ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ

Το εργαστηριακό ομοίωμα ενός φράγματος μεκλίμακα 1:20 πρόκειται να μελετηθεί ως προς τον υπερχειλιστή του (ονομάζεται και εκχειλιστής).

Το πρωτότυπο σχεδιάζεται για να έχουμε τα παρακάτω μεγέθη:

Ύψος του υπερχειλιστή H_π=13m, η στέψη του υπερχειλιστή να έχει μήκος l_π=20m και η μέγιστη παροχή να είναι $\left(Q_\pi\right)_{\max} = 85 m^3 / s$ υπό φορτίο h_π=1,5m.

Να υπολογισθούν:

α) Το ύψος του ομοιώματος H_o

β) Το μήκος του υπερχειλιστή στο ομοίωμα l_o

γ) Η μέγιστη παροχή της αντλίας η οποία είναι απαραίτητη για την λειτουργία

δ) Το ύψος του φορτίου για να επιτευχθεί η μέγιστη παροχή

ε) Ο χρόνος λειτουργίας του ομοιώματος ο οποίος αντιστοιχεί σε 24 h λειτουργίας του πρωτοτύπου

(΄΄Ασκηση από το βιβλίο ρευστομηχανική του Ν. Κωτσοβίνου)

ΛΥΣΗ

Επειδή τα φράγματα έχουν ελεύθερη επιφάνεια θα επιλέξω την ομοιότητα κατά Froude.

Επίσης από τα δεδομένα της άσκησης προκύπτει ότι

$L_R = 20$ (I)

α) Παίρνοντας υπόψη μου την εξίσωση (1) από την θεωρία των ομοιωμάτων (βλ. αρχείο στο eclass) και την εξίσωση (I):,

$$L_R = \frac{H_\pi}{H_0} = 20 \qquad \text{(II)}$$

Κατά συνέπεια:

$$H_0 = \frac{H_\pi}{L_R} = \frac{13m}{20} = 0,65m \qquad \text{(IV)}$$

β) Αντίστοιχα Παίρνοντας υπόψη μου την εξίσωση (1) από την θεωρία των ομοιωμάτων:

$$L_R = \frac{l_\pi}{l_0} = 20 \qquad \text{(V)}$$

Κατά συνέπεια το μήκος του υπερχειλιστή στο ομοίωμα μπορεί να υπολογιστεί από την παρακάτω σχέση

$$l_0 = \frac{l_\pi}{20} = \frac{20m}{20} = 1m \qquad \text{(VI)}$$

γ) Η αντλία θα πρέπει να μπορεί να μεταφέρει την μέγιστη παροχή στο ομοίωμα την οποία την συμβολίζουμε με $\left(Q_o\right)_{\max}$/

Μπορούμε να γράψουμε την παρακάτω σχέση:

$$\left(Q_R\right)_{\max} = \frac{\left(Q_\pi\right)_{\max}}{\left(Q_o\right)_{\max}} = \frac{V_\pi / T_\pi}{V_o / T_o} = \frac{V_\pi}{V_o}\frac{T_o}{T_\pi} = \frac{V_\pi}{V_o}\frac{1}{T_\pi / T_0} \qquad \text{(VII)}$$

Παίρνοντας υπόψη μας την εξίσωση (3) από την *θεωρία ομοιωμάτων*:

$$V_R = \frac{V_\pi}{V_o} = \left(L_R\right)^3 \tag{VIII}$$

Για την περίπτωση κατά την οποία έχουμε ομοιότητα κατά Froude έχω την εξίσωση (16) της θεωρίας:

$$T_R = \sqrt{L_R} \tag{IX}$$

Εισαγάγοντας τις εξισώσεις (VIII) και (IX) στην εξίσωση (VII):

$$\left(Q_R\right)_{\max} = \frac{\left(Q_\pi\right)_{\max}}{\left(Q_o\right)_{\max}} = \frac{V_\pi / T_\pi}{V_o / T_o} = L_R^3 \frac{1}{L_R^{1/2}} = L_R^{5/2} \tag{X}$$

Κατά συνέπεια:

$$\left(Q_o\right)_{\max} = \frac{\left(Q_\pi\right)_{\max}}{L_R^{5/2}} = \frac{85 m^3 / s}{20^{5/2}} = 0,0475 m^3 / s = 47,5 l / s \tag{XI}$$

δ) Το ύψος του φράγματος για να έχουμε την μέγιστη παροχή θα είναι:

$$\frac{h_\pi}{h_o} = L_R$$

$$\Rightarrow h_o = \frac{h_\pi}{L_R} = \frac{1,5m}{20} = 0,075m$$

ε) Για να υπολογίσω τον χρόνο λειτουργίας του ομοιώματος το οποίο αντιστοιχεί σε 24ωρη λειτουργία του φράγματος θα πάρω και πάλι υπόψη μου την εξ΄σωση (16) της θεωρίας:

$$T_R = \frac{T_\pi}{T_o} = \sqrt{L_R}$$

Κατά συνέπεια:

$$T_o = \frac{T_\pi}{\sqrt{L_R}} = \frac{20h}{\sqrt{20}} = 5,3h$$