

Программа вступительных испытаний в магистратуру

по направлению подготовки

13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника

магистерская программа:

Энергосберегающие процессы и технологии

Содержание разделов программы:

Техническая термодинамика:

Понятия: техническая термодинамика, термодинамическая система, рабочее тело, равновесные и неравновесные процессы, круговой процесс.

Уравнение Клапейрона-Менделеева. Газовая и универсальная газовые постоянные.

Выражение первого закона термодинамики. Составляющие первого закона термодинамики. Полная и удельная теплоёмкости термодинамической системы. Уравнение Майера. Энтальпия.

Второй закон термодинамики. Энтропия.

Циклы Карно (прямой - цикл теплового двигателя, обратный - холодильный цикл). Термический коэффициент полезного действия. Холодильный и теплонасосный коэффициенты.

Основные термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах: изохорный, изобарный, изотермический, адиабатный, политропный.

Влажный воздух. Температура точки росы. Абсолютная и относительная влажности воздуха. Влагосодержание воздуха. Диаграмма состояний влажного воздуха.

Уравнение первого закона термодинамики для потока газа. Сопла и диффузоры. Истечение из суживающегося сопла.

Дросселирование газов и паров. Эффект Джоуля-Томсона. Температура инверсии.

Цикл Ренкина паротурбинной установки. Цикл ТЭЦ. Парогазовый цикл. Цикл паровой компрессорной холодильной установки.

Теплопередача:

Теплопроводность. Вектор плотности потока теплоты в процессе теплопроводности. Дифференциальное уравнение теплопроводности.

Одномерная стационарная теплопроводность в плоской стенке при отсутствии и наличии источников тепловыделений. Теплопроводность в многослойной стенке. Температурный напор, тепловая проводимость и термическое сопротивление.

Нестационарные процессы теплопроводности.

Конвективный теплообмен в однофазной и двухфазных средах. Понятие о коэффициентах теплоотдачи и теплопередачи. Теплоотдача при свободной конвекции жидкости. Теплоотдача и сопротивление при турбулентном течении однофазной среды в каналах. Теплоотдача в однофазной среде при поперечном обтекании жидкостью отдельной трубы или пучка труб. Теплоотдача при кипении жидкости. Первая и вторая критические плотности теплового потока. Теплоотдача при конденсации пара. Формула Нуссельта для коэффициента теплоотдачи при конденсации пара на вертикальной стенке.

Теплообмен излучением. Собственное излучение. Тепловое излучение. Селективная и серая среды. Монохроматическое излучение. Абсолютно чёрная (атермичная) и абсолютно прозрачная (диатермичная) среды.

Формула Планка для интенсивности абсолютно чёрного монохроматического излучения. Законы излучения Релея-Джинса, Вина, Стефана-Больцмана. Степень черноты и коэффициент излучения тела. Теплообмен излучением между серыми плитами.

Гидрогазодинамика:

Основные положения: физические свойства жидкостей и газов; вязкость, сжимаемость; кинематика и динамика потока; уравнение Коши-Гельмгольца.

Уравнение неразрывности потока. Средняя скорость потока. Силы, действующие в потоке. Энергия потока.

Уравнение Эйлера. Интеграл Бернулли. Структура потока вязкой жидкости. Пограничный слой. Уравнения Навье-Стокса. Режимы течения. Опыты Рейнольдса.

Гидромеханическое подобие потоков. Теорема полного гидромеханического подобия. Критерии частичного подобия. Гидромеханический эксперимент.

Распределённые и местные потери при течении. Формула Дарси-Вейсбаха. Определение коэффициентов гидравлического сопротивления.

Течение вязкой жидкости и газа в трубопроводах и каналах. Ламинарный и турбулентный поток. Особые случаи течения. Кавитация.

Основы расчёта трубопроводов. Простые и сложные трубопроводы. Последовательные и параллельные соединения. Гидравлический удар в трубопроводах.

Истечение жидкости через отверстия и насадки. Коэффициенты скорости и расхода при истечении.

Параметры газа в потоке. Характерные скорости. Течение газа в коротких профилированных каналах. Расчёт и профилирование сопел и диффузоров.

Силовое взаимодействие потока и твёрдого тела. Подъёмная сила и сила сопротивления. Основа теории пограничного слоя. Распределение скоростей и касательных напряжений. Аэродинамический эксперимент.

Слабые и сильные возмущения в потоке газа. Слабые и сильные возмущения. Ударные волны. Прямой и косой скачок. Тепловые скачки.

Двухфазные течения. Структура двухфазных потоков. Локальные параметры. Фазовые переходы. Уравнения течения двухфазных потоков.

Энергосбережение в теплотехнике и теплотехнологии:

Снижение потерь в котлах. Бинарные паросиловые установки. Парогазовые технологии. Газотурбинные технологии. Малые ТЭЦ.

Потери энергии в тепловых сетях и мероприятия по их сокращению. Прогрессивные конструкции тепловых сетей. Системы оперативно-диспетчерского контроля. Частотное регулирование насосов. Применение эффективных теплообменных аппаратов. Теплосчётчики.

Энергосбережение в зданиях и сооружениях. Снижение расхода энергии при использовании прерывистого отопления, совмещённого с приточной вентиляцией; при использовании переменного расхода воздуха в приточных системах вентиляции и кондиционирования воздуха в рабочее время. Прерывистая вентиляция помещений. Снижение температуры внутреннего воздуха в нерабочее время в помещениях, оборудованных водяными системами отопления, за счёт уменьшения их теплоотдачи. Центральные и местные системы воздушного отопления. Выбор способа подачи воздуха в системах воздушного отопления. Системы лучистого отопления.

Структура проведения энергетического обследования предприятий промышленности, железнодорожного транспорта и жилищно-коммунального хозяйства.

Метрология, сертификация, технические измерения и автоматизация тепловых процессов:

Теоретические основы метрологии; основные понятия, связанные с объектами измерения: свойство, величина, количественные и качественные проявления свойств объектов материального мира; основные понятия, связанные со средствами измерений (СИ).

Закономерности формирования результата измерения, понятие погрешности, источники погрешностей; понятие многократного измерения; понятие метрологического обеспечения организационные, научные и методические основы метрологического обеспечения правовые основы обеспечения единства измерений, основные положения закона РФ об обеспечении единства измерений; системы теплотехнического контроля; измерение температуры, давления, уровня, расходов; автоматизированные системы контроля и управления сбором данных; исторические основы развития стандартизации и

сертификации; сертификация, ее роль в повышении качества продукции; основные цели и объекты сертификации; термины и определения в области сертификации; обязательная и добровольная сертификация; правила и порядок проведения сертификации.

Основы управления технологическими объектами; теплотехнические объекты управления, их основные особенности; понятие о динамических системах и виды динамических систем; математические модели технологических объектов управления (ТОУ); линейные динамические системы, их временные динамические характеристики; передаточная функция линейной системы; частотные характеристики линейных систем; назначение и структура одноконтурной автоматической системы регулирования (АСР); типовые линейные алгоритмы регулирования; понятие устойчивости и запаса устойчивости АСР; принцип определения оптимальных настроек регуляторов; анализ установившихся и переходных режимов, методы анализа устойчивости; постановка задачи оптимального управления технологическим объектом управления; особенности построения АСУТП сложными теплотехническими объектами управления; функции АСУТП.

Нагнетатели и тепловые двигатели:

Основные элементы конструкции поршневых компрессоров. Индикаторная диаграмма ступени. Многоступенчатое сжатие и промежуточное охлаждение. Определение показателей работы. Регулирование производительности. Компрессорные установки с поршневыми компрессорами. Поршневые детандеры. Роторные и винтовые компрессоры. Лопаточные компрессоры. Работа ступени. Многоступенчатые осевые и центробежные компрессоры. Определение показателей работы. Переменные режимы. Характеристики лопаточных компрессоров. Работа на сеть.

Принципиальные схемы конструктивные типы и принцип работы насосов. Определение показателей работы. Выбор насосов; их работа на сеть.

Циклы ГТУ: с адиабатным сжатием и изобарным подводом теплоты, с изотермическим сжатием и изобарным подводом теплоты, с изотермическим

сжатием и изотермическим расширением, с изохорным подводом теплоты, с замкнутым циклом. ГТУ, параметры и показатели работы. Теплотехнические мероприятия по повышению эффективности. Перечень основных особенностей работы высокотемпературных ГТУ и принципиальные схемы.

Тепловые двигатели и теплосиловые установки. Схема, основные элементы и основные принципы работы. Работа поршневых ДВС, четырех- и двухтактные двигатели. Индикаторная диаграмма. Определение показателей работы. Использование теплоты в ДВС; пути повышения эффективности. Формирование ДВС; наддув. Двигатели Стирлинга.

Топливо, водоподготовка и смазочные материалы в энергетике:

Характеристики тепловой ценности топлива. Высшая и низшая удельные теплоты сгорания топлива. Определение теплоты сгорания топлива опытным путём. Расчётное определение теплоты сгорания по составу топлива. Пересчёт теплоты сгорания топлива с одной расчётной массы на другую. Условное топливо. Топливный эквивалент и показатели эффективности топливоиспользования.

Уравнение теплового баланса горения топлива. Энтальпия топлива, воздуха, газообразных и твёрдых продуктов сгорания. Действительная температура дымовых газов. Адиабатная температура горения. Жаропроизводительность топлива (калориметрическая температура).

Физико-химические основы Na- катионирования. Изменение показателей качества воды при Na- катионировании. Стадии работы фильтра, регенерация Na- катионита. Технологические схемы Na- катионирования. Материальный баланс умягчения воды.

Термическая деаэрация воды. Физико-химические основы и условия эффективной деаэрации. Типы деаэраторов (атмосферные, вакуумные). Декарбонизация воды. Химические методы дегазации.

Условия образования, свойства и направления вредного воздействия на окружающую среду загрязняющих веществ, образующихся при сжигании топлива. Микропримеси в дымовых газах и твёрдых продуктах сгорания топ-

лива. Выбросы при хранении топлива и пылении золоотвалов. Сбросы солей со сточными водами водоподготовительных установок, продувок котлов, химических промывок и консервации оборудования.

Принцип действия центробежных золоуловителей (циклонов). Одиночные, групповые и батарейные циклоны. их технические (паспортные) характеристики, достоинства и недостатки. Расчёт циклонов.

Технологические способы снижения образования оксидов азота и серы при сжигании топлива. Методы селективного каталитического и некаталитического восстановления оксидов азота аммиаком. Сухие и мокрые технологии нейтрализации оксидов серы.

Тепломассообменное оборудование предприятий промышленности и ж.д. транспорта:

Теплоносители тепломассообменных установок промышленных предприятий.

Конструкции рекуперативных теплообменных аппаратов. Тепловой расчёт рекуперативных теплообменников непрерывного действия. Гидравлический расчёт теплообменников. Коэффициент полезного действия теплообменников. Теплогидравлическое совершенство поверхности теплообмена. Прочностной расчёт теплообменных аппаратов.

Регенеративные теплообменные аппараты и установки.

Тепловые трубы.

Аппараты с кипящим слоем.

Выпарные установки. Простое выпаривание. Многократное выпаривание. Конструктивные особенности наиболее распространённых выпарных аппаратов.

Физико-химические свойства бинарных смесей. Дистилляционные установки. Ректификационные установки.

Теплообменные аппараты смешивающего типа.

Аппараты с непосредственным контактом газов и жидкости.

Нетрадиционные возобновляемые источники энергии:

Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Запасы и ресурсы источников энергии. Динамика потребления энергоресурсов и развитие энергетического хозяйства, экологические проблемы энергетики. Место нетрадиционных источников в удовлетворении энергетических потребностей человека;

Использование энергии Солнца. Физические основы процессов преобразования солнечной энергии. Типы коллекторов; принципы их действия и методы расчетов. Солнечные коллекторы с концентраторами; аккумулярование тепла; типы аккумуляторов и методы их расчета. Солнечные электростанции.

Ветроэнергетические установки. Запасы энергии ветра и возможности ее использования; ветровой кадастр России. Расчет идеального и реального ветряка. Типы ветроэнергетических установок; ветроэлектростанции.

Геотермальная энергия; тепловой режим земной коры, источники геотермального тепла; методы и способы использования геотермального тепла для выработки электроэнергии и в системах теплоснабжения; экологические показатели ГеоТЭС;

Использование энергии океана. Энергетические ресурсы океана. Энергетические установки по использованию энергии океана (использование разности температуры воды, волн, приливов, течений); использование энергии малых рек;

Понятие вторичных энергоресурсов (ВЭР). Использование вторичных энергоресурсов для получения электрической энергии и теплоты. Способы использования и преобразования ВЭР. Отходы производства и сельскохозяйственные отходы; способы и возможности их использования в качестве первичных источников для получения электрической энергии и теплоты.

Системы теплоснабжения предприятий промышленности, ж.д. транспорта и ЖКХ:

Назначение, состав и общая классификация систем теплоснабжения. Теплоносители систем теплоснабжения.

Определение теплового потребления для систем отопления, вентиляции, горячего водоснабжения. Графики продолжительности тепловых нагрузок.

Регулирование отпуска теплоты в системе теплоснабжения предприятий. Методы регулирования тепловой нагрузки. Графики центрального качественного и комбинированного регулирования.

Тепловые сети водяных и паровых систем теплоснабжения. Классификация, параметры, схемы, конфигурация и оборудование. Прочностной расчёт сетей.

Центральные и индивидуальные тепловые пункты. Схемы, режимы, особенности работы и области применения.

Гидравлический расчет тепловых сетей. Построение пьезометрических графиков, гидравлические режимы и выбор насосного оборудования.

Основные теплоизоляционные материалы и теплоизолирующие конструкции трубопроводов тепловых сетей. Оборудование систем теплоснабжения. Методы расчёта тепловой изоляции для различных способов прокладок тепловых сетей.

Котельные установки:

Двухбарабанные котлы водотрубные с естественной циркуляцией. Камерные газо-мазутные топки. Радиационные и конвективные пучки, пароперегреватель. Внутрикотловые устройства. Питательные и продувочные линии. Предохранительные устройства барабанов и топки. Контур циркуляции воды. Основы водоподготовки.

Пиковые теплофикационные водогрейные котлы ПТВМ. Башенная компоновка, газо-мазутные топки. Принудительная циркуляция воды. Экраны и конвективные пучки. Горелки и их расположение, регулирование нагрузки. Основы водоподготовки. Тип деаэратора.

Устройство, назначение и общие принципы эксплуатации газорегулирующих пунктов. Снижение и поддержание давления газа на требуемом уровне. Регулятор давления газа, назначение и принцип действия. предохра-

нительно-запорный клапан. Газовый фильтр. Типы запорной арматуры. Работа и назначение байпаса. Продувочные линии.

Технологические энергоносители и энергосистемы предприятий промышленности, ж.д. транспорта и ЖКХ:

Определение энергетического хозяйства предприятия; виды промышленной энергии; энергообеспечение предприятия; определение энергоносителя; виды, классификация, характеристики энергоносителей.

Виды топлива (газообразное, жидкое, твёрдое); источники топливоснабжения; транспортировка топлива к месту потребления; топливоподача; хранение топлива (топливные склады, газгольдеры).

Применение воды в качестве энергоносителя; виды водоснабжения; источники водоснабжения; водопроводные системы предприятий; классификация систем водоснабжения и их схемы; состав систем водоснабжения; основы расчёта систем водоснабжения.

Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха:

Понятие микроклимата. Теплообмен человека с окружающей средой. Нормативные требования к микроклимату. Системы обеспечения микроклимата. Зимние и летние расчетные климатические условия для проектирования систем обеспечения микроклимата. Теплотехнические характеристики ограждающих конструкций.

Общие сведения о вентиляции. Классификация систем вентиляции. Воздухообмен в помещении. Воздухообмен в помещении по избыткам явной теплоты. Воздухообмен в помещении по избыткам полной теплоты. Воздухообмен в помещении по избыткам влаги. Воздухообмен в помещении по массе выделяющихся вредных веществ. Местная вентиляция. Способы организации воздухообмена в помещении. Естественная вентиляция помещений. Конструктивные элементы системы естественной вентиляции. Механическая вентиляция помещений. Конструктивные элементы приточных и вытяжных систем вентиляции. Аэродинамический расчет воздуховодов. Нагревательные устройства систем вентиляции. Расчет и подбор калориферов. Очистка

приточного воздуха. Вентиляторы. Порядок выбора вентилятора. Борьба с шумом и вибрацией в системах механической вентиляции. Противодымная и противопожарная защита зданий.

Общие сведения об отоплении. Классификация систем отопления. Конструктивные элементы систем отопления. Требуемые сопротивления ограждений теплопередаче и воздухопроницанию. Тепловая защита ограждающих конструкций. Тепловой баланс помещения. Теплотери помещения. Теплопоступления в помещения. Расчетная мощность системы отопления. Отопительные приборы. Определение площади поверхности и числа элементов отопительных приборов. Теплопроводы системы отопления. Схемы системы отопления. Гидравлический расчет системы отопления. Индивидуальные тепловые пункты.

Назначение и классификация систем кондиционирования. Однозональные и многозональные, центральные и местные кондиционеры. Процессы изменения состояния воздуха. Охлаждающая способность среды. Процессы обработки воздуха в кондиционере.

Основы трансформации теплоты:

Классификация трансформаторов теплоты. Рабочие тела.

Термодинамические основы процессов трансформации теплоты. Циклические, квазициклические и нециклические процессы в трансформаторах теплоты. Эксергетический метод анализа трансформации теплоты.

Парожидкостные компрессионные трансформаторы теплоты. Принципиальная схема и цикл одноступенчатого парокompрессионного трансформатора теплоты. Удельные энергозатраты и холодильный коэффициент. Многоступенчатые компрессионные трансформаторы теплоты. Регенеративный теплообмен в парожидкостных трансформаторах теплоты. Работа парокompрессионных трансформаторов теплоты в режиме теплового насоса.

Струйные трансформаторы теплоты. Принципиальная схема и процессы в струйном компрессоре. Пароэжекторная холодильная установка. Вихревые трансформаторы теплоты.

Газожидкостные компрессионные трансформаторы теплоты. Особенности газожидкостных трансформаторов теплоты. Криорефрижераторы с дроссельной СОО.

Абсорбционные трансформаторы теплоты. Принцип действия идеальных абсорбционных установок и удельный расход теплоты в них. Схема и процесс работы реальных абсорбционных трансформаторов теплоты. Методика расчёта.

Особенности систем ожижения, замораживания и низкотемпературного разделения газовых смесей. Технические процессы ожижения и замораживания газов.

Особенности и классификация электрических и магнитных трансформаторов теплоты. Физические основы работы термоэлектрических и термомагнитных трансформаторов теплоты.

Физические основы работы термоэлектрических и термомагнитных трансформаторов теплоты. Термоэлектрические и термомагнитоэлектрические трансформаторы теплоты.

Математические модели тепло- и массопереноса:

Физическая постановка задачи моделирования. Алгоритмизация математического описания объекта. Отладка программы. Установление адекватности модели. Применение математической модели.

Аппроксимация функций. Методы решения нелинейных уравнений. Численное дифференцирование. Численное интегрирование.

Метод конечных разностей. Одномерные уравнения теплопроводности. Конечно-разностная аппроксимация граничных условий второго и третьего рода. Двумерная задача теплопроводности. Разностные схемы уравнений конвективного теплообмена.

Охрана окружающей среды:

Химическое, физическое, эстетическое загрязнение окружающей среды. Нормирование ПДК, ПДВ, ПДС вредных веществ в воздушную и водную среду, нормирование физических факторов воздействия. Виды ПДК.

Системы регулирования сбросов и выбросов загрязняющих веществ. Системы размещения и удаления отходов. Практические методы и средств регулирования воздействия на окружающую среду. Организационные методы регулирования воздействия на окружающую среду.

Платежи за загрязнение окружающей природной среды: основные функции и разновидности. Порядок формирования и перечисления платежей за загрязнение среды. Формы взимания и источники. Санитарно-защитные зоны предприятий.

Глобальные проблемы загрязнения окружающей природной среды: парниковый эффект, истончение озонового слоя, кислотные дожди. Влияние на здоровье человека основных химических соединений, выделяющихся в окружающую среду от объектов промышленности, а также физических факторов, таких как вибрация, шум (особенно уровень звука в неслышимом диапазоне), тепловое воздействие, электромагнитное излучение.

Экология:

Экосистема - основное понятие экологии. Биотическая структура экосистем. Взаимоотношения организма и среды. Экологические факторы. Законы воздействия экологических факторов на живые организмы. Абиотические факторы среды обитания. Биотические отношения и роль видов в экосистеме. Функционирование экосистем. Энергия в экосистемах. Жизнь как термодинамический процесс. Энергия и продуктивность экосистем. Строительная роль пищи. Круговорот элементов в экосистеме. Стратегия развития экосистем. Равновесие и устойчивость экосистем. Динамика популяций. Принцип стабильности экосистем. Реакция популяций на постепенное изменение условий окружающей среды. Изменение экосистем при стрессовых воздействиях. Экологические сукцессии. Биосфера как глобальная экосистема. Общая характеристика и структура биосферы. Эволюция биосферы.

Воздействия человека на биосферу и их глобальные последствия. Последствия антропогенного воздействия на биосферу. Нарушение законов функционирования природных экосистем деятельностью человека. Экология

и здоровье человека. Адаптация организма человека к изменяющимся условиям окружающей среды. Понятие адаптации. Формы адаптации. Адаптогенные факторы. Биологический смысл и основные фазы активной адаптации. Управление адаптацией. Человек и устойчивость биосферы. Антропогенное энергопотребление как критерий устойчивости биосферы. Народонаселение и устойчивость биосферы. Рост уровня производства и неравномерность потребления как фактор нарушения устойчивости.

Тематика вопросов:

1. Уравнение состояния идеальных газов. Первый закон термодинамики. Второй закон термодинамики. Теплоёмкость, энтальпия, энтропия.
2. Циклы Карно. Основные термодинамические процессы идеальных газов в закрытых системах. Влажный воздух.
3. Уравнение первого закона термодинамики для потока газа. Истечение из суживающегося сопла. Дросселирование газов и паров. Цикл Ренкина паротурбинной установки. Газотурбинный цикл. Паровая компрессионная холодильная установка.
4. Дифференциальное уравнение теплопроводности. Одномерная стационарная теплопроводность в плоской стенке при отсутствии и наличии внутренних источников теплоты. Нестационарные процессы теплопроводности.
5. Конвективный теплообмен в однофазной и двухфазной средах. Теплоотдача при свободной конвекции жидкости. Теплоотдача и сопротивление при турбулентном течении однофазной среды в каналах. Теплоотдача при кипении и конденсации жидкости.
6. Теплообмен излучением. Законы излучения Релея-Джинса, Вина, Стефана-Больцмана. Степень черноты и коэффициент излучения тела. Теплообмен излучением между серыми плитами.
7. Основные уравнения гидродинамики.
8. Истечение жидкости через отверстия и насадки.

9. Параметры заторможенного потока газа.
10. Сравнение дизельных (газомоторных) и газотурбинных малых ТЭЦ.
11. Энергосбережение в системах теплоснабжения при применении ППУ - изоляции, пластинчатых теплообменных аппаратов, теплосчётчиков.
12. Энергосбережение при применении лучистых и воздушных систем отопления.
13. Погрешности измерения физических величин. (Абсолютная, относительная погрешность. Случайная погрешность. Систематическая погрешность. Погрешность технических измерений. Погрешности прямых и косвенных измерений.)
14. Измерение тепловых физических величин. (Принципы измерения температуры, давления, уровня, расхода, состава смесей).
15. Автоматическое регулирование теплотехнических установок. (Динамические свойства, передаточные функции, основные законы регулирования, требования к переходным процессам.)
16. Работа поршневых д.в.с; четырех- и двухтактные двигатели. Индикаторная диаграмма. Определение показателей работы.
17. Принципиальные схемы вентиляторов их конструктивные типы и принцип работы. Определение показателей работы.
18. Циклы ГТУ: с адиабатным сжатием и изобарным подводом теплоты, с изотермическим сжатием и изобарным подводом теплоты, с изотермическим сжатием и изотермическим расширением, с изохорным подводом теплоты, с замкнутым циклом. Параметры и показатели работы ГТУ.
19. Характеристики тепловой ценности топлива.
20. Тепловой баланс горения топлива.
21. Умягчение воды путём Na- катионирования.
22. Методы и средства удаления из воды растворённых газов.
23. Загрязнение окружающей среды выбросами и сбросами котельных.

24. Сухие центробежные золоуловители.
25. Снижение выбросов оксидов азота и серы при сжигании топлива.
26. Типы теплообменных аппаратов. Их достоинства и недостатки.

Области применения.

27. Принципиальная схема прямоточной выпарной установки с равной поверхностью теплообмена всех корпусов.

28. Смесительные теплообменники, принципиальные схемы.

29. Физические основы процессов преобразования солнечной энергии в тепловую. Прямое и рассеянное облучение. Влияние географических координат, ориентировки приемника облучения в пространстве, времени суток и времени года.

30. Мощность набегающего ветрового потока. Мощность, теряемая ветровым потоком при взаимодействии с ветроколесом. Мощность, развиваемая силой набегающего ветрового потока.

31. Методы и способы использования геотермального тепла для выработки электроэнергии. Типичные тепловые схемы действующих ГеоТЭС: на сухом паре с конденсатором смешивающего типа; на сухом паре с конденсатором поверхностного типа; на пароводяной смеси с одноступенчатым расширением; на пароводяной смеси с двухступенчатым расширением; с бинарным циклом.

32. Теплоснабжение и теплофикация. Водяные и паровые системы централизованного теплоснабжения.

33. Тепловое потребление. Расчётные тепловые нагрузки. Годовой расход теплоты. Тепловые графики.

34. Тепловое регулирование. Режимные графики теплового регулирования. Тепловая изоляция.

35. Устройство, назначение и общие принципы эксплуатации паровых котлов типа ДКВР.

36. Устройство, назначение и общие принципы эксплуатации водогрейных котлов типа ПТВМ.

37. Устройство, назначение и общие принципы эксплуатации газорегулировочных пунктов.

38. Значение и задачи энергетического хозяйства. Энергоносители.

39. Топливо, как технологический энергоноситель.

40. Вода в качестве технологического энергоносителя.

41. Параметры, характеризующие микроклимат помещения. Температура воздуха, температура внутренних поверхностей ограждений, влажность, скорость движения и состав воздуха.

42. Определение площади поверхности и числа элементов отопительных приборов. Тепловая мощность отопительного прибора, температуры теплоносителя и воздуха помещения, расход греющего теплоносителя, характеристики отопительного прибора.

43. Требуемый воздухообмен в помещении по избыткам явной теплоты. Температуры воздуха: рабочей зоны, удаляемого и приточного; теплопоступления в помещение; расход воздуха, удаляемого из рабочей зоны помещения.

44. Принципиальная схема трансформатора теплоты, основные положения работы установки.

45. Принцип работы трансформатора теплоты использующего эффект Пельтье.

46. Понятие коэффициента COP, его назначение.

47. Общие принципы формирования математических моделей.

48. Основы численных методов.

49. Численные методы решения уравнений теплообмена.

50. Виды загрязнения окружающей природной среды. Нормирование и учет вредных выбросов в окружающую среду.

51. Регулирование воздействия на окружающую среду.

52. Влияние вредных выбросов и сбросов на состояние окружающей среды. Влияние загрязнений на здоровье человека.

53. Абиотические факторы среды обитания (климатические).

54. Законы воздействия экологических факторов на живые организмы.

55. Динамика популяций.

Список литературы для подготовки:

1. Минаев Б.Н. Теплоэнергетика железнодорожного транспорта: учебное пособие: Ч.1. Инженерные основы теплотехники.-М.: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2013. - 261 с.

2. Минаев Б.Н., Костин А.В., Воронова Л.А. Термодинамика и тепломассообмен (основы теории, задачи и расчётные соотношения): Учебное пособие.- М.: МИИТ, 2013. - 76 с.

3. Теплотехника: учебник для вузов/ А.П. Баскаков, Б.В. Берг, О.К. Витт и др.; под ред. А.П. Баскакова.-М.: Энергоиздат, 1982.- 264 с.

4. Левенталь Л.Я., Рожицкий Д.Б. Газодинамика: Учебное пособие.- М.: МИИТ, 2007г. - 87с.

5. Левенталь Л.Я. Газодинамика: Конспект лекций. – М.: МИИТ, 1995. - 84с.

6. Левенталь Л.Я. Методические указания по практическим занятиям по дисциплине «Газодинамика». М.: МИИТ, 1995.- 34 с.

7. Основы энергосбережения: Учебник/ Н.И. Данилов, Я.М. Щёлков под ред. Н.И. Данилова.- Екатеринбург: ГОУ ВПО, УГТУ-УПИ, 2006.- 564 с.

8. Энергосберегающие системы теплоснабжения зданий на основе современных технологий и материалов: Альбом/Госстрой России. Филиал федерального центра энергоресурсосбережения Госстроя России по Северо-Западному Федеральному округу, академический центр теплоэнергоэффективных технологий под ред. С.А. Чистовича. - СПб АЦЭЭТ, 2003. - 147 с.

9. Преображенский В. П. Теплотехнические измерения и приборы: Учебник для вузов по специальности «Автоматизация теплоэнергетических процессов». - 3-е изд., перераб. - М.: «Энергия», 1978. -704 с.
10. Теория автоматического управления: Учебник. В 2-х ч. Ч. I. Теория линейных систем автоматического управления/ Н.А. Бабаков, А.А. Воронов, А.А. Воронова и др.; Под ред. А.А. Воронова.-2-е изд., перераб. и доп. - М.: издательство Высшая школа, 1986. - 367 с.
11. Автоматизированные системы управления объектами тепловых электростанций: Учебник для вузов по направлению "Автоматизация и управление" и специальности "Автоматизация технологических процессов и производств" / Г. П. Плетнев . – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Изд-во МЭИ, 1995 . – 352 с.
12. Дячек П.И. Насосы, вентиляторы, компрессоры: Учебное пособие. -М.: АСВ, 2011.- 432 с.
13. Двигатели внутреннего сгорания: Учебник для вузов. В 3-х книгах. Книга 1. Теория рабочих процессов.; Под. ред. В.Н. Луканина, М.Г. Шатрова.- М.: Издательство Высшая школа, 2010.- 480 с.
14. Двигатели внутреннего сгорания: Учебник для вузов. В 3-х книгах. Книга 2. Динамика и конструирование .; Под. ред. В.Н. Луканина, М.Г. Шатрова.- М.: Издательство Высшая школа, 2005.- 400 с.
15. Высокотемпературные газовые турбины.; Под ред. М.Я. Иванова.- М.: Торус пресс, 2010. - 305 с.
16. Белосельский Б.С. Технология топлива и энергетических масел: Учебник. - М.: Издательство МЭИ, 2005. - 348 с.
17. Копылов А.С., Лавыгин В.М., Очков В.Ф. Водоподготовка в энергетике.- М.: Издательство Термика, 2006.- 309 с.
18. Росляков П.В. Методы защиты окружающей среды: Учебник.- М.: Издательство МЭИ, 2007. - 336 с.

19. Лебедев П. Д. Теплообменные, сушильные и холодильные установки: Учебник для студентов технических вузов. М.: «Энергия», 1972.- 319 с.
20. Промышленные тепломассообменные процессы и установки : Учебник для вузов / А.М. Бакластов, В.А. Горбенко, О. Л. Данилов и др.; под ред. А.М. Бакластова. - М.: Энергоатомиздат, 1986. - 328 с.
21. Чернышов В.Н., Костин А.В. Тепломассообменные установки промышленных предприятий: Учеб. пособие.- М.: МИИТ, 2012.- 125 с.
22. Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: Учебник.- Издательство МЭИ, 2001. - 472 с.
23. Сафонов А. П. Сборник задач по теплофикации и тепловым сетям: Учеб. пособие для вузов. - 3-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1985.-232 с.
24. Сидельковский Л.Н. Юренев В.Н. Котельные установки промышленных предприятий: Учебник для вузов.- 3-е изд. М.: Энергоатомиздат, 1988. - 528с.
25. Производственные и отопительные котельные / Бузников Е.Ф., Роддатис К.Ф., Берзиньш Э.Я. - 2-е изд., перераб. - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 248с.
26. Системы производства и распределения энергоносителей промышленных предприятий. В 2 ч. : учебник/ А.П. Несенчук. - Минск : УП "Технопринт", 2005. - 544 с.
27. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция: Учебное пособие. Чернышов В.Н., Костин А.В. М.: МИИТ, 2009.- 80 с.
28. Отопление: Учебник для студентов вузов. / Сканава А.Н. - М.: АСВ, 2002. - 576 с.
29. Современные системы кондиционирования воздуха. Кокорин О.Я. М.: Изд-во физико-математической литературы. 2003. – 272 с.

30. Энергетические основы трансформации тепла и процессов охлаждения: Учеб. пособие для вузов/Е.Я. Соколов, В.М. Бродянский.: М. Энергоиздат, 1981.- 320 с.
31. Рае Перяла. Тепловые насосы.- М.: Алфамер Паблишинг, 2011.- 112 с.
32. Хрестоматия энергосбережения. Лисиенко В.Г., Щелоков Я.М., Ладыгичев М.Г. М.: Теплоэнергетика, 2003 г.
33. Вержбицкий В.М. Основы численных методов: Учебник для вузов. - М.: Высш.шк., 2002. - 840 с.
34. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен: учебник для вузов. - М.: Издательский дом МЭИ, 2011. - 562 с.
35. Голдаев С.В., Ляликов Б.А. Основы математического моделирования в теплотехнике: Учебное пособие. - Томск: Изд. ТПУ, 1999. - 106 с.
36. Экология: Учебник. Передельский Л.В., Коробкин В.И., Приходченко О.Е. - М.: ТК Велби, 2006. – 512 с.
37. Инженерная экология: Конспект лекций./ Ерохин В.Г., Воронова Л.А. - М: МИИТ. – 2006.- 88 с.
38. Гелиоустановки: Учебное пособие./Агафонова И.В., Кравец А.С., Мурашко М.М. - М: МИИТ, 2008. – 55 с.
39. Возобновляемые источники энергии. Твайделл Д., Уэйр А.М.: Энергоатомиздат, 1990.- 390 с.