

ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΟΥ

ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

Επιστήμη - Τεχνολογία - Πράξη

II

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ ΚΟΠΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

ΤΟΜΟΣ II-1

- Γενική εισαγωγή ● Τόρνευση
- Διάτρηση και συναφείς κατεργασίες
- Φραιζάρισμα ● Πλάνισμα

 ΕΚΔΟΣΕΙΣ
ZHTH
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 1996

670-423
Π.Ο.Τ.

ΕΑ 97-5 1712
ΑΚΔ Κ ΒΙΒΛ

DE

Ι.Σ.Ι. ΑΘΗΝΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
αρ. ε.σ. 28396

ΠΕΤΡΟΥ Γ. ΠΕΤΡΟΠΟΥΛΟΥ
ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟΥ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ



ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ ΚΟΠΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

ΤΟΜΟΣ II-1

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΖΗΤΗ

Κάθε γνήσιο αντίτυπο φέρει την υπογραφή του συγγραφέα

Πρώτη έκδοση, 1991

ISBN 960-431-207-3

© Copyright 1991 by P.G. Petropoulos

Απαγορεύεται η καθοιονδήποτε τρόπο ανατύπωση ή μετάφραση του παρόντος συγγράμματος εν όλω ή εν μέρει χωρίς την έγγραφη άδεια του συγγραφέα.

Φωτοστοιχειοθεσία-Εκτύπωση:

Π. ΖΗΤΗ & ΣΙΑ Ο.Ε.

Σόλωνος 79-81

☐ και Fax 825 453, 849 178,

542 48 Θεσσαλονίκη

Βιβλιοπωλείο:

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΖΗΤΗ

Αρμενοπούλου 27

☐ 203 720

546 35 Θεσσαλονίκη

*Στη σύζυγό μου
Ρένα*

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στα πλαίσια της σειράς συγγραμμάτων σε αντικείμενα Μηχανουργικής Τεχνολογίας παρουσιάζουμε την δεύτερη ενότητα (τεύχη I και II) υπό τον τίτλο "Τεχνολογία κατεργασιών κοπής των μετάλλων".

Στην πρώτη ενότητα (τεύχη I και II) αναπτύξαμε, αφού προτάξαμε ένα εισαγωγικό κεφάλαιο με χρήσιμες έννοιες και ορισμούς, την "Γενική θεωρία των μηχανικών μηχανουργικών κατεργασιών των μετάλλων (κατεργασίες κοπής και κατεργασίες διαμορφώσεως)", που περιέλαβε την εφαρμοσμένη στις κατεργασίες αυτές πλαστικότητα, τα τριβολογικά χαρακτηριστικά τους και την συμπεριφορά των μετάλλων κατά την κατεργασία και μετά από αυτή, επί πλέον δε και τις αρχές της κοπής των μετάλλων. Όλες αυτές τις γνώσεις τις θεωρούμε απαραίτητες, ως υποδομή, για την υποστήριξη της Τεχνολογίας των κατεργασιών.

Η δεύτερη ενότητα μερίζεται σε τρία μέρη (Α, Β και Γ) και σε δώδεκα συνολικώς κεφάλαια.

Οι κατεργασίες κοπής που πραγματευόμαστε στο πρώτο (Α) μέρος είναι οι βασικές, δηλαδή: η τόννευση, η διάτρηση και οι συναφείς με αυτήν κατεργασίες (γλύφανση κ.ά.), το φραιζάρισμα, το πλάνισμα και οι λειαντικές κατεργασίες (λείανση, χόνιγκ, λάμπιγκ και υπερλείανση).

Στο δεύτερο (Β) μέρος ασχολούμαστε με ειδικές κατεργασίες κοπής, όπως είναι: η μορφοποίηση οδοντώσεων και σπειρωμάτων και η αυλάκωση ή διάνοιξη.

Στο τρίτο (Γ) μέρος με τον τίτλο "Ειδικά θέματα Μηχανουργικής Τεχνολογίας" αναφερόμαστε και αναλύουμε την μοντελοποίηση και βελτιστοποίηση θεμελιακών οικονομικών μεγεθών της κοπής (μοναδιαίο κόστος παραγωγής, ρυθμός παραγωγής και ρυθμός κέρδους). Πέραν αυτού, πρόθεσή μας ήταν το μέρος αυτό να συμπληρωθεί, στην έκδοση αυτή, με την ανάπτυξη δύο ακόμη θεμάτων: με εκείνο των συγχρόνων συστημάτων μηχανουργικής παραγωγής (NC, CNC, FMS, CAM κ.λπ.), καθώς και με το θέμα της δι' ηλεκτρικών εκκενώσεων αφαιρέσεως μετάλλου, που αποτελεί την ευρύτερα χρησιμοποιούμενη βιομηχανικά μέθοδο από την ομάδα των μη συμβατικών μεθόδων αφαιρέσεως μετάλλου. Τούτου δεν κατέσται εφικτό στην

παρούσα έκδοση, τα θέματα όμως αυτά θα περιληφθούν στην αμέσως επόμενη.

Τελειώνοντας, ο συγγραφέας αισθάνεται ιδιαίτερα υποχρεωμένος στους συνεργάτες του, που καθιονδήποτε τρόπο εβοήθησαν στην υλοποίηση των δύο τόμων (II-1, II-2) της παρούσης ενότητας (II) κατά τα επάλληλα στάδια εξελίξεώς τους. Ακόμη, εκφράζει τις θερμές του ευχαριστίες προς την συνάδελφο Μηχανολόγο Μηχανικό Μαριάνθη Γρηγοριάδου, η οποία έχοντας την επιμέλεια της εκδόσεως από απόψεως σχεδιάσεως, διορθώσεων κ.ά., συνέβαλε σημαντικά στην όσο το δυνατόν καλλίτερη παρουσίασή της, αλλά και στον οίκο "Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη", για την πραγματικά άριστα και επιμελημένη αυτή έκδοση.

Ο συγγραφέας

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ	3
ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΟΠΗΣ ΚΑΙ ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗ ΤΟΥΣ	3
1.1. ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΙ ΒΑΣΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ, ΟΡΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΩΝ ΚΟΠΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ [A45].....	3
1.1.1. Γενική θεώρηση των μεθόδων παραγωγής μεταλλικών προϊόντων	3
1.1.2. Ταξινόμηση των κατεργασιών κοπής των μετάλλων.....	7
1.1.2.1. Οι μηχανικές κατεργασίες των μετάλλων (μηχανουργικές κατεργασίες) ως σύστημα.....	7
1.1.2.2. Κατάταξη των κατεργασιών κοπής.....	12
1.1.2.3. Γενικά περί της κινηματικής των κατεργασιών κοπής των μετάλλων. Ενδιαφέροντες ορισμοί	18
1.1.2.4. Παράγοντες κοπής	25
1.1.2.5. Χρησιμοποιούμενα συστήματα συντεταγμένων και επίπεδων αναφοράς.....	26
1.2. ΑΠΟ ΤΗ ΘΕΩΡΙΑ ΤΗΣ ΚΟΠΗΣ ΤΩΝ ΜΕΤΑΛΛΩΝ: ΕΥΡΕΙΑ ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ [A45].....	29
1.2.1. Μηχανική της κοπής των μετάλλων.....	29
1.2.1.1. Ο μηχανισμός της κοπής των μετάλλων	29
1.2.1.2. Το σύστημα των δυνάμεων κοπής.....	39
1.2.1.3. Η κινηματική της ορθογωνικής κοπής.....	42
1.2.1.4. Εκτίμηση της γωνίας διατμήσεως.....	44
1.2.1.5. Η καταναλισκόμενη ανηγμένη ενέργεια κατά την κοπή των μετάλλων.	46
1.2.1.6. Το μέσο δυναμικό όριο διαρροής σε διάτμηση του κατεργαζόμενου μετάλλου $\tau_{5\gamma}$	47
1.2.1.7. Η τριβή στην κοπή των μετάλλων.....	48
1.2.2. Εκλυόμενη θερμότητα και αναπτυσσόμενες θερμοκρασίες κατά την κοπή των μετάλλων.....	49
1.2.3. Το κοπτικό εργαλείο.....	53
1.2.3.1. Γενικές παρατηρήσεις	53
1.2.3.2. Ανθρακούχοι (ή κοινοί) και κεκραμένοι χάλυβες (πλην ταχυχάλυβων) κοπτικών εργαλείων	55
1.2.3.3. Ταχυχάλυβες (Πίνακες από I-Π07 έως I-Π10).....	56
1.2.3.4. Χυτευτά κοάματα κοπτικών εργαλείων (στελλίτες).....	59

1.2.3.5.	Τα σκληρομέταλλα (κεραμικά καρβιδίων) ως υλικό εργαλείων κοπής	60
1.2.3.6.	Κεραμικά από πυρίμαχα οξείδια	65
1.2.3.7.	Υπέρσκληρα υλικά κοπτικών εργαλείων: Το διαμάντι και τα κυβικά βοριονιτρίδια (CBN: Cubic Boron Nitrides)	66
1.2.3.8.	Λειαντικές ουσίες (σκόνες).....	67
1.2.3.9.	Κριτήρια εκλογής υλικών κοπτικών εργαλείων	68
1.2.3.10.	Επιφανειακή επεξεργασία κοπτικών εργαλείων	69
1.2.4.	Φθορά του εργαλείου κοπής.....	70
1.2.4.1.	Γενικές παρατηρήσεις	70
1.2.4.2.	Μηχανισμοί φθοράς του εργαλείου.....	73
1.2.4.3.	Η ζώνη φθοράς και η φθορά κρατήρα.....	75
1.2.5.	Ζωή του κοπτικού εργαλείου.....	79
1.2.5.1.	Πώς αστοχούν τα εργαλεία και ποιά κριτήρια αστοχίας τίθενται	79
1.2.5.2.	Η σχέση ζωής εργαλείου T και ταχύτητας κοπής v ($T-v$) ή σχέση Taylor.....	80
1.2.5.3.	Παράγοντες κοπής, που επηρεάζουν τη ζωή του εργαλείου	82
1.2.6.	Υγρά κοπής	84
1.2.6.1.	Γενικά.....	84
1.2.6.2.	Οι δράσεις του υγρού κοπής	86
1.2.6.3.	Είδη υγρών κοπής	89
1.2.6.4.	Βιομηχανικές χρήσεις των υγρών κοπής	92
1.2.7.	Η ποιότητα κατεργασμένων με κοπή επιφανειών.....	94
1.2.7.1.	Γενικά.....	94
1.2.7.2.	Η τραχύτητα επιφανείας	96
1.2.7.3.	Συσχέτιση τραχύτητας – ανοχών.....	102
1.2.7.4.	Επίδραση βασικών παραγόντων της κοπής στην τραχύτητα επιφανείας	104
1.2.7.5.	Στατιστική ανάλυση της τραχύτητας κατεργασμένων με κοπή επιφανειών	106
1.2.7.6.	Τα λοιπά (μη γεωμετρικά) χαρακτηριστικά της κατεργασμένης επιφάνειας.....	107
1.2.8.	Η κατεργαστικότητα των μετάλλων	109
1.2.8.1.	Εισαγωγική θεώρηση.....	109
1.2.8.2.	Παρατηρήσεις επί της κατεργαστικότητας κύριων μηχανουργικών μετάλλων και κραμάτων	113
1.3.	ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΟΜΗΧΑΝΩΝ ΚΟΠΗΣ. ΓΕΝΙΚΑ, ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ, ΣΥΓΧΡΟΝΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΕΩΣ, ΕΠΙΛΟΓΗ ΚΑΙ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΤΟΥΣ [A47]	120
1.3.1.	Γενικά.....	120
1.3.2.	Ταξινόμηση εργαλειομηχανών κοπής.....	122
1.3.2.1.	Κατάταξη ως προς το είδος της κατεργασίας.....	122

1.3.2.2.	Κατάταξη ως προς το είδος της πρωτεύουσας κινήσεως.....	124
1.3.2.3.	Διάκριση ως προς το βαθμό εξειδικεύσεως.....	126
1.3.2.4.	Κατάταξη ανάλογα με την ακρίβεια κατεργασίας.....	127
1.3.2.5.	Κατάταξη ανάλογα με τη μορφή των κατεργασμένων επιφανειών.....	127
1.3.2.6.	Κατάταξη ως προς το βάρος τους.....	128
1.3.2.7.	Κατάταξη ως προς το βαθμό αυτοματισμού.....	128
1.3.3.	Γενικές κατασκευαστικές απαιτήσεις των εργαλειομηχανών κοπής.....	128
1.3.4.	Εξέλιξη των εργαλειομηχανών κοπής και σύγχρονες γενικές τάσεις αναπτύξεώς τους.....	132
1.3.4.1.	Παράγοντες εξέλιξεως των εργαλειομηχανών κοπής.....	132
1.3.4.2.	Επιτεύγματα και σύγχρονες γενικές τάσεις στη σχεδίαση και ανάπτυξη των εργαλειομηχανών κοπής.....	135
1.3.5.	Στοιχεία για την επιλογή, τις προδιαγραφές και τις δοκιμασίες παραδοχής των εργαλειομηχανών κοπής.....	139
1.3.5.1.	Επιλογή εργαλειομηχανών κοπής.....	140
1.3.5.2.	Κατάρτιση προδιαγραφών εργαλειομηχανών.....	142
1.3.5.3.	Δοκιμασίες (έλεγχοι, τεστ) παραδοχής εργαλειομηχανών κοπής.....	148

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ..... 153

ΤΟΡΝΕΥΣΗ..... 153

2.1. ΓΕΝΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΤΗΣ ΤΟΡΝΕΥΣΕΩΣ ΚΑΙ

ΤΩΝ ΤΟΡΝΩΝ.....	153
2.1.1. Κινηματική και είδη τορνεύσεως.....	153
2.1.2. Ταξινόμηση, μορφολογία και προδιαγραφές τóρνων.....	156
2.1.2.1. Ο συνήθης οριζόντιος μηχανουργικός τóρνος γενικής χρήσεως.....	157
2.1.2.2. Ο απλός μηχανουργικός τóρνος γενικής χρήσεως.....	161
2.1.2.3. Ο μετωπικός τóρνος (σχ. 2.5).....	161
2.1.2.4. Ο τóρνος πολλών εργαλείων.....	162
2.1.2.5. Ο τóρνος απλής (μίας) χρήσεως.....	162
2.1.3. Διατάξεις ή συσκευές επεκτάσεως των δυνατοτήτων κατεργασίας του τóρνου και αυξήσεως του βαθμού αυτοματοποιήσεώς του.....	163
2.1.4. Πυργωτοί τóρνοι και οριζόντιοι και κατακόρυφοι τóρνοι εσωτερικής τορνεύσεως.....	164
2.1.4.1. Ο οριζόντιος πυργωτός τóρνος.....	164
2.1.4.2. Κατακόρυφοι πυργωτοί τóρνοι και κατακόρυφοι τóρνοι εσωτερικής τορνεύσεως.....	169
2.1.4.3. Ο οριζόντιος τóρνος εσωτερικής τορνεύσεως.....	170
2.1.5. Αυτόματοι τóρνοι (ή αυτόματα) και ημιαυτόματοι τóρνοι.....	171
2.1.5.1. Γενικά.....	171

2.1.5.2.	Αυτόματοι οριζόντιοι μονοάτρακτοι τόρνοι.....	173
2.1.5.3.	Αυτόματοι οριζόντιοι πολυάτρακτοι τόρνοι.....	173
2.1.5.4.	Ημιαυτόματοι μονοάτρακτοι τόρνοι (ημιαυτόματα).....	174
2.1.5.5.	Ημιαυτόματοι κατακόρυφοι πολυάτρακτοι τόρνοι.....	175
2.2.	ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΤΟΡΝΕΥΣΕΩΣ.....	176
2.2.1.	Προτυποποίηση της γεωμετρίας του τυπικού εργαλείου τορνεύσεως (εργαλείου λοξής κοπής μιάς κύριας κόψης).....	177
2.2.1.1.	Γενικά.....	177
2.2.1.2.	Το σχέδιο προδιαγραφής του Διεθνούς Οργανισμού Τυποποίησης (ISO/DIS 3002, 1973) και η βρετανική προδιαγραφή BS 1296: 1972 (Β' Μέρος).....	179
2.2.1.3.	Η γερμανική προδιαγραφή DIN 6581:1966.....	182
2.2.1.4.	Η αμερικανική προδιαγραφή ASA BS-22-1950.....	184
2.2.2.	Μορφολογία εργαλείων τορνεύσεως.....	185
2.3.	Η ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΗ ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ (ΔΙΑΜΗΚΗΣ) ΤΟΡΝΕΥΣΗ.....	190
2.3.1.	Κινηματικά και άλλα χαρακτηριστικά μεγέθη. Στοιχεία του απαραμόρφωτου (θεωρητικού) αποβλίττου.....	190
2.3.2.	Προσδιορισμός των δυνάμεων και της ισχύος κοπής στη διαμήκη τόρνευση.....	193
2.3.2.1.	Η ανάγκη εκτιμήσεως των δυνάμεων κοπής γενικά.....	193
2.3.2.2.	Προσδιορισμός βάσει δεδομένων της μηχανικής της λοξής κοπής.....	193
2.3.2.3.	Εμπειρικός προσδιορισμός των δυνάμεων κοπής.....	196
2.3.2.4.	Επιρροή βασικών παραγόντων της κοπής των μετάλλων επί των συνιστωσών της δυνάμεως (ή αντιστάσεως) κοπής κατά τη διαμήκη τόρνευση.....	202
2.3.2.5.	Διακυμάνσεις των δυνάμεων κατά την κοπή. Ιδιόμορφες ταλαντώσεις.....	212
2.3.3.	Φθορά και ζωή του κοπτικού εργαλείου στην κατά μήκος τόρνευση.....	212
2.3.3.1.	Φθορά του εργαλείου.....	213
2.3.3.2.	Ζωή του κοπτικού εργαλείου.....	219
2.3.3.3.	Τραχύτητα επιφανείας κατεργασμένων με διαμήκη τόρνευση επιφανειών [A52].....	230
2.4.	ΛΟΙΠΑ ΕΙΔΗ ΤΟΡΝΕΥΣΕΩΣ.....	236
2.4.1.	Εσωτερική κυλινδρική διαμήκης τόρνευση.....	236
2.4.2.	Μετωπική τόρνευση.....	237
2.4.2.1.	Γενικά.....	237
2.4.2.2.	Χαρακτηριστικά στοιχεία της μετωπικής τορνεύσεως.....	240
2.4.3.	Κωνική τόρνευση.....	244
2.4.3.1.	Γενικά.....	244
2.4.3.2.	Χαρακτηριστικά στοιχεία της κωνικής τορνεύσεως.....	244
2.4.4.	Τόρνευση μορφής (σχ. 2.40).....	247
2.4.5.	Τόρνευση αντιγραφής (σχ. 2.41).....	248
2.4.6.	Σπειροτόμηση στον τόρνο.....	249

2.5. ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΗΣ ΤΟΡΝΕΥΣΕΩΣ.....	250
2.5.1. Συμβατική τεχνολογική διαδικασία κατεργασίας τεμαχίου (εξαρτήματος). Οδηγίες καταρτήσεως του φύλλου κατεργασίας (ΦΚ).....	250
2.5.2. Κοπτικά εργαλεία τορνεύσεως	253
2.5.3. Συγκράτηση (πρόσδεση) κοπτικών εργαλείων και τεμαχίων.....	254
2.5.4. Εκλογή παραγόντων κοπής στην τόρνευση.....	254
2.5.4.1. Εξωτερική κυλινδρική διαμήκης τόρνευση	254
2.5.4.2. Εσωτερική κυλινδρική διαμήκης τόρνευση	264
2.5.4.3. Επιλογή παραγόντων κοπής για κατεργασίες, που εκτελούνται σε ημιαυτόματους και αυτόματους τόρνους.....	265
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ.....	269
ΔΙΑΤΡΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΝΑΦΕΙΣ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ	269
3.1. ΔΙΑΤΡΗΣΗ ΚΑΙ ΔΡΑΠΑΝΟ.....	269
3.1.1. Γενικά για το άνοιγμα και την αποπεράτωση οπών.....	269
3.1.2. Κινηματική της διατρήσεως (σχ. 3.2)	271
3.1.3. Κατάταξη, μορφολογία και προδιαγραφές δραπάνων.....	272
3.1.3.1. Είδη και μορφολογία δραπάνων	272
3.1.3.2. Προδιαγραφόμενα στοιχεία (τεχνικά χαρακτηριστικά) δραπάνου	277
3.1.3.3. Κινηματικά και άλλα χαρακτηριστικά μεγέθη της διατρήσεως. Στοιχεία του θεωρητικού αποβλίττου	278
3.1.3.4. Το ελικοειδές τρύπανο ως κοπτικό εργαλείο (εργαλείο δύο κόψεων).....	282
3.1.3.5. Δυνάμεις κοπής, ροπή στρέψεως και ισχύς κοπής κατά την διάτρηση	288
3.1.3.6. Φθορά και ζωή του τρυπάνου.....	301
3.1.3.7. Τραχύτητα επιφάνειας κατά την διάτρηση.....	307
3.1.3.8. Εκτέλεση της διατρήσεως.....	308
3.2. ΓΛΥΦΑΝΣΗ	316
3.2.1. Γενική θεώρηση της γλυφάνσεως.....	316
3.2.1.1 Δυναμικότητα της κατεργασίας.....	316
3.2.1.2. Το γλύφανο.....	319
3.2.1.3. Δυνάμεις κοπής και ισχύς κοπής	325
3.2.1.4. Εκλογή συνθηκών κατεργασίας.....	326
3.2.1.5. Χρόνος κοπής [σχ. 3.17 (β)].....	327
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ.....	329
ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ.....	329
4.1. ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ ΚΑΙ ΤΩΝ ΦΡΑΙΖΟΜΗΧΑΝΩΝ	329
4.1.1. Κινηματική και είδη φραιζαρίσματος.....	329

4.1.2.	Διάκριση, μορφολογία και τεχνικά χαρακτηριστικά φραιζομηχανών.....	333
4.1.2.1.	Φραιζομηχανές γενικής χρήσεως.....	333
4.1.2.2.	Φραιζοδράπανα.....	337
4.1.2.3.	Ειδικές φραιζομηχανές.....	339
4.1.2.4.	Προδιαγραφές φραιζομηχανών γενικής χρήσεως.....	340
4.2.	ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑΤΟΣ	
	ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ, ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΙΣΧΥΣ ΚΟΠΗΣ, ΦΘΟΡΑ ΚΑΙ ΖΩΗ ΤΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ, ΤΡΑΧΥΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ.....	343
4.2.1.	Το μετωπικό φραιζάρισμα.....	343
4.2.1.1.	Χαρακτηριστικά στοιχεία μετωπικού φραιζαρίσματος (σχ. 4.5).....	343
4.2.1.2.	Ο κοπτήρας μετωπικού φραιζαρίσματος.....	347
4.2.1.3.	Δυνάμεις κοπής και ισχύς κοπής κατά το μετωπικό φραιζάρισμα.....	354
4.2.2.	Το περιφερικό φραιζάρισμα.....	360
4.2.2.1.	Χαρακτηριστικά στοιχεία περιφερικού φραιζαρίσματος (σχ. 4.16).....	360
4.2.2.2.	Ο κοπτήρας περιφερικού φραιζαρίσματος.....	366
4.2.2.3.	Δυνάμεις κοπής και ισχύς κοπής κατά το περιφερικό φραιζάρισμα.....	368
4.2.3.	Φθορά και ζωή του κοπτήρα κατά το φραιζάρισμα.....	379
4.2.3.1.	Μετωπικό φραιζάρισμα.....	379
4.2.3.2.	Περιφερικό φραιζάρισμα.....	385
4.2.4.	Τοπομορφία επιφανειών κατεργασμένων με φραιζάρισμα.....	390
4.2.4.1.	Μετωπικό φραιζάρισμα.....	390
4.2.4.2.	Περιφερικό φραιζάρισμα.....	391
4.2.5.	Εκτέλεση του φραιζαρίσματος.....	394
4.2.5.1.	Δυνατότητες της κατεργασίας. Σύγκριση μετωπικού και περιφερικού φραιζαρίσματος.....	394
4.2.5.2.	Συγκράτηση του κοπτήρα.....	395
4.2.5.3.	Συγκράτηση του τεμαχίου.....	396
4.2.5.4.	Διαδικασία φραιζαρίσματος.....	396
4.2.5.5.	Χρόνος κοπής.....	396
4.2.5.6.	Εκλογή των διαφόρων παραγόντων κοπής κατά το φραιζάρισμα.....	399
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ.....	405
	ΠΛΑΝΙΣΜΑ.....	405
5.1.	ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ ΣΤΟ ΠΛΑΝΙΣΜΑ ΚΑΙ ΣΤΙΣ ΠΛΑΝΕΣ.....	405
5.1.1.	Δυνατότητες, κινηματική και είδη πλανίσματος. Κατάταξη πλανών.....	405
5.1.2.	Μορφολογία και προδιαγραφές πλανών.....	408
5.1.2.1.	Σύντομη περιγραφή και λειτουργία πλανών.....	408

5.1.2.2. Προδιαγραφόμενα στοιχεία πλάνης.....	414
5.2. ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΠΛΑΝΙΣΜΑΤΟΣ	
ΚΙΝΗΜΑΤΙΚΑ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ	
ΣΧΕΤΙΚΑ ΕΞΗΡΤΗΜΕΝΑ ΜΕΓΕΘΗ (ΔΥΝΑΜΕΙΣ ΚΑΙ ΙΣΧΥΣ	
ΚΟΠΗΣ, ΦΘΟΡΑ ΚΑΙ ΖΩΗ ΤΟΥ ΕΡΓΑΛΕΙΟΥ, ΤΡΑΧΥΤΗΤΑ	
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ).....	419
5.2.1. Χαρακτηριστικά στοιχεία του πλανίσματος	419
5.2.2. Κύρια συνιστώσα της δυνάμεως κοπής και ισχύς κοπής.....	423
5.2.3. Κοπτικά εργαλεία πλανίσματος. Φθορά και ζωή των συνα- φών εργαλείων.....	425
5.2.4. Τραχύτητα επιφάνειας.....	426
5.3. ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΤΟΥ ΠΛΑΝΙΣΜΑΤΟΣ	427
5.3.1. Πρόσδεση του κοπτικού εργαλείου.....	427
5.3.2. Συγκράτηση του κατεργαζόμενου τεμαχίου.....	429
5.3.3. Διαδικασία πλανίσματος	429
5.3.3.1. Χρόνος κοπής (σχ. 5.11).....	429
5.3.3.2. Εκλογή παραγόντων της κοπής κατά το πλάνισμα.....	431
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	433
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	437

ISBN 960-431-set-197-0
ISBN 960-431-T.2-198-0