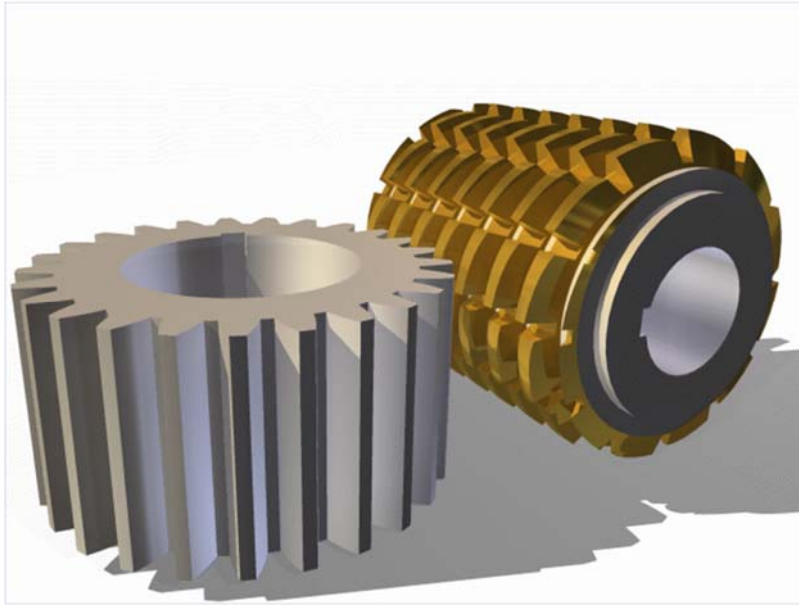


20
19
18
17
16
15
14
13
12
11

Κοπές με εργαλεία με γεωμετρικά καθορισμένη κόψη

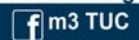


15

<http://www.m3.tuc.gr>



Κατεργασίες Οδοντώσεων



2019-20

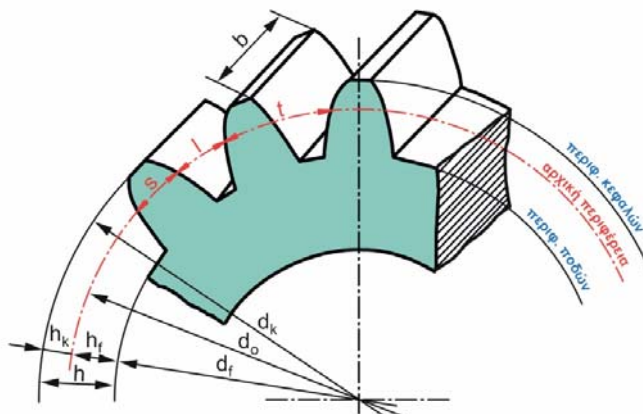


School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

1

20
19
18
17
16
15
14
13
12
11

Κοπές με εργαλεία με γεωμετρικά καθορισμένη κόψη

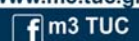


- m = μέτρο οδόντωσης (modul) = t/π
- d_k = διάμετρος κεφαλής
- d_o = αρχική διάμετρος
- d_f = διάμετρος ποδιού
- s = πάχος δοντιού
- l = διάκενο δοντιού
- h = ύψος δοντιού
- h_f = ύψος ποδιού
- h_k = ύψος κεφαλής
- t = βήμα οδόντωσης
- z = αριθμός δοντιών
- b = πλάτος οδοντωτού τροχού

<http://www.m3.tuc.gr>



Γεωμετρικά χαρακτηριστικά οδοντώσεων



2019-20



School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

2

20

19

18

17

16

15

14

13

12

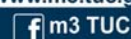
11

Κοπές με εργαλεία με γεωμετρικά καθορισμένη κόψη

Η κατηγοριοποίηση των οδοντωτών τροχών ποικίλει ανάλογα το κριτήριο ταξινόμησης. Οι οδοντωτοί τροχοί με κριτήριο το βασικό σχήμα τους διακρίνονται σε:

- **Μετωπικούς** οδοντωτούς τροχούς
- **Κωνικούς** οδοντωτούς τροχούς και
- **Ατέρμονες κοχλίες – κορώνες.**


<http://www.m3.tuc.gr>

Οδοντώσεις διαφόρων τύπων

m3 TUC

2019-20


 School of Production Eng. & Management
 Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
 Prof. Aristomenis Antoniadis

3

20

19

18

17

16

15

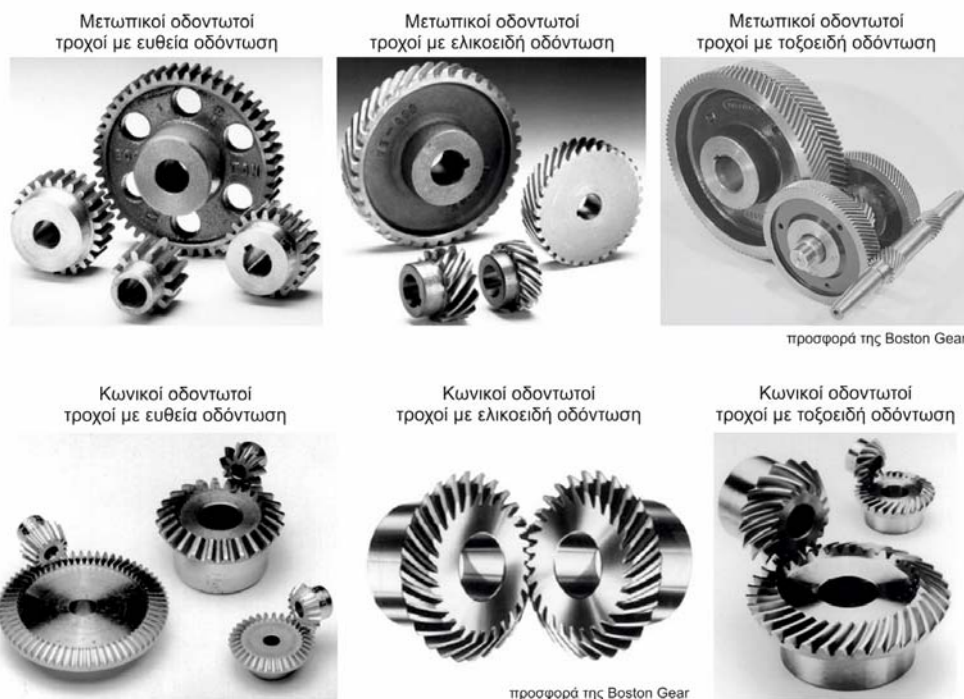
14

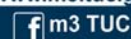
13

12

11

Κοπές με εργαλεία με γεωμετρικά καθορισμένη κόψη


<http://www.m3.tuc.gr>

Είδη μετωπικών και κωνικών οδοντωτών τροχών

m3 TUC

2019-20


 School of Production Eng. & Management
 Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
 Prof. Aristomenis Antoniadis

4

20
19
18
17
16
15
14
13
12
11

Κοπές με εργαλεία με γεωμετρικά καθορισμένη κόψη



<http://www.m3.tuc.gr>



Οδοντωτός τροχός με οδοντωτό κανόνα - Υποειδείς οδοντωτοί τροχοί  m3 TUC

2019-20

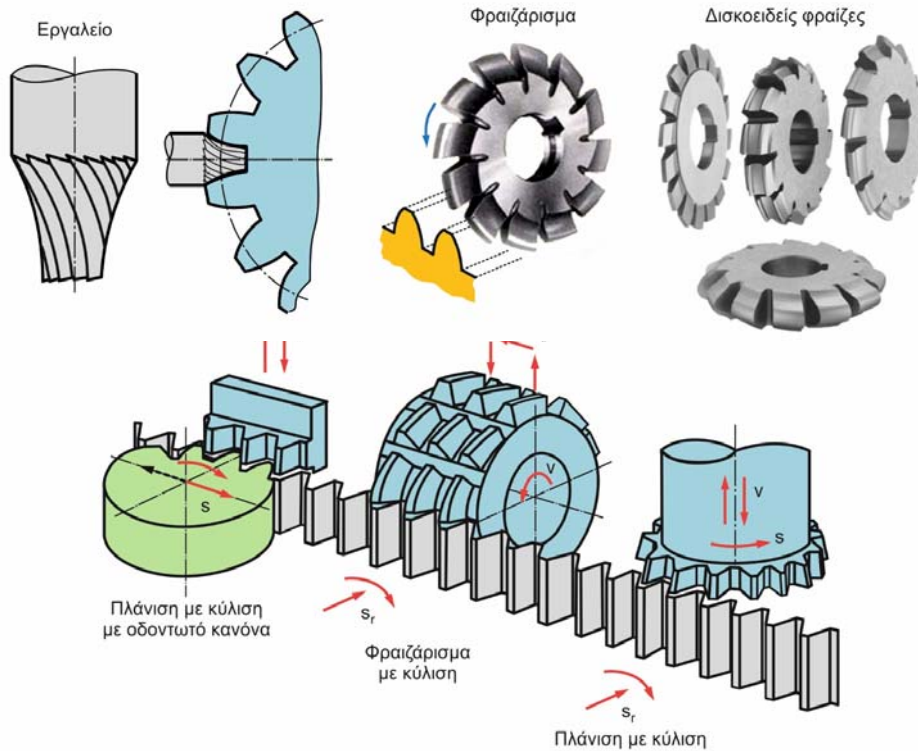


 School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

5

20
19
18
17
16
15
14
13
12
11

Κοπές με εργαλεία με γεωμετρικά καθορισμένη κόψη



<http://www.m3.tuc.gr>



Κοπή οδοντώσεων με φραιζάρισμα και κοπή οδοντώσεων με γένεση  m3 TUC

2019-20

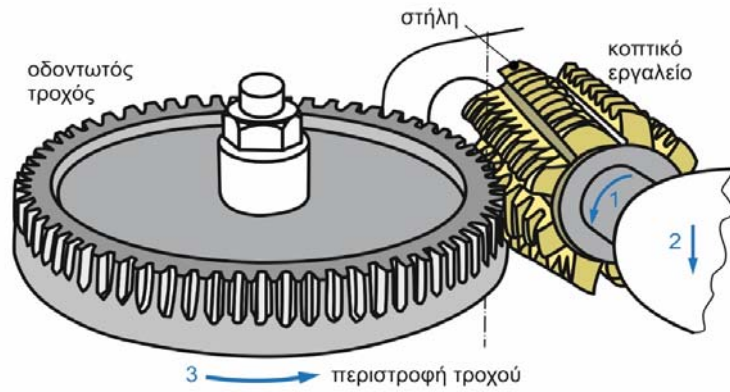


 School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

6

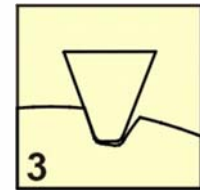
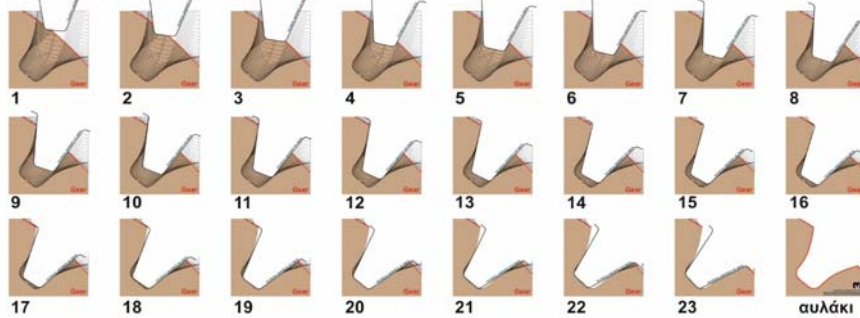
20
19
18
17
16
15
14
13
12
11

Κοπές με εργαλεία με γεωμετρικά καθορισμένη κόψη



3 ← περιστροφή τροχού

ΔΙΑΔΟΧΙΚΕΣ ΘΕΣΕΙΣ ΚΥΛΙΣΗΣ ΓΙΑ ΚΑΤΕΡΓΑΣΙΑ ΕΝΟΣ ΑΥΛΑΚΙΟΥ



<http://www.m3.tuc.gr>



Φραιζάρισμα με κύλιση οδοντώσεων



2019-20

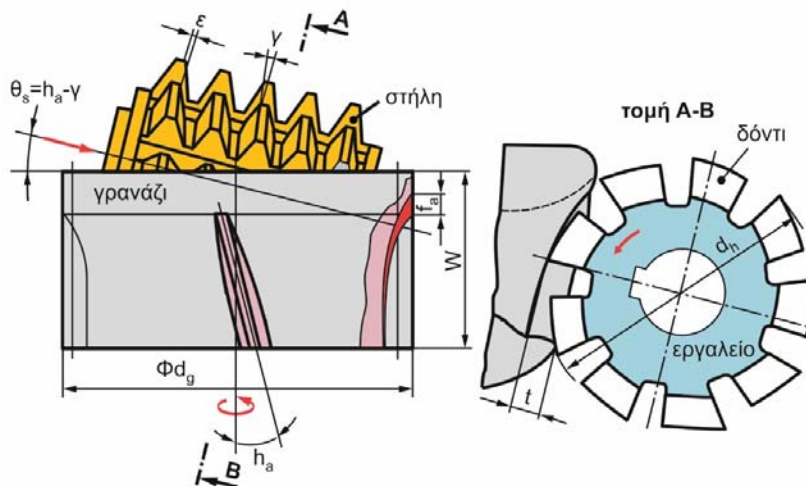


School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

7

20
19
18
17
16
15
14
13
12
11

Κοπές με εργαλεία με γεωμετρικά καθορισμένη κόψη



τροχός

m : module
 z_2 : αριθμός δοντιών
 d_g : εξωτερική διάμετρος
 h_a : γων. ελίκωσης >0 right
 <0 left
 a_n : γωνία πίεσης

εργαλείο

m : module
 n_1 : αριθμός στηλών
 z_1 : αριθμός αρχών
 d_{f1} : εξωτερική διάμετρος
 ϵ : αξονικό βήμα
 γ : γωνία ελίκωσης

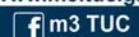
συνθήκες

t : βάθος κοπής
 f_a : πρόωση >0 Ομόρροπο
 <0 Αντίρροπο

<http://www.m3.tuc.gr>



Δεδομένα κατεργασίας για φραιζάρισμα με κύλιση οδοντώσεων

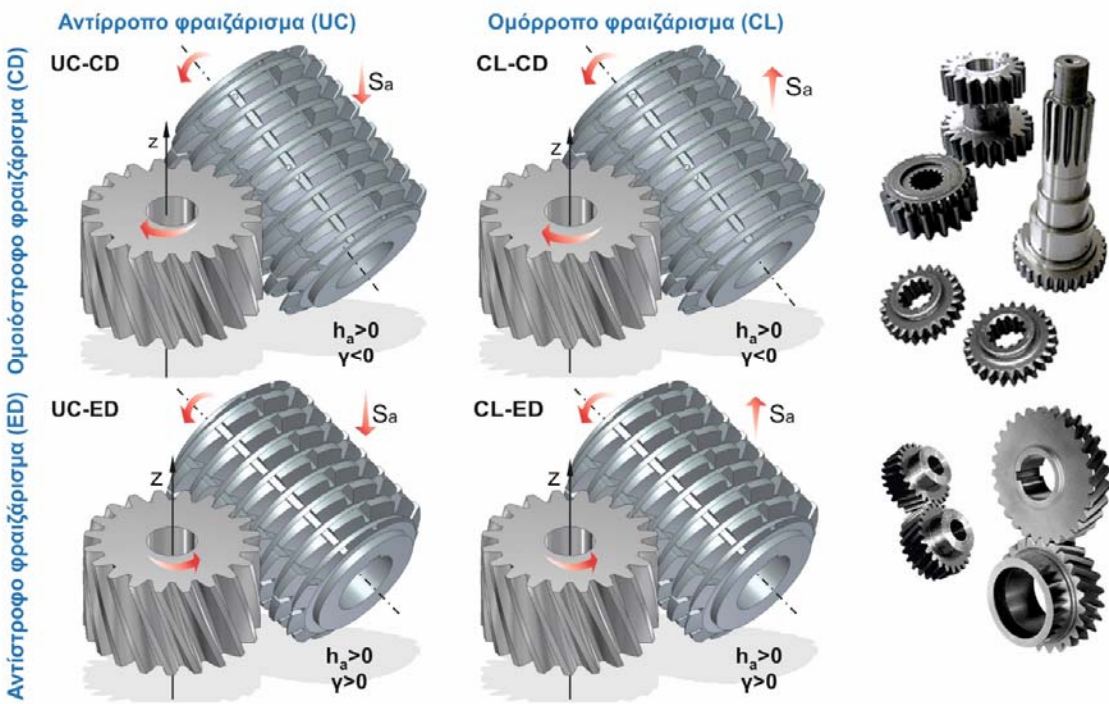


2019-20



School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

8



Κατατομή αναφοράς κοπτικών εργαλείων για κοπή οδοντώσεων εξειλιγμένης κατά DIN 867

DIN 3972

Διαστάσεις σε mm

Κατατομή αναφοράς κοπτικών εργαλείων

h_g = συνολικό ύψος δοντιών
ρ = χάρη ανά παρειά

Δείκτες
w = εργαλείο
r = τροχό
k = κεφαλή
f = πόδι

Κατατομή αναφοράς του τροχού.

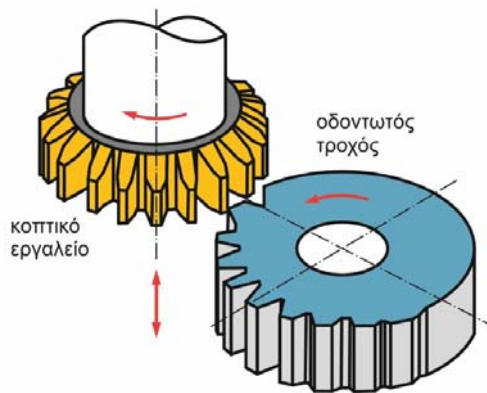
$t/2 \leq S_w \leq t/2$
 $t = m \pi$

$h_{fr} = h_{kwI} (= 1,167 \times m)$ ή $h_{kwII} (= 1,25 \times m)$
 $h_w \geq 2,367 \times m$ για δόντι κατατομής I
 $h_w \geq 2,45 \times m$ για δόντι κατατομής II, III και IV

Κατατομή αναφοράς I για αποπεράτωση	Κατατομή αναφοράς II για αποπεράτωση	Κατατομή αναφοράς III για προκατεργασία λείανση ή απόξεση	Κατατομή αναφοράς IV για προκατεργασία και τελική επεξεργασία							
$h_{kwI} = 1,167 m$	$h_{kwII} = 1,25 m$	$h_{kwIII} = 1,25 m + 0,25 m^{0.3}$	$h_{kwIV} = 1,25 m + 0,6 m^{0.3}$							
Το δόντι πάχους S_{Or} , ενός εργαλείου έχει ύψος H_{Fr2} : $h_{fr} = 1,167 m$ $S_{Or} = 0,5 t_0$	$h_{fr} = 1,25 m$ $S_{Or} = 0,5 t_0$	$h_{fr} = 1,25 m$ $S_{Or} = 0,5 t_0 + 0,25 m^{0.3} 2tgz_0$ $= 0,5 t_0 + 0,182 m^{0.3}$	$h_{fr} = 1,25 m$ $S_{Or} = 0,5 t_0 + 0,6 m^{0.3} 2tgz_0$ $= 0,5 t_0 + 0,438 m^{0.3}$							
m	t ₀	S _w	h _{kw I}	h _{kw II}	h _{kw III}	ρ III	h _{kw IV}	ρ IV	r ₂ =0.2m	r ₁
1	3.1416	1.57	1.167	1.25	1.50	0.09	1.85	0.21	0.08	
1.25	3.9270	1.96	1.46	1.56	1.83	0.09	2.21	0.22	0.15	
1.5	4.7124	2.36	1.75	1.88	2.16	0.1	2.56	0.24	0.20	
1.75	5.4978	2.75	2.04	2.19	2.49	0.1	2.91	0.25	0.25	
2	6.2832	3.14	2.33	2.50	2.82	0.11	3.26	0.26	0.30	

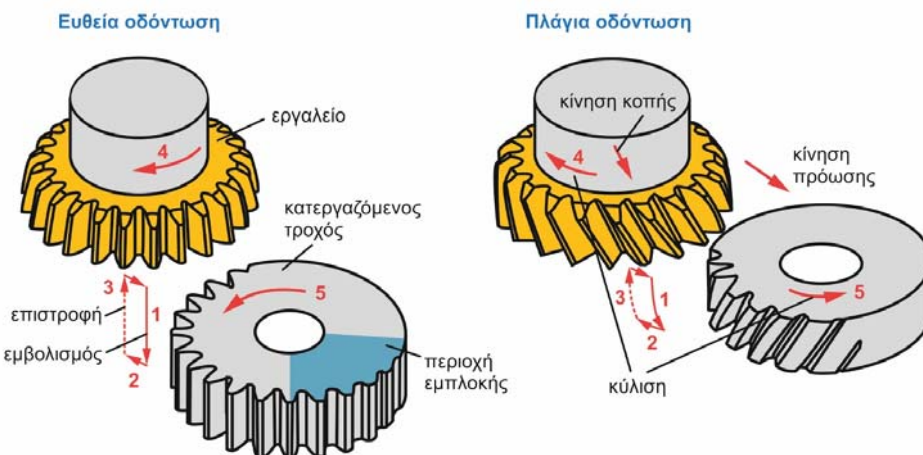
Η καμπυλότητα r₁ στο κεφάλι του εργαλείου είναι ίση με την r₂ με εξαιρέσεις...

Η **πλάνιση οδοντώσεων με κύλιση** (gear shaping) στηρίζεται στην αρχή της κύλισης ανάμεσα σε δύο οδοντωτούς τροχούς που είναι σε εμπλοκή. Η κατατομή της οδόντωσης επιτυγχάνεται και σε αυτήν την περίπτωση μέσω διαδοχικών θέσεων πλάνισης.



Η **κινηματική της κατεργασίας** περιλαμβάνει:

- Παλινδρομική κίνηση του εργαλείου κατακόρυφα ή με κλίση ανάλογα το αν κατεργάζεται ευθεία ή πλάγια οδόντωση (κινήσεις 1 και 3)
- Το κοπτικό εργαλείο κάνει μικρή παλινδρομική κίνηση εξόδου από την εμπλοκή, για να μπορεί να επιστρέψει ελεύθερα προς τα επάνω (κίνηση 2)
- Περιστροφική κίνηση του κοπτικού εργαλείου γύρω από τον άξονά του (κίνηση 4)
- Περιστροφική κίνηση του κατεργαζόμενου τεμαχίου (κίνηση 5)



20

19

18

17

16

15

14

13

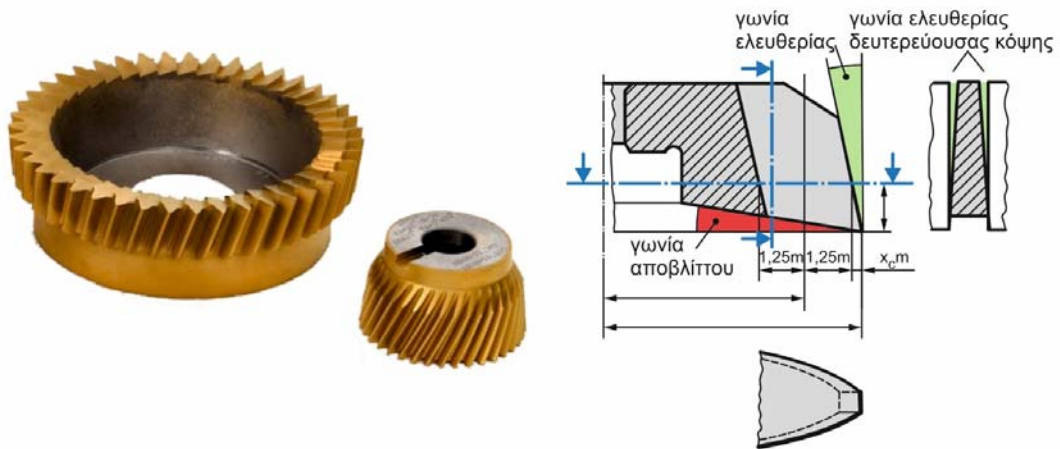
12

11

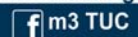
Κοπές με εργαλεία με γεωμετρικά καθορισμένη κόψη

Πλεονεκτήματα της μεθόδου της πλάνισης με κύλιση είναι ότι κατεργάζεται εσωτερικές και εξωτερικές οδοντώσεις καθώς και οδοντωτούς κανόνες, ενώ μπορεί να κατεργαστεί οδοντώσεις μόνο σε ένα τμήμα της περιφέρειας ενός τροχού.

Ως **μειονέκτημά** της μπορεί να θεωρηθεί η ύπαρξη του νεκρού χρόνου κατά την επιστροφή του εργαλείου.


<http://www.m3.tuc.gr>


Γεωμετρία κοπτικού εργαλείου πλάνισης με κύλιση



2019-20



School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

13

20

19

18

17

16

15

14

13

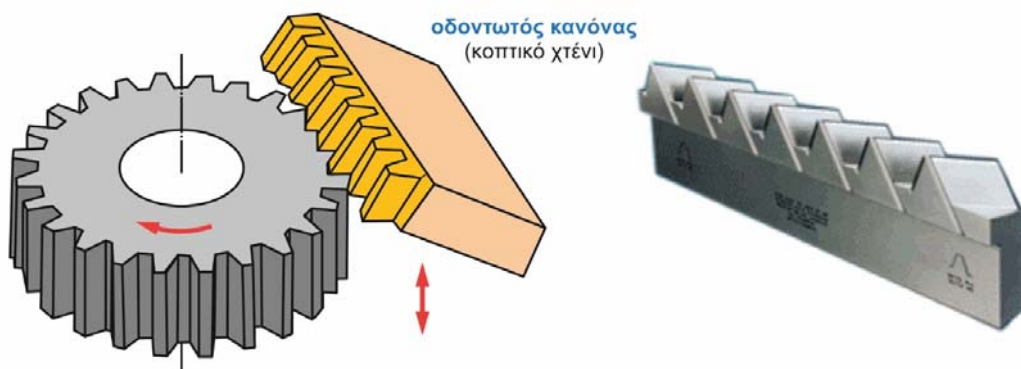
12

11

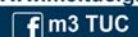
Κοπές με εργαλεία με γεωμετρικά καθορισμένη κόψη

Η κατεργασία πλάνισης με οδοντωτό κανόνα μοιάζει πολύ με την πλάνιση με κύλιση όπου, αντί του κοπτικού τροχού, ως κοπτικό εργαλείο χρησιμοποιείται ένας **κοπτικός οδοντωτός κανόνας** (κοπτικό χτένι). Με την κατεργασία αυτή δεν είναι δυνατή η κοπή εσωτερικών οδοντώσεων ενώ η κοπή γίνεται κατά τμήματα της οδόντωσης.

Πλεονέκτημα της μεθόδου είναι το χαμηλό συγκριτικά κόστος του κοπτικού εργαλείου σε σχέση με τα κοπτικά εργαλεία των προηγούμενων μεθόδων κοπής οδοντώσεων.


<http://www.m3.tuc.gr>


Πλάνιση με οδοντωτό κανόνα



2019-20



School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

14