

ЗАДАЧИ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ ПО КУРСУ «ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СЕРВИСЕ»

Задача 1

В вертикальном цилиндрическом резервуаре диаметром $d = 4$ м хранится 100 т нефти, плотность которой при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\rho_0 = 850\text{ кг/м}^3$.

Определить изменение уровня в резервуаре при изменении температуры нефти от 0 до $30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Расширение резервуара не учитывать. Коэффициент теплового расширения нефти $\beta_m = 0,00072\text{ 1/градус}$.

Задача 2

Определить плотности воды и нефти при $4\text{ }^{\circ}\text{C}$, если известно, что 10 л воды при $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ имеют массу 10 кг, а масса того же объема нефти равна 8,2 кг. Сравнить плотность нефти с плотностью воды.

Задача 3

Цистерна заполнена нефтью плотностью $\rho = 850\text{ кг/м}^3$. Диаметр цистерны $d = 3$ м, длина $l = 6$ м. Определить массу жидкости в цистерне.

Задача 4

Найти плотность смеси жидкостей $\rho_{см}$, имеющей следующий массовый состав: керосина - 30 %, мазута - 70 %, если плотность керосина $\rho_k = 790\text{ кг/м}^3$, а мазута $\rho_m = 900\text{ кг/м}^3$.

Задача 5

Определить, насколько поднимется уровень нефти в цилиндрическом резервуаре при увеличении температуры от 15 до $40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Плотность нефти при $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\rho_{15} = 900\text{ кг/м}^3$. Диаметр резервуара $d = 10$ м; нефть заполняет резервуар при $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ до высоты $H = 12$ м. Коэффициент теплового объемного расширения нефти $\beta_m = 0,00064\text{ 1/градус}$.

Расширение резервуара не учитывается.

Задача 6

В закрытом резервуаре с нефтью $\rho = 880 \text{ кг/м}^3$ вакуумметр, установленный на его крышке, показывает $p_v = 1,18 \cdot 10^4 \text{ Па}$ (рис. 1).

Определить показание манометра p_m , присоединенного к резервуару на глубине $H = 6 \text{ м}$ от поверхности жидкости, и положение пьезометрической плоскости.

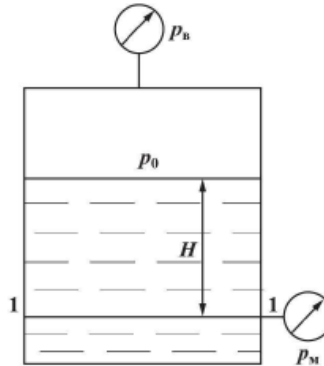


Рис. 1

Задача 7

Определить давление на забое закрытой газовой скважины (рис. 2), если глубина скважины $H = 2200 \text{ м}$, манометрическое давление на устье $p_m = 10,7 \text{ МПа}$, плотность природного газа при атмосферном давлении и температуре в скважине (считаемой неизменной по высоте) $\rho = 0,76 \text{ кг/м}^3$, атмосферное давление $p_a = 98 \text{ кПа}$.

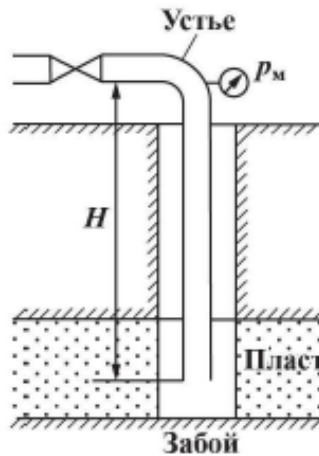


Рис.2

Задача 8

Из открытого резервуара с постоянным уровнем (рис. 3) идеальная жидкость по горизонтальной трубе вытекает в атмосферу,

$$H = 1,6 \text{ м}; d_1 = 0,15 \text{ м}; d_2 = 0,075 \text{ м}.$$

Определить уровень жидкости в пьезометре h .

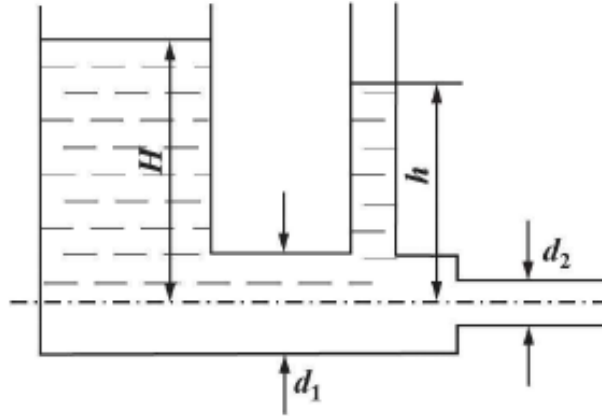


Рис.3

Задача 9

По трубе $d = 0,1$ м течет вода. Определить максимальные скорость течения v и расход Q , при которых режим течения будет оставаться ламинарным. Вязкость воды $\eta = 10^{-3}$ кг/м·с.

Задача 10

Определить, пренебрегая потерями напора, скорость течения нефти на расстоянии r от оси трубопровода радиусом R при помощи устройства (трубка Пито), показанного на рис. 4.

Уровень жидкости в трубке А $h_1 = 1,2$ м, в трубке В $h_2 = 1,35$ м.

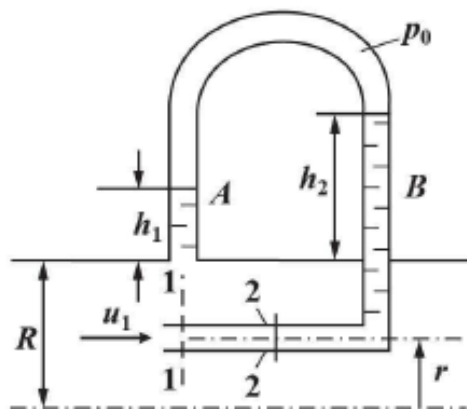


Рис.4

Задача 11

Найти при помощи устройства, показанного на рис. 5 (расходомер Вентури), объемный расход керосина ($\rho = 850 \text{ кг/м}^3$). Диаметр трубопровода $D = 0,3 \text{ м}$; диаметр узкого сечения расходомера $d = 0,1 \text{ м}$. Разность уровней ртути в дифманометре $\Delta h = 0,025 \text{ м}$. Режим течения турбулентный. Потерями напора можно пренебречь.

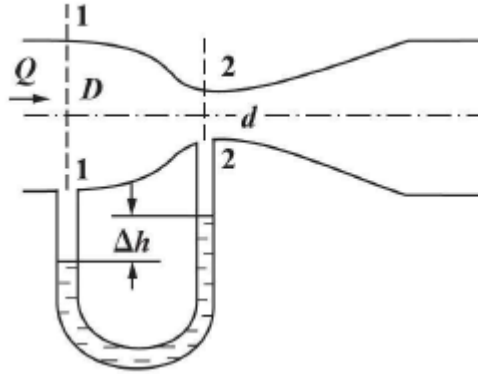


Рис.5

Задача 12

По трубопроводу диаметром $d = 0,15 \text{ м}$ перекачивается нефть плотностью $\rho = 950 \text{ кг/м}^3$ в количестве 1500 т/сут .

Определить объемный расход Q и среднюю скорость течения v .

Задача 13

По трубопроводу течет вязкая нефть при ламинарном режиме движения. Как изменятся потери напора на трение по длине, если расход нефти снизится в 2 раза?

Задача 14

При течении нефти в трубопроводе диаметром $d = 0,2 \text{ м}$ массовый расход $Q = 35 \text{ т/ч}$. Нефть заполняет сечение трубопровода до высоты $h = d/2$. Вязкость нефти $\eta = 0,12 \text{ кг/(м·с)}$.

Определить режим течения.

Задача 15

В боковой плоской стенке резервуара с реактивным топливом ($\rho = 800 \text{ кг/м}^3$) имеется круглый люк диаметром $d = 0,5 \text{ м}$, закрытый полусферической крышкой (рис. 6). Высота жидкости в резервуаре над осью люка $H = 3 \text{ м}$, вакуум на ее свободной поверхности $p_v = 4,9 \text{ кПа}$. Определить горизонтальную и вертикальную составляющие силы давления жидкости на крышку люка, а также величину их равнодействующей и ее направление.

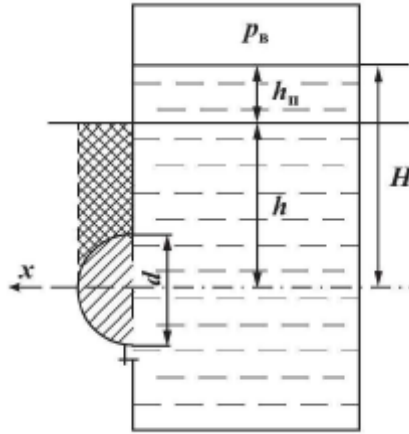


Рис. 6

Задача 16

Для слива жидкости из бензохранилищ имеется квадратный патрубок со стороной $h = 0,3 \text{ м}$, закрытый крышкой, шарнирно закрепленной в точке O . Крышка опирается на торец патрубка и расположена под углом 45° ($\alpha = 45^\circ$) к горизонту (рис. 7). Определить (без учета трения в шарнире O и рамке B) силу F натяжения троса, необходимую для открытия крышки AO , если уровень бензина $H = 3 \text{ м}$, давление над ним, измеренное манометром, $p_m = 5 \text{ кПа}$, а плотность бензина $\rho = 700 \text{ кг/м}^3$. Вес крышки не учитывать.



Рис. 7

Задача 17

Определить полезную мощность насоса (рис. 8), перекачивающего бензин ($\rho = 750 \text{ кг/м}^3$) из резервуара А в резервуар В, если $h_1 = 1 \text{ м}$; $h_3 = 5 \text{ м}$; расход бензина $Q = 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$; $D = 0,1 \text{ м}$; $d = 0,05 \text{ м}$. Потери во всасывающей линии равны 2 м, а в нагнетательной 5 м. Оба резервуара открытые.

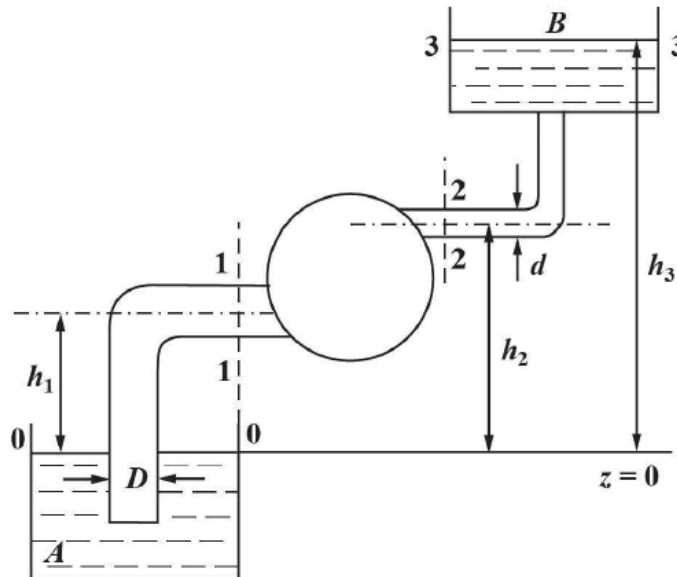


Рис. 8

Задача 18

Вычислить гидравлический радиус для живых сечений на рис. 9, а-д.

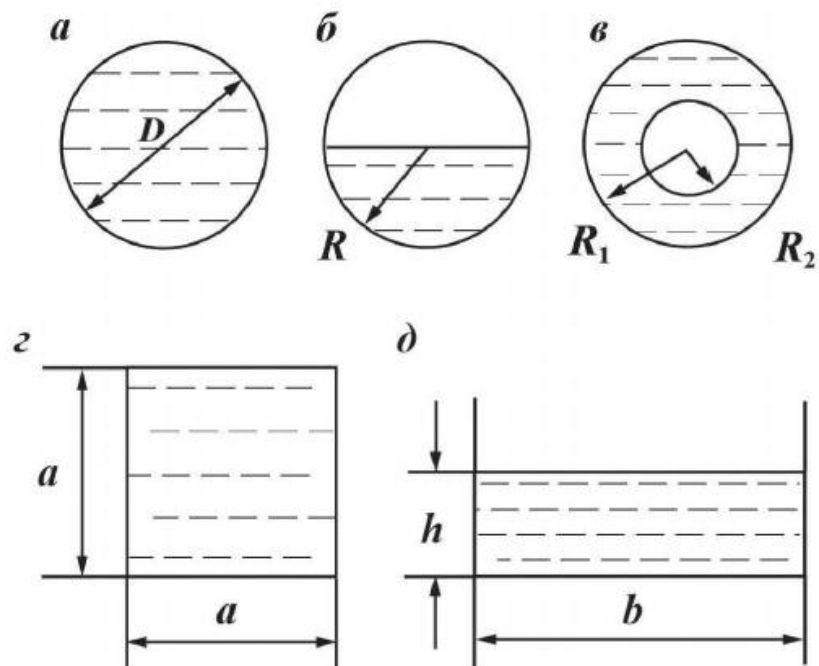


Рис. 9

Задача 19

Насос (рис. 10) подает дизельное топливо ($\rho = 840 \text{ кг/м}^3$, $\nu = 5,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$) из нижнего резервуара в верхний с расходом $Q = 16 \text{ дм}^3/\text{с}$, давление на поверхностях жидкости в резервуарах одинаковое. Высота подъема топлива $H = 20 \text{ м}$, $H_1 = 3 \text{ м}$. На всасывающей линии ($l_v = 10 \text{ м}$, $d_v = 125 \text{ мм}$) установлены фильтр для светлых нефтепродуктов и задвижка, на нагнетательной линии ($l_n = 800 \text{ м}$, $d_n = 100 \text{ мм}$) эквивалентная длина местных сопротивлений оценивается в 5 % от ее реальной длины. Все трубы новые, сварные.

Определить:

- 1) напор, создаваемый насосом, и его полезную мощность;
- 2) тип прибора (манометр или вакуумметр), установленного перед насосом в конце всасывающей линии.

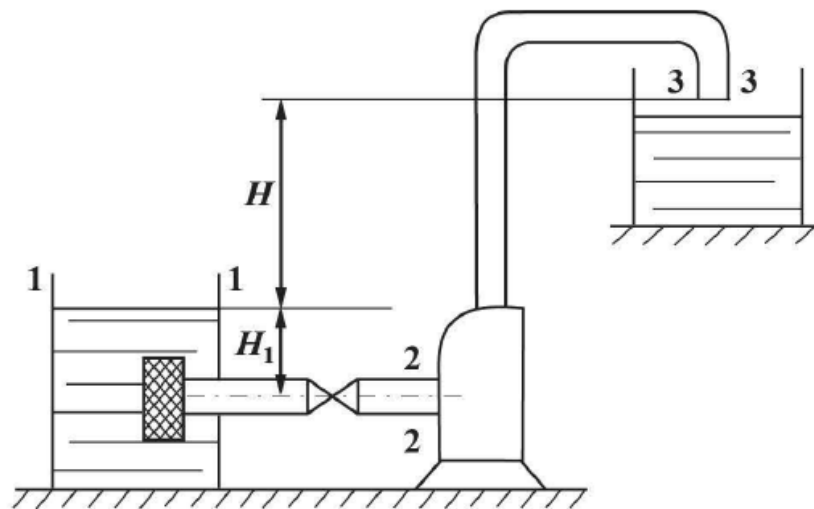


Рис.10

Задача 20

Керосин ($\rho = 780 \text{ кг/м}^3$, $\nu = 1,5 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$) поступает из резервуара в стояк для налива цистерн (рис. 11). Разность нивелирных отметок уровня жидкости в резервуаре и сечения выхода жидкости из стояка $z_1 - z_2 = 8 \text{ м}$, трубы ($l = 300 \text{ м}$, $d = 205 \text{ мм}$) стальные сварные умеренно заржавленные.

Определить расход керосина.

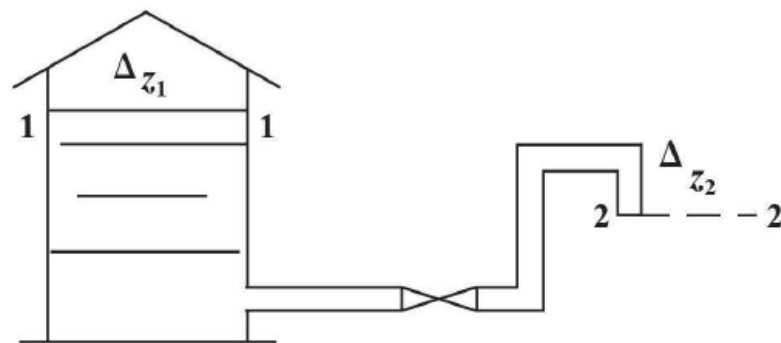


Рис.11

Задача 21

По сифонному сливу ($l = 50$ м, $d = 100$ мм, $\Delta = 0,06$ мм) подается топливо ($\rho = 840$ кг/м³, $\nu = 5,5 \cdot 10^{-6}$ м²/с) при разности отметок уровней в резервуарах $H_1 = 1,38$ м (рис. 12). На сливе имеются фильтр для светлых нефтепродуктов, два колена и вентиль; $H_2 = 3$ м, $H_3 = 2$ м, давление насыщенных паров при температуре перекачки $p_n = 2$ кПа, $p_a = 10^5$ Па.

Определить расход жидкости и проверить условие нормальной работы сифона.

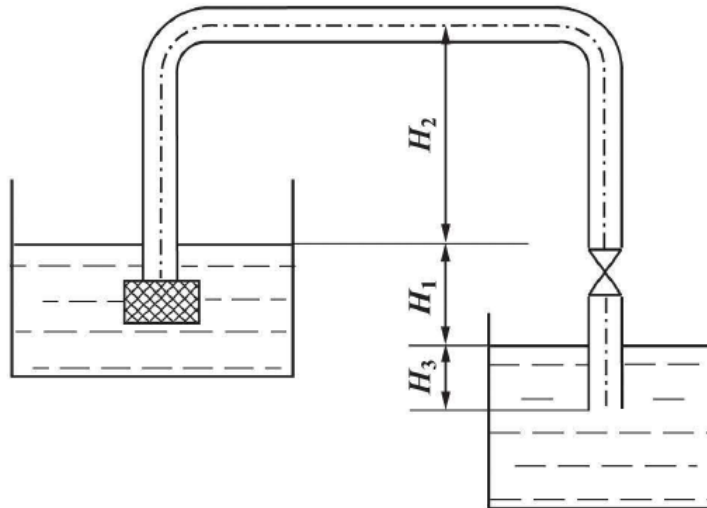


Рис.12

Задача 22

Определить расход воды, вытекающей из открытого бака в атмосферу по трубе переменного сечения под действием постоянного напора $H = 3$ м (рис. 13). Длины участков и их диаметры соответственно: $l_1 = 5$ м, $d_1 = 70$ мм; $l_2 = 10$ м, $d_2 = 50$ мм. Коэффициенты гидравлического сопротивления: $\lambda_1 = 0,02$, $\lambda_2 = 0,025$, коэффициенты местных потерь: выхода из бака в трубу $\xi_{\text{вых}} = 0,5$, поворота $\xi_{\text{п}} = 0,3$, вентиля $\xi_{\text{в}} = 3$.

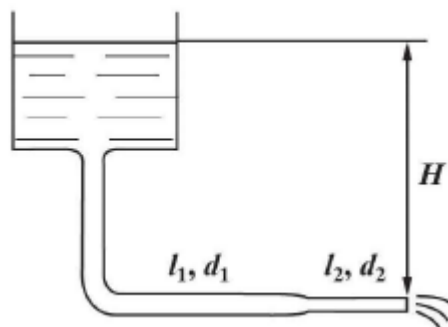


Рис.13

Задача 23

Определить время полного опорожнения целиком заполненного шарового сосуда диаметром $D = 3$ м через отверстие диаметром $d_0 = 50$ мм с коэффициентом расхода $\alpha = 0,62$ (рис. 14). Давление на поверхности жидкости считать атмосферным.

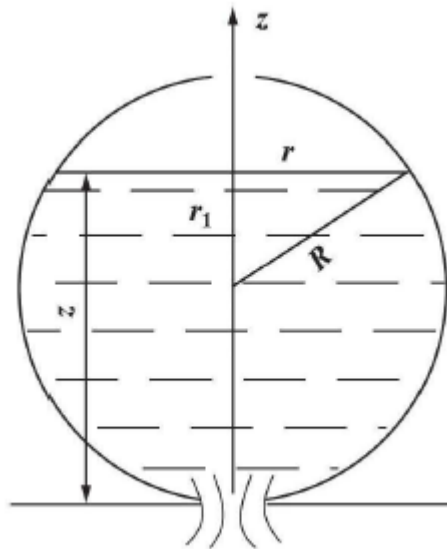


Рис.14

Задача 24

Газ с объемным содержанием метана более 90 % течет по трубопроводу с $d = 50$ см, длиной $l = 300$ км. Движение установившееся и изотермическое при $T = 300$ К, $L = 0,012$, $R = 520$ Дж/(кг·К).

Абсолютное давление в начале трубопровода $p_1 = 5$ МПа, в конце $p_2 = 2,5$ МПа.

Найти пропускную способность газопровода, считая газ реальным.

Задача 25

Определить диаметр труб, которые нужно уложить между двумя компрессорными станциями на расстоянии 160 км для перекачки газа с расходом $Q_a = 5$ млн м³/сут. Абсолютное давление газа на выкиде компрессорной станции, расположенной в начале участка трубопровода, $p_1 = 5,4$ МПа. Компрессоры работают со степенью сжатия $r = 1,5$, т.е. давление на приеме следующей компрессорной станции в конце участка $p_2 = p_1 / r = 3,60$ МПа.

Газ считать реальным, движение установившимся и изотермическим при $t = 16$ °С. Принять $R = 520$ Дж/(кг·К), $T_c = 190,6$ К, $p_c = 4,58$ МПа.

Задача 26

В закрытом цилиндрическом отстойнике уровень воды составляет $a = 0,25$ м, уровень нефти $b = 0,8$ м (рис. 15). Плотность воды $\rho_в = 1000$ кг/м³, плотность нефти $\rho_н = 880$ кг/м³.

Определить уровни h_1 и h_2 , если абсолютное давление на поверхности нефти $p_0 = 1,08 \cdot 10^5$ Па, атмосферному давлению соответствует $h_0 = 735$ мм рт.ст.

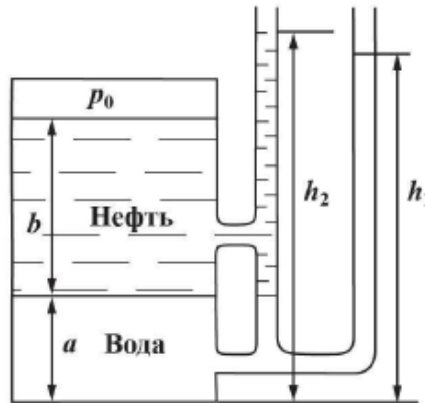


Рис.15

Задача 27

По трубопроводу перекачивается нефть плотностью $\rho = 910$ кг/м³ в количестве $Q = 0,04$ м³/с. Сечение 2-2 расположено выше сечения 1-1 на 10 м. Диаметры трубы $d_1 = 0,3$ м; $d_2 = 0,2$ м; давления $p_1 = 1,5$ МПа, $p_2 = 1$ МПа.

Определить потерю напора h_{1-2} .

Задача 28

На входе в насос (см. рис. 16), перекачивающий нефть ($\rho = 900$ кг/м³) в количестве $Q = 100$ м³/ч, допустимый вакуум $p_{1в} = 40$ кПа. Потери во всасывающей линии $h_n = 2$ м, диаметр $D = 0,1$ м.

Определить допустимую высоту всасывания z_1 .

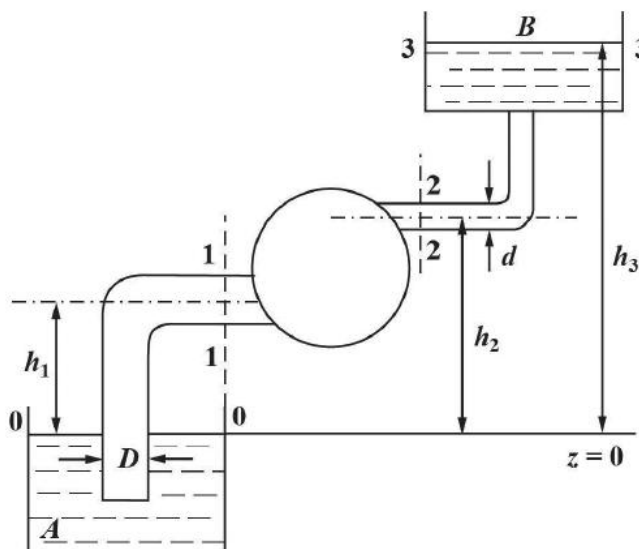


Рис.16