

Решения задач размещены на сайте zadachi24.ru

ГИДРАВЛИКА

Контрольное задание № 2 и методические указания
для студентов заочного факультета

Самара 2020

Контрольное задание № 2

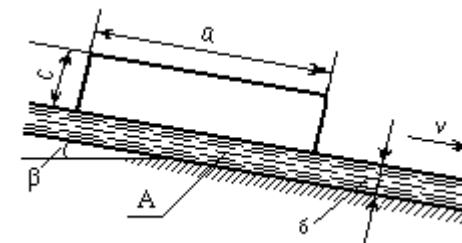
В контрольную работу входит 4 контрольных задачи.

Номера контрольных задач выбираются согласно последней цифре номера зачетной книжки студента (см.табл.1), численные значения указанных в задаче величин – по предпоследней цифре номера зачетной книжки (табл.2).

Задачи

Задача 1 (рис. 1). Определить скорость v скольжения прямоугольной пластины ($a \times b \times c$) по наклонной плоскости под углом $\beta = 11,5^\circ$, если между пластиной и плоскостью находится слой масла А. Его толщина δ , температура масла 30°C , плотность материала пластины ρ .

Задача 2 (рис 2). Зазор А между валом и втулкой заполнен маслом. Длина втулки L . К валу, диаметр которого D , приложен вращающий момент M . При вращении вала масло постепенно нагревается и скорость вращения увеличивается.



Определить частоту вращения вала при температуре масла 40°C .

Задача 3. Автоклав, объем которого V , наполнен жидкостью и закрыт герметически. Коэффициент температурного расширения жидкости α , модуль упругости E . Определить повышение давления в автоклаве при увеличении температуры жидкости на величину Δt . Объемными деформациями автоклава пренебречь.

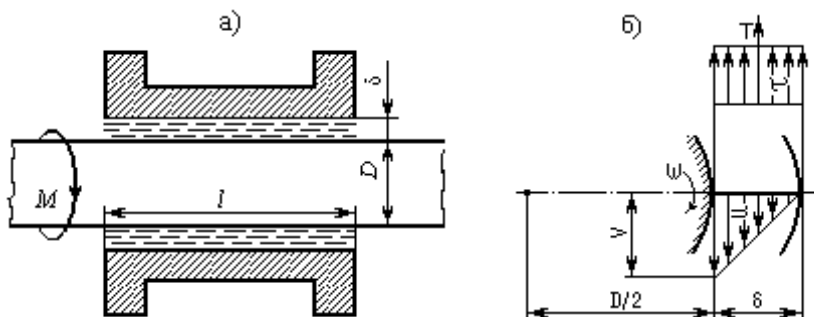


Рис. 2

Задача 4 (рис. 3). Закрытый резервуар заполнен дизельным топливом, температура которого 20°C . В вертикальной стенке резервуара имеется прямоугольное отверстие $(D \times b)$, закрытое полуцилиндрической крышкой. Она может поворачиваться вокруг горизонтальной оси A . Мановакуумметр MV показывает давление p_m или вакуум $p_{\text{вак}}$. Глубина топлива над крышкой равна H , масса крышки m . Определить усилие F , которое необходимо приложить к нижней части крышки, чтобы она не открылась.

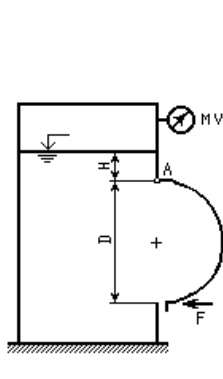


Рис. 3

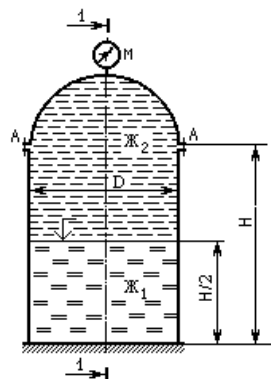


Рис. 4

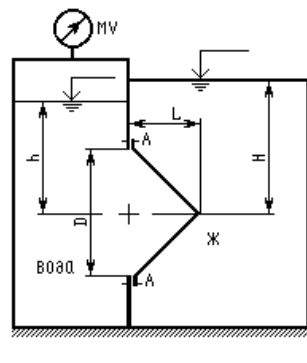


Рис. 5

Задача 5 (рис.4). Вертикальная цилиндрическая цистерна с полусферической крышкой до самого верха заполнена двумя различными несмешивающимися жидкостями $Ж_1$ и $Ж_2$ (соответственно плотности ρ_1 и ρ_2). Диаметр цистерны D , высота ее цилиндрической части H . Глубина жидкости $Ж_1$ равна $H/2$. Манометр M показывает давление p_m . Определить силу, растягивающую болты A , и горизонтальную силу, разрывающую цистерну по сечению 1-1.

Задача 6 (рис. 5). Круглое отверстие между двумя резервуарами закрыто конической крышкой с размерами D и L . Закрытый резервуар заполнен водой, а открытый – жидкостью $Ж$. К закрытому резервуару сверху присоединен мановакуумметр MV , показывающий давление p_m или вакуум $p_{\text{вак}}$. Температура жидкостей 20°C , глубина h и H . Определить силу, срезающую болты A , и горизонтальную силу, действующую на крышку.

Задача 7 (рис.6). Цилиндрический резервуар заполнен жидкостью $Ж$ до высоты $0,8H$. Диаметр резервуара D , температура жидкости 20°C . Определить: 1) объем жидкости, сливающейся из резервуара при частоте вращения с частотой ω вокруг его вертикальной оси; 2) силу давления на дно резервуара и горизонтальную силу, разрывающую резервуар по сечению 1-1 при его вращении.

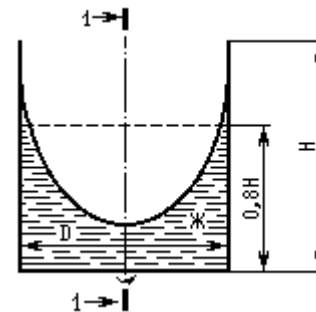


Рис. 6

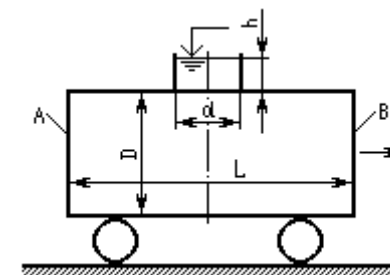


Рис. 7

Задача 8 (рис. 7). Цилиндрическая цистерна наполнена авиационным бензином, температура которого 20°C . Диаметр цистерны D , длина L .

Определить силы давления на плоские торцевые стенки A и B цистерны в двух случаях: 1) когда цистерна не движется; 2) при движении цистерны горизонтально с положительным ускорением α .

Задача 9. По трубе диаметром d течет жидкость. Определить максимальные скорость течения v и расход Q , при которых режим течения будет оставаться ламинарным. Температура жидкости $t=20^\circ\text{C}$.

Задача 10 (рис.8). Из открытого резервуара с постоянным уровнем H идеальная жидкость по горизонтальной трубе вытекает в атмосферу. Определить уровень жидкости в пьезометре h .

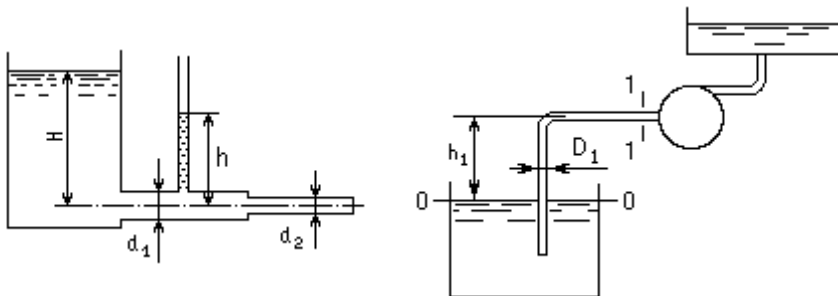


Рис. 8

Задача 11 (рис. 9). На входе в насос, перекачивающий жидкость в количестве Q , допустимый вакуум $p_{1\text{ вак}}$. Потери во всасывающей линии $h_{\text{п}}$, диаметр D . Определить допустимую высоту всасывания h_1 .

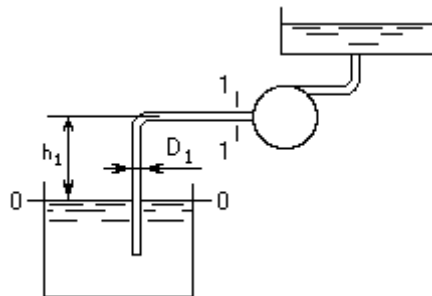


Рис. 9

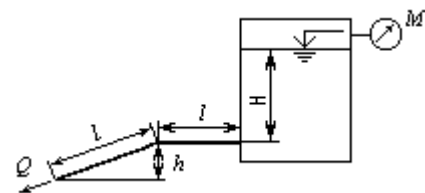


Рис. 10

Задача 12 (рис. 10). Жидкость $Ж$ из большого закрытого резервуара, в котором поддерживается постоянный уровень, а давление на поверхности жидкости равно p_m , по трубопроводу вытекает в

атмосферу. Температура жидкости 20°C . Диаметр трубопровода d , его горизонтальная и наклонная части одинаковой длины. Высота уровня жидкости над горизонтальной частью трубопровода равна H , конец его наклонной части находится ниже горизонтальной части на величину h , эквивалентная шероховатость труб $\Delta_3=0,6$ мм. Определить расход Q жидкости и построить пьезометрическую и напорную линии.

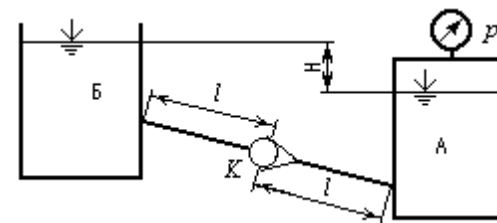


Рис. 11

Задача 13 (рис. 11). Чему должно быть равно манометрическое давление p_m на поверхности жидкости в закрытом резервуаре A для того, чтобы обеспечить подачу жидкости $Ж$ в количестве Q при температуре 20°C в

открытый резервуар B . Разность уровней в резервуарах H . Трубопровод имеет длину $2l$ и диаметр d . Посередине его установлен обратный клапан K , коэффициент местного сопротивления которого $\xi_{\text{кл}}$, эквивалентная шероховатость труб $\Delta_3=0,75$ мм. Построить пьезометрическую и напорную линии.

Задача 14 (рис. 12). В баке A жидкость подогревается до температуры $T^\circ\text{C}$ и самотеком по трубопроводу длиной l_1 попадает в производственный цех. Напор в баке A равен H , эквивалентная шероховатость труб $\Delta_3=0,12$ мм. Каким должен быть диаметр трубопровода, чтобы обеспечивалась подача жидкости в количестве Q при манометрическом давлении p_m ? Построить пьезометрическую и напорную линию.

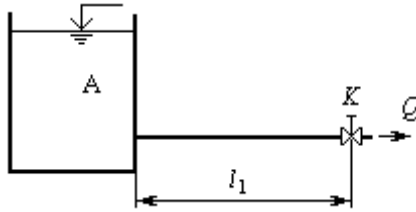


Рис. 12

Задача 15 (рис. 13). Из большого открытого резервуара А, в котором поддерживается постоянный уровень жидкости, по трубопроводу, состоящему из двух последовательно соединенных труб, жидкость Ж при температуре 20°C течет в резервуар Б. Разность уровней жидкости в резервуарах равна H . Длина труб l и l_2 , а их диаметры d и d_2 , эквивалентная шероховатость труб $\Delta_s=0,6$ мм.

Определить расход Q жидкости, протекающей по трубопроводу. В расчетах принять, что местные потери напора составляют 15% от потерь по длине. Задачу рекомендуется решить графоаналитическим методом.

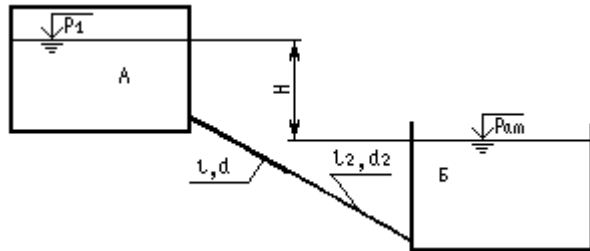


Рис. 13

Задача 16 (рис. 14). Из большого открытого резервуара А, в котором поддерживается постоянный уровень жидкости, по трубопроводу, состоящему из трех труб, длина которых l , l_1 , l_2 , а диаметры d , d_1 , d_2 , жидкость Ж при температуре 20°C течет в резервуар Б. Разность уровней жидкости в резервуарах равна H , эквивалентная шероховатость труб $\Delta_s=0,75$ мм.

Определить: 1) расход жидкости, протекающей в резервуар Б; 2) распределение расхода жидкости между параллельно соединенными трубами 1 и 2. В расчетах принять, что местные потери напора составляют 10% от потерь по длине. Задачу рекомендуется решить графоаналитическим методом.

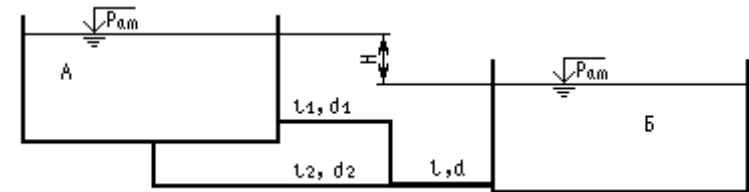


Рис. 14

Задача 17 (рис. 15). Определить расход жидкости J , протекающей по трубопроводу в пункты 1 и 2, если напор H в резервуаре постоянный. Длины отдельных частей трубопровода равны l, l_1, l_2 , а диаметры d, d_1, d_2 ; эквивалентная шероховатость труб $\Delta_s=0,12$ мм. Температура жидкости 20°C . Местные потери напора в расчетах не учитывать. Задачу рекомендуется решить графоаналитическим методом.

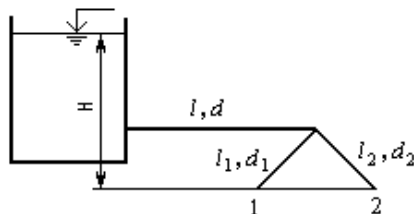


Рис. 15

Задача 18 (рис. 16). Жидкость J в количестве Q течет по горизонтальной трубе из большого резервуара А. Определить ударное повышение давления и напряжения в стенках трубы перед задвижкой K при ее внезапном закрытии. Диаметр трубы d_1 , ее длина l_1 , а толщина стенок δ . Температура жидкости 20°C .

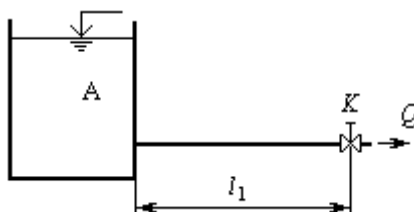


Рис. 16

Задача 19. По трубопроводу длиной l , диаметром d , толщиной δ , соединенному с баком, под напором H течет вода ($K=2 \cdot 10^9$ Па). В некоторый момент времени происходит мгновенное перекрытие потока в конце трубопровода.

Найти скорость распространения волны гидравлического удара и величину ударного повышения давления, если труба стальная ($E=2 \cdot 10^{11}$ Па). Коэффициент гидравлического сопротивления принять равным 0,03. Как изменится ударное повышение давления, если стальную трубу заменить чугунной тех же размеров ($E=0,98 \cdot 10^{11}$ Па). **Задача 20** (рис 17). В бак, разделенный перегородкой на два отсека, подается жидкость J в количестве Q . Температура жидкости 20°C . В перегородке бака имеется цилиндрический насадок, диаметр которого d , а длина $l=3d$. Жидкость из второго отсека через отверстие диаметра d_1 поступает наружу, в атмосферу. Определить высоты H_1 и H_2 уровней жидкости. Данные для решения задачи в соответствии с вариантом задания выбрать из табл.

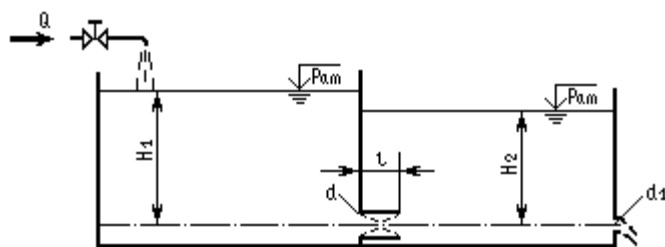


Рис. 17

Задача 21 (рис. 18). Открытый резервуар делится при помощи вертикальных перегородок на три части, сообщающиеся друг с другом. Определить расход воды через систему и найти распределение напоров H_1 , H_2 , и H_3 , если диаметры отверстий равны d_1 , d_2 , d_3 и постоянный напор H .

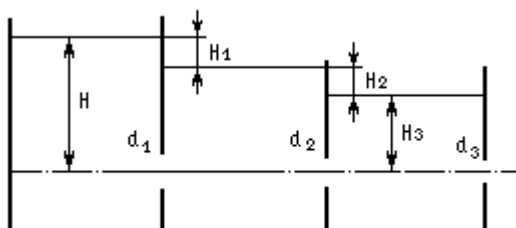


Рис. 18

Методические указания к выполнению контрольного

задания 2

Задача 1. При решении задачи применяют формулу закона внутреннего трения Ньютона. Поскольку слой масла тонкий, можно считать, что скорость в нем изменяется по прямолинейному закону.

Задача 2. При решении задачи применяют формулу закона внутреннего трения Ньютона. Поскольку толщина слоя масла мала, можно считать, что скорость в нем меняется по прямолинейному закону. Эпюра касательных напряжений в слое масла принимается прямоугольной; сила трения проходит через центр тяжести этой эпюры.

Задача 3. При решении этой задачи используют известные формулы для определения коэффициентов сжатия и температурного расширения жидкости.

Задачи 4,5,6. Эти задачи составлены по теме «Гидростатика». В них определяется сила давления жидкости на криволинейные стенки.

При решении задачи 4 определяют горизонтальную F_x и вертикальную F_z составляющие равнодействующей силы давления жидкости на крышку.

Горизонтальная сила F_x равна силе давления на вертикальную проекцию крышки и определяется так же, как и сила давления на плоскую поверхность

$$F_x = p_c S_x, \quad (1)$$

где p_c – давление в центре тяжести вертикальной проекции крышки, S_x – площадь этой проекции.

Вертикальную силу F_z определяют по формуле

$$F_z = \rho g W_{m.d.}, \quad (2)$$

где $W_{m.d.}$ – объем тела давления.

Вектор силы F_z проходит через центр тяжести тела давления.

Силу F определяют из уравнения моментов относительно оси, проходящей через точку A.

При решении задачи 5 вертикальную силу F_z , растягивающую болты A, определяют по формуле (2).

При построении тела давления крышка проектируется вертикально вверх на горизонтальную пьезометрическую плоскость.

Полную горизонтальную силу F_x , разрывающую цистерну по сечению 1-1, удобно разложить на две части: силу F_1 , действующую на верхнюю, полусферическую часть цистерны, и силу F_2 , которая действует на ее цилиндрическую часть. Силы F_1 и F_2 вычисляют по формуле (1).

Решение задачи 6 имеет большое сходство с решением задачи 4. Определяют силы от жидкости, действующей слева, и от жидкости, действующей справа, а потом их суммируют, учитывая направления.

Задача 7,8. Эти задачи рассматривают относительный покой жидкости.

Ход решения задачи 7 может быть следующим:

- 1) определить первоначальный объем жидкости перед вращением;
- 2) найти угловую скорость по формуле $\omega = 2\pi n$; 3) по формулам определить высоту H и объем параболоида вращения V_n

$$H = \frac{\omega^2 R^2}{2g}, \quad V_n = \frac{\pi R^2 H}{2};$$

4) вычислить объем жидкости, находящийся в резервуаре при его вращении; 5) определить объем жидкости, сливающейся из резервуара; 6) вычислить силу давления на дно резервуара (она равна силе тяжести находящейся в нем жидкости); 7) по формуле (1) определить горизонтальную силу, разрывающую резервуар по сечению 1-1 при его вращении.

При решении **задачи 8** силы давления жидкости на торцевые стенки можно определить по формуле (1).

Задачи 10, 11. Этим задачи составлены по теме «Уравнение Бернулли».

Ход решения задач, следующий:

1) выбирают два живых сечения в потоке так, чтобы в них было известно наибольшее число входящих в уравнение Бернулли гидродинамических параметров (z, p, v). За первое сечение можно брать свободную поверхность жидкости в резервуаре (задача 10) и свободную поверхность в колодце (задача 11); за второе сечение – на выходе из трубы (задача 10) и на входе в насос (задача 11);

2) намечают горизонтальную плоскость сравнения, проходящую через центр тяжести одного из расчетных сечений;

3) для выбранных сечений записывают уравнение Бернулли и определяют отдельные его слагаемые (давление на поверхности открытых резервуаров равно атмосферному, скоростной напор $\alpha v^2/2g$ на поверхности резервуаров является ничтожным и приравнивается нулю);

4) преобразуют уравнение Бернулли с тем, чтобы определить неизвестные величины.

Задачи 12, 13, 14. Эти задачи составлены по теме «Гидравлический расчет трубопроводов». Рассматриваются простые трубопроводы. Их решают с помощью уравнения Бернулли (см. пояснения к задачам 10,11), при этом учитывают как потери по длине, так и местные потери.

Для построения пьезометрической и напорной линий выбирают вспомогательные вертикали по концам труб одинакового диаметра или осям местных сопротивлений. Проводят линию первоначального напора, вниз по каждой последующей вертикали откладывают гидравлические потери, рассчитанные между этими вертикалями. Через полученные точки проводят напорную линию. Если на каждой вертикале вниз от ранее отмеченных точек откладывать значения кинетических энергий в этих сечениях, то получим пьезометрическую линию.

Задачи 15,16,17. Эти задачи составлены по теме «Гидравлический расчет трубопроводов», но относятся к разделу сложных трубопроводов. Их также решают с помощью уравнения Бернулли, но учитывают лишь потери по длине, а местные потери принимают равными некоторой доле потерь по длине.

Гидравлические потери определяют графоаналитически, составляя гидравлическую характеристику трубопровода $H=f(Q)$. Прежде всего строят характеристики отдельных простых трубопроводов по данным расчета потерь напора при различных значениях расхода. На основе характеристик отдельных трубопроводов строят общую характеристику трубопровода. При расчете последовательно соединенных труб (задача 15) общую характеристику трубопровода получают путем сложения гидравлических характеристик отдельных трубопроводов по направлению оси напора H , так как по всем участкам такого трубопровода протекает одинаковый расход, т.е. потери всего трубопровода равны сумме потерь отдельных труб.

В случае параллельно соединенных трубопроводов общую гидравлическую характеристику трубопровода получают путем сложения отдельных характеристик по направлению оси расхода Q , так как гидравлические потери во всех параллельных линиях являются равными.

При смешанном соединении труб (задачи 16,17) вначале складывают гидравлически параллельно соединенные трубы (по оси Q), а потом к ним добавляют гидравлическую характеристику последовательно присоединенной трубы (по оси H). При помощи кривой $H=f(Q)$ по известному напору H определяют расход Q .

Задачи 18,19 составлены по теме «Гидравлический удар».

Для определения ударного повышения давления перед задвижкой при ее внезапном закрытии используется формула Жуковского.

Задачи 20,21. Эти задачи составлены по теме «Истечение жидкости через отверстия и насадки».

При их решении применяют формулу расхода жидкости при ее истечении через отверстие или насадок. В случае затопленного отверстия или насадка за действующий напор берется разность пьезометрических напоров по обе стороны стенки. Можно считать, что коэффициент расхода μ не зависит от числа Рейнольдса, т.е. является постоянным: для отверстия $\mu=0,62$, для цилиндрического насадка $\mu=0,8$.

Таблица 1

Последняя цифра шифра	Номера задач
0	1, 7, 9, 12
1	2, 4, 10, 13
2	3, 6, 8, 14
3	4, 11, 16, 19
4	5, 8, 9, 17
5	6, 10, 14, 19
6	8, 10, 13, 12
7	5, 11, 15, 20
8	6, 15, 18, 21
9	7, 9, 17, 18

Таблица 2.

№ задачи	Наименование величин и единицы	Предпоследняя цифра шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
1	Масло	Индустриальное 30	Веретенное АУ	Касторовое	Индустриальное 20	АМГ-10	Трансформаторное	Индустриальное 50	Турбинное 30	Индустриальное 12	Трансформаторное
	a , мм	720	850		630	490	530	590	400	580	850
	b , мм	570	740	310	440	310	260	300	250	450	740
	c , мм	7	6	140	11	22	13	10	43	12	6
	δ , мм	0,5	0,6	15	0,9	0,4	0,5	1,1	0,7	0,4	0,6
	ρ , кг/м ³	2100	2500	1,2 1100	640	270	450	680	240	800	2500
	Масло	Трансформаторное	АМГ-10	Индустриальное	Веретенное	Индустриальное	Турбинное	Индустриальное	Касторовое	Индустриальное	Трансформаторное

2		моторное		20	е АУ	12	е 30	20	е	50	моторное
	M , Н·м	1,65	6,1	15,5	3,3	2,45	4,5	9,2		5,2	4,5
	δ , мм	1,4	2,2	2,8	1,7	1,0	1,5	2,2	1,35	3,3	1,5
	D , мм	830	340	250	400	280	450	180	0,8	480	450
	L , мм	590	850	1300	640	790	1200	700	100 300	1400	1200
3	V , л	10,3	12,4	14,5	16,6	18,7	20,8	22,9	25	27,1	20,8
	α , $10^{-6} 1/^{\circ}\text{C}$	150	536	187	735	943	351	698	832	649	251
	E , 10^9 Па	2,06	4,08	24,6	1,72	1,53	2,08	1,67	1,95	1,58	2,08
	Δt , $^{\circ}\text{C}$	39,5	21,0	5,5	320	19,5	45,0	38,5	11,0	40,5	40
4	p_m , кПа	13,2	0,00	-	7,66	-	4,79	-	0,00	11,4	5
	$p_{\text{вак}}$, кПа	-	-	8,45	-	3,42	-	2,88	-	-	-
	D , м	1,00	1,2	0,8	0,66	1,10	0,92	0,84	1,4	0,94	1,2
	b , м	1,8	2,3	1,45	1,10	1,75	1,67	1,42	2,69	1,72	1,8
	H , м	0,65	0,83	1,45	1,15	0,95	0,52	0,76	1,65	0,96	0,5
	m , кг	130	253	110	101	234	273	195	361	216	280

Продолжение табл. 2

№ зада чи	Наименование величин и единицы	Предпоследняя цифра шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
5	D , м	2,2	1,6	2,1	2,6	1,8	2,00	2,8	1,7	2,4	2,0
	H , м	4,5	3,2	4,3	4,8	3,4	3,7	5,3	3,00	4,1	4,0
	ρ_1 , кг/м ³	1220	998	970	950	1130	1090	890	930	980	1000
	ρ_2 , кг/м ³	974	910	820	750	980	930	770	800	840	800
	p_m , кПа	16,2	0,00	21,4	26,7	0,00	19,1	0,00	18,6	32,3	18,0
6	Жидкость	Нефть легкая	Керосин Т-2	Нефть тяжелая	Дизельное топливо	Бензин авиационн.	Глицерин	Дизельное топливо	Керосин Т-1	Бензин авиационн	Глицерин
	D , мм	520	600	390	500	640	570	450	620	700	600

	L , мм	430	550	340	400	540	460	400	570	560	450
	h , м	1,1	1,82	1,69	1,4	2,15	2,1	1,48	1,96	2,4	2,0
	H , м	1,4	2,25	1,9	1,6	2,75	2,6	1,7	2,35	3,2	2,4
	$\rho_{мж}$, кПа	-	37,5	-	0,00	-	27,9	0,00	-	0,00	25,0
	$\rho_{вак}$, кПа	25,6	-	37,7	-	28,9	-	-	24,1	-	-
7	Жидкость	Вода	Нефть тяжелая	Глицерин	Дизельное топливо	Вода	Бензин авиационн	Трансформ. масло	Нефть легкая	Глицерин	Дизельное топливо
			1,10		1,4		1,2	1,4	1,25		1,5
	D , м	1,75	1,45	1,25	2,35	1,00	1,8	2,45	1,55	1,15	2,3
	H , м	1,6	1,72	1,80	1,75	2,00	2,1	2,00	1,32	1,6	1,7
	ω , 1/с	1,85		1,41		1,69				1,38	
8	D , м	1,2	1,46	1,52	1,68	1,74	1,82	1,9	2,1	2,24	1,65
	L , м	2,4	2,65	2,83	3,06	3,25	3,49	3,68	3,8	4,08	3,2
	H , м	0,14	0,16	0,18	0,2	0,22	0,24	0,26	0,28	0,3	0,19
	a , м ² /с	4,32	6,7	9,81	10,3	5,42	6,94	7,35	8,49	12,5	10,1
9	Жидкость	Вода	Нефть	Дизельное топливо	Бензин	Трансформ. масло	Вода	Нефть	Дизельное топливо	Бензин	Трансформ. масло
	d , м	0,1	0,2	0,25	0,15	0,3	0,3	0,25	0,2	0,15	0,1

Продолжение табл. 2

№ зада чи	Наименование величин и единицы	Предпоследняя цифра шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
10	H , м	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5
	d_1 , м	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,18	0,17	0,16	0,155	0,15

	d_2 , м	0,075	0,08	0,085	0,09	0,095	0,09	0,085	0,08	0,078	0,075
11	Жидкость	Трансформ.	Бензин	Дизельное	Нефть	Вода	Трансформ.	Бензин	Дизельное	Нефть	Вода
		масло		топливо	.		масло		топливо		
	Q , м ³ /с	100	95	90	105	110	96	92	102	106	108
	$p_{1взв}$ кПа	40	45	50	35	30	42	44	48	32	37
	h_n , м	2	2,5	3,0	1,5	2,0	2,5	2,2	2,4	2,6	2,8
	D , м	0,1	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20
12	Жидкость	Трансформ.	Вода	Масло	Масло	Бензин	Керосин	Глицерин	Керосин	Вода	Бензин
		масло		касторовое	веретенное	авиационн.	T-1		T-1		авиационн.
	p_m кПа	23	18	15	20	22	24	21	24	23	20
	d , мм	70	50	60	70	70	60	70	50	50	60
	l , м	3,4	5,8	3,2	3,6	5,00	6,2	2,8	4,8	5,6	4,2
	H , м	6,2	7,00	5,8	6,4	6,7	6,2	7,1	6,7	6,0	6,00
	h , м	1,9	1,3	1,7	1,5	1,8	1,4	0,9	1,3	1,2	1,5
13	Жидкость	Трансформ.	Вода	Масло	Масло	Бензин	Керосин	Глицерин	Керосин	Вода	Нефть
		масло		касторовое	веретенное	авиационн.	T-1		T-1		
	Q , л/с	2,1	3,2	1,4	1,7	2,0	3,5	1,0	2,9	2,7	2,5
	H , м	6,2	7,0	5,8	6,4	6,7	6,2	7,1	6,7	6,0	5,7
	l , м	3,4	5,8	3,2	3,6	5,0	6,2	2,8	4,8	5,6	4,0
	d , мм	70	50	60	70	70	60	70	50	50	60
	$\xi_{кл}$	9,0	8,5	8,0	7,5	6,0	5,0	4,5	5,5	6,5	5,0

Продолжение табл. 2

№ зада чи	Наименование величин и единицы	Предпоследняя цифра шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
14	Жидкость	Трансформ.	Вода	Масло	Масло АУ	Бензин	Керосин	Глицерин	Керосин	Вода	Бензин
		масло		касторовое	веретенное	авиационн.	T-1		T-1		авиационн.
	Q , л/с	2,1	3,2	1,4	1,7	2,0	3,5	1,0	2,9	2,7	2,2
	t , °C	75	55	80	65	70	75	80	80	70	65
	H , м	6,2	7,0	5,8	6,4	6,7	6,2	7,1	6,7	6,0	5,7
				40,0	38,0	60,0	70,0		60,0		45,0

	l_1 , м	34,0	65,0	15,0	20,0	22,0	24,0	24,0	24,0	72,0	19,0
	ρ_m , кПа	23,0	18,0					21,0		23,0	
15	Жидкость	Глицерин	Бензин авиационн.	Керосин Т-2	Вода	Керосин Т-1	Керосин Т-2	Масло индустр.	Вода	Керосин Т-1	Нефть
	H , м	6,0	7,7	8,4	6,1	9,7	7,0	9,0	6,5	8,7	9,0
	l , м	6,8	9,2	10,0	12,0	8,9	8,2	7,1	13,0	7,8	8,2
	l_2 , м	6,2	7,0	6,8	9,1	5,8	7,0	5,4	8,0	7,2	6,8
	d , мм	70	60	60	40	50	60	70	40	50	70
	d_2 , мм	50	40	40	32	40	50	50	32	40	50
16	Жидкость	Глицерин	Бензин авиационн.	Керосин Т-2	Вода	Керосин Т-1	Керосин Т-2	Масло индустр. 20	Вода	Керосин Т-1	Нефть
	H , м	6,0	7,7	8,4	6,1	9,7	7,0	9,0	6,5	8,7	9,0
	$l = l_1$, м	6,8	9,2	10,0	12,0	8,9	8,2	7,1	13,0	7,8	7,5
	l_2 , м	6,2	7,0	6,8	9,1	5,8	7,0	5,4	8,0	7,2	5,0
	d , мм	70	60	60	40	50	60	70	40	50	70
	$d_1 = d_2$, мм	50	40	40	32	40	50	50	32	40	50

Продолжение табл. 2

№ зада чи	Наименование величин и единицы	Предпоследняя цифра шифра									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
17	Жидкость	Глицерин	Бензин авиационн.	Керосин Т-2	Вода	Керосин Т-1	Керосин Т-2	Масло индустр. 20	Вода	Керосин Т-1	Нефть
	H , м	6,0	7,7	8,4	6,1	9,7	7,0	9,0	6,5	8,7	9,0
	$l = l_1$, м	6,8	9,2	10,0	12,0	8,9	8,2	7,1	13,0	7,8	7,5
	l_2 , м	6,2	7,0	6,8	9,1	5,8	7,0	5,4	8,0	7,2	5,0
	d , мм	70	60	60	40	50	60	70	40	50	70
	$d_1 = d_2$, мм	50	40	40	32	40	50	50	32	40	50
	Жидкость	Вода	Глицерин	Керосин	Масло	Керосин	Вода	Глицерин	Масло	Керосин	Нефть

18	Q , л/с	4,0	1,2	Т-1 2,2	турбинное 1,5	Т-2 4,2	4,0	1,2	турбинное 1,6	Т-1 2,2	1,6
	l_1 , м	700	170	800	150	600	900	90	120	500	150
	d_1 , мм	32	50	40	50	50	32	40	50	32	50
	δ , мм	1,8	2,4	2,0	1,6	1,8	1,6	1,8	2,2	1,6	2,0
19	H , м	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	4,5	4,0	3,5	3,0
	d , м	0,05	0,055	0,06	0,065	0,07	0,075	0,075	0,07	0,065	0,06
	l , м	20	25	30	32	35	34	31	28	26	25
	δ , мм	3,5	4,0	3,0	2,5	3,5	4,0	2,5	3,0	3,5	2,5
20	Жидкость	Вода	Глицерин	Керосин Т-1	Масло турбинное	Керосин Т-2	Вода	Глицерин	Масло турбинное	Керосин Т-1	Нефть
	Q , м ³ /мин	4,0	1,2	2,2	1,5	4,2	4,0	1,2	1,6	2,2	1,5
	d , мм	50	70	60	70	60	50	60	70	60	70
	d_1 , мм	32	50	40	50	50	32	40	50	32	50
21	H , м	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,0	1,8	1,6	1,4	1,7
	d_1 , мм	100	110	90	105	120	110	115	100	90	90
	d_2 , мм	50	60	40	55	70	60	65	50	40	45
	d_3 , мм	70	80	60	75	90	80	85	70	60	65

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Средние значения плотности ρ и кинематической вязкости ν некоторых жидкостей

Жидкости	Плотность, кг/м^3 при $T, ^\circ\text{C}$		Кинематическая вязкость, См при $T, ^\circ\text{C}$			
	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(очищен.)	808	-	0,025	0,018	0,012	0,010
Керосин Т-2(трактор.)	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
-----------	---	-----	------	------	------	-------

Указание. 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 $\alpha = 0,0007 \text{ } 1/^\circ\text{C}$). Стокс: $\text{Ст} = \text{см}^2/\text{с} = 10^{-4} \text{ м}^2/\text{с}$.

2. Плотность и кинематическая вязкость воды и воздуха ($p = 98 \text{ кПа}$)

Температура, $^\circ\text{C}$	$\rho, \text{ кг/м}^3$	$\nu \cdot 10^6, \text{ м}^2/\text{с}$	$\rho, \text{ кг/м}^3$	$\nu \cdot 10^6, \text{ м}^2/\text{с}$
	для воды		для воздуха	
0	999,87	1,79	1,28	13,7
4	1000,0	1,65	1,26	14,1
10	999,73	1,31	1,23	14,7
20	998,23	1,01	1,185	15,7
30	995,76	0,81	1,150	16,6
40	992,24	0,60	1,110	17,6
50	998,07	0,56	1,080	18,6
60	983,24	0,48	1,045	19,6
70	997,81	0,42	1,020	20,45
80	971,83	0,37	0,990	21,7
90	965,34	0,33	0,960	22,9
100	953,38	0,29	0,935	23,8

3. Зависимость плотности воды от температуры

Температура а	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
------------------	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

$T, ^\circ\text{C}$											
Плотность $\rho, \text{кг/м}^3$	1000	1000	998	996	992	988	983	978	972	965	958

4. Давление насыщенного пара p_n воды

Температура $T, ^\circ\text{C}$	0,0	5,00	10,0	20,0	30,0	40,0	50,0	60,0	80,0
Давление, кПа	0,58 8	0,88 2	1,18	2,35	4,19	7,29	12,1	19,6	46,0

5. Зависимость коэффициента температурного расширения воды β_t от температуры

$t, ^\circ\text{C}$	$\beta_t \cdot 10^6, ^\circ\text{C}^{-1}$ при $p, \text{Па} \cdot 10^5$			
	1,0	2,0	5,0	9,0
1-10	43	72	149	229
10-20	165	183	236	289
40-50	422	426	429	437
60-80	548	539	523	514
90-100	704	—	661	621

6. Зависимость коэффициента температурного сжатия воды β_p от температуры

$t, ^\circ\text{C}$	$\beta_p \cdot 10^6, \text{Па}^{-1}$ при $p, \text{Па} \cdot 10^5$			
	0,5	1,0	2,0	3,0
0	5,40	5,37	5,31	5,23
5	5,29	5,23	5,18	5,08
10	5,23	5,18	5,08	4,98
15	5,18	5,10	5,03	4,88
20	5,15	5,05	4,95	4,81

7. Средние значения модуля упругости

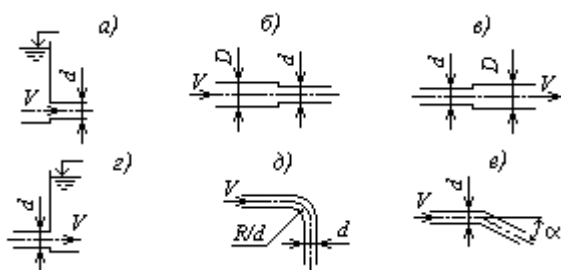
E жидких и твердых тел

Жидкость	Модуль упругости $E, 10^9 \text{ Па}$	Твердые тела	Модуль упругости $E, 10^9 \text{ Па}$
Вода	2,06	Сталь углеродистая	206
Нефть	1,28	Сталь легированная	216
Керосин	1,37	Чугун черный	152
Спирт	0,98	Чугун белый	134
Масло турбин- ное 30	1,72	Дюралюминий	70
Глицерин	4,08	Латунь, бронза	118
Ртуть	24,6	Алюминий валь- цованный	68

8. Средние значения эквивалентной шероховатости Δ_z

Материал труб, способ изготовления	$\Delta_z, \text{ мм}$
Новые холоднотянутые и горячекатаные стальные трубы	0,060
“ стальные сварные трубы	0,070
“ 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 трубы	0,90

9. Значения коэффициентов ζ некоторых местных сопротивлений



Тип препятствия		Схема по рисунку		Значение ζ	
Вход в трубу		а		0,50	
Внезапное сужение		б		$0,50[1 - (d/D)^2]$	
Внезапное расширение		в		$[(D/d)^2 - 1]^2$	
Выход из трубы		г		1,0	
Плавный поворот (см. схему на рис. д)		Крутой поворот (см. схему на рис. е)		Клапан всасывания (см. схему на рис. ж)	
d/R	ζ	α	ζ	$d, \text{ мм}$	ζ
0,20	0,14	20	0,12	20	15,5
0,40	0,21	30	0,16	40	12,0
0,60	0,44	45	0,32	60	9,5
0,80	0,98	60	0,56	80	8,0
—	—	90	1,19	100	7,0