

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΡΟΗ ΣΕ ΑΓΩΓΟΥΣ ΚΑΙ ΡΕΥΣΤΟΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγικές παρατηρήσεις και παραδοχές

8.1	ΤΟ ΟΡΙΑΚΟ ΣΤΡΩΜΑ	8.4
8.1.1	Ορισμός του οριακού στρώματος.....	8.4
8.1.2	Χαρακτηριστικά του οριακού στρώματος.....	8.5
8.1.3	Στρωτή, μεταβατική και τυρβώδης ροή σε αγωγούς.....	8.6
8.2	ΣΤΡΩΤΗ ΡΟΗ ΣΕ ΚΥΚΛΙΚΟ ΑΓΩΓΟ	8.8
8.2.1	Κατανομή ταχύτητας: Ο νόμος Χάγκεν-Πουαζέϊγ (Hagen-Poiseuille).....	8.8
8.2.2	Υπολογισμός της απώλειας πίεσης σε κυκλικούς αγωγούς.....	8.10
8.3	ΤΥΡΒΩΔΗΣ ΡΟΗ ΣΕ ΚΥΚΛΙΚΟΥΣ ΑΓΩΓΟΥΣ	8.11
8.3.1	Ο συντελεστής τριβής για τυρβώδη ροή σε λείους αγωγούς.....	8.11
8.3.2	Ο συντελεστής τριβής για στρωτή και τυρβώδη ροή σε αγωγούς με τραχέα τοιχώματα.....	8.12
8.3.2A	Τραχύτητα τοιχωμάτων και ολοκληρωτική τραχύτητα.....	8.12
8.3.3B	Υπολογισμός του συντελεστή τριβής λ.....	8.15
8.4	ΡΟΗ ΣΕ ΜΗ ΚΥΚΛΙΚΟΥΣ Ή ΜΗ ΕΥΘΥΓΡΑΜΜΟΥΣ ΑΓΩΓΟΥΣ	8.17
8.4.1	Η υδραυλική διάμετρος.....	8.17
8.4.2	Δευτερογενείς ροές.....	8.17
8.5	Ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΠΙΕΣΗΣ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΑΓΩΓΟΥΣ	8.19
8.5.1	Τοπικές απώλειες ροής (ειδικές απώλειες) – Μήκος εισροής.....	8.19
8.5.2	Ειδικές ρευστομηχανικές αντιστάσεις και συντελεστές απωλειών σε ρευστομηχανικά συστήματα αγωγών και εξαρτημάτων αυτών.....	8.20
8.5.2A	Επικρατέστερες τιμές ταχύτητας σε αγωγούς και τραχύτητα τοιχωμάτων.....	8.21
8.5.2B	Ειδικές αντιστάσεις σε συγκλίνοντα μεταβατικά τμήματα αγωγών.....	8.23
8.5.2Γ	Ειδικές αντιστάσεις σε αποκλίνοντα μεταβατικά τμήματα αγωγών.....	8.25
8.5.2Δ	Συντελεστές απωλειών ζ σε καμπύλα μεταβατικά τμήματα αγωγών.....	8.27
8.5.2Ε	Συντελεστές απωλειών σε συμβολές αγωγών, Ομάδα Ι, Ομάδα ΙΙ.....	8.29
8.5.2ΣΤ	Ειδικές απώλειες σε βαλβίδες.....	8.33
8.5.2Ζ	Ειδικές απώλειες σε διάφορες συσκευές, εξαρτήματα και εξοπλισμό συστημάτων αγωγών.....	8.34
8.5.3	Μέθοδοι υπολογισμού απωλειών πίεσης σε αγωγούς.....	8.36
8.6	Ο ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΤΡΙΒΗΣ λ	8.38
8.6.1	Ανακεφαλαίωση σχέσεων υπολογισμού – Υπολογιστικός κώδικας.....	8.38
8.6.2	Προσεγγιστικές σχέσεις υπολογισμού του συντελεστή τριβής.....	8.39
8.7	ΟΜΑΔΟΠΟΙΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΡΟΗΣ ΣΕ ΑΓΩΓΟΥΣ	8.40
8.7.1	Τρεις περιπτώσεις υπολογισμού ροής σε αγωγούς.....	8.40
8.7.2	Χαρακτηριστική καμπύλη απωλειών, ισχύς απωλειών και ο ρόλος της διαμέτρου του αγωγού.....	8.43
8.7.3	Κόστος εγκατάστασης αγωγών και απώλειες ροής.....	8.43

8.8	ΡΕΥΣΤΟΔΥΝΑΜΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ	8.44
8.8.1	Ρευστομηχανική μετατροπή ενέργειας σε μηχανές	8.44
8.8.2	Ταξινόμηση των ρευστοδυναμικών μηχανών	8.45
8.8.3	Μεγέθη και αρχές ομοιότητας στη μονοβάθμιδη μηχανή	8.46
8.8.3A	Χαρακτηριστικά μεγέθη λειτουργίας	8.46
8.8.3B	Αδιάστατοι χαρακτηριστικοί αριθμοί στις ρευστοδυναμικές μηχανές	8.47
8.8.3Γ	Το διάγραμμα Κορντιέ (Cordier)	8.50
8.9	ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ	8.52
8.9.1	Οριοθέτηση των επιδόσεων και αποδόσεων	8.52
8.9.2	Στροβιλαντλίες υγρών - Υδραντλίες	8.54
8.9.3	Στροβιλαντλίες αερίων: Ανεμιστήρες, φυσητήρες, συμπίεστες	8.55
8.9.4	Υδροστρόβιλοι	8.58
8.9.5	Ατμοστρόβιλοι	8.60
8.9.6	Αεριοστρόβιλοι	8.62
8.9.7	Ανεμοκινητήρες	8.63
8.9.8	Ρευστοδυναμικός μετατροπέας στροφών και ροπής	8.66
8.10	ΕΙΔΙΚΕΣ ΡΕΥΣΤΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ	8.68
8.10.1	Αντλίες κυψελών	8.68
8.10.2	Αντλίες υγρού δακτυλίου	8.69
8.10.3	Αντλίες περιστρεφόμενων κυκλικών εμβόλων	8.70
8.10.4	Κοχλιωτοί συμπίεστες	8.71
8.10.5	Αντλίες οδοντωτών τροχών	8.73
8.10.6	Περισταλτικές αντλίες	8.74
8.11	ΑΝΤΛΙΕΣ ΕΛΕΥΘΕΡΗΣ ΡΟΗΣ	8.74
8.11.1	Αντλίες δέσμης ρευστού	8.74
8.11.2	Υδραντλίες πιεσμένου αέρα (υδροπνευματικές αντλίες)	8.76
8.11.3	Ηλεκτρομαγνητικές αντλίες αγωγίων ρευστών – Μαγνητοϋδροδυναμικές ηλεκτρογεννήτριες	8.77
8.12	ΠΑΛΙΝΔΡΟΜΙΚΕΣ ΕΡΓΟΜΗΧΑΝΕΣ	8.78
8.12.1	Εμβολοφόρες αντλίες υγρών και αερίων	8.78
8.12.2	Αντλίες μεμβράνης	8.81
8.13	ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΣΤΡΟΒΙΛΟΜΗΧΑΝΩΝ ΜΕ ΕΜΒΟΛΟΦΟΡΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ	8.82
8.14	ΑΝΤΛΙΕΣ ΧΑΜΗΛΩΝ ΠΙΕΣΕΩΝ (ΑΝΤΛΙΕΣ "ΚΕΝΟΥ")	8.83
8.14.1	Έννοιες στην τεχνολογία αντλιών κενού	8.83
8.14.1A	Υποπίεση και "κενό" στην Τεχνολογία κενού	8.83
8.14.1B	Ροή και κατάσταση αερίων σε χαμηλές πυκνότητες	8.84
8.14.2	Μηχανικές αντλίες κενού	8.86
8.14.3	Αντλίες κενού με ροή αερίων	8.87
8.14.4	Αντλίες υπερυψηλού κενού	8.88
8.14.4A	Επιφανειακές αντλίες – αντλίες ρόφησης	8.88
8.14.4B	Αντλίες ιοντισμού	8.88
8.15	Η ΡΕΥΣΤΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΜΗΧΑΝΗ ΣΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	8.89
8.15.1	Ενεργειακός ισολογισμός σε εγκατάσταση φυγοκεντρικής αντλίας	8.89
8.15.2	Κατανομή πίεσης σε εγκατάσταση αντλίας - Κίνδυνος σπληαίωσης	8.93
8.15.3	Ενεργειακός ισολογισμός σε εγκατάσταση υδροστροβίλου	8.95
8.15.4	Κατανομή πίεσης σε εγκατάσταση υδροστροβίλου	8.98
8.15.5	Ενεργειακός ισολογισμός και κατανομή στατικής πίεσης σε εγκατάσταση ανεμιστήρα ή φυσητήρα	8.99
8.15.5A	Ομαδοποίηση ανεμιστήρων και φυσητήρων κατά περιοχές συμπίεσης	8.99
8.15.5B	Εγκατάσταση θερμάνσεως με αερόθερμο ανεμιστήρα	8.100
8.16	Η ΡΟΗ ΣΤΗΝ ΠΤΕΡΥΓΩΣΗ, ΤΑ ΤΡΙΓΩΝΑ ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ ΚΑΙ Η ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ	

	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΦΥΓΟΚΕΝΤΡΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ.....	8.102
8.16.1	Σύνδεση μεταξύ σχετικής και απόλυτης ροής στα τρίγωνα ταχυτήτων.....	8.102
8.16.2	Καμπύλη λειτουργίας αντλίας.....	8.105
8.16.3	Καμπύλη λειτουργίας της εγκατάστασης της αντλίας.....	8.107

Εισαγωγικές παρατηρήσεις και παραδοχές

Η συνεκτικότητα των πραγματικών ρευστών είναι αποτέλεσμα των ελκτικών και απωστικών δυνάμεων μεταξύ των μορίων τους, οι οποίες τελικά εκφράζονται με το συντελεστή ιξώδους, ο οποίος εξαρτάται από τη μοριακή δομή του κάθε ρευστού. Η συνεκτικότητα έχει ως άμεσο αποτέλεσμα την πρόσφυση του ρευστού σε κάθε στερεή επιφάνεια του χώρου, στον οποίο συμβαίνει η ροή, με τελική συνέπεια να σχηματίζεται το οριακό στρώμα και να αναπτύσσονται διατμητικές τάσεις στα πλησιέστερα προς το τοίχωμα στρώματα του ρευστού, οι οποίες προκαλούν απώλειες ενέργειας. Ακριβολογώντας πρέπει να μιλάμε για αναντίστροφη μεταβολή μηχανικής ενέργειας σε θερμότητα με αντίστοιχη αύξηση της θερμοκρασίας, δηλ. για μετατροπή της κινητικής ενέργειας ένεκα της εσωτερικής τριβής του ρευστού και της πρόσφυσής του στην επιφάνεια των τοιχωμάτων, π.χ. του αγωγού στον οποίο ρέει το ρευστό.

Στο πρώτο μέρος του κεφαλαίου αναλύονται και προσομοιώνονται τα φαινόμενα αυτά της ροής σε αγωγούς με σχέσεις, οι οποίες καθιστούν δυνατό τον ακριβή υπολογισμό για την πτώση πίεσης και την απαιτούμενη εισαγωγή ενέργειας, ώστε να είναι δυνατή η ελεγχόμενη ροή σε αγωγούς υγρών και αερίων.

Για την προσαγωγή ενέργειας προς αντικατάσταση των απωλειών ή για την εξαρχής κάλυψη των αναγκών ενέργειας για τη δημιουργία και διατήρηση της ροής στο Ρευστομηχανικό Σύστημα των αγωγών φροντίζουν οι Ρευστοδυναμικές Μηχανές, ΡΔΜ, και σε εξαιρετικές περιπτώσεις ροής υγρών η ενέργεια της βαρύτητας. ΡΔΜ είναι οι μηχανές στις οποίες γίνεται μεταφορά ενέργειας μεταξύ ενός περιστρεφόμενου άξονα, που φέρει κατάλληλα εξαρτήματα, και ενός ρευστού. Ο άξονας είναι ο φορέας της μηχανικής ενέργειας, το ρευστό ο φορέας της ροϊκής ενέργειας. Η ενεργειακή μετατροπή γίνεται με τη βοήθεια διαφόρων στοιχείων της μηχανής, τα οποία μετατρέπουν τη μηχανική ενέργεια του άξονα σε ροϊκή ή αντίστροφα τη ροϊκή ενέργεια του ρευστού σε μηχανική ενέργεια. Στην πρώτη περίπτωση εξωτερική ενέργεια (π.χ. ηλεκτρομηχανική) εισάγεται στη μηχανή από τον άξονα, μετατρέπεται σε ροϊκή και εξάγεται μαζί με το ρευστό από τη μηχανή. Στη δεύτερη περίπτωση με τη μετατροπή ενέργειας το ρευστό μεταφέρει την ενέργειά του στον άξονα, από τον οποίο εξάγεται η ενέργεια.

Η ροή του ρευστού στις ρευστοδυναμικές μηχανές μπορεί να είναι συνεχής ή διακοπτόμενη. Στην πρώτη περίπτωση πρόκειται κυρίως για τις ρευστοδυναμικές στροβιλομηχανές και στη δεύτερη για τις εμβολοφόρες. Αυτό το Κεφάλαιο περιγράφει και πραγματεύεται τους βασικούς τύπους ρευστοδυναμικών μηχανών εκτός από τους κινητήρες εσωτερικής καύσεως.

Οι Ρευστοδυναμικές Μηχανές αποτελούν βασική ύλη στις σπουδές Μηχανολόγου Μηχανικού, καθώς κατ' αναλογία και άλλων ειδικοτήτων. Η θεωρία των ΡΔΜ είναι συνυφασμένη με τη Ρευστομηχανική (αλλά και τη Θερμοδυναμική) στο πεδίο της μετατροπής ενέργειας, το οποίο έχει τη μεγαλύτερη έκταση αλλά και το μεγαλύτερο ενδιαφέρον απ' όλες τις εφαρμογές της ρευστοθερμодυναμικής.

Εισαγωγή στη ρευστοδυναμική μετατροπή ενέργειας σε στροβιλομηχανές έγινε ήδη στο Κεφάλαιο 7, παράγραφος 7.5.6, 7.7.4 και 7.7.3B και Ε, με την κατάστρωση της εξίσωσης των στροβιλομηχανών (εξίσωσης Euler) με τη βοήθεια των αρχών διατήρησης συνέχειας, ορμής και ενέργειας.
