

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»
ВЫСШАЯ ШКОЛА ТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГЕТИКИ

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ВШТЭ
 П.В. Луканин
 « 20 / 12 / 2016 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.8.1

(индекс дисциплины)

Специальные вопросы тепломассообмена

(Наименование дисциплины)

Кафедра: **24** Промышленной теплоэнергетики

Код

(Наименование кафедры)

Направление подготовки: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника

Профиль подготовки: Энергетика теплотехнологий

Уровень образования: Бакалавриат

План учебного процесса

Составляющие учебного процесса		Очное обучение	Очно-заочное обучение	Заочное обучение
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий и самостоятельная работа обучающихся (часы)	Всего	144		
	Аудиторные занятия	56		
	Лекции	28		
	Лабораторные занятия			
	Практические занятия	28		
	Самостоятельная работа	88		
	Промежуточная аттестация			
Формы контроля по семестрам (номер семестра)	Экзамен			
	Зачет	8		
	Контрольная работа (з/о)			
	Курсовой проект (работа)			
Общая трудоемкость дисциплины (зачетные единицы)		4		

Форма обучения:	Распределение зачетных единиц трудоемкости по семестрам									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Очная								4		
Очно-заочная										
Заочная										

1. ВВЕДЕНИЕ К РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Место преподаваемой дисциплины в структуре образовательной программы

Блок 1: Базовая Обязательная Дополнительно
является факультативом
Вариативная По выбору

1.2. Цель дисциплины

Сформировать компетенции обучающегося в области:

- знаний о передаче теплоты и массы, обеспечивающих восприятие последующих учебных курсов в соответствии с уровнем образования «бакалавриат»;
- квалифицированного проведения элементарных расчетов задач теплообмена при фазовых и химических превращениях и теплогидравлики;
- использования фактического научно-технического материала курса для непрерывной мировоззренческой и методологической подготовки студентов.

1.3. Задачи дисциплины

Приобретение и творческое усвоение студентами научно-теоретических и инженерно-практических вопросов в области:

- теплообмена при фазовых и химических превращениях;
- массообмена;
- теплообменных аппаратов.

1.4. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Код компетенции	Формулировка компетенции	Этап формирования
ОПК-2	Способностью демонстрировать базовые знания в области естественнонаучных дисциплин, готовностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности; применять для их разрешения основные законы естествознания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования.	3

Планируемые результаты обучения

Знать:

законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы для выявления естественнонаучной сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности.

Уметь:

рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкции тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов тепломассообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты;

рассчитывать передаваемые тепловые потоки.

Владеть:

основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.

1.5. Дисциплины (практики) образовательной программы, в которых было начато формирование компетенций, указанных в п.1.4:

- Физика (общая) (ОПК-2)
- Химия (общая) (ОПК-2)
- Экология (ОПК-2)
- Математика (общая) (ОПК-2)
- Начертательная геометрия. Инженерная и компьютерная графика (ОПК-2)
- Материаловедение и технология конструкционных материалов (ОПК-2)
- Механика (ОПК-2)
- Электротехника и электроника (ОПК-2)
- Техническая термодинамика (ОПК-2)

- Газодинамика ч.2 Газодинамика (ОПК-2)
- Тепломассообмен (ОПК-2)
- Прикладная математика (ОПК-2)
- Теоретическая механика (ОПК-2)
- Сопротивление материалов (ОПК-2)
- Нагнетатели и тепловые двигатели ч.1 (ОПК-2)
- Нагнетатели и тепловые двигатели ч.2. Энергетические насосы (ОПК-2)
- Физическая химия (ОПК-2)
- Основы термодинамического анализа (ОПК-2)
- Уравнения математической физики (ОПК-2)
- Спецвопросы физики (ОПК-2)

2. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование и содержание учебных модулей, тем и форм контроля	Объем (часы)		
	очное обучение	очно-заочное обучение	заочное обучение
Учебный модуль 1. Теплообмен при кипении жидкости в большом объеме			
Тема 1. Кипение на погруженных поверхностях: механизмы кипения и зависимости теплоотдачи от режимных параметров на теплоотдающей поверхности одиночных труб; на поверхности пучков труб; на пористой поверхности.	11		
Тема 2. Критические тепловые потоки при кипении в большом объеме: гидродинамическая модель кризиса кипения, определяющая зависимость критической тепловой нагрузки от режимных параметров процесса кипения.	11		
Текущий контроль 1 (Тестирование)	1		
Учебный модуль 2. Теплообмен при кипении жидкости в каналах			
Тема 3. Основные параметры двухфазного потока при кипении в каналах: расходные параметры, определяемые по уравнениям теплового баланса и массы; и истинные параметры, учитывающие движение потоков отдельных фаз.	11		
Тема 4. Режимы течения восходящего двухфазного потока и теплообмен в них: однофазная жидкость; пузырьковое кипение; пенное кипение, дисперсно-кольцевое кипение; режим ухудшенной теплоотдачи, расчетные уравнения теплоотдачи.	11		
Тема 5. Кипение нисходящего потока в вертикальных трубах: режимы кипящей гравитационно стекающей жидкости – пузырьковый и снарядный; режимы падающей пленки – некипящей, кипящей падающей пленки, пенный; дисперсно-кольцевой.	11		
Тема 6. Кризис теплоотдачи при кипении в трубах: кризисы первого и второго рода; условия, определяющие их возникновение, диаграммы критической плотности теплового потока в зависимости от паросодержания двухфазной смеси.	11		
Тема 7. Теплоотдача при кипении растворов. Зависимость теплоотдачи от концентрации раствора, температуры раствора. Градиент концентраций.	11		
Текущий контроль 2 (Тестирование)	1		
Учебный модуль 3. Теплоотдача при конденсации водяных паров			
Тема 8. Конденсация на вертикальной плоской поверхности: физика процесса; расчетное уравнение зависимости коэффициента теплоотдачи от режима течения конденсатной пленки в условиях чистого насыщенного пара и двухфазной смеси.	11		
Тема 9. Конденсация на горизонтальных трубах: физика процесса при конденсации на одиночных трубах и пучках труб; расчетное уравнение зависимости коэффициента теплоотдачи от режима течения конденсатной пленки в условиях чистого насыщенного пара и двухфазной смеси.	11		
Тема 10. Теплообмен при пленочной конденсации пара внутри труб: расчетные уравнения зависимостей коэффициента теплоотдачи от режима течения конденсатной пленки в условиях чистого насыщенного пара; влияние на теплоотдачу внешних факторов.	11		
Тема 11. Капельная конденсация: условия возникновения и факторы определяющие существование капель; основные параметры процесса,	11		

формирования, описание шкал оценивания

10.1.1. Показатели оценивания компетенций на этапах их формирования

Код компетенции (этап освоения)	Показатели оценивания компетенций	Наименование оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
ОПК-2 (3)	<p>Демонстрирует знания законов и основных физико-математических моделей переноса теплоты и массы для выявления естественнонаучной сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности.</p> <p>Способен рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкции тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов теплообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты; рассчитывать передаваемые тепловые потоки. Использует методики расчетов процессов теплообмена в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.</p>	Устное собеседование, практическое задание	Перечень вопросов к зачету (32 вопроса) Практикоориентированное задание (10 задач)

10.1.2. Описание шкал и критериев оценивания сформированности компетенций
Критерии оценивания сформированности компетенций

Оценка по традиционной шкале	Критерии оценивания сформированности компетенций
	Устное собеседование
Зачтено	Полный, исчерпывающий ответ, явно демонстрирующий глубокое понимание предмета и широкую эрудицию в оцениваемой области. Критический, оригинальный подход к материалу. Задача решена верно
Не зачтено	Обучающийся не имеет достаточного уровня знания дисциплины, плохо ориентируется в основных понятиях и определениях, плохо знаком с основной литературой, допускает при ответе на зачете существенные ошибки и не может устранить их даже под руководством преподавателя. Задача не решена.

10.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций

10.2.1. Перечень вопросов, разработанный в соответствии с установленными этапами формирования компетенций

№ п/п	Формулировка вопросов для зачета	№ темы
1	Теплообмен при пузырьковом кипении жидкости в большом объеме.	1
2	Кривые кипения $\alpha = f(q)$; $q = f(\Delta T)$	1
3	Локальные характеристики процесса парообразования при кипении в большом объеме.	1
4	Обобщенные переменные при кипении в большом объеме.	1
5	Обобщенные эмпирические зависимости для расчета теплоотдачи при кипении в большом объеме.	1
6	Кипение на поверхностях с пористыми покрытиями.	2
7	Теплоотдача при кипении жидкости в пучках из гладких труб.	2
8	Теплоотдача при кипении жидкости в пучках из оребренных труб.	2
9	Гидродинамическая модель кризиса кипения в большом объеме.	3
10	Основные расходные параметры двухфазного потока.	4

11	Основные истинные параметры двухфазного потока.	4
12	Обобщённые переменные при кипении восходящего обогреваемого двухфазного потока в вертикальных трубах.	5
13	Режимы течения адиабатного двухфазного потока.	5
14	Режимы течения и теплоотдача при кипении восходящего обогреваемого двухфазного потока в вертикальных трубах.	5
15	Зависимость коэффициента теплоотдачи от тепловой нагрузки и скорости циркуляции.	5
16	Основные параметры нисходящего двухфазного потока.	6
17	Обобщённые переменные при кипении нисходящего обогреваемого двухфазного потока в вертикальных трубах.	6
18	Режимы течения при нисходящем двухфазном потоке в вертикальных трубах.	6
19	Теплоотдача при кипении нисходящего обогреваемого двухфазного потока в вертикальных трубах.	6
20	Кризисы теплоотдачи при кипении в трубах.	7
21	Влияние концентрации раствора на интенсивность кипения.	7
22	Диффузионное термическое сопротивление при конденсации парогазовой смеси.	8
23	Фазовое термическое сопротивление при конденсации парогазовой смеси.	8
24	Термическое сопротивление конденсатной пленки при конденсации парогазовой смеси.	8
25	Зависимость коэффициента теплоотдачи при ламинарно текущей пленке конденсата.	9
26	Зависимость коэффициента теплоотдачи при турбулентно текущей пленке конденсата.	9
27	Зависимость коэффициента теплоотдачи при смешенном режиме текущей пленке конденсата.	9
28	Конденсация пара на горизонтальных пучках труб.	10
29	Теплообмен при конденсации движущегося пара внутри труб и ламинарно текущей пленке.	11
30	Теплообмен при конденсации движущегося пара внутри труб и турбулентно текущей пленке.	11
31	Капельная конденсация.	12
32	Основы теплового расчета парожидкостного испарителя	12

10.2.2. Варианты типовых контрольных заданий на зачет

№ п/п	Условия типовых задач (задач, кейсов)	Ответ
1	Рассчитать коэффициент теплоотдачи при конденсации неподвижного насыщенного пара при давлении $3 \cdot 10^{-5}$ Па на вертикальной стенке, длиной 3 м и температурой 80°C .	$\alpha = [\rho^2 \cdot \lambda^3 \cdot g \cdot r / (\mu \cdot H \cdot \Delta t)]^{1/4} = [972^2 \cdot 0,67^3 \cdot 9,81 \times 2159000 / (355 \cdot 10^{-6} \cdot 3 \cdot 55)]^{1/4} = 4187 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$
2	Найти коэффициент теплоотдачи при кипении воды на трубке испарителя с плотностью теплового потока $q = 2 \text{ кВт}/\text{м}^2$, если вода находится при температуре насыщения с давлением $3 \cdot 10^{-5}$ Па. Наружный диаметр трубки 33 мм	$\alpha = 3,0 \cdot q^{0,7} \cdot p^{0,15} = 3,0 \cdot 2000^{0,7} \cdot 3^{0,15} = 724 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{K})$

10.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, владений (навыков и (или) практического опыта деятельности), характеризующих этапы формирования компетенций

10.3.1. Условия допуска обучающегося к сдаче зачета и порядок ликвидации академической задолженности

Положение о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся (принято на Ученом совете университета 15.03.2016г., протокол № 4)

10.3.2. Форма проведения промежуточной аттестации по дисциплине

устная

письменная

компьютерное тестирование

иная

10.3.3. Особенности проведения зачета

Время на подготовку 40 мин, в это время входит подготовка ответа на теоретические вопросы и решение задачи.