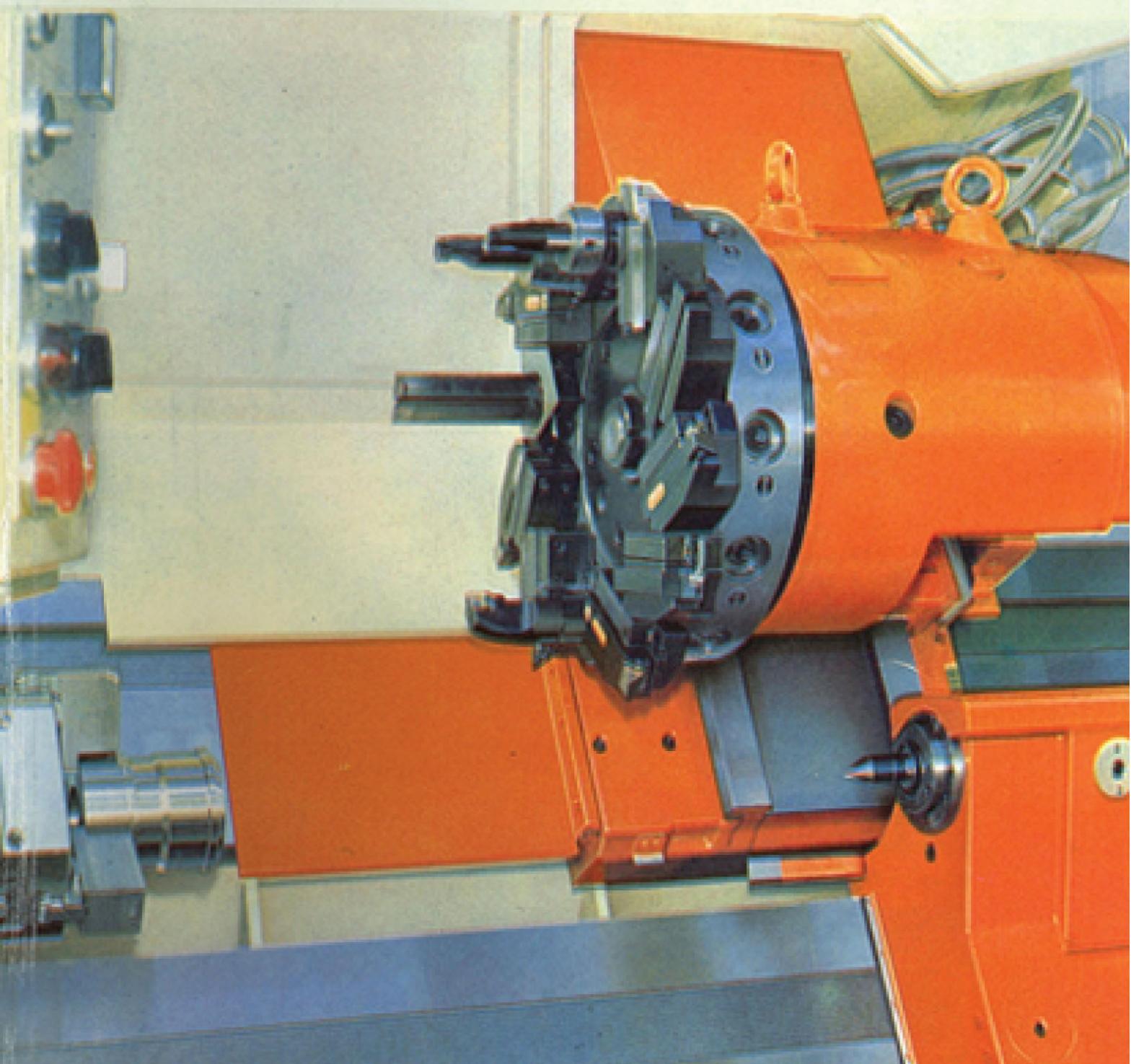




# ΜΗΧΑΝΟΥΡΓΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ II

Ελευθερίου Δ. Παπαδανιήλ Μιχαήλ Μ. Σφαντζικόπουλου  
ΟΜΟΤΙΜΟΥ ΚΑΘ. Ε.Μ.Π. ΚΑΘΗΓΗΤΟΥ Ε.Μ.Π.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

#### 1.1 Κατάταξη των εργαλειομηχανών – Μέθοδοι παραγωγής.

Η προσπάθεια να ικανοποιηθεί μεγάλο πλήθος αναγκών του ανθρώπου με την αξιοποίηση και εκμετάλλευση του μετάλλου, σε συνδυασμό με τη μεγάλη εξέλιξη της τεχνολογίας, είχε σαν αποτέλεσμα να αναπτυχθεί για το σκοπό αυτό πολύ μεγάλη ποικιλία μηχανών.

Εργαλειομηχανές (EM) ονομάζονται γενικά οι μηχανές εκείνες που χρησιμεύουν σε πλατιά έννοια ως εργαλεία για την εφαρμογή – με κατανάλωση ενέργειας – των διαφόρων μεθόδων που έχει επινοήσει ο άνθρωπος για την παραγωγή προϊόντων.

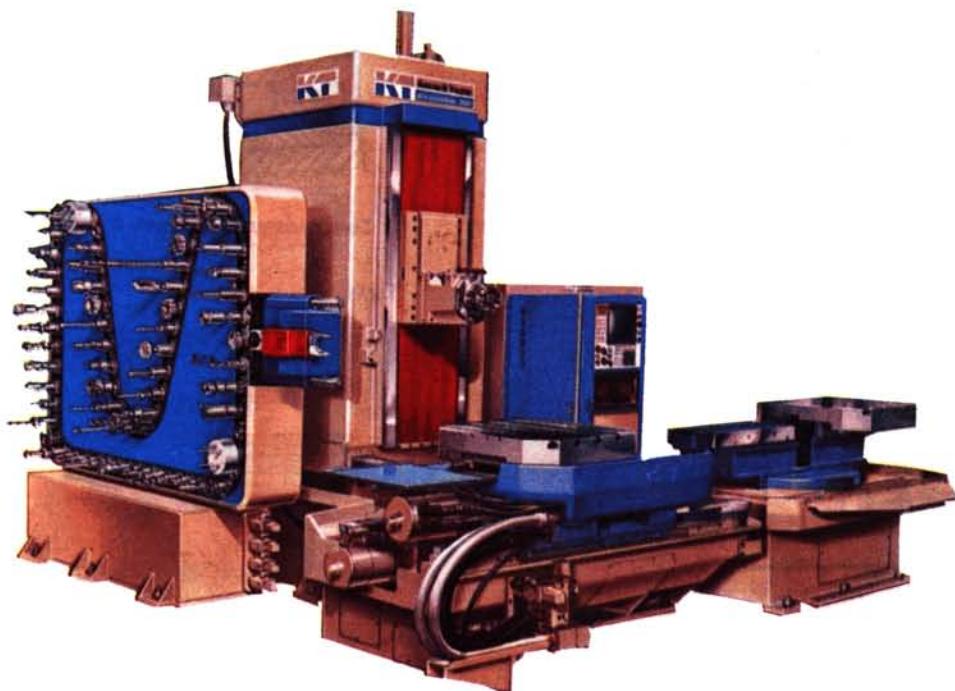
Κατά κανόνα οι εργαλειομηχανές, σταθερές στη θέση λειτουργίας τους, επεξεργάζονται και αξιοποιούν κυρίως το μέταλλο. Αποδίδουν στο παραγόμενο προϊόν την επιθυμητή μορφή και μέγεθος, είτε με διαμόρφωση (χύτευση, εξαναγκασμέ-

νη μορφοποίηση κλπ.) είτε με αφαίρεση του πλεονάζοντος υλικού.

Ιδιαίτερη θέση στις σύγχρονες εργαλειομηχανές έχουν οι εργαλειομηχανές με αυτόματο πρόγραμμα και ηλεκτρονικό υπολογιστή, για τις οποίες γίνεται μια συνοπτική αναφορά στο ειδικό κεφάλαιο του βιβλίου «εργαλειομηχανές NC και CNC» (σχ. 1.1). Είναι χαρακτηριστικό ότι οι μηχανές αυτές, σε αντίθεση με τις συμβατικές εργαλειομηχανές, δεν έχουν σχεδόν καθόλου μοχλούς χειρισμού, χειροτροχούς κλπ., γιατί όλα γίνονται προγραμματισμένα και αυτόματα.

Οι εργαλειομηχανές, με αυστηρά προκαθορισμένες και ελεγχόμενες κινήσεις στο σύστημα «μηχανή-εργαλείο-κομμάτι», αποδίδουν στο τέλος της παραγωγικής διαδικασίας ένα προϊόν με απόλυτα ορισμένη μορφή και διαστάσεις.

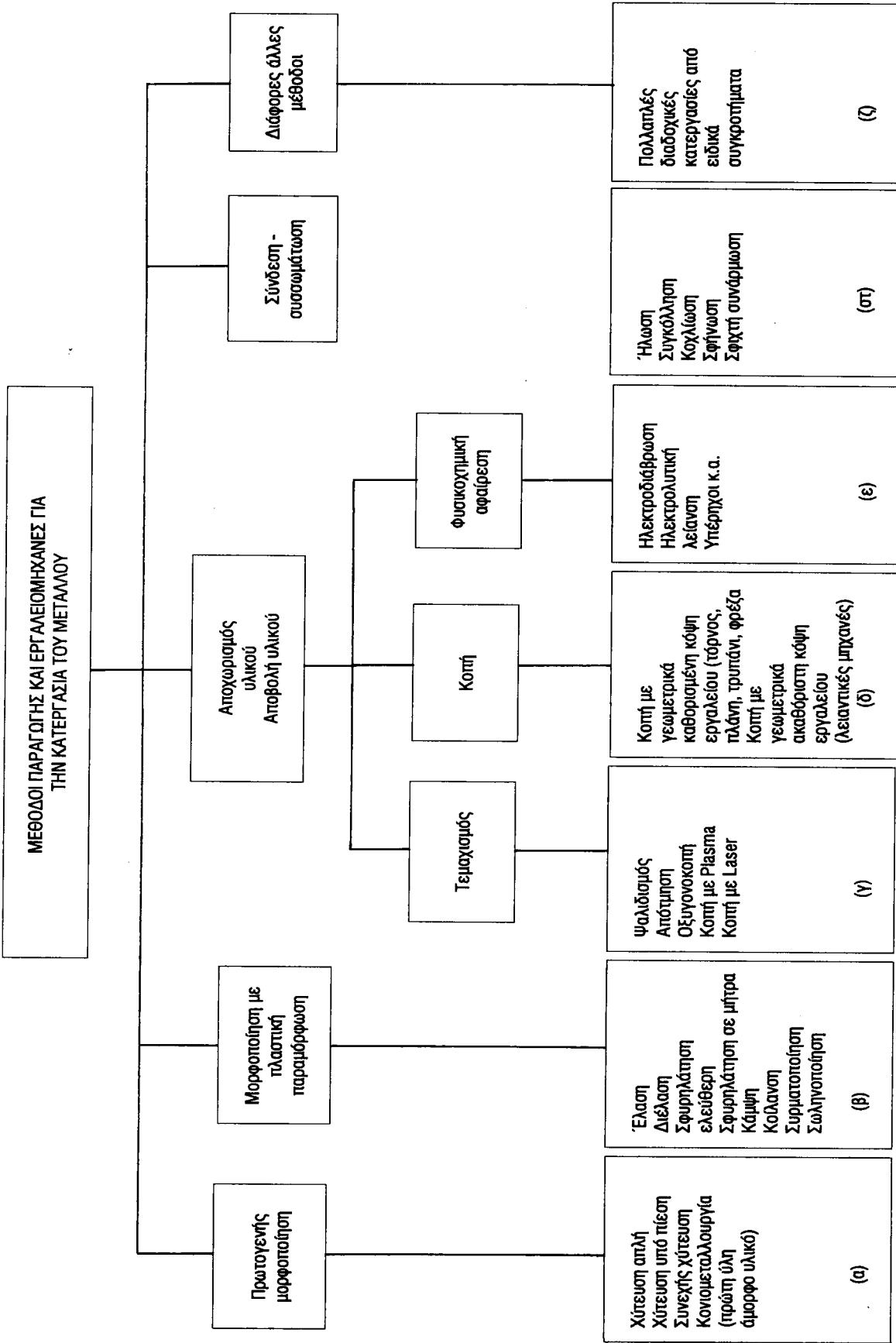
Είναι τόσο μεγάλο το πλήθος και το είδος των μεθόδων παραγωγής και αντίστοιχα, τόσο πολλά

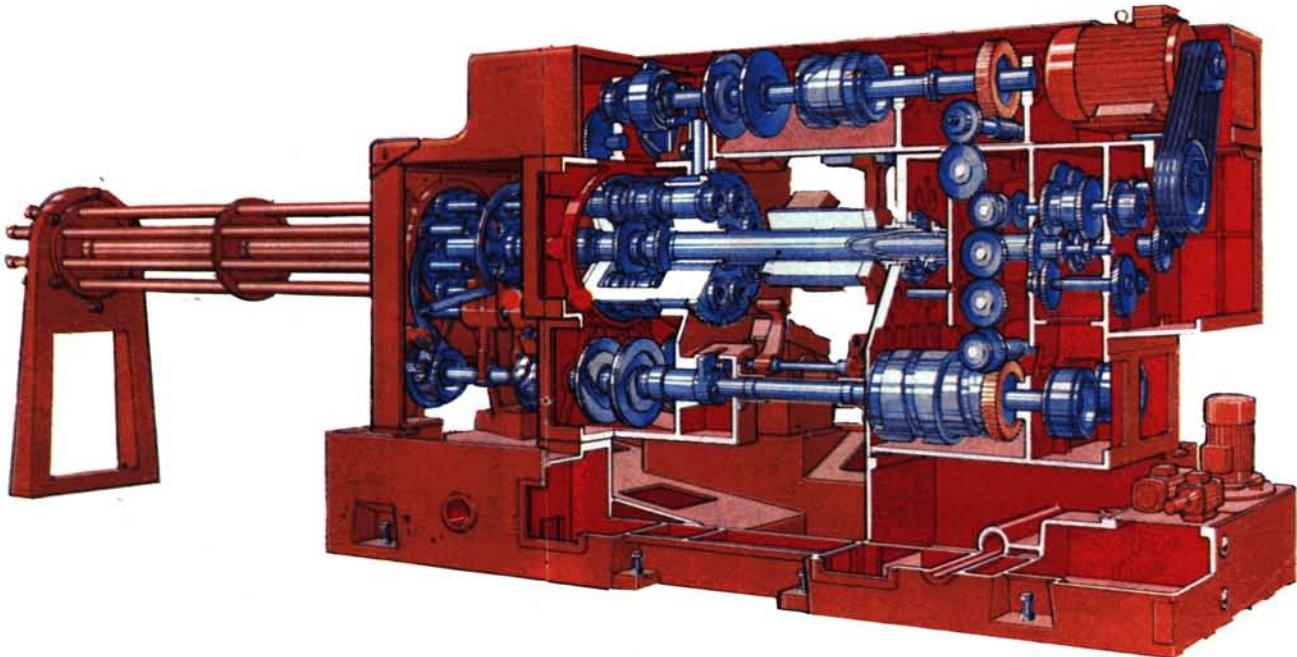


Σχήμα 1.1 Προγραμματιζόμενο φρεζοδράπανο με αποθήκη κοπτικών εργαλείων.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1**

Γενική επανάστηση των μεθόδων πραγματικής





α) Γενική όψη του τόρνου.

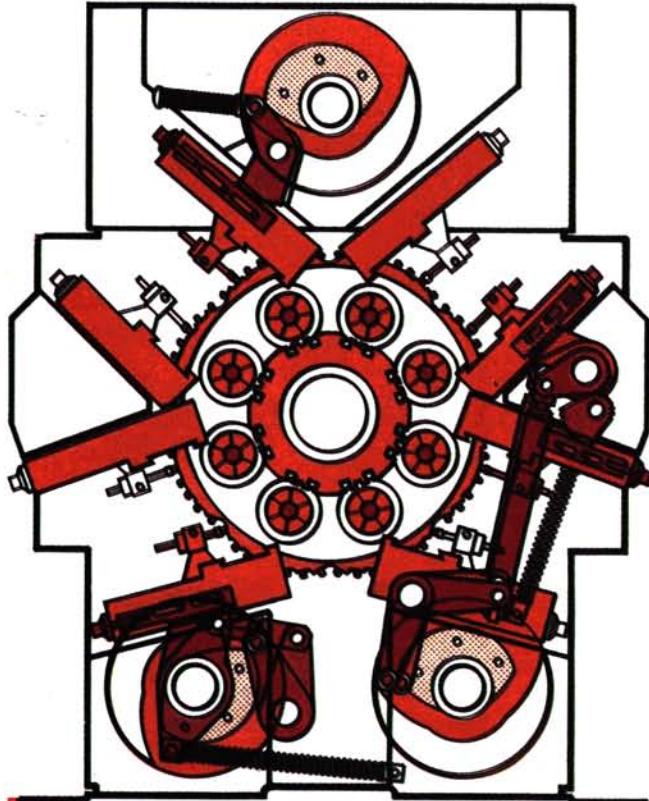
με μηχανικά μέσα, από την προσκόμιση του υλικού (συνήθως σε βέργες) ως και την απομάκρυνση του έτοιμου κομματιού.

- 4) Τόρνοι ημιαυτόματοι πολυαξονικοί (με έως και 8 ατράκτους) [σχ. 2.15(α) και (β)].
- 5) Τόρνοι αυτόματοι με πρόγραμμα μέσω ηλεκτρονικών υπολογιστών (τόρνοι NC και CNC σχ. 2.5).

Τώρα πλέον είναι γενικευμένη η τάση αντικατάστασεως των τόρνων των περιπτώσεων (2) και (3) με τόρνους NC τόσο στην παραγωγή σειράς όσο και στην παραγωγή μικρών παρτίδων. Αντίθετα, οι τόρνοι της κατηγορίας (1) εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται στις απλές κατασκευές καθώς και στις εργασίες της μηχανουργικής συντηρήσεως.

#### 2.4 Δομή του τόρνου.

Η περιγραφή που ακολουθεί αναφέρεται κυρίως στον τόρνο γενικής χρήσεως, μέσου μεγέθους, που κατά ικανοποιητικό τρόπο και με όχι σημαντικές διαφορές καλύπτει τα περισσότερα είδη και μεγέθη τόρνων. Κάνει όλα τα είδη κατεργασιών που αναφέρονται λεπτομερώς στην παράγραφο 2.2 και είναι κατάλληλος για να τορνεύει τόσο αντικείμενα μεγάλου μήκους (μορφής αξόνων) με συγκράτηση μεταξύ κέντρων όσο και κοντά κομμάτια διαφόρων μορφών με συγκράτηση από το τσοκ ή το πλατώ.

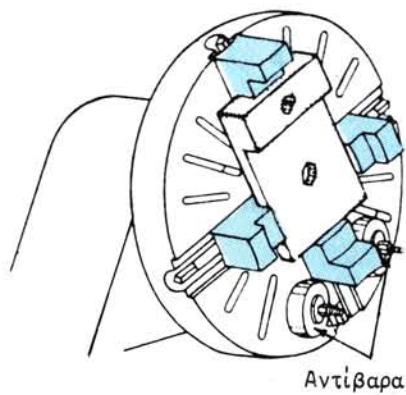


β) Διάταξη των 8 εργαλειοφορέων και 8 αξόνων για ταυτόχρονη κατεργασία.

**Σχήμα 2.15** Τόρνος ημιαυτόματος πολυαξονικός (8 κύριες ατράκτοι).

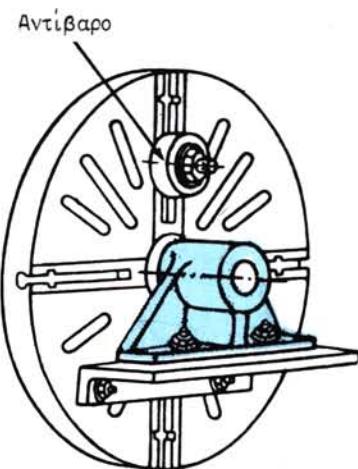
**a) Συγκράτηση μεταξύ κέντρων.**

Ένας καλός τρόπος συγκρατήσεως που εφαρμόζεται πολύ συχνά στους τόρνους είναι η

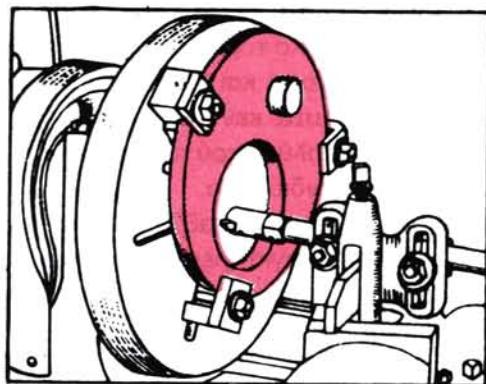


Σχήμα 2.52 Παράκεντρη συγκράτηση με σφιγκτήρες.

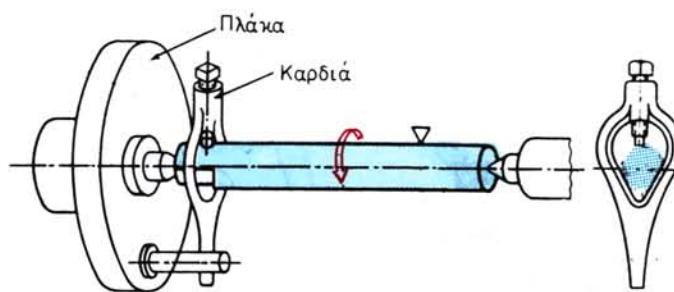
συγκράτηση μεταξύ κέντρων (σχ. 2.56). Ο τρόπος αυτός χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις που



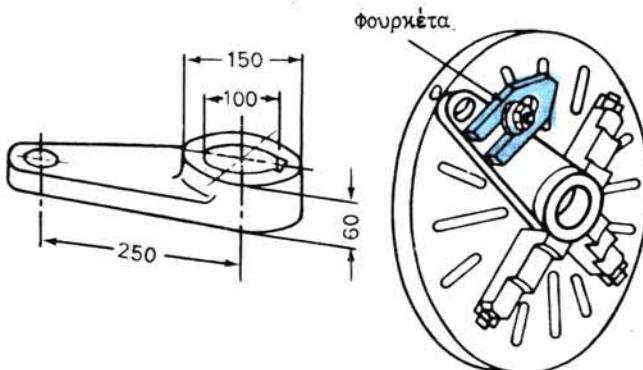
Σχήμα 2.55 Συγκράτηση σε πλατώ με γωνία.



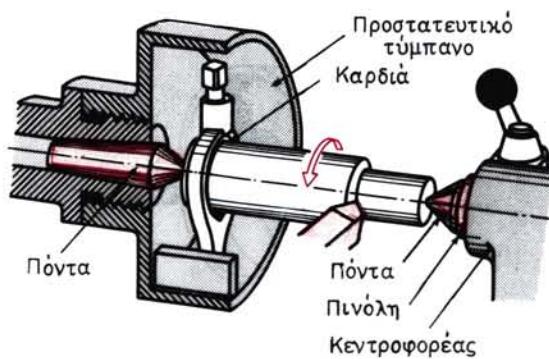
Σχήμα 2.53 Συγκράτηση κομματιού με σφιγκτήρες.



Συγκράτηση με πλάκα.

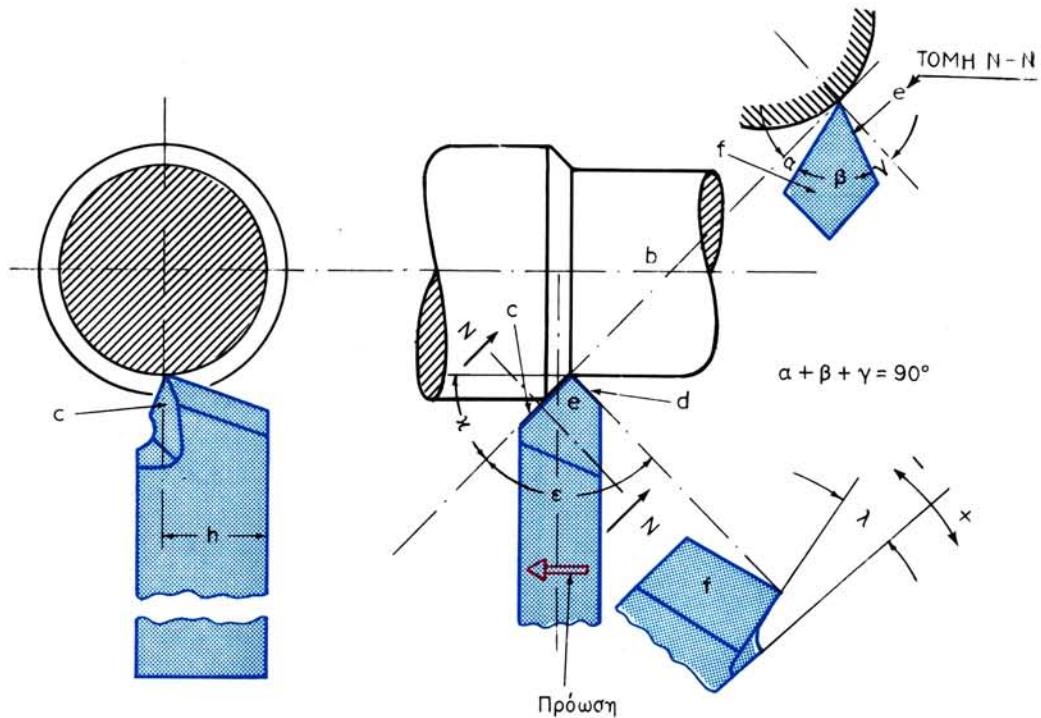
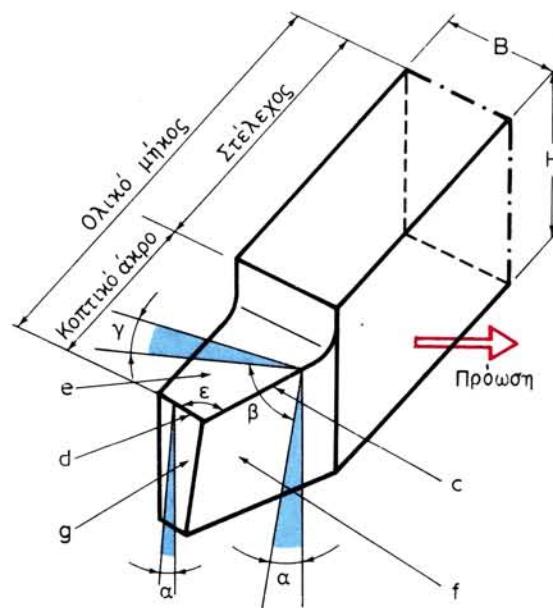


Σχήμα 2.54 Συγκράτηση με φουρκέτα και σφιγκτήρες.



Συγκράτηση με προστατευτικό τύμπανο.

Σχήμα 2.56 Συγκράτηση μεταξύ κέντρων.



α: γωνία ελευθερίας  
 β: γωνία σφήνας  
 γ: γωνία αποβλήτου  
 ε: γωνία κόψεων  
 κ: γωνία τοποθετήσεως της κύριας κόψεως  
 λ: γωνία κλίσεως της κύριας κόψεως  
 β: κατεργασμένη επιφάνεια

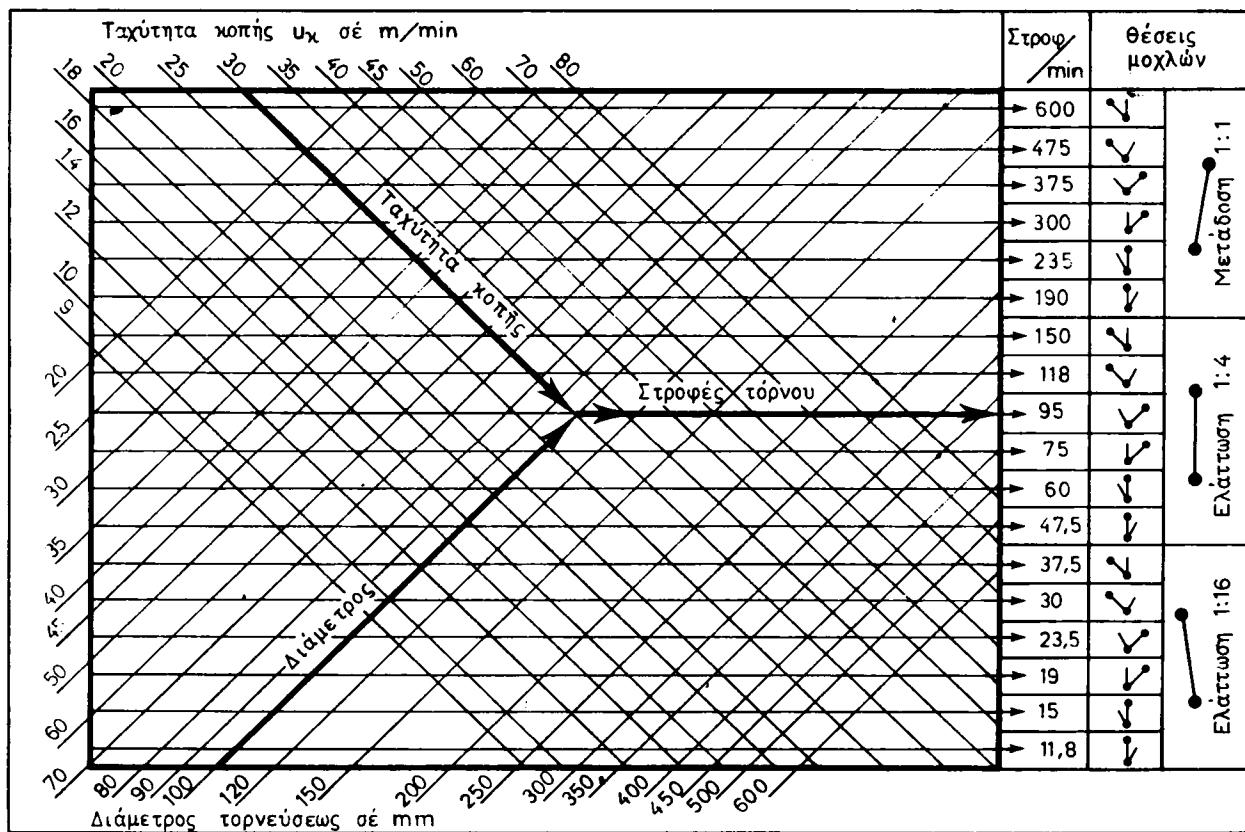
ε: επιφάνεια αποβλήτου  
 f: ελεύθερη επιφάνεια της κύριας κόψεως  
 c: κύρια κόψη  
 d: δευτερεύουσα κόψη  
 h: ύψος κόψεως  
 B: πλάτος στελέχους εργαλείου  
 H: ύψος στελέχους εργαλείου

Σχήμα 2.65 Γεωμετρία του κοπτικού εργαλείου.

Πίνακας 2.5 Ομαδοποίηση των σκληρομετάλλων

Βασικές Ομάδες	Συμβολισμός	Υλικά	Είδος και συνθήκες κατεργασίας	
<b>P</b> χάλυβας, χυτοχάλυβας, σιδηρούχα, υλικά με συνεχές απόβλητο	P01	χάλυβας, χυτοχάλυβας	Λεπτή τόρνευση και διάτρηση μεγάλες ταχύτητες κοπής, μικρές προώσεις	Μεγάλη ακρίβεια διαστάσεων πολύ καλή ποιότητα επιφάνειας κατεργασία χωρίς δονήσεις
	P10	χάλυβας, χυτοχάλυβας	Τόρνευση συνήθης και αντιγραφής, σπειρωτόμηση, φρεζάρισμα. Μεγάλες ταχύτητες κοπής μικρές μέχρι μεσαίες προώσεις	
	P20	χάλυβας, χυτοχάλυβας, μαλεάμπλ με συνεχές απόβλητο	Τόρνευση συνήθης και αντιγραφής, σπειρωτόμηση, φρεζάρισμα. μέσες ταχύτητες κοπής πλάνισμα με μικρές μέχρι μεσαίες προώσεις	
	P30	χάλυβας χυτοχάλυβας μαλεάμπλ με συνεχές απόβλητο	Τόρνευση πλάνισμα, φρεζάρισμα μέσες μέχρι χαμηλές ταχύτητες κοπής μέσες μέχρι μεγάλες προώσεις δυνατή εφαρμογή μεγάλης γωνίας αποβλήτων από μη ευνοϊκές συνθήκες εργασίας <sup>①</sup>	
	P40	χάλυβας χυτοχάλυβας με εγκλεισμένα ψήγματα άμμου και κενά συστολής	Τόρνευση, πλάνισμα, εργασίες αυτομάτων χαμηλές ταχύτητες κοπής μεγάλες προώσεις δυνατή εφαρμογή μεγάλης γωνίας αποβλήτων από μη ευνοϊκές συνθήκες εργασίας <sup>①</sup>	
	P50	χάλυβας χυτοχάλυβας μέσης και χαμηλής αντοχής επίσης με εγκλεισμένα ψήγματα άμμου και κενά συστολής	Τόρνευση, πλάνισμα, εργασίες αυτομάτων χαμηλές ταχύτητες κοπής μεγάλες προώσεις δυνατή χρήση μεγάλης γωνίας αποβλήτου από μη ευνοϊκές συνθήκες εργασίας <sup>①</sup> και με μεγάλες απαπήσεις για τη συνεκτικότητα του σκληρομετάλλου.	
<b>M</b> χάλυβας, μαγγανιούχος χάλυβας, ωστεντικοί χάλυβες, χάλυβες αυτομάτων, χυτοχάλυβες, χυτοσιδηρος και κράματα του, χυτοσιδηρος σφραιροειδών γραφτή, χυτοσιδηρος μαλεάμπλ, μη αιση- ρούχα μέταλλα	M10	χάλυβας, μαγγανιούχος χάλυβας χυτοχάλυβας χυτοσιδηρος και κράματα του	Τόρνευση μέσες μέχρι υψηλές ταχύτητες κοπής μικρές μέσες προώσεις	
	M20	χάλυβας ωστεντικός χάλυβας μαγγανιού- χος	Τόρνευση, φρεζάρισμα μέσες ταχύτητες κοπής μέσες προώσεις	
	M30	χάλυβας ωστεντικοί χάλυβες κράματα αντοχής σε υψηλή θέρμανση χυτοχάλυβας χυτοσιδηρος	Τόρνευση, πλάνισμα, φρεζάρισμα μέσες ταχύτητες κοπής μέσες μέχρι μεγάλες προώσεις	
	M40	χάλυβες μικρής αντοχής χάλυβας αυτομάτων μη σιδηρούχα μέταλλα	Τόρνευση συνήθης, τόρνευση με εργαλεία μορφής, αποκοπής	
<b>K</b> χυτοσιδηρος, χυτοσιδηρος μαλεάμπλ με διακεκομένο απόβλητο, σκληρός χυτοσιδηρος για κοκίλες, μη σιδηρούχα μέταλλα, χάλυβας μακρής αντοχής, βαμμένος χάλυβας, τεχνητά υλικά, ξύλο, μη μεταλλικά υλικά.	K01	βαμμένος χάλυβας σκληρός χυτοσιδηρος κοκιλών με HRC ≤ 60 χυτοσιδηρος μεγάλης συγκρότησης κράματα αλουμινίου με υψηλή περιεκτικότητα σε πυρίπο σκληρά τεχνητά υλικά, χάρτημπορντ κεραμικά υλικά	Τόρνευση, λεπτή τόρνευση, λεπτή διάτρηση λεπτό φρεζάρισμα, στρώσιμο επίπεδης επιφάνειας	
	K10	βαμμένος χάλυβας χυτοσιδηρος με HB ≥ 220 χυτοσιδηρος μαλεάμπλ με διακεκομένο απόβλητο κράματα χαλκού πυριτιούχα κράματα αλουμινίου τεχνητά υλικά γυαλί, σκληρό ελαστικό πορσελάνη, χάρτημπορντ, πετρώματα	Τόρνευση, διάτρηση, φρεζάρισμα, κώνου αλεζονάρισμα, κατασκευή αυλακώσεων στρώσιμο επίπεδης επιφάνειας	
	K20	χυτοσιδηρος με HB ≤ 220 χαλκός, ορείχαλκος, αλουμινίου και συναφή μη σιδηρούχα μέταλλα, σκληρή ξυλεία	Τόρνευση, πλάνισμα, φρεζάρισμα κώνου αλεζονάρισμα κατασκευή αυλακώσεων με υψηλότερες απαπήσεις για τη συνεκτικότητα του σκληρομετάλλου	
	K30	χάλυβας μικρής αντοχής χυτοσιδηρος χαμηλής σκληρότητας	Τόρνευση, πλάνισμα, φρεζάρισμα δυνατή χρήση μεγάλης γωνίας αποβλήτου υπό <sup>①</sup> μη ευνοϊκές συνθήκες κατεργασίας	
	K40	μη σιδηρούχα μέταλλα, μαλακή και σκληρή φυσική ξυλεία	Τόρνευση φρεζάρισμα δυνατή χρήση μεγάλης γωνίας αποβλήτου υπό μη ευνοϊκές συνθήκες κατεργασίας <sup>①</sup>	

① Περιπτώσεις μη ευνοϊκών συνθηκών κατεργασίας: α) ανομοιογενές υλικό β) σκληρές περιοχές επιφάνειας από χυτήριο ή σφυρηλάτηση γ) μεταβαλλόμενη σκληρότητα δ) μεταβαλλόμενο βάθος κοπής ε) διακοπόμενη κοπή στ) εργασίες με δονήσεις και ζ) κομμάτια όχι κυλινδρικά.



Σχήμα 2.95 Διάγραμμα καθορισμού ταχυτήτων τόρνου.

σεως  $d$ , μπορούμε να υπολογίσουμε τον αναγκαίο αριθμό στροφών που θα πάρει η κύρια άτρακτος του τόρνου.

Επίσης μπορούμε να ορίσουμε και τη θέση των σχετικών μοχλών στο κιβώτιο ταχυτήτων.

Στο σχήμα 2.95 φαίνεται ένα τέτοιο διάγραμμα.

Στο παράδειγμα του διαγράμματος, σχ. 2.95 βλέπομε ότι, για διάμετρο τορνεύσεως  $\varnothing 100 \text{ mm}$  με ταχύτητα κοπής  $u = 30 \text{ m/min}$ , αντιστοιχούν  $n = 95 \text{ στρ/min}$ .

Επαλήθευση:

$$u = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \Rightarrow n = \frac{u \cdot 1000}{\pi \cdot d} = \frac{30 \times 1000}{3,14 \times 100} \Rightarrow n = 95,54 \approx 95 \text{ στρ/min}$$

#### 2.9.4 Εκλογή χαρακτηριστικών κοπής.

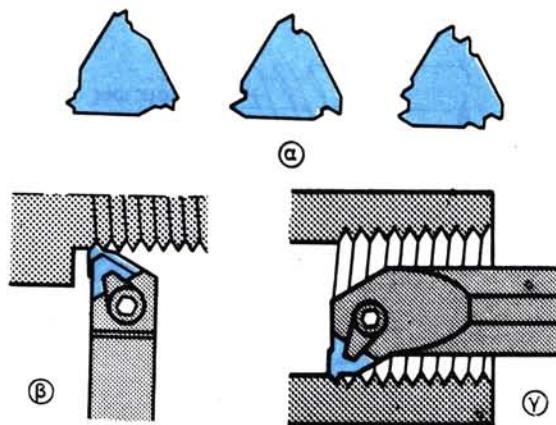
Είναι φανερό ότι όσο μεγαλύτερες τιμές έχουν η ταχύτητα κοπής, η πρώσωση και το βάθος κοπής, τόσο πιο γρήγορα τελειώνει η κατεργασία και τόσο πιο μικρό είναι το κόστος της.

Τις περισσότερες όμως φορές υπάρχουν ορι-

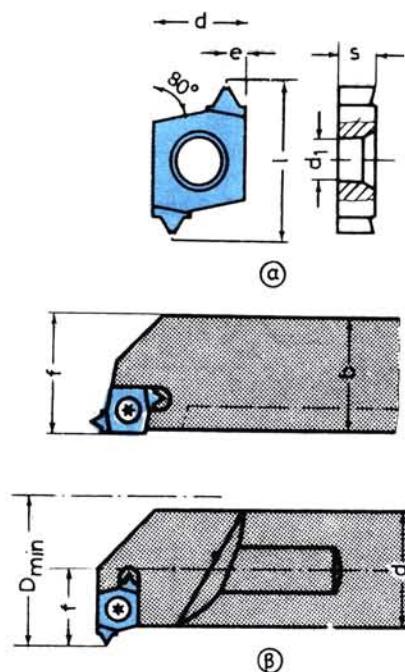
σμένοι περιορισμοί στην αύξηση των παραπάνω τιμών.

Ειδικότερα:

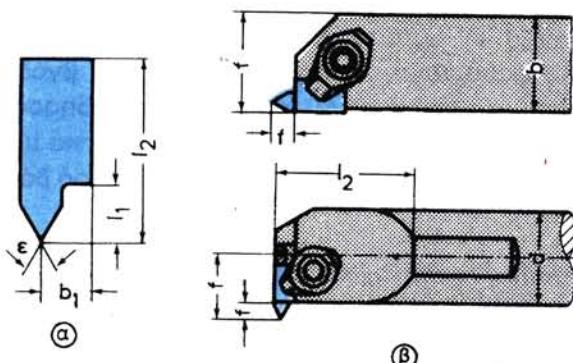
- α) Όταν κάνουμε τελική κατεργασία σ' ένα κομμάτι, πρέπει αναγκαστικά να εφαρμόσουμε μικρή πρώσωση και μικρό βάθος κοπής για να επιτύχουμε λεία και καθαρή επιφάνεια. Έτσι η μόνη δυνατότητα που μας απομένει είναι η αύξηση της ταχύτητας κοπής.
- β) Το βάθος κοπής κατά το ξεχόνδρισμα μπορεί να αυξηθεί στα μεγαλύτερα επιτρεπτά όρια. Συχνά όμως το κομμάτι, ιδίως όταν είναι χυτό, δεν έχει πολλά περιθώρια για αφαίρεση υλικού με μεγάλο βάθος κοπής.
- γ) Σχετικά τώρα με την ταχύτητα κοπής, υπάρχουν και εδώ περιορισμοί και πρέπει πάντα να έχομε υπόψη ότι αυτή εξαρτάται από:
  - Την ποιότητα του κοπτικού εργαλείου.
  - Τη σκληρότητα του κομματιού.
  - Την ισχύ, τη στιβαρότητα και το βαθμό φθοράς του τόρνου.
  - Τη δυνατότητα καλής συγκρατήσεως του



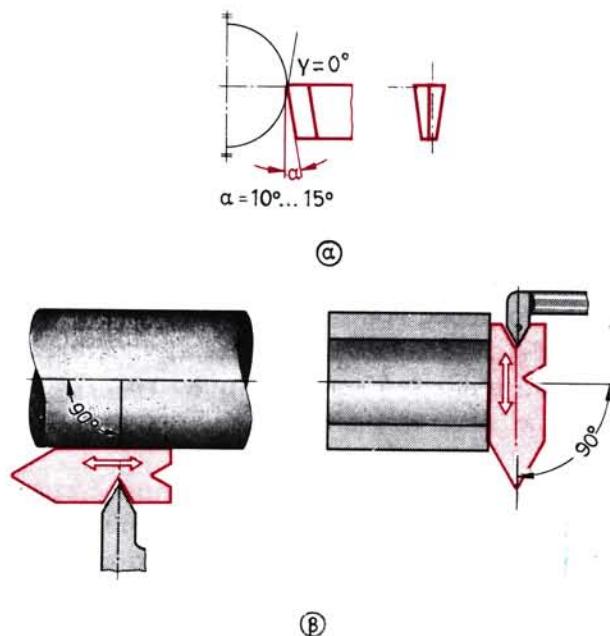
**Σχήμα 3.14** α) Ένθετα πλακίδια. β) Μανέλα συγκρατήσεως για εξωτερικό σπείρωμα. γ) Μανέλα συγκρατήσεως για εσωτερικό σπείρωμα.



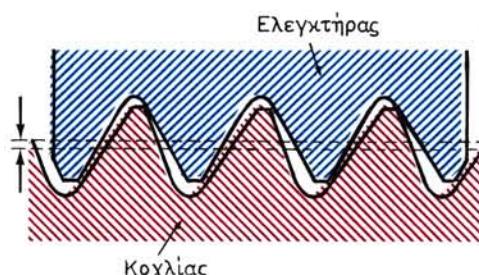
**Σχήμα 3.15** Ένθετα πλακίδια διπλής χρήσεως και μανέλες. α) Για εξωτερικό. β) Για εσωτερικό σπείρωμα.



**Σχήμα 3.16** Ένθετα πλακίδια με μια κοπτική θέση και μανέλες. α) Για εξωτερικό. β) Για εσωτερικό.



**Σχήμα 3.17** Ρύθμιση της θέσεως του κοπτικού εργαλείου ως προς το κομμάτι.



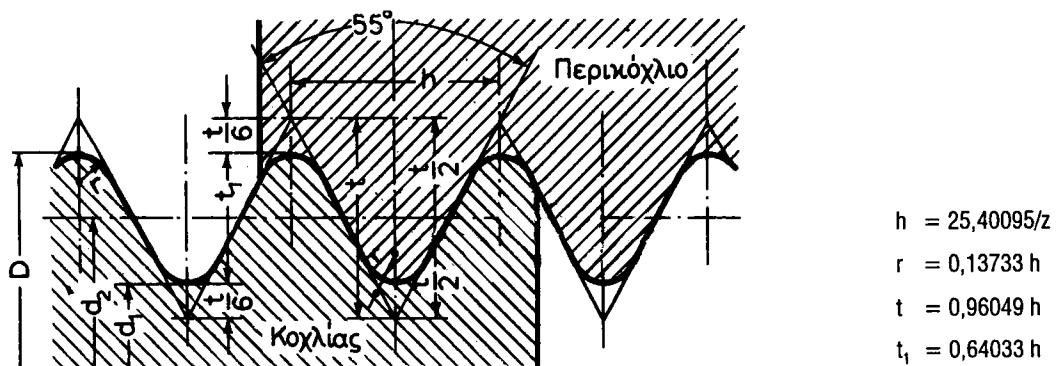
**Σχήμα 3.18** Σπείρωμα κοχλία έπειτα από αντικανονική τοποθέτηση του κοπτικού εργαλείου.

**4) Όταν το εργαλείο κόβει και από τις δύο πλευρές του,** η γωνία αποβλήτου πρέπει να είναι μηδενική [σχ. 3.17 (α)].

Όταν όμως εξαιτίας πολύ μαλακού υλικού (σπείρωμα με αλουμίνιο) επιβάλλεται να δοθεί ορισμένη γωνία γ, τότε πρέπει να γίνει διόρθωση, δηλαδή αύξηση κατά ορισμένο υπολογιζόμενο ποσό της γωνίας αιχμής πάνω από 60° ή 55° για να αποδοθεί σπείρωμα με τη σωστή γωνία των 60° ή 55°.

**5) Όριο βάθους και ξεθύμασμα.** Εφόσον δεν υπάρχει κώλυμα, εξυπηρετεί την κοπή η τόρνευση της άκρης του κομματιού σε ένα μικρό μήκος μέχρι μεν τη διάμετρο του πυρήνα του σπειρώματος, όταν δε πρόκειται για εσωτερικό σπείρωμα μέχρι την εξωτερική διάμετρο του σπειρώματος.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3.2**  
**Σπείρωμα συνδέσεως Whitworth**  
**Ονομαστικές διαστάσεις**



Συμβολισμός ενός σπειρώματος Whitworth ονομαστικής διαμέτρου 2 ίντσών: 2"

Ονομαστική διάμετρος	Κοχλίας και Περικόχλιο								Ονομαστική διάμετρος
	Διάμετρος σπειρώματος	Διάμετρος πυρήνα	Διατομή πυρήνα	Βάθος σπειρώματος	Καμπύλωση	Διάμετρος πλευρών	Βήμα	Αριθμός σπειρών ανά ίντσα	
ίντσες	D	d <sub>1</sub>	cm <sup>2</sup>	t <sub>1</sub>	r	d <sub>2</sub>	h	z	ίντσες
1/4	6,350	4,724	0,175	0,813	0,174	5,537	1,270	20	1/4
5/16	7,938	6,131	0,295	0,904	0,194	7,034	1,411	18	5/16
3/8	9,525	7,492	0,441	1,017	0,218	8,509	1,588	16	3/8
(7/16)	11,113	8,789	0,607	1,162	0,249	9,951	1,814	14	(7/16)
1/2	12,700	9,990	0,784	1,355	0,291	11,345	2,117	12	1/2
5/8	15,876	12,918	1,311	1,479	0,317	14,397	2,309	11	5/8
3/4	19,051	15,798	1,960	1,627	0,349	17,424	2,540	10	3/4
7/8	22,226	18,611	2,720	1,807	0,388	20,419	2,822	9	7/8
1	25,401	21,335	3,575	2,033	0,436	23,368	3,175	8	1
1 1/8	28,576	23,929	4,497	2,324	0,498	26,253	3,629	7	1 1/8
1 1/4	31,751	27,104	5,770	2,324	0,498	29,428	3,629	7	1 1/4
1 3/8	34,926	29,505	6,837	2,711	0,581	32,215	4,233	6	1 3/8
1 1/2	38,101	32,680	8,388	2,711	0,581	35,391	4,233	6	1 1/2
1 5/8	41,277	34,771	9,495	3,253	0,698	38,024	5,080	5	1 5/8
1 3/4	44,452	37,946	11,310	3,253	0,698	41,199	5,080	5	1 3/4
(1 7/8)	47,627	40,393	13,818	3,614	0,775	44,012	5,645	4 1/2	(1 7/8)
2	50,802	43,573	14,912	3,614	0,775	47,187	5,645	4 1/2	2
2 1/4	57,152	49,020	18,873	4,066	0,872	53,086	6,350	4	2 1/4
2 1/2	63,502	55,370	24,079	4,066	0,872	59,436	6,350	4	2 1/2
2 3/4	69,853	60,558	28,804	4,847	0,997	65,205	7,257	3 1/2	2 3/4
3	76,203	66,909	35,161	4,647	0,997	71,556	7,257	3 1/2	3
3 1/4	82,553	72,544	41,333	5,005	1,073	77,548	7,816	3 1/4	3 1/4
3 1/2	88,903	78,894	48,885	5,005	1,073	83,899	7,816	3 1/4	3 1/2
3 3/4	95,254	84,410	55,959	5,422	1,163	89,832	8,467	3	3 3/4
4	101,604	90,760	64,697	5,422	1,163	96,182	8,467	3	4
4 1/4	107,954	96,639	73,349	5,657	1,213	102,297	8,835	2 7/8	4 1/4
4 1/2	114,304	102,990	83,307	5,657	1,213	108,847	8,835	2 7/8	4 1/2
4 3/4	120,655	103,325	93,014	5,915	1,268	114,740	9,237	2 3/4	4 3/4
5	127,005	115,176	104,185	5,915	1,268	121,090	9,237	2 3/4	5
5 1/4	133,355	120,963	114,922	6,196	1,329	127,159	9,677	2 5/8	5 1/4
5 1/2	139,705	127,313	127,301	6,196	1,329	133,509	9,677	2 5/8	5 1/2
5 3/4	146,055	133,043	139,022	6,506	1,395	139,549	10,160	2 1/2	5 3/4
6	152,406	139,394	152,608	6,506	1,395	145,900	10,160	2 1/2	6

Ο πίνακας συμφωνεί με τον πίνακα Γερμανικών Κανονισμών DIN 11

### **Συμπέρασμα.**

Με τα παραπάνω παραδείγματα επαληθεύονται οι παραπορήσεις που έγιναν στις προηγούμενες παραγράφους. Ότι δηλαδή:

- Η μελέτη των φάσεων κατεργασίας στους τόρνους ρεβόλβερ είναι εργασία σοβαρή και απαιτεί πείρα.
- Για την καλή εκμετάλλευση του ρεβόλβερ, απαιτείται να υπάρχει μεγάλη σειρά εργαλείων και ιδιοσυσκευών για κατεργασία από την εργαλειοφόρο κεφαλή.
- Η σωστή μελέτη και ο κατάλληλος εξοπλισμός του ελαττώνουν πολύ το χρόνο και το κόστος κατεργασίας για μεγάλη παραγωγή σε σειρά.

### **4.11 Εξέλιξη και παραλλαγές στους τόρνους ρεβόλβερ.**

Οι ημιαυτόματοι τόρνοι ρεβόλβερ κατασκευάζονται σε διάφορα μεγέθη και σε πολλές παραλλαγές, τόσο στη γενική τους διαμόρφωση όσο και στους αυτοματισμούς. Επίσης κατασκευάζονται ημιαυτόματοι πολυάτρακτοι τόρνοι με 4, 6 μέχρι και 8 ατράκτους, ώστε να επεξεργάζονται ισάριθμα κομμάτια ταυτοχρόνως (σχ. 4.27) από πρώτη

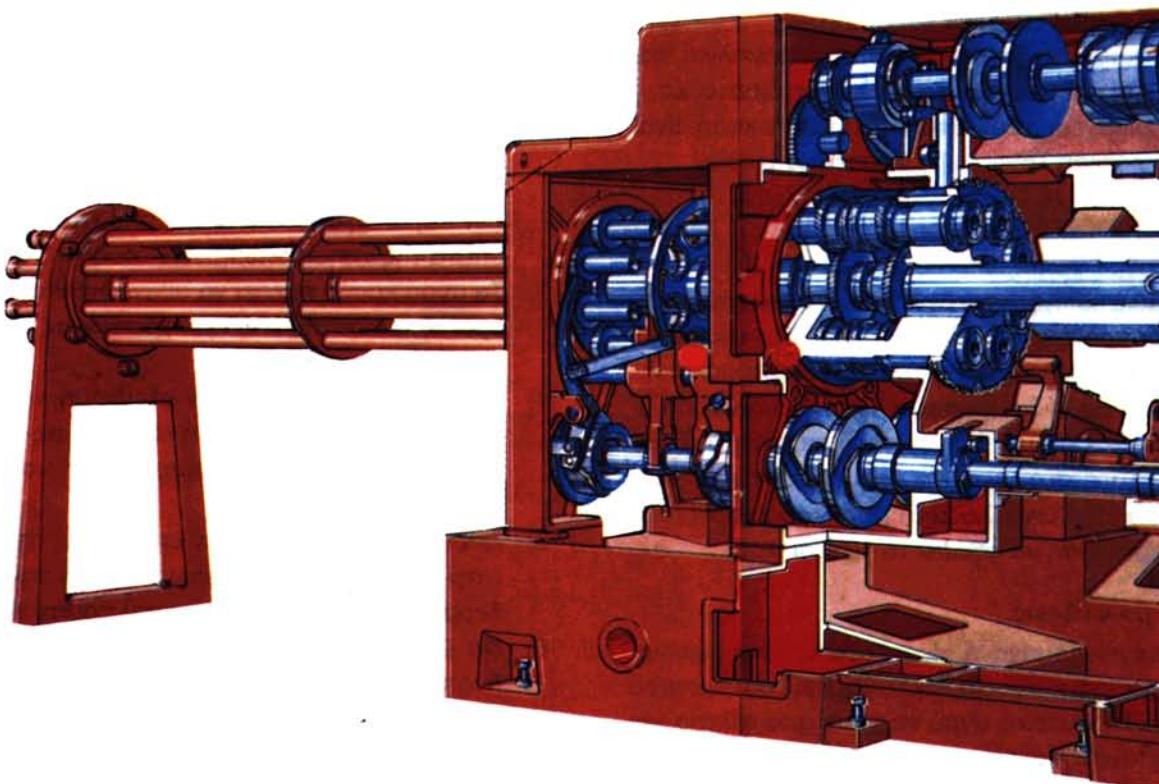
ύλη άξονες (μπάρες) διαμέτρου 50, 60, 80 μέχρι και 100 mm και μήκος κάθε μπάρας 4.000 mm.

Οι καλύτεροι και περισσότερο βελτιωμένοι τύποι ημιαυτομάτων τόρνων κατασκευάζονται στην Ευρώπη και την Αμερική, από ειδικευμένα στο είδος αυτό των εργαλειομηχανών εργοστάσια. Τα εργοστάσια αυτά, ακολουθώντας μια γενική εξέλιξη, παρουσιάζουν συνεχώς όλο και πιο εξελιγμένες μηχανές.

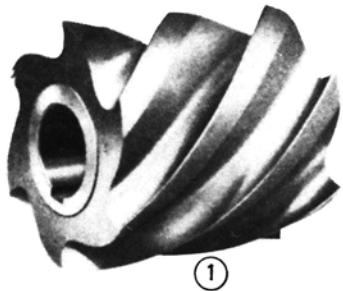
Ήδη όμως τα ρεβόλβερ αντικαθίστανται στην παραγωγή από υψηλού βαθμού αυτοματοποιήσεως μονοάτρακτες ή πολυάτρακτες εργαλειομηχανές. Αυτές έχουν αντίστοιχη κατασκευαστική διαμόρφωση και φέρουν έναν ή και δύο πύργους ή σημαντικό αριθμό ανεξάρτητων εργαλειοφορείων που ελέγχονται από κεντρική ηλεκτρονική μονάδα (NC ή CNC).

### **4.12 Η ψύξη στους τόρνους ρεβόλβερ.**

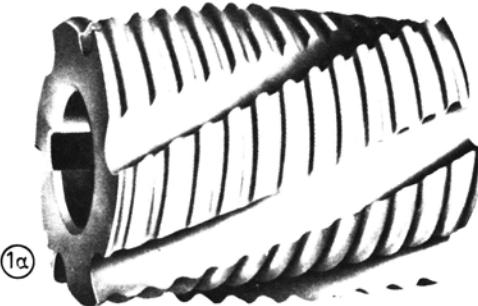
Όλοι οι τόρνοι ρεβόλβερ είναι οπωσδήποτε εφοδιασμένοι με σύστημα ψύξεως, γιατί κατά κανόνα δουλεύουν με μεγαλύτερες ταχύτητες από τους κοινούς τόρνους, κόβουν ταυτόχρονα πολλά εργαλεία και αναπτύσσονται μεγάλα ποσά θερμόπτητας.



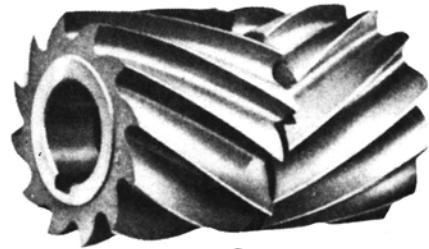
**Σχήμα 4.27 Πολυάτρακτος αυτόματος τόρνος με 8 ατράκτους (8 x φ 32).**



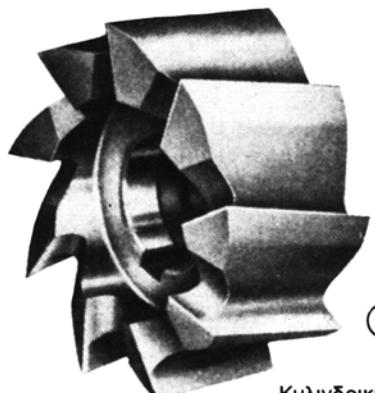
Με απλή ελικοειδή οδόντωση.



Με ελικοειδή διακεκομμένη οδόντωση.

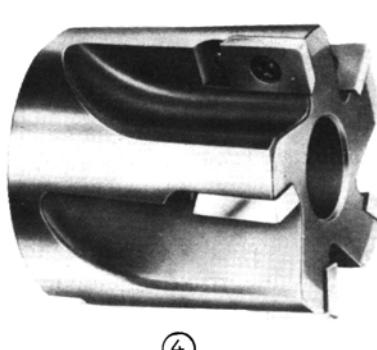


Ζεύγος με αντίθετη φορά ελικώσεως.

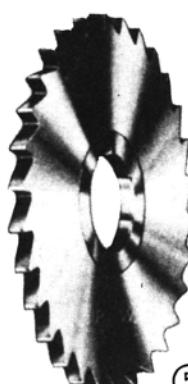


Κυλινδρικές - μετωπικές φρέζες.

Από ταχυχάλυβα.



Με ένθετα δόντια από σκληρομέταλλο.



Δισκοειδής μονόκοπη.



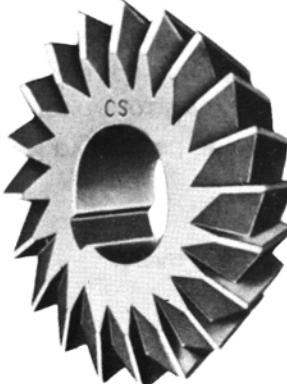
Δισκοειδής τρίκοπη.



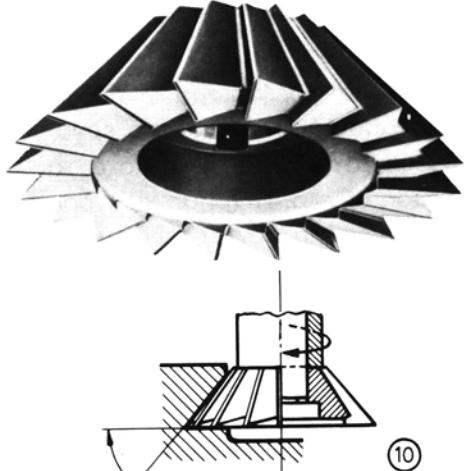
Διμερής δισκοειδής τρίκοπη φρέζα.



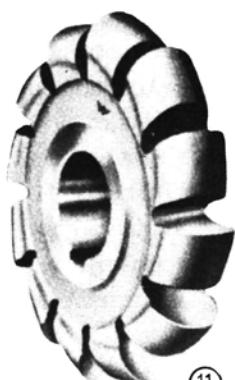
Γωνιακή δισκοειδής για λούκι οξείας γωνίας.



Γωνιακή για ελικοειδείς αυλακώσεις.



Γωνιακή 50° για γλισιέρες χελιδονοουράς.



Δισκοειδής για ημικυ-  
κλικό αυλάκι.



Δισκοειδής για ημικυκλική προεξοχή.

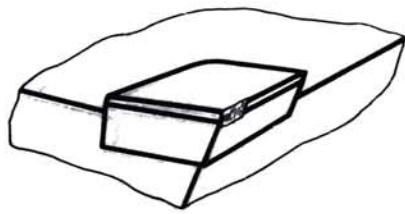


Δισκοειδής για λούκι τρυπανιών.

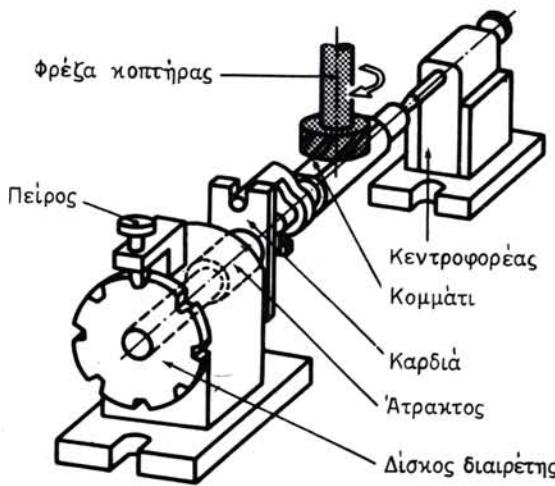
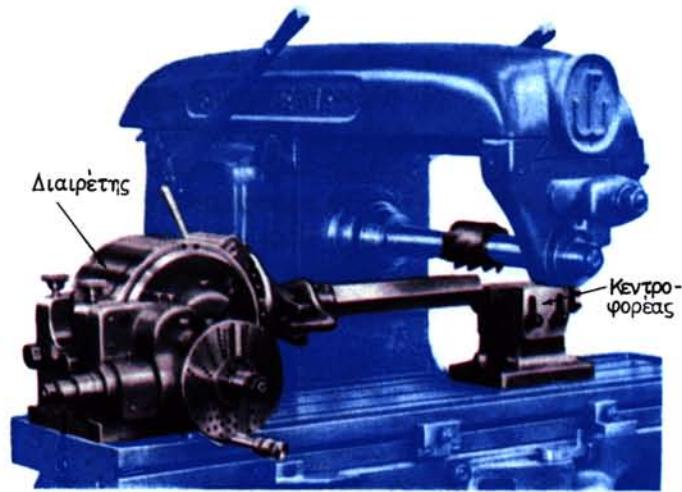
**Σχήμα 6.39 Συλλογή από εικόνες φρεζών όλων των ειδών (αριθμημένα από 1 ... 13).**

**ΠΙΝΑΚΑΣ 6.2**  
**Οδηγίες για την εκλογή αριθμού δοντιών και γωνιών κοπής σε φρέζες από ταχυχάλιβα**

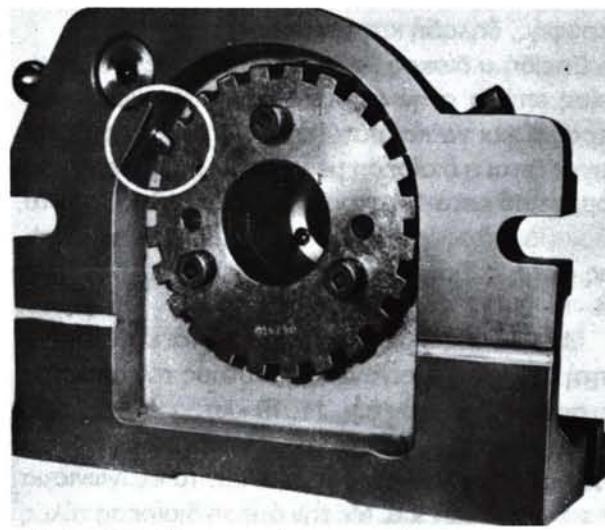
Τυποποιημένη φρέζα	Μορφή	Γωνίες κοπής N για κανονικούς χάλυβες H για σκληρά υλικά W για ελαφρά μέταλλα				Αριθμός δοντιών	d <sub>1</sub> = εξωτερική διάμετρος z <sub>1</sub> = για κανονικούς χάλυβες z <sub>2</sub> = για σκληρά υλικά z <sub>3</sub> = για ελαφρά μέταλλα													
		a	γ	λ	d <sub>1</sub>	40	50	63	80	100	125	160	200							
Κυλινδρικές φρέζες DIN 884 και 1892		N*	5 ... 8°	10°	35 ... 40°	z <sub>1</sub>	6	7	8	8	10	10	12							
		H	3 ... 5°	5°	30°	z <sub>2</sub>	10	12	14	16	18	20	22							
		W	8 ... 12°	25°	45°	z <sub>3</sub>	4	5	6	6	8	8	10							
Κυλινδρικές - μετωπικές φρέζες DIN 1880		N*	5 ... 8°	10°	20 ... 25°	z <sub>1</sub>	8	8	10	10	12	14	16							
		H	3 ... 5°	5°	15°	z <sub>2</sub>	12	14	16	18	20	22	24							
		W	8 ... 12°	22°	30°	z <sub>3</sub>	5	5	6	8	8	10	10							
Γωνιακές φρέζες DIN 842		N	5 ... 8°	0°	0°	z <sub>1</sub>	16	18	20	22	24	28	32							
		W	8 ... 12°	20°	8 ... 15°															
Δισκοειδείς φρέζες DIN 885 και 1891		N*	5 ... 8°	10°	15 ... 20°	z <sub>1</sub>	—	10	10	12	14	16	18	20						
		H	3 ... 5°	5°	10°	z <sub>2</sub>	—	14	16	18	20	24	26	30						
		W	8 ... 12°	25°	20 ... 30°	z <sub>3</sub>	—	6	6	8	8	10	10	12						
Κυλινδρικές - ελικοειδείς φρέζες για οδοντωτούς τροχούς DIN 8002		N	10°	0°	1 ... 5°	—	—	12	10	10	9	8	9	9						
Φρέζες για ημικυλικά προφίλ κούλα και κυρτά DIN 855, 856 & 6513 (τεταρτοκύκλιο)		N	10°	0°	0°	—	—	56ø	12	12	12	10	10	10	—	—	—	—	—	—
		W	15°	bis 20°	0 ... 10°	—	—	12	12	10	10	10	10	—	—	—	—	—	—	—
Δίσκοι κοπής DIN 1837, 1838		N	5°	5° (15)	0°	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
		H	3°	0° (8)	0°	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
		W	8°	(25)	0°	—	—	—	—	—	—	—	—	—						
Κονδύλια DIN 844, 845		N	8 ... 10°	10°	20°	d <sub>1</sub>	2	5	8	10	16	20	25	32	36	40	50	63		
		H	4 ... 6°	5°	15°	z <sub>1</sub>	3	4	4	4	4	5	5	6	6	6	6	8	8	
		W	8 ... 12°	20°	30°	z <sub>2</sub>	—	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	10	10	12
Κονδύλια για σφηναύλακες DIN 326, 327		N	5 ... 8°	8°	bis 15°	z <sub>1</sub>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	—	—	
		H	3 ... 5°	4°	10°	z <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		W	8 ... 12°	20°	20°	z <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
Κονδύλια για αυλάκια DIN 851		N	5 ... 8°	10°	0 ... 10°	d <sub>1</sub>	12,5	16	22	25	32	40	50	63	75	85	95	—		
						—	6	6	6	8	8	10	10	10	12	12	14			



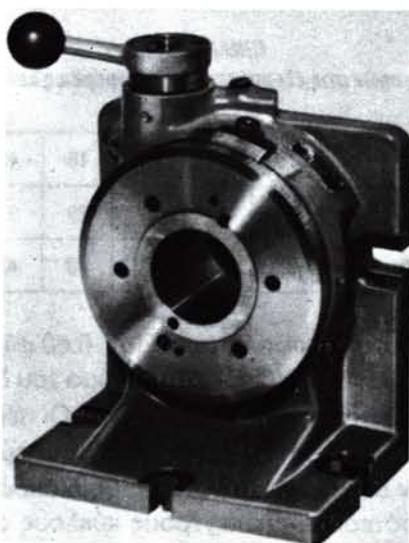
**Σχήμα 6.54** Φθορά του πλακιδίου στην ελεύθερη επιφάνεια.



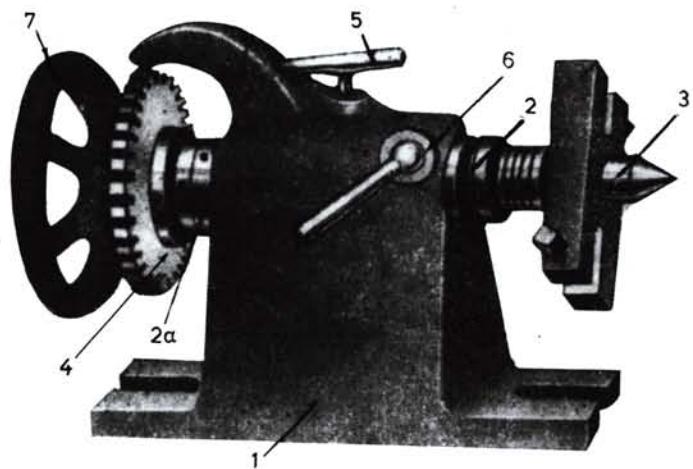
**Σχήμα 6.56** Απλός οριζόντιος διαιρέτης για άμεση διαιρεση με κομμάτι για κατεργασία.



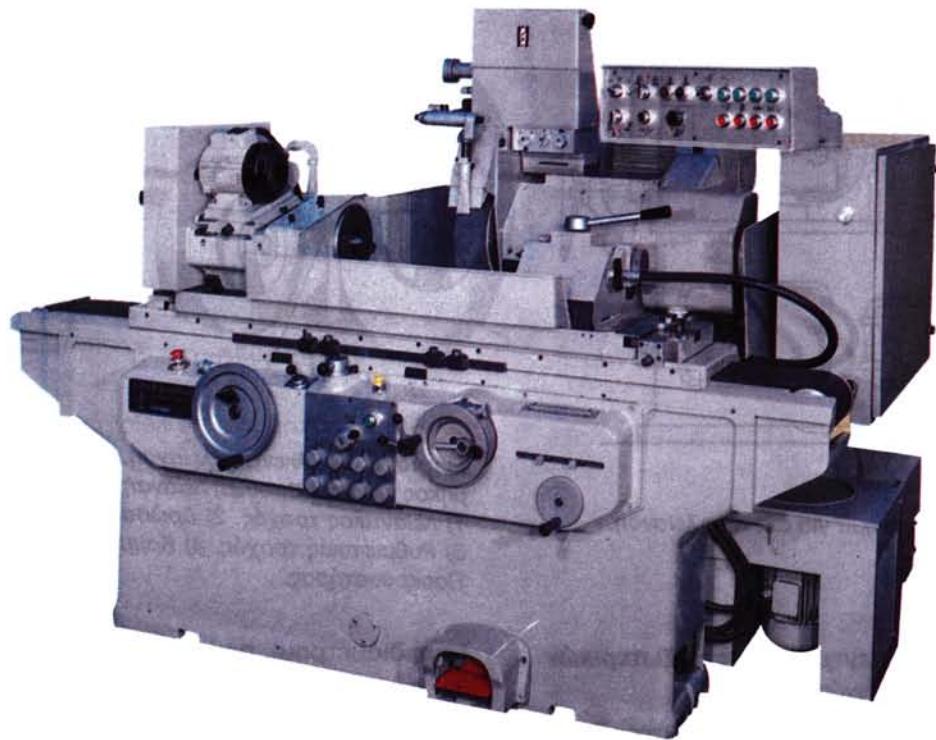
**Σχήμα 6.57** Όψη του δίσκου διαιρέσεως με εγκοπές.



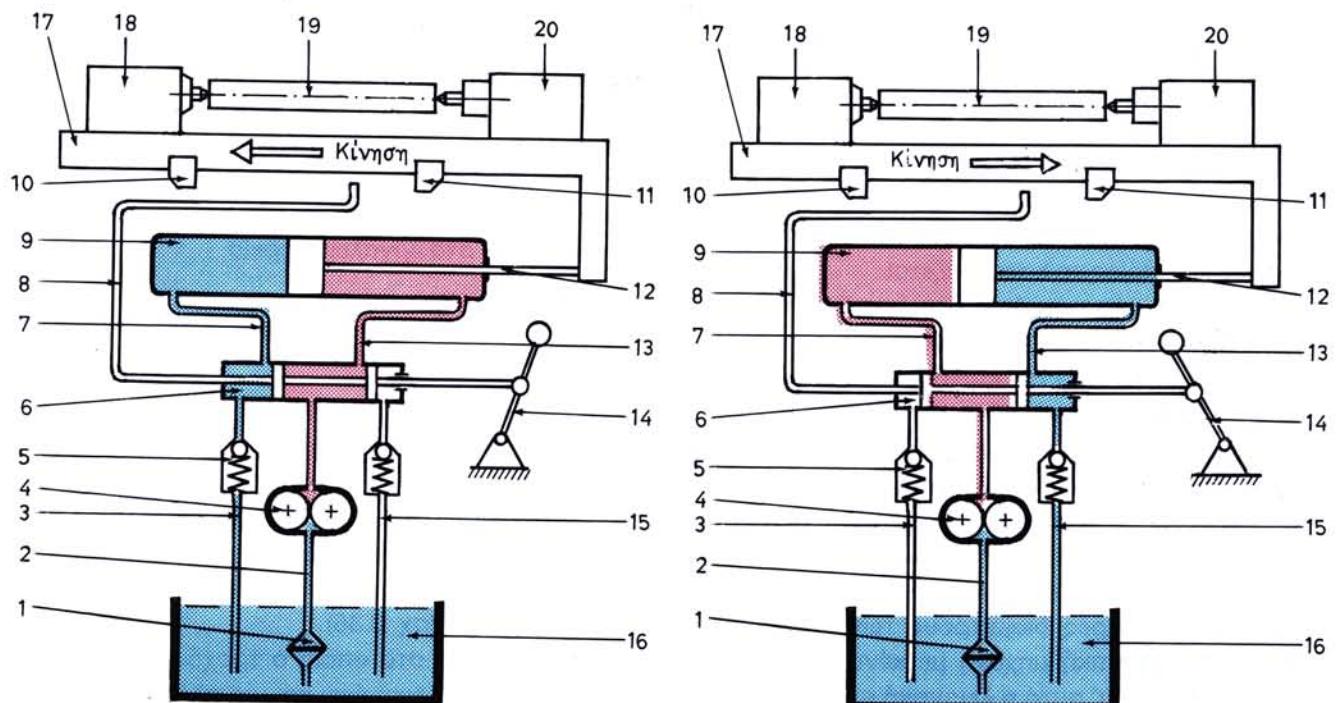
**Σχήμα 6.58** Απλός διαιρέτης για άμεση διαιρεση που μπορεί να εργάζεται ως οριζόντιος ή κατακόρυφος.



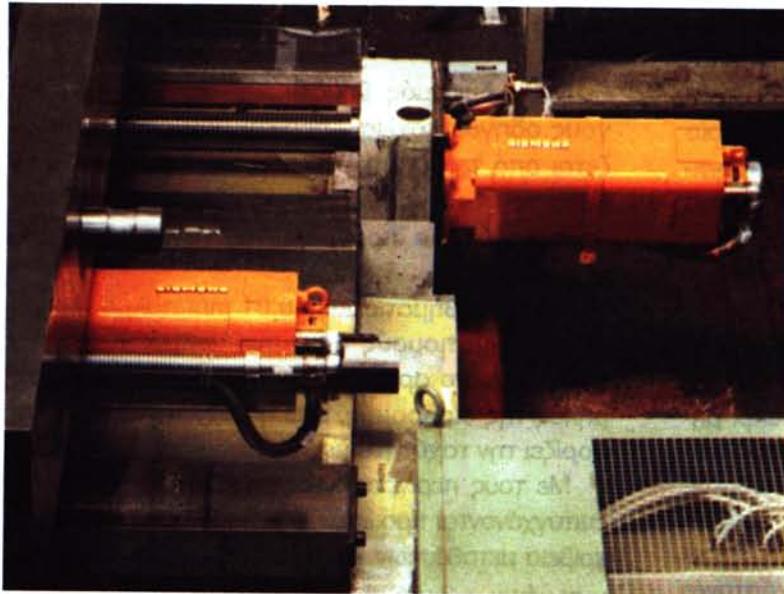
**Σχήμα 6.59** Απλός διαιρέτης. 1) Σώμα. 2, 2α) Κύριος άξονας. 3) Πόντα. 4) Πλάκα διαιρέσεως. 5) Μοχλός σταθεροποίησεως πλάκας. 6) Μοχλός σταθεροποίησεως ατράκτου. 7) Χειροτροχός περιστροφής άξονα.



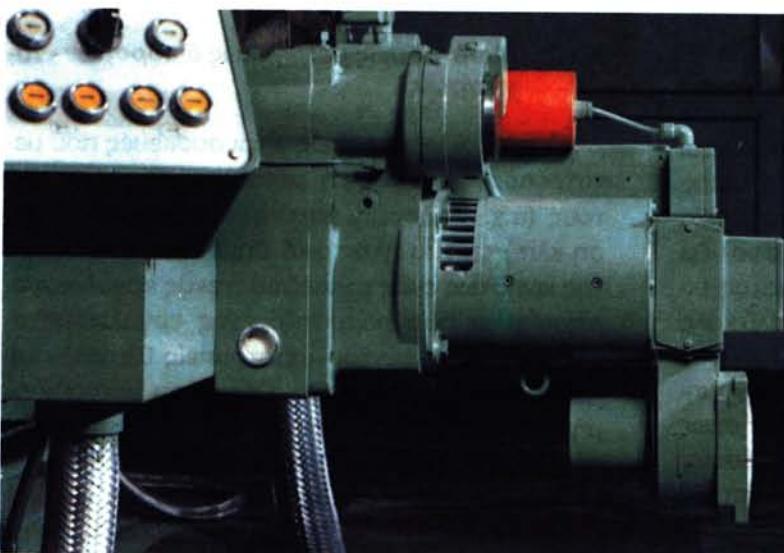
Σχήμα 8.31 Λειαντική μηχανή εξωτερικών κυλινδρικών επιφανειών.



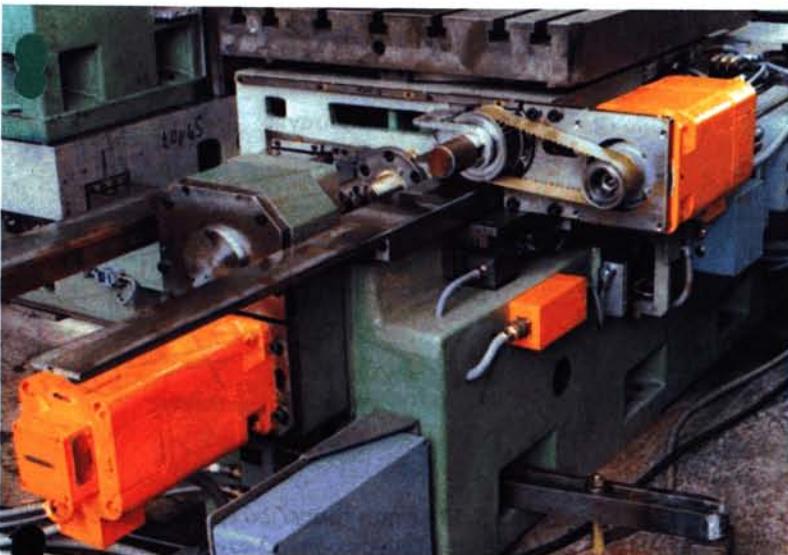
Σχήμα 8.32 Σχηματική παράσταση υδραυλικού μηχανισμού για την παλινδρομική κίνηση του τραπεζιού. 1) Φίλτρο λαδιού. 2) Σωλήνας αναρροφήσεως. 3, 15) Σωλήνες επιστροφής. 4) Γραναζωτή αντλία. 5) Βαλβίδα αντεπιστροφής. 6) Υδραυλικός διανομέας. 7, 13) Αγωγοί. 8) Μοχλός αλλαγής πορείας. 9) Υδραυλικός κύλινδρος. 10, 11) Ρυθμιζόμενοι προκρουστήρες αλλαγής πορείας. 12) Βάκτρο και έμβολο. 14) Μοχλός χειροκινήσεως. 16) Δοχείο λαδιού. 17) Τραπέζι που παλινδρομεί σε γλιστέρες. 18) Μηχανισμός συγκρατήσεως και περιστροφής του κομματιού. 19) Κομμάτι. 20) Κεντροφορέας.



α) Ηλεκτροκινητήρας συνεχούς ρεύματος με ηλεκτρική διέγερση για την κίνηση X φρεζομηχανής.



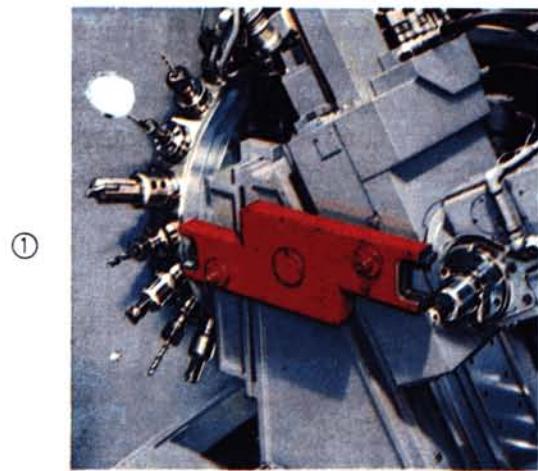
β) Ηλεκτροκινητήρες συνεχούς ρεύματος με διέγερση από μόνιμους μαγνήτες εγκαταστημένους σε φρεζοδράπανο.



γ) Ηλεκτροκινητήρες συνεχούς ρεύματος με διέγερση από μόνιμους μαγνήτες εγκαταστημένους σε φρεζοδράπανο.

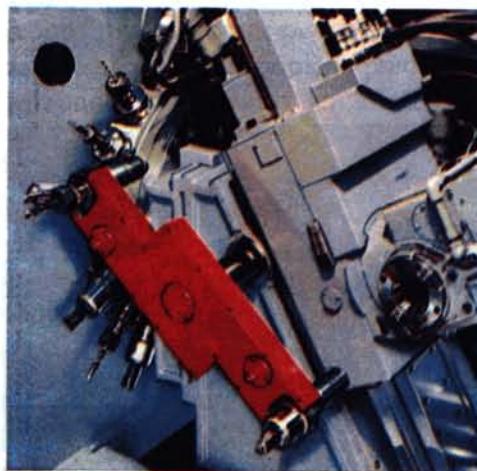
### Σχήμα 9.16

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ ΧΕΡΙΟΥ ΣΕ ΤΟΡΝΟ N/C



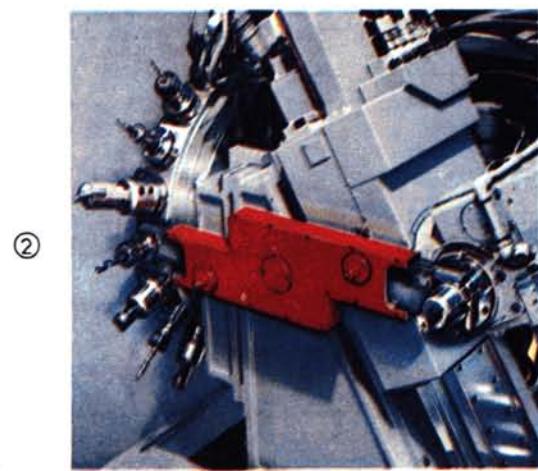
①

Το μηχανικό χέρι σε θέση αναμονής.



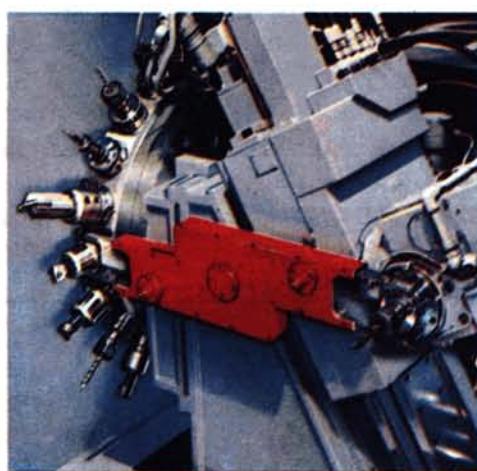
④

Το μηχανικό χέρι περιστρέφεται κατά 180°.



②

Τα δάκτυλά του πιάνουν συγχρόνως το παλιό και το νέο εργαλείο.



⑤

Τοποθετεί το νέο εργαλείο στην άτρακτο.



③

Αφαιρεί από την άτρακτο και την εργαλειοθήκη τα 2 εργαλεία.

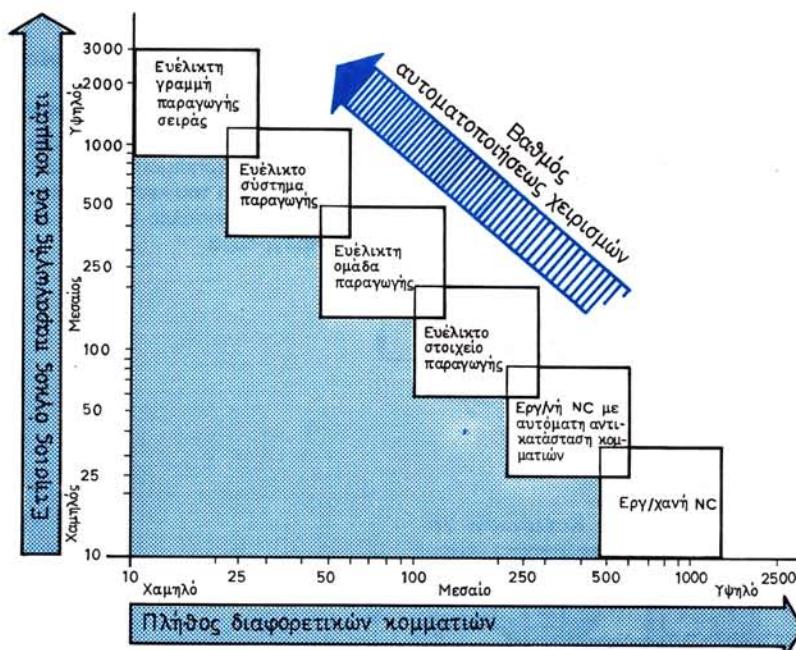


⑥

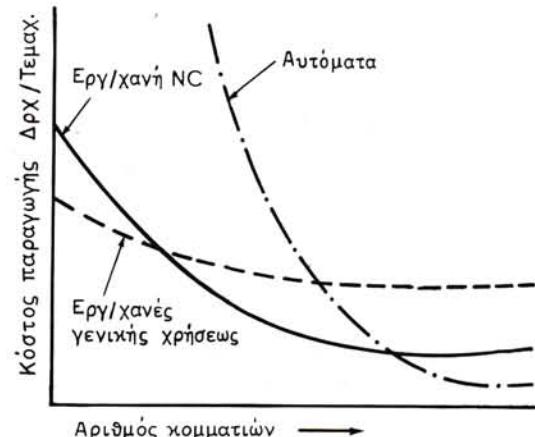
Η ακρίβεια και εναλλαξιμότητα στη θέση συγκρατήσεως κάθε εργαλείου εξυπηρετεί την ταχεία αλλαγή εργαλείων από το χειριστή στην εργαλειοθήκη, χωρίς να σταματήσει η μηχανή.

**Σχήμα 9.34** Αυτόματη εναλλαγή εργαλείων από την εργαλειοθήκη στην υποδοχή της ατράκτου για την κύρια κίνηση κοπής.

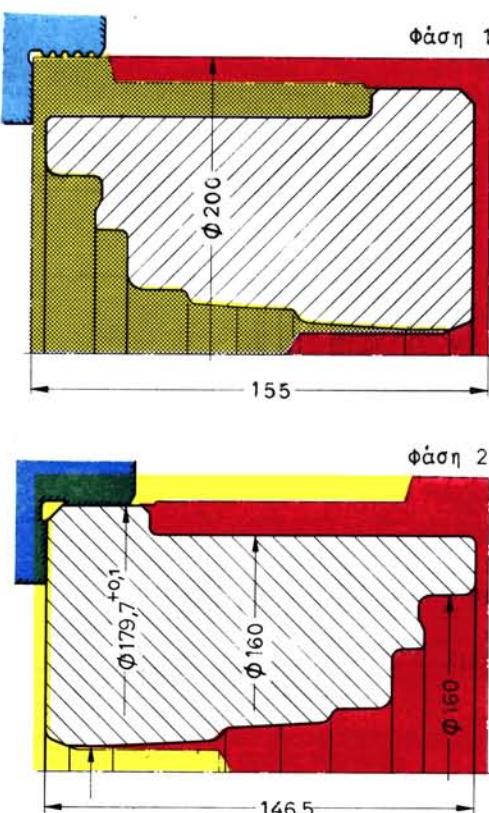
Παραδείγματα εφαρμογών σε κέντρα τορνεύσεως παρουσιάζουν τα σχήματα 9.39, 9.40, 9.41, 9.42 και 9.43. Τα σχήματα 9.38 και 9.39 δίνουν αντίστοιχες τυπικές περιπτώσεις κατεργασιών σε κέντρα πολλαπλών κατεργασιών. Στο σχήμα 9.44 περιέχονται έμβολα και μήτρες εργαλείων αποτυμήσεως ελασμάτων εν ψυχρώ κατασκευασμένων και λειασμένων στο ειδικό NC κέντρο πολλαπλών κατεργασιών τεσσάρων ελεγχομένων αξόνων συνεχούς διαδρομής κοπής του σχήματος 9.45. Αν ληφθούν υπόψη η επίπονη και μεγάλης ακρίβειας λεπτομηχανουργική κατεργασία που απαιτείται για τέτοιας μορφής και μεγέθους κομμάτια καθώς επίσης και η επαναλαμβανόμενη ανάγκη κατασκευής νέων λόγω φθιράς ή θραύσεως, γίνεται αμέσως φανερή η πρακτική σημασία της εργαλειομηχανής αυτής.



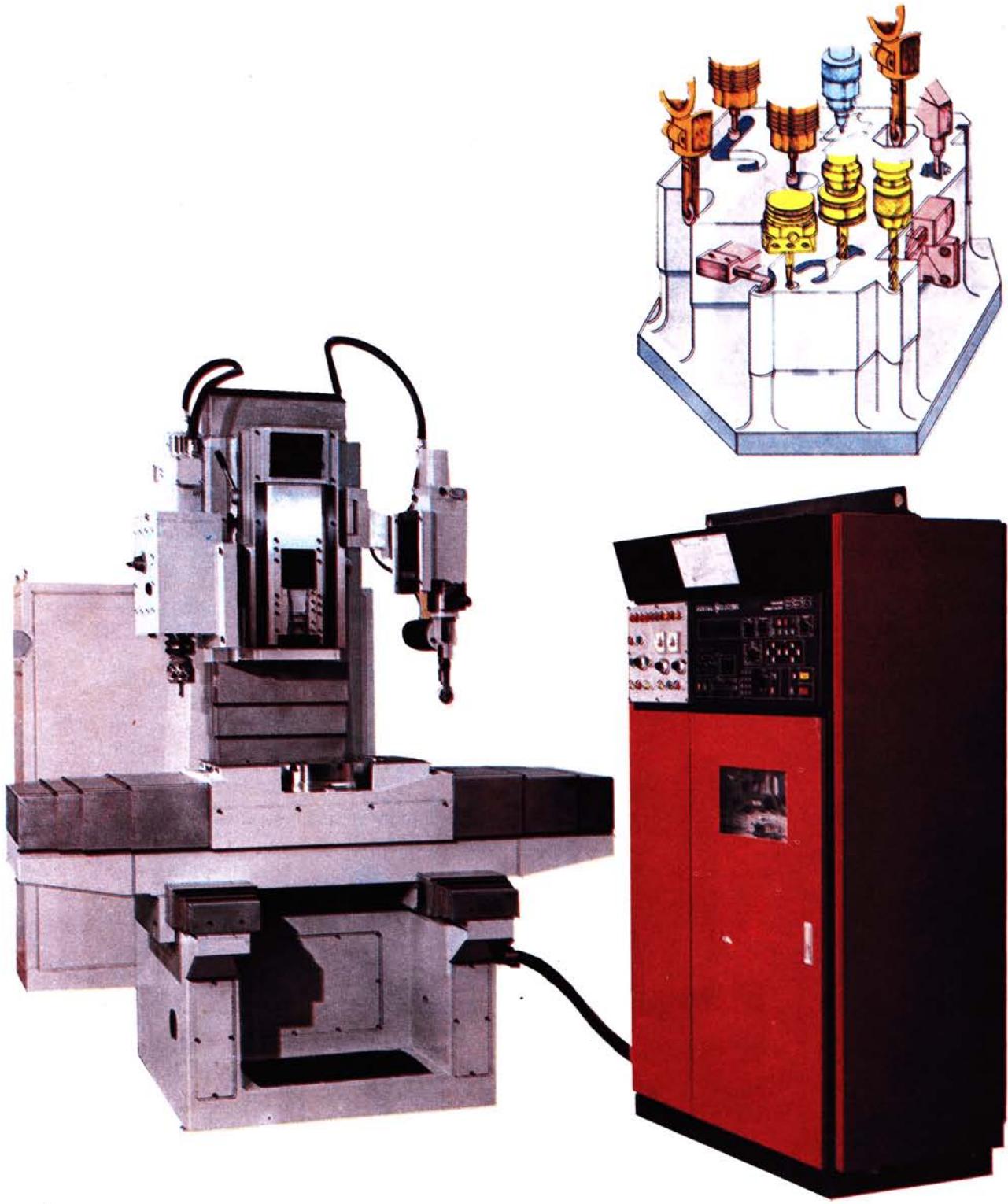
**Σήμα 9.38 Οικονομικός συσχετισμός εφαρμογών των προγραμμάτιζομένων εργαλειομηχανών και των προχωρημένων συστημάτων αυτοματοποίησεως της παραγωγής.**



**Σχήμα 9.37** Σύγκριση κόστους κατεργασίας σε απλή, αυτόματη συμβατική και προγραμματιζόμενη εργαλειομηχανή, σε σχέση με τον αριθμό των κομματιών.



**Σχήμα 9.39** Κατεργασία τσοκ σε κέντρο τορνεύσεως με δύο (1 και 2) προσδέσεις του κομματιού. Υλικό X40 C, Mo V53, 800 - 900 N/mm<sup>2</sup>. Κοπικά εργαλεία από σκληρομέταλλα. Ταχύτητες κοπής: 100 m/min. Προώσεις 0,30 - 0,45 mm/στρφ. Ολικός χρόνος κατεργασίας (1&2): 29,5 min.



**Σχήμα 9.45** Ειδικό NC κέντρο πολλαπλών κατεργασιών τεσσάρων αξόνων συνεχούς διαδρομής κοπής για εργασίες κ αλουπιών ελάσματος, εργαλείων ηλεκτροδιαβρώσεως κλπ.

κατεργασίας (συντελεστής διαστολής του γραφίτη το 1/4 περίπου του χαλκού). Επειδή το ειδικό βάρος του γραφίτη είναι το 1/5 του χαλκού, ενδείκνυται για μεγάλα εργαλεία - ηλεκτρόδια. Παράλληλα, εξασφαλίζει μεγαλύτερη απόδοση στην αφαίρεση υλικού, μικρότερη φθορά εργαλείου και συγκρίσιμη με το χαλκό ποιότητα επιφάνειας. Χρησιμοποιείται συνεπώς τόσο για κατασκευή εργαλείων ξεχονδρίσματος όσο και εργαλείων αποπερατώσεως.

Τα εργαλεία - ηλεκτρόδια κατασκευάζονται κυρίως με κοπή,<sup>1</sup> σε συνήθεις εργαλειομηχανές, ενώ για κατεργασία κομματιών πολύ μεγάλων διαστάσεων γίνεται ψυχρή διαμόρφωση ελασμάτων χαλκού. Στην τελευταία περίπτωση το σχήμα που δίνεται στο χάλκινο έλασμα ενισχύεται εσωτερικά με μεταλλική κατασκευή, για να αντέχει στις μηχανικές και υδροδυναμικές (από την εξαναγκασμένη ροή του διηλεκτρικού στο διάκενο) καταπονήσεις.

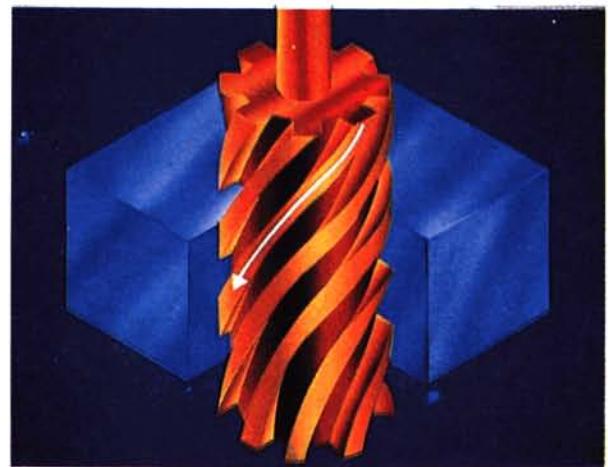
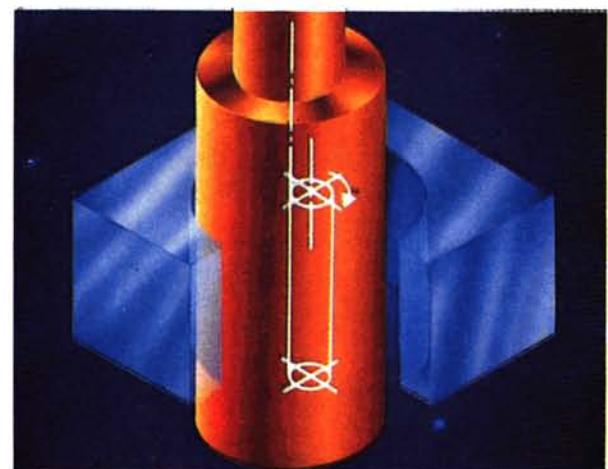
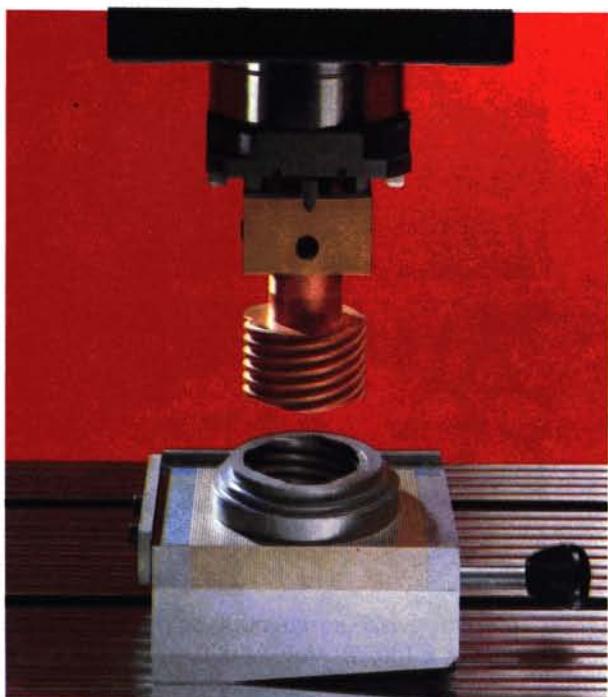
Χρησιμοποιούνται επίσης, για την κατασκευή εργαλείων ηλεκτροδιαβρώσεως, οι εποξειδικές ρυτίνες με επιμετάλλωση και σπανιότερα εργαλεία χάλκινα προερχόμενα από χύτευση χαλκού.

Έχει μεγάλη πρακτική σημασία να επιδιώκεται να ανοίγονται πολλές διαμπερείς οπές μικρής διαμέτρου ( $\phi$  0,35 - 0,5 mm) στο σώμα του εργαλείου - ηλεκτροδίου για την αποτελεσματικότερη κυκλοφορία του διηλεκτρικού στις θέσεις κατεργασίας, ιδίως στα πολύπλοκα εργαλεία. Για το σκοπό αυτό περισσότερο από το χαλκό προσφέρεται ο γραφίτης, που άνετα επιτρέπει διάνοιξη οπών διαμέτρου 0,4 mm και μήκους μέχρι 150 mm.

### δ) Εργαλειομηχανές και εφαρμογές.

Στο σχήμα 10.6 παρουσιάζονται μερικές περιπτώσεις κατεργασιών με ηλεκτροδιάβρωση και με τα αντίστοιχα εργαλεία - ηλεκτρόδια τους. Η ίδια διαμορφώσεως και τα βασικά μέρη μιας εργαλειομηχανής ηλεκτροδιαβρώσεως σύμφωνα με τη διάταξη του σχήματος 10.1 δίδονται στο σχήμα 10.7 (α), ενώ η εργαλειομηχανή του σχήματος 10.7 (β) είναι η τυπική κατασκευή για συνήθεις εργασίες εκσκαφής σε καλούπια κοπτικά ή δια-

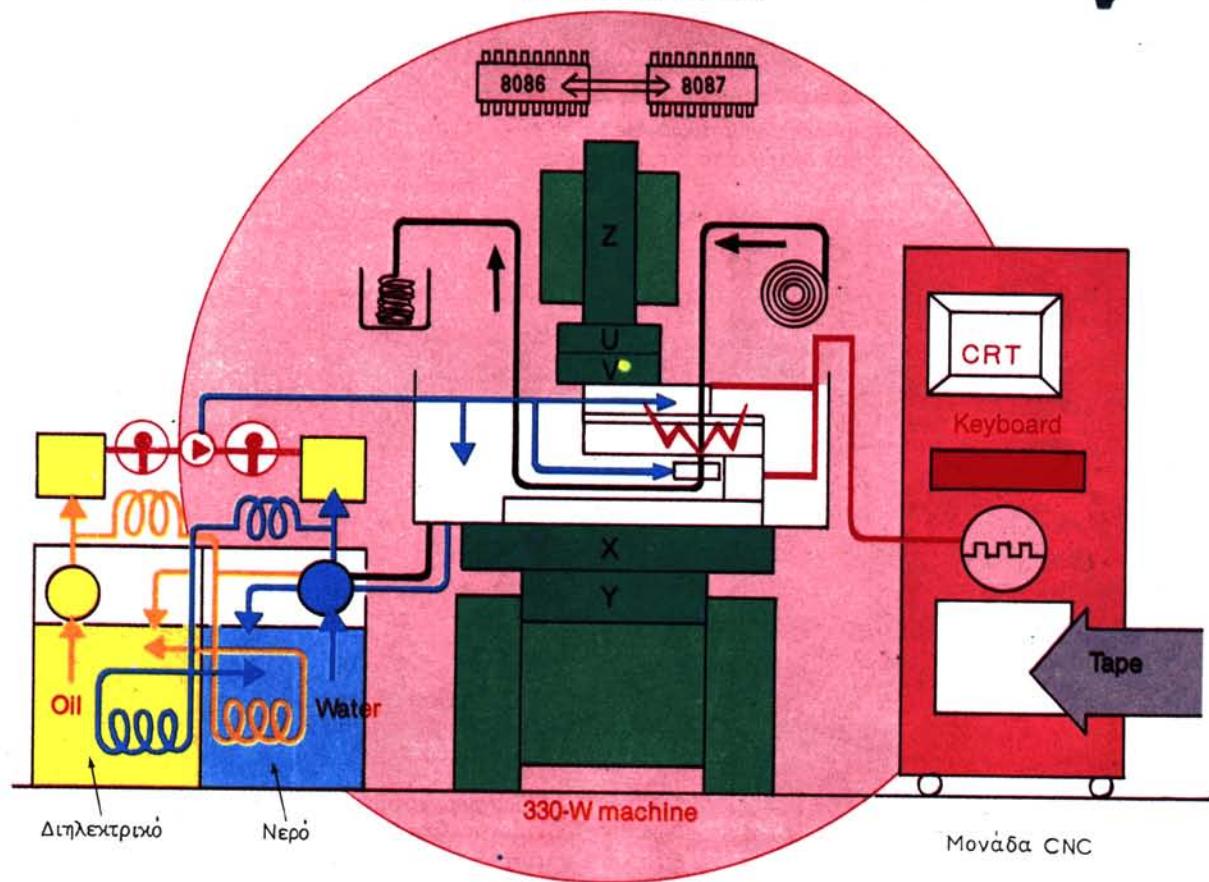
<sup>1</sup> Βλέπε σχήμα 10.13 που παρουσιάζει εργαλείο - ηλεκτρόδιο από χαλκό «κομμένο» σε εργαλειομηχανή ηλεκτροδιαβρώσεως με σύρμα όπως αναλύεται στην επόμενη παράγραφο.



**Σχήμα 10.6** Παραδείγματα κατεργασιών με ηλεκτροδιάβρωση.

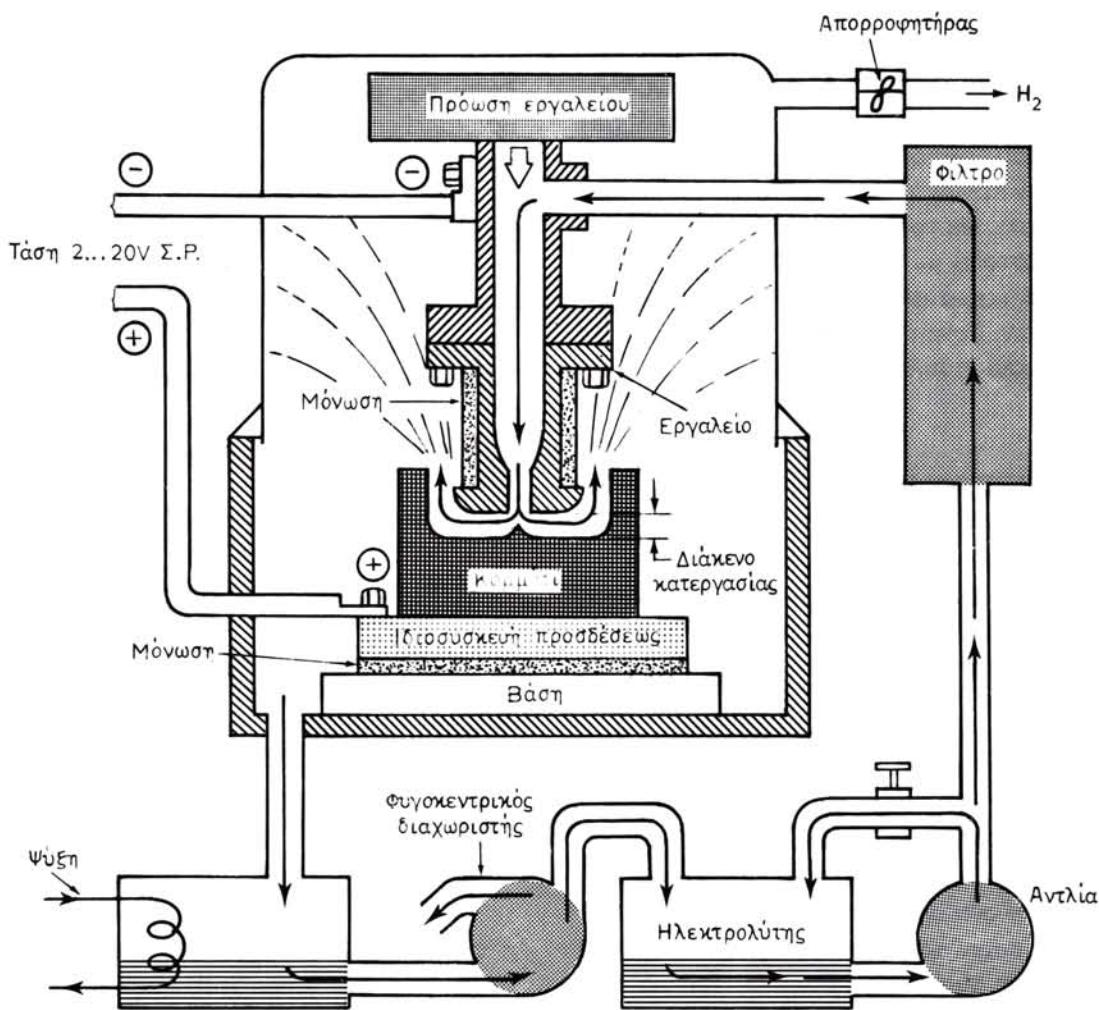


Γενική εικόνα της μηχανής.

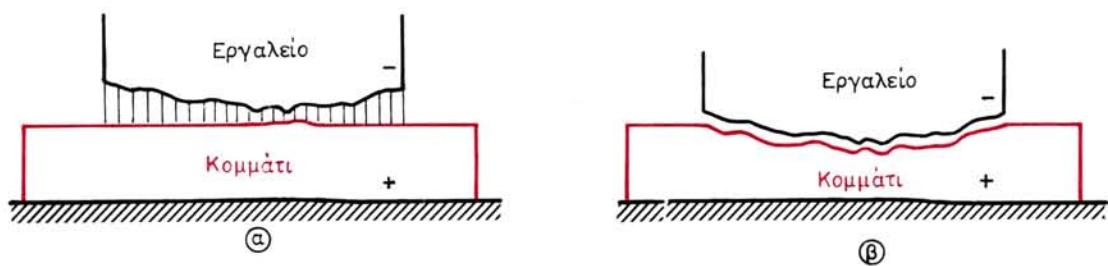


Σχηματική παράσταση της συγκροτήσεώς της.

**Σχήμα 10.11 Εργαλειομηχανή ηλεκτροδιαβρώσεως με σύρμα, CNC 5 αξόνων.**



Σχήμα 10.14 Τυπική σχηματική διάταξη ηλεκτροχημικής κατεργασίας.



Σχήμα 10.15 Απόδοση μορφής εργαλείου στο κομμάτι κατά την ηλεκτροχημική κατεργασία.

σχήμα του εργαλείου είναι αντίστοιχο προς την κοιλότητα που πρόκειται να δημιουργηθεί στο κομμάτι.

Από την Ηλεκτροχημεία είναι γνωστό ότι η δράση του συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος που κυκλοφορεί μεταξύ θετικού ηλεκτροδίου (άνοδος) - ηλεκτρολύτη - αρνητικού ηλεκτροδίου (κάθοδος) διαλύει το υλικό του θετικού ηλεκτροδίου, δηλαδή στη συγκεκριμένη περίπτωση του κομματιού. Η

ηλεκτρική αντίσταση διαβάσεως, από την άλλη πλευρά, είναι ελάχιστη (και συνεπώς το ηλεκτρικό ρεύμα και η συναφής ηλεκτροχημική δράση μέγιστη) στις περιοχές ελάχιστης αποστάσεως των επιφανειών εργαλείου, κομματιού. Επειδή ακριβώς το υλικό του κομματιού αφαιρείται με υψηλότερο ρυθμό στις θέσεις αυτές, η μορφή του εργαλείου αποδίδεται σταδιακά, με τη συνεχή πρόσωσή του, στο κομμάτι [σχ. 10.15 (a) και (b)]. Η ομοιότητα