

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ: Τρισδιάστατη σχεδίαση εγχυτήρα πετρελαίου ναυτικής  
μηχανής(CAD)**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ: ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ ΠΕΤΡΟΣ  
ΚΑΤΣΑΡΟΣ ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ  
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΟΥΠΑΡΑΝΗΣ ΣΤΕΦΑΝΟΣ**

**ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ  
2014**

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ  
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ : Τρισδιάστατη σχεδίαση εγχυτήρα πετρελαίου ναυτικής  
μηχανής(CAD)**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ ΠΕΤΡΟΣ**

**ΑΜ: 4233**

**ΚΑΤΣΑΡΟΣ ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΟΣ**

**ΑΜ: 4222**

**ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ :**

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Ο καθηγητής

## Περίληψη

Η σχεδίαση και συναρμολόγηση των υπό σχεδίαση δοκιμίων έγινε με πρόγραμμα τρισδιάστατης σχεδίασης. Το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για την σχεδίαση και συναρμολόγηση είναι το Solid Works 2013. Το πρόγραμμα δίνει την δυνατότητα, σχεδίασης, συναρμολόγησης, μηχανικής κίνησης και δοκιμασίες αντοχής. Κατά την διαδικασία σχεδιασμού των εν λόγω δοκιμίων, έγιναν πολλές δοκιμές διαφόρων σχεδιασμών. Το σχέδιο που επιλέχθηκε και σχεδιάστηκε είναι ενός εναλλάκτη θερμότητας. Έγινε σχεδιασμός των μερών (Parts) και η συναρμολόγηση (assembly).

Σκοπός της εργασίας είναι η γενική περιγραφή ενός συστήματος σε πλήρη τομή, αφού αυτό μπορεί να αποτελέσει ένα εποπτικό μέσο για την διδασκαλία των ναυτικών μαθημάτων. Αυτή η γενική περιγραφή με τις ανάλογες τομές και το animation αποτελεί το βασικό εργαλείο για την επίτευξη της αποτελεσματικής κατανόησης από τους μαθητές της Ακαδημίας. 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**

The design and assembly of the design under test was a three-dimensional drawing program platform. Solid Works 2013 is the program that used for design and assembly. The program allows, design, assembly, mechanical motion and strength tests. During the design process of testing purposes, numerous trials of various designs. The design was conceived and is one heat exchanger. Done design parts (Parts) and assembling them.

The purpose of this paper is a general description of a system in full section, as this can be a visual tool for teaching marine subjects. This general description with the appropriate sections and the animation is the main tool for achieving effective understanding by students of the Academy. After designing the computer with the help of software is achieved by first re-design of some pieces he shall be to optimize the operation. In the second phase will be both accurate and targeted their construction because someone can pass the geometry in CAM (Computer Aided Manufacturing) and insert the code into automatic machine tool CNC (Computer Numerical Control).

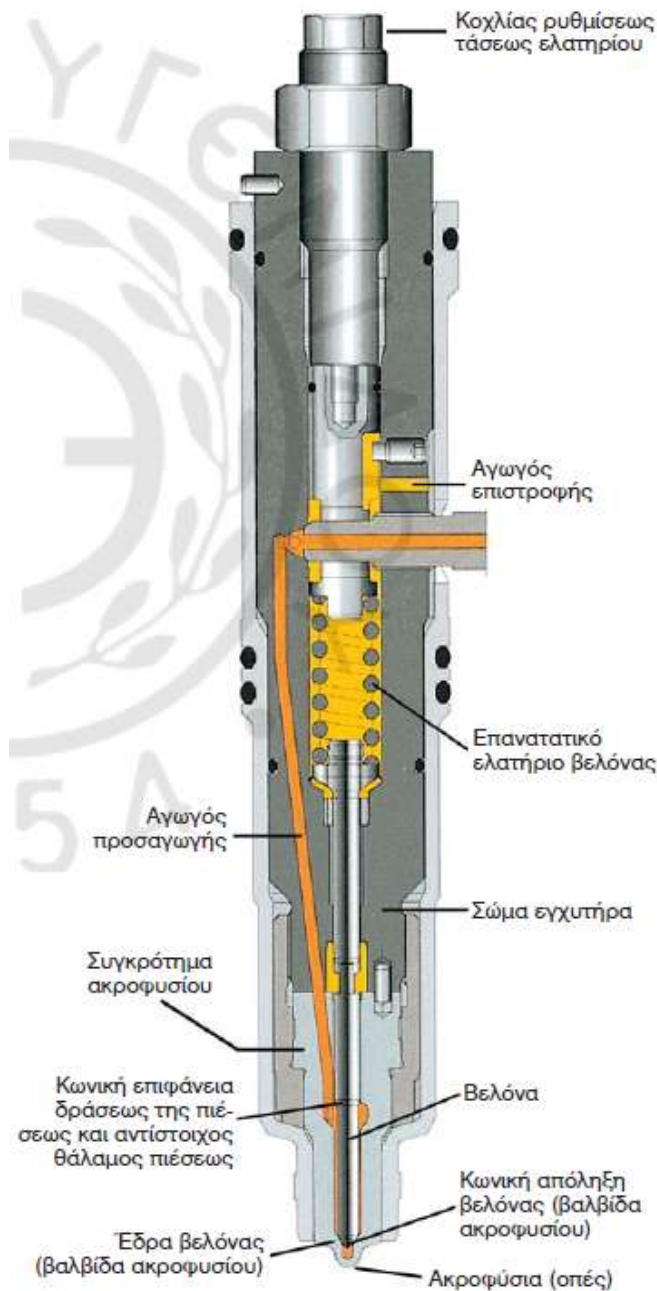
## Πρόλογος

Η σχεδίαση ενός απλού εξαρτήματος, μίας απλής κατασκευής είναι μία 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 μία 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, ενός **εγχυτήρα πετρελαίου ναυτικής μηχανής** δίνοντας με τον τρόπο αυτό και στον πιο δύσκολο αναγνώστη μία εύκολη εικόνα της σημασίας τους .

## **Κεφάλαιο 1**

### **Εγχυτήρες**

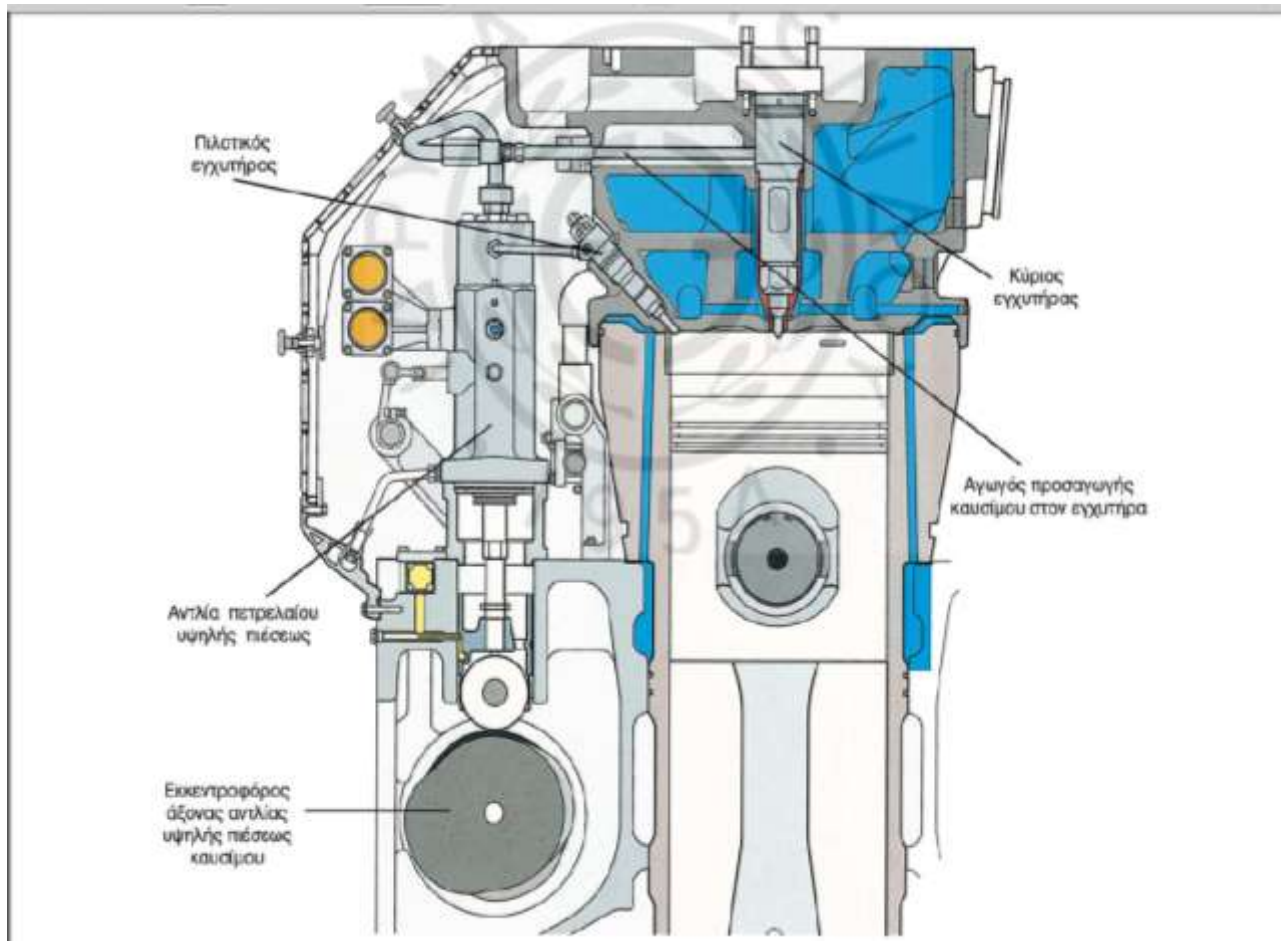
Οι εγχυτήρες (μπεκ) αποτελούν το τελευταίο τμήμα του συστήματος εγχύσεως στις πετρελαιομηχανές. Είναι τοποθετημένοι στην κεφαλή (πώμα) των κυλίνδρων και λόγω της θέσεως τους καταπονούνται από τις υψηλές πιέσεις και τις μεταβολές της θερμοκρασίας στους θαλάμους καύσεως των κυλίνδρων.



Σχ. 1.1

*Τυπικός υδραυλικός εγχυτήρας πολλών οπών σε τομή.*

Ο κύριος σκοπός τους είναι η διάσπαση, η έγχυση και ο διασκορπισμός ορισμένης ποσότητας καυσίμου μέσα στο θερμό και πυκνό αέρα των θαλάμων καύσεως. Από την ακρίβεια της εκτελέσεως όλων αυτών των εργασιών μέσα στον ελάχιστο διατιθέμενο χρόνο του κύκλου λειτουργίας, εξαρτάται η ομαλή καύση του καυσίμου και η αποδοτική λειτουργία της μηχανής. Παράλληλα, έχουν βοηθητικό ρόλο στην επίτευξη της σωστής δοσολογίας καυσίμου και επιτυγχάνουν σωστή στεγανοποίηση του θαλάμου καύσεως στο συγκεκριμένο σημείο που τοποθετούνται.



Σχ. 1.2

*Σύστημα αντλίας υψηλής πίεσης και εγχυτήρων μιας τετράχρονης μεσόστροφης πετρελαιομηχανής.*



## 1.1 Περιγραφή τμημάτων εγχυτήρα

Συναντώνται σε πολλά είδη εγχυτήρων, ανάλογα με τον τύπο και το μέγεθος της μηχανής. Συνήθως, απαρτίζονται από τρία κύρια μέρη: το σώμα (κορμός), τη βελόνα (needle) με το στέλεος και το ελατήριο επαναφοράς της, και τέλος το συγκρότημα του ακροφυσίου (nozzle assembly). Στο σχήμα 1.3 απεικονίζονται δύο τυπικοί εγχυτήρες πετρελαίου.



Σχ. 1.3

*Εγχυτήρες καυσίμου σε τετράχρονη πετρελαιομηχανή [(α) κύριος, (β) πιλοτικός]. Οι φωτογραφίες τους δεν είναι στην ίδια κλίμακα*

Ο κορμός είναι κοίλο κυλινδρικό σώμα, εντός του οποίου προσαρμόζονται τα υπόλοιπα τμήματα του εγχυτήρα. Στο εξωτερικό του μέρος φέρει συνήθως σπείρωμα για την προσαρμογή του στο αντίστοιχο σπείρωμα της κεφαλής των κυλίνδρων. Η προσαρμογή εναλλακτικά, μπορεί να γίνει όχι με κεντρικό αυτοφερόμενο σπείρωμα, αλλά με ειδική διαμόρφωση για να προσαρμοστεί και να στερεωθεί με κοχλίες στο άνοιγμα (φωλιά) της κεφαλής των κυλίνδρων (σχ. 1.1). Στο άνω άκρο του φέρει κοχλία για να ρυθμίζει την τάση στο ελατήριο επαναφοράς της βελόνας, ενώ στο κάτω άκρο του προσαρμόζεται το ακροφύσιο.

Στο εσωτερικό του μέρος του κορμού διαμορφώνεται ένας κεντρικός κυλινδρικός αγωγός για την τοποθέτηση του ελατηρίου και του στελέχους της βελόνας. Μέσα από τον

αγωγό αυτό πραγματοποιείται και η έξοδος του πλεονάζοντος καυσίμου προς τον αγωγό επιστροφής. Παράλληλα με τον κεντρικό αγωγό διαμορφώνεται ο αγωγός προσαγωγής του καυσίμου από το σωλήνα υψηλής πίεσεως στο χώρο της βελόνας.

Το συγκρότημα του ακροφυσίου (nozzle assembly) προσαρμόζεται με σπείρωμα στο κάτω μέρος του κορμού. Περιλαμβάνει μία ή περισσότερες οπές (τα ακροφύσια – nozzles), μέσα από τις οποίες γίνεται η ροή του καυσίμου και ο διασκορπισμός του σε νέφος σταγονιδίων. Στο εσωτερικό του συγκροτήματος του ακροφυσίου σχηματίζεται κοιλότητα (θάλαμος πίεσεως), που καταλήγει σε κωνική έδρα. Εκεί καταλήγει και η βελόνα του εγχυτήρα. Το κωνικό της άκρο εφαρμόζει τέλεια στην κωνική έδρα του συγκροτήματος του ακροφυσίου, όταν ο εγχυτήρας βρίσκεται σε κατάσταση ηρεμίας. Το συγκεκριμένο τμήμα του ακροφυσίου μαζί με την εφαπτόμενη βελόνα σχηματίζουν τη βαλβίδα του ακροφυσίου. Στο σημείο που η βελόνα περνά μέσα από το θάλαμο πίεσεως, μειώνεται με κατάλληλη κωνικότητα η διάμετρος της. Στο κωνικό αυτό τμήμα εφαρμόζεται η πίεση του καυσίμου για το άνοιγμα της βαλβίδας.

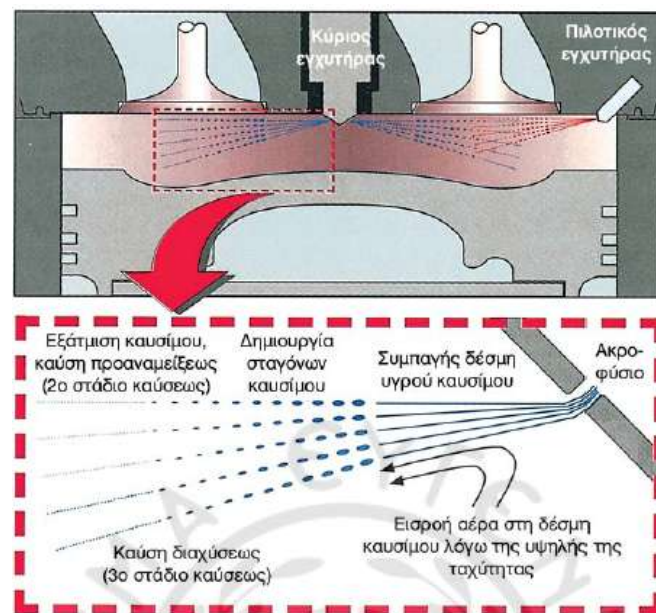
## 1.2 Λειτουργία των εγχυτήρων

Η λειτουργία στους περισσότερους τύπους εγχυτήρων είναι συνήθως υδραυλική, ενώ μικρός αριθμός εγχυτήρων λειτουργεί μηχανικά. Στον εγχυτήρα υδραυλικής λειτουργίας το καύσιμο φτάνει με ιδιαίτερα υψηλή πίεση στο θάλαμο πίεσεως του ακροφυσίου, μέσω του αγωγού υψηλής πίεσεως προερχόμενο από την αντλία υψηλής πίεσεως. Όταν η πίεση του πετρελαίου, ενεργώντας πάνω σε συγκεκριμένη κωνική επιφάνεια της βελόνας, δώσει δύναμη μεγαλύτερη της τάσεως του ελατηρίου, η βελόνα ανυψώνεται συμπιέζοντας το ελατήριο.

Κατά την ανύψωση της βελόνας αποκαλύπτεται η οπή του ακροφυσίου, οπότε το πετρέλαιο περνάει από την οπή (ή τις οπές) του ακροφυσίου, επιταχύνεται λόγω της στενώσεως του ακροφυσίου και ψεκάζεται στο θάλαμο καύσεως όπου διασπάται σε πολύ μικρά σταγονίδια (σχ. 1.4). Ο ψεκασμός του καυσίμου συνεχίζεται μέχρι τη διακοπή της παροχής από την αντλία εγχύσεως (υψηλής πίεσεως).

Όταν διακόπτεται η παροχή καυσίμου, παύει η εφαρμοζόμενη πίεση στο κωνικό τμήμα της βελόνας, με αποτέλεσμα την έκταση του ελατηρίου επαναφοράς της. Τότε, η βελόνα εφαρμόζει στεγανά στην κωνική έδρα του συγκροτήματος του ακροφυσίου και η έγχυση του καυσίμου κατευθύνεται αναγκαστικά προς τον αγωγό επιστροφής μέσω του

κεντρικού αγωγού του εγχυτήρα. Από εκεί, μέσω του συστήματος επιστροφής του καυσίμου καταλήγει στη δεξαμενή χρήσεως ή στην αντλία καταθλίψεως.



Σχ. 1.4

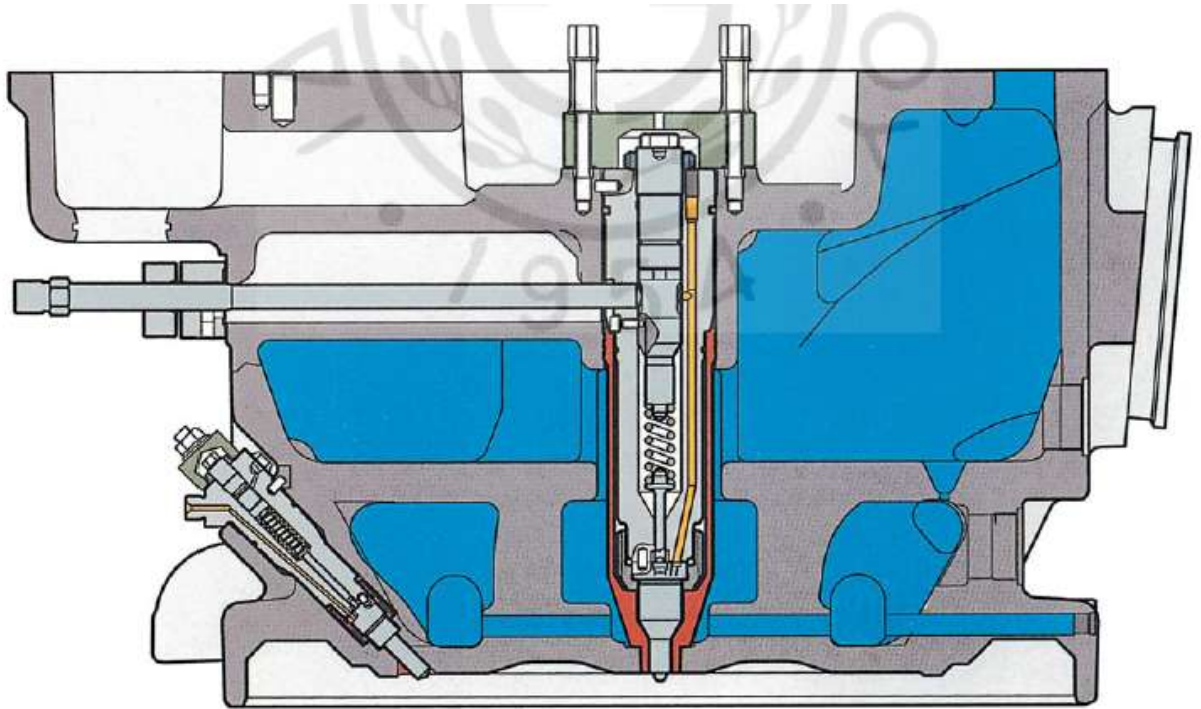
*Σχηματισμός νέφους καυσίμου σε τετράχρονο πετρελαιοκινητήρα.*

Στα σύγχρονα συστήματα εγχύσεως (όπως θα περιγραφούν αναλυτικά σε επόμενο κεφάλαιο) ο ακριβής χρόνος της ενάρξεως και λήξεως της εγχύσεως πραγματοποιείται με τη βοήθεια ηλεκτρομαγνητικής βαλβίδας, που ελέγχεται από κεντρικό ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου.

Η λίπανση του εγχυτήρα πραγματοποιείται από το ίδιο το καύσιμο, οπότε πρέπει να υπάρχει μια μόνιμη, σχετικά μικρή επιστροφή καυσίμου με ροή από τον αγωγό καταθλίψεως προς τον κεντρικό αγωγό επιστροφής. Το καύσιμο που επιστρέφει, λιπαίνει τις επιφάνειες επαφής της βελόνας με το σώμα, ενώ στη συνέχεια οδηγείται γύρω από το στέλεχος της βελόνας, στο χώρο του ελατηρίου, και απομακρύνεται από το σύστημα επιστροφής πετρελαίου.

Στις τετράχρονες πετρελαιομηχανές εκτός του κύριου (κεντριού) εγχυτήρα συναντάται και η χρήση δευτερεύοντος πιλοτικού εγχυτήρα, τοποθετημένου στα πλάγια του πώματος (σχ. 1.2 & 1.5). Ο πιλοτικός εγχυτήρας προηγείται και εγχύει μικρή ποσότητα καυσίμου, το οποίο με την πρόωρη ανάφλεξή του βελτιώνει την εξάτμιση της κύριας μάζας του καυσίμου που εγχύεται από τον κεντρικό εγχυτήρα. Μειώνει έτσι την έγχυση καυσίμων κακής ποιότητας αναφλέξεως, ρυθμίζει καλύτερα την ποσότητα του καυσίμου σε συνθήκες

πολύ χαμηλού φορτίου και μειώνει το θόρυβο καύσεως (σταδιακή έγχυση) καθώς και τις εκπομπές ρύπων (μέσω της μείωσης της μέγιστης πίεσεως και θερμοκρασίας της καύσεως).



Σχ. 1.5

*Ο κύριος (κεντρικός) και ο πιλοτικός (αριστερά) εγχυτήρας σε τομή, τοποθετημένοι στο πόμα τετράχρονης μεσόστροφης πετρελαιομηχανής.*

### 1.3 Είδη εγχυτήρων

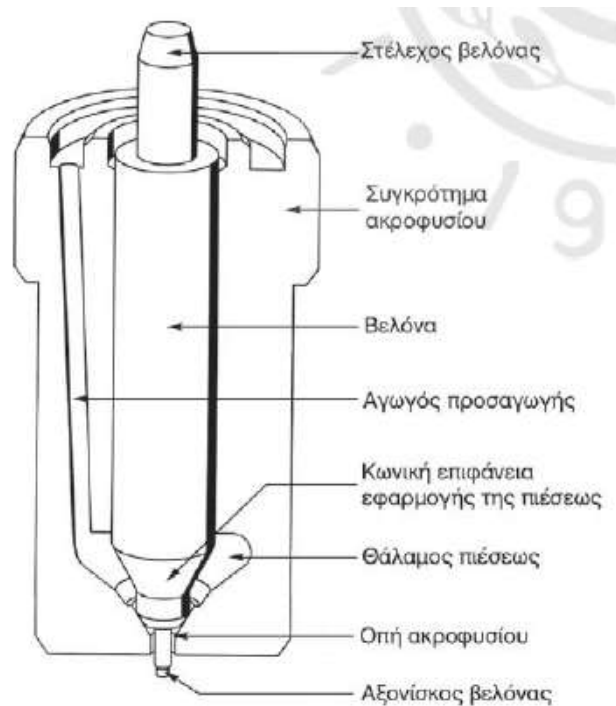
Οι εγχυτήρες διακρίνονται σε εγχυτήρες μιας οπής και εγχυτήρες πολλών οπών.

#### 1.3.1 Εγχυτήρας μιας οπής.

Τα ακροφύσια μιας οπής χρησιμοποιούνται συνήθως στους κινητήρες που διαθέτουν προθάλαμο καύσεως. Η βελόνα του ακροφυσίου μετά τη βαλβίδα εγχύσεως φέρει συνήθως προέκταση στο κάτω άκρο της σε σχήμα μικρού αξονίσκου με κωνική απόληξη (σχ. 1.6). Ο συνδυασμός της εσωτερικής κωνικότητας της οπής του ακροφυσίου με την κωνική διαμόρφωση της βελόνας έχει άμεση επίδραση στη μορφή της δέσμης του καυσίμου. Δημιουργείται έτσι αξονοσυμμετρική δέσμη, συμπαγής ή με μορφή κοίλου κώνου, ανάλογα με το βαθμό βυθίσεως της προεκτάσεως της βελόνας. Έτσι στην αρχή της εγχύσεως ο αξονίσκος βυθίζεται ελάχιστα στο εσωτερικό του ακροφυσίου, δημιουργώντας δέσμη κοίλου κώνου μικρής παροχής. Στη συνέχεια, η πλήρης βύθιση του αξονίσκου επιτρέπει τη

δημιουργία πιο συμπαγούς δέσμης, επιτυγχάνοντας έτσι τη μεταβλητή έγχυση καυσίμου, με τη μεγαλύτερη ποσότητα να εγχύεται στο της διαδικασίας. Η τεχνική αυτή έχει σημαντικό αποτέλεσμα στη μείωση του θορύβου της καύσεως.

Η παρεκβολή αυτή της βελόνας έξω από το στόμιο της βαλβίδας, έχει και το πρόσθετο πλεονέκτημα του αυτόματου καθαρισμού του στομίου από υπολείμματα της καύσεως, που μπορεί να έχουν συγκεντρωθεί εκεί.



Σχ. 1.6

### 1.3.2 Εγχυτήρας πολλών οπών.

Τα ακροφύσια πολλών οπών χρησιμοποιούνται κυρίως σε θαλάμους καύσεως ενιαίου τύπου, ενώ δεν διαφέρουν αισθητά από τα ακροφύσια μίας οπής, με κύρια διαφορά το χαρακτηριστικό ότι η βελόνα τους δεν φέρει προεκβολή μετά τη βαλβίδα (σχ. 1.1). Οι οπές είναι ευθύγραμμες, ακτινικά διατεταγμένες γύρω από την τυφλή κοιλότητα και κάτω από την έδρα της βαλβίδας (κωνική απόληξη βελόνας).

Το καύσιμο καύσιμο που διέρχεται από κάθε μια από τις οπές, είναι σχετικά πυκνό και δεν παρουσιάζει διακοπές στη ροή του. Το σχήμα του νέφους του καυσίμου κατά την έγχυση εξαρτάται από τη θέση των οπών. Για να υπάρξει καλή κατανομή του καυσίμου μέσα στο θάλαμο καύσεως, οι οπές πρέπει να είναι κατανομημένες συμμετρικά. Όσον αφορά στον

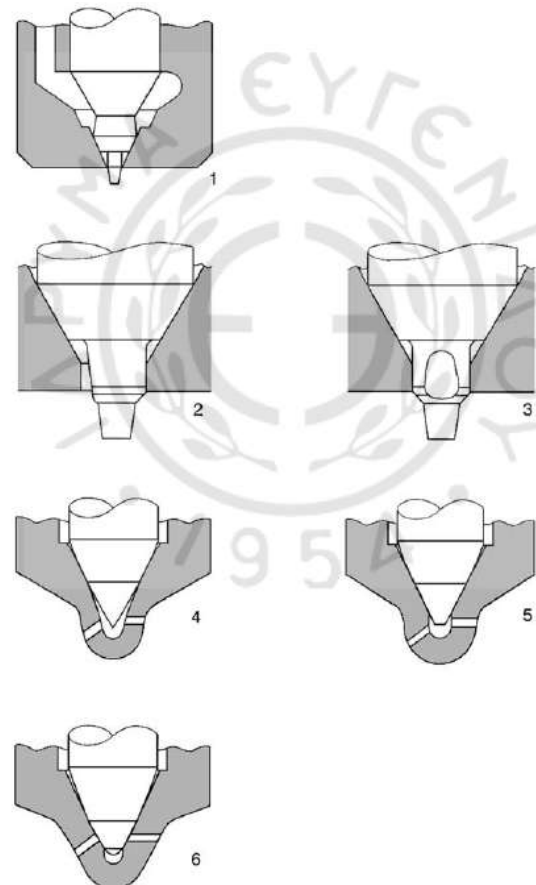
αριθμό τους είναι συνήθως μέχρι 12, ενώ σε ορισμένους κινητήρες μεγάλης ισχύος φτάνουν μέχρι και 18.

Η διάμετρος και το μήκος των οπών επηρεάζουν τη μορφή και την πορεία της εκάστοτε δέσμης του καυσίμου μέσα στο θάλαμο καύσεως. Η διάμετρος των οπών στα πιο διαδεδομένα ακροφύσια αρχίζει από 0,2 mm. Ακροφύσια πετρελαιοκινητήρα πολλαπλών οπών παρουσιάζονται στο σχήμα 1.7, ενώ στο σχήμα 1.8 απεικονίζονται εγχυτήρες μιας και πολλαπλών οπών, σε τομή.



Σχ. 1.7

Συγκροτήματα ακροφυσίων πολλαπλών οπών.



Σχ. 1.8

Διαφορετικές διατάξεις ακροφυσίων. Μιας οπής (1, 2, 3) και πολλαπλών οπών (4, 5, 6)

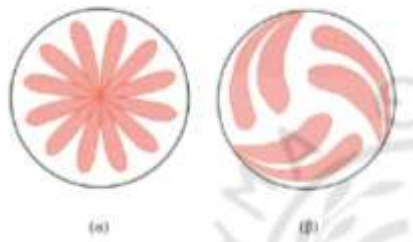
## 1.4 Σχηματισμός του νέφους σωματιδίων

Ανάλογα με τη διατομή του ακροφυσίου σχηματίζεται διαφορετική μορφή νέφους σωματιδίων. Στην περίπτωση των πετρελαιοκινητήρων, λόγω της μεγάλης πίεσεως που επικρατεί κατά την έγχυση, απαιτείται συμπαγής δέσμη καυσίμου με ισχυρή ορμή, για να μπορέσει να διαπεράσει τον πυκνό αέρα. Για το λόγο αυτό, χρησιμοποιούνται κατάλληλα ακροφύσια (επίπεδης σχισμής), που παράγουν δέσμη καυσίμου αρκετά συμπαγή στο κέντρο. Αυτή περιβάλλεται όμως από μια εξωτερική ζώνη διαχωρισμένων σταγονιδίων, σε μορφή νέφους.

Οι τετράχρονοι πετρελαιοκινητήρες φέρουν τον κύριο εγχυτήρα τους τοποθετημένο στο κέντρο του πώματος, δημιουργώντας έτσι δέσμες διατεταγμένες ακτινικά. Αντίθετα, οι μεγάλοι αργόστροφοι δίχρονοι πετρελαιοκινητήρες με βαλβίδα εξαγωγής φέρουν διαφορετικά ακροφύσια, διατεταγμένα περιφερειακά, τα οποία δημιουργούν δέσμες καυσίμου σε περιφερειακή διάταξη (σχ. 1.9, 1.10 και 1.11). Οι αργόστροφοι κινητήρες με θυρίδες εξαγωγής μπορεί να φέρουν στο πώμα κεντρικό εγχυτήρα. Τα ακροφύσια που χρησιμοποιούνται στους βενζινοκινητήρες (ή σε πετρελαιοκινητήρες χαμηλής συμπίεσεως), παράγουν δέσμη σταγονιδίων αποκλειστικά με τη μορφή νέφους, χωρίς συμπαγή κεντρική ζώνη. Τα παραγόμενα νέφη από δέσμες με συμπαγή κεντρικό πυρήνα προκαλούν καλύτερη εξαέρωση του καυσίμου. Αντίστοιχα, η μείωση στη διάμετρο της οπής του ακροφυσίου οδηγεί στη μείωση της διαμέτρου των παραγόμενων σταγονιδίων. Έτσι είναι προτιμότερο η παροχή του καυσίμου να οδηγείται από περισσότερες μικρότερες οπές στο θάλαμο καύσεως και όχι από μία μεγαλύτερη κεντρική. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται το μέγεθος των σταγονιδίων (πιο γρήγορη εξαέρωση), ενώ ο διασκορπισμός μπορεί να γίνει προς διαφορετικές διευθύνσεις, καλύπτοντας αποδοτικότερα τον όγκο του θαλάμου καύσεως.

Η διάμετρος του κάθε σταγονιδίου πρέπει να είναι της τάξεως των 10 $\mu\text{m}$ (μικρών). Η ελαχιστοποίηση της διαμέτρου της σταγόνας και παράλληλα η δημιουργία μεγάλου αριθμού σταγόνων μεγιστοποιεί τη συνολική ελεύθερη επιφάνεια μεταξύ καυσίμου και αέρα, οπότε διευκολύνεται η εξάτμιση του και η ανάμειξη του με τον αέρα. Μικρές μεταβολές στη διάμετρο της κάθε σταγόνας (λόγω ακαθάρτων ή αρυθμίστων ακροφυσίων) έχουν πολύ μεγάλη επίδραση στο ρυθμό εξατίσεως του καυσίμου. Αυτό οφείλεται στη σημαντική μεταβολή της επιφάνειας της σταγόνας, που είναι ανάλογη του τετραγώνου της διαμέτρου της. Η διάσπαση της δέσμης του καυσίμου σε μικρά σταγονίδια πραγματοποιείται με την επιτάχυνση του καυσίμου εντός του ακροφυσίου. Η δέσμη καυσίμου μεγάλης ταχύτητας,

καθώς εισέρχεται στον πυκνό αέρα του θαλάμου καύσεως, διασπάται, σχηματίζοντας νέφος σταγονιδίων. Η εξάτμιση των σταγονιδίων επιταχύνεται λόγω της υψηλής θερμοκρασίας του συμπιεσμένου αέρα, ενώ η διάχυση τους σε όλο τον όγκο του χώρου καύσεως υποβοηθείται από το στροβιλισμό του αέρα εντός του κυλίνδρου κατά τη διάρκεια της συμπίεσεως.



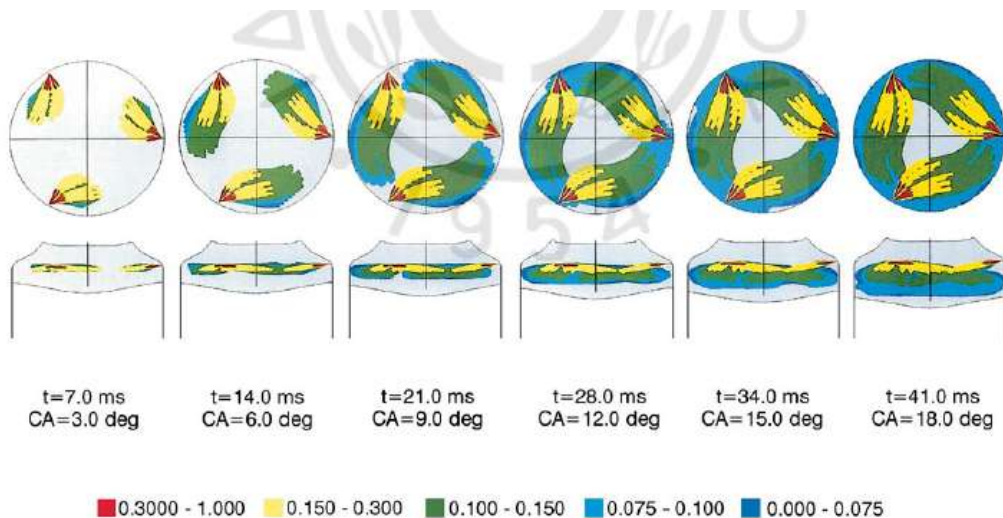
Σχ. 1.9

Σχηματική απεικόνιση δεσμών καυσίμου σε τετράχρονη μεσόστροφη πετρελαιομηχανή (α) και σε μεγάλη δίχρονη αργόστροφη πετρελαιομηχανή με τρεις εγχυτήρες (β).



Σχ. 1.10

Φωτογραφία δεσμών καυσίμου, όπως εξέρχονται από κεντρικό εγχυτήρα πολλαπλών οπών σε τετράχρονη πετρελαιομηχανή



Σχ. 1.11

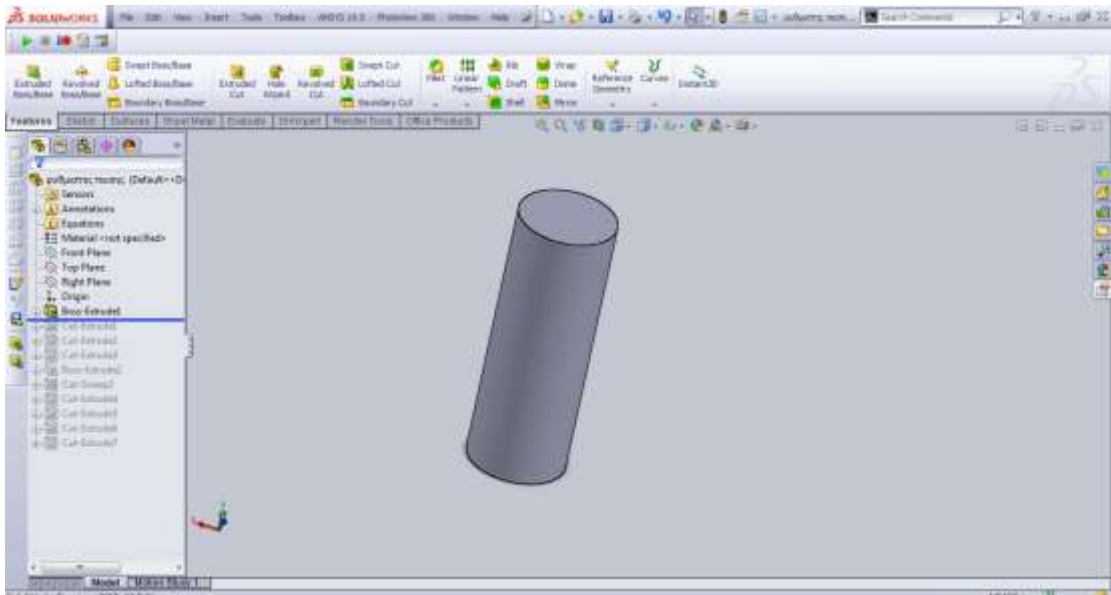
Προσομοίωση (σε ηλεκτρονικό υπολογιστή) της αναπτύξεως των δεσμών του καυσίμου σε δίχρονη αργόστροφη πετρελαιομηχανή με τρεις περιφερειακούς εγχυτήρες. Οι διαδοχικές θέσεις χαρακτηρίζονται από τους αντίστοιχους χρόνους και γωνίες στροφάλου, με αναφορά στο ΑΝΣ. Τα διαφορετικά χρώματα αντιστοιχούν σε διαφορετικές συγκεντρώσεις καυσίμου (μέγιστη με κόκκινο, ελάχιστη με μπλε).



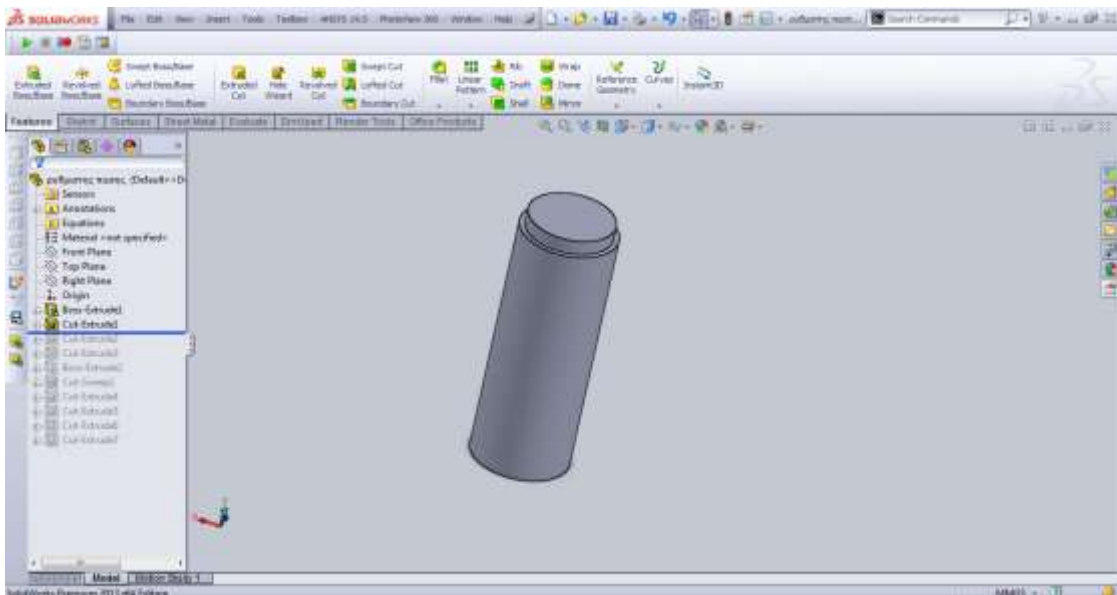
## Κεφάλαιο 2

### Σχεδιασμός δοκιμίων εγχυτήρα πετρελαίου

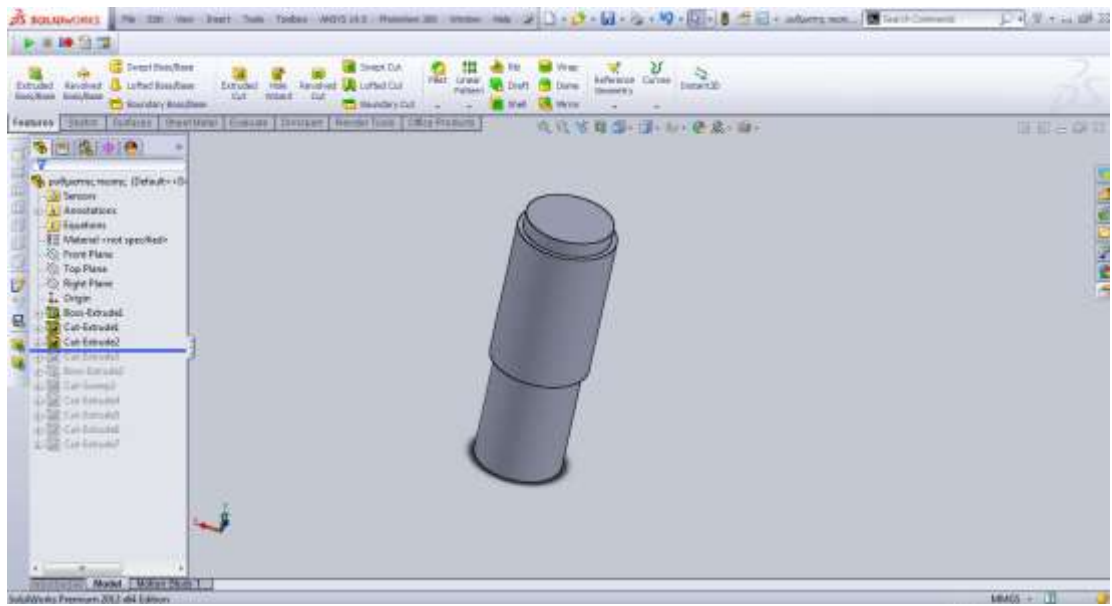
#### 2.1 Σχεδιασμός ρυθμιστή πίεσης



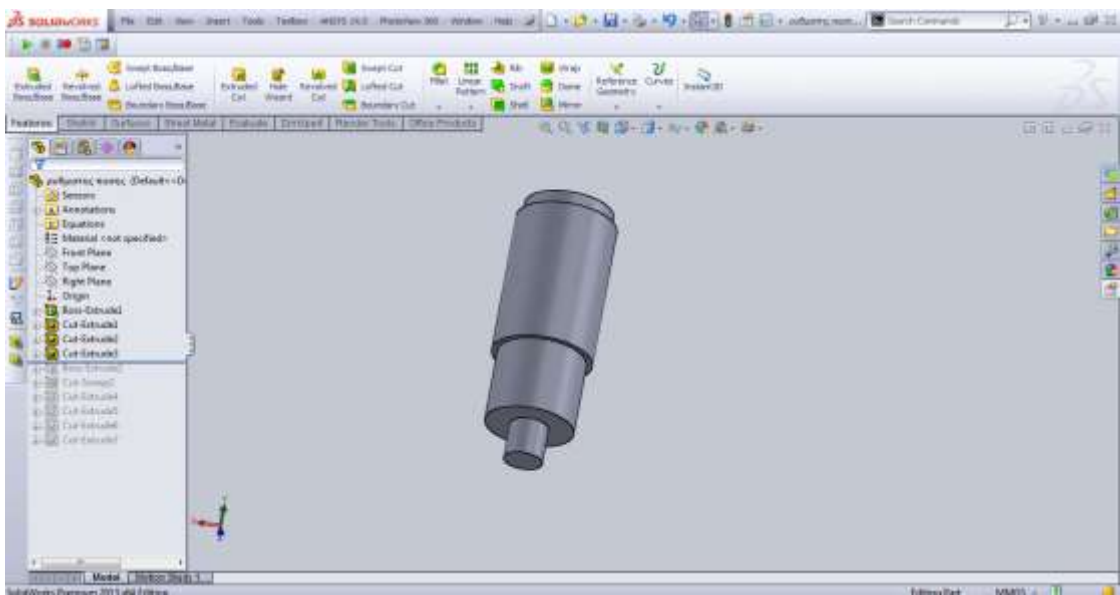
Εικόνα 2.1.1: Χρησιμοποιήθηκε η επιλογή EXTRUDE BOSS για τη δημιουργία της μακέτας του ρυθμιστή πίεσης



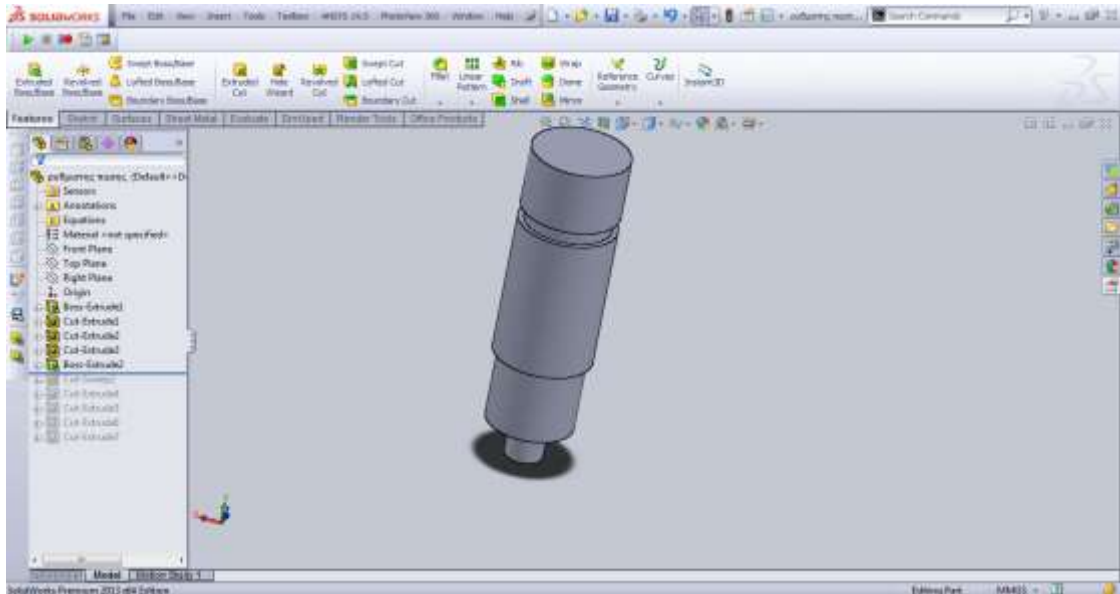
Εικόνα 2.1.2: Χρησιμοποιήθηκε η επιλογή EXTRUDE CUT για τη διαμόρφωση του ρυθμιστή πίεσης



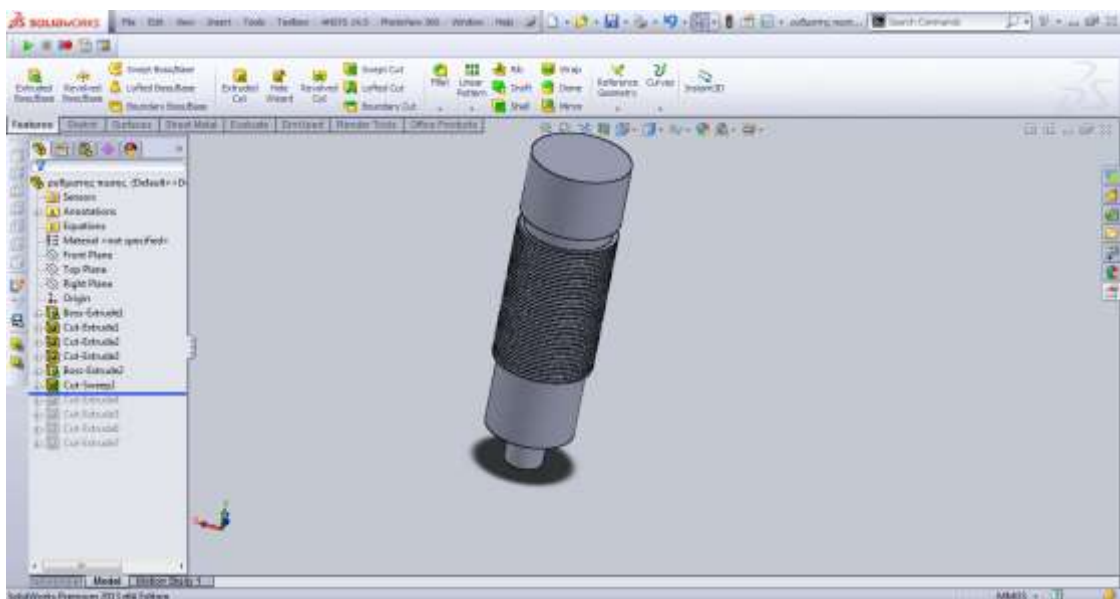
Εικόνα 2.1.3: Χρησιμοποιήθηκε η επιλογή EXTRUDE CUT για τη διαμόρφωση του ρυθμιστής πίεσης



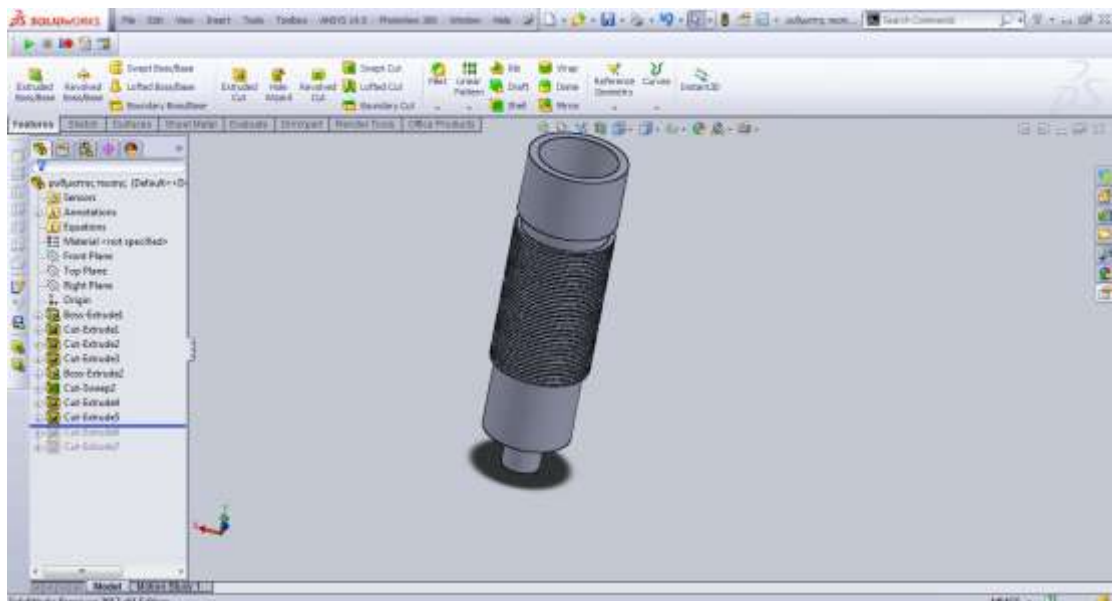
Εικόνα 2.1.4: Χρησιμοποιήθηκε η επιλογή EXTRUDE CUT για τη διαμόρφωση του ρυθμιστής πίεσης



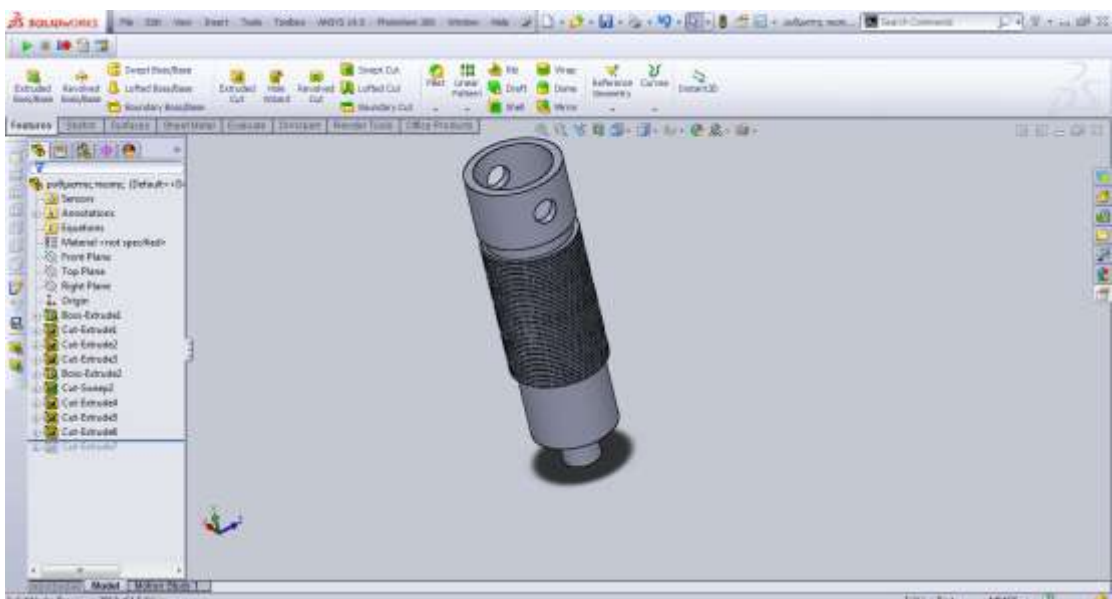
Εικόνα 2.1.5: Χρησιμοποιήθηκε η επιλογή EXTRUDE BOSS για την τελική διαμόρφωση του ρυθμιστής πίεσης



Εικόνα 2.1.5: Χρησιμοποιήθηκε η επιλογή CURVES/HELIX AND SPIRAL για να δημιουργηθεί το σκίτσο με το σπείρωμα, και μετά επιλέχθηκε η επιλογή SWEEP CUT για την τελική διαμόρφωση του σπειρώματος



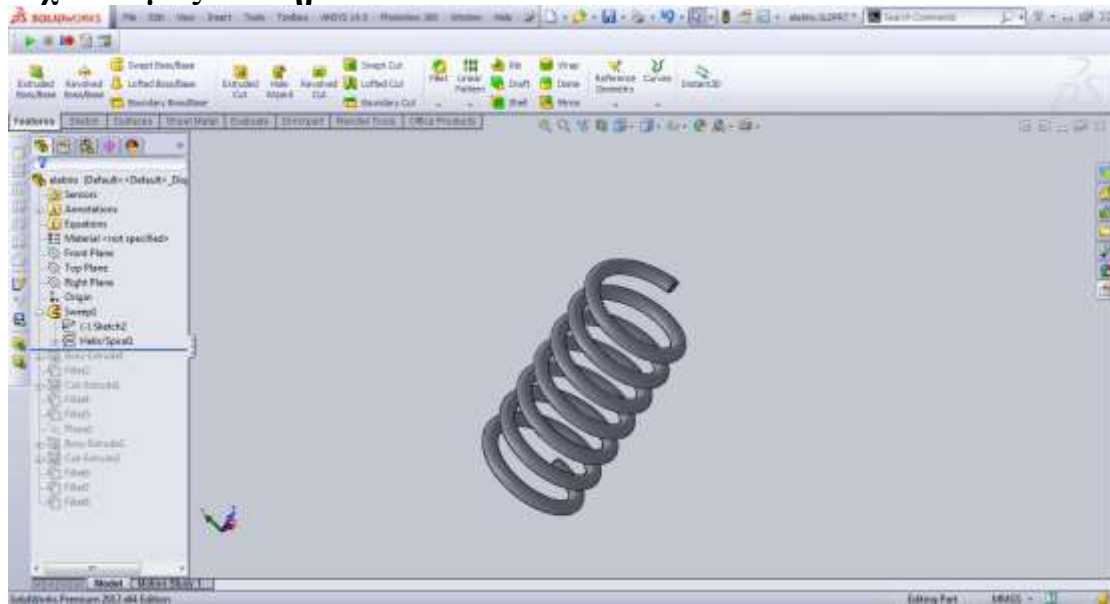
Εικόνα 2.1.6: Χρησιμοποιήθηκε η επιλογή EXTRUDE CUT για να δημιουργηθεί η σπή στο άνω μέρος του ρυθμιστή πίεσης



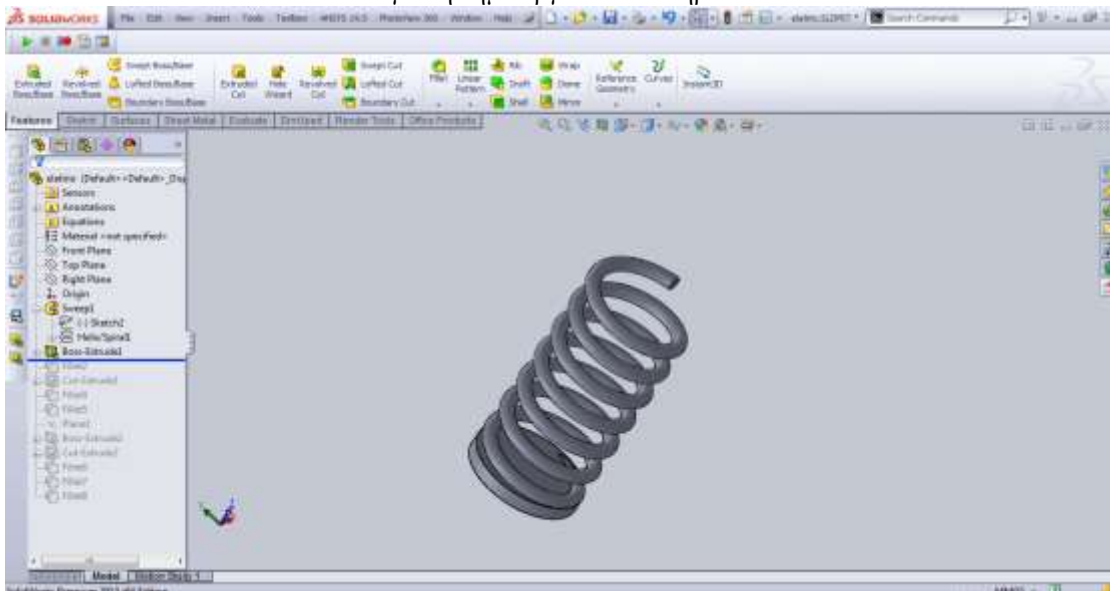
Εικόνα 2.1.6: Σε αυτό το σημείο μεταφέρθηκε το δεξί πλάνο στη μέση για τη δημιουργία δύο οπών στο επάνω μέρος του ρυθμιστή πίεσης. Χρησιμοποιήθηκε η επιλογή EXTRUDE CUT.



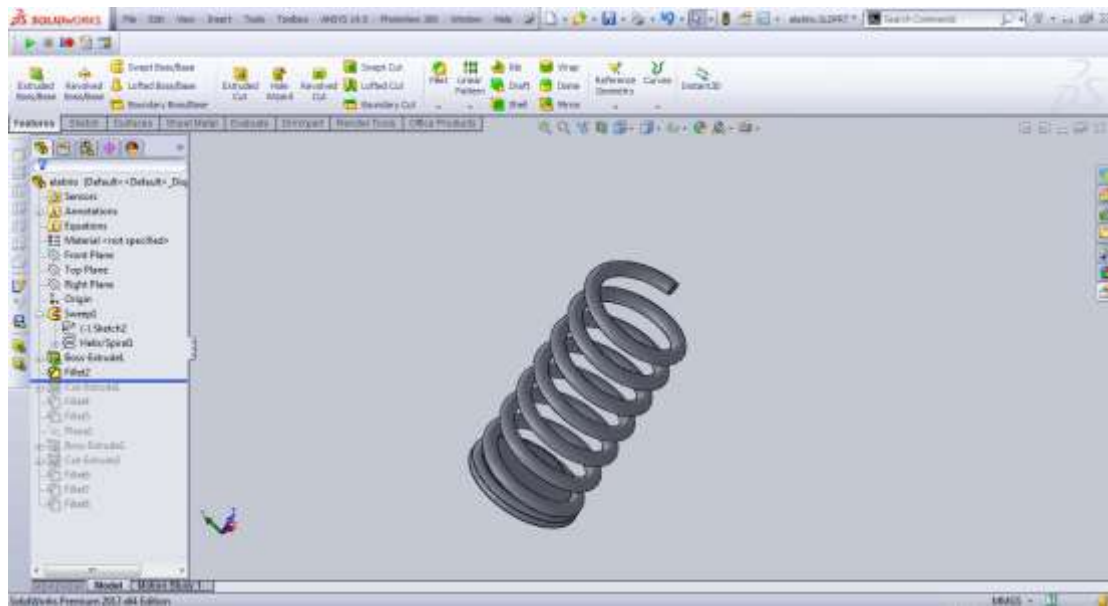
## 2.2 Σχεδιασμός ελατηρίου



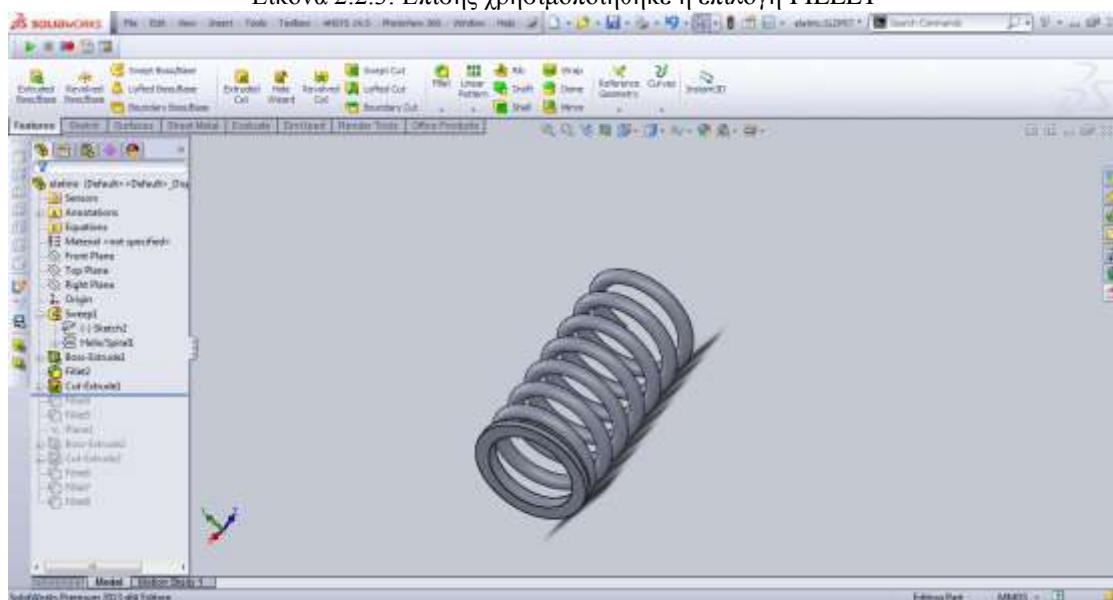
Εικόνα 2.2.1: Στο δεξί πλάνο χρησιμοποιήθηκε η επιλογή HELIX/SPIRAL για τη δημιουργία του ελατηρίου



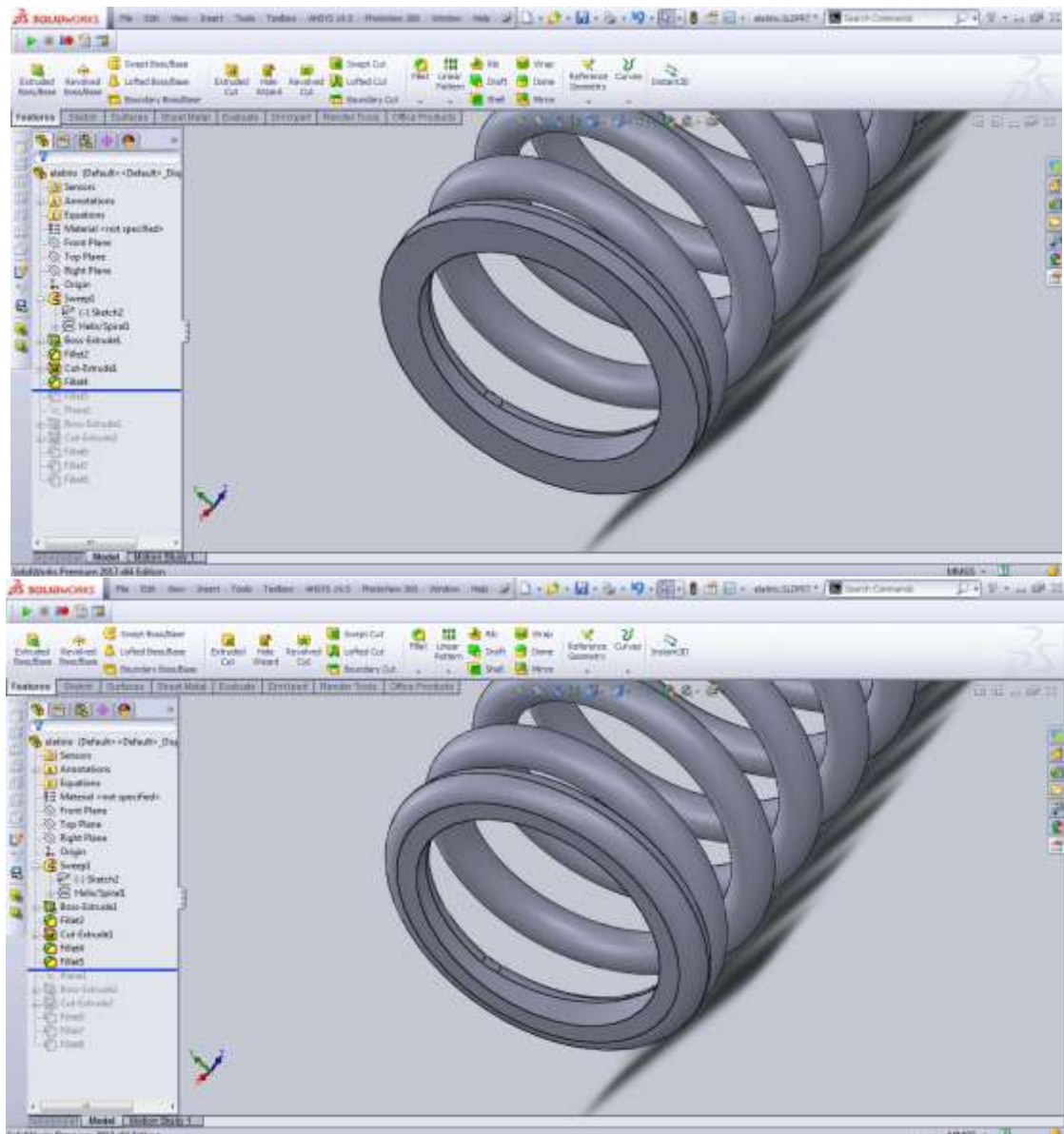
Εικόνα 2.2.2: Χρησιμοποιήθηκε η επιλογή EXTRUDE BOSS για τη δημιουργία βάσης στο ελατήριο



Εικόνα 2.2.3: Επίσης χρησιμοποιήθηκε η επιλογή FILLET

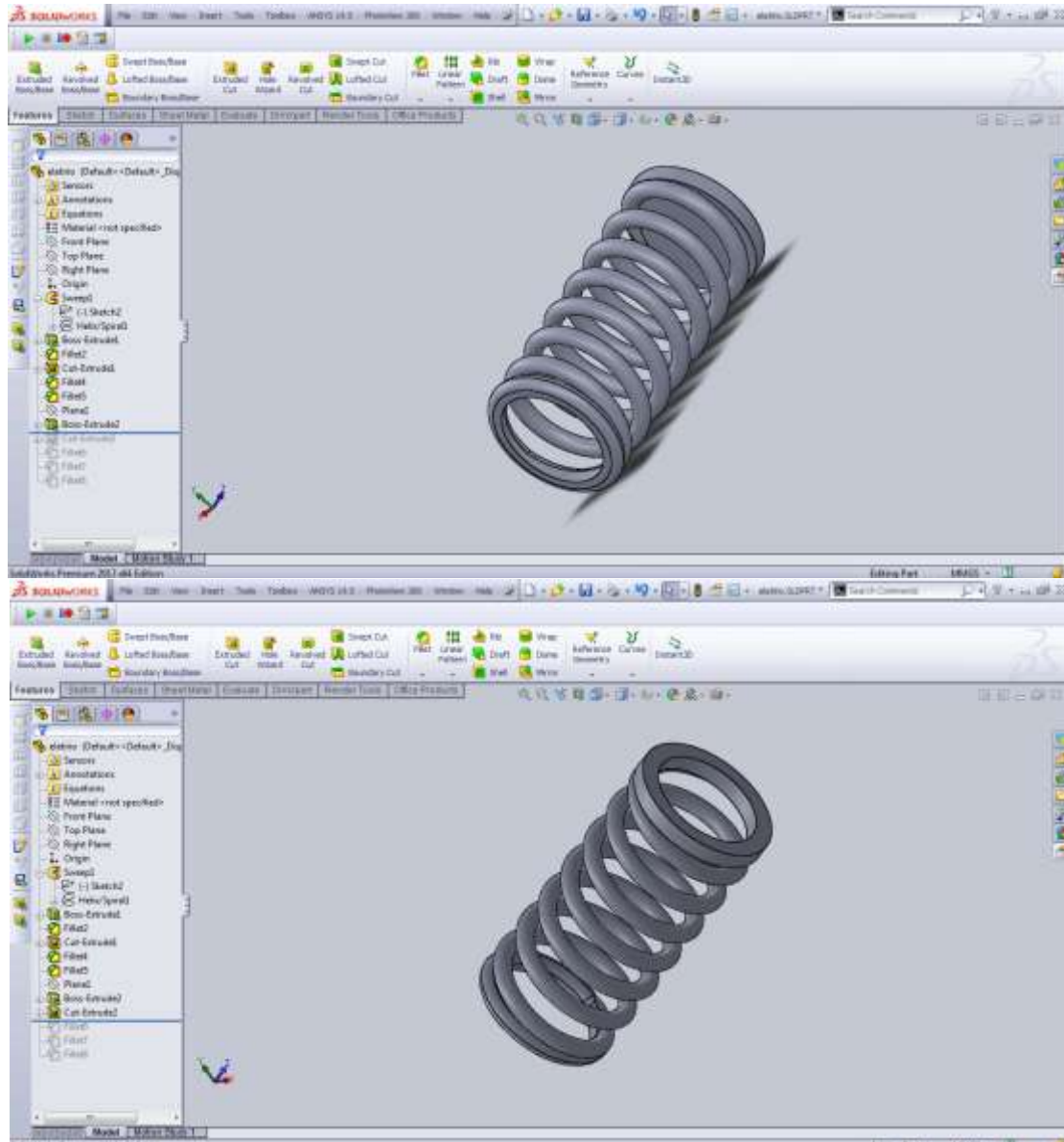


Εικόνα 2.2.4: Χρησιμοποιήθηκε η επιλογή EXTRUDE CUT για τη τελική διαμόρφωση της βάσης του ελατηρίου

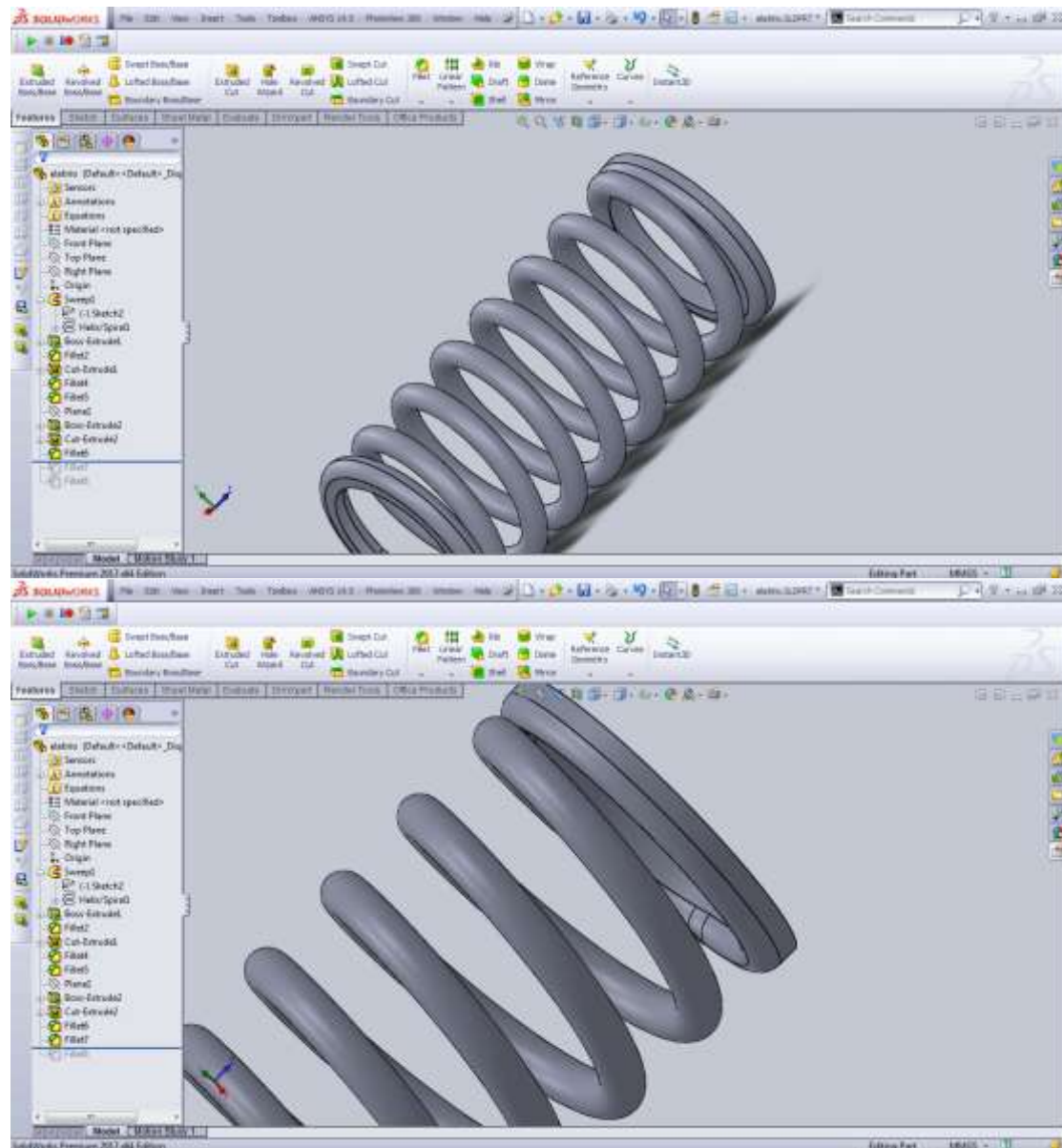


Εικόνα 2.2.5, 2.2.6:  
Επίσης χρησιμοποιήθηκε η επιλογή FILLET

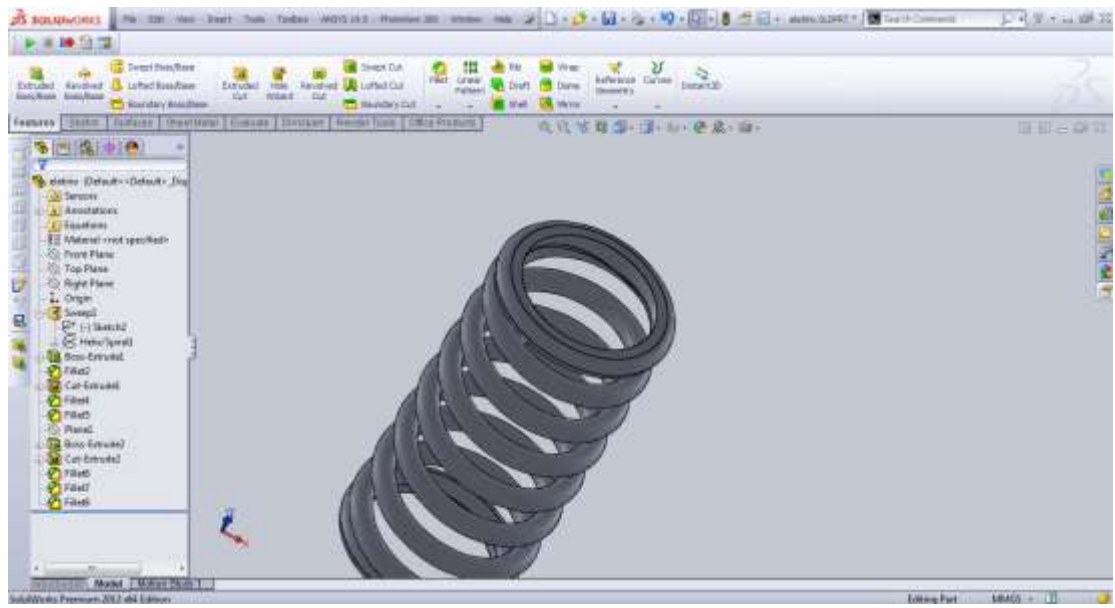




Εικόνα 2.2.7, 2.2.8:  
Χρησιμοποιήθηκαν οι επιλογές: EXTRUDE BOSS & EXTRUDE CUT  
για τη δημιουργία βάσης στο άνω μέρος του ελατηρίου

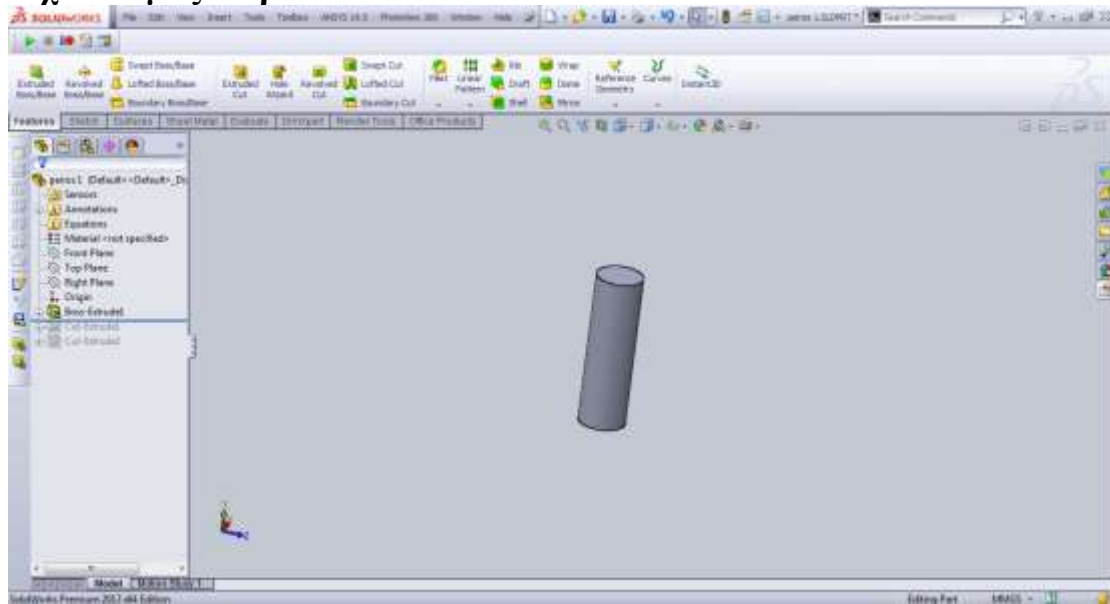


Εικόνα 2.2.9, 2.2.10:  
Επίσης χρησιμοποιήθηκαν οι επιλογές FILLET

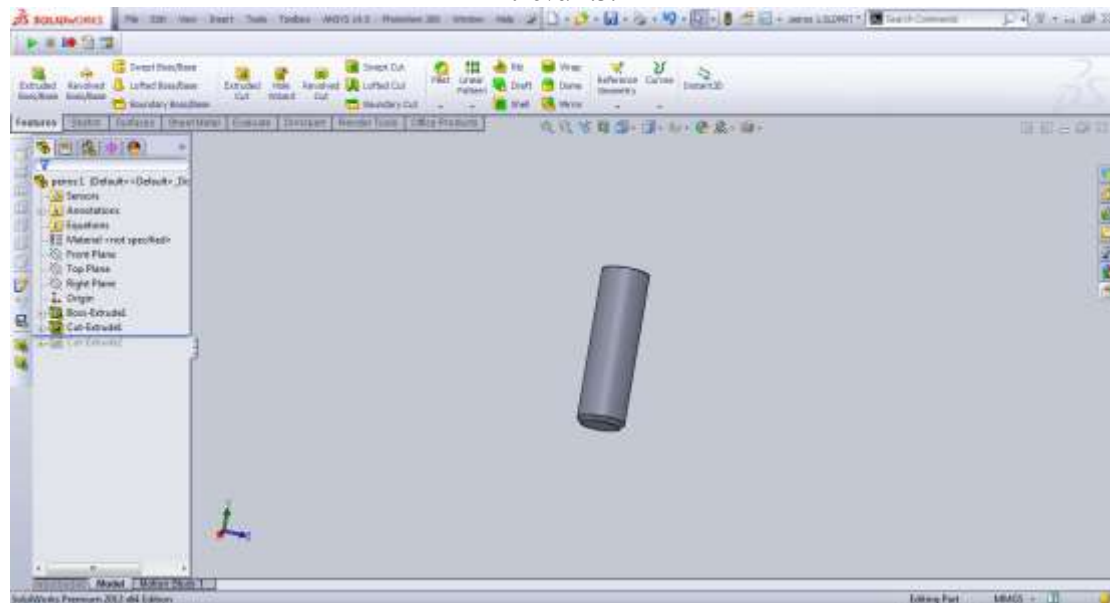


Εικόνα 2.2.11: Τελική διαμόρφωση ελατηρίου

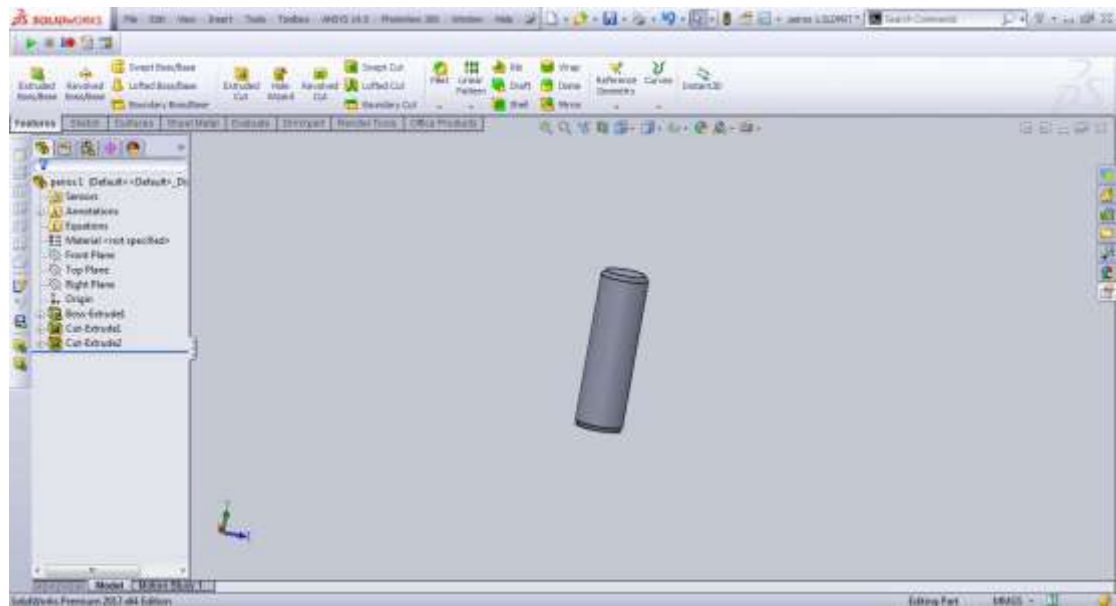
## 2.3 Σχεδιασμός πείρου



Εικόνα 2.3.1

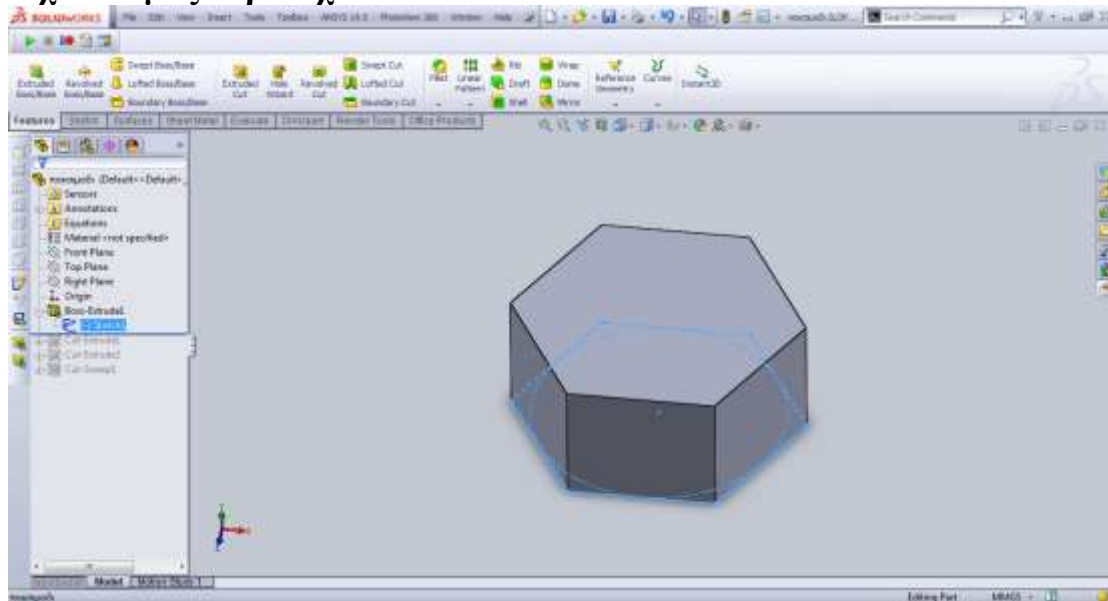


Εικόνα 2.3.2

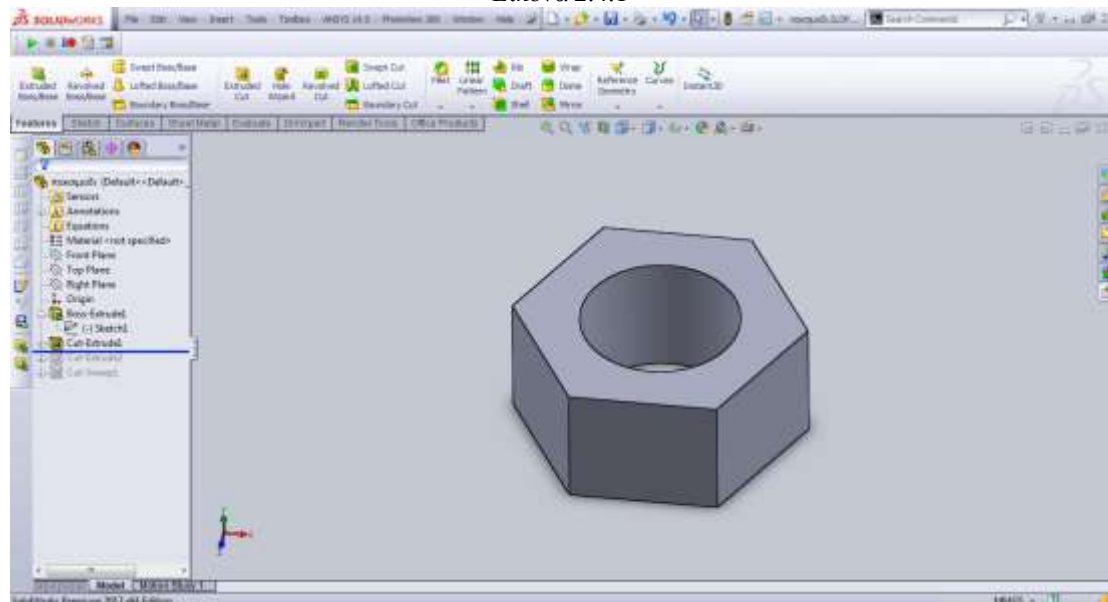


Εικόνα 2.3.3: Για την δημιουργία των δύο πείρων χρησιμοποιήθηκαν οι εντολές: EXTRUDE BOSS, EXTRUDE CUT/DRAFT

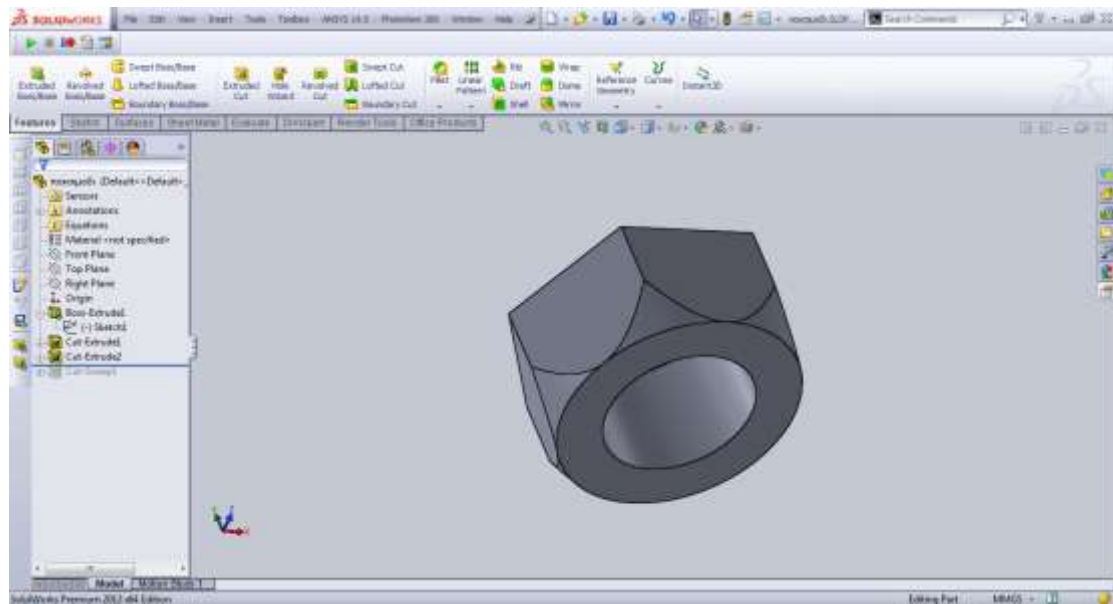
## 2.4 Σχεδιασμός περικόχλιου



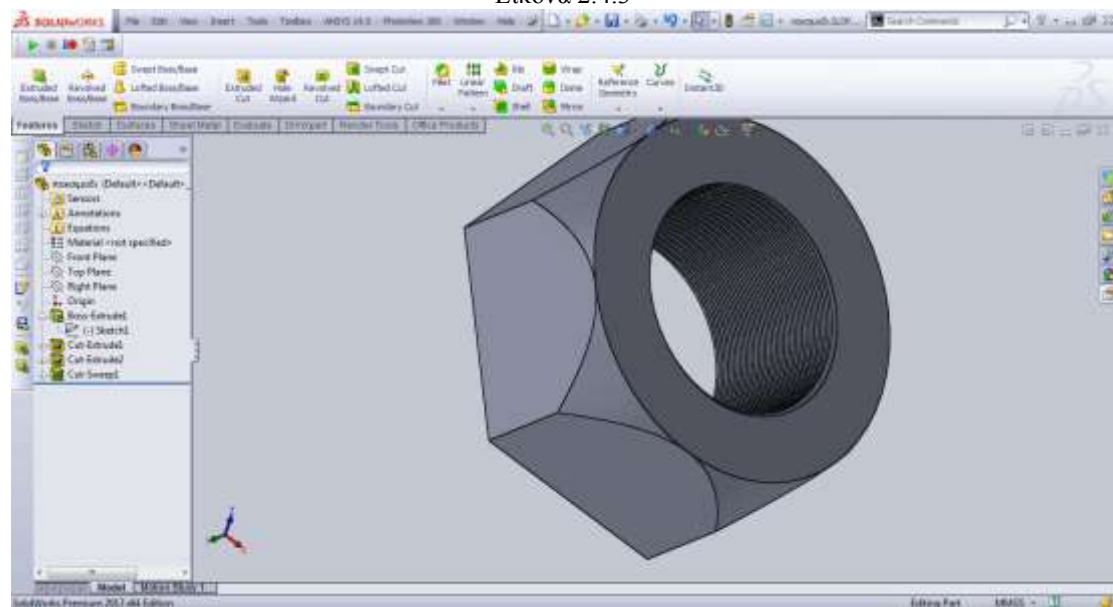
Εικόνα 2.4.1



Εικόνα 2.4.2: Για την δημιουργία του περικόχλιου χρησιμοποιήθηκαν οι επιλογές EXTRUDE BOSS & EXTRUDE CUT στο άνω πλάνο

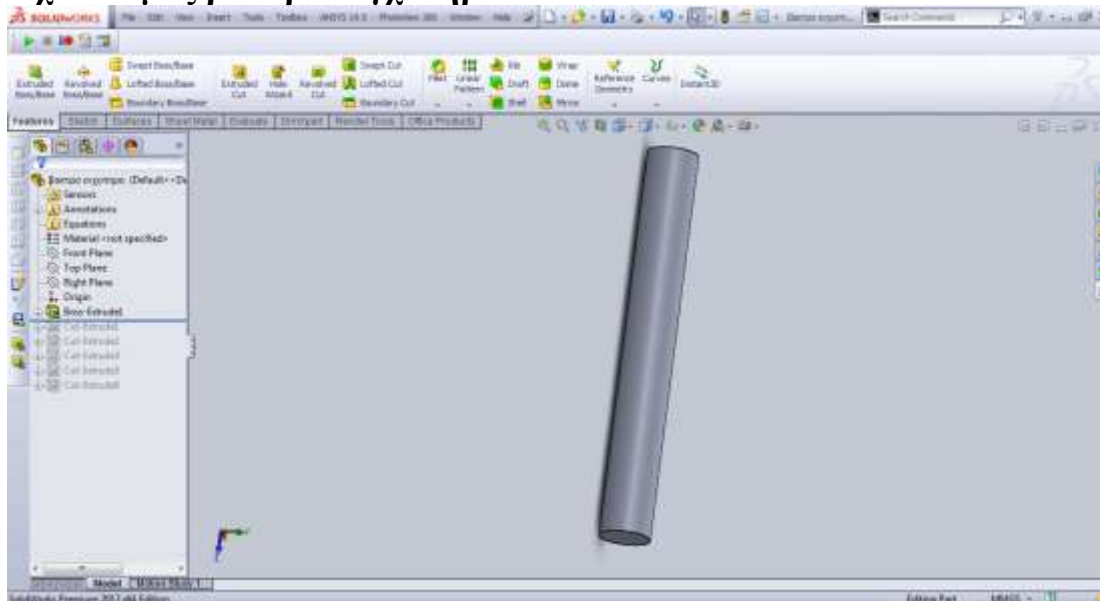


Εικόνα 2.4.3

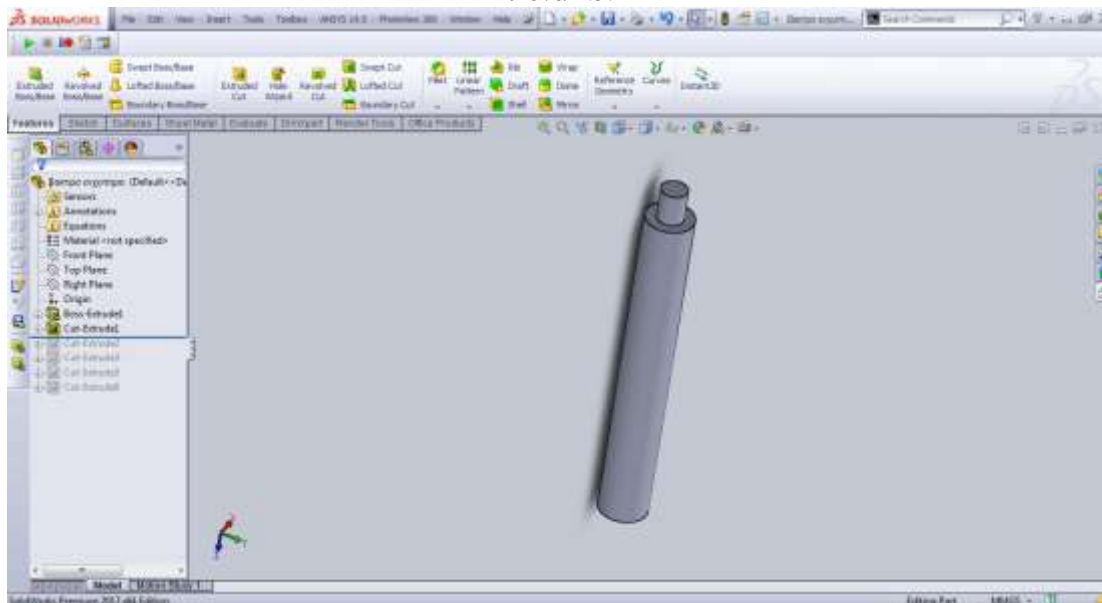


Εικόνα 2.4.4: Χρησιμοποιήθηκε η επιλογή EXTRUDE CUT για την εξωτερική διαμόρφωση του περικόχλιου και η επιλογή SWEEP CUT για τη δημιουργία του εσωτερικού σπειρώματος

## 2.5 Σχεδιασμός βάκτρου εγχυτήρα

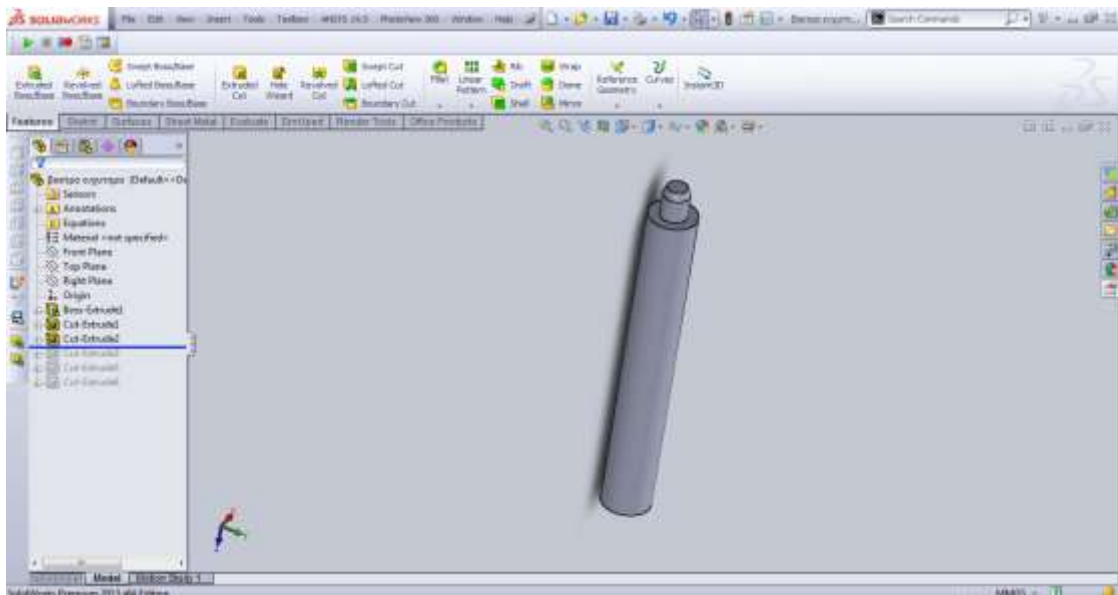


Εικόνα 2.5.1

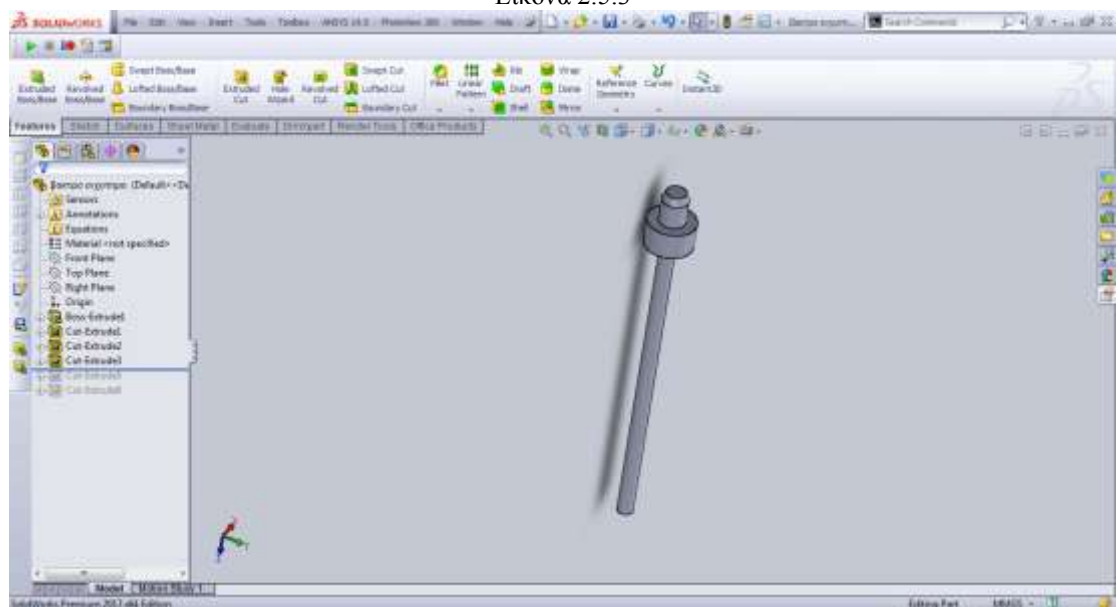


Εικόνα 2.5.2: Χρησιμοποιήθηκαν οι επιλογές EXTRUDE BOSS & EXTRUDE CUT για τη δημιουργία του βάκτρου στο άνω σημείο

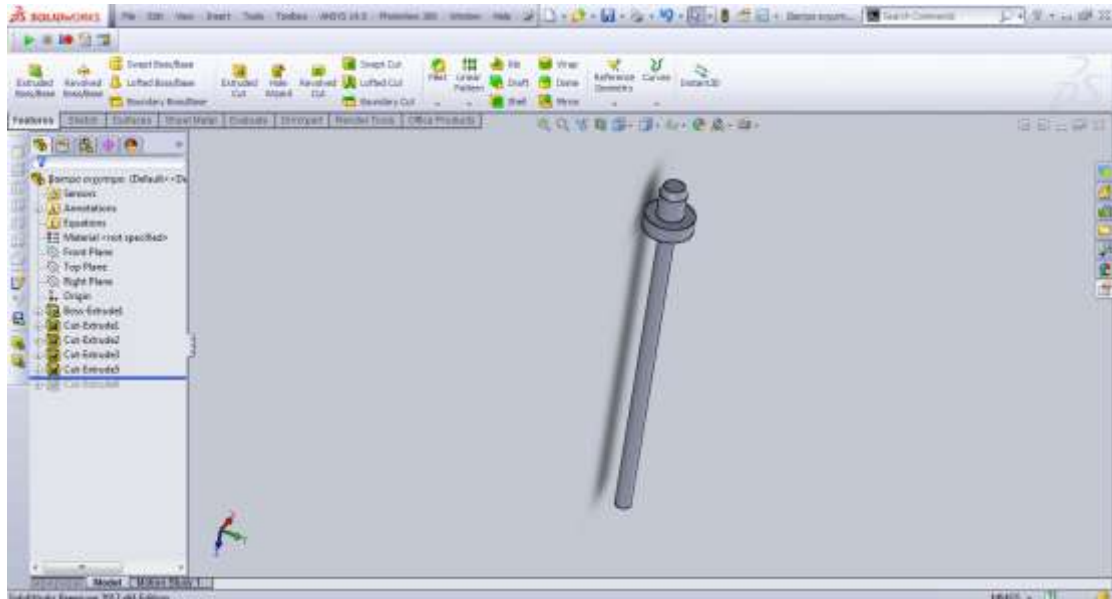




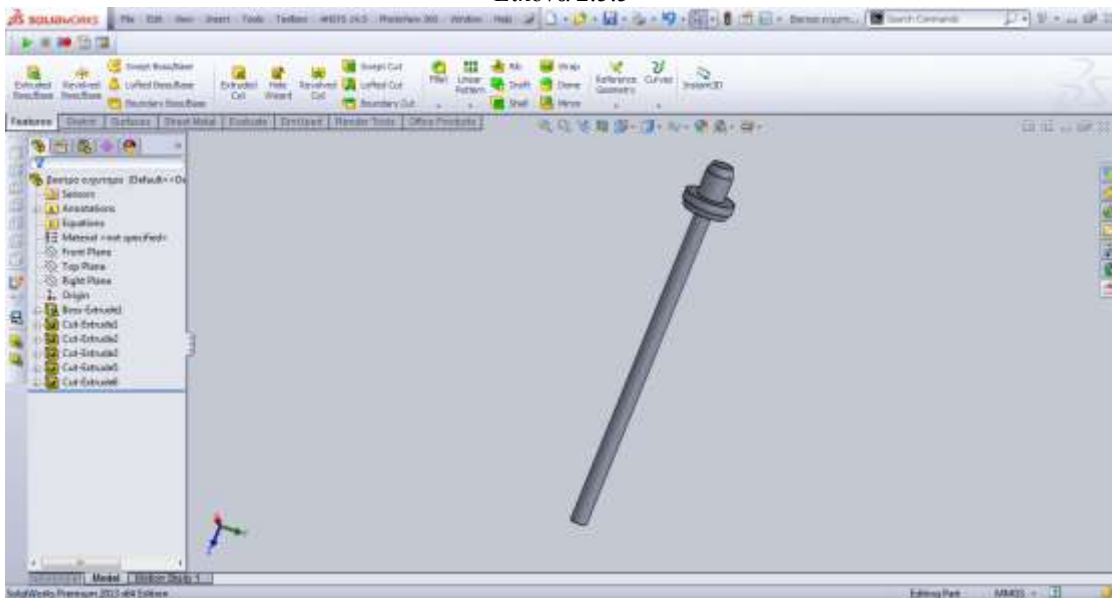
Εικόνα 2.5.3



Εικόνα 2.5.4: Χρησιμοποιήθηκαν οι επιλογές EXTRUDE CUT & EXTRUDE CUT/DRAFT

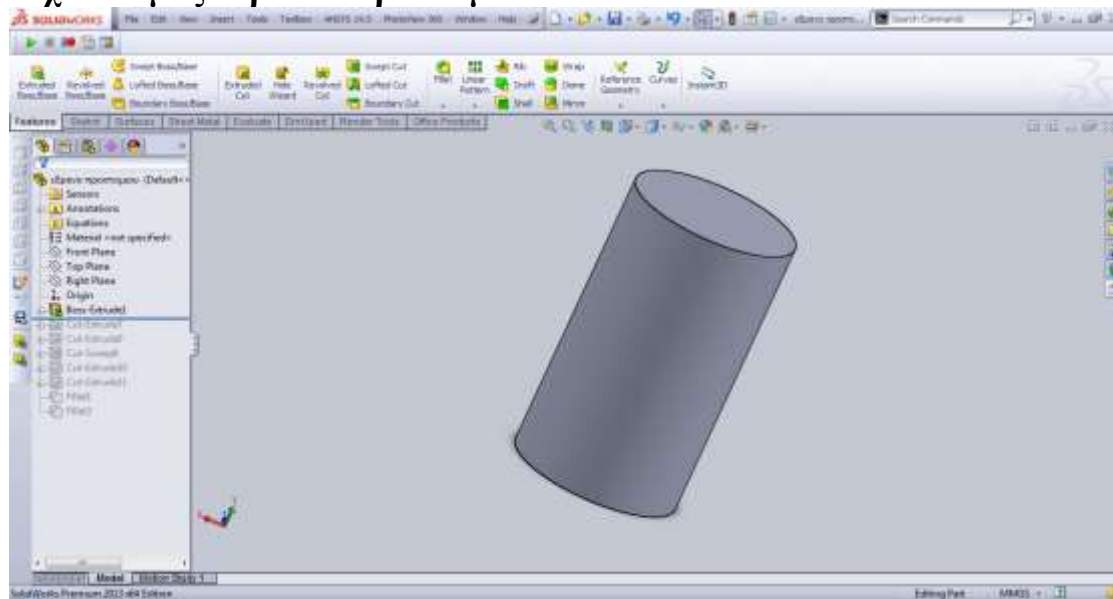


Εικόνα 2.5.5

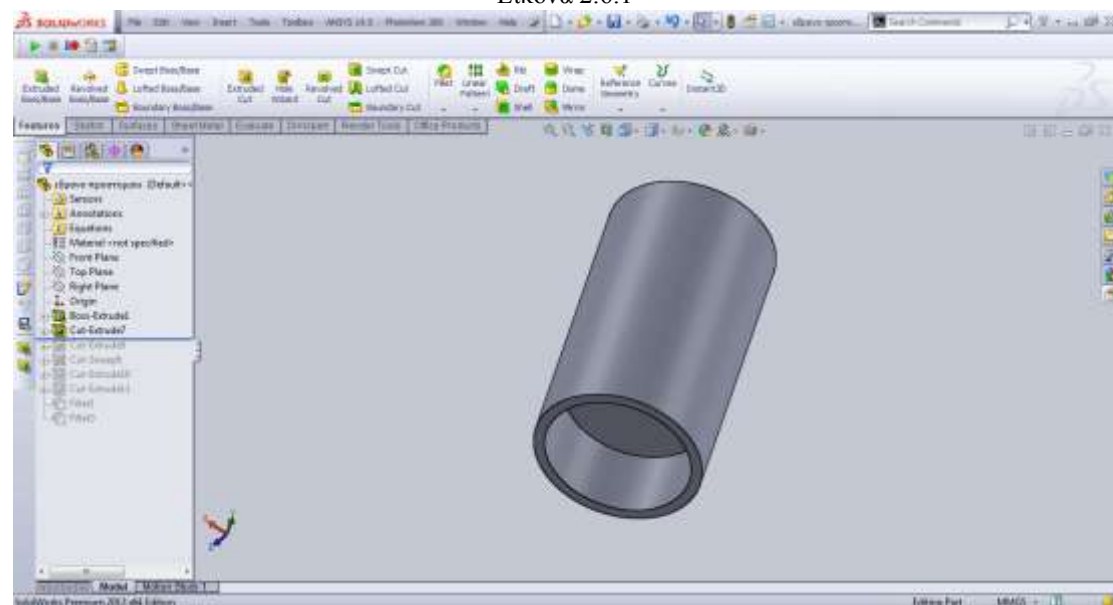


Εικόνα 2.5.6: EXTRUDE CUT/DRAFT για την τελική διαμόρφωση του βάκτρου

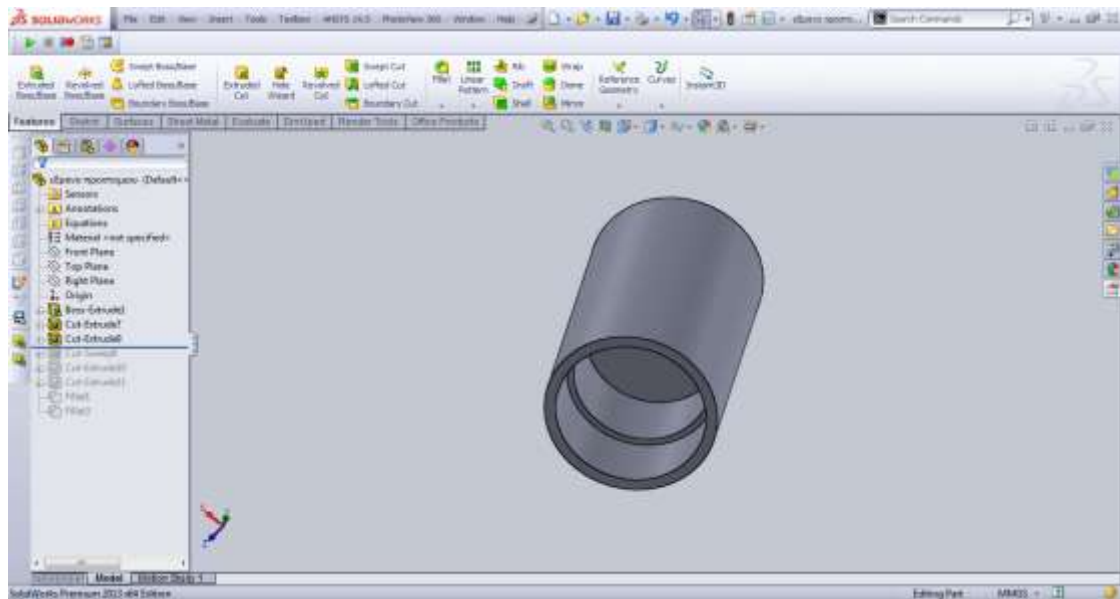
## 2.6 Σχεδιασμός εδράνου προστόμιου



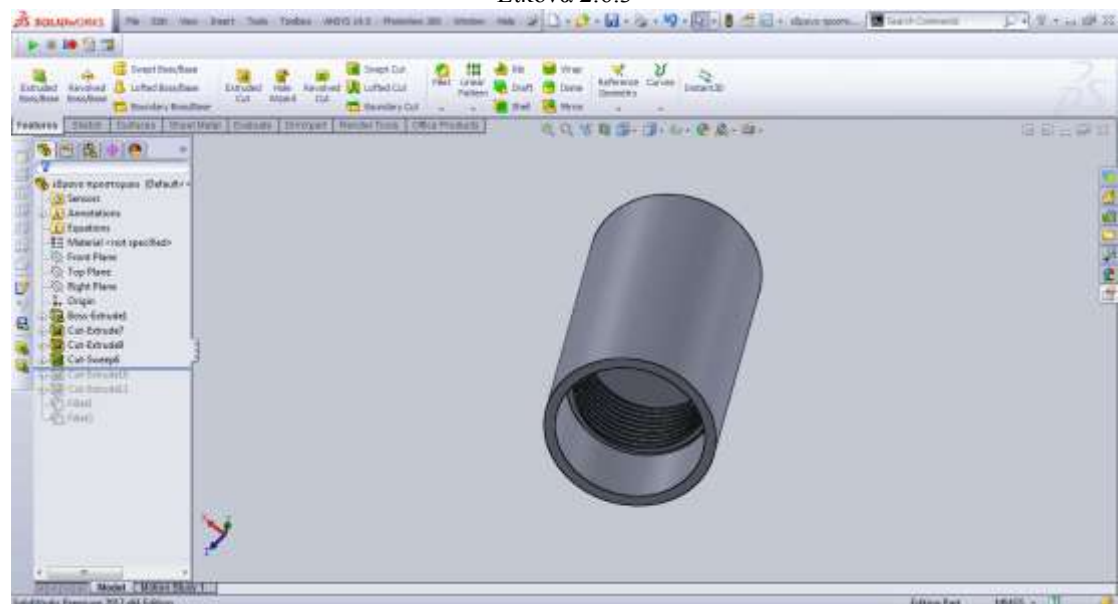
Εικόνα 2.6.1



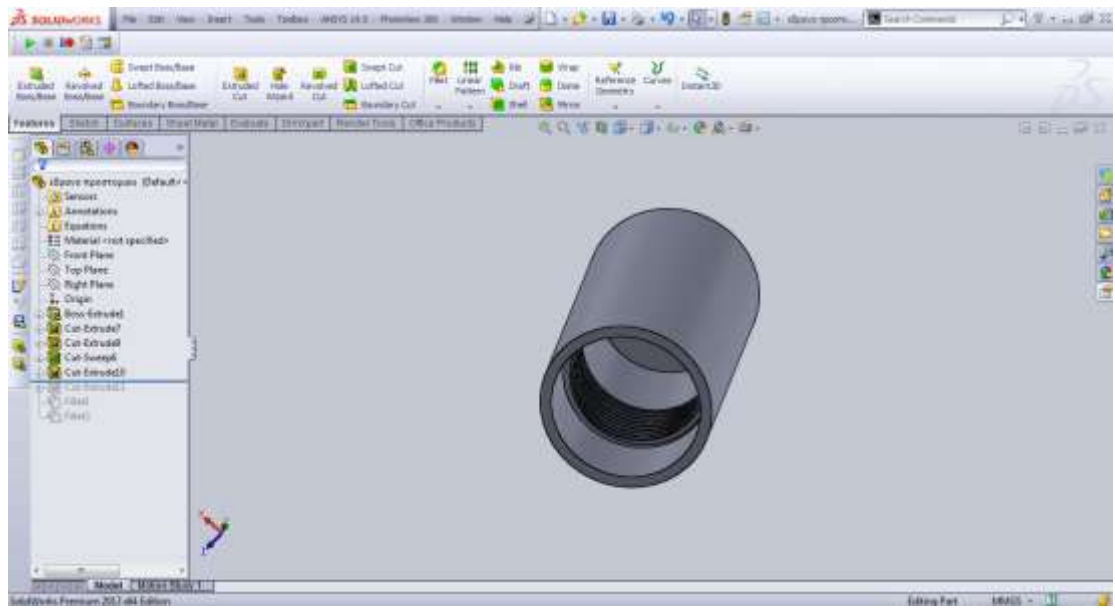
Εικόνα 2.6.2: Χρησιμοποιήθηκαν οι επιλογές EXTRUDE BOSS & EXTRUDE CUT για την αρχή δημιουργίας του εδράνου



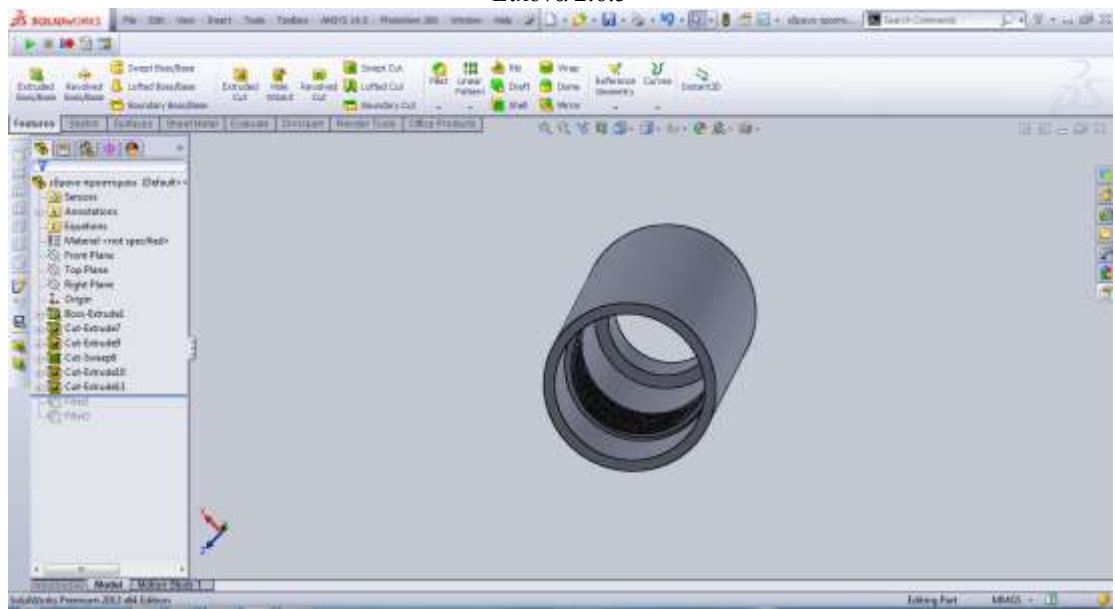
Εικόνα 2.6.3



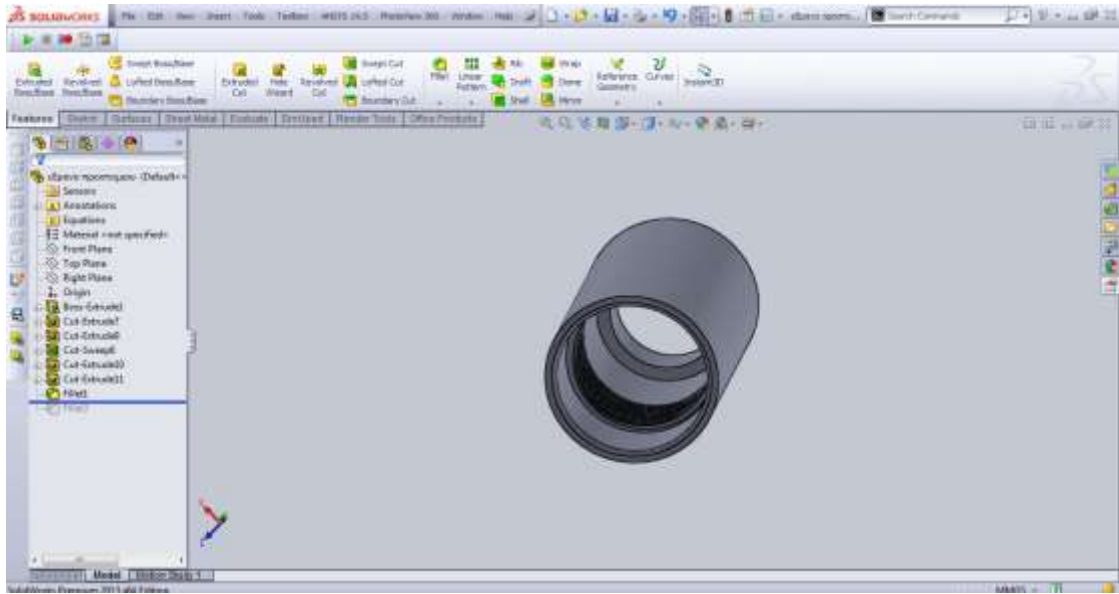
Εικόνα 2.6.4: Χρησιμοποιήθηκαν οι επιλογές EXTRUDE CUT & SWEEP CUT για την δημιουργία του εσωτερικού σπειρώματος



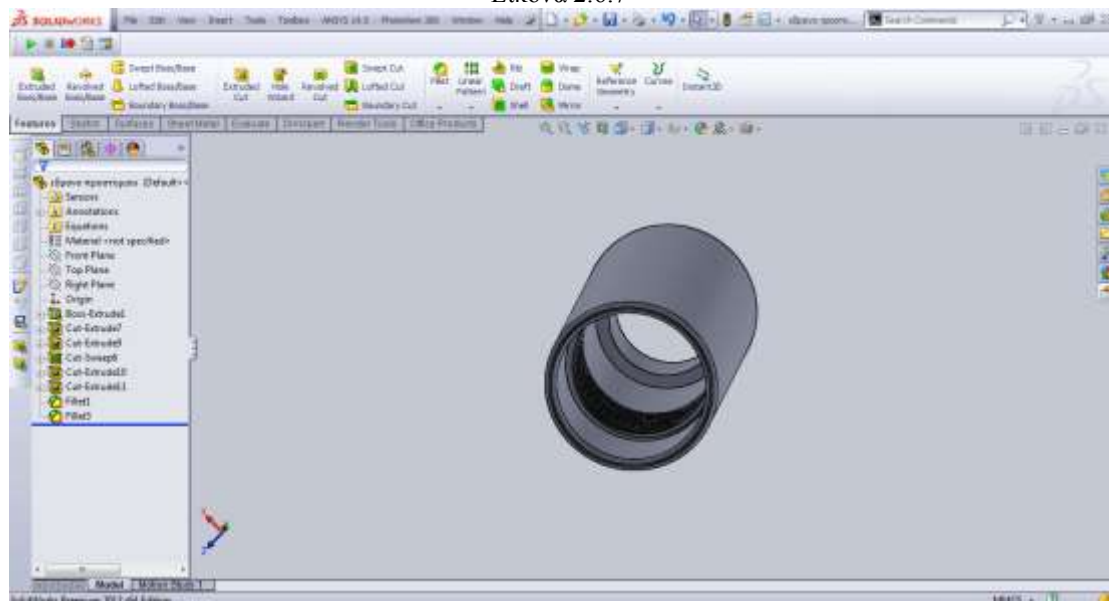
Εικόνα 2.6.5



Εικόνα 2.6.6: Χρησιμοποιήθηκε η επιλογή EXTRUDE CUT για τη τελική διαμόρφωση του εδράνου

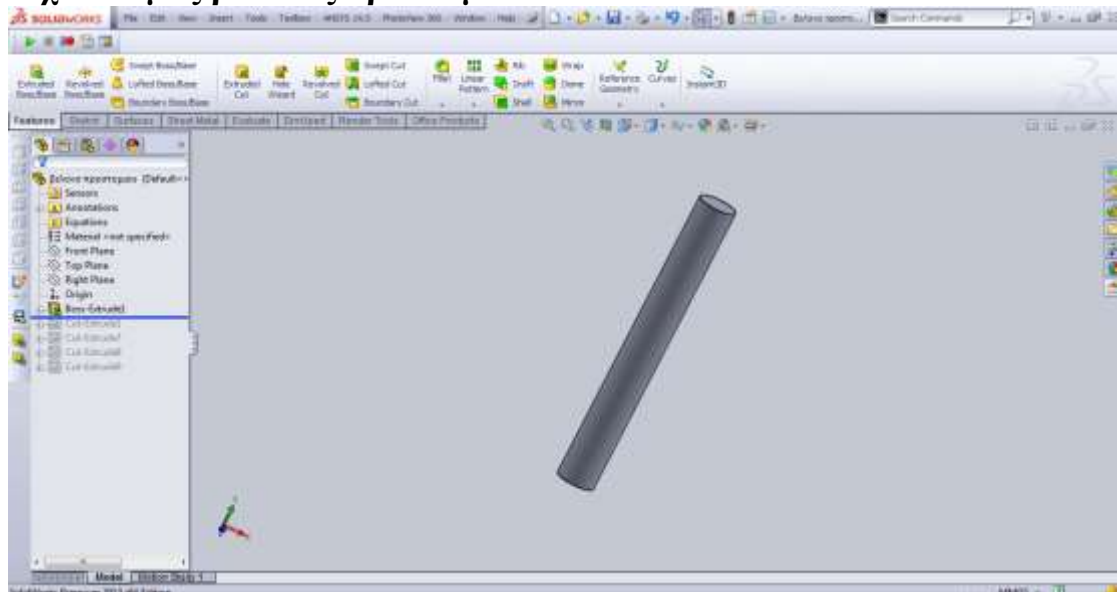


Εικόνα 2.6.7

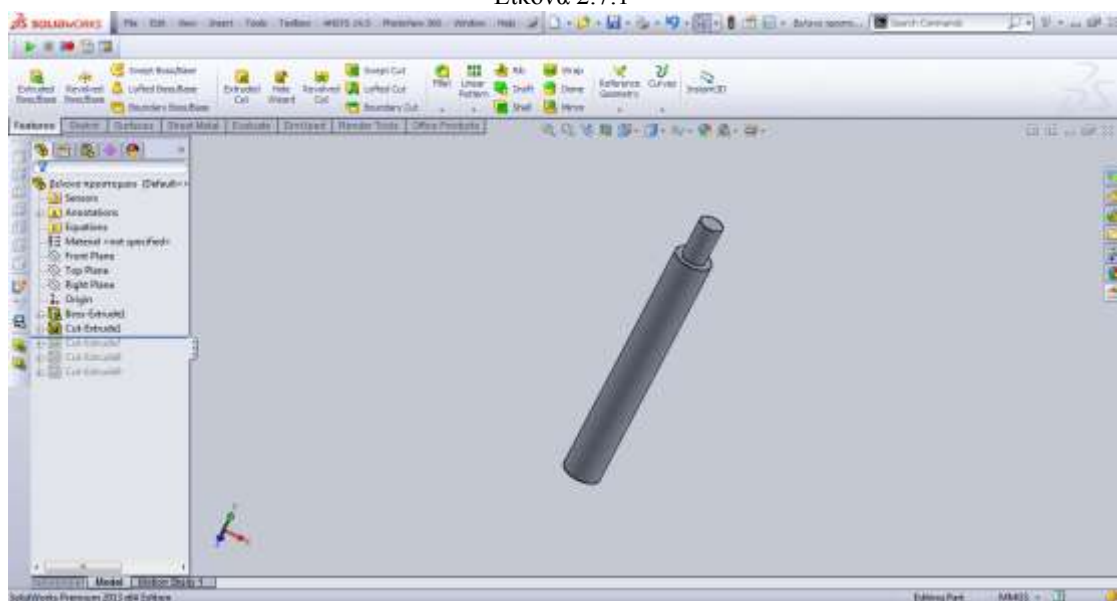


Εικόνα 2.6.8: Επίσης χρησιμοποιήθηκαν οι επιλογές FILLET στο άνω μέρος του εδράνου εσωτερικά και εξωτερικά

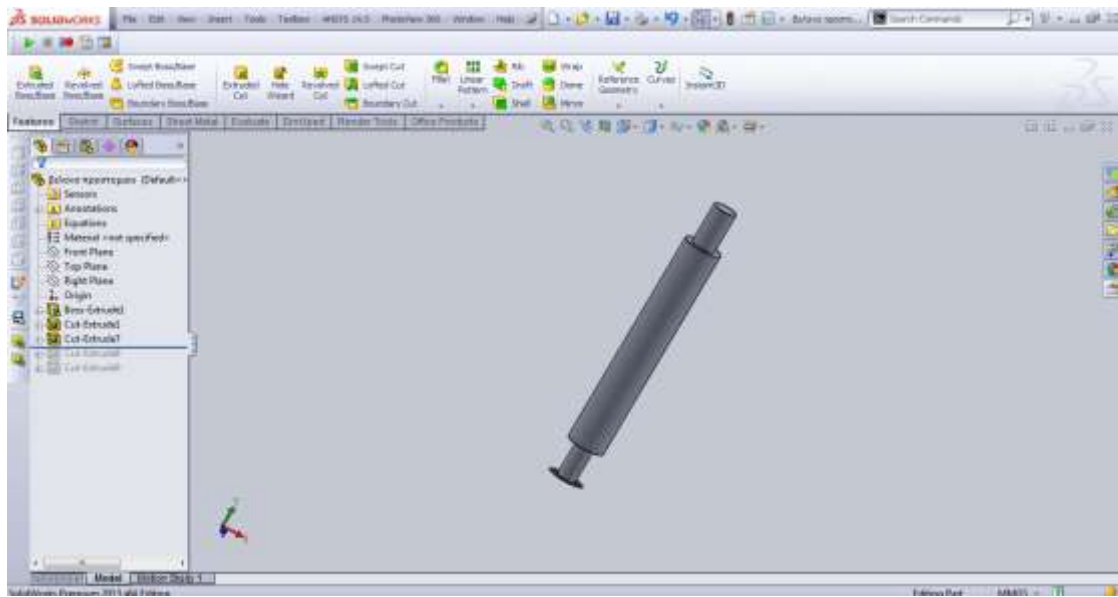
## 2.7 Σχεδιασμός βελόνας προστομίου



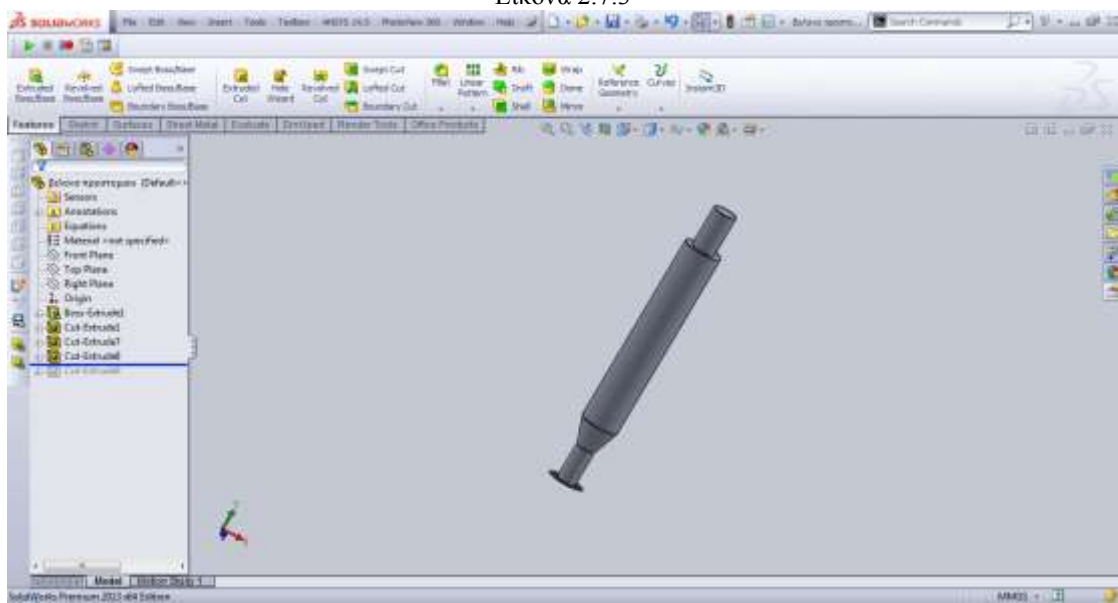
Εικόνα 2.7.1



Εικόνα 2.7.2: Επιλέχτηκε το άνω πλάνο και οι επιλογές EXTRUDE BOSS & EXTRUDE CUT για τη δημιουργία της βελόνας προστομίου

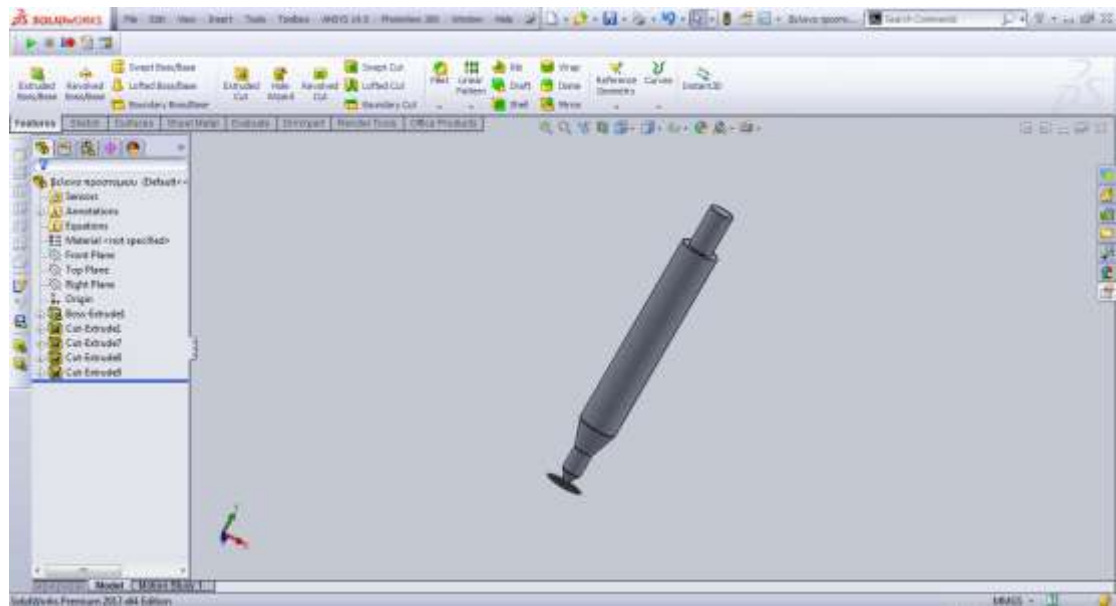


Εικόνα 2.7.3



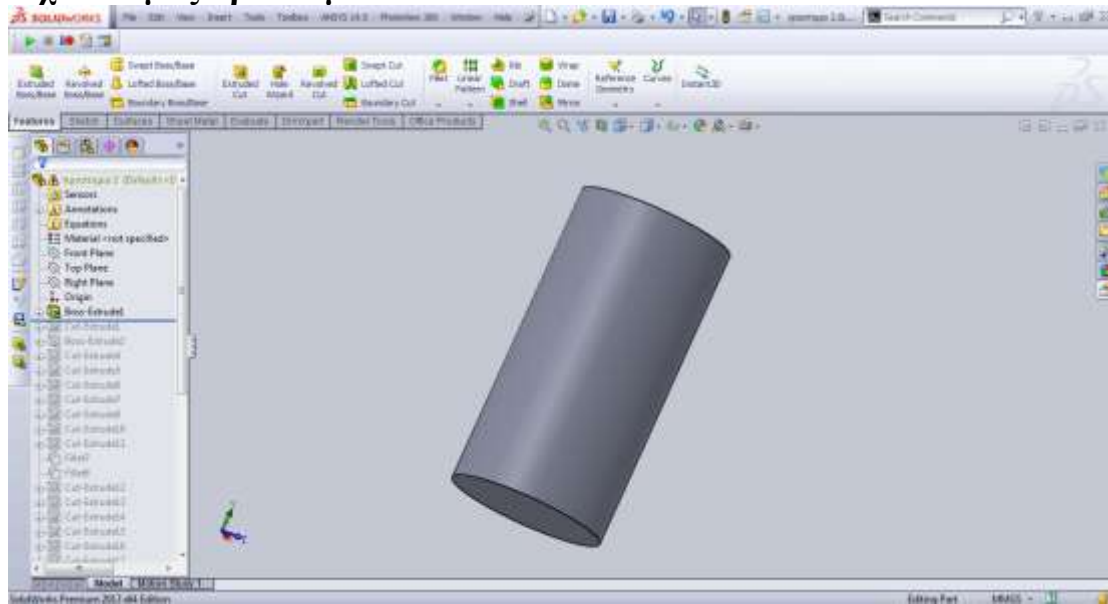
Εικόνα 2.7.4: Επιλέχτηκε η επιλογή EXTRUDE CUT/DRAFT



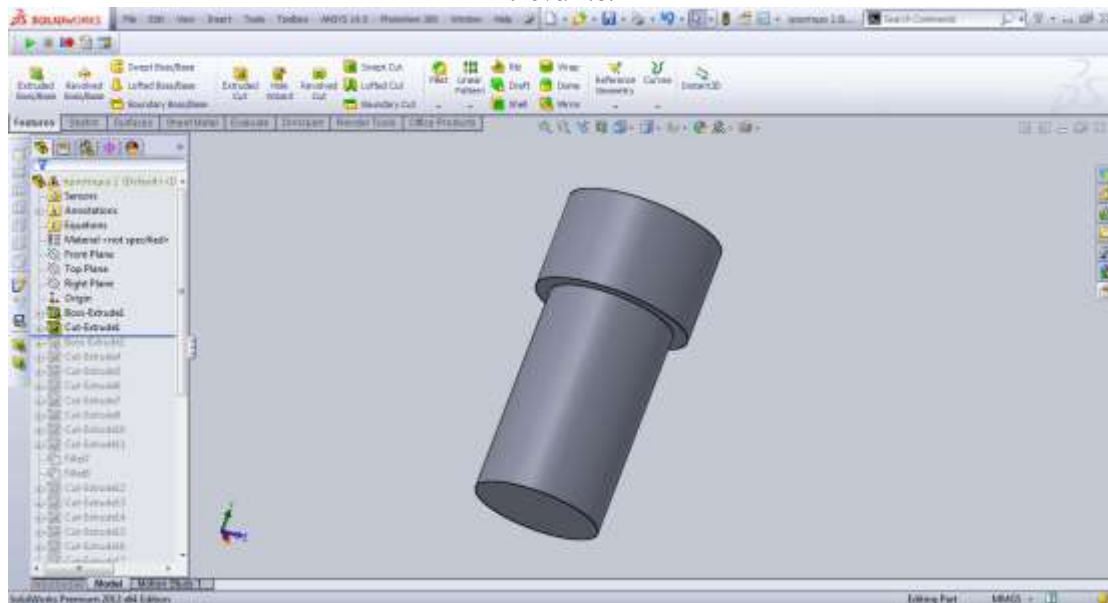


Εικόνα 2.7.5: Επιλέχθηκε η επιλογή EXTRUDE CUT/DRAFT για την τελική διαμόρφωση της βελόνας

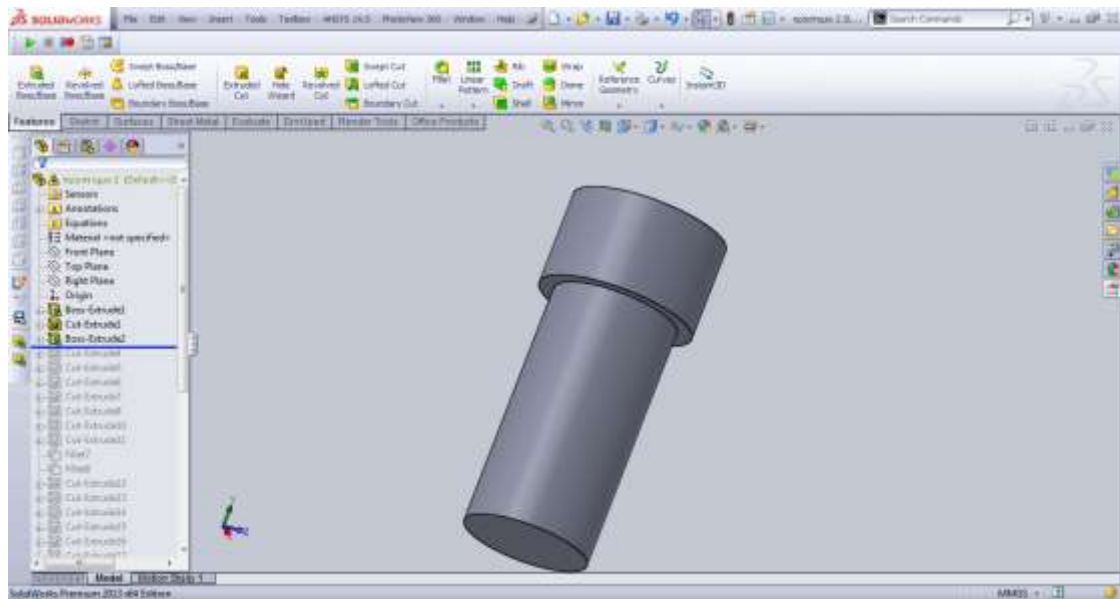
## 2.8 Σχεδιασμός προστόμιου



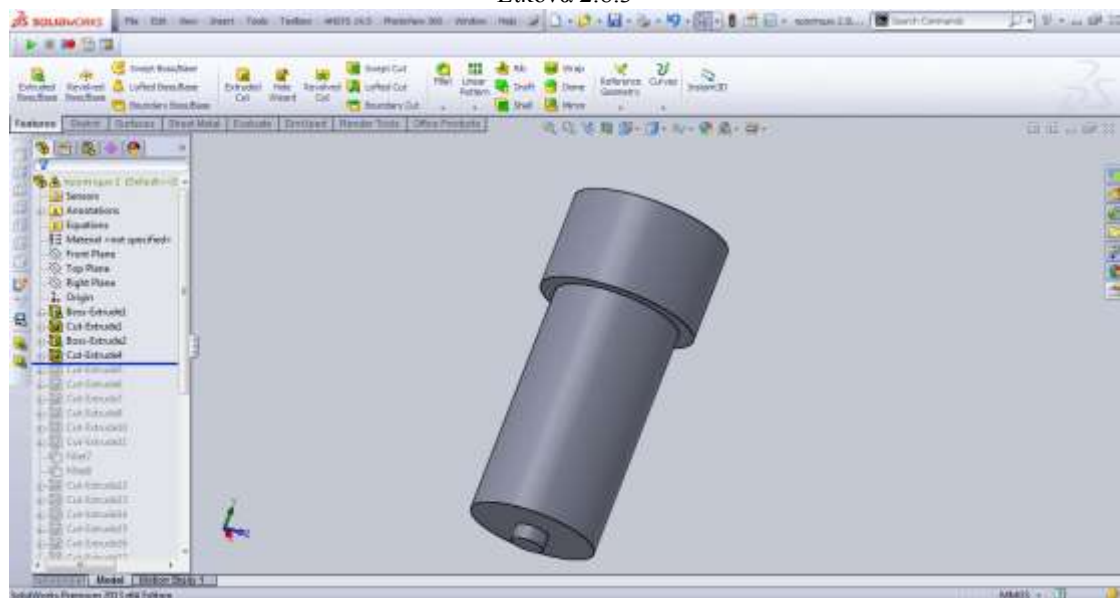
Εικόνα 2.8.1



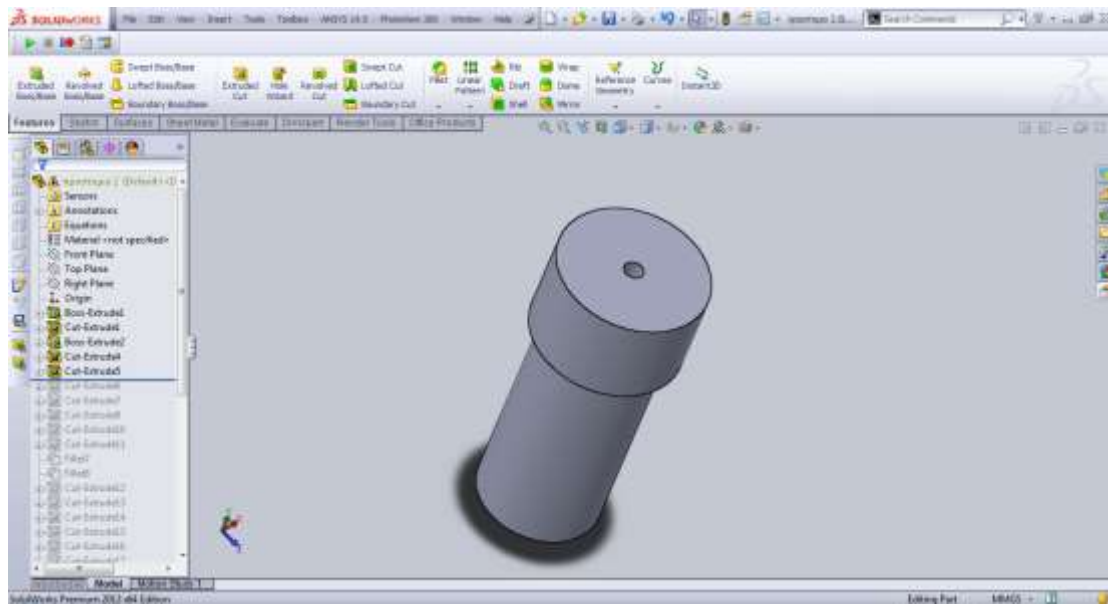
Εικόνα 2.8.2: Επιλέχτηκε το άνω πλάνο και οι επιλογές EXTRUDE BOSS & EXTRUDE CUT για την αρχική διαμόρφωση του προστόμιου



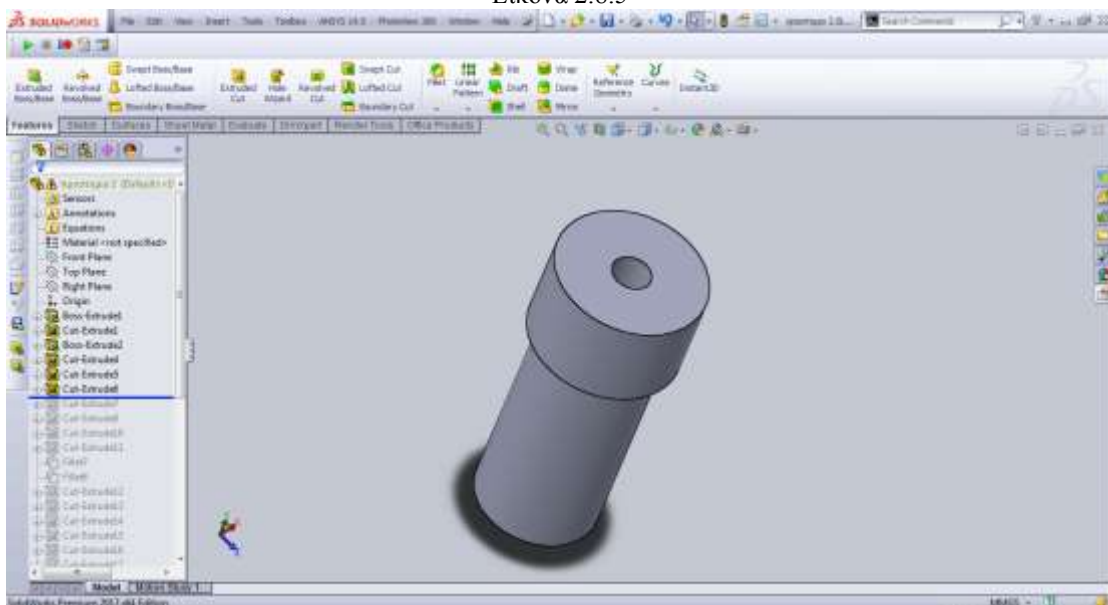
Εικόνα 2.8.3



Εικόνα 2.8.4

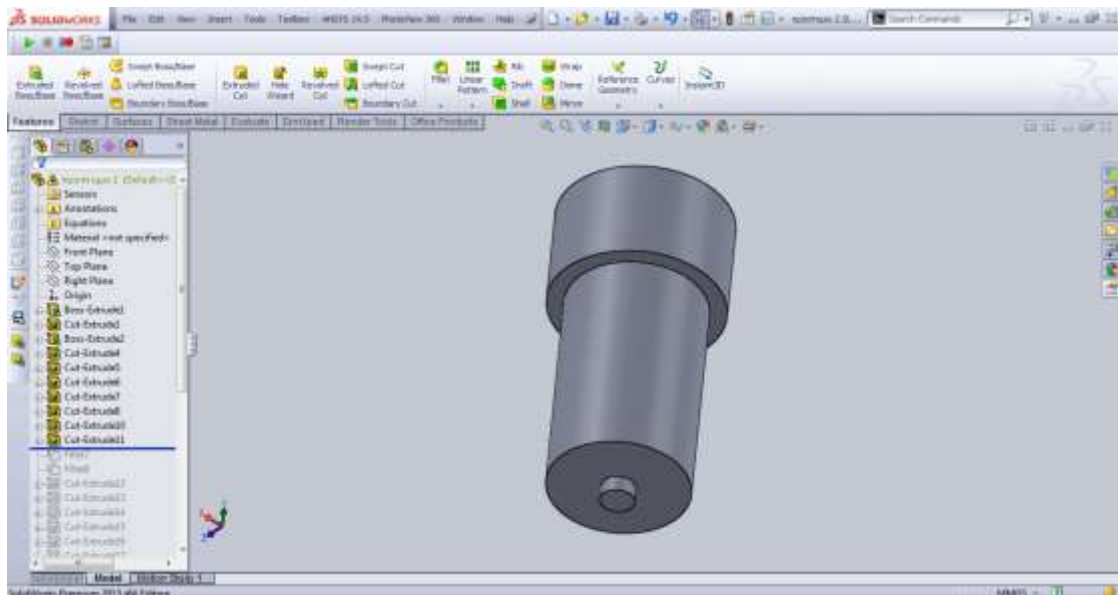


Εικόνα 2.8.5

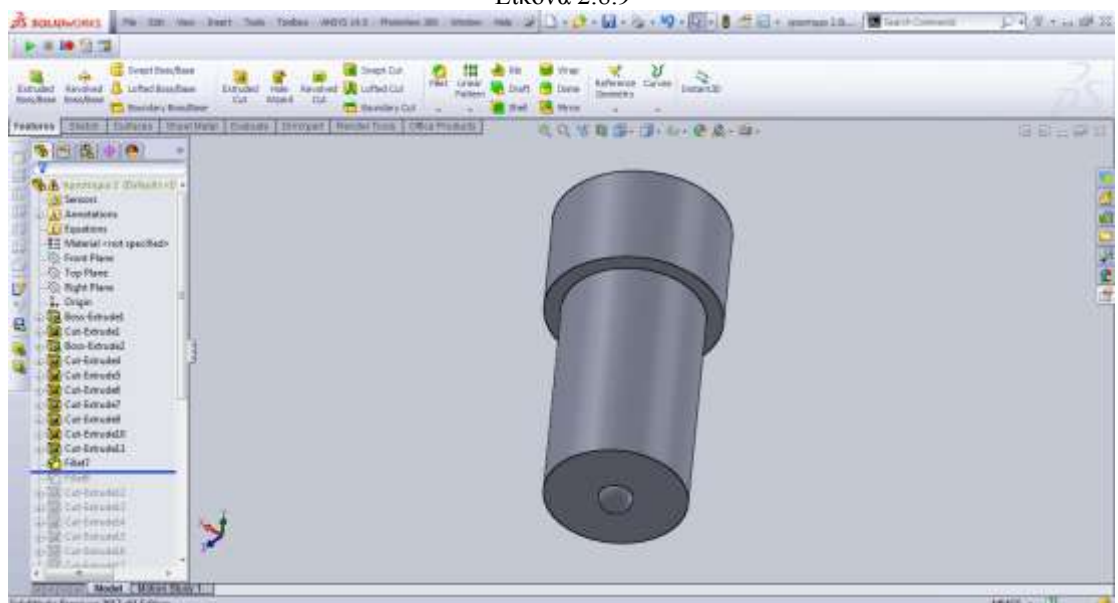


Εικόνα 2.8.6: Χρησιμοποιήθηκε η επιλογή EXTRUDE CUT για τη διαμόρφωση της οπής στην οποία εισχωρεί η βελόνα

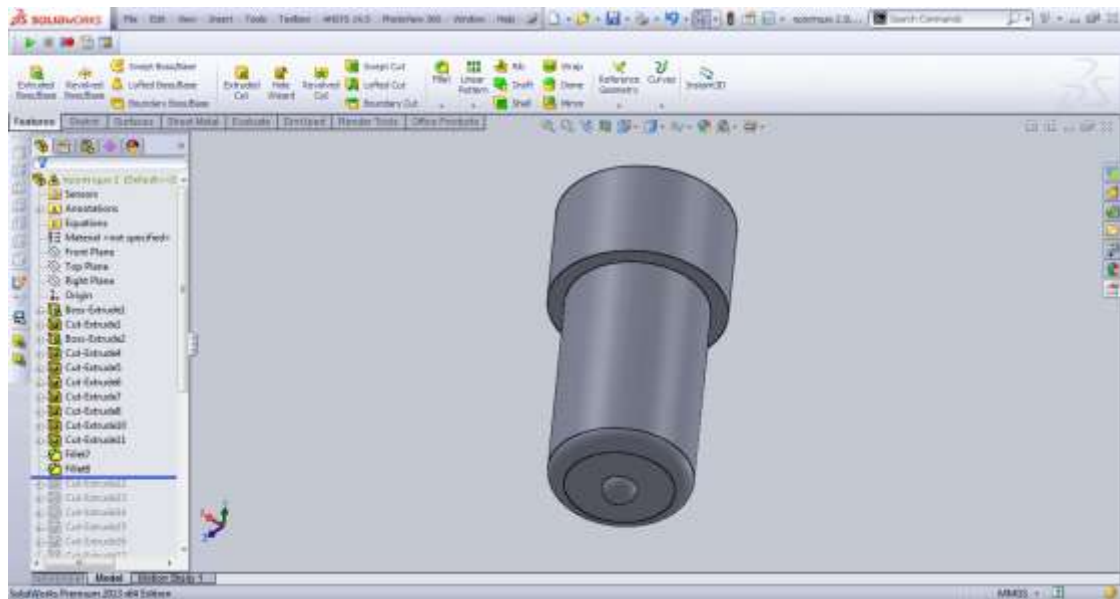




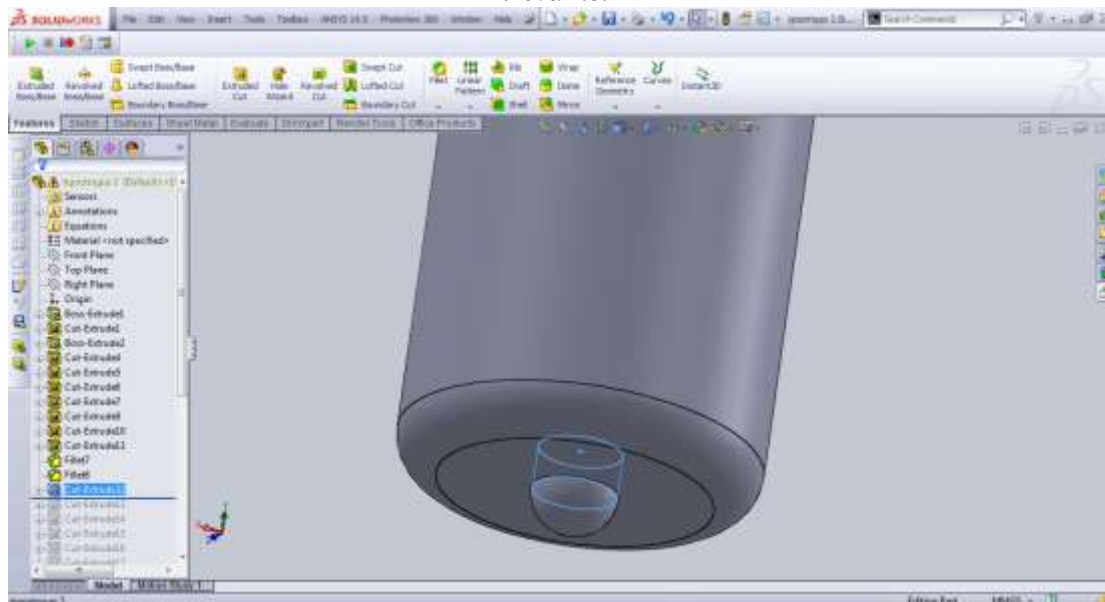
Εικόνα 2.8.9



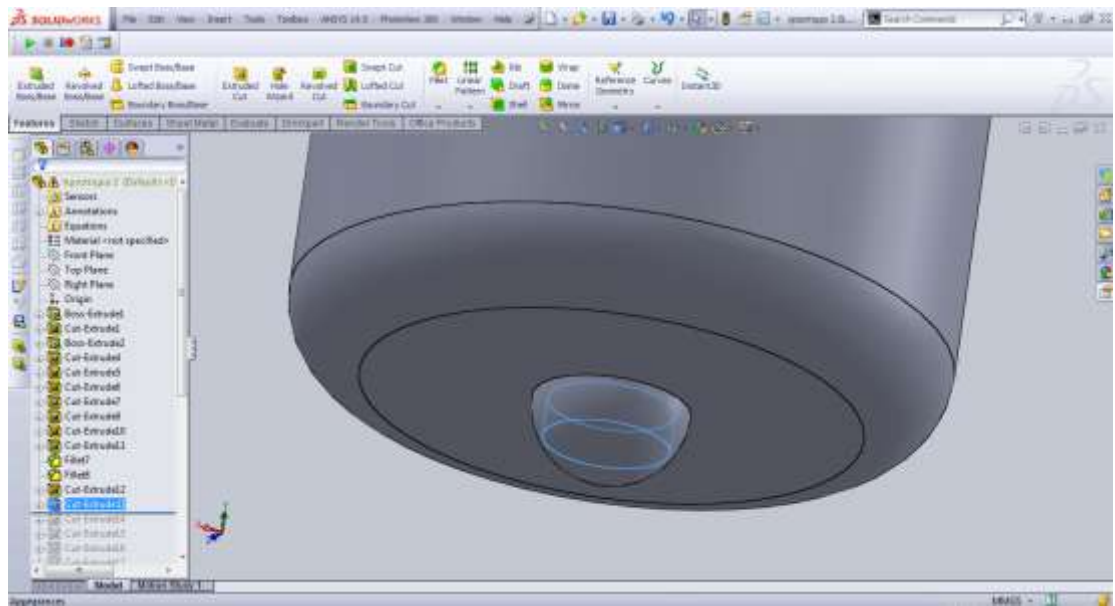
Εικόνα 2.8.10: Χρησιμοποιήθηκε η επιλογή FILLET για τη δημιουργία του κάτω μέρους του προστομίου



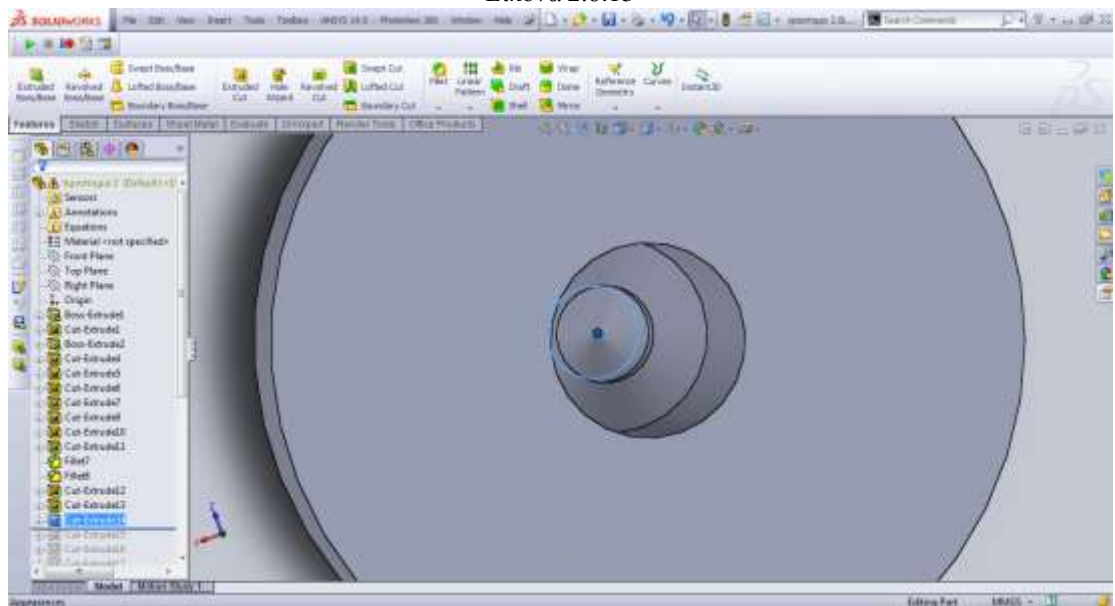
Εικόνα 2.8.11



Εικόνα 2.8.12: Δημιουργήθηκε οπή στο εσωτερικό του προστομίου, χρησιμοποιήθηκε επίσης η επιλογή FILLET

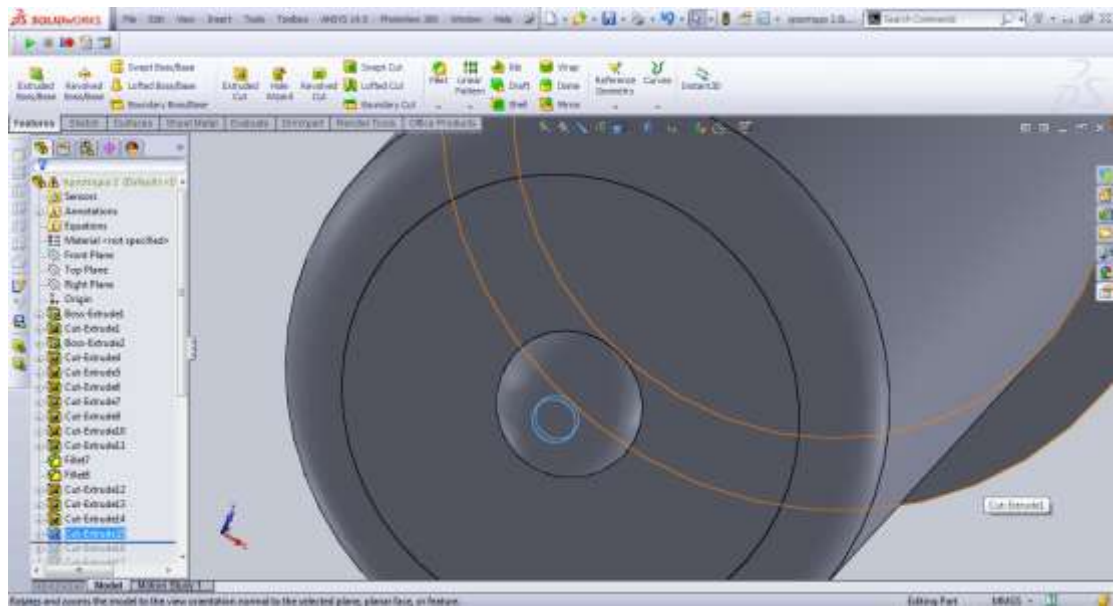


Εικόνα 2.8.13

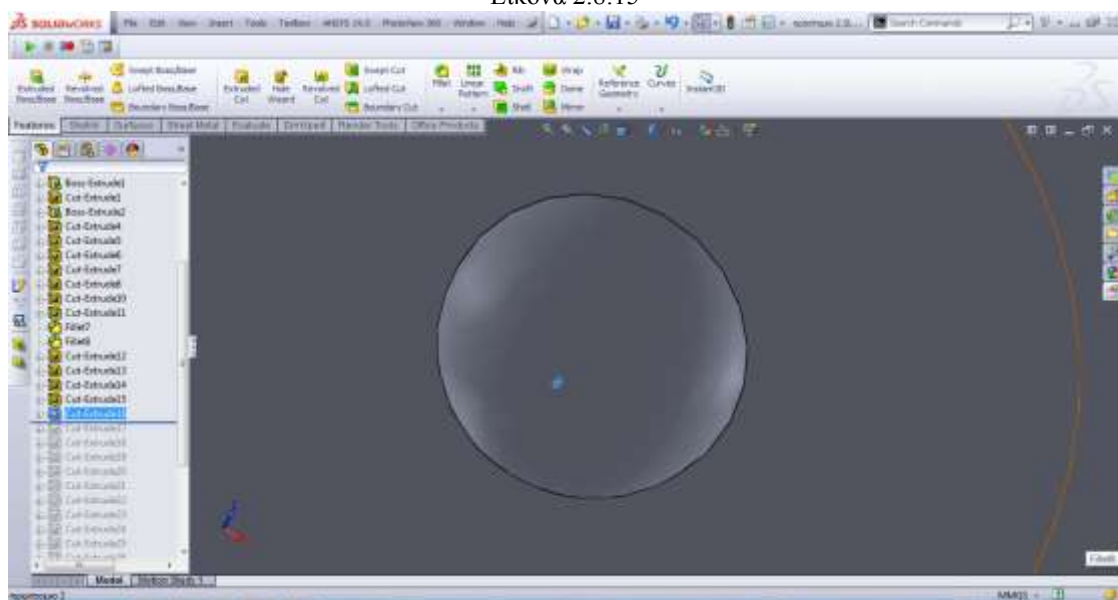


Εικόνα 2.8.14

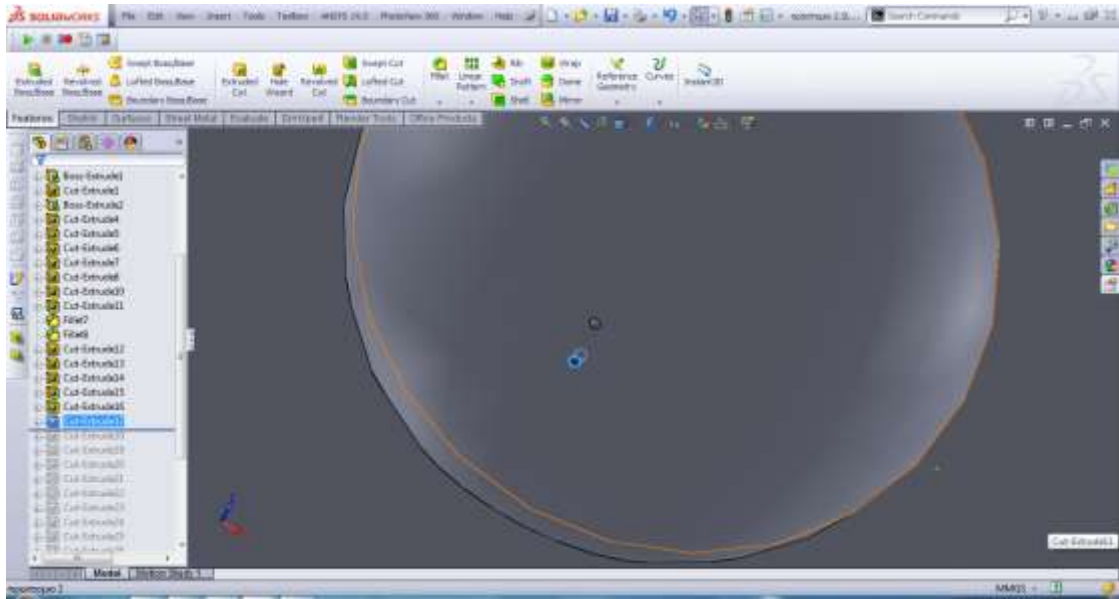




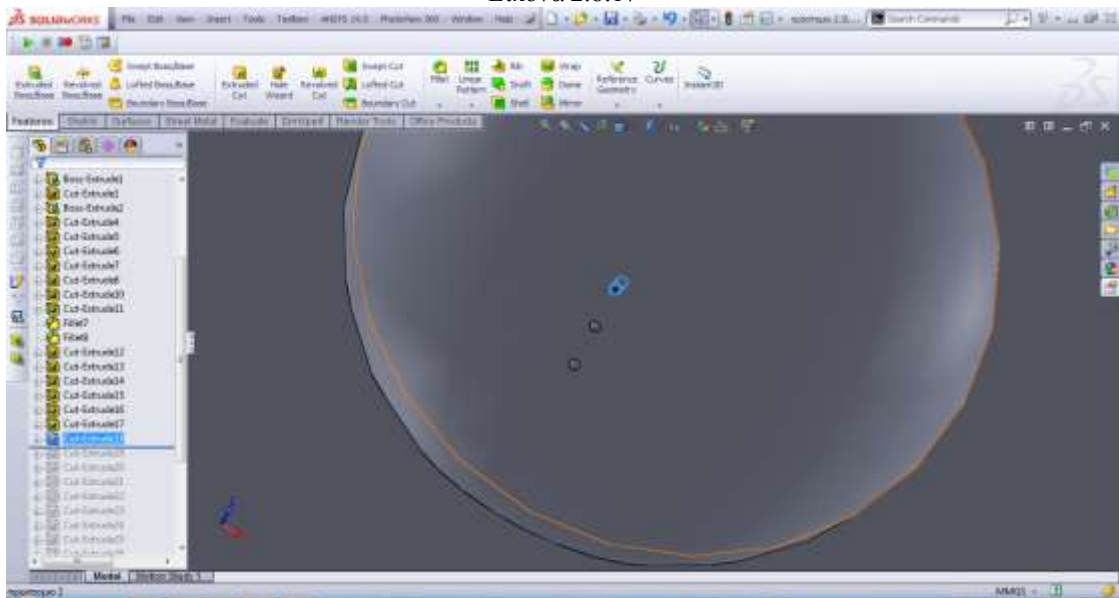
Εικόνα 2.8.15



Εικόνα 2.8.16: Χρησιμοποιήθηκε η επιλογή EXTRUDE CUT για την αρχή διαμόρφωσης των οπών ψεκασμού του πετρελαίου

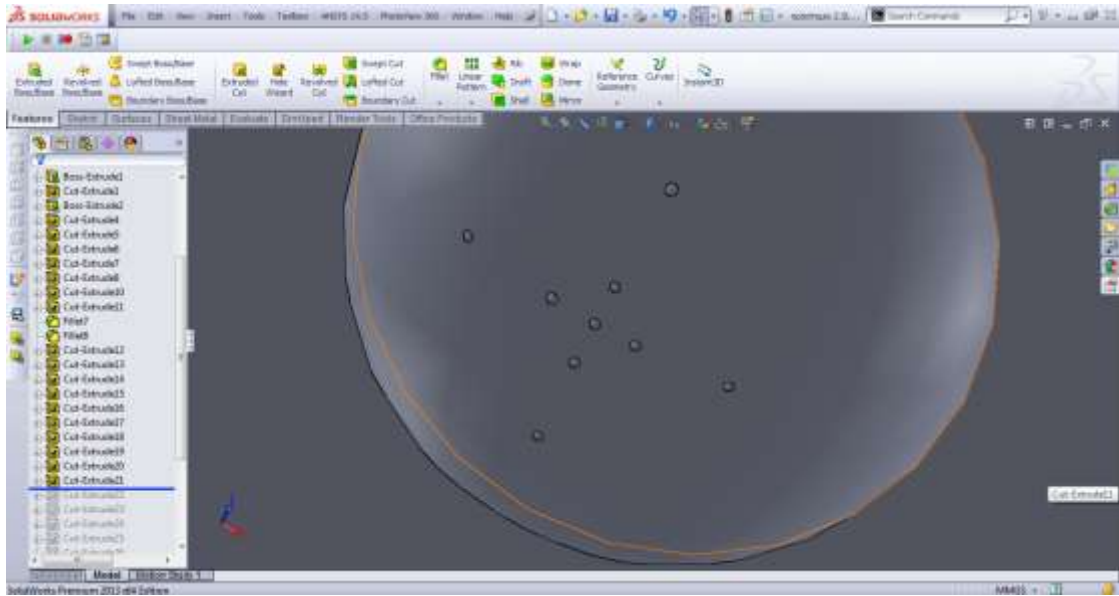


Εικόνα 2.8.17

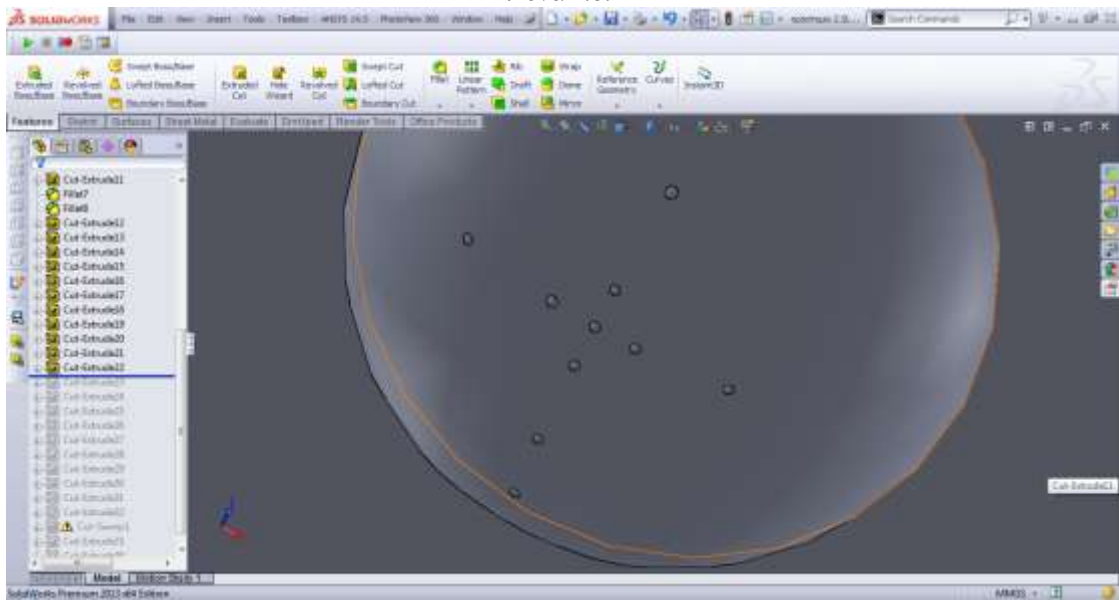


Εικόνα 2.8.18

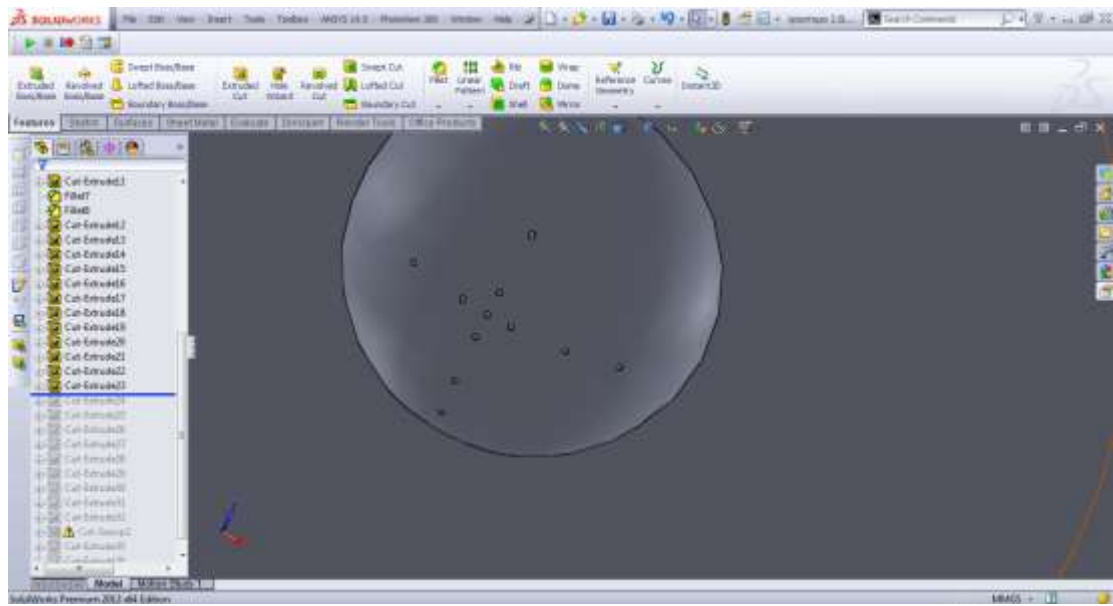




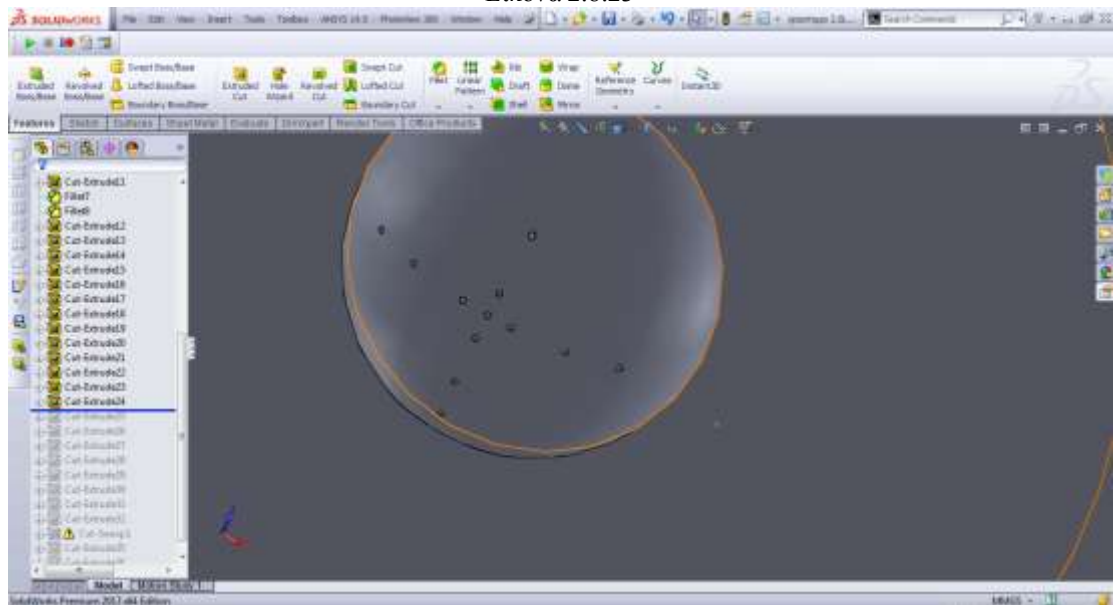
Εικόνα 2.8.21



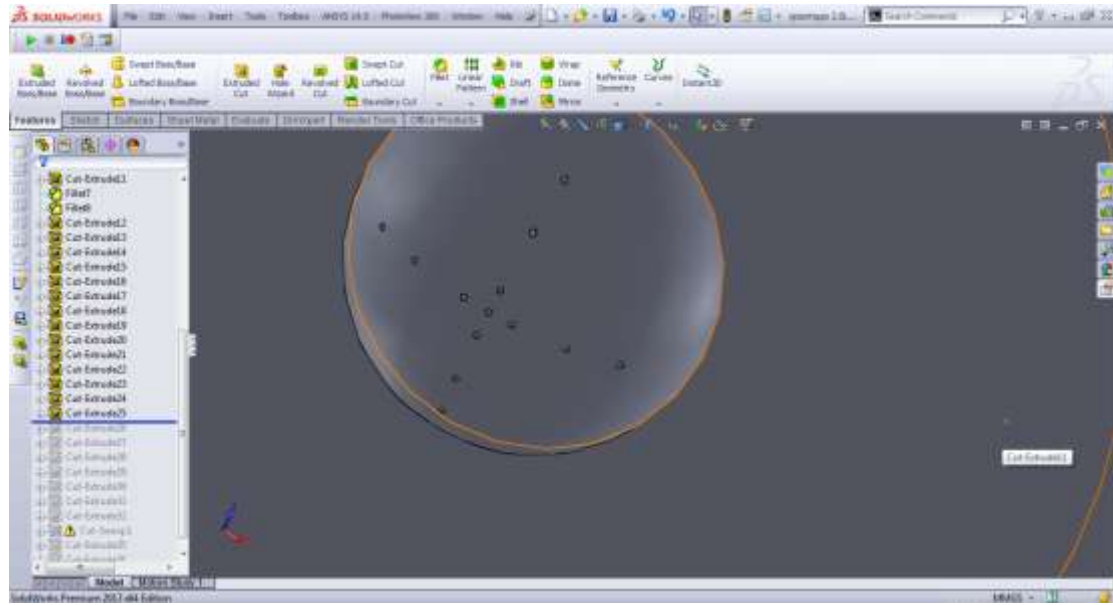
Εικόνα 2.8.22



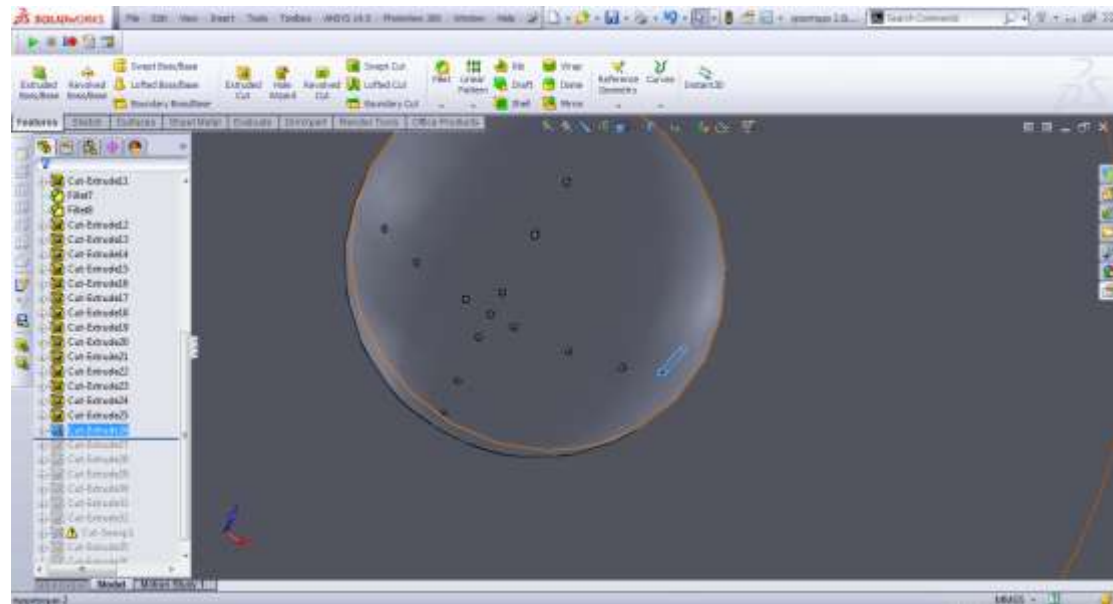
Εικόνα 2.8.23



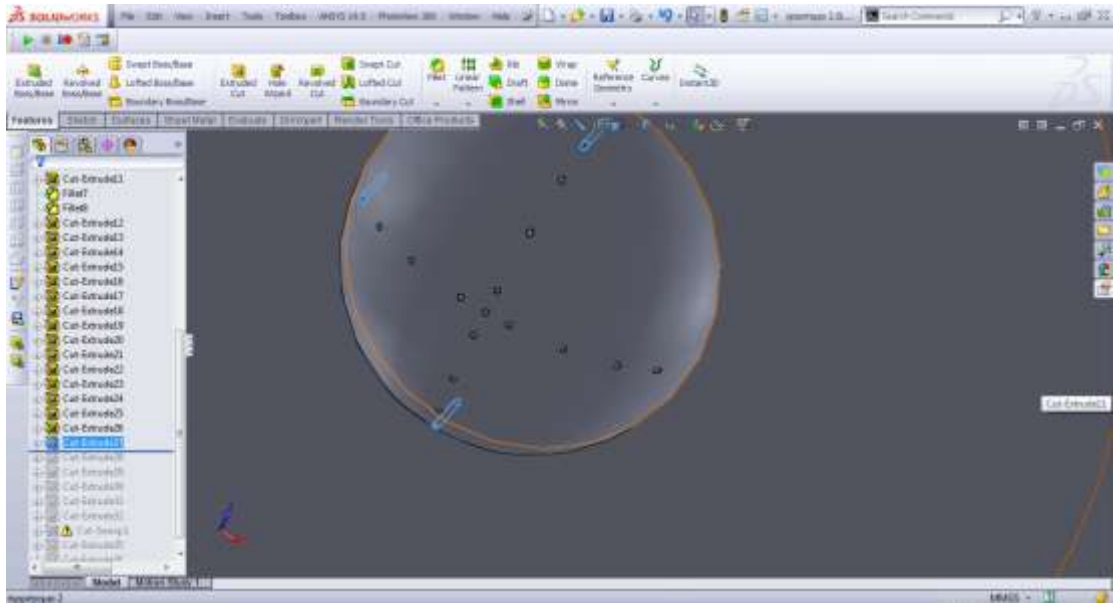
Εικόνα 2.8.24



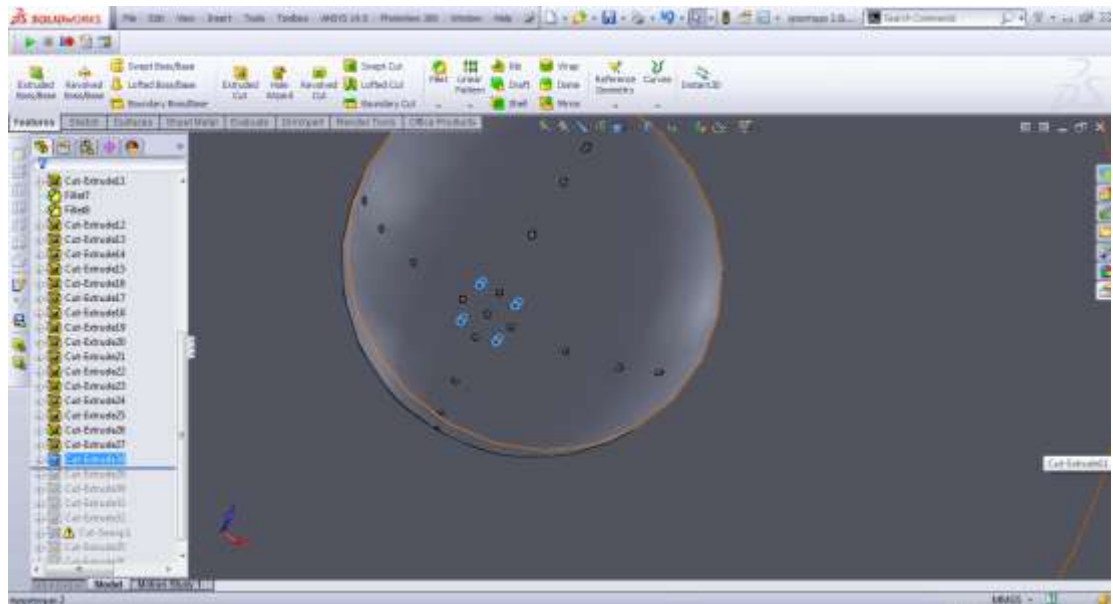
Εικόνα 2.8.25



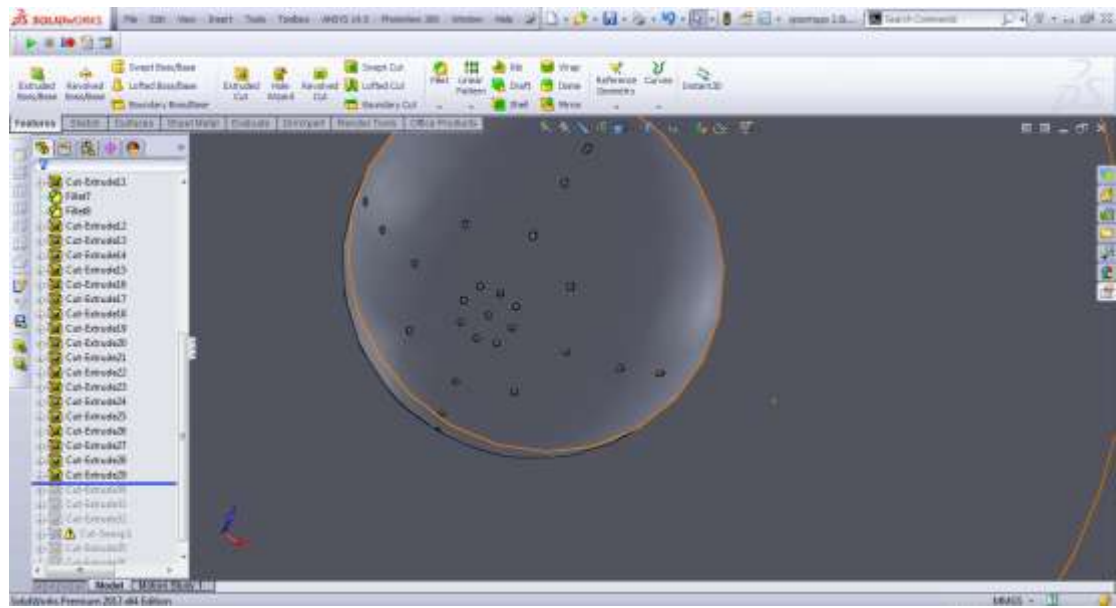
Εικόνα 2.8.26



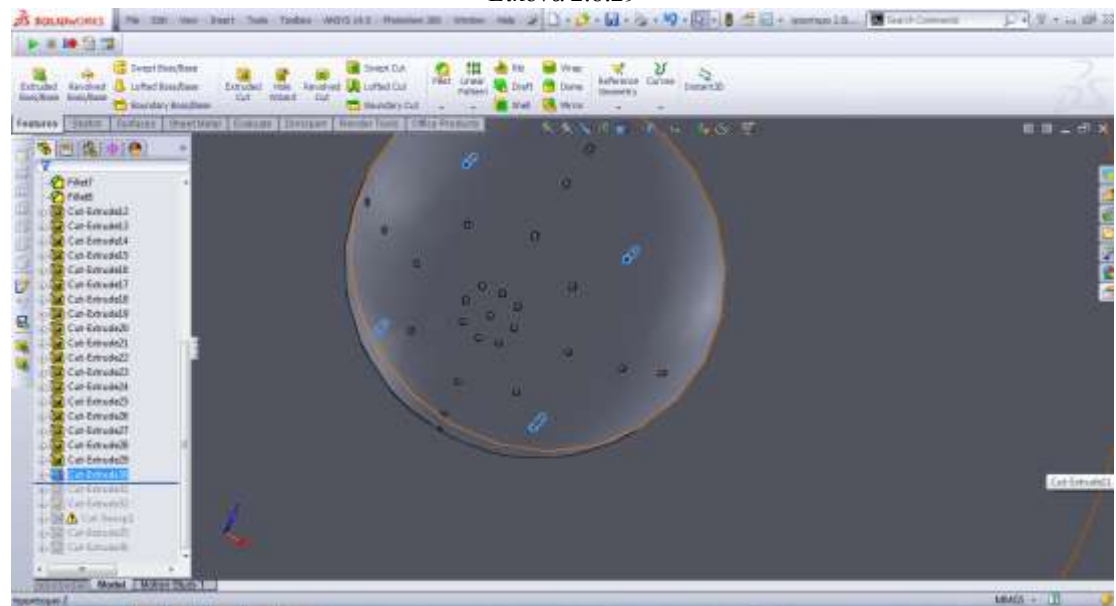
Εικόνα 2.8.27



Εικόνα 2.8.28

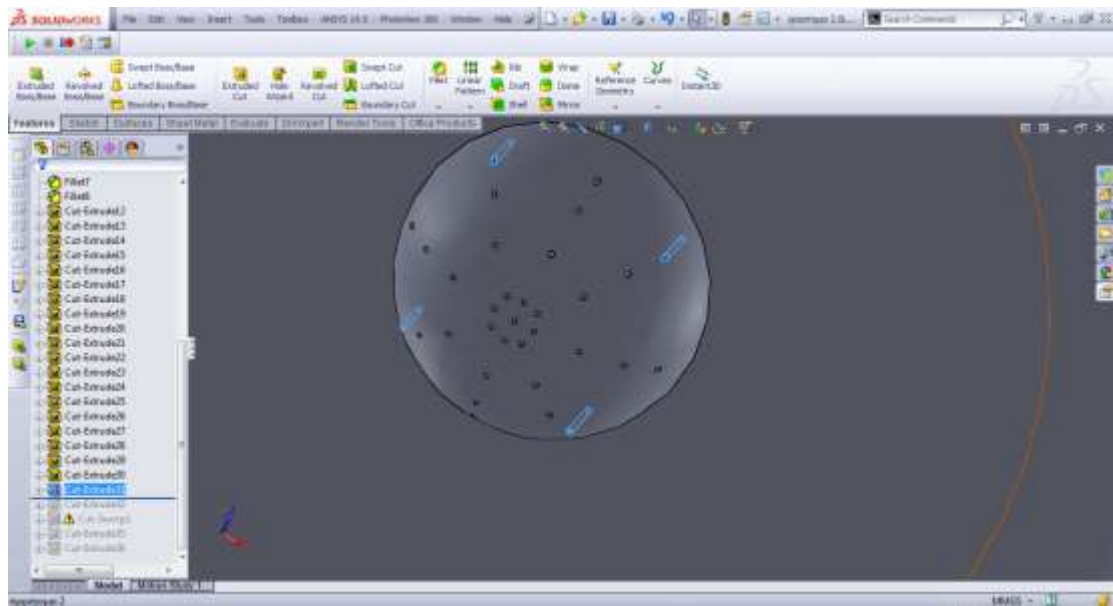


Εικόνα 2.8.29

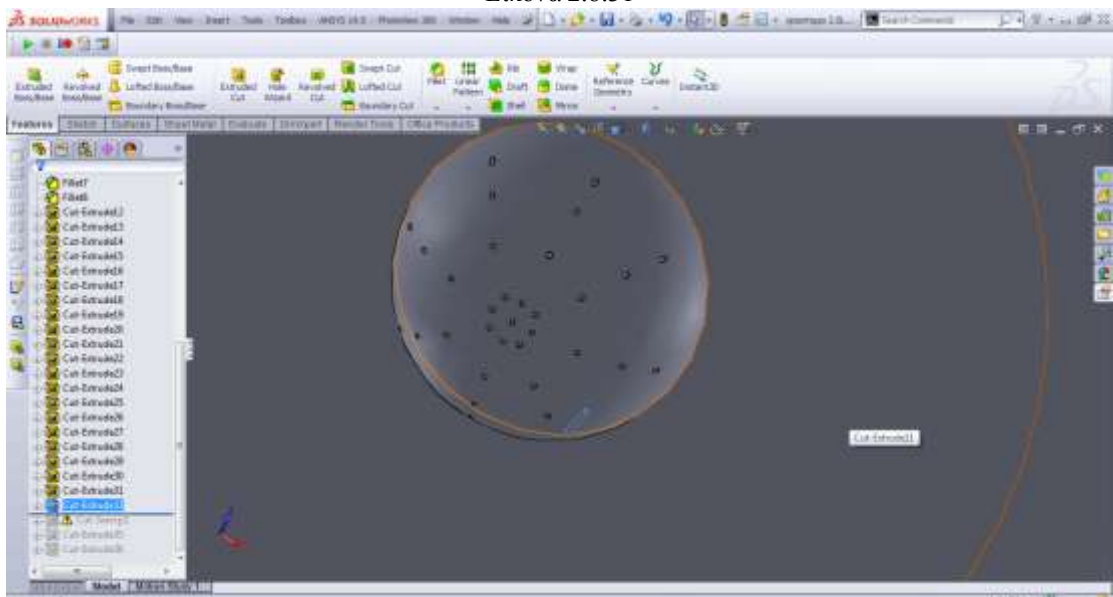


Εικόνα 2.8.30

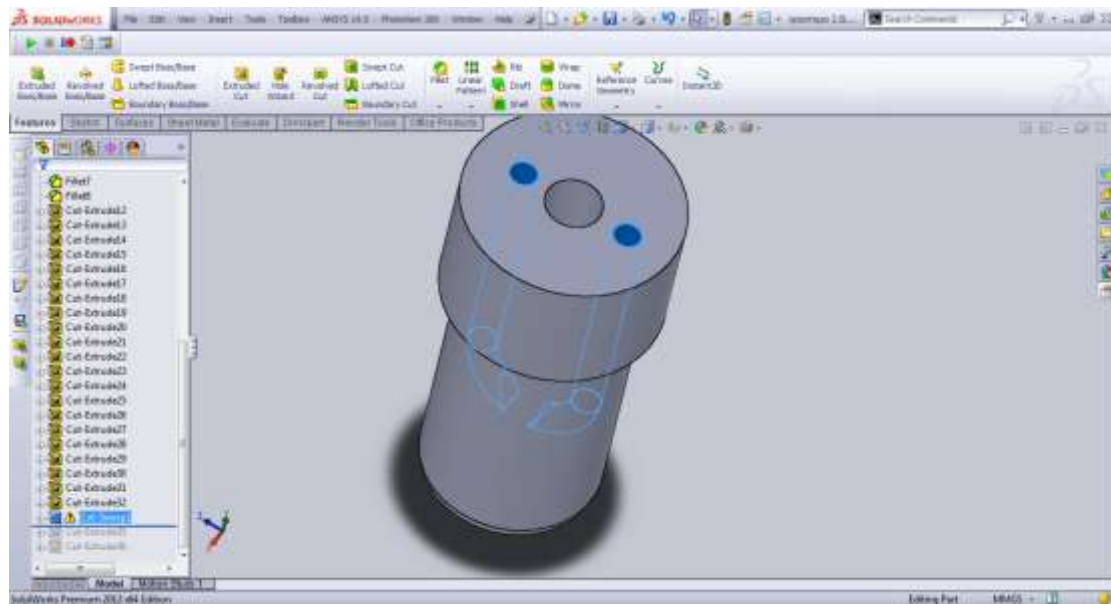




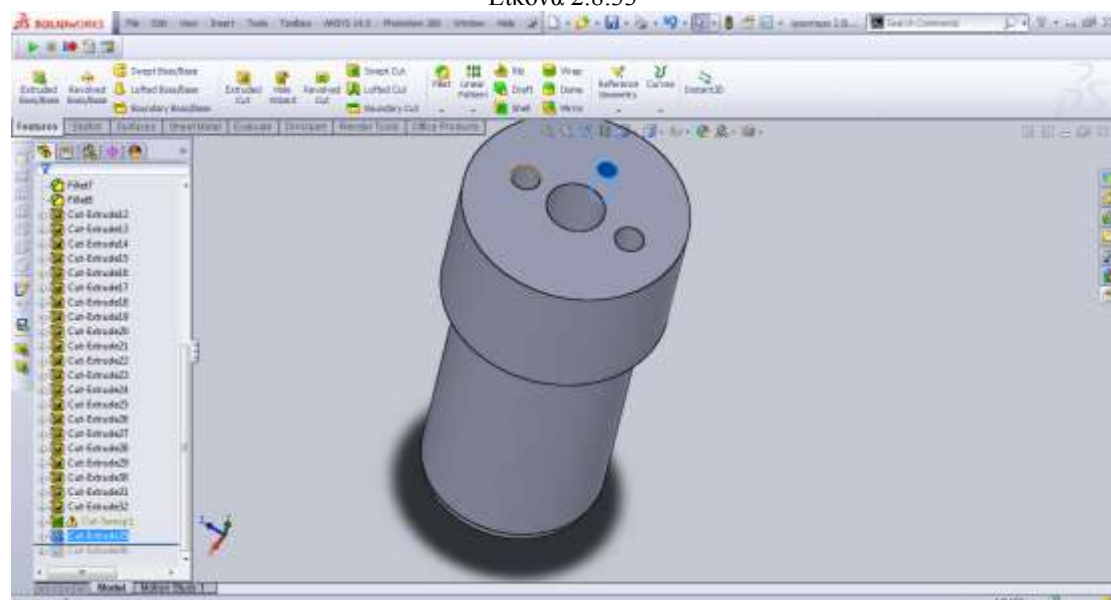
Εικόνα 2.8.31



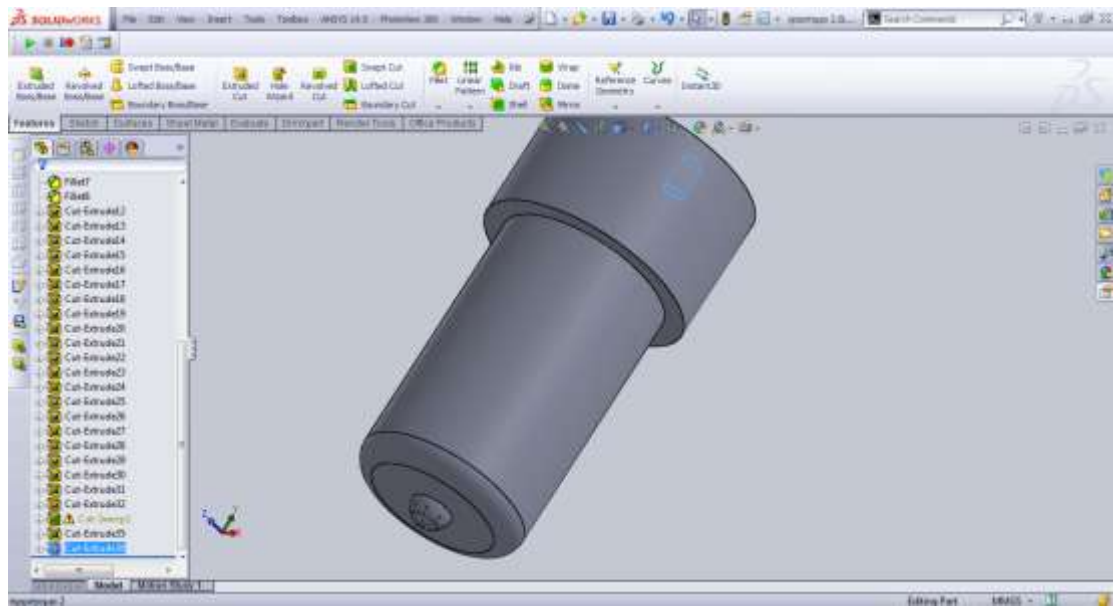
Εικόνα 2.8.32: Στις άνωθεν φωτογραφίες χρησιμοποιήθηκε η επιλογή EXTRUDE CUT για τη τελική διαμόρφωση των οπών ψεκάσμου του πετρελαίου



Εικόνα 2.8.33

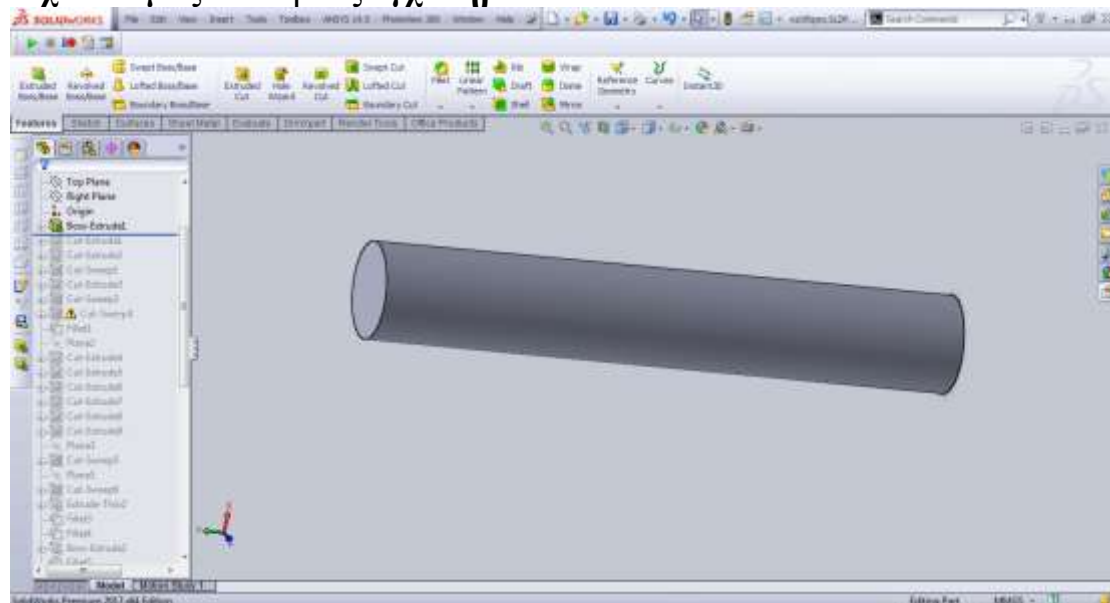


Εικόνα 2.8.34: Χρησιμοποιήθηκε η επιλογή SWEEP CUT για τη δημιουργία των αυλακιών, επίσης χρησιμοποιήθηκε η επιλογή EXTRUDE CUT για τις οπές των πείρων

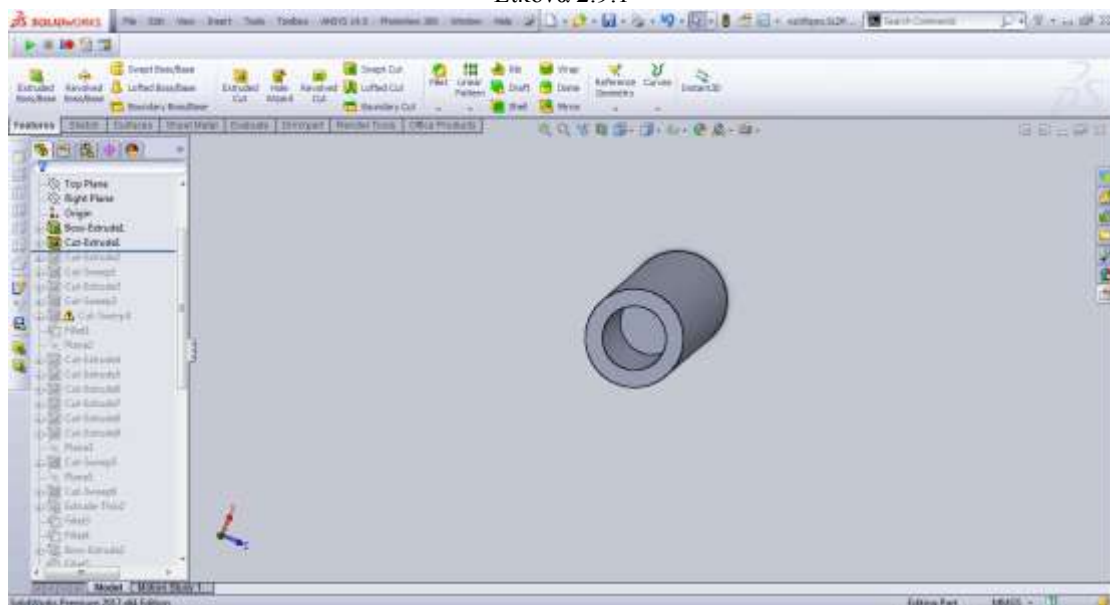


Εικόνα 2.8.35: Η τελική διαμόρφωση του προστομίου

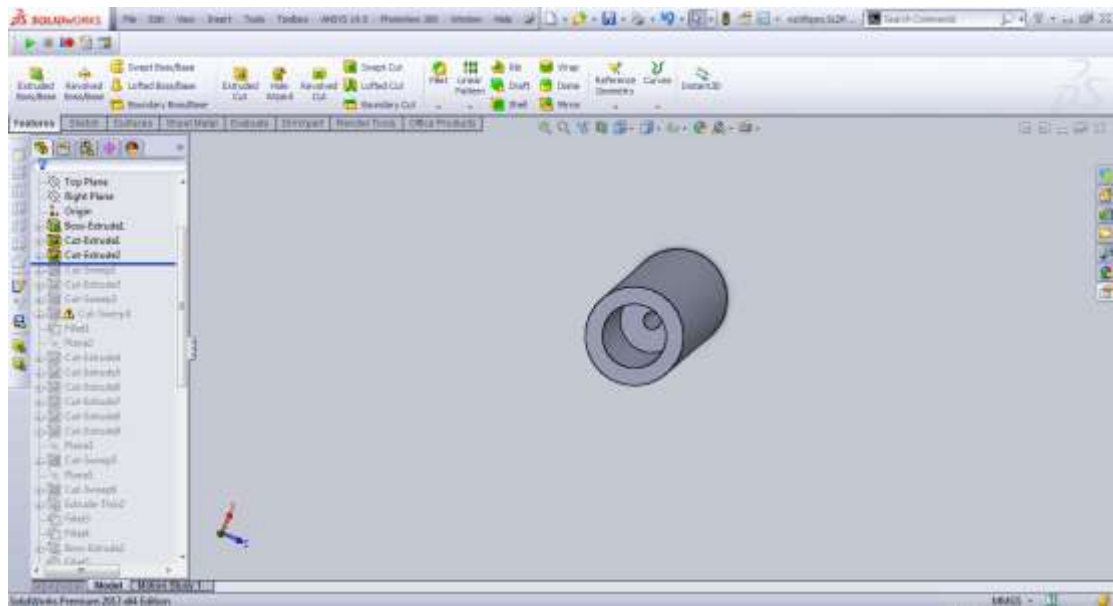
## 2.9 Σχεδιασμός κελύφους εγχυτήρα



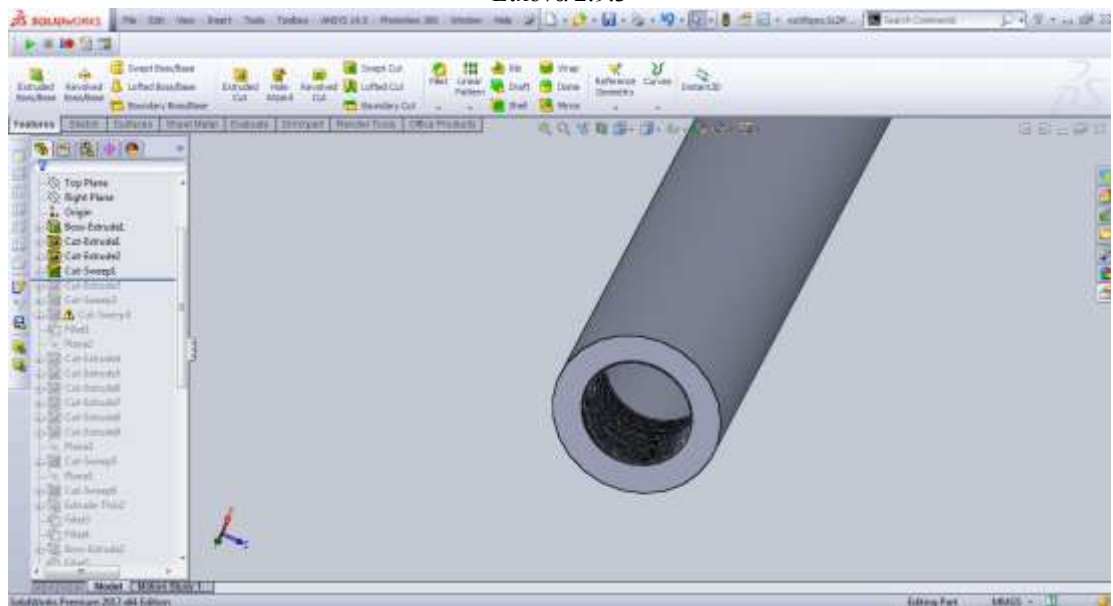
Εικόνα 2.9.1



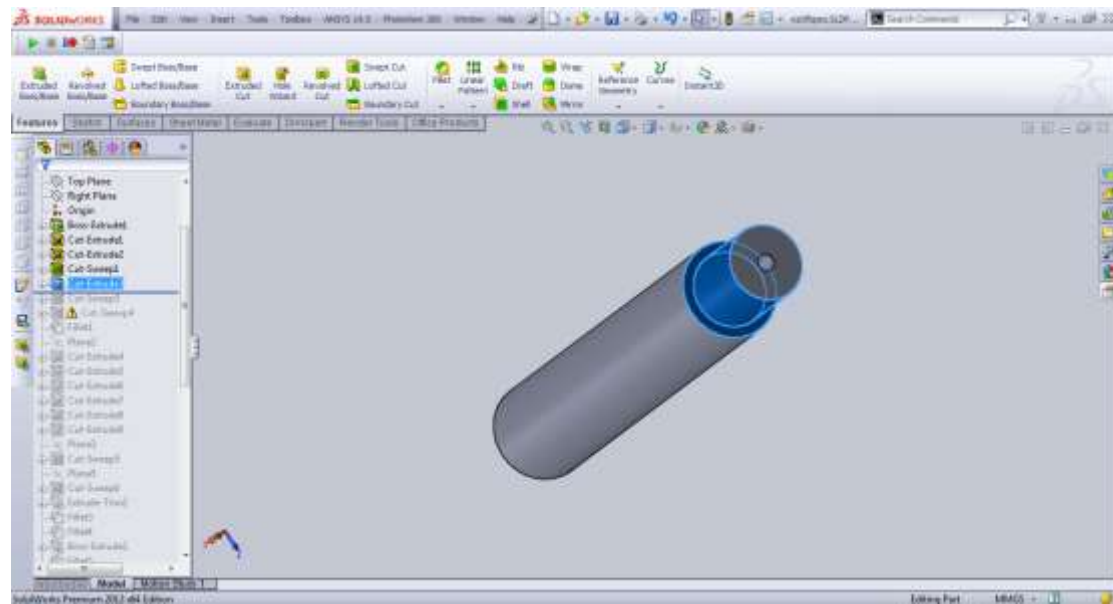
Εικόνα 2.9.2: Χρησιμοποιήθηκαν οι επιλογές EXTRUDE BOSS & EXTRUDE CUT για την αρχή διαμόρφωσης του κελύφους



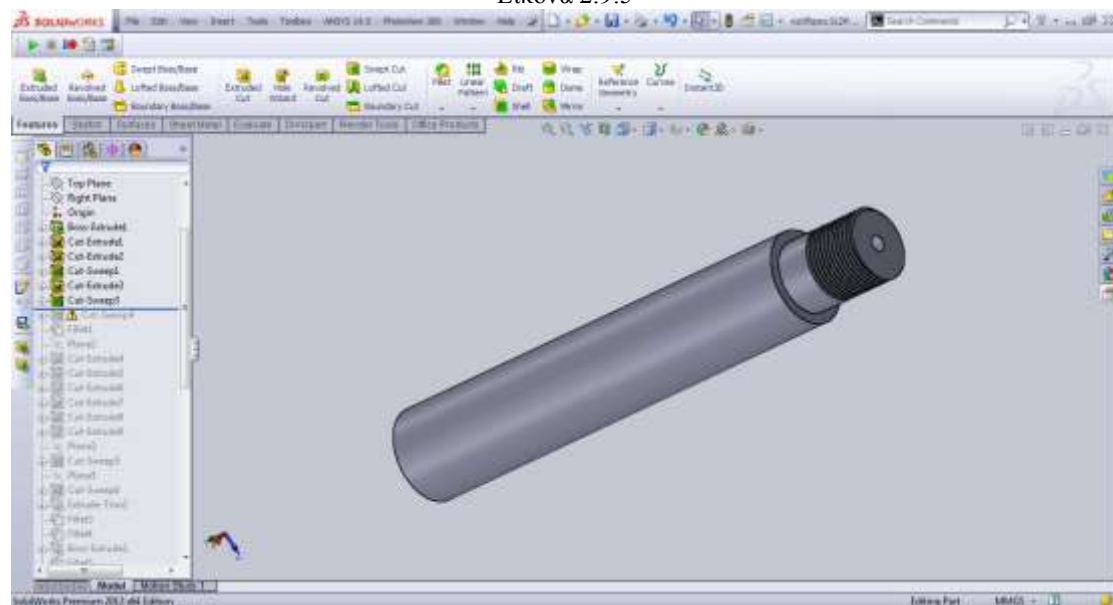
Εικόνα 2.9.3



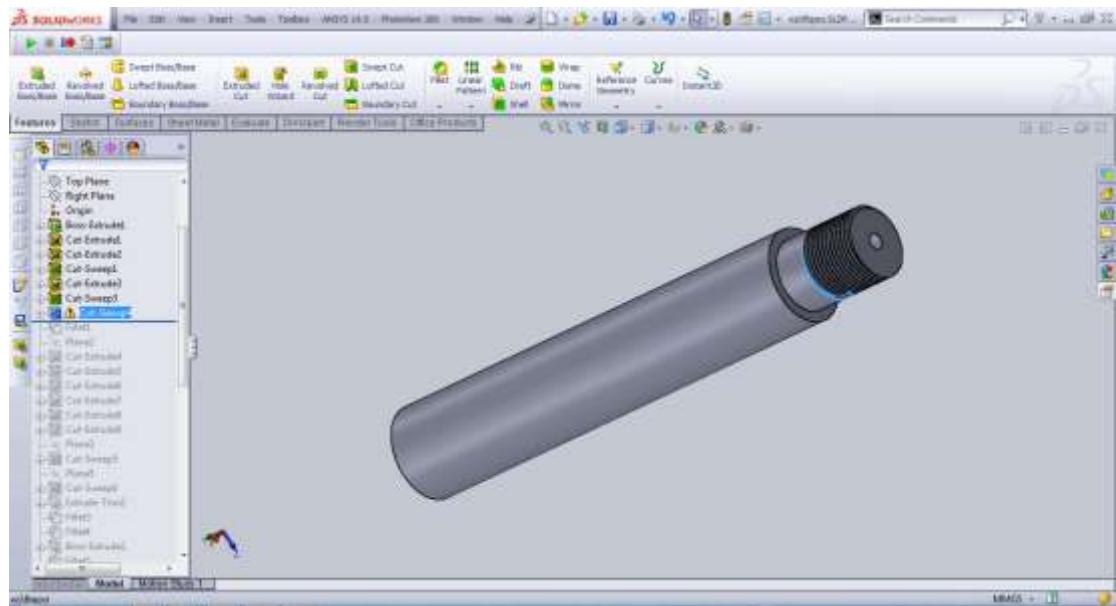
Εικόνα 2.9.4: Με την επιλογή SWEPT CUT δημιουργήθηκε σπείρωμα στο εσωτερικό του κελύφους



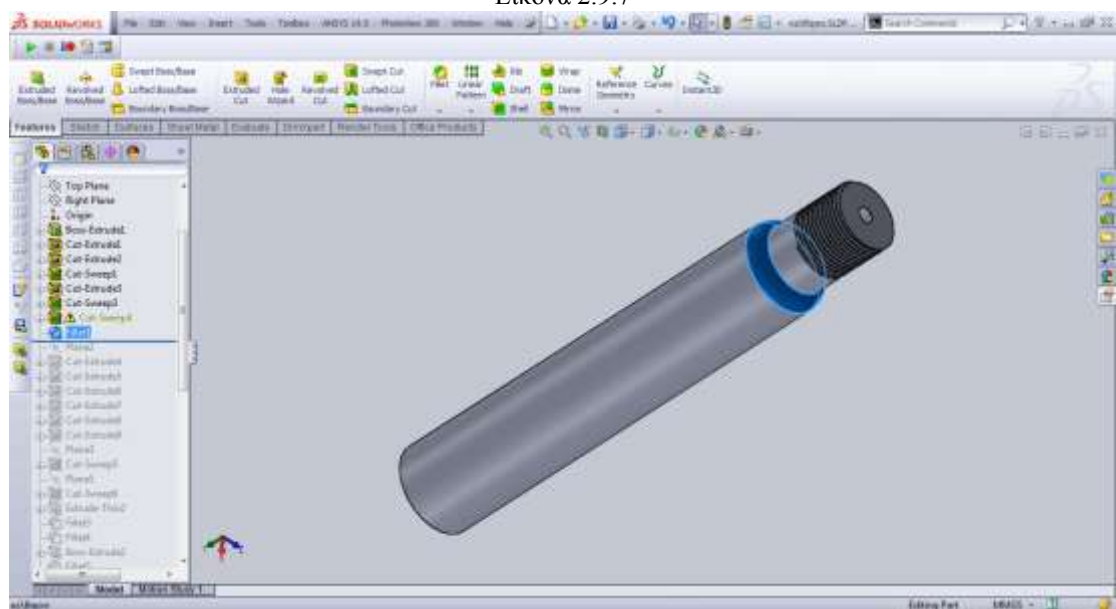
Εικόνα 2.9.5



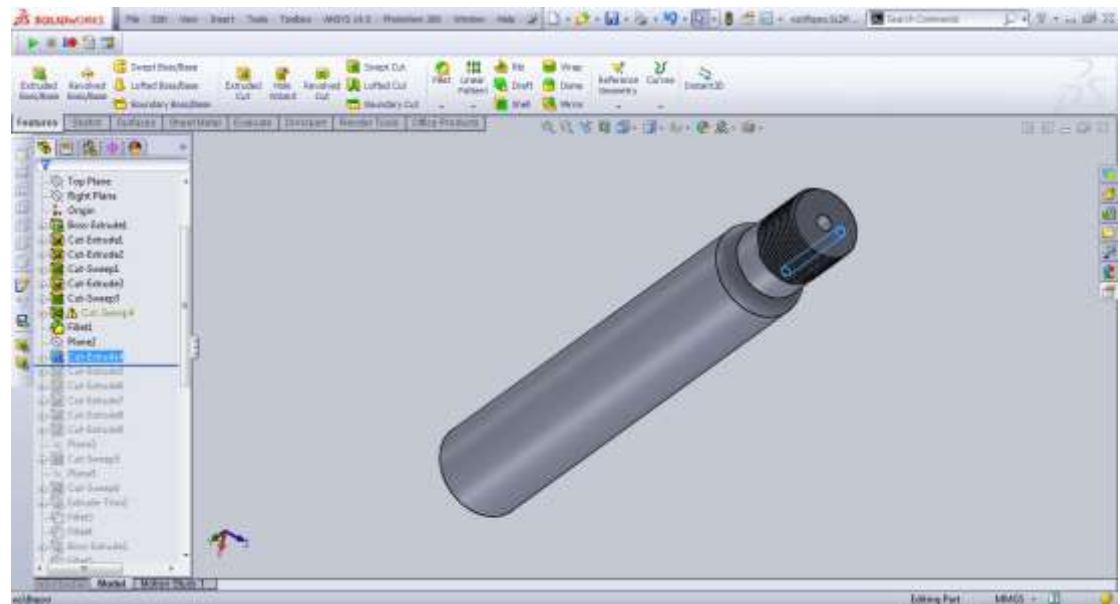
Εικόνα 2.9.6: Επιλέχθηκε στο κάτω μέρος του κελύφους η επιλογή HELIX SPIRAL & SWEEP CUT για τη δημιουργία σπειρώματος



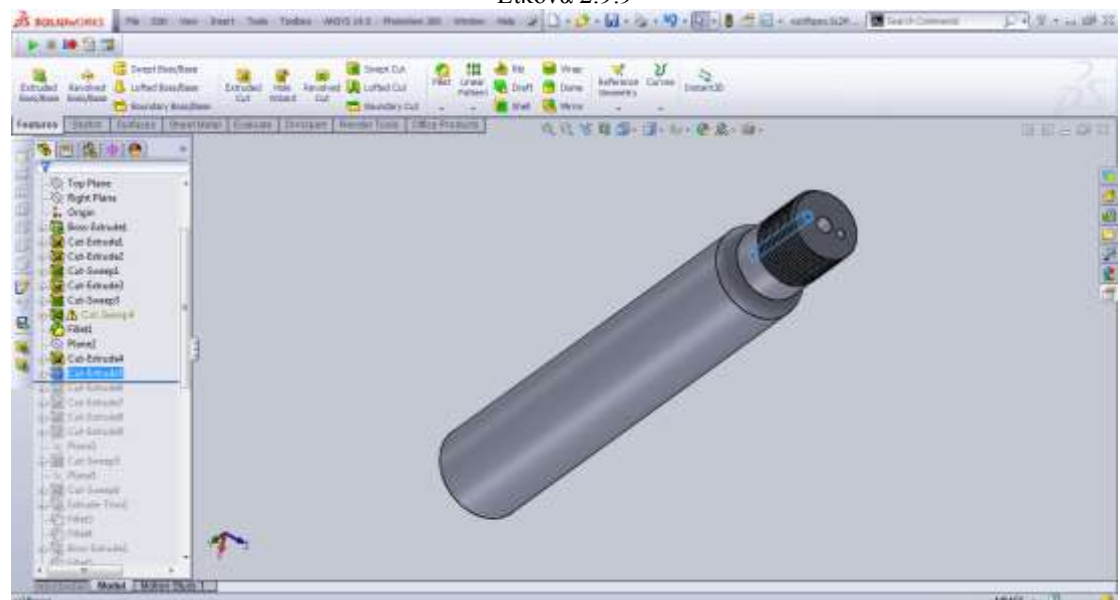
Εικόνα 2.9.7



Εικόνα 2.9.8: Χρησιμοποιήθηκε η επιλογή FILLET

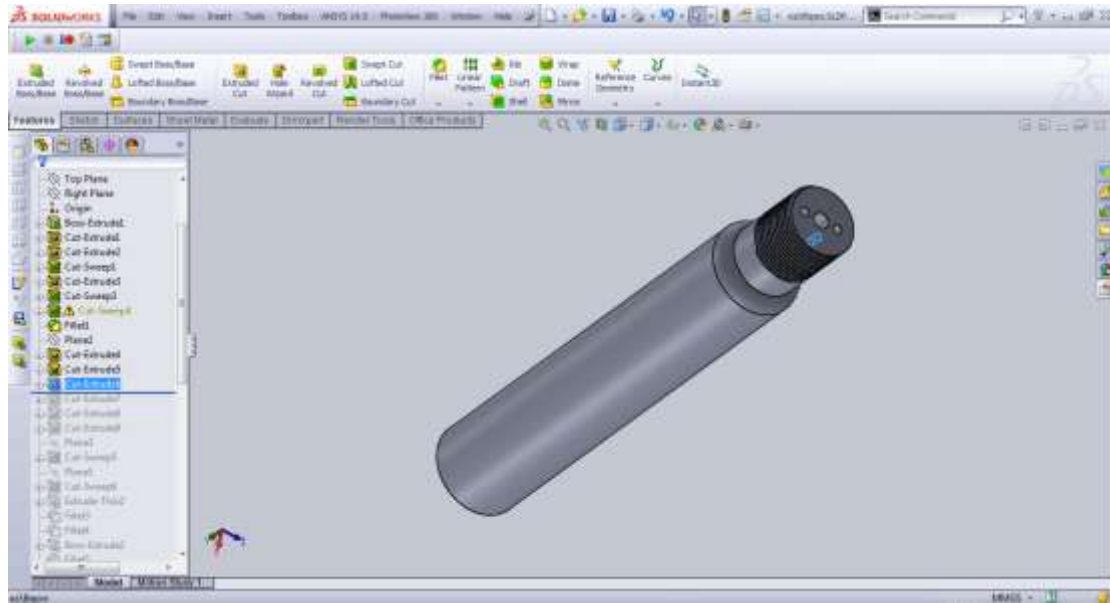


Εικόνα 2.9.9

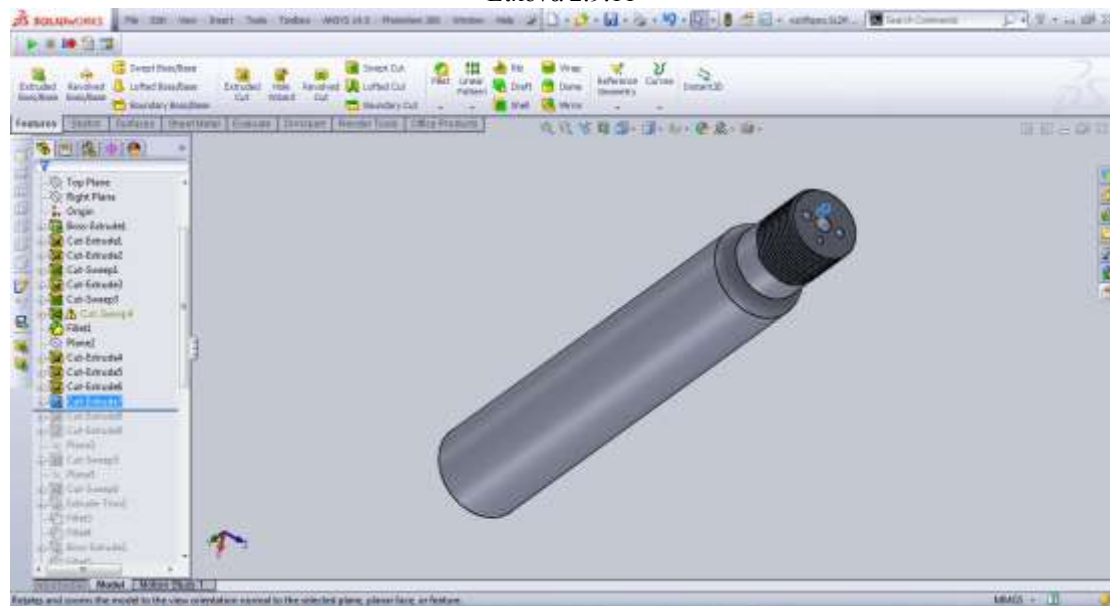


Εικόνα 2.9.10: Χρησιμοποιήθηκε η επιλογή EXTRUDE CUT για την αρχή δημιουργίας των αυλακιών τροφοδοσίας πετρελαίου

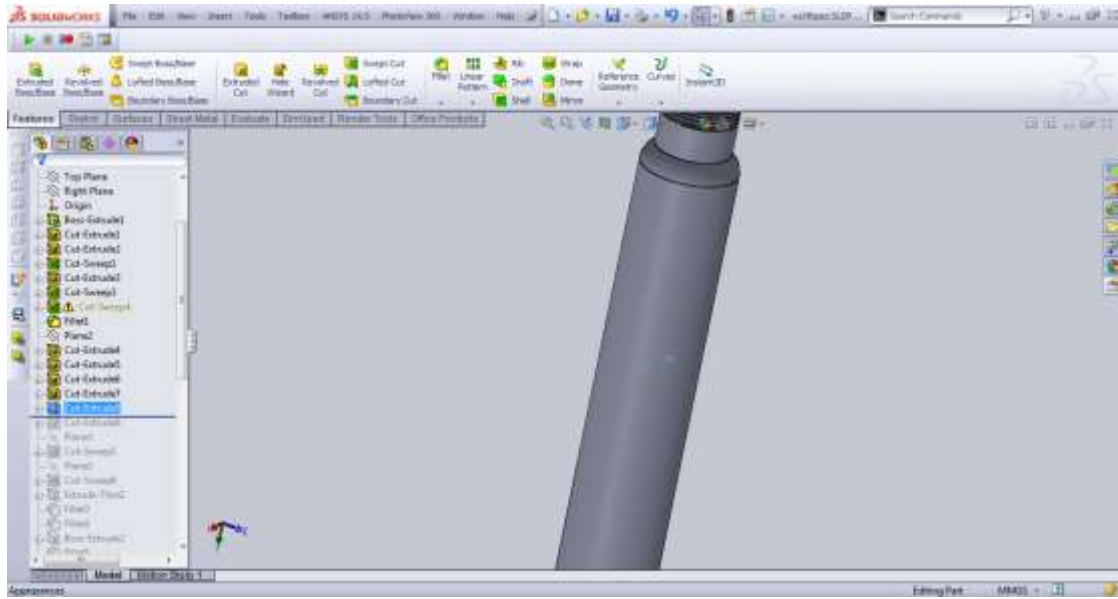




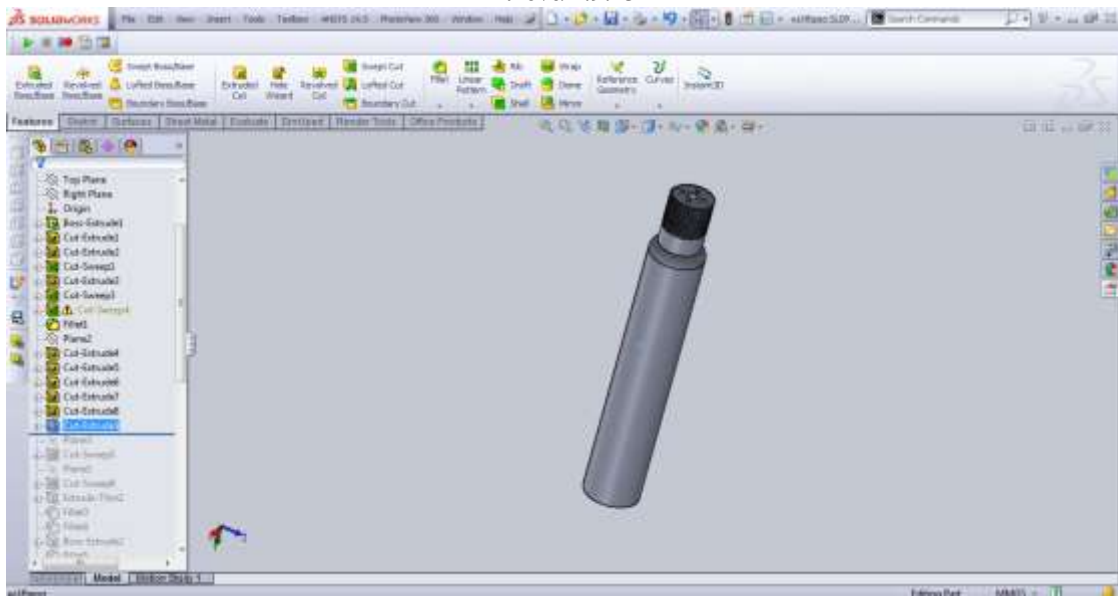
Εικόνα 2.9.11



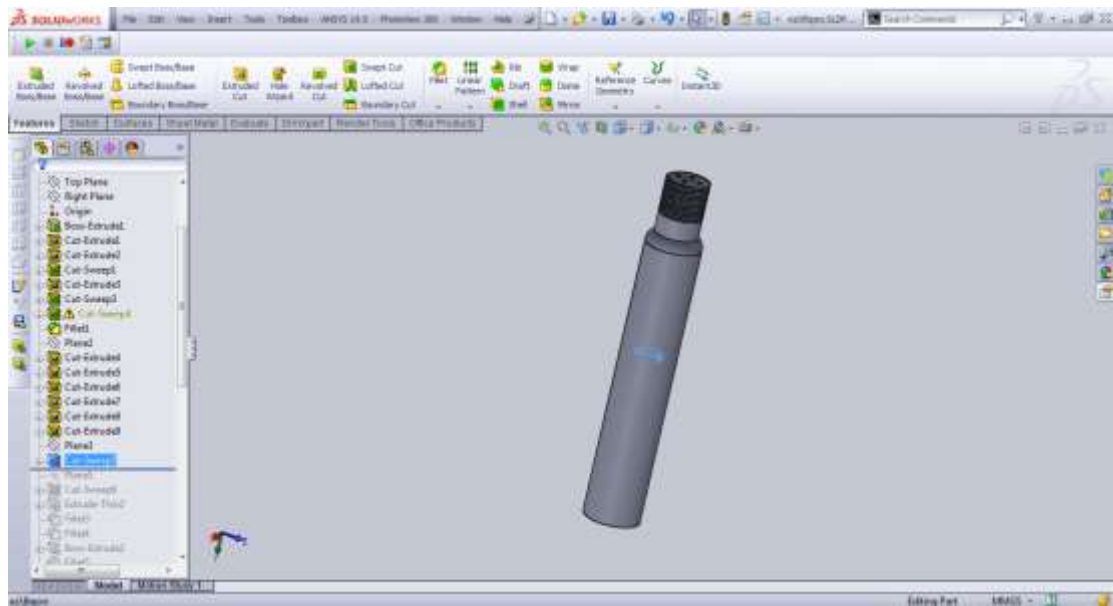
Εικόνα 2.9.12: Χρησιμοποιήθηκε η επιλογή EXTRUDE CUT για τη δημιουργία οπών στις οποίες τοποθετούνται οι πείροι και ευθυγραμμίζεται το προστόμιο



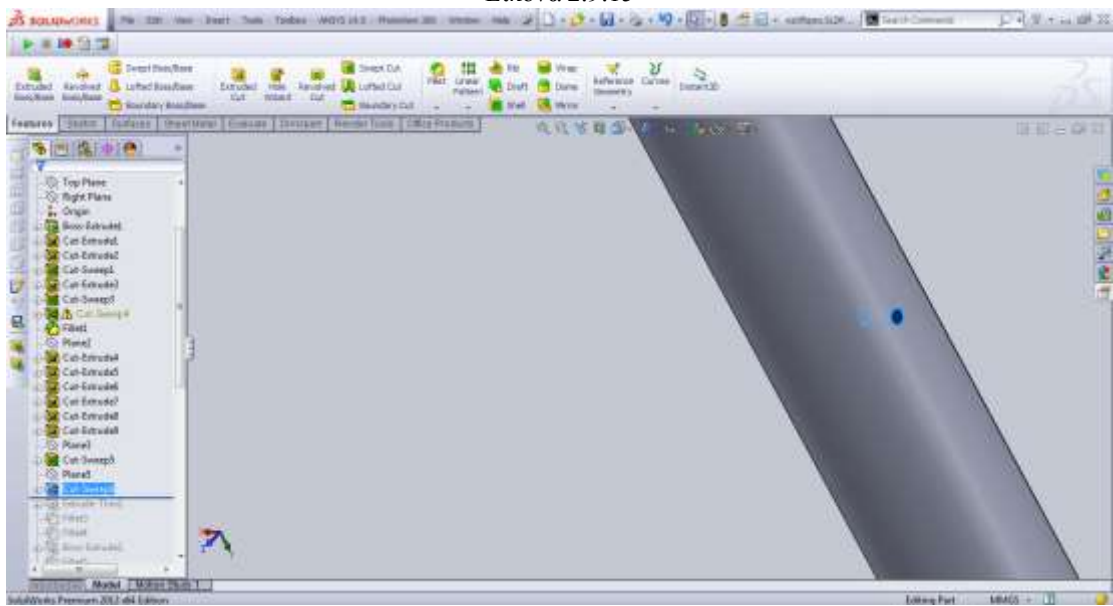
Εικόνα 2.9.13



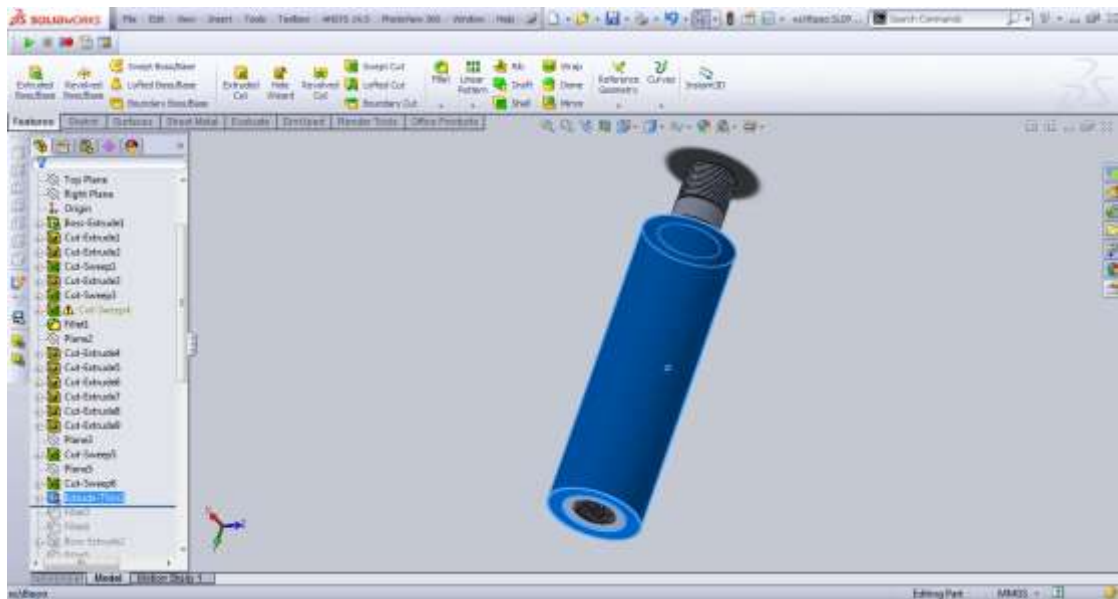
Εικόνα 2.9.14



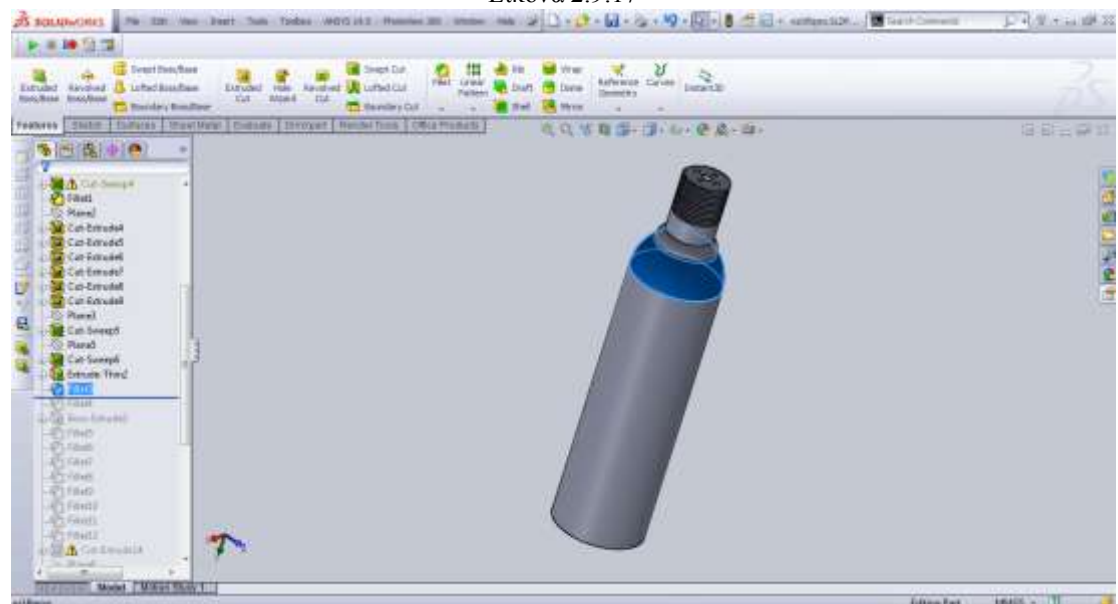
Εικόνα 2.9.15



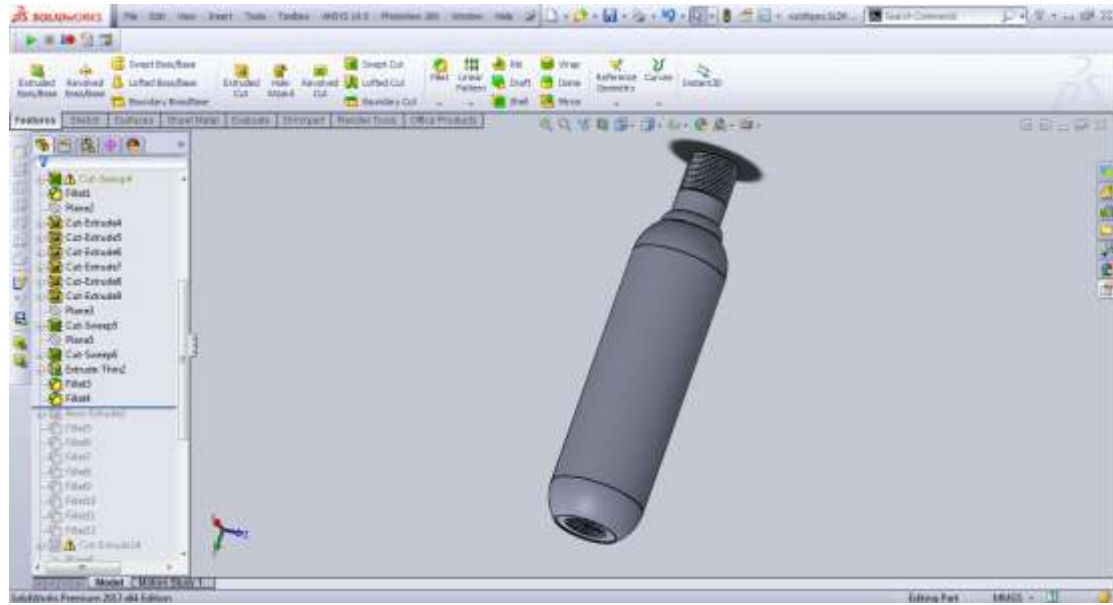
Εικόνα 2.9.16: Με την επιλογή SWEEP CUT ενώθηκαν τα δύο αυλάκια μεταξύ τους



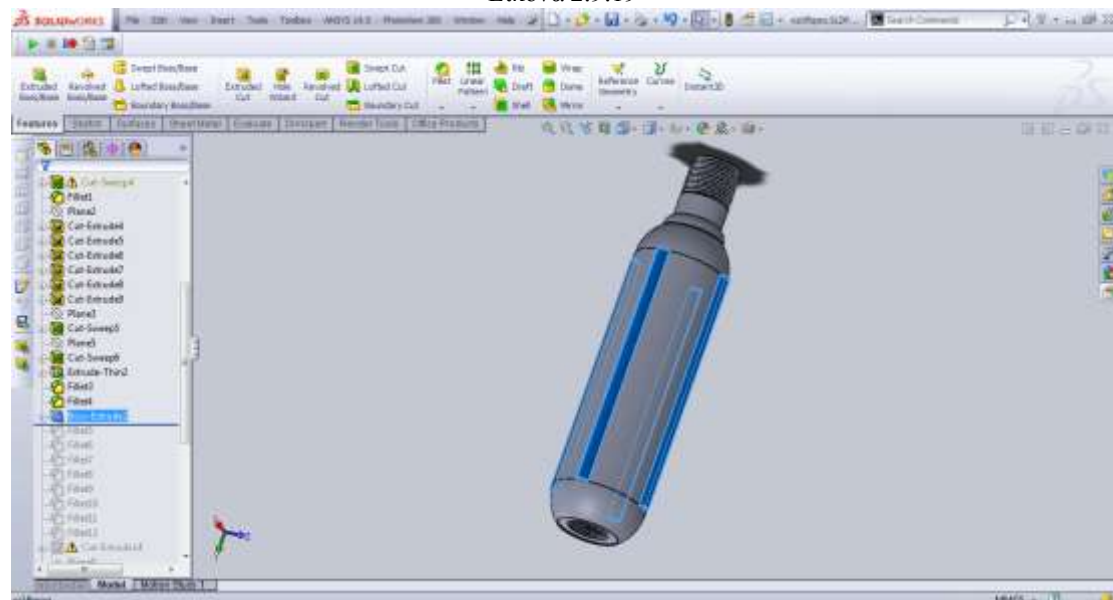
Εικόνα 2.9.17



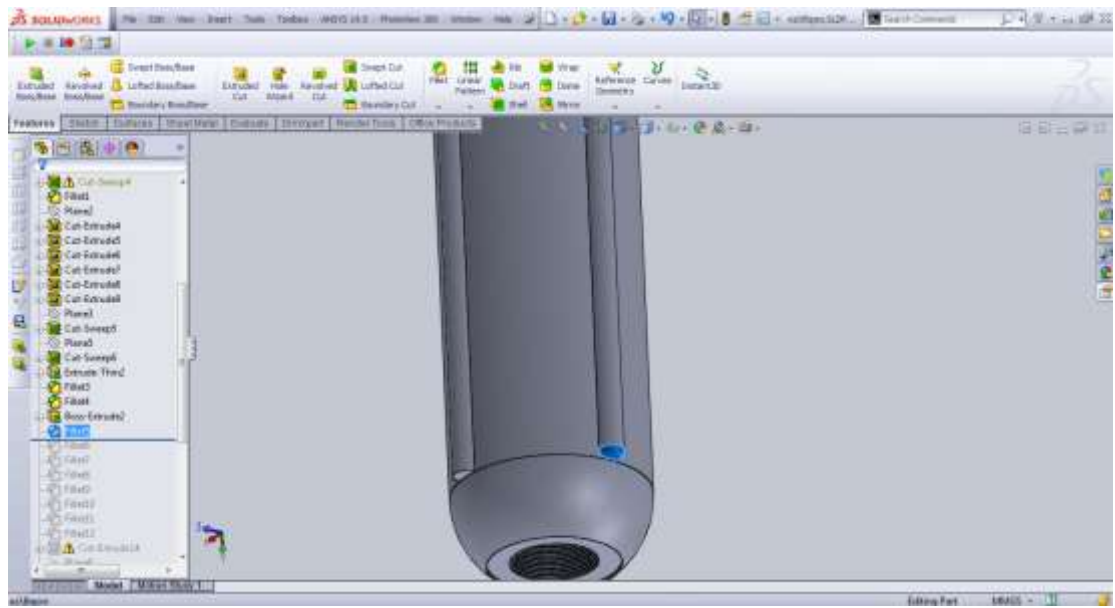
Εικόνα 2.9.18: Χρησιμοποιήθηκαν οι επιλογές EXTRUDE BOSS & FILLET για την εξωτερική διαμόρφωση του κελύφους



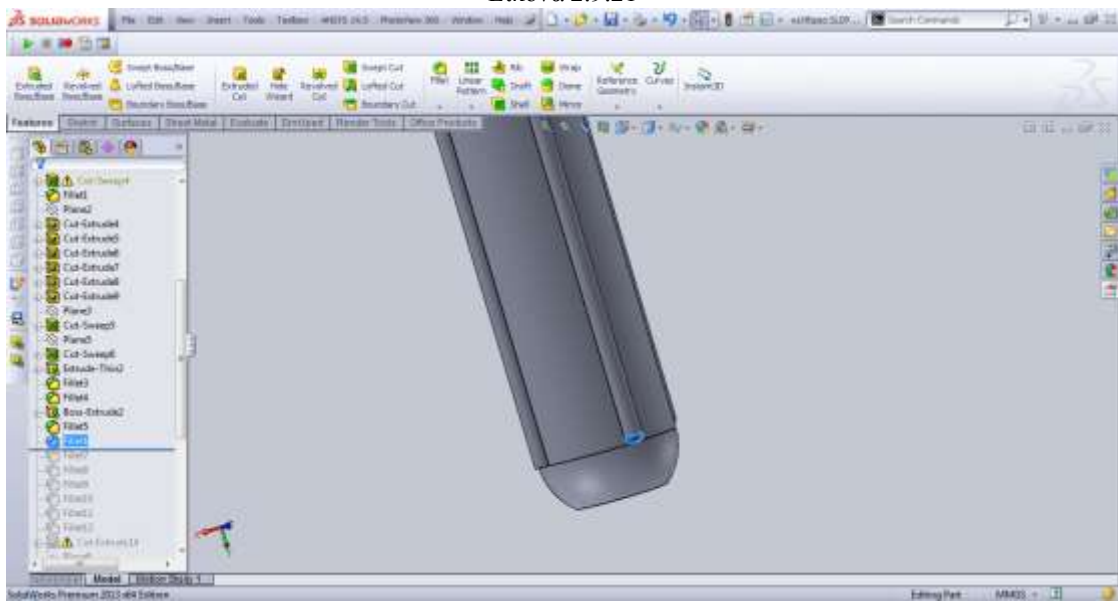
Εικόνα 2.9.19



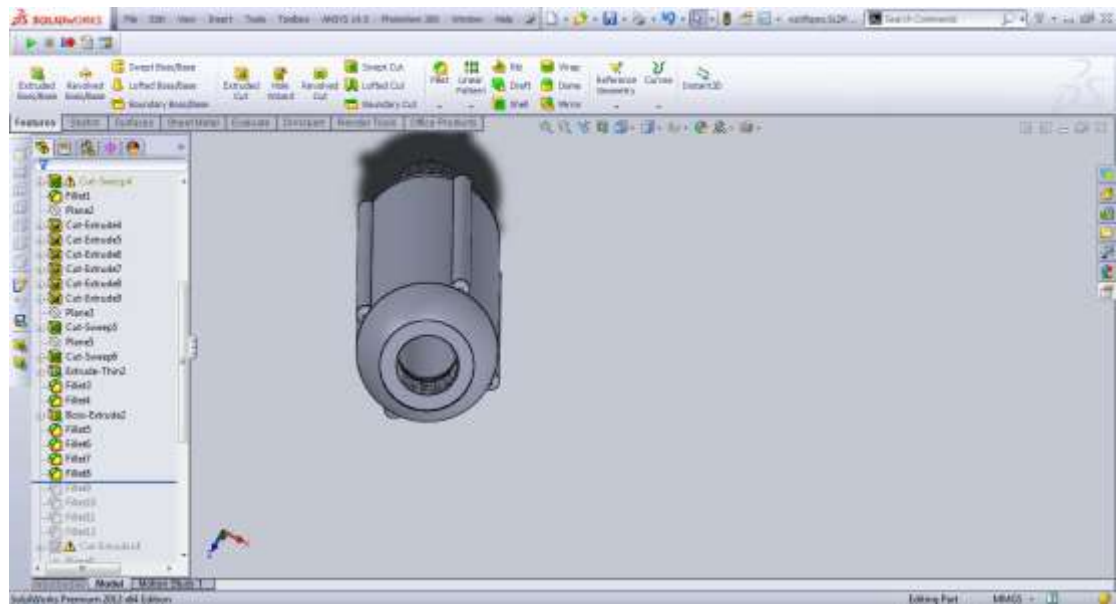
Εικόνα 2.9.20: Χρησιμοποιήθηκαν οι επιλογές EXTRUDE BOSS & FILLET για την εξωτερική διαμόρφωση του κελύφους



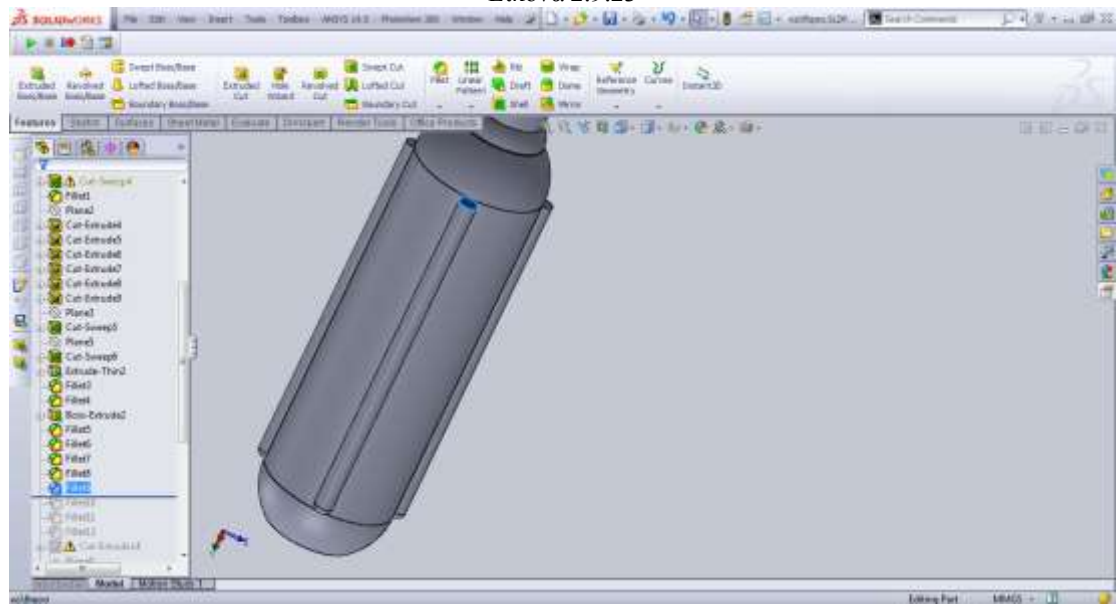
Εικόνα 2.9.21



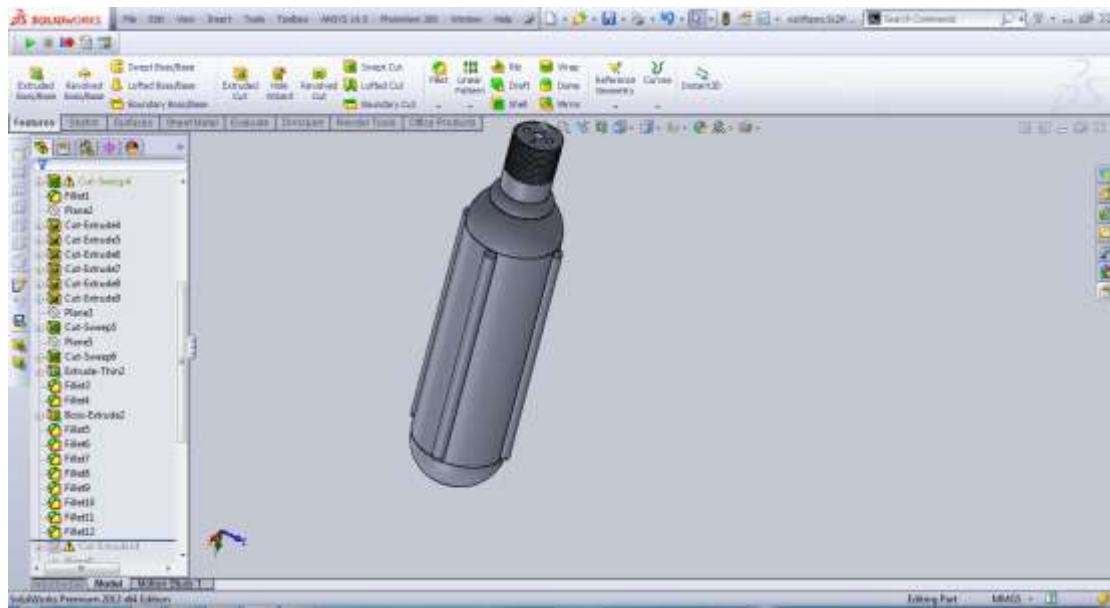
Εικόνα 2.9.22



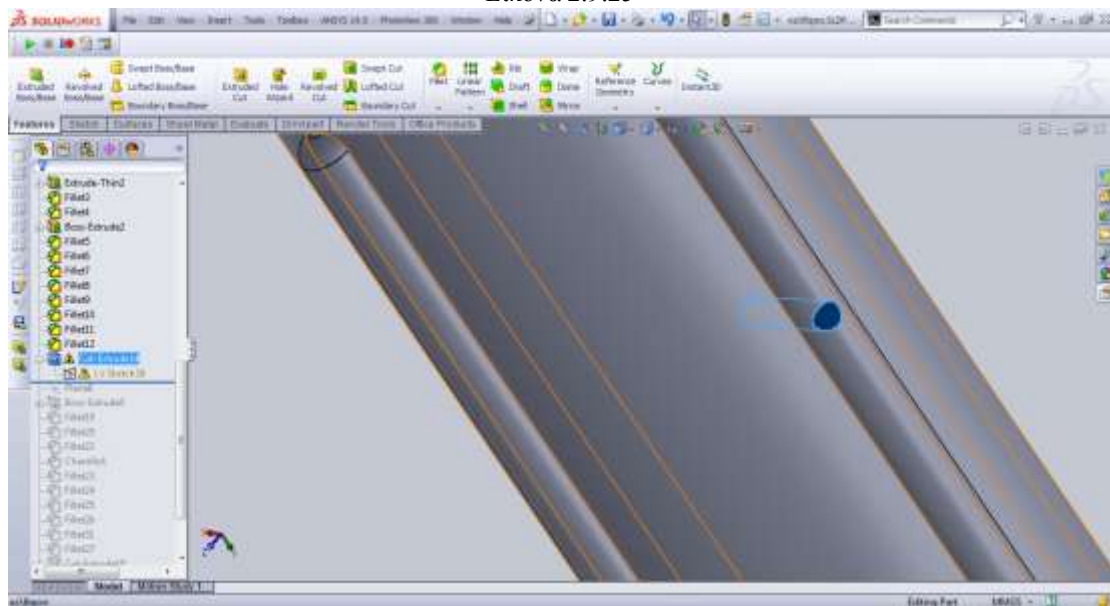
Εικόνα 2.9.23



Εικόνα 2.9.24

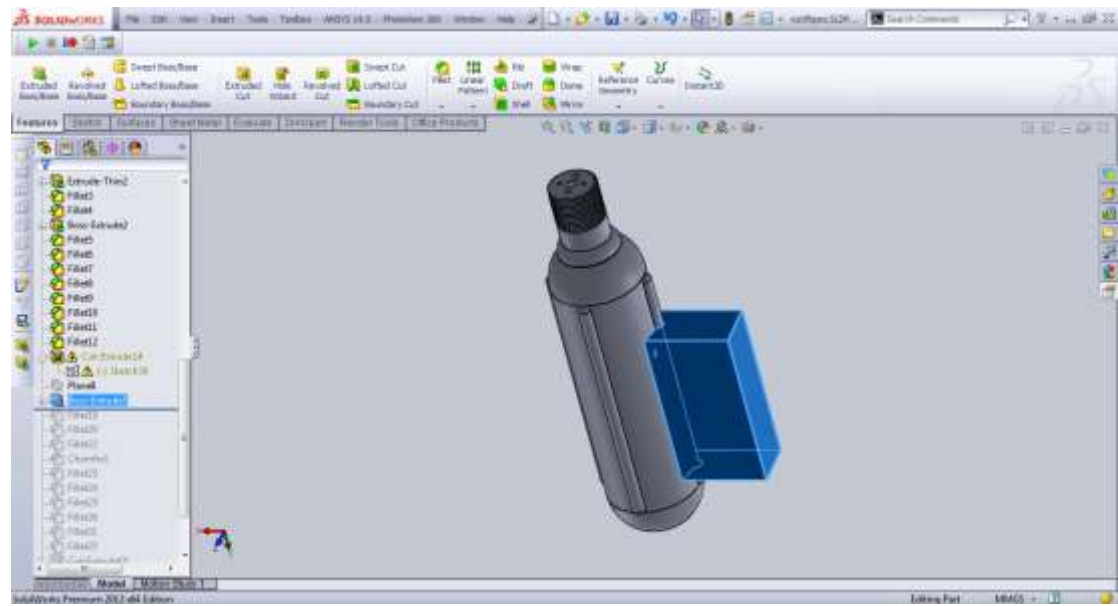


Εικόνα 2.9.25

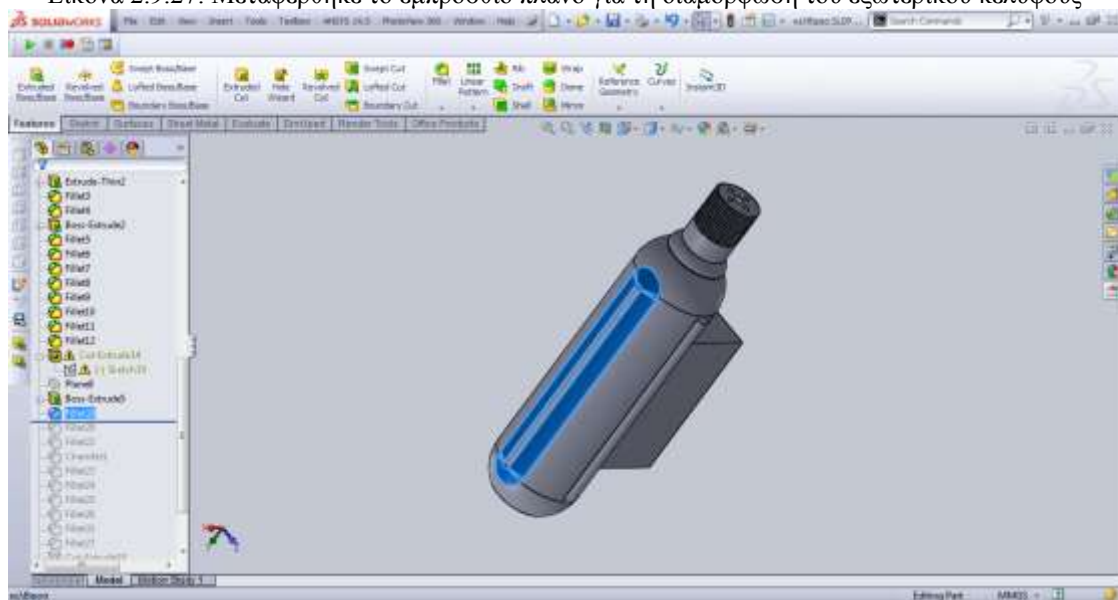


Εικόνα 2.9.26: Δημιουργία οπής με EXTRUDE CUT για την εισαγωγή πετρελαίου στο κέλυφος

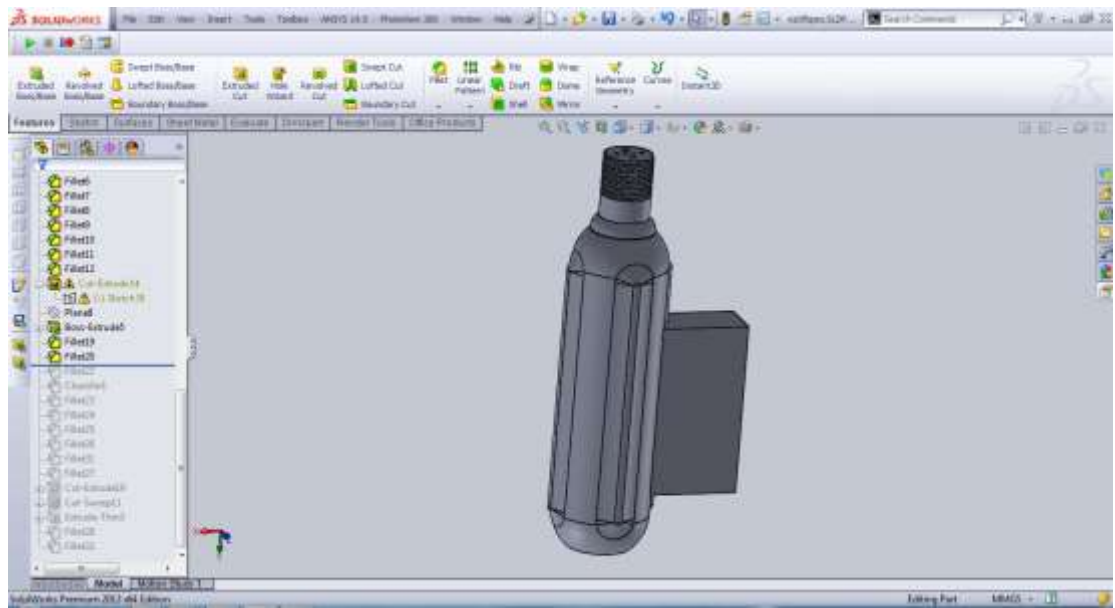




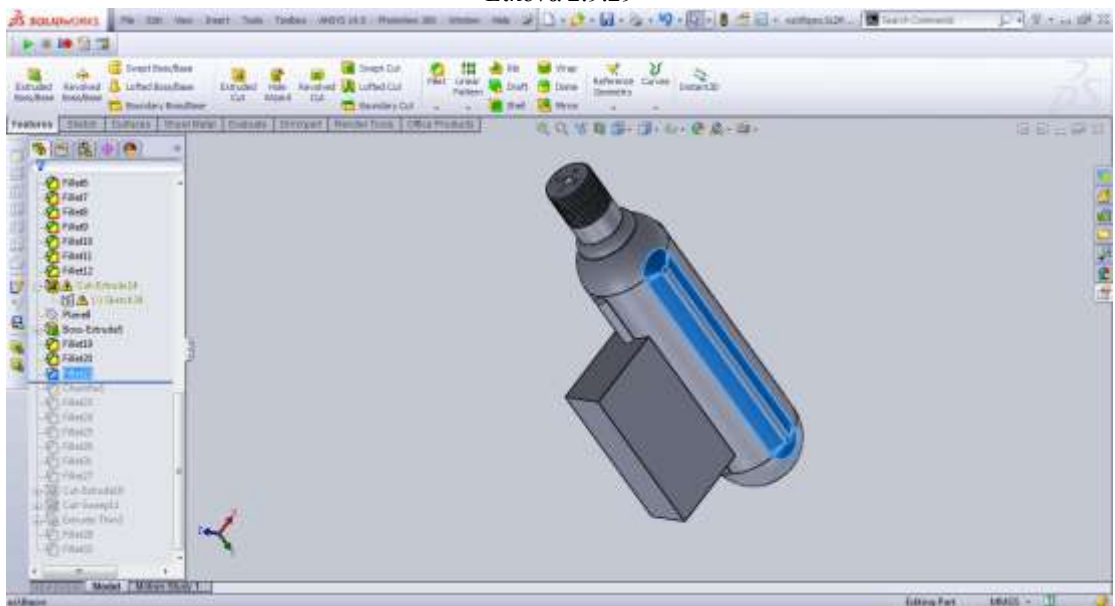
Εικόνα 2.9.27: Μεταφέρθηκε το εμπρόσθιο πλάνο για τη διαμόρφωση του εξωτερικού κελύφους



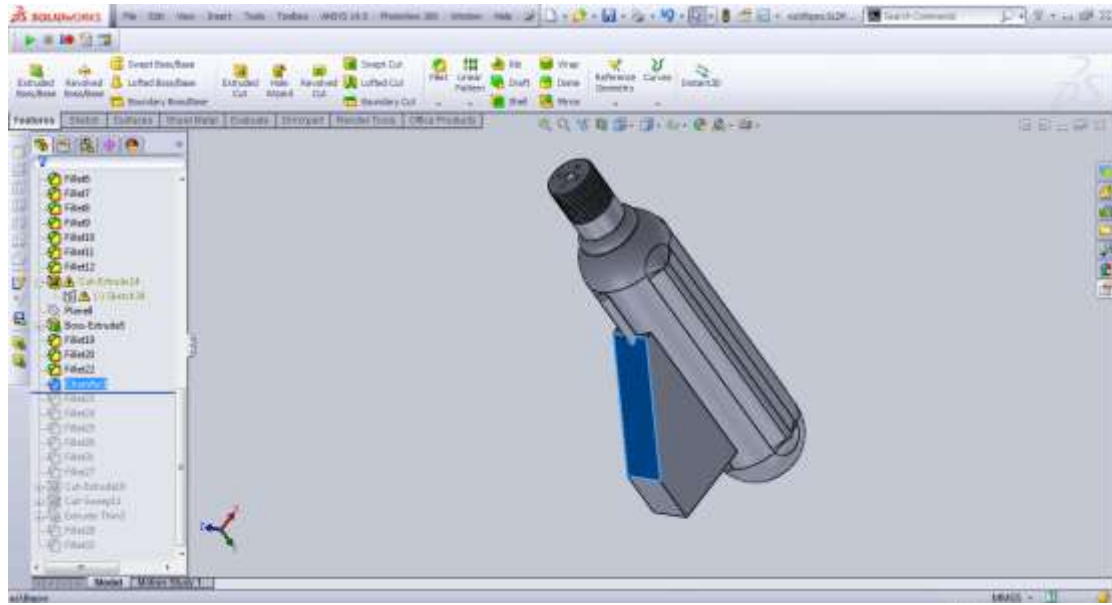
Εικόνα 2.9.28



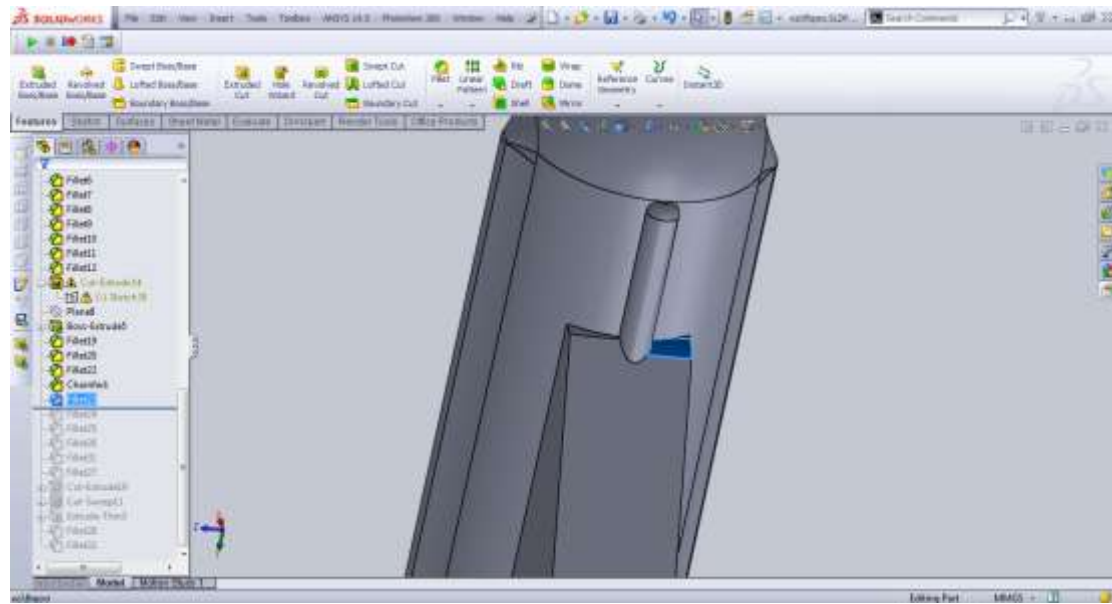
Εικόνα 2.9.29



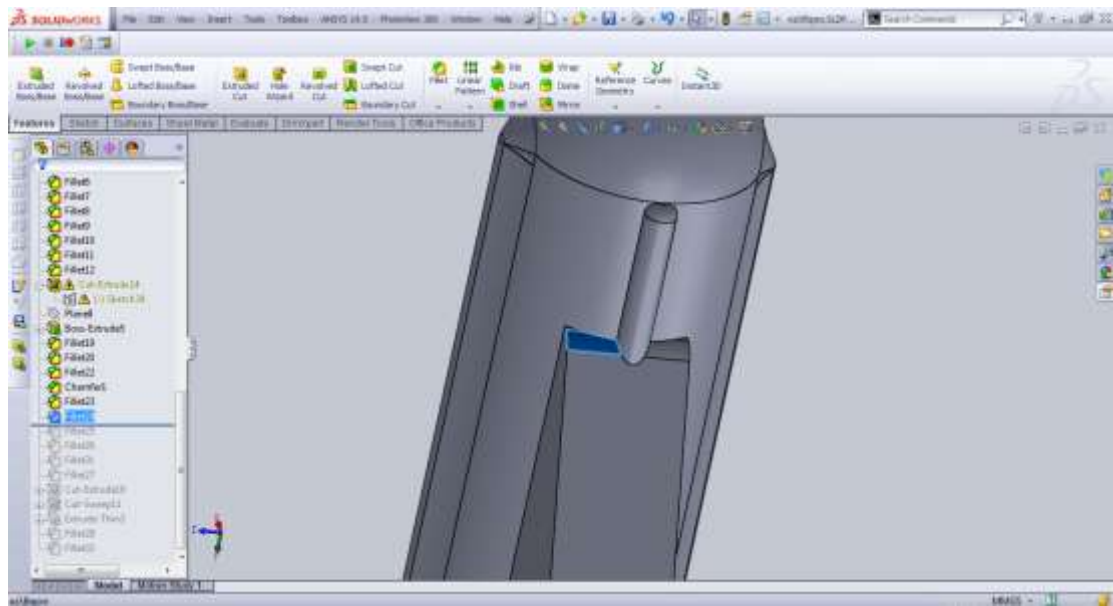
Εικόνα 2.9.30: Χρησιμοποιήθηκε η επιλογή FILLET για την εξωτερική διαμόρφωση



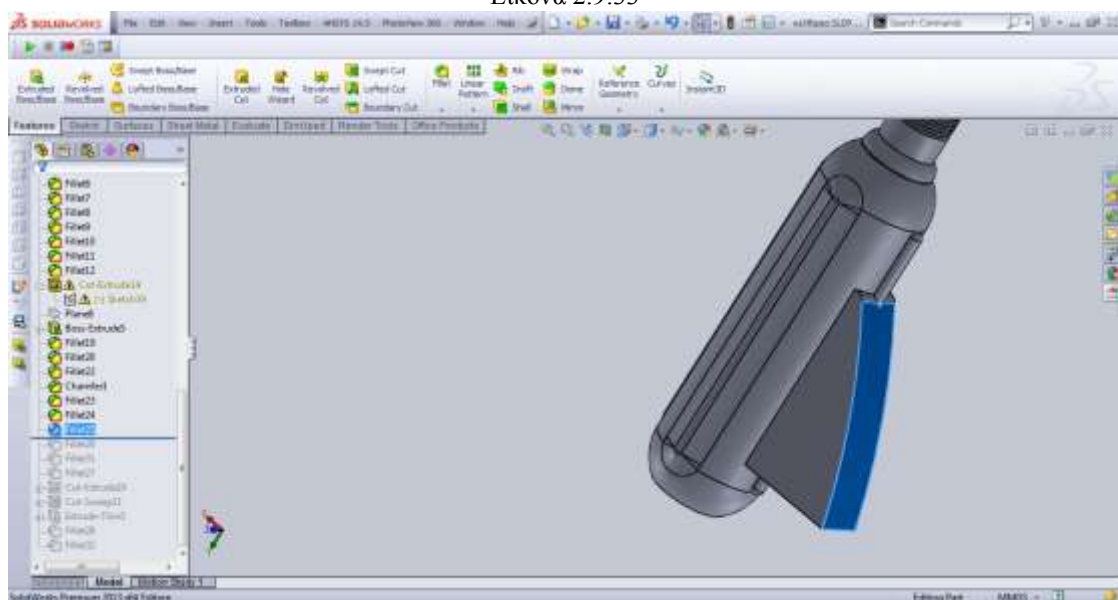
Εικόνα 2.9.31



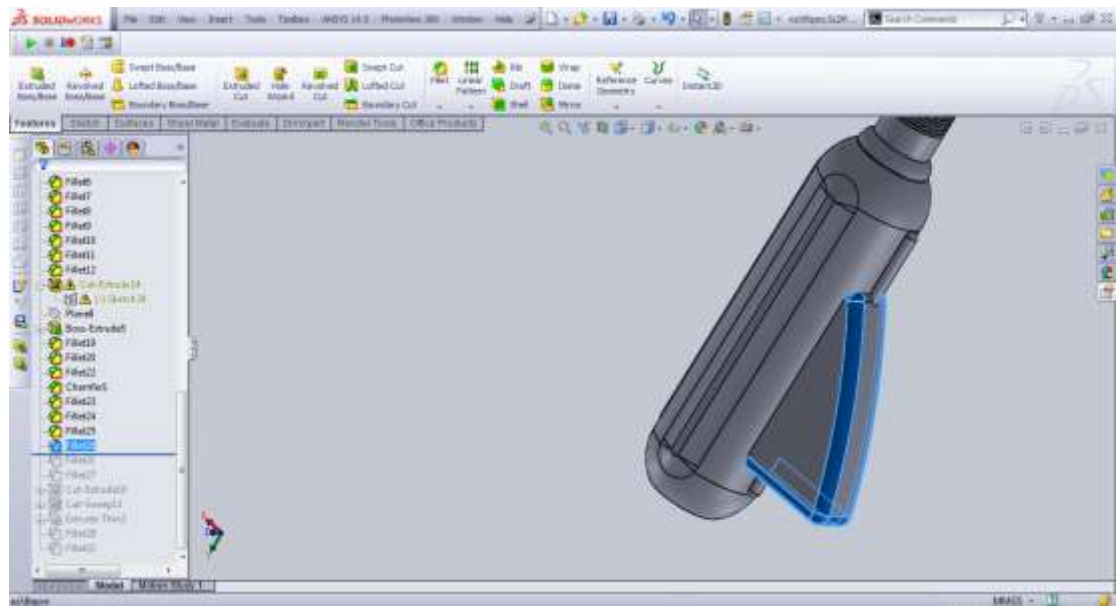
Εικόνα 2.9.32



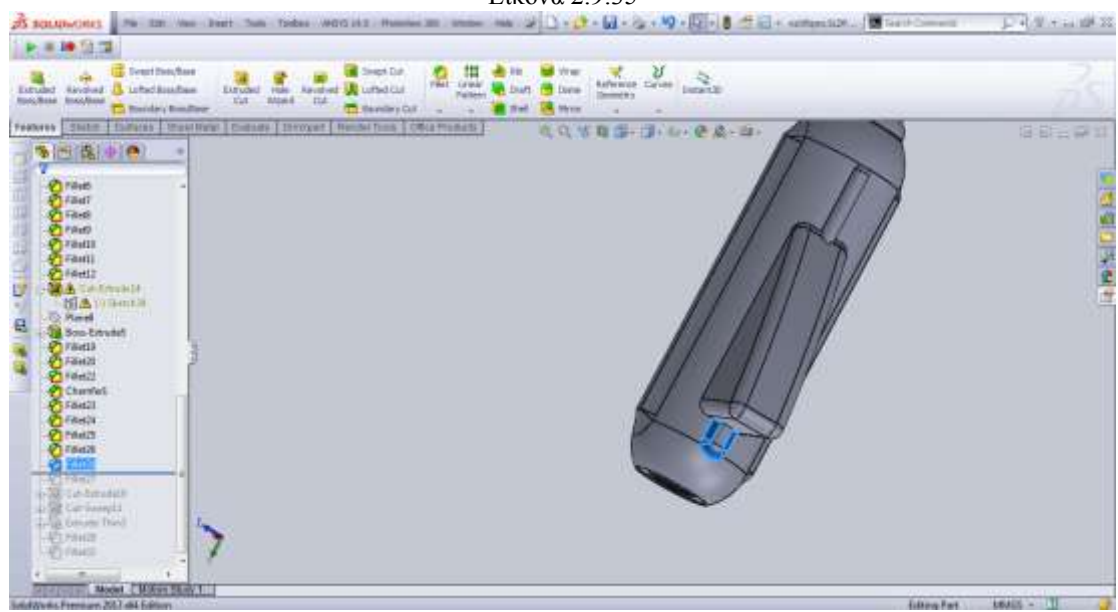
Εικόνα 2.9.33



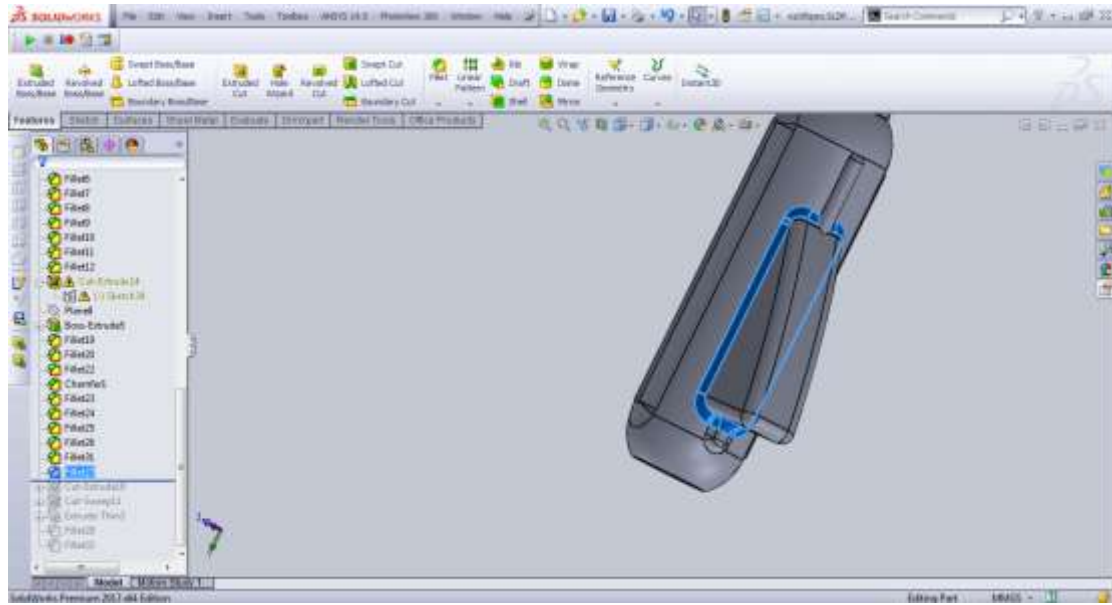
Εικόνα 2.9.34: Χρησιμοποιήθηκαν οι επιλογές FILLET & CHAMFER για τη συνέχεια της εξωτερικής διαμόρφωσης



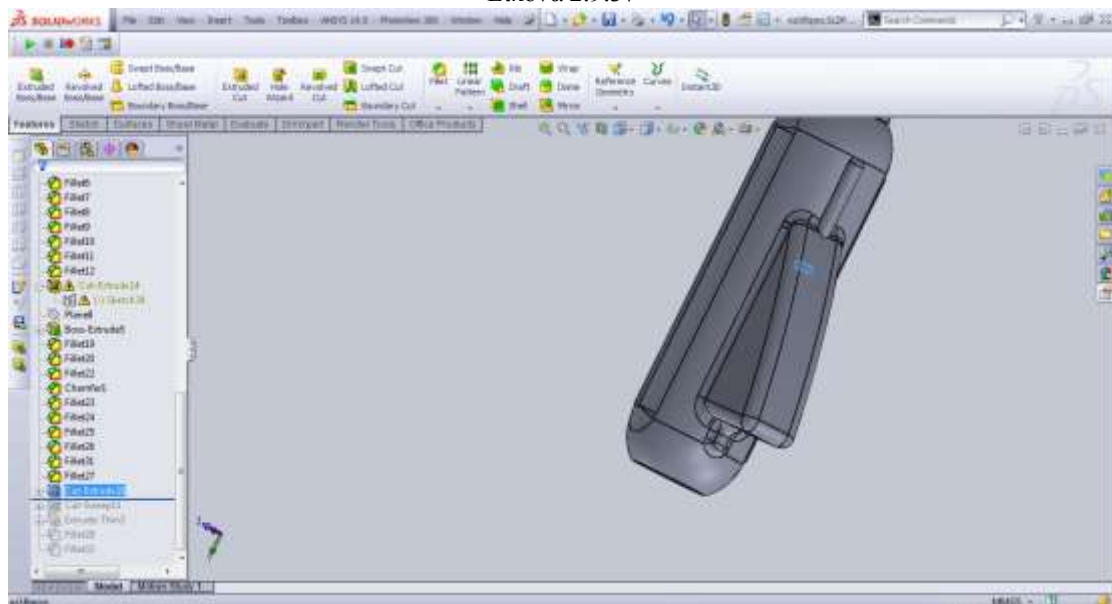
Εικόνα 2.9.35



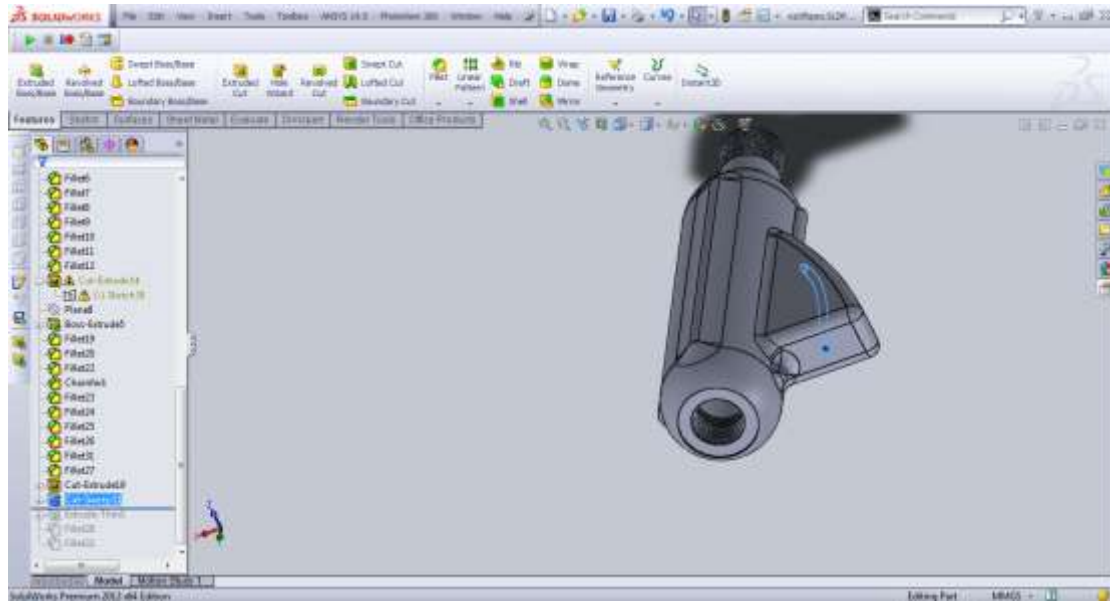
Εικόνα 2.9.36: Χρησιμοποιήθηκε η επιλογή FILLET



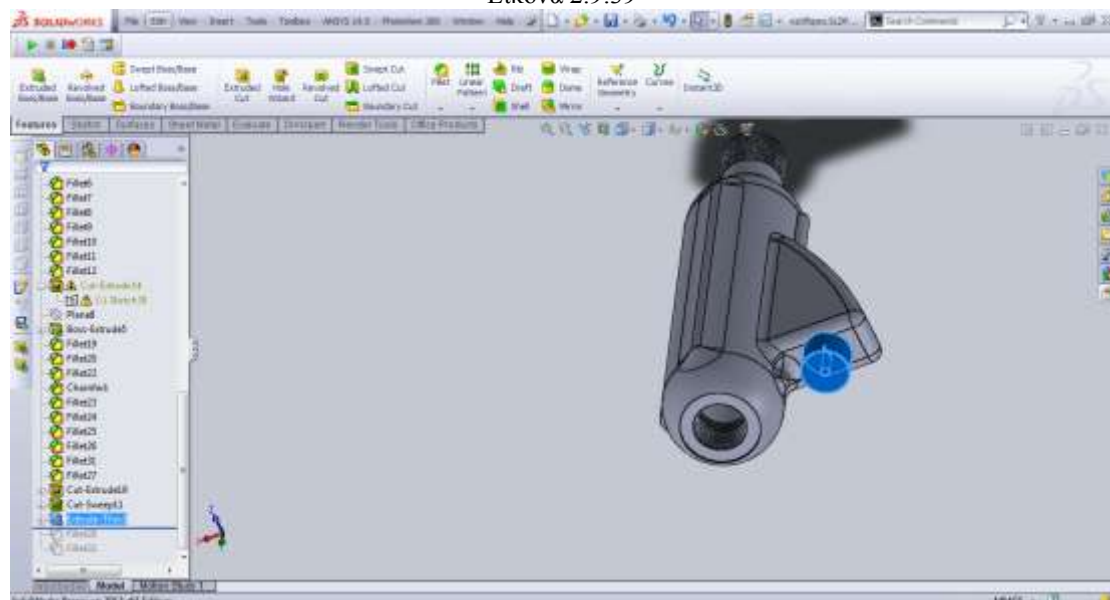
Εικόνα 2.9.37



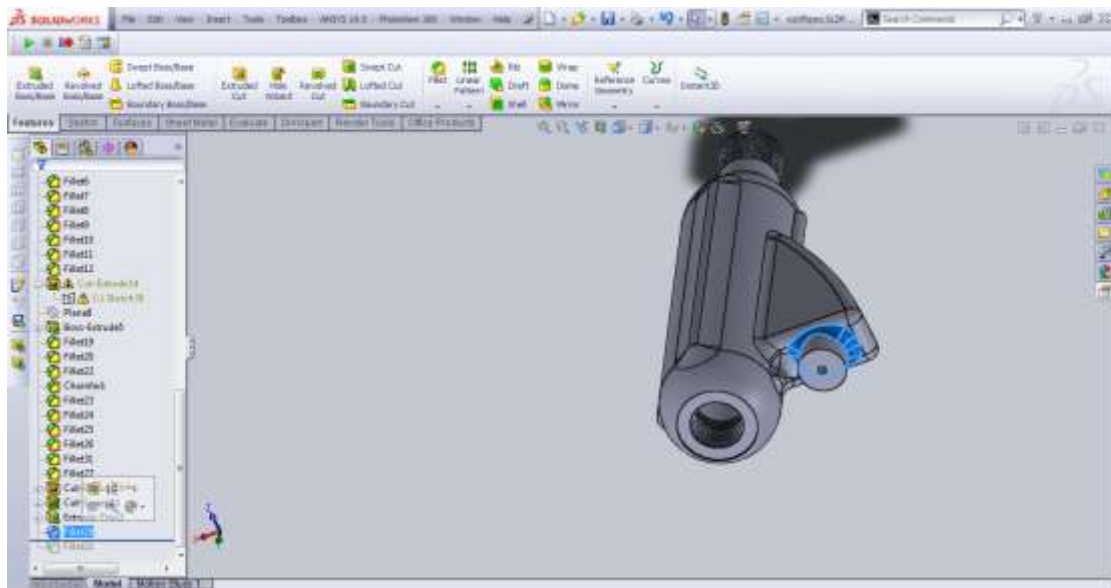
Εικόνα 2.9.38



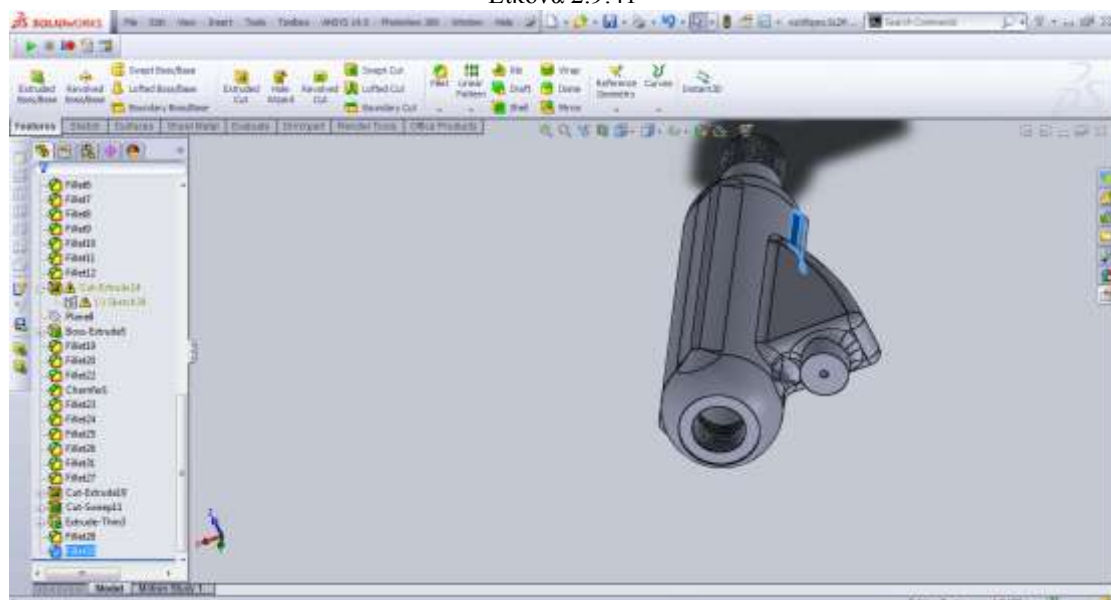
Εικόνα 2.9.39



Εικόνα 2.9.40: Με την επιλογή SWEEP CUT ενώθηκαν τα αυλάκια μεταξύ τους και επίσης χρησιμοποιήθηκε η επιλογή EXTRUDE BOSS για την τελική διαμόρφωση του κελύφους



Εικόνα 2.9.41



Εικόνα 2.9.42: Τελική διαμόρφωση του κελύφους

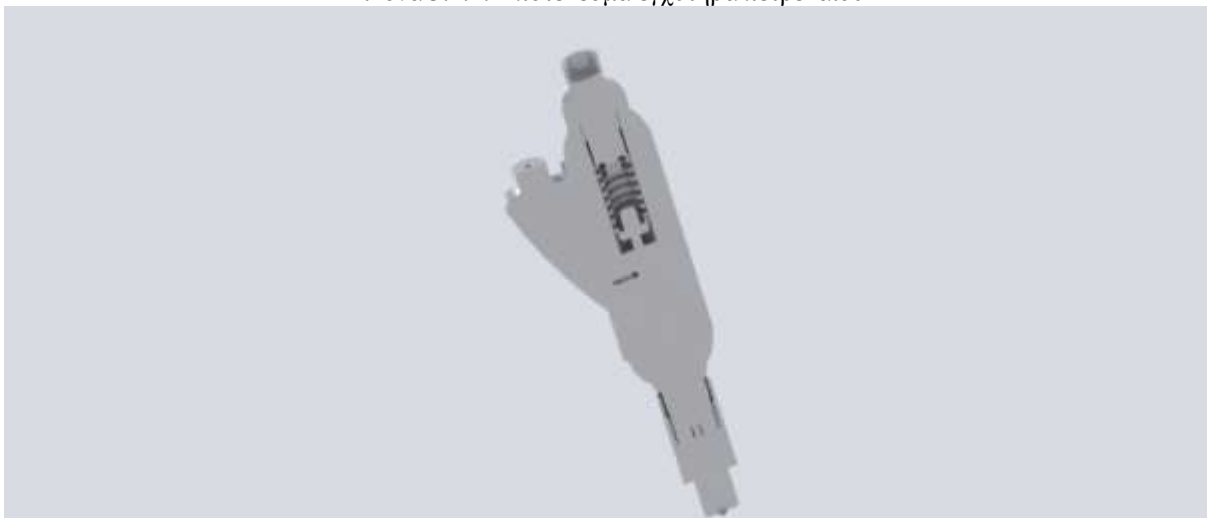


## Κεφάλαιο 3

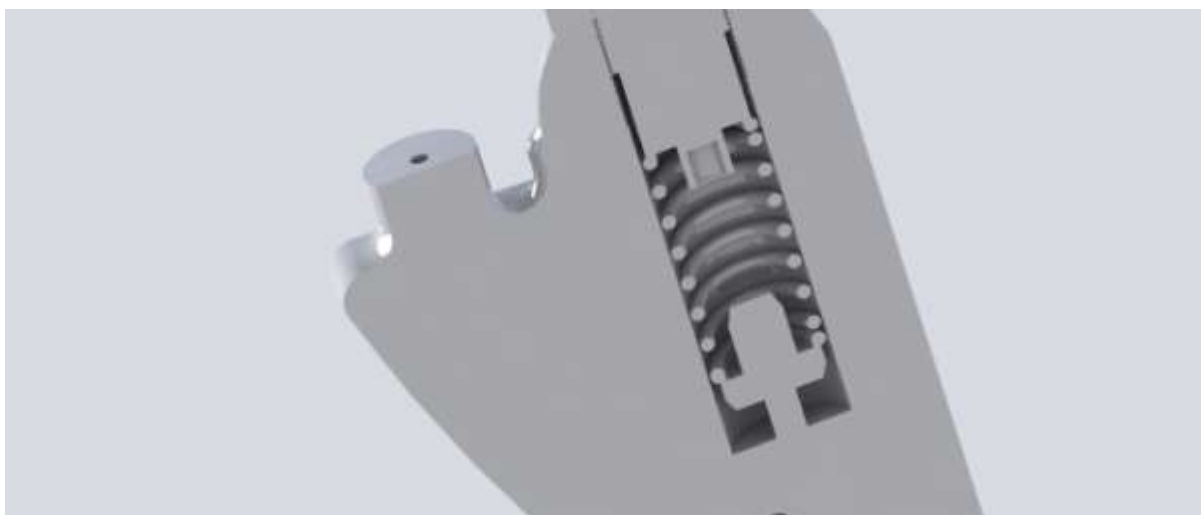
### 3.1 Τελειοποιημένα αποτελέσματα



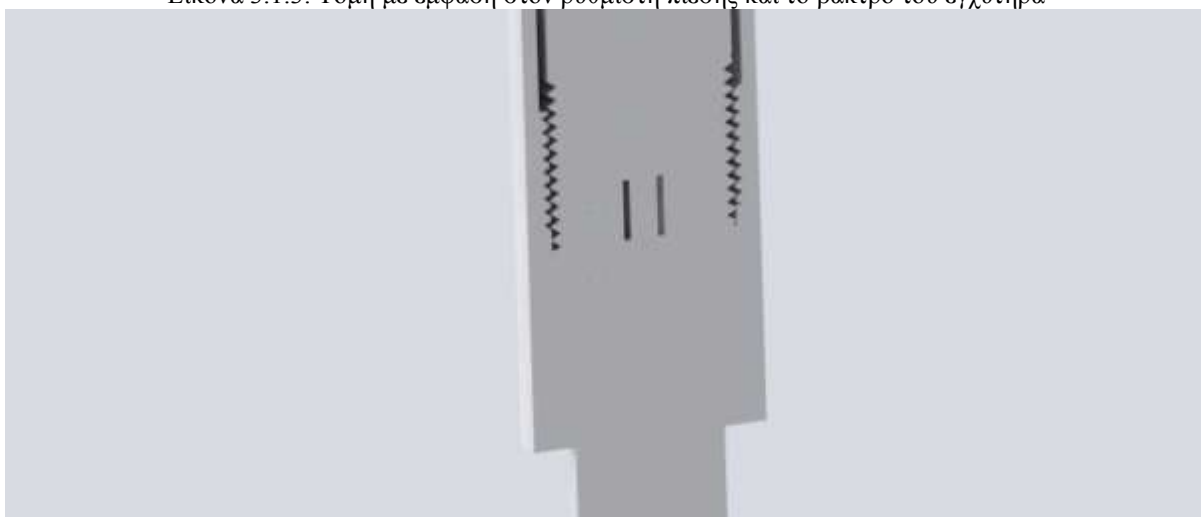
Εικόνα 3.1.1: Αποτέλεσμα εγχυτήρα πετρελαίου



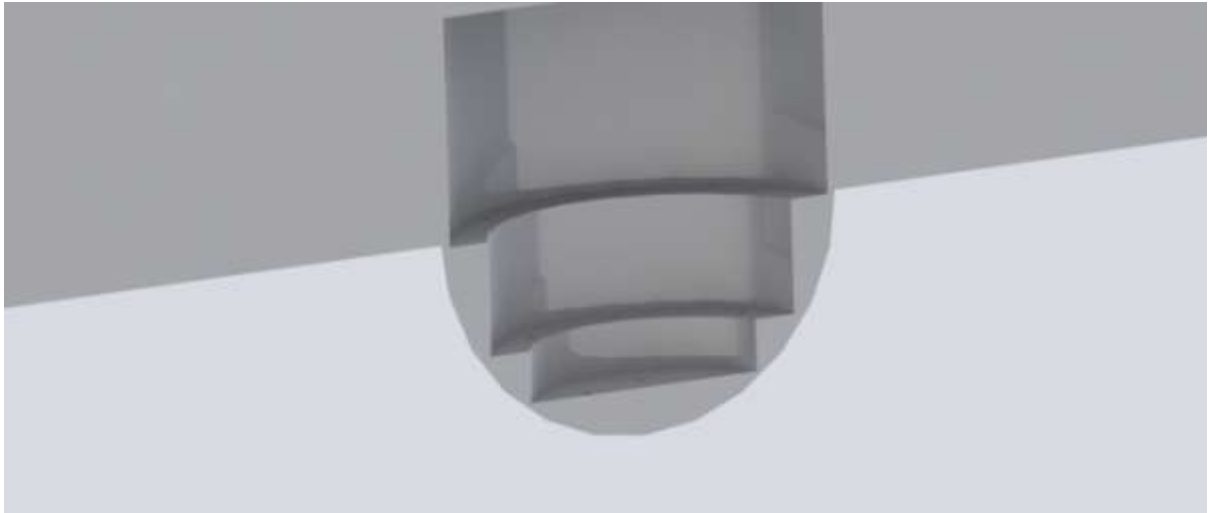
Εικόνα 3.1.2: Αποτέλεσμα εγχυτήρα πετρελαίου σε τομή



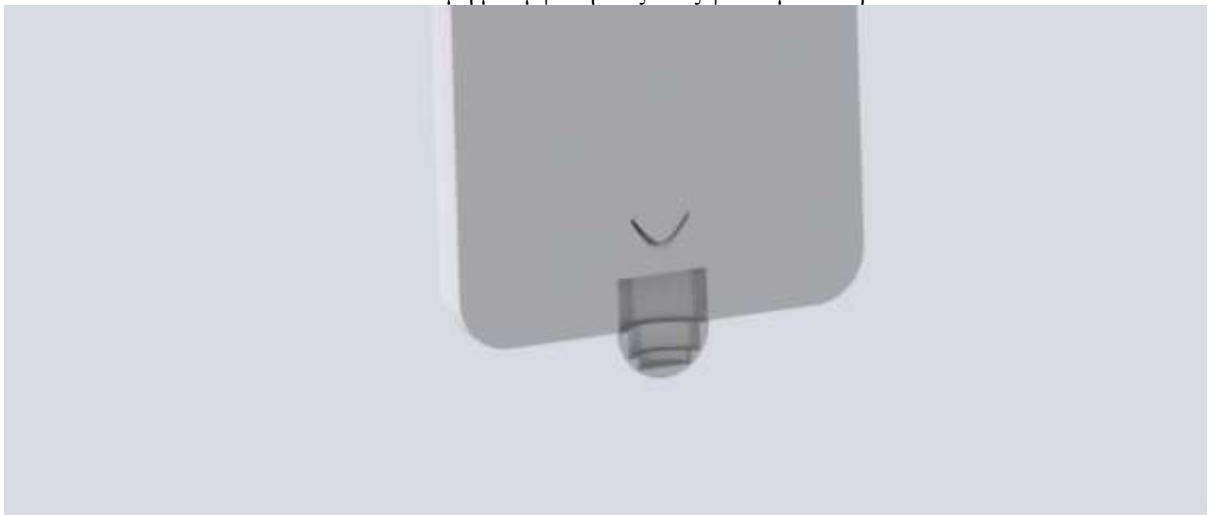
Εικόνα 3.1.3: Τομή με έμφαση στον ρυθμιστή πίεσης και το βάκτρο του εγχυτήρα



Εικόνα 3.1.4: Τομή με έμφαση στο προστόμιο



Εικόνα 3.1.5: Τομή με έμφαση στις οπές ψεκασμού πετρελαίου



Εικόνα 3.1.6: Τομή με έμφαση στην βελόνα του εγχυτήρα

## 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

**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

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

**Fillet:** Δημιουργεί καμπυλότητα σε ένα στερεό

## Επίλογος – Συμπεράσματα

Για την πραγματοποίηση της τρισδιάστατης σχεδίασης ενός εγχυτήρα πετρελαίου ναυτικής μηχανής χρησιμοποιήθηκε πρόγραμμα 3D σχεδίασης CAD SolidWorks 2013. Μία από τις χρησιμότητες του προγράμματος είναι ότι σε ένα ήδη κατασκευασμένο εξάρτημα μπορεί να γίνει (πολυεπεξεργασία και πιστή αντιγραφή) ακόμα και μετά την ολοκλήρωση του. Επίσης, σε διάφορα κομμάτια που σχεδιάστηκαν υπάρχει η δυνατότητα συναρμολόγησης τους με αποτέλεσμα το επιθυμητό τρισδιάστατο σχέδιο. 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 γρاناζιών υπάρχει η δυνατότητα να γίνει παρατήρηση της λειτουργίας του ), μπορούμε να το δούμε μέσα από τομή η και ακόμα σε διάγραμμα αντοχής υλικού, ώστε να δούμε σε ποια σημεία καταπονείται η διάταξή μας. 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**

### Βιβλία

1. ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΕΩΣ, ΤΟΜΟΣ ΠΡΩΤΟΣ  
ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ
2. ΜΗΧΑΝΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΚΑΥΣΕΩΣ, ΤΟΜΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟΣ  
ΙΔΡΥΜΑ ΕΥΓΕΝΙΔΟΥ

### Ιστοσελίδες

Wikipedia

<http://el.wikipedia.org>

## Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Abstract.....	4
Πρόλογος.....	5

### Κεφάλαιο 1

Εγγυτήρες	Περιγραφή	τιμημάτων
1.1		
εγγυτήρα.....		8
1.2	Λειτουργία των εγγυτήρων.....	9
1.3		Είδη
εγγυτήρων.....		11
1.3.1	Εγγυτήρες μιας οπής.....	11
1.3.2	Εγγυτήρες	πολλών
οπών.....		12
1.4	Σχηματισμός	νέφους
σωματιδίων.....		14

### Κεφάλαιο 2

2.1	Σχεδιασμός ρυθμιστή πίεσης.....	16
2.2	Σχεδιασμός ελατηρίου.....	21
2.3	Σχεδιασμός πείρου.....	27
2.4		Σχεδιασμός
περικοχλίου.....		29
2.5	Σχεδιασμός	βάκτρου
εγγυτήρα.....		31
2.6	Σχεδιασμός	εδράνου
προστομίου.....		34
2.7	Σχεδιασμός βελόνας προστομίου.....	38
2.8		Σχεδιασμός
προστομίου.....		41
2.9	Σχεδιασμός κελύφους εγγυτήρα.....	59

### Κεφάλαιο 3

3.1	Τελειοποιημένα αποτελέσματα.....	80
-----	----------------------------------	----

Παράρτημα.....	83
----------------	----

Επίλογος – Συμπεράσματα.....	84
------------------------------	----

Βιβλιογραφία.....	85
-------------------	----