



ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΦΥΣΙΚΩΝ ΔΙΕΡΓΑΣΙΩΝ I & II

Εργαστηριακή Άσκηση 2: ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΟΣ ΑΝΤΛΙΑ

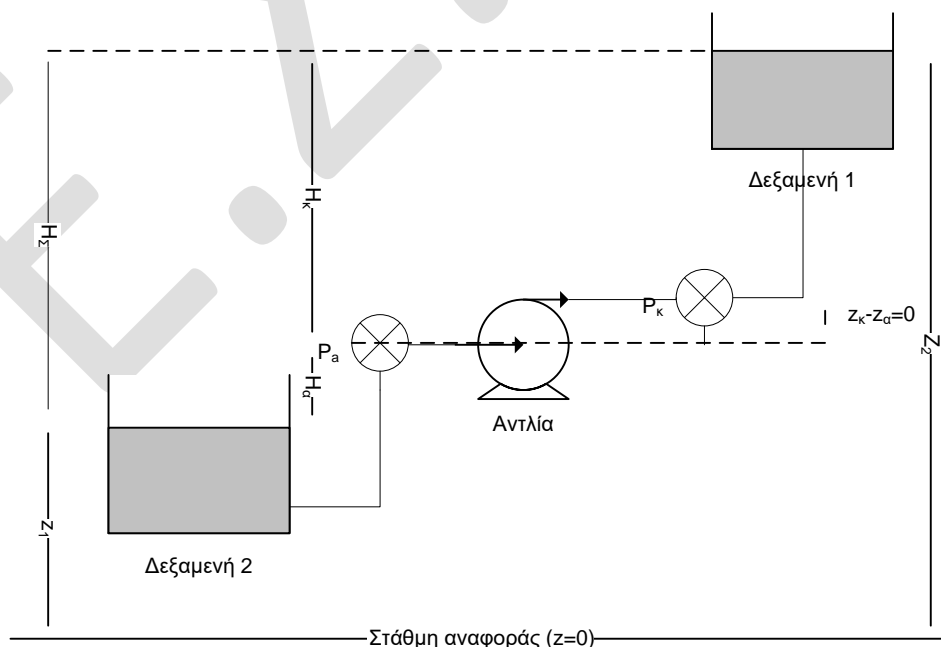
Σκοπός

Μελέτη της λειτουργίας της φυγοκέντρου αντλίας.

Θεωρητικό μέρος

Αντλίες ονομάζονται τα μηχανικά μέσα με τα οποία προσδίδεται ενέργεια σε ένα ρευστό προκειμένου να επιτευχθεί η διακίνησή του σε μικρή ή μεγάλη απόσταση, από ένα χώρο χαμηλής πίεσης σε άλλο υψηλής ή από μια υψομετρική στάθμη σε άλλη που βρίσκεται υψηλότερα. Οι αντλίες αποτελούν τις κυριότερες συσκευές μεταφοράς ρευστών στη χημική βιομηχανία και χρησιμοποιούνται κυρίως για τη μεταφορά υγρών. Στη κατηγορία αυτή ανήκουν επίσης: (α) οι κυκλοφορητές όπου μεταφέρουν υγρά σε κλειστά κυκλώματα και (β) οι αντλίες κενού οι οποίες μεταφέρουν και αέρια.

Οι αντλίες τοποθετούνται πάντοτε μεταξύ των σημείων παραλαβής και αποστολής του υγρού (Σχήμα 1) ενώ η μεταφορά του υγρού γίνεται μέσα από σωληνώσεις κι οφείλεται στη δημιουργία διαφοράς πίεσεως στις δύο πλευρές του κινουμένου στοιχείου της αντλίας.



Σχήμα 1. Τυπική αντλητική εγκατάσταση

Με βάση τον μηχανισμό πρόσδοσης ενέργειας στο ρευστό διακρίνονται δύο βασικοί τύποι αντλιών:

Οι Δυναμικές αντλίες στις οποίες το διακινούμενο ρευστό υφίσταται μεταβολή της κινητικής του κατάστασης, λόγω πρόσδοσης ορμής σε αυτό από το κινούμενο στοιχείο της αντλίας.

Οι αντλίες θετικής εκτόπισης όπου το υγρό εκτοπίζεται από ένα χώρο και προωθείται προς έναν άλλο είτε με ένα μηχανικό μέσο (έμβολο, παλλόμενο διάφραγμα, περιστρεφόμενος μηχανισμός), είτε με ένα άλλο ρευστό (πχ αέρα).

Μία από τις πλέον ευρέως χρησιμοποιούμενες αντλίες στη χημική βιομηχανία είναι οι φυγοκεντρικές αντλίες ακτινικής ροής από τις οποίες διακινείται ο μεγαλύτερος όγκος υγρών από ότι με όλους τους άλλους τύπους αντλιών μαζί (αφορά το 90% εγκατεστημένων). Οι αντλίες αυτές ανήκουν στη κατηγορία των δυναμικών αντλιών.

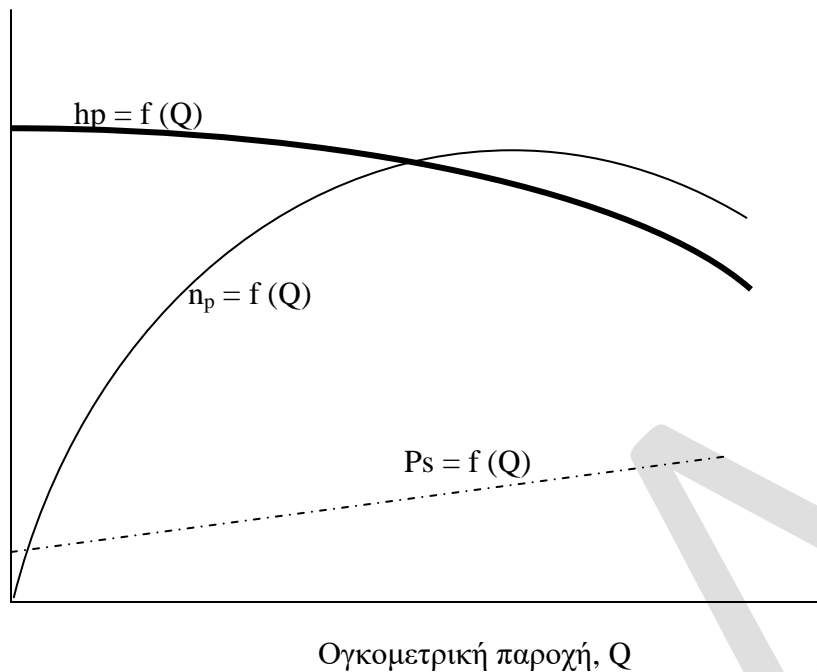
Στις φυγοκεντρικές αντλίες η κινητική ενέργεια προσδίδεται στο υγρό με φυγοκεντρικές δυνάμεις. Ο μηχανισμός κίνησης της αντλίας προσδίδει ορμή στο διακινούμενο υγρό με αποτέλεσμα την αύξηση της κινητικής του ενέργειας, η οποία στη συνέχεια μετατρέπεται σε στατική πίεση. Βασικά στοιχεία μίας μονοβάθμιας φυγοκεντρικής αντλίας αποτελούν:

- η πτερωτή
- ο άξονας περιστροφής
- το κέλυφος και
- ο κινητήρας.

Ανάλογα με το είδος της πτερωτής και τον τρόπο κίνησης του διακινούμενου υγρού εντός αυτής οι φυγοκεντρικές αντλίες διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες: ακτινικής ροής, μκτικής ροής, αξονικής ροής, στροβιλαντλίες.

Η λειτουργία μίας αντλίας σε ένα αντλητικό σύστημα καθορίζεται από τρεις χαρακτηριστικές καμπύλες οι οποίες ονομάζονται χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας (Σχήμα 2). Αυτές είναι:

1. Το ολικό μανομετρικό ύψος (h_p) προς την ογκομετρική παροχή (Q).
2. Η απαιτούμενη αξονική ισχύς (P_s) προς την ογκομετρική παροχή (Q).
3. Ο βαθμός απόδοσης (η_p) προς την ογκομετρική παροχή (Q).



Σχήμα 2. Τυπικές χαρακτηριστικές καμπύλες φυγοκεντρικής αντλίας

Η μορφή των χαρακτηριστικών καμπυλών εξαρτάται από τα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά και την ταχύτητα περιστροφής του άξονά της. Οι χαρακτηριστικές καμπύλες σχεδιάζονται για σταθερό αριθμό στροφών του άξονα της αντλίας, συγκεκριμένη διάμετρο φτερωτής κι αναφέρονται σε ρευστό συγκεκριμένου ιξώδους.

Ο βαθμός απόδοσης (η_p) αποτελεί επίσης το μέγεθος που εκφράζει την αποτελεσματικότητα μίας αντλίας είναι και ορίζεται ως ο λόγος P_w/P_s όπου:

P_s (αξονική ισχύς) η ισχύς που μεταβιβάζεται στον άξονα της αντλίας από τον κινητήρα.

P_w (υδραυλική ισχύς) η ισχύς που μεταβιβάζεται τελικά στο διακινούμενο υγρό από την αντλία.

Πειραματικό μέρος

Η πειραματική διάταξη αποτελείται από:

- Δεξαμενή αποθήκευσης νερού.
- Μονοβάθμια φυγοκεντρική αντλία.
- Ηλεκτρικό κινητήρα συζευγμένο με την αντλία.
- Σύστημα σωληνώσεων αντλητικού συστήματος.
- Ρυθμιστικές βαλβίδες ροής (εισόδου – εξόδου).
- Αισθητήρες μέτρησης πιέσεων και ροής.
- Υπολογιστικό σύστημα αυτόματων μετρήσεων.

Η εκτέλεση του πειράματος πραγματοποιείται ως εξής:

1. Τίθεται σε λειτουργία το σύστημα αυτόματων μετρήσεων (εκκίνηση Η/Υ και κατάλληλου προγράμματος).
2. Ρυθμίζεται η βάνα εισροής του ρευστού στην φυγόκεντρο αντλία σε θέση μέγιστης παροχής εισόδου.

3. Ρυθμίζεται η βάννα εκροής του ρευστού στην φυγόκεντρο αντλία σε θέση μέγιστης παροχής εξόδου.
4. Τίθεται σε λειτουργία η φυγόκεντρος αντλία.
5. Καταγράφονται με τη βοήθεια του προγράμματος: η παροχή εξόδου, η ισχύς του κινητήρα, η πίεση αναρρόφησης και η πίεση κατάθλιψης.
6. Μειώνεται η παροχή εξόδου του ρευστού (κατάλληλη ρύθμιση της βάννας εκροής από την αντλία) και επαναλαμβάνεται το βήμα 5.
7. Το βήμα 6 επαναλαμβάνεται τόσες φορές έως ότου καταγραφούν τα μετρούμενα μεγέθη για 10 διαφορετικές παροχές εξόδου του ρευστού από την αντλία.
8. Η παροχή εισόδου του ρευστού στην αντλία μειώνεται περίπου στο μισό της μέγιστης.
9. Επαναλαμβάνονται τα βήματα 5 – 7.

Ζητούμενα

1. Μεθοδολογικό διάγραμμα ροής κι οργάνων
2. Χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας της αντλίας (πτώση πίεσης, ωφέλιμη κι απορροφούμενη ισχύς και βαθμός απόδοσης συναρτήσει της παροχής)
3. Ποια χαρακτηριστικά πρέπει να έχουν δύο αντλίες για να συνδεθούν α) σε σειρά και β) παράλληλα
4. Από τι εξαρτάται το ύψος αναρρόφησης.
5. Επίλυση άσκησης.

Βιβλιογραφία

1. McCabe, W.L., Smith, J.C. and Harriott, P. 2003, Βασικές Φυσικές Διεργασίες
2. Μηχανικής, 6η έκδοση, εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη.
3. Perry, R.H. and Green, D.W., 1997, Perry's Chemical Engineers' Handbook, 7th ed., McGraw-Hill, New York.
4. Παπαϊωάννου Α., 2002, Μηχανική των Ρευστών II, 2η έκδοση, εκδόσεις Κοράλι, Αθήνα.
5. Λυγερός Α. Ι., 2005, Διακίνηση Ρευστών, εκδόσεις ΕΜΠ, Αθήνα.