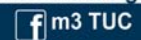


14

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


Κοπτικά εργαλεία και Εργαλειομηχανές



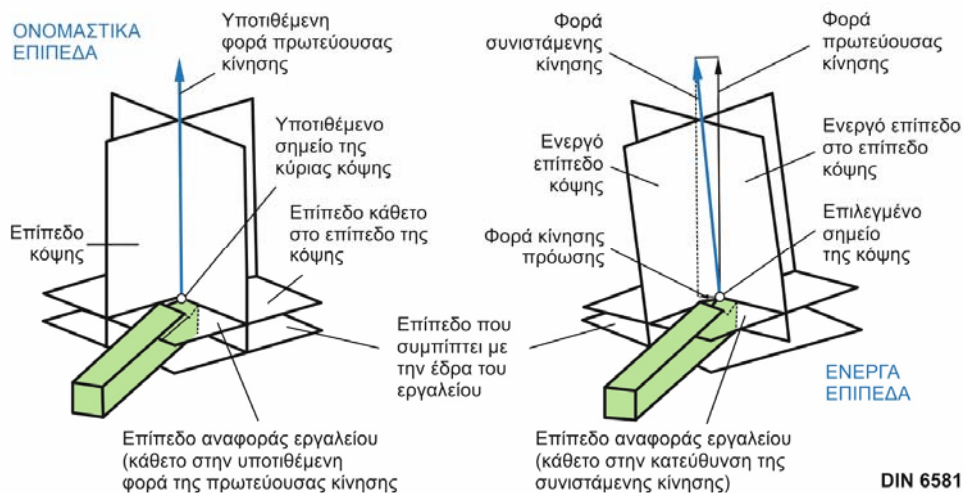
2019-20



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

1

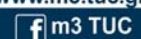
Στην τυποποίηση DIN6581 για τον ορισμό των γωνιών ενός κοπτικού εργαλείου, χρησιμοποιούνται δύο συστήματα επιπέδων αναφοράς, το σύστημα των **ονομαστικών επιπέδων αναφοράς** και των **ενεργών επιπέδων αναφοράς**. Το σύστημα των ονομαστικών επιπέδων αναφοράς χρησιμοποιείται για τον καθορισμό της γεωμετρίας του κοπτικού εργαλείου κατά τη μορφοποίησή του και περιλαμβάνει έτσι τις κατασκευαστικές τιμές των γωνιών, σύμφωνα με τις οποίες το κοπτικό εργαλείο μορφοποιείται. Το σύστημα ενεργών επιπέδων αναφοράς χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της γεωμετρίας του κοπτικού εργαλείου κατά τη λειτουργία του, λαμβάνοντας δηλαδή υπόψη του ότι η πρόωση μεταβάλλει τη διεύθυνση του διανύσματος της ταχύτητας, δημιουργώντας τις ενεργές κατευθύνσεις από τις αρχικές απόλυτες (αναφέρονται στα σχήματα ως «υποτιθέμενες», δηλαδή ως εκείνες που θα έπρεπε να είναι θεωρητικά).



DIN 6581

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


Γεωμετρία της κόψης



2019-20

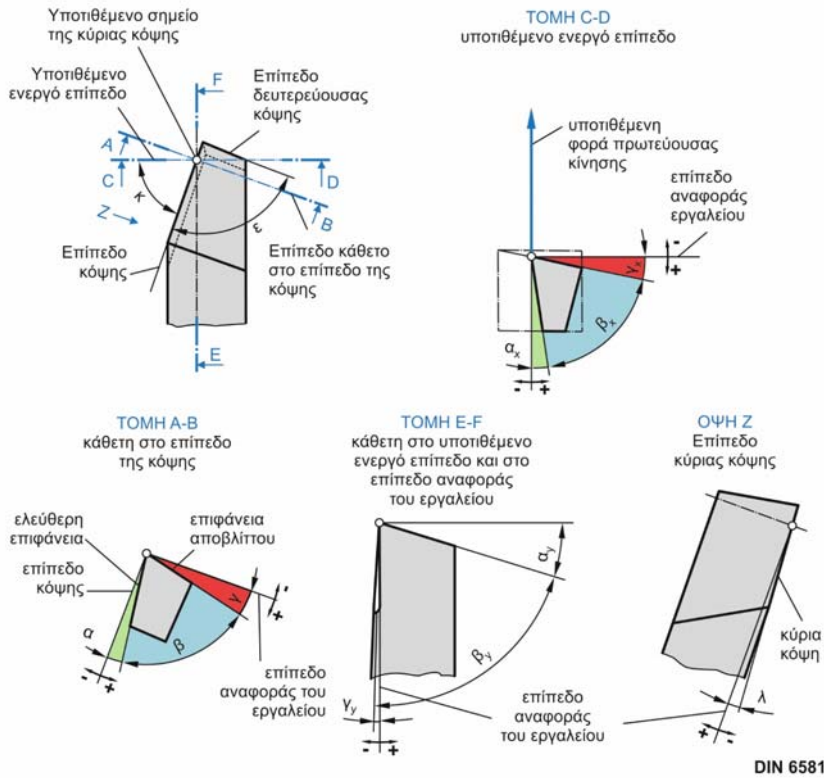


School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

2

20
19
18
17
16
15
14
13
12
11

Κοπτικά εργαλεία και εργαλειομηχανές



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



Ονομαστικές γωνίες κοπτικού εργαλείου



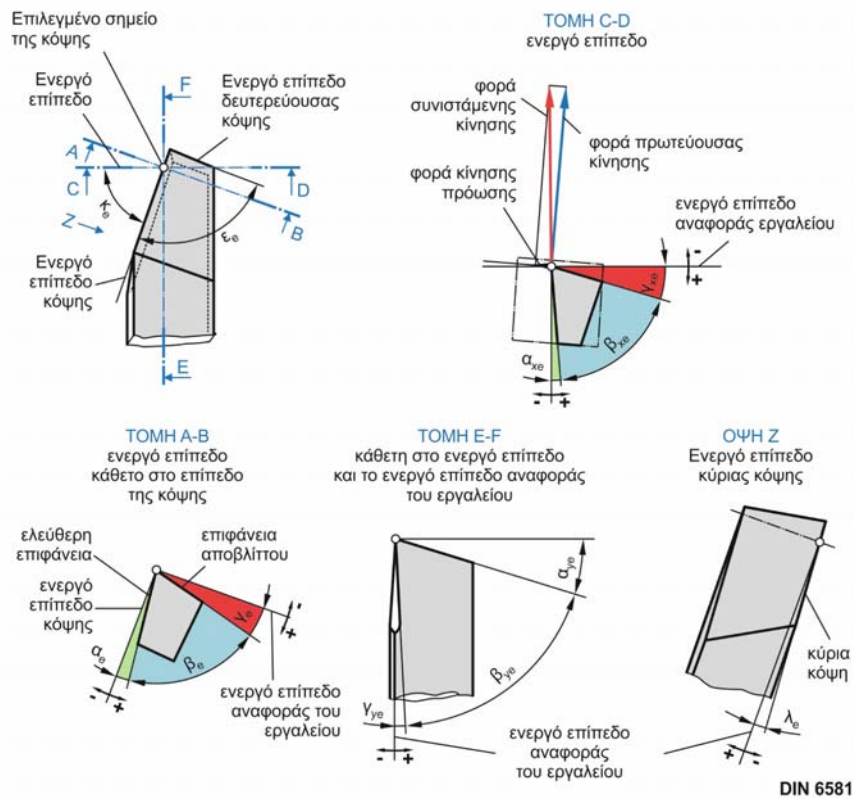
2019-20



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

20
19
18
17
16
15
14
13
12
11

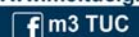
Κοπτικά εργαλεία και εργαλειομηχανές



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



Ενεργές γωνίες κοπτικού εργαλείου



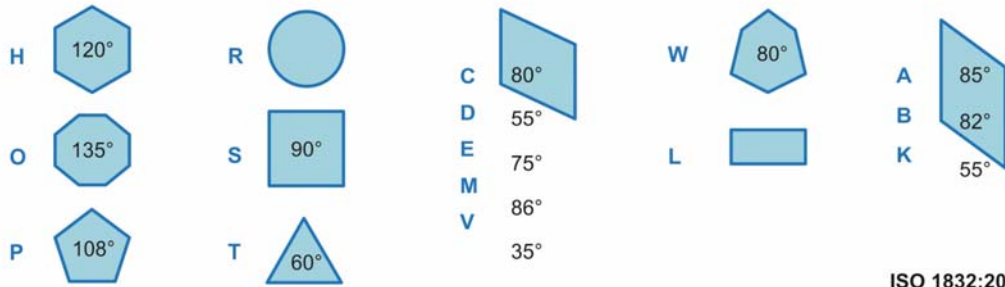
2019-20



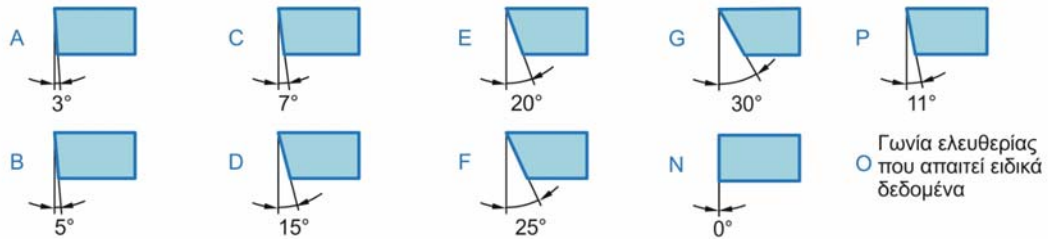
School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

20
19
18
17
16
15
14
13
12
11

Κοπτικά εργαλεία και εργαλειομηχανές



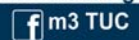
ISO 1832:2004



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



Γεωμετρικές μορφές και τυποποίηση γωνίας ελευθερίας
ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΠΛΑΚΙΔΙΩΝ



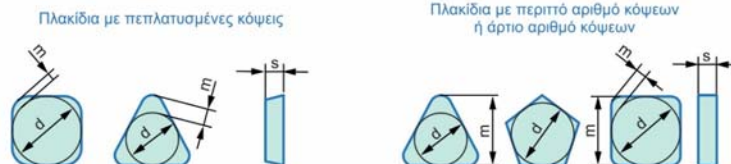
2019-20



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

20
19
18
17
16
15
14
13
12
11

Κοπτικά εργαλεία και εργαλειομηχανές



Γεωμετρική μορφή: H,O,P,S,T,C,E,M,W,R					
Ανοχές για "m"			Ανοχές για "d"		
Εγγεγραμμένος κύκλος "d"	Τάξη ανοχών	Ανοχή	Εγγεγραμμένος κύκλος "d"	Τάξη ανοχών	Ανοχή
	A, F, J C, H, K E, G, L	±0.005 ±0.013 ±0.025		A, C, E, G, F, H	±0.025 ±0.013
3.9 - 10 10 - 15 15 - 20 20 - 26 26 - 32	M, N	±0.08 ±0.13 ±0.15 ±0.18 ±0.20	3.9 - 10 10 - 15 15 - 20 20 - 26 26 - 32	J, K, L M, N	±0.05 ±0.08 ±0.10 ±0.13 ±0.15
3.9 - 10 10 - 15 15 - 20 20 - 26 26 - 32	U	±0.13 ±0.20 ±0.27 ±0.38 ±0.38	3.9 - 10 10 - 15 15 - 20 20 - 26 26 - 32	U	±0.08 ±0.13 ±0.18 ±0.25 ±0.25
Γεωμετρική μορφή: D,V					
Ανοχές για "m"			Ανοχές για "d"		
Εγγεγραμμένος κύκλος "d"	Τάξη ανοχών	Ανοχή	Εγγεγραμμένος κύκλος "d"	Τάξη ανοχών	Ανοχή
	A, F, J C, H, K E, G, L	±0.005 ±0.013 ±0.025		A, C, E, G, F, H	±0.025 ±0.013
3.9 - 10 10 - 15 15 - 20	M, N	±0.11 ±0.15 ±0.18	3.9 - 10 10 - 15 15 - 20	J, K, L M, N	±0.05 ±0.08 ±0.10

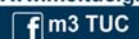
Γεωμετρική μορφή: L,A,B,K		
Ανοχές για "m"		
Τάξη ανοχών	Ανοχή	
A, F, J, C, H, K, E, G, L	±0.005 ±0.013 ±0.025	
M, N, U	δεδομένα από DIN	
Ανοχές για "d"		
A, C, E, G, F, H	±0.025 ±0.013	
J, K, L M, N, U	δεδομένα από DIN	
όλες οι γεωμετρικές μορφές		
Ανοχές για "s"		
πάχος "s"	Τάξη ανοχών	Ανοχή
	A, C, E, F, H, J, K, L, N U	±0.005 ±0.025 ±0.025 ±0.13
έως 2.38 > 2.38	G, M	±0.05 ±0.13

ISO 1832:2004

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



Κατηγορίες ανοχών ΚΟΠΤΙΚΩΝ ΠΛΑΚΙΔΙΩΝ



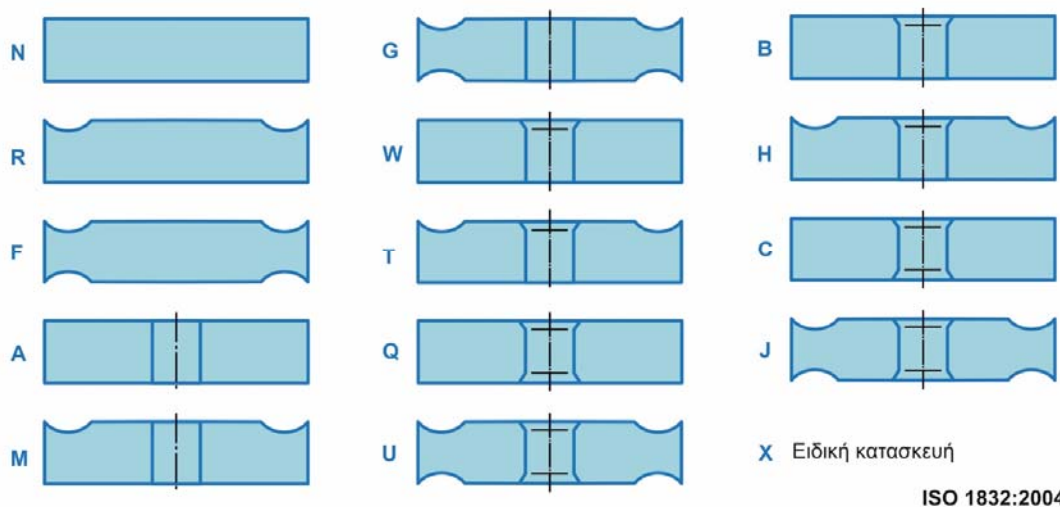
2019-20



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

20
19
18
17
16
15
14
13
12
11

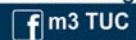
Κοπτικά εργαλεία και εργαλειομηχανές



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



Διαμόρφωση ροής αποβλίττου και συγκράτησης κοπτικών πλακιδίων



2019-20

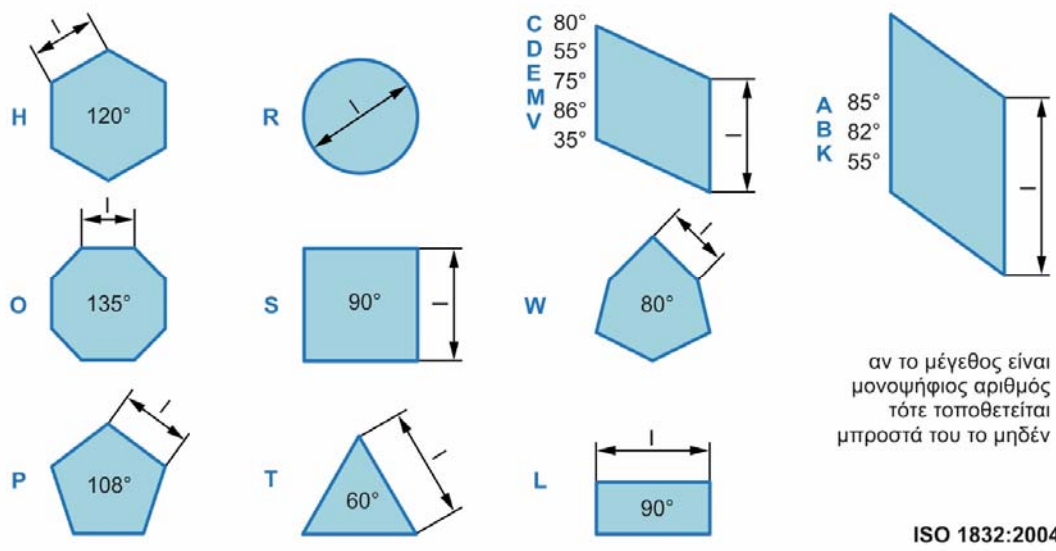


School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

7

20
19
18
17
16
15
14
13
12
11

Κοπτικά εργαλεία και εργαλειομηχανές



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



Κύρια διάσταση κοπτικών πλακιδίων



2019-20



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

8

20

19

18

17

16

15

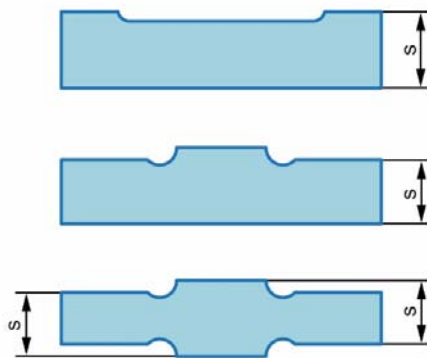
14

13

12

11

Κοπτικά εργαλεία και εργαλειομηχανές



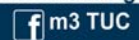
Κωδικός Πάχος πλακιδίου s

01	1.59
T1	1.98
02	2.38
03	3.18
T3	3.97
04	4.76
05	5.56
06	6.35
07	7.94
09	9.52
12	12.70

ISO 1832:2004

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

Τυποποίηση πάχους κοπτικών πλακιδίων



2019-20

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

9

20

19

18

17

16

15

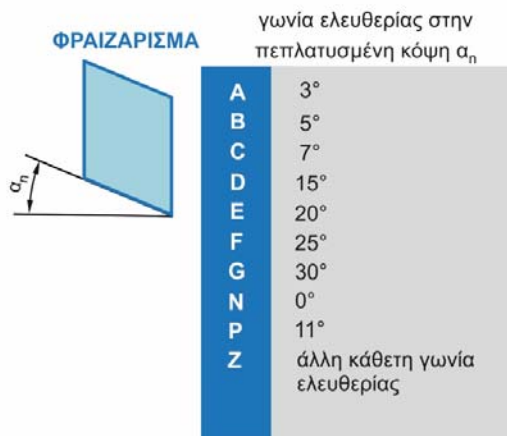
14

13

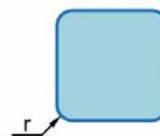
12

11

Κοπτικά εργαλεία και εργαλειομηχανές



ΤΟΡΝΕΥΣΗ



Ακτίνα r

00	αιχμηρή κοπτική ακμή
02	0.2 mm
04	0.4 mm
08	0.8 mm
12	1.2 mm
16	1.6 mm
24	2.4 mm
32	3.2 mm, σε κυκλικά πλακίδια
00	εγγεγραμμένος κύκλος σε in
M0	εγγεγραμμένος κύκλος σε mm

ISO 1832:2004

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

Τυποποίηση μεταβατικής περιοχής μεταξύ κύριας και δευτερεύουσας κόψης στην τórνευση και φραιζάρισμα



2019-20

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

10

20

19

18

17

16

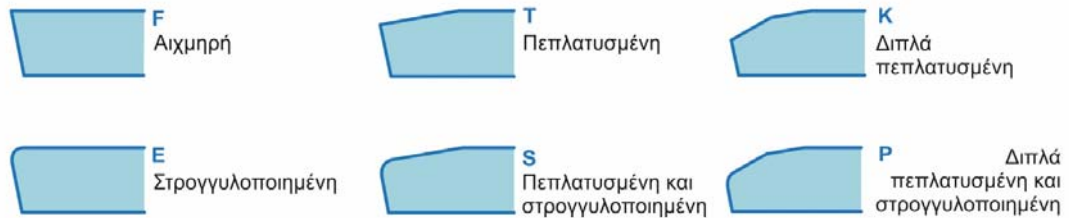
15

14

13

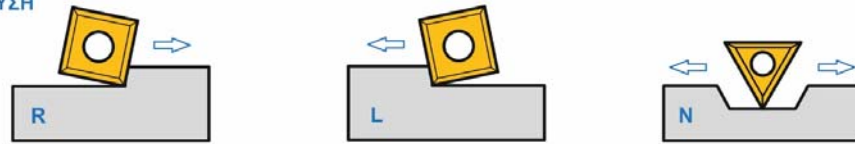
12

11



ISO 1832:2004

ΤΟΡΝΕΥΣΗ



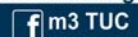
ΦΡΑΙΖΑΡΙΣΜΑ



ISO 1832:2004

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

Τυποποίηση γεωμετρίας κορυφής κοπτικών πλακιδίων και Κατευθύνσεις πρόωσης κοπτικών πλακιδίων



m3 TUC

2019-20



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

11

20

19

18

17

16

15

14

13

12

11

Όλα τα κοπτικά εργαλεία έχουν περιορισμένο χρόνο ζωής. **Ζωή ενός κοπτικού εργαλείου** εννοείται ο χρόνος που το εργαλείο μπορεί να συνεχίζει να κόβει χωρίς να χρειαστεί επανατροχισμό ή να απορριφθεί. Τα κριτήρια σύμφωνα με τα οποία ένα εργαλείο κρίνεται προς απομάκρυνση καλούνται **κριτήρια αστοχίας**. Στην πράξη, κριτήρια αστοχίας μπορεί να είναι:

- η ανώτερη επιτρεπτή τιμή για το πλάτος ζώνης φθοράς B, ή για το βάθος κρατήρα KT ή και για τα δύο μαζί,
- η ανώτερη τιμή της τραχύτητας της κατεργασμένης επιφάνειας,
- η επιτρεπόμενη ανοχή διαστάσεων στο κατεργασμένο τεμάχιο,
- το προκαθορισμένο μέγιστο ποσοστό αύξησης των δυνάμεων κοπής ή της ισχύος κοπής,
- η στόμωση του εργαλείου.

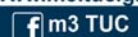
Οι παράγοντες που επιδρούν σημαντικά στην ζωή του κοπτικού εργαλείου είναι:

- οι συνθήκες κοπής (ταχύτητα κοπής, πρόωση και βάθος κοπής),
- η γεωμετρία του εργαλείου,
- το υλικό του εργαλείου,
- το κατεργαζόμενο υλικό,
- το υγρό κοπής.

Η βέλτιστη επιλογή των παραγόντων αυτών οδηγεί σε μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του κοπτικού εργαλείου με αποτέλεσμα την οικονομικότερη κατεργασία.

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

Χρόνος ζωής εργαλείων



m3 TUC

2019-20



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

12



Σήμερα, οι πολύ υψηλές απαιτήσεις αφενός για μείωση του χρόνου κατεργασίας αλλά και των νεκρών χρόνων και αφετέρου για υψηλή διαστατική ακρίβεια και ακρίβεια μορφής οδήγησαν στην παραγωγή νέων εργαλειομηχανών πολλαπλών εργασιών (**multi-tasking machines**) με δυνατότητες φραιζαρίσματος, τórνευσης, διάτρησης ακόμη και λείανσης. Στο σχήμα παρουσιάζεται μια τέτοια εργαλειομηχανή καθώς και στιγμιότυπα από κατεργασίες και προϊόντα που κατεργάζονται.

- **Οι μέγιστες διαστάσεις του κατεργαζόμενου τεμαχίου:** Ο διαθέσιμος χώρος εντός της εργαλειομηχανής θα πρέπει να είναι ικανός να δεχτεί τεμάχια του μεγέθους που απαιτείται να κατεργασθούν αλλά και οι κινήσεις των αξόνων θα πρέπει να καλύπτουν τις επιθυμητές κινήσεις κατεργασίας στο τεμάχιο.
- **Η γεωμετρία του κατεργαζόμενου τεμαχίου:** Τα εκ περιστροφής τεμάχια κατεργάζονται κυρίως με τórνευση ενώ τα πρισματικά με φραιζάρισμα. Οι ψηφιακά καθοδηγούμενοι τórνοι με δύο άξονες κατεργάζονται τεμάχια με απλές εκ περιστροφής γεωμετρίες, ενώ η απαίτηση ταυτόχρονα και για πιο σύνθετες κατεργασίες, όπως η κοπή επίπεδων επιφανειών σε τórνο, εξασφαλίζεται με ειδικά περιστροφικά εργαλεία στα κέντρα τórνευσης. Αντίστοιχα, στα κέντρα κατεργασίας με πολλούς άξονες δίνεται η δυνατότητα κατεργασίας των πέντε πλευρών ενός πρισματικού τεμαχίου, με έκτη πλευρά τη βάση στήριξής του στο τραπέζι της εργαλειομηχανής.
- **Η επιθυμητή ακρίβεια:** Η ακρίβεια στις εργαλειομηχανές συνίσταται στην ικανότητά τους να κατασκευάζουν μέσα στο επιθυμητό πεδίο ανοχών τα κατεργαζόμενα τεμάχια. Ανάλογα το πόσο «σφικτές» είναι οι επιθυμητές ανοχές που μπορούν να επιτευχθούν, τόσο μεγαλύτερη ακρίβεια έχει η εργαλειομηχανή. Η ακρίβεια αυτή εξαρτάται κυρίως από τη στιβαρότητα και τη δυναμική συμπεριφορά της και την ακρίβεια κίνησης των αξόνων της, όπως θα περιγραφεί στη συνέχεια. Η ακρίβεια στην εργαλειομηχανή πρέπει να συνοδεύεται και από **επαναληψιμότητα** που είναι η ικανότητα της εργαλειομηχανής να κατεργάζεται με την ίδια ακρίβεια μεγάλο αριθμό όμοιων τεμαχίων. Όπως είναι εύκολα αντιληπτό, μεγάλη ακρίβεια ισοδυναμεί με μεγαλύτερο κόστος παραγωγής και διάθεσης μιας εργαλειομηχανής.
- **Το κόστος:** Το κόστος μιας εργαλειομηχανής αφορά συνολικά το «κόστος ζωής» της εργαλειομηχανής, όπως αυτό περιλαμβάνει την αρχική επένδυση, το κόστος συντήρησης, τα πάγια έξοδα κ.λπ., καθώς και πιθανά το κόστος αγοράς και συντήρησης ειδικού λογισμικού καθοδήγησής της.

20

19

18

17

16

15

14

13

12

11



Οι άξονες συνδυασμοί αξόνων ορίζονται ξεκινώντας από το τεμάχιο προς το εργαλείο:

RLLLR

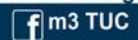
- περιστροφή της κεφαλής - άξονας B
- μετατόπιση κεφαλής - άξονας Z
- μετατόπιση τραπεζιού - άξονας Y
- μετατόπιση τραπεζιού - άξονας X
- περιστροφή του τραπεζιού - άξονας C

RLLLR: Οι άξονες κατεργασίας είναι τρεις γραμμικοί (ευθείες κινήσεις) και δύο περιστροφές. Οι περιστροφές αφορούν περιστρεφόμενο τραπέζι (RLLLR) καθώς και η κλίση της κεφαλής (RLLLR). Τέτοιες εργαλειομηχανές είναι κατάλληλες για ψηλά τεμάχια ή κυλινδρικά τεμάχια με επίπεδες αντικριστές επιφάνειες και οπές περιμετρικά. Στο σχήμα παρουσιάζεται μια τέτοια εργαλειομηχανή η οποία διαθέτει περιστρεφόμενο τραπέζι και κεφαλή με δυνατότητα κλίσης.

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



Εργαλειομηχανή RLLLR



2019-20



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

15

20

19

18

17

16

15

14

13

12

11



RRLLL

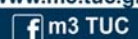
- μετατόπιση κεφαλής - άξονας Z
- μετατόπιση κεφαλής - άξονας Y
- μετατόπιση κεφαλής - άξονας X
- περιστροφή του τραπεζιού - άξονας C
- περιστροφή του τραπεζιού - άξονας B

RRLLL: Το κατεργαζόμενο τεμάχιο εδράζεται σε περιστρεφόμενο τραπέζι και ταυτόχρονα διαθέτει επιπλέον βαθμό ελευθερίας καθώς το ίδιο τραπέζι συμπεριφέρεται σαν κλίση (RRLLL). Οι υπόλοιποι βαθμοί ελευθερίας φορούν τις γραμμικές μετακινήσεις των αξόνων X, Y και Z. Αυτή η διάταξη εφαρμόζεται σε μικρές και συμπαγείς εργαλειομηχανές όπως το κέντρο κατεργασίας του σχήματος.

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



Εργαλειομηχανή RRLLL



2019-20



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

16

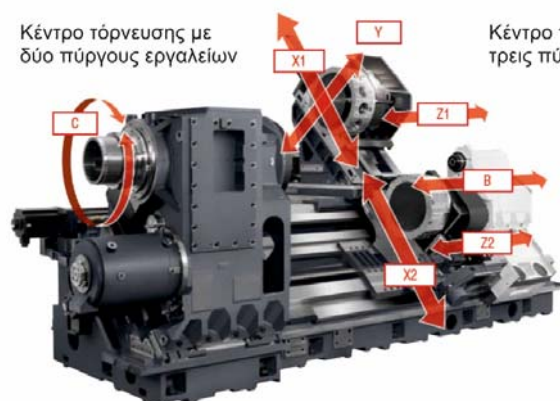
**LLLRR**

- περιστροφή του τραπέζιου - άξονας B
- περιστροφή του τραπέζιου - άξονας A
- μετατόπιση κεφαλής - άξονας Z
- μετατόπιση κεφαλής - άξονας Y
- μετατόπιση τραπέζιου - άξονας X

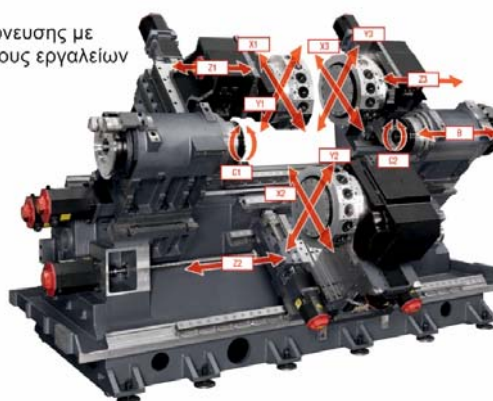
LLLRR: Στην περίπτωση αυτή η κεφαλή διαθέτει δύο περιστροφικούς βαθμούς ελευθερίας ο ένας εκ των οποίων περιστρέφει την κεφαλή, ενώ ο άλλος της δίνει κλίση. Οι άλλοι τρεις βαθμοί ελευθερίας είναι οι γραμμικές μετακινήσεις των αξόνων X, Y και Z. Αυτή η διαμόρφωση των αξόνων χρησιμοποιείται σε μεγάλες εργαλειομηχανές που καταργάζονται συνήθως μεγάλα καλούπια και μήτρες, όπως φαίνεται στο σχήμα.

Η δυνατότητα χρήσης **πολλαπλών κεφαλών** για κοπτικά εργαλεία, προσφέρει περισσότερους από τους κλασικούς άξονες (τρεις μετατοπίσεις και περιστροφές), οι οποίοι μπορεί μεν να είναι στην ίδια κατεύθυνση αλλά προγραμματίζονται και κινούνται ανεξάρτητα μεταξύ τους. Στο επόμενο σχήμα παρουσιάζονται δύο κέντρα τόνρευσης όπου τα εργαλειοφορέα τους είναι περισσότερα του ενός. Στο αριστερό κέντρο τόνρευσης υπάρχουν δύο προγραμματιζόμενοι (ανεξάρτητα μεταξύ τους) πύργοι εργαλείων ενώ στο δεξί κέντρο τόνρευσης τρεις πύργοι εργαλείων αντίστοιχα. Οι ανεξάρτητες προγραμματιζόμενες κινήσεις των πύργων των εργαλείων προσφέρουν αντίστοιχα επιπλέον άξονες καταργασίας ανεξάρτητα με το γεγονός ότι κάποιες από αυτές έχουν την ίδια κατεύθυνση.

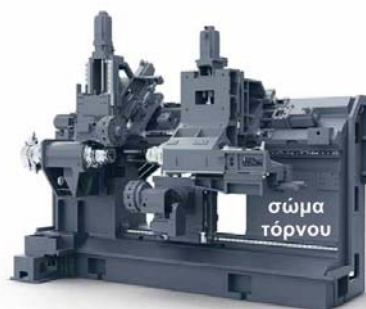
Κέντρο τόνρευσης με δύο πύργους εργαλείων



Κέντρο τόνρευσης με τρεις πύργους εργαλείων



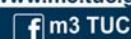
Το **σώμα της εργαλειομηχανής** στηρίζει όλα τα υπόλοιπα μέρη από τα οποία αποτελείται η Εργαλειομηχανή, όπως φαίνεται στο σχήμα. Η δομή του πρέπει να είναι άκαμπτη, ελαφριά όσο είναι δυνατόν και εύκολη στην κατασκευή. Για το λόγο αυτό είναι συνήθως κατασκευασμένο με χύτευση με φαιό χυτοσίδηρο, που είναι το πιο κοινό υλικό λόγω της εύκολης χύτευσής του, του μεγάλου συντελεστή απόσβεσης και της καλής κατεργαστικότητάς του.



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



Σώμα εργαλειομηχανής



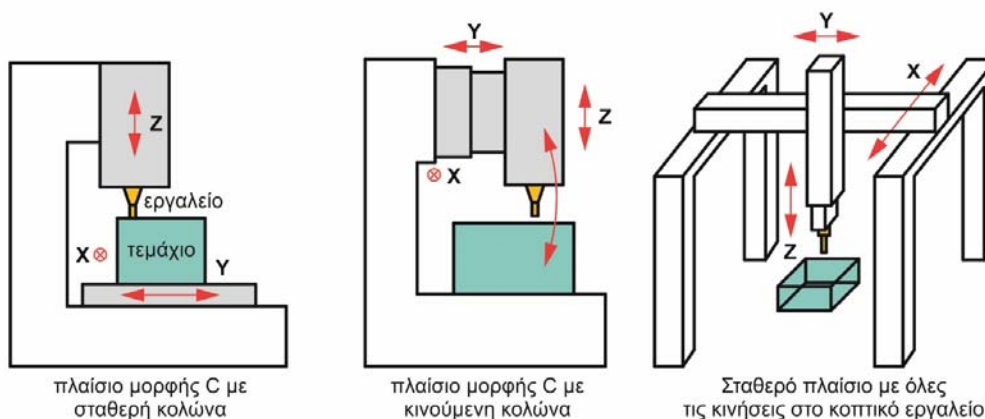
2019-20



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

19

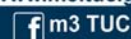
Η πιο χαρακτηριστική μορφή εργαλειομηχανών φραιζαρίσματος ανοιχτού τύπου είναι η εργαλειομηχανή **μορφής C**, κλασικός τύπος για μικρές εργαλειομηχανές. Σημαντικό πλεονέκτημα της μορφής αυτής είναι η εύκολη πρόσβαση στο χώρο εργασίας αλλά μειονέκτημά της η ασύμμετρη ανταπόκριση στις θερμικές και μηχανικές καταπονήσεις, λόγω της ασύμμετρης γεωμετρίας του πλαισίου. Στο σχήμα παρουσιάζονται δύο εργαλειομηχανές ανοιχτού τύπου μορφής C, η πρώτη με **σταθερή κολώνα** και η δεύτερη με **κινούμενη**. Η εργαλειομηχανή με σταθερή κολώνα είναι μεν στιβαρότερη κατασκευή από την αντίστοιχη εργαλειομηχανή με μετακινούμενη κολώνα αλλά από την άλλη μεριά, η μετακίνηση του τραπέζιου της μηχανής είναι εξαρτώμενη από το βάρος του εκάστοτε τεμαχίου που προσδένεται πάνω του και το επηρεάζει. Για μεσαίες και μεγάλες εργαλειομηχανές επιλέγονται συνήθως πλαίσια κλειστού τύπου όπως είναι η χαρακτηριστική **μορφή γέφυρας** στο δεξί μέρος του σχήματος.



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



Είδη πλαισίων εργαλειομηχανών κοπής



2019-20



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

20

20

19

18

17

16

15

14

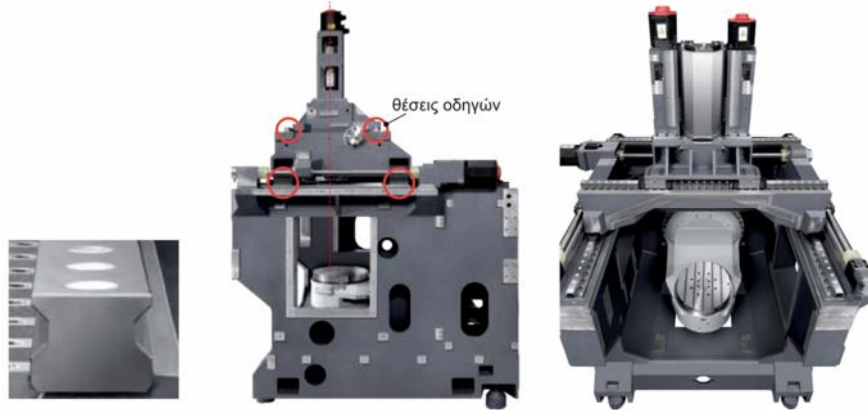
13

12

11

Οι **ολισθητήρες ή οδηγοί (ή γλίστρες)** της εργαλειομηχανής υποστηρίζουν την κίνηση δομικών στοιχείων της εργαλειομηχανής έτσι ώστε να υλοποιείται η κινηματική τους, όπως για παράδειγμα η κίνηση της κεφαλής ή των αξόνων μιας ψηφιακά καθοδηγούμενης εργαλειομηχανής. Επειδή σχετίζονται με τη σχετική κίνηση τμημάτων της εργαλειομηχανής, οι ολισθητήρες έχουν σημαντική επίδραση στην ακρίβεια της κατεργασίας και στην ποιότητα των τελικών προϊόντων. Οι σχετικές απαιτήσεις που εξασφαλίζουν την ακρίβεια στη μετακίνηση μέσω των ολισθητήρων είναι να διαθέτουν:

- Υψηλή ακρίβεια θέσης που εξασφαλίζεται από τη βέλτιστη ευθυγράμμιση και τη διατήρησή της κάτω από υψηλά φορτία λειτουργίας.
- Επαρκή ικανότητα μεταφοράς φορτίου.
- Εύκολη ρύθμιση για αντιμετώπιση της φθοράς τους αλλά και την προβλεπόμενη λίπανση.
- Όσον το δυνατόν αποφυγή επαφής τους με υπολείμματα της κατεργασίας όπως τα απόβλιπτα ή άλλα σώματα που μπορούν να τους τραυματίσουν.


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


Ολισθητήρες



2019-20



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

21

20

19

18

17

16

15

14

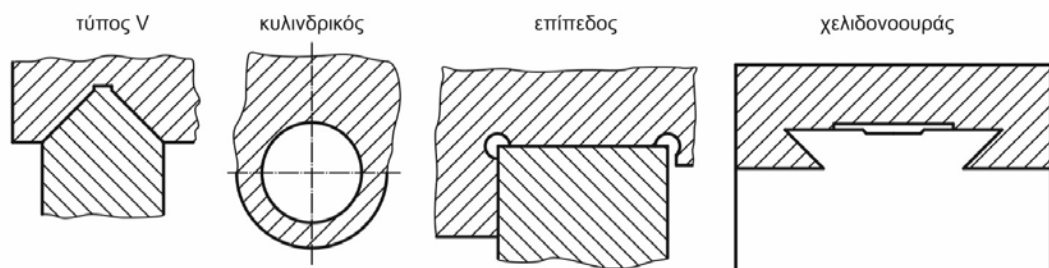
13

12

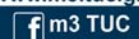
11

Είναι απαραίτητο οι ολισθητήρες να έχουν **υψηλής ποιότητας επιφάνειες** και να λειτουργούν με **χαμηλό συντελεστή τριβής** ώστε να εξασφαλίζεται η υψηλή ακρίβεια και ο χαμηλός ρυθμός ανάπτυξης της φθοράς τους. Η **λίπανση** των ολισθητήρων είναι καθοριστική για τη συμπεριφορά τους και για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται λιπαντικά που σχηματίζουν φιλμ μερικών εκατοστών του mm μειώνοντας την τριβή ή ακόμα και υδροστατική λίπανση όπου λιπαντικό υπό πίεση καταλαμβάνει το χώρο ανάμεσα στις επιφάνειες που βρίσκονται σε επαφή, μην επιτρέποντας καθόλου τη μεταλλική επαφή και αυξάνοντας ιδιαίτερα την απόσβεση.

Ως προς τη μορφή τους οι ολισθητήρες διακρίνονται σε τέσσερα βασικά είδη, όπως αυτά φαίνονται στο σχήμα.


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


Είδη ολισθητήρων



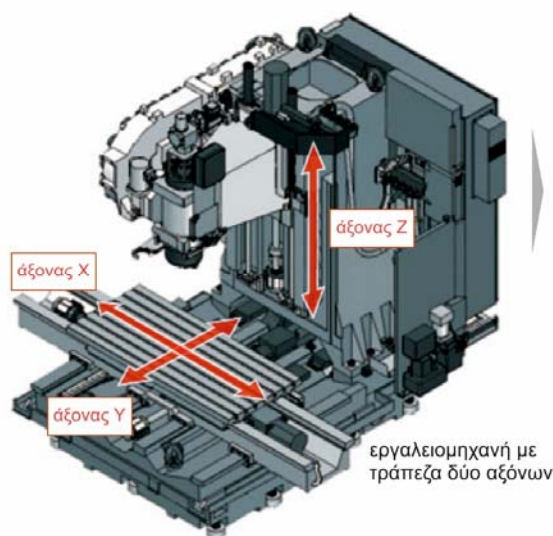
2019-20



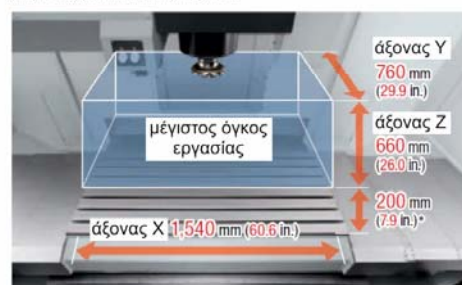
School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

22

Η **τράπεζα της εργαλειομηχανής** συγκρατεί το κατεργαζόμενο τεμάχιο με τη βοήθεια μέσω πρόσδεσης. Το μέγεθος της καθορίζει τις διαστάσεις και το βάρος του τεμαχίου που μπορεί να προσδεθεί. Στα κέντρα κατεργασίας η τράπεζα εκτελεί κίνηση σε έναν, δύο ή και περισσότερους άξονες μετακινώντας ή περιστρέφοντας το κατεργαζόμενο τεμάχιο. Στο σχήμα παρουσιάζεται η δομή ενός απλού κέντρου κατεργασίας όπου η τράπεζα εκτελεί δύο μεταφορικές κινήσεις (άξονες X και Y) και η κεφαλή που φέρει το κοπτικό εργαλείο την τρίτη (άξονας Z). Η εργαλειομηχανή αυτή είναι τριών αξόνων.



μέγιστες μετακινήσεις αξόνων


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


Τράπεζα εργαλειομηχανής και χώρος εργασίας

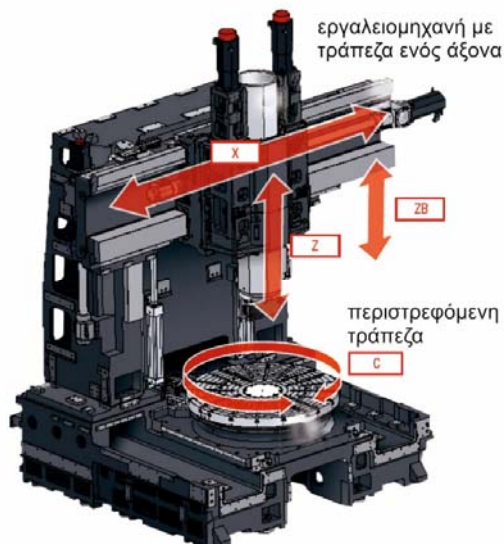


2019-20



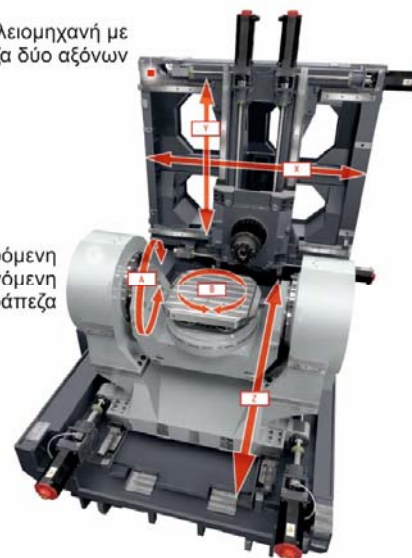
School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

23



εργαλειομηχανή με τράπεζα δύο αξόνων

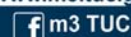
περιστρεφόμενη και ανακλινόμενη τράπεζα



Πιο πολύπλοκες εργαλειομηχανές διαθέτουν **περιστροφικές τράπεζες** σε έναν ή δύο άξονες. Στο σχήμα παρουσιάζεται η δομή δύο κέντρων κατεργασίας όπου στο πρώτο η τράπεζα εκτελεί περιστροφική κίνηση (άξονας C) ενώ στο δεύτερο κέντρο κατεργασίας η τράπεζα εκτελεί δύο περιστροφικές κινήσεις (ανακλινόμενο περιστροφικό τραπέζι), η μία γύρω από τον άξονά της και η άλλη ελεγχόμενη από την περιστρεφόμενη κλίση στην οποία είναι τοποθετημένη (άξονας A).

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


Περιστροφικές τράπεζες εργαλειομηχανών



2019-20



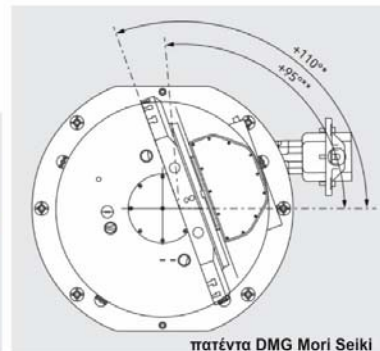
School of Production Eng. & Management
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab
Prof. Aristomenis Antoniadis

24

Μια ιδιαίτερη περίπτωση περιστροφικής τράπεζας αποτελεί και η πατέντα της DMG MORI SEIKI για το **περιστροφικό τραπέζι σε δύο κατευθύνσεις**, όπως φαίνεται στο σχήμα. Το τραπέζι αυτό έχει τη δυνατότητα περιστροφής 360° γύρω από τον άξονά του (άξονας C) ενώ η διάταξη έδρασής του περιστρέφεται επίσης γύρω από τον οριζόντιο άξονα σε προκαθορισμένα ανά εργαλειομηχανή όρια γωνίας περιστροφής (άξονας B).



Περιστρεφόμενο τραπέζι σε δύο κατευθύνσεις

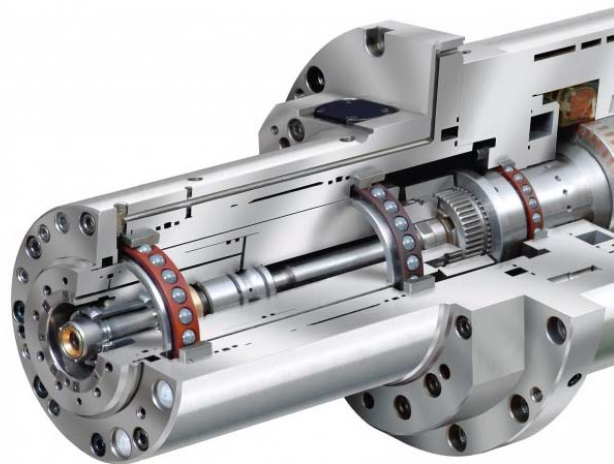


πατέντα DMG Mori Seiki

Η **κεφαλή της εργαλειομηχανής** διαθέτει τα μέσα για τη συγκράτηση του κατεργαζόμενου τεμαχίου (τόρνος) ή του κοπτικού εργαλείου (φραιζά, δράπανος, κ.λπ.) προσφέροντας την πρωτεύουσα κίνηση της κατεργασίας. Οι **βαθμοί ελευθερίας της κεφαλής** στα κέντρα κατεργασίας σε συνδυασμό με τους υπόλοιπους άξονες στην τράπεζα, δίνουν τη δυνατότητα κατεργασίας των τεμαχίων σε πολλές πλευρές, όπως φαίνεται στα παραδείγματα του σχήματος.



Οι πιο σύγχρονες εργαλειομηχανές διαθέτουν κεφαλές οι οποίες μπορούν να εκτελούν αποδοτικά φραιζάρισμα και τόνρευση. Πρόκειται για πενταξονικά κέντρα κατεργασίας τα οποία έχουν επεκταθεί με ισχυρά περιστροφικά τραπέζια για φραιζάρισμα με ταχύτητες και ροπές ικανές και για τόνρευση μεγάλων τεμαχίων.



Η άτρακτος της εργαλειομηχανής μεταδίδει την κίνηση στο κοπτικό εργαλείο (διάτρηση, φραιζάρισμα, κ.λπ.) ή στο κατεργαζόμενο τεμάχιο (τόρνος). Είναι ένα από τα πιο σημαντικά στοιχεία μιας εργαλειομηχανής γιατί οι ιδιότητές της όπως η ισχύς, η ταχύτητα περιστροφής, η ακαμψία, κ.λπ., έχουν τεράστια επιρροή στην απόδοση της εργαλειομηχανής και στην ποιότητα του τελικού προϊόντος. Διάφορες άτρακτοι παρουσιάζονται στο σχήμα.

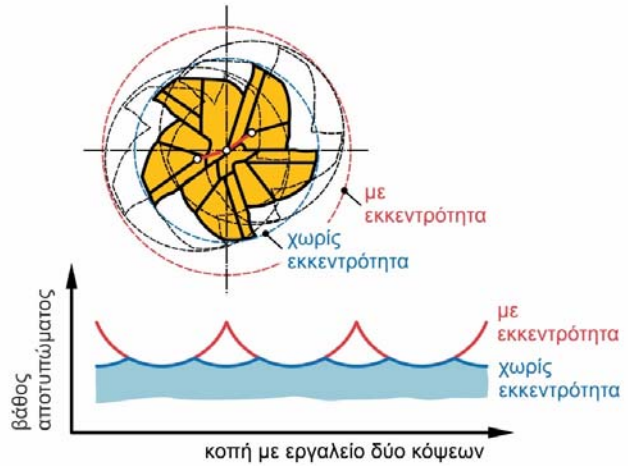
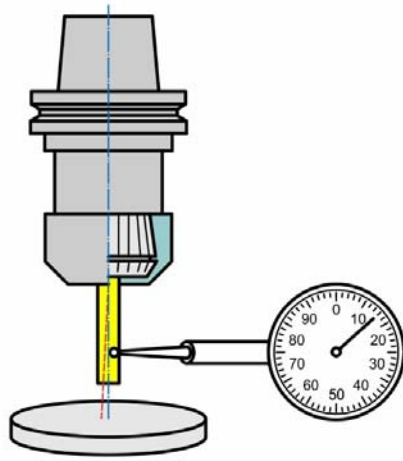


Άτρακτος υψηλής ταχύτητας

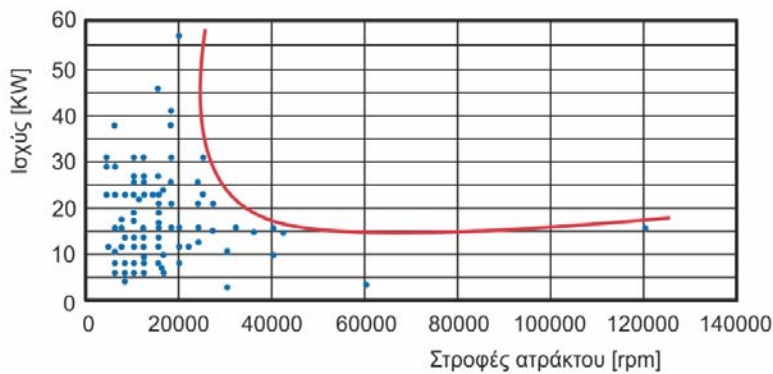
Η κίνηση στις ατράκτους εξασφαλίζεται με ηλεκτρικούς κινητήρες που μπορεί να είναι είτε συνεχούς (DC) ή εναλλασσόμενου ρεύματος (AC). Οι κινητήρες προσφέρουν την κύρια κίνηση και παρέχουν την απαραίτητη ισχύ και ροπή για να εκτελεστούν οι κατεργασίες με αφαίρεση υλικού. Η ακρίβεια της κάθε ατράκτου επηρεάζεται άμεσα από τα έδρανα κύλισης ή ολίσθησης που χρησιμοποιούνται στις εδράσεις της. Τα έδρανα αυτά θα πρέπει να λειτουργούν στις επιθυμητές στροφές, να δέχονται τα φορτία της κοπής και ταυτόχρονα να έχουν ικανό χρόνο ζωής. Τα πιο αξιόπιστα έδρανα τα οποία τηρούν τις προαναφερόμενες απαιτήσεις είναι τα έδρανα κύλισης (ρουλμάν) και γι' αυτό είναι τα συνήθη χρησιμοποιούμενα στις εργαλειομηχανές για αφαίρεση υλικού.

Για την **έδραση των ατράκτων** χρησιμοποιούνται διαφορετικά είδη εδράνων κύλισης, όπως τα απλά ένσφαιρα δακτυλιοειδή, τα κωνικά δακτυλιοειδή, τα απλά και διπλά ένσφαιρα λοξά έδρανα, τα κυλινδρικά δακτυλιοειδή έδρανα, κ.λπ.. Γενικά για τα έδρανα που χρησιμοποιούνται στις ατράκτους ισχύου τα παρακάτω:

- Τα λοξά έδρανα συνδυάζουν ακρίβεια, μεγάλο παραλαμβανόμενο φορτίο και υψηλή ταχύτητα περιστροφής.
- Τα κωνικά έδρανα προσφέρουν μεγάλο παραλαμβανόμενο φορτίο και ακαμψία, αλλά δεν επιτρέπουν υψηλές ταχύτητες περιστροφής.
- Τα απλά ένσφαιρα δακτυλιοειδή έδρανα μπορούν να παραλάβουν μεγάλο φορτίο αλλά μπορεί να παρουσιάσουν προβλήματα ευθυγράμμισης.
- Τα κυλινδρικά έδρανα επιτρέπουν περιορισμένες μετατοπίσεις στις ατράκτους και είναι κατάλληλα για μεγάλα ακτινικά φορτία.

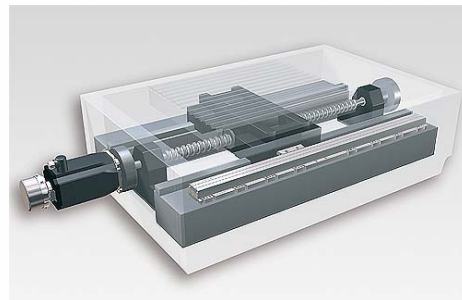


Προβλήματα που σχετίζονται με την απόδοση της ατράκτου και πρέπει να αντιμετωπίζονται είναι η **εκκεντρότητα (tool runout)** της ατράκτου και του εργαλείου, που μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της ακρίβειας ή ακόμα και σε συγκρούσεις με το κατεργαζόμενο κομμάτι ή με άλλα μέρη της εργαλειομηχανής προκαλώντας ζημιά στην άτρακτο. Ως εκκεντρότητα νοείται η κατάσταση στην οποία η άτρακτος έχει άξονα περιστροφής που διαφέρει από τον αντίστοιχο γεωμετρικό της άξονα. Η εκκεντρότητα έχει αιτίες που οφείλονται σε διάφορους λόγους, όπως ελαττωματικά μέρη της ατράκτου, λάθη στη συναρμολόγησή της κ.λπ..



Η επιλογή της πιο κατάλληλης ατράκτου για τις κατεργασίες αφαίρεσης υλικού που πρέπει να γίνουν, άρα και αντίστοιχα η **επιλογή της εργαλειομηχανής** είναι μια διαδικασία που πρέπει να λαμβάνει υπόψη τα τελικά προϊόντα και χαρακτηριστικά όπως η μέγιστη ταχύτητα της ατράκτου, η ισχύς της και η ροπή. Ιδιαίτερα οι συμβατικές, ως προς την ταχύτητα περιστροφής, εργαλειομηχανές διαθέτουν χαμηλές ταχύτητες ατράκτου (κάτω από 10.000rpm) και ισχύ κοντά στα 25KW και είναι κατάλληλες για μεγάλα βάθη κοπής. Οι υψηλόστροφες εργαλειομηχανές (**High Speed**) δεν προσφέρουν ταυτόχρονα και μεγάλη ισχύ, όπως φαίνεται στο διάγραμμα του σχήματος με τυπικές περιπτώσεις ατράκτων. Εργαλειομηχανές με ατράκτους που προσφέρουν υψηλές στροφές και μεγάλη ισχύ είναι πολύ ακριβές και συνήθως εξειδικευμένες σε κατεργασίες κραμάτων κυρίως για την αεροπορική βιομηχανία.

Η τοποθέτηση των κινούμενων μερών της εργαλειομηχανής, όπως είναι η τράπεζα, το εργαλειοφορείο, κ.λπ., ελέγχεται από **μετρητές θέσης (encoders)**, είτε μετατόπισης είτε περιστροφικούς. Τα συστήματα που υπάρχουν κατηγοριοποιούνται σε άμεσα όπου χρησιμοποιούνται φωτοηλεκτρικές διατάξεις και σε έμμεσα όπου χρησιμοποιούνται μηχανικές διατάξεις και αποκωδικοποιητές που παράγουν ψηφιακό σήμα.



γραμμικός κωδικοποιητής θέσης



γωνιακός κωδικοποιητής θέσης

