

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΠΡΕΣΑΣ ΚΑΙ ΚΑΛΟΥΠΙΟΥ ΚΑΜΨΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΗ ΛΑΜΑΡΙΝΑΣ



ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΠΑΝΑΓΟΠΟΥΛΟΣ ΑΓΓΕΛΟΣ (Α.Μ. 5819)

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ ΓΙΑΝΝΟΠΟΥΛΟΣ Ι. ΓΕΩΡΓΙΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2014

Υπεύθυνη Δήλωση Σπουδαστή: Ο κάτωθι υπογεγραμμένος σπουδαστής έχω επίγνωση των συνεπειών του Νόμου περί λογοκλοπής και δηλώνω υπεύθυνα ότι είμαι συγγραφέας αυτής της Πτυχιακής Εργασίας, έχω δε αναφέρει στην Βιβλιογραφία μου όλες τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα και έλαβα ιδέες ή δεδομένα. Δηλώνω επίσης ότι, οποιοδήποτε στοιχείο ή κείμενο το οποίο έχω ενσωματώσει στην εργασία μου προερχόμενο από Βιβλία ή άλλες εργασίες ή το διαδίκτυο, γραμμένο ακριβώς ή παραφρασμένο, το έχω πλήρως αναγνωρίσει ως πνευματικό έργο άλλου συγγραφέα και έχω αναφέρει ανελλιπώς το όνομά του και την πηγή προέλευσης.

Ο σπουδαστής
(Ονοματεπώνυμο)

.....

(Υπογραφή)

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το παρόν τεύχος αποτελεί την Πτυχιακή Εργασία που εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών του Ανώτατου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πάτρας και αφορά την ανάπτυξη σχεδιασμού, την μελέτη, και την κατασκευή επιδαπέδιας χειροκίνητης υδραυλικής πρέσας καθώς και καλουπιού κάμψης για την διαμόρφωση λαμαρίνας.

Ο άνθρωπος άρχισε να κατασκευάζει μηχανές από τους αρχαιότερους χρόνους, η χρησιμοποίησή τους όμως σε μεγάλη κλίμακα πραγματοποιείται στον αιώνα μας.

Οι σύγχρονες μηχανές σχεδόν πάντα υποκαθιστούν τη μυϊκή δύναμη του ανθρώπου και επιτρέπουν την εκτέλεση έργων σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα, τα οποία χωρίς την βοήθεια των μηχανών θα ήταν αδύνατον να εκτελεστούν, έστω και αν διαθέταμε απεριόριστο αριθμό εργατικών χεριών. Αυτό συμβαίνει, γιατί οι μηχανές παρέχουν μεγάλη ισχύ συγκεντρωμένη σε μικρό χώρο, όπου θα ήταν αδύνατο να χρησιμοποιηθούν τόσοι εργάτες, όσοι θα χρειάζονταν για να δώσουν την ίδια ισχύ σε μυϊκή δύναμη. Μια τέτοια σύγχρονη μηχανή είναι και η υδραυλική πρέσα που πρόκειται να κατασκευάσουμε, αφού πρώτα αναπτύξουμε στην πτυχιακή αυτή όλα τα απαραίτητα κεφάλαια για την εξέλιξη και την χρησιμότητα της.

Στόχος λοιπόν, της προτεινόμενης πτυχιακής εργασίας είναι η επιλογή κατασκευής ενός απλού και οικονομικού τύπου υδραυλικής πρέσας όπως αυτές που χρησιμοποιούνται κυρίως σε μηχανουργεία και συνεργεία, όπου αργότερα με ή χωρίς την χρήση διαφόρων καλουπιών και εξαρτημάτων θα έχουμε την δυνατότητα να κατεργαζόμαστε και να διαμορφώνουμε μεταλλικά υλικά και όχι μόνο. Επιπλέον δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στο σχεδιασμό και την ανάλυση του πλαισίου της πρέσας και στις δυνάμεις που πρόκειται να υποβληθεί, προτείνουμε μια κατασκευή απολύτως ασφαλή και ικανή να επιτύχει ποιοτικές μηχανικές διαμορφώσεις με μικρό κόστος γεγονός που την καθιστά ελκυστική για έναν πιθανό μελλοντικό ενδιαφερόμενο αγοραστή.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά, τον επιβλέποντα καθηγητή Δρ.Γιαννόπουλο Ι. Γεώργιο, επιστημονικό συνεργάτη του τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών Τ.Ε, για την καθοριστική βοήθεια και καθοδήγηση που μου προσέφερε καθ' όλη την διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής αυτής εργασίας, και τον συνάδελφο Ν.Γρηγορόπουλο-Κ.ΣΙΝΟΥΡΗ Ο.Ε Μηχανουργικές Κατασκευές. Ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου για την υποστήριξη και τα εφόδια που μου παρείχε όλα αυτά τα χρόνια ώστε να καταφέρω να ολοκληρώσω τις σπουδές μου.

Παναγόπουλος Άγγελος
Πάτρα, Ιούνιος

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αναφέρεται στον σχεδιασμό την μελέτη και κατασκευή χειροκίνητης υδραυλικής πρέσας, δυναμικότητας δέκα τόνων και καλουπιού κάμψης για διαμόρφωση λαμαρίνας εν ψυχρώ. Στην εργασία αυτή εξετάζουμε δύο διαφορετικά σχεδιαστικά σενάρια που αφορούν το πλαίσιο της υδραυλικής πρέσας. Ο λόγος είναι η επιλογή του κατάλληλου σχεδίου προς υλοποίηση όσο αναφορά την λειτουργικότητα του πλαισίου και τις δυνατότητες εξέλιξης που μας παρέχει.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι δομημένη σε εννέα κεφάλαια όπως θα παρουσιαστούν παρακάτω.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται εισαγωγικά στοιχεία και ιστορικές αναδρομές που αφορούν τις μηχανικές κατεργασίες και διαμορφώσεις, καθώς και μια ιστορική αναφορά στις πρέσες οι οποίες είναι τα μηχανήματα με τα οποία εκτελούμε τις διάφορες μηχανικές διαμορφώσεις.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις κατεργασίες διαμόρφωσης με ιδιαίτερη έμφαση στις εν ψυχρώ τελούμενες, μιας και το καλούπι κάμψης που θα κατασκευαστεί στην παρούσα πτυχιακή εργασία θα διαμορφώνει την λαμαρίνα κατ' αυτόν τον τρόπο. Αυτός άλλωστε είναι και ο κύριος λόγος κατασκευής μηχανών παραγωγής μεγάλης δυναμικότητας. Επιπλέον γίνεται κατηγοριοποίηση των διαμορφώσεων αυτών σύμφωνα με το αποτέλεσμα που επιτυγχάνει η κάθε μια από αυτές στο κατεργαζόμενο υλικό.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται μια εκτενής αναφορά στις πρέσες, στους τύπους πλαισίων πρεσών και στις κατηγορίες που χωρίζονται αυτές με βάση τη μετάδοση ισχύος. Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στις υδραυλικές πρέσες και στον τρόπο λειτουργίας τους.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύεται εκτενώς η κατηγορία καμπυλικών διαμορφώσεων που επιτυγχάνεται μέσω καλουπιών. Πραγματοποιείται κατηγοριοποίηση των καλουπιών αυτών σύμφωνα με την δομή τους και τον τρόπο λειτουργίας τους και έπειτα αναλύεται η συμπεριφορά των μετάλλων που διαμορφώνονται με αυτήν την διαδικασία.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναφέρονται λεπτομερώς οι παράμετροι και τα στοιχεία που λαμβάνονται υπόψη για τον σχεδιασμό του πλαισίου της υδραυλικής πρέσας και του καλουπιού κάμψης, ο στόχος του σχεδιασμού και τα στοιχεία της γεωμετρίας που θα έχουν οι κατασκευές.

Στο έκτο κεφάλαιο γίνεται ανάλυση της πρέσας με την χρήση του υποπρογράμματος SolidWorks Simulation. Η ανάλυση αφορά την στατική αντοχή και την αντοχή σε λυγισμό του πλαισίου. Από τα αποτελέσματα της μηχανικής ανάλυσης κρίνουμε την ικανότητα του πλαισίου να ανταπεξέλθει στις καταπονήσεις για τις οποίες έχει σχεδιαστεί.

Στο έβδομο κεφάλαιο περιγράφονται, τα στάδια κατασκευής της υδραυλικής πρέσας και του καλουπιού κάμψης, τα μηχανήματα που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή τους και κάποιοι τελευταίοι σύντομοι υπολογισμοί που μας βοήθησαν να επιλέξουμε το κατάλληλο σύστημα αντλίας/υδραυλικού κυλίνδρου προκειμένου να

καταστήσουμε την κατασκευή μας ικανή για την διαμόρφωση που θέλουμε να πραγματοποιήσει. Επίσης αναλύεται το κόστος των κατασκευών και των υλικών που χρησιμοποιήσαμε για την ολοκλήρωση τους.

Στο όγδοο και τελευταίο κεφάλαιο παρατίθενται τα συνολικά συμπεράσματα αυτής της προσπάθειας.

Στο τέλος του τεύχους περιλαμβάνονται όλες οι απαραίτητες βιβλιογραφικές αναφορές και διαδικτυακές πηγές που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη της παρούσας πτυχιακής.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

<u>ΤΙΤΛΟΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ</u>	<u>Σελ.</u>
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	iii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iv
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	vi
1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Σκοπός	1
1.2 Εισαγωγικά	1
1.3 Ιστορία και εξέλιξη μηχανικών διαμορφώσεων και μηχανής πρέσας.....	2
2.ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ	8
2.1 Γενικά	8
2.2 Κατάταξη μηχανικών διαμορφώσεων	10
2.3 Συμπεριφορά μεταλλικών υλικών	12
2.4 Εν ψυχρώ διαμορφώσεις.....	13
2.4.1 Κατεργασίες διαμόρφωσης εν ψυχρώ.....	14
3.ΠΡΕΣΕΣ	25
3.1 Γενικά	25
3.2 Τύποι πλαισίου πρέσας	26
3.3 Κατηγοριοποίηση πρεσών.....	28
3.3.1 Πρέσες ρυθμιζόμενου έργου	29
3.3.2 Πρέσες ρυθμιζόμενης διαδρομής	31
3.3.3 Πρέσες ρυθμιζόμενης δύναμης	34
3.4 Μέτρα ασφάλειας και πρόληψης.....	41

4.ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΜΨΗΣ ΜΕ ΚΑΛΟΥΠΙΑ	44
4.1 Γενικά	44
4.2 Καλούπια κάμψης.....	44
4.3 Φαινόμενο ελαστικής αναπήδησης.....	47
4.3.1 Αντιμετώπιση φαινομένου ελαστικής αναπήδησης	48
5.ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΠΡΕΣΑΣ & ΚΑΛΟΥΠΙΟΥ ΚΑΜΨΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ SOLIDWORKS	50
5.1 Γενικά	50
5.2 Στοιχεία και στόχος σχεδιασμού	51
5.3 Σχεδίαση πλαισίου πρέσας	51
5.4 Σχεδίαση καλουπιού κάμψης.....	65
6.ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΠΡΕΣΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΥΠΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ SOLIDWORKS SIMULATION	71
6.1 Εισαγωγή.....	71
6.2 Υπολογισμοί πριν την ανάλυση	72
6.3 Στατική ανάλυση	73
6.4 Ανάλυση σε λυγισμό	85
7.ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΕΣΑΣ ΚΑΙ ΚΑΛΟΥΠΙΟΥ ΚΑΜΨΗΣ	89
7.1 Εισαγωγή.....	89
7.2 Εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε.....	89
7.3 Κατασκευή πρέσας	91
7.3.1 Επιλογή συστήματος αντλίας/κυλίνδρου	91
7.3.2 Κοπή τεμαχίων κατασκευής και συναρμολόγηση.....	94
7.4 Κατασκευή καλουπιού κάμψης	102
7.5 Τελικό προϊόν	105
7.6 Κόστος κατασκευής	114
8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	116
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	117

ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ	117
------------------------	------------

1.ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΣΚΟΠΟΣ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι, η σχεδίαση και κατασκευή μιας μηχανής η οποία θα συγκεντρώνει μεγάλα ποσά ισχύος σε σχετικά μικρό όγκο και θα κρίνεται κατάλληλη για την πραγματοποίηση μιας σειράς διαμορφώσεων. Η σύλληψη της ιδέας αυτής προήλθε μέσα από την παρακολούθηση του μαθήματος Μηχανικές Διαμορφώσεις-Σχεδιασμός Καλουπιών που διεξαγόταν στο Τ.Ε.Ι μας από τον Δρ.Γιαννόπουλο Γεώργιο. Στο εργαστηριακό μέρος του μαθήματος ασχοληθήκαμε με τον σχεδιασμό ενός προοδευτικού καλουπιού κοπής για την κατασκευή ροδελών, και στην παρουσίαση των μηχανών που χρησιμοποιούν τα καλούπια αυτά. Οι μηχανές αυτές δεν ήταν άλλες από τις πρέσες. Έτσι λοιπόν μαζί με τον επιβλέποντα καθηγητή της εργασίας αυτής αποφασίσαμε να κατασκευάσουμε μια τέτοια μηχανή διαμόρφωσης. Η μηχανή που επιλέχθηκε για το σκοπό αυτό είναι μια χειροκίνητη υδραυλική πρέσα, κοινώς πρέσα μηχανουργείου ή πρέσα ρουλεμάν. Στην δική μας περίπτωση θα λειτουργεί κυρίως ως στράντζα-πρέσα με την βοήθεια ενός καλουπιού κάμψης που θα κατασκευάσουμε προκειμένου να διαμορφώνουμε λαμαρίνες. Η υλοποίηση μιας τέτοιας προσπάθειας απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό, σωστή επιλογή των υλικών που θα απαρτίσουν την μηχανή, ανάλυση και επανασχεδιασμό έως ότου η μηχανή αυτή καταστεί ασφαλής προς χρήση.

Μέρος της πτυχιακής εργασίας ασχολείται με την επιλογή του καταλληλότερου σχεδίου προς κατασκευή μεταξύ δύο, και αυτό γιατί δεν ήταν σαφές από την αρχή ποιος τύπος πλαισίου τελικά θα κατασκευαζόταν. Έτσι έγινε μια προμελέτη από άποψη αντοχής αλλά και χρηστικότητας, όπου ο τελικός τύπος πλαισίου που θα επιλέγαμε θα μπορούσε να καλύψει το μεγαλύτερο εύρος μηχανικών διαμορφώσεων.

Εν κατακλείδι στόχος της εργασίας αυτής είναι η κατασκευή μιας μηχανής διαμόρφωσης που θα μπορεί με την προσαρμογή διάφορων εργαλείων-καλουπιών να εκτελεί εργασίες που σε άλλη περίπτωση θα χρειαζόνταν μια μηχανή για κάθε κατεργασία.

1.2 ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

Οι πρέσες είναι μηχανήματα που χρησιμοποιούνται κυρίως σε κατεργασίες μηχανικής διαμόρφωσης κυρίως σε μεταλλικά υλικά όπως φύλλα λαμαρίνας, ελάσματα κ.α. Οι μηχανές αυτές χρησιμοποιούν μηχανική ή υδραυλική ενέργεια με σκοπό την ανάπτυξη μεγάλων δυνάμεων ώστε να διεξαχθούν μια σειρά από κατεργασίες. Βασίζονται σε ένα στιβαρό μεταλλικό πλαίσιο του οποίου τα κύρια μέρη είναι το άνω, όπου προσαρμόζονται οι μηχανισμοί κίνησης της κεφαλής ή των εμβόλων και το κάτω μέρος της πρέσας που ονομάζεται τραπέζι και χρησιμοποιείται για την στήριξη καλουπιών διαμόρφωσης. Ανάλογα με τον τύπο της πρέσας πάνω στο πλαίσιο αυτό προσαρμόζονται ηλεκτροκινητήρες ή υδραυλικά συστήματα

προκειμένου να μεταδοθεί κίνηση στην κεφαλή ή στο έμβολο της πρέσας ώστε να πραγματοποιηθεί η κατεργασία.

Σαν μηχανές διαμόρφωσης είναι από τις πλέον δημοφιλείς σήμερα και χρησιμοποιούνται ευρέως σε όλους τους κλάδους των μεταλλικών κατασκευών. Αυτό οφείλεται στο ότι υπάρχουν πλέον πολλά είδη πρεσών που μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες ενός μικρού μηχανουργείου μέχρι μιας βαριάς βιομηχανίας μετάλλου. Επίσης είναι μηχανές που προσαρμόζονται εύκολα σε διάφορα είδη κατεργασίας λόγω της δυνατότητας τοποθέτησης εργαλείων πάνω σε αυτές.

Ένα ακόμα χαρακτηριστικό των μηχανών αυτών είναι η δυνατότητα χρήσης τους σε αυτοματοποιημένες διαδικασίες παραγωγής. Γνωρίζουμε πολύ καλά πώς την σημερινή εποχή στον κόσμο των βιομηχανιών πρωταρχικό ρόλο παίζει ο χρόνος και ο αριθμός παραγόμενων τεμαχίων όπου σε συνδυασμό με την ποιότητα του προϊόντος θα επιφέρουν στην επιχείρηση υψηλό κέρδος και βιωσιμότητα.

1.3 ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΕΞΕΛΙΞΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΗΣ ΠΡΕΣΑΣ

Ο άνθρωπος από τα πρώτα χρόνια εμφάνισέως του πάνω στη Γή, ένιωσε την ανάγκη δημιουργίας εργαλείων, αρχικά για να εξασφαλίσει την τροφή του και στην συνέχεια να την κάνει πιο εύκολη. Τα πρώτα εργαλεία, φτιαγμένα από σκληρές ύλες (πέτρες, μέταλλα), είχαν χοντροκομμένη μορφή δίχως ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Η ύλη που μεταχειριζόταν ο προϊστορικός άνθρωπος για να κατασκευάσει τα εργαλεία του, αποτελεί το χαρακτηριστικό γνώρισμα των τεσσάρων περιόδων στην ιστορία της εξέλιξης του ανθρώπινου πολιτισμού που ονομάζονται «εποχές». Έτσι στην «λίθινη εποχή» ο άνθρωπος έφτιαξε τα πρώτα του εργαλεία (Εικόνα 1). Αρχικά χρησιμοποίησε ακατέργαστα τα υλικά που έβρισκε στην φύση όπως η πέτρα, και στην συνέχεια με την βοήθεια του ξύλου και του κόκκαλου, χρησιμοποιούσε πέτρα που την λείαινε.



Εικόνα 1: Τα πρώτα εργαλεία του ανθρώπου στην παλαιολιθική εποχή.

Τα μέταλλα τα ανακάλυψε πολύ αργότερα. Μία από τις επικρατέστερες θεωρίες σχετικά με την ανακάλυψη των μετάλλων υποστηρίζει ότι ύστερα από μεγάλες πυρκαγιές έλιωναν τα μέταλλα που υπήρχαν μέσα στα διάφορα πετρώματα και έτσι γινόταν δυνατή η εξόρυξη τους. Έτσι ακολουθούν και οι επόμενες «εποχές» που σηματοδοτούνται από την ανακάλυψη των μετάλλων.

Στην «εποχή του χαλκού», (περίπου 5000π.χ.) για την κατασκευή των εργαλείων, ο άνθρωπος μεταχειριζόταν τον χαλκό (Εικόνα 2) με την βοήθεια της φωτιάς, που τότε ανακάλυψε. Στην «εποχή του ορείχαλκου», (περίπου 3000π.χ.) μεταχειριζόταν τον ορείχαλκο, και έφτιαχνε σύνθετα εργαλεία, κυρίως πολεμικό εξοπλισμό. Το σίδηρο ο άνθρωπος το ανακάλυψε περίπου το 1000π.χ πιθανότατα από τους διάφορους μετεωρίτες που έπεφταν στην Γή.



Εικόνα 2: Αγγειογραφία απεικονίζει φρεατώδη κάμινο που χρησιμοποιούσαν στην αρχαία Ελλάδα για την τήξη του κρατερώματος, δηλαδή του χαλκού και του κασσίτερου, για την χύτευση αγαλμάτων.

Η ανάγκη του ανθρώπου όμως, για βελτίωση της ζωής του και εξερεύνηση δεν σταματάει εδώ, και από την ιστορία των απλών εργαλείων και της εξέλιξης αυτών, περνάει στην ιστορία της μηχανοποίησης. Απώτερος σκοπός η κατασκευή τέτοιων μηχανών που θα του εξασφαλίσουν ψυχαγωγία, καλύτερη ποιότητα ζωής και προστασία απέναντι στον εχθρό. Έτσι λοιπόν την θέση των απλών εργαλείων καταλαμβάνουν αρχικά οι πρώτες απλές μηχανές, που ήταν γνωστές στους αρχαίους Έλληνες όπως ο μοχλός, ο τροχός και άξονας, η τροχαλία, η σφήνα και ο κοχλίας που με τον συνδυασμό τους καταφέραμε να κατασκευάσουμε πιο σύνθετες μηχανές ικανές να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες του ανθρώπου.

Μια από αυτές τις μηχανές ήταν η πρέσα. Η ιστορία της εξέλιξης αυτής της μηχανής είναι μεγάλη και ξεκινάει θα λέγαμε από την αρχαία Ελλάδα και την αγροτική τεχνολογία που αναπτύχθηκε τότε προκειμένου να επεξεργαστούν τον καρπό της ελιάς και να παράγουν λάδι απαραίτητο για την επιβίωση τους. Όλες οι μηχανές και οι μηχανισμοί που κατασκευάστηκαν είχαν σαν σκοπό την δημιουργία πίεσης στον καρπό προκειμένου να τον συνθλίψουν και να διαχωριστεί το λάδι. Έτσι κατασκευάστηκε το πρώτο ελαιοπιεστήριο (Εικόνα 3) όπου υπολείμματα του ανακαλύφθηκαν στην νήσο Θηρασία. Η μοναδική του απεικόνιση υπάρχει σε ανάγλυφο του 6^{ου} αιώνα π.χ. και βρίσκεται στο βρετανικό μουσείο, ενώ έχει περιγραφεί από τον Κάτωνα τον πρεσβύτερο.

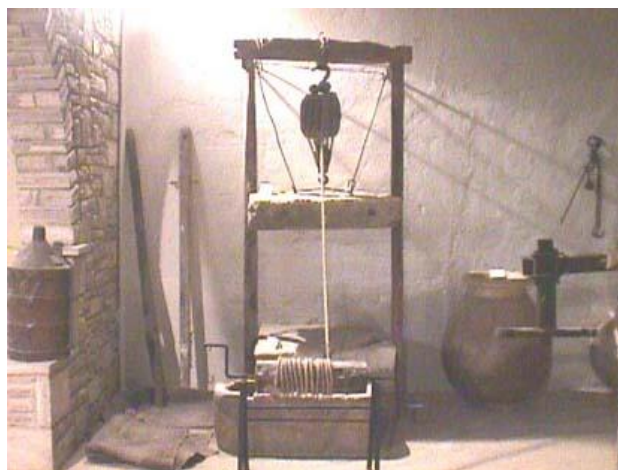
Ο ελαιοπολτός τοποθετημένος σε σακιά συμπιέζονταν με την βοήθεια μοχλού και αντίβαρου από πέτρες. Με το πέρασμα των χρόνων η εξέλιξη που σημειώνεται δεν είναι ιδιαίτερα σημαντική ως προς τον τρόπο σύνθλιψης του καρπού. Τα βάρη σιγά σιγά μεγαλώνουν και αποκτούν μια καθετή οπή που διευκολύνει την ανάρτησή τους.



Εικόνα 3: Αναπαράσταση του αρχαιότερου ελαιοπιεστηρίου τύπου «συμπίεσης λοστού».

Αργότερα στις αρχές του 4^{ου} αιώνα π.Χ. ο Αρχύτας Ταραντινός εφευρίσκει τον κοχλία και την τροχαλία, χάρη στα οποία εισάγεται στην οικοδομική και όχι μόνον η χρήση των πρώτων ανυψωτικών μηχανών (τρίποδα, γερανοί, βαρούλκα, τροχαλίες).

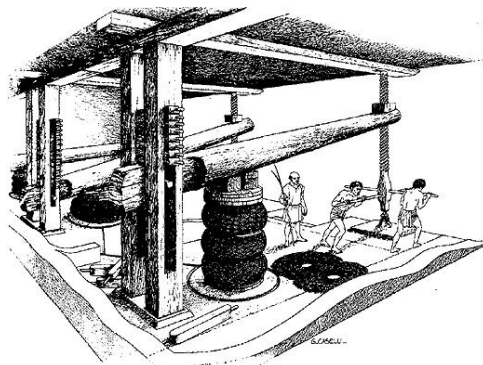
Τα βαρούλκα αυτά θα χρησιμεύσουν ευρύτατα στην ανύψωση των όγκων μεταλλεύματος στο Λαύριο και θα γίνουν πηγή έμπνευσης για την κατασκευή μηχανής σύνθλιψης του καρπού της ελιάς, ανυψώνοντας το βάρος μιας λίθου και αφήνοντας το να ολισθήσει στους ξύλινους πλάγιους οδηγούς του πλαισίου της μηχανής προκειμένου να προσκρούσει με δύναμη στην βάση. Λειτουργία που μας θυμίζει την μηχανική σφύρα (Εικόνα 4).



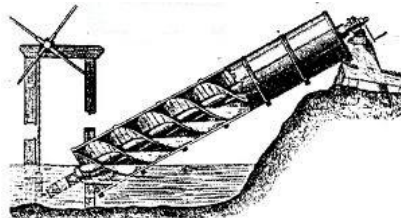
Εικόνα 4: Αναπαράσταση χειροκίνητης πρέσας με βαρούλκο «μάγγανο» στο μουσείο ελιάς στην Χίο.

Η δημιουργία του πιεστηρίου χωρίς βάρη (Εικόνα 5), όπου η δύναμη του κοχλίου εφαρμόζεται στον μοχλό και ύστερα στον ελαιοπολτό είναι με βάση τον Πλίνιο η τελευταία σημαντική εξέλιξη στην τεχνολογία της ελαιοπαραγωγής. Τα πιεστήρια αυτά έχουν φτάσει μέχρι την εποχή μας με την μορφή δίστηλων.

Ο Ήρων ο Αλεξανδρινός έχει περιγράψει πολλούς τέτοιους μηχανισμούς, με ποιο σπουδαίο αυτόν που χρησιμοποιεί ατέρμονα κοχλία, μηχανισμό που ο Πλίνιος χαρακτηρίζει ως μεγάλη ελληνική εφεύρεση, που οφείλεται στον Αρχιμήδη (287π.Χ. – 212π.Χ.). Αφορμή για την κατασκευή του υπήρξε η επίσκεψη του στην Αίγυπτο μετά από πρόσκληση του Πτολεμαίου Β΄ του Φιλάδελφου. Εκεί εμπνεύστηκε το σύστημα αυτό (Εικόνα 6), στην προσπάθεια του να βοηθήσει τους χωρικούς να αντλήσουν νερό από τον Νείλο.



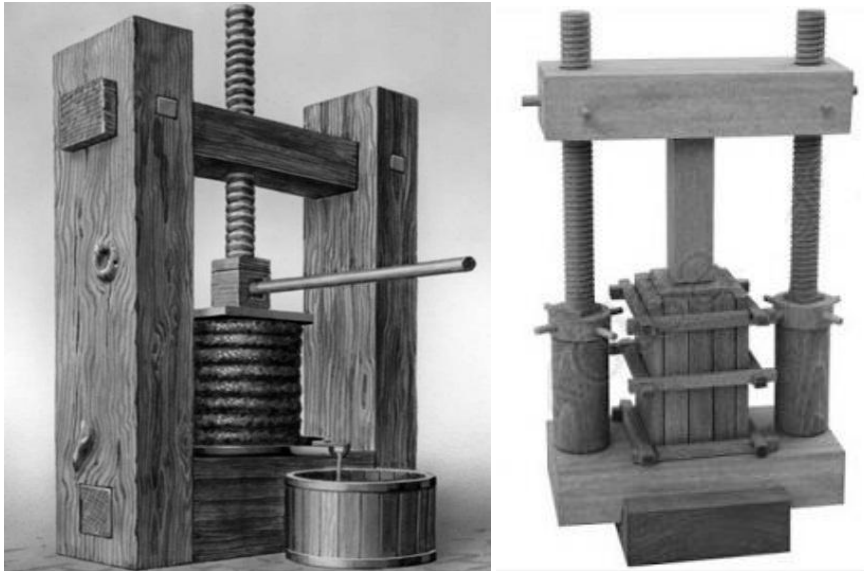
Εικόνα 5: Άνδρες με την δύναμη τους περιστρέφουν τον κοχλία όπου μέσω του μοχλού θα συνθλίψουν το καρπό της ελιάς.



Εικόνα 6: Μεσαιωνική αναπαράσταση του «κοχλίας του Αρχιμήδη» ονομαζόμενη υδρόβιδα.

Οι μηχανές που περιγράφει ο Ήρων ο Αλεξανδρινός όπου χρησιμοποιούν σύστημα ατέρμονα κοχλίας είναι δύο (Εικόνα 7). Πρόκειται για την μονή κοχλιωτή πρέσα όπου αποτελούνταν από ένα ισχυρό ορθογώνιο πλαίσιο και έναν ατέρμονα κοχλία που μπορούσε να περιστρέφεται με τη βοήθεια χειρομοχλών εντός μιας ειδικής υποδοχής(τύπου περικοχλίου) της άνω οριζόντιας δοκού του πλαισίου. Με την περιστροφή του ο ατέρμονας προωθούσε την οριζόντια ξύλινη εσχάρα και αυτή με την σειρά της πίεζε την ελαιομάζα ώστε να εξαχθεί το ελαιόλαδο.

Η δεύτερη πρέσα που φαίνεται να ήταν εξέλιξη της πρώτης αποτελούνταν από μια ισχυρή οριζόντια βάση της οποίας ήταν ασφαλισμένοι με σφήνες αλλά μπορούσαν να περιστρέφονται ελεύθερα με την βοήθεια χειρομοχλών δύο κατακόρυφοι ατέρμονες κοχλίες. Στο ανώτερο σημείο τους οι κοχλίες εισχωρούσαν σε μια οριζόντια δοκό εντός ειδικών υποδοχών (τύπου περικοχλίου). Με την περιστροφή τους οι ατέρμονες προωθούσαν μια οριζόντια ξύλινη εσχάρα ασκώντας μεγάλη πίεση προς τα κάτω.



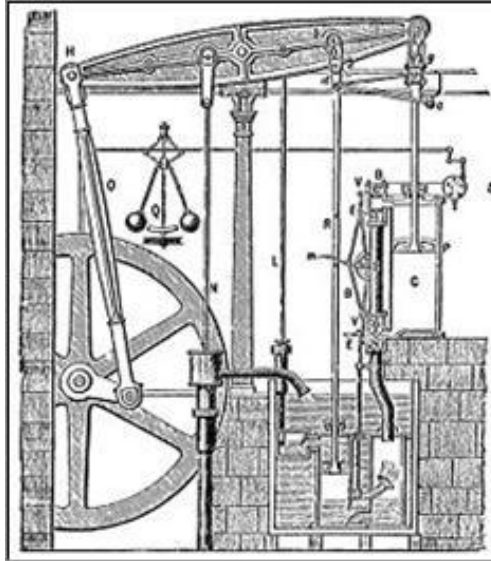
Εικόνα 7: Σχηματική αναπαράσταση της μονής κοχλιωτής πρέσας του Ήρων (αριστερά), μοντέλο διπλού κοχλία-περικοχλίου (δεξιά).

Με το πέρασμα των χρόνων η μορφή των πρεσών αυτών που χαρακτηρίζονταν από στιβαρή κατασκευή διαδόθηκε και εξελίχθηκε από άλλους λαούς σε μεγάλο βαθμό. Οι αλλαγές που σημειώθηκαν είχαν χαρακτήρα βελτίωσης όσο αναφορά την αντοχή των μηχανών αυτών και του τρόπου λειτουργίας τους. Αντικαθιστώντας μέρη που αποτελούνταν από μαλακό υλικό όπως το ξύλο, με κάποιο σκληρότερο υλικό όπως το μέταλλο ο άνθρωπος κατάφερε να κάνει την κατασκευή αυτή πιο ανθεκτική δίνοντας της προοπτικές πέραν της χρήσης της ως πρέσας λαδιού.

Έτσι, κατά τον 12μ.χ αιώνα και ύστερα από την κατασκευή και εξέλιξη πολλών μηχανών απλών και σύνθετων, εμφανίζεται η μηχανή με τα υδραυλικά σφυριά. Στην συνέχεια χρησιμοποιείται η μηχανή με τα κατερχόμενα σφυριά ο όγκος των οποίων υψώνεται μεταξύ δύο ράβδων ολισθήσεως και αφήνεται στην συνέχεια να πέσει πάνω στο υλικό που θα σφυρηλατηθεί. Με αυτόν τον τρόπο το 1346 κατασκευάζονται στην Φλωρεντία πυροβόλα όπλα από μπρούντζο που χρησιμοποιούσαν σφαίρες από σφυρήλατο σίδηρο.

Στην συνέχεια από τον 15^ο έως και τον 17^ο αιώνα, αναπτύχθηκαν δύο είδη πρέσας, η κοχλιωτή και η κυλινδρική. Η κοχλιωτή πρέσα κατασκευάστηκε στην Ιταλία και αποτύπωνε το σχέδιο της μήτρας επάνω στο μέταλλο με μεγάλη πίεση, με την στροφή ενός χειροκίνητου κοχλίου. Οι μήτρες των κοχλιωτών πρεσών είχαν τετράγωνη βάση και στερεώνονταν με ρυθμιζόμενες βίδες για την ακριβή τους τοποθέτηση. Η κυλινδρική πρέσα κατασκευάστηκε την ίδια περίπου εποχή με την κοχλιωτή στην Αυστρία. Μεταλλικά φύλλα περνούσαν ανάμεσα από ζεύγη κυλίνδρων, καθένας από τους οποίους ήταν χαραγμένος με διάφορες μήτρες.

Το διάστημα αυτό κατασκευάζονται βόμβες από σίδηρο και σφαίρες από χυτοσίδηρο. Η έλαση ξεκινά τον 16 μ.Χ. αιώνα με αρχικό σκοπό την κατασκευή φύλλων χάλυβα που προορίζονταν για κοπή νομισμάτων. Αργότερα γενικεύεται η χρήση της και στην κατασκευή ράβδων για μεταλλικές κατασκευές. Το 1784-1786μ.Χ. ο Τζέιμς Βατ και ο συνétairos του Μάθιου Μπουλτόν δοκιμάζουν τη πρώτη αυτόματη ατμοκίνητη πρέσα κρούσεως (Εικόνα 8).



Εικόνα 8: Σχηματική αναπαράσταση ατμομηχανής χαμηλής πίεσεως στην οποία ο ατμός επενεργεί εναλλάξ και στις δύο κατευθύνσεις της κίνησης του εμβόλου.

Από το 1818 σταδιακά αντικαταστάθηκαν και οι ατμοκίνητες πρέσες, με τις πρέσες με μοχλό τις οποίες δημιούργησε ο Γερμανός Ντίτριχ Ούλχορν, στο Ντίσελντορφ και χρησιμοποιούνταν κυρίως για χάραξη νομισμάτων. Αυτές οι μηχανές λειτουργούσαν με μια ατμομηχανή η οποία κινούσε ένα στέλεχος, πάνω στο οποίο ήταν στερεωμένη η πάνω μήτρα. Ενώ η κάτω μήτρα ήταν στερεωμένη πάνω σε μια ακίνητη βάση. Τα αχάραχτα κομμάτια μετάλλου έφταναν μέσω ενός αγωγού αντί να τοποθετούνται με το χέρι, βελτιώνοντας έτσι κατά πολύ την ασφάλεια των εργαζομένων.

Η ανακάλυψη του χάλυβα τύπου Bessemer το 1856 αποτέλεσε μια σοβαρή εξέλιξη για τη βιομηχανία σφυρηλάτησης του σιδήρου. Οι σφυρήλατες απέκτησαν ένα υλικό από χάλυβα με χαμηλό κόστος που μπορούσαν να το χρησιμοποιήσουν για την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων σφυρήλατων υλικών. Έτσι το 1861 μ.Χ. κάνει την εμφάνιση της η πρώτη υδραυλική πρέσα. Οι πρώτες χαλύβδινες κοιλότητες πραγματοποιήθηκαν μέσω κλειστής διαδικασίας σφυρηλάτησης στις ΗΠΑ το 1862 όπου χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή στοιχείων του όπλου Colt.

Με την ανάπτυξη της αυτοκινητοβιομηχανίας και ιδιαίτερα του μοντέλου T της Ford αυξήθηκε και η ανάγκη των σφυρήλατων υλικών στις αρχές του 20^{ου} αιώνα. Μέχρι το 1930 που η Εθνική Εταιρεία Μηχανημάτων (National Machinery Company) στις ΗΠΑ εισήγαγε τη σφυρήλατη πρέσα, όπου όλα τα σφυρήλατα προϊόντα παράγονταν με σφυριά. Το πλεονέκτημα της σφυρήλατης πρέσας ήταν οι μεγαλύτεροι ρυθμοί παραγωγής χωρίς να απαιτούνται ιδιαίτερες δεξιότητες.

Όλα τα παραπάνω οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η μεταλλουργία έτυχε ευνοϊκότερης μεταχείρισης από άλλες τέχνες και επιστήμες, και για το λόγο αυτό κατάφερε να αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό. Μαζί με την μεταλλουργία όμως αναπτύχθηκαν και οι μηχανές που χρησιμοποιούνταν για την κατεργασία των μετάλλων. Έτσι οι μηχανές αυτές αναπτύχθηκαν και παραλλάχθηκαν με αποτέλεσμα να χρησιμοποιηθούν και σε άλλους τομείς όπως η τυπογραφία. Καταλαβαίνουμε λοιπόν πώς μέσα από αυτήν την πορεία αναζήτησης και εξέλιξης δεν επωφελήθηκε μόνο ο κλάδος της μεταλλουργίας.

2.ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Με τον όρο διαμόρφωση εννοείται κατά DIN 8580 κατασκευή με πλαστική μεταβολή του σχήματος ενός στερεού σώματος. Δηλαδή στις διαμορφώσεις τροποποιείται η γεωμετρική μορφή του υλικού. Η «διάταξη των ινών» παραμένει, βελτιώνεται η αντοχή και μπορούν να κατασκευαστούν δύσκολα σχήματα με καλή ποσότητα επιφάνειας και μικρές ανοχές.

Μιλώντας για μεταλλικά υλικά, που αφορούν και το ευρύτερο πεδίο εφαρμογής των κατεργασιών αυτών, η διαμόρφωση τους συντελείται μέσω της άσκησης μηχανικής δύναμης με την βοήθεια πρεσών ή άλλων διατάξεων (ελάστρων, εξογκών κλπ.) και των σχετικών διαμορφωτικών εργαλείων, ορισμένες φορές υπό την επίδραση αυξημένης θερμοκρασίας.

Σε σχέση με τις κατεργασίες κοπής, κατά τις οποίες η επιθυμητή γεωμετρία προσδίδεται στο κομμάτι μέσω της αφαίρεσης υλικού με κοπτικά εργαλεία, οι μηχανικές διαμορφώσεις παρουσιάζουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Οι απαιτούμενες τάσεις παραμόρφωσης και συνεπώς δυνάμεις, είναι πολύ υψηλές. Ανάλογα με το υλικό του κομματιού και το είδος της διαμόρφωσης οι τάσεις κυμαίνονται μεταξύ 50 και 25.000N/mm².
- Λόγω των μεγάλων δυνάμεων παραμόρφωσης απαιτούνται ογκώδη, βαριά και ακριβά εργαλεία. Η κατασκευή των εργαλείων, των οποίων η διαστασιακή ακρίβεια μπορεί πολλές φορές να είναι εξαιρετικά υψηλή, απαιτεί πολύ καλά εξοπλισμένα εργαστήρια και μεγάλη τεχνική εμπειρία.
- Η εφαρμογή μεθόδων μηχανικής διαμόρφωσης καθίσταται οικονομικά σκόπιμη μόνον από κάποια ελάχιστα μεγέθη σειράς και πάνω και αυτό γιατί το κόστος των εργαλείων είναι αρκετά μεγάλο. Εφ' όσον η προϋπόθεση αυτή πληρούται, τα πλεονεκτήματα αυτών των μεθόδων είναι τέτοια, ώστε να προτιμούνται σχεδόν πάντοτε έναντι κατεργασιών κοπής. Έτσι οι μηχανικές διαμορφώσεις χαρακτηρίζονται από:
 - Καλή εκμετάλλευση του υλικού
 - Πολύ μικρούς χρόνους κατασκευής ανά κομμάτι, με αποτέλεσμα πολύ υψηλούς ρυθμούς παραγωγής
 - Βελτιωμένες μηχανικές ιδιότητες του τελικού προϊόντος

Οι μηχανικές διαμορφώσεις, πραγματοποιούνται εν θερμώ ή εν ψυχρώ. Η διαφορά ανάμεσα στις δύο αυτές μεθόδους είναι η θερμοκρασία στην οποία βρίσκεται το υλικό πριν ασκηθεί πάνω του η δύναμη παραμόρφωσης. Αν το διαμορφωμένο τεμάχιο θερμανθεί, τότε για κάποια θερμοκρασία χαρακτηριστική του υλικού, εμφανίζεται νέος σχηματισμός του κρυσταλλικού πλέγματος του υλικού (ανακρυστάλλωση).

Αυτήν την θερμοκρασία ονομάζουμε θερμοκρασία ανακρυσταλλώσεως. Αν η παραμόρφωση γίνει άνωθεν της θερμοκρασίας ανακρυσταλλώσεως τότε, με την αναδημιουργία των κρυστάλλων, ελαττώνονται οι τάσεις. Σ' αυτήν την περιοχή θερμοκρασιών μπορούν να γίνουν μεγαλύτερες παραμορφώσεις χωρίς τον κίνδυνο εμφανίσεως ρωγμών ή θραύσεων. Διαμορφώσεις κάτω της θερμοκρασίας ανακρυσταλλώσεως, οδηγούν σε ισχυρές παραμορφώσεις του κρυσταλλικού πλέγματος, χωρίς ταυτόχρονη αναδημιουργία του κρυστάλλου. Ο βαθμός διαμορφώσεως στην περίπτωση αυτή είναι μικρότερος.

Η **διαμόρφωση εν θερμώ** (Εικόνα 9) γίνεται στην περιοχή της θερμοκρασίας καμινεύσεως (σφυρηλασίας). Με την άνοδο της θερμοκρασίας ελαττώνεται η αντοχή των υλικών, αλλά αυξάνεται η επιμήκυνση. Οι δυνάμεις διαμορφώσεως γίνονται έτσι, μικρότερες και το υλικό επιτρέπει μεγαλύτερο βαθμό διαμορφώσεως.

Στη **διαμόρφωση εν ψυχρώ** (Εικόνα 10), με την αλλαγή του πλέγματος, εμφανίζεται αύξηση της αντοχής και ελάττωση της επιμηκύνσεως.



Εικόνα 9:Πραγματοποίηση σφυρηλάτησης εν θερμώ με μηχανή πρέσας.



Εικόνα 10:Παραγωγή δεξιού τμήματος αμαξώματος αυτοκινήτου.

2.2 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΩΝ

Μπορούμε να κατατάξουμε τις μεταλλικές διαμορφώσεις με δύο τρόπους. Ο ένας είναι σύμφωνα με την μορφή καταπόνησης που δέχεται το υλικό και ο άλλος σύμφωνα με την θερμοκρασία και την διαδικασία χειρισμού του μετάλλου.

Έτσι λοιπόν βάση κανονισμού DIN8582 οι μηχανικές διαμορφώσεις κατατάσσονται σε πέντε κύριες ομάδες (Εικόνα 11), ανάλογα με την βασική μορφή καταπόνησης του υλικού, δηλαδή του είδους των κυρίαρχων τάσεων που αναπτύσσονται κατά την εφαρμογή τους:

- **Θλιπτικές διαμορφώσεις**, κατά τις οποίες η διαμόρφωση του κομματιού επιτυγχάνεται κυρίως μέσω μονοαξονικής ή πολυαξονικής θλιπτικής καταπόνησης.
- **Θλιπτικές – εφελκυστικές διαμορφώσεις**, στις οποίες κυριαρχεί ο συνδυασμός σύγχρονης θλιπτικής και εφελκυστικής καταπόνησης.
- **Εφελκυστικές διαμορφώσεις**, μέσω της εφαρμογής κυρίως μονοαξονικής ή πολυαξονικής εφελκυστικής καταπόνησης.
- **Καμπτικές διαμορφώσεις**, όπου η κύρια μορφή καταπόνησης του υλικού είναι καμπτική
- **Διατμητικές διαμορφώσεις**, μέσω κυρίως διατμητικής καταπόνησης.

Κατάταξη με βάση την θερμοκρασία.

i. Διαμορφώσεις εν θερμώ (θερμολασία)

- Έλαση
- Σφυρηλάτηση
- Τύπωση εν θερμώ
- Λοιπές κατεργασίες

ii. Διαμορφώσεις εν ψυχρώ (ψυχρηλασία)

- Απότμηση
- Κάμψη
- Κοίλανση
- Τύπωση
- Λοιπές κατεργασίες

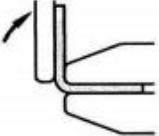
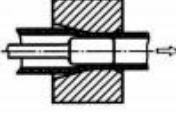
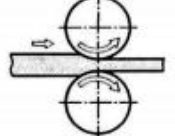


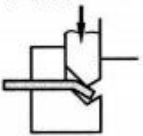



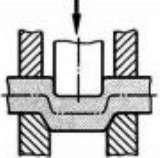

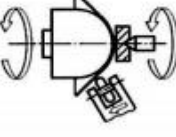
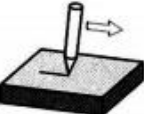

Κατάταξη με βάση την διαδικασία παραμόρφωσης και του τρόπου χειρισμού του μετάλλου.

i. Παραγωγή προϊόντων με πλαστική παραμόρφωση

- Έλαση (εν θερμώ και εν ψυχρώ)
- Σφυρηλάτηση
- Τύπωση
- Κάμψη
- Κοίλανση
- Ειδικές κατεργασίες

ii. Παραγωγή προϊόντων με απευθείας κοπή

- Κοπή με σφηνοειδή εργαλεία
- Ψαλιδισμός
- Ζουμπαδισμός

Καμπτική	Θλιπτική-Εφελκ.	Θλιπτική	Εφελκυστική	Διατμητική
Με περιστροφική κίνηση εργαλείου 	Διέλαση με ολκή 	Έλαση με περιστρεφόμενα εργαλεία 	Επιμήκυνση 	Στρέβλωση 
Με ευθύγραμμη κίνηση εργαλείου 	Βαθεία κοίλανση 	Σφυρηλασία με εργαλεία μορφής 	Διεύρυνση 	Διαβάθμιση 
Με ευθύγραμμη κίνηση εργαλείου 	Περιστροφική συμπίεση 	Τοπική συμπίεση 	Βάθυνση 	

Εικόνα 11: Μέθοδοι διαμορφώσεως με παραδείγματα.

Στην Εικόνα 12 που ακολουθεί φαίνονται κάποια αντικείμενα που παράγονται στις μέρες μας με κατεργασίες παραμόρφωσης.

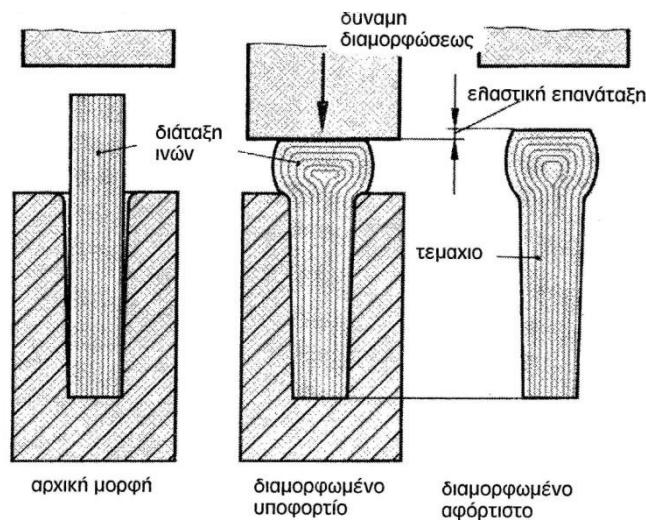


Εικόνα 12: Διαμορφώσεις μεταλλικών αντικειμένων.

2.3 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Με την επίδραση εξωτερικών δυνάμεων, δημιουργούνται στο εσωτερικό του υλικού τάσεις. Έτσι αλλάζουμε την μορφή του. Η επιμέρους θέσεις των ιόντων του μετάλλου μετατοπίζονται μεταξύ τους. Το κρυσταλλικό πλέγμα π.χ. στον εφελκυσμό επιμηκύνεται στην κατά μήκος διεύθυνση, ενώ στην εγκάρσια συστέλλεται. Αν η καταπόνηση είναι μικρή, τότε το υλικό επανέρχεται στην αρχική του μορφή, υπό την επίδραση των δυνάμεων συνοχής που ασκούνται μεταξύ των ατόμων του, μόλις σταματήσει η καταπόνηση. Αυτό σημαίνει, ότι το υλικό υπέστη μια ελαστική παραμόρφωση.

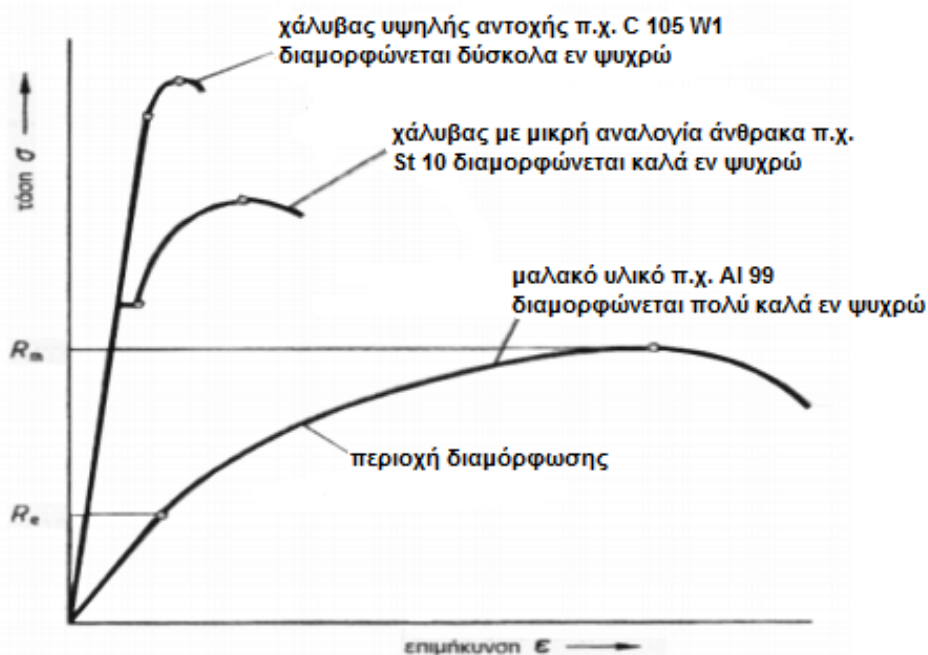
Σε περίπτωση που ασκηθεί στο υλικό αυτό μεγαλύτερη δύναμη, τότε τα ιόντα του μετάλλου, μετατοπίζονται μεταξύ τους σε θέσεις οι οποίες προσεγγίζουν τις περιοχές έλξης των άλλων ατόμων. Έτσι κατακρατούνται στην νέα τους θέση και αλλάζουν την δομή του πλέγματος. Το υλικό δηλαδή παραμορφώθηκε πλαστικά. Η συγκρότηση του υλικού δεν έχει χαθεί, απλά το αντικείμενο έλαβε μια άλλη μορφή (Εικόνα 13).



Εικόνα 13: Πλαστική παραμόρφωση στη διαμόρφωση.

Οι περιοχές διαμόρφωσης μερικών υλικών σε διαμόρφωση εν ψυχρώ φαίνονται στην Εικόνα 14, που ακολουθεί, όπου το σημείο R_e αντιστοιχεί στο όριο διαρροής του υλικού. Είναι δηλαδή η τιμή της τάσης στην οποία το υλικό παρουσιάζει μια μετρήσιμη μόνιμη παραμόρφωση. Το δε σημείο R_m αντιστοιχεί στο όριο θραύσης του υλικού.

Γίνεται κατανοητό λοιπόν από το διάγραμμα αυτό ότι το αλουμίνιο για παράδειγμα διαμορφώνεται πολύ εύκολα (με μικρή τάση). Ο μαλακός χάλυβας π.χ. St10, διαμορφώνεται εξίσου καλά, σε υψηλότερες τάσεις. Τέλος βλέπουμε πώς ο χάλυβας υψηλής αντοχής π.χ. C 105 W1, δεν είναι κατάλληλος για διαμορφώσεις, αφού παρουσιάζει πολύ μικρή επιμήκυνση σε σχέση με την τάση την οποία απαιτεί για την παραμόρφωση αυτή.



Εικόνα 14:Περιοχές διαμορφώσεως.

2.4 ΕΝ ΨΥΧΡΩ ΔΙΑΜΟΡΦΩΣΕΙΣ

Στο σημείο αυτό θα μιλήσουμε εκτενέστερα για κατεργασίες διαμόρφωσης εν ψυχρώ μιας και μέρος της πτυχιακής αυτής αφορά μία τέτοιου είδους κατεργασία. Οι κατεργασίες αυτές εκτελούνται σε θερμοκρασία περιβάλλοντος χωρίς να έχει προηγηθεί πύρωση του κομματιού που πρόκειται να διαμορφωθεί.

Τα φορτία που επιβάλλονται για την επίτευξη διαμόρφωσης εν ψυχρώ είναι πολύ μεγάλα και αυτό γιατί το μέταλλο στην θερμοκρασία δωματίου παρουσιάζει υψηλό όριο διαρροής (σε σύγκριση με το αντίστοιχο όριο σε θερμοκρασία καμίνευσης). Επιπλέον το μέταλλο κατά την διάρκεια της διαμόρφωσης εν ψυχρώ σκληρύνεται.

Με τις κατεργασίες αυτές παράγονται κομμάτια σε πολύ μεγάλη ποικιλία και μορφές κατά τρόπο οικονομικό και ταχύ. Τέτοια κομμάτια χρησιμοποιούνται επί το πλείστον στην βιομηχανία. Εξαρτήματα αυτοκινήτων, βιομηχανικός εξοπλισμός, βιομηχανία παιχνιδιών, όπλα, εργαλειομηχανές, οικιακά σκεύη καθώς και εργαλεία χειρός είναι μερικές από τις βιομηχανικές εφαρμογές των εν ψυχρώ διαμορφώσεων. Η σημασία των διεργασιών διαμόρφωσης μπορεί να γίνει περισσότερο κατανοητή, αν λάβουμε υπ' όψη, ότι ένα αυτοκίνητο μεσαίου μεγέθους φέρει περίπου από 50 έως 70 κιλά χάλυβα σε κομμάτια κατασκευασμένα με την μέθοδο της ψυχρής διαμόρφωσης.

Μαλακά μεταλλικά υλικά (με χαμηλό όριο διαρροής) μπορούν να διαμορφωθούν εύκολα εν ψυχρώ. Κάποια από αυτά είναι ο μαλακός χάλυβας, το αλουμίνιο και τα κράματα του, ο ορείχαλκος, το κρατέρωμα, ο ψευδάργυρος, ο μόλυβδος κ.α. Τα χαλύβδινα μισό-κατεργασμένα προϊόντα του εμπορίου χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα σαν πρώτη ύλη στις κατεργασίες εν ψυχρώ.

Σημαντικό ρόλο στην επιτυχία της διαμόρφωσης εν ψυχρώ, παίζει η ολκιμότητα και η ελατότητα του μετάλλου. Γενικά, θα πρέπει σε κάθε τέτοια διαμόρφωση η ολκιμότητα ή η ελαστικότητα του μετάλλου να είναι τόση ώστε στο βαθμό παραμόρφωσης που προσπαθούμε να πετύχουμε να μην εμφανίζονται ρωγμές ή σπασίματα.

Πλεονεκτήματα εν ψυχρώ

- Η εν ψυχρώ παραμόρφωση αυξάνει την αντοχή και την επιφανειακή σκληρότητα του κατεργαζόμενου τεμαχίου.
- Αφού δεν υπάρχουν υψηλές θερμοκρασίες δεν παρουσιάζονται οξειδία στην επιφάνεια του τεμαχίου, με αποτέλεσμα η ποιότητα της επιφάνειάς του να είναι καλύτερη.
- Επιτυγχάνεται καλύτερη ακρίβεια στις τελικές διαστάσεις λόγω ότι με την αλλαγή του πλέγματος, αυξάνεται η αντοχή - ελαττώνεται η επιμήκυνση (κράτυνση του υλικού).
- Εύκολος χειρισμός και συγκράτηση τεμαχίων.

Μειονεκτήματα εν ψυχρώ

- Το υλικό έχει υψηλό όριο διαρροής άρα δυσκολότερη παραμόρφωση.
- Το υλικό με την εν ψυχρώ παραμόρφωση ενδοτραχύνεται, δηλαδή αντιστέκεται στην περαιτέρω παραμόρφωση του. Περισσότερη παραμόρφωση μπορεί να γίνει, αφού προηγηθεί ανόπτηση και με αυτό τον τρόπο πετύχουμε μείωση του ορίου διαρροής.
- Διάφορα εύθραυστα υλικά δεν μπορούν να διαμορφωθούν εν ψυχρώ.

2.4.1 Κατεργασίες διαμόρφωσης εν ψυχρώ.

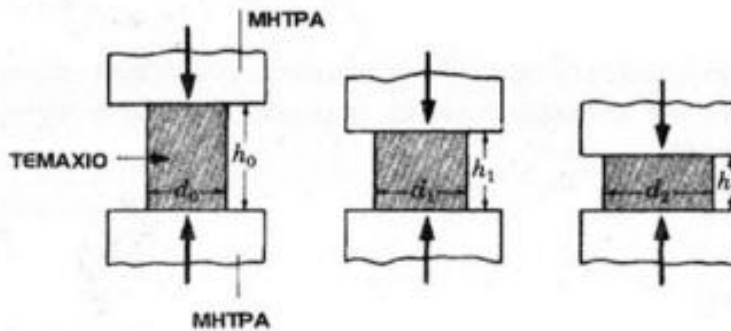
Στις επόμενες παραγράφους αυτού του υποκεφαλαίου, παρουσιάζονται οι σημαντικότερες από άποψη πρακτικής εφαρμογής κατεργασίες αυτού του είδους ξεκινώντας με τις κατεργασίες διαμόρφωσης συμπαγών κομματιών και κατόπιν, των τριών κύριων διαμορφώσεων ελασμάτων-λαμαρινών.

I. Διόγκωση

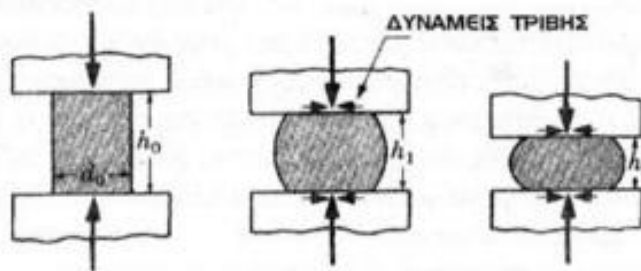
Πρόκειται για κατεργασία ελεύθερης σφυρηλασίας. Εκτελείται συνήθως όταν επιθυμούμε να διαμορφώσουμε "κεφάλι" σε χαλύβδινα κατά κύριο λόγο κομμάτια, όπως είναι τα καρφιά, οι κοχλίες, οι ήλοι και άλλα παρόμοια. Το υλικό συμπιέζεται μεταξύ δύο αντίθετα κινούμενων εργαλείων, τα οποία έχουν εν μέρει μόνο την μορφή του τελικού προϊόντος (ανοιχτές μήτρες). Διόγκωση μπορεί να γίνει και στα δύο άκρα ή ακόμα και ενδιάμεσα.

Ο αριθμός των διαδοχικών φάσεων που θα απαιτηθούν, για να διαμορφωθεί το κομμάτι, εξαρτάται από την μορφή του. Για την εκτέλεση κάθε φάσης απαιτείται ξεχωριστό καλούπι ή προοδευτικό που θα εκτελεί πάνω από μια κατεργασία. Η απλούστερη περίπτωση διόγκωσης φαίνεται στην Εικόνα 15, όπου ένα κομμάτι πρισματικής διατομής συμπιέζεται μεταξύ δύο επίπεδων μητρών. Εμφανής γίνεται η χαρακτηριστική βαρελοειδής μορφή που παίρνει. Στην Εικόνα 16, παριστάνεται η κατασκευή ενός ήλου κυκλικής κεφαλής.

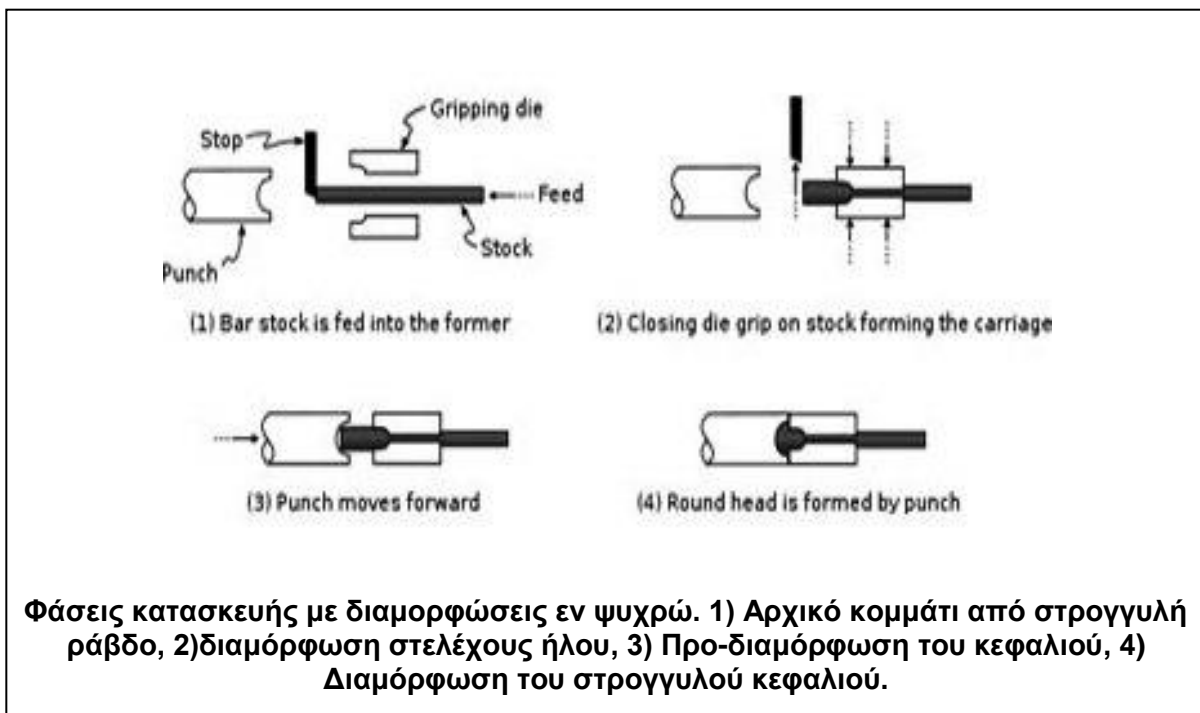
ΙΔΕΑΤΗ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ



ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ ΜΕ ΤΡΙΒΗ



Εικόνα 15: Σχηματική αναπαράσταση διόγκωσης κομματιού με επίπεδες μήτρες. Λόγω της τριβής μεταξύ κομματιού και μητρών το κομμάτι αποκτά βαρελοειδή μορφή.



Εικόνα 16: Σχηματική αναπαράσταση σταδίων διαμόρφωσης ήλου κυκλικής κεφαλής.

II. Εξώθηση

Η εξώθηση είναι μια διεργασία διέλασης γνωστή από τον 18^ο αιώνα, κατά την οποία το υλικό συμπιέζεται μέσω ενός εργαλείου - εμβόλου μέσα σε ένα μεταλλικό θάλαμο, στο άλλο άκρο του οποίου ευρίσκεται κατάλληλα διαμορφωμένη μήτρα και εξαναγκάζεται να εξέλθει από το άνοιγμα της μήτρας αποδίδοντας προϊόν με μικρότερη διατομή και μεγαλύτερο μήκος, (βλέπε Εικόνα 17). Εφόσον η απαιτούμενη δύναμη και ο βαθμός παραμόρφωσης του υλικού το επιτρέπουν, προτιμάται κατά κύριο λόγο η εν ψυχρώ εξώθηση, λόγω της καλής διαστασιακής ακρίβειας και επιφανειακής ποιότητας που προσδίδει στο τελικό προϊόν.

Κατά συνέπεια το εργαλείο διέλασης περιλαμβάνει: το μεταλλικό θάλαμο, τη μήτρα, το έμβολο και τον συμπληρωματικό εξοπλισμό (δακτυλίους ολίσθησης, πείρους οδήγησης κλπ.). Οι μηχανές που χρησιμοποιούμε για αυτού του είδους την κατεργασία είναι η πρέσα, συνήθως κατακόρυφη όταν πρόκειται για ψυχρή διέλαση. Οι ταχύτητες εμβόλου φθάνουν μέχρι και 0.5m/s. Οι μικρότερες ταχύτητες προτιμούνται για την κατεργασία μαλακών υλικών (Al, Mg, Cu), ενώ οι μεγαλύτερες τιμές για τα σκληρότερα υλικά (χάλυβες, πυρίμαχα κράματα).

Οι βασικές μορφές διακρίνονται ανάλογα με την διαδικασία εκτέλεσης της διέλασης και διακρίνονται σε:

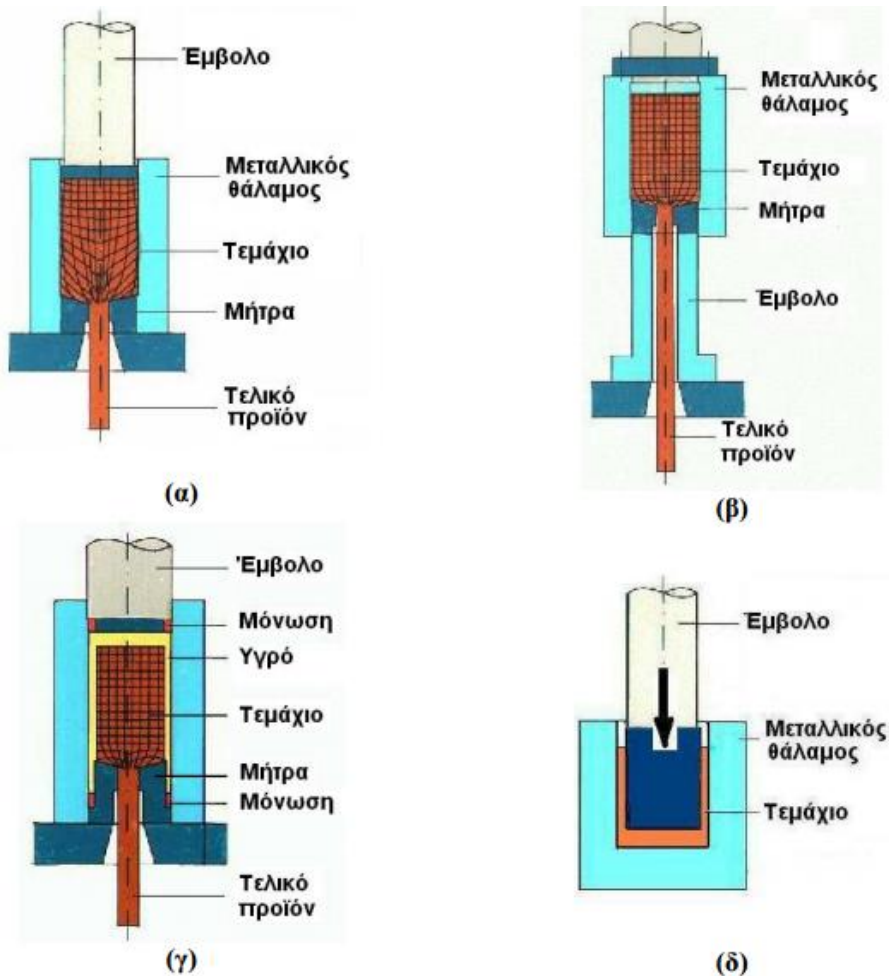
A) Άμεσης διέλασης. Πρόκειται για τη κλασσική περίπτωση που συνήθως συναντάμε. Στην διαδικασία αυτή η ροή του υλικού έχει την κατεύθυνση της κίνησης του εμβόλου (εξώθηση προς τα εμπρός) με το τεμάχιο να γλιστρά στα τοιχώματα του μεταλλικού θαλάμου κατά την διάρκεια της κατεργασίας, αναπτύσσοντας ισχυρές δυνάμεις τριβής.

B) Έμμεσης διέλασης. Στην περίπτωση αυτή στο μέτωπο του εμβόλου έχει ενσωματωθεί η μήτρα, η οποία κινείται προς το τεμάχιο, ενώ το τελευταίο παραμένει ακίνητο μέσα στο θάλαμο. Το τελικό προϊόν εξέρχεται από την κεντρική οπή στον άξονα του εμβόλου. Η ροή του υλικού έχει αντίθετη κατεύθυνση από αυτή της κίνησης του εμβόλου (εξώθηση προς τα πίσω) με τις τριβές στη διεπιφάνεια τεμαχίου/θαλάμου να θεωρούνται αμελητέες.

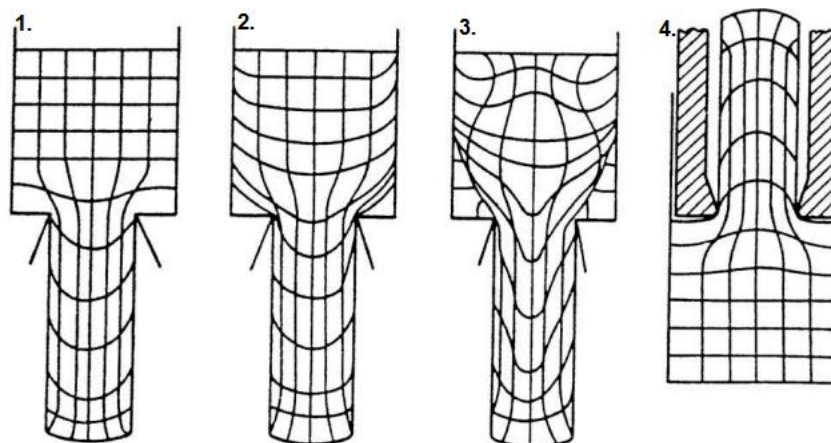
Γ) Υδροστατικής διέλασης. Χαρακτηριστικό της μεθόδου αυτής είναι η πλήρωση του μεταλλικού θαλάμου με υγρό, το οποίο συμπιέζεται από το έμβολο. Η αναπτυσσόμενη υδραυλική πίεση μεταφέρεται ομοιόμορφα στην μπιγέτα, η οποία και διελάσεται. Σημαντικά πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι η μη ύπαρξη τριβής μεταξύ τεμαχίου/τοιχωμάτων θαλάμου λόγω της εμφάνισης του υγρού, η μεγάλη διάρκεια ζωής, η καλή ποιότητα επιφάνειας, η απλή αλλαγή εργαλείων κ.α.. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στην στεγανότητα της εγκατάστασης.

Δ) Κρουστικής διέλασης. Αποτελεί μια μορφή έμμεσης διέλασης με χαρακτηριστικό γνώρισμα την μεγάλη ταχύτητα του εμβόλου κατά την εκτέλεση της διαμόρφωσης. Εδώ ο θάλαμος έχει αντικατασταθεί από αβαθή κοιλότητα και το υλικό αναγκάζεται να περιρρέει το περίγραμμα του εμβόλου. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε σχετικά μαλακά υλικά (Pb, Zn, Al, Cu) για την παραγωγή μικρού μήκους κυathίων.

Παραδείγματα της «ροής» των μετάλλων γίνονται πιο κατανοητά στην Εικόνα 18.



Εικόνα 17: Σχηματική αναπαράσταση ειδών διέλασης: (α) Ευθεία διέλαση, (β) Έμμεση διέλαση, (γ) Υδροστατική διέλαση και (δ) Κρουστική διέλαση.



Εικόνα 18: Ροή υλικού κατά την διέλαση: 1. Χαμηλή τριβή/πολύ καλή λίπανση στα τοιχώματα θαλάμου, 2. Μεγαλύτερη τριβή/ανάπτυξη «νεκρής ζώνης» μετάλλου στην έξοδο της μήτρας, 3. Εντόνως μεγάλη τριβή/ανομοιογενής ροή μετάλλου και 4. Ροή υλικού στην έμμεση διέλαση (χαμηλή τριβή).

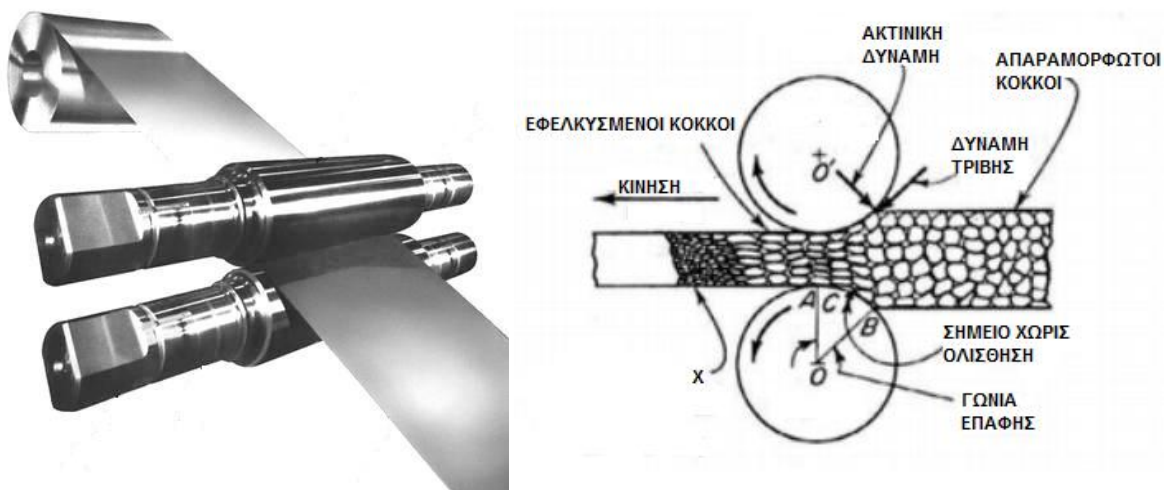
Σημασία μεγάλη στην εν ψυχρώ διέλαση πρέπει να δίνουμε στα κάτωθι χαρακτηριστικά:

- Χρησιμοποίηση υψηλής πίεσης λιπαντικά όπως σάπωνες σε συνδυασμό εφαρμογής χημικής επιφανειακής επικάλυψης Zn (φωσφάτωση) για τους χάλυβες.
- Ακριβής οδήγηση εμβόλου προς αποφυγή λυγισμού ή θραύσης και κατεργασία διαμόρφωσης με κατακόρυφη πρέσα.
- Αύξηση της θερμοκρασίας (500-600 °C), λόγω της πρόσδοσης πλαστικού έργου.

III. Έλαση

Σαν κατεργασία η έλαση αναπτύχθηκε περί τα τέλη του 16^{ου} αιώνα. Κατά την έλαση (rolling), το τεμάχιο κυλίεται ανάμεσα δύο ή περισσότερων ράουλων (τυμπάνων), τα οποία πιέζονται επί του κομματιού δημιουργώντας σε αυτό πλαστικές παραμορφώσεις. Η επιφάνεια των ράουλων εκτός από κυλινδρική μπορεί να έχει την μορφή κάποιου προφίλ η οποία προσδίδεται στο κομμάτι. Η έλαση πραγματοποιείται πιο συχνά στις θερμές κατεργασίες βρίσκει όμως εφαρμογή και στις εν ψυχρώ.

Κατά την εν ψυχρώ έλαση, λόγω της συμπίεσης και των δυνάμεων εφελκυσμού που παράγονται στο τεμάχιο, οι κόκκοι αποκτούν μακρόστενη μορφή, ενώ το υλικό υφίσταται εργοσκλήρυνση. Έτσι πολλές φορές μετά την εν ψυχρώ έλαση τα ελάσματα υφίστανται ανόπτηση ή ανακρυστάλλωση, για βελτίωση της ελατότητάς τους (βλέπε σημείο X στην Εικόνα 19).



Εικόνα 19: Παραμόρφωση των κόκκων του υλικού κατά την έλαση.

Τα τελικά προϊόντα (finished products) που προέρχονται από την περαιτέρω διαμόρφωση των ημικατεργασμένων προϊόντων αναφέρονται σε:

- Επιμήκη προϊόντα μορφής που προέρχονται από την έλαση μπιγетών (μορφοδοκοί, ήλοι με σπείρωμα, δακτύλιοι κλπ.) με ειδικές μεθόδους έλασης.

- Πλατιά προϊόντα που προέρχονται από την έλαση πλακών και διακρίνονται ανάλογα με το πάχος και το πλάτος τους σε:

α: Ελάσματα (plates) με πάχος $\geq 6\text{mm}$

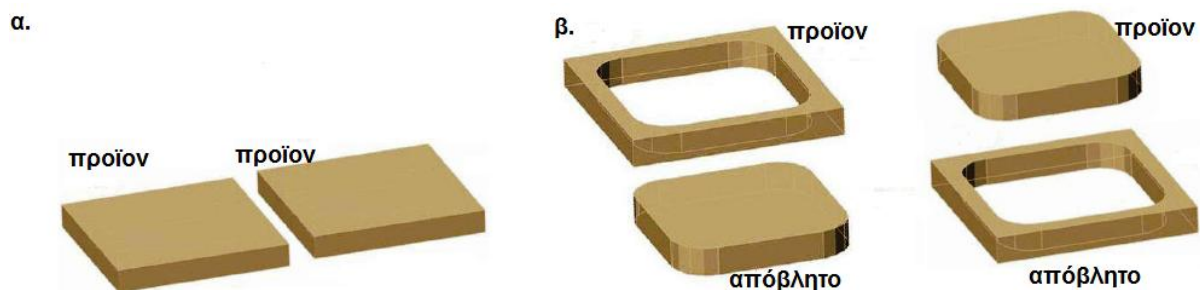
β: Λεπτά ελάσματα (sheets) με πάχος $< 6\text{mm}$ και πλάτος $\geq 600\text{mm}$

γ: Λεπτές λωρίδες (strips) με πάχος $< 6\text{mm}$ και πλάτος $< 600\text{mm}$

IV. Κοπή

Όπως είπαμε και στην αρχή οι κυριότερες κατεργασίες κομματιών λαμαρίνας εν ψυχρώ είναι η κοπή, η κάμψη και η κοίλανση. Η κοπή είναι η απλούστερη από τις τρεις αυτές κατεργασίες και προηγείται χρονικά των άλλων δύο στην διαδικασία παραγωγής.

Η κοπή είναι μια κατεργασία κατά την οποία γίνεται αποχωρισμός ενός ή περισσότερων κομματιών λαμαρίνας από ένα αρχικό φύλλο ή μια συνεχή λωρίδα λαμαρίνας. Στην περίπτωση που η τομή ανάμεσα στα αποχωριζόμενα κομμάτια είναι μια ανοιχτή γραμμή, τότε η κατεργασία ονομάζεται απότμηση (Εικόνα 20α). Οι μηχανές που συνήθως πραγματοποιούνται αυτές οι κατεργασίες είναι τα ψαλίδια και τα καλούπια απότμησης. Τώρα στην περίπτωση που η τομή είναι μια κλειστή γραμμή (κλειστό περίγραμμα σχήματος), διακρίνουμε τις κατεργασίες αυτές σε διάτρησης, όπου το κομμάτι που αποχωρίζεται από το κυρίως φύλλο λαμαρίνας απορρίπτεται ως απόβλητο και δεν χρησιμοποιείται, και σε εκτομής όπου το αποχωριζόμενο κομμάτι το χρησιμοποιούμε (Εικόνα 20β). Αυτές οι κατεργασίες γίνονται πάντα με πρέσες και ειδικά εργαλεία κοπής.

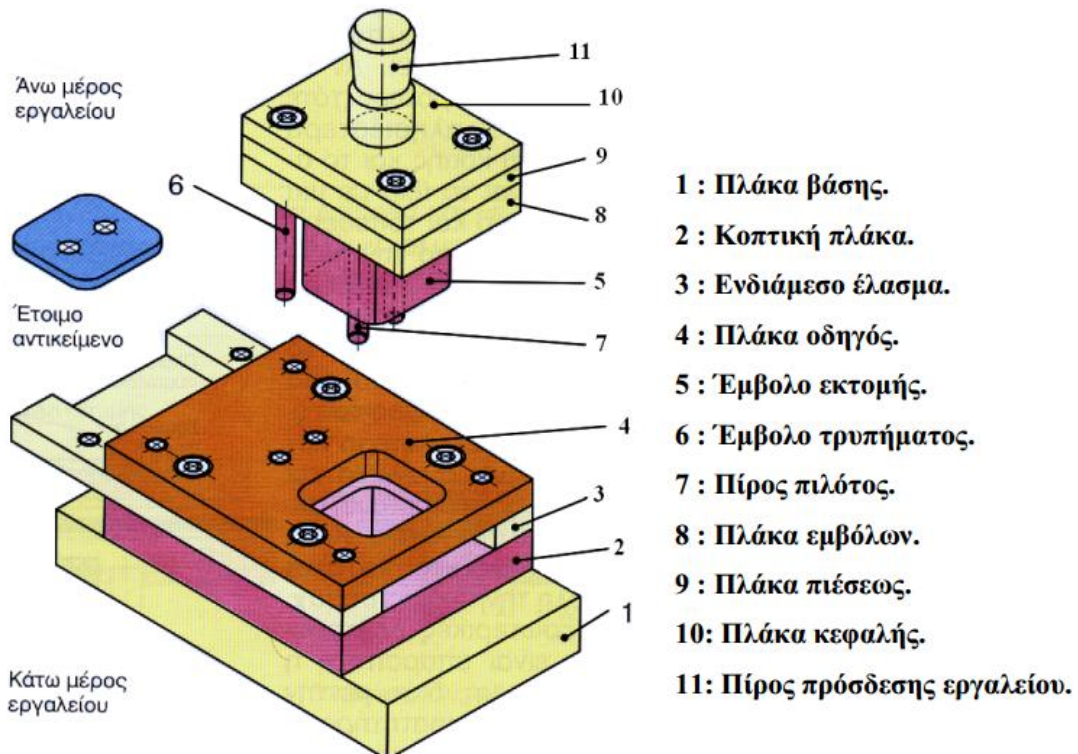


Εικόνα 20: Κοπή: α. Ανοιχτής γραμμής και β. διάτρησης (αριστερά) και εκτομής (δεξιά).

Τα εργαλεία κοπής (έμβολα και μήτρες) κατασκευάζονται από υλικά μεγάλης σκληρότητας περίπου 60 HRC.

Ένα κοπτικό εργαλείο στην απλή του μορφή αποτελείται από δύο κύρια μέρη, το άνω και το κάτω. Στο άνω μέρος τοποθετούνται η πλάκα των εμβόλων, ο πείρος πρόσδεσης και η πλάκα κεφαλής ενώ το κάτω μέρος αποτελείται από την πλάκα βάσης, την κοπτική πλάκα και την πλάκα οδηγό. Ένα τέτοιο εργαλείο φαίνεται στην Εικόνα 21, το οποίο εκτός από όλα τα παραπάνω διαθέτει και δύο έμβολα διάτρησης. Τα εργαλεία ανάλογα με την πορεία της κατεργασίας διακρίνονται σε:

- Απλής μεθόδου (απλά εργαλεία)
- Πολλαπλής μεθόδου (πολλαπλά εργαλεία)
- Σύνθετα εργαλεία.



Εικόνα 21: Κύρια μέρη εργαλείου κοπής με πλάκα οδηγό.

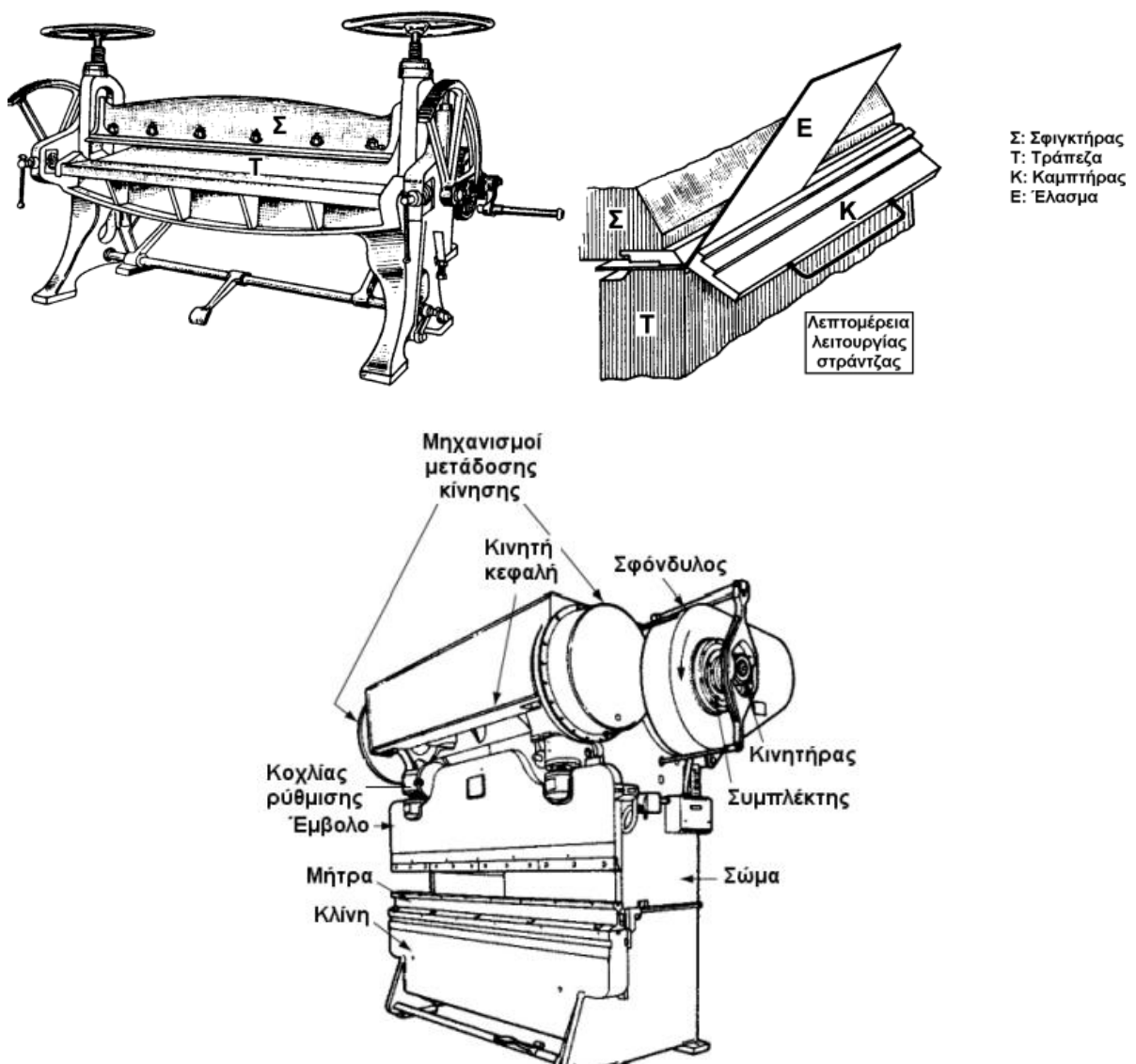
Οι κατεργασίες κοπής ταξινομούνται σε:

- **Κατεργασίες κοπής για παραγωγή δίσκων διαφόρων σχημάτων**
 - Απλός ψαλιδισμός (shearing)-κοπή σε ευθεία γραμμή
 - Κοπή κατά μια οποιαδήποτε γραμμή (cutoff)
 - Διαχωρισμός (parting)
 - Κοπή κατά μια κλειστή γραμμή (blanking)
- **Κατεργασίες για κοπή οπών**
 - Κοπή οπών με πίεση (punching)
 - Κοπή επιμήκους-ορθογωνικής οπής (slotting)
 - Κοπή οπών σε διάταξη (performing)
- **Κατεργασίες προοδευτικής κοπής**
 - Κατασκευή εγκοπών (Notching)
 - Κατασκευή ημιεγκοπών (semi-notching)
 - Μερικός διαχωρισμός (lancing)
- **Κατεργασίες κοπής για ρύθμιση μεγέθους κομματιού**
 - Αποκοπή (trimming)
 - Σχίσσιμο (slitting)
 - Φινίρισμα άκρων (shaving)

V. ΚΑΜΨΗ

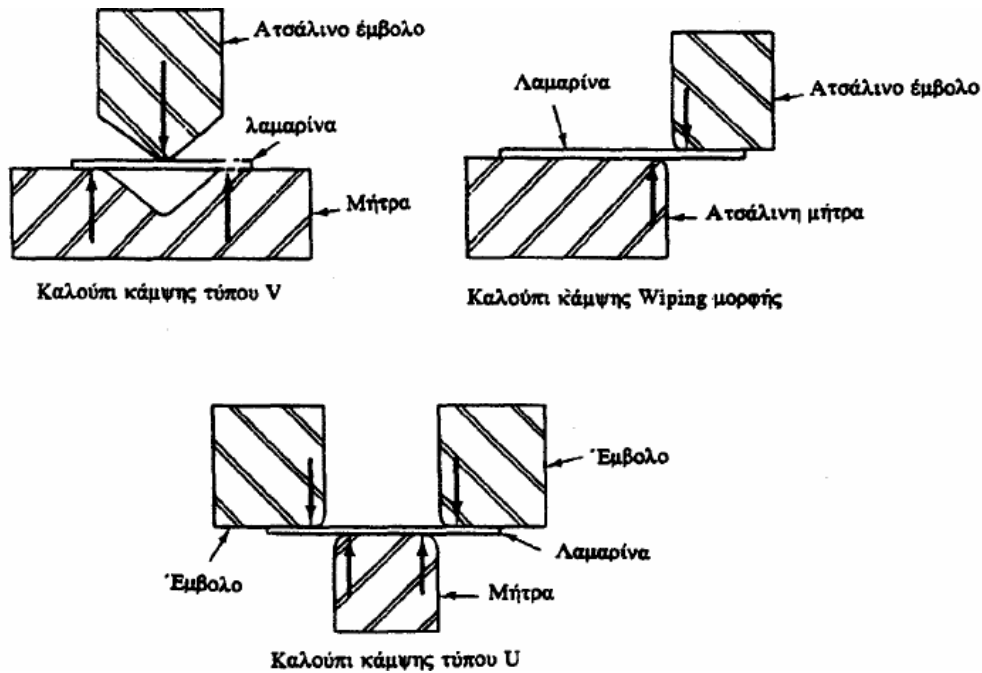
Με τον όρο κάμψη εννοούμε την ομοιόμορφη μόνιμη παραμόρφωση ενός αντικειμένου, (πλαστική παραμόρφωση) αλλάζοντάς του στην ουσία σχήμα με την εφαρμογή καμπτικών δυνάμεων.

Πρακτικά, η κάμψη είναι μια κατεργασία που εκτελείται επί το πλείστον πάνω σε μεταλλικά φύλλα και ελάσματα. Τις περισσότερες φορές εκτελούνται εν ψυχρώ δίνοντας το πλεονέκτημα να πραγματοποιούμε διαμορφώσεις με απλά εργαλεία (συνήθως στη μέγγενη με σφυρί) είτε με μηχανικά μέσα (χειροκίνητη στράντζα, πρέσα κάμψης, κυλίνδρους κάμψης (Εικόνα 22)). Βέβαια οι εργασίες κάμψης με απλά εργαλεία υστερούν σε ακρίβεια και παραγωγικότητα.



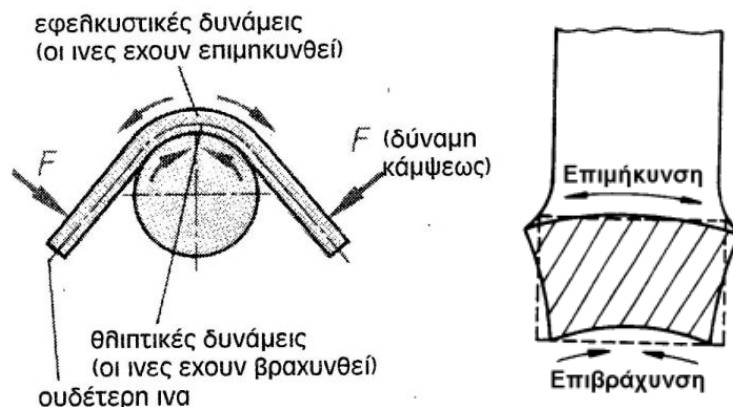
Εικόνα 22: Αρχή λειτουργίας μηχανών στράντζας (πάνω), και στρατσοπρέσας (κάτω).

Οι δυνάμεις που εφαρμόζονται κατά την διάρκεια της κάμψης έχουν κάθετη διεύθυνση, όπως και στην κοπή λαμαρίνας. Οι καμπτικές δυνάμεις απέχουν μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ τους από ότι στην κοπή, με αποτέλεσμα να λαμβάνει χώρα πλαστική παραμόρφωση του μετάλλου χωρίς να έχουμε θραύση. Τα σκαριφήματα στην Εικόνα 23, δείχνουν τις καμπτικές δυνάμεις όπως αναπτύσσονται σε διαφορετικά είδη καλουπιών. Στον τύπο καλουπιών V μορφής έχουμε την μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ των καμπτικών δυνάμεων.



Εικόνα 23: Εφαρμοζόμενες δυνάμεις κατά την κάμψη.

Στην κατεργασία της κάμψης καταπονείται μια περιορισμένη περιοχή μετάλλου (καμπτόμενη ακτίνα). Στην περιοχή αυτή της λαμαρίνας στην μια πλευρά έχουμε καταπόνηση σε εφελκυσμό και στην άλλη σε θλίψη. Το σημείο στο οποίο γίνεται η αναστροφή τάσεων είναι η γραμμή μηδενικής τάσης που ονομάζεται ουδέτερος άξονας ή ουδέτερη ίνα. Έτσι κατά την κάμψη σχηματίζονται δύο διακριτές περιοχές εκατέρωθεν του ουδέτερου άξονα, μια θλιπτική που μειώνεται προοδευτικά κατά το μήκος της, ενώ αυξάνεται αντίστοιχα κατά το πλάτος της, και μια εφελκυστική με αντίστροφα χαρακτηριστικά (Εικόνα 24).

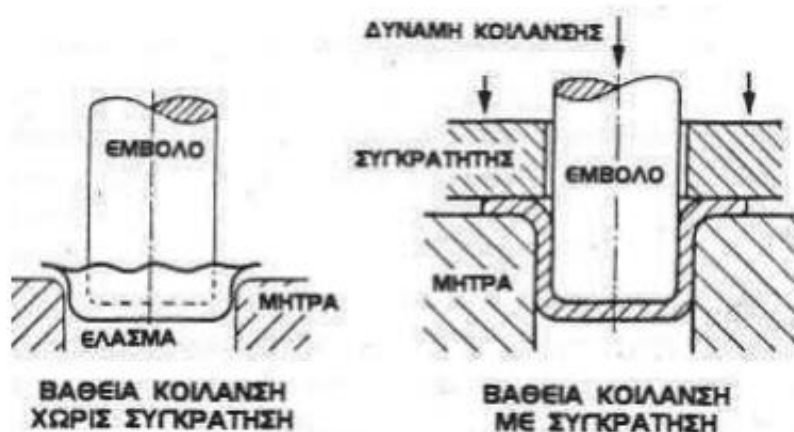


Εικόνα 24: Χαρακτηριστικές περιοχές της ζώνης παραμόρφωσης.

Η κατεργασία της κάμψης ανήκει στη γενική κατηγορία της «Μορφοποίησης φύλλων λαμαρίνας». Οι κατεργασίες της μορφοποίησης της λαμαρίνας διαφέρουν από τις άλλες κύριες κατηγορίες, της κοπής και της κοίλανσης. Λόγω της ευκολίας της κάμψης και του χαμηλού κόστους, πολλά κομμάτια από λαμαρίνα τα οποία παλιότερα παράγονταν με την κατεργασία της κοίλανσης, έχουν ξανασχεδιαστεί ώστε η παραγωγή τους να γίνεται με κάμψη. Αναλυτικότερα θα επεκταθούμε πάνω στην κατεργασία της κάμψης στο πέμπτο κεφάλαιο όπου θα επιλέξουμε και τον τύπο καλουπιού που θα κατασκευάσουμε.

VI. ΒΑΘΕΙΑ ΚΟΙΛΑΝΣΗ

Βαθεία κοίλανση ονομάζουμε την κατεργασία διαμόρφωσης, κατά την οποία ένα επίπεδο έλασμα διαμορφώνεται σε κοίλο με την βοήθεια συστήματος εμβόλου/μήτρας, με ή χωρίς τη χρήση δακτυλίου συγκράτησης (Εικόνα 25). Στις περισσότερες των περιπτώσεων απαιτείται η σωστή συγκράτηση του ελάσματος στο σύστημα αυτό για να μην δημιουργηθούν στο τελικό προϊόν πτυχώσεις, που έχουν σαν αποτέλεσμα την αυξημένη τραχύτητα, τη μειωμένη αντοχή και την θραύση του. Για το λόγο αυτό στα εργαλεία υπάρχει ο κατάλληλος συγκρατητής ο οποίος κρατάει το έλασμα σταθερό στην σωστή θέση. Το εργαλείο αυτό τοποθετείται σε πρέσα η οποία ασκεί την απαιτούμενη δύναμη ώστε το υλικό να υποστεί πλαστική παραμόρφωση και να πάρει την μορφή που επιθυμούμε.



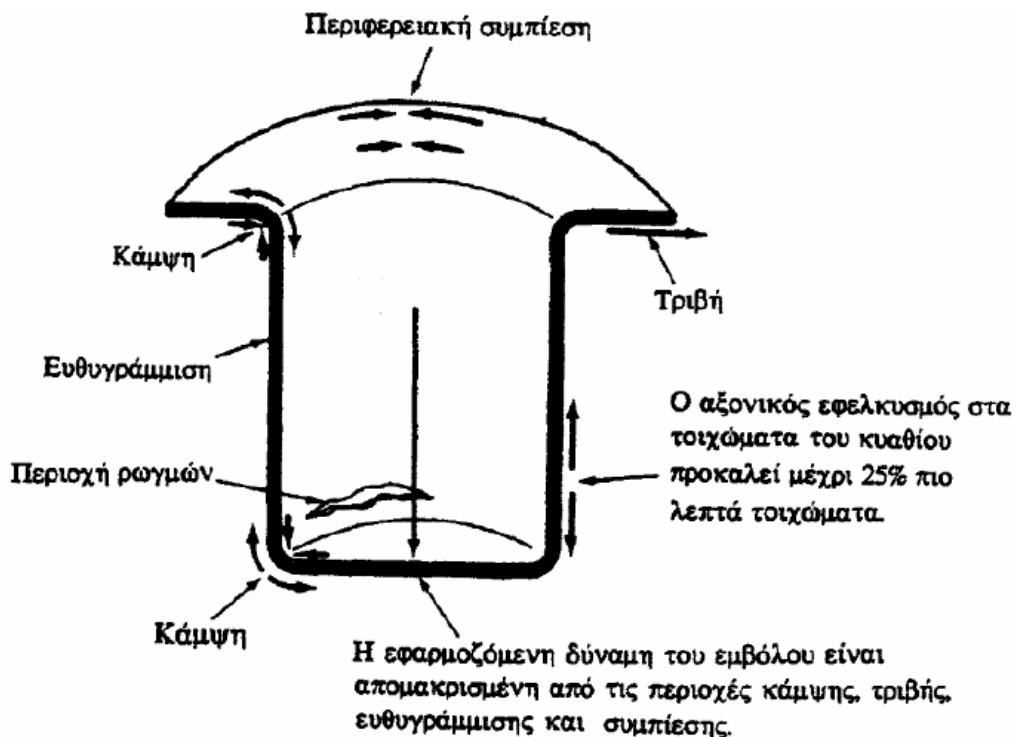
Εικόνα 25: Αρχή λειτουργίας βαθείας κοίλανσης.

Κατά την εισχώρηση του εμβόλου στη μήτρα, η λαμαρίνα αρχίζει να κάμπτεται γύρω από την ακτίνα καμπυλότητας του εμβόλου και της μήτρας. Στο στάδιο αυτό ο επίπεδος πυθμένας έχει ήδη σχηματιστεί. Καθώς το έμβολο προχωρά περισσότερο, ο πυθμένας κινείται προς τα κάτω και νέα επιφάνεια μετάλλου συνεχίζει να κάμπτεται γύρω από την ακτίνα καμπυλότητας του εμβόλου.

Όσο προχωράει η διαδικασία, το μέταλλο που αρχικώς υπόκειται σε κάμψη ευθυγραμμίζεται λόγω της πίεσης του στα τοιχώματα της μήτρας, δημιουργώντας το κυλινδρικό μέρος του κυαθίου. Στο σημείο αυτό υπάρχει μεγάλη ανάπτυξη τριβών με αποτέλεσμα να δημιουργούνται φθορές στις ακμές των εργαλείων και να καταπονείται το υλικό. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιούμε κατάλληλα λιπαντικά που με τον συνδυασμό αύξησης της δύναμης υπερνικούνται οι στατικές δυνάμεις.

Στο τελικό στάδιο που έχουμε και την δημιουργία του κυαθίου καθώς το έμβολο προχωρά περισσότερο, η λαμαρίνα συνθλίβεται περιφερειακά με αποτέλεσμα να έχουμε μείωση του πάχους του υλικού, αλλά και τάση συστολής κατά την περιφερειακή διεύθυνση, που λόγω της παρεμπόδισης της από το έμβολο έχει σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη εφελκυστικών τάσεων. Το υλικό του πυθμένα καταπονείται σε εφελκυσμό κατά την ακτινική και περιφερειακή διεύθυνση και θλίβεται κατά την διεύθυνση του πάχους του λόγω της δύναμης του εμβόλου. Οι καταπονήσεις αυτές και οι περιοχές που αναπτύσσονται απεικονίζονται στην συνέχεια (βλέπε Εικόνα 26).

Μεταλλικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή προϊόντων με κοίλανση εν ψυχρώ είναι ο χαλκός, το αλουμίνιο, ο μαλακός και ανοξειδωτός χάλυβας.



Εικόνα 26: Παραμόρφωση και καταπόνηση του υλικού κατά την βαθειά κοίλανση.

Σημαντικό ρόλο στην σωστή διαμόρφωση προϊόντος κοίλανσης έχει η κατασκευή του συστήματος εμβόλου/μήτρας όπου το κάθε καλούπι κατασκευάζεται ειδικά για κάθε σειρά αντικείμενων. Για την κατασκευή του θα πρέπει να ληφθούν υπόψη οι ιδιότητες του υλικού που θα διαμορφωθεί, το πάχος της λαμαρίνας που θα χρησιμοποιήσουμε, ο αριθμός των τεμαχίων που θα παραχθούν και η πρέσα που θα χρησιμοποιηθεί. Καταλαβαίνουμε λοιπόν πως η κατασκευή τέτοιων καλουπιών απαιτεί εξειδίκευση, λεπτομερή σχεδιασμό, πείρα και υποδομή για αποφυγή λαθών που θα αυξήσει την δαπάνη της κατασκευής.

Τα περισσότερα είδη διαμορφώσεων που αναπτύξαμε ως τώρα, παρατηρούμε ότι χρησιμοποιούν ως μηχανές διαμόρφωσης τις πρέσες. Στο κεφάλαιο που ακολουθεί λοιπόν θα μιλήσουμε για τις μηχανές αυτές ώστε να κατανοήσουμε την σπουδαιότητα ύπαρξής τους.

3. ΠΡΕΣΕΣ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Γενικά κάθε κατεργασία διαμόρφωσης σχετίζεται με έναν τύπο εργαλείων διαμόρφωσης. Οι μηχανές διαμόρφωσης ποικίλουν σε διάφορες παραμέτρους όπως για παράδειγμα η ενέργεια που εφαρμόζεται στο τεμάχιο προς κατεργασία και η ικανότητα για έλεγχο της ενέργειας αυτής. Οι περισσότερες κατεργασίες μηχανικής διαμόρφωσης εκτελούνται με την βοήθεια πρεσών. Με μηχανές σαν αυτές μπορούμε και επιτυγχάνουμε ακριβής τοποθέτηση της δύναμης παραμορφώσεως που απαιτείται στο κομμάτι προς κατεργασία προσφέροντας του σχετική ενέργεια. Η ενέργεια αυτή μπορεί να είναι είτε μηχανική είτε υδραυλική. Διακρίνονται ανάλογα με τον τύπο του πλαισίου τους, την απόδοσή τους, την πηγή ενέργειάς τους κ.λ.π.

Επιπλέον οι πρέσες έχουν την δυνατότητα να προσαρμόζονται σε πολλά είδη μηχανικών διαμορφώσεων. Αυτό οφείλεται στον έξυπνο σχεδιασμό τους, όπου ανάλογα με την διαμόρφωση που θέλουμε να επιτύχουμε επιλέγουμε το κατάλληλο εργαλείο, το τοποθετούμε πάνω στην πρέσα και αφού το ευθυγραμμίσουμε μπορούμε πλέον να πραγματοποιήσουμε την κατεργασία.

Όπως είπαμε και παραπάνω η ενέργεια που προσφέρουν οι μηχανές αυτές είναι μηχανική ή υδραυλική. Έτσι λοιπόν έχουμε τις μηχανικές πρέσες, όπου η πηγή ενέργειας προσφέρεται από την μετατροπή της περιστροφικής κίνησης σε ευθύγραμμη (σύστημα διωστήρα-στροφάλου), και τις υδραυλικές όπου η πηγή ενέργειας προσφέρεται μέσω ενός ή περισσότερων εμβόλων (Εικόνα 27).



Εικόνα 27: Μηχανική πρέσα (αριστερά) και υδραυλική πρέσα (δεξιά).

Πέρα από την διαφορά που έχουν αυτά τα δύο είδη πρεσών ως προς τον τρόπο που προσφέρουν ενέργεια παρατηρούνται διαφορές και στα χαρακτηριστικά του τρόπου λειτουργίας τους. Οι διαφορές τους αυτές είναι που μας βοηθούν ανάλογα την διαμόρφωση που θέλουμε να επιτύχουμε, να επιλέξουμε και τον κατάλληλο τύπο πρέσας. Οι βασικές διαφορές τους είναι:

- Οι υδραυλικές πρέσες έχουν σταθερή ταχύτητα ανά εμβολισμό συνεπώς και σταθερή εφαρμογή δύναμης, αντίθετα με τις μηχανικές που δεν έχουν σταθερή ταχύτητα και η διαθέσιμη δύναμη του εμβόλου μεταβάλλεται λόγω της εκάστοτε θέσης του διωστήρα.
- Η ακρίβεια διαμορφώσεων που επιτυγχάνεται στις υδραυλικές πρέσες είναι μεγαλύτερη από αυτή των μηχανικών
- Στις υδραυλικές πρέσες η διαδρομή που εκτελεί το έμβολο μπορεί να οριστεί εύκολα και με ακρίβεια αντίθετα με τις μηχανικές όπου η ωστική κεφαλή διανύει ορισμένη διαδρομή, λόγω του είδους της κινήσεως.
- Οι υδραυλικές πρέσες δεν μπορούν να υπερφορτιστούν και έτσι να προκαλέσουν ζημιές, αφού όταν η δύναμη που εξασκείται ξεπεράσει μια οριακή τιμή πίεσης λειτουργίας τότε παύει να λειτουργεί ή περιορίζεται η πίεση του ρευστού που δρα στο έμβολο μέσω βαλβίδας ασφαλείας. Αντιθέτως οι μηχανικές πρέσες συνεχίζουν να λειτουργούν ακόμα και αν υπερφορτωθούν με κίνδυνο να υποστούν ζημιές εκτός και αν διαθέτουν ειδική διάταξη για υπερφόρτωση.
- Στις υδραυλικές πρέσες έχουμε την δυνατότητα συνεχούς ρύθμισης της ταχύτητας του εμβόλου. Μάλιστα σε πρέσες με απευθείας κατάθλιψη μπορεί να ρυθμιστεί η μεταβαλλόμενη ταχύτητα του εμβόλου κατά την διάρκεια της διαδρομής του.
- Οι μηχανικές πρέσες επανέρχονται γρηγορότερα από τις υδραυλικές με αποτέλεσμα όταν απαιτείται υψηλός ρυθμός παραγωγής να είναι προτιμότερες.
- Η ταχύτητα του εμβόλου στις μηχανικές πρέσες είναι μεγαλύτερη, με συνέπεια να είναι αποδοτικότερες στις κατεργασίες τεμαχισμού που απαιτούν μεγάλο κρουστικό φορτίο. Στις υδραυλικές από την άλλη λόγω του μεγάλου κρουστικού φορτίου υπάρχει κίνδυνος καταστροφής του υδραυλικού συστήματος.
- Η εγκατεστημένη ισχύς μιας μηχανικής πρέσας είναι μικρότερη από αυτήν μιας υδραυλικής πρέσας ίδιας ονομαστικής δύναμης λόγω ότι η μηχανική ενέργεια αποθηκεύεται στο στρόφαλο.

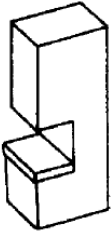
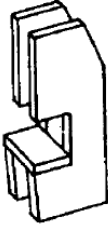
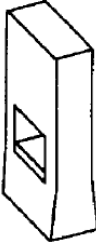

3.2 ΤΥΠΟΙ ΠΛΑΙΣΙΩΝ ΠΡΕΣΑΣ

Ο πρώτος τρόπος για να διαχωρίσει κανείς μια πρέσα για το είδος της είναι οπτικά. Έτσι λοιπόν βλέποντας μια πρέσα σε ένα εργοστάσιο ,σε ένα μηχανουργείο ή οπουδήποτε αλλού το πρώτο πράγμα που παρατηρεί κανείς είναι το πλαίσιο της μηχανής αυτής μιας και το μεγαλύτερο μέρος της βασίζεται σε αυτό.

Πριν από χρόνια, τα πιεστήρια ήταν απλά κατασκευασμένα δίχως ιδιαίτερα χαρακτηριστικά πλαισίων λόγω της περιορισμένης λειτουργίας τους. Οι σημερινές πρέσες περιλαμβάνουν ηλεκτρονικά συστήματα έλεγχου, δίνοντας το πλεονέκτημα του προγραμματισμού των μηχανών αυτών.

Έτσι οι δυνατότητες τους μπορούν να καλύψουν κάθε ιδιοτροπία ενός απαιτητικού μηχανικού, ενός κατασκευαστή εργαλείων κ.τ.λ. Τα πλαίσια των πρεσών αυτών, είναι στιβαρές μεταλλικές κατασκευές που χαρακτηρίζονται από ανθεκτικότητα και ακαμψία. Οι πρέσες αποτελούνται από πολλά βασικά μέρη, που έχουν συναρμολογηθεί μέσα στην μάζα των πλαισίων τους (βάσεις στήριξης, δοκοί, τραβέρσες). Το υλικό του πλαισίου είναι μια άλλη πτυχή που πρέπει να αξιολογηθεί ξεχωριστά, για παράδειγμα αν επιλέξουμε χυτοσίδηρο αντί χάλυβα το πλαίσιο θα υποκύψει πιο εύκολα σε παραμόρφωση δεδομένου ότι το μέτρο ελαστικότητας του χυτοσίδηρου είναι χαμηλότερο. Το πλαίσιο μιας τέτοιας μηχανής μπορεί να επηρεάσει την λειτουργική ακρίβεια της μηχανής σε περίπτωση που δεν χαρακτηρίζεται από τα στοιχεία που προαναφέραμε. Αποτέλεσμα σε μια τέτοια περίπτωση θα ήταν η παραμόρφωση των συναρμολογούμενων επιφανειών και η απώλεια ευθυγράμμισης των κύριων μερών που στην χειρότερη περίπτωση θα οδηγήσουν σε καταστροφή μερών της μηχανής.

Συμπεραίνουμε λοιπόν πώς για την κατασκευή ενός πλαισίου πρέσας λαμβάνονται πολλοί παράγοντες υπόψιν ώστε να επέλθει το καλύτερο αποτέλεσμα. Με βάση το πλαίσιο λοιπόν οι πρέσες διακρίνονται σε ανοιχτού πλαισίου ή C-πρέσες και στο κλειστού πλαισίου O-πρέσες (Εικόνα 28). Οι τύποι αυτών των πλαισίων παράγονται είτε εξ' ολοκλήρου χυτοί ειδικότερα για μικρότερα μεγέθη πρεσών, είτε με συγκολλητά τεμάχια.

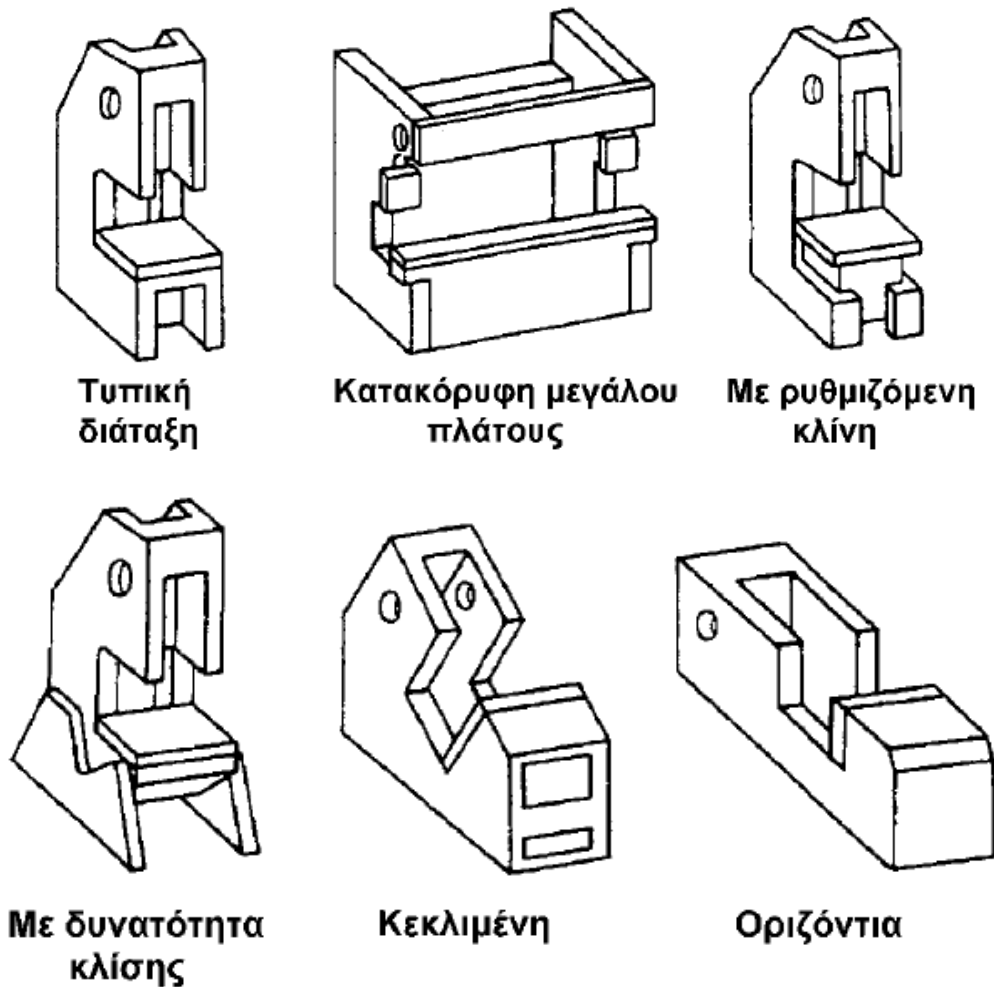
Πρέσες τύπου - C		Πρέσες τύπου - O	
Απλού πλαισίου	Διπλού πλαισίου	Απλού πλαισίου	Με κολόνες
			

Εικόνα 28:Πλαίσια πρεσών.

Οι πρέσες ανοιχτού πλαισίου θυμίζουν κοιτώντας τες από τα πλάγια το λατινικό γράμμα C. Έχουν το πλεονέκτημα ότι διαθέτουν πιο εύκολη πρόσβαση στο χώρο της μήτρας για τοποθέτηση του τεμαχίου προς κατεργασία και των κατάλληλων εργαλείων διαμόρφωσης. Κατασκευάζονται με κορμό σταθερό η ανακλινόμενο και με τράπεζα σταθερή ή ρυθμιζόμενη καθ' ύψος (Εικόνα 29). Λόγω όμως της σχετικά μεγάλης παραμόρφωσης τους, που περιορίζει την διαστασιακή ακρίβεια των κομματιών και συντομεύει την διάρκεια ζωής των εργαλείων, κατασκευάζονται για μικρές μόνον δυνάμεις υπερβαίνοντας σπανίως τους 300 τόνους.

Οι πρέσες «Ο» μορφής, είναι πιο στιβαρές στην κατασκευή τους. Αποτελούνται από την βάση τους και δύο κάθετες κολόνες που δένονται με την

κεφαλή. Κατασκευάζονται σε όλα τα μεγέθη, για ειδικές εφαρμογές μέχρι 75.000 τόνους.



Εικόνα 29: Σχηματική αναπαράσταση Ο-πρεσών.

3.3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΟΠΟΙΗΣΗ ΠΡΕΣΩΝ

Οι πρέσες διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες ανάλογα με το ποιο είναι το μέγεθος λειτουργίας τους.

Στην πρώτη κατηγορία συναντάμε τις **πρέσες ρυθμιζόμενου έργου**. Στην κατηγορία αυτή θα μπορούσαμε να πούμε ότι ανήκουν τα παλιά είδη πρεσών, όπως οι σφύρες και οι πρέσες κοχλία (φρίξιον) με σφόνδυλο. Το μέγεθος του έργου που παρέχουν σε έναν εμβολισμό καθορίζεται από το βάρος και το ύψος πτώσης της σφύρας ή από την κινητική ενέργεια ενός σφονδύλου αντίστοιχα.

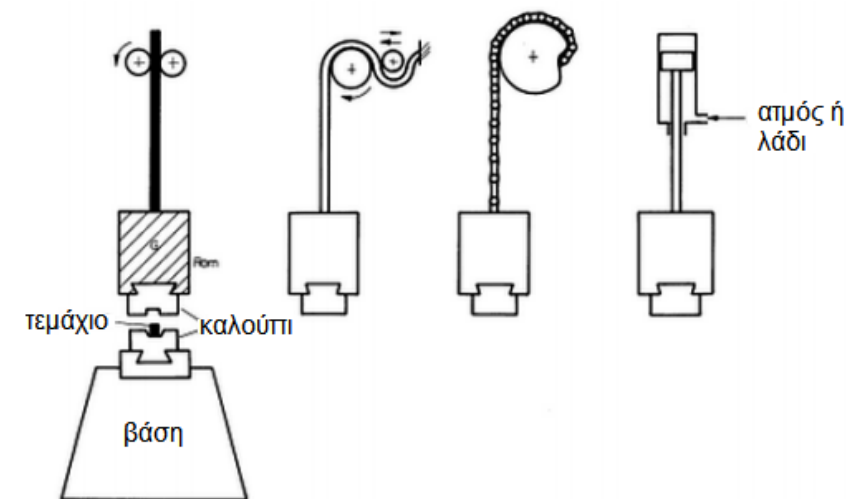
Στην δεύτερη κατηγορία έχουμε τις **πρέσες ρυθμιζόμενης διαδρομής**. Τέτοιες είναι οι πρέσες με μηχανισμό στροφάλου, έκκεντρου-διωστήρα και οι πρέσες με γονάτια ή αλλιώς διπλού μοχλού. Το κύριο χαρακτηριστικό γνώρισμα και πλεονέκτημα των πρεσών της κατηγορίας αυτής είναι ότι μπορούμε να ρυθμίσουμε το ύψος της ωστικής κεφαλής, άρα να μεταβάλουμε στην ουσία την διαδρομή.

Στην τρίτη κατηγορία είναι οι **πρέσες ρυθμιζόμενης δύναμης**. Τέτοιες είναι οι υδραυλικές στις οποίες η δύναμη του εμβόλου συνδέεται άμεσα με την πίεση του ρευστού που έχουμε επιλέξει να τροφοδοτήσουμε το σύστημα μέσω συστημάτων άντλησης. Συμπεριλαμβάνονται επίσης οι πρέσες κοχλίας με επιλογή ηλεκτροκινητήρα αντί σφονδύλου προκειμένου να περιστραφεί ο κοχλίας και να ωθήσει την ωστική κεφαλή.

- A. Πρέσες ρυθμιζόμενου έργου
- B. Πρέσες ρυθμιζόμενης διαδρομής
- Γ. Πρέσες ρυθμιζόμενης δύναμης

3.3.1 Πρέσες ρυθμιζόμενου έργου

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν πιο παλιές πρέσες, όπως οι μηχανικές σφύρες και οι πρέσες κοχλίας. Οι μηχανικές σφύρες μετασχηματίζουν τη δυναμική ενέργεια ενός αναρτώμενου βάρους (ωστικής κεφαλής) σε κινητική ενέργεια και δημιουργούν το έργο παραμορφώσεως. Αυτή η τεχνολογία χαρακτηρίζεται από πολλαπλά χτύπημα ανάμεσα στις μήτρες (έως και 240/min) και παροχή έργου 1000KJm. Χρησιμοποιούνται για την διαμόρφωση βαρέων τεμαχίων σφυρηλασίας και για την κατασκευή τεμαχίων με συμπίεση εν θερμώ ή εν ψυχρώ. Υπάρχουν δύο τύποι σφυρών: Σφύρες με πτώση της βαρύτητας και σφύρες δυναμικής πτώσης (Εικόνα 30). Στις απλές σφύρες πτώσης της βαρύτητας το άνω έμβολο συνδέεται σε έναν ιμάντα, μια αλυσίδα ή ένα πιστόνι. Κατά την διάρκεια της κάτω διαδρομής το έμβολο επιταχύνεται από την βαρύτητα και δημιουργεί ενέργεια από το χτύπημα. Ακολουθεί η επιστροφή στο άνω σημείο της διαδρομής και η επανάληψη του κύκλου.

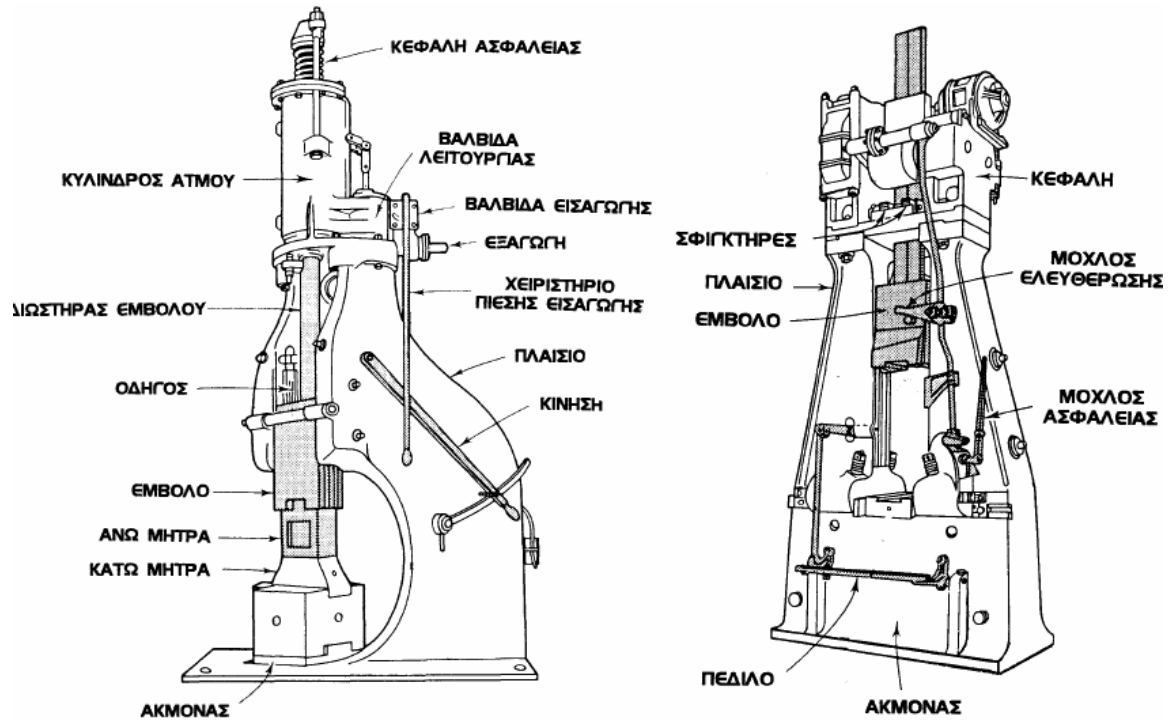


Εικόνα 30: Αρχές λειτουργίας σφύρας με χρήση βαρύτητας και δυναμικής πτώσης.

Οι αρχές λειτουργίας μιας δυναμικής σφύρας είναι ίδια με αυτήν με πτώση αέρα. Στην διάρκεια της κατώτερης διαδρομής εκτός από την βαρύτητα το έμβολο επιταχύνεται με χρήση υδρατμού, ψυχρού αέρα ή την πίεση του θερμού αέρα. Στις ηλεκτροδυναμικές σφύρες το έμβολο μετακινείται από την πίεση του λαδιού έναντι

ενός στρώματος αέρα. Ο συμπιεσμένος αέρας μετακινεί το πάνω μέρος του εμβόλου και συνεισφέρει στην επιτάχυνση του κατά το κάτω μέρος της διαδρομής.

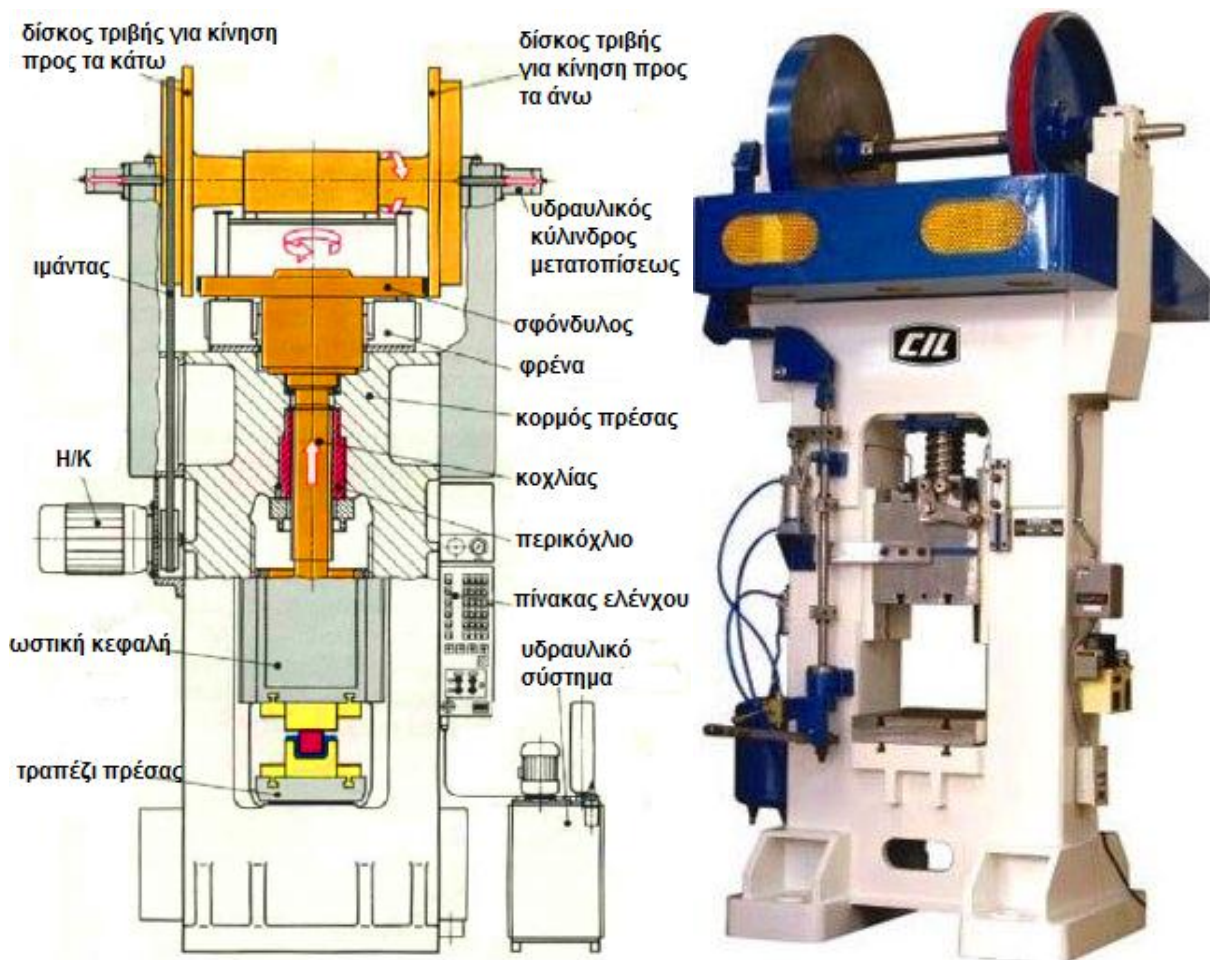
Στις σφύρες δυναμικής πτώσης η επιτάχυνση του εμβόλου ενισχύεται από την πίεση του αέρα που εφαρμόζεται στο πάνω μέρος του κυλινδρικού εμβόλου. Την σήμερον ημέρα συναντάμε τις περισσότερες σφύρες πτώσης να έχουν οδήγηση ισχύος η πίεσης. Στην Εικόνα 31 βλέπουμε τα μέρη μιας δυναμικής σφύρας και μιας σφύρας που λειτουργεί με την πτώση βαρύτητας.



Εικόνα 31: Σφύρες ανοιχτού και κλειστού πλαισίου.

Όσο αναφορά τις πρέσες κοχλία (Εικόνα 32), η περιστροφή ενός κοχλία μετατρέπεται σε ευθύγραμμη κίνηση του εμβόλου. Η ενέργεια που παράγεται κατά την περιστροφή του κοχλία στην ωστική κεφαλή της πρέσας ποικίλει ανάλογα με το σκοπό, το μέγεθος, και το είδος διαμόρφωσης. Χρησιμοποιούνται κυρίως για την κατασκευή τεμαχίων με συμπίεση εν θερμώ και εν ψυχρώ και για εργασίες τυπώματος.

Η αρχή λειτουργίας τους έχει ως εξής: Μετά την απελευθέρωση της πρέσας, ο κοχλίας αρχίζει να περιστρέφεται παρασυρόμενος από ένα δίσκο τριβής (friction disk). Ταυτόχρονα, κοχλιώνεται η άτρακτος αυτή στο σπείρωμα του περικοχλίου του κορμού της πρέσας μετακινώντας (βιδώνοντας στην ουσία) την ωστική κεφαλή μαζί με το άνω μέρος του εργαλείου προς τα κάτω. Η μήτρα στο άνω μέρος του εργαλείου έχοντας αναπτύξει μεγάλη ταχύτητα συναντά με ορμή το υλικό και διαμορφώνει έτσι το τεμάχιο στο κλειστό καλούπι. Ύστερα με ένα δεύτερο δίσκο αρχίζει η αντίστροφη κίνηση της ωστικής κεφαλής.

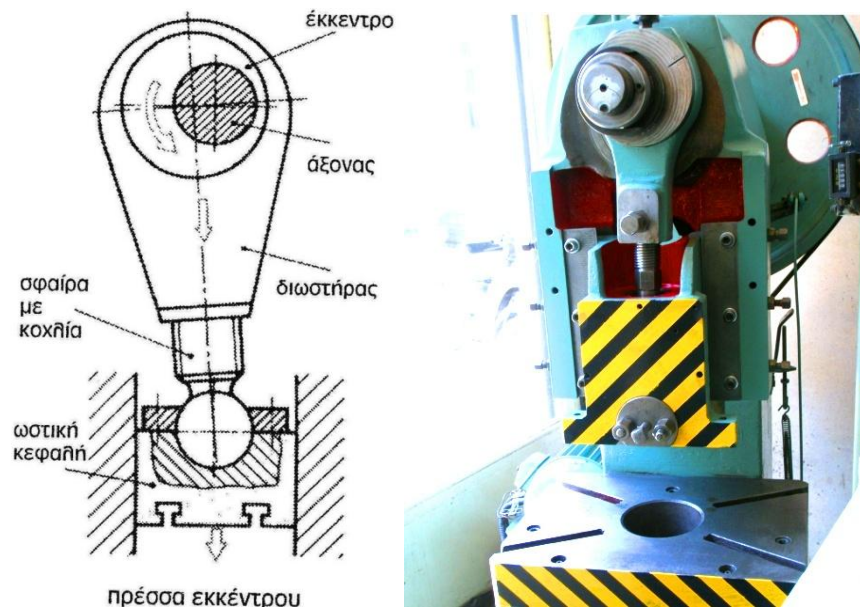


Εικόνα 32: Πρέσα κοχλία.

3.3.2 Πρέσες ρυθμιζόμενης διαδρομής

Στις πρέσες ρυθμιζόμενης διαδρομής ανήκουν οι πρέσες εκκέντρου, οι πρέσες στροφάλου και οι πρέσες διπλού μοχλού.

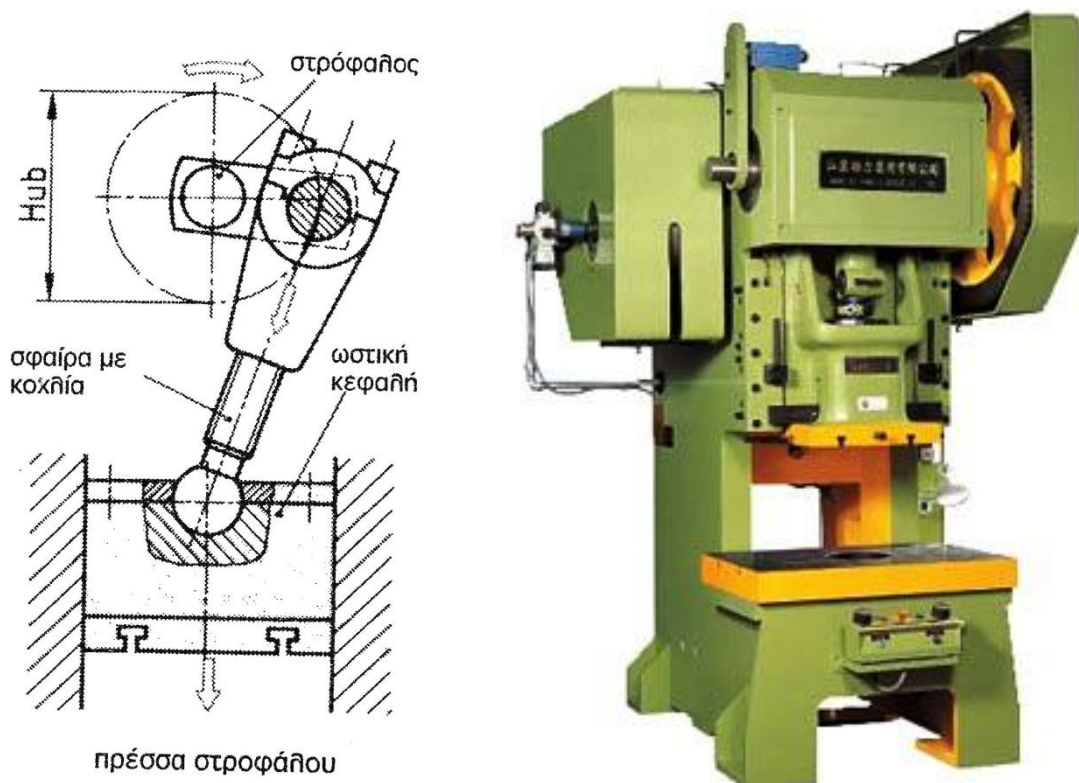
Τις πρέσες εκκέντρου θα τις χαρακτηρίζε κανείς ως ελαφρές και μέσου μεγέθους πρέσες. Η δυναμικότητα τους κυμαίνεται από 25 έως 5000KN. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε κατεργασίες κοπής, τυπώματος και κάμψης. Στις πρέσες εκκέντρου απλής ενεργείας (Εικόνα 33), ο άξονάς τους κινείται από έναν κινητήρα μέσω σφονδύλου, συμπλέκτη και μιας διάταξης φρένου. Στο κομβίο του εκκέντρου άξονα βρίσκεται ένας έκκεντρος δακτύλιος, συνδεδεμένος μέσω οδοντωτού δακτύλιου με τον άξονα. Όταν λυθεί ο οδοντωτός δακτύλιος, τότε μπορεί να στραφεί ο έκκεντρος δακτύλιος ανεξάρτητα από τον άξονα. Έτσι με αυτό το σύστημα μπορεί να μεταβληθεί η διαδρομή της ωστικής κεφαλής. Η διαδρομή αυτή μπορεί να μεταβληθεί αδιαβάθμητα από μια ελάχιστη τιμή σε μια μέγιστη. Η παλινδρομική κίνηση της πρέσας μεταφέρεται μέσω διωστήρα μεταβλητού μήκους (παρεμβολή κοχλίας) στην ωστική κεφαλή. Ο κοχλίας μπορεί να περιστραφεί και αναλόγως της φοράς περιστροφής να εισέλθει ή να εξέλθει από τον διωστήρα. Με αυτήν την μεταβολή του μήκους εμβολισμού φέρεται το άνω μέρος του εργαλείου στην ορθή θέση σε σχέση με το κάτω μέρος του.



Εικόνα 33: Πρέσα εκκέντρου.

Οι πρέσες στροφάλου, (Εικόνα 34) χρησιμοποιούνται για βαθιά κοίλανση και φιλτράρισμα. Έχουν δύναμη από 1000KN έως και 40000KN και στροφές έως 1200 το λεπτό (ταχυπρέσες). Η κίνηση της ωστικής κεφαλής επιτυγχάνεται με σύστημα διωστήρα-στρόφαλου. Από τον περιστρεφόμενο στρόφαλο η κίνηση μεταφέρεται στην ωστική κεφαλή μέσω ενός στιβαρού διωστήρα. Εδώ δεν μπορεί να μεταβληθεί η διαδρομή της παλινδρομικής κίνησης, μπορεί όμως να κινηθεί η ωστική κεφαλή μέσω μιας σφαιρικής ατράκτου και έτσι να επιτύχουμε την σωστή τοποθέτηση κάποιου εργαλείου στην πρέσα (πλάκα κοπής, μήτρα, δακτύλιος κοιλάνσεως).

Οι σύγχρονες πρέσες έχουν δύο διωστήρες για καλύτερη εφαρμογή της δύναμης πάνω στην επιφάνεια της ωστικής κεφαλής.

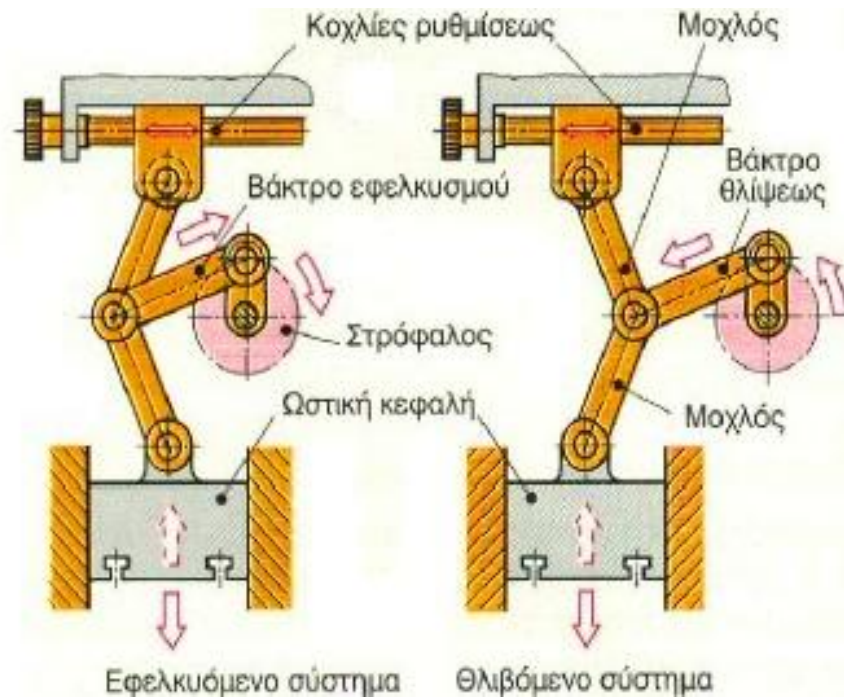


Εικόνα 34: Πρέσα στροφάλου.

Τέλος, στις πρέσες ρυθμιζόμενης διαδρομής ανήκουν οι πρέσες με διπλό μοχλό ή αλλιώς μηχανισμό γονάτου (Εικόνα 35). Αποτελούν ουσιαστικά μια παραλλαγή των πρεσών με μηχανισμό στροφάλου- διωστήρα, όπου ο διωστήρας κινεί το έμβολο μέσω ενός συστήματος δύο αρθρωτών ράβδων. Αυτού του είδους πρέσες μπορούν να ασκήσουν δυνάμεις από 250KN έως 36000 KN και είναι κατάλληλες για λεπτές εργασίες κοπής, όπου επιζητούμε καθαρές επιφάνειες και τύπωμα σε επίπεδες επιφάνειες και αυτό γιατί η δύναμη της πρέσας αυξάνεται με αργό ρυθμό έως την μέγιστη τιμή της.

Στις πρέσες γονάτου, η περιστροφική κίνηση του στροφάλου μεταφέρεται με μια ελκτική ή θλιπτική ράβδο στους μοχλούς. Αυτά τα συστήματα κίνησης αναλύονται σε εφελκόμενα και θλιβόμενα. Κατά την κίνηση των μοχλών, η ωστική κεφαλή κινείται προς τα κάτω και στο σημείο αυτό (νεκρό σημείο) εμφανίζονται πολύ μεγάλες δυνάμεις. Με μεταβολή του άνω κέντρου στροφής του ενός μοχλού, μ' ένα ρυθμιστικό

κοχλία μπορεί να ρυθμιστεί με ακρίβεια η θέση του άνω μέρους του εργαλείου σε σχέση με το κάτω μέρος. Σε περίπτωση που προκύψουν μεγάλες διαφορές μεταξύ τραπέζιου πρέσας και κατώτατου σημείου της ωστικής κεφαλής, αυτές αντισταθμίζονται με κατάλληλα σκαμπανεβάσματα.



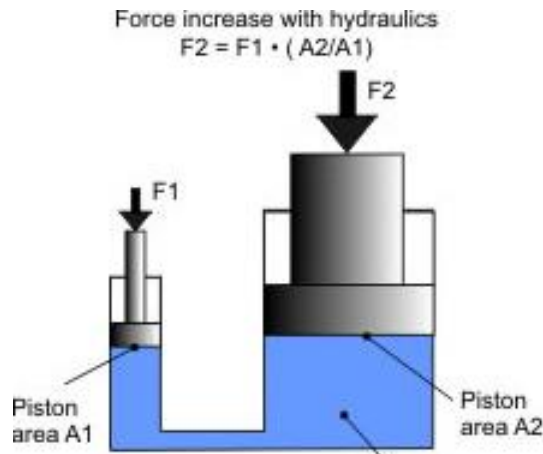
Εικόνα 35: Μηχανισμός κίνησης πρέσας διπλού μοχλού.

3.3.3 Πρέσες ρυθμιζόμενης δύναμης

Στην κατηγορία αυτή που είναι και η τελευταία, ανήκουν οι υδραυλικές πρέσες. Στο σημείο αυτό θα αναπτυχθούμε περισσότερο ώστε να γίνει πιο κατανοητός ο τρόπος λειτουργίας των πρεσών αυτών τόσο σε μεγάλη κλίμακα όσο και σε μικρή μιας και οι αρχές λειτουργίας είναι κοινές.

Αρχή λειτουργίας

Ο Τρόπος που δουλεύει μια υδραυλική πρέσα σχετίζεται με την αρχή του Πασκάλ (Εικόνα 36). Η πίεση P [N/m^2], σε όλα τα σημεία ενός κλειστού συστήματος μεταδίδεται ομοιόμορφα σε όλα τα σημεία του. Ανεξάρτητα λοιπόν από τον τελικό σχεδιασμό και το μέγεθος μιας υδραυλικής πρέσας, το βασικό μοτίβο είναι κοινό. Δύο έμβολα διαφορετικής επιφάνειας (A_1 και A_2) [m^2], εφαρμόζονται σε δύο σωλήνες αντίστοιχης διαμέτρου. Οι σωλήνες αυτοί συνδέονται μεταξύ τους μέσω αγωγού (υδραυλικοί σωλήνες) που περιέχουν κάποιο ρευστό π.χ. λάδι.



Εικόνα 36: Αρχή Λειτουργίας υδραυλικού πιεστηρίου.

Σύμφωνα με την αρχή του Πασκάλ, όση πίεση εφαρμόζεται στο πρώτο έμβολο μεταδίδεται και στο δεύτερο. Δηλαδή:

$$P_1 = P_2 \quad (1)$$

Όμως η πίεση ορίζεται ως το πηλίκο της ασκούμενης δύναμης $F[N]$, σε μια επιφάνεια δια του εμβόλου (A) της επιφάνειας αυτής:

$$P = \frac{F}{A} \quad (2)$$

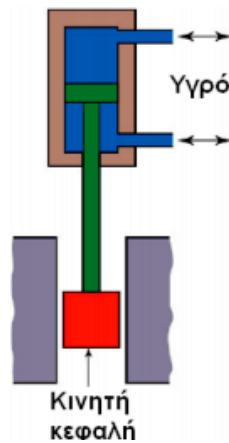
Συνεπώς, η δύναμη που ασκείται στο δεύτερο έμβολο (F_2), θα εξαρτάται από την σχέση ανάμεσα στα δύο εμβαδά A_1 & A_2 :

$$F_2 = F_1 \frac{A_2}{A_1} \quad (3)$$

Αυτό πρακτικά σημαίνει πώς αν η δεύτερη επιφάνεια (A_2), έχει πενταπλάσιο εμβαδό από την πρώτη (A_1), τότε μπορεί κανείς ασκώντας στο έμβολο κατάθλιψης μια δύναμη $10N$, να μεταφέρει στο δεύτερο έμβολο πενταπλάσια δύναμη $F_2 = 50N$. Το παράδειγμα αυτό μας δίνει να καταλάβουμε πόσο μεγάλες μεταβολές δύναμης μπορούμε να επιτύχουμε στο έμβολο ενός κυλίνδρου πρέσας με την κατάλληλη αντλία.

Η αρχή αυτή εξελίχθηκε και έτσι φτάσαμε την σήμερα ημέρα να αξιοποιούμε την τρομερή δύναμη που μπορεί να μας αποδώσει ένα σύστημα το οποίο βασίζεται σ' αυτό τον τρόπο λειτουργίας.

Η δύναμη των υδραυλικών πρεσών προέρχεται μέσα από ένα σύστημα αντλίας-κυλίνδρου (Εικόνα 37), όπου η αντλία καταθλίβει το ρευστό σε έναν υδραυλικό κύλινδρο και αυτός με την σειρά του κινεί το έμβολο-βάκτρο που είναι συνδεδεμένο απευθείας με την ωστική κεφαλή της πρέσας.

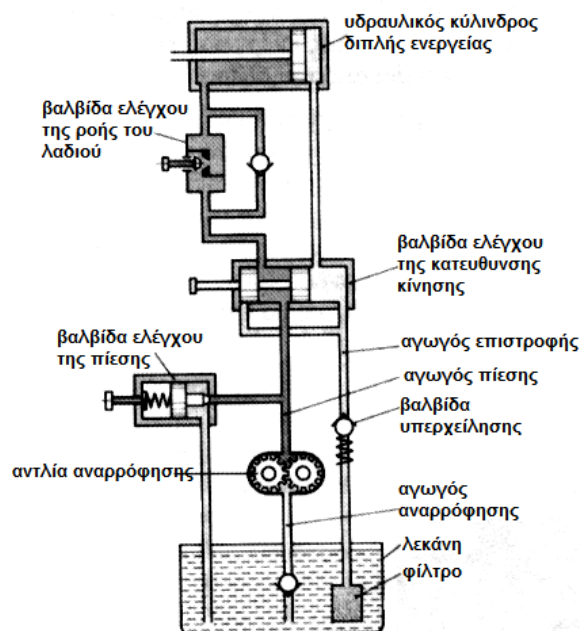


Εικόνα 37: Αρχή λειτουργίας υδραυλικής πρέσας.

Υδραυλικό σύστημα

Στις υδραυλικές πρέσες με μικρό και μεσαίο μέγεθος διαστάσεων εφαρμόζεται συνήθως ένας υδραυλικός κύλινδρος, ενώ σε υδραυλικές πρέσες με μεγάλο μέγεθος διαστάσεων εφαρμόζονται δύο, τρεις ή τέσσερις υδραυλικοί κύλινδροι. Το υδραυλικό σύστημα στις πρέσες αυτές όπως θα δούμε και στην Εικόνα 38, αποτελείται από τα ακόλουθα βασικά στοιχεία:

1. Λεκάνη λαδιού
2. Αντλία αναρρόφησης (ψηλής πίεσης)
3. Υδραυλικό κύλινδρο διπλής ενεργείας
4. Αγωγούς διακλάδωσης του λαδιού – υδραυλικό κύκλωμα
5. Διάφορους τύπους βαλβίδων ρύθμισης και ελέγχου της ροής του λαδιού στο υδραυλικό κύκλωμα.



Εικόνα 38: Υδραυλικό κύκλωμα κίνησης υδραυλικής πρέσας.

Η αντλία λαδιού (υψηλής πίεσης) αναρροφά το λάδι από την λεκάνη και το διοχετεύει με πίεση στον υδραυλικό κύλινδρο μέσω βαλβίδας ελέγχου της κατεύθυνσης κίνησης και βαλβίδας ελέγχου της ροής του λαδιού.

Η υψηλή πίεση λαδιού, που παράγεται από την αντλία αναρρόφησης και διοχετεύεται στον υδραυλικό κύλινδρο, ασκείται σε μεγάλη επιφάνεια του εμβόλου, με αποτέλεσμα να κινείται το έμβολο και να παράγονται μεγάλες δυνάμεις πίεσης στο σύστημα ωστικής κεφαλής-εργαλείου της πρέσας. Ο πλεονασμός του λαδιού στον υδραυλικό κύλινδρο επιστρέφει μέσω της βαλβίδας ελέγχου της κατεύθυνσης κίνησης και του αγωγού επιστροφής στη έλαιο-λεκάνη.

Όταν το έμβολο του υδραυλικού κυλίνδρου φτάσει στο νεκρό σημείο, παράγεται στο υδραυλικό κύκλωμα η μέγιστη πίεση, μια που η αντλία εξακολουθεί να παρέχει λάδι με πίεση στο κύκλωμα. Στο σημείο αυτό ανοίγει η βαλβίδα ελέγχου της πίεσης με αποτέλεσμα η αντλία να διοχετεύει λάδι με κατεύθυνση ροής προς την αντίθετη επιφάνεια του εμβόλου έτσι επιτυγχάνεται η αντιστροφή κίνησης του εμβόλου και του συστήματος ωστικής κεφαλής-εργαλείου της πρέσας (υδραυλικός κύλινδρος διπλής ενεργείας). Η κίνηση της ωστικής κεφαλής μπορεί να είναι κατακόρυφη ή οριζόντια (κατακόρυφες και οριζόντιες πρέσες). Η ρύθμιση του μεγέθους της διαδρομής και το σταμάτημα της ωστικής κεφαλής στην επιθυμητή θέση επιτυγχάνεται με την βοήθεια βαλβίδων ελέγχου. Η ταχύτητα κίνησης και η δύναμη πίεσης του εμβόλου και της ωστικής κεφαλής μικρό-ρυθμίζονται ανάλογα με το είδος της κατεργασίας που πρόκειται να γίνει στην πρέσα.

Ο υδραυλικός κύλινδρος διπλής ενεργείας χρησιμεύει στην αντιστροφή της κίνησης του εμβόλου και του συστήματος ωστικής κεφαλής-εμβόλου στην κατάλληλη στιγμή και στην παραγωγή της ευθύγραμμης παλινδρομικής κίνησης του συστήματος. Εκτός του συστήματος αυτού, δηλαδή η αντλία να καταθλίβει απευθείας στον κύλινδρο έχουμε και ένα δεύτερο σύστημα όπου η αντλία διατηρεί σε υψηλότερη πίεση έναν υδραυλικό αποταμιευτήρα πίεσης (δεξαμενή), από τον οποίο τροφοδοτείται ο κύλινδρος.

Στο πρώτο σύστημα, η πίεση κατάθλιψης και η ισχύς της αντλίας κατά την λειτουργία είναι ίσες με αυτές του εμβόλου, με συνέπεια το μέγεθος της αντλίας και του ηλεκτροκινητήρα να αντιστοιχούν στην μέγιστη ισχύ της πρέσας. Αντίθετα στο δεύτερο σύστημα το μέγεθος της αντλίας αντιστοιχεί σε μια μέση ισχύ λειτουργίας της πρέσας. Για μικρά και μεσαία μεγέθη πρεσών προτιμάται η απευθείας κατάθλιψη λόγω φθηνότερης κατασκευής και οικονομικότερης λειτουργίας αφού η ισχύς λειτουργίας της αντλίας είναι πάντοτε ίση προς την ισχύ που απορροφάται από την εκάστοτε πρέσα, ενώ για τροφοδότηση μέσω αποταμιευτήρα πίεσης η αντλία πρέπει να διατηρεί διαρκώς τον αποταμιευτήρα σε πολύ υψηλότερη πίεση και η πίεση λειτουργίας του εμβόλου να ρυθμίζεται με μια στραγγαλιστική βαλβίδα. Για μεγάλα μεγέθη πρεσών προτιμάται η τροφοδότηση με αποταμιευτήρα αποφεύγοντας την χρήση μεγάλης αντλίας και την υψηλή φόρτιση του δικτύου.

Υγρό υδραυλικού συστήματος

Ως υδραυλικό υγρό συνήθως προτιμάται καθαρό ορυκτέλαιο υψηλής ποιότητας που επιτρέπει τη χρησιμοποίηση εμβολοφόρων αντλιών υψηλής ταχύτητας με έλεγχο μέσω βαλβίδων ενώ συγχρόνως αποτρέπει της διαβρώσεις των μεταλλικών μερών του συστήματος. Εκτός από την μεταφορά της ισχύος, τα υδραυλικά υγρά χρησιμεύουν και για την λίπανση των μερών της πρέσας που έρχονται σε επαφή μαζί τους και την απαγωγή θερμότητας από τα μέρη αυτά.

Προτιμούνται υγρά με μικρή συνεκτικότητα, που παρουσιάζουν μικρότερες απώλειες τριβών και ταχύτερη απόκριση της πρέσας, έχουν όμως το μειονέκτημα της ευκολότερης διαρροής από μη στεγανά σημεία της εγκατάστασης. Λόγω αντίδρασης του υδραυλικού λαδιού με το οξυγόνο του ατμοσφαιρικού αέρα δημιουργούνται με την πάροδο του χρόνου αδιάλυτα σωματίδια πίσσας ή ρητινών που αυξάνουν το ιξώδες, εξέλιξη που ευνοείται από υψηλές θερμοκρασίες, αλλά και από την παρουσία ακαθαρσιών, υγρασίας και σκουριάς μέσα στο λάδι. Για τον λόγο αυτό το λάδι πρέπει να φιλτράρεται και κατά διαστήματα να αντικαθιστάται.

Η υδραυλική πίεση λειτουργίας ανέρχεται συνήθως σε 200 έως 350 bar. Μεγαλύτερες πιέσεις προξενούν αυξημένες διαρροές. Σε μικρές σχετικά πρέσες χρησιμοποιούνται οδοντωτές ή κοχλιωτές αντλίες (πίεση <math><100\text{kr/cm}^2</math>), ενώ σε μεγαλύτερες πρέσες εμβολοφόρες αντλίες αξονικών η ακτινικών εμβόλων.

Τα υδραυλικά λάδια χωρίζονται ουσιαστικά σε δύο μεγάλες κατηγορίες, του τύπου HM/HLP και του τύπου HVLP. Η διαφορά μεταξύ των δύο τύπων είναι ο δείκτης ιξώδους τους. Του πρώτου τύπου κυμαίνεται μεταξύ 85 και 100 ενώ του τύπου HVLP κυμαίνεται από 130 έως 140. Όσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης ιξώδους ενός λιπαντικού, τόσο λιγότερο επηρεάζεται από την διαφορά θερμοκρασίας, δηλαδή δεν λεπτύνει τόσο πολύ σε ψηλότερες θερμοκρασίες αλλά ούτε και παχαίνει σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Τα υδραυλικά συστήματα στις πρέσες λειτουργούν χρησιμοποιώντας συγκεκριμένο τύπο λαδιού κατηγορίας HLP κατά DIN 51524. Η επιλογή τους γίνεται σύμφωνα με αυστηρά πρότυπα. Το έλαιο αυτό προσφέρει τις ακόλουθες ιδιότητες:

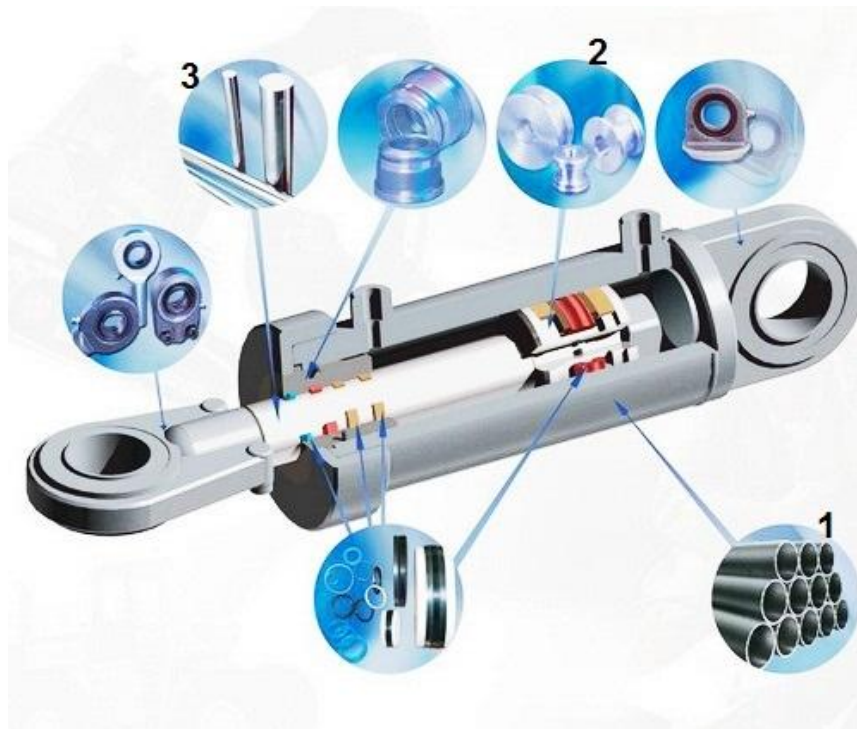
- Μεγάλη διάρκεια ζωής.
- Ελάχιστη διαβρωτική ικανότητα των μεταλλικών μερών του συστήματος .
- Μέγιστη προσαρμογή στα χρησιμοποιούμενα παρεμβύσματα.
- Κατάλληλο ιξώδες για το σχεδιαζόμενο υδραυλικό σύστημα που καλείται να εξυπηρετήσει.
- Καλή λιπαντική ικανότητα επιμέρους εξαρτημάτων.
- Επαρκή αντίσταση στο σχηματισμό γαλακτωμάτων.
- Υψηλό σημείο ανάφλεξης και χαμηλό σημείο πήξης.
- χαμηλό ειδικό βάρος.
- Να μην αφρίζει εύκολα.
- Να απελευθερώνει εύκολα τις φυσαλίδες του αέρα.
- Απαγωγή και μεταφορά θερμότητας σε κατάλληλες ψήκτρες.

Υδραυλικοί κύλινδροι

Την ισχύ που μεταφέρει το υδραυλικό έλαιο και που έχει αποκτήσει από την αντλία (υδραυλική, ηλεκτρική, πνευματική), πρέπει να την εκμεταλλευτούμε με κάποιο τρόπο ώστε να μας αποδώσει ωφέλιμο έργο.

Ο υδραυλικός επενεργητής του υδραυλικού κυκλώματος είναι ένας υδραυλικός κύλινδρος ή γραμμικός κινητήρας, που μετατρέπει την υδραυλική ισχύ σε μηχανική για την παραγωγή αξονικών δυνάμεων, που αποτελούν και την πρώτη μορφή αξιοποίησης της υδραυλικής ισχύος.

Πριν αναλύσουμε τα είδη αυτών ας αποδομήσουμε πρώτα έναν υδραυλικό κύλινδρο σε επιμέρους στοιχεία (Εικόνα 39).



Εικόνα 39: Κύρια μέρη ενός υδραυλικού κυλίνδρου: 1) κύλινδρος, 2) έμβολο, 3) βάκτρο.

Τα κύρια μέρη ενός υδραυλικού κυλίνδρου όπως βλέπουμε και στην Εικόνα 39 είναι:

- Ο κύλινδρος, όπου αποτελεί το εξωτερικό περίβλημα εντός του οποίου κινείται το ρευστό και κατά συνέπεια το έμβολο.
- Το έμβολο που είναι κυλινδρικής διατομής και εφάπτεται με τα εσωτερικά τοιχώματα του κυλίνδρου. Πάνω σ' αυτό τοποθετούνται και λάστιχα στεγανοποίησης (τσιμούχες) για την εμπόδιση προσπέλασης του υδραυλικού λαδιού από τον έναν θάλαμο στον άλλο.
- Το βάκτρο που αποτελεί το στοιχείο σύνδεσης με το έμβολο και ακολουθεί την κίνηση αυτού περνώντας ενέργεια από αυτό. Η κίνηση που ακολουθεί πρέπει να είναι ευθύγραμμη, για αυτό τοποθετείται κυλινδρικός οδηγός που φέρει τσιμούχες στην διάμετρο του και εφάπτεται με το βάκτρο στο τελικό σημείο του υδραυλικού κυλίνδρου.

Το κύριο χαρακτηριστικό γνώρισμα των κυλίνδρων είναι ο τρόπος που ενεργεί το σύστημα έμβολο-βάκτρο. Σύμφωνα με αυτό τους υδραυλικούς κυλίνδρους τους χωρίζουμε δε δύο κατηγορίες:

I. Στους κυλίνδρους απλής ενεργείας ή μονής ενεργείας (σύστημα μικρών πρεσών μικρής δυναμικότητας), όπου το σύστημα έμβολο-βάκτρο εκτείνεται με την δράση της υδραυλικής ενέργειας και συμπύσσεται είτε με το βάρος, είτε με ελατήρια που τοποθετούνται εσωτερικά ή εξωτερικά του κυλίνδρου για την επαναφορά του συστήματος στην αρχική του θέση (Εικόνα 40).

II. Στους κυλίνδρους διπλής ενεργείας (σύστημα που χρησιμοποιούν οι μεγάλες πρέσες), όπου το σύστημα εκτείνεται με την δράση της υδραυλικής ενέργειας και συμπύσσεται πάλι με την δράση αυτής (παραγωγή έργου δύο κατευθύνσεων). Στην ουσία στην περίπτωση αυτή έχουμε εισροή υδραυλικού λαδιού και για την έκταση και για την σύμπτυξη του βάκτρου (Εικόνα 40).



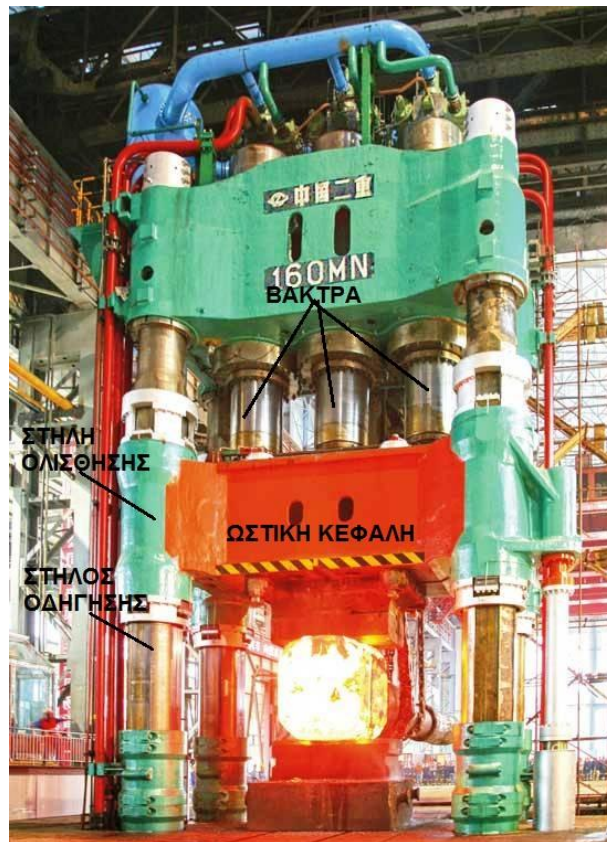
Εικόνα 40: Υδραυλικός κύλινδρος μονής ενεργείας (αριστερά) και Υδραυλικός κύλινδρος διπλής ενεργείας (δεξιά).

Οι υδραυλικές πρέσες έχουν την δυνατότητα σύνδεσης περισσότερων του ενός υδραυλικών κυλίνδρων στην ωστική κεφαλή για αύξηση της δυναμικότητας και καλύτερη κατανομή πίεσης στην ωστική κεφαλή της πρέσας (Εικόνα 41).

Ρυθμίζοντας την πίεση που στέλνει το ρευστό στους κυλίνδρους μπορούμε συνεπώς να αλλάξουμε την δύναμη της πρέσας, δίχως φυσικά αυτό να σημαίνει πώς δεν υπάρχει και ένα όριο. Το όριο αυτό υπάρχει και το θέτουν τρεις παράγοντες. Ο ένας είναι τα υδραυλικά έμβολα που είναι εξοπλισμένες αυτές οι μηχανές και έχουν συγκεκριμένες δυνατότητες, ή αντλία που τροφοδοτεί τα υδραυλικά και οι βαλβίδες ανακούφισης που έχουν οι μηχανές αυτές σε περίπτωση που η πίεση του συστήματος υπερβεί τα ασφαλή όρια για την ίδια την κατασκευή ή το είδος του καλουπιού που φέρει.

Οι υδραυλικές πρέσες είναι πιο αργές από τις μηχανικές πρέσες, όμως έχουν το πλεονέκτημα ότι μπορούν και διατηρούν την δυναμική τους συνεχόμενα κατά την διάρκεια του χτυπήματος, ανεξάρτητα σε ποια θέση βρίσκεται η ωστική κεφαλή. Για τον λόγο αυτό οι κύριες κατεργασίες που πραγματοποιεί είναι η κοίλανση, η τύπωση και η εν θερμώ σφυρηλασία. Η μεγάλη δύναμη χτυπήματος που έχουν μπορεί να μειωθεί για ευαίσθητο εξοπλισμό καλουπιών προκειμένου να μην καταστραφούν. Επιπλέον δεν χρειάζεται η συνεχής αλλαγή κοπτικών καλουπιών για διάφορα πάχη λεπτών λαμαρινών για τον λόγο ότι όπως είπαμε η δύναμη μπορεί να ρυθμιστεί για κάθε ένα από αυτά ώστε να επιτύχουμε το ποιοτικότερο δυνατό αποτέλεσμα.

Σημαντική διαφορά εντοπίζεται στους «κινητήρες» που είναι μεγαλύτεροι σε σχέση με αυτών στις μηχανικές πρέσες, δεδομένου της μη ύπαρξης βολάν για την αποθήκευση της ενέργειας.



Εικόνα 41: Κίνα-Η μεγαλύτερη υδραυλική πρέσα στο κόσμο δυναμικότητας 16.000 τόνων.

3.4 ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ& ΠΡΟΛΗΨΗΣ

Οι πρέσες λόγω του τρόπου λειτουργίας τους και των επιπέδων εισροών ενέργειας που εμπλέκονται, αντιπροσωπεύουν σε σύγκριση με πολλές άλλες μηχανές υψηλότερο κίνδυνο για τον χειριστή. Για τον λόγο αυτό είναι σημαντικό οι χειριστές τέτοιων μηχανημάτων να συνειδητοποιούν το μέγεθος του κινδύνου που διατρέχουν αν δεν τηρούν τα μέτρα ασφαλείας. Πέραν όμως των χειριστών που συχνά φροντίζουν να παρακάμπτουν αυτά τα μέτρα πρέπει το ίδιο το μηχάνημα να διασφαλίζει τον εργαζόμενο από το ρίσκο τραυματισμού. Την ευθύνη αυτή την αναλαμβάνει ο κατασκευαστής της μηχανής αυτής, λαμβάνοντας αυστηρά μέτρα ασφαλείας που θα κάνουν τον χειριστή να μην προσπαθεί καν να παρακάμψει τα μέτρα αυτά μιας και θα το θεωρεί από δύσκολο έως αδύνατο. Μερικά συνήθη μέτρα ασφαλείας είναι:

- **Δίχειρο σύστημα χειρισμού (two-hand operated devices).** Πρόκειται για διατάξεις χειρισμού σε κοντινή απόσταση από την επικίνδυνη περιοχή οι

οποίες για να ενεργοποιηθούν απαιτούν τη χρήση και των δύο χεριών ώστε να εξασφαλίζεται ότι οι χειριστές βρίσκονται μακριά από την εστία κινδύνου. Για παράδειγμα προκειμένου ο χειριστής να τοποθετήσει μια λαμαρίνα στο καλούπι της πρέσας και να κατέβει η ωστική κεφαλή να πραγματοποιήσει την διαμόρφωση, θα πρέπει να πατήσει δύο μπουτόν ή να χειριστεί δύο μοχλούς προκειμένου να κατέβει η ωστική κεφαλή αποτρέποντας τα χέρια του να βρίσκονται στον χώρο κατεργασίας.

- **Έλεγχος επικίνδυνης περιοχής με φωτοκύταρο (light curtain-barrier).** Πρόκειται για διατάξεις που δεν επιτρέπουν την συνέχιση λειτουργίας του μηχανήματος, όταν γίνει προσέγγιση του εργαζομένου σε σημείο επικίνδυνο για την πρόκληση ατυχήματος. Για την λειτουργία αυτής της διάταξης στήνονται περιμετρικά του μηχανήματος κολόνες που εκπέμπουν ακτίνες πάνω σε επιφάνειες καθρεφτών που αντίστοιχα είναι πάνω σε κολόνες. Η δέσμη αυτή ταξιδεύει μέσω των καθρεφτών και επιστρέφει στην πηγή. Με τον τρόπο αυτό δημιουργείται θα λέγαμε ένα αόρατο σχοινί που αν το κόψει ο χειριστής είτε με το χέρι ή το υπόλοιπο σώμα του, διακόπτεται αυτόματα η λειτουργία της πρέσας μέσω μιας ηλεκτρονικής διάταξης. Τα μέρη που ο χειριστής συνήθως χρησιμοποιεί για να ελέγχει την διαδικασία παραγωγής δεν καλύπτονται με φωτοκύταρο.
- **Προστατευτικά καλύμματα με σύστημα μανδάλωσης.** Πρόκειται για διατάξεις οι οποίες πρέπει να παρακαμφθούν για να γίνει είσοδος στην επικίνδυνη περιοχή και όταν γίνεται αυτό σταματούν τη λειτουργία του εξοπλισμού. Τέτοιες διατάξεις τοποθετούνται μεταξύ τράπεζας και ωστικής κεφαλής μιας πρέσας. Στην περιοχή δηλαδή που γίνονται συνήθως οι διαμορφώσεις. Μάλιστα ορισμένες φορές προκειμένου να πραγματοποιηθεί η κίνηση της ωστικής κεφαλής προϋποθέτει την σφράγιση των προστατευτικών αυτών.
- **Μπουτόν γενικής διακοπής-μανιτάρι (emergency stop).** Είναι ίσως από τα πιο σημαντικά στοιχεία οποιασδήποτε μηχανής. Δεν νοείτε πλέον σύγχρονη μηχανή χωρίς αυτά τα κουμπιά άμεσης διακοπής τροφοδοσίας ρεύματος. Τα κουμπιά αυτά τα ονομάζουμε και μανιτάρια λόγω του κόκκινου-κίτρινου χρώματος τους και του κυκλικού σχήματος που έχουν. Η τοποθέτησή τους γίνεται πάντα στο ύψος του χεριού ή του ώμου του χειριστή σε εμφανή σημεία όπως κεντρική κονσόλα χειρισμού ή ακόμα και σε σημεία υψηλής επικινδυνότητας π.χ. κοντά στο μαχαίρι υδραυλικής στράντζας.
- **Ρελέ διαφυγής.** Είναι διάταξη που σταματά την τροφοδοσία ρεύματος κλείνοντας αυτόματα τον γενικό διακόπτη. Το εξάρτημα αυτό είναι ικανό να ανιχνεύσει διαρροή ρεύματος (περίπτωση ηλεκτροπληξίας).
- **Αισθητήρες βάρους-αντίστασης.** Πρόκειται για αισθητήρες που μόλις εντοπίσουν ασυνήθιστη μεταβολή στο βάρος ή την αντίσταση που μπορεί να οφείλεται σε ανθρώπινη παρουσία σταματούν την λειτουργία της μηχανής (π.χ. κύλινδροι διέλασης)
- **Απομονωμένοι χώροι ελέγχου-κάμερες (με PLC).** Το σύστημα αυτό συνήθως εμφανίζεται σε πρέσες που πραγματοποιούν κατεργασίες εν θερμώ. Σ' αυτές τις περιπτώσεις που οι θερμοκρασίες είναι ακατάλληλες για τον άνθρωπο γίνεται παρακολούθηση της διαδικασίας παραγωγής από δωμάτια ελέγχου και οι εντολές δίνονται μέσω ασυρμάτου.
- **Βοηθητικές συσκευές τροφοδοσίας.** Από την ίδια την πρόταση καταλαβαίνουμε ότι πρόκειται για μηχανισμούς μεταφοράς του υλικού προς κατεργασία. Με τον τρόπο αυτό μειώνουμε την χρήση των χεριών άρα και των

πιθανοτήτων να εμπλακεί ο χειριστής σε επικίνδυνα μέρη της μηχανής. Οι μηχανές αυτές μόλις αρχίσει η άνοδος της ωστικής κεφαλής, προωθούν το υλικό κατά ένα ορισμένο βήμα (συνήθως καθορίζεται από ένα μετρητικό φωτοκύτταρο) το οποίο είναι προκαθορισμένο και έχει ρυθμιστεί με ακρίβεια. Η μεταφορά του υλικού γίνεται συνήθως με μεταφορικές ταινίες ή κυλίνδρους.

Σημαντικό στοιχείο όλων των μέτρων που με την παραβίαση τους διακόπτεται η λειτουργία της μηχανής, είναι ότι όταν γίνεται αυτό η μηχανή σταματά ακριβώς στο σημείο που έγινε η διακοπή ρεύματος (εξαιρούνται οι μηχανές με βολάν). Αποτέλεσμα είναι τις περισσότερες φορές κάποια από τις κατεργασίες να μην γίνεται ποιοτικά λόγω της διακοπής και επαναλειτουργίας. Αυτό συνεπάγεται με επαναρίθμηση δεδομένων από τον χειριστή ακόμα και αχρηστία του κομματιού με την επαναληπτική προσπάθεια.

Ο χειριστής-εργαζόμενος μέσω αυτής της διαδικασίας γίνεται πιο προσεκτικός, κατανοεί καλύτερα τους κινδύνους και αποκτά σεβασμό απέναντι στην μηχανή που χειρίζεται. Όλοι οι μηχανισμοί που αναφέραμε παραπάνω, να πούμε πώς τοποθετούνται συνήθως σε πρέσες που δουλεύουν διαρκώς, και που δεν έχουν μόνιμη επιτήρηση.

4. ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΜΨΗΣ ΜΕ ΚΑΛΟΥΠΙΑ

4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Από όλες τις κατεργασίες μορφοποίησης μεταλλικών φύλλων, η κάμψη είναι η ευκολότερη κατεργασία και μπορεί να πραγματοποιηθεί με καλούπια και πρέσες. Η κατεργασία αυτή εφαρμόζεται σε λαμαρίνες, σε δοκούς σε σωλήνες κ.α. καλύπτοντας έτσι μεγάλο φάσμα κατασκευαστικών αναγκών και απαιτήσεων. Οι απαιτήσεις αυτές έχουν να κάνουν με την γεωμετρία που μπορούμε να επιτύχουμε διαμορφώνοντας το μέταλλο, και την αντοχή των αντικειμένων που διαμορφώνονται με κάμψη.

Στην κάμψη με καλούπια η διαμόρφωση του μετάλλου επιτυγχάνεται με την δύναμη που του ασκούν οι καμπτικές ακμές ενός εμβόλου και μιας μήτρας. Κύριο ρόλο για αυτού του είδους την κατεργασία παίζουν τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά εμβόλου/μήτρας καθώς και του υλικού προς κατεργασία.

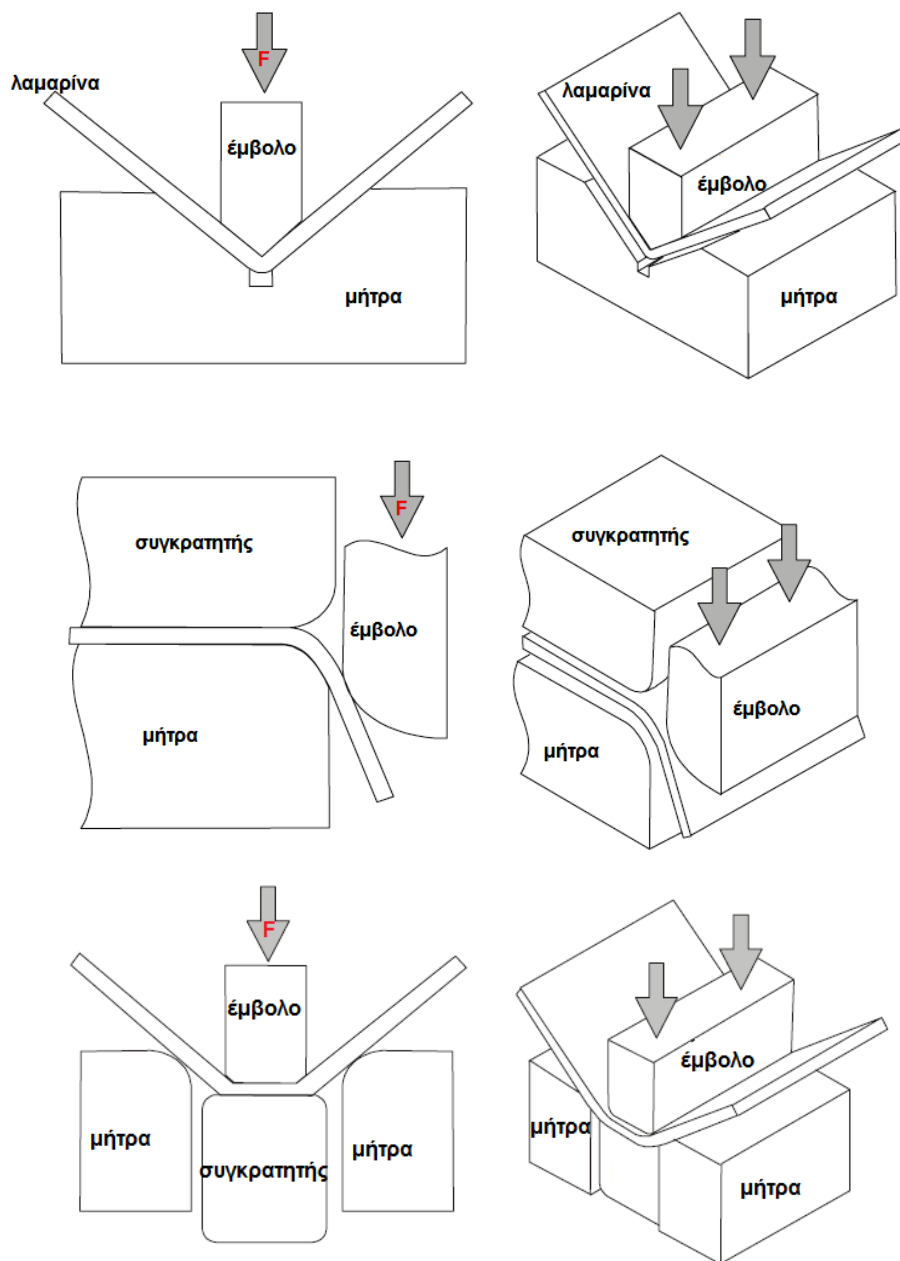
4.2 ΚΑΛΟΥΠΙΑ ΚΑΜΨΗΣ

Για την διαμόρφωση λαμαρινών με καλούπια διακρίνουμε τρεις τύπους κατεργασίας ανάλογα με τον τρόπο που αποδίδουν τα καλούπια το σχήμα της γωνίας στο προϊόν. Έτσι συναντάμε τα καλούπια μορφής «V» , «W» , «U» (Εικόνα 42).

Στον τύπο καλουπιών V μορφής που χρησιμοποιούνται και πιο συχνά, το διάκενο μεταξύ εμβόλου-μήτρας στο καλούπι είναι σταθερό και συνήθως ισούται με το πάχος του ελάσματος που διαμορφώνουμε. Το εύρος του πάχους που μπορούμε να κατεργαστούμε με αυτόν τον τύπο καλουπιού κυμαίνεται από 0.5 έως 25mm. Πάντα όταν έχουμε τέτοια κατεργασία φροντίζουμε την γραμμή κάμψης του ελάσματος, (σημείο που θέλουμε να πετύχουμε την κάμψη) να την ευθυγραμμίσουμε με την ακμή κάμψης του εμβόλου.

Στον τύπο καλουπιών W (wiring) μορφής η μια άκρη του ελάσματος συγκρατείται ανάμεσα στη μήτρα και τον συγκρατητή ενώ η άλλη προεξέχει. Με την κάθοδο του εμβόλου η άκρη αυτή κάμπτεται στις 90 μοίρες. Πλεονέκτημα της διαδικασίας αυτής είναι ότι μπορεί εύκολα να μεταβληθεί το μήκος του μεταλλικού φύλλου που προεξέχει, καθώς επίσης και η γωνία κάμψης μεταβάλλοντας την θέση του εμβόλου.

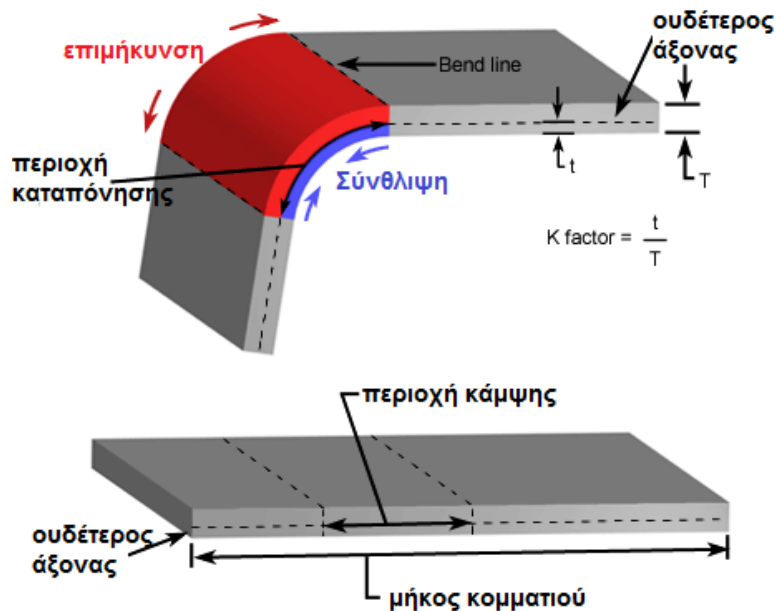
Στον τύπο καλουπιών U μορφής πραγματοποιείται διαμόρφωση του ελάσματος μεταξύ δύο παράλληλων αξόνων. Κάθε άξονας αντιστοιχεί και σε μια κάμψη που πραγματοποιείται. Στην ουσία με αυτόν τον τύπο καλουπιού επιτυγχάνουμε δύο γωνίες. Σημαντικό χαρακτηριστικό της διαδικασίας αυτής είναι ο συγκρατητής που ωθεί την λαμαρίνα προς τα πάνω εξαναγκάζοντας την να βρίσκεται συνεχώς σε επαφή με το έμβολο. Η δύναμη συγκράτησης που απαιτείται για μια τέτοια διαδικασία υπολογίζεται στο 30% της δύναμης εμβόλου.



Εικόνα 42: Κατά σειρά ανάγνωσης, καλούπια μορφής V-W-U.

Παρατηρώντας και τις τρεις μορφές καλούπιών κάμψης συμπεραίνουμε πώς η διαμόρφωση της κάμψης πραγματοποιείται μόνο στο σημείο που η λαμαρίνα από επίπεδο σχήμα διαμορφώνεται σε γωνία.

Στο σημείο αυτό η λαμαρίνα υπόκειται σε εφελκυστικές και θλιπτικές δυνάμεις (Εικόνα 43). Κατά την μετάβαση από την περιοχή εφελκυσμού στην περιοχή θλίψης, υπάρχει μια ουδέτερη ζώνη όπου η συνολική τάση είναι μηδενική. Αυτή διαχωρίζει τη διατομή της λαμαρίνας σε δύο περιοχές με διαφορετικό πάχος η κάθε μια. Χαρακτηριστικό μέγεθος της κάμψης αποτελεί ο συντελεστής k , που είναι ο λόγος του πάχους της θλιβόμενης περιοχής προς το συνολικό πάχος της λαμαρίνας.



Εικόνα 43: Περιοχές δυνάμεων καταπόνησης.

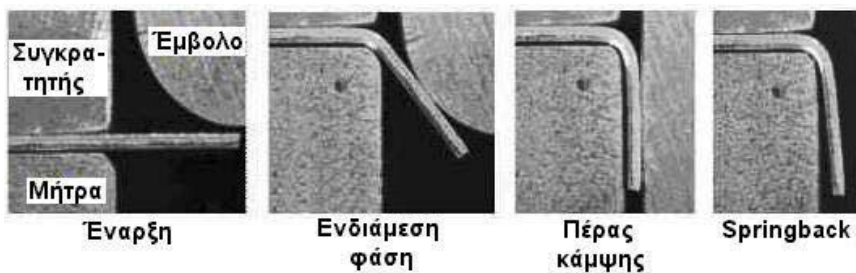
Πριν την κάμψη, το επίπεδο μεταλλικό κομμάτι ήταν ορισμένου μήκους. Το μήκος του ουδέτερου άξονα είναι ακριβώς ίσο με το αρχικό μήκος του κομματιού. Η εξωτερική πλευρά του μεταλλικού φύλλου αυξήθηκε σε μήκος, ενώ η εσωτερική πλευρά μειώθηκε σε μήκος. Επειδή ο ουδέτερος άξονας είναι η αληθινή παράσταση του αρχικού μήκους του κομματιού, αυτός χρησιμοποιείται για να υπολογίσουμε τα αναπτύγματα των προς κάμψη κομματιών.

Όταν το κομμάτι αρχίζει να κάμπτεται, ο ουδέτερος άξονας είναι κοντά στο κέντρο του πάχους της λαμαρίνας. Κατά την διάρκεια της κάμψης ο ουδέτερος άξονας μετακινείται προς την εσωτερική πλευρά της κάμψης ή την θλιβόμενη πλευρά. Επειδή η λαμαρίνα λεπταίνει ελαφρώς στην καμπτόμενη περιοχή δεν μπορούμε να γνωρίζουμε την ακριβή διάσταση της εξωτερικής πλευράς (εφελκυσόμενη), αντίθετα με την εσωτερική πλευρά που λόγω ότι η λαμαρίνα σφίγγει στην ακτίνα καμπυλότητας της ατσάλινης μήτρας του καλουπιού μπορούμε με βάση την ακτίνα της να διαστασιολογήσουμε το κομμάτι.

Η θέση του ουδέτερου άξονα δεν είναι ίδια για όλα τα πάχη λαμαρίνας. Για παράδειγμα, σε φύλλα λαμαρίνας που είναι λεπτά, αλλά έχουμε μεγάλη ακτίνα καμπυλότητας ο ουδέτερος άξονας θεωρούμε ότι είναι κοντά στο 0,5 του πάχους της λαμαρίνας. Σε φύλλα λαμαρίνας πάχους από 0.75 έως 2.5 mm , η απόσταση του ουδέτερου άξονα υπολογίζεται περίπου στο 0.4 του πάχους της λαμαρίνας, ενώ για στρογγυλές ράβδους ή λάμες ο ουδέτερος άξονας βρίσκεται στο 0.33 του πάχους της λαμαρίνας.

4.3 ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΗΔΗΣΗΣ

Ένα σημαντικό φαινόμενο σε όλες τις διαδικασίες κάμψης είναι η ελαστική επαναφορά-αναπήδηση του υλικού (spring back). Το φαινόμενο αυτό εμφανίζεται μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας κάμψης, όπου η περιοχή κοντά στον ουδέτερο άξονα που έχει υποστεί τάσεις μικρότερες από το όριο ελαστικότητας του υλικού, τείνει να επαναφέρει το υλικό στη αρχή του μορφή. Η τάση αυτή του υλικού να επιστρέψει στην αρχική του μορφή, ονομάζεται ελαστική αναπήδηση (Εικόνα 44).

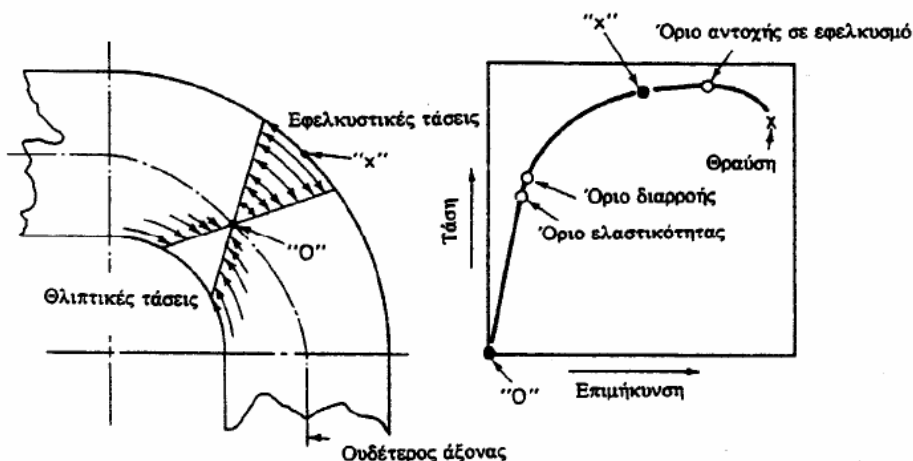


Εικόνα 44: Μηχανισμός ανάπτυξης ελαστικής επαναφοράς

Η ελαστική αναπήδηση εξαρτάται από:

- Το είδος της διαδικασίας κάμψης
- Το όριο διαρροής του απαραιμόρφωτου υλικού (μεγαλύτερη για σκληρά υλικά)
- Το πάχος του ελάσματος (μεγαλύτερη για λεπτά ελάσματα)
- Την ακτίνα καμπυλότητας της κάμψης

Στην κάμψη όπως προαναφέραμε αναπτύσσεται εφελκυστική τάση στην εξωτερική επιφάνεια του μετάλλου. Η εφελκυστική τάση μειώνεται προς το κέντρο του πάχους του μετάλλου και γίνεται μηδέν πάνω στον ουδέτερο άξονα. Στην συνέχεια γίνεται θλιπτική. Η εναλλαγή, εφελκυστικών-θλιπτικών τάσεων στην ζώνη κάμψης απεικονίζεται στην Εικόνα 45.



Εικόνα 45: Μεταβολή των τάσεων κατά την κάμψη.

Αφού η εφελκυστική τάση μεταβάλλεται από την τιμή μηδέν στο σημείο «Ο» επάνω στον ουδέτερο άξονα μέχρι μια μέγιστη τιμή στο σημείο «Χ» επάνω στην

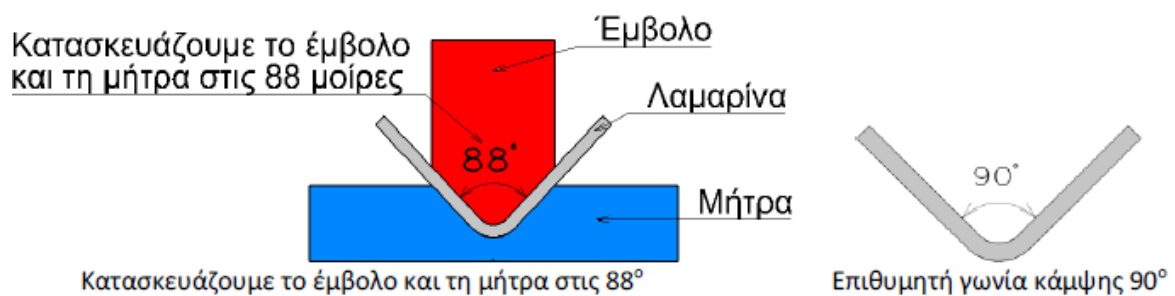
εξωτερική επιφάνεια, η καμπύλη τάσεων-καταπονήσεων του καθαρού εφελκυσμού μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάλυση της κάμψης. Για ένα καλό σχεδιασμό της κάμψης, η τάση εφελκυσμού στο σημείο «X» πρέπει να είναι κάτω από το όριο αντοχής του υλικού σε εφελκυσμό. Εάν υπερβούμε το όριο αντοχής σε εφελκυσμό, το μέταλλο μπορεί να σπάσει κατά την διάρκεια της κάμψης. Τα μέταλλο πάρα πολύ κοντά στον ουδέτερο άξονα έχει καταπονηθεί σε τιμές κάτω από το όριο ελαστικότητας. Το μέταλλο πιο μακριά από τον ουδέτερο άξονα έχει καταπονηθεί πέρα από το όριο ροής του υλικού και έχει υποστεί πλαστική ή μόνιμη παραμόρφωση. Όταν τώρα το καλούπι ανοίξει, η ελαστική περιοχή, που όπως είπαμε βρίσκεται πολύ κοντά στον ουδέτερο άξονα, προσπαθεί να επιστρέψει στην αρχική επίπεδη κατάσταση, αλλά δεν μπορεί γιατί περιορίζεται από την ζώνη πλαστικής παραμόρφωσης. Όμως ελαφρώς επιστρέφει δημιουργώντας μια εξισορρόπηση μεταξύ ελαστικής και πλαστικής ζώνης και αυτή η επιστροφή του υλικού χαρακτηρίζει το φαινόμενο της ελαστικής αναπήδησης.

4.3.1 Αντιμετώπιση φαινομένου ελαστικής αναπήδησης

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την αντιμετώπιση αυτού του φαινομένου είναι:

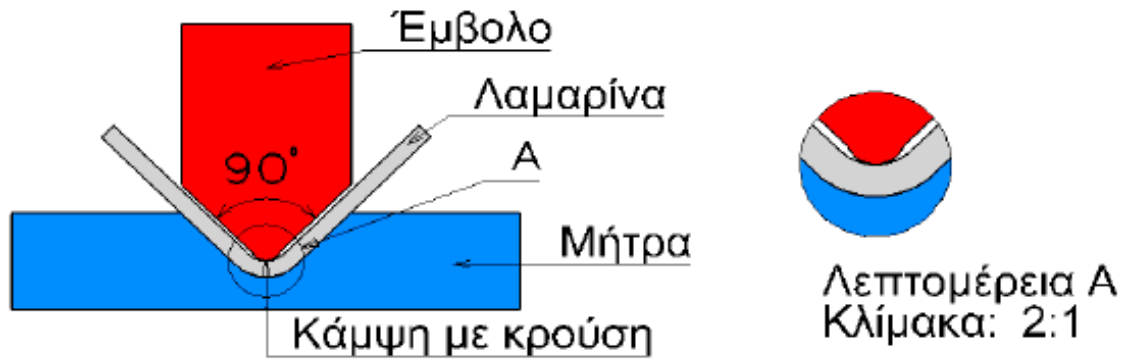
- α) Με υπέρβαση της γωνίας κάμψης
- β) Κάμψη με κρούση
- γ) Κάμψη με τάνυση της λαμαρίνας

α. Η υπέρβαση της γωνίας κάμψης είναι τόση, ώστε μετά να παραμείνει η επιθυμητή γωνία κάμψης. Η υπέρβαση μπορεί να πραγματοποιηθεί κατασκευάζοντας το έμβολο και την μήτρα με μικρότερη γωνία από την επιθυμητή που θέλουμε ως τελικό αποτέλεσμα (Εικόνα 46).



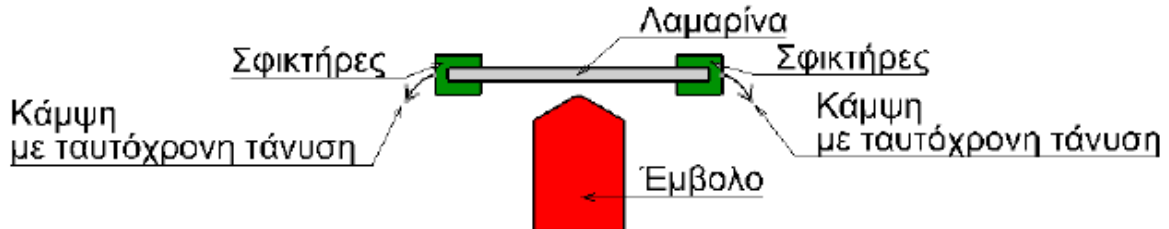
Εικόνα 46: Υπέρβαση γωνίας κάμψης.

β. Η κάμψη με κρούση πραγματοποιείται με μια οξεία πρόσκρουση του μετάλλου στην περιοχή κάμψης. Αυτό προκαλεί στο μέταλλο μεγάλη δύναμη συμπίεσως με αποτέλεσμα το υλικό να περνά από το όριο διαρροής. Η κάμψη αυτή επιτυγχάνεται τοποθετώντας μια προεξοχή στην μύτη του εμβόλου (Εικόνα 47).



Εικόνα 47: Κάμψη με κρούση.

γ. Η κάμψη με τάνυση της λαμαρίνας προϋποθέτει το τέντωμα αυτής μέχρις ότου το μέταλλο σε όλες τις περιοχές του να περάσει το όριο διαρροής. Στην συνέχεια η λαμαρίνα τυλίγεται επάνω στο έμβολο, ώσπου να αποκτήσει την κατάλληλη μορφή (Εικόνα 48).



Εικόνα 48: Κάμψη με τάνυση της λαμαρίνας.

5. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΠΡΕΣΑΣ & ΚΑΛΟΥΠΙΟΥ ΚΑΜΨΗΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ SOLIDWORKS

5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ο σχεδιασμός της υδραυλικής πρέσας ήταν κάτι που μας προβλημάτισε ιδιαίτερα από την αρχή της εργασίας αυτής, μιας και η επιλογή του σχεδίου θα έπρεπε να γίνει με σιγουριά ώστε να μπορέσουμε στην συνέχεια να προχωρήσουμε στην ανάλυση αυτής της συσκευής και τέλος στην κατασκευή.

Οι δύο μεγαλύτεροι παράγοντες που έπαιξαν καθαριστικό ρόλο στο σχεδιασμό της υδραυλικής πρέσας ήταν η επιλογή της δυναμικότητας της, και η λειτουργικότητα της τόσο στο χειρισμό όσο και στην κάλυψη των περισσότερων ειδών κατεργασίας που θα μπορούσαμε να επιτύχουμε.

Αποφασίσαμε λοιπόν να σχεδιάσουμε μια μικρή υδραυλική πρέσα δυναμικότητας δέκα τόνων κλειστού τύπου, πλαισίου μορφής «Η» όπως έχει ονομαστεί λόγω του οριζόντιου κινητού τραπέζιου εργασίας. Η δυναμικότητα αυτή κρίναμε ότι είναι αρκετή ώστε να μπορεί η πρέσα μας για παράδειγμα στο μέλλον να εκτελεί μια σειρά από εργασίες που θα έχουν είτε βοηθητικό ρόλο στην επιδιόρθωση μηχανικών εξαρτημάτων όπως (αλλαγή ρουλεμάν) είτε θα μπορούν να εκτελούν μεταλλικές διαμορφώσεις χρήσιμες για τον τομέα των μεταλλικών κατασκευών(κάμψη σωλήνων-κάμψη λαμαρινών-διάτρηση λαμαρινών με ζουμπά).



Εικόνα 49: Υδραυλικές πρέσες μορφής πλαισίου «Η».

Η επιλογή μιας τέτοιας πρέσας δεν ήταν καθόλου τυχαία καθώς τέτοιου είδους υδραυλικές πρέσες που η δυναμικότητα τους κυμαίνεται από 2 έως και 150 τόνους κατασκευάζονται από πολλές εταιρείες που κατασκευάζουν μηχανήματα διαμορφώσεων. Τα σχέδια αυτών ποικίλουν ανάλογα με την δυναμικότητα των πρεσών και την έμπνευση του σχεδιαστή-μελετητή. Στην Εικόνα 49 φαίνονται κάποιες πρέσες τέτοιου είδους.

Έτσι κριθήκαμε να επιλέξουμε τον κατάλληλο τύπο πλαισίου πρέσας μέσα από μια μεγάλη γκάμα και να σχεδιάσουμε μια υδραυλική πρέσα στις διαστάσεις που εμείς θέλουμε και με τα κριτήρια που εμείς επιλέγουμε. Προκειμένου να κάνουμε την σωστή επιλογή του κατάλληλου σχεδίου πήραμε την απόφαση να σχεδιάσουμε δύο πρέσες και στην συνέχεια να μελετήσουμε και να υλοποιήσουμε το σχέδιο της προτίμησης μας υπό συγκεκριμένα κριτήρια.

5.2 ΣΤΟΙΧΕΙΑ & ΣΤΟΧΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

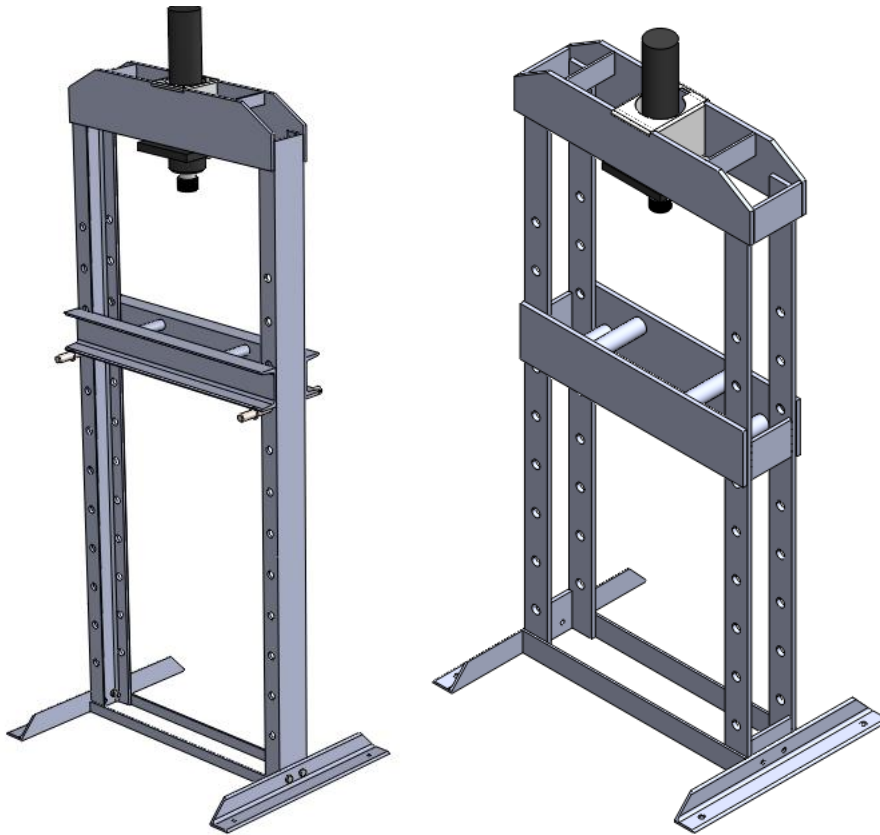
Στόχος της σχεδίασης της υδραυλικής πρέσας είναι η συγκέντρωση πληροφοριών πάνω σε αυτού του είδους πρέσες και ο συνδυασμός αυτών, ώστε να σχεδιαστεί ένα πλαίσιο που θα μπορεί να καλύπτει το χειριστή στις διάφορες κατεργασίες που θέλει να πραγματοποιήσει με ασφάλεια και ποιότητα. Το πλαίσιο της πρέσας θα πρέπει να έχει τέτοια μορφή που θα μπορεί ο χειριστής της μηχανής να επιβλέπει από όλα τα σημεία την εργασία που εκτελεί. Επιπλέον όλα τα στοιχεία του πλαισίου θα πρέπει να σχεδιαστούν με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι εύκολη η τοποθέτηση του υδραυλικού συστήματος αντλίας – εμβόλου, σε σημεία που δεν θα εμποδίζουν το χειρισμό αλλά και που θα προσφέρουν το μέγιστο των ικανοτήτων τους. Αναλύοντας την γεωμετρία των δύο πλαισίων θα εξετάσουμε και θα επιλέξουμε εκείνο το τύπο πλαισίου που συλλέγει τα περισσότερα πλεονεκτήματα.

Επειδή το καταναλωτικό κοινό στο οποίο απευθύνεται ο συγκεκριμένος τύπος πρέσας είναι συνήθως άτομα που ασχολούνται με μηχανουργικές κατεργασίες ή μικρές μεταλλικές κατασκευές ακόμα και άτομα που έχουν στην κατοχή τους κάποιο συνεργείο θα γίνει προσπάθεια ο σχεδιασμός να βασιστεί σε μεγάλο βαθμό σε επιλογή στοιχείων που θα καταστήσουν την κατασκευή οικονομικότερη μειώνοντας αισθητά το κόστος απόκτησης μιας έτοιμης πρέσας από κάποιον έμπορο.

5.3 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΠΡΕΣΑΣ

Τα σχέδια που υλοποιήθηκαν αφορούν κυρίως το πλαίσιο της πρέσας μιας και σκοπός της εργασίας αυτής είναι η ανάλυση του πλαισίου διότι αυτό είναι που δέχεται όλες τις καταπονήσεις. Εκτός αυτού οι συγκεκριμένες πρέσες δεν περιλαμβάνουν μεγάλο περιφερειακό εξοπλισμό πέραν της αντλίας και του υδραυλικού κυλίνδρου εκ των οποίων σχεδιάστηκε μόνο ο υδραυλικός κύλινδρος λόγω ότι η πρέσα που θα κατασκευαστεί δεν θα έχει σταθερό τον κύλινδρο στο κέντρο της κεφαλής, αλλά θα μπορεί να κινείται δεξιά και αριστερά μέσα σε κάποια όρια ασφαλείας. Για την επιλογή των ορίων αυτών κρίθηκε απαραίτητο να σχεδιαστεί και ο κύλινδρος αφού πρώτα επιλέχτηκαν συγκεκριμένες διαστάσεις από τον τύπο του κυλίνδρου όπου σε συνδυασμό με την αντλία θα μας απέδιδε την δυναμικότητα των 10 τόνων.

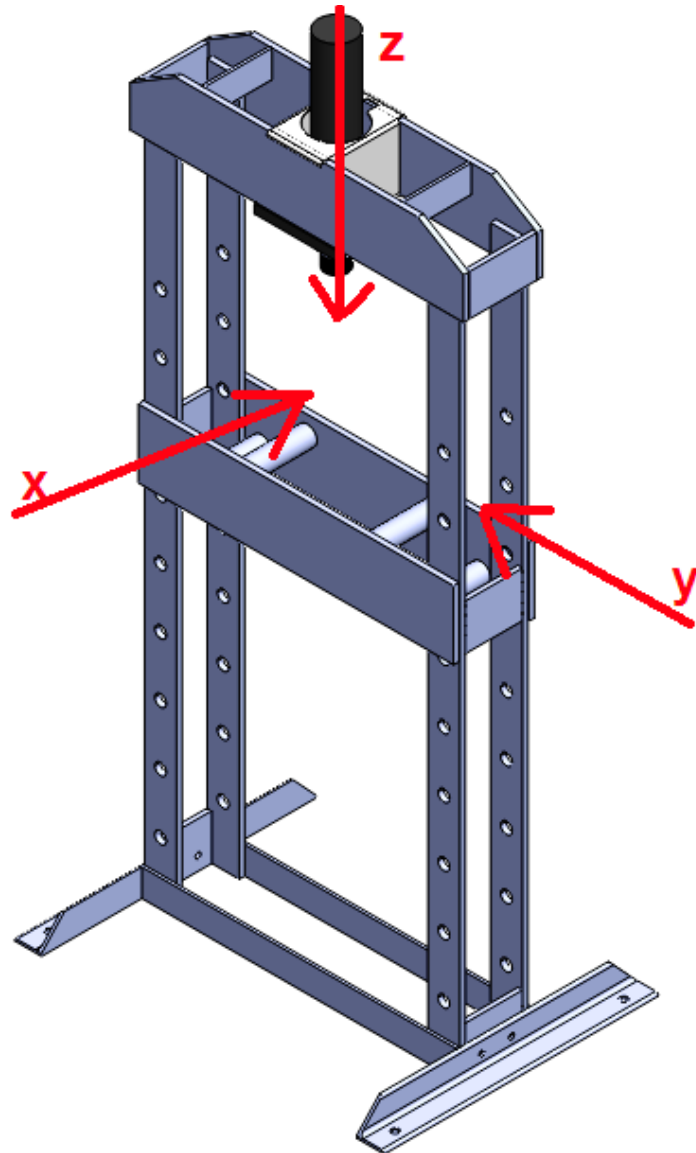
Τα σχέδια έχουν δισδιάστατη και τρισδιάστατη μορφή και υλοποιήθηκαν με την χρήση του σχεδιαστικού προγράμματος SolidWorks. Στην Εικόνα 50, απεικονίζονται μέσα από την επιφάνεια σχεδιασμού του προγράμματος τα δύο πρώτα σχέδια πλαισίων που σχεδιάστηκαν προκειμένου να επιλέξουμε το ένα εκ των δύο για την συνέχεια της μελέτης.



Εικόνα 50: Πρώτο σχεδιαστικό μοντέλο πλαισίου πρέσας με δοκό «Π» (αριστερά) και δεύτερο σχεδιαστικό μοντέλο πλαισίου πρέσας με λάμες (δεξιά).

Και τα δύο μοντέλα πλαισίου πρέσας που σχεδιάστηκαν είχαν κοινές διαστάσεις ύψους-πλάτους, φέροντας και τα δύο μηχανισμό κινούμενης κεφαλής του υδραυλικού κυλίνδρου. Η κύρια διαφορά τους εντοπίζεται στα κάθετα στοιχεία του πλαισίου που έρχονται σε επαφή με το έδαφος. Στο πρώτο μοντέλο επιλέχθηκαν στον σχεδιασμό μεταλλικοί δοκοί UPN κοινώς «Π» ενώ στο δεύτερο μοντέλο επιλέχθηκαν λάμες. Η επιλογή του σχεδίου έγινε εξ' αρχής και είχε ως γνώμονα την πλήρη αξιοποίηση του πλαισίου. Έτσι λοιπόν παρατηρώντας τα δύο μοντέλα στα κάθετα στοιχεία του πλαισίου, εντοπίζουμε την μεγαλύτερη διαφορά από όλες, που είναι η μη ύπαρξη διόδου στην πλάγια θέση του πρώτου μοντέλου σε αντίθεση με το δεύτερο μοντέλο (Εικόνα 51). Αυτή η διαφορά σαφώς και οφείλεται στην επιλογή των μεταλλικών στοιχείων της κατασκευής.

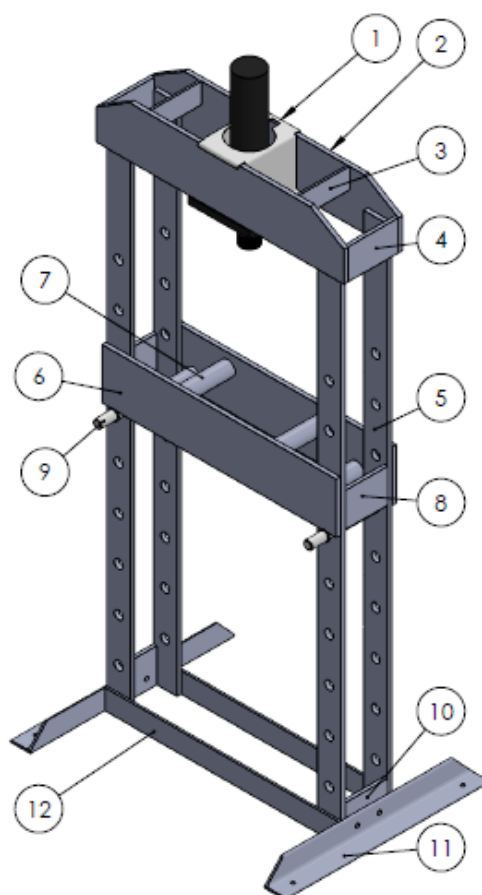
Το μειονέκτημα αυτό μας στερεί την δυνατότητα διαμόρφωσης μεγάλων μήκους τεμαχίων, κατά τρόπο που η δύναμη του φορτίου να ασκείται κατά μήκος του τραπέζιου εργασίας και όχι αποκλειστικά κατά πλάτος προσφέροντας έτσι μεγαλύτερη σταθερότητα σε μια μελλοντική κατεργασία.



Εικόνα 51: Πλεονέκτημα δεύτερου μοντέλου πρέσας.

Έτσι λοιπόν δεδομένης της διαφοράς αυτής επιλέγουμε εξ' αρχής το δεύτερο μοντέλο πλαισίου πρέσας.

Παρακάτω (Εικόνα 52) παρατίθενται όλα τα στοιχεία της χειροκίνητης υδραυλικής πρέσας με δυνατότητα μετατόπισης υδραυλικού κυλίνδρου, δυναμικότητας 10 τόνων που επιλέχθηκε.



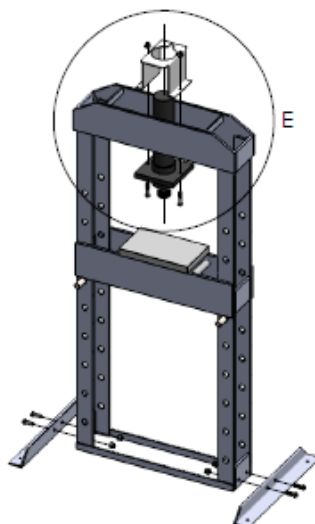
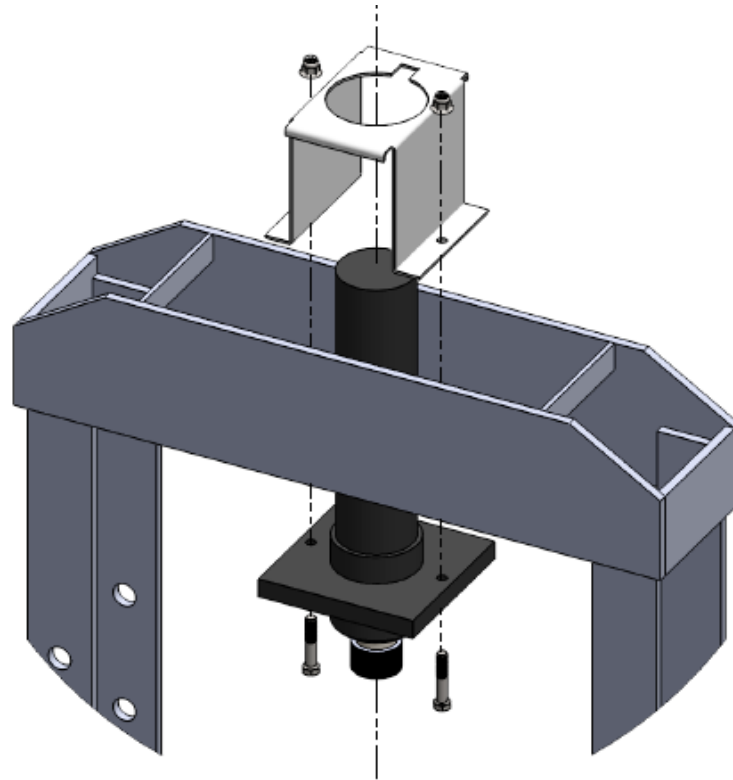
Νο ΤΕΜΑΧΙΟΥ	ΕΙΔΟΣ ΤΕΜΑΧΙΟΥ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΤΕΜΑΧΙΩΝ
1	ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΚΙΝΟΥΜΕΝΗΣ ΥΔΡ/ΚΗΣ ΜΠΟΥΚΑΛΑΣ	1
2	ΛΑΜΑ ΚΕΦΑΛΗΣ ΠΡΕΣΑΣ	2
3	ΣΤΟΠ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ-ΠΕΡΙΟΡΙΣΤΙΚΟ ΚΙΝΗΣΗΣ	2
4	ΑΝΩ ΑΠΟΣΤΑΤΗΣ ΚΕΦΑΛΗΣ ΠΡΕΣΑΣ	2
5	ΚΑΘΕΤΗ ΛΑΜΑ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΠΡΕΣΑΣ	4
6	ΛΑΜΑ ΤΡΑΠΕΖΙΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	2
7	ΣΩΛΗΝΑΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΛΑΜΩΝ ΤΡΑΠΕΖΙΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	4
8	ΜΕΣΟΣ ΑΠΟΣΤΑΤΗΣ ΚΑΘΕΤΩΝ ΛΑΜΩΝ	2
9	ΠΕΙΡΟΣ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΤΡΑΠΕΖΙΟΥ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	2
10	ΚΑΤΩ ΑΠΟΣΤΑΤΗΣ ΚΑΘΕΤΩΝ ΛΑΜΩΝ ΠΛΑΙΣΙΟΥ	2
11	ΠΕΛΜΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΠΡΕΣΑΣ	2
12	ΚΑΤΩ ΛΑΜΑ ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗΣ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΠΡΕΣΑΣ	2

Εικόνα 52: Στοιχεία κατασκευής.

Στην Εικόνα 53 που ακολουθεί, γίνεται κατανοητό με μια αναπαράσταση συναρμολόγησης της κατασκευής το πώς θα λειτουργεί το σύστημα κινούμενου

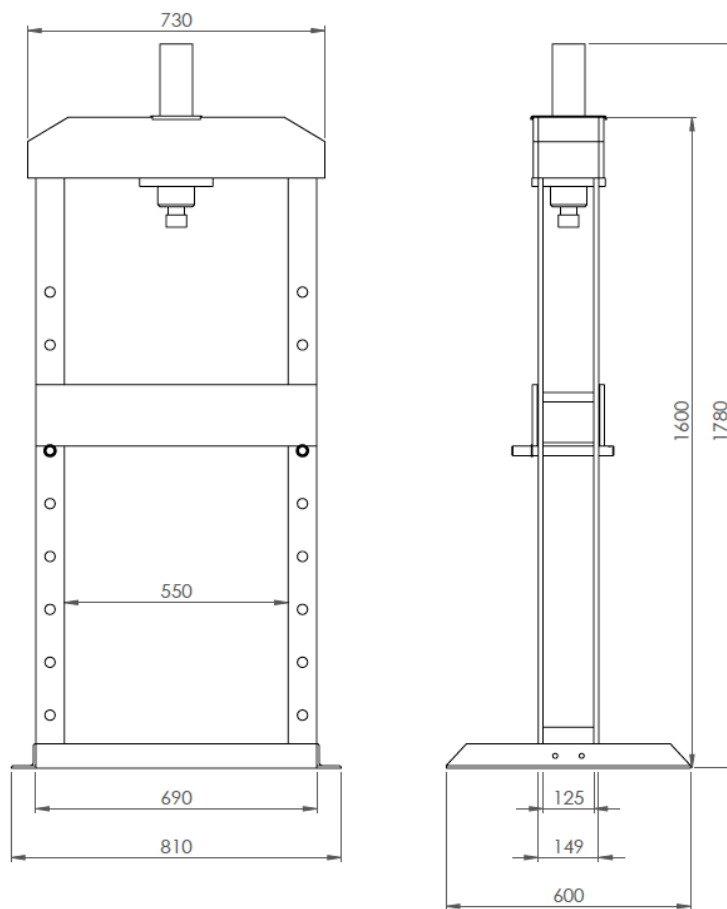
υδραυλικού κυλίνδρου. Ένα σύστημα που θα μας δίνει την δυνατότητα να πραγματοποιούμε έκκεντρες κατεργασίες. Ξεβιδώνοντας τις δύο βίδες που συγκρατούν τον υδραυλικό κύλινδρο στο διαμορφωμένο τεμάχιο, που έχει ρόλο συγκράτησης του βάρους του κυλίνδρου αλλά και οδήγησης αυτού εντός της κεφαλής του πλαισίου της πρέσας θα μπορούμε να μετατοπίζουμε το σύστημα είτε δεξιά είτε αριστερά. Συσφίγγοντας τις βίδες θα μπορούμε να συνεχίσουμε την εργασία που εκτελούμε.

detail:E



Εικόνα 53: Μηχανισμός κινούμενου υδραυλικού κυλίνδρου.

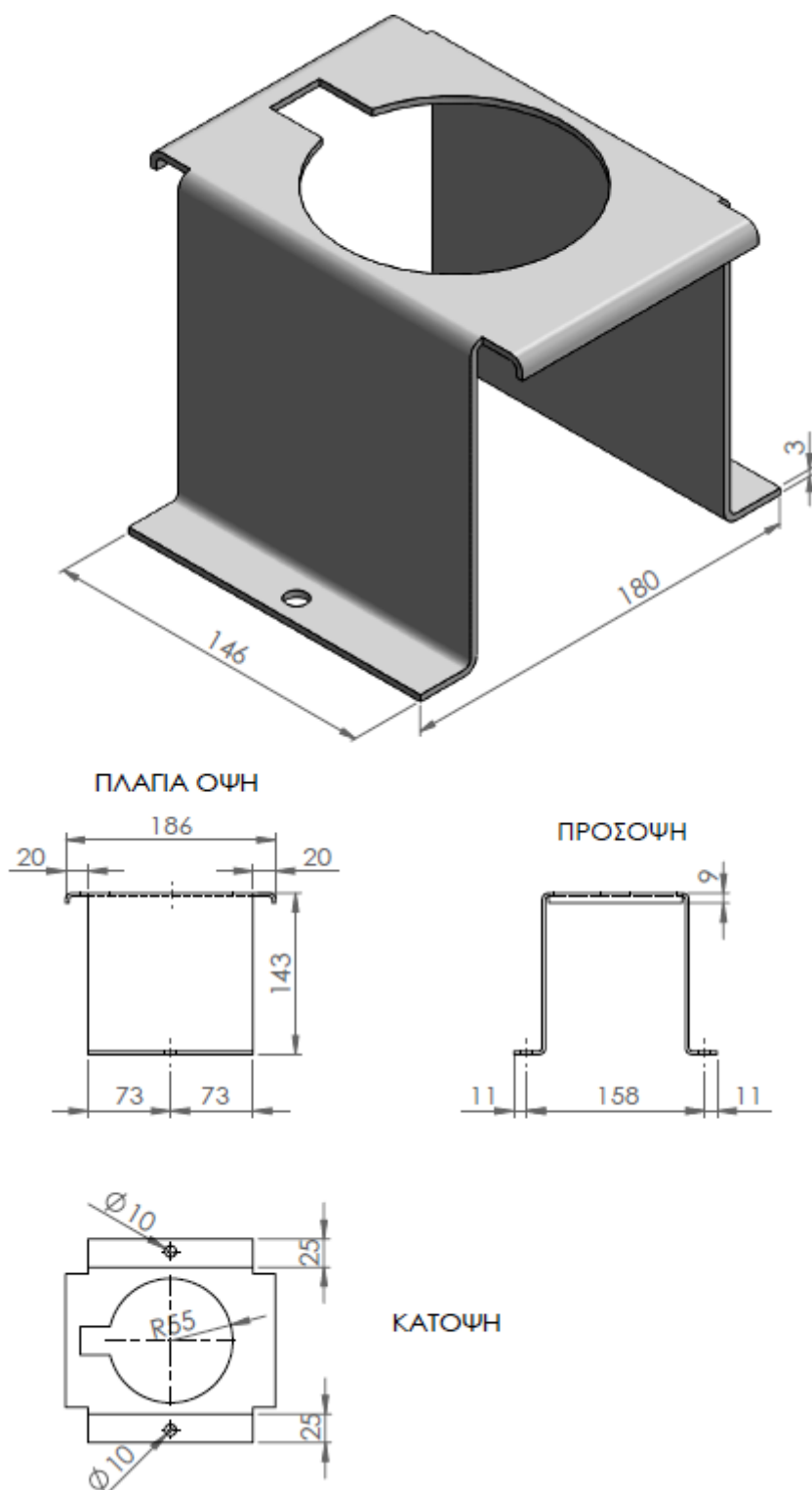
Στην Εικόνα 54 βλέπουμε τις κύριες διαστάσεις της κατασκευής όπως το ύψος, το μήκος, το πλάτος του πλαισίου και το ύψος της κατασκευής όταν πάρει τελική μορφή με την τοποθέτηση του υδραυλικού συστήματος.



Εικόνα 54: Κύριες διαστάσεις πλαισίου πρέσας.

Στις Εικόνες 55 έως 68 που ακολουθούν διακρίνουμε τα σχέδια των μερών που απαρτίζουν το πλαίσιο της πρέσας κατά σειρά αρίθμησης σύμφωνα με τον πίνακα των στοιχείων κατασκευής (Εικόνα 52). Η παρουσίαση των σχεδίων γίνεται αρχικά υπό μορφή 3D για την καλύτερη αντίληψη του στερεού και ύστερα υπό μορφή 2D με όλες τις απαραίτητες διαστάσεις.

Το πρώτο στοιχείο σύμφωνα με τον πίνακα είναι ο «μηχανισμός κινούμενου υδραυλικού κυλίνδρου». Όπως παρατηρούμε πρόκειται στην ουσία για ένα έξυπνο σύστημα συγκράτησης και μετακίνησης του υδραυλικού κυλίνδρου κατά μήκος της κεφαλής του πλαισίου της πρέσας. Το σύστημα αυτό αποτελείται από μια διαμόρφωση λαμαρίνας, με σκοπό την συγκράτηση και μετατόπιση του υδραυλικού κυλίνδρου, και μια τετράγωνη φλάντζα που είναι ενσωματωμένη μέσω συγκόλλησης στον υδραυλικό κύλινδρο και η οποία ως σκοπό έχει την κατανομή του φορτίου που μεταδίδεται στην κεφαλή της πρέσας.

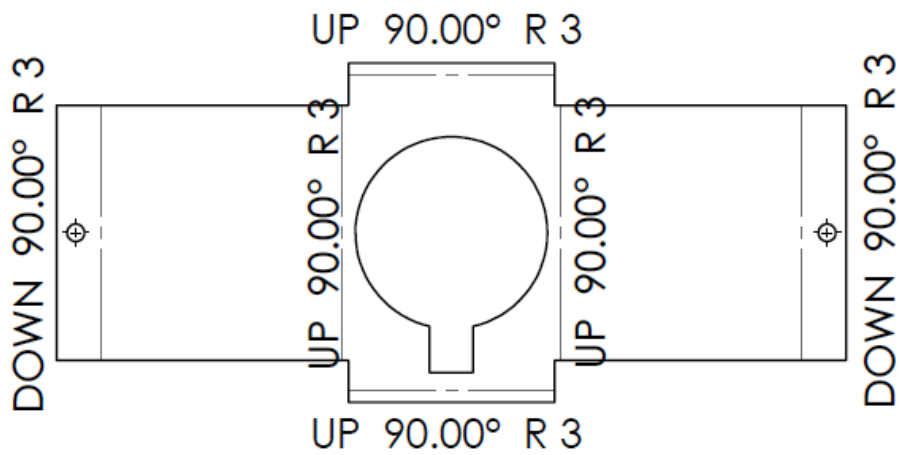


Εικόνα 55: Νο Τεμαχίου 1. Σχέδιο «Τμήμα μηχανισμού κινούμενου υδραυλικού κυλίνδρου».

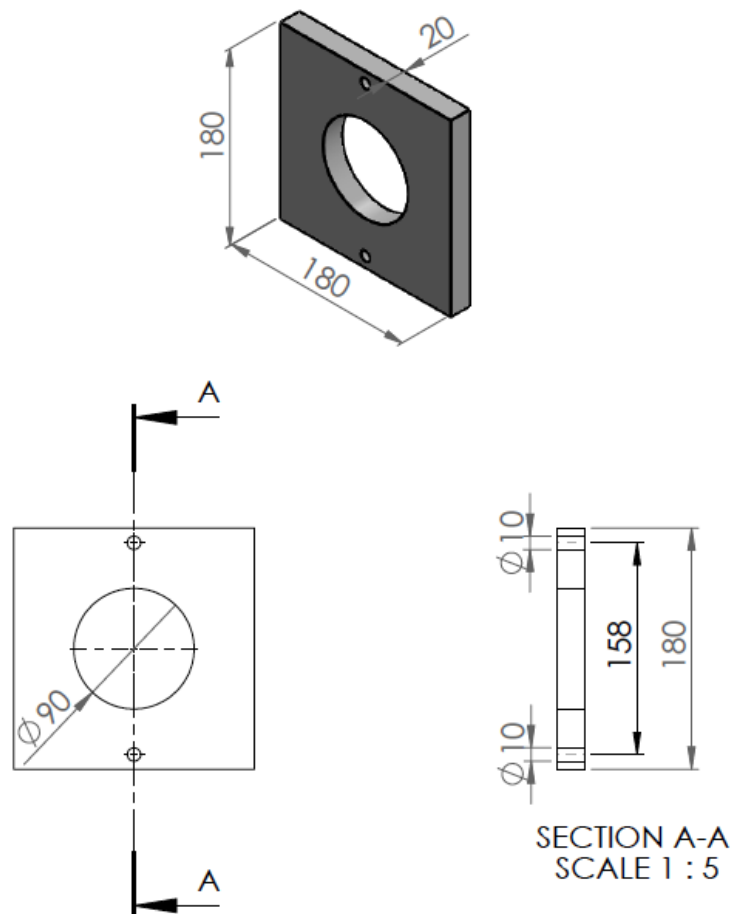
Οι διαστάσεις του συγκεκριμένου τεμαχίου λήφθηκαν σύμφωνα με τις εσωτερικές και εξωτερικές διαστάσεις της κεφαλής της πρέσας ώστε να μπορεί να κινείται ελεύθερα έχοντας εσωτερικά της κεφαλής ένα περιθώριο των 3mm.

Αυτό το περιθώριο λήφθηκε μικρό για την καλύτερη ευθυγράμμιση του υδραυλικού κυλίνδρου σε σχέση με το πλαίσιο.

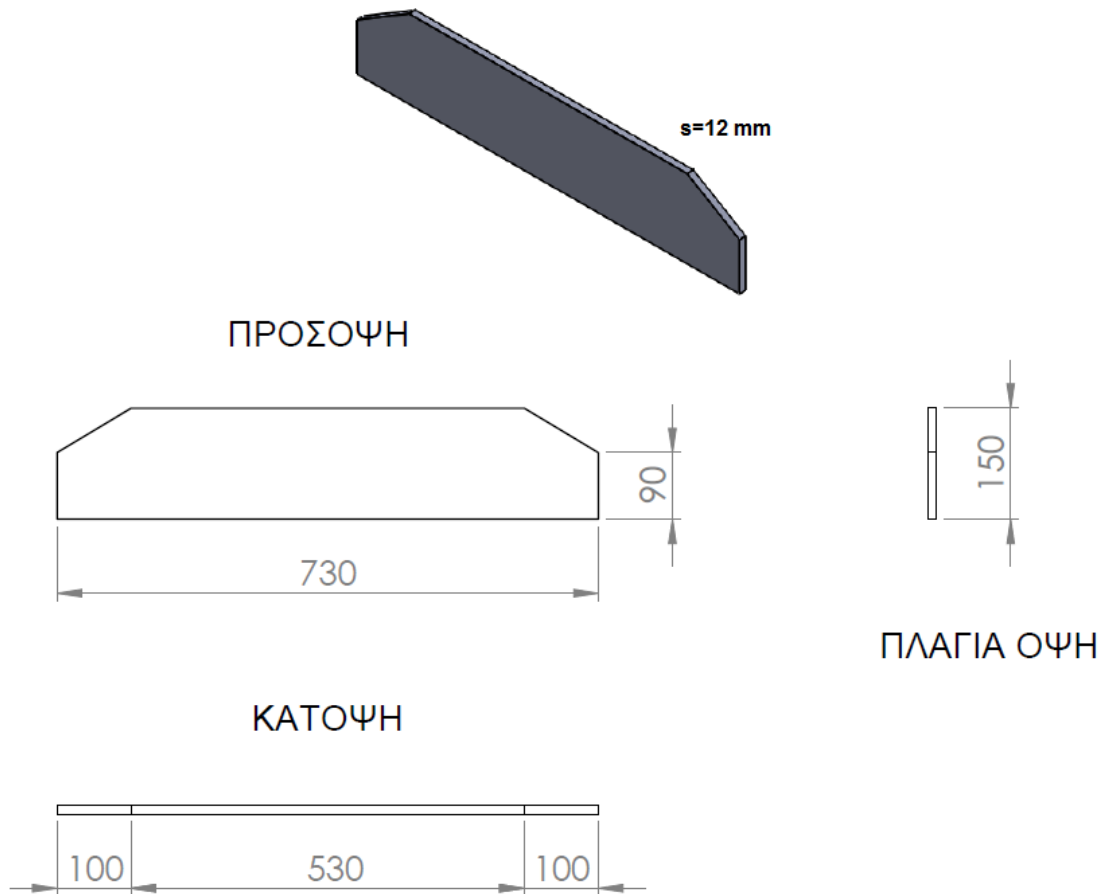
Σημαντικό στοιχείο επίσης για την διαστασιολόγηση του τεμαχίου έπαιξε η φλάντζα συγκράτησης που θα κολληθεί ο υδραυλικός κύλινδρος στην πορεία της κατασκευής.



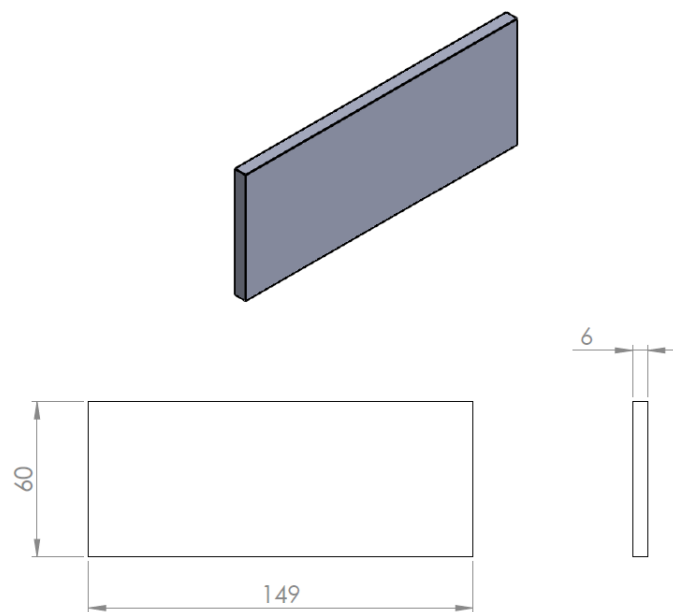
Εικόνα 56: Ανάπτυγμα με υποδείξεις σημείων κάμψης για διαμόρφωση σε στράντζα.



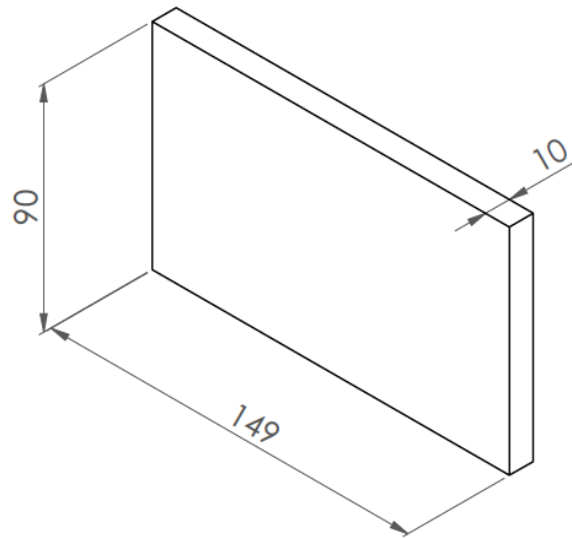
Εικόνα 57: Νο τεμαχίου 1. Σχέδιο «Τμήμα μηχανισμού κινούμενου υδραυλικού κυλίνδρου».



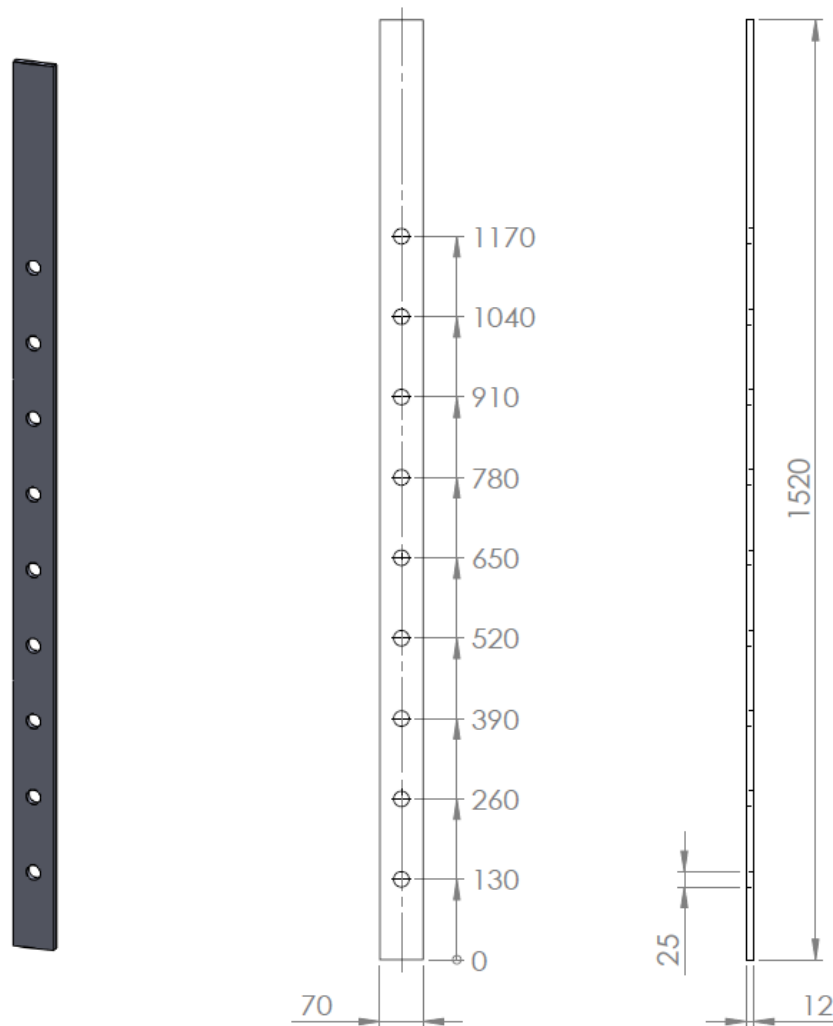
Εικόνα 58: Σχεδιασμός τεμαχίου Νο 2. Λάμα κεφαλής πλαισίου πρέσας.



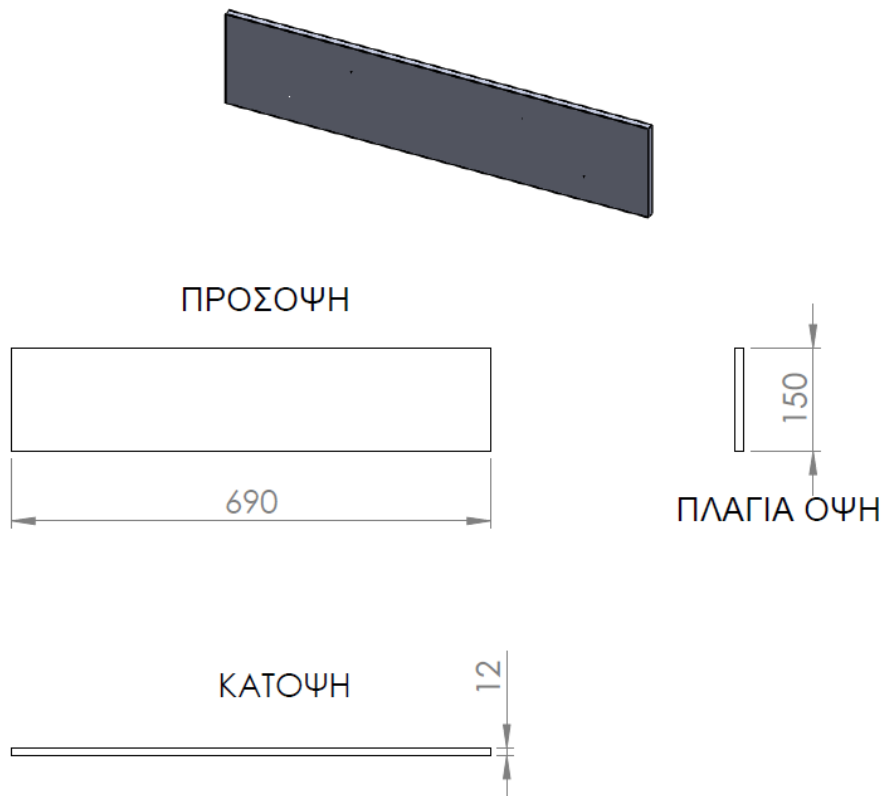
Εικόνα 59: Σχεδιασμός τεμαχίου Νο 3. Λαμάκι περιορισμού κίνησης.



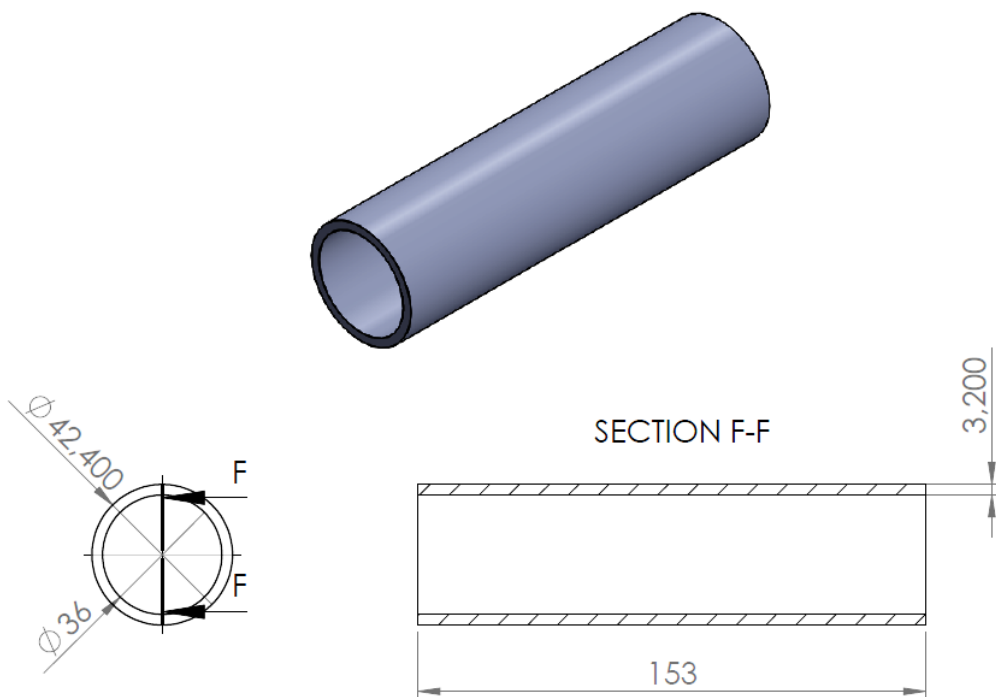
Εικόνα 60: Σχεδιασμός τεμαχίου Νο4. Άνω αποστάτης κεφαλής πρέσας.



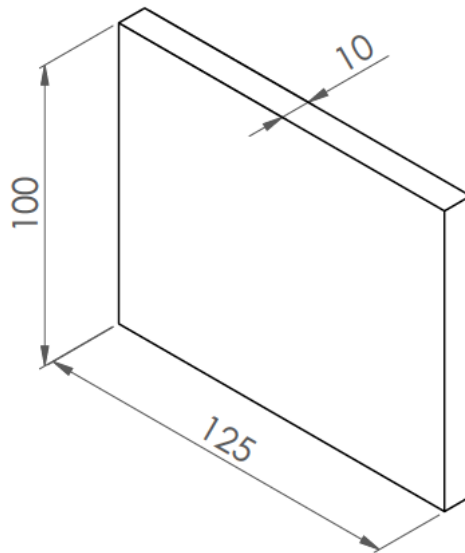
Εικόνα 61: Σχεδιασμός τεμαχίου Νο 5. Κάθετη λάμα πλαισίου πρέσας.



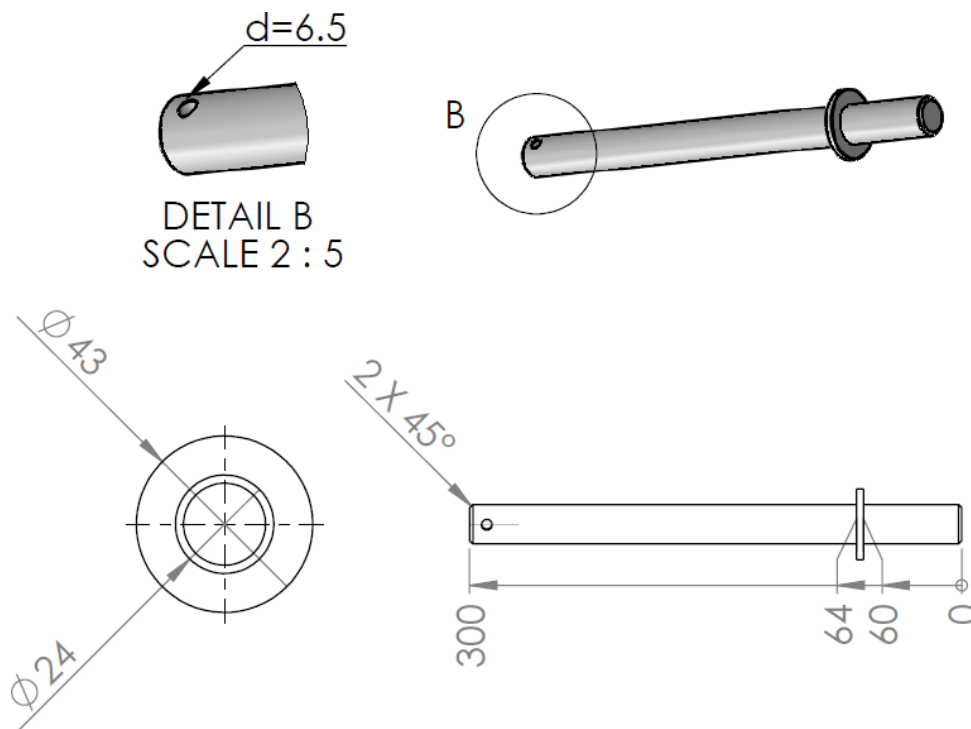
Εικόνα 62: Σχεδιασμός τεμαχίου Νο 6. Λάμα τραπεζιού.



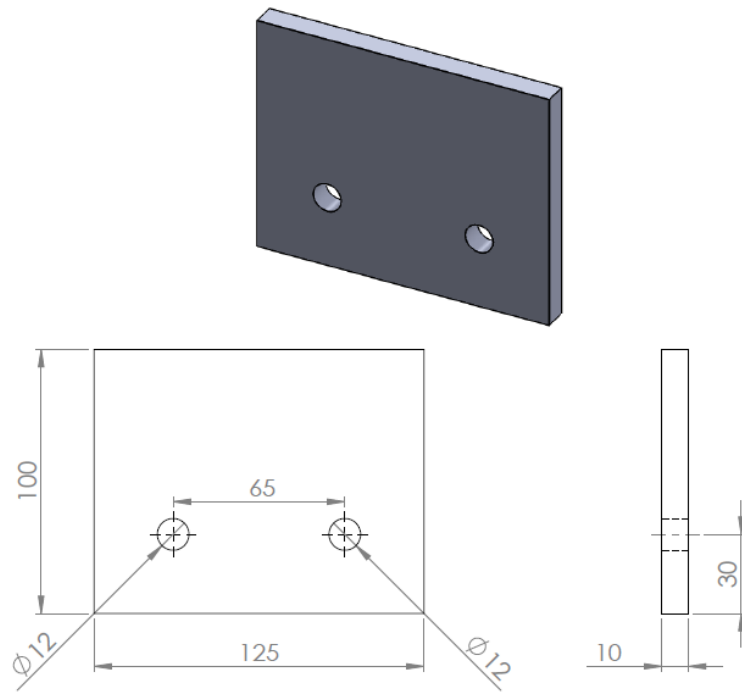
Εικόνα 63: Σχεδιασμός τεμαχίου Νο7. Αποστάτης λαμών τραπεζιού πλαισίου.



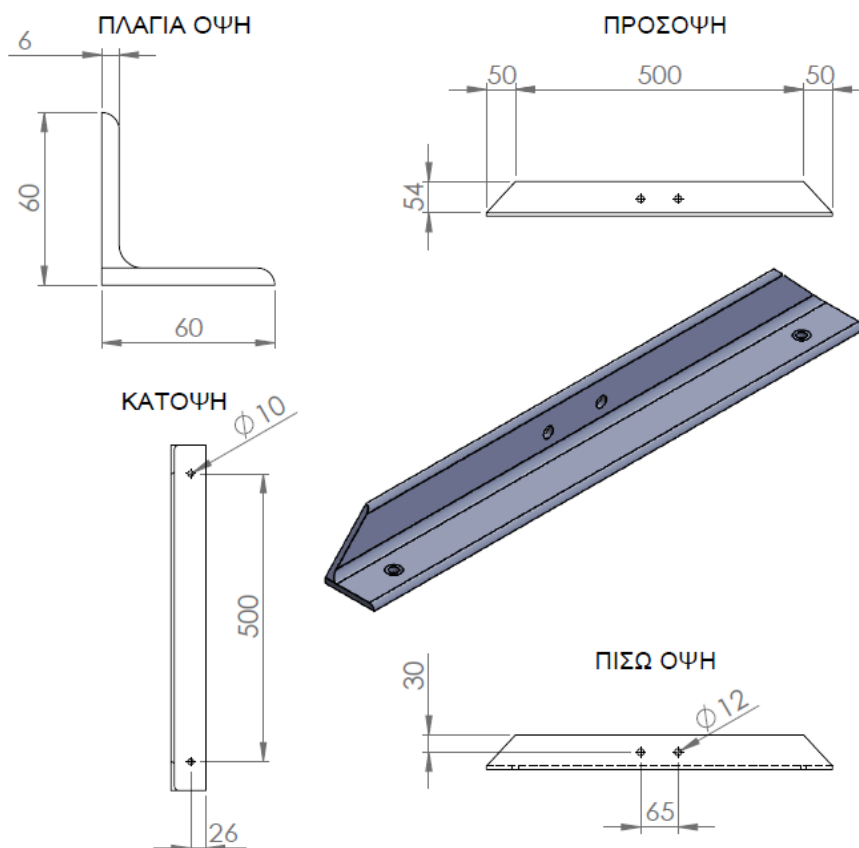
Εικόνα 64: Σχεδιασμός τεμαχίου Νο 8. Μέσος αποστάτης κάθετων λαμών πλαισίου.



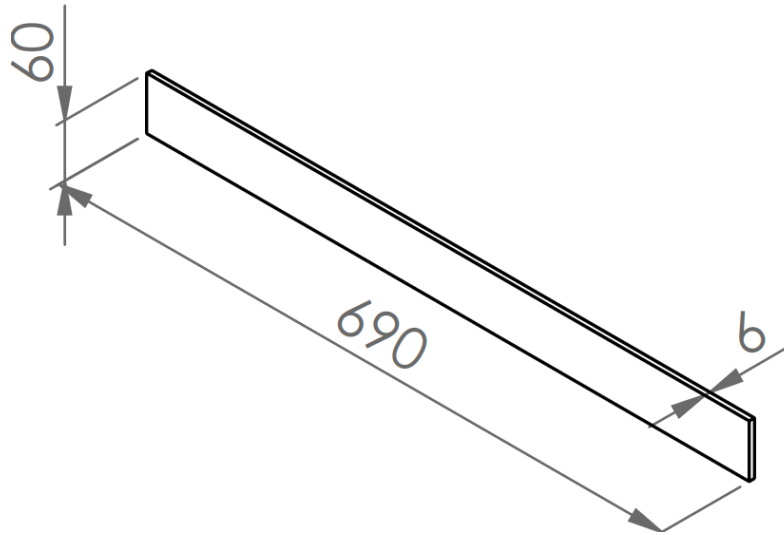
Εικόνα 65: Σχεδιασμός τεμαχίου Νο 9. Πείρος συγκράτησης τραπεζιού.



Εικόνα 66: Σχεδιασμός τεμαχίου Νο 10. Κάτω αποστάτης κάθετων λαμών πλαισίου.



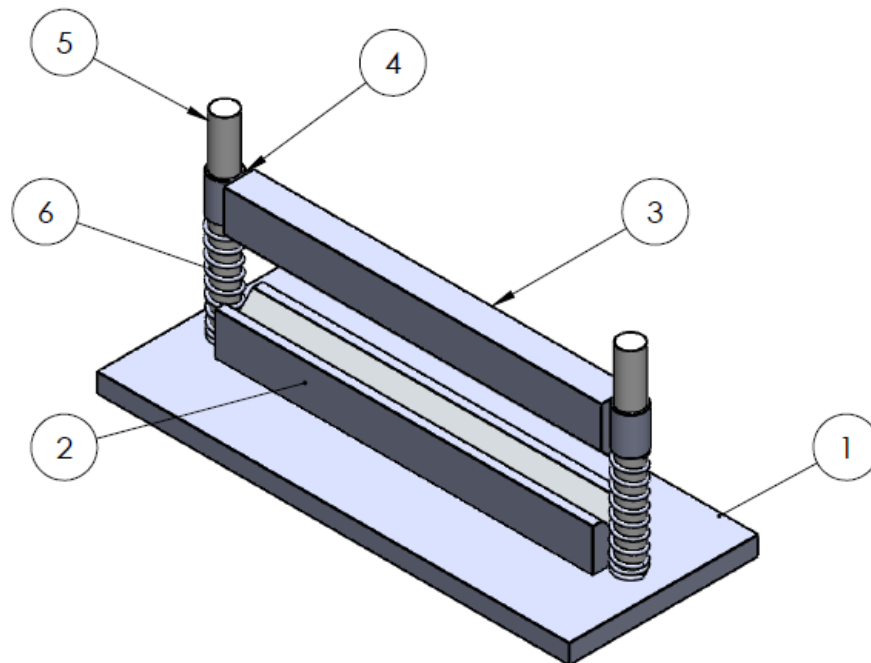
Εικόνα 67: Σχεδιασμός τεμαχίου Νο 11. Πέλμα στήριξης πλαισίου πρέσας.



Εικόνα 68: Σχεδιασμός τεμαχίου Νο12. Κάτω λάμα πλαισίου πρέσας.

5.4 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΛΟΥΠΙΟΥ ΚΑΜΨΗΣ

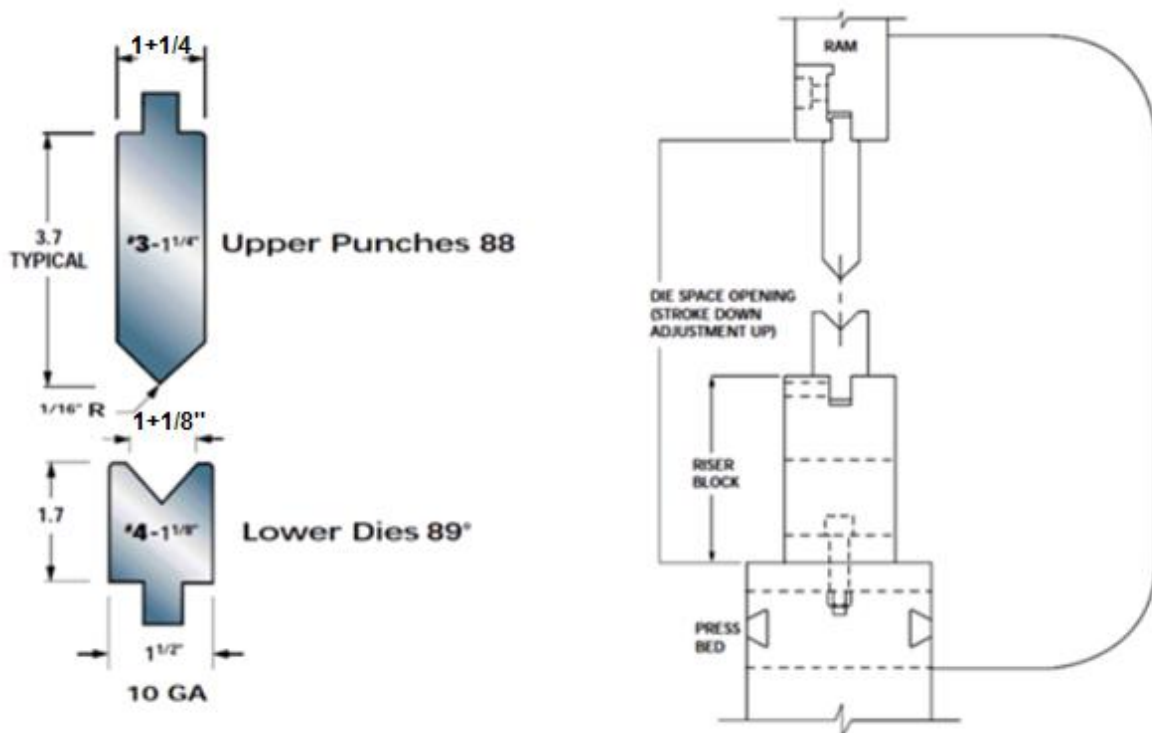
Το καλούπι κάμψης που σχεδιάστηκε είναι ένα καλούπι μορφής «V». Θα εκτελεί διαμορφώσεις κάμψης σε γωνία 90 μοιρών με την δύναμη που θα δέχεται το έμβολο του τοποθετώντας μελλοντικά το σύστημα μήτρα/έμβολο στο τραπέζι της υδραυλικής πρέσας. Ο σχεδιασμός του καλουπιού κάμψης έγινε και αυτός στο SolidWorks με σχέδια μορφής 2D & 3D. Οι διαστάσεις των στοιχείων που απαρτίζουν το καλούπι κάμψης πάρθηκαν σύμφωνα με τυποποιήσεις που δίνονται για συστήματα μήτρας/εμβόλου όπως επίσης και σύμφωνα με τις βασικές διαστάσεις της υδραυλικής πρέσας όπως είναι το εσωτερικό άνοιγμα της και το πλάτος του τραπεζιού. Δεν κρίθηκε λόγος για μελέτη της γεωμετρίας εμβόλου/μήτρας για τον λόγο ότι το καλούπι αυτό θα σχεδιαστεί και στην συνέχεια θα κατασκευαστεί για να αναδείξουμε μια από τις πολλές διαμορφώσεις που μπορεί να εκτελέσει μια υδραυλική πρέσα. Τα στοιχεία του καλουπιού φαίνονται αναλυτικά στην Εικόνα 69.



Νο ΤΕΜΑΧΙΟΥ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΕΜΑΧΙΟΥ	ΠΟΣΟΤΗΤΑ
1	ΠΛΑΚΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ ΚΑΛΟΥΠΙΟΥ	1
2	ΜΗΤΡΑ	1
3	ΕΜΒΟΛΟ	1
4	ΔΑΚΤΥΛΙΟΙ ΟΛΙΣΘΗΣΗΣ	2
5	ΠΕΙΡΟΙ ΟΔΗΓΗΣΗΣ	2
6	ΕΛΑΤΗΡΙΑ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑΣ	2

Εικόνα 69: Στοιχεία καλουπιού κάμψης (press brake).

Οι διαστάσεις σύμφωνα με τις οποίες κατασκευάσαμε το έμβολο και την μήτρα του καλουπιού λήφθηκαν από τυποποίηση (Εικόνα 70) κατασκευάστριας εταιρείας καλουπιών στράντζας και είναι η εξής:



Εικόνα 70: Τυποποίηση καλουπιού κάμψης για διαμόρφωση λαμαρίνας 90°.

Όπως παρατηρούμε στην συγκεκριμένη τυποποίηση ο κατασκευαστής μας δίνει το έμβολο (upper Punch) και την μήτρα (lower die) με συγκεκριμένες διαστάσεις που πρέπει να ακολουθηθούν προκειμένου το καλούπι να εκτελεί σωστά την διαμόρφωση. Σημαντική διαφορά εντοπίζεται στις διαφορετικές μοίρες εμβόλου/μήτρας. Η μήτρα έχει 89 μοίρες ενώ το έμβολο 88. Επίσης μια άλλη σημαντική διαφορά εντοπίζεται στα ράδια των καμπτικών ακμών εμβόλου/μήτρας. Η μήτρα όπως φαίνεται δεν έχει καθόλου ράδιο, αντίθετα με το έμβολο που το ράδιο της καμπτικής του ακμής ισούται με $R_{\epsilon\mu\beta} = 1/16'' = 1.59 \text{ mm}$.

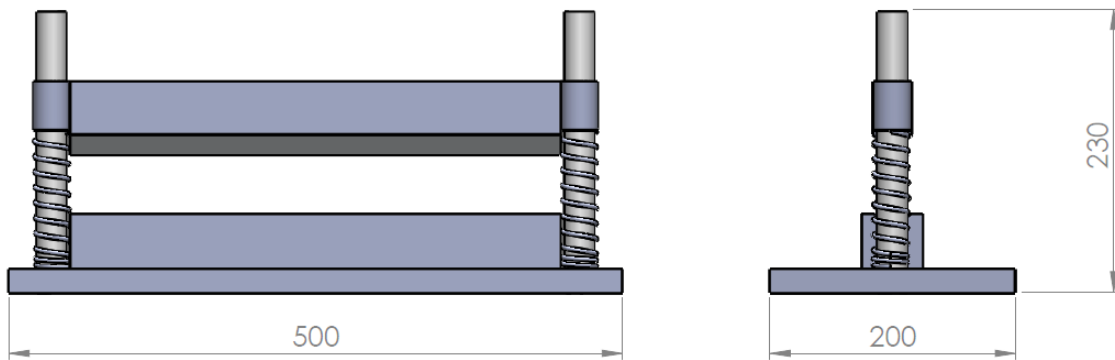
Οι διαφορές που εντοπίζονται στο έμβολο και την μήτρα είναι για την αντιμετώπιση του φαινομένου της ελαστικής αναπήδησης. Φαινόμενο το οποίο εντοπίζεται στις διαμορφώσεις ψυχρών μεταλλικών υλικών με κάμψη.

Στα σχέδια που ακολουθούν, δεν λήφθηκαν υπόψη σύμφωνα με την παραπάνω τυποποίηση το πλάτος της μήτρας και το ύψος του εμβόλου μιας και εμείς το σύστημα εμβόλου/μήτρας το συγκρατούμε με διαφορετικό τρόπο στην μηχανή διαμόρφωσης που είναι η πρέσα μας, αλλά και για λόγους ευκολίας στην διαδικασία κατασκευής του καλουπιού.

Όπως προείπαμε τα πρώτα γεωμετρικά χαρακτηριστικά που ελέγξαμε πριν αρχίσουμε να σχεδιάζουμε το καλούπι είναι αυτά τις πρέσας που σχεδιάσαμε. Για τον λόγο ότι έχουμε ένα περιορισμό μεγεθών και σε περίπτωση που τα υπερβαίναμε θα καθιστούσαμε το καλούπι άχρηστο, μιας και δεν θα μπορούσαμε να το τοποθετήσουμε στην πρέσα.

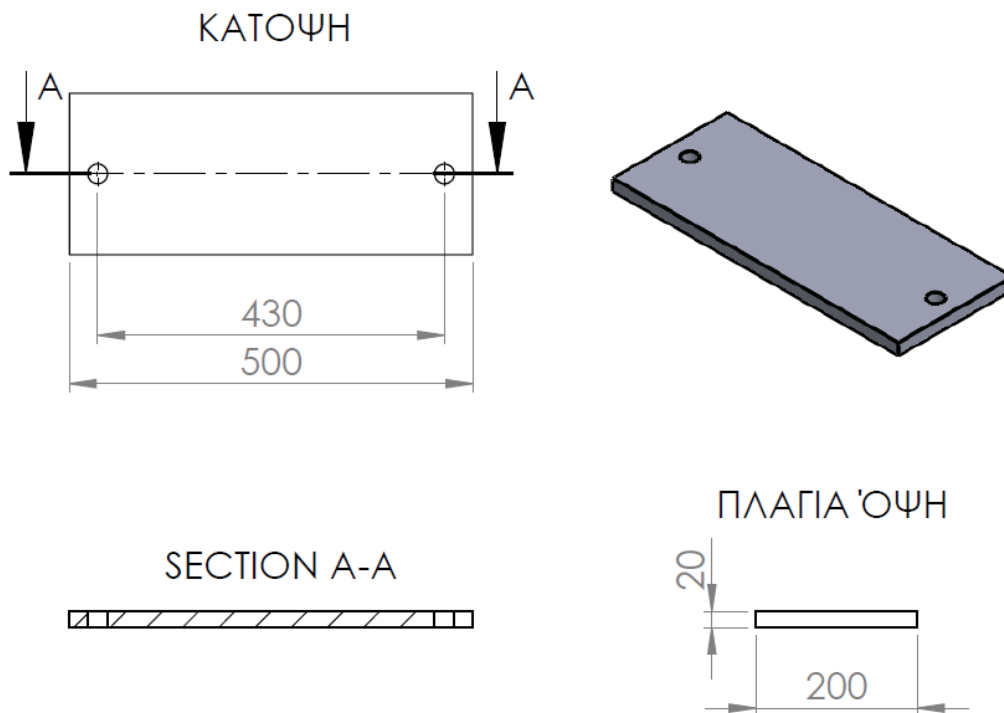
Οι βασικές διαστάσεις λοιπόν που λήφθηκαν από την πρέσα είναι του εσωτερικού ανοίγματος της που είναι 550 mm και του πλάτους του τραπεζιού που είναι 177 mm. Για την διάσταση του ύψους δεν υπάρχει λόγος μιας και το τραπέζι μπορεί να κινηθεί πάνω και κάτω σε διάφορες θέσεις ώστε να χωρέσει το καλούπι.

Στην Εικόνα 71 βλέπουμε τις βασικές διαστάσεις του καλούπιού.



Εικόνα 71: Βασικές διαστάσεις καλούπιού κάμψης.

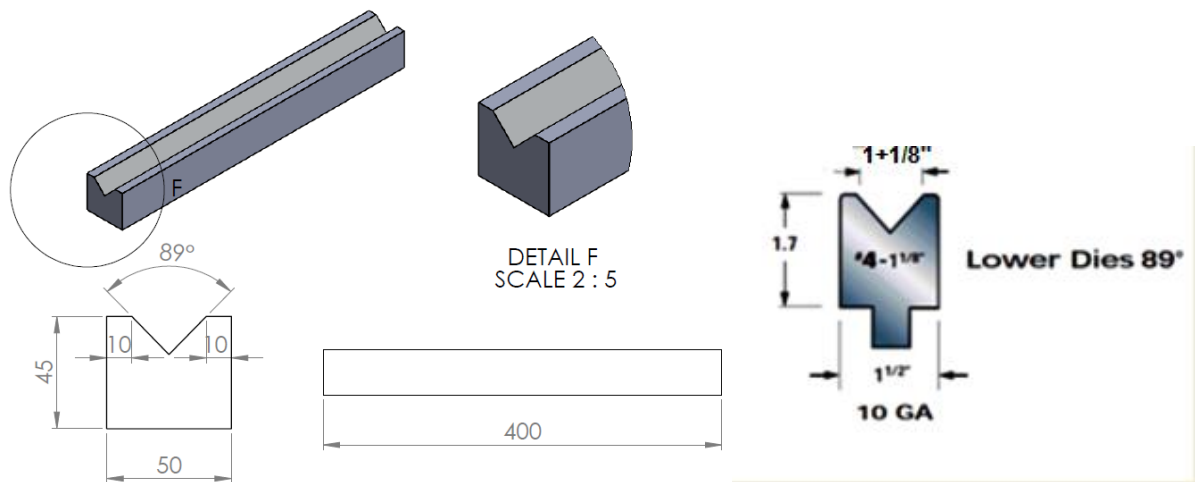
Το πρώτο κατασκευαστικό στοιχείο σύμφωνα με την εικόνα 68 είναι η βάση (Εικόνα 72) που θα στηριχτούν όλα τα υπόλοιπα στοιχεία που συνθέτουν το καλούπι.



Εικόνα 72: Σχεδιασμός τεμαχίου Νο 1. Πλάκα στήριξης καλούπιού.

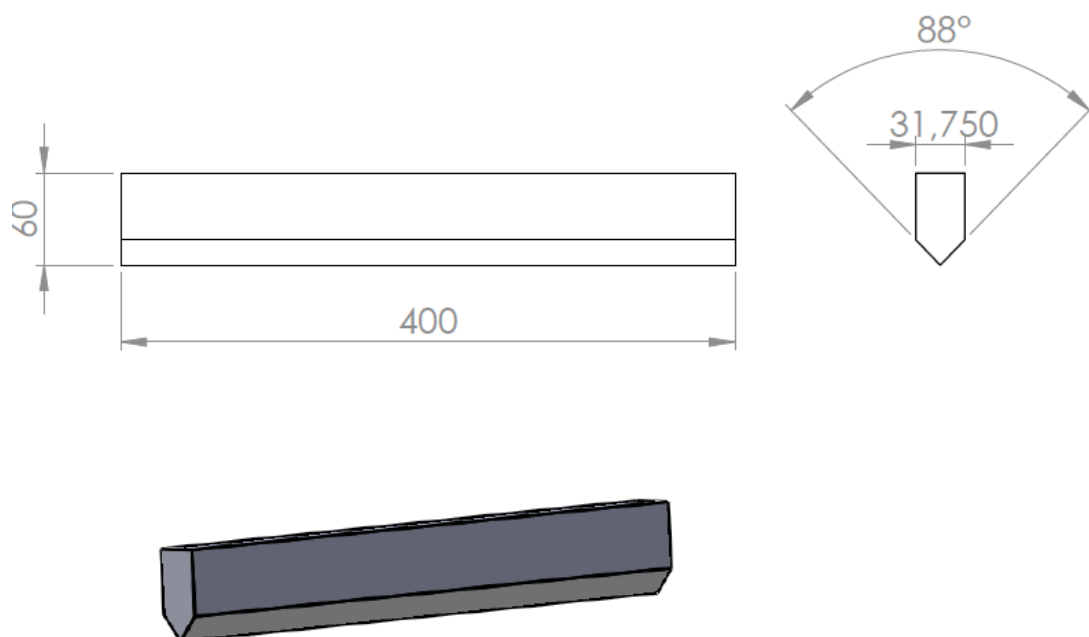
Όπως παρατηρούμε και στην τομή του σχεδίου οι οπές είναι διαμπερές αυτό έγινε για να χωνευτούν οι πείροι οδήγησης (τεμάχιο Νο 5.), προκειμένου να συγκολληθούν μόνο στο κάτω μέρος αφήνοντας ένα κενό. Αυτό γίνεται για καλύτερη

σταθερότητα των πείρων οδήγησης, για αποφυγή εξογκωμάτων το πάνω μέρος και για καλαισθησία. Πάνω στην πλάκα στήριξης καλουπιού θα τοποθετηθεί η μήτρα (Εικόνα 73).



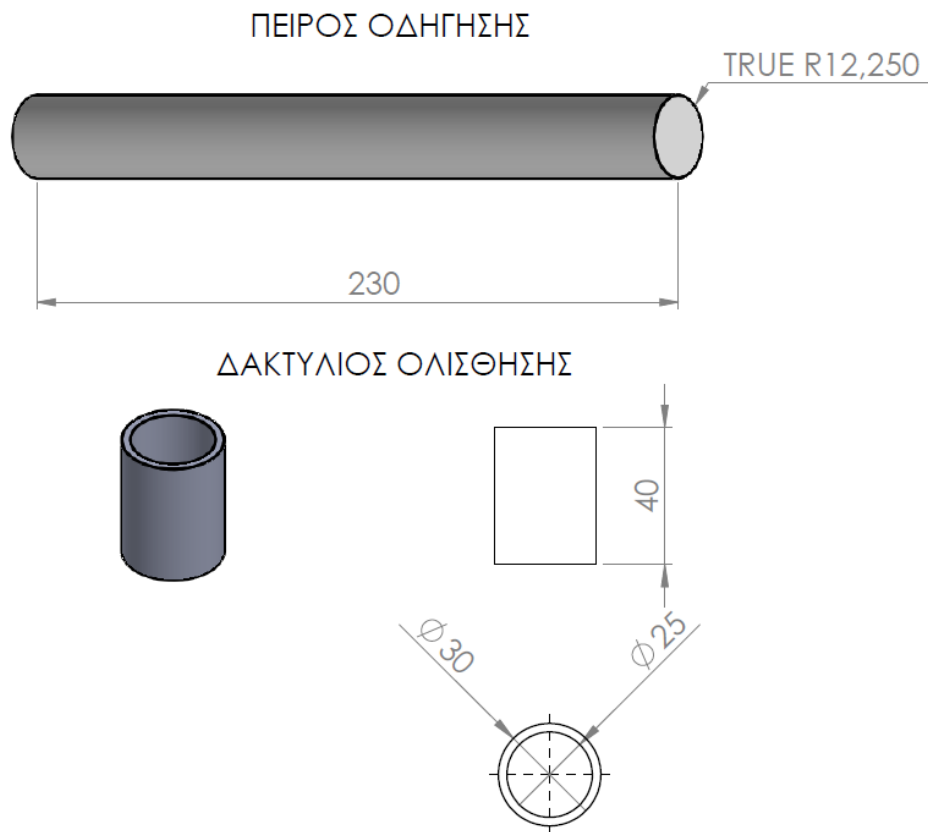
Εικόνα 73: Σχεδιασμός τεμαχίου Νο 2. Μήτρα καλουπιού κάμψης.

Στην μήτρα βυθίζεται το έμβολο (Εικόνα 74) πιέζοντας την λαμαρίνα προκειμένου να εφαρμόσει και να πάρει την μορφή που επιθυμούμε.



Εικόνα 74: Σχεδιασμός τεμαχίου Νο 3. Έμβολο.

Προκειμένου όμως να καθοδηγηθεί το έμβολο με ακρίβεια στην μήτρα χρειάζονται και οι απαραίτητοι οδηγοί και δακτύλιοι οδήγησης-ολίσθησης (Εικόνα 75). Από τα πιο σημαντικά στοιχεία για την σωστή λειτουργία ενός τέτοιου καλουπιού.



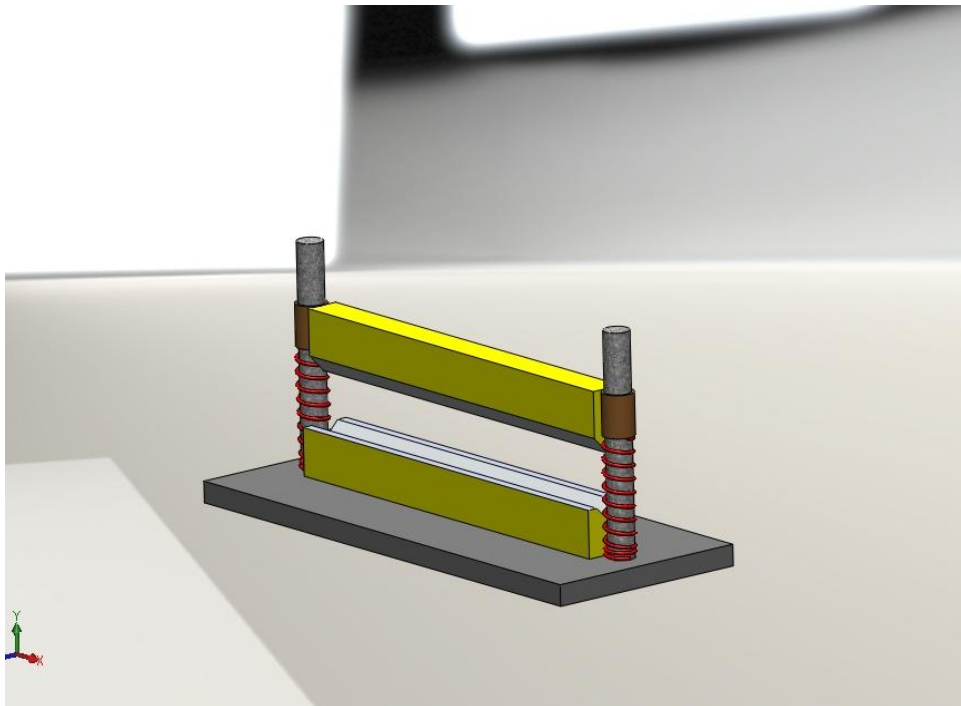
Εικόνα 75: Σχεδιασμός τεμαχίων No 4 & 5.

Το τελευταίο στοιχείο του σετ καλουπιού κάμψης είναι τα ελατήρια επαναφοράς. Στην ουσία τα ελατήρια αυτά φέρουν και επαναφέρουν το βάρος του εμβόλου στην αρχική του θέση αφήνοντας αρκετό κενό μεταξύ εμβόλου και μήτρας για την είσοδο των μεταλλικών τεμαχίων. Ο σχεδιασμός τους δεν έγινε τυχαία. Λήφθηκαν υπόψη οι εξωτερικές διαστάσεις των τεμαχίων No 4 & 5 καθώς και η δύναμη επαναφοράς τους η οποία ελέγχθηκε στην πράξη πρώτα. Αφού μετρήθηκε το βάρος του εμβόλου στην συνέχεια συμπιέστηκε το ελατήριο σε μια ψηφιακή ζυγαριά. Με τον τρόπο αυτό, βάσει της ένδειξης της ζυγαριάς, της συμπίεσης του ελατηρίου και την δύναμη επαναφοράς που ασκούσε συμπεράναμε ότι είναι ικανά και σύμφωνα με αυτά σχεδιάστηκαν της Εικόνας 76.



Εικόνα 76: Σχεδιασμός τεμαχίου No 6. Ελατήριο επαναφοράς εμβόλου.

Η τελική συνολική μορφή του καλουπιού κάμψης παρουσιάζεται στην Εικόνα 77.



Εικόνα 77: Τελική μορφή καλουπιού.

6. ΑΝΑΛΥΣΗ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΠΡΕΣΑΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΥΠΟΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ SOLIDWORKS SIMULATION

6.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το πρόγραμμα με το οποίο αναλύεται το πλαίσιο της πρέσας χρησιμοποιεί την μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων. Το σύνολο των απαραίτητων διαδικασιών για την ανάπτυξη ενός πλήρους μοντέλου πεπερασμένων στοιχείων, δηλαδή η εισαγωγή της γεωμετρίας, η δημιουργία του πλέγματος, η επιβολή στηρίξεων και φόρτισης αποτελούν αυτό που συνοπτικά ονομάζεται μοντελοποίηση πεπερασμένων στοιχείων (fine-element modeling). Παραδοσιακά λογισμικά F.E.A (Fine Element Analysis) είχαν μόνο στοιχειώδεις λειτουργίες μοντελοποίησης, αλλά σήμερα τα περισσότερα είτε προσφέρουν προηγμένες δυνατότητες ή έχουν παρόμοιο interface με συστήματα CAD. Για παράδειγμα το πρόγραμμα SolidWorks 2011, στο οποίο σχεδιάστηκε και αναλύθηκε το πλαίσιο της πρέσας προσφέρει προηγμένες δυνατότητες μοντελοποίησης και ανάλυσης. Για να εφαρμοστεί η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων απαιτούνται τα εξής στάδια:

1. Εισάγεται η γεωμετρία της κατασκευής που έχουμε σχεδιάσει μέσω SolidWorks, στο πρόγραμμα ανάλυσης SolidWorks Simulation στην υπάρχουσα 3D μορφή όπου ορίζονται οι ιδιότητες του υλικού που αποτελείται η υπό ανάλυση κατασκευή.
2. Δημιουργείται το πλέγμα και κατανέμονται οι κόμβοι ώστε να έχουμε την γένεση των πεπερασμένων στοιχείων, καθώς επίσης θέτουμε και τις απαραίτητες συνοριακές συνθήκες του προβλήματος (δυνάμεις, στηρίξεις).
3. Επίλυση των εξισώσεων του πεδίου των πεπερασμένων στοιχείων μέσω του προγράμματος.
4. Επεξεργασία αποτελεσμάτων από τον μελετητή με την χρήση διαγραμμάτων και απεικονίσεων των μέγιστων και ελάχιστων ορίων τάσεων ή παραμορφώσεων που υπόκειται για παράδειγμα το μοντέλο του πλαισίου της πρέσας.

Σημαντικό στοιχείο των σταδίων που ακολουθούνται για την ανάλυση του μοντέλου που έχει σχεδιαστεί είναι η γένεση του πλέγματος. Για την διευκόλυνση αυτού του σταδίου, σήμερα όλα τα λογισμικά συστήματα προσφέρουν δυνατότητες αυτόματης γένεσης πλέγματος. Η τυπική προσέγγιση είναι να προσφέρουν αυτόματα πλέγμα τετραεδρικών στοιχείων για στερεή γεωμετρία και τετραπλευρικά ή τριγωνικά στοιχεία για επιφάνεια στον τρισδιάστατο χώρο. Το πλέγμα στην περίπτωση την δική μας δημιουργείται αυτόματα με την μεγαλύτερη δυνατή πυκνότητα που προσφέρει στον χρήστη το λογισμικό SolidWorks.

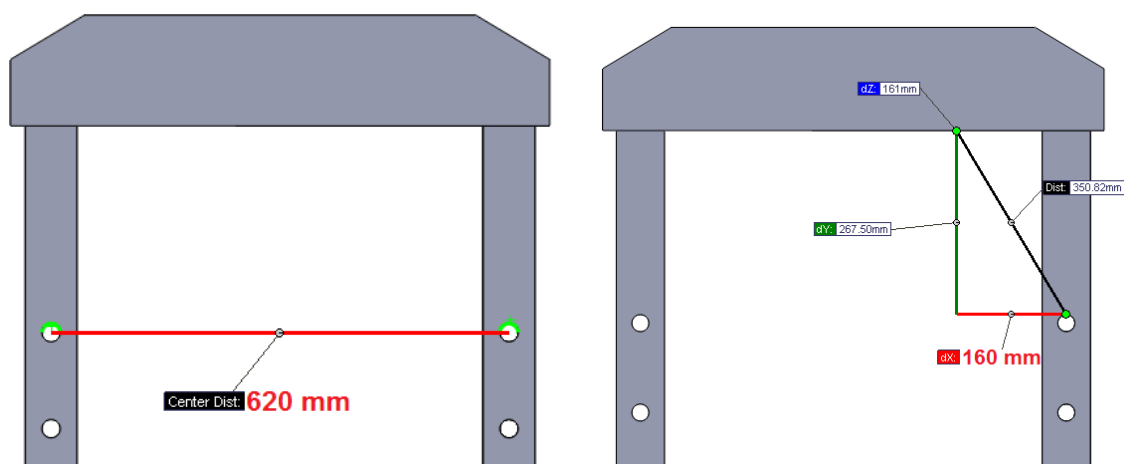
6.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η υδραυλική πρέσα που πρόκειται να αναλυθεί έχει το χαρακτηριστικό ότι δεν δουλεύει με τον κύλινδρο σταθερό στο κέντρο αυτής. Ο υδραυλικός κύλινδρος μέσω ενός απλού συστήματος έχει την δυνατότητα να μετακινείται δεξιά και αριστερά εντός της κεφαλής της πρέσας. Την κίνηση αυτή του υδραυλικού κυλίνδρου την περιορίζουν δύο λαμάκια που έχουν τοποθετηθεί στην κεφαλή της πρέσας και έχουν ρόλο τερματικών και βεβαίως αποστατών που είναι χρήσιμοι για το μοντάρισμα της κατασκευής όταν έρθει η ώρα.

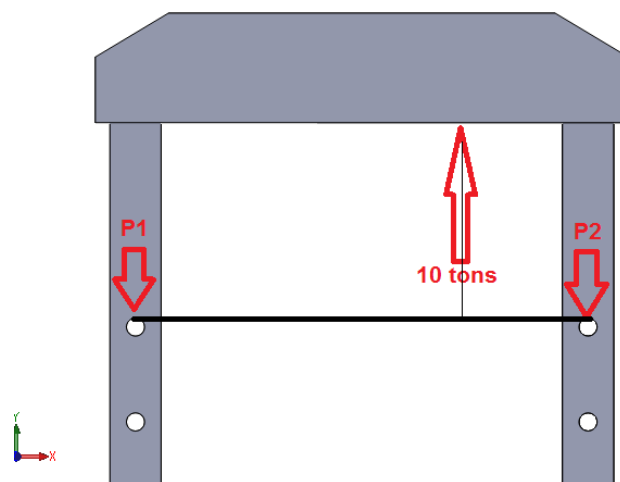
Ο υδραυλικός κύλινδρος συνεπώς έχει τρεις κύριες θέσεις τοποθέτησης.

- Στο κέντρο της κεφαλής
- Αριστερά της κεφαλής
- Δεξιά της κεφαλής

Άρα στις θέσεις αυτές είναι που ασκείται η δύναμη του υδραυλικού κυλίνδρου. Έτσι λοιπόν ορίζονται οι δυσμενέστερες θέσεις λειτουργίας του υδραυλικού κυλίνδρου που υποθετικά καταπονούν περισσότερο την κατασκευή του πλαισίου. Στις θέσεις αυτές το φορτίο που επρόκειτο να ασκηθεί είναι ίσο με 10 τόνους μιας και η πρέσα που μελετάμε προορίζεται για αυτού του μεγέθους φορτία. Το πρόβλημα που απαιτεί υπολογισμό είναι η κατανομή του φορτίου στην δεξιά και αριστερή θέση, λόγω ότι στην θέση αυτή η δύναμη που ασκείται σε κύρια σημεία της κατασκευής δεν κατανέμεται εξίσου δεξιά και αριστερά της κατασκευής, όπως θα συνέβαινε αν για παράδειγμα τοποθετούνταν ο κύλινδρος στο μέσον αυτής. Για τον υπολογισμό της κατανομής της δύναμης χρησιμοποιείται Δ.Ε.Σ (Εικόνα 78), σύμφωνα με τις αποστάσεις των κέντρων των οπών που βρίσκονται στις κάθετες λάμες της κατασκευής (τελικός αποδέκτης του φορτίου), και του κέντρου της θέσης του υδραυλικού κυλίνδρου όταν αυτός έχει σταματήσει στις θέσεις όπου βρίσκονται τα τερματικά στην κεφαλή (Εικόνα 77).



Εικόνα 77: Σημεία τοποθέτησης δυνάμεων βάση κέντρων οπών και κέντρου κυλίνδρου σε ακραία θέση.



Εικόνα 78: Τυπική αναπαράσταση Δ.Ε.Σ.

Σύμφωνα με τις αποστάσεις (Εικόνα 77) θα έχουμε:

$$\left. \begin{array}{l} \Sigma P_y = 0 \Rightarrow P_1 + P_2 = 10t \\ \Sigma M_o = 0 \Rightarrow P_1(620 - 160)\text{mm} - P_2 160\text{mm} = 0 \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{cases} P_1 = 25407.9\text{N} \\ P_2 = 72692.1\text{N} \end{cases} \quad (4)$$

όπου P_1 , P_2 είναι δυνάμεις που τοποθετούνται στα σημεία εφαρμογής(οπές).

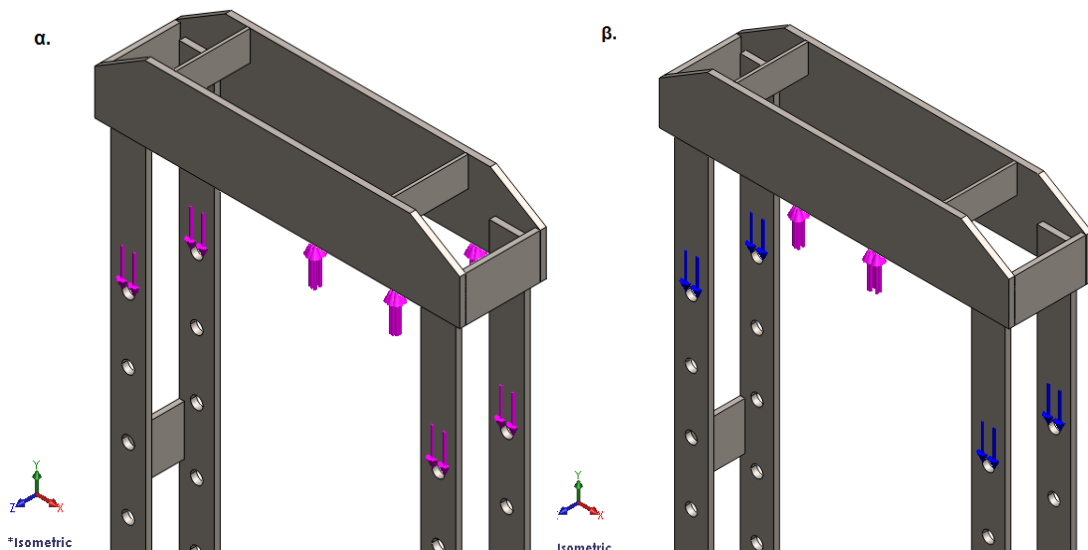
Μ' αυτόν τον τρόπο υπολογίζονται οι δυνάμεις που ασκούνται εξαιτίας της μονόπλευρης εφαρμογής δύναμης του κυλίνδρου στις οπές που αποτελούνται οι κάθετες λάμες του πλαισίου. Επειδή το πλαίσιο της κατασκευής είναι συμμετρικό δεν προκύπτει λόγος για ανάλυση και της αριστερής ακραίας θέσης. Συνεπώς η ανάλυση που πραγματοποιείται στο πλαίσιο της πρέσας αφορά την ανάλυση με τοποθέτηση του φορτίου στο κέντρο του πλαισίου, και ανάλυση του πλαισίου με τοποθέτηση των δυνάμεων μονόπλευρα (δεξιά ή αριστερά).

6.3 ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Για να εξακριβωθεί αν το πλαίσιο που έχει σχεδιαστεί αρχικώς θα αστοχήσει ή όχι, υπολογίζονται οι τάσεις που αναπτύσσονται από τις φορτίσεις που δέχεται μέσω του υδραυλικού κυλίνδρου ο οποίος τοποθετείται στο άνω μέρος του πλαισίου (κεφαλή πρέσας). Προκειμένου να οδηγηθούμε στο ασφαλές συμπέρασμα και να πούμε πώς έχει σχεδιαστεί ένα αξιόπιστο πλαίσιο έτοιμο να ανταπεξέλθει των προσδοκιών του, αναλύονται όλες οι καταπονήσεις ώστε να σιγουρευτούμε για την επιλογή των διαστάσεων που λήφθηκαν υπόψη στον σχεδιασμό. Αρχικά αναλύεται το πλαίσιο σε στατική φόρτιση και έπειτα μελετάται η συμπεριφορά του σε λυγισμό.

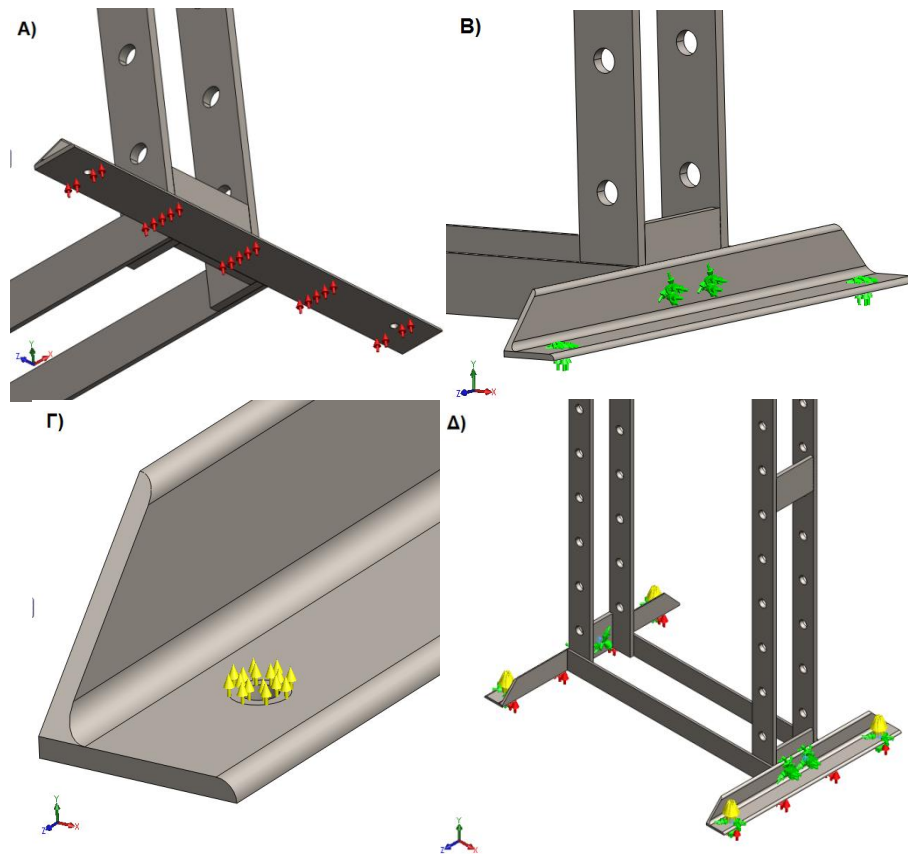
Στο σημείο αυτό να αναφερθεί πώς το πλαίσιο της πρέσας χωρίστηκε σε δύο κύρια μέρη προκειμένου να αναλυθεί ευκολότερα και ταχύτερα σε σύγκριση με την μελέτη όλου του πλαισίου. Έτσι στο πρώτο μέρος αναλύεται το κλειστό πλαίσιο και στο δεύτερο το τραπέζι της πρέσας. Για να γίνει εφικτή αυτή η ανάλυση μεταφέρθηκαν οι δυνάμεις που δέχεται το τραπέζι της πρέσας, στον τελικό αποδέκτη που είναι οι οπές των κάθετων λαμών του πλαισίου. Επίσης οι αντιδράσεις που εφαρμόζονται στην κεφαλή της πρέσας από την δράση του υδραυλικού κυλίνδρου τοποθετήθηκαν σε επιφάνεια ίση με το μέγεθος της φλάντζας που φέρει τον κύλινδρο.

Η στατική ανάλυση του πλαισίου γίνεται με το πρόγραμμα ανάλυσης κατασκευών και μηχανολογικών στοιχείων SolidWorks Simulation. Αρχικά φορτώνεται το μοντέλο που έχει σχεδιάσει. Ύστερα τοποθετούνται οι φορτίσεις στο πλαίσιο. Οι φορτίσεις τοποθετούνται κάθε φορά σε ένα σετ οπών από τα εννέα που χαρακτηρίζουν τις κάθετες λάμες του πλαισίου, και στην κεφαλή της πρέσας είτε κεντρικά είτε δεξιά (Εικόνα 79).



Εικόνα 79: Παράδειγμα φορτίσεων: α) Τοποθέτηση φορτίσεων δεξιά στην κεφαλή και στο πρώτο σετ οπών, β) τοποθέτηση φορτίσεων κεντρικά στην κεφαλή και στο πρώτο σετ οπών.

Ως αντιδράσεις τοποθετείται κύλιση στο κάτω μέρος των πελμάτων της πρέσας και πάκτωση στις οπές των πελμάτων που έρχονται σε επαφή με το έδαφος και το πλαίσιο προσομοιώνοντας την ύπαρξη κοχλιωτών συνδέσεων. Δυνάμεις αντίδρασης τοποθετήθηκαν επίσης και στην επιφάνεια των σημείων που θα βιδωθεί η πρέσα στο έδαφος αναπαριστώντας την ύπαρξη κεφαλής κοχλίας. Οι αντιδράσεις φαίνονται στην εικόνα 80.



Εικόνα 80: Τοποθέτηση αντιδράσεων, Α) κύλιση, Β) πάκτωση, Γ) αντιδραση συγκράτησης περικοχλίου και Δ) σύνολο αντιδράσεων.

Αφού ορίστηκαν τα σημεία που θα τοποθετηθούν οι δυνάμεις και οι αντιδράσεις των στηρίξεων στην συνέχεια, ορίζεται το υλικό που αποτελείται η κατασκευή μας και οι μονάδες μέτρησης που θα χρησιμοποιεί το πρόγραμμα για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Το υλικό που επιλέγεται είναι κοινός χάλυβας CARBON STEEL 1023 με κύρια χαρακτηριστικά:

- Μέτρο ελαστικότητας: 205000 N/mm^2
- Αντοχή σε εφελκυσμό: 425 N/mm^2
- Όριο διαρροής: $282,69 \text{ N/mm}^2$

Το σύστημα μονάδων που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία των αποτελεσμάτων φαίνεται στην Εικόνα 81.

ΜΟΝΑΔΕΣ

Σύστημα μονάδων:	SI (MKS)
Μήκος/Μετατόπιση	mm
Θερμοκρασία	Kelvin
Γωνιακή Επιτάχυνση	Rad/sec
Πίεση/STRESS	N/m^2

Εικόνα 81: Υιοθετούμενες μονάδες μέτρησης.

Στο σημείο αυτό επιλέγεται η δημιουργία του πλέγματος των πεπερασμένων στοιχείων για το μοντέλο μας. Εμείς επιλέγεται ο αυτόματος έλεγχος της λειτουργίας αυτής θέτοντας υψηλή πυκνότητα πλέγματος για πιο προσεγγιστικά αποτελέσματα στις πραγματικές συνθήκες. Στην Εικόνα 82 παρατηρούμε την δημιουργία του πλέγματος πεπερασμένων στις διάφορες περιοχές του πλαισίου της πρέσας καθώς και τα χαρακτηριστικά αυτού. Όπως διακρίνεται το πλέγμα είναι αρκετά πυκνό στις γεωμετρίες της κεφαλής της πρέσας, στις οπές και στα πέλματα του πλασίου όπου έχουν τοποθετηθεί οι δυνάμεις και οι στηρίξεις.

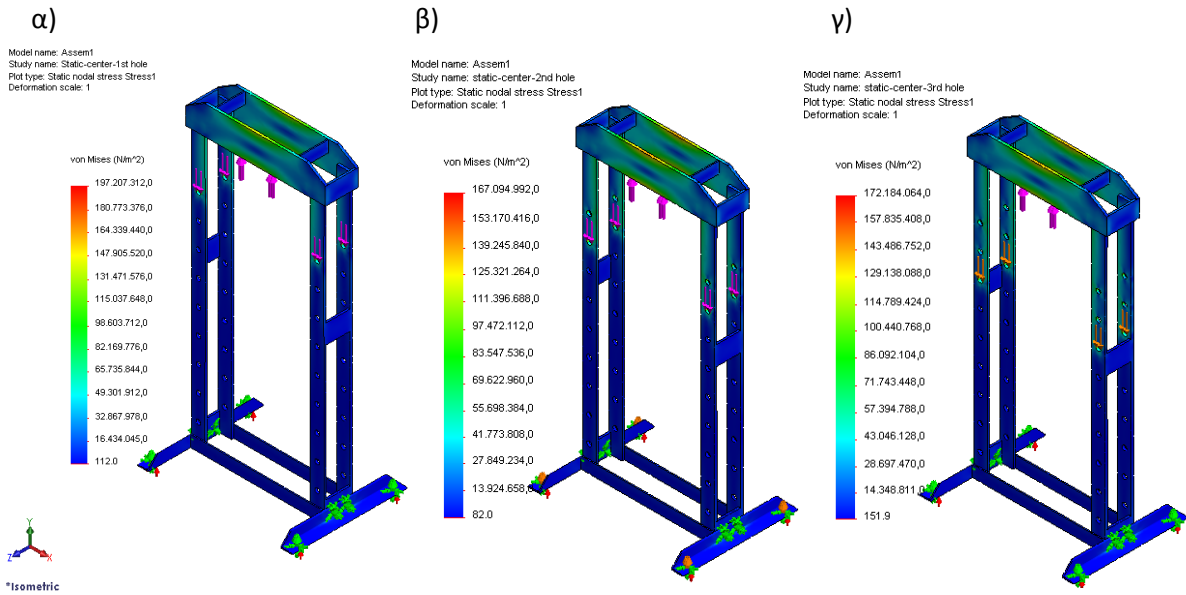
Model name: Assem1
Study name: Static-center-1st hole
Plot type: Mesh Mesh Quality1



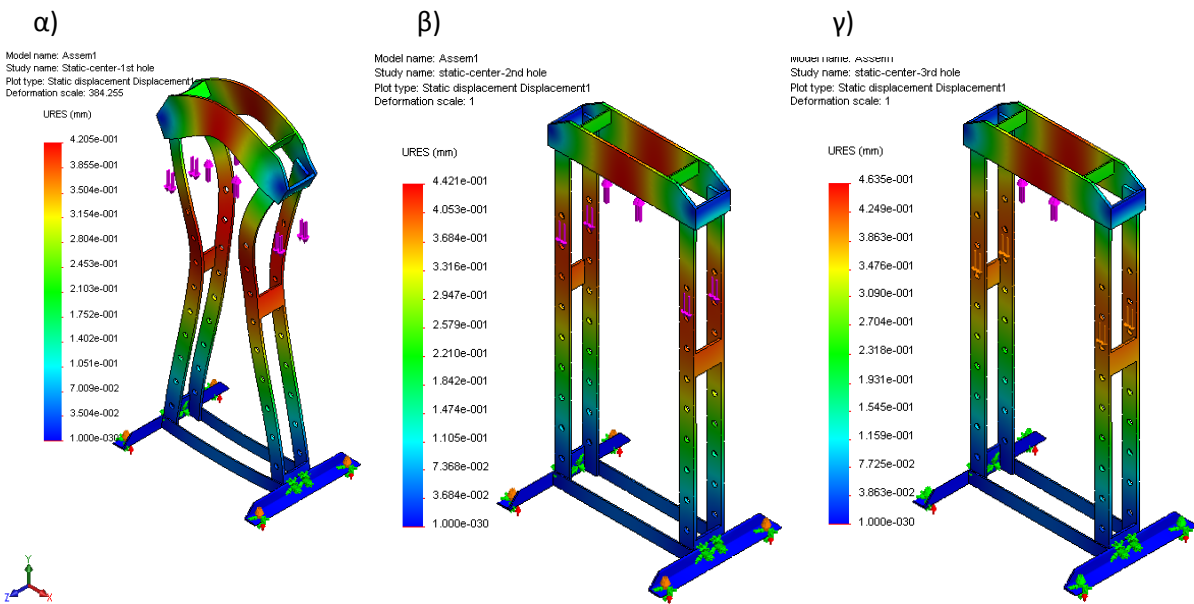
Εικόνα 82: Κάναβος πεπερασμένων στοιχείων πλαισίου πρέσας.

Αφού επιλέχθηκε η ποιότητα του πλέγματος που ικανοποιεί τα χαρακτηριστικά της κατασκευής το πρόγραμμα επιλύει τις εξισώσεις του πεδίου των πεπερασμένων και εμφανίζει τα αποτελέσματα.

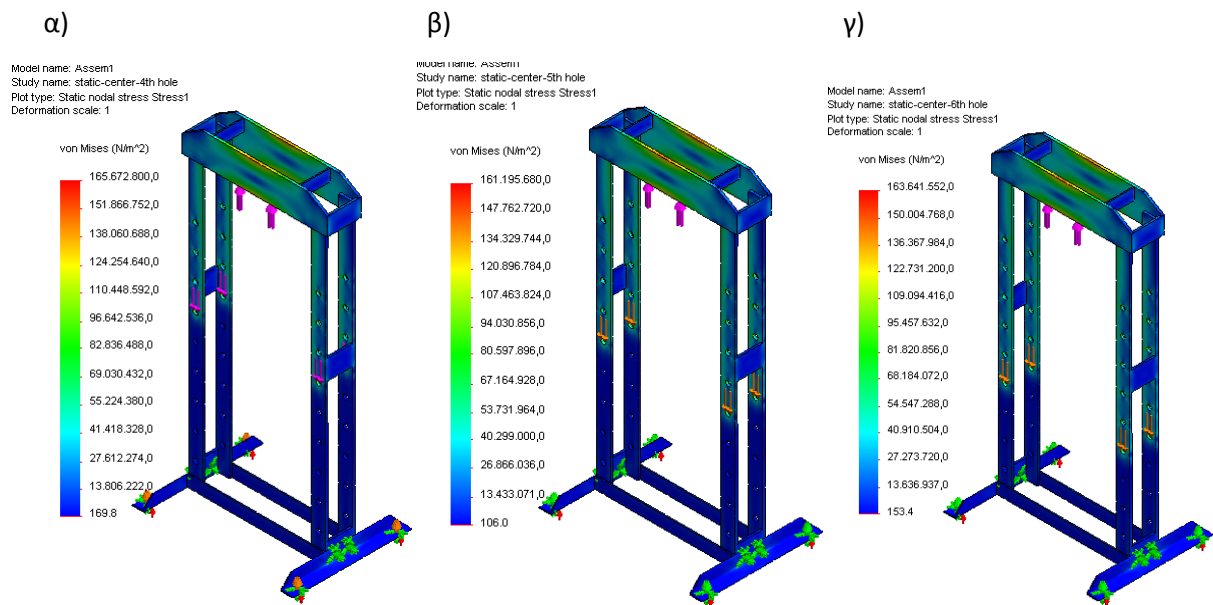
Στις Εικόνες 83 έως 88 εμφανίζονται τα αποτελέσματα που εξήγαγε το πρόγραμμα ανάλυσης για κεντρική φόρτιση, με χρήση περιγραμμάτων τάσης Von Mises και συνισταμένης μετατόπισης.



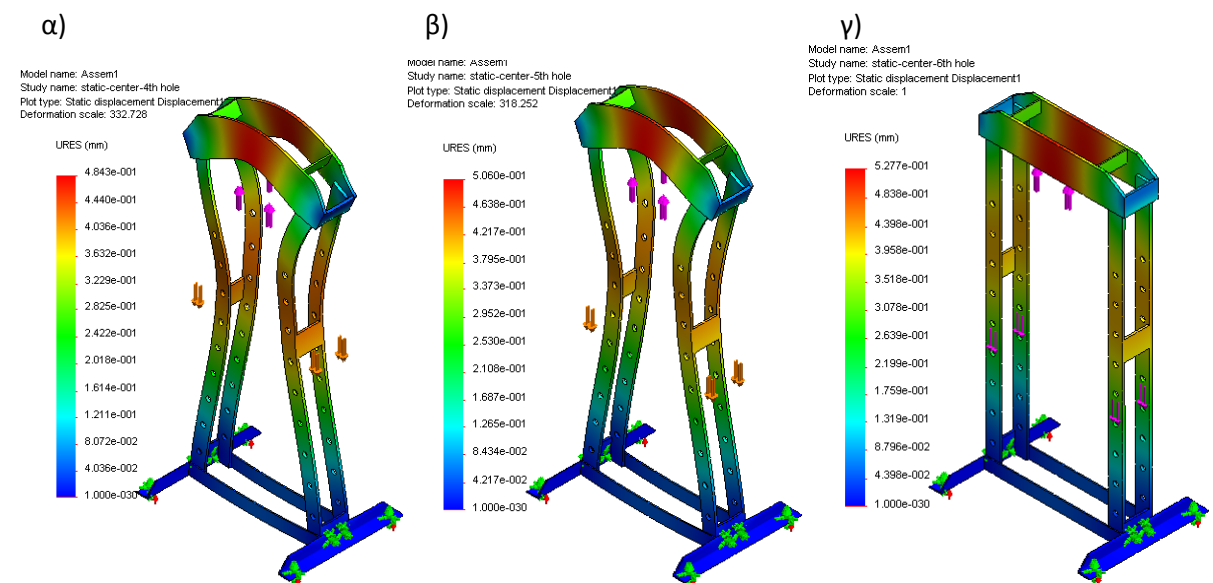
Εικόνα 83: Περιγράμματα ισοδύναμης τάσης von Mises για κεντρική φόρτιση στην, α) 1^η οπή, β) 2^η οπή, γ) 3^η οπή.



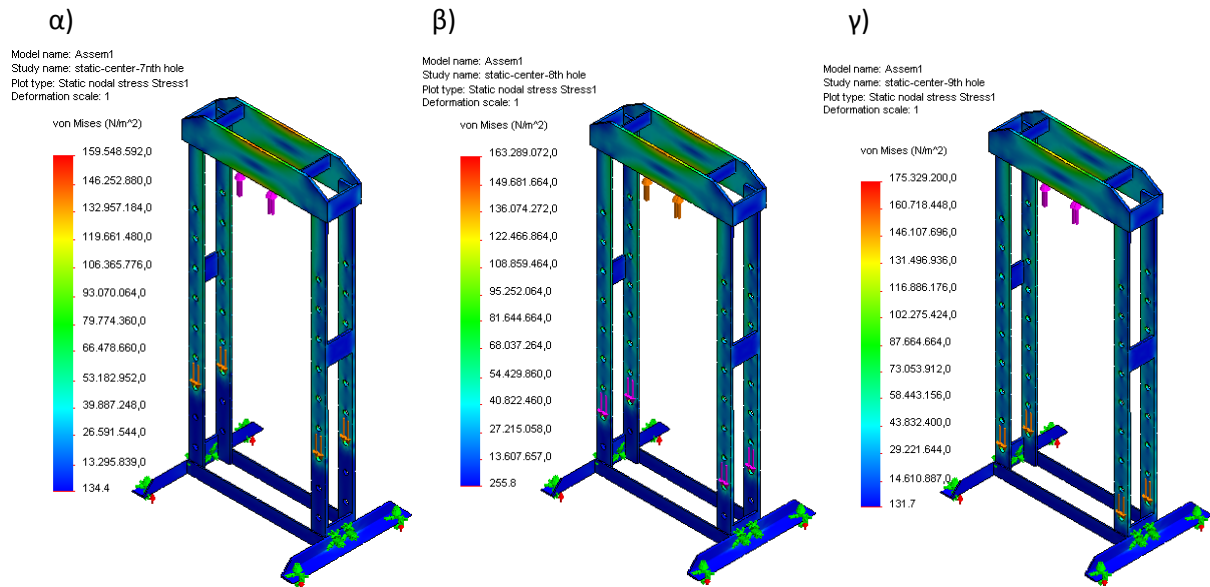
Εικόνα 84: Περιγράμματα συνισταμένης μετατόπισης για κεντρική φόρτιση στην, α) 1^η οπή με χρήση μεγάλης παραμόρφωσης, β) 2^η οπή, γ) 3^η οπή.



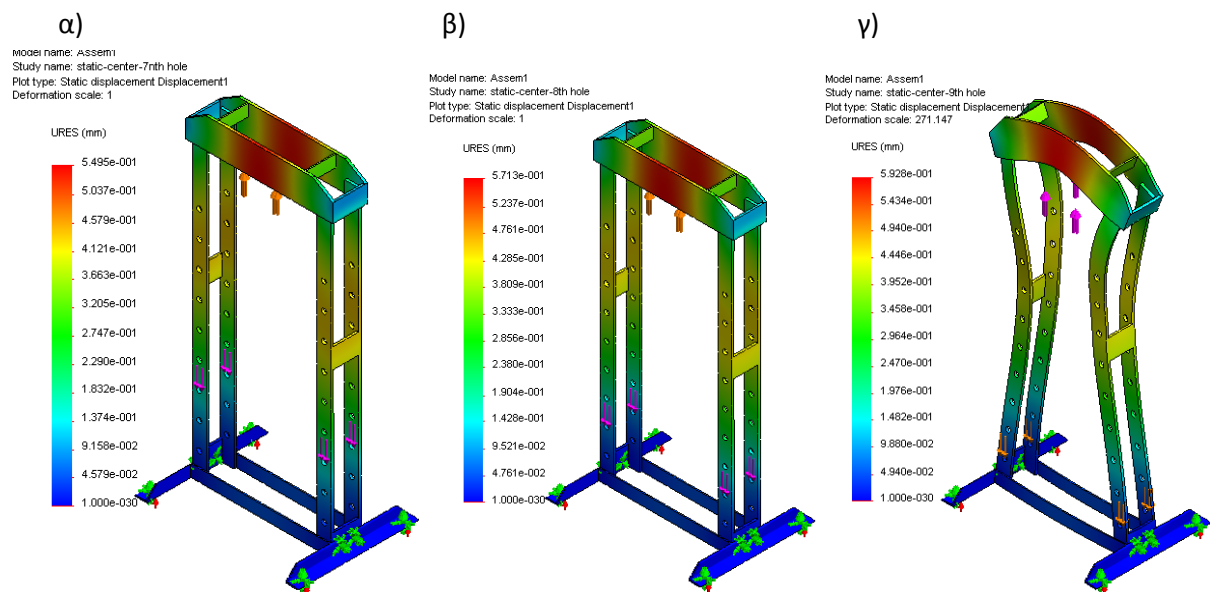
Εικόνα 85: Περιγράμματα ισοδύναμης τάσης von Mises για κεντρική φόρτιση στην, α) 4^η οπή, β) 5^η οπή, γ) 6^η οπή.



Εικόνα 86: Περιγράμματα συνισταμένης μετατόπισης για κεντρική φόρτιση στην, α) 4^η οπή με χρήση μεγάλης μεγέθυνσης παραμόρφωσης, β) 5^η οπή με χρήση μεγάλης μεγέθυνσης παραμόρφωση, γ) 6^η οπή.



Εικόνα 87: Περιγράμματα ισοδύναμης τάσης von Mises για κεντρική φόρτιση στην, α) 7^η οπή, β) 8^η οπή, γ) 9^η οπή.

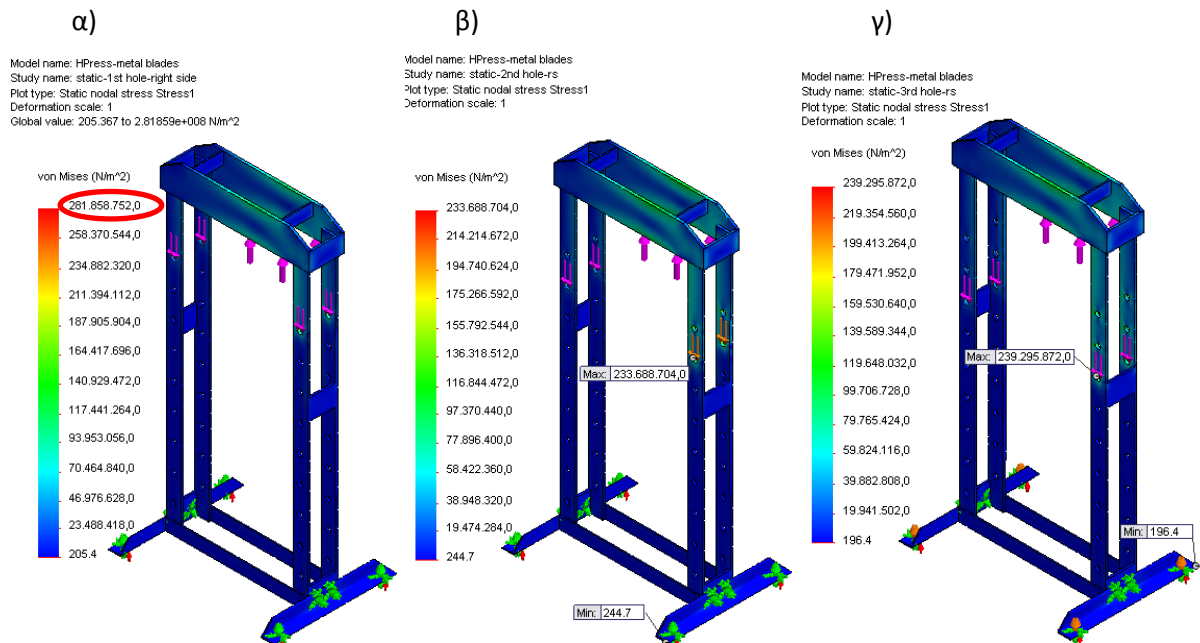


Εικόνα 88: Περιγράμματα συνισταμένης μετατόπισης για κεντρική φόρτιση στην, α) 7^η οπή β) 8^η οπή, γ) 9^η οπή με χρήση μεγάλης μεγέθυνσης παραμόρφωση.

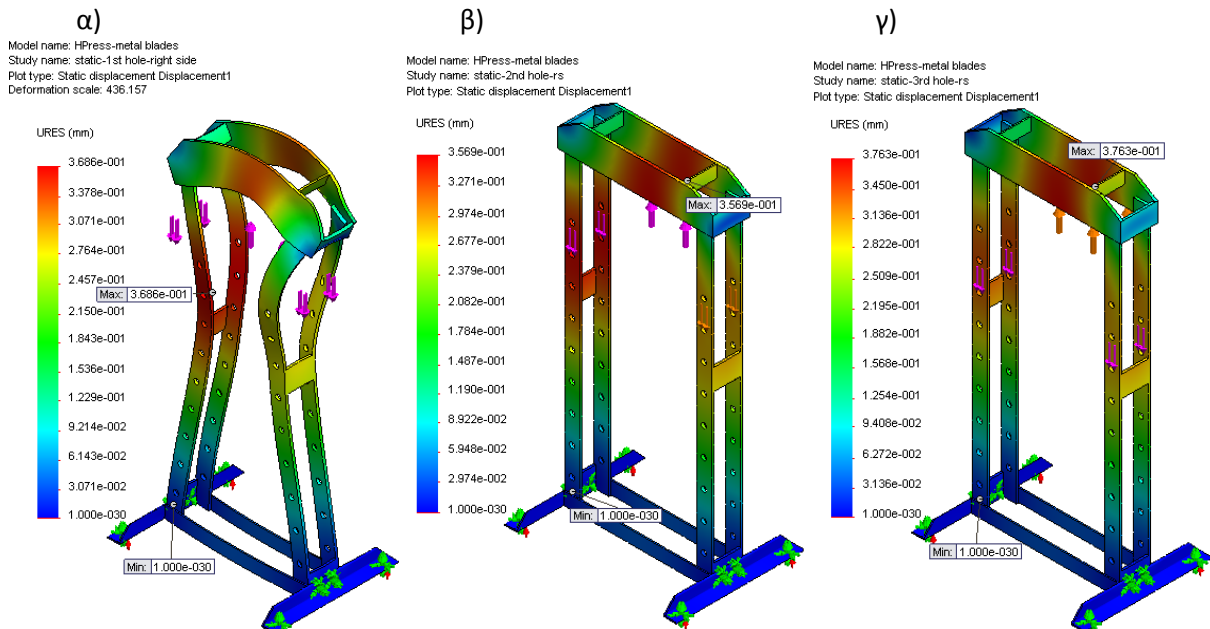
Για κεντρική φόρτιση την μεγαλύτερη τάση την εμφανίζει το περίγραμμα ισοδύναμης τάσης της 1^{ης} οπής. Παρ' όλα αυτά δεν αποτελεί κίνδυνο για την αστοχία της κατασκευής μιας και η μέγιστη τάση von Mises είναι 197.30 MPa δηλαδή μικρότερη από το όριο διαρροής του υλικού που ανέρχεται στα 282.69 MPa.

Η μεγαλύτερη μετατόπιση εντοπίζεται στην 9^η οπή στο μέσο της κεφαλής του πλαισίου της πρέσας και ισούται με 0,592mm. Το μέγεθος της μετατόπισης αυτής δεν κρίνεται ανησυχητικό.

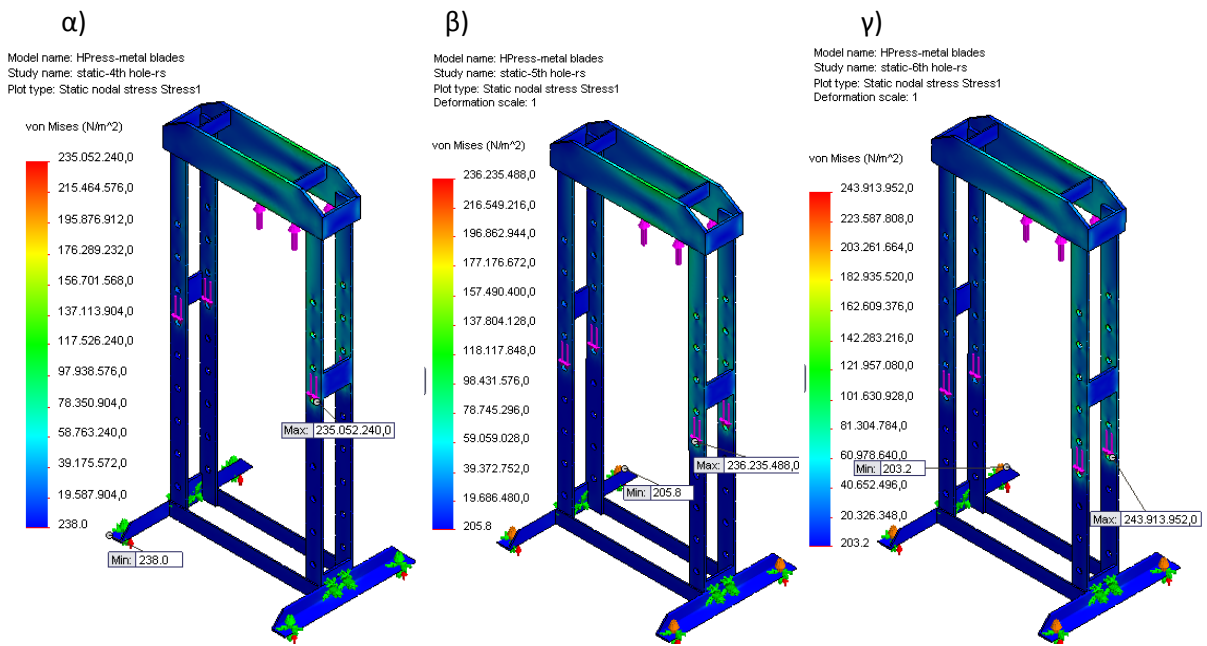
Στις Εικόνες 89 έως 94 εμφανίζονται τα αποτελέσματα που εξήγαγε το πρόγραμμα ανάλυσης με χρήση περιγραμμάτων τάσης VonMises και συνισταμένης μετατόπισης για μονόπλευρη φόρτιση του πλαισίου.



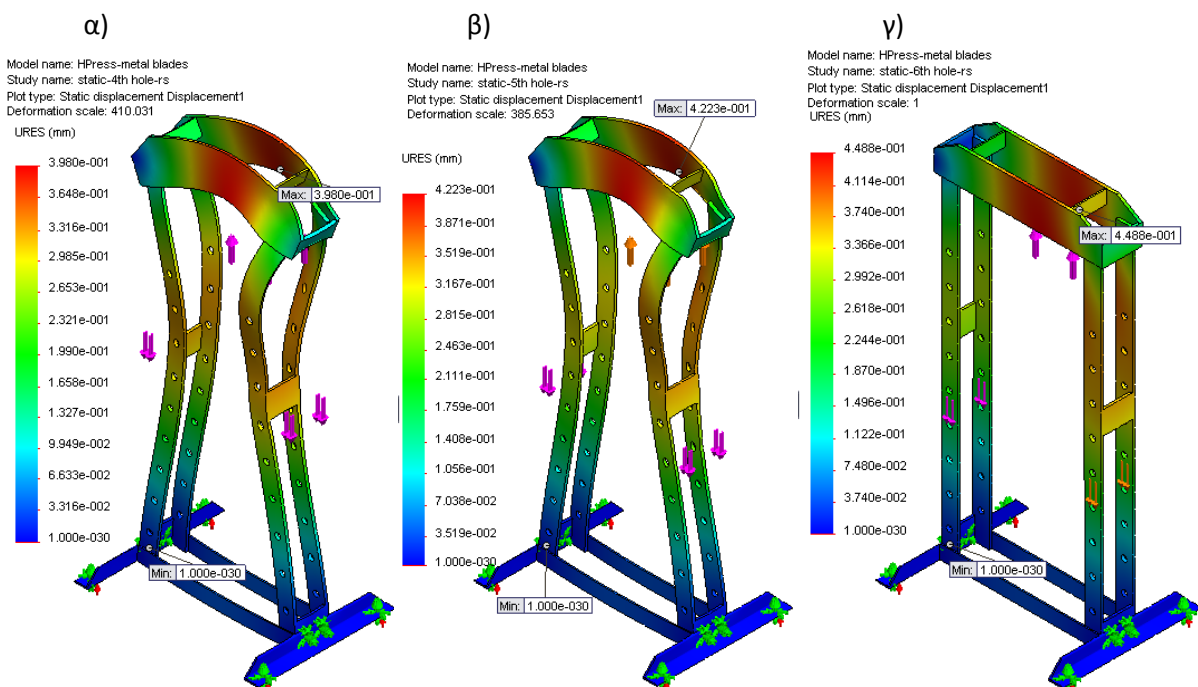
Εικόνα 89: Περιγράμματα ισοδύναμης τάσης von Mises για μονόπλευρη φόρτιση στην, α) 1^η οπή, β) 2^η οπή, γ) 3^η οπή.



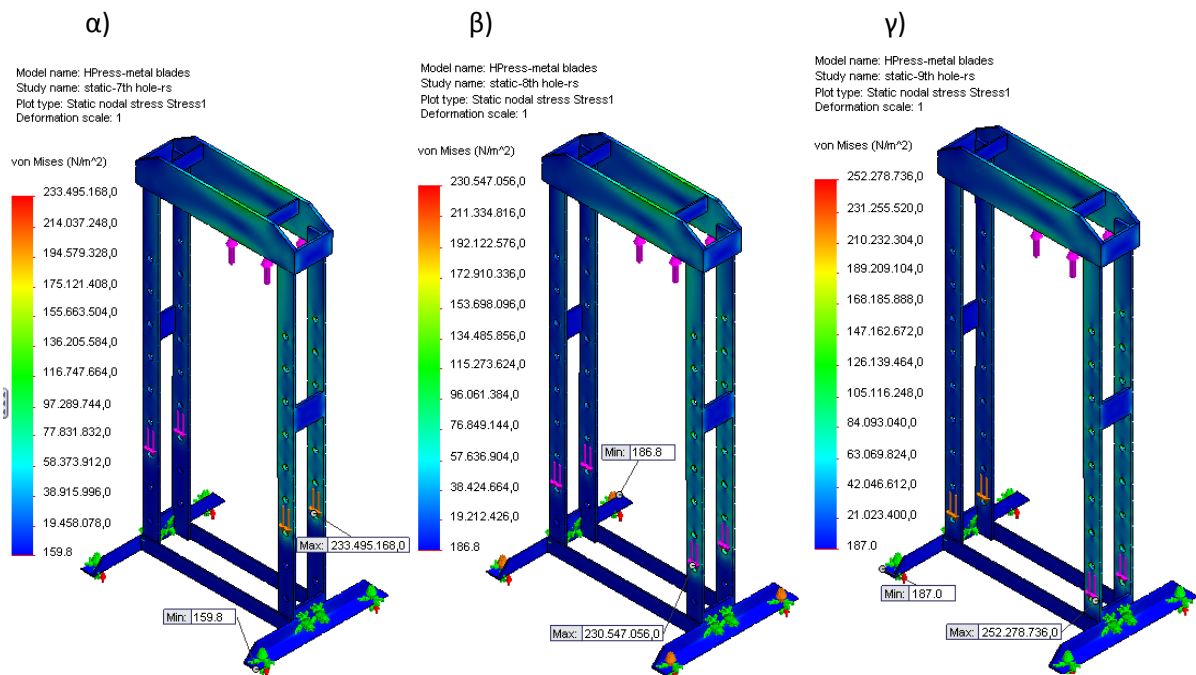
Εικόνα 90: Περιγράμματα συνισταμένης μετατόπισης για μονόπλευρη φόρτιση στην, α) 1^η οπή με μεγάλη μεγέθυνση παραμόρφωσης, β) 2^η οπή, γ) 3^η οπή.



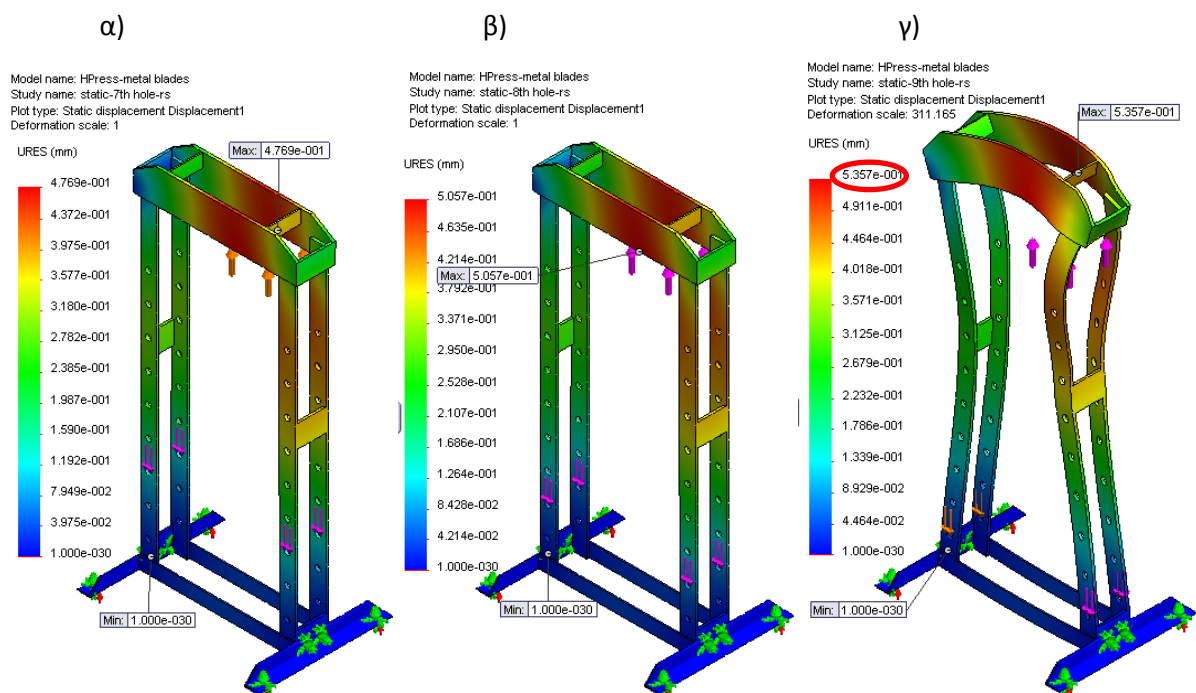
Εικόνα 91: Περιγράμματα ισοδύναμης τάσης von Mises για μονόπλευρη φόρτιση στην, α) 4^η οπή, β) 5^η οπή, γ) 6^η οπή.



Εικόνα 92: Περιγράμματα συνισταμένης μετατόπισης για μονόπλευρη φόρτιση στην, α) 4^η οπή με χρήση μεγάλης μεγέθυνσης παραμόρφωση, β) 5^η οπή με χρήση μεγάλης μεγέθυνσης παραμόρφωση, γ) 6^η οπή.



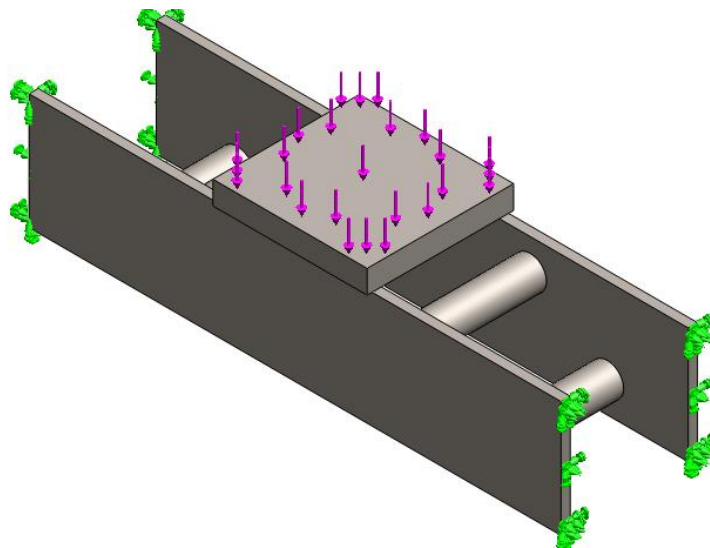
Εικόνα 93: Περιγράμματα ισοδύναμης τάσης von Mises για μονόπλευρη φόρτιση στην, α) 7^η οπή, β) 8^η οπή, γ) 9^η οπή.



Εικόνα 94: Περιγράμματα συνισταμένης μετατόπισης για μονόπλευρη φόρτιση στην, α) 7^η οπή, β) 8^η οπή, γ) 9^η οπή με χρήση μεγάλης μεγέθυνσης παραμόρφωση.

Για μονόπλευρη φόρτιση η μεγαλύτερη τάση von Mises εμφανίζεται στο περίγραμμα ισοδύναμης τάσης της 1^{ης} οπής και ανέρχεται στα 281,86 MPa. Η τιμή αυτή είναι κοντά στο όριο διαρροής του υλικού που έχει επιλεγεί, παρ' όλα αυτά όμως και πάλι δεν το ξεπερνά. Η τάση αυτή εντοπίζεται εντός της οπής. Η μεγαλύτερη μετατόπιση εντοπίζεται στην 9^η οπή στο μέσο της κεφαλής του πλαισίου της πρέσας και ισούται με 0,535mm. Το μέγεθος της μετατόπισης αυτής δεν κρίνεται ανησυχητικό για την κατασκευή μας.

Μετά την πραγματοποίηση ανάλυσης του πλαισίου της πρέσας σειρά έχει το τραπέζι που φέρει τις φορτίσεις που του μεταδίδει ο υδραυλικός κύλινδρος. Η ίδια λογική που ακολουθήθηκε για το πλαίσιο της πρέσας θα ακολουθηθεί και εδώ. Το φορτίο που τοποθετείται στο τραπέζι της πρέσας ισούται με 10 τόνους και εφαρμόζεται πάνω σε μεταλλική πλάκα απόσβεσης φορτίου πάχους 30mm. Το τραπέζι της πρέσας εδράζεται πάνω στους πείρους συγκράτησης. Επειδή η επιφάνεια που έρχονται σε επαφή είναι πάρα πολύ μικρή το πρόγραμμα δεν αναγνωρίζει κάποιου είδους σύνδεσμο και σταματά την ανάλυση. Έτσι οι αντιδράσεις τοποθετήθηκαν σύμφωνα με την δυσμενέστερη για εμάς περίπτωση (Εικόνα 95).



Εικόνα 95: Εφαρμογή συνοριακών συνθηκών.

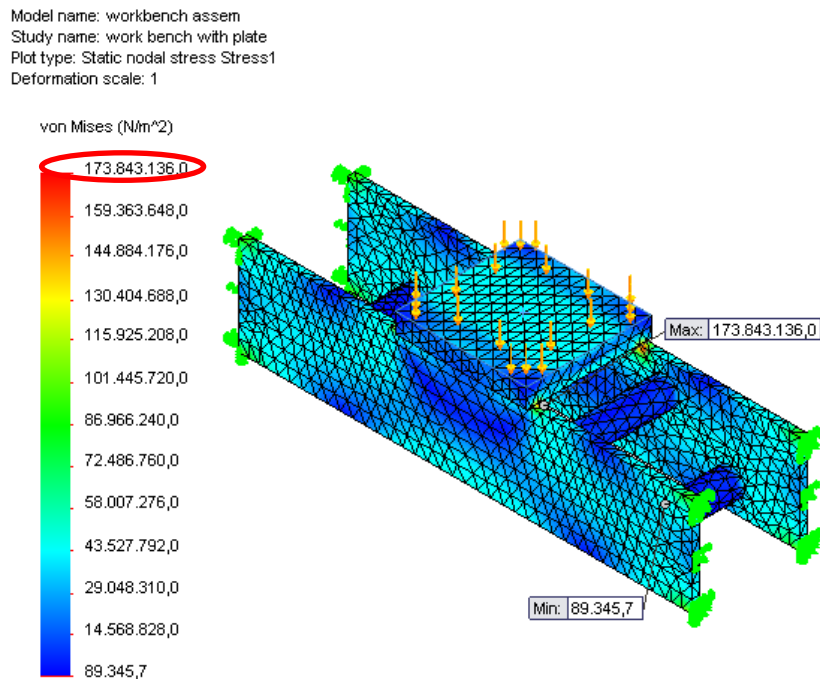
Το υλικό που επιλέξαμε από την λίστα του προγράμματος είναι ίδιο με αυτό του πλαισίου (Carbon steel 1023). Τα χαρακτηριστικά του φαίνονται στην Εικόνα 96.

Property	Value	Units
Elastic modulus	205000	N/mm ²
Poisson's ratio	0.29	N/A
Shear modulus	80000	N/mm ²
Mass density	7858	kg/m ³
Tensile strength	425	N/mm ²
Compressive Strength in X		N/mm ²
Yield strength	282.69	N/mm ²
Thermal expansion coefficient	1.2e-005	/K
Thermal conductivity	52	W/(m·K)

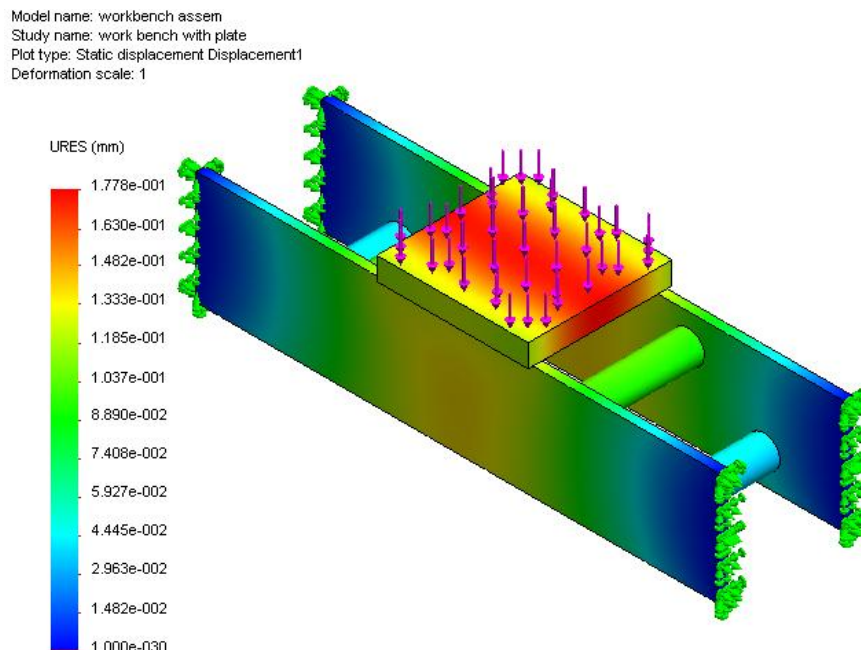
Εικόνα 96: Χαρακτηριστικά χάλυβα 1023.

Στην συνέχεια επιλέγεται η ποιότητα του πλέγματος που ικανοποιεί τα χαρακτηριστικά της κατασκευής, και το πρόγραμμα επιλύει τις εξισώσεις του παιδίου των πεπερασμένων. Τέλος εμφανίζει τα αποτελέσματα (Εικόνα 97).

(A)



(B)

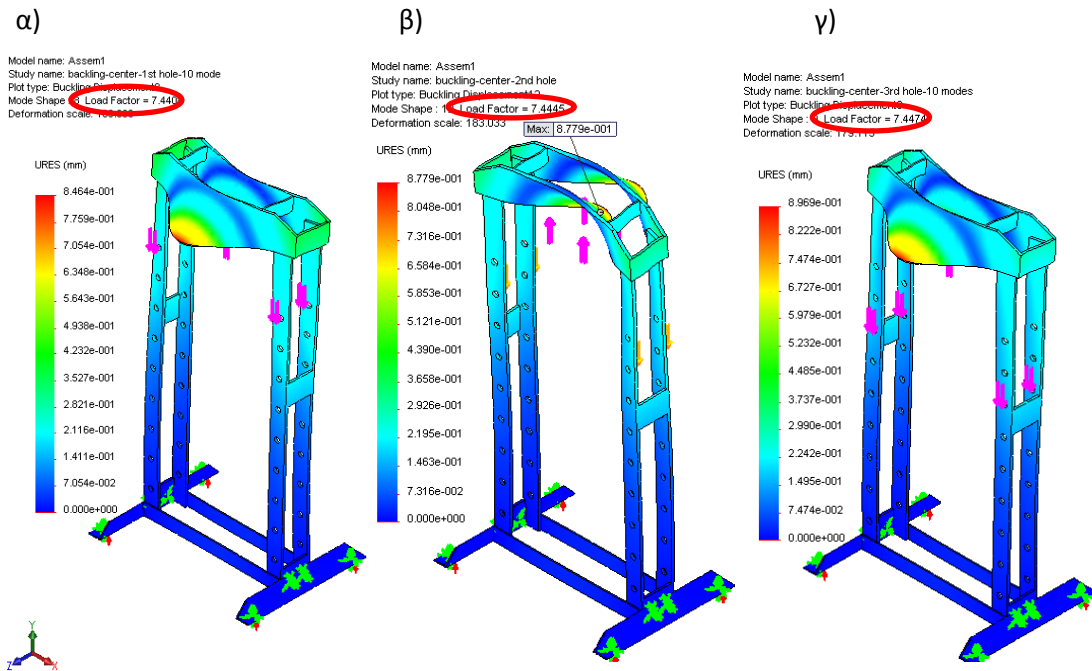


Εικόνα 97: Περιγράμμα (A) ισοδύναμης τάσης Von Mises και (B) συνισταμένης μετατόπισης.

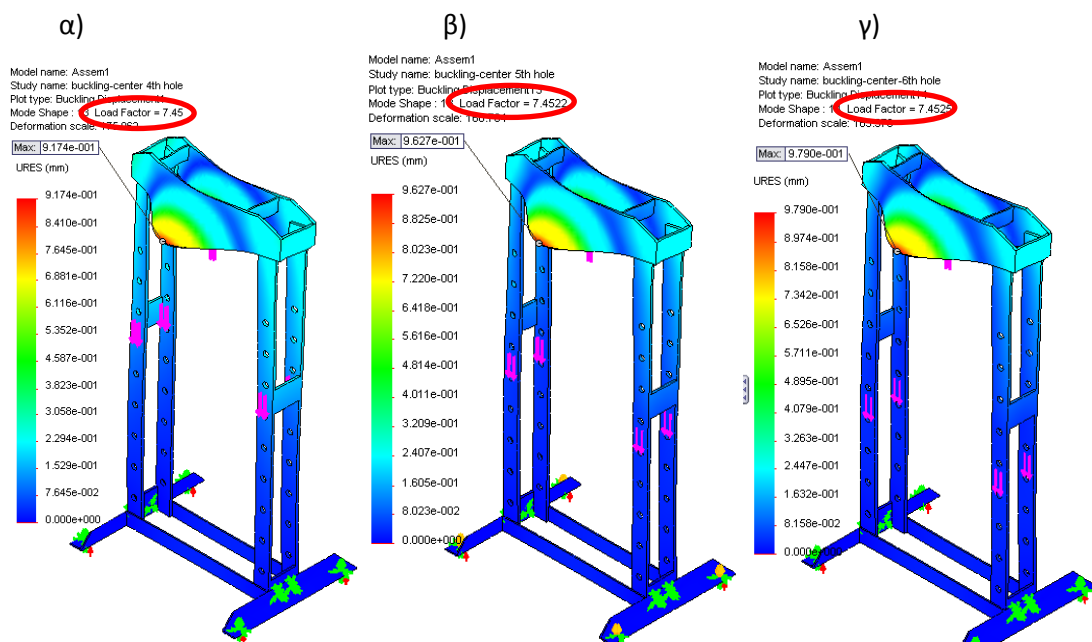
Οι μέγιστες τάσεις που εμφανίζονται είναι μικρότερες του ορίου διαρροής του υλικού μας ($\gamma_s=282,69\text{MPa}$) συνεπώς το τραπέζι της πρέσας δεν κινδυνεύει να αστοχήσει. Η μετατόπιση που δέχεται είναι της τάξης των 0,17 mm.

6.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΕ ΛΥΓΙΣΜΟ

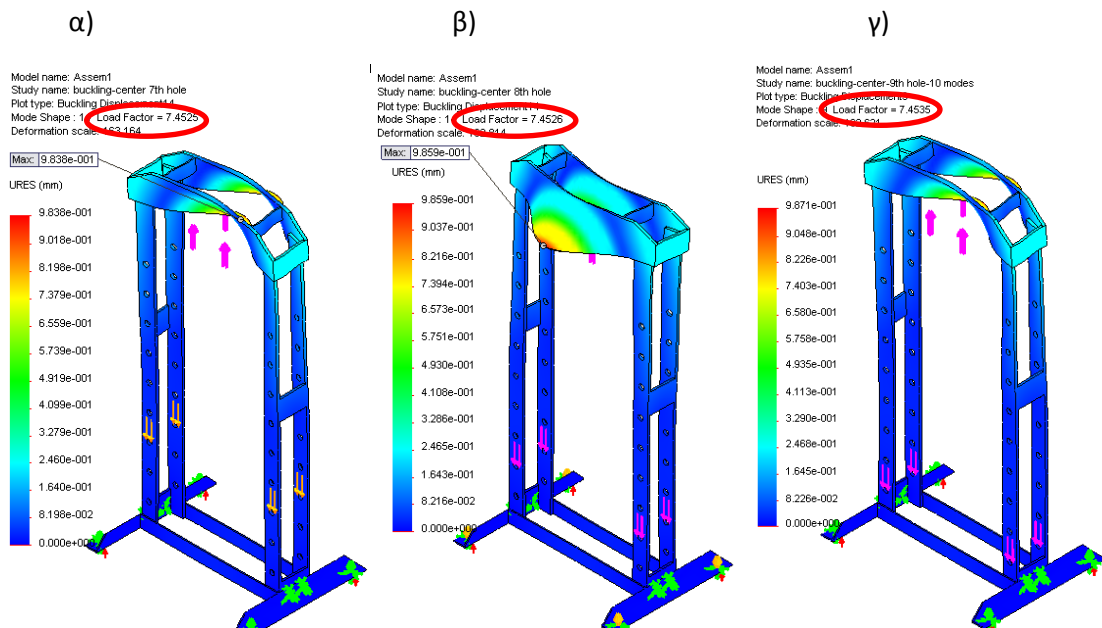
Θέτοντας τις ίδιες συνοριακές συνθήκες που εισήχθησαν στην στατική ανάλυση μελετείται το πλαίσιο και το τραπέζι της πρέσας σε λυγισμό. Στις εικόνες 98 έως 100 παρουσιάζονται τα περιγράμματα της πρώτης μορφής λυγισμού για κεντρική φόρτιση σε μεγάλης μεγέθυνσης παραμόρφωση.



Εικόνα 98: 1^η Μορφή λυγισμού για κεντρική φόρτιση 10 τόνων στην, α) 1^η οπή, β) 2^η οπή, γ) 3^η οπή.

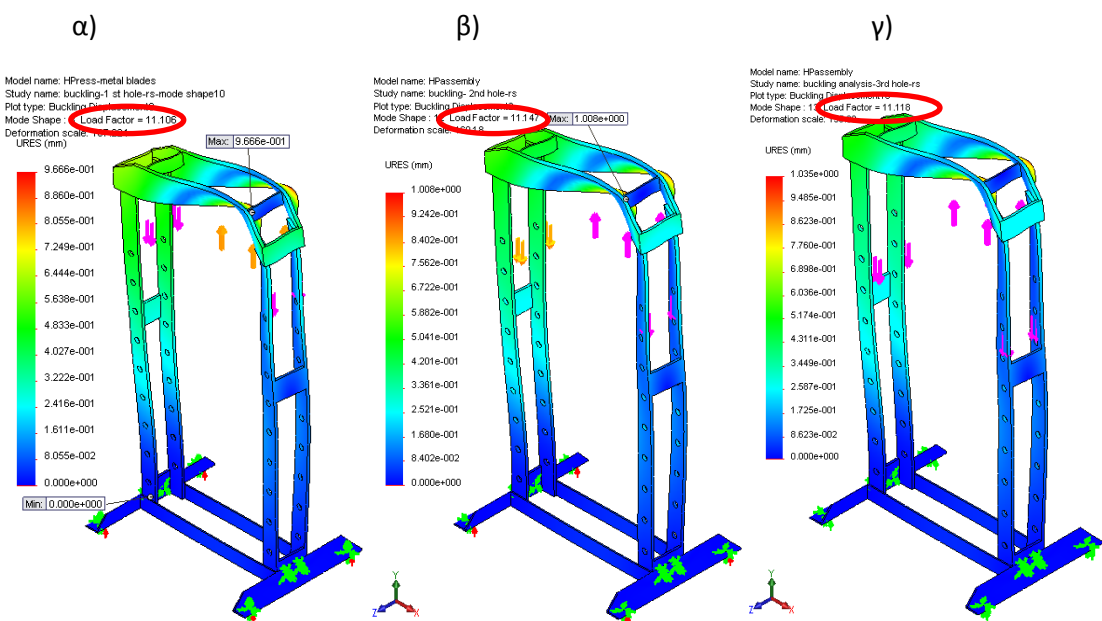


Εικόνα 99: 1^η Μορφή λυγισμού για κεντρική φόρτιση 10 τόνων στην, α) 4^η οπή, β) 5^η οπή, γ) 6^η οπή.

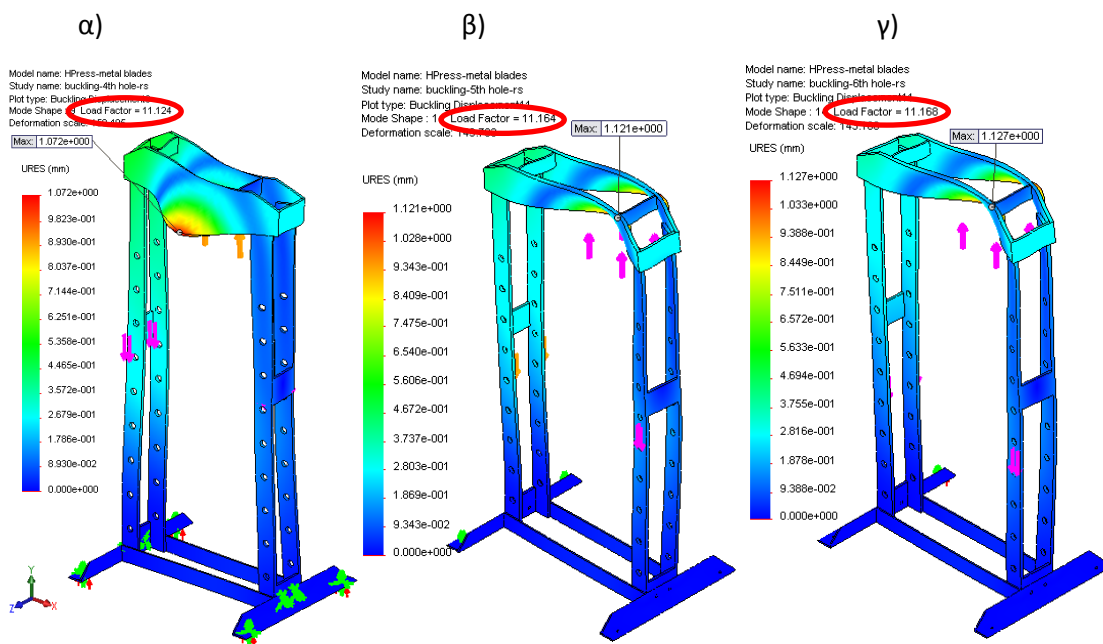


Εικόνα 100: 1^η Μορφή λυγισμού για κεντρική φόρτιση 10 τόνων στην, α) 7^η οπή, β) 8^η οπή, γ) 9^η οπή.

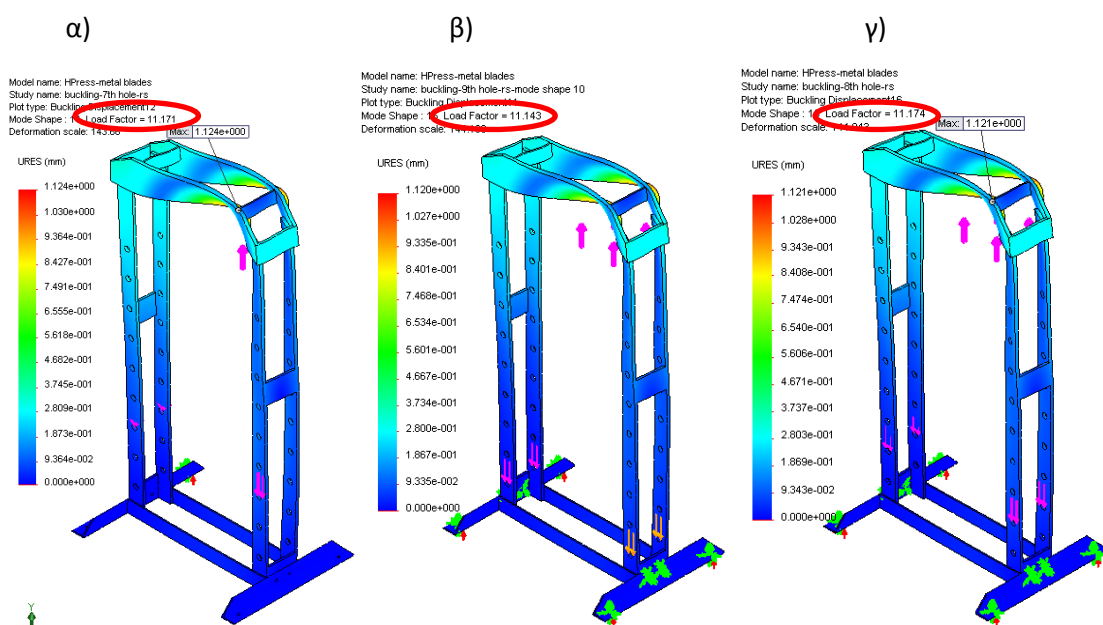
Στις εικόνες 101 έως 103 παρουσιάζονται οι πρώτες μορφές λυγισμού για μονόπλευρη τοποθέτηση φορτίου στην κεφαλή της πρέσας.



Εικόνα 101: 1^η Μορφή λυγισμού για μονόπλευρη φόρτιση 10 τόνων στην, α) 1^η οπή, β) 2^η οπή, γ) 3^η οπή.



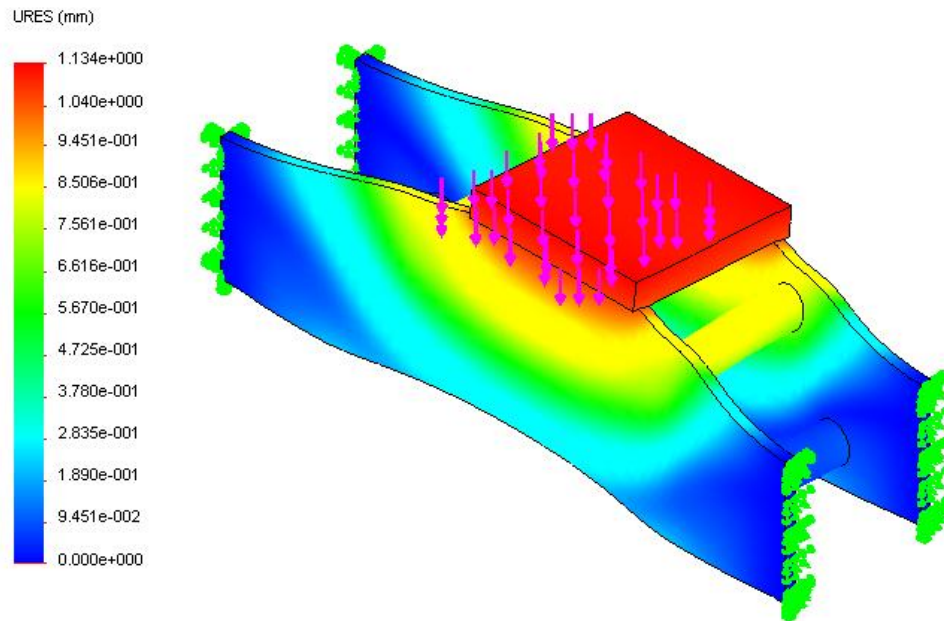
Εικόνα 102: 1^η Μορφή λυγισμού για μονόπλευρη φόρτιση 10 τόνων στην, α) 4^η οπή , β) 5^η οπή, γ) 6^η οπή.



Εικόνα 103: 1^η Μορφή λυγισμού για μονόπλευρη φόρτιση 10 τόνων στην, α) 7^η οπή , β) 8^η οπή, γ) 9^η οπή.

Το τελευταίο στοιχείο του πλαισίου που αναλύεται σε λυγισμό είναι το τραπέζι της πρέσας (Εικόνα 104).

Model name: workbench assem
Study name: buckling work bench
Plot type: Buckling Displacement16
Mode Shape : **Load Factor = 88.93z**
Deformation scale: 61.1664



Εικόνα 104: 1^η μορφή λυγισμού για φόρτιση 10 τόνων.

Το πρόγραμμα οδήγησε στο συμπέρασμα ότι το σύνολο της κατασκευής δεν κινδυνεύει σε λυγισμό. Όσο αναφορά το κυρίως πλαίσιο της πρέσας, παρατηρώντας τα περιγράμματα προκύπτει το συμπέρασμα ότι η πίεση που εξασκεί η πρέσα πρέπει να γίνει 7.4 φορές μεγαλύτερη προκειμένου να χάσει την ευστάθεια της η όλη κατασκευή. Η δε δυσμενέστερη περίπτωση φόρτισης όσον αφορά τον λυγισμό παρατηρείται όταν το φορτίο της πρέσας εφαρμόζεται κεντρικά.

Όσο αναφορά το πλαίσιο του τραπέζιου της πρέσας, παρατηρώντας το περίγραμμα του στην εικόνα 104 προκύπτει το συμπέρασμα ότι για να χάσει την ευστάθεια του θα πρέπει να του εξασκηθεί πίεση 88 φορές μεγαλύτερη από την υπάρχουσα.

7. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΕΣΑΣ ΚΑΙ ΚΑΛΟΥΠΙΟΥ ΚΑΜΨΗΣ

7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σ' αυτό το κεφάλαιο της πτυχιακής εργασίας παρουσιάζεται αναλυτικά η πορεία κατασκευής της υδραυλικής πρέσας, του καλουπιού κάμψης και των επιμέρους εξαρτημάτων τους. Μεγάλη βάση δίνεται στην κατασκευή του συνολικού πλαισίου της πρέσας, όπου σε συνδυασμό με το σύστημα αντλίας/κυλίνδρου που επιλέχτηκε, αποτελούν τα βασικότερα τμήματα της μηχανής αυτής.

Η κατασκευή αυτής της πρέσας έχει αντλήσει βασικά στοιχεία, όσο αναφορά την εξωτερική εμφάνιση, από άλλες παρόμοιες κατασκευές υδραυλικών πρεσών τέτοιου τύπου που κατασκευάζονται από διάφορες εταιρείες του εξωτερικού σε μεγάλη ποικιλία. Όσο αναφορά το καλούπι κάμψης υπάρχουν πολλές πηγές πληροφόρησης πάνω στον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί το όλο σύστημα (press brake), από τις οποίες και συνδυάσαμε στοιχεία προκειμένου να κατασκευαστεί.

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να αναφερθεί ότι η συναρμολόγηση του συνολικού πλαισίου της πρέσας όπως θα περιγραφεί παρακάτω, καθώς και η κατασκευή λοιπών τμημάτων, αφορά εξ' ολοκλήρου ιδιοκατασκευή. Τα μόνα μέρη στα οποία συνέβαλε επαγγελματίας είναι η κατασκευή της μήτρας και του εμβόλου του καλουπιού κάμψης, καθώς επίσης και των ελατηρίων που αναρτούν-επαναφέρουν το βάρος του εμβόλου.

Η κατασκευή της υδραυλικής πρέσας και του καλουπιού κάμψης έγινε βάση των σχεδίων που παρουσιάστηκαν σε προηγούμενα κεφάλαια από τον συγγραφέα αυτής της πτυχιακής εργασίας.

7.2 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΕ

Για την κοπή κατασκευή των στοιχείων του πλαισίου της πρέσας και την συναρμολόγηση του χρησιμοποιήθηκαν:

Μετρητικά Όργανα

- Μέτρο-μεζούρα υψηλής ακρίβειας κατηγορίας I, με γάντζο πραγματικού μηδέν.
- Βαθμονομημένη γωνιά
- Αναλογικό παχύμετρο ακριβείας $1/20=0,05\text{mm}$
- Ψηφιακό παχύμετρο
- Υπολογιστής τσέπης

Μ.Α.Π

- Γυαλιά
- Γάντια
- Μάσκα ηλεκτροσυγκόλλησης
- Μποτάκια ασφαλείας
- Μάσκα προστασίας από μεταλλική σκόνη
- Δερμάτινη ποδιά

Εργαλεία-Μηχανές

- Ηλεκτρονική ηλεκτροσυγκόλληση
- Μηχανή συγκόλλησης αδρανούς αερίου M.I.G
- Οξυγόνο -ασετυλίνη
- Κομπρεσέρ αέρα
- Τροχός χειρός μικρός
- Τροχός χειρός μεγάλος
- Τρυπάνι χειρός
- Γερμανικά κλειδιά
- Συρματοβουρτσα
- Νταβίδια
- Μέγγενη
- Σημαδευτήρι μετάλλων
- Πόντα
- Σφυρί
- Καλέμι
- Λίμες κατεργασίας μετάλλου
- Πιστόλι βαφής
- Αναλώσιμα(ηλεκτρόδια, υαλόχαρτα, πινέλα, δίσκοι λειάνσεως-κοπής-φινιρίσματος)

Εργαλειομηχανές

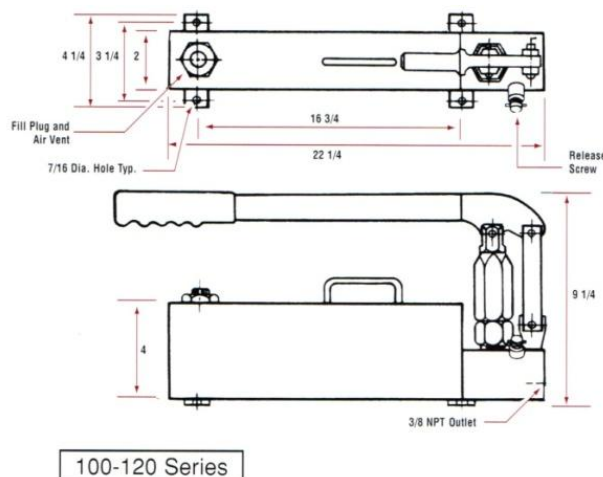
- Πριονοκορδέλα με συνεχή λίπανση
- Κάθετο δράπανο
- Συμβατικός τόννος
- Συμβατική φρέζα
- Ημιαυτόματη φρέζα N.C
- C.N.C μηχανή κοπής μετάλλων με Laser
- Στράντζα
- Μηχανή απότμησης μετάλλων (ψαλίδι)
- C.N.C παντογράφος

7.3 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΠΡΕΣΑΣ

Κύριο μέλημα πριν την έναρξη της κατασκευής της πρέσας είναι η επιλογή του κατάλληλου συστήματος υδραυλικής αντλίας/ υδραυλικού κυλίνδρου που αποτελεί ένα από τα βασικότερα στοιχεία της υδραυλικής πρέσας. Η επιλογή του συστήματος έγινε προσεκτικά, με κύριο μέλημα την τελική δυναμικότητα του συστήματος. Η δυναμικότητα που παράγει το σύστημα πρέπει να είναι αρκετή ώστε να μπορεί να καλύψει μεγάλο φάσμα εργασιών. Κύρια εργασία εκτέλεσης αποτελεί η διαμόρφωση λαμαρίνας υπό γωνία 90 μοιρών μέσω καλουπιού κάμψης.

7.3.1 Επιλογή συστήματος αντλίας/κυλίνδρου

Το στοιχείο που έπαιξε πρωταρχικό ρόλο στην επιλογή του συστήματος ήταν η ύπαρξη της υδραυλικής αντλίας εκ των προτέρων. Η αντλία που χρησιμοποιήθηκε είναι μονής ενεργείας (μπορεί να ωθεί το έμβολο και όχι να το έλκει) και καταθλίβει το έλαιο στον υδραυλικό κύλινδρο με την βοήθεια μονού εμβόλου. Τα χαρακτηριστικά της αντλίας φαίνονται στην εικόνα 105.



100-120 Series

TR ENGINEERING INCORPORATED
Self-Contained Hand Pumps
Single Piston with Release Screw for Single Acting Cylinder

100-X-120

Click an image to Enlarge

100-X-150

Click an image to Enlarge

Click Here to view installation drawings for the 100-x-120 product.

In request, TR can provide design in stainless steel, special seals, pumps designed and manufactured to customer's specifications. Integral pressure relief valve option is also available.

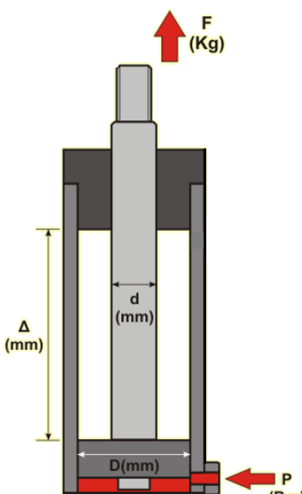
Model No.	Pressure Rating PSI	Reservoir Capacity Cu. In.	Piston Diameter In.	Handle Force Req'd. for Rated Pressure Lbs.	Volume/Stroke Cu. In.	Outlet Size In.	Net Weight Lbs.
100-X-120 SERIES							
100-3-120	0-20000	120	.375	210	.16	3/8 NPT	17
100-4-120	0-10000	120	.50	191	.28	3/8 NPT	17
100-5-120	0-5000	120	.62	153	.38	3/8 NPT	12
100-6-120	0-3000	120	.75	128	.66	3/8 NPT	17
100-8-120	0-1500	120	1.00	114	1.08	3/8 NPT	17
100-12-120	0-500	120	1.50	86	2.20	3/8 NPT	21

Εικόνα 105: Χαρακτηριστικά αντλίας μονής ενεργείας model 100-6-120.

- Πίεση: 206 bar
- Χωρητικότητα δοχείου: 2lt
- Διάμετρος πιστονιού: 19.05mm
- Δύναμη χειρός που απαιτείται σε υψηλές πιέσεις: 58kg
- Παροχή λαδιού ανά εμβολισμό: 10.81cc
- Έξοδος παροχής: 9.525mm
- Βάρος αντλίας: 7.7kg

Από τα παραπάνω χαρακτηριστικά σημαντικό ρόλο στην επιλογή του υδραυλικού κυλίνδρου έχει η μέγιστη πίεση που μας προσφέρει η αντλία, και η χωρητικότητα του δοχείου της.

Με την εισαγωγή των στοιχείων αυτών σε υπολογιστικό φύλλο excel (Εικόνα 106) που περιέχει ήδη τις απαραίτητες συναρτήσεις υπολογισμού , υπολογίζονται τα χαρακτηριστικά του υδραυλικού κυλίνδρου που θα τοποθετηθεί. Στο φύλλο υπολογισμού συμπληρώνονται μόνο τα πεδία που φαίνονται με σκούρο μπλε. Στα πεδία αυτά όπου P εισάγεται η πίεση που δίνει η αντλία. Όπως παρατηρείται στο κάτω μέρος του φύλλου excel η δύναμη που παρέχει ο συνδυασμός αυτός είναι περίπου 10 τόνοι.



ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΕΜΒΟΛΟΥ	D =	80 mm	8,000 cm	0,080 m	
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΒΑΚΤΡΟΥ	d =	32 mm	3,200 cm	0,032 m	$A1=\pi \cdot D^2/4$
ΔΙΑΤΟΜΗ ΕΜΒΟΛΟΥ	A1 =	mm ²	0,000 cm ²	0,000 m ²	
ΔΙΑΤΟΜΗ ΒΑΚΤΡΟΥ	A2 =	mm ²	0,000 cm ²	0,000 m ²	$A2=\pi \cdot d^2/4$
ΔΙΑΤΟΜΗ ΜΕΓΙΣΤ. ΠΙΕΣΗΣ	A =	mm ²	0,000 cm ²	0,000 m ²	
ΔΙΑΤΟΜΗ ΜΙΚΡΗΣ ΠΙΕΣΗΣ	A' =	mm ²	0,000 cm ²	0,000 m ²	$A'=\pi \cdot D^2/4$
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΕΜΒΟΛΟΥ	U1 =	5 m/sec	30000,0 cm/min	300,0 m/min	
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΒΑΚΤΡΟΥ	U2 =	m/sec	0,0 cm/min	0,0 m/min	
ΠΑΡΟΧΗ	Q =	lt/min	0,000 lt/sec	0,00 cm ³ /sec	$A' = A1 - A2$
ΠΙΕΣΗ	P =	206 bar	20,600 Nt/mm ²	20600,000 Kpa	$D=(4 \cdot A1/3,14)$
ΔΥΝΑΜΗ ΑΠΟ Α	F1 =	kp	0,0 Nt	0,0 dyne	
ΔΥΝΑΜΗ ΑΠΟ Α'	F2 =	kp	0,0 Nt	0,0 dyne	
ΖΗΤΟΥΜΕΝΑ					
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΕΜΒΟΛΟΥ	D =	0,000 mm	0,000 cm	0,000 m	
ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΒΑΚΤΡΟΥ	d =	0,000 mm	0,000 cm	0,000 m	
ΔΙΑΤΟΜΗ ΕΜΒΟΛΟΥ	A1 =	5024,0 mm ²	50,240 cm ²	0,005 m ²	$d=(4 \cdot A2/3,14)$
ΔΙΑΤΟΜΗ ΒΑΚΤΡΟΥ	A2 =	803,8 mm ²	8,038 cm ²	0,001 m ²	
ΔΙΑΤΟΜΗ ΜΕΓΙΣΤ. ΠΙΕΣΗΣ	A =	5024,0 mm ²	50,240 cm ²	0,005 m ²	$Q=(\pi \cdot D^2/4) \cdot U = A' \cdot U$
ΔΙΑΤΟΜΗ ΜΙΚΡΗΣ ΠΙΕΣΗΣ	A' =	4220,2 mm ²	42,202 cm ²	0,004 m ²	
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΕΜΒΟΛΟΥ	U =	m/sec	0,000 cm/sec	0,000 m/min	
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΒΑΚΤΡΟΥ	U =	m/sec	0,000 cm/sec	0,000 m/min	
ΠΑΡΟΧΗ	Q =	1507,2 lt/min	25,120 lt/sec	25120,00 cm ³ /sec	$F1=P \cdot (\pi \cdot D^2/4) = (P \cdot A)$
ΠΙΕΣΗ	P =	bar	0,000 Nt/mm ²	0,000 Kpa	
ΔΥΝΑΜΗ ΑΠΟ Α	F1 =	10349,4 kp	103494,4 Nt	10149333578 dyne	

Εικόνα 106: Υπολογισμός χαρακτηριστικών υδραυλικού κυλίνδρου.

Το πλεονέκτημα που δίνει η χρήση του συγκεκριμένου υπολογιστικού προγράμματος είναι η δυνατότητα πειραματισμού αλλάζοντας δεδομένα μέχρι να εμφανιστεί η επιθυμητή F_1 . Γνωρίζοντας τις εσωτερικές διαστάσεις ($D=80\text{mm}$) που πρέπει να έχει ο κύλινδρος προκειμένου να αποδώσει 10 τόνους μπορεί κανείς να υποθέσει πως ένας κύλινδρος με εξωτερική διάμετρο $D_{\text{εξωτ}}=90\text{mm}$ μπορεί να αποδώσει την ζητούμενη δυναμικότητα. Συνεπώς ο υδραυλικός κύλινδρος αναζητήθηκε με συγκεκριμένη εξωτερική διάμετρο.

Ο κύλινδρος λόγω υψηλού κόστους αγοράς σε καινούργια κατάσταση αγοράστηκε μεταχειρισμένος (Εικόνα 107) από διαλυτήριο οχημάτων της βιομηχανικής περιοχής Πατρών. Πριν γίνει η αγορά του ελέγχτηκε οπτικά για την κατάσταση του και μετρήθηκαν οι εξωτερικές του διαστάσεις. Επίσης έγινε ένα σύντομο τεστ καλής λειτουργίας.

Το τεστ περιελάμβανε συμπίεση του εμβόλου προς το έδαφος(για έξοδο λαδιού από παροχή), έλεγχο διαρροής από τις τσιμούχες, ευθύτητα βάκτρου και εντοπισμού τζόγων. Αυτό βέβαια δεν αποδεικνύει πως ο υδραυλικός κύλινδρος αποδίδει το μέγιστο των δυνατοτήτων του , και το ρίσκο αποτυχίας είναι μεγάλο. Στην πορεία βέβαια της εργασίας αυτής θα δούμε πώς η επιλογή ήταν επιτυχής.



Εικόνα 107: Κύλινδρος μονής ενεργείας.

Όλα τα μη απαραίτητα εξαρτήματα που αποτελείται ο κύλινδρος αφαιρέθηκαν, και στην συνέχεια με την χρήση τροχού χειρός, δίσκου υαλόχαρτου και βενζίνης καθαρίστηκε η κυλινδρική επιφάνεια. Ύστερα συνδέθηκε ο υδραυλικός κύλινδρος με την αντλία προκειμένου να πραγματοποιηθεί ο τελικός έλεγχος λειτουργίας του συστήματος καθώς και η συντήρηση του(Εικόνα 108).



Εικόνα 108: Σύνδεση αντλίας/κυλίνδρου με υδραυλικό μαρκούτσι πίεσης 300 bar.

7.3.2 Κοπή τεμαχίων κατασκευής και συναρμολόγηση.

Ιδιαίτερη προσοχή δόθηκε στην επιλογή του τρόπου κοπής των μεταλλικών στοιχείων του πλαισίου της πρέσας. Επειδή η παρούσα κατασκευή απαιτεί ιδιαίτερη ακρίβεια στην συναρμολόγηση της λόγω ότι φέρει μεγάλα ποσά δύναμης επιλέξαμε τις κάτωθι μεθόδους κοπής.

Κοπή με Laser: Μηχανές σαν αυτή μπορούν και πετυχαίνουν κοπές σε μεταλλικά φύλλα πάχους 0,5 έως 20mm με ακρίβεια κοπής 0,1mm. Τα μέρη της κατασκευής που κόπηκαν με laser (Εικόνα 109), είναι οι κάθετες λάμες του πλαισίου της πρέσας και όλοι οι πλαϊνοί αποστάτες του πλαισίου. Ο λόγος που επιλέχθηκε η μέθοδος αυτή είναι η επίτευξη υψηλής ακρίβειας κοπής (αποστάσεις κέντρων οπών) και οι μικρές παραμορφώσεις που δημιουργούνται σε σύγκριση με το Plasma ή τον ζουμπά. Με την μέθοδο αυτή πετυχαίνουμε ίδιες αποστάσεις και στις τέσσερις κάθετες λάμες που απαρτίζουν την κατασκευή μας. Σημαντικό πλεονέκτημα είναι η αποστολή σχεδίων του SolidWorks από υπολογιστή σε υπολογιστή όπου με την δημιουργία του κατάλληλου nesting στο φύλλο του χάλυβα των 12mm αποφεύγονται τα ανθρώπινα λάθη και μειώνεται ο χρόνος παραγωγής. Παρατηρείται στην συνέχεια ότι η διαφορά της τιμής της συγκεκριμένης κατεργασίας εν σύγκριση με άλλες δεν είναι μεγάλη δεδομένου των πλεονεκτημάτων της.



Εικόνα 109: Διάνοιξη οπών σε Φύλλο χάλυβα πάχους 12 mm.

Κοπή με παντογράφο: Ο παντογράφος χρησιμοποιεί ως κοπτικό μέσω το οξυγόνο ή το πλάσμα. Με οξυγόνο η μηχανή αυτή κόβει έως και 200mm πάχους υλικού ενώ με πλάσμα έως και 35mm. Τα μέρη της κατασκευής που κόπηκαν με την μέθοδο αυτή είναι οι λάμες τις κεφαλής της πρέσας και το στοιχείο συγκράτησης της υδραυλικής μπουκάλας του μηχανισμού κινούμενου υδραυλικού κυλίνδρου (τεμάχιο Νο 1). Στα στοιχεία αυτά δεν μας ενδιαφέρει τόσο η υψηλή ακρίβεια γι' αυτό και επιλέχθηκε αυτή η μέθοδος. Στην εικόνα 110 διακρίνουμε έναν τύπο παντογράφου με τρεις κεφαλές κοπής.



Εικόνα 110: CNC παντογράφος.

Κοπή με ψαλίδι: Η μηχανές αυτές (Εικόνα 111) κόβουν μεταλλικά φύλλα πάχους έως 15mm με την δύναμη υδραυλικού συστήματος. Οι κατεργασίες που εκτελούνται με αυτήν την μέθοδο είναι από τις πιο οικονομικές. Τα μειονεκτήματά τους εντοπίζονται στις ατέλειες που προκαλούνται στην επιφάνεια απότμησης του υλικού. Τα μεταλλικά στοιχεία που κόπηκαν με αυτό τον τρόπο είναι οι λάμες της τράπεζας, τα στοπ της κεφαλής και οι κάτω αποστάτες των κάθετων λαμών.



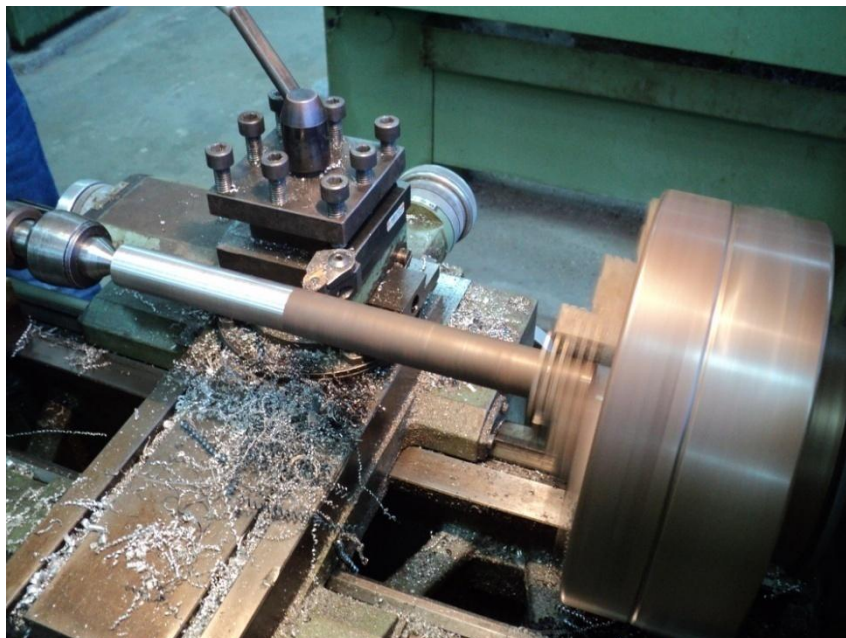
Εικόνα 111:Υδραυλικό ψαλίδι κοπής μετάλλων.

Τα υπόλοιπα μέρη της κατασκευής όπως οι γωνιές που χρησιμοποιήθηκαν σαν πέλματα στήριξης της πρέσας και οι σωλήνες τύπου τούμπο κόπηκαν σε πριονοκορδέλα. Επίσης όλες οι λάμες της κατασκευής περαστήκαν από τον κύλινδρο για εξάλειψη των παραμορφώσεων που αναπτύχθηκαν κατά την διάρκεια της κοπής τους.

Στις εικόνες 112 έως 126 παρουσιάζονται όλα τα στάδια κατασκευής των επιμέρους στοιχείων της πρέσας καθώς και του κυρίως πλαισίου.



Εικόνα 112: Κοπή ράβδου χάλυβα για την κατασκευή πείρων συγκράτησης τραπεζιού πρέσας σε πριόνι του Τ.Ε.Ι Πατρών.

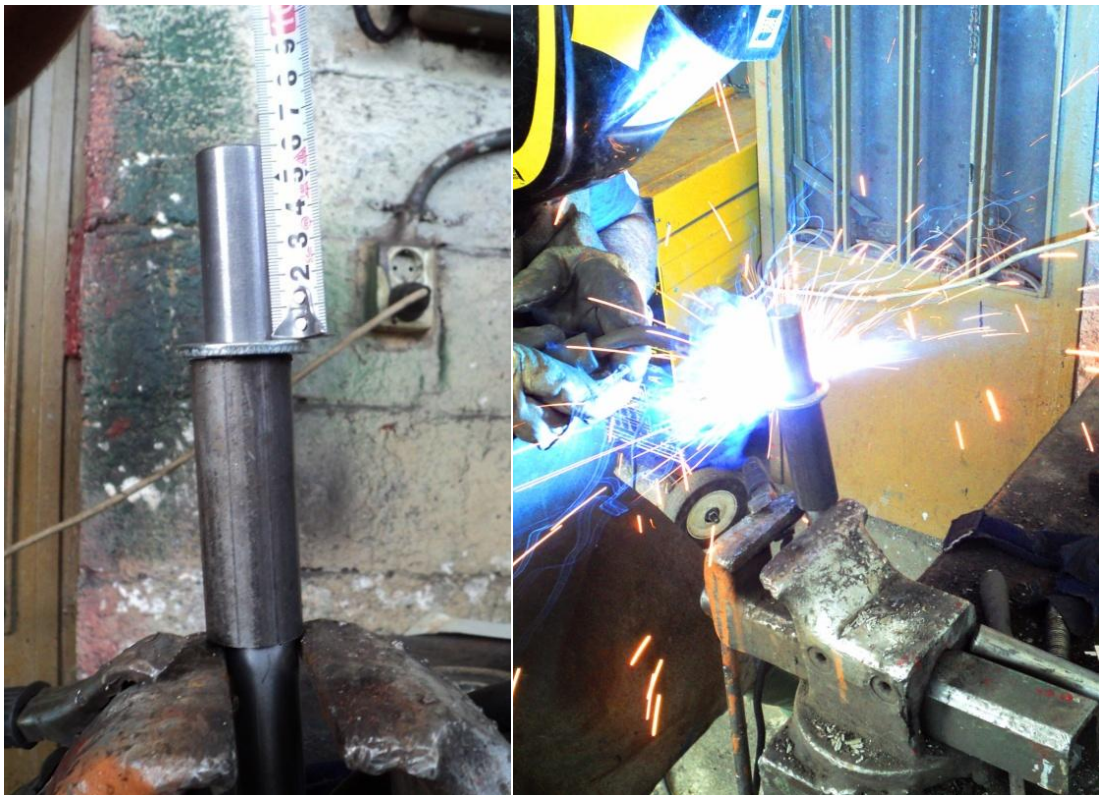


Εικόνα 113: Κατασκευή πείρων σε συμβατικό τόρνο του Τ.Ε.Ι Πατρών.

Οι πείροι συγκράτησης τονάρονται έως την επιθυμητή διάμετρο των 24mm. Ύστερα για λόγους ασφαλείας του μελλοντικού χειριστή της πρέσας προσθέτουμε κάποια χαρακτηριστικά στο εμπρός και πίσω μέρος αυτών.



Εικόνα 114: Διάνοξη οπών 6,5mm σε ημιαυτόματη φρέζα του εργαστηρίου c.n.c του Τ.Ε.Ι Πατρών για τοποθέτηση ασφάλειας.



Εικόνα 115: Συγκόλληση ροδελών στο εμπρός μέρος των πείρων με χρήση μηχανής M.I.G

Μετά την ολοκλήρωση των πείρων σειρά έχει η συγκέντρωση όλων των στοιχείων της πρέσας και η προετοιμασία συναρμολόγησης-μονταρίσματος αυτών.



Εικόνα 116: Συγκέντρωση στοιχείων υδραυλικής πρέσας και έλεγχος των διαστάσεων τους σύμφωνα με τα σχέδια.



Εικόνα 117: Γώνιασμα και μοντάρισμα πρόσοψης πλαισίου πρέσας.

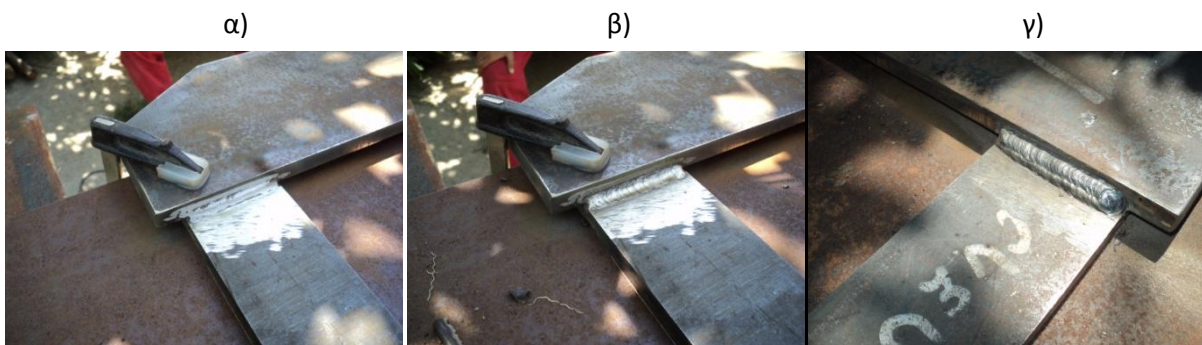


Εικόνα 118: Συγκόλληση κάτω λάμας-αποστάτη πρόσοψης πλαισίου πρέσας.



Εικόνα 119: Μοντάρισμα και συγκόλληση κεφαλής πρέσας.

Η συγκόλληση όλων των στοιχείων του πλαισίου της πρέσας πραγματοποιείται με χρήση ηλεκτρονικής μηχανής ηλεκτροσυγκόλλησης. Οι συγκολλήσεις γίνονται με βασικό ηλεκτρόδιο των 2,5mm και σε όλες τις ενώσεις μεταξύ της κεφαλής και των κάθετων λαμών τις πρέσας, πραγματοποιούνται 3 πάσο συγκόλλησης ώστε το κόλλημα να γίνει ικανοποιητικό.



Εικόνα 120: α) Πρώτο πάσο συγκόλλησης στην ρίζα, β) δεύτερο πάσο συγκόλλησης, γ) τρίτο πάσο συγκόλλησης.

Κάθε ένα πάσο κολλήσεως γίνεται εμπρός και πίσω της κάθετης λάμας του πλαισίου της πρέσας. Αυτό γίνεται για την αποφυγή των παραμορφώσεων που προκαλεί η μέθοδος της συγκόλλησης λόγω ανάπτυξης υψηλών θερμοκρασιών.



Εικόνα 121: Συγκόλληση στοιχείων κάθετων λαμών στην κεφαλή της πρέσας.

Μετά την συγκόλληση του πρώτου τμήματος της πρέσας συγκολλείται το δεύτερο τμήμα της πρέσας που αποτελείται επίσης από τις κάθετες λάμες του πλαισίου και τις λάμες της κεφαλής της πρέσας. Η διαδικασία αυτή γίνεται ευθυγραμμίζοντας το δεύτερο τμήμα της πρέσας στο πρώτο, (ήδη συγκολλημένο) ώστε τα κέντρα των οπών και οι γενικότερες διαστάσεις να τοποθετηθούν σύμφωνα με του πρώτου. Παράλληλα ελέγχονται και οι διαστάσεις σύμφωνα με τα σχέδια.



Εικόνα 122: Μοντάρισμα και συγκόλληση δεύτερου τμήματος πλαισίου πρέσας.

Μετά την ολοκλήρωση και του δεύτερου τμήματος του πλαισίου της πρέσας συγκολλούνται οι αποστάτες του πλαισίου σε ένα εκ των δύο τμημάτων. Στην συνέχεια τοποθετώντας το ένα τμήμα πάνω στο άλλο η κατασκευή αρχίζει να αποκτά την τελική της μορφή.

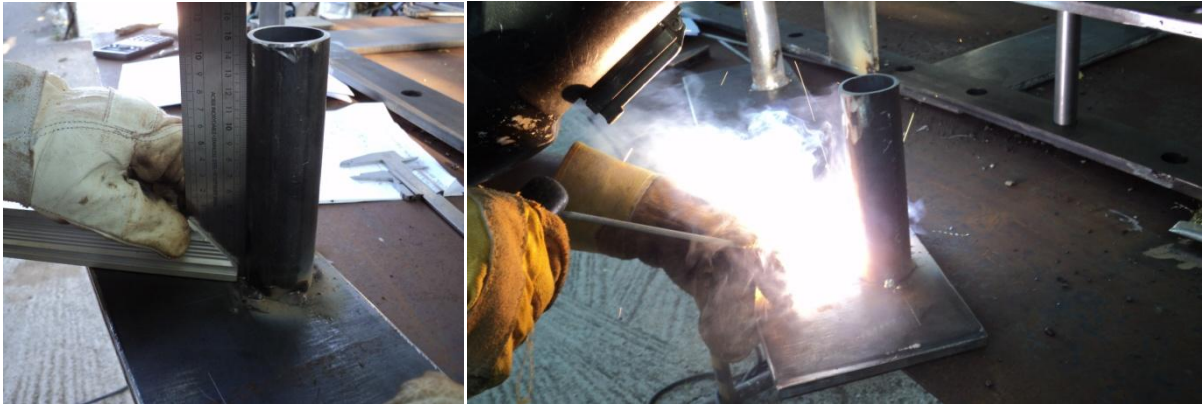


Εικόνα 123: Τοποθέτηση αποστατών πλαισίου και μοντάρισμα του πρώτου τμήματος με το δεύτερο.

Πριν γίνουν οι τελικές συγκολλήσεις σε όλο το πλαίσιο ελέγχονται οι γεωμετρίες του πλαισίου. Συγκεκριμένα μετρώνται οι 2 διαγώνιοι του πλαισίου της πρέσας ώστε να βεβαιωθεί η απόλυτη συμμετρία της κατασκευής. Στην συνέχεια κατασκευάζεται το τραπέζι της πρέσας. Στα σημεία που τοποθετούνται οι σωλήνες τύπου τούμπο ανοίγονται οπές διαμέτρου 2mm. Ο λόγος που γίνεται αυτό είναι ή αποφυγή της εξόδου του αερίου από το σημείο συγκόλλησης λόγω αυξημένης πίεσης εντός του σωλήνα. Η διαδικασία αυτή γίνεται μόνο για την μια λάμα του τραπεζιού.



Εικόνα 124: Διάνοιξη οπών στην λάμα του τραπεζιού της πρέσας.



Εικόνα 125: Μοντάρισμα σωλήνων στην λάμα του τραπεζιού και συγκόλληση.



Εικόνα 126: Τελική μορφή τραπεζιού πρέσας.

7.4 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΛΟΥΠΙΟΥ ΚΑΜΨΗΣ

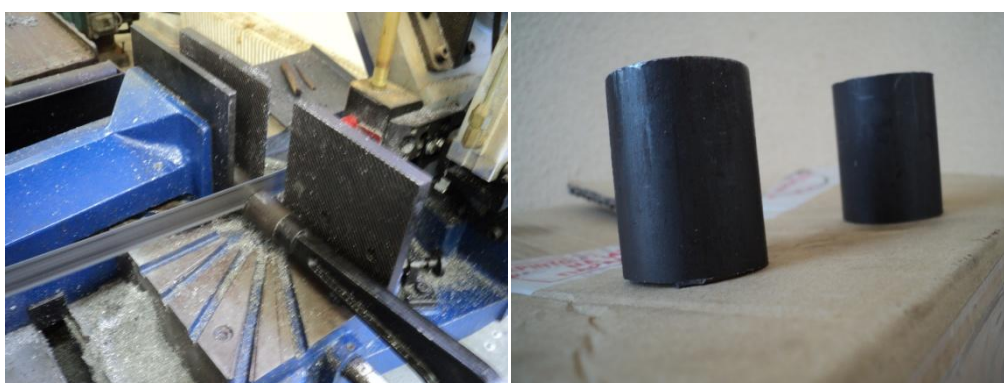
Το καλούπι κάμψης κατασκευάζεται σύμφωνα με συγκεκριμένη τυποποίηση της μήτρας και του εμβόλου. Η κατασκευή της μήτρας και του εμβόλου έγινε σε επαγγελματία μηχανουργό με την χρήση συμβατικής φρέζας μεγάλου μήκους τραπεζιού. Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στην κατασκευή των πείρων οδήγησης και στην επιλογή των δακτυλίων ολίσθησης που αποτελούν τον οδηγό του εμβόλου στην μήτρα. Στις εικόνες 127 έως 132 παρουσιάζονται όλα τα στάδια κατασκευής του καλουπιού κάμψης.



Εικόνα 127: Τελικό προϊόν μήτρας-εμβόλου.



Εικόνα 128: Κατασκευή πείρων οδήγησης σε συμβατικό τόρνο.



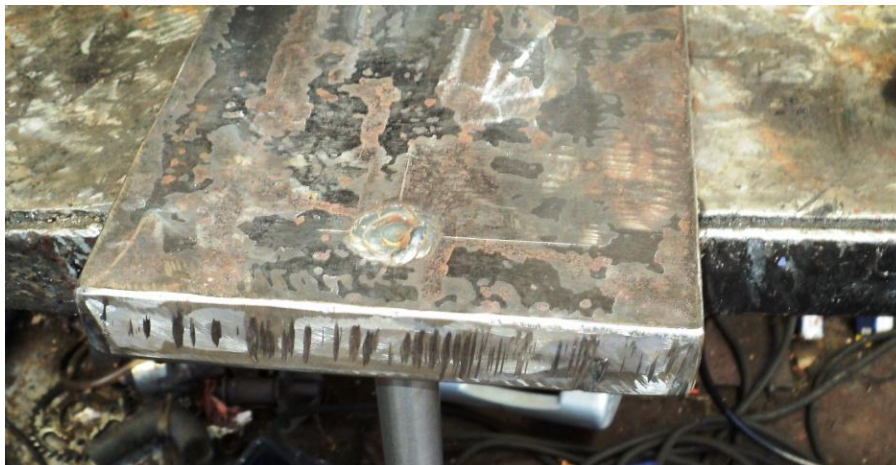
Εικόνα 129: Κοπή δακτυλίων ολίσθησης σε πριονοκορδέλα.

Οι πείροι οδήγησης κατασκευάζονται με εξωτερική διάμετρο 24,5mm ενώ οι δακτύλιοι ολίσθησης επιλέγονται με εσωτερική διάμετρο 25mm. Η ανοχή αυτή είναι αρκετή για την ευθύγραμμη καθοδήγηση του εμβόλου στην μήτρα. Ως δακτύλιος ολίσθησης, χρησιμοποιήθηκε σωλήνας τύπου τούμπο για τον λόγο ότι δεν περιέχει εσωτερική ραφή.

Μετά την κατασκευή των οδηγών συγκολλούνται οι δακτύλιοι ολίσθησης στα άκρα του εμβόλου, και οι πείροι οδήγησης σε μια βάση πάχους 30mm. Στην βάση αυτή ανοίγονται διαμπερείς οπές ίδιας διαμέτρου με των πείρων οδήγησης, ώστε η συγκόλληση των πείρων να γίνει στο κάτω μέρος της βάσης και όχι στην επιφάνεια. Αυτό γίνεται για την καλύτερη συγκόλληση των πείρων και για την σωστή εφαρμογή των ελατηρίων που θα εφαρμόσουν στην βάση. Η βάση που θα στηρίξει το καλούπι κόπηκε από scrap με χρήση οξυγόνων.



Εικόνα 130: Συγκόλληση δακτυλίων ολίσθησης στα άκρα του εμβόλου.



Εικόνα 131: Συγκόλληση πείρων οδήγησης στο κάτω μέρος της πλάκας στήριξης του καλουπιού.

Το τελευταίο στάδιο της κατασκευής του καλουπιού κάμψης είναι και το σημαντικότερο απ' όλα και απαιτεί μεγάλη προσοχή. Το στάδιο αυτό περιλαμβάνει την συγκόλληση της μήτρας στην πλάκα στήριξης του καλουπιού. Η τοποθέτηση της μήτρας γίνεται σύμφωνα με το έμβολο, και όχι με τους πείρους οδήγησης ή την πλάκα στήριξης. Έτσι λοιπόν η μήτρα τοποθετείται κάτω από το έμβολο και στην πορεία κλείνει το καλούπι. Στο σημείο που το καλούπι κλείνει καλά και το έμβολο εφαρμόζει τέλεια στην μήτρα πραγματοποιείται η συγκόλληση αυτής στην πλάκα στήριξης του καλουπιού. Ο λόγος που γίνεται αυτό είναι η μη ύπαρξη πολύ υψηλής ακρίβειας στην όλη διαδικασία παραγωγής της μήτρας και του εμβόλου.



Εικόνα 132: Συγκόλληση μήτρας στην πλάκα στήριξης του καλουπιού και τοποθέτηση ελατηρίων.

7.5 ΤΕΛΙΚΟ ΠΡΟΪΟΝ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται ορισμένα στοιχεία της κατασκευής που κατασκευάστηκαν στο τέλος προκειμένου να δώσουν στην πρέσα την τελική της μορφή. Επίσης παρουσιάζεται το τελικό αποτέλεσμα της πρέσας και του καλουπιού κάμψης μετά την διαδικασία της βαφής και συναρμολόγησης.

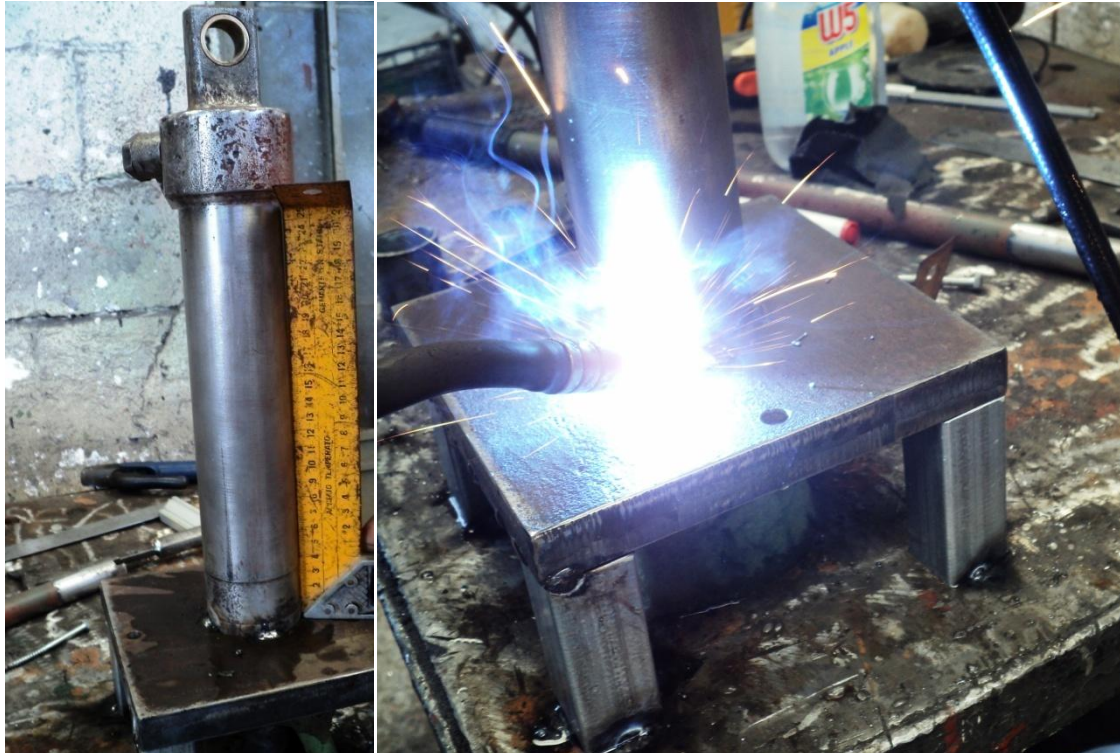
Τα τελευταία στοιχεία που κατασκευάστηκαν είναι η βάση στήριξης την υδραυλικής αντλίας που προσαρμόζεται στο πλαίσιο της πρέσας και η συγκόλληση του υδραυλικού κυλίνδρου στην φλάντζα συγκράτησης του, που αποτελεί μέρος του μηχανισμού του συστήματος κινούμενου υδραυλικού κυλίνδρου. Στην εικόνα 133 βλέπουμε μια απλή κατασκευή της βάσης που αποτελείται από μια λάμα 100mm πλάτους, 10mm πάχους και μήκους 500mm. Στην βάση αυτή διανοίχθηκαν οπές για την συγκράτηση της αντλίας. Επίσης αφαιρέθηκαν και λειάνθηκαν οι γωνίες για την αποφυγή ατυχημάτων.



Εικόνα 133: Βάση στήριξης υδραυλικής αντλίας.

Τέλος ακολουθεί η συγκόλληση του υδραυλικού κυλίνδρου (Εικόνα 134). Απαραίτητες διαστάσεις που λήφθηκαν υπ' όψη είναι το μήκος του κυλίνδρου που περισσεύει της κεφαλής της πρέσας(80mm), το ελεύθερο μήκος του βάρου(200mm) και το πάχος της φλάντζας συγκράτησης του υδραυλικού κυλίνδρου (20mm). Οι διαστάσεις αυτές είναι σημαντικές για την πλήρη αξιοποίηση

του πλαισίου της πρέσας καθώς σε περίπτωση που ο υδραυλικός κύλινδρος προεξείχε της κεφαλής της πρέσας περισσότερο η πρώτη θέση στήριξης του τραπέζιου εργασίας δεν θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί. Ιδιαίτερη προσοχή στην διαδικασία αυτή δίνεται στην συγκόλληση και στα προβλήματα που προκαλεί στον κύλινδρο λόγω της ανάπτυξης υψηλής θερμοκρασίας (καταστροφή τσιμουχών). Για την επίλυση του προβλήματος, τοποθετείται σφουγγάρι πάνω στην επιφάνεια του κυλίνδρου και βρέχεται κατά την διάρκεια της συγκόλλησης. Επίσης η συγκόλληση γίνεται σταδιακά και μετά το τέλος της ψύχεται με νερό.



Εικόνα 134: Ευθυγράμμιση και συγκόλληση υδραυλικού κυλίνδρου.

Ο υδραυλικός κύλινδρος στο άνω μέρος της φλάντζας συγκολλείται σε όλη του την διάμετρο ενώ στο κάτω μέρος συγκολλείται μόνο στα νοητά τεταρτημόρια της διαμέτρου του κύκλου (σταυρωτά). Μετά την ολοκλήρωση και των τελευταίων στοιχείων της κατασκευής όλα τα μεταλλικά στοιχεία της κατασκευής τροχίζονται και καθαρίζονται όπου κρίνεται απαραίτητο. Ακολουθεί η διαδικασία της βαφής με την χρήση κομπρεσέρ αέρα και πιστολιού βαφής. Η βαφή γίνεται σε δύο στάδια. Το πρώτο στάδιο περιλαμβάνει την βαφή των μερών της κατασκευής με χρώμα αντιοξειδωτικής προστασίας (μίνιο) και το δεύτερο, βαφή με χρώμα φινιρίσματος που προσφέρει αντιδιαβρωτική προστασία και αντοχή στις εξωτερικές καταπονήσεις των μεταλλικών μερών. Στις εικόνες 135 έως 147 παρουσιάζεται η τελική μορφή της υδραυλικής πρέσας και του καλουπιού κάμψης καθώς και η αποτελεσματικότητα της πρέσας που σχεδιάστηκε-μελετήθηκε και τέλος κατασκευάστηκε.



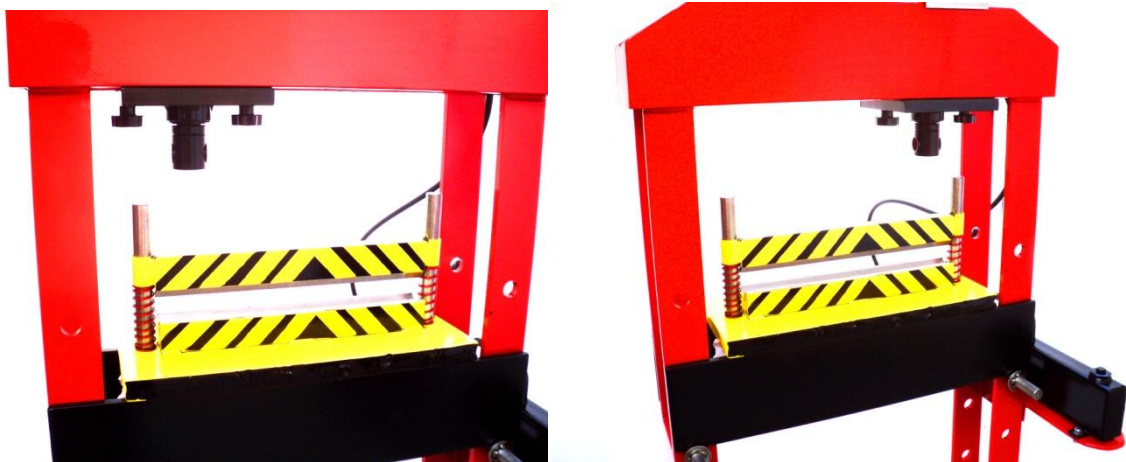
Εικόνα 135: Τελική μορφή υδραυλικής πρέσας.



Εικόνα 136: Τοποθέτηση της αντλίας σε εργονομική θέση πάνω στο πλαίσιο.



Εικόνα 137 : Τοποθέτηση καλουπιού κάμψης στο τραπέζι της πρέσας.



Εικόνα 138 : Μετακίνηση υδραυλικού κυλίνδρου αριστερά και δεξιά της κεφαλής της πρέσας.



Εικόνα 139: Μηχανισμός κινούμενου υδραυλικού κυλίνδρου εντός της κεφαλής της πρέσας.



Εικόνα 140: Χρησιμότητα λαμών-στοπ στο μέσα μέρος της κεφαλής της πρέσας.



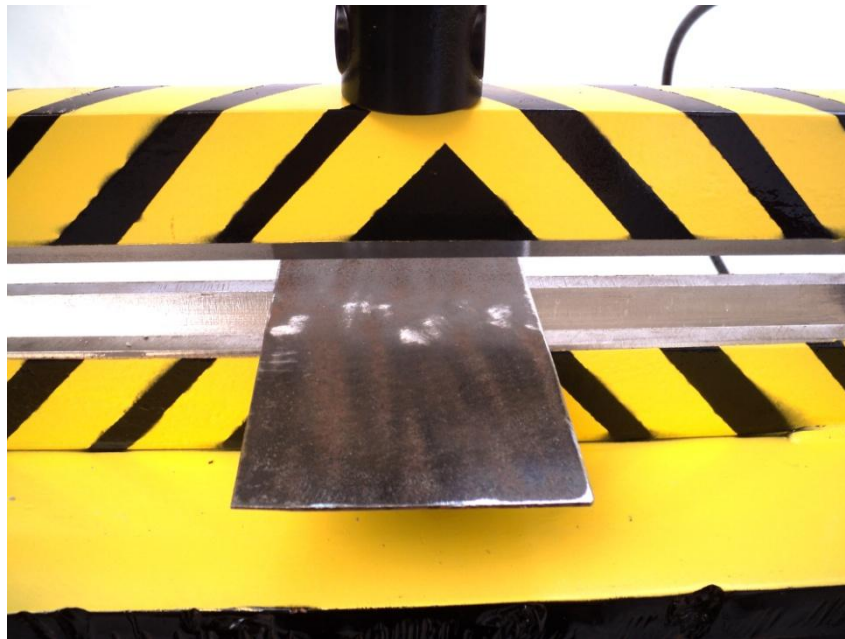
Εικόνα 141: Εισαγωγή φύλλου λαμαρίνας μήκους 400mm.



Εικόνα 142: Δοκιμή καλουπιού κάμψης σε φύλλο λαμαρίνας πάχους 0,5 mm.



Εικόνα 143: Μέτρηση γωνίας κάμψης φύλλου λαμαρίνας πάχους 0,5mm.



Εικόνα 144: Δοκιμή καλουπιού κάμψης με λαμαρίνα πάχους 3mm.



Εικόνα 145: Μέτρηση γωνίας κάμψης λαμαρίνας πάχους 3mm.



Εικόνα 146: Δημιουργία τεμαχίου με την χρήση του καλουπιού κάμψης.



Εικόνα 147: Επιδαπέδια υδραυλική πρέσα δυναμικότητας 10 τόνων με μηχανισμό κινούμενου υδραυλικού κυλίνδρου και δυνατότητα κάμψης λαμαρίνας υπό γωνία 90 μοιρών.

7.6 ΚΟΣΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ

Σύμφωνα με τους αναλυτικούς πίνακες των τεμαχίων των κατασκευών (πρέσα & καλούπι) προκύπτει και το κόστος αυτών. Οι κατασκευές μας στην παρούσα πτυχιακή ήταν δύο. Η πρώτη κατασκευή που αποτελεί και το επίκεντρο της πτυχιακής αυτής αποτελείται από τα αριθμημένα στοιχεία του Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Κόστος μεταλλικών μερών πλαισίου πρέσας

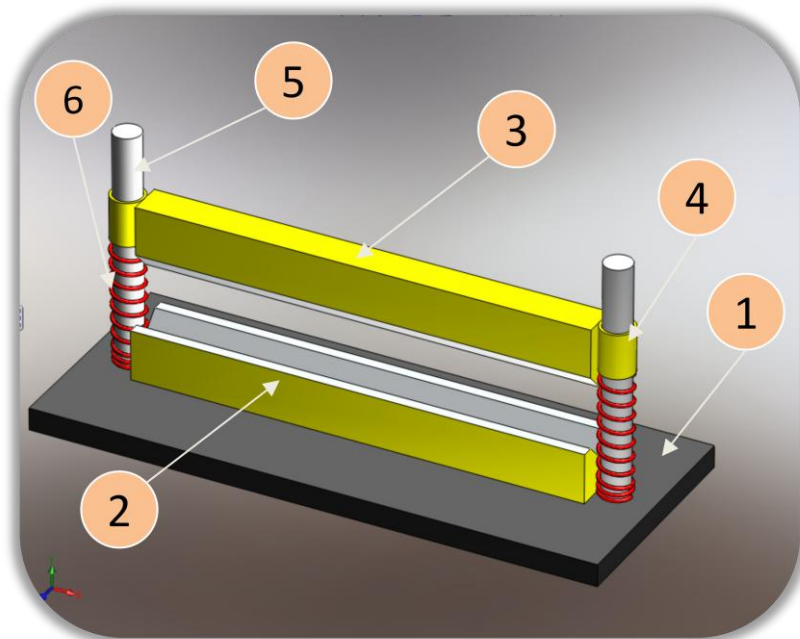
A/a	Περιγραφή	M/M	Ποσότητα	Τιμή Μον.(€)	Σύνολο (€)
1	Τμήμα Μηχανισμού Κινούμενου Υδρ. Κυλ.	Kg	2,5	2,46	6,15
2	Φλάντζα Συγκράτησης Υδρ. Κυλ.	Kg	6	1,84	11,04
3	Λάμα Κεφαλής Πρέσας	Kg	22	0,98	21,56
4	Λαμάκι Περιορισμού Κίνησης	Kg	0,9	0,98	0,882
5	Άνω Αποστάτης Κεφαλής Πρέσας	Kg	2,5	1,84	4,6
6	Κάθετη Λάμα Πλαισίου Πρέσας	Kg	50	2,98	149
7	Λάμα Τραπεζιού Εργασίας	Kg	22	0,98	21,56
8	Σωλήνας Τύπου Τούμπο	Kg	3,2	1,84	5,88
9	Μέσος Αποστάτης Κάθετων Λαμών	Kg	2	1,84	3,68
10	Πείρος Συγκράτησης Τραπεζιού	Τεμ.	2	12	24
11	Κάτω Αποστάτης Κάθετων Λαμών	Kg	2	2,21	4,42
12	Πέλμα Στήριξης Πλαισίου Πρέσας	Kg	7	1,04	7,28
13	Κάτω Λάμα Συγκράτησης Πλαισίου	Kg	3,9	0,98	3,82
Σύνολο					263,87

Στον κάτωθι Πίνακα 2 αναλύεται το κοστολόγιο των περιφερειακών εξαρτημάτων-μηχανισμών της κατασκευής μας. Το συνολικό κόστος για αυτά τα στοιχεία ανήλθε στα 82 €.

Πίνακας 2: Πίνακας κόστους περιφερειακών στοιχείων.

Περιφερειακό στοιχείο	Κόστος (€)
Υδραυλικός Κύλινδρος	25
Σύνδεση Αντλία/Κυλ.	20
Ασφάλειες Πείρων	3
Χρώματα	20
Κοχλίες M10 & M12	4
Δίσκοι λειάνσεως και κοπής	10
Ηλεκτρόδια Βασικά 2,5mm	10
Σύνολο	82

Η κατασκευή του καλουπιού κάμψης το οποίο αποτελείται από τα αριθμημένα μέρη της Εικόνας 148 στοίχισε λιγότερο. Η ανάλυση του συγκεκριμένου κοστολογίου κατασκευής του εν λόγω καλουπιού αναλύεται στον Πίνακα 3.



Εικόνα 148: Αριθμημένα μέρη καλουπιού κάμψης.

Πίνακας 3: Πίνακας κόστους μερών καλουπιού.

A/α	Περιγραφή	M/M	Ποσότητα	Τιμή Μον.	Σύνολο(€)
1	Πλάκα στήριξης καλουπιού	Τεμ.	1	10	10
2	Μήτρα	Τεμ.	1	25	25
3	Έμβολο	Τεμ.	1	20	20
4	Δακτύλιοι Ολίσθησης	Kg	0,6	1,84	1,104
5	Πείροι οδήγησης	Τεμ	2	10	20
6	Ελατήρια	Τεμ	2	7,5	15
Σύνολο					91,104

Το μεγαλύτερο μέρος των εργασιών συναρμολόγησης και κατασκευής πραγματοποιήθηκε από τον συγγραφέα της παρούσας πτυχιακής και για το λόγο αυτό δεν γίνεται ειδική μνεία στο συγκεκριμένο κόστος εργασίας. Παρόλα αυτά μια τυπική εκτίμηση για το συγκεκριμένο κόστος είναι τα 250€ βάσει ημερομισθίων.

Συμπερασματικά το συνολικό κόστος της κατασκευής πρέσας-καλουπιού που προτείνεται στη παρούσα πτυχιακή μη συμπεριλαμβανομένης της κοστολόγησης εργασίας ανέρχεται στα 436,97€.

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στη παρούσα πτυχιακή εργασία (α) σχεδιάστηκε, (β) μελετήθηκε και (γ) κατασκευάστηκε εξολοκλήρου ένα σύστημα υδραυλικής πρέσας – καλουπιού κάμψης τύπου V για την εν ψυχρώ διαμόρφωση λαμαρίνας με γωνία κάμψης 90°. Για το σχεδιασμό της κατασκευής, αλλά και την διεξαγωγή της αντίστοιχης στατικής μελέτης της κατασκευής επιλέχθηκε το λογισμικό επαγγελματικό πακέτο SolidWorks καθότι επιτρέπει τον απλοϊκό σχεδιασμό τρισδιάστατων και πολύπλοκων γεωμετριών αλλά και τη εισαγωγή κατασκευαστικών λεπτομερειών, που με άλλα σχεδιαστικά πακέτα θα ήταν πιο δύσκολο και χρονοβόρο. Το σημαντικότερο όμως πλεονέκτημα του εν λόγω λογισμικού είναι το γεγονός ότι με βάσει τη τρισδιάστατη απεικόνιση της κατασκευής επιτρέπει την απευθείας προσομοίωση της μηχανικής και όχι μόνο συμπεριφοράς του, γεγονός που διευκολύνει σημαντικά το μελετητικό κομμάτι του μηχανικού.

Για την κατασκευή την μηχανής, το πρώτο βήμα ήταν η επιλογή ενός εργονομικού σχεδίου που θα έδινε την δυνατότητα μελλοντικών παρεμβάσεων και μετεξέλιξης. Με βάσει των απαιτήσεων διαμόρφωσης τέθηκαν προς μελέτη δύο σχεδιαστικά σενάρια από τα οποία το ένα φάνηκε πιο ελκυστικό από άποψη εργονομίας για αυτό και προτιμήθηκε. Ακολούθησε λεπτομερής σχεδιασμός όλων των μερών που απαρτίζουν το σύστημα πρέσας καλουπιού. Εν συνεχεία πραγματοποιήθηκε στατική μελέτη καθώς και έλεγχος λογισμού με τη βοήθεια της μεθόδου των πεπερασμένων στοιχείων που συμπεριλαμβάνεται ως επιλογή στο λογισμικό πακέτο SolidWorks. Αυτό διευκόλυνε σημαντικά τη μελέτη της κατασκευής, διότι είναι δύσκολη η ανάλυση πλαισίων που εμπεριέχουν οπές με κλασσικές αναλυτικές προσεγγίσεις μηχανικής.

Τα αποτελέσματα έδειξαν, ότι η προτεινόμενη μηχανή έχει επαρκή αντοχή για την απαιτούμενη δυναμικότητα που θα πρέπει να έχει ενώ παράλληλα οι αναλύσεις έδειξαν ότι δεν κινδυνεύει σε λυγισμό. Αφού διασφαλίστηκε η ασφάλεια της κατασκευής, ακολούθησε το στάδιο της κατασκευής που περιλάμβανε διαμόρφωση λαμών, συγκολλήσεις, βαφή, συναρμολογήσεις κ.α. Ο έλεγχος λειτουργίας απέδειξε την ορθότητα του σχεδιασμού και της μελέτης. Το συνολικό δε κόστος της κατασκευής κυμάνθηκε σε λογικά πλαίσια με βάσει τα δεδομένα του ανταγωνισμού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Πετρόπουλος Π.Γ., *Μηχανουργική Τεχνολογία ΙΙ (Τεχνολογία Κατεργασιών Κοπής των Μετάλλων) τόμος ΙΙ-1*, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, 1998.

Αντωνιάδης Α., Παναζόπουλος Γ., *Μηχανουργική Τεχνολογία ΙΙ (Κατεργασίες Διαμόρφωσης)*, ΟΕΔΒ, 1999.

Βούλγαρη Μ.Δ., *Πρέσες & Κοπτικά Εργαλεία Πρεσών*, Εκδόσεις Ιών, 1988.

Παπαϊωάννου Σ., *Καλούπια κοπής λαμαρίνας*, Εκδόσεις Πανεπιστημίου Πατρών, 1999.

Μελέτιος Δ. & Μ. Βούλγαρης, *Τεχνολογία Κατασκευής Εργαλείων & Καλουπιών Ι*, Ευρωπαϊκές Τεχνολογικές Εκδόσεις, Αθήνα, 1998.

Γκρός Γ.Ρ., *Αντοχή υλικών*, Ίδρυμα Ευγενίδου, Αθήνα, 1992.

Λοπρέστης Σ. & Μπάχας Γ., *Ποιοτικός έλεγχος και τεχνολογία κατασκευής υλικών*, Σημειώσεις Γενικό Τμήμα θετικών επιστημών ΤΕΙ Κρήτης, Ηράκλειο.

Braun H., et al, *Μηχανουργική Τεχνολογία (Κατεργασίες Κοπής με το Χέρι, Διάτρηση, Σπειροτόμηση, Γλύφανση, Συνδέσεις, Συγκολλήσεις, Χυτεύσεις, Διαμορφώσεις, Τεμαχισμός)*, Εκδοτικός όμιλος ΙΩΝ, Ευρωπαϊκές Τεχνολογικές Εκδόσεις, Αθήνα 1996.

Blazynski T.Z., *Plasticity and Modern Metal-forming Technology*, Elsevier, 1989.

Kalpakjian S., Schmid S., *Manufacturing Engineering and Technology*. Prentice Hall, 2000.

Altan T. & Addison "... *Metal forming: Fundamentals and applications*, Wesley Publishing Company, 1996.

Wick C., *Tool and Manufacturing Engineers Handbook*, Macmillan Press Ltd, 1992.

Hosford W.F. & Caddell R.M., *Metal forming Mechanics and Metallurgy 3rd edition*, Cambridge University Press, 2007.

Lenard G.J., *Metal Forming Science and Practice*, Elsevier, 2002.

Suchy I., *Handbook of Die Design 2nd edition*, Mc GRAW-HILL, 2007.

ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ

http://oximaton.drwx.eu/files/trivologia_diamorfoseis.pdf

<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%AE>

<http://www.craftmachinetools.co.za/Portals/0/Haco%20Tooling.pdf>

http://www.civil.upatras.gr/userfiles/cd3b7fb8-1789-4a17-b149-66a3a5cbba43/enotita5_mixanologikes.pdf

<https://www3.nd.edu/~rroeder/ame50542/slides/bending.pdf>

<http://www.tm.teiher.gr/Portals/23/Shmeioseis/kataskeuastikes%20texnologies/katask.texn.Karouzos.pdf>

http://www.tmth.edu.gr/aet/thematic_areas/p49.html

<http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B5%CF%84%CE%B1%CE%BB%CE%BB%CE%BF%CF%84%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%AF%CE%B1>

<http://mdlab.mech.ntua.gr/documents/academics/hydraulics/hydraulicsTutorial.pdf>

<http://www.rigger.com/articles/how-it-works/understanding-hydraulic-cylinders-part-1>

<http://www.pbtoolings.com/90formingpunch-1.htm>

http://elepa.files.wordpress.com/2012/05/kathimerini_tasios.pdf