

Для всех задач 1 вариант

КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 1*

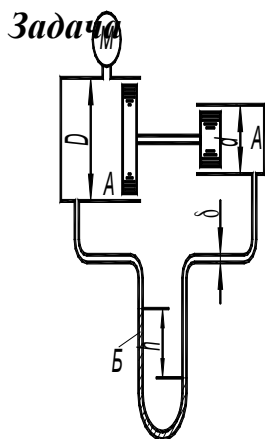
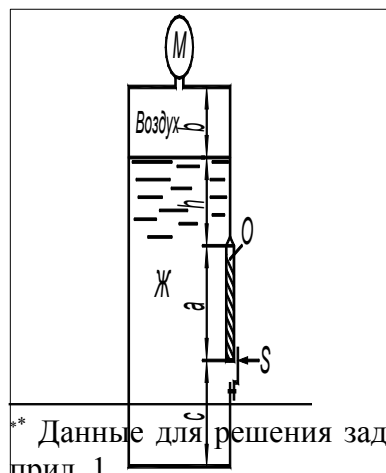


Рис. 11

h двухжидкостного дифференциального манометра, при котором система из двух поршней, имеющих общий шток, будет находиться в равновесии, если в обоих цилиндрах находится жидкость А, в колене двухжидкостного дифференциального манометра – жидкость Б; абсолютное давление, показываемое пружинным манометром P_M (рис. 11, табл. 1). Трением поршней в цилиндрах пренебречь.

Таблица 1

Вариант	Жидкость		D , мм	d , мм	δ , мм	p_M , ат
	А	Б				
1	Вода	Ртуть	200	100	10	1,1
2	Вода	Керосин	220	210	12	0,9
3	Вода	Ртуть	300	100	16	2,0
4	Воздух	Спирт	280	140	14	1,8
5	Воздух	Ртуть	240	110	12	1,5
6	Вода	Масло трансформаторное	230	220	10	1,1
7	Вода	Ртуть	250	150	14	1,2
8	Вода	Керосин	260	270	16	1,1
9	Воздух	Спирт	270	160	12	0,8
10	Вода	Ртуть	290	180	10	1,4



* Данные для решения задач выбрать в соответствии с вариантом задания, используя прил. 1.

Рис. 12

Задача 2. Определить силу давления S , на которую должно быть рассчитано запорное устройство квадратной крышки, поворачивающейся вокруг горизонтальной оси O и закрывающей отверстие в боковой плоской стенке сосуда, если в сосуде находится жидкость Ж, а

давление в верхней части сосуда P_M (рис. 12, табл. 2).

Таблица 2

Вариант	Жидкость	Давление	Показание манометра p_M , ат	b , мм	h , мм	a , мм	c , мм
1	Вода	Вакуум	0,1	100	1200	1000	500
2	Керосин	Избыточное	0,1	120	800	800	400
3	Бензин	Абсолютное	1,2	80	700	900	300
4	Спирт	Абсолютное	0,2	90	600	700	200
5	Глицерин	Абсолютное	0,9	110	1300	600	100
6	Вода	Вакуум	0,2	100	2600	700	250
7	Масло трансформаторное	Избыточное	0,3	120	160	800	150
8	Вода	Абсолютное	1,3	80	1500	900	350
9	Керосин	Абсолютное	0,1	90	1000	1000	450
10	Бензин	Абсолютное	1,1	110	900	600	500

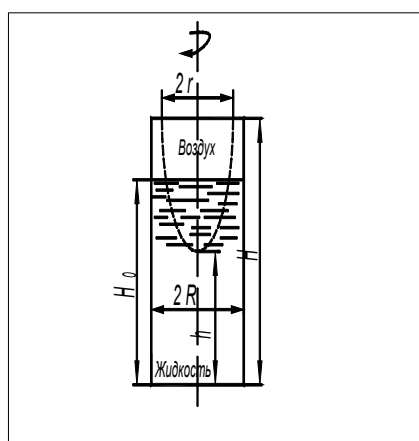


Рис. 13

Задача 3. Цилиндрический закрытый сосуд (рис. 13, табл. 3) с вертикальной осью, имеющий высоту H и диаметр $2R$, наполнен жидкостью на глубину H_0 . Определить скорость его вращения (число оборотов в минуту) в двух случаях: а) когда воронка расположена на высоте h над дном сосуда; б) когда диаметр воронки равен $2r$.

Таблица 3

Вариант	H , мм	H_0 , мм	R , мм	h , мм	r , мм
1	1000	600	100	0	100
2	800	600	100	100	80
3	600	400	100	200	90
4	400	300	80	0	80

5	300	200	100	50	50
6	500	400	60	100	60
7	700	500	70	0	50
8	900	600	90	100	80
9	1100	800	110	200	100
10	1200	900	120	0	120

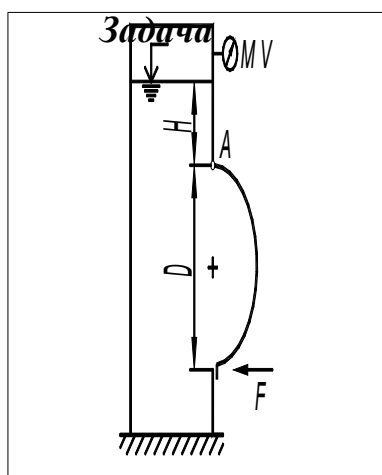
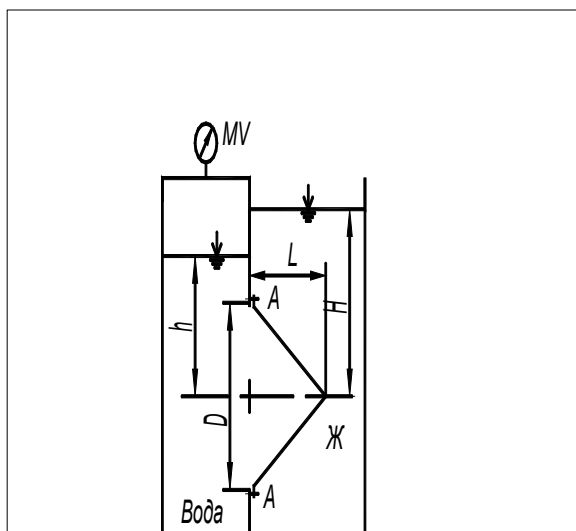


Рис. 14

4. топливом, температура которого $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. В вертикальной стенке резервуара имеется прямоугольное отверстие ($D \times b$), закрытое полуцилиндрической крышкой. Она может повернуться вокруг горизонтальной оси A . Мановакуумметр MV показывает манометрическое давление p_M или $p_{\text{вак}}$. Глубина топлива над крышкой равна H , масса крышки – m . Определить усилие F , которое необходимо приложить к нижней части крышки, чтобы она не открылась.

Таблица 4

Вариант	p_M , кПа	$p_{\text{вак}}$, кПа	D , м	b , м	H , м	m , кг
1	13,2	-	1,00	1,8	0,65	130
2	0	-	1,2	2,3	0,83	253
3	-	8,45	0,8	1,45	1,45	110
4	7,66	-	0,66	1,10	1,15	101
5	-	3,42	1,10	1,75	0,95	234
6	4,69	-	0,92	1,67	0,52	273
7	-	2,83	0,84	1,42	0,76	195
8	0	-	1,4	2,69	1,65	361
9	11,4	-	0,94	1,72	0,96	216
10	12,1	-	1,15	1,6	0,85	140



5. Круглое отверстие между двумя резервуарами закрыто конической крышкой с размерами $D \times L$. Закрытый резервуар заполнен водой, а открытый резервуар – жидкостью $Ж$ (рис.15, табл. 5). К закрытому резервуару сверху

присоединен мановакуумметр MV, показывающий манометрическое давление P_M или $P_{\text{ВАК}}$. Температура жидкости 20 °С, глубина h и H . Определить силу, срезающую болты А, и горизонтальную силу, действующую на крышку.

Таблица 5

Вариант	Жидкость	D , мм	L , мм	h , м	H , м	p_M , кПа	$p_{\text{ВАК}}$, кПа
1	Нефть Баку, легкая	520	430	1,10	1,40	-	25,6
2	Керосин Т-2	600	550	1,82	2,25	37,5	-
3	Нефть Баку, тяжелая	390	340	1,69	1,90	-	37,7
4	Дизельное топливо	500	400	1,4	1,60	-	-
5	Бензин авиационный	640	540	2,15	2,75	-	28,9
6	Глицерин	570	460	2,10	2,60	27,9	-
7	Дизельное топливо	450	400	1,48	1,70	-	23,1
8	Керосин Т-1	620	570	1,96	2,35	-	24,1
9	Бензин авиационный	700	560	2,40	3,20	-	-
10	Глицерин	610	450	2,20	2,50	-	24,6

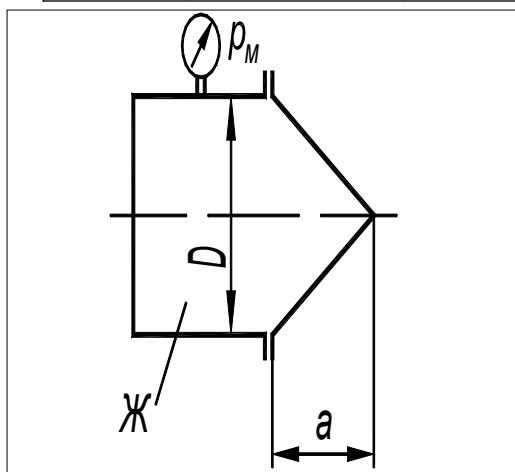


Рис. 16

Задача 6. Определить силу давления на коническую крышку горизонтального цилиндрического сосуда диаметром D , заполненного жидкостью Ж (рис. 16, табл. 6). Показания манометра в точке его присоединения – P_M . Показать на чертеже вертикальную и горизонтальную составляющие, а также полную силу давления.

Таблица 6

Вариант	Жидкость	p_M , МПа	D , мм	a , мм
1	Нефть	0,5(изб)	1000	700
2	Керосин	0,4(абс)	1500	900
3	Бензин	0,3(абс)	2000	1200

4	Масло трансформаторное	0,8(изб)	2500	1500
5	Вода	0,4(изб)	2000	1200
6	Масло турбинное	0,2(абс)	1500	900
7	Глицерин	0,6(изб)	1000	700
8	Вода	0,4(изб)	1500	1000
9	Керосин	0,7(абс)	2000	1300
10	Бензин	0,6(абс)	2500	1500

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

**Средние значения плотности ρ
и кинематической вязкости ν некоторых жидкостей**

Жидкость	Плотность, кг/м ³ , при T , °C		Кинематическая вязкость, Ст, при T , °C			
	20	50	20	40	60	80
Вода пресная	998	-	0,010	0,0065	0,0047	0,0036
Нефть Баку, легкая	884	-	0,25	-	-	-
Нефть Баку, тяжелая	924	-	1,4	-	-	-
Бензин авиационный	745	-	0,0073	0,0059	0,0049	-
Керосин Т-1 (очищенный)	808	-	0,025	0,018	0,012	0,010
Керосин Т-2 (тракторный)	819	-	0,010	-	-	-
Дизельное топливо	846	-	0,28	0,12	-	-
Глицерин	1245	-	9,7	3,3	0,88	0,38
Ртуть	13550	-	0,0016	0,0014	0,0010	-
Масла:		-				
касторовое	960	-	15	3,5	0,88	0,25
трансформаторное	884	880	0,28	0,13	0,078	0,048
АМГ-10	-	850	0,17	0,11	0,085	0,065
веретенное АУ	-	892	0,48	0,19	0,098	0,099
индустриальное 12	-	883	0,48	0,19	0,098	0,059
индустриальное 20	-	891	0,85	0,33	0,14	0,080
индустриальное 30	-	901	1,8	0,56	0,21	0,11
индустриальное 50	-	910	5,3	1,1	0,38	0,16
турбинное	-	900	0,97	0,38	0,16	0,088

Примечание. Плотность жидкости при другой температуре можно определить по формуле $\rho_T = \rho_0 / (1 + \alpha \Delta T)$, где ρ_T – плотность жидкости при температуре $T = T_0 + \Delta T$; ΔT – изменение температуры; T_0 – температура, при которой плотность жидкости равна ρ_0 , α – коэффициент температурного расширения жидкости (в среднем для минеральных масел можно принять $\alpha = 0,0007$ 1/°C).

КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 2

Задача 1. Поршень диаметром D движется равномерно вниз в цилиндре, подавая жидкость в открытый резервуар с постоянным уровнем. Диаметр трубопровода d , длина l . Когда поршень находится ниже уровня жидкости в резервуаре на H , потребная для его перемещения сила равна F . Определить скорость поршня и расход жидкости в трубопроводе. Построить напорную и пьезометрическую линии. Коэффициент гидравлического трения трубы принять $\lambda = 0,03$. Коэффициент сопротивления входа в трубу $\xi_{\text{вх}} = 0,5$. Коэффициент сопротивления выхода в трубу $\xi_{\text{вых}} = 1,0$.

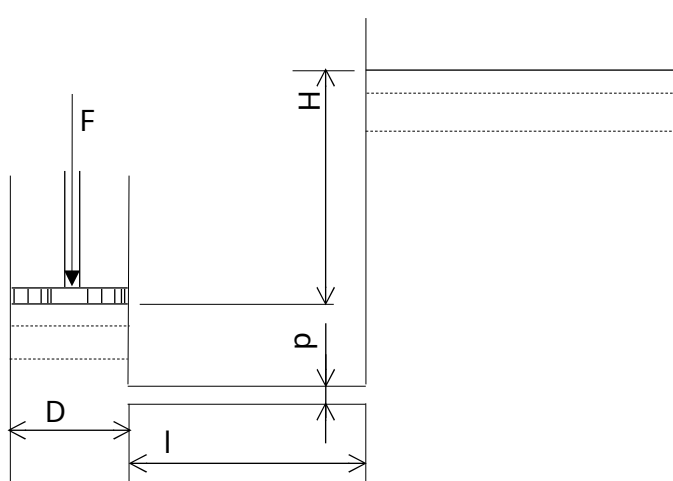


Рис. 32

Таблица 12

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Жидкость	Вода	Керосин	Бензин	Масло трансформаторное	Вода	Масло турбинное	Глицерин	Нефть	Бензин	Керосин
F , Н	12400	27700	16700	12400	22000	5500	3100	1370	16700	8550
D , мм	180	270	210	180	240	120	90	60	210	150
d , мм	60	90	70	60	80	40	30	20	70	50
l , м	18	27	21	18	24	12	9	6	21	15

Задача 2. Из открытого резервуара, в котором поддерживается постоянный уровень жидкости, по трубопроводу, имеющему два участка, жидкость при температуре $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ течет в другой резервуар, расположенный ниже на высоту H . Определить расход жидкости. В расчетах принять, что местные потери напора составляют 10 % потерь по длине (рис. 33,

табл. 13).

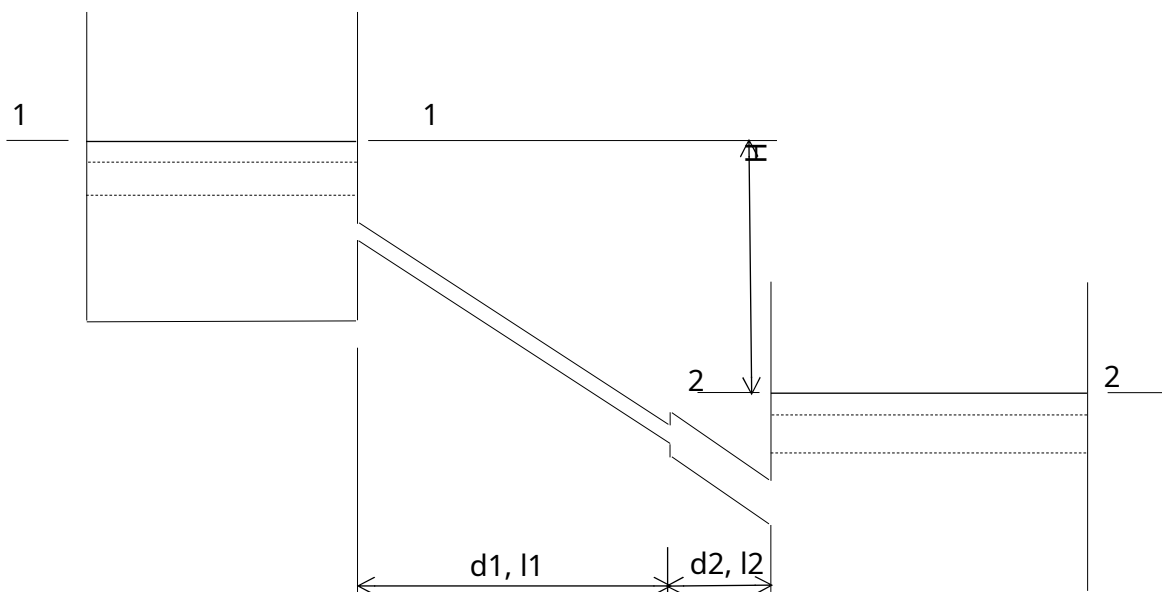


Рис. 33

Таблица 13

Вариант	Материал трубопровода	Жидкость	H , м	$l = l_1$, м	l_2 , м	d , мм	$d_1 = d_2$, мм
1	Чугун новый	Глицерин	6,00	6,80	6,20	65	50
2	Сталь нержавеющая	Бензин	7,70	9,20	7,00	50	32
3	Алюминий	Керосин	8,40	10,00	6,80	65	40
4	Чугун старый	Вода	6,10	12,00	9,10	40	32
5	Медь	Керосин	9,70	8,90	5,80	50	40
6	Сталь оцинкованная	Вода	7,00	8,20	7,00	65	50
7	Алюминий	Масло	9,00	7,10	5,40	65	40
8	Сталь старая	Вода	6,50	13,00	8,00	40	32
9	Медь	Керосин	8,70	7,80	7,20	50	40
10	Сталь старая	Глицерин	6,40	9,40	6,30	50	32

Задача 3. При истечении жидкости из резервуара в атмосферу по горизонтальной трубе, диаметра d и длиной $2l$, уровень в пьезометре, установленном посередине длины трубы, равен h (рис. 34, табл. 14). Определить расход Q и коэффициент гидравлического трения трубы λ , если статический напор в баке постоянен и равен H . Построить напорную и пьезометрическую линии. Сопротивлением входа в трубу пренебречь.

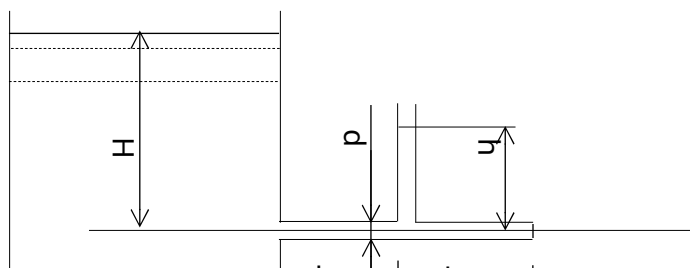


Рис. 34

Таблица 14

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Жидкость	Нефть	Керосин	Бензин	Масло трансформаторное	Вода	Масло турбинное	Глицерин	Вода	Керосин	Бензин
h , м	4,5	4,5	3,0	3,5	3,0	4,0	4,5	4	3,5	3,0
d , мм	300	30	30	50	40	30	35	50	40	20
l , м	46	4,5	3,0	6,0	4,0	4,0	5,2	6,7	4,6	2

Задача 4. Определить длину трубы l (рис. 35, табл. 15), при которой расход жидкости Q из резервуара в атмосферу будет в два раза меньше, чем из отверстия того же диаметра d . Напор над отверстием равен H . Коэффициент гидравлического трения трубы принять $\lambda = 0,025$.

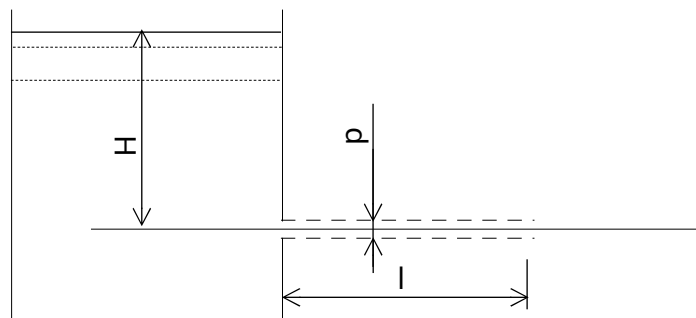


Рис. 35

Таблица 15

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Жидкость	Керосин	Масло веретенное	Вода	Масло веретенное	Керосин	Бензин	Вода	Керосин	Вода	Масло трансформаторное
d , мм	50	100	10	100	45	40	8	50	12	60
l , м	12	3	700	4	15	10	700	10	100	2

Зависимость плотности воды от температуры

Температура $T, ^\circ\text{C}$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
Плотность, кг/м^3	1000	1000	998	996	992	988	983	978	972	965	958

Средние значения плотности и кинематической вязкости некоторых жидкостей

Жидкость	Плотность, кг/м^3 , при $T, ^\circ\text{C}$		Кинематическая вязкость, Ст , при $T, ^\circ\text{C}$			
	20	50	20	40	60	80
Вода	998	–	0,01	0,0065	0,0047	0,0036
Нефть	834 - 932	–	0,25	–	–	–
Бензин	745	–	1,4	–	–	–
Керосин Т-1	808	–	0,0073	0,0059	0,0049	–
Керосин Т-2	819	–	0,025	0,018	0,012	0,010
Дизельное топливо	846	–	0,01	–	–	–
Глицерин	1245	–	0,28	0,12	–	–
Ртуть	13550	–	0,0016	0,0014	0,0010	–
Масло:						
Касторовое	960	–	15	3,5	0,88	0,25
Трансформаторное	884	880	0,28	0,13	0,078	0,048
АМГ – 10	–	850	0,17	0,11	0,085	0,065
Веретенное	–	892	0,48	0,19	0,098	0,099
Индустриальное 12	–	883	0,48	0,19	0,098	0,059
Индустриальное 20	–	891	0,85	0,33	0,14	0,08
Индустриальное 30	–	901	1,8	0,56	0,21	0,11
Индустриальное 50	–	910	5,3	1,1	0,38	0,16
Турбинное	–	900	0,97	0,38	0,16	0,088

Средние значения эквивалентной шероховатости

Материалы труб, способ изготовления	$\Delta_{\text{экв}}, \text{мм}$
Новые холоднотянутые и горячекатаные стальные трубы	0,060
Новые стальные сварные трубы	0,070
Новые обычные оцинкованные стальные трубы	0,12
Старые стальные сварные трубы	0,75
Сварные трубы из нержавеющей стали	0,075
Новые холоднотянутые алюминиевые трубы и трубы из алюминиевого сплава (дюралюминия)	0,030
Новые чугунные трубы	0,60
Бывшие в употреблении, но очищенные чугунные	0,90

КОНТРОЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ 3

Задание 1. Трубопровод состоит из трех участков, последовательно соединенных друг с другом. Известны диаметры d , длины l , материал и состояние труб. Также заданы отметки начального A и конечного B участка сложного трубопровода. В точке A сосредоточенный расход Q , на втором участке равномерно распределенный расход Q_p . В точке B задано значение свободного напора $h_{св.}$.

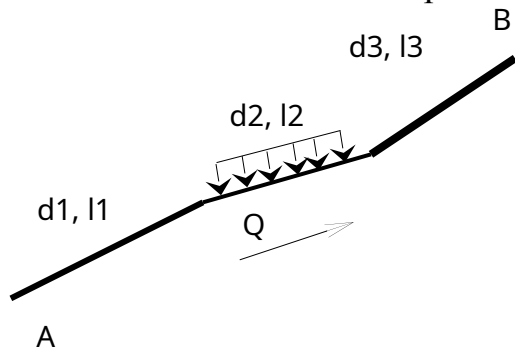


Рис. 48

Определить расходы на участках и требуемый напор $H_{тр}$ в точке A , приняв местные потери 10% от потерь о длине. Варианты выбирать согласно рис. 48, табл. 16.

Таблица 16

№	Диаметры, мм			Длины, м			Материал и состояние труб	Отметки, м		$h_{св.}$ м	Q/Q_p , л/с
	d_1	d_2	d_3	l_1	l_2	l_3		A	B		
1	100	125	150	100	100	100	чугун, новые битумизированные	33	36	4	20/7
2	150	200	250	150	100	200	чугун, новые битумизированные	112	118	5	60/21
3	300	350	400	200	150	200	чугун, новые небитумизированные	122	122	7	100/35
4	400	450	500	200	200	200	чугун, новые небитумизированные	106	102	10	200/42
5	500	600	700	150	150	200	чугун, бывшие в эксплуатации	88	83	12	400/48
6	100	150	125	100	150	150	чугун, бывшие в эксплуатации	56	66	3	40/10
7	250	150	200	100	150	200	стальные, новые	68	72	5	70/17
8	400	300	350	200	150	200	стальные, новые	132	136	6	90/32
9	500	450	400	125	200	100	стальные, бывшие в эксплуатации	116	113	9	250/46
10	700	600	500	125	150	175	стальные, бывшие в эксплуатации	104	104	11	500/68

Задание 2. Центробежный насос 1 подает воду с температурой t . Расход воды составляет Q . Диаметр всасывающей трубы d , длина l . Труба 2 имеет два поворота по 90° и приемный клапан 3. Материал трубы задан, давление на свободной поверхности жидкости принять равным 100 кН/м^2 .

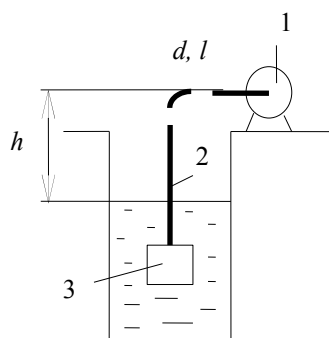


Рис. 49

Определить максимально возможную высоту установки насоса h над уровнем воды, исходя из условия, что давление воды при входе в насос должно быть на 20 кН/м выше давления парообразования. Варианты выбрать согласно рис. 49, табл. 17.

Таблица 17

№	$t, ^\circ\text{C}$	$Q, \text{л/с}$	$d, \text{мм}$	$l, \text{м}$	Материал и состояние труб
1	5	2,0	50	10	Стальные трубы сварные новые и чистые
2	10	5,0	75	15	Стальные трубы сварные новые и чистые
3	20	10,0	100	20	Стальные трубы сварные умеренно заржавевшие
4	25	12,5	125	22	Стальные трубы сварные умеренно заржавевшие
5	30	17,5	150	25	Стальные трубы сварные старые заржавевшие
6	40	15,0	150	20	Стальные трубы сварные старые заржавевшие
7	50	10,5	125	17	Стальные трубы сварные сильно заржавевшие
8	60	7,5	100	15	Стальные трубы сварные сильно заржавевшие
9	70	3,5	75	11	Стальные трубы сварные с незначительной коррозией
10	80	1,5	50	7	Стальные трубы сварные с незначительной коррозией

Задание 3. Определить пропускную способность для случаев последовательного и параллельного соединения трубопроводов согласно вариантам соединения трубопроводов, рис. 50, табл. 18. При расчетах использовать таблицы для гидравлического расчета водопроводных труб.

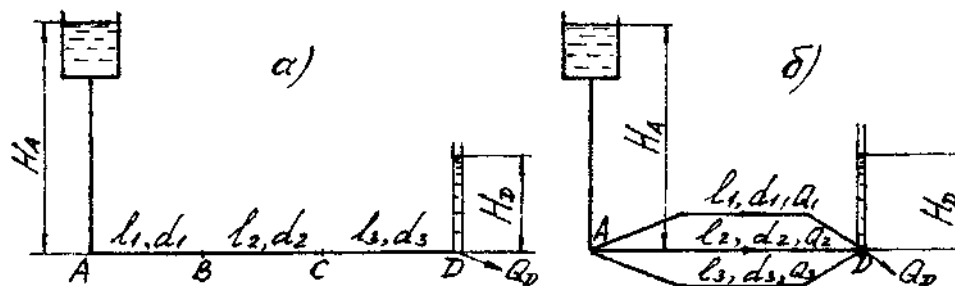


Рис. 50

Таблица 18

№ вар.	Диаметры труб, м			Длины участков, м			Полные напоры, м		Трубы
	d_1	d_2	d_3	l_1	l_2	l_3	H_A	H_D	
1	0,200	0,150	0,100	110	60	90	11,0	3,5	стальные, новые
2	0,200	0,125	0,100	120	70	60	12,8	4,0	стальные, новые
3	0,250	0,200	0,150	180	40	110	12,6	6,0	стальные, бывшие в эксплуатации
4	0,150	0,200	0,125	70	40	130	11,0	5,0	стальные, бывшие в эксплуатации
5	0,150	0,125	0,150	160	115	60	10,8	4,0	чугун, новые битумизированные
6	0,200	0,125	0,100	1990	70	80	11,0	2,0	чугун, новые битумизированные
7	0,150	0,125	0,150	170	110	90	9,4	2,0	чугун, новые небитумизированные
8	0,150	0,125	0,100	210	105	50	10,0	3,0	чугун, новые небитумизированные
9	0,200	0,150	0,125	260	130	140	11,5	4,0	чугун, бывшие в эксплуатации
10	0,250	0,150	0,100	180	130	70	12,0	3,0	чугун, бывшие в эксплуатации

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Значения эквивалентной равномерно-зернистой шероховатости k_s

Материал и вид трубы	Состояние трубы	k_s , мм
Тянутые трубы из стекла и цветных металлов	Новые, технически гладкие	$\frac{0 - 0,002}{0,001}$
Бесшовные стальные трубы	Новые и чистые, тщательно уложенные	$\frac{0,01 - 0,02}{0,014}$
	После нескольких лет эксплуатации	$\frac{0,15 - 0,3}{0,2}$
Стальные трубы сварные	Новые и чистые	$\frac{0,03 - 0,1}{0,06}$
	С незначительной коррозией после очистки	$\frac{0,1 - 0,2}{0,15}$
	Умеренно заржавевшие	$\frac{0,3 - 0,7}{0,5}$
	Старые заржавевшие	$\frac{0,8 - 1,5}{1}$
Клепаные стальные трубы	Сильно заржавевшие или с большими отложениями	$\frac{2 - 4}{3}$
	Легко клепаные	0,5 - 3
Оцинкованные железные трубы	Сильно клепаные	До 9
	Новые и чистые	$\frac{0,1 - 0,2}{0,15}$
Чугунные трубы	После нескольких лет эксплуатации	$\frac{0,4 - 0,7}{0,5}$
	Новые асфальтированные	$\frac{0 - 0,16}{0,12}$
	Новые без покрытия	$\frac{0,2 - 0,5}{0,3}$
	Бывшие в употреблении	$\frac{0,5 - 1,5}{1}$
Асбестоцементные трубы	Очень старые	До 3
		$\frac{0,05 - 0,1}{0,085}$
Бетонные трубы	Новые из предварительно-напряженного бетона	$\frac{0 - 0,05}{0,03}$
	Новые центробежные	$\frac{0,15 - 0,3}{0,2}$
	Бывшие в употреблении	$\frac{0,3 - 0,8}{0,5}$
	Из необработанного бетона	1 - 3

**Значения модуля расхода K и коэффициента гидравлического трения λ
для новых битумизированных чугунных труб при $\Delta = (0,10 \div 0,15)$ мм
(квадратичная область сопротивления)**

D , мм	$K_{\text{мин}}$, л/с	$K^2_{\text{мин}}$, (л/с) ²	$K_{\text{ср}}$, л/с	$K^2_{\text{ср}}$, (л/с) ²	$K_{\text{макс}}$, л/с	$K^2_{\text{макс}}$, (л/с) ²	$\lambda_{\text{мин}}$	$\lambda_{\text{ср}}$	$\lambda_{\text{макс}}$
50	12,16	147,9	12,47	156,5	12,80	163,8	0,0230	0,0242	0,0255
75	35,41	$1,254 \cdot 10^3$	36,07	$1,301 \cdot 10^3$	37,03	$1,371 \cdot 10^3$	0,0209	0,0220	0,0230
100	74,96	$5,619 \cdot 10^3$	76,16	$5,800 \cdot 10^3$	77,70	$6,037 \cdot 10^3$	0,0200	0,0208	0,0215
125	133,3	$17,769 \cdot 10^3$	135,2	$18,279 \cdot 10^3$	138,9	$19,253 \cdot 10^3$	0,0190	0,0200	0,0206
150	214,2	$45,882 \cdot 10^3$	219,3	$48,092 \cdot 10^3$	227,8	$51,893 \cdot 10^3$	0,0177	0,0191	0,0200
200	457,4	$20,921 \cdot 10^4$	474,9	$22,553 \cdot 10^4$	484,3	$23,455 \cdot 10^4$	0,0165	0,0172	0,0185
250	833,3	$69,439 \cdot 10^4$	845,7	$71,521 \cdot 10^4$	859,3	$73,840 \cdot 10^4$	0,0160	0,0165	0,0170
300	1334	$17,796 \cdot 10^5$	1352	$18,279 \cdot 10^5$	1387	$19,238 \cdot 10^5$	0,0153	0,0161	0,0165
350	1986	$39,442 \cdot 10^5$	2019	$40,764 \cdot 10^5$	2065	$42,642 \cdot 10^5$	0,0149	0,0156	0,0161
400	2801	$78,456 \cdot 10^5$	2863	$81,968 \cdot 10^5$	2924	$85,498 \cdot 10^5$	0,0145	0,0151	0,0158
450	3817	$14,569 \cdot 10^6$	3878	$15,039 \cdot 10^6$	3924	$15,398 \cdot 10^6$	0,0142	0,0148	0,0153
500	5020	$25,200 \cdot 10^6$	5096	$25,969 \cdot 10^6$	5193	$26,967 \cdot 10^6$	0,0140	0,0145	0,0150
600	8079	$65,270 \cdot 10^6$	8169	$66,733 \cdot 10^6$	8377	$70,174 \cdot 10^6$	0,0134	0,0141	0,0145
700	12008	$14,419 \cdot 10^7$	12251	$15,009 \cdot 10^7$	12596	$15,866 \cdot 10^7$	0,0128	0,0136	0,0141
800	16949	$28,727 \cdot 10^7$	17324	$30,012 \cdot 10^7$	18897	$35,710 \cdot 10^7$	0,0125	0,0132	0,0138
900	23069	$53,218 \cdot 10^7$	23627	$55,804 \cdot 10^7$	24177	$58,453 \cdot 10^7$	0,0122	0,0128	0,0134
1000	30513	$93,104 \cdot 10^7$	31 102	$96,733 \cdot 10^7$	31730	$100,68 \cdot 10^7$	0,0120	0,0125	0,0130

**Значения модуля расхода K и коэффициента гидравлического трения λ
для новых небитумизированных чугунных труб при $\Delta = (0,25 \div 1,00)$ мм
(квадратичная область сопротивления)**

D , мм	$K_{\text{мин}}$, л/с	$K^2_{\text{мин}}$, (л/с) ²	$K_{\text{ср}}$, л/с	$K^2_{\text{ср}}$, (л/с) ²	$K_{\text{макс}}$, л/с	$K^2_{\text{макс}}$, (л/с) ²	$\lambda_{\text{мин}}$	$\lambda_{\text{ср}}$	$\lambda_{\text{макс}}$
50	8,77	76,91	9,64	92,93	11,22	125,89	0,0300	0,0410	0,0490
75	26,24	688,54	28,42	807,70	33,23	1104,2	0,0260	0,0350	0,0416
100	56,40	$3,1810 \cdot 10^3$	61,37	$3,7663 \cdot 10^3$	70,94	$5,0325 \cdot 10^3$	0,0240	0,0320	0,0380
125	102,32	$10,469 \cdot 10^3$	110,59	$12,230 \cdot 10^3$	125,93	$15,858 \cdot 10^3$	0,0230	0,0300	0,0350
150	166,53	$27,732 \cdot 10^3$	181,42	$32,906 \cdot 10^3$	204,78	$41,943 \cdot 10^3$	0,0220	0,0280	0,0330
200	359,35	$1,2913 \cdot 10^5$	391,36	$1,5288 \cdot 10^5$	429,20	$1,8421 \cdot 10^5$	0,0210	0,0255	0,0300
250	649,83	$4,2228 \cdot 10^5$	701,99	$4,9280 \cdot 10^5$	770,71	$5,9398 \cdot 10^5$	0,0200	0,0240	0,0280
300	1 059,4	$11,223 \cdot 10^5$	1 128,3	$12,724 \cdot 10^5$	1 242,7	$15,443 \cdot 10^5$	0,0190	0,0230	0,0262
350	1 588,6	$25,237 \cdot 10^5$	1 684,8	$28,383 \cdot 10^5$	1 878,4	$35,285 \cdot 10^5$	0,0180	0,0224	0,0252
400	2262,6	$51,194 \cdot 10^5$	2 394,4	$57,312 \cdot 10^5$	2669,3	$71,252 \cdot 10^5$	0,0170	0,0215	0,0242
450	3 076,7	$94,661 \cdot 10^5$	3 260,9	$106,34 \cdot 10^5$	3626,7	$131,48 \cdot 10^5$	0,0168	0,0209	0,0235
500	4054,7	$16,439 \cdot 10^6$	4283,3	$18,347 \cdot 10^6$	4776,7	$22,810 \cdot 10^6$	0,0165	0,0206	0,0230

Продолжение табл.

D , мм	$K_{\text{мин}}$, л/с	$K^2_{\text{мин}}$, (л/с) ²	$K_{\text{ср}}$, л/с	$K^2_{\text{ср}}$, (л/с) ²	$K_{\text{макс}}$, л/с	$K^2_{\text{макс}}$, (л/с) ²	$\lambda_{\text{мин}}$	$\lambda_{\text{ср}}$	$\lambda_{\text{макс}}$
600	6570,5	43,171 · 10 ⁶	6 860,5	47,066 · 10 ⁶	7662,4	58,706 · 10 ⁶	0,0160	0,0200	0,0221
700	9788,8	95,824 · 10 ⁶	10259	105,25 · 10 ⁶	11446	130,99 · 10 ⁶	0,0155	0,0192	0,0212
800	13838	191,49 · 10 ⁶	14543	211,47 · 10 ⁶	16257	264,29 · 10 ⁶	0,0150	0,0185	0,0207
900	18759	351,91 · 10 ⁶	20035	401,36 · 10 ⁶	22053	445,59 · 10 ⁶	0,0147	0,0178	0,0203
1000	24603	605,31 · 10 ⁶	26704	713,10 · 10 ⁶	28895	834,92 · 10 ⁶	0,0145	0,0170	0,0200

**Значения модуля расхода K и коэффициента гидравлического трения λ
для бывших в эксплуатации чугунных труб при $\Delta = (1,0 \div 1,5)$ мм
(квадратичная область сопротивления)**

D , мм	$K_{\text{мин}}$, л/с	$K^2_{\text{мин}}$, (л/с) ²	$K_{\text{ср}}$, л/с	$K^2_{\text{ср}}$, (л/с) ²	$K_{\text{макс}}$, л/с	$K^2_{\text{макс}}$, (л/с) ²	$\lambda_{\text{мин}}$	$\lambda_{\text{ср}}$	$\lambda_{\text{макс}}$
50	8,13	66,10	8,43	71,07	8,77	76,91	0,0490	0,0530	0,0570
75	24,18	584,67	24,69	609,60	26,24	688,54	0,0416	0,0470	0,0490
100	52,41	2,7468 · 10 ³	53,90	2,9052 · 10 ³	56,40	3,1810 · 10 ³	0,0380	0,0416	0,0440
125	95,23	9,0687 · 10 ³	98,22	9,6472 · 10 ³	102,32	10,469 · 10 ³	0,0350	0,0380	0,0404
150	155,48	24,162 · 10 ³	160,62	25,799 · 10 ³	166,53	27,732 · 10 ³	0,0330	0,0356	0,0380
200	336,59	1,1329 · 10 ⁵	346,36	1,1997 · 10 ⁵	359,35	1,2913 · 10 ⁵	0,0300	0,0323	0,0342
250	607,73	3,6934 · 10 ⁵	627,74	3,9406 · 10 ⁵	649,83	4,2228 · 10 ⁵	0,0280	0,0300	0,0320
300	990,26	9,8062 · 10 ⁵	1017,8	10,359 · 10 ⁵	1 059,4	11,223 · 10 ⁵	0,0262	0,0284	0,0300
350	1491,0	22,231 · 10 ⁵	1 534,6	23,550 · 10 ⁵	1 588,6	25,237 · 10 ⁵	0,0252	0,0270	0,0286
400	2124,8	45,148 · 10 ⁵	2195,5	48,202 · 10 ⁵	2262,6	51,194 · 10 ⁵	0,0242	0,0257	0,0275
450	2911,7	84,780 · 10 ⁵	2980,9	88,858 · 10 ⁵	3076,7	94,661 · 10 ⁵	0,0235	0,0250	0,0262
500	3851,3	14,833 · 10 ⁶	3954,0	15,634 · 10 ⁶	4054,7	16,439 · 10 ⁶	0,0230	0,0242	0,0255
600	6278,2	39,415 · 10 ⁶	6415,0	41,152 · 10 ⁶	6570,5	43,171 · 10 ⁶	0,0221	0,0232	0,0242
700	9 370,0	87,797 · 10 ⁶	9531,2	90,840 · 10 ⁶	9788,8	95,824 · 10 ⁶	0,0212	0,0224	0,0232
800	13213	174,59 · 10 ⁶	13487	181,91 · 10 ⁶	13838	191,49 · 10 ⁶	0,0207	0,0218	0,0227
900	17971	322,96 · 10 ⁶	18297	334,78 · 10 ⁶	18759	351,91 · 10 ⁶	0,0203	0,0212	0,0221
1000	23731	563,16 · 10 ⁶	24175	584,43 · 10 ⁶	24603	605,31 · 10 ⁶	0,0200	0,0207	0,0215

Расчетные значения удельных сопротивлений A для новых стальных и

чугунных водопроводных труб (размеры даны в мм)

Трубы стальные водогазопроводные (газовые)			Трубы стальные и чугунные						
			D_y , мм	Трубы стальные электросварные			Трубы чугунные напорные		
A (для Q в м ³ /сек)	A (для Q в л/сек)	D_n , мм		t , мм	A (для Q в м ³ /сек)	класс ЛА	класс А		
D_y , мм	A (для Q в м ³ /сек)	A (для Q в л/сек)	D_n , мм	t , мм	A (для Q в м ³ /сек)	A (для Q в м ³ /сек)	A (для Q в л/сек)		
6	2211000000	2211,0	50	70	2,5	3686,0	11540		
8	211000000	211,0	60	76	2,5	2292,0			
10	31430 000	31,43	75	89	2,5	929,4			
15	8 966 000	8,966	80	102	3,0	454,3			953,4
20	1660 000	1,660	100	121	3,0	172,9			311,7
25	427 800	0,4278	125	140	3,0	76,36			96,72
32	91720	0,09172	150	168	4,5	30,65			37,11
40	44480	0,04448	175	180	4,5	20,79			
50	11080	0,011080	200	219	4,5	6,959			8,092
70	3009	0,003009	250	273	6,0	2,187			2,528
80	1167	0,001167	300	325	7,0	0,8466	0,9485		
90	529,4	0,0005294	350	377	7,0	0,3731		0,4365	
100	281,3	0,0002813	400	426	6,0	0,1859		0,2189	
125	86,22	0,00008622	450	480	7,0	0,09928		0,1186	
150	33,94	0,00003394	500	530	7,0	0,05784		0,06778	
			600	630	7,0	0,02262		0,02596	
			700	720	7,0	0,01098		0,01154	
			800	820	8,0	0,005514		0,005669	
			900	920	8,0	0,002962		0,003047	
			1000	1020	8,0	0,001699		0,001750	
			1200	1220	9,0	0,0006543		0,0006625	
			1400	1420	10,0	0,0002916			
			1500	1520	10,0	0,0002023			
			1600	1620	10,0	0,0001437			

Значения удельных сопротивлений A при $v = 1$ м/сек для новых

стальных и чугунных водопроводных труб (размеры даны в мм)

Трубы стальные водогазопроводные (газовые)			Трубы стальные и чугунные						
			D_y , мм	Трубы стальные электросварные			Трубы чугунные напорные		
A (для Q в м ³ /сек)	A (для Q в л/сек)	D_y , мм		D_n , мм	t , мм	A (для Q в м ³ /сек)	класс ЛА	класс А	
D_y , мм	A (для Q в м ³ /сек)	A (для Q в л/сек)	D_y , мм	D_n , мм	t , мм	A (для Q в м ³ /сек)	A (для Q в м ³ /сек)	A (для Q в л/сек)	
6	508800000	508,8	50	70	2,5	2362,0	9604,0		
8	68510000	68,51	60	76	2,5	1494,0			
10	4222000	4,222	75	89	2,5	624,8			
15	3962000	3,962	80	102	3,0	307,8		831,7	
20	824600	0,8246	100	121	3,0	119,8		276,1	
25	228500	0,2285	125	140	3,0	53,88		83,61	
32	52570	0,05257	150	168	4,5	22,04		34,09	
40	26260	0,02626	175	180	4,5	15,09			
50	6864	0,006864	200	219	4,5	5,149		7,399	
70	1940	0,001940	250	273	6,0	1,653		2,299	
80	772,7	0,0007727	300	325	7,0	0,6619		0,8336	
90	360,1	0,0003601	350	377	7,0	0,2948			0,4151
100	192,7	0,0001927	400	426	6,0	0,1483			0,2085
125	60,65	0,00006065	450	480	7,0	0,08001			0,1134
150	24,35	0,00002435	500	530	7,0	0,04692			0,06479
			600	630	7,0	0,01859		0,02493	
			700	720	7,0	0,009119		0,01111	
			800	820	8,0	0,004622		0,005452	
			900	920	8,0	0,002504		0,002937	
			1000	1020	8,0	0,001447		0,001699	
			1200	1220	9,0	0,0005651		0,0006430	
			1400	1420	10,0	0,0002547			
			1500	1520	10,0	0,0001776			
			1600	1620	10,0	0,0001268			