

2. ГИДРОСТАТИЧЕСКОЕ ДАВЛЕНИЕ

Задача 2.1

Абсолютное давление $p_{абс}$ в напорном трубопроводе измеряется с помощью манометра (манометрическое давление p_m) и барометра (атмосферное давление $p_{атм}$).

Известно, что $p_m = 162$ кПа и $p_{атм} = 735$ мм рт. ст. Определить абсолютное давление в метрах водяного столба, приняв $\rho_{рт} = 13600$ кг/м³ и $\rho_в = 1000$ кг/м³.

Решение

Искомое абсолютное давление ([3], с. 24; [4], с. 17):

$$p_{абс} = p_{атм} + p_m = 0,735 \frac{\rho_{рт}}{\rho_в} + 162 \cdot 10^3 \frac{1}{\rho_в g} =$$
$$= 0,735 \frac{13600}{1000} + 162 \cdot 10^3 \frac{1}{1000 \cdot 9,81} = 26,5 \text{ м вод. ст.}$$

Варианты задачи 2.1

1. Известно, что $p_{атм} = 1020$ гПа. Определить, каково будет манометрическое давление (мм рт. ст.) при абсолютном давлении $p_{абс} = 38$ м вод. ст.

2. Известно, что $p_m = 32,5$ м вод. ст. Определить атмосферное давление (мм рт. ст.), при котором абсолютное давление $p_{абс} = 0,420$ МПа.

Задача 2.2

Абсолютное давление $p_{абс}$ во всасывающем трубопроводе измеряется вакуумметром (измеряет разрежение $p_{вак}$) и барометром (фиксирует величину атмосферного давления $p_{атм}$).

Известно, что $p_{вак} = 2,3$ м вод. ст. Определить абсолютное давление (МПа), если атмосферное давление $p_{атм} = 745$ мм рт. ст.

Решение

Искомое абсолютное давление ([3], с. 24; [4], с. 17):

$$p_{абс} = p_{атм} - p_{вак} = (0,745 \rho_{рт} - 2,3 \rho_в) g =$$
$$= (0,745 \cdot 13600 - 2,3 \cdot 1000) 9,81 = 76832 \text{ Па} = 768,32 \text{ гПа.}$$

Варианты задачи 3.9

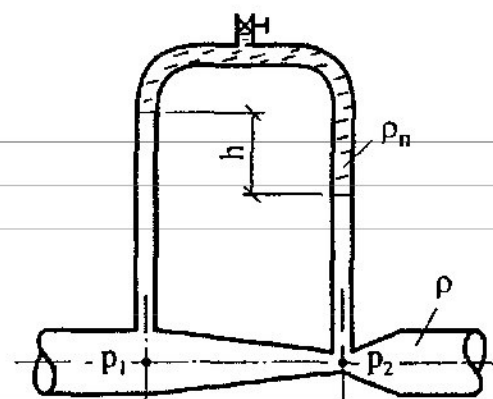
1. Известно, что $\rho = 1010 \text{ кг/м}^3$. Определить абсолютную погрешность измерения перепада давления Δp , если точность отсчета по шкале дифференциального манометра $\Delta h_{\text{min}} = 0,5 \text{ мм}$.

2. Известно, что $\rho = 940 \text{ кг/м}^3$. Определить, каково будет показание прибора h при $\Delta p = 30 \text{ мм рт. ст.}$

Задача 3.10

Перепад давления Δp в двух сечениях трубы, по которой движется жидкость плотностью ρ , измеряется двухжидкостным микродифференциальным манометром, заполненным жидкостью, не смешивающейся с жидкостью в трубе и имеющей плотность $\rho_n < \rho$. Показанием прибора является разница уровней жидкости h .

Известно, что $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ и $\rho_n = 850 \text{ кг/м}^3$. Определить перепад давления Δp , если показание прибора $h = 300 \text{ мм}$.



Решение

Искомый перепад давлений ([2], с. 20; [4], с. 26):

$$\Delta p = (\rho - \rho_n)gh = (1000 - 850)9,81 \cdot 0,3 = 0,44 \text{ кПа.}$$

Варианты задачи 3.10

1. Известно, что $\rho = 1010 \text{ кг/м}^3$, $\rho_n = 880 \text{ кг/м}^3$. Определить абсолютную погрешность измерения Δp , если точность отсчета по шкале $\Delta h_{\text{min}} = 1 \text{ мм}$.

2. Известно, что $\rho = 1040 \text{ кг/м}^3$, $\Delta p = 0,5 \text{ кПа}$. Определить плотность ρ_n , чтобы показание прибора $h \leq 350 \text{ мм}$.

Отсюда искомая масса регулировочного груза:

$$M_{гр} = \left(\frac{\rho ab \Delta H}{\sin \alpha \cos \alpha} - M_{кл} \right) \frac{1}{2 \left(1 + \frac{c}{b} \sin \alpha \right)} =$$

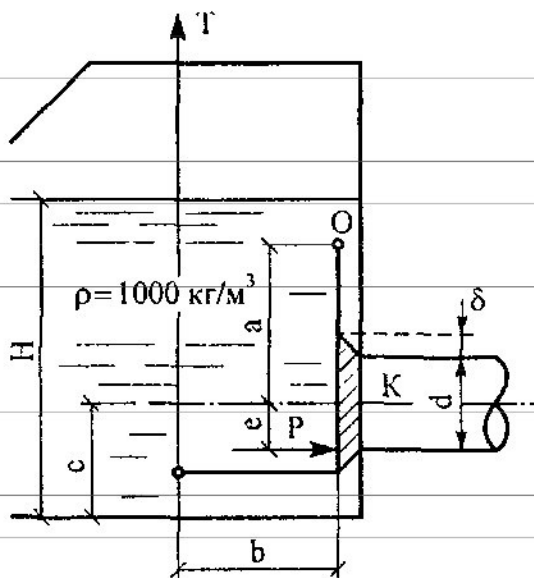
$$= \left(\frac{1000 \cdot 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,1}{0,707 \cdot 0,707} - 10 \right) \frac{1}{2 \left(1 + \frac{1,2}{0,8} 0,707 \right)} = 17 \text{ кг.}$$

Варианты задачи 4.4

1. Известно, что $a = 0,6$ м, $b = 0,7$ м, $\alpha = 30^\circ$, $M_{кл} = 15$ кг, $M_{гр} = 20$ кг. Определить, на каком расстоянии с следует укрепить регулировочный груз, чтобы разница уровней воды $\Delta H = 15$ см.

2. Известно, что $a = 0,6$ м, $b = 0,8$ м, $\alpha = 45^\circ$, $c = 100$ см, $M_{кл} = 12$ кг. Определить разницу уровней воды ΔH , если масса регулировочного груза $M_{гр} = 25$ кг.

Задача 4.5



В промывном колодце водоотводящей сети вход в трубу диаметром d перекрыт клапаном K , диаметр которого больше, чем диаметр трубы на величину $2\delta \approx 10$ см. Для удаления осадений с лотка трубы (для ее промывки) колодец наполняется водой на глубину H , затем с помощью рычажной системы (a , b) клапан K открывается, выпуская воду внутрь трубы.

Известно, что $d = 200$ мм, $a = 250$ мм, $b = 300$ мм, $c = 150$ мм. Определить требуемое для открытия клапана усилие T , если глубина $H = 2$ м.

Решение

Сила давления ([2], с. 26; [4], с. 51) воды на клапан:

$$P = \rho g h_c F = 1000 \cdot 9,81 (2 - 0,15) \frac{3,14 (0,2 + 0,1)^2}{4} = 1,28 \text{ кН.}$$

Величина эксцентриситета точки приложения силы P ([2], с. 28, [4], с. 53):

$$e = \frac{J_c}{h_c F} = \frac{\pi (d + 0,1)^4}{(H - c) \frac{\pi (d + 0,1)^2}{4} \cdot 64} = \frac{(d + 0,1)^2}{16(H - c)} = \frac{(0,2 + 0,1)^2}{16(2 - 0,15)} = 0,003 \text{ м.}$$

Уравнение моментов сил относительно шарнира О: $P(a + e) = Tb$.

Отсюда искомое усилие:

$$T = \frac{P(a + e)}{b} = \frac{1,28(0,25 + 0,003)}{0,3} = 1,08 \text{ кН.}$$

Варианты задачи 4.5

1. Известно, что $d = 250$ мм, $a = 200$ мм, $c = 175$ мм. Определить, какая длина рычага b должна быть, чтобы при глубине воды $H = 2$ м усилие на тросе $T \leq 1$ кН.

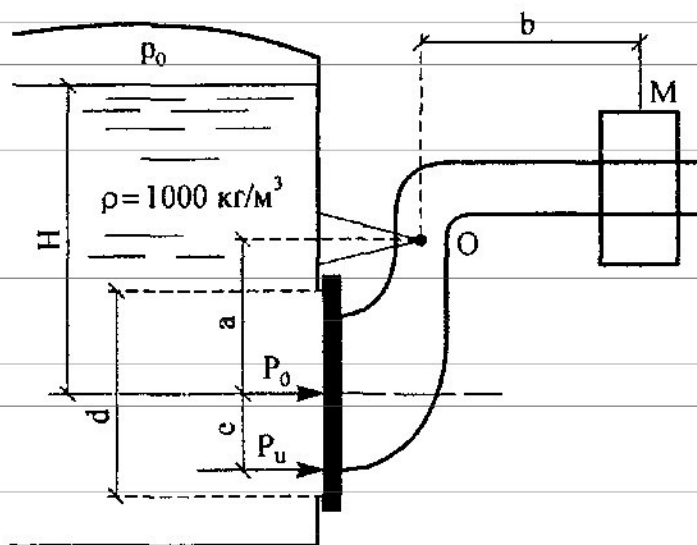
2. Известно, что $d = 200$ мм, $b = 300$ мм, $c = 150$ мм. Определить, какая длина рычага a должна быть, чтобы при глубине воды $H = 1,8$ м усилие на тросе $T \leq 1,5$ кН.

Задача 4.6

В закрытом резервуаре находится вода ($\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$), манометрическое давление паров которой равно p_0 .

Для выпуска воды на глубине H имеется круглое отверстие диаметром d , перекрытое клапаном, удерживаемым давлением воды P с помощью рычажного (a , b) устройства и груза массой M .

Известно, что $p_0 = 0,08$ МПа, $H = 2$ м, $d = 200$ мм, $a = 250$ мм. Определить требуемую массу груза M , если плечо рычага $b = 120$ см.



Решение

Сила внешнего давления воды:

$$P_0 = p_0 F = p_0 \frac{\pi d^2}{4} = 0,08 \cdot 10^6 \frac{3,14 \cdot 0,2^2}{4} = 2,5 \text{ кН.}$$

Сила избыточного давления воды ([2], с. 26; [4], с. 51):

$$P_u = \rho g h_c F = 1000 \cdot 9,81 \cdot 2 \frac{3,14 \cdot 0,2^2}{4} = 0,62 \text{ кН.}$$

Величина эксцентриситета центра давления ([2], с. 28; [4], с. 53):

ствием выталкивающей силы P_a оценивается коэффициент всплытия $K_{вспл} \geq 1$.

Известно, что $D = 20$ м, УГВ = 115 м, ПДК = 104 м, $F = 1,4$ МН. Определить коэффициент всплытия $K_{вспл}$, если масса колодца $M_k = 3800$ т.

Решение

Коэффициент устойчивости на всплытие:

$$K_{вспл} = \frac{G+F}{P_a} = \frac{gM+F}{\rho g \frac{\pi D^2}{4} (\nabla УГВ - \nabla ПДК)}$$

$$= \frac{9,81 \cdot 3800 \cdot 10^3 + 1,4 \cdot 10^6}{1000 \cdot 9,81 \frac{3,14 \cdot 20^2}{4} (115 - 104)} = 1,14 > 1.$$

Варианты задачи 6.6

1. Известно, что $D = 22$ м, $\nabla УГВ = 217$ м, $\nabla ПДК = 205$ м, $F = 1,5$ МН. Определить, при какой массе M_k коэффициент всплытия $K_{вспл} = 1,3$.

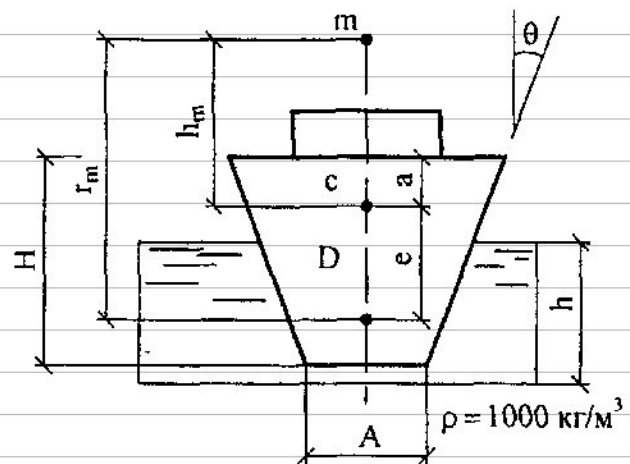
2. Известно, что $D = 20$ м, $\nabla ПДК = 134$, $F = 1,3$ МН, $M_k = 3500$ т. Определить, при какой отметке $\nabla УГВ$ коэффициент $K_{вспл} = 1,2$.

Задача 6.7

Баржа длиной L имеет трапециевидную форму поперечного сечения с размерами A , H и углом θ . Масса баржи M , ее центр тяжести C расположен ниже палубы на величину a и выше центра водоизмещения D на величину эксцентриситета e .

Остойчивость баржи характеризуется величиной метацентрической высоты h_m (положением метацентра m) и соотношением метацентрического радиуса r_m и эксцентриситета e . Известно, что $A = 2$ м, $\theta = 30^\circ$, $H = 0,8$ м, $L = 10$ м, $M = 5$ т, $a = 0,1$ м.

Определить r_m , h_m и e и оценить остойчивость плавающей баржи.



Решение

Условие надводного плавания баржи ([2], с. 35; [4] с. 62):

$$\rho g (A + h \operatorname{tg} \theta) h L = g M$$

или

$$\operatorname{tg} \theta h^2 + Ah - \frac{M}{\rho L} = 0.$$

Отсюда осадки баржи:

$$h = \frac{-A + \sqrt{A^2 + 4 \operatorname{tg} \theta \frac{M}{L \rho}}}{2 \operatorname{tg} \theta} = \frac{-2 + \sqrt{2^2 + 4 \cdot 0,577 \frac{5 \cdot 10^3}{10 \cdot 1000}}}{2 \cdot 0,577} = 0,234 \text{ м.}$$

Объемное водоизмещение:

$$W = (A + h \operatorname{tg} \theta) h L = (2 + 0,234 \cdot 0,577) 0,234 \cdot 10 = 5 \text{ м.}$$

Момент инерции площади ватерлинии:

$$J = \frac{L(A + 2h \operatorname{tg} \theta)^3}{12} = \frac{10(2 + 2 \cdot 0,234 \cdot 0,577)^3}{12} = 9,75 \text{ м}^4.$$

Метацентрический радиус ([2], с. 36; [4], с. 64):

$$r_m = \frac{J}{W} = \frac{9,75}{5} = 1,95 \text{ м.}$$

Эксцентриситет:

$$e = \frac{h}{3} \frac{3A + 2h \operatorname{tg} \theta}{2A + 2h \operatorname{tg} \theta} + (H - h - a) = \\ = \frac{0,234}{3} \cdot \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 0,234 \cdot 0,577}{2 \cdot 2 + 2 \cdot 0,234 \cdot 0,577} + (0,8 - 0,234 - 0,1) = 0,58 \text{ м.}$$

Метацентрическая высота:

$$h_m = r_m - e = 1,95 - 0,58 = 1,37 \text{ м.}$$

Сопоставление величин дает результат:

$$h_m = 1,37 > 0; r_m = 1,95 \text{ м} > e = 0,58 \text{ м.}$$

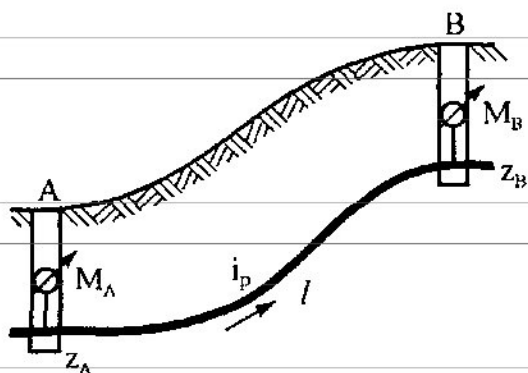
Следовательно, баржа обладает остойчивостью.

Варианты задачи 6.7

1. Известно, что $A = 0$ (треугольное сечение), $\theta = 60^\circ$, $H = 1,0$ м, $L = 8$ м, $M = 4$ т, $a = 0,2$ м. Определить r_m , h_m и e и оценить остойчивость плавающей баржи.

2. Известно, что $A = 3$ м, $\theta = 0^\circ$, $H = 1,2$ м, $L = 9$ м, $M = 5$ т, $a = 0,15$ м. Определить r_m , h_m и e и оценить остойчивость плавающей баржи.

Задача 7.2



По напорному трубопроводу постоянного диаметра в направлении от водородного колодца А к колодцу В движется вода ($\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$), причем пьезометрический уклон потока равен i_p . Колодцы расположены на расстоянии l друг от друга, в них установлены манометры M_A и M_B , измеряющие давление потока воды в трубе на отметках z_A и z_B соответственно.

Известно, что $z_A = 115 \text{ м}$, $p_A = 416 \text{ МПа}$, $l = 1,5 \text{ км}$, $i_p = 0,002$. Определить показание манометра p_B , если $z_B = 120 \text{ м}$.

Решение

Пьезометрический напор потока в сечении А ([2] с. 60; [4] с. 106):

$$H_{\text{пa}} = z_A + \frac{p_A}{\rho g} = 115 + \frac{416 \cdot 10^3}{10^3 \cdot 9,81} = 157,4 \text{ м.}$$

Пьезометрический напор потока в сечении В:

$$H_{\text{пб}} = H_{\text{пa}} - i_p l = 157,4 - 0,002 \cdot 1500 = 154,4 \text{ м.}$$

Показание манометра в сечении В:

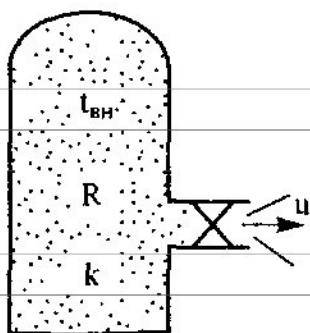
$$p_B = (H_{\text{пб}} - z_B) \rho g = (154,4 - 120) 10^3 \cdot 9,81 = 337,5 \text{ кПа.}$$

Варианты задачи 7.2

1. Известно, что $z_A = 80 \text{ м}$, $p_A = 0,42 \text{ МПа}$, $l = 2 \text{ км}$, $i_p = 0,0018$. Определить, на какой отметке z_B показание манометра $p_B = 386 \text{ кПа}$.

2. Известно, что $z_B = 95 \text{ м}$, $p_B = 0,320 \text{ МПа}$, $l = 1,6 \text{ км}$, $i_p = 0,0019$. Определить показание манометра p_A , если $z_A = 93 \text{ м}$.

Задача 7.3

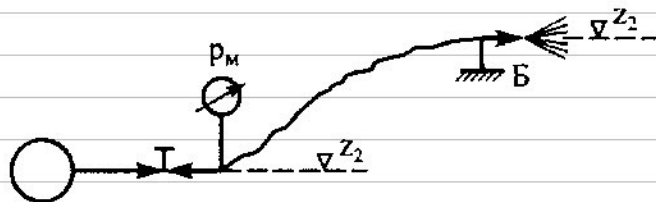


Газ ($R = 30 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$) находится в баллоне при температуре $t_{\text{вн}}$ и истекает из него через насадок со скоростью u в атмосферу. Принимаем процесс адиабатическим ($k = 1,4$), а потерями напора пренебрегаем.

Известно, что $t_{\text{вн}} = 25 \text{ }^\circ\text{C}$. Определить температуру истекающей струи t_c , если скорость газа $u = 70 \text{ м/с}$.

Задача 10.2

На отметке z_1 к магистральному трубопроводу через задвижку подсоединен пожарный (выкидной) рукав (обычный прорезиненный) диаметром d_y , длиной l . Под действием давления p_m



в начале рукава у пожарного брандспойта Б, расположенного на отметке z_2 , создается давление p_6 , в результате чего из брандспойта вылетает противопожарная струя воды с расходом Q (плотность воды $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$).

Известно, что $z_1 = 25 \text{ м}$, $z_2 = 37 \text{ м}$, $d_y = 50 \text{ мм}$, $l = 120 \text{ м}$, $Q = 5 \text{ л/с}$. Определить давление p_m , если требуемое значение $p_6 = 0,25 \text{ МПа}$.

Решение

Для обычного прорезиненного рукава диаметром $d_y = 50 \text{ мм}$ по справочнику ([3], табл. 3.10) находим удельное сопротивление:

$$A = 6770 \text{ (с/м}^3\text{)}^2.$$

Потери напора в пожарном рукаве:

$$h_f = A/Q^2 = 6770 \cdot 120 \cdot 0,005^2 = 20,31 \text{ м}.$$

Искомое давление ([4], с. 215):

$$p_m = p_6 + \rho g [h_f + (z_2 - z_1)] = 0,25 \cdot 10^6 + 1000 \cdot 9,81 [20,31 + (37 - 25)] = 0,53 \text{ МПа}.$$

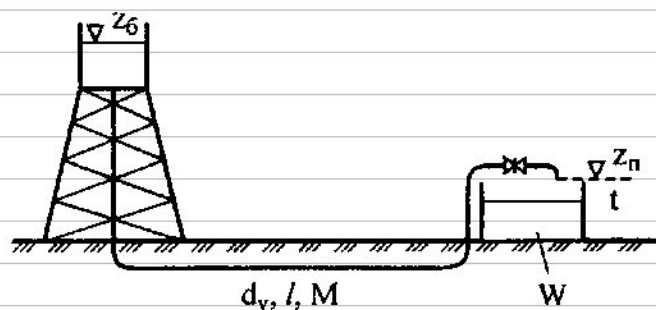
Варианты задачи 10.2

1. Известно, что $z_1 = 28 \text{ м}$, $z_2 = 35 \text{ м}$, $l = 140 \text{ м}$, $d = 66 \text{ мм}$, $Q = 10 \text{ л/с}$. Определить давление p_6 , если $p_m = 0,45 \text{ МПа}$.

2. Известно, что $z_1 = 41 \text{ м}$, $d = 77 \text{ мм}$, $l = 110 \text{ м}$, $p_m = 0,58 \text{ МПа}$, $Q = 20 \text{ л/с}$. Определить, на какой отметке z_2 давление $p_6 = 0,25 \text{ МПа}$.

Задача 10.3

К водонапорной башне, расчетный уровень воды в которой находится на отметке z_6 , соединена труба диаметром d_y , длиной l из материала М. По этой трубе вода подается на отметку z_n для наполнения объема W не



дольше, чем за интервал времени t . Расчет вести с использованием понятия «модуль расхода K ».

$$\left. \begin{aligned} Q_2 &= \sqrt{\frac{216}{161}} Q_1 = 1,158 Q_1; \\ 384 \cdot 10^3 Q_1^2 &= 6 \end{aligned} \right\}$$

В результате решения получим:

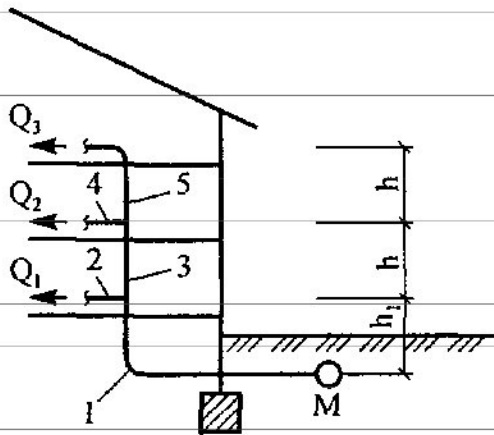
$$Q_1 = 3,87 \text{ л/с}; Q_2 = 4,48 \text{ л/с}; Q = 2(Q_1 + Q_2) = 2(3,87 + 4,48) = 16,70 \text{ л/с}.$$

Варианты задачи 11.7

1. Известно, что $\Delta = 0,08 \text{ мм}$, $d_1 = 80 \text{ мм}$, $l_1 = 35 \text{ м}$, $\zeta_1 = 2,6$, $d_2 = 80 \text{ мм}$, $l_2 = 30 \text{ м}$, $\zeta_2 = 3,1$, $d_3 = 100 \text{ мм}$, $l_3 = 20 \text{ м}$, $\zeta_3 = 2,4$, $d_4 = 124 \text{ мм}$, $l_4 = 11 \text{ м}$, $\zeta_4 = 3,0$. Определить, при каком напоре H общий расход $Q = 20 \text{ л/с}$.

2. Известно, что $\Delta = 0,06 \text{ мм}$, $d_1 = 50 \text{ мм}$, $l_1 = 32 \text{ м}$, $\zeta_1 = 3,3$, $d_2 = 50 \text{ мм}$, $l_2 = 18 \text{ м}$, $\zeta_2 = 4,1$, $d_3 = 80 \text{ мм}$, $l_3 = 26 \text{ м}$, $\zeta_3 = 2,8$, $d_4 = 100 \text{ мм}$, $l_4 = 9 \text{ м}$, $\zeta_4 = 2,6$. Определить, при каком напоре H расход $Q_1 = 4 \text{ л/с}$.

Задача 11.8



Вода подается в трехэтажное здание из магистральной сети M по разветвленному трубопроводу, состоящему из пяти участков ($d_i, l_i, \lambda_i, \zeta_i$).

Известно, что $d_1 = 25 \text{ мм}$, $d_2 = d_4 = d_5 = 15 \text{ мм}$, $d_3 = 20 \text{ мм}$, $l_1 = 25 \text{ м}$, $l_2 = l_4 = 2 \text{ м}$, $l_3 = 3 \text{ м}$, $l_5 = 5 \text{ м}$, $\lambda = 0,03$, $\zeta_1 = 1,2$, $\zeta_2 = \zeta_4 = 3,1$, $\zeta_3 = 0,8$, $\zeta_5 = 3,6$, $h_1 = 1,8 \text{ м}$, $h = 3 \text{ м}$. Определить напор H (м вод. ст.) в магистрали M , необходимый для подачи на каждый этаж расхода $Q \geq 0,2 \text{ л/с}$.

Решение

При подаче воды на 3-й этаж в количестве $Q_3 \geq 0,2 \text{ л/с}$ расходы воды на 2-м (Q_2) и 1-м (Q_1) этажах будут больше (Q_3). Потребный напор в магистрали (по уравнению Бернулли [4], с. 223):

$$\begin{aligned} H &= h_1 + 2h + \left(\zeta_5 + \lambda \frac{l_5}{d_5} \right) \frac{16Q_3^2}{2g\pi^2 d_5^4} + \left(\zeta_3 + \lambda \frac{l_3}{d_3} \right) \frac{16(Q_3 + Q_2)^2}{2g\pi^2 d_3^4} + \\ &+ \left(\zeta_1 + \lambda \frac{l_1}{d_1} \right) \frac{16(Q_3 + Q_2 + Q_1)^2}{2g\pi^2 d_1^4} = 1,8 + 2 \cdot 3 + \left(3,6 + 0,03 \frac{5}{0,015} \right) \times \\ &\times \frac{(0,2 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 16}{2 \cdot 9,81 \cdot 3,14^2 \cdot 0,015^4} + \left(0,8 + 0,3 \frac{3}{0,02} \right) \frac{[(0,2 + Q_2) 10^{-3}]^2 \cdot 16}{2 \cdot 9,81 \cdot 3,14^2 \cdot 0,024} + \end{aligned}$$

$$+ \left(0,8 + 0,3 \frac{3}{0,02} \right) \cdot \frac{[(0,2 + Q_2) 10^{-3}]^2 \cdot 16}{2 \cdot 9,81 \cdot 3,14^2 \cdot 0,024} + \left(1,2 + 0,03 \frac{25}{0,025} \right) \times \\ \times \frac{[(0,2 + Q_2 + Q_1)]^2 \cdot 16}{2 \cdot 9,81 \cdot 3,14^2 \cdot 0,025^4},$$

т. е.

$$H = 7,8 + 0,889 + 2,74(0,2 + Q_2)^2 + 6,61(0,2 + Q_2 + Q_1)^2.$$

Расход Q_2 найдем из условия равенства потребных напоров на 4-м и 5-м участках ([4], с. 221):

$$h + \left(\zeta_5 + \lambda \frac{l_5}{d_5} \right) \frac{16Q_3^2}{2g\pi^2 d_5^4} = \left(\zeta_4 + \lambda \frac{l_4}{d_4} \right) \frac{16Q_2^2}{2g\pi^2 d_4^4},$$

т. е.

$$3 + 0,889 = \left(3,1 + 0,03 \frac{2}{0,015} \right) \cdot \frac{16(Q_2 \cdot 10^{-3})^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 3,14^2 \cdot 0,015^4} = 11,6Q_2^2.$$

Отсюда

$$Q_2 = \sqrt{3,889/11,6} = 0,579 \text{ л/с.}$$

Расход Q_1 найдем из условия равенства потребного напора на 2-м участке сумме потребных напоров на 3-м и 5-м участках:

$$\left(\zeta_2 + \lambda \frac{l_2}{d_2} \right) \frac{16Q_1^2}{2g\pi^2 d_2^4} = 2h + \left(\zeta_5 + \lambda \frac{l_5}{d_5} \right) \frac{16Q_3^2}{2g\pi^2 d_5^4} + \left(\zeta_3 + \lambda \frac{l_3}{d_3} \right) \frac{16(Q_2 + Q_3)^2}{2g\pi^2 d_3^4},$$

т.е.

$$11,6Q_1^2 = 2 \cdot 3 + 0,889 + 2,74(0,2 + 0,579)^2 = 8,551.$$

Отсюда

$$Q_1 = \sqrt{8,551/11,6} = 0,859 \text{ л/с.}$$

Искомый напор в магистральной сети:

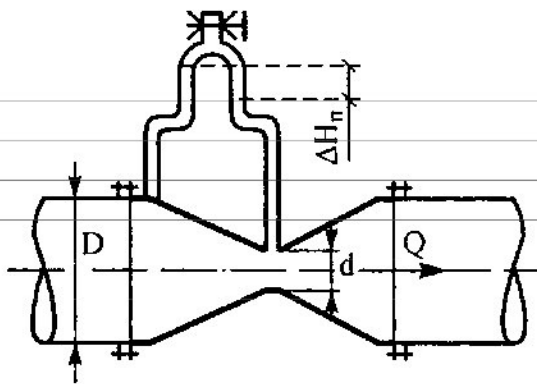
$$H = 7,8 + 0,889 + 2,74(0,2 + 0,579)^2 + 6,61(0,2 + 0,579 + 0,859)^2 = 28,06 \text{ м.}$$

Варианты задачи 11.8

1. Известно, что $d_1 = 32$ мм, $d_2 = d_4 = d_5 = 20$ мм, $d_3 = 25$ мм, $l_1 = 22$ м, $l_2 = l_4 = 1,5$ м, $l_3 = 3,5$ м, $l_5 = 5$ м, $\zeta_1 = 1,5$, $\zeta_2 = \zeta_4 = 3,6$, $\zeta_3 = 0,9$, $\zeta_5 = 4,1$, $h_1 = 2,0$ м, $h = 3,5$ м. Определить расходы воды по этажам здания Q_1 , Q_2 и Q_3 при напоре в магистральной сети $H = 32$ м.

2. Известно, что $d_1 = 25$ мм, $d_2 = d_4 = d_5 = 15$ мм, $d_3 = 20$ мм, $l_1 = 24$ м, $l_2 = l_4 = 2,5$ м, $l_3 = 3,3$ м, $l_5 = 5,8$ м, $\zeta_1 = 1,3$, $\zeta_2 = \zeta_4 = 3,2$, $\zeta_3 = 0,4$, $\zeta_5 = 3,7$, $h_1 = 3$ м, $h = 4$ м. Определить, как распределится общий расход воды $Q_{\text{общее}} = 2$ л/с по 1, 2, 3-му этажам.

Задача 13.3



Для измерения расхода жидкости в трубопроводе внутренним диаметром D установлен водомер Вентури с диаметром горловины d и коэффициентом расхода μ . Перепад давления в водомере ΔH_p измеряется с помощью дифференциального манометра.

Известно, что $D = 150$ мм, $d = 100$ мм. Определить величину коэффициента расхода μ водомера, если при пропуске жид-

кости в количестве $Q = 1200$ л/мин перепад в дифференциальном манометре $\Delta H_p = 400$ мм.

Решение

Постоянная расходомера ([2], с. 69; [4], с. 111):

$$A = \frac{\pi D^2}{4} \sqrt{\frac{2g}{(D/d)^4 - 1}} = \frac{3,14 \cdot 1,5^2}{4} \sqrt{\frac{2 \cdot 98,1}{(1,5/1)^4 - 1}} = 12,27 \text{ дм}^{2,5}/\text{с}.$$

Следовательно, искомый коэффициент расхода:

$$\mu = \frac{Q}{A \sqrt{\Delta H_p}} = \frac{1200}{60 \cdot 12,27 \sqrt{4}} = 0,815.$$

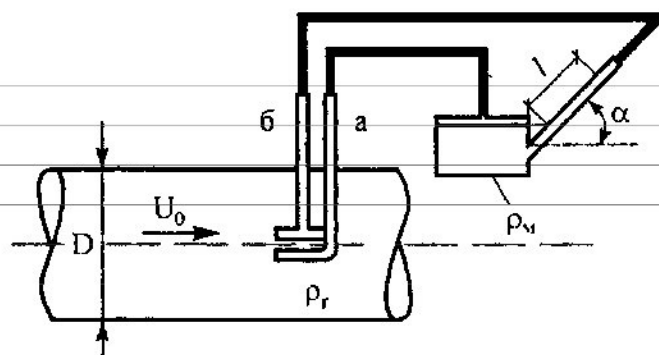
Варианты задачи 13.3

1. Известно, что $D = 250$ мм, $d = 50$ мм, $\mu = 0,82$. Определить расход жидкости Q при показании дифференциального манометра $\Delta H_p = 280$ мм.

2. Известно, что $D = 250$ мм, $\mu = 0,82$. Определить, при каком диаметре горловины водомера d во время пропуска расхода $Q = 45$ л/с показание дифференциального манометра $\Delta H_p = 250$ мм.

Задача 13.4

Массовый расход M газа (ρ_r) в трубопроводе внутренним диаметром D измеряется тахиметрическим способом с помощью гидрометрической трубки Пито-Прандтля, установленной на оси трубы и соединенной с чашечным микродифманометром (ρ_m, α, l). Такой способ измерения расхода применяется в тех случаях, когда для данного участка трубы с достаточной



точностью известно соотношение