

## Практическая работа №4

### Основные уравнения движения жидкости и газа

**Задача 1.** Из напорного бака вода течет по трубе диаметром  $d_1 = 20$  мм и затем вытекает в атмосферу через насадок (брандспойт) с диаметром выходного отверстия  $d_2 = 10$  мм. Избыточное давление воздуха в баке  $P_0 = 0.18$  МПа; высота  $H=1.6$  м. Пренебрегая потерями энергии, определить скорости течения воды в трубе  $v_1$  и на выходе из насадка  $v_2$ .

Ответ:  $v_1 = 4.96$  м/с,  $v_2 = 19.8$  м/с.

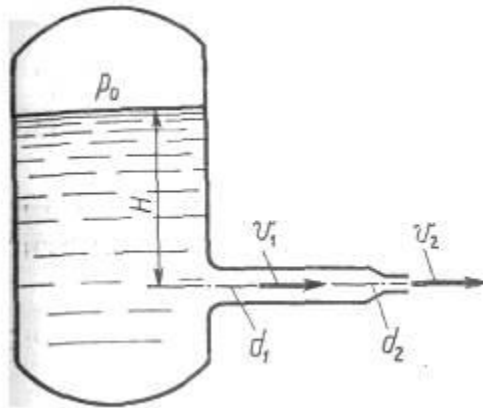


Рисунок 4.1 - К задаче 1

**Задача 2.** Определить расход керосина, вытекающего из бака по трубопроводу диаметром  $d = 50$  мм, если избыточное давление воздуха в баке  $P_0 = 16$  кПа; высота уровня  $H_0 = 1$  м; высота подъема керосина в пьезометре, открытом в атмосферу,  $H = 1.75$  м. Потерями энергии пренебречь. Плотность керосина  $\rho = 800$  кг/м<sup>3</sup>.

Ответ:  $v = 5$  м/с,  $Q = 9.8$  л/с.

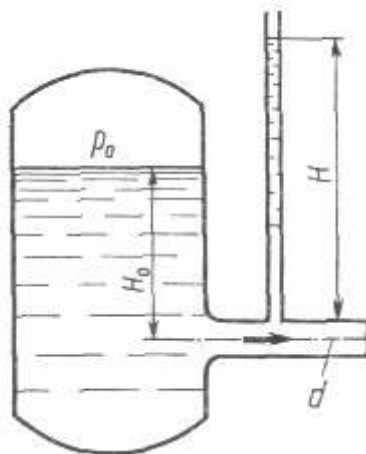


Рисунок 4.2 - К задаче 2

**Задача 3.** Определить весовой расход воздуха по трубе с плавно закругленным входом и цилиндрической частью диаметром  $D = 200$  мм,

если показание вакуумметра в виде вертикальной стеклянной трубки, опущенной в сосуд с водой,  $h = 250$  мм. Коэффициент сопротивления входной части трубы (до места присоединения вакуумметра)  $\xi = 0.1$ . Плотность воздуха  $\rho_{\text{воз}} = 1.25$  кг/м<sup>3</sup>.

Ответ:  $v = 59.5$  м/с,  $Q = 2.35$  м<sup>3</sup>/с.

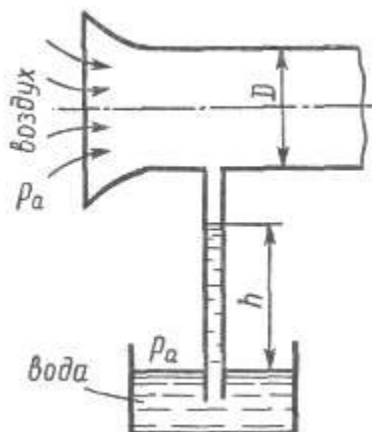


Рисунок 4.3 - К задаче 3

**Задача 4.** От бака, в котором с помощью насоса поддерживается постоянное давление жидкости, отходит трубопровод диаметром  $d = 50$  мм. Между баком и краном  $K$  на трубопроводе установлен манометр. При закрытом положении крана  $P_0 = 0,5$  МПа. Найти связь между расходом жидкости в трубопроводе  $Q$  и показанием манометра  $P$  при разных открытиях крана, приняв коэффициент сопротивления входного участка трубопровода (от бака до манометра) равным  $\xi = 0.5$ . Плотность жидкости  $\rho = 800$  кг/м<sup>3</sup>.

Ответ:  $v = 5$  м/с,  $Q = 9.8$  л/с.

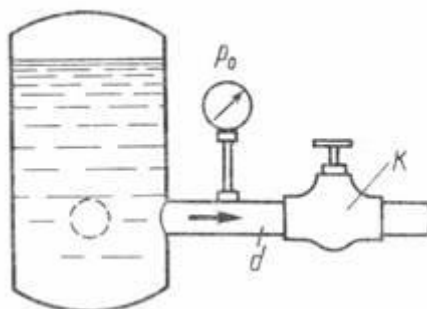


Рисунок 4.4 - К задаче 4

**Задача 5.** Определить расход жидкости, вытекающей из трубы диаметром  $d = 16$  мм через плавное расширение (диффузор) и далее по трубе диаметром  $D = 20$  мм в бак. Коэффициент сопротивления диффузора  $\xi = 0.2$  (отнесен к скорости в трубе), показание манометра  $P_m = 20$  кПа; высота  $h = 0,5$  м;  $H = 5$  м; плотность жидкости  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>. Учесть потери на внезапное расширение, потерями на трение пренебречь, режим течения считать турбулентным.

Ответ:  $Q = 2.24$  л/с.

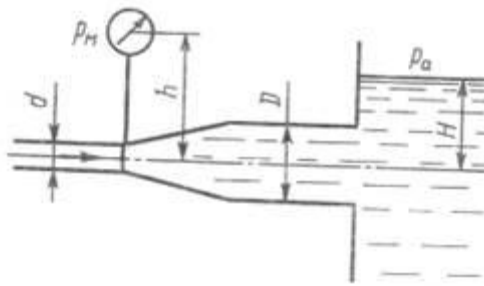


Рисунок 4.5 - К задаче 5

**Задача 6.** Вода перетекает из бака *A* в резервуар *B* по трубе длиной  $l = 2.5$  м и диаметром  $d = 25$  мм, на которой установлены вентиль ( $\xi_v = 3,5$ ) и диффузор с углом  $\alpha = 8^\circ$  и диаметром выходного отверстия  $D = 75$  мм. Показание мановакуумметра  $p_{\text{вак}} = 10$  кПа; высота  $H = 2.5$  м,  $h = 2$  м. Определить расход  $Q$  с учетом всех местных сопротивлений и трения по длине ( $\lambda = 0,03$ ). Вход в трубу без закруглений, радиус кривизны колен  $R = 25$  мм. Взаимным влиянием сопротивлений пренебречь.

Ответ:  $Q = 1.47$  л/с.

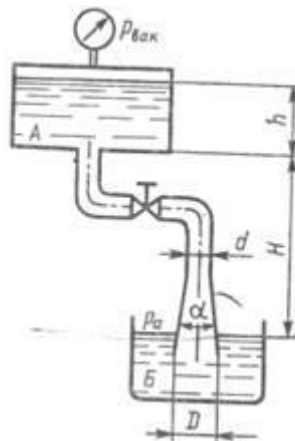


Рисунок 4.6 - К задаче 6

**Задача 7.** Вода перетекает из напорного бака *A* в резервуар *B* через вентиль с коэффициентом сопротивления  $\xi_v = 3$  по трубе. Диаметры:  $d_1 = 40$  мм;  $d_2 = 60$  мм. Считая режим течения турбулентным и пренебрегая потерями на трение по длине, определить расход. Учесть потери напора при внезапных сужениях и расширениях. Высоты:  $H_1 = 1$  м,  $H_2 = 2$  м; избыточное давление в напорном баке  $P_0 = 0.15$  МПа.

Ответ:  $Q = 9.2$  л/с.

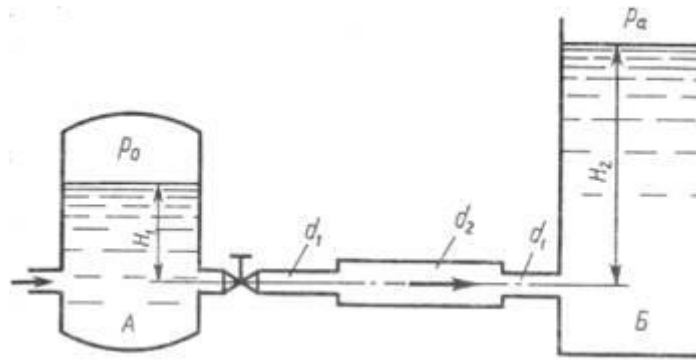


Рисунок 4.7 - К задаче 7

**Задача 8.** Пренебрегая потерями напора, определить степень расширения диффузора  $n = (D/d)^2$ , при котором давление в сечении 2-2 возрастет в два раза по сравнению с давлением в сечении 1-1. Расчет провести при следующих данных: расход жидкости  $Q = 1.5$  л/с; диаметр  $d = 20$  мм; давление в сечении 1-1  $P = 10$  кПа; плотность жидкости  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>; режим течения принять: а) ламинарным и б) турбулентным. Поток в диффузоре считать стабилизированным и безотрывным.

Ответ:  $n_{\text{л}} = 1.33$ ,  $n_{\text{т}} = 2.85$ .

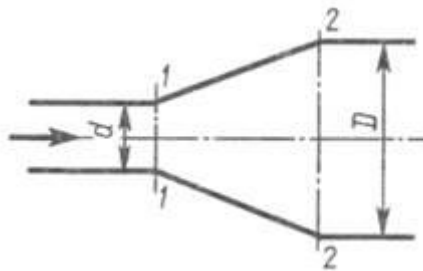


Рисунок 4.8 - К задаче 8

**Задача 9.** Определить минимальное давление  $P_{\text{м}}$ , измеряемое манометром перед сужением трубы, при котором будет происходить подсосывание воды из резервуара A в узком сечении трубы. Размеры:  $d_1 = 60$  мм;  $d_2 = 20$  мм;  $H_1 = 6$  м;  $H_2 = 1$  м. Принять коэффициенты сопротивления: сопла  $\xi_{\text{с}} = 0.08$ , диффузора  $\xi_{\text{диф}} = 0.30$ .

Ответ:  $P_{\text{м}} = 51$  кПа.

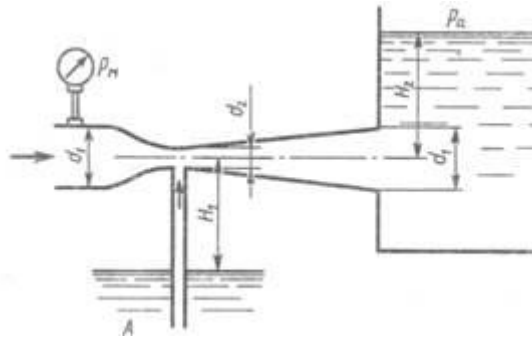


Рисунок 4.9 - К задаче 9

**Задача 10.** Жидкость вытекает из трубы диаметром  $d$ , на конце которой укреплена круглая шайба 1 с диаметром  $D$ . На расстоянии  $h = d/4$  от этой шайбы помещен диск 2 того же диаметра  $D$ . Поток наталкивается на этот диск, после чего жидкость растекается радиально между двумя плоскостями и затем выходит в атмосферу. Расход и плотность жидкости заданы. Найти закон изменения давления вдоль радиуса диска, считая жидкость идеальной. Принять течение радиальным и безотрывным. Выразить силу, с которой диск притягивается к шайбе, с учетом удара жидкости о диск при изменении осевого движения на радиальное.

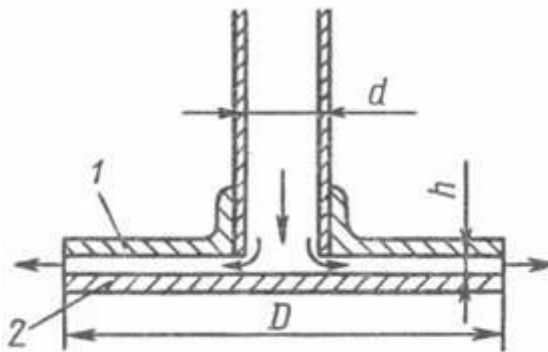


Рисунок 4.10 - К задаче 10