

Στοιχεία Μηχανών

Διάλεξη 7

Μετωπικοί Οδοντωτοί Τροχοί Ασκήσεις

Παναγιώτης Αλευράς
(palevras@tuc.gr)

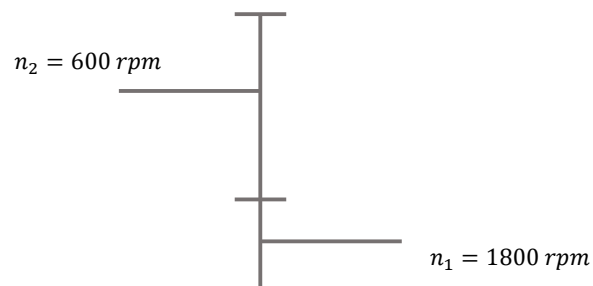
Στοιχεία Μηχανών - Διάλεξη 7

1

1

Άσκηση 1

- Μονοβάθμιος μειωτήρας μετωπικών οδοντωτών τροχών έχει στροφές εισόδου 1800 rpm και στροφές εξόδου 600 rpm. Υπολογίστε τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των τροχών του μειωτήρα εάν δίνεται ότι $\text{module} \geq 4$.



Στοιχεία Μηχανών - Διάλεξη 7

2

2

Άσκηση 1 - Λύση



- Αρχικά υπολογίζουμε την σχέση μετάδοσης

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1800 \text{ rpm}}{600 \text{ rpm}} = 3$$

- Γνωρίζοντας την σχέση μετάδοσης, έχουμε

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} = \frac{N_2}{N_1} = 3$$

- Ξεκινάμε με τον ελάχιστο N_1 ώστε να αποφύγουμε υποκοπές.

$$N_1 = \frac{2}{\sin^2 \varphi} = \frac{2}{\sin^2 20^\circ} \sim 17.1 \quad \bullet \text{ Άρα επιλέγω } N_1 = 18$$

Στοιχεία Μηχανών - Διάλεξη 7

3

3

Άσκηση 1 - Λύση



- Δίνεται ότι $m \geq 4$

Άρα για $N_1 = 18$

$$N_2 = iN_1 = 3 * 18 = 54$$

Διάμετροι αρχικών κύκλων

$$d_1 = mN_1 = 4 * 18 = 72 \text{ mm}$$

$$d_2 = mN_2 = 4 * 54 = 216 \text{ mm}$$

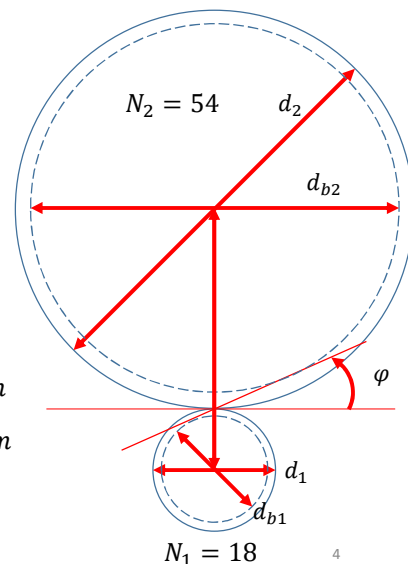
Διάμετροι βασικών κύκλων

$$d_{b1} = d_1 \cos \varphi = 72 * 0.94 = 67.7 \text{ mm}$$

$$d_{b2} = d_2 \cos \varphi = 216 * 0.94 = 203 \text{ mm}$$

$$a = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{72 + 216}{2} = 144 \text{ mm}$$

Στοιχεία Μηχανών - Διάλεξη 7



4

4

Άσκηση 1 - Λύση



- Λοιπά γεωμετρικά μεγέθη

$$h_k = m = 4 \text{ mm}$$

$$h_\pi = 1.25m = 1.25 * 4 = 5 \text{ mm}$$

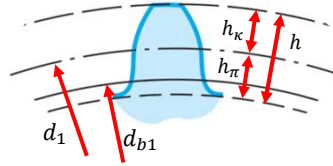
$$h = h_k + h_\pi = 4 + 5 = 9 \text{ mm}$$

$$d_{k1} = d_1 + 2h_k = 72 + 2 * 4 = 80 \text{ mm}$$

$$d_{k2} = d_2 + 2h_k = 216 + 2 * 4 = 224 \text{ mm}$$

$$d_{\pi1} = d_1 - 2h_\pi = 72 - 2 * 5 = 62 \text{ mm}$$

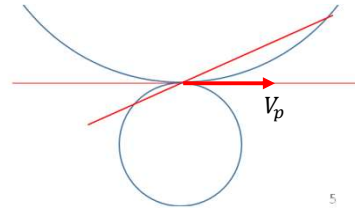
$$d_{\pi2} = d_2 - 2h_\pi = 216 - 2 * 5 = 206 \text{ mm}$$



Λόγος επαφής,
 $m_c = 1.5$

Περιφερειακή ταχύτητα στο σημείο
κυλίσσεως

$$V_p = \frac{\pi d_1 (m) n_1 (rpm)}{60} = 2.16 \text{ m/s}$$



Στοιχεία Μηχανών - Διάλεξη 7

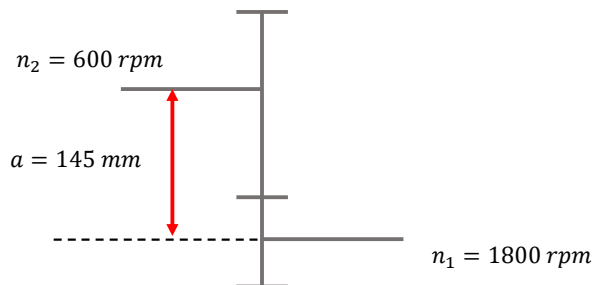
5

5

Άσκηση 2



- Υπολογίστε τη γεωμετρία του προηγούμενου μειωτήρα με τον επιπλέον περιορισμό για τη διάκεντρο $a=145 \text{ mm}$.



Στοιχεία Μηχανών - Διάλεξη 7

6

6

Άσκηση 2 - Λύση



- Γνωρίζουμε την σχέση μετάδοσης $i = 3$.

$$a = 145 \Rightarrow \frac{d_1 + d_2}{2} = a$$

$$mN_1 + mN_2 = 2a$$

$$mN_1 + miN_1 = 2a$$

$$mN_1(1 + i) = 2a$$

$$mN_1 = \frac{2a}{(1 + i)}$$



$$d_1 = \frac{2a}{(1 + i)}$$

Αρχική εκτίμηση διαμέτρου
πινιόν από διάκεντρο α

Άσκηση 2 - Λύση



- Ισχύει ο περιορισμός $m \geq 4$.

$$mN_1 = \frac{2a}{(1 + i)}$$

$$m = 4 \Rightarrow 4 * N_1 = \frac{2a}{(1 + i)}$$

$$m = 4.5 \Rightarrow 4.5 * N_1 = \frac{2a}{(1 + i)}$$

$$4 * N_1 = \frac{2 * 145}{(1 + 3)}$$

$$4.5 * N_1 = \frac{2 * 145}{(1 + 3)}$$

$$N_1 = 18.125$$

$$N_1 = 16.111$$

$$N_1 = 16.111 < N_{min} = 17$$

- Δεν υπάρχει module και N που να ικανοποιεί το πρόβλημα.

Άσκηση 2 - Λύση



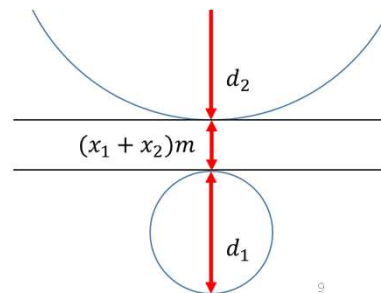
- Εφαρμόζουμε μετατοπίσεις στον κανόνα κοπής και τις υπολογίζουμε.

$$N_1 = 18 \Rightarrow m * 18 = \frac{2a}{(1+i)} \Rightarrow m * 18 = \frac{2 * 145}{(1+3)} \Rightarrow m = 4.0277$$

- Τυποποιούμε το module προς τα κατω από Πιν 18.1, άρα **m=4**

- Εφαρμόζουμε μετατοπίσεις όπως στο σχήμα

$$\frac{d_1 + d_2 + (x_1 + x_2)m}{2} = a$$



Στοιχεία Μηχανών - Διάλεξη 7

9

9

Άσκηση 2 - Λύση



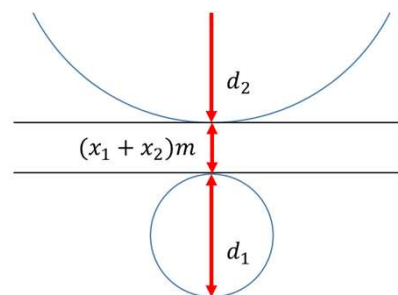
$$\frac{mN_1 + mN_2 + (x_1 + x_2)m}{2} = a$$

$$\frac{mN_1 + miN_1 + (x_1 + x_2)m}{2} = a$$

$$\frac{4N_1 + 4 * 3 * iN_1 + (x_1 + x_2)4}{2} = 145$$

$$4N_1 + (x_1 + x_2) = 72.5$$

- Επιλέγω $N_1 = 18$ απόπου προκύπτει $(x_1 + x_2) = 0.5$



Στοιχεία Μηχανών - Διάλεξη 7

10

10

Άσκηση 2 - Λύση



- Επιμερισμός συνολικής μετατόπισης στο πινιόν και στον τροχό

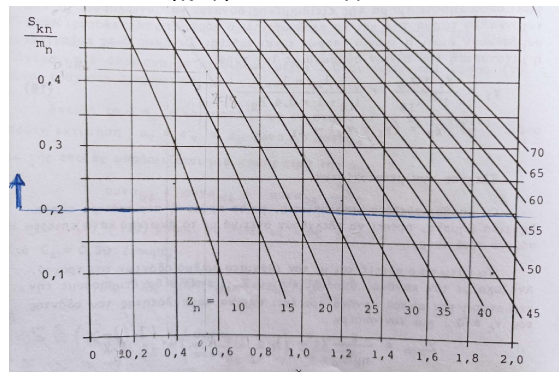
$$x_1 = \frac{x_1 + x_2}{i + 1}$$

$$x_2 = ix_1$$

$$x_1 = \frac{0.5}{4} = 0.125$$

$$x_2 = 3 * 0.125 = 0.375$$

Έλεγχος μετατόπισης πινιόν



Διάγραμμα μέγιστου x για πινιόν βάσει πλάτους κεφαλής S_k . Συνήθως θέλω $S_k = 0.25m$

Στοιχεία Μηχανών - Διάλεξη 7

11

11

Άσκηση 2 - Λύση



Γεωμετρικά μεγέθη ζεύγους

ΠΙΝΙΟΝ

$$h_{k1} = m + x_1 m = 4.5 \text{ mm}$$

$$h_{\pi 1} = 1.25m - x_1 m = 4.5 \text{ mm}$$

$$h_1 = h_{k2} + h_{\pi 2} = 4.5 + 4.5 = 9 \text{ mm}$$

$$d_1 = mN_1 = 4 * 18 = 72 \text{ mm}$$

$$d_{b1} = d_1 \cos \varphi = 72 * 0.94 = 67.7 \text{ mm}$$

$$d_k = d_1 + 2h_{k1} = 81 \text{ mm}$$

$$d_{\pi 1} = d_1 - 2h_{\pi 1} = 63 \text{ mm}$$

ΤΡΟΧΟΣ

$$h_{k2} = m + x_2 m = 5.5 \text{ mm}$$

$$h_{\pi 2} = 1.25m - x_2 m = 3.5 \text{ mm}$$

$$h_2 = h_{k2} + h_{\pi 2} = 5.5 + 3.5 = 9 \text{ mm}$$

$$d_2 = mN_2 = 4 * 54 = 216 \text{ mm}$$

$$d_{b2} = d_2 \cos \varphi = 216 * 0.94 = 203 \text{ mm}$$

$$d_{k2} = d_2 + 2h_{k2} = 227 \text{ mm}$$

$$d_{\pi 2} = d_2 - 2h_{\pi 2} = 209 \text{ mm}$$

Στοιχεία Μηχανών - Διάλεξη 7

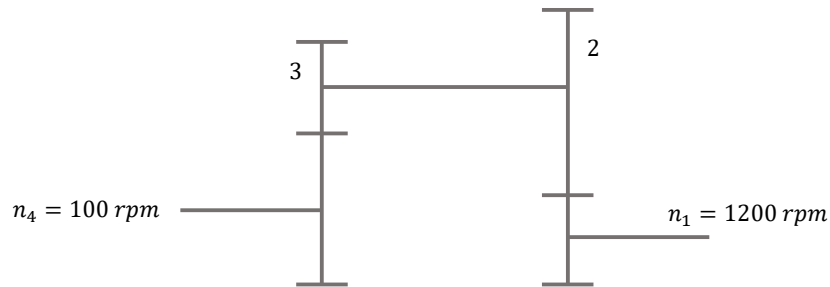
12

12

Άσκηση 3



- Υπολογίστε διβάθμιο μειωτήρα μετωπικών οδοντωτών τροχών για την μεταφορά 10 HP με στροφές εισόδου 1200rpm και εξόδου 100 rpm



Στοιχεία Μηχανών - Διάλεξη 7

13

13

Άσκηση 3 - Λύση



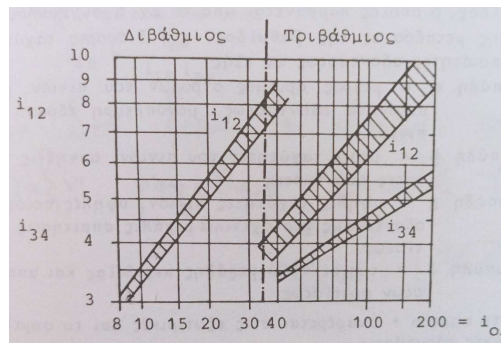
- Υπολογισμός ολικής σχέσης μετάδοσης και επιμερισμός της στις δυο βαθμίδες

$$i_{ολ} = \frac{n_4}{n_1} = \frac{1200 \text{ rpm}}{100 \text{ rpm}} = 12$$

$$i_{ολ} = i_{12} i_{34} = \frac{N_2 N_4}{N_1 N_3}$$

Επιλέγω από διάγραμμα
 $i_{12} = 4$ και $i_{34} = 3$

$$N_2 = 4N_1 \text{ και } N_4 = 3N_3$$



Στοιχεία Μηχανών - Διάλεξη 7

14

14

Άσκηση 3 - Λύση



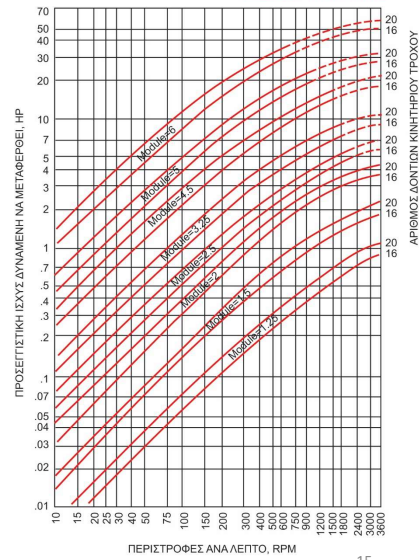
- Επιλογή module από Σχ. 18.16
- Το διάγραμμα δίνει καμπύλες ελάχιστου module σε σχέση με την μεταφερόμενη ισχύ και τις στροφές του πινιόν

$$n_1 = 1200 \text{ rpm}, P_1 = 10 \text{ HP}$$

Επιλέγω module $m=4$ για την βαθμίδα 12

$$n_3 = n_2 = \frac{n_1}{i_{12}} = \frac{1200}{4} = 300 \text{ rpm}, P_1 = 10 \text{ HP}$$

Επιλέγω module $m=5$ για την βαθμίδα 34



Στοιχεία Μηχανών - Διάλεξη 7

15

15

Άσκηση 3 - Λύση



- Επιλογή αριθμού οδόντων

$$N_1 = 18 \rightarrow N_4 = 72$$

$$d_1 = m_1 N_1 = 4 * 18 = 72 \text{ mm}$$

$$N_3 = 18 \rightarrow N_4 = 54$$

$$d_3 = m_3 N_3 = 5 * 18 = 90 \text{ mm}$$

- Έλεγχος με περιφερειακή ταχύτητα

$$V_{p1} = \frac{\pi d_1(m) n_1(\text{rpm})}{60}$$

$$V_{p12} = \frac{\pi * 0.072 * 1200}{60} = 4.5 \text{ m/s}$$

$$V_{p34} = \frac{\pi d_2(m) n_2(\text{rpm})}{60}$$

$$V_{p34} = \frac{\pi * 0.09 * 300}{60} = 1.4 \text{ m/s}$$

Στοιχεία Μηχανών - Διάλεξη 7

16

16

Άσκηση 3 - Λύση



V_p	>5	1 έως 5	<1
Δόντια πινιόν	20-25	18-22	14-20

$V_{p12} = 4.5 \text{ m/s}$ κοντά στο όριο του 5m/s, άρα τελική επιλογή $N_1 = 21$

Βαθμίδα 12

$$N_1 = 21 \quad N_2 = i_{12}N_1 = 84$$

$$m_{12} = 4$$

$$d_1 = 84 \text{ mm}$$

$$d_2 = 336 \text{ mm}$$

$$a = 210 \text{ mm}$$

$$m_{c12} = 1.56$$

Στοιχεία Μηχανών - Διάλεξη 7

Βαθμίδα 34

$$N_3 = 18 \quad N_4 = i_{34}N_3 = 54$$

$$m_{12} = 5$$

$$d_1 = 90 \text{ mm}$$

$$d_2 = 270 \text{ mm}$$

$$a = 180 \text{ mm}$$

$$m_{c12} = 1.5$$

17

17



Ερωτήσεις?

Στοιχεία Μηχανών - Διάλεξη 7

18

18