



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Πτυχιακή εργασία

**Μελέτη – Σχεδίαση – Κατασκευή Ιδιοσυσκευής Τόρνου για την
Διαμόρφωση Σφαιρικής Επιφάνειας**

Σπουδαστής: Μπούρας Παναγιώτης

A.M.: 32929

Επιβλέπων καθηγητής: Λουκίδης Λουκάς

ΑΙΓΑΛΕΩ 2019

Ευχαριστίες

Η εκπόνηση της πτυχιακής αυτής εργασίας δεν θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί χωρίς την πολύτιμη βοήθεια του Διπλ. Μηχανολόγου Μηχανικού κ. Λουκίδη Λουκά στον οποίο οφείλω θερμές ευχαριστίες για την καθοδήγηση και υποστήριξη που μου παρείχε καθ' όλη την διάρκεια συγγραφής της εργασίας.

Περίληψη

Η δυνατότητα παραγωγής σφαιρικής επιφάνειας σε τόρνο είναι κάτι σχετικά απλό, δεδομένου ότι η χρησιμοποιούμενη εργαλειομηχανή διαθέτει ψηφιακό έλεγχο. Στην περίπτωση όμως που ο τόρνος είναι συμβατικού τύπου, απαιτείται η χρήση κάποιας ιδιοσυσκευής, η οποία δεν διατίθεται ευρέως εμπορικά. Έτσι λοιπόν, στην παρούσα πτυχιακή εργασία παρουσιάζεται η μελέτη, ο σχεδιασμός και η κατασκευή μιας ιδιοσυσκευής που έχει τη δυνατότητα να διαμορφώνει σφαιρικές επιφάνειες σε συμβατικούς τόρνους.

Η δομή της εργασίας αποτελείται από τρία κύρια τμήματα: το θεωρητικό μέρος, όπου γίνεται μία σύντομη περιγραφή μεθόδων αφαίρεσης υλικού με παραγωγή αποβλήτου, το τμήμα μελέτης, υπολογισμού και σχεδίασης της ιδιοσυσκευής και τέλος το πρακτικό τμήμα, όπου η ιδιοσυσκευή υλοποιείται και πλέον δοκιμάζεται σε δημιουργία δοκιμίων.

Abstract

The ability to produce a spherical surface on a lathe machine is a rather simple task, providing that the machine tool is numerically controlled. Given that the lathe machine is of a conventional type, it is necessary to use a device that is not commercially available. Thus, this diploma thesis presents the design and construction of a lathe jig capable of forming spherical surfaces.

The structure of the thesis consists of three main parts: at first the theoretical part, where a brief description of machining processes with chip formation is given, secondly the study and design part of the lathe jig is introduced and finally, the practical part presents the jig manufacturing method and the implementation of it in workpiece machining.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	1
Περίληψη	2
Περιεχόμενα	3
Ευρετήριο Σχημάτων	5
Ευρετήριο Εικόνων	6
Λίστα Πινάκων	8
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
1.1 ΤΟΡΝΕΥΣΗ	9
1.1.1 Είδη τórνευσης.....	10
1.1.2 Συνθήκες κοπής κατά την τórνευση	13
1.1.3 Χρόνος κατεργασίας.....	15
1.1.4 Δομή ενός τórνου.....	17
1.2 ΦΡΕΖΑΡΙΣΜΑ.....	24
1.2.1 Είδη φρεζαρίσματος.....	25
1.2.2 Συνθήκες κοπής κατά το φρεζάρισμα	26
1.2.3 Χρόνος κατεργασίας.....	27
1.3 ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΕΣ.....	30
1.3.1 Ταξινόμηση των ιδιοσυσκευών.....	30
1.3.2 Χρησιμότητα και πλεονεκτήματα των ιδιοσυσκευών	32
1.3.3 Στοιχεία χειρισμού των ιδιοσυσκευών	32
1.3.4 Ιδιοσυσκευές διάνοιξης οπών στα δράπανα	34
1.3.5 Ιδιοσυσκευές φρεζών	36
1.3.6 Ιδιοσυσκευές τórνων	38
1.4 ΣΚΟΠΟΣ – ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	40
1.4.1 Έρευνα αγοράς – Παρόμοιες Ιδιοσυσκευές.....	40
1.4.2 Καθορισμός προδιαγραφών	42
1.4.3 Δομή της ιδιοσυσκευής.....	44

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ	48
2.1 ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΒΑΣΗΣ	48
2.2 ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΗΣ ΒΑΣΗΣ	65
2.3 ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΑΝΕΛΑΣ	86
2.4 ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΑΒΗΣ.....	111
2.5 Συναρμολόγηση και τοποθέτηση της ιδιοσυσκευής στον τόρνο	134
2.6 Κατεργασία ράβδων αλουμινίου $\varnothing 25$ & $\varnothing 50$ στον τόρνο με χρήση της ιδιοσυσκευής για την διαμόρφωση σφαιρικών επιφανειών.....	137
ΣΥΝΟΨΗ	149
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	150
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	162

Ευρετήριο Σχημάτων

Σχήμα 1. Κινηματική της τórνευσης	9
Σχήμα 2. Είδη εξωτερικής και εσωτερικής τórνευσης	11
Σχήμα 3. Είδη τórνευσης κατά DIN 8589 (σχηματικά)	12
Σχήμα 4. Πρόωση και βάθος κοπής κατά την τórνευση	13
Σχήμα 5. Βασικά μέρη και τεχνικά χαρακτηριστικά τórνου. H → ύψος κέντρων από το κρεβάτι, L → απόσταση κέντρων (μέγιστο μήκος κομματιού για τórνευση), D ₁ → μέγιστη διάμετρος τρνεύσεως στη γονατιά, D ₂ → διάμετρος τρνεύσεως πάνω από το κρεβάτι (αριστερά από το εργαλειοφορείο), D ₃ → διάμετρος τρνεύσεως πάνω από το εργαλειοφορείο, α → μήκος γέφυρας	18
Σχήμα 6. Κρεβάτι τórνου με νευρώσεις, στο οποίο έχει τοποθετηθεί το κατώτερο τμήμα (κύριο φορείο) του εργαλειοφορείου	19
Σχήμα 7. Μετάδοση κίνησης σε τórνο από ηλεκτροκινητήρα. α) με απευθείας σύνδεση, β) με ιμάντες	20
Σχήμα 8. Κιβώτιο ταχυτήτων τórνου	20
Σχήμα 9. Κιβώτιο προώσεων τórνου	21
Σχήμα 10. Βασικά μέρη εργαλειοφορείου	22
Σχήμα 11. Κεντροφορέας (κουκουβάγια). 1) κάτω μέρος, 2) άνω μέρος, 3) κοχλίας, 4) χειροστρόφαλος, 5) περικόχλιο (σωλήνας με σπείρωμα), 6) πείρος με σπείρωμα, 7) πινόλη με πόντα, 8) χειρομοχλός, 9) χειρολαβή, 10) έκκεντρος άξονας, 11) γέφυρα	23
Σχήμα 12. Περιφερειακό φρεζάρισμα	24
Σχήμα 14. . α) Αντίρροπο φρεζάρισμα, β) Ομόρροπο φρεζάρισμα	25
Σχήμα 13. Περιφερειακό και Μετωπικό Φρεζάρισμα	25
Σχήμα 15. Διαδρομή κοπτήρα για κοπή στο περιφερειακό φρεζάρισμα	28
Σχήμα 16. Διαδρομή κοπτήρα για κοπή στο μετωπικό φρεζάρισμα	29
Σχήμα 17. Στοιχεία χειρισμού ιδιοσυσκευών	33
Σχήμα 18. Ιδιοσυσκευή διάνοιξης οπών με διάτρητη πρότυπη πλάκα	34
Σχήμα 19. Πολυεδρική ιδιοσυσκευή	35
Σχήμα 20. Ιδιοσυσκευή διάνοιξης οπών τύπου Universal	35
Σχήμα 21. Ιδιοσυσκευή απλής σύσφιγξης με δυνατότητα περιστροφής	37
Σχήμα 22. Δίδυμη ιδιοσυσκευή	37
Σχήμα 23. Διαιρέτης Universal	37
Σχήμα 24. Αυτόματος σφικτήρας (τσοκ) με τρεις σιαγόνες	39
Σχήμα 25. Πλάκα συγκράτησης τεμαχίων (faceplate)	39
Σχήμα 26. Exploded view ιδιοσυσκευής	43

Σχήμα 27. Τελικό σχέδιο σταθερής βάσης	63
Σχήμα 28. Τελικό σχέδιο περιστρεφόμενης βάσης	84
Σχήμα 29. Τελικό σχέδιο μανέλας	109
Σχήμα 30. Τελικό σχέδιο λαβής	126
Σχήμα 31. Σχέδιο σφαίρας $\varnothing 25$	137
Σχήμα 32. Σχέδιο σφαίρας $\varnothing 50$	137

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1. Ιδιοσυσκευή διαμόρφωσης σφαιρικών αντικειμένων	40
Εικόνα 2. Ιδιοσυσκευή διαμόρφωσης σφαιρικών αντικειμένων	41
Εικόνα 3. Ιδιοσυσκευή διαμόρφωσης σφαιρικών αντικειμένων	41
Εικόνα 4. Ιδιοσυσκευή διαμόρφωσης σφαιρικών αντικειμένων	42
Εικόνα 5. Κύρια μέρη ιδιοσυσκευής.....	44
Εικόνα 6. Κοχλίες T-Slot, ροδέλες, περικόχλια M10	45
Εικόνα 7. Κοχλίες M8 & M4, περικόχλιο M16	45
Εικόνα 8. Σφαιρική κεφαλή	45
Εικόνα 9. Ροδέλα $\varnothing 90$	46
Εικόνα 10. Υπόβαθρο και κοπτικό εργαλείο	46
Εικόνα 11. Συναρμολόγηση και τοποθέτηση της ιδιοσυσκευής στο εργαλειοφορείο ενός συμβατικού τόρνου.....	47
Εικόνα 12. Σταθερή βάση ιδιοσυσκευής	64
Εικόνα 13. Περιστρεφόμενη βάση ιδιοσυσκευής	85
Εικόνα 14. Μανέλα ιδιοσυσκευής.....	110
Εικόνα 15. Λαβή ιδιοσυσκευής	127
Εικόνα 16. Κοπή σπειρώματος M16 (x2) σε τόρνο	128
Εικόνα 17. Κατεργασία αυλακιού σε φρέζα.....	129
Εικόνα 18. Διάτρηση οπής $\varnothing 6,8$ σε δράπανο	129
Εικόνα 19. Σπειροτόμηση M8 (x1,25).....	130
Εικόνα 20. Διάτρηση οπής $\varnothing 10,2$ σε δράπανο	130

Εικόνα 21. Σπειροτόμηση M12 (x1,75).....	131
Εικόνα 22. Κατεργασία επιφάνειας σε φρέζα	131
Εικόνα 23. Κατεργασία ραδίου R3 με λίμα χειρός	132
Εικόνα 24. Κοπή σπειρώματος M12 (x1,75) σε τόρνο	132
Εικόνα 25. Κοπή σπειρώματος M10 (x1,5) σε τόρνο	133
Εικόνα 26. Τοποθέτηση κοχλίων T-Slot στο τραπέζι του τόρνου.....	134
Εικόνα 27. Τοποθέτηση ροδέλας $\varnothing 90$ στην σταθερή βάση	134
Εικόνα 29. Τοποθέτηση περιστρεφόμενης βάσης	135
Εικόνα 30. Σύσφιξη περικοχλίων M10	135
Εικόνα 28. Σύσφιξη περικοχλίου M16.....	135
Εικόνα 31. Τοποθέτηση λαβής	136
Εικόνα 32. Σύσφιξη κοχλίων M8.....	136
Εικόνα 33. Μανέλα με ενσωματωμένα υπόβαθρα και κοπτικά εργαλεία	136
Εικόνα 34. Κατεργασία διαμέτρου $\varnothing 25$ σε μήκος 35 mm.....	138
Εικόνα 35. Διαμόρφωση σφαιρικής επιφάνειας σε αρχικό στάδιο	139
Εικόνα 36. Διαμόρφωση σφαιρικής επιφάνειας σε προχωρημένο στάδιο	139
Εικόνα 37. Τελική διαμόρφωση σφαίρας.....	140
Εικόνα 38. Λείανση σφαίρας με σμυριδόπανο	140
Εικόνα 39. Σφαιρικά αντικείμενα διαμέτρου $\varnothing 25$	141
Εικόνα 40. Καλιμπράρισμα ιδιοσυσκευής.....	142
Εικόνα 41. Διαμόρφωση σφαιρικής επιφάνειας σε αρχικό στάδιο	142
Εικόνα 42. Διαμόρφωση σφαιρικής επιφάνειας σε προχωρημένο στάδιο	143
Εικόνα 43. Τελική διαμόρφωση σφαίρας.....	143
Εικόνα 44. Λείανση σφαίρας με σμυριδόπανο	144
Εικόνα 45. Σφαιρικά αντικείμενα διαμέτρου $\varnothing 50$	144
Εικόνα 47. Διαμόρφωση εσωτερικής κοιλότητας σε αρχικό στάδιο	145
Εικόνα 46. Καλιμπράρισμα ιδιοσυσκευής.....	145
Εικόνα 48. Διαμόρφωση εσωτερικής κοιλότητας	146
Εικόνα 49. Περιορισμός περαιτέρω κατεργασίας λόγω επαφής μανέλας – τεμαχίου	146
Εικόνα 50. Καλιμπράρισμα ιδιοσυσκευής.....	147
Εικόνα 51. Διαμόρφωση εσωτερικής κοιλότητας	147
Εικόνα 52. Περιορισμός περαιτέρω κατεργασίας λόγω επαφής μανέλας – τεμαχίου	148
Εικόνα 53. Τόρνος εργαστηρίου της εταιρείας EMCO	151

Εικόνα 54. Πίνακας τόννου εργαστηρίου EMCO 1) Στροφές κύριας ατράκτου, 2) Τιμές διαμήκους πρόωσης, 3) Τιμές	εγκάρσιας πρόωσης.151
Εικόνα 57. Τιμές ταχυτήτων πρόωσης φρέζας.....	153
Εικόνα 55. Φρέζα εργαστηρίου με ενσωματωμένη κεφαλή	153
Εικόνα 56. Στροφές κύριας ατράκτου φρέζας.....	153

Λίστα Πινάκων

Πίνακας 1. Αναλυτική ταξινόμηση των ιδιοσυσκευών	31
Πίνακας 2. Συνολικοί χρόνοι κατεργασίας εξαρτημάτων ιδιοσυσκευής.....	128
Πίνακας 3. Τεχνικά χαρακτηριστικά κοπτικού εργαλείου ιδιοσυσκευής	154
Πίνακας 4. Τεχνικά χαρακτηριστικά υπόβαθρου ιδιοσυσκευής.....	154
Πίνακας 5. Επεξήγηση συμβόλων φασεολογίου τόννευσης	158
Πίνακας 6. Επεξήγηση συμβόλων φασεολογίου φρεζαρίσματος	158
Πίνακας 7. Ενδεικτικές τιμές ταχυτήτων κοπής U_{240} ή U_{480} για ξεχόνδρισμα σε τόρνο με σκληρομέταλλα (P10, P20, P30) και ταχυχάλυβα (HSS)	159
Πίνακας 8. Ενδεικτικές τιμές για ταχύτητες κοπής $U(m/min)$ και προώσεις ανά δόντι $S_z(mm)$ (φρεζάρισμα με κυλινδρικούς κοπτήρες και κονδύλια)	160
Πίνακας 9. Μετρικά σπειρώματα κατά ISO.....	161

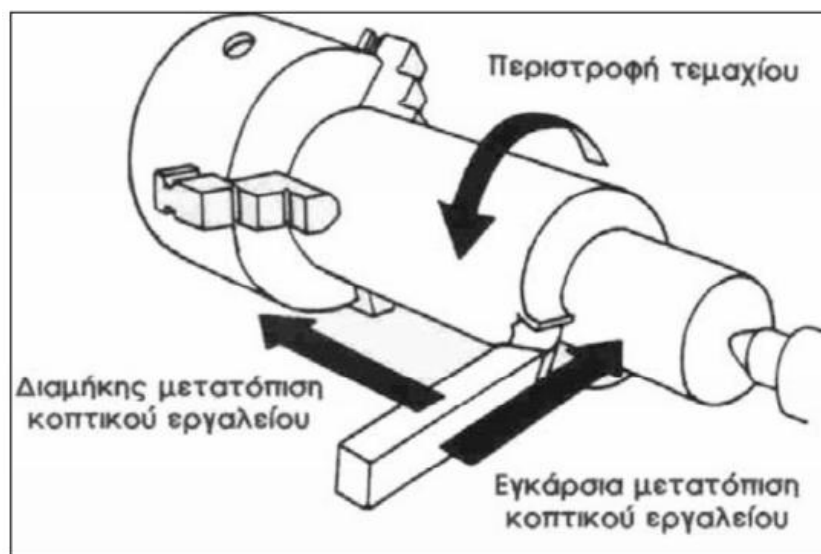
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΤΟΡΝΕΥΣΗ

Η τórνευση είναι η πλέον διαδεδομένη μηχανουργική κατεργασία αντικειμένων με αφαίρεση υλικού.

Κατά την τórνευση, η κύρια κίνηση κοπής δίνεται από το κατεργαζόμενο αντικείμενο το οποίο περιστρέφεται γύρω από τον άξονά του και συγκρατείται στο τσοκ του τórνου. Η δευτερεύουσα κίνηση (πρόωση) πραγματοποιείται από το κοπτικό εργαλείο το οποίο κινείται κατά μήκος ή εγκάρσια προς τον άξονα του κατεργαζόμενου αντικειμένου.

Το κοπτικό εργαλείο είναι καθορισμένης γεωμετρίας και απλής σημειακής επαφής.



Σχήμα 1. Κινηματική της τórνευσης [5]

1.1.1 Είδη τόννευσης

Ως προς τη θέση του σημείου κατεργασίας διακρίνουμε:

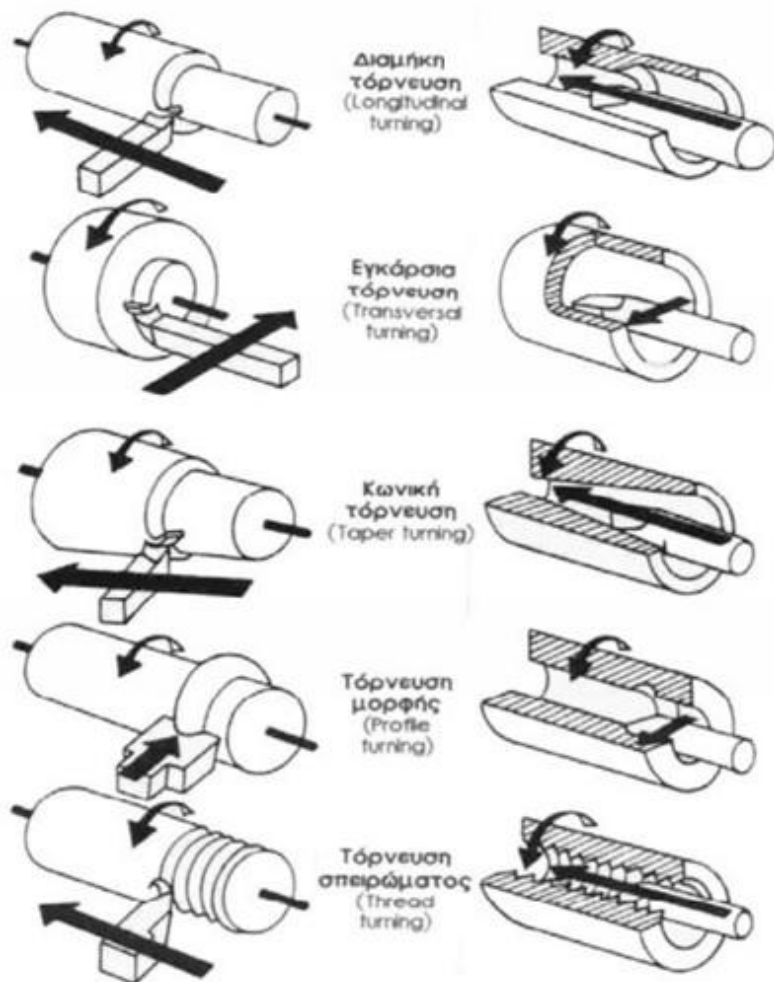
- την **εξωτερική** τόννευση
- την **εσωτερική** τόννευση

Ως προς τη διεύθυνση της πρόωσης διακρίνουμε:

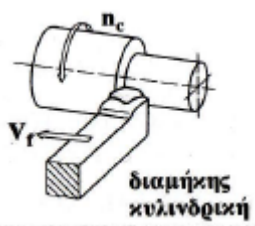
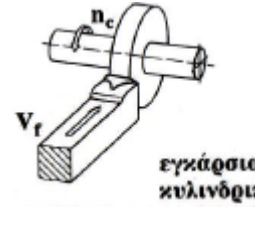
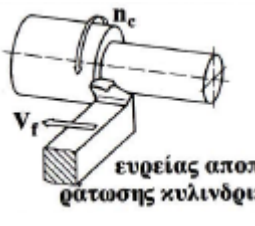
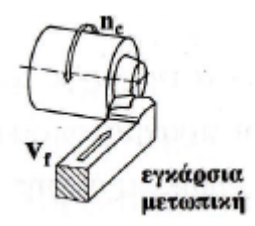
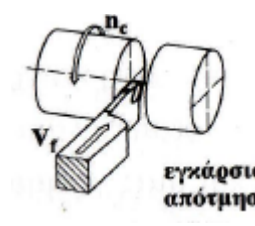
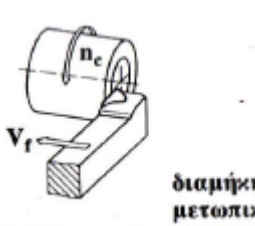
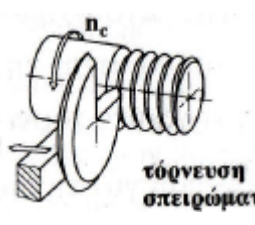
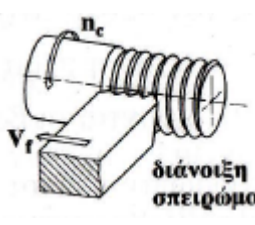
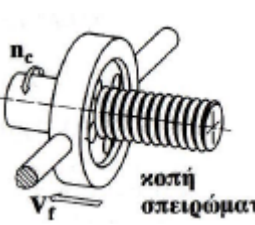
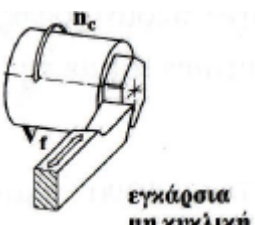
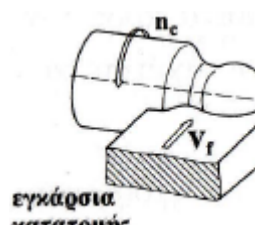
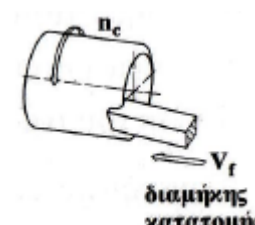
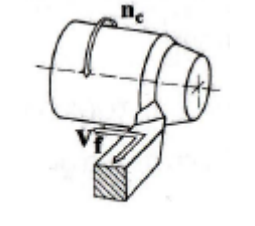

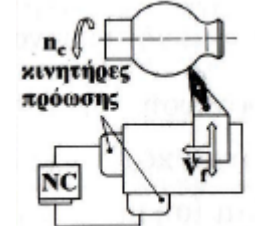
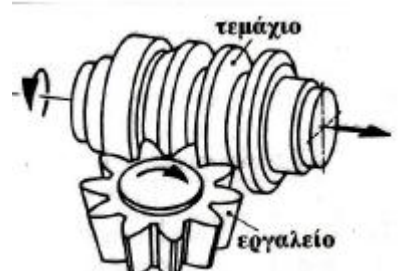
- τη **διαμήκη** τόννευση
- την **εγκάρσια** τόννευση

Ως προς την παραγόμενη επιφάνεια διακρίνουμε:

- την **κυλινδρική** τόννευση
- την **μετωπική** τόννευση (προσώπου)
- την **κοχλιοειδής** τόννευση
- την τόννευση **κατατομής**
- την τόννευση **μορφής**
- την τόννευση **κύλισης**



Σχήμα 2. Είδη εξωτερικής και εσωτερικής τόνρευσης [5]

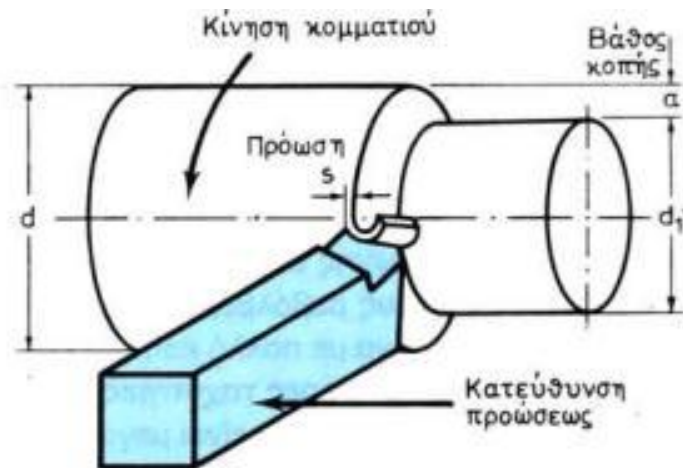
τόρνευση κυλινδρική	 διαμήκης κυλινδρική	 εγκάρσια κυλινδρική	 ευρείας αποπε- ρατώσης κυλινδρική
τόρνευση μετωπική (προσώπου)	 εγκάρσια μετωπική	 εγκάρσια απότμησης	 διαμήκης μετωπική
τόρνευση κοχλιοειδής	 τόρνευση σπειρώματος	 διάνοιξη σπειρώματος	 κοπή σπειρώματος
τόρνευση κατατομής	 εγκάρσια μη κυκλική	 εγκάρσια κατατομής	 διαμήκης κατατομής
τόρνευση μορφής	 κώνου	 πρότυπος μορφή επαφάς ενισχυτής αντιγραφής	 κινητήρες πρόωσης μορφής με NC
τόρνευση κύλισης	 τεμάχιο εργαλείο		

Σχήμα 3. Είδη τόρνευσης κατά DIN 8589 (σχηματικά) [2]

1.1.2 Συνθήκες κοπής κατά την τόννευση

Οι συνθήκες κοπής στη τόννευση είναι:

- ο η ταχύτητα κοπής U [m/min]
- ο η πρόωση s [mm/rev]
- ο το βάθος κοπής a [mm]



Σχήμα 4. Πρόωση και βάθος κοπής κατά την τόννευση [1]

α) Ταχύτητα Κοπής:

Είναι η περιφερειακή ταχύτητα μεταξύ του αντικειμένου που πρόκειται να κατεργαστεί στο τόρνο και του κοπτικού εργαλείου. Υπολογίζεται με βάση την αρχική διάμετρο που είχε το αντικείμενο πριν την κατεργασία και μετριέται σε μέτρα ανά λεπτό [m/min].

$$U = \frac{\pi \cdot D_{\text{αρχ.}} \cdot n}{1000} \quad [\text{m/min}]$$

όπου

$D_{\text{αρχ.}}$: η αρχική διάμετρος του αντικειμένου πριν την κατεργασία [mm]

n : ο αριθμός των στροφών της ατράκτου ανά λεπτό [rpm]

β) Πρόωση και ταχύτητα πρόωσης:

Η **διαμήκης πρόωση** είναι η μετατόπιση του κοπτικού εργαλείου κατά μήκος του νοητού άξονα του προς κατεργασία αντικειμένου κατά μία πλήρη περιστροφή (του αντικειμένου).

Στην **εγκάρσια πρόωση** έχουμε μετατόπιση του κοπτικού εργαλείου κάθετα προς το νοητό άξονα του προς κατεργασία αντικειμένου. Εφαρμόζεται κυρίως για κατεργασίες προσώπου, δημιουργία αυλάκων, κοπή κυλίνδρου κλπ.

Στους περισσότερους τόνους γενικής χρήσεως η εγκάρσια πρόωση είναι περίπου το ήμισυ της διαμήκους πρόωσης.

Η **πρόωση** συμβολίζεται με το γράμμα **s** και μετρείται σε χιλιοστά ανά περιστροφή [**mm/rev**].

Ταχύτητα πρόωσης είναι η συνολική μετατόπιση του κοπτικού εργαλείου παράλληλα προς το νοητό άξονα του κατεργαζόμενου αντικειμένου ανά λεπτό.

Συμβολίζεται με το γράμμα **S** και μετρείται σε χιλιοστά ανά λεπτό [**mm/min**].

$$S = s \cdot n \quad [\text{mm/min}]$$

όπου

s : η πρόωση που πραγματοποιεί το κοπτικό εργαλείο σε μία περιστροφή του αντικειμένου [mm/rev]

n : ο αριθμός των στροφών που πραγματοποιεί το αντικείμενο σε ένα λεπτό [rpm]

γ) Βάθος κοπής:

Το **βάθος κοπής** δείχνει το μέγεθος διείσδυσης του κοπτικού εργαλείου στο κατεργαζόμενο αντικείμενο. Συμβολίζεται με το γράμμα **a** και μετρείται σε χιλιοστά [**mm**].

$$\alpha = \frac{D_{\alpha\rho\chi.} - D_{\tau\epsilon\lambda.}}{2} \quad [\text{mm}]$$

όπου

$D_{\alpha\rho\chi.}$: η αρχική διάμετρος του αντικειμένου πριν την τόννευση [mm]

$D_{\tau\epsilon\lambda.}$: η τελική διάμετρος του αντικειμένου μετά την τόννευση [mm]

Η σημασία των παραπάνω μεγεθών είναι σημαντική καθώς από το συνδυασμό αυτών εξαρτάται:

- η ποιότητα της κατεργαζόμενης επιφάνειας
- ο χρόνος κατεργασίας
- η διάρκεια ζωής του κοπτικού εργαλείου
- οι αναπτυσσόμενες δυνάμεις και η καταναλισκόμενη ισχύς κοπής

1.1.3 Χρόνος κατεργασίας

Έστω ότι πρόκειται να κατεργαστεί ένα αντικείμενο στον τόρνο με v αριθμό περασμάτων, μήκους L (mm), πρόωση s (mm/rev) και n στροφές (rpm).

Ο χρόνος κατεργασίας θα ισούται με το πηλίκο του μήκους κοπής L επί τον αριθμό περασμάτων v δια της ταχύτητας πρόωσης S .

$$t = \frac{v \cdot L}{S} = \frac{v \cdot L}{s \cdot n} \quad [\text{min}]$$

όπου

v : ο αριθμός περασμάτων ή πάσων

L : το μήκος κοπής [mm]

S : η ταχύτητα πρόωσης [mm/min]

s : η πρόωση [mm/rev]

n : ο αριθμός στροφών της ατράκτου [rpm]

Διευκρινίζεται ότι ο παραπάνω χρόνος είναι ο **ενεργός χρόνος κοπής**, δηλ. όταν υπάρχει επαφή του κοπτικού εργαλείου με το κατεργαζόμενο αντικείμενο. Συνεπώς, στον ενεργό χρόνο κοπής δεν συνυπολογίζονται οι 'νεκροί' χρόνοι όπως δέσιμο-λύσιμο τεμαχίου, αλλαγή ή τρόχισμα κοπτικού εργαλείου, κεντράρισμα κοπτικού εργαλείου, έλεγχος ομοκεντρότητας με μετρητικό ρολόι, χειροκίνητη επαναφορά κοπτικού εργαλείου στην αρχική θέση κοπής κλπ.

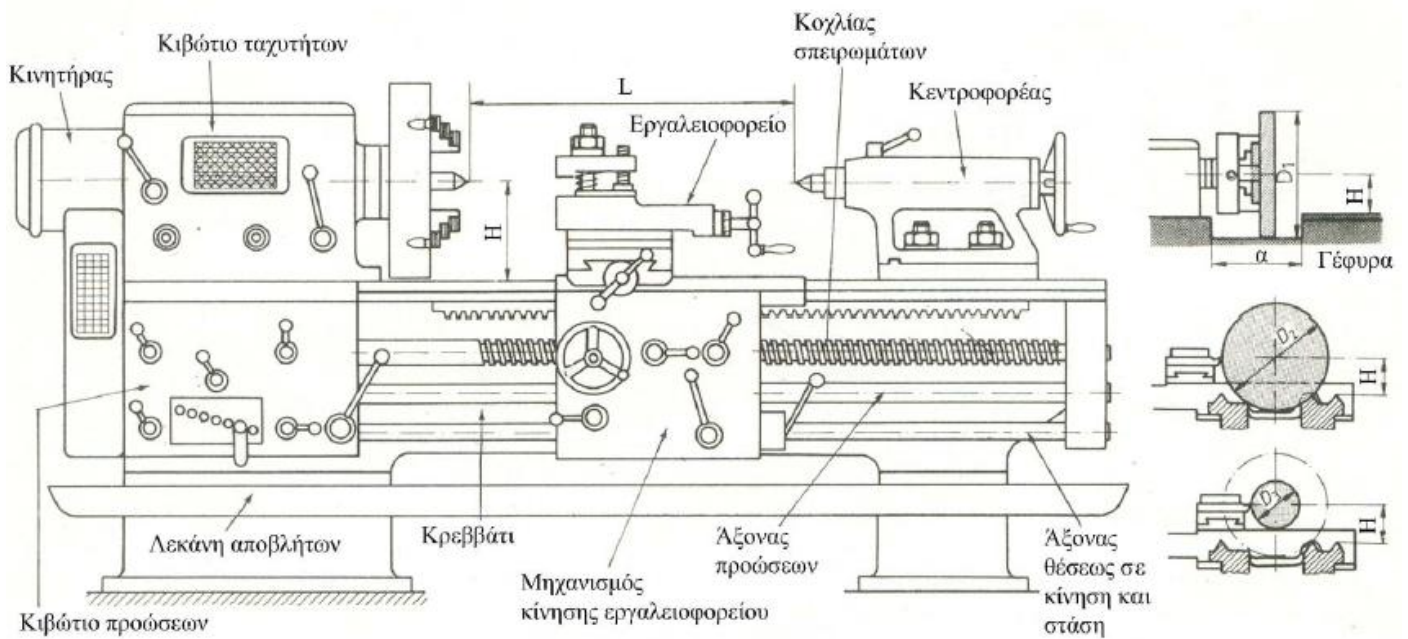
1.1.4 Δομή ενός τόννου

Τα κύρια μέρη ενός τόννου είναι τα εξής:

- το σώμα ή 'κρεβάτι'
- το κιβώτιο ταχυτήτων
- το κιβώτιο προώσεων
- το εργαλειοφορείο
- ο κεντροφορέας ή 'κουκουβάγια'

Εκτός από τα παραπάνω μέρη, κάθε τόννος συνοδεύεται από διάφορα βοηθητικά εξαρτήματα όπως:

- οι συσκευές συγκρατήσεως (τσοκ & πλατώ)
- η λεκάνη αποβλήτων και ψυκτικού υγρού
- τα καβαλέτα (σταθερά & κινητά)
- το σύστημα φωτισμού
- το κιβώτιο του ηλεκτρικού πίνακα
- η αντλία παροχής του ψυκτικού υγρού στη θέση κοπής

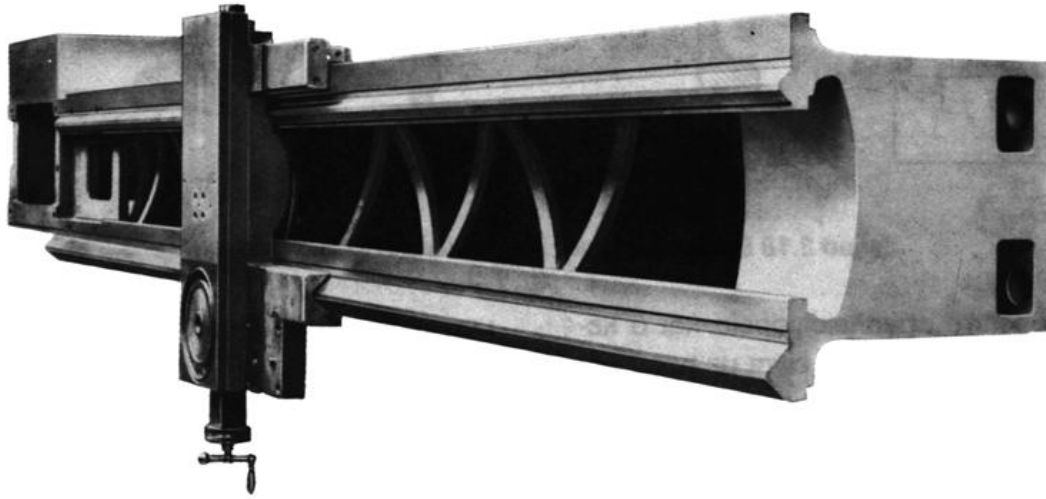


Σχήμα 5. Βασικά μέρη και τεχνικά χαρακτηριστικά τόρνου. H → ύψος κέντρων από το κρεβάτι, L → απόσταση κέντρων (μέγιστο μήκος κομματιού για τórνευση), D_1 → μέγιστη διάμετρος τórνευσεως στη γονατιά, D_2 → διάμετρος τórνευσεως πάνω από το κρεβάτι (αριστερά από το εργαλειοφορείο), D_3 → διάμετρος τórνευσεως πάνω από το εργαλειοφορείο, α → μήκος γέφυρας [1]

Το σώμα (κρεβάτι)

Το σώμα φέρει επάνω του όλα τα υπόλοιπα βασικά μέρη του τόρνου όπως το κιβώτιο ταχυτήτων, κιβώτιο προώσεων, εργαλειοφορείο, κεντροφορέα, καβαλέτα κλπ. και κατασκευάζεται συνήθως από χυτοσίδηρο.

Σε τόρνους γενικής χρήσεως το σώμα φέρει εσωτερικά νευρώσεις ώστε να αντέχει τις καταπονήσεις και να παραμένει άκαμπτο (χωρίς μόνιμες παραμορφώσεις) αλλά και να απομακρύνονται ευκολότερα τα γρέζια και το ψυκτικό υγρό. Επίσης, το σώμα φέρει κατά μήκος ή στα πλάγια πρισματοδηγούς (γλισιέρες) για να μετακινούνται με μεγάλη ακρίβεια ο κεντροφορέας και το εργαλειοφορείο.



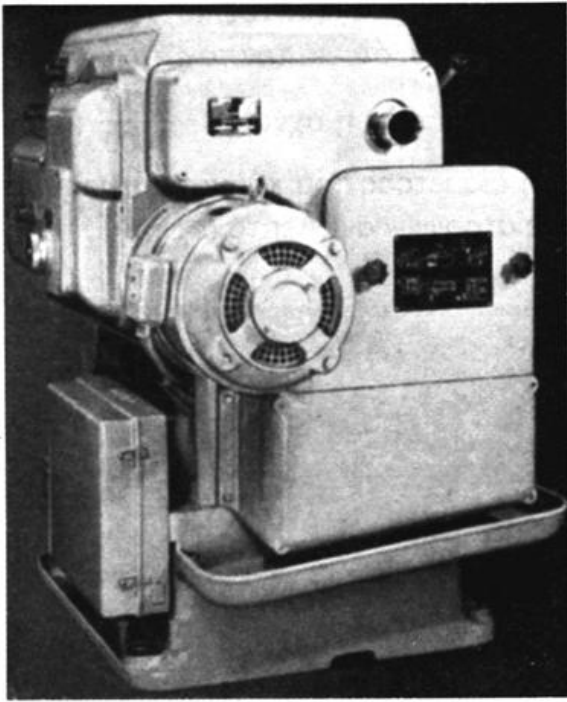
Σχήμα 6. Κρεβάτι τόρνου με νευρώσεις, στο οποίο έχει τοποθετηθεί το κατώτερο τμήμα (κύριο φορείο) του εργαλειοφορείου [1]

Κιβώτιο ταχυτήτων

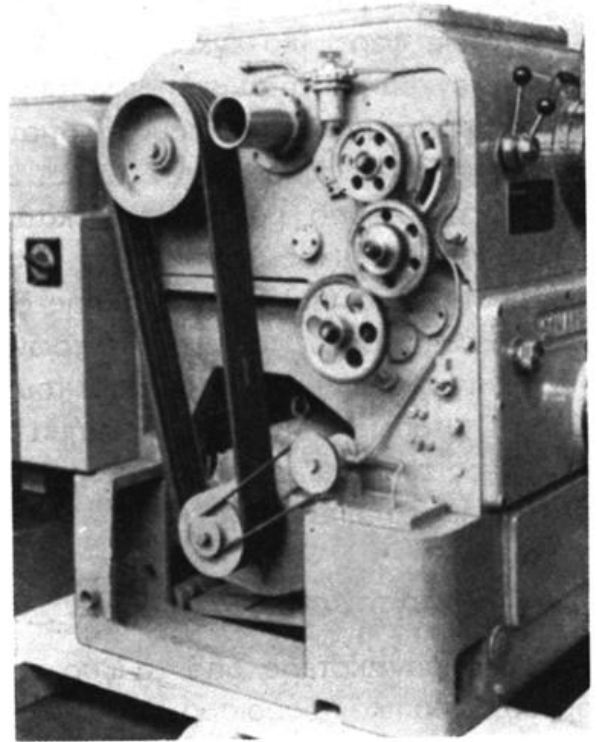
Το κιβώτιο ταχυτήτων παίρνει κίνηση από έναν ηλεκτροκινητήρα είτε με απευθείας μετάδοση είτε με ιμάντες.

Σκοπός είναι να δίνει περιστροφική κίνηση στο κατεργαζόμενο τεμάχιο μέσω της κύριας ατράκτου και της συσκευής συγκρατήσεως (τσοκ) παρέχοντας μια ποικιλία αριθμού στροφών.

Το κιβώτιο ταχυτήτων αποτελείται από την κύρια άτρακτο και τον μηχανισμό ταχυτήτων.

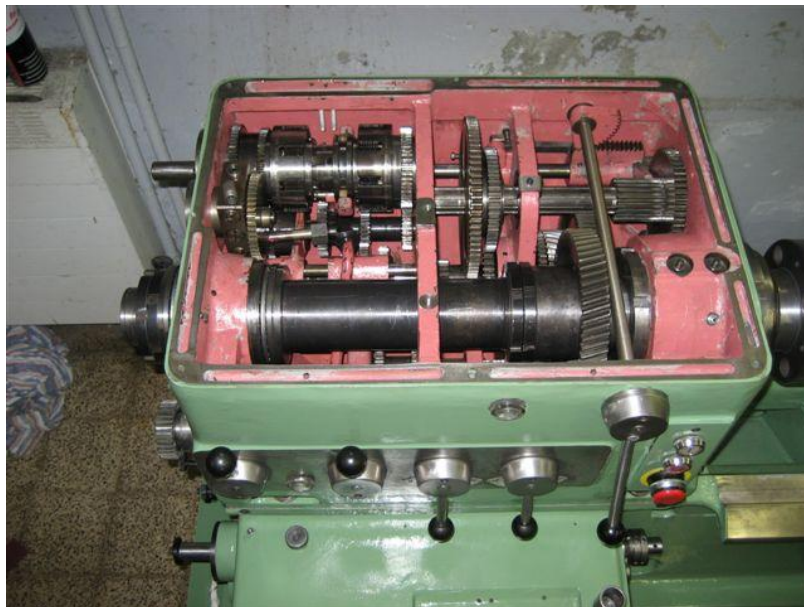


α



β

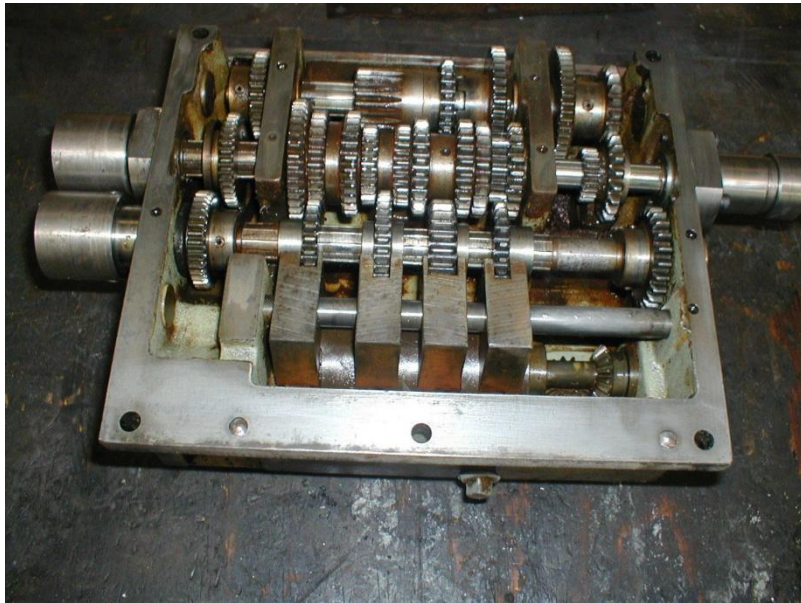
Σχήμα 7. Μετάδοση κίνησης σε τόρνο από ηλεκτροκινητήρα. α) με απευθείας σύνδεση, β) με ιμάντες [1]



Σχήμα 8. Κιβώτιο ταχυτήτων τόρνου [13]

Κιβώτιο προώσεων

Το κιβώτιο προώσεων βρίσκεται κάτω από το κιβώτιο ταχυτήτων. Παίρνει κίνηση από το κιβώτιο ταχυτήτων και τη μεταδίδει στους δύο άξονες που κινούν το εργαλειοφορείο. Οι άξονες αυτοί είναι ο άξονας προώσεων και ο άξονας ή κοχλίας σπειρωμάτων.



Σχήμα 9. Κιβώτιο προώσεων τόνου [20]

Εργαλειοφορείο

Το εργαλειοφορείο αποτελείται από τέσσερα βασικά μέρη:

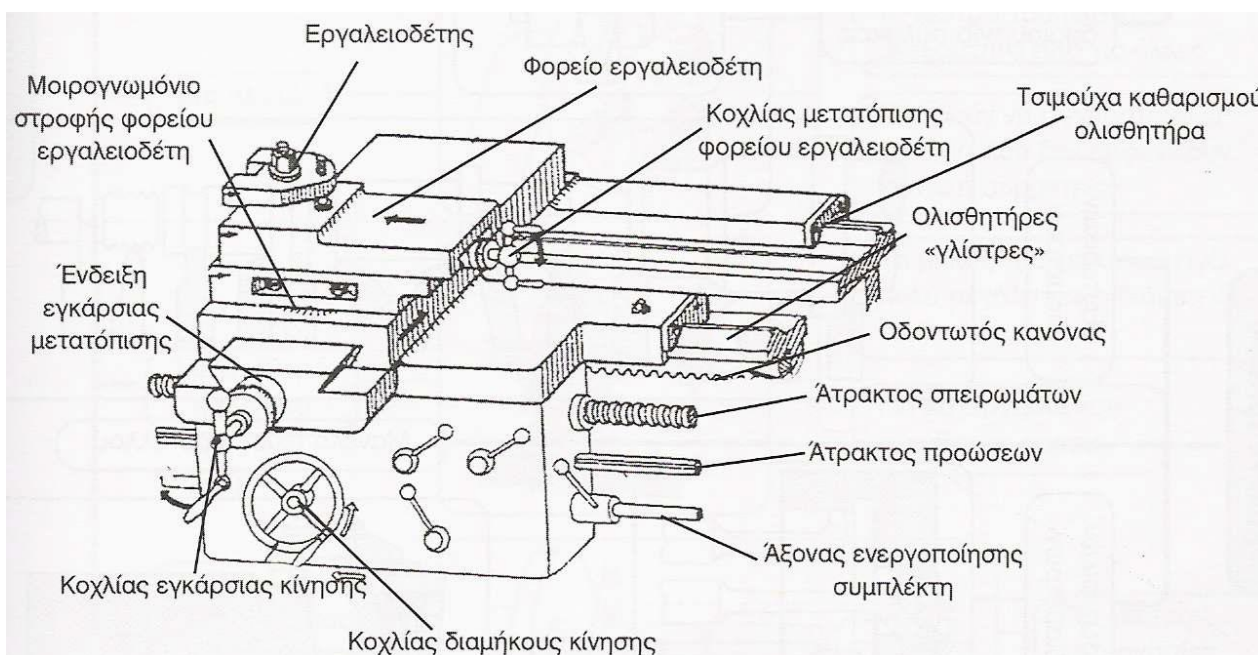
- το κύριο φορείο
- το εγκάρσιο φορείο
- το φορείο του εργαλειοδέτη
- το κιβώτιο μετάδοσης της κίνησης

Το κύριο φορείο φέρει επάνω του τα υπόλοιπα βασικά μέρη του εργαλειοφορείου και κινείται κατά μήκος του 'κρεβατιού' μέσω των πρισματοδηγών (γλισιέρες).

Το εγκάρσιο φορείο βρίσκεται πάνω στο κύριο φορείο και κινείται εγκάρσια.

Το φορείο του εργαλειοδέτη εδράζεται πάνω στο εγκάρσιο φορείο και φέρει επάνω του τον εργαλειοδέτη. Κινείται προς διάφορες κατευθύνσεις σε σχέση με το νοητό άξονα του τόρνου.

Το κιβώτιο μετάδοσης της κίνησης στερεώνεται κάτω από το κύριο φορείο και παράλληλα με το πλευρό του 'κρεβατιού'. Παίρνει κίνηση από το κιβώτιο προώσεων ώστε να κινείται ολόκληρο το εργαλειοφορείο ή το εγκάρσιο φορείο.

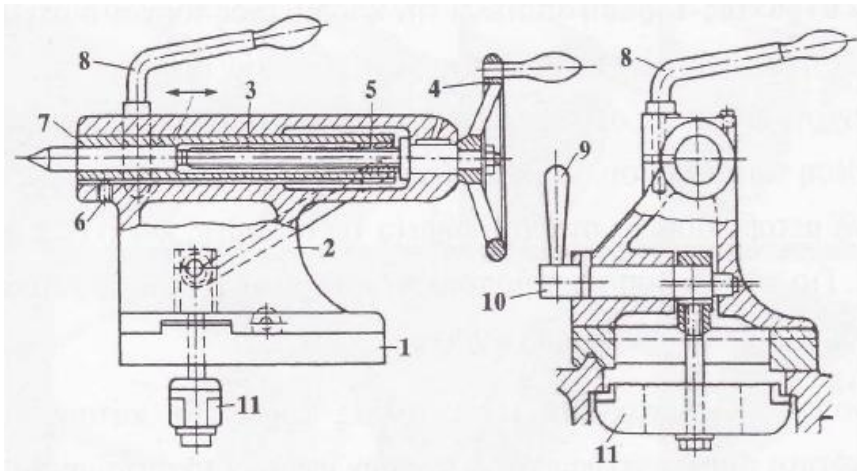


Σχήμα 10. Βασικά μέρη εργαλειοφορείου [4]

Ο κεντροφορέας (κουκουβάγια)

Ο κεντροφορέας βρίσκεται πάνω στο σώμα του τόννου και μετακινείται κατά μήκος μέσω των πρισματοδηγών (γλισιέρες).

Χρησιμοποιείται για διάφορες εργασίες όπως διάνοιξη οπών, κεντρότρυπας με τα αντίστοιχα εργαλεία καθώς επίσης και για συγκράτηση τεμαχίων μεγάλου μήκους.



Σχήμα 11. Κεντροφορέας (κουκουβάγια). 1) κάτω μέρος, 2) άνω μέρος, 3) κοχλίας, 4) χειροστρόφαλος, 5) περικόχλιο (σωλήνας με σπείρωμα), 6) πείρος με σπείρωμα, 7) πινόλη με πόντα, 8) χειρομοχλός, 9) χειρολαβή, 10) έκκεντρος άξονας, 11) γέφυρα [2]

1.2 ΦΡΕΖΑΡΙΣΜΑ

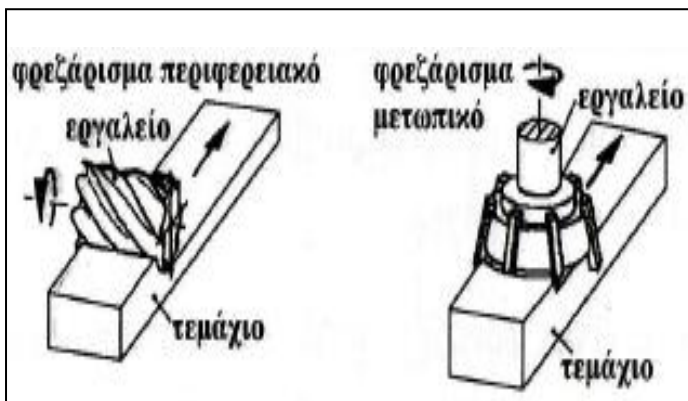
Το φρεζάρισμα είναι από τις πιο διαδεδομένες μηχανουργικές κατεργασίες αντικειμένων με αφαίρεση υλικού.

Κατά το φρεζάρισμα η κύρια κίνηση κοπής δίνεται από την περιστροφή του κοπτικού εργαλείου το οποίο φέρει πολλές κοπτικές ακμές ενώ η δευτερεύουσα κίνηση (πρόωση) δίνεται από το κατεργαζόμενο αντικείμενο το οποίο συγκρατείται στο τραπέζι της εργαλειομηχανής.



Σχήμα 12. Περιφερειακό φρεζάρισμα [19]

1.2.1 Είδη φρεζαρίσματος



Ανάλογα με τη διάταξη του άξονα του κοπτικού εργαλείου προς την κατεργαζόμενη επιφάνεια διακρίνουμε δύο είδη φρεζαρίσματος:

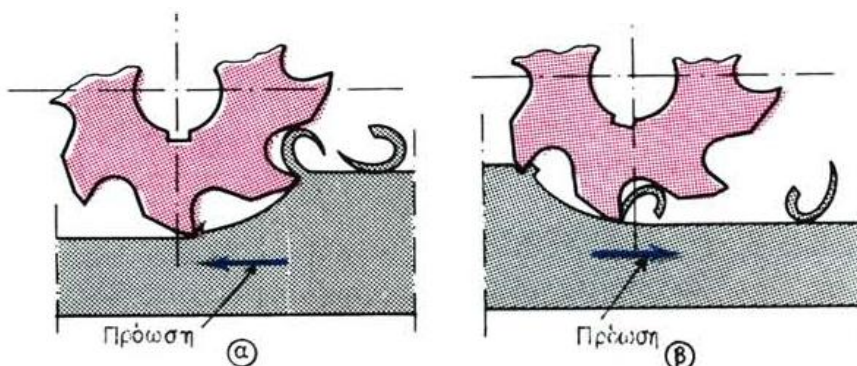
- το **περιφερειακό** και
- το **μετωπικό**

Σχήμα 13. Περιφερειακό και Μετωπικό Φρεζάρισμα [2]

Στο περιφερειακό φρεζάρισμα ο άξονας του κοπτικού εργαλείου είναι παράλληλος προς την επιφάνεια του κατεργαζόμενου αντικειμένου σε αντίθεση με το μετωπικό φρεζάρισμα όπου ο άξονας του κοπτικού εργαλείου είναι κάθετος προς την επιφάνεια του κατεργαζόμενου αντικειμένου.

Επίσης, το περιφερειακό φρεζάρισμα διαχωρίζεται σε δύο υποκατηγορίες:

- το **ομόρροπο** φρεζάρισμα, όπου η πρόωση του κατεργαζόμενου αντικειμένου έχει την ίδια κατεύθυνση με την κίνηση του κοπτικού εργαλείου
- το **αντίρροπο** φρεζάρισμα, όπου η πρόωση του κατεργαζόμενου αντικειμένου είναι αντίθετη προς τη κατεύθυνση της κίνησης του κοπτικού εργαλείου



Σχήμα 14. . α) Αντίρροπο φρεζάρισμα, β) Ομόρροπο φρεζάρισμα [1]

1.2.2 Συνθήκες κοπής κατά το φρεζάρισμα

Οι συνθήκες κοπής στο φρεζάρισμα είναι:

- ο η ταχύτητα κοπής U [m/min]
- ο η πρόωση ανά δόντι s_z [mm/δόντι] & ταχύτητα πρόωσης S [mm/min]
- ο το βάθος κοπής a [mm]

α) Ταχύτητα κοπής:

Είναι η περιφερειακή ταχύτητα του κοπτικού εργαλείου και εξαρτάται από τη διάμετρο και τις στροφές του κοπτήρα. Επομένως, η ταχύτητα κοπής U ισούται με:

$$U = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad [\text{m/min}]$$

όπου

D : η διάμετρος του κοπτήρα [mm]

n : ο αριθμός στροφών του κοπτήρα [rpm]

β) Πρόωση και πρόωση ανά δόντι:

Όταν αναφερόμαστε στη πρόωση κατά το φρεζάρισμα εννοούμε την ταχύτητα πρόωσης S . **Ταχύτητα πρόωσης S** είναι η απόσταση που διανύει το τραπέζι της εργαλειομηχανής στη μονάδα του χρόνου [mm/min].

Πρόωση ανά δόντι s_z είναι η μετατόπιση του τραπεζιού της εργαλειομηχανής από τη στιγμή εισχώρησης ενός δοντιού του κοπτικού εργαλείου μέχρι την εισχώρηση του επόμενου δοντιού στο κατεργαζόμενο τεμάχιο και ισούται με:

$$s_z = \frac{S}{z \cdot n} \quad [\text{mm/δόντι}]$$

όπου

S : η ταχύτητα πρόωσης [mm/min]

Z : ο αριθμός δοντιών του κοπτήρα

n : ο αριθμός στροφών του κοπτήρα [rpm]

γ) Βάθος κοπής:

Το **βάθος κοπής α** δείχνει κατά πόσο διεισδύει το κοπτικό εργαλείο μέσα στο κατεργαζόμενο τεμάχιο και μετριέται σε χιλιοστά [mm].

1.2.3 Χρόνος κατεργασίας

Ο χρόνος κατεργασίας στο φρεζάρισμα ισούται με:

$$t = \frac{L_{\text{τραπ.}}}{S} \quad [\text{min}]$$

όπου

$L_{\text{τραπ.}}$: η απόσταση που διανύει το τραπέζι της εργαλειομηχανής [mm]

S : η ταχύτητα πρόωσης του τραπεζιού της εργαλειομηχανής [mm/min]

Ο χρόνος αυτός είναι ο **ενεργός χρόνος κοπής**, δηλ. όταν υπάρχει επαφή του κοπτικού εργαλείου με το κατεργαζόμενο τεμάχιο καθώς δεν συνυπολογίζονται οι 'νεκροί' χρόνοι όπως δέσιμο-λύσιμο τεμαχίου, αλλαγή κοπτήρα κλπ.

Στο **περιφερειακό φρεζάρισμα** η απόσταση $L_{\text{τραπ.}}$ που διανύει το τραπέζι της εργαλειομηχανής περιλαμβάνει τόσο το μήκος του κατεργαζόμενου τεμαχίου L όσο και τα διαστήματα πριν και μετά την κοπή του τεμαχίου (l_{α} και l_{β} αντίστοιχα) και ισούται με:

$$L_{\text{τραπ.}} = L + l_{\alpha} + l_{\beta} \quad [\text{mm}]$$

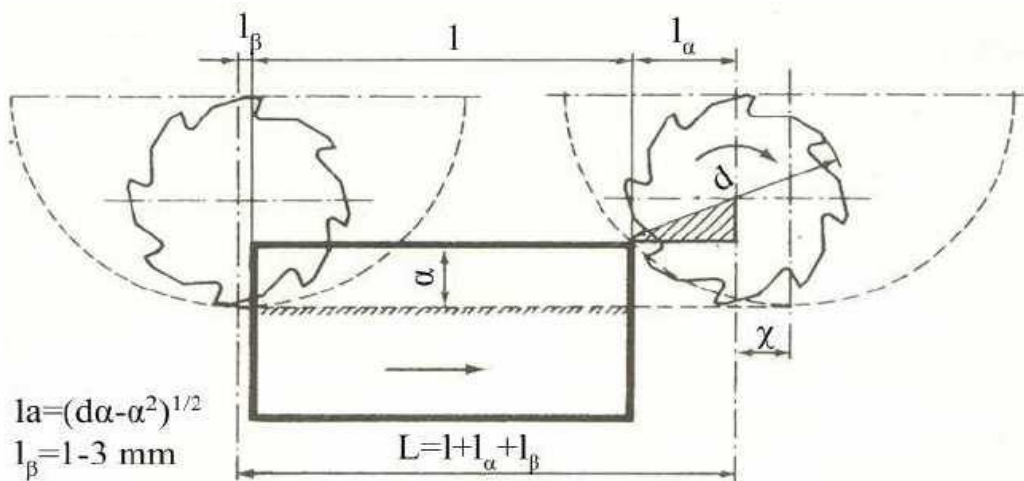
όπου

$$l_{\alpha} = \sqrt{d \cdot \alpha - \alpha^2} \quad [\text{mm}]$$

d : η διάμετρος του κοπτήρα [mm]

l_{β} : το l_{β} καθορίζεται ανάλογα με την περίπτωση κοπής και το είδος της φρέζας και κυμαίνεται μεταξύ

1~3 [mm]



Σχήμα 15. Διαδρομή κοπτήρα για κοπή στο περιφερειακό φρεζάρισμα [4]

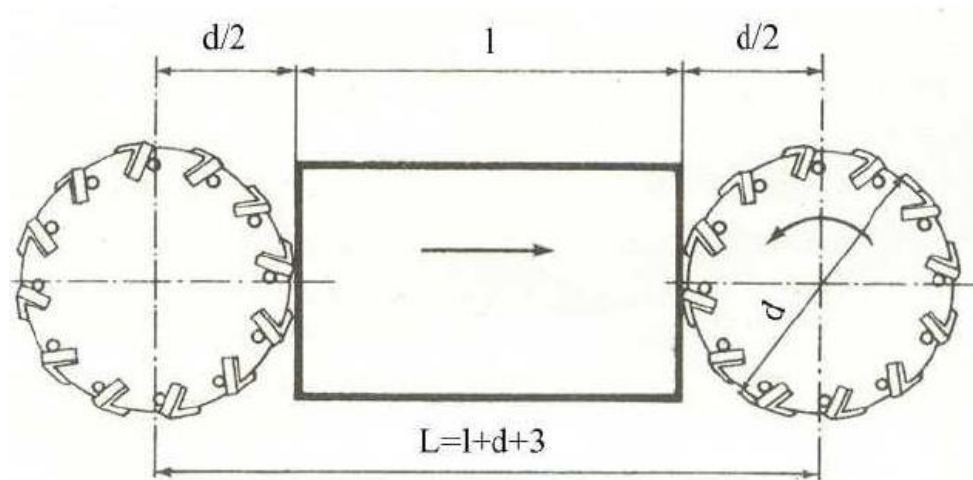
Στο **μετωπικό φρεζάρισμα** η απόσταση $L_{\text{τραπ.}}$ που διανύει το τραπέζι της εργαλειομηχανής ισούται με:

$$L_{\text{τραπ.}} = L + d + 3 \quad [\text{mm}]$$

όπου

L : μήκος τεμαχίου [mm]

d : διάμετρος κοπτήρα [mm]



Σχήμα 16. Διαδρομή κοπτήρα για κοπή στο μετωπικό φρεζάρισμα [4]

1.3 ΙΔΙΟΣΥΣΚΕΥΕΣ

Ιδιοσυσκευές είναι τα ειδικά, επιπρόσθετα εκείνα προσαρτήματα που χρησιμοποιούνται στις εργαλειομηχανές γενικής χρήσης κατά κύριο λόγο, με σκοπό:

- τη σύσφιγξη σε πολύ σύντομο χρόνο και τη σταθερή συγκράτηση του κατεργαζόμενου τεμαχίου στην προκαθορισμένη θέση κατεργασίας σε σχέση με το κοπτικό εργαλείο
- την καθοδήγηση του κοπτικού εργαλείου της εργαλειομηχανής για ακριβή κατεργασία
- ή ταυτόχρονα, τη σύσφιγξη και σταθερή συγκράτηση του κατεργαζόμενου τεμαχίου και την καθοδήγηση του κοπτικού εργαλείου και τέλος
- την γρήγορη αποσύσφιγξη και αφαίρεση του κατεργαζόμενου τεμαχίου από την εργαλειομηχανή.

1.3.1 Ταξινόμηση των ιδιοσυσκευών

Οι διάφορες μηχανολογικές κατασκευές που παράγονται στα σύγχρονα Μηχανολογικά Εργαστήρια, αποτελούνται από πολυάριθμα στοιχεία μηχανών. Για την κατασκευή όλων αυτών των στοιχείων μηχανών, χρησιμοποιούνται πολυάριθμοι τύποι ιδιοσυσκευών. Το μέγεθος των ιδιοσυσκευών αυτών ποικίλει ανάλογα με την περίπτωση και μπορεί να είναι μικρό (απλές ιδιοσυσκευές δραπάνου ή άλλων εργαλειομηχανών) μέχρι και πολύ μεγάλο (ιδιοσυσκευές συναρμολόγησης αεροπλάνων, πυραύλων και διαστημοπλοίων).

Οι διάφοροι τύποι ιδιοσυσκευών είναι δυνατό να ταξινομηθούν, όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Κριτήριο ταξινόμησης	Ομάδα ταξινόμησης	Ονομασία
Είδος κατεργασίας – επεξεργασίας κατά την οποία προορίζονται να χρησιμοποιηθούν	Ιδιοσυσκευές για τις κατεργασίες διαμόρφωσης με μηχανική κοπή	Ιδιοσυσκευές: - Διάνοιξης οπών - Φρεζαρίσματος - Τόρνευσης - Πλανίσματος - Λείανσης - Διάνοιξης εσωτερικών πολυγώνων και πολυσφηνών (σε εργαλειομηχανές ολκής)
	Ιδιοσυσκευές σύνδεσης μετάλλων και συναρμολόγησης στοιχείων μηχανών	Ιδιοσυσκευές: - Συγκόλλησης Καρφώματος Συναρμολόγησης
Αριθμός τεμαχίων που συγκροτούνται στην ιδιοσυσκευή	Ιδιοσυσκευές: - Απλής συγκράτησης Πολλαπλής συγκράτησης	
Σκοπός χρησιμοποίησής τους	Ιδιοσυσκευές: - Σύσφιγξης Συγκράτησης Πρώθησης	
Τρόπος κατασκευής τους	Σύνθετες ιδιοσυσκευές από τυποποιημένα στοιχεία (unit assembly construction) Συγκολλητές ιδιοσυσκευές Συναρμολογητές ιδιοσυσκευές	

Πίνακας 1. Αναλυτική ταξινόμηση των ιδιοσυσκευών [11]

1.3.2 Χρησιμότητα και πλεονεκτήματα των ιδιοσυσκευών

Κατά τις ποικίλες κατεργασίες διαμόρφωσης των μεταλλικών υλικών με μηχανική κοπή στα μηχανουργεία χρησιμοποιούνται κατάλληλες ιδιοσυσκευές για την κάθε περίπτωση.

Για τις συνήθεις μηχανουργικές κατεργασίες σε τόρνο γενικής χρήσεως αρκούν οι ιδιοσυσκευές που φέρει πάνω του τόσο για τη συγκράτηση του τεμαχίου (τσοκ, πλατώ κλπ.) όσο και για την καθοδήγηση του κοπτικού εργαλείου.

Υπάρχουν όμως περιπτώσεις όπου η χρησιμοποίηση κατάλληλης ιδιοσυσκευής για συγκεκριμένες κατεργασίες κρίνεται σκόπιμη όταν η εξοικονόμηση σε κόστος ημερομισθίων και ηλεκτρικής ενέργειας που προκύπτει από την χρησιμοποίησή της, υπερβαίνει το κόστος κατασκευής της. Συχνά χρησιμοποιούνται ιδιοσυσκευές ακόμα και όταν ο αριθμός των προς κατεργασία τεμαχίων είναι μικρός.

Τα πλεονεκτήματα από την χρήση των ιδιοσυσκευών όπως και της ιδιοσυσκευής της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι ενδεικτικά τα εξής:

- Μείωση του χρόνου κατεργασίας και συνεπώς εξοικονόμηση χρόνου
- Αύξηση της παραγωγικότητας
- Εξασφάλιση της εναλλαξιμότητας των στοιχείων που παράγονται
- Σταθερή ποιότητα και ακρίβεια κατεργασίας για όλα τα τεμάχια που υποβάλλονται σε κατεργασίες μηχανικής κοπής με τη βοήθεια ιδιοσυσκευής
- Χρησιμοποίηση των ιδιοσυσκευών από ανειδίκευτο προσωπικό με ελάχιστη συνήθως χειρωνακτική προσπάθεια
- Καλύτερη αξιοποίηση των εργαλειομηχανών
- Μείωση του ποσοστού των ατυχημάτων

1.3.3 Στοιχεία χειρισμού των ιδιοσυσκευών

Τα στοιχεία χειρισμού έχουν ως αποστολή να μεταφέρουν στα εξαρτήματα της ιδιοσυσκευής τις κινήσεις και τις δυνάμεις του χειριστή της συσκευής. Τα στοιχεία χειρισμού είναι διαμορφωμένα ως λαβές και μοχλοί κάθε είδους.

Τα σπουδαιότερα στοιχεία χειρισμού ιδιοσυσκευών είναι:

- Λαβή κωνική

- Λαβή σφαιρική
- Σφαιρική κεφαλή
- Αστεροειδής λαβή
- Κοχλίας με μοχλό
- Σταυροειδής λαβή
- Λαβή με ρίκνωση
- Χειροτροχοί

Το σχήμα και το μέγεθος των στοιχείων χειρισμού πρέπει να εκλεγούν έτσι ώστε να παρέχεται η αναγκαία δύναμη χωρίς υπερκόπωση του χειριστή της ιδιοσυσκευής. Ιδιαίτερα πρέπει να πληρούνται οι παρακάτω προϋποθέσεις:

- Τα στοιχεία χειρισμού πρέπει να πιάνονται εύκολα και να είναι προσιτά
- Τα στοιχεία χειρισμού πρέπει να εκλεγούν έτσι ώστε να βρίσκονται σε αντιστοιχία με τις διαστάσεις του σώματος του ανθρώπου και τις φυσικές του κινήσεις
- Τα στοιχεία χειρισμού δεν πρέπει να βρίσκονται πολύ κοντά σε περιοριστικές επιφάνειες
- Τα στοιχεία χειρισμού δεν πρέπει να βρίσκονται στο χώρο εργασίας των εργαλείων



Σχήμα 17. Στοιχεία χειρισμού ιδιοσυσκευών

1.3.4 Ιδιοσυσκευές διάνοιξης οπών στα δράπανα

Σκοπός των ιδιοσυσκευών αυτών είναι η σύσφιγξη και σταθερή συγκράτηση του τεμαχίου και η καθοδήγηση του κοπτικού εργαλείου (ελικοειδές τρυπάνι, τρυπάνι εμβάθυνσης οπής, φρεζοτρύπανο, γλύφανο, δακτυλιωτός κοπτήρας, κοχλιοτόμος εργαλειομηχανών), με τρόπο ώστε οι οπές που πρόκειται να τρυπηθούν, να διανοίγονται με ακρίβεια στις προκαθορισμένες θέσεις.

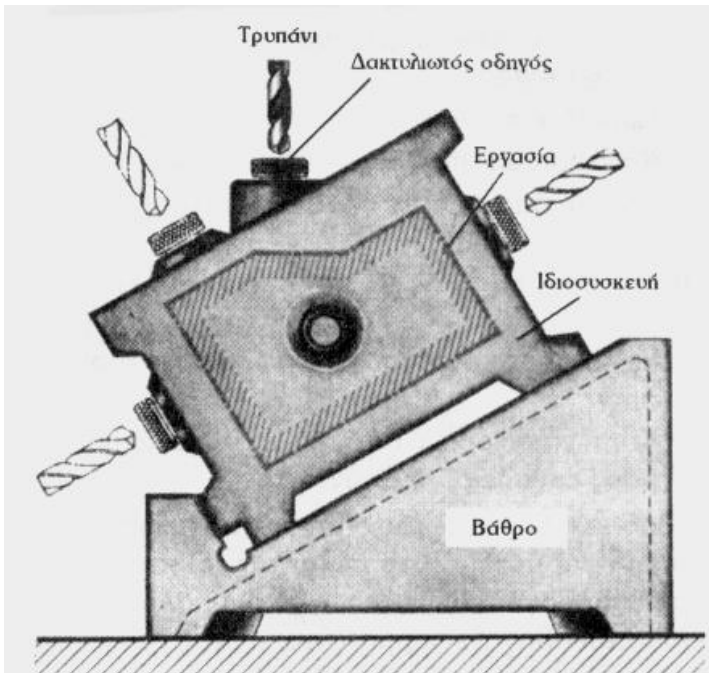
Με τη χρησιμοποίηση ιδιοσυσκευών δρασάνου συντομεύεται ο χρόνος που είναι απαραίτητος για τη σύσφιγξη του τεμαχίου (άμεση σύσφιγξη του τεμαχίου) και αποφεύγονται τα στάδια προετοιμασίας του τεμαχίου για το τρύπημα (χάραξη, κεντράρισμα με κέντρο κλπ).

Οι ιδιοσυσκευές διάνοιξης οπών σε δράπανα διακρίνονται στους ακόλουθους βασικούς τύπους:

- Ιδιοσυσκευές με διάτρητη πρότυπη πλάκα
- Ιδιοσυσκευές με κλινόμενη, διάτρητη πρότυπη πλάκα
- Ιδιοσυσκευές διάνοιξης οπών τύπου universal
- Πολυεδρικές ιδιοσυσκευές τύπου κιβωτίου
- Ιδιοσυσκευές διάνοιξης οπών βαριού τύπου
- Αναστρεφόμενες ιδιοσυσκευές
- Ειδικές πολυάτρακτες ιδιοσυσκευές
- Δίδυμες ιδιοσυσκευές διάνοιξης οπών
- Τυποποιημένες ιδιοσυσκευές διάνοιξης οπών



Σχήμα 18. Ιδιοσυσκευή διάνοιξης οπών με διάτρητη πρότυπη πλάκα [17]



Σχήμα 19. Πολυεδρική ιδιοσυσκευή [11]



Σχήμα 20. Ιδιοσυσκευή διάνοιξης σπών τύπου Universal [16]

1.3.5 Ιδιοσυσκευές φρεζών

Οι ιδιοσυσκευές φρεζών είναι ουσιαστικά ιδιοσυσκευές σύσφιξης διότι η καθοδήγηση του κοπτικού εργαλείου αναλαμβάνεται από την άτρακτο της εργαλειομηχανής.

Η σύσφιξη και η σταθεροποίηση των αντικειμένων πρέπει να είναι στιβαρή και ασφαλής διότι στο φρεζάρισμα πολλές φορές, εμφανίζονται μεγάλες δυνάμεις κοπής.

Ο τρόπος κατασκευής μιας ιδιοσυσκευής φρεζαρίσματος καθορίζεται από τους ακόλουθους παράγοντες:

- Το σχήμα και το μέγεθος του τεμαχίου
- Την απαιτούμενη ακρίβεια κατεργασίας
- Τον όγκο μετάλλου που πρέπει να αφαιρεθεί από το τεμάχιο
- Το μέγεθος των δυνάμεων κοπής που αναπτύσσονται κατά το φρεζάρισμα

Οι βασικοί τύποι ιδιοσυσκευών φρεζαρίσματος είναι οι εξής:

- Ιδιοσυσκευές απλής σύσφιξης
- Ιδιοσυσκευές πολλαπλής σύσφιξης
- Δίδυμες ιδιοσυσκευές
- Αναστρεφόμενες ιδιοσυσκευές
- Αναστρεφόμενες ιδιοσυσκευές με οριζόντιο άξονα περιστροφής
- Διαιρέτες universal (με σφιγκτήρα ή με σταθερό κέντρο και κεντροφορέα)
- Επίπεδοι διαιρέτες
- Περιστρεφόμενες πλάκες



Σχήμα 21. Ιδιοσυσκευή απλής σύσφιγξης με δυνατότητα περιστροφής [15]



Σχήμα 22. Δίδυμη ιδιοσυσκευή [18]



Σχήμα 23. Διαιρέτης Universal [14]

1.3.6 Ιδιοσυσκευές τόνων

Οι ιδιοσυσκευές τόννευσης αποτελούν ένα σύνολο από διάφορα στοιχεία (μέσα) που σκοπό έχουν τη σύσφιξη και σταθερή συγκράτηση του τεμαχίου στην προκαθορισμένη θέση κατεργασίας σε σχέση με το κοπτικό εργαλείο. Πολλά από αυτά τα μέσα συγκράτησης του τεμαχίου αποτελούν συνήθη εξοπλισμό για κάθε τόρνο γενικής χρήσης. Εκτός από τα συνηθισμένα μέσα συσφίξεως σε τόννους (τσοκ, πλατώ κλπ.) υπάρχουν ακόμη και ιδιοσυσκευές για ειδικές εργασίες.

Τα μέσα αυτά συγκράτησης του τεμαχίου είναι τα ακόλουθα:

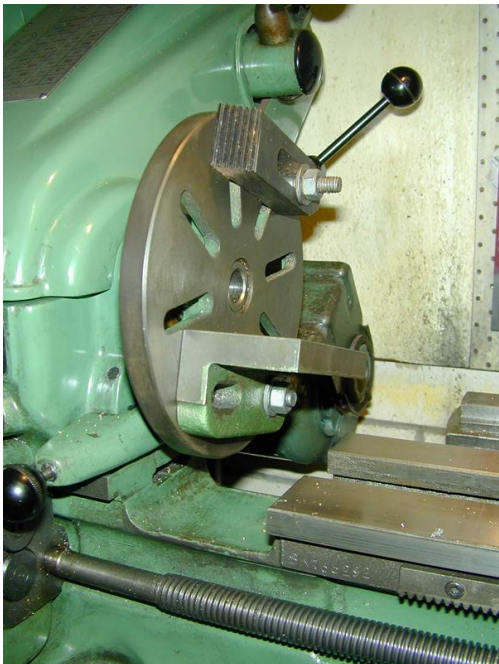
- Αυτόματος σφιγκτήρας (τσοκ) με τρεις σιαγόνες
- Αυτόματος σφιγκτήρας (τσοκ) με τέσσερις σιαγόνες
- Ανεξάρτητος σφιγκτήρας (πλατώ) με τέσσερις σιαγόνες
- Κινητήρια πλάκα για τη συγκράτηση τεμαχίων μεταξύ κέντρων
- Πλάκα συγκράτησης τεμαχίων (face plate)
- Μαγνητική πλάκα (magnetic chuck)
- Συστελλόμενοι σφιγκτήρες (collet chucks)
- Σταθεροί ή διαστελλόμενοι άξονες συγκράτησης (mandrels) με κωνικό στέλεχος Morse
- Το μικρό και το εγκάρσιο φορείο του τόννου ως μέσα συγκράτησης του τεμαχίου

Κατά την χρησιμοποίηση ιδιοσυσκευών σε τόννους πρέπει να τεθούν σε κίνηση μεγάλες μάζες ενώ το κοπτικό εργαλείο που είναι ελαφρύ, εκτελεί μόνο την κίνηση της προώσεως και του βάθους κοπής. Απ' αυτό προκύπτουν οι παρακάτω βασικοί κανόνες διαμορφώσεως για τις ιδιοσυσκευές:

- Ο κορμός της ιδιοσυσκευής πρέπει να είναι ελαφρύς αλλά άκαμπτος
- Η ιδιοσυσκευή πρέπει κατά το δυνατόν να έχει ομοιόμορφη κατανομή μάζας και να στρέφεται κυκλικά
- Τα κοπτικά εργαλεία τριευσσεως πρέπει να είναι κοντά και να συσφίγγονται πολύ καλά
- Η δύναμη συσφίξεως να είναι αρκετή, ακόμη και στις φυγόκεντρες δυνάμεις που εμφανίζονται στις υψηλές στροφές



Σχήμα 24. Αυτόματος σφικτήρας (τσοκ) με τρεις σιαγόνες [21]



Σχήμα 25. Πλάκα συγκράτησης τεμαχίων (faceplate) [12]

1.4 ΣΚΟΠΟΣ – ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Αντικείμενο της πτυχιακής εργασίας είναι ο σχεδιασμός, η μελέτη και η κατασκευή μιας ιδιοσυσκευής τόννου με σκοπό την δημιουργία σφαιρικών επιφανειών.

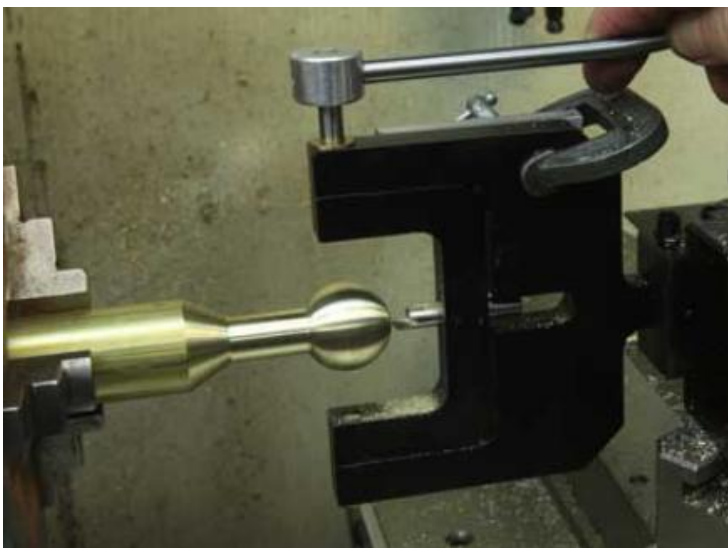
Στην εργασία παρουσιάζονται όλες οι φάσεις κατεργασίας που πραγματοποιήθηκαν για να κατασκευαστούν τα κύρια μέρη της ιδιοσυσκευής, δηλ. η σταθερή βάση, η περιστρεφόμενη βάση, η μανέλα και η λαβή.

Με την ολοκλήρωση της κατασκευής των κύριων μερών, η ιδιοσυσκευή συναρμολογήθηκε μαζί με τα υπόλοιπα εξαρτήματα και τοποθετήθηκε στον εργαλειοφορέα ενός συμβατικού τόννου του εργαστηρίου Μηχανουργικής Τεχνολογίας του Παν. Δυτικής Αττικής με σκοπό την κοπή και διαμόρφωση σφαιρικών επιφανειών πάνω σε ράβδους αλουμινίου.

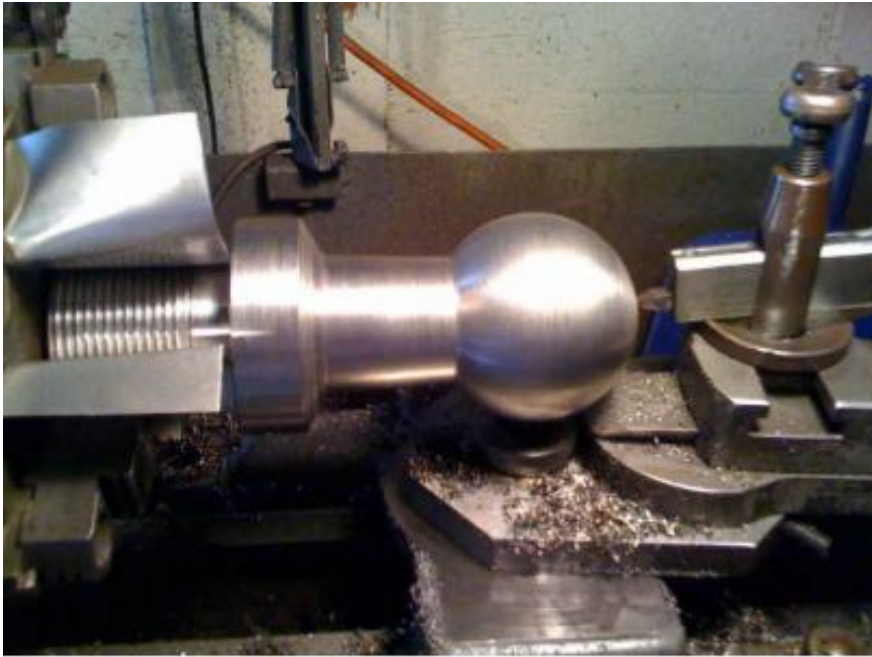
1.4.1 Έρευνα αγοράς – Παρόμοιες Ιδιοσυσκευές

Μετά από έρευνα στο διαδίκτυο κυρίως, βρέθηκαν και άλλες παρόμοιου τύπου ιδιοσυσκευές διαμόρφωσης σφαιρικών εξαρτημάτων όπως απεικονίζονται στις παρακάτω εικόνες.

Γενικά, για την παραγωγή σφαιρικής επιφάνειας δεν υπάρχει κάποια τυποποιημένη συσκευή (τουλάχιστον εμπορικά ευρέως διαθέσιμη) και συνεπώς, εναπόκειται στον εκάστοτε μελετητή να σχεδιάσει μία πρωτότυπη ιδιοσυσκευή με βάση τις προδιαγραφές που ορίζει ο ίδιος, όπου συνήθως αποτελούνται από την δυναμικότητα της εργαλειομηχανής και τις δυνατότητες κατασκευής.



Εικόνα 1. Ιδιοσυσκευή διαμόρφωσης σφαιρικών αντικειμένων [7]



Εικόνα 2. Ιδιοσυσκευή διαμόρφωσης σφαιρικών αντικειμένων [8]



Εικόνα 3. Ιδιοσυσκευή διαμόρφωσης σφαιρικών αντικειμένων [9]

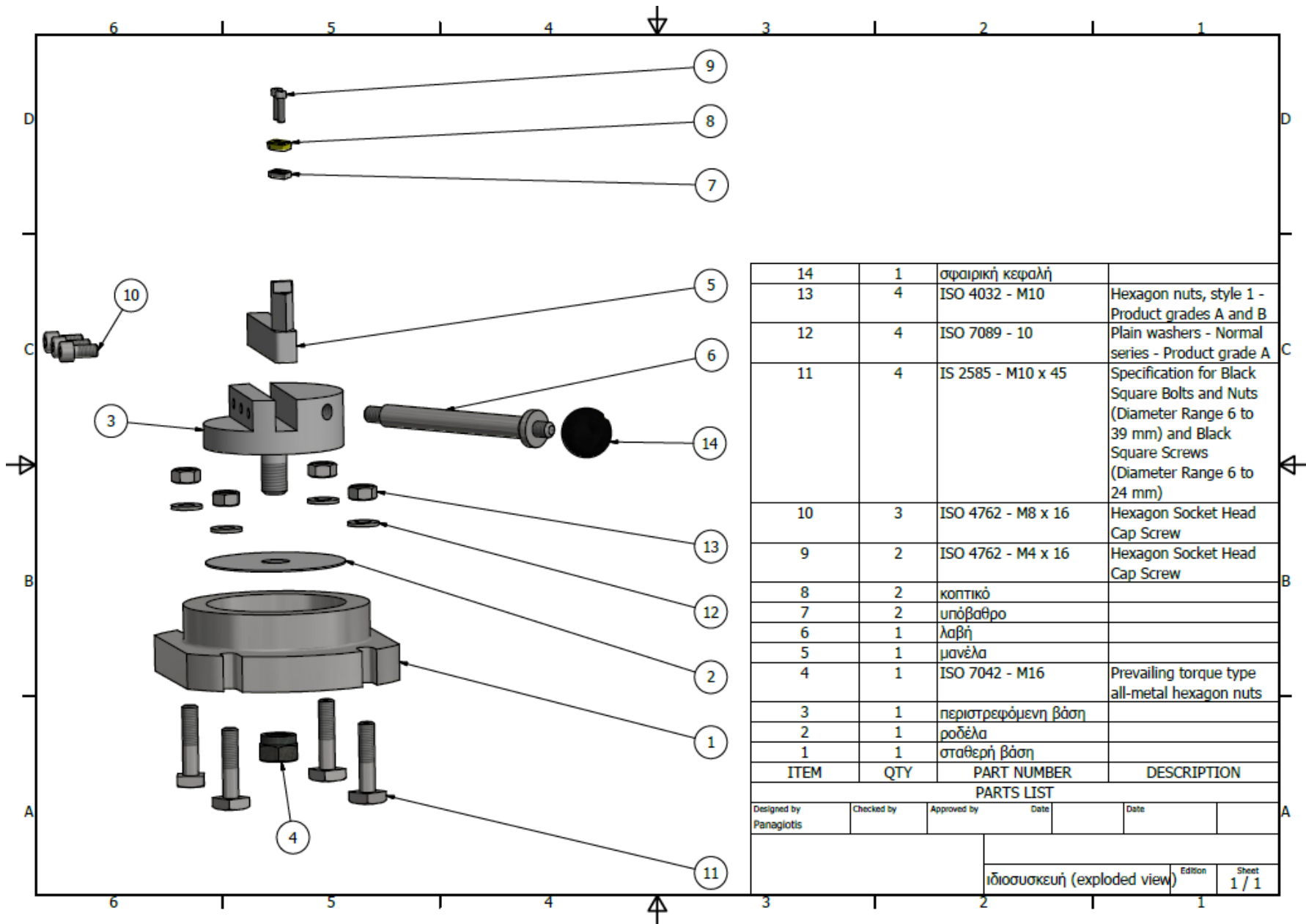


Εικόνα 4. Ιδιοσυσσκευή διαμόρφωσης σφαιρικών αντικειμένων [10]

1.4.2 Καθορισμός προδιαγραφών

Για τον τελικό σχεδιασμό της ιδιοσυσσκευής της παρούσας εργασίας, όπως φαίνεται και στο Σχήμα 26, ελήφθησαν υπόψιν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Ενδεικτικά, μερικά από αυτά είναι τα εξής:

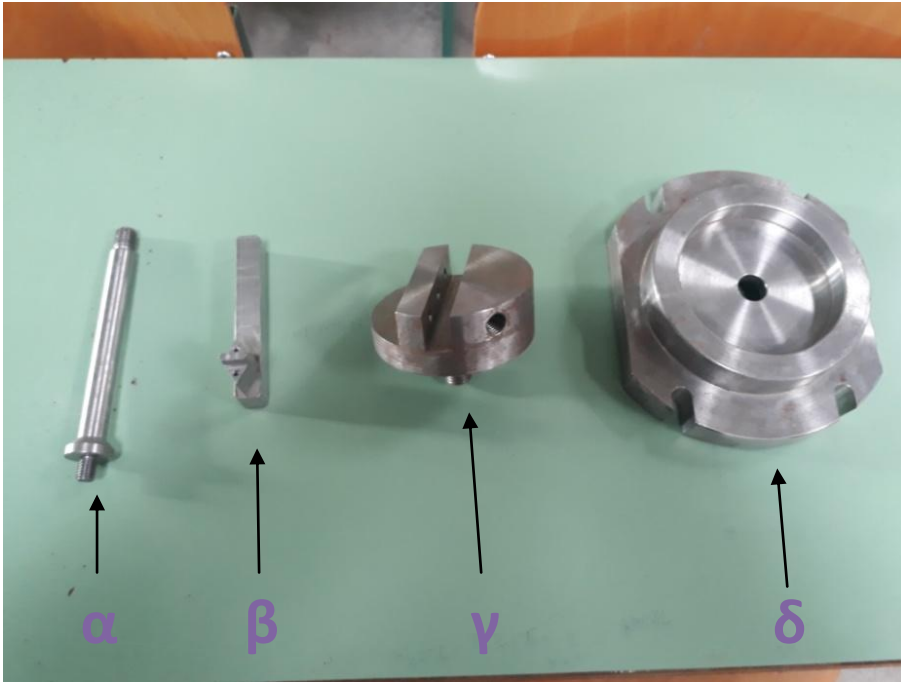
- Να υποστηρίζει υποδοχές δύο κοπτικών εργαλείων με αποτέλεσμα να μπορεί να κατεργαστεί τόσο εξωτερικές όσο και εσωτερικές κοιλότητες
- Να μπορεί να κατεργαστεί μαλακά υλικά (ξύλο) έως και σκληρότερα υλικά (μέταλλα)
- Να μπορεί να κατεργαστεί σφαιρικές επιφάνειες πολύ μικρής διαμέτρου από $\varnothing 10$ έως $\varnothing 62$
- Να απαρτίζεται από μικρό όγκο και βάρος εξαρτημάτων
- Να αποτελείται από μικρό πλήθος εξαρτημάτων
- Να είναι απλή στην λειτουργία και στο χειρισμό
- Να είναι εύκολη και ασφαλής η καθοδήγηση του κοπτικού εργαλείου
- Να είναι απλή στη συντήρηση, στην επισκευή και στον καθαρισμό της
- Να γίνεται εύκολη και γρήγορη συναρμολόγηση και αποσυναρμολόγηση των εξαρτημάτων της ιδιοσυσσκευής
- Να υπάρχει αυξημένη αντοχή των εξαρτημάτων της ιδιοσυσσκευής στις αναπτυσσόμενες δυνάμεις κοπής



Σχήμα 26. Exploded view ιδιοσυσκευής

1.4.3 Δομή της ιδιοσυσκευής

Τα κύρια μέρη της ιδιοσυσκευής είναι η σταθερή βάση, η περιστρεφόμενη βάση, η λαβή και η μανέλα (Εικόνα 5). Τα υπόλοιπα μέρη είναι τα στοιχεία σύνδεσης (κοχλίες,ροδέλες, περικόχλια),μια ροδέλα $\varnothing 90$, μία σφαιρική κεφαλή, τα υπόβαθρα και τα κοπτικά εργαλεία (ένθετα πλακίδια).



Εικόνα 5. Κύρια μέρη ιδιοσυσκευής

α → Λαβή (item 6, παρακάτω στα σχέδια)

β → Μανέλα (item 5, παρακάτω στα σχέδια)

γ → Περιστρεφόμενη βάση (item 3, παρακάτω στα σχέδια)

δ → Σταθερή βάση (item 1, παρακάτω στα σχέδια)



Εικόνα 6. Κοχλίες T-Slot, ροδέλες, περικόχλια M10



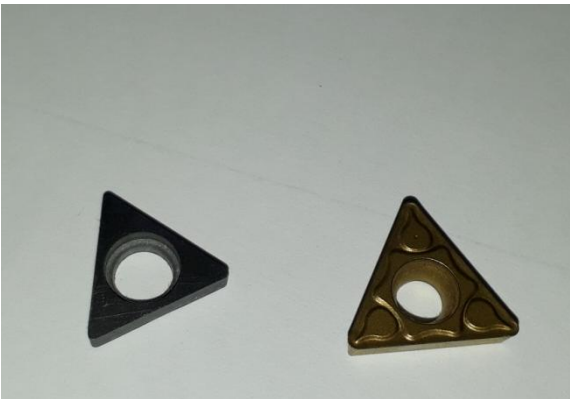
Εικόνα 7. Κοχλίες M8 & M4, περικόχλιο M16



Εικόνα 8. Σφαιρική κεφαλή



Εικόνα 9. Ροδέλα $\varnothing 90$



Εικόνα 10. Υπόβαθρο και κοπτικό εργαλείο

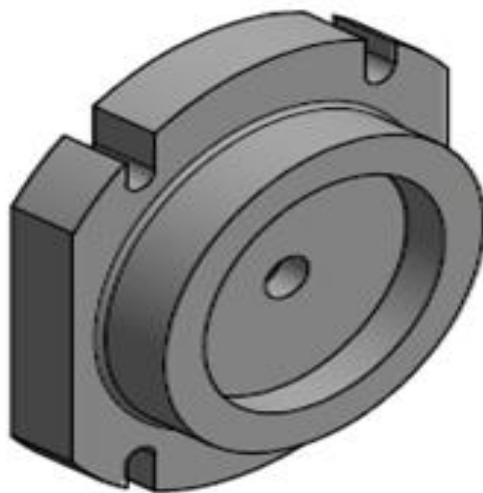


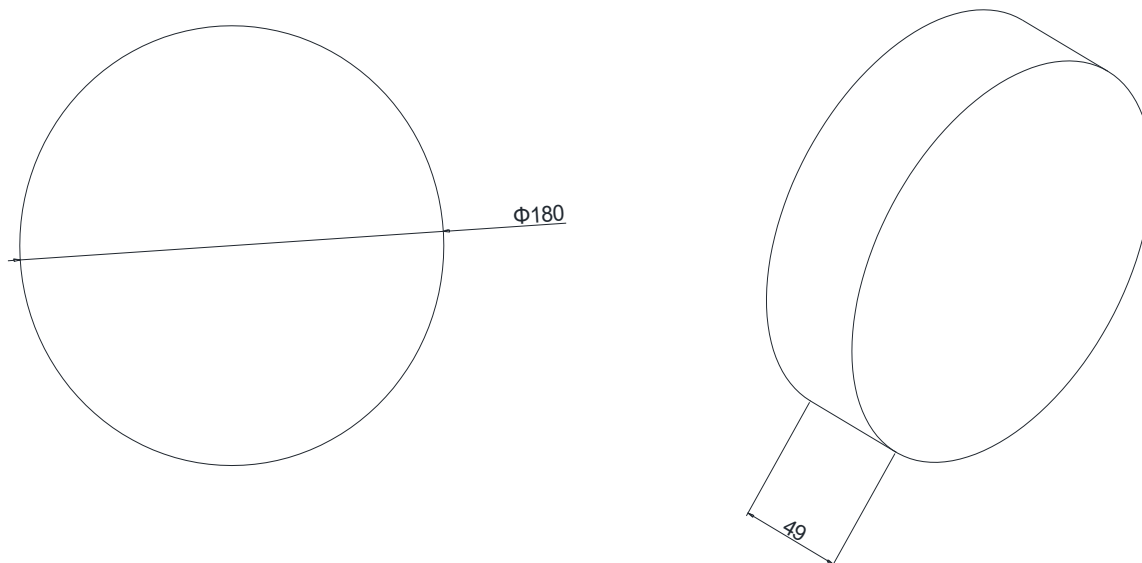
Εικόνα 11. Συναρμολόγηση και τοποθέτηση της ιδιοσυσκευής στο εργαλειοφορείο ενός συμβατικού τόρνου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο καταγράφεται η μεθοδολογία και οι φάσεις των κατεργασιών καθώς επίσης υπολογίζονται θεωρητικά και οι συνθήκες κοπής και χρόνοι κατεργασίας των κύριων μερών της ιδιοσυσκευής (σταθερή βάση, περιστρεφόμενη βάση, μανέλα, λαβή).

2.1 ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΒΑΣΗΣ

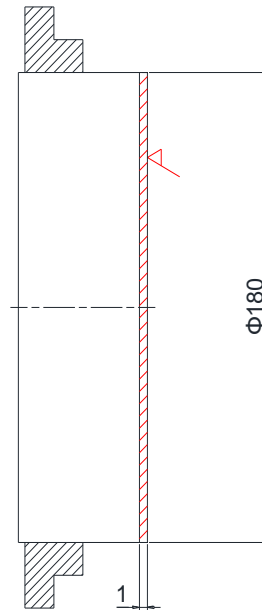




ΥΛΙΚΟ: S235JR

Α/Α	ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΣΤΑΘΕΡΗΣ ΒΑΣΗΣ
1)	Τόρνευση προσώπου
2)	Τόρνευση προσώπου
3)	Διάτρηση οπής $\varnothing 16$ σε τόρνο
4)	Κατεργασία διαμέτρου $\varnothing 180$ σε τόρνο
5)	Κατεργασία διαμέτρου $\varnothing 180$ και ραδίου R2 σε τόρνο
6)	Κατεργασία διαμέτρου $\varnothing 90$ σε τόρνο
7)	Κατεργασία διαμέτρου $\varnothing 50$ και ραδίου R5 σε τόρνο
8)	Κατεργασία επιφάνειας σε φρέζα
9)	Κατεργασία επιφάνειας σε φρέζα
10)	Κατεργασία αυλακιού σε φρέζα
11)	Κατεργασία αυλακιού σε φρέζα
12)	Κατεργασία αυλακιού σε φρέζα
13)	Κατεργασία αυλακιού σε φρέζα

1^η φάση από 13 συνολικά

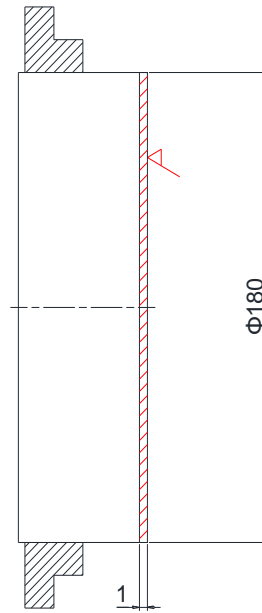


	D _{αρχ.} mm	D _{τελ.} mm	L _{κατ.} mm	α mm	U m/min	n _θ rpm	n _π rpm	s mm/rev	S _π mm/min	v	T _{πάσσου} min	T _{ΦΑΣΗΣ} min
ΞΕΧ/ΜΑ	180	180	90	0,8	70	123,8	145	0,116	16,8	1	5,3	16
ΦΙΝ/ΜΑ	180	180	90	0,2	70	123,8	145	0,058	8,4	1	10,7	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Τοποθέτηση και συγκράτηση του τεμαχίου στο τσοκ του τόρνου
- Κατεργασία προσώπου με δύο συνολικά πάσσα
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 1^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ}=16 min.

2^η φάση από 13 συνολικά

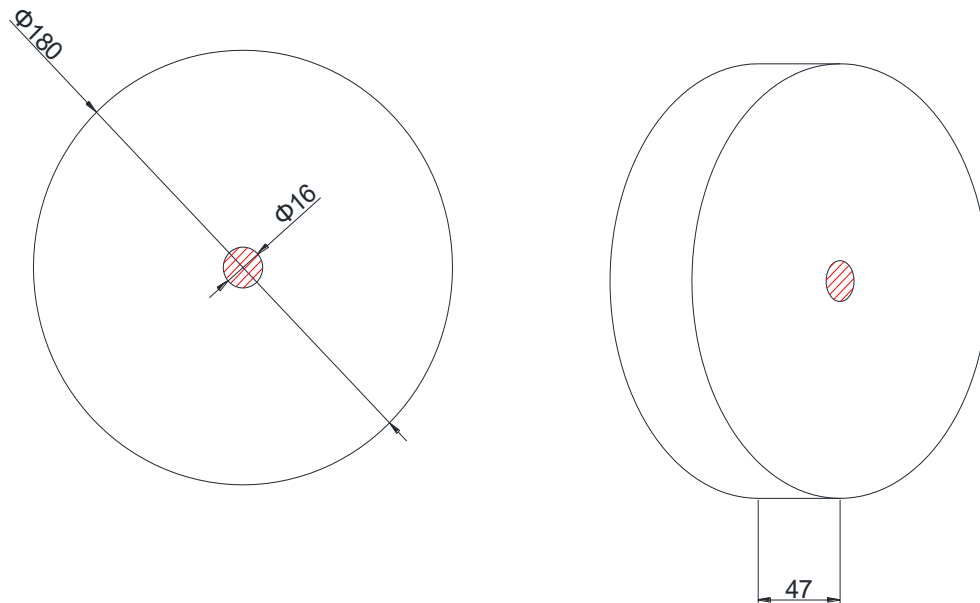


	D _{αρχ.} mm	D _{τελ.} mm	L _{κατ.} mm	α mm	U m/min	n _θ rpm	n _π rpm	s mm/rev	S _π mm/min	v	T _{πάσσου} min	T _{ΦΑΣΗΣ} min
ΞΕΧ/ΜΑ	180	180	90	0,8	70	123,8	145	0,116	16,8	1	5,3	16
ΦΙΝ/ΜΑ	180	180	90	0,2	70	123,8	145	0,058	8,4	1	10,7	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Αναστροφή του τεμαχίου και συγκράτησή του στο τσοκ του τόρνου
- Κατεργασία προσώπου με δύο συνολικά πάσσα
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 2^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ}=16 min.

3^η φάση από 13 συνολικά

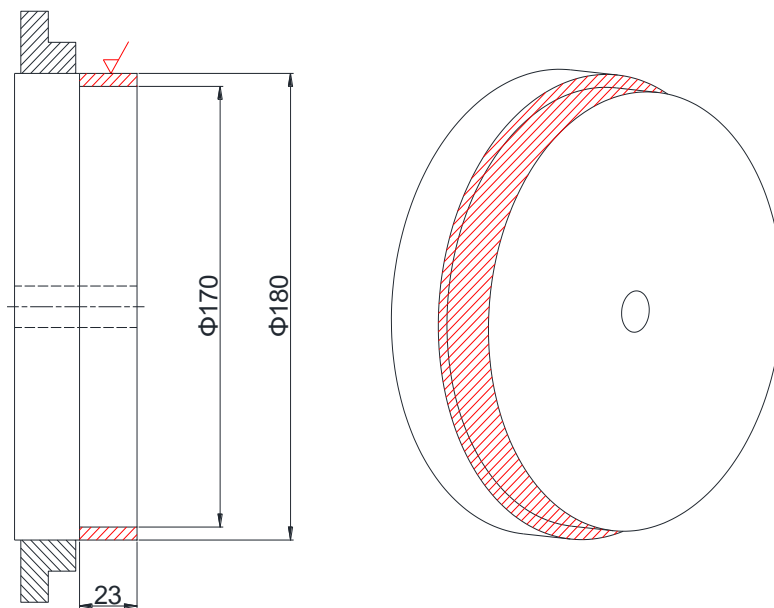


	D _{αρχ.} mm	D _{τελ.} mm	L _{κατ.} mm	α mm	U m/min	n _θ rpm	n _π rpm	s mm/rev	S _π mm/min	v	T _{πάσσου} min	T _{ΦΑΞΗΣ} min
ΞΕΧ/ΜΑ												
ΦΙΝ/ΜΑ												

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Η διάτρηση της οπής $\varnothing 16$ mm θα γίνει σε 3 στάδια. Θα χρησιμοποιηθούν ένα κεντροτρύπανο διαμέτρου 3,15 mm και δύο τρυπάνια διαμέτρου 8 mm και 16 mm αντίστοιχα.
- Τοποθετούμε το κεντροτρύπανο στη πινόλη του κεντροφορέα και με χειροκίνητες προώσεις διεισδύουμε διαδοχικά στο υλικό του τεμαχίου ώστε να γίνεται και απογρέζωση
Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται και με τα υπόλοιπα τρυπάνια

4^η φάση από 13 συνολικά



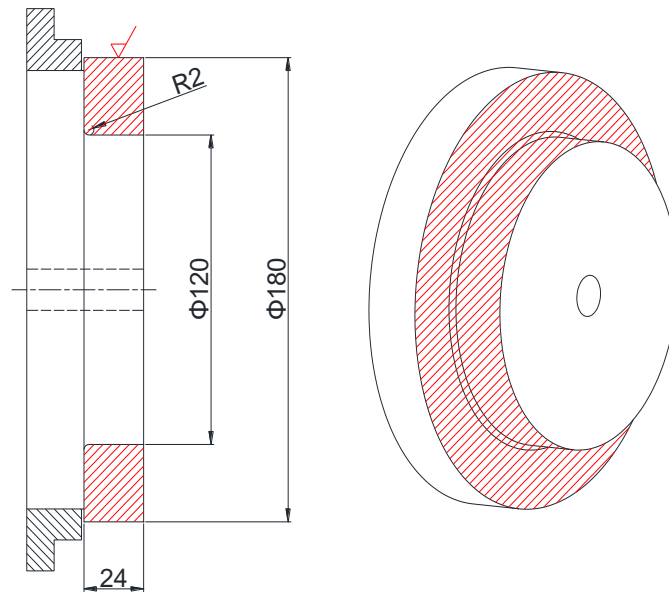
	D _{αρχ.} mm	D _{τελ.} mm	L _{κατ.} mm	α mm	U m/min	n _θ rpm	n _π rpm	s mm/rev	S _π mm/min	v	T _{πάσσου} min	T _{ΦΑΣΗΣ} min
ΞΕΧ/ΜΑ	180	170	23	1	70	123,8	145	0,36	52,2	5	0,44	2,2
ΦΙΝ/ΜΑ												

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Κατεργασία διαμέτρου από $\varnothing 180$ mm σε $\varnothing 170$ mm σε μήκος 23 mm με 5 πάσσα
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 4^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ} = 2,2 min.

item 1: ΣΤΑΘΕΡΗ ΒΑΣΗ

 Κατεργασία διαμέτρου $\varnothing 180$ και ραδίου R2 σε τόρνο

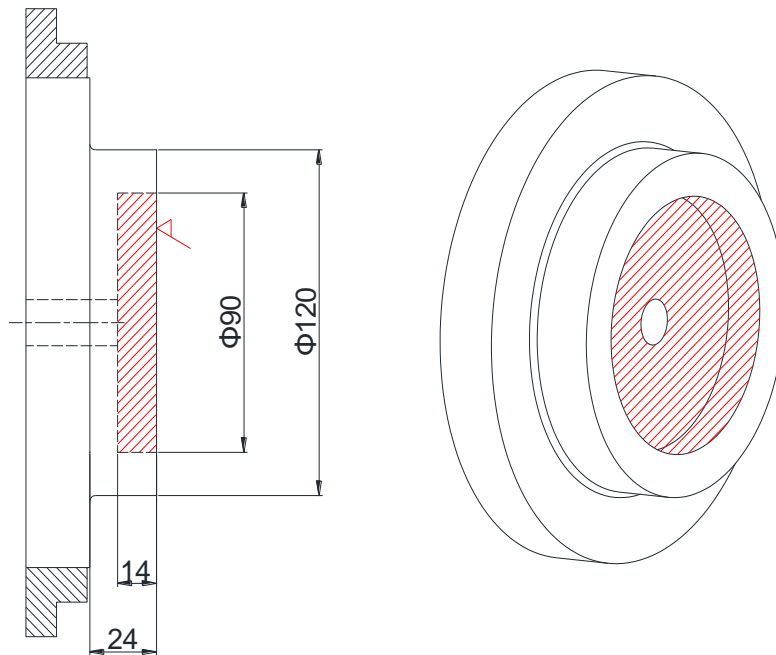
 5^η φάση από 13 συνολικά


	D _{αρχ.} mm	D _{τελ.} mm	L _{κατ.} mm	α mm	U m/min	n _θ rpm	n _π rpm	s mm/rev	S _π mm/min	v	T _{πάσσου} min	T _{ΦΑΣΗΣ} min
ΞΕΧ/ΜΑ	180	174	24	3	70	123,8	145	0,36	52,2	1	0,46	4,6
	174	168	24	3	70	128,1	145	0,36	52,2	1	0,46	
	168	162	24	3	70	132,7	145	0,36	52,2	1	0,46	
	162	156	24	3	70	137,6	145	0,36	52,2	1	0,46	
	156	150	24	3	70	142,9	145	0,36	52,2	1	0,46	
	150	144	24	3	70	148,6	145	0,36	52,2	1	0,46	
	144	138	24	3	70	154,8	145	0,36	52,2	1	0,46	
	138	132	24	3	70	161,5	145	0,36	52,2	1	0,46	
	132	126	24	3	70	168,9	145	0,36	52,2	1	0,46	
	126	120	24	3	70	176,9	145	0,36	52,2	1	0,46	
ΦΙΝ/ΜΑ												

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Αναστροφή του τεμαχίου και συγκράτησή του στο τσοκ του τόρνου
- Κατεργασία διαμέτρου από $\varnothing 180$ mm σε $\varnothing 120$ mm σε μήκος 24 mm και ραδίου R2 με κοπτικό εργαλείο μορφής με 10 συνολικά πάσσα
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 5^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ} = 4,6 min.

6^η φάση από 13 συνολικά

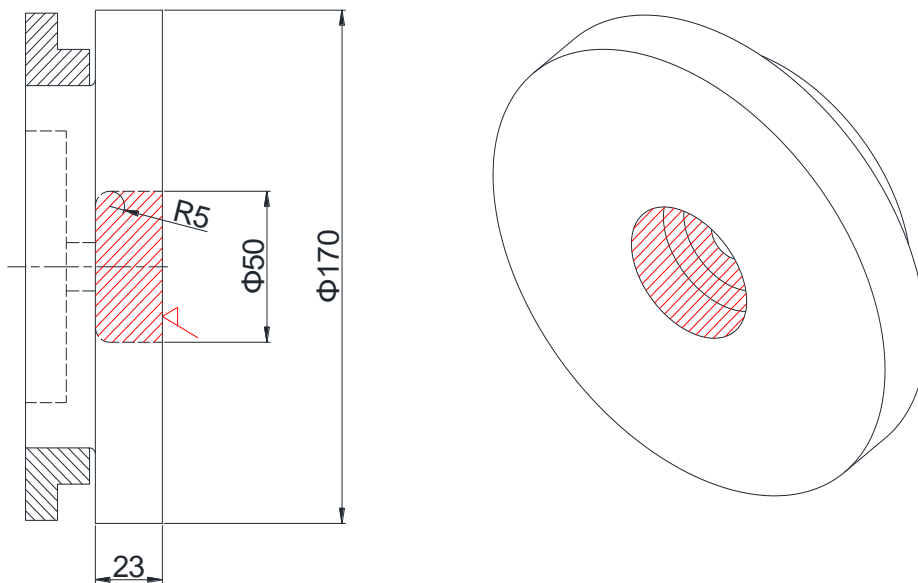


	D _{αρχ.} mm	D _{τελ.} mm	L _{κατ.} mm	α mm	U m/min	n _θ rpm	n _π rpm	s mm/rev	S _π mm/min	v	T _{πάσσου} min	T _{ΦΑΣΗΣ} min
ΞΕΧ/ΜΑ	90	90	37	2	70	247,7	245	0,116	28,4	6	1,3	11,7
	90	90	37	1,5	70	247,7	245	0,116	28,4	1	1,3	
ΦΙΝ/ΜΑ	90	90	37	0,5	70	247,7	245	0,058	14,2	1	2,6	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Εσωτερική τórνευση διαμέτρου $\varnothing 90$ mm σε μήκος 14 mm με 8 συνολικά πάσσα
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 6^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ} = 11,7 min.

7^η φάση από 13 συνολικά

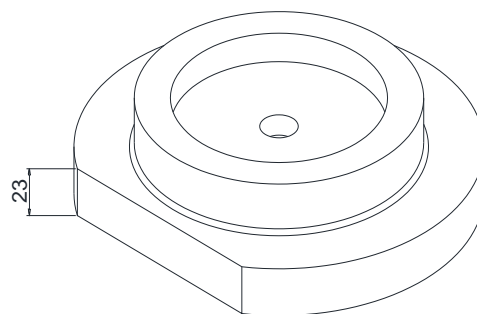
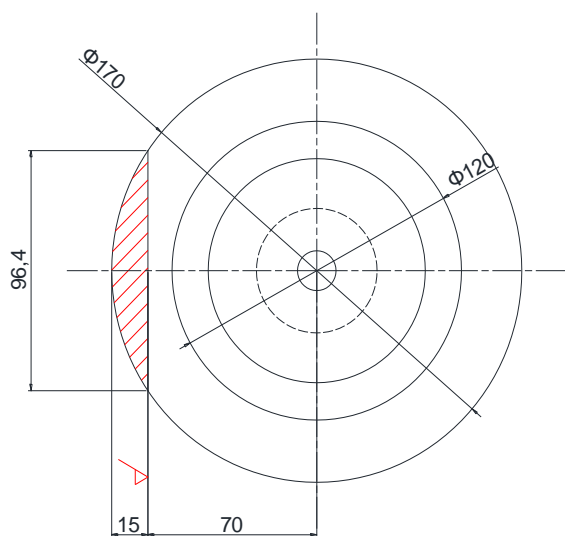


	D _{αρχ.} mm	D _{τελ.} mm	L _{κατ.} mm	α mm	U m/min	n _θ rpm	n _π rpm	s mm/rev	S _π mm/min	v	T _{πάσσου} min	T _{ΦΑΣΗΣ} min
ΞΕΧ/ΜΑ	50	50	17	2	70	445,8	415	0,116	48,1	11	0,35	4,5
ΦΙΝ/ΜΑ	50	50	17	1	70	445,8	415	0,058	24,1	1	0,7	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Αναστροφή του τεμαχίου και συγκράτησή του στο τσοκ του τόρνου
- Εσωτερική τόννευση διαμέτρου $\Phi 50$ mm σε μήκος 23 mm και κατασκευή ραδίου R5 με κοπτικό εργαλείο μορφής με 12 συνολικά πάσσα
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 7^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ} = 4,5 min.

8^η φάση από 13 συνολικά

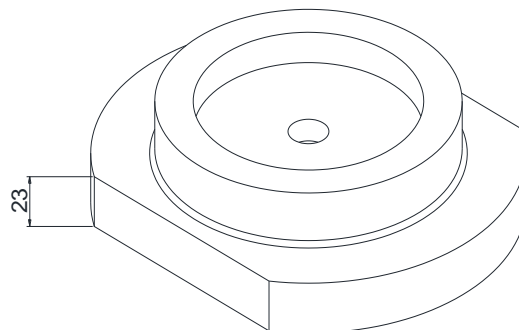
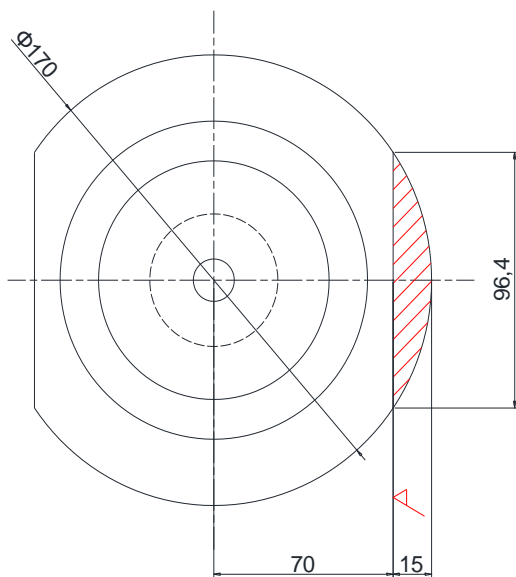


Στοιχεία κοπήρα		U	n_{θ}	n_{π}	S_z	S_{θ}	S_{π}	α	ν	$L_{\text{τραπ.}}$	$T_{\text{πάσσου}}$	$T_{\text{ΦΑΣΗΣ}}$
		m/min	rpm	rpm	mm/δόντι	mm/min	mm/min	mm		mm	min	min
DIN 885A D= 100 d= 27 L= 16 Z= 16	ΞΕΧ/ΜΑ	25	79,6	71	0,08	101,9	100	3 2	7 1	115,4 112,4	1,15 1,12	9,2
	ΦΙΝ/ΜΑ											

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Τοποθέτηση και συγκράτηση του τεμαχίου σε μέγγενη με δυνατότητα περιστροφής
- Χρησιμοποιήθηκε δισκοειδής κοπήρας HSS τύπου N κατά DIN 885A
- Πραγματοποιήθηκαν 8 συνολικά πάσσα
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 8^{ης} φάσης είναι: $T_{\text{ΦΑΣΗΣ}}=9,2$ min.
- Το φρεζάρισμα σε όλη την διάρκεια της κατεργασίας ήταν αντίρροπο

9^η φάση από 13 συνολικά

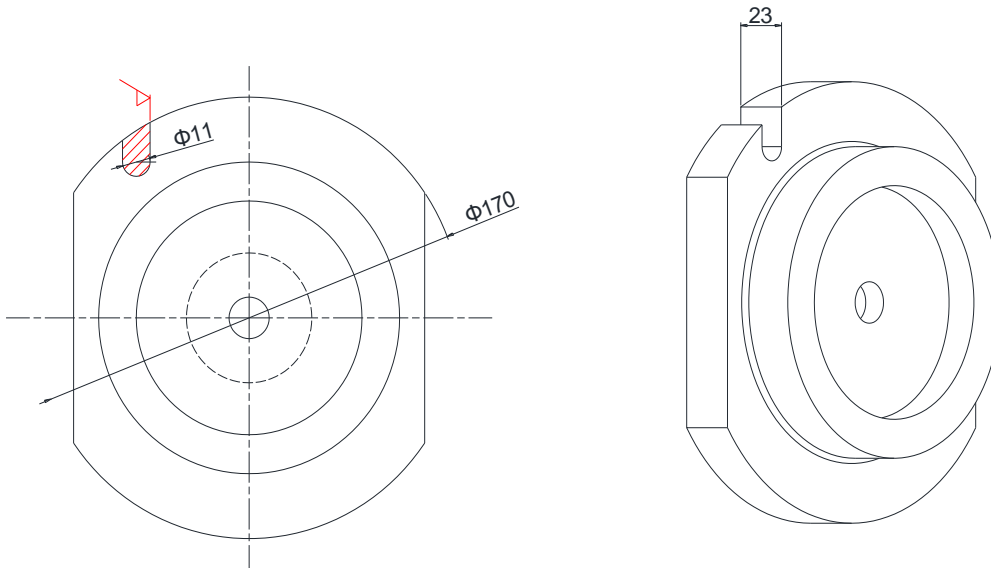


Στοιχεία κοπήρα		U	n_{θ}	n_{π}	S_z	S_{θ}	S_{π}	α	ν	$L_{\text{τραπ.}}$	$T_{\text{πάσσου}}$	$T_{\text{ΦΑΣΗΣ}}$
		m/min	rpm	rpm	mm/δόντι	mm/min	mm/min	mm		mm	min	min
DIN 885A D= 100 d= 27 L= 16 Z= 16	ΞΕΧ/ΜΑ	25	79,6	71	0,08	101,9	100	3 2	7 1	115,4 112,4	1,15 1,12	9,2
	ΦΙΝ/ΜΑ											

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Χρησιμοποιήθηκε όπως και στην προηγούμενη φάση κατεργασίας, ο ίδιος κοπήρας δηλ. δισκοειδής κοπήρας HSS τύπου N κατά DIN 885A
- Πραγματοποιήθηκαν 8 συνολικά πάσσα
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 9^{ης} φάσης είναι: $T_{\text{ΦΑΣΗΣ}}=9,2$ min.
- Το φρεζάρισμα σε όλη την διάρκεια της κατεργασίας ήταν αντίρροπο

10^η φάση από 13 συνολικά

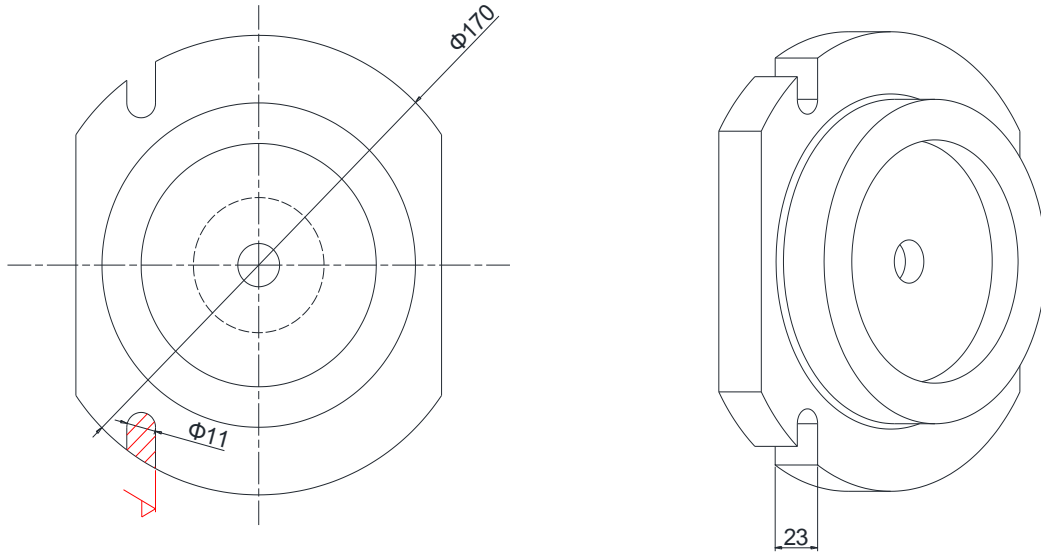


Στοιχεία κοπτήρα		U	n _θ	n _π	S _z	S _θ	S _π	α	v	L _{τραπ.}	T _{πάσσου}	T _{ΦΑΣΗΣ}
		m/min	rpm	rpm	mm/δόντι	mm/min	mm/min	mm		mm	min	min
DIN 844 D= 11 L= 102 l= 22 Z= 2	ΞΕΧ/ΜΑ	25	723,8	710	0,08	115,8	125	3	8	18,5	0,15	1,2
	ΦΙΝ/ΜΑ											

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Τοποθέτηση κάθετης κεφαλής στον άξονα της φρεζομηχανής ώστε να πραγματοποιηθεί μετωπικό φρεζάρισμα
- Χρησιμοποιήθηκε κονδύλι HSS κατά DIN 844
- Πραγματοποιήθηκαν 8 συνολικά πάσσα
- Επειδή το μήκος κοπής του κοπτικού είναι l=22 mm και το συνολικό βάθος κοπής είναι 23 mm, έγινε αναστροφή του κατεργαζόμενου τεμαχίου ώστε να πραγματοποιηθεί το τελευταίο πάσσο
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 10^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ}=1,2 min.

11^η φάση από 13 συνολικά

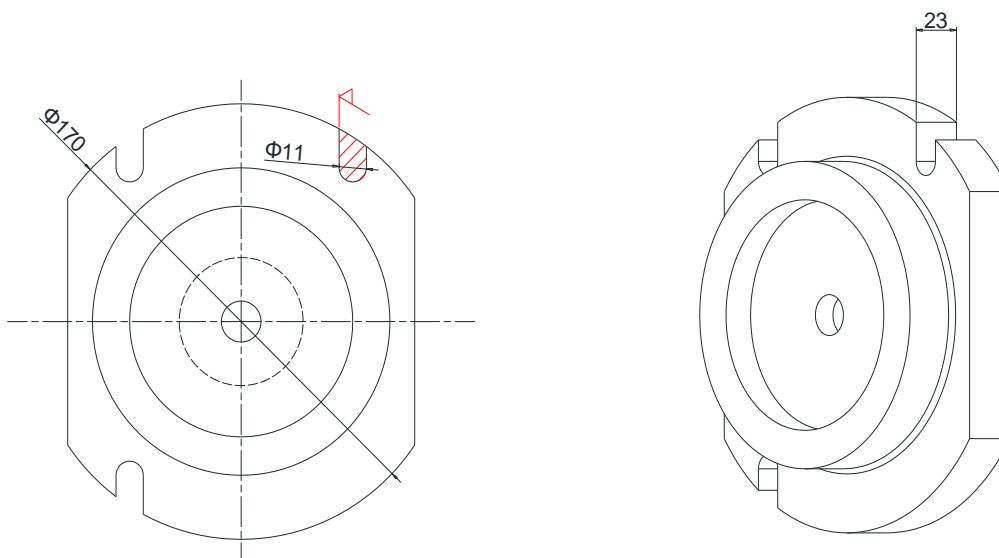


Στοιχεία κοπτήρα		U	n _θ	n _π	S _z	S _θ	S _π	α	v	L _{τραπ.}	T _{πάσσου}	T _{ΦΑΣΗΣ}
		m/min	rpm	rpm	mm/δόντι	mm/min	mm/min	mm		mm	min	min
DIN 844 D= 11 L= 102 l= 22 Z= 2	ΞΕΧ/ΜΑ	25	723,8	710	0,08	115,8	125	3	8	18,5	0,15	1,2
	ΦΙΝ/ΜΑ											

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Χρησιμοποιήθηκε κονδύλι HSS κατά DIN 844
- Πραγματοποιήθηκαν 8 συνολικά πάσσα
- Επειδή το μήκος κοπής του κοπτικού είναι l=22 mm και το συνολικό βάθος κοπής είναι 23 mm, έγινε αναστροφή του κατεργαζόμενου τεμαχίου ώστε να πραγματοποιηθεί το τελευταίο πάσσο
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 11^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ}=1,2 min.

12^η φάση από 13 συνολικά

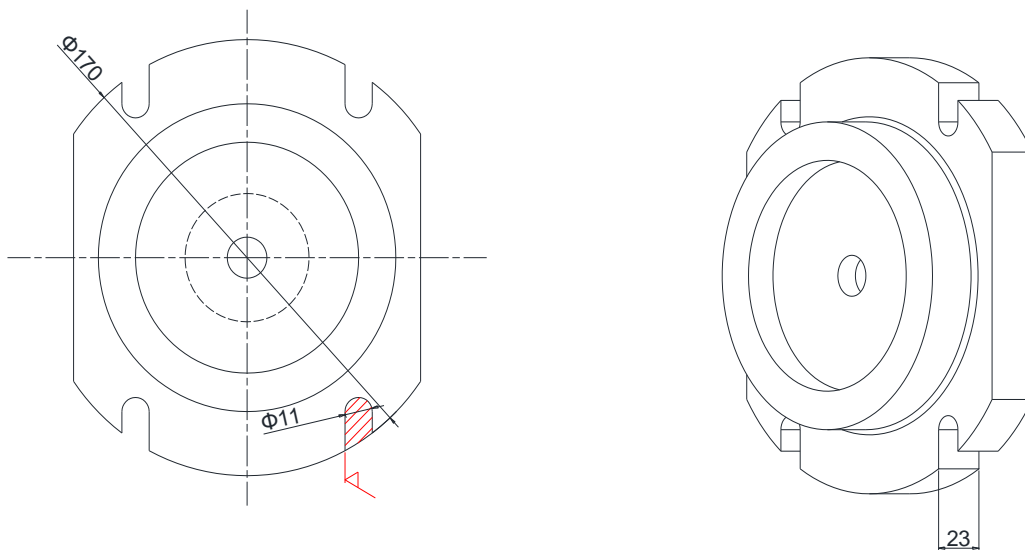


Στοιχεία κοπήρα		U	n _θ	n _π	S _z	S _θ	S _π	α	v	L _{τραπ.}	T _{πάσσου}	T _{ΦΑΣΗΣ}
		m/min	rpm	rpm	mm/δόντι	mm/min	mm/min	mm		mm	min	min
DIN 844 D= 11 L= 102 l= 22 Z= 2	ΞΕΧ/ΜΑ	25	723,8	710	0,08	115,8	125	3	8	18,5	0,15	1,2
	ΦΙΝ/ΜΑ											

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Χρησιμοποιήθηκε κονδύλι HSS κατά DIN 844
- Πραγματοποιήθηκαν 8 συνολικά πάσσα
- Επειδή το μήκος κοπής του κοπτικού είναι l=22 mm και το συνολικό βάθος κοπής είναι 23 mm, έγινε αναστροφή του κατεργαζόμενου τεμαχίου ώστε να πραγματοποιηθεί το τελευταίο πάσσο
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 12^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ}=1,2 min.

13^η φάση από 13 συνολικά

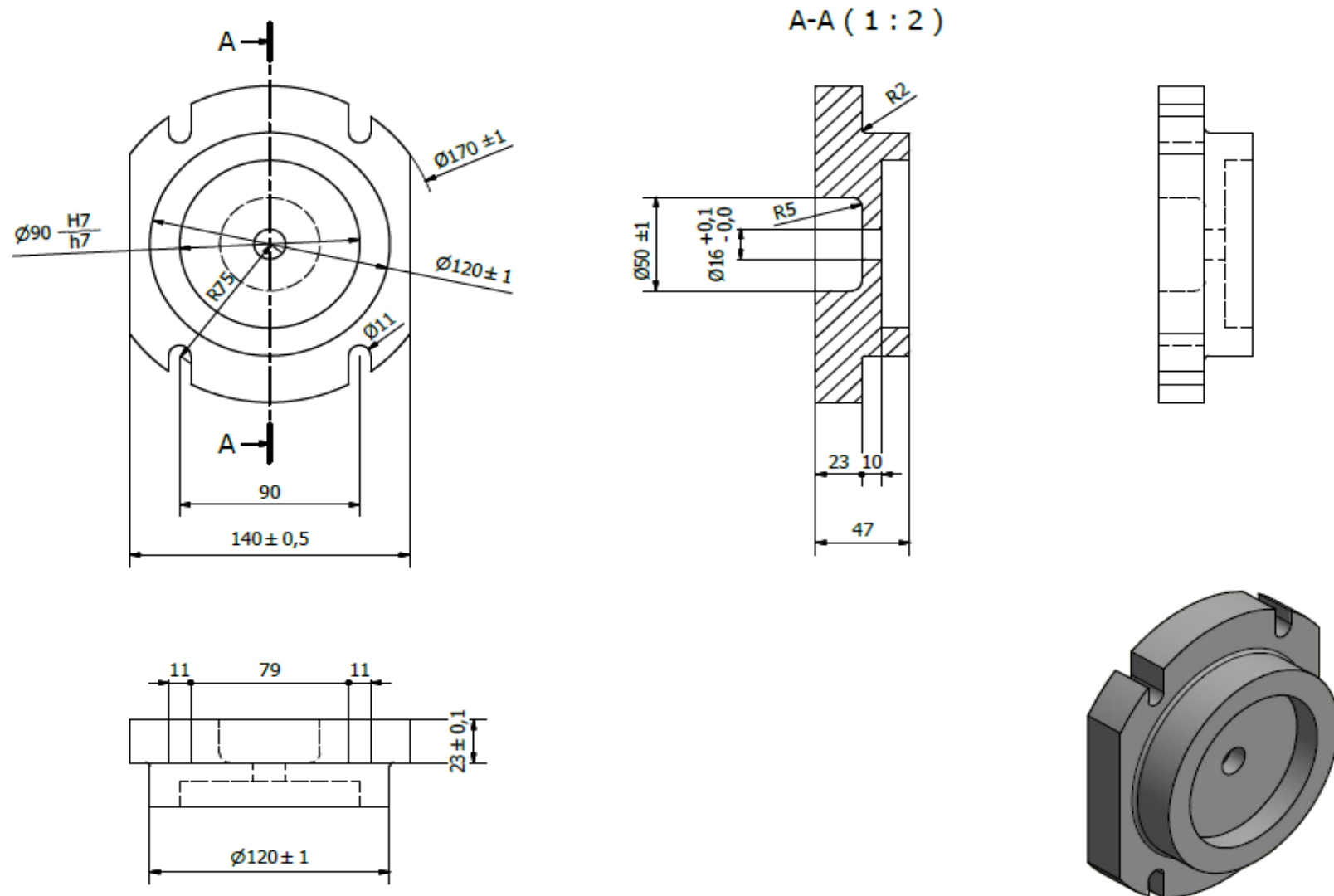


Στοιχεία κοπτήρα		U	n_{θ}	n_{π}	S_z	S_{θ}	S_{π}	α	v	$L_{\text{τραπ.}}$	$T_{\text{πάσσου}}$	$T_{\text{ΦΑΣΗΣ}}$
		m/min	rpm	rpm	mm/δόντι	mm/min	mm/min	mm		mm	min	min
DIN 844 D= 11 L= 102 l= 22 Z= 2	ΞΕΧ/ΜΑ	25	723,8	710	0,08	115,8	125	3	8	18,5	0,15	1,2
	ΦΙΝ/ΜΑ											

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Χρησιμοποιήθηκε κονδύλι HSS κατά DIN 844
- Πραγματοποιήθηκαν 8 συνολικά πάσσα
- Επειδή το μήκος κοπής του κοπτικού είναι $l=22$ mm και το συνολικό βάθος κοπής είναι 23 mm, έγινε αναστροφή του κατεργαζόμενου τεμαχίου ώστε να πραγματοποιηθεί το τελευταίο πάσσο
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 13^{ης} φάσης είναι: $T_{\text{ΦΑΣΗΣ}}=1,2$ min.

Τελική μορφή τεμαχίου



Σχήμα 27. Τελικό σχέδιο σταθερής βάσης

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Ο **συνολικός ενεργός χρόνος** κοπής της σταθερής βάσης είναι το άθροισμα των ενεργών χρόνων κοπής των φάσεων κατεργασίας, δηλ.:

$$T_{OL} = T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(1)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(2)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(3)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(4)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(5)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(6)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(7)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(8)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(9)} \\ + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(10)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(11)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(12)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(13)} \Rightarrow$$

$$T_{OL} = 16 + 16 + 0 + 2,2 + 4,6 + 11,7 + 4,5 + 9,2 + 9,2 + 1,2 + 1,2 + 1,2 + 1,2 \Rightarrow$$

$$T_{OL} = \mathbf{78,2 \text{ min.}}$$

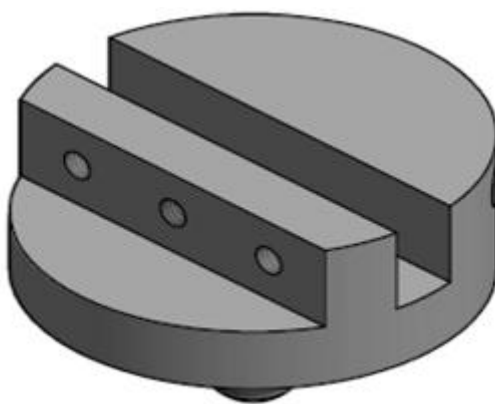
Ο πραγματικός όμως συνολικός χρόνος κοπής της σταθερής βάσης είναι σημαντικά μεγαλύτερος καθώς σε αυτόν συμπεριλαμβάνονται οι βοηθητικοί χρόνοι κατεργασίας (π.χ. δέσιμο – λύσιμο τεμαχίου, αλλαγή ή τρόχισμα κοπτικού εργαλείου, έλεγχος ομοκεντρότητας με μετρητικό ρολόι, χειρισμός των μοχλών για την επίτευξη των αναγκαίων συνθηκών κοπής κ.λ.π.).

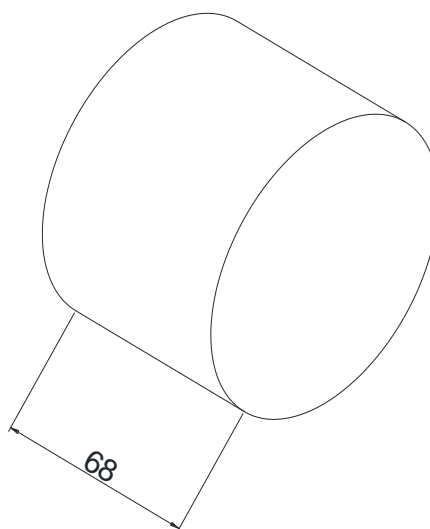
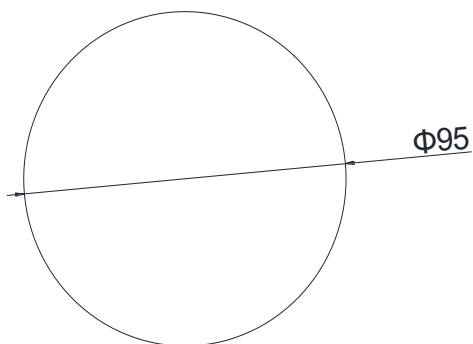
Επίσης, στον συνολικό ενεργό χρόνο κοπής δεν συμπεριλαμβάνονται οι χρόνοι των φάσεων κατεργασίας που πραγματοποιήθηκαν με χειροκίνητες προώσεις.



Εικόνα 12. Σταθερή βάση ιδιοσυσκευής

2.2 ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΗΣ ΒΑΣΗΣ

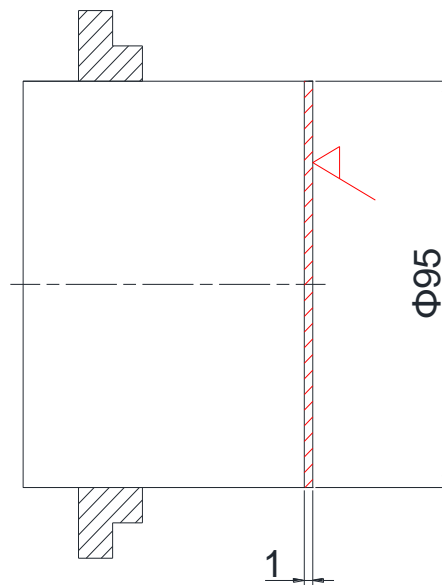




ΥΛΙΚΟ: S235JR

A/A	ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΗΣ ΒΑΣΗΣ
1)	Τόρνευση προσώπου
2)	Τόρνευση προσώπου
3)	Κατεργασία διαμέτρου $\varnothing 95$ σε τόρνο
4)	Κατεργασία διαμέτρου $\varnothing 95$ σε τόρνο
5)	Κατεργασία λοξότμησης $2 \times 45^\circ$ σε τόρνο
6)	Κοπή σπειρώματος M16 (x 2) σε τόρνο
7)	Κατεργασία επιφάνειας σε φρέζα
8)	Κατεργασία αυλακιού σε φρέζα
9)	Κατεργασία αυλακιού σε φρέζα
10)	Διάτρηση οπής $\varnothing 6,8$ σε δράπανο
11)	Διάτρηση οπής $\varnothing 6,8$ σε δράπανο
12)	Διάτρηση οπής $\varnothing 6,8$ σε δράπανο
13)	Σπειροτόμηση M8 (x 1,25)
14)	Σπειροτόμηση M8 (x 1,25)
15)	Σπειροτόμηση M8 (x 1,25)
16)	Διάτρηση οπής $\varnothing 10,2$ σε δράπανο
17)	Σπειροτόμηση M12 (x 1,75)

1^η φάση από 17 συνολικά

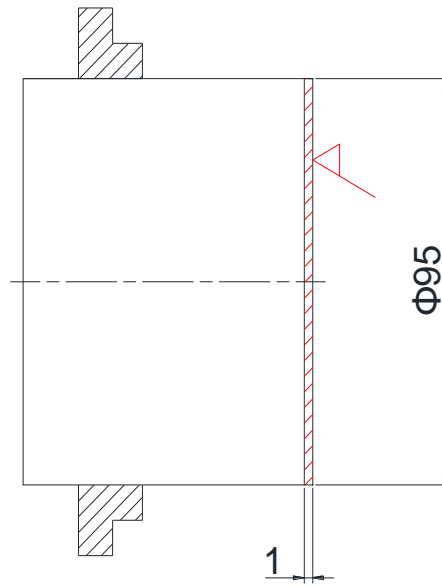


	D _{αρχ.} mm	D _{τελ.} mm	L _{κατ.} mm	α mm	U m/min	n _θ rpm	n _π rpm	s mm/rev	S _π mm/min	v	T _{πάσσου} min	T _{ΦΑΣΗΣ} min
ΞΕΧ/ΜΑ	95	95	47,5	0,8	70	234,7	245	0,116	28,4	1	1,7	5
ΦΙΝ/ΜΑ	95	95	47,5	0,2	70	234,7	245	0,058	14,2	1	3,3	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Τοποθέτηση και συγκράτηση του τεμαχίου στο τσοκ του τόρνου
- Κατεργασία προσώπου με δύο συνολικά πάσσα
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 1^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ} = 5 min.

2^η φάση από 17 συνολικά

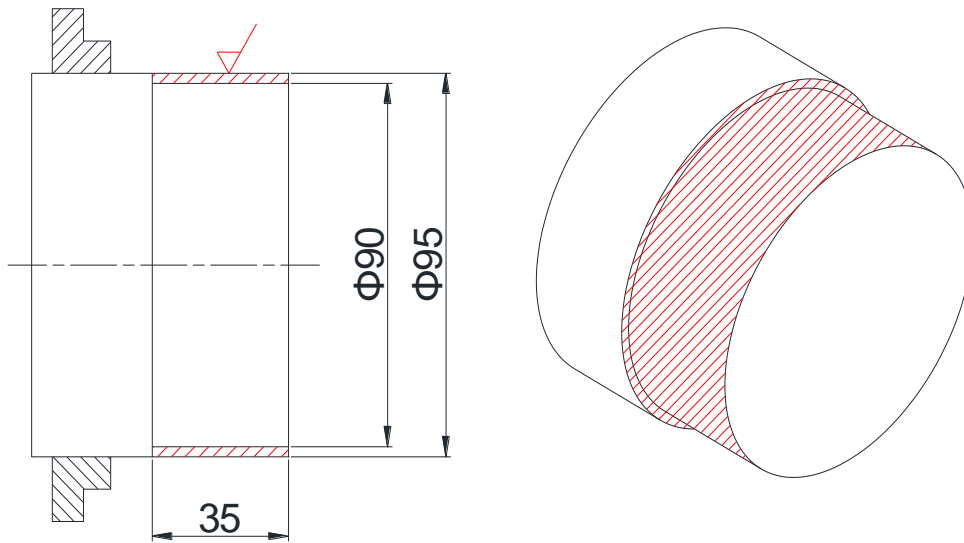


	D _{αρχ.} mm	D _{τελ.} mm	L _{κατ.} mm	α mm	U m/min	n _θ rpm	n _π rpm	s mm/rev	S _π mm/min	v	T _{πάσσου} min	T _{ΦΑΣΗΣ} min
ΞΕΧ/ΜΑ	95	95	47,5	0,8	70	234,7	245	0,116	28,4	1	1,7	5
ΦΙΝ/ΜΑ	95	95	47,5	0,2	70	234,7	245	0,058	14,2	1	3,3	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Αναστροφή του τεμαχίου και συγκράτησή του στο τσοκ του τόρνου
- Κατεργασία προσώπου με δύο συνολικά πάσσα
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 2^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ} = 5 min.

3^η φάση από 17 συνολικά



	D _{αρχ.} mm	D _{τελ.} mm	L _{κατ.} mm	α mm	U m/min	n _θ rpm	n _π rpm	s mm/rev	S _π mm/min	v	T _{πάσσου} min	T _{ΦΑΣΗΣ} min
ΞΕΧ/ΜΑ	95	91	35	2	70	234,7	245	0,36	88,2	1	0,4	2
ΦΙΝ/ΜΑ	91	90	35	0,5	70	244,9	245	0,09	22	1	1,6	

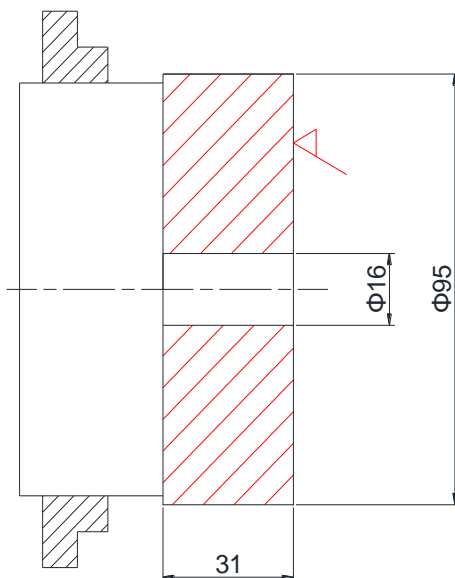
Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Κατεργασία διαμέτρου από $\varnothing 95$ mm σε $\varnothing 90$ mm σε μήκος 35 mm με δύο πάσσα
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 3^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ} = 2 min.

**item 3: ΠΕΡΙΣ/ΝΗ
ΒΑΣΗ**

Κατεργασία διαμέτρου $\varnothing 95$ σε τόρνο

4^η φάση από 17 συνολικά

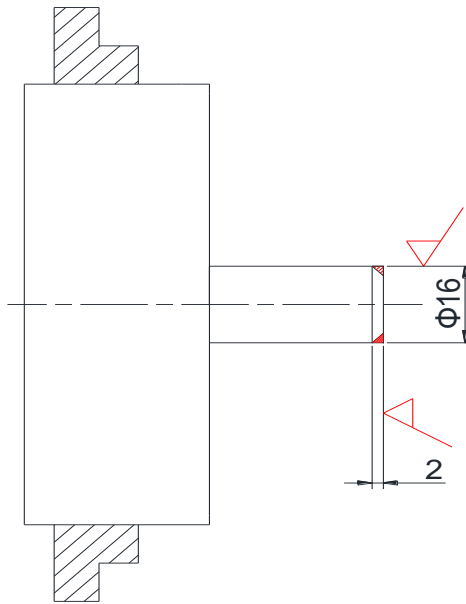


	D _{αρχ.} mm	D _{τελ.} mm	L _{κατ.} mm	α mm	U m/min	n _θ rpm	n _π rpm	s mm/rev	S _π mm/min	v	T _{πάσσου} min	T _{ΦΑΣΗΣ} min
ΞΕΧ/ΜΑ	95	95	39,5	2	70	234,7	245	0,116	28,4	15	1,4	25,2
	95	95	39,5	0,8	70	234,7	245	0,116	28,4	1	1,4	
ΦΙΝ/ΜΑ	95	95	39,5	0,2	90	301,7	245	0,058	14,2	1	2,8	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Αναστροφή του τεμαχίου και συγκράτησή του στο τσοκ του τόρνου
- Κατεργασία διαμέτρου από $\varnothing 95$ mm σε $\varnothing 16$ mm σε μήκος 31 mm με 17 συνολικά πάσσα
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 4^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ} = 25,2 min.

5^η φάση από 17 συνολικά

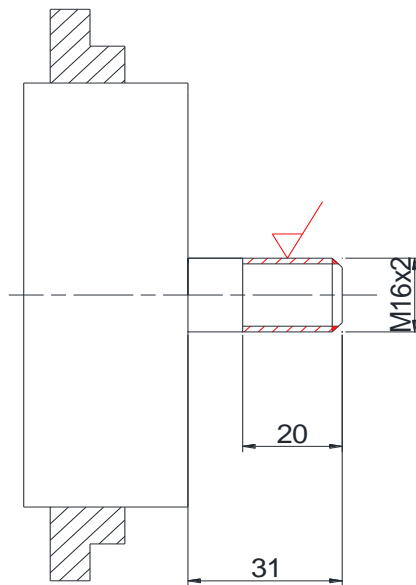


	D _{αρχ.} mm	D _{τελ.} mm	L _{κατ.} mm	α mm	U m/min	n _θ rpm	n _π rpm	s mm/rev	S _π mm/min	v	T _{πάσσου} min	T _{ΦΑΣΗΣ} min
ΞΕΧ/ΜΑ												0,02
ΦΙΝ/ΜΑ	16	12	2	2	70	1393,3	1180	0,09	106,2	1	0,02	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Κατεργασία λοξότμησης 2x45° με κοπτικό εργαλείο μορφής σε διάμετρο $\varnothing 16$ mm με ένα πάσσο
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 5^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ} = 0,02 min.

6^η φάση από 17 συνολικά

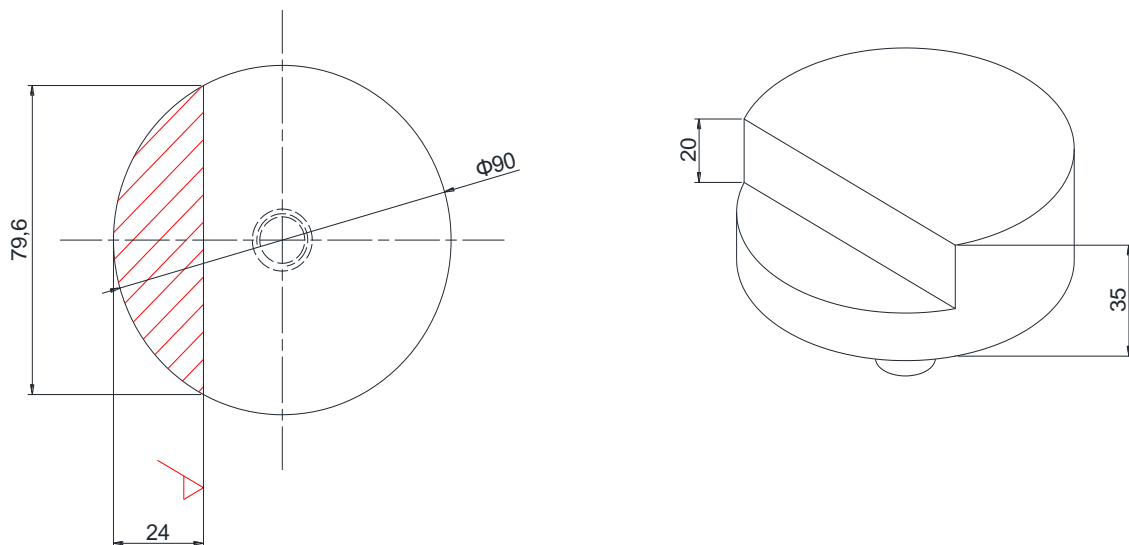


	D _{αρχ.} mm	D _{τελ.} mm	L _{κατ.} mm	α mm	U m/min	n _θ rpm	n _π rpm	s mm/rev	S _π mm/min	v	T _{πάσσου} min	T _{ΦΑΣΗΣ} min
ΞΕΧ/ΜΑ	16	13,5	18	0,25	3	59,7	50	2	100	5	0,18	1,1
ΦΙΝ/ΜΑ	16	13,5	18	0	3	59,7	50	2	100	1	0,18	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Κατεργασία σπειρώματος M16 (x2) σε μήκος 18 mm με 6 συνολικά πάσσα
- Η ταχύτητα κοπής είναι ίση με 4,3% της ταχύτητας ξεχονδρίσματος δηλ. $U \approx 0,043 \times 70 \text{ m/min.} \Rightarrow U \approx 3 \text{ m/min.}$
- Η πρόωση είναι ίση με το βήμα του σπειρώματος δηλ. 2 mm/περ.
- Πραγματοποιήθηκε φινίρισμα με μηδενικό βάθος κοπής για λείανση του σπειρώματος
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 6^{ης} φάσης είναι: $T_{\text{ΦΑΣΗΣ}} = 1,1 \text{ min.}$

7^η φάση από 17 συνολικά

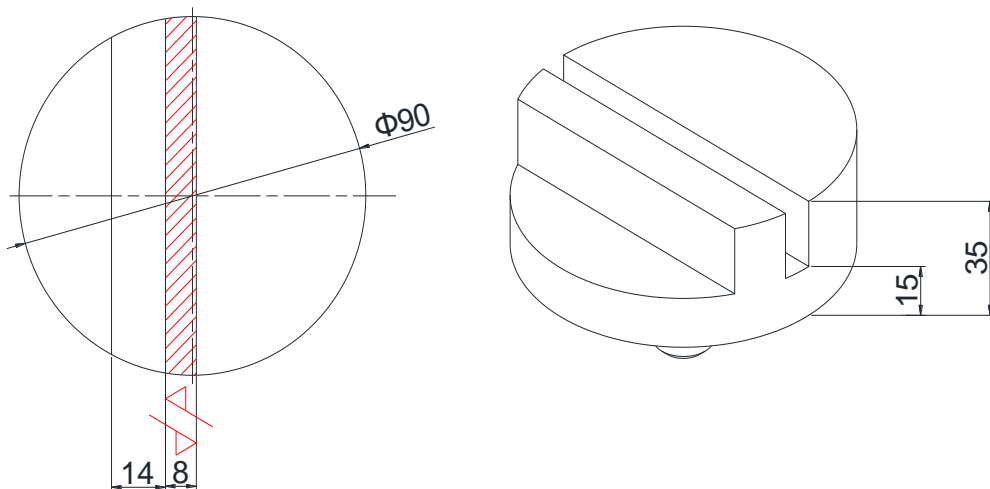


Στοιχεία κοπήρα		U	n _θ	n _π	S _z	S _θ	S _π	α	v	L _{τραπ.}	T _{πάσσου}	T _{ΦΑΣΗΣ}
		m/min	rpm	rpm	mm/δόντι	mm/min	mm/min	mm		mm	min	min
DIN 884 D= 125 d= 50 L= 80 Z= 12	ΞΕΧ/ΜΑ	25	63,7	71	0,2	152,8	160	3 2	6 1	100,7 97,3	0,63 0,61	4,4
	ΦΙΝ/ΜΑ											

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Τοποθέτηση και συγκράτηση του τεμαχίου σε μέγγενη με δυνατότητα περιστροφής
- Χρησιμοποιήθηκε κυλινδρικός κοπήρας HSS τύπου N κατά DIN 884
- Πραγματοποιήθηκαν 7 συνολικά πάσσα
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 7^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ} = 4,4 min.
- Το φρεζάρισμα σε όλη την διάρκεια της κατεργασίας ήταν αντίρροπο

8^η φάση από 17 συνολικά

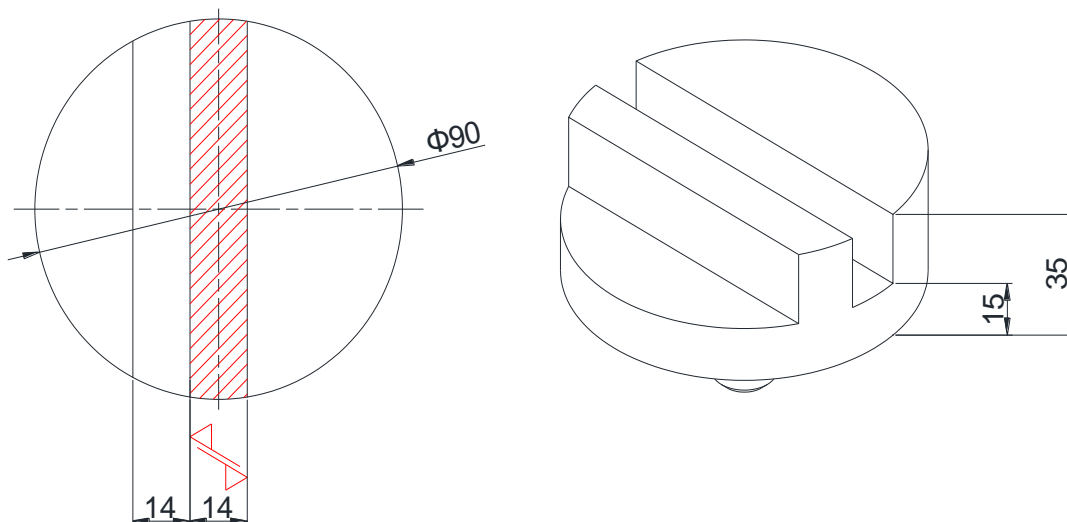


Στοιχεία κοπήρα		U	n_{θ}	n_{π}	S_z	S_{θ}	S_{π}	α	ν	$L_{\text{τραπ.}}$	$T_{\text{πάσσου}}$	$T_{\text{ΦΑΣΗΣ}}$
		m/min	rpm	rpm	mm/δόντι	mm/min	mm/min	mm		mm	min	min
DIN 885A D= 100 d= 32 L= 8 Z= 14	ΞΕΧ/ΜΑ	25	79,6	90	0,08	89,2	80	3 1,8	6 1	109 105,3	1,36 1,32	11
	ΦΙΝ/ΜΑ	25	79,6	90	0,06	66,8	63	0,2	1	96,5	1,53	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Αλλαγή κοπήρα στη φρεζομηχανή και τοποθέτηση δισκοειδή κοπήρα HSS τύπου N κατά DIN 885A
- Πραγματοποιήθηκαν 8 συνολικά πάσσα
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 8^{ης} φάσης είναι: $T_{\text{ΦΑΣΗΣ}} = 11 \text{ min.}$
- Το φρεζάρισμα σε όλη την διάρκεια της κατεργασίας ήταν αντίρροπο

9^η φάση από 17 συνολικά

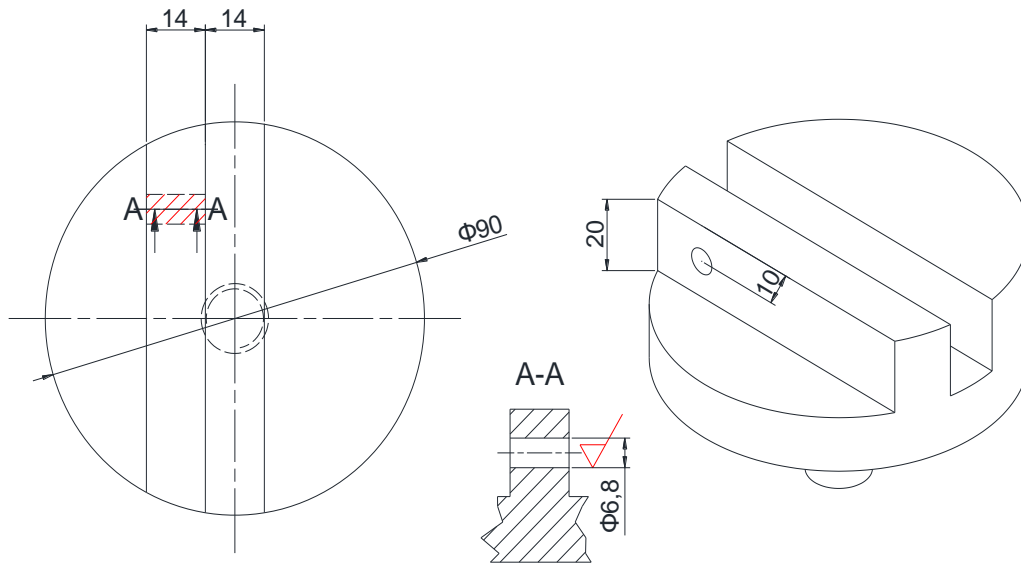


Στοιχεία κοπήρα		U	n _θ	n _π	S _z	S _θ	S _π	α	v	L _{τραπ.}	T _{πάσσου}	T _{ΦΑΣΗΣ}
		m/min	rpm	rpm	mm/δόντι	mm/min	mm/min	mm		mm	min	min
DIN 885A D= 100 d= 32 L= 8 Z= 14	ΞΕΧ/ΜΑ	25	79,6	90	0,08	89,2	80	3 1,8	6 1	109 105,3	1,36 1,32	11
	ΦΙΝ/ΜΑ	25	79,6	90	0,06	66,8	63	0,2	1	96,5	1,53	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Πραγματοποιήθηκαν 8 συνολικά πάσσα
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 9^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ} = 11 min.
- Το φρεζάρισμα σε όλη την διάρκεια της κατεργασίας ήταν αντίρροπο

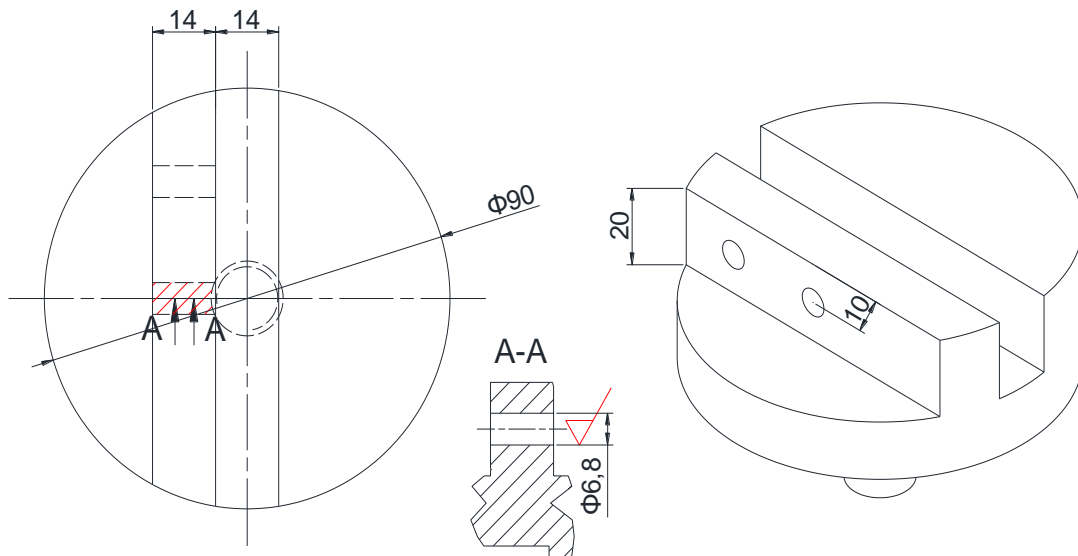
10^η φάση από 17 συνολικά



Σχόλια – παρατηρήσεις:

- Τοποθέτηση και συγκράτηση του τεμαχίου στη μέγγενη
- Χρησιμοποιήθηκε τρυπάνι HSS αντίστοιχης διαμέτρου
- Έγιναν διαδοχικές εισχωρήσεις ώστε να γίνεται και απογρέζωση
- Με την ολοκλήρωση της κατεργασίας έγινε διαπλάτυνση στο μπροστινό χείλος της οπής με τρυπάνι $\varnothing 8,5$ mm

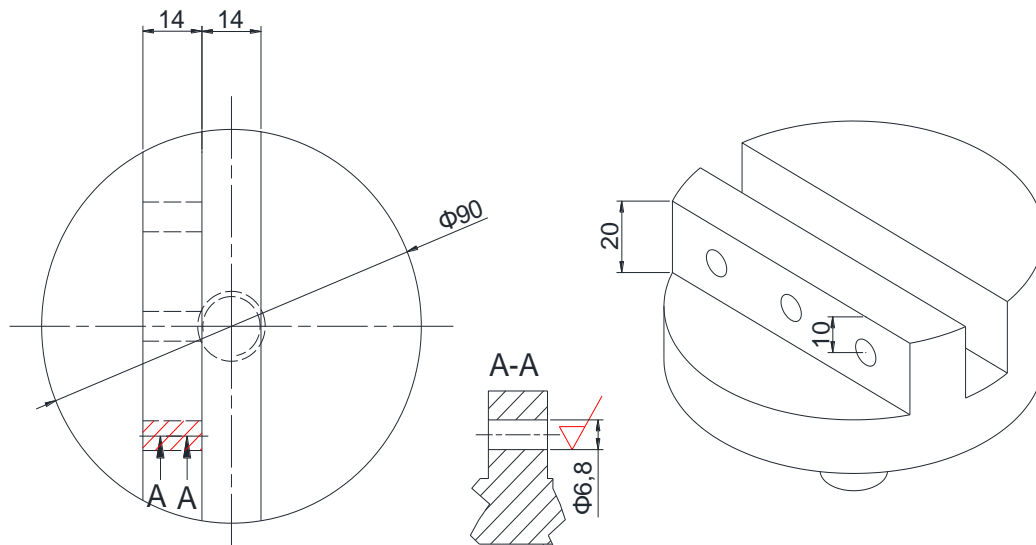
11^η φάση από 17 συνολικά



Σχόλια – παρατηρήσεις:

- Χρησιμοποιήθηκε τρυπάνι HSS αντίστοιχης διαμέτρου
- Έγιναν διαδοχικές εισχωρήσεις ώστε να γίνεται και απογρέζωση
- Με την ολοκλήρωση της κατεργασίας έγινε διαπλάτυνση στο μπροστινό χείλος της οπής με τρυπάνι $\varnothing 8,5$ mm

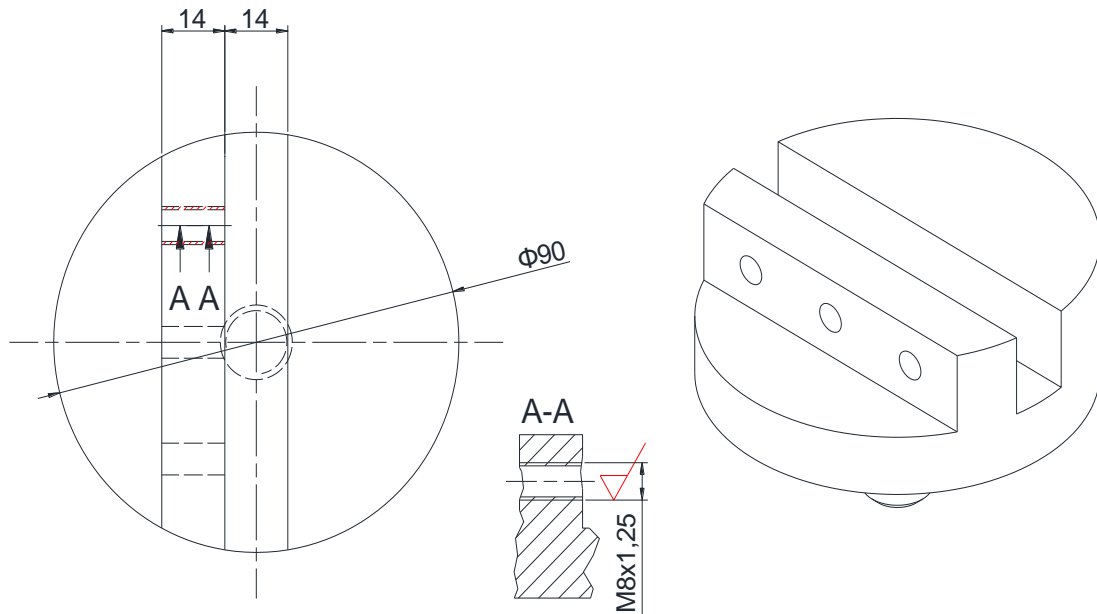
12^η φάση από 17 συνολικά



Σχόλια – παρατηρήσεις:

- Χρησιμοποιήθηκε τρυπάνι HSS αντίστοιχης διαμέτρου
- Έγιναν διαδοχικές εισχωρήσεις ώστε να γίνεται και απογρέζωση
- Με την ολοκλήρωση της κατεργασίας έγινε διαπλάτυνση στο μπροστινό χείλος της οπής με τρυπάνι $\varnothing 8,5$ mm

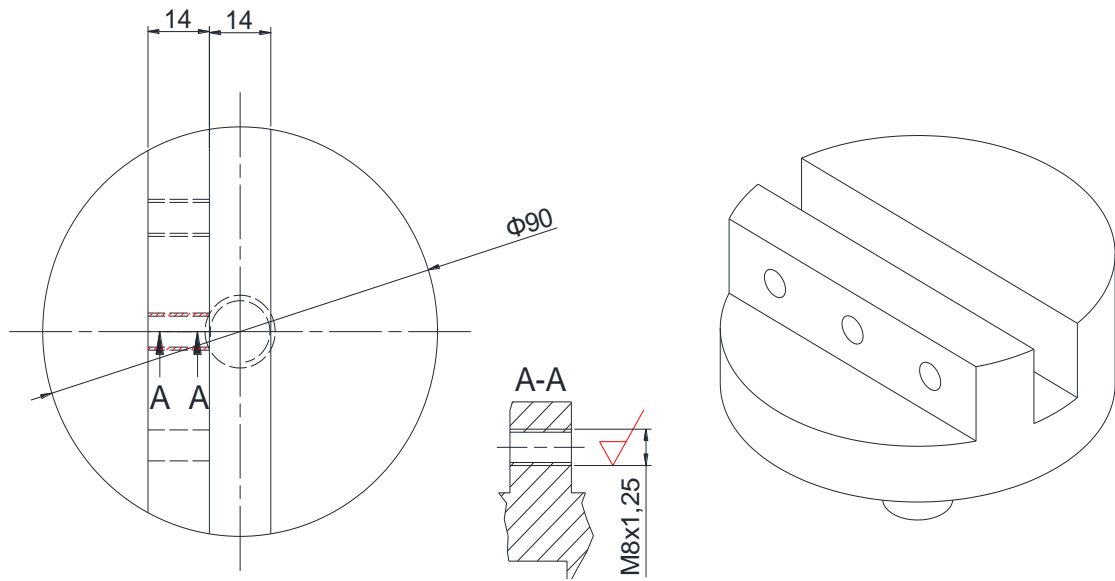
13^η φάση από 17 συνολικά



Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Διάνοιξη σπειρώματος M8 (x 1,25) με κολαούζο αντίστοιχης διαμέτρου

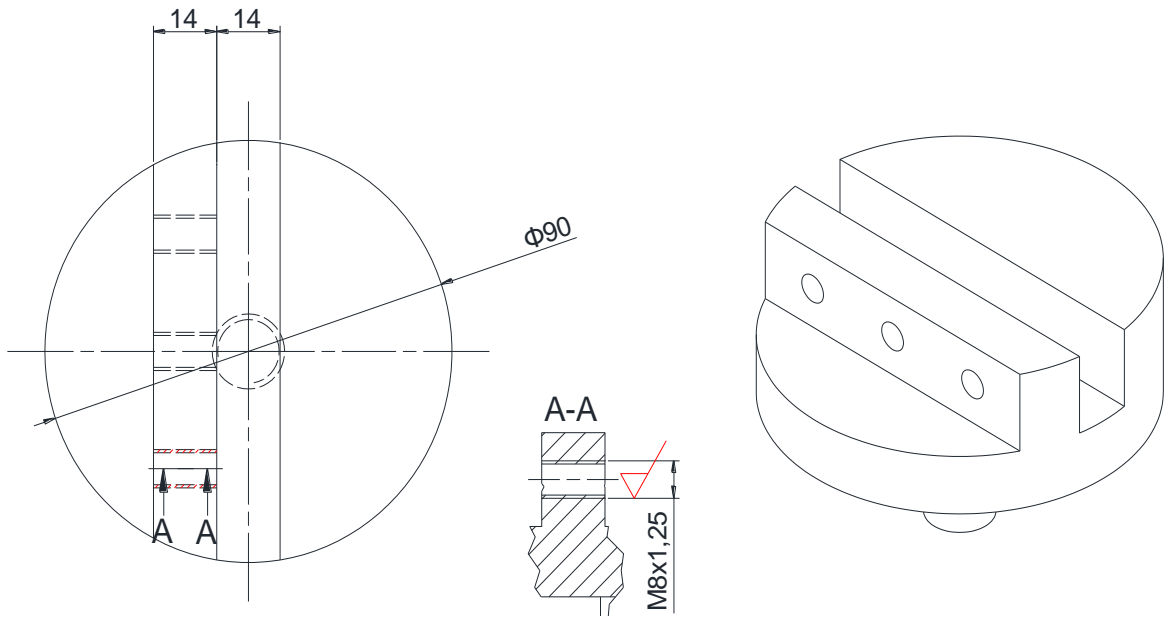
14^η φάση από 17 συνολικά



Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Διάνοιξη σπειρώματος M8 (x 1,25) με κολαούζο αντίστοιχης διαμέτρου

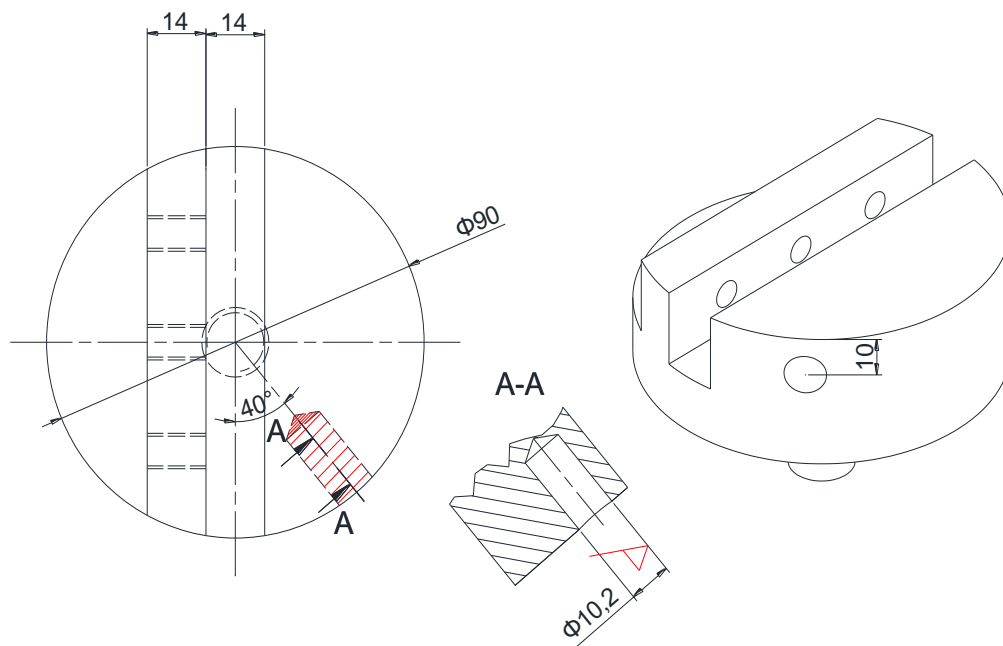
15^η φάση από 17 συνολικά



Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Διάνοιξη σπειρώματος M8 (x 1,25) με κολαούζο αντίστοιχης διαμέτρου

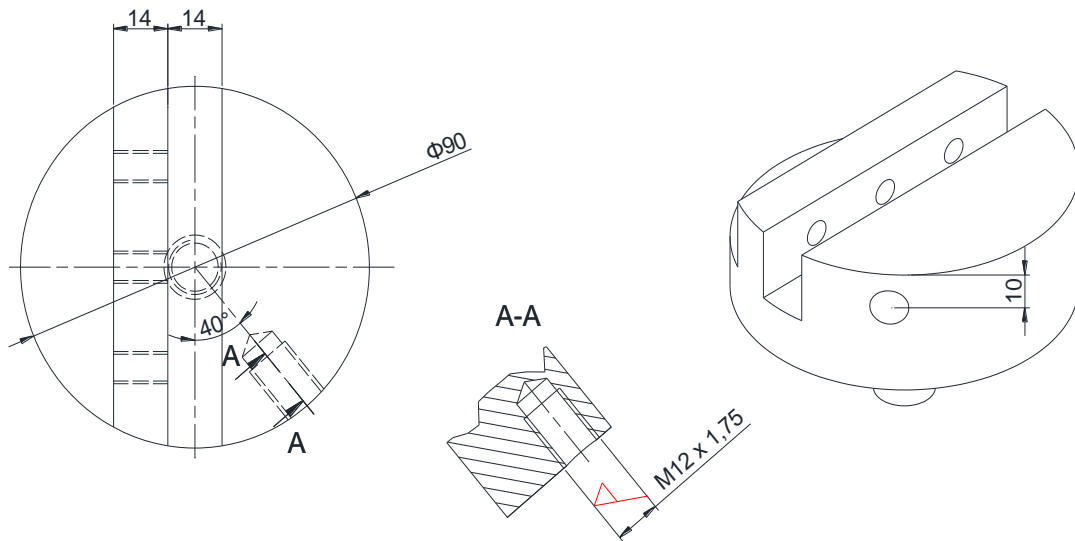
16^η φάση από 17 συνολικά



Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Χρησιμοποιήθηκε τρυπάνι HSS αντίστοιχης διαμέτρου
- Έγιναν διαδοχικές εισχωρήσεις σε βάθος 20 mm ώστε να γίνεται και απογρέζωση
- Με την ολοκλήρωση της κατεργασίας έγινε διαπλάτυνση στο χείλος της οπής με τρυπάνι $\varnothing 12$ mm

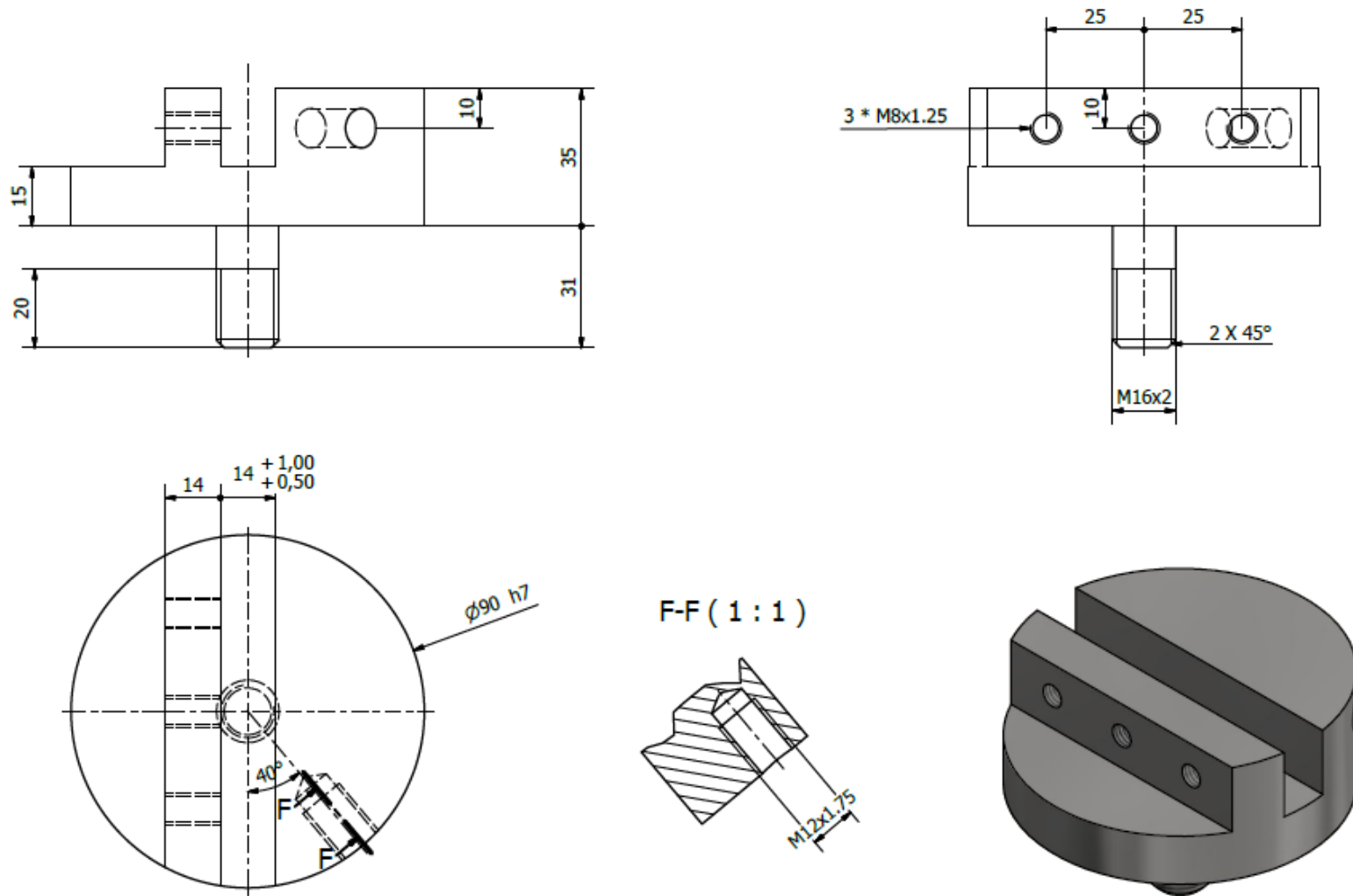
17^η φάση από 17 συνολικά



Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Διάνοιξη σπειρώματος M12 (x 1,75) σε βάθος 16 mm με κολαούζο αντίστοιχης διαμέτρου

Τελική μορφή τεμαχίου



Σχήμα 28. Τελικό σχέδιο περιστρεφόμενης βάσης

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Ο **συνολικός ενεργός χρόνος** κοπής της περιστρεφόμενης βάσης είναι το άθροισμα των ενεργών χρόνων κοπής των φάσεων κατεργασίας, δηλ.:

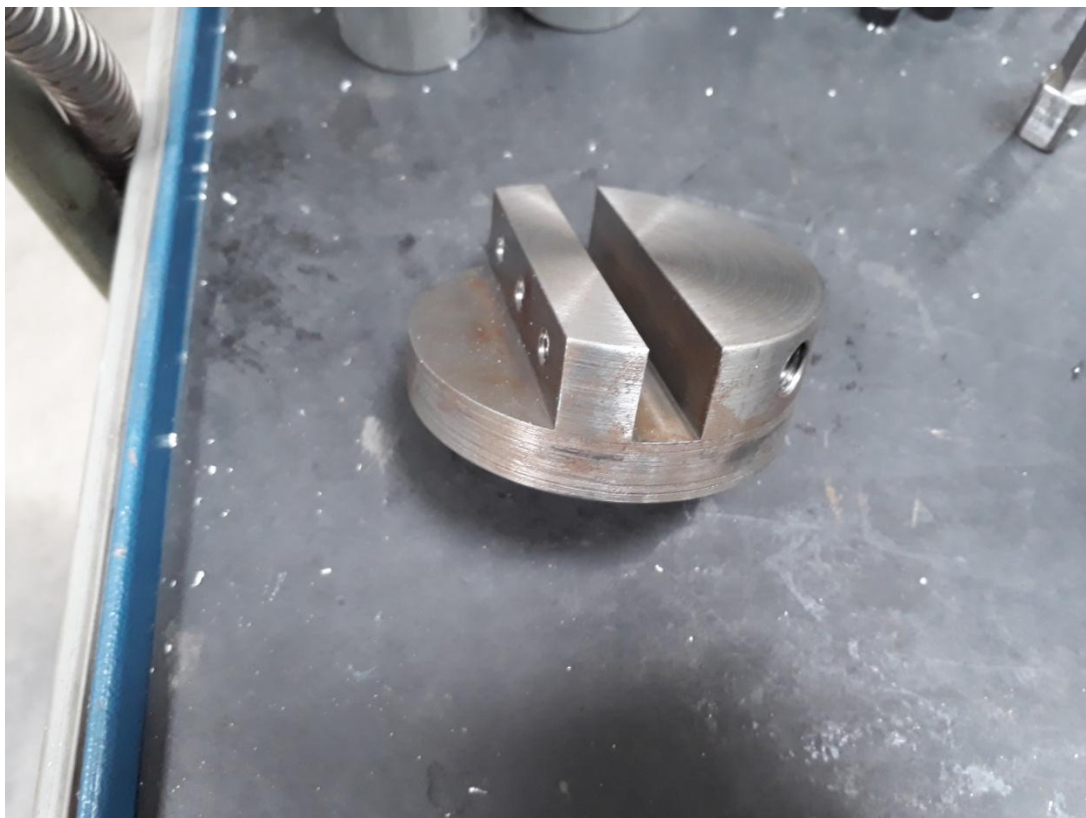
$$T_{OL} = T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(1)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(2)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(3)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(4)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(5)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(6)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(7)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(8)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(9)} \\ + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(10)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(11)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(12)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(13)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(14)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(15)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(16)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(17)} \Rightarrow$$

$$T_{OL} = 5 + 5 + 2 + 25,2 + 0,02 + 1,1 + 4,4 + 11 + 11 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 \Rightarrow$$

$$T_{OL} = \mathbf{64,7 \text{ min.}}$$

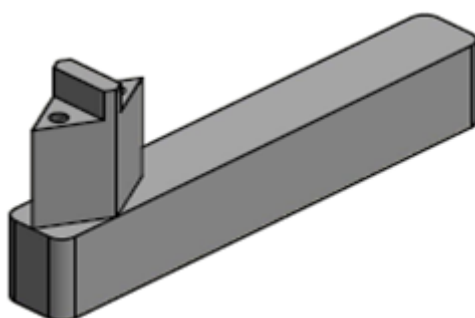
Ο πραγματικός όμως συνολικός χρόνος κοπής της περιστρεφόμενης βάσης είναι σημαντικά μεγαλύτερος καθώς σε αυτόν συμπεριλαμβάνονται οι βοηθητικοί χρόνοι κατεργασίας (π.χ. δέσιμο – λύσιμο τεμαχίου, αλλαγή ή τρόχισμα κοπτικού εργαλείου, έλεγχος ομοκεντρότητας με μετρητικό ρολόι, χειρισμός των μοχλών για την επίτευξη των αναγκαίων συνθηκών κοπής κ.λ.π.).

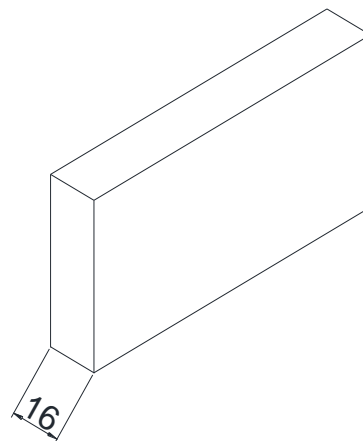
Επίσης, στον συνολικό ενεργό χρόνο κοπής δεν συμπεριλαμβάνονται οι χρόνοι των φάσεων κατεργασίας που πραγματοποιήθηκαν με χειροκίνητες προώσεις.



Εικόνα 13. Περιστρεφόμενη βάση ιδιοσυσκευής

2.3 ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΑΝΕΛΑΣ

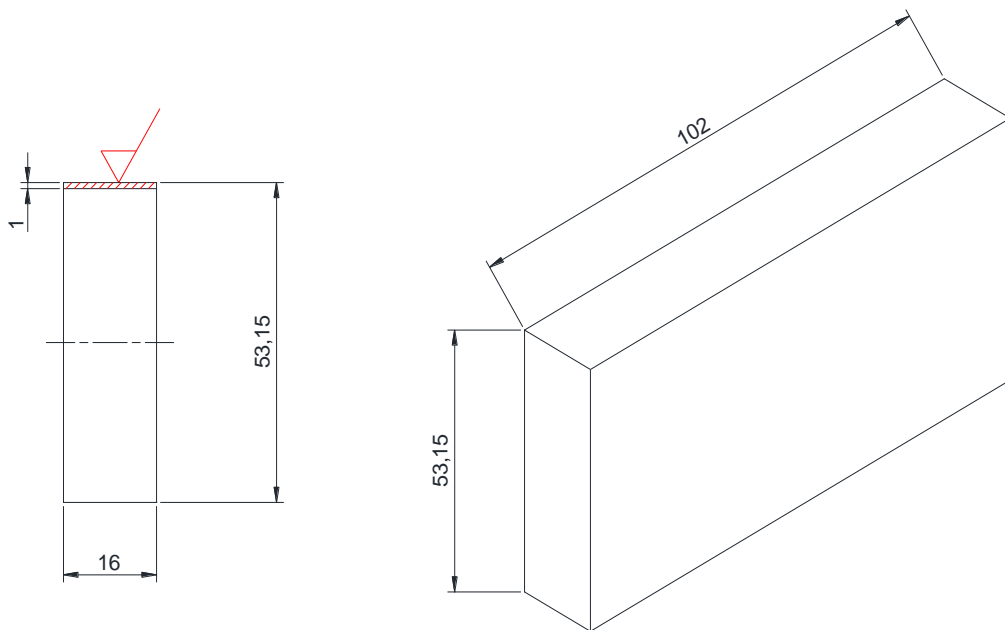




ΥΛΙΚΟ: C45

A/A	ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΑΝΕΛΑΣ
1)	Επιπέδωση επιφάνειας σε φρέζα
2)	Επιπέδωση επιφάνειας σε φρέζα
3)	Επιπέδωση επιφάνειας σε φρέζα
4)	Επιπέδωση επιφάνειας σε φρέζα
5)	Επιπέδωση επιφάνειας σε φρέζα
6)	Επιπέδωση επιφάνειας σε φρέζα
7)	Κατεργασία επιφάνειας σε φρέζα
8)	Κατεργασία επιφάνειας σε φρέζα
9)	Κατεργασία επιφάνειας σε φρέζα
10)	Διάτρηση οπής $\varnothing 3,3$ σε δράπανο
11)	Διάτρηση οπής $\varnothing 3,3$ σε δράπανο
12)	Σπειροτόμηση M4 (x 0,7)
13)	Σπειροτόμηση M4 (x 0,7)
14)	Κατεργασία επιφάνειας σε φρέζα
15)	Κατεργασία επιφάνειας σε φρέζα
16)	Κατεργασία επιφάνειας σε φρέζα
17)	Κατεργασία επιφάνειας σε φρέζα
18)	Κατεργασία ραδίου R3
19)	Κατεργασία ραδίου R3
20)	Κατεργασία ραδίου R3
21)	Κατεργασία ραδίου R3

1^η φάση από 21 συνολικά

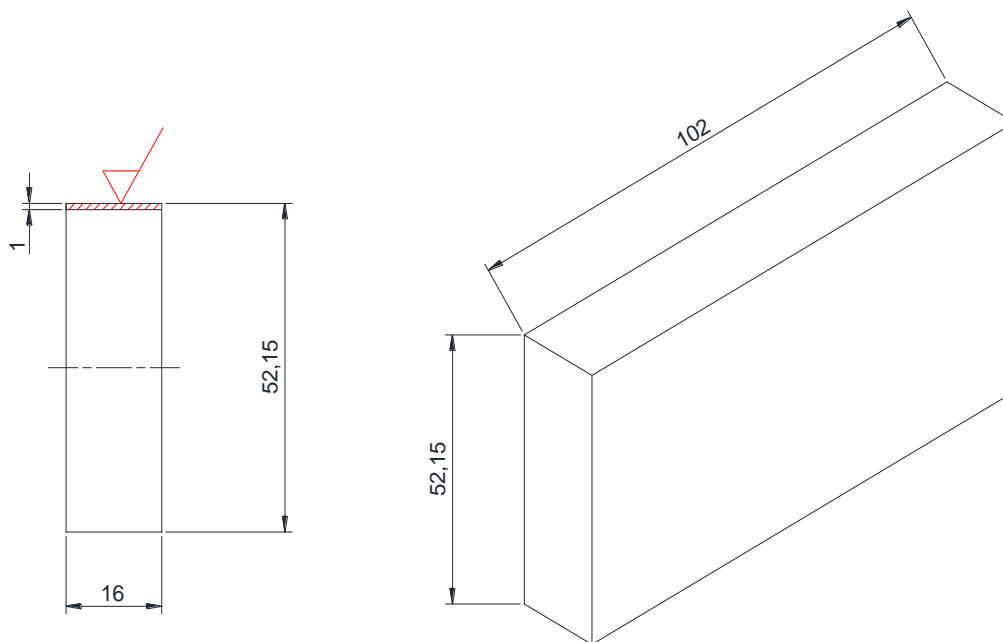


Στοιχεία κοπήρα		U	n _θ	n _π	S _z	S _θ	S _π	α	v	L _{τραπ.}	T _{πάσσου}	T _{ΦΑΣΗΣ}
		m/min	rpm	rpm	mm/δόντι	mm/min	mm/min	mm		mm	min	min
DIN 884 D= 100 d= 40 L= 110 Z= 18	ΞΕΧ/ΜΑ	16	50,9	56	0,16	146,7	160	0,8	1	26,9	0,17	0,45
	ΦΙΝ/ΜΑ	16	50,9	56	0,08	73,4	80	0,2	1	22,5	0,28	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Τοποθέτηση και συγκράτηση του τεμαχίου σε μέγγενη με δυνατότητα περιστροφής
- Επιπέδωση επιφάνειας με δύο συνολικά πάσσα
- Χρησιμοποιήθηκε κυλινδρικός κοπήρας HSS τύπου H κατά DIN 884
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 1^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ}=0,45 min.
- Το φρεζάρισμα σε όλη την διάρκεια της κατεργασίας ήταν αντίρροπο

2^η φάση από 21 συνολικά

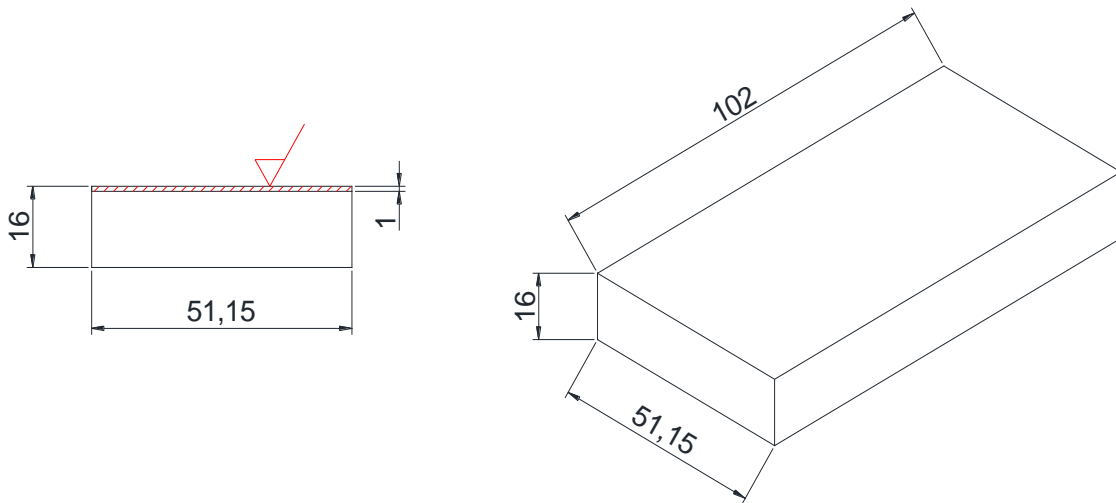


Στοιχεία κοπήρα		U	n _θ	n _π	S _Z	S _θ	S _π	α	v	L _{τραπ.}	T _{πάσσου}	T _{ΦΑΣΗΣ}
		m/min	rpm	rpm	mm/δόντι	mm/min	mm/min	mm		mm	min	min
DIN 884 D= 100 d= 40 L= 110 Z= 18	ΞΕΧ/ΜΑ	16	50,9	56	0,16	146,7	160	0,8	1	26,9	0,17	0,45
	ΦΙΝ/ΜΑ	16	50,9	56	0,08	73,4	80	0,2	1	22,5	0,28	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Επιπέδωση επιφάνειας με δύο συνολικά πάσσα
- Χρησιμοποιήθηκε όπως και στην προηγούμενη φάση κατεργασίας ο ίδιος κοπήρας, δηλ. κυλινδρικός κοπήρας HSS τύπου H κατά DIN 884
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 2^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ}=0,45 min.
- Το φρεζάρισμα σε όλη την διάρκεια της κατεργασίας ήταν αντίρροπο

3^η φάση από 21 συνολικά

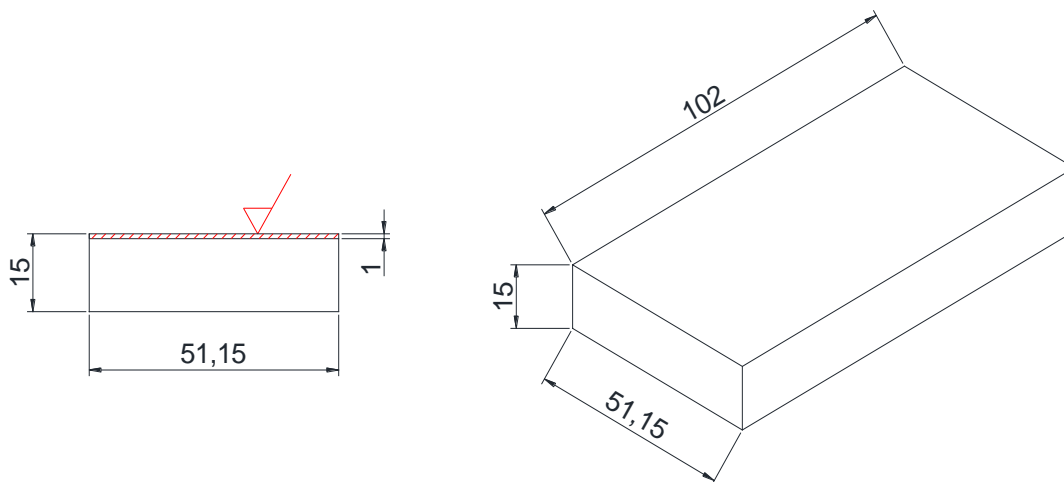


Στοιχεία κοπήρα		U	n _θ	n _π	S _z	S _θ	S _π	α	v	L _{τραπ.}	T _{πάσσου}	T _{ΦΑΣΗΣ}
		m/min	rpm	rpm	mm/δόντι	mm/min	mm/min	mm		mm	min	min
DIN 884 D= 100 d= 40 L= 110 Z= 18	ΞΕΧ/ΜΑ	16	50,9	56	0,16	146,7	160	0,8	1	62	0,39	1,11
	ΦΙΝ/ΜΑ	16	50,9	56	0,08	73,4	80	0,2	1	57,6	0,72	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Επιπέδωση επιφάνειας με δύο συνολικά πάσσα
- Χρησιμοποιήθηκε όπως και στην προηγούμενη φάση κατεργασίας ο ίδιος κοπήρας, δηλ. κυλινδρικός κοπήρας HSS τύπου H κατά DIN 884
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 3^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ}=1,11 min.
- Το φρεζάρισμα σε όλη την διάρκεια της κατεργασίας ήταν αντίρροπο

4^η φάση από 21 συνολικά

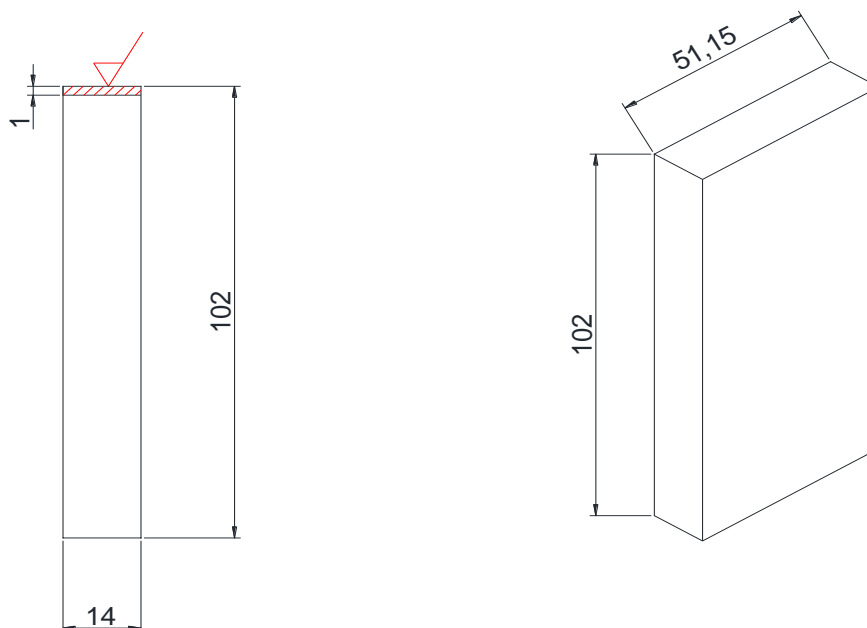


Στοιχεία κοπτήρα		U	n _θ	n _π	S _z	S _θ	S _π	α	v	L _{τραπ.}	T _{πάσσου}	T _{ΦΑΣΗΣ}
		m/min	rpm	rpm	mm/δόντι	mm/min	mm/min	mm		mm	min	min
DIN 884 D= 100 d= 40 L= 110 Z= 18	ΞΕΧ/ΜΑ	16	50,9	56	0,16	146,7	160	0,8	1	62	0,39	1,11
	ΦΙΝ/ΜΑ	16	50,9	56	0,08	73,4	80	0,2	1	57,6	0,72	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Επιπέδωση επιφάνειας με δύο συνολικά πάσσα
- Χρησιμοποιήθηκε όπως και στην προηγούμενη φάση κατεργασίας ο ίδιος κοπτήρας, δηλ. κυλινδρικός κοπτήρας HSS τύπου H κατά DIN 884
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 4^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ}=1,11 min.
- Το φρεζάρισμα σε όλη την διάρκεια της κατεργασίας ήταν αντίρροπο

5^η φάση από 21 συνολικά

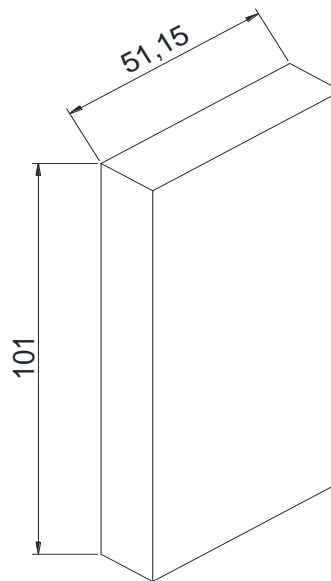


Στοιχεία κοπτήρα		U	n_{θ}	n_{π}	S_z	S_{θ}	S_{π}	α	v	$L_{\text{τραπ.}}$	$T_{\text{πάσσου}}$	$T_{\text{ΦΑΣΗΣ}}$
		m/min	rpm	rpm	mm/δόντι	mm/min	mm/min	mm		mm	min	min
DIN 884 D= 50 d= 22 L= 80 Z= 12	ΞΕΧ/ΜΑ	16	101,9	112	0,16	195,6	200	0,8	1	22,3	0,11	0,3
	ΦΙΝ/ΜΑ	16	101,9	112	0,08	97,8	100	0,2	1	19,1	0,19	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Αλλαγή κοπτήρα και τοποθέτηση ίδιου τύπου κοπτήρα δηλ. κυλινδρικό κοπτήρα HSS τύπου H κατά DIN 884 αλλά διαφορετικών διαστάσεων
- Επιπέδωση επιφάνειας με δύο συνολικά πάσσα
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 5^{ης} φάσης είναι: $T_{\text{ΦΑΣΗΣ}}=0,3$ min.
- Το φρεζάρισμα σε όλη την διάρκεια της κατεργασίας ήταν αντίρροπο

6^η φάση από 21 συνολικά

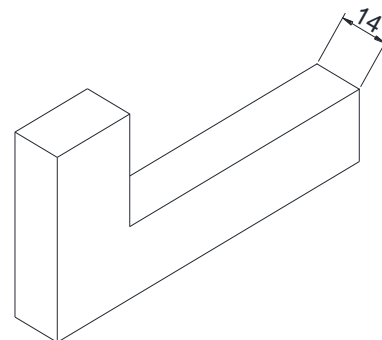
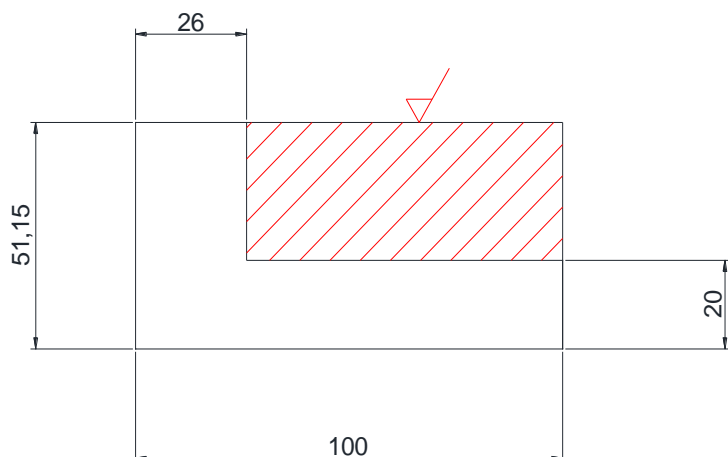


Στοιχεία κοπτήρα		U	n_{θ}	n_{π}	S_z	S_{θ}	S_{π}	α	ν	$L_{\text{τραπ.}}$	$T_{\text{πάσσου}}$	$T_{\text{ΦΑΣΗΣ}}$
		m/min	rpm	rpm	mm/δόντι	mm/min	mm/min	mm		mm	min	min
DIN 884 D= 50 d= 22 L= 80 Z= 12	ΞΕΧ/ΜΑ	16	101,9	112	0,16	195,6	200	0,8	1	22,3	0,11	0,3
	ΦΙΝ/ΜΑ	16	101,9	112	0,08	97,8	100	0,2	1	19,1	0,19	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Επιπέδωση επιφάνειας με δύο συνολικά πάσσα
- Χρησιμοποιήθηκε όπως και στην προηγούμενη φάση κατεργασίας ο ίδιος κοπτήρας, δηλ. κυλινδρικός κοπτήρας HSS τύπου H κατά DIN 884
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 6^{ης} φάσης είναι: $T_{\text{ΦΑΣΗΣ}}=0,3$ min.
- Το φρεζάρισμα σε όλη την διάρκεια της κατεργασίας ήταν αντίρροπο

7^η φάση από 21 συνολικά

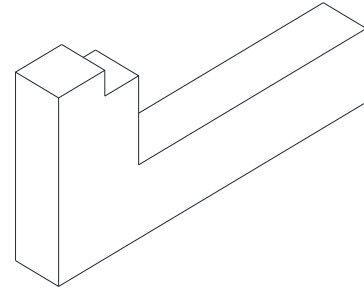
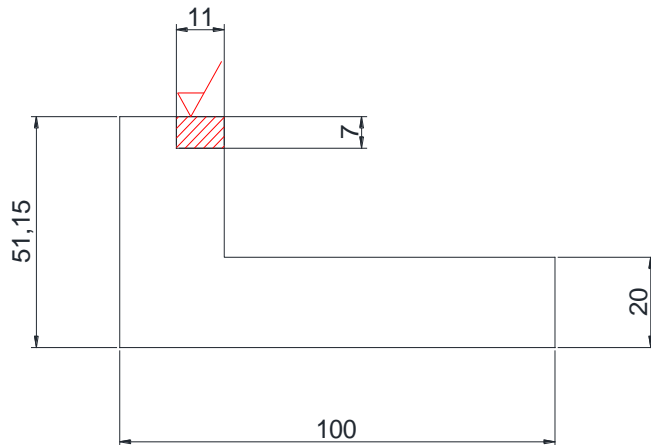


Στοιχεία κοπήρα		U	n_{θ}	n_{π}	S_z	S_{θ}	S_{π}	α	v	$L_{\text{τραπ.}}$	$T_{\text{πάσσου}}$	$T_{\text{ΦΑΣΗΣ}}$
		m/min	rpm	rpm	mm/δόντι	mm/min	mm/min	mm		mm	min	min
DIN 884 D= 160 d= 60 L= 100 Z= 14	ΞΕΧ/ΜΑ	16	31,8	45	0,16	71,3	80	3 0,9	10 1	37,7 27,9	0,47 0,35	5,6
	ΦΙΝ/ΜΑ	16	31,8	45	0,08	35,6	40	0,25	1	22,3	0,56	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Κατεργασία επιφάνειας με 12 συνολικά πάσσα
- Χρησιμοποιήθηκε κυλινδρικός κοπήρας HSS τύπου N κατά DIN 884
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 7^{ης} φάσης είναι: $T_{\text{ΦΑΣΗΣ}}=5,6$ min.
- Το φρεζάρισμα σε όλη την διάρκεια της κατεργασίας ήταν αντίρροπο

8^η φάση από 21 συνολικά

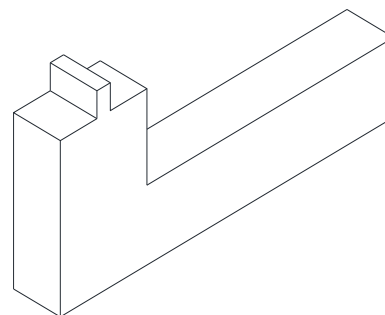
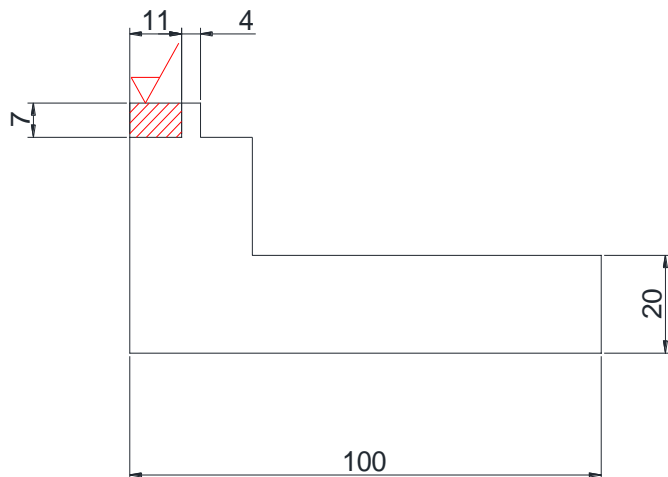


Στοιχεία κοπήρα		U	n _θ	n _π	S _z	S _θ	S _π	α	v	L _{τραπ.}	T _{πάσσου}	T _{ΦΑΣΗΣ}
		m/min	rpm	rpm	mm/δόντι	mm/min	mm/min	mm		mm	min	min
DIN 885A D= 63 d= 22 L= 12 Z= 18	ΞΕΧ/ΜΑ	16	80,9	90	0,16	232,9	250	2 0,8	3 1	27 23	0,11 0,09	0,58
	ΦΙΝ/ΜΑ	16	80,9	90	0,08	116,5	125	0,2	1	19,5	0,16	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Αλλαγή κοπήρα και τοποθέτηση δισκοειδή κοπήρα HSS τύπου H κατά DIN 885A
- Κατεργασία επιφάνειας με 5 συνολικά πάσσα
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 8^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ}=0,58 min.
- Το φρεζάρισμα σε όλη την διάρκεια της κατεργασίας ήταν αντίρροπο

9^η φάση από 21 συνολικά

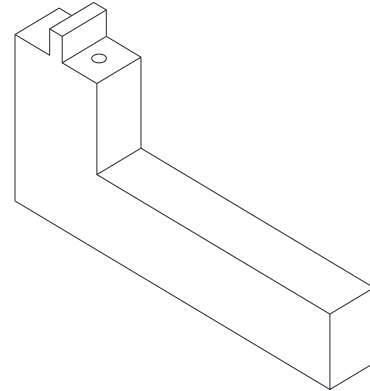
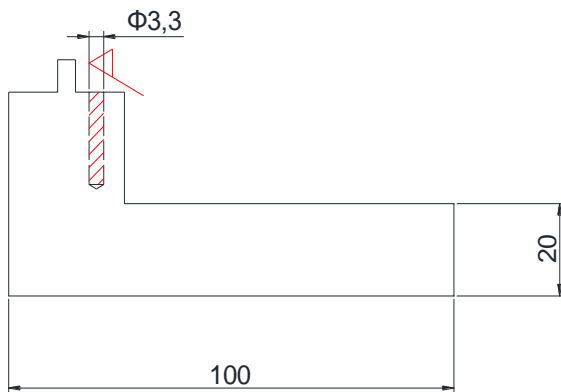


Στοιχεία κοπήρα		U	n _θ	n _π	S _z	S _θ	S _π	α	v	L _{τραπ.}	T _{πάσσου}	T _{ΦΑΣΗΣ}
		m/min	rpm	rpm	mm/δόντι	mm/min	mm/min	mm		mm	min	min
DIN 885A D= 63 d= 22 L= 12 Z= 18	ΞΕΧ/ΜΑ	16	80,9	90	0,16	232,9	250	2 0,8	3 1	27 23	0,11 0,14	0,58
	ΦΙΝ/ΜΑ	16	80,9	90	0,08	116,5	125	0,2	1	19,5	0,16	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Κατεργασία επιφάνειας με 5 συνολικά πάσσα
- Χρησιμοποιήθηκε όπως και στην προηγούμενη φάση κατεργασίας ο ίδιος κοπήρας δηλ. δισκοειδής κοπήρας HSS τύπου H κατά DIN 885A
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 9^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ}=0,58 min.
- Το φρεζάρισμα σε όλη την διάρκεια της κατεργασίας ήταν αντίρροπο

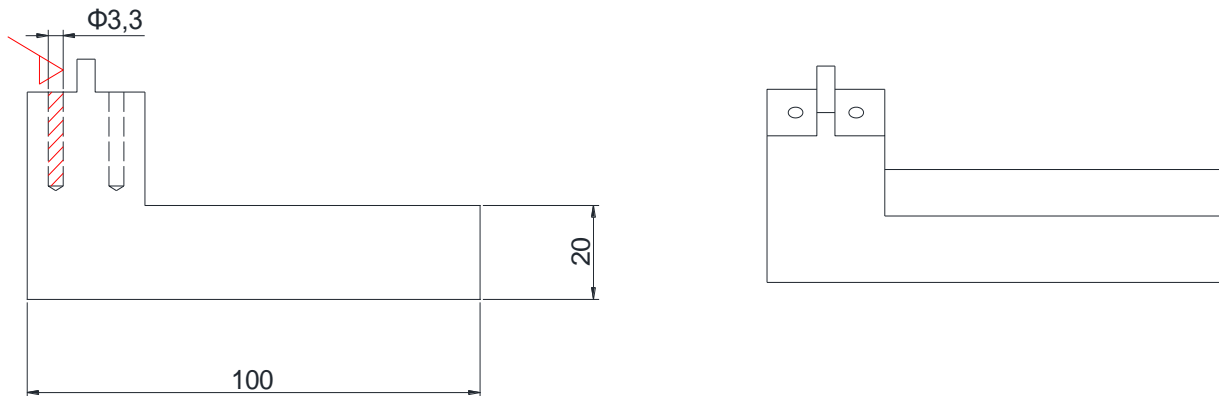
10^η φάση από 21 συνολικά



Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Τοποθέτηση και συγκράτηση του τεμαχίου στη μέγγενη
- Χρησιμοποιήθηκε τρυπάνι HSS αντίστοιχης διαμέτρου
- Έγιναν διαδοχικές εισχωρήσεις σε βάθος 20 mm ώστε να γίνεται και απογρέζωση
- Με την ολοκλήρωση της κατεργασίας έγινε διαπλάτυνση στο χείλος της οπής με τρυπάνι $\Phi 4,2$ mm

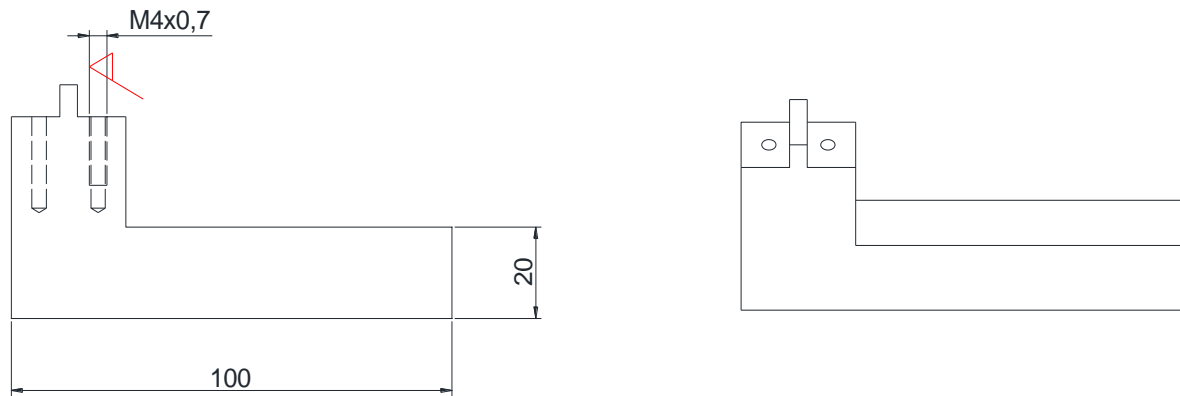
11^η φάση από 21 συνολικά



Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Χρησιμοποιήθηκε όπως και στην προηγούμενη φάση κατεργασίας το ίδιο τρυπάνι HSS
- Έγιναν διαδοχικές εισχωρήσεις σε βάθος 20 mm ώστε να γίνεται και απογρέζωση
- Με την ολοκλήρωση της κατεργασίας έγινε διαπλάτυνση στο χείλος της οπής με τρυπάνι $\Phi 4,2$ mm

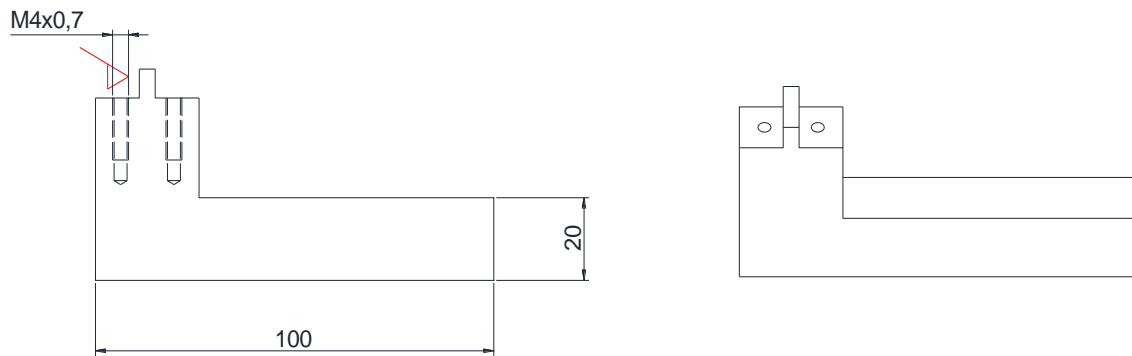
12^η φάση από 21 συνολικά



Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Διάνοιξη σπειρώματος M4 (x 0,7) σε βάθος 15 mm με κολαούζο αντίστοιχης διαμέτρου

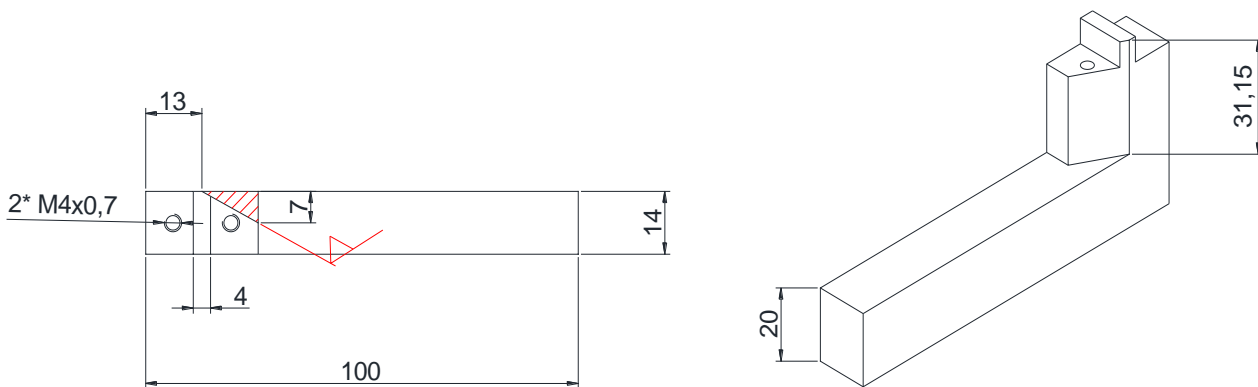
13^η φάση από 21 συνολικά



Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Διάνοιξη σπειρώματος M4 (x 0,7) σε βάθος 15 mm με κολαούζο αντίστοιχης διαμέτρου

14^η φάση από 21 συνολικά

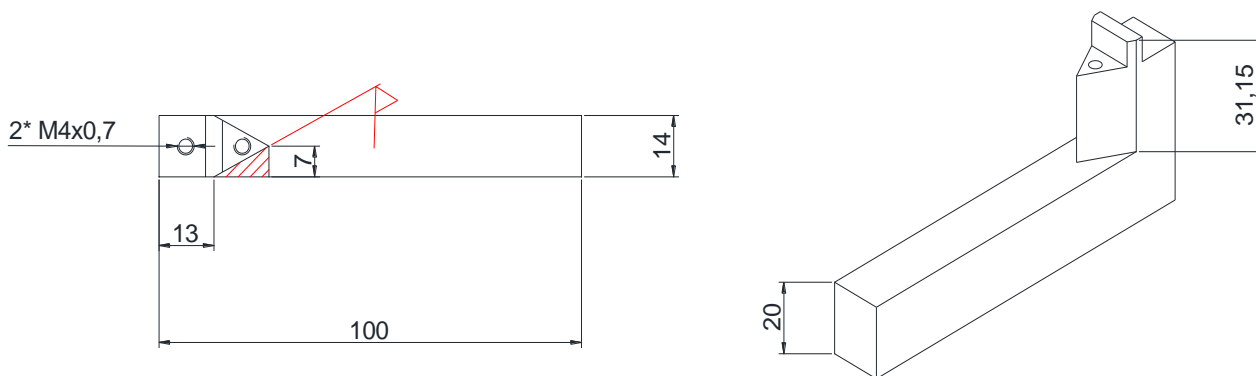


Στοιχεία κοπήρα		U	n _θ	n _π	S _z	S _θ	S _π	α	v	L _{τραπ.}	T _{πάσσου}	T _{ΦΑΣΗΣ}
		m/min	rpm	rpm	mm/δόντι	mm/min	mm/min	mm		mm	min	min
DIN 885A D= 125 d= 32 L= 10 Z= 16	ΞΕΧ/ΜΑ	16	40,7	45	0,06	39,1	40	3 0,9	10 1	35,9 27,3	0,89 0,68	10,3
	ΦΙΝ/ΜΑ	16	40,7	45	0,05	32,6	31,5	0,25	1	22,3	0,71	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Τοποθέτηση και συγκράτηση του τεμαχίου σε μέγγενη με δυνατότητα περιστροφής. Περιστρέφουμε την μέγγενη κατάλληλα για να κατεργαστούμε το τεμάχιο υπό κλίση
- Κατεργασία επιφάνειας με 12 συνολικά πάσσα
- Χρησιμοποιήθηκε δισκοειδής κοπήρας HSS κατά DIN 885A
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 14^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ}=10,3 min.
- Το φρεζάρισμα σε όλη την διάρκεια της κατεργασίας ήταν αντίρροπο

15^η φάση από 21 συνολικά

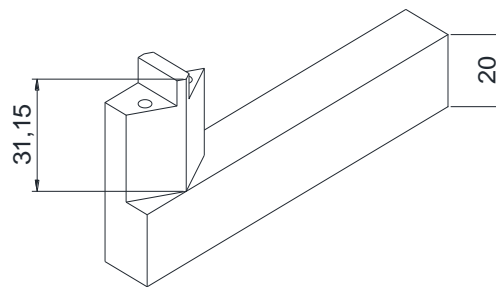
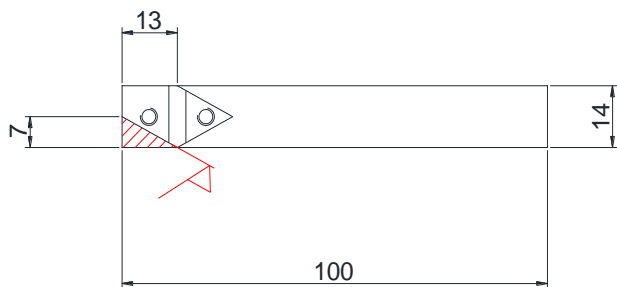


Στοιχεία κοπήρα		U	n _θ	n _π	S _z	S _θ	S _π	α	v	L _{τραπ.}	T _{πάσσου}	T _{ΦΑΣΗΣ}
		m/min	rpm	rpm	mm/δόντι	mm/min	mm/min	mm		mm	min	min
DIN 885A D= 125 d= 32 L= 10 Z= 16	ΞΕΧ/ΜΑ	16	40,7	45	0,06	39,1	40	3 0,9	10 1	35,9 27,3	0,89 0,68	10,3
	ΦΙΝ/ΜΑ	16	40,7	45	0,05	32,6	31,5	0,25	1	22,3	0,71	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Περιστρέφουμε την μέγγενη κατάλληλα για να κατεργαστούμε το τεμάχιο υπό κλίση
- Κατεργασία επιφάνειας με 12 συνολικά πάσσα
- Χρησιμοποιήθηκε δισκοειδής κοπήρας HSS κατά DIN 885A
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 15^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ}=10,3 min.
- Το φρεζάρισμα σε όλη την διάρκεια της κατεργασίας ήταν αντίρροπο

16^η φάση από 21 συνολικά

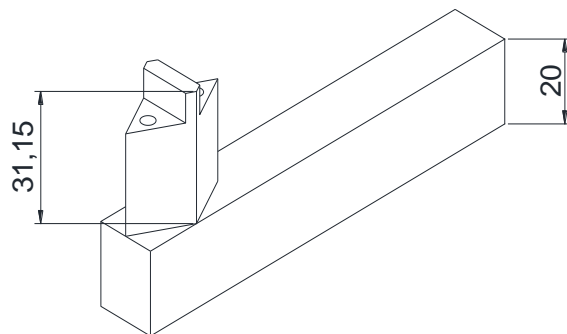
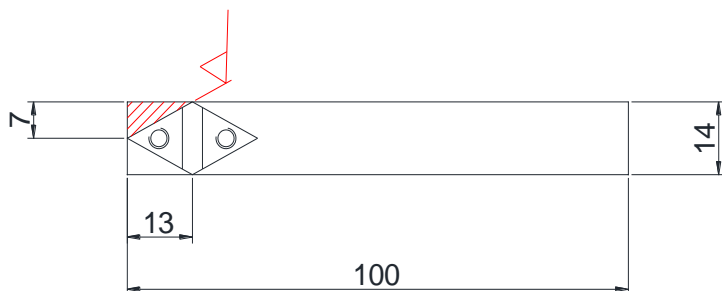


Στοιχεία κοπτήρα		U	n _θ	n _π	S _z	S _θ	S _π	α	v	L _{τραπ.}	T _{πάσσου}	T _{ΦΑΣΗΣ}
		m/min	rpm	rpm	mm/δόντι	mm/min	mm/min	mm		mm	min	min
DIN 885A D= 125 d= 32 L= 10 Z= 16	ΞΕΧ/ΜΑ	16	40,7	45	0,06	39,1	40	3 0,9	10 1	35,9 27,3	0,89 0,68	10,3
	ΦΙΝ/ΜΑ	16	40,7	45	0,05	32,6	31,5	0,25	1	22,3	0,71	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Περιστρέφουμε την μέγγενη κατάλληλα για να κατεργαστούμε το τεμάχιο υπό κλίση
- Κατεργασία επιφάνειας με 12 συνολικά πάσσα
- Χρησιμοποιήθηκε δισκοειδής κοπτήρας HSS κατά DIN 885A
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 16^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ}=10,3 min.
- Το φρεζάρισμα σε όλη την διάρκεια της κατεργασίας ήταν αντίρροπο

17^η φάση από 21 συνολικά

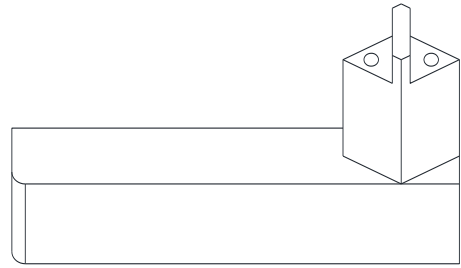
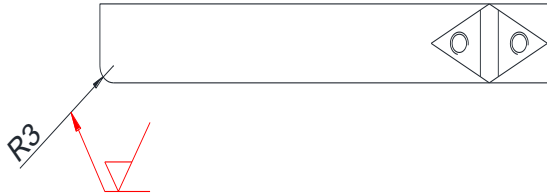


Στοιχεία κοπήρα		U	n _θ	n _π	S _z	S _θ	S _π	α	v	L _{τραπ.}	T _{πάσσου}	T _{ΦΑΣΗΣ}
		m/min	rpm	rpm	mm/δόντι	mm/min	mm/min	mm		mm	min	min
DIN 885A D= 125 d= 32 L= 10 Z= 16	ΞΕΧ/ΜΑ	16	40,7	45	0,06	39,1	40	3 0,9	10 1	35,9 27,3	0,89 0,68	10,3
	ΦΙΝ/ΜΑ	16	40,7	45	0,05	32,6	31,5	0,25	1	22,3	0,71	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Περιστρέφουμε την μέγγενη κατάλληλα για να κατεργαστούμε το τεμάχιο υπό κλίση
- Κατεργασία επιφάνειας με 12 συνολικά πάσσα
- Χρησιμοποιήθηκε δισκοειδής κοπήρας HSS κατά DIN 885A
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 17^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ}=10,3 min.
- Το φρεζάρισμα σε όλη την διάρκεια της κατεργασίας ήταν αντίρροπο

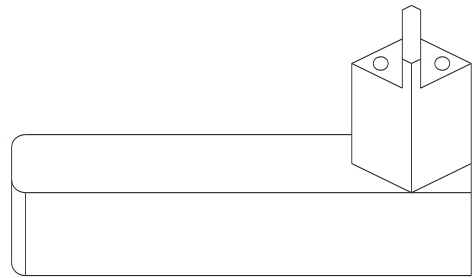
18^η φάση από 21 συνολικά



Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Κατεργασία ραδίου R3 με λίμα χειρός
- Οπτικός έλεγχος με ελεγκτήρα ακτίνων καμπυλότητας

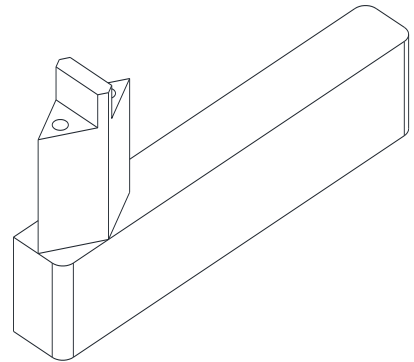
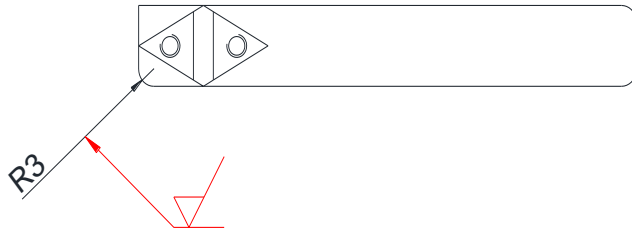
19^η φάση από 21 συνολικά



Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Κατεργασία ραδίου R3 με λίμα χειρός
- Οπτικός έλεγχος με ελεγκτήρα ακτίνων καμπυλότητας

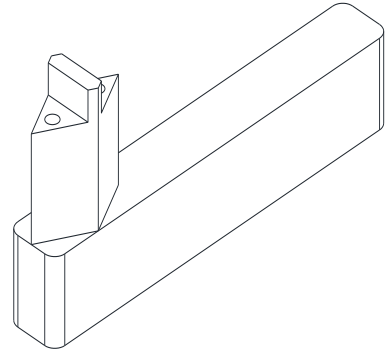
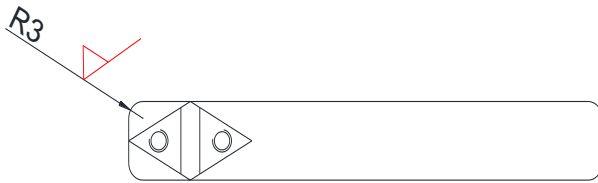
20^η φάση από 21 συνολικά



Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Κατεργασία ράδιου R3 με λίμα χειρός
- Οπτικός έλεγχος με ελεγκτήρα ακτίνων καμπυλότητας

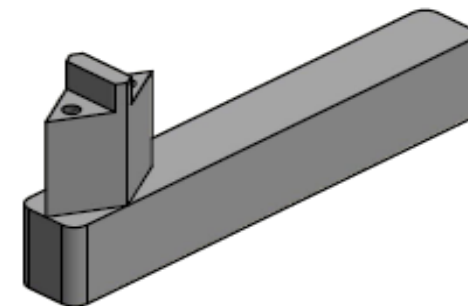
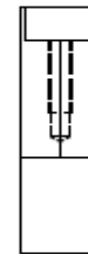
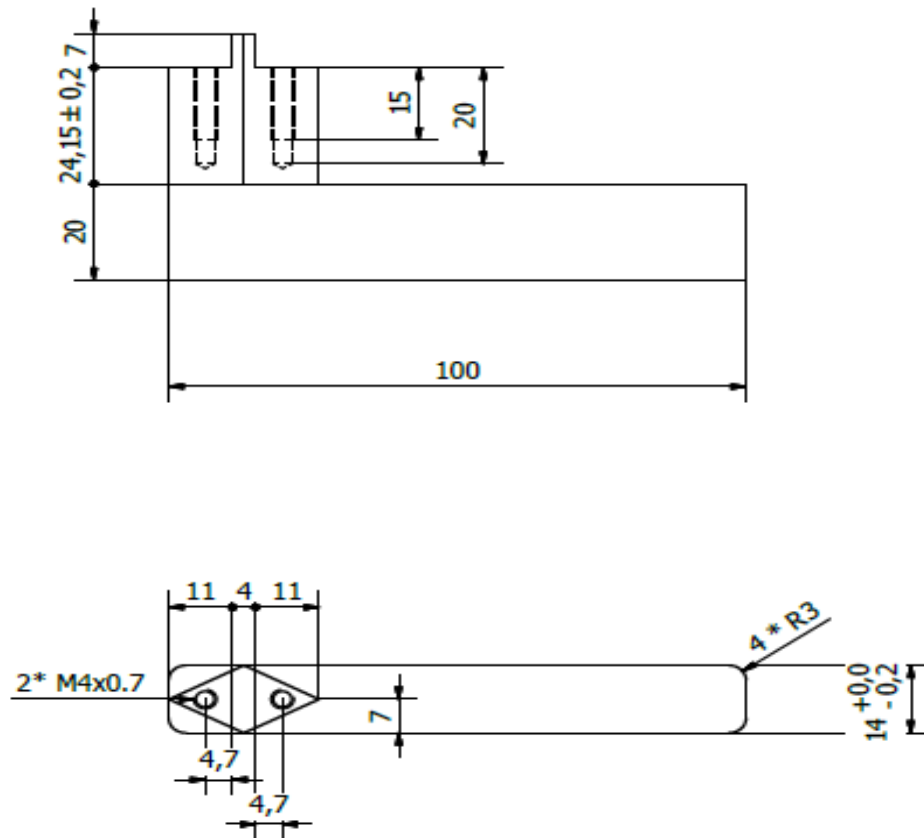
21^η φάση από 21 συνολικά



Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Κατεργασία ραδίου R3 με λίμα χειρός
- Οπτικός έλεγχος με ελεγκτήρα ακτίνων καμπυλότητας

Τελική μορφή τεμαχίου



Σχήμα 29. Τελικό σχέδιο μανέλας

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Ο **συνολικός ενεργός χρόνος** κοπής της μανέλας είναι το άθροισμα των ενεργών χρόνων κοπής των φάσεων κατεργασίας, δηλ.:

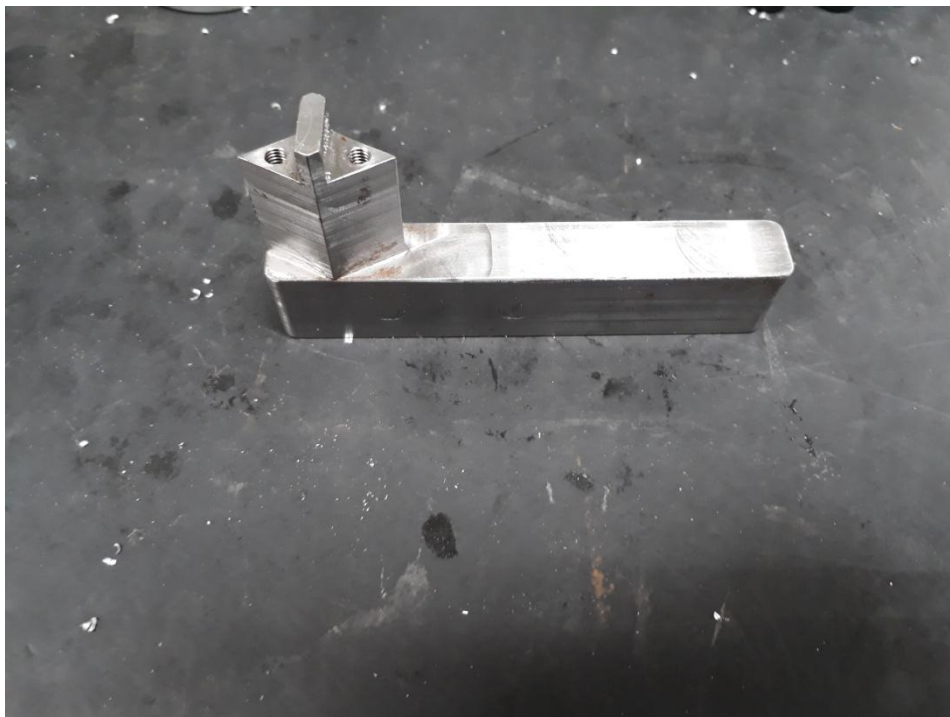
$$\begin{aligned} T_{\text{ολ}} = & T_{\text{ΦΑΣΗΣ(1)}} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ(2)}} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ(3)}} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ(4)}} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ(5)}} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ(6)}} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ(7)}} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ(8)}} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ(9)}} \\ & + T_{\text{ΦΑΣΗΣ(10)}} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ(11)}} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ(12)}} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ(13)}} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ(14)}} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ(15)}} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ(16)}} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ(17)}} \\ & + T_{\text{ΦΑΣΗΣ(18)}} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ(19)}} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ(20)}} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ(21)}} \Rightarrow \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{\text{ολ}} = & 0,45 + 0,45 + 1,11 + 1,11 + 0,3 + 0,3 + 5,6 + 0,58 + 0,58 + 0 + 0 + 0 + 0 + 10,3 + 10,3 + 10,3 \\ & + 10,3 + 0 + 0 + 0 + 0 = \Rightarrow \end{aligned}$$

$$T_{\text{ολ}} = 51,7 \text{ min.}$$

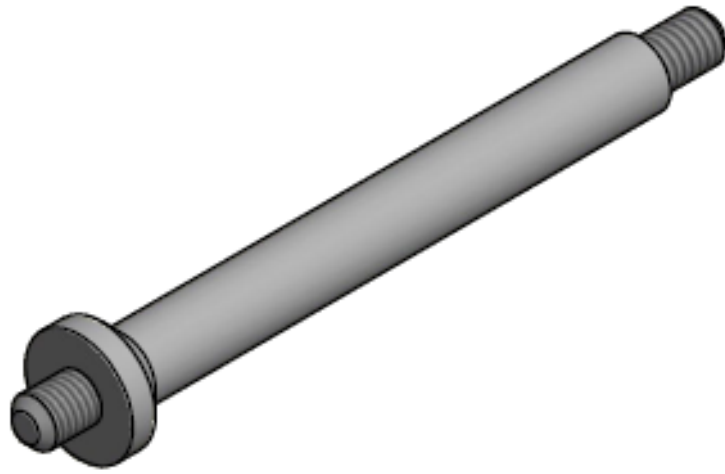
Ο πραγματικός όμως συνολικός χρόνος κοπής της μανέλας είναι σημαντικά μεγαλύτερος καθώς σε αυτόν συμπεριλαμβάνονται οι βοηθητικοί χρόνοι κατεργασίας (π.χ. δέσιμο – λύσιμο τεμαχίου, αλλαγή ή τρόχισμα κοπτικού εργαλείου, έλεγχος ομοκεντρότητας με μετρητικό ρολόι, χειρισμός των μοχλών για την επίτευξη των αναγκαίων συνθηκών κοπής κ.λ.π.).

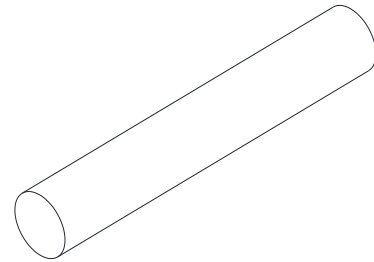
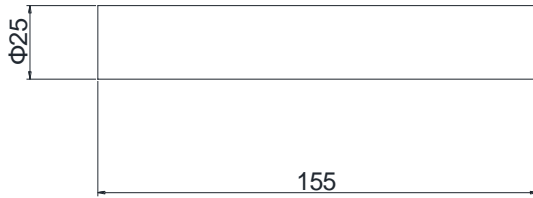
Επίσης, στον συνολικό ενεργό χρόνο κοπής δεν συμπεριλαμβάνονται οι χρόνοι των φάσεων κατεργασίας που πραγματοποιήθηκαν με χειροκίνητες προώσεις.



Εικόνα 14. Μανέλα ιδιοσυσκευής

2.4 ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΑΒΗΣ

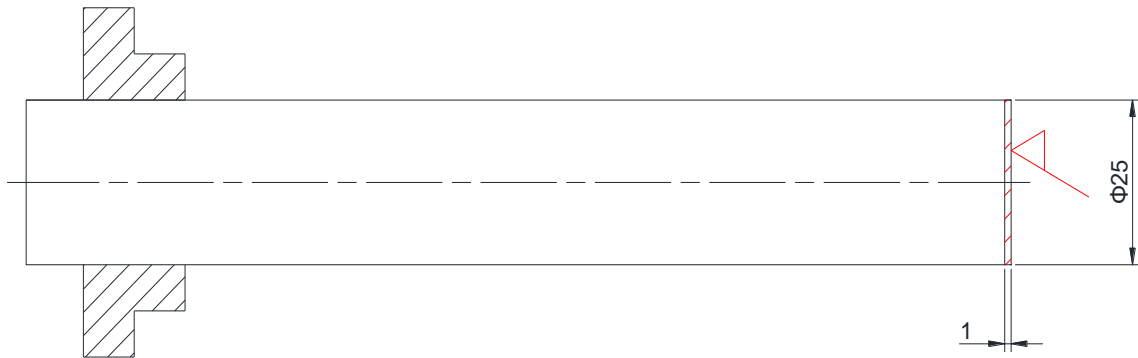


item 6: ΛΑΒΗ**ΑΡΧΙΚΕΣ ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ**

ΥΛΙΚΟ: S235JR

A/A	ΦΑΣΕΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΑΒΗΣ
1)	Τόρνευση προσώπου
2)	Κατασκευή κεντρότρυπας σε τόρνο
3)	Τόρνευση προσώπου
4)	Κατασκευή κεντρότρυπας σε τόρνο
5)	Κατεργασία διαμέτρου $\Phi 25$ σε τόρνο
6)	Κατεργασία διαμέτρου $\Phi 25$ σε τόρνο
7)	Κατεργασία διαμέτρου $\Phi 14$ σε τόρνο
8)	Κατεργασία λοξότμησης $2 \times 45^\circ$ σε τόρνο
9)	Κοπή σπειρώματος M12 (x 1,75) σε τόρνο
10)	Κατεργασία λοξότμησης $5 \times 45^\circ$ σε τόρνο
11)	Κατεργασία διαμέτρου $\Phi 24$ σε τόρνο
12)	Κατεργασία λοξότμησης $2 \times 45^\circ$ σε τόρνο
13)	Κοπή σπειρώματος M10 (x 1,50) σε τόρνο

1^η φάση από 13 συνολικά



	D _{αρχ.} mm	D _{τελ.} mm	L _{κατ.} mm	α mm	U m/min	n _θ rpm	n _π rpm	s mm/rev	S _π mm/min	v	T _{πάσσου} min	T _{ΦΑΣΗΣ} min
ΞΕΧ/ΜΑ	25	25	12,5	0,8	70	891,7	700	0,116	81,2	1	0,15	0,46
ΦΙΝ/ΜΑ	25	25	12,5	0,2	70	891,7	700	0,058	40,6	1	0,31	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Τοποθέτηση και συγκράτηση του τεμαχίου στο τσοκ του τόρνου
- Κατεργασία προσώπου με δύο συνολικά πάσσα
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 1^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ} = 0,46 min.

2^η φάση από 13 συνολικά

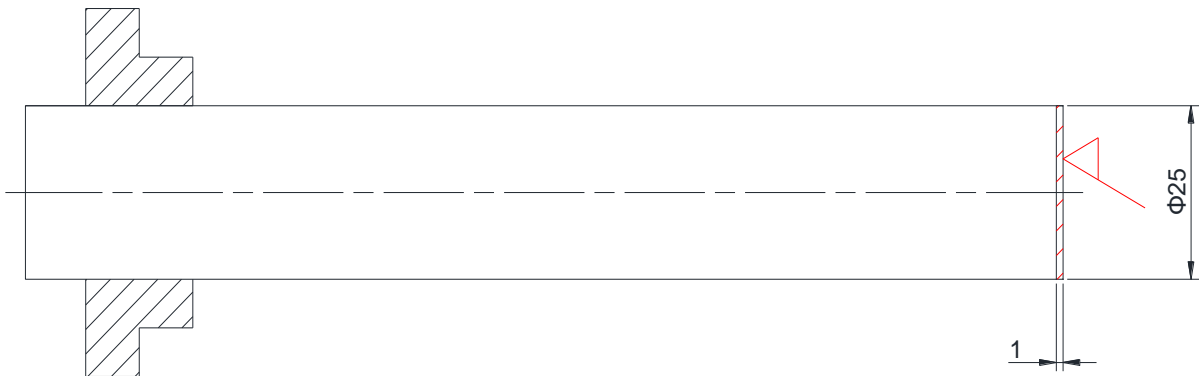


	D _{αρχ.} mm	D _{τελ.} mm	L _{κατ.} mm	α mm	U m/min	n _θ rpm	n _π rpm	s mm/rev	S _π mm/min	v	T _{πάσσου} min	T _{ΦΑΣΗΣ} min
ΞΕΧ/ΜΑ												
ΦΙΝ/ΜΑ												

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Χρησιμοποιήθηκε κεντροτρύπανο διαμέτρου d=3,15 mm
- Έγιναν διαδοχικές εισχωρήσεις με χειροκίνητη πρόωση σε βάθος t≈6 mm ώστε να γίνεται και απογρέζωση

3^η φάση από 13 συνολικά

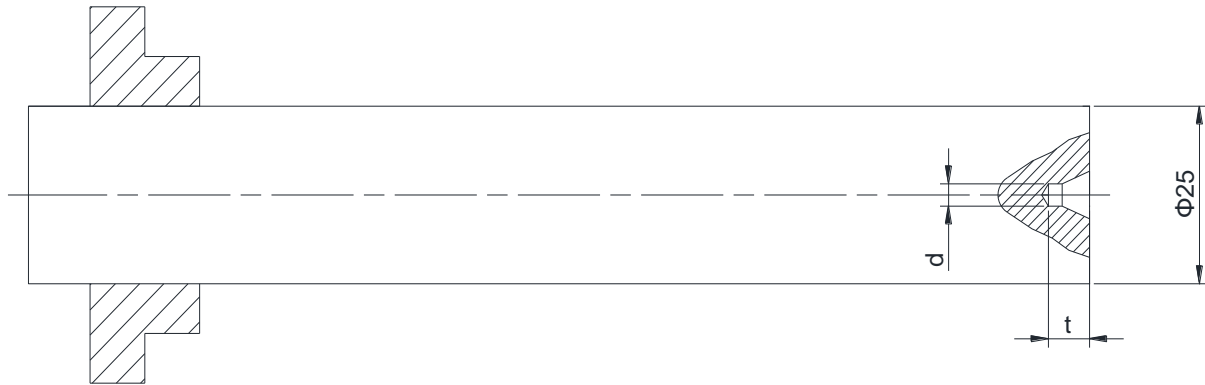


	D _{αρχ.} mm	D _{τελ.} mm	L _{κατ.} mm	α mm	U m/min	n _θ rpm	n _π rpm	s mm/rev	S _π mm/min	v	T _{πάσσου} min	T _{ΦΑΣΗΣ} min
ΞΕΧ/ΜΑ	25	25	12,5	0,8	70	891,7	700	0,116	81,2	1	0,15	0,46
ΦΙΝ/ΜΑ	25	25	12,5	0,2	70	891,7	700	0,058	40,6	1	0,31	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Αναστροφή του τεμαχίου και συγκράτησή του στο τσοκ του τόρνου
- Κατεργασία προσώπου με δύο συνολικά πάσσα
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 3^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ} = 0,46 min.

4^η φάση από 13 συνολικά

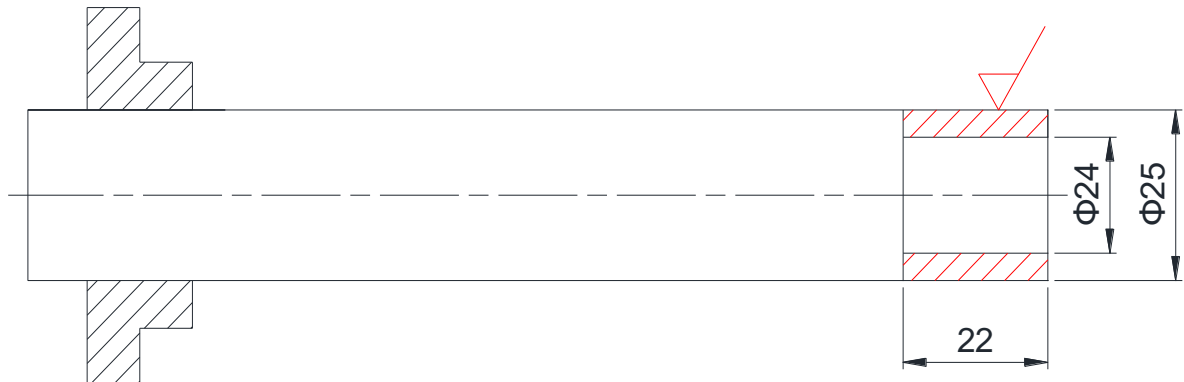


	D _{αρχ.} mm	D _{τελ.} mm	L _{κατ.} mm	α mm	U m/min	n _θ rpm	n _π rpm	s mm/rev	S _π mm/min	v	T _{πάσσου} min	T _{ΦΑΙΣΗΣ} min
ΞΕΧ/ΜΑ												
ΦΙΝ/ΜΑ												

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Χρησιμοποιήθηκε κεντροτρύπανο διαμέτρου d=3,15 mm
- Έγιναν διαδοχικές εισχωρήσεις με χειροκίνητη πρόωση σε βάθος t≈6 mm ώστε να γίνεται και απογρέζωση

5^η φάση από 13 συνολικά

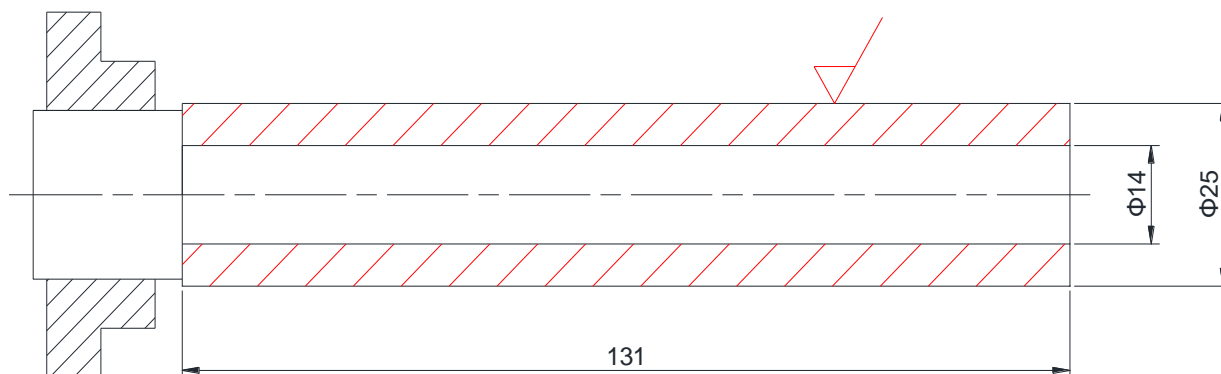


	D _{αρχ.} mm	D _{τελ.} mm	L _{κατ.} mm	α mm	U m/min	n _θ rpm	n _π rpm	s mm/rev	S _π mm/min	v	T _{πάσσου} min	T _{ΦΑΣΗΣ} min
ΞΕΧ/ΜΑ												0,35
ΦΙΝ/ΜΑ	25	24	22	0,5	70	891,7	700	0,09	53,1	1	0,35	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Κατεργασία διαμέτρου από $\varnothing 25$ mm σε $\varnothing 24$ mm σε μήκος 22 mm με ένα πάσσο
- Χρησιμοποιήθηκε η πόντα του κεντροφορέα ως μέσο αντιστήριξης
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 5^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ} = 0,35 min.

6^η φάση από 13 συνολικά

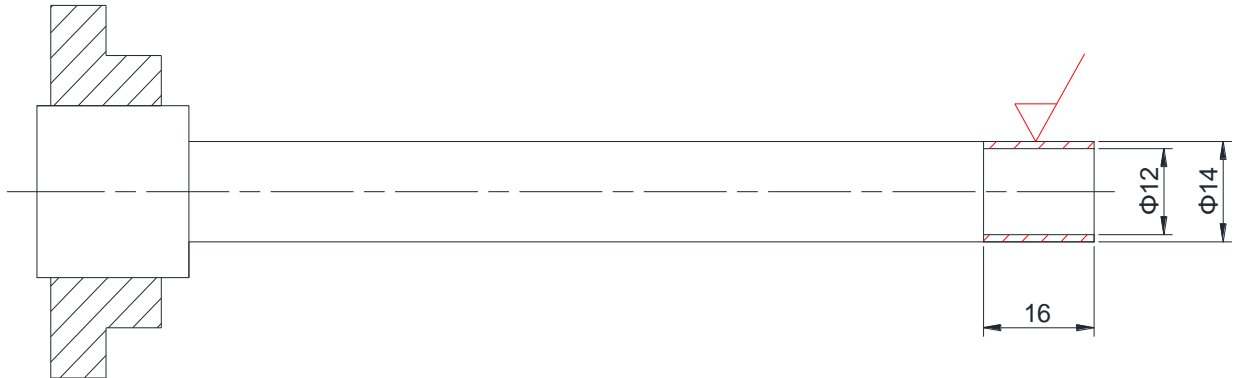


	D _{αρχ.} mm	D _{τελ.} mm	L _{κατ.} mm	α mm	U m/min	n _θ rpm	n _π rpm	s mm/rev	S _π mm/min	v	T _{πάσσου} min	T _{ΦΑΣΗΣ} min
ΞΕΧ/ΜΑ	25	21	131	2	70	891,7	700	0,36	252	1	0,52	3,3
	21	17	131	2	70	1061,6	1180	0,36	424,8	1	0,31	
ΦΙΝ/ΜΑ	17	15	131	1	70	1311,3	1180	0,09	106,2	1	1,23	
	15	14	131	0,5	70	1486,2	1180	0,09	106,2	1	1,23	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Αναστροφή του τεμαχίου και συγκράτησή του στο τσοκ του τόρνου
- Κατεργασία διαμέτρου από $\varnothing 25$ mm σε $\varnothing 14$ mm σε μήκος 131 mm με 4 συνολικά πάσσα
- Χρησιμοποιήθηκε η πόντα του κεντροφορέα ως μέσο αντιστήριξης
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 6^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ} = 3,3 min.

7^η φάση από 13 συνολικά

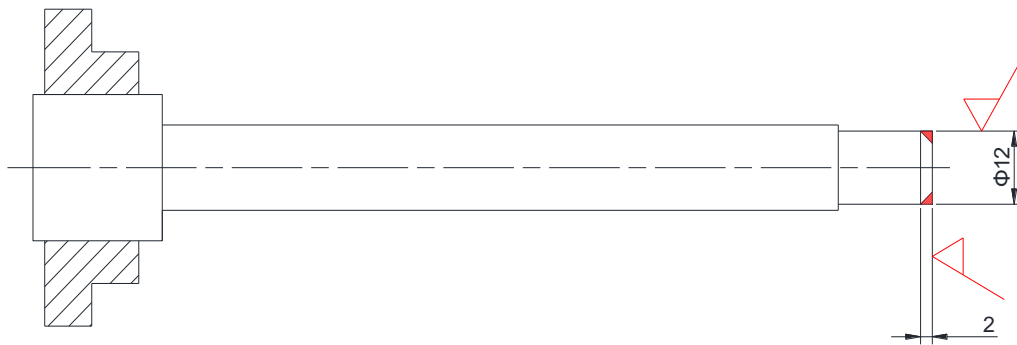


	D _{αρχ.} mm	D _{τελ.} mm	L _{κατ.} mm	α mm	U m/min	n _θ rpm	n _π rpm	s mm/rev	S _π mm/min	v	T _{πάσσου} min	T _{ΦΑΣΗΣ} min
ΞΕΧ/ΜΑ												0,15
ΦΙΝ/ΜΑ	14	12	16	1	70	1592,3	1180	0,09	106,2	1	0,15	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Κατεργασία διαμέτρου από $\varnothing 14$ mm σε $\varnothing 12$ mm σε μήκος 16 mm με ένα πάσσο
- Χρησιμοποιήθηκε η πόντα του κεντροφορέα ως μέσο αντιστήριξης
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 7^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ} = 0,15 min.

8^η φάση από 13 συνολικά

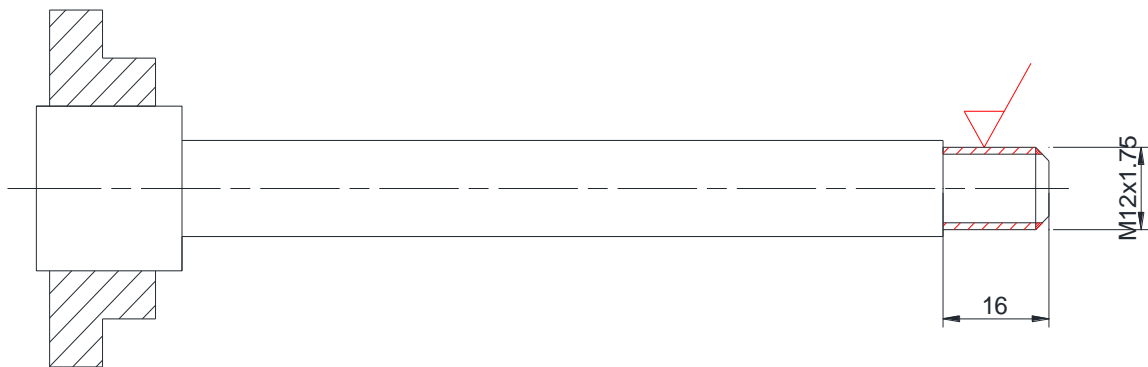


	D _{αρχ.} mm	D _{τελ.} mm	L _{κατ.} mm	α mm	U m/min	n _θ rpm	n _π rpm	s mm/rev	S _π mm/min	v	T _{πάσσο} min	T _{ΦΑΣΗΣ} min
ΞΕΧ/ΜΑ												0,01
ΦΙΝ/ΜΑ	12	8	2	2	70	1857,7	2000	0,09	180	1	0,01	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Κατεργασία λοξότμησης 2x45° με κοπτικό εργαλείο μορφής σε διάμετρο $\varnothing 12$ mm με ένα πάσσο
- Χρησιμοποιήθηκε η πόντα του κεντροφορέα ως μέσο αντιστήριξης
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 8^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ} = 0,01 min.

9^η φάση από 13 συνολικά



	D _{αρχ.} mm	D _{τελ.} mm	L _{κατ.} mm	α mm	U m/min	n _θ rpm	n _π rpm	s mm/rev	S _π mm/min	v	T _{πάσσου} min	T _{ΦΑΣΗΣ} min
ΞΕΧ/ΜΑ	12	9,8	14	0,22	2	53,1	50	1,75	87,5	5	0,16	1
ΦΙΝ/ΜΑ	12	9,8	14	0	2	53,1	50	1,75	87,5	1	0,16	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Κατεργασία σπειρώματος M12 (x1,75) σε μήκος 14 mm με 6 συνολικά πάσσα
- Χρησιμοποιήθηκε η πόντα του κεντροφορέα ως μέσο αντιστήριξης
- Η ταχύτητα κοπής είναι ίση με το ≈3% της ταχύτητας ξεχονδρίσματος, δηλ. $U=0,03 \times 70 \text{ m/min.} \Rightarrow U \approx 2 \text{ m/min.}$
- Η πρόωση είναι ίση με το βήμα του σπειρώματος, δηλ. 1,75 mm/περ.
- Πραγματοποιήθηκε φινίρισμα με μηδενικό βάθος κοπής για λείανση του σπειρώματος
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 9^{ης} φάσης είναι: $T_{\text{ΦΑΣΗΣ}} = 1 \text{ min.}$

10^η φάση από 13 συνολικά

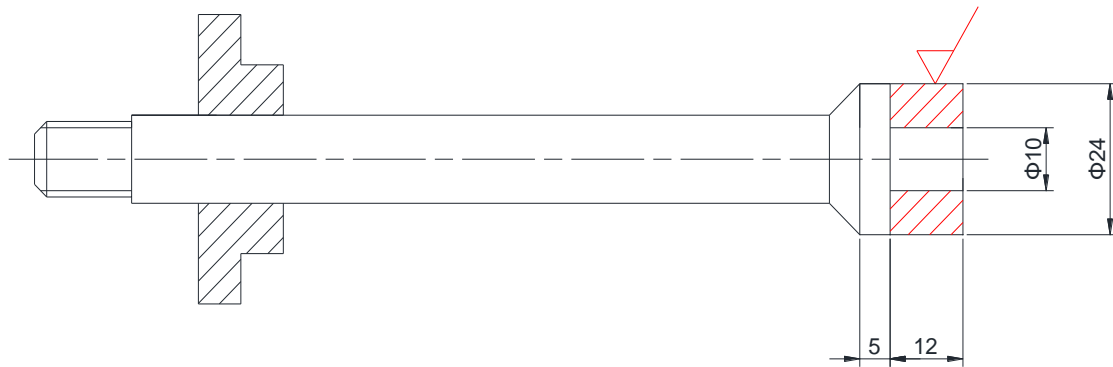


	D _{αρχ.} mm	D _{τελ.} mm	L _{κατ.} mm	α mm	U m/min	n _θ rpm	n _π rpm	s mm/rev	S _π mm/min	v	T _{πάσσου} min	T _{ΦΑΣΗΣ} min
ΞΕΧ/ΜΑ	24	20	5	2	70	928,8	700	0,36	252	1	0,02	0,08
	20	16	5	2	70	1114,6	1180	0,36	424,8	1	0,01	
ΦΙΝ/ΜΑ	16	14	5	1	70	1393,3	1180	0,09	106,2	1	0,05	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Κατεργασία λοξότμησης 5x45° με κοπτικό εργαλείο μορφής σε διάμετρο $\varnothing 24$ mm με 3 συνολικά πάσσα
- Χρησιμοποιήθηκε η πόντα του κεντροφορέα ως μέσο αντιστήριξης
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 10ης φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ} = 0,08 min.

11^η φάση από 13 συνολικά

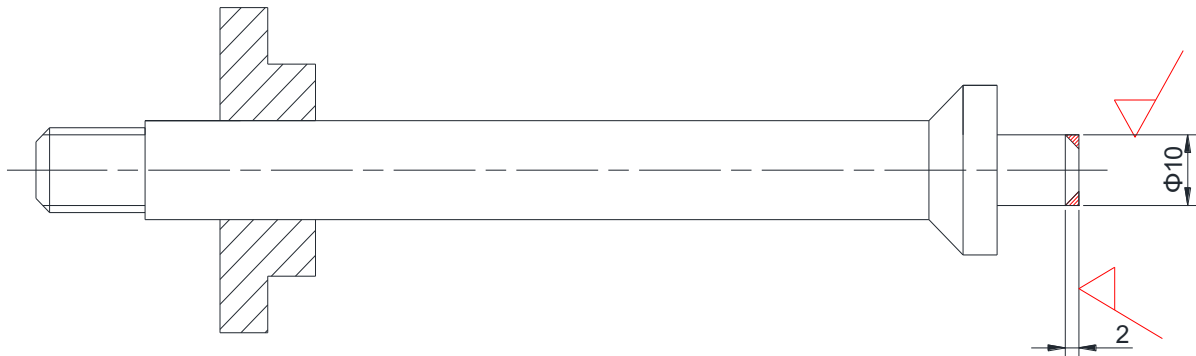


	D _{αρχ.} mm	D _{τελ.} mm	L _{κατ.} mm	α mm	U m/min	n _θ rpm	n _π rpm	s mm/rev	S _π mm/min	v	T _{πάσσου} min	T _{ΦΑΣΗΣ} min
ΞΕΧ/ΜΑ	24	20	12	2	70	928,8	700	0,36	252	1	0,05	0,18
	20	16	12	2	70	1114,6	1180	0,36	424,8	1	0,03	
	16	12	12	2	70	1393,3	1180	0,36	424,8	1	0,03	
ΦΙΝ/ΜΑ	12	10	12	1	70	1857,7	2000	0,09	180	1	0,07	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Αναστροφή του τεμαχίου και συγκράτησή του στο τσοκ του τόρνου
- Χρησιμοποιήθηκε η πόντα του κεντροφορέα ως μέσο αντιστήριξης
- Κατεργασία διαμέτρου από $\varnothing 24$ mm σε $\varnothing 10$ mm σε μήκος 12 mm με 4 συνολικά πάσσα
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 11^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ} = 0,18 min.

12^η φάση από 13 συνολικά

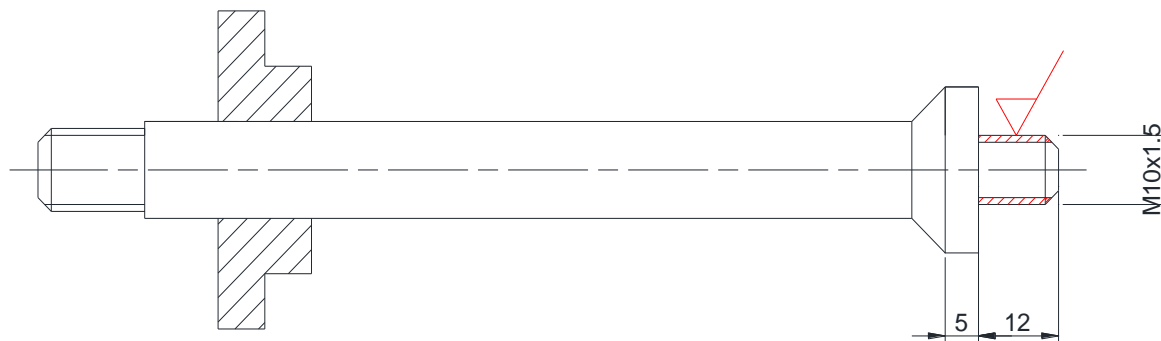


	D _{αρχ.} mm	D _{τελ.} mm	L _{κατ.} mm	α mm	U m/min	n _θ rpm	n _π rpm	s mm/rev	S _π mm/min	v	T _{πάσσο} min	T _{ΦΑΣΗΣ} min
ΞΕΧ/ΜΑ												0,01
ΦΙΝ/ΜΑ	10	6	2	2	70	2229,3	2000	0,09	180	1	0,01	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Κατεργασία λοξότμησης 2x45° με κοπτικό εργαλείο μορφής σε διάμετρο Ø10 mm με ένα πάσο
- Χρησιμοποιήθηκε η πόντα του κεντροφορέα ως μέσο αντιστήριξης
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 12^{ης} φάσης είναι: T_{ΦΑΣΗΣ} = 0,01 min.

13^η φάση από 13 συνολικά

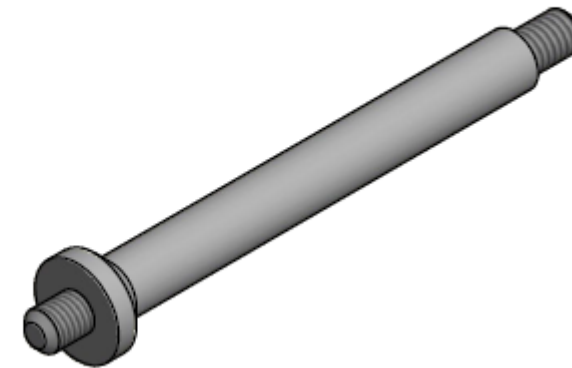
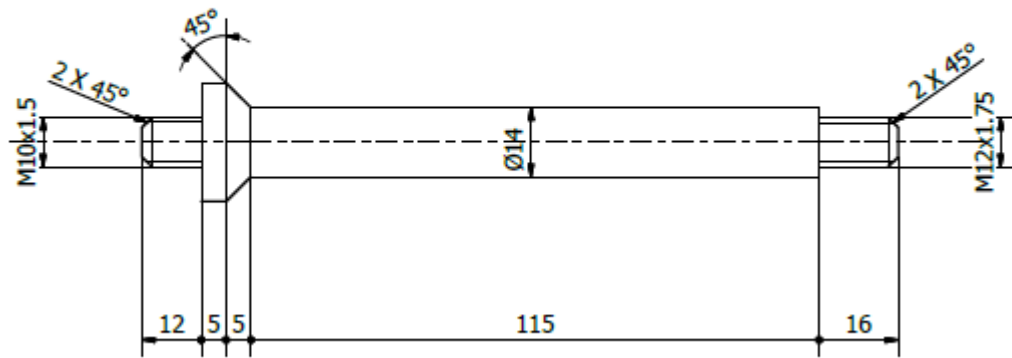


	D _{αρχ.} mm	D _{τελ.} mm	L _{κατ.} mm	α mm	U m/min	n _θ rpm	n _π rpm	s mm/rev	S _π mm/min	v	T _{πάσσου} min	T _{ΦΑΣΗΣ} min
ΞΕΧ/ΜΑ	10	8,2	10	0,18	2	63,7	50	1,5	75	5	0,13	0,8
ΦΙΝ/ΜΑ	10	8,2	10	0	2	63,7	50	1,5	75	1	0,13	

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Κατεργασία σπειρώματος M10 (x1,5) σε μήκος 10 mm με 6 συνολικά πάσσα
- Χρησιμοποιήθηκε η πόντα του κεντροφορέα ως μέσο αντιστήριξης
- Η ταχύτητα κοπής είναι ίση με το ≈3% της ταχύτητας ξεχονδρίσματος, δηλ. $U=0,03 \times 70$ m/min. => $U \approx 2$ m/min.
- Η πρόωση είναι ίση με το βήμα του σπειρώματος, δηλ. 1,5 mm/περ.
- Πραγματοποιήθηκε φινίρισμα με μηδενικό βάθος κοπής για λείανση του σπειρώματος
- Ο ενεργός χρόνος κοπής της 13^{ης} φάσης είναι: $T_{\Phi\text{ΑΣΗΣ}} = 0,8$ min.

Τελική μορφή τεμαχίου



Σχήμα 30. Τελικό σχέδιο λαβής

Σχόλια – Παρατηρήσεις:

- Ο **συνολικός ενεργός χρόνος** κοπής της λαβής είναι το άθροισμα των ενεργών χρόνων κοπής των φάσεων κατεργασίας, δηλ.:

$$T_{OL} = T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(1)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(2)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(3)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(4)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(5)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(6)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(7)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(8)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(9)} \\ + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(10)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(11)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(12)} + T_{\text{ΦΑΣΗΣ}(13)} \Rightarrow$$

$$T_{OL} = 0,46 + 0 + 0,46 + 0 + 0,35 + 3,3 + 0,15 + 0,01 + 1 + 0,08 + 0,18 + 0,01 + 0,8 \Rightarrow$$

$$T_{OL} = 6,8 \text{ min.}$$

Ο πραγματικός όμως συνολικός χρόνος κοπής της λαβής είναι σημαντικά μεγαλύτερος καθώς σε αυτόν συμπεριλαμβάνονται οι βοηθητικοί χρόνοι κατεργασίας (π.χ. δέσιμο – λύσιμο τεμαχίου, αλλαγή ή τρόχισμα κοπτικού εργαλείου, έλεγχος ομοκεντρότητας με μετρητικό ρολόι, χειρισμός των μοχλών για την επίτευξη των αναγκαίων συνθηκών κοπής κ.λ.π.).

Επίσης, στον συνολικό ενεργό χρόνο κοπής δεν συμπεριλαμβάνονται οι χρόνοι των φάσεων κατεργασίας που πραγματοποιήθηκαν με χειροκίνητες προώσεις (π.χ. κατασκευή κεντρότρυπας).



Εικόνα 15. Λαβή ιδιοσυσκευής

Πίνακας 2. Θεωρητικά υπολογισμένοι συνολικοί χρόνοι κατεργασίας εξαρτημάτων ιδιοσυσκευής

ITEM	ΕΞΑΡΤΗΜΑ	ΣΥΝΟΛΙΚΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ (min)
6	Λαβή	6,8
1	Σταθερή βάση	78,2
3	Περιστρεφόμενη βάση	64,7
5	Μανέλα	51,7
ΣΥΝΟΛΟ		201,4

Η κατασκευή των κύριων μερών της ιδιοσυσκευής πραγματοποιήθηκε, κατά κύριο λόγο, στις εγκαταστάσεις του εργαστηρίου Μηχανουργικής Τεχνολογίας του Παν. Δυτικής Αττικής όπου χρησιμοποιήθηκαν συμβατικές εργαλειομηχανές (τόρνος, φρέζα, δράπανο, λειαντικός τροχός), εργαλεία χειρός (λίμα, κολαούζα, πριόνι, κλπ.) και όργανα μετρήσεων και ελέγχου (παχύμετρα, μικρόμετρα, ελεγκτήρες καθετότητας, ελεγκτήρες καμπύλων, σπειρόμετρα κλπ.).

Παρακάτω δίνονται ενδεικτικά μερικές φωτογραφίες από τις φάσεις των κατεργασιών που πραγματοποιήθηκαν.



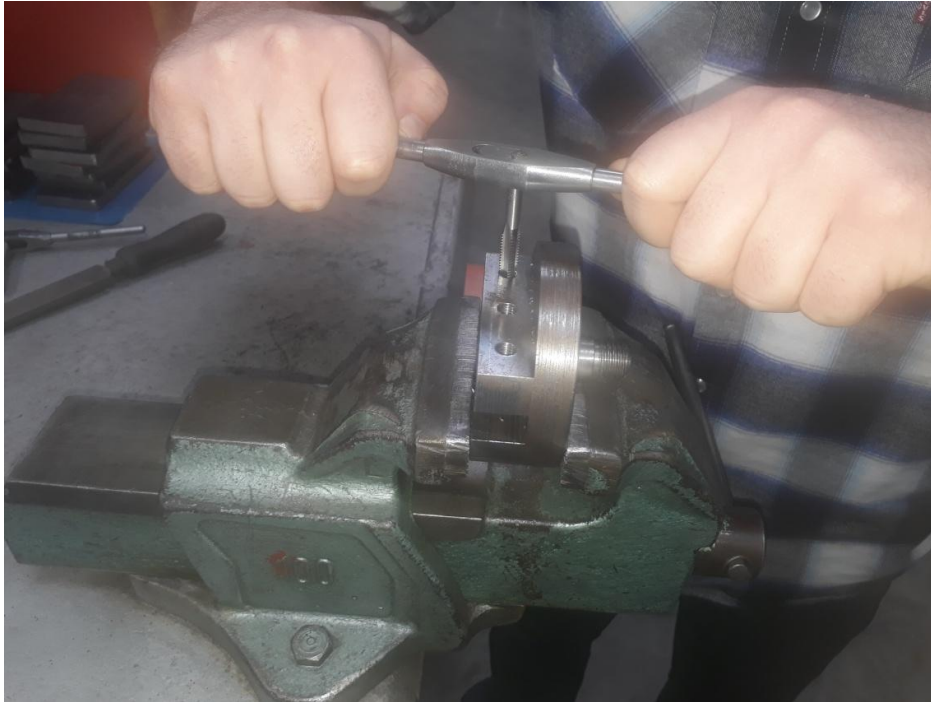
Εικόνα 16. Κοπή σπειρώματος M16 (x2) σε τόρνο



Εικόνα 17. Κατεργασία αυλακιού σε φρέζα



Εικόνα 18. Διάτρηση οπής $\varnothing 6,8$ σε δράπανο



Εικόνα 19. Σπειροτόμηση M8 (x1,25)



Εικόνα 20. Διάτρηση οπής $\varnothing 10,2$ σε δράπανο



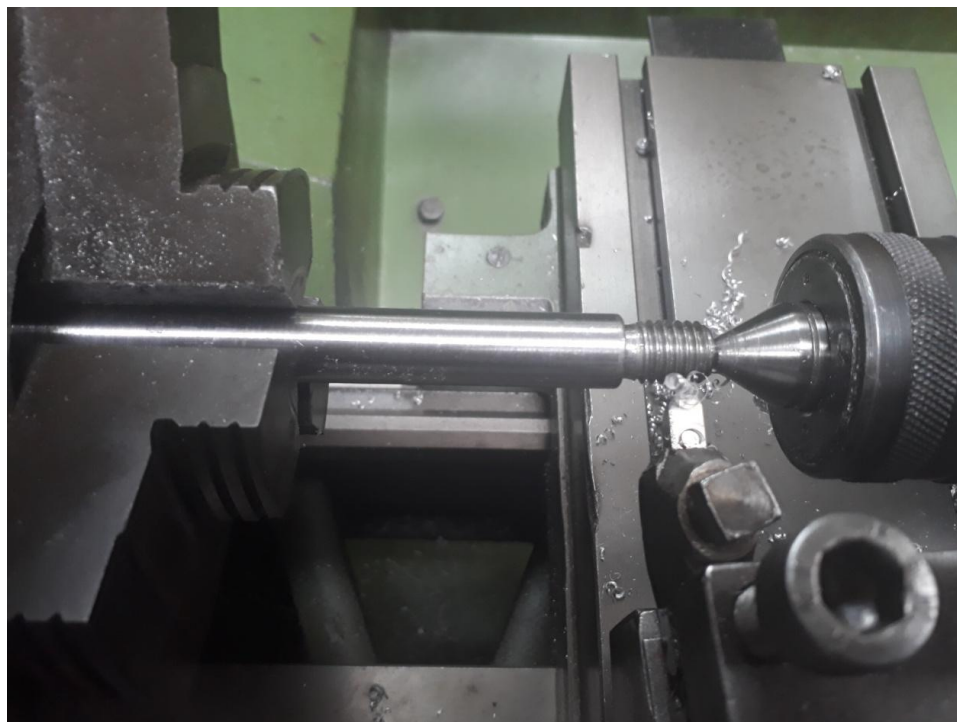
Εικόνα 21. Σπειροτόμηση M12 (x1,75)



Εικόνα 22. Κατεργασία επιφάνειας σε φρέζα



Εικόνα 23. Κατεργασία ραδίου R3 με λίμα χειρός



Εικόνα 24. Κοπή σπειρώματος M12 (x1,75) σε τόρνο

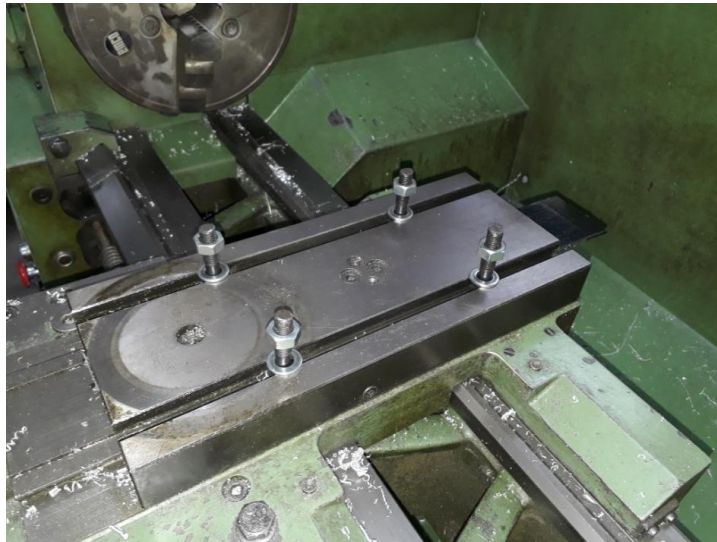


Εικόνα 25. Κοπή σπειρώματος M10 (x1,5) σε τόρνο

2.5 Συναρμολόγηση και τοποθέτηση της ιδιοσυσκευής στον τόρνο

Για να συναρμολογήσουμε και να τοποθετήσουμε την ιδιοσυσκευή στο τόρνο ακολουθούμε τα εξής βήματα:

- Αφαιρούμε τον εργαλειοδέτη από το τραπέζι (σεπόρτ) της εργαλειομηχανής και τοποθετούμε τους κοχλίες τύπου T-Slot μαζί με τις ροδέλες και τα παξιμάδια στα slots του τραπεζιού της εργαλειομηχανής



Εικόνα 26. Τοποθέτηση κοχλιών T-Slot στο τραπέζι του τόρνου

- Στη συνέχεια τοποθετούμε την ροδέλα $\varnothing 90$ στην οπή της σταθερής βάσης



Εικόνα 27. Τοποθέτηση ροδέλας $\varnothing 90$ στην σταθερή βάση

- Μετέπειτα τοποθετούμε την περιστρεφόμενη βάση πάνω στη σταθερή βάση και σφίγγουμε το περικόχλιο M16 (όχι πολύ σφιχτά)



Εικόνα 29. Τοποθέτηση περιστρεφόμενης βάσης



Εικόνα 28. Σύσφιξη περικοχλίου M16

- Ακολούθως, τοποθετούμε τη σταθερή βάση (με τα υπόλοιπα εξαρτήματα που έχουν ενσωματωθεί πάνω της μέχρι στιγμής) στο σεπόρτ του τόνου και σφίγγουμε αρκετά σφιχτά τα παξιμάδια



Εικόνα 30. Σύσφιξη περικοχλίων M10

- Μετά τοποθετούμε τη λαβή με ενσωματωμένη την σφαιρική κεφαλή στη περιστρεφόμενη βάση



Εικόνα 31. Τοποθέτηση λαβής

- Τέλος, τοποθετούμε την μανέλα έχοντας ενσωματωμένα πάνω της τα υπόβαθρα και τα ένθετα πλακίδια στη σχισμή της περιστρεφόμενης βάσης και σφίγγουμε τους αντίστοιχους κοχλίες M8



Εικόνα 33. Μανέλα με ενσωματωμένα υπόβαθρα και κοπτικά εργαλεία

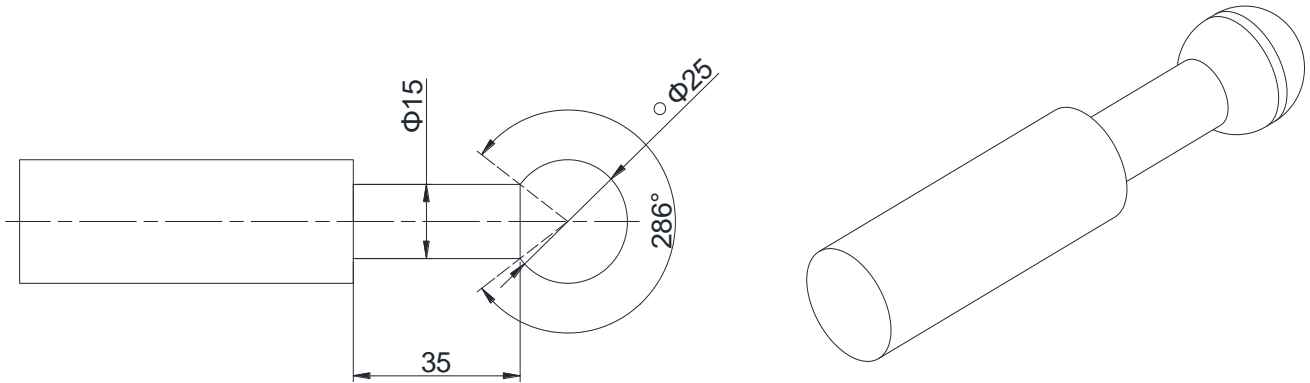


Εικόνα 32. Σύσφιξη κοχλίων M8

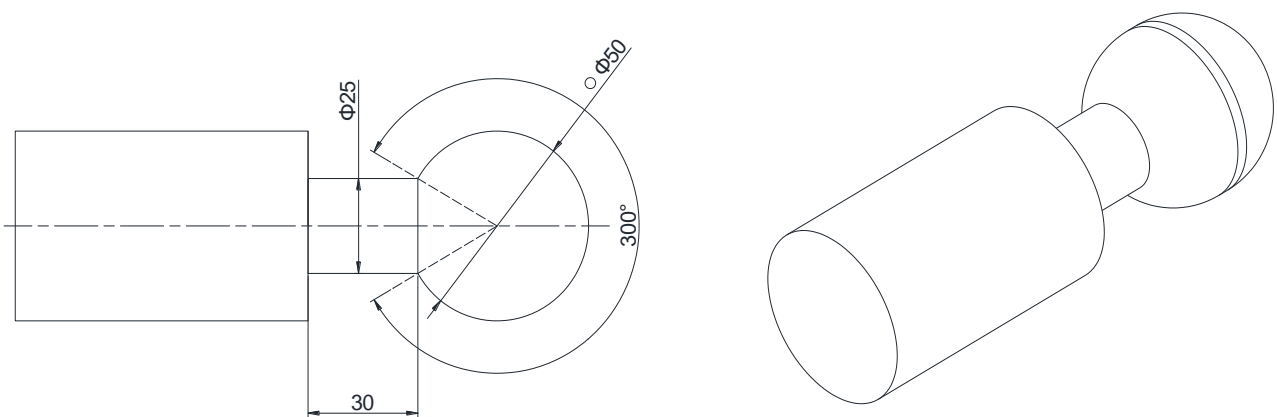
- Έχοντας ολοκληρώσει την συναρμολόγηση και τοποθέτηση της ιδιοσυσκευής στον τόρνο είμαστε πλέον σε θέση να κατεργαστούμε αντικείμενα για την διαμόρφωση σφαιρικών επιφανειών.

2.6 Κατεργασία ράβδων αλουμινίου $\varnothing 25$ & $\varnothing 50$ στον τόρνο με χρήση της ιδιοσυσκευής για την διαμόρφωση σφαιρικών επιφανειών

Στα παρακάτω σχήματα παρουσιάζονται τα σχέδια των σφαιρών $\varnothing 25$ και $\varnothing 50$ που κατεργάστηκαν με χρήση της ιδιοσυσκευής.



Σχήμα 31. Σχέδιο σφαίρας $\varnothing 25$



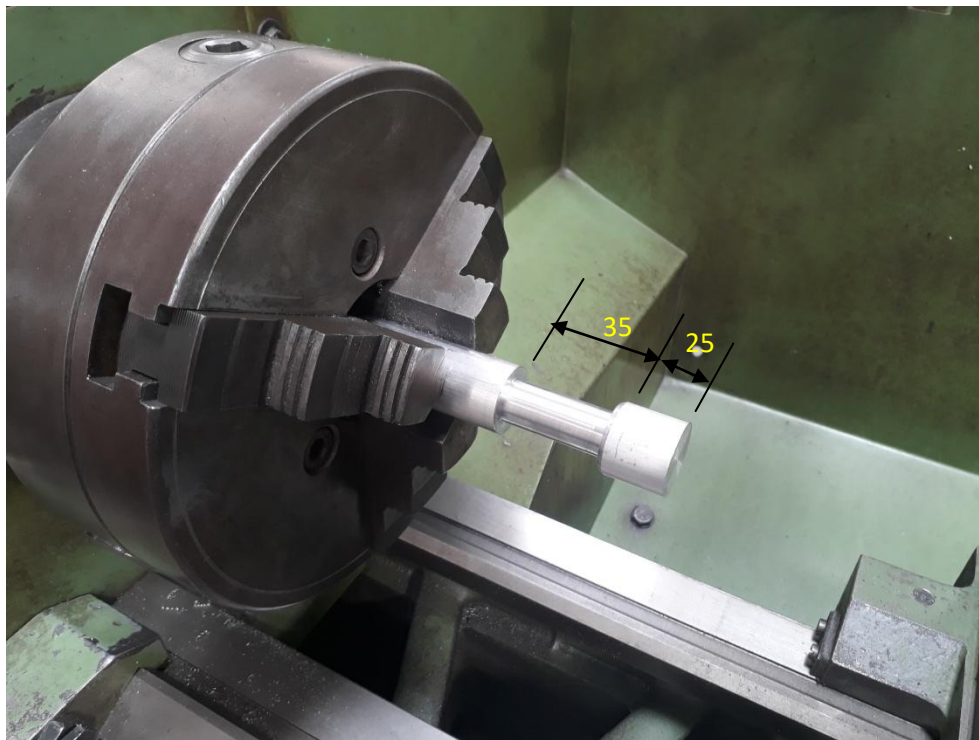
Σχήμα 32. Σχέδιο σφαίρας $\varnothing 50$

Στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας πραγματοποιήθηκαν μηχανουργικές κατεργασίες με χρήση της ιδιοσυσκευής σε κυλινδρικές ράβδους αλουμινίου ποιότητας 2007 για την διαμόρφωση σφαιρικών επιφανειών.

Συγκεκριμένα, πραγματοποιήθηκαν σφαιρικές επιφάνειες διαμέτρου $\varnothing 25$ και $\varnothing 50$ σε ράβδους αλουμινίου αντίστοιχης διαμέτρου καθώς επίσης και εσωτερικές κοιλότητες σε ράβδους αλουμινίου $\varnothing 25$ και $\varnothing 50$.

Διαμόρφωση σφαιρικής επιφάνειας $\varnothing 25$

- Σε πρώτη φάση πραγματοποιούμε διαμήκη τόννευση σε μήκος 35 mm και σε απόσταση 25 mm από το πρόσωπο της ράβδου για να μειώσουμε την διάμετρο από $\varnothing 25$ σε $\varnothing 15$. Αυτό γίνεται για να μπορεί να εισχωρεί το κοπτικό εργαλείο της ιδιοσυσκευής κατά την διάρκεια της κατεργασίας.

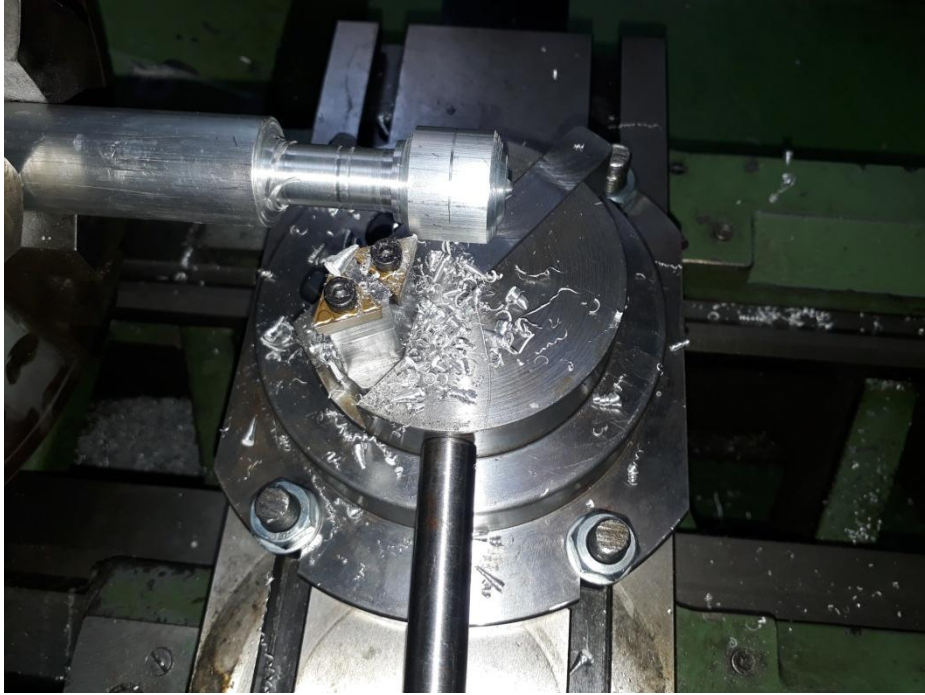


Εικόνα 34. Κατεργασία διαμέτρου $\varnothing 25$ σε μήκος 35 mm

- Αφού καλιμπράρουμε κατάλληλα την ιδιοσυσκευή ως προς το τεμάχιο είμαστε σε θέση να κατεργαστούμε το αντικείμενο για την διαμόρφωση σφαιρικής επιφάνειας.

Το καλιμπράρισμα της ιδιοσυσκευής γίνεται για να κατεργαστεί το τεμάχιο σε σχήμα σφαίρας και όχι σε σχήμα έλλειψης.

Η κατεργασία πραγματοποιείται με χειροκίνητες προώσεις.



Εικόνα 35. Διαμόρφωση σφαιρικής επιφάνειας σε αρχικό στάδιο



Εικόνα 36. Διαμόρφωση σφαιρικής επιφάνειας σε προχωρημένο στάδιο



Εικόνα 37. Τελική διαμόρφωση σφαίρας

- Τέλος, αφού έχουμε ολοκληρώσει την κοπή του τεμαχίου με χρήση της ιδιοσυσκευής πραγματοποιούμε λείανση της σφαίρας με σμυριδόπανο όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 38. Λείανση σφαίρας με σμυριδόπανο

- Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται και για δεύτερο αντικείμενο ίδιας διαμέτρου.

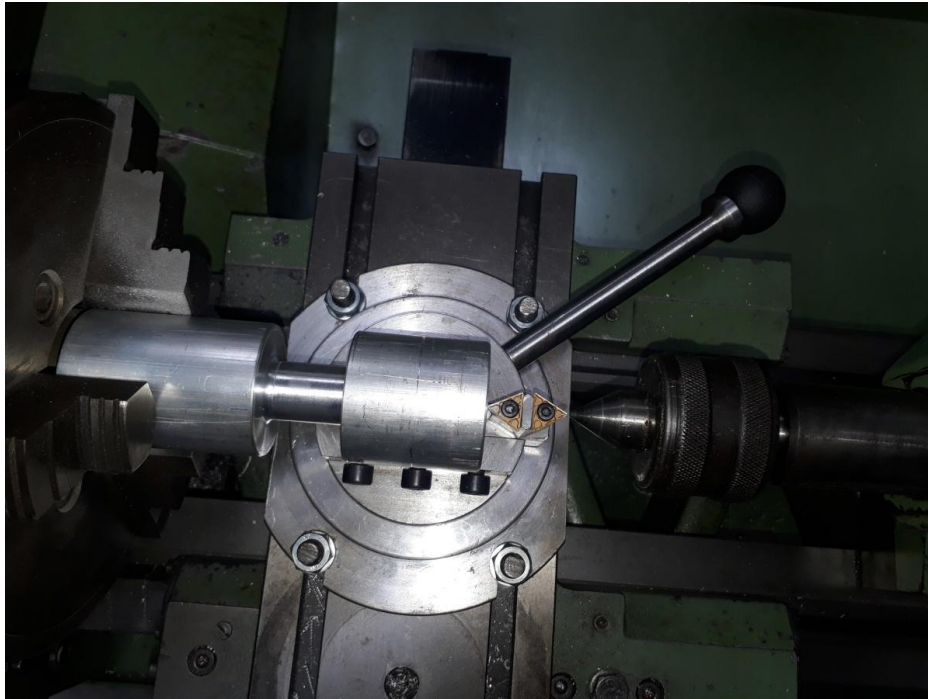


Εικόνα 39. Σφαιρικά αντικείμενα διαμέτρου $\varnothing 25$

Διαμόρφωση σφαιρικής επιφάνειας $\varnothing 50$

- Σε πρώτη φάση πραγματοποιούμε διαμήκη τόννευση σε μήκος 30 mm και σε απόσταση 50 mm από το πρόσωπο της ράβδου για να μειώσουμε την διάμετρο από $\varnothing 50$ σε $\varnothing 25$. Όπως και στο προηγούμενο αντικείμενο διαμέτρου $\varnothing 25$, αυτό γίνεται για να μπορεί να εισχωρεί το κοπτικό εργαλείο της ιδιοσυσκευής κατά την διάρκεια της κατεργασίας.
- Στη συνέχεια καλιμπράρουμε κατάλληλα την ιδιοσυσκευή ως προς το τεμάχιο για να το κατεργαστεί σε σχήμα σφαίρας και όχι σε σχήμα έλλειψης.

Το καλιμπράρισμα του κοπτικού εργαλείου γίνεται τόσο στον άξονα X του τεμαχίου (ο οποίος συμπίπτει με τον νοητό άξονα της εργαλειομηχανής) όσο και στον άξονα Y του τεμαχίου.



Εικόνα 40. Καλιμπράρισμα ιδιοσυσκευής

- Αφού έχουμε ρυθμίσει κατάλληλα την ιδιοσυσκευή είμαστε σε θέση να κατεργαστούμε το τεμάχιο.

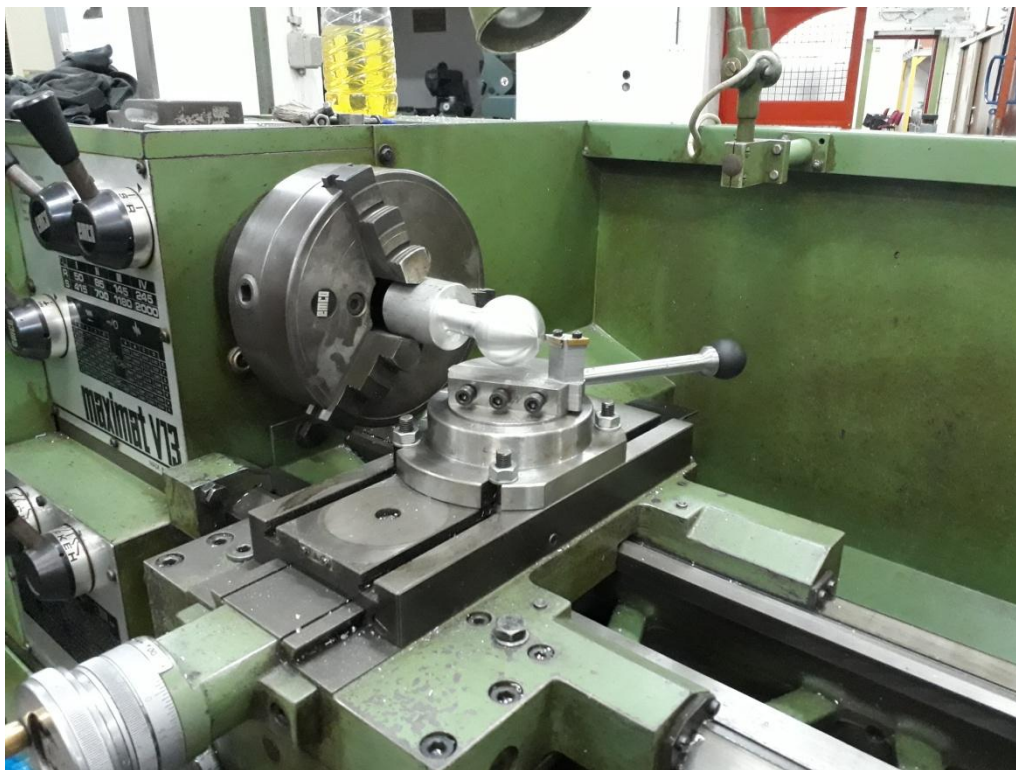
Η κατεργασία πραγματοποιείται με χειροκίνητες προώσεις.



Εικόνα 41. Διαμόρφωση σφαιρικής επιφάνειας σε αρχικό στάδιο



Εικόνα 42. Διαμόρφωση σφαιρικής επιφάνειας σε προχωρημένο στάδιο



Εικόνα 43. Τελική διαμόρφωση σφαίρας

- Τέλος, αφού έχουμε ολοκληρώσει την κοπή του τεμαχίου με χρήση της ιδιοσκευής πραγματοποιούμε λείανση της σφαίρας με σμυριδόπανο όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα.



Εικόνα 44. Λείανση σφαίρας με σμυριδόπανο

- Η ίδια διαδικασία επαναλαμβάνεται και για δεύτερο αντικείμενο ίδιας διαμέτρου.



Εικόνα 45. Σφαιρικά αντικείμενα διαμέτρου $\varnothing 50$

Διαμόρφωση εσωτερικής κοιλότητας σε ράβδο αλουμινίου $\varnothing 25$

- Αρχικά, καλιμπράρουμε την ιδιοσυσκευή κατάλληλα στο τεμάχιο ώστε να κατεργαστούμε την εσωτερική κοιλότητα σε σφαιρικό σχήμα και όχι σε σχήμα έλλειψης.



Εικόνα 46. Καλιμπράρισμα ιδιοσυσκευής

- Αφού έχουμε ρυθμίσει κατάλληλα την ιδιοσυσκευή είμαστε έτοιμοι να κατεργαστούμε το αντικείμενο.

Η κατεργασία πραγματοποιείται με χειροκίνητες προώσεις.



Εικόνα 47. Διαμόρφωση εσωτερικής κοιλότητας σε αρχικό στάδιο



Εικόνα 48. Διαμόρφωση εσωτερικής κοιλότητας

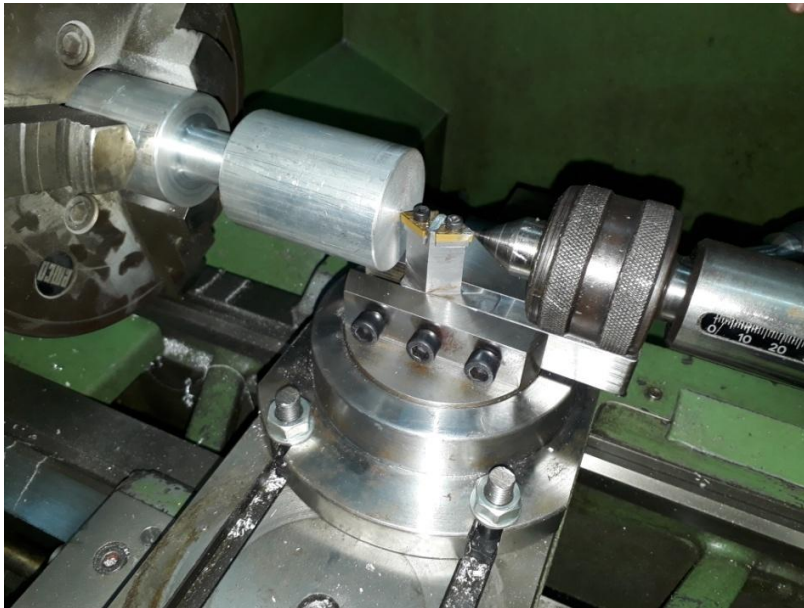
- Λόγω του σχεδιασμού της μανέλας οι εσωτερικές κοιλότητες που μπορεί να κατεργαστεί η ιδιοσυσκευή είναι περιορισμένων δυνατοτήτων. Καθώς εισχωρούμε στο αντικείμενο, το σώμα της μανέλας έρχεται σε επαφή με αυτό με συνέπεια να είναι αδύνατη η περαιτέρω κατεργασία του αντικειμένου.



Εικόνα 49. Περιορισμός περαιτέρω κατεργασίας λόγω επαφής μανέλας – τεμαχίου

Διαμόρφωση εσωτερικής κοιλότητας σε ράβδο αλουμινίου $\varnothing 50$

- Αρχικά, καλιμπράρουμε την ιδιοσυσκευή κατάλληλα στο τεμάχιο ώστε να κατεργαστούμε την εσωτερική κοιλότητα σε σφαιρικό σχήμα και όχι σε σχήμα έλλειψης.



Εικόνα 50. Καλιμπράρισμα ιδιοσυσκευής

- Αφού έχουμε ρυθμίσει κατάλληλα την ιδιοσυσκευή είμαστε έτοιμοι να κατεργαστούμε το αντικείμενο.

Η κατεργασία πραγματοποιείται με χειροκίνητες προώσεις.



Εικόνα 51. Διαμόρφωση εσωτερικής κοιλότητας

- Λόγω του σχεδιασμού της μανέλας οι εσωτερικές κοιλότητες που μπορεί να κατεργαστεί η ιδιοσυσκευή είναι περιορισμένων δυνατοτήτων. Όπως και στο προηγούμενο κομμάτι, έτσι και τώρα καθώς εισχωρούμε στο αντικείμενο το σώμα της μανέλας έρχεται σε επαφή με αυτό με συνέπεια να είναι αδύνατη η περαιτέρω κατεργασία του αντικειμένου.



Εικόνα 52. Περιορισμός περαιτέρω κατεργασίας λόγω επαφής μανέλας – τεμαχίου

ΣΥΝΟΨΗ

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να σχεδιαστεί και να κατασκευαστεί μία ιδιοσυσκευή τόννου για την κοπή και διαμόρφωση σφαιρικών επιφανειών. Η σχεδίαση της ιδιοσυσκευής έγινε με χρήση του λογισμικού Autodesk Inventor και η κατασκευή της πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Μηχανουργικής Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής όπου χρησιμοποιήθηκαν συμβατικές εργαλειομηχανές (φρέζα, τόννος, δράπανο) καθώς επίσης και εργαλεία χειρός (λίμα, κολαούζα κλπ.). Στις μηχανουργικές κατεργασίες της τόννευσης και του φρεζαρίσματος έγινε υπολογισμός των συνθηκών κοπής και καταγράφηκαν σε αντίστοιχα φασεολόγια. Τέλος, με την ολοκλήρωση κατασκευής των κύριων μερών της ιδιοσυσκευής, έγινε η συναρμολόγηση και τοποθέτησή της σε τόννο του εργαστηρίου όπου πραγματοποιήθηκαν κατεργασίες σε ράβδους αλουμινίου για την διαμόρφωση σφαιρικών επιφανειών.

Με την συγκεκριμένη ιδιοσυσκευή μπορούμε να διαμορφώσουμε σφαιρικές επιφάνειες διαμέτρου έως $\varnothing 62$. Ένας τρόπος για να κατεργαστούμε σφαιρικές επιφάνειες μεγαλύτερης διαμέτρου είναι να σχεδιάσουμε μία καινούργια μανέλα μεγαλύτερων διαστάσεων με την προϋπόθεση ότι το ύψος του κοπτικού εργαλείου θα πρέπει να συμπίπτει με τον νοητό άξονα της εργαλειομηχανής.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Τεχνικά χαρακτηριστικά τόρνου εργαστηρίου EMCO

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ

Τύπος μηχανήματος	Τόρνος γενικής χρήσεως
Κατασκευαστής	EMCO (made in Austria)
Μοντέλο	maximat V13

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Μέγιστο μήκος κομματιού για τórνευση	: 1000 mm
Διάμετρος τórνευσεως πάνω από το κρεβάτι (max)	: 340 mm
Διάμετρος τórνευσεως πάνω από το εργαλειοφορείο	: 200 mm
Διάμετρος σπής της ατράκτου	: 36 mm
Κλίμακες στροφών	: 8
Εύρος στροφών	: 50 ÷ 2000 rpm
Τιμές διαμήκους προώσεων	: 0,045 ÷ 0,630 mm/rev
Τιμές εγκάρσιων προώσεων	: 0,023 ÷ 0,324 mm/rev
Τιμές μετρικών σπειρωμάτων	: 0,4 ÷ 5,6 mm
Τιμές σπειρωμάτων ίντσας	: 4 ÷ 56 tpi
Ισχύς κινητήρα	: 2,2 kW
Διαστάσεις Μήκος (mm) x Πλάτος (mm) x Ύψος (mm)	: 1800 x 840 x 1250



Εικόνα 53. Τόρνος εργαστηρίου της εταιρείας EMCO

1

⊙/min	I	II	III	IV
R	50	85	145	245
S	415	700	1180	2000

2

	↔ mm/⊙				
	A	B	C	D	
E	0,045	0,090	0,180	0,360	40 127 80
F	0,056	0,112	0,225	0,450	
G	0,070	0,140	0,281	0,562	
H	0,084	0,168	0,337	0,675	
K	0,098	0,196	0,393	0,787	40 127 100
H	0,067	0,135	0,270	0,540	
K	0,078	0,157	0,315	0,630	

3

maximat V13

Εικόνα 54. Πίνακας τόρνου εργαστηρίου EMCO 1) Στροφές κύριας ατράκτου, 2) Τιμές διαμήκους πρόωσης, 3) Τιμές εγκάρσιας πρόωσης

Τεχνικά χαρακτηριστικά φρέζας εργαστηρίου

ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΟΣ

Τύπος μηχανήματος	Οριζόντια φρέζα γενικής χρήσεως
Κατασκευαστής	Strigon (made in Hungary)

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Μέγεθος τραπεζιού	: 1000 (mm) x 250 (mm)
Αριθμός T-Slot	: 3
Μέγιστο επιτρεπτό φορτίο	: 300 Kg
Οριζόντια διαδρομή τραπεζιού (max)	: 500 mm
Εγκάρσια διαδρομή τραπεζιού (max)	: 150 mm
Κατακόρυφη διαδρομή τραπεζιού (max)	: 250 mm
Εύρος προώσεων	: 20 ÷ 500 mm/min
Εύρος στροφών ατράκτου	: 45 ÷ 2240 rpm
Κλίμακες στροφών	: 18
Μέγιστη απόσταση κέντρου ατράκτου – τραπεζιού	: 290 mm
Ισχύς κινητήρα	: 4,87 KW
Διαστάσεις	Μήκος (mm) x Πλάτος (mm) x Ύψος (mm) : 1210 x 1300 x 1580



Εικόνα 55. Φρέζα εργαστηρίου με ενσωματωμένη κεφαλή

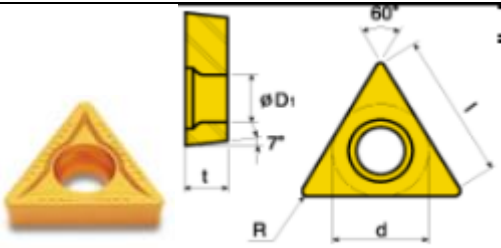


Εικόνα 57. Τιμές ταχυτήτων πρόωσης φρέζας

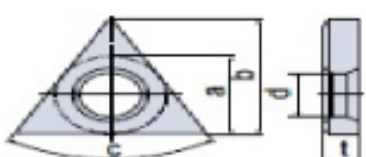


Εικόνα 56. Στροφές κύριας ατράκτου φρέζας

Πίνακας 3. Τεχνικά χαρακτηριστικά κοπτικού εργαλείου ιδιοσυσκευής

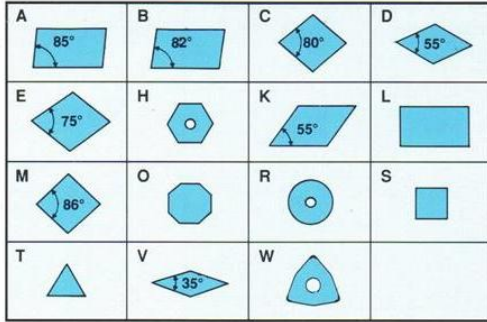
	l	d	t	R	D₁
	16	9,52	3,97	0,8	4,40
	TCMT 16T308 FN M - ISO1832/2012				

Πίνακας 4. Τεχνικά χαρακτηριστικά υπόβαθρου ιδιοσυσκευής

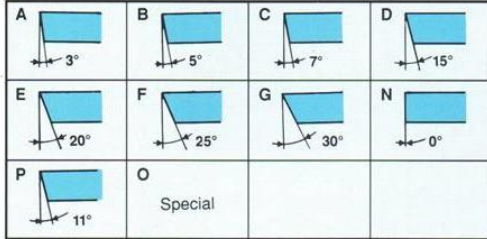
	a	b	c	d	t
	8,4	11,8	60°	5,4	3,18

According to ISO-standard

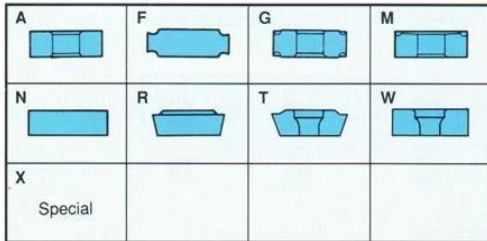
1 Shape



2 Clearance angle



4 Type

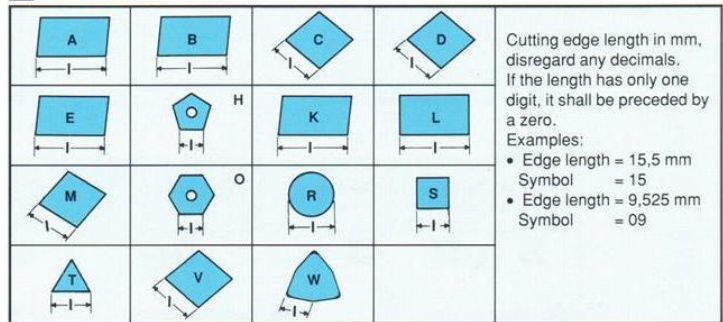


Inserts

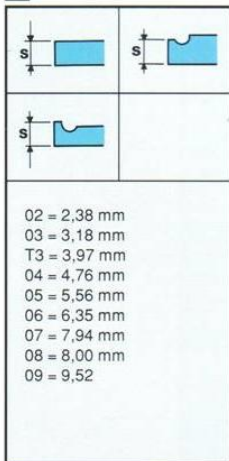
3 Tolerances

Tol. class	± in mm			For d, dimension (mm)					
	m	s	d	6.35	9.525	12.7	15.875	19.05	25.4
A	0,005	0,025	0,025	•	•	•	•	•	•
E	0,025	0,025	0,025	•	•	•	•	•	•
F	0,005	0,025	0,013	•	•	•	•	•	•
G	0,025	0,13	0,025	•	•	•	•	•	•
H	0,013	0,025	0,013	•	•	•	•	•	•
J	0,005	0,025	0,05	•	•				
	0,005	0,025	0,08			•			
	0,005	0,025	0,10				•		
	0,005	0,025	0,13					•	
K	0,013	0,025	0,05	•	•				
	0,013	0,025	0,08			•			
	0,013	0,025	0,10				•		
	0,013	0,025	0,13					•	
M	0,08	0,13	0,05	•	•				
	0,13	0,13	0,08			•			
	0,15	0,13	0,10				•		
	0,18	0,13	0,13					•	
U	0,13	0,13	0,08	•	•				
	0,20	0,13	0,13			•			
	0,27	0,13	0,18				•		
	0,38	0,13	0,25					•	

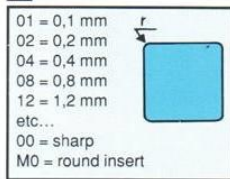
5 Cutting edge length



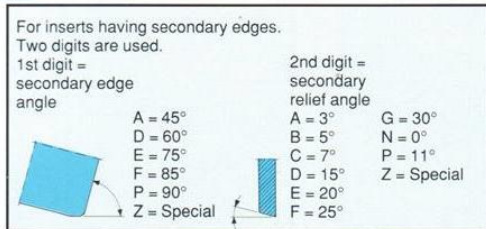
6 Thickness



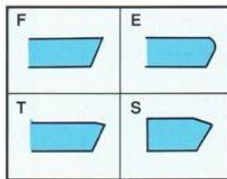
7A Radius



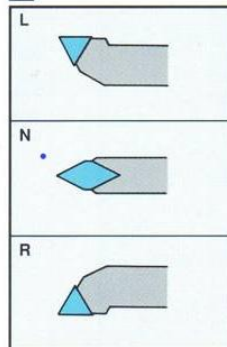
7B Secondary edges



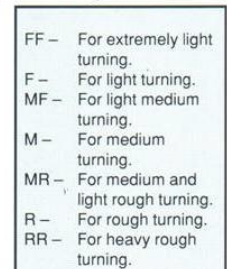
8 Cutting edge condition



9 Hand of tool



10 Internal designation



ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ

(ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟ ΤΟΡΝΕΥΣΗΣ)

ΙΤΕΜ:	

	$D_{αρχ.}$ mm	$D_{τελ.}$ mm	$L_{κατ.}$ mm	α mm	U m/min	n_{θ} rpm	n_{π} rpm	s mm/rev	S_{π} mm/min	v	$T_{πάσσου}$ min	$T_{ΦΑΣΗΣ}$ min
ΞΕΧ/ΜΑ												
ΦΙΝ/ΜΑ												

ΦΥΛΛΟ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ

(ΦΑΣΕΟΛΟΓΙΟ ΦΡΕΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ)

ΙΤΕΜ:	

Στοιχεία κοπτήρα		U	n _θ	n _π	S _z	S _θ	S _π	α	v	L _{τραπ.}	T _{πάσσου}	T _{ΦΑΣΗΣ}
		m/min	rpm	rpm	mm/δόντι	mm/min	mm/min	mm		mm	min	min
DIN D= d= L= Z=	ΞΕΧ/ΜΑ											
	ΦΙΝ/ΜΑ											

Πίνακας 5. Επεξήγηση συμβόλων φασεολογίου τórνευσης

ΣΥΜΒΟΛΟ	ΟΡΙΣΜΟΣ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ
$D_{\text{αρχ.}}$	αρχική διάμετρος τεμαχίου	mm
$D_{\text{τελ.}}$	τελική διάμετρος τεμαχίου	mm
$L_{\text{κατ.}}$	μήκος κατεργασίας ή κοπής	mm
α	βάθος κοπής	mm
U	ταχύτητα κοπής	m/min
n_{θ}	θεωρητικός αριθμός στροφών	rpm
n_{π}	πραγματικός αριθμός στροφών	rpm
s	πρόωση	mm/rev
S_{π}	πραγματική ταχύτητα πρόωσης	mm/min
ν	αριθμός περασμάτων ή πάσσων	-
$T_{\text{πάσσου}}$	χρόνος κατεργασίας πάσσου	min
$T_{\text{ΦΑΣΗΣ}}$	χρόνος κατεργασίας φάσης κατεργασίας	min

Πίνακας 6. Επεξήγηση συμβόλων φασεολογίου φρεζαρίσματος

ΣΥΜΒΟΛΟ	ΟΡΙΣΜΟΣ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ
U	ταχύτητα κοπής	m/min
n_{θ}	θεωρητικός αριθμός στροφών	rpm
n_{π}	πραγματικός αριθμός στροφών	rpm
S_z	πρόωση ανά δόντι	mm/δόντι
S_{θ}	θεωρητική ταχύτητα πρόωσης	mm/min
S_{π}	πραγματική ταχύτητα πρόωσης	mm/min
α	βάθος κοπής	mm
ν	αριθμός περασμάτων ή πάσσων	-
$L_{\text{τραπ.}}$	μετατόπιση τραπεζιού	mm
$T_{\text{πάσσου}}$	χρόνος κατεργασίας πάσσου	min
$T_{\text{ΦΑΣΗΣ}}$	χρόνος κατεργασίας φάσης κατεργασίας	min

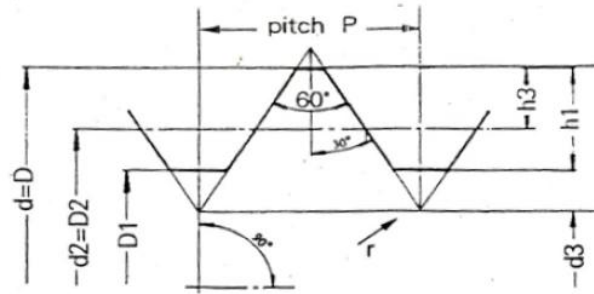
ΥΛΙΚΟ	σφ kp/mm ²	Κοπτικό Υλικό	U ₈₀ m/min	U ₂₄₀ m/min	U ₄₈₀ m/min
Ανθρακούχος χάλυβας C 35 (C: 0,35%)	55 ... 65	P10	160 ... 200	120 ... 140	80 ... 100
		P20	150 ... 180	100 ... 120	60 ... 80
		P30	120 ... 150	70 ... 90	50 ... 60
		SS	40 ... 45	30 ... 35	—
Ανθρακούχος χάλυβας C 45 (C: 0,45%)	65 ... 75	P10	150 ... 180	110 ... 130	—
		P20	120 ... 150	90 ... 110	60 ... 70
		P30	100 ... 120	60 ... 80	50 ... 60
		SS	35 ... 40	28 ... 33	—
Ανθρακούχος χάλυβας C 60 (C: 0,60%)	75 ... 90	P10	110 ... 130	70 ... 90	50 ... 60
		P20	90 ... 110	50 ... 60	—
		P30	70 ... 90	30 ... 40	—
		SS	25 ... 30	18 ... 22	—
Χάλυβας Mn-Si (37 Mn Si5)	80 ... 90	P10	150 ... 170	100 ... 120	70 ... 80
		P20	120 ... 140	80 ... 100	60 ... 70
		P30	90 ... 110	60 ... 70	35 ... 45
		SS	20 ... 25	15 ... 20	—
Χάλυβας Cr-Mo (24 Cr Mo 4)	80 - 90	P10	140 ... 160	90 ... 110	70 ... 80
		P20	110 ... 130	70 ... 90	60 ... 70
		P30	80 ... 100	40 ... 60	35 ... 45
		SS	20 ... 25	15 ... 20	—
Χάλυβας ενανθρα- κώσεως	50 ... 70	P10	160 ... 200	110 ... 140	70 ... 100
		P20	140 ... 180	100 ... 130	60 ... 90
		P30	120 ... 160	70 ... 100	—
		SS	40 ... 50	30 ... 45	—
Χυτοσίδηρος (GG 18)	15 ... 20	K10	80 ... 120	60 ... 90	50 ... 70
		SS	30 ... 35	20 ... 25	15 ... 18
Χυτοσίδηρος (GG 26)	~ 26	K10	60 ... 75	40 ... 50	30 ... 40
		SS	25 ... 30	15 ... 20	—
Χαλκός		K20	—	350 ... 450	—
		SS	—	30 ... 50	—
Μπρούτζος		K20	—	300 ... 400	—
		SS	—	35 ... 50	—
Χυτός Μπρούτζος		K20	—	250 ... 350	—
		SS	—	30 ... 45	—
Κράμα Al		K20	—	200 ... 500	—
		SS	—	30 ... 60	—
Κράμα Al-Si		K20	—	100 ... 160	—
		SS	—	20 ... 25	—

Πίνακας 7. Ενδεικτικές τιμές ταχυτήτων κοπής U₂₄₀ ή U₄₈₀ για ξεχόνδρισμα σε τόρνο με σκληρομέταλλα (P10, P20, P30) και ταχυχάλυβα (HSS) [1]

Πίνακας 8. Ενδεικτικές τιμές για ταχύτητες κοπής $U(m/min)$ και προώσεις ανά δόντι $S_z(mm)$ (φρεζάρισμα με κυλινδρικούς κοπτήρες και κονδύλια)

Υλικό (Αντοχή σε kp/mm^2)	u^1				s_z εξαρτώμενο από είδος κοπήρα					
	ταχυάλυβας (HSS)			σκληρομέταλλο (HM)			κυλινδρικοί και μετωπικοί κοπτήρες	κοπτήρες - δίσκοι	κονδύλια (10 \varnothing 40 \varnothing)	κοπτήρες με οπισθοτόρνευση
	∇	$\nabla\nabla$		∇	$\nabla\nabla$					
Χάλυβας μέχρι 60	16 ... 20 ... 25			100 ... 120 ... 150			0,1 ... 0,2	0,06 ... 0,08	0,016 ... 0,08	0,04 ... 0,06
Χάλυβας μέχρι 80	10 ... 12 ... 18			50 ... 63 ... 100			0,08 ... 0,16	0,05 ... 0,06	0,012 ... 0,06	0,03 ... 0,05
Χυτοχάλυβας μέχρι 110	8 ... 10 ... 16			40 ... 50 ... 63			0,05 ... 0,1	0,04 ... 0,05	0,01 ... 0,04	0,02 ... 0,04
Χυτοσίδηρος μέχρι 180 HB	16 ... 20 ... 25			50 ... 80 ... 100			0,16 ... 0,25	0,07 ... 0,1	0,02 ... 0,1	0,05 ... 0,08
Χυτοσίδηρος πάνω από 180 HB.....	8 ... 12 ... 18			30 ... 50 ... 80			0,1 ... 0,2	0,04 ... 0,06	0,012 ... 0,06	0,03 ... 0,05
Χαλκός	40 ... 50 ... 63			63 ... 90 ... 150			0,2 ... 0,25	0,08 ... 0,1	0,018 ... 0,08	0,05 ... 0,08
Ορείχαλκος, Μπρούτζος, Ψαθυρά υλικά	40 ... 50 ... 63			100 ... 120 ... 160			0,2 ... 0,3	0,07 ... 0,09	0,016 ... 0,07	0,04 ... 0,08
Συνεκτικά υλικά	32 ... 40 ... 50			80 ... 100 ... 120			0,16 ... 0,2	0,05 ... 0,06	0,012 ... 0,06	0,03 ... 0,06
Αλουμίνιο μαλακό	120 ... 180 ... 250			300 ... 400 ... 500			0,16 ... 0,2	0,06 ... 0,08	0,018 ... 0,09	0,04 ... 0,07
Αλουμίνιο σκληρό	80 ... 120 ... 160			160 ... 200 ... 300			0,1 ... 0,16	0,05 ... 0,06	0,016 ... 0,08	0,03 ... 0,06
Κράματα ψευδαργύρου	60 ... 80 ... 120			100 ... 160 ... 200			0,2 ... 0,3	0,06 ... 0,08	0,016 ... 0,08	0,04 ... 0,08

1 → Για κοπτήρες από σκληρομέταλλο να προτιμώνται οι χαμηλότερες τιμές του s_z [1]



METRIC THREAD 60° PROFILE

ΜΕΤΡΙΚΑ ΣΠΕΙΡΩΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ISO										
Όνομαστική Διάμετρος Σπειρώματος d=D	Τύπος Σπειρώ- ματος	Μέγιστη Διάμετρος Σπειρώματος d=D	Βήμα p	Καμπύλωση r	Διάμετρος Πλευρών d2=D2	Διάμετρος Πυρήνα		Βάθος Σπειρώματος		Επιλογή Διαμέτρου Τρυπανιού
						d3	D1	h3	H1	
1.00	M	1.00	0.25	0.036	0.838	0.693	0.729	0.153	0.135	0.75
1.10	M	1.10	0.25	0.036	0.938	0.793	0.829	0.153	0.135	0.85
1.20	M	1.20	0.25	0.036	1.038	0.893	0.929	0.153	0.135	0.95
1.40	M	1.40	0.30	0.043	1.205	1.032	1.075	0.184	0.162	1.10
1.60	M	1.60	0.35	0.051	1.373	1.171	1.221	0.215	0.189	1.25
1.80	M	1.80	0.35	0.051	1.573	1.371	1.421	0.215	0.189	1.45
2.00	M	2.00	0.40	0.058	1.740	1.509	1.567	0.245	0.217	1.60
2.20	M	2.20	0.45	0.065	1.908	1.648	1.713	0.276	0.244	1.75
2.50	M	2.50	0.45	0.065	2.208	1.948	2.013	0.276	0.244	2.05
3.00	M	3.00	0.50	0.072	2.675	2.387	2.459	0.307	0.271	2.50
3.50	M	3.50	0.60	0.087	3.110	2.764	2.850	0.368	0.325	2.90
4.00	M	4.00	0.70	0.101	3.545	3.141	3.242	0.429	0.379	3.30
4.50	M	4.50	0.75	0.108	4.013	3.580	3.688	0.460	0.406	3.80
5.00	M	5.00	0.80	0.115	4.480	4.019	4.134	0.491	0.433	4.20
6.00	M	6.00	1.00	0.144	5.350	4.773	4.917	0.613	0.541	5.00
7.00	M	7.00	1.00	0.144	6.350	5.773	5.917	0.613	0.541	6.00
8.00	M	8.00	1.25	0.180	7.188	6.466	6.647	0.767	0.677	6.80
9.00	M	9.00	1.25	0.180	8.188	7.466	7.647	0.767	0.677	7.80
10.00	M	10.00	1.50	0.217	9.026	8.160	8.376	0.920	0.812	8.50
11.00	M	11.00	1.50	0.217	10.026	9.160	9.376	0.920	0.812	9.50
12.00	M	12.00	1.75	0.253	10.863	9.853	10.106	1.074	0.947	10.20
14.00	M	14.00	2.00	0.289	12.701	11.546	11.835	1.227	1.083	12.00
16.00	M	16.00	2.00	0.289	14.701	13.546	13.835	1.227	1.083	14.00
18.00	M	18.00	2.50	0.361	16.376	14.933	15.394	1.534	1.353	15.50
20.00	M	20.00	2.50	0.361	18.376	16.933	17.294	1.534	1.353	17.50
22.00	M	22.00	2.50	0.361	20.376	18.933	19.294	1.534	1.353	19.50
24.00	M	24.00	3.00	0.433	22.051	20.319	20.752	1.840	1.624	21.00
27.00	M	27.00	3.00	0.433	25.051	23.319	23.752	1.840	1.624	24.00
30.00	M	30.00	3.50	0.505	27.727	25.706	26.211	2.147	1.894	26.50
33.00	M	33.00	3.50	0.505	30.727	28.706	29.211	2.147	1.894	29.50
36.00	M	36.00	4.00	0.577	33.402	31.093	31.670	2.454	2.165	32.00
39.00	M	39.00	4.00	0.577	36.402	34.093	34.670	2.454	2.165	35.00
42.00	M	42.00	4.50	0.650	39.077	36.479	37.129	2.760	2.436	37.50
45.00	M	45.00	4.50	0.650	42.077	39.479	40.129	2.760	2.436	40.50
48.00	M	48.00	5.00	0.722	44.752	41.866	42.857	3.067	2.706	43.00
52.00	M	52.00	5.00	0.722	48.752	45.866	46.587	3.067	2.706	47.00
56.00	M	56.00	5.50	0.794	52.428	49.252	50.046	3.374	2.977	50.50
60.00	M	60.00	5.50	0.794	56.428	53.252	54.046	3.374	2.977	54.50
64.00	M	64.00	6.00	0.866	60.103	56.639	57.505	3.681	3.248	58.00
68.00	M	68.00	6.00	0.866	64.103	60.639	61.505	3.681	3.248	62.00

Πίνακας 9. Μετρικά σπειρώματα κατά ISO

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Ε. Δ. Παπαδανιήλ και Μ. Μ. Σφαντζικόπουλος, Μηχανουργική Τεχνολογία Εργαστήριο ΙΙ, Αθήνα: Ίδρυμα Ευγενίδου, 2006.
- [2] Κ. Ι. Στεργίου και Ι. Κ. Στεργίου, ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΕΤΑΛΛΩΝ, Αθήνα: Σύγχρονη Εκδοτική, 2009.
- [3] Κ. R. K. W. O. R. Keller Eberhard, Τεχνολογία Κατασκευής Εργαλείων & Καλουπιών. Τόμος ΙΙ, Ευρωπαϊκές Τεχνολογικές Εκδόσεις, 1998.
- [4] Τ.Ε.Ι. Πειραιά, Μηχανολογικό Εργαστήριο ΙΙ, *Διδακτικές σημειώσεις*, Αιγάλεω, 2009.
- [5] Πολυτεχνείο Κρήτης, Εργαστήριο Μικροκοπής & Κατασκευαστικής Προσομείωσης, [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.m3.tuc.gr/ANAGNWSTHRIO/CNC/SHMEIWSEIS/3-2-CUT.pdf>. [Πρόσβαση 20 Νοεμβρίου 2018].
- [6] Α. Ιωάννου. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://docplayer.gr/4349927-Toranoi-ekpaideytis-andreas-ioannoy.html>. [Πρόσβαση 20 Νοεμβρίου 2018].
- [7] [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://www.frets.com/HomeShopTech/TechLathe/OMWRradius/omwradius.html>. [Πρόσβαση 20 Νοεμβρίου 2018].
- [8] [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://makebywood.blogspot.com/2015/01/plans-for-woodturning-projects.html>. [Πρόσβαση 20 Νοεμβρίου 2018].
- [9] [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://i.pinimg.com/originals/4a/4b/39/4a4b39bd39b0c082eac63644526639f2.jpg>. [Πρόσβαση 20 Νοεμβρίου 2018].
- [10] [Ηλεκτρονικό]. Available: <http://bbs.homeshopmachinist.net/threads/32425-Ball-Turner-secrets-unveiled/page6>. [Πρόσβαση 20 Νοεμβρίου 2018].
- [11] [Ηλεκτρονικό]. Available: http://edume.myds.me/00_0070_e_library/10020/1002/09.pdf. [Πρόσβαση 20 Νοεμβρίου 2018].

- [12] [Ηλεκτρονικό]. Available: http://www.modelengineneeds.org/design/images/ku1_32.jpg. [Πρόσβαση 20 Νοεμβρίου 2018].
- [13] [Ηλεκτρονικό]. Available: https://a77b986f-a-62cb3a1a-sites.googlegroups.com/site/dannympwillems/IMG_2086.JPG?attachauth=ANoY7co1-YjHrLKNR7hafzGX5KLTd6AgIRQOe5KWdgm5D1boCdYESzARS1QY7DLSHGy_d9xFKe40a51c03HK5vL1ECFmWJjgSghgPYt1mJOiSx2UvfwG03EQXGTIncbBzmNYMqEo6tnu4jel0v0As1QSZtPA5v. [Πρόσβαση 20 Νοεμβρίου 2018].
- [14] [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://machines.gr/el/exoplismos-mixanimaton/diairetes>. [Πρόσβαση 20 Νοεμβρίου 2018].
- [15] [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.amazon.com/Groz-35013-Milling-Machine-Vice/dp/B077WTX7YV>. [Πρόσβαση 20 Νοεμβρίου 2018].
- [16] [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.norelem.de/de/en/Products/Product-overview/Flexible-standard-component-system/Drilling-jigs-Drill-bushes-Jig-elements/Drilling-jigs/Drilling-jigs-for-cylindrical-parts.html#>. [Πρόσβαση 20 Νοεμβρίου 2018].
- [17] [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.fenceshop.uk/locinox-3970la-drilling-jig-for-locinox-locks.html>. [Πρόσβαση 20 Νοεμβρίου 2018].
- [18] [Ηλεκτρονικό]. Available: https://www.maxiloc.com.au/wp1806/wp-content/uploads/2018/08/Toggle_Clamps_in_action.jpg. [Πρόσβαση 20 Νοεμβρίου 2018].
- [19] [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.model-engineer.co.uk/forums/postings.asp?th=131144>. [Πρόσβαση 20 Νοεμβρίου 2018].
- [20] [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://picclick.co.uk/Harrison-M300-Lathe-Threads-Feeds-Gearbox-Feedbox-123735968011.html#&gid=1&pid=2>. [Πρόσβαση 20 Νοεμβρίου 2018].
- [21] [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.raptoptools.gr/%CE%BC%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CE%B1-%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B1%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CE%B1/%CE%B5%CF%81%CE%B3%CE%B1%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CE%B1-%CF%84%CE%BF%CF%81%CE%BD%CE%BF%CF%85/%CF%84%CF%83%CE%BF%C>. [Πρόσβαση 20 Νοεμβρίου 2018].

