

Рис.1

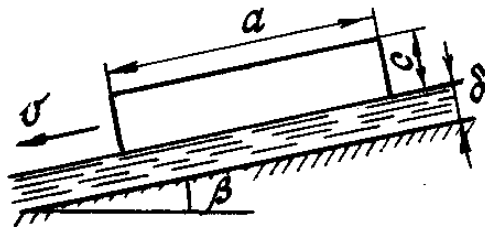
Задача 1. Трубопровод диаметром d и длиной l (рис. 1) подготовленный для гидравлических испытаний и заполненный водой при атмосферном давлении. Определить объем воды ΔV (в литрах), который необходимо дополнительно подать в трубопровод для повышения давления на Δp . Деформацией трубопровода можно пренебречь. Значение коэффициента объемного сжатия воды принять

$$\beta_v = 5 \cdot 10^{-10} \text{ Па}^{-1}$$

$$\beta_v = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \frac{1}{p_2 - p_1},$$

$$V = \pi L D^2 / 4$$

$$\Delta V = \beta_v \Delta p V$$



Задача 2. Определить скорость v скольжения прямоугольной пластины ($a \times b \times c$) по наклонной плоскости под углом $\beta = 30^\circ$, если между пластиной и плоскостью находится слой масла толщиной δ (рис.2). Плотность масла ρ_m , кинематический коэффициент вязкости масла ν , плотность материала пластины ρ .

$$T = \mu \cdot S \cdot \frac{v}{\delta}$$

$$\mu = \nu \cdot \rho_m$$

$$G = \rho a b c g$$

$$G'' = G \sin \alpha$$

$$T = G''$$

Задача 3. Определить силу R , на которую должна быть рассчитана запорная конструкция крышки (рис.3), которая поворачивается вокруг горизонтальной оси OB и которая заслоняет отверстие в боковой плоской стенке сосуда. В сосуде содержится жидкость плотностью ρ . Избыточное давление в верхней части сосуда составляет p_H .

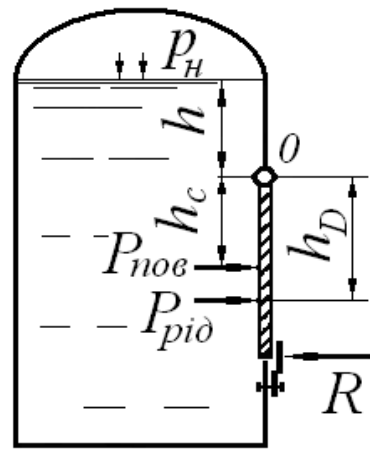


Рис. 3

$$P_{жс} = \rho g h_c = \rho g \left(h + \frac{a}{2} \right)$$

$$P_{нов} = p_H \omega = p_H a^2$$

$$h_D = h_c + \frac{I_c}{h_c \omega} = \left(h + \frac{a}{2} \right) + \frac{a^2}{12 \left(h + \frac{a}{2} \right)}$$

$$P_{нов} \frac{a}{2} + P_{рид} (h_D - h) - R \cdot a = 0$$

$$h = p_H / \rho g$$

$$P_2 = \rho g h_c \omega_1 = \rho g \left(h + \frac{D}{2} \right) \frac{\pi D^2}{4}$$

$$P_3 = \rho g h_c \omega_2 = \rho g \left(h + \frac{D}{2} \right) \left(\frac{\pi D^2}{4} + DL \right)$$

Задача 4. Горизонтальный цилиндрический резервуар (рис. 4), закрытый полусферическими днищами, заполнен жидкостью плотностью ρ . Манометр M показывает избыточное давление p_H . Определить силы, которые разрывают резервуар по сечениям 1-1, 2-2 и 3-3.

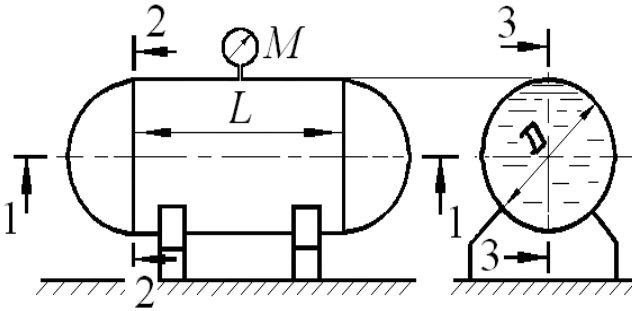


Рис 4

$$P_1 = \rho g V = \rho g \left[(D + L) \cdot D \cdot \left(h + \frac{D}{2} \right) - \left(\frac{\pi D^3}{12} + \frac{\pi D^2}{8} \cdot L \right) \right]$$

Задача 5. Определить положение свободной поверхности воды в цистерне (рис. 5), которая движется ускоренно с ускорением a .

Длина цистерны l , а начальное наполнение водой h .

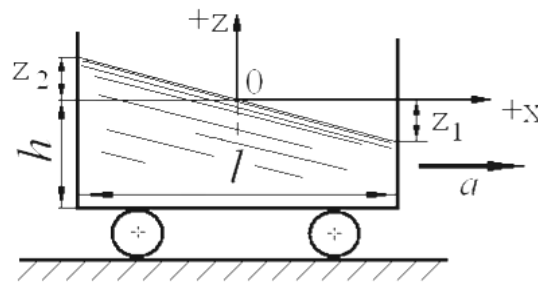


Рис 5

$$-ax - gz = 0$$

$$z_1 = -\frac{a}{g}x_1$$

$$z_2 = -\frac{a}{g}x_2$$

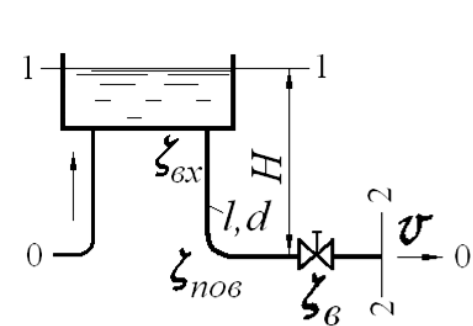


Рис. 6

Задача 6. Определить напор H (рис. 6), необходимый для пропуска расхода Q воды по трубопроводу диаметром d и длиной l .

В трубопроводе есть местные сопротивления: вход в трубу $\zeta_{вх} = 0,5$; поворот - $\zeta_{пов}$; частично открыт вентиль - $\zeta_{в}$. Эквивалентная абсолютная шероховатость трубы - Δ . Кинематический коэффициент вязкости воды $\nu = 1$ сСт.

$$H = \left(\alpha + \zeta_{вх} + \zeta_{пов} + \zeta_{в} + \lambda \frac{l}{d} \right) \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Задача 7. Определить избыточное давление p_n на поверхности жидкости в закрытом резервуаре А (рис. 7), необходимое для подачи жидкости в количестве Q в открытый резервуар Б. Различие уровней жидкости в резервуарах составляет H . Длина трубы l , ее диаметр d , эквивалентная абсолютная шероховатость - Δ . Коэффициенты местных сопротивлений: входа в трубу - $\zeta_{вх} = 0,5$; вентиля - ζ_v ; выхода из трубы - $\zeta_{вих} = 1$. Кинематический коэффициент вязкости жидкости ν .

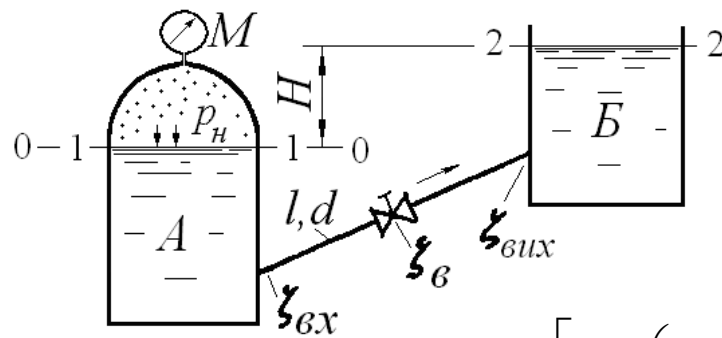


Рис 7

$$p_n = \left[H + \left(\zeta_{вх} + \zeta_v + \zeta + \lambda \frac{l}{d} \right) \cdot \frac{v^2}{2g} \right] \cdot \rho \cdot g.$$

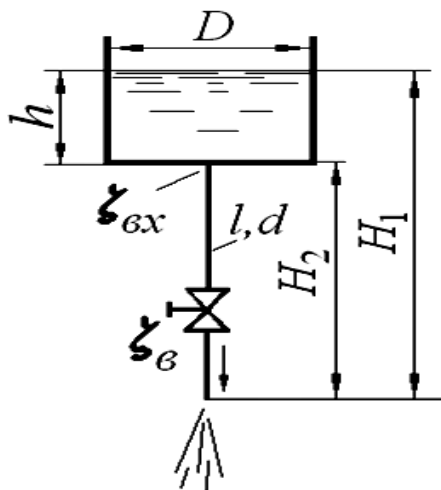


Рис 8

Задача 8. Определить время, необходимое для полного вытекания жидкости из цилиндрического бака (рис. 8) с диаметром D и наполнением h по трубопроводу, в котором диаметр d , длина l и коэффициент гидравлического трения λ .

Коэффициенты местных сопротивлений: на входе в трубопровод - $\zeta_{вх} = 0,5$ и вентиля - ζ_v .

$$T = \frac{2\Omega}{\mu\omega\sqrt{2g}} \left(\sqrt{H_1} - \sqrt{H_2} \right),$$

$$\Omega = \frac{\pi D^2}{4} \quad \omega = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$\mu = 1 / \sqrt{1 + \zeta_{вх} + \zeta_v + \lambda \frac{l}{d}},$$

Задача 9. По трубопроводу (рис. 9) с расходом Q движется жидкость плотностью ρ , модуль упругости которой E_p . Определить скорость распространения ударной волны и величину повышения давления при мгновенном закрытии крана на трубопроводе с внутренним диаметром d и толщиной стенки δ . Модуль упругости материала трубопровода $E_{тр}$.

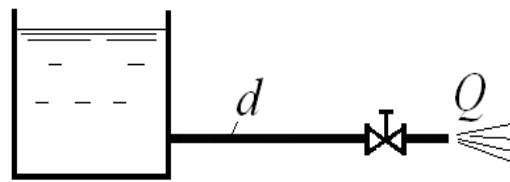


Рис 9

$$v_0 = Q / \omega$$

$$\omega = \pi d^2 / 4$$

$$C = \sqrt{\frac{E_p}{\rho}} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{E_p}{E_{тр}} \cdot \frac{d}{\delta}}}$$

$$\Delta p = \rho \cdot v_0 \cdot C.$$

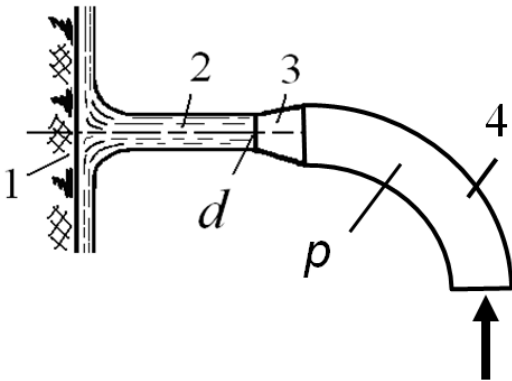


Рис 10

Задача 10. Разработка грунта 1 в карьере осуществляется с помощью гидромонитора 4 (рис. 10). Считать, что струя 2 воды имеет диаметр d насадка 3 на выходе. Избыточное давление воды перед насадком p .

Определить:

1. Скорость v и расход Q струи воды;
2. Силу R давления воды на грунт.

Принять коэффициенты скорости ϕ и расхода μ для конического насадка гидромонитора $\phi = \mu = 0,95$.

$$v = \phi \sqrt{2gH} = \phi \sqrt{2p / \rho}$$

$$Q = v \cdot \omega$$

$$\omega = \pi d^2 / 4$$

$$R = \rho \cdot v^2 \cdot \omega$$

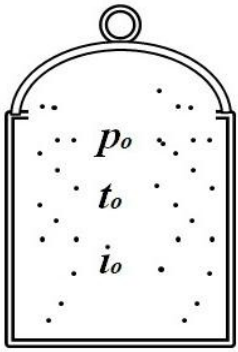


Рисунок 11

Задача 11. В резервуаре находится неподвижный воздух. Вычислить 1) плотность воздуха при температуре t_0 и давление p_0 ; 2) объем килограмма массы этого воздуха; 3) энтальпию торможения i_0 , если показатель адиабаты $\kappa = 1.4$, газовая постоянная $R = 287$ Дж/(кг*К). Принять уравнение состояния воздуха как термическое уравнение состояния идеального газа.

$$\rho = p/(RT)$$

$$i_0 = \frac{\kappa}{\kappa - 1} \frac{p}{\rho} + \frac{u^2}{2}$$

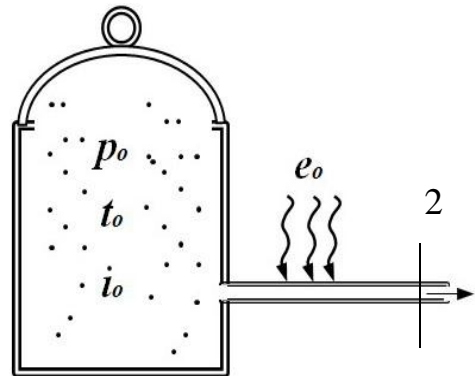


Рис 12

Задача 12. Резервуар содержит газ, который имеет параметры p_0 , температуру t_0 , показатель адиабаты, газовую постоянную $R = 350$ Дж/(кг*К).

При движении из резервуара вдоль трубы в атмосферу с температурой t_a газ промежуточно подогревается за счет охлаждения нагретого оборудования, прибавляя удельную энергию $e_0 = 100$ кДж/кг.

Найти скорость выхода газа в атмосферу после подогрева

$$\kappa = 1.3$$

$$\rho = p/(RT)$$

$$i_0 + e_0 = \frac{\kappa}{\kappa - 1} \frac{p}{\rho} + \frac{u^2}{2} \Big|_2$$

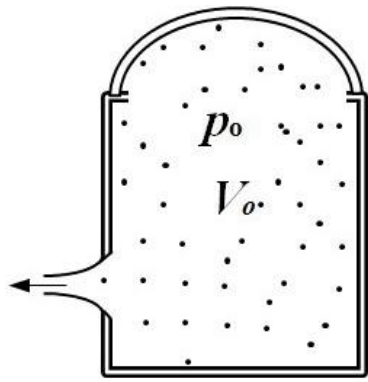


Рис13

Задача 13. Найти максимальную теоретическую скорость u_{max} выхода газа из резервуара, если газ в резервуаре имеет параметры торможения: давление P_0 , удельный объем V_0 ; показатель адиабаты $\kappa = 1.3$ газовую постоянную $R = 350$ Дж/(кг·К).

Исходные данные к вариантам задачи приведены в табл. 13.1 и 13.2.

$$\frac{\kappa}{\kappa - 1} P_0 V_0 = \frac{u_{max}^2}{2} \Big|_{p=0}$$

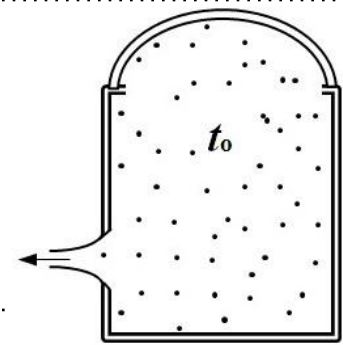


Рис 14

Задача 14. Найти скорость звука a , числа Маха M для струи газа, который вытекает из резервуара со скоростью, которая равняется половине максимальной теоретической скорости истечения. Известна температура газа в резервуаре t_0 . Процесс приближенно считать изэнтропичным с показателем κ .

$$T_0 = 273.15 \text{ K} + t_0$$

$$\frac{u_{max}^2}{2} = \frac{\kappa}{\kappa - 1} R T_0$$

$$R = 287.1$$

$$\kappa = 1.4$$

$$\frac{u_{max}^2}{2} = \frac{a^2}{\kappa - 1} + \frac{u^2}{2}$$

$$u = 0.5 u_{max}$$

$$a = \sqrt{\frac{3}{8} (\kappa - 1) u_{max}^2}$$

$$M = \sqrt{\frac{2}{3(\kappa - 1)}}$$

$$\lambda = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{(\kappa + 1)}{(\kappa - 1)}}$$

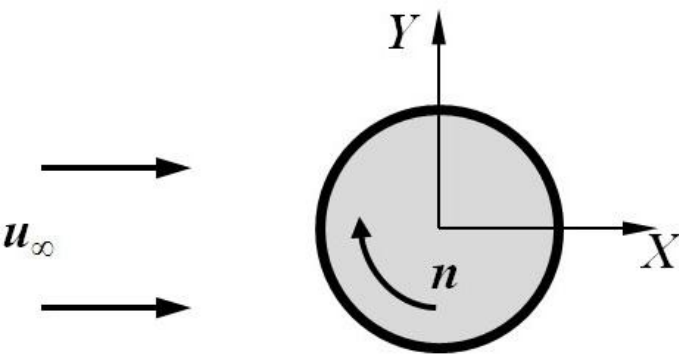


Рис 15

Задача 15. Плоско параллельный поток газа плотности $\rho_\infty = 1.2 \text{ кг/м}^3$ на скорости u_∞ натекает на цилиндр радиуса R длины L . Определить подъемную силу, которая действует на цилиндр, если он вращается с частотой n .

$$R_Y = \rho_\infty u_\infty \Gamma L \quad \Gamma = \oint \vec{v} \cdot d\vec{s} \quad \omega = \pi n / 30$$

$$v = \omega R; ds = R d\varphi \quad \Gamma = \int_0^{2\pi} \omega R^2 d\varphi$$

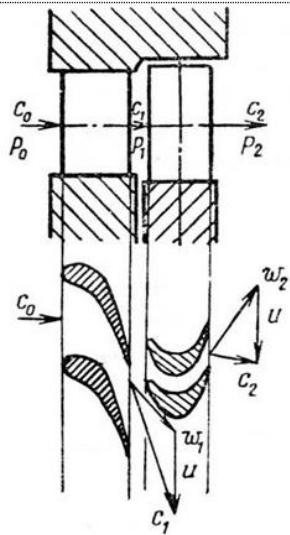


Рисунок 16

Задача 16. Определить скорость водяного пара на выходе из турбинной ступени паровой турбины (рис.16), если перед рабочим колесом ступени абсолютная скорость пара C_1 , давление p_1 , удельный объем V_1 ; на выходе за ступенью давление p_2 , удельный объем V_2 .

Удельная работа, которая осуществляется 1 кг пара в ступени, равняется L . Принять показатель изоэнтропы $\kappa = 1.3$.

$$\frac{\kappa}{\kappa - 1} pV + \frac{C^2}{2} \Big|_1 = \frac{\kappa}{\kappa - 1} pV + \frac{C^2}{2} \Big|_2 + L$$

