

ΕΞΕΤΑΣΗ ΡΕΥΣΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2004

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΜΕ ΑΝΟΙΚΤΑ ΒΙΒΛΙΑ

ΟΜΑΔΑ Β

ΘΕΜΑ 1^ο (1.5 Μονάδα)

Δίνεται το παρακάτω (μόνιμο) πεδίο ροής:

$$u = -5y$$

$$v = 7x$$

-Αποδείξτε ότι η ροή είναι ασυμπίεστη
-Μελετήστε τα χαρακτηριστικά του πεδίου ροής και διαπιστώστε ποια από τις παρακάτω προτάσεις για το συγκεκριμένο πεδίο ροής είναι αληθής::

- Οι γραμμές ροής είναι παραβολές
- Οι γραμμές ροής είναι υπερβολές
- Οι γραμμές ροής είναι ελλείψεις
- Οι γραμμές ροής είναι κύκλοι
- Οι γραμμές ροής είναι ημιτονοειδείς συναρτήσεις
- Καμία από τις παραπάνω προτάσεις δεν είναι αληθής

ΘΕΜΑ 2^ο (1.5 Μονάδα)

Εξετάζουμε την ροή σε έναν αγωγό κυλινδρικής διατομής ο οποίος είναι υπό πίεση (γεμάτος νερό, «κλειστός αγωγός»).

Η διάμετρος του αγωγού είναι 1mm και η μέση ταχύτητα, είναι ίση με 0.5mm/s. Το κινηματικό ιξώδες θεωρείται ίσο με $\nu = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

Κατά την γνώμη σας ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι αληθής:

- -Μπορούμε να έχουμε μία ικανοποιητική προσέγγιση για το πεδίο ροής και κατά συνέπεια για τη πτώση πίεσης και τις απώλειες ενέργειας, αν χρησιμοποιήσουμε την προσέγγιση της έρπουσας ροής, κατά την οποία οι δυνάμεις αδρανείας θεωρούνται αμελητέες. Εάν απαντήσετε καταφατικά περιγράψτε τουλάχιστον δύο «βήματα» κατά την διαδικασία επίλυσης,
- -Μπορούμε να έχουμε μία ικανοποιητική προσέγγιση για το πεδίο ροής και κατά συνέπεια για τη πτώση πίεσης και τις απώλειες ενέργειας, αν

χρησιμοποιήσουμε την προσέγγιση του τέλειου ρευστού, κατά την οποία οι δυνάμεις του ιξώδους θεωρούνται αμελητέες

- -Καμία από τις δύο παραπάνω προτάσεις δεν αληθεύει: οι δυνάμεις του ιξώδους είναι αμελητέες σχεδόν σε όλο το πεδίο ροής, αλλά παρ' όλα αυτά υπάρχει μία περιοχή κοντά στα τοιχώματα του σωλήνα στην οποία η επίδραση τους δεν είναι αμελητέες.

Αιτιολογείστε σύντομα την απάντησή σας

ΘΕΜΑ 3^ο

(0.5 Μονάδα)

Ροές οι οποίες παρουσιάζουν μία διεπιφάνεια («σύνορο») ενός υγρού και αέρα ονομάζονται ροές με ελεύθερη επιφάνεια.

Κατά την γνώμη σας ποιες από τις παρακάτω προτάσεις είναι αληθείς:

- 3^α) Σε περίπτωση ροής με ελεύθερη επιφάνεια πρέπει να εξετάζουμε αποκλειστικά και μόνο την επίδραση του αδιάστατου αριθμού Mach
- 3β) Σε περίπτωση ροής με ελεύθερη επιφάνεια υφίσταται συχνά η επίδραση του αδιάστατου αριθμού Froude.
- 3γ) Σε περίπτωση ροής με ελεύθερη επιφάνεια υφίσταται συχνά η επίδραση του αδιάστατου αριθμού Reynolds
- 3δ) Σε περίπτωση ροής χωρίς ελεύθερη επιφάνεια υφίσταται συχνά η επίδραση του αδιάστατου αριθμού Froude.
- 3^ε) Σε περίπτωση ροής χωρίς ελεύθερη επιφάνεια υφίσταται συχνά η επίδραση του αδιάστατου αριθμού Reynolds.

Μία αιτιολόγηση των απαντήσεών σας δεν είναι απαραίτητη.

ΘΕΜΑ 4^ο

(1.0 Μονάδα)

Ενδεχομένως να είναι χρήσιμο στους Μηχανικούς Περιβάλλοντος να κατέχουν ορισμένες βασικές γνώσεις σχετικές με τον σχεδιασμό δικτύων αποχέτευσης ακαθάρτων (αστικών λυμάτων).

Κατά την γνώμη σας ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι αληθείς:

- -Τα δίκτυα μεταφοράς ακαθάρτων (τουλάχιστον σε μεγάλους οικισμούς) πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να είναι υπό πίεση, τουλάχιστον κατά το μεγαλύτερο μέρος τους.
- -Τα δίκτυα μεταφοράς ακαθάρτων (τουλάχιστον σε μεγάλους οικισμούς) πρέπει να σχεδιάζονται έτσι ώστε να έχουν ελεύθερη επιφάνεια τουλάχιστον κατά το μεγαλύτερο μέρος.
- -Το αν τα δίκτυα μεταφοράς ακαθάρτων (μεγάλων οικισμών) θα έχουν ελεύθερη επιφάνεια ή όχι είναι στην κρίση του μελετητή.

Αιτιολογείστε σύντομα την απάντησή σας παίρνοντας υπόψη σας ότι η ροή σε τέτοια συστήματα είναι στην πράξη σχεδόν πάντα τυρβώδης

ΘΕΜΑ 5^ο

(1.0 Μονάδα)

Για τη μελέτη της δύναμης F_D η οποία ασκείται από ροή σε ένα στερεό αντικείμενο, χρησιμοποιούμε συχνά τον αδιάστατο συντελεστή αντίστασης C_D ο οποίος ορίζεται (βλέπε π.χ. Ρευστομηχανική Κωτσοβίνου σ.2-17) σαν:

$$C_D = \frac{F_D}{\frac{1}{2}\rho V^2 l^2}$$

όπου ο όρος $\frac{1}{2}\rho V^2$ αντιστοιχεί στην κινητική ενέργεια ανά μονάδα όγκου και l ένα χαρακτηριστικό μήκος.

Στο κεφάλαιο 9 (σχήμα 9.1.1, σελίδα 9-7 και σχήμα 9.1.2 σελίδα 9.8), της Ρευστομηχανικής του κ. Κωτσοβίνου, δίνονται καμπύλες για τον συντελεστή C_D για διαφόρους τύπους διατομών. Παρατηρούμε ότι όταν εξετάζουμε έναν ορισμένο τύπο διατομής, η καμπύλη εξαρτάται αποκλειστικά από τον αριθμό Reynolds.

Αντίθετα σύμφωνα κεφάλαιο 2 του ίδιου βιβλίου σε παράδειγμα που εξετάζεται η δύναμη η οποία ασκείται από την ροή ενός ποταμού σε βάθρο γέφυρας θεωρούμε ότι ο συντελεστής αντίστασης C_D εξαρτάται εκτός από τον αριθμό Reynolds από το σχήμα του βάθρου και από τον αριθμό Froude.

Εξηγείστε σύντομα την διαφορετική συμπεριφορά του συντελεστή αντίστασης όπως αναλύεται στα κεφάλαια δύο και εννέα.

ΘΕΜΑ 6^ο

(1.0 Μονάδα)

Στα σχήματα 9.1.1 και 9.1.2 οι καμπύλες Reynolds- C_D έχουν σχεδιαστεί με βάση πειραματικά δεδομένα.

Κατά την γνώμη σας και σύμφωνα με όσα γράφονται στο βιβλίο του κ. Κωτσοβίνου ή ενδεχομένως είχαν αναφερθεί στην παράδοση, είναι δυνατόν για κάποια περίπτωση (με πρακτικό ενδιαφέρον για την επιστήμη του Μηχανικού Περιβάλλοντος, όσο αφορά την διαστασιολόγηση εγκαταστάσεων) να μπορεί να προσδιοριστεί η δύναμη που ασκεί μία ροή σε ένα στερεό σώμα αναλυτικά; Αναφέρατε τουλάχιστον μία τέτοια περίπτωση.

Εξηγείστε σύντομα για ποιες συνθήκες είναι δυνατή η εύρεση της αναλυτικής λύσης.