

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΡΕΥΣΤΟΜΗΧΑΝΙΚΗ

ΙΟΥΝΙΟΣ 2019

ΟΜΑΔΑ Α

ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΜΕ ΑΝΟΙΚΤΑ ΒΙΒΛΙΑ

1^ο ΘΕΜΑ

ΛΥΣΗ

1^η Ερώτηση Η στρωτή ροή είναι πάντα έρπουσα

Απάντηση: Η πρόταση είναι λανθασμένη. Συμβαίνει ακριβώς το αντίθετο: η έρπουσα ροή είναι πάντα στρωτή (αλλά δεν ισχύει όμως το αντίστροφο), Για την ακρίβεια η έρπουσα ροή είναι υποπερίπτωση της στρωτής (για την οποία οι δυνάμεις της αδράνειας είναι αμελητέες) και όχι η στρωτή ροή υποπερίπτωση της έρπουσας.

2^η Ερώτηση: Με την βοήθεια του αριθμός Froude μπορούμε να εξετάσουμε αν είναι σημαντικές οι επιφανειακές τάσεις

Απάντηση: Η πρόταση είναι λανθασμένη. Ο αριθμός *Weber* (και όχι ο αριθμός Froude) δίνει πληροφορίες για την πιθανή επίδραση των επιφανειακών τάσεων στην ροή.

3^η Ερώτηση: Η οριακή στιβάδα δημιουργείται μακριά από την επιφάνεια ενός στερεού σώματος

Απάντηση: Η πρόταση είναι λανθασμένη. Οριακή στιβάδα είναι η περιοχή στην οποία οι δυνάμεις ιξώδους δεν είναι αμελητέες, σε μία ροή που στο μεγαλύτερο μέρος της μπορούν να θεωρηθούν αμελητέες (περίπτωση μεγάλων τιμών του αριθμού Reynolds). Για να συμβεί αυτό (η σχετική σημασία των δυνάμεων του ιξώδους σε σχέση με τις δυνάμεις αδράνειας να μην μπορεί να αγνοηθεί) πρέπει οι τιμές του πεδίου ταχυτήτων να μην είναι μεγάλες. Αυτό συμβαίνει κοντά στην επιφάνεια του ρευστού επειδή ακριβώς αυτή (η επιφάνεια) λόγω της αρχής της μη ολίσθησης «φρενάρει» την ροή και ελατώνει την τιμή των ταχυτήτων.

4^η Ερώτηση: Όταν ο αριθμός Mach είναι ίσος με 2/10 ($Ma=0,2$), τότε η εξίσωση της συνέχειας μπορεί να γραφτεί ως εξής:

$$\frac{\partial u_x}{\partial x} + \frac{\partial u_y}{\partial y} + \frac{\partial u_z}{\partial z} = 0$$

Απάντηση: Η πρόταση είναι σωστή. Η παραπάνω μορφή της εξίσωσης της συνέχειας ισχύει όταν η ροή είναι **ασυμπιέστη**. Για μικρές τιμές του αριθμός Mach (μικρότερες από ένα φάσμα 0,3-0,4) και υπό προϋποθέσεις η ροή είναι δυνατόν να είναι ασυμπιέστη. Αντίθετες για τιμές του αριθμός Mach μεγαλύτερες από 0,4 η ροή δεν είναι ασυμπιέστη και άρα η εξίσωση της συνέχειας δεν είναι δυνατόν να γραφεί με την μορφή η οποία δίνεται στην εκφώνηση.

5^η Ερώτηση: *Εξετάζουμε την ροή γύρω από κύλινδρο για μεγάλους αριθμούς Reynolds. Για την περίπτωση αυτή οι εξισώσεις Euler (οι οποίες ονομάζονται και εξισώσεις του τέλειου ρευστού) και **όχι** εξισώσεις Navier-Stokes δίνουν την κατάλληλη περιγραφή της ροής και είναι κατάλληλες για να υπολογίσουμε την δύναμη η οποία ασκείται από την ροή στον κύλινδρο.*

Απάντηση: Η πρόταση είναι λανθασμένη. Συμβαίνει ακριβώς το αντίθετο: Οι εξισώσεις Navier-Stokes δίνουν την κατάλληλη περιγραφή της ροής και είναι κατάλληλες για να υπολογίσουμε την δύναμη η οποία ασκείται από την ροή στον κύλινδρο.

Οι εξισώσεις Euler δίνουν λανθασμένα αποτελέσματα. Αυτό συμβαίνει επειδή θεωρούν τις δυνάμεις του ιξώδους αμελητέες. Οι δυνάμεις όμως αυτές είναι υπεύθυνες για την δημιουργία της οριακής στιβάδας, η οποία είναι υπεύθυνη για την δημιουργία στροβίλων στο πίσω μέρος του κυλίνδρου. Επειδή ακριβώς σε αυτήν την περιοχή (στο πίσω μέρος του κυλίνδρου) έχουμε χαμηλές πιέσεις, ενώ στο εμπρός (ανάντη) μέρος μεγαλύτερες, ασκείται δύναμη απάνω στον κύλινδρο. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά της ροής είναι δυνατόν να βρεθούν μόνο λύνοντας τις εξισώσεις εξισώσεις Navier-Stokes οι οποίες περιλαμβάνουν τους όρους του ιξώδους. Αντίθετα αν λύσουμε για τον σκοπό αυτό τις εξισώσεις Euler (όπως έκανε ο d'Alembert) προκύπτει ένα λάθος αποτέλεσμα (ότι η δύναμη η οποία ασκείται από την ροή απάνω στην σφαίρα είναι μηδενική).