

Энергетический комплекс промышленных предприятий.

Часть 1. Системы энергоснабжения промышленных предприятий.

Понятие об энергокомплексе промышленного предприятия. Характеристика энергоресурсов промышленного предприятия. Состав энергокомплекса промышленного предприятия. Особенности расчета и моделирования энергокомплекса промышленных предприятий.

Системы технического водоснабжения промышленных предприятий. Классификация потребителей технической воды. Устройства системы технического водоснабжения. Классификация и схемы систем водоснабжения по принципу повторного использования воды. Баланс воды предприятия. Потери воды в оборотных системах водоснабжения. Продувка. Классификация насосных станций. Схемы насосных станций. Выбор насосов по каталогам и приводов. Выбор числа насосов в насосной станции. Устройства для охлаждения воды в оборотных системах. Расчет брызгательных бассейнов. Очистка промышленных сточных вод.

Системы воздухоснабжения промышленных предприятий. Состав систем воздухоснабжения и компрессорных станций. Основные типы потребителей сжатого воздуха на производстве. Приближенный и уточненный расход воздуха у потребителей. Производительность компрессорных станций и потери воздуха в сети. Расчет воздухопроводной сети. Выбор компрессоров для систем воздухоснабжения. Воздухозаборные устройства и фильтры для очистки воздуха. Промежуточные и концевые холодильники. Влагомассоотделители. Установки для осушки сжатого воздуха. Рессиверы. Системы водоснабжения компрессорных станций. Пример расчета компрессорных станций.

Установки для трансформации теплоты. Назначение и область применения установок для трансформации теплоты. Классификация установок для трансформации теплоты по принципу действия. Схема и цикл в T , S - и p , v -диаграммах идеальной установки для трансформации теплоты. Схема и циклы в T , S - и p , v -диаграммах идеальной парокомпрессионной установки для трансформации теплоты. Энергетические характеристики эффективности работы установок.

Схемы и циклы в p - v -диаграмме реальных парокомпрессионных установок: без переохладителя, с переохладителем, с промежуточным регенеративным теплообменником. Методы расчета установок. Компоновка и составные элементы установок.

Системы газоснабжения. Классификация газопроводов. Классификация систем промышленного газоснабжения. Устройства систем газоснабжения. Схемы заводского и внутрицехового газопроводов. Обвязочные газопроводы. Режим работы газовой сети низкого давления. Расчет газопроводных сетей. Регулирование газопроводных сетей. Внутренние источники газового топлива на промышленном предприятии.

Системы по обеспечению производства продуктами разделения воздуха. Назначение систем. Характеристики продуктов разделения воздуха. Методы разделения газовых смесей. Ректификационные колонны. Состав установок по разделению воздуха.

Часть 2. Парогенерирующие установки промышленных предприятий

Понятие о парогенерирующих установках, материальный, тепловой и эксергетический балансы парогенерирующих установок. Место и значение парогенерирующих установок в технологических системах. Эволюция парогенераторов. Перспективы развития парогенерирующих установок. Общая технологическая схема, рабочие вещества и основные элементы современного парогенератора (ПГ). Источники теплоты. Материальные балансы рабочих веществ. Общее уравнение теплового баланса.

Располагаемая и полезно использованная теплота. Потери теплоты и их определение. Тепловой КПД ПГ по прямому и обратному балансам. Изменение КПД при переменных нагрузках. Эксергетический баланс и эксергетический КПД ПГ.

Топочные процессы и устройства парогенераторов, теплообмен в парогенерирующих установках. Классификация, общие характеристики и основные показатели топочных устройств. Особенности сжигания газа с высокой и низкой теплотой сгорания. Газовые горелки ПГ. Подготовка и сжигание жидкого топлива. Топки для сжигания жидкого топлива, мазутные форсунки. Классификация и типы слоевых топок. Топки с зажатым и кипящим слоем. Особенности сжигания топлива в пылевидном состоянии. Схемы пылеприготовления. Углеразмольные установки. Пылеугольные горелки. Топки для сжигания угольной пыли с гранулированным и жидким шлакоудалением. Циклонные и вихревые топки. Топки для сжигания различных промышленных отходов. Радиационный теплообмен в топке парогенератора. Конструктивный и поверочный расчет топки. Теплообмен в конвективных поверхностях ПГ. Основные направления интенсификации радиационного и конвективного теплообмена. Технико-экономический выбор конечного охлаждения газов в топке и на выходе из теплоиспользующих элементов ПГ.

Гидродинамика и аэродинамика парогенерирующих установок, водный режим и качество ПГ, тепловые и конструктивные схемы ПГ. Условия надежной работы теплоиспользующих элементов. Основные характеристики и общее уравнение движения двухфазного потока в трубах. Принципиальные схемы испарительных систем. Особенности гидродинамики элементов с естественной и принудительной циркуляцией рабочего тела. Расчет простого и сложного контуров естественной циркуляции. Газовое и воздушное сопротивление ПГ. Способы преодоления. Основы аэродинамического расчета воздушного и газового трактов. Технологические показатели качества воды. Требования к питательной воде и пару. Способы подготовки воды. Организация водного режима. Периодическая и непрерывная продувка. Ступенчатое испарение. Получение чистого пара. Тепловые схемы ПГ. Воздухо- и газоподогреватели, водяные экономайзеры, последовательность включения. Технико-экономические пределы подогрева воздуха. Испарительные поверхности нагрева. Пароперегреватели. Методы регулирования температуры перегретого пара. Конструктивные схемы ПГ с естественной и принудительной циркуляцией.

Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки

Введение в энергетику теплотехнологии. Общие особенности и теплотехническая классификация высокотемпературных теплотехнологических процессов. Технологические, энергетические и экологические проблемы теплотехнологии. Теплотехнические принципы организации технологических процессов. Примеры осуществления высокотемпературных теплотехнологических процессов в черной и цветной металлургии, в химических производствах и в промышленности строительных материалов. Структурные, тепловые, теплотехнические и конструктивные схемы высокотемпературных теплотехнологических установок. Энергетика теплотехнологии как научно-практическая основа энергосберегающей модернизации технологического оборудования.

Материальные, тепловые и энергетические балансы ВТП и У. Структура уравнений материального баланса. Материальные расчеты идеальных, неравновесных и равновесных теплотехнологических процессов. Алгоритм расчета теоретического минимума температурного уровня теплотехнологического процесса. Тепловой баланс теплотехнологического реактора. Зональные тепловые балансы. Тепловые балансы отдельных элементов тепловой схемы высокотемпературной теплотехнологической

установки. Тепловой и энергетический баланс высокотемпературной теплотехнологической установки в целом. Видимый, суммарный и приведенный удельные расходы топлива; суммарные удельные энергозатраты, приведенные к первичному топливу. Алгоритмы расчета теоретического минимума видимого удельного расхода топлива.

Внешний теплообмен в теплотехнологическом реакторе. Схема теплообмена в рабочем пространстве высокотемпературной теплотехнологической установки; внешний и внутренний конвективный и комбинированный теплообмен. Потери тепла в окружающую среду. Основные закономерности и пути интенсификации радиационного теплообмена в теплотехнологических реакторах. Внешний радиационный теплообмен в системе газ-кладка-материал. Зональный метод расчета радиационного теплообмена. Основные уравнения и принципы математического моделирования внешнего теплообмена в реакторе ВТУ.

Внутренний теплообмен в теплотехнологическом реакторе. Продолжительность тепловой обработки технологического материала, нагрева и плавления термически тонких и массивных тел. Аналитические методы и принципы математического моделирования внутреннего теплообмена при тепловой обработке технологических материалов и изделий в ВТУ.

Массообменные процессы в теплотехнологическом реакторе. Внешний и внутренний массообмен в теплотехнологическом реакторе. Основные закономерности массообменных процессов в газовой среде и технологических расплавах. Аналитические методы и принципы математического моделирования внешнего и внутреннего массообмена в теплотехнологическом реакторе. Продолжительность химических превращений в диффузионно-массивных телах, гомогенизации или расслоения расплавленных продуктов технологического процесса. Пути интенсификации теплотехнологического процесса; отбор рациональных теплотехнических условий в рабочем пространстве.

Генерация теплоты в высокотемпературных теплотехнологических реакторах. Основные требования, предъявляемые к организации процесса генерации теплоты в теплотехнологических реакторах. Выбор источника энергии. Способы преобразования электрической энергии и области их применения высокотемпературных теплотехнологических установках. Способы обеспечения требуемых состава и температуры продуктов горения, повышения светимости факела. Способы сжигания топлива в плотном фильтруемом и в кипящем слое. Аналитическая теория диффузионного прямоточного факела. Транспортирующая способность осесимметричной турбулентной струи. Структура и длина диффузионного факела. Изменение расхода несгоревшего топлива по длине факела. Температура и радиационная теплоотдача факела. Классификация газогорелочных устройств и форсунок, их основные характеристики, область применения. Связь генерации теплоты с режимами теплообмена.

Термическая и термохимическая переработка топлива. Назначение, основные виды и классификация процессов термохимической переработки топлив. Пирогенетическое разложение топлив. Процессы коксования твердого топлива и крекинга нефти. Термохимическая переработка топлив: процессы газификации твердых топлив, конверсия углеводородных газов. Целенаправленная подготовка топлива как способ совершенствования высокотемпературных процессов.

Энергетическая эффективность высокотемпературной теплотехнологии. Энергосбережение в высокотемпературной теплотехнологии. Снижение энергозатрат на базе отбора источников теплоты, оптимизации условий генерации теплоты и параметров теплотехнологических процессов, совершенствования тепловой изоляции и герметизации рабочего пространства. Снижение энергозатрат на высокотемпературный теплотехнологический процесс путем регенерации энергетических отходов; схемы регенеративного теплоиспользования; энергетический эффект регенерации; предпосылки реализации глубокой регенерации; регенеративные устройства. Снижение энергозатрат на высокотемпературный теплотехнологический процесс путем внешнего использования

тепловых и горючих отходов. Системы испарительного охлаждения печей, энерготехнологические котлы и котлы-утилизаторы. Основные направления технического прогресса энергетики высокотемпературной теплотехнологии.

«Энерготехнологическая очистка газов»

Введение. Содержание, цель и задачи дисциплины. Топливосберегающий, материалоресурсный и экологический аспекты.

Энергетические и технологические параметры уходящих газов.

Методики расчетов влагосодержания и полной энталпии уходящих газов от теплотехнологического и теплоэнергетического оборудования. Методики расчетов объемных, массовых расходов сухих смесей газовых компонентов, водяных паров и влажных газов.

Расчет тепловых потоков уходящих газов и определение возможных количеств утилизируемой теплоты и повышения КПД теплогенераторов.

Оборудование энерготехнологической обработки газов.

Контактные теплообменники, их типы, характеристики, расчет и области применения. Процессы изменения состояния влажного газа в контактных теплообменниках и построение векторов на I-х диаграмме.

Поверхностные теплообменники утилизации теплоты запыленных газов, их достоинства и недостатки.

Контактно-рекуперативные теплообменники комплексной обработки уходящих газов, их устройство, работа, достоинства и недостатки.

Контактно-рекуперативные теплообменники с восходящим прямотоком фаз эмульгированном режиме (КРТ).

Принцип работы и устройство контактно-рекуперативных теплообменников, их достоинства, недостатки, области применения.

Тепловой и конструктивный расчет трубного пучка контактно-рекуперативного теплообменника. Конструирование и расчет вспомогательных узлов контактно-рекуперативных теплообменников с восходящим прямотоком фаз (форсунок, каплеуловителей, опорно-распределительных решеток, корпуса аппарата, патрубков и штуцеров).

Газодинамический и гидравлический расчет КРТ.

Определение массы аппарата, его ориентировочной стоимости, экономической эффективности его использования.

Методы улавливания оксидов серы с получением дополнительной продукции.

Источники генерации оксидов серы. Классификация методов улавливания серы.

Метод улавливания оксидов серы органическими поглотителями. Методы улавливания оксидов серы сульфитными растворами: аммиачные методы, магнезитовые, известняковый.

Сорбционные методы улавливания оксидов серы твердыми поглотителями: метод поглощения SO_2 в кипящем слое угольными сорбентами, процесс поглощения SO_2 «Лургии». Методы обезвреживания SO_2 каталитическим окислением.

Методы промышленной очистки газов от оксидов азота. Механизмы генерации оксидов азота. Классификация методов очистки газов от оксидов азота.

Методы снижения генерации оксидов азота в теплогенерирующих установках.

«Парогенераторы ТЭС»

Топливо и тепловой баланс парогенератора. Производство пара на электрической станции. Место и значение парогенератора в системе электростанции. Классификация парогенераторов. Основные характеристики парогенераторов. Энергетическое топливо и его характеристики. Виды топлива и его состав. Теплота сгорания топлива. Технические характеристики топлива. Основные месторождения топлив. Продукты сгорания топлива. Состав продуктов сгорания. Определение расхода воздуха, необходимого для горения топлива. Определение коэффициента избытка воздуха. Теплосодержание воздуха и продуктов сгорания. Тепловой баланс парогенератора. Общее уравнение теплового баланса. Определение располагаемого тепла. Потери тепла q_2 , q_3 , q_4 , q_5 и q_6 . Полезно использованное тепло.

Типы парогенераторов. Парогенераторы с естественной циркуляцией. Техническое развитие парогенераторов. Современные парогенераторы. Парогенераторы с многократной принудительной циркуляцией. Прямоточные парогенераторы. Особенности парогенераторов с многократной принудительной циркуляцией. Конструкция парогенераторов с многократной принудительной циркуляцией. Особенности работы прямоточных парогенераторов. Российские и зарубежные прямоточные парогенераторы. Парогенераторы с многократной принудительной циркуляцией. Прямоточные парогенераторы.

Особенности парогенераторов с многократной принудительной циркуляцией. Конструкция парогенераторов с многократной принудительной циркуляцией. Особенности работы прямоточных парогенераторов. Российские и зарубежные прямоточные парогенераторы.

Тепловой расчёт и водный режим парогенераторов. Тепловой расчёт парогенератора. Задачи теплового расчёта и методика его проведения. Определение объёмов и теплосодержаний продуктов сгорания. Таблица Iv . Тепловой расчёт топки. Тепловой расчёт конвективных поверхностей нагрева. Водный режим парогенераторов. Методы получения чистого пара. Вывод примесей из парогенератора. Безнакипный режим барабанных парогенераторов. Водный режим прямоточных парогенераторов.

Поверхности нагрева парогенераторов. Парообразующие поверхности нагрева. Тепловосприятие парообразующих поверхностей нагрева и их компоновка. Методы повышения надёжности топочных экранов и их конструкции. Особенности газоплотных экранов и методы повышения их надёжности. Футерованные экраны. Пароперегреватели. Методы регулирования температуры перегретого пара. Классификация пароперегревателей. Условия работы пароперегревателей и методы повышения надёжности. Компоновка пароперегревателей. Методы регулирования температуры перегретого пара. Низкотемпературные поверхности нагрева. Компоновка низкотемпературных поверхностей нагрева. Водяные экономайзеры. Воздухоподогреватели. Методы повышения коррозионной стойкости воздухоподогревателей.

Эксплуатация парогенераторов. Эксплуатационные режимы и показатели. Стационарные режимы эксплуатации. Режим растопки парогенератора и пуска блока.

Современные проблемы теплоэнергетики

Структура мирового энергопотребления. Динамика роста энергопотребления в мире и в России. Факторы, обуславливающие актуальность энергосбережения. Энергосбережение и экология.

Энергетическая светимость солнца и спектральные характеристики солнечного излучения. Солнечный коллектор и способы повышения его эффективности. Солнечные кондиционеры, промышленное и сельскохозяйственное использование, теплицы, опреснители соленой воды, солнечные кухни.

Физические основы преобразования энергии солнечного излучения в электрическую. Коэффициент полезного действия фотоэлемента и перспективы его увеличения. Конструкция фотоэлементов и особенности технологии их изготовления. Другие методы получения электрической энергии: внешний фотоэффект, термоэлектронная эмиссия, термоэлектричество.

Основные особенности газового топлива как источника энергии теплотехнологических процессов. Кинетическое, диффузионное и смешанное горение в ламинарном и диффузионном потоках. Устойчивость пламени, обеспечение безаварийной работы газовых горелок. Интенсификация сжигания газового топлива.

Биотопливо для энергетики и бытового потребления. Технология обработки биотоплива. Установки для производства тепла, пиролиза, гидрогенизации биогаза. Экономика и экология.

Классификация геотермальных районов. Запас энергии в земной коре и методы её использования. Естественный водоносный слой. Использование геотермальной энергии для обогрева и получения электрической энергии.

Термодинамические основы использования тепловой энергии океана. Тепловая схема с идеальными и реальными теплообменниками. Расчет теплообменников. Биозасорение и борьба с ним. Рабочее тело паротурбинной установки. Технические проблемы.

Специфические проблемы аккумулирования и передачи энергии при использовании различных возобновляемых источников энергии. Биоаккумуляторы, химические аккумуляторы, топливные элементы. Аккумуляторные электробатареи, тепловые аккумуляторы, гидростатические аккумуляторы, резервуары со сжатым воздухом, маховики.

Технико-экономические и технологические характеристики источников энергии, их взаимосвязь с организацией технологического процесса. Основные принципы и критерии сравнительной оценки и выбора источников энергии теплотехнологии.

Компьютерные технологии в науке (на примере теплоэнергетики)

Общее описание компьютерных технологий, назначение состав и сравнение с другими системами.

Общие команды управления, способы задания, команды обслуживания. Отображение направлений. Команды установки параметров.

Работа с группой. Работа с элементом. Работа администратора базы данных (копирование, задание имени, профилактика, оптимизация).

Назначение, структура, принцип работы локальных и глобальных компьютерных сетей. Провайдеры, серверы.

Назначение и функции системы электронных документов и изданий. Общие управляющие команды и команды управления экраном. Команды задания документов и обслуживания файлов.

Общие сведения о визуализации данных. Назначение и функции. Общие управляющие команды и команды управления экраном. Команды определения свойств (установок). Команды трансформаций. Команды опроса.

Теплотехнологические комплексы и безотходные системы

Материально-ресурсный, экологический, технико-экологический, экономический и организационный аспекты теплотехнологических комплексов и безотходных систем.

Основные положения законодательства в области охраны окружающей среды. Источники виды и нормирование загрязнений окружающей среды. Предельно-допустимые концентрации (ПДК). Предельно-допустимые выбросы (ПДВ), предельно-допустимые сбросы (ПДС), эколого-экономический анализ производственных переделов теплотехнологических процессов.

Энергосберегающие технологии в горнодобывающей промышленности, черной и цветной металлургии, химической промышленности. Реализация энергосберегающих тепловых схем систем и комплексов. Основное энергосберегающее оборудование нового поколения систем и комплексов.

Особенности материально-ресурсного, энергетического, экологического и технологического аспектов цементного производства по существующим технологиям. Потери сырья, тепловой энергии, уровень загрязнения окружающей среды, технологические издержки и потери качества продукции.

Назначение и классификация энергетехнологических установок. Схемы и оборудование установок с низкотемпературной очисткой продуктов газификации мазутов. Схема теплофикационной парогазовой установки ИВТ. Схема парогазотурбинной ЭТУ с газификацией и низкотемпературной очисткой газификации мазутов. Схема парогазовой ЭТУ с котлом-утилизатором. Схема конденсационного паротурбинного блока с предварительной газификацией мазутов и высокотемпературной очисткой. Схема парогазовой ЭТУ с газификацией и высокотемпературной очисткой продуктов газификации твердых топлив.

Теплотехнологические процессы в топливных печах

Применение топливных печей в различных отраслях промышленного производства. Особенности тепловой обработки технологических материалов в топливных печах с излучающим факелом.

Теплотехнические принципы излучающего факела, их преимущества и недостатки. Аэродинамика ванных и вращающихся печей, цепных завес и внутрипечных теплообменных устройств. Взаимодействие газовых потоков с технологическим материалом.

Радиационный и конвективный перенос теплоты в ванных и вращающихся печах. Теплообмен в ванне и в пересыпающемся слое технологического материала. Интенсификация теплообмена в цепных завесах.

Массообменные процессы в газовых потоках в ванных и вращающихся печах. Массообмен в ванне и в пересыпающемся слое при сушке, нагреве, декарбонизации, плавлении и спекании технологического материала.

Диффузионное горение природного газа в прямоточных и закрученных струях. Радиационная теплоотдача диффузионного факела.

Разрушение футеровки печи под воздействием расплавленного технологического материала. Нестационарные условия работы футеровки вращающихся печей. Влияние колебаний температуры внутренних слоев при вращении печи на стойкость футеровки. Условия образования защитного гарнисажного слоя.

Производство стали. Стекла, цветных металлов. Обжиг извести, производство цементного клинкера, обжиг огнеупорных материалов, производство металлизованных окатышей, обжиг керамзита, переработка бокситов.

Математические модели тепловой работы ванных и вращающихся печен. Решение системы дифференций, описывающих горение и тепломассообмен, при постановке численного эксперимента.

Теплофикация и теплоснабжение

Назначение систем теплоснабжения, история развития систем теплоснабжения, перспективы развития систем теплоснабжения.

Классификация систем теплоснабжения, требования нормативных документов к теплоносителям, проектированию, прокладке и эксплуатации тепловых сетей. Устройства на сетевых трубопроводах. Требования к изоляции трубопроводов. Защита трубопроводов от коррозии. Тепловые пункты и требования нормативных документов к ним.

Нормирование тепловых потерь в тепловых сетях. Методика определения нормативных значений расхода тепловой энергии и теплоносителя. Методика определения нормативных значений удельного расхода и температуры теплоносителя. Определение нормативных значений затрат электроэнергии на передачу тепловой энергии.

Задачи и порядок работ по проведению испытаний водяных тепловых сетей. Выбор участков сети для испытаний, определение параметров испытания. Подготовка оборудования, сети и измерительной аппаратуры к испытаниям. Составление программ испытаний. Проведение тепловых испытаний, обработка результатов испытаний, определение тепловых потерь участков сети.

Классификация, назначение и особенности отопительных котельных. Характеристика тепломеханического оборудования отопительных котельных. Особенности эксплуатации котельных. Режимы генерации тепловой энергии в отопительных котельных.

Назначение и схемы паротурбинных и газотурбинных ТЭЦ. Основное оборудование, применяемое для комбинированной выработки тепловой и электрической энергии. Когенерационные установки. Особенности эксплуатации паротурбинных и газотурбинных ТЭЦ.

Политика Дании в области энергетики. Характеристики систем централизованного теплоснабжения Дании. Тепловые электростанции, развитие систем централизованного теплоснабжения, мероприятия по теплоизоляции. Потребительские установки централизованного теплоснабжения, измерение потребления тепла в системе централизованного теплоснабжения.

Основные положения Киотских протоколов. Методы снижения тепловых и токсичных выбросов при производстве тепловой энергии на ТЭЦ и котельных. Уменьшение вредных выбросов за счет снижения расхода топлива на производство тепловой энергии: аудит зданий, снижение тепловых потерь в тепловых сетях, повышение эффективности теплогенерирующих устройств.

Контроллинг на предприятиях теплоснабжения: цель, задачи, основные положения. Обеспечение успешного развития предприятия теплоснабжения. Экономическая эффективность и рентабельность предприятия.

Государственная экономическая политика и энергетическая стратегия России, средства и этапы ее реализации. Энергетическая безопасность России. Формирование перспективного спроса на энергоресурсы. Развитие и совершенствование систем теплоснабжения.

Основная литература:

1. Трубаев П. А., Беседин П. В., Гришко Б. М. Гидравлические машины и системы технического водоснабжения: Учебное пособие. – Белгород, изд-во БелГТУ, 2002. – 126 с.

2. Трубаев П. А., Беседин П. В., Гришко Б. М. Проектирование систем воздухоснабжения промышленных предприятий: Учебное пособие. – Белгород, изд-во БелГТАСМ, 2002. – 122 с.
3. Трубаев П. А., Беседин П. В. Практикум по гидравлическим машинам и компрессорам: Учебное пособие. – Белгород, изд-во БелГТАСМ, 2001. – 108 с.
4. Васильченко Ю.В. Тепловой расчет парогенерирующих установок: Учебное пособие.-Белгород: Изд-во БГТУ им.В.Г.Шухова,2003.-147 с.
5. Васильченко Ю.В.Тепловой расчет парогенератора: Учебное пособие. – Белгород: Изд-во БелГТАСМ,2001.-81с.
6. Васильченко Ю.В. ,Щетинина И.А. ,Иванисов С.Е. Паротеплогенерирующие установки промышленных предприятий. Изд-во БелГТАСМ, 1998.-20с.
7. Безгрешнов А.И., Липов Ю.М., Шлейфер Б.М. Расчет паровых котлов в примерах и задачах. М.: Энергоиздат 1991.-240 с.
8. Сидельковский Л.Н., Юрьев В.Н. Парогенераторы промышленных предприятий. М.:Энергоиздат,1978.-336 с.
9. Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки / Под ред. В.Г. Лисиенко. – Минск: Выш. школа, 1988. – 320 с.
10. Кузнецов В.А. Высокотемпературные теплотехнологические установки: Учеб. пособие по курс. проектированию. – Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2001. – 76 с.
11. Кузнецов В.А., Трубаев П.А. Высокотемпературные теплотехнологические процессы: Метод. указания к лаб. работам. – Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2001. – 40 с.
12. Справочник по пыле- и золоулавливанию. Изд. 2, переработанное под общей редакцией Русанова А.А. М.: Энергоатомиздат, 1983 г.
13. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. Справочник. Изд. 2 под общей редакцией Григорьева В.А., Зорина В.М. Книга 4. М.: Энергоатомиздат, 1991 г.
14. Рихтер Л.А., Волков Э.П., Покровский В.Н. Охрана водного и воздушного бассейнов от выбросов ТЭС. М.: Энергоиздат, 1981 г.
15. Банит Ф.Г., Мальгин А.Д. Пылеулавливание и очистка газов в промышленности строительных материалов. М.: Стройиздат, 1979 г.
16. Старк С.Б. Пылеулавливание и очистка газов в металлургии. М.: Металлургия, 1977 г.
17. Бернадинер М.Н., Шурыгин А.П. Огневая переработка и обезвреживание промышленных отходов. - М.: Химия, 1990 г.
18. Оборудование, сооружения, основы проектирования химико-технологических процессов защиты биосфера от промышленных выбросов. Радионов А.И. и др. Учебное пособие для ВУЗов. М.: Химия, 1985 г.
19. Резников М.И., Липов Ю.М. Паровые котлы тепловых электростанций. М, Госэнергоиздат, 1981, 240 с.
20. Сидельковский Л.Н., Юрьев В.Н. Котельные агрегаты промышленных предприятий. М. Энергоатомиздат, 1988, 527 с.
21. Паршин А.А., Митор В.В. и др. Тепловые схемы котлов. М., Машиностроение, 1987, 222 с.
22. Твайделл Д., Уэйр А. Возобновляемые источники энергии. М.: Энергоатомиздат, 1990, 390 с.
23. Нетрадиционные возобновляемые источники энергии. Аналитический альбом. Ред. Чл.корр. РАН Грищенко А.И., Москва, ВНИИ ПГ и ГТ, 220 с., Авиаиздат.
24. Изготовление и монтаж технологических трубопроводов. Батенчук А.Н. М.: Стройиздат,1971
25. Котлы малой и средней мощности. Отраслевой каталог. Под ред. Бутина В.И.М.: ЦНИИТЭИТЯЖМАШ, 1992.
26. Автоматизация конструкторского и технологического оборудования. Минск: Высш. шк., 1988.

27. Ключников А.Д. Критерии энергетической эффективности и резерва энергосбережения теплотехнологии, теплотехнологических установок, систем и комплексов.-М.: Изд-во МЭИ, 1996 г.
28. Рациональное использование газа в промышленных установках. Справочное пособие. Ахмедов Р.Б. и др. Под ред. Иссерлина А.С. Спб, Недра,1995 г.
29. Ласкорин Б.Н. и др. Безотходная технология в промышленности. М.: Стройиздат, 1986 г.
30. Ключников А.Д. Энергетика теплотехнологии и вопросы энергосбережения. М.: Энергоатомиздат, 1986 г.
31. Андрющенко А.И., Попов А.И. Основы проектирования энерготехнологических установок. М.: Высшая школа,1980 г.
32. Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки / Под ред. В.Г.Лисиенко.-Минск: Вышэйшая школа,1988.-320 с.
33. Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки / Под ред. А.Д.Ключникова.-М.: Энергоатомиздат,1989.-336 с.
34. Ключников А.Д., Кузьмин В.Н., Попов С.К. Теплообмен и тепловые режимы в промышленных печах.-М.: Энергоатомиздат,1990.-176 с.
35. Беседин П.В., Трубаев П.А.. Энергетический анализ процессов в технологии цементного клинкера.- Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г.Шухова,2005.- 460 с.
36. Методика определения нормативных значений показателей функционирования водяных и тепловых сетей систем коммунального теплоснабжения.-М.,2001
37. Соколов В.Я. Теплофикация и тепловые сети. – М.: Энергоиздат,1980.
38. Методические указания по определению тепловых потерь в водяных тепловых сетях. РД 34.09.255-97.-М.,1998.
39. Централизованное теплоснабжение. Исследование и разработка технологии в Дании.-Копенгаген,1993.

Дополнительная литература

1. Черкасский В. М. Насосы, вентиляторы, компрессоры (любое издание).
2. Тепловые и атомные электрические станции: справочник / Под общ. ред. В. А. Григорьева, В. М. Зорина. – М.: МЭИ, 2000. – 624 с.; То же. – 2-е изд. – М., 1990 г. (серия «Теплоэнергетика и теплотехника, кн. 3).
3. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: Справочник / Под общ. ред. В. А. Григорьева, В. М. Зорина. – М.: МЭИ, 2000. – 588 с. (серия «Теплоэнергетика и теплотехника, кн. 4).
4. Лобачев П. В. Насосы и насосные станции (любое издание).
5. Ковалев А.П. и др. Парогенераторы. М.:Энергоиздат,1985.-376 с.
6. 2. Двойнишников В.А. и др.Конструкция и расчет котлов и котельных установок. М.: Машиностроение,1988.-264 с.
7. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника: Справочник / Под общ. ред. В. А. Григорьева, В. М. Зорина. - М.: Энергоатомиздат, 1981. - 588 с. (серия «Теплоэнергетика и теплотехника, кн. 4.)
8. Тепловой расчет котлов (нормативный метод)/Под ред. С.И.Мочана,А.А.Абрютина, Г.М.Кагана,В.С.Назаренко. М.:Энергия,1999 г.
9. Высокотемпературные теплотехнологические процессы и установки / Под ред.А.Д. Ключникова. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 336 с.
10. Ключников А.Д., Кузьмин В.Н., Попов С.К. Теплообмен и тепловые режимы в промышленных печах. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 176 с.
11. Тимошпольский В.И. и др. Теплообмен и тепловые режимы в промышленных печах. – Минск: Вышэйшая школа, 1992. – 220 с.

12. Губинский В.И., Лу Чжун-У. Теория пламенных печей. – М.: Машиностроение, 1995. – 256 с.
13. Гущин С.Н. Теплотехника стекловаренных печей. – Екатеринбург: Изд. УГТУ, 1998. – 446 с.
14. Промышленная теплоэнергетика. Справочник. – Кн.4. / Под ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 588 с.
15. Лисиенко В.Г., Щелоков Я.М., Ладыгичев М.Г. Топливо. Рациональное сжигание, управление и технологическое использование: Справочник в 3-х книгах. – М.: Теплотехник, 2003. – 608, 832, 592 с.
16. Лисиенко В.Г., Щелоков Я.М., Ладыгичев М.Г. Хрестоматия энергосбережения: Справочник в 2-х книгах. – М.: Теплоэнергетик, 2003. – 688, 768 с.
17. Лисиенко В.Г., Щелоков Я.М., Ладыгичев М.Г. Вращающиеся печи: теплотехника, управление, экология Справочник в 2-х книгах. – М.: Теплотехник, 2004. – 688, 592 с.
18. Толочко А.И., Филипов В.И., Филиппев О.В. Очистка технологических газов в черной металлургии. М.: Металлургия, 1982 г.
19. Страус В. Промышленная очистка газов. Перевод с англ. Москва, Химия, 1981 г.
20. Энергетика и охрана окружающей среды. Под ред. Залогина Н. и Кроппа Л. М.: Энергия, 1979 г.
21. Кроль Л.Б., Розенгауз И.Н. Конвективные элементы мощных котельных агрегатов. М., Энергия, 1976, 258 с.
22. Нетрадиционная энергетика и технология. Международная конференция, Владивосток, 1995.
23. Что может дать энергия ветра. М.: МЭИ, 1998, 48 с.