

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет

Факультет инженерной экологии и городского хозяйства

Кафедра водопользования и экологии

МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА

Методические указания

Санкт-Петербург
2019

Механика жидкости и газа: метод. указания / сост.: С. В. Федоров, А. М. Телятникова, Ю. В. Столбихин; СПбГАСУ. – СПб., 2019. – 19 с.

Приведены условия задач, схемы с указанием исходных данных, приложение, включающее справочные данные для выполнения расчетно-графической работы, а также методические указания и требования для ее оформления.

Издание предназначено для бакалавров по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство» (С), 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» (ТТ), 20.03.01 «Техносферная безопасность» (ТСБ), 15.03.03 «Прикладная механика» (ПМХ), 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» (ЭТМК), а также студентов специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений» (СУЗС), 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» (НТТС), 08.05.02 «Строительство, эксплуатация, восстановление и техническое прикрытие автомобильных дорог, мостов и тоннелей» (АДМиТ).

Табл. 7. Ил. 21. Библиогр.: 3 назв.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

В процессе выполнения расчетно-графической работы по дисциплине «Механика жидкости и газа» студенты закрепляют изучаемый теоретический материал на лекционных и практических занятиях, самостоятельно решая задачи. Работа является отчетным заданием по основным разделам теоретического курса и в конце учебного семестра проверяется и оценивается преподавателем. Успешное выполнение расчетно-графической работы является обязательным условием для допуска студента к сдаче зачета или экзамена.

Расчетно-графическая работа включает следующие темы дисциплины: гидростатическое давление в точке, сила давления на плоскую и цилиндрическую поверхность, плавание тел, уравнение Бернулли для вязкой жидкости, расчет длинных трубопроводов, истечение из отверстий и насадков.

Работа выполняется в рукописном виде синими чернилами в тетради в клетку. Первоначально для каждой задачи выписываются исходные данные в столбик. Расчетные схемы и графики вычерчиваются карандашом или ручкой с учетом требований для оформления чертежей. Далее подробно записывается решение задачи с указанием всех промежуточных вычислений.

Рекомендуется выполнять расчетно-графическую работу после освоения теоретического материала данной темы и выполнения учебных задач на практическом занятии.

На титульном листе работы обязательно должны быть указаны следующие данные: наименование дисциплины (Механика жидкости и газа), ФИО студента, номер зачетной книжки, факультет и группа. Если некоторые из этих данных отсутствуют, то работа отклоняется от проверки.

При выявлении ошибок работа возвращается на доработку. После исправления всех замечаний работа повторно проверяется преподавателем. В ходе курса допускается проведение дополнительной защиты студентом выполненной работы.

ПРАВИЛА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДИЧЕСКИХ УКАЗАНИЙ

Определение варианта и условий задач производится по двум последним цифрам номера зачетной книжки, где X – предпоследняя цифра, Y – последняя. Например, «Номер зачетной книжки студента 12345678, следовательно $X = 7$, $Y = 8$ ». Далее, в зависимости от значения X , определяется общий вариант контрольной работы (табл. 1).

Таблица 1

Определение варианта задания

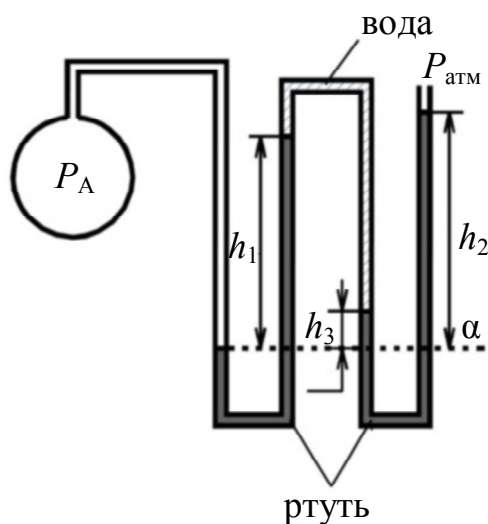
Значение X	Вариант задания
0	1
1	2
2	3
3	1
4	2
5	3
6	1
7	2
8	3
9	1

Определение условий задач внутри своего варианта производится путем вычисления, приведенных в тексте задачи формул, с учетом ранее найденных значений X и Y . Например: « $X = 7$, $Y = 8$. Условия задачи гласят, что $h_2 = (80 + 0,05 \cdot x \cdot y)$ см. Подставив в уравнение X и Y , получим $h_2 = (80 + 0,05 \cdot 7 \cdot 8) = (80 + 2,8) = 82,8$ см».

ЗАДАНИЯ

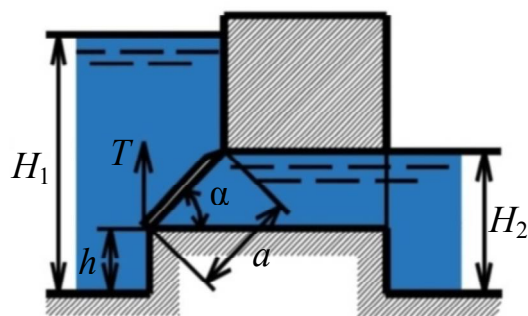
Вариант 1

Задача 1



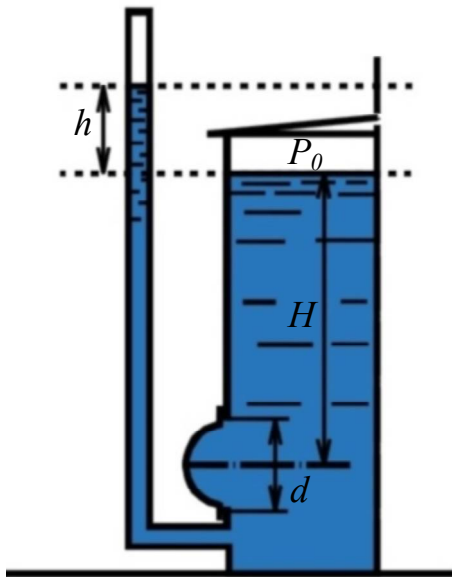
К газопроводу подключен многожидкостный пьезометр (ртуть-вода-ртуть). Пьезометрические высоты подъема уровней ртути относительно поверхности α составляют: $h_1 = (60 + y)$ см, $h_2 = (80 + 0,05 \cdot x \cdot y)$ см, $h_3 = (3 + 0,1 \cdot x)$ см. Определить абсолютное и избыточное давление в газопроводе, если барометрическое давление равно 750 мм рт. ст.

Задача 2



Определить усилие T , необходимое для подъема прямоугольного щита, со следующими параметрами: высота $a = (1,5 + 0,1 \cdot y)$ м, ширина $b = (x + 1)$ м, угол наклона $\alpha = 45^\circ$. Высота расположения отверстия относительно дна канала составляет $h = 1$ м. Высота слоя воды в верхнем бьефе $H_1 = (4 + 0,5 \cdot y)$ м. Высота воды в нижнем бьефе $H_2 = (h + a \cdot \sin \alpha)$ м.

Задача 3

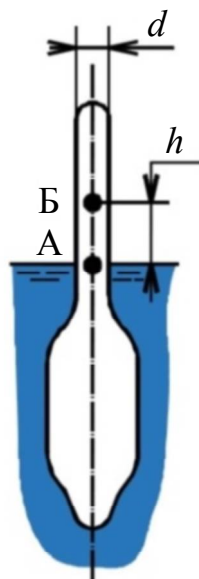


Смотровой люк, устроенный в боковой части резервуара, перекрывается полусферической крышкой диаметром $d = (0,5 + 0,01 \cdot y)$ м. Необходимо определить силу давления на данную крышку, если манометрическое давление паров бензина равно $P_0 = (4000 + 45 \cdot y)$ Па, а уровень бензина над центром отверстия составляет

$$H = \left(2 + 0,1 \frac{y}{(x+1)} \right) \text{ м.} \quad \text{Разница}$$

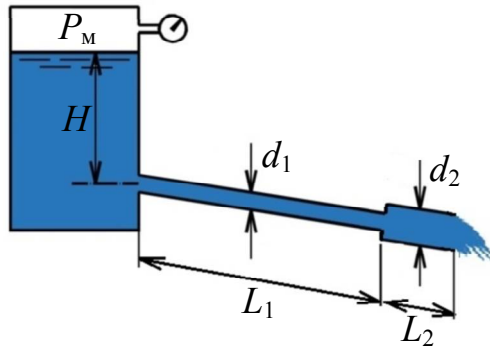
уровней поверхности бензина в резервуаре и в открытой трубке пьезометра вычисляется как $h = \frac{P_0}{\rho g}$ м.

Задача 4



Ареометр массой $m = (50 + y)$ г в рассоле плотностью $\rho_1 = (1100 + 10 \cdot x)$ кг/м³ погружается до отметки Б, а в рассоле плотностью $\rho_2 = (\rho_1 + (2 \cdot y + 30))$ кг/м³ до отметки А. Необходимо определить расстояние h между отметками А и Б. Диаметр $d = (5 + 0,1 \cdot y)$ мм.

Задача 5



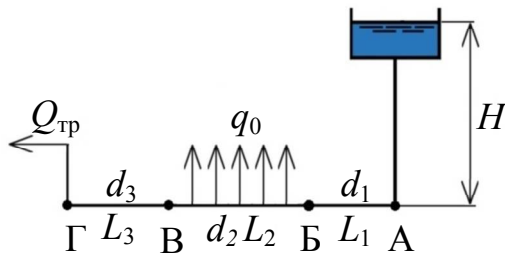
Из бака по стальному трубопроводу вытекает вода температурой t , величина которой определяется по табл. 2. Определение диаметров трубопровода для выделенных на схеме участков производится также при помощи табл. 2. Длины этих участков составляют $L_1 = (15 + 2 \cdot y)$ м и $L_2 = (3 + 0,3 \cdot x)$ м. Отметка трубопровода в месте подключения к баку $Z_H = (10,2 + x)$ м, а отметка в месте начала свободного излива воды из бака $Z_K = (5,1 + x)$ м. Напор в баке составляет $H = (5 + 0,7 \cdot y)$ м, а избыточное давление на поверхности воды $P_m = (1 + 0,1 \cdot y)$ бар. Необходимо определить пропускную способность трубопровода.

Таблица 2

Определение условий задачи 5 (1 вариант)

Число Y	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d_1 , мм	40	50	65	80	100	40	50	65	80	100
d_2 , мм	125	150	200	250	300	100	125	150	200	250
t , °C	5	10	15	20	5	10	15	20	5	10

Задача 6



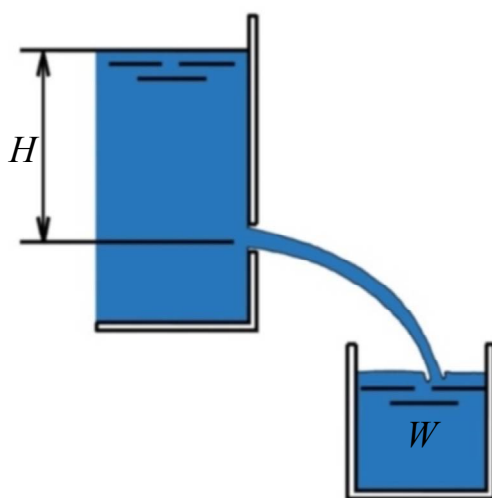
Стальной водопровод, питаемый от водонапорной башни, имеет участок А–Г с непрерывной раздачей по пути $q_0 = (0,05 + 0,01 \cdot x)$ л/с на 1 пог. м. Расход в конце водопровода $Q_{\text{тр}} = (5 + x)$ л/с. Определить напор у башни H , если длины участков $L_1 = (250 + 10 \cdot y)$ м, $L_2 = (150 + 10 \cdot y)$ м и $L_3 = (50 + 10 \cdot y)$ м, а свободный напор в точке С $H_{\text{св}} = y$ м. Диаметры участков трубопровода определяются по табл. 3.

Таблица 3

Определение условий задачи 6 (1 вариант)

Число Y	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d_1 , мм	150	200	175	225	250	275	300	325	350	125
d_2 , мм	125	175	150	200	225	250	275	300	325	100
d_3 , мм	100	150	125	175	200	225	250	275	300	80

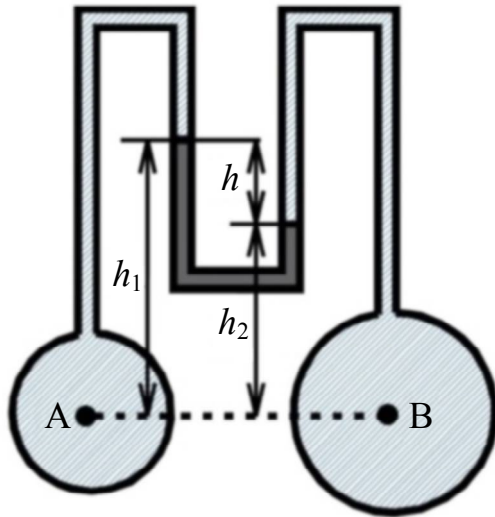
Задача 7



Через отверстие в тонкой стенке вытекает вода в бак, имеющий объем $W = (1,5 + 0,1 \cdot y)$ м³. Площадь отверстия $\omega = (15 + x)$ см². Напор над центром отверстия $H = (0,5 + 0,2 \cdot x)$ м. Необходимо определить время наполнения бака, а также вычислить напор H , при котором бак наполнится в 2 раза быстрее.

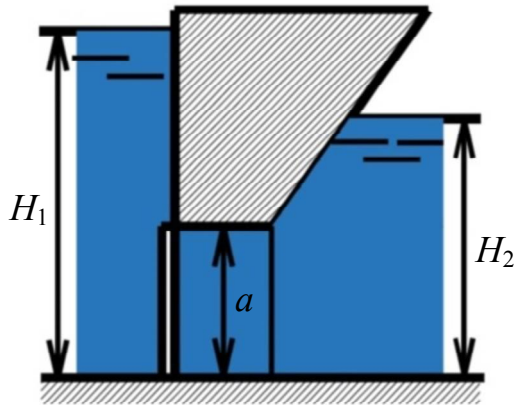
Вариант 2

Задача 1



Два трубопровода, заполненные водой, соединены между собой ртутным дифференциальным манометром (прибор для измерения перепада давлений). Необходимо определить разность давлений в точках В и А, лежащих на одной плоскости, если разность уровней ртути $h_1 - h_2 = h = 20 + \frac{0,5 \cdot x}{(y + 1)}$, мм.

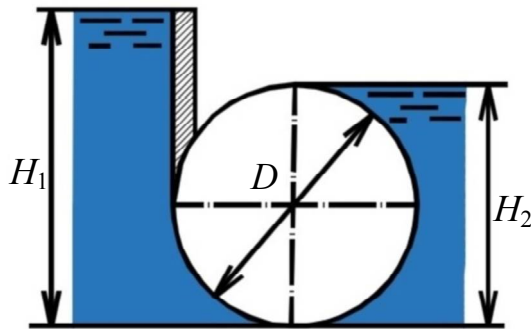
Задача 2



Найти величину и точку приложения равнодействующей силы двухстороннего давления воды на вертикальный щит. Форма сечения щита – трапеция. Параметры плоской поверхности: высота $a = (2 + 0,2 \cdot y)$ м, ширина верхнего основания $b_1 = (3 + 0,1 \cdot x)$ м, ширина нижнего основания $b_2 = (1 + \frac{y}{5})$ м.

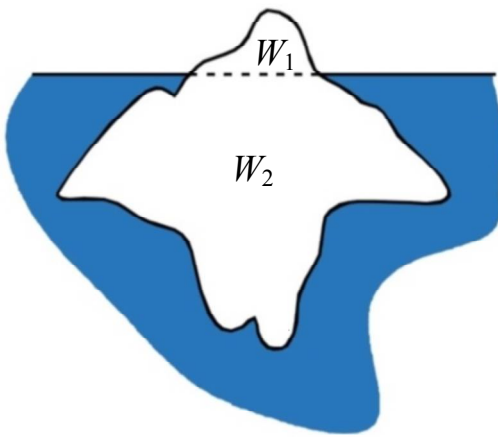
Высота воды составляет: в верхнем бьефе $H_1 = (6 + 0,8y)$ м, в нижнем бьефе $H_2 = (4 + 0,2y)$ м.

Задача 3



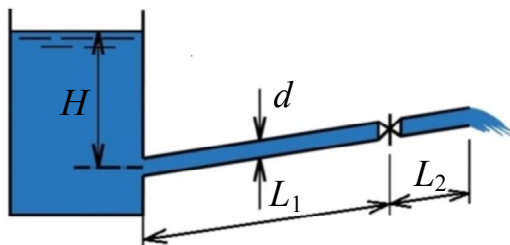
Прямоугольный канал шириной $b = (x + 2)$ м перекрывается цилиндрическим затвором диаметром $D = (1 + 0,5 \cdot x)$ м. Уровень воды справа от затвора составляет $H_2 = D = (1 + 0,5 \cdot x)$ м, уровень слева равен $H_1 = (2 \cdot H_2 + 0,15 \cdot y)$ м. Определить силу гидростатического давления F и угол α .

Задача 4



Определить объем айсберга W_2 , который находится под водой, если известно, что плотность льда $\rho = (900 + 3 \cdot y)$ кг/м³, а объем надводной части $W_1 = [x + (y + 3)]$ м³.

Задача 5



Из бака по чугунному трубопроводу вытекает вода. Трубопровод состоит из двух участков, разделяемых полностью открытой задвижкой, диаметр трубопровода на которых одинаков и равен d (табл. 4). Длина первого участка равна $L_1 = (40 + 2 \cdot y)$ м, а второго $L_2 = (5 + 0,3 \cdot x)$ м. Расход в трубопроводе $Q = (100 + x \cdot y)$ м³/час. Отметка трубопровода в месте подключения к баку $Z_n = (9,7 + 0,5 \cdot x)$ м, а в конце $Z_k = (14,2 + 0,4 \cdot x)$ м. Необходимо

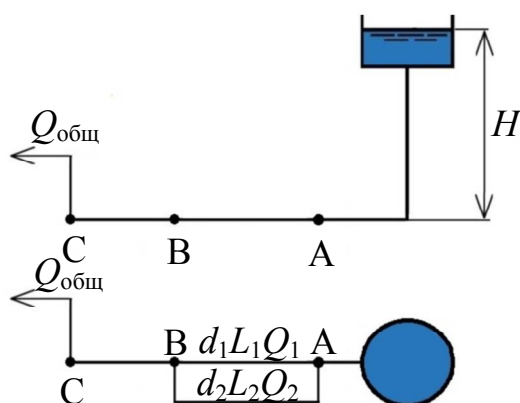
определить напор в баке H , если температура воды равна t (табл. 4).

Таблица 4

Определение условий задачи 5 (2 вариант)

Число Y	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d , мм	125	150	200	250	300	400	150	200	250	300
t , °C	5	10	15	20	5	10	15	20	5	10

Задача 6



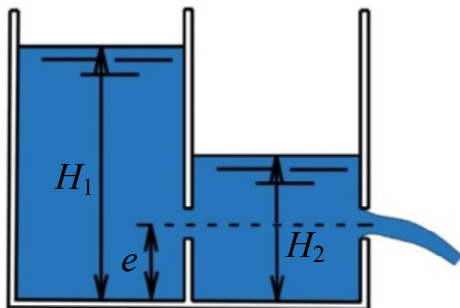
На чугунном водопроводе, питающемся от водопроводной башни, имеется параллельное ответвление. Определить распределение расходов по 1-й и 2-й линиям, а также потерю напора на участке разветвления, если длины линий $L_1 = (100 + 24 \cdot x)$ м, $L_2 = (150 + 40 \cdot x)$ м, а общий расход $Q_{\text{общ}} = (10 + y)$ л/с. Определение диаметров трубопроводов производится согласно табл. 5.

Таблица 5

Определение условий задачи 6 (2 вариант)

Число Y	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d_1 , мм	125	150	200	250	300	125	150	200	200	250
d_2 , мм	100	125	150	200	250	75	100	125	100	150

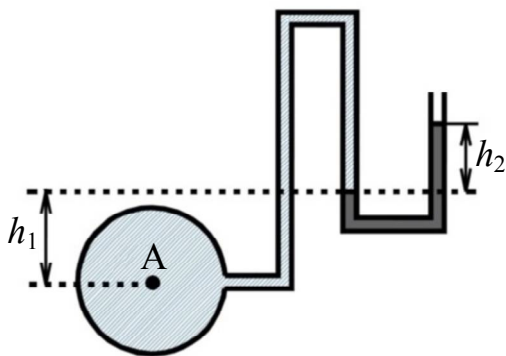
Задача 7



В вертикальной стенке, разделяющей резервуар на две части, расположено круглое отверстие $d_1 = (4 + 0,15 \cdot y)$ см. Глубина воды в левой части резервуара $H_1 = (2 + 0,5 \cdot x)$ м, расход воды через отверстие $Q = (3 + 0,1 \cdot y)$ л/с. Необходимо определить: глубину воды H_2 в правой части, диаметр d_2 отверстия в наружной стенке и скорость V_c в сжатом сечении струи, вытекающей из резервуара. Центр отверстия расположен на высоте $e = 0,4 \cdot H_1$ м от дна.

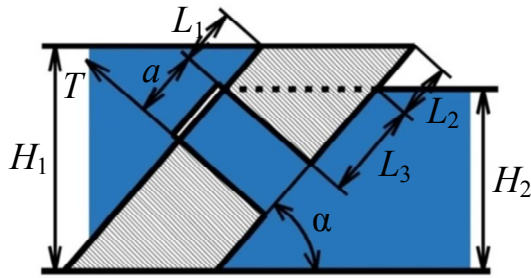
Вариант 3

Задача 1



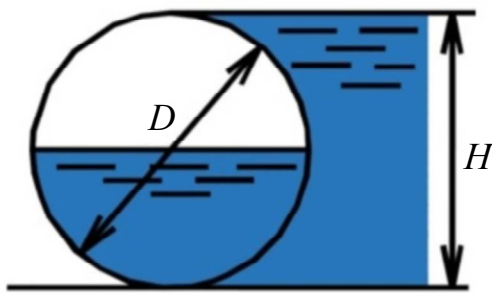
Определить манометрическое давление в точке А трубопровода, заполненного водой, если высота столба ртути по пьезометру $h_2 = (25 + 0,07 \cdot y)$ см. Центр трубопровода расположен на $h_1 = (43 - 0,1 \cdot x \cdot y)$ см ниже линии раздела между водой и ртутью.

Задача 2



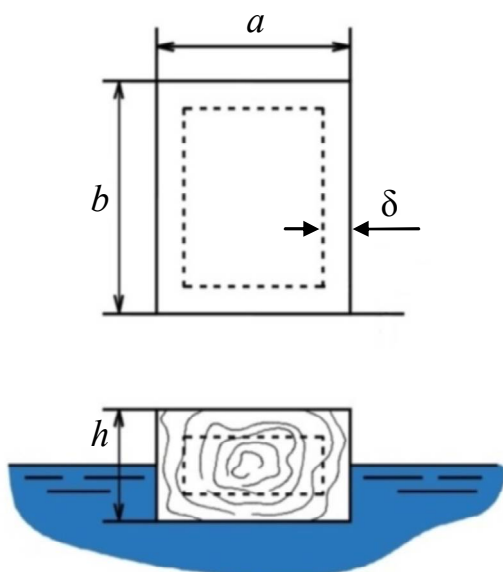
Определить усилие T , необходимое для подъема прямоугольного щита высотой $a = (0,1 \cdot x + 0,5)$ м и шириной $b = (0,1 \cdot y + 2,5)$ м. Расстояние $L_1 = L_2 = (0,1 \cdot y + 0,5)$ м. Высота воды в верхнем бьефе $H_1 = (5 + \frac{y}{2})$ м. Высота воды в нижнем бьефе $H_2 = (H_1 - L_2 \cdot \sin \alpha)$ м.

Задача 3



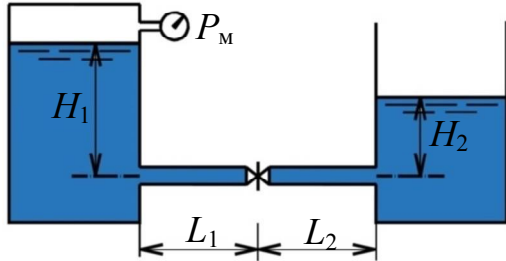
Определить величину равнодействующей силы гидростатического давления F на правую боковую стенку трубопровода, если его длина $b = (x + 1)$ м, а диаметр $D = (0,5 \cdot y + 0,5)$ м. Высота слоя воды внутри трубопровода равна $\frac{D}{2}$. Высота воды в канале справа от емкости составляет $H = D$ м.

Задача 4



Определить остойчивость деревянного понтона с размерами $a = (2 + 0,1 \cdot y)$ м, $b = (3 + 0,2 \cdot x)$ м и $h = (1 + y)$ м. Плотность дерева составляет $\rho = (500 + x \cdot y)$ кг/м³. Толщина стенки понтона равна $\delta = (0,05 + 0,01 \cdot y)$ м.

Задача 5



Вода, температурой t , перетекает из левого бака в правый по чугунному трубопроводу диаметром d и общей длиной $L = (60 + x \cdot y)$ м. На трубопроводе располагается задвижка, разделяющая его на равные части $L_1 = L_2$. Уровень воды в правом баке над осью трубопровода составляет $H_2 = (1,5 + y)$ м. Уровень воды в левом баке над осью трубопровода составляет $H_1 = (4 + H_2)$ м. Расход $Q = (60 + 2 \cdot x)$ л/с. Необходимо определить избыточное давление в левом баке P_m .

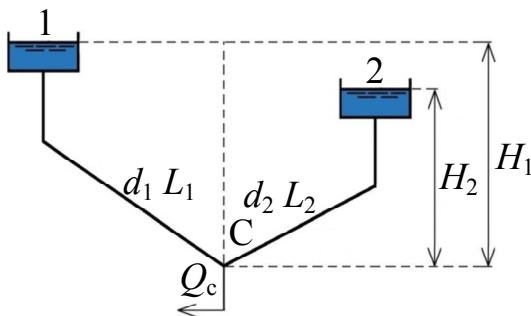
Значения величин d и t , а также степень открытия задвижки $(d-h)/d$ определяются по табл. 6.

Таблица 6

Определение условий задачи 5 (3 вариант)

Число Y	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d , мм	125	150	200	250	300	400	125	150	200	250
t , °C	20	15	10	5	20	15	10	5	20	15
$(d-h)/d$	0	1/8	2/8	3/8	4/8	5/8	6/8	7/8	3/8	1/8

Задача 6



Расходный пункт С питается из двух водонапорных башен 1 и 2 по водопроводным линиям протяженностью $L_1 = (700 + 16 \cdot y)$ м и $L_2 = (175 + 4 \cdot y)$ м соответственно. Диаметры трубопроводов d_1 и d_2 принимаются согласно табл. 7. Необходимо определить расходы на каждой линии трубопроводов,

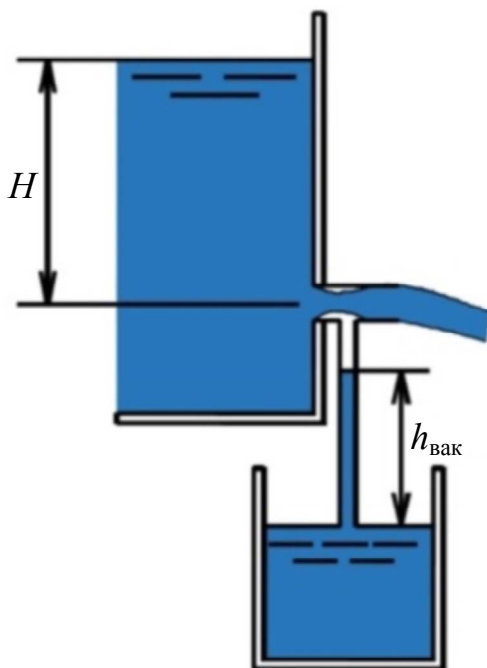
идущих к пункту С, если суммарный расход в этой точке $Q_c = (20,2 + 0,12 \cdot y)$ л/с, а наименьший напор составляет $H_c = (3 + 0,5 \cdot x)$ м. Величины напоров от первой и второй водонапорных башен равны $H_1 = (20 + x)$ м и $H_2 = (10 + x)$ м соответственно. Материал трубопроводов – железобетон.

Таблица 7

Определение условий задачи 6 (3 вариант)

Число Y	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
d_1 , мм	75	100	125	150	200	100	125	125	150	100
d_2 , мм	100	125	150	200	250	150	125	200	150	200

Задача 7



Через цилиндрический насадок, расположенный в стенке резервуара, вытекает вода с расходом $Q = (5 + 0,47 \cdot y)$ л/с. Диаметр насадка $d = (3,6 + 0,2 \cdot y)$ см. Необходимо определить напор H над центром насадка, скорость V_c и давление P_c в сжатом сечении в насадке.

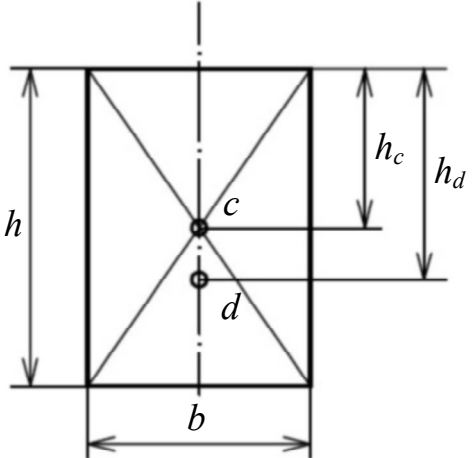
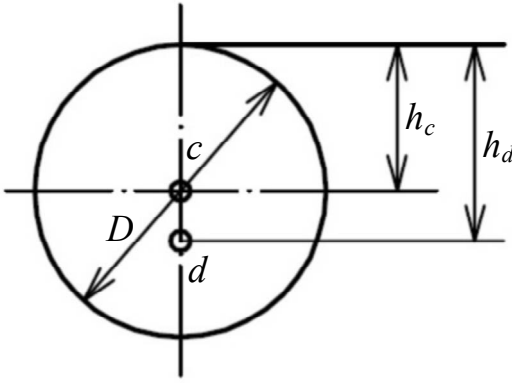
ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

Плотность и кинематическая вязкость некоторых жидкостей

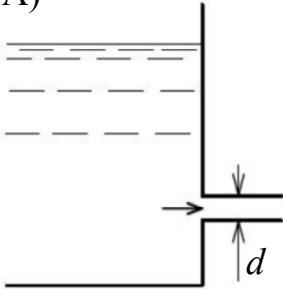
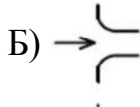
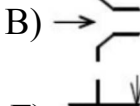
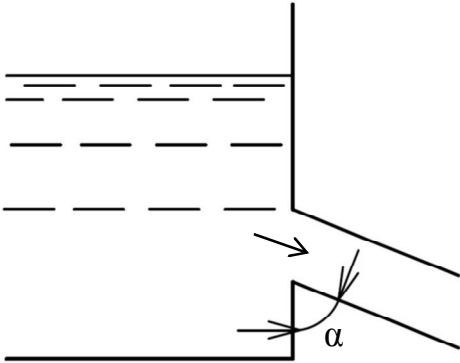
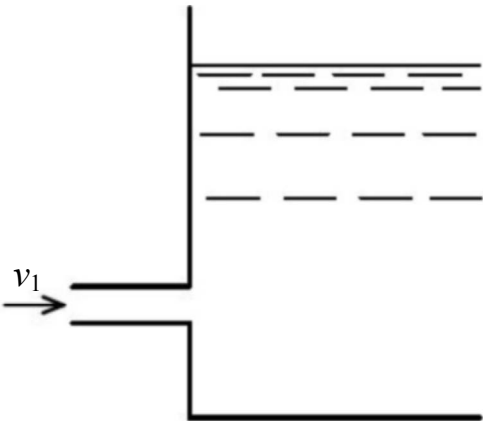
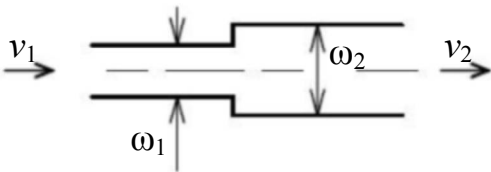
Наименование жидкости	ρ , кг/м ³	t , °C	$\nu \cdot 10^{-6}$, м ² /с
Вода	1000	5	1,52
	1000	10	1,31
	1000	15	1,15
	1000	20	1,10
Ртуть	13600	20	11,4
Бензин	700–750	20	0,76–0,71

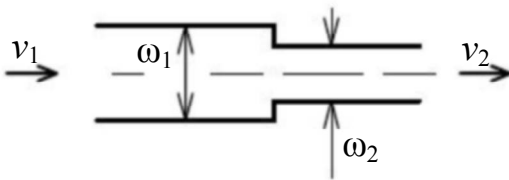
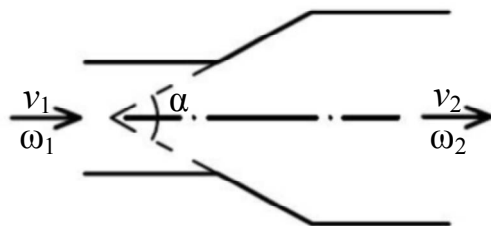
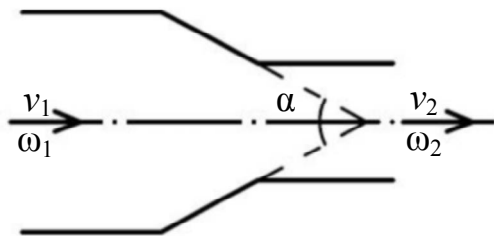
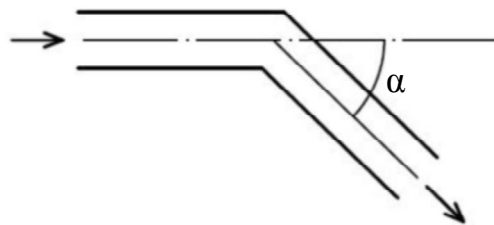
Момент инерции I_c , площадь S , координаты h_c и центра давления h_d
плоских фигур

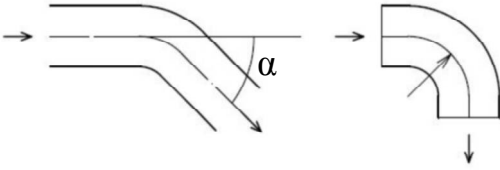
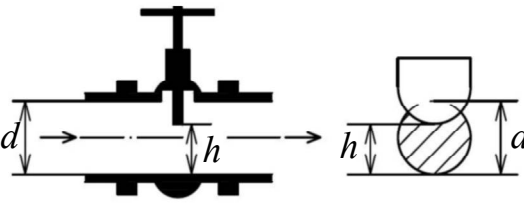
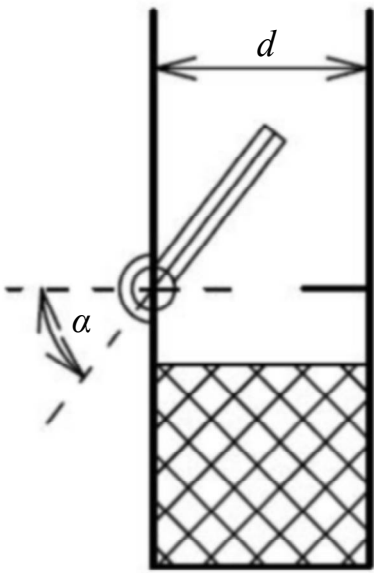
Фигура	I_c	h_c	h_d	S
	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{h}{2}$	$\frac{2}{3}h$	bh
	$\frac{\pi d^4}{64}$	$\frac{d}{2}$	$\frac{5}{8}d$	$\frac{\pi d^2}{4}$

Примечание. Значение h_d актуально только для случая, когда верхняя точка плоской фигуры совпадает с уровнем свободной поверхности жидкости.

Значения коэффициентов местных сопротивлений

Вход в трубу	А) Б) В) Г)	а) $\zeta_{\text{BX}} = 0,5$ б) $\zeta_{\text{BX}} = 0,2$ в) $\zeta_{\text{BX}} = 0,15$ г) $\zeta_{\text{BX}} = 0,5-1,0$		
Вход в трубу с поворотом		Коэффициент сопротивления $\zeta_{\text{BX},\alpha}$ зависит от угла поворота α		
α	90	75	60	45
$\zeta_{\text{BX},\alpha}$	0,50	0,59	0,70	0,81
Выход в резервуар		$\zeta_{\text{ВЫХ}} = 1,0$		
Внезапное расширение		$h_{\text{вн.р.}} = \zeta_1 \frac{v_1^2}{2g}; \zeta_1 = \left(1 - \frac{\omega_1}{\omega_2}\right)^2$$h_{\text{вн.р.}} = \zeta_2 \frac{v_2^2}{2g}; \zeta_2 = \left(\frac{\omega_2}{\omega_1} - 1\right)^2$ ω – площадь живого сечения потока		

Внезап- ное сужение		$h_{\text{вн.с.}} = \zeta_{\text{вн.с.}} \frac{v_2^2}{2g};$ $\zeta_{\text{вн.с.}} = 0,5 \left(1 - \frac{\omega_2}{\omega_1} \right)$									
Плавное расши- рение		$h_{\text{пл.р.}} = \zeta_{\text{пл.р.}} \frac{v_2^2}{2g};$ $\zeta_{\text{пл.р.}} = \frac{\lambda}{2 \sin(\alpha/2)} \cdot \frac{n^2 - 1}{n^2} + \sin \alpha \left(\frac{n-1}{n} \right)^2,$ где $n = \omega_2 / \omega_1$, λ – коэффициент гидравли- ческого трения. Для стандартных переходов по ГОСТ / ОСТ $\zeta_{\text{пл.р.}} = 0,25$									
Плавное сужение		$h_{\text{пл.с.}} = \zeta_{\text{пл.с.}} \frac{v_2^2}{2g};$ $\zeta_{\text{пл.с.}} = \frac{\lambda}{8 \sin \alpha} \left(1 - \frac{1}{\left(\frac{\omega_2}{\omega_1} \right)^2} \right), \text{ где}$ λ – коэффициент гидравли- ческого трения. Для стандартных переходов по ГОСТ / ОСТ $\zeta_{\text{пл.с.}} = 0,1$									
Резкий поворот		Коэффициент сопротивле- ния $\zeta_{\text{пов}}$ зависит от угла по- ворота α									
α	0	20	30	45	60	75	90	110	130	150	180
$\zeta_{\text{пов}}$	0	0,13	0,16	0,32	0,56	0,81	1,19	1,87	2,59	3,20	3,60

Плав- ный по- ворот					Коэффициент сопротивле- ния ζ зависит от угла пово- рота $\zeta_{\alpha} = \zeta_{90} \frac{\alpha}{90^{\circ}}$ $\zeta_{90} = (0,2 + 0,001 \cdot (100\lambda)^3) \sqrt{d/R}$ λ – коэффициент гидравли- ческого трения. Для стандартных переходов по ГОСТ / ОСТ $\zeta_{90} = 0,5 - 0,6$			
Задвиж- ка					Коэффициент сопротивле- ния $\zeta_{\text{завд}}$ зависит от степени закрытия задвижки $(d-h)/d$ При расчете трубопровод- ных систем коэффициент сопротивления открытой за- движки принимается $\zeta_{\text{завд}} =$ $0,1-0,2$			
$(d-h)/d$	0	1/8	2/8	3/8	1/2	5/8	3/4	7/8
ω/ω_0	1	0,948	0,856	0,740	0,609	0,466	0,315	0,159
$\zeta_{\text{завд}}$	0	0,07	0,26	0,81	2,06	5,52	17,0	97,8
Обрат- ный клапан с сеткой					Сопротивление приемного клапана с сеткой $\zeta_{\text{кл}} = 5,0-10,0$			

Значения эквивалентной шероховатости

Труба	Эквивалентная шероховатость Δ_z , мм
Полиэтиленовая труба	0,02
Сварная стальная труба: новая	0,04–0,1
Сварная стальная труба: после эксплуатации	0,1–1,5
Чугунная труба: новая	0,2–0,5
Чугунная труба: после эксплуатации	1,0–1,4
Чугунная труба: корродированная / с большим количеством отложений	2,0–4,0
Железобетонная труба, высокого качества	0,3–0,8
Железобетонная труба, среднего качества	2,5
Железобетонная труба, шероховатая	3,0–9,0
Керамическая труба	1,35
Резиновый шланг	0,03
Стеклянная труба	0,0015–0,01

Характеристики отверстий и насадков

Тип Параметр	Отверстие	Внешний цилиндрический насадок	Внутренний цилиндрический насадок
Коэффициент сжатия ε	0,64	1	1
Коэффициент скорости φ	0,97–0,98	0,82	0,71
Коэффициент расхода μ	0,62	0,82	0,71

Значение коэффициента гидравлического трения λ от числа Рейнольдса (Re)

Re	Режим движения / зона		От чего зависит λ	Определение λ	Автор формулы
$Re < 2320$	Ламинарный		$\lambda = f(Re)$	$\lambda = \frac{64}{Re}$	Стокс
$2320 < Re < 4000$	Переходный		$\lambda = f(Re)$	$\lambda = \frac{2,7}{Re^{0,53}}$	Френкель
$4000 < Re < 20 \cdot (d / \Delta_3)$	Турбулентный	Гладкая зона сопротивления	$\lambda = f(Re)$	$\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}$	Блазиус
$20 \cdot (d / \Delta_3) < Re < 500 \cdot (d / \Delta_3)$		Доквадратичная (переходная) зона сопротивления	$\lambda = f(Re, \Delta)$	$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta_3}{d} + \frac{68}{Re} \right)^{0,25}$	Альтшуль
$Re > 500 \cdot (d / \Delta_3)$		Квадратичная (Шероховатая) зона сопротивления	$\lambda = f(\Delta)$	$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{\Delta_3}{d} \right)^{0,25}$	Шифринсон

**Удельное сопротивление S_0 железобетонных и бывших в употреблении
чугунных водопроводных труб, $\text{с}^2/\text{м}^6$**

d , мм	Средняя в сечении скорость, м/с										
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	>1,2
50	21400	1940	1820	17500	16900	16500	16100	1580	15600	1540	15200
75	2410	2190	2050	1970	1900	1850	1810	1780	1760	1740	1710
100	519	471	442	423	408	399	390	383	379	374	368
125	157	142	133	128	123	120	118	115	114	113	111
150	58,9	53,5	50,2	48,1	46,4	45,4	44,3	43,5	43,1	42,4	41,8
200	12,7	11,6	10,8	10,4	10,0	9,8	9,57	9,39	9,3	9,16	9,03
250	3,88	3,52	3,30	3,16	3,05	2,98	2,92	2,86	2,83	2,79	2,75
300	1,45	1,31	1,23	1,18	1,14	1,11	1,09	1,07	1,06	1,04	1,025
350	0,639	0,580	0,544	0,521	0,503	0,492	0,48	0,471	0,467	0,46	0,453
400	0,314	0,285	0,268	0,256	0,248	0,242	0,236	0,232	0,230	0,226	0,223
450	0,168	0,152	0,143	0,137	0,132	0,129	0,126	0,124	0,123	0,121	0,119
500	0,096	0,087	0,082	0,078	0,075	0,074	0,072	0,071	0,070	0,069	0,068
600	0,036	0,033	0,031	0,029	0,028	0,028	0,027	0,027	0,026	0,026	0,026
700	0,016	0,014	0,013	0,013	0,012	0,012	0,012	0,012	0,011	0,011	0,011
750	0,011	0,010	0,009	0,009	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,008	0,007
800	0,007	0,007	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006	0,005	0,005	0,005	0,005
900	0,004	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003
1000	0,002	0,002	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

Примечание. Затраты удельной энергии (потери напора) по длине трубы $h_l = S_0 \cdot l \cdot Q^2$, где l – длина трубы, м; Q – расчетный расход, $\text{м}^3/\text{сек}$.

Удельное сопротивление S_0 бывших в употреблении стальных труб, $\text{с}^2/\text{м}^6$

d , мм	Средняя в сечении скорость, м/с										
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	>1,2
50	15600	14200	13300	12700	12300	12000	11700	11500	11400	11200	11100
70	4080	3700	3470	3330	3200	3140	3070	3000	2980	2940	2890
80	1650	1500	1400	1340	1300	1270	1240	1220	1200	1190	1170
100	376	342	320	307	296	290	283	278	275	270	267
125	150	136	127	122	115	108	113	110	109	108	106
150	63,4	57,9	53,9	51,7	49,9	48,8	47,7	46,8	46,3	45,6	45,0
175	26,7	24,3	22,8	21,8	21,0	20,6	20,1	19,7	19,5	19,2	19,0
200	13,07	11,87	11,12	10,66	10,29	10,06	9,83	9,64	9,55	9,41	9,27
225	6,80	6,17	5,78	5,54	5,35	5,23	5,11	5,01	4,96	4,89	4,82
250	3,64	3,30	3,10	2,97	2,86	2,80	2,73	2,68	2,66	2,62	2,58
275	2,16	1,96	1,84	1,76	1,70	1,66	1,62	1,59	1,58	1,55	1,53
300	1,324	1,202	1,170	1,127	1,042	1,019	0,995	0,977	0,967	0,953	0,939
325	0,859	0,780	0,731	0,700	0,676	0,661	0,646	0,633	0,627	0,618	0,609
350	0,575	0,522	0,490	0,469	0,453	0,443	0,432	0,424	0,420	0,414	0,408
400	0,290	0,264	0,247	0,240	0,229	0,224	0,218	0,214	0,212	0,209	0,206
450	0,154	0,140	0,131	0,125	0,121	0,118	0,116	0,113	0,112	0,111	0,109
500	0,0877	0,0796	0,0746	0,0715	0,0690	0,0675	0,0659	0,0647	0,0641	0,0631	0,0622
600	0,0336	0,0305	0,0286	0,0274	0,0264	0,0258	0,0252	0,0248	0,0245	0,0242	0,0238
700	0,0162	0,0147	0,0138	0,0132	0,0128	0,0125	0,0122	0,0120	0,0118	0,0117	0,0115
800	0,00798	0,00724	0,00679	0,00651	0,00628	0,00614	0,00600	0,00589	0,00583	0,00574	0,00566
900	0,00427	0,00388	0,00364	0,00348	0,00336	0,00329	0,00321	0,00315	0,00312	0,00308	0,00303
1000	0,00245	0,00223	0,00209	0,00200	0,00193	0,00189	0,00184	0,00181	0,00179	0,00177	0,00174
1200	0,00093	0,00084	0,00079	0,00076	0,00073	0,00072	0,00070	0,00069	0,00068	0,00067	0,00066
1400	0,00041	0,00037	0,00035	0,00033	0,00032	0,00031	0,00031	0,00030	0,00030	0,00029	0,00029

Список литературы

1. Лапшев Н. Н. Гидравлика: учебник для студ. высш. учеб. заведений / Н. Н. Лапшев. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 269 с.
2. Лапшев Н. Н. Основы гидравлики и теплотехники: учебник для студ. учреждений высш. проф. образования / Н. Н. Лапшев, Ю. Н. Леонтьева. – М.: Издательский центр «Академия», 2003. – 399 с.
3. Киселев П. Г. Справочник по гидравлическим расчетам / П. Г. Киселев. – М.-Л.: Госэнергоиздат, 1961. – 352 с. с черт.
4. Гиргидов А. Д. Механика жидкости и газа (гидравлика) / А. Д. Гиргидов. – Инфра-М, 2018. – 704 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Общие указания.....	3
Правила использования методических указаний	4
Задания.....	5
Вариант 1	5
Вариант 2	9
Вариант 3	12
Приложения	16
Список литературы	25

Учебное издание

МЕХАНИКА ЖИДКОСТИ И ГАЗА

Методические указания

Составители: **Федоров** Святослав Викторович,
Телятникова Анна Максимовна,
Столбихин Юрий Вячеславович

Редактор
Корректор
Компьютерная верстка

Подписано к печати .2019. Формат 60×84 1/16. Бум. офсетная.
Усл. печ. л. . Тираж 100 экз. Заказ . «С» .
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.
190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.
Отпечатано на МФУ. 198095, Санкт-Петербург, ул. Розенштейна, д. 32, лит. А.