

Министерство образования и науки РФ
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

ГИДРОГАЗОДИНАМИКА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Нижекамск
2013

УДК 532+533

Д 53

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Нижнекамского химико-технологического института (филиала) ФГБОУ ВПО «КНИТУ».

Работа выполнена в рамках реализации гранта Президента РФ 16.120.11.206-МК.

Рецензенты:

Гарипов М.Г., кандидат технических наук, доцент;
Галлямов Р.Ф., кандидат технических наук.

Дмитриев, А.В.

Д 53 Гидрогазодинамика : методические указания / А.В. Дмитриев, О.С. Дмитриева. – Нижнекамск : Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ», 2013. – 16 с.

В методических указаниях изложены основные требования к выполнению контрольных работ по дисциплине «Гидрогазодинамика», условия задач, контрольные вопросы.

Работа предназначена для студентов заочной формы обучения механических, технологических и энергетических специальностей и профилей.

Подготовлены на кафедре процессов и аппаратов химических технологий НХТИ (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ».

УДК 532+533

© Дмитриев А.В., Дмитриева О.С., 2013

© Нижнекамский химико-технологический институт
(филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ», 2013

Содержание

Введение	4
1. Указания к выполнению контрольной работы	4
2. Вопросы к контрольной работе	6
3. Задачи к контрольной работе	9
4. Список рекомендуемой литературы	16

Введение

Учебная дисциплина «Гидрогазодинамика» – дисциплина, изучающая закономерности движения сплошных деформируемых сред при выполнении газодинамических и тепловых расчетов оборудования и измерительных систем тепловых и атомных станций, течение жидкостей и газов.

Цель освоения дисциплины «Гидрогазодинамика» состоит в изучении теоретических методов расчета движения жидкости и газа. Основными задачами изучения дисциплины являются: приобретение навыков использования основных уравнений гидрогазодинамики для расчета течений, выработка умений экспериментального исследования и анализа при решении практических задач.

Рабочими программами кафедр вузов предусматривается выполнение студентами заочного отделения контрольных работ, обычно на каждую дисциплину по одной работе в семестре. Текущий контроль преподавателя за работой студента производится именно по этим контрольным работам. Контрольные работы представляются на рецензию в сроки, указанные в учебном графике, в полном объеме.

1. Указания к выполнению контрольной работы

При выполнении контрольной работы студент должен решить четыре задачи и ответить на два теоретических вопроса в соответствии с номером своего варианта. Номер варианта устанавливается по последним двум цифрам номера зачетной книжки. Выбор вариантов контрольной работы представлен в таблице 1.

К контрольной работе предъявляются следующие требования:

- 1) работа должна быть полностью выполнена и аккуратно оформлена;
- 2) текст работы может быть рукописным или машинописным;

- 3) решение задач должно быть представлено подробно, в случае необходимости с приведением поясняющих рисунков;
- 4) при решении задач необходимо делать ссылки на литературные источники;
- 5) на первой странице необходимо указать вариант контрольной работы и его содержание.

Таблица 1 - Выбора вариантов контрольных заданий по дисциплине «Гидрогазодинамика» для студентов заочного отделения

<i>№ вариантов</i>	<i>Номера задач</i>	<i>Номера вопросов</i>	<i>№ вариантов</i>	<i>Номера задач</i>	<i>Номера вопросов</i>
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>	<i>6</i>
01	1.3, 8.9, 24.2, 29.4	1, 30	16	6.2, 9.1, 16.3, 26.4	16, 1
02	5.1, 13.3, 17.8, 30.10	2, 16	17	7.10, 17.9, 27.8, 29.1	17, 2
03	2.3, 4.4, 16.5, 28	3, 17	18	1.6, 7.8, 17.2, 23.4	18, 3
04	1.2, 12.3, 22.4, 29.5	4, 18	19	2.1, 8.3, 18.5, 27.10	19, 4
05	5.9, 16.8, 26.7, 29.2	5, 19	20	3.10, 9.3, 22.5, 29.6	20, 5
06	6.1, 16.2, 26.3, 27.4	6, 20	21	1.7, 5.10, 15.6, 20.4	21, 6
07	1.1, 7.9, 17.7, 20.1	7, 21	22	1.8, 12.6, 21.8, 30.6	22, 7
08	2.4, 8.2, 18.4, 21.9	8, 22	23	2.8, 12.7, 22.6, 23.2	23, 8

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6
09	3.9, 9.2, 19.3, 24.10	9, 23	24	3.2, 13.5, 23.5, 26.6	24, 9
10	1.4, 10, 20.3, 30.1	10, 24	25	4.3, 14.5, 25.7, 27.1	25, 10
11	1.5, 8.1, 21.7, 30.2	11, 25	26	5.6, 15.5, 25.4, 27.9	26, 11
12	2.9, 4.1, 12.8, 22.7	12, 26	27	1.10, 8.8, 17.1, 20.2	27, 12
13	3.1, 13.2, 23.3, 29.3	13, 27	28	5.2, 11, 24.9, 30.4	28, 13
14	4.2, 14.3, 15.4, 30.3	14, 28	29	2.5, 4.5, 16.6, 24.1	29, 14
15	5.8, 15.7, 19.10, 30.5	15, 29	30	6.3, 16.1, 26.5, 29.9	30, 15

2. Вопросы к контрольной работе

1. Параметры потока. Свойства жидкостей, газов и паров. Основные термодинамические соотношения.
2. Элементы кинематики сплошных сред. Методы изучения движения жидкости. Линии тока и вихревые линии.
3. Деформация и вращение жидкой частицы. Теорема Гельмгольца.
4. Вязкость жидкостей и газов. Реальная и идеальная (невязкая) жидкости. Поверхностные и массовые силы. Тензор напряжений для вязкой и идеальной жидкости. Закон Паскаля.
5. Жидкость в поле силы тяжести. Равновесие вращающейся жидкости. Закон Архимеда. Равновесие сжимаемой жидкости. Атмосфера в поле силы тяжести.
6. Уравнения сохранения (массы, количества движения, момента количества движения и энергии) в интегральной и дифференциальной форме. Частные случаи.
7. Одномерное установившееся движение жидкости. Роль

одномерного анализа при решении технических задач. Основные уравнения. Скорость звука.

8. Различные формы уравнения энергии. Изоэнтропийное течение. Параметры торможения и критические параметры. Газодинамические функции и газодинамические таблицы. Критический расход.

9. Суживающее сопло и сопло Лавалья. Режимы течения и изменение параметров потока по длине сопла Лавалья. Переменный режим работы суживающегося сопла.

10. Одномерные течения при различных воздействиях на поток. Установившееся течение сжимаемой вязкой жидкости в теплоизолированной трубе постоянного сечения.

11. Критическая длина трубы. Распределение скоростей и давлений вдоль трубы. Течение идеальной сжимаемой жидкости в канале с постоянной площадью поперечного сечения и прямым скачком уплотнения. Расчет параметров течения в сопле Лавалья со скачком уплотнения.

12. Теория физического подобия. Теория размерности формулы Фурье. Определяющие параметры. p -теорема подобия. Критерии подобия и моделирования. Роль подобия в теоретических и экспериментальных исследованиях.

13. Уравнение количества движения в форме Громеки-Ламба. Вихревое и безвихревое течения. Соотношения Коши-Римана. Уравнение Бернулли и интеграл Коши-Лагранжа.

14. Начальные и граничные условия уравнений идеальной жидкости. Функция тока и потенциал скорости, их свойства. Комплексный потенциал и комплексная скорость. Однородный поток, сток (исток), вихрь и диполь на плоскости.

15. Применение теории функций комплексного переменного к расчету потоков. Обтекание цилиндра установившимся потоком идеальной жидкости на плоскости. Теорема Жуковского о подъемной силе. Вихри в идеальной жидкости.

16. Уравнение движения для вязкой несжимаемой жидкости и уравнение Навье-Стокса. Ламинарное установившееся течение вязкой жидкости в трубах.

17. Распределение скоростей в поперечном сечении. Безразмерный коэффициент сопротивления. Закон Хагена-

Пуазейля. Универсальные законы распределения скорости.

18. Особенности турбулентного течения. Степень турбулентности. Трение при турбулентном течении. Статистические характеристики турбулентности. Уравнение Рейнольдса для турбулентного течения несжимаемой жидкости. Турбулентное течение в трубах.

19. Универсальные законы сопротивления для гладких труб. Гидравлическое сопротивление трубопроводов. Различные виды местных сопротивлений. Сопротивление при внезапном изменении площади каналов.

20. Гипотеза о пограничном слое. Основные особенности и допущения. Распределение скоростей в пограничном слое. Дифференциальное уравнение пограничного слоя для установившегося течения несжимаемой жидкости.

21. Интегральное соотношение для пограничного слоя (уравнение Кармана). Условные толщины пограничного слоя.

22. Расчет ламинарного и турбулентного пограничного слоя на пластине. Коэффициенты трения и потери энергии при обтекании пластины.

23. Отрыв пограничного слоя. Схема отрыва. Особенности отрыва ламинарного и турбулентного пограничного слоя. Сила сопротивления и безразмерный коэффициент сопротивления. Хорошо и плохо обтекаемые тела.

24. Крыловидные профили и аэродинамические решетки. Закон сопротивления для цилиндра. Кризис сопротивления плохо обтекаемых тел. Парадокс Даламбера. Минимизация сопротивления при обтекании тел в различных технических задачах.

25. Особенности распространения слабых возмущений в дозвуковых и сверхзвуковых потоках. Волны возмущения и характеристики. Угол Маха.

26. Уравнение характеристик в плоскости течения. Плоскость годографа. Диаграмма характеристик. Расчет простейших сверхзвуковых течений. Образование скачков уплотнений. Ударная поляра и диаграмма ударных поляр. Обтекание тел сверхзвуковым потоком.

27. Особенности двухкомпонентных и двухфазных течений.
28. Особенности гомогенного течения газа с постоянной концентрацией примесей. Двухфазное течение при фазовом равновесии.
29. Двухфазное течение с полным переохлаждением. Влияние переохлаждения на коэффициент расхода.
30. Тепловой скачок при подводе теплоты к потоку. Зависимость между безразмерными скоростями до и после теплового скачка. Уравнения скачка конденсации. Степень повышения давления в скачке конденсации.

3. Задачи к контрольной работе

1. В полый куб с ребром a налита доверху жидкость плотностью ρ . Определить силы давления на дно и боковые грани куба.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\rho, \text{ кг/м}^3$	$0,5\rho$	$0,6\rho$	$0,7\rho$	$0,8\rho$	$0,9\rho$	$0,55\rho$	$0,65\rho$	$0,75\rho$	$0,85\rho$	$0,95\rho$
$a, \text{ м}$	$0,5a$	$0,7a$	$0,9a$	$1,5a$	$2,5a$	$0,55a$	$0,75a$	$0,95a$	$1,52a$	$2,53a$

2. В полый цилиндр высотой h и диаметром d доверху налита вода. Определить силы давления на дно и боковую поверхность цилиндра.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$h, \text{ см}$	20	10	15	13	25	22	13	16	12	24
$d, \text{ см}$	20	23	16	13	27	21	25	17	15	28

3. В цилиндрическое ведро диаметром d налита вода, занимающая объем V . Каково показание манометра $p_{изб}$ на высоте $h = 10 \text{ см}$ от дна?

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$d, \text{ см}$	25	22	18	28	37	26	21	16	29	39
$V, \text{ л}$	12	15	11	8	20	11	14	10	7	19

4. В колена U-образной трубки налита вода и спирт, разделенные ртутью. Уровень ртути в обоих коленах одинаков.

Определить высоту столба спирта h_2 , ($\rho_{\text{спирта}} = 800 \text{ кг/м}^3$), если высота столба воды h_1 .

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$h_1, \text{ см}$	32	37	28	23	25	33	38	29	24	26

5. В открытом резервуаре находится жидкость с относительной плотностью ρ . Манометр, присоединенный в некоторой точке к стенке резервуара, показывает давление $p_{\text{изб}}$. На какой высоте над данной точкой находится уровень жидкости в резервуаре?

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ρ	1,23	1,12	1,37	1,20	1,28	1,21	1,11	1,35	1,18	1,26
$p_{\text{изб}}, \text{ кгс/см}^2$	0,31	0,34	0,25	0,35	0,39	0,29	0,32	0,23	0,33	0,37

6. Вакуумметр на барометрическом конденсаторе показывает вакуум, равный $p_{\text{вак}}$. Атмосферное давление $p_{\text{атм}}$. Определить: а) абсолютное давление в конденсаторе в Па и в кгс/см^2 ; б) на какую высоту H поднимается вода в барометрической трубе?

№	1	2	3	4	5
$p_{\text{вак}}, \text{ Па}$	49050	49052	49072	49058	49063
$p_{\text{атм}}, \text{ Па}$	10^5	10^6	10^3	10^4	10^8
№	6	7	8	9	10
$p_{\text{вак}}, \text{ Па}$	49052	49054	49074	4906	49065
$p_{\text{атм}}, \text{ Па}$	10^6	10^7	10^4	10^5	10^9

7. Манометр на трубопроводе, заполненном жидкостью, показывает давление $p_{\text{изб}}$. На какую высоту H над точкой присоединения манометра поднимается в открытом пьезометре жидкость, находящаяся в трубопроводе, если эта жидкость: а) вода; б) четыреххлористый углерод?

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$p_{\text{изб}}, \text{ кгс/см}^2$	0,18	0,23	0,15	0,21	0,30	0,20	0,25	0,18	0,26	0,33

8. Пустую открытую бутылку опустили в воду на некоторую

глубину, удерживая ее все время горлышком вниз, и отпустили. При этом бутылка не начала ни всплывать, ни тонуть, а оказалась в положении безразличного равновесия. Определить глубину погружения, если емкость бутылки V , а ее вес G . Давление атмосферы 760 мм рт.ст.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$V, \text{ л}$	0,5	0,7	0,3	0,4	0,2	0,3	0,4	0,1	0,2	0,3
$G, \text{ кг}$	0,4	0,2	0,1	0,7	0,9	0,3	0,1	0,2	0,5	0,7

9. Кусок железа весит в воде G . Найти его объем, если удельный вес железа $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$G, \text{ г}$	170	158	186	177	149	168	155	190	180	150

10. Алюминиевый и железный шары одинакового веса уравновешены в воздухе на рычаге. Нарушится ли равновесие, если шары погрузить в воду?

11. Алюминиевый и железный шары одинакового объема уравновешены в воздухе на рычаге. Нарушится ли равновесие, если шары погрузить в воду?

12. Полый шар, отлитый из чугуна, плавает в воде, погрузившись ровно наполовину. Найти объем V_1 внутренней полости шара, если масса шара m , а плотность чугуна $\rho = 7,8 \text{ г/см}^3$.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$m, \text{ г}$	5000	5015	5022	4985	4976	5003	5018	5025	4990	4979

13. Запаянная с одного конца цилиндрическая трубка длиной l вертикально погружается открытым концом в воду до тех пор, пока ее запаянный конец не окажется на одном уровне с поверхностью воды. Когда температура воздуха в трубке и воды уравнилась, оказалось, что воздух стал занимать половину прежнего объема. Определить температуру воды, если начальная температура воздуха в трубке t . Атмосферное

давление $p_{атм} = 10^5$ Па.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
l , м	18	13	25	15	28	21	15	23	19	27
t , °C	27	23	18	32	34	29	26	17	36	38

14. Определить плотность азота в баллоне при температуре t , если манометр показывает давление $p_{изб}$. Универсальная газовая постоянная $8,31 \cdot 10^3$ Дж/кмоль·град. Молярная масса азота 28.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t , °C	7	3	12	9	5	8	5	13	8	6
$p_{изб}$, МПа	8,31	8,37	8,28	8,22	8,43	8,32	8,38	8,29	8,23	8,44

15. На малый поршень диаметром d ручного гидравлического пресса действует сила $F = 589$ Н. Пренебрегая потерями, определить силу, действующую со стороны большого поршня на прессируемое тело, если диаметр большого поршня D .

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
d , мм	40	30	48	55	29	39	33	49	58	28
D , мм	300	312	287	320	305	302	314	288	325	309

16. Динамический коэффициент вязкости жидкости при t равняется $\mu = 30$ мПа·с. Относительная плотность жидкости ρ . Определить кинематический коэффициент вязкости.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t , °C	50	60	40	70	20	49	63	42	68	19
ρ	30	35	45	27	13	32	38	47	25	15

17. Найти динамический коэффициент вязкости азотоводородной смеси, содержащей 75% водорода и 25% азота (по объему), при t и атмосферном давлении. Динамическая вязкость азота $\mu = 17 \cdot 10^{-6}$ мПа·с; водорода – $\mu = 9 \cdot 10^{-6}$ мПа·с.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t , °C	20	26	32	15	17	19	23	35	18	20

18. По трубам одноходового кожухотрубчатого теплообменника (число труб $n = 121$, наружный диаметр труб 38 мм, толщина стенки 2 мм) проходит воздух при средней температуре t давлении (по манометру) $p_{изб} = 2$ ат со скоростью W . Барометрическое давление $p_{вак} = 740$ мм рт.ст. Плотность воздуха при нормальных условиях $\rho = 1,293$ кг/м³. Определить: а) массовый расход воздуха; б) объемный расход воздуха при рабочих условиях; в) объемный расход воздуха при нормальных условиях.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$t, ^\circ\text{C}$	50	58	43	60	55	49	60	45	62	58
$W, \text{м/с}$	9	12	8	5	16	10	13	7	4	18

19. Определить эквивалентный диаметр межтрубного пространства кожухотрубчатого теплообменника, состоящего из n труб диаметром $38 \times 2,5$ мм. Внутренний диаметр кожуха D .

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
n	61	58	70	66	72	59	55	73	68	75
$D, \text{мм}$	625	632	628	630	642	623	635	625	633	645

20. Определить режим течения воды в кольцевом пространстве теплообменника типа «труба в трубе». Внутренняя труба теплообменника имеет диаметр 57×3 мм, наружная $96 \times 3,5$ мм, расход воды G , средняя температура воды $t = 20$ °С.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$G, \text{м}^3/\text{ч}$	3,6	4,2	5,0	2,6	2,5	3,8	4,3	5,1	2,7	2,8

21. Определить характер движения воды в трубе диаметром $44,5 \times 2,5$ мм при температуре $t = 30$ °С. Расход воды G ; плотность воды при $t = 30$ °С $\rho = 995$ кг/м³, коэффициент динамической вязкости $\mu = 0,8 \cdot 10^{-3}$ мПа·с.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$G, \text{м}^3/\text{ч}$	4,5	5,5	5,8	4,3	3,9	4,4	5,4	5,7	4,2	3,8

22. Определить режим течения метилового спирта в кольцевом пространстве теплообменника типа «труба в трубе». Внутренняя

труба теплообменника имеет диаметр $44,5 \times 2,5$ мм, наружная 76×3 мм, расход метанола G_m , при средней температуре $t = 50$ °С. Плотность метанола при $t = 50$ °С $\rho = 765$ кг/м³, коэффициент динамической вязкости $\mu = 0,396 \cdot 10^{-3}$ мПа·с.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
G_m , кг/ч	5000	5050	4900	5075	5068	5003	5051	4907	5071	5065

23. Цилиндрический бак диаметром $d = 1$ м наполнен водой на высоту $h = 2$ м. Отверстие для истечения в дне бака имеет диаметр $d_0 = 3$ см. Определить время, необходимое для опорожнения бака. Коэффициент расхода для отверстия с незакругленными краями α .

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
α	0,61	0,58	0,69	0,72	0,63	0,64	0,59	0,67	0,74	0,65

24. Определить потерю давления на трение при протекании воды по латунной трубе диаметром 19×2 мм, длиной $l = 10$ м. Скорость воды в трубе W . Коэффициент трения λ .

№	1	2	3	4	5
W , м/с	2	3	6	4	5
λ	0,0216	0,0222	0,0236	0,0218	0,0258
№	6	7	8	9	10
W , м/с	3	4	5	7	9
λ	0,0218	0,0224	0,0238	0,0219	0,0259

25. Определить потерю давления на трение в свинцовом змеевике, по которому проходит вода со скоростью W . Внутренний диаметр трубы змеевика $d = 50$ мм, коэффициент трения $\lambda = 0,0456$. Диаметр витка змеевика $d_z = 800$ мм. Число витков n .

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
W , м/с	0,7	0,9	0,5	0,8	0,6	0,5	0,7	0,3	0,6	0,4
n	20	25	18	26	28	22	27	19	29	30

26. По прямому горизонтальному трубопроводу длиной $l = 150$ м необходимо подавать $G = 10$ м³/ч жидкости. Допускаемая

потеря напора $\Delta h = 10$ м. Определить требуемый диаметр трубопровода, принимая коэффициент трения λ .

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
λ	0,03	0,05	0,02	0,06	0,04	0,02	0,04	0,01	0,05	0,03

27. В напорный бак с площадью поперечного сечения S притекает вода. В дне бака имеется сливное отверстие. При установившемся течении расход через отверстие равен притоку и уровень воды устанавливается на высоте $h = 1$ м. Если прекратить приток воды, через $\tau = 100$ с бак опорожнится. Определить приток воды в бак.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$S, \text{м}^2$	3	4	2	5	6	4	5	3	8	7

28. Вычислить в общей форме гидравлический радиус при заполненном сечении для кольцевого сечения, квадрата, прямоугольника и равностороннего треугольника.

29. По водопроводной трубе проходит вода в количестве G . Сколько воды в $\tau = 1$ ч пропустит труба удвоенного диаметра при той же потере напора на трение? Коэффициент трения считать постоянным. Течение турбулентное.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$G, \text{м}^3/\text{ч}$	10	20	15	18	12	13	22	17	20	15

30. Определить полную потерю давления на участке трубопровода длиной l из гладких труб диаметром 19×2 мм, по которому подается вода при температуре $t = 20^\circ\text{C}$ со скоростью W . Динамический коэффициент вязкости воды $\mu = 1 \cdot 10^{-3}$ Па·с. На участке трубопровода имеются вентиль с коэффициентом сопротивления $3,0$; 2 колена (по $1,1$); отвод $(0,14)$ и открытая задвижка $(0,1)$. Какова будет потеря напора?

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$l, \text{м}$	100	115	120	118	105	103	118	123	121	108
$W, \text{м/с}$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6

4. Список рекомендуемой литературы

1. Давидсон, В.Е. Основы гидрогазодинамики в примерах и задачах / В.Е. Давидсон. – М. : Академия, 2008. – 320 с.
2. Калекин, А.А. Гидравлика и гидравлические машины : учебное пособие для студентов вузов / А.А. Калекин. – М. : Мир, 2005. – 512 с.
3. Никитин, О.Ф. Гидравлика и гидропневмопривод / О.Ф. Никитин. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. – 416 с.
4. Исаев, Ю.М. Гидравлика и гидропневмопривод / Ю.М. Исаев, В.П. Корнев. – М. : Академия, 2009. – 176 с.
5. Беленков, Ю.А. Гидравлика и гидропневмопривод / Ю.А. Беленков [и др.]. – М. : Экзамен, 2009. – 288 с.
6. Артемьева, Т.В. Гидравлика, гидромашины, гидропневмопривод / Т.В. Артемьева и [др.]. – М. : Академия, 2008. – 336 с.

Учебное издание

Дмитриев Андрей Владимирович
доктор технических наук, доцент

Дмитриева Оксана Сергеевна

ГИДРОГАЗОДИНАМИКА

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Корректор Габдурахимова Т.М.
Худ. редактор Федорова Л.Г.

Сдано в набор 12.02.2013.
Подписано в печать 21.02.2013.
Бумага писчая. Гарнитура Таймс.
Усл. печ. л. 1. Тираж 100.
Заказ №9.

НХТИ (филиал) ФГБОУ ВПО «КНИТУ»,
г. Нижнекамск, 423570, ул. 30 лет Победы, д. 5а.