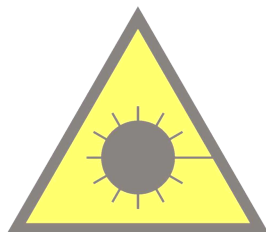




ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΟΜΕΑΣ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΔΑΣΙΚΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΔΑΣΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ



Η ΚΟΠΗ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ ΜΕ

ΑΚΤΙΝΕΣ LASER



Ιωάννης Φιλίππου
Καθηγητής, ΑΠΘ

Χαράλαμπος Λυκίδης
Υποψήφιος Διδάκτορας

Συντονιστής έρευνας:



ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ, Απρίλιος 2007

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	3
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	4
ΕΙΣΑΓΩΓΗ – ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	7
1. ΓΕΝΙΚΑ	8
1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ – ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΚΤΙΝΩΝ LASER	8
1.1.1. Ορισμοί - Η ακτίνα LASER	8
1.1.2. Ιστορική Αναδρομή	10
1.1.3. Παράμετροι ακτινών LASER	10
1.2 ΚΥΡΙΟΤΕΡΟΙ ΤΥΠΟΙ ΑΚΤΙΝΩΝ LASER ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΥΛΙΚΩΝ	11
1.2.1. LASER ΔΙΟΞΕΙΔΙΟΥ ΤΟΥ ΑΝΘΡΑΚΑ	12
1.2.2. LASER ΣΤΕΡΕΑΣ ΦΑΣΗΣ	13
1.2.3. ΑΛΛΑ LASER	14
1.3 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΑΚΤΙΝΩΝ LASER.....	14
1.3.1. Κοπή (Cutting)	15
1.3.2. Συγκόλληση (Welding)	16
1.3.3. Επεξεργασία επιφανειών (Surface treatment).....	17
1.3.4. Rapid Prototyping	18
1.3.5. Αυτοματισμοί - Automation – Sensing	19
2. ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΟΠΗΣ (ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ) ΥΛΙΚΩΝ ΜΕ ΑΚΤΙΝΕΣ LASER	20
2.1 ΚΟΠΗ ΜΕ ΕΞΑΕΡΩΣΗ (Vaporisation cutting).....	20
2.2 ΚΟΠΗ ΜΕ ΤΗΞΗ (Fusion cutting).....	21
2.3 ΚΟΠΗ ΜΕ ΤΗΞΗ ΚΑΙ ΟΞΕΙΔΩΣΗ (Reactive fusion-oxidation cutting).....	22
2.4 ΑΛΛΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	23
3. ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ ΜΕ LASER - ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ	24
4. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΚΟΠΗ ΞΥΛΟΥ ΜΕ ΑΚΤΙΝΕΣ LASER	38
4.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	38

4.2	ΟΡΙΣΜΟΙ	40
	Ταχύτητα κοπής.....	40
	Βάθος (ή πάχος) κοπής.....	40
	Πλάτος εγκοπής.....	40
	Ποιότητα επιφάνειας.....	41
	Ειδική ενέργεια κοπής.....	41
	Αποδοτικότητα κοπής (Cutting efficiency).....	42
4.3	ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΑΚΤΙΝΩΝ LASER	42
	4.3.1. Επίδραση της ισχύος	42
	4.3.2. Επίδραση του συνοδού αερίου (βοηθητικού αερίου)	48
	4.3.3. Επίδραση του σημείου και του μήκους εστίασης.....	51
	4.3.4. Άλλες παράμετροι συστήματος ακτινών	56
4.4	ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ ΚΟΠΗΣ	57
	4.4.1. Επίδραση του βάθος κοπής.....	57
	4.4.2. Επίδραση του πλάτους κοπής	61
	4.4.3. Κατεύθυνση τομής	63
4.5	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΞΥΛΟΥ	65
	4.5.1. Δομή.....	65
	4.5.2. Χημική σύσταση.....	68
	4.5.3. Οπτικές και θερμικές ιδιότητες.....	68
	4.5.4. Πυκνότητα.....	71
	4.5.5. Υγρασία	76
	4.5.6. Διαστάσεις ξύλου	79
	4.5.7. Επίδραση είδους ξύλου.....	79
	4.5.8. Επίδραση του είδους προϊόντος.....	82
5.	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ – ΑΛΛΟΙΩΣΗ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ.....	89
6.	ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ	97
	6.1 ΧΡΩΜΑ.....	97
	6.2 ΠΑΧΟΣ ΑΠΑΝΘΡΑΚΩΜΕΝΗΣ ΖΩΝΗΣ.....	100
	6.3 ΑΠΟΚΛΙΣΗ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΟΤΗΤΑ (ΕΠΙΠΕΔΟΤΗΤΑ)....	101
	6.4 ΤΡΑΧΥΤΗΤΑ.....	102
	6.5 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΠΕΡΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ.....	106

7. ΚΟΣΤΟΣ – ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ.....	109
8. ΘΕΜΑΤΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ.....	111
9. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ – ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΟΥ LASER ΣΤΗΝ ΚΟΠΗ ΞΥΛΟΥ	115
10. ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑΣ ΞΥΛΟΥ ΜΕ LASER.....	117
ΓΕΝΙΚΑ – ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΓΙΑ ΚΟΠΗ ΞΥΛΟΥ	117
10.1 ΤΥΠΟΙ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ – ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΡΙΕΣ ΕΤΑΙΡΕΙΕΣ....	117
10.1.1. Bystronic.....	117
10.1.2. Alpha Systems Limited.....	118
10.1.3. EuroLASER	119
10.1.4. PRCLASER	119
10.1.5. Universal LASER Systems.....	120
10.1.6. Primaindustrie.....	121
10.1.7. EI.En. S.p.A.	122
10.1.8. Trumpf	122
10.1.9. Multicam	123
10.1.10. LASER Spec Inc.....	124
10.1.11. LASERcut inc.....	125
10.1.12. Epilog LASER	126
10.1.13. Beam Dynamics.....	128
10.1.14. LASERmac s.r.l.....	130
10.2 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ LASER ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΟΝ ΤΟΜΕΑ ΤΟΥ ΞΥΛΟΥ.....	131
11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	134
11.1 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	134
11.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ	137
12. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	139
13. ΕΙΚΟΝΕΣ – ΠΙΝΑΚΕΣ - ΣΧΗΜΑΤΑ.....	145
13.1 ΕΙΚΟΝΕΣ.....	145
13.2 ΠΙΝΑΚΕΣ	150
13.3 ΣΧΗΜΑΤΑ	152