Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Кафедра теплоэнергетики и экологии

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ М.В. Темлянцев
подпись
«____» _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Тепломассообмен

13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
(направленность (профиль): «Промышленная теплоэнергетика»)

Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Заочная форма

Срок обучения: 4 года 6 месяцев

Год начала подготовки 2022

Новокузнецк
2022

СибГИУ
Подлинник электронного документа хранится в системе электронного согласования документов СибГИУ
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭП
Сертификат: 861a8d56fc2cfb6de53bd665403c592fd02b1419
Владелец: Ректор Юрьев Алексей Борисович
Действителен: с 12 февраля 2024 г. по 7 мая 2025 г.
Дата и время: 01-03-2024 01:01:10 ПРОВЕРИТЬ ПОДПИСЬ

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование у обучающихся знаний и навыков для понимания законов и основных физико-математических моделей переноса теплоты и массы применительно к теплоустановкам.

Задачами учебной дисциплины являются:

– научить обучающихся проводить расчёты основных способов переноса тепловых потоков, а также температурных полей в потоках жидкостей и газов, в элементах конструкций теплоустановок с целью интенсификации процессов тепломассообмена.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Физика;

– Химия.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

– Котельные установки и парогенераторы;

– Тепломассообменное оборудование предприятий;

– Основы теории горения.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ОПК	Код и наименование ОПК	Код и наименование индикатора достижения ОПК	Планируемые результаты обучения
Фундаментальная подготовка	ОПК-3: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и	ОПК-3.3 Понимает химические процессы и применяет основные законы химии	– знать: основные законы химии. – уметь: рассчитывать химические процессы. – владеть:

	моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач		методикой расчёта химических процессов расчёта .
Теоретическая профессиональная подготовка	ОПК-4: Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК-4.1 Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа	– знать: основные законы движения жидкости и газа. – уметь: применять основные законы движения жидкости и газа. – владеть: методами расчёта движения жидкостей и газов.
		ОПК-4.3 Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем	– знать: теплофизические свойства рабочих тел. – уметь: рассчитывать теплотехнические установки и системы. – владеть: методами расчёта теплотехнических установок и систем.
		ОПК-4.4 Понимает основные законы термодинамики и термодинамических соотношений	– знать: основные законы термодинамики и термодинамические соотношения. – уметь: использовать основные законы термодинамики и термодинамические соотношения. – владеть: методами расчёта теплотехнических установок и систем с использованием основных законов термодинамики.
		ОПК-4.5 Применяет знания основ	– знать: основы термодинамики.

		термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей	– уметь: рассчитывать термодинамические процессы, циклы и их показатели. – владеть: методикой расчёта термодинамических процессов.

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа обучающихся с педагогическим работником включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иную контактную работу, предусматривающую групповую или индивидуальную работу обучающихся с педагогическим работником. Контактная работа обучающихся с педагогическим работником может быть аудиторной, внеаудиторной, а также проводиться в электронной информационно-образовательной среде.

Объем учебной дисциплины

Сессия / курс		***ИТОГО***	***1 сессия / 2 курс***	***2 сессия / 2 курс***	***3 сессия / 2 курс***
Форма промежуточной аттестации				*зачет*	*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***288***	*36*	*108*	*144*
	зачетных единиц	***8***	*1*	*3*	*4*
Лекции, *академ. час.*		***4***	*2*	*2*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***4***	*0*	*0*	*4*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*	*0*

в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*	***267***	*34*	*102*	*131*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*	***13***	*0*	*4*	*9*
в форме практической подготовки	***0***	*0*	*0*	*0*

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Введение. Предмет дисциплины и ее место в подготовке специалистов. (Значение тории тепломассообмена для эксплуатации теплотехнического оборудования.История создания теории тепломассообмена, роль русских ученых.);

Раздел 2 Теплопроводность. (Основные положение теории теплопроводности. Механизм процесса теплопроводности в газах, жидкостях, металлах, диэлектриках. Градиент температуры. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Коэффициент температуропроводности. Краевые условия для пресса теплопроводности; граничные условия первого, второго, третьего и четвертого рода. Закон Ньютона-Рихмана для теплоотдачи. Общие представления о методах решения задач теплопроводности.; Теплопроводность при стационарном режиме. Передача теплоты через однослойную и многослойную плоские стенки при граничных условиях I и III рода. Распределение температур при постоянном и переменном коэффициентах теплопроводности. Коэффициент теплопередачи. Передача теплоты через однослойную и многослойную цилиндрические стенки при граничных условиях I и III рода. Линейный коэффициент теплопередачи. Критический диаметр теплоизоляции.; Теплопроводность при нестационарном режиме. Методы решения задач нестационарной теплопроводности для тонкой пластины, длинного цилиндра при граничных условиях III рода. Критерии Био и Фурье. Анализ решений, частные случаи.;

Нагревание (охлаждение) параллелепипеда и цилиндра конечной длины. Определение количества теплоты, отдаваемой или воспринимаемой телом в процессе нестационарной теплопроводности. Регулярный тепловой режим нагревания (охлаждения) тел. Численные методы решения задач нестационарной теплопроводности.);

Раздел 3 Конвективный теплообмен. (Основные положения теории конвективного теплообмена. Теплоотдача в однофазных жидкостях, при фазовых и химических превращениях, при естественной и вынужденной конвекции. Физические свойства жидкости, существенные для течения и теплоотдачи. Основной закон теплоотдачи.Теплообмен при ламинарном и турбулентном течениях

жидкости. Динамический и тепловой пограничные слои. Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена, условия однозначности. Метод подобия, моделирование конвективного теплообмена Метод размерностей. Пи-теорема. Критерии подобия, условия подобия, теоремы подобия. Вывод критериев подобия из дифференциальных уравнений переноса количества движения и теплоты, физический смысл критериев подобия.Осреднение коэффициентов теплоотдачи, осреднение температуры, средний температурный напор. Определяющие размеры и температуры. Обработка и обобщение опытных данных на основе теории подобия; критерии Нуссельта, Рейнольдца, Грасгофа, Прандтля. Критериальные уравнения.Теплоотдача при вынужденном течении вдоль плоской поверхности. Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Теплоотдача при ламинарном и турбулентном течении в пограничном слое, расчетные уравнения. Теплоотдача при вынужденном течении в трубах при ламинарном и турбулентном режимах течения. Влияние изгибов, шероховатости труб. Теплоотдача при поперечном омывании цилиндра, влияние различных условий омывания. Теплоотдача в коридорных и шахматных пучках труб, влияние угла атаки. Теплоотдача при свободном движении жидкости. Факторы, обуславливающие свободное движение. Теплообмен при свободном движении вдоль вертикальной стенки. Теплоотдача у горизонтальных труб и пластин. Естественная конвекция в ограниченном пространстве.Теплообмен при конденсации пара. Пленочная и капельная конденсация. Расчет теплообмена при ламинарном течении пленки конденсата. Конденсация пара на горизонтальных трубах и пучках труб. Теплообмен пучков труб, обтекаемых конденсатом, влияние рядности, скорости пара, примесей неконденсирующихся газов. Теплоотдача при конденсации паров металлов. Теплообмен при кипении. Возникновение кипения, рост, отрыв и всплывание паровых пузырьков. Центры парообразования. Зависимость коэффициента теплоотдачи от плотности теплового потока температурного напора, кризисы кипения. Пленочное кипение. Кипение недогретой жидкости. Теплообмен двухфазного потока при кипении жидкости в трубах, кризисы кипения I и II рода.);

Раздел 4 Тепловое излучение. (Понятие лучистого теплообмена, природа теплового излучения. Лучистый тепловой поток, его плотность. Интенсивность излучения. Поглощательная, отражательная и пропускательная способность тел. Законы излучения абсолютно черного тела: Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа. Серое тело, степень черноты. Закон Стефана-Больцмана для серого тела. Закон Ламберта.Теплообмен излучением между телами. Коэффициенты облученности, взаимные поверхности излучения. Теплообмен излучением в замкнутой системе из двух серых тел: когда одно из тел находится в полости другого и для тел с плоскопараллельными поверхностями. Применение экранов. Особенности теплообмена

излучением в поглощающих средах. Расчет теплообмена между излучающей средой и поверхностью твердого тела, степень черноты факела. Сложный теплообмен (комбинация конвективного и лучистого).);

Раздел 5 Тепловой расчёт теплообменных аппаратов. (Общие сведения. Назначение теплообменников, классификация по принципу действия. Основы теплового и гидравлического расчетов теплообменников, проектный и поверочный тепловые расчеты. Уравнение теплового баланса и уравнение теплопередачи.Среднелогарифмический температурный напор, его определение для основных схем движения теплоносителей равнение прямотока и противотока. Расчет конечных температур теплоносителей.).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	Введение. Предмет дисциплины и ее место в подготовке специалистов.	0.5	
Раздел 2.	Теплопроводность.	1	
Раздел 3.	Конвективный теплообмен.	1	
Раздел 4.	Тепловое излучение.	1	
Раздел 5.	Тепловой расчёт теплообменных аппаратов.	0.5	
Итого:		**4**	**0**

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 2.	1.Закон Фурье для плоской многослойной стенки. 2.Расчеты линейной плотности теплового потока для цилиндрической многослойной стенки. 3.Расчет нагрева металла с применением существующих решений дифференциального уравнения	1	

	теплопроводности для тел простой формы.		
Раздел 3.	1. Критериальные уравнения конвективного теплообмена и условия их применения. 2. Расчет конвективного коэффициента теплоотдачи с использованием критериальных уравнений.	1	
Раздел 4.	1.Схемы систем излучения и применяемые для них расчетные формулы. 2.Расчет результирующего теплового потока излучением для систем излучения с лучепрозрачной и поглощающей средой. 3.Расчеты теплового потока с использованием суммарного коэффициента теплоотдачи.	1	
Раздел 5.	1.Теплопередача в теплообменных аппаратах. Коэффициент теплопередачи. Среднелогарфмическая разность температур между подвижными теплоносителями. 2.Расчет плотности теплового потока при теплопередаче.	1	
Итого:		**4**	**0**

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	**Темы лабораторных работ**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	**Темы курсовых работ (проектов)**	**Трудоемкость, *академ.час***	
		всего	**в форме практической подготовки**
	Отсутствуют		
Итого:		**0**	**0**

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, *академ.час*	
		всего	**в форме практической подготовки**
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала.	27	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Контрольная работа; 3. Подготовка к практическому занятию.	60	
Раздел 3.	1. Изучение лекционного материала; 2. Контрольная работа; 3. Подготовка к практическому занятию.	60	
Раздел 4.	1. Изучение лекционного материала; 2. Контрольная работа; 3. Подготовка к практическому занятию.	60	
Раздел 5.	1. Изучение лекционного материала; 2. Контрольная работа; 3. Подготовка к практическому занятию.	60	
Контроль	*Подготовка к экзамену*	9	
Контроль	*Подготовка к зачёту*	4	
Итого:		**280**	**0**

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Дерюгин, В. В. Тепломассообмен: учебное пособие / В. В. Дерюгин, В. Ф. Васильев, В. М. Уляшева. – 2-е изд., испр. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 240 с. – ISBN 978-5-8114-3027-7. – URL: https://e.lanbook.com/book/107285 (дата обращения: 15.04.2022);

2 Практикум по теплопередаче: учеб.пособие для вузов /А.П. Солодов , Ф.Ф. Цветков, А.В. Елисеев и др.; под А.П. Солодова – Москва : Энергоатомиздат, 1986.;

3 Самохвалов, Г. В. Тепломассообмен (физико-математические основы): учебное пособие для вузов / Г. В. Самохвалов. - Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: СибГИУ, 2004. – 119 с.: ил.;

4 Теплотехника: учебник для вузов / В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.М. Камфер [и др.] ; под ред. В.Н. Луканина. – 7-е изд., испр. – Москва: Высшая школа, 2000. – 671 с.: ил.;

5 Замалеев, З. Х. Основы гидравлики и теплотехники : учебное пособие / З. Х. Замалеев, В. Н. Посохин, В. М. Чефанов. – 1-е изд. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 352 с. – ISBN 978-5-8114-1531-1. – URL: https://e.lanbook.com/book/39146 (дата обращения: 15.04.2022).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Консультант студента. Электронная библиотека технического ВУЗа : электронно-библиотечная система / ООО «Политехресурс». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.studentlibrary.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Инженерно-технические науки»] / ООО «Издательство Лань». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: http://e.lanbook.com. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: http://elibrary.ru. – Режим доступа: по подписке;

4 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство Юрайт». – Москва, [200 –]. – URL: https://urait.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.biblioclub.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

6 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp;

7 Электронная библиотека УМЦ ЖДТ : [коллекция «Эксплуатация железных дорог»] / ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – Москва, [2013 –]. – URL: https://umczdt.ru/books/. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

8 Электронно-библиотечная система IPRbooks : [коллекции: «Дошкольная педагогика. Педагогика школы», «Педагогика. Образование»] / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: http://www.iprbookshop.ru. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

9 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: http://libr.sibsiu.ru. – URL: https://libr.sibsiu.ru.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

– 7-Zip;

– Microsoft Office 2003;

– Microsoft Office 2007;
– Microsoft Office 2010;
– Microsoft Windows 7;
– Microsoft Windows Server 2003;
– Microsoft Windows Server 2008;
– Microsoft Windows XP.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 Система ГАРАНТ : электронный периодический справочник / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

4 Электронный реферативный журнал (ЭлРЖ) : база данных / ВИНИТИ РАН. – Москва, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.

11 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном и мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Составитель(и):

старший преподаватель Медведская Елена Васильевна (кафедра теплоэнергетики и экологии).

Рабочая программа дисциплины актуализирована в связи с приказом Минобрнауки РФ от 26.11.2020 № 1456 «О внесении изменений во ФГОС ВО» . Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры.

Приложение А

Аннотация
рабочей программы дисциплины «Тепломассообмен»

по направлению подготовки (специальности)
13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
(направленность (профиль): «Промышленная теплоэнергетика»)
форма обучения – Заочная форма

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

– формирование у обучающихся знаний и навыков для понимания законов и основных физико-математических моделей переноса теплоты и массы применительно к теплоустановкам.

Задачами учебной дисциплины являются:

– научить обучающихся проводить расчёты основных способов переноса тепловых потоков, а также температурных полей в потоках жидкостей и газов, в элементах конструкций теплоустановок с целью интенсификации процессов тепломассообмена.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам обязательной части **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 13.03.01 «Теплоэнергетика и теплотехника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

– Физика;
– Химия.

Учебная дисциплина дополняет знания, умения и навыки, получаемые по одновременно изучаемым и последующим дисциплинам:

– Котельные установки и парогенераторы;
– Тепломассообменное оборудование предприятий;
– Основы теории горения.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Общепрофессиональные компетенции

Наименование категории	Код и наименование	Код и наименование	Планируемые результаты

(группы) ОПК	ОПК	индикатора достижения ОПК	обучения
Фундаментальная подготовка	ОПК-3: Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач	ОПК-3.3 Понимает химические процессы и применяет основные законы химии	– знать: основные законы химии. – уметь: рассчитывать химические процессы. – владеть: методикой расчёта химических процессов расчёта .
Теоретическая профессиональная подготовка	ОПК-4: Способен демонстрировать применение основных способов получения, преобразования, транспорта и использования теплоты в теплотехнических установках и системах	ОПК-4.1 Демонстрирует понимание основных законов движения жидкости и газа	– знать: основные законы движения жидкости и газа. – уметь: применять основные законы движения жидкости и газа. – владеть: методами расчёта движения жидкостей и газов.
		ОПК-4.3 Использует знание теплофизических свойств рабочих тел при расчетах теплотехнических установок и систем	– знать: теплофизические свойства рабочих тел. – уметь: рассчитывать теплотехнические установки и системы. – владеть: методами расчёта теплотехнических установок и систем.
		ОПК-4.4 Понимает основные законы термодинамики и термодинамических соотношений	– знать: основные законы термодинамики и термодинамические соотношения. – уметь: использовать основные законы термодинамики и термодинамические соотношения. – владеть:

			методами расчёта теплотехнических установок и систем с использованием основных законов термодинамики.
		ОПК-4.5 Применяет знания основ термодинамики для расчетов термодинамических процессов, циклов и их показателей	– знать: основы термодинамики. – уметь: рассчитывать термодинамические процессы, циклы и их показатели. – владеть: методикой расчёта термодинамических процессов.

4 Объем учебной дисциплины

Сессия / курс		***ИТОГО***	***1 сессия / 2 курс***	***2 сессия / 2 курс***	***3 сессия / 2 курс***
Форма промежуточной аттестации				*зачет*	*экзамен*
Трудоёмкость	*академ. час.*	***288***	*36*	*108*	*144*
	зачетных единиц	***8***	*1*	*3*	*4*
Лекции, *академ. час.*		***4***	*2*	*2*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*	*0*
Лабораторные работы, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*	*0*
Практические занятия, *академ. час.*		***4***	*0*	*0*	*4*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*	*0*
Курсовая работа / проект, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*	*0*
Консультации, *академ. час.*		***0***	*0*	*0*	*0*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*	*0*
Самостоятельная работа, *академ. час.*		***267***	*34*	*102*	*131*
в форме практической подготовки		***0***	*0*	*0*	*0*
Контроль, *академ. час.*		***13***	*0*	*4*	*9*
в форме практической		***0***	*0*	*0*	*0*

подготовки				

5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы):

Раздел 1 Введение. Предмет дисциплины и ее место в подготовке специалистов. (Значение тории тепломассообмена для эксплуатации теплотехнического оборудования.История создания теории тепломассообмена, роль русских ученых.);

Раздел 2 Теплопроводность. (Основные положение теории теплопроводности. Механизм процесса теплопроводности в газах, жидкостях, металлах, диэлектриках. Градиент температуры. Закон Фурье. Коэффициент теплопроводности. Коэффициент температуропроводности. Краевые условия для пресса теплопроводности; граничные условия первого, второго, третьего и четвертого рода. Закон Ньютона-Рихмана для теплоотдачи. Общие представления о методах решения задач теплопроводности.; Теплопроводность при стационарном режиме. Передача теплоты через однослойную и многослойную плоские стенки при граничных условиях I и III рода. Распределение температур при постоянном и переменном коэффициентах теплопроводности. Коэффициент теплопередачи. Передача теплоты через однослойную и многослойную цилиндрические стенки при граничных условиях I и III рода. Линейный коэффициент теплопередачи. Критический диаметр теплоизоляции.; Теплопроводность при нестационарном режиме. Методы решения задач нестационарной теплопроводности для тонкой пластины, длинного цилиндра при граничных условиях III рода. Критерии Био и Фурье. Анализ решений, частные случаи.;

Нагревание (охлаждение) параллелепипеда и цилиндра конечной длины. Определение количества теплоты, отдаваемой или воспринимаемой телом в процессе нестационарной теплопроводности. Регулярный тепловой режим нагревания (охлаждения) тел. Численные методы решения задач нестационарной теплопроводности.);

Раздел 3 Конвективный теплообмен. (Основные положения теории конвективного теплообмена. Теплоотдача в однофазных жидкостях, при фазовых и химических превращениях, при естественной и вынужденной конвекции. Физические свойства жидкости, существенные для течения и теплоотдачи. Основной закон теплоотдачи.Теплообмен при ламинарном и турбулентном течениях жидкости. Динамический и тепловой пограничные слои. Система дифференциальных уравнений конвективного теплообмена, условия однозначности. Метод подобия, моделирование конвективного теплообмена Метод размерностей. Пи-теорема. Критерии подобия, условия подобия, теоремы подобия. Вывод критериев подобия из дифференциальных уравнений переноса количества движения и

теплоты, физический смысл критериев подобия.Осреднение коэффициентов теплоотдачи, осреднение температуры, средний температурный напор. Определяющие размеры и температуры. Обработка и обобщение опытных данных на основе теории подобия; критерии Нуссельта, Рейнольдца, Грасгофа, Прандтля. Критериальные уравнения.Теплоотдача при вынужденном течении вдоль плоской поверхности. Гидродинамический и тепловой пограничные слои. Теплоотдача при ламинарном и турбулентном течении в пограничном слое, расчетные уравнения. Теплоотдача при вынужденном течении в трубах при ламинарном и турбулентном режимах течения. Влияние изгибов, шероховатости труб. Теплоотдача при поперечном омывании цилиндра, влияние различных условий омывания. Теплоотдача в коридорных и шахматных пучках труб, влияние угла атаки. Теплоотдача при свободном движении жидкости. Факторы, обуславливающие свободное движение. Теплообмен при свободном движении вдоль вертикальной стенки. Теплоотдача у горизонтальных труб и пластин. Естественная конвекция в ограниченном пространстве.Теплообмен при конденсации пара. Пленочная и капельная конденсация. Расчет теплообмена при ламинарном течении пленки конденсата. Конденсация пара на горизонтальных трубах и пучках труб. Теплообмен пучков труб, обтекаемых конденсатом, влияние рядности, скорости пара, примесей неконденсирующихся газов. Теплоотдача при конденсации паров металлов. Теплообмен при кипении. Возникновение кипения, рост, отрыв и всплывание паровых пузырьков. Центры парообразования. Зависимость коэффициента теплоотдачи от плотности теплового потока температурного напора, кризисы кипения. Пленочное кипение. Кипение недогретой жидкости. Теплообмен двухфазного потока при кипении жидкости в трубах, кризисы кипения I и II рода.);

Раздел 4 Тепловое излучение. (Понятие лучистого теплообмена, природа теплового излучения. Лучистый тепловой поток, его плотность. Интенсивность излучения. Поглощательная, отражательная и пропускательная способность тел. Законы излучения абсолютно черного тела: Планка, Вина, Стефана-Больцмана, Кирхгофа. Серое тело, степень черноты. Закон Стефана-Больцмана для серого тела. Закон Ламберта.Теплообмен излучением между телами. Коэффициенты облученности, взаимные поверхности излучения. Теплообмен излучением в замкнутой системе из двух серых тел: когда одно из тел находится в полости другого и для тел с плоскопараллельными поверхностями. Применение экранов. Особенности теплообмена излучением в поглощающих средах. Расчет теплообмена между излучающей средой и поверхностью твердого тела, степень черноты факела. Сложный теплообмен (комбинация конвективного и лучистого).);

Раздел 5 Тепловой расчёт теплообменных аппаратов. (Общие сведения. Назначение теплообменников, классификация по принципу

действия. Основы теплового и гидравлического расчетов теплообменников, проектный и поверочный тепловые расчеты. Уравнение теплового баланса и уравнение теплопередачи.Среднелогарифмический температурный напор, его определение для основных схем движения теплоносителей равнение прямотока и противотока. Расчет конечных температур теплоносителей.).

6 Составитель(и):

старший преподаватель Медведская Елена Васильевна (кафедра теплоэнергетики и экологии).