

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
"Уфимский государственный нефтяной технический университет" в г. Салавате
Филиал ФГБОУ ВПО УГНТУ в г. Салавате
Кафедра "Оборудование предприятий нефтехимии и нефтепереработки"

Решения задач размещены на сайте zadachi24.ru

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ по дисциплине «Гидравлика»

Салават
2017

Методические указания предназначены для бакалавров направления 241000 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии», профиль "Машины и аппараты химических производств"; направления 240100 «Химическая технология», профиль "Химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов" заочной формы обучения.

Варианты задач контрольных работ студент-заочник находит по двум последним цифрам своего шифра, пользуясь таблицей вариантов. Если, например, шифр студенческой книжки М-67-6970 (последние две цифры 70), то студент-заочник должен решить следующие задачи (соответствующие этим двум последним цифрам шифра): для первой контрольной работы – 2к, 6и, 7ж; второй – 11к, 15, 16ж.

В условиях контрольных не всегда указываются все цифровые значения параметров, необходимых для решения задач (например, может быть не указана плотность, коэффициент вязкости или другой параметр). Тогда недостающие параметры выбираются из таблиц, помещенных в приложении. В исключительных случаях можно пользоваться также данными других справочников, в каждом случае указывая в своей контрольной работе название справочника и номер таблицы.

Таблица вариантов

Последние две цифры шифра				Номера задач контрольных работ					
				первой			второй		
01	26	51	76	1а	5б	9в	10а	14б	18в
02	27	52	77	2б	6в	7г	11б	15б	16г
03	28	53	78	3в	4г	8д	12в	13г	17д
04	29	54	79	3г	5д	7е	12г	14д	16е
05	30	55	80	1д	6е	8ж	10д	15е	17ж
06	31	56	81	2е	4ж	9и	11е	13ж	18и
07	32	57	82	1ж	4и	8к	10ж	13и	17к
08	33	58	83	2и	5к	9а	11и	14к	18а
09	34	59	84	3к	6а	7б	12к	15а	16б
10	35	60	85	1а	5б	6в	10а	14б	18в
11	36	61	86	2а	6в	7д	11а	15в	16д
12	37	62	87	3б	4г	8е	12б	13г	17е
13	38	63	88	3в	5д	7ж	12в	14д	16ж
14	39	64	89	1г	6е	8и	10г	15е	17и
15	40	65	90	2д	4ж	9к	11д	13ж	18к
16	41	66	91	1е	4и	8а	10е	13и	17а
17	42	67	92	2ж	5к	9б	11ж	14к	18б
18	43	68	93	3и	6а	7в	12и	15а	16в
19	44	69	94	1к	5б	6г	10к	14б	18г
20	45	70	95	2к	6и	7ж	11к	15и	16ж
21	46	71	96	3и	4ж	8е	12и	13ж	17е
22	47	72	97	3ж	5е	7д	12ж	14е	16д
23	48	73	98	1е	6д	8г	10е	15д	17г
24	49	74	99	2д	4г	9в	11д	13г	18в
25	50	75	00	1г	4в	8б	10г	13в	17б

Контрольная работа 1

Задача 1. Определить скорость скольжения v прямоугольной пластины ($a \times b \times c$) по наклонной плоскости под углом β , если между пластиной и плоскостью находится слой масла А (рисунок 13). Толщина слоя масла δ , температура масла T , плотность материала пластины ρ . Данные для решения задачи в соответствии с вариантом задания выбрать из таблицы 1.

Указание. При решении задачи применяется формула Ньютона. Поскольку слой масла тонкий, можно считать, что скорость в нем изменяется по прямолинейному закону.

Таблица 1

Вари- ант	Масло	<i>a</i>	b	c	δ	ρ, кг/м ³	Т, °С	β°
		мм						
а	Индустриальное 12	630	420	11	0,5	830	23,0	6,0
б	Турбинное 30	360	250	53	0,6	260	35,0	11,0
в	Индустриальное 50	580	300	12	1,3	750	20,0	13,0
г	Трансформаторное	460	240	15	0,4	430	25,0	9,0
д	АМГ-10	540	350	24	0,3	240	22,0	8,0
е	Индустриальное 20	650	480	13	0,8	570	32,0	13,0
ж	Касторовое	250	125	17	1,4	1300	40,0	8,0
и	Веретенное АУ	920	640	5	0,7	2800	22,0	7,0
к	Индустриальное 30	810	530	6	0,6	2400	25,0	16,0

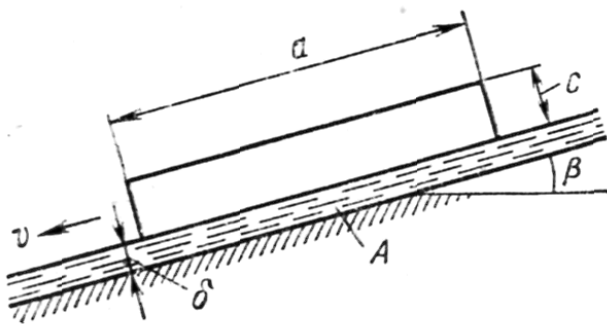


Рисунок 13

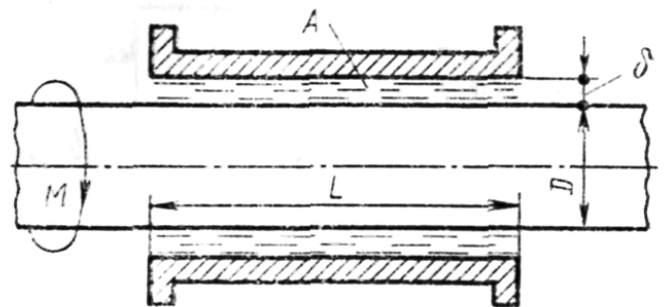


Рисунок 14

Задача 2. Зазор A между валом и втулкой заполнен маслом. Длина втулки L . К валу, диаметр которого D , приложен вращающий момент M (рисунок 14). При вращении вала масло постепенно нагревается и скорость вращения увеличивается. Определить частоту вращения вала при температуре масла T . Данные для решения задачи в соответствии с вариантом задания выбрать из таблицы 2.

Указание. При решении задачи применяется формула Ньютона. Поскольку толщина слоя масла мала, можно считать, что скорости в нем изменяются по прямолинейному закону. Эпюра касательных напряжений в слое масла принимается прямоугольной; сила трения проходит через центр тяжести этой эпюры.

Таблица 2

Вариант	Масло	Т, °С	М, Н · м	δ	D	L
				мм		
а	АМГ-10	46,0	5,10	2,0	300	900
б	Индустриальное 25	35,0	27,0	3,0	400	1200
в	Веретенное АУ	32,0	1,60	1,5	200	600
г	Индустриальное 12	37,0	2,10	1,0	250	750
д	Турбинное 30	42,0	1,50	1,3	150	500
е	Индустриальное 30	27,0	18,0	2,4	350	1000
ж	Касторовое	76,0	0,140	0,8	100	400
и	Индустриальное 50	20,0	640	3,3	500	1500
к	Трансформаторное	56,0	1,80	1,2	250	650

Задача 3. Начальное положение гидравлической системы дистанционного управления представлено на рисунке 15 (рабочая жидкость между поршнями не сжата). При перемещении ведущего поршня (его диаметр D) вправо жидкость постепенно сжимается и давление в ней – повышается. Когда манометрическое давление достигает величины p_m , сила давления на ведомый поршень (его диаметр d) становится больше силы сопротивления F . С этого момента приходит в движение вправо и ведомый поршень. Диаметр соединительной части цилиндров δ , длина l . Определить диаметр ведущего поршня D необходимый для того, чтобы ход L обоих поршней был один и тот же. Данные для решения задачи в соответствии с вариантом задания выбрать из таблицы 3.

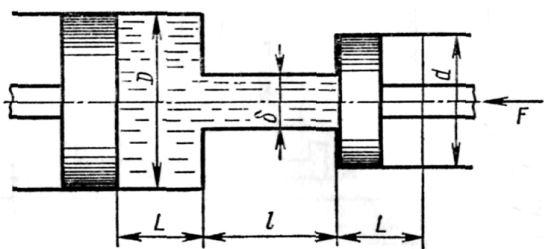


Рисунок 15

Данные для решения задачи в соответствии с вариантом задания выбрать из таблицы 3.

Указание. Коэффициент объемного сжатия рабочей жидкости принять $\beta = 0,59 \cdot 10^{-9} \text{ м}^2/\text{Н}$.

Задача 4. Горизонтальный цилиндрический резервуар (рисунок 16), закрытый полусферическими днищами, заполнен жидкостью Ж. Длина цилиндрической части резервуара L , диаметр D . Манометр M показывает манометрическое давление p_m . Температура жидкости 20°C . Определить силы, разрывающие резервуар по сечениям: 1 – 1, 2 – 2 и 3 – 3. Данные для решения задачи в соответствии с вариантом задания выбрать из таблицы 4.

Таблица 3

Вариант	d	L	δ	l , м	p_M , МПа
	мм				
а	20,0	30,0	10,0	2,40	21,0
б	18,0	34,0	8,0	2,20	15,0
в	24,0	32,0	12,0	2,00	12,5
г	28,0	36,0	14,0	2,35	17,5
д	20,0	38,5	11,5	1,90	14,0
е	24,5	41,0	12,0	1,75	16,3
ж	28,0	38,5	14,0	1,52	19,1
и	26,0	36,0	8,5	1,61	14,8
к	22,5	34,0	10,5	1,77	17,0

Таблица 4

Вариант	Жидкость, Ж	D	L	p _м , МПа
		м		
а	Вода пресная	1,00	1,50	15,0
б	Керосин Т-1	1,50	2,50	0,00
в	Нефть, Баку, легкая	2,50	3,50	45,0
г	Бензин авиационный	2,00	3,30	21,0
д	Дизельное топливо	2,50	4,00	27,5
е	Керосин Т-2	2,00	3,50	0,00
ж	Нефть, Баку, тяжелая	1,50	2,00	34,2
и	Глицерин	3,00	4,50	26,7
к	Вода пресная	2,50	3,70	18,0

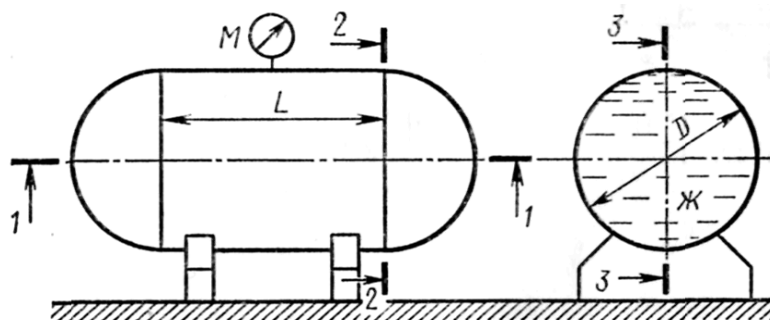


Рисунок 16

Задача 5. Вертикальная цилиндрическая цистерна (рисунок 17) с полусферической крышкой до самого верха заполнена двумя различными несмешивающимися жидкостями Ж₁ и Ж₂ (соответственно плотности: ρ_1 и ρ_2). Диаметр цистерны D , высота ее цилиндрической части H . Глубина жидкости Ж₁ равна $H/2$. Манометр M показывает манометрическое давление p_m . Определить силу, растягивающую болты A и горизонтальную силу, разрывающую цистерну по сечению 1 – 1.

Данные, необходимые для решения задачи, в соответствии с вариантом задания выбрать из таблицы 5.

Таблица 5

Вари- ант	D	H	ρ_1	ρ_2	p_m , кПа
	м		Кг/м ²		
а	2,40	3,90	1250	1000	0,00
б	1,60	3,00	1000	920	14,2
в	2,80	5,45	980	830	11,0
г	1,80	3,60	950	740	16,5
д	2,60	4,50	1150	1060	0,00
е	2,00	3,85	1070	970	21,4
ж	2,20	4,20	870	760	27,0
и	1,40	2,80	910	800	18,6
к	2,40	4,65	990	840	32,0

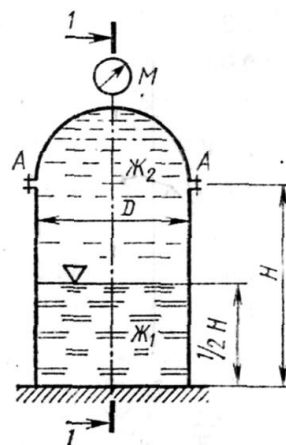


Рисунок 17

Задача 6. Круглое отверстие между двумя резервуарами закрыто конической крышкой с размерами D и L (рисунок 18). Закрытый резервуар заполнен водой, а открытый резервуар – жидкостью Ж. К закрытому резервуару сверху присоединен мановакуумметр MV , показывающий манометрическое давление p_m или величину вакуума $p_{\text{вак}}$. Температура жидкостей 20°C , глубины h и H . Определить силу, срезающую болты A , и горизонтальную силу, действующую на крышку. Данные для решения задачи выбрать в соответствии с вариантом задания из таблицы 6.

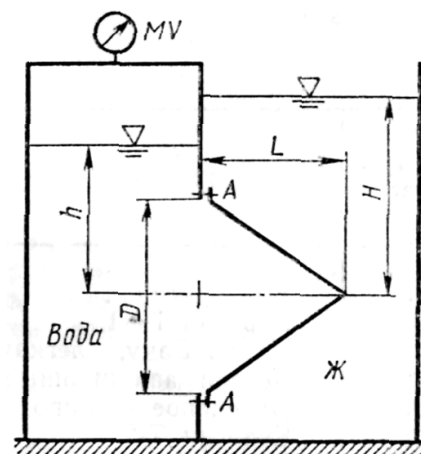


Рисунок 18

Таблица 6

Вариант	Жидкость, Ж	D	L	h	H	p_m	$p_{\text{вак}}$
		мм		м		кПа	
1	2	3		4		5	
а	Нефть Баку, легкая	500	400	1,00	1,30	–	24,3
б	Дизельное топливо	600	500	1,85	2,20	35,2	–

1	2	3		4		5	
в	Бензин авиационный	400	350	1,70	1,90	–	38,6
г	Глицерин	550	450	2,00	2,55	24,8	–
д	Керосин Т-1	700	500	2,50	3,00	0,00	–
е	Нефть Баку, тяжелая	450	300	1,45	1,80	34,4	–
ж	Дизельное топливо	500	400	1,30	1,60	29,0	–
и	Бензин авиационный	650	550	2,20	2,77	–	28,2
к	Керосин Т-2	550	500	2,10	2,50	53,0	–

Задача 7. Отливка пустотелых чугунных цилиндров (рисунок 19) высотой H производится центробежным способом. Во вращающуюся цилиндрическую форму вливаются V литров расплавленного чугуна. Форма вращается со скоростью n , об/мин, ее внутренний диаметр D . Определить толщину стенок отливки сверху и снизу. Данные, необходимые для решения задачи, в соответствии с вариантом задания выбрать из таблицы 7.

Указание. Объемными деформациями металла пренебречь.

Таблица 7

Вариант	D	Н	V, л	n, об/мин
	мм			
а	300	350	10,2	522
б	250	300	5,30	516
в	350	400	15,5	365
г	200	250	2,80	528
д	300	400	8,63	533
е	250	350	7,25	572
ж	350	300	17,6	208
и	200	300	4,70	439
к	300	250	8,10	319

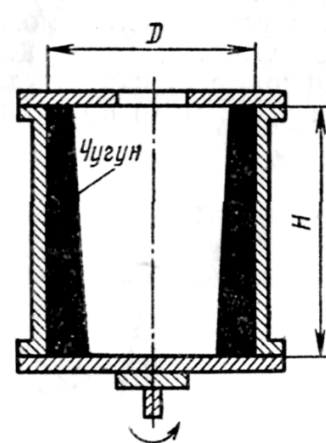


Рисунок 19

Задача 8. Цилиндрический резервуар заполнен жидкостью Ж до высоты $3/4 H$. Диаметр резервуара D , температура жидкости 20°C . Определить (рисунок 20):

1) объем жидкости, сливающийся из резервуара при его вращении с частотой n , об/мин вокруг его вертикальной оси; 2) силу давления на дно резервуара и горизонтальную силу, разрывающую резервуар по сечению 1 – 1 при его вращении. Данные для решения задачи в соответствии с вариантом задания выбрать из таблицы 8.

Таблица 8

Вари- ант	Жидкость, Ж	D	Н	п, об/мин
		М		
а	Вода пресная	1,00	2,00	100
б	Нефть Баку, легкая	1,10	1,75	120
в	Глицерин	1,30	2,20	105
г	Нефть Баку, тяжелая	1,50	2,45	120
д	Трансформаторное масло	1,20	1,90	83
е	Бензин авиационный	1,20	1,50	76
ж	Вода пресная	1,00	1,40	102
и	Глицерин	1,20	1,65	80
к	Дизельное топливо	1,70	1,60	110

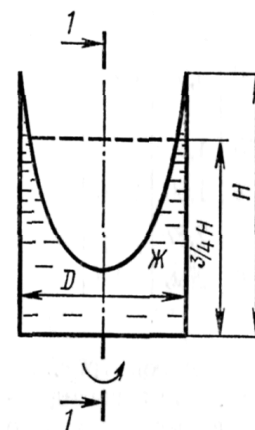


Рисунок 20

Задача 9. Сосуд в виде прямоугольного параллелепипеда с размерами $L \times B \times H$ до высоты $2/3 H$ заполнен водой, температура которой 20°C . Определить, с каким наибольшим положительным ускорением a может двигаться сосуд по наклонной плоскости под углом α , чтобы вода не выливалась, и какие силы давят на торцовые стенки сосуда в случаях: а) при движении сосуда вниз (рисунок 21, а); б) при движении сосуда вверх (рисунок 21, б).

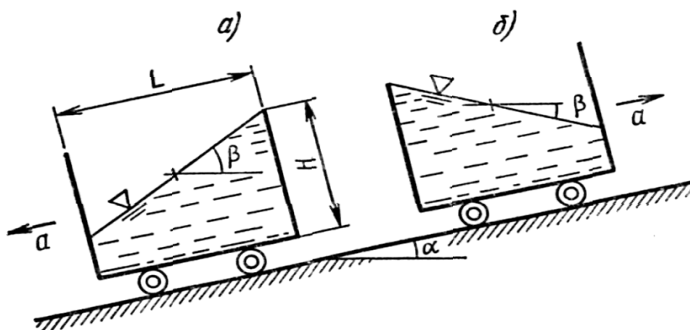


Рисунок 21

Данные, необходимые для решения задачи, в соответствии с вариантом задания выбрать из таблицы 9.

Указание. Ускорение a определяется по формуле $\operatorname{tg} \beta = \frac{a \cdot \cos \alpha}{g - a \cdot \sin \alpha}$, где β –

угол между поверхностью жидкости и горизонтальной плоскостью; g – ускорение силы тяжести.

Таблица 9

Вариант	L	B	H	α°
	M			
а	2,00	1,00	1,00	15
б	1,50	0,90	0,80	10
в	1,90	1,20	1,10	11
г	1,60	1,00	0,90	9
д	1,80	1,10	1,00	12
е	2,10	1,20	1,10	13
ж	2,50	1,30	1,20	6
и	2,20	1,10	1,00	14
к	2,40	1,20	1,30	8

Контрольная работа 2

Задача 10. Из большого резервуара, в котором поддерживается постоянный уровень (рисунок 22), по трубопроводу из материала М вытекает жидкость Ж, температура которой 20°C . Диаметр трубопровода d , наклонная и горизонтальная части трубопровода одинаковой длины l . Высота уровня жидкости над горизонтальной частью трубопровода равна H . Конец наклонной части трубопровода находится ниже горизонтальной его части на величину h .

Определить расход жидкости, протекающей по трубопроводу, и построить пьезометрическую и напорную линии. Данные для решения задачи в соответствии с вариантом задания выбрать из таблицы 10.

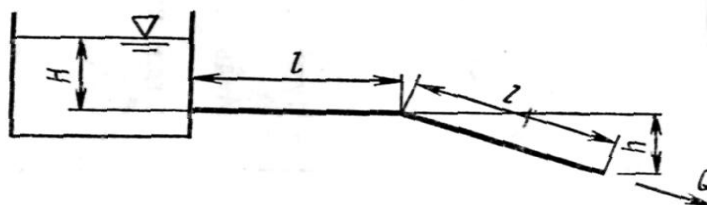


Рисунок 22

Таблица 10

Ва- риант	Материал тру- бопровода, М	Жидкость, Ж	Q, л/с	Т, °С	Н	h	l	l ₁	d, мм	Р _м , кПа	ζ _{кл}
					м						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
а	Сталь не- ржавеющая	Масло трансформа- торное	1,80	76,0	6,20	1,50	3,40	34,0	70	23,0	9,0
б	Латунь	Вода пресная	3,00	55,0	7,00	1,00	5,80	65,0	50	18,0	8,5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
в	Сталь сварная	Масло касторовое	1,10	80,0	5,80	1,40	3,20	40,0	60	15,0	8,0
г	Алюминиевый сплав	Масло веретенное АУ	1,20	65,0	6,40	1,20	3,60	38,0	70	20,0	7,5
д	Чугун	Бензин авиационный	2,80	69,0	6,70	0,80	5,00	60,0	70	22,0	6,0
е	Медь	Керосин Т-1	3,10	75,0	6,20	1,10	6,20	70,0	60	24,0	5,0
ж	Сталь цинкованная	Глицерин	1,50	79,0	7,10	0,80	2,80	24,0	70	21,0	4,5
и	Чугун	Керосин Т-1	2,50	80,0	6,70	1,20	4,80	60,0	50	24,0	6,5
к	Алюминий	Вода пресная	2,60	70,0	6,00	1,00	5,60	72,0	50	23,0	

Задача 11. Чему должно быть равно манометрическое давление p_m на поверхности жидкости в закрытом резервуаре А (рисунок 23) для того, чтобы обеспечить подачу жидкости Ж в количестве Q при температуре 20°C в открытый резервуар Б? Разность уровней в резервуарах H . Трубопровод из материала М имеет длину $2l$ и диаметр d . Посредине трубопровода установлен обратный клапан К, коэффициент местного сопротивления которого $\zeta_{\text{кл}}$. Построить пьезометрическую и напорную линии. Данные в соответствии с вариантом задания выбрать из таблицы 10.

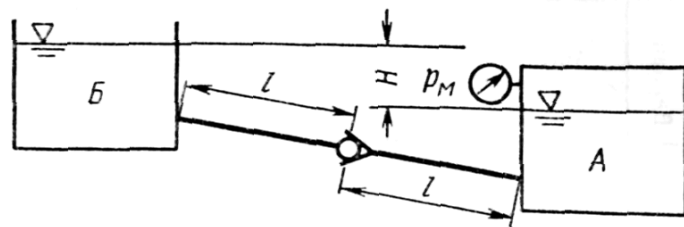


Рисунок 23

Задача 12. В баке А жидкость подогревается до температуры $T^\circ\text{C}$ и самотеком по трубопроводу из материала М длиной l_1 попадает в производственный цех (рисунок 24). Какой должна быть величина диаметра трубопровода, чтобы обеспечивалась подача жидкости в количестве Q , а манометрическое давление в конце трубопровода было не ниже p_m , если напор в баке А равен величине H ? При расчете принять, что местные потери напора составляют 20% от потерь по длине. Построить пьезометрическую и напорную линии. Данные для решения задачи в соответствии с вариантом задания выбрать из таблицы 10.

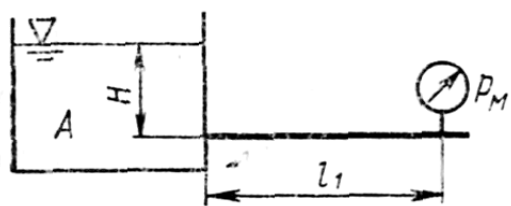


Рисунок 24

Задача 13. Из большого открытого резервуара А (рисунок 25), в котором поддерживается постоянный уровень жидкости, по трубопроводу, состоящему из двух последовательно соединенных трубопроводов, изготовленных из материала М, жидкость Ж при температуре 20°C течет в резервуар Б. Разность уровней жидкостей в резервуарах А и Б равна H . Длина труб l и l_2 , а их диаметры d и d_2 .

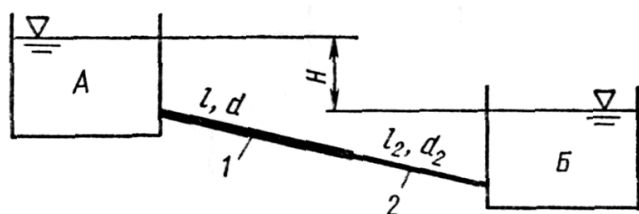


Рисунок 25

Определить расход жидкости Q протекающей по трубопроводу В расчетах принять, что местные потери напора составляют 15% от потерь по длине. Данные для решения задачи в соответствии с вариантом задания выбрать из таблицы 11.

Задача 14. Из большого открытого резервуара А (рисунок 26), в котором поддерживается постоянный уровень жидкости, по трубопроводу, состоящему из трех труб материала М, 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 А и Б равна H .

Определить: 1) расход жидкости, протекающей в резервуар Б; 2) распределение расхода жидкости между параллельно соединенными трубопроводами 1 и 2. В расчетах принять, что местные потери напора составляют 10% от потерь по длине. Данные для решения задачи в соответствии с вариантом задания выбрать из таблицы 11.

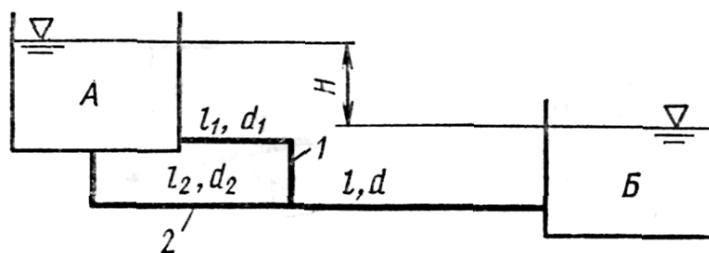


Рисунок 26

Таблица 11

Вариант	Материал трубопровода, М	Жидкость, Ж	Н	$l = l_1$	l_2	d	$d_1 = d_2$
			м			мм	
1	2	3	4			5	
а	Чугун	Глицерин	6,80	6,80	8,20	70	50
б	Сталь нержавеющая	Бензин авиационный	7,20	9,20	11,00	50	40

1	2	3	4			5	
в	Алюминий	Керосин Т-2	8,00	10,00	9,80	60	40
г	Чугун	Вода пресная	6,80	12,00	13,10	40	32
д	Медь	Керосин Т-1	9,20	8,90	7,80	50	40
е	Сталь цинкованная	Керосин Т-2	7,60	8,10	9,00	60	50
ж	Алюминиевый сплав	Масло промышленное 20	9,80	7,10	7,40	70	50
и	Медь	Керосин Т-1	8,20	7,80	8,20	50	40
к	Сталь сварная	Вода пресная	6,30	13,00	10,00	40	32

Задача 15. Определить расход жидкости Ж, температура которой 20°C , протекающей по трубопроводу из материала М в пункты 1 и 2, если напор Н в резервуаре постоянный (рисунок 27). Длины отдельных частей трубопровода равны l , l_1 , и l_2 , а диаметры d , d_1 и d_2 . Местные потери напора в расчетах не учитывать. Числовые данные, необходимые для решения задачи, выбрать из таблицы 11.

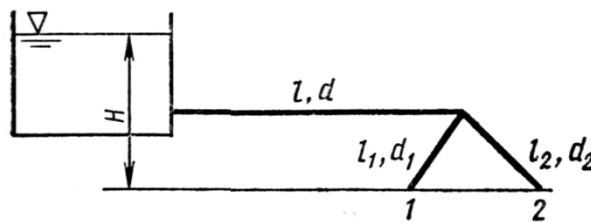


Рисунок 27

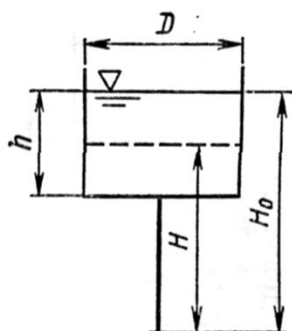


Рисунок 28

Задача 16. Определить время для вытекания всей жидкости Ж из цилиндрического бака (рисунок 28), если его диаметр D, наполнение равно h, диаметр трубы d, ее длина l и материал трубы М. Температура жидкости 20°C . Чему равно отношение продолжительности вытекания первой и второй половины объема жидкости? Данные для решения задачи в соответствии с вариантом задания выбрать из таблицы 12.

Таблица 12

Вариант	Материал трубопровода, М	Жидкость, Ж	Q, л/с	D	h	l	l_1	d	d_1	δ
				м				мм		
1	2	3	4	5				6		
а	Латунь	Вода пресная	5,00	1,60	1,20	3,00	700	50	32	1,8
б	Алюминий	Глицерин	0,80	0,90	0,50	0,70	120	70	50	2,4
в	Латунь	Керосин Т-1	3,20	1,00	0,90	1,90	800	60	40	2,0
г	Сталь легированная	Масло турбинное 30	1,20	0,80	0,70	0,80	150	70	50	1,6

1	2	3	4	5				6		
д	Чугун белый	Керосин Т-2	4,00	1,20	0,80	2,10	600	60	40	1,8
е	Чугун черный	Вода пресная	4,80	1,40	1,60	2,70	900	50	32	1,6
ж	Алюминий	Глицерин	1,00	0,90	0,50	0,90	90	60	40	1,8
и	Сталь углеродистая	Масло турбинное 30	1,40	1,10	0,60	0,80	120	70	50	2,2
к	Бронза	Керосин Т-1	2,80	1,30	0,70	1,90	500	50	32	1,6

Указание. Продолжительность полного и частичного истечения жидкости может быть определена по формуле

$$t = \frac{2S_0}{\mu S \sqrt{2g}} (\sqrt{H_0} - \sqrt{H}),$$

где S_0 – площадь сечения сосуда; S – площадь сечения трубопровода; H_0 – начальный напор (с которого начинается опорожнение сосуда); H – конечный напор (до которого опорожняется сосуд); μ – коэффициент расхода жидкости, который может быть определен по формуле

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + \zeta + \lambda \frac{l}{d}}},$$

где ζ – коэффициент местного сопротивления, λ – коэффициент гидравлического трения.

Задача 17. Жидкость Ж в количестве Q по горизонтальной трубе вытекает из большого резервуара А (рисунок 29). Определить ударное повышение давления и напряжения в стенках трубы перед задвижкой К при ее внезапном закрытии. Диаметр трубы d_1 , ее длина l_1 , а толщина стенок δ . Материал трубы М. Температура жидкости 20°C . Данные для решения задачи в соответствии с вариантом задания выбрать из таблицы 12.

Задача 18. В бак, разделенный перегородкой на два отсека, подается жидкость Ж в количестве Q (рисунок 30). Температура жидкости 20°C . В перегородке бака имеется цилиндрический насадок ($L = 3d$), диаметр которого d . Жидкость из второго отсека через отверстие диаметра d_1 поступает наружу, в атмосферу. Определить высоты уровней жидкости H_1 и H_2 . Данные для решения задачи в соответствии с вариантом задания выбрать из таблицы 12.

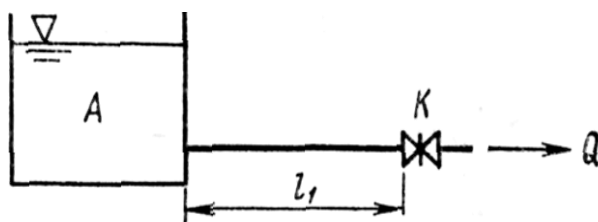


Рисунок 29

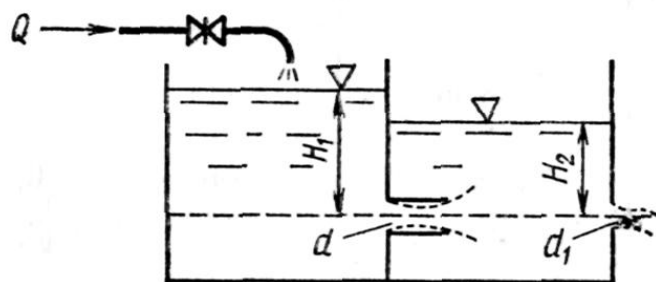


Рисунок 30