

Гидростатика

Вариант 9

Задачи 2,5.

Вариант 3

Задачи 1,5

Гидродинамика

Вариант 9

Задача 11

Вариант 8

Задача 7

Вариант 3

Задача 7,9

• Решить полученную систему уравнений относительно неизвестной величины.

Все задачи решаются до конца в общем виде. Далее подставляются исходные данные в системе СИ и производятся вычисления с точностью до трех значащих цифр. Результат записывается в виде степени числа 10. Например, вычисляется давление и на калькуляторе получено число: 124576 Па. Результат нужно записать в виде: $p = 1,25 \cdot 10^5 \text{ Па} = 0,125 \text{ МПа}$.

Задача 1

Для слива жидкости из хранилища имеется прямоугольный патрубок с размерами $a \times b$, закрытый крышкой. Крышка установлена под углом α к горизонту и может поворачиваться во круг оси А. Уровень жидкости равен H .

Над поверхностью жидкости находится газ, давление которого может быть больше атмосферного (тогда показание мановакуумметра равно $p_{мв}$) или меньше атмосферного (тогда показание мановакуумметра равно $p_{вд}$). Внутри патрубка жидкости нет и на крышку действует атмосферное давление.

Определить силу T натяжения троса, необходимую для открытия крышки. Вес крышки не учитывать. Температура жидкости равна t .

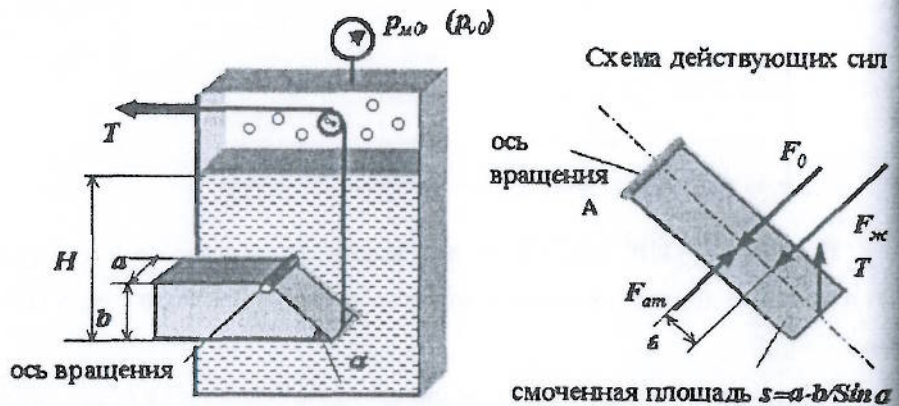


Рисунок к задачам 1, 2, 3

Указания

1. Используйте Приложение 1 для определения плотности жидкости, а Приложение 2 – для определения момента инерции прямоугольника.
2. Силы, действующие на крышку: F_0 - сила внешнего давления; $F_{ж}$ - сила весового давления; $F_{ат}$ - сила атмосферного давления. T - натяжение троса.
3. $\sum M_A = 0$ - условие равновесия крышки, из которого определяется сила T .
4. При определении величины и точки приложения силы весового давления жидкости $F_{ж}$ обратите внимание, что в формуле (7) величина h_c - расстояние по вертикали от центра тяжести площади s до поверхности жидкости, а l_c в формуле (9) для определения величины ε - расстояние по контуру стенки. $l_c = h_c / \text{Sin} \alpha$.

Таблица исходных данных

Вариант	Темп-ра, t , С	H , м	a , м	b , м	Угол α , °	$p_{мв}$, кПа	$p_{вд}$, кПа	Жидкость
0	20	3,0	0,2	0,3	30	10	-	нефть
1	25	2,0	0,1	0,2	45	-	15	бензин
2	30	4,0	0,3	0,3	60	20	-	керосин
3	10	2,5	0,15	0,1	30	-	0	диз.топливо
4	15	3,5	0,2	0,2	60	25	-	нефть
5	5	3,2	0,15	0,2	45	-	20	бензин
6	20	3,5	0,25	0,3	45	40	-	керосин
7	35	4,5	0,25	0,1	30	-	30	диз.топливо
8	10	3,0	0,3	0,15	60	10	-	нефть
9	10	2,8	0,4	0,2	30	-	15	бензин

Задача 2

Решите задачу 1 при условии, что крышка имеет вес, равный G .

Указания

Введите в уравнение равновесия крышки момент от силы G .

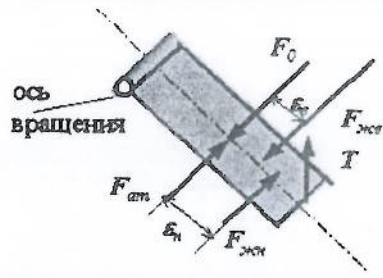
Вар-нт	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
G , н	50	60	80	90	100	60	120	150	70	110

Задача 3

Решите задачу 1 при условии, что внутри патрубку находится жидкость.

Указания

1. Добавьте в уравнение равновесия дополнительный момент от силы $F_{ж.н.}$.
2. Схема сил, действующих на крышку в этом случае:



Сила давления на крышку со стороны жидкости в патрубке равна:

$$F_{ж.н.} = \rho_c \cdot s = \rho g b/2 \times a b S \sin \alpha;$$

При определении величины ϵ_n по формуле (9) $l_c = b/2 \sin \alpha$ (так как поверхность жидкости в патрубке совпадает с его верхней плоскостью).

Индекс "н" означает "нижняя", а индекс "в" – верхняя сила.

Задача 4

Определить суммарную силу давления на торцевую стенку AB горизонтальной цилиндрической цистерны диаметром d , заполненной жидкостью плотностью ρ , если уровень жидкости в горловине находится на расстоянии H от дна.



Рисунок к задаче 4

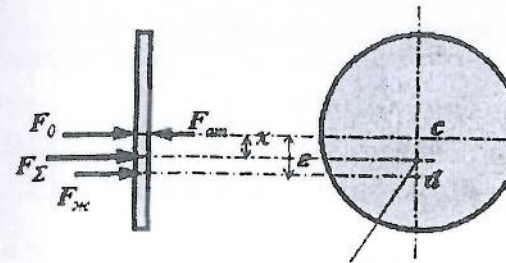
Цистерна герметически закрыта и над поверхностью жидкости находится газ. Давление газа может быть больше атмосферного (тогда по показанию манова-

кумметра равно $p_{ат}$) или меньше атмосферного (тогда по показанию мановакуумметра равно $p_{ат}$).

Определить также координаты точки приложения силы давления.

Указания

1. Плотность жидкости определите с помощью Приложения 1, а момент инерции круга - по Приложению 2.
2. Схема сил, действующих на стенку AB :



F_0 - сила внешнего давления, приложена в центре тяжести площади (в т. "с").
 $F_{ж}$ - сила весового давления, приложена в центре давления площади (в т. "d").
 $F_{ат}$ - сила атмосферного давления приложена в центре тяжести площади (в т. "с").
 F_{Σ} - суммарная (равнодействующая) сила давления на стенку цистерны.

Точка приложения силы давления F_{Σ} (величинах определяется по теореме Вариньона)

Таблица исходных данных

Вариант	Темп-ра, $t, ^\circ C$	$H, м$	$d, м$	$p_{ат}, кПа$	$P_0, кПа$	Жидкость
0	20	3,0	2,5	60	-	нефть
1	25	2,0	1,7	-	55	бензин
2	30	4,0	3,5	70	-	керосин
3	10	2,5	2,0	-	0	диз.топливо
4	15	3,5	3,0	40	-	нефть
5	5	3,2	2,8	-	60	бензин
6	20	3,5	3,1	50	-	керосин
7	35	4,5	4,0	-	40	диз.топливо
8	10	3,0	2,6	30	-	нефть
9	10	2,8	2,2	-	65	бензин

Задача 5

Определить суммарную силу давления на торцевую стенку AB горизонтальной цилиндрической цистерны диаметром D , заполненной жидкостью

плотностью ρ , находящейся при температуре $t^\circ\text{C}$. Уровень жидкости в горловине находится на расстоянии H от дна. Горловина закрыта поршнем диаметром d , на который действует сила R .

Определить также координаты точки приложения силы давления на крышку AB .

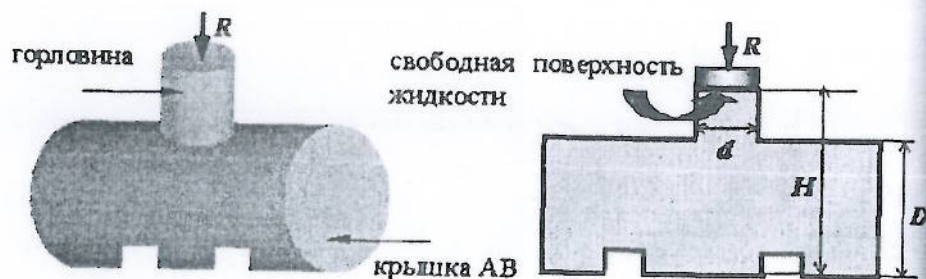


Рисунок к задаче 5

Указания

1. Те же, что и к задаче 4.
2. Отличие: давление на свободной поверхности жидкости в горловине p_0 определяется как сумма атмосферного давления и давления от силы R , которое равно частному от деления силы на площадь горловины.

ЗАПОМНИТЕ!

Давление от силы равно сила / площадь.

Таблица исходных данных

Вариант	Темп-ра, $t^\circ\text{C}$	H , м	d , м	D , м	R , н	Жидкость
0	20	3,0	0,2	2,7	50	нефть
1	25	2,0	0,1	1,6	30	бензин
2	30	4,0	0,3	3,6	60	керосин
3	10	2,5	0,15	2,0	40	диз.топливо
4	15	3,5	0,2	3,0	70	нефть
5	5	3,2	0,15	2,6	20	бензин

6	20	3,5	0,25	3,1	65	керосин
7	35	4,5	0,25	4,1	80	диз.топливо
8	10	3,0	0,3	2,2	75	нефть
9	10	2,8	0,4	2,0	95	бензин

Задача 6

Щитовой затвор шириной k должен автоматически поворачиваться вокруг оси AB , открываться при уровне воды H_2 и пропускать её в левый отсек. Угол наклона щита равен α , температура жидкости $t^\circ\text{C}$. Силой трения на цапфах² при повороте пренебречь. Диаметр цапфы равен d .

Определить, на каком расстоянии x должна быть расположена ось AB поворота щита, если под ним находится постоянный уровень воды H_1 . Определить также результирующую силу давления жидкости.

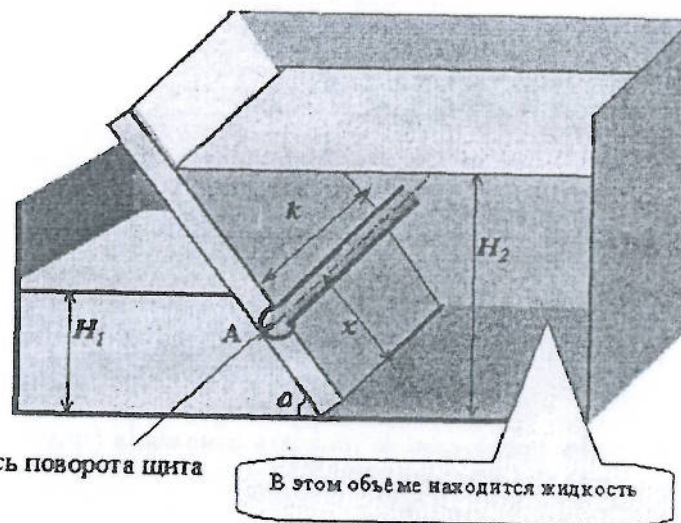


Рисунок к задачам 6, 7, 8, 9

² Цапфа (от нем. Zapfen) - опорная часть оси или вала

1. Определите h_{ac} из уравнения Бернулли для сечений 1-1 и 2-2.
2. Отрицательное избыточное давление в таблице данных – это вакуумметрическое давление.
3. При определении максимальной высоты всасывания примите давление в сечении 2-2 равным давлению насыщенного пара $p_{н.п.}$ (Приложение 8).
4. При ответе на вопрос по кавитации используйте материал раздела § 6.3. и найдите аналогию между работой сифона и насоса.

Таблица исходных данных

Вариант	l , м	d , м	$p_{н.п.}$, кПа	$\xi_{ср.}$	$p_{н.п.}$, кПа	Q , л/с	t , °C	Жидкость
0	8	0,1	50	7	10	20	20	вода
1	9	0,05	20	8	20	5	30	бензин
2	12	0,06	40	5	20	8	35	вода
3	14	0,08	20	1,5	30	10	25	масло инд. 20
4	18	0,05	30	2	-5	4	15	керосин
5	12	0,1	10	3	15	15	10	бензин
6	15	0,15	35	6	-25	18	15	вода
7	20	0,2	55	4	10	25	25	масло инд. 50
8	25	0,12	80	2,6	35	15	20	диз. топливо
9	10	0,04	25	3,5	20	3	30	масло турбинное

Задача 2

Решите задачу 1 при условии, что высота подъема жидкости h_{ac} задана, а расход Q неизвестен и его нужно определить.

Указания

Определите расход Q графическим способом (раздел § 6.2.).

Вар-нт	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
h_{ac} , м	3	4	3,5	2,8	5	4,6	3,6	5,3	4,1	2,5

Задача 3

Решите задачу 1 при условии, что высота подъема жидкости h_{ac} задана, а диаметр трубы d неизвестен и его нужно определить.

Определите диаметр трубы d графическим способом (раздел 4.6.2.).

Вар-нт	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
h_{ac} , м	3	4	3,5	2,8	5	4,6	3,6	5,3	4,1	2,5

Задача 4

Решите задачу 1 при условии, что высота подъема жидкости h_{ac} задана, а нужно определить максимальный расход в трубопроводе из условия отсутствия кавитации.

Указания

При определении максимального расхода примите давление в сечении 2-2 равным давлению насыщенного пара $p_{н.п.}$ (Приложение 8). Далее определите из уравнения Бернулли расход графическим способом ((раздел § 6.2.).

Вар-нт	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
h_{ac} , м	3,2	5,1	3,2	4,2	4,6	3,9	4,7	5,1	3,7	4,8

Задача 5

Решите задачу 1 при условии, что высота подъема жидкости h_{ac} задана, а нужно определить минимальный диаметр трубопровода из условия отсутствия кавитации.

Указания

При определении минимального диаметра трубопровода примите давление в сечении 2-2 равным давлению насыщенного пара $p_{н.п.}$ (Приложение 8). Далее определите из уравнения Бернулли диаметр графическим способом (раздел § 6.3.).

Вар-нт	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
h_{ac} , м	3,2	5,1	3,2	4,2	4,6	3,9	4,7	5,1	3,7	4,8

Задача 6

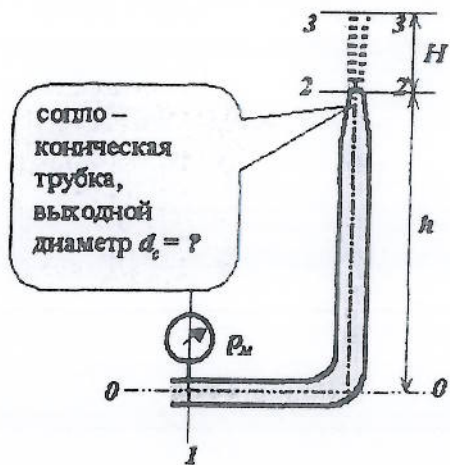


Рисунок к задачам 9, 10 и 11

указания

1. Примените уравнение Бернулли для сечений 2-2 и 3-3 и определите из него скорость \mathcal{V}_c в сечении 2-2. ($\mathcal{V}_3=0$, $p_2=p_3=p_{atm}$).
2. $\pi d_c^2 \mathcal{V}_c = Q$ – отсюда определите диаметр d_c выходного сечения сопла.
3. Показание манометра в начале трубопровода определяется из уравнения Бернулли, записанного для сечений 1-1 и 2-2.

Таблица исходных данных

Вариант	h , м	d , мм	$\Sigma \xi_0$	l , м	Q , дм ³ /с	H , м	$t^\circ C$
0	2	60	25	300	30	15	20
1	2,5	70	30	250	20	20	30
2	3	80	20	200	24	14	35
3	4	90	22	320	35	12	25
4	1,8	70	24	350	28	18	15
5	2,6	90	32	280	15	25	10
6	2,2	100	18	240	28	28	15
7	2,6	65	20	340	19	14	25
8	2,5	75	24	180	35	22	20
9	3,2	95	10	220	26	16	30

Задача 10

1. При условии задачи 9 и известном давлении на входе в трубопровод определить расход воды.

2. Определить диаметр выходного сечения сопла.

Указания

1. Примените уравнение Бернулли для сечений 2-2 и 3-3 и определите из него скорость \mathcal{V}_c в сечении 2-2. ($\mathcal{V}_3=0$, $p_2=p_3=p_{atm}$).
2. Расход определите графическим способом из уравнения Бернулли, записанного для сечений 1-1 и 2-2 (раздел 5.6.2.).

Вар-нт	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
p_m , кПа	550	600	700	500	650	800	900	850	750	580

Задача 11

1. При условии задачи 9 и известном избыточном давлении на входе p_m определить диаметр трубопровода.
2. Определить диаметр выходного сечения сопла.

Указания

1. Примените уравнение Бернулли для сечений 2-2 и 3-3 и определите из него скорость \mathcal{V}_c в сечении 2-2. ($\mathcal{V}_3=0$, $p_2=p_3=p_{atm}$).
2. Диаметр определите графическим способом из уравнения Бернулли, записанного для сечений 1-1 и 2-2 (раздел 5.6.2.).

Вар-нт	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
p_m , кПа	550	600	700	500	650	800	900	850	750	580

Задача 12

Поршень диаметром D , двигаясь равномерно, всасывает жидкость из открытого бака с атмосферным давлением p_{atm} на поверхности жидкости. Высота всасывания равна z_0 . Всасывающая труба - длина l , диаметр d , стальная, новая, сварная. Гидравлические сопротивления по казаны на рисунке.