



КГЭУ

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
профессионального образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____ В.К. Ильин
«__» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б2.В.3 «Теплопередача в промышленных аппаратах»

(указывается индекс и наименование дисциплины согласно учебному плану в соответствии с ФГОС ВПО)

Направление подготовки _____ 223200 «Техническая физика»
(указывается код и наименование)

Направление подготовки _____ Теплофизика

Квалификация (степень) выпускника _____ бакалавр

Форма обучения _____ очная
(очная, очно-заочная, заочная)

г. Казань
2013

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Теплопередача в промышленных аппаратах» является изучение различных типов теплообменников; изучение физических основ ядерных и термоядерных реакторов и методов их охлаждения; изучение теплопередачи в жидкостных ракетных двигателях (ЖРД) и в космических летательных аппаратах.

Задачи курса: в результате изучения курса студенты должны:

- овладеть методами интенсификации теплообмена различных типов теплообменников;

- научиться методам теплового и гидравлического расчетов теплообменных аппаратов и тепловых труб;

2. Место дисциплины в структуре ООП ВПО

Дисциплина относится к вариативной части профессионального цикла Б.2 В3 основной образовательной программы подготовки бакалавров по программе «Теплофизика».

Курс базируется на знаниях и умениях, приобретенных студентами при изучении курсов «Техническая термодинамика», «Гидрогазодинамика», «Тепломассообмен», «Ядерные энергетические установки».

Знания, полученные при изучении курса, используются в дисциплинах «Современные проблемы теплофизики перспективных установок», «Расчет температурных режимов элементов оборудования», «Современные проблемы технической физики, «Методы интенсификации теплообмена».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

В результате освоения учебной дисциплины обучающиеся должны демонстрировать следующие результаты образования:

– знание и владение основными методами защиты производственного персонала и населения от возможных последствий аварий, катастроф, стихийных бедствий и способов применения современных средств поражения, основными мерами по ликвидации их последствий (ПК-9);

– способность самостоятельно осваивать современную физическую аналитическую и технологическую аппаратуру различного назначения и работать на ней (ПК-10);

- готовность изучать научно-техническую информацию, отечественный и зарубежный опыт по тематике профессиональной деятельности (ПК-12);
- готовность обосновывать принятие конкретного технического решения при разработке технологических процессов и изделий, выбирать технические средства и технологии с учетом экономических и экологических последствий их применения (ПК-17).

Данные компетенции формируются на основе следующих знаний и умений:

знать:

- типы теплообменных аппаратов и принцип их действия;
- технические характеристики теплообменников;
- показатели эффективности теплообменных аппаратов;
- виды теплоносителей и схемы их течения;
- способы интенсификации теплообмена, основные конструкции и их классификацию;
- принцип действия тепловых труб и их применение;
- основные понятия о ядерных и термоядерных реакторах, их классификацию;
- системы охлаждения с однофазным и кипящим теплоносителем;
- классификацию теплообменных аппаратов в ядерных энергетических установках;
- критерии безопасности эксплуатации термоядерных реакторов;
- устройства для защиты конструкций от высокой температуры;
- способы охлаждения: внутреннего, пористого, заградительного, пленочного, смешанного типа;
- классификацию и области применения жидкостных ракетных двигателей (ЖРД);
- виды теплообмена в космических летательных аппаратах и в ЖРД;

уметь:

- определять средний температурный напор и концевые температуры в теплообменнике;
- проводить выбор рационального способа интенсификации теплообмена;
- оценивать предельные температурные работы тепловых труб;
- проводить тепловой расчет тепловых труб различного вида;
- проводить теплогидравлический расчет ядерных реакторов;
- оценить критерии безопасности эксплуатации реакторов;
- рассчитать систему охлаждения с однофазным и кипящим теплоносителем;
- проводить теплогидравлический расчет реактора с контуром охлаждения;

– оценить особенности теплопередачи в ЖРД и провести его теплогидравлический расчет.

владеть:

– методами теплового и гидравлического расчета теплообменных аппаратов различного типа и ядерных реакторов;

– основными знаниями теплопередачи;

– методами проведения анализа эффективности работы и интенсификации теплообмена теплообменников.

4. Структура и содержание дисциплины «Информационные технологии в технической физике»

Общая трудоемкость дисциплин составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

4.1 Структура дисциплины

Вид учебной работе	Всего часов	из них, проводимых в интерактивной форме	Семестры	
			7	-
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	180	18	180	
АУДИТОРНЫЕ ЗАНЯТИЯ:	90		90	
Лекции (Лк)	36	10	36	
Практические (семинарские) занятия (ПЗ)	36		36	
Лабораторные работы (ЛР)	18	8	18	
и(или) другие виды аудиторных занятий	-		-	
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА:	90		90	
Курсовой проект (работа)	-		-	
Расчетно-графические работы	10		10	
Реферат	-		-	
и (или) другие виды самостоятельной работы	44		44	
Экзамен	36		36	
ВИД ИТОГОВОГО КОНТРОЛЯ (З – зачет, Э – экзамен)	Э		Э	

4.2. Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по разделам)
				лк	пр	лаб	сам.	
1	2	3	4			7		9

1	Теплообменники: типы, теплогидравлический расчет, интенсификации теплообмена	54	7	12	12	18	12	Тест, зачет по лабораторной и практической работе.
2	Тепловые трубы: применение, тепловой расчет	20	7	6	6	-	8	Тест, зачет по практической работе.
3	Ядерные и термоядерные реакторы	20	7	6	6	-	8	Тест, зачет по практической работе.
4	Охлаждение и защитные покрытия	20	7	6	6	-	8	Тест, зачет по практической работе.
5	Теплопередача в ЖРД и в космических летательных аппаратах	20	7	6	6	-	8	По результатам текущего контрол
	Расчетно-графическая работа	11	-	-	-	-	10	Расчетно-графическая работа
	Экзамен	36	7				36	По результатам ответов на билеты
	Итого:	180		36	36	18	90	

4.3. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1

Теплообменники (ТА).

Теплообменные аппараты. Типы. Рекуперативные ТА. Кожухотрубные ТА. Рекуперативные ТА другой конструкции. Смесительные ТА. Регенеративные ТА. Теплоносители. Показатели эффективности ТА. Классификация расчетов ТА. Тепловой расчет. Тепловой конструктивный расчет. Средний температурный напор. Расчет коэффициента теплопередачи ТА. Расчет коэффициента теплоотдачи. Компоновочный расчет. Тепловой поверочный расчет. Гидравлический расчет. Методы интенсификации теплообмена. Обзор основных конструкций, классификация. Выбор рационального способа интенсификации процесса теплообмена. Оценка эффективности метода интенсификации конвективного теплообмена.

Раздел 2.

Тепловые трубы.

Принцип действия. Применение. Тепловые трубы с капиллярно-пористыми материалами. Капиллярные структуры тепловых труб. Термосифоны. Фитили. Тепловой расчет.

Раздел 3

Ядерные и термоядерные реакторы.

Основные понятия о реакторах. Классификация реакторов. Физические процессы. Теплогидравлический расчет ядерных реакторов. Термоядерный реактор-токамак. Задачи и классификация теплогидравлических расчетов. Критерии безопасной эксплуатации установки. Расчет систем охлаждения с однофазным и кипящим теплоносителем. Классификация теплообменных аппаратов в ядерных энергетических установках.

Раздел 4

Охлаждение и защитные покрытия

Устройства для защиты конструкций от высокой температуры. Внутреннее охлаждение. Пористое, заградительное и пленочное охлаждение. Пристеночный слой. Паровая завеса. Схема пористого охлаждения. Достоинства и недостатки. Смешанное охлаждение. Защитные покрытия. Защита стенок камеры двигателя от прогорания с помощью покрытий или путем аккумуляции тепла.

Раздел 5

Теплопередача в ЖРД и в космических летательных аппаратах

Общие сведения о жидкостных ракетных двигателях (ЖРД). Классификация ЖРД. Области применения ЖРД. Космические ракеты и искусственные спутники Земли. Ракеты для исследования высоких слоев атмосферы. Теплопередача в жидкостных ракетных двигателях и в космических летательных аппаратах. Физическая картина процесса теплопередачи в ЖРД и ее особенности.

4.4. Практические (семинарские) занятия

№ п/п	Тема практических (семинарских) занятий	Семестр	Номер раздела лекционного курса	Продолжительность (часов)
1	2	3	4	5
1	Теплопередача в поверхностных ТА	7	1	4
2	Теплопередача в поверхностных ТА	7	1	4
3	Теплоотдача в рекуперативных ТА	7	1	4
4	Теплоотдача в рекуперативных ТА	7	1	4
5	Тепловой расчет спирального теплообменника	7	1	4
6	Тепловой расчет спирального теплообменника	7	1	4
7	Расчет гидравлических сопротивлений в ТА	7	1	4
8	Поверочный расчет регенеративного ТА	7	1	4
9	Расчет тепловой трубы	7	2	4
	Итого:	–	–	36

4.5. Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование лабораторных работ	Семестр	Номер раздела лекционного курса	Продолжительность (часов)
1	2	3	4	5
1	Исследование процесса теплопередачи в теплообменном элементе маслоохладителя с использованием ЭВМ	7	1	4
2	Исследование процесса теплопередачи в теплообменном элементе мазутоподогревателя с использованием ЭВМ	7	1	4
3	Определение коэффициента теплопередачи при течении жидкости в трубе	7	1	4
4	Расчет параметров теплообменного оборудования мазутного хозяйства ТЭЦ-2	7	1	6
	Итого:	–	–	18

4.6. Разделы дисциплины и связь с формируемыми компетенциями

№ п/п	Раздел дисциплины, участвующий в формировании компетенций	Часов на раздел	Компетенции				Количество компетенций
			ПК-9	ПК-10	ПК-12	ПК-17	
1	Теплообменники: типы, теплогидравлический расчет, интенсификации теплообмена	54	З	У, В	В	У, В	4
2	Тепловые трубы: применение, тепловой расчет	20		У, В	В	У, В	3
3	Ядерные и термоядерные реакторы	20		У, В	У, В	У	3
4	Охлаждение и защитные покрытия	20	З, В	У	У, В		3
5	Теплопередача в ЖРД и в космических летательных аппаратах	20		З, У	У, В	З	3

(Сумма компетенций, сформированных каждым разделом, соотношенная с часами на изучение данного раздела, позволяет оценить реальность формирования компетенций и скорректировать распределение часов отведенных на разделы).

Условные обозначения: З – знать,
У – уметь,
В – владеть.

5. Образовательные технологии

Лекционные, практические, лабораторные занятия проводятся с использованием визуальных компьютерных средств: видеопрезентаций, учебных фильмов. Для повышения эффективности усвоения материала применяются анимационные схемы.

Лабораторные работы оснащены компьютерными эмуляторами, тренажерами, которые предназначены для того, чтобы обучающиеся вначале провели виртуальный эксперимент, прошли компьютерное тестирование, а лишь затем приступили к натурному эксперименту.

№ п/п	Раздел дисциплины	Компетенции	Образовательные технологии	Оценочные средства
1	2	3	4	5
1	Теплообменники: типы, теплогидравлический расчет, интенсификации теплообмена	ПК-9, ПК-10, ПК-12, ПК-17.	Лекции с использованием компьютерных визуальных средств, лабораторные работы с виртуальными тренажерами,	Тест, зачет по лабораторной и практической работе
2	Тепловые трубы: применение, тепловой расчет	ПК-10, ПК-12, ПК-17.	Лекции с использованием компьютерных визуальных средств	Тест, зачет по практической и самостоятельной работе
3	Ядерные и термоядерные реакторы	ПК-10, ПК-12, ПК-17.	Лекции с использованием компьютерных визуальных средств	Тест, зачет по практической и самостоятельной работе
4	Охлаждение и защитные покрытия	ПК-9, ПК-10, ПК-12.	Лекции с использованием компьютерных визуальных средств	Тест, зачет по практической и самостоятельной работе
5	Теплопередача в ЖРД и в космических летательных аппаратах	ПК-10, ПК-12, ПК-17.	Лекции с использованием компьютерных визуальных средств	Тест, зачет по практической и самостоятельной работе

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1. Тематика рефератов, расчетно-графических работ, курсовых проектов (работ)

Расчетно-графическая работа по теме «Теплопередача в промышленных аппаратах» максимально приближена к реальному конструкторскому расчету. Расчетно-графическая работа требует применения разнообразных умений и знаний из различных разделов данного курса, а также ранее пройденных курсов: «Техническая

термодинамика», «Гидрогазодинамика», «Тепломассообмен», «Ядерные энергетические установки».

Расчетно-графическая работа состоит из пояснительной записки и графического материала. Объем графической части проекта 1 лист формата А1 (24), включающий в себя чертеж общего вида основного проектируемого аппарата. Объем пояснительной записки 20-25 страниц машинописного текста. По указанию преподавателя один из теплообменных аппаратов должен быть рассчитан на ЭВМ.

6.2. Примеры тестов и контрольных вопросов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации

Примеры тестов для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.

1. Теплообменными аппаратами называются устройства

- а) для преобразования энергии в работу
- б) для передачи теплоты от одного теплоносителя к другому
- в) для передачи массы теплоносителя через поверхность
- г) для преобразования работы в теплоту

2. Устройством для передачи теплоты от одного теплоносителя к другому является

- а) дроссельный вентиль
- б) компрессор
- в) холодильник
- г) теплообменный аппарат

3. По принципу действия теплообменники могут быть разделены на 2 типа

- а) смешительные
- б) разделительные
- в) обтекаемые
- г) поверхностные

Пример контрольных вопросов к экзамену:

1. Теплообменники.
2. Смешанное охлаждение, защита стенок камеры двигателя от прогорания. с помощью покрытий или путем аккумуляции тепла..
3. Классификация ТА.
4. Конвективное охлаждение.
5. Средний температурный напор.
6. Тепловой и гидравлический расчет.
7. Рекуперативные теплообменники (кожухотрубчатые теплообменники).
8. Показатели эффективности.

9. Теплоносители.

10. Способы охлаждения и защитные покрытия.

6.3. Организация самостоятельной работы студентов

№ п/п	Тема самостоятельной работы	Семестр	Номер раздела лекционного курса	Продолжительность (часов)
1	2	3	4	5
1	Выбор рационального способа интенсификации процесса теплообмена.	7	1	6
2	Оценка эффективности метода интенсификации конвективного теплообмена.	7	1	6
3	Капиллярные структуры тепловых труб.	7	2	4
4	Термосифоны. Фитили.	7	2	4
5	Термоядерный реактор-токамак.	7	3	4
6	Критерии безопасной эксплуатации установки.	7	3	4
7	Схема пористого охлаждения: достоинства и недостатки.	7	4	4
8	Защита стенок камеры двигателя от прогарания.	7	4	4
9	Космические ракеты и искусственные спутники Земли.	7	5	4
10	Ракеты для исследования высоких слоев атмосферы.	7	5	4
11	Расчетно-графическая работа	7	–	10
12	Экзамен	7	–	36
	Итого:	–	–	90

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

– учебная:

7.1 Стерман Л.С. Тепловые и атомные электрические станции: учебник для вузов/ Л.С. Стерман, В.М. Лавыгин, С.Г. Тишин. – 4-е изд., перераб. и доп. –М.: МЭИ, 2008. – 464 с.

7.2 Основы современной энергетики: учебник для вузов. В 2-х т. [Электронный ресурс] / под общ. ред. Е.В. Аметистова. – 5-е изд., стер. Том 1. Современная теплоэнергетика / А.Д. Трухний, О.А. Поваров, М.А. Изюмов, С.П. Малышенко; под ред. А.Д. Трухния. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – 472 с. Режим доступа: www.nelbook.ru

– учебно-методическая:

- 7.3 Шинкевич Т.О. Методическое пособие к практическим занятием по дисциплине «Теплопередача в промышленных аппаратах» / Т.О. Шинкевич – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2010, – 60с.
- 7.4 Конструктивный расчет кожухотрубного теплообменника: метод. указания к курсовой работе / сост. Т.О. Шинкевич – Казань: КГЭУ, 2010, – 36с.
- 7.5 Тепломассобмен: метод. указания и задания для выполнения типового расчета / сост. Панова. Ч.1: Теплопередача. – Казань: КГЭУ, 2006, – 23 с.

б) дополнительная литература:

- 7.6 Баклушин Р.П. Эксплуатационные режимы АЭС: учебное пособие [Электронный ресурс] / Р.П. Баклушин. – 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – 532 с. Режим доступа: www.nelbook.ru
- 7.7 Теплоэнергетика и теплотехника: в 4 кн/ под ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина. – 4-е изд., стер. Кн. 2. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент: справочник. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 564 с
- 7.8 Теплоэнергетика и теплотехника: в 4 кн/ под ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина. – 4-е изд., стер. Кн. 3. Тепловые и атомные электрические станции: справочник. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 648 с.
- 7.9 Теплоэнергетика и теплотехника: в 4 кн/ под ред. А.В. Клименко, В.М. Зорина. – 4-е изд., стер. Кн. 4. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: справочник. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 632 с.

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Компьютерные программы для проведения, обработки и контроля лабораторных и практических занятий Многочисленные справочные материалы по изучаемым темам легко найти в Интернете. Имеется подписка на Электронные библиотечные системы nelbook.ru, book.ru, e.lanbook.com.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Конспект лекций и материалы в электронной форме.

Компьютерный проектор в комплекте с ноутбуком и экраном, слайд-проектор, с соответствующим демонстрационным материалом.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВПО и с учетом рекомендаций ПрООП ВПО по направлению подготовки

223200 «Техническая физика»

(указывается код и наименование)

и направление подготовки Теплофизика.
(указывается наименование)

Автор (ы): _____ к.т.н. Шарипов И.И.
подпись _____ ученая степень (звание), расшифровка подписи

Рецензент (ы): _____ к.т.н. Попкова О.С.
подпись _____ ученая степень (звание), расшифровка подписи

Программа обсуждена и одобрена на заседании методического совета кафедры

ТОТ от 8 октября 2013 г., протокол № 89.
название кафедры

И.о. заведующий кафедрой ТОТ

_____ доц. Харчук С.И.
подпись _____ ученая степень (звание), расшифровка подписи

« _____ » _____ 20__ г.

Директор ИТЭ

_____ проф. Чичирова Н.Д.
подпись _____ ученая степень (звание), расшифровка подписи

« _____ » _____ 20__ г.

Согласовано:

И.о. зав. выпускающей кафедрой Теоретических основ теплотехники

_____ доц. Харчук С.И.
подпись _____ ученая степень (звание), расшифровка подписи

« _____ » _____ 20__ г.

Зав. библиотекой КГЭУ

_____ И.В. Соколова
подпись _____ ученая степень (звание), расшифровка подписи

« _____ » _____ 20__ г.