

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
(СПбГУПТД)

УТВЕРЖДАЮ
Директор ВШТЭ



Рабочая программа дисциплины

Б1.О.26.02 Гидрогазодинамика (Газодинамика)

Учебный план: _____ ФГОС3++z130301-12_24-15.plx

Кафедра: 21 Теплосиловых установок и тепловых двигателей

Направление подготовки:
(специальность) 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки:
(специализация) Промышленная теплоэнергетика

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: заочная

План учебного процесса

Семестр (курс для ЗАО)		Контактная работа обучающихся		Сам. работа	Контроль, час.	Трудоё мкость, ЗЕТ	Форма промежуточной аттестации
		Лекции	Практ. занятия				
2	УП	6	4	94	4	3	Зачет
	РПД	6	4	94	4	3	
Итого	УП	6	4	94	4	3	
	РПД	6	4	94	4	3	

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утверждённым приказом Минобрнауки России от 28.02.2018 г. № 143

Составитель (и):

Кандидат технических наук, доцент

Хлыновский А.М.

От кафедры составителя:

Заведующий кафедрой теплосиловых установок и тепловых двигателей

Злобин В.Г.

От выпускающей кафедры:

Заведующий кафедрой

Смородин С.Н.

Методический отдел:

1 ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины: Сформировать компетенции обучающегося в области теоретических методов расчета движения газа в элементах энергетического и теплотехнического оборудования, процессов преобразования энергии в турбомашинах.

1.2 Задачи дисциплины:

- Овладеть основными понятиями газовой динамики, терминологией, законами, основными процессами, протекающими в тепловых машинах.
- Уметь пользоваться методами расчета газодинамических процессов.
- Усвоить основные направления повышения эффективности тепловых машин и аппаратов.
- Приобретение навыков использования основных уравнений газодинамики для расчета течений, выработки умений экспериментального исследования и анализа характеристик теплоэнергетического оборудования и турбомашин.
- Привить способности к самостоятельному приобретению и использованию в практической деятельности новых знаний и умений.

1.3 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Предварительная подготовка предполагает создание основы для формирования компетенций, указанных в п. 2, при изучении дисциплин:

Математика

Физика

Химия

Инженерная графика

Гидрогазодинамика (Гидравлика)

2 КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

ОПК-4: Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах

Знать: основные законы движения газа; методы расчета движения рабочих сред в каналах произвольной формы и на обтекаемых поверхностях.

Уметь: определять параметры потоков в каналах произвольной формы и на обтекаемых поверхностях.

Владеть: расчетами теплотехнических установок и систем по заданным методикам с применением теоретических основ гидрогазодинамики.

3 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание разделов, тем и учебных занятий	Семестр (курс для ЗАО)	Контактная работа		СР (часы)
		Лек. (часы)	Пр. (часы)	
Раздел 1. Основные законы газовой динамики.	2			
Тема 1. Газовая динамика, как основа движения сжимаемых сред в энергопроизводящем оборудовании тепловых, воздухоудных и холодильных станциях. Параметры состояния и основные уравнения газодинамики. Параметры течения газовых потоков и связь между ними.		0,5	0,3	7
Тема 2. Распространение слабых возмущений в газовой среде. Особенности расчета критических, предельных скоростей движения газа. Число Маха, коэффициент скорости. Уравнения, устанавливающие связь параметров потока с числом Маха и коэффициентом скорости.		0,5	0,3	7
Тема 3. Ударная волна. Скачки уплотнения. Прямой скачек уплотнения, определение скорости и параметров состояния при переходе через прямой скачек уплотнения. Ударная адиабата. Косой скачек уплотнения. Определение скорости и параметров состояния.		0,5	0,3	7
Тема 4. Сопло Лавалю. Нерасчетные режимы суживающего сопла и сопла Лавалю. Режимы, при которых возможно образование скачка уплотнения в соплах Лавалю.		0,5	0,3	7
Раздел 2. Методы определения скоростей потоков газа.				
Тема 5. Конструктивные особенности трубок Пито-Прантля. Методы экспериментального определения скоростей дозвукового и сверхзвукового потоков газа с использованием трубки Пито-Прантля. РГР № 1 «Определение скорости потока с помощью трубок Пито-Прантля».		0,5	0,3	7

Тема 6. Движение газа при наличии трения. Пограничный слой, основные понятия. Переход от ламинарного к турбулентному режиму течения в пограничном слое. Условные толщины пограничного слоя.	0,5	0,3	7
Тема 7. Расчет пограничного слоя. Понятия о расчете турбулентного пограничного слоя. Пограничный слой при больших скоростях течения потока. Течение газов и паров длинных трубопроводах. РГР № 2 «Газодинамический расчет пограничного слоя на плоской пластине, обтекаемой потоком вязкого газа».	0,5	0,3	7
Тема 8. Гидродинамическое подобие течения вязкой и сжимаемой среды. Основы теории моделирования, условия подобия. Определяющие критерии.	0,5	0,3	9
Раздел 3. Характеристики решеток профилей.			
Тема 9. Элементы, гидродинамика крылового профиля и решетки профилей. Основные характеристики крылового профиля. Теорема Жуковского. Постулат Чаплыгина – Жуковского.	0,5	0,3	8
Тема 10. Влияние вязкости на силовое воздействие потока: Аэродинамические коэффициенты. Критическое и максимальное число Маха. Потери энергии в решетках профилей.	0,5	0,3	9
Раздел 4. Характеристики плоских диффузорных решеток профилей.			
Тема 11. Плоская решетка профилей. Основные геометрические и аэродинамические параметры решетки профилей. Теорема Жуковского о силовом воздействии потенциального потока с отдельным профилем в решетке.	0,5	0,3	7,5
Тема 12. Общие положения расчета газопроводов Потери давления по длине газопровода. Коэффициенты сопротивления Дарси-Вейсбаха. РГР № 3 «Расчет необходимого перепада давления для транспортировки заданного расхода воздуха по длине сложного газопровода. Выбор центробежного компрессора по мощности».	0,5	0,7	11,5
Итого в семестре (на курсе для ЗАО)	6	4	94
Консультации и промежуточная аттестация (Зачет)	0,25		

Всего контактная работа и СР по дисциплине		10,25	94
--	--	-------	----

4 КУРСОВОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ

Курсовое проектирование учебным планом не предусмотрено

5. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ, КРИТЕРИЕВ, СИСТЕМЫ И СРЕДСТВ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

5.1 Показатели оценивания

Код компетенции	Показатели оценивания результатов обучения
ОПК-4	1. Дает определения основным законам газодинамики, излагает взаимосвязь между основными уравнениями, объясняет рабочие процессы в двигателях с использованием знаний в области газодинамики. 2. Владеет методами расчета движения рабочих сред в каналах произвольной формы и на обтекаемых поверхностях.

5.2 Система и критерии оценивания

Шкала оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	
	Устное собеседование	Письменная работа
Зачтено	Обучающийся показывает достаточный уровень знаний в пределах основного учебного материала, без существенных ошибок выполняет предусмотренные в программе задания; усвоил основную литературу, рекомендованную в программе; способен объяснить взаимосвязь основных понятий дисциплины при дополнительных вопросах преподавателя. Допускает не существенные погрешности в ответе, устраняет их без помощи преподавателя.	Обучающийся демонстрирует достаточное понимание условия задачи, владение навыками его анализа, выбора нужных законов и формул для ее решения, знание размерностей физических величин. Допускает незначительные погрешности при применении математического аппарата для реализации плана решения задачи. Получил правильный ответ, не испытывает затруднения с его интерпретацией.
Не зачтено	Обучающийся обнаруживает пробелы в знаниях основного учебного материала, допускает принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, не знаком с рекомендованной литературой, не может исправить допущенные ошибки.	Обучающийся не может проанализировать условие задачи, наметить план ее решения, выбрать физические законы и плохо ориентируется в физических величинах, не владеет математическим аппаратом. Представление чужой работы, отказ от выполнения задания.

5.3 Типовые контрольные задания и/или иные материалы, используемые для оценки результатов обучения

5.3.1 Типовые контрольные вопросы

№ п/п	Формулировки вопросов
Курс 2	
1	Гидродинамическое подобие течения вязкой и сжимаемой среды.
2	Основы теории моделирования, условия подобия. Определяющие критерии.
3	Определяющие критерии подобия.
4	Газовая динамика, как основа движения сжимаемых сред в энергопроизводящем оборудовании тепловых, воздухоудвжных и холодильных станциях.
5	Параметры состояния и основные уравнения газодинамики.
6	Параметры течения газовых потоков и связь между ними.
7	Распространение слабых возмущений в газовой среде.
8	Особенности расчета критических, предельных скоростей движения газа.
9	Число Маха, коэффициент скорости.
10	Уравнения, устанавливающие связь параметров потока с числом Маха и коэффициентом скорости.
11	Ударная волна. Скачки уплотнения.
12	Определение скорости и параметров состояния газа при переходе через прямой скачок уплотнения.
13	Ударная адиабата. Косой скачок уплотнения.

14	Скачки уплотнения изменения скорости и параметров состояния при переходе через скачок уплотнения.
15	Сопло Лаваля.
16	Нерасчетные режимы сужающего сопла и сопла Лаваля.
17	Режимы, при которых возможно образование скачка уплотнения в соплах Лаваля.
18	Конструктивные особенности трубок Пито-Прандтля.
19	Методы экспериментального определения скоростей дозвукового и сверхзвукового потоков газа.
20	Использованием трубки Пито-Прандтля для определения скоростей потока.
21	Движение газа при наличии трения.
22	Пограничный слой, Основные понятия.
23	Переход от ламинарного к турбулентному режиму течения в пограничном слое.
24	Условные толщины пограничного слоя.
25	Расчет пограничного слоя.
26	Понятия о расчете турбулентного пограничного слоя.
27	Пограничный слой при больших скоростях течения потока.
28	Течение газов и паров в длинных трубопроводах.
29	Потери давления при движении газа по трубопроводу.
30	Зависимость коэффициента сопротивления λ от режима движения газа в трубопроводе.

5.3.2 Типовые тестовые задания

Не предусмотрено.

5.3.3 Типовые практико-ориентированные задания (задачи, кейсы)

Задача 1.

Самолет, летящий у поверхности земли ($p=0,1$ МПа), имеет $M=0,7$.

Определить повышение температуры, плотности и давления в носовой точке фюзеляжа.

Найти ошибку, которая получится, если определить R_d без учета сжимаемости воздуха, т.е. по формуле

$$R_d = \rho \cdot W^2 / 2$$

Задача 2.

Воздух вытекает из баллона в атмосферу через сужающееся сопло с диаметром 10 мм. В баллоне температура $T^*=1270$ С и давление $p^*=1,0$ МПа.

Найти скорость истечения и массовый секундный расход.

5.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения

5.4.1 Условия допуска обучающегося к промежуточной аттестации и порядок ликвидации академической задолженности

Проведение промежуточной аттестации регламентировано локальным нормативным актом СПбГУПТД «Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся»

5.4.2 Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

Устная

+

Письменная

+

Компьютерное тестирование

Иная

5.4.3 Особенности проведения промежуточной аттестации по дисциплине

В течение семестра выполняются контрольные работы;

Возможность пользоваться справочными материалами, калькулятором;

Время на подготовку ответа 30 минут.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

Автор	Заглавие	Издательство	Год издания	Ссылка
6.1.1 Основная учебная литература				
Н. Н. Гладышев, Т. Ю. Короткова, А. М. Хлыновский	ГИДРОГАЗОДИНАМИКА. Часть 2. Выполнение курсовой работы: методические указания для студентов очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 13.03.01 — Теплоэнергетика и теплотехника	М-во науки и высшего образования РФ, С.-Петербург, гос. ун-т пром. технологий и дизайна, Высш. шк. технологии и энергетики.-Санкт-Петербург: ВШТЭ СПбГУПТД	2022	http://nizrp.narod.ru/metod/tsuidt/1665105518.pdf

6.1.2 Дополнительная учебная литература					
Андрижиевский, А. А.	Механика жидкости и газа	Минск: Вышэйшая школа	2014	http://www.iprbookshop.ru/35498.html	
Крестин, Е. А., Лукс, А. Л., Матвеев, А. Г., Шабанова, А. В.	Гидрогазодинамика (с элементами процессов и аппаратов)	Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ	2015	http://www.iprbookshop.ru/49890.html	
Н.Н. Гладышев	Гидрогазодинамика [Текст]: конспект лекций	М-во образования и науки РФ, СПбГТУРП. – СПб.: СПбГТУРП	2012	http://www.nizrp.narod.ru/gidrogazodin.htm	

6.2 Перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks [Электронный ресурс]. URL: <http://www.iprbookshop.ru/>
2. Электронная библиотека ВШТЭ СПб ГУПТД [Электронный ресурс]. URL: <http://nizrp.narod.ru>
3. База данных большой технической библиотеки "Сайт теплотехника" [Электронный ресурс]. URL: <http://teplotek.ru/>

6.3 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

MicrosoftWindows 8

MicrosoftOfficeProfessional 2013

6.4 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Аудитория	Оснащение
Лекционная аудитория	Мультимедийное оборудование, специализированная мебель, доска
Учебная аудитория	Специализированная мебель, доска