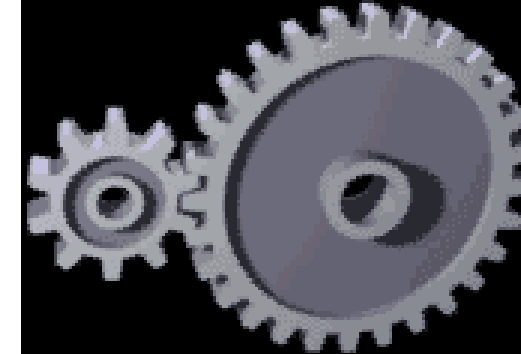
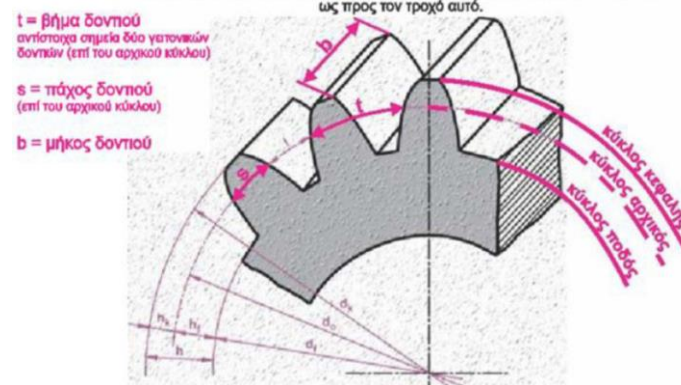
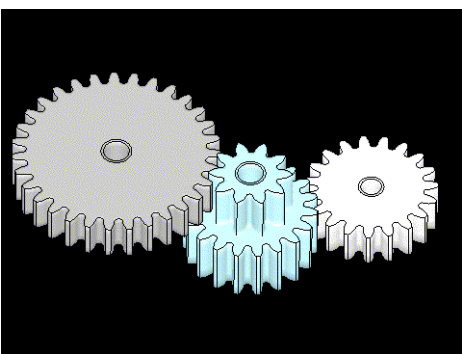


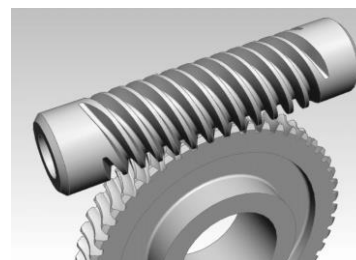


ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΕΣ ΟΔΟΝΤΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΙΡΕΤΕΣ

ΕΚ ΕΥΚΛΕΙΔΗ

15^ο ΕΠΑΛ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

**Τεχνικός Εγκαταστάσεων
και Κατασκευών (ΓΚ)**



Ο Διαιρέτης

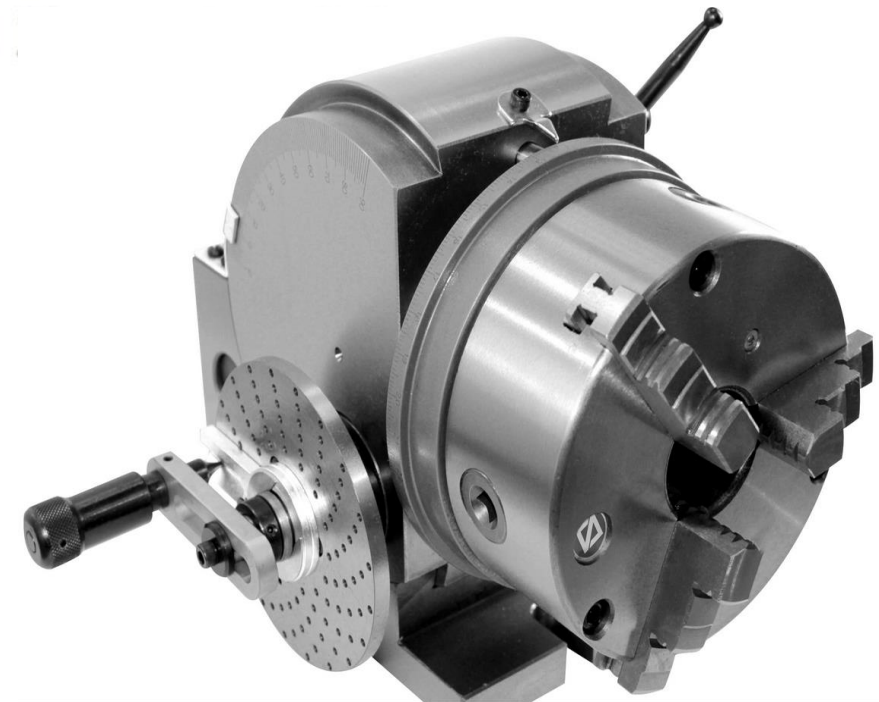
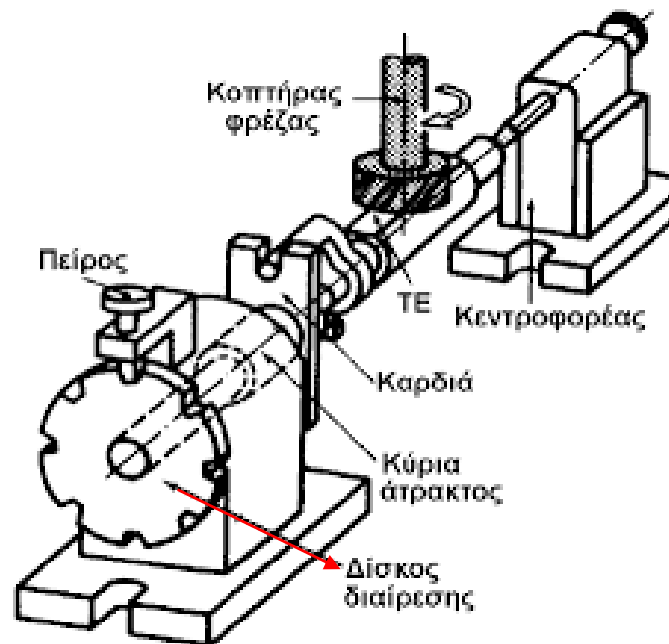
Ο διαιρέτης είναι ένα ξεχωριστό εξάρτημα για κάποια φρεζομηχανή, ο οποίος δίνει τη δυνατότητα κατεργασίας στο τεμάχιο σε ίσες γωνίες είτε σε κυλινδρική είτε σε μετωπική επιφάνεια. Οι διαιρέτες διακρίνονται σε **επίπεδους** ή **κάθετους**, ανάλογα με τη δυνατότητα έδρασης του τεμαχίου, όπως επίσης σε διαιρέτες **άμεσης** ή **έμμεσης διαίρεσης**.



διαμόρφωση
μικρότερου πάχους
και ελλειπτικές σπές



Εικόνα



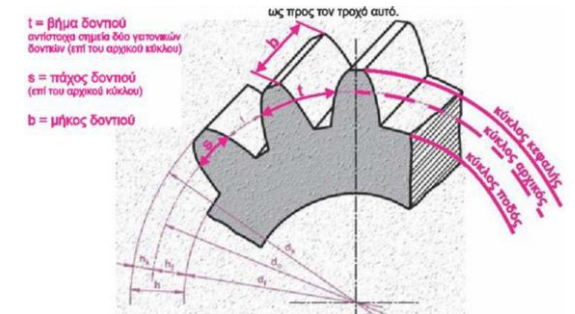
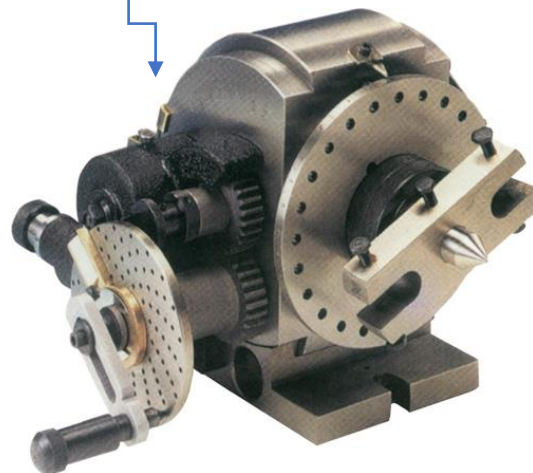
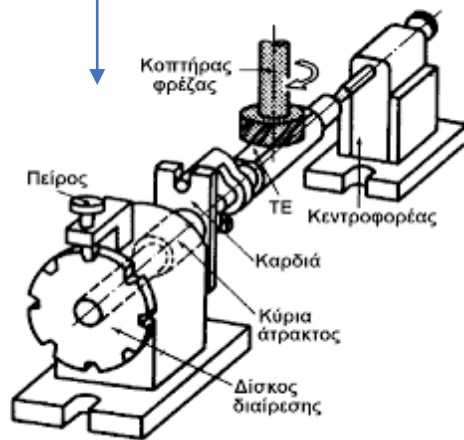
ZENTRA Universal dividing head, Type 134 incl. lathe chuck

Ο Διαιρέτης

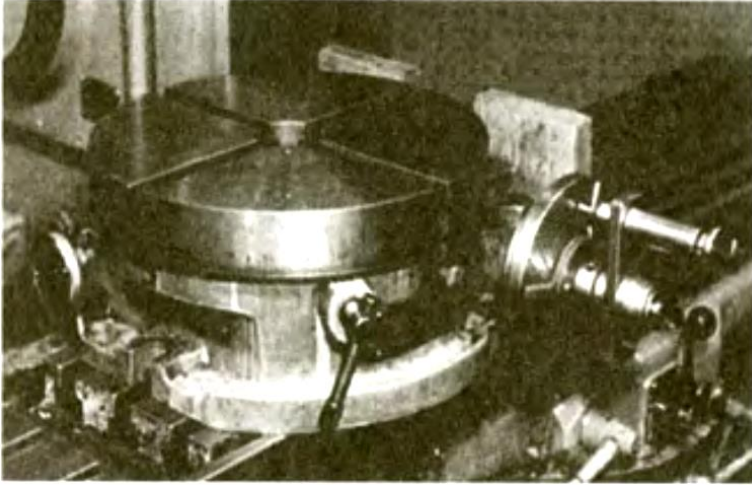
Οι διαιρέτες δίνουν τη δυνατότητα κατεργασίας στη φρεζομηχανή πολύσφηνων, οδοντώσεων, πολυγώνων, ελικοειδών αυλακιών, κ.λπ. Σήμερα οι χρησιμοποιούμενοι διαιρέτες στις ψηφιακά καθοδηγούμενες φρέζες και στα κέντρα κατεργασίας είναι και αυτοί καθοδηγούμενοι ψηφιακά.

Ανάλογα με τον τρόπο μετάδοσης κίνησης στο τεμάχιο, οι διαιρέτες χωρίζονται σε:

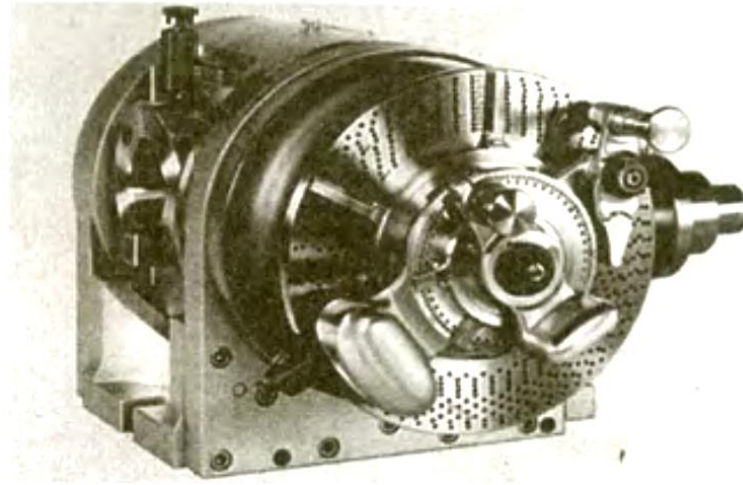
- ◆ απλούς για άμεση διαίρεση,
- ◆ απλούς για έμμεση διαίρεση,
- ◆ με διαφορική διαίρεση.



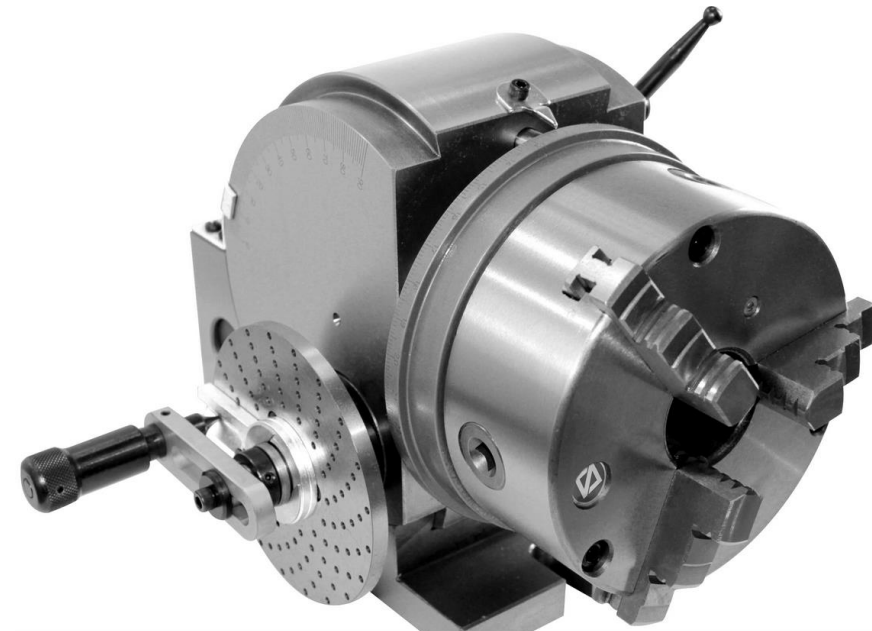
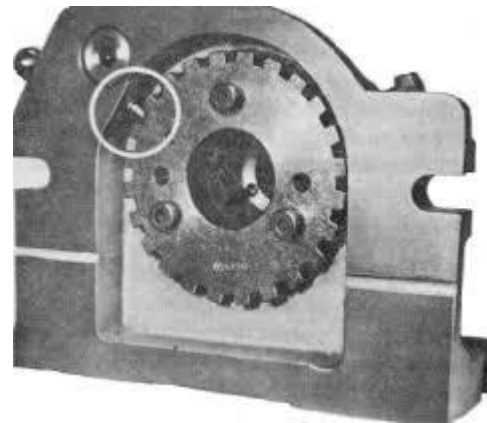
Οριζόντιος (επίπεδος) και Κάθετος Διαιρέτης



Επίπεδος διαιρέτης



Κάθετος διαιρέτης



ZENTRA Universal dividing head, Type 134 incl. lathe chuck

Ειδικοί Διαιρέτες



Περιστρεφόμενο τραπέζι- διαιρέτης με μοίρες

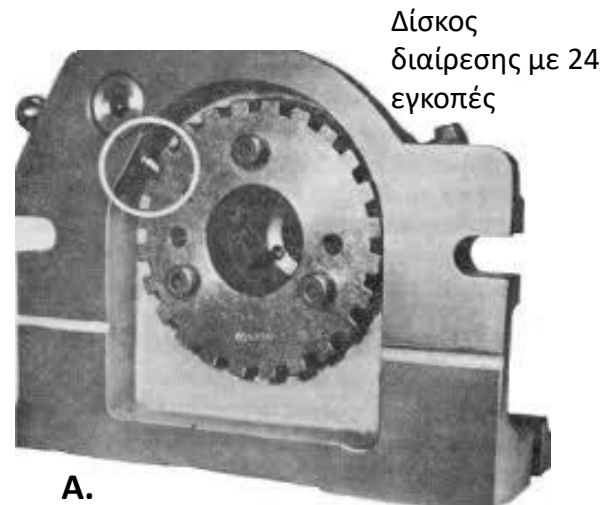


Διαφορικός διαιρέτης απλής άμεσης και έμμεσης διαίρεσης

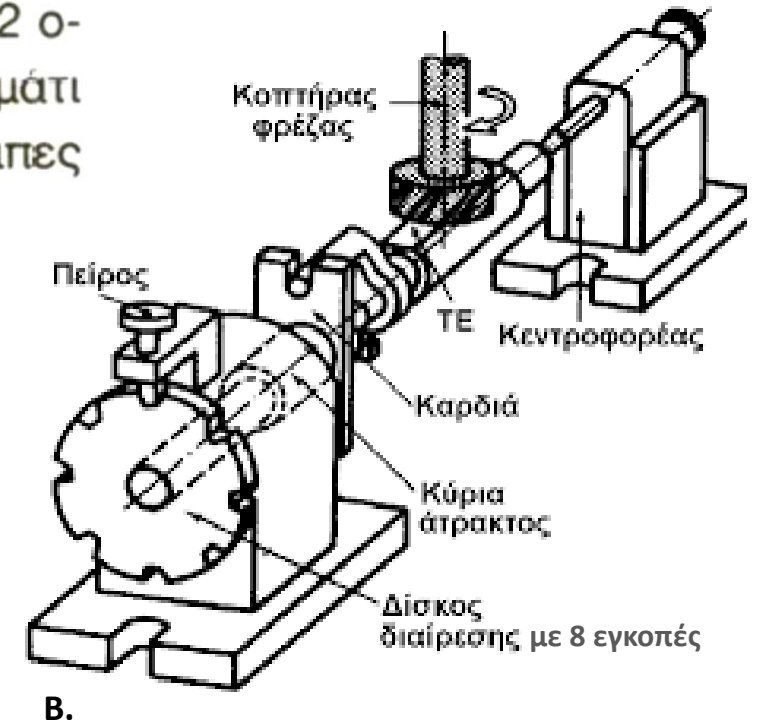
Απλός Διαιρέτης – Διαίρεση εξαγώνου

Ας υποτεθεί ότι θα φρεζαρισθεί μία εξαγωνική κεφαλή ενός κοχλία. Τοποθετείται ένας δίσκος με 12 οπές ή εγκοπές. Ο πείρος εισχωρεί στην οπή και ασφαλίζει το δίσκο σε μία θέση με την πίεση του ελατηρίου. Φρεζάρεται σε αυτή τη θέση η μία πλευρά του εξαγώνου. Στη συνέχεια, αποσύρεται ο πείρος για να απελευθερωθεί η άτρακτος και με τη βοήθεια του χειρομοχλού γυρίζει η άτρακτος κατά $1/6$ της στροφής, δηλαδή κατά 2 οπές ($12/6=2$). Με τη στροφή της ατράκτου περιστρέφεται και το κομμάτι κατά $1/6$ της στροφής. Με αυτό τον τρόπο κατεργάζονται και οι υπόλοιπες πλευρές του εξαγώνου.

Η πλάκα διαίρεσης φέρει συνήθως 3, 4, 6, 8, 12 ή 24 οδοντώσεις. Με περιστροφή της πλάκας διαίρεσης περιστρέφεται η άτρακτος και το τεμάχιο που έχει στερεωθεί σ' αυτήν.



A.



B.

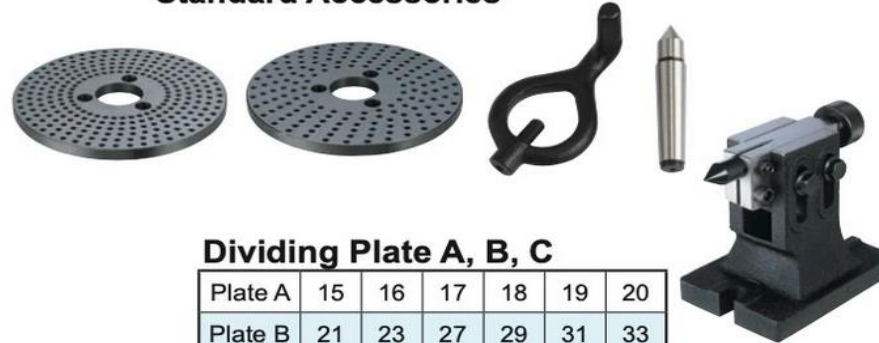
Ερώτηση: Το εξαγώνο του σχήματος μπορεί να γίνει στο διαιρέτη A ή στον B; -- Βλ.σχήμα -->

Universal Διαιρέτες και παρελκόμενα

Semi-Universal Dividing Head

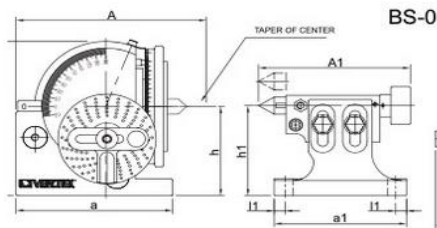


Standard Accessories

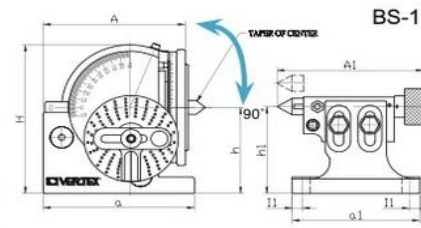
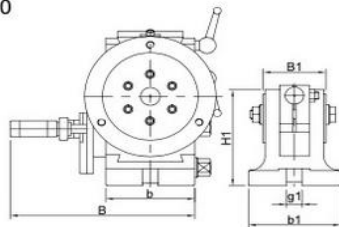


Dividing Plate A, B, C

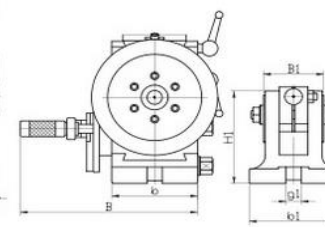
Plate A	15	16	17	18	19	20
Plate B	21	23	27	29	31	33
Plate C	37	39	41	43	47	49



BS-0



BS-1



BS-0,1 (Head-stock):

ORDER NO.	A	B	H	I	a	b	g	h	TAPER OF CENTER	SPINDLE THROUGH HOLE	CODE NO.
BS-0	177	188	173	13	160	91	16	100	MT-2	18	1001-050
BS-1	245	230	220	19	205	114	16	128	MT-3	20	1001-051

Unit:mm

BS-0,1 (Tail-Stock):

ORDER NO.	A1	B1	H1	I1	a1	b1	h1	g1	N.W. (KG)
BS-0	155-180	64	107	11	134	94	80-108	16	4
BS-1	170-195	64	150	11	155	110	150-115	16	5.3

Unit:mm

<https://www.organametrisis.gr/products/bs-0>

Έμμεση Διαίρεση

Πίνακας 5.9: Αριθμός οπών στους τρεις δίσκους ενός απλού διαιρέτη για έμμεση διαίρεση.

1ος δίσκος	15	16	17	18	19	20
2ος δίσκος	21	23	27	29	31	33
3ος δίσκος	37	39	41	43	47	49

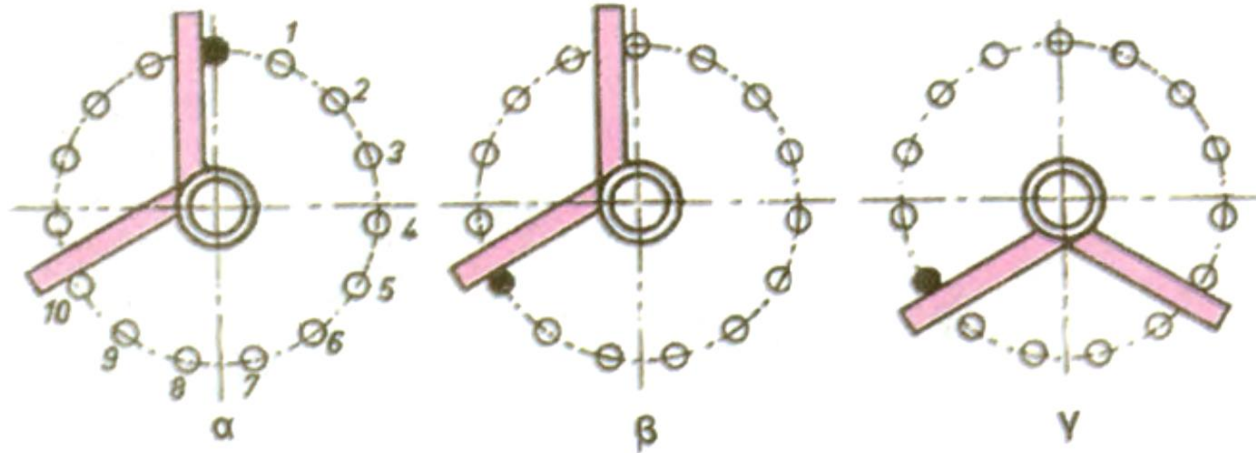
Ο χειρομοχλός μετακινείται και ακτινικά, για να υπάρχει δυνατότητα επιλογής μία από τις έξι περιφέρειες του δίσκου.

Η περιστροφική κίνηση μεταδίδεται από το χειρομοχλό στον ατέρμονα κοχλία, στην κορώνα, στην κύρια άτρακτο και συνεπώς στο κομμάτι. Ας υποτεθεί ότι στο κομμάτι θα γίνουν z διαιρέσεις και η σχέση μετάδοσης είναι 40:1. ο δίσκος τότε πρέπει να στραφεί x φορές. Όπου:

$$x = \frac{40}{z} \quad (5.5)$$



Ο γωνιακός δείκτης του Διαιρέτη



Για να καταργασθεί μια εξαγωνική κεφαλή ενός κοχλία με τη χρήση ενός διαιρέτη με έμμεση διαίρεση π.χ., ο αριθμός στροφών του χειρομοχλού για κάθε καταργασία υπολογίζεται από τη σχέση (5.5).

$$x = \frac{40}{z} = \frac{40}{6} = 6 + \frac{4}{6} [\text{στροφές}]$$

Σύμφωνα με τον πίνακα 5.9, δεν υπάρχει δίσκος με 6 τρύπες, άρα πρέπει να βρεθεί άλλο κλάσμα ισοδύναμο του 4/6:

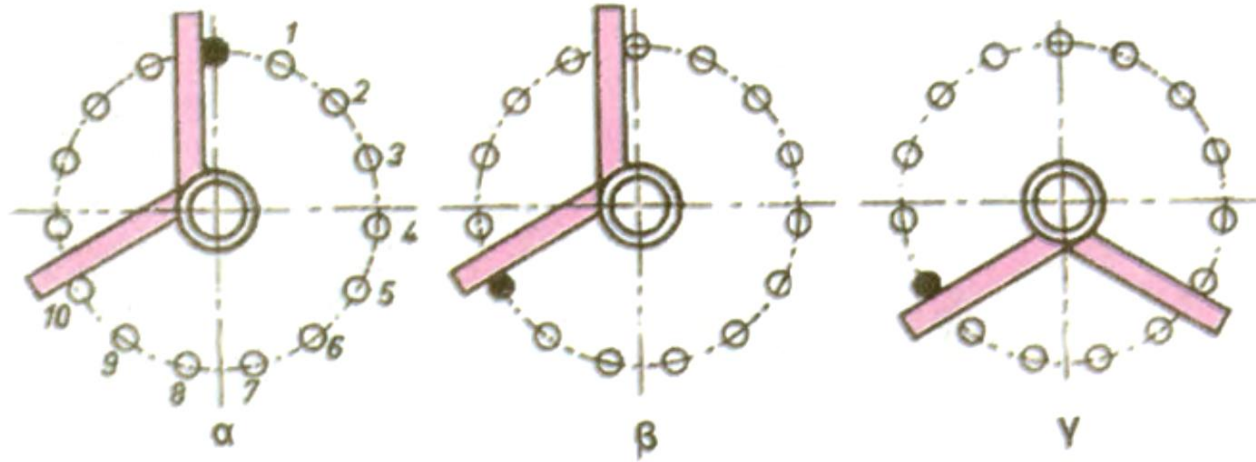
$$x = 6 + \frac{4}{6} = 6 + \frac{2}{3} = 6 + \frac{2.5}{3.5} = 6 + \frac{10}{15} [\text{στροφές}]$$

Ο χειρομοχλός πρέπει να γυρίσει κάθε φορά 6 στροφές και 10 οπές στην περιφέρεια των 15 οπών.



Ερώτηση: Υπάρχει άλλη περιφέρεια οπών στο δίσκο του διαιρέτη (πιν. 5.9) που να μπορεί να δώσει ισοδύναμο κλάσμα με το 4/6 ή 2/3; ➔ Λύση: 14/21

Ο γωνιακός δείκτης του Διαιρέτη



Σχήμα 5.34: Γωνιακός δείκτης.

Το άνοιγμα του γωνιακού δείκτη καλύπτει 10 οπές στην περιφέρεια των 15 οπών. Ο πρώτος δείκτης τοποθετείται ακριβώς πριν από την οπή, όπου είναι ο πείρος (Θέση 0) και ο δεύτερος δείκτης τοποθετείται στη θέση 10 (σχήμα 5.34α). Μετά το φρεζάρισμα της πρώτης πλευράς του εξαγώνου, ο χειρομοχλός γυρίζει 6 στροφές και 10 οπές (σχήμα 5.34β). Ο γωνιακός δείκτης θα γυρίσει έτσι, ώστε ο πρώτος δείκτης να πάρει τη θέση του δεύτερου και ο δεύτερος μία καινούρια θέση, η οποία θα είναι η αντίστοιχη του χειρομοχλού για την κατεργασία της τρίτης πλευράς



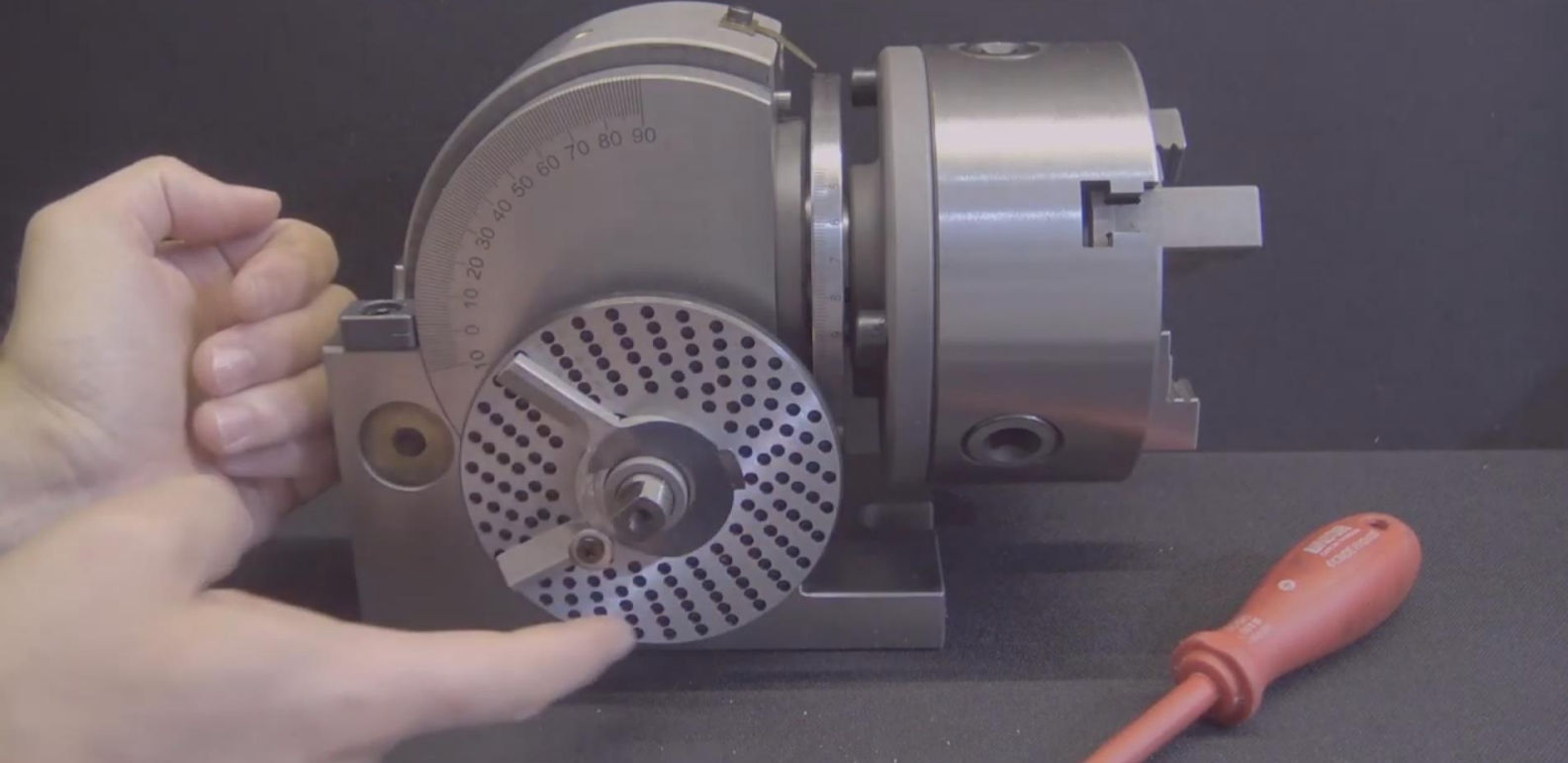
Η μικρότερη γωνιά στροφής του Διαιρέτη

Η πλήρης περιφέρεια
σε μοίρες

οπές στην
περιφέρεια

μία στροφή του τσοκ για
κάθε 40 στροφές του δίσκου

$$360^{\circ}/49 \times 1/40 = 0.1837^{\circ}$$



<https://www.youtube.com/watch?v=ckG1dm-EuG4>

Υπολογισμός κλάσματος για έμμεση διαίρεση

The Calculator Guide

Fraction to Mixed Number

$$a \frac{b}{c} \leftrightarrow \frac{d}{c}$$

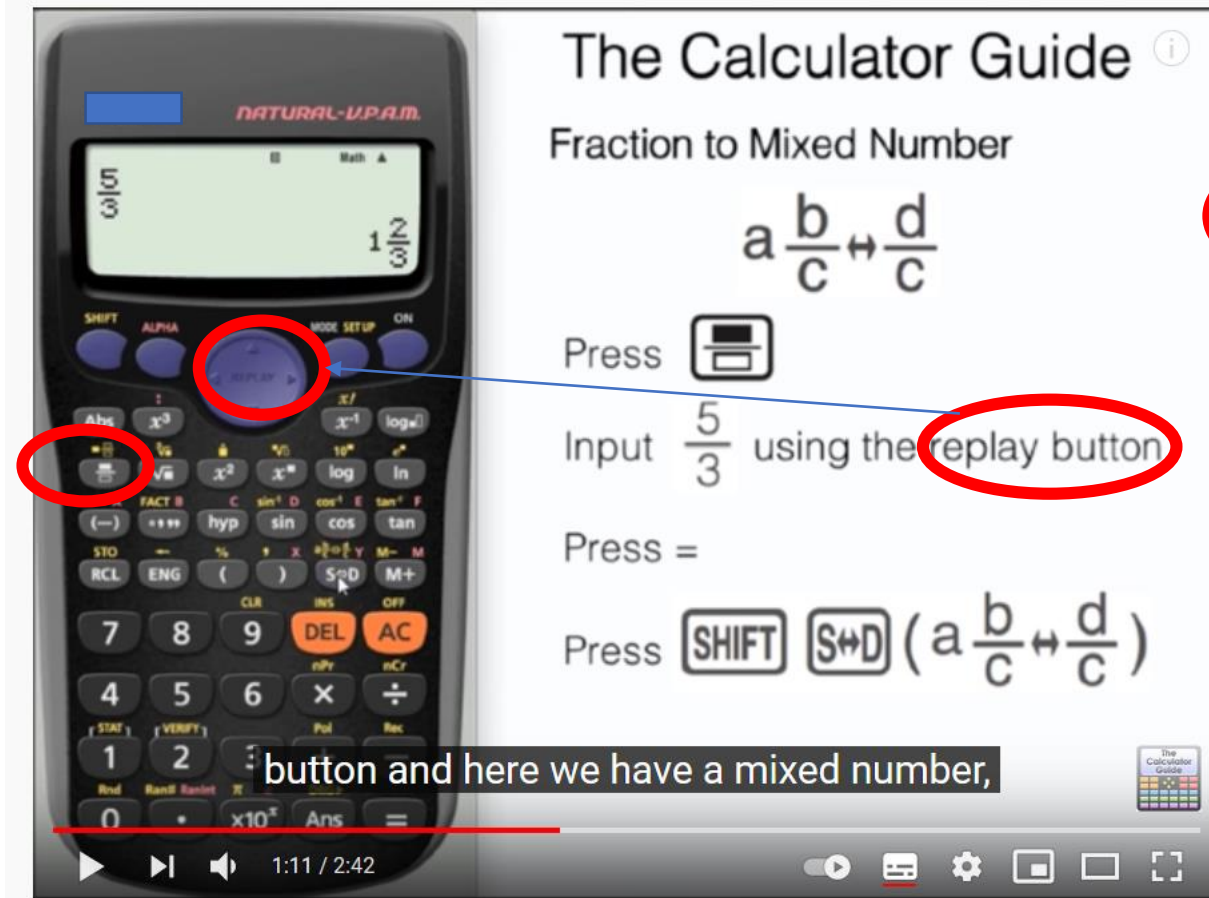
Press 

Input $\frac{5}{3}$ using the **replay button**

Press =

Press **SHIFT** **S $\leftrightarrow$ D** ($a \frac{b}{c} \leftrightarrow \frac{d}{c}$)

button and here we have a mixed number,



https://www.youtube.com/watch?v=cEl-hide_Ww



Change Fractions to Mixed Numbers <https://www.youtube.com/watch?v=LjB1vIW-qzE>
Mixed Fraction

Διαφορική Διαίρεση

Σε μερικές περιπτώσεις απαιτείται περιφέρεια οπών, η οποία δεν υπάρχει στους τρεις δίσκους που αναφέρονται στον πίνακα 5.9 και σε αυτήν τη περίπτωση χρησιμοποιείται διαιρέτης με διαφορική διαίρεση. Για τη διαφορική διαίρεση χρησιμοποιούνται ζεύγη ανταλλακτικών οδοντοτροχών

Για τον υπολογισμό των οδοντοτροχών της διαφορικής διαίρεσης εκλέγεται ένας φανταστικός αριθμός διαίρεσης, ο οποίος είναι ο πλησιέστερος του πραγματικού, με τον οποίο είναι δυνατή η απλή διαίρεση. Η αναγκαία σχέση μετάδοσης της κίνησης, με κατεύθυνση από την άτρακτο προς το βοηθητικό άξονα του διαιρέτη, δίδεται από τη σχέση:

$$\frac{\alpha}{\beta} \cdot \frac{\gamma}{\delta} = (\Phi - z) \cdot \frac{40}{\Phi} \quad (5.6)$$

Όπου: α , β , γ , δ είναι ο αριθμός δοντιών των ανταλλακτικών οδοντοτροχών, Φ και z είναι ο φανταστικός και ο πραγματικός αριθμός διαίρεσης αντίστοιχα.

Αν $\Phi > z$, τότε ο δίσκος πρέπει να γυρίζει ομόρροπα ως προς το στρόφαλο.

Αν $\Phi < z$, τότε ο δίσκος πρέπει να γυρίζει αντίρροπα ως προς το στρόφαλο.

Πίνακας 5.9: Αριθμός οπών στους τρεις δίσκους ενός απλού διαιρέτη για έμμεση διαίρεση.

1ος δίσκος	15	16	17	18	19	20
2ος δίσκος	21	23	27	29	31	33
3ος δίσκος	37	39	41	43	47	49

Ο χειρομοχλός μετακινείται και ακτινικά, για να υπάρχει δυνατότητα επιλογής μία από τις έξι περιφέρειες του δίσκου.

Η περιστροφική κίνηση μεταδίδεται από το χειρομοχλό στον ατέρμονα κοχλία, στην κορώνα, στην κύρια άτρακτο και συνεπώς στο κομμάτι. Ας υποθεθεί ότι στο κομμάτι θα γίνουν z διαιρέσεις και η σχέση μετάδοσης είναι 40:1. ο δίσκος τότε πρέπει να στραφεί x φορές. Όπου:

$$x = \frac{40}{z} \quad (5.5)$$



Παράδειγμα Διαφορικής Διαίρεσης

Να καθορισθεί ο διαιρέτης που πρέπει να χρησιμοποιηθεί για κατεργασία ενός οδοντοτροχού με 57 δόντια σε φρεζομηχανή.

Ο χειροστρόφαλος, σύμφωνα με τη σχέση (5.5) πρέπει να στραφεί $x=40/57$ φορές, δηλαδή 40 οπές στην περιφέρεια των 57 οπών. Επειδή δεν υπάρχει δίσκος των 57 οπών (πίνακας 5.9), διαλέγεται ένας φανταστικός αριθμός διαιρέσεων πολύ κοντά στον πραγματικό, ο οποίος μπορεί να γίνει με απλή διαίρεση. Έστω $\Phi=60$ τότε, σύμφωνα με τη σχέση (5.5), $x = 40/60=2/3=18/27$, δηλαδή 18 οπές στην περιφέρεια των 27 οπών. Άρα ο φανταστικός αριθμός $\Phi=60$ είναι δεκτός, γιατί μπορεί να γίνει με απλή διαίρεση.

Για να βρεθεί ο πραγματικός αριθμός διαιρέσεων, χρησιμοποιείται ένας διαιρέτης με διαφορική διαίρεση, του οποίου οι εξωτερικοί τροχοί μετάδοσης της κίνησης είναι:

$$\frac{\alpha}{\beta} \cdot \frac{\gamma}{\delta} = (\Phi - z) \cdot \frac{40}{\Phi} = (60 - 57) \cdot \frac{40}{60} = \frac{6}{3} = \frac{48}{24}$$

Επειδή $\Phi > z$ το στρόφαλο και ο δίσκος πρέπει να γυρίζουν ομόρροπα. Επίσης χρειάζεται ένας ενδιάμεσος οδοντοτροχός, γιατί η μετάδοση είναι απλή.

24	24	28	32	40	44
48	56	64	72	86	100



Διαφορικός διαιρέτης απλής και έμμεσης διαίρεσης

Βασικά στοιχεία οδοντώσεων

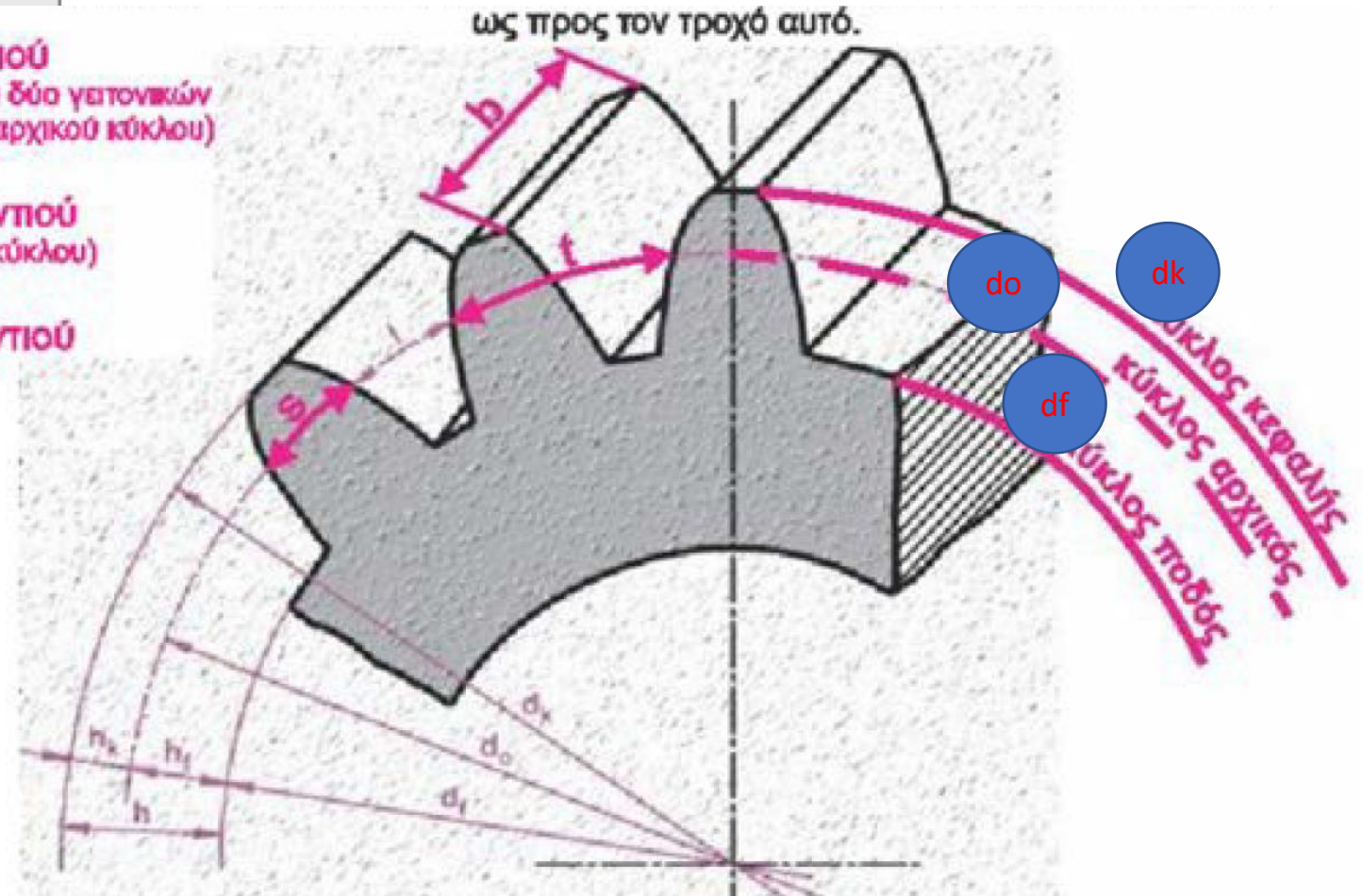
Βασικά μεγέθη οδοντωτών τροχών

- Διάμετρος κεφαλής (d_k)
- Αρχική διάμετρος (d_o)
- Διάμετρος ποδιών (d_f)
- Ύψος κεφαλής (h_k)
- Πόδι του δοντιού (h_f)
- Βήμα του δοντιού (t)
- Πάχος δοντιού (s)
- Μήκος δοντιού (b)
- Διάκενο (f)

t = βήμα δοντιού
αντίστοιχα σημεία δύο γειτονικών
δοντιών (επί του αρχικού κύκλου)

s = πάχος δοντιού
(επί του αρχικού κύκλου)

b = μήκος δοντιού

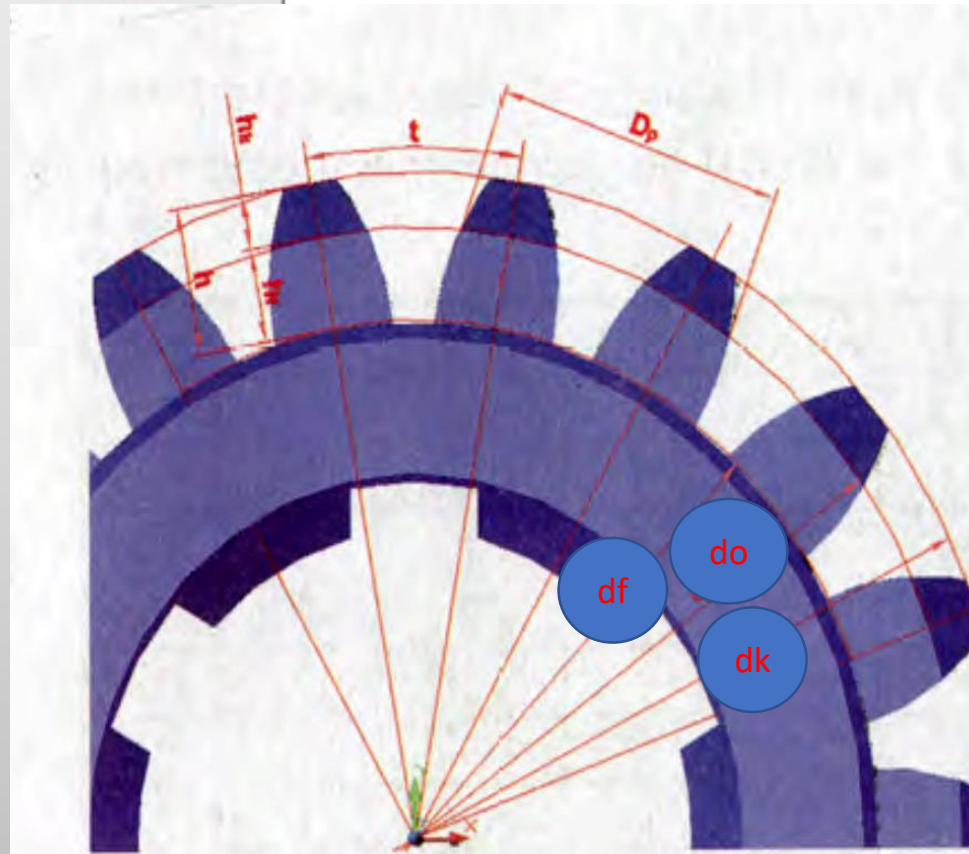


https://www.youtube.com/watch?v=7ZU3_8JMULE&t=3s

Βασικά στοιχεία οδοντώσεων

Βασικά μεγέθη οδοντωτών τροχών

- Διάμετρος κεφαλής (d_k)
- Αρχική διάμετρος (d_o)
- Διάμετρος ποδιών (d_f)
- Ύψος κεφαλής (h_k)
- Πόδι του δοντιού (h_f)
- Βήμα του δοντιού (t)
- Πάχος δοντιού (s)
- Μήκος δοντιού (b)
- Διάκενο (f)



t : Βήμα [mm]
 D_p : Διαμετρικό βήμα [in⁻¹]
 D_o : Αρχική διάμετρος [mm]
 d_k : Διάμετρος κεφαλής [mm]
 d_f : Διάμετρος ποδός [mm]
 h : Ύψος δοντιού [mm]
 h_k : Ύψος κεφαλής [mm]
 h_f : Ύψος ποδός [mm]

Σχήμα 5.38: Βασικά μεγέθη της οδόντωσης.

Βασικά στοιχεία οδοντώσεων

- ◆ Ο αριθμός δοντιών z .
- ◆ Το βήμα t σε [mm] είναι το μήκος εκείνου του τόξου του αρχικού κύκλου, που περιλαμβάνεται ανάμεσα σε δυο αριστερές παρειές δύο διαδοχικών δοντιών. Το βήμα ορίζεται ανάλογα με το είδος της οδόντωσης, όπως π.χ. το μετωπικό και το κάθετο βήμα στους οδοντοτροχούς με λοξή οδόντωση ή το βήμα μεγάλης ή μικρής διαμέτρου στους κωνικούς οδοντοτροχούς.
- ◆ Η αρχική διάμετρος d_0 σε [mm] προσδιορίζεται από τη γενική σχέση:

$$\pi \cdot d_0 = z \cdot t \quad \text{ή} \quad d_0 = \frac{z \cdot t}{\pi} \quad (5.7)$$

Όπου z είναι ο αριθμός δοντιών του οδοντοτροχού.

- ◆ Το μέτρο βήματος της οδόντωσης ή μέτρο της οδόντωσης (modul) m σε mm σχετίζεται με το αρχικό βήμα κατά το μετρικό σύστημα ως εξής:

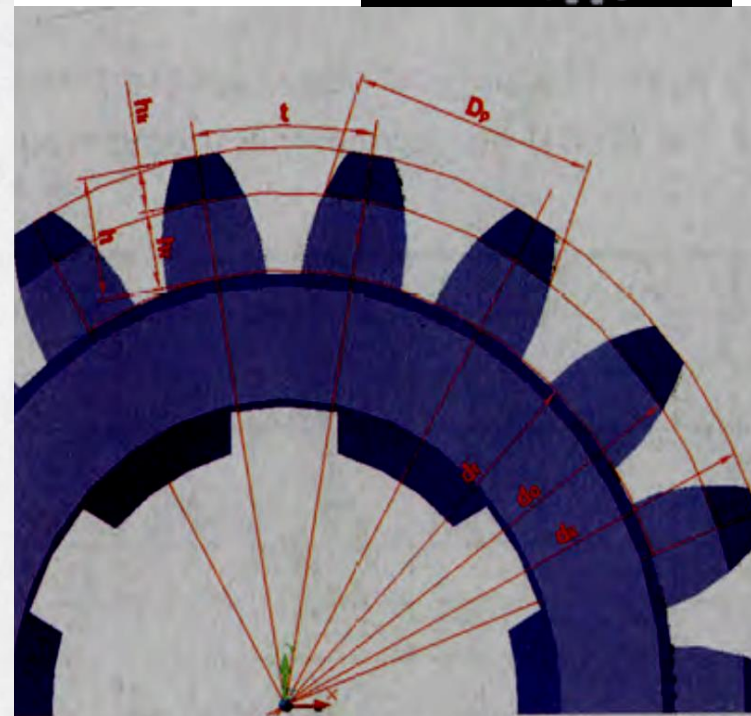
$$m = \frac{t}{\pi} = \frac{d_0}{z} \quad (5.8)$$

$Z=10$



$Z=28$

- Σχέση μετάδοσης 2,8:1=
- Για κάθε μία στροφή του μεγάλου το μικρό θα κάνει 2,8 στροφές



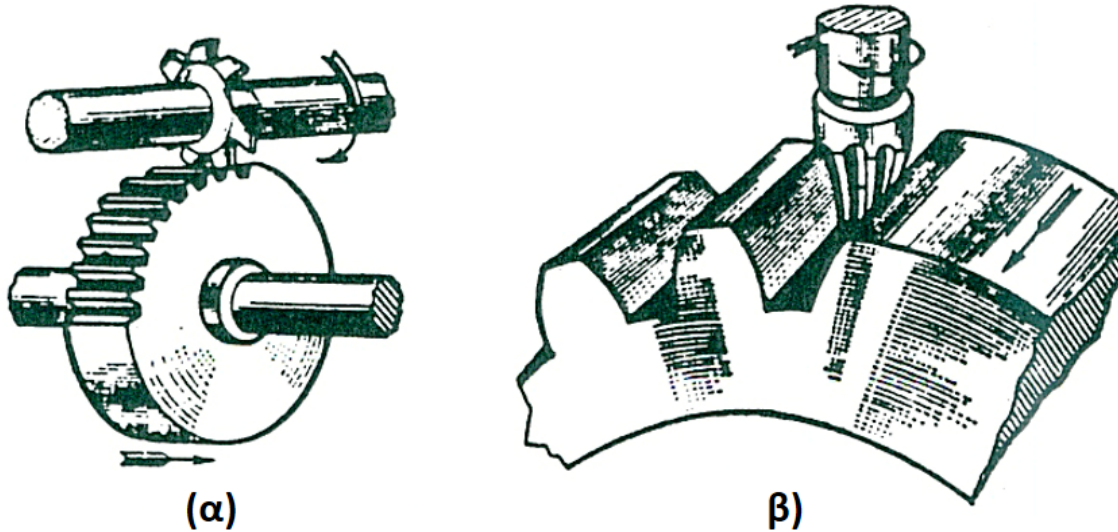
t : Βήμα [mm]
 D_p : Διαμετρικό βήμα [in']
 D_0 : Αρχική διάμετρος [mm]
 d_k : Διάμετρος κεφαλής [mm]
 d_i : Διάμετρος ποδός [mm]
 h : Ύψος δοντιού [mm]
 h_k : Ύψος κεφαλής [mm]
 h_i : Ύψος ποδός [mm]

Σχήμα 5.38: Βασικά μεγέθη της οδόντωσης.

Κοπή οδοντώσεων σε φρεζομηχανή

(α) Με δισκοειδή φρέζα μορφής (περιφερικό φρεζάρισμα), βλ. Σχ. 1(α).

(β) Με μετωπικό κοπτήρα (κονδύλι) μορφής (μετωπικό φρεζάρισμα), βλ. Σχ. 1(β).

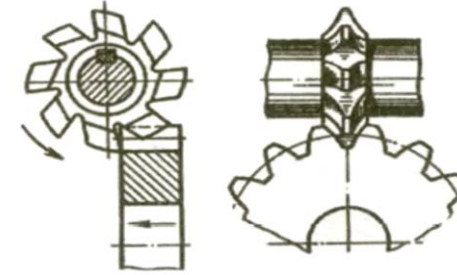


Σχήμα 1: Κοπή οδόντωσης σε φρεζομηχανή

(α) Με δισκοειδή φρέζα μορφής, (β) με κονδύλι μορφής

Σημειώνονται τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Η κοπή απαιτεί την χρήση διαιρέτη.
- Για κάθε modul υπάρχει ένα σετ 8 (ή σπανιότερα 15) διαφορετικών φρεζοδίσκων, καθένας από τους οποίους έχει κατάλληλη κατατομή και χρησιμοποιείται για ορισμένη περιοχή οδόντων, βλ. Πίν 5.14



• Για την απόδοση ελικοειδών δοντιών πρέπει η φρεζομηχανή και ο διαιρέτης να είναι γενικής χρήσης, ενώ για την επιλογή της κατάλληλης φρέζας χρησιμοποιείται ένας φανταστικός αριθμός οδόντων, όπως περιγράφεται στο οικείο Κεφάλαιο.

• Η μέθοδος έχει περιορισμένη ακρίβεια μορφής, απαιτεί απασχόληση φρεζομηχανής και τεχνικού προσωπικού επί αρκετό χρονικό διάστημα και είναι μάλλον αντισοικονομική. Περιορίζεται σε παραγωγή πολύ μικρών ποσοτήτων οδοντωτών τροχών ή σε ειδικές περιπτώσεις

Τυποποίηση κοπτήρων γραναζιών

Νούμερα κοπτών για τα δόντια γραναζιών που θα κόψουν

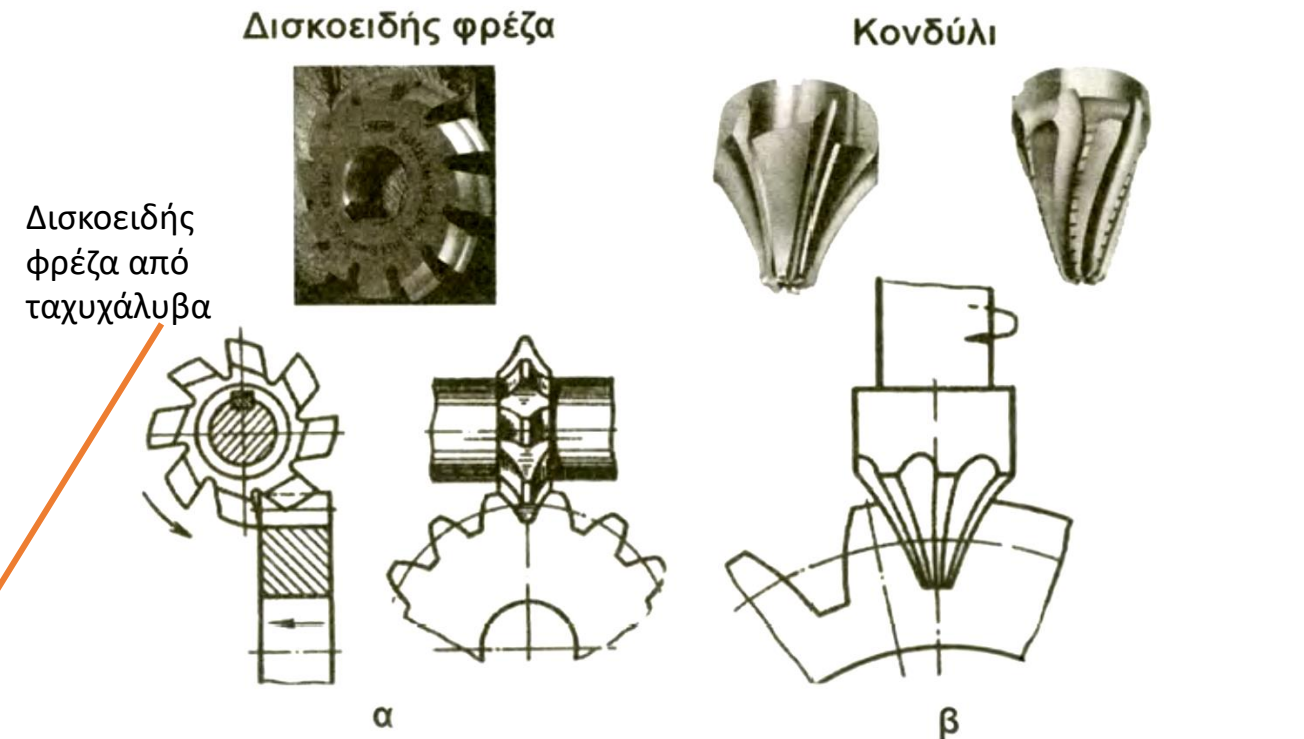
- Κόπτης Νο 8 θα κόψει γρανάζια 12 και 13 δοντιών
- Κόπτης Νο 7 θα κόψει γρανάζια 14 και 16 δοντιών
- Κόπτης Νο 6 θα κόψει γρανάζια 17 και 21 δοντιών
- Κόπτης Νο 5 θα κόψει γρανάζια 21 και 25 δοντιών
- Κόπτης Νο 4 θα κόψει γρανάζια 26 και 34 δοντιών
- Κόπτης Νο 3 θα κόψει γρανάζια 35 και 54 δοντιών
- Κόπτης Νο 2 θα κόψει γρανάζια 55 και 134 δοντιών
- Κόπτης Νο 1 θα κόψει γρανάζια 135 δοντιών έως οδοντωτό κανόνα

Γωνία κλίσεως της
ευθείας γραμμής
 $\alpha=20^\circ$

module $m=1$



Η κοπή οδοντώσεων σε φρεζομηχανή επιτυγχάνεται είτε με δισκοειδή φρέζα ή με κονδύλι μορφής (σχήμα 5.39).



Σχήμα 5.39: Κοπή οδοντώσεων σε φρεζομηχανή: α) με δισκοειδή φρέζα μορφής, β) με κονδύλι μορφής.

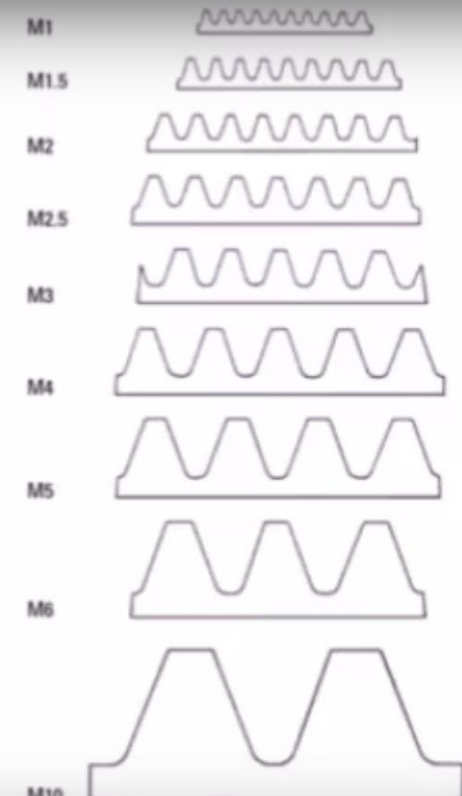
Τυποποίηση κοπτήρων γραναζιών

Η σειρά των οκτώ κοπτήρων αποτελεί τη βασική σειρά και χρησιμοποιείται για μέτρο οδόντωσης $m < 8 \text{ mm}$. Για μεγαλύτερο μέτρο ($m \geq 16 \text{ mm}$), ο αριθμός δοντιών του υπό κατεργασία οδοντοτροχού εντάσσεται σε 15 περιοχές και για $m > 16$ διατίθενται σειρές των 26 κοπτήρων (πίνακες 5.14 και 5.15).

Πίνακας 5.14: Επιλογή δισκοφρεζών σε σχέση με τον αριθμό δοντιών της οδόντωσης για δεδομένο μέτρο οδόντωσης m .

Αριθμός Φρέζας	1	1 1/2	2	2 1/2	3	3 1/2	4	4 1/2
Αριθμός δοντιών της σειράς των 8 τεμαχίων	12-13		14-16		17-20		21-25	
Αριθμός δοντιών της σειράς των 15 τεμαχίων	12	13	14	15-16	17-18	19-20	21-22	23-25
Αριθμός Φρέζας	5	5 1/2	6	6 1/2	7	7 1/2	8	
Αριθμός δοντιών της σειράς των 8 τεμαχίων	26-34		35-54		55-135		135-∞	
Αριθμός δοντιών της σειράς των 15 τεμαχίων	26-29	30-34	35-41	42-54	55-80	81-134	135-∞	

Τυποποίηση κοπτικών εργαλείων γραναζιών



Σε κάθε δισκοφρέζα γράφονται τα παρακάτω στοιχεία (σχήμα 5.39α):

- ◆ Το μοντούλ m ή το διαμετρικό βήμα P ,
- ◆ ο αριθμός της φρέζας (1...8) για σειρά των 8 τεμαχίων,
- ◆ η περιοχή του αριθμού δοντιών,
- ◆ η γωνία κλίσεως της ευθείας γραμμής.

Άσκηση κοπής γραναζιού σε φρεζομηχανή

Για κοπή $z=73$ δοντιών σε φρεζομηχανή, να καθορισθούν ο διαιρέτης και οι στροφές του στρόφαλου.

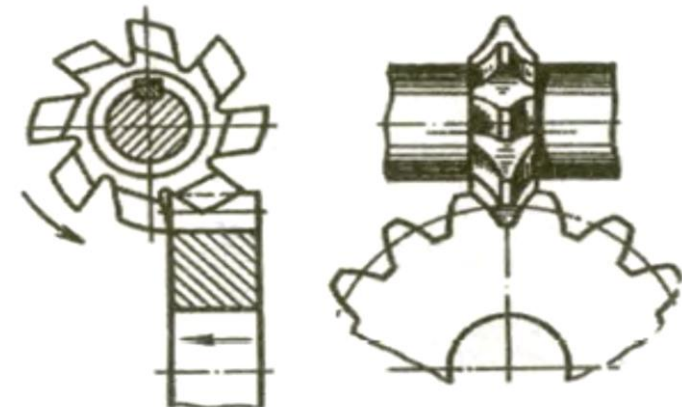
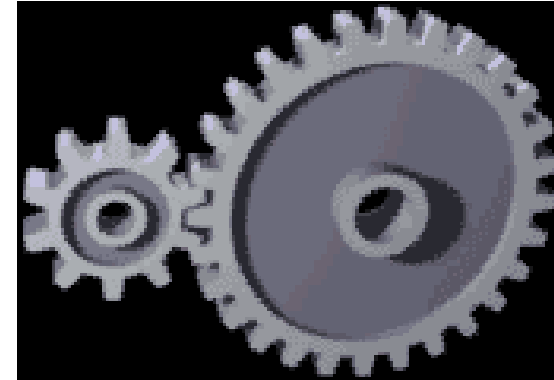
Λύση

Σύμφωνα με τη σχέση (5.5), το χειροστρόφαλο πρέπει να στρέφεται κατά $40/73$ φορές, δηλαδή 40 οπές σε περιφέρεια των 73 οπών. Επειδή δεν υπάρχει δίσκος των 73 οπών (πίνακας 5.9), επιλέγεται ένας φανταστικός αριθμός διαιρέσεων πολύ κοντά στον πραγματικό, ο οποίος μπορεί να γίνει με απλή διαίρεση. Έστω $\Phi=70$ τότε, σύμφωνα με τη σχέση (5.5), $x = 40/70 = 4/7 = 12/21$, δηλαδή 12 οπές στην περιφέρεια των 21 οπών. Άρα ο φανταστικός αριθμός $\Phi=70$ είναι δεκτός, γιατί μπορεί να γίνει με απλή διαίρεση.

Για να βρεθεί ο πραγματικός αριθμός διαιρέσεων, χρησιμοποιείται ένας διαιρέτης με διαφορική διαίρεση, του οποίου οι εξωτερικοί τροχοί μετάδοσης της κίνησης είναι:

$$\frac{a}{\beta} \cdot \frac{\gamma}{\delta} = (\Phi - z) \cdot \frac{40}{\Phi} = (70 - 73) \cdot \frac{40}{70} = - \frac{12}{7} = - \frac{48}{28}$$

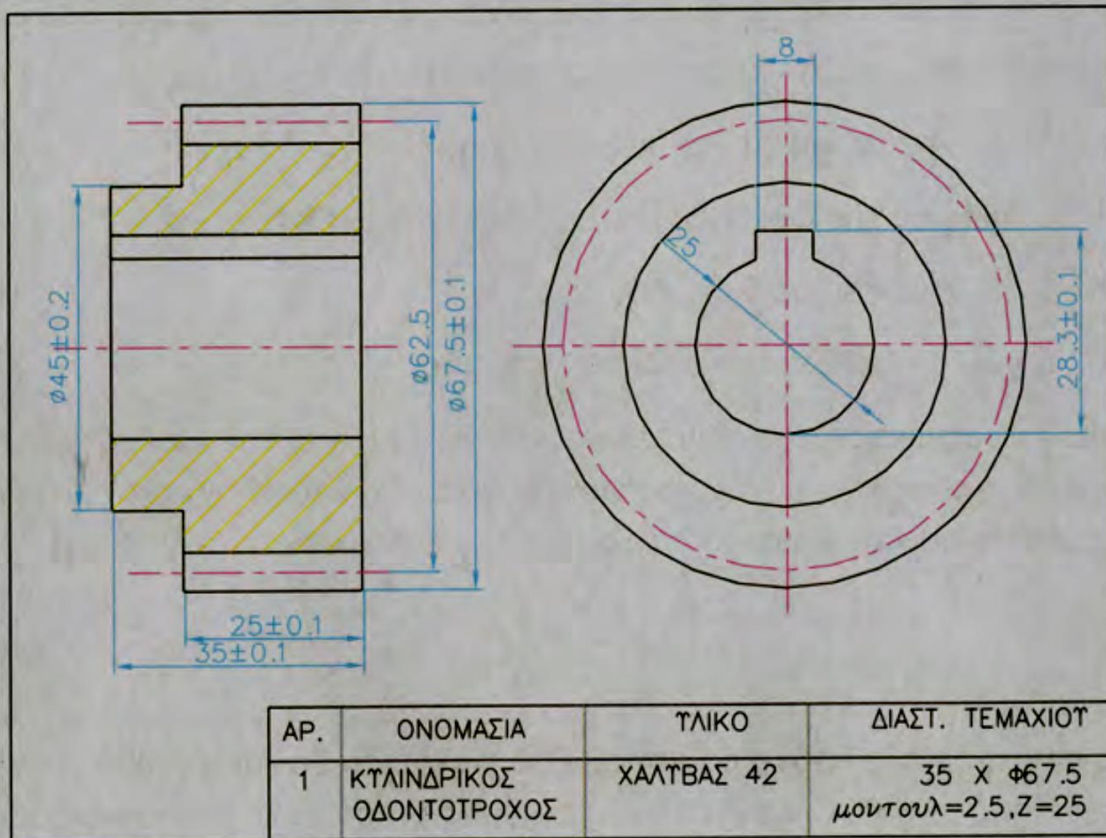
Επειδή $\Phi < z$, ο στρόφαλος και ο δίσκος πρέπει να γυρίζουν αντίρροπα,



Άσκηση κοπής γραναζιού σε φρεζομηχανή

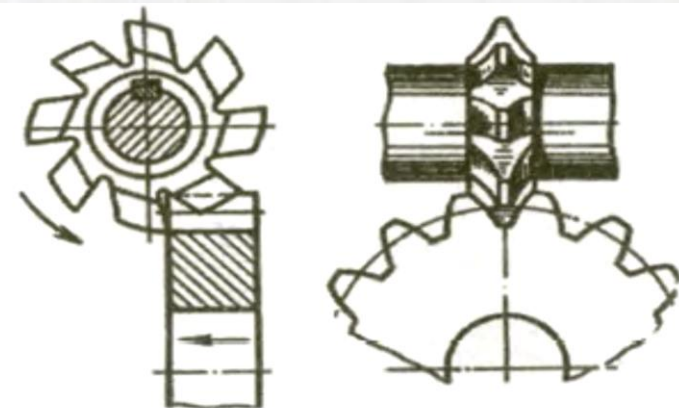
Κοπή κυλινδρικού οδοντοτροχού σε φρεζομηχανή με χρήση διαιρέτη.

Πρόκειται για κυλινδρικό οδοντοτροχό με παράλληλη οδόντωση, αριθμός δοντιών $z=25$ δόντια, και μοντούλ $m=2.5\text{mm}$. Το κατασκευαστικό σχέδιο παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα.



Περιγραφή	Σύμβολο	Υπολογισμός
Μοντούλ	M	$m = t/\pi = d_0/z$
Βήμα οδόντωσης	T	$t = m \cdot \pi = d_0 \cdot \pi / z$
Αρχική διάμετρος	d_0	$d_0 = z \cdot m = d_k - 2m$
Εξωτερική διάμετρος	d_k	$d_k = (z+2) \cdot m = d_0 + 2m$
Ύψος κεφαλής δοντιού	h_k	$h_k = m$
Ύψος ποδιού δοντιού	h_f	$h_f = 1.166m$
Ύψος δοντιού (βάθος κοπής)	h	$h = 2.166m = 0.7t$
Αριθμός δοντιών	z	$z = d_0/m = d_0 \cdot \pi / t$
Απόσταση αξόνων τροχών	a	$a = m \cdot (z_1 + z_2) / 2 = (d_{01} + d_{02}) / 2$

Το βήμα $t = m \cdot \pi = 2.5 \cdot \pi = 7.85\text{mm}$, το βάθος κοπής $h = 0.7t = 5.42\text{mm}$.



Άσκηση κοπής γραναζιού σε φρεζομηχανή

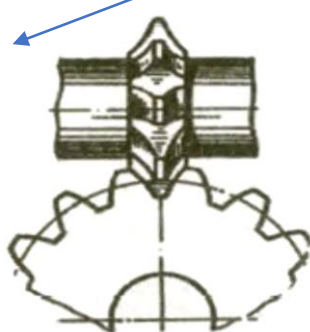
Καθορισμός των στροφών του χειροστροφάλου του διαιρέτη:

Οι στροφές του χειρομοχλού, μετά από την κοπή κάθε δοντιού, υπολογίζονται από τη σχέση (5.5) όπου:

$$x = \frac{40}{z} = \frac{40}{25} = 1 + \frac{15}{25} = 1 + \frac{3}{5} = 1 + \frac{12}{20}$$

Θα χρησιμοποιηθεί δίσκος με περιφέρεια οπών 20 και ο χειρομοχλός θα γυρίσει στο τέλος της κοπής κάθε δοντιού μία στροφή και 12 οπές. Η επιλογή της δισκοφρέζας γίνεται από τον πίνακα 5.14. Για αριθμό δοντιών $z=25$ επιλέγεται η φρέζα Νο 4 της σειράς των 8.

Φάση	Λειτουργία	Εργαλεία
1	Τοποθέτηση και ευθυγράμμιση του διαιρέτη σε οριζόντια φρεζομηχανή	Απλός έμμεσος διαιρέτης Μετρητικό ρολοί
2	Συγκράτηση κοπτήρα. Έλεγχος ομοαξονικότητας του κοπτήρα και του εργαλειοφόρου άξονα	Δισκοφρέζα 2.5,4,21-25,20° Εργαλειοφόρος άξονας
3	Συγκράτηση κομματιού μεταξύ κέντρων του διαιρέτη	Σταθερή ορθή γωνία 90°
4	Ρύθμιση δεικτών του δίσκου διαιρέσεως. (12 οπές ανάμεσα στους δύο δείκτες)	Δίσκος διαίρεσης με περιφέρεια 20 οπών



Νούμερα κοπτών για τα δόντια γραναζιών

- Κόπτης Νο 8 θα κόψει γρανάζια 12 και 13 δοντιών
- Κόπτης Νο 7 θα κόψει γρανάζια 14 και 16 δοντιών
- Κόπτης Νο 6 θα κόψει γρανάζια 17 και 21 δοντιών
- Κόπτης Νο 5 θα κόψει γρανάζια 21 και 25 δοντιών
- Κόπτης Νο 4 θα κόψει γρανάζια 26 και 34 δοντιών
- Κόπτης Νο 3 θα κόψει γρανάζια 35 και 54 δοντιών



Άσκηση κοπής γραναζιού σε φρεζομηχανή

Πίνακας 5.4: Συνιστώμενες τιμές της ταχύτητας κοπής u [m/min] για φρεζάρισμα με κοπήρα από ταχυχάλυβα ή σκληρομέταλλο πλην μετωπικών κοπτήρων εντιθέμενων δοντιών.

Υλικό	Ταχύτητα κοπής u [m/min]	
	Ταχυχάλυβας	Σκληρομέταλλο
Ανθρακούχοι χάλυβες έως 50 kp/mm^2	17...24	100...150
Ανθρακούχοι χάλυβες 50-70 kp/mm^2	16...24	80...120
Ανθρακούχοι χάλυβες έως 70-90 kp/mm^2	15...20	60...100
Ανθρακούχοι χάλυβες έως 90-110 kp/mm^2	11...18	50...80
Κεκραμένοι χάλυβες	13...17	60...100
Χυτοχάλυβες 38-52 kp/mm^2	13...19	40...70
Φαίος χυτοσίδηρος έως 200 BHN	14...19	50...80
Φαίος χυτοσίδηρος άνω 200 BHN	10...16	40...60
Χυτοσίδηρος σφαιροειδούς γραφίτου	10...20	50...100
Μαλακτοποιημένος χυτοσίδηρος	16...22	50...80
Κράματα αργιλίου	200...300	200...600
Ορείχαλκος	34...48	80...120
Κρατέρωμα	30...40	80...120
Πλαστικά	30...50	80...100

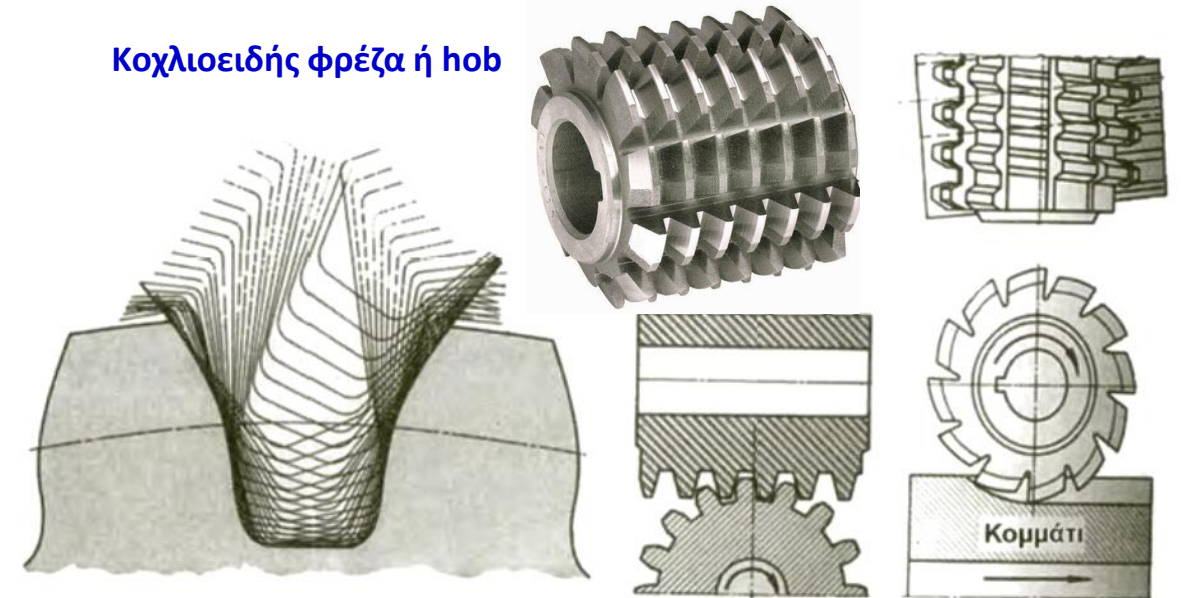
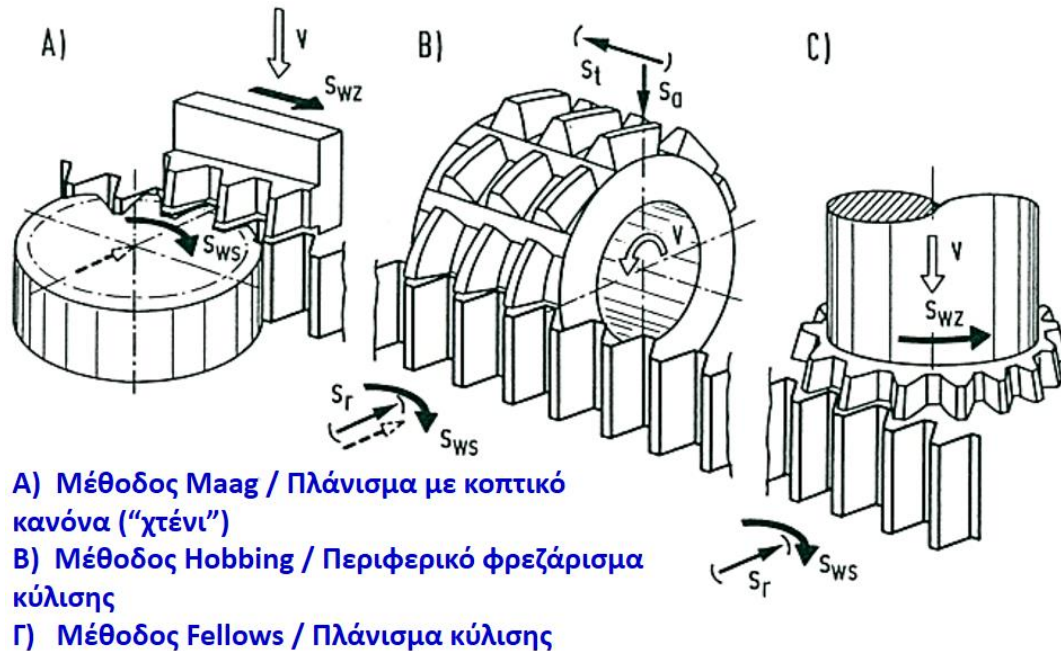
Πίνακας 5.6: Αριθμός στροφών κοπήρα σε στρ/min.

Ταχύτητα Κοπής u [m/min]	Διάμετρος κοπήρα D [mm]									
	40	50	60	75	90	110	130	150	175	200
6	48	38	32	26	21	17	15	13	11	10
8	64	51	42	34	28	23	20	17	15	13
10	79	64	53	42	35	29	24	21	18	16
12	96	76	64	51	42	35	29	25	22	19
14	112	89	73	60	50	40	34	30	26	22
18	145	115	96	76	64	52	44	38	33	29
22	175	140	117	93	77	64	54	47	40	35
26	210	165	140	110	91	75	65	56	48	42
30	240	190	160	128	105	87	73	64	55	48
35	280	225	185	150	125	100	86	74	64	56
40	320	255	210	170	140	116	98	86	72	64
45	360	287	240	190	160	130	110	95	82	72
50	400	318	265	212	177	145	122	106	91	80

Πράγματι, ισχύει:

$$n = \frac{1000 \cdot u}{\pi \cdot 75} = \frac{1000 \cdot 17}{\pi \cdot 75} [\text{στρ} / \text{min}] = 76,4 [\text{στρ} / \text{min}] \text{ του κοπήρα}$$

Κατεργασίες γραναζιών σε πλάνη και φρέζα



Σχήμα 5.43: Κινηματική του περιφερικού φρεζαρίσματος κύλισης.

Πραγματοποιείται συνήθως με τις ακόλουθες 3 μεθόδους, βλ. Σχ .5.43

- **Περιφερικό φρεζάρισμα κύλισης ή Μέθοδος χόμπιγκ:**
Το ΚΕ είναι περιστρεφόμενη κοχλιοειδής φρέζα.
- **Πλάνισμα κύλισης ή Μέθοδος Φέλλοους:**
Το ΚΕ εργαλείο είναι κοπτικός τροχός που παλινδρομεί και περιστρέφεται.
- **Πλάνισμα με κοπτικό κανόνα ή Μέθοδος Μαγκ:**
Το κοπτικό εργαλείο παλινδρομεί και μετατοπίζεται.

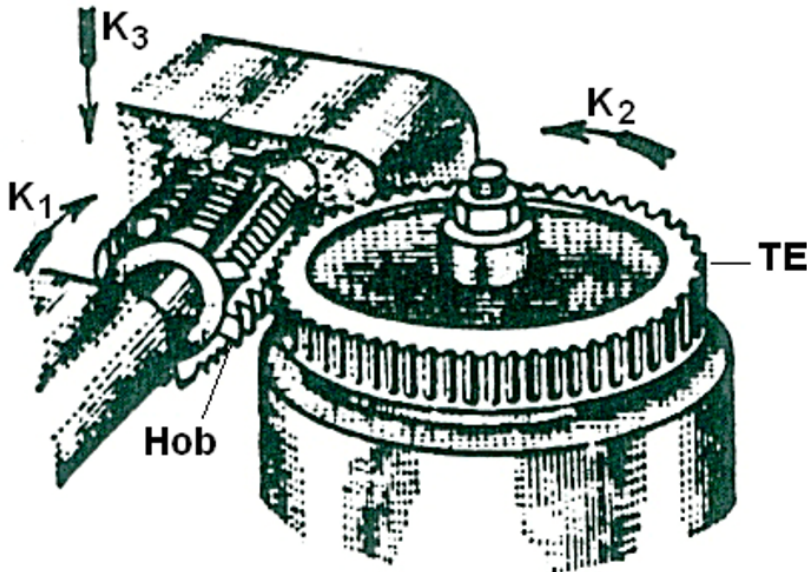
Κοπτικό εργαλείο: Κοχλιοειδής φρέζα ή hob, η οποία είναι ένα είδος ατέρμονα κοχλία που φέρει στην περιφέρεια του οδόντες και αύλακες.

Οι οδόντες παίζουν το ρόλο του κοπτικού μέρους και **οι αύλακες** χρησιμεύουν για την απομάκρυνση των αποβλήτων και διευκολύνουν τη διείσδυση του υγρού κοπής. Κατασκευάζονται με 1 ή 2 αρχές, ολόσωμοι από ταχυχάλυβα ή με ένθετες λεπίδες, βλ. Σχ.5.43.

Μέθοδος Hobbing- Περιφερειακό φρεζάρισμα κύλισης

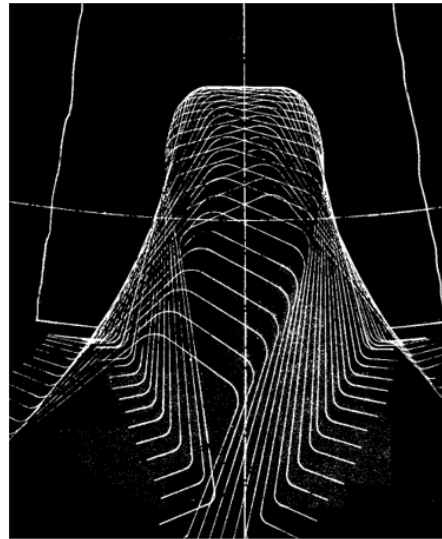
Με βάση το Σχ. 1, για την εκτέλεση της κοπής πραγματοποιούνται οι ακόλουθες (σχετικές) κινήσεις από το (ΚΕ) κοπτικό εργαλείο και το ΤΕ:

- Το ΚΕ περιστρέφεται συνεχώς (Κύρια κίνηση κοπής K_1).
- Το (ΤΕ) τεμάχιο περιστρέφεται συνεχώς (Κίνηση πρόωσης κύλισης K_2).
- Το ΚΕ εκτελεί αργή ευθύγραμμη κατακόρυφη κίνηση ως προς το ΤΕ (Κίνηση αξονικής πρόωσης K_3).



Σχήμα 1: Κινήσεις στη μέθοδο hobbing

- Το βάθος κοπής επιτυγχάνεται με οριζόντια προσέγγιση της τράπεζας πρόσδεσης του ΤΕ προς το ΚΕ. Η κατεργασία μπορεί να εκτελεστεί σε πολλά πάσα. Το αποτέλεσμα της κοπής από την κινηματική μιας τέτοιας διαδικασίας παρουσιάζεται στο Σχ. 2.



Σχήμα 2: Διαδοχικές θέσεις του hob για τη διαμόρφωση μιας μεσοδοντίου αύλακας.

- Κοπτήρας και ΤΕ περιστρέφονται με σταθερή σχέση μετάδοσης κατά τη διάρκεια της κοπής, σύμφωνα με την εξίσωση:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{C}$$

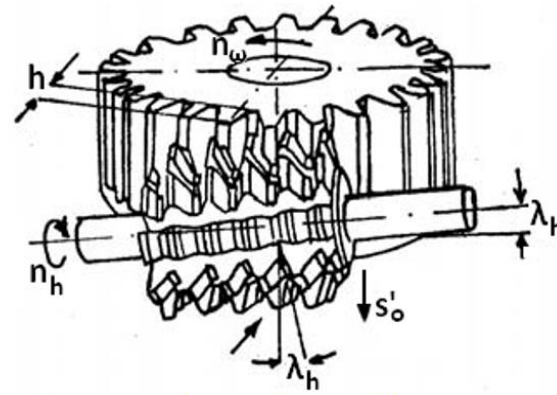
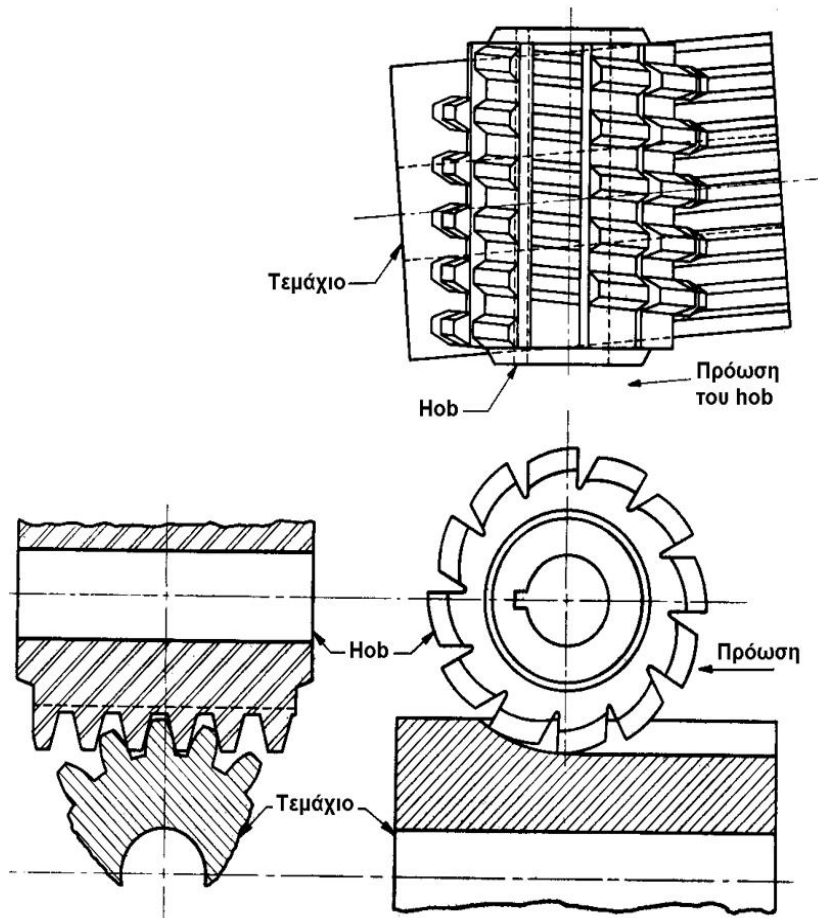
όπου: n_1 οι στροφές του ΚΕ, n_2 οι στροφές του ΤΕ, z_2 ο αριθμός οδόντων του προς κατασκευή οδοντοτροχού και C ο αριθμός αρχών του ΚΕ.



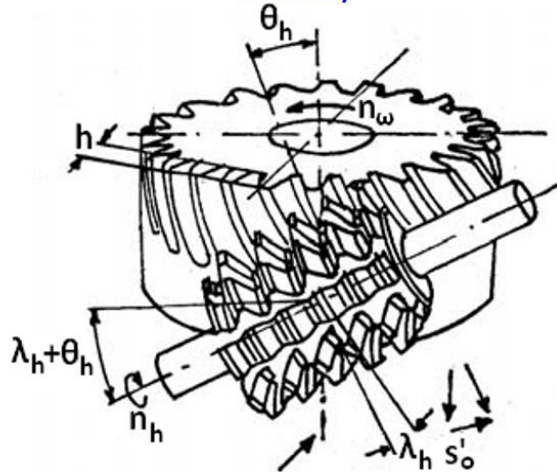
<https://www.youtube.com/watch?v=HZsB1vZGii8>
<https://www.youtube.com/watch?v=LUq33MvxqHI>

Μέθοδος Hobbing- Περιφερειακό φρεζάρισμα κύλισης

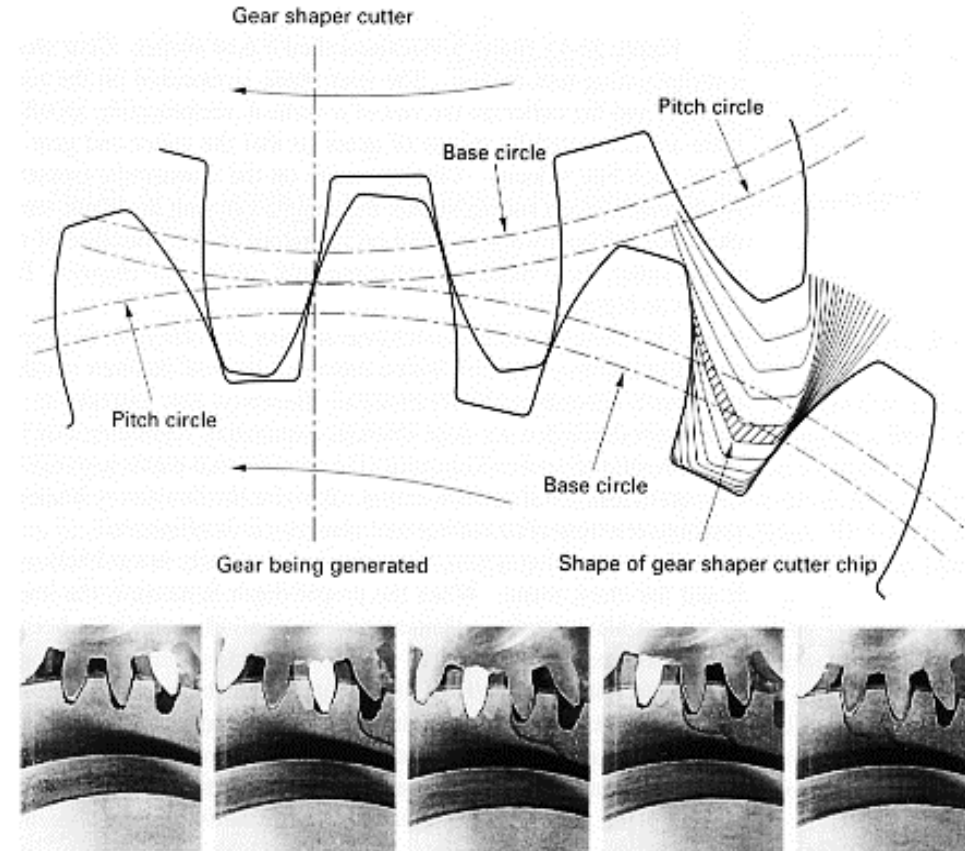
Εκτέλεση της κατεργασίας hobbing



Κατασκευή τροχού με ευθύγραμμους οδόντες

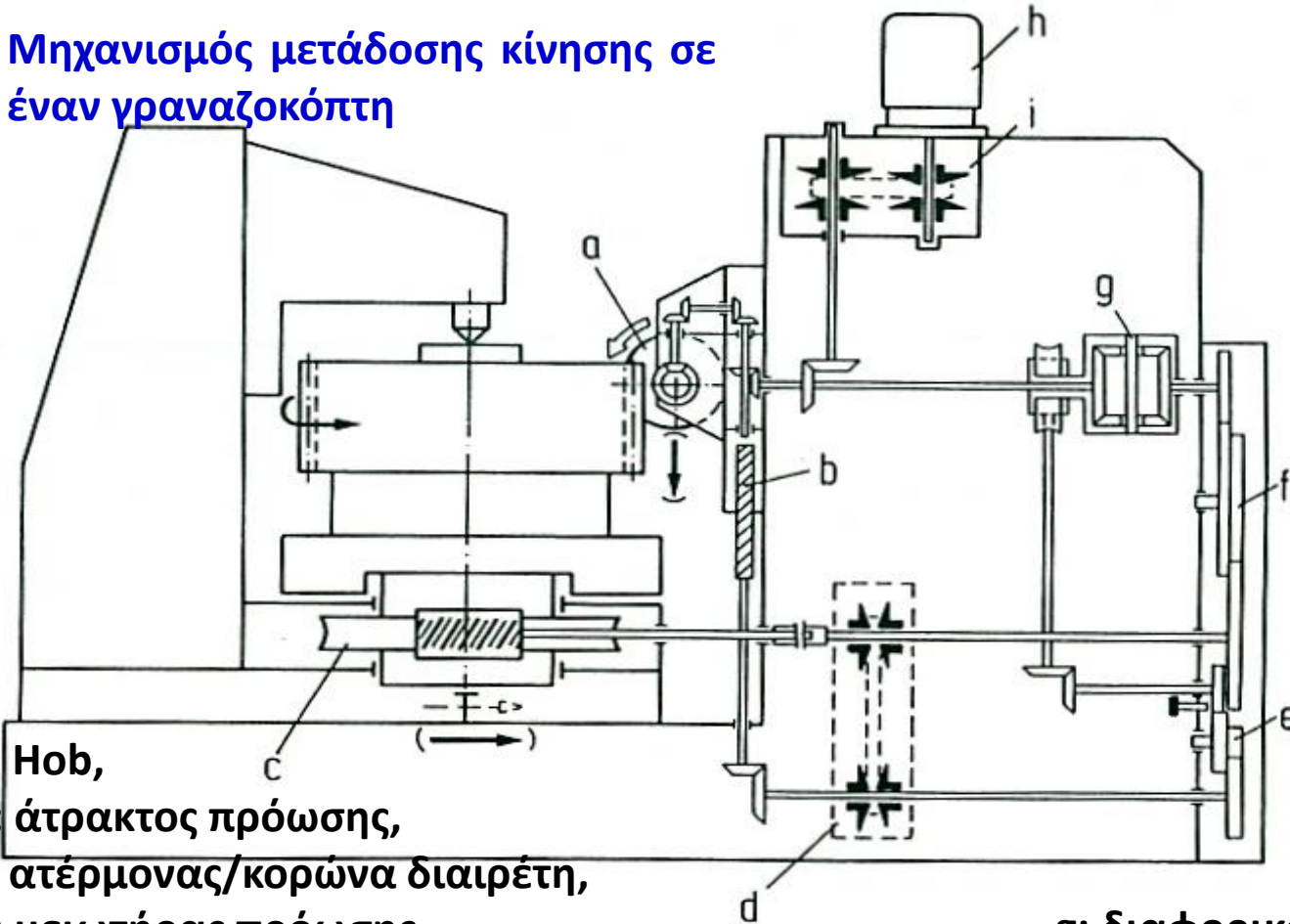


Κατασκευή τροχού με ελικοειδείς οδόντες



Μέθοδος Hobbing- Περιφερειακό φρεζάρισμα κύλισης

Μηχανισμός μετάδοσης κίνησης σε έναν γραναζοκόπτη

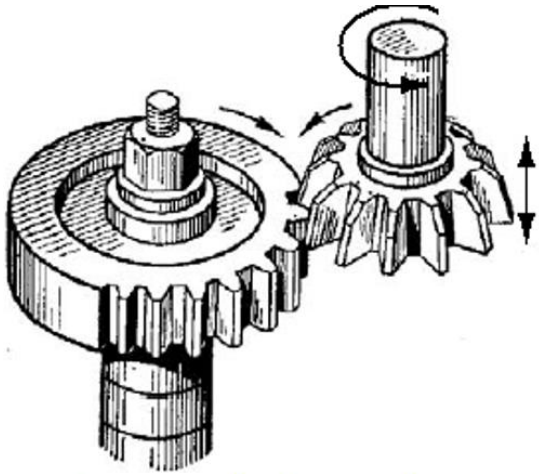


a: Hob,
b: άτρακτος πρόωσης,
c: ατέρμονας/κορώνα διαιρέτη,
d: μειωτήρας πρόωσης,
e: μειωτήρας γωνίας κλίσης TE ,
f: σύστημα τροχών για μείωση της σχέσης μετάδοσης,
g: διαφορικό,
h: Η/Κ,
i: μειωτήρας κίνησης ΚΕ

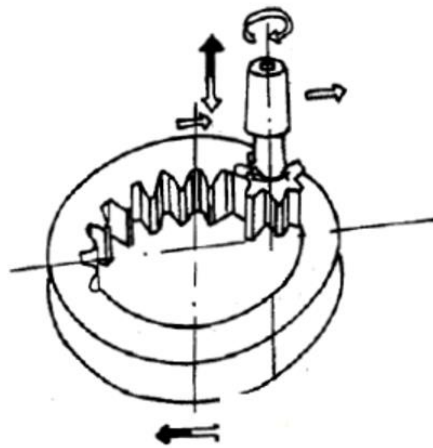


<https://www.youtube.com/watch?v=0rnTh6c19HM>

Μέθοδος Fellows / Πλάνισμα κύλισης



Κατασκευή εξωτερικής
οδόντωσης



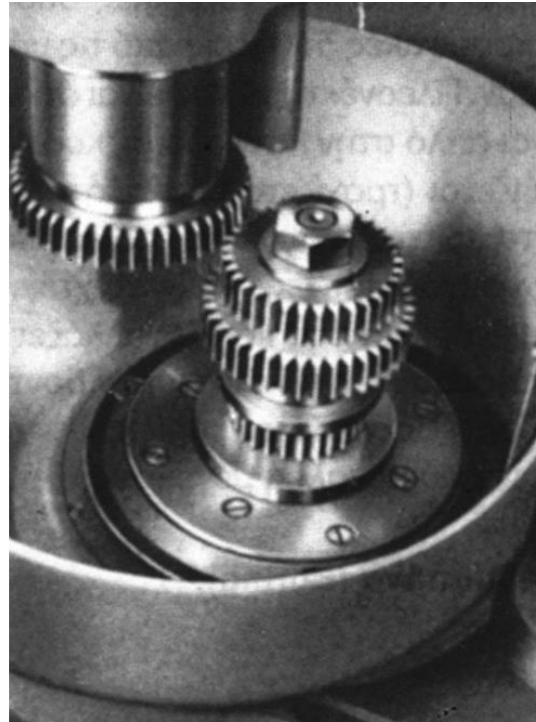
Κατασκευή εσωτερικής
οδόντωσης

Πλεονεκτήματα:

- (α) Κόβει και εξωτερικές και εσωτερικές οδοντώσεις.
- (β) Μπορεί να κόβει πολλαπλά γράναζια.
- (γ) Μπορεί να κόβει δόντια σε ένα τμήμα του τροχού.
- (δ) Εύκολη η αλλαγή του κοπτικού τροχού.

Μειονεκτήματα:

- (α) Πολυσύνθετη κατασκευή. Δυσκολία ρύθμισης όλων των κινήσεων.
- (β) Υφίστανται νεκροί χρόνοι (κίνηση προς τα πάνω).
- (γ) Συγκέντρωση πολλών διαφορετικών κινήσεων στον φορέα του ΚΕ.



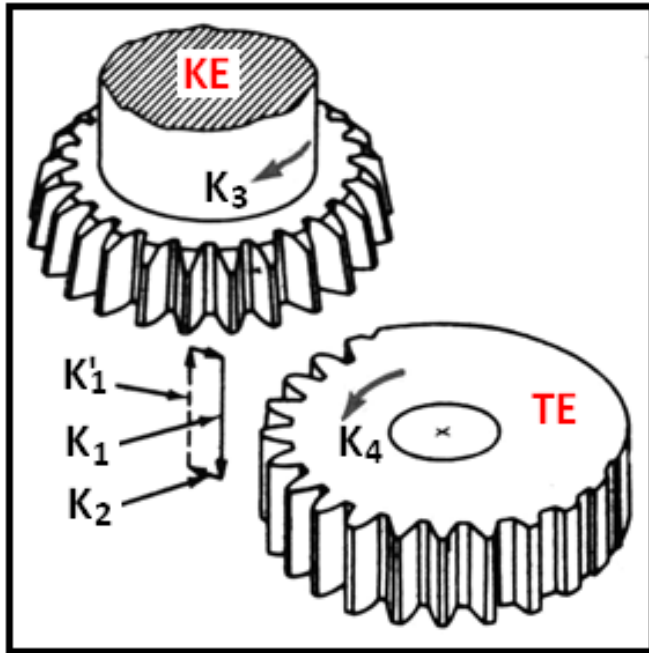
Κατασκευή πολλαπλών
γγραναζιών



<https://www.youtube.com/watch?v=Dm8b8ZDvDoI>
<https://www.youtube.com/watch?v=B0XSsa79Y1w&t=82s>
<https://www.youtube.com/watch?v=J1UOjBLo-2M>

Μέθοδος Fellows / Πλάνισμα κύλισης

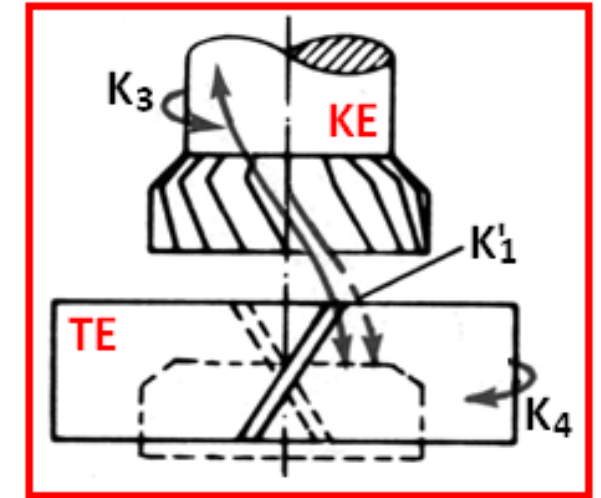
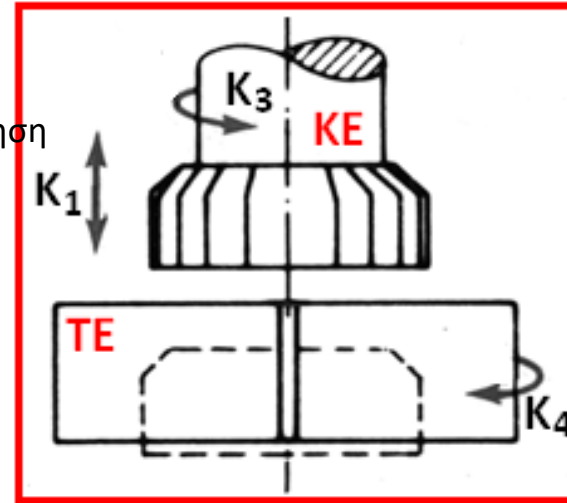
Κινηματική της κατεργασίας



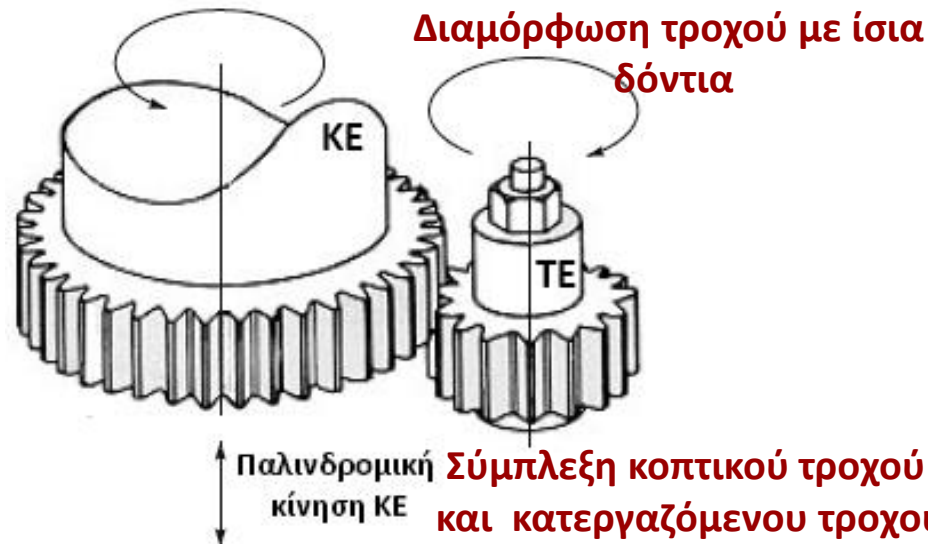
Σχετικές κινήσεις κοπτικού τροχού και κατεργαζόμενου τροχού

Το Κοπτικό Εργαλείο παλινδρομεί κατακόρυφα (K_1) ή υπό κλίση (K_1'), η κίνηση αυτή διευκολύνεται από μια μικρή οριζόντια παλινδρομική κίνηση (K_2) (διευκολύνει την επιστροφή Του KE προς τα πάνω).

Ταυτόχρονα το κοπτικό εκτελεί και περιστροφική κίνηση (K_3). Το τεμάχιο εκτελεί συνεχή περιστροφική Κίνηση K_4 .



Διαμόρφωση τροχού με ίσια δόντια



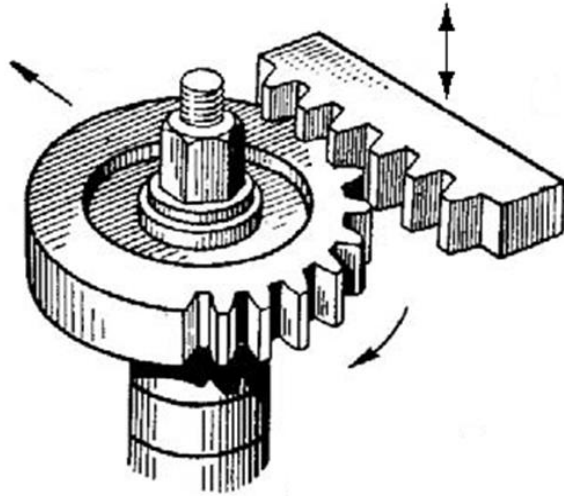
Διαμόρφωση τροχού με κεκλιμένα δόντια



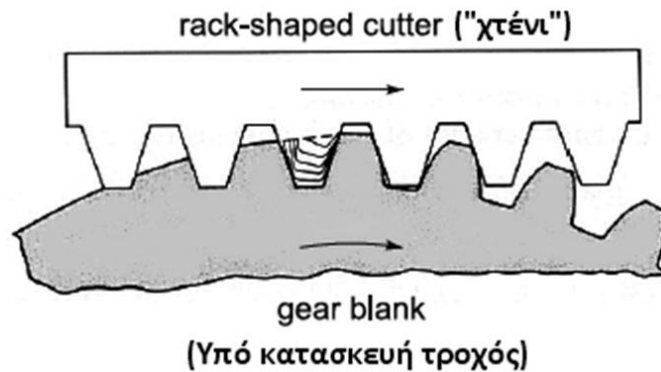
Κοπτικός τροχός από επικαλυμμένο ταχυχάλυβα

https://www.youtube.com/watch?v=so4O_yxUfCE&t=920s

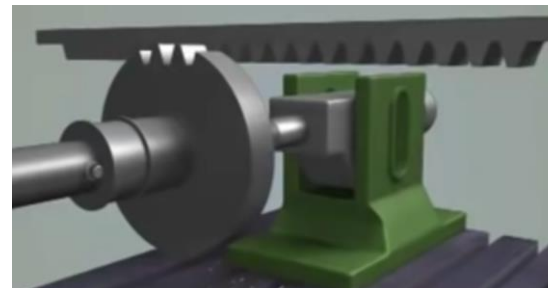
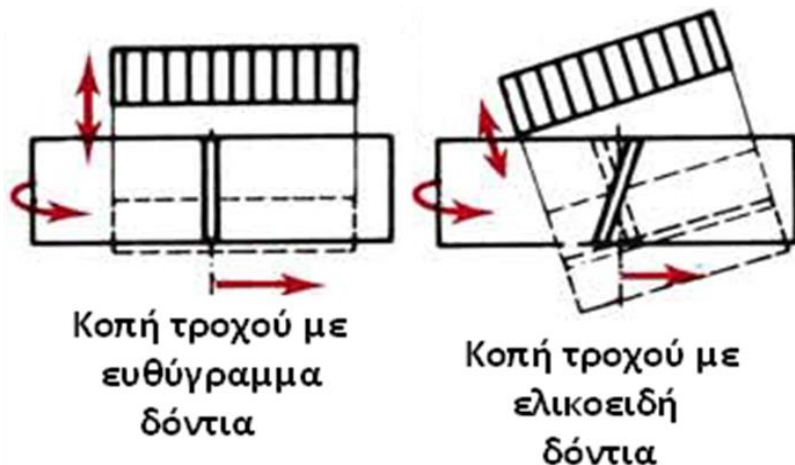
Μέθοδος Maag / Πλάνισμα με κοπτικό κανόνα/Χτένι



Κινηματική της μεθόδου Maag



1. Το κοπτικό «χτένι» έχει τη μορφή οδοντωτού κανόνα.
2. Το «χτένι» κάνει παλινδρομική ευθύγραμμη κίνηση.
3. Το τεμάχιο κάνει «κύλιση» πάνω στο «χτένι» που αποτελείται από μια ευθύγραμμη παλινδρομική κίνηση του κυκλικού τραπεζιού και μια μερική κυκλική παλινδρομική κίνηση του τεμαχίου.
4. Άρα, η κοπή των δοντιών είναι διακεκομμένη και γίνεται κατά ομάδες δοντιών. Μετά το τέλος της κοπής μιας ομάδας δοντιών, το τεμάχιο αποσυμπλέκεται από το «χτένι», αλλάζει θέση και ξεκινά νέος κύκλος κοπής.
5. Μειονεκτήματα: (α) Κόβονται μόνο εξωτερικά δόντια, (β) κρουστική συμπεριφορά λόγω των παλινδρομού-ντων μερών.
Πλεονεκτήματα: (α) Το «χτένι» είναι απλό στην κατά-σκευή, είναι φτηνό και τροχίζεται σχετικά εύκολα.
(β) Όταν το «χτένι» στομώνει κατά τη διάρκεια της κοπής, αλλάζει εύκολα χωρίς να έχει επιπτώσεις στην ποιότητα της κοπής.



<https://www.youtube.com/watch?v=L9fQGJu7BCc>
<https://www.youtube.com/watch?v=J1UOjBLo-2M>

Διαφορετικές μέθοδοι κατεργασίας γραναζιών



Άσκηση επιλογής ονοματολογίας γραναζιών

Δείτε πρώτα → https://www.youtube.com/watch?v=7ZU3_8JMULE&t=3s



α



β



γ

Εσωτερική Οδόντωση

Οδοντωτός κανόνας

Ατέρμονας - Κορώνα

Κωνικά γρανάζια

Γρανάζι πάνω στην άτρακτο

Ζεύγος κωνικών οδοντοτροχών

Γρανάζι με γωνιώδη δόντια

Μετωπική Οδόντωση



δ



ε



στ



ζ



η



θ

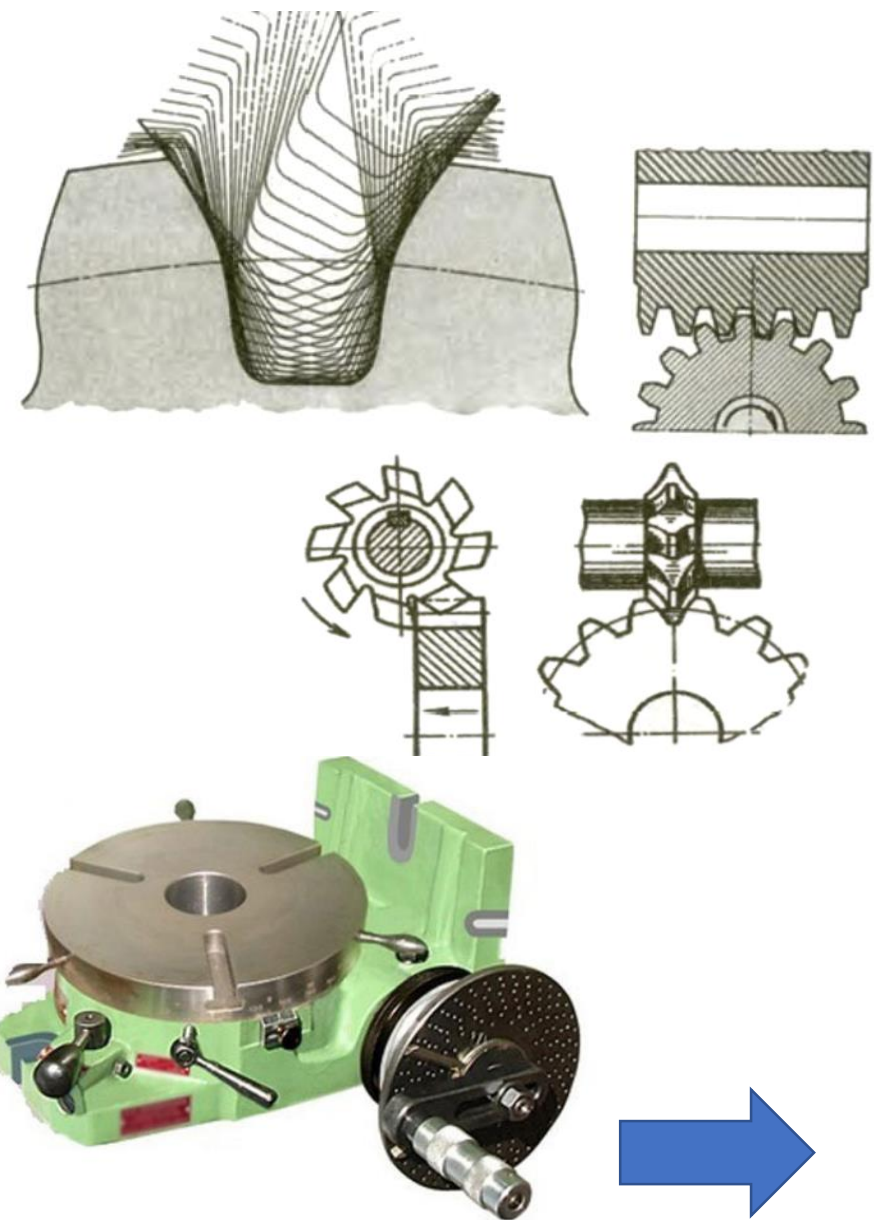
• Σημαντικοί σύνδεσμοι στο διαδίκτυο για περαιτέρω μελέτη :

dividing head gear cutting <https://www.organametrisis.gr/products/bs-0>

https://www.youtube.com/watch?v=7ZU3_8JMULE&t=3s

- <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=lrK1IFW0Jql>
- <https://www.youtube.com/watch?v=ckG1dm-EuG4>
- <https://www.youtube.com/watch?v=9phmqh1jYPs>
- https://www.youtube.com/watch?v=3KoZ8dLXqOU&ab_channel=SotirisMatakias
- https://www.youtube.com/watch?v=ZGwXhHYhbx&ab_channel=%CE%95%CE%BB%CE%B9%CE%B3%CE%BC%CE%BF%CE%AF%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%BC%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%AF%CE%BF
- https://www.youtube.com/watch?v=7ZU3_8JMULE&ab_channel=%CE%9D%CE%AF%CE%BA%CE%BF%CF%82%CE%A3%CF%84%CE%AC%CE%BC%CE%BF%CF%82
- https://www.youtube.com/watch?v=cEl-hjde_Ww&ab_channel=Xalasis715
- https://www.youtube.com/watch?v=NfcDnL3FZkk&ab_channel=MDLabNTUA
- https://www.youtube.com/watch?v=PB9J3MYsr4s&ab_channel=%CE%9C%CE%97%CE%A7%CE%91%CE%9D%CE%9F%CE%A5%CE%A1%CE%93%CE%95%CE%99%CE%9Fmixanourgeioqr
- https://www.youtube.com/watch?v=b0czUcpLG1E&ab_channel=%CE%95%CE%BB%CE%B9%CE%B3%CE%BC%CE%BF%CE%AF%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%BC%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%AF%CE%BF
- https://www.youtube.com/watch?v=Tjnx6Xdm3hA&ab_channel=%CE%95%CE%BB%CE%B9%CE%B3%CE%BC%CE%BF%CE%AF%CF%83%CF%84%CE%BF%CE%BC%CE%B7%CF%87%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%AF%CE%BF
- <https://www.youtube.com/watch?v=Q-XOM4E4RZQ&t=777s>
- <https://www.youtube.com/watch?v=zU95td7WtaA>
- <https://www.youtube.com/watch?v=L9fQGJu7BCc>
- <https://www.youtube.com/watch?v=J1UOjBLo-2M>
- <https://www.youtube.com/watch?v=Dm8b8ZDvDol>
- <https://www.youtube.com/watch?v=B0XSsa79Y1w&t=82s>

Ανάκτηση από το διαδίκτυο: 7/2/2021



Επόμενη ενότητα: Λείανση –
Λειαντικές Μηχανές