

Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П.О. Сухого»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор

УО «ГТУ им. П.О.Сухого»

 О.Д. Асенчик

« 01 » 07 2014

Регистрационный № УДг - 146 - 8 /р.

Гидрогазодинамика

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине для специальностей:

1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика»

1– 43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций»

Факультет

Энергетический

Кафедра

Промышленная теплоэнергетика и экология

Курс

2

Семестр

3

Лекции 34 (часа)

Практические занятия 17 (часов)

Лабораторные занятия 17 (часов)

Аудиторных часов по дисциплине 68

Зачет

3

Всего часов по дисциплине для специальностей

1– 43 01 05 110

1– 43 01 07 102

Форма получения высшего образования дневная

Составил(а) Мацко И.И., старший преподаватель

2014

КОНТРОЛЬНЫЙ ЭКЗЕМПЛЯР

Учебная программа составлена на основе учебной программы дисциплины
(название типовой учебной программы)

«Гидрогазодинамика», 12.06.2014, УД- 832 /уч.

дата утверждения, регистрационный номер №

Рассмотрена и рекомендована к утверждению кафедрой


Промышленная теплоэнергетика и экология

(название кафедры)

10.06.2014 № 10

(дата, номер протокола)

Заведующий кафедрой

 А.В. Овсянник

Одобрена и рекомендована к утверждению Научно-методическим советом
энергетического факультета

27.06.2014 № 9

(дата, номер протокола)

Председатель

 М.Н. Новиков

1. Пояснительная записка

1.1. Цель преподавания учебной дисциплины.

Учебная программа «Гидрогазодинамика» разработана в соответствии с ОСВО 1– 43 01 05 - 2013 специальности 1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» и ОСВО 1– 43 01 07 специальности 1– 43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций».

Дисциплина «Гидрогазодинамика» изучается студентами теплотехнических специальностей как общепрофессиональная дисциплина в соответствии с образовательными стандартами специальностей. Полученные знания в области гидрогазодинамики в дальнейшем используются при изучении специальных дисциплин, связанных, главным образом, с производством, преобразованием, транспортом и потреблением тепловой энергии и позволяют подходить к решению этих проблем с точки зрения повышения их энергоэффективности. Необходимость изучения гидрогазодинамики студентами теплотехнических специальностей связана с тем, что жидкости и газы являются основными рабочими средами практически на всех этапах энергетических процессов.

Основная цель дисциплины – приобретение студентами знаний и навыков, обеспечивающих осознанное использование ими возможностей жидкостей и газов в энергетических системах для обеспечения повышения их эффективности.

Выпускники ВУЗов в своей практической деятельности изучают основные физические свойства жидкостей и газов, статику жидкостей, закон сохранения массы и уравнение неразрывности (сплошности), закон сохранения импульса, закон сохранения энергии, одномерные течения жидкостей и газов, определение потерь давления в трубопроводах и на местных сопротивлениях, основные задачи и методы расчёта трубопроводных систем, одномерные течения сжимаемого газа, течение жидкостей у твёрдых поверхностей, обтекание тел потоком жидкости и газа.

Задачи дисциплины:

- дать студентам представления об основах механики сред, основных физических свойствах жидкостей и газов, их статике и динамике;
- привить умение использовать основные понятия, соотношения и уравнения гидростатики и гидродинамики для расчётов характеристик гидрогазодинамических потоков.

1.2. Требования к знаниям и умениям студентов после изучения дисциплины

После изучения дисциплины студент должен

знать:

- основы механики жидкостей и газов;
- основные понятия, соотношения и уравнения гидростатики и гидродинамики;
- методы расчёта, анализа и экспериментального исследования гидромеханических процессов в элементах теплоэнергетических систем;

уметь:

- использовать основные понятия, соотношения и уравнения гидростатики и гидродинамики;
- осуществлять расчёт гидромеханических процессов в элементах теплоэнергетических систем;
- проводить анализ и экспериментальное исследование гидромеханических процессов технических систем.

владеть:

- методами анализа и экспериментального исследования гидромеханических процессов в элементах теплоэнергетических и теплотехнологических систем;
- методиками расчетов аэродинамических и гидравлических сопротивлений в элементах теплоэнергетических и теплотехнологических систем;
- приемами регулирования гидромеханических процессов в элементах теплоэнергетических и теплотехнологических систем.

В результате изучения учебной дисциплины «Гидрогазодинамика» у студентов должны сформироваться следующие академические, социально-личностные и профессиональные компетенции: уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач; владеть системным и сравнительным анализом; владеть исследовательскими навыками; уметь работать самостоятельно; быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью); владеть междисциплинарным подходом при решении проблем; иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером; обладать навыками устной и письменной коммуникации; уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни; обладать способностью к межличностным коммуникациям; уметь работать в команде; осуществлять современными инструментальными системами диагностирование и мониторинг состояния энергетического и энерготехнологического оборудования, включая экологические параметры; используя показания технологического процесса производства, передачи, распределения и потребления тепловой энергии, создавать условия для соответствия режимов действующим стандартам, правилам и нормам; на основе анализа показателей режимов, параметров схемы и технологического состояния оборудования выявлять причи-

ны неоптимальности технологического процесса производства, преобразования, распределения и потребления тепловой энергии и разрабатывать пути их устранения; составлять энергетические балансы энергетических и технологических объектов и систем, определять потери топливно-энергетических ресурсов; разрабатывать организационные и технические мероприятия по повышению энергетической эффективности теплотехнологий; осуществлять структурную и параметрическую оптимизацию развития теплоэнергетических и теплотехнологических объектов и систем на различных уровнях их жизненного цикла.

1.3. Общее количество часов и распределение аудиторного времени по видам занятий

Общее количество часов по учебному плану составляет 110, количество аудиторных часов – 68. Аудиторное время распределяется на 34 часа лекций, 17 часов лабораторных и 17 часов практических занятий.

2. Содержание учебного материала

2.1. Лекционные занятия.

№ пп	Название темы, содержание лекции	Объём в часах
1.	<p>Третий семестр</p> <p>Введение.</p> <p>1.1. Предмет науки. Роль жидкостей и газов в природных явлениях, технике и обеспечении жизнедеятельности человека. История развития механики жидкостей и газов. Гидрогазодинамика как составная часть механики сплошной среды. Связь гидрогазодинамики с другими отраслями знаний.</p> <p>1.2. Гидромеханическое представление о жидкостях как сплошной и текучей среде. Фундаментальные свойства жидкостей - сплошность и текучесть.</p>	2
2.	<p>Основные физические свойства жидкостей и газов.</p> <p>2.1. Плотность жидкостей и газов. Их зависимость от давления и температуры. Уравнения состояния для идеальных газов и капельных жидкостей. Особенности теплового расширения воды. Связь коэффициента сжимаемости жидкостей со скоростью звука. Адиабатическая и изотермическая скорости звука в идеальном газе. Понятие о несжимаемой жидкости.</p> <p>2.2. Вязкость жидкостей. Физическая природа сил вязкого трения. Закон вязкого трения Ньютона. Динамический и кинематический коэффициенты вязкости и их зависимость от температу-</p>	2

	<p>ры.</p> <p>2.3. Свободная поверхность жидкости и ее особенности. Коэффициент поверхностного натяжения в жидкостях. Формула Лапласа. Смачивание и несмачивание жидкостью твердых поверхностей. Определение уровня жидкости в капиллярах. Роль капиллярных явлений в природе и их использование в технике.</p>	
3.	<p>Режимы течения жидкостей.</p> <p>3.1 Ламинарный и турбулентный режимы. Критические значения скорости.</p> <p>3.2. Число Рейнольдса и его критические значения. Зависимость критических значений числа Рейнольдса от внешних факторов (вибраций, неплавных входов в трубу). Критическое значение числа Рейнольдса при течении жидкостей в трубах.</p>	2
4.	<p>Статика жидкостей.</p> <p>4.1. Основные положения и уравнения. Основные задачи статики. Классификация сил, действующих в жидкости. Силы массовые (объемные) и поверхностные. Напряжения массовых и поверхностных сил. Силы давления и их физическая природа. Напряжение сил давления (давление). Равновесие жидкости в отсутствии массовых сил. Закон Паскаля. Гидравлический пресс.</p> <p>4.2. Равновесие жидкости в присутствии массовых сил. Распределение давления в жидкостях и газах в поле силы тяжести. Распределение давления в тяжелой несжимаемой жидкости. Основная формула гидростатики. Поверхности уровня. Форма свободной поверхности. Сообщающиеся сосуды. Жидкостные манометры и микроманометры.</p> <p>4.3. Определение сил давления. Силы, действующие на криволинейную поверхность и на тела, погруженные в тяжелую несжимаемую жидкость. Закон Архимеда. Центр давления. Определение вертикальных и горизонтальных составляющих сил, действующих на тела, погруженные в тяжелую несжимаемую жидкость. Плавание тел и его устойчивость. Особенности плавания тел, не полностью погруженных в жидкость.</p>	4
5.	<p>Основы кинематики.</p> <p>5.1. Основные принципы описания потоков жидкостей и газов. Поля давления, температуры и плотности. Физический смысл их градиентов. Изотермы, изобары, изохоры. Поле скоростей. Линии и трубки тока. Объемный и массовый расходы жидкости. Связь между расходом и средней скоростью течения жидкости.</p> <p>5.2. Теоремы кинематики. Теоремы Коши-Гельмгольца, Гельмгольца, Стокса.</p>	4
6.	<p>Законы сохранения в гидрогазодинамике.</p> <p>6.1. Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности (сплошности) в дифференциальной форме.</p>	2

	6.2. Закон сохранения импульса. Уравнения движения идеальной жидкости - уравнения Эйлера. Уравнения движения вязкой несжимаемой жидкости - уравнения Навье-Стокса.	
7.	<p>Одномерные течения жидкостей и газов.</p> <p>7.1. Понятие об одномерных течениях. Уравнение неразрывности для одномерных течений. Изменение скорости потока при изменении его площади сечения.</p> <p>7.2. Закон сохранения энергии для одномерных течений. Общий вид уравнения Бернулли. Функция давления. Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости. Силовая интерпретация уравнения Бернулли. Напор. Изменение пьезометрического давления в жидкости при изменении скорости ее течения. Кавитация.</p> <p>7.3. Закон сохранения импульса. Уравнение движения для одномерных течений.</p> <p>7.4. Закон сохранения момента импульса. Применение закона к движению жидкостей в турбинах. Турбинное уравнение.</p>	4
8.	<p>Потери энергии и потери давления.</p> <p>8.1. Общие формулы для определения потерь давления в трубах и на местных сопротивлениях. Формулы Дарси и Дарси-Вейсбаха. Коэффициенты трения в трубах и местных сопротивлениях.</p> <p>8.2. Потери давления при течении жидкости в трубах. Закон сопротивления при ламинарном течении в трубах. Закон сопротивления при турбулентном течении жидкостей в гладких трубах (Закон сопротивления Блазиуса). Законы сопротивления в шероховатых трубах.</p> <p>8.3. Потери давления на местных сопротивлениях. Потери давления при внезапном расширении и сужении потока. Формула Борда. Другие примеры местных сопротивлений (задвижка, клапан, кран, и т.п.) Поворотные устройства. Дроссельные расходомеры. Трубка Вентури для измерения расхода жидкости.</p> <p>8.4. Диффузоры и конфузоры. Изменение параметров потока несжимаемой жидкости (скорости и давления) при течении в диффузорах и конфузорах.</p> <p>8.5. Истечение несжимаемой жидкости. Истечение несжимаемой жидкости через отверстие в баке. Формула Торричелли. Коэффициенты скорости и расхода. Насадки.</p>	4
9.	<p>Задачи и методы расчета трубопроводных систем.</p> <p>9.1. Методика расчета потерь давления в простом трубопроводе. Расчет потерь давления при последовательном соединении простых трубопроводов. Расчет потерь давления при параллельном соединении простых трубопроводов.</p> <p>9.2. Расчет потерь давления в разветвленном трубопроводе.</p>	2

10.	<p>Одномерные течения сжимаемого газа.</p> <p>10.1. Распространение малых возмущений (звука) в жидкостях и газах. Скорость звука. Число Маха. Гидравлический удар.</p> <p>10.2. Особенности проявления законов сохранения в сжимаемом газе. Уравнение Бернулли для изотермического течения идеального газа. Уравнение Бернулли для адиабатного течения идеального газа.</p> <p>10.3. Одномерные адиабатные течения идеального газа. Связь между параметрами газа в потоке с параметрами заторможенного газа. Истечение газа через отверстие в баке. Формула Сен-Венана-Вентцеля. Критические значения параметров газа и их связь с параметрами заторможенного газа. Явление заклинивания потока при истечении газа через отверстие в баке. Критический расход газа.</p> <p>10.4. Движение газа в трубе переменного сечения. Уравнение Гюгонио. Условия перехода значений скорости газа через скорость звука. Изменение скорости газа при движении в диффузорах и конфузорах. Сопло Лаваля и режимы его работы.</p> <p>10.5. Распространение конечных возмущений в газах. Основные понятия об ударных волнах. Механизм формирования скачка уплотнения (ударной волны). Основные характеристики ударной волны.</p>	4
11.	<p>Течение жидкостей у твердых поверхностей.</p> <p>11.1. Обтекание тел потоком жидкости и газа. Пограничный слой. Зависимость толщины пограничного слоя от числа Рейнольдса. Отрыв пограничного слоя. Вихревая зона.</p> <p>11.2. Силы, действующие на тела, обтекаемые потоком жидкости и газа. Коэффициенты лобового сопротивления и подъемной силы. Зависимость коэффициента лобового сопротивления при обтекании шара от числа Рейнольдса. Формула Стокса. Кризис сопротивления. Механизм формирования подъемной силы. Качество крыла. Эффект Магнуса.</p> <p>11.3. Пограничный слой при течении жидкости в трубах. Характер течения жидкостей на начальном участке и при стабилизированном течении жидкостей в круглых трубах (течение Пуазейля). Профиль скорости.</p>	4
Итого за третий семестр:		34 /

2.2. Практические занятия.

№ пп	Название темы, содержание	Объём в часах
	Третий семестр	
1.	Основные физические свойства жидкостей и основное уравнение гидростатики	2
2.	Относительный покой жидкости	2
3.	Уравнение Бернулли и его применение к решению задач	2
4.	Режимы жидкостей и газов, определение потерь напора по длине и в местных сопротивлениях	4
5.	Истечение жидкостей и газов через насадки и сопла	2
6.	Гидроаэродинамический расчет трубопроводов	2
7.	Установки для перемещения жидкости и газа по трубопроводам	3
Итого за третий семестр:		17 ✓

2.3. Лабораторные занятия.

№ пп	Название темы, содержание	Объём в часах
	Третий семестр	1
1.	Введение. Методы и приборы гидравлического эксперимента.	
2.	Построение пьезометрической и напорной линий для трубопровода переменного сечения	2
3.	Определение коэффициента гидравлического трения	2
4.	Определение коэффициента местных сопротивлений	2
5.	Определение коэффициента расхода трубы Вентури	2
6.	Истечение жидкости через малое отверстие в тонкой стенке. Истечение жидкости через насадки.	2
7.	Определение расходной характеристики дроссельной диафрагмы.	2
8.	Истечение газа через сопло.	2
9.	Изучение свободной турбулентной струи газа.	2
Итого за третий семестр:		17 ✓

3. Учебно-методическая карта дисциплины

Номер раздела, темы занятия	Наименование раздела, темы, занятия; перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов			Управляемая самостоятельная работа студента.	Материальное обеспечение занятия (наглядные методические пособия и др.)	Литература	Формы контроля знаний
		Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Введение. Основные физические свойства жидкостей и газов. Режимы течения жидкостей.	1	1	1			[1] [2] [3]	Защита практических и лабораторных работ
1.1	Предмет науки. История развития механики жидкостей и газов. Гидрогазодинамика как составная часть механики сплошной среды.	-	-	-		Кинофильм «Гидравлика в технике» I часть		
1.2	Гидромеханическое представление о жидкостях как сплошной и текучей среде. Фундаментальные свойства жидкостей - сплошность и текучесть.	-	-	-				
1.3	Плотность жидкостей и газов. Вязкость жидкостей. Свободная поверхность жидкости и ее особенности.	2	1	1		Кинофильм «Гидравлика в технике» II часть		
2	Режимы течения жидкостей. Ламинарный и турбулентный режимы. Число Рейнольдса и его критические значения.	2	1	1		МУ по разделу «Гидравлика», № 1697	[2] [3]	Защита практических и лабораторных работ
3	Статика жидкостей.	2	1	1			[2] [3] [5]	Защита практических и лабораторных работ
3.1	Основные положения и уравнения. Определение сил давления.	1	1	1		Кинофильм «Основы гидро- и аэродинамики» I часть		
3.2	Равновесие жидкости в присутствии массовых сил.	1	1	2				

4	Основы кинематики.	1	-	-			[3] [4] [5]	Тестирование
4.1	Основные принципы описания потоков жидкостей и газов.	2	-	-		Кинофильм «Основы гидро- и аэродинамики» II часть		
4.2	Теоремы кинематики.	2						
5	Одномерные течения жидкостей и газов.	2	2	2			[5] [6] [7]	Защита практических и лабораторных работ
5.1	Закон сохранения массы. Уравнение неразрывности (сплошности) в дифференциальной форме.	2	1	-				
5.2	Закон сохранения энергии для одномерных течений. Общий вид уравнения Бернулли. Функция давления. Уравнение Бернулли для несжимаемой жидкости.	2	1	2		Кинофильм «Уравнение Бернулли»		
5.3	Закон сохранения импульса. Уравнение движения для одномерных течений. Применение закона к движению жидкостей в турбинах. Турбинное уравнение.	2	-	-				
6	Потери энергии и потери давления. Задачи и методы расчета трубопроводных систем.	2	2	2			[5] [7]	Защита практических и лабораторных работ
6.1	Потери давления при течении жидкости в трубах. Потери давления на местных сопротивлениях.	2	1	2		Кинофильм «Местные гидравлические сопротивления»		
6.2	Диффузоры и конфузоры. Изменение параметров потока несжимаемой жидкости (скорости и давления) при течении в диффузорах и конфузорах. Истечение несжимаемой жидкости.	2	-	-		Кинофильм «Динамика и регулирование ГПС»		
6.3	Методика расчета потерь давления в простом трубопроводе. Расчет потерь давления в разветвленном трубопроводе.	2	2	2				

7	Одномерные течения сжимаемого газа.	-	-	-			[8] [9]	Тестирование
7.1	Распространение малых возмущений (звука) в жидкостях и газах. Особенности проявления законов сохранения в сжимаемом газе.	-	-	-		Практическое пособие к РГР по курсу «Гидрогазодинамика» для студентов специальности Т.01.02.00, № 2198		
7.2	Одномерные адиабатные течения идеального газа. Распространение конечных возмущений в газах.	-	-	-				
8	Течение жидкостей у твердых поверхностей.	2	1	-			[3] [7]	Защита практических работ
8.1	Обтекание тел потоком жидкости и газа.	2	1	-				
8.2	Силы, действующие на тела, обтекаемые потоком жидкости и газа. Пограничный слой при течении жидкости в трубах.	-	-	-				
	Итого:	34	17	17				

4. Информационно-методическая часть

4.1. Основная литература.

1. Емцев Б.Т. Техническая гидромеханика: учебник для вузов / Б.Т. Емцев. – Москва: Машиностроение, 1978. – 464 с.
2. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы: учебник для вузов / Т.М. Башта и др. – 2-е изд. перераб. – Москва: Машиностроение, 1982. – 423 с.
3. Кудинов А.А. Техническая гидромеханика: учебное пособие для вузов. - Москва.: Машиностроение, 2008. – 367 с.
4. Есьман И.Г. и др. Гидравлика и гидравлические машины. Баку, 1955.
5. Сборник задач по машиностроительной гидравлике: Учебное пособие для машиностроительных ВУЗов\ Д.А. Бугаев, З.А. Калмыкова, Л.Г. Подвидз и др. Под редакцией И.И. Куколевского и Л.Г. Подвидза.-4-е изд., перераб. - М: Машиностроение, 1981.
6. Агроскин И.И, Дмитриев Г.Т., Пикалов Ф.И. Гидравлика. М., Госэнергоиздат, 1964

4.2. Дополнительная литература.

7. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. М.: Машиностроение, 1992.
8. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. - М.: Наука, 1987.
9. Чугаев Р.Р. Гидравлика. - М.-Л.: Энергоиздат, 1982.
10. Повх И.Л. Техническая гидромеханика. - М.: Машиностроение, 1976..
11. Шлихтинг Г. Теория пограничного слоя. - М.: Наука, 1974.
12. Астарита Дж., Марручи Дж. Основы гидромеханики неньютоновских жидкостей. - М.: Мир, 1978.
13. Кальницкий Л.А., Добротин Д.А., Жевержеев В.Ф. Специальный курс высшей математики для втузов. М.:Высшая школа, 1976.

4.3. Учебно-методические комплексы

14. Мацко И.И. Гидрогазодинамика; электронный учебно-методический комплекс дисциплины / И.И. Мацко, Е.Н. Волкова, Ю.А. Степанишина. – Гомель: ГГТУ, 2010. – 1 папка + 1 электрон. опт. диск.

4.4. Перечень компьютерных программ, наглядных и других пособий, методических указаний, материалов и технических средств обучения

15. Лиходиевский В.Л., Михневич Н.Н. Практическое пособие к выполнению расчетно-графической работы по курсу «Гидрогазодинамика» для студентов специальности Т.01.02.00 / В.Л. Лиходиевский, Н.Н. Михневич; кафедра «Промышленная теплоэнергетика и экология». – Гомель: ГПИ, 1997. – 27 с. М/ук. 2198.

16. Гидрогазодинамика: практикум по выполнению контрольной для студентов заочной формы обучения по специальности Т.01.02.00 «Теплоэнергетика» / Н.Н. Михневич; кафедра «Промышленная теплоэнергетика и экология». – Гомель: ГГТУ; 2002. – 66 с. М/ук. 2673.



17. Гидрогазодинамика: лабораторный практикум по одноименному курсу для студентов специальностей 1– 43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» и 1– 43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» дневной и заочной форм обучения / В.Л. Лиходиевский, Е.Н. Волкова, Ю.А. Степанишина. Министерство образования Республики Беларусь. Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», кафедра «Промышленная теплоэнергетика и экология». – Гомель: ГГТУ. М/ук. 3855.

18. Гидрогазодинамика [Электронный ресурс]: лабораторный практикум по одноименному курсу для студентов специальностей 1-43 01 05 «Промышленная теплоэнергетика» и 1-43 01 07 «Техническая эксплуатация энергооборудования организаций» дневной и заочной форм обучения / В.Л. Лиходиевский, Е.Н. Волкова, Ю.А. Степанишина. Министерство образования Республики Беларусь. Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», кафедра «Промышленная теплоэнергетика и экология». – Гомель: ГГТУ, 2009. – 47 с.

Список литературы сверен ЛМ - Демченко А.М.

Библиотека ГГТУ

5. Протокол согласования учебной программы

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в со- держании учеб- ной программы по изучаемой дисциплине	Решение, приня- тое кафедрой, разработавшей учебную про- грамму (с указанием да- ты и номера про- токола)
1	2	3	4
«Высшая математика»	«Высшая математика»		
«Физика»	«Физика»		

Заведующий кафедрой
к.т.н., доцент



А.В. Овсянник

Библиотека ГГТУ