

МЕХАНИКА ФЛУИДА Б

Основе димензијске анализе

1. Одредити димензије у MLT систему следећих израза:

$$(a) \rho u^2 l^2; \quad (b) \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x}; \quad (v) u \frac{\partial u}{\partial x}; \quad (г) \nu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2},$$

где су: ρ - густина флуида, u - брзина струјања, l - дужина, p - притисак, ν - кинематичка вискозност флуида, x и y координате које имају димензију дужине.

2. Коефицијент отпора C_D при кретању тела кроз флуид је важан параметар у аеродинамици. Он је **бездимензијска** величина и представља однос релевантних физичких величина, а то су: сила отпора F_D , брзина флуида U , густина флуида ρ и карактеристична, референтна површина тела A_{ref} . Одредити колика мора бити вредност експонента x у изразу за коефицијент отпора

$$C_D = \frac{F_D}{\frac{1}{2} \rho U^x A_{\text{ref}}}$$

да би постулат димензијске хомогености био задовољен. Разломак $1/2$ у имениоцу је бездимензијска константа (број).

3. Брзина звука, означена са c , у непрекидној средини, зависи од модула стишљивости флуида ε и његове густине ρ . Одредити функционалну зависност $c = c(\varepsilon, \rho)$ користећи постулат димензијске хомогености.

4. Проверити димензијску хомогеност једначине

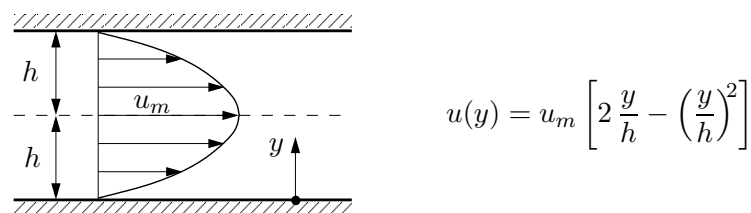
$$\frac{\partial u}{\partial t} = \nu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2},$$

у којој су u брзина струјања флуида, а ν његова кинематичка вискозност.

Физичка својства флуида

5. Дефинисати њутновски флуид. Приказати у реолошком дијаграму зависност смицајног напона од брзине деформисања за воду на две различите температуре, $t_1 = 5^\circ\text{C}$ и $t_2 = 45^\circ\text{C}$.

6. Посматра се ламинарно струјање њутновског флуида динамичке вискозности η између паралелних плоча које се налазе на растојању $2h$. За избрани координатни систем, профил брзине је дефинисан параболичним законом, приказаним на слици 1.



Слика 1. Друго питање.

Одредити изразе за смицајне напоне на доњој плочи и на средини растојања између плоча у функцији величина η , u_m , и h .

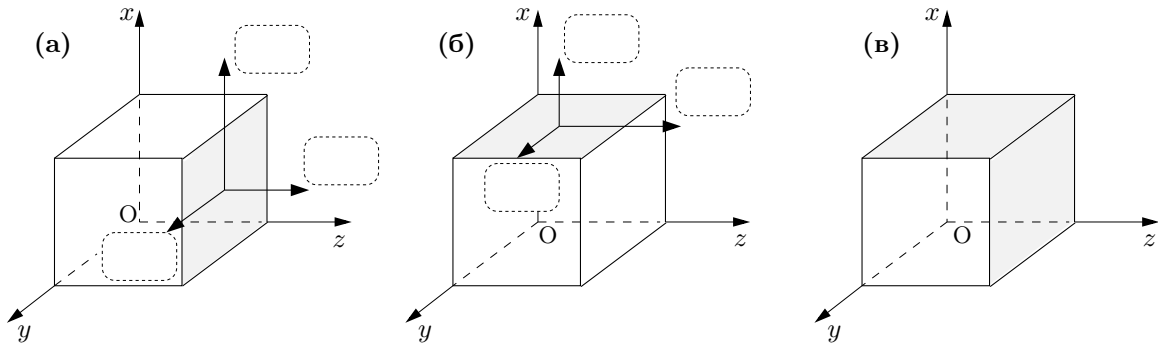
7. Колики је притисак потребан да би се густина воде на нормалним условима ($p = 101 \text{ kPa}$) променила за 2%? Узети да је почетна густина воде $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, а њен модул стишљивости је $\varepsilon = 2150 \text{ MPa}$.
8. Полазећи од дефиниције коефицијента стишљивости и закона о одржању масе за флуидни делић, показати да је израз за коефицијент стишљивости

$$s = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial \rho}{\partial p}$$

Која је јединица у SI систему за коефицијент стишљивости?

Стање напона

9. На цртежима (а) и (б) уписати компоненте тензора напона у одговарајућим кућицама. На цртежу (в) нацртати те исте компоненте на осенченим равнинама (равни паралелне равнинама Oxy и Oyz) у случају када флуид мирује.



Слика 2. Питање 3.

Да ли постоји веза између неких компоненти приказаних на сликама (а) и (б)? Каква је веза између компоненти на слици (в)?

10. Полазећи од Кошијеве једначине за напоне

$$\vec{p}_n = \vec{p}_x n_x + \vec{p}_y n_y + \vec{p}_z n_z$$

анализирати својство нормалних напона за случај када у флуиду нема смицајних напона. Написати изразе за векторе напона \vec{p}_n и \vec{p}_x у том случају. Такође, нацртати како делују ти вектори на флуидни делић облика тетраедра чије три стране леже у координатним равнинама система $Oxyz$.

11. Посматрају се две елементарне површи dA , дефинисане својим јединичним векторима нормале \vec{n}_1 и \vec{n}_2 , које пролазе кроз исту тачку М у флуиду. Да ли се, у општем случају, вектори напона \vec{p}_{n_1} и \vec{p}_{n_2} за те две површи поклапају (нацртати слику!)? Доказати и да је пројекција вектора напона \vec{p}_{n_2} на правац дефинисан вектором \vec{n}_1 једнака пројекцији вектора напона \vec{p}_{n_1} на правац дефинисан вектором \vec{n}_2 .
12. Стање напона у тачки М у флуиду је одређено тензором напона \tilde{P} , чије су компоненте

$$[\tilde{P}] = \begin{bmatrix} -20 & 0 & -2 \\ 0 & 10 & 0 \\ -2 & 0 & -20 \end{bmatrix}, \quad \text{kPa}$$

- (а) Написати чему је једнак вектор напона \vec{p}_y . (б) Колика је вредност притиска у тачки М?