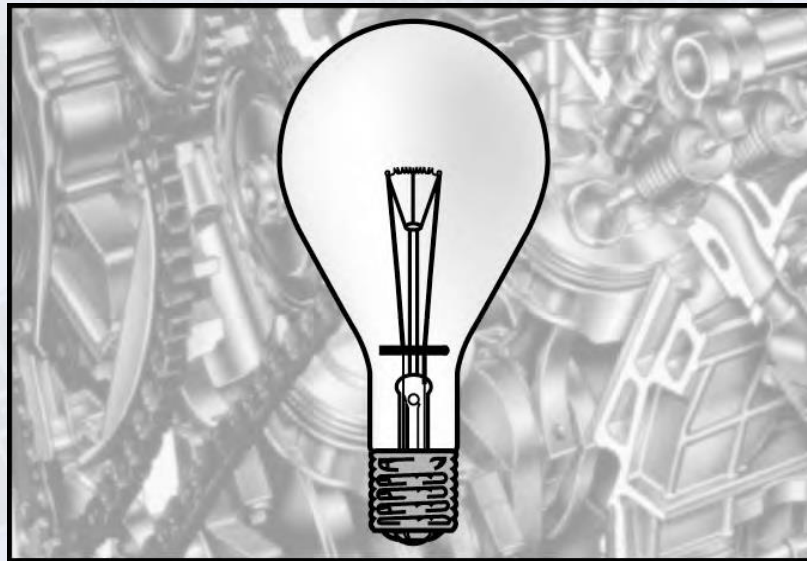


Κεφάλαιο 0

Γενική εισαγωγή

(με βάση Κεφ. 0, Μηχανουργική επιστήμη και τεχνολογία, Serop Kalpakjian & Steven R. Schmid, επιστημονική επιμέλεια Δ. Μανωλάκος & Α. Μαρκόπουλος, εκδ. Τζιόλα)



Δρ. Ι. Παπαντωνίου

Αφιερώστε λίγο χρόνο για να εξετάσετε διάφορα αντικείμενα που υπάρχουν γύρω σας: μηχανικά μολύβια, φωτιστικά, καθίσματα, κινητά τηλέφωνα, υπολογιστές...



Εξαρτήματα σε προϊόντα

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1

Πλήθος εξαρτημάτων (κατά προσέγγιση) σε διάφορα προϊόντα

Κοινό μολύβι	4
Περιστροφική χλοοκοπτική μηχανή	300
Πιάνο με ουρά	12,000
Αυτοκίνητο	15,000
Αεροσκάφος Boeing 747-400	6,000,000

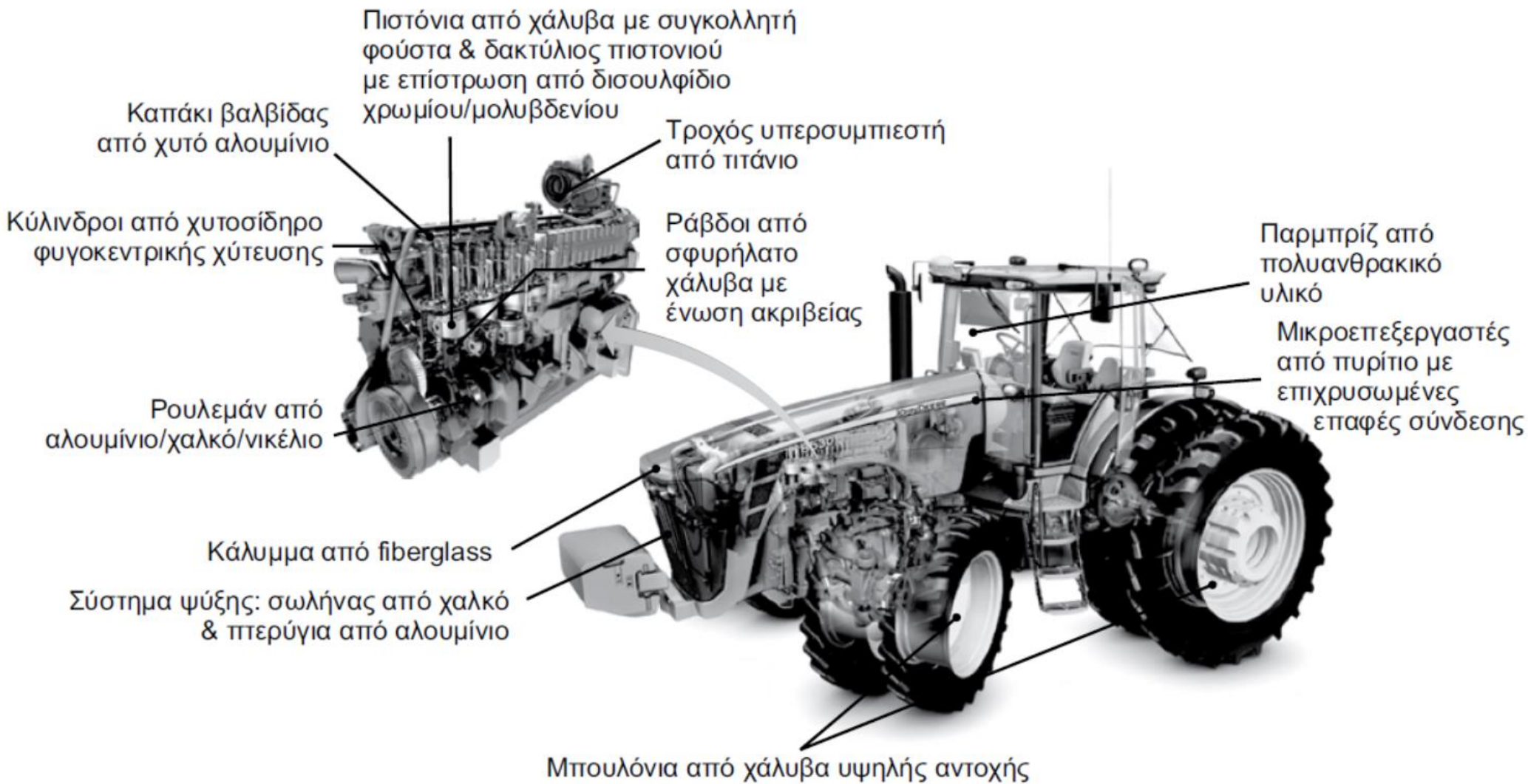
- Ορισμένα αντικείμενα, όπως π.χ. οι συνδετήρες χαρτιού, τα καρφιά, τα κουτάλια και τα κλειδιά πόρτας, είναι κατασκευασμένα ως ένα μεμονωμένο εξάρτημα.
- Στην πλειονότητά τους τα αντικείμενα που μας περιβάλλουν αποτελούνται από πολλά μεμονωμένα κομμάτια-εξαρτήματα.
- Παραγωγή (manufacturing)
- Προστιθέμενη αξία

Επιλογή υλικών για συνδετήρες



Ερωτήσεις για προβληματισμό:

- Τι ιδιότητες υλικού απαιτούνται;
- Τι κατασκευαστικά χαρακτηριστικά απαιτούνται;
- Η επιλογή υλικού και κατεργασίας θα αλλάξει αν έχουμε παραγωγή 10.000 προϊόντων/ήμερα σε σχέση με το αν είχαμε 1.000.000 προϊόντων/ήμερα;



ΣΧΗΜΑ Ι.1 Τρακτέρ John Deere, μοντέλο 8430, με σχηματική αναπαράσταση του κινητήρα diesel. Πηγή: John Deere Company.

Ιστορική εξέλιξη υλικών, εργαλείων και κατεργασιών (έως 1700)

Ιστορική εξέλιξη υλικών, εργαλείων και κατεργασιών

Χρονική περίοδος	Ημερομηνίες	Μέταλλα και χύτευση	Διάφορα υλικά και σύνθετα	Διαμόρφωση και μορφοποίηση	Ένωση	Εργαλεία, κατεργασίες κοπής και συστήματα παραγωγής
Αρχαία Ελλάδα: ~ 1100 π.Χ.–146 π.Χ. Μεσαίωνα: ~ 476–1492	~ 4000 π.Χ.	Χρυσός, χαλκός, σίδηρος από μετεωρίτες	Πήλινα σκεύη, γυαλιά, φυσικές ίνες	Σφυροκόπηση		Εργαλεία από πέτρα, πυρόλιθο, ξύλο, οστά, ελεφαντόδοντο, εργαλεία από συνθέσεις υλικών
	3000	Χύτευση χαλκού, καλούπια από πέτρα και μέταλλο, κατεργασία χαμένου κεριού, άργυρος, μόλυβδος, κασσίτερος, μπρούντζος		Τύπωση σε επιφάνειες, κατασκευή κοσμημάτων	Soldering (CuAu, CuPb, PbSn)	Κορούνδιο (αλουμίνα, σμύριδα)
	2000	Χύτευση και ολκή μπρούντζου, φύλλα χρυσού	Χάντρες από γυαλί, τροχός κεραμικών, γυάλινα δοχεία	Σύρμα με απόσχιση μεταλλικών ελασμάτων	Ήλωση, χαλκοκόλληση	Κατασκευή τσαπιών, τσεκουριών με σφυροκόπηση, εργαλείων για σιδηρουργικές και ξυλουργικές εργασίες
	1000	Κατεργάσιμος σίδηρος, ορείχαλκος				
	1 π.Χ.	Χυτοσίδηρος, χυτοχάλυβας	Παραγωγή γυαλιού με συμπίεση και εμφύσηση	Τύπωση νομισμάτων	Συγκόλληση σιδήρου και χάλυβα με σφυρηλάτηση, χρήση υλικών κόλλησης	Βελτιωμένες σμίλες, πριόνια, λίμες, τórνοι κατεργασίας ξύλου
Ρωμαϊκή αυτοκρατορία: ~ 500 π.Χ.–476 μ.Χ. Αναγέννηση :1400–1600	1 μ.Χ.	Ψευδάργυρος, χάλυβας	Ενετικό γυαλί	Κατασκευή πανοπλιών, νομισμάτων, σπαθιών από χάλυβα, σφυρηλάτηση		Εγγάραξη πανοπλιών
	1000	Υψικάμινος, μέταλλα τυπογραφίας, χύτευση καμπανών, pewter (κράμα κασσίτερου)	Κρυσταλλικό γυαλί	Συρματοποίηση, αργυροχρυσοχόα		Γυαλόχαρτο, ανεμοκίνητο πριόνι
	1500	Κανόνια από χυτοσίδηρο, λευκοσίδηρος	Χυτό γυαλί, γυαλί μεγάλου δείκτη διάθλασης (flint)	Αξιοποίηση υδροκίνησης σε μεταλλουργικές εργασίες και έλαστρα παραγωγής νομισμάτων		Χειροκίνητος τórνος για ξύλο
	1600	Χύτευση με μόνιμο καλούπι, παραγωγή ορείχαλκου από χαλκό και μεταλλικού ψευδαργύρου	Πορσελάνη	Έλαση (μολύβδου, χρυσού, αργύρου), έλαση μορφής (μολύβδου)		Τórνευση, εσωτερική τórνευση, τórνος για κοπή σπειρωμάτων κοχλίων, δράπανο

(με βάση Κεφ. 0, Μηχανουργική επιστήμη και τεχνολογία, Serope Kalpakjian & Steven R. Schmid, επιστημονική επιμέλεια Δ. Μανωλάκος & Α. Μαρκόπουλος, εκδ. Τζιόλα)

Ιστορική εξέλιξη υλικών, εργαλείων και κατεργασιών (έως 1700)

Ιστορική εξέλιξη υλικών, εργαλείων και κατεργασιών

Χρονική περίοδος	Ημερομηνίες	Μέταλλα και χύτευση	Διάφορα υλικά και σύνθετα	Διαμόρφωση και μορφοποίηση	Ένωση	Εργαλεία, κατεργασίες κοπής και συστήματα παραγωγής
Αρχαία Ελλάδα: ~ 1100 π.Χ.-146 π.Χ. Μεσαίωνα: ~ 476-1492	~ 4000 π.Χ.	Χρυσός, χαλκός, σίδηρος από μετεωρίτες	Πήλινα σκεύη, γυαλιά, φυσικές ίνες	Σφυροκόπηση		Εργαλεία από πέτρα, πυρόλιθο, ξύλο, οστά, ελεφαντόδοντο, εργαλεία από συνθέσεις υλικών
	3000	Χύτευση χαλκού, καλούπια από πέτρα και μέταλλο, κατεργασία		Τύπωση σε επιφάνειες, κατασκευή κοσμημάτων	Soldering (CuAu, CuPb, PbSn)	Κορούνδιο (αλουμίνα, σμύριδα)
	2000					Κατασκευή τσαπιών, τσεκουριών με σφυροκόπηση, εργαλείων για σιδηρουργικές και ξυλουργικές εργασίες
	1000					
	1 π.Χ.					Βελτιωμένες σμίλες, πριόνια, λίμες, τόρνοι κατεργασίας ξύλου
Ρωμαϊκή αυτοκρατορία: ~ 500 π.Χ.-476 μ.Χ. Ρωμαϊκή αυτοκρατορία: ~ 500 π.Χ.-476 μ.Χ.	1 μ.Χ.					Εγχάραξη πανοπλίων
	1000					Γυαλόχαρτο, ανεμοκίνητο πριόνι
	1500	Κανόνια από χυτοσίδηρο, λευκοσίδηρος	Χυτό γυαλί, γυαλί μεγάλου δείκτη διάθλασης (flint)	Αξιοποίηση υδροκίνησης σε μεταλλουργικές εργασίες και έλαστρα παραγωγής νομισμάτων		Χειροκίνητος τόρνος για ξύλο
	1600	Χύτευση με μόνιμο καλούπι, παραγωγή ορείχαλκου από χαλκό και μεταλλικού ψευδαργύρου	Πορσελάνη	Έλαση (μολύβδου, χρυσού, αργύρου), έλαση μορφής (μολύβδου)		Τόρνευση, εσωτερική τόρνευση, τόρνος για κοπή σπειρωμάτων κοχλίων, δράπανο

Ιστορική εξέλιξη υλικών, εργαλείων και κατεργασιών (έως 1700)

Ιστορική εξέλιξη υλικών, εργαλείων και κατεργασιών

Χρονική περίοδος	Ημερομηνίες	Μέταλλα και χύτευση	Διάφορα υλικά και σύνθετα	Διαμόρφωση και μορφοποίηση	Ένωση	Εργαλεία, κατεργασίες κοπής και συστήματα παραγωγής
Αρχαία Ελλάδα: ~ 1100 π.Χ.–146 π.Χ. Μεσαίωνα: ~ 476–1492	~ 4000 π.Χ.	Χρυσός, χαλκός, σίδηρος από μετεωρίτες	Πήλινα σκεύη, γυαλιά, φυσικές ίνες	Σφυροκόπηση		Εργαλεία από πέτρα, πυρόλιθο, ξύλο, οστά, ελεφαντόδοντο, εργαλεία από συνθέσεις υλικών
	3000	Χύτευση χαλκού, καλούπια από πέτρα και μέταλλο, κατεργασία χαμένου κεριού, άργυρος, μόλυβδος, κασσίτερος, μπρούντζος		Τύπωση σε επιφάνειες, κατασκευή κοσμημάτων	Soldering (CuAu, CuPb, PbSn)	Κορούνδιο (αλουμίνα, σμύριδα)
	2000	Χύτευση και ολκή μπρούντζου, φύλλα χρυσού	Χάντρες από γυαλί, τροχός κεραμικών, γυάλινα δοχεία	Σύρμα με απόσχιση μεταλλικών ελασμάτων	Ήλωση, χαλκοκόλληση	Κατασκευή τσαπιών, τσεκουριών με σφυροκόπηση, εργαλείων για σιδηρουργικές και ξυλουργικές εργασίες
	1000 1 π.Χ.	Κατεργάσιμος σίδηρος, ορείχαλκος Χυτοσίδηρος, χυτοχάλυβας	Παραγωγή γυαλιού με συμπίεση και εμφύσηση	Τύπωση νομισμάτων	Συγκόλληση σιδήρου και χάλυβα με σφυρηλάτηση, χρήση υλικών κόλλησης	Βελτιωμένες σμίλες, πριόνια, λίμες, τórνοι κατεργασίας ξύλου
Ρωμαϊκή αυτοκρατορία: ~ 500 π.Χ.–476 μ.Χ. Αναγέννηση :1400–1600	1 μ.Χ.	Ψευδάργυρος, χάλυβας	Ενετικό γυαλί	Κατασκευή πανοπλιών, νομισμάτων, σπαθιών από χάλυβα, σφυρηλάτηση		Εγγάραξη πανοπλιών
	1000	Υηικάμινος, μέταλλα τυπογραφίας, χύτευση καμπανών, pewter (κράμα κασσίτερου)	Κρυσταλλικό γυαλί	Συρματοποίηση, αργυροχρυσοχόα		Γυαλόχαρτο, ανεμοκίνητο πριόνι
	1500	Κανόνια από χυτοσίδηρο, λευκοσίδηρος	Χυτό γυαλί, γυαλί μεγάλου δείκτη διάθλασης (flint)	Αξιοποίηση υδροκίνησης σε μεταλλουργικές εργασίες και έλαστρα παραγωγής νομισμάτων		Χειροκίνητος τórνος για ξύλο
Αρχαία Αίγυπτος: ~ 3100 π.Χ.–300 π.Χ.	1600	Χύτευση με μόνιμο καλούπι, παραγωγή ορείχαλκου από χαλκό και μεταλλικού ψευδαργύρου	Πορσελάνη	Έλαση (μολύβδου, χρυσού, αργύρου), έλαση μορφής (μολύβδου)		Τórνευση, εσωτερική τórνευση, τórνος για κοπή σπειρωμάτων κοχλιών, δράπανο

(με βάση Κεφ. 0, Μηχανουργική επιστήμη και τεχνολογία, Serope Kalpakjian & Steven R. Schmid, επιστημονική επιμέλεια Δ. Μανωλάκος & Α. Μαρκόπουλος, εκδ. Τζιόλα)

Ιστορική εξέλιξη υλικών, εργαλείων και κατεργασιών (1700-1960)

Ιστορική εξέλιξη υλικών, εργαλείων και κατεργασιών

Χρονική περίοδος	Ημερομηνίες	Μέταλλα και χύτευση	Διάφορα υλικά και σύνθετα	Διαμόρφωση και μορφοποίηση	Ένωση	Εργαλεία, κατεργασίες κοπής και συστήματα παραγωγής
Πρώτη Βιομηχανική Επανάσταση: ~1780-1850	1700	Μαλακτός χυτοσίδηρος, χάλυβας χωνευτηρίου (ράβδοι & βέργες σιδήρου)		Διέλαση, βαθεία κοίλανση, έλαση		
	1800	Φυγοκεντρική χύτευση, κατεργασία Bessemer, ηλεκτρολυτικά παραγόμενο αλουμίνιο, χάλυβες με νικέλιο, κράματα babbitt, γαλβανισμένος χάλυβας, κονιομεταλλουργία, χάλυβας έμφλογης καμίνου	Γυαλί για τζάμια παραθύρων, λάμπες, βουλκανισμός, επεξεργασία ελαστικών, πολυεστέρα, στυρενίου, κυτταρινοειδές (celluloid), εκβολή ελαστικών, χύτευση	Ατμοκίνητη σφύρα, έλαση χάλυβα, παραγωγή σωλήνων χωρίς ραφές, χρήση έλασης για σιδηροδρομικές ράγες, συνεχής έλαση, ηλεκτροδιάβρωση		Διαμόρφωση, φρεζάρισμα, τόνος για κοντάκια όπλων, τόνος με πυργίσκο, φρέζα γενικής χρήσης, υαλοποιημένος λειαντικός τροχός
2ος Παγκόσμιος Πόλεμος	1900		Αυτόματη παραγωγή φιαλών, βακελίτης, βοριοπυριτικό γυαλί	Έλαση σωλήνων, θερμή διέλαση	Οξυασετυλίνη· συγκόλληση τόξου, ηλεκτρικής αντίστασης, thermit	Αυτόματος τόνος, μηχανή αυτόματης κοχλίωσης, κοπή οδοντώσεων, εργαλεία από χάλυβα υψηλής ταχύτητας, οξειδίο αλουμινίου και καρβίδιο πυριτίου (συνθετικό)
1ος Παγκόσμιος Πόλεμος	1920	Χύτευση υπό πίεση	Ανάπτυξη πλαστικών υλικών, χύτευση, μορφοποίηση με καλούπι, πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC), οξική κυτταρίνη, πολυαιθυλένιο, ίνες γυαλιού	Σύρμα βολφραμίου από μεταλλική κόνι	Επενδυμένα ηλεκτρόδια	Καρβίδιο βολφραμίου, μαζική παραγωγή, μηχανές μεταφοράς
Δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση: 1947-	1940	Κατεργασία χαμένου αφρού για διαμόρφωση εξαρτημάτων	Ακρυλικά, συνθετικό καουτσούκ, εποξειδικές ρητίνες, φωτοευαίσθητο γυαλί	Διέλαση χάλυβα, κατεργασία σχηματισμού κεφαλής, αξιοποίηση μεταλλικών κόνεων για κατασκευή εξαρτημάτων	Συγκόλληση βυθισμένου τόξου	Επιστρώσεις χημικής μετατροπής, συστήματα ολικού ελέγχου ποιότητας
	1950	Κεραμικά καλούπια, σφαιροειδής σίδηρος, ημιαγωγοί, κατεργασία συνεχούς χύτευσης	Ακρυλονιτρίλιο-βουταδιένιο-στυρένιο (ABS), σιλικόνες, φθοράνθρακες, πολυουρεθάνη, παραγωγή γυαλιού με επίπλευση, υαλοκεραμικά	Ψυχρή διέλαση (χάλυβα), κατεργασίες εκρηκτικής διαμόρφωσης, θερμομηχανικές κατεργασίες	Κατεργασίες συγκόλλησης τόξου (με καταναλισκόμενο ηλεκτρόδιο / με ηλεκτρόδιο βολφραμίου) και προστατευτικό αέριο· εκρηκτική συγκόλληση	Ηλεκτρικές/χημικές κατεργασίες κοπής, αυτόματος έλεγχος

(με βάση Κεφ. 0, Μηχανουργική επιστήμη και τεχνολογία, Serope Kalpakjian & Steven R. Schmid, επιστημονική επιμέλεια Δ. Μανωλάκος & Α. Μαρκόπουλος, εκδ. Τζιόλα)

Ιστορική εξέλιξη υλικών, εργαλείων και κατεργασιών (1700-1960)

Ιστορική εξέλιξη υλικών, εργαλείων και κατεργασιών

Χρονική περίοδος	Ημερομηνίες	Μέταλλα και χύτευση	Διάφορα υλικά και σύνθετα	Διαμόρφωση και μορφοποίηση	Ένωση	Εργαλεία, κατεργασίες κοπής και συστήματα παραγωγής
Πρώτη Βιομηχανική Επανάσταση: ~1780-1850	1700	Μαλακτός χυτοσίδηρος, χάλυβας χωνευτηρίου (ράβδοι & βέργες σιδήρου)		Διέλαση, βαθεία κοίλανση, έλαση		
	1800	Φυγοκεντρική χύτευση, κατεργασία Bessemer, ηλεκτρολυτικά παραγόμενο αλουμίνιο, χάλυβες με νικέλιο, κράματα babbitt, γαλβανισμένος χάλυβας, κονιομεταλλουργία, χάλυβας έμφλογης καμίνου	Γυαλί για τζάμια παραθύρων, λάμπες, βουλκανισμός, επεξεργασία ελαστικών, πολυεστέρα, στυρενίου, κυτταρινοειδές (celluloid), εκβολή ελαστικών, χύτευση	Ατμοκίνητη σφύρα, έλαση χάλυβα, παραγωγή σωλήνων χωρίς ραφές, χρήση έλασης για σιδηροδρομικές ράγες, συνεχής έλαση, ηλεκτροδιάβρωση		Διαμόρφωση, φρεζάρισμα, τόνος για κοντάκια όπλων, τόνος με πυργίσκο, φρέζα γενικής χρήσης, υαλοποιημένος λειαντικός τροχός
2ος Παγκόσμιος Πόλεμος	1900		Αυτόματη παραγωγή φιαλών, βακελίτης, βοριοπυριτικό γυαλί	Έλαση σωλήνων, θερμή διέλαση	Οξυασετυλίνη· συγκόλληση τόξου, ηλεκτρικής αντίστασης, thermit	Αυτόματος τόνος, μηχανή αυτόματης κοχλίωσης, κοπή οδοντώσεων, εργαλεία από χάλυβα υψηλής ταχύτητας, αλουμίνιου και καρβίδιο (θετικό)
1ος Παγκόσμιος Πόλεμος	1920					Φραμίου, μαζική μηχανές μεταφοράς
Δεύτερη Βιομηχανική Επανάσταση: 1947-	1940	Διαμόρφωση εξαρτημάτων	Καουτσούκ, εποξειδικές ρητίνες, φωτοευαίσθητο γυαλί	Διασχηματισμού κεφαλής, αξιοποίηση μεταλλικών κόνεων για κατασκευή εξαρτημάτων	Νέου τόξου	Χημικής μετατροπής, συστήματα ολικού ελέγχου ποιότητας
	1950	Κεραμικά καλούπια, σφαιροειδής σίδηρος, ημιαγωγοί, κατεργασία συνεχούς χύτευσης	Ακρυλονιτρίλιο-βουταδιένιο-στυρένιο (ABS), σιλκόνες, φθοράνθρακες, πολυουρεθάνη, παραγωγή γυαλιού με επίπλευση, υαλοκεραμικά	Ψυχρή διέλαση (χάλυβα), κατεργασίες εκρηκτικής διαμόρφωσης, θερμομηχανικές κατεργασίες	Κατεργασίες συγκόλλησης τόξου (με καταναλισκόμενο ηλεκτρόδιο / με ηλεκτρόδιο βολφραμίου) και προστατευτικό αέριο· εκρηκτική συγκόλληση	Ηλεκτρικές/χημικές κατεργασίες κοπής, αυτόματος έλεγχος

Σημαντική πρόοδος στον τομέα της παραγωγής σημειώθηκε στις αρχές του 1800, με τον σχεδιασμό, την παραγωγή και χρήση **εναλλάξιμων εξαρτημάτων** (interchangeable parts), η επινοήση των οποίων αποδίδεται στον Αμερικανό κατασκευαστή και εφευρέτη E. Whitney (1765–1825).

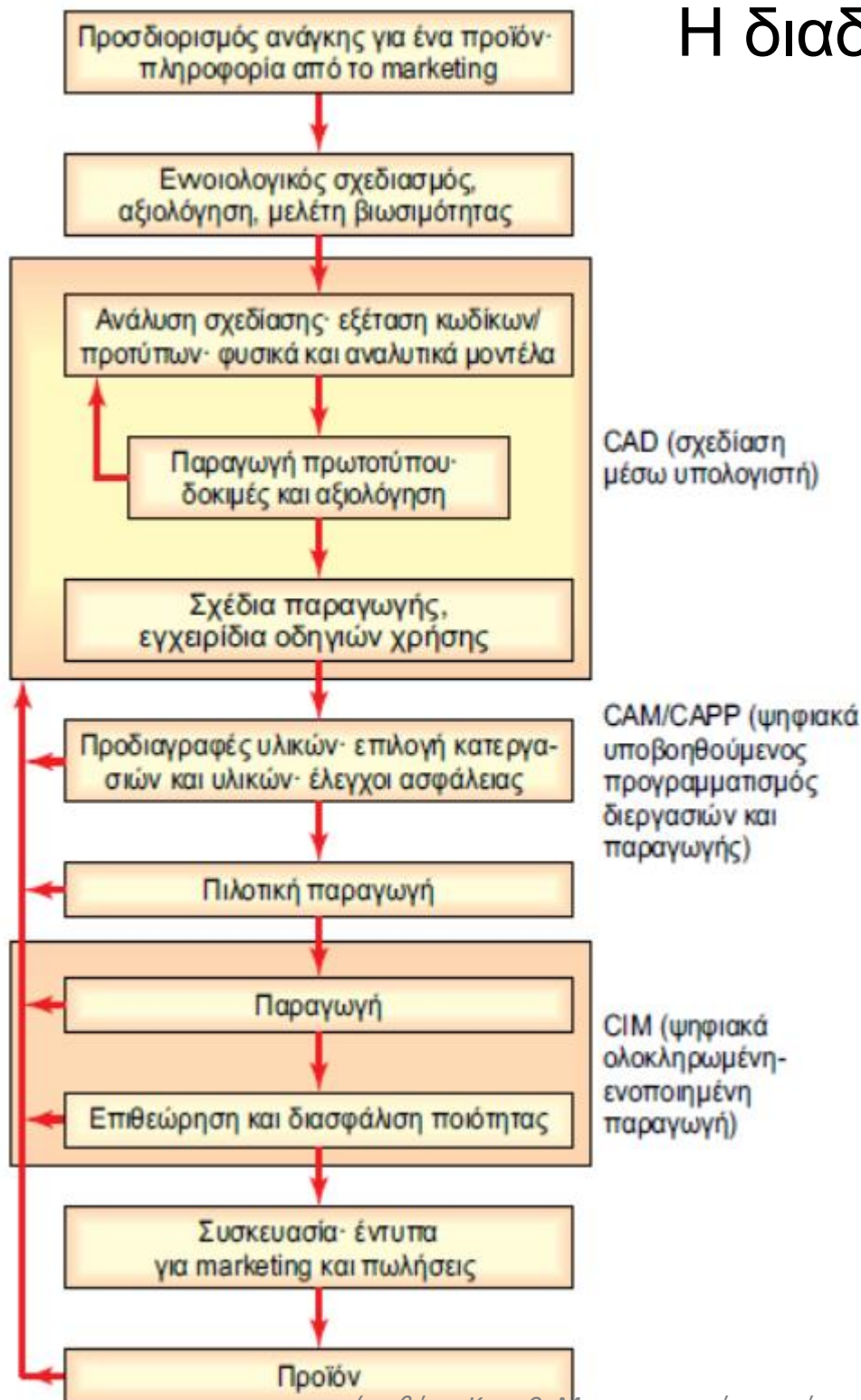
Ιστορική εξέλιξη υλικών, εργαλείων και κατεργασιών (1960-2000s)

Ιστορική εξέλιξη υλικών, εργαλείων και κατεργασιών

Χρονική περίοδος	Ημερομηνίες	Μέταλλα και χύτευση	Διάφορα υλικά και σύνθετα	Διαμόρφωση και μορφοποίηση	Ένωση	Εργαλεία, κατεργασίες κοπής και συστήματα παραγωγής
Διαστημική εποχή	1960–1970	Χύτευση συμπίεσης, παραγωγή πτερυγίων στροβίλων με χύτευση μονοκρυστάλλου	Ακετάλες, πολυκαρβονικό, ψυχρή διαμόρφωση πλαστικών, ενισχυμένα πλαστικά, κατεργασία περιέλιξης νήματος	Κατεργασίες διαμόρφωσης μέσω υδραυλικής πίεσης, υδροστατική διέλαση, ηλεκτροδιαμόρφωση	Συγκόλληση με τόξο πλάσματος, συγκόλληση με χρήση δέσμης ηλεκτρονίων, κατεργασίες κόλλησης μέσω πρόσφυσης	Καρβίδιο τιτανίου, συνθετικό διαμάντι, αριθμητικός έλεγχος μηχανών, ολοκληρωμένα κυκλώματα
	1970–1990	Σκληρός συμπαγούς γραφίτη, χύτευση εν κενώ, χύτευση σε άμμο με οργανικό συνδέτη, αυτοματοποίηση απόχυσης σε καλούπια, ταχεία στερεοποίηση, σύνθετα μεταλλικής μήτρας, μεταλλουργία ημι-στερεάς φάσης, άμορφα μέταλλα, κράματα με μνήμη σχήματος (έξυπνα υλικά), προσομοίωση κατεργασιών μέσω υπολογιστή	Υλικά κόλλησης, σύνθετα υλικά, ημιαγωγοί, οπτικές ίνες, δομικά κεραμικά, σύνθετα κεραμικής μήτρας, βιοδιασπώμενα πλαστικά, ηλεκτρικά αγωγία πολυμερή	Σφυρηλάτηση ακριβείας, ισοθερμοκρασιακή σφυρηλάτηση, υπερπλαστική διαμόρφωση, κατασκευή μητρών με συστήματα CAD/CAM, "τελικού σχήματος" κατεργασίες σφυρηλάτησης και διαμόρφωσης, προσομοίωση μέσω υπολογιστή	Συγκόλληση με χρήση δέσμης laser, σύνδεση μέσω διάχυσης (σε συνδυασμό με υπερπλαστική διαμόρφωση), επιφανειακές συγκολλήσεις χαμηλών θερμοκρασιών	Κυβικό βοριονιτρίδιο (CBN), επενδυμένα εργαλεία, τórνευση με εργαλείο διαμαντιού, κοπή υπερυψηλής ακριβείας, ψηφιακά υποβοηθούμενη παραγωγή (CAM), βιομηχανικά ρομπότ, κέντρα κοπής και τórνευσης, ευέλικτα συστήματα παραγωγής, τεχνολογία αισθητήρων, αυτοματοποιημένη επιθεώρηση, έμπειρα συστήματα, τεχνητή νοημοσύνη, προσομοίωση και βελτιστοποίηση μέσω υπολογιστή
Εποχή της πληροφορίας	1990–2010	Τεχνική rheocasting, σχεδιασμός καλουπιών & μητρών μέσω υπολογιστή, ταχεία κατασκευή εργαλείων, χάλυβες TRIP και TWIP	Υλικά νανοφάσης, μεταλλικοί αφροί, προηγμένα υλικά επίστρωσης, υπεραγωγοί υψηλών θερμοκρασιών, κατεργάσιμα κεραμικά, άνθρακας τύπου διαμαντιού, νανοσωλήνες άνθρακα, γραφένιο	Ταχεία πρωτοτυποποίηση, ταχεία κατασκευή εργαλείων, φιλικά προς το περιβάλλον μεταλλουργικά υγρά, ψηφιακή παραγωγή	Συγκόλληση δια τριβής με ανάδευση, υλικά συγκόλλησης χωρίς μόλυβδο, μετωπική συγκόλληση μεταλλικών ελασμάτων μέσω laser, ηλεκτρικά αγωγία υλικά κόλλησης, συγκόλληση διά τριβής με γραμμική παλινδρόμηση	Κατασκευή μικρομετρικών και νανομετρικών διατάξεων, LIGA (συνδυασμός λιθογραφίας, ηλεκτροδιάβρωσης και μορφοποίησης), ξηρή εγχάραξη, κινητήρες γραμμικής κίνησης, τεχνητά νευρωνικά δίκτυα, ποιότητα "έξι σίγμα", τρισδιάστατα chips ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, κοπή τύπου blue-arc, λιθογραφία με χρήση εύπλαστων υλικών

(με βάση Κεφ. 0, Μηχανουργική επιστήμη και τεχνολογία, Serope Kalpakjian & Steven R. Schmid, επιστημονική επιμέλεια Δ. Μανωλάκος & Α. Μαρκόπουλος, εκδ. Τζιόλα)

Η διαδικασία σχεδιασμού προϊόντων



ΣΧΗΜΑ:

Διάγραμμα ροής των βημάτων που εμπλέκονται στην παραδοσιακή προσέγγιση σχεδιασμού-παραγωγής ενός προϊόντος. Ανάλογα με την πολυπλοκότητα του προϊόντος και τα είδη των χρησιμοποιούμενων υλικών, το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από την αρχική ιδέα έως την προώθηση (marketing) του προϊόντος στην αγορά μπορεί να κυμαίνεται από λίγους μήνες έως μερικά χρόνια.

Πηγή: S. Pugh.

Επιλογή υλικών

Σήμερα είναι διαθέσιμο ένα ευρύ – και διαρκώς διευρυνόμενο – φάσμα υλικών. Κάθε τύπος υλικού έχει συγκεκριμένες ιδιότητες, κατασκευαστικά χαρακτηριστικά, πλεονεκτήματα, περιορισμούς και κόστος.

Οι γενικοί τύποι χρησιμοποιούμενων υλικών, είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμούς, είναι:

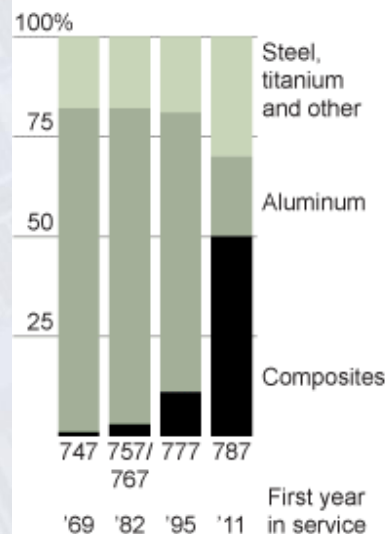
- ✓ Σιδηρούχα μέταλλα: κοινοί (ανθρακούχοι) χάλυβες, κραματωμένοι χάλυβες, ανοξείδωτοι χάλυβες και εργαλειοχάλυβες / χάλυβες καλουπιών
- ✓ Μη-σιδηρούχα μέταλλα: αλουμίνιο, μαγνήσιο, χαλκός, νικέλιο, τιτάνιο, υπερκράματα, πυρίμαχα μέταλλα, βηρύλλιο, ζirkόνιο, κράματα χαμηλού σημείου τήξης και πολύτιμα μέταλλα
- ✓ Πλαστικά (πολυμερή): Θερμοπλαστικά, θερμοσκληραινόμενα και ελαστομερή
- ✓ Κεραμικά, γυαλιά, υαλοκεραμικά, γραφίτης, διαμάντι & υλικά τύπου διαμαντιού
- ✓ Σύνθετα υλικά: Ενισχυμένα πλαστικά, σύνθετα μεταλλικής μήτρας και σύνθετα κεραμικής μήτρας
- ✓ Νανοϋλικά
- ✓ Κράματα με μνήμη σχήματος (έξυπνα υλικά), άμορφα κράματα, ημιαγωγοί και υπεραγωγοί

Ιδιότητες υλικών

- Στις μηχανικές ιδιότητες των υλικών που έχουν άμεσο ενδιαφέρον στο πλαίσιο της παραγωγής γενικά περιλαμβάνονται οι εξής: αντοχή, ολκιμότητα, σκληρότητα, δυσθραυστότητα, ελαστικότητα, κόπωση και αντίσταση σε ερπυσμό.
- Στις φυσικές ιδιότητες των υλικών περιλαμβάνονται η πυκνότητα, η ειδική θερμότητα, η θερμική διαστολή και αγωγιμότητα, το σημείο τήξης, καθώς και οι ηλεκτρικές και μαγνητικές ιδιότητες.
- Η βελτιστοποίηση του σχεδιασμού ενός προϊόντος συχνά απαιτεί την εξέταση ενός συνδυασμού μηχανικών και φυσικών ιδιοτήτων. Ένα τυπικό παράδειγμα είναι οι λόγοι αντοχής προς βάρος και δυσκαμψίας προς βάρος των υλικών, οι οποίοι αξιοποιούνται για την ελαχιστοποίηση του βάρους διάφορων δομικών στοιχείων προϊόντων· η ελαχιστοποίηση του βάρους είναι ιδιαίτερα σημαντική στους κλάδους της αεροδιαστημικής και της αυτοκινητοβιομηχανίας, διότι οδηγεί σε βελτιωμένη απόδοση και οικονομία καυσίμου.

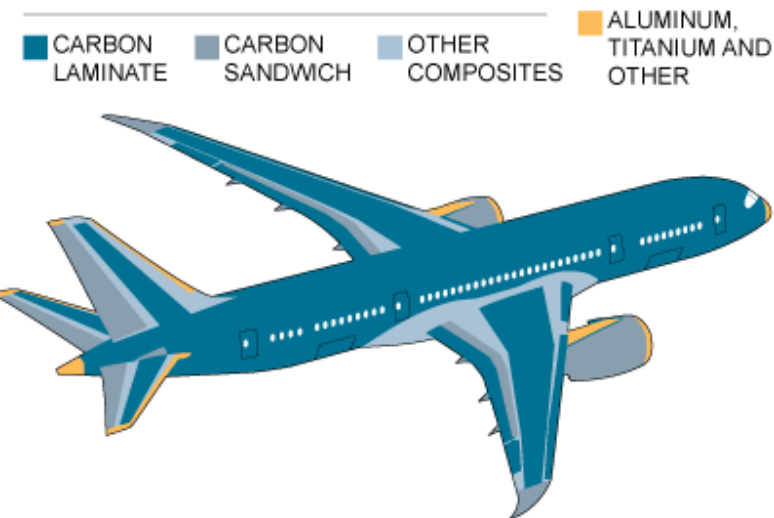


Materials used in Boeing planes



Boeing 787 Dreamliner skin structure

COMPOSITES



Ιδιότητες υλικών

- Στις χημικές ιδιότητες περιλαμβάνονται η οξείδωση, η διάβρωση, η αποσύνθεση, η τοξικότητα και η ευφλεκτότητα αυτές οι ιδιότητες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο όταν ένα προϊόν πρέπει να λειτουργεί τόσο σε εχθρικά (π.χ., διαβρωτικά) όσο και σε κανονικά περιβάλλοντα.
- Οι κατασκευαστικές ιδιότητες υποδεικνύουν εάν, και με ποιον βαθμό ευκολίας, ένα συγκεκριμένο υλικό μπορεί να χυτευθεί, να υποστεί θερμική κατεργασία, να μορφοποιηθεί με κατεργασίες διαμόρφωσης, να συγκολληθεί, ή να υποστεί κατεργασίες κοπής και αποπεράτωσης.

Γενικά κατασκευαστικά χαρακτηριστικά διάφορων υλικών

Κράμα	Χυτευσιμότητα	Συγκολλησιμότητα	Κατεργασιμότητα
Αλουμίνιο	Άριστη	Ικανοποιητική	Άριστη-καλή
Χαλκός	Καλή-Ικανοποιητική	Ικανοποιητική	Καλή-Ικανοποιητική
Φαιός χυτοσίδηρος	Άριστη	Δύσκολη	Καλή
Λευκός χυτοσίδηρος	Καλή	Πολύ φτωχή	Πολύ φτωχή
Νικέλιο	Ικανοποιητική	Ικανοποιητική	Ικανοποιητική
Χάλυβες	Ικανοποιητική	Άριστη	Ικανοποιητική
Ψευδάργυρος	Άριστη	Δύσκολη	Άριστη

Το σεντ των ΗΠΑ

1793–1837	100% copper
1837–1857	95% copper, 5% tin and zinc
1857–1863	88% copper, 12% nickel
1864–1962	95% copper, 5% tin and zinc
1943 (WW II years)	Steel, plated with zinc
1962–1982	95% copper, 5% zinc
1982–present	97.5% zinc, plated with copper

Μπαστούνια μπέιζμπολ

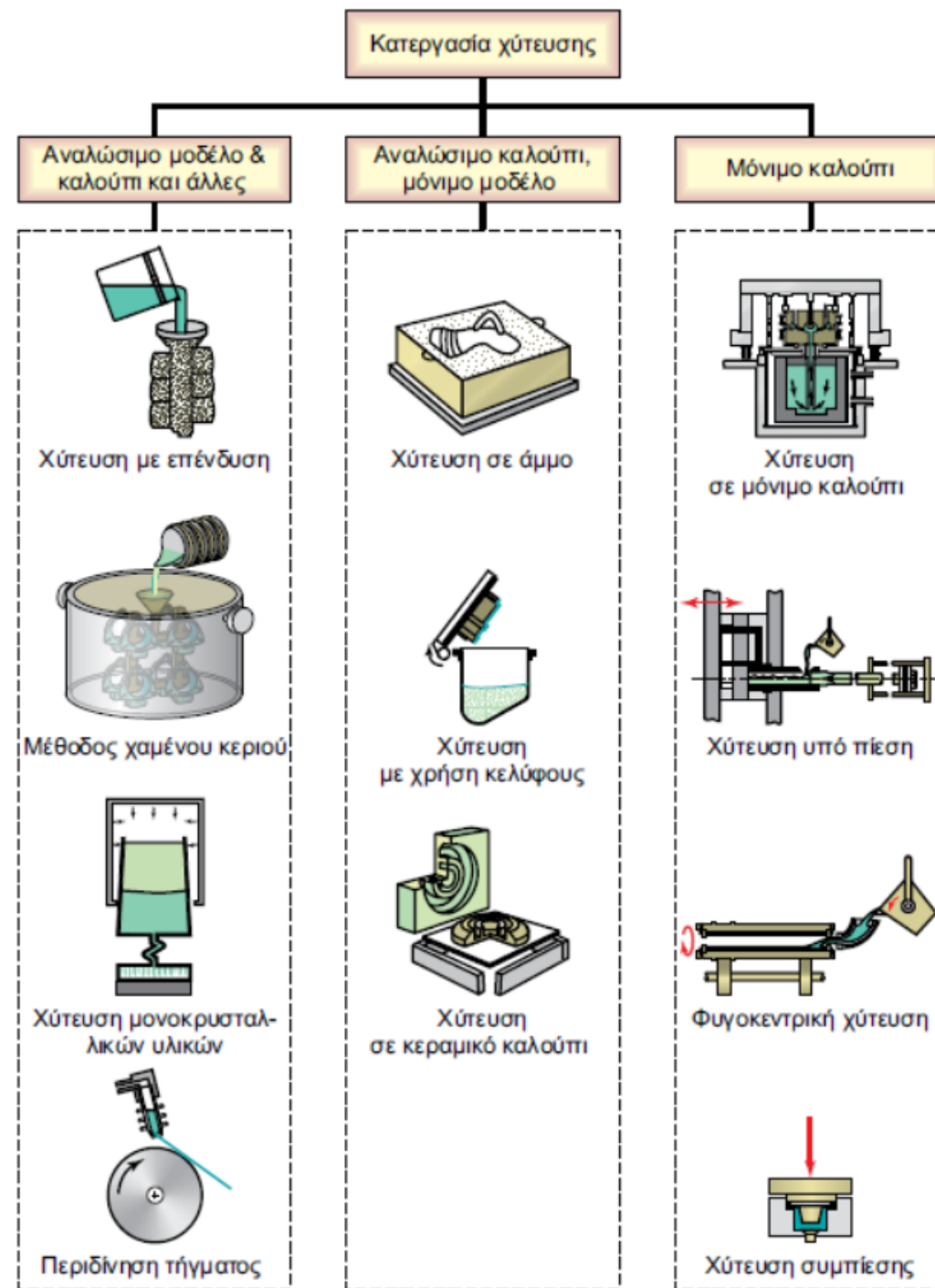


ΣΧΗΜΑ: Διατομές μπαστούνιων μπέιζμπολ κατασκευασμένων από αλουμίνιο (επάνω) και σύνθετο υλικό (κάτω).

Επιλογή κατεργασίας

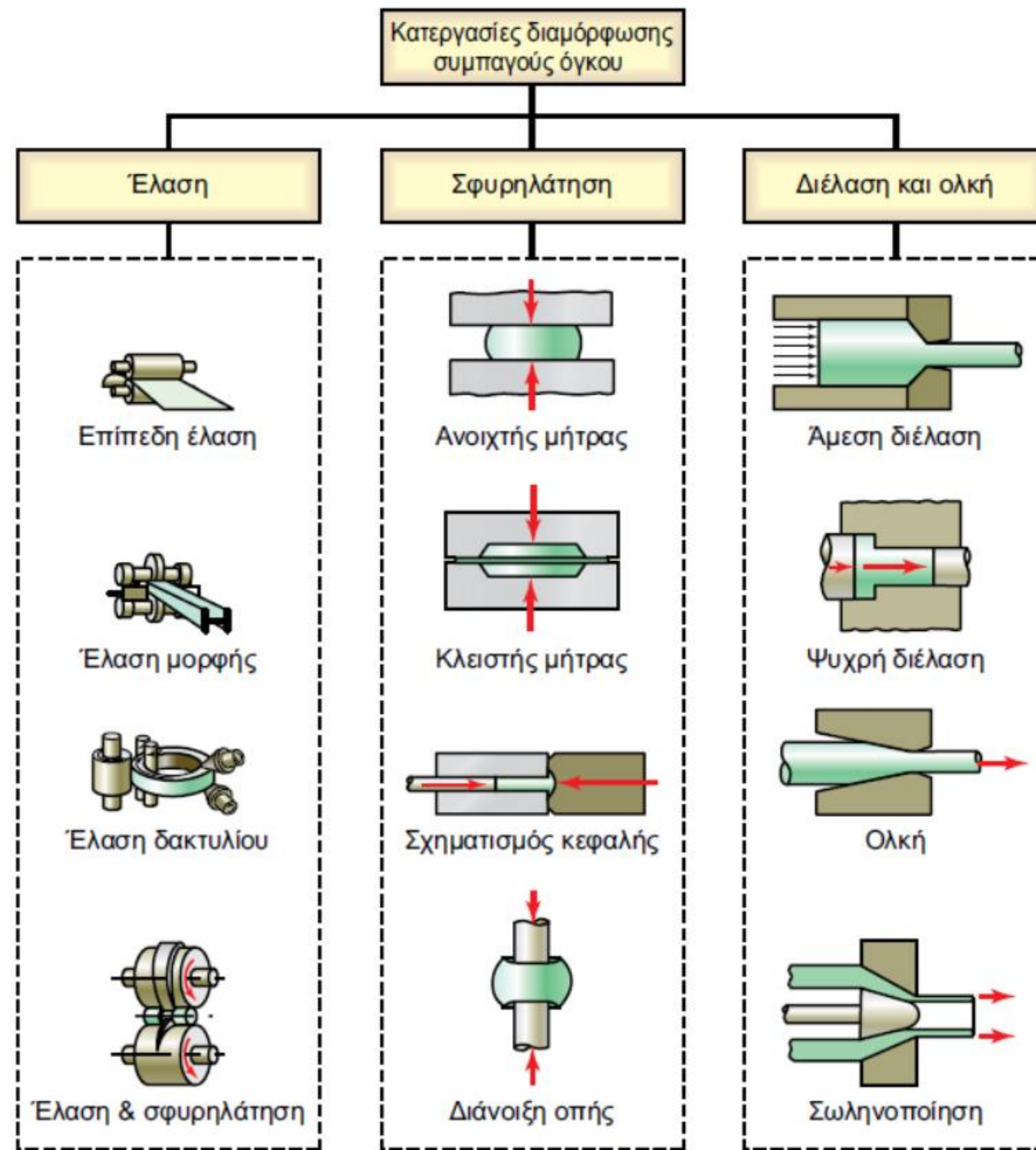
- Συχνά, υπάρχουν περισσότερες από μία μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ενός εξαρτήματος για ένα προϊόν, από ένα δεδομένο υλικό.
- Οι ευρείες κατηγορίες μεθόδων (κατεργασιών) παραγωγής που αναφέρονται στη συνέχεια είναι εξίσου εφαρμόσιμες σε μεταλλικά και μη-μεταλλικά υλικά:



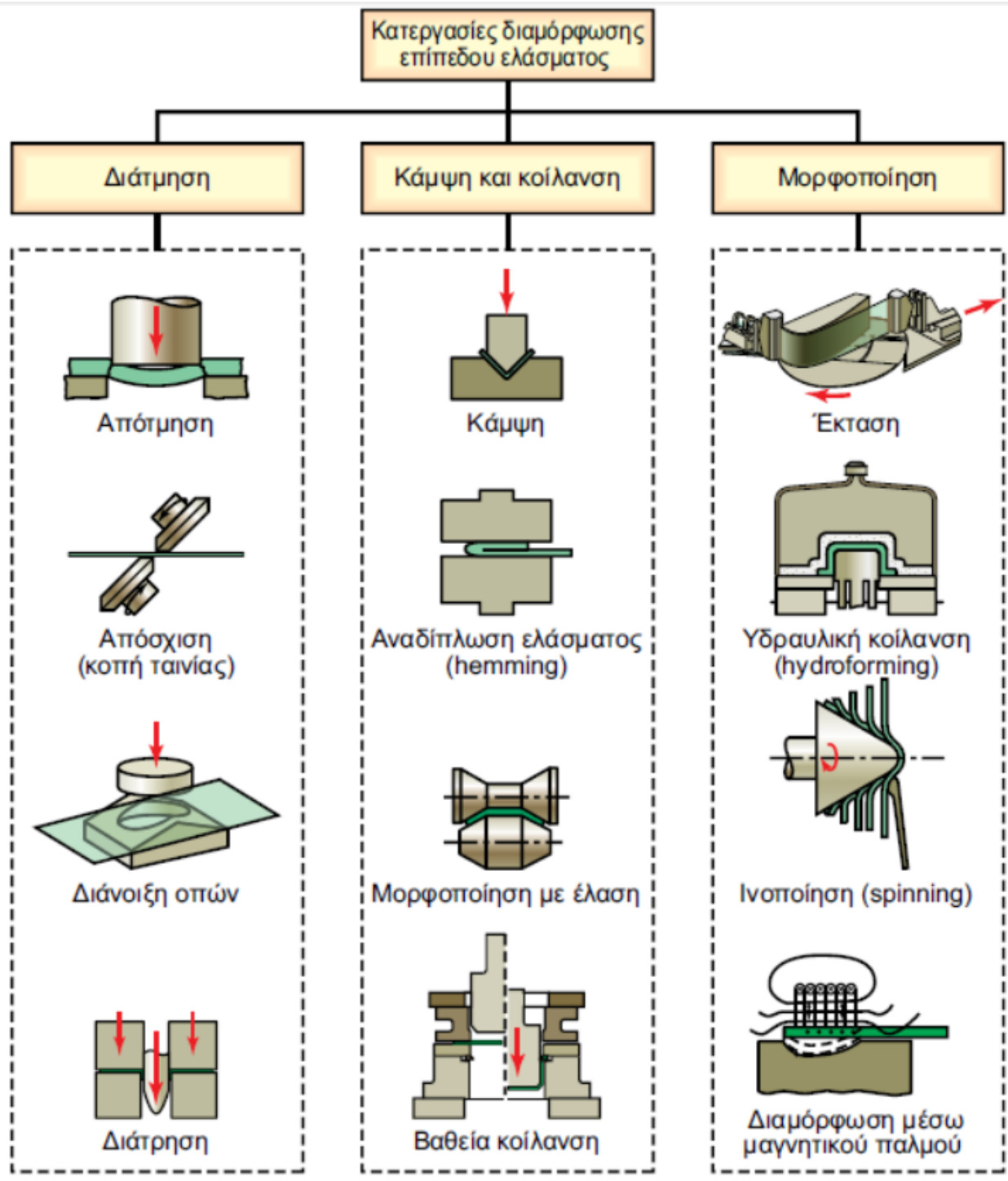


Διαγραμματική απεικόνιση διάφορων κατεργασιών χύτευσης.

(με βάση Κεφ. 0, Μηχανουργική επιστήμη και τεχνολογία, Serope Kalpakjian & Steven R. Schmid, επιστημονική επιμέλεια Δ. Μανωλάκος & Α. Μαρκόπουλος, εκδ. Τζιόλα)



Διαγραμματική απεικόνιση διάφορων κατεργασιών διαμόρφωσης συμπαγούς υλικού.



Διαγραμματική απεικόνιση διάφορων κατεργασιών διαμόρφωσης μεταλλικών ελασμάτων.

(με βάση Κεφ. 0, Μηχανουργική επιστήμη και τεχνολογία, Serope Kalpakjian & Steven R. Schmid, επιστημονική επιμέλεια Δ. Μανωλάκος & Α. Μαρκόπουλος, εκδ. Τζιόλα)

Κοπή με Laser

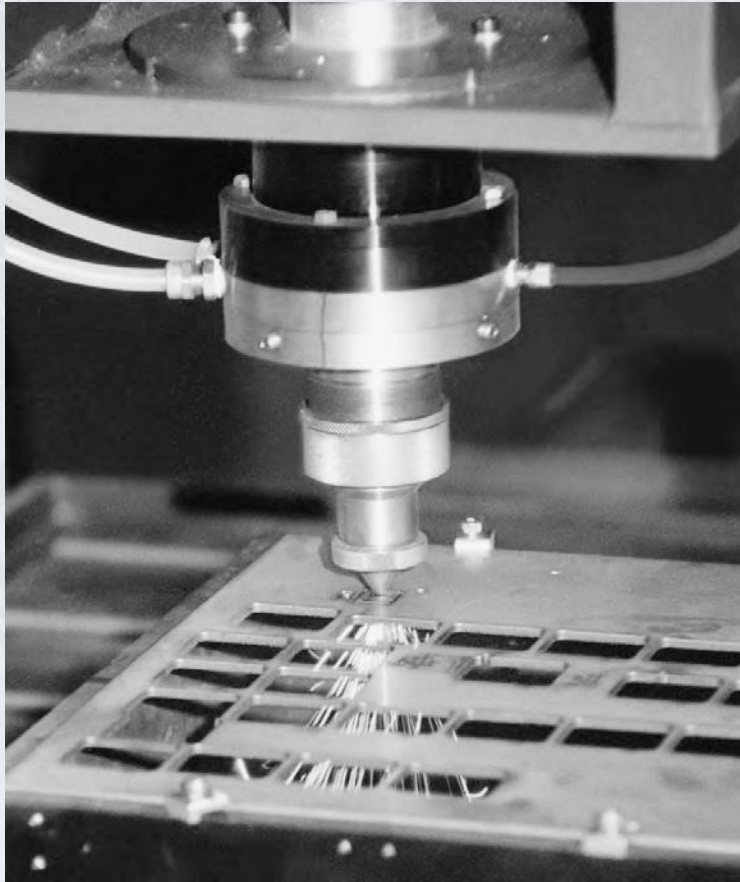
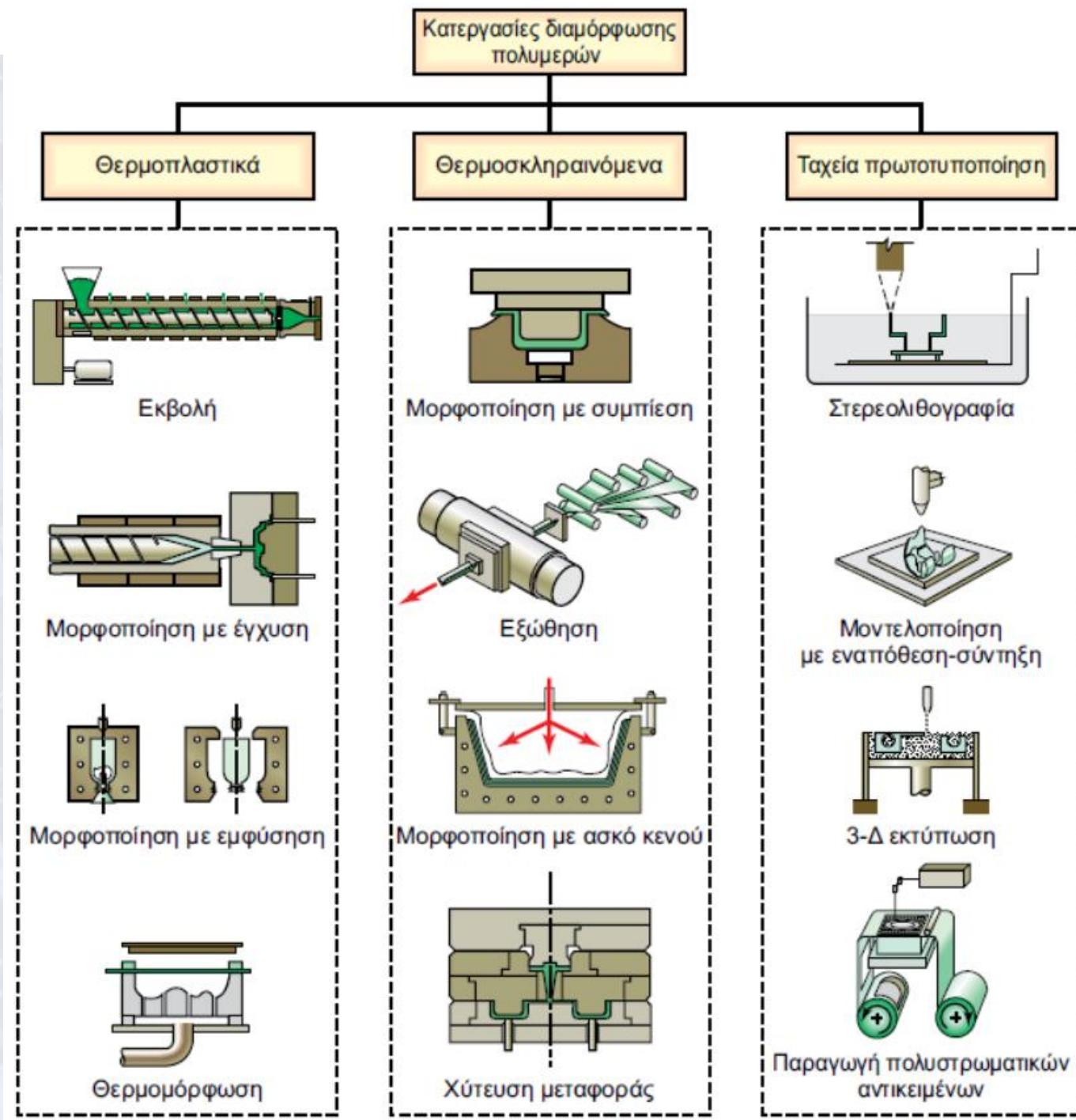
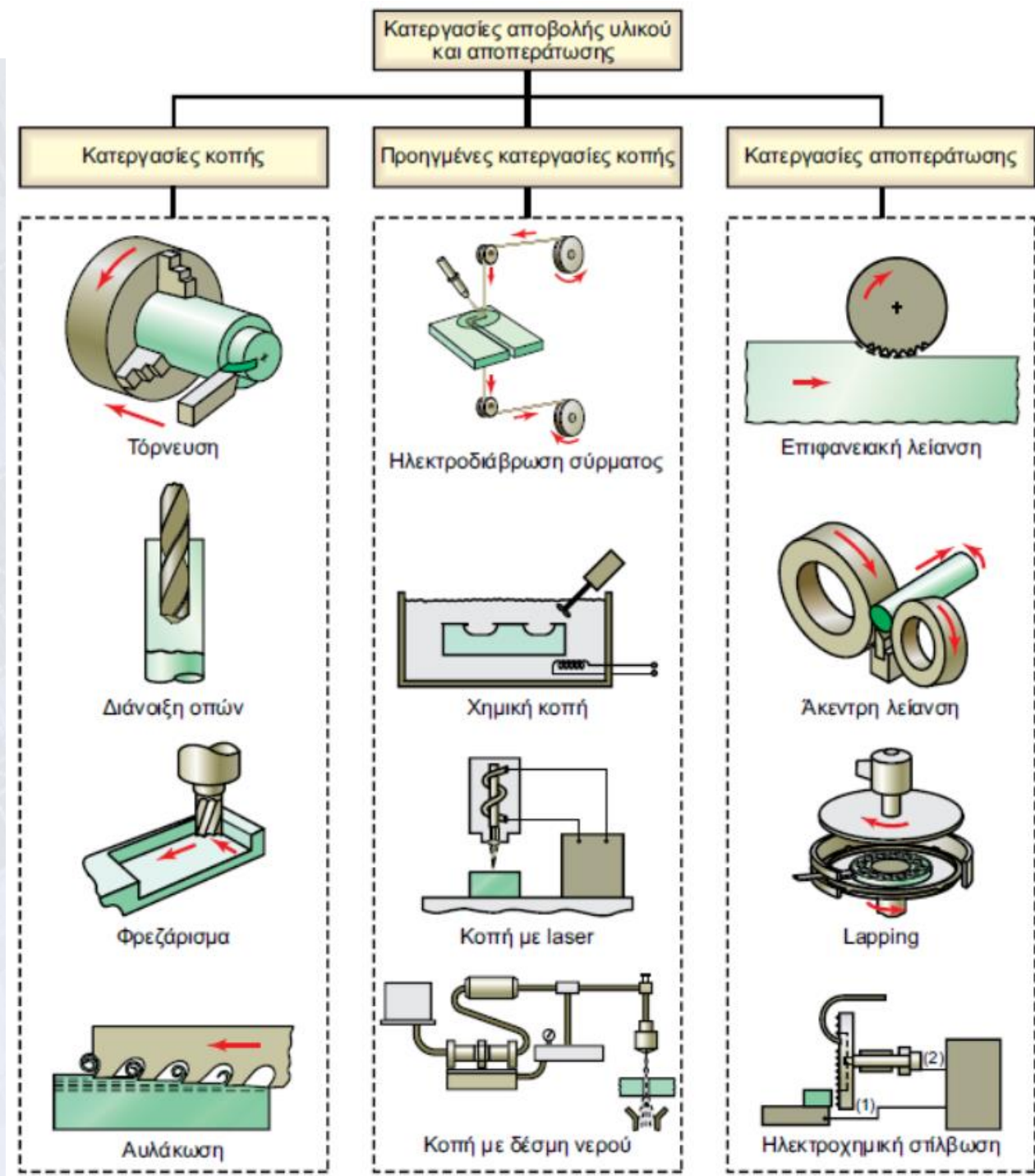


Figure I.8 Κοπή μεταλλικού ελάσματος με δέσμη laser. Πηγή: Rofin-Sinar, Inc. & Society of Manufacturing Engineers



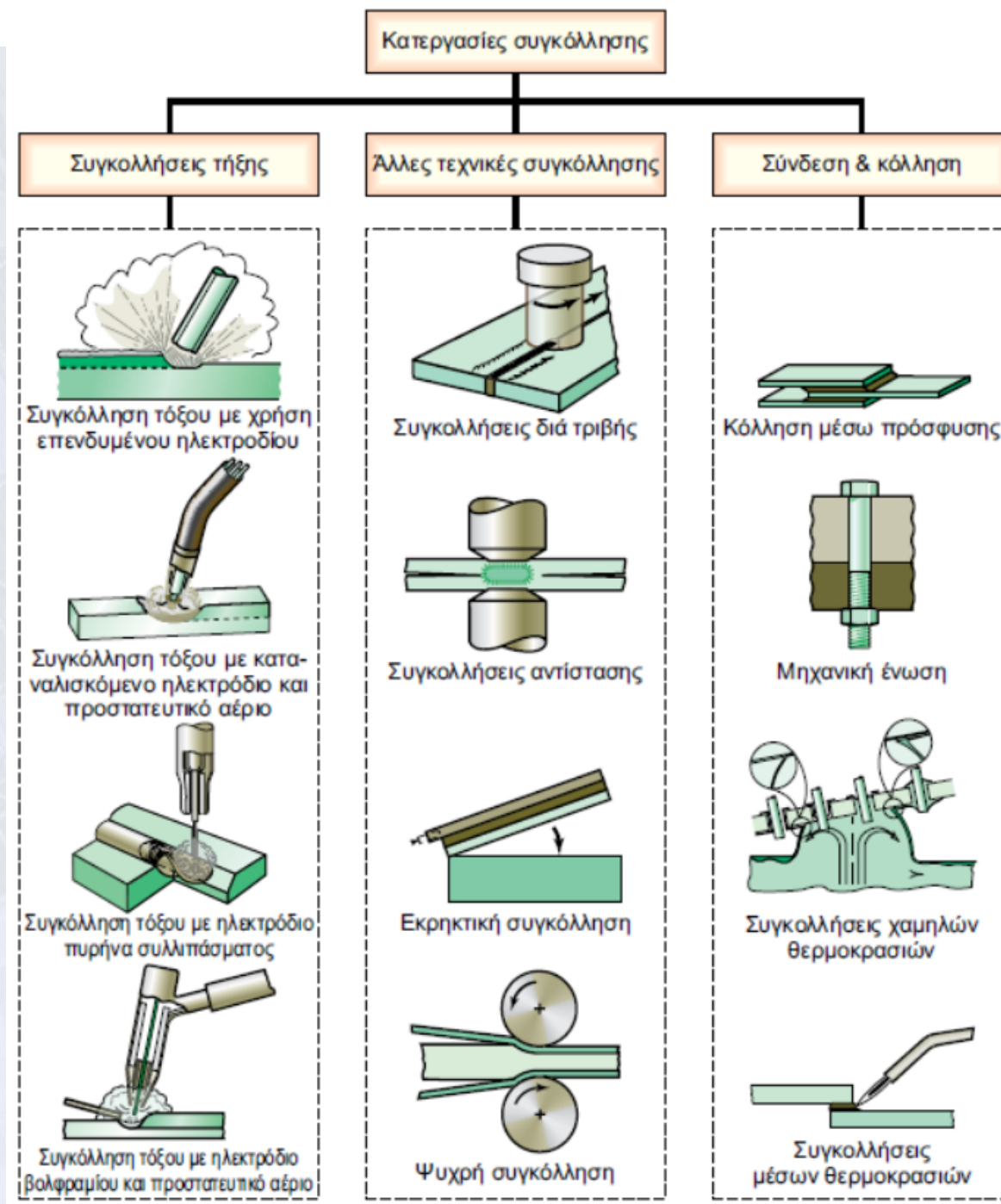
Διαγραμματική απεικόνιση διάφορων κατεργασιών διαμόρφωσης πολυμερών υλικών.

(με βάση Κεφ. 0, Μηχανουργική επιστήμη και τεχνολογία, Serope Kalpakjian & Steven R. Schmid, επιστημονική επιμέλεια Δ. Μανωλάκος & Α. Μαρκόπουλος, εκδ. Τζιόλα)



Διαγραμματική απεικόνιση διάφορων κατεργασιών αποβολής υλικού (κοπής) και αποπεράτωσης.

(με βάση Κεφ. 0, Μηχανουργική επιστήμη και τεχνολογία, Serope Kalpakjian & Steven R. Schmid, επιστημονική επιμέλεια Δ. Μανωλάκος & Α. Μαρκόπουλος, εκδ. Τζιόλα)



Διαγραμματική απεικόνιση διάφορων κατεργασιών σύνδεσης.

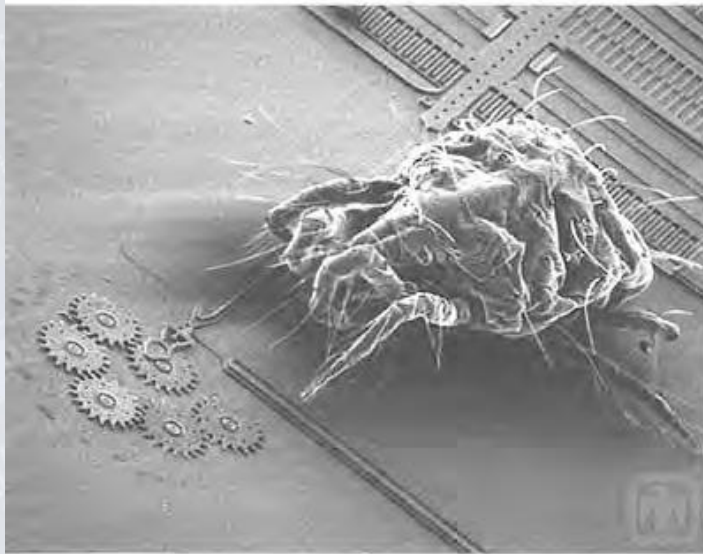
(με βάση Κεφ. 0, Μηχανουργική επιστήμη και τεχνολογία, Serope Kalpakjian & Steven R. Schmid, επιστημονική επιμέλεια Δ. Μανωλάκος & Α. Μαρκόπουλος, εκδ. Τζιόλα)

Αλατιέρα και μύλος πιπεριού

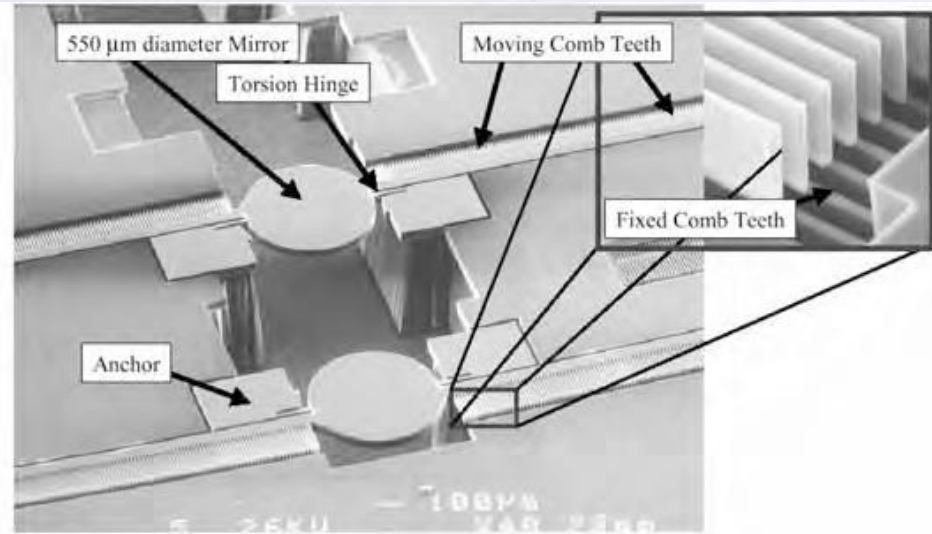


(με βάση Κεφ. 0, Μηχανουργική επιστήμη και τεχνολογία, Serop Kalpakjian & Steven R. Schmid, επιστημονική επιμέλεια Δ. Μανωλάκος & Α. Μαρκόπουλος, εκδ. Τζιόλα)

Μικροσκοπικά εξαρτήματα

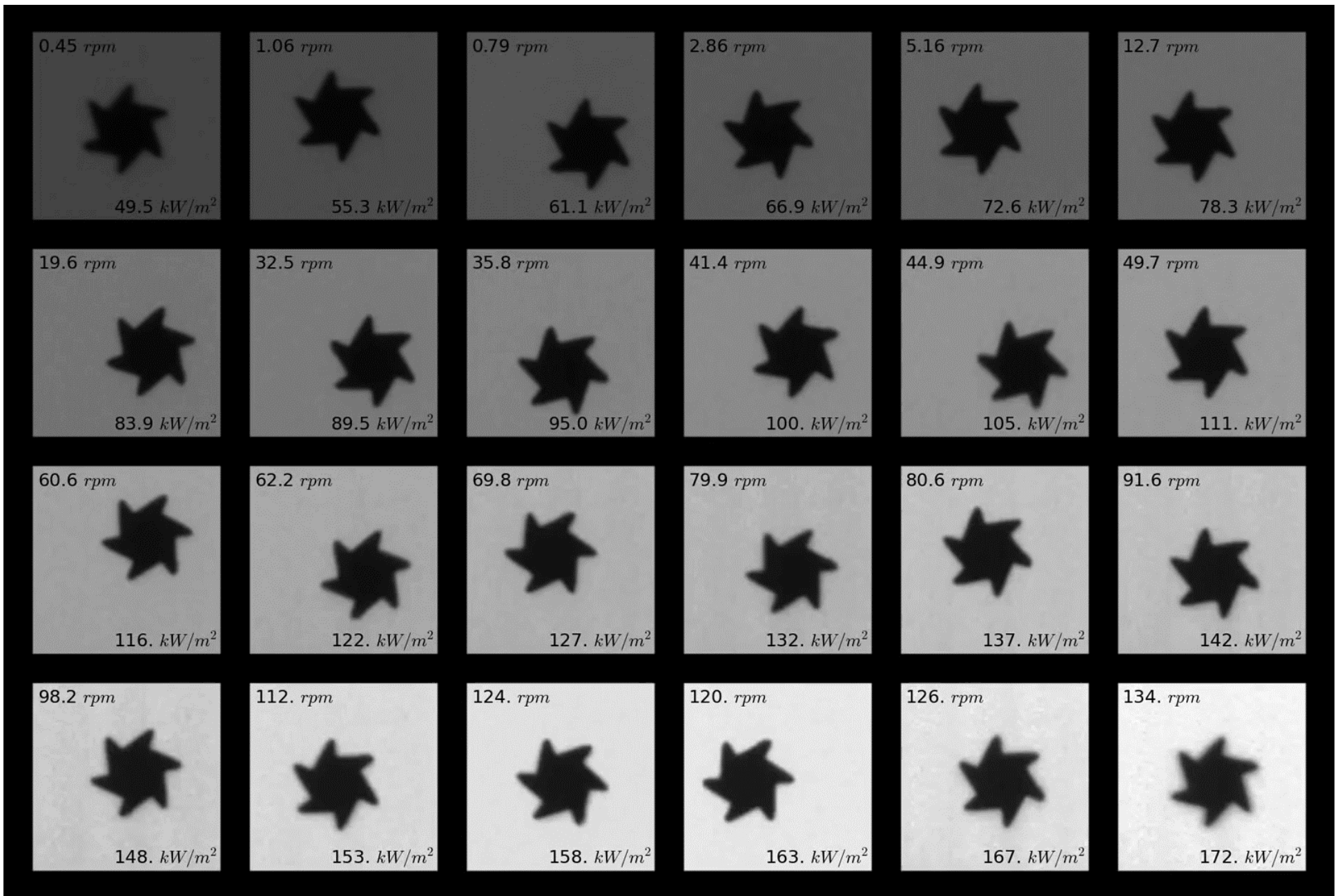


(α)

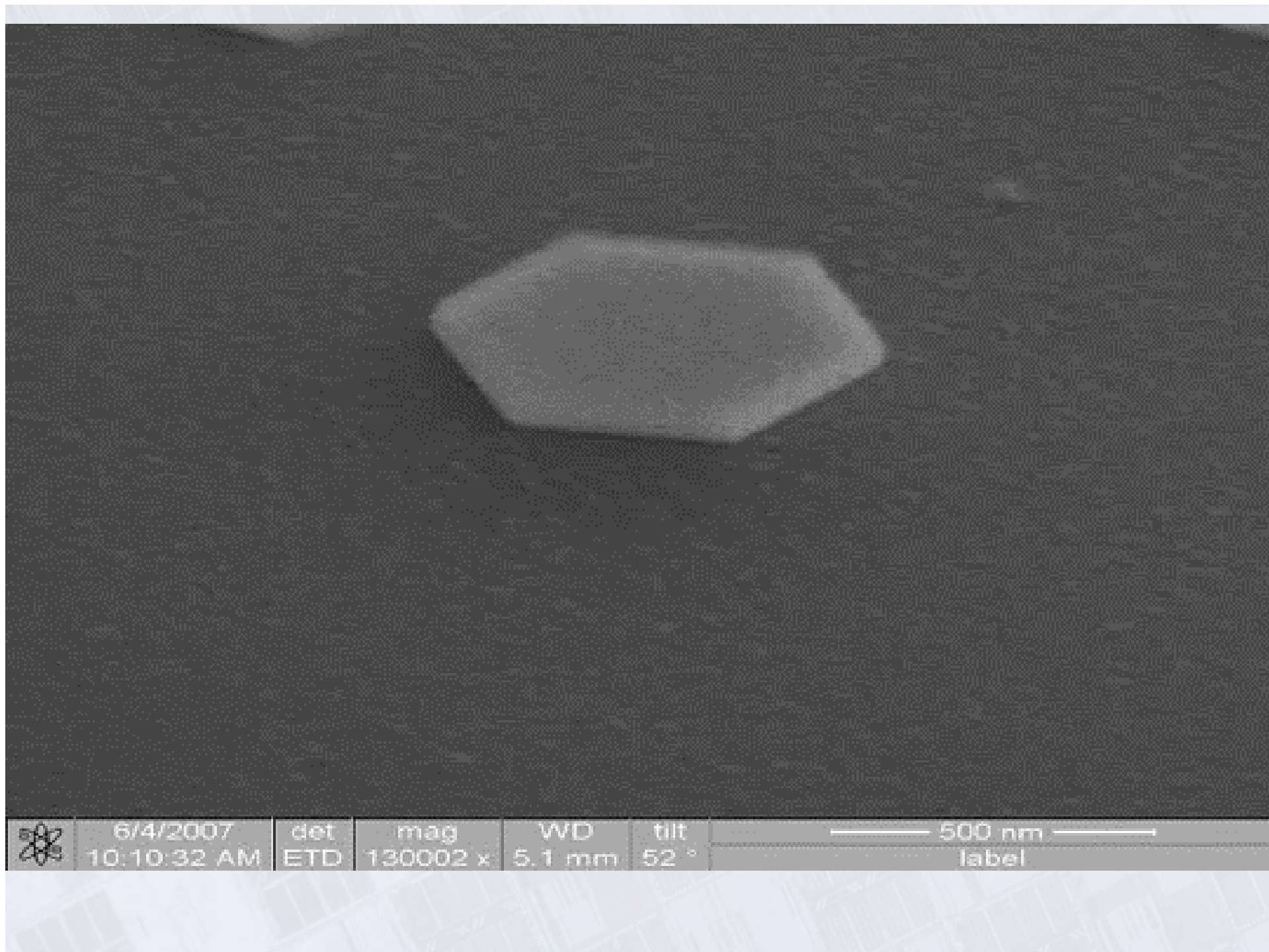


(β)

(α) Μικροσκοπικοί οδοντωτοί τροχοί δίπλα σε ένα ακάρεο. Πηγή: Sandia National Laboratory. (β) Κινούμενο εξάρτημα μικροκατόπτρου για αισθητήρα φωτός. Πηγή: R. Mueller, Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας στο Berkeley.



(με βάση Κεφ. 0, Μηχανουργική επιστήμη και τεχνολογία, Serope Kalpakjian & Steven R. Schmid, επιστημονική επιμέλεια Δ. Μανωλάκος & Α. Μαρκόπουλος, εκδ. Τζιόλα)



(με βάση Κεφ. 0, Μηχανουργική επιστήμη και τεχνολογία, Serope Kalpakjian & Steven R. Schmid, επιστημονική επιμέλεια Δ. Μανωλάκος & Α. Μαρκόπουλος, εκδ. Τζιόλα)

Βιομηχανικά ρομπότ



Αυτοματοποιημένη συγκόλληση
αμαξωμάτων αυτοκινήτων σε γραμμή
μαζικής παραγωγής. *Source: Courtesy
of Ford Motor Company.*