



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

## ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΠΡΕΣΑΣ ΚΑΙ ΜΗΤΡΑΣ



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΑΓΓΕΛΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ (Α.Μ. 6411)**

**ΛΙΑΤΣΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ (Α.Μ. 6488)**

**Εισηγητής: Καθηγητής ΜΠΑΤΣΟΥΛΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

**ΠΑΤΡΑ 2021**



## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στο Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών του Πανεπιστημίου Πελοποννήσου και αναφέρεται στην ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΠΡΕΣΑΣ. Η μελέτη αυτή γίνεται με την αξιοποίηση επιστημονικών δεδομένων. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία παρατίθενται στοιχεία για τις μηχανικές κατεργασίες όπως η διάτμηση, η εξέλαση, η κοπή, η σφυρηλάτηση κ.λ.π. Οι διαμορφώσεις αυτές επιτυγχάνονται κατά κύριο λόγο με τη χρήση πρεσών, οι οποίες διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες, τις υδραυλικές και τις μηχανικές.

Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρονται ιστορικά στοιχεία για τις πρέσες και τη λειτουργία τους. Επίσης αναφέρονται οι απαραίτητες πληροφορίες ασφαλείας και κάποια βασικά στοιχεία για τις πρέσες.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται μία εκτενής αναφορά στη βιβλιογραφία που έχει ασχοληθεί με τις πρέσες και ιδιαίτερα με τις μηχανικές. Οι κύριες βιβλιογραφικές πηγές αναφέρονται στη βελτιστοποίηση των χαρακτηριστικών της πρέσας για τη μείωση της μάζας, μέσω της μεθόδου των πεπερασμένων στοιχείων.

Στο τρίτο κεφάλαιο υπάρχει εκτενής αναφορά σχετικά με την ανάλυση και τα χαρακτηριστικά των μηχανικών πρεσών. Γενικότερα αναφέρονται όλα τα κύρια τμήματα που συνδυάζονται για την επιτυχή λειτουργία μιας μηχανικής πρέσας.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύεται ο σχεδιασμός για την κατασκευή και τη λειτουργία μίας μηχανικής πρέσας 20 τόνων. Επιπλέον, σε αυτό το κεφάλαιο παρουσιάζονται όλα τα σχέδια της προτεινόμενης πρέσας.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναφέρονται όλα τα συμπεράσματα σχετικά με τις λειτουργίες των μηχανικών πρεσών και συνοψίζεται η συνολική ανασκόπηση της μελέτης και σχεδίασης της μηχανικής πρέσας.

Η πτυχιακή εργασία έγινε στο εργαστήριο Μηχανικής Υλικών Μηχανών (Μ.Υ.Μ.) υπό την επίβλεψη και καθοδήγηση Κ. Νικολάου Μπατσούλα, τον οποίο ευχαριστούμε πολύ για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση που μας προσέφερε για την πραγματοποίηση της εργασίας.

# Περιεχόμενα

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	iii
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	- 5 -
1.1 Ιστορική αναδρομή των πρεσών .....	- 5 -
1.2 Μηχανικές κατεργασίες .....	- 10 -
1.3 Εισαγωγή στις πρέσες .....	- 19 -
1.4 Βασικά στοιχεία πρέσας.....	- 32 -
1.5 Ασφάλεια των πρεσών .....	- 36 -
2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΕΣΑΣ.....	- 44 -
2.1 Σχεδιασμός, ανάλυση και βελτιστοποίηση σε πρέσες .....	- 44 -
2.2 Σχεδιασμός του σφονδύλου για λειτουργία πρεσαρίσματος .....	- 49 -
3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΡΕΣΩΝ.....	- 54 -
3.1 Προσδιορισμός των χαρακτηριστικών των στοιχείων .....	- 54 -
3.2 Τύποι του συστήματος μετάδοσης κίνησης .....	- 60 -
3.3 Μοτέρ και σφόνδυλος.....	- 66 -
3.4 Συμπλέκτης και φρένο.....	- 68 -
3.5 Διαμήκης και εγκάρσιος άξονας μετάδοσης της κίνησης .....	- 70 -
3.6 Γρανάζια .....	- 72 -
3.7 Συναρμολόγηση της κεφαλής της πρέσας .....	- 73 -
3.8 Βάση ακατέργαστων τεμαχίων και ολισθητήρας.....	- 73 -
3.9 Πνευματικό σύστημα .....	- 79 -
3.10 Υδραυλικό σύστημα.....	- 79 -
3.11 Λάδωμα .....	- 80 -
4. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΠΡΕΣΑΣ 20 ΤΟΝΩΝ.....	- 82 -
4.1 Εισαγωγή .....	- 82 -
4.2 Βασικοί παράγοντες για το σχεδιασμό .....	- 83 -
4.3 Σχεδιασμός της μηχανικής πρέσας.....	- 93 -
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	- 106 -
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	- 109 -

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Ιστορική αναδρομή των πρεσών

Από τις αρχαιότερες πηγές και γνώσεις που υπάρχουν για την πορεία του ανθρώπου στη Γη, είναι σαφές πως ο άνθρωπος χρησιμοποιούσε πάντα εργαλεία για να κάνει την καθημερινότητα του πιο εύκολη και αποδοτική. Το πρώτο «εργαλείο» του ανθρώπου ήταν η πέτρα, την οποία χρησιμοποιούσε, όπως ακριβώς την έβρισκε στη φύση για να κάνει κατεργασίες και να διαμορφώσει διάφορα αντικείμενα, ενώ ήταν το πιο σημαντικό για την εύρεση τροφής.

Στη συνέχεια κατασκεύασε τα πρώτα τεχνητά εργαλεία, που προέρχονταν από ξύλα, κόκαλα και πέτρες σε συνδυασμό, με αποτέλεσμα την επιλογή να χρησιμοποιεί εξειδικευμένα εργαλεία για κάθε διαφορετική εφαρμογή. Ακολούθησε η εποχή του χαλκού, όπου εκεί τα εργαλεία ήταν πιο δυνατά και επέτρεπαν την εκτέλεση των κατεργασιών πιο εύκολα και αποδοτικά με το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα. Σε μια από τις επικρατέστερες θεωρίες υποστηρίζεται ότι η εξόρυξη των μετάλλων έγινε μετά από μεγάλες πυρκαγιές που έλιωσαν τα διάφορα πετρώματα. Πιθανότατα έτσι ανακαλύφθηκε ο χαλκός, περίπου το 5000 π.Χ και ο μπρούτζος, περίπου το 3000 π.Χ. [1]. Πηγές υποστηρίζουν επίσης, ότι ο σίδηρος ανακαλύφθηκε από τον άνθρωπο το 1000 π.Χ.. Για πολλά χρόνια η τεχνολογική πρόοδος ήταν πολύ μικρή. Το 1784 μ.Χ. ο James Watt εφηύρε τη σφύρα κρούσεως η οποία άρχισε να κατασκευάζεται για χρήση στην παραγωγή [2].

Κατά το 1795 μ.Χ. εμφανίστηκε η πρώτη υδραυλική πρέσα. Η υδραυλική πρέσα είναι μια πρέσα μηχανών που χρησιμοποιεί έναν υδραυλικό κύλινδρο για να δημιουργήσει μια δύναμη συμπίεσης. Χρησιμοποιεί το υδραυλικό ισοδύναμο ενός μηχανικού μοχλού και είναι επίσης γνωστή ως πρέσα Bramah κατά τον εφευρέτη της Joseph Bramah. Αυτό σήμανε μια νέα εποχή για την κατεργασία των υλικών και κυρίως τη μεταλλουργία. Η μεταλλουργία και ειδικότερα η σιδηρομεταλλουργία επειδή αποτελούσε τη βάση της στρατιωτικής ισχύος, έτυχε ευνοϊκότερης

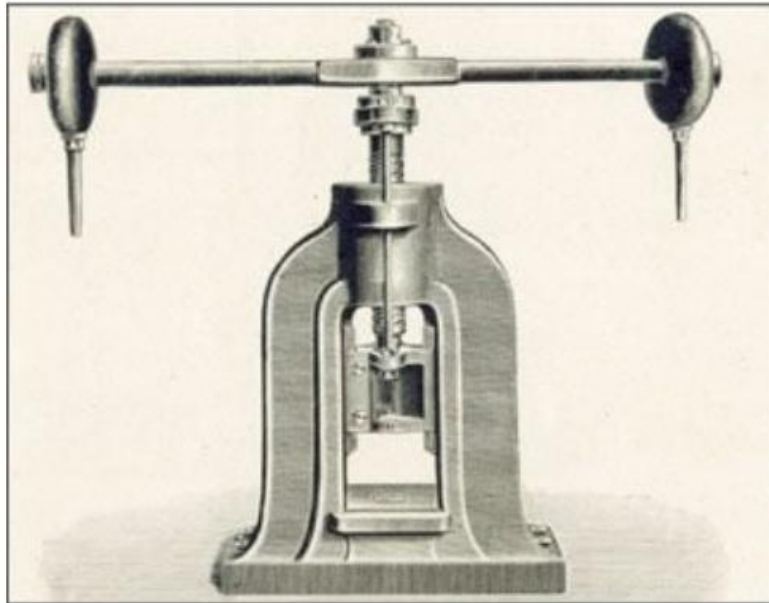
μεταχείρισης από άλλες τέχνες και επιστήμες και γι' αυτό κατάφερε να αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό.

Με την πρόοδο της μεταλλουργίας κατά τον 19<sup>ο</sup> αιώνα ακολούθησε η ανακάλυψη νέων μετάλλων, όπως το αλουμίνιο και τα κράματα που αποτελούνται από αυτό, το τιτάνιο και ο χάλυβας. Από τη χρήση της πέτρας ως βασικό εργαλείο έως τη χρήση του χαλκού και των υπόλοιπων μετάλλων, ο άνθρωπος αναπτύσσοντας νέες τεχνικές και τεχνολογίες, έφτασε στο επίπεδο ώστε με μηχανές CNC και παρόμοιες κατασκευές, να μπορεί να εκτελεί κάθε είδους κατεργασία με απόλυτη ακρίβεια και με σχεδόν χωρίς καθόλου χειρωνακτική εργασία. Παράλληλα πέτυχε τη μέγιστη απόδοση και εξοικονόμηση τόσο σε χρόνο όσο και σε υλικά.

Οι πρέσες, γνωστές από τα αρχαία χρόνια, χρησιμοποιούνται σχεδόν σε όλες τις βιομηχανίες, ώστε να δράσουν σε πολλά διαφορετικά υλικά, κρύα ή ζεστά, σε οποιαδήποτε λειτουργία που απαιτεί ισχυρή πίεση: συσκευασία, συμπίεση, σφυρηλάτηση, σφράγιση, εξάτμιση, εξώθηση, πλαστικοποίηση, τέντωμα. Ακόμη και στην επεξεργασία μετάλλων. Η μεγάλη ποικιλία, τους επιτρέπει πολλά συστήματα ταξινόμησης. Σε απόκριση στα ενεργά στοιχεία τους (μονές, διπλές ή τριπλές πιέσεις), στους τρόπους εφαρμογής της ενέργειας της κίνησης (μοχλού έκκεντρου, τριβής, βίδας κ.λπ.), ανάλογα με τη θέση στο χώρο των οδηγών (κάθετα, οριζόντια, κεκλιμένη) ή στον τύπο (μηχανική, υδραυλική, πνευματική). Το μοναδικό σημείο ενός τόσο μεγάλου αριθμού παραλλαγών υποδηλώνει ότι η ανάπτυξη της πρέσας σε όλη την ιστορία δεν ακολουθεί μια ευθεία κατεύθυνση ή μια μόνο γραμμή. Αντίθετα, για να βρísκεται η ανθρωπότητα στην τρέχουσα κατάσταση της τεχνολογίας της πίεσης, ήταν απαραίτητο να εφαρμοστούν, να συνδυαστούν και να αναπτυχθούν πολλές διαφορετικές τεχνικές, πολλά θεωρητικά μοντέλα και πολλές ατομικές συνεισφορές.

Μέχρι τη σύγχρονη εποχή, το νόμισμα που κυκλοφορούσε δημιουργούνταν χειροκίνητα, χτυπώντας το μέταλλο με ένα σφυρί. Η χρήση μικρών πρεσών «rocker» (Σχήμα 1.1) ξεκινά τον 14ο αιώνα και πράγματι είναι γνωστό ότι ο Leonardo da Vinci σχεδίασε περίπου 1500 κύριες μηχανές για την κατασκευή νομισμάτων: τύπωμα, κοπή. Η τελική εφαρμογή του τύπου «rocker» αποδίδεται συμβατικά στο Γάλλο χαρακτή Nicolas Briot. Η χρήση της γενικεύεται σε όλη την Ευρώπη από το 1645. Αυτές οι πρώτες μηχανές ήταν κατασκευασμένες από χαλκό και σπάνια από σίδηρο. Σχηματίζονταν από μια κεντρική βίδα, που τροφοδοτούνταν από έναν οριζόντιο βραχίονα που κατέληγε σε βαριές μπάλες που κρέμονταν από ιμάντες, για να τραβιούνται από πολλούς άντρες. Η μήτρα προσαρμόστηκε στον άξονα και ανάμεσα

στους ολισθητήρες (συμπεριλαμβανομένης της κίνησης της κοπής). Το 1783 τελειοποιήθηκε από τον Ελβετό μηχανικό Jean Pierre Droz, επιτρέποντας την ταυτόχρονη παραγωγή των εμπρόσθιων και των πίσω όψεων. Αυτός ο τύπος πρέσας, με μικρές παραλλαγές που αναπτύχθηκαν κατά τη διάρκεια του 19ου αιώνα, διατήρησε τη δύναμή του μέχρι και τον 20ο αιώνα.

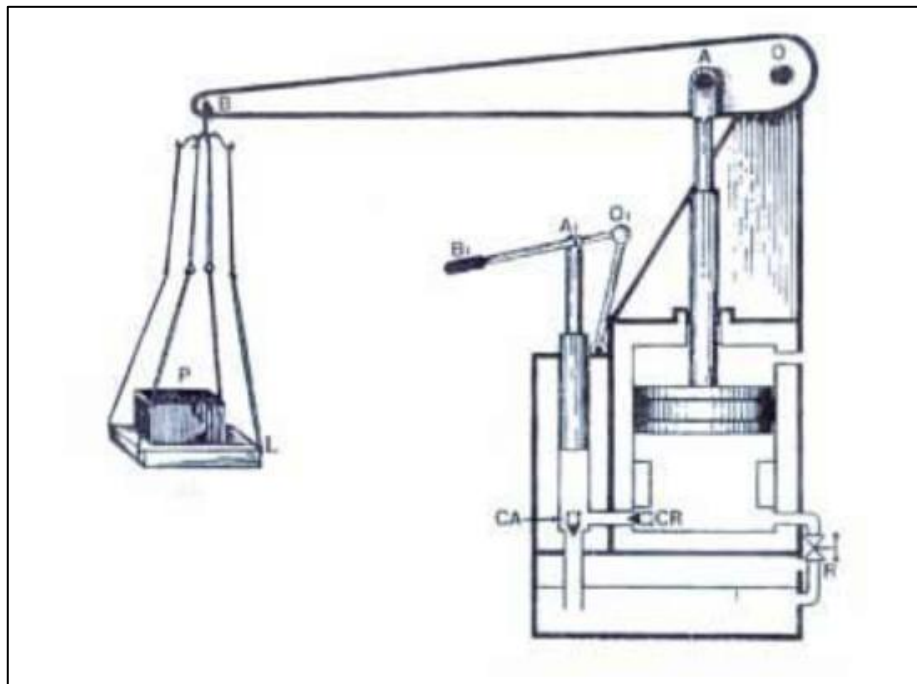


**Σχ. 1.1 Μία από τις πρώτες πρέσες [3]**

Προς το 1650, ο φυσικός και Γάλλος μαθηματικός Pascal B. πραγματοποίησε ένα πείραμα που έθεσε τα θεμέλια για τη μελλοντική ανάπτυξη της υδροστατικής. Ο Pascal διαπίστωσε, ότι όταν εφαρμόζεται πίεση σε ένα στατικό υγρό, η πίεση μεταδίδεται ομοιόμορφα σε όλα τα σωματίδια του υγρού και έτσι στα τοιχώματα του δοχείου. Με βάση αυτό, διατύπωσε την αρχή που φέρει το όνομά του στη διάσημη συνθήκη για την ισορροπία των υγρών: «η πίεση που ασκείται σε ένα περιορισμένο υγρό και σε ηρεμία μεταδίδεται ολοκληρωτικά σε όλα τα σημεία του».

Η υδραυλική πρέσα (Σχήμα 1.2), που αναπτύχθηκε το 1770 από τον Άγγλο Joseph Bramah, είναι άμεση της αρχής της εφαρμογής του Pascal. Αποτελείται ουσιαστικά από δύο κυλίνδρους διαφορετικού τμήματος, που επικοινωνούν μεταξύ τους και των οποίων το εσωτερικό είναι πλήρως γεμάτο με ένα υγρό, είτε νερό, είτε λάδι. Δύο διαφορετικά τμήματα εμβόλων λειτουργούν, αντίστοιχα, σε καθέναν από τους δύο κυλίνδρους, έτσι ώστε να έρχονται σε επαφή με το υγρό. Η δύναμη που ενεργεί στην επιφάνεια του κάτω εμβόλου μεταδίδεται μέσω του ρευστού σε ένα άλλο

έμβολο, με αποτέλεσμα, μια δύναμη μεγαλύτερη από την πρώτη (στην ίδια αναλογία με την επιφάνεια και των δύο εμβόλων). Η πρώτη υδραυλική πρέσα είχε σχετικά μικρές πιέσεις και δεν μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την παραμόρφωση των μετάλλων. Ήταν τα αδέλφια Perier που, μερικά χρόνια αργότερα, ανέπτυξαν τη μηχανή Bramah που επιτρέπει την επίτευξη υψηλότερων πιέσεων (πάνω από 70 kg / ), καθιστώντας την κατάλληλη για σκληρότερη εργασία, όπως τα νομίσματα ή την παραμόρφωση του μολύβδου. Ωστόσο, η εφαρμογή της υδραυλικής πρέσας για την κατεργασία του σιδήρου δε μπορούσε να συμβεί μέχρι τα μέσα του 19ου αιώνα, μετά την εμφάνιση του μοντέλου που ανέπτυξε ο αυστριακός Haswell, πολύ μεγαλύτερου μεγέθους και πίεσης. Γενικότερα από τότε, η υδραυλική πρέσα, χάρη στην πολύ υψηλή αντοχή που επιτυγχάνει, γενικεύεται σε λειτουργίες υψηλών φορτίων.



**Σχ. 1.2 Σχήμα της πρώτης υδραυλικής πρέσας του Bramah (1790) [4]**

Στην προέλευση της τρέχουσας δυναμικής από τις πρέσες υπάρχουν και διαδοχικές προσπάθειες βελτίωσης των νομισμάτων. Από ένα πρωτότυπο του Γαλλικού Chéret, το 1867, το εργοστάσιο του Paris Mint ξεκίνησε τις πρώτες πρέσες αυτού του τύπου (Σχήμα 1.3), των οποίων η αρχή λειτουργίας παραμένει μέχρι και σήμερα.



Στις αρχές του 20ου αιώνα, η πρέσα απέκτησε μια αξιοσημείωτη εξέλιξη, ειδικά στην εφαρμογή για την έκδοση στερεών όπως κουτάλια, πιρούνια, μέταλλα, νομίσματα, ή ακόμη και αναδιπλούμενα μεταλλικά μέρη.

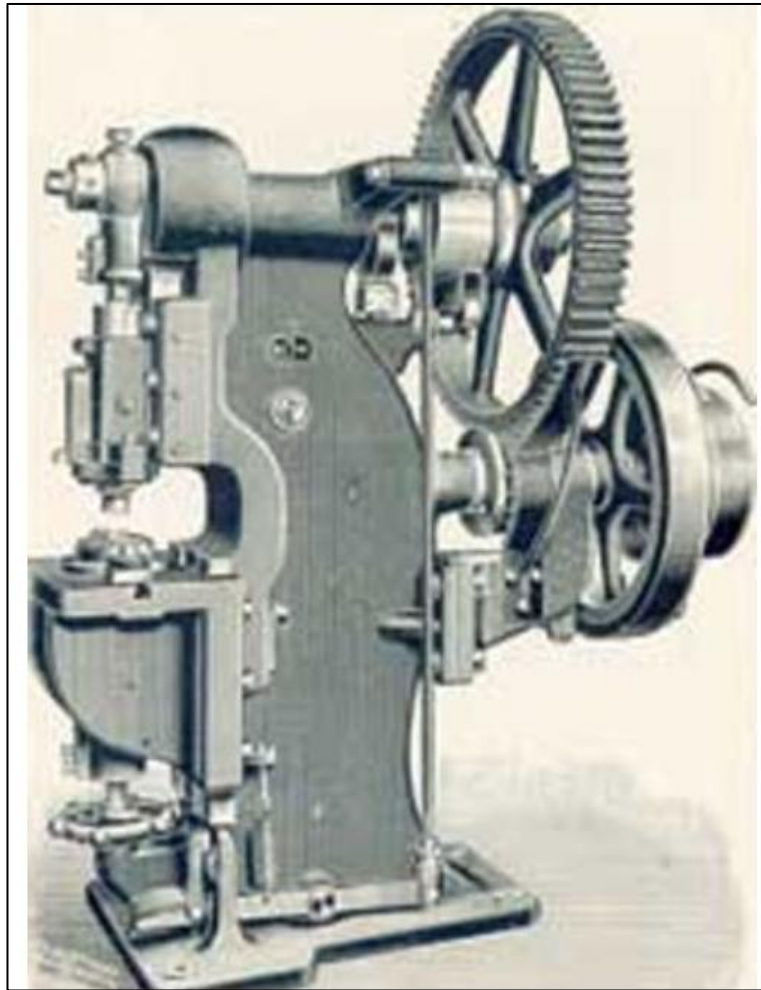


**Σχ. 1.3 Πρέσα για εκτύπωση από τις αρχές του 20ού αιώνα [3]**

Στη χαρακτηριστική μπορεί να βρεθεί ένα μοντέλο πρέσας, την πρώτη δεκαετία του αιώνα αυτού. Σε αυτή την πρέσα ο άξονας από χάλυβα, με ένα νήμα, κινείται μέσα από ένα μακρύ χάλκινο παξιμάδι. Αυτό το μοντέλο διατίθεται σε διαφορετικά μεγέθη, με τη διάμετρο του άξονα να κυμαίνεται από 45 έως 170 mm. Ο τροχός έχει επίστρωση από δέρμα για μείωση της φθοράς.

Κατά τη διάρκεια του 19ου αιώνα, η διάτρηση των υλικών πραγματοποιούνταν με ειδικού τύπου πρέσες, αλλά αυτή η διαδικασία ήταν αναποτελεσματική για την κατασκευή προϊόντων από λαμαρίνα σε μεγάλες σειρές. Για τη λύση αυτού του προβλήματος, η αμερικανική εταιρεία Bliss & Williams άρχισε να εμπορεύεται περίπου το 1870 τις πρώτες μηχανικές εκκεντρικές πρέσες (Σχήμα 1.4), κατάλληλες για τη διάτρηση οπών τριών τετάρτων της ίντσας, με πάχος μισής ίντσας. Σχεδιάστηκαν για να λειτουργούν στις 100 στροφές ανά λεπτό. Αυτός ο τύπος πρέσας, στις διάφορες παραλλαγές του, (μετωπική, Swan, με τοξωτό λαιμό), είχε

αρκετή διάχυση στο χώρο με μεγάλη ταχύτητα, με σκοπό να βελτιώσει την απόδοσή και τελικά να γίνει απαραίτητος για τη σφράγιση και τη σφυρηλάτηση.



**Σχ. 1.4 Εκκεντρική πρέσα για χωνευτή τοποθέτηση με σχέδιο [3]**

## **1.2 Μηχανικές κατεργασίες**

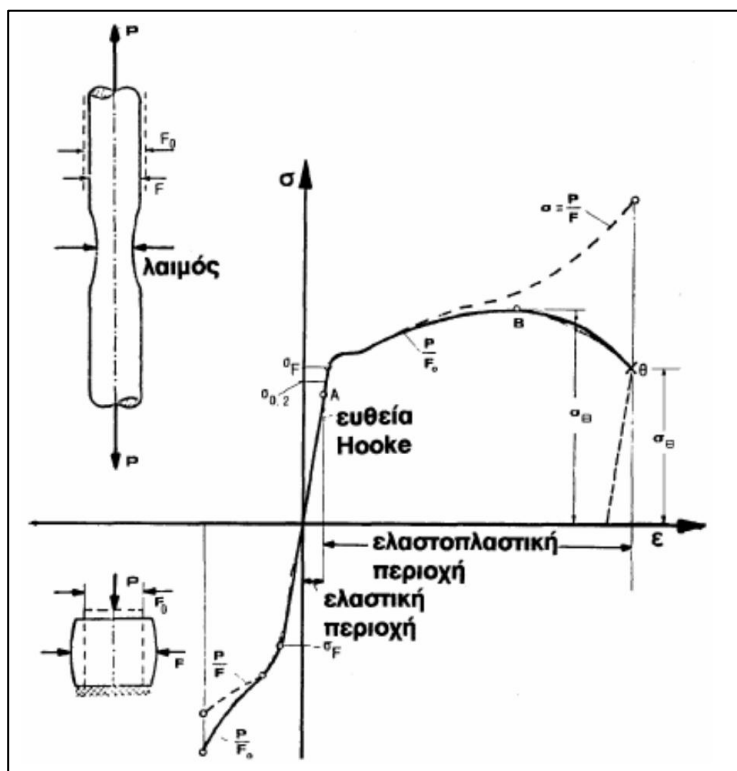
Στις μηχανικές διαμορφώσεις αυτό που μεταβάλλεται είναι η γεωμετρική μορφή, καθώς και οι ιδιότητες του υλικού. Η διάταξη των ινών παραμένει, η αντοχή βελτιώνεται, ενώ δεν είναι εύκολο να κατασκευαστούν σχήματα με καλή ποιότητα επιφάνειας. Οι πιο γνωστές μορφές κατεργασίας είναι αυτές οι οποίες γενικά αφαιρούν υλικό όπως το τρνίρισμα, το φρεζάρισμα, η διάτρηση κ.λπ. Επιπλέον γνωστές είναι και η κατεργασίες πλαστικής παραμόρφωσης, όπως η κάμψη, η έλαση κ.λπ. Τα πιο σημαντικά στοιχεία για την επιλογή της κατάλληλης κατεργασίας είναι το εργαλείο, οι συνθήκες στην τομή μεταξύ τεμαχίου και εργαλείου, η πλαστική ζώνη ή

και ζώνη παραμόρφωσης, ο γενικότερος εξοπλισμός που χρησιμοποιείται, το τελικό προϊόν που θέλει να δημιουργήσει ο χρήστης των μηχανημάτων και το περιβάλλον γενικότερα.

Γενικότερα στη χρήση των διαφόρων κατεργασιών και ιδιαίτερα αυτών της παραμόρφωσης, ο χρήστης θέλει να έχει τις μικρότερες δυνατές απώλειες στο υλικό. Επιπλέον συνήθως χρειάζεται κάποια διαδικασία πλαστικής παραμόρφωσης ώστε το αποτέλεσμα να είναι μόνιμο. Η τάση είναι η δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας. Αυτή χωρίζεται σε ορθή και διατμητική. Για να επιλεγούν τα σωστά εργαλεία είναι απαραίτητη η γνώση του είδους των τάσεων.

### Συμπεριφορά των υλικών

Η παραμόρφωση ενός σώματος στην ουσία είναι το σύνολο των μετατοπίσεων όλων των σημείων του. Αυτή η μετατόπιση θα αλλάξει τελικά και τη συνολική γεωμετρία. Στο σχήμα 1.5 αποτυπώνεται η σχέση των τάσεων και των παραμορφώσεων στο χάλυβα.



**Σχ. 1.5 Τάσεις και παραμορφώσεις [5]**

Αποτελεί ένα πείραμα εφελκυσμού όπου το δοκίμιο φορτίζεται εφελκυστικά μέχρι το σημείο θραύσης. Στην πρώτη περιοχή όπου είναι η ελαστική, παρατηρούνται παραμορφώσεις ανάλογες των τάσεων με συντελεστή αναλογίας την ελαστικότητα ανάλογα με το υλικό, σύμφωνα με το νόμο του Hooke.

Σκοπός των διαμορφώσεων είναι η πρόσδοση στα αντικείμενα, με την επίδραση εξωτερικών δυνάμεων, μιας άλλης μορφής η οποία πρέπει να παραμείνει μετά την αποφόρτιση. Γενικότερα, οι μηχανικές διαμορφώσεις διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες. Τις «Εν θερμώ» και τις «Εν ψυχρώ».

#### «Εν θερμώ»

- Η θερμοκρασία κατεργασίας είναι μεγαλύτερη από τη θερμοκρασία ανακρυστάλλωσης
- Μεγάλη ικανότητα των υλικών για διαμόρφωση
- Μικρές απαιτούμενες δυνάμεις
- Μικρή αλλαγή της αντοχής και της επιμήκυνσης στο διαμορφωμένο υλικό

#### «Εν ψυχρώ»

- Η θερμοκρασία κατεργασίας είναι μικρότερη από τη θερμοκρασία ανακρυστάλλωσης
- Μπορούν να υπάρξουν μικρές ανοχές
- Δεν καίγεται η εξωτερική επιφάνεια
- Αύξηση της ανοχής και ελάττωση της επιμήκυνσης

Ανάλογα με τις δυνάμεις που ασκούνται στο υλικό καθορίζεται και η διαμόρφωση ως: κάμψη, εφελκυσμός, θλίψη και διάτμηση

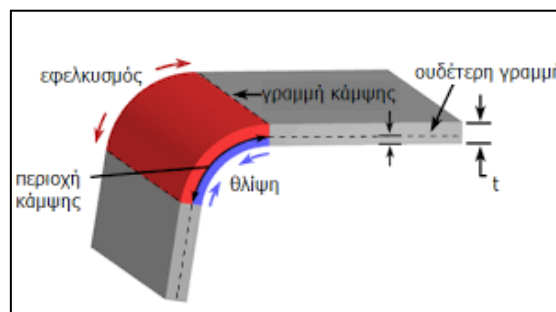
#### Κάμψη

Στη διαμόρφωση με κάμψη, το αντικείμενο αλλάζει σχήμα με τη δράση καμπτικών δυνάμεων. Η παραμόρφωση είναι πλαστική. Η κάμψη αποτελεί την πιο απλή κατεργασία από όλες όσες αναφέρονται. Η μέθοδος εφαρμόζεται για τη διαμόρφωση ελασμάτων, σωλήνων, προφίλ, συρμάτων και υλικών σε ράβδους.

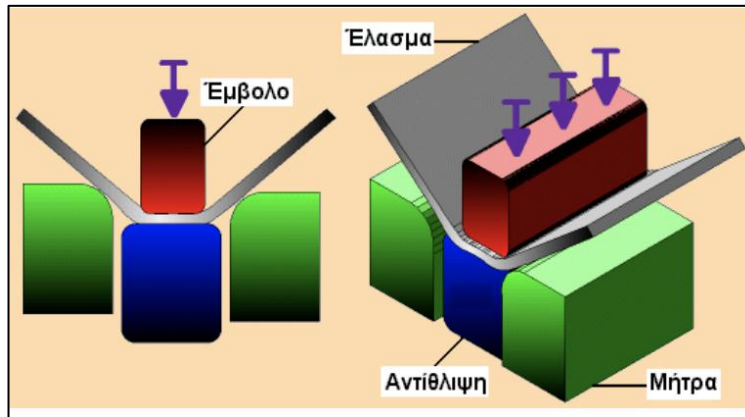
Τα ελάσματα, όσο είναι δυνατόν πρέπει να κάμπτονται κάθετα προς τη διεύθυνση των ινών. Τα ευθύγραμμα μήκη των τεμαχίων που έχουν καμφθεί είναι περίπου ίσα με τα μήκη των ουδέτερων ινών. Η ελάχιστη ακτίνα κάμψης εξαρτάται από την επιμήκυνση του υλικού, ενώ στα ελάσματα εξαρτάται και από το πάχος και στους σωλήνες από τη διάμετρο. Κατά την κάμψη το αντικείμενο πρέπει να καμφθεί περισσότερο κατά το ποσό της ελαστικής επανόταξης. Γενικότερα, υπάρχουν διάφορες μέθοδοι κάμψης.

#### Ελεύθερη κάμψη (Σχήμα 1.6):

Το έλασμα έρχεται σε επαφή μόνο με τρεις περιοχές από το εργαλείο (στη μήτρα και στο έμβολο). Η γωνία κορυφής στο έμβολο είναι μικρότερη από τη γωνία κάμψης (Σχήμα 1.7).



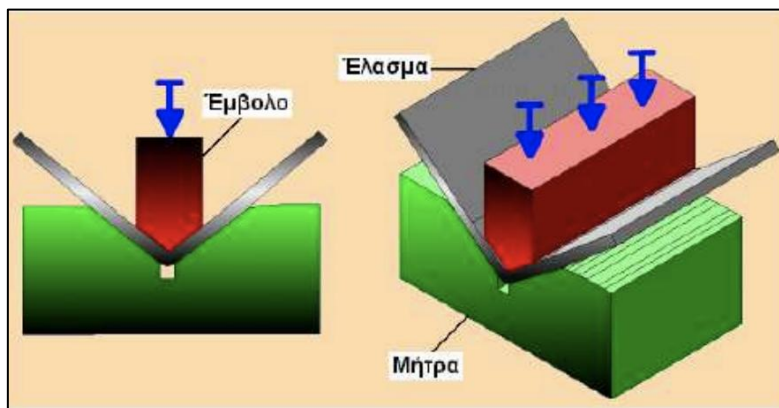
**Σχ. 1.6 Ελεύθερη κάμψη [6]**



**Σχ. 1.7 Ελεύθερη κάμψη [7]**

Κάμψη V (Σχήμα 1.8):

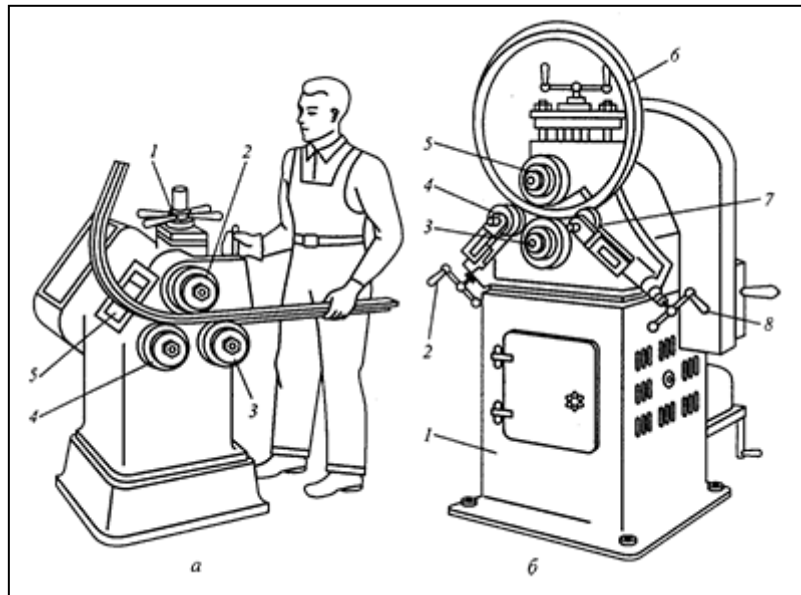
Αυτό το είδος κάμψης μοιάζει αρκετά με το προηγούμενο της ελεύθερης κάμψης, απλά σε αυτό το είδος, η γωνία της μήτρας και η γωνία του εμβόλου είναι ίσες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα και το τελικό παραγόμενο τεμάχιο να έχει την ίδια γωνία και να εφάπτεται τόσο με τις πλευρές της μήτρας όσο και με του εμβόλου.



**Σχ. 1.8 Κάμψη V [7]**

Κάμψη σε κύλινδρο (Σχήμα 1.9):

Σε αυτό το είδος κάμψης, το αντικείμενο κάμπτεται από ένα βραχίονα, ενώ συγκρατείται από ειδικό σφιγκτήρα.



**Σχ. 1.9 Κάμψη σε κύλινδρο [7]**

### Κοίλανση

Στην κατεργασία αυτή το αντικείμενο διαμορφώνεται με την ταυτόχρονη επενέργεια δυνάμεων εφελκυσμού και θλίψης. Στην ουσία, μέσω αυτής της κατεργασίας ένα έλασμα διαμορφώνεται σε κοίλο. Σε αυτή τη διαδικασία απαιτείται η χρήση μήτρας και εμβόλου. Σε κάποιες περιπτώσεις απαιτείται και συγγρατητής (στις περιπτώσεις όπου υπάρχει χείλος στο τελικό προϊόν).

Οι πιο σπουδαίες μέθοδοι είναι η βαθιά κοίλανση και η διέλαση.

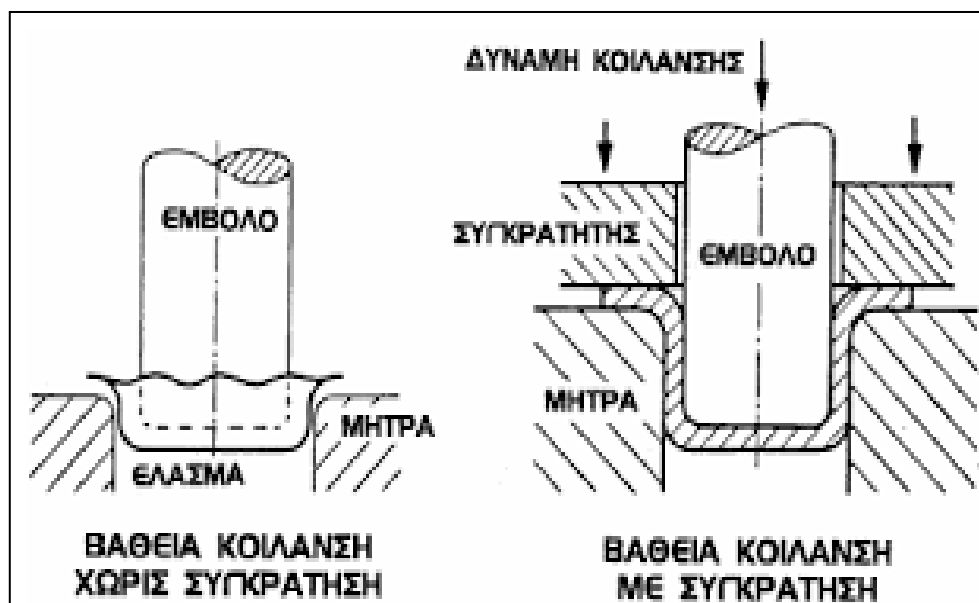
#### Βαθιά κοίλανση:

Σε αυτό το είδος κοίλανσης, ένας αρχικός επίπεδος δίσκος χωρίς επιδιωκόμενη αλλαγή του πάχους του, διαμορφώνεται σε ένα κοίλο αντικείμενο (π.χ κουτί κονσέρβας). Ο μέγιστος επιτρεπόμενος λόγος κοίλανσης εξαρτάται από:

- Το μέγεθος της δύναμης συγκράτησης
- Το είδος του λιπαντικού
- Το στρογγύλεμα των χειλών της μήτρας
- το στρογγύλεμα των ακμών του εμβόλου και
- το μέγεθος της χάρης

Η μεγάλη χάρη δημιουργεί πτυχώσεις, ενώ η μικρή συμπιέζει το υλικό. Με τη χρήση κατάλληλων λιπαντικών στη βαθιά κοίλανση, ελαττώνεται η τριβή μεταξύ ελάσματος και εργαλείου, ελαττώνεται επίσης φθορά στις ακμές του εργαλείου και η καταπόνηση του υλικού του αντικειμένου.

Το αρχικό υλικό τοποθετείται σε κατάλληλη υποδοχή πάνω στη μήτρα. Ο συγκρατητής πιέζει το έλασμα πάνω στη μήτρα και εμποδίζει τη δημιουργία πτυχώσεων. Το κατερχόμενο έμβολο συμπαρασύρει το έλασμα, το οποίο αφού περάσει το στρογγύλεμα των χειλών εισέρχεται στη μήτρα (Σχήμα 1.10).

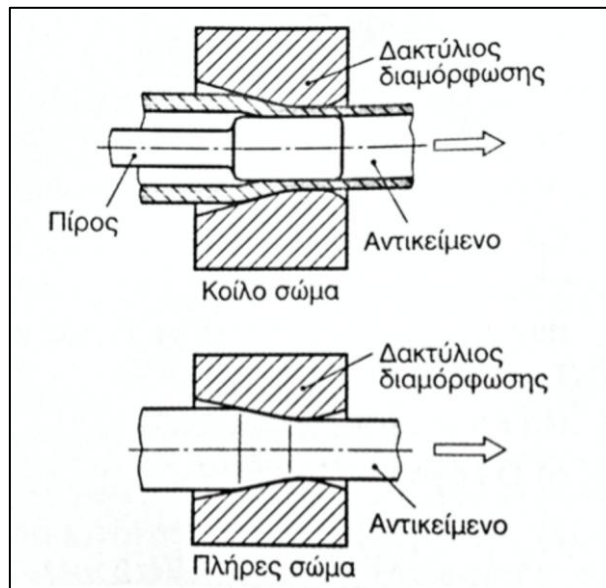


Σχ. 1.10 Διαδικασία κοίλανσης [7]

### Διέλαση

Η διέλαση είναι η διαμόρφωση με εφελκυσμό-θλίψη και επιτυγχάνεται με τη χρήση ενός κωνικού εργαλείου. Σε αυτή τη διαδικασία, δεν υπάρχει αφαίρεση υλικού. Αν είναι αναγκαία η μεταβολή της διατομής τότε η λειτουργία πραγματοποιείται σε περισσότερες φάσεις. Εδώ, διαμορφώνονται σώματα με πλήρη διατομή, όπως σύρματα, λάμες ή κοίλα σώματα όπως σωλήνες (Σχήμα 1.11).





**Σχ. 1.11 Διέλαση [7]**

### **Συμπίεση**

Στη διαμόρφωση με συμπίεση ανήκουν η σφυρηλασία (ελεύθερη ή σε μήτρες), το τύπωμα και η διέλαση με πίεση. Στη σφυρηλασία τα τεμάχια διαμορφώνονται είτε με χτυπήματα είτε με συμπίεση σε κατάσταση πυράκτωσης. Με τη σφυρηλασία συμπιέζεται και επιμηκύνεται το υλικό, καθώς η κρυσταλλική δομή του μεταβάλλεται. Κατά τη διαδικασία αυτή, πρέπει να προσεχθούν οι οδηγίες των κατασκευαστών των υλικών σχετικά με τη θερμοκρασία σφυρηλασίας και το χρόνο θέρμανσης. Η θερμοκρασία σφυρηλασίας εξαρτάται από το υλικό και λαμβάνεται από εξειδικευμένους πίνακες.

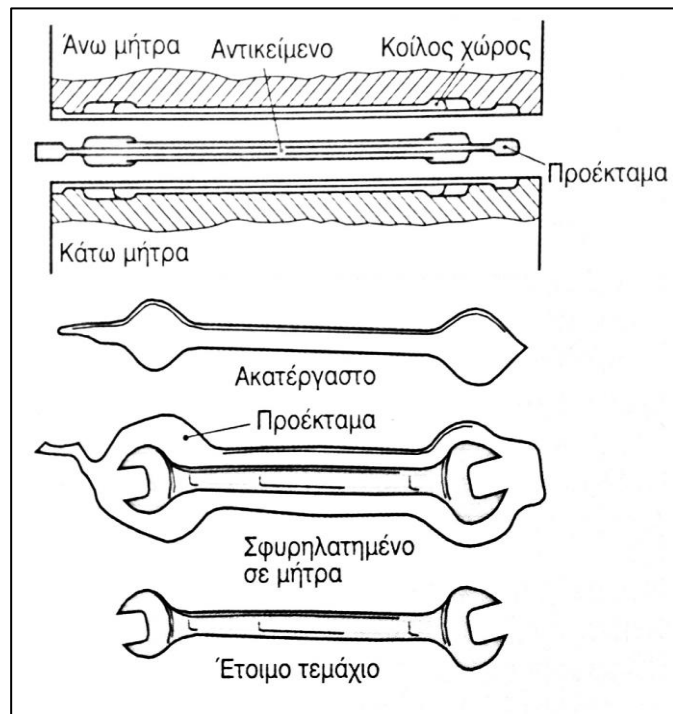
### **Ελεύθερη σφυρηλασία:**

Χρησιμοποιείται για την κατασκευή και για την προκαταρκτική διαμόρφωση τεμαχίων για σφυρηλασία σε μήτρα.

### **Σφυρηλασία σε μήτρα:**

Το υλικό περικλείεται ολόκληρο ή ένα σημαντικό μέρος του από τη μήτρα (Σχήμα 1.12). Αυτή η διαδικασία είναι κατάλληλη για μαζική παραγωγή. Επιπλέον είναι κατάλληλη και σε περιπτώσεις, όπου είναι απαραίτητη η μεγάλη διαμόρφωση

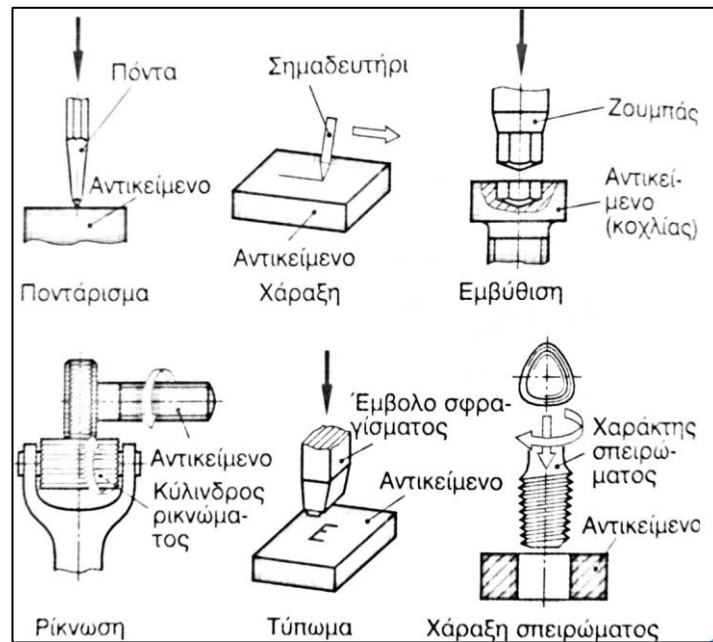
ακατέργαστου υλικού, προκειμένου αυτό να μετατραπεί σε ένα τελικό αντικείμενο. Η διαδικασία διαμόρφωσης μπορεί να γίνει και σε περισσότερες φάσεις. Τα σπουδαιότερα μέταλλα τα οποία επιδέχονται σφυρηλασία είναι: ο χάλυβας, το αλουμίνιο και κράματα χαλκού.



**Σχ. 1.12 Σφυρηλασία σε μήτρα [7]**

### **Τύπωμα**

Το τύπωμα γίνεται με πίεση του εργαλείου σε ορισμένα σημεία της επιφάνειας του αντικειμένου. Στη διαδικασία τυπώματος γίνεται η χάραξη σπειρωμάτων με περιστροφική κίνηση και το ποντάρισμα με ευθύγραμμη κίνηση (Σχήμα 1.13).



**Σχ. 1.13 Τύπωμα [7]**

### 1.3 Εισαγωγή στις πρέσες

Η λειτουργία της πρέσας είναι να μεταφέρει μία ή περισσότερες δυνάμεις και κινήσεις σε ένα εργαλείο με σκοπό να σχηματίσει ή να μορφοποιήσει ένα κομμάτι εργασίας. Πιο συγκεκριμένα, οι πρέσες βοηθούν στην επίτευξη όλων των μηχανικών διαμορφώσεων. Ο τύπος σχεδιασμού της πρέσας απαιτεί ειδικές γνώσεις σχετικά με τη διαδικασία παραγωγής. Ανάλογα με την προβλεπόμενη εφαρμογή, η πρέσα έχει σχεδιαστεί είτε για να εκτελεί μια συγκεκριμένη διαδικασία είτε για μια καθολική χρήση.

Σε μια «εξειδικευμένη γραμμή παραγωγής» (ενόψει της οικονομικής παραγωγής), η παραγωγή είναι το πιο σημαντικό ζήτημα, διατηρώντας παράλληλα την απαιτούμενη ποιότητα των εξαρτημάτων. Οι επιρροές που σχετίζονται με το υλικό, όπως η μέγιστη ταχύτητα της βαθιάς σχεδίασης ή οι επιδράσεις που σχετίζονται με το αντικείμενο εργασίας, όπως η καταλληλότητα των ανταλλακτικών για μεταφορά, καθώς και άλλες πτυχές όπως η εργονομία της λειτουργίας και η ασφάλεια της εργασίας πρέπει να ληφθούν υπόψη. Αντίθετα, ο σκοπός μιας καθολικής γραμμής παραγωγής είναι να προσφέρει ευελιξία και να χρησιμοποιεί μια μεγαλύτερη ποικιλία καλουπιών που καλύπτουν όσο το δυνατόν μεγαλύτερο φάσμα. Η επίτευξη του μέγιστου δυνατού χρόνου λειτουργίας είναι καθοριστικός παράγοντας στη σχεδίαση οποιασδήποτε πρέσας, με στόχο τη μείωση του μη παραγωγικού χρόνου ή του χρόνου διακοπής στο ελάχιστο (για παράδειγμα είναι απαραίτητο το

παραπάνω για την αλλαγή μήτρας, ή για τη διαδικασία συντήρησης ή δοκιμής). Επιπλέον, όλες οι πρέσες αναμένεται να διασφαλίσουν τη μεγαλύτερη δυνατή διάρκεια ζωής των εργαλείων και των καλουπιών. Επομένως, για παράδειγμα, απαιτείται η ακριβής καθοδήγηση του συστήματος ολίσθησης.

### **Είδη και επιλογή πρεσών**

Με βάση τις χρησιμοποιούμενες τεχνικές παραγωγής, οι πρέσες μπορούν να διακριθούν ανάλογα με τον τύπο τους, την απόδοσή τους, την πηγή ενέργειας κ.λ.π. Ένας διαχωρισμός είναι με βάση τις ακόλουθες υποκατηγορίες:

- πρέσες διαμόρφωσης φύλλων μετάλλου
- πρέσες κοπής κατά μια κλειστή γραμμή (blanking)
- πρέσες για συμπαγή διαμόρφωση, όπως πρέσες σφυρηλάτησης και συμπίεσης
- πρέσες για εσωτερική διαμόρφωση υψηλής πίεσης
- πρέσες σχηματισμού πίεσης, εξώθησης και αποτυπώματος (stamping)

Επίσης χρησιμοποιούνται συνήθως οι ψαλίδες, σε χωριστές γραμμές, για την κατασκευή των φύλλων των λαμαρινών.

Η λειτουργία του πλαισίου της πρέσας είναι να απορροφά τις δυνάμεις, να παρέχει ακριβή καθοδήγηση του ολισθητήρα και να υποστηρίζει το σύστημα κίνησης, καθώς και άλλες βοηθητικές μονάδες. Ο δομικός σχεδιασμός του πλαισίου εξαρτάται από:

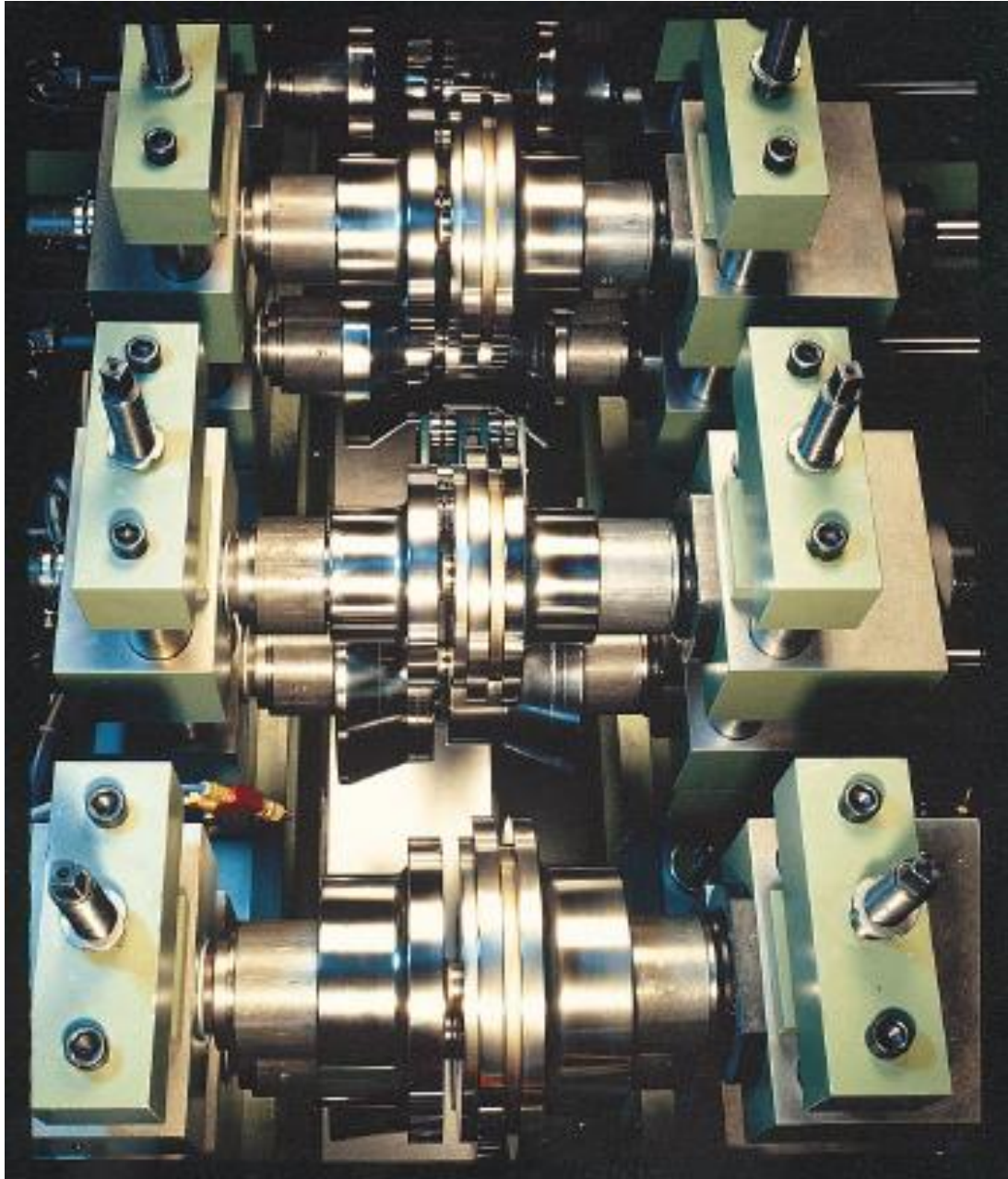
- τη δύναμη συμπίεσης. Αυτή η μεταβλητή καθορίζει την απαιτούμενη ακαμψία
- τις διαστάσεις των καλουπιών που επηρεάζουν το μέγεθος της περιοχής του εργαλείου,
- την προσβασιμότητα της περιοχής εργασίας που καθορίζει το σχήμα του πλαισίου της πρέσας,

- το βαθμό ακρίβειας της καθοδήγησης. Αυτό επηρεάζει τόσο το σχήμα όσο και την ακαμψία του πλαισίου.

Οι πρέσες με σχετικά χαμηλές δυνάμεις, έως 2.500 kN, χρησιμοποιούν συχνά το σχεδιασμό της ανοιχτής στο μπροστινό μέρος πρέσας (Σχήμα 1.14). Αυτή η κατασκευή χαρακτηρίζεται ιδιαίτερα από την εύκολη πρόσβαση στην περιοχή των εργαλείων. Ωστόσο, το μειονέκτημά της έγκειται στην ασύμμετρη παραμόρφωση του σκελετού, η οποία συμβάλλει στη μείωση της ακρίβειας του μέρους και της διάρκειας ζωής, ιδιαίτερα σε εφαρμογές καλουπιών. Τα κεκλιμένα ή οριζόντια σχέδια επιτρέπουν την ταχύτερη απόρριψη των εξαρτημάτων που χρησιμοποιούν τη βαρύτητα μετά τη διαδικασία σχηματισμού, για παράδειγμα κατά τη σφυρηλάτηση (Σχήμα 1.15). Κατά κανόνα, οι πρέσες ανοιχτού εμπρός μέρους χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό με μονές μήτρες.



**Σχ. 1.14 Μηχανή εγκοπής για κυκλικά καλούπια (ονομαστική δύναμη πίεσης 250 kN) [8]**



**Σχ. 1.15 Ρολά [8]**

Οι πρέσες με ονομαστική δύναμη πίεσης άνω των 4.000 kN κατασκευάζονται αποκλειστικά για σχεδιασμό ασάλινων σκελετών. Αυτές είναι γνωστές ως πρέσες ευθείας πλευράς (Σχήμα 1.16). Σε αυτόν τον τύπο πρέσας, το στρώμα της πρέσας με την πλάκα του κρεβατιού, οι δύο ορθοστάτες και η κεφαλή σχηματίζουν το πλαίσιο.





**Σχ. 1.16 Πρέσα ευθείας πλευράς 200 τόνων MINSTER SC2-200-60-42 [9]**

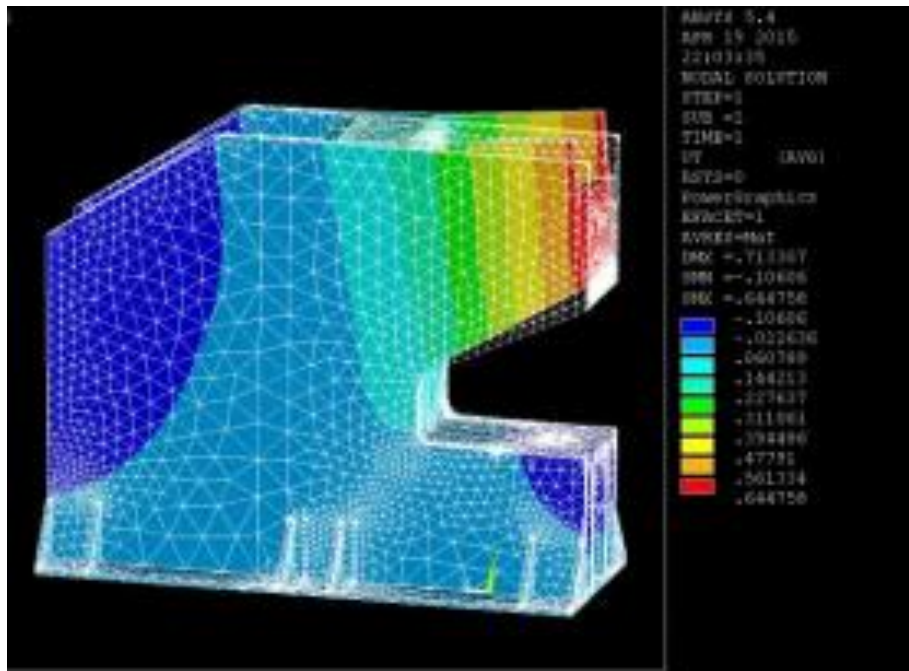
Το φάσμα εφαρμογής των πρεσών ευθείας πλευράς κυμαίνεται από μικρά μέρη που παράγονται χρησιμοποιώντας μήτρες, σύνθετες μήτρες ή μήτρες μεταφοράς έως και μεμονωμένες μήτρες για διάφορα μεγέθη εξαρτημάτων. Όταν χρησιμοποιούνται εργαλεία προόδου, τα μέρη μεταφέρονται από την ίδια τη λωρίδα των φύλλων. Αντίθετα, όταν χρησιμοποιούνται μεμονωμένες μήτρες, μια πρόσθετη ράγα γενικά ενσωματώνεται στην πρέσα.

Αρχικά, τα κουφώματα κατασκευάζονταν από γκρι χυτοσίδηρο. Η πρόδος που σημειώθηκε στον τομέα της τεχνολογίας της συγκόλλησης, επέτρεψε στη συνέχεια να μπορούν να συνδεθούν με άλλες διαδικασίες. Αυτές οι διαδικασίες επιτρέπουν την αξιόπιστη χρήση των πιο παχιών μετάλλων, δημιουργώντας έναν



υψηλό βαθμό ευελιξίας στο σχεδιασμό. Έτσι, οι πρέσες με συγκολλημένα πλαίσια μπορούν να κατασκευαστούν ακριβώς για μεμονωμένες απαιτήσεις.

Είναι επίσης δυνατά τα σύνθετα σχέδια που ενσωματώνουν τόσο συγκολλημένα όσο και χυτά εξαρτήματα. Οι μικρές πρέσες ευθείας πλευράς κατασκευάζονται αποκλειστικά με τη χρήση του συγκολλημένου πλαισίου μονομπλόκ, ενώ τα μεγαλύτερα σχέδια χρησιμοποιούν κατασκευή πλαισίου πολλαπλών μερών [10]. Αυτά τα σχέδια περιορίζουν αποτελεσματικά το μέγεθος των εξαρτημάτων, για τη διευκόλυνση τόσο της επεξεργασίας, όσο και της μεταφοράς. Τα επιμέρους συστατικά συναρμολογούνται μαζί, χρησιμοποιώντας ράβδους πρόσδεσης που γενικά φτάνουν σε όλο το ύψος της πρέσας και προεντάσσονται με μια καθορισμένη δύναμη. Η προσεκτική διαμόρφωση του πλαισίου είναι απαραίτητη, καθώς υπόκειται σε πίεση τόσο από τα στοιχεία κίνησης όσο και από τις βοηθητικές μονάδες και απαιτείται ώστε να διασφαλιστεί η ακριβής καθοδήγηση του ολισθητήρα της πρέσας. Πρέπει να υπάρχει προσοχή ώστε να μην υπερβεί το όριο του φορτίου της ελαστικής παραμόρφωσης του σκελετού. Για την ικανοποίηση αυτών των σύνθετων απαιτήσεων σχεδιασμού, τα πλαίσια των πρεσών βελτιστοποιούνται με τη βοήθεια της μεθόδου των πεπερασμένων στοιχείων ή «FEM» [11]. Αυτό περιλαμβάνει τον υπολογισμό και την απεικόνιση των τάσεων κάτω από τα εκκεντρικά φορτία (Σχήμα 1.17).

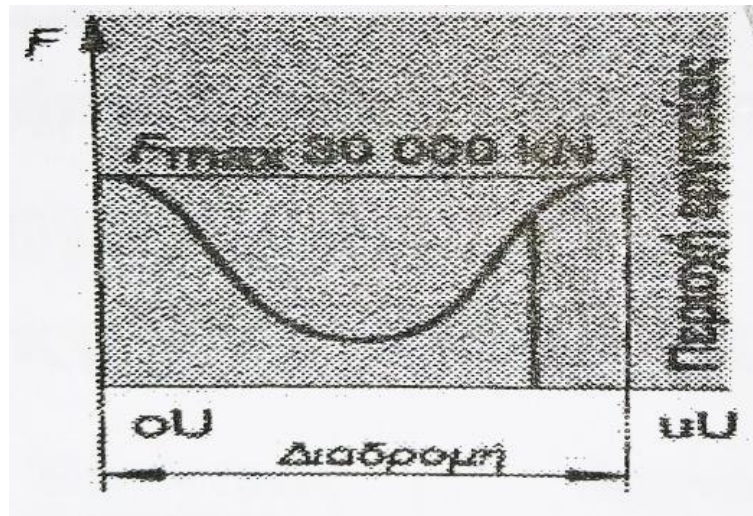


**Σχ. 1.17 Εκτροπή του πλαισίου πρέσας τύπου C μετά τη βελτιστοποίηση FEM  
(Κατανομή των τάσεων υπό φορτίο [12])**

Με την εξασφάλιση της σωστής κατανομής του υλικού και τη διαμόρφωση των μεταβατικών ακτίνων μεταξύ του κρεβατιού και των ορθοστατών, καθώς και μεταξύ των ορθοστατών και της κεφαλής της πρέσας, είναι δυνατόν να αποφευχθεί η υπέρβαση των μέγιστων επιτρεπόμενων επιπέδων τάσης, επίσης με ονομαστική ισχύ. Ένα άλλο πλεονέκτημα των υπολογισμένων με FEM στοιχείων είναι η ικανότητα εξοικονόμησης υλικού που δεν απαιτείται για την εξασφάλιση της ακαμψίας. Στο πάνω μέρος της πρέσας, η πλάκα του κρεβατιού (πλάκα στήριξης) χρησιμοποιείται για να κεντράρει και να συγκρατεί το κάτω μισό της μήτρας. Οι πλάκες στήριξης στο κρεβάτι και τον ολισθητήρα βιδώνονται στη θέση τους ώστε να επιτρέπεται η απλή αφαίρεση τους, για παράδειγμα για την αλλαγή της διαμόρφωσης της εγκοπής, για την προσαρμογή των υδραυλικών συσκευών σύσφιξης, ή για την προσαρμογή των ανοιγμάτων στις νέες απαιτήσεις πίεσης.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία όπως αναλύεται και στο κεφάλαιο 4 διεξοδικά, γίνεται ο σχεδιασμός μιας μηχανικής πρέσας στροφάλου. Το διάγραμμα δύναμης-διαδρομής της ωστικής κεφαλής μιας τέτοιας πρέσας αποτυπώνεται στο Σχήμα 1.18. Στο σχήμα φαίνεται, ότι στις πρέσες στροφάλου η δύναμη της πρέσας μεταξύ του άνω και του κάτω νεκρού σημείου μειώνεται σε σημαντικό βαθμό. Από αυτό συμπεραίνουμε ότι δε θα πρέπει να πραγματοποιείται κατεργασία σε αυτή την

περιοχή όπου η πρέσα διαθέτει ελάχιστη δύναμη. Αυτές λοιπόν οι κατεργασίες όπου αυτή η πρέσα είναι κατάλληλη, είναι η κοπή και η κάμψη.

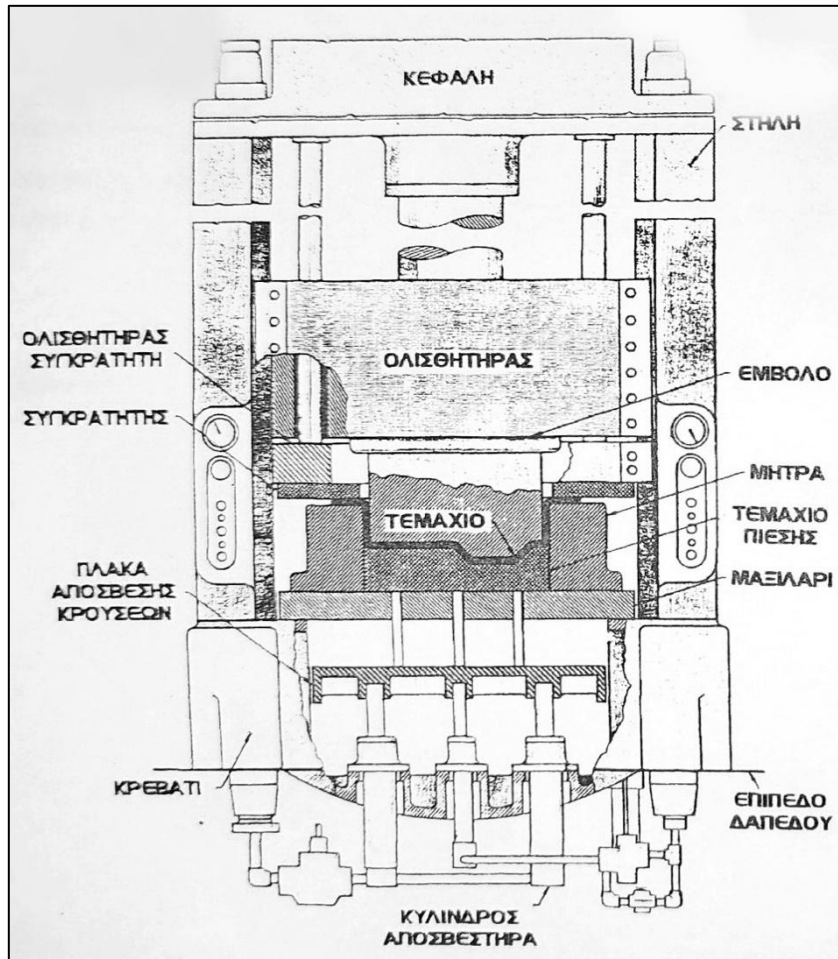


**Σχ. 1.18** Τυπικό διάγραμμα δύναμης-διαδρομής πρέσας έκκεντρου-στροφάλου

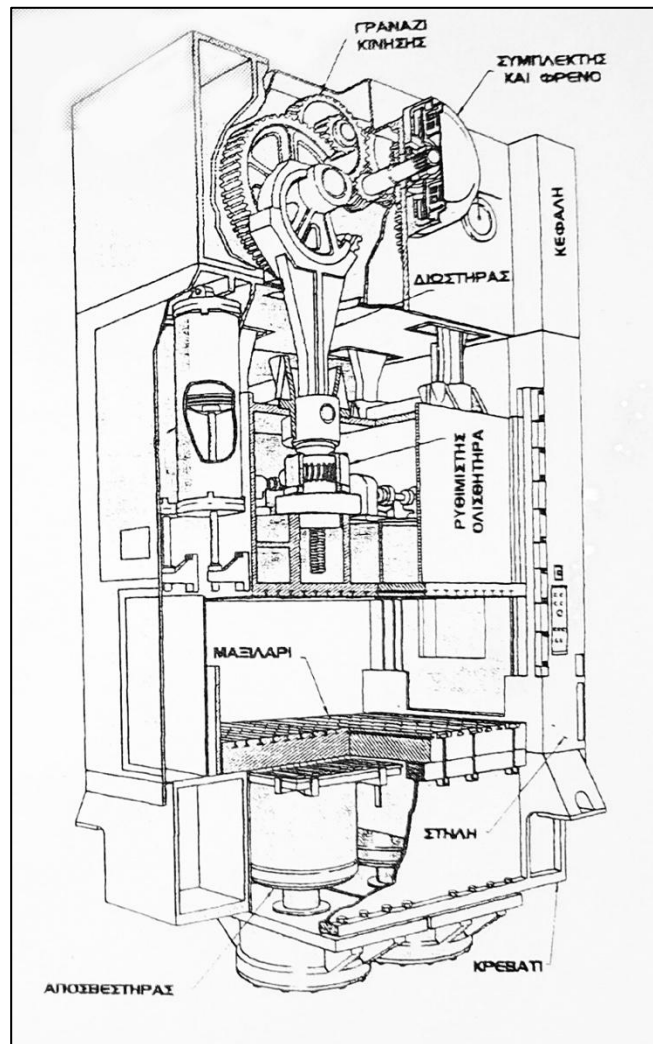
### Στοιχεία πρεσών

Το πλαίσιο της πρέσας απορροφά όλες τις δυνάμεις που δρουν στην πρέσα και καθοδηγεί τον ολισθητήρα μαζί με την άνω μήτρα (κινούμενη). Το έμβολο μέσω του ολισθητήρα, τα οποία κινούνται στην κατακόρυφη κατεύθυνση (από ένα σύστημα μετάδοσης κίνησης που λειτουργεί στην κεφαλή της πρέσας), μεταφέρουν τη δύναμη στη μήτρα. Παράλληλα με αυτόν τον τύπος πρέσας με κίνηση από πάνω, υπάρχουν πρέσες των οποίων το σύστημα κίνησης βρίσκεται στο κρεβάτι. Αυτός ο τύπος πρεσών με βάση το κάτω μέρος χρησιμοποιείται κυρίως για συμπαγή διαμόρφωση, ειδικά στις πρέσες κοπής.

Στις μηχανικές πρέσες, η δύναμη μεταδίδεται στον ολισθητήρα μέσω συνδετικών ράβδων (Σχήμα 1.19), ενώ στις υδραυλικές πρέσες αυτή η μεταφορά πραγματοποιείται μέσω των εμβόλων του υδραυλικού κυλίνδρου (Σχήμα 1.20).



Σχ. 1.19 Υδραυλική πρέσα [13]



**Σχ. 1.20 Μηχανική πρέσα [13]**

Ανάλογα με τον αριθμό των στοιχείων μετάδοσης της δύναμης, υπάρχουν διαμορφώσεις ενός, δύο ή τεσσάρων σημείων στον ολισθητήρα. Όταν ασκείται φορτίο εκτός κέντρου από τη μήτρα στον ολισθητήρα, μια πρέσα πολλαπλών σημείων είναι καλύτερη ώστε να αντισταθμίσει την προκύπτουσα κλίση. Ο ολισθητήρας, ο οποίος έχει γενικά σχήμα συγκολλημένου κουτιού, καθοδηγείται στο πλαίσιο της πρέσας. Στην περίπτωση φορτίων εκτός κέντρου, ο ολισθητήρας παρέχει μέρος των δυνάμεων στήριξης.

### **Αναφορά στις μηχανικές πρέσες**

Ενώ τόσο οι μηχανικές, όσο και οι υδραυλικές πρέσες εξυπηρετούν τον ίδιο σκοπό και έχουν κυρίως την ίδια γενική «ανατομία», υπάρχουν μερικές βασικές διαφορές μεταξύ τους. Οι κύριες δομές που συζητήθηκαν (ευθεία και τύπου C ή

διακένου) μπορούν ακόμα να εφαρμοστούν τόσο στις μηχανικές όσο και στις υδραυλικές πρέσες, ωστόσο η διαφορά έγκειται στο πώς δημιουργείται η ενέργεια για την κίνηση του ολισθητήρα.

Μια μηχανική πρέσα παράγει τη δύναμή της μηχανικά, που σημαίνει ότι ένας κινητήρας συνδέεται με διάφορους τρόπους σε έναν στροφαλοφόρο άξονα ο οποίος δίνει κίνηση στο διωστήρα (μετατρέποντας την περιστροφική κίνηση σε παλινδρομική), που κινεί το έμβολο για μία πλήρη λειτουργία. Ο κινητήρας που παράγει την ορμή συνδέεται με ένα σφόνδυλο και σε απλές πιέσεις, συνδέεται με το στροφαλοφόρο άξονα και ελέγχεται από έναν προσαρτημένο συμπλέκτη. Σε μερικές μεγαλύτερες πιέσεις, ο σφόνδυλος θα προσκολληθεί σε ένα γρανάζι, το οποίο με τη σειρά του θα προσκολλάται σε ένα επιπλέον γρανάζι που περιστρέφει τον στροφαλοφόρο άξονα. Στις ευθείες πρέσες, συνήθως θα υπάρχουν δύο γρανάζια και γρανάζια που λειτουργούν με το μοναδικό στροφαλοφόρο άξονα. Γενικότερα στις μηχανικές πρέσες η δύναμη εξαρτάται από την εκάστοτε θέση του διωστήρα. Πρακτικά, η ενέργεια που έχει αποθηκευτεί στο στρόφαλο μεταφέρεται στην ωστική κεφαλή. Η ταχύτητα με την οποία μπορούν να κινηθούν οι μηχανικές πρέσες, είναι υψηλότερη από τις υδραυλικές πρέσες. Αυτό επιτρέπει υψηλότερη παραγωγή και αποδοτικότητα. Από την άλλη όμως η ταχύτητα περιορίζεται από το κιβώτιο ταχυτήτων.

### **Αναφορά στις υδραυλικές πρέσες**

Οι υδραυλικές πρέσες λειτουργούν με υδραυλικό υγρό υπό πίεση, όπως λειτουργούν γενικότερα όλα τα υδραυλικά μηχανήματα. Το έμβολο μιας υδραυλικής πρέσας συνδέεται με έναν κύλινδρο που δέχεται υδραυλικό υγρό μέσω ενός κινητήρα που αντλεί το υγρό.

Οι υδραυλικές πρέσες τείνουν να χρησιμοποιούνται πιο αργά, για βαθιά σχεδίαση. Ο λόγος που οι υδραυλικές πρέσες χρησιμοποιούνται είναι επειδή η υδραυλική ισχύς επιτρέπει μια πιο συνεπή πηγή πίεσης σε ένα μεγαλύτερο εύρος της διαδρομής, σε σύγκριση με μια μηχανική πρέσα. Οι υδραυλικές πρέσες μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και για ταχύτερες λειτουργίες, ωστόσο, η ικανότητα της λειτουργίας τους σε διαδικασίες βαθιάς κοίλανσης για παράδειγμα, μειώνεται όσο πιο γρήγορα λειτουργούν. Η διασφάλιση της σωστής δύναμης που ασκείται στο κάτω

μέρος του καλουπιού είναι επίσης σημαντική, για να αποφευχθεί η υπερβολική τάση στο υλικό, που προκαλεί σχίσσιμο και πιθανή ζημιά στη μήτρα και το καλούπι. Οι υδραυλικές πρέσες γενικά έχουν καλύτερες δυνατότητες σχηματισμού και σχεδίασης. Επιπλέον, είναι καλύτερες σε μικρότερες διαδρομές. Οι παραλλαγές στο ύψος του κλεισίματος δεν επηρεάζουν τη δύναμη που μπορεί να εφαρμοστεί.

### **Λειτουργία των πρεσών**

Οι πρέσες ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους, χαρακτηρίζονται ως:

- Απλής ενέργειας
- Διπλής ενέργειας
- Σύνθετης ενέργειας

Οι διαφορές ανάμεσα σε αυτές στις κατηγορίες είναι ο αριθμός των κινήσεων που μπορούν να πραγματοποιήσουν ταυτόχρονα ή στη σειρά. Αυτή η δυνατότητα που έχουν οι πρέσες είναι ιδιαίτερα σημαντική αφού πολλές φορές κατά τις μηχανικές διεργασίες πρέπει να εκτελεστούν διαφορετικές αλλά εναρμονισμένες μεταξύ τους κινήσεις.

Οι πρέσες απλής ενέργειας είναι οι πρέσες που διαθέτουν μια ωστική κεφαλή πάνω στην οποία είναι στερεωμένο το έμβολο, ή το πάνω μέρος του εργαλείου διαμόρφωσης. Οι πρέσες αυτές μπορούν να εκτελέσουν μόνο μία παλινδρομική κίνηση και για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται συνήθως για την κατασκευή αντικειμένων απλού σχήματος.

Πρέσες διπλής ενέργειας ονομάζονται οι πρέσες που μπορούν να εκτελέσουν δύο κινήσεις ανεξάρτητες μεταξύ τους. Διαθέτουν δύο ωστικές κεφαλές, μία εσωτερική και μία εξωτερική. Αν για παράδειγμα χρησιμοποιηθεί μία τέτοια πρέσα για την κοίλανση τότε η εξωτερική ωστική κεφαλή φέρει το συγκρατητή, ενώ η εσωτερική που ονομάζεται και κύρια ωστική κεφαλή φέρει το έμβολο της κοίλανσης. Ωστόσο η δεύτερη ωστική κεφαλή μπορεί να βρίσκεται και στο κάτω μέρος της πρέσας όπως για παράδειγμα στο τραπέζι της πρέσας. Η κίνηση αυτής της ωστικής κεφαλής, χρησιμεύει για άλλου είδους κατεργασίες. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η διάτρηση των τεμαχίων που έχουν υποστεί κοίλανση από την κίνηση της κυρίας ωστικής κεφαλής της πρέσας. Με αυτόν τον τρόπο λειτουργίας εξοικονομείται χρόνος, προσωπικό και αριθμός πρεσών. Η κίνηση της ωστικής κεφαλής που βρίσκεται στο

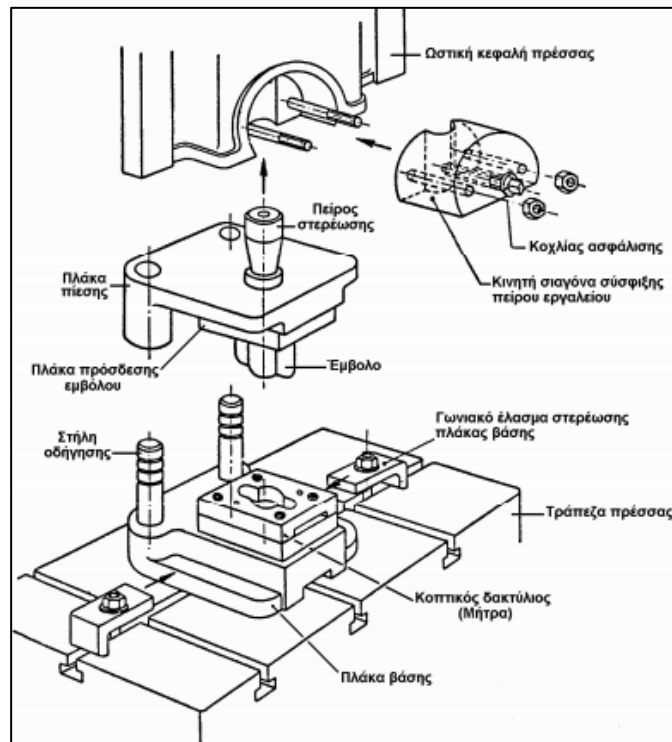
τραπέζι της πρέσας επιτυγχάνεται είτε με συμπιεσμένο αέρα, είτε με υδραυλικούς κυλίνδρους και μεταφέρεται με πείρους στο εργαλείο μέσω κάποιων διαμπερών οπών του τραπέζιού της πρέσας.

#### **1.4 Βασικά στοιχεία πρέσας**

Τα μέρη (Σχήμα 1.21) που αποτελείται ένα κοπτικό εργαλείο πρέσας είναι τα εξής:

- Έμβολο
- Κοπτικός δακτύλιος ή μήτρα
- Εξαρτήματα σύσφιξης ή πλάκες καλουπιού στην τράπεζα και την ωστική
- κεφαλή της πρέσας
- Στοιχεία οδήγησης του εμβόλου
- Στοιχεία οδήγησης του τεμαχίου ή ελάσματος
- Μηχανισμός καθορισμού του μήκους προώθησης
- Εξωλκείς για την απομάκρυνση των αποβλήτων





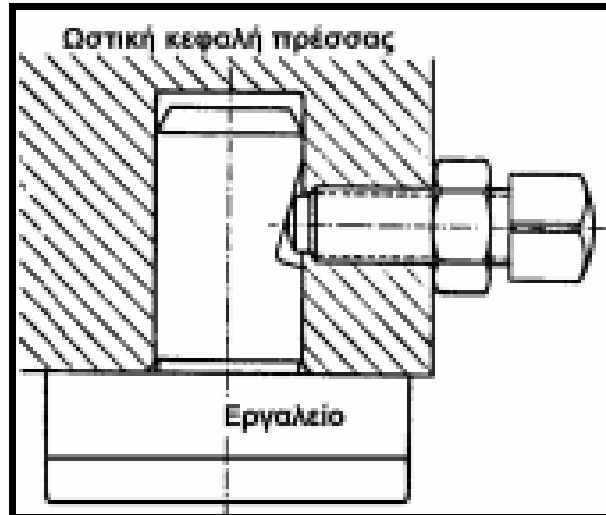
**Σχ. 1.21 Βασικά δομικά μέρη κοπτικού εργαλείου πρέσας [7]**

### Έμβολο

Η διατομή του εμβόλου έχει το σχήμα από το περίγραμμα του τεμαχίου που πρόκειται να κοπεί. Όταν η διατομή έχει πολύπλοκη μορφή, το έμβολο απαρτίζεται από περισσότερα από ένα κομμάτια. Η καταπόνηση του εμβόλου κατά κύριο λόγο είναι θλιπτική. Για να εξλειφθεί όσο το δυνατόν περισσότερο ο κίνδυνος για να λυγίσει, κατασκευάζεται με ελάχιστο μήκος και μπορεί να τροχιστεί σε ένα βαθμό πεπερασμένων φορών.

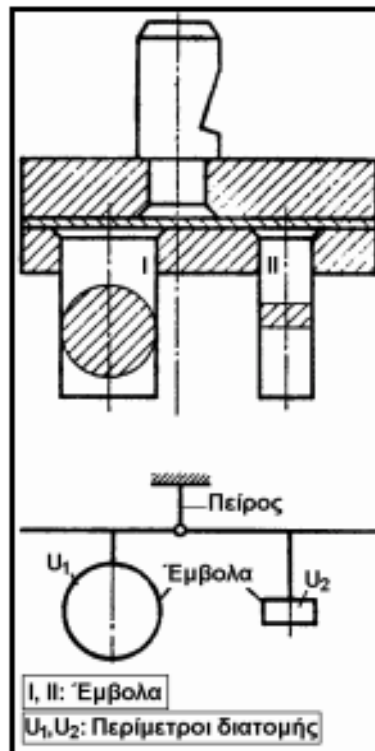
Το έμβολο στερεώνεται στην ωστική κεφαλή της πρέσας και κινείται παράλληλα με αυτή μέσω παλινδρομικής κίνησης. Κατά τη στερέωση του εμβόλου θα πρέπει να υπάρχει μια σταθερή θέση του εργαλείου, να μπορεί να αφαιρεθεί σχετικά εύκολα και να μειώνεται η πιθανότητα ατυχήματος.

Για τη στερέωση του εμβόλου, υπεύθυνος είναι ο πείρος στερέωσης, ο οποίος προσαρμόζεται με κοχλίωση, ήλωση ή συγκόλληση στην ωστική κεφαλή (Σχήμα 1.22).



**Σχ. 1.22 Στερέωση του πείρου στην ωστική κεφαλή [7]**

Στην περίπτωση όπου υπάρχουν περισσότερα από ένα έμβολα (Εικόνα 1.23), απαιτείται ο αναλυτικός καθορισμός της θέσης προσαρμογής του πείρου προσαρμογής στο καλούπι. Αυτό έχει ως σκοπό τη μη δημιουργία ζευγών δυνάμεων όπου θα προσπαθούν να ανατρέψουν το έμβολο και θα βοηθούν στη μη φθορά των ολισθητήρων της κεφαλής και στην αυξημένη καταπόνηση τόσο στο εργαλείο όσο και στην πρέσα.



**Σχ. 1.23 Πολλαπλά κοπτικά έμβολα [7]**

## **Κοπτικός δακτύλιος ή μήτρα**

Το άνοιγμα στη μήτρα έχει περίγραμμα αντίστοιχης μορφής με τη διατομή του εμβόλου. Οι κοπτικές ακμές διαμορφώνονται από το μέτωπο και την παράπλευρη επιφάνεια του ανοίγματος του δακτυλίου. Στο άνοιγμα στο δακτύλιο υπάρχει μια κωνικότητα προς το κάτω μέρος ώστε να μπορεί να υπάρξει η εύκολη απομάκρυνση των τεμαχίων. Γενικότερα ισχύει ότι μετά από αρκετά τροχίσματα της μήτρας, χάνεται η ακρίβεια στις διαστάσεις.

Όσον αφορά τη στήριξη της μήτρας πάνω στην πλάκα, υπάρχουν διαφορετικοί τρόποι. Οι βασικές απαιτήσεις από τη στήριξη του δακτυλίου (κοπτικού) είναι:

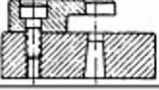
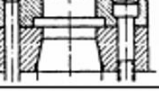
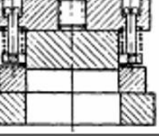
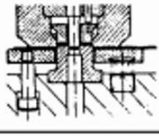
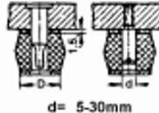
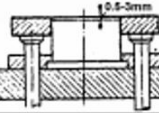
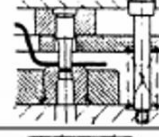
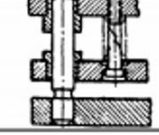
- Οικονομία στο υλικό
- Εύκολη ρύθμιση του καλουπιού
- Δυνατότητα αλλαγής μόνο της μήτρας
- Εύκολη στερέωση της μήτρας στη βάση
- Εύκολη στερέωση της πλάκας πάνω στην τράπεζα
- Ασφαλής διαδικασία στερέωσης

Με βάση τα τρία τελευταία, είναι πολύ σημαντική η απότμηση. Η μη σωστή και με ακρίβεια στερέωση, οδηγεί σε ολική καταστροφή του εργαλείου.

## **Εξωλκείς**

Οι εξωλκείς βοηθούν στην απομάκρυνση των διάφορων τμημάτων αλλά και των τεμαχίων από το εργαλείο. Κάποιες φορές ανάλογα τα εργαλεία, η πλάκα ταυτόχρονα λειτουργεί και σαν εξωλκείας, ώστε να απομακρυνθεί η ταινία ελάσματος από το έμβολο. Σε κάποια άλλα εργαλεία απαιτείται να έχει προβλεφθεί νωρίτερα η χρήση εξωλκείων. Στον πίνακα 1.1 φαίνονται διάφοροι τύπου εξωλκεία.

### ***Πίνακας 1.1 Διάφοροι τύποι εξωλκείων***

ΕΙΔΟΣ	ΣΧΗΜΑ	ΧΡΗΣΗ
Σταθερός, ακίνητος από τη μία πλευρά		Στην παραγωγή μικρού αριθμού τεμαχίων μικρής ακριβείας. Υπάρχει κίνδυνος ατυχημάτων.
Σταθερός, κλειστός		Ταυτόχρονη χρήση του εξολκέα και ως οδοντού για το έμβολο. Ασφαλής έναντι ατυχημάτων.
Στερεωμένος στο πάνω μέρος του με ελατήρια		Σε κοπτικά εργαλεία με οδηγούς για διάτρηση λεπτών ελασμάτων και ταυτόχρονη συγκράτησή τους πάνω στον κοπτικό δακτύλιο. Υπάρχει κίνδυνος ατυχημάτων.
Στερεωμένος στο κάτω μέρος του με ελατήρια ή ελαστικό κλπ.		Σε κοπτικά εργαλεία με οδηγούς, για: - Απότμηση λεπτών ελασμάτων με πάχος $s < 0,2\text{mm}$ . - Απότμηση μεγάλων επιφανειών. - Συνδυασμένη απότμηση και διάτρηση.
Από ελαστικό, στερεωμένος στο πάνω μέρος	<p>Δύναμη εξόλκεσης 200-300 kp</p>  <p><math>d = 5-30\text{mm}</math> <math>D = 20-60\text{mm}</math></p>	Σε κοπτικά εργαλεία με μικρές διαμέτρους ανοιγμάτων. Συγκρατείται με σύσφιξη πάνω στο έμβολο με τη δική του ελαστικότητα. Οι προστατευτικοί μεταλλικοί δίσκοι στα άκρα του ελαστικού έχουν κολληθεί με βουλκανισμό.
Κινητός, με μαξιλάρι υδραυλικό ή αέρα		Σε εργαλεία με οδηγούς και μαξιλάρι αέρα ή υδραυλικό. Αντιστοιχεί σε εξολκέα στο κάτω μέρος του εργαλείου με ελατήρια.
Με ελατήριο και αναστολέα κίνησης		Σε εργαλεία για διάτρηση διαμορφωμένων τεμαχίων.
Κινητός, με οδηγούς και ελατήρια		Σε κοπτικά με ταυτόχρονη οδήγηση εμβόλου και εξόλκεση. Κυρίως για μικρά και λεπτά έμβολα.

## 1.5 Ασφάλεια των πρέσων

Λόγω του τρόπου λειτουργίας τους και των επιπέδων ενεργειακής εισόδου, οι πρέσες αντιπροσωπεύουν σε σύγκριση με πολλά άλλα μηχανήματα μεγαλύτερο κίνδυνο για τον χειριστή. Ωστόσο, ως αποτέλεσμα της σημαντικής προσπάθειας, ιδίως της αναθεώρησης των γερμανικών κανονισμών πρόληψης ατυχημάτων για πρέσες VBG7n5.1 της 1ης Απριλίου του 1987, ο αριθμός των σοβαρών ατυχημάτων που σημειώθηκαν σε πρέσα έχει μειωθεί σημαντικά [14]. Εκτός από τη συμμόρφωση με τη νομοθεσία σχετικά με τις απαιτήσεις ασφάλειας που βασίζεται στην «τελευταία λέξη της τεχνολογίας», οι κατασκευαστές πρέπει επίσης να έχουν τη δυνατότητα να αναγνωρίζουν και να εφαρμόζουν λογικά μέτρα ασφαλείας. Η ευθύνη του κατασκευαστή στον τομέα αυτό αποτελεί σημαντικό μέρος της ευρωπαϊκής νομοθεσίας για την ασφάλεια. Ως μέρος του πακέτου σέρβις που προσφέρουν οι

κατασκευαστές, το εγχειρίδιο οδηγιών χρήσης περιέχει ειδικές διατάξεις και οδηγίες ασφαλείας.

Ένας κύριος στόχος είναι ο χειριστής της πρέσας να αναγνωρίσει την ανάγκη για τα μέτρα ασφαλείας [15]. Η απρόβλεπτη φύση της ανθρώπινης αντίδρασης σε καταστάσεις έκπληξης ή έκτακτης ανάγκης πρέπει να ληφθεί υπόψη εδώ. Η επισήμανση του κινδύνου για ένα ατύχημα είναι το πρώτο και σημαντικότερο βήμα κατά την εκπαίδευση του προσωπικού της μηχανής, σε θέματα ασφάλειας. Εφόσον ο χειριστής ή το προσωπικό συντήρησης δεν είναι πεπεισμένοι για την ανάγκη για μέτρα ασφαλείας, θα τείνουν να βρουν τρόπους παράκαμψής τους. Υπερβολικά ή περιττά μέτρα ασφαλείας από τον κατασκευαστή είναι επίσης βέβαιο ότι θα δημιουργήσουν μεγαλύτερη προθυμία εκ μέρους του λειτουργικού του προσωπικού να επιχειρήσει να παρακάμψει τις λειτουργίες ασφαλείας. Οι λόγοι που δικαιολογούν την αμέλεια σε σχέση με τα μέτρα ασφαλείας καθίστανται γρήγορα ασήμαντοι εάν συμβεί ατύχημα [16].

### **Νομοθεσία**

Παράλληλα με τη νομοθεσία και τους κανονισμούς που ορίζουν τις απαιτήσεις που επιβάλλονται σε τεχνικά προϊόντα, όπως οι γερμανικοί νόμοι για την ασφάλεια των συσκευών, έχει επίσης θεσπιστεί νομοθεσία που ρυθμίζει τις περιπτώσεις τραυματισμού από ανθρώπους που προκαλούνται από τον τεχνικό εξοπλισμό. Εάν ο κατασκευαστής του μηχανήματος συμμορφώνεται με τα τεχνολογικά πρότυπα που ορίζονται από τις αποκαλούμενες χαρακτηριστικές απαιτήσεις, μπορεί να υποτεθεί ότι θα εξαιρεθεί από την ευθύνη [17]. Ένα ατύχημα που λαμβάνει χώρα παρά τις προφυλάξεις αυτές ορίζεται ως «νόμιμο ατύχημα», οπότε οι εταιρείες που παρέχουν ασφάλιση του βιομηχανικού ατυχήματος, είναι υπεύθυνες για τη διευθέτηση τυχόν χρηματοοικονομικών απαιτήσεων που προκύπτουν ως αποτέλεσμα της ζημίας.

Στην Ευρώπη, αυτές οι χαρακτηριστικές απαιτήσεις ορίζονται από την οδηγία για τις μηχανές EC, την οδηγία EMC (ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα) και την οδηγία που διέπει τα απλά δοχεία πίεσης. Η ευθύνη των προϊόντων αντιμετωπίζεται επίσης σε τυποποιημένη βάση στην Ευρώπη μέσω της κοινοτικής οδηγίας για την εναρμόνιση της νομοθεσίας περί ευθύνης προϊόντος.

Στην περίπτωση ιδιαίτερα επικίνδυνων μηχανημάτων, οι κρατικοί οργανισμοί ή τα ιδρύματα που ενεργούν για λογαριασμό των κρατικών υπηρεσιών, ανατίθενται να ελέγχουν και να πιστοποιούν τον εξοπλισμό, υπό τον όρο ότι οι τεχνικές απαιτήσεις του εξοπλισμού έχουν εφαρμοστεί σωστά.

### **Ευρωπαϊκές απαιτήσεις ασφάλειας**

Από την 1η Ιανουαρίου 1995, έχουν τεθεί σε ισχύ νέοι κανονισμοί ασφαλείας στην ΕΟΚ (Ευρωπαϊκή Οικονομική Κοινότητα). Η κοινοτική νομοθεσία βασίζεται σε ένα σύστημα διατάξεων και οδηγιών. Τα διατάγματα της EC εφαρμόζονται απευθείας στο αντίστοιχο κράτος μέλος, ενώ οι εθνικές κυβερνήσεις λαμβάνουν οδηγίες, οι οποίες πρέπει να τις μετατρέψουν σε εύλογο χρονικό διάστημα σε εθνικό δίκαιο, με ή χωρίς τις δικές τους προσθήκες. Εκδόθηκε μια σειρά οδηγιών σχετικά με τις χαρακτηριστικές απαιτήσεις των τεχνικών προϊόντων. Για την κατασκευή εργαλειομηχανών, οι οδηγίες μαζί με το τέλος της μεταβατικής περιόδου έχουν ιδιαίτερη σημασία. Η οδηγία για τις μηχανές EC (ECMD) 89/392 / ΕΟΚ καθορίζει τις βασικές απαιτήσεις υγείας και ασφάλειας που επιβάλλονται στα μηχανήματα. Συνεπώς, είναι η πιο σημαντική οδηγία για τον κατασκευαστή του μηχανήματος και μετατράπηκε σε εθνικό γερμανικό νόμο με το 9ο διάταγμα σχετικά με το Appliance Safety Act.

Οι κατασκευαστές μπορούν, αλλά δεν υποχρεούνται, να συμμορφώνονται με τα πρότυπα. Ο κατασκευαστής μπορεί να χρησιμοποιήσει το τεκμήριο ότι οι απαιτήσεις της οδηγίας πληρούνται με την εφαρμογή των εναρμονισμένων προτύπων. Στα πρότυπα προτείνονται συγκεκριμένες λύσεις για την επίτευξη του προδιαγραφόμενου προτύπου ασφαλείας: οι γρίλιες ασφαλείας στις πρέσες, για παράδειγμα, πρέπει να έχουν δύναμη κλεισίματος όχι μεγαλύτερη από 150 N. Διαφορετικά, υπάρχει κίνδυνος σύνθλιψης που μπορεί, ωστόσο, επίσης να αποφευχθεί με τη χρήση μιας ταινίας επαφής. Σε περίπτωση μη συμμόρφωσης με ένα εναρμονισμένο πρότυπο, ο κατασκευαστής μπορεί να πληροί τα πρότυπα υγείας και ασφάλειας χρησιμοποιώντας εναλλακτικές μεθόδους. Αντιθέτως, ωστόσο, η μη συμμόρφωση με την ECMD θα έχει ως αποτέλεσμα τη δίωξη του κατασκευαστή, την απόσυρση του προϊόντος από την ευρωπαϊκή αγορά και τον παροπλισμό του ως έναν επικίνδυνο τύπο προϊόντος.

Τα πρότυπα EN κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες, καθεμία με τη δική της λειτουργία και σκοπό [18]. Οι γενικές οδηγίες και οι στόχοι ασφαλείας καθορίζονται στα λεγόμενα πρότυπα A. Τα πρότυπα B επιβάλλουν απαιτήσεις σε ορισμένες εγκαταστάσεις, για παράδειγμα στον εξοπλισμό ασφαλείας που χρησιμοποιείται για διαφορετικούς τύπους μηχανών. Τα πρότυπα C καθορίζουν τις κατηγορίες μηχανών και τις απαιτήσεις που επιβάλλονται σε αυτές. Για μια δεδομένη κατηγορία μηχανημάτων, τα πρότυπα C καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο ενδέχεται να προκύψουν κίνδυνοι και πώς πρέπει να αξιολογηθούν και να προστατευθούν. Λόγω της γενικότητας με την οποία τα μηχανήματα ομαδοποιούνται για τη δημιουργία κατηγοριών μηχανών, όπως η κατηγορία μηχανικής πρέσας, για παράδειγμα, κυμαίνεται από το μηχάνημα εγκοπής έως την πρέσα μεταφοράς και μπορεί, σε ορισμένες περιπτώσεις, να είναι σκόπιμο να παρεκκλίνει από το πρότυπο, ενώ εξακολουθεί να είναι συμμορφούμενη με τις απαιτήσεις της ECMD.

Ως αποδεικτικά στοιχεία συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις υγείας και ασφάλειας, ο κατασκευαστής του μηχανήματος εκδίδει στον κάτοχο πιστοποιητικό συμμόρφωσης, και επισυνάπτει το σήμα CE στο μηχάνημα. Κανένα μηχάνημα δεν τέθηκε σε λειτουργία στην ΕΟΚ χωρίς δήλωση συμμόρφωσης ή σήμα CE από την 1η Ιανουαρίου του 1995.

Η ECMD κάνει διάκριση μεταξύ των ανεξάρτητων μηχανών εργασίας και των μηχανημάτων που προορίζονται για εγκατάσταση ως μέρος μιας συνολικής γραμμής παραγωγής. Μια γραμμή παραγωγής που αποτελείται από πολλά εξαρτήματα, αποτελεί στην ουσία μια μηχανή που έχει μόνο ένα σήμα CE και μόνο μία δήλωση συμμόρφωσης. Για όλα τα εξαρτήματα της γραμμής παραγωγής που δεν είναι σε θέση να λειτουργούν ανεξάρτητα, ο υπεργολάβος εκδίδει δήλωση κατασκευαστή. Υπό ορισμένες συνθήκες, τα εξαρτήματα των μηχανών αυτού του τύπου δεν επιτρέπουν την προστασία, εκτός εάν ενσωματωθούν στη συνολική γραμμή. Ο υπεύθυνος για τη συνολική γραμμή, του οποίου η λειτουργία είναι να εκδίδει τη δήλωση συμμόρφωσης, πρέπει επομένως να διασφαλίσει ότι ο κατασκευαστής των εξαρτημάτων:

- ορίζει στη δήλωση του κατασκευαστή ότι το εξάρτημα συμμορφώνεται όσο το δυνατόν περισσότερο με την ECMD,
- έχει συγκεντρώσει και αρχειοθετήσει τα απαιτούμενα έγγραφα όπως ορίζονται,

- ορίζει τα εφαρμοστέα πρότυπα ασφαλείας και
- έχουν αναφερθεί στις οδηγίες λειτουργίας και στους κανονισμούς ασφαλείας τα στοιχεία του κατασκευαστή της γραμμής στην οποία πρόκειται να ενσωματωθούν τα εξαρτήματά του.

Όλοι οι εμπλεκόμενοι θεωρούν ότι η καθορισμένη ελάχιστη δήλωση, όπως αναφέρεται στους κανονισμούς είναι ανεπαρκής και το μηχάνημα δε μπορεί να τεθεί σε λειτουργία, έως ότου αποδειχθεί ότι η συνολική γραμμή συμμορφώνεται με την ECMD. Συχνά, και ιδίως στην περίπτωση των πρεσών μεγάλης κλίμακας, μέρος του εξοπλισμού προέρχεται από το χρήστη και μέρος αυτού από τον αγοραστή της πρέσας. Καθώς η ECMD απαιτεί στατική σταθερότητα και ασφαλή πρόσβαση σε όλα τα σημεία πιθανής παρέμβασης, με τη δήλωση συμμόρφωσης, ο κατασκευαστής της γραμμής παραγωγής αναλαμβάνει επίσης την ευθύνη για τις δοκιμαστικές εργασίες που πραγματοποιούνται για την πρέσα. Η ταυτότητα του κατασκευαστή ή του εργοδηγού κατασκευής, όπως ορίζεται από την ECMD, πρέπει να καθορίζεται συμβατικά στην περίπτωση αυτού του τύπου γραμμής παραγωγής. Στη συνέχεια, το υπεύθυνο μέρος έχει τους άλλους συμβατικούς εταίρους να επιβεβαιώσουν τη συμμόρφωση με τα πρότυπα υγείας και ασφάλειας στο βαθμό της αντίστοιχης απόδοσής τους.

### **Σήμανση CE**

Σύμφωνα με την ECMD, οι πρέσες που προορίζονται για χειροκίνητη τροφοδοσία έχουν ταξινομηθεί ως επικίνδυνες μηχανές από την 1η Ιανουαρίου 1995. Σε αυτήν την περίπτωση, πρέπει να υπάρχει ένα πρότυπο C - το EN692 για μηχανική και το EN693 για υδραυλική πρέσα [19]. Η πρέσα πρέπει να κατασκευαστεί χωρίς περιορισμούς σύμφωνα με αυτό το πρότυπο. Εάν αυτό δεν συμβαίνει, ή εάν δεν υπάρχει ακόμη το σχετικό πρότυπο C, ο κατασκευαστής υποχρεούται να θέσει σε λειτουργία έναν έλεγχο του μηχανήματος από έναν κοινοποιημένο οργανισμό (δηλ. Μια αρμόδια αρχή δοκιμής). Ο κατασκευαστής έχει το δικαίωμα να εκδίδει μόνο τη δήλωση συμμόρφωσης και να εφαρμόζει το σήμα CE βάσει πιστοποιητικού δοκιμής τύπου EC. Εάν η πρέσα έχει κατασκευαστεί βάσει του προτύπου τύπου C, ο κατασκευαστής μπορεί να επιλέξει οποιαδήποτε από τις τρεις περαιτέρω διαδικασίες.



Είτε στέλνει την τεχνική τεκμηρίωση στην αρχή ελέγχου η οποία επιβεβαιώνει μόνο την παραλαβή, ή κανονίζει την αναθεώρηση της τεχνικής τεκμηρίωσης, είτε αναθέτει μια δοκιμή τύπου EC του μηχανήματος.

Σε ορισμένα μηχανήματα είναι απαραίτητο να φτάνει κάποιος απευθείας με τα χέρια μεταξύ των δύο μισών της μήτρας μετά από κάθε κύκλο κατεργασίας. Αυτά τα μηχανήματα κατηγοριοποιούνται ως μηχανήματα με χειροκίνητη τροφοδοσία ή αφαίρεση. Στην περίπτωση μηχανημάτων που δεν έχουν σχεδιαστεί για να επιτρέπουν χειροκίνητη τροφοδοσία ή αφαίρεση, ο κατασκευαστής ζητά τη δήλωση συμμόρφωσης και εφαρμόζει το σήμα CE με δική του ευθύνη.

Κατά συνέπεια, μια πρέσα που προορίζεται αποκλειστικά για αυτόματη λειτουργία δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί για χειροκίνητη τροφοδοσία. Αυτή η δυνατότητα αποκλείεται στις οδηγίες λειτουργίας και όσο είναι δυνατόν, θα πρέπει το σύστημα ελέγχου να αποτρέπει τη χειροκίνητη παραγωγή.

Τα πιστοποιητικά που εκδίδει ο ίδιος ο κατασκευαστής, ωστόσο, πρέπει να πληρούν ορισμένες προϋποθέσεις. Εκτός από την τήρηση των κύριων απαιτήσεων υγείας και ασφάλειας της ECMD, ο κατασκευαστής οφείλει να συντάξει ένα έγγραφο πριν από την έκδοση της δήλωσης συμμόρφωσης στην οποία να παρέχει γραπτή απόδειξη συμμόρφωσης με αυτές τις απαιτήσεις ασφάλειας. Η νόμιμη περίοδος διατήρησης για αυτό το έγγραφο είναι τα 10 έτη.

Σε περίπτωση ανάλυσης του κινδύνου, η ασφάλεια παρακολουθείται σε κάθε φάση της ζωής του μηχανήματος, από τη συναρμολόγηση του έως τη λειτουργία του, τη χρήση του, την επισκευή του και την τελική απόρριψή του. Τα μέτρα προστασίας πρέπει να εφαρμόζονται εξίσου στους χειριστές των μηχανημάτων αλλά και στο προσωπικό εγκατάστασης και συντήρησης. Ανάλογα με τον κίνδυνο, πρέπει επίσης να διασφαλίζεται η ασφάλεια σε περίπτωση δυσλειτουργίας του μηχανήματος. Για παράδειγμα, η βλάβη μιας βαλβίδας φρένων και, συνεπώς, η ανεξέλεγκτη κίνηση της ολίσθησης θα μπορούσε να οδηγήσει σε σοβαρό τραυματισμό. Πρέπει να χρησιμοποιούνται δυναμικά ελεγχόμενες βαλβίδες ασφαλείας πρέσας εκτός εάν είναι δυνατόν να παρέχεται ισοδύναμος βαθμός ασφάλειας διατηρώντας τις συσκευές ασφαλείας κλειστές. Οι παρακολουθούμενες βαλβίδες είναι περιπτές (διπλές βαλβίδες) και, ανάλογα με τις απαιτήσεις των αντίστοιχων λειτουργιών τους, υπάρχει αυτο-παρακολούθηση. Αυτό σημαίνει ότι παρά την αστοχία της βαλβίδας των φρένων, η λειτουργία «πέδησης» εξακολουθεί να εκτελείται, συνοδευόμενη από ένα μήνυμα που δείχνει εάν οι δύο βαλβίδες έχουν λειτουργήσει σωστά ή όχι. Ένα θετικό

σήμα «λειτουργίας OK» χρησιμοποιείται για την αυτοπαρακολούθηση της μονάδας σηματοδότησης.

Κατά την ανάλυση των πιθανών κινδύνων, ο κατασκευαστής πρέπει επίσης να εξετάσει τις "Προβλέψιμες ασυνήθιστες καταστάσεις", π.χ. ιδιαίτερες καταστάσεις της πρέσας. Οι οδηγίες της λειτουργίας πρέπει αναλόγως να συμπεριλαμβάνουν μια δήλωση σχετικά με τη χρήση του μηχανήματος, σύμφωνα με τον επιδιωκόμενο σκοπό του μηχανήματος. Επίσης, θα πρέπει να απαγορεύονται τυχόν προβλέψιμες περιπτώσεις παραβίασης, για παράδειγμα η λειτουργία της πρέσας ενώ οι παρατηρητές βρίσκονται πίσω από το κλειστό προστατευτικό εργαλείο για να παρατηρήσουν τη λειτουργία της μηχανής. Τα αποτελέσματα της ανάλυσης του κινδύνου αντικατοπτρίζονται στη σχεδίαση προστατευτικών εργαλείων, παρατηρήσεων σχετικά με τον υπολειπόμενο κίνδυνο στο μηχάνημα και στο εγχειρίδιο οδηγιών της λειτουργίας. Με αυτόν τον τρόπο, γνωστοποιούνται τελικά και στο χρήστη του μηχανήματος.

### **Μέτρα που πρέπει να ληφθούν από το χρήστη**

Κατά την αγορά ενός μηχανήματος, ο χρήστης πρέπει να καθορίσει μέσω μιας συμβατικής συμφωνίας την ταυτότητα του κατασκευαστή όπως ορίζεται από την ECMD και τη θέση του σχετικά με τα είδη του εξοπλισμού που παρέχονται από το χρήστη. Όταν αγοράζει μηχανήματα, είτε είναι νέα είτε μεταχειρισμένα, από ξένες χώρες εκτός Ευρώπης, ο χρήστης θα πρέπει συμβατικά να ορίζει τη συμμόρφωσή του με την τρέχουσα αναθεώρηση του 89 / ΕΟΚ / 392. Οι Ευρωπαίοι κατασκευαστές υποχρεούνται σε κάθε περίπτωση να συμμορφωθούν με αυτήν τη νομική απαίτηση, καθιστώντας περιττή τη συμβατική διάταξη.

Όταν ο ίδιος ο χρήστης δεν εκτελεί εργασίες μετατροπής στην πρέσα, απαιτείται μόνο να γνωρίζει τις παρεχόμενες οδηγίες λειτουργίας και τους κανονισμούς πρόληψης ατυχημάτων που ισχύουν για τη λειτουργία της. Στη Γερμανία, οι ακόλουθοι κανονισμοί πρόληψης ατυχημάτων είναι από τους πιο σημαντικούς σε αυτό το πλαίσιο:

- VBG 7n5.1 για εκκεντρικές και συναφείς πρέσες,
- VBG 7n5.2 για υδραυλικές πρέσες,

- VBG 5 για μηχανοκίνητο λειτουργικό εξοπλισμό.

Η οδηγία 89/655 / ΕΟΚ σχετικά με την παροχή εξοπλισμού υποχρέωσε τους χρήστες να μετασκευάσουν όλα τα μηχανήματά τους σε ένα καθορισμένο ελάχιστο πρότυπο έως την 1η Ιανουαρίου 1997. Εάν ο χρήστης σκοπεύει να πραγματοποιήσει τη δική του εργασία μετατροπής στο μηχάνημα, αναλαμβάνει την πλήρη ευθύνη για τις ενέργειές του. Κατά συνέπεια, πρέπει να γνωρίζει όλες τις έγκυρες οδηγίες, κανονισμούς και πρότυπα. Η ECMD δεν ισχύει για μεταχειρισμένα μηχανήματα, ή για μηχανήματα που τέθηκαν σε κυκλοφορία στην ΕΟΚ πριν από τις 31 Δεκεμβρίου 1994. Αυτά τα μηχανήματα δεν φέρουν το σήμα CE και περιέχουν ορισμένες διατάξεις που είναι σημαντικές σε αυτό το πλαίσιο. Μεταχειρισμένα μηχανήματα από ξένες χώρες εκτός Ευρώπης πρέπει πάντα να φέρουν το σήμα CE και να συνοδεύονται από δήλωση συμμόρφωσης. Η μετατροπή των μεταχειρισμένων μηχανημάτων πρέπει να πραγματοποιείται με γνώμονα τις απαιτήσεις υγείας και ασφάλειας του παραρτήματος της ECMD. Ωστόσο, σε περίπτωση σημαντικών τροποποιήσεων, λειτουργικών αλλαγών ή αυξημένης απόδοσης, ολόκληρη η μηχανή ή η σειρά προϊόντων πρέπει να υποβληθεί σε έλεγχο συμμόρφωσης από τον εργοδηγό κατασκευής, μετά τον οποίο θα λάβει το σήμα CE.

## **2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΡΕΣΑΣ**

Οι πρέσες χρησιμοποιούνται για την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων αντικειμένων γρήγορα, με ακρίβεια και οικονομικά από την κατεργασία του μαλακού χάλυβα και άλλων όλκιμων υλικών. Οι πρέσες είναι τα μηχανήματα που τροφοδοτούν με δύναμη για να σχηματίσουν, ή να μετασχηματίσουν μεταλλικά ή μη μεταλλικά υλικά. Η διαδικασία κατασκευής του σχηματισμού των μετάλλων είναι σχεδόν μικρότερη. Χρησιμοποιούνται εργαλεία συγκεκριμένου τύπου για την εκτέλεση αυτής της λειτουργίας. Η παραμόρφωση του κομματιού της εργασίας στο επιθυμητό μέγεθος γίνεται με πίεση. Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις διάφορες έρευνες που έχουν λάβει χώρα, σχετικά με τις πρέσες.

### **2.1 Σχεδιασμός, ανάλυση και βελτιστοποίηση σε πρέσες**

Η ενέργεια που παρέχεται από έναν πνευματικό κύλινδρο σε μια πνευματική πρέσα μεταφέρεται στο έμβολο για να παρέχει ευθεία κίνηση. Οι πρέσες θεωρούνται ο καλύτερος και πιο ικανός τρόπος για να σχηματιστεί μια λαμαρίνα σε τελικό προϊόν. Οι πνευματικές πρέσες χρησιμοποιούνται συνήθως για τη διάτρηση, τη σφυρηλάτηση, τη χύτευση, τη συμπίεση, το «Fine blanking», τη βαθιά κοίλανση και τη λειτουργία διαμόρφωσης των μετάλλων. Η πνευματική πρέσα χρησιμοποιείται για την παραγωγή τεράστιων ποσοτήτων αντικειμένων οικονομικά, γρήγορα και με ακρίβεια. Τα συστατικά που παράγονται κυμαίνονται σε ένα πολύ ευρύ πεδίο και χρησιμοποιούνται σε όλη τη βιομηχανία. Μέσω ειδικά σχεδιασμένων εργαλείων πρέσας και συνδυασμού λειτουργιών, παράγονται τα περισσότερα τμήματα φύλλων οποιουδήποτε σχήματος. Η επιλογή της σωστής πρέσας και του σχεδιασμού του

καλουπιού ή του εργαλείου που θα τοποθετηθεί σε αυτό, είναι πολύ σημαντική για οποιαδήποτε λειτουργία που πρέπει να εκτελείται στην πρέσα.

Οι Golechha B. V. και Kulkarni P. S. προσπάθησαν να αναλύσουν και να βελτιστοποιήσουν μια πρέσα 10 τόνων χρησιμοποιώντας λογισμικό ANSYS [20]. Η εκτέλεση του έργου είχε σχεδιαστεί με επιτυχία ώστε να ανταποκρίνεται στις απαιτήσεις σύμφωνα με τους περιορισμούς. Το πλαίσιο της μηχανής της πρέσας είναι προσεκτικά σχεδιασμένο και διασταυρωμένο όπου πληροί τις απαιτήσεις. Η μηχανή της πρέσας έχει σχεδιαστεί χρησιμοποιώντας το βέλτιστο υλικό για να αποφευχθεί το υπερβολικό βάρος. Σε αυτό τους το έργο, σύγκριναν τον υφιστάμενο σχεδιασμό της πρέσας με το δικό τους βελτιωμένο σχεδιασμό. Αυτή η βελτιστοποίηση έγινε με τη χρήση του εργαλείου λογισμικού «ANSYS» και απέδειξαν ότι, υπό τις ίδιες συνθήκες φόρτωσης, περιορισμούς και σκοπούς, το ANSYS προσδιορίζει έναν ελαφρύτερο σχεδιασμό με μειωμένο κόστος του υλικού.

Η μέγιστη τάση που προκαλείται στο μηχανήμα είναι 66,95 που είναι μικρότερη από την επιτρεπόμενη τάση του υλικού. Η περαιτέρω μείωση του υλικού φαίνεται μη ασφαλής και δίνει υψηλότερες παραμορφώσεις και τάσεις που δεν επιτρέπονται για το μηχανήμα, καθώς αυτό το μηχανήμα χρησιμοποιείται για τη λειτουργία διάτρησης και κάμψης σε βιομηχανίες λαμαρίνας.

Η παραμόρφωση της πρέσας παίζει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση της στενής ανοχής μεταξύ της διάτρησης και υπό άλλες συνθήκες καταστρέφεται. Όπως δείχνει η ανάλυσή τους, η μέγιστη παραμόρφωση που βρέθηκε είναι τα 0,0042 m η οποία είναι αποδεκτή για μια τέτοια λειτουργία. Το συνολικό βάρος του μηχανήματος που μειώνεται μετά τη βελτιστοποίηση είναι 63 kg. Σε αυτό τους το έργο, έδειξαν συγκεκριμένα μια μείωση βάρους 487 Kg της πρέσας, η οποία επιτεύχθηκε με την αλλαγή του σχεδιασμού της δομής του σκελετού, διατηρώντας παράλληλα τη δομική ισορροπία της πρέσας και χωρίς να επηρεαστεί η απόδοση. Οι παράγοντες της ανθρώπινης ασφάλειας ελέγχθηκαν επίσης.

Παρόμοιες έρευνες και μελέτες έχουν γίνει από αρκετούς ερευνητές. Ο Ravi D. είχε ως στόχο να διερευνήσει τη μοντελοποίηση μέσω πεπερασμένων στοιχείων την πρέσα τύπου «C» με πίεση 10 τόνων και να την αναλύσει σε στατική κατάσταση [21]. Οι Chauhan N. κ.α. είχαν ως στόχο να δημιουργήσουν το μοντέλο λειτουργίας συναρμολόγησης της ίδιου τύπου πρέσας. Χρησιμοποιώντας την έννοια της αντίστροφης μηχανικής, σχεδίασαν το πλαίσιο C λαμβάνοντας υπόψη τις προδιαγραφές του σχεδιασμού, την κατανομή των τάσεων και την εκτροπή [22]. Οι

Rucha. S. K. κ.α. είχαν και αυτοί ως στόχο τους να σχεδιάσουν ένα μοντέλο πλαισίου C για λειτουργία συναρμολόγησης αλλά σε υδραυλική πρέσα [23]. Χρησιμοποιώντας την έννοια της αντίστροφης μηχανικής, γνωρίζοντας τις διαστάσεις του συγκροτήματος του κυλίνδρου του εμβόλου και του τελικού τμήματος που θα συναρμολογηθεί, σχεδίασαν το πλαίσιο C λαμβάνοντας υπόψη τις προδιαγραφές σχεδιασμού, την κατανομή της τάσης και την εκτροπή.

Από την άλλη, οι Ambekar M. S. και Shinde S. S. αναφέρουν ότι η τρέχουσα σχεδίαση της μηχανικής πρέσας προτείνει ένα βαρύ σύστημα [24]. Αυτό το βαρύ σύστημα αυξάνει το κόστος και την απαίτηση του υλικού. Τα εξαρτήματα του χαμηλού φορτίου στο μηχάνημα της πρέσας θα πρέπει να βελτιστοποιηθούν. Αυτά, αποτελούνται από το πλαίσιο και τα άλλα εξαρτήματα. Αρχικά, χρειάστηκε να μελετήσουν λεπτομερώς το τρέχον σύστημα με τις προδιαγραφές του και όλες τις απαιτούμενες εκτιμήσεις για το σχεδιασμό και τη βελτιστοποίηση της μηχανής της πρέσας, για να εξοικονομήσουν βάρος από το συνολικό. Επιπλέον, αναφέρουν ότι η βελτιστοποίηση του συστήματος θα γίνεται σύμφωνα με μία από τις ακόλουθες περιπτώσεις:

- Αλλαγή διαστάσεων του συστήματος και διατήρηση του υλικού ως έχει.
- Διατηρώντας τις ίδιες διαστάσεις με μεταβαλλόμενο το υλικό των συστατικών.
- Αλλαγή τόσο του υλικού όσο και των διαστάσεων του εξαρτήματος.

Τελικά, κατέληξαν ότι το βελτιστοποιημένο σύστημα που δημιούργησαν ήταν ελαφρύτερο σε βάρος και αποτελεί μια λύση για τα μειονεκτήματα του υπάρχοντος συστήματος. Η βελτιστοποίηση επιτεύχθηκε στα φέροντα στοιχεία του συστήματος όπως το C πλαίσιο. Επιπλέον, σύγκριναν τους υπολογισμούς σχεδιασμού, το μοντέλο της ανάλυσης και τα πειραματικά αποτελέσματα του υπάρχοντος συστήματος και του βελτιστοποιημένου συστήματος με βάση την καταπόνηση σε διάφορα σημεία. Η μείωση του βάρους των 363 Kg επιτυγχάνεται με τη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού από την υπάρχουσα σχεδίαση. Τέλος, το 68% του υλικού εξοικονομήθηκε στο βελτιστοποιημένο σύστημα σε σχέση με το υπάρχον σύστημα.

Οι Mone N. et al. κ.α. αναφέρουν ότι στην Ινδία υπάρχουν πολλές βιομηχανίες που σχεδιάζουν, κατασκευάζουν και συναρμολογούν τον θραυστήρα ζαχαροκάλαμου και κάθε βιομηχανία αντιμετωπίζει το παρόμοιο πρόβλημα που σχετίζεται με τη συναρμολόγηση και την αποσυναρμολόγηση αυτού του θραυστήρα [25].

Αυτό το μηχάνημα αποτελείται από δύο περιβλήματα, δύο κυλίνδρους, τέσσερα έδρανα και λαστιχένιες φλάντζες. Γενικά, η μέθοδος της σφυρηλάτησης υιοθετείται για τη συναρμολόγηση και την αποσυναρμολόγηση της. Οδηγεί όμως σε άνιση εφαρμογή της δύναμης, λανθασμένη ευθυγράμμιση των κυλίνδρων και των ρουλεμάν, μεγάλο θόρυβο και κόπωση των εργαζόμενων. Προτείνουν μια μηχανική πρέσα που έχει σχεδιαστεί για την επίλυση των προβλημάτων που σχετίζονται με τη συναρμολόγηση και την αποσυναρμολόγηση αυτού του θραυστήρα ζαχαροκάλαμου. Αυτή αποτελείται από ένα βιδωτό βύσμα, το πλαίσιο και ένα εξάρτημα σύσφιξης C.

Κατά τη συναρμολόγηση των κυλίνδρων του θραυστήρα ζαχαροκάλαμου στο περίβλημα, η κάτω πλάκα του θραυστήρα ζαχαροκάλαμου τοποθετείται στους κάτω σφιγκτήρες. Στη συνέχεια εισάγονται οι κύλινδροι στις αντίστοιχες οπές και μετά από αυτό η άνω πλάκα του περιβλήματος τοποθετείται πάνω από τους κυλίνδρους. Το κοίλο μπλοκ τοποθετείται μεταξύ της άνω πλάκας περιβλήματος και του κοιλία. Ανυψώνοντας το βιδωτό βύσμα με την μπάρα, εφαρμόζεται δύναμη στο κοίλο μπλοκ. Τώρα, η δύναμη προκαλεί συναρμολόγηση των κυλίνδρων στις πλάκες περιβλήματος. Με τη βοήθεια του κοίλου μπλοκ, η άνω πλάκα υπόκειται σε ασκούμενη δύναμη, καθώς η κάτω πλάκα περιορίζεται στο να κινείται και ο κύλινδρος προσαρμόζεται στις πλάκες. Η χρήση του κοίλου μπλοκ είναι η εφαρμογή της δύναμης στο περίβλημα και η προσαρμογή της ελεύθερης κίνησης των άκρων του κυλίνδρου.

Κατά την αποσυναρμολόγηση, εισάγονται μικρά μεταλλικά τετράγωνα μπλοκ μεταξύ της άνω πλάκας και των σφιγκτήρων που τη συγκρατούν, γεγονός που αυξάνει το ύψος ολόκληρου του συγκροτήματος (συμπεριλαμβανομένων της πλάκας και των κυλίνδρων περιβλήματος πάνω και κάτω) από τον σφιγκτήρα C. Η εφαρμοζόμενη δύναμη προκαλεί αποσυναρμολόγηση της άνω πλάκας, καθώς η άνω πλάκα του περιβλήματος περιορίζεται στην κίνηση και καθώς η δύναμη εφαρμόζεται πλήρως στους κυλίνδρους. Παρομοίως, το δεύτερο περίβλημα αφαιρείται επίσης από τους κυλίνδρους.

Καταλήγουν ότι, στο σχεδιασμένο μοντέλο της μηχανικής πρέσας, ο θόρυβος σχεδόν εξαλείφεται και απαιτείται μικρή ποσότητα δύναμης για την περιστροφή της

βίδας ισχύος. Ως εκ τούτου, δε δημιουργείται επιπρόσθετη κόπωση στους εργαζόμενους. Επιπλέον, ο μέσος όρος του χρόνου που απαιτείται για τη συναρμολόγηση και την αποσυναρμολόγηση του θραυστήρα ζαχαροκάλαμου μειώνεται κατά 50% με τη μηχανική πρέσα. Κατά τη διαδικασία της σφυρηλάτησης, η έλλειψη μιας κατάλληλης συσκευής συγκράτησης οδηγεί σε εσφαλμένη ευθυγράμμιση των κυλίνδρων και των ρουλεμάν στη στέγαση του θραυστήρα. Στη μηχανική πρέσα από την άλλη, οι ίδιοι οι σφιγκτήρες C λειτουργούν ως προσάρτημα για τη σωστή συγκράτηση των κυλίνδρων και του περιβλήματος, το οποίο αποφεύγει την εσφαλμένη ευθυγράμμιση των ρουλεμάν και των κυλίνδρων στο περίβλημα κατά την εφαρμογή της δύναμης από τον κοχλία της βίδας και διατηρεί την απαιτούμενη απόσταση μεταξύ των δύο περιβλημάτων του θραυστήρα.

Σύμφωνα με το πρότυπο IS 8064: 2002 (Bhavan M. & Marg B. S.) οι πρέσες ταξινομούνται σε δύο βασικές κατηγορίες, ως υδραυλικές πρέσες οι οποίες λειτουργούν βάσει της αρχής της υδροστατικής πίεσης και ως μηχανικές πρέσες που χρησιμοποιούν την κινηματική μετατροπή [26]. Η μηχανική πίεση μπορεί επίσης να ταξινομηθεί με βάση το σχεδιασμό του σκελετού. Η μέθοδος χαρακτηρισμού μιας μηχανικής πρέσας σε ένα πλαίσιο προέρχεται για παράδειγμα από το G1-100-1000 × 630-EI. Όπως ο κωδικός από την αριστερή έως την πρώτη τάξη δείχνει, η πρέσα αποτελείται από ένα πλαίσιο τύπου διακένου, με χωρητικότητα 100 τόνων, με εκκεντρικό μηχανισμό μετάδοσης κίνησης, κλίση ή σταθερό κεκλιμένο πλαίσιο.

Στη βιομηχανία, χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον η πρέσα διακένου που έχει διάταξη ανοιχτού λαιμού στο πλαίσιο της πρέσας. Ο ανοιχτός λαιμός παρέχει εξαιρετική απόσταση από τα καλούπια και επιτρέπει μεγαλύτερη επιφάνεια σε μεγάλο βαθμό. Η πρέσα σχήματος C παρέχει επαρκή απόσταση από την εργασία για τα εργαλεία και η πρέσα μπορεί να προσεγγιστεί από τρεις πλευρές. Συνήθως η πρέσα τύπου C αποτελείται από μία στήλη στο πίσω μέρος του πίνακα εργασίας και πιθανώς άλλες δύο στήλες στην κορυφή και το κρεβάτι [27].

Τα πλαίσια κατασκευάζονταν ανέκαθεν από χυτοσίδηρο. Η διαδικασία της τεχνολογίας συγκόλλησης επέτρεψε τη σύνδεση μεταξύ παχιών μεταλλικών πλακών, με υψηλό βαθμό ευελιξίας στο σχεδιασμό. Έτσι, οι πρέσες από συγκολλημένα πλαίσια μπορούν να κατασκευαστούν με μεγάλη ακρίβεια για μεμονωμένες απαιτήσεις εξαρτημάτων. Γενικά, το υλικό των κουφωμάτων που χρησιμοποιείται για τα πλαίσια είναι ο χυτοσίδηρος (το 80% του βάρους της πρέσας προέρχεται από χυτοσίδηρο), επιπλέον υπάρχουν συγκολλημένα πλαίσια από μαλακό χάλυβα. Ο



χυτοσίδηρος έχει χαμηλό συντελεστή ελαστικότητας και ελάχιστη αντοχή εφελκυσμού.

Στον αναλυτικό σχεδιασμό χρησιμοποιείται συγκέντρωση της τάσης στο πλαίσιο της πρέσας. Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των τάσεων που εμφανίζονται στο πλήρες φορτίο, εφαρμόζοντας μια ονομαστική δύναμη στο πλαίσιο της πρέσας [28].

Αυτός ο αναλυτικός υπολογισμός παρουσιάζεται μέσω ενός αριθμητικού παραδείγματος, των Chauman H. N. και Bambhani M. P. που παρουσιάζεται από ένα πλαίσιο πρέσας τύπου C, και η ονομαστική του δύναμη είναι 630 kN [29]. Η Iancu C. εμφανίζει έναν αναλυτικό υπολογισμό στο ερευνητικό της έργο, λ, για την παροχή μέγιστης τιμής πίεσης και κατανομής της συγκέντρωσης τάσης [30].

Η πρέσα λειτουργεί με υψηλή ονομαστική δύναμη, έτσι το βάρος και ο σχεδιασμός πρέπει να είναι αξιόπιστος κατά τη λειτουργία. Τόσο για το βάρος, όσο και για το κόστος, θα πρέπει να βελτιστοποιούνται διάφορες παράμετροι, όπως ο μηχανισμός κίνησης και η δομή. Οι Prabakaran M. και Amarnath V. παρουσίασαν στο ερευνητικό του έργο μια δομική βελτιστοποίηση σε μια πρέσα 5 τόνων [31]. Εξέτασαν επίσης, διάφορες παραμέτρους και εστίασαν στο πλαίσιο της πρέσας και πιο συγκεκριμένα στο σχήμα της, αλλά και στο πάχος του σκελετού. Τελικά, μπόρεσαν και μείωσαν τον όγκο της πρέσας κατά 26,36%. Οι Naik A. G. και Mandavgade N. K. παρουσίασαν επίσης τη βελτιστοποίηση του σχήματος. Όπως και οι προηγούμενοι, έτσι και αυτοί μείωσαν τον όγκο της πρέσας κατά 13% αλλά και το κόστος κατά 15% [32].

## **2.2 Σχεδιασμός του σφονδύλου για λειτουργία πρεσαρίσματος**

Πριν από μερικές εκατοντάδες χρόνια, απλοί μηχανικοί σφόνδυλοι χρησιμοποιούνταν αποκλειστικά για να διατηρούν τις μηχανές ομαλές από κύκλο σε κύκλο, καθιστώντας έτσι δυνατή τη βιομηχανική επανάσταση. Κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου εφαρμόστηκαν αρκετά σχήματα και σχέδια, αλλά χρειάστηκε έως τις αρχές του 20ού αιώνα για να αναλυθούν διεξοδικά τα σχήματα και η καταπόνηση. Αργότερα, τη δεκαετία του 1970, η αποθήκευση της ενέργειας του σφονδύλου

προτάθηκε ως ο πρωταρχικός στόχος στα ηλεκτρικά οχήματα. Ταυτόχρονα, κατασκευάστηκαν σύνθετοι κινητήρες και στη δεκαετία του 1980 άρχισαν να εμφανίζονται τα μαγνητικά ρουλεμάν [33]. Έτσι, η δυνατότητα χρήσης των σφονδύλων ως αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας καθιερώθηκε εδώ και πολύ καιρό, μέσα από εκτεταμένη έρευνα. Οι πιο πρόσφατες βελτιώσεις στα υλικά, τα μαγνητικά ρουλεμάν και τα ηλεκτρονικά ισχύος καθιστούν τους σφόνδουλους μια ανταγωνιστική επιλογή για διάφορες εφαρμογές αποθήκευσης ενέργειας.

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα των σφονδύλων είναι η ικανότητα χειρισμού των υψηλών επιπέδων ισχύος. Αυτή είναι μια επιθυμητή ικανότητα όπως για παράδειγμα, σε ένα όχημα, όπου απαιτείται μεγάλη ισχύ κατά την επιτάχυνση. Εάν χρησιμοποιούνται ηλεκτρικά φρένα, παράγεται μεγάλη ποσότητα ισχύος για λίγο κατά το φρενάρισμα, με το οποίο συνεπάγεται μια πιο αποδοτική χρήση της ενέργειας. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη χαμηλότερη κατανάλωση του καυσίμου. Οι μεμονωμένοι σφόνδυλοι μπορούν να αποθηκεύσουν έως και 500MJ και η μέγιστη ισχύς τους κυμαίνεται από kilowatt έως ακόμα και gigawatt, με τις υψηλότερες δυνάμεις να στοχεύουν σε εφαρμογές παλμικής ισχύος.

Η ανάλυση της καταπόνησης είναι η πλήρης και ολοκληρωμένη μελέτη της κατανομής της καταπόνησης στο υπό μελέτη υπόδειγμα. Για να βελτιωθεί η ποιότητα του προϊόντος και για να υπάρχει ασφαλής και αξιόπιστος σχεδιασμός, είναι απαραίτητο να διερευνηθούν οι τάσεις που προκαλούνται στο εξάρτημα κατά τη διάρκεια της εργασίας. Ο σφόνδυλος είναι μια αδρανειακή συσκευή αποθήκευσης που λειτουργεί ως δεξαμενή ενέργειας. Όταν περιστρέφεται ο σφόνδυλος, οι φυγοκεντρικές δυνάμεις δρουν στο σφόνδυλο από τον οποίο προκαλείται εφελκυστική και καμπτική τάση.

Μια βιβλιογραφική ανασκόπηση ορισμένων σχετικών ερευνητικών εργασιών προέρχεται από τους Akshay P. κ.α. [34]. Παρουσίασαν την έρευνα ενός σφονδύλου, με σκοπό την αντιμετώπιση της εξομάλυνσης των μεγάλων ταλαντώσεων ένας κύκλου σε κινητήρα εσωτερικής καύσης. Ένας σφόνδυλος σχεδιάζεται και αναλύεται χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της ανάλυσης των πεπερασμένων στοιχείων. Επιπλέον, υπολογίζονται οι τάσεις στο σφόνδυλο. Τέλος, διεξάγεται η μελέτη σύγκρισης του σχεδιασμού και της ανάλυσης με τον υπάρχον σφόνδυλο. Σήμερα, οι σφόνδυλοι είναι σύνθετες κατασκευές όπου η ενέργεια αποθηκεύεται μηχανικά και μεταφέρεται από και προς τον σφόνδυλο από έναν ενσωματωμένο κινητήρα / γεννήτρια. Ο πέτρινος τροχός από παλιότερα, έχει

αντικατασταθεί από ατσάλι ή σύνθετο υλικό. Έχουν εισαχθεί κινητήρες και μαγνητικά ρουλεμάν. Σήμερα οι σφόνδυλοι χρησιμοποιούνται ως συμπληρωματική αποθήκευση UPS σε πολλές βιομηχανίες σε όλο τον κόσμο. Οι μελλοντικές εφαρμογές καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα συμπεριλαμβανομένων των ηλεκτρικών οχημάτων, της ενδιάμεσης αποθήκευσης για παραγωγή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και των άμεσων εφαρμογών δικτύου, από ζητήματα ποιότητας ισχύος έως μια εναλλακτική λύση στην ενίσχυση της μετάδοσης.

Ένα από τα βασικά ζητήματα για τη βιώσιμη κατασκευή του σφονδύλου είναι η υψηλή συνολική απόδοση, εξ' ου και η μείωση των συνολικών απωλειών. Αυξάνοντας την τάση, οι απώλειες του ρεύματος μειώνονται και κατά τα άλλα αναγκαία βήματα για το μετασχηματιστή καθίστανται περιττά. Μέχρι στιγμής οι σφόνδυλοι άνω των 10kV δεν έχουν κατασκευαστεί, κυρίως λόγω προβλημάτων απομόνωσης που σχετίζονται με την υψηλή τάση, αλλά και λόγω των περιορισμών στα ηλεκτρονικά ισχύος. Η πρόσφατη πρόοδος στην τεχνολογία των ημιαγωγών επιτρέπει την ταχύτερη εναλλαγή και το χαμηλότερο κόστος. Το κυρίαρχο μέρος των προηγούμενων μελετών έχει ως στόχο τη βελτιστοποίηση των μηχανικών ζητημάτων, ενώ το ηλεκτροτεχνικό τμήμα φαίνεται τώρα να δείχνει μεγάλες δυνατότητες βελτίωσης.

Οι Saha S. κ.α. ανέφεραν ότι η απόδοση ενός σφονδύλου μπορεί να αποδοθεί σε τρεις παράγοντες, την αντοχή του υλικού, τη γεωμετρία (διατομή) και την ταχύτητα περιστροφής [35]. Η αντοχή του υλικού καθορίζει άμεσα το επίπεδο της κινητικής ενέργειας που θα μπορούσε να παραχθεί με ασφάλεια σε συνδυασμό με την ταχύτητα του ρότορα. Αυτή η μελέτη επικεντρώνεται αποκλειστικά στην εξερεύνηση των επιδράσεων της γεωμετρίας του σφονδύλου, στην ικανότητα αποθήκευσης και παράδοσης της ενέργειας ανά μονάδα μάζας, που ορίζεται περαιτέρω ως ειδική ενέργεια. Τα προτεινόμενα αποτελέσματα της διαδικασίας ανάλυσης και βελτιστοποίησης μέσω υπολογιστή δείχνουν ότι ο έξυπνος σχεδιασμός της γεωμετρίας του σφονδύλου θα μπορούσε να έχει σημαντική επίδραση στην απόδοση της ειδικής ενέργειας και να μειώσει τα λειτουργικά φορτία που ασκούνται στον άξονα / ρουλεμάν λόγω της μειωμένης μάζας σε υψηλές περιστροφικές ταχύτητες. Αυτή η εργασία μελετά συγκεκριμένα τις πιο κοινές πέντε διαφορετικές γεωμετρίες.

Οι Lavakumar M. και Prasanna Srinivas R. στην εργασία τους περιλαμβάνουν το σχεδιασμό και την ανάλυση του σφονδύλου για την ελαχιστοποίηση της

διακύμανσης της ροπής [36]. Οι Bawane S. G. κ.α. χρησιμοποιώντας τεχνική βελτιστοποίησης με διάφορες παραμέτρους όπως το υλικό και το κόστος για το σφόνδυλο μπόρεσαν να βελτιστοποιήσουν την απόδοση και την ικανότητα αποθήκευσης της ενέργειας [37]. Με βάση τις δυναμικές λειτουργίες, καθόρισαν τις προδιαγραφές του συστήματος και τα κύρια χαρακτηριστικά του σφονδύλου.

Ένας σφόνδυλος μπορεί να παρέχει μια μηχανική αποθήκευση της κινητικής ενέργειας. Ένας ικανός σφόνδυλος πρέπει να έχει πολύ υψηλή ταχύτητα περιστροφής που μπορεί να οδηγήσει σε υψηλές τάσεις. Η κατάσταση πίεσης βασίζεται στις ιδιότητες του υλικού του σφονδύλου, στη γεωμετρία και στην ταχύτητα περιστροφής του. Από την άλλη πλευρά, η αποθηκευμένη κινητική ενέργεια βασίζεται στη ροπή της μάζας αδράνειας και της ταχύτητας περιστροφής.

Οι Dhengle S. M. κ.α. αναφέρουν ότι υπάρχουν πολλές αιτίες αποτυχίας του σφονδύλου [38]. Μεταξύ αυτών, οι μέγιστες τάσεις εφελκυσμού και κάμψης που προκαλούνται γενικότερα, αλλά και οι τάσεις εφελκυσμού που προκαλούνται στο βραχίονα υπό τη δράση των φυγοκεντρικών δυνάμεων είναι οι κύριες αιτίες αποτυχίας του σφονδύλου. Ως εκ τούτου, οι Balasaheb R. και Rajmane S. αξιολόγησαν τις τάσεις χρησιμοποιώντας τη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων [39]. Τα αποτελέσματά τους επικυρώνονται με αναλυτικούς υπολογισμούς. Τα μοντέλα του σφονδύλου με τέσσερις, έξι και οκτώ βραχίονες αναπτύσσονται με ανάλυση FE. Η ανάλυση FE πραγματοποιείται για διαφορετικές περιπτώσεις φόρτωσης που εφαρμόζονται στο σφόνδυλο και καθορίζονται οι μέγιστες καταστάσεις πίεσης Von.

Από αυτήν την ανάλυση διαπιστώνεται ότι οι μέγιστες τάσεις που προκαλούνται, βρίσκονται στη διασταύρωση του άκρου και του βραχίονα. Λόγω των εφαπτομενικών δυνάμεων, οι μέγιστες τάσεις κάμψης εμφανίζονται κοντά στο άκρο του βραχίονα. Παρατηρείται επίσης, ότι για χαμηλή γωνιακή ταχύτητα κυριαρχεί η επίδραση της βαρύτητας στις τάσεις και η εκτροπή του άκρου και του βραχίονα. Γενικότερα συμπεράναν, ότι στην περίπτωση του σχεδιασμού του σφονδύλου είναι σημαντικό πρώτα, να γνωρίζει κανείς τις απαιτήσεις σχεδιασμού όπως το υλικό, την πρέσα, την εφαρμογή, την επιθυμητή ταχύτητα (περιφερειακή ταχύτητα), τη διαθεσιμότητα του χώρου και τις διαστάσεις του σφονδύλου. Η περιφερειακή ταχύτητα του σφονδύλου διέπεται από την επιτρεπόμενη αντοχή του υλικού του σφονδύλου (γενικά για το χυτοσίδηρο, θα πρέπει να είναι μικρότερη ή μεγαλύτερη από  $25\text{ m / s}$ ). Στην περίπτωση του βραχίονα του σφονδύλου, ο αριθμός των

βραχιόνων εξαρτάται από τη διάμετρο του σφονδύλου. Γενικά, επιλέγονται τέσσερις αριθμοί βραχιόνων για τη διάμετρο του σφονδύλου που πρέπει να είναι μικρότερος από 0,75 m. Δεδομένου ότι το τρέχον πρόβλημα που αντιμετωπίσαν, σχετίζεται με το σχεδιασμό του σφονδύλου, λαμβάνοντας υπόψη τη διαθεσιμότητα του χώρου, ο μέγιστος χώρος έπρεπε να είναι μικρότερος από 1m, αλλά μετά την εκτέλεση του σχεδιασμού, η ληφθείσα εξωτερική διάμετρος του σφονδύλου ήταν 0,89m Αυτή η διάμετρος είναι μικρότερη από την απαιτούμενη συνθήκη και ως εκ τούτου μπορεί να συναχθεί το συμπέρασμα ότι ο σχεδιασμός ήταν ασφαλής.

Οι Shahare D.Y. και Choudhary S. M. αντίστοιχα στη μελέτη τους επικεντρώνονται αποκλειστικά στην εξερεύνηση των επιδράσεων της γεωμετρίας του σφονδύλου στην ικανότητα αποθήκευσης και παράδοσης της ενέργειας ανά μονάδα μάζας [40].

### 3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΡΕΣΣΩΝ

#### 3.1 Προσδιορισμός των χαρακτηριστικών των στοιχείων

Στις ακόλουθες παραγράφους αναφέρονται οι βασικές αρχές, που αφορούν τη δύναμη, το έργο και την ισχύ των μηχανικών πρεσών. Εάν ένα βάρος 75 kg αιωρείται από ένα σχοινί γερανού, μια δύναμη περίπου 750 N (δύναμη  $F = \text{μάζα } m \times \text{βαρυτική επιτάχυνση } g$ ) δρα στο σχοινί. Εφόσον δεν αυξάνεται το βάρος, δεν εκτελείται καμία εργασία, καθώς το έργο  $W$  [Nm] είναι το προϊόν της δύναμης  $F$  [N] και της απόστασης  $h$  [m]:

(3.1)

Εάν αυτό το βάρος αυξηθεί τώρα κατά 1m, το έργο που εκτελείται ανέρχεται σε:

Αυτό το έργο μπορεί να επιτευχθεί ξανά από το βάρος όταν πέσει κατά 1m. Ωστόσο, το μέγεθος της προκύπτουσας δύναμης εξαρτάται από την απόσταση από την οποία πραγματοποιείται το έργο:

(3.2)

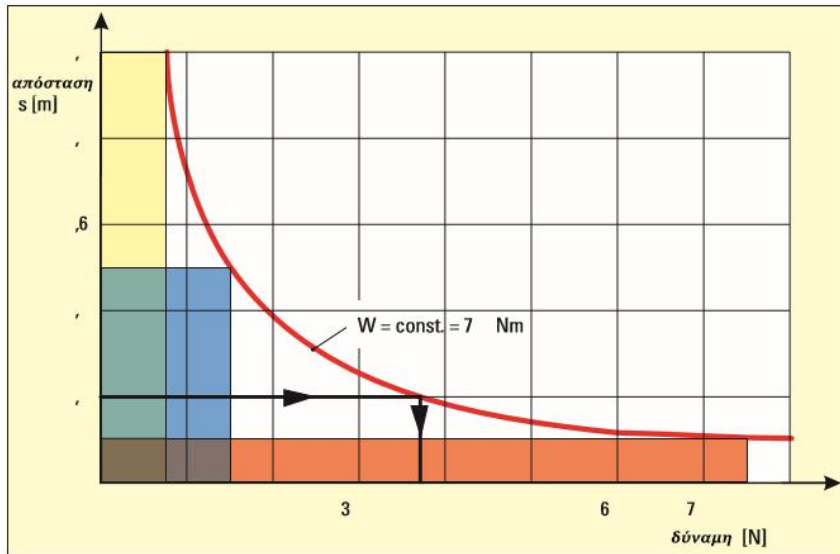
Εάν, συνεπώς, ασκηθεί ομοιόμορφα μια δύναμη 750N για να αυξήσει το βάρος σε απόσταση 1 m, η ίδια δύναμη θα δαπανηθεί εάν εκτελεστεί ολόκληρη το έργο κατά τη μείωση του βάρους σε απόσταση 1 m. Μια διαφορετική κατάσταση προκύπτει εάν το βάρος αρχικά μειωθεί ελεύθερα για τη μισή απόσταση και στη συνέχεια το σύνολο των εργασιών των 750 Nm να ξοδεύεται τα τελευταία 50 cm = 0,5 m. Στη συνέχεια η δύναμη δίνεται από:

\_\_\_\_\_

Δεδομένου ότι το έργο έχει εκτελεστεί μόνο στη μισή απόσταση, η δύναμη διπλασιάστηκε. Εάν ολόκληρη η εργασία εκτελείται μόνο στο ένα δέκατο της απόστασης (δηλαδή 0,1 m), η δύναμη αυξάνεται δέκα φορές:

\_\_\_\_\_

Στο Σχήμα 3.1, η δύναμη που ασκείται πάνω από τη σχετική απόσταση υποδεικνύεται και για τις τρεις περιπτώσεις. Τα αποτελέσματα είναι τρία ορθογώνια των οποίων οι περιοχές αντιστοιχούν στο προϊόν δύναμης  $F$  την απόσταση και έτσι στο έργο  $W$ . Εάν εντοπιστεί μια καμπύλη μέσω των γωνιών των ορθογωνίων, υπό την προϋπόθεση ότι η υπάρχουσα εργασία των 750 Nm εκτελείται ομοιόμορφα σε μια συγκεκριμένη απόσταση, είναι δυνατή η απευθείας ανάγνωση του μεγέθους της ασκούμενης δύναμης. Με απόσταση διαμόρφωσης 0,2 m, για παράδειγμα, η δύναμη που εφαρμόζεται είναι 3.750 N.



**Σχ. 3.1 Διάγραμμα δύναμης-διαδρομής που δείχνει τη σχέση μεταξύ δύναμης και διαδρομής για συνεχές έργο [41]**

Συνοπτικά, είναι γενικά έγκυρο ότι:

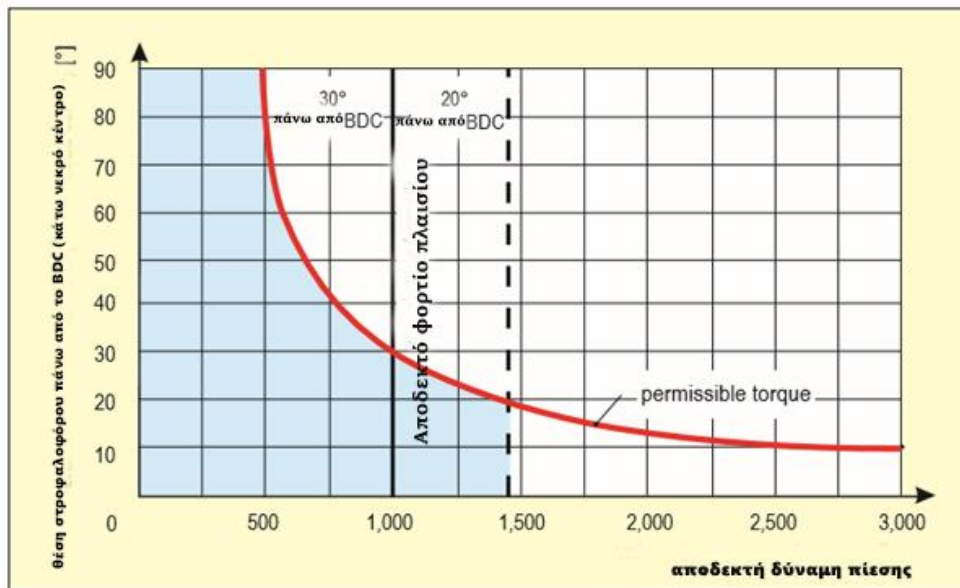
- η δύναμη και η εργασία είναι δύο όροι που μπορούν να σχετίζονται μεταξύ τους μόνο μέσω μιας τρίτης μεταβλητής, όπως η απόσταση.
- εάν ασκηθεί δύναμη σε μια συγκεκριμένη απόσταση, εκτελείται έργο. Αυτό αντιστοιχεί στο γράφημα απόστασης δύναμης στην περιοχή του ορθογωνίου κάτω από την καμπύλη δύναμης.
- εάν πραγματοποιηθεί ορισμένη ποσότητα έργου, η απόσταση από την οποία εκτελείται καθορίζει το μέγεθος της παραγόμενης δύναμης.

Οι σχέσεις που περιγράφονται εδώ, χρησιμοποιώντας το παράδειγμα του βάρους, ισχύουν γενικά στον τομέα της κατασκευής του τύπου. Εφαρμόζονται επίσης στο σφυρί της σφυρηλάτησης. Το σφυρί έχει ένα συγκεκριμένο βάρος και ανυψώνεται σε μια συγκεκριμένη απόσταση. Αυτό του δίνει μια καθορισμένη ποσότητα πιθανής ενέργειας. Όταν εγκαταλείπει το έργο που είναι αποθηκευμένο σε αυτό, όπως για παράδειγμα, μεταφέρει την ενέργειά του στο τεμάχιο, το μέγεθος της δύναμής του, τη στιγμή της πρόσκρουσης εξαρτάται από τη μετατόπιση κατά την οποία λαμβάνει χώρα η παραμόρφωση. Αυτή η δύναμη μπορεί να είναι πολύ μεγάλη αν η μετατόπιση του τεμαχίου εργασίας είναι πολύ μικρή και μπορεί ακόμη και να προκαλέσει ζημιά στο εργαλείο και στην πρέσα. Από την άλλη πλευρά, στην



περίπτωση παραμόρφωσης, λαμβάνει χώρα σε μεγάλες μετακινήσεις, η πιθανή ενέργεια μπορεί να είναι ανεπαρκής, με αποτέλεσμα την ανάγκη επαναλαμβανόμενης σφυρηλάτησης ή πολλών χτυπημάτων. Αυτές οι αρχές, που απεικονίζονται εδώ στο παράδειγμα του σφυριού σφυρηλάτησης, ισχύουν επίσης στις μηχανικές πρέσες. Εδώ, αντί για αυξημένο βάρος, η ενέργεια αποθηκεύεται στην περιστρεφόμενη μάζα του σφονδύλου. Ωστόσο, ενώ πρέπει να δαπανηθεί όλη η ενέργεια που είναι αποθηκευμένη στο σφυρί, η ενέργεια στην περιστρεφόμενη μάζα του σφονδύλου χρησιμοποιείται μόνο εν μέρει κατά τη διάρκεια μιας πίεσεως. Έτσι, ο ηλεκτροκινητήρας που οδηγεί το σφόνδυλο δεν είναι υπερφορτωμένος και δεν χρειάζεται να έχει μεγάλη χωρητικότητα. Σε συνεχή λειτουργία, η επιβράδυνση του σφονδύλου μεταξύ 15 και 20% εκτιμάται ότι είναι η μέγιστη επιτρεπόμενη πτώση ταχύτητας. Ωστόσο, αυτό δε δίνει καμία ένδειξη για τις δυνάμεις που προκύπτουν και την πίεση που ασκείται στα εξαρτήματα της πρέσας. Αυτό φαίνεται πιο καθαρά από το παρακάτω παράδειγμα (Σχήμα 3.2). Ο τύπος θεωρείται ότι έχει τις ακόλουθες παραμέτρους:

- ονομαστική δύναμη πίεσης: στους 30°  
πριν από το κάτω νεκρό κέντρο (BDC)
- χρησιμοποιήσιμη ενέργεια ανά διαδρομή πρέσας κατά τη συνεχή λειτουργία:  $= 5.600 \text{ Nm}$
- ρυθμός συνεχούς διαδρομής:  $n = 55 / \text{min}$



**Σχ. 3.2 Επιτρεπόμενη δύναμη πίεσης ενός εκκεντρικού πιεστηρίου ως συνάρτηση της γωνίας στροφαλοφόρου [41]**

Υποθέτοντας επιβράδυνση κατά 20% κατά τη διάρκεια του συνεχούς χτυπήματος, η χρησιμοποιήσιμη ενέργεια είναι το 36% της συνολικής διαθέσιμης ενέργειας στο σφόνδυλο. Στο παράδειγμα που δίνεται, επομένως, η συνολική ενέργεια που αποθηκεύεται στο σφόνδυλο είναι:

—

Το δεδομένο ονομαστικό φορτίο σε μηχανική πρέσα υποδηλώνει ότι αυτή η τιμή βασίζεται στους υπολογισμούς αντοχής του πλαισίου και στα κινούμενα στοιχεία που βρίσκονται στη ροή δύναμης όπως ο στροφαλοφόρος άξονας, η ράβδος σύνδεσης και η ολίσθηση. Το ονομαστικό φορτίο είναι η μεγαλύτερη επιτρεπόμενη δύναμη στη λειτουργία της πρέσας. Αυτό το όριο μπορεί να οριστεί με βάση το επιτρεπόμενο επίπεδο πίεσης ή από τα χαρακτηριστικά της «εκτροπής». Στις περισσότερες περιπτώσεις, η τάση στο πλαίσιο διατηρείται χαμηλή για να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή ακαμψία. Το ονομαστικό φορτίο καθορίζεται στις 30° πριν από το κάτω νεκρό κέντρο για να υποδείξει, ότι από εδώ προς το κάτω νεκρό κέντρο, τα εξαρτήματα κίνησης που μεταδίδουν την ισχύ, όπως ο κινητήριος άξονας, ο συμπλέκτης κ.λπ., έχουν επίσης σχεδιαστεί για την αντίστοιχη ροπή στην ονομαστική δύναμη. Επομένως, μεταξύ των 90° και 30° πριν από το κάτω νεκρό κέντρο, τα

κινητά μέρη πρέπει να υποστούν μικρότερες τάσεις για να αποφευχθεί η υπερφόρτωση. Η καμπύλη δύναμης έναντι του στροφαλοφόρου γωνίας, δείχνει ότι η εν λόγω πρέσα μπορεί να υποβληθεί σε ονομαστικό φορτίο 1.000 kN μεταξύ 30° πριν από το κάτω νεκρό κέντρο και στο κάτω νεκρό κέντρο, ενώ στις 90° πριν από το κάτω νεκρό επιτρέπεται ένα φορτίο ολίσθησης μόνο — .

Εάν χρησιμοποιείται πρέσα με τις παραμέτρους που καθορίζονται εδώ για την εκτέλεση μιας λειτουργίας στην οποία εφαρμόζεται σταθερή δύναμη  $F = 1.000 \text{ kN}$  σε απόσταση  $h = 5,6 \text{ mm}$ , η ενέργεια που χρησιμοποιείται κατά τη διαμόρφωση είναι:

Στη συνέχεια, ο τύπος χρησιμοποιείται στα όρια της ονομαστικής δύναμης και ενέργειας του. Εάν η ίδια δύναμη ενεργούσε σε απόσταση μόνο  $h = 3 \text{ mm} = 0,003 \text{ m}$ , η ενέργεια που δαπανήθηκε ανέρχεται σε:

Η δύναμη της πρέσας στη συνέχεια χρησιμοποιείται πλήρως, ενώ η διαθέσιμη ενέργεια δε χρησιμοποιείται πλήρως. Η κατάσταση είναι πολύ πιο δυσμενής εάν εφαρμοστεί η ονομαστική ενέργεια του σφόνδου των 5.600 Nm σε απόσταση  $h = 3 \text{ mm}$ . Σε αυτήν την περίπτωση, η πραγματική δύναμη θα είναι:

— ———

Καθώς η μέγιστη επιτρεπόμενη δύναμη πίεσης είναι μόνο 1.000 kN, η πρέσα υπερφορτώνεται σοβαρά. Παρά το γεγονός ότι η επιβράδυνση του σφονδύλου εξακολουθεί να βρίσκεται εντός των φυσιολογικών ορίων και δεν παρέχει ένδειξη υπερφόρτωσης, ενδέχεται να καταστραφούν όλα τα στοιχεία που υπόκεινται στη δύναμη πίεσης, όπως το πλαίσιο της πρέσας, το κλείστρο, οι ράβδοι σύνδεσης κ.λπ. Το παραπάνω, συμβαίνει συχνά όταν η διαμόρφωση της πρέσας πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας υψηλές δυνάμεις σε μικρές αποστάσεις, όπως για παράδειγμα κατά τη διάρκεια της αποκοπής ή της λέπτυνσης. Ο μεγάλος κίνδυνος είναι ότι τέτοια υπερφόρτωση μπορεί να μην εντοπιστεί. Για το λόγο αυτό, πρέπει να

χρησιμοποιούνται συσκευές ασφαλείας υπερφόρτωσης για την προστασία της πρέσας. Μια άλλη μορφή υπερφόρτωσης προκύπτει από τη λήψη υπερβολικής ενέργειας από το σφόνδυλο. Μια τέτοια υπερφόρτωση μπορεί να οδηγήσει σε εξαιρετικά υψηλές δυνάμεις πίεσης εάν η μετατόπιση κατά την παραμόρφωση είναι πολύ μικρή. Ωστόσο, εάν η ενέργεια εφαρμόζεται σε μεγάλη μετατόπιση, αυτός ο τύπος υπερφόρτωσης είναι πολύ λιγότερο επικίνδυνος. Για παράδειγμα, εάν η πρέσα που περιγράφεται παραπάνω σταματήσει σε απόσταση εργασίας  $h = 100\text{mm}$ , χρησιμοποιείται ολόκληρη η ενέργεια του σφονδύλου  $W = 15,600\text{Nm}$ . Υποθέτοντας ότι δεν έχουν σημειωθεί φορτία αιχμής, η μέση δύναμη πίεσης που ασκείται είναι μόνο:

— —————

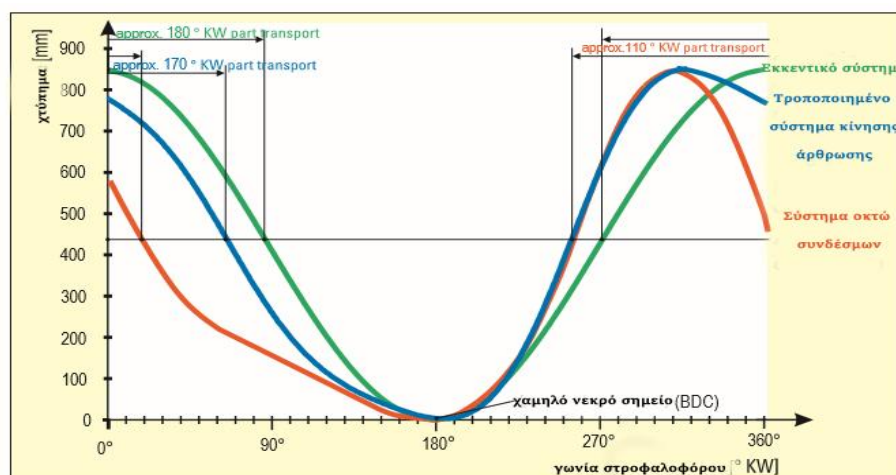
Επομένως, η πρέσα δεν είναι υπερφορτωμένη αν και ο σφόνδυλος έχει σταματήσει. Σε αυτήν την περίπτωση, μόνο ο κινητήρας υποφέρει από πολύ μεγάλη επιβράδυνση και είναι απαραίτητο να χρησιμοποιείται πρέσα μεγαλύτερης ενεργειακής χωρητικότητας σφονδύλου, αν και η επιτρεπόμενη δύναμη πρέσας 1.000 kN είναι περισσότερο από επαρκής. Υπερφόρτωση αυτού του τύπου συμβαίνει συχνότερα, εάν η παραμόρφωση γίνεται σε μεγάλη απόσταση, π.χ. κατά τη βαθιά σχεδίαση, ανοιχτή ή κλειστή εξώθηση της μήτρας.

### **3.2 Τύποι του συστήματος μετάδοσης κίνησης**

#### **Έκκεντρο ή στροφαλοκινητήρας**

Για μεγάλο χρονικό διάστημα, τα εκκεντρικά ή στροφικά συστήματα κίνησης ήταν ο μόνος τύπος μηχανισμών κίνησης που χρησιμοποιούνταν σε μηχανικές πρέσες. Η ημιτονοειδής μετατόπιση της εκκεντρικής πρέσας φαίνεται στο Σχήμα 3.3.

Η σχετικά υψηλή ταχύτητα πρόσκρουσης στο κλείσιμο της μήτρας και η μείωση της ταχύτητας ολίσθησης κατά τη διάρκεια των διαδικασιών σχηματισμού είναι μειονεκτήματα που συχνά αποκλείουν τη χρήση αυτού του τύπου πρέσας για βαθιά σχεδίαση σε υψηλούς ρυθμούς [42]. Ωστόσο, σε πρέσες με χωρητικότητα έως και ονομαστική δύναμη 5.000 kN, όπως στις καθολικές πρέσες, η εκκεντρική ή στροφική κίνηση εξακολουθεί να είναι το πιο αποτελεσματικό σύστημα κίνησης. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα όταν χρησιμοποιούνται αυτοματοποιημένα συστήματα όπου ο εκκεντρικός δίσκος προσφέρει έναν καλό συμβιβασμό μεταξύ του χρόνου που απαιτείται για την επεξεργασία και του απαιτούμενου για τη μερική μεταφορά. Ακόμη και στις τελευταίες πρέσες μεταφοράς ράβδων, τα εκκεντρικά συστήματα κίνησης που χρησιμοποιούνται σε μεταγενέστερους σταθμούς επεξεργασίας, μετά το σταθμό σχεδίασης, ικανοποιούν τις απαιτήσεις για την απλοποίηση του συστήματος. Επιτυγχάνονται μήκη διαδρομής έως και 1.300 mm, χρησιμοποιώντας έκκεντρα γρανάζια με διάμετρο 3.000 mm. Τα έκκεντρα γρανάζια κατασκευάζονται από όλκιμο σίδηρο σύμφωνα με τα υψηλότερα πρότυπα ποιότητας.

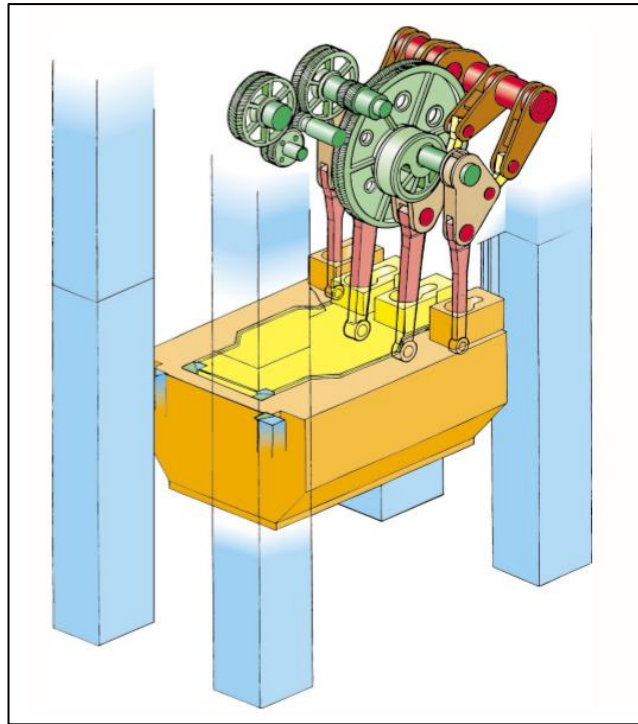


**Σχ. 3.3 Διάγραμμα μετατόπισης-χρόνου: σύγκριση της κίνησης ολίσθησης που πραγματοποιείται από έναν εκκεντρικό, έναν σύνδεσμο αρθρώσεων και έναν πρεσαριστό μηχανισμό σύνδεσης [41]**

### **Μονάδα σύνδεσης**

Όταν χρησιμοποιούνται συστήματα στροφαλοφόρου ή εκκεντρικού συστήματος κίνησης, αυτό συνεπάγεται αύξηση της ταχύτητας ολίσθησης. Ωστόσο, κατά την εκτέλεση των εργασιών βαθιάς σχεδίασης, για τεχνικούς λόγους η ταχύτητα δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 0,4 έως 0,5 m / s κατά τη διάρκεια της παραμόρφωσης. Το σύστημα κίνησης της σύνδεσης μπορεί να σχεδιαστεί έτσι ώστε σε μηχανικές

πρέσες, η ταχύτητα ολίσθησης κατά τη διάρκεια της διαδικασίας σχεδίασης να μπορεί να μειωθεί, σε σύγκριση με την εκκεντρική κίνηση μεταξύ μισού και ενός τρίτου. Η ολίσθηση σε μια πρέσα βαθιάς σχεδίασης διπλής δράσης, για παράδειγμα, ενεργοποιείται χρησιμοποιώντας μια ειδικά σχεδιασμένη μονάδα σύνδεσης (Σχήμα 3.4).



**Σχ. 3.4 Σύστημα μετάδοσης οκτώ συνδέσμων και σύστημα εναλλαγής άρθρωσης σε πρέσα βαθιάς σχεδίασης [41]**

Αυτό το κινηματικό χαρακτηριστικό προσφέρει ιδανικές συνθήκες για τη διαδικασία βαθιάς σχεδίασης. Η πρέσα χτυπά απαλά το ακατέργαστο υλικό, επιτρέποντας να συσσωρευτούν υψηλές δυνάμεις πίεσης από την αρχή της διαδικασίας σχεδίασης και σχηματίζει το τμήμα με χαμηλή, σχεδόν σταθερή ταχύτητα. Επιπλέον, αυτό το σύστημα εξασφαλίζει ομαλές μεταβάσεις μεταξύ των διαφόρων τμημάτων της κίνησης ολίσθησης. Κατά τη διάρκεια της παραμόρφωσης, οι σύνδεσμοι κίνησης τεντώνονται σε σχεδόν εκτεταμένη θέση. Έτσι, η ροπή του συμπλέκτη, το φορτίο του γριναζιού και οι μάζες του επιβραδυντικού και επιταχυνόμενου γριναζιού είναι μεταξύ 20% και 30% μικρότερες από ό, τι σε μια συγκρίσιμη εκκεντρική πρέσα. Στην περίπτωση των μηχανών μίας δράσης, για

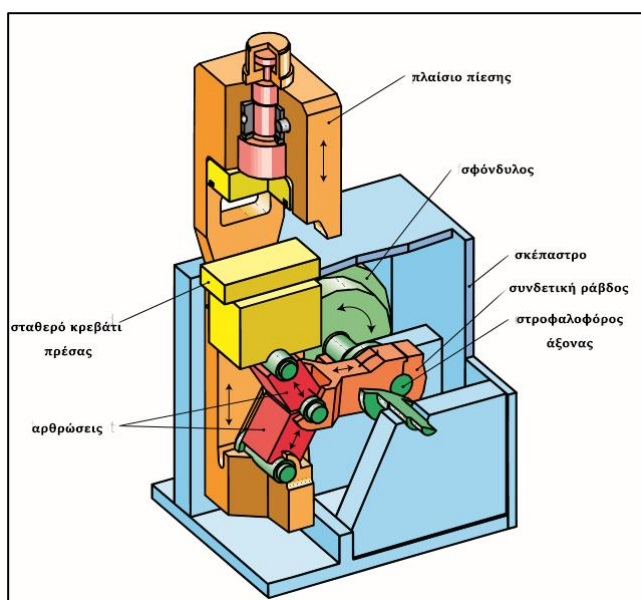
παράδειγμα, η μείωση της πρόσκρουσης αυξάνει τη διάρκεια ζωής των καλουπιών και της ίδιας της πρέσας.

Αυτό προσφέρει μια σειρά σημαντικών πλεονεκτημάτων στην παραγωγή: για την ίδια ονομαστική δύναμη της πίεσης και την ίδια ονομαστική διαδρομή της ολίσθησης, μια πρέσα που συνδέεται με συνδέσμους μπορεί να φορτωθεί σημαντικά νωρίτερα στη διαδρομή. Αυτό επειδή, η καμπύλη μετατόπισης της δύναμης της πίεσης είναι πιο απότομη εντός του εύρους παραμόρφωσης. Επομένως, η πρέσα σύνδεσης έχει μια πιο ευνοϊκή καμπύλη μετατόπισης της δύναμης από ότι μια εκκεντρικά κινούμενη πρέσα. Χωρίς αύξηση της ταχύτητας πρόσκρουσης, είναι δυνατόν να επιτευχθεί μια σημαντική αύξηση του ρυθμού χτυπήματος και του αποτελέσματος. Λόγω των βελτιωμένων συνθηκών σχεδίασης, επιτυγχάνεται υψηλότερος βαθμός ποιότητας του προϊόντος. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα και λαμαρίνα κατώτερης ποιότητας με ικανοποιητικά αποτελέσματα. Επιπλέον, αυτό το σύστημα μειώνει την πίεση τόσο στη μήτρα όσο και στο συμπλέκτη και το φρένο. Επιπλέον, οι εκπομπές θορύβου μειώνονται ως αποτέλεσμα της χαμηλότερης ταχύτητας πρόσκρουσης του ολισθητήρα και των πιο αθόρυβων γραναζιών των κινητήριων τροχών.

Στην περίπτωση των πρεσών μεταφοράς μεγάλων τμημάτων, η χρήση συστημάτων μετάδοσης έξι ή οκτώ στοιχείων συνδέεται σε μεγάλο βαθμό από τις συνθήκες παραμόρφωσης, την κίνηση μεταφοράς των τμημάτων και τη συνολική δομή των πρεσών. Ως αποτέλεσμα, στην περίπτωση των πρεσών μεταφοράς με σύστημα μεταφοράς τριών αξόνων, χρησιμοποιείται συχνά ένα σύστημα κίνησης σύνδεσης έξι στοιχείων, καθώς αυτό αντιπροσωπεύει τον καλύτερο δυνατό συμβιβασμό μεταξύ της βέλτιστης γεωμετρίας της πρέσας και του κόστους κατασκευής. Στην περίπτωση των πρεσών μεταφοράς εγκάρσιας ράβδου χρησιμοποιείται είτε μια μονάδα σύνδεσης οκτώ στοιχείων, είτε ένας συνδυασμός συνδέσμων και εκκεντρικών δίσκων για τη βελτιστοποίηση των κινήσεων μεταφοράς. Τα στοιχεία σύνδεσης είναι κατασκευασμένα από όγκιμο σίδηρο, οι πείροι σύνδεσης είναι από χάλυβα με σκληρυσμένες επιφάνειες επαφής και τα ρουλεμάν είναι από εξαιρετικά ανθεκτικά σε τάση μη σιδηρούχα κράματα. Ένα αξιόπιστο σύστημα λίπανσης και διανομής λαδιού εγγυάται την ασφαλή λειτουργία αυτών των ρουλεμάν υψηλής τάσης.

## Σύστημα μεταφοράς αρθρώσεων

Αυτή η αρχή σχεδιασμού εφαρμόζεται πρωτίστως για τη λέπτυνση και τη δημιουργία νομισμάτων. Το σύστημα κίνησης άρθρωσης αποτελείται από ένα εκκεντρο ή μηχανισμό μανιβέλας που οδηγεί ένα σύνολο αρθρώσεων. Το σχήμα 3.5 δείχνει αυτήν την ιδέα που χρησιμοποιείται σε πρέσα με δίσκο κάτω. Η σταθερή ένωση και η πλάκα αποτελούν μια συμπαγή μονάδα. Η κάτω άρθρωση κινεί το πλαίσιο της πρέσας και μετακινεί τη συνδεδεμένη κορυφή πάνω και κάτω. Λόγω της βέλτιστης ροής της δύναμης και των ευνοϊκών δυνατοτήτων διαμόρφωσης που προσφέρει η μετάδοση της δύναμης, επιτυγχάνεται ένας άκαμπτος σχεδιασμός με πολύ χαμηλά χαρακτηριστικά εκτροπής. Η άρθρωση, με σχετικά μια μικρή δύναμη της ράβδου σύνδεσης δημιουργεί μια σημαντικά μεγαλύτερη δύναμη πίεσης [43]. Έτσι, με την ίδια ροπή κίνησης είναι δυνατόν να υπάρξουν περίπου τρεις έως και τέσσερις φορές υψηλότερες δυνάμεις πίεσης σε σύγκριση με τις εκκεντρικές πιέσεις. Επιπλέον, η ταχύτητα ολίσθησης στην περιοχή 30 °έως 40 ° πάνω από το κάτω νεκρό κέντρο, είναι αισθητά χαμηλότερη. Τα δύο χαρακτηριστικά σχεδίασης αντιπροσωπεύουν ένα ιδιαίτερο πλεονέκτημα για την επίστρωση ακόμα και σε οριζόντιες πρέσες για συμπαγή διαμόρφωση.



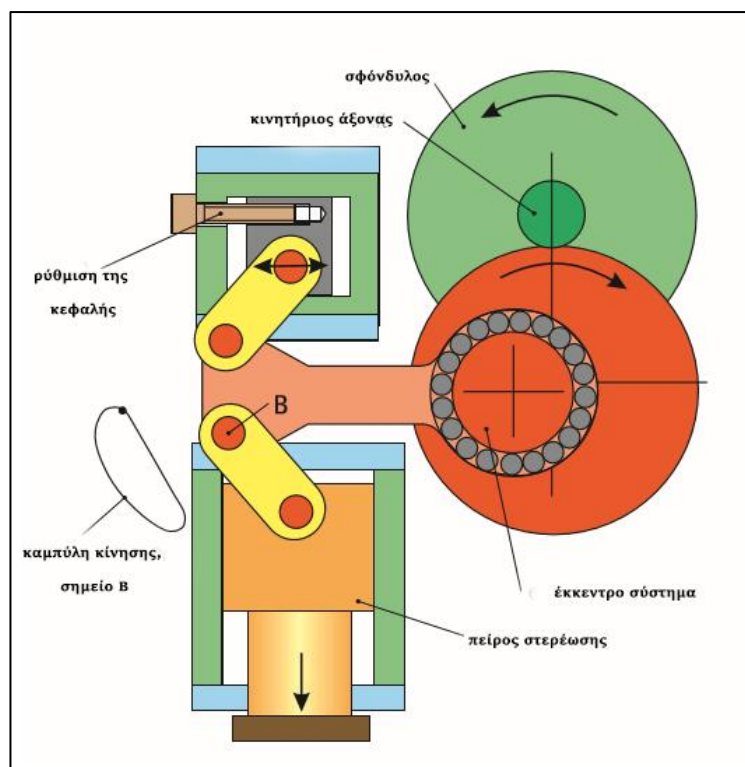
**Σχ. 3.5 Πρέσα αρθρώσεων με κάτω δίσκο [41]**

Με την εισαγωγή μιας πρόσθετης άρθρωσης μπορούν να τροποποιηθούν τα κινηματικά χαρακτηριστικά και η ταχύτητα έναντι της διαδρομής. Τα συστήματα κίνησης της άρθρωσης μεμονωμένα αλλά και των αρθρώσεων μπορεί να είναι είτε πάνω, είτε τοποθετημένα στο κάτω μέρος. Για στερεό σχηματισμό, ιδιαίτερα, το



τροποποιημένο σύστημα (πάνω) κίνησης έχει την πιο δημοφιλή χρήση. Το Σχήμα 3.6 απεικονίζει την αρχή μιας πρέσας που έχει διαμορφωθεί σύμφωνα με αυτήν την προδιαγραφή. Το σταθερό σημείο της τροποποιημένης άρθρωσης συνδέεται στην κεφαλή της πρέσας. Ενώ η άνω άρθρωση περιστρέφεται γύρω από αυτό το σταθερό σημείο, η κάτω άρθρωση περιγράφει μια καμπύλη διαδρομή. Αυτό οδηγεί σε αλλαγή της χαρακτηριστικής διαδρομής έναντι του χρόνου, σε σύγκριση με την πολύ συμμετρική καμπύλη χρονικής διαδρομής του εκκεντρικού συστήματος κίνησης. Αυτή η καμπύλη μπορεί να τροποποιηθεί, τροποποιώντας τη διάταξη (ή πιθανώς ενσωματώνοντας μια πρόσθετη άρθρωση).

Κατά κανόνα, είναι επιθυμητό να μειωθεί η ταχύτητα κατά τη διάρκεια της παραμόρφωσης (π.χ. μείωση της πρόσκρουσης και ταχύτητα συμπίεσης). Χρησιμοποιώντας αυτήν την αρχή, η μετατόπιση που είναι διαθέσιμη για την παραμόρφωση μπορεί να αυξηθεί ώστε να είναι τρεις ή τέσσερις φορές μεγαλύτερη από όταν χρησιμοποιούνται εκκεντρικές πρέσες με συγκρίσιμη ροπή κίνησης.



**Σχ. 3.6 Τροποποιημένο σύστημα κίνησης αρθρώσεων [41]**

Η πλάκα συγκράτησης του εμβόλου, μερικές φορές χρησιμοποιείται σε πρέσες βαθιάς έλξης διπλής δράσης. Η απαιτούμενη ακινητοποίηση του εμβόλου κατά τη φάση βαθιάς σχεδίασης επιτυγχάνεται σε αυτόν τον τύπο μηχανήματος με την τοποθέτηση ενός συστήματος διπλής άρθρωσης, σε συνδυασμό με τον εκκεντρικό

μηχανισμό κίνησης ή της σύνδεσης. Το σταμάτημα της, αντιπροσωπεύει μια γωνία μανιβέλας μεταξύ  $90^\circ$  και  $130^\circ$  με μέγιστη υπολειμματική κίνηση 0,5 mm. Αυτή η υπολειμματική κίνηση, ωστόσο, δεν επηρεάζει τη διαδικασία βαθιάς σχεδίασης, επειδή το προστατευτικό της κάλυψης υπερφόρτωσης λειτουργεί ως σύστημα αποθήκευσης και η ελαστική παραμόρφωση ολόκληρης της πρέσας, η οποία είναι μερικά χιλιοστά, έχει υπερισχύον αποτέλεσμα. Το έδρανο της ολίσθησης, η πλάκα συγκράτησης και ο οδοντωτός τροχός είναι ενσωματωμένοι στην κεφαλή της πρέσας.

### **3.3 Μοτέρ και σφόνδυλος**

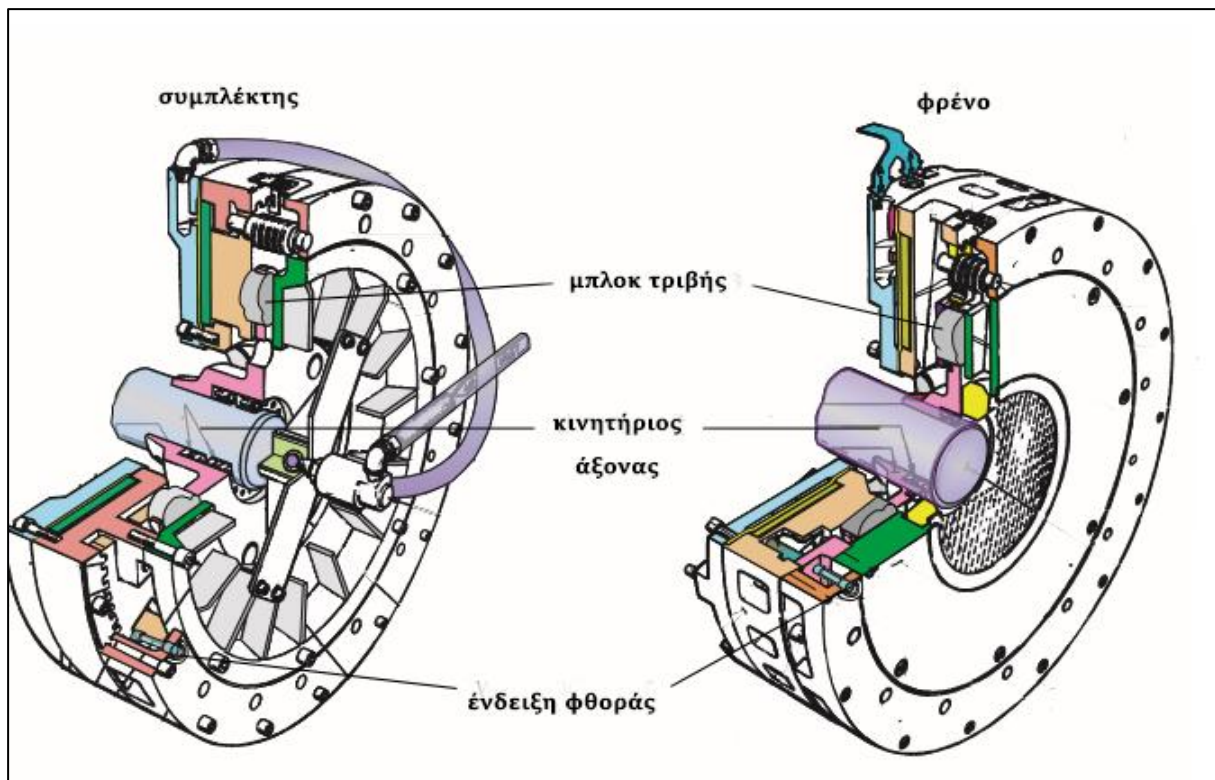
Σε πρέσες μεγαλύτερης κλίμακας, το κύριο σύστημα κίνησης τροφοδοτείται συνήθως από κινητήρες DC, κυρίως για να παρέχεται ένας μεγάλος ρυθμός εμβόλισης. Οι ελεγχόμενοι με συχνότητα κινητήρες τριών φάσεων προσφέρουν μια εναλλακτική λύση, ειδικά όταν απαιτείται υψηλή βαθμολογία στην κατηγορία της προστασίας. Το αποτέλεσμα μιας πρέσας, το οποίο καθορίζεται με δύναμη, μετατόπιση ολίσθησης και ταχύτητα, συμπεριλαμβανομένης της χαμένης ενέργειας, παρέχεται από τον κύριο κινητήρα. Οι περιοδικά προκύπτουσες κορυφές αντισταθμίζονται από το σφόνδυλο που αποθηκεύει ενέργεια [44]. Το εξαιρετικά ελαστικό σύστημα κίνησης DC είναι σε θέση να αντισταθμίσει μια πτώση της ταχύτητας του σφονδύλου έως και 20% σε κάθε διαδρομή πίεσης και να αντικαταστήσει την κατανάλωση ενέργειας με την επιτάχυνση του σφονδύλου πριν από την επόμενη διαδρομή. Κατά τη λειτουργία της ρύθμισης θα πρέπει επίσης να διατίθεται χρήσιμη ενέργεια με μειωμένο ρυθμό εμβόλισης, για παράδειγμα πέντε διαδρομές ανά λεπτό. Σε αυτήν την περίπτωση, επιτρέπεται πτώση της ταχύτητας έως 50%. Ένα σημαντικό κριτήριο στη διαμόρφωση του ενεργειακού ισοζυγίου είναι να διασφαλιστεί ένας σύντομος χρόνος εκτέλεσης. Η εκτέλεση της εργασίας μιας πρέσας μεγάλων τεμαχίων από τον ελάχιστο έως το μέγιστο ρυθμό χαλάρωσης της παραγωγής της, διαρκεί συνήθως λιγότερο από ένα λεπτό υπό φορτίο. Λόγω της απαιτούμενης ωφέλιμης ενέργειας και της επιτρεπόμενης επιβράδυνσης του σφονδύλου κατά 20%, ο σφόνδυλος είναι γενικά σχεδιασμένος να λειτουργεί υπό την πιο υψηλή ενεργειακή κατάσταση (για παράδειγμα στο κάτω εύρος του χτυπήματος της πρέσας). Αν και η υψηλή ταχύτητα του σφονδύλου είναι επωφελής εδώ, αυτό περιορίζεται από την αποδεκτή ταχύτητα του ίδιου του συμπλέκτη, του φρένου και του σφονδύλου.

Σε πρέσες μεταφοράς εγκάρσιας ράβδου, χρησιμοποιούνται σφόνδυλοι με διάμετρο έως 2.500 mm και βάρος 25t. Η τοποθέτηση και η λίπανση αυτού του τύπου του σφονδύλου σε ρουλεμάν είναι ιδιαίτερα απαιτητική, καθώς απαιτείται μεγάλη ποσότητα λιπαντικού και συνεχής παρακολούθηση της θερμοκρασίας. Ο σφόνδυλος κινείται από τον κύριο κινητήρα μέσω μιας επίπεδης ζώνης ή ζώνης V υψηλής απόδοσης. Όταν το κύριο σύστημα κίνησης είναι απενεργοποιημένο, ο σφόνδυλος τίθεται σε ακινησία εντός 30 δευτερολέπτων με αντίστροφη πέδηση του κινητήρα και με ένα επιπλέον πνευματικό φρένο. Σε μεμονωμένες περιπτώσεις, οι κανονικές πρέσες του σχεδιασμού του αμαξώματος ενός αυτοκινήτου και οι πρέσες μεταφοράς τριών αξόνων είναι εξοπλισμένες με μηχανικά συστήματα κίνησης

ταχύτητας ερπυσμού μιας διαδρομής ανά λεπτό. Σε αυτήν την περίπτωση, η κίνηση επιτυγχάνεται με έναν κινητήρα τριών φάσεων, που λειτουργεί σε έναν ατέρμονα κοχλία, που ενεργοποιεί τον κινητήριο άξονα μέσω της φλάντζας φρένων του κύριου φρένου. Η μεταδιδόμενη ροπή γενικά υπολείπεται της ονομαστικής ροπής κίνησης. Ωστόσο, μέσω ενός πνευματικού ή υδραυλικού σερβο-συστήματος στο φρένο, η ονομαστική δύναμη μπορεί να επιτευχθεί για αποστάσεις έως και 10 mm. Αυτό είναι γενικά επαρκές για τη λειτουργία.

### **3.4 Συμπλέκτης και φρένο**

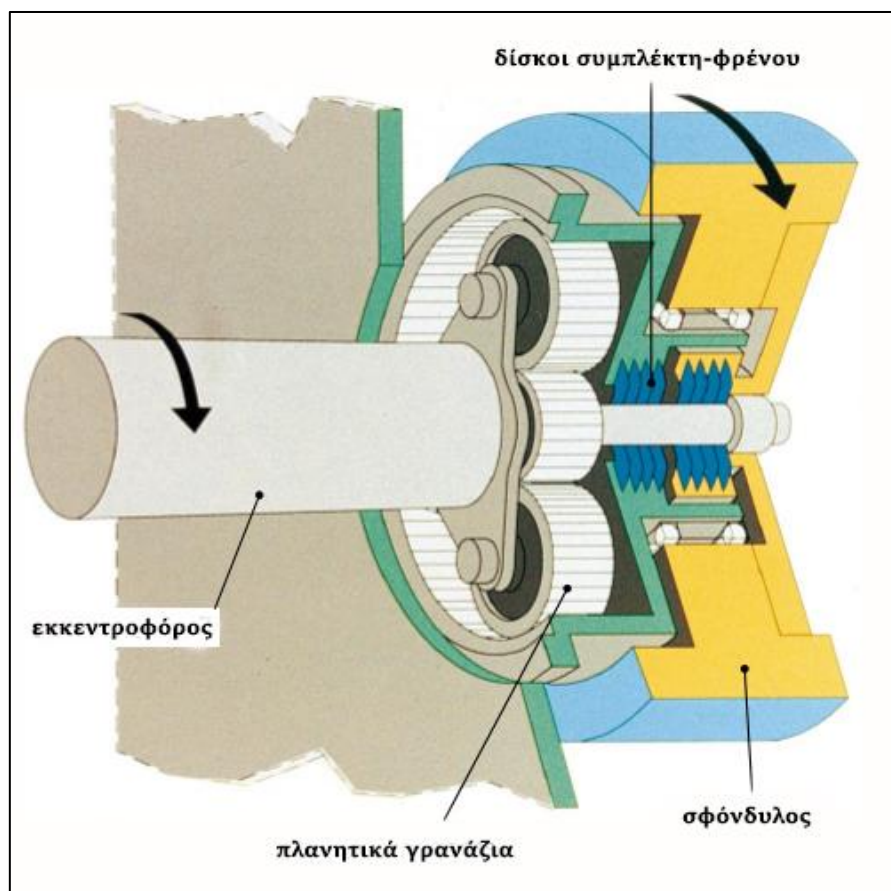
Ένα από τα χαρακτηριστικά των μηχανικών πρεσών είναι ο συμπλέκτης για τη μετάδοση της ροπής του κινητήρα και του σφονδύλου στον άξονα του γραναζιού και μετά την απελευθέρωση του συμπλέκτη, το φρένο που χρησιμοποιείται για την επιβράδυνση της ολίσθησης, της άνω μήτρας και του γραναζιού. Ιδιαίτερα σε τέτοιου είδους εργασίες, οι μάζες σε μεταγραφική ή περιστροφική κίνηση πρέπει να ακινητοποιούνται μετά από κάθε διαδρομή σε εξαιρετικά σύντομο χρονικό διάστημα: 200 έως 300ms για πρέσες μεγάλων τεμαχίων και 100 έως 150 ms σε καθολικές πρέσες. Αντίθετα, μετά την ενεργοποίηση του συμπλέκτη, οι ίδιες μάζες πρέπει να επιταχυνθούν από το μηδέν στην ταχύτητα λειτουργίας. Για λόγους ασφαλείας, το φρενάρισμα παράγεται μηχανικά με ισχύ ελατηρίου. Η ροπή του συμπλέκτη υπολογίζεται από την ονομαστική δύναμη πίεσης και την απαιτούμενη απόσταση εργασίας, γενικά 13 έως 25 mm πάνω από το κάτω νεκρό σημείο. Οι συνδυασμοί του συμπλέκτη και των φρένων ενός δίσκου με ελάχιστες περιστρεφόμενες μάζες χρησιμοποιούνται επιτυχώς εδώ και δεκαετίες (Σχήμα 3.7).



**Σχ. 3.7 Συμπλέκτης και φρένο ενός δίσκου σε μια μεγάλου τεμαχίου πρέσα [41]**

Τα συστήματα πνευματικού ελέγχου με βαλβίδες ασφαλείας και συσκευές απόσβεσης έχουν λογικό κόστος και γενικά συμμορφώνονται με τις απαιτήσεις. Ένα από τα προβλήματα των πνευματικών συστημάτων, ωστόσο, είναι η περιορισμένη συχνότητα μεταγωγής των μονοφασικών πιεστηρίων και η περιβαλλοντική ζημιά που προκαλείται από τη φθορά του συμπλέκτη και του φρένου. Προκειμένου να εξαλειφθούν αυτά τα μειονεκτήματα, τα υδραυλικά συστήματα χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο τα τελευταία χρόνια. Με τη βοήθεια των συστημάτων ψύξης, επιτρέπονται πολύ υψηλότερα φορτία μεταγωγής ανά μονάδα χρόνου και είναι πρακτικά απρόσβλητα στη φθορά. Σε μονόχρονες πρέσες, έχουν χρησιμοποιηθεί ξεχωριστές μονάδες που επιτρέπουν συχνότητες εναλλαγής έως και 30 / min για να επιτρέψουν αποτελεσματικότερο έλεγχο και για να αποφευχθεί η υπέρβαση και η υποστροφή από τον συμπλέκτη και το φρένο. Οι πρέσες μεταφοράς μεγάλων τεμαχίων χρησιμοποιούν συνδυασμούς συμπλέκτη-φρένου βασισμένα σε σετ δίσκων με σύντηξη, με έως και 20 επιφάνειες τριβής και επίπεδα ροπής μετάδοσης έως 500.000 Nm. Το συμπαγές σύστημα κίνησης που χρησιμοποιείται σε μικρότερες μηχανικές πρέσες, αποτελείται από σφόνδυλο, συμπλέκτη, φρένο και πλανητικό γρανάζι σε μια πλήρη μονάδα. Ένα τέτοιο σύστημα επιτυγχάνει ένα ιδιαίτερα υψηλό

επίπεδο απόδοσης με εξαιρετικά χαμηλή ροπή αδράνειας και μικρή γωνία πέδησης, σε συνδυασμό με μεγάλη διάρκεια ζωής και χαμηλό κόστος συντήρησης (Σχήμα 3.8). Ο ηλεκτρικός κινητήρας κινεί τον εκκεντρικό άξονα μέσω ενός σφονδύλου, ενός συνδυασμού φρένου συμπλέκτη που μπορεί να ενεργοποιηθεί είτε υδραυλικά είτε με πνευματικό τρόπο και ένα πλανητικό γρανάζι υψηλής απόδοσης. Αυτό εξαλείφει την ανάγκη για μειωτήρα που απαιτείται γενικά στις καθολικές πρέσες. Τα συμπαγή συστήματα κίνησης που χρησιμοποιούν ένα συνδυασμό υδραυλικού συμπλέκτη-φρένου είναι ιδιαίτερα φιλικά προς το περιβάλλον, καθώς δεν παράγουν αποξεσμένα σωματίδια και λειτουργούν σε εξαιρετικά χαμηλό επίπεδο θορύβου.



**Σχ. 3.8 Συμπαγές σύστημα κίνησης που χρησιμοποιείται σε καθολικές πρέσες [41]**

### **3.5 Διαμήκης και εγκάρσιος άξονας μετάδοσης της κίνησης**

Ο σχεδιασμός μιας μηχανικής πρέσας καθορίζεται κυρίως από τη διάταξη των κινητήριων αξόνων και από τον αριθμό των σημείων πίεσης της συνδετικής ράβδου. Ο όρος διαμήκης ή εγκάρσιος άξονας κίνησης ορίζεται από τη διάταξη των

κινητήριων αξόνων σε σχέση με το μπροστινό μέρος της πρέσας, όπου βρίσκεται ο χειριστής της πρέσας.

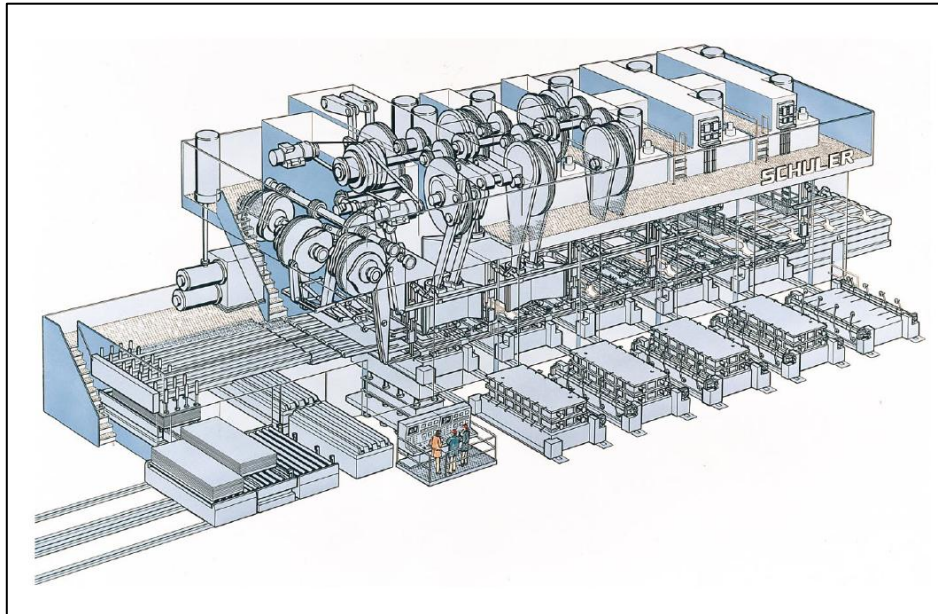
Ο διαμήκης άξονας κίνησης χρησιμοποιείται κυρίως σε μονόδρομες πρέσες ενός και δύο σημείων με εκκεντρικά συστήματα κίνησης. Αυτές είναι γενικά πρέσες μόνο για πρεσάρισμα και πρέσες γενικής χρήσης στην περιοχή μιας χαμηλότερης δύναμης έως και 8.000 kN. Αυτή η κλασική διάταξη κίνησης χρησιμοποιείται επίσης σε μεγάλες και στενές πρέσες μεταφοράς όπου μεταξύ δύο και έξι σημείων πίεσης ή συνδετικών ράβδων βρίσκονται στη διαμήκη διεύθυνση. Οι συνδετικές ράβδοι κινούνται από ένα συνεχή άξονα κίνησης. Οι πρέσες μεταφοράς είναι σχεδιασμένες με ονομαστικές δυνάμεις πίεσης μεταξύ 1.000 και 35.000 kN. Έχουν έως και τέσσερα ζεύγη ορθοστατών.

Οι ράβδοι σύνδεσης είναι διευθετημένοι στην περιοχή των ορθοστατών και των συνδετικών ράβδων με σκοπό την ελαχιστοποίηση της τάσης κάμψης στην κεφαλή της πρέσας. Αυτό, αφήνει την κορυφή των σταθμών εργασίας ελεύθερη για λειτουργίες εξαγωγής. Για απλούστερη παραγωγή και συναρμολόγηση, σε πρέσες μεταφοράς μεγαλύτερης κλίμακας, ο διαμήκης άξονας αντικαθίσταται επίσης από ένα σύστημα κίνησης ενός εγκάρσιου άξονα. Οι πρέσες αρθρώσεων με κίνηση ενός σημείου, που καλύπτουν εύρος ισχύος από 1.500 έως 16.000 kN αντιπροσωπεύουν μια άλλη ειδική κατασκευή.

Η εγκάρσια πρέσα άξονα έχει σχεδιαστεί για να έχει συνδέσεις ενός, δύο ή τεσσάρων σημείων και δυνάμεις πίεσης μεταξύ 1.600 και 20.000 kN. Αυτός ο σχεδιασμός επιτρέπει μεγαλύτερο βάθος κλίνης, μεγαλύτερη διαδρομή και επίσης τη χρήση του συστήματος αρθρώσεων. Οι πρέσες βαθιάς σχεδίασης διπλής δράσης διατίθενται μόνο σε αυτήν τη διαμόρφωση. Στις πρέσες μεγάλων τεμαχίων με μεταφορά τριών αξόνων σε εύρος από 18.000 kN έως 45.000 kN, η δύναμη πίεσης βασίζεται επίσης σε ένα σύστημα κίνησης εγκάρσιου άξονα. Για να επιτραπεί η κατανομή των δυνάμεων πίεσης γενικά πάνω από τέσσερις ράβδους σύνδεσης απαιτούνται εκτεταμένοι μηχανισμοί μετάδοσης που στεγάζονται σε στεφάνες πρέσας πολλαπλών τοιχωμάτων. Έτσι, τα συστήματα μετάδοσης κίνησης απλοποιούνται και βελτιώνονται. Η τελευταία εξέλιξη στον τομέα των πρεσαρισμάτων μεγάλων πάνελ είναι η πρέσα μεταφοράς ράβδων. Οι λειτουργίες της περιλαμβάνουν την παραγωγή πλευρικών πλαισίων επιβατικού αυτοκινήτου σε μήτρες έως 5.000 3.600 mm. Σε μια διαμόρφωση πέντε σταδίων, πέντε μονάδες κίνησης εγκάρσιου άξονα ενώνονται για να σχηματίσουν ένα συγκρότημα μηχανής, παρόμοιο με μια



γραμμή πίεσης και οι έξι άξονες κίνησης συνδέονται με συμπλέκτες (Σχήμα 3.9). Αυτό μετατρέπει την πλήρη πρέσα σε έναν διαμήκη άξονα μετάδοσης προσφέροντας όλα τα πλεονεκτήματα ενός εγκάρσιου άξονα.



**Σχ. 3.9 Σύστημα κίνησης πρέσας μεταφοράς με μεταφορά ράβδου [41]**

### 3.6 Γρανάζια

Σε αντίθεση με τις πρέσες που εκτελούν κατεργασίες Blanking, των οποίων ο ρυθμός συνεχούς χτυπήματος αντιστοιχεί στην ταχύτητα του σφονδύλου, οι πρέσες με μειωτήρες τροχού ενός ή δύο σταδίων χρησιμοποιούνται για μεγαλύτερες διαδρομές εργασίας. Στις πρέσες μεγάλων πάνελ, η ράβδος σύνδεσης και οι σύνδεσμοι κινούνται γενικά από ένα μειωτήρα στροφών. Ανάλογα με την απαραίτητη κατανομή ισχύος σε δύο, τέσσερις ή, στην περίπτωση πρεσών μεταφοράς, έως και δώδεκα συνδετικές ράβδους, οι μειωτήρες με τους τροχούς και τους συνδέσμους αποτελούν το νευρικό κέντρο των σύγχρονων πρεσών.

Εκκεντρικοί τροχοί με διάμετρο έως 3.000 mm και μειωτικά γρανάζια διαμέτρου έως 1.600 mm κατασκευάζονται από όλκιμο σίδηρο υψηλής αντοχής. Τα δόντια του γραναζιού στους άξονες σκληραίνονται. Το διπλό ελικοειδές γρανάζι εγγυάται τη βέλτιστη μετάδοση ισχύος και χαμηλό θόρυβο λειτουργίας. Τα γρανάζια



και οι άξονες με γρανάζια είναι τοποθετημένοι σε πλωτούς άξονες με ρουλεμάν τριβής για εύκολη συναρμολόγηση. Στην αρχή του ηλεκτροκινητήρα βρίσκεται πάντα ο άξονας μετάδοσης κίνησης με το γρανάζι κίνησης, το συμπλέκτη και το φρένο. Σε αντίθεση με άλλα γρανάζια, τα ρουλεμάν χρησιμοποιούνται στο εύρος ταχύτητας από 300 έως 500 στροφές ανά λεπτό.

### **3.7 Συναρμολόγηση της κεφαλής της πρέσας**

Η ράβδος σύνδεσης, οι σύνδεσμοι, τα γρανάζια και το κύριο σύστημα κίνησης καθορίζουν την χωρητικότητα και το μέγεθος της κεφαλής της πρέσας. Τα συγκολλημένα εξαρτήματα ζυγίζουν έως και 150 τόνους, όπως και τα συναρμολογημένα στοιχεία μετάδοσης κίνησης που περιέχονται στην κεφαλή μιας πρέσας μεγάλων πάνελ.

Τα διαστατικά όρια τέτοιων εξαρτημάτων μεγάλης κλίμακας είναι περίπου 6.000 3.600 12.000 mm, σύμφωνα με τα οποία το πλάτος, το ύψος και το βάρος εξαρτώνται από τις δυνατότητες που προσφέρονται για τις οδικές μεταφορές με φορτηγά τα οποία γενικά απαιτούν ειδική άδεια. Οι πλωτές οδοί αντιπροσωπεύουν μια λιγότερο δύσκολη μέθοδο μεταφοράς αυτού του τύπου των εξαρτημάτων.

Η ανόπτηση από την τάση των μεγάλων συγκολλημένων συγκροτημάτων και επίσης η κατεργασία σε κέντρα διάτρησης περιορίζεται σε μέγιστο μήκος τα 12 m. Όλο το πρόβλημα της εφοδιαστικής αλυσίδας και των μεταφορών διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη σχεδίαση του τύπου μεγάλων πάνελ και πρέπει να ληφθεί υπόψη απευθείας από το στάδιο του σχεδιασμού.

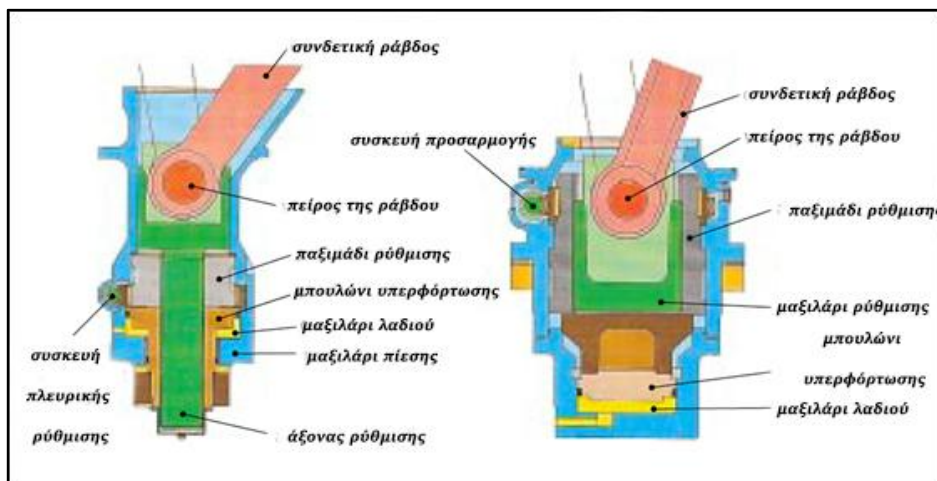
### **3.8 Βάση ακατέργαστων τεμαχίων και ολισθητήρας**

Η περιστροφική κίνηση που παράγεται από την κίνηση της πρέσας μεταδίδεται στη γραμμική κίνηση του ολισθητήρα και της βάσης χρησιμοποιώντας κατάλληλη ταχύτητα και δύναμη. Οι πιο σημαντικές λειτουργικές μονάδες, ιδίως στις πρέσες

μεγάλων πάνελ, είναι τα σημεία πίεσης που περιέχουν τη ρύθμιση του ολισθητήρα και τη συσκευή ασφαλείας της υπερφόρτωσης.

### Ρύθμιση του ολισθητήρα

Σε μεμονωμένες πρέσες, τα σημεία πίεσης με ρύθμιση του ολισθητήρα (συγκρατητή) έως 600 mm χρησιμοποιούνται στον κύριο άξονα προκειμένου να ρυθμιστεί το ύψος κλεισίματος της πρέσας σε διάφορα ύψη μήτρας (Σχήμα 3.10). Στις καθολικές πρέσες, αρκούν οι αποστάσεις ρύθμισης του ολισθητήρα σε 150 mm. Σε αυτήν την περίπτωση, τα σημεία πίεσης με χαμηλό συνολικό ύψος είναι χρήσιμα. Χρησιμοποιώντας κινητήρες φρένων και γρανάζια, επιτυγχάνοντας ταχύτητες ρύθμισης 60 mm / min.



**Σχ. 3.10 Άξονας (αριστερά) και σημείο πίεσης (δεξιά) [41]**

Σε πρέσες πολλαπλών σταδίων που χρησιμοποιούνται για στερεό σχηματισμό, για επίτευξη υψηλής ακαμψίας, οι ρυθμίσεις σφήνας χρησιμοποιούνται συχνά στο σετ καλουπιού ή στην πλάκα σύσφιξης. Σε αυτήν την περίπτωση, δεν απαιτείται πλέον προσαρμογή του ολισθητήρα.

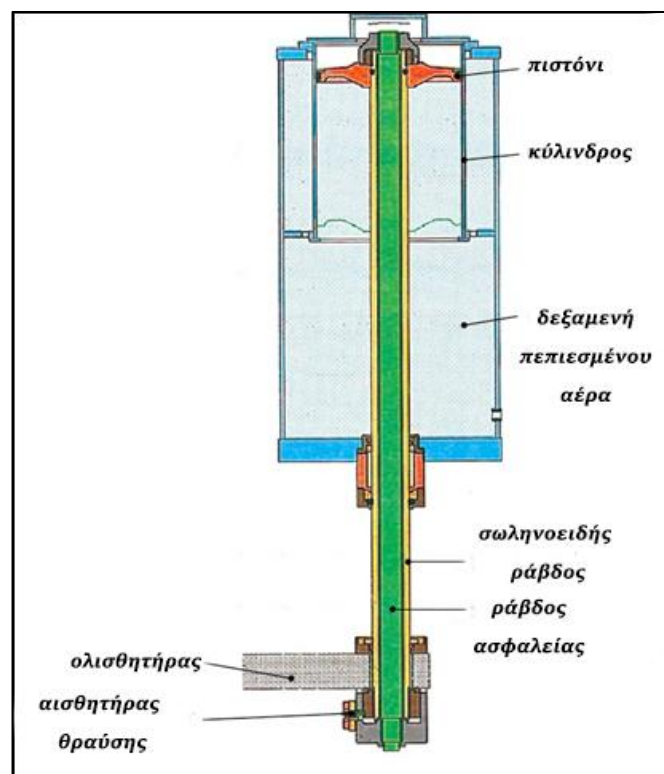
### Υπερφόρτωση των συσκευών ασφαλείας

Η ονομαστική δύναμη της πρέσας περιορίζεται και προστατεύεται από την υδραυλική διάταξη ασφαλείας υπερφόρτωσης στον ολισθητήρα. Σε περίπτωση υπέρβασης της ονομαστικής δύναμης της πίεσης, η πίεση που ασκείται στο υδραυλικό τμήμα που είναι ενσωματωμένο στο σημείο πίεσης απαλλάσσεται γρήγορα, επιτρέποντας τη μετατόπιση της υπερφόρτωσης.

Για τις βάσεις στήριξης που χρησιμοποιούνται σε μηχανικές πρέσες διπλής δράσης, η λειτουργία ασφαλείας της υπερφόρτωσης συνδέεται με τη λειτουργία ρύθμισης της δύναμης συγκράτησης της βάσης. Η λειτουργία ασφαλείας της υπερφόρτωσης ενεργοποιείται μόνο όταν η εκτροπή των τεσσάρων σημείων πίεσης της βάσης έχει υπερβεί το επιτρεπόμενο μέγεθος περίπου. 3 mm. Η λειτουργία της ασφαλείας ενεργοποιείται με κλίμακα πίεσης αέρα-υδραυλικού. Αλλάζοντας τη ρύθμιση του πεπιεσμένου αέρα, η δύναμη του κενού συγκράτησης μπορεί να προσαρμοστεί στις απαιτήσεις του καλουπιού στα τέσσερα σημεία πίεσης εντός του εύρους 40 έως 100%.

### **Αντιστάθμιση του ολισθητήρα**

Το βάρος του ολισθητήρα αντισταθμίζεται από το σύστημα αντιστάθμισης του ολισθητήρα. Έτσι, το βάρος όλων των κινούμενων μερών όπως οι αρθρώσεις, οι ράβδοι σύνδεσης, ο ολισθητήρας και η άνω μήτρα, εξισορροποούνται από πνευματικούς κυλίνδρους (Σχήμα 3.11). Ως αποτέλεσμα, το σύστημα κίνησης είναι σε μεγάλο βαθμό απαλλαγμένο από βαρύτητες. Δεν υπάρχουν πιέσεις που ασκούνται στη ρύθμιση του ολισθητήρα και υπάρχει μια πρόσθετη προστασία από την κίνηση προς τα κάτω στον ολισθητήρα που προκαλείται από τη βαρύτητα. Η αντιστάθμιση του πνευματικού βάρους εγγυάται τη λειτουργία χαμηλού θορύβου, χωρίς κραδασμούς, ομαλή φόρτωση του κινητήρα και μικρές αποστάσεις πέδησης.



**Σχ. 3.11 Αντιστάθμιση της ταχύτητας του ολισθητήρα με ράβδο διπλού εμβόλου [41]**

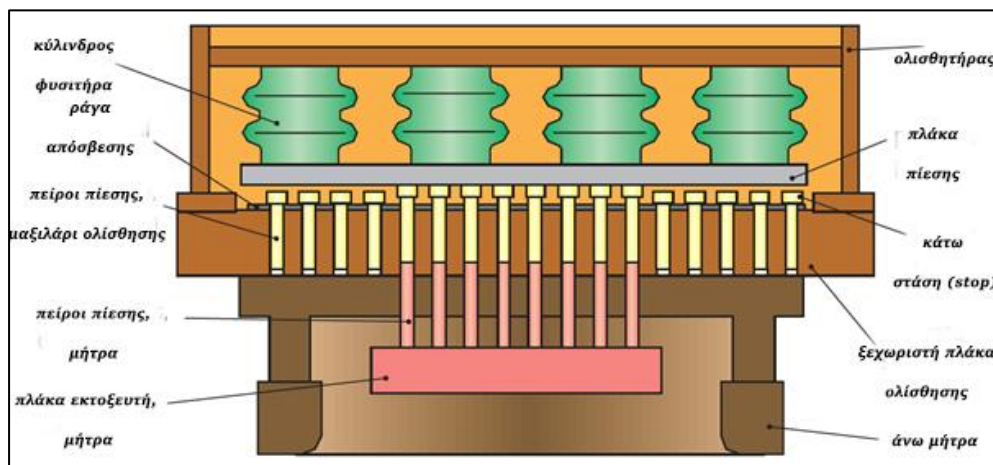
Για αντιστάθμιση βάρους έως 200 t, σε πίεση αέρα 10 bar, απαιτούνται μεγέθη κυλίνδρου έως και διάμετρο 900 mm. Μακριές διαδρομές ολίσθησης έως 1.300 mm και επιτρεπτές αιχμές πίεσης έως και 25% απαιτούν σημαντικές δεξαμενές υπερχειλίσης. Η διάταξη κυλίνδρων και δεξαμενών εξαρτάται από τον τύπο της πρέσας και τα θέματα ασφαλείας. Στην περίπτωση κυλίνδρων αντιστάθμισης που δεν είναι εξωτερικά κλειστοί, απαιτούνται συχνά ράβδοι διπλού εμβόλου για

προστασία από τον κίνδυνο θραύσης. Αντίθετα, εάν το σύστημα είναι ενσωματωμένο στην κεφαλή της πρέσας, αυτό το πρόσθετο χαρακτηριστικό ασφαλείας δεν είναι απαραίτητο.

Με κάθε αλλαγή μήτρας, το σύστημα αντιστάθμισης του βάρους πρέπει να προσαρμόζεται αυτόματα στα νέα βάρη της μήτρας για το σκοπό αυτό. Οι μεμονωμένες πρέσες διαθέτουν ειδικές λειτουργίες ζύγισης και ελέγχου. Τα αυτόματα ελεγχόμενα από το πρόγραμμα συστήματα, που χρησιμοποιούνται στις πρέσες μεταφοράς, ρυθμίζουν αυτόματα την εγγενή τιμή πίεσης του προγράμματος, όταν αλλάζει μήτρες προκειμένου να μειώσει τους χρόνους ρύθμισης στο ελάχιστο.

### **Μαξιλάρι ολίσθησης**

Ορισμένοι χρήστες πρεσών προτιμούν να χρησιμοποιούν μαξιλάρια ολίσθησης στην κορυφή της μήτρας. Σε αυτές τις περιπτώσεις, χρησιμοποιούνται πνευματικοί κύλινδροι κάτω για την παροχή των απαιτούμενων δυνάμεων εκτόξευσης (Σχήμα 3.12). Εδώ, τα χτυπήματα μπορούν να είναι οπουδήποτε μεταξύ 100 και 200 mm, με αυξήσεις πίεσης έως και 30%. Οι παρακάτω κύλινδροι δρουν σε μια πλάκα η οποία μεταφράζει τη δύναμη στους πείρους πίεσης του μαξιλαριού και του καλουπιού.



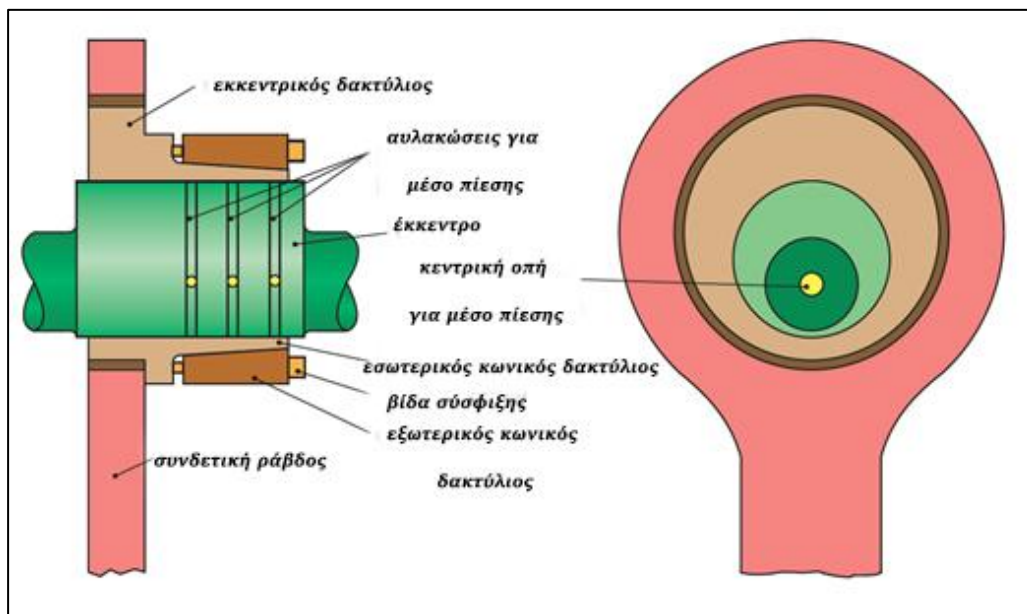
**Σχ. 3.12 Συρόμενο μαξιλάρι με κυλίνδρους [41]**

Κατά τη διάρκεια της ανόδου του ολισθητήρα, η πλάκα εκτόξευσης και οι πείροι επιστρέφονται με δύναμη από τους κάτω κυλίνδρους στη χαμηλότερη θέση

τους. Τα στοιχεία απόσβεσης χρησιμοποιούνται για τη μείωση του θορύβου που προκύπτει από τη σκληρή σύγκρουση.

### Ρύθμιση της διαδρομής

Σήμερα, η διαδρομή των μικρών μηχανικών πρεσών μπορεί να ρυθμίζεται συνεχώς με την ισχύ του κινητήρα, σύμφωνα με τις απαιτήσεις των διαμορφωμένων μερών, με τη βοήθεια δύο διαδραστικών έκκεντρων (Σχήμα 3.13). Η διαδρομή μπορεί, για παράδειγμα, να ρυθμιστεί με τέτοιο τρόπο ώστε το απαιτούμενο ύψος να επιτευχθεί κατά τη διαδικασία της βαθιάς σχεδίασης και το τμήμα να μπορεί να αφαιρεθεί από τη μήτρα χωρίς δυσκολίες κατά την ολοκλήρωση της λειτουργίας βαθιάς σχεδίασης.



**Σχ. 3.13 Συνεχής ρύθμιση διαδρομής σε πρέσα έκκεντρου [41]**

Η ελαστική σύνδεση του σφιγκτήρα μεταξύ του εκκεντρικού άξονα και του εκκεντρικού δακτυλίου απελευθερώνεται υδραυλικά. Αυτό, συνεπάγεται την επέκταση του δακτυλίου έναντι του σφιγκτήρα έτσι ώστε να μπορεί να περιστραφεί, χρησιμοποιώντας μια ολισθηρή κίνηση προς οποιαδήποτε κατεύθυνση σε ένα μαξιλάρι λαδιού. Ειδικές φλάντζες χρησιμοποιούνται για την αποφυγή της διαρροής του λαδιού. Η θέση των έκκεντρων σε σχέση μεταξύ τους τροποποιείται από το

γραφείο ελέγχου σύμφωνα με τις ειδικές απαιτήσεις της μήτρας έως ότου το άθροισμα της εκκεντρότητας φτάσει στην απαιτούμενη διαδρομή. Η θετική σύνδεση μεταξύ των εκκεντρικών κελυφών δημιουργείται ως αποτέλεσμα της εκτόνωσης της πίεσης σε συνδυασμό με την απομάκρυνση του λαδιού μέσω των αυλάκων αποστράγγισης. Για κάθε μήτρα, είναι δυνατή η αποθήκευση της απαιτούμενης διαδρομής στην εγγραφή των δεδομένων της μήτρας. Αυτές οι πληροφορίες μπορούν να προσπελαστούν ξανά και να χρησιμοποιηθούν για την αυτόματη ρύθμιση της διαδρομής του ολισθητήρα.

### **3.9 Πνευματικό σύστημα**

Οι κύριες πνευματικές λειτουργίες των μηχανικών πιεστηρίων είναι ο συμπλέκτης, το φρένο, το φρένο σφονδύλου, η αντιστάθμιση του ολισθητήρα, το μαξιλάρι ολίσθησης και το μαξιλάρι του κρεβατιού. Στην περίπτωση μιας πρέσας μεταφοράς, οι πνευματικές λειτουργίες περιλαμβάνουν επίσης την εφαρμογή πίεσης αέρα στον εκκεντροφόρο μεταφοράς. Οι μεγάλες ποσότητες αέρα απαιτούν δεξαμενές πεπιεσμένου αέρα με λειτουργία παρακολούθησης και σύστημα αποστράγγισης. Η μέγιστη πνευματική πίεση είναι γενικά 6 bar, αν και χρησιμοποιούνται δίκτυα υψηλής πίεσης ή συμπιεστές που παράγουν ένα μέγιστο 16 bar.

Η κατασκευή αυτών των βοηθητικών μονάδων καθορίζεται από έγκυρα πρότυπα και νομικές απαιτήσεις. Γενικά, χρησιμοποιούνται γαλβανισμένες σωληνώσεις για τον αέρα μεταξύ 1" και 6" στην εγκατάσταση. Μικρότερες γραμμές διαμορφώνονται χρησιμοποιώντας χαλύβδινες σωληνώσεις και δαχτυλίδια κοπής ή χάντρες. Η εγκατάσταση που απαιτείται για μια πρέσα μεταφοράς μεγάλου πίνακα με δομικό όγκο περίπου 40 310 315m μπορεί να περιλαμβάνει έως 40 t, συμπεριλαμβανομένων των δεξαμενών πεπιεσμένου αέρα, των σωλήνων και των συσκευών.

### **3.10 Υδραυλικό σύστημα**

Η χρήση της υδραυλικής στη μηχανική κατασκευή της πρέσας είναι σχετικά ελάχιστη. Η τυπική χρήση της υδραυλικής μηχανικής σε αυτόν τον τύπο πρέσας περιορίζεται στην προστασία της υδραυλικής υπερφόρτωσης, αυξάνοντας το κινούμενο στήριγμα και τα συστήματα υδραυλικής σύσφιξης της μήτρας. Όλες αυτές οι λειτουργίες παρέχονται γενικά από μια κεντρική υδραυλική μονάδα. Στην περίπτωση μιας πρέσας μεταφοράς, αυτές οι βασικές λειτουργίες συμπληρώνονται από άλλες λειτουργίες όπως η εμπλοκή του συμπλέκτη μεταξύ των συστημάτων πρέσας της κίνησης μεταφοράς και του ολοκληρωμένου συστήματος των πτερυγίων εξαγωγής των απορριμμάτων. Επιπλέον, διάφορες μηχανές σύσφιξης και ασφάλισης γύρω από το πρέσα κινούνται υδραυλικά.

Η πιο σημαντική λειτουργία στις μηχανικές πρέσες, η εμπλοκή και το φρενάρημα του συστήματος κίνησης του ολισθητήρα, γίνεται όλο και περισσότερο με υδραυλικά μέσα. Η χρήση της υδραυλικής επιτρέπει τις υψηλότερες συχνότητες μεταγωγής σε μία μόνο πρέσα και είναι επίσης πιο φιλική προς το περιβάλλον όσον αφορά το θόρυβο και την ατμοσφαιρική ρύπανση. Ο συμπλέκτης και το φρένο παρέχονται από μια κεντρική υδραυλική μονάδα εξοπλισμένη με σύστημα ψύξης. Απαιτείται έλεγχος ασφαλείας ενός διπλού καναλιού με ρυθμιζόμενη εγκατάσταση απόσβεσης και διήθηση πίεσης έως 10 μm.

Η αυξημένη χρήση βαθιάς σχεδίασης με πρέσες μονής δράσης θέτει ιδιαίτερα αυστηρές απαιτήσεις στη λειτουργία ακινητοποίησης και συνεπώς, το μαξιλάρι έλξης στο στρώμα πρέσας, ιδιαίτερα σε πρέσες μεγάλων πάνελ. Στη συνέχεια, τα μαξιλάρια πολλαπλών σημείων με δυνατότητα ελέγχου πίεσης είναι δυνατά μόνο με τη χρήση ενός σύνθετου σερβο-υδραυλικού συστήματος.

Αυτό, απαιτεί ξεχωριστές μονάδες τροφοδοσίας με δεξαμενή λαδιού, έξοδο αντλίας περίπου 150 kW και ρυθμό ροής λαδιού περίπου. 1.000 l / min για το μαξιλάρι. Ο έλεγχος πραγματοποιείται χρησιμοποιώντας αναλογικές βαλβίδες που συμμορφώνονται με τα πρότυπα DIN και ISO στο εύρος πίεσης έως και τα 300 bar.

### **3.11 Λάδωμα**

Τα πολύπλοκα συστήματα λίπανσης που χρησιμοποιούνται για την τροφοδοσία των σημείων λίπανσης σε μηχανικές πρέσες απλοποιούνται ουσιαστικά



με τη χρήση μπλοκ βαλβίδων. Το σύστημα που χρησιμοποιείται πιο συχνά εδώ, αποτελείται από προοδευτικούς διανομείς παράλληλης εναλλαγής. Η κατανομή της απαιτούμενης ποσότητας λιπαντικού υποβοηθείται από ελεγκτές όγκου, διαχωριστικά και παρόμοια στοιχεία. Η ροή λαδιού παρακολουθείται στα μπλοκ του διανομέα. Για να εξασφαλιστούν οι βέλτιστες συνθήκες λειτουργίας, ένα σύστημα ελέγχου ρυθμίζει τη θερμοκρασία του λιπαντικού εντός ενός σχετικά στενού εύρους ζώνης χρησιμοποιώντας βοηθητικές λειτουργίες θέρμανσης και ψύξης.

Για να διασφαλιστεί η μέγιστη ασφάλεια λειτουργίας, οι σύνθετες εγκαταστάσεις παραγωγής για τη διαμόρφωση μετάλλων είναι πάντοτε εφοδιασμένες με στοιχεία μονάδας τροφοδοσίας, όπως αντλίες και φίλτρα. Εάν μια αντλία αποτύχει, δεν χρειάζεται να διακοπεί η παραγωγή, καθώς το δεύτερο σύστημα διακόπτεται αυτόματα. Η συντήρηση ή η ανταλλαγή του ελαττωματικού συστήματος δεν έχει ως αποτέλεσμα τη διακοπή της παραγωγής και την αύξηση του χρόνου λειτουργίας. Η ποιότητα του λαδιού διασφαλίζεται με συμπληρωματική διήθηση στο δευτερεύον κύκλωμα, αυξάνοντας τη διάρκεια ζωής του.

Σε μικρότερες πρέσες και ειδικότερα σε πρέσες διωστήρων με οδηγό, χρησιμοποιούνται κεντρικά συστήματα λίπανσης με αντλίες πολλαπλών κυκλωμάτων. Υπάρχουν μέχρι και 20 κύρια σημεία λίπανσης, στα οποία παρέχεται συνεχώς και απευθείας λάδι σε κάθε στάδιο λειτουργίας.

Κατά τη διάρκεια των σύντομων περιστρεφόμενων κινήσεων που εκτελούνται από τα στοιχεία ώθησης και του διωστήρες, υπάρχει μια σταθερή ροή λιπαντικού ακόμη και κάτω από διαφορετικά επίπεδα αντίστασης στις μεμονωμένες γραμμές χρήστη και τροφοδοσίας.

## 4. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΠΡΕΣΑΣ 20 ΤΟΝΩΝ

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύεται ο σχεδιασμός μιας μηχανικής πρέσας 20 τόνων μέσω του λογισμικού Solidworks. Για το σχεδιασμό εφαρμόστηκαν όλα τα θεωρητικά τμήματα του κεφαλαίου 3 αλλά και τα ζητήματα που έχουν συζητηθεί γενικότερα στη βιβλιογραφία, όπως αναφέρονται στο κεφάλαιο 2.

### 4.1 Εισαγωγή

Όπως έχει ήδη γίνει γνωστό, η ενέργεια στις μηχανικές πρέσες εξασφαλίζεται μέσω του ηλεκτροκινητήρα. Στη συνέχεια αυτή η παραγόμενη ενέργεια μετατρέπεται στην απαραίτητη κινητική για να εκτελεστεί η εκάστοτε κατεργασία. Η κίνηση της ωστικής κεφαλής επιτυγχάνεται στο σύστημα διωστήρα-στροφάλου. Από τον περιστρεφόμενο στρόφαλο η κίνηση μεταφέρεται στην ωστική κεφαλή μέσω ενός στιβαρού διωστήρα. Σε αυτό το σημείο, δε μπορεί να μεταβληθεί η διαδρομή της παλινδρομικής κίνησης, αλλά μπορεί να κινηθεί η ωστική κεφαλή για να επιτευχθεί η σωστή τοποθέτηση κάποιου εργαλείου στην πρέσα. Οι πρέσες στροφάλου μπορούν να ασκήσουν δυνάμεις από 1250 kN έως και 40,000 kN. Στις μηχανικές πρέσες στροφάλου όπως και της σχεδιασμένης, η ευθύγραμμη παλινδρομική κίνηση του κριού και του εργαλείου επιτυγχάνεται με τη βοήθεια του στροφάλου. Η περιστροφική κίνηση του ηλεκτροκινητήρα μεταδίδεται με τραπεζοειδή τροχαλίες τύπου V και ιμάντες στο στρόφαλο.

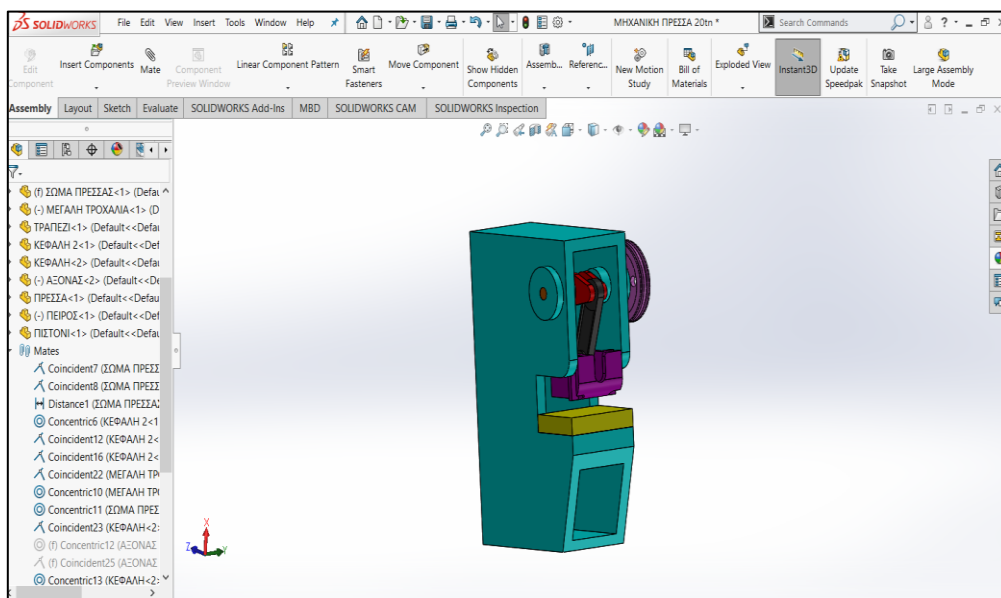
Γενικότερα η μετάδοση της κίνησης στην παλινδρομούσα κινητή κεφαλή μπορεί να γίνει είτε άμεσα (χωρίς τη χρήση οδοντωτών τροχών) είτε μέσω οδοντωτών τροχών. Στην περίπτωση της άμεσης μετάδοσης κίνησης, όπως και στη σχεδιασμένη πρέσα, υπάρχει κατάλληλη προσαρμογή της πρέσας στον

στροφαλοφόρο άξονα. Η συχνότητα σε αυτού του είδους πρέσες είναι σχετικά υψηλή, δηλαδή περίπου 60-100 κύκλοι/min. Επιπλέον στην παρούσα πρέσα η κίνηση επιτυγχάνεται μέσω μηχανισμού διωστήρα-στροφάλου ή εκκέντρου.

Το μήκος της διαδρομής του κριού και του εργαλείου ρυθμίζεται με την αυξομείωση της ακτίνας του στροφάλου από το κέντρο περιστροφής του. Σε κάποιες άλλες πρέσες αυτό το μήκος δεν είναι ρυθμιζόμενο. Η θέση της διαδρομής του κριού και του εργαλείου σε σχέση με την εργασία που εκτελείται ρυθμίζεται με ακρίβεια. Στην ουσία ρυθμίζεται το μήκος του διωστήρα. Αυτός ο διωστήρας αποτελείται από δύο μέρη, τα οποία κοχλιώνονται το ένα μέσα στο άλλο. Λόγω αυτών των δύο είναι δυνατή και η ρύθμιση που αναφέρθηκε. Όταν αυξηθεί το μήκος του διωστήρα μετατοπίζεται η θέση της διαδρομής του κριού και του εργαλείου προς τα κάτω. Το αντίθετο συμβαίνει με τη μείωση του μήκους.

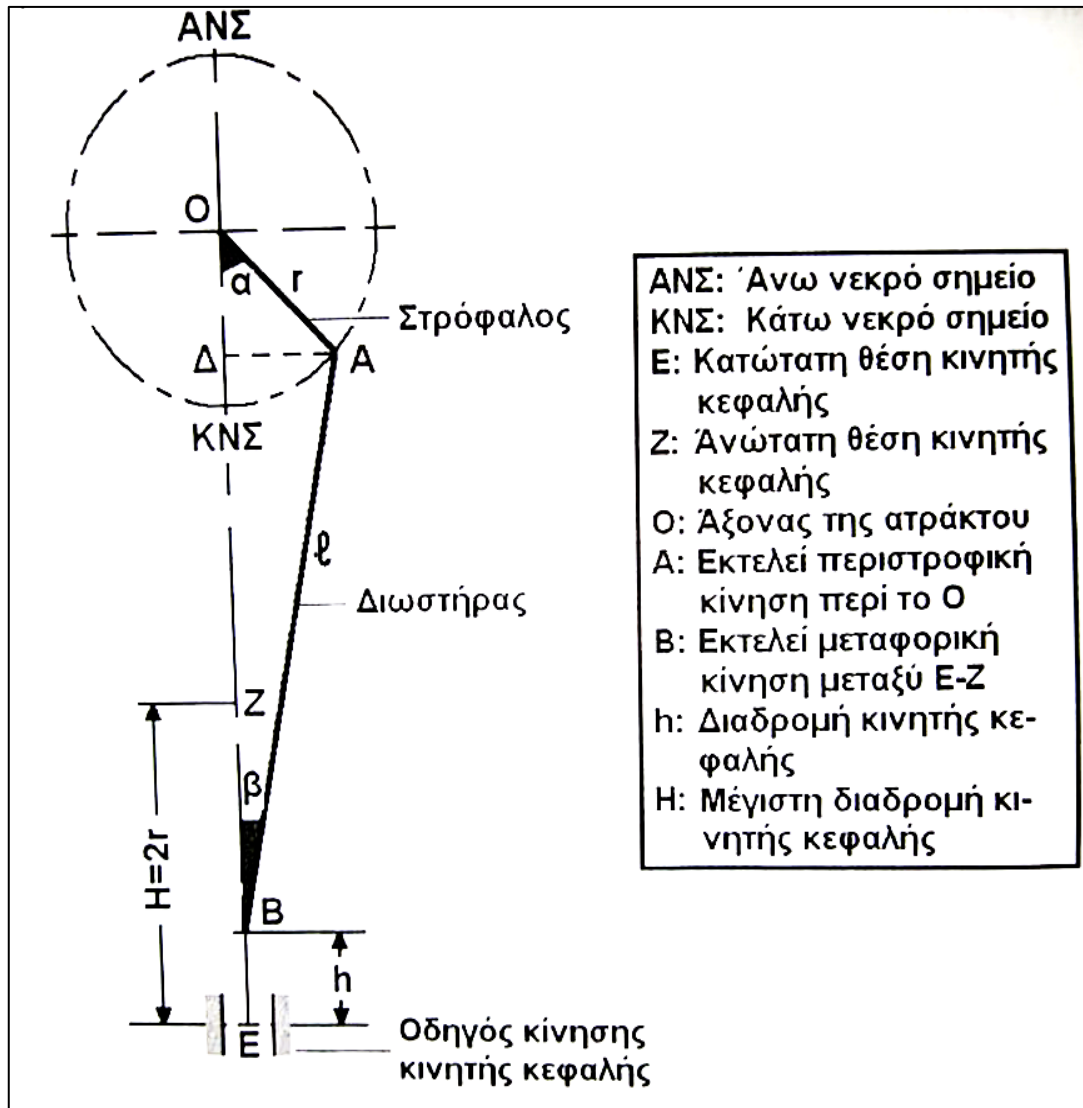
## 4.2 Βασικοί παράγοντες για το σχεδιασμό

Η πρέσα που σχεδιάστηκε στην παρούσα πτυχιακή εργασία είναι τύπου C (ανοικτού πλαισίου) με απλό πλαίσιο. Πιο συγκεκριμένα το πλαίσιο της πρέσας όπως αποτυπώνεται στο Σχήμα 4.1 είναι κατακόρυφο. Γενικότερα αυτό το πλαίσιο πρέσας αποτελεί την πιο συνηθισμένη και τυπική διάταξη μιας τέτοιου τύπου μηχανικής πρέσας.



**Σχ. 4.1 Σχεδιασμένη μηχανική πρέσα τύπου C μέσω του λογισμικού solidworks**

Η κίνηση στην κινητή κεφαλή επιτυγχάνεται μέσω ενός μηχανισμό διωστήρα-στροφάλου (Σχήμα 4.2). Με βάση αυτό υπάρχουν τρεις βασικοί παράγοντες. Η ακτίνα του στροφάλου ( $r$ ), το μήκος του διωστήρα ( $l$ ) και η διαδρομή της κινητής κεφαλής ( $h$ ).



Σχ. 4.2 Μηχανισμός διωστήρα-στροφάλου μηχανικής πρέσας εκκέντρου

Σε μια ενδιάμεση στιγμή, η διαδρομή  $h=EB$  της κινητής κεφαλής προκύπτει ως:

$$h=EB=EO-BO=(l+r)-(B\Delta+\Delta O) \quad (4.1)$$

και επειδή  $B\Delta=l \cos\beta$  και  $\Delta O=r \cos\alpha$  προκύπτει:

$$h=l+r-l \cos\alpha-r \cos\beta \quad (4.2)$$

Επιπλέον,  $A\Delta=r \sin\alpha = l \sin\beta$ , δηλαδή:

$$\sin\beta=\frac{r}{l}\sin\alpha=\lambda \sin\alpha, \text{ όπου το } \lambda=\frac{r}{l}=\frac{1}{10} \approx 0.1.$$

Τελικά  $h$

$$(4.3)$$

Επιπλέον, ισχύει ότι η ταχύτητα της κινητής κεφαλής δίνεται από:

$$(4.4)$$

Και η επιτάχυνση της κινητής κεφαλής:

$$(4.5)$$

Στο Σχήμα 4.3 αποτυπώνονται οι αναπτυσσόμενες δυνάμεις κατά τη λειτουργία της πρέσας. Η δύναμη  $S$  στο άλλο άκρο του διωστήρα που συνδέεται με το στρόφαλο και εκτελεί κυκλική κίνηση αναλύεται στις εξής συνιστώσες:

- $T$ : Εφαπτομενική στην κυκλική τροχιά του στροφάλου
- $N$ : Ακτινική συνιστώσα (κάθετη στην  $T$ ) που παραλαμβάνεται από την ακτίνα του στροφάλου

Η  $S$  μεταφέρεται στο άλλο άκρο του διωστήρα που συνδέεται με την κινητή κεφαλή και εκτελεί ευθύγραμμη παλινδρομική κίνηση.

Τελικά ισχύει ότι:

—  
(4.6)

και

(4.7)

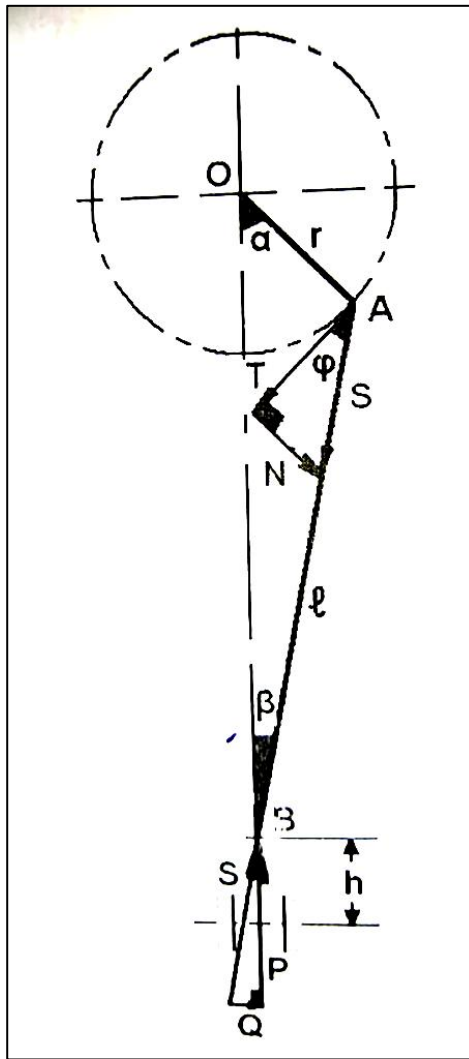
Η τιμή της  $P$  για  $\alpha = 30$  αποτελεί την ονομαστική δύναμη της πρέσας και ένα χαρακτηριστικό μέγεθος αυτής. Στην ουσία είναι η μέγιστη δύναμη που επιτρέπεται και μπορεί να αναπτύξει η πρέσα στην κινητή κεφαλή.

Τότε ισχύει ότι:

(4.8)

*Και η στρεπτική ροπή στην άτρακτο:*

(4.9)



Σχ. 4.3 Αναπτυσσόμενες δυνάμεις κατά τη λειτουργία πρέσας εκκέντρου

Για την άμεση μετάδοση κίνησης μεταξύ του σφονδύλου και του στροφάλου, ισχύει ότι:

-

(4.10)

Καθώς και το αποδιδόμενο από το σφόνδυλο έργο κατά την ωφέλιμη διαδρομή της πρέσας είναι:

-

(4.11)

Στην εξίσωση 4.11 ισχύει ότι:

—: η ροπή αδράνειας της μάζας του σφονδύλου ως προς τον άξονα περιστροφής του

G: Το βάρος του σφονδύλου

—: Η διάμετρος αδράνειας της στεφάνης του σφονδύλου

: Η εξωτερική και εσωτερική διάμετρος της στεφάνης, αντίστοιχα

g: Η επιτάχυνση της βαρύτητας

Η γωνιακή ταχύτητα του στροφάλου κατά την εν κενώ λειτουργία του

Η γωνιακή ταχύτητα του στροφάλου κατά το πέρας της ωφέλιμης διαδρομής

Ο λόγος — είναι η ποσοστιαία απώλεια των στροφών.

Επομένως η εξίσωση 4.11 μπορεί να γραφεί και ως:



-

(1.12)

*W είναι η αρχική κινητική ενέργεια του σφονδύλου*

-

(1.13)

*και είναι ο συντελεστής εκμετάλλευσης της αρχικής ενέργειας του σφονδύλου*

(1.14)

Οι τιμές που λαμβάνει συνήθως το είναι 0.25 για συνεχή λειτουργία της πρέσας και 0.50 για διακοπτόμενη λειτουργία της πρέσας.

Η ισχύς του ηλεκτροκινητήρα της πρέσας προέρχεται από:

—

(1.15)

Όπου είναι οι στροφές του ηλεκτροκινητήρα και η είναι ο μηχανικός βαθμός απόδοσης (όπου  $\eta = 0.70$ ). Ο υπολογισμός των διάφορων παραμέτρων της πρέσας έγινε ως εξής:

#### Υπολογισμός μεγεθών

Μάζα:  $B = 20 \text{ tn}$

Κινητήρας:  $P = 3 \text{ HP}$  ή  $2,20 \text{ kw}$

Στροφές:  $n = 1400 \text{ rpm}$

Μήκος διαδρομής:  $L = 0,15\text{m}$

Διάμετρος Τροχαλίας = 75mm

Διάμετρος σφονδύλου = 396 mm

Λόγος μείωσης ταχύτητας:  $\alpha = \text{---}$

Ροπή:  $\text{---}$  N m

Έργο/κύκλο:  $W = 2 \pi T \alpha 0,08 = 53,947 \text{ Nm}$

Καθαρό έργο (Κ.Ε) =  $B L 0,35 = 1050 \text{ Nm}$

Καθαρό έργο (Κ.Ε) σφονδύλου:  $\text{Κ.Ε.}\Sigma = \text{Καθαρό έργο (Κ.Ε)} - W = 996,053 \text{ Nm}$

Ροπή αδράνειας σφονδύλου:  $I = \text{---} = \text{---} = 2,32 \text{ kg}$

### Κινητή κεφαλή

$\alpha = 40^\circ$  ,  $\beta = 24^\circ$  ,  $r = 0,198 \text{ m}$  ,  $\lambda = 1/8 = 0,125$

$A\Delta = r \sin(\alpha) = 0,198 \sin(40^\circ) = 0,099 \text{ m}$

$l = \text{---}$

$B\Delta = l \cos(\beta) = 0,570 \cos(24^\circ) = 0,561 \text{ m}$

$\Delta O = r \cos(\alpha) = 0,198 \cos(40^\circ) = 0,151 \text{ m}$

$h = l + r - l \cos(\alpha) - r \cos(\beta) = 0,15 \text{ m}$

Για την ταχύτητα κινητής κεφαλής:

$\text{---}$

$\text{---}$

$\text{---} - \text{---}$

$\text{---}$

Επιτάχυνση της κινητής κεφαλής:

$\text{---}$   $\text{---}$

$\text{---}$

### Δυνάμεις



### Ροπή

### Έργο και ισχύς

Διαθέσιμο έργο από την πρέσα:

- $H = 2r = 0,396 \text{ m}$
- 
- 

Αποδιδόμενο έργο από το σφόνδυλο κατά την ωφέλιμη διαδρομή της πρέσας:

- $Z = 0,50$  για διακοπτόμενη λειτουργία της πρέσας
- 
- 
- 

### Σφόνδυλος:

$$D = 0,396 \text{ m}$$

$$h = 0,25 \text{ m}$$

$$V = 0,031$$

$$m = 195,959 \text{ kg}$$

1 τρύπα για άξονα:

$$d = 0,0636 \text{ m}$$

$$h = 0,25 \text{ m}$$

$$V = 0,003$$

$$m = 22,545 \text{ kg}$$

- —
- —

Ισχύς ηλεκτροκινητήρα πρέσας: — —

Υπολογισμός σε παράδειγμα με 20 τρύπες και 8 mm λαμαρίνα

Συντελεστής διακύμανσης της ταχύτητας = 0,1

Χυτοσίδηρος με πυκνότητας  $\rho = 7100 \text{ kg/}$

$N = 5$  χτυπήματα / min (strokes/min)

Μέση ταχύτητα σφονδύλου = 5

Μέγιστη απαιτούμενη δύναμη για το άνοιγμα μιας οπής =

$E \quad \pi$

Ενέργεια που απαιτείται για το άνοιγμα μιας οπής (Υπόθεση λειτουργίας της πρέσας με 80% απόδοση):  $E = \text{—}$

Η πραγματική λειτουργία διάτρησης διαρκεί το 1/10 του κύκλου. Η υπόλοιπη απομένουσα περίοδος του κύκλου (9/10) σαν ενέργεια, αποθηκεύεται στο σφόνδυλο.

Διακύμανση της ενέργειας = —

Το μέγιστο διαθέσιμο κενό είναι 150 mm και η διάμετρος του σφονδύλου  $D = 396 \text{ mm}$  για τη διεξαγωγή του σχεδιασμού η ταχύτητα του rim είναι:  $u = \pi$

—.

Αυτή η ταχύτητα είναι μικρότερη από τη μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα για το γκρι χυτοσίδηρο (grey cast iron).

Για τη μάζα του σφονδύλου: \_\_\_\_\_

Υποθέτοντας ότι το 90% της μάζας του σφονδύλου είναι συγκεντρωμένο στο δακτύλιο,

Η ροπή κάμψης είναι:  $M = n$

Μέση ροπή \_\_\_\_\_

Παράγοντας κρούσης:

Παράγοντας κόπωσης:

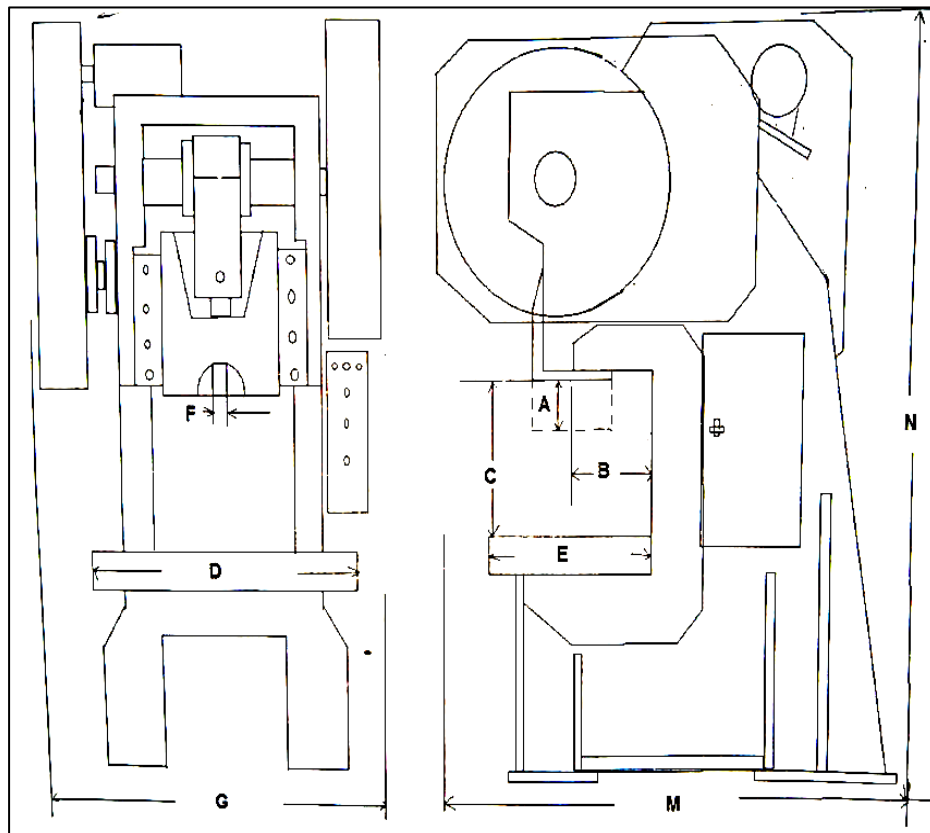
Ισοδύναμη ροπή=

Ο άξονας αποτελείται από ανθρακούχο χάλυβα (carbon steel) με διατμητική δύναμη 360 N με συντελεστή ασφαλείας 4.

Δύναμη / σφονδύλου = 7100

#### 4.3 Σχεδιασμός της μηχανικής πρέσας

Το πρωτότυπο σχέδιο της πρέσας πριν από το τελικό που προέρχεται από το solidworks αποτυπώνεται στο Σχήμα 4.4.



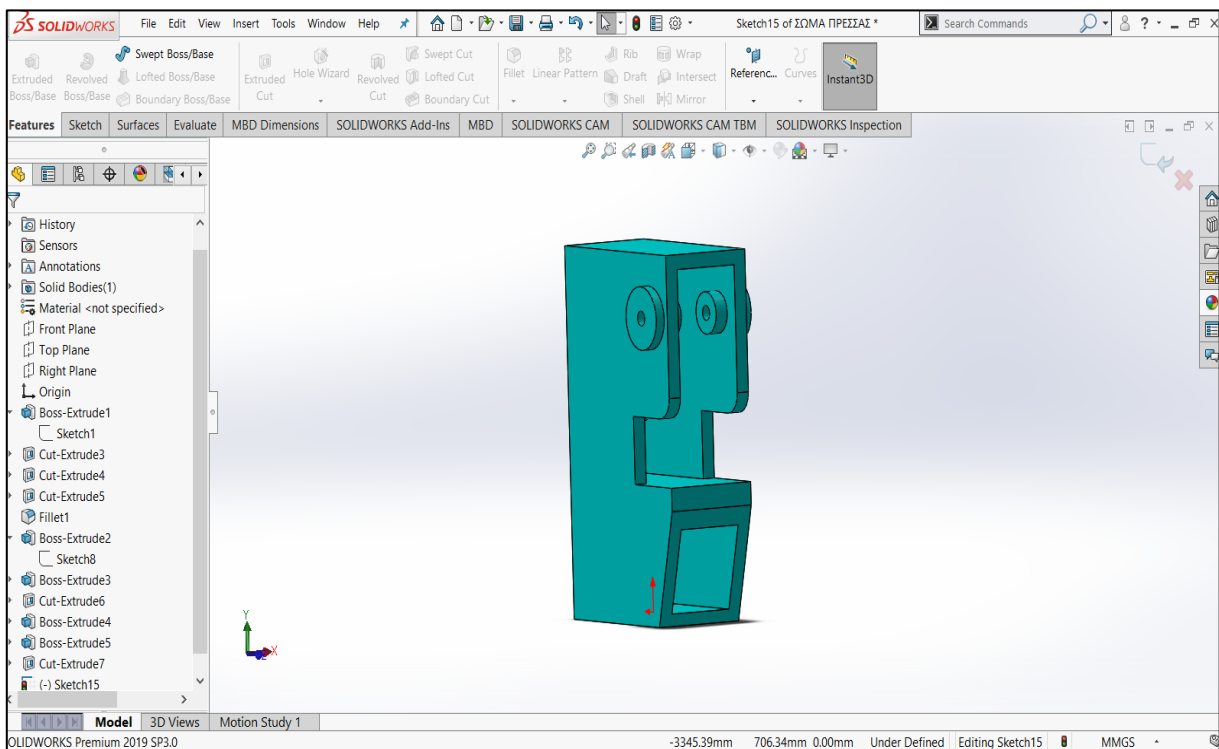
**Σχ. 4.4 Σχέδιο πρέσας**

Επιπλέον οι διαστάσεις που φαίνονται στο Σχήμα 4.4 προέρχονται από τις τιμές της μάζας των 20 τόνων από τον πίνακα 4.1.

### Πίνακας 4.1

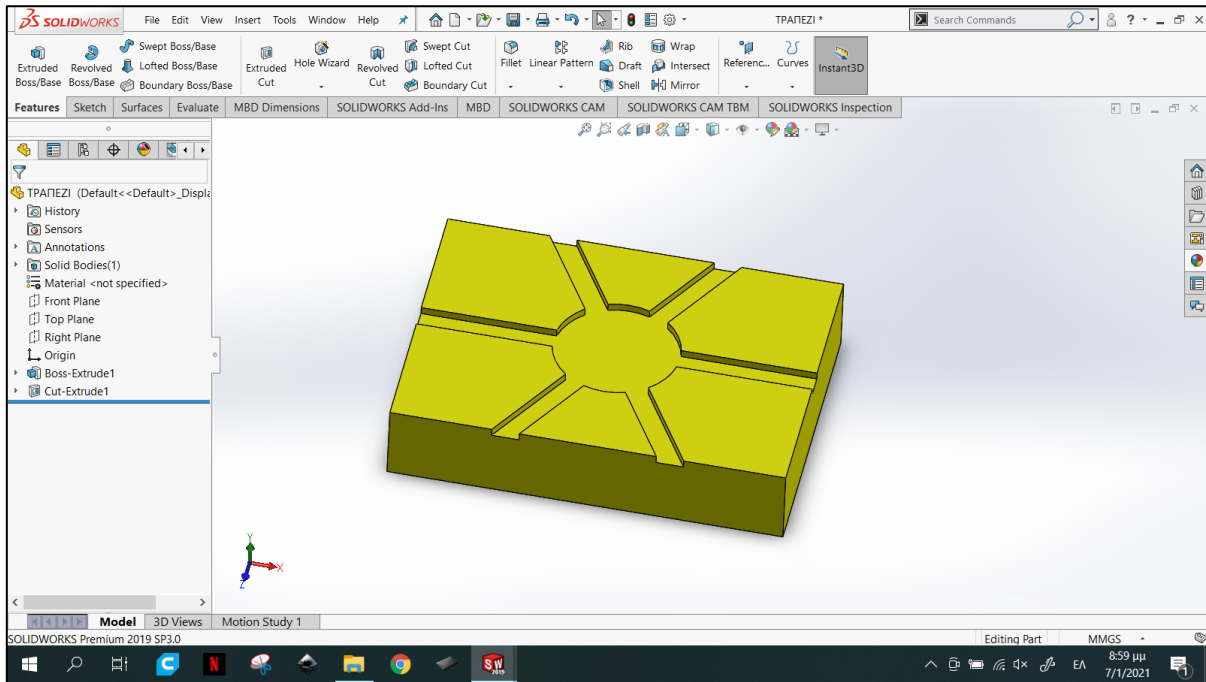
Μάζα (τόνοι)	A(mm)	B(mm)	C(mm)	D(mm)	E(mm)	F(mm)	G(mm)	M(mm)	N(mm)	Strokes(/min)	Βάρος (Kg)	Κινητήρας (HP)
12	0-40	140	190	400	280	30	700	700	1550	150	400	1,5
20	0-50	180	220	500	360	35	800	1000	1750	130	600	3
30	0-70	220	290	650	440	40	900	1100	2000	120	2000	4
40	0-70	220	290	650	440	40	950	1100	2000	70	2000	4
60	0-80	240	330	750	480	50	1000	1200	2300	65	3000	5,5
80	0-100	260	370	800	520	50	1100	1350	2500	60	4000	7,5
100	0-100	290	390	850	580	55	1200	1500	2600	60	5000	10
120	0-120	320	440	900	640	55	1250	1700	2750	55	6500	12,5
150	0-120	350	470	1000	700	60	1350	2000	3000	50	8000	15

Μόνο το πλαίσιο της πρέσας που σχεδιάστηκε στο solidworks αποτυπώνεται στο Σχήμα 4.5.

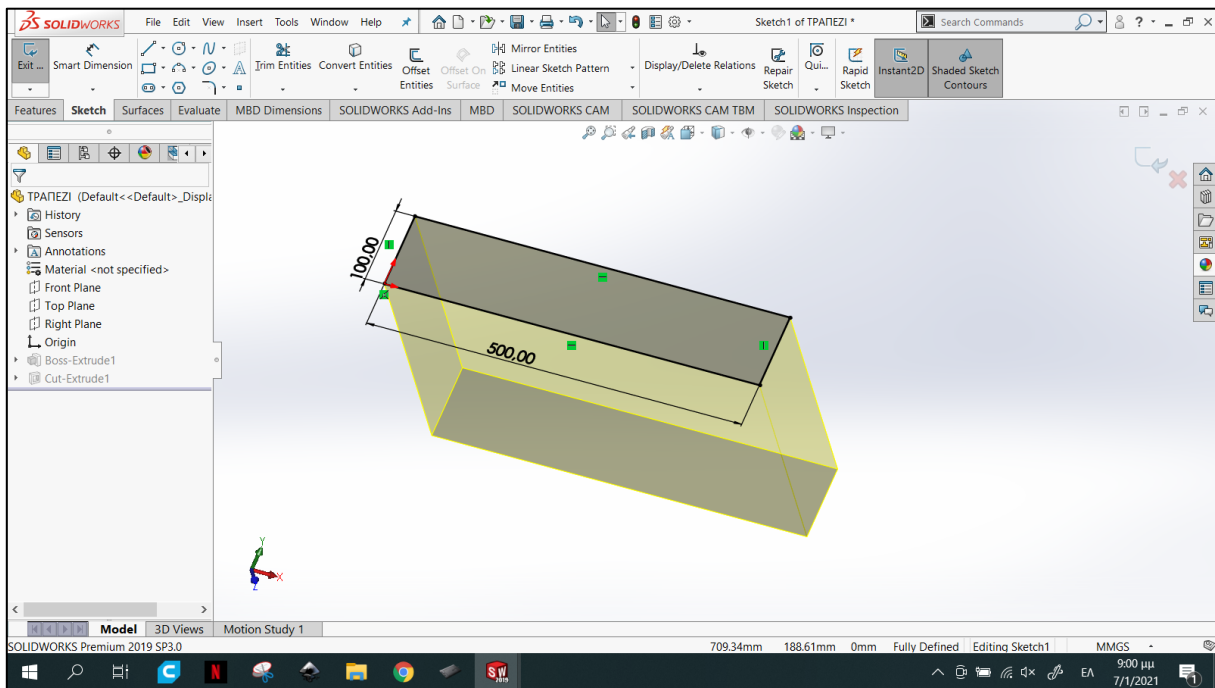


**Σχ. 4.5 Πλαίσιο πρέσας**

Στο Σχήμα 4.6, Σχήμα 4.7 αποτυπώνεται το τραπέζι της πρέσας.



**Σχ. 4.6 Τραπέζι της μηχανικής πρέσας**

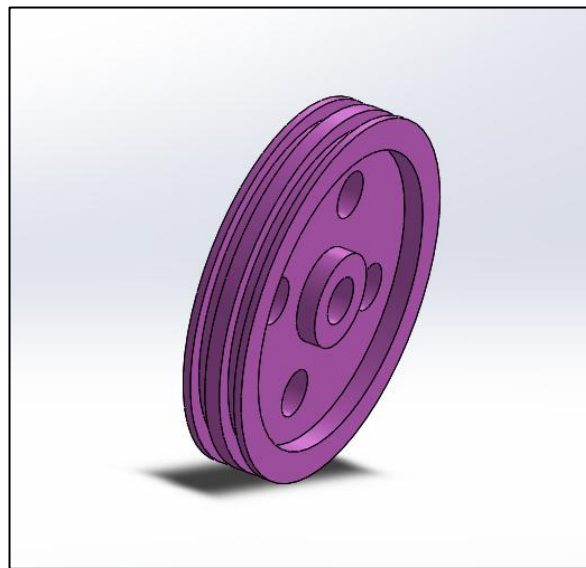


**Σχ. 4.8 Σχεδιασμός των διαστάσεων του τραπέζιού της πρέσας**

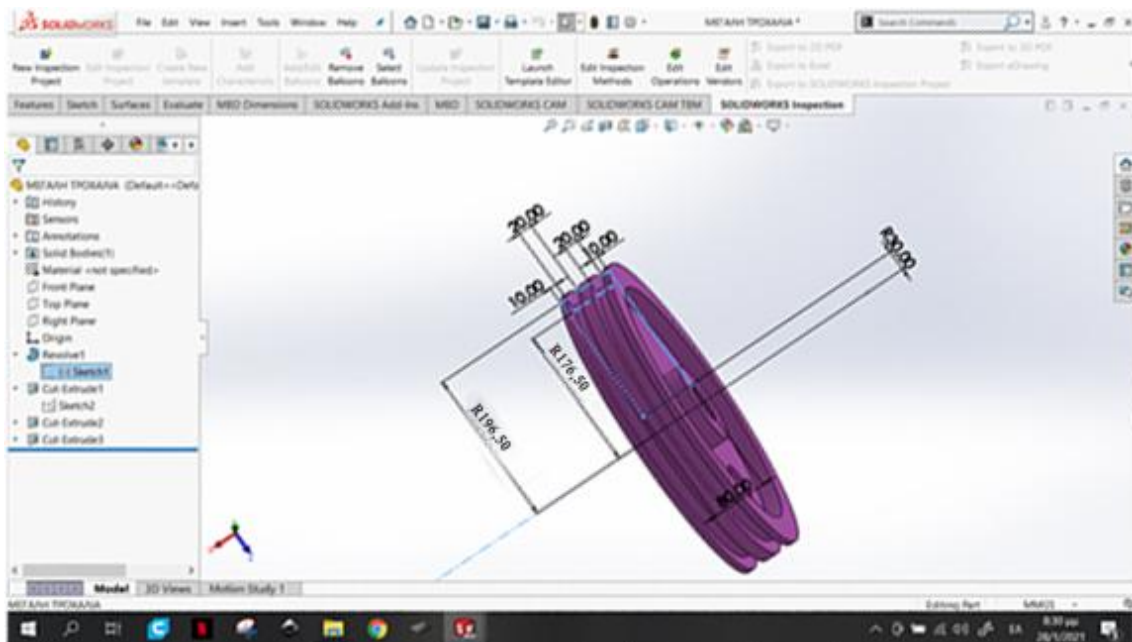
Στα Σχήματα 4.9, 4.10, 4.11, 4.12 και 4.13 αποτυπώνεται ο σχεδιασμένος σφόνδυλος της πρέσας. Για το σχεδιασμό του σφονδύλου είναι αρχικά σημαντική η



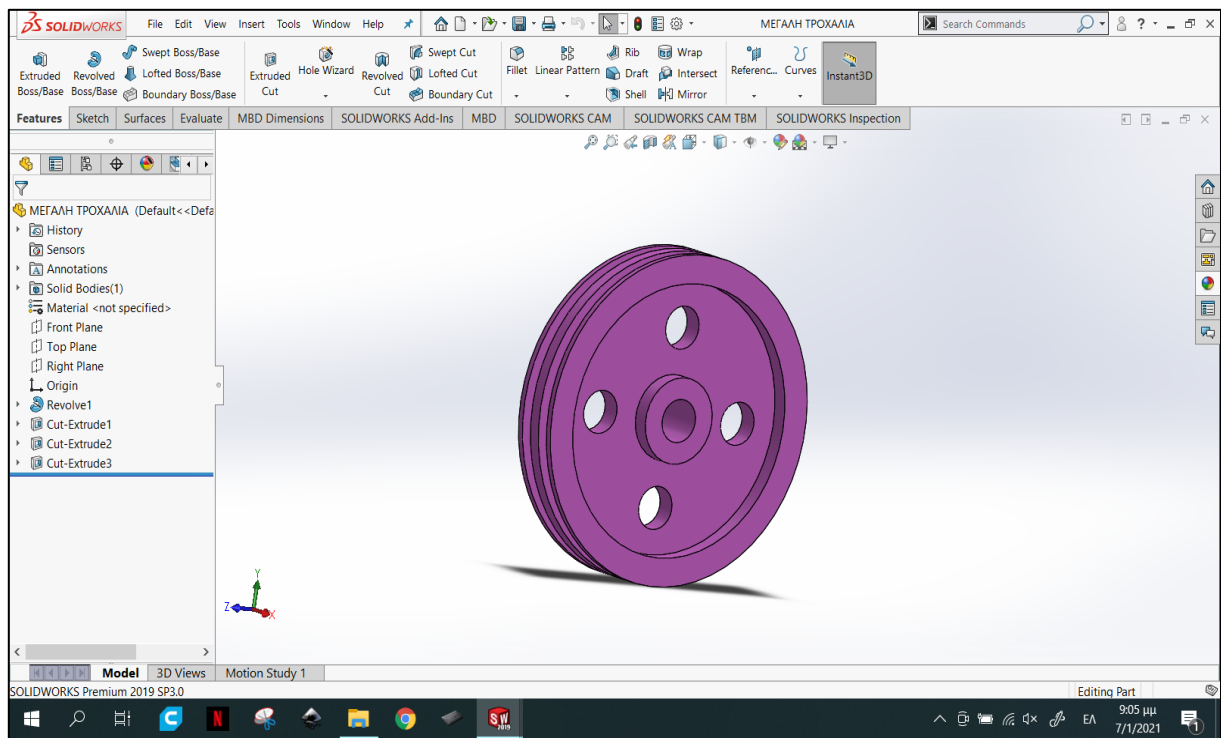
γνώση του υλικού που θα χρησιμοποιηθεί, του τύπου, της εφαρμογής του, της επιθυμητής ταχύτητας και των διαστάσεών του. Η περιφερειακή ταχύτητα εξαρτάται από την επιτρεπτή δύναμη του υλικού. Στην περίπτωση του γκρι χυτοσίδηρου θα πρέπει να είναι μικρότερη ή μεγαλύτερη από 25 m/s. Ο σχεδιασμός του σφονδύλου έχει απασχολήσει τους ερευνητές αρκετά όπως έχει ήδη αναφερθεί και στο κεφάλαιο 2. Ως πρότυπο λειτούργησε η έρευνα των Balasaheb R. και Rajmane S. στην οποία προσαρμόστηκαν οι νέοι παράμετροι της πρέσας [39].



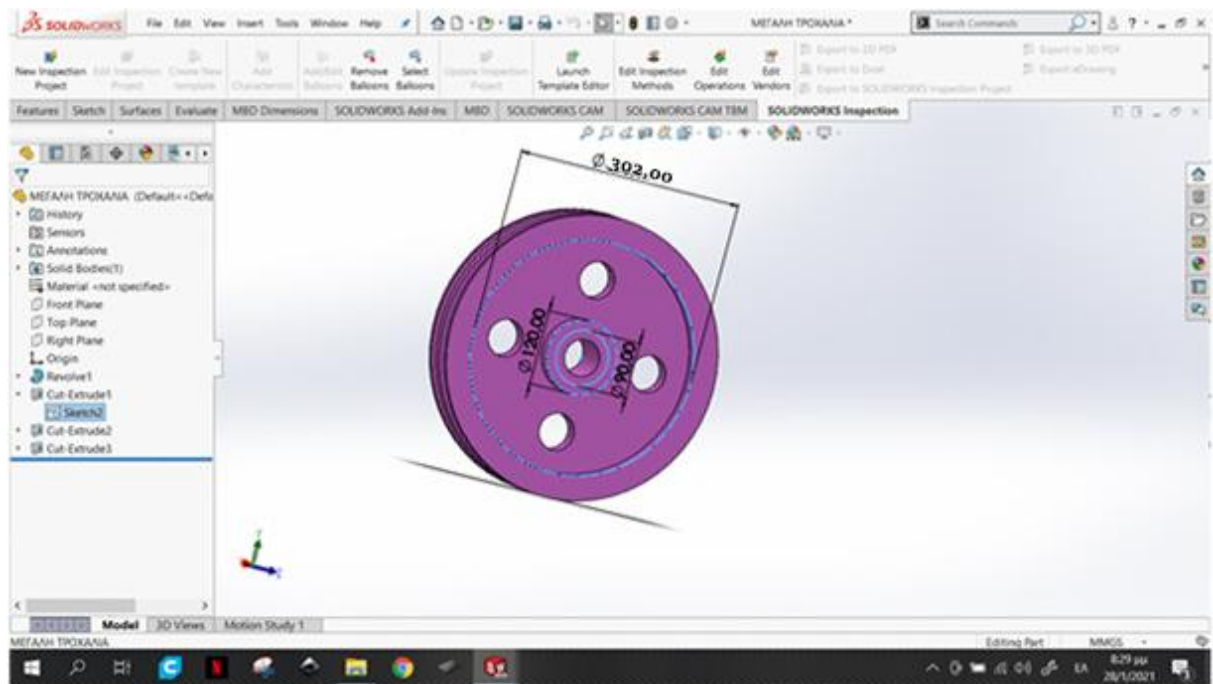
**Σχ. 4.9 Σφόνδυλος**



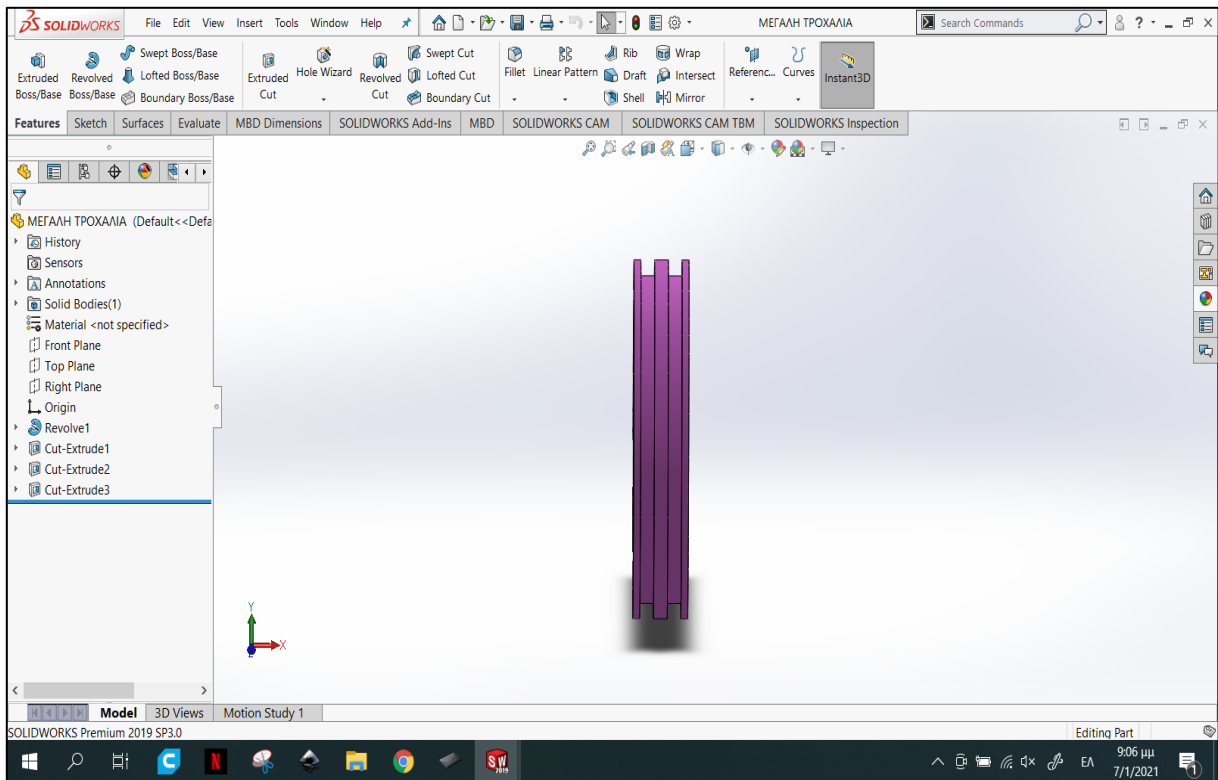
**Σχ. 4.10 Πλάγια όψη σφονδύλου με διαστάσεις**



**Σχ.4.11 Σχέδιο του σφονδύλου της πρέσας**

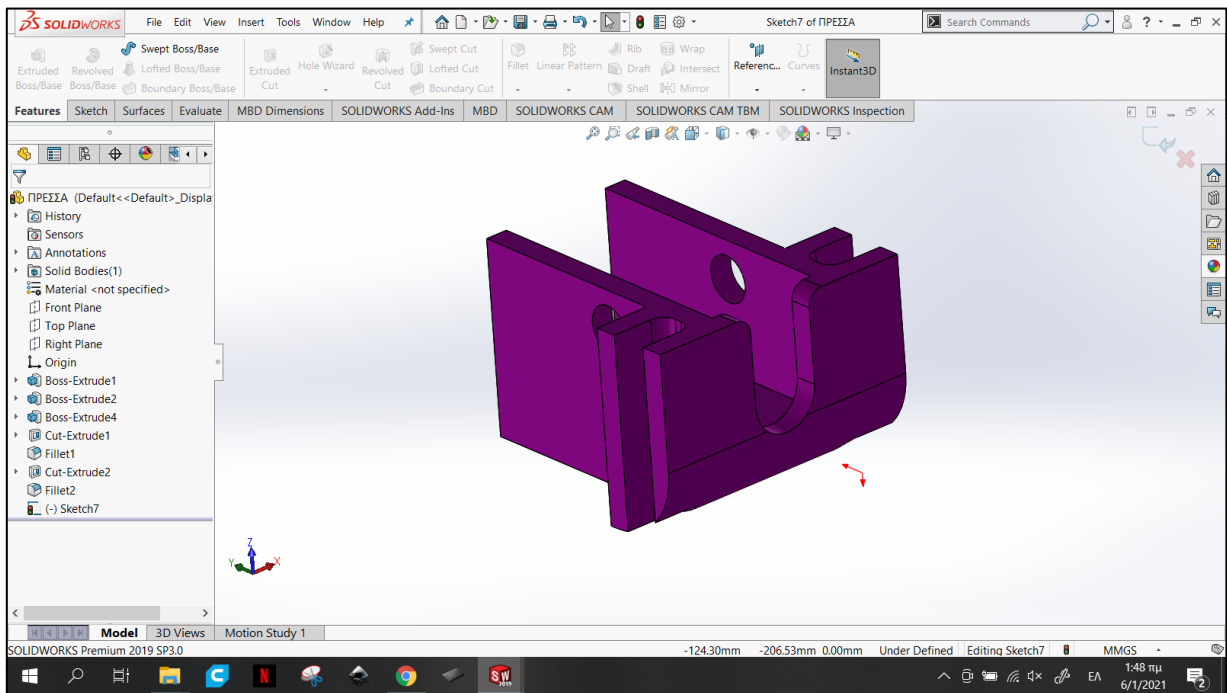


**Σχ. 4.12 Σχέδιο του σφονδύλου της πρέσας με διαστάσεις**

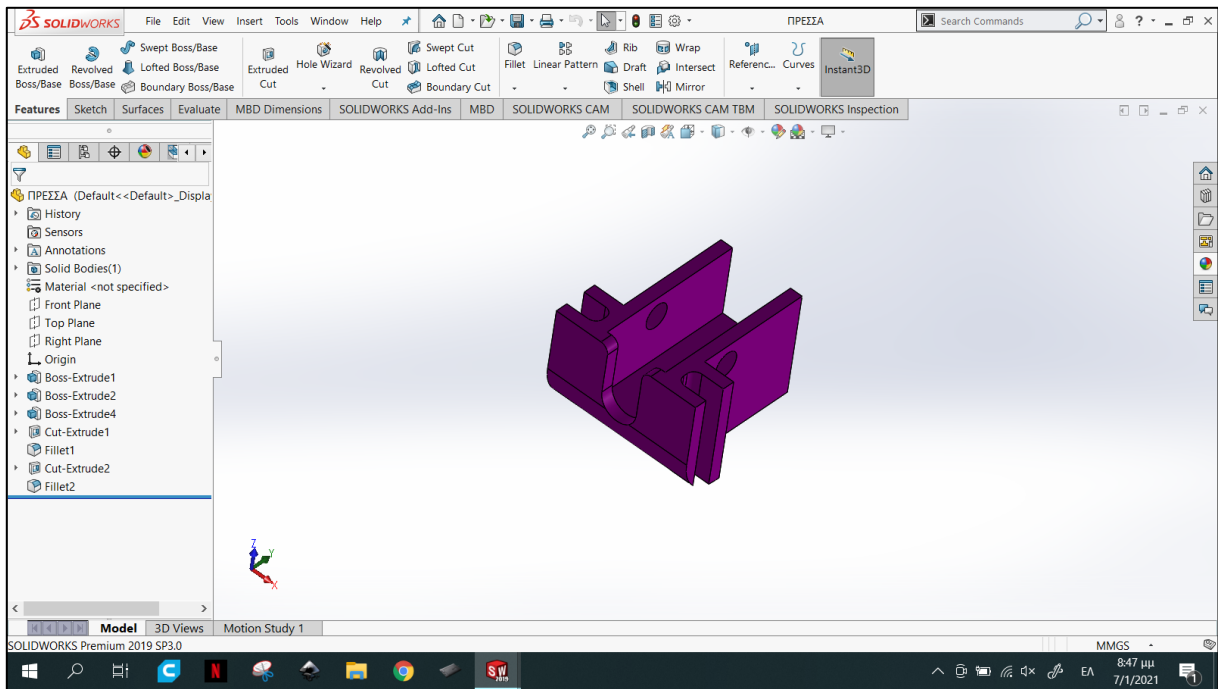


**Σχ. 4.13 Σχέδιο του σφονδύλου της πρέσας**

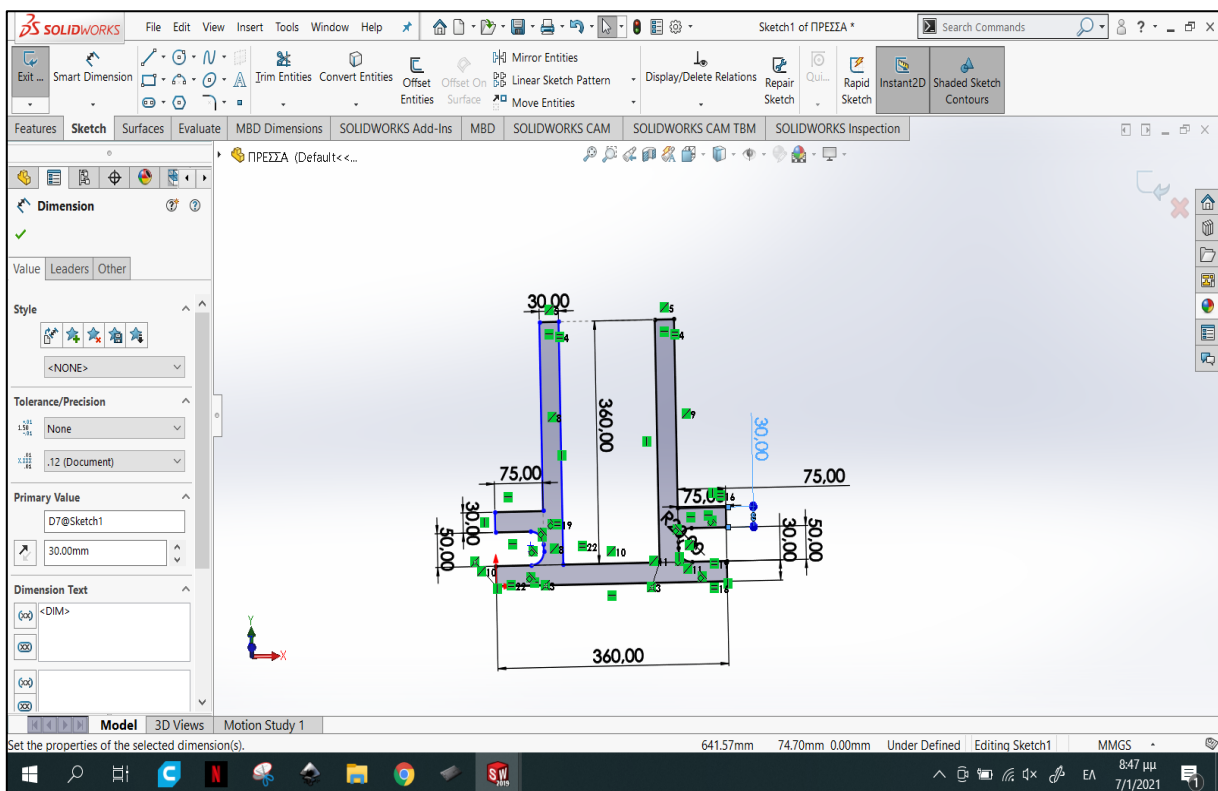
Στα Σχήματα 4.14, 4.15, 4.16 αποτυπώνεται η κινητή κεφαλή της πρέσας.



**Σχ. 4.14 Κινητή κεφαλή της πρέσας**

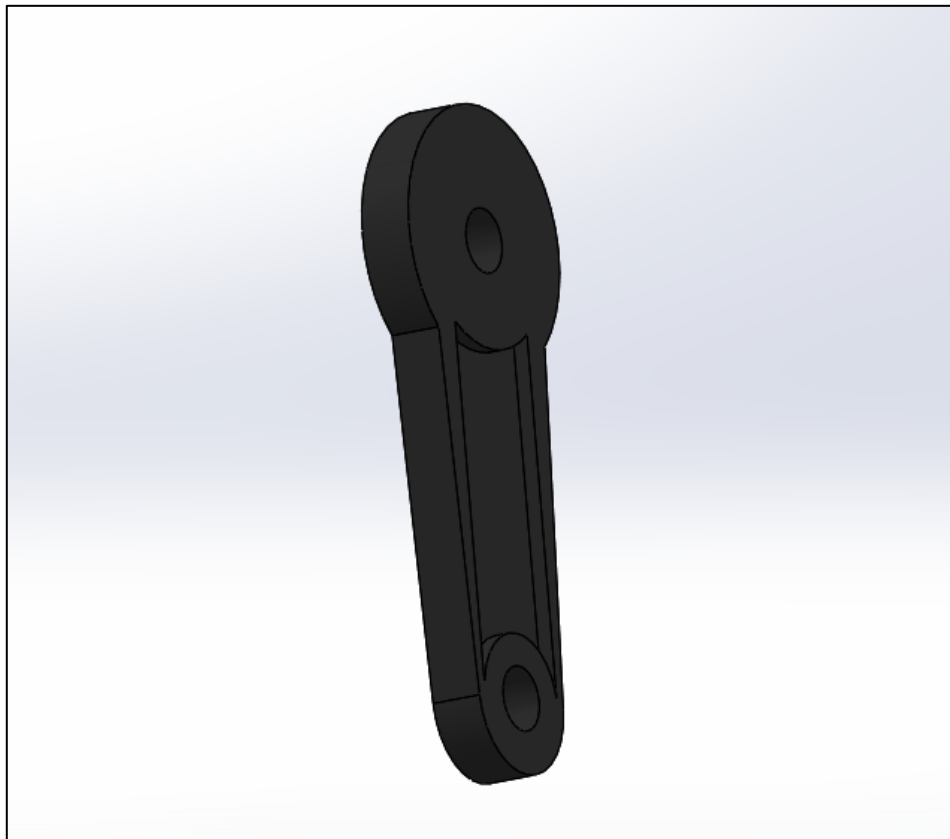


**Σχ. 4.15 Σχέδιο της κινητής κεφαλής της πρέσας**

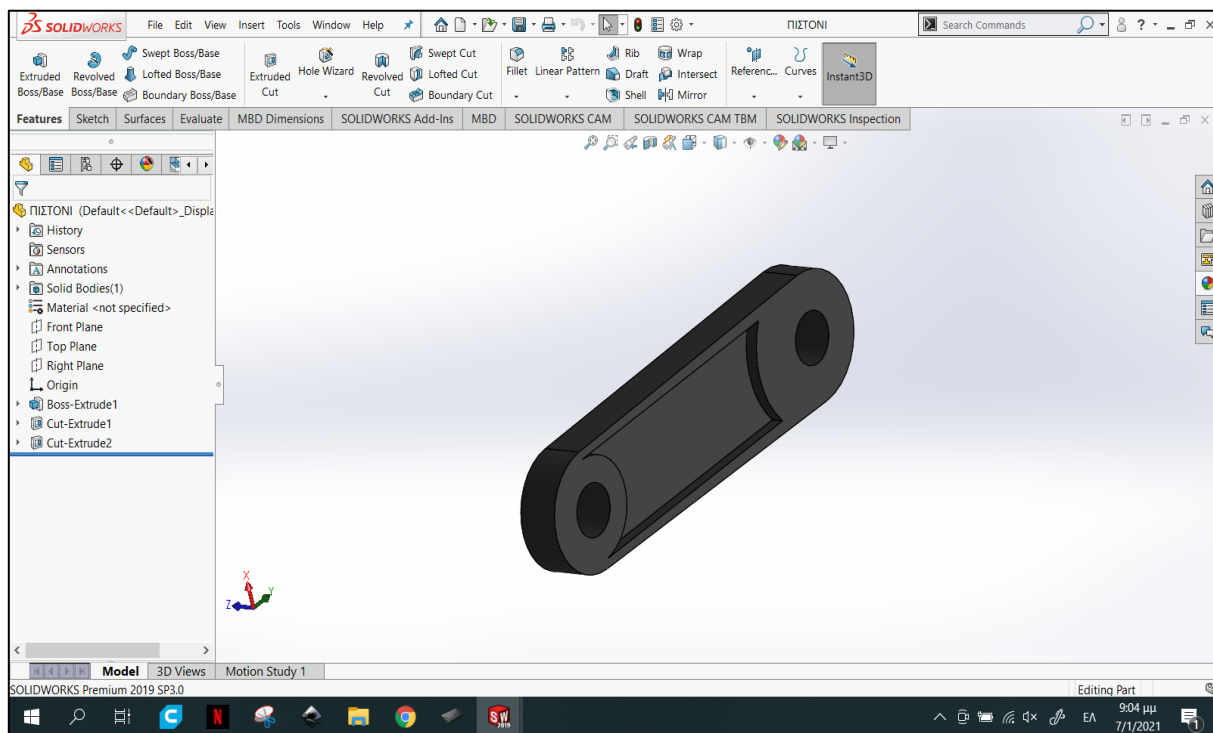


**Σχ. 4.16 Σχεδιασμός των διαστάσεων της κινητής κεφαλής της πρέσας**

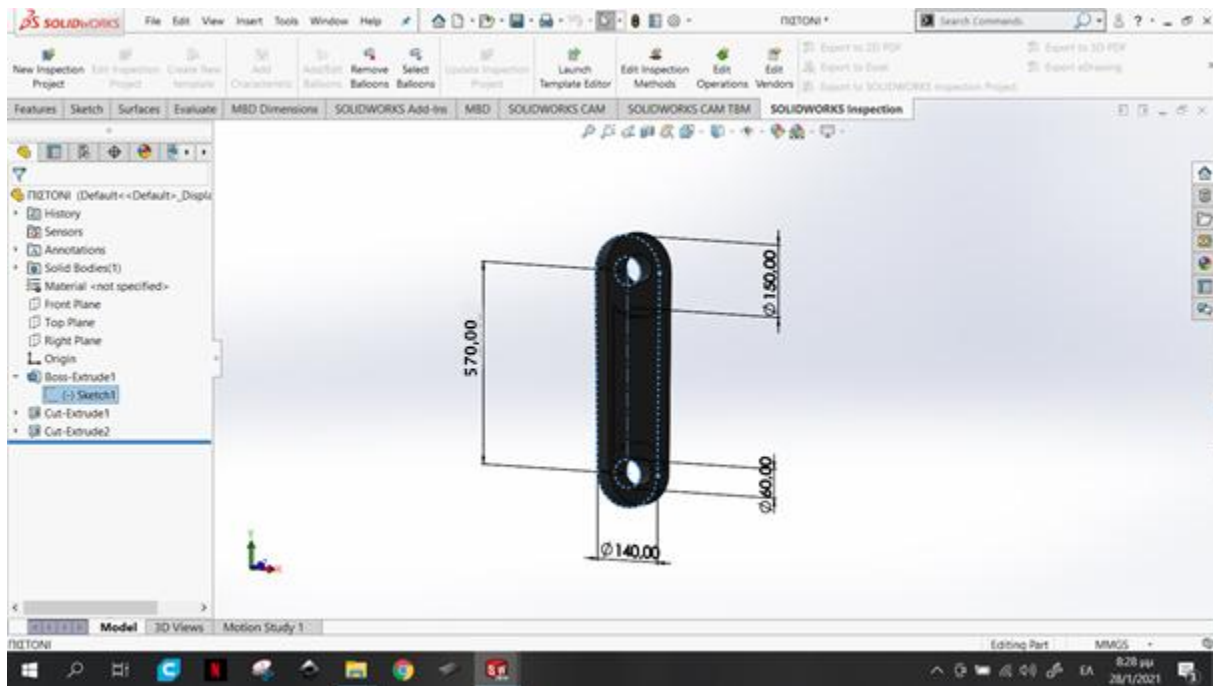
Στα Σχήματα 4.17, 4.18, 4.19 αποτυπώνεται ο διωστήρας της πρέσας που ενώνεται με τον εκκεντροφόρο άξονα και την κινητή κεφαλή.



Σχ. 4.17 Διωστήρας της πρέσας

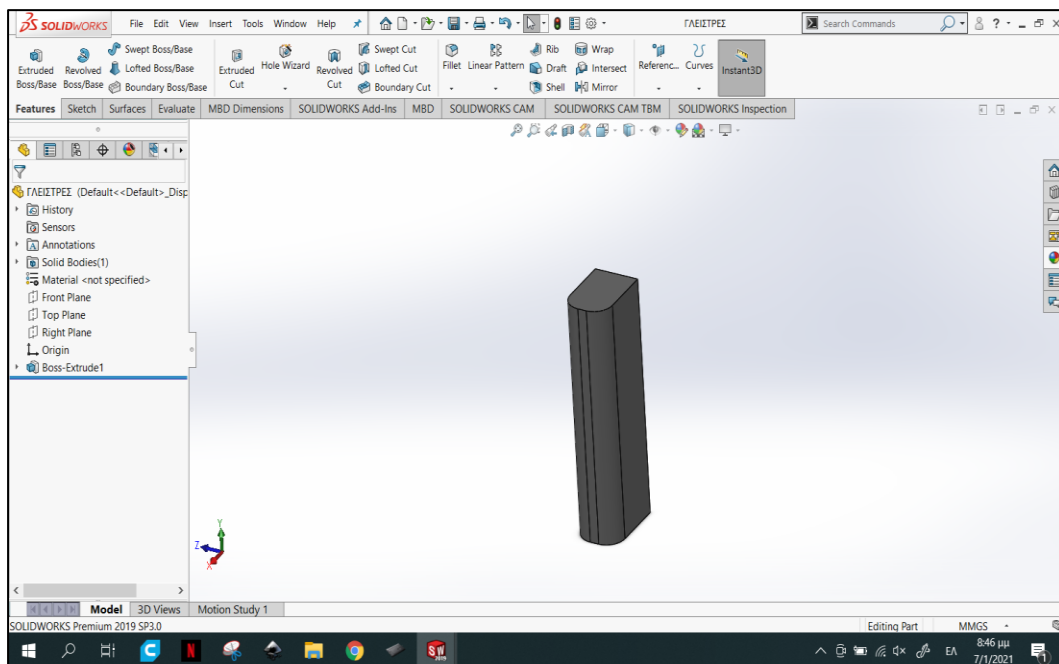


Σχ. 4.18 Διωστήρας της πρέσας



**Σχ. 4.19 Διωστήρας της πρέσας με διαστάσεις**

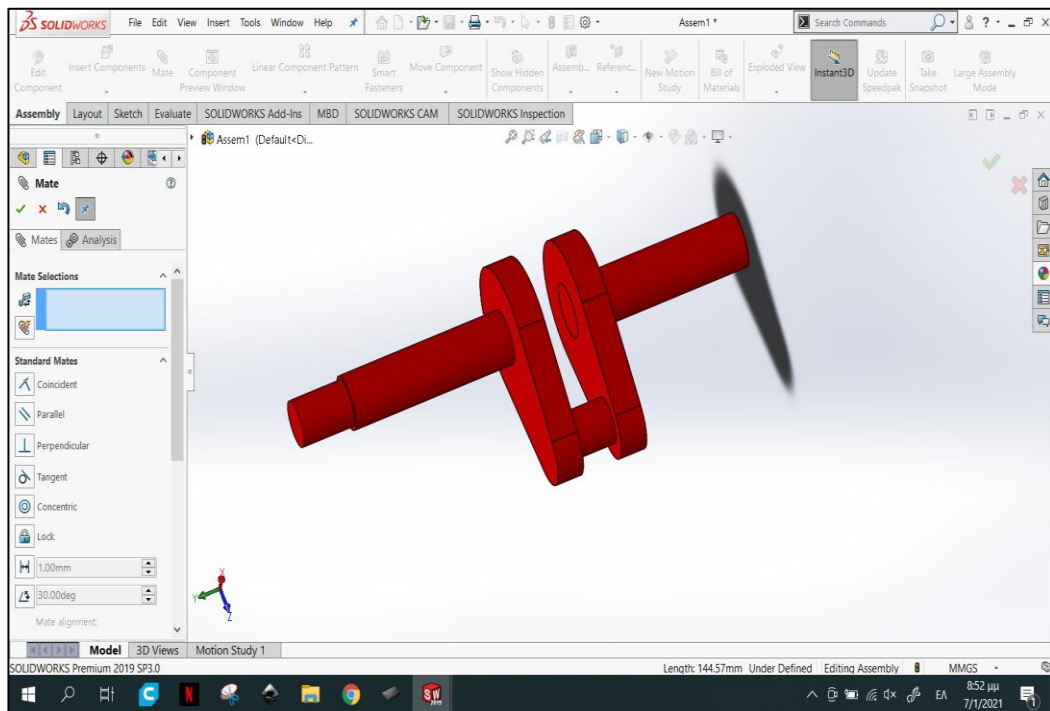
Στο Σχήμα 4.20 αποτυπώνεται η γλίστρα της πρέσας.



**Σχ. 4.7 Γλίστρα της πρέσας**

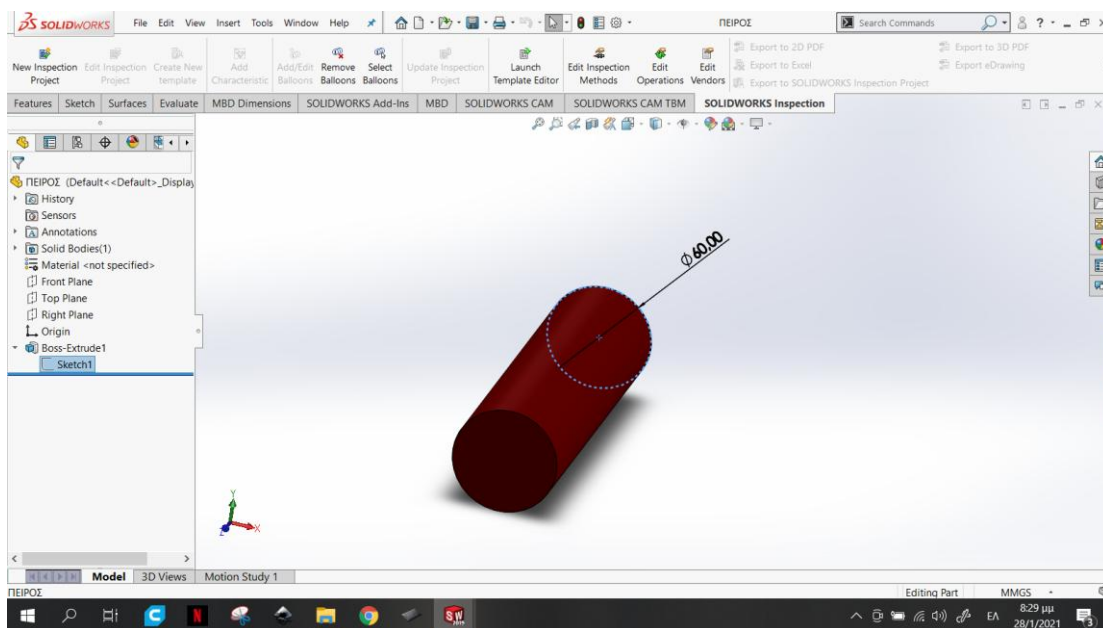


Στο Σχήμα 4.21 αποτυπώνεται ο εκκεντροφόρος άξονας.

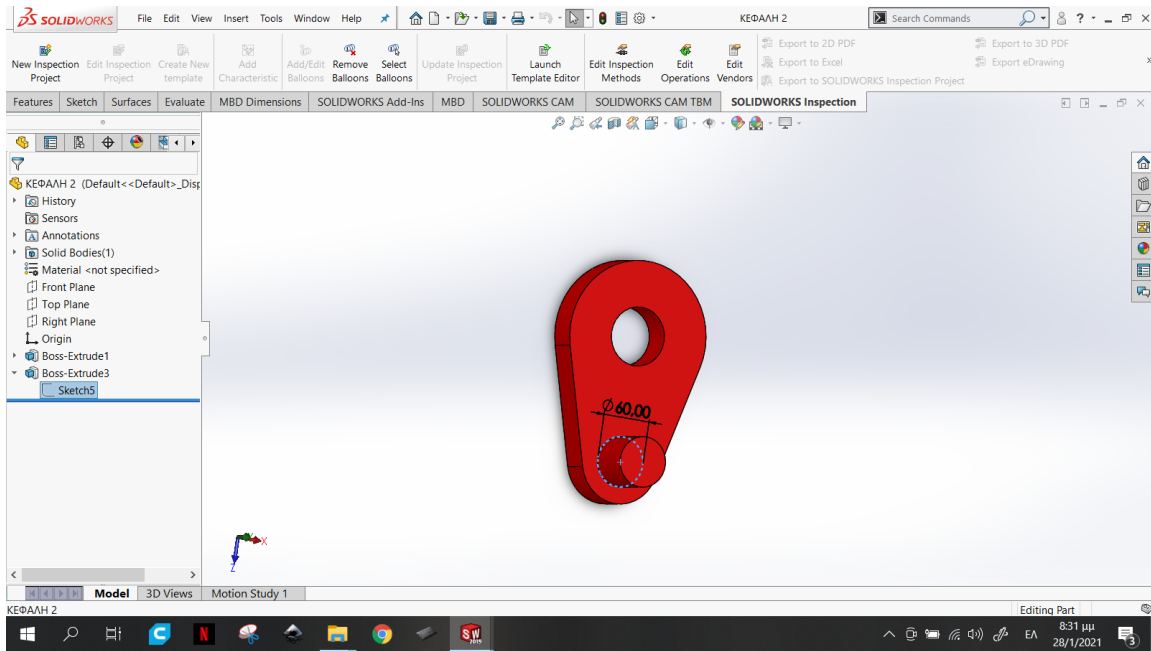


**Σχ. 4.8 Εκκεντροφόρος άξονας της μηχανικής πρέσας**

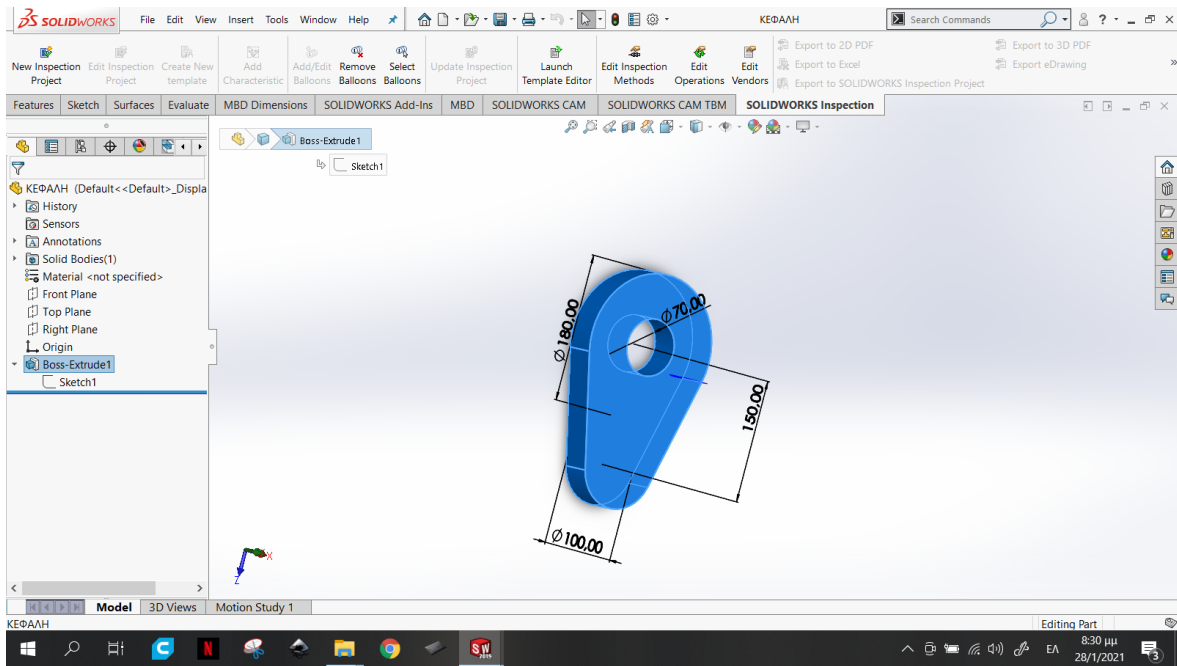
Στα σχήματα 4.22, 4.23 και 4.24 αποτυπώνονται τα επιμέρους μέρη που σχεδιάστηκαν ξεχωριστά για να σχηματιστεί ο εκκεντροφόρος άξονας.



**Σχ. 4.22 Τμήμα του εκκεντροφόρου άξονα της μηχανικής πρέσας**



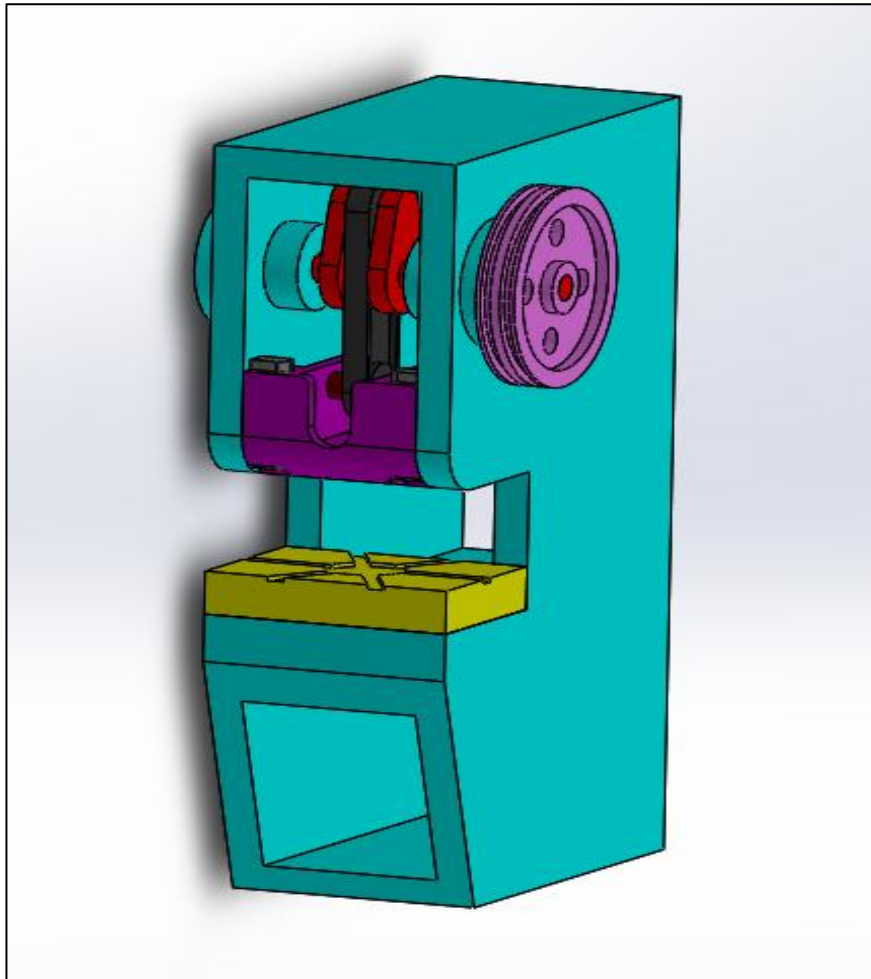
**Σχ. 4.23 Τμήμα του εκκεντροφόρου άξονα της μηχανικής πρέσας**



**Σχ. 4.24 Τμήμα του εκκεντροφόρου άξονα της μηχανικής πρέσας**



Στο Σχήμα 4.25 αποτυπώνεται ολοκληρωμένο το σχέδιο της μηχανικής πρέσας.



**Σχ. 4.9 Ολοκληρωμένο σχέδιο της μηχανικής πρέσας στο λογισμικό *solidworks***

## 5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ανέκαθεν ο άνθρωπος έψαχνε πάντα τρόπους βελτίωσης των εργαλείων και των διαδικασιών. Οι διάφορες κατεργασίες για διαμόρφωση απαιτούν πλέον εξειδικευμένα εργαλεία και μηχανήματα. Μέσω των διαμορφώσεων μεταβάλλεται τόσο η γεωμετρική μορφή, όσο και οι ιδιότητες του υλικού.

Μέσα από τις περισσότερες διαδικασίες βελτιώνεται η αντοχή. Από τις πιο γνωστές μορφές κατεργασίας είναι όσες αφαιρούν υλικό (τορνάρισμα, φρεζάρισμα, διάτρηση κ.λπ.). Οι πιο γνωστές είναι αυτές τις πλαστικής παραμόρφωσης (κάμψη, έλαση κ.λπ.). Ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για την επιλογή της κατεργασίας είναι το εργαλείο, καθώς και ο συνδυασμός τεμαχίου και εργαλείου, η πλαστική ζώνη και γενικότερα ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται.

Το πλαίσιο της πρέσας πρέπει να είναι κατάλληλο ώστε να απορροφά τις δυνάμεις που δρουν και να καθοδηγεί τον ολισθητήρα μαζί με την άνω μήτρα (κινούμενη). Το έμβολο μεταφέρει έμμεσα τη δύναμη στη μήτρα. Υπάρχουν διάφορες παραλλαγές των μηχανικών πρεσών ανάλογα την κατεργασία που υλοποιείται. Στις μηχανικές πρέσες, η δύναμη μεταδίδεται στον ολισθητήρα μέσω των συνδετικών ράβδων. Οι κύριες δομές που υπάρχουν (ευθεία και τύπου C ή διακένου πρέσα) μπορούν ακόμα να εφαρμοστούν τόσο στις μηχανικές όσο και στις υδραυλικές πρέσες.

Μια μηχανική πρέσα παράγει τη δύναμή της μηχανικά. Αυτό σημαίνει ότι ο κινητήρας συνδέεται σε ένα στροφαλοφόρο άξονα ο οποίος δίνει κίνηση στο διωστήρα, που κινεί το έμβολο. Ο κινητήρας που παράγει την ορμή συνδέεται με ένα σφόνδυλο που συνδέεται με το στροφαλοφόρο άξονα και ελέγχεται από έναν προσαρτημένο συμπλέκτη. Κάποιες φορές ο σφόνδυλος προσκολλάται σε ένα γρανάζι, το οποίο με προσκολλάται σε ένα επιπλέον γρανάζι που περιστρέφει τον στροφαλοφόρο άξονα. Στις ευθείες πρέσες, συνήθως θα υπάρχουν δύο γρανάζια τα οποία λειτουργούν με το μοναδικό στροφαλοφόρο άξονα. Γενικότερα στις μηχανικές

πρέσες η δύναμη εξαρτάται από την εκάστοτε θέση του διωστήρα. Πρακτικά, η ενέργεια που έχει αποθηκευτεί στο στρόφαλο μεταφέρεται στην ωστική κεφαλή. Οι ταχύτητες έχουν υψηλότερη παραγωγή και αποδοτικότητα. Αυτή η ταχύτητα περιορίζεται από το κιβώτιο ταχυτήτων. Τα κυριότερα μέρη που αποτελείται ένα κοπτικό εργαλείο πρέσας είναι το έμβολο, η μήτρα, τα εξαρτήματα σύσφιξης, η κεφαλή της πρέσας, τα στοιχεία οδήγησης του εμβόλου, τα στοιχεία οδήγησης του τεμαχίου, ο μηχανισμός καθορισμού του μήκους προώθησης και οι εξωλκείς για την απομάκρυνση των αποβλήτων.

Οι πρέσες θεωρούνται γενικά ένας από τους καλύτερους τρόπους για το σχηματισμό μια λαμαρίνας. Οι πρέσες χρησιμοποιούνται συνήθως για τη διάτρηση, τη σφυρηλάτηση, τη χύτευση, τη συμπίεση, το «Fine blanking», τη βαθιά κοίλανση και τη λειτουργία σχηματισμού των μετάλλων.

Γενικότερα υπάρχουν εν ισχύ νέοι κανονισμοί ασφαλείας στην ΕΟΚ. Όλα τα διατάγματα εφαρμόζονται απευθείας στο αντίστοιχο κράτος μέλος, ενώ οι εθνικές κυβερνήσεις λαμβάνουν συγκεκριμένες οδηγίες.

Οι πρέσες χρησιμοποιούνται για την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων αντικειμένων γρήγορα, με ακρίβεια και οικονομικά από την κατεργασία του μαλακού χάλυβα και άλλων όλκιμων υλικών. Αυτά τα μηχανήματα στην ουσία μετασχηματίζουν μεταλλικά ή μη μεταλλικά υλικά. Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα των σφονδύλων είναι η ικανότητα χειρισμού των υψηλών επιπέδων ισχύος. Οι μεμονωμένοι σφόνδυλοι μπορούν να αποθηκεύσουν έως και 500MJ και η μέγιστη ισχύς τους κυμαίνεται από kilowatt έως ακόμα και gigawatt, με τις υψηλότερες δυνάμεις να στοχεύουν σε εφαρμογές παλμικής ισχύος. Για μεγάλο χρονικό διάστημα, τα εκκεντρικά ή στροφικά συστήματα κίνησης ήταν ο μόνος τύπος μηχανισμών κίνησης που χρησιμοποιούνταν στις μηχανικές πρέσες.

Η κίνηση της ωστικής κεφαλής επιτυγχάνεται στο σύστημα διωστήρα στρόφαλου. Από τον περιστρεφόμενο στρόφαλο η κίνηση μεταφέρεται στην ωστική κεφαλή μέσω ενός διωστήρα. Σε αυτό το σημείο, δε μπορεί να μεταβληθεί η διαδρομή της παλινδρομικής κίνησης, αλλά μπορεί να κινηθεί η ωστική κεφαλή μέσω μιας σφαιρικής ατράκτου και με αυτόν τον τρόπο και να επιτευχθεί η σωστή τοποθέτηση κάποιου εργαλείου στην πρέσα. Οι πρέσες στρόφαλου μπορούν να ασκήσουν δυνάμεις από 1250 kN έως και 40,000 kN.

Υπάρχουν αρκετές μελέτες για τις μηχανικές πρέσες όπως αναφέρθηκε. Οι περισσότερες εστιάζουν κυρίως στη βελτίωση του σχεδιασμού της πρέσας με σκοπό

τη μείωση του βάρους και ταυτόχρονα τα ίδια επιθυμητά αποτελέσματα, τη μείωση του θορύβου, καθώς και τη μείωση των σημείων καταπόνησης και της τάσης.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία αναλύθηκαν διεξοδικά οι κανονισμοί και η ιστορία των πρεσών και πιο συγκεκριμένα των μηχανικών. Επιπλέον, συζητήθηκαν οι κατεργασίες, τα εργαλεία των πρεσών, καθώς και τα μηχανικά τμήματα που απαρτίζουν μία μηχανική πρέσα. Τέλος σχεδιάστηκε και αναλύθηκε μία μηχανική πρέσα 20 τόνων. Σε αυτό το σχέδιο αποτυπώθηκαν τα σχεδιασμένα τμήματα της προτεινόμενης πρέσας και συζητήθηκαν οι παράγοντες και τα στοιχεία σχεδιασμού.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] N. AMZALLAG,  
From Metallurgy to Bronze Age Civilizations The Synthetic Theory  
*American Journal of Archaeology*, 4 (2009) ,497-519 .
- [2] W. WHITLOW ,  
*James Watt and Our World, an exhibition at the Science Museum*,  
London, 2011.
- [3] A. H. SCHÜTTE ,  
*Machine tools General catalogue*, 1913.
- [4] N. BRIOT ,  
*Machines and men Patxi Aldabaldetrecu*, 1626.
- [5] ΤΕΙ ΚΡΗΤΗΣ,  
*Κατεργασίες με παραμόρφωση*, Τμήμα Τεχνολογίας Συστημάτων Διαχείρισης Φυσικών Πόρων .
- [6] Γ. ΒΟΣΝΙΑΚΟΣ,  
<https://ocw.aoc.ntua.gr/modules/document/file.php/mech123/12%20sheet%20forming%20processes.pdf>. [accessed 12 12 2020].
- [7] [http://www.mie.uth.gr/ekp\\_yliko/12-bending.pdf](http://www.mie.uth.gr/ekp_yliko/12-bending.pdf). [Accessed 12 12 2020].
- [8] G. SCHULER ,  
1998, <https://www.schulergroup.com/unternehmen/historie/index.html?sLang=en>.  
[Accessed 12 12 2020].
- [9] 200 TON MINSTER SC2-200-60-42 HEVI-STAMPER STRAIGHT SIDE PRESS,  
<https://machinehub.com/listings/70960-200-ton-minster-sc2-200-60-42-hevi-stamper-straight-side-press>. [Accessed 24 11 2020].
- [10] K. OSAKADA , K. MORI, T. ALTAN , P. GROCHE ,  
Mechanical servo press technology for metal forming, *CIRP Annals. Journal of Materials Processing Technology*, 60,( 2011), 651-672.

- [11] S. SUBRAMONIAN , T. ALTAN , C. CAMPBELL , B. CIOCIRLAN ,  
Determination of forces in high speed blanking using FEM and experiments,  
*Journal of Materials Processing Technology*, 213,( 2013).
- [12] MORE R. S. & KULKARNI S. R.,  
Finite Element Analysis and Optimization of 'c' Types,  
*International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 2 (2015).
- [13] E. KAM , "HYDRAULIC PRESS,  
2017.<http://kam-stampingguru.blogspot.com/2011/01/die-basics-shut-height.html>. [Accessed  
24 11 2020].
- [14] H. C. BLUME ,  
Anforderungen aus der neuen Betriebssicherheitsverordnung,  
*WEKA, Verlagsdruckerei Kessler, Bobingen*, 2004.
- [15] INTERNATIONAL LABOUR OFFICE,  
Safety and health in the use of machinery,  
*Protocol 2 of the Universal Copyright Convention.* , 2013. ISBN 978-92-2-127725-5
- [16] A. S. RIGTERINK ,  
Does security imply safety? On the (lack of) correlation between different aspects of  
security, *International Journal of Security & Development*, 4 ,(2015), 1-21.
- [17] EUROPEAN COMMISSION,  
Evaluation of the Machinery Directive,  
*Commission staff final report*, 2018.
- [18] B11 STANDARDS,  
*Safety Of Machinery - General Principles For Design - Risk Assessment And Risk  
Reduction. Inc.ANSI/ISO 12100*, 2012.
- [19] NSA STANDARDS,  
*Machine tools - Mechanical presses -Safety,*  
*Irish Standard I.S. EN 692:2005+A1:2009*, ( 2009).
- [20] B. V. GOLECHHA, P. S. KULKARNI ,  
Design, Analysis and Optimization of 10 TON Pneumatic Press Machine,  
*International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, 4  
(2017).

- [21] D. RAVI ,  
Computer Aided Design and Analysis of Power Press,  
*Middle-East Journal of Scientific Research*, 20, (2014), 1239-1246,  
ISSN 1990-9233.
- [22] H. N. CHAUHAN , R. G. VAGHELA , A. L. DHUDHATRA ,  
Design of C- Frame for Assembly of Mechanical Power Press, 2014.
- [23] S. K. RUCHA , A. V. PAWAR , M. M. BUDHI , S. K. MANGALVEDHE , M. V. PADMAN ,  
Design and Analysis of C Frame for Hydraulic Press,  
*International Journal on Recent Technologies in Mechanical and Electrical Engineering (IJRMEE)*, 2 ,(2015), 59-62,
- [24] M. S. AMBEKAR, S. S. SHINDE ,  
Structural Analysis and Optimization of 'C' Frame of Mechanical Press,  
*International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 6, (2019),  
ISSN: 2395-0056.
- [25] N. MONE , N. NIKAM , N. MAHAMUNI ,  
Design and Fabrication of Mechanical Press for Assembly and Dismantling of Sugarcane Crusher,  
*International Journal of Engineering Development and Research*, 4,(2016), 718-721.
- [26] M. BHAVAN, B. S. MARG ,  
IS 8064:2002, *Bureau of Indian Standards, New Delhi 110002*, 2002.
- [27] B. N. KHICHADIA, D. M. CHAUHAN ,  
A REVIEW ON DESIGN AND ANALYSIS OF MECHANICAL PRESS FRAME,  
*International Journal of Advance Engineering and Research Development (IJAERD)*,  
1,(2014).
- [28] K. K. PUJARA, B. L. JUNEJA ,  
A course in Machine design, *Dhanoatrai & sons*, 2018.
- [29] H. N. CHAUMAN, M. P. BAMBHANI ,  
"Design & Analysis of Frame of 63 Ton Power press Machine by using Finite Element Method,  
*Indian Journal of applies research engineering*, 3,(2013)

- [30] C. IANCU ,  
Comparison between Analytical Calculus and FEM for a Mechanical Press Bed,  
*American Journal of Mechanical Engineering*, 1, (2013), 6-13.
- [31] M. PRABAHARAN, V. AMARNATH ,  
Structural Optimization of 5 Ton Hydraulic Press and Scrap Baling Press for Cost Reduction by Topology,  
*International Journal of Modeling and Optimization*,1,(2011).
- [32] A. G. NAIK, N. K. MANDAVGADE ,  
FEA Implementation In Analysis and Optimization of Top and Bottom Frame for Hydraulic Cotton Lint Baling Press,  
*International Journal of Scientific & Engineering Research*, 3, (2012).
- [33] B. BOLUND , H. BERNHOFF , M. LEIJON ,  
Flywheel energy and power storage systems,  
*international journal of Renewable and Sustainable Energy, Reviews*, 11,(2007), 235–258.
- [34] P. AKSHAY , G. PUNDE , K. GATTANI ,  
Analysis of Flywheel,  
*International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)*, 3,(2013),1097-1099.
- [35] S. SAHA , A. BOSE , TEJESH G. S., S. P. SRIKANTH ,  
Computer aided design & analysis on flywheel for greater efficiency,  
*International Journal of Advanced Engineering Research and Studies, IJAERS*, 1,(2012).
- [36] M. LAVAKUMAR, R. S. PRASANNA ,  
Design and analysis of light weight motor vehicle flywheel,  
*International Journal of Computer Trends and Technology (IJCTT)*, 4, (2013).
- [37] S. G. BAWANE , A. P. NINAWA , S. K. CHOUDHARY ,  
Analysis and optimization of flywheel,*nternational Journal of mechanical engineering and robotics*, 1, (2012).
- [38] S. M. DHENGLE , D. V. BHOPE , S. D. KHAMANKAR ,  
Investigation of stresses in arm type rotating flywheel,  
*nternational Journal of Engineering Science and Technology (IJEST)*, 4, (2012).



- [39] R. BALASAHEB, S. RAJMANE ,  
Case Study on Design of a Flywheel for Punching Press Operation,  
*International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT)*, 3, (2014),  
ISSN: 2249 – 8958.
- [40] D.Y. SHAHARE, S. M. CHOUDHARY ,  
Design Optimization of Flywheel of Thresher using FEM,  
*Advanced Materials Manufacturing & Characterization*, 3, (2013).
- [41] G. SCHULER ,  
Metal Forming Handbook,  
S. GmbH, Ed., Göppingen Germany: Springer, 1998.
- [42] E. ASKAROV, A. ZHAUYT , Z. ABILKAIYR , A. ZHANKELDI , S. NAURUSHEV ,  
NEW TYPE CAM-SCREW MECHANICAL PRESS,  
*ENGINEERING FOR RURAL DEVELOPMENT*, 2017.
- [43] R. HALICIOGLU, L. H. DÜLGER , A. T. BOZDANA ,  
Mechanisms, classifications, and applications of servo presses: A review with comparisons,  
in *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part B Journal of Engineering  
Manufacture*. DOI: 10.1177/0954405415600013, 2015.
- [44] K. WEGENER ,  
Forming Presses (Hydraulic, Mechanical, Servo),  
*Springer Link - CIRP Encyclopedia of Production Engineering*. DOI:  
[https://doi.org/10.1007/978-3-642-35950-7\\_16695-3](https://doi.org/10.1007/978-3-642-35950-7_16695-3), 2015.

