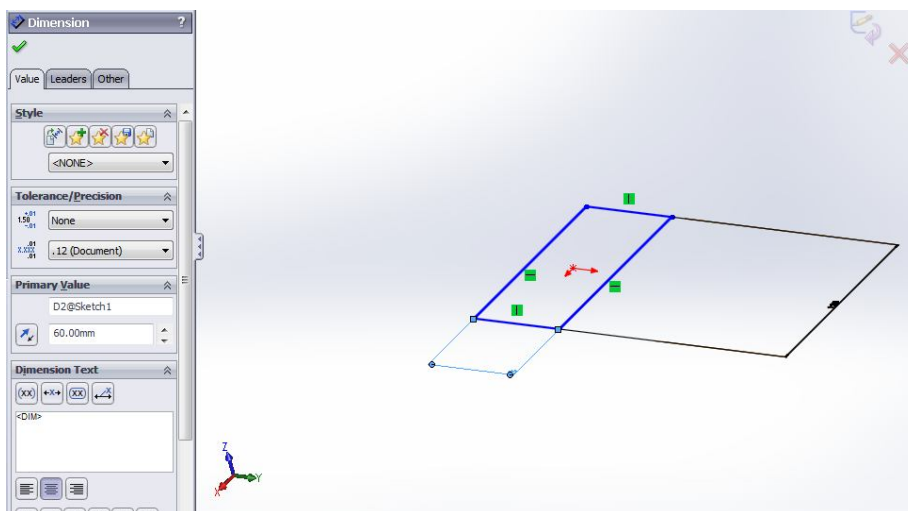


Εικόνα Π.7 : Δημιουργία νέων κύκλων στο επίπεδο

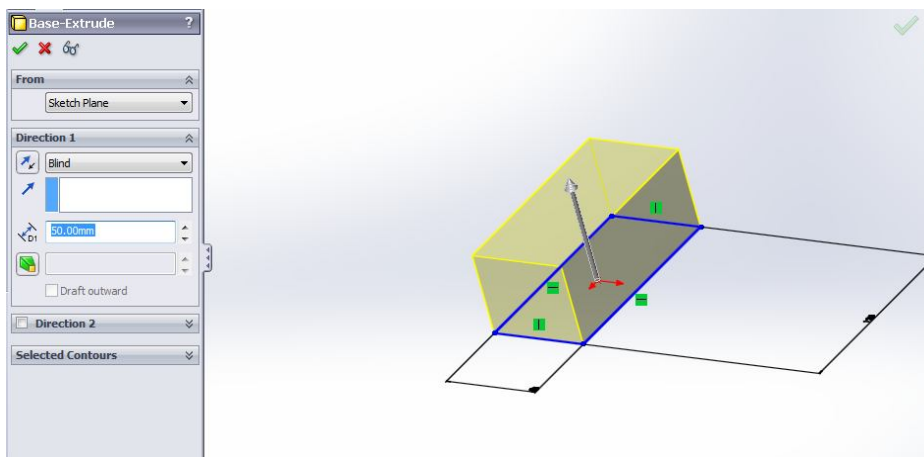


Εικόνα Π.8 : Δημιουργία μικρής ευθύγραμμης σωλήνωσης στο χώρο

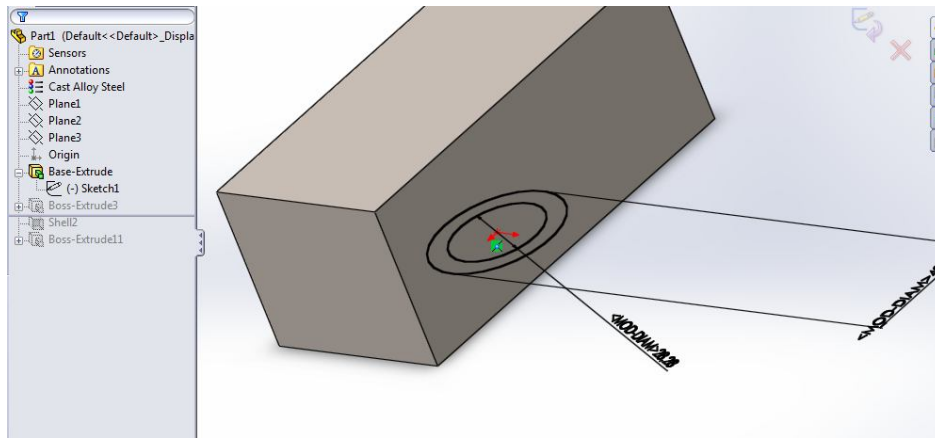
Σχεδίαση Part1



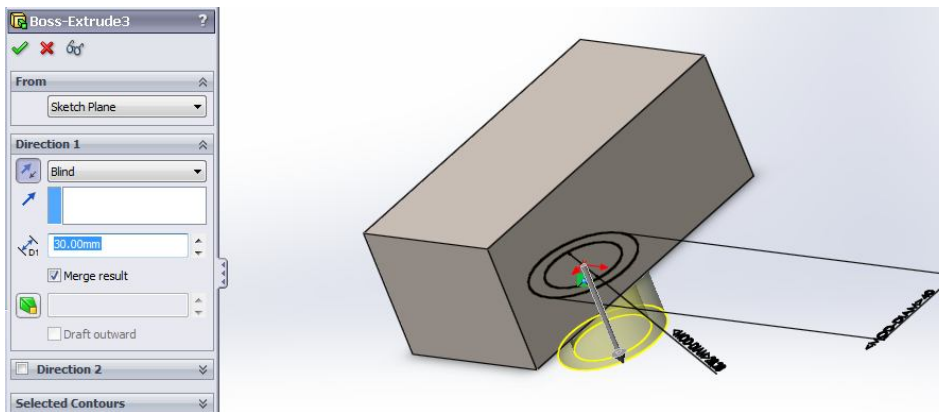
Εικόνα Π.9: Δημιουργία ορθογωνίου στο επίπεδο



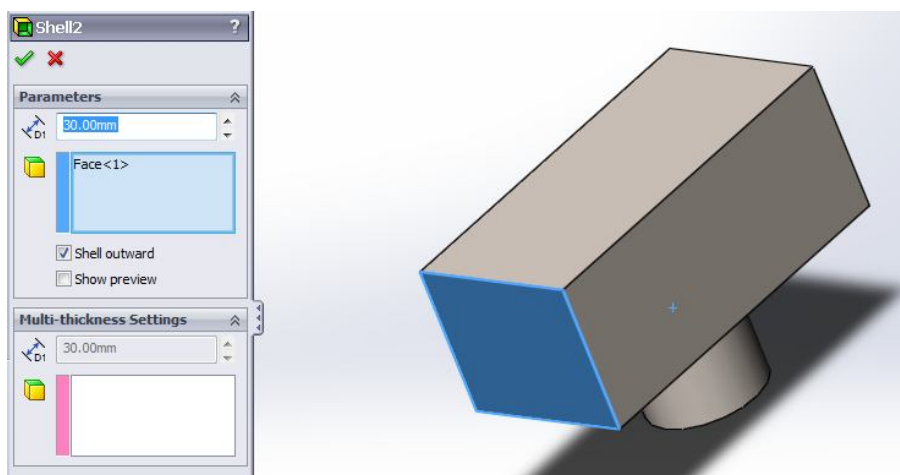
Εικόνα Π.10: Δημιουργία ορθογωνίου στο χώρο με τη βοήθεια της εντολής εξώθησης



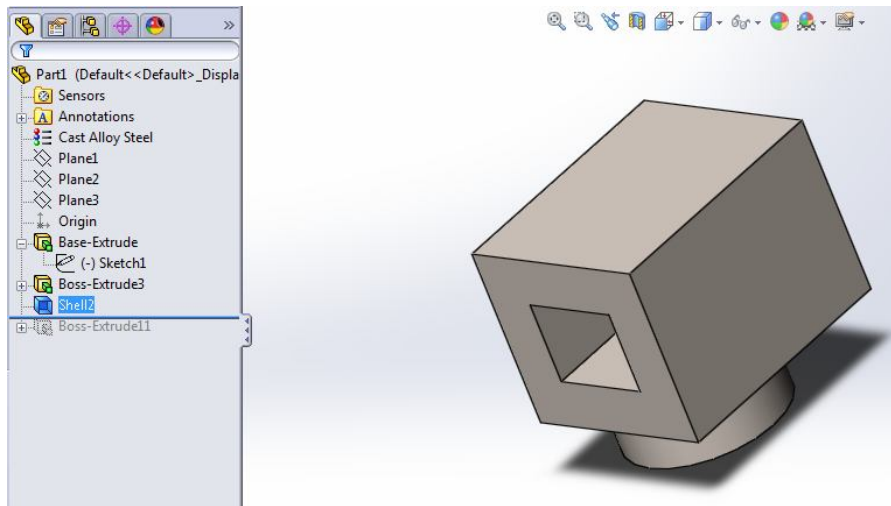
Εικόνα Π.11: : Δημιουργία κύκλων στο επίπεδο



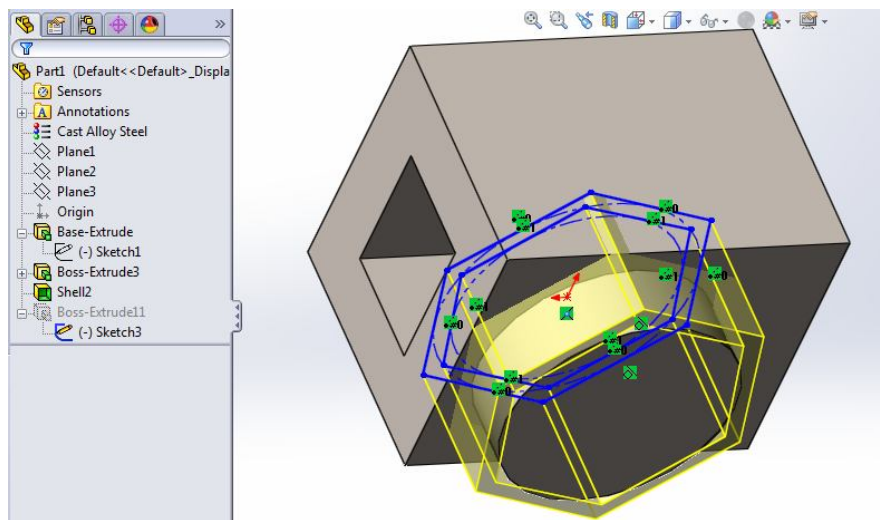
Εικόνα Π.12: : Δημιουργία μικρής ευθύγραμμης σωλήνωσης στο χώρο



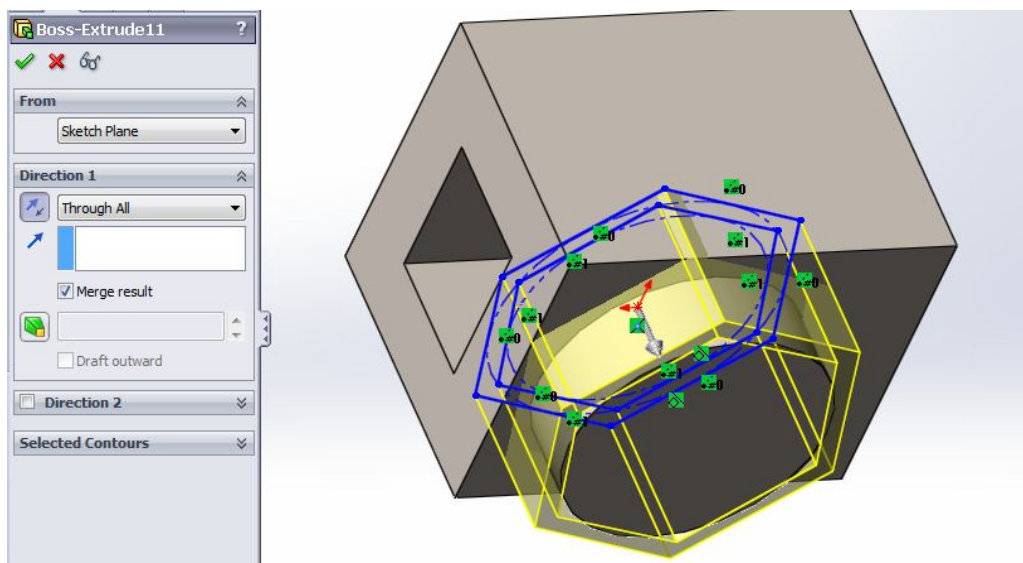
Εικόνα Π.13: : Σχεδιασμός τετραγώνου με τελικό σκοπό την αφαίρεση από το στερεό



Εικόνα Π.14: Τελικό σχήμα μετά από την αφαίρεση

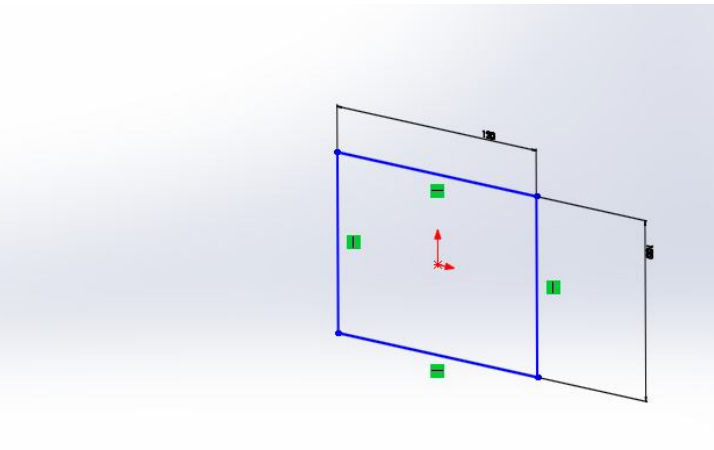
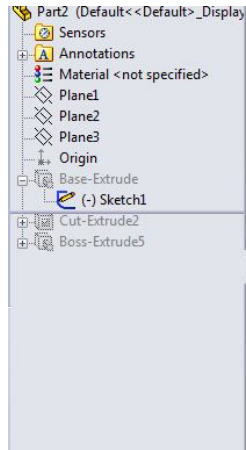


Εικόνα Π.15: Δημιουργία εξαγώνου

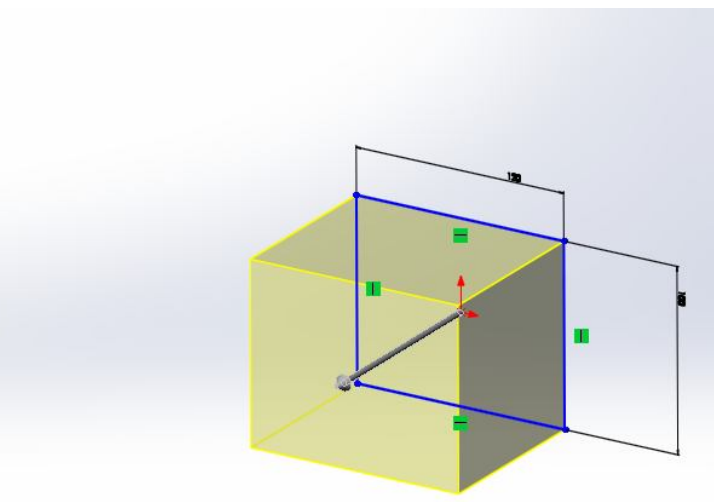
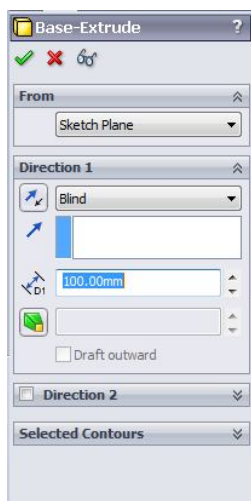


Εικόνα Π.16: Δημιουργία τρισδιάστατου εξαγώνου

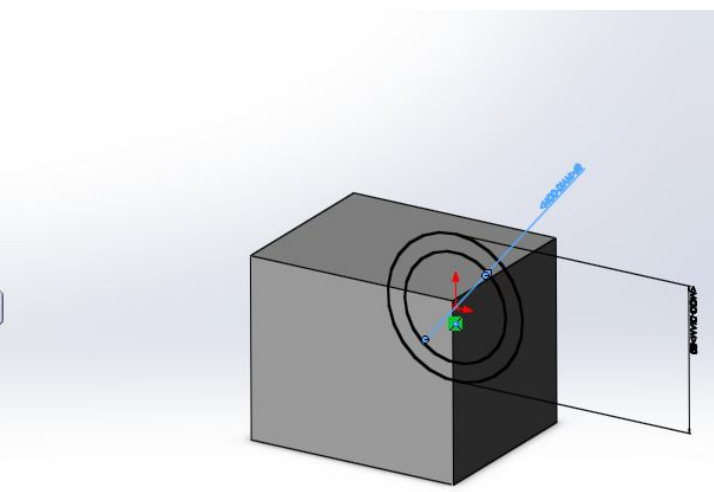
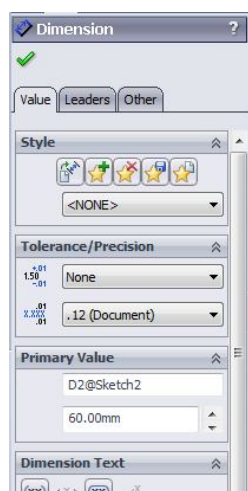
Σχεδίαση Part 2



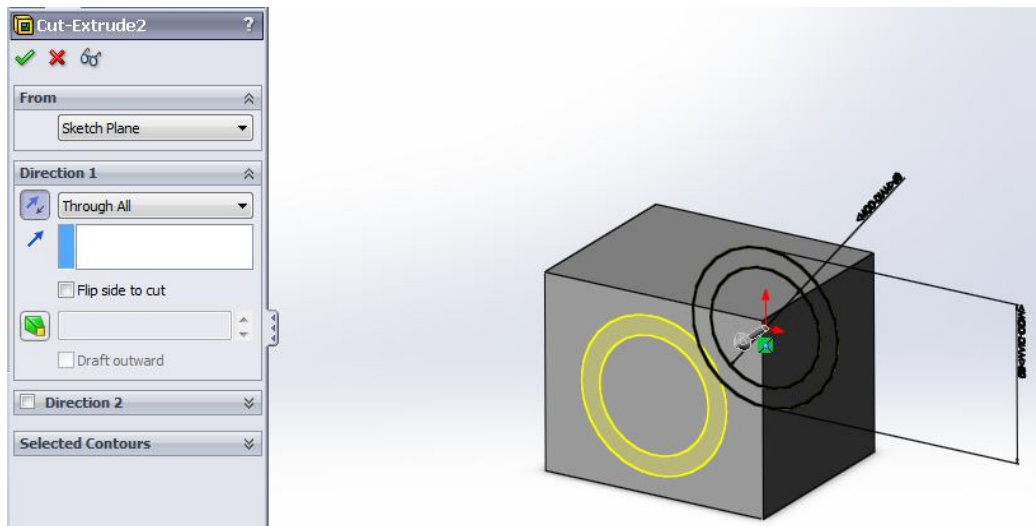
Εικόνα Π.17: Δημιουργία ορθογωνίου στο επίπεδο



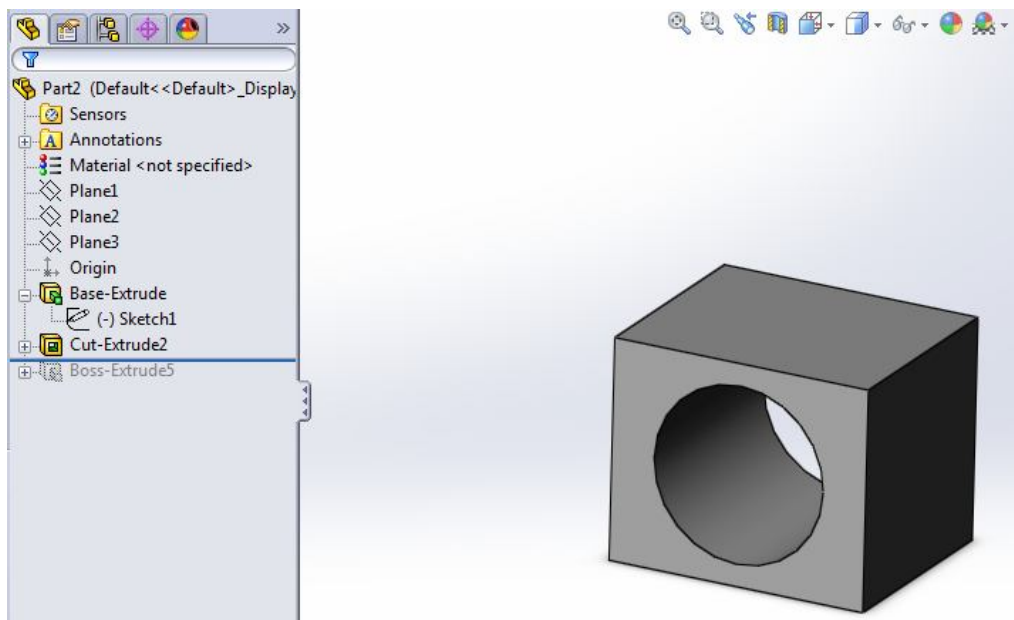
Εικόνα Π.18: Δημιουργία ορθογωνίου στο χώρο με τη βοήθεια της εντολής εξώθησης



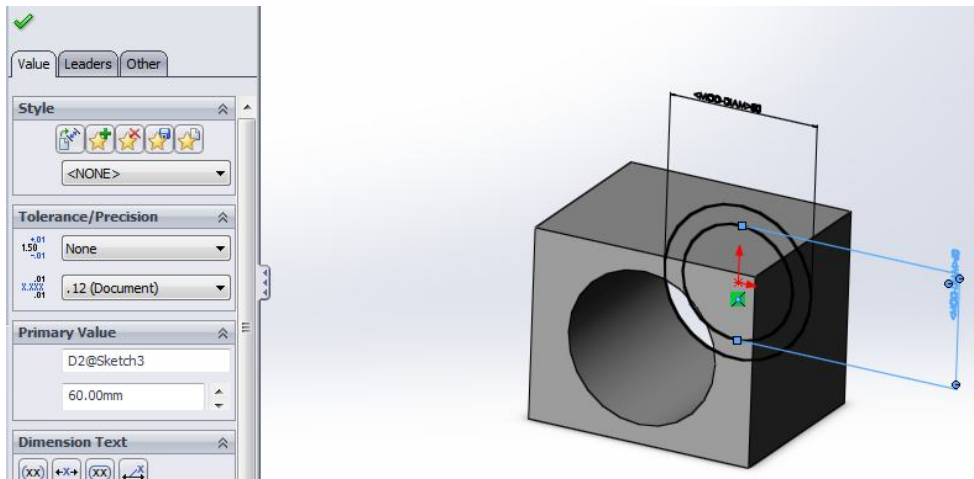
Εικόνα Π.19: : Δημιουργία κύκλων στο επίπεδο



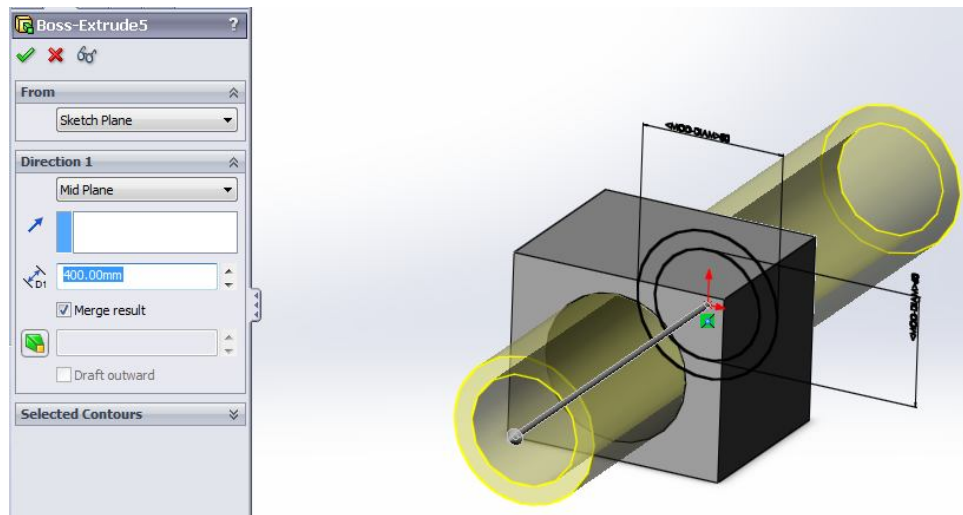
Εικόνα Π.20: : Δημιουργία οπής στο ορθογώνιο με τη βοήθεια της εντολής αφαίρεση υλικού



Εικόνα Π.21: : Τελικό αποτέλεσμα μετά την αφαίρεση

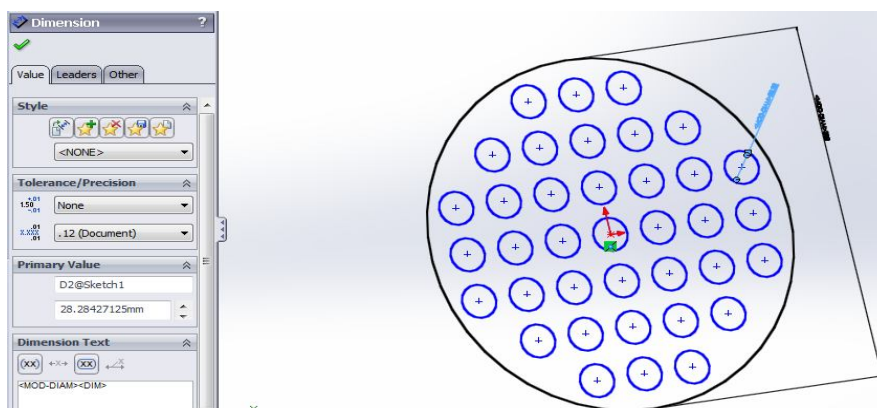


Εικόνα Π.22: : Δημιουργία κύκλων στο επίπεδο

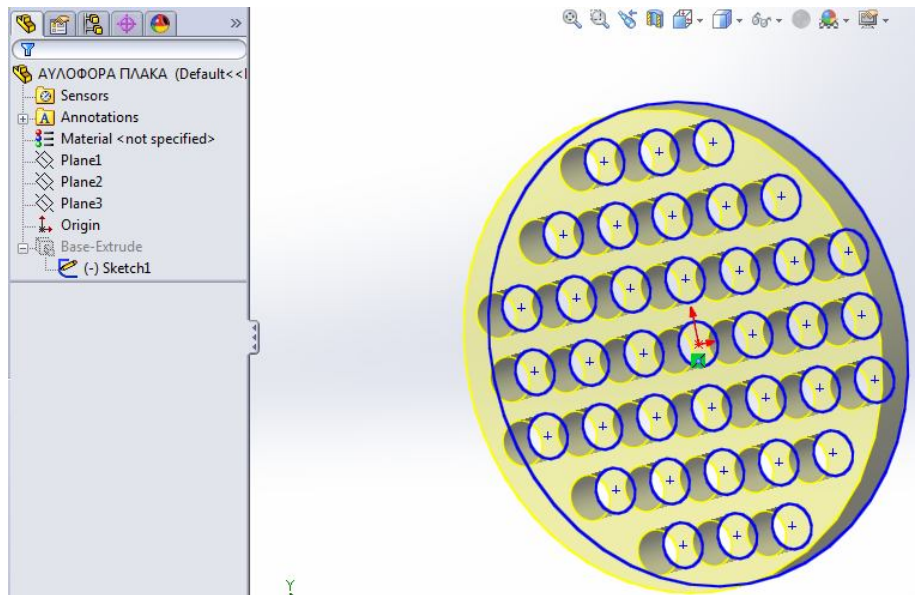


Εικόνα Π.23: : Δημιουργία σωλήνωσης με τη βοήθεια της εντολής εξώθηση

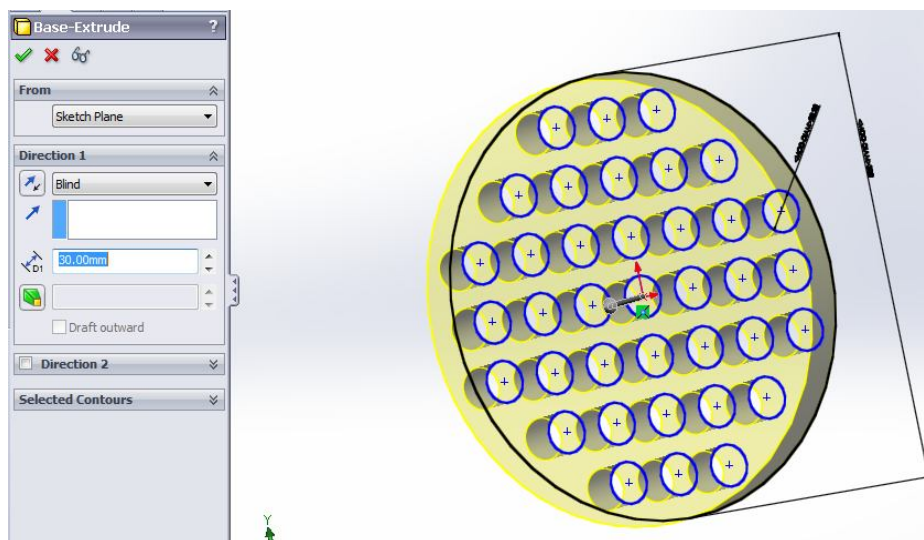
Σχεδιασμός αυλοφόρας πλάκας



Εικόνα Π.24: : Δημιουργία κύκλων στο επίπεδο για το σχηματισμό της πλάκας

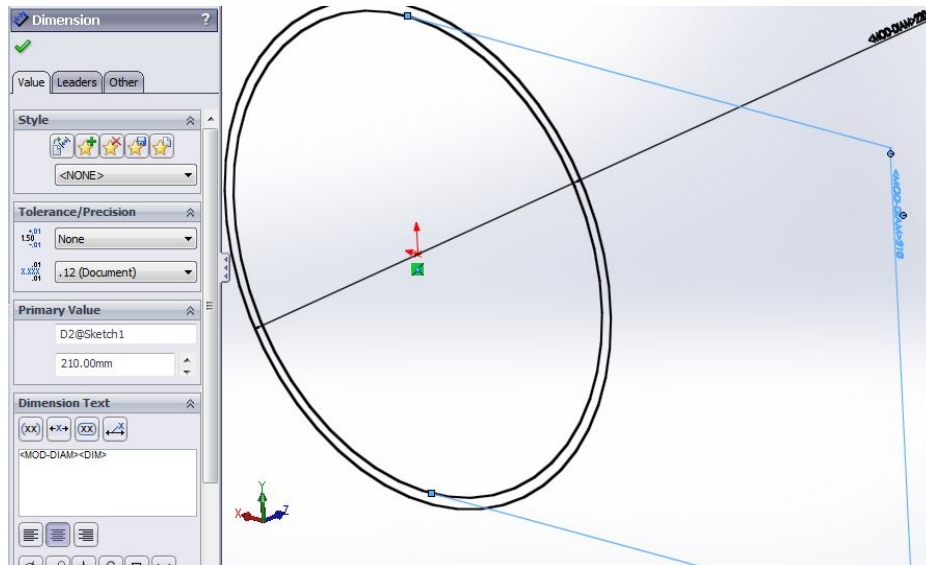


Εικόνα Π.25: Δημιουργία τρισδιάστατης οντότητας πλάκας

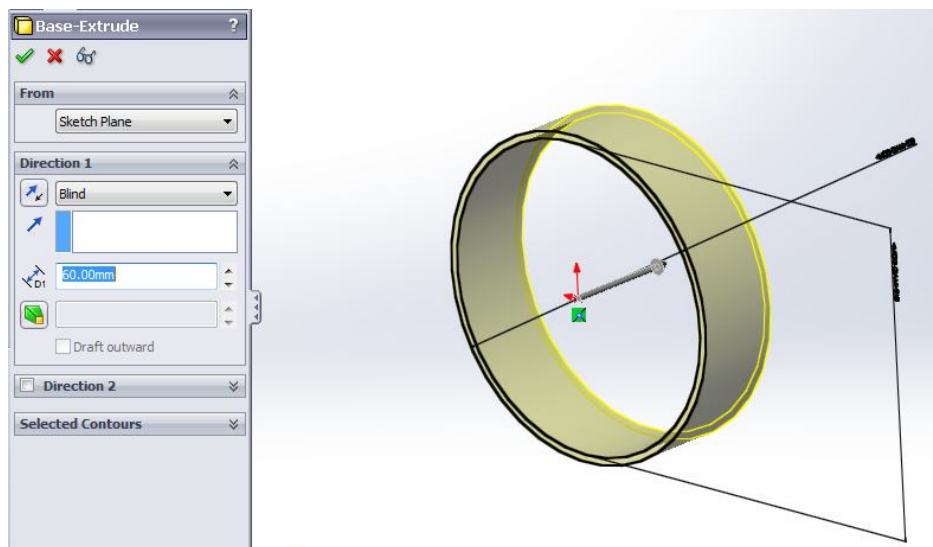


Εικόνα Π.26: Δημιουργία τρισδιάστατης οντότητας πλάκας με πάχος 30mm

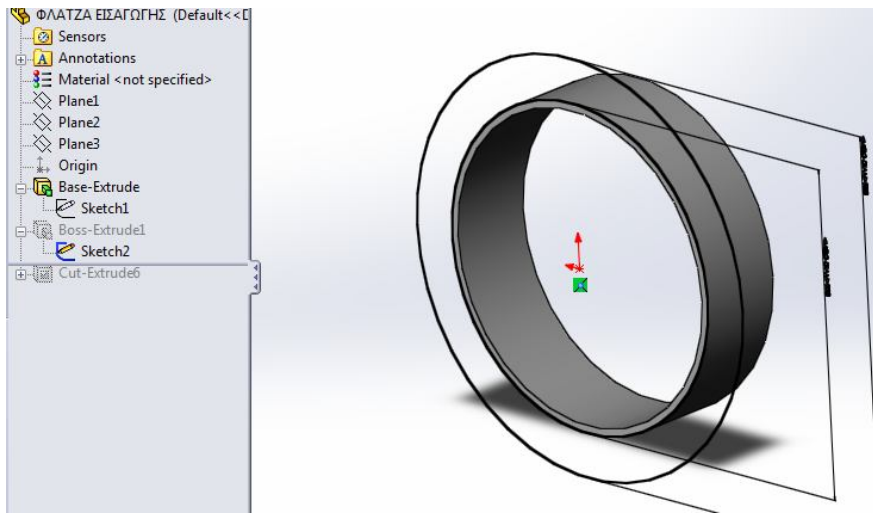
Σχεδιασμός πλάκας εισαγωγής



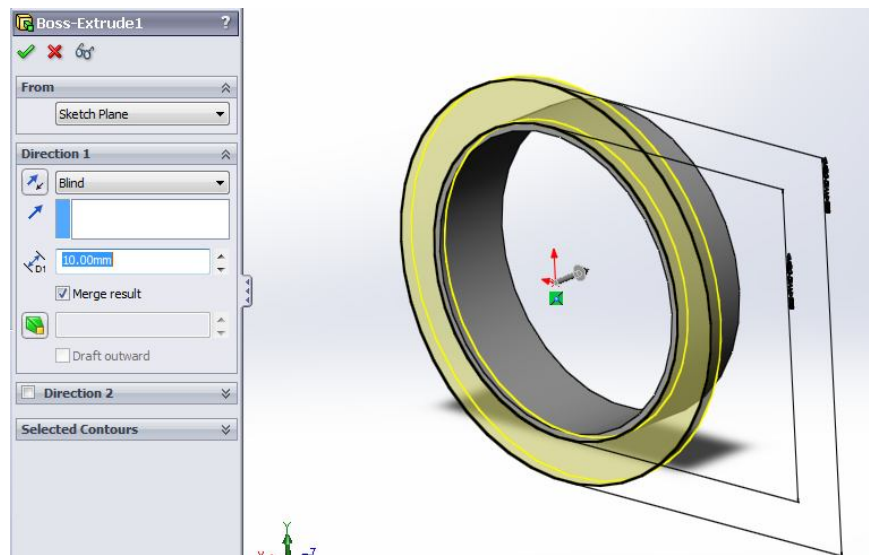
Εικόνα Π.27: Δημιουργία κύκλων στο επίπεδο



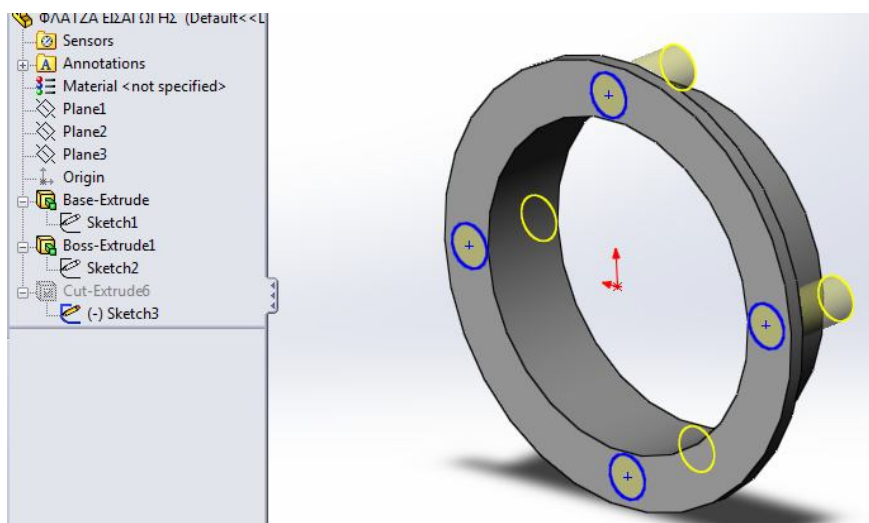
Εικόνα Π.28: Δημιουργία τρισδιάστατης οντότητας (σωλήνωσης)



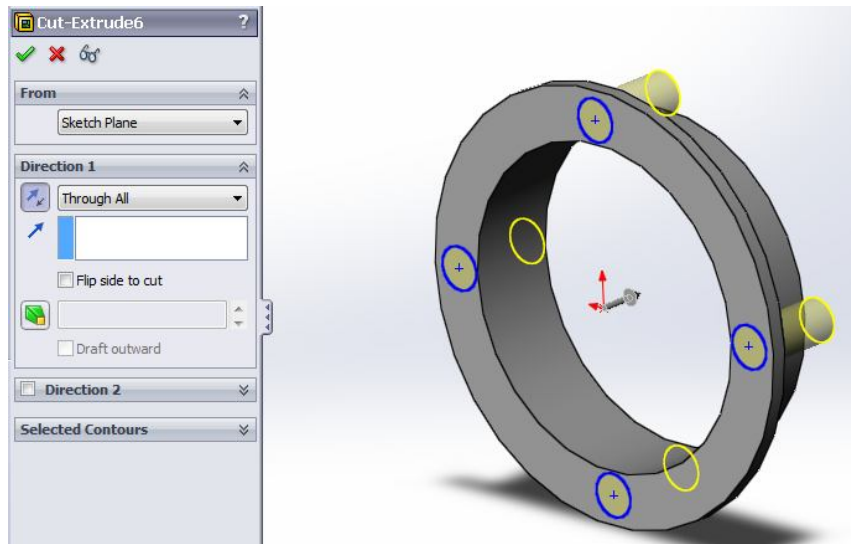
Εικόνα Π.29: Δημιουργία νέων κύκλων στο επίπεδο



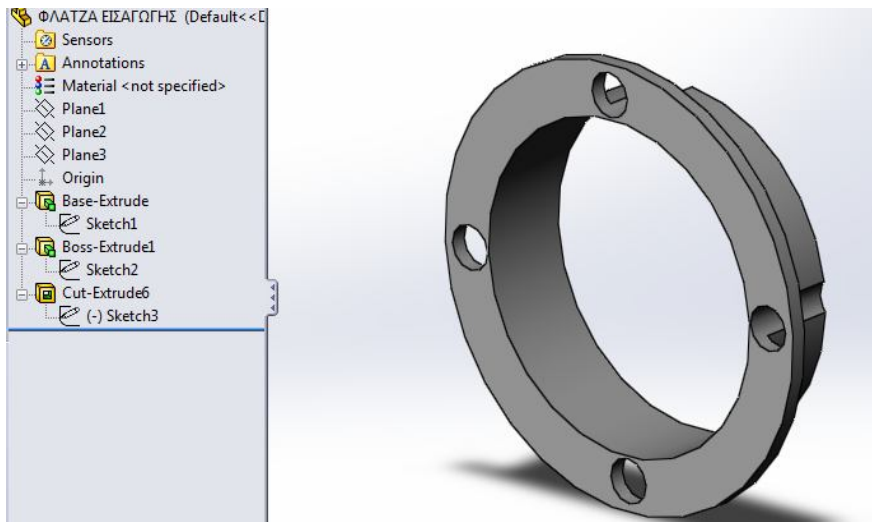
Εικόνα Π.30: Δημιουργία τρισδιάστατης οντότητας φλάντζας



Εικόνα Π.31: Δημιουργία οπών φλάντζας

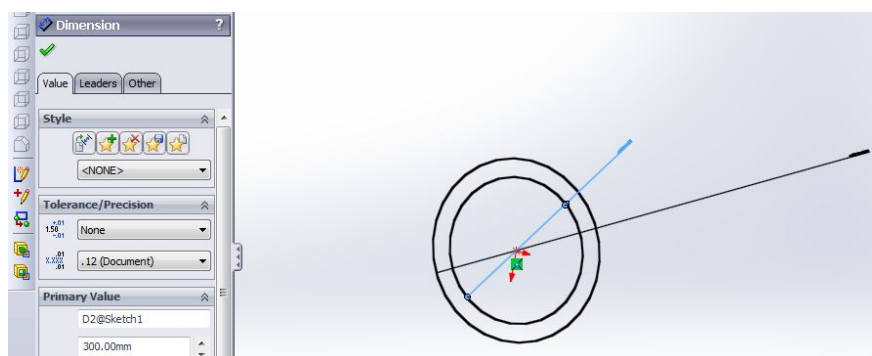


Εικόνα Π.32: Δημιουργία οπών φλάντζας με τη χρησιμοποίηση της εντολής αφαίρεση υλικού

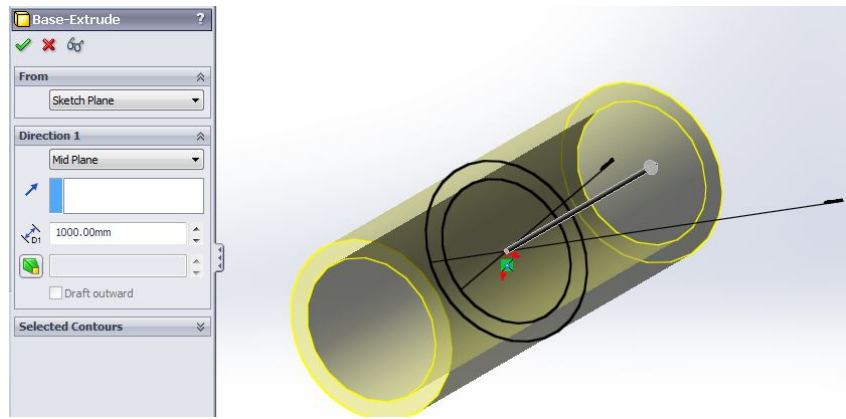


Εικόνα Π.33: Τελικό αποτέλεσμα σχεδιασμού

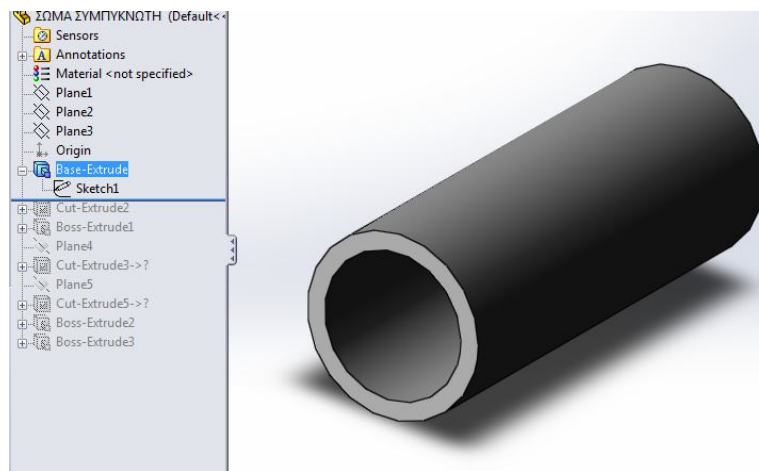
Σχεδιασμός φύλλου συμπυκνωτή



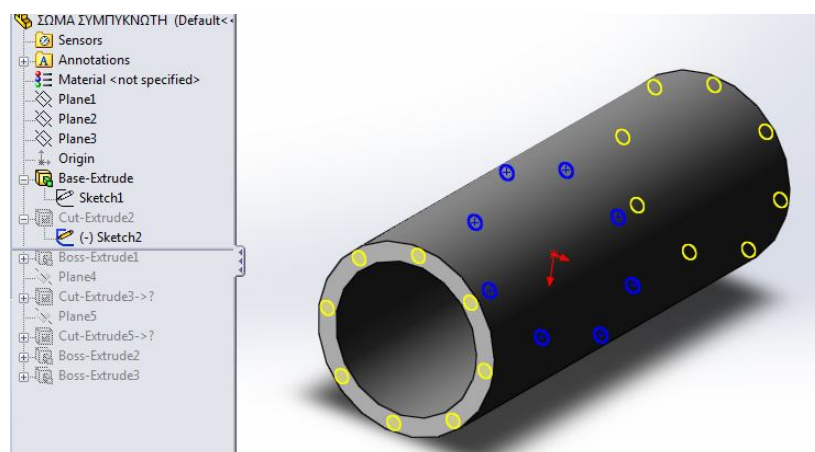
Εικόνα Π.34: : Δημιουργία νέων κύκλων στο επίπεδο



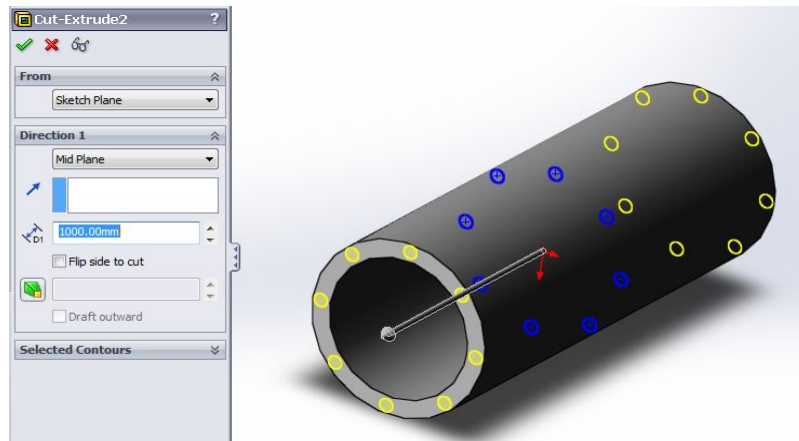
Εικόνα Π.35: Δημιουργία ευθύγραμμης σωλήνωσης στο χώρο με την εντολή εξώθηση



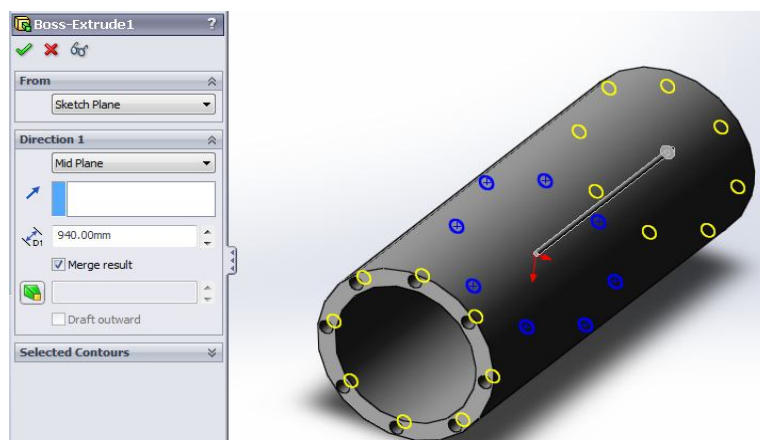
Εικόνα Π.36: Τελικό αποτέλεσμα σωλήνα



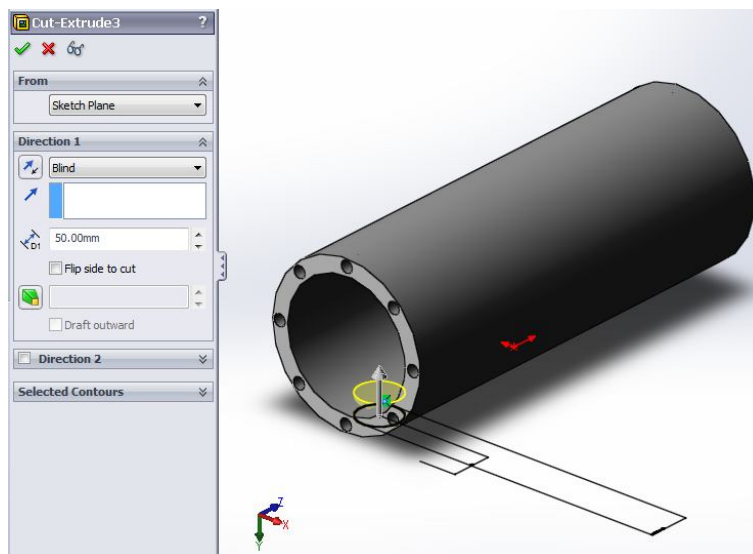
Εικόνα Π.37: Δημιουργία οπών με τη χρησιμοποίηση της εντολής αφαίρεση υλικού



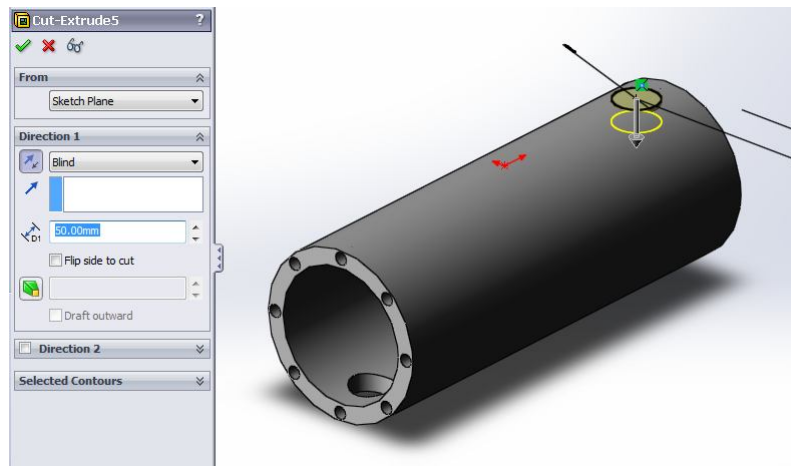
Εικόνα Π.38: Δημιουργία οπών φλάντζας με τη χρησιμοποίηση της εντολής αφαίρεση υλικού (αφαίρεση όλου του υλικού)



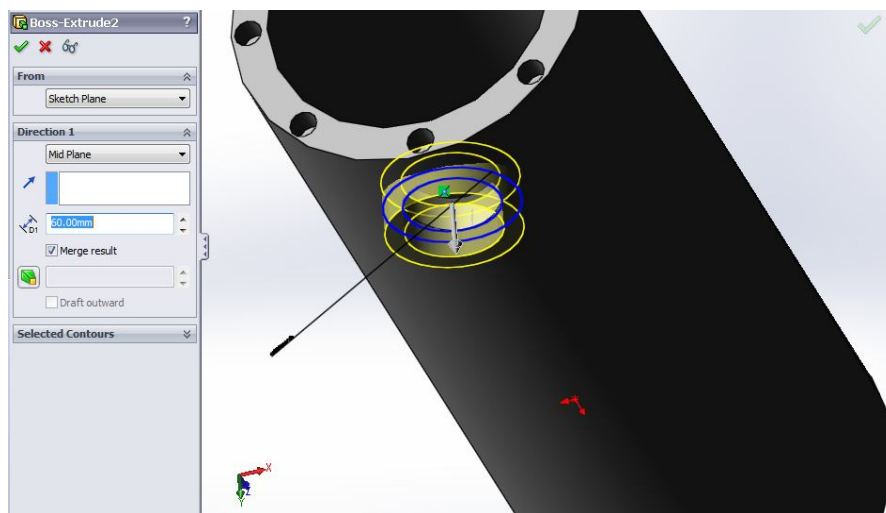
Εικόνα Π.39: Δημιουργία οπών φλάντζας με τη χρησιμοποίηση της εντολής αφαίρεση υλικού (αφαίρεση όλου του υλικού και προς τις δυο κατευθύνσεις)



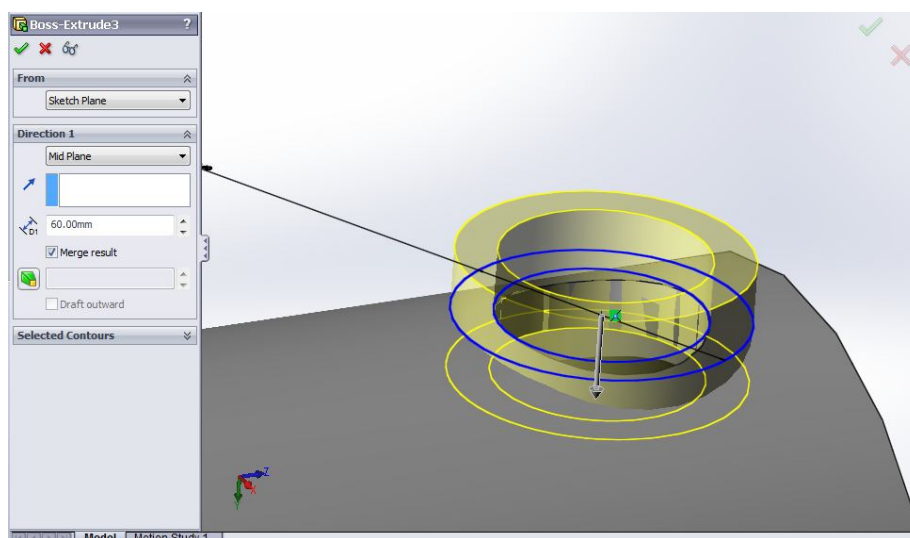
Εικόνα Π.40: Δημιουργία οπής όδευσης με τη χρησιμοποίηση της εντολής αφαίρεση υλικού



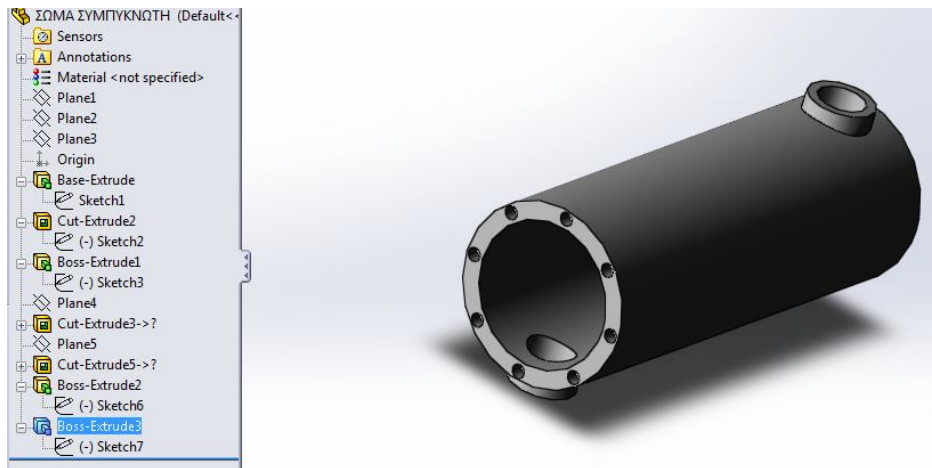
Εικόνα Π.41: Δημιουργία οπής όδευσης με τη χρησιμοποίηση της εντολής αφαίρεση υλικού



Εικόνα Π.42: Δημιουργία τρισδιάστατου σωλήνα στο χώρο με τη βοήθεια της εντολής εξώθηση

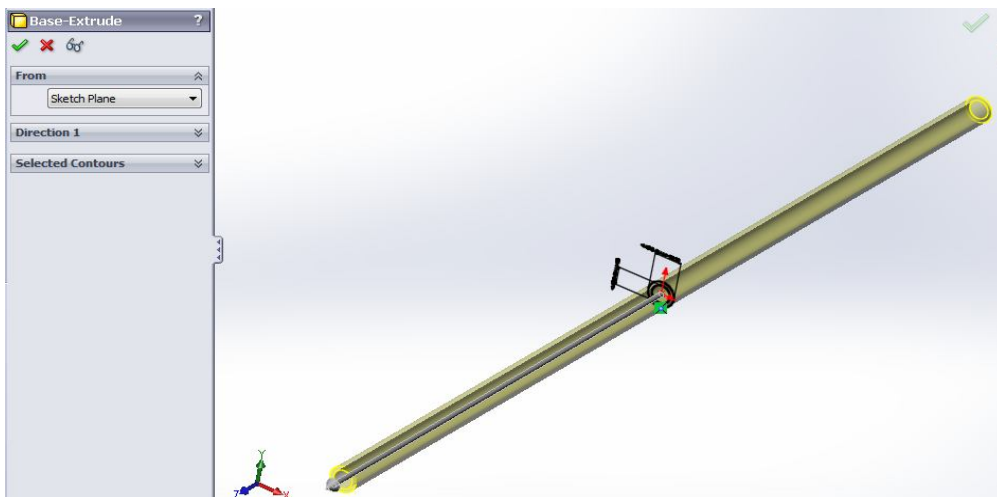


Εικόνα Π.43: Δημιουργία τρισδιάστατου σωλήνα στο χώρο με τη βοήθεια της εντολής εξώθηση

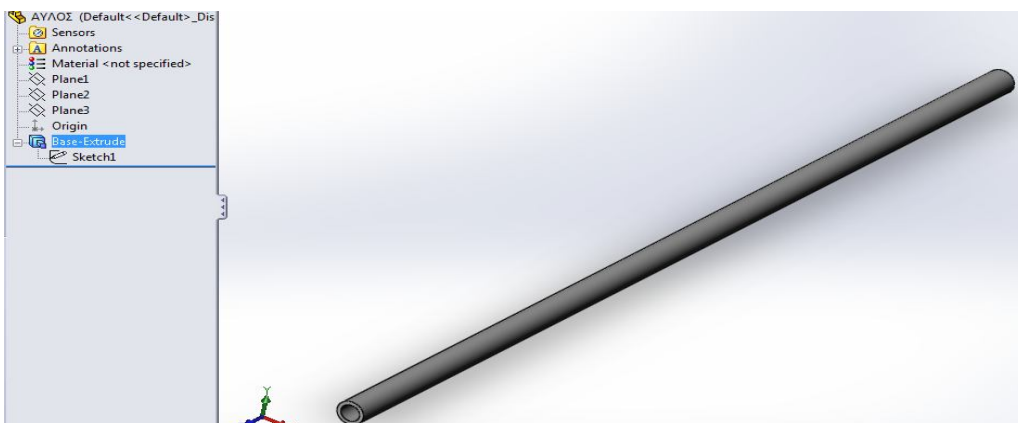


Εικόνα Π.44: Τελικό αποτέλεσμα τρισδιάστατης σχεδίασης

Σχεδιασμός αυλού

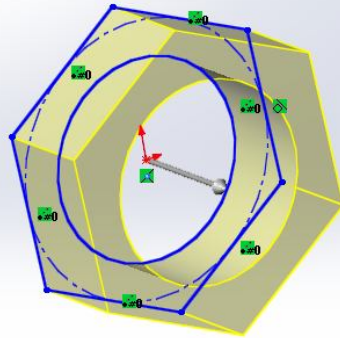


Εικόνα Π.45: Δημιουργία τρισδιάστατου σωλήνα στο χώρο με τη βοήθεια της εντολής εξώθηση

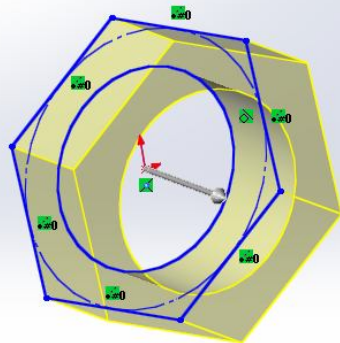
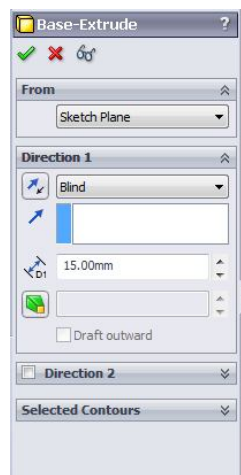


Εικόνα Π.46: Τελικό αποτέλεσμα τρισδιάστατης σχεδίασης

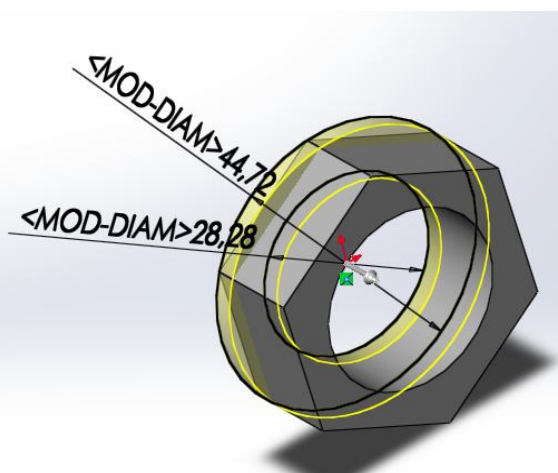
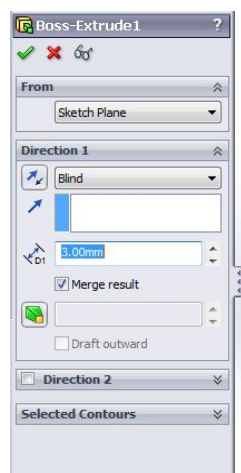
Σχεδιασμός παξιμαδιού



Εικόνα Π.47: Δημιουργία εξάγωνου και κύκλου στο επίπεδο

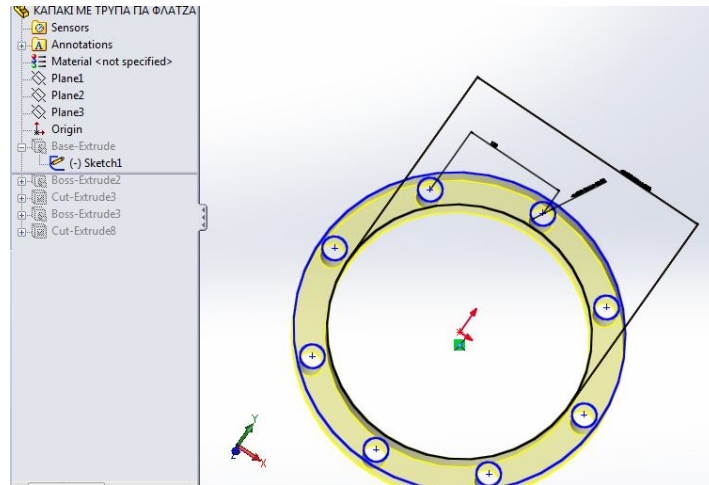


Εικόνα Π.48: Δημιουργία τρισδιάστατου εξάγωνου στο χώρο

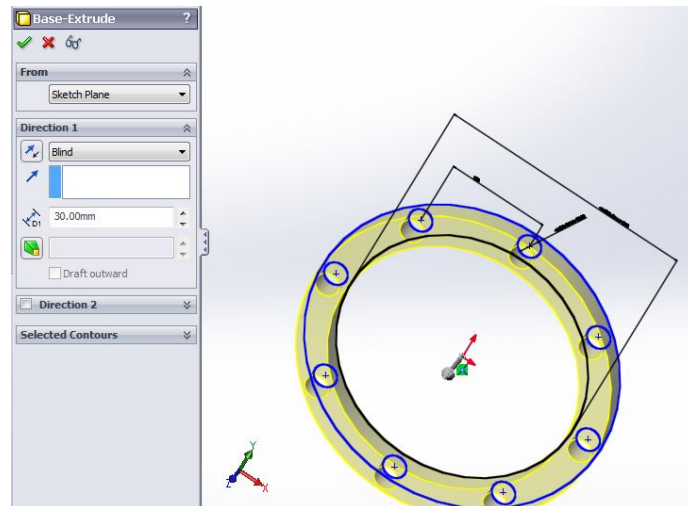


Εικόνα Π.49: Δημιουργία κύκλων στο επίπεδο και μικρής ροδέλας στο χώρο

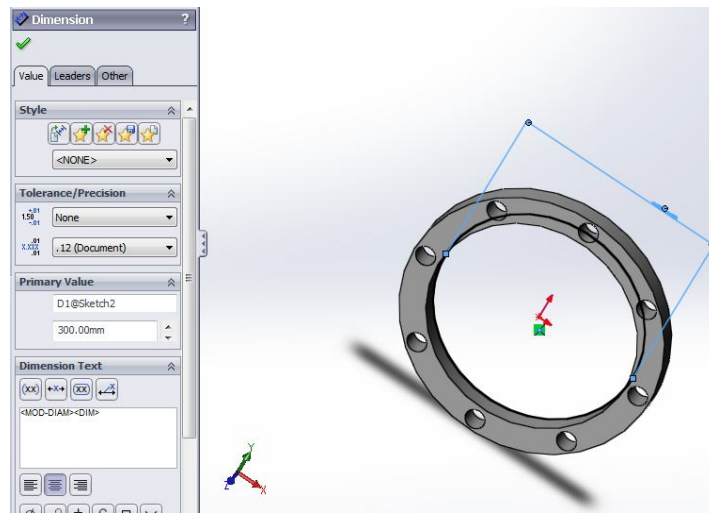
Σχεδιασμός καπακιού



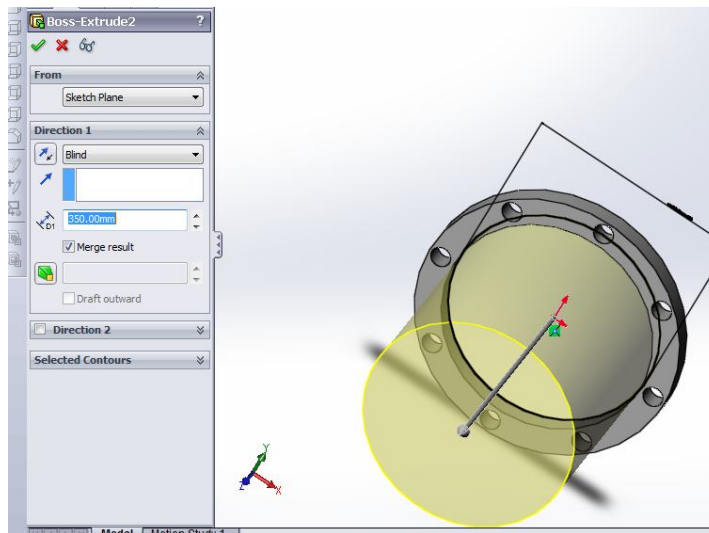
Εικόνα Π.50: Δημιουργία κύκλων στο επίπεδο



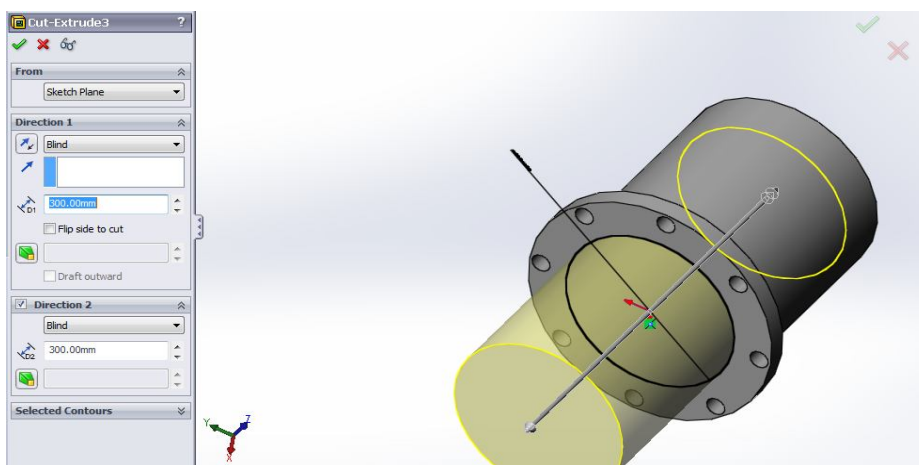
Εικόνα Π.51: Δημιουργία φλάντζας στο χώρο πάχους 30mm



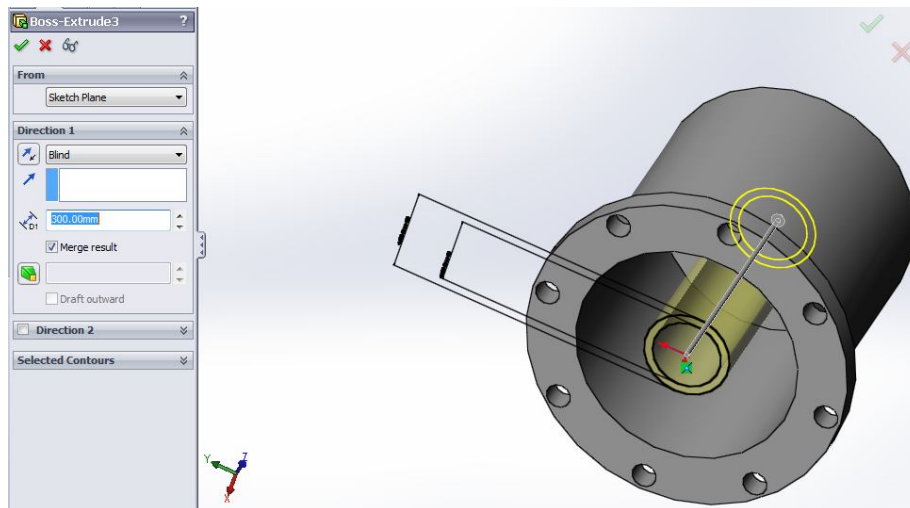
Εικόνα Π.52: Δημιουργία κύκλου στο επίπεδο



Εικόνα Π.53: Δημιουργία κυλίνδρου στο χώρο με τη βοήθεια της εντολής εξώθησης

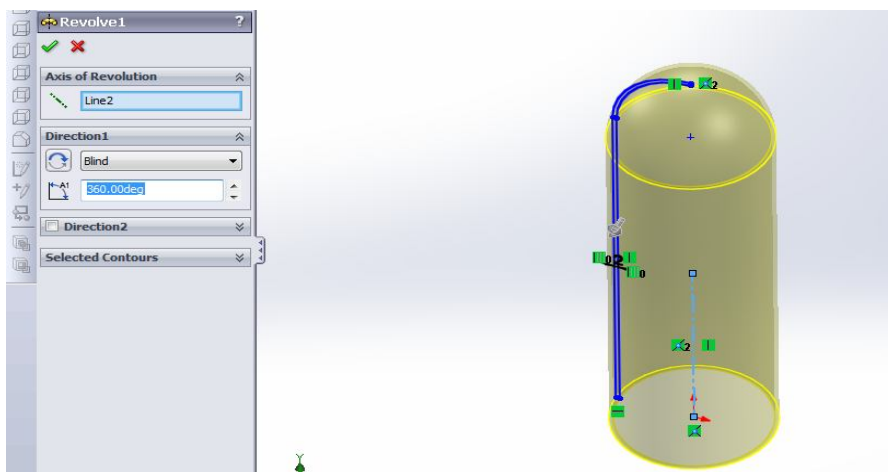


Εικόνα Π.54: Δημιουργία οπής (κυλινδρικής εσοχής) στο χώρο του κυλίνδρου με τη βοήθεια της εντολής αφαίρεσης υλικού

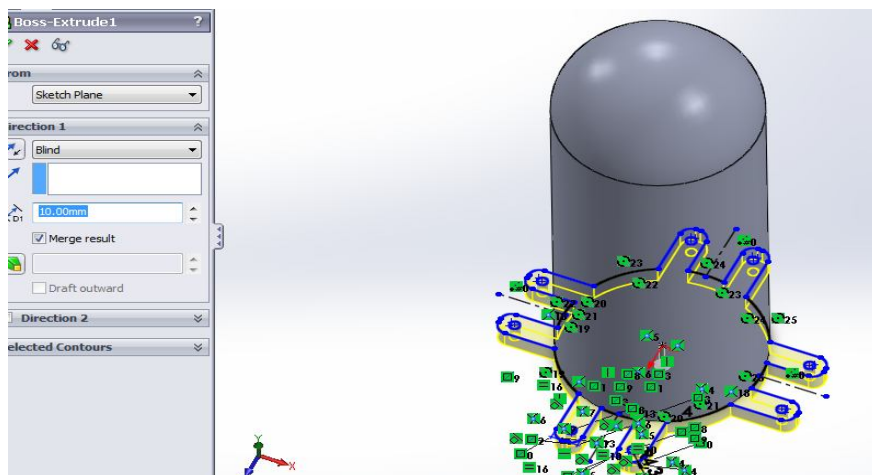


Εικόνα Π.55: Δημιουργία οπής στο χώρο του προσώπου του καπακιού με τη βοήθεια της εντολής αφαίρεσης υλικού

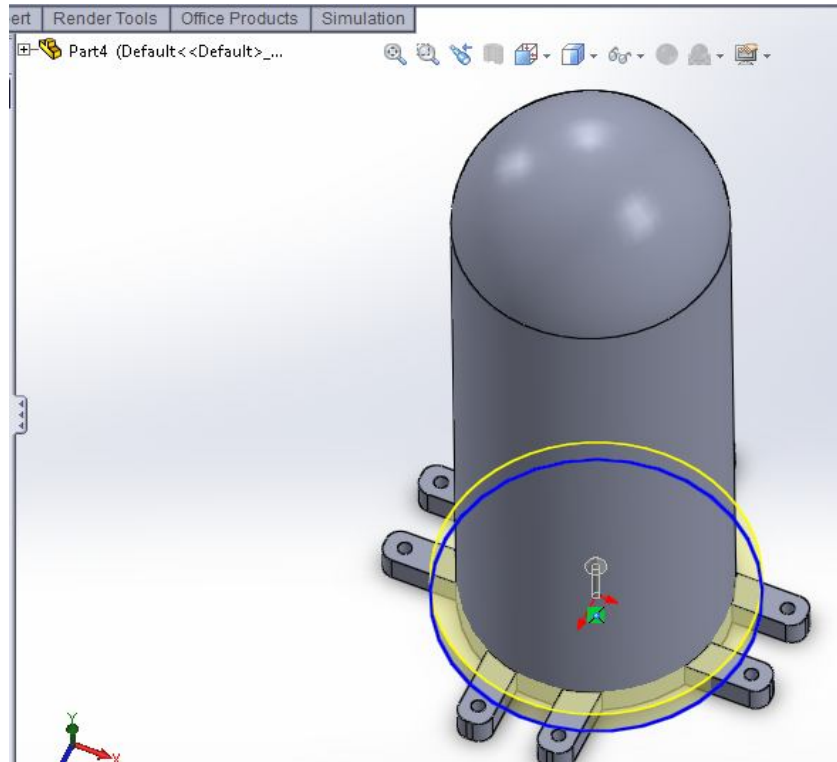
Σχεδιασμός Συμπιεστή



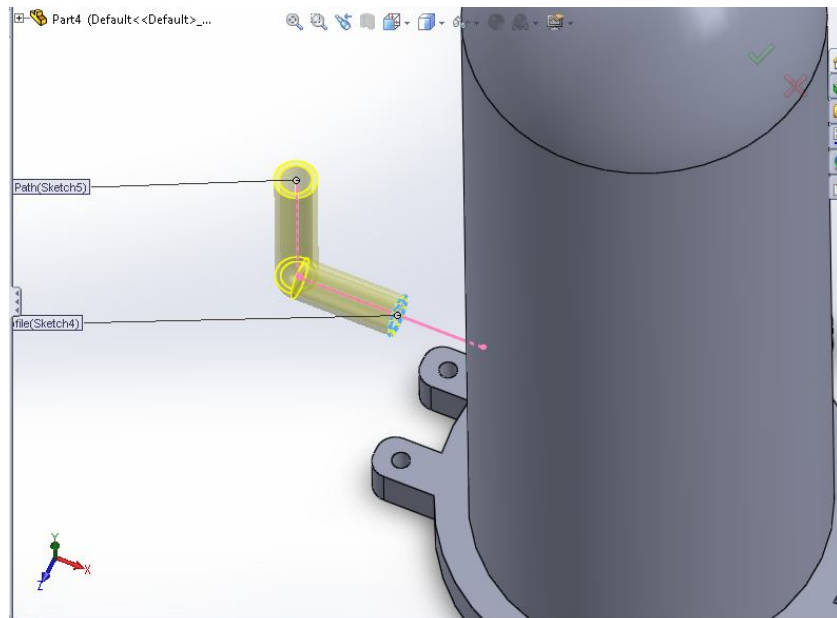
Εικόνα Π.56: Δημιουργία κυλινδρικού προφίλ με τη βοήθεια της περιστροφική οντότητας



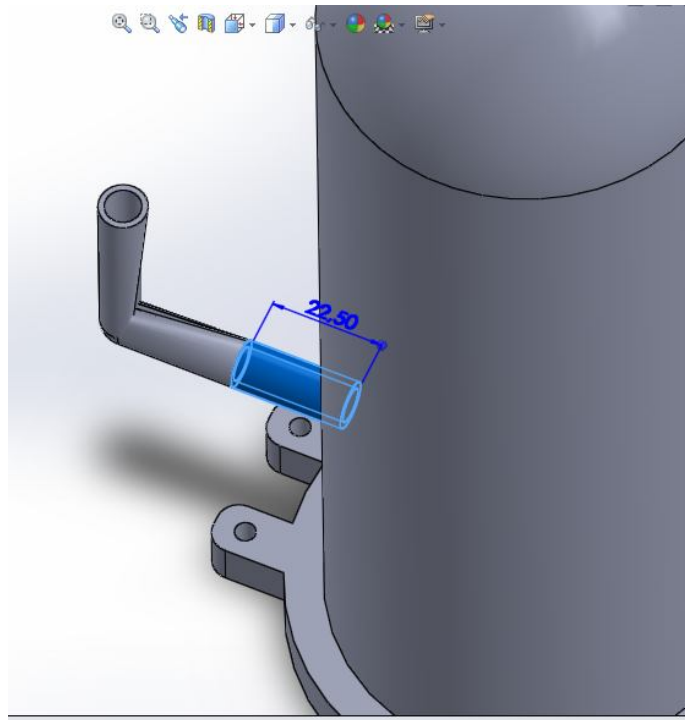
Εικόνα Π.57: Δημιουργία της βάσης του συμπιεστή με τη βοήθεια της εντολής εξώθησης



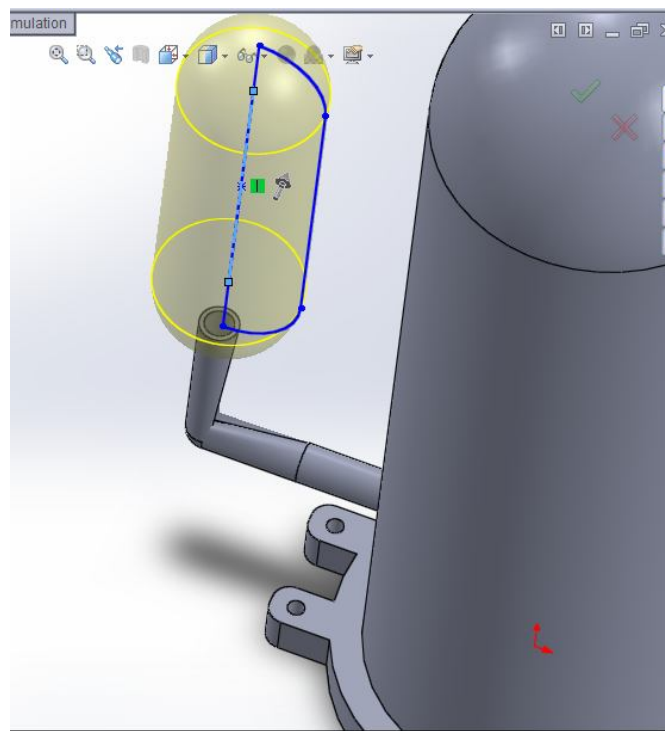
Εικόνα Π.58: Δημιουργία κύκλων στο επίπεδο



Εικόνα Π.59: Δημιουργία σωληνώσεων στο χώρο με τη βοήθεια της εντολής Loft



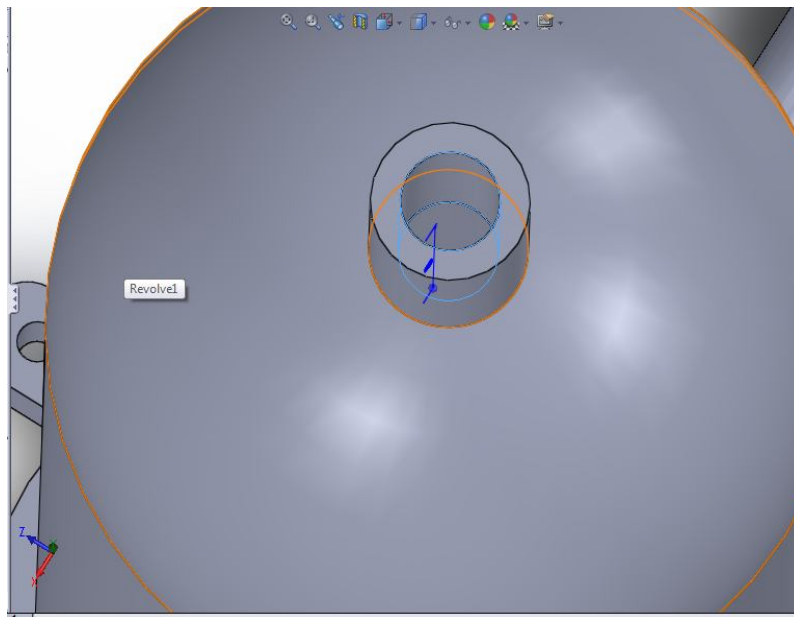
Εικόνα Π.60: Δημιουργία τρισδιάστατου σωλήνα στο χώρο με τη βοήθεια της εντολής εξώθησης



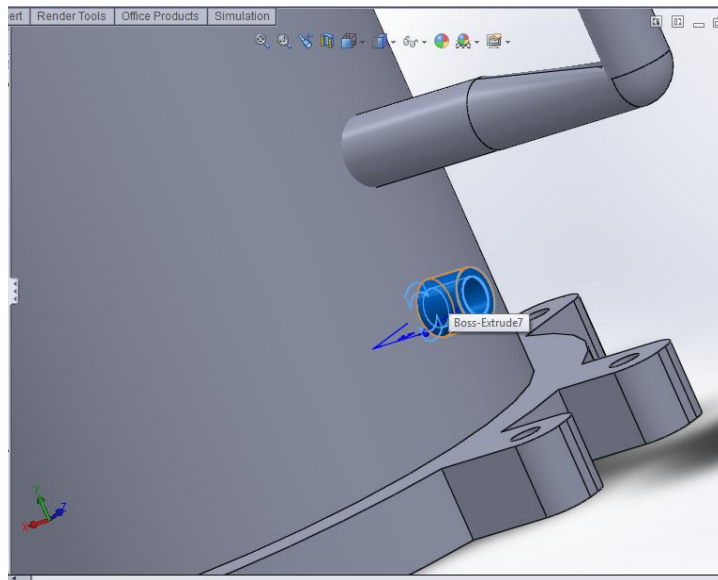
Εικόνα Π.61: Δημιουργία τρισδιάστατου δοχείου πίεσης με τη βοήθεια της εντολής περιστρεφόμενη οντότητα



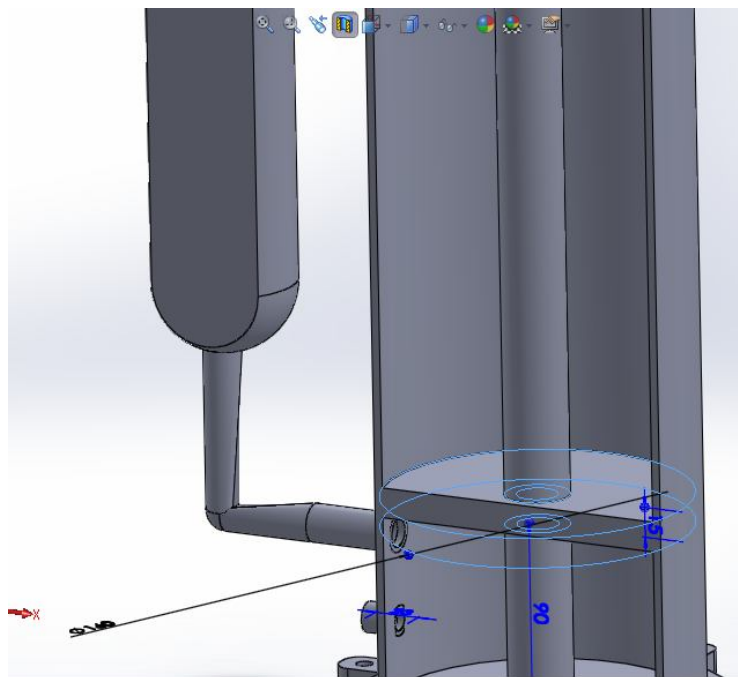
Εικόνα Π.62: Δημιουργία τρισδιάστατου σωλήνα στο χώρο με τη βοήθεια της εντολής εξώθησης



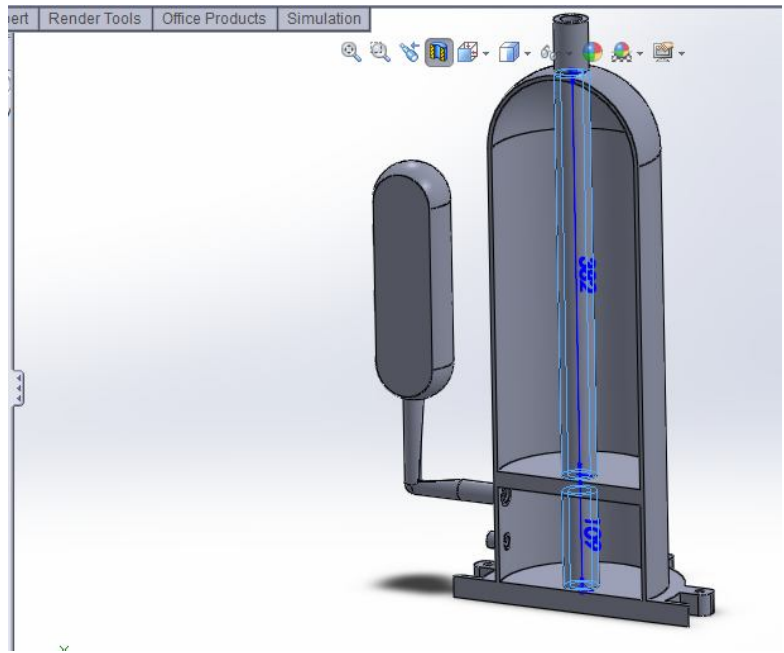
Εικόνα Π.63: Τελική μορφή σωλήνα



Εικόνα Π.64: Δημιουργία τρισδιάστατου σωλήνα στο χώρο με τη βοήθεια της εντολής εξώθησης



Εικόνα Π.65: Δημιουργία τρισδιάστατου εμβόλου με τη βοήθεια της εντολής εξώθησης



Εικόνα Π.66: Δημιουργία τρισδιάστατου σωλήνα στο χώρο με τη βοήθεια της εντολής εξώθησης

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Abstract	4
Πρόλογος.....	5
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή.....	6
Κεφάλαιο 2: Η ψύξη και η χρήση της.....	7
Κεφάλαιο 3: Η διαδικασία ψύξης.....	8
Κεφάλαιο 4: Κύρια μέρη ψυκτικού συγκροτήματος.....	13
Κεφάλαιο 5: Τρισδιάστατη σχεδίαση και οντότητες που σχεδιάστηκαν σε σύστημα CAD (Computer Aided Design).....	38
Επίλογος - Συμπεράσματα.....	59
Βιβλιογραφία	60
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	61