



ΕΡΓΟΔΟΤΗΣ:

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΟΛΙΤΗ
ΑΡΧΗΓΕΙΟ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΑΣΤΥΝΟΜΙΑΣ
ΚΛΑΔΟΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΤΙΚΗΣ ΤΕΧΝ. ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
Δ/ΝΣΗ ΤΕΧΝ. ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ-ΤΜΗΜΑ ΚΤΙΡΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΕΡΓΟ:

ΝΕΟ ΚΤΙΡΙΟ ΑΣΤΥΝΟΜΙΚΗΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗΣ ΡΕΘΥΜΝΟΥ

ΘΕΣΗ:

ΟΔΟΙ ΖΥΜΒΡΑΚΑΚΗ - ΑΣΚΟΥΤΣΗ - ΔΑΦΕΡΜΟΥ
ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΗ ΕΝΟΤΗΤΑ ΡΕΘΥΜΝΟΥ Ο.Τ. 82-83 - ΔΗΜΟΣ ΡΕΘΥΜΝΗΣ

ΜΕΛΕΤΗ:

ΗΜ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

ΤΕΥΧΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ

ΣΤΑΔΙΟ ΜΕΛΕΤΗΣ:

ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ:

ΙΟΥΝΙΟΣ 2020

ΜΕΛΕΤΗΘΗΚΕ:

ΠΕΝΘΕΡΟΥΔΑΚΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ ΜΗΧΑΝΟΣ ΟΑΚ Α.Ε.

ΣΥΝΤΑΧΘΗΚΕ:

ΕΓΚΡΙΘΗΚΕ:

ΘΕΩΡΗΘΗΚΕ:

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΩΝ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΩΝ

1. ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Είδος Ανελκυστήρα : ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ ΑΤΟΜΩΝ

r = λόγος ανάρτησης 1:1, 2:1 κλπ.

D_x = μέγεθος θαλάμου κατα την διεύθυνση x

D_y = μέγεθος θαλάμου κατα την διεύθυνση y

H = Μήκος διαδρομής θαλάμου

Αριθμός στάσεων : 5

P = άθροισμα μάζας πλαισίου και θαλαμίσκου

Q = ονομαστικό φορτίο (άτομα x 75 kg, 8 άτομα)

M_{cwt} = μάζα του αντίβαρου P+Q/2

V_c = ονομαστική ταχύτητα θαλαμίσκου

n = αριθμός ιμάντων έλξης

d = διάμετρος συρματιδίων ιμάντα έλξης

F_{SR} = φορτίο θραύσης ιμάντων έλξης

M_{SR} = Μάζα ιμάντων

M_{Trav} = Μάζα εύκαμπτου καλωδίου

Dt = διάμετρος τροχαλίας τριβής (Dt ≥ 40 d)

Dp = διάμετρος τροχαλίας εκτροπής (Dp ≥ 40 d)

α = γωνία επικάλυψης ιμάντα πάνω στην τροχαλία τριβής

Nps = αριθμός τροχαλιών, που προκαλούν απλές κάμψεις

Npr = αριθμός τροχαλιών, που προκαλούν αντίστροφες κάμψεις

a = επιβράδυνση του συστήματος πέδησης στο θάλαμο

A = διατομή ενός οδηγού T82.5x68x9

N_{gr} = αριθμός οδηγών

r = 2

D_x = 1400.00 mm

D_y = 1100.00 mm

H = 15.60 m

P = 750 kg

Q = 630 kg

M_{cwt} = 1065 kg

V_c = 1.00 m/sec

n = 3

d = 1.98 mm

F_{SR} = 4383 kg

M_{SR} = 10.90 kg

M_{Trav} = 4.68 kg

Dt = 100.0 mm

Dp = 0.00 mm

α = 180°

Nps = 2

Npr = 1

a = 0.50 m/s²

A = 1097.00 mm²

N_{gr} = 2

l_k = μήκος λυγισμού (μέγιστη απόσταση μεταξύ στηριγμάτων του οδηγού)

M_g = Μάζα μιας γραμμής οδηγών

F_p = Δύναμη ώθησης λόγω καθίζησης ή συρρίκνωσης μπετόν

V' = ταχύτητα ενεργοποίησης ρυθμιστή ταχύτητας

M_{G'} = Μάζα Τανυστή

d' = διάμετρος συρματόσχοινου ρυθμιστή ταχύτητας

F_{G'} = φορτίο θραύσεως συρματόσχοινων ρυθμιστή

D' = διάμετρος τροχαλίας τριβής ρυθμιστή (D' ≥ 30 d')

Dp' = διάμετρος τροχαλίας τανυστή (Dp' ≥ 30 d')

Είδος Τροχαλιών Ρυθμιστή: Αυλάκωση τύπου V με σκλήρυνση, χωρίς υποκοπή

α' = γωνία τύλιξης συρματόσχοινου πάνω στην τροχαλία του ρυθμιστή ταχύτητας

β' = γωνία υποκοπής αύλακος ή ημικυκλικής αύλακος της τροχαλίας του ρυθμιστή ταχύτητας

γ' = γωνία αύλακος τροχαλίας ρυθμιστή ταχύτητας μη σταθερής μορφής

n' = αριθμός συρματόσχοινων ρυθμιστή ταχύτητας

Επιλέγεται 1 συσκευή αρπάγης διπλής κατεύθυνσης τύπου :

Προοδευτικής πέδησης

l_k = 2500.0 mm

M_g = 134.3 Kg

F_p = 0.0 N

V' = 1.15 m/sec

M_{G'} = 50 Kg

d' = 6.3 mm

F_{G'} = 1600 kg

D' = 193.0 mm

Dp' = 193.0 mm

α' = 180°

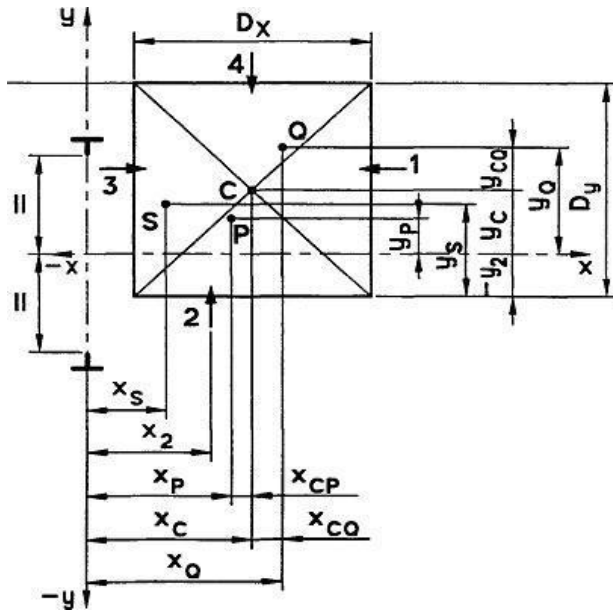
β' = 97°

γ' = 35°

n' = 1

ΜΟΝΑΔΕΣ: 1 kW = 1.341 * HP Joule = Ntm

2.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΔΗΓΩΝ



Τεχνικά δεδομένα οδηγών

Διαστάσεις : T82.5x68x9

Υλικό : St 37

Ωφέλιμο φορτίο $Q = 630.00 \text{ kg}$

Βάρος καμπίνας $P_{\text{καμπ}} = 480.00 \text{ kg}$

Βάρος πλαισίου $P_{\text{πλ}} = 175.00 \text{ kg}$

Βάρος πόρτας 1 $P_{T1} = 95.00 \text{ kg}$

Βάρος πόρτας 2 $P_{T2} = 0.00 \text{ kg}$

Βάρος Θαλάμου $P = P_{\text{καμπ}} + P_{\text{πλ}} + P_{T1} + P_{T2} = 480.00 + 175.00 + 95.00 + 0.00 = 750.00 \text{ kg}$

Θέση x του κέντρου του θαλάμου σε σχέση με τη συντεταγμένη x διατομής του οδηγού $X_c = 0.00 \text{ mm}$

Θέση y του κέντρου του θαλάμου σε σχέση με τη συντεταγμένη y διατομής του οδηγού $Y_c = 0.00 \text{ mm}$

Θέση x μάζας πλαισίου σε σχέση με τη συντεταγμένη x οδηγού $x_{\text{πλ}} = 187.00 \text{ mm}$

Θέση y μάζας πλαισίου σε σχέση με τη συντεταγμένη y οδηγού $y_{\text{πλ}} = 0.00 \text{ mm}$

Θέση x πόρτας 1 σε σχέση με τη συντεταγμένη x οδηγού $x_1 = 648.00 \text{ mm}$

Θέση x πόρτας 2 σε σχέση με τη συντεταγμένη x οδηγού $x_2 = 0.00 \text{ mm}$

Θέση y πόρτας 1 σε σχέση με τη συντεταγμένη y οδηγού $y_1 = 70.00 \text{ mm}$

Θέση y πόρτας 2 σε σχέση με τη συντεταγμένη y οδηγού $y_2 = 0.00 \text{ mm}$

Θέση x μάζας θαλάμου σε σχέση με τη συντεταγμένη x οδηγού

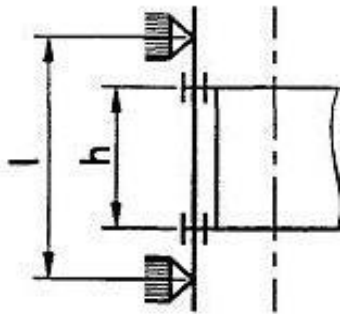
$$x_P = (P_{\text{καμπ}} \cdot X_c + P_{\text{πλ}} \cdot X_{\text{πλ}} + P_{T1} \cdot X_1 + P_{T2} \cdot X_2) / P =$$

$$= (480.00 \cdot 0.00 + 175.00 \cdot 187.00 + 95.00 \cdot 648.00 + 0.00 \cdot 0.00) / 750.00 = 125.71 \text{ mm}$$

Θέση y μάζας θαλάμου σε σχέση με τη συντεταγμένη y οδηγού

$$y_P = (P_{\text{καμπ}} \cdot Y_c + P_{\text{πλ}} \cdot Y_{\text{πλ}} + P_{T1} \cdot Y_1 + P_{T2} \cdot Y_2) / P =$$

$$= (480.00 \cdot 0.00 + 175.00 \cdot 0.00 + 95.00 \cdot 70.00 + 0.00 \cdot 0.00) / 750.00 = 8.87 \text{ mm}$$



Απόσταση στηριγμάτων οδηγών l : 2500.0 mm

Κατακόρυφη απόσταση οδηγήσεως σασί h : 2700.0 mm

Αριθμός οδηγών n = 2

Μέγεθος θαλάμου κατά την διεύθυνση x D_x = 1400.00 mm

Μέγεθος θαλάμου κατά την διεύθυνση y D_y = 1100.00 mm

Κατακόρυφη απόσταση οδηγήσεως σασί h = 2700.00 mm

Απόσταση στηριγμάτων οδηγών l = 2500.00 mm

Διατομή A = 1097.00 mm²

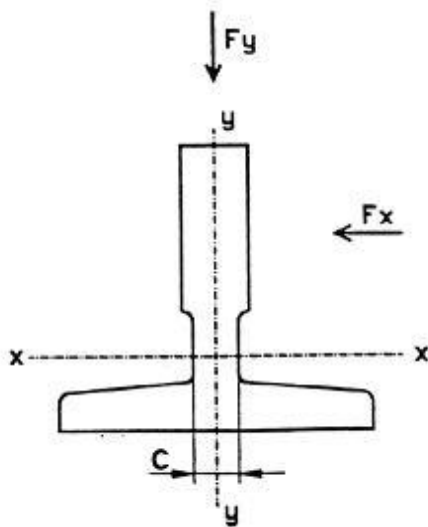
Ροπή αντίστασης W_x = 10320.00 mm³

Ροπή αντίστασης W_y = 7280.00 mm³

Ακτίνα αδράνειας i_y = 16.50

Συντελεστής λυγρότητας λ = l/i_y = 151.56

Από πίνακες βάσει του υλικού και του λ λαμβάνουμε συντελεστή λυγισμού $\omega(\lambda)$ = 3.902



ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ 1/8 ΩΣ ΠΡΟΣ (X)

$$X_q = X_c + D_x / 8 = 175.00 \text{ mm}$$

$$Y_q = Y_c = 0.00 \text{ mm}$$

2.1. Λειτουργία συσκευής αρπάγης

2.1.1. Τάση κάμψεως

Για λειτουργία συσκευής αρπάγης, ο συντελεστής κρούσης k_1 = 2.00

α) Τάση κάμψεως ως προς τον άξονα Y του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης:

$$k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_q + P \cdot x_p) \quad 2.00 \cdot 9.81 \cdot (630.00 \cdot 175.00 + 750.00 \cdot 125.71)$$

$$F_x = \frac{\dots}{n \cdot h} = \frac{\dots}{2 \cdot 2700.00} \Rightarrow$$

$$F_x = 743.14 \text{ Nt}$$

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} = \frac{3 \cdot 743.14 \cdot 2500.00}{16} = 348348.67 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{348348.67}{7280.00} = 47.85 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

β) Τάση κάμψεως ως προς τον άξονα X του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης:

$$F_y = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot y_Q + P \cdot y_P)}{n \cdot h/2} = \frac{2.00 \cdot 9.81 \cdot (630.00 \cdot 0.00 + 750.00 \cdot 8.87)}{2 \cdot 2700.00 / 2} \Rightarrow$$

$$F_y = 48.32 \text{ Nt}$$

$$M_x = \frac{3 \cdot F_y \cdot l}{16} = \frac{3 \cdot 48.32 \cdot 2500.00}{16} = 22651.56 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{22651.56}{10320.00} = 2.19 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

2.1.2 Λυγισμός

$$F_v = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q + P)}{n} + M_g \cdot g_n + F_p = \frac{2.00 \cdot 9.81 \cdot (630.00 + 750.00)}{2} + 134.3 \cdot 9.81 + 0.0 = 14855.44 \text{ Nt}$$

$$\sigma_k = \frac{(F_v + k_3 \cdot M_{aux}) \cdot \omega}{A} = \frac{(14855.44 + 3.000 \cdot 500.000) \cdot 3.902}{1097.00} = 58.17 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

2.1.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 50.05 = 2.19 + 47.85 \leq 205.00 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_v + k_3 \cdot M_{aux}}{A} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 64.95 = 50.05 + \frac{14855.44 + 3.000 \cdot 500.000}{1097.00} \leq 205.00 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0.9 \cdot \sigma_m \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 103.21 = 58.17 + 0.9 \cdot 50.05 \leq 205.00 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

2.1.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

Πάχος σύνδεσης αρμοκαλύπτρας με λάμα $c = 7.50 \text{ mm}$
 Ροπή αδράνειας ως προς άξονα x $J_x = 495900.00 \text{ mm}^4$
 Ροπή αδράνειας ως προς άξονα y $J_y = 298500.00 \text{ mm}^4$

$$\sigma_F = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \leq \sigma_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 24.44 = \frac{1.85 * 743.14}{7.50^2} \leq 205.00 \text{ Nt / mm}^2$$

2.1.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * l^3}{48 * E * J_y} + \delta_{\text{str-x}} \leq \delta_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 2.701 = 0.7 * \frac{743.14 * 2500.00^3}{48 * 206010 * 298500.00} + 0.0 \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 * \frac{F_y * l^3}{48 * E * J_x} + \delta_{\text{str-y}} \leq \delta_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 0.106 = 0.7 * \frac{48.32 * 2500.00^3}{48 * 206010 * 495900.00} + 0.0 \leq 5 \text{ mm}$$

2.2. Λειτουργία σε κανονική χρήση

2.2.1. Τάση κάμψης

Για λειτουργία σε κανονική χρήση, ο συντελεστής κρούσης $k_2 = 1.2$

α) Τάση κάμψης ως προς τον άξονα Y του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης:

$$F_x = \frac{k_2 * g_n * (Q * (x_Q - x_S) + P * (x_P - x_S))}{n * h} = \frac{1.2 * 9.81 * (630.00 * (175.00 - 187.00) + 750.00 * (125.71 - 187.00))}{2 * 2700.00} = -116.68 \text{ Nt}$$

$$M_y = \frac{3 * F_x * l}{16} = \frac{3 * 116.68 * 2500.00}{16} = 54695.86 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{54695.86}{7280.00} = 7.51 \text{ Nt / mm}^2$$

β) Τάση κάμψης ως προς τον άξονα X του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης:

$$F_y = \frac{k_2 * g_n * (Q * (y_Q - y_S) + P * (y_P - y_S))}{n * h/2} = \frac{1.2 * 9.81 * (630.00 * (0.00 - 0.00) + 750.00 * (8.87 - 0.00))}{2 * 2700.00 / 2} = 28.99 \text{ Nt}$$

$$M_x = \frac{3 * F_y * l}{16} = \frac{3 * 28.99 * 2500.00}{16} = 13590.94 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{13590.94}{10320.00} = 1.32 \text{ Nt / mm}^2$$

2.2.2. Λυγισμός

$$F_v = M_g * g_n + F_p = 134.3 * 9.81 + 0.0 = 1317.64 \text{ Nt}$$

$$\sigma_v = \frac{F_v + k_3 * M_{aux}}{A} = \frac{1317.64 + 3.000 * 500.000}{1097.00} = 2.57 \text{ Nt / mm}^2$$

2.2.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 8.830 = 1.32 + 7.51 \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_v + k_3 * M_{aux}}{A} \leq \sigma_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 11.399 = 8.830 + \frac{1317.64 + 3.000 * 500.000}{1097.00} \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

2.2.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

$$\sigma_F = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \leq \sigma_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 3.84 = \frac{1.85 * 116.68}{7.50^2} \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

2.2.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * l^3}{48 * E * J_y} + \delta_{str-x} \leq \delta_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 0.424 = 0.7 * \frac{116.68 * 2500.00^3}{48 * 206010 * 298500.00} + 0.0 \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 * \frac{F_y * l^3}{48 * E * J_x} + \delta_{str-y} \leq \delta_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 0.063 = 0.7 * \frac{28.99 * 2500.00^3}{48 * 206010 * 495900.00} + 0.0 \leq 5 \text{ mm}$$

2.3. Φόρτωση σε κανονική χρήση

2.3.1. Τάση κάμψης

α) Τάση κάμψης ως προς τον άξονα Y του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης:

$$F_s = 0.40 * g_n * Q = 2472.12 \quad \text{Επειδή το ονομαστικό φορτίο είναι μικρότερο από 2500 Kg}$$

$$F_x = \frac{g_n * P * (x_P - x_s) + F_s * (x_i - x_s)}{n * h} =$$

$$\frac{9.81 * 750.00 * (125.71 - 187.00) + 2472.12 * (648.00 - 187.00)}{2 * 2700.00} = 127.54 \text{ Nt}$$

$$M_y = \frac{3 * F_x * l}{16} = \frac{3 * 127.54 * 2500.00}{16} = 59785.65 \text{ Nt} * \text{mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{59785.65}{7280.00} = 8.21 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

β) Τάση κάμψης ως προς τον άξονα Χ του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης:

$$F_y = \frac{g_n * P * (y_P - y_s) + F * (y_i - y_s)}{n * h/2} = \frac{9.81 * 750.00 * (8.87 - 0.00) + 2472.12 * (70.00 - 0.00)}{2 * 2700.00 / 2} = 88.25 \text{ Nt}$$

$$M_x = \frac{3 * F_y * l}{16} = \frac{3 * 88.25 * 2500.00}{16} = 41368.91 \text{ Nt} * \text{mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{41368.91}{10320.00} = 4.01 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

2.3.2. Λυγισμός

$$F_v = M_g * g_n + F_p = 134.3 * 9.81 + 0.0 = 1317.64 \text{ Nt}$$

$$\sigma_v = \frac{F_v + k_3 * M_{aux}}{A} = \frac{1317.64 + 3.000 * 500.000}{1097.00} = 2.57 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

2.3.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 12.221 = 4.01 + 8.21 \leq 165.000 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_v + k_3 * M_{aux}}{A} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 14.789 = 12.221 + \frac{1317.64 + 3.000 * 500.000}{1097.00} \leq 165.000 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

2.3.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

$$\sigma_F = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 4.19 = \frac{1.85 * 127.54}{7.50^2} \leq 165.000 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

2.3.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * l^3}{48 * E * J_y} + \delta_{\text{str-x}} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.464 = 0.7 * \frac{127.54 * 2500.00^3}{48 * 206010 * 298500.00} + 0.0 \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 * \frac{F_y * l^3}{48 * E * J_x} + \delta_{str-y} \leq \delta_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 0.193 = 0.7 * \frac{88.25 * 2500.00^3}{48 * 206010 * 495900.00} + 0.0 \leq 5 \text{ mm}$$

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ 1/8 ΩΣ ΠΡΟΣ (Υ)

$$X_q = X_c = 0.00 \text{ mm}$$

$$Y_q = Y_c + D_y / 8 = 137.50 \text{ mm}$$

2.1. Λειτουργία συσκευής αρπάγης

2.1.1. Τάση κάμψεως

Για λειτουργία συσκευής αρπάγης, ο συντελεστής κρούσης $k_1 = 2.00$

α) Τάση κάμψεως ως προς τον άξονα Υ του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης:

$$F_x = \frac{k_1 * g_n * (Q * x_Q + P * x_P)}{n * h} = \frac{2.00 * 9.81 * (630.00 * 0.00 + 750.00 * 125.71)}{2 * 2700.00} \Rightarrow$$

$$F_x = 342.57 \text{ Nt}$$

$$M_y = \frac{3 * F_x * l}{16} = \frac{3 * 342.57 * 2500.00}{16} = 160579.14 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{160579.14}{7280.00} = 22.06 \text{ Nt / mm}^2$$

β) Τάση κάμψεως ως προς τον άξονα Χ του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης:

$$F_y = \frac{k_1 * g_n * (Q * y_Q + P * y_P)}{n * h/2} = \frac{2.00 * 9.81 * (630.00 * 137.50 + 750.00 * 8.87)}{2 * 2700.00 / 2} \Rightarrow$$

$$F_y = 677.80 \text{ Nt}$$

$$M_x = \frac{3 * F_y * l}{16} = \frac{3 * 677.80 * 2500.00}{16} = 317717.97 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{317717.97}{10320.00} = 30.79 \text{ Nt / mm}^2$$

2.1.2 Λυγισμός

$$F_v = \frac{k_1 * g_n * (Q + P)}{2} + M_g * g_n + F_p = \frac{2.00 * 9.81 * (630.00 + 750.00)}{2} + 134.3 * 9.81 + 0.0 = 14855.44 \text{ Nt}$$

$$\sigma_k = \frac{(F_v + k_3 * M_{aux}) * \omega}{A} = \frac{(14855.44 + 3.000 * 500.000) * 3.902}{1097.00} = 58.17 \text{ Nt / mm}^2$$

2.1.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \quad \leq \sigma_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 52.84 = 30.79 + 22.06 \quad \leq 205.00 \text{ Nt / mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_v + k_3 * M_{aux}}{A} \quad \leq \sigma_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 67.75 = 52.84 + \frac{14855.44 + 3.000 * 500.000}{1097.00} \leq 205.00 \text{ Nt / mm}^2$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0.9 * \sigma_m \quad \leq \sigma_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 105.73 = 58.17 + 0.9 * 52.84 \quad \leq 205.00 \text{ Nt / mm}^2$$

2.1.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

Πάχος σύνδεσης αρμοκαλύπτρας με λάμα $c = 7.50 \text{ mm}$

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα x $J_x = 495900.00 \text{ mm}^4$

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα y $J_y = 298500.00 \text{ mm}^4$

$$\sigma_F = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \quad \leq \sigma_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 11.27 = \frac{1.85 * 342.57}{7.50^2} \quad \leq 205.00 \text{ Nt / mm}^2$$

2.1.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * l^3}{48 * E * J_y} + \delta_{str-x} \leq \delta_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 1.245 = 0.7 * \frac{342.57 * 2500.00^3}{48 * 206010 * 298500.00} + 0.0 \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 * \frac{F_y * l^3}{48 * E * J_x} + \delta_{str-y} \leq \delta_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 1.483 = 0.7 * \frac{677.80 * 2500.00^3}{48 * 206010 * 495900.00} + 0.0 \leq 5 \text{ mm}$$

2.2. Λειτουργία σε κανονική χρήση

2.2.1. Τάση κάμψης

Για λειτουργία σε κανονική χρήση, ο συντελεστής κρούσης $k_2 = 1.2$

α) Τάση κάμψης ως προς τον άξονα Y του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης:

$$F_x = \frac{k_2 * g_n * (Q * (x_Q - x_S) + P * (x_P - x_S))}{n * h} =$$

$$\frac{1.2 * 9.81 * (630.00 * (0.00 - 187.00) + 750.00 * (125.71 - 187.00))}{2 * 2700.00} = -357.03 \text{ Nt}$$

$$M_y = \frac{3 * F_x * l}{16} = \frac{3 * 357.03 * 2500.00}{16} = 167357.58 \text{ Nt} * \text{mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{167357.58}{7280.00} = 22.99 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

β) Τάση κάμψης ως προς τον άξονα Χ του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης:

$$F_y = \frac{k_2 * g_n * (Q * (y_Q - y_S) + P * (y_P - y_S))}{n * h/2} = \frac{1.2 * 9.81 * (630.00 * (137.50 - 0.00) + 750.00 * (8.87 - 0.00))}{2 * 2700.00 / 2} = 406.68 \text{ Nt}$$

$$M_x = \frac{3 * F_y * l}{16} = \frac{3 * 406.68 * 2500.00}{16} = 190630.78 \text{ Nt} * \text{mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{190630.78}{10320.00} = 18.47 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

2.2.2. Λυγισμός

$$F_v = M_g * g_n + F_p = 134.3 * 9.81 + 0.0 = 1317.64 \text{ Nt}$$

$$\sigma_v = \frac{F_v + k_3 * M_{aux}}{A} = \frac{1317.64 + 3.000 * 500.000}{1097.00} = 2.57 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

2.2.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 41.461 = 18.47 + 22.99 \leq 165.000 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_v + k_3 * M_{aux}}{A} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 44.029 = 41.461 + \frac{1317.64 + 3.000 * 500.000}{1097.00} \leq 165.000 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

2.2.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

$$\sigma_F = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 11.74 = \frac{1.85 * 357.03}{7.50^2} \leq 165.000 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

2.2.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * l^3}{48 * E * J_y} + \delta_{\text{str-x}} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 1.298 = 0.7 * \frac{357.03 * 2500.00^3}{48 * 206010 * 298500.00} + 0.0 \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 * \frac{F_y * I^3}{48 * E * J_x} + \delta_{str-x} \leq \delta_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 0.890 = 0.7 * \frac{406.68 * 2500.00^3}{48 * 206010 * 495900.00} + 0.0 \leq 5 \text{ mm}$$

2.3. Φόρτωση σε κανονική χρήση

2.3.1. Τάση κάμψης

α) Τάση κάμψης ως προς τον άξονα Υ του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης:

$F_S = 0.40 * g_n * Q = 2472.12$ Επειδή το ονομαστικό φορτίο είναι μικρότερο από 2500 Kg

$$F_x = \frac{g_n * P * (x_P - x_S) + F_S * (x_i - x_S)}{n * h} =$$

$$\frac{9.81 * 750.00 * (125.71 - 187.00) + 2472.12 * (648.00 - 187.00)}{2 * 2700.00} = 127.54 \text{ Nt}$$

$$M_y = \frac{3 * F_x * I}{16} = \frac{3 * 127.54 * 2500.00}{16} = 59785.65 \text{ Nt} * \text{mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{59785.65}{7280.00} = 8.21 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

β) Τάση κάμψης ως προς τον άξονα Χ του οδηγού, η οποία οφείλεται στη δύναμη οδήγησης:

$$F_y = \frac{g_n * P * (y_P - y_S) + F * (y_i - y_S)}{n * h/2} =$$

$$\frac{9.81 * 750.00 * (8.87 - 0.00) + 2472.12 * (70.00 - 0.00)}{2 * 2700.00 / 2} = 88.25 \text{ Nt}$$

$$M_x = \frac{3 * F_y * I}{16} = \frac{3 * 88.25 * 2500.00}{16} = 41368.91 \text{ Nt} * \text{mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{41368.91}{10320.00} = 4.01 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

2.3.2. Λυγισμός

$$F_v = M_g * g_n + F_p = 134.3 * 9.81 + 0.0 = 1317.64 \text{ Nt}$$

$$\sigma_v = \frac{F_v + k_3 * M_{aux}}{A} = \frac{1317.64 + 3.000 * 500.000}{1097.00} = 2.57 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

2.3.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \quad \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 12.221 = 4.01 + 8.21 \quad \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_v + k_3 \cdot M_{\text{aux}}}{A} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 14.789 = 12.221 + \frac{1317.64 + 3.000 \cdot 500.000}{1097.00} \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

2.3.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

$$\sigma_F = \frac{1.85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 4.19 = \frac{1.85 \cdot 127.54}{7.50^2} \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

2.3.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_y} + \delta_{\text{str-y}} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.464 = 0.7 \cdot \frac{127.54 \cdot 2500.00^3}{48 \cdot 206010 \cdot 298500.00} + 0.0 \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_x} + \delta_{\text{str-y}} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.193 = 0.7 \cdot \frac{88.25 \cdot 2500.00^3}{48 \cdot 206010 \cdot 495900.00} + 0.0 \leq 5 \text{ mm}$$

2. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΙΜΑΝΤΩΝ ΑΝΑΡΤΗΣΗΣ ΘΑΛΑΜΙΣΚΟΥ - ΑΝΤΙΒΑΡΟΥ

Επιλέγονται 3 ιμάντες CONTITECH διαμέτρου 30X3.3, με όριο θραύσης $F_{SR} = 4383 \text{ Kg}$ και συνολικό βάρος $M_{SR} = 10.90 \text{ Kg}$. Το συνολικό βάρος του εύκαμπτου καλωδίου είναι $M_{\text{Trav}} = 4.68 \text{ Kg}$.

Όριο συντελεστή ασφαλείας ιμάντων :

$$S_f = 12$$

$$\text{Συντελεστής ασφαλείας : } v = n \cdot F_{SR} / ((P+Q)/r) + M_{SR}$$

$$\text{οπότε : } v = 3 \times 4383 / ((750+630)/2 + 10.9) = 18.76$$

και $v \geq S_f$

3. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΕΛΕΞΗΣ ΣΤΗ ΤΡΟΧΑΛΙΑ

i) Θάλαμος στην κάτω στάση με 125% του Q :

$$f_1 = 0.20$$

$$\text{Όριο ασφάλειας ολισθήσεως} \\ e^{f_1 \cdot \alpha} = e^{0.200 \cdot 180} = 1.87$$

$$M_{SRcar} = M_{SR} = 10.90 \text{ Kg}$$

$$\text{Ασφάλεια ολισθήσεως} \\ T_1 / T_2 = (((1.25 \cdot Q + P) \cdot g_n / r) + M_{SRcar} \cdot g_n) / (M_{cwt} \cdot g_n / r) = (((1.25 \cdot 630 + 750) / 2) + 10.90) / (1065 / 2) = 1.46$$

οπότε

$$1.46 = T_1 / T_2 \leq e^{f_1 \cdot \alpha} = 1.87$$

ii) Συνθήκες πέδησης έκτακτης ανάγκης:

$$f_2 = 0.25$$

Όριο ασφάλειας ολισθήσεως

$$e^{f_2 \cdot \alpha} = e^{0.250 \cdot 180} = 2.19$$

α) Θάλαμος στην κάτω στάση - Πλήρες φορτίο :

$$M_{SRcar} = M_{SR} = 10.90 \text{ Kg}$$

Ασφάλεια ολισθήσεως

$$\begin{aligned} T_1 &= (Q+P) \cdot (g_n + a) / r + M_{SRcar} \cdot (g_n + a \cdot ((r^2+2)/3)) = \\ &= (630+750) \cdot (9.81+0.50) / 2 + 10.90 \cdot (9.81 + 0.50 \cdot ((2^2+2)/3)) = 7231.78 \text{ N} \\ T_2 &= M_{cwt} \cdot (g_n - a) / r = 1065 \cdot (9.81-0.50) / 2 = 4957.57 \text{ N} \\ T_1 / T_2 &= 1.46 \end{aligned}$$

οπότε

$$1.46 = T_1 / T_2 \leq e^{f_2 \cdot \alpha} = 2.19$$

β) Άδειος θάλαμος στην πάνω στάση :

$$M_{SRcwt} = M_{SR} = 10.90 \text{ Kg}$$

Ασφάλεια ολισθήσεως

$$\begin{aligned} T_1 &= M_{cwt} \cdot (g_n + a) / r + M_{SRcwt} \cdot (g_n + a \cdot ((r^2+2)/3)) = \\ &= 1065 \cdot (9.81+0.50) / 2 + 10.90 \cdot (9.81 + 0.50 \cdot ((2^2+2)/3)) = 5607.95 \text{ N} \\ T_2 &= (P + M_{Trav}) \cdot (g_n - a) / r = (750 + 4.68) \cdot (9.81-0.50) / 2 = 3513.04 \text{ N} \end{aligned}$$

$$T_1 / T_2 = 1.60$$

οπότε

$$1.60 = T_1 / T_2 \leq e^{f_2 \cdot \alpha} = 2.19$$

iii) Θάλαμος άδειος - αντίβαρο στην επικάθιση :

$$f_3 = 0.50$$

Όριο ασφάλειας ολισθήσεως

$$e^{f_3 \cdot \alpha} = e^{0.500 \cdot 180} = 4.81$$

$$M_{SRcwt} = M_{SR} = 10.90 \text{ Kg}$$

Ασφάλεια ολισθήσεως

$$T_1 / T_2 = ((P + M_{Trav}) \cdot g_n) / (M_{SRcwt} \cdot g_n \cdot r) = (750 + 4.68) / (10.90 \cdot 2) = 34.60$$

οπότε

$$34.60 = T_1 / T_2 \geq e^{f_3 \cdot \alpha} = 4.81$$

Επιλέγεται τροχαλία διαμέτρου:

$$Dt = 100.0 \text{ mm}$$

Ισχύει

$$Dt \geq 40 * d \Leftrightarrow 100.0 \text{ mm} \geq 40 * 1.98 \text{ mm} = 79.2 \text{ mm}$$

4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΤΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ

Η ισχύς του κινητήρα είναι :

$$N = F * V_c * r / (75 * n) \text{ σε HP, } F = (Q + P - G) / C_m$$

όπου :

$$\begin{aligned} n_1 &: \text{βαθμός απόδοσης τροχαλίας τριβής} &= 0.98 \\ n_2 &: \text{βαθμός απόδοσης εδράνων τροχαλίας τριβής} &= 0.98 \\ n_3 &: \text{βαθμός απόδοσης ατέρμονα} &= 0.96 \\ \text{και } n &: \text{βαθμός απόδοσης όλου συστήματος} &= n_1 * n_2 * n_3 = \\ & &= 0.98 * 0.98 * 0.96 = 0.92 \end{aligned}$$

Αρα :

$$N = 157.5 * 1 * 2 / (75 * 0.92) = 4.56 \text{ HP}$$

$$N = 4.56 \text{ HP ή } 3.4 \text{ KW}$$

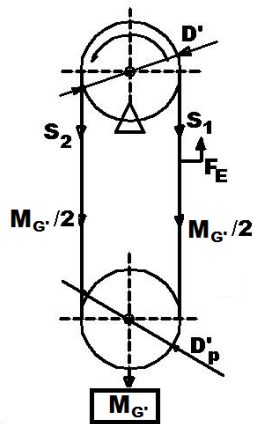
5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΡΥΘΜΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

Συντελεστής τριβής μεταξύ των συρματόσχοινων και της τροχαλίας του ρυθμιστή ταχύτητας:

$$\mu' = \frac{0.1}{1 + V'/10} = \frac{0.1}{1 + 1.15/10} = 0.090$$

Για αυλακώσεις τύπου V με σκλήρυνση, χωρίς υποκοπή έχουμε συντελεστή τριβή του συρματόσχοινου στα αυλάκια της τροχαλίας του ρυθμιστή ταχύτητας:

$$f' = \mu' * \frac{1}{\sin(\gamma'/2)} = 0.090 * \frac{1}{\sin(35/2)} = 0.298$$

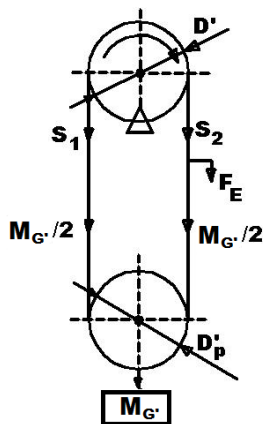


Δύναμη ενεργοποίησης της συσκευής αρπάγης κατά την άνοδο :

$$F_{Eav} = M_{G'} \cdot (e^{f' \cdot \alpha'} - 1) / 2 = 38.81 \text{ kg}$$

Δύναμη που ενεργεί στο συρματόσχοινο κατά την άνοδο :

$$S_{2av} = F_{Eav} + M_{G'} / 2 = 63.81 \text{ kg}$$



Δύναμη ενεργοποίησης της συσκευής αρπάγης κατά την κάθοδο:

$$F_{Ek} = (M_{G'} / 2) \cdot (1 - 1/e^{f' \cdot \alpha'}) = 15.20 \text{ kg}$$

Δύναμη που ενεργεί στο συρματόσχοινο κατά την κάθοδο :

$$S_{2k} = M_{G'} / 2 = 25.00 \text{ kg}$$

Επειδή $S_{2av} \geq S_{2k}$ παίρνουμε $S_{2max} = S_{2av} = 63.81 \text{ kg}$

Υπολογισμός συντελεστή ασφαλείας συρματόσχοινου :

$$v' = n' \cdot F_{G'} / S_{2max}$$

οπότε :

$$v' = 1 \times 1600 / 63.81 = 25.08 \geq 8$$

Επιλέγεται τροχαλία διαμέτρου:

$$D' = 193.0 \text{ mm}$$

Ισχύει

$$D' \geq 30 * d' \Leftrightarrow 193.0 \text{ mm} \geq 30 * 6.3 \text{ mm} = 189.0 \text{ mm}$$

Επιλέγεται τροχαλία τάνυσης διαμέτρου:

$$D_p' = 193.0 \text{ mm}$$

Ισχύει

$$D_p' \geq 30 * d' \Leftrightarrow 193.0 \text{ mm} \geq 30 * 6.3 \text{ mm} = 189.0 \text{ mm}$$

με $D_p' \leq D'$

6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣΚΡΟΥΣΤΗΡΩΝ

Προσक्रουστήρες θαλαμίσκου και αντίβαρου :

Επιλέγεται προσκρουστήρας τύπου: Συσσωρευσης ενέργειας με γραμμικά χαρακτηριστικά

Ελάχιστο απαιτούμενο μήκος διαδρομής S:

$$S = 135 * V_c * V_c = 135 * 1 * 1 = 135 \text{ mm}$$

Αριθμός προσκρουστήρων $n = 2$

Οι προσκρουστήρες έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να καλύπτουν την παραπάνω διαδρομή με την ενέργεια στατικού φορτίου ανά προσκρουστήρα, f_m να είναι :

$$\begin{aligned} 2.5 * (P + Q + M_{SR}) / n < f_m < 4 * (P + Q + M_{SR}) / n \Rightarrow \\ \Rightarrow 2.5 * (750 + 630 + 10.9) / 2 < f_m < 4 * (750 + 630 + 10.9) / 2 \Rightarrow \\ \Rightarrow 1738.63 < f_m < 2781.81 \end{aligned}$$