



ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ
ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΡΕΥΣΤΩΝ &
ΥΔΡΟΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

Τμήμα
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

Σχολή Τεχνολογικών
Εφαρμογών

ΤΕΙ ΑΘΗΝΑΣ

Εργαστηριακές
Ασκήσεις
Υδροδυναμικών
Μηχανών

Άσκηση 2η

**ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΗ
ΑΝΤΛΙΑ
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ
ΚΑΜΠΥΛΗ
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ**

&

**ΚΑΜΠΥΛΗ
ΒΑΘΜΟΥ
ΑΠΟΔΟΣΗΣ**

ΑΘΗΝΑ Νοέμβριος 2011

ΓΕΝΙΚΑ:

Κάθε αντλία όπως και κάθε μηχανή έχει κάποια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Για να μπορούμε, επομένως να γνωρίζουμε πως θα συμπεριφερθεί δεδομένη αντλία κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας καθώς επίσης και το ποιά αντλία θα πρέπει να επιλέξουμε ώστε να ανταποκριθεί στις απαιτήσεις μας, θα πρέπει να γνωρίζουμε τον τρόπο με τον οποίο μεταβάλλεται η πίεση και η παροχή της αντλίας για απόλυτα συγκεκριμένο αριθμό στροφών της αντλίας.

Γι' αυτό το λόγο πρέπει απαραίτητως να γνωρίζουμε ή να είμαστε σε θέση να εξάγουμε τη χαρακτηριστική καμπύλη λειτουργίας και την καμπύλη βαθμού απόδοσης της αντλίας. Η χαρακτηριστική καμπύλη λειτουργίας της αντλίας μας περιγράφει πως μεταβάλλεται η διαφορά πίεσης μεταξύ εισόδου και εξόδου της αντλίας συναρτήσει της παροχής σε σταθερό πάντα αριθμό στροφών της αντλίας.

Η καμπύλη βαθμού απόδοσης της αντλίας περιγράφει πως μεταβάλλεται ο βαθμός απόδοσης της αντλίας συναρτήσει της παροχής πάντα υπό σταθερό αριθμό στροφών της αντλίας. Η ίδια αντλία σε διαφορετικό αριθμό στροφών θα μας δώσει μια άλλη χαρακτηριστική καμπύλη λειτουργίας και μια άλλη καμπύλη βαθμού απόδοσης. Συνεπώς και οι δύο καμπύλες ισχύουν μόνο για συγκεκριμένο αριθμό στροφών της αντλίας. Αν αλλάξει ο αριθμός στροφών, αλλάζουν και οι καμπύλες.

Κάθε αντλία λοιπόν που πωλείται στο εμπόριο συνοδεύεται πάντα από τις δύο καμπύλες που προαναφέραμε. Για την εξαγωγή των καμπυλών αυτών ο κατασκευαστής έχει κάνει μια αρκετά μεγάλη σειρά μετρήσεων παρόμοιες με αυτές που και εμείς θα κάνουμε στο εργαστήριο.

ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΑΣΚΗΣΗΣ:

Στο πείραμα που πραγματοποιούμε εντός του εργαστηρίου χρησιμοποιούμε μία φυγοκεντρική αντλία νερού παίρνοντας μετρήσεις με σκοπό την δημιουργία της χαρακτηριστικής καμπύλης και της καμπύλης βαθμού απόδοσης υπό συγκεκριμένο αριθμό στροφών.

Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία και αλλάζοντας μόνο τον αριθμό στροφών της αντλίας, θα μπορέσουμε να κατασκευάσουμε διαφορετικά ζεύγη καμπυλών (χαρακτηριστική αντλίας και καμπύλη βαθμού απόδοσης). Τέλος, συγκρίνοντας τις καμπύλες των

διαφορετικών αριθμών στροφών μπορούμε να διαπιστώσουμε σε ποιές συνθήκες η αντλία μας λειτουργεί αποδοτικότερα.

Εάν η αντλία του εργαστηρίου διαθέτει μια σειρά εναλλακτικών περωτών που διαφέρουν μεταξύ τους ως προς τη μορφή των περυγίων, μπορούν να εξαχθούν οι καμπύλες για όλες αυτές τις περωτές και να διαπιστωθεί η επίδραση της μορφής των περυγίων της περωτής πάνω στα χαρακτηριστικά της αντλίας.

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ:

Θέτουμε την αντλία σε λειτουργία ρυθμίζοντας τις στροφές της στην επιθυμητή τιμή. Αρχικά ανοίγουμε την βάνα αναρρόφησης με κλειστή τη βάνα κατάθλιψης. Όταν φτάσουμε στο συγκεκριμένο αριθμό στροφών που θέλουμε, έχουμε παροχή μηδέν (0) και το μέγιστο ΔP μεταξύ εισόδου και εξόδου της αντλίας. Στη συνέχεια ανοίγουμε σταδιακά τη βάνα κατάθλιψης ώστε να αυξήσουμε κάθε φορά τη παροχή (π.χ. ανά $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$) και για κάθε διαφορετική τιμή της παροχής καταγράφουμε τις πιέσεις αναρρόφησης και κατάθλιψης. Έτσι προκύπτει ένα σημείο λειτουργίας της αντλίας, δηλαδή ένα σημείο της χαρακτηριστικής καμπύλης.

Κατά την εκτέλεση της άσκησης, μεταξύ των διαδοχικών μετρήσεων της παροχής και της διαφοράς πίεσης προκύπτουν κάποιες συντεταγμένες σημείων. Τα σημεία αυτά αν ενωθούν μας δίνουν την χαρακτηριστική καμπύλη λειτουργίας της αντλίας για συγκεκριμένο πάντα αριθμό στροφών. Επιπλέον σε κάθε μεταβολή της παροχής, ξεκινώντας από το μηδέν (0) καταγράφουμε, ταυτόχρονα με τις προηγούμενες μετρήσεις, τις τιμές του βολτομέτρου και του αμπερομέτρου που υπάρχει στον ηλεκτρολογικό πίνακα της συσκευής προκειμένου να υπολογίσουμε το βαθμό απόδοσης του συγκροτήματος ηλεκτροκινητήρα και αντλίας. Αυτό γίνεται γιατί η συγκεκριμένη συσκευή δεν έχει δυναμόμετρο ώστε να μπορούμε να μετρήσουμε τη ροπή στον άξονα της αντλίας.

Σε αυτή τη συσκευή, ο βαθμός απόδοσης υπολογίζεται από την σχέση :

$$\eta = \Delta P \cdot Q / V \cdot I$$

Για κάθε λοιπόν διαφορετική τιμή της παροχής προκύπτει και μια διαφορετική τιμή του βαθμού απόδοσης συναρτήσει της παροχής. Έτσι αν ενώσουμε τις συντεταγμένες όλες τότε προκύπτει η καμπύλη του βαθμού απόδοσης.

Η συσκευή μας έχει 2 μανόμετρα. Με το ένα μετράμε την πίεση αναρρόφησης και με το άλλο μετράμε την πίεση κατάθλιψης. Την $P_{\text{εισόδου}}$ την μετράμε σε cm στήλης Hg και την Εξόδου σε bar.

Την παροχή την αυξομειώνουμε με σφαιρικό διακόπτη (βάνα), της κατάθλιψης, με τον οποίο έχουμε την δυνατότητα να αλλάζουμε κάθε φορά την παροχή της αντλίας. Την παροχή τη μετράμε σε m^3/h .

Αλλάζοντας τη θέση του σφαιρικού διακόπτη από τη τελείως ανοιχτή θέση προς τη κλειστή θέση αυξάνουμε σταδιακά τις απώλειες στο δίκτυο του συγκροτήματος

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- Κάθε φορά που επαναλαμβάνουμε την παραπάνω διαδικασία προσέχουμε οι στροφές της αντλίας να είναι σταθερές, διαφορετικά θα αναφερόμαστε σε διαφορετική αντλία.
- Για ένα μικρό χρονικό διάστημα η φυγοκεντρική αντλία μπορεί να λειτουργεί με την βάνα κατάθλιψης κλειστή.
- Στο πείραμα μας, η καμπύλη μεταβολής του βαθμού απόδοσης της αντλίας είναι στην πραγματικότητα η καμπύλη βαθμού απόδοσης του συγκροτήματος ηλεκτροκινητήρα – αντλίας, συναρτήσει της παροχής.

ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΣ ΚΑΙ ΤΥΠΟΛΟΓΙΟ

Μετατροπές Μονάδων:

$$76 \text{ cmHg} \rightarrow 1 \text{ bar}$$

$$1 \text{ bar} \rightarrow 10^5 \text{ Pascal}$$

$$1 \text{ hour} \rightarrow 3600 \text{ sec}$$

Τυπολόγιο

$$\eta = N_{\text{ΕΞ}}/N_{\text{ΕΙΣ}}$$

Όπου:

$$N_{\text{ΕΞ}} = \Delta P \cdot Q \quad (\text{είναι η εξερχόμενη ισχύς})$$

$$\Delta P = P_{\text{ΕΙΣ}} - P_{\text{ΕΞ}}$$

ΔP : διαφορά πίεσης μεταξύ καταθλίψεως και αναρρόφησης

Q : παροχή κατ'όγκο

$$N_{\text{ΕΙΣ}} = T \cdot \omega = T \cdot (2\pi v/60) \quad (\text{είναι η εισερχόμενη ισχύς})$$

$$T = \text{ροπή στρέψης}, v = \text{R.P.M.}$$

Αν δε διαθέτει ροπόμετρο η συσκευή, δύναται να ευρεθεί ο βαθμός απόδοσης του συγκροτήματος ηλεκτροκινητήρα – αντλίας από τη σχέση :

$$n = N_{\text{ΕΞ}}/N_{\text{ΗΛ}}$$

Όπου, $N_{\text{ΗΛ}}$ είναι η εισερχόμενη ηλεκτρική ισχύς του ηλεκτροκινητήρα.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΤΩΝ ΠΙΝΑΚΩΝ

➤ Το $P_{\text{εισόδου}}$ μετρήθηκε 38cm Hg.

$$\text{Άρα } 38/76 = 0,5 \text{ bar} = 0,5\text{bar} \cdot 10^5 \text{ Pascal} = 5 \cdot 10^4 \text{ Pascal}$$

➤ Το $P_{\text{εξόδου}}$ μετρήθηκε 0,8 bar. Άρα $0,8 \text{ bar} \cdot 10^5 \text{ Pascal} = 8 \cdot 10^4 \text{ Pascal}$

$$\Delta P = P_{\text{ΕΙΣ}} - P_{\text{ΕΞ}}$$

$$\Delta P = 8 \cdot 10^4 \text{ Pascal} - (- 5 \cdot 10^4 \text{ Pascal})$$

ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Στροφές rpm

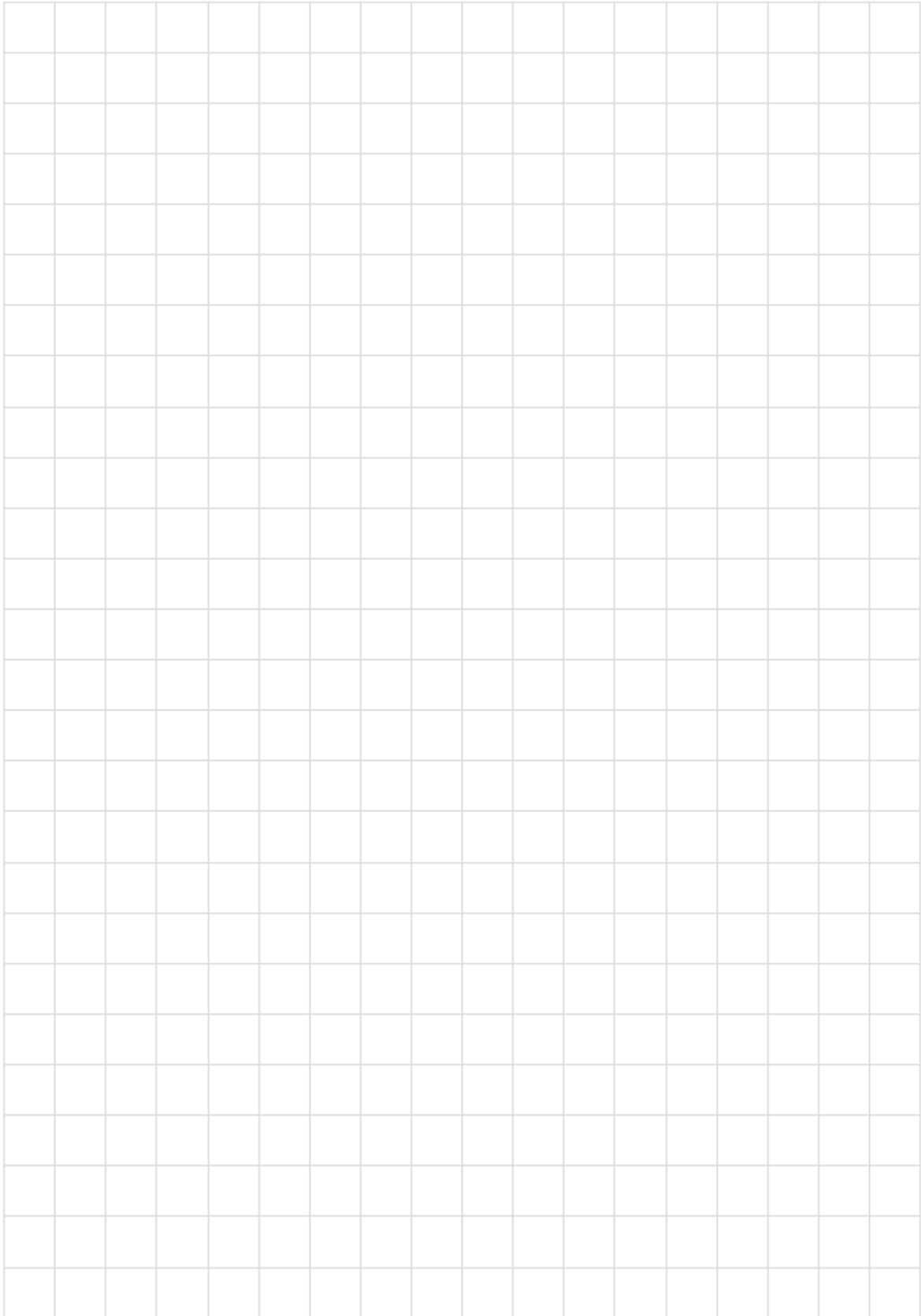
α/α	$P_{\text{εισόδου}}$ (cmHg)	$P_{\text{εισόδου}}$ (bar)	$P_{\text{εισόδου}}$ (Pa)	$P_{\text{εξόδου}}$ (bar)	$P_{\text{εξόδου}}$ (Pa)	ΔP (Pa)	Q (m ³ /h)	Q (m ³ /s)	V (V)	I (A)	n%
Βάνα εξ. Κλειστή											
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

Στροφές _____ rpm

α/α	P _{εισόδου} (cmHg)	P _{εισόδου} (bar)	P _{εισόδου} (Pa)	P _{εξόδου} (bar)	P _{εξόδου} (Pa)	ΔP (Pa)	Q (m ³ /h)	Q (m ³ /s)	V (V)	I (A)	η%
Βάνα εξ. Κλειστή											
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

Στροφές _____ rpm

α/α	P _{εισόδου} (cmHg)	P _{εισόδου} (bar)	P _{εισόδου} (Pa)	P _{εξόδου} (bar)	P _{εξόδου} (Pa)	ΔP (Pa)	Q (m ³ /h)	Q (m ³ /s)	V (V)	I (A)	η%
Βάνα εξ. Κλειστή											
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											



Εργαστήριο: Υδροδυναμικών Μηχανών	Όνομο:
Μάθημα (Νο και περιγραφή):	Ομάδα:
	Ημ/νία:

Γ. ΔΗΜΤΣΑΣ – Ι. ΣΙΔΕΡΗΣ – Ι. ΣΑΡΡΗΣ
Επιμέλεια: Δ. Νάκος & Δ. Σπανός

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ