

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»

СПРАВОЧНИК ЭЛЕКТРОННОГО ИЗДАНИЯ

(кафедра теплогазоснабжения и нефтегазового дела)

122-2024

АТОМНЫЕ СТАНЦИИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям и выполнению курсовой работы
для студентов магистратуры направления подготовки
13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
всех форм обучения

Составители:

Петрикеева Наталья Александровна
Чудинов Дмитрий Михайлович
Плаксына Елена Владимировна

МУ АСТС 2024.pdf
(наименование файла)

274 Кб
(объем файла)

07.05.2024
(дата)

0,7 уч.-изд. л
(объем издания)



Работа прошла проверку в издательстве ВГТУ. Номер входящей документации ГВ118.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

Кафедра теплогазоснабжения и нефтегазового дела

АТОМНЫЕ СТАНЦИИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*к практическим занятиям и выполнению курсовой работы
для студентов магистратуры направления подготовки
13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
всех форм обучения*

Воронеж 2024

УДК 621.311.2:621.34(07)
ББК 31.38:31.4я7

Составители:

Н. А. Петрикеева, Д. М. Чудинов, Е. В. Плаксина

Атомные станции теплоснабжения: методические указания к практическим занятиям и выполнению курсовой работы для студентов магистратуры направления подготовки 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: Н. А. Петрикеева, Д. М. Чудинов, Е. В. Плаксина. Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2024. 16 с.

В методических указаниях изложены предпосылки и необходимость приобретения студентами навыков и компетенций при расчете некоторых элементов атомных систем теплоснабжения. Рассмотрены общие теоретические вопросы и основные зависимости при выработке и обеспечении потребителей энергией.

Определены подходы к выбору тем работы, основные направления для выполнения работы.

Предназначены для магистрантов направления 13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника» всех форм обучения при изучении дисциплины «Атомные станции теплоснабжения».

Методические указания подготовлены в электронном виде и содержатся в файле МУ_АСТС_2024.pdf.

Табл. 2. Библиогр.: 3 назв.

УДК 621.311.2:621.34(07)
ББК 31.38:31.4я7

Рецензент – О. А. Сотникова, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой проектирования зданий и сооружений им. Н. В. Троицкого ВГТУ

*Издается по решению редакционно-издательского совета
Воронежского государственного технического университета*

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
1. Тематика и задачи дисциплины	4
2. Оборудование станций	5
2.1. Общие положения	5
2.2. Реакторы АЭС	6
2.3. Парогенераторы АЭС	7
2.4. Циркуляционные насосы АЭС.....	7
2.5. Теплообменники	8
2.6. Емкость баков и резервуаров	9
3. Рекомендации к выполнению курсовой работы (проекта).....	10
3.1. Описание принципиальной тепловой схемы АСТ.....	10
3.2. Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету	12
3.3. Выбор индивидуального варианта	12
Библиографический список	15

ВВЕДЕНИЕ

Энергетические проблемы в последние годы стали одними из важнейших проблем, которые непосредственным образом затрагивают многие страны. Ограничения в наращивании генерирующих и передающих мощностей с использованием традиционных применяемых технологий сдерживают не только развитие промышленности, но и социальное развитие.

Успешное развитие любой науки и внедрение ее результатов в производство зависит, прежде всего, от знаний, умений, моральных качеств специалистов, выпускаемых вузами. Современный период развития общества характеризуется изменениями, которые затрагивают все сферы жизнедеятельности человека. Быстрый темп социально-экономических преобразований в стране, увеличивающийся объем информации и наметившаяся тенденция к расширению управленческих функций в профессиональной деятельности обусловили изменение требований, предъявляемых обществом к системе высшего профессионального образования в вопросах подготовки будущих специалистов.

Целью изучения дисциплины «Атомные станции теплоснабжения» является правильное понимание задач, стоящих перед магистрантами при разработке, монтаже и эксплуатации теплогенераторов и элементов, принципа работы атомных станций с учетом экологической, топливно-энергетической и экономической составляющей.

1. ТЕМАТИКА И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина «Атомные станции теплоснабжения» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений (дисциплина по выбору).

В практической части работы предусмотрено выполнение курсовой работы. Примерная тематика курсовой работы – «Расчет тепловой части атомных станций теплоснабжения».

Задачи и разделы, рассматриваемые при выполнении курсовой работы:

- виды выработки теплоты;
- схемы выработки;
- расчет количества теплоты.

Курсовая работа включает в себя расчетно-пояснительную записку и может включать графическую часть (схемы).

Основным оборудованием АЭС и ТЭС являются реакторы, паровые котлы, парогенераторы, трансформаторы, турбогенераторы. Серийные агрегаты стандартизированы по соответствующим показателям: мощности, параметрам пара, производительности, напряжению, силе тока и пр. При выборе оборудования предпочтение отдается стандартным моделям [1].

На выбор агрегата существенное влияние оказывает тепловая схема, общая компоновка. На АЭС основное оборудование устанавливается в виде блоков, схемы которых одноконтурные или многоконтурные. Каждая схема разработана применительно к определенному типу реактора. Тип и количество оборудования должны соответствовать заданной мощности и режиму работы. Возможные варианты сопоставляются по удельным капитальным затратам, себестоимости выработки энергии, удельному расходу условного топлива и пр. Чтобы система была устойчивой при аварийном отключении самого крупного блока, мощность нового блока не должна превышать аварийного резерва мощности энергосистемы. Это общее правило. Рассмотрим основное оборудование.

2. ОБОРУДОВАНИЕ СТАНЦИЙ

2.1. Общие положения

В соответствии с классификацией организации МАГАТЭ к реакторам малой мощности относятся установки мощностью до 300 МВт(э), к средней мощности – от 300 МВт(э) до 700 МВт(э), реакторы мощностью более 700 МВт(э) относятся к реакторным установкам большой мощности.

Малые модульные реакторы – Small Modular Reactors (SMR) – представляют собой реакторы нового поколения, предназначенные для выработки электроэнергии, как правило, мощностью до 300 МВт(э), компоненты и системы которых могут быть изготовлены на заводе, а затем транспортированы в виде модулей на площадки для установки

Транспортабельная атомная электростанция – Transportable nuclear power plants (TNPP) – атомная электростанция, состоящая из одного или нескольких ядерных реакторов с загруженным ядерным топливом, который(е) транспортируется в остановленном состоянии, а также другие системы и компоненты, транспортируемые совместно с ядерным реактором (рабочая группа МАГАТЭ по транспортабельным реакторам – WG TNPP).

Атомная станция теплоснабжения (АСТ) – атомная станция, предназначенная для производства тепловой энергии для целей отопления и горячего водоснабжения. Состоит из ядерного реактора с естественной циркуляцией, промежуточного контура, сетевого контура, водоподготовительной установки для подпитки сетевого контура. Недостатком указанной АСТ является потребление извне электрической энергии для обеспечения электроприемников станции т.е. обеспечения собственных нужд.

Атомная электротехнологическая станция – атомная станция, предназначенная для производства электроэнергии и энергии для технологических целей. Состоит обычно из ядерного реактора, паротурбинной установки (ПТУ), сетевого контура.

На начало 2024 года в России в промышленной эксплуатации на 11 атомных электростанциях и в НИИ атомных реакторов находятся 39 энергоблоков: Белоярская АЭС, Нововоронежская АЭС, Кольская АЭС, Билибинская АЭС, плавучая атомная теплоэлектростанция (ПАТЭС) «Академик Ломоносов» в порту в Певеке на Чукотке, Ленинградская АЭС, Курская АЭС, Смоленская АЭС, Калининская АЭС, Балаковская АЭС, Ростовская АЭС.

2.2. Реакторы АЭС

В настоящее время во всем мире в качестве серийных применяются урановые гетерогенные реакторы на тепловых нейтронах с водой под давлением или кипящие, работающие по циклу насыщенного пара, а также реакторы с газовым теплоносителем. В качестве теплоносителя используется вода или газ, а в качестве замедлителя – вода (обычная и тяжелая) и графит. В число серийных вошли также реакторы на быстрых нейтронах с жидкометаллическим и газовым теплоносителями. В России на серийных АЭС применяются в основном реакторы двух типов: водо-водяные (с водой под давлением) и уран-графитовые – кипящие [2].

Водо-водяные энергетические реакторы (ВВЭР) отличаются компактностью и простотой конструкции активной зоны. Используемые в реакторе стержневые ТВЭЛЫ просты в изготовлении и надежны в работе. В качестве теплоносителя и замедлителя используется такая доступная жидкость, как вода. Реакторы этого типа именуются корпусными. Высокие требования к надежности корпуса обеспечиваются только при условии заводского изготовления с последующей доставкой его к месту установки. Допустимый габарит железнодорожных перевозок накладывает ограничения на размеры корпусов, а следовательно, и на мощность реакторов. В нашей стране предельная тепловая мощность ВВЭР в настоящее время составляет 3000 МВт.

Уран-графитовые реакторы могут быть созданы практически на любую мощность. Здесь не требуется прочный и дорогостоящий корпус, поскольку давление теплоносителя воспринимается технологическими каналами, высокая прочность которых позволяет повышать параметры теплоносителя до режима кипения и перегрева пара. Конструкция каналов допускает их отключение и замену без останова реактора. На современных АЭС устанавливаются серийные уран-графитовые реакторы типа РБМК-1000. В ближайшие годы будут осваиваться реакторы мощностью 1500 и 2000 МВт, в том числе и с ядерным перегревом пара.

Технико-экономические показатели серийных АЭС тем выше, чем больше мощность установленных реакторов. Поэтому для вновь проектируемых АЭС, которые будут работать в крупных энергосистемах, целесообразно устанавливать реакторы предельной мощности. Тепловая схема блока АЭС обуславливается типом выбранного реактора. Так, для реактора типа РБМК применяется только одноконтурная схема, для ВВЭР – двухконтурная, а для реакторов на быстрых нейтронах – трехконтурная.

2.3. Парогенераторы АЭС

Устанавливаются на двух- и трехконтурных АЭС. Выполняются они в виде трубчатых теплообменников горизонтального или вертикального типа. Выбор конструкционного типа зависит от параметров вырабатываемого пара и требований к его качеству.

В горизонтальных парогенераторах (ПГ) трубчатая система занимает не более 50 % его объема. Наличие большого парового объема при малой удельной нагрузке зеркала испарения позволяет обеспечить нормы качества пара простейшими сепарационными устройствами. Это особенно важно при низких параметрах пара и большем его объеме. Поэтому на АЭС, работающих на насыщенном паре, применяются чаще всего горизонтальные ПГ, несмотря на то что для их установки требуется большая площадь, чем для вертикальных [3].

В вертикальных ПГ трубчатая система занимает более 95 % объема корпуса, благодаря чему единичная производительность их в 1,5÷2 раза больше, чем горизонтальных. Качество пара здесь обеспечивается довольно сложными сепарационными устройствами в виде циклонов жалюзийных решеток и применением паропромывки. В целях увеличения парового объема и площади зеркала испарения верхняя часть корпуса ПГ делается большего диаметра, чем нижняя. Вертикальные ПГ целесообразно применять на АЭС с высокими параметрами пара и большой тепловой мощностью циркуляционных петель, когда наряду с большой производительностью нужно обеспечить высокое качество вырабатываемого пара.

В некоторых случаях выбор типа ПГ может быть поставлен в зависимость от располагаемой площади для их установки. Количество ПГ реакторной установки (блока) соответствует числу циркуляционных петель, а тепловая мощность и производительность по пару – тепловой мощности петли. Резервные ПГ не устанавливаются. ПГ серийных АЭС входят в комплект поставки блока, поэтому выбор их при проектировании АЭС не проводится.

2.4. Циркуляционные насосы АЭС

Циркуляционные насосы (ЦН) реакторных контуров АЭС относятся к наиболее ответственным агрегатам реакторной установки. Радиоактивность теплоносителя и требования безопасности обуславливают следующие специфические требования к конструкции насосов:

- отсутствие протечек теплоносителя через сальники и разъемы;
- простота конструкции, позволяющая проводить сборку и разборку при ремонтах в минимальное время;
- высокая надежность работы;
- насосы не должны загрязнять теплоноситель продуктами смазки и коррозии.

Циркуляционные насосы должны обеспечивать большие подачи при сравнительно небольших напорах (гидравлическое сопротивление циркуляционной петли составляет 500÷1000 кПа). Этим условиям по табл. более всего соответствуют насосы диагонального типа с коэффициентом быстроходности, равным 400÷600. Подача циркуляционного насоса должна соответствовать расходу теплоносителя и одной петле при номинальной мощности реактора. Резервные насосы на петле не устанавливаются, так как при остановке насоса и отключении петли охлаждение реактора обеспечивается работой насосов других петель. При одновременном отключении всех электродвигателей насосов охлаждение реактора в первый момент обеспечивается вследствие инерционного выбега, а затем посредством включения систем аварийного расхолаживания. Длительность выбега насосов преднамеренно увеличивают насадкой на вал массивных дисков.

2.5. Теплообменники

В схемах ТЭС в АЭС применяются поверхностные (трубчатые) и смешивающие теплообменники. Это наиболее многочисленный вид оборудования, устанавливаемый в самых разнообразных технологических системах. В качестве греющего теплоносителя в теплообменниках используется пар, горячая вода, нагретые газы, жидкие металлы. Нагреваемыми теплоносителями являются разные вещества, например, вода, газ, мазут и т. д. В зависимости от назначения технологической схемы теплообменники используются или как подогреватели, или как охладители [3].

При выборе теплообменников последовательно решают три вопроса: сначала выбирается конструкционный тип (поверхностный или смешивающий), затем число их в установке и, наконец, проводится выбор типоразмера. Поверхностные теплообменники устанавливаются в таких системах, где смешение теплоносителей должно быть исключено. Например, в системах подогрева сетевой воды теплосети, нагрева (или, наоборот, охлаждения) радиоактивного теплоносителя, подогрева мазута используются только поверхностные теплообменники.

В смешивающих теплообменниках теплоносители перемешиваются, что ограничивает область их применения такими системами, где это не отражается на экономичности и надежности установок. Принцип смешения используется для подогрева воды в деаэрационных колонках, в барботажных устройствах. В последние годы наметилась тенденция применения смешивающих теплообменников в системе регенерации и в качестве конденсационных устройств турбин. Число теплообменников, устанавливаемых параллельно в конкретной установке системы, выбирается обычно из условий обеспечения надежности. Два аппарата и более устанавливаются в системах, к которым предъявляются повышенные требования надежности, и где

отключение теплообменника при отсутствии резерва может вызвать аварийную ситуацию или существенное ограничение мощности основных агрегатов.

Исходными данными для выбора типоразмера теплообменников являются расходы и рабочие параметры теплоносителей, известные из расчета соответствующей схемы или системы. При выборе поверхностных теплообменников на основе этих данных и сведений о конструкции аппарата определяют коэффициент теплопередачи, а затем площадь требуемой поверхности нагрева, при которой будут обеспечены заданные параметры нагреваемой (охлаждаемой) среды.

Для выбора типоразмеров смешивающих теплообменников необходимо знать суммарный расход теплоносителей и давление в корпусе аппарата. По этим данным типоразмер выбирается по каталогам на смешивающие подогреватели. Регенеративные подогреватели входят в комплект поставки турбинной установки. Выбираются они по максимальному пропуску конденсата или питательной воды и параметрам греющего пара. Установка резервных подогревателей не предусматривается.

2.6. Емкость баков и резервуаров

Во многих технологических схемах ТЭС и АЭС предусматриваются баки и резервуары различного назначения. Наиболее важными из них являются баки:

- запаса питательной воды и конденсата;
- сбора дренажей и загрязненных радиоактивных и нерадиоактивных вод;
- резервуары (газгольдеры) для сбора и выдержки радиоактивных газов, хранения твердых и жидких радиоактивных отходов и др.

На электростанциях создается дополнительный запас обессоленной воды в баках без давления, устанавливаемых вне зданий. На блочных электростанциях емкость баков принимается на 30 минут работы электростанции с максимальной нагрузкой, но не менее 4000 м³. На остальных электростанциях на 40 минут, но не менее 2000 м³. Количество баков должно быть не менее двух. Указанные емкости включают емкость для сбора загрязненного конденсата. Эти же баки используются как приемные при сливе воды из котлов перед началом ремонта. Баки запаса обессоленной воды устанавливаются вне главного здания. Баки должны иметь антикоррозионную и тепловую защиту и систему контроля за состоянием металла.

Дренажные баки служат для сбора дренажей из различных точек тепловой схемы и повторного их использования. На каждый блок устанавливается один дренажный бак емкостью 15 м³. На неблочных ТЭС один бак устанавливается на 2÷3 турбины. Откачка воды из дренажных баков должна производиться в баки запаса обессоленной воды или деаэрактор. На электростанциях устанавливается, как правило, на каждые четыре–шесть котлов один общий бак слива емкостью 40÷60 м³.

Баки сбора загрязненных вод устанавливаются в главном здании, а также в помещениях водоподготовки и в мазутонасосной станции. В баки собирается вода после обмывки хвостовых поверхностей нагрева котлов, использованные растворы химических реагентов и загрязненная мазутом вода. Объем баков принимается не менее 10 м^3 и в конкретных случаях уточняется в соответствии с действительной потребностью. На АЭС предусматриваются баки для слива теплоносителя. Из каждого контура реакторной установки теплоноситель сливается в отдельный бак, объем которого выбирается в соответствии с объемом теплоносителя в контуре. Для сбора загрязненных радиоактивных вод на АЭС предусматривается несколько баков-резервуаров.

Отдельные резервуары в количестве не менее двух предусматриваются для сбора обмывочных вод и растворов, протечек, трапных вод, вод душевых и спецпрачечных и т. д. Объем каждого резервуара принимается от 2 до 10 м^3 . По мере заполнения вода из резервуаров перекачивается в установки спецводоочистки посредством вытеснения сжатым воздухом.

Газгольдеры для сбора и выдержки радиоактивных газов выполняются в виде герметичных стальных резервуаров объемом $10 \div 20 \text{ м}^3$ и рассчитываются на давление $1 \div 1,5 \text{ МПа}$. Число газгольдеров принимается не менее двух. Объем и количество газгольдеров выбирается по наиболее неблагоприятному режиму АЭС, при котором выделение радиоактивных газов может быть максимальным.

Баки захоронения радиоактивных отходов выполняются из нержавеющей стали и размещаются в железобетонных подземных строениях не ближе 500 м от главного здания. Объем баков принимается равным $200 \div 300 \text{ тыс. м}^3$. Для первой очереди АЭС сооружаются обычно 2 бака для твердых отходов и $3 \div 4$ бака для жидких. По мере заполнения баков их консервируют и сооружают новые. Для всех описанных выше баков (исключая газгольдеры) рабочий объем принимается равным 85 % геометрического объема.

На АЭС не существует второстепенного оборудования с точки зрения технологии, любой элемент является необходимым в общей схеме и влияет на безопасность, эффективность, производительность, удобство, надежность и пр.

3. РЕКОМЕНДАЦИИ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ (ПРОЕКТА)

3.1. Описание принципиальной тепловой схемы АСТ

АСТ состоит из двух реакторов, двух автономных блоков, каждый тепловой мощностью 500 МВт ($2 \cdot 500$) и способна вырабатывать 860 Гкал/час тепла в виде воды с температурой 150°C и давлением 20 атм.

С экологической точки зрения АСТ-500 имеет следующие достоинства: высокая тепловая экономичность; сохранение около полутора миллиардов кубометров кислорода воздуха ежегодно; отсутствие вредных для здоровья

людей выбросов; минимальное водопотребление; экономия миллиона тонн условного топлива; это экологически чистый источник тепла, отсутствие влияния на биосферу [1, 3].

Преимущества АСТ перед традиционными ТЭЦ очевидны. Выбросы ТЭС, работающих на органическом топливе – это: образование смога, выпадение кислотных дождей, попадание в биосферу особо вредных канцерогенных веществ, КПД ТЭС 40 %. АСТ-500 – чистый источник тепла, потребление кислорода отсутствует; водопотребление минимально, коэффициент полезного использования тепла – 95 %. Годовая доза облучения населения при эксплуатации АСТ составит около 0,01 миллибэр за год и ничтожно мала по сравнению с естественным радиационным фоном, воздействующим на человека. Попадание радиоактивности потребителю полностью исключено. Допустимые уровни активности теплоносителя и герметичность оборудования технологических контуров непрерывно контролируется автоматической системой радиационного технологического контроля.

В реакторе АСТ-500 при повышении мощности, температуры или появлении пара, скорость реакции уменьшается, происходит самоглушение реактора и процесс прекращается. Поэтому быстрое увеличение мощности в реакторах типа АСТ исключено. Нет физических оснований для аварийных процессов. Системы безопасности выполнены в виде трёх, независимых каналов, каждый из которых выполняет свои функции при предполагаемом отказе другого канала. При рабочем давлении 20 атм. корпус реактора выдерживает давление 100 атм, т.е. в пять раз прочнее. В АСТ-500 применён хорошо изученный, наиболее распространённый в мировой практике водо-водяной реактор, имеющий опыт эксплуатации, в котором теплоносителем является обычная вода. В отличие от водо - водяных энергетических реакторов (ВВЭР) и их зарубежных аналогов (PWR) в АСТ-500 всё оборудование первого контура размещено в одном корпусе (интегральный реактор).

Реактор атомной станции теплоснабжения АСТ-500 представляет собой водо-водяной реактор, в котором замедлителем нейтронов и теплоносителем является обычная вода. В нижней части прочного, герметичного корпуса реактора размещена активная зона, где происходит реакция деления, выделения энергии, подогрев реакторной воды - теплоносителя первого контура. Нагретая в активной зоне вода, как более лёгкая, поднимается в верхнюю часть реактора, где поступает в теплообменники первого – второго контуров и, охлаждаясь, опускается на вход в активную зону. Компактность реактора со встроенными теплообменниками, максимальная сокращённость и простота контура позволили реализовать принцип естественной циркуляции теплоносителя – исключить циркуляционные насосные агрегаты. Реактор на естественной циркуляции не зависит от работоспособности механизмов – насосов, не зависит от подачи электроэнергии. Для АСТ-500 принята трехконтурная схема передачи тепла к потребителю. Давление во втором контуре ниже, чем в первом и третьем контурах [2].

3.2. Примерный перечень вопросов для подготовки к аттестации по дисциплине

1. Классификация топлива. Характеристика компонентов топлива.
2. Понятие низшей и высшей теплоты сгорания топлива, условное топливо.
3. Ядерное топливо.
4. Цепные реакции.
5. Основы теории горения топлива.
6. Классификация реакторных установок.
7. Типы реакторов.
8. Принцип работы тепловой схемы установки.
9. Расчет характеристик воздуха и продуктов сгорания топлива, определение энтальпии продуктов сгорания.
10. Устройство и количество контуров.
11. Атомные станции теплоснабжения.
12. Атомные электростанции.
13. Принципы безопасности работы.
14. Экологичность АСТ.
15. Показатели экономической эффективности работы.
16. Комбинированная и отдельная выработка электрической и тепловой энергии.
17. Показатели тепловой эффективности работы.
18. Влияние отдельных параметров на работу, тепловую экономичность установки.
19. Параметры парового цикла электростанций.
20. Регенеративный подогрев питательной воды на тепловых и атомных электростанциях.
21. Технология отпуска пара и теплоты.
22. Потери пара и теплоты и способы их восполнения.

3.3. Выбор индивидуального варианта

Дисциплиной предусмотрено выполнение курсовой работы (проекта) по варианту из таблицы и самостоятельной работы – выполнение презентации.

Исходные данные и варианты представлены в табл. 3.1–3.2.

Выбор варианта осуществляется согласно последним цифрам шифра зачетной книжки если иное не задано преподавателем, возможен также согласно номера из списка группы или заданию преподавателя, по согласованию с преподавателем.

Таблица 3.1

Задания по дисциплине

№№ п/п	ФИО	Номер варианта КР (КП)	Тема презентации	Прим.
1	ФИО2	1	Восстановление элементов и оборудования тепловых пунктов после аварий	
2	ФИО2	2	Восстановление сетей теплоснабжения после аварий	
3	ФИО3	3	Основные причины аварий на объектах газоснабжения	
4	ФИО4	4	Нормативная документация при авариях на системах теплоснабжения	
5	ФИО5	5	Основные причины аварий в котельных и их устранение	
6	ФИО6	6	Основные причины аварий на объектах теплоснабжения и их устранение	
7	ФИО7	7	Нормативная документация при авариях на системах газоснабжения	
8	ФИО8	8	Локализация аварий	
9	ФИО9	9	Технологическая карта и порядок действия аварийных бригад при ликвидации аварий на тепловых сетях	
10	ФИО10	10	Нормативная документация при авариях на источниках теплоты	
11	ФИО11	11	Технико-экономические показатели при ликвидации аварий и восстановлении сетей энергоснабжения	
12	ФИО12	12	Порядок работ и действий при восстановлении сетей энергоснабжения после аварий	
13	ФИО13	13	Нормативы при ликвидации аварий на сетях энергоснабжения	
14	ФИО14	14	Аварийно-восстановительные работы на сетях газоснабжения	
15	ФИО15	15	Аварийно-восстановительные работы на электрических сетях	

Таблица 3.2

Варианты для исходных данных

Но- мер вари- анта	Мощ- ность тур- бины, МВт	Дав- ление ост- рого пара, МПа	Темпе- рату- ра ост- рого пара, °С	Давле- ние проме- жуточ- ного перегре- ва, МПа	Темпе- ратура проме- жуточ- ного пере- грева, °С	Расход остро- го пара, кг/с	Темпе- ратура пита- тель- ной воды, °С	Тепло- фика- ционная нагруз- ка, МВт	Давле- ние в конден- саторе, кПа
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	1114	5,88	276	1,14	250	1761	220	120	3,7
2	1110	6,00	274	1,10	255	1755	221	115	3,5
3	1105	5,90	273	1,00	260	1750	222	110	4,0
4	1100	6,05	275	0,90	245	1765	223	105	3,0
5	1090	5,80	280	1,20	250	1761	224	100	3,7
6	1080	5,88	285	1,14	255	1755	225	125	3,5
7	1070	6,00	290	1,10	260	1750	220	120	4,0
8	1060	5,90	276	1,00	245	1765	221	115	3,0
9	1050	6,05	274	0,90	250	1761	222	110	3,7
10	1040	5,80	273	1,20	255	1755	223	105	3,5
11	1030	6,10	275	1,14	260	1750	224	100	4,0
12	1020	6,00	280	1,10	245	1765	225	125	3,0
13	1010	5,90	285	1,00	250	1761	220	120	3,7
14	1005	6,05	290	0,90	260	1755	221	115	3,5
15	1000	5,80	274	1,20	245	1750	222	110	4,0

В стандартное выполнение задания входит:

1. Изучить ПТС турбоустановки.
2. Составить таблицу параметров воды и пара.
3. Определить температуру и энтальпию пара в отборах турбины по h_s -диаграмме.
4. Составить уравнения теплового и материального баланса вспомогательного теплообменного оборудования т/у и определить расходы пара на них.

5. Составить уравнение материального баланса конденсатора и проверить правильность расчета ПТС.

6. Определить энергетические показатели турбоустановки.

Главными требованиями к системам являлись и являются обеспечение надёжности, безопасности и бесперебойности работы. Для обеспечения и поддержания этих требований, а также быстрой и эффективной ликвидации последствий аварийных ситуаций необходимо знать и уметь работать с нормативно-технической литературой.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Атомные станции теплоснабжения: Учебное пособие / сост.: В.Н. Мелькумов [и др.]. – Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2016. – 64 с.

2. Основное оборудование АЭС: Учебное пособие / Дмитриев С.М. – Минск: Вышэйшая школа, 2015. – 288 с.

3. Елистратов С.Л. Котельные установки и парогенераторы: учебное пособие / С.Л. Елистратов, Ю.И. Шаров. – Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 102 с.

АТОМНЫЕ СТАНЦИИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

*к практическим занятиям и выполнению курсовой работы
для студентов магистратуры направления подготовки
13.04.01 «Теплоэнергетика и теплотехника»
всех форм обучения*

Составители:

Петрикеева Наталья Александровна
Чудинов Дмитрий Михайлович
Плаксина Елена Владимировна

Издается в авторской редакции

Подписано к изданию 07.05.2024.

Уч.-изд. л. 0,7.

ФГБОУ ВО Воронежский государственный технический
университет
394006, г. Воронеж, ул. 20 лет Октября, 84