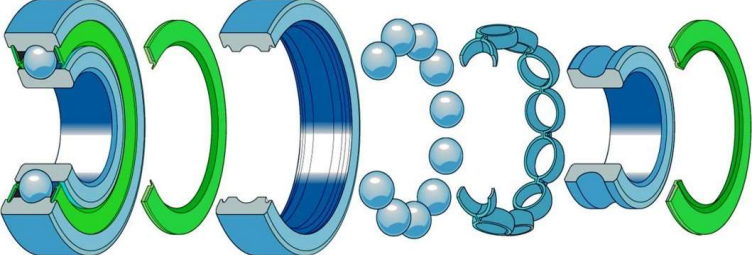
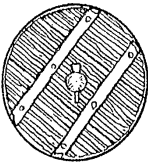
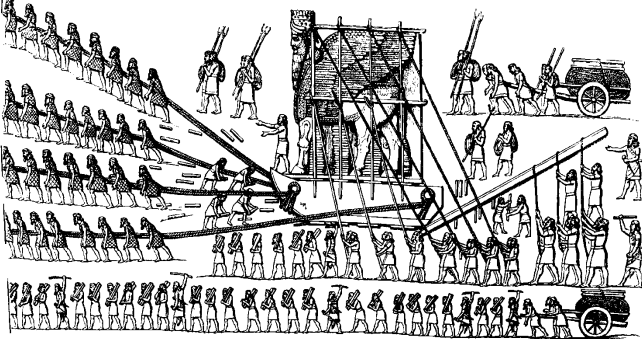


20	Έδρανα κύλισης	
19		
18		
17		
16		
15		
14		
13		
12		
11		
13η Διάλεξη: Έδρανα κύλισης – Τοποθέτηση – Βλάβες - Υπολογισμοί		
 http://www.m3.tuc.gr		2014
 School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis		1

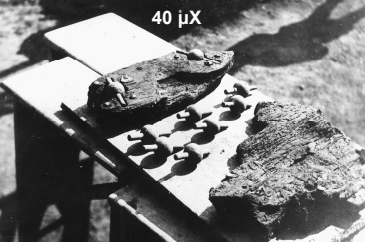
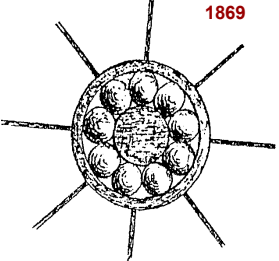
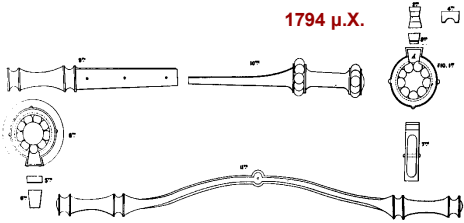
1

20	Έδρανα κύλισης	 Τα έδρανα κύλισης είναι βαρέων καθηκόντων στοιχεία μηχανών με κινούμενα μέρη υψηλής ακρίβειας. Προκειμένου να χρησιμοποιηθεί πλήρως η ικανότητά τους, ο Μηχανικός πρέπει να επιλέξει το κατάλληλο έδρανο και να ταιριάξει τις ιδιότητές του με εκείνες των εξαρτημάτων με τα οποία θα συνεργαστεί. Η συναρμολόγηση και αποσυναρμολόγηση, η λίπανση, η στεγανοποίηση και η συντήρηση είναι πολύ σημαντικές και πρέπει να τυχαίνουν ιδιαίτερης προσοχής. 
19		
18		
17		
16		
15		
14		
13		
12		
11		
Πηγή: FAG Industrial Bearings A G		
 Λειτουργία εδράνων κύλισης		http://www.m3.tuc.gr 2014
 School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis		2

2

20	Έδρανα κύλισης	Με κύλιση σε ξύλινους κυλίνδρους οι πρόγονοί μας μείωσαν πολύ την προσπάθεια που χρειαζόταν για να μετακινηθεί ένα φορτίο. Αυτό ήταν μια πολύ σημαντική βελτίωση σε σχέση με την προσπάθεια που χρειαζόταν κατά την μετακίνηση των φορτίων με ολίσθηση. Το σύγχρονο έδρανο κύλισης βασίστηκε ακριβώς πάνω σε αυτό το ξεκίνημα.	3500 π.Χ.	
19				
18				
17				
16				
15				
14				
13				
12				
11	700 π.Χ.			
 Η «κύλιση» ανά τους αιώνες http://www.m3.tuc.gr				
 School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis				

3

20	Έδρανα κύλισης	Αξονικό έδρανο κύλισης με ξύλινες σφαίρες από ναυαγίο ρωμαϊκού πλοίου.	40 μΧ		1869	
19						
18						
17						
16						
15						
14						
13						
12						
11	1794 μ.Χ.					
 Τα πρώτα έδρανα κύλισης http://www.m3.tuc.gr						
 School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis						

4

20	Έδρανα κύλισης	
19		
18		
17		
16		
15		
14		
13		
12	Steyr, Αυστρία Κιβώτιο ταχυτήτων: Ένσφαιρα έδρανα επαφής τεσσάρων σημείων Thomery, Γαλλία Κιβώτιο ταχυτήτων και διαφορικό: Έδρανα κύλισης λεπτής διατομής Clevedon, Γαλλία Μηχανή και κιβώτιο ταχυτήτων: Σφαιρικά έδρανα κύλισης Mühlheim, Γερμανία Διαφορικό: Ειδικά βελονωτά έδρανα κύλισης Fontenay, Γαλλία Μηχανή: Ένσφαιρα έδρανα κύλισης βαθύς αύλακος Jamestown, ΗΠΑ Ρόδες: Ένσφαιρα έδρανα κύλισης γωνιακής επαφής μεγάλης ακρίβειας Schweinfurt, Γερμανία Κιβώτιο ταχυτήτων και διαφορικό: Ειδικά κυλινδρικά έδρανα κύλισης Ειδικά ένσφαιρα έδρανα επαφής τεσσάρων σημείων Cassino, Ιταλία Μηχανή: Ένσφαιρα έδρανα κύλισης βαθύς αύλακος Villar Perosa, Ιταλία Μηχανή και κιβώτιο ταχυτήτων: Ένσφαιρα έδρανα κύλισης γωνιακής επαφής μεγάλης ακρίβειας	
11		
Μ3 Διερεύνηση των εδράνων κύλισης στην σημερινή κατασκευαστική βιομηχανία http://www.m3.tuc.gr		
Μ3 School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis 2014		

5

20	Έδρανα κύλισης	ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ Χαμηλός συντελεστής τριβής. Εκκίνηση και στάση χωρίς φθορά Δεν έχουν ανάγκη συντήρησης, ελάχιστη ποσότητα λιπαντικού Μεγαλύτερο επιτρεπόμενο φορτίο στις ίδιες διαστάσεις Τα χαρακτηριστικά του στροφέα δεν επηρεάζουν την αντοχή τους Χαμηλότερο κόστος κατασκευής σε μικρές διαμέτρους στροφώνων ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ Ευαισθησία σε κρουστικά φορτία και κραδασμούς Υψηλός θόρυβος κατά τη λειτουργία Περιορισμένη ταχύτητα περιστροφής σε μεγάλες διαμέτρους Υψηλότερο κόστος κατασκευής σε μεγάλες διαμέτρους Περιορισμένη διάρκεια ζωής Ευαισθησία σε ακαθαρσίες
19		
18		
17		
16		
15		
14		
13		
12	Μ3 Πλεονεκτήματα & Μειονεκτήματα εδράνων κύλισης http://www.m3.tuc.gr	
11	Μ3 School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis 2014	

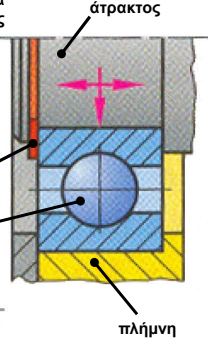
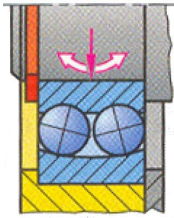
6

20	Έδρανα κύλισης	Σφαιρικά	Συμμετρικά Βαρελοειδή	Ασύμμετρα Βαρελοειδή
19				
18				
17		Κυλινδρικά	Βελονοειδή	Κωνικά
16				
15				
14		Θέσεις τριβής κατά την κύλιση		
13				
12				
11				
		Είδη σωμάτων κύλισης - Τριβή http://www.m3.tuc.gr		
		School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis		

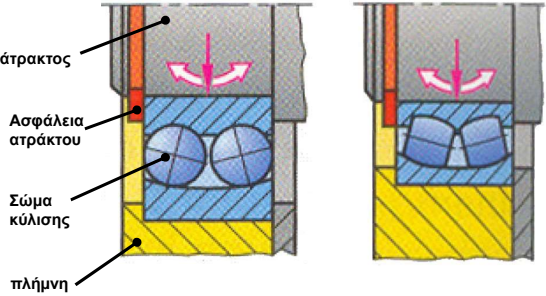
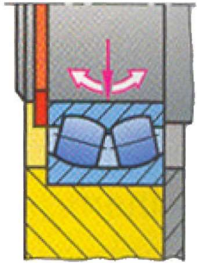
7

20	Έδρανα κύλισης	Στις περισσότερες εφαρμογές τα έδρανα κύλισης δεν παραλαμβάνουν ένα καθαρά εγκάρσιο ή ένα καθαρά αξονικό φορτίο, αλλά παραλαμβάνουν ένα συνδυασμένο φορτίο, πού συντίθεται από ένα εγκάρσιο και ένα αξονικό φορτίο.	
19			
18			
17			
16			
15			
14			
13			
12			
11			
		Φορτίσεις εδράνων κύλισης http://www.m3.tuc.gr	
		School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis	

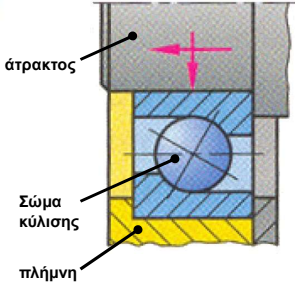
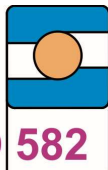
8

20	Έδρανα κύλισης	 Απλό ένσφαιρο δακτυλιοειδές βαθύς αύλακος έδρανο κύλισης Διαθέτει μία σειρά σφαιρών ως κυλιόμενα σώματα και μπορεί να δέχεται εγκάρσιες και αξονικές δυνάμεις. Τη στήριξη των σφαιρών αναλαμβάνει ισχυρός κλωβός. Είναι το πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο έδρανο κύλισης.	
19			
18			
17			
16			
15			
14			
13			
12	Διπλό ένσφαιρο δακτυλιοειδές έδρανο κύλισης Αποτελείται από δύο σειρές σφαιρών που κυλούν σε ξεχωριστές τροχιές. Παραλαμβάνουν υψηλά εγκάρσια και αξονικά φορτία σε όλες τις κατευθύνσεις. Πλεονέκτημά τους είναι ότι συγκριτικά με δύο απλά ένσφαιρα έδρανα της ίδιας συνολικής αντοχής, καταλαμβάνουν μικρότερο χώρο.		
11			
 Απλό και διπλό ένσφαιρο δακτυλιοειδές βαθύς αύλακος έδρανο κύλισης http://www.m3.tuc.gr 2014			
 School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis			

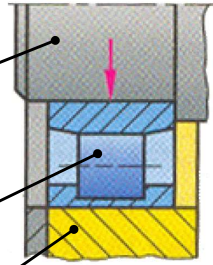
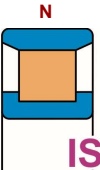
9

20	Έδρανα κύλισης	 Αυτορρυθμιζόμενα έδρανα κύλισης Χρησιμοποιούνται προκειμένου να αντιμετωπίσουν μεγάλες αποκλίσεις του άξονα της ατράκτου. Αυτορρυθμίζονται λόγω της διαμόρφωσης των διαδρόμων κύλισης στους δακτυλίους περιορίζοντας όμως με τον τρόπο αυτό την αντοχή του εδράνου.	
19			
18			
17			
16			
15			
14			
13			
12	Αυτορρυθμιζόμενα έδρανα		
11			
 Αυτορρυθμιζόμενα έδρανα http://www.m3.tuc.gr 2014			
 School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis			

10

20	Έδρανα κύλισης	 Έδρανα κύλισης πλάγιας επαφής Διαθέτουν υψηλή αντοχή σε αξονικά φορτία σε μία κατεύθυνση. Χρησιμοποιούνται συχνά ανά ζεύγη με σκοπό την υψηλή αντοχή σε αξονικά φορτία και προς τις δύο κατευθύνσεις.	 άτρακτος Σώμα κύλισης πλήμνη	 ISO 529
19				
18				
17				
16				
15				
14				
13				
12				
11				
 Έδρανα πλάγιας επαφής http://www.m3.tuc.gr 2014		 School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis		

11

20	Έδρανα κύλισης	Κυλινδρικά έδρανα κύλισης Έχουν κυλινδρικά σώματα κύλισης τα οποία εργάζονται σε διαδρόμους κυλινδρικής μορφής. Μπορούν να παραλαμβάνουν μόνο εγκάρσια φορτία και χρησιμοποιούνται συνήθως εκεί που η έδραση επιλέγεται ελεύθερη ώστε να παραλαμβάνονται οι θερμικές διαστολές και οι μετατοπίσεις των ατράκτων λόγω φορτίων.	 άτρακτος Σώμα κύλισης πλήμνη	 ISO 15
19				
18				
17				
16				
15				
14				
13				
12				
11				
 Κυλινδρικά έδρανα κύλισης http://www.m3.tuc.gr 2014		 School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis		

12

20	Έδρανα κύλισης	Βαρελοειδή έδρανα κύλισης: Έχουν διπλή σειρά βαρελοειδών σωμάτων κύλισης και μπορούν να παραλάβουν μεγάλα εγκάρσια φορτία καθώς και αξονικά φορτία. Είναι αυτορρυθμιζόμενα.
19		
18		
17		
16		
15		
14		
13		
12		
11		
		Βαρελοειδή έδρανα κύλισης http://www.m3.tuc.gr 2014 School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis

13

20	Έδρανα κύλισης	Τα βελονοειδή έδρανα κύλισης Είναι έδρανα κύλισης με κυλινδρικά σώματα κύλισης, όπου όμως το μήκος κύλισης είναι πολύ μεγαλύτερο από τη διάμετρο του σώματος κύλισης. Είναι γενικά ευαίσθητα στις παραμορφώσεις της ατράκτου και υπό κανονικές συνθήκες μπορούν να παραλάβουν πολύ μεγάλα εγκάρσια φορτία.
19		
18		
17		
16		
15		
14		
13		
12		
11		
		Βελονοειδή έδρανα κύλισης http://www.m3.tuc.gr 2014 School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis

14

20	Έδρανα κύλισης	 Κωνικά έδρανα κύλισης Μπορούν να παραλάβουν υψηλά φορτία, τόσο εγκάρσια όσο και αξονικά. Βάσει της κατασκευής τους οι άξονες συμμετρίας των κωνικών κυλιόμενων σωμάτων τέμνονται σε κοινό σημείο του άξονα του εδράνου. Χρησιμοποιούνται συνήθως σε χαμηλές ταχύτητες. άτρακτος Σώμα κύλισης πλήμνη	http://www.m3.tuc.gr 2014
19			
18			
17			
16			
15			
14			
13			
12			
11	 Κωνικά έδρανα κύλισης	 School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis	

15

20	Έδρανα κύλισης	Αξονικά έδρανα κύλισης Παραλαμβάνουν αξονικά μόνο φορτία. Οι διάδρομοι κύλισης των κυλιόμενων σωμάτων είναι κάθετοι στον άξονα του εδράνου. Τα σώματα κύλισης μπορεί να είναι σφαιρικά, κυλινδρικά ή βαρελοειδή και τα έδρανα αυτά μπορεί να είναι απλά ή διπλά. σφαιρικά κυλιόμενα σώματα κωνικά κυλιόμενα σώματα βελονοειδή κυλιόμενα σώματα κυλινδρικά κυλιόμενα σώματα	http://www.m3.tuc.gr 2014
19			
18			
17			
16			
15			
14			
13			
12			
11	 Αξονικά έδρανα κύλισης	 School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis	

16

20	Έδρανα κύλισης	
19		
18		
17		
16		
15		
14		
13		
12		
11		
Σταθερή κινητή έδραση http://www.m3.tuc.gr		2014
School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis		17

17

20	Έδρανα κύλισης	
19		
18		
17		
16		
15		
14		
13		
12		
11		
Τοποθέτηση λοξών εδράνων κύλισης για εδράσεις με προένταση http://www.m3.tuc.gr		2014
School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis		18

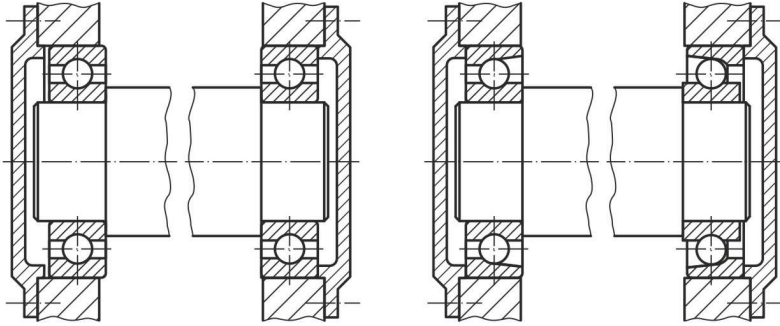
18

20	Έδρανα κύλισης	Παραδείγματα έδρασης με προένταση Διάταξη X
19		
18		
17		
16		
15		
14		
13		
12		
11		
		Παραδείγματα εδράσεων με προένταση διάταξης X με λοξά έδρανα http://www.m3.tuc.gr 2014
School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis		19

19

20	Έδρανα κύλισης	Έδραση με προένταση Διάταξη X
19		
18		
17		
16		
15		
14		
13		
12		
11		
		Παραδείγματα εδράσεων με προένταση διάταξης X με κωνικά λοξά έδρανα http://www.m3.tuc.gr 2014
School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis		20

20

20	Έδρανα κύλισης	
19		
18		
17		
16		
15		
14		
13		
12		
11		
 Παραδείγματα πλωτής έδρασης http://www.m3.tuc.gr		2014
 School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis		21

21

20	Έδρανα κύλισης	Χρησιμοποιείται για την αξονική στερέωση στοιχείων μηχανών πάνω σε άξονες και ατράκτους που διαθέτουν ανάλογο σπείρωμα. 
19		
18		
17		
16		
15		
14		
13		
12		
11		
 Περικόχλιο ατράκτου http://www.m3.tuc.gr		2014
 School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis		22

22

20	Έδρανα κύλισης	Περικόχλιο ατράκτου Ασφάλεια περικοχλίου ατράκτου Σφηναύλακας Περικόχλιο ατράκτου	
19			
18			
17			
16			
15			
14			
13			
12			
11			
		Περικόχλιο και ασφάλεια περικοχλίου ατράκτου	http://www.m3.tuc.gr
		School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis	2014 23

23

20	Έδρανα κύλισης	με περικόχλιο ατράκτου με περικόχλιο με δακτύλιο ασφάλισης από πολυαμίδιο με ασφάλεια ατράκτου με δίσκο συγκράτησης και κοχλία με κωνικό δακτύλιο προέντασης	
19			
18			
17			
16			
15			
14			
13			
12			
11			
		Μέθοδοι αξονικής στερέωσης εδράνων κύλισης	http://www.m3.tuc.gr
		School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis	2014 24

24

20
19
18
17
16
15
14
13
12
11

Σύσφιξη με κοχλιοσύνδεση και Ασφάλειες ατράκτου και πλήμνης

<http://www.m3.tuc.gr>
2014

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

25

25

20
19
18
17
16
15
14
13
12
11

Για την αξονική στερέωση των εδράνων κύλισης χρησιμοποιούνται κυρίως **ασφάλειες** που τοποθετούνται σε εγκοπή στην άτρακτο ή σε αντίστοιχη εγκοπή στην πλήμνη. Οι ασφάλειες αυτές είναι τυποποιημένες και κατασκευάζονται από **χάλυβα ελατηρίων** ώστε να τοποθετούνται με ευκολία στις αντίστοιχες εγκοπές χωρίς να παραμορφώνονται πλαστικά.

d ₁	Ασφάλεια			Αυλάκι		
	s	d ₃	d ₄	d ₂	m	n
8	0.8	7.4	14.7	7.6	0.9	0.6
10	1	9.3	17	9.6	1.1	0.6
12	1	11	19	11.5	1.1	0.8
14	1	12.9	21.4	13.4	1.1	0.9
16	1	14.7	23.8	15.2	1.1	1.2
18	1.2	16.5	26.2	17	1.3	1.5
20	1.2	18.5	28.4	19	1.3	1.5
22	1.2	20.5	30.8	21	1.3	1.5
25	1.2	23.2	34.2	23.9	1.3	1.7
28	1.5	25.9	37.9	26.6	1.6	2.1
32	1.5	29.6	43	30.3	1.6	2.6
36	1.75	33.2	47.8	34	1.85	3
40	1.75	36.5	52.6	37.5	1.85	3.8
45	1.75	41.5	59.1	42.5	1.85	3.8
50	2	45.8	64.5	47	2.15	4.5

(διαστάσεις σε mm)

Ασφάλειες ατράκτων κατά DIN 471

<http://www.m3.tuc.gr>
2014

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

26

26

20

19

18

17

16

15

14

13

12

11

d1	Ασφάλεια			Αυλάκι		
	s	d3	d4	d2	m	n
8	0,8	8,7	3	8,4	0,9	0,6
10	1	10,8	3,3	10,4	1,1	0,6
12	1	13	4,9	12,5	1,1	0,8
14	1	15,1	6,2	14,6	1,1	0,9
16	1	17,3	8	16,8	1,1	1,2
18	1	19,5	9,4	19	1,1	1,5
20	1	21,5	11,2	21	1,1	1,5
22	1	23,5	13,2	23	1,1	1,5
25	1,2	26,9	15,5	26,2	1,3	1,8
28	1,2	30,1	17,9	29,4	1,3	2,1
32	1,2	34,4	20,6	33,7	1,3	2,6
36	1,5	38,8	24,6	38	1,6	3
40	1,75	43,5	27,0	42,5	1,85	3,8
45	1,75	48,5	32	47,5	1,85	3,8
50	2	54,2	36,3	53	21,5	4,5

(διαστάσεις σε mm)

Ασφάλειες ατράκτων κατά DIN 472

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

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

2014

27

27

20

19

18

17

16

15

14

13

12

11

1. Άξονας
2. Πλήμνη (φωλιά)
3. Ρουλιμάν
4. Ασφάλεια
5. Ασφάλεια άξονα

Έδραση άξονα

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

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

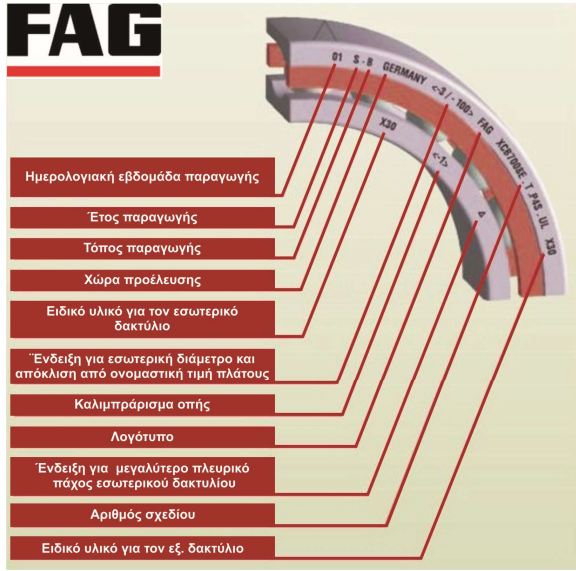
2014

28

28

20
19
18
17
16
15
14
13
12
11

FAG



Ημερολογιακή εβδομάδα παραγωγής

Έτος παραγωγής

Τόπος παραγωγής

Χώρα προέλευσης

Ειδικό υλικό για τον εσωτερικό δακτύλιο

Ένδειξη για εσωτερική διάμετρο και απόκλιση από ονομαστική τιμή πλάτους

Καλιμπράρισμα σπής

Λογότυπο

Ένδειξη για μεγαλύτερο πλευρικό πάχος εσωτερικού δακτυλίου

Αριθμός σχεδίου

Ειδικό υλικό για τον εξ. δακτύλιο



Πηγή: **FAG Industrial Bearings A G**

<http://www.m3.tuc.gr>
2014

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

29

20
19
18
17
16
15
14
13
12
11

Ο βασικός συμβολισμός των εδράνων κύλισης συντίθεται από το συμβολισμό της σειράς του εδράνου και το συμβολισμό της εσωτερικής σπής του εδράνου ενώ μπορεί να τοποθετούνται χαρακτηριστικά προτιθέμενα ή ακολουθούντα σύμβολα.

Συμβολισμός εδράνων κύλισης

Τα **προτιθέμενα σύμβολα** καθορίζουν ότι ο συμβολισμός δεν αναφέρεται σε όλο το έδρανο αλλά σε τμήμα αυτού (**K**: Κλωβός με σώματα κύλισης, **L** : Ελεύθερο δακτύλιο, **R** : Έναν από τους δακτυλίους, τον κλωβό και τα σώματα κύλισης)

Ο **συμβολισμός της σειράς** των εδράνων κύλισης ορίζει το είδος του εδράνου και τη σειρά διαστάσεων του κατά DIN 616 από την οποία προκύπτουν το πλάτος και η εξωτερική διάμετρος της σειράς του εδράνου.

Ο **συμβολισμός της εσωτερικής διαμέτρου** των εδράνων κύλισης ορίζει τη διάσταση της εσωτερικής σπής του εδράνου.

Τα **ακολουθούντα σύμβολα** προσδιορίζουν αποκλίσεις από τις βασικές προτυποποιήσεις. Χρησιμοποιούνται τα σύμβολα :

- **A, B, C, D** για παρεκκλίσεις εσωτερικής μορφής ή κατασκευής,
- **D, J, K, N, NR, P** για παρεκκλίσεις εξωτερικής μορφής
- **RS, Z, ZN** για προσδιορισμό του ειδικού τρόπου στεγανοποίησης

Συμβολισμός εδράνων κύλισης

<http://www.m3.tuc.gr>
2014

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

30

20

19

18

17

16

15

14

13

12

11

Έδρανα κύλισης

Σειρά εδράνου 63
Σειρά διαστάσεων 03

Συμβολισμός	d	D	B	r
6300	10	35	11	1
6301	12	37	12	1.5
6302	15	42	13	1.5
6303	17	47	14	1.5
6304	20	52	15	2
63/22	22	56	16	2
6305	25	62	17	2
63/28	28	68	18	2
6306	30	72	19	2
63/32	32	75	20	2
6307	35	80	21	2.5
6308	40	90	23	2.5
6309	45	100	25	2.5
6310	50	110	27	3
6311	55	120	29	3
6312	60	130	31	3.5
6313	65	140	33	3.5
6314	70	150	35	3.5

Πίνακας απλών ένσφαιρων δακτυλιοειδών εδράνων
κύλισης κατά DIN 625

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

2014

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

33

20	Έδρανα κύλισης	Αντίθετα με τα έδρανα ολίσθησης, των οποίων η διάρκεια ζωής με κανονικές συνθήκες λειτουργίας είναι απεριορίστη, η διάρκεια ζωής των εδράνων κύλισης περιορίζεται είτε από την κόπωση του υλικού είτε από ένα ανώτατο επιτρεπόμενο όριο φθοράς των επιφανειών κύλισης των δακτυλίων και των σωμάτων κύλισης. Η εκλογή του καταλλήλου είδους και μεγέθους του εδράνου καθορίζεται βασικά από το είδος και το μέγεθος της ονομαστικής φόρτισης, που πρέπει να παραλάβει, από την ταχύτητα περιστροφής του στρόφου και τέλος από διάφορες ειδικές συνθήκες λειτουργίας, όπως π.χ. το είδος λίπανσης, τη θερμοκρασία λειτουργίας, τις αυξομειώσεις του ονομαστικού φορτίου (κρούσεις) κ.λπ..			
19					
18					
17					
16					
15					
14					
13					
12					
11					
		 Αντοχή εδράνων κύλισης		http://www.m3.tuc.gr 2014	
		 School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis			

34

17

Έδρανα κύλισης

Ένα έδρανο κύλισης, που έχει κατασκευαστεί σύμφωνα με τις σχετικές προτυποποιήσεις διαστάσεων και ανοχών, που έχει συναρμολογηθεί σύμφωνα με τις σχετικές οδηγίες και τέλος που λιπαίνεται κανονικά και είναι σωστά στεγανοποιημένο, ανάλογα με τη λίπανση και τις συνθήκες του περιβάλλοντος του, μπορεί για ένα συγκεκριμένο φορτίο και ένα συγκεκριμένο αριθμό στροφών να λειτουργήσει επί ένα επίσης συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, μετά την πάροδο του οποίου στις καταπονούμενες επιφάνειες των σωμάτων κύλισης και των αυλακιών κύλισης εμφανίζονται διάφορα σημεία κόπωσης, όπως ρωγμές, πόροι και εκκοιλάνσεις μικρού ή και μεγάλου μεγέθους.

Ο συνολικός αριθμός στροφών ή ωρών λειτουργίας ενός εδράνου κύλισης, κατά τον οποίο ένα έδρανο μπορεί να λειτουργήσει κανονικά, έως ότου εμφανιστούν τα πρώτα σημεία κόπωσης, ονομάζεται **διάρκεια ζωής του εδράνου**.

Η **ονομαστική διάρκεια ζωής σε ώρες** λειτουργίας υπολογίζεται από τον τύπο:

όπου L : η ονομαστική διάρκεια ζωής σε εκατομμύρια στροφές
n : αριθμός στροφών σε min⁻¹

$$L_h = \frac{L \cdot 10^6}{60 \cdot n}$$

Για τον υπολογισμό ενός εδράνου κύλισης πρέπει να είναι γνωστός ο **αριθμός δυναμικής αντοχής C**. Ο αριθμός αυτός είναι το σταθερό εκείνο φορτίο, για το οποίο η ονομαστική διάρκεια ζωής του εδράνου είναι ένα εκατομμύριο στροφές (L = 1) ή 500 ώρες (L_h = 500 h) για αριθμό στροφών n = 33 1/3 min⁻¹.

Διάρκεια ζωής του εδράνου – Αριθμός δυναμικής αντοχής

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

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

2014

35

Έδρανα κύλισης

Για τον υπολογισμό μελέτης, όταν δηλαδή πρόκειται να εκλεγεί το κατάλληλο έδρανο για μία συγκεκριμένη περίπτωση έδρασης, τότε από πίνακα εκλέγεται το κατάλληλο μέγεθος διάρκειας ζωής για τη συγκεκριμένη εφαρμογή και τότε ο απαιτούμενος **αριθμός δυναμικής αντοχής** σε κρ υπολογίζεται με τον τύπο:

Θέση τοποθέτησης εδράνου κύλισης	L _h σε ώρες
Οχήματα	
Μοτοσικλές	1.500 - 3.500
Μικρά αυτοκίνητα I.X.	2.000 - 4.500
Μεγάλα αυτοκίνητα I.X.	2.500 - 5.500
Μικρά φορτηγά	2.500 - 5.500
Μεγάλα φορτηγά	4.000 - 9.000
Λεωφορεία	4.000 - 9.000
Ελκυστήρες	2.000 - 5.500
Ερπυστιοφόρα οχήματα	4.500 - 10.000
Ηλεκτρικοί κινητήρες	
Για συσκευές οικιακής χρήσης	2.000 - 4.000
Μικροί κινητήρες σερβός	8.000 - 21.000
Μέσοι κινητήρες σερβός	13.500 - 32.000
Κινητήρες μεγάλου μεγέθους	21.000 - 46.000
Κινητήρες σιδηροδρόμων	13.500 - 32.000
Γενική μηχανολογία	
Μειωτήρες οδοντωτών τροχών γενικής χρήσης	
- μικρού μεγέθους	8.000 - 21.000
- μέσου μεγέθους	13.500 - 32.000
Ανελκυστήρες	
- μικρού μεγέθους	8.000 - 21.000
- μέσου μεγέθους	13.500 - 46.000
- μεγάλου μεγέθους	46.000 - 83.000

Θέση τοποθέτησης εδράνου κύλισης	L _h σε ώρες
Οχήματα επί σιδηροτροχιών	
Αξόνες τροχών	13.500 - 32.000
- Όχημάτων μεταφοράς φορτίων	45.000 - 83.000
- Τρέμ	32.000 - 62.500
- Όχημάτων τρένων	21.000 - 32.000
για μεταφορά ανθρώπων	21.000 - 32.000
για μεταφορά φορτίων	32.000 - 62.500
- Όχημάτων καθαρισμού	32.000 - 83.000
- Μηχανών κίνησης τρένων	46.000 - 83.000
- Αυτοκινηταμαξών	21.000 - 46.000
Μειωτήρες σιδηροδρομικών μηχανών	13.500 - 32.000
Μηχανήματα μορφοποίησης μετάλλων	
Μηχανήματα ψυχρήλκασίας ή θερμήλκασίας	4.000 - 8.000
Μειωτήρες οδοντωτών τροχών	13.500 - 62.500
Ναυπηγία	
Ωστικά έδρανα ελικοφόρων ατράκτων	12.000 - 23.000
Έγκραστα έδρανα ελικοφόρων ατράκτων	> 110.000
Μεγάλοι μειωτήρες οδοντωτών τροχών	9.000 - 32.000

$$C = P \cdot \left(\frac{60 \cdot n \cdot L_h}{10^6} \right)^{\frac{1}{k}}$$

Όπου:

P : ισοδύναμο φορτίο σε κρ
L_h : η διάρκεια ζωής σε ώρες
n : αριθμός στροφών σε min⁻¹
k : 3 για έσφαιρα και 10/3 για όλα τα άλλα έδρανα

Ο Πίνακας συστάσεων για την εκλογή της διάρκειας ζωής L_h συνεχίζεται στο βιβλίο...

Υπολογισμός μελέτης εδράνου κύλισης

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

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

2014

36

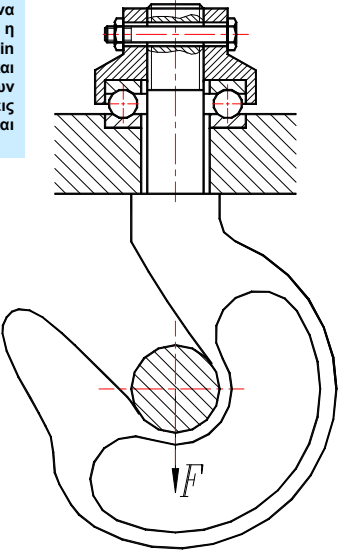
18

	Σειρά εδράνου	160		60		62		63		64		42'	
		C	C ₀	C	C ₀	C	C ₀	C	C ₀	C	C ₀	C	C ₀
20	00	-	-	290	156	400	224	630	360	-	-	655	520
19	01	-	-	315	176	540	300	765	430	-	-	720	585
18	02	405	224	440	255	610	355	880	520	-	-	800	685
17	03	440	255	465	285	750	440	1060	630	1800	1100	1060	950
16	04	510	310	735	450	1000	630	1250	765	2400	1560	1400	1290
15	/22	-	-	-	-	1020	655	1430	900	-	-	-	-
14	05	560	375	780	500	1100	710	1660	1040	2800	1900	1530	1500
13	/28	-	-	-	-	1320	850	1900	1200	-	-	-	-
12	06	880	600	1000	670	1530	1000	2200	1460	3350	2320	1860	2000
11	/32	-	-	-	-	1530	1020	2360	1560	-	-	-	-
	07	965	710	1250	865	2000	1370	2600	1760	4300	3050	2360	2600
	08	1040	800	1320	950	2280	1600	3150	2200	5000	3750	2800	3200
	09	1225	950	1560	1180	2550	1800	4150	3000	6000	4400	2800	3250
	10	1250	1020	1630	1270	2750	2000	4800	3550	6800	5000	2900	3550
	11	1530	1250	2200	1730	3400	2550	5800	4250	7800	6000	3600	4500
	12	1560	1340	2160	1760	3750	2850	6400	4800	8500	6700	4300	5500
	13	1660	1500	2240	1860	4400	3450	7200	5500	9300	7650	5100	6700
	14	2040	1830	3000	2500	4800	3800	8150	6300	10200	9150	5500	7200
	15	2080	1930	3100	2650	5200	4150	8300	7200	12000	11000	5300	7350
	16	2500	2360	3750	3200	5700	4550	9000	7350	12700	12000	6200	8650
	17	2500	2360	3900	3400	6550	5400	9800	8500	13400	13200	6550	9300
	18	3050	2900	4550	4000	7200	6100	10600	9150	14600	14600	8650	12000
	19	3150	3100	4750	4250	8500	7100	11200	10200	-	-	-	-
	20	3450	3350	4750	4250	9650	8000	12900	12200	-	-	-	-
	21	3150	3250	5600	5100	10400	9150	13700	13400	-	-	-	-
	22	4500	4300	6300	5700	11200	10200	15000	15000	-	-	-	-
	24	4800	4800	6550	6100	11400	10200	16300	17000	-	-	-	-
	26	6100	6200	8300	7800	12200	11400	18000	19600	-	-	-	-
	28	5500	6000	8500	8500	12900	12500	20000	22400	-	-	-	-
	30	6700	7200	9650	9650	13400	13200	21600	25500	-	-	-	-
	32	7100	7650	10800	11000	14300	15000	-	-	-	-	-	-
	34	9800	9800	13200	13700	16600	18300	-	-	-	-	-	-
	36	10800	11400	14600	15600	17600	20000	-	-	-	-	-	-
	38	11600	12700	15300	17000	18600	21600	-	-	-	-	-	-
	40	13200	14600	16600	19000	21200	25500	-	-	-	-	-	-

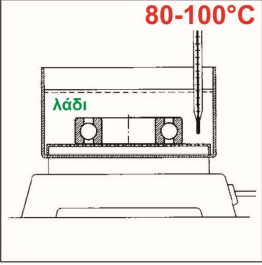
37

20	Έδρανα κύλισης	Οι εξωτερικές δυνάμεις, που καταπονούν τα διάφορα στοιχεία μηχανών, είναι συνήθως βάρη, δυνάμεις επιτάχυνσης ή επιβράδυνσης μαζών, δυνάμεις που προέρχονται από ροπές στήψης κατά τη μεταφορά ισχύος από ένα στοιχείο σ' ένα άλλο κ.λπ.. Όταν οι εξωτερικές δυνάμεις των στοιχείων που στηρίζουν τα έδρανα κύλισης είναι σε διεύθυνση, φορά και μέγεθος γνωστές, τότε οι δυνάμεις που φορτίζουν τα έδρανα υπολογίζονται εύκολα με τη βοήθεια των νόμων της Τεχνικής Μηχανικής .	
19		Πολλές φορές όμως στις δυνάμεις αυτές προστίθενται και άλλες, των οποίων το μέγεθος δεν μπορεί εύκολα να προσδιοριστεί όπως οι δυνάμεις, που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια κρουστικών φορτίσεων απροσδιορίστου μεγέθους (π.χ. κατά την κατεργασία κοπής των εργαλειομηχανών, κατά τις κατεργασίες μορφοποίησης, κατά τη λειτουργία εμβολοφόρων μηχανών (ΜΕΚ, αντλιών κ.λπ.), κατά τη λειτουργία μειωτήρων με οδοντωτούς τροχούς, κατά την πορεία των διαφόρων οχημάτων κ.λπ..	
17		Πηγή δημιουργίας κρούσεων	Συντελεστής κρούσεων C _s
16		Οδοντωτοί τροχοί	
15		με λειασμένες επιφάνειες μεγάλης ακριβείας	1.05 – 1.1
14		με λειασμένες επιφάνειες μέσης ακριβείας	1.1 – 1.3
13		κατεργασμένοι μόνο με κοπτικό εργαλείο	1.2 – 1.6
12		από ακατέργαστο χυτοσίδηρο ή χυτοχάλυβα	1.6 – 2.3
11		Ηλεκτροκινητήρες και στρόβιλοι	1.0 – 1.2
		Εμβολοφόρες μηχανές εσωτερικής καύσεως αναλόγως μεγέθους και ζυγοστάθμισης	1.2 – 1.5
		Εργαλειομηχανές κοπής	
		με ελαφρές κρούσεις	1.5 – 2.0
		με μεγάλες κρούσεις	2.0 – 3.0
		Μηχανές μορφοποίησης σιδήρου ή χάλυβα	2.0 – 3.0
		Οχήματα σε σιδηροτροχιές	
		με ελαστική ανάρτηση (τραμ, σιδηρόδρομοι)	1.3 – 1.5
		χωρίς ελαστική ανάρτηση (βιομηχανία)	1.5 – 1.7
		Οχήματα οδικής κυκλοφορίας με ελαστική ανάρτηση και ελαστικούς τροχούς	1.3 – 1.6
		Αγροτικά οχήματα και δομικά μηχανήματα	2.0 – 4.0
		Χωματοσυγκρατήματα	4.0 – 10.0

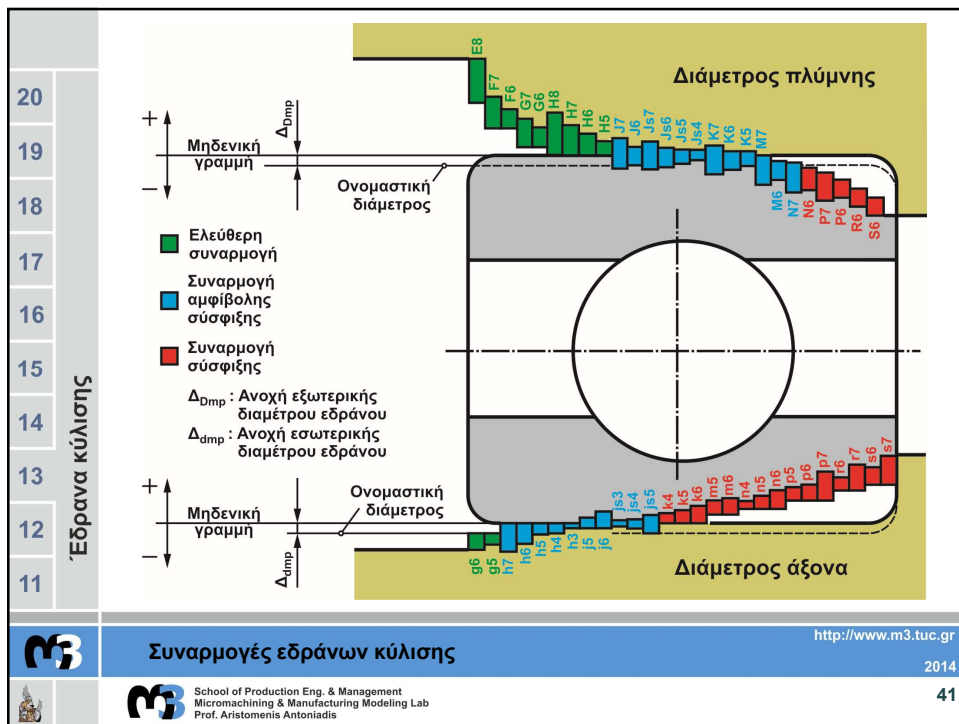
38

20	Έδρανα κύλισης	Ο υπολογισμός στατικής αντοχής εφαρμόζεται σε έδρανα που δεν περιστρέφονται ή ακόμη και σε έδρανα που η ταχύτητα περιστροφής τους δεν υπερβαίνει τις 20 στρ/μίν και η φορά περιστροφής τους είναι πάντοτε η ίδια ή και εναλλασσόμενη, όπως π.χ. στις εδράσεις άγκιστρων γερανών, στις εδράσεις συρομένων θυρών, στις εδράσεις της περιστρεφόμενης υπερκατασκευής ραντάρ και γερανών κ.λπ.. Ο στατικός αυτός υπολογισμός βασίζεται στην απλή σύγκριση του αριθμού στατικής αντοχής C_0 και του ισοδύναμου στατικού φορτίου P ενός εδράνου ($C_0 \geq P$). Ο αριθμός στατικής αντοχής C_0 είναι εκείνο το εγκάρσιο (αξονικό) φορτίο ενός εγκάρσιου (αξονικού) εδράνου, το οποίο σε ένα ακίνητο έδρανο δημιουργεί στη θέση μέγιστης καταπόνησης (μέγιστης επιφανειακής πίεσης) των σωμάτων κύλισης του μία πλαστική παραμόρφωση, που είναι ίση με το 1/10.000 της διαμέτρου των σωμάτων κύλισης του εδράνου αυτού.	
19			
18			
17			
16			
15			
14			
13			
12			
11			
		Υπολογισμός στατικής αντοχής	http://www.m3.tuc.gr 2014
		School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis	

39

20	Έδρανα κύλισης	Κατά την τοποθέτηση ενός εδράνου κύλισης στη θέση λειτουργίας του χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή, γιατί μία λανθασμένη τοποθέτηση μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της διάρκειας ζωής ενός εδράνου. Όταν ο εσωτερικός δακτύλιος με τον στρόφα ή ο εξωτερικός δακτύλιος με την οπή του εδράνου έχουν κατασκευαστεί με ελεύθερη συναρμογή τότε δεν παρουσιάζεται κανένα πρόβλημα κατά την τοποθέτησή τους. Όταν όμως ή συναρμογή μεταξύ στρόφα και εσωτερικού δακτυλίου είναι αμφίβολης σύμφιξης ή κανονικής σύμφιξης, τότε πρέπει ολόκληρο το έδρανο ή στην περίπτωση των εκ κατασκευής λυομένων εδράνων μόνο ο εσωτερικός δακτύλιος να θερμανθεί μέχρι τη θερμοκρασία των 80 έως 100°C (για έδρανα υψηλής θερμοκρασίας λειτουργίας έως το πολύ 120° C), ώστε μετά τη σχετική θερμική διαστολή να είναι δυνατή η εύκολη συναρμολόγηση. Η θέρμανση αυτή πρέπει να γίνει σε λουτρό λαδιού, ώστε να εξασφαλιστεί η ισομερής θέρμανση του εδράνου. Η θέρμανση αυτή απαγορεύεται να γίνει με τη βοήθεια ελεύθερης φλόγας, διότι έτσι διατρέχεται ο κίνδυνος της τοπικής υπερθέρμανσης και επομένως της τοπικής ανόπτησης του υλικού του εδράνου με αποτέλεσμα τη μείωση της αντοχής του.	
19			
18			
17			
16			
15			
14			
13			
12			
11			
		Τοποθέτηση εδράνων κύλισης	http://www.m3.tuc.gr 2014
		School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis	

40



41

20
19
18
17
16
15
14
13
12
11

Έδρανα κύλισης

Αν είναι αναγκαίο για την τοποθέτηση ενός εδράνου να χρησιμοποιηθεί μία χειροκίνητη ή υδραυλική πρέσσα, τότε η δύναμη πίεσης πρέπει να εφαρμοστεί απ' ευθείας στον εσωτερικό δακτύλιο. Αν εφαρμοστεί στον εξωτερικό δακτύλιο, τότε η ροή της δύναμης θα περάσει αναγκαστικά από τα σώματα και τις αλκακές κύλισης, οπότε υπάρχει κίνδυνος αυτά να τραυματιστούν και έτσι να μειωθεί η διάρκεια ζωής του εδράνου.

Όταν σ' ένα μηχανουργείο δεν υπάρχουν τα κατάλληλα μέσα και η τοποθέτηση ενός εδράνου γίνει με ελαφρές κρούσεις ενός σφυριού, τότε πρέπει ο δακτύλιος που πρόκειται να συναρμολογηθεί, να τοποθετηθεί με τη βοήθεια ενός σωλήνα, έτσι ώστε η κατανομή των κρούσεων να είναι ισομερής σε ολόκληρη την περιφέρεια του δακτυλίου. Και σε αυτή την περίπτωση πρέπει οπωσδήποτε να αποφευχθεί η κρουστική φόρτιση των σωμάτων και των αυλακίων κύλισης που μπορεί σαν αποτέλεσμα να έχει τον τραυματισμό τους και επομένως τη μείωση της διάρκειας ζωής του εδράνου.

λάθος

σωστό

http://www.m3.tuc.gr

2014

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

Συναρμολόγηση - Αποσυναρμολόγηση

42

21

20

19

18

17

16

15

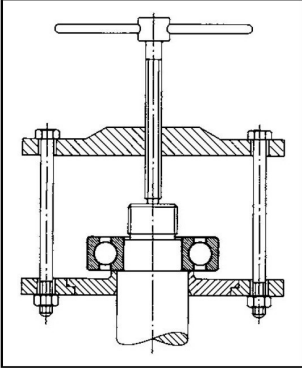
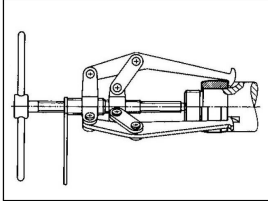
14

13

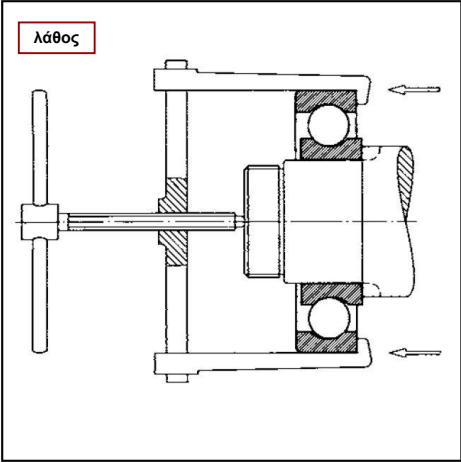
12

11

Έδρανα κύλισης

λάθος





Αποσυναρμολόγηση με εξολκέα

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

2014



School of Production Eng. & Management

Micromachining & Manufacturing Modeling Lab

Prof. Aristomenis Antoniadis

43

20

19

18

17

16

15

14

13

12

11

Έδρανα κύλισης

Bearing type	Bearing bore	Bearing size	Mounting	without bearing	Hydraulic method	Dismounting	Hydraulic method	Symbols
Deep groove ball bearing	Tapered roller bearing	Cylindrical roller bearing	Small					Oil bath
Magnetic bearing	Ball bearing	Needles	Medium					Heating plate
Self-aligning ball bearing	Spherical roller bearing	Large						Hot air cabinet
Cylindrical roller bearing	Four-point bearing							Induction heating device
Needle roller bearing								Induction coil
Thrust ball bearing								Heating ring
Angular contact thrust ball bearing								Hammer and mounting sleeve
Cylindrical roller thrust bearing								Mechanical and hydraulic pressure
Spherical roller thrust bearing								Double hook wrench
Self-aligning ball bearing with adapter sleeve								Roll and hook wrench
Tapered roller bearing with adapter sleeve								Roll and thrust tools
Spherical roller bearing with adapter sleeve								Asse cap
Cylindrical roller bearing with withdrawal sleeve								Hydraulic nut
Cylindrical roller bearing double row								Hammer and metal drill
								Extractor
								Hydraulic method

Πηγή: FAG Industrial Bearings A G



Προτεινόμενοι μέθοδοι συναρμολόγησης & αποσυναρμολόγησης εδράνων κύλισης

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

2014



School of Production Eng. & Management

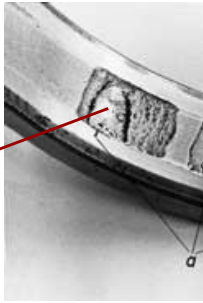
Micromachining & Manufacturing Modeling Lab

Prof. Aristomenis Antoniadis

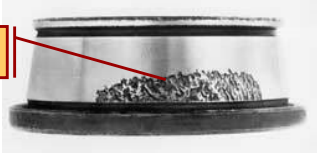
44

44

22

20	Έδρανα κύλισης	 Η ονομαστική διάρκεια ζωής των εδράνων κύλισης που φορτίζονται με δυναμική καταπόνηση εξαρτάται βασικά από την περιστροφική τους ταχύτητα και από το φορτίο τους. Το τέλος της πραγματικής διάρκειας ζωής ενός εδράνου κύλισης επισημαίνεται με την εμφάνιση του συμπτώματος της κόπωσης του υλικού, που είναι οι εκκοιλάνσεις οι οποίες δημιουργούνται κυρίως στην αύλακα κύλισης του εσωτερικού δακτυλίου. Φθορά του εσωτερικού δακτυλίου εδράνου κύλισης από κόπωση. Η φθορά αυτή είναι αναμενόμενη στο τέλος της διάρκειας ζωής του εδράνου Θραύση του εσωτερικού δακτυλίου εδράνου κύλισης από κόπωση. Η φθορά αυτή είναι αναμενόμενη στο τέλος της διάρκειας ζωής του εδράνου Πηγή: FAG Industrial Bearings A G Παρά το ότι τα σώματα κύλισης δέχονται μεγαλύτερο αριθμό φορτίσεων αυτά παρουσιάζουν μεγαλύτερη αντοχή !	
19			
18			
17			
16			
15			
14			
13			
12			
11			
 Φυσιολογική φθορά εδράνων κύλισης http://www.m3.tuc.gr		2014	
 School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis		45	

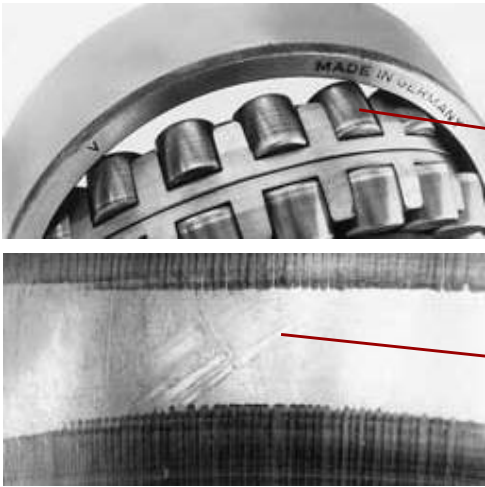
45

20	Έδρανα κύλισης	   Χάραγμα δακτυλίου από ακάθαρτο λιπαντικό Θραύσεις από δύναμη συναρμολόγησης Εγκοπές από δύναμη συναρμολόγησης Απολεπίσεις λόγω κακής ευθυγράμμισης Αυλάκωση λόγω κακής συναρμολόγησης Πηγή: FAG Industrial Bearings A G	
19			
18			
17			
16			
15			
14			
13			
12			
11			
 Αστοχίες λόγω λανθασμένης τοποθέτησης http://www.m3.tuc.gr		2014	
 School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis		46	

46

Εδρανα κύλισης	20	Η οξείδωση οφείλεται κυρίως στην παρουσία υγρασίας, στη συμπύκνωση ατμών, σε ατμούς οξέων ή στην παρουσία οξέων στο λιπαντικό.  Ομοιόμορφη οξείδωση λόγω μη προστασίας από υγρασία Σημάδια λόγω οξείδωσης Σημάδια από κραδασμούς Σημάδια λόγω οξείδωσης Πηγή: FAG Industrial Bearings A.G
	19	
	18	
	17	
	16	
	15	
	14	
	13	
	12	
	11	
Αστοχίες λόγω κακής συντήρησης http://www.m3.tuc.gr 2014 47 School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis		

47

Εδρανα κύλισης	20	 Σημάδια από διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος Σημάδια από διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος Τα σημάδια έχουν συνήθως καφέ χρώμα και εμφανίζονται τόσο στους δακτυλίους όσο και στα σώματα κύλισης. Πηγή: FAG Industrial Bearings A.G
	19	
	18	
	17	
	16	
	15	
	14	
	13	
	12	
	11	
Αστοχίες λόγω διέλευσης ηλεκτρικού ρεύματος στα έδρανα κύλισης http://www.m3.tuc.gr 2014 48 School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis		

48

20	Έδρανα κύλισης	
19		
18		
17		
16		
15		
14		
13		
12		
11		
Η υπερθέρμανση του λιπαντικού μέσου μειώνει το ιξώδες του και κατά συνέπεια τις λιπαντικές του ικανότητες. Έτσι, οι μεταλλικές επιφάνειες έρχονται σε άμεση επαφή και λόγω της τριβής αυξάνεται η θερμοκρασία, συγκολλώνται και στη συνέχεια αποχωρίζονται. Η συγκόλληση και λύση των συγκολλητών δεσμών αυτών, έχει σαν αποτέλεσμα την απολέπιση των επιφανειών ιδιαίτερα των τροχιών. Πηγή: FAG Industrial Bearings A G		
Μ3 Αστοχίες λόγω υπερθέρμανσης του λιπαντικού μέσου http://www.m3.tuc.gr		
Μ3 School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis		
2014 49		

49

20	Έδρανα κύλισης	
19		
18		
17		
16		
15		
14		
13		
12		
11		
Μ3 Επιλογή κατάλληλου εδράνου κύλισης http://www.m3.tuc.gr		
Μ3 School of Production Eng. & Management Micromachining & Manufacturing Modeling Lab Prof. Aristomenis Antoniadis		
2014		

50

20
19
18
17
16
15
14
13
12
11



90% με γράσο
9,5% με λάδι 0,5% με στερεά λιπαντικά

Η λίπανση δεν παίζει τόσο σπουδαίο ρόλο στα έδρανα κύλισης όσο στα έδρανα ολίσθησης στα οποία η εκλογή του κατάλληλου λιπαντικού είναι μεγάλης σπουδαιότητας. Στις συνήθεις εφαρμογές η λίπανση μπορεί να γίνει με λίπος ή λάδι χωρίς να έχει το ένα είδος λίπανσης πλεονεκτήματα ή μειονεκτήματα έναντι του άλλου.

Και τα δύο είδη λιπαντικού εξασφαλίζουν με την ίδια αποτελεσματικότητα την απαιτούμενη λίπανση μεταξύ των σωμάτων κύλισης και των αυλακιών κύλισης ή του κλωβού.

Η λίπανση με ορυκτέλαιο προτιμάται στις εξής περιπτώσεις:

Όταν η λίπανση ενός μηχανήματος, στο οποίο περιλαμβάνονται τα έδρανα, γίνεται με ορυκτέλαιο, όπως π.χ. στους μειωτήρες, τότε είναι ευνόητο ότι και η λίπανση των εδράνων πρέπει να γίνει με το ίδιο ορυκτέλαιο, διότι δεν θα συνέφερε οικονομικά ή στεγανοποίηση και λίπανση τους με λίπος.

Όταν η ποσότητα θερμότητας που παράγεται από την τριβή του εδράνου ή που διοχετεύεται στο έδρανο από άλλα στοιχεία είναι τόσο μεγάλη ώστε να υπάρχει κίνδυνος υπερθέρμανσης. Στην περίπτωση αυτή μπορεί το ορυκτέλαιο να τεθεί με ειδική αντλία σε αναγκαστική κυκλοφορία, για να απομακρυνθεί έτσι η ποσότητα εκείνη της θερμότητας που μπορεί να προκαλέσει επικίνδυνη ανύψωση της θερμοκρασίας του εδράνου. Σε ακραίες περιπτώσεις στο σύστημα αναγκαστικής κυκλοφορίας παρεμβάλλεται και ειδική συσκευή ψύξης (π.χ. ψυγείο αέρα, νερού κ.λπ.).

Όταν η θέση στην οποία έχει τοποθετηθεί ένα έδρανο, δεν είναι εύκολα προσιπή και παρ' όλα αυτά πρέπει σε ορισμένα χρονικά διαστήματα να γίνεται μία συντήρηση και αλλαγή λιπαντικού του εδράνου αυτού, τότε το λάδι είναι προτιμότερο από το λίπος. Στην περίπτωση αυτή μπορεί το λάδι σαν ρευστό υλικό να απομακρυνθεί και ανανεωθεί με τη βοήθεια οπών, που έχουν προβλεφθεί ειδικά γι' αυτό το σκοπό.

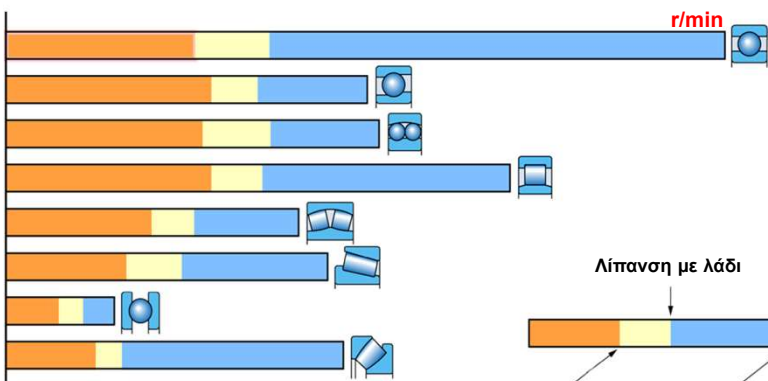
Λίπανση εδράνων κύλισης

<http://www.m3.tuc.gr>
2014

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

51

20
19
18
17
16
15
14
13
12
11



Λίπανση με λάδι

Λίπανση με γράσο

Μέγιστη ταχύτητα περιστροφής

Περιστροφή εδράνων κύλισης – Αριθμός στροφών

<http://www.m3.tuc.gr>
2014

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

52