



**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ**

ΤΜΗΜΑ Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών ΤΕ

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΧΑΝΩΝ Ι

**ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ
κ. ΜΟΣΧΙΔΗΣ**

ΣΕΡΡΕΣ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2015



Άδειες Χρήσης

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons. Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



Το έργο αυτό αδειοδοτείται από την Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Παρόμοια Διανομή 4.0 Διεθνές Άδεια. Για να δείτε ένα αντίγραφο της άδειας αυτής, επισκεφτείτε <http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.el>.

Χρηματοδότηση

Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.

Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Κεντρικής Μακεδονίας**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.

Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΧΑΝΩΝ Ι - ΘΕΩΡΙΑ

(για τις ασκήσεις βλ. σελ. 3)

Η εξεταστέα ύλη για τις περιγραφικές ερωτήσεις (στο πρώτο μέρος της γραπτής εξέτασης) θα είναι η παρακάτω:

- Κεφ. 1: “Ποια είναι τα δύο πλεονεκτήματα της τυποποίησης” (σελ. 1).

- Κεφ. 2:

“Γιατί πρέπει να δεχόμαστε ανοχές στις διαστάσεις” (σελ. 5)

Ορισμοί των εννοιών: Χάρη, σύσφιξη, ελεύθερη συναρμογή, σφικτή συναρμογή, συναρμογή με αμφίβολη σύσφιξη. Πρακτική σημασία αυτών των εννοιών, πότε χρησιμοποιείται το κάθε είδος συναρμογής (σελ 10 κτλ)

Ελεγκτήρες (σελ. 16, 17)

Ορισμοί, πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα των δύο συστημάτων ανοχών (βασικής οπής και βασικού άξονα) (σελ. 19-20)

- Παραγ. 3.6, 3.7 του βιβλίου:

Δυναμική φόρτιση: ορισμοί, περιγραφή του φαινομένου της δυναμικής θραύσης, διάφορες ειδικές περιπτώσεις και εφαρμογές (σελ. 42-48)

- Κεφ. 5:

Πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα συγκολλήσεων (σελ. 56-57)

Εναπομένουσες τάσεις (σελ. 60)

Μορφές διακένων, πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της κάθε μορφής (σελ 61, 62, 64)

Σωστές και λάθος συγκολλήσεις με ηλεκτρόδιο, και αιτιολόγηση: σελ. 70-72, περιπτώσεις 1, 2, 5, 9, 13, 14, 18, 20

Σωστές και λάθος συγκολλήσεις με ηλεκτροποντάρισμα, και αιτιολόγηση: σελ. 77-78, περιπτώσεις 1, 2, 5, 7, 8

- Κεφ. 6:

Τι σημαίνουν (στην πράξη ή πάνω στο σχήμα) τα διάφορα μεγέθη που εμφανίζονται στον τύπο της ροπής M_{an} (σελ 80 κτλ).

Ορισμοί των δυνάμεων: σύσφιξης, αξονικής δυν. λειτουργίας, διατμητικής δυν. λειτουργίας (σελ. 82-83).

Γιατί η απομένουσα συμπίεση πρέπει να βρίσκεται πάνω από ορισμένα όρια (σελ. 100).

Βλάβες που μπορεί να πάθει ο κοχλίας, ανισότητες που πρέπει να ισχύουν για να αποφεύγεται η κάθε βλάβη (οι τύποι θα δίνονται στην εκφώνηση της ερώτησης), με ποιά πρακτικά μέτρα μπορούμε να αποφύγουμε κάθε βλάβη (σελ. 102-105).

Διαφορές του εφαρμοστού κοχλία από τον κοινό κοχλία (σελ. 120).

Κοχλίες κίνησης

- Κεφ. 7:

Περιπτώσεις στις οποίες η φόρτιση της ατράκτου είναι δυναμική (σελ. 142-143)

Από τις παραγ. 7.4.2, 7.4.3, 7.4.4 (σελ. 144-151): ονομασίες και σημασίες των διάφορων συντελεστών. Από ποιούς παράγοντες εξαρτάται ο κάθε συντελεστής. Τί πρακτικά μέτρα μπορούμε να εφαρμόσουμε για να βελτιώσουμε την τιμή π.χ. του συντελεστή επιφάνειας β_1 (σελ. 144-145) ή του συντελεστή μορφής α_k (επίδραση της ακτίνας καμπυλότητας ρ , βλ. κείμενο στις σελ. 150-151 και τα σχετικά σχήματα, π.χ. στις σελ. 148, 151)

Ποιά είναι τα σημεία της ατράκτου που κινδυνεύουν περισσότερο να σπάσουν (Παραγ. 7.5.2, σελ. 157).

- Κεφ. 8:

Περιγραφή (ενδεχομένως με τη βοήθεια σχήματος) της σύνδεσης: α) με οδηγό σφήνα (σχ. 8.8 και σελ. 167), β) με πολύσφηνο με εσωτερική κέντρωση (σχ. 8.4α και σελ. 164-166), ή γ) με πολύσφηνο με κέντρωση παρειών (σχ. 8.4β και σελ. 164-166). Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της κάθε σύνδεσης, σύγκριση μεταξύ τους π.χ. ως προς την αντοχή σε εναλλασσόμενα φορτία, ως προς το κόστος κτλ.

Φόρτιση του οδηγού σφήνα και του πολυσφήνου σε επιφανειακή πίεση και διάτμηση (σχ. 8.8, τέλος σελ. 170)

- Κεφ. 9:

Περιγραφή σταθερών συνδέσμων ατράκτων (δισκοειδούς, κελυφοειδούς), πότε μπορούν να χρησιμοποιηθούν σταθεροί σύνδεσμοι (σελ. 179-180)

Πλεονέκτημα και μειονέκτημα του κελυφοειδούς συνδέσμου.

Τί είναι οι κινητοί σύνδεσμοι ατράκτων και πότε χρησιμοποιούνται (σελ. 181-182, σχήματα στη σελ. 183 και μετά).

Από ποια αιτία θερμαίνεται ένας συμπλέκτης τριβής; (σελ. 187)

Σύγκριση μεταξύ του συμπλέκτη ξηρής τριβής και του συμπλέκτη υγρής τριβής (σελ. 187, 189)

-Κεφ. 10:

Αναγνώριση σε σχέδιο της σταθερής-κινητής έδρασης, της πλωτής έδρασης ή της έδρασης με προένταση. Σωστός και λάθος τρόπος έδρασης. (Σελ. 193-197).

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΗΧΑΝΩΝ Ι - ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Συνιστάται να αρχίσουν οι φοιτητές την προετοιμασία τους διαβάζοντας τις παρακάτω λυμένες ασκήσεις και προσπαθώντας να λύσουν τις αντίστοιχες άλυτες. (Αν έχουν χρόνο, θα είναι καλό να λύσουν και άλλες ασκήσεις, πέρα απ' αυτές που αναφέρονται εδώ).

(Στο τέλος του βιβλίου, στο τμήμα των ασκήσεων, η αρίθμηση των σελίδων ξαναρχίζει από το 1. Οι αριθμοί σελίδων που αναφέρονται παρακάτω είναι από αυτό το τμήμα του βιβλίου.)

Κεφ. 2 – Ανοχές

Λυμένη: ασκ. 2.1, σελ. 1. Άλυτη: ασκ. 6, σελ. 45

Κεφ. 5 – Συγκολλήσεις

Λυμένες: ασκ. 5.2, σελ. 4 και ασκ. 5.4, σελ. 8. Άλυτες: ασκ. 1, σελ. 41 και ασκ. 17, σελ. 51.

Κεφ. 6 – Κοχλίες (ειδικότερα, κοχλίες κίνησης)

Λυμένη: ασκ. 6.3, σελ. 15. Άλυτη: ασκ. 20, σελ. 53.

Κεφ. 7 – Άτρακτοι

Λυμένη: ασκ. 8.1, σελ. 24. Άλυτη: ασκ. 7, σελ. 45.

Παρατήρηση: Η άσκηση αυτή χωρίζεται σε ερωτήματα:

- υπολογισμός στρεπτικής ροπής (αν είναι απαραίτητος), που πρέπει να γίνει με τον ορισμό της ροπής (ροπή=δύναμη x ακτίνα) ή με την ισχύ (ροπή = ισχύς / γωνιακή ταχύτητα, βλ. τυπολόγιο Στοιχείων Μηχανών Ι)

- υπολογισμός δυνάμεων στήριξης (αν είναι απαραίτητες), με βάση τη θεωρία της Μηχανικής Ι για τις δυνάμεις στην άρθρωση και την κύλιση. (Λύση των εξισώσεων $\Sigma F_x=0$, $\Sigma F_y=0$, $\Sigma M_A=0$)

- υπολογισμός καμπτικής ροπής, με βάση τη θεωρία της Μηχανικής Ι για τα N, Q, M.

(Πρέπει να δοθεί προτεραιότητα στα παραπάνω ερωτήματα, γιατί δεν είναι πολύ χρονοβόρα και βαθμολογούνται με αρκετές σχετικά μονάδες)

- Τελευταίο ερώτημα είναι πάντοτε ο έλεγχος αντοχής σε κάποιο σημείο της ατράκτου. Πρέπει να γίνει με βάση τις οδηγίες στις σελ. 157-160.

(Αυτό το ερώτημα πρέπει να το αφήσουμε τελευταίο, γιατί είναι αρκετά χρονοβόρο)

Κεφ. 8 – Σφήνες, πολύσφηννα

Λυμένη: βλ. επόμενη σελίδα. Άλυτη: ασκ. 8, σελ. 46

Κεφ. 10 – Έδρανα

Λυμένη: βλ. μεθεπόμενη σελίδα. Άλυτη: ασκ. 9, σελ. 46

(Παρατήρηση: Ο υπολογισμός εδράνων αρχίζει πάντοτε με τις δυνάμεις στήριξης (Μηχανική I για τις δυνάμεις στην άρθρωση και την κύλιση, λύση των εξισώσεων $\Sigma F_x=0$, $\Sigma F_y=0$, $\Sigma M_A=0$). Συνεχίζεται με την εφαρμογή της υπολογιστικής διαδικασίας που γράφει το βιβλίο στις σελ. 202-203).

ΑΣΚΗΣΗ ΓΙΑ ΣΦΗΝΕΣ

Στο σχήμα παριστάνεται το ελεύθερο άκρο της ατράκτου εξόδου (1) από έναν μειωτήρα (3), συναρμολογημένο πάνω σε έναν οδοντοτροχό (2). Η άτρακτος πρέπει να διαβιβάζει στρεπτική ροπή $T=200\text{Nm}$ στον οδοντοτροχό. Μεταξύ ατράκτου (1) και οδοντοτροχού (2) παρεμβάλλεται ο σφήνας (3).

Αν η άτρακτος έχει διάμετρο $d=40\text{mm}$, να βρεθούν:

α) οι εγκάρσιες διαστάσεις του σφήνα

β) οι διαστάσεις L , s της πλήμνης και τα μήκη L' , $L_{\omega\phi}$ του σφήνα

γ) αν αντέχει ή όχι ο σφήνας

Υλικό ατράκτου St50, υλικό οδοντοτροχού St50

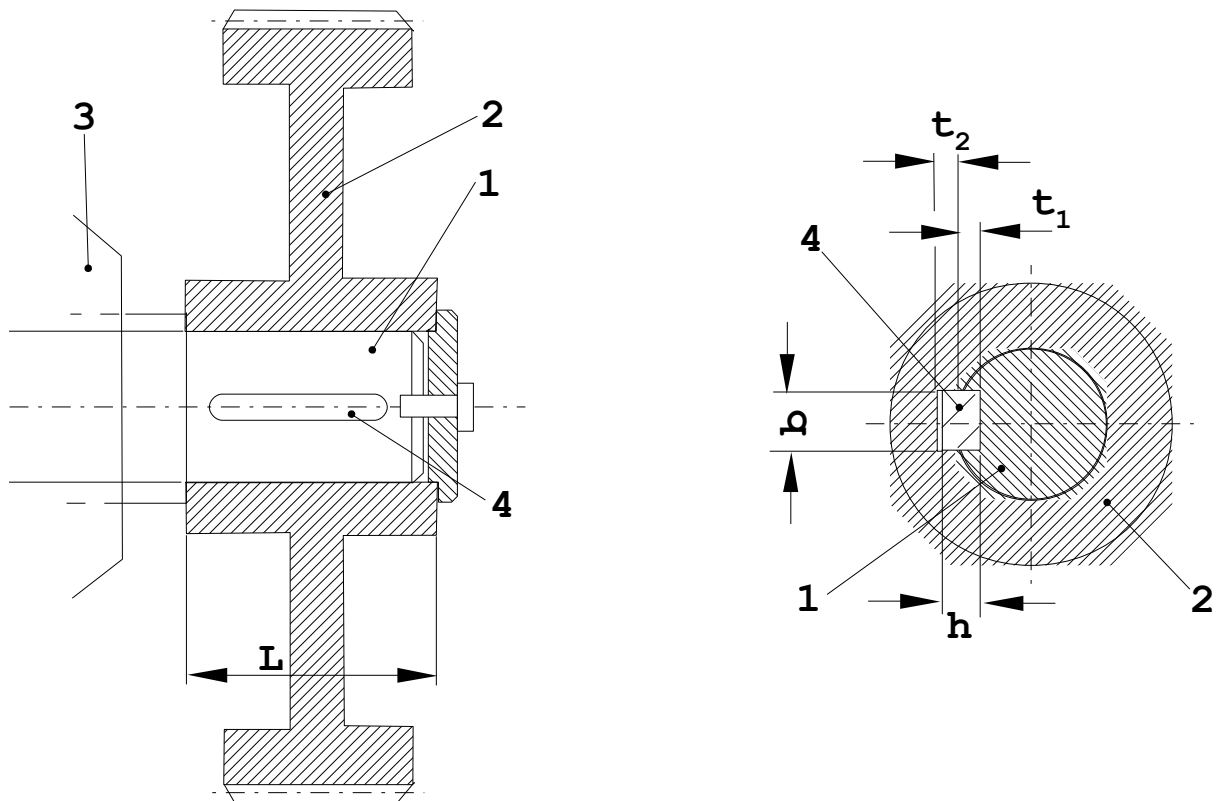
Η στρέψη ενεργεί ως δυναμική φόρτιση

Λύση:

α) Εγκάρσιες διαστάσεις του σφήνα είναι οι b , h , t_1 , t_2 που φαίνονται στο σχήμα. Σύμφωνα με τον πίν. 8.7, με βάση τη διάμετρο $d=40\text{mm}$ πρέπει να εκλεγούν:

$b=12\text{mm}$, $h=8\text{mm}$, $t_1=5\text{mm}$, $t_2=3,3\text{mm}$

Αυτές οι διαστάσεις του σφήνα καθορίζονται από την τυποποίηση και πρέπει οπωσδήποτε να τηρηθούν.



β) Διαστάσεις πλήμνης κτλ:

Οι διαστάσεις της πλήμνης δεν είναι υποχρεωτικές, υπάρχουν όμως στον πιν. 8.3 οι συστάσεις:

- το μήκος να εκλεγεί ίσο με $L = x D$ όπου x =αριθμητικός συντελεστής από τον πίνακα 8.3 του βιβλίου και D =διάμετρος της ατράκτου

- και αντίστοιχα το πάχος να εκλεγεί ίσο με $s = y D$

Από τον πιν. 8.3 για οδηγό σφήνα και για χαλύβδινο τροχό εκλέγουμε

$$x=1,8 \quad y=0,4$$

$$\text{άρα} \quad L = x D = 1,8 * 40\text{mm} = 72\text{mm}$$

$$s = y D = 0,4 * 40\text{mm} = 16\text{mm}$$

Το μήκος L' του σφήνα πρέπει να εκλεγεί λίγο μικρότερο από το L . Εκλέγεται $L=63\text{mm}$ (βλ. τυποποιημένα μήκη στον πιν. 8.7)

Το λεγόμενο ωφέλιμο μήκος του σφήνα υπολογίζεται με τη σχέση

$$L_{\omega\phi} = L' - b = (63 - 12)\text{mm} = 51\text{mm}$$

γ) Έλεγχος αντοχής:

Από τον πιν. 8.6 εκλέγεται επιτρεπόμενη πίεση, για άβαφο χάλυβα και δυναμική φόρτιση, ίση με $p_{επ}=10\text{kp/mm}^2=100\text{N/mm}^2$

Σύμφωνα με τον τύπο (8-2) πρέπει να ισχύει

$$\frac{2 T}{100\text{N/mm}^2} < p_{επ} \Rightarrow \frac{2 * 200.000 \text{ Nmm}}{d (h-t_1) L_{\omega\phi}} < 100$$

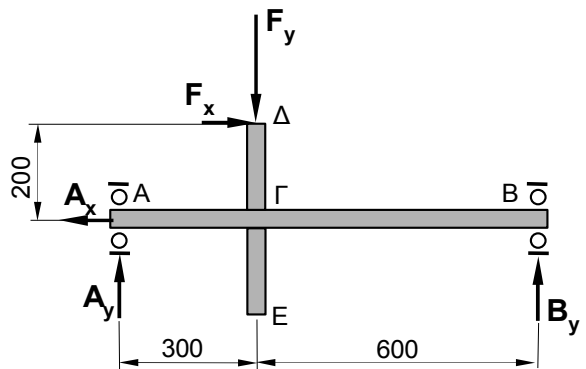
$$\Rightarrow 65,4 < 100$$

Η ανισότητα ισχύει, άρα ο σφήνας αντέχει.

ΑΣΚΗΣΗ ΓΙΑ ΕΔΡΑΝΑ ΚΥΛΙΣΕΩΣ

10.3 Στο σκαρίφημα παριστάνεται μία άτρακτος ΑΓΒ με στηρίξεις στα σημεία Α, Β. Στην άτρακτο είναι στερεωμένος ένας οδοντοτροχός ΔΓΕ που στο σημείο Δ φορτίζεται με τις δυνάμεις $F_y=1000\text{N}$ και $F_x=100\text{N}$.

Αν στα σημεία των εδράνων Α, Β η άτρακτος έχει διάμετρο $d=40\text{mm}$, να βρεθούν κατάλληλα έδρανα κυλίσεως και να υπολογισθεί η διάρκεια ζωής τους σε εκατομμύρια στροφές



Λύση:

Τοποθετούμε στο σχήμα τις δυνάμεις στήριξης A_x , A_y , B_y και τις υπολογίζουμε:

$$\Sigma F_x=0 \Rightarrow A_x = F_x = 100\text{N}$$

$$\Sigma M_A = 0 \Rightarrow F_y * 300\text{mm} + F_x * 200\text{mm} - B_y * (300\text{mm} + 600\text{mm}) = 0$$

\Rightarrow

$$\Rightarrow B_y = \frac{F_y \cdot 300\text{mm} + F_x \cdot 200\text{mm}}{300\text{mm} + 600\text{mm}} = \frac{1000\text{N} \cdot 300\text{mm} + 100\text{N} \cdot 200\text{mm}}{900\text{mm}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow B_y = 355,5 \text{ N}$$

$$\Sigma F_y = 0 \Rightarrow A_y = F_y - B_y = 1000\text{N} - 355,5\text{N} = 644,4 \text{ N}$$

Με βάση τη διάμετρο της ατράκτου στη θέση των εδράνων εκλέγεται ότι τα έδρανα θα είναι του τύπου 6308 με:

- στατικό φορτίο $C_o = 2.600\text{kp} \approx 26.000\text{N}$
 - δυναμικό φορτίο $C = 3.150\text{kp} \approx 31.500\text{N}$
- (βλ. πιν. 10.8)

Για το έδρανο Α ισχύει:

- Δύναμη στην ακτινική κατεύθυνση: $F_r = A_y = 644,4 \text{ N}$
- Δύναμη στην αξονική κατεύθυνση: $F_\alpha = A_x = 100,0 \text{ N}$

Επειδή $F_\alpha / C_o = 100 / 26.000 \approx 0,004$ άρα πρέπει να επιλέξουμε τους συντελεστές X, Y από τη δεύτερη γραμμή του πιν. 10.4. Σ' αυτήν ισχύει $e = 0,24$.

Η αναλογία αξονικού προς ακτινικό φορτίο είναι $F_\alpha / F_r = 100 / 644,4 = 0,155$, άρα ισχύει $F_\alpha / F_r < e$, άρα ισχύουν οι αριστερές στήλες του πίνακα: $X = 1$ και $Y = 0$.

Το ισοδύναμο φορτίο του εδράνου είναι

$$P = X F_r + Y F_\alpha = 1 F_r + 0 F_\alpha = F_r = 644,4 \text{ N}$$

Η διάρκεια ζωής του εδράνου σε εκατομμύρια στροφές είναι:

$$L = \left(\frac{C}{P} \right)^3 = \left(\frac{31.500}{644,4} \right)^3 = 116.805$$

Για το έδρανο Β ισχύει:

- Δύναμη στην ακτινική κατεύθυνση: $F_r = B_y = 355,5 \text{ N}$
- Δύναμη στην αξονική κατεύθυνση: $F_\alpha = B_x = 0 \text{ N}$

Επειδή $F_\alpha = 0$ άρα το ισοδύναμο φορτίο του εδράνου είναι

$$P = F_r = 355,5 \text{ N}$$

Η διάρκεια ζωής του εδράνου σε εκατομμύρια στροφές είναι:

$$L = \left(\frac{C}{P} \right)^3 = \left(\frac{31.500}{355,5} \right)^3 = 695.685$$