

**Задача 1.1.** Определить плотность жидкости  $\rho$ , полученной смешиванием объема жидкости  $V_1 = 0,02 \text{ м}^3$  плотностью  $\rho_1 = 910 \text{ кг/м}^3$  и объема жидкости  $V_2 = 0,03 \text{ м}^3$  плотностью  $\rho_2 = 850 \text{ кг/м}^3$ .

**Задача 1.2.** Определить плотность топливной смеси (по весу) при следующем составе: керосин ( $\rho_k = 775 \text{ кг/м}^3$ ) – 40%, мазут ( $\rho_m = 870 \text{ кг/м}^3$ ) – 60%.

**Задача 1.3.** При гидравлическом испытании трубопровода длиной  $L = 1000 \text{ м}$  и диаметром  $d = 100 \text{ мм}$  давление поднималось от  $p_1 = 1 \text{ МПа}$  до  $p_2 = 1,5 \text{ МПа}$ . Определить объем жидкости  $\Delta V$ , который был дополнительно закачан в водопровод. Коэффициент объемного сжатия  $\beta_p = 4,75 \cdot 10^{-10} \text{ 1/Па}$ .

**Задача 1.4.** При гидравлическом испытании трубопровода диаметром  $d = 0,4$  м длиной  $L = 20$  м и давлением воды сначала было  $p_1 = 5,5$  МПа. Через час давление упало до  $p_2 = 5,0$  МПа. Определить, пренебрегая деформацией трубопровода, сколько воды вытекло при этом через неплотности. Коэффициент объемного сжатия  $\beta_p = 4,75 \cdot 10^{-10}$  1/Па.

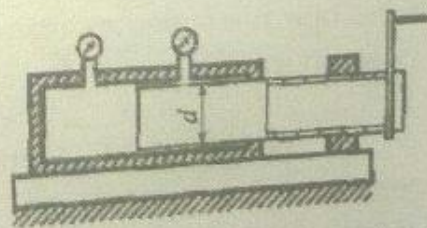
**Задача 1.5.** Трубопровод диаметром  $d = 500$  мм и длиной  $L = 1000$  м наполнен водой при давлении  $p_1 = 400$  кПа, и температуре воды  $t_1 = 5$  °С. Определить, пренебрегая деформациями и расширением стенок труб, давление в трубопроводе при нагревании воды в нем до  $t_2 = 15$  °С, если коэффициент объемного сжатия  $\beta_p = 5,18 \cdot 10^{-10}$  1/Па, а коэффициент температурного расширения  $\beta_t = 150 \cdot 10^{-6}$  1/°С.

**Задача 1.6.** Определить повышение давления, при котором начальный объем воды уменьшится на 3%. Коэффициент объемного сжатия воды  $\beta_p = 4,75 \cdot 10^{-10}$  1/Па.

**Задача 1.7.** При гидравлических испытаниях (проверке герметичности) подземного трубопровода длиной  $L = 500$  м, диаметром  $d = 0,1$  м давление в нем повысилось от  $p_1 = 0$  до  $p_2 = 1,0$  МПа. Пренебрегая деформацией стенок трубопровода, определить объем воды, которую необходимо дополнительно закачать в трубопровод. Объемный модуль упругости воды принять равным  $E = 2000$  МПа.

**Задача 1.8.** В трубопровод вместимостью  $50$  м<sup>3</sup> во время испытаний было дополнительно закачено  $0,05$  м<sup>3</sup> воды. Определить приращение давления в трубопроводе, если объемный модуль упругости воды  $E = 2 \cdot 10^9$  Па.

**Задача 1.9.** Винтовой плунжерный насос для тарировки манометров работает на масле с коэффициентом объемного сжатия  $\beta_p = 0,625 \cdot 10^{-9}$  1/Па. Определить на сколько оборотов надо повернуть маховик винта, чтобы поднять



давление внутри насоса на

$\Delta p = 0,1$  МПа, если объем рабочей камеры пресса  $V = 628$  см<sup>3</sup>, диаметр плунжера  $d = 20$  мм, шаг винта  $h = 2$  мм. Стенки рабочей камеры считать недеформируемыми.

**Задача 1.10.** Резервуар заполнен жидкостью, объем которой  $V = 8$  м<sup>3</sup>. Определить коэффициент температурного расширения жидкости  $\beta_t$ , если при увеличении температуры от  $t_1 = 10$  °С до  $t_2 = 20$  °С объем жидкости увеличился на 6 л.

**Задача 1.11.** Для периодического аккумулирования дополнительного объема воды, получающегося при изменении температуры, к системе водяного отопления в верхней ее точке присоединяют расширительные резервуары, сообщающиеся с атмосферой. Определить наименьший объем расширительного резервуара, чтобы он полностью не опоражнивался. Допустимое колебание температуры воды во время перерывов в топке  $\Delta t = 30$  °С. Объем воды в системе  $V = 0,7$  м<sup>3</sup>. Коэффициент температурного расширения воды при средней температуре  $t = 80$  °С,  $\beta_t = 6 \cdot 10^{-4}$  1/°С.

**Задача 1.12.** Определить среднюю толщину отложений в герметичном водоводе внутренним диаметром  $d = 0,5$  м и длиной  $l = 3$  км. При выпуске воды объемом  $\Delta V = 0,08$  м<sup>3</sup> давление в водоводе падает на  $\Delta p = 1$  МПа. Отложения по диаметру и длине водовода распределены равномерно. Коэффициент объемного сжатия воды  $\beta_p = 5 \cdot 10^{-10}$  1/Па.

**Задача 1.13.** Стальной водовод диаметром  $d = 0,4$  м и длиной  $l = 1$  км, проложенный открыто, находится под давлением  $p = 2$  МПа при температуре воды  $t_1 = 10$  °С. Определить давление воды в водоводе при повышении температуры до  $t_2 = 15$  °С в результате наружного прогрева.

**Задача 1.14.** Определить изменение плотности воды при увеличении давления от  $p_1 = 100$  кПа до  $p_2 = 10000$  кПа. При изменении давления температура воды не изменяется, коэффициент объемного сжатия  $\beta_p = 5 \cdot 10^{-10}$  1/Па.

**Задача 1.15.** Определить ротационным вискозиметром вязкость жидкости плотностью  $\rho = 920 \text{ кг/м}^3$ . Вес груза  $G = 80 \text{ Н}$ , диаметры цилиндра  $D_n = 225 \text{ мм}$ , барабана  $D_b = 223 \text{ мм}$ , шкива  $d = 200 \text{ мм}$ . Глубина погружения барабана в жидкость  $l_b = 250 \text{ мм}$ . Время опускания груза  $t_{\text{гр}} = 12 \text{ с}$ , путь  $l_{\text{гр}} = 300 \text{ мм}$ .

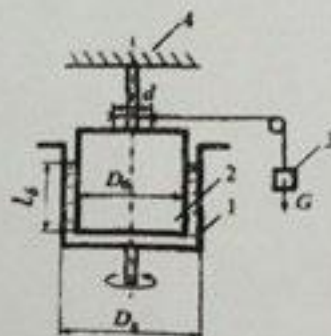


Рис. 1.1 - Схема ротационного вискозиметра: в цилиндре 1 установлен барабан 2, вращающийся под действием опускающегося груза 3. Цилиндр закреплен на основании 4

3) записать уравнение равенства давлений в точках, приравняв правые части записанных выражений;

4) из полученного уравнения выразить неизвестную величину (см. пример 2.1).

При решении задач, в которых даны поршни или система поршней, следует:

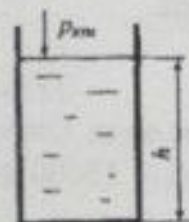
1) составить уравнение сил, приложенных к поршню;

2) записать формулы для нахождения каждой из сил, действующих на тело. При этом, давление со стороны жидкости нужно определить, используя основное уравнение гидростатики;

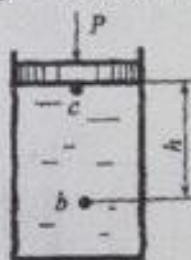
3) подставить полученные зависимости в уравнение равновесия сил и выразить неизвестную величину (см. пример 2.2).

### Задачи

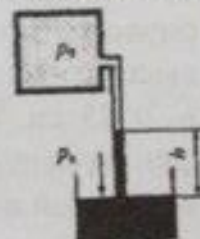
**Задача 2.1.** Определить избыточное и абсолютное давления в точке, расположенной на дне открытого резервуара, если уровень жидкости в резервуаре  $h = 2$  м, а плотность жидкости  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>. Атмосферное давление  $p_a = 0,1$  МПа.



**Задача 2.2.** Определить высоту наполнения резервуара жидкостью с относительной плотностью  $\delta = 0,85$ , если в точке, расположенной на дне открытого резервуара, абсолютное давление  $p_{абс} = 135$  кПа. Атмосферное давление  $p_a = 0,1$  МПа (см. рис. к зад. 2.1).

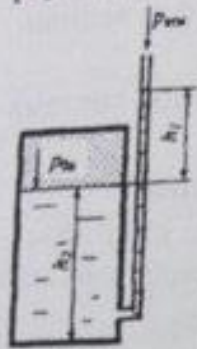


**Задача 2.3.** Определить абсолютное и избыточное давление в точке  $C$  под поршнем и в точке  $b$  на глубине  $h = 2$  м, если диаметр поршня  $d = 0,2$  м, а сила, действующая на поршень,  $P = 3$  кН. Плотность жидкости  $\rho = 850$  кг/м<sup>3</sup>.



**Задача 2.4.** Определить абсолютное давление  $p_0$  в закрытом резервуаре, если в трубке, присоединенной к резервуару, ртуть подня-

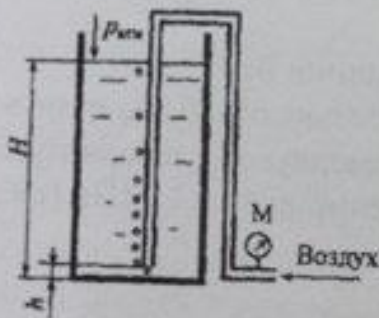
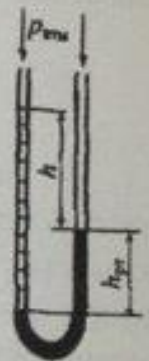
лась на  $h = 0,2$  м. Атмосферное давление  $p_a = 0,1$  МПа, плотность ртути  $\rho_{рт} = 13600$  кг/м<sup>3</sup>.



**Задача 2.5.** На какую высоту  $h$  поднимется ртуть в трубке, присоединенной к закрытому резервуару, вакуумметрическое давление в котором  $p_{0\text{вак}} = 0,6 \cdot 10^5$  Па. Плотность ртути  $\rho_{рт} = 13600$  кг/м<sup>3</sup>.

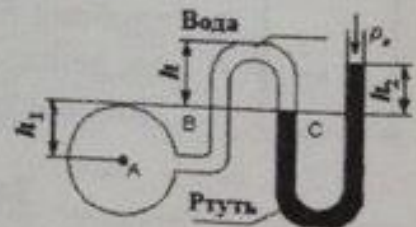
**Задача 2.6.** Определить избыточное давление  $p_{0н}$  в закрытом резервуаре при условии:  $h_1 = 0,6$  м, плотность жидкости  $\rho = 900$  кг/м<sup>3</sup>. Атмосферное давление  $p_a = 0,1$  МПа. Чему равно абсолютное давление на дно резервуара при  $h_2 = 1,0$  м. Построить эпюру избыточного давления на боковую поверхность резервуара.

**Задача 2.7.** В U-образную трубку налиты ртуть и вода. Определить  $h$ , если  $h_{рт} = 80$  мм; плотность ртути  $\rho_{рт} = 13600$  кг/м<sup>3</sup>, воды –  $\rho_n = 1000$  кг/м<sup>3</sup>.



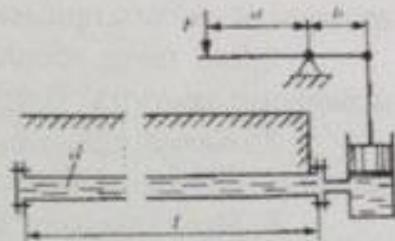
**Задача 2.8.** При измерении уровня жидкости в резервуаре барботажным методом по трубке продувают воздух. Показания манометра  $p_m = 75$  кПа. Определить уровень жидкости в резервуаре  $H$ . Относительная плотность жидкости  $\delta = 0,86$ ,  $h = 0,2$  м.

**Задача 2.11.** Определить манометрическое давление в трубопроводе  $A$ , если высота столба ртути по пьезометру  $h_2 = 25$  см. Центр трубопровода расположен на  $h_2 = 40$  см ниже линии раздела между водой и ртутью.

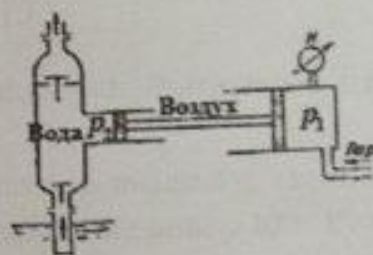
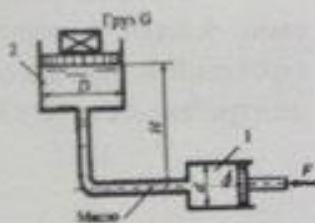


**Задача 2.12.** Вакуумметрическое давление в трубопроводе  $B$   $p_{\text{в}} = 25$  кПа. Определить абсолютное и избыточное давление в трубопроводе  $C$ , если трубопровод  $B$  заполнен жидкостью с относительной плотностью  $\delta = 1,18$ , трубопровод  $C$  – водой. Показания дифференциального ртутного манометра  $h = 0,25$  м,  $H = 0,85$ .

**Задача 2.13.** Для опрессовки водой подземного трубопровода (проверки на герметичность) применяется ручной поршневой насос. Определить объем воды ( $E = 2000$  МПа), который нужно накачать в трубопровод для повышения избыточного давления в нем от 0 до 1,0 МПа. Длина трубопровода  $L = 500$  м, диаметр –  $d = 100$  мм. Чему равно усилие на рукоятке насоса в последний момент опрессовки, если диаметр поршня насоса  $d_{\text{п}} = 40$  мм, а соотношение плеч рычажного механизма  $a/b = 5$ ?



**Задача 2.14.** Определить абсолютное давление в точке  $A$  и вес груза  $G$ , лежащего на поршне 2, если для его подъема к поршню 1 приложена сила  $F = 500$  Н. Диаметры поршней  $D = 300$  мм,  $d = 80$  мм. Высота  $H = 1,5$  м. Плотность масла  $\rho_{\text{м}} = 850$  кг/м<sup>3</sup>.



**Задача 2.15.** Паровой прямодействующий насос подает воду на высоту  $H = 50$  м. Каково рабочее давление пара, если диаметр парового цилиндра  $D = 200$  мм и  $d = 100$  мм? Давление на поршнях со стороны штоков считать атмосферным.

сферным.

### Контрольные вопросы и задания

1. Какие силы действуют на жидкость, находящуюся в состоянии равновесия?
2. Перечислите свойства гидростатического давления.

$$F_e = 1000 \cdot 9,81 \cdot 2,66 \cdot 8 = 209,5 \text{ Н}$$

Вычислим равнодействующую сил давления:

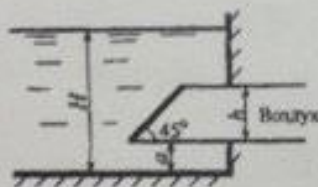
$$F = \sqrt{628^2 + 209,5^2} = 662 \text{ кН}$$

Направление этой силы определяется углом  $\beta$ :

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{F_v}{F_r} = \frac{209,5}{628} = 0,333$$

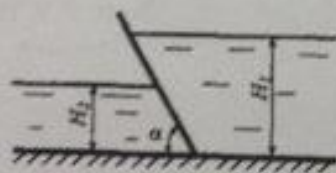
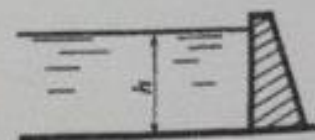
Следовательно, угол  $\beta = 18^\circ 25'$ .

### Задачи



**Задача 3.1.** Определить силу гидростатического давления и центр давления воды на прямоугольный затвор шириной  $b = 1,2 \text{ м}$ , закрывающий вход в прямоугольную трубу, высота которой  $h = 0,8 \text{ м}$ . Глубина жидкости в резервуаре  $H = 3,5 \text{ м}$ ,  $\alpha = 0,5 \text{ м}$ .

**Задача 3.2.** Определить силу и центр давления воды на стенку шириной  $b = 15 \text{ м}$ , глубина воды  $h = 3 \text{ м}$ .

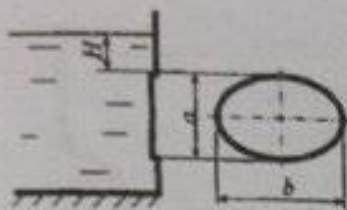


**Задача 3.3.** Определить равнодействующую силу и центр давления воды на наклонную прямоугольную стенку шириной  $b = 10 \text{ м}$ , если глубина воды  $H_1 = 6 \text{ м}$ ,  $H_2 = 2 \text{ м}$ , а угол наклона стенки  $\alpha = 60^\circ$ .

**Задача 3.4.** Прямоугольное отверстие высотой  $h = 0,4 \text{ м}$  и шириной  $b = 1 \text{ м}$  в вертикальной стенке открытого резервуара с водой закрыто щитом. Определить силу и центр давления воды на щит, если  $H = 1,3 \text{ м}$ .







**Задача 3.5.** В вертикальной стенке имеется отверстие, перекрываемое щитом в форме эллипса с размерами  $a = 1,5$  м,  $b = 2,5$  м. Определить силу гидростатического давления и положение центра давления, если  $H = 0,3$  м.

**Задача 3.6.** В боковой вертикальной стенке резервуара имеется отверстие, которое перекрывается треугольным щитом со стороной  $b = 1,5$  м. Определить силу гидростатического давления и положение центра давления, если  $H = 2,3$  м, избыточное давление в резервуаре  $p_{изб} = 5$  кПа.

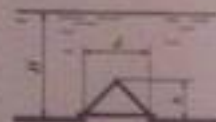


В боковой вертикальной стенке резервуара имеется отверстие, которое перекрывается равнобедренным треугольным щитом со стороной  $b = 1,5$  м. Определить силу гидростатического давления и положение центра давления, если  $H = 2,3$  м, избыточное давление в резервуаре  $p_{изб} = 5$  кПа.

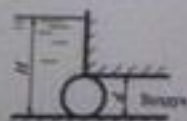


**Задача 3.7.** Цилиндрический резервуар для хранения мазута диаметром  $D = 4$  м имеет полушарическую крышку и сообщается с атмосферой через трубу диаметром  $d = 0,2$  м. Определить вертикальную составляющую силы гидростатического давления мазута на крышку, если  $H_1 = 4$  м,  $H_2 = 8$  м, а плотность мазута  $\rho = 890$  кг/м<sup>3</sup>.

**Задача 3.8.** Построить тело давления прижимающую коническую крышку основанию резервуара. Резервуар заполнен жидкостью. Определить силу гидростатического давления и положение центра давления, если  $H = 3$  м,  $b = 1$  м.



В боковой вертикальной стенке резервуара имеется отверстие, которое перекрывается конической крышкой с диаметром основания  $d = 1,2$  м и высотой  $b = 1$  м. Определить силу гидростатического давления и положение центра давления, если  $H = 3$  м.

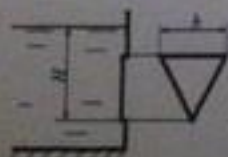


**Задача 3.9.** Определить величину и направление силы давления воды на боковую поверхность цилиндрического затвора диаметром  $d = 1,6$  м и длиной  $l = 4$  м. Глубина воды  $H = 3$  м.

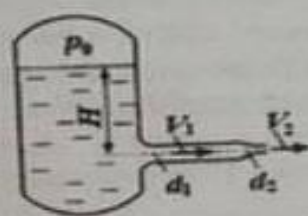
**Задача 3.10.** Построить тело давления и направление силы гидростатического давления на затвор. Затвор является частью цилиндра радиусом  $R = 2,6$  м, глубина жидкости в резервуаре  $H = 3,8$  м.



В боковой вертикальной стенке резервуара имеется отверстие, которое перекрывается частью цилиндра радиусом  $R = 2,6$  м, глубина жидкости в резервуаре  $H = 3,8$  м. Определить величину и направление силы гидростатического давления на затвор.



**Задача 3.11.** В вертикальной стенке имеется отверстие, перекрываемое щитом в виде равнобедренного треугольника, сторона которого  $b = 2,5$  м. Определить силу гидростатического давления и положение центра давления, если  $H = 3,4$  м.

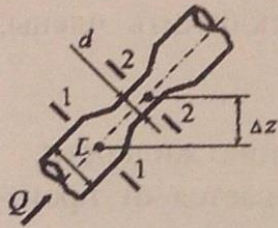


**Задача 4.1.** Из напорного бака вода течет по трубе диаметром  $d_1 = 20$  мм и затем вытекает в атмосферу через брандспойт с диаметром выходного отверстия  $d_2 = 10$  мм. Избыточное давление воздуха в баке  $p_0 = 0,18$  МПа; высота  $H = 1,6$  м. Пренебрегая потерями энергии, определить скорость течения воды в трубе  $V_1$  и на выходе из насадки  $V_2$ .

**Задача 4.2.** Определить скорость движения бензина  $V$  и расход  $Q$  в сифонном трубопроводе. Нижняя точка оси трубопровода расположена ниже уровня жидкости в питающей емкости.

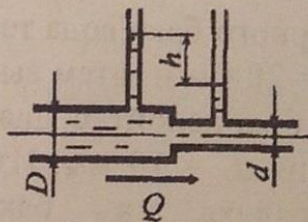
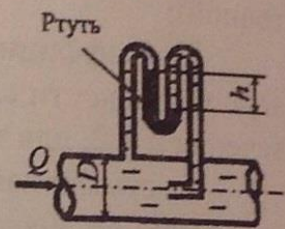


шем резервуаре на расстоянии  $h = 2,5$  м. Внутренний диаметр трубопровода  $d = 25$  мм, плотность бензина  $\rho = 850$  кг/м<sup>3</sup>. Потерями напора пренебречь.



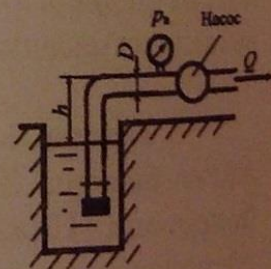
**Задача 4.3.** Вода движется в трубчатом расходомере в направлении от сечения 1-1 к 2-2. Избыточное давление больше в сечении 1-1  $\Delta p = 25$  кПа. Определить расход  $Q$ , если внутренний диаметр трубопровода в сечении 1-1  $D = 65$  мм, а в сечении 2-2  $d = 40$  мм, разность отметок сечений  $\Delta z = 2$  м. Потерями напора пренебречь.

**Задача 4.4.** Керосин движется в трубчатом расходомере в направлении от сечения 1-1 к 2-2. Избыточное давление в сечении 1-1  $p_1 = 35$  кПа. Определить избыточное давление в сечении 2-2, если внутренний диаметр трубопровода в сечении 1-1:  $D = 50$  мм, а в сечении 2-2:  $d = 35$  мм, разность отметок сечений  $\Delta z = 1$  м, расход  $Q = 2$  л/с. Потерями напора пренебречь.



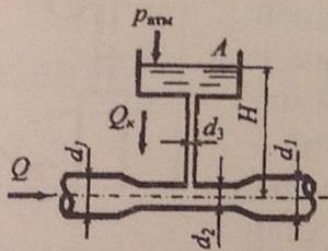
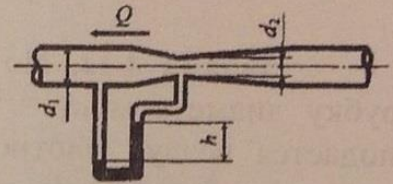
ра пренебречь.

**Задача 4.6.** Насос с подачей  $Q = 7,2$  м<sup>3</sup>/ч забирает воду из колодца. Определить наибольший вакуум  $p_{\text{вак}}$  при входе в насос. Внутренний диаметр трубопровода  $D = 80$  мм, высота установки насоса над уровнем жидкости  $h = 4$  м. Потери напора  $\Delta h = 0,5$  м.



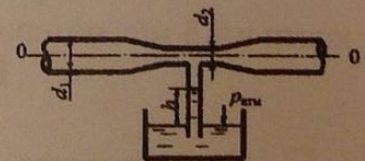
**Задача 4.7.** Нефть движется под напором в трубопроводе квадратного сечения. Определить критическую скорость, при которой будет происходить смена режимов движения жидкости, если сторона квадрата  $a = 0,05$  м, динамический коэффициент вязкости  $\mu = 0,02$  Па·с, а плотность нефти  $\rho = 850$  кг/м<sup>3</sup>.

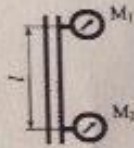
**Задача 4.8.** По горизонтальному трубопроводу переменного сечения движется нефть, плотность которой  $\rho = 850$  кг/м<sup>3</sup>. Диаметр в широком сечении трубопровода  $d_1 = 50$  мм. Расход жидкости в трубопроводе  $Q = 0,5$  л/с, разность уровней в дифференциальном манометре, заполненном ртутью плотностью  $\rho = 13600$  кг/м<sup>3</sup>, составляет  $h = 35$  мм. Определить диаметр трубопровода в узком сечении. Потерями напора пренебречь.



**Задача 4.9.** По горизонтальному трубопроводу переменного сечения движется вода. Из бачка  $A$  по трубке, подведенной к трубопроводу, поступает краситель, имеющий плотность  $\rho = 1300$  кг/м<sup>3</sup>. Определить расход воды в трубопроводе, при котором прекратится подача красителя. Уровень красителя в бачке  $H = 0,5$  м, диаметр трубопровода в широком сечении  $d_1 = 150$  мм, в узком —  $d_2 = 100$  мм, избыточное давление воды в широком сечении трубопровода составляет 30 кПа. Потерями напора пренебречь.

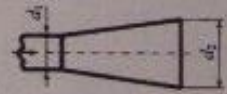
**Задача 4.10.** Определить давление в сечении трубопровода с диаметром  $d_1 = 0,1$  м, если вода в трубке поднялась на высоту  $h = 3$  м, диаметр суженой части трубопровода  $d_2 = 0,6$  м, расход воды в трубопроводе  $Q = 0,0065$  л/с. Потери напора не учитывать.



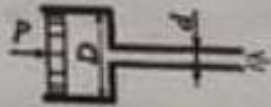
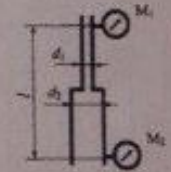


**Задача 4.11.** На вертикальной водопроводной трубе постоянного диаметра на расстоянии  $l = 10$  м установлены два манометра. Нижний манометр показывает давление  $1,2 \text{ кг/см}^2$ , а верхний –  $0,8 \text{ кг/см}^2$ . Определить гидравлический уклон и направление движения жидкости.

**Задача 4.12.** По нагнетательному патрубку диаметром  $d_1 = 200$  мм вентилятором подается воздух плотностью  $\rho = 1,2 \text{ кг/м}^3$  с расходом  $Q = 0,8 \text{ м}^3/\text{с}$  при избыточном давлении  $p_1 = 1 \text{ кПа}$ . К патрубку подсоединен диффузор с диаметром выходного сечения  $d_2 = 300$  мм. Определить давление воздуха на выходе из диффузора. Изменение плотности воздуха и потери в диффузоре не учитывать.



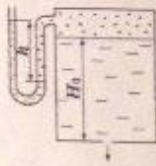
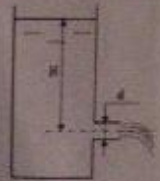
**Задача 4.13.** На вертикальной водопроводной трубе, состоящей из труб диаметром  $d_1 = 27$  мм и  $d_2 = 15$  мм, установлены два манометра. Нижний манометр показывает давление  $1,6 \text{ кг/см}^2$ , а верхний –  $1,2 \text{ кг/см}^2$ . Определить направление движения воды, гидравлический и пьезометрический уклоны, если расход составляет  $Q = 0,3 \text{ л/с}$ .



**Задача 4.14.** Поршень диаметром  $D = 200$  мм вытесняет воду по короткому трубопроводу диаметром  $d = 20$  мм в атмосферу. Определить усилие на поршень, если скорость истечения жидкости  $v = 5 \text{ м/с}$ , потери напора  $h_w = 2$  м.

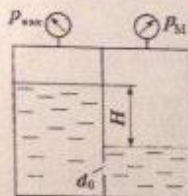
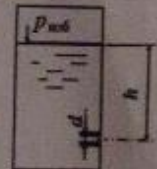
## Задачи

**Задача 5.1.** Определить напор в баке, если расход воды при истечении через цилиндрический насадок диаметром  $d = 0,05$  м составляет  $Q = 0,05$  м<sup>3</sup>/с. Истечение происходит при постоянном напоре.



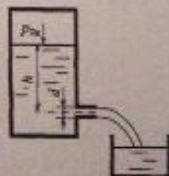
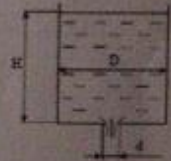
**Задача 5.2.** Определить расход жидкости ( $\rho = 800$  кг/м<sup>3</sup>), вытекающей из бака через отверстие площадью  $S_0 = 1$  см<sup>2</sup>. Показание ртутного прибора, измеряющего давление воздуха,  $h = 268$  мм, высота  $H_0 = 2$  м, коэффициент расхода отверстия  $\mu = 0,60$ .

**Задача 5.3.** Жидкость плотностью  $\rho = 850$  кг/м<sup>3</sup> вытекает через установленный на боковой поверхности закрытого резервуара цилиндрический насадок диаметром  $d = 6$  см. Избыточное давление на свободной поверхности жидкости  $p_{\text{изб}} = 6,1$  кПа, расход жидкости  $Q = 5$  л/с, глубина погружения насадка  $h = 90$  см. Определить коэффициент расхода насадка.



**Задача 5.4.** Определить направление истечения жидкости ( $\rho = \rho_{\text{воз}}$ ) через отверстие  $d_0 = 5$  мм и расход, если разность уровней  $H = 2$  м, показание вакуумметра  $p_{\text{вак}}$  соответствует 147 мм.рт.ст., показание манометра  $p_{\text{м}} = 0,25$  МПа, коэффициент расхода  $\mu = 0,62$ .

**Задача 5.5.** Определить объем воды  $V$ , налитой в цилиндрический бак диаметром  $D = 0,8$  м, если вся вода вытекла из бака через отверстия в дне диаметром  $d = 100$  мм за время  $t = 60$  с. Какое время  $t_1$  потребуется для опорожнения такого же объема воды, если уменьшить диаметр бака в полтора раза?

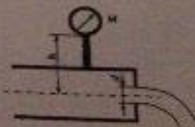


**Задача 5.6.** Определить время полного опорожнения открытого резервуара с постоянной площадью сечения  $\Omega$  объемом  $V = 50$  л через отверстие в дне при начальном расходе  $Q = 1,8$  м<sup>3</sup>/ч и напоре  $H = 0,5$  м.

**Задача 5.7.** Определить первоначальный уровень в резервуаре  $h_1$ , если время частичного опорожнения открытого резервуара через донное отверстия до уровня  $h_2 = 0,7$  м равно  $t = 70$  с. Диаметр отверстия  $d = 0,05$  м. Размеры поперечного сечения резервуара постоянные  $a \times b = 0,8 \times 0,7$ .

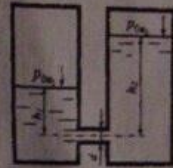
**Задача 5.8.** Открытый резервуар опорожняется через конический насадок диаметром  $d = 5$  см. Определить площадь поперечного сечения резервуара, если напор воды за время  $t = 2$  мин понизился на  $\Delta H = 5$  см и стал равным  $H = 35$  см. Насадок присоединен к боковой поверхности резервуара.

**Задача 5.9.** Определить время наполнения мерного бака объемом  $V = 0,02$  м<sup>3</sup>, если истечение происходит при постоянном уровне воды, через внешний цилиндрический насадок диаметром  $d = 0,02$  м при избыточном давлении на поверхности воды  $p_{\text{изб}} = 30$  кПа. Глубина погружения насадка  $h = 2,4$  м.

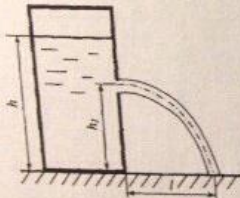


**Задача 5.10.** Определить расход воды через отверстие диаметром  $d = 0,08$  м, коэффициент расхода которого  $\mu = 0,65$ , если показание манометра  $p_{\text{изб}} = 150$  кПа, а высота установки манометра над осью отверстия  $h = 1,5$  м.

**Задача 5.11.** Два резервуара с избыточным давлением  $p_{0n1} = 10^5$  Па и  $p_{0n2} = 0,6 \cdot 10^5$  Па соединены между собой короткой трубой диаметром  $d = 20$  мм. Определить расход воды в трубе, если  $h_1 = 0,5$  м до  $h_2 = 1,4$  м.

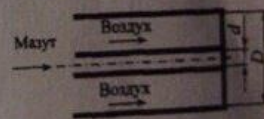


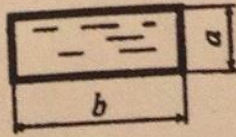
**Задача 5.12.** Определить коэффициенты расхода, скорости, сжатия при истечении воды в атмосферу через отверстие диаметром  $d = 10$  мм под напором  $H = 2$ .



**Задача 5.13.** Из открытого бака вытекает вода через малое отверстие в атмосферу. Глубина воды в баке  $h = 3$  м поддерживается постоянной. При какой высоте  $h_1$  отверстия от пола дальность падения струи  $l$  будет максимальной.

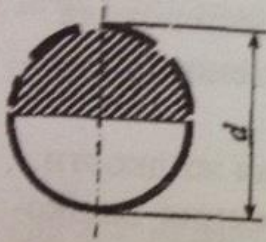
**Задача 5.14.** Мазут подается в топку котла с расходом  $Q_m = 100$  кг/ч. Для сжигания мазута ( $\rho_m = 850$  кг/м<sup>3</sup>) требуется воздух ( $\rho_a = 850$  кг/м<sup>3</sup>) в количестве  $V = 8,7$  м<sup>3</sup>/кг. Определить необходимые диаметры каналов для подачи воздуха и мазута, если мазут подается под давлением  $p_m = 2,5$  кгс/см<sup>2</sup>, а воздух под давлением 200 мм рт.ст. Коэффициенты скорости и расхода принять  $\phi = \mu = 0,82$ .





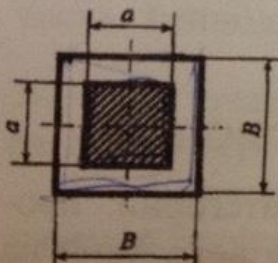
**Задача 6.5.** Вода движется под напором в трубопроводе прямоугольного сечения. Определить при каком максимальном расходе сохранится ламинарный режим. Температура воды  $t = 30^\circ\text{C}$ ,  $a = 0,2$  м,  $b = 0,3$  м.

**Задача 6.9.** Определить режим движения горячей воды ( $t = 80^\circ\text{C}$ ) в пробковом кране, проходное сечение которого при частичном открытии изображено на рисунке, если  $l = 20$  мм,  $b = r = 3$  мм, расход воды  $Q = 0,1$  л/с.



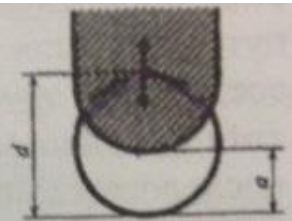
**Задача 6.10.** Определить режим движения воды при  $t = 20^\circ\text{C}$  в смесителе, проходное сечение которого открыто наполовину, если  $d = 10$  мм, расход воды  $Q = 0,1$  л/с.

**Задача 6.11.** Смазка протекает через кольцевую щель. Определить гидравлический радиус при условии, что  $D = 50$  мм,  $d = 48$  мм.



**Задача 6.12.** Определить гидравлический радиус для формы потока, изображенной на рисунке.

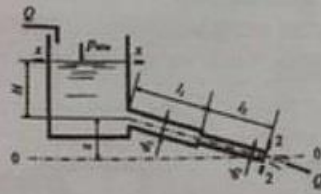
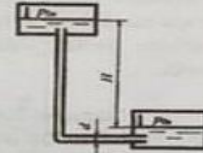
**Задача 6.13.** Определить гидравлический радиус, если простая задвижка на трубе круглого сечения  $d$  частично закрыта,  $\frac{a}{d} = 0,5$ .



**Задача 6.14.** Построить эпюру скоростей и касательных напряжений в сечении трубы диаметром  $d = 50$  мм, если расход потока  $Q = 100$  см<sup>3</sup>/с, а температура воды  $t = 8^\circ\text{C}$ .

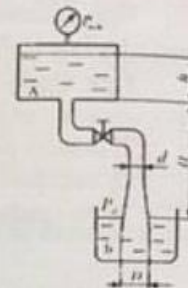
**Задача 6.15.** Определить максимальную и среднюю в сечении скорости, построить эпюру скоростей потока нефти в трубе диаметром  $d = 400$  мм, если расход потока  $Q = 15$  л/с, коэффициент кинематической вязкости  $\nu = 0,29$  см<sup>2</sup>/с.

**Задача 7.1.** По трубопроводу, соединяющему два резервуара, в которых поддерживаются постоянные уровни, перетекает вода с плотностью  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>. Диаметр трубопровода  $d = 20$  мм. В верхнем баке поддерживается избыточное давление  $p_{\text{изб}} = 15$  кПа, а в нижнем - вакуумметрическое давление  $p_{\text{вак}} = 7$  кПа. Разность уровней в баках  $H = 5$  м. Определить расход жидкости, если коэффициент гидравлического трения  $\lambda = 0,028$ , а длина трубопровода  $l = 15$  м. Местными потерями напора пренебречь.

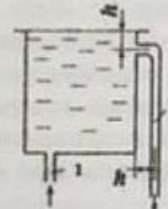


**Задача 7.2.** Из напорного бака по наклонному трубопроводу переменной сечения движется жидкость с относительной плотностью  $\delta = 0,85$ . Диаметры участков трубопровода  $d_1 = 50$  мм,  $d_2 = 30$  мм, а длина соответственно равна  $l_1 = 80$  м,  $l_2 = 40$  м. Начало трубопровода расположено выше его конца на величину  $z = 3,5$  м. Для обоих участков трубопровода коэффициент гидравлического трения  $\lambda = 0,038$ . Какой уровень  $H$  необходимо поддерживать в напорном баке, чтобы скорость движения жидкости на выходе из трубопровода была  $v = 1,8$  м/с? Местными потерями напора пренебречь.

**Задача 7.3.** Вода перетекает из бака  $A$  в бак  $B$  по трубе диаметром  $d = 25$  мм, на которой установлены вентиль с коэффициентом сопротивления  $\zeta_v = 3,5$ , а также диффузор с  $\zeta_d = 0,5$  и диаметром выходного отверстия  $D = 75$  мм. Показание вакуумметра  $p_{\text{вак}} = 10$  кПа, высота  $H = 2,5$  м,  $h = 2$  м. Определить расход  $Q$  с учетом всех местных сопротивлений. При решении потерями на трение пренебречь, принять коэффициент сопротивления каждого колена  $\zeta_{\text{кол}} = 0,5$ , учесть потери напора на входе в трубу (внезапное сужение) и на выходе в бак (внезапное расширение). Взаимным влиянием сопротивлений пренебречь.

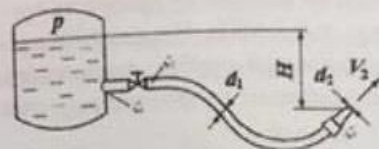
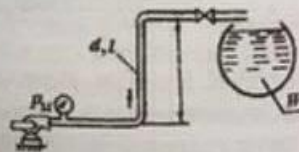


**Задача 7.4.** Вода по трубе 1 подается в открытый бак. Во избежание переливания воды через край бака устроена вертикальная сливная труба 2 диаметром  $d = 50$  мм. Определить необходимую длину  $L$  трубы 2 из условия, чтобы при  $Q = 10$  л/с вода не переливалась через край бака. Режим течения считать турбулентным, а величинами  $h$  пренебречь ( $h = 0$ ). Принять следующие коэффициенты сопротивления: на входе в трубу  $\zeta_1 = 0,5$ , в колене  $\zeta_2 = 0,5$ , на трение по длине трубы  $\lambda = 0,03$ .

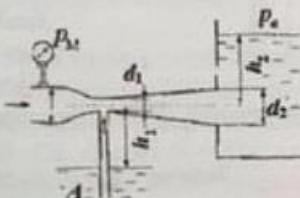




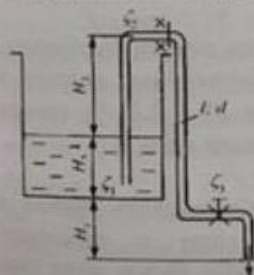
**Задача 7.5.** По трубопроводу диаметром  $d = 50$  мм насос перекачивает воду на высоту  $H = 10$  м. Коэффициент сопротивления вентиля  $\zeta = 8$ . За какое время насос наполнит резервуар емкостью  $W = 40$  м<sup>3</sup>, если манометр, установленный на выходе из насоса, показывает избыточное давление  $p_m = 250$  кПа. Сопротивлением трубопровода пренебречь.



Задать диаметр отверстия брандспойта  $d_2 = 10$  мм. Высота уровня воды в баке над отверстием брандспойта  $H = 5$  м. Учесть местные гидравлические сопротивления при входе в трубу  $\zeta_1 = 0,5$ , в кране  $\zeta_2 = 3,5$ , в брандспойте  $\zeta_3 = 0,1$ , который отнесен к скорости  $V_2$ , потери на трение в трубе  $\lambda = 0,018$ .



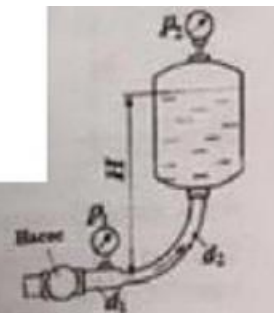
**Задача 7.7.** Определить минимальное давление  $p_m$ , измеряемое манометром перед сужением трубы, при котором будет происходить подсасывание воды из резервуара  $A$  в узком сечении трубы. Диаметры трубы  $d_1 = 60$  мм и  $d_2 = 20$  мм высота ее расположения  $h_1 = 6$  м, высота уровня жидкости в баке  $h_2 = 1$  м. Принять коэффициенты сопротивления сопла  $\zeta_{\text{соп}} = 0,08$ , диффузора  $\zeta_{\text{диф}} = 0,3$ .



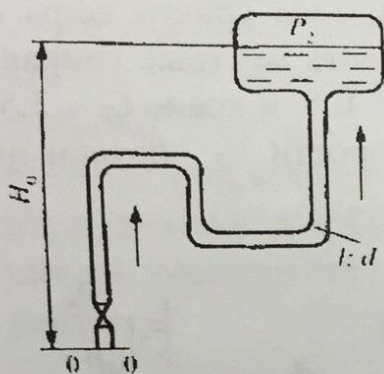
Подсчитать вакуум в верхнем сечении  $x-x$  трубы, если длина участка от входа в трубу до этого сечения  $l_x = 8$  м.

**Задача 7.8.** Определить расход воды через сифонный трубопровод, если высота  $H_1 = 1$  м,  $H_2 = 2$  м,  $H_3 = 4$  м. Общая длина трубы  $l = 20$  м, диаметр  $d = 20$  мм. Режим течения считать турбулентным. Учесть потери на входе в трубу  $\zeta_1 = 1$ , в коленах  $\zeta_2 = 0,2$ , в вентиле  $\zeta_3 = 4$ , на трение в трубе  $\lambda = 0,035$ .

**Задача 7.9.** Насос нагнетает воду в напорный бак, где установились постоянный уровень на высоте  $H = 3,5$  м и постоянное давление



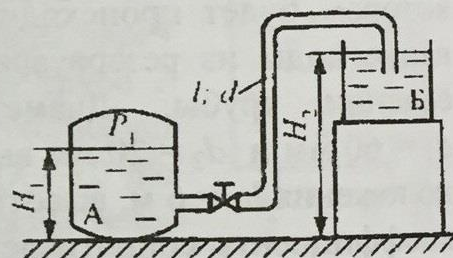
$p_2 = 0,2$  МПа. Манометр, установленный на выходе из насоса на трубе диаметром  $d_1 = 80$  мм, показывает  $p_1 = 0,3$  МПа. Определить расход жидкости  $Q$ , если диаметр искривленной трубы, подводящей жидкость к баку, равен  $d_2 = 65$  мм; коэффициент сопротивления этой трубы принят равным  $\zeta = 0,2$ .

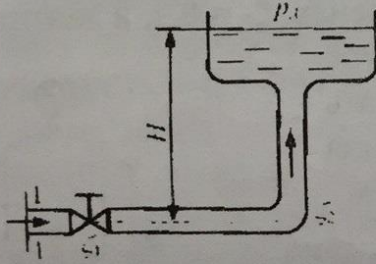


**Задача 7.10.** Определить потребный напор, который необходимо создать в сечении 0-0 для подачи в бак воды вязкостью  $\nu = 0,008$  Ст, если длина трубопровода  $l = 80$  м, его диаметр  $d = 50$  мм, расход жидкости  $Q = 15$  л/с, высота  $H_0 = 30$  м, давление в баке  $p_2 = 0,2$  МПа, коэффициент сопротивления крана  $\zeta_1 = 5$ , колена  $\zeta_2 = 0,8$ , а шероховатость стенок трубы  $\Delta = 0,04$ . Потерями на

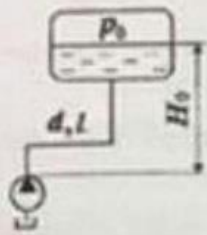
расширение потока пренебречь.

**Задача 7.11.** Вода перетекает из бака  $A$  в резервуар  $B$  по трубе диаметром  $d = 25$  мм, длиной  $l = 10$  м. Определить расход воды  $Q$ , если избыточное давление в баке  $p_1 = 200$  кПа, высота уровней  $H_1 = 1$  м,  $H_2 = 5$  м. Режим течения считать турбулентным. Принять следующие коэффициенты сопротивления: на входе в трубу  $\zeta_1 = 0,5$ , в вентиле  $\zeta_2 = 4$ , в коленах  $\zeta_3 = 0,2$ , на трение  $\lambda = 0,025$ . Учесть потери при выходе трубопровода в бак  $B$ .





**Задача 7.12.** Определить расход в трубе для подачи воды с вязкостью  $\nu = 0,01$  Ст на высоту  $H = 16,5$  м, если диаметр трубы  $d = 10$  мм, ее длина  $l = 20$  м и располагаемый напор в сечении трубы перед краном  $H_{\text{расп}} = 20$  м. При решении принять коэффициент сопротивления крана  $\zeta_1 = 4$ , колена  $\zeta_2 = 1$ , а потерями на расширение потока и скоростным напором в трубопроводе пренебречь. Трубу считать гидравлически гладкой.



**Задача 7.13.** Определить предельную высоту всасывания масла насосом при подаче  $Q = 0,4$  л/с из условия бескавитационной работы насоса, считая, что абсолютное давление перед входом в насосе должно быть  $p \geq 30$  кПа. Длина и диаметр всасывающего трубопровода:  $l = 2$  м;  $d = 20$  мм. Плотность масла  $\rho = 900$  кг/м<sup>3</sup>, вязкость  $\nu = 2$  Ст. Атмосферное давление 750 мм.рт.ст. Сопротивлением входного фильтра пренебречь.

**Задача 7.14.** При каком диаметре трубопровода подача насоса составит  $Q = 1$  л/с, если на выходе из него располагаемый напор  $H_{\text{расп}} = 9,6$  м; длина трубопровода  $l = 10$  м; эквивалентная шероховатость  $\Delta = 0,05$  мм; давление в баке  $p_0 = 30$  кПа; высота  $H_0 = 4$  м; вязкость жидкости  $\nu = 0,015$  Ст и ее плотность  $\rho = 1000$  кг/м<sup>3</sup>? Местными гидравлическими сопротивлениями в трубопроводе пренебречь. Учесть потери при входе в бак.

**Задача 7.15.** Определить максимальный расход воды  $Q$ , который можно допустить во всасывающем трубопроводе насоса из условия отсутствия кавитации перед входом в насос, если высота всасывания  $h = 4$  м, размеры трубопровода:  $l = 6$  м;  $d = 24$  мм; предельное давление бензина принять  $p_* = 40$  кПа. Режим течения считать турбулентным. Коэффициент сопротивления приемного фильтра  $\zeta_{\text{ф}} = 2$ ; коэффициент сопротивления трения  $\lambda_{\text{т}} = 0,03$ ;  $h_0 = 750$  мм.рт.ст.;  $\rho_6 = 1000$  кг/м<sup>3</sup>.

