

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»**

«УТВЕРЖДАЮ»

И.о. проректора ФГБОУ ВО «НИУ
«МЭИ» по научной работе

Комаров И.И.

« ____ » _____ 2024 г.

**ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ
ПО СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ПРИ ПОСТУПЛЕНИИ В
АСПИРАНТУРУ**

Группа научных специальностей – 2.4. Энергетика и электротехника

Научная специальность – 2.4.6. Теоретическая и прикладная теплотехника

Москва, 2024

Программа специальной дисциплины по кафедрам ИТНО, ПТС, ТМПУ

1. Фундаментальные основы теплотехники

Первый закон термодинамики. Теплоемкость. Изопроецессы в идеальных газах. Применение первого закона термодинамики к расчетам изопроецессов. Второй закон термодинамики. Энтропия. Термодинамические потенциалы и их применение в термодинамических расчетах. Теплопроводность в твердых телах. Уравнение теплопроводности. Процессы нестационарной теплопроводности. Конвективный тепло- и массоперенос. Законы сохранения массы, потока импульса, энергии. Виды граничных условий для уравнений сохранения. Законы Ньютона, Фурье и Фика. Основы теории пограничного слоя. Способы расчета коэффициентов теплоотдачи при естественной и вынужденной конвекции. Тепло- и массообмен при фазовых превращениях. Расчет коэффициентов теплоотдачи при кипении и конденсации. Методы численного решения уравнений тепло- и массопереноса.

Механизм теплообмена при пузырьковом кипении жидкости в неограниченном объеме. Контактный теплообмен. Радиационный теплообмен. Законы Планка, Ламберта, Кирхгофа, Стефана—Больцмана. Теплообмен излучением в прозрачных и поглощающих средах. Процессы смесеобразования. Молекулярная и турбулентная диффузия. Смесеобразование в турбулентных слоях. Аналогия между диффузией и теплообменом. Процессы воспламенения и распространения пламени. Самовоспламенение и зажигание горючих смесей. Тепловая и цепная теория самовоспламенения. Механизм и кинетика горения индивидуальных газов. Механизм термического разложения углеводородов. Диффузионный, кинетический и смешанный принципы сжигания.

2. Источники и системы теплоснабжения предприятий

Методы определения потребности промышленных потребителей в паре и горячей воде. Тепловые сети. Методы определения расчетного расхода воды и пара. Тепловой и прочностной расчеты элементов тепловых сетей. Промышленные котельные. Тепловые схемы и их расчет. Методы распределения нагрузки между котлами. Энергетические, экономические и экологические характеристики котельных. Теплоэлектроцентрали промышленных предприятий. Методика определения энергетических показателей теплоэлектроцентралей. Утилизационные котельные, теплонасосные установки и ТЭЦ, использующие вторичные энергетические ресурсы предприятий для генерации тепловой и электрической энергии. Когенерационные и тригенерационные установки. Теплонасосные и холодильные установки, области применения, показатели эффективности.

3. Котельные установки и парогенераторы

Источники теплоты промышленных котельных установок. Материальные и тепловые балансы котельных установок при работе на газовом, жидком и твердом топливах. Пароперегреватели котлов. Методы регулирования температуры пара.

Экономайзеры и их включение в питательные магистрали. Конструктивные схемы воздушных подогревателей. Конструкции котлов с естественной циркуляцией, прямоточных и с многократной принудительной циркуляцией. Водогрейные и паро-водогрейные котлы. Котлы высоко- и низконапорные, прямого действия и с не водяными теплоносителями. Котлы, использующие теплоту технологического продукта.

4. Тепломассообменное оборудование предприятий

Рекуперативные теплообменники непрерывного и периодического действия, регенеративные теплообменники с неподвижной и подвижной насадками, газожидкостные и жидкостно-жидкостные смесительные теплообменники. Испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки. Тепловые схемы и принцип работы. Физико-химические и термодинамические основы процессов выпаривания и кристаллизации. Основы теплового расчета. Перегонные и ректификационные установки. Физико-химические и термодинамические основы процессов перегонки и ректификации. Процессы термовлажностной обработки воздуха. Теплообменники с влаговыведением. Сушильные установки. Понятие и процессы сушки. Формы связи влаги с материалом. Основы кинетики и динамики сушки. Теплообменники-утилизаторы для использования теплоты вентиляционных выбросов, отработанного сушильного агента, низкопотенциальных вторичных энергоресурсов.

5. Тепловые двигатели и нагнетатели

Место нагнетателей и тепловых двигателей в системах теплоэнергоснабжения промышленных предприятий. Классификация и область применения нагнетателей объемного действия и поршневых детандеров. Схемы поршневых компрессоров. Принцип работы поршневого детандера. Холодопроизводительность, КПД и отводимая мощность поршневого детандера. Теоретическая характеристика нагнетателя. Общая классификация потерь в нагнетателях. Способы изменения характеристики вентилятора. Особенности работы насосов в сети. Центробежные и осевые компрессоры. Основные способы изменения характеристики компрессора. Типы паровых турбин. Работа и мощность турбинной ступени. Типы потерь в проточной части турбины. Принципиальные схемы паротурбинных установок. Схемы газотурбинных установок. Особенности работы высокотемпературных ступеней газовой турбины. Работа газовой турбины в составе энергетических и приводных установок. Особенности работы турбодетандеров. Газопоршневые двигатели. Энергетические установки на основе органического цикла Ренкина. Принцип действия и область применения двигателей Стирлинга.

6. Технологические энергоносители предприятий

Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях. Характеристика энергоносителей. Методика определения потребности в энергоносителях. Система воздухообеспечения. Прямоточные, оборотные и бессточные системы технического водоснабжения. Расчет системы газоснабжения. Газовый баланс предприятия. Проблемы очистки,

аккумуляция, использование избыточного давления. Проблемы защиты окружающей среды. Системы холодоснабжения

7. Энергетика теплотехнологии

Методологические основы создания энерго- и материалосберегающих, экологически совершенных теплотехнологических установок и систем. Метод предельного энергосбережения.

Энергоэкономические и технологические характеристики источников энергии в теплотехнологии, их взаимосвязь с физико-химическим содержанием и организацией технологического процесса. Основные принципы и критерии сравнительной оценки и выбора источников энергии теплотехнологии. Принципы эффективного комбинирования источников энергии. Способы термохимической подготовки топлива и других энергоносителей к использованию в теплотехнологических установках. Технология сжигания топлива в высокотемпературных теплотехнологических установках. Огневое обезвреживание и регенерация производственных отходов.

Материальный, энергетический, тепловой, эксергетический балансы теплотехнологических установок и систем. Оценка материальных и энергетических потерь, система КПД.

Термодинамические идеальные теплотехнические установки и системы. Теоретический минимум энергозатрат (расход топлива) на процесс. Энергоэкономические критерии оценки совершенства тепловых схем теплотехнологических установок. Принципы построения энергосберегающих тепловых схем.

Энергоэкономический анализ, структурная и параметрическая оптимизация тепловых схем с регенеративным теплоиспользованием, с внешним замыкающим технологическим и внешним замыкающим энергетическим теплоиспользованием. Оптимизация комбинирования регенеративного, внешнего технологического и внешнего энергетического теплоиспользования. Тепловые схемы технологических, комбинированных и энергетических систем и комплексов.

Физические основы и условия организации эффективной теплотехнологической обработки материалов на основе теплотехнических принципов плотного фильтруемого, кипящего, взвешенного и пересыпающегося слоев технологического материала. Физические основы и условия организации эффективной теплотехнологической обработки материалов на основе теплотехнического принципа погруженного в расплав факела.

Тепло- и массообмен в расплавах в отсутствие и при наличии газового барботажа. Плавление технологического материала, нагрев расплава, растворение твердых частиц и гомогенизация расплава в ванне. Нагрев изделий и заготовок в расплаве.

Основная литература

1. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика: учебник для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский дом МЭИ 2008. – 496 с.
2. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен. – М.: Издательство МЭИ, 2005. – 550 с.
3. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: Справочник / Под общ. ред. чл.-корр. РАН А.В. Клименко и проф. В.М. Зорина – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 632 с.
4. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент: Справочник / Под общ. ред. чл.-корр. РАН А.В. Клименко и проф. В.М. Зорина – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 632 с.
5. Энергосбережение в теплоэнергетике и технологиях. Учебник для вузов / под ред. чл.-корр. РАН А.В. Клименко. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – 424 с.
6. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: учебник для вузов. – 9-е изд. – М.: Изд. дом МЭИ, 2009. – 472 с.
7. Пашков Л.Т. Основы теории горения – М.: Издательство МЭИ, 2008. 135 с.
8. Соколов Б.А. Паровые и водогрейные котлы малой и средней мощности: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений – 3-е изд., - М.: Издательский центр «Академия», 2011.

Дополнительная литература

1. Султангузин И.А., Яворовский Ю.В. Математическое моделирование и оптимизация промышленных теплоэнергетических систем. - М.; Издательство МЭИ, 2009. – 92 с.
2. Холоднов В.А., Хартман К., Чепикова В.Н., Андреева В.П. Системный анализ и принятие решений. Компьютерные технологии моделирования химико-технологических систем. СПб.: СПбГТИ (ТУ). 2007, 160 с.
3. Гаряев А.Б., Овчинников Е.В. Оптимизация тепло-массообменного оборудования на основе системного подхода / Учебное пособие по курсам «Тепло-массообменное оборудование предприятий» и «Основы инженерного проектирования» для студентов, обучающихся по направлению «Теплоэнергетика», — М. Издательство МЭИ, 2008.–32 с.
4. Справочник по энергоснабжению и электрооборудованию промышленных предприятий и общественных зданий / под общ. ред. профес. МЭИ (ТУ) С.И. Гамазина, Б.И. Кудрина, С.А. Цырука. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010. – 747 с.
5. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование / Под ред. проф. Б.М. Хрусталева. — М.: Изд-во АСВ, 2007. – 784 с.
6. Лабунцов Д.А., Ягов В.В. Механика двухфазных систем: учебное пособие для вузов, 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 384 с.

Программа специальной дисциплины по кафедрам ИТФ, ОФиЯС, НТ, ТОТ

1. Техническая термодинамика

Термодинамика и ее метод. Параметры состояния. Понятие о термодинамическом процессе. Идеальный газ. Законы идеального газа. Смеси идеальных газов.

Первый закон термодинамики. Теплота. Опыт Джоуля. Эквивалентность теплоты и работы. Закон сохранения и превращения энергии. Внутренняя энергия и внешняя работа. Энтальпия. Обобщенные силы и обобщенные координаты. Уравнение первого закона термодинамики.

Второй закон термодинамики. Циклы. Понятие термического КПД. Источники теплоты. Обратимые и необратимые процессы. Формулировка второго закона термодинамики. Цикл Карно. Теорема Карно. Термодинамическая шкала температур. Энтропия. Изменение энтропии в необратимых процессах. Объединенное уравнение первого и второго законов термодинамики. Энтропия и термодинамическая вероятность.

Дифференциальные уравнения термодинамики. Основные математические методы термодинамики. Уравнение Максвелла. Частные производные внутренней энергии и энтальпии. Теплоемкости.

Равновесие термодинамических систем и фазовые переходы. Гомогенные и гетерогенные термодинамические системы.

Термодинамическое равновесие. Условия фазового равновесия. Фазовые переходы. Уравнение Клапейрона – Клаузиуса. Фазовые переходы при искривленных поверхностях раздела.

Термодинамические свойства веществ. Термические и калорические свойства жидкостей. Критическая точка. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Термические и калорические свойства реальных газов и влажного воздуха. Уравнение состояния реальных газов. Термодинамические свойства веществ на линии фазовых переходов и в критической точке. Термодинамические свойства вещества в метастабильном состоянии.

Основные термодинамические процессы. Изохорный процесс. Изобарный процесс. Изотермический процесс. Политропные процессы. Дросселирование, эффект Джоуля — Томпсона. Адиабатическое расширение реального газа в вакуум (процесс Джоуля). Процесс смешения. Процессы сжатия в компрессоре.

Процессы истечения газов и жидкостей. Параметры торможения. Сопло, диффузор. Полное и статическое давление. Уравнение Бернулли. Число Маха. Показатель адиабаты.

Термодинамические циклы. Термический КПД. Эксергия. Циклы Карно, Отто, Дизеля, Брайтона, Ренкина. Регенерация теплоты в цикле.

Холодильные циклы. Обратные тепловые циклы и процессы. Холодильные установки. Цикл воздушной холодильной установки. Цикл парокомпрессионной холодильной установки. Цикл парорезекторной холодильной установки. Понятие о цикле абсорбционной холодильной установки. Цикл термоэлектрической

холодильной установки. Принцип работы теплового насоса. Методы сжижения газов.

Основы химической термодинамики. Термохимия. Закон Гесса. Уравнения Кирхгофа. Химическое равновесие и второй закон термодинамики. Константы равновесия и степень диссоциации. Тепловой закон Нернста.

2. Теория теплообмена

Теплопроводность. Уравнение сохранения энергии, закон Фурье, краевые условия задач теплопроводности. Механизм теплопроводности веществ в твердом (кристаллическом и аморфном), жидком и газообразном состояниях. Теплопроводность через плоскую стенку. Число Био. Коэффициент теплопередачи. Теплопроводность через цилиндрическую стенку, критический диаметр изоляции. Нестационарное температурное поле в плоской пластине, регулярный режим охлаждения (нагрева) тел. Метод перемножения решений.

Конвективный теплообмен в однокомпонентной среде. Уравнения сохранения массы, импульса и энергии в сплошной среде. Эмпирические законы переноса (Ньютона, Фурье, Фика). Приведение уравнений к безразмерному виду, критерии подобия. Физический смысл чисел подобия конвективного тепло- и массообмена. Тройная аналогия.

Теплообмен при внешнем обтекании тела. Система уравнений теплового пограничного слоя. Анализ теплообмена при ламинарном течении в пограничном слое методами размерностей. Автомодельное решение Польшаузена. Соотношения для расчета теплообмена при различных числах Прандтля. Условные толщины пограничного слоя. Интегральные уравнения импульса и энергии.

Переход ламинарного течения в турбулентное, влияние на турбулентный переход параметров набегающего потока, массовых сил, характеристик обтекаемой поверхности. Теоретические и экспериментальные аспекты перехода ламинарного течения в турбулентное. Осредненные уравнения движения и энергии для турбулентного течения. Кажущиеся напряжения турбулентного трения, турбулентный тепловой поток. Структура пристенной турбулентной области. Аналогия Рейнольдса для теплообмена при турбулентном течении в пограничном слое, ее модернизированный вариант (двухслойная схема), расчетные соотношения для теплоотдачи. Конвективный теплообмен при высоких скоростях течения. Адиабатическая, температура стенки, коэффициент восстановления, методы расчета теплоотдачи. Теплообмен на проницаемой поверхности. Теплообмен при поперечном обтекании одиночного цилиндра и пучков труб.

Теплообмен при течении жидкости в каналах. Математическое описание, среднемассовая скорость и температура. Стабилизированный теплообмен при граничных условиях 2-го рода. Профили скорости, температуры, теплового потока при ламинарном и турбулентном течении, интеграл Лайона. Теплообмен при ламинарном течении жидкости в начальном термическом участке круглой трубы. Начальный гидродинамический участок. Стабилизированный теплообмен при ламинарном течении. Стабилизированный теплообмен при турбулентном течении, результаты исследований для неметаллических жидкостей и жидких

металлов, расчетные формулы. Влияние переменности свойств жидкости на теплообмен при течении капельных жидкостей и газов в трубах.

Теплообмен при свободной конвекции. Механизм и математическое описание, приближение Буссинеска. Развитие пограничного слоя на вертикальной плоской поверхности, расчет коэффициента теплоотдачи. Свободная конвекция на поверхности горизонтального цилиндра и сферы. Свободная конвекция в замкнутых объемах; теплопередача через прослойку.

Теплообмен при фазовых превращениях. Математическое описание и модели двухфазных сред. Универсальные условия совместности на межфазных границах. Специальные условия совместности для процессов тепло- и массообмена. Неравновесность на межфазных границах, квазиравновесное приближение.

Пленочная и капельная конденсация. Теплообмен при пленочной конденсации на вертикальной поверхности: решение Нуссельта, анализ основных допущений. Конденсация на поверхности горизонтального цилиндра. Конденсация движущегося пара. Качественные закономерности капельной конденсации.

Кипение жидкостей. Условия зарождения парового зародыша в объеме перегретой жидкости и на твердой поверхности нагрева. Основные закономерности роста и отрыва паровых пузырьков. «Кривая кипения». Теплообмен при пузырьковом кипении в большом объеме, теплообмен при пленочном кипении. Кризисы кипения в большом объеме.

Режимы течения двухфазных потоков в трубах. Характер изменения среднemasсовой температуры жидкости, температуры стенки, расходного массового паросодержания по длине обогреваемого канала. Кипение жидкости, недогретой до температуры насыщения. Кризис теплоотдачи при кипении в трубах.

Совместные процессы тепло- и массопереноса. Общая характеристика процессов переноса массы и энергии. Состав смеси, диффузионные потоки, коэффициент диффузии. Перенос энергии и импульса в смеси.

Аналогия процессов тепло- и массообмена. Расчет интенсивности переноса энергии и массы компонента при умеренных и высоких скоростях массообмена.

Тепло- и массообмен при химических превращениях. Диффузия, сопровождаемая гомогенной или гетерогенной химической реакцией. Процессы на поверхности тела, обтекаемого гиперзвуковым потоком газа.

Сублимация поверхности тела, обтекаемого высокотемпературным газовым потоком. Коэффициент аккомодации. Зависимость скорости сублимации от температуры поверхности тела.

Термическое разложение тела, обтекаемого высокотемпературным потоком химически активного газа.

Химическое взаимодействие на поверхности тела, обтекаемого высокотемпературным газовым потоком.

Разрушение композиционных материалов в высокотемпературном газовом потоке. Взаимодействие процессов горения и испарения.

Теплообмен излучением. Основные понятия и законы излучения, Природа излучения. Интегральная и спектральная плотности потока излучения.

Поглощательная, отражательная и пропускательная способности тел. Абсолютно черное тело.

Законы теплового излучения (Планка, Вина, Стефана — Больцмана, Кирхгофа, Ламберта). Излучение реальных тел. Радиационные свойства реальных материалов.

Теплообмен излучением в диатермичной среде. Геометрия излучения (локальные и средние угловые коэффициенты). Зональный метод расчета теплообмена в системе тел, разделенных прозрачной средой.

Теплообмен излучением в поглощающих и излучающих средах. Излучение и поглощение в газах. Основной закон переноса энергии излучения в излучающе-поглощающей среде. Собственное излучение газа. Методы расчета теплообмена.

3. Основы расчета теплообменных аппаратов и средств тепловой защиты

Современные теплообменные системы: парогенераторы тепловых электрических станций, ядерные энергетические реакторы, камеры сгорания ракетных двигателей, бланкет термоядерного реактора. Теплообменные аппараты: рекуперативные, регенеративные, смешительные.

Уравнения теплового баланса и теплопередачи. Средний температурный напор. Расчет поверхности теплообмена, конечной температуры теплоносителей. Основы гидравлического расчета теплообменников. Определение мощности, затрачиваемой на прокачку теплоносителей.

Особенности выбора средств и методов тепловой защиты. Способ тепловой защиты от конвективного и совместного (конвективно-лучистого) нагрева.

Проникающее охлаждение. Эффект вдува. Теплообмен между пористой матрицей и фильтрующимся охладителем.

4. Теплогидравлические процессы в современных и перспективных энергетических установках и методы их интенсификации

Теплообмен в элементах термоядерных реакторов в условиях высокоинтенсивных тепловых потоков. Теплообмен и гидродинамика в тепловыделяющих сборках ядерных реакторов нового поколения. Интенсификация теплообмена при конденсации пара на горизонтальных и вертикальных трубах.

Теплообмен при струйном натекании теплоносителя на стенку. Теплообмен и гидродинамика в пористых вставках. Теплообмен и гидродинамика при кипении недогретой воды в каналах малого размера.

Характеристики теплообмена при кипении наножидкостей. Методы модификации поверхности теплообмена. Кипение на поверхности с рельефом.

Методы интенсификации теплообмена в высокоэффективных компактных теплообменных аппаратах. Влияние витых труб, лунок и накатки на теплоотдачу, гидравлическое сопротивление и отложения в теплообменниках. Интенсификация теплообмена при обтекании поверхности высокотемпературным потоком газа.

Усовершенствование термостабилизатора круглогодичного действия за счет интенсификации теплообмена в его испарителе. Использование в

термостабилизаторе круглогодичного действия термоэлектрического модуля. Требуемые характеристики ТКД для условий вечномерзлых грунтов.

Методы интенсификации теплообмена в испарителях. Влияние пористого покрытия на теплоотдачу при кипении в условиях пониженных давлений и массовых скоростей. Интенсификация теплообмена в спиральных трубах.

Теплообмен и гидродинамика при до- и сверхзвуковом обтекании поверхности с лунками. Охлаждение нагретых тел в наножидкостях. Влияние микропористых покрытий на характеристики охлаждения нагретых тел.

5. Современные методы и средства исследования теплофизических свойств веществ

Классические современные стационарные методы исследования коэффициента теплопроводности, изобарной и изохорной теплоемкости. Методы получения P-V-T данных в широкой области параметров, включая критическую точку. Методы измерения скорости звука.

Методы регулярного и монотонного режимов и их практическая реализация. Динамические методы измерения теплоемкости, температуропроводности и теплопроводности материалов. Комплексные динамические методы.

Особенности поведения вещества при импульсном тепловом воздействии. Методы, использующие импульсный нагрев проводящих материалов электрическим током. Методы с лазерным локальным импульсным нагревом. Методы и средства измерения быстроизменяющихся высоких температур и других параметров в импульсном эксперименте.

Дисперсные материалы. Факторы, влияющие на свойства. Методы исследования эффективных свойств дисперсных материалов. Методы исследования свойств малых количеств материалов. Исследование свойств таких материалов, как графен. Теплоизоляционные материалы, методы исследования свойств. Методы исследования агрессивных материалов.

Примеры отечественных и зарубежных с, λ - калориметров, вискозиметров, пьезометров, пирометров и термографов.

6. Процессы тепломассопереноса при фазовых превращениях

Математическое описание и модели двухфазных систем. Количественные характеристики двухфазных потоков и режимы течения в вертикальных, горизонтальных и наклонных каналах. Определение границ режимов течения. Гидравлическое сопротивление двухфазных потоков квазигомогенной структуры. Кольцевые двухфазные течения. Эмпирические методы расчета двухфазных потоков.

Методы интенсификации теплообмена при конденсации пара и парогазовой смеси. Конденсация пара на оребренных трубах: механизм интенсификации теплообмена, расчет коэффициентов теплоотдачи.

Теплообмен при капельной и псевдокапельной конденсации. Теплообмен и гидравлическое сопротивление при конденсации движущегося пара в оребренных

трубах. Методы интенсификации теплообмена при кипении жидкости в большом объеме и в условиях вынужденного движения в трубах.

Основная литература

1. Техническая термодинамика : учебник для вузов по направлению 140100 "Теплоэнергетика" / В. А. Кириллин, В. В. Сычев, А. Е. Шейндлин . – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд. дом МЭИ, 2008 . – 496 с. - ISBN 978-5-383-00263-6 .
2. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок : учебное пособие для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / А. А. Александров . – 2-е изд., стереот. – М. : Изд. дом МЭИ, 2006 . – 158 с. - ISBN 5-903072-60-7 .
3. Теплообмен в однофазных средах и при фазовых превращениях : учебное пособие для вузов по направлению "Ядерная энергетика и теплофизика" / В. В. Ягов . – М. : Изд. дом МЭИ, 2014 . – 542 с. - ISBN 978-5-383-00854-6.
4. Тепломассообмен : учебник для вузов по направлению "Теплоэнергетика" / Ф. Ф. Цветков, Б. А. Григорьев . – М. : Изд. дом МЭИ, 2011 . – 562 с. - ISBN 978-5-383-00563-7.
5. Задачник по тепломассообмену : учебное пособие для вузов по направлению 140100 "Теплоэнергетика" / Ф. Ф. Цветков, Р. В. Керимов, В. И. Величко . – 3-е изд., стер. – М. : Изд. дом МЭИ, 2010 . – 196 с. - ISBN 978-5-383-00468-5 .
6. Механика двухфазных систем : учебное пособие для вузов по направлению "Техническая физика" / Д. А. Лабунцов, В. В. Ягов . – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд. дом МЭИ, 2007 . – 384 с. - ISBN 978-5-383-00036-
7. Кн.2: Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент / А. А. Александров, и др. ; Общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорин . – 2007 . – 564 с. - ISBN 978-5-383-00017-5 .
8. Кн.4 : Промышленная теплоэнергетика и теплотехника / Б. Г. Борисов, и др. ; Общ. ред. А. В. Клименко, В. М. Зорин . – 2007 . – 632 с. - ISBN 978-5-383-00019-9 .
9. Введение в механику жидкости : учебное пособие для вузов по направлениям "Техническая физика", "Теплоэнергетика" / Е. П. Валуева, В. Г. Свиридов . – 2-е изд., перераб. – М. : Изд. дом МЭИ, 2007 . – 212 с. - ISBN 978-5-383-00109-7 .
10. Механика несжимаемых и сжимаемых жидкостей : учебник для вузов по направлению "Энергетическое машиностроение" и "Теплоэнергетика и теплотехника" / А. Е. Зарянкин . – М. : Изд. дом МЭИ, 2014 . – 590 с. - ISBN 978-5-383-00903-1 .
11. Тепломассообмен в ядерных энергетических установках : учебное пособие для вузов по специальности "Атомные электрические станции и установки" / П. Л. Кириллов, Г. П. Богословская . – 2-е изд., перераб. – М. : Энергоатомиздат, 2008 . – 256 с. - ISBN 978-5-86656-210-7 .

Дополнительная литература

1. Сложные термодинамические системы / В. В. Сычев . – 5-е изд., доп . – М. : Изд. дом МЭИ, 2009 . – 296 с. - ISBN 978-5-383-00418-0 .
2. Системные методы расчета краевых задач теплопереноса: прямые и обратные задачи нестационарной теплопроводности и термоупругих напряжений. Гидродинамика и теплообмен в каналах сложного профиля / П. В. Цой . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Изд-во МЭИ, 2005 . – 568 с. - ISBN 5-7046-1296-2 .
3. Тепловые процессы в наноструктурах : учебное пособие для вузов по курсам "Тепловые процессы в наноструктурах", "Проблемы и перспективы наноэнергетики", "Физико-химия наночастиц и наноматериалов", по направлению "Ядерная энергетика и теплофизика" / А. С. Дмитриев, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд. дом МЭИ, 2012 . – 303 с. - ISBN 978-5-383-00708-2 .
4. С.Седлов, Ю.А.Кузма-Кичта // Гидродинамика и теплообмен при кипении водных растворов. Издательский дом МЭИ, 2007. 164 с. ISBN: 978-5-383-00111-0.
5. Попов И.А., Махьянов Х.М., Гуреев В.М. Физические основы и промышленное применение интенсификации теплообмена: Интенсификация теплообмена: монография / под общ. ред. Ю.Ф. Гортышова. – Казань: Центр инновационных технологий, 2009. – 560 с. ISBN 978-5-93962-383-4.
6. Теплообмен в ядерных энергетических установках : учебное пособие для вузов по специальностям "Теплофизика" и "Атомные электрические станции и установки" направления "Техническая физика" / Б. С. Петухов, Л. Г. Генин, С. А. Ковалев, и др. . – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МЭИ, 2003 . – 548 с. - ISBN 5-7046-0843-4.

«Согласовано»
директор ИЭВТ
к.т.н., доцент

Щербатов И.А.

Согласовано
Директор ИТАЭ
д.т.н., профессор

Дедов А.В.