

## КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ

Выберите задания для контрольной работы, пользуясь, табл. 1.

№ варианта	Номер задания										
	1.1	1.2	1.3	2	3.1	3.2	4	5	6	7	8
1	1	–	–	1	10	–	5	20	15	5	6
2	2	–	–	2	9	–	6	19	14	6	7
3	3	–	–	3	8	–	7	18	13	7	8
4	4	–	–	4	7	–	8	17	12	8	9
5	5	–	–	5	6	–	9	16	11	9	10
6	6	–	–	6	5	–	10	15	10	10	11
7	7	–	–	7	4	–	1	14	9	11	12
8	8	–	–	8	3	–	2	13	8	12	13
9	9	–	–	9	2	–	3	12	7	13	14
10	10	–	–	10	1	–	4	11	6	14	15
11	–	1	–	11	–	1	5	10	5	15	16
12	–	2	–	12	–	2	1	9	4	1	17
13	–	3	–	13	–	3	2	8	3	2	18
14	–	4	–	14	–	4	3	7	2	3	19
15	–	5	–	15	–	5	4	6	1	4	20
16	–	6	–	16	–	6	5	5	2	5	1
17	–	7	–	17	–	7	6	4	3	8	2
18	–	8	–	18	–	8	7	3	4	9	3
19	–	9	–	19	1	–	8	2	5	10	4
20	–	10	–	20	2	–	9	1	6	11	5
21	1	–	–	14	3	–	10	2	7	12	6
22	2	–	–	19	4	–	1	3	8	15	7
23	3	–	–	18	5	–	2	4	9	1	8
24	4	–	–	17	6	–	3	5	10	2	9
25	5	–	–	16	7	–	4	6	11	3	10
26	6	–	–	15	8	–	5	7	12	4	11
27	7	–	–	14	9	–	6	8	13	5	12
28	8	–	–	13	10	–	7	9	14	6	13
29	9	–	–	12	–	8	5	10	15	7	14
30	10	–	–	11	–	7	9	11	16	8	15
31	–	–	1	10	–	6	10	12	17	9	16
32	–	–	2	9	–	5	1	13	18	10	17
33	–	–	3	8	–	4	2	14	19	1	18
34	–	–	4	7	–	3	3	15	20	3	19
35	–	–	5	6	–	2	4	16	16	10	20
36	–	–	6	5	–	1	5	17	17	11	2
37	–	–	7	4	3	–	6	18	18	12	3
38	–	–	8	3	–	4	7	19	19	13	4
39	–	–	9	2	2	–	8	20	20	14	5
40	–	–	10	1	–	5	9	1	1	15	12

**Задание 1.1.** Определите указанную величину давления в системе СИ. Подробно покажите порядок вычислений.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Величина давления	5 бар	750мм рт. ст.	10 м в. ст.	1 м в. ст.	2 атм.	4 кгс/см <sup>2</sup>	5 м в. ст.	760 мм рт. ст.	375 мм рт. ст.	10 кгс/см <sup>2</sup>

**Задание 1.2.** Определите величину кинематического коэффициента вязкости в системе СИ по заданному значению вязкости, если известна плотность жидкости или газа. Подробно покажите порядок вычислений.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Величина коэффициента вязкости	100 Ст	50 Сст	$36 \cdot 10^{-3}$ Па·с	$8 \cdot 10^{-3}$ Па·с	1,2 °Е	2 °Е	0,9 мм <sup>2</sup> /с	18 °Е	25 Пуаз	$9 \cdot 10^{-3}$ Па·с
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1000	800	1,2	800	1000	800	900	880	1,6	900

**Задание 1.3.** Определите указанную величину объёмного расхода жидкости в системе СИ. Подробно покажите порядок вычислений.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Величина расхода	60 л/мин	3600 л/ч	86400 м <sup>3</sup> /сут	2 л/с	100 мл/мин	720 л/ч	6 л/с	12 м <sup>3</sup> /ч	0,6 м <sup>3</sup> /мин	1000 л/сут

## Задание 2.

2.1. Определить давление  $p_0$ , если уровень воды в открытом пьезометре  $H = 1,2$  м, глубина присоединения пьезометра  $h = 0,5$  м.

2.2. Определить избыточное давление в трубопроводе, если в открытом пьезометре, установленном на трубопроводе, вода поднялась на 0,5 м.

2.3. Определить абсолютное давление в конденсаторе в Паскалях, если вакуумметр показывает 0,9 бар, атмосферное давление 1 бар.

2.4. Определить абсолютное давление в конденсаторе, если вакуумметр показывает 650 мм рт. ст., а показания барометра 750 мм рт. ст.

2.5. Определите абсолютное давление пара в котле, если манометр показывает 1,8 бар, абсолютное давление по ртутному барометру 750 мм рт. ст.

2.6. Определите, на какую высоту поднимется вода в открытом пьезометре, установленном на трубопроводе, если избыточное давление в трубопроводе 0,2 бар.

2.7. Определите, на какую высоту поднимется вода в открытом пьезометре, установленном на трубопроводе, если абсолютное давление в трубопроводе 140 кПа.

2.8. Определите абсолютное давление над свободной поверхностью жидкости в резервуаре, если  $H = 1$  м,  $h = 0,4$  м (рис. 2.1).

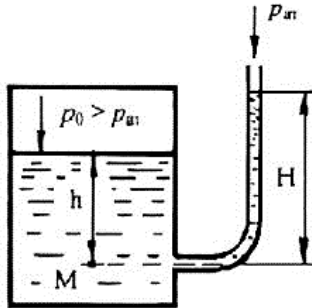


Рис. 2.1

2.9. Определите, на какую высоту поднимется вода в открытом пьезометре, если  $h = 0,8$  м, давление над свободной поверхностью воды  $p_0 = 1,2$  бар (рис. 2.1).

2.10. Определите абсолютное давление в точке  $A$  если  $h_{\text{вак}} = 0,6$  м, сосуд заполнен водой (рис. 2.2).

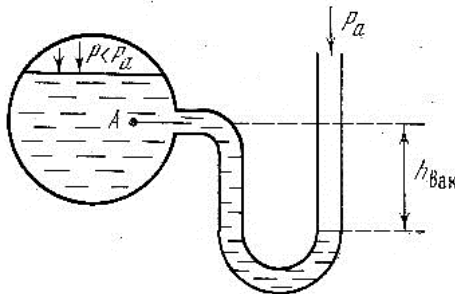


Рис. 2.2

2.11. Определите абсолютное давление воды в точке присоединения пьезометра если  $h = 0,5$  м (рис. 2.3).

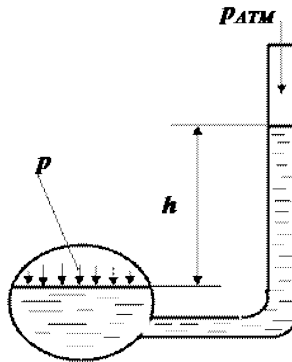


Рис. 2.3

2.12. Определите абсолютное давление в точке присоединения манометра, если  $h = 0,6$  м,  $a = 0,2$  м сосуд заполнен водой (рис. 2.4).

2.13. Определите, на какую высоту ртуть в манометре, если  $a = 0,4$  м, давление воды в трубопроводе  $p_0 = 2,2$  бар (рис. 2.4).

2.14. Определите, на какую высоту ртуть в манометре, если  $a = 0,4$  м, давление воздуха в сосуде  $p_0 = 1,5$  бар (рис. 2.5).

2.15. Определите, абсолютное давление воды в трубопроводе  $p_0$ , если  $a = 0,1$  м,  $h = 0,8$  м (рис. 2.4).

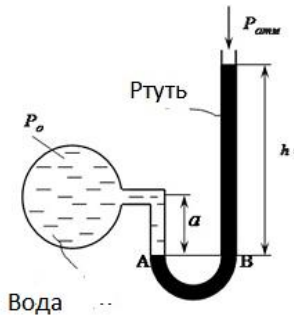


Рис. 2.4

2.16. Определите, абсолютное давление воздуха в трубопроводе  $p_0$ , если  $a = 0,1$  м,  $h = 0,375$  м (рис. 2.5).

2.17. Определите, избыточное давление воды в трубопроводе  $p_0$ , если  $a = 0,2$  м,  $h = 0,675$  м (рис. 2.4).

2.18. Определите, избыточное давление воздуха в трубопроводе  $p_0$ , если  $a = 0,1$  м,  $h = 0,75$  м (рис. 2.5).

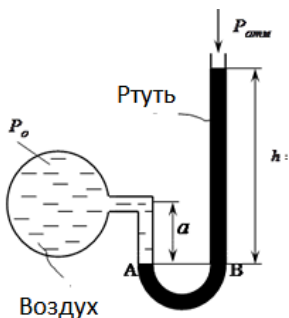


Рис. 2.5

2.19. Определите избыточное давление масла в точке присоединения пьезометра если  $h = 0,4$  м, плотность масла  $\rho_m = 800 \text{ кг/м}^3$  (рис. 2.3).

2.20. Абсолютное давление воды в точке  $A$  составляет  $0,6$  бар, определите, каким будет показание вакуумметра  $h_{\text{вак}}$  (рис. 2.2).

### Задание 3.

3.1. Определите силу избыточного давления воды на дно сосуда.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ рисунка	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10
$l$ , м	2	0,6	3	–	1	0,4	5	5	0,3	0,6
$L$ , м	4	–	–	–	3	–	7,31	7	–	–
$b$ , м	3	–	2	–	2,5	–	3	3	–	–
$h$ , м	1,5	0,4	4	1,2	0,8	0,2	2	1	0,2	0,4
$H$ , м	2	0,8	5	2,4	1,75	1	2,92	1,75	0,8	1,5
$D$ , м	–	1	–	0,8	–	0,8	–	–	0,4	1
$d$ , м	–	0,2	–	0,4	–	0,1	–	–	0,14	0,28
$\alpha$ , °	60	–	–	–	60	–	60	60	–	–

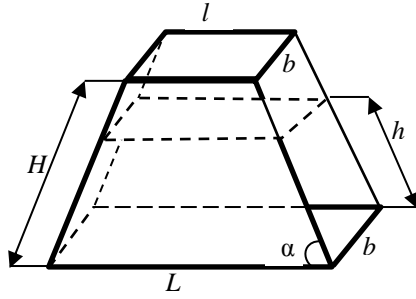


Рис. 3.1

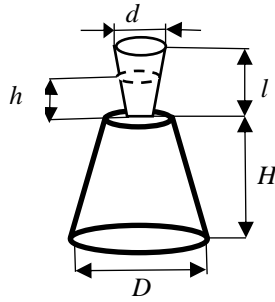


Рис. 3.2

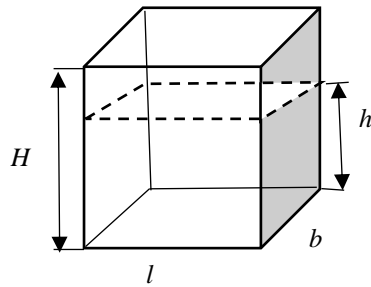


Рис. 3.3

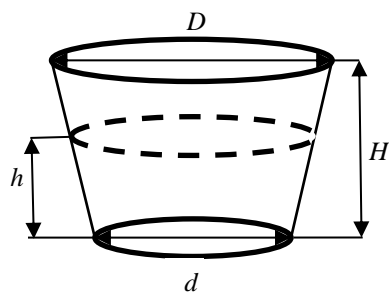


Рис. 3.4

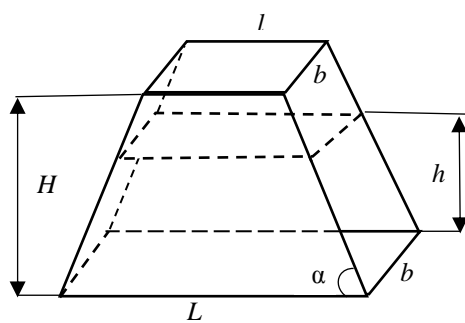


Рис. 3.5

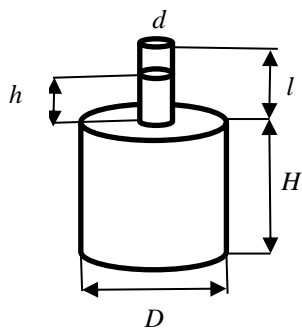


Рис. 3.6

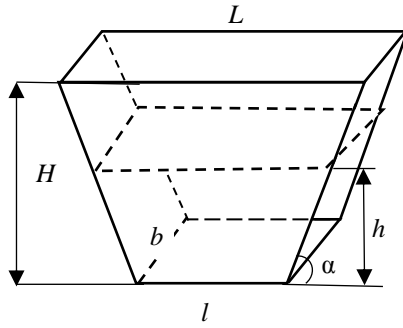


Рис. 3.7

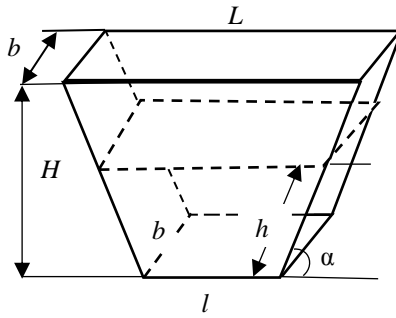


Рис. 3.8.

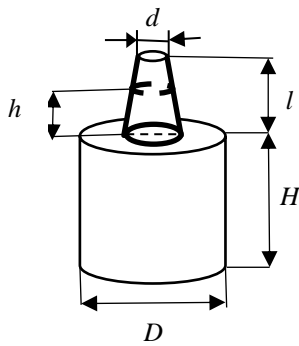


Рис. 3.9

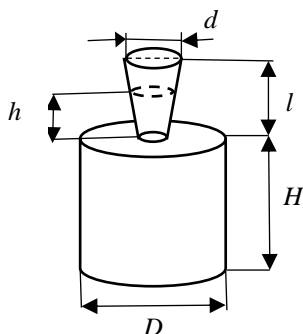


Рис. 3.10

3.2. Определите силу избыточного давления воды боковую (варианты 1, 5, 7, 8) и переднюю (варианты 2, 3, 4, 6) стенку сосуда.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8
№ рисунка	3.1	3.1	3.8	3.7	3.5	3.3	3.7	3.8
$l$ , м	2	3	4	–	1	0,4	5	5
$L$ , м	4	5	6	–	3	–	7,31	7
$b$ , м	3	2	2	–	2,5	0,6	3	3
$h$ , м	1,5	1,5	1	1,2	0,8	0,8	2	1
$H$ , м	2	2	1,75	2,4	1,75	1	2,92	1,75
$\alpha$ , °	60	60	60	60	60	–	60	60

**Задание 4.** Определите силу избыточного давления воды на изогнутую часть стенки сосуда.

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
№ рисунка	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9	4.10
$l$ , м	1,2	0,6	1	0,5	0,4	1,5	2	1,2	2	1
$L$ , м	–	–	–	–	–	–	–	2	4	2
$h$ , м	0,4	0,8	0,6	0,4	1,2	1,2	0,6	1,4	0,8	0,8
$H$ , м	0,8	1	0,8	0,8	2	1,8	1	–	1,6	1,3
$R$ , м	1	1,2	0,4	1,6	1,6	0,8	1,4	1,6	1,2	0,8

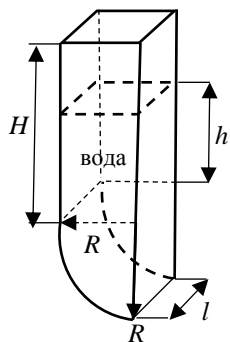


Рис. 4.1

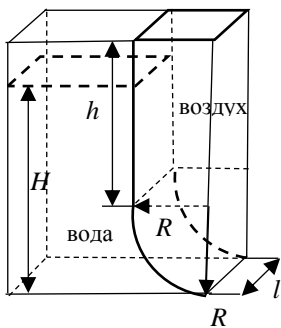


Рис. 4.2

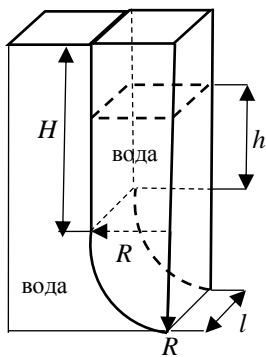


Рис. 4.3

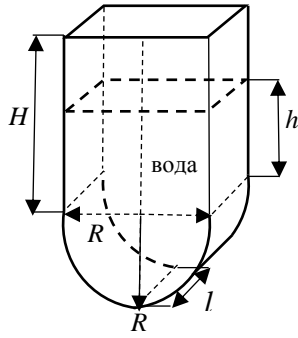


Рис. 4.4

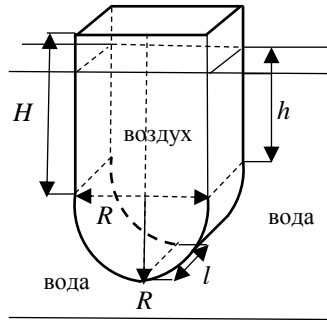


Рис. 4.5

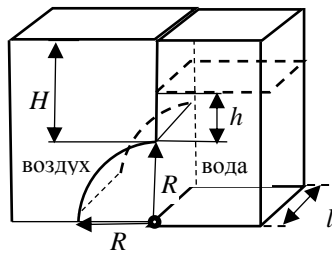


Рис. 4.6

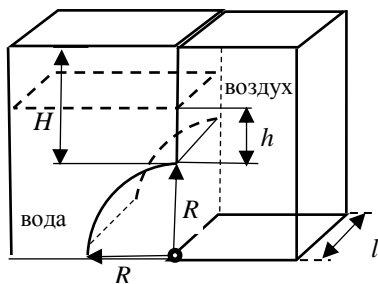


Рис. 4.7

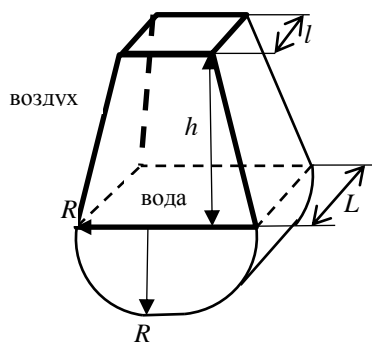


Рис. 4.8.

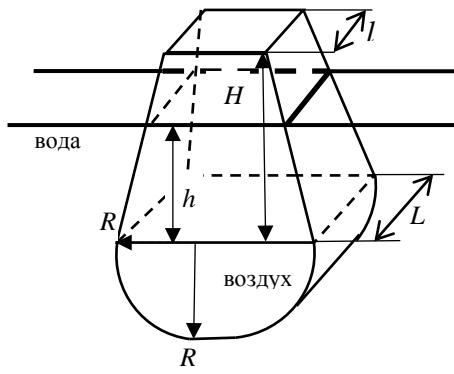


Рис. 4.9

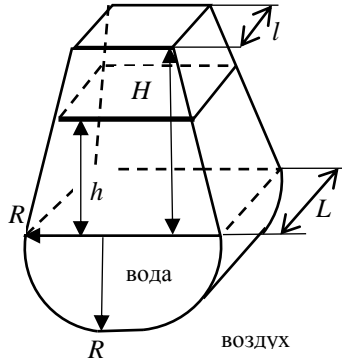


Рис. 4.10

**Задание 5.** Подробно покажите решение задачи и порядок вычислений

**Вариант 1:** Какой нужно выбрать диаметр трубопровода, чтобы обеспечить расход воды 0,5 л/с при скорости 2,5 м/с?

**Вариант 2:** По трубопроводу диаметром 20 мм движется вода со скоростью 0,25 м/с, определите скорость воды в суженном сечении трубопровода, диаметр которого 10 мм.

**Вариант 3:** По трубопроводу диаметром  $d_1 = 24$  мм движется вода со скоростью 0,25 м/с, в сужающемся сечении скорость воды увеличивается до 1 м/с. Определите диаметр суженного сечения.

**Вариант 4:** Какой нужно выбрать диаметр трубопровода, чтобы обеспечить расход воды 1 кг/ч при скорости 0,5 м/с?

**Вариант 5:** По паропроводу диаметром 0,1 м подается пар в количестве 282,6 м<sup>3</sup>/ч. Определите скорость пара.

**Вариант 6:** По трубопроводу движется вода со скоростью 0,25 м/с в количестве 18 л/ч. Определите диаметр трубопровода.

**Вариант 7:** Воздух при температуре 27°C и абсолютном давлении 1,5 бар движется в коробе прямоугольного сечения размерами 20x50 см. Расход воздуха 10 кг/с. Определить скорость потока.

**Вариант 8:** Воздух при температуре 27 °C и абсолютном давлении 1,2 бар движется в коробе прямоугольного сечения размерами 10x40 см. Скорость потока воздуха 10 м/с. Определить массовый расход воздуха.

**Вариант 9:** По трубопроводу диаметром  $d_1 = 48$  мм движется вода со скоростью  $0,8$  м/с, в расширяющемся сечении скорость воды упала до  $0,2$  м/с. Определите диаметр расширенного сечения.

**Вариант 10:** По трубопроводу диаметром  $44$  мм движется вода со скоростью  $1$  м/с, определите скорость воды в расширенном сечении трубопровода, диаметр которого  $22$  мм.

**Вариант 11:** По трубопроводу диаметром  $d_1 = 22$  мм движется вода со скоростью  $0,4$  м/с. Определите массовый расход воды.

**Вариант 12:** По трубопроводу диаметром  $d_1 = 48$  мм движется воздух при температуре  $40$  °С и абсолютном давлении  $1,2$  бар в количестве  $0,036$  кг/с. Определите скорость воздуха.

**Вариант 13:** По трубопроводу диаметром  $d_1 = 42$  мм движется воздух при температуре  $20$  °С и абсолютном давлении  $1,2$  бар в количестве  $0,036$  кг/с. Определите, какой будет скорость воздуха в сужающемся сечении диаметром  $22$  мм.

**Вариант 14:** По паропроводу диаметром  $d_1 = 48$  мм движется пар со скоростью  $20$  м/с. Определите объёмный расход пара.

**Вариант 15:** По паропроводу диаметром  $0,2$  м подается пар в количестве  $282,6$  м<sup>3</sup>/ч. Определите скорость пара в суженном сечении диаметром  $16$  мм.

**Вариант 16:** По паропроводу диаметром  $0,22$  м подается пар в количестве  $220$  м<sup>3</sup>/ч. Определите скорость пара в расширенном сечении диаметром  $44$  мм.

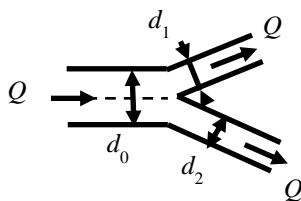


Рис. 5.1

**Вариант 17:** По трубопроводу диаметром  $d_0 = 48$  мм движется вода со скоростью  $0,4$  м/с. Определите скорость во второй ветви трубопровода диаметром  $d_2 = 10$  мм (рис. 5.1), если скорость в первой ветви трубопровода диаметром  $d_1 = 20$  мм составляет  $0,8$  м/с.

**Вариант 18:** По трубопроводу диаметром  $d_0 = 48$  мм движется вода в количестве 1 кг/с. Определите скорость во второй ветви трубопровода диаметром  $d_2 = 14$  мм (рис. 5.1), если скорость в первой ветви трубопровода диаметром  $d_1 = 20$  мм составляет 0,8 м/с.

**Вариант 19:** По трубопроводу диаметром  $d_0 = 48$  мм движется вода в количестве 1 кг/с (рис. 5.1). Определите скорости воды в разветвлённых частях водопровода, если известно, что расход воды во второй ветви трубопровода диаметром  $d_2 = 14$  мм в два раза меньше, чем в первой ветви трубопровода диаметром  $d_1 = 20$  мм.

**Вариант 20:** По трубопроводу диаметром  $d_0 = 48$  мм движется вода (рис. 5.1). Скорость воды во второй ветви трубопровода диаметром  $d_2 = 14$  мм составляет 0,4 м/с, скорость воды в первой ветви трубопровода диаметром  $d_1 = 20$  мм составляет 0,8 м/с.

Определите расход воды  $Q_0$  в основном трубопроводе.

**Задание 6.** Решить задачу, считая жидкость идеальной

6.1. Вода движется в трубопроводе диаметром 100 мм с расходом 1,8 кг/с (рис. 6.1), как изменится показание прямого пьезометра в узком сечении, если диаметр узкого сечения 50 мм?

6.2. Вода движется в трубопроводе диаметром 100 мм со скоростью 0,2 м/с, (рис. 6.1). Как изменится показание прямого пьезометра в узком сечении, если диаметр узкого сечения 50 мм?

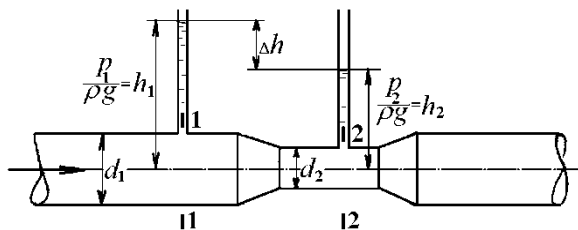


Рис. 6.1

6.3. Вода движется в трубопроводе диаметром 20 мм с расходом 0,08 кг/с (рис. 6.2), как изменится показание прямого пьезометра в широком сечении, если диаметр широкого сечения 40 мм?

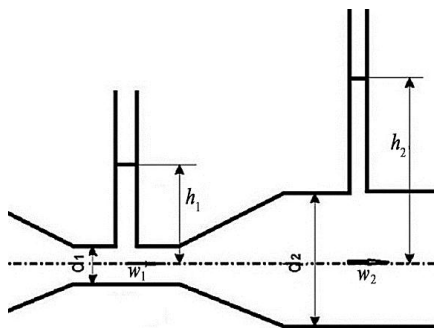


Рис. 6.2

6.4. Вода движется в трубопроводе диаметром 20 мм со скоростью 1 м/с (рис. 6.2). Определите разность показаний прямых пьезометров в узком и широком сечениях, если диаметр широкого сечения 40 мм?

6.5. Вода движется в трубопроводе диаметром 20 мм с расходом 288 л/ч (рис. 6.2), как изменится показание прямого пьезометра в широком сечении, если диаметр широкого сечения 40 мм?

6.6. Вода движется в трубопроводе диаметром 10 мм со скоростью 1 м/с под давлением 1,05 бар (рис. 6.2). Определите показания прямых пьезометров в узком и широком сечениях, если диаметр широкого сечения 40 мм?

6.7. Вода движется в трубопроводе диаметром 20 мм со скоростью 1 м/с, давление в потоке 1,2 бар. Определить давление в широком сечении, если диаметр широкого сечения 40 мм.

6.8. Определить разность показаний прямого и изогнутого пьезометров, установленных в одном сечении трубопровода, если скорость потока на оси трубы 1 м/с.

6.9. Разность показаний прямого и изогнутого пьезометров, установленных в одном сечении трубопровода, составляет 20 см. Определить скорость потока на оси трубы.

6.10. Скорость потока воды на оси трубы составляет 2 м/с. Определить разность показаний прямого и изогнутого пьезометров, установленных в одном сечении трубопровода на оси трубы.

6.11. Вода движется в трубопроводе переменного сечения с расходом 0,0785 л/с (рис. 6.3), как изменится показание прямого пьезометра в узком сечении, если  $d_1 = 20$  мм,  $d_2 = 10$  мм,  $z_1 = 80$  см,  $z_2 = 40$  см?

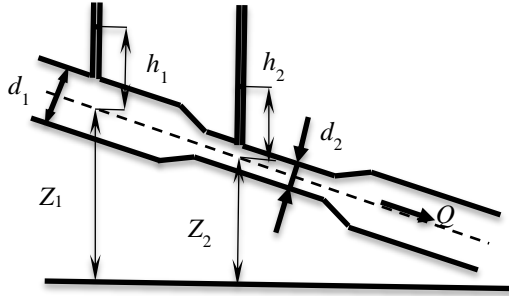


Рис. 6.3

6.12. Вода движется в трубопроводе переменного сечения ( $d_1 = 44$  мм,  $d_2 = 22$  мм,  $z_1 = 100$  см,  $z_2 = 40$  см) в количестве  $0,16$  л/с. Давление в первом сечении  $p_1 = 1,2$  бар. Определите давление в суженном сечении (рис. 6.3).

6.13. Вода в количестве  $0,32$  т/ч движется в трубопроводе переменного сечения ( $d_1=44$  мм,  $d_2=22$  мм,  $z_1=40$  см,  $z_2=90$  см) в количестве  $0,16$  л/с. Давление в первом сечении  $p_1=1,2$  бар. Определите давление в суженном сечении (рис. 6.4).

6.14. Вода в количестве  $0,12$  т/ч движется в трубопроводе переменного сечения ( $d_1 = 22$  мм,  $d_2 = 10$  мм,  $z_1 = 50$  см,  $z_2 = 100$  см) (рис. 6.4). Как изменится показание прямого пьезометра в узком сечении?

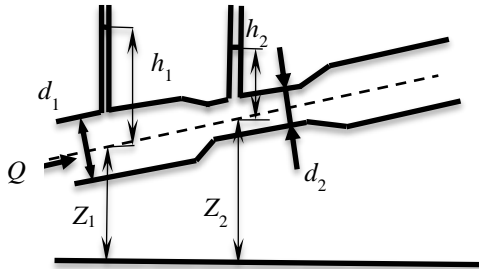


Рис. 6.4

6.15. Вода движется в трубопроводе диаметром  $28$  мм со скоростью  $0,8$  м/с под давлением  $1,05$  бар (рис. 6.4). Определите показания прямых пьезометров в узком и широком сечениях, если диаметр широкого сечения  $40$  мм,  $z_1 = 50$  см,  $z_2 = 100$  см?

6.16. Расход пресной воды плотностью  $\rho_v = 1000 \text{ кг/м}^3$  в трубопроводе измеряется при помощи расходомера Вентури (рис. 6.5). Определить расход воды  $Q$ , если показание присоединенного к нему ртутного дифманометра  $H = 0,5 \text{ м}$ , а диаметры широкой и суженной частей расходомера  $D = 0,1 \text{ м}$  и  $d = 0,06 \text{ м}$ . Плотность ртути  $\rho_{рт} = 13550 \text{ кг/м}^3$ .

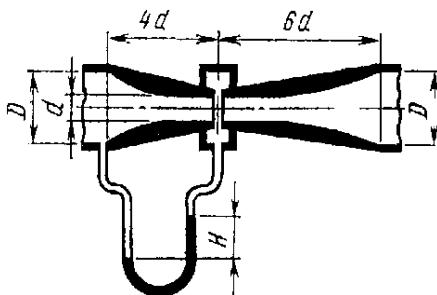


Рис. 6.5

6.17. В закрытый резервуар (рис. 6.6) подведены металлические трубки диаметром  $d$ , соединенные эластичной резиновой вставкой. При начальном давлении  $p$  диаметр вставки равен  $d = 0,025 \text{ м}$ . По трубке движется вода с расходом  $Q = 0,01 \text{ м}^3/\text{с}$ . Определить диаметр резиновой вставки  $d_1$  при увеличении давления в резервуаре на  $\Delta p = 0,05 \text{ МПа}$ .

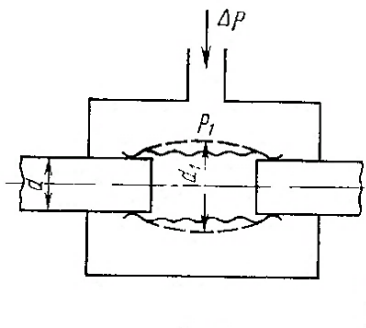


Рис. 6.6

6.18. Найти скорость течения воды на оси трубы, если показания ртутного дифманометра, подсоединенного к динамической трубке (трубке Пито) и к статическому отверстию, равно  $H = 0,5 \text{ м}$  (рис. 6.7).

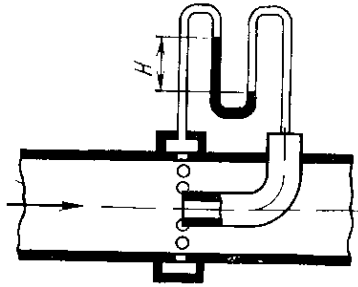


Рис. 6.7

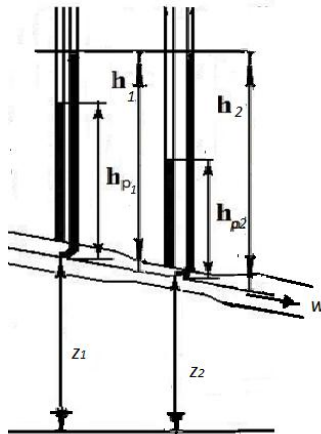


Рис. 6.8

6.19. Вода в количестве  $0,04 \text{ кг/с}$  движется в трубопроводе переменного сечения ( $d_1 = 44 \text{ мм}$ ,  $d_2 = 22 \text{ мм}$ ,  $z_1 = 100 \text{ см}$ ,  $z_2 = 60 \text{ см}$ ) (рис. 6.8). Определить показания прямого и изогнутого пьезометров в широком и узком сечениях, если гидростатическое давление в первом сечении  $p_1 = 1,05 \text{ бар}$ .

6.20. Вода движется в трубопроводе переменного сечения ( $d_1 = 40 \text{ мм}$ ,  $d_2 = 20 \text{ мм}$ ,  $z_1 = 100 \text{ см}$ ,  $z_2 = 50 \text{ см}$ ) (рис. 6.8).

Показания пьезометров в широком сечении  $h_{p1} = 80 \text{ см}$ ,  $h_1 = 90 \text{ см}$ .

Определить показания прямого и изогнутого пьезометров в узком сечении.

## Задание 7

7.1. Определите потери давления в гидравлически гладком топливопроводе длиной 10 м и диаметром 50 мм, который имеет два колена и один вентиль. Плотность топлива  $880 \text{ кг/м}^3$ , кинематический коэффициент вязкости  $\nu = 180 \text{ сСт}$  коэффициент сопротивления каждого колена  $\xi_{\text{кол}} = 1,5$ , коэффициент сопротивления вентиля  $\xi_{\text{вент}} = 2$ . Скорость топлива  $0,5 \text{ м/с}$ .

7.2. В стальном новом трубопроводе диаметром  $d = 0,2 \text{ м}$  движется вода с расходом  $Q = 3,14 \text{ л/с}$ . Трубопровод имеет 2 колена и снабжен одним клапаном. Определить потерю давления в трубопроводе длиной 10 м, если коэффициенты местных сопротивлений  $\xi_{\text{кол}} = 1,5$ ,  $\xi_{\text{клап}} = 2,5$ , кинематический коэффициент вязкости воды  $\nu = 1 \text{ сСт}$ .

7.3. На сколько изменится гидравлическое сопротивление круглого трубопровода длиной 80 м, если в процессе эксплуатации абсолютная шероховатость увеличится от  $\Delta = 4 \cdot 10^{-5} \text{ мм}$  до  $\Delta = 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}$ ? Диаметр трубопровода  $d = 0,1 \text{ м}$ , средняя скорость течения воды  $w = 0,8 \text{ м/с}$ , ее температура  $t = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

7.4. Вычислить изменение потери давления в гидравлически гладком трубопроводе диаметром  $d = 0,1 \text{ м}$  и длиной  $L = 50 \text{ м}$  при подогреве перекачиваемого с расходом  $Q = 25 \text{ л/с}$  моторного топлива ДТ от температуры  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  (кинематический коэффициент вязкости  $\nu_{10} = 3,0 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ ) до  $t = 40 \text{ }^\circ\text{C}$  ( $\nu_{40} = 0,55 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ ).

7.5. Вода движется в трубопроводе длиной 20 м и диаметром 0,11 м с расходом жидкости  $Q = 1 \text{ л/с}$ , динамический коэффициент вязкости жидкости  $\mu = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$ . Трубопровод снабжен двумя клапанами с коэффициентом сопротивления  $\xi_{\text{клап}} = 2,5$ . Определить потерю давления в трубопроводе.

7.6. Газ движется в коробе прямоугольного сечения размером  $320 \text{ мм} \times 640 \text{ мм}$ , длина короба 40 м. В коробе установлена решётка с коэффициентом сопротивления  $\xi = 0,8$ . Скорость газа  $20 \text{ м/с}$ , кинематический коэффициент вязкости  $\nu = 16 \text{ сСт}$ . Определите аэродинамическое сопротивление трубопровода.

7.7. По воздуховоду диаметром  $d = 100 \text{ мм}$  и длиной 40 м движется воздух при температуре  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  и абсолютном давлении 1,2 бар в количестве

0,32 кг/с. На трубопроводе установлена решётка с коэффициентом сопротивления  $\xi = 0,8$ . Определите аэродинамическое сопротивление воздуховода, считая его гидравлически гладким.

7.8. Воздух движется в коробе прямоугольного сечения размером  $100 \times 20$  мм и длиной 80 м со скоростью 40 м/с. Плотность воздуха  $\rho = 1,2$  кг/м<sup>3</sup>, динамический коэффициент вязкости  $\mu = 20 \cdot 10^{-6}$  Па·с. Определите потери давления в воздухопроводе, считая его гидравлически гладким.

7.9. По круглому горизонтальному трубопроводу диаметром 40 мм и длиной 20 м движется вода в количестве 720 л/ч. На трубопроводе установлен кран и приёмная сетка (коэффициенты местных сопротивлений  $\xi_{\text{кран}} = 0,3$ ,  $\xi_{\text{сет}} = 0,5$ ). Давление воды на входе в трубопровод 1,4 бар, определить давление воды в выходном сечении, если кинематический коэффициент вязкости воды  $\nu = 1$  мм<sup>2</sup>/с.

7.10. Воздух движется в коробе длиной 40 м. Сечение короба имеет форму равнобедренного треугольника с размерами сторон  $a = b = 40$  мм,  $c = 30$  мм. Скорость потока 20 м/с. Плотность воздуха  $\rho = 1,2$  кг/м<sup>3</sup>, динамический коэффициент вязкости  $\mu = 24 \cdot 10^{-6}$  Па·с. Определите потери давления в воздухопроводе, считая его гидравлически гладким.

7.11. Вода движется по трубопроводу, длина которого  $l = 40$  м; диаметр  $d = 50$  мм, коэффициент сопротивления крана 5; колена — 0,8; шероховатость стенок трубы 0,04 мм. Давление воды на входе в трубопровод  $p = 0,2$  МПа; расход  $Q = 15$  л/с, кинематический коэффициент вязкости  $\nu = 0,008$  Ст. Определить давление воды в выходном сечении трубопровода.

7.12. Вода поступает через сифонный трубопровод в количестве 0,04 кг/с. Длина трубы  $l = 20$  м; диаметр  $d = 20$  мм, шероховатость стенок трубы 0,02 мм.

Коэффициент сопротивления на входе в трубопровод  $\xi_{\text{вх}} = 0,8$ , коэффициент сопротивления вентиля  $\xi_{\text{вх}} = 4$ . Определить гидравлическое сопротивление трубопровода.

7.13. Определить гидравлическое сопротивление маслоохладителя, состоящего из 100 стальных трубок диаметром  $d_1/d_2 = 32/40$  мм и длиной 1,2 м. Расход масла 10,5 кг/с. Масло совершает два хода по трубкам теплообменника. Физические свойства масла:  $\nu_{\text{м}} = 1 \cdot 10^{-5}$  м<sup>2</sup>/с,  $\rho_{\text{м}} = 850$  кг/м<sup>3</sup>.

7.14. Теплообменник состоит из 40 стальных трубок диаметром  $d_1/d_2 = 10/12$  мм и длиной 1,2 м. Расход воды в трубах 0,4 кг/с, кинематический коэффициент вязкости горячей воды  $\nu = 0,365$  сСт. Вода совершает два хода по трубкам теплообменника. Определить гидравлическое сопротивление трубок теплообменника, считая их гидравлически гладкими.

7.15. Теплообменник состоит из 40 стальных трубок диаметром  $d_1/d_2 = 36/38$  мм и длиной 80 см. В трубах движутся дымовые газы в количестве 1196 кг/ч, средняя температура газов 400 °С. Физические свойства газов:  $\nu_t = 60,38 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2/\text{с}$ ,  $\rho_t = 0,525 \text{ кг/м}^3$ . Определить гидравлическое сопротивление трубок теплообменника, считая их гидравлически гладкими.

### Задание 8

8.1. Определить, с каким расходом вода будет вытекать через трубу из бака (рис. 8.1), если диаметр трубы  $d = 20$  мм; длина  $l = 10$  м; высота  $H = 6$  м,  $p_0 = 102$  кПа; коэффициент сопротивления крана  $\xi_{кр} = 2$ ; колена  $\xi_{кол} = 0,82$ ; шероховатость трубы — 0,04 мм. Кинематический коэффициент вязкости воды  $\nu = 0,008$  Ст.

8.2. Определить, каким должен быть уровень воды в баке  $H$  (рис. 8.1), чтобы вода вытекала с расходом  $Q = 200$  л/ч, если  $p_0 = 105$  кПа, диаметр трубы  $d = 40$  мм; длина  $l = 12$  м; коэффициент сопротивления крана  $\xi_{кр} = 2$ ; колена  $\xi_{кол} = 0,82$ ; шероховатость трубы — 0,02 мм. Кинематический коэффициент вязкости воды  $\nu = 1$  сСт.

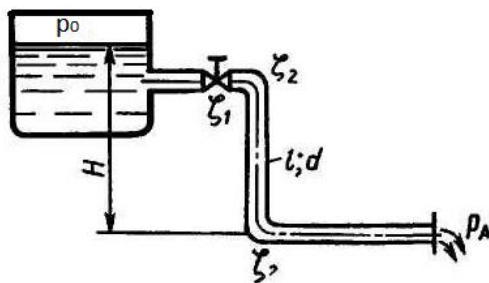


Рис. 8.1

8.3. Определить, каким должно быть давление  $p_0$  над свободной поверхностью воды в баке (рис. 8.1), чтобы вода вытекала с расходом  $Q = 100$  л/ч, если уровень воды в баке  $H = 2$  м, диаметр трубы  $d = 32$  мм; длина  $l = 12$  м;

коэффициент сопротивления крана  $\xi_{кр} = 1,2$ ; колена  $\xi_{кол} = 0,8$ ; шероховатость трубы — 0,04 мм. Кинематический коэффициент вязкости воды  $\nu = 1$  сСт.

8.4. Определить, с каким расходом вода будет вытекать через трубу из бака (рис. 8.2), если диаметр выходного сечения трубы  $d_2 = 100$  мм; длина трубы  $L = 8$  м; уровень воды в баке  $H = 4$  м,  $p_0 = 102$  кПа;  $z_1 = 6$  м,  $z_2 = 4$  м,  $z_3 = 2$  м; коэффициент входного сопротивления  $\xi_{вх} = 0,8$ ; коэффициент сопротивления расширению трубы  $\xi_{расш.} = 1,2$ ; шероховатость трубы — 0,04 мм. Определите также показания пьезометра, расположенного на расстоянии  $l = 4$  м от бака, если  $d_1 = 50$  мм.

Кинематический коэффициент вязкости воды  $\nu = 1$  сСт.

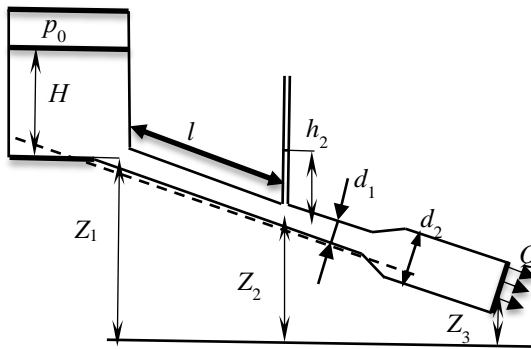


Рис. 8.2

8.5. Определить, каким должен быть уровень воды в баке  $H$  (рис. 8.2), чтобы вода вытекала с расходом  $Q = 120$  л/ч, если диаметр выходного сечения трубы  $d_2 = 100$  мм; длина трубы  $L = 8$  м;  $p_0 = 105$  кПа;  $z_1 = 6$  м,  $z_2 = 4$  м,  $z_3 = 2$  м; коэффициент входного сопротивления  $\xi_{вх} = 0,8$ ; коэффициент сопротивления расширению трубы  $\xi_{расш.} = 1,2$ ; шероховатость трубы — 0,02 мм. Определите также показания пьезометра, расположенного на расстоянии  $l = 4$  м от бака.

Кинематический коэффициент вязкости воды  $\nu = 1$  сСт.

8.6. Определить, каким должно быть давление  $p_0$  над свободной поверхностью воды в баке (рис. 8.2), чтобы вода вытекала с расходом  $Q = 30$  л/ч, если уровень воды в баке  $H = 2$  м, диаметр выходного сечения трубы  $d_2 = 40$  мм; длина трубы  $L = 4$  м;  $z_1 = 1$  м,  $z_2 = 0,8$  м,  $z_3 = 0,6$  м; коэффициент входного сопротивления  $\xi_{вх} = 0,8$ ; коэффициент сопротивления расширению трубы

$\xi_{\text{расш.}} = 1,2$ ; шероховатость трубы — 0,04 мм. Определите также показания пьезометра, расположенного на расстоянии  $l = 2$  м от бака.

Кинематический коэффициент вязкости воды  $\nu = 0,8$  сСт.

8.7. Насос подаёт воду в резервуар по трубопроводу диаметром 100 мм и длиной  $l = 8$  м на высоту  $H = 4$  м в количестве 1 л/с (рис. 8.3). Давление над свободной поверхностью воды в резервуаре  $p_0 = 50$  кПа. Определить полный напор, создаваемый насосом, принимая шероховатость трубы 0,05 мм, кинематический коэффициент вязкости воды  $\nu = 0,8$  сСт.

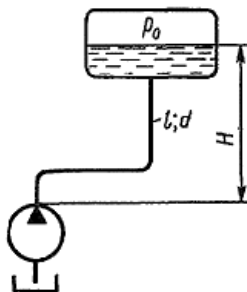


Рис. 8.3

8.8. Определить, с каким расходом вода будет вытекать через трубу из бака (рис. 8.4), если диаметр сечения трубы  $d = 100$  мм; длина трубы  $L = 12$  м; уровень воды в баке  $H = 4$  м, абсолютное давление над поверхностью воды  $p_0 = 110$  кПа; коэффициент входного сопротивления  $\xi_{\text{вх}} = 0,8$ ; шероховатость трубы — 0,04 мм. Определите также показания пьезометра, расположенного на расстоянии  $l = 6$  м от бака.

Кинематический коэффициент вязкости воды  $\nu = 1$  сСт.

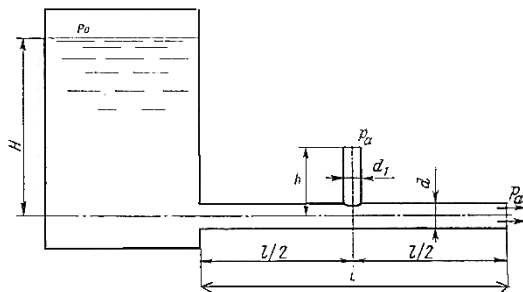


Рис. 8.4

8.9. Определить расход воды в трубопроводе по показаниям пьезометра  $h = 1$  м и уровню воды в резервуарах  $H = 2$  м (рис. 8.4), если диаметр сечения трубы  $d = 40$  мм; длина трубы  $L = 12$  м, коэффициент входного сопротивления  $\xi_{\text{вх}} = 1,2$ ; шероховатость трубы —  $0,04$  мм. Кинематический коэффициент вязкости воды  $\nu = 0,8$  сСт.

8.10. Определить, каким должно быть давление  $p_0$  над свободной поверхностью воды в баке (рис. 8.4), чтобы вода вытекала с расходом  $Q = 100$  л/ч, если уровень воды в баке  $H = 2$  м, диаметр сечения трубы  $d = 22$  мм; длина трубы  $L = 8,8$  м; коэффициент входного сопротивления  $\xi_{\text{вх}} = 0,8$ ; коэффициент сопротивления расширению трубы  $\xi_{\text{расш.}} = 1,2$ ; шероховатость трубы —  $0,04$  мм. Определите также показания пьезометра, расположенного на расстоянии  $l = 4,4$  м от бака.

Кинематический коэффициент вязкости воды  $\nu = 1$  сСт.

8.11. Каким должно быть избыточное давление  $P_{\text{изб}}$  в закрытом резервуаре (рис. 8.5), чтобы обеспечить подачу воды в количестве  $Q = 0,4$  л/с по трубопроводу диаметром  $d = 44$  мм и длиной  $l = 8,8$  м, если  $h = H$ ,  $\xi_{\text{входа}} = 0,5$ ,  $\xi_{\text{выхода}} = 1$ ,  $\xi_{\text{вентил}} = 2$ , шероховатость труб  $\Delta\text{ш} = 0,2$  мм.

Кинематический коэффициент вязкости воды  $\nu = 1 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с.

8.12. Абсолютное давление  $p$  в закрытом резервуаре составляет  $1,8$  бар (рис. 8.5). С каким расходом будет подаваться вода в открытый резервуар по трубопроводу диаметром  $d = 22$  мм и длиной  $l = 4,4$  м, если  $h = 2$  м,  $H = 1$  м,  $\xi_{\text{входа}} = 0,5$ ,  $\xi_{\text{выхода}} = 1$ ,  $\xi_{\text{вентил}} = 2$ , шероховатость труб  $\Delta\text{ш} = 0,2$  мм.

Кинематический коэффициент вязкости воды  $\nu = 1 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с.

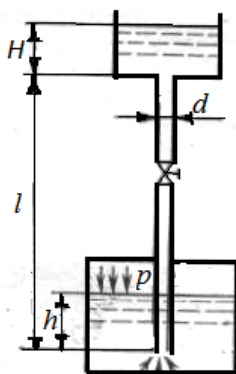


Рис. 8.5

8.13. Определить, каким должно быть давление  $p_1$  над свободной поверхностью топлива в левом баке (рис. 8.6), чтобы оно перетекало с расходом  $Q = 12$  л/мин, если уровень топлива в левом баке  $H_1 = 6$  м, уровень топлива в правом баке  $H_2 = 3$  м,  $z_1 = 5$  м,  $z_2 = 2$  м, диаметр трубы  $d = 100$  мм; длина трубопровода 10 м; коэффициент сопротивления вентиля  $\xi_{\text{вент}} = 1,2$ ; коэффициенты сопротивления входу и выходу из трубопровода  $\xi_{\text{вх}} = \xi_{\text{вых}} = 0,8$ ; шероховатость трубы — 0,04 мм. Давление над свободной поверхностью топлива в правом баке  $p_2 = 105$  кПа. Плотность топлива  $880$  кг/м<sup>3</sup>, кинематический коэффициент вязкости топлива  $\nu = 180$  сСт.

Определите также показания пьезометра, расположенного на расстоянии  $l = 6$  м от левого бака.

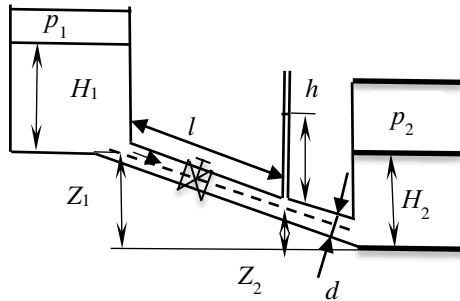


Рис. 8.6

8.14. Определить, каким должно быть давление  $p_2$  над свободной поверхностью топлива в правом баке (рис. 8.6), чтобы оно перетекало с расходом  $Q = 12$  л/мин, если уровень топлива в левом баке  $H_1 = 5$  м, уровень топлива в правом баке  $H_2 = 3$  м,  $z_1 = 5$  м,  $z_2 = 2$  м, диаметр трубы  $d = 100$  мм; длина трубопровода 12 м; коэффициент сопротивления вентиля  $\xi_{\text{вент}} = 1,2$ ; коэффициенты сопротивления входу и выходу из трубопровода  $\xi_{\text{вх}} = \xi_{\text{вых}} = 0,8$ ; шероховатость трубы — 0,04 мм. Давление над свободной поверхностью топлива в левом баке  $p_1 = 110$  кПа. Плотность топлива  $850$  кг/м<sup>3</sup>, кинематический коэффициент вязкости топлива  $\nu = 160$  сСт.

8.15. Определить, каким должен быть уровень топлива в левом баке  $H_1$  (рис. 8.6), чтобы оно перетекало с расходом  $Q = 10$  л/мин, если уровень топлива в правом баке  $H_2 = 3$  м,  $z_1 = 5$  м,  $z_2 = 2$  м, диаметр трубы  $d = 80$  мм; длина трубопровода 12 м; коэффициент сопротивления вентиля  $\xi_{\text{вент}} = 1,2$ ; коэффи-

циенты сопротивления входу и выходу из трубопровода  $\xi_{\text{вх}} = \xi_{\text{вых}} = 0,8$ ; шероховатость трубы — 0,04 мм. Давление над свободной поверхностью топлива в левом баке  $p_1 = 110$  кПа, давление  $p_2$  над свободной поверхностью топлива в правом баке  $p_2 = 105$  кПа.

Определите также показания пьезометра, расположенного на расстоянии  $l = 6$  м от левого бака.

Плотность топлива  $880 \text{ кг/м}^3$ , кинематический коэффициент вязкости топлива  $\nu = 180$  сСт.

8.16. Определить, каким должен быть уровень топлива в правом баке  $H_2$  (рис. 8.6), чтобы оно перетекало с расходом  $Q = 10$  л/мин, если уровень топлива в левом баке  $H_1 = 4$  м,  $z_1 = 3$  м,  $z_2 = 1$  м, диаметр трубы  $d = 80$  мм; длина трубопровода 8 м; коэффициент сопротивления вентиля  $\xi_{\text{вент}} = 1,2$ ; коэффициенты сопротивления входу и выходу из трубопровода  $\xi_{\text{вх}} = \xi_{\text{вых}} = 0,8$ ; шероховатость трубы — 0,04 мм. Давление над свободной поверхностью топлива в левом баке  $p_1 = 110$  кПа, давление  $p_2$  над свободной поверхностью топлива в правом баке  $p_2 = 105$  кПа.

Определите также показания пьезометра, расположенного на расстоянии  $l = 4$  м от левого бака.

Плотность топлива  $880 \text{ кг/м}^3$ , кинематический коэффициент вязкости топлива  $\nu = 180$  сСт.

8.17. При какой разности уровней  $h$  расход моторного топлива ДТ ( $t = 30$  °С,  $\nu = 0,9 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ ,  $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$ ) через сифонный трубопровод (рис. 8.7) будет равен 4 л/с? Определить также давление в сечении  $B-B$ , если при общей длине  $L = 20$  м расстояние от начала трубопровода до сечения  $B-B$  равно  $l = 12$  м, а диаметр трубопровода  $d = 50$  мм. Трубу считать гидравлически гладкой, давление над поверхностью топлива в обоих танках атмосферное.

8.18. Определить расход моторного топлива ДТ ( $t = 30$  °С,  $\nu = 0,9 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ ,  $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$ ) через сифонный трубопровод (рис. 8.7) при разности уровней в танках  $h = 4$  м. Определить также давление в сечении  $B-B$ , если при общей длине  $L = 18$  м расстояние от начала трубопровода до сечения  $B-B$  равно  $l = 10$  м, а диаметр трубопровода  $d = 50$  мм. Шероховатость стенок трубы — 0,04 мм, давление над поверхностью топлива в обоих танках атмосферное.

8.19. Определить расход моторного топлива ДТ ( $t = 30$  °С,  $\nu = 0,9 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$ ,  $\rho = 900 \text{ кг/м}^3$ ) через сифонный трубопровод (рис. 8.7) при разности уровней в танках  $h = 5$  м, если давление над поверхностью топлива в левом танке составляет 110 кПа, а в правом танке — 105 кПа. Определить также давление

в сечении  $B-B$ , если при общей длине  $L = 20$  м расстояние от начала трубопровода до сечения  $B-B$  равно  $l = 10$  м, а диаметр трубопровода  $d = 60$  мм. Шероховатость стенок трубы —  $0,04$  мм.

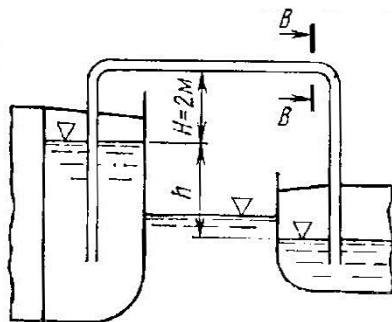


Рис. 8.7

8.20. Определить, каким должно быть давление  $p_1$  над свободной поверхностью топлива в левом баке (рис. 8.7), чтобы оно перетекало через сифонный трубопровод с расходом  $Q = 12$  л/мин, при разности уровней в танках  $h = 4$  м, если диаметр трубы  $d = 100$  мм; длина трубопровода 10 м; коэффициенты сопротивления входу и выходу из трубопровода  $\xi_{\text{вх}} = \xi_{\text{вых}} = 0,8$ ; шероховатость трубы —  $0,04$  мм. Давление над свободной поверхностью топлива в правом баке  $p_2 = 105$  кПа.

Плотность топлива  $880$  кг/м<sup>3</sup>, кинематический коэффициент вязкости топлива  $\nu = 180$  сСт.