

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΜΕΤΑΛΛΩΝ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Κατασκευή.....	17
1.1.1. Βασικά στοιχεία της Κατασκευής.....	19
1.1.2. Τάσεις στην ανάπτυξη της Κατασκευής	20
1.2. Μέθοδοι κατεργασίας.....	21
1.2.1. Επιλογή μεθόδου κατεργασίας.....	21

2. ΑΡΧΕΓΟΝΗ ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗ

2.1. Αρχέγονη μορφοποίηση από ρευστή κατάσταση.....	27
2.1.1. Χύτευση πλινθώματος μορφής συμπαγούς κυβόλιθου ...	28
2.1.2. Συνεχής (σχοινοειδής) χύτευση	29
2.1.3. Χύτευση σε καλούπι μιας χρήσης	30
2.1.3.1. Μοντέλα	37
2.1.3.2. Πυρήνες (καρδιές)	38
2.1.3.3. Υλικά καλουπιών.....	39
2.1.3.4. Υλικά χύτευσης	40
2.1.3.5. Καθαρισμός των χυτών	43
2.1.4. Ειδικές μέθοδοι χύτευσης σε καλούπι μιας χρήσης.....	44
2.1.4.1. Χύτευση με τύπωμα σε περιβάλλον κενού	44
2.1.4.2. Χύτευση ακριβείας με χαμένο κερί.....	46
2.1.4.3. Χύτευση με μάσκες (μέθοδος Croning)	47
2.1.4.4. Χύτευση με εξαερόμενο μοντέλο	49

2.1.5.	Χύτευση σε καλούπι διαρκείας	51
2.1.5.1.	Χύτευση με βαρύτητα.....	52
2.1.5.2.	Χύτευση με πίεση	53
2.1.5.3.	Χύτευση με χαμηλή πίεση.....	56
2.1.5.4.	Χύτευση φυγοκεντρική	57
2.2.	Αρχέγονη μορφοποίηση από πλαστική - πολτώδη κατάσταση....	59
2.2.1.	Χύτευση πλαστικών.....	59
2.2.2.	Χύτευση πολυμερούς μπετόν	60
2.3.	Αρχέγονη μορφοποίηση από την κοκκώδη ή κονιώδη κατάσταση (κονιομεταλλουργία).....	61
2.3.1.	Κατασκευή της σκόνης	61
2.3.2.	Ιδιότητες της σκόνης	64
2.3.3.	Μορφοποίηση της σκόνης.....	64
2.3.4.	Πυροσυσσωμάτωση	68
2.3.5.	Κεραμικά – Σκληρομέταλλα – Cermets.....	68

3. ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΠΑΡΑΜΟΡΦΩΣΗ

3.1.	Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα.....	75
3.2.	Περιοχές εφαρμογής της μορφοποίησης με παραμόρφωση.....	76
3.3.	Βασικές αρχές της παραμόρφωσης.....	77
3.3.1.	Μεταβολή της μορφής	77
3.3.2.	Προϋποθέσεις διαρροής	80
3.3.3.	Παραμόρφωση, βαθμός παραμόρφωσης	84
3.3.4.	Έργο παραμόρφωσης, δύναμη παραμόρφωσης	87
3.4.	Μέθοδοι μορφοποίησης με παραμόρφωση (επιλεκτικά)	88
3.4.1.	Διαδικασίες για την παραγωγή ημικατεργασμένων προϊόντων	88
3.4.2.	Συμπιεστική διέλαση ροής	88
3.4.2.1.	Βασικοί υπολογισμοί – Παραδείγματα.....	93
3.4.3.	Βαθεία κοίλανση	97
3.4.3.1.	Βασικοί υπολογισμοί – Παραδείγματα.....	100
3.4.4.	Περιστροφική συμπίεση (περιώθηση, μασγαλάς).....	107

3.4.5.	Καμπτική παραμόρφωση.....	108
3.4.5.1.	Βασικοί υπολογισμοί – Παραδείγματα.....	112
3.4.6.	Εναλλακτικές μέθοδοι: κατεργασία με ή χωρίς αφαίρεση υλικού	119
3.5.	Μηχανές μορφοποίησης με παραμόρφωση.....	119
3.5.1.	Μηχανικές πρέσες.....	122
3.5.1.1.	Βασικές μορφές	122
3.5.1.2.	Σύστημα κίνησης	123
3.5.2.	Υδραυλικές πρέσες.....	128

4. ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΑΦΑΙΡΕΣΗ ΥΛΙΚΟΥ

4.1.	Κοπή χωρίς γρέξι.....	131
4.1.1.	Διάτμηση.....	132
4.1.1.1.	Πορεία της διαδικασίας διάτμησης	134
4.1.1.2.	Υπολογισμός της απαιτούμενης δύναμης διάτμησης	135
4.1.1.3.	Διαμόρφωση των εργαλείων διάτμησης.....	135
4.1.1.4.	Αρχικές μορφές του προς κοπήν ελάσματος.....	139
4.1.1.5.	Διατάξεις προώθησης λωρίδων και ταινιών από έλασμα	139
4.1.1.6.	Διαμόρφωση τεμαχίων που αποτεμνούνται με διάτμηση	142
4.2.	Αφαίρεση υλικού με εργαλεία καθορισμένης γεωμετρικά κόψης.....	143
4.2.1.	Βασικές έννοιες στην κατεργασία με αφαίρεση υλικού (κύρια εφαρμογή: τόννευση).....	146
4.2.1.1.	Δημιουργία και μορφές του αποβλίπτου	149
4.2.1.2.	Δυνάμεις κοπής – Ισχύς κοπής	150
4.2.1.3.	Όγκος αποβλίπτων και χρόνος κοπής	154
4.2.1.4.	Φθορά του κοπτικού εργαλείου	155
4.2.1.5.	Διάρκεια ζωής του κοπτικού εργαλείου	156
4.2.1.6.	Υλικά κοπτικών εργαλείων.....	159

4.2.1.7.	Υγρά κοπής (υγρά ψύξης – λίπανσης)	161
4.2.2.	Τόρνευση	163
4.2.2.1.	Τόρνευση με ψηφιακή καθοδήγηση (CNC)	165
4.2.2.2.	Εργαλεία τόρνευσης	166
4.2.2.3.	Συσκευές συγκράτησης κοπτικών εργαλείων	168
4.2.2.4.	Συσκευές συγκράτησης τεμαχίων	171
4.2.2.5.	Μηχανές τόρνευσης	175
4.2.3.	Διάτρηση	187
4.2.3.1.	Εργαλεία διάτρησης	188
4.2.3.2.	Ειδικά εργαλεία διάτρησης	192
4.2.3.3.	Όγκος αποβλίττων και χρόνος κοπής	194
4.2.3.4.	Διαπλάτυση, Γλύφανση	195
4.2.3.5.	Μηχανές διάτρησης	196
4.2.4.	Φρεζάρισμα	203
4.2.4.1.	Εργαλεία φρεζαρίσματος	208
4.2.4.2.	Συγκράτηση εργαλείων φρεζαρίσματος	211
4.2.4.3.	Συγκράτηση τεμαχίων	213
4.2.4.4.	Όγκος αποβλίττων και χρόνος κοπής	214
4.2.4.5.	Μηχανές φρεζαρίσματος	215
4.2.5.	Πλάνισμα	225
4.2.5.1.	Εργαλεία πλανίσματος	225
4.2.5.2.	Μηχανές πλανίσματος	228
4.2.6.	Ολκή	230
4.2.6.1.	Εργαλεία ολκής	232
4.2.6.2.	Όγκος αποβλίττων και χρόνος κοπής	234
4.2.6.3.	Μηχανές ολκής	235
4.2.7.	Πριόνισμα	237
4.2.7.1.	Εργαλεία πριονίσματος	239
4.2.7.2.	Μηχανές πριονίσματος	241
4.3.	Αφαίρεση υλικού με εργαλεία μη καθορισμένης γεωμετρικά κόψης	245
4.3.1.	Λείανση	245

4.3.1.1.	Εργαλεία λείανσης – χαρακτηρισμός.....	248
4.3.1.2.	Μορφή των εργαλείων λείανσης.....	249
4.3.1.3.	Σύνθεση των εργαλείων λείανσης.....	249
4.3.1.4.	Συγκράτηση και έλεγχος των εργαλείων λείανσης.....	257
4.3.1.5.	Ζυγοστάθμιση	259
4.3.1.6.	Καθαρισμός (τρόχισμα) και διόρθωση	260
4.3.1.7.	Μηχανές λείανσης	261
4.3.2.	Ιμαντολείανση.....	267
4.3.3.	Υπερλείανση με σταθερά συνδεδεμένους κοπτικούς κόκκους (honning).....	267
4.3.4.	Υπερλείανση με ελεύθερους κοπτικούς κόκκους (lapping)	270
4.3.5.	Αφαίρεση υλικού με εκτόξευση.....	272
4.3.5.1.	Υδροκοπή.....	273
4.3.6.	Αφαίρεση υλικού με ολίσθηση.....	279
4.4.	Αφαίρεση υλικού χωρίς μηχανικό τρόπο.....	281
4.4.1.	Θερμική αφαίρεση υλικού.....	281
4.4.1.1.	Ηλεκτροδιάβρωση	282
4.4.1.2.	Ακτίνες laser (λείξερ)	287
4.4.1.3.	Πλάσμα.....	292
4.4.2.	Χημική αφαίρεση υλικού	293
4.4.3.	Ηλεκτροχημική αφαίρεση υλικού.....	294

5. ΜΟΡΦΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΕΝΩΣΗ

5.1.	Ένωση μέσω συγκόλλησης.....	297
5.1.1.	Συγκόλληση με πίεση.....	298
5.1.1.1.	Ψυχρή συγκόλληση με πίεση	298
5.1.1.2.	Συγκόλληση με τριβή.....	300
5.1.1.3.	Συγκόλληση με αέριο και πίεση.....	301
5.1.1.4.	Συγκόλληση με ηλεκτρική αντίσταση.....	302
5.1.2.	Συγκόλληση με τήξη.....	306

5.1.2.1. Συγκόλληση με άεριο (αυτογενής συγκόλληση)	306
5.1.2.2. Συγκόλληση με ηλεκτρικό τόξο.....	307
5.1.2.3. Συγκόλληση με δέσμη ηλεκτρονίων.....	315
5.1.2.4. Συγκόλληση με δέσμη ακτίνων laser.....	316
5.2. Ένωση μέσω ετερογενούς συγκόλλησης.....	317
5.2.1. Συγκολλούμενα υλικά βάσης.....	318
5.2.2. Συγκολλητικά υλικά ετερογενούς συγκόλλησης.....	319
5.2.3. Υλικά καθαρισμού.....	320
5.2.4. Μέθοδοι ετερογενούς συγκόλλησης.....	321

6. ΕΠΙΣΤΡΩΣΗ

6.1. Επίστρωση με εμβάπτιση σε τηγμένη μάζα	329
6.2. Επισμάλτωση.....	330
6.3. Επίστρωση ηλεκτροστατική (βαφή)	331
6.4. Επίστρωση με θερμό ψεκασμό.....	332
6.5. Επίστρωση με τεχνικές PVD και CVD	334
6.6. Επίστρωση ηλεκτρολυτική (γαλβάνισμα).....	336
6.7. Επίστρωση χημική	338

7. ΑΛΛΑΓΗ ΙΔΙΟΤΗΤΩΝ ΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ

7.1. Θερμική κατεργασία	341
7.1.1. Ανόπτυση.....	343
7.1.2. Βαφή (σκλήρυνση)	346
7.1.2.1. Επιφανειακή βαφή χωρίς μεταβολή της χημικής σύνθεσης	347
7.1.2.2. Επιφανειακή βαφή με μεταβολή της χημικής σύνθεσης (θερμοχημική κατεργασία).....	350
7.1.3. Βελτίωση.....	351

8. ΤΑΧΕΙΑ ΠΡΩΤΟΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ – ΤΠ (Rapid Prototyping – RP)

8.1. Βασική αρχή της ταχείας πρωτοτυποποίησης.....	354
8.2. Αλυσίδα διαδικασιών ΤΠ	356
8.2.1. Μοντελοποίηση 3D-CAD.....	356
8.2.2. Αρχείο STL	357
8.2.3. Προετοιμασία δεδομένων στην ΤΠ.....	358
8.2.4. Διαδικασία “δόμησης” στην ΤΠ	358
8.2.5. Μετεπεξεργασία και επακόλουθες μέθοδοι	359
8.3. Βιομηχανικές μέθοδοι ΤΠ.....	359
8.3.1. Στερεολιθογραφία (SL)	360
8.3.2. Επιλεκτική πυροσυσσωμάτωση με laser (SLS).....	361
8.3.3. Παραγωγή στρωσιγενούς αντικειμένου (LOM).....	363
8.3.4. Μοντελοποίηση με απόθεση τηγμένου υλικού (FDM).....	365
8.3.5. Τρισδιάστατη εκτύπωση (3DP).....	366

9. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

9.1. Βασικές έννοιες των μετρήσεων.....	367
9.2. Αποκλίσεις μετρήσεων (παλαιότερα: σφάλματα μετρήσεων)	369
9.2.1. Αίτια των αποκλίσεων μέτρησης	369
9.2.2. Τυχαίες αποκλίσεις.....	370
9.2.3. Συστηματικές αποκλίσεις.....	371
9.3. Μέτρηση μηκών και γωνιών	371
9.3.1. Μέσα ελέγχου μηκών.....	372
9.3.1.1. Όργανα μέτρησης μηκών με ένδειξη	373
9.3.1.2. Ελεγκτήρες – Πρότυπα μήκη.....	380
9.3.1.3. Βοηθητικά μέσα ελέγχου μηκών	384
9.3.2. Μέσα ελέγχου γωνιών	385
9.3.3. Έλεγχος επιφάνειας	388
9.3.4. Χάραξη	393
9.4. Τυποποίηση – Συναρμογές	395
9.4.1. Γενικά.....	395

9.4.2.	Τυποποίηση	395
9.4.2.1.	Τυποποιημένοι αριθμοί	395
9.4.2.2.	Τυποποιημένες διαστάσεις	398
9.4.3.	Συναρμογές.....	398
9.4.3.1.	Βασικοί ορισμοί	398
9.4.3.2.	Μέγεθος της ανοχής	402
9.4.3.3.	Θέση της ανοχής	403
9.4.3.4.	Σύστημα βασικής οπής.....	406
9.4.3.5.	Σύστημα βασικού άξονα	406
9.4.3.6.	Είδη και εκλογή των συναρμογών.....	407
9.4.3.7.	Ανοχές διαστάσεων, αναγραφή.....	410
9.4.3.8.	Διαστάσεις χωρίς αναγραφή ανοχών.....	411
10.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	421
11.	ΑΛΦΑΒΗΤΙΚΟ ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ	423