

УДК 532.5/7.001.12 (076.1.5)

Рецензент: д-р техн. наук, профессор А. Н. Ким (СПбГАСУ)

Механика жидкости и газа: метод. указания / сост.: А. М. Новикова, А. В. Кудрявцев, И. И. Иваненко; СПбГАСУ. – СПб., 2014. – 18 с.

Приведены условия задач, схемы, приложение, содержащее справочные данные для выполнения контрольной работы, а также методические указания и требования по их выполнению.

Предназначены для студентов специальности 271101 – строительство уникальных зданий и сооружений (СУЗС), направлений подготовки 270800 – строительство (С), 140100 – теплоэнергетика (ТЭ) I, II и III курсов всех форм обучения.

Табл. 3. Ил. 12. Библиогр.: 5 назв.

Общие указания

В процессе выполнения контрольной работы (согласно учебному плану) по дисциплине «Механика жидкости и газа» студенты закрепляют изучаемый материал, самостоятельно решая задачи и отвечая на поставленные теоретические вопросы. Работа является формой отчетов по отдельным разделам практического курса и должна быть прорецензирована и оценена преподавателем.

Контрольная работа включает следующие разделы: гидростатика, гидравлические сопротивления (уравнение Бернулли для вязкой жидкости), расчет длинных трубопроводов и систем, истечение из отверстий и насадков, равномерное движение жидкости в открытых руслах и каналах, движение грунтовых вод.

Работа выполняется пастой, четко и грамотно, на одной стороне листа. Вторая сторона может использоваться для промежуточных вычислений, замечаний преподавателя и внесения исправлений. Графики к задачам вычерчиваются аккуратно карандашом или ручкой с учетом требований к техническим чертежам.

Рекомендуется выполнять контрольную работу после проработки всех разделов данной темы.

На ее титульном листе должны быть указаны наименование дисциплины, фамилия и инициалы студента, номер зачетной книжки, факультет и группа.

Незачтенная работа возвращается на переработку. После исправления всех замечаний к вновь выполненной работе необходимо приложить незачтенную работу с рецензией.

© Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет, 2014

НТБ СПбГАСУ
Отдел
учебной литературы

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ И РЕШЕНИЮ ЗАДАЧ

Теоретическая часть предполагает проработку разделов курса по теме контрольной работы. Следует определить раздел курса выполняемой работы; уяснить вывод основных закономерностей и использовать их при решении задач; ознакомиться с решениями типовых задач, приведенных в рекомендуемой литературе.

Необходимые данные для всех задач в задании определяются по двум последним цифрам номера зачетной книжки:

Y – предпоследняя цифра шифра; Z – последняя.

Параметры, заданные в табличной форме, выбираются по последней цифре шифра.

Для каждой задачи представляют исходные и искомые величины в краткой записи, а также рисунок, приведенный в задании. Размерности заданных величин следует привести к системе СИ, а рисунок дополнить расчетной схемой с указанием заданных и определяемых параметров.

В представляемых зависимостях должны быть раскрыты все входящие в них величины. При использовании эмпирических формул и заданных числовых коэффициентов необходимо сделать ссылку на литературный источник или справочный материал. Задачи следует решать в алгебраической форме, а численные значения подставлять в полученные конечные зависимости. Размерности нужно подставлять не только при получении окончательного результата, но и во всех промежуточных вычислениях.

При работе необходимо придерживаться всех правил приближенного вычисления с точностью до второй значащей цифры. При решении задач рекомендуется использовать справочные материалы, вспомогательные таблицы, графики, облегчающие расчеты.

По полученным расчетным данным строятся графики (если это необходимо по условию задачи) с указанием конкретной зависимости.

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

Задача 1

Закрытый резервуар с жидкостью плотностью $\rho_{\text{ж}} = 820 \text{ кг/м}^3$ снабжен закрытым пьезометром, ртутным дифманометром и механическим манометром. Определить высоту поднятия ртути $h_{\text{рт}}$ в дифманометре и пьезометрическую высоту h_x в закрытом пьезометре, если известны: показание манометра $P_{\text{м}} = (0,12 + 0,005 y) \text{ МПа}$ и высоты $h_1 = (2,3 + 0,05 y) \text{ м}$, $h_2 = (1,3 + 0,05 z) \text{ м}$, $h_3 = (2,0 + 0,05 y) \text{ м}$ (рис. 1).

Задача 2

Поворотный клапан закрывает выход из бензохранилища в трубу квадратного сечения. Глубина бензина слева $h = (0,3 + 0,05 y) \text{ м}$, глубина бензина справа $H = (0,85 + 0,05 z) \text{ м}$, угол наклона клапана к горизонту $\alpha = (45 + 0,2 y)^\circ$, $\rho_6 = 686 \text{ кг/м}^3$, избыточное давление паров бензина в резервуаре $P_{\text{м}} = (0,6 + 0,01 y) \text{ кПа}$.

Определить, какую силу T необходимо приложить к тросу для открытия клапана (рис. 2).

Задача 3

Определить силу суммарного давления бензина на торцевую стенку цилиндрической цистерны диаметром $d = (2,4 + 0,05 y) \text{ м}$ и точку ее приложения. Высота горловины $h_r = (0,6 + 0,02 z) \text{ м}$. Цистерна заполнена бензином до верха горловины. Плотность бензина $\rho_6 = 740 \text{ кг/м}^3$ (рис. 3).

Задача 4

Круглое отверстие в вертикальной стенке закрытого резервуара с водой перекрыто сферической крышкой. Радиус сферы

$R = (0,5 + 0,02 y)$ м, угол $\alpha = (120 + 0,1 z)^\circ$, глубина погружения центра тяжести отверстия $H = (1,0 + 0,1 y)$ м.

Определить давление воды на крышку, если на свободной поверхности $P_m = (147 + 0,2 z)$ кПа (рис. 4).

Задача 5

Восковой шарик помещен в сосуд, заполненный маслом и водой. Плотность воска $\rho_{\text{воска}} = 960$ кг/м³, плотность масла $\rho_m = 900$ кг/м³.

Определить отношение объема воскового шарика в воде ко всему объему шарика (рис. 5).

Задача 6

Ось горизонтального участка трубы диаметром d_1 расположена на высоте $h_1 = (0,25 + 0,05 y)$ м над уровнем воды в резервуаре II. Ось горизонтального участка трубы диаметром d_2 лежит ниже уровня воды в резервуаре II на величину $h_2 = (0,5 + 0,05 z)$ м. Длины участков: $l_1 = (10 + 0,1 y)$ м; $l_2 = (20 + 0,1 z)$ м; $l_3 = (10 + 0,1 y)$ м. Напор в резервуаре I $H = (1,0 + 0,1 z)$ м, коэффициенты поворотов $\zeta_{30} = 0,7$, $\zeta_{120} = 1,44$.

Определить расход воды в трубопроводе и построить напорную и пьезометрическую линии (рис. 6).

Численные значения диаметров взять из табл. 1.

Таблица 1

Цифра шифра Z	d_1 , мм	d_2 , мм	Цифра шифра Z	d_1 , мм	d_2 , мм
0	50	75	5	80	125
1	75	100	6	50	100
2	50	80	7	75	150
3	80	100	8	80	150
4	75	125	9	100	125

Задача 7

Из резервуара при постоянном манометрическом давлении $P_m = (20 + 0,2 y)$ МПа и постоянном уровне $H = (1,0 + 0,1 z)$ м вода вытекает по вертикальной трубе переменного сечения, нижний конец которой погружен в открытый резервуар.

Определить расход Q в трубе и полное гидростатическое давление P_2 в сечении 2-2, расположенном на высоте $h = (0,5 + 0,02 y)$ м от свободной поверхности нижнего резервуара, если $d_1 = (50 + 5 z)$ мм, $d_2 = (75 + 2 y)$ мм (рис. 7).

Учитывать только местные сопротивления.

Задача 8

Из бачка I вода подается при постоянном уровне через цилиндрический насадок диаметром $d_1 = (0,3 + 0,02 y)$ м в емкость, разделенную на два отсека: II и III. В перегородке есть прямоугольное отверстие размерами $a = (0,4 + 0,02 y)$ м, $b = (0,2 + 0,01 z)$ м. Полный напор над центром тяжести наружного отверстия диаметром $d_2 = (0,4 + 0,01 z)$ м $H = (4,0 + 0,1 y)$ м.

Определить расход Q и высоты уровней воды в отсеках II и III, т. е. h_1, h_2, h_3 (рис. 8).

Задача 9

Трубопровод, питаемый от водонапорной башни, имеет участок AB с параллельным соединением труб, длины которых $l_1 = (400 + 5 y)$ м, $l_2 = (200 + 2 z)$ м, $l_3 = (300 + 5 y)$ м. Длина участка BC $l_4 = (500 + 4 z)$ м. Диаметры ветвей трубопровода: d_1 мм, $d_2 = d_3$ мм, d_4 мм. Трубы стальные. Напор в конце трубопровода, в точке C, $H_C = 10$ м. Расход в третьей ветви $Q_3 = (30 + 0,1 z)$ л/с.

Определить расходы на участках 1, 2 и BC и пьезометрический напор в точке A H_A (рис. 9).

Численные значения диаметров взять из табл. 2.

Таблица 2

Цифра шифра Z	d_1 , мм	$d_2 = d_3$, мм	d_4 , мм	Цифра шифра Z	d_1 , мм	$d_2 = d_3$, мм	d_4 , мм
0	150	200	300	5	175	150	250
1	100	150	200	6	200	175	300
2	200	250	300	7	275	200	350
3	250	200	350	8	225	200	300
4	275	150	300	9	250	225	275

Задача 10

Определить напор перед стальным дюкером диаметром d мм, имеющем два поворота на угол $\alpha = (30 + 2 y)^\circ$, если расход $Q = (1,3 + 0,1 z) \text{ м}^3/\text{с}$; длина дюкера $L = (25 + 2 y) \text{ м}$; температура воды $t = 15^\circ \text{C}$ (рис. 10).

Численные значения диаметров взять из табл. 3.

Таблица 3

Цифра шифра Z	d , мм	Цифра шифра Z	d , мм
0	1200	5	800
1	1000	6	900
2	900	7	700
3	800	8	600
4	1000	9	500

Задача 11

Канал (земляной) трапециевидного сечения имеет коэффициент заложения откосов $m = 1,5$; уклон дна $i = (0,0006 + 0,0001 y)$; ширину дна русла $b = (2,5 + 0,05 z) \text{ м}$ и пропускает при глубине $h_0 = (1,5 + 0,05 y) \text{ м}$ расход $Q_1 = (6,5 + 0,1 z) \text{ м}^3/\text{с}$.

На сколько метров нужно уширить канал при сохранении заданных m и i , чтобы он пропускал при том же наполнении расход $Q_2 = (9 + 0,1 z) \text{ м}^3/\text{с}$ (рис. 11)?

Задача 12

Вычислить дебит артезианской скважины при условии, что мощность водоносного пласта $t = (15 + 0,5 y) \text{ м}$; диаметр скважины $d = (30 + 0,5 z) \text{ см}$; глубина откачки $S = (6 + 1 y) \text{ м}$; радиус влияния $R = (150 + 10 z) \text{ м}$; коэффициент фильтрации $k = (10 + 1 y) \text{ м/сут}$ (рис. 12).

РИСУНКИ К ЗАДАЧАМ

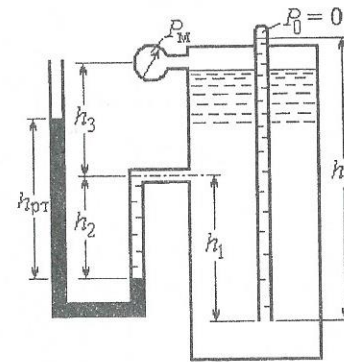


Рис. 1

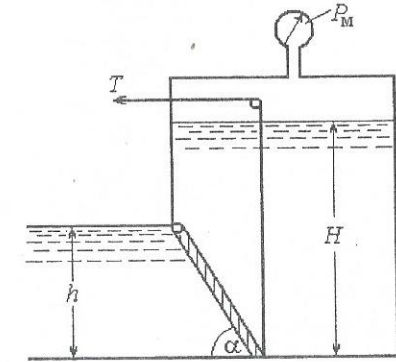


Рис. 2

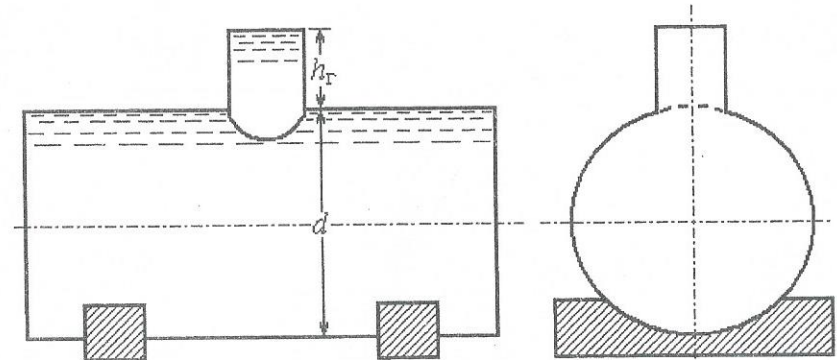


Рис. 3

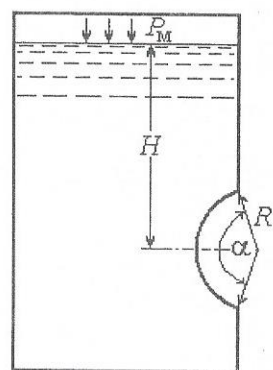


Рис. 4

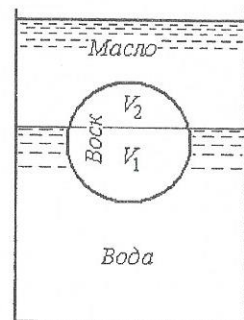


Рис. 5

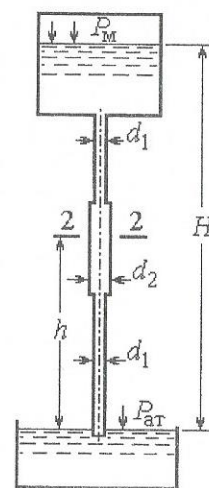


Рис. 7

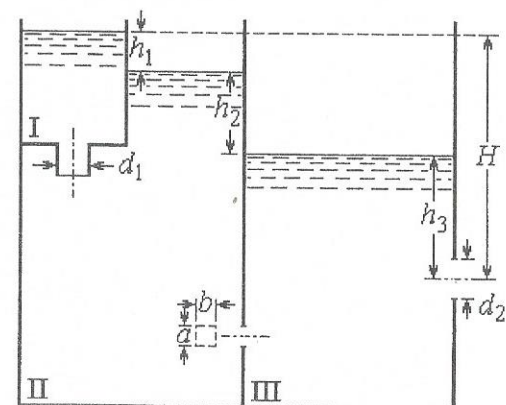


Рис. 8

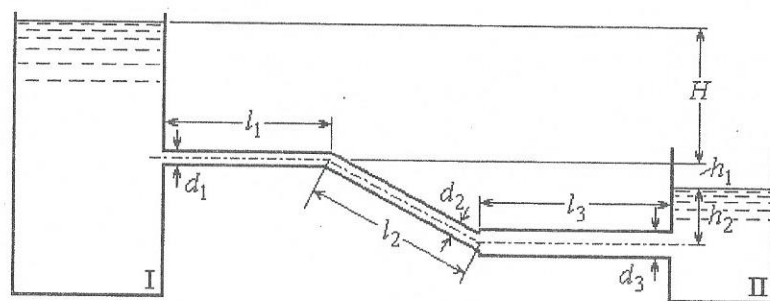


Рис. 6

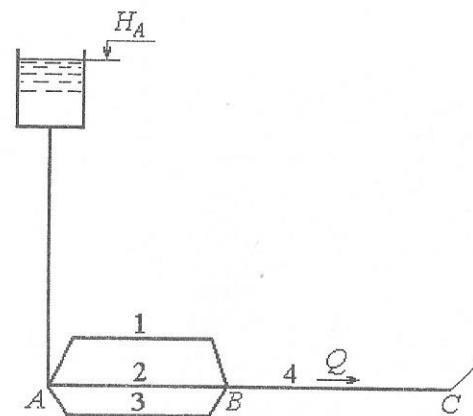


Рис. 9

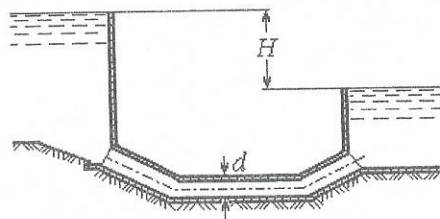


Рис. 10

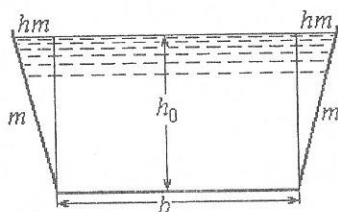


Рис. 11

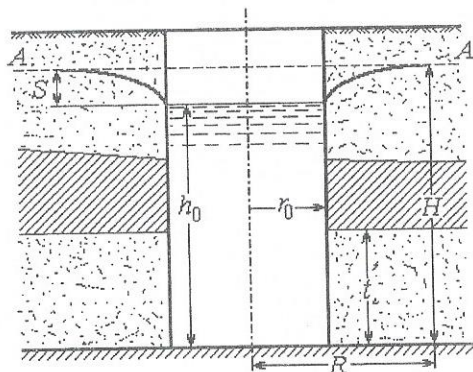


Рис. 12

Рекомендуемая литература

1. Гиргидов А. Д. Механика жидкости и газа (гидравлика) : учебник / А. Д. Гиргидов. – СПб. : Изд-во СПбГТУ, 2007.
2. Латиев Н. Н. Гидравлика / Н. Н. Латиев. – М. : Издательский центр «Академия». 2007.
3. Лойцянский Л. Г. Механика жидкости и газа / Л. Г. Лойцянский. – М. : Дрофа, 2003.
4. Сборник задач по машиностроительной гидравлике / под ред. И. И. Куколевского, Л. Г. Подвидза. – М. : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2002.
5. Сологаев В. И. Гидравлика (Механика жидкости и газа) : учебн. пособие / В. И. Сологаев. – Омск : Изд-во СибАДИ, 2010.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Эквивалентная шероховатость $\Delta_{\text{экв}}$, мм, для труб:

Стальные цельнотянутые, новые	0,02–0,05
То же неновые	0,15–0,30
Чугунные новые	0,25–1,00
То же неновые	0,80–1,50
Асбестоцементные	0,05–0,10
Бетонные и железобетонные	0,30–0,80

Таблица П1

Значения кинематического коэффициента вязкости ν для некоторых жидкостей

Наименование жидкости	Температура t , °C	ν , см ² /с
Вода	5	0,0152
То же	10	0,0131
«	15	0,0115
«	20	0,0101
«	45	0,0060
Нефть (плотность 880 кг/м ³)	15	0,28–0,34

Таблица П2

Коэффициент местных потерь

Наименование местного сопротивления	ξ_m
Вход в трубу, прямой, при острых входных кромках	0,5
Выход из трубы в резервуар больших размеров	1,0
Внезапное расширение трубы	$(\omega_2/\omega_1 - 1)$
Внезапное сужение трубы	$0,5(1 - \omega_2/\omega_1)$

Таблица П3

Резкий поворот (колесо) в чугунной или стальной трубе

Угол поворота α°	30	45	60	90	120	135
$\xi_{\text{пов}}$	0,165	0,320	0,684	1,265	1,898	2,152

Таблица П4

Удельное сопротивление S_0 неновых стальных труб, с²/м⁶

D труб, мм	Средняя в сечении скорость v , м/с									
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2
50	14200	13300	12700	12300	12000	11700	11500	11400	11200	11100
70	3700	3470	3330	3200	3140	3070	3000	2980	2940	2890
80	1500	1400	1340	1300	1270	1240	1220	1200	1190	1170
100	342	320	307	296	290	283	278	275	270	267
125	136	127	122	115	108	113	110	109	108	106
150	57,9	53,9	51,7	49,9	48,8	47,7	46,8	46,3	45,6	45,0
175	24,3	22,8	21,8	21,0	20,6	20,1	19,7	19,5	19,2	19,0
200	11,87	11,12	10,66	10,29	10,06	9,83	9,64	9,55	9,41	9,27
225	6,17	5,78	5,54	5,35	5,23	5,11	5,01	4,96	4,89	4,82
250	3,30	3,10	2,97	2,86	2,80	2,73	2,68	2,66	2,62	2,58
275	1,96	1,84	1,76	1,70	1,66	1,62	1,59	1,58	1,55	1,53
300	1,202	1,127	1,127	1,042	1,019	0,995	0,997	0,967	0,953	0,939
325	0,78	0,731	0,700	0,676	0,661	0,646	0,633	0,627	0,618	0,609
350	0,522	0,490	0,469	0,453	0,443	0,432	0,424	0,420	0,414	0,408
400	0,264	0,247	0,240	0,229	0,224	0,218	0,214	0,212	0,209	0,206
450	0,140	0,131	0,125	0,121	0,118	0,116	0,113	0,112	0,111	0,109
500	0,0796	0,075	0,072	0,069	0,068	0,066	0,065	0,064	0,063	0,062
600	0,0305	0,029	0,027	0,026	0,026	0,025	0,025	0,024	0,024	0,024
700	0,0147	0,0138	0,0132	0,0128	0,0125	0,0122	0,012	0,0118	0,011	0,011
800	0,0072	0,0068	0,0065	0,0063	0,0061	0,006	0,0059	0,0058	0,006	0,006
900	0,0039	0,0036	0,0035	0,0034	0,0033	0,0032	0,0032	0,0031	0,003	0,003
1000	0,0032	0,0021	0,002	0,0019	0,0019	0,0018	0,0018	0,0018	0,002	0,002
1200	0,0008	0,0008	0,0008	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,0007	0,001	0,001

ДЛЯ ЗАПИСЕЙ

Оглавление

Общие указания.....	3
Методические указания к теоретической части и решению задач.....	4
Контрольная работа.....	5
Рисунки к задачам.....	9
Рекомендуемая литература	13
Приложение.....	14