

ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ

Εργοδότης	: ΔΗΜΟΣ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ
	:
Έργο	: ΚΕΝΤΡΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ ΚΑΙ
	: ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ
	:
Θέση	:
	:
Ημερομηνία	:
Μελετητές	:
	:
	:
Παρατηρήσεις	: ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ- ΑΝ-2
	:
	:

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με ΕΛΟΤ, χρησιμοποιώντας τα ακόλουθα βοηθήματα:

α) *Ελληνικό Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 81.2.*

β) *Ανελκυστήρες Μελέτη-Υπολογισμοί, Φ. Δημόπουλου, Αθήνα 1990.*

γ) *Τεχνικά Εγχειρίδια και Σημειώσεις KLEEMANN.*

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με ΕΛΟΤ EN81.2, χρησιμοποιώντας τα ακόλουθα βοηθήματα:

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

α) Γενικά Στοιχεία Ανελκυστήρα

Εμβαδόν επιφάνειας θαλάμου (F): Για τους ανελκυστήρες ατόμων, όταν δεν ορίζεται διαφορετικά από τον μελετητή, υπολογίζεται σύμφωνα με τον πίνακα 1.2 του ΕΛΟΤ 81.2.

Ονομαστικό φορτίο ανελκυστήρα (Q): Ανάλογα με το είδος του ανελκυστήρα και εφόσον δεν ορίζεται διαφορετικά από τον μελετητή, υπολογίζεται ως εξής:

α) *Ανελκυστήρες ατόμων :*

i) Αριθμός ατόμων < 20: $Q = (75 \times \text{Αριθμός Ατόμων}) (Kp)$

ii) Αριθμός ατόμων ≥ 20 : $Q = (500 \times \text{Εμβαδόν Επιφ. Θαλάμου}) (Kp)$

β) *Ανελκυστήρες Νοσοκομείων:* $Q = (200 \times \text{Εμβαδόν Επιφ. Θαλάμου}) (Kp)$

γ) *Ανελκυστήρες Οχημάτων:* $Q = (200 \times \text{Εμβαδόν Επιφ. Θαλάμου}) (Kp)$

δ) *Ανελκυστήρες Φορτίων:* $Q = (300 \times \text{Εμβαδόν Επιφ. Θαλάμου}) (Kp)$

Ίδιο βάρος θαλάμου: Εφόσον δεν οριστεί διαφορετικά από τον μελετητή υπολογίζεται ως εξής:

α) *Ανελκυστήρες ατόμων:* $P = 100 + (50 \times \text{Αριθμός Ατόμων}) (Kp)$

β) *Λοιποί Ανελκυστήρες:*

i) $Q \leq 500 Kp$: $P = 100 \times (3 + \text{Εμβαδόν Επιφ. Θαλάμου}) (Kp)$

ii) $Q > 500 Kp$: $P = 100 \times (3 + (1.25 \times \text{Εμβ. Επιφ. Θαλάμου})) (Kp)$

β) Συρματόσχοινο, Τροχαλία, Άξονας Τροχαλίας

Για την επιλογή συρματόσχοινων, τροχαλίας και άξονα τροχαλίας γίνονται οι παρακάτω υπολογισμοί:

1. Έλεγχος αντοχής συρματόσχοινου

Πρέπει $v = n \times F_g / ((P+Q)/N_e) \geq v_{\text{επ.}}$

2. Υπολογισμός διαμέτρου τροχαλίας

Πρέπει $D \geq 40 \times d$

3. Έλεγχος τάσης άξονα τροχαλίας

Πρέπει σλειτ. = $(P+Q) \times C/W \leq \sigma_{\text{επ}}$.

Όπου σεπ: μέγιστη επιτρεπόμενη τάση

$\sigma_{\text{επ}} = 77 \text{ N/mm}^2$ για St37

$\sigma_{\text{επ}} = 92 \text{ N/mm}^2$ για St44

$\sigma_{\text{επ}} = 108 \text{ N/mm}^2$ για St52

n: αριθμός συρματόσχοινων έλξης

d: διάμετρος συρματόσχοινων έλξης (mm)

P: ίδιο βάρος θαλάμου (Kp)

Q: ονομαστικό φορτίο (Kp)

D: διάμετρος τροχαλίας τριβής (mm)

Fg: δύναμη θραύσεως συρματόσχοινων (Kp)

W: Ροπή αντίστασης άξονα τροχαλίας (mm^3)

C: Απόσταση στήριξης (mm)

Ne: Αριθμός εμβόλων

γ) Έμβολο, Κύλινδρος, Αγωγός Τροφοδοσίας

Για την επιλογή εμβόλου - κυλίνδρου - αγωγού τροφοδοσίας γίνονται οι παρακάτω έλεγχοι:

1. Έλεγχος εμβόλου σε λυγισμό.

Πρέπει:

$$F_s \leq F_{kp} \quad (\text{N})$$

$$F_{kp} = \pi^2 \times E \times A \times i^2 / (2 \times l \times k^2) \text{ για } \lambda > 100 \text{ ή } (A/2) \times (R_m - 206) \times (\lambda/100)^2 \text{ για } \lambda \leq 100$$

είναι:

$$E = 206010 \text{ Nt/mm}^2$$

$$F_s = 1.4 \times 9.81 \times ((P+Q) \times C_m + 0.64 \times P_{\text{ex}} \times N_e + P_{\text{rh}} \times N_e) / N_e$$

$$l_k = (l_g / C_m + 0.5) \text{ (mm)}$$

$$\lambda = l_k / i$$

2. Έλεγχος τοιχωμάτων εμβόλου σε πίεση

Πρέπει:

$$P_{\text{στατ}} \leq P_{\text{στατ.εμ.}} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$P_{\text{στατ}} = ((9.81 \times (P+Q) \times C_m + P_{\text{ex}} N_e + P_{\text{rh}} N_e) / N_e) / A_0$$

$$P_{\text{στατ.εμ.}} = (e_r - e_o) \times 2 \times \sigma_{\text{σεπ}} / (2.3 \times 1.7 \times d_r) \text{ ή από πίνακες κατασκευαστή για συμπαγές έμβολο}$$

$$e_o = 1 \text{ mm}$$

3. Έλεγχος τοιχωμάτων εμβόλου σε πίεση

Πρέπει:

$$P_{\text{στατ}} \leq P_{\text{στατ.κυλ.}} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$P_{\text{στατ}} = ((9.81 \times (P+Q) \times C_m + P_{\text{ex}} N_e + P_{\text{rh}} N_e) / N_e) / A_0$$

$$P_{\text{στατ.κυλ.}} = (e_k - e_o) \times 2 \times \sigma_{\text{σεπ}} / (2.3 \times 1.7 \times D_k) \text{ ή από πίνακες κατασκευαστή για συμπαγές έμβολο}$$

$$e_o = 1 \text{ mm}$$

4. Έλεγχος τοιχωμάτων αγωγού τροφοδοσίας σε πίεση

$$\text{Πρέπει } P_{\text{στατ}} \leq P_{\text{στατ.αγ.}} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$P_{\text{στατ}} = ((9.81 \times (P+Q) \times C_m + P_{\text{ex}} N_e + P_{\text{rh}} N_e) / N_e) / A_0$$

$$P_{\text{στατ.αγ.}} = (e_s - e_o) \times 2 \times \sigma_{\text{σεπ}} / (2.3 \times 1.7 \times D_s) \text{ ή από πίνακες κατασκευαστή για ελαστικούς αγωγούς τροφοδοσίας}$$

$$e_o = 0.5 \text{ mm}$$

Όπου:

P: ίδιο βάρος θαλάμου (Kp)

Q: ονομαστικό φορτίο (Kp)

Rm: αντοχή σε εφελκυσμό του υλικού

240 (N/mm²) για St37360 (N/mm²) για St52

Cm: σχέση ανάρτησης

Ne: αριθμός εμβόλων

Pe: βάρος εμβόλου (Kp)

Prh: βάρος τροχαλίας (Kp)

J: ροπή αδράνειας εμβόλου (mm^4)

i: ακτίνα αδράνειας εμβόλου (mm)

lk: μήκος λυγισμού εμβόλου (mm)

A0: επιφάνεια πίεσεως εμβόλου (mm^2)

A: επιφάνεια διατομής εμβόλου (mm^2)

er: πάχος τοιχώματος σωλήνα εμβόλου (mm)

dr: εξωτερική διάμετρος σωλήνα εμβόλου (mm)

ek: πάχος τοιχώματος σωλήνα κυλίνδρου (mm)

Dk: εξωτερική διάμετρος σωλήνα κυλίνδρου (mm)

es: πάχος τοιχώματος αγωγού τροφοδοσίας (mm)

ds: εξωτερική διάμετρος αγωγού τροφοδοσίας (mm)

σεπ: αντοχή του υλικού:

240 (N/mm^2) για St37

360 (N/mm^2) για St52

δ) Μονάδα Ισχύος

Ο υπολογισμός της ελάχιστης παροχής αντλίας και της ελάχιστης ονομαστικής ισχύος κινητήρα γίνεται με τη βοήθεια των παρακάτω σχέσεων:

1. Απαιτούμενη παροχή αντλίας

$$Q_a = 600 \times V_e \times A_0 \quad (\text{l/min})$$

$$V_e = V_c / C_m \quad (\text{m/sec})$$

2. Απαιτούμενη ονομαστική ισχύς κινητήρα

$$N_{ov} = B_s \times V_e / (100 \times \eta \times 1.3) \quad (\text{HP})$$

$$\eta = P_{στατ} / (P_{στατ} + \beta)$$

$$B_s = P_{στατ} \times A_0 \quad (\text{N})$$

Όπου:

$$V_c: \text{ταχύτητα θαλάμου (m/sec)}$$

C_m : λόγος ανάρτησης θαλάμου

A_0 : επιφάνεια πίεσεως εμβόλου (mm^2)

α : συντελεστής α αντλίας

β : συντελεστής β αντλίας

n : βαθμός απόδοσης μονάδος

$P_{\text{στατ}}$:πίεση υπό πλήρες φορτίο (N/mm^2)

B_s : στατικό φορτίο (N)

ε) Οδηγοί

Για την επιλογή οδηγών γίνονται όλοι οι απαραίτητοι έλεγχοι, που φαίνονται αναλυτικά στα "αποτελέσματα". Πχ. στην ειδική περίπτωση που τα βάρη πλαισίου και πορτών δίνονται μηδέν (συμπεριλαμβάνονται στο βάρος θαλαμίσκου) και για πλάγια ανάρτηση και έναν οδηγό, οι έλεγχοι είναι:

1. Έλεγχος συνολικής καταπόνησης των οδηγών σε κάμψη και λυγισμό για λειτουργία αρπάγης

Πρέπει $\sigma_n = 0.9 \times P_{bf} x l / (4 \times W_y) + P_k x w / A \leq \sigma_{\text{επ}}$.

$P_{bf} = 3 \times P_b$ (N)

$P_b = 0.5 \times 9.81 \times (R_{xb} + F_{xc} + Q_{xd}) / H$ (N)

$c = 0.5 \times k + a$ (mm)

$d = 2 \times k / 3 + a$ (mm)

$P_k = 1.5 \times 9.81 \times (P + Q)$ (N)

$\lambda = l / i_y$

$\omega = f(\lambda)$

Όπου:

$\sigma_{\text{επ}}$: μέγιστη επιτρεπόμενη τάση

$\sigma_{\text{επ}} = 180 \text{ N/mm}^2$ για St37

$\sigma_{\text{επ}} = 217 \text{ N/mm}^2$ για St44

$\sigma_{\text{επ}} = 260 \text{ N/mm}^2$ για St52

Q : Ωφέλιμο φορτίο (Kp)

F : Βάρος καμπίνας (Kp)

- R: Βάρος πλαισίου (Kp)
- P: Ίδιο βάρος θαλάμου (Kp)
- a: Απόσταση κέντρου οδηγών - τοίχου καμπίνας (mm)
- b: Απόσταση κέντρου οδηγών - Κέντρο βάρους πλαισίου (mm)
- k: Μήκος καμπίνας (mm)
- c: Κέντρο βάρους καμπίνας (mm)
- d: Κέντρο βάρους φορτίου (mm)
- l: Απόσταση στηριγμάτων οδηγών (mm)
- Pb: Καταπόνηση οδηγών σε κάμψη (N)
- Pbf: Καμπτική καταπόνηση για λειτουργία αρπάγης
- Pk: Καταπόνηση οδηγών σε λυγισμό (N)
- A: Διατομή Οδηγού (mm²)
- Wy: ροπή αντίστασης (mm³)
- iy: ακτίνα αδράνειας (mm)
- λ: συντελεστής λυγερότητας
- ω: συντελεστής λυγισμού

ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΥΔΡΑΥΛΙΚΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ

1.ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Είδος ανελκυστήρα : ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Άτομα :

Q : Ωφέλιμο φορτίο	Q = 3600 kg
Αριθμός στάσεων : 2	
D_x : Μέγεθος θαλάμου κατα την διεύθυνση x	D_x = 0.00 mm
D_y : Μέγεθος θαλάμου κατα την διεύθυνση y	D_y = 0.00 mm
I_g : Διαδρομή θαλάμου	I_g = 3.80 m
V_c : Ταχύτητα ανόδου θαλάμου	V_c = 0.40 m/sec
V'_c : Ταχύτητα καθόδου θαλάμου	V'_c = 0.40 m/sec
P : Ιδίο Βάρος Θαλάμου $P = P_{καμπ} + P_{πλ} + P_{T1} + P_{T2}$	P = 2235 kg
C_m : Λόγος ανάρτησης θαλάμου: Έμμεση(2:1) Άμεση(1:1)	C_m = 2
N_e : Αριθμός εμβόλων	N_e = 2
P_{rh} : Βάρος τροχαλίας	P_{rh} = 95 kg
P_{συρμ} : Βάρος συρματοσχοίνων	P_{συρμ} = 64.60 kg
α' : γωνία επικάλυψης συρματοσχοίνου πάνω στην τροχαλία του ρυθμιστή ταχύτητας	α' = 180°
β' : γωνία υποκοπής αύλακος ή ημικυκλικής αύλακος της τροχαλίας του ρυθμιστή ταχύτητας	β' = 97°
γ' : γωνία αύλακος τροχαλίας ρυθμιστή ταχύτητας μη σταθερής μορφής	γ' = 35°
f' : συντελεστής τριβής του συρματοσχοίνου στα αυλάκια της τροχαλίας του ρυθμιστή ταχύτητας	f' = 0.318
μ' : συντελεστής τριβής μεταξύ των συρματοσχοίνων και της τροχαλίας του ρυθμιστή ταχύτητας	μ' = 0.096
V'_{min} : ελάχιστη ταχύτητα ενεργοποίησης ρυθμιστή ταχύτητας	V'_{min} = 0.46 m/sec
V'_{max} : μέγιστη ταχύτητα ενεργοποίησης ρυθμιστή ταχύτητας	V'_{max} = 1.50 m/sec
V' : ταχύτητα ενεργοποίησης ρυθμιστή ταχύτητας	V' = 0.46 m/sec
G' = Βάρος Τανυστή	G' = 50 Kg
d' : διάμετρος συρματοσχοίνου ρυθμιστή ταχύτητας	d' = 6.0 mm
F_{g'} : φορτίο θραύσεως συρματοσχοίνων ρυθμιστή	F_{g'} = 1980 kg
D' : διάμετρος τροχαλίας ρυθμιστή ($D' \geq 30 d'$)	D' = 180.0 mm
Dp' : διάμετρος τροχαλίας τανυστή ($Dp' \geq 30 d'$)	Dp' = 180.0 mm
n' : αριθμός συρματοσχοίνων ρυθμιστή ταχύτητας	n' = 1

Τύπος εμβόλου : 165 x 8

Υλικό εμβόλου : St52

P_{el} : Βάρος εμβόλου / m μήκους	P_{el} = 55.00 kg/m
L : Μήκος εμβόλου	L = 2.40 m
P_e : Βάρος εμβόλου $P_e = P_{el} * L$	P_e = 186.00 kg
d_r : Εξωτερική διάμετρος σωλήνα εμβόλου	d_r = 165.0 mm
d_{ri} : Εσωτερική διάμετρος σωλήνα εμβόλου	d_{ri} = 149.0 mm
e_r : Πάχος τοιχώματος σωλήνα εμβόλου	e_r = 8.0 mm

Υλικό κυλίνδρου : St52

D_k : Εξωτερική διάμετρος σωλήνα κυλίνδρου	D_k = 203.0 mm
D_{ki} : Εσωτερική διάμετρος σωλήνα κυλίνδρου	D_{ki} = 183.0 mm
e_k : Πάχος τοιχώματος σωλήνα κυλίνδρου	e_k = 10.0 mm
e₁ : Πάχος πάτου κυλίνδρου	e₁ = 24.00 mm
u₁ : Πάχος βάσης στο κοίλωμα	u₁ = 13.00 mm

r_1 :Ακτίνα κοίλωματος

$r_1 = 5.00 \text{ mm}$

Υλικό σωλήνα τροφοδοσίας : St 37

D_σ :Εξωτερική διάμετρος σωλήνα τροφοδοσίας

$D_\sigma = 42.0 \text{ mm}$

ϵ_σ :Πάχος τοιχώματος σωλήνα τροφοδοσίας

$\epsilon_\sigma = 4.0 \text{ mm}$

Q_α :Παροχή αντλίας

$Q_\alpha = 513.18 \text{ l/min}$

A :Συντελεστής α αντλίας

$\alpha =$

N_{ov} :Ονομαστική ισχύς κινητήρα

$N_{ov} = 53.6 \text{ HP}$

N :Αριθμός συρματόσχοινων

$n = 8$

D :Διάμετρος συρματόσχοινων

$d = 15.0 \text{ mm}$

F_g :Φορτίο θραύσεως συρματόσχοινων

$F_g = 11600 \text{ kg}$

D :Διάμετρος τροχαλιών.

$D = 600.0 \text{ mm}$

d_a :Διάμετρος άξονα τροχαλίας

$d_a = 50.0 \text{ mm}$

W :Ροπή αντίστασης άξονα τροχαλίας

$W = 12270 \text{ mm}^3$

C :Απόσταση στήριξης άξονα τροχαλίας

$C = 35 \text{ mm}$

N_r : Αριθμός οδηγών

$N_r = 4$

Επιλέγονται 2 συσκευές αρπάγης τύπου : Προοδευτικής πέδησης

ΜΟΝΑΔΕΣ: $1 \text{ KW} = 1.341 * \text{HP}$ $\text{Joule} = \text{Ntm}$

2.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ ΕΜΒΟΛΟΥ ΚΥΛΙΝΔΡΟΥ ΚΑΙ ΑΓΩΓΟΥ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ

Μήκος εμβόλου που υπόκειται σε λυγισμό L_k

$$L_k = L =$$

$$L_k = L = 2.4 \text{ m}$$

α) Έλεγχος εμβόλου σε λυγισμό

Επιφάνεια πιέσεως εμβόλου A_0

$$A_0 = \pi \cdot d_r^2 / 4 = 3.14 \cdot 165 \cdot 165 / 4 = 21382 \text{ mm}^2$$

$$A_0 = 21382 \text{ mm}^2$$

Επιφάνεια διατομής εμβόλου A

$$A = \pi \cdot (d_r^2 - d_{ri}^2) / 4 = 3.14 \cdot (165 \cdot 165 - 149 \cdot 149) / 4 = 3946 \text{ mm}^2$$

$$A = 3946 \text{ mm}^2$$

Ροπή αδράνειας διατομής εμβόλου J

$$J = \pi \cdot (d_r^4 - d_{ri}^4) / (64 \cdot 10000) \Rightarrow$$

$$J = 3.14 \cdot (165^4 - 149^4) / (64 \cdot 10000) = 1218.92 \text{ cm}^4$$

$$J = 1218.92 \text{ cm}^4$$

Ακτίνα αδράνειας εμβόλου i

$$i = \sqrt{J_1 / A_1} = \sqrt{(1218.92 \cdot 10000 / 3946)} = 55.58 \text{ mm}$$

$$i = 55.58 \text{ mm}$$

Συντελεστής λυγερότητας εμβόλου λ

$$\lambda = L_k / i = 2.4 \cdot 1000 / 55.58 = 43.2$$

$$\lambda = 43.2$$

Κρίσιμο φορτίο λυγισμού F_{kp}

Για $\lambda > 100$ είναι :

$$E = 206010 \text{ Nt/mm}^2$$

$$F_{kp} = \pi^2 \cdot E \cdot A \cdot i^2 / (2 \cdot L_k^2) \Rightarrow$$

$$F_{kp} = 3.14^2 \cdot 206010 \cdot$$

Για $\lambda \leq 100$

R_m : αντοχή σε εφελκυσμό του υλικού

Για St52 είναι $R_m = 520 \text{ Nt/mm}^2$

$$F_{kp} = (A/2) \cdot (R_m - (R_m - 206) \cdot (\lambda/100)^2) \Rightarrow$$

$$F_{kp} = (3946/2) \cdot (520 - (520 - 206) \cdot (43.2/100)^2 \cdot (43.2/100)) = 910407 \text{ Nt}$$

$$F_{kp} = 910407 \text{ Nt}$$

Φορτίο λυγισμού εμβόλου F_s

$$F_s = 1.4 \cdot ((P+Q) \cdot C_m + 0.64 \cdot P_e \cdot N_e + P_{rh} \cdot N_e + P_{συρμ}) / N_e \Rightarrow$$

$$F_s = 1.4 \cdot (9.81 \cdot (2235 + 3600) \cdot 2 + 0.64 \cdot 9.81 \cdot 186 \cdot 2 + 9.81 \cdot 95 \cdot 2 + 9.81 \cdot 64.6) / 2 = 83521.13 \text{ Nt}$$

$$F_s = 83521.13 \text{ Nt}$$

Πρέπει $F_s \leq F_{kp}$ ή $83521 \leq 910407 \text{ Nt}$

β) Έλεγχος τοιχωμάτων εμβόλου κυλίνδρου και αγωγού τροφοδοσίας σε πίεση

Στατική πίεση λειτουργίας $P_{\text{στατ}}$

$$B_s = ((P+Q) \cdot C_m + P_e \cdot N_e + P_{rh} \cdot N_e + P_{\text{συρμ}}) / N_e \Rightarrow$$

$$B_s = (9.81 \cdot (2235 + 3600) \cdot 2 + 9.81 \cdot 186 \cdot 2 + 9.81 \cdot 95 \cdot 2 + 9.81 \cdot 64.6) / 2 = 60315 \text{ Nt}$$

$$B_s = 60315 \text{ Nt}$$

$$P_{\text{στατ.}} = B_s / A_0 = 60315 / 21382 = 2.82 \text{ Nt/mm}^2$$

$$P_{\text{στατ.}} = 2.82 \text{ Nt/mm}^2$$

β1) Έλεγχος τοιχωμάτων εμβόλου

Μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας εμβόλου

$$P_{\text{στατ.εμ.}} = (e_r - e_o) \cdot 2 \cdot \sigma_{\text{επ}} / (2.3 \cdot 1.7 \cdot d_r)$$

$$e_o = 0.5 \text{ mm}$$

$$\text{Για St 52 είναι σεπ} = 355 \text{ Nt/mm}^2$$

$$P_{\text{στατ.εμ.}} = (8 - 0.5) \cdot 2 \cdot 355 / (2.3 \cdot 1.7 \cdot 165) = 8.25 \text{ Nt/mm}^2$$

$$P_{\text{στα.εμ.}} = 8.25 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Πρέπει } P_{\text{στατ.}} \leq P_{\text{στατ.εμ.}} \Rightarrow 2.82 \leq 8.25 \text{ Nt/mm}^2$$

β2) Έλεγχος τοιχωμάτων κυλίνδρου

Μέγιστη επιτρεπόμενη πίεση λειτουργίας τοιχωμάτων κυλίνδρου

$$P_{\text{στατ.κυλ.}} = (e_k - e_o) \cdot 2 \cdot \sigma_{\text{επ}} / (2.3 \cdot 1.7 \cdot D_k)$$

$$e_o = 1 \text{ mm}$$

$$\text{Για St 52 είναι σεπ} = 355 \text{ Nt/mm}^2$$

$$P_{\text{στατ.κυλ.}} = (10 - 1) \cdot 2 \cdot 355 / (2.3 \cdot 1.7 \cdot 203) = 8.05 \text{ Nt/mm}^2$$

$$P_{\text{στατ.κυλ.}} = 8.05 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Πρέπει } P_{\text{στατ.}} \leq P_{\text{στατ.κυλ.}} \Rightarrow 2.82 \leq 8.05 \text{ Nt/mm}^2$$

β3) Έλεγχος τοιχωμάτων αγωγού τροφοδοσίας

Για μεταλλικό αγωγό τροφοδοσίας είναι :

$$P_{\text{στατ.αγ.}} = (e_\sigma - e_o) \cdot 2 \cdot \sigma_{\text{επ}} / (2.3 \cdot 1.7 \cdot D_\sigma)$$

$$e_o = 0.5 \text{ mm}$$

$$\text{Για St 37 είναι σεπ} = 235 \text{ Nt/mm}^2$$

$$P_{\text{στατ.αγ.}} = (4 - 0.5) \cdot 2 \cdot 235 / (2.3 \cdot 1.7 \cdot 42) = 10.02 \text{ Nt/mm}^2$$

Για ελαστικό αγωγό τροφοδοσίας εσωτερικής διαμέτρου $D_{\text{εσ.}} = \text{ mm}$ από πίνακες κατασκευαστή

$$P_{\text{στατ.αγ.}} = 10.02 \text{ Nt/mm}^2$$

$$\text{Πρέπει } P_{\text{στατ.}} \leq P_{\text{στατ.αγ.}} \Rightarrow 2.82 \leq 10.02 \text{ Nt/mm}^2$$

β4) Έλεγχος πάχους βάσης κυλίνδρων

Για επίπεδη βάση κυλίνδρου με αυλάκωση βάση κυλίνδρου είναι :

$$P_{\text{στατ.πάτου}} = \frac{(e_1 - e_0)^2 \cdot \sigma_{\text{επ}}}{(0.4 \cdot D_{\text{ki}})^2 \cdot 2.3 \cdot 1.7} = \frac{(24.00 - 1)^2 \cdot 355.00}{(0.4 \cdot 183.00)^2 \cdot 2.3 \cdot 1.7} = 9.36$$

Για St52 είναι $\sigma_{\text{επ}} = 355.00$

$e_0 = 1 \text{ mm}$

και ισχύει

$$P_{\text{στατ.}} \leq P_{\text{στατ.πάτου}} \Rightarrow 2.82 \leq 9.36 \text{ Nt/mm}^2$$

Επίσης

$$P_{\text{στατ.αυλ.πάτου}} = \frac{(u_1 - e_0) \cdot \sigma_{\text{επ}}}{1.3 \cdot (D_{\text{ki}} / 2 - r_1) \cdot 2.3 \cdot 1.7} = \frac{(13.00 - 1) \cdot 355.00}{1.3 \cdot (183.00 / 2 - 5.00) \cdot 2.3 \cdot 1.7} = 10.09$$

$$\text{Πρέπει } P_{\text{στατ.}} \leq P_{\text{στατ.αυλ.πάτου}} \Rightarrow 2.82 \leq 10.09 \text{ Nt/mm}^2$$

3.ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΜΟΝΑΔΟΣ ΙΣΧΥΟΣ

Απαιτούμενη ταχύτητα εμβόλου $V_{\text{εαπ}}$

$$V_{\text{εαπ}} = V_c / C_m = 0.4 / 2 = 0.2 \text{ m/sec}$$

$$V_{\text{εαπ}} = 0.2 \text{ m/sec}$$

Ελάχιστη απαιτούμενη παροχή αντλίας Q_a

$$Q_a = 0.06 \cdot V_{\text{εαπ}} \cdot A_0 \cdot N_e = 0.06 \cdot 0.2 \cdot 21382 \cdot 2 = 513.18 \text{ l/min}$$

$$Q_a = 513.18 \text{ l/min}$$

$$Q_a' =$$

$$\text{Ισχύει : } Q_a' \geq Q_a \text{ ή}$$

Ταχύτητα Εμβόλου V_e

$$V_e = V_{\text{εαπ}}$$

Βαθμός απόδοσης μονάδος ισχύος

$$\eta = P_{\text{στατ.}} / (P_{\text{στατ.}} \cdot \alpha + \beta) =$$

$$\eta = 0.9$$

Απαιτούμενη ισχύς κινητήρα

$$N = B_s \cdot V_e / (1000 \cdot \eta) = 2 \cdot 60315 \cdot 0.2 / (1000 \cdot 0.9) \cdot 1.341 = 35.9 \text{ HP}$$

$$N = 35.9 \text{ HP ή } 26.8 \text{ KW}$$

Απαιτούμενη ονομαστική ισχύς κινητήρα

$$N_{\text{ov}} = N / 1.3 = 35.9 / 1.3 = 27.7 \text{ HP}$$

$$N_{\text{ov}} = 27.7 \text{ HP ή } 20.6 \text{ KW}$$

Από πίνακες κατασκευαστή επιλέγεται κινητήρας με ονομαστική ισχύ

$$N_{\text{ov}} = 53.6 \text{ HP ή } 40 \text{ KW}$$

4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΡΜΑΤΟΣΧΟΙΝΩΝ

Επειδή έχουμε άμεση ανάρτηση ($C_m = 1$), δεν υπάρχουν συρματόσχοινα.

Συντελεστής ασφαλείας

$$v = n \cdot F_g / ((P+Q) / N_e) + P_{\text{συρμ}} = 8 \cdot 11600 / (2235+3600) / 2 + 64.6 = 31.12$$

$$v = 31.12 \geq 12$$

Για υλικό άξονα τροχαλίας St 44

είναι $\sigma_{\text{επ}} = 91.7 \text{ Nt/mm}^2$

Τάση άξονα τροχαλίας

$$\sigma = (P+Q+(P_{\text{rh}} \cdot N_e)) \cdot C / (W \cdot N_e) = 9.81 \cdot (2235+3600+(95 \cdot 2)) \cdot 35 / (12270 \cdot 2) \Rightarrow$$

$$\sigma = 84.3 \text{ Nt/mm}^2$$

Πρέπει $\sigma \leq \sigma_{\text{επ}}$ ή $84.3 \leq 91.7 \text{ Nt/mm}^2$

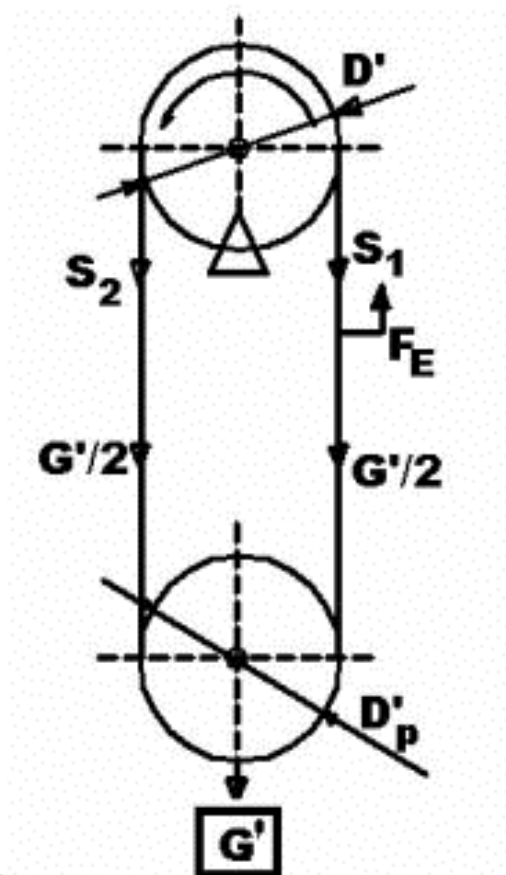
5. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΡΥΘΜΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ

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

$$\mu' = \frac{0.1}{1 + V'/10} = \frac{0.1}{1 + 0.46/10} = 0.096$$

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

$$f' = \mu' \cdot \frac{1}{\sin(\gamma'/2)} = 0.096 \cdot \frac{1}{\sin(35/2)} = 0.318$$

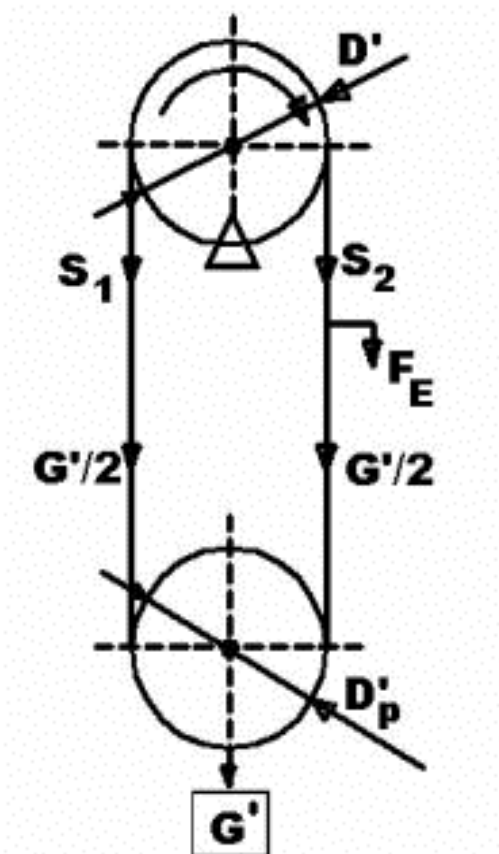


Δύναμη ενεργοποίησης της συσκευής αρπάγης κατά την άνοδο :

$$F_{Eav} = G' * (e^{f' * \alpha'} - 1) / 2 = 42.88 \text{ kg}$$

Δύναμη που ενεργεί στο συρματόσχοινο κατά την άνοδο :

$$S_{2av} = F_{Eav} + G'/2 = 67.88 \text{ kg}$$



Δύναμη ενεργοποίησης της συσκευής αρπάγης κατά την κάθοδο:

$$F_{Εκ.} = (G'/2) * (1 - 1/e^{f' * \alpha'}) = 15.79 \text{ kg}$$

Δύναμη που ενεργεί στο συρματόσχοινο κατά την κάθοδο :

$$S_{2κ} = G'/2 = 25.00 \text{ kg}$$

Επειδή $S_{2αν} \geq S_{2κ}$ παίρνουμε $S_{2max} = S_{2αν} = 67.88 \text{ kg}$

Υπολογισμός συντελεστή ασφαλείας συρματόσχοινο :

$$v' = n * F_g' / S_{2max}$$

οπότε :

$$v' = 1 \times 1980 / 67.88 = 29.17 \geq 8$$

Επιλέγεται τροχαλία διαμέτρου:

$$D' = 180.0$$

Ισχύει:

$$D' \geq 30 * d' \Leftrightarrow 180.0 \geq 30 * 6.0 = 180.0 \text{ mm}$$

Επιλέγεται τροχαλία τάνυσης διαμέτρου:

$$D_{p'} = 180.0 \text{ mm}$$

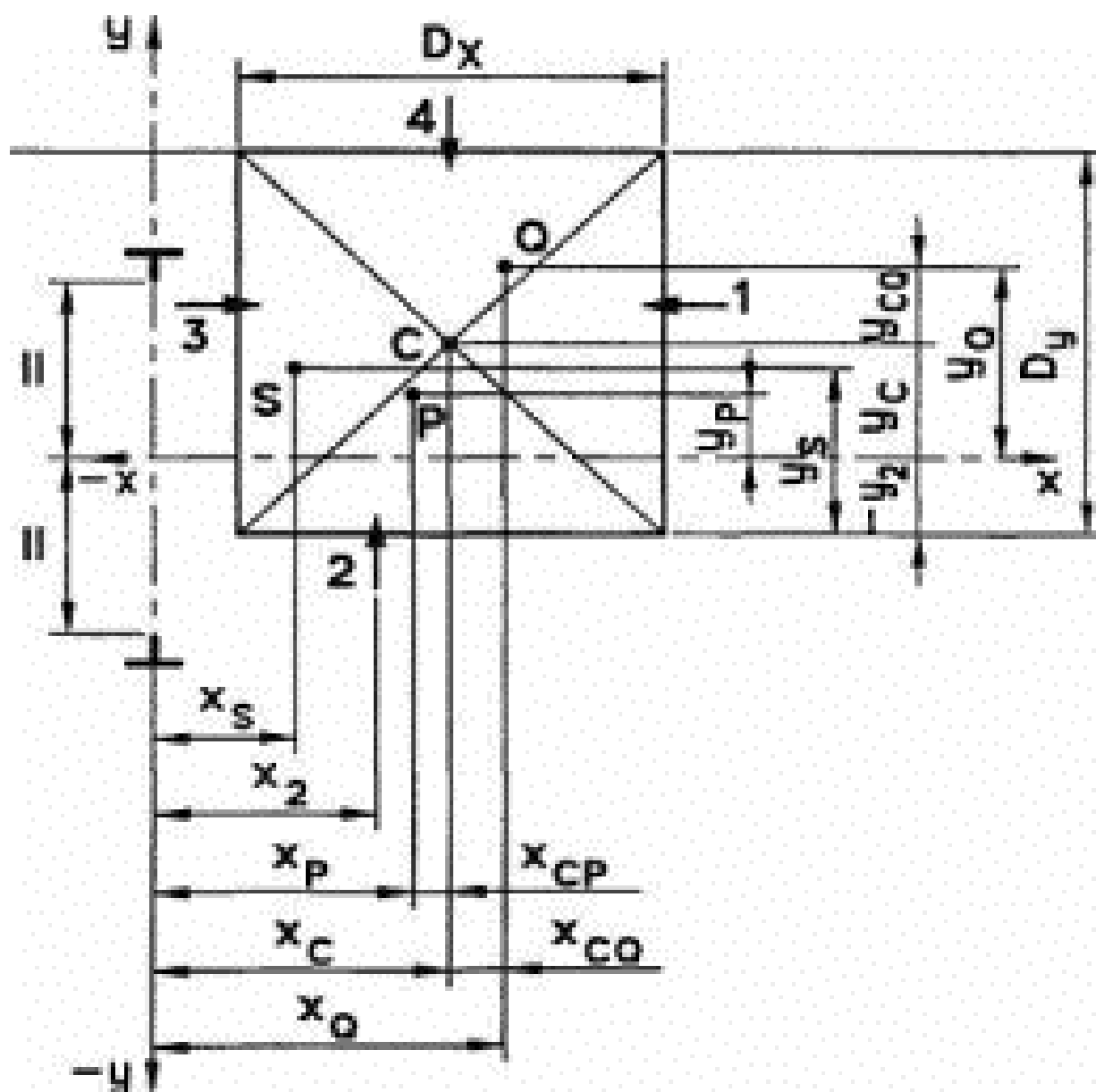
Ισχύει:

$$D_{p'} \geq 30 \cdot d' \Leftrightarrow 180.0 \text{ mm} \geq 30 \cdot 6.0 = 180.0 \text{ mm}$$

$$\text{με } D_{p'} \leq D'$$

|

6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΟΔΗΓΩΝ



Τεχνικά δεδομένα οδηγών
Τύπος : ΟΔΗΓΟΙ ΤΥΠΟΥ Α & Β

Διαστάσεις : T 127 x 89 x 16

Υλικό : St 37

Ωφέλιμο φορτίο $Q = 3600.00 \text{ kg}$

Βάρος καμπίνας $P_{\text{καμπ}} = 2235.00 \text{ kg}$

Βάρος πλαισίου $P_{\text{πλ}} = 0.00 \text{ kg}$

Βάρος πόρτας 1 $P_{T1} = 0.00 \text{ kg}$

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

Βάρος Θαλάμου $P = P_{\text{καμπ}} + P_{\text{πλ}} + P_{T1} + P_{T2} = 2235.00 + 0.00 + 0.00 + 0.00 = 2235.00 \text{ kg}$

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 $x_{\text{πλ}} = 0.00 \text{ mm}$

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 $x_1 = 0.00 \text{ mm}$

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 $y_1 = 0.00 \text{ mm}$

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

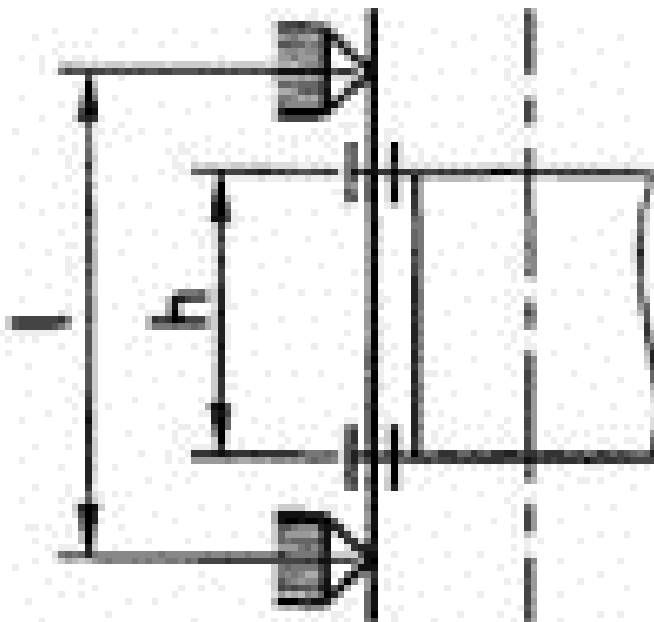
$X_P = (P_{\text{καμπ}} \cdot X_c + P_{\text{πλ}} \cdot X_{\text{πλ}} + P_{T1} \cdot X_1 + P_{T2} \cdot X_2) / P =$

$= (2235.00 \cdot 0.00 + 0.00 \cdot 0.00 + 0.00 \cdot 0.00 + 0.00 \cdot 0.00) / 2235.00 = 0.00 \text{ mm}$

Θέση y μάζας θαλάμου σε σχέση με τη συντεταγμένη y οδηγού

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

$= (2235.00 \cdot 0.00 + 0.00 \cdot 0.00 + 0.00 \cdot 0.00 + 0.00 \cdot 0.00) / 2235.00 = 0.00 \text{ mm}$



Απόσταση στηριγμάτων οδηγών $I : 0.0 \text{ mm}$

Κατακόρυφη απόσταση οδηγήσεως σασί $h : 3.5 \text{ mm}$

Αριθμός οδηγών $n = 4$

Μέγεθος θαλάμου κατα την διεύθυνση x $Dx = 0.00 \text{ mm}$

Μέγεθος θαλάμου κατα την διεύθυνση y $Dy = 0.00 \text{ mm}$

Κατακόρυφη απόσταση οδηγήσεως σασί $h = 3.50 \text{ mm}$

Απόσταση μεταξύ των στηριγμάτων των οδηγών $I = 0.00 \text{ mm}$

Επιφάνεια της διατομής του οδηγού $A = 2890.00 \text{ mm}^2$

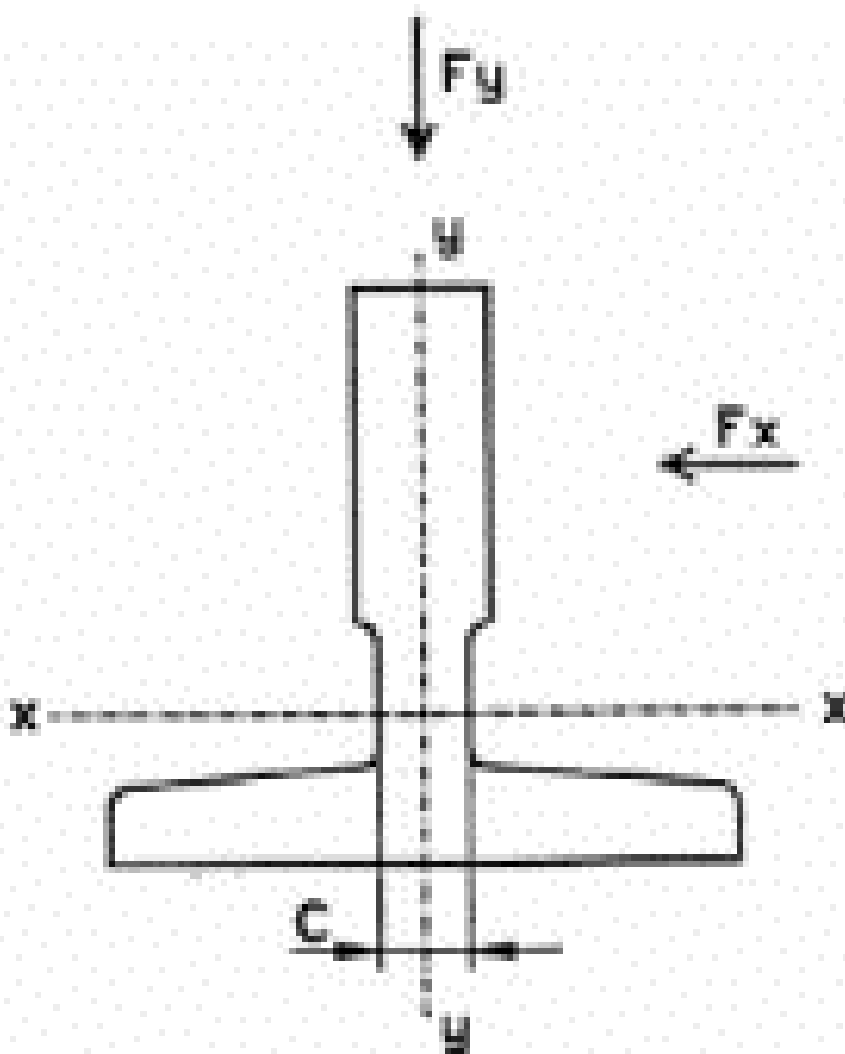
Ροπή αντίστασης της διατομής $W_x = 31100.00 \text{ mm}^3$

Ροπή αντίστασης της διατομής $W_y = 36800.00 \text{ mm}^3$

Ακτίνα αδράνειας $i_y = 28.46 \text{ mm}$

Συντελεστής λυγρότητας $\lambda = I/i_y = 0.00$

Από πίνακες βάσει του υλικού και του λ λαμβάνουμε συντελεστή λυγισμού $\omega(\lambda) = 1.037$



ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ 1/8 ΩΣ ΠΡΟΣ (X)

$$X_q = X_c + D_x / 8 = 0.00 \text{ mm}$$

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

6.1. Λειτουργία συσκευής αρπάγης

6.1.1. 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:

$$F_x = \frac{k_1 \cdot g_n \cdot (Q \cdot x_Q + P \cdot x_P)}{n \cdot h} = \frac{2.00 \cdot 9.81 \cdot (3600.00 \cdot 0.00 + 2235.00 \cdot 0.00)}{4 \cdot 3.50} \Rightarrow$$

$$F_x = 0.00 \text{ Nt}$$

$$M_y = \frac{3 * F_x * l}{16} = \frac{3 * 0.00 * 0.00}{16} = 0.00 \text{ Nt} * \text{mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.00}{36800.00} = 0.00 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

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

$$F_y = \frac{k_1 * g_n * (Q * y_Q + P * y_P)}{n * h/2} = \frac{2.00 * 9.81 * (3600.00 * 0.00 + 2235.00 * 0.00)}{4 * 3.50 / 2} \Rightarrow$$

$$F_y = 0.00 \text{ Nt}$$

$$M_x = \frac{3 * F_y * l}{16} = \frac{3 * 0.00 * 0.00}{16} = 0.00 \text{ Nt} * \text{mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{0.00}{31100.00} = 0.00 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

6.1.2 Λυγισμός

$$F_k = \frac{k_1 * g_n * (Q + P)}{n} = \frac{2.00 * 9.81 * (3600.00 + 2235.00)}{4} = 28620.68 \text{ Nt}$$

$$\sigma_{Gk} = \frac{(F_k + k_3 * M) * \omega}{A} = \frac{(28620.68 + 0.000 * 0.000) * 1.037}{2890.00} = 10.27 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

6.1.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \quad \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 0.00 = 0.00 + 0.00 \quad \leq 205.00 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 * M}{A} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 9.90 = 0.00 + \frac{28620.68 + 0.000 * 0.000}{2890.00} \leq 205.00 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0.9 * \sigma_m \quad \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 10.27 = 10.27 + 0.9 * 0.00 \quad \leq 205.00 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

6.1.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

Πάχος σύνδεσης αρμοκαλύπτρας με λάμα $c = 10.00 \text{ mm}$
 Ροπή αδράνειας ως προς άξονα x $J_x = 2000000.00 \text{ mm}^4$
 Ροπή αδράνειας ως προς άξονα y $J_y = 2340000.00 \text{ mm}^4$

$$\sigma_f = \frac{1.85 \cdot F_x}{c^2} \leq \sigma_{\varepsilon\tau\tau} \Rightarrow 0.00 = \frac{1.85 \cdot 0.00}{10.00^2} \leq 205.00 \text{ Nt / mm}^2$$

6.1.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 \cdot \frac{F_x \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_y} \leq \delta_{\varepsilon\tau\tau} \Rightarrow 0.000 = 0.7 \cdot \frac{0.00 \cdot 0.00^3}{48 \cdot 206010 \cdot 2340000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 \cdot \frac{F_y \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_x} \leq \delta_{\varepsilon\tau\tau} \Rightarrow 0.000 = 0.7 \cdot \frac{0.00 \cdot 0.00^3}{48 \cdot 206010 \cdot 2000000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

6.2. Λειτουργία σε κανονική χρήση

6.2.1. 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:

$$F_x = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot (x_Q - x_S) + P \cdot (x_P - x_S))}{n \cdot h} = \frac{1.2 \cdot 9.81 \cdot (3600.00 \cdot (0.00 - 0.00) + 2235.00 \cdot (0.00 - 0.00))}{4 \cdot 3.50} = 0.00 \text{ Nt}$$

$$M_y = \frac{3 \cdot F_x \cdot l}{16} = \frac{3 \cdot 0.00 \cdot 0.00}{16} = 0.00 \text{ Nt} \cdot \text{mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.00}{36800.00} = 0.00 \text{ Nt / mm}^2$$

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

$$F_y = \frac{k_2 \cdot g_n \cdot (Q \cdot (y_Q - y_S) + P \cdot (y_P - y_S))}{n \cdot h/2} = \frac{1.2 \cdot 9.81 \cdot (3600.00 \cdot (0.00 - 0.00) + 2235.00 \cdot (0.00 - 0.00))}{4 \cdot 3.50 / 2} = 0.00 \text{ Nt}$$

$$M_x = \frac{3 * F_y * l}{16} = \frac{3 * 0.00 * 0.00}{16} = 0.00 \text{ Nt} * \text{mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{0.00}{31100.00} = 0.00 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

6.2.2. Λυγισμός

Σε κανονική χρήση δεν εμφανίζεται λυγισμός.

6.2.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \quad \leq \sigma_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 0.000 = 0.00 + 0.00 \quad \leq 165.000 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 * M}{A} \leq \sigma_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 0.000 = 0.000 + \frac{0.000 * 0.000}{2890.00} \leq 165.000 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

6.2.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

$$\sigma_F = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \leq \sigma_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 0.00 = \frac{1.85 * 0.00}{10.00^2} \leq 165.000 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

6.2.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * l^3}{48 * E * J_y} \leq \delta_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 0.000 = 0.7 * \frac{0.00 * 0.00^3}{48 * 206010 * 2340000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 * \frac{F_y * l^3}{48 * E * J_x} \leq \delta_{\varepsilon\pi} \Rightarrow 0.000 = 0.7 * \frac{0.00 * 0.00^3}{48 * 206010 * 2000000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

6.3. Φόρτωση σε κανονική χρήση

6.3.1. Τάση κάμψης

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

$$F_S = 0.60 * g_n * Q = 21189.60 \quad \text{Επειδή το ονομαστικό φορτίο είναι μεγαλύτερο ή ίσο από 2500 Kg}$$

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

$$\frac{9.81 * 2235.00 * (0.00 - 0.00)}{4 * 3.50} = 0.00 \text{ Nt}$$

$$M_y = \frac{3 * F_x * l}{16} = \frac{3 * 0.00 * 0.00}{16} = 0.00 \text{ Nt} * \text{mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.00}{36800.00} = 0.00 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

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

$$F_y = \frac{g_n * P * (y_P - y_S) + F * (y_i - y_S)}{n * h/2} = \frac{9.81 * 2235.00 * (0.00 - 0.00)}{4 * 3.50 / 2} = 0.00 \text{ Nt}$$

$$M_x = \frac{3 * F_y * l}{16} = \frac{3 * 0.00 * 0.00}{16} = 0.00 \text{ Nt} * \text{mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{0.00}{31100.00} = 0.00 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

6.3.2. Λυγισμός

Σε κανονική χρήση δεν εμφανίζεται λυγισμός.

6.3.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \quad <= \sigma_{\text{επ}} => 0.000 = 0.00 + 0.00 \quad <= 165.000 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 * M}{A} \quad <= \sigma_{\text{επ}} => 0.000 = 0.000 + \frac{0.000 * 0.000}{2890.00} \quad <= 165.000 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

6.3.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

$$\sigma_f = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \quad <= \sigma_{\text{επ}} => 0.00 = \frac{1.85 * 0.00}{10.00^2} \quad <= 165.000 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

6.3.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * l^3}{48 * E * J_y} \quad <= \delta_{\text{επ}} => 0.000 = 0.7 * \frac{0.00 * 0.00^3}{48 * 206010 * 2340000.00} \quad <= 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 * \frac{F_y * l^3}{48 * E * J_x} \quad <= \delta_{\text{επ}} => 0.000 = 0.7 * \frac{0.00 * 0.00^3}{48 * 206010 * 2000000.00} \quad <= 5 \text{ mm}$$

ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΜΕΤΑΤΟΠΙΣΗΣ ΦΟΡΤΙΟΥ 1/8 ΩΣ ΠΡΟΣ (Y)

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

$$Y_q = Y_c + D_y / 8 = 0.00 \text{ mm}$$

6.1. Λειτουργία συσκευής αρπάγης

6.1.1. 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:

$$F_x = \frac{k_1 * g_n * (Q * x_Q + P * x_P)}{n * h} = \frac{2.00 * 9.81 * (3600.00 * 0.00 + 2235.00 * 0.00)}{4 * 3.50} \Rightarrow$$

$$F_x = 0.00 \text{ Nt}$$

$$M_y = \frac{3 * F_x * l}{16} = \frac{3 * 0.00 * 0.00}{16} = 0.00 \text{ Nt} * \text{mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.00}{36800.00} = 0.00 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

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

$$F_y = \frac{k_1 * g_n * (Q * y_Q + P * y_P)}{n * h/2} = \frac{2.00 * 9.81 * (3600.00 * 0.00 + 2235.00 * 0.00)}{4 * 3.50 / 2} \Rightarrow$$

$$F_y = 0.00 \text{ Nt}$$

$$M_x = \frac{3 * F_y * l}{16} = \frac{3 * 0.00 * 0.00}{16} = 0.00 \text{ Nt} * \text{mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{0.00}{31100.00} = 0.00 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

6.1.2 Λυγισμός

$$F_k = \frac{k_1 * g_n * (Q + P)}{n} = \frac{2.00 * 9.81 * (3600.00 + 2235.00)}{4} = 28620.68 \text{ Nt}$$

$$\sigma_{Gk} = \frac{(F_k + k_3 * M) * \omega}{(28620.68 + 0.000 * 0.000) * 1.037} = 10.27 \text{ Nt} / \text{mm}^2$$

A 2890.00

6.1.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \quad \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 0.00 = 0.00 + 0.00 \quad \leq 205.00 \text{ Nt / mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{F_k + k_3 * M}{A} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 9.90 = 0.00 + \frac{28620.68 + 0.000 * 0.000}{2890.00} \leq 205.00 \text{ Nt / mm}^2$$

$$\sigma_c = \sigma_k + 0.9 * \sigma_m \quad \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 10.27 = 10.27 + 0.9 * 0.00 \quad \leq 205.00 \text{ Nt / mm}^2$$

6.1.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

Πάχος σύνδεσης αρμοκαλύπτρας με λάμα c = 10.00 mm

Ροπή αδράνειας ως προς άξονα x J_x = 2000000.00 mm⁴Ροπή αδράνειας ως προς άξονα y J_y = 2340000.00 mm⁴

$$\sigma_f = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \leq \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 0.00 = \frac{1.85 * 0.00}{10.00^2} \leq 205.00 \text{ Nt / mm}^2$$

6.1.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * l^3}{48 * E * J_y} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.000 = 0.7 * \frac{0.00 * 0.00^3}{48 * 206010 * 2340000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 * \frac{F_y * l^3}{48 * E * J_x} \leq \delta_{\text{επ}} \Rightarrow 0.000 = 0.7 * \frac{0.00 * 0.00^3}{48 * 206010 * 2000000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

6.2. Λειτουργία σε κανονική χρήση

6.2.1. Τάση κάμψης

Για λειτουργία σε κανονική χρήση, ο συντελεστής κρούσης k₂ = 1.2

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

$$F_x = \frac{k_2 * g_n * (Q * (x_Q - x_S) + P * (x_P - x_S))}{n * h} = \frac{1.2 * 9.81 * (3600.00 * (0.00 - 0.00) + 2235.00 * (0.00 - 0.00))}{4 * 3.50} = 0.00 \text{ Nt}$$

$$M_y = \frac{3 * F_x * l}{3 * 0.00 * 0.00} = 0.00 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.00}{36800.00} = 0.00 \text{ Nt / mm}^2$$

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

$$F_y = \frac{k_2 * g_n * (Q * (y_Q - y_S) + P * (y_P - y_S))}{n * h/2} = \frac{1.2 * 9.81 * (3600.00 * (0.00 - 0.00) + 2235.00 * (0.00 - 0.00))}{4 * 3.50 / 2} = 0.00 \text{ Nt}$$

$$M_x = \frac{3 * F_y * l}{16} = \frac{3 * 0.00 * 0.00}{16} = 0.00 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{0.00}{31100.00} = 0.00 \text{ Nt / mm}^2$$

6.2.2. Λυγισμός

Σε κανονική χρήση δεν εμφανίζεται λυγισμός.

6.2.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \leq \sigma_{\text{εΤΤ}} \Rightarrow 0.000 = 0.00 + 0.00 \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 * M}{A} \leq \sigma_{\text{εΤΤ}} \Rightarrow 0.000 = 0.000 + \frac{0.000 * 0.000}{2890.00} \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

6.2.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

$$\sigma_F = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \leq \sigma_{\text{εΤΤ}} \Rightarrow 0.00 = \frac{1.85 * 0.00}{10.00^2} \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

6.2.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * l^3}{48 * E * J_y} \leq \delta_{\text{εΤΤ}} \Rightarrow 0.000 = 0.7 * \frac{0.00 * 0.00^3}{48 * 206010 * 2340000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 * \frac{F_y * l^3}{48 * E * J_x} \leq \delta_{\text{εΤΤ}} \Rightarrow 0.000 = 0.7 * \frac{0.00 * 0.00^3}{48 * 206010 * 2000000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

6.3. Φόρτωση σε κανονική χρήση

6.3.1. Τάση κάμψης

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

$$F_S = 0.60 * g_n * Q = 21189.60 \quad \text{Επειδή το ονομαστικό φορτίο είναι μεγαλύτερο ή ίσο από 2500 Kg}$$

$$F_x = \frac{g_n * P * (x_P - x_S) + F_S * (x_i - x_S)}{n * h} = \frac{9.81 * 2235.00 * (0.00 - 0.00)}{4 * 3.50} = 0.00 \text{ Nt}$$

$$M_y = \frac{3 * F_x * l}{16} = \frac{3 * 0.00 * 0.00}{16} = 0.00 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{0.00}{36800.00} = 0.00 \text{ Nt / mm}^2$$

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

$$F_y = \frac{g_n * P * (y_P - y_S) + F * (y_i - y_S)}{n * h/2} = \frac{9.81 * 2235.00 * (0.00 - 0.00)}{4 * 3.50 / 2} = 0.00 \text{ Nt}$$

$$M_x = \frac{3 * F_y * l}{16} = \frac{3 * 0.00 * 0.00}{16} = 0.00 \text{ Nt * mm}$$

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{0.00}{31100.00} = 0.00 \text{ Nt / mm}^2$$

6.3.2. Λυγισμός

Σε κανονική χρήση δεν εμφανίζεται λυγισμός.

6.3.3. Συνδυασμένη τάση

$$\sigma_m = \sigma_x + \sigma_y \quad <= \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 0.000 = 0.00 + 0.00 \quad <= 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

$$\sigma = \sigma_m + \frac{k_3 * M}{A} <= \sigma_{\text{επ}} \Rightarrow 0.000 = 0.000 + \frac{0.000 * 0.000}{2890.00} <= 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

6.3.4. Κάμψη αρμοκαλύπτρας

$$\sigma_f = \frac{1.85 * F_x}{c^2} \leq \sigma_{\text{επ}} = 0.00 = \frac{1.85 * 0.00}{10.00^2} \leq 165.000 \text{ Nt / mm}^2$$

6.3.5. Βέλη κάμψης

$$\delta_x = 0.7 * \frac{F_x * l^3}{48 * E * J_y} \leq \delta_{\text{επ}} = 0.000 = 0.7 * \frac{0.00 * 0.00^3}{48 * 206010 * 2340000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 0.7 * \frac{F_y * l^3}{48 * E * J_x} \leq \delta_{\text{επ}} = 0.000 = 0.7 * \frac{0.00 * 0.00^3}{48 * 206010 * 2000000.00} \leq 5 \text{ mm}$$

7. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΡΟΣΚΡΟΥΣΤΗΡΩΝ

Προσκρουστήρες θαλαμίσκου :
Επιλέγεται προσκρουστήρας τύπου:
Ελάχιστο απαιτούμενο μήκος διαδρομής S:
 $S = 135 * V_c'^2 = 135 * 0.4^2 = 21.6 \text{ mm}$

Εφ' όσον είναι $S < 65 \text{ mm}$, λαμβάνουμε $S = 65 \text{ mm}$
Εφ' όσον είναι $S < 420 \text{ mm}$, λαμβάνουμε $S = 420 \text{ mm}$
Εφ' όσον είναι $S < 540 \text{ mm}$, λαμβάνουμε $S = 540 \text{ mm}$

Η επιτάχυνση του θαλαμίσκου υπολογίζεται ως εξής:

$$1.15 * V_c' = (2 * \gamma * s)^{1/2} \Rightarrow \\ \Rightarrow (1.15 * V_c')^2 = 2 * \gamma * s \Rightarrow \\ \Rightarrow \gamma = (1.15 * V_c')^2 / (2 * s)$$

$$\text{Πρέπει να ισχύει : } \gamma < g_n \Rightarrow \\ \Rightarrow (1.15 * V_c')^2 / (2 * s) < g_n \Rightarrow \\ \Rightarrow s > (1.15 * V_c')^2 / (2 * g_n) \Rightarrow \\ \Rightarrow s > (1.15 * 0.40)^2 / (2 * 9.81) \Rightarrow \\ \Rightarrow s > 0.065 \text{ m}$$

Αριθμός προσκρουστήρων $n = 1$

Ελάχιστο αναρτόμενο φορτίο ανά προσκρουστήρα $P_{\text{amin}} = (P + P_{\text{συρμ}}) / n = 14749 \text{ kg}$

Μέγιστο αναρτόμενο φορτίο ανά προσκρουστήρα $P_{\text{amax}} = (P + Q + P_{\text{συρμ}}) / n = 23598.41 \text{ kg}$

Επιλέγεται προσκρουστήρας που καλύπτει μετατόπιση $S \geq 65 \text{ mm}$

με ελάχιστο ολικό επιτρεπόμενο φορτίο $f_{\text{min}} \leq P_{\text{amin}}$

και μέγιστο ολικό επιτρεπόμενο φορτίο $f_{\text{max}} \geq P_{\text{amax}}$

Η επιβράδυνση που είναι μεγαλύτερη από $2.5 * g_n$ δεν διαρκεί περισσότερο από 0.04 sec .

Η ταχύτητα επαναφοράς του θαλάμου δεν υπερβαίνει το 1 m/sec .

Μετά την ενεργοποίηση του προσκρουστήρα δεν υπάρχει μόνιμη παραμόρφωση.

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

$$3.25 * (P + Q + P_{\text{συρμ}}) / n = 3.25 * ($$

$$\begin{aligned} & 2.5 \cdot (P+Q+P_{\text{συρμ}}) / n < f_m < 4 \cdot (P+Q+P_{\text{συρμ}}) / n \Rightarrow \\ \Rightarrow & 2.5 \cdot (2235+3600+64.6) / 1 < f_m < 4 \cdot (2235+3600+64.6) / 1 \Rightarrow \\ \Rightarrow & 14749 \text{ kg} < f_m < 23598.41 \text{ kg} \end{aligned}$$

.....,/...../.....2012

Ο ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ