



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Начальник УРОПСИ

Фонд оценочных средств
(приложение к рабочей программе модуля)
«ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЕ»

основной профессиональной образовательной программы бакалавриата
по направлению подготовки

13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

ИНСТИТУТ
РАЗРАБОТЧИК

морских технологий, энергетики и строительства
кафедра энергетики

1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
ПК-5: Способен обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике	ПК-5.2: Обеспечивает требуемые режимы работы оборудования и заданные параметры систем энергоснабжения	Энергоснабжение	<p><u>Знать:</u> - общие закономерности производства, передачи и распределения тепловой энергии, конструктивные основные и режимные особенности систем энергоснабжения, методы расчетов тепловой нагрузки и основных показателей режимов работы систем энергоснабжения, энергосберегающие технологии;</p> <p><u>Уметь:</u> - рассчитывать основные параметры режимов электроснабжения, оптимизировать эти режимы;</p> <p><u>Владеть:</u> - навыками расчетов расходов теплоты и топлива в системах теплоснабжения температурных режимов и расхода теплоносителей при централизованном регулировании отпуска теплоты, определения диаметра трубопроводов тепловых сетей</p>

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания;
- задания по темам практических занятий;
- задания и контрольные вопросы по лабораторным работам;
- задания для контрольной работы (для студентов заочной формы обучения).

2.3 Промежуточная аттестация в форме дифференцированного зачета проходит по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости.

3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

3.1 Тестовые задания по дисциплине приведены в приложении № 1. Целью тестирования является закрепление, углубление и систематизация знаний студентов, полученных на занятиях и в процессе самостоятельной работы; проведение тестирования позволяет ускорить контроль за усвоением знаний и объективизировать процедуру оценки знаний студента.

Оценивание осуществляется по следующим критериям, приведенным в таблице 2:

- «отлично» – 85-100 % правильных ответов на тестовые задания;
- «хорошо» – 70-84 % правильных ответов;
- «удовлетворительно» – 50-69 % правильных ответов;
- «неудовлетворительно» – менее 50% правильных ответов.

3.2 Задания по отдельным темам практических занятий выполняются студентами очной формы обучения по вариантам. Типовые задания приведены в приложении № 2. Варианты заданий определяются преподавателем.

Консультации по выполнению заданий по темам практических занятий, их проверка и защита проводятся преподавателем в часы индивидуальных консультаций. Студенту, самостоятельно выполнившему задания и обнаружившему понимание физического смысла рассмотренных процессов, выставляется экспертная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно»). Оценивание осуществляется по критериям, приведенным в таблице 2.

3.3 Задания и контрольные вопросы по лабораторным работам приведены в приложении № 3. Целью лабораторного практикума является закрепление знаний и умений, полученных на лекционных и практических занятиях. Оценка результатов выполнения задания по каждой лабораторной работе производится при представлении студентом отчета по лабораторной работе и на основании ответов студента на вопросы по тематике лабораторной работы по системе «зачтено» - «не зачтено». Критерии оценивания представлены в таблице 2.

3.4 Задание по контрольной работе выдается студентам заочной формы обучения с целью контроля качества их самостоятельной работы. Типовое задание по контрольной работе включает решение пяти задач (приложение № 4). Вариант задания определяется преподавателем.

Выполненную контрольную работу студенты сдают на проверку преподавателю, который делает замечания и пишет рецензию. В случае отсутствия серьезных замечаний студент допускается к защите контрольной работы. При наличии серьезных замечаний работа направляется на

доработку. Защита проводится в часы индивидуальных консультаций преподавателя. Студенту, самостоятельно выполнившему задание и обладающему полнотой знаний в отношении изучаемых объектов, выставляется экспертная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно»). Система оценивания и критерии оценки контрольной работы представлены в таблице 2.

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме дифференцированного зачета по результатам прохождения всех видов текущего контроля успеваемости. Экспертная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно») выставляется студентам, получившим положительную оценку по результатам выполнения и защиты заданий по практическим занятиям (для студентов очной формы обучения), контрольной работы (для студентов заочной формы обучения), лабораторных работ и тестирования.

4.2 В отдельных случаях (в случаях не выполнения всех видов текущего контроля) дифференцированный зачет может приниматься по контрольным вопросам, которые приведены в приложении № 5. Оценивание результатов сдачи дифзачета («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно») осуществляется в соответствии с критериями, указанными в таблице 2.

Универсальная система оценивания результатов обучения, приведенная в таблице 2, включает в себя системы оценок: 1) «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»; 2) «зачтено», «не зачтено»; 3) 100 - балльную (процентную) систему и правило перевода оценок в пятибалльную систему.

Таблица 2 – Система и критерии выставления оценки

Система оценок	2	3	4	5
	0-49%	50-69%	70-84 %	85-100 %
Критерий	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
1. Системность и полнота знаний в отношении изучаемых объектов	Обладает частичными и разрозненными знаниями, которые не может научно-корректно связывать между собой (только некоторые из которых может связывать между собой)	Обладает минимальным набором знаний, необходимым для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает набором знаний, достаточным для системного взгляда на изучаемый объект	Обладает полнотой знаний и системным взглядом на изучаемый объект

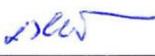
Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-49%	50-69%	70-84 %	85-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
2.Работа с информацией	Не в состоянии находить необходимую информацию, либо в состоянии находить отдельные фрагменты информации в рамках поставленной задачи	Может найти необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, интерпретировать и систематизировать необходимую информацию в рамках поставленной задачи	Может найти, систематизировать необходимую информацию, а также выявить новые, дополнительные источники информации в рамках поставленной задачи
3.Научное осмысление изучаемого явления, процесса, объекта	Не может делать научно корректных выводов из имеющихся у него сведений, в состоянии проанализировать только некоторые из имеющихся у него сведений	В состоянии осуществлять научно корректный анализ предоставленной информации	В состоянии осуществлять систематический и научно корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные задачи данные	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задаче
4. Освоение стандартных алгоритмов решения профессиональных задач	В состоянии решать только фрагменты поставленной задачи в соответствии с заданным алгоритмом, не освоил предложенный алгоритм, допускает ошибки	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом	В состоянии решать поставленные задачи в соответствии с заданным алгоритмом, понимает основы предложенного алгоритма	Не только владеет алгоритмом и понимает его основы, но и предлагает новые решения в рамках поставленной задачи

5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Энергоснабжение» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры энергетики (протокол № 4 от 29.03.2022 г.)

Заведующий кафедрой



В.Ф. Белей

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

Вариант №1

Компетенция ПК-5: Способен обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике.

Индикатор ПК-5.2: Обеспечивает требуемые режимы работы оборудования и заданные параметры систем энергоснабжения.

Вопрос 1. Источниками тепловой энергии в системе централизованного теплоснабжения являются:

- A- ТЭЦ и котельные
- B- ГРЭС
- C- индивидуальные котлы
- D- КЭС
- E- АЭС

Вопрос 2. К сезонным тепловым нагрузкам относятся:

- A- горячее водоснабжение
- B- отопление и вентиляция
- C – технологическая
- D- электроснабжение
- E- канализация

Вопрос 3. Водяные системы по способу подачи воды на горячее водоснабжение делят на :

- A- многоступенчатые и одноступенчатые
- B- открытые и закрытые
- C- централизованные и децентрализованные
- D- водяные и паровые
- E- однотрубные и многотрубные

Вопрос 4. Системы горячего водоснабжения по месту расположения источника разделяются на:

- A- с естественной циркуляцией и с принудительной циркуляцией
- B- централизованные и децентрализованные
- C- с аккумулятором и без аккумулятора
- D- однотрубные и многотрубные
- E- водяные и паровые

Вопрос 5 Грязевики, элеваторы, насосы, подогреватели являются оборудованием:

- A- ЦТП
- B- МТП
- C- тепловых камер
- D- ТЭЦ
- E- котельной установки

Вопрос 6. Пьезометрический график позволяет определить:

- А- предельно допустимые напоры
- В- давление или напор в любой точке тепловой сети
- С- статический напор
- Д- потери теплоты при движении теплоносителя
- Е- диаметр трубопровода

Вопрос 7. Проходные каналы относятся к следующему типу прокладок:

- А- надземной
- В- подземной бесканальной
- С- подземной канальной
- Д- воздушной на мачтах
- Е- подводной

Вопрос 8. Анतिकоррозионную обработку наружной поверхности труб при температуре теплоносителя до 150° С производят:

- А- битумной грунтовкой
- В- бензином
- С- органическими растворителями
- Д- минеральной ватой
- Е- любым теплоизоляционным материалом

Вопрос 9. Водоподготовка для тепловых сетей включает следующие операции:

- А-механическое фильтрование
- В- осветление, умягчение, деаэрация
- С- регенерация ионитов
- Д-взрыхление и отмывка ионитов
- Е- регенерация и отмывка ионитов

Вопрос 10. Для теплоснабжения потребителей используются теплоносители:

- А- вода и водяной пар
- В- дымовые газы
- С- инертные газы
- Д- перегретый пар
- Е- горячий воздух

Вопрос 11. Система централизованного теплоснабжения включает в себя:

- А- источник теплоты, теплопроводы, тепловые пункты
- В- источник теплоты, потребители
- С- ЦТП и абонентские вводы
- Д- МТП и ЦТП
- Е- котел и турбину

Вопрос 12. Изменение расхода теплоносителя при постоянной его температуре относится к методу регулирования тепловой нагрузки:

- A- количественному
- B- прерывистому
- C- качественному
- D- сезонному
- E- круглогодичному

Вопрос 13. Сетевая вода используется как греющая среда для нагревания водопроводной воды в:

- A- открытых системах
- B- закрытых системах
- C- паровых системах
- D- однетрубных системах
- E- многотрубных водяных системах

Вопрос 14. Постоянство расхода воды обеспечивается:

- A- регуляторами расхода
- B- регуляторами температуры
- C- дроссельными шайбами
- D- подогревателями
- E- элеваторами

Вопрос 15. Гидравлическим режимом тепловых сетей определяется:

- A- взаимосвязь между температурой теплоносителя и его расходом
- B- взаимосвязь между расходом теплоносителя и давлением в различных точках системы
- C- взаимосвязь между расходом теплоносителя и его сопротивлением
- D- гидравлические сопротивления
- E- коэффициентом теплопроводности

Вариант №2

Компетенция ПК-5: Способен обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике.

Индикатор ПК-5.2: Обеспечивает требуемые режимы работы оборудования и заданные параметры систем энергоснабжения.

Вопрос 1. Деаэрация предназначена для:

- A- удаления из воды растворенных солей
- B- удаления из воды грубодисперсных примесей
- C- удаления из воды кислорода и углекислого газа
- D- удаления из воды накипеобразователей
- E- снижения давления и температуры острого пара

Вопрос 2. Схемы сбора конденсата в паровых системах бывают:

- A- открытыми и закрытыми
- B- параллельными и последовательными
- C- прямоточными и противоточными
- D- зависимыми и независимыми

Е-прямоточными и смешанными

Вопрос 3. Системы горячего водоснабжения, состоящие только из подающих трубопроводов, называются:

- А- кольцевые
- В- закрытые
- С- циркуляционные
- Д- тупиковые
- Е- централизованные

Вопрос 4. Теплопроводы прокладываемые бесканальным способом, в зависимости от характера восприятия весовых нагрузок подразделяют на:

- А- подающие и обратные
- В- бетонные и железобетонные
- С- магистральные и местные
- Д- монолитные и засыпные
- Е- разгруженные и неразгруженные

Вопрос 5. В результате взаимодействия металла с агрессивными растворами грунта возникает:

- А- электрохимическая коррозия
- В- химическая коррозия
- С- теплоотдача от теплоносителя
- Д- теплопотери
- Е- температурное удлинение металла

Вопрос 6. Задачей гидравлического расчета тепловых сетей является:

- А- определение тепловых потерь
- В- определение потерь давления теплоносителя и диаметра трубопровода
- С- определение допустимого напряжения материала трубы
- Д- определение толщины стенки трубы
- Е- определение расхода теплоносителя

Вопрос 7. По преобладающему виду теплоотдачи нагревательных приборов системы отопления бывают:

- А- водяные и паровые
- В- местные и центральные
- С- лучистые, конвективные, панельно-лучистые
- Д- конвективные и радиационные
- Е- низкого, высокого давления

Вопрос 8. Отопительный прибор, выполненный из стальных труб, на которые наносится пластинчатое оребрение, называется:

- А- радиатором
- В- отопительной панелью
- С- ребристые трубы
- Д- змеевиком
- Е- конвектором

Вопрос 9. Системы парового отопления по связи с атмосферой бывают:

- А- низкого, высокого давления
- В- двухтрубные и однетрубные
- С- замкнутые и разомкнутые
- Д- открытые и закрытые
- Е- тупиковые и с попутным движением

Вопрос 10. Совокупность устройств, предназначенных для передачи и распределения теплоты от источника к потребителям, называется:

- А-- водоподогреватель
- В- котельная
- С- тепловая сеть
- Д- ТЭЦ
- Е- абонентский ввод

Вопрос 11. Избыточное давление, при котором должно производиться гидравлическое испытание теплоэнергоустановок и сетей на прочность и плотность, это-

- А-абсолютное давление
- В- атмосферное давление
- С-пробное давление
- Д-рабочее давление
- Е- разряжение

Вопрос 12. Для тепловых сетей с условным диаметром $D_u \leq 400$ мм следует предусматривать преимущественно прокладку:

- А- подземную канальную
- В- подземную в непроходных каналах
- С- надземную
- Д- в проходных каналах
- Е- бесканальную

Вопрос 13. Суммарное количество теплоты, получаемой от источника теплоты, равное сумме теплопотреблений приемников теплоты и потерь в тепловых сетях в единицу времени, называется:

- А-сезонной нагрузкой системы теплоснабжения
- В- круглогодичной тепловой нагрузкой
- С- отопительной тепловой нагрузкой
- Д-тепловой нагрузкой системы теплоснабжения
- Е- нагрузкой на вентиляцию

Вопрос 14. Устройством, воспринимающим излишек воды при повышенной температуре в системе и восполняющим убыль воды при понижении температуры, является:

- А-бак-аккумулятор
- В- водоподогреватель
- С- элеватор
- Д- компенсатор
- Е- расширительный бак

Вопрос 15. Рекомендуемая величина уклона магистрального трубопровода составляет:

- A- 0,003
- B-0,03
- C-0,3
- D- 3,0
- E-30,0

Вариант №3

Компетенция ПК-5: Способен обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике.

Индикатор ПК-5.2: Обеспечивает требуемые режимы работы оборудования и заданные параметры систем энергоснабжения.

Вопрос 1. Теплофикацией называется:

- A- выработка электроэнергии
- B- централизованное теплоснабжение на базе комбинированной выработки тепловой и электрической энергии
- C- выработка тепловой энергии
- D- передача электроэнергии на большие расстояния
- E- потребление тепловой энергии

Вопрос 2. Схемы присоединения местных систем отопления различаются:

- A - зависимые и независимые
- B- одноступенчатые и многоступенчатые
- C- паровые и водяные
- D- однетрубные и многотрубные водяные
- E- однетрубные и многотрубные паровые

Вопрос 3. Регулирование тепловой нагрузки по месту регулирования различают:

- A- центральное, групповое, местное
- B- количественное и качественное
- C- автоматическое и ручное
- D- пневматическое и гидравлическое
- E- прямоточное и с рециркуляцией

Вопрос 4. Задачей гидравлического расчета тепловых сетей является:

- A- определение потерь теплоты
- B- определение диаметра труб и потерь давления
- C- определение скорости движения теплоносителя
- D- определение потерь расхода теплоносителя
- E- расчет тепловой нагрузки

Вопрос 5 Компенсация температурных удлинений труб производится:

- A- подвижными опорами
- B- неподвижными опорами
- C- компенсаторами
- D- запорной арматурой
- E- подпиточными насосами

Вопрос 6. Задачей гидравлического расчета тепловых сетей является:

- А- определение тепловых потерь
- В- определение потерь давления теплоносителя и диаметра трубопровода
- С- определение допустимого напряжения материала трубы
- Д- определение толщины стенки трубы
- Е- определение расхода теплоносителя

Вопрос 7. Тепловые потери в тепловых сетях бывают:

- А- линейные и местные
- В- в окружающую среду через теплоизоляцию
- С- гидравлические и статические
- Д- аварийные и базовые
- Е- непрерывные и периодические

Вопрос 8. Испытания тепловых сетей бывают:

- А- первичные и плановые
- В- наладочные и аварийные
- С- пусковые и эксплуатационные
- Д- непрерывные и периодические
- Е- летние и зимние

Вопрос 9. Длительность отопительного сезона зависит от:

- А- мощности станции
- В- климатических условий
- С- температуры воздуха в помещениях
- Д- температуры теплоносителя
- Е- потерь теплоты теплоносителя

Вопрос 10. По характеру циркуляции различают системы отопления:

- А- с естественным и принудительным движением воды
- В- открытые и закрытые
- С- централизованные и децентрализованные
- Д- водяные и паровые
- Е- однотрубные и многотрубные водяные

Вопрос 11. Изменение расхода теплоносителя при постоянной его температуре относится к методу регулирования тепловой нагрузки:

- А- количественному
- В- прерывистому
- С- качественному
- Д- сезонному
- Е- круглогодичному

Вопрос 12. Сетевая вода используется как греющая среда для нагревания водопроводной воды в:

- A- открытых системах
- B- закрытых системах
- C- паровых системах
- D- однотрубных системах
- E- ноготрубных водяных системах

Вопрос 13. Гидравлические сопротивления по длине определяют по формуле:

A- $\Delta P = \frac{\lambda \pi}{l \omega} \rho \delta$

B- $\Delta P = \frac{\lambda l}{\delta} \frac{\rho \omega}{2}$

C- $\Delta P = \frac{\lambda}{\delta \rho} \omega_2$

D- $\Delta P = \frac{\lambda^5}{\delta \rho} \omega_2^2$

E- $\Delta P = \Omega \frac{\lambda}{\delta} + \omega_2$

Вопрос 14. Шероховатостью трубы называют:

- A- турбулентный режим движения теплоносителя
- B- выступы и неровности, влияющие на линейные потери давления
- C- гидравлические сопротивления
- D- потери напора на гидравлические сопротивления
- E- потери температуры теплоносителя

Вопрос 15. Аварийная подпитка в закрытых системах теплоснабжения предусматривается в размере:

- A- 2%
- B- 12%
- C- 22%
- D- 90%
- E- 33%

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ТЕМАМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Задание 1.

Рассчитать индивидуальный норматив удельного расхода топлива конкретного котлоагрегата заданного энергетического объекта с учетом всех его особенностей: производительности, числа часов работы, эффективности, коэффициента полезного действия и т.д.

Расчеты провести основываясь на фактических показателях работы заданного теплоисточника. За исходные значения принять нормативные характеристики котлоагрегата, а именно коэффициент полезного действия, удельный расход условного топлива конкретно взятого котлоагрегата при номинальном режиме работы.

Задание 2.

Используя данные, полученные в задании 1, выполнить расчет средневзвешенного норматива на производство тепловой энергии всеми котлоагрегатами по каждому планируемому месяцу работы и году.

Задание 3.

По результатам расчетов из задания 2 произвести расчет расхода тепловой энергии на собственные нужды котельной, включающего следующее:

- расход тепловой энергии на растопку котлов;
- потери тепловой энергии с продувочной водой;
- расход тепловой энергии на обдувку поверхностей нагрева паровых котлов;
- расход тепловой энергии на нужды мазутного хозяйства;
- расход тепловой энергии на технологические нужды химводоочистки;
- расход тепловой энергии на отопление помещения котельной;
- потери тепловой энергии баками различного назначения;
- расход тепловой энергии на хозяйственно-бытовые нужды;
- расход тепловой энергии на дутье под решетки слоевых топок для котлов, работающих на угле;
- прочие потери.

Задание 4.

По полученным в предыдущих заданиях данным рассчитать групповой норматив удельного расхода топлива на отпуск тепловой энергии в сеть по каждому планируемому месяцу работы, так и в целом по году. Построить нормативную энергетическую характеристику – график удельного расхода условного топлива на выработку тепловой энергии для заданного сочетания

работающих энергетических котлоагрегатов теплоэнергетических объектов различного назначения.

Типовые варианты исходных данных для заданий

Вариант 1. Паровая котельная:

На угольной паровой котельной установлены 3 паровых котла КЕ 25/14с, производительностью 25 пара/час, предназначенные для выработки насыщенного пара. Данные котлы введены в эксплуатацию в 1987—1988 г. Котлы оборудованы как непрерывной, так и периодической продувкой. Для умягчения воды в котельной применяется двухступенчатое натрий-катионирование. В качестве катионита применяется сульфуголь и ионообменная смола КУ2-8. Имеется помещение котельного цеха, помещение ШЗУ, топливоподача с приемным устройством и бытовые помещения. Имеются два бака – аккумулятора. Непосредственно на котлах установлены обдувочные устройства.

Вариант 2. Водогрейная котельная:

На угольной водогрейной котельной установлены 3 водогрейных котла КВТС-10, производительностью 10 Гкал/час, предназначенные для выработки горячей воды. Данные котлы введены в эксплуатацию в 1987—1988 г. Котлы оборудованы периодической продувкой. Для умягчения воды в котельной применяется двухступенчатое натрий-катионирование. В качестве катионита применяется сульфуголь и ионообменная смола КУ2-8. Имеется помещение котельного цеха, помещение ШЗУ, топливоподача с приемным устройством, бытовые помещения и насосное отделение. Имеются два бака – аккумулятора. Непосредственно на котлах установлены обдувочные устройства.

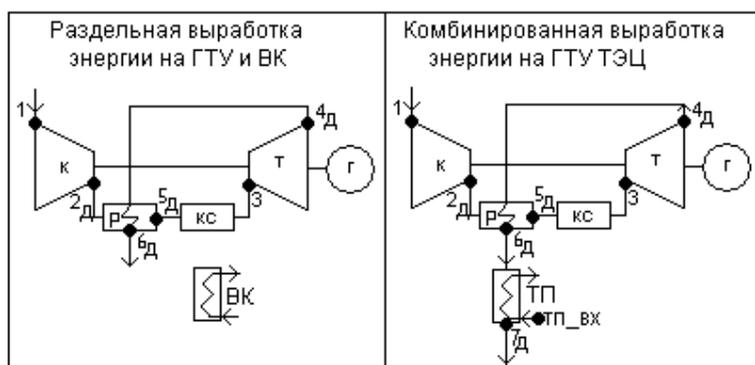
ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

Лабораторная работа №1. Принципиальная схема и основное оборудование теплофикационной установки и теплового пункта.

Задание по лабораторной работе:

1. Пользуясь рекомендованной литературой, лекциями, лабораторным методическим описанием и каталогом оборудования изучить принципиальную схему, оборудование и особенностей эксплуатации теплофикационных установок.

2. Выполнить расчет экономии топлива на ГТУ ТЭЦ по сравнению с отдельной выработкой энергии.



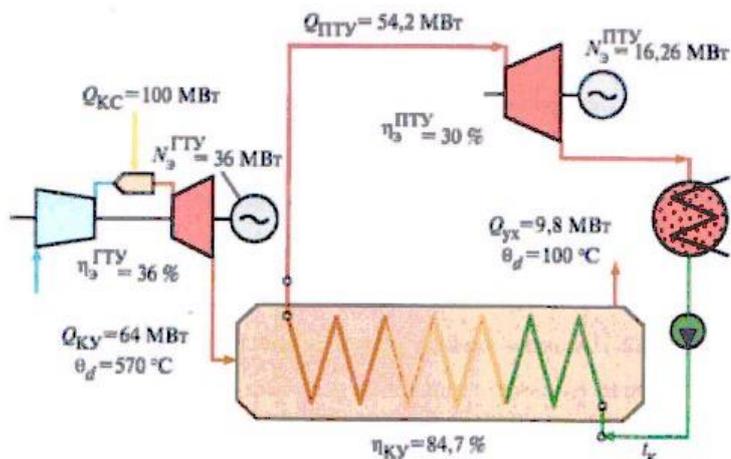
3. Полученные в ходе выполнения работы результаты представить в виде принципиальной схемы ТФУ результатов расчета тепловых схем энергоисточников с отдельной и комбинированной выработкой энергии.

Лабораторная работа №2. Подготовка к пуску, пуск и останов утилизационного турбогенератора.

Задание по лабораторной работе:

1. Пользуясь рекомендованной литературой, лекциями, лабораторным методическим описанием и технологическими инструкциями изучить принципиальную схему, оборудование и особенностей эксплуатации утилизационного турбогенератора.

2. Выполнить расчет показателей топливной экономичности утилизационной ПГУ заданной мощности.



3. Полученные в ходе выполнения работы результаты представить в виде описания режимных характеристик и принципиальной схемы УТГ, а также результатов расчета показателей топливной экономичности утилизационной ПГУ.

Лабораторная работа №3, №4, №5. Изучение конструкции сетевых насосов, подогревателей сетевой воды. Исследование работы водо-водяного теплообменного аппарата. Исследование рабочих характеристик сетевых насосов.

Задание по лабораторной работе:

1. Пользуясь рекомендованной литературой, лекциями, лабораторным методическим описанием и каталогами оборудования изучить конструкции сетевых насосов, подогревателей сетевой воды.

2. Выполнить численное моделирование работы водо-водяного теплообменного аппарата на режиме номинальной нагрузки:

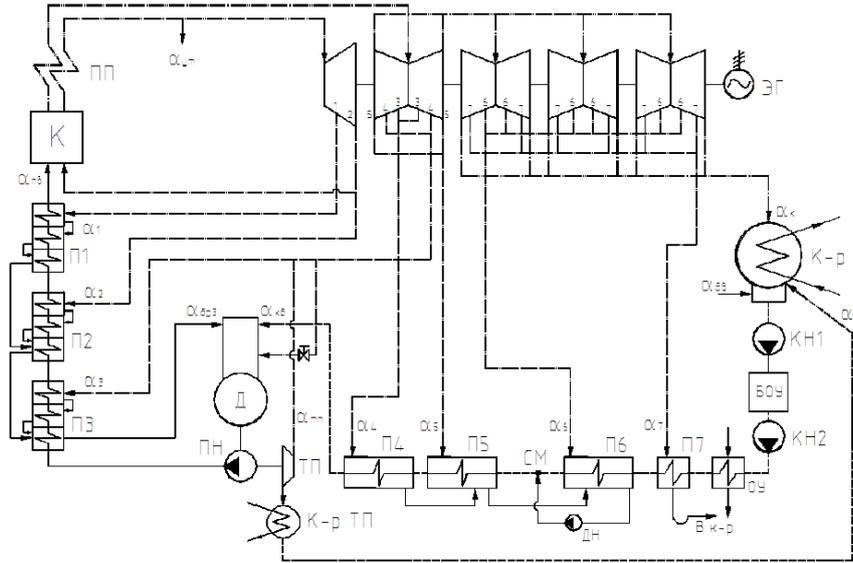
- на базе теплового конструктивного расчета;
- на базе поверочного теплового расчета.

3. Полученные в ходе выполнения работы результаты представить в виде отчета, включающего эскизы, чертежи, схемы, описания, а также результаты тепловых расчетов по теплообменнику заданного типа.

Лабораторная работа №6. Изучение принципиальной тепловой схемы и особенностей эксплуатации ТЭС с поперечными связями с турбоустановкой ПТ-60-130.

Задание по лабораторной работе:

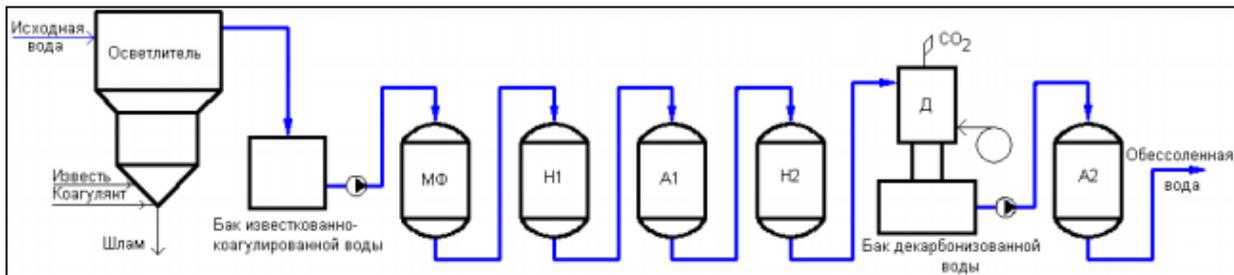
1. Пользуясь рекомендованной литературой, лекциями, лабораторным методическим



Лабораторная работа №8, №9. Предварительная очистка добавочной воды механической фильтрацией и коагуляцией. Подготовка добавочной воды натрий-катионированием.

Задание по лабораторной работе:

1. Пользуясь рекомендованной литературой, лекциями, лабораторным методическим описанием и каталогом оборудования изучить технологию водоподготовки, реализуемую по классической схеме, включающей осветлитель с известкованием и коагуляцией либо только с коагуляцией, механические фильтры (МФ) с соответствующей загрузкой, одну или две ступени обессоливания. Такая схема считается «классической» при подготовке воды для восполнения потерь пара и конденсата на энергоблоках с барабанными котлами, а также сетевой воды.
2. Выполнить численное моделирование схемы водоподготовки, включающая в себя двухступенчатое обессоливание в параллельноточных фильтрах, соединенных в блоки (Расчет цепочки фильтров Н1-А1-Д-Н2-А2 с прямоточной регенерацией).
3. Полученные в ходе выполнения работы результаты представить в виде результатов расчета исследуемой технологической схемы.



Контрольные вопросы:

1. Принципиальная тепловая схема проектируемой ТЭЦ. Её основные технико-

экономические показатели.

2. КПД нетто и КПД брутто ЭС по отпуску электрической энергии. Связь между ними. Термический КПД нетто и термический КПД брутто ТЭС.

3. Основные составляющие абсолютного КПД брутто ЭС. Их расчет и влияние на абсолютный КПД брутто ЭС.

4. Абсолютный электрический КПД турбоустановки. Его составляющие. Теоретическая, внутренняя, эффективная и электрическая мощность турбоустановки.

5. Определение абсолютного и удельного расходов пара на турбоустановку.

6. Определение абсолютных и удельных расхода тепла на турбоустановку.

7. Расходы теплоты и КПД ТЭЦ. Расход пара на теплофикационную турбину. Коэффициент недовыработки мощности паром теплофикационного отбора. Энергетическое уравнение турбоагрегата.

8. Удельная выработка электрической энергии на тепловом потреблении и факторы, влияющие на нее.

9. Определение расходов тепла и КПД по производству электрической энергии теплофикационным и конденсационным путем. Коэффициент ценности теплоты пара отбора. Сопоставление КПД турбоустановок типа Т и типа К.

10. Полный КПД ТЭЦ и теплофикационной турбоустановки. Абсолютный электрический КПД теплофикационной турбоустановки. Их зависимость от доли отбора пара. Абсолютные и удельные расходы топлива на выработку тепла и электрической энергии на ТЭЦ

11. Расходы пара, топлива и тепла при комбинированном и раздельном производстве электрической и тепловой энергии на ТЭЦ и станции с раздельными установками.

Приложение № 4

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

(заочная форма обучения)

Задание 1.

Для района городской застройки с жилой площадью $F_{ж} = 1$ млн m^2 определить по укрупненным показателям суммарную тепловую нагрузку отопления, а также годовой расход теплоты все указанных видов теплопотребления. Построить годовой график продолжительности тепловой нагрузки.

В качестве исходных данных принять:

- расчетная температура наружного воздуха для отопления $t_0 = -26$ °С;
- средняя температура наружного воздуха в наиболее холодный месяц $t_n^{хм} = 7,8$ °С;
- средняя за отопительный период температура наружного воздуха $t_n^{ср} = -1,8$ °С;
- продолжительность отопительного периода $n_0 = 220$ сут.;
- обеспеченность жилой площадью $f_{ж} = 9 m^2$ /чел;
- укрупненный показатель максимальной нагрузки на 1 m^2 жилой площади $q = 163$ Вт/ m^2 (принимается по СНиП);
- коэффициент, учитывающий нагрузку отопления общественных зданий района городской застройки $k_{общ} = 0,25$;
- коэффициент, учитывающий тепловую нагрузку вентиляции общественных зданий районов $k_{в} = 0,4$;
- средненедельный расход воды на ГВС на одного жителя в сутки $\alpha_{ж} = 110$ л/сут. по жилым зданиям и $\alpha_{общ} = 20$ л/сут по общественным зданиям;
- данные длительности стояния температур наружного воздуха взять из табл. 1;
- длительность работы вентиляции 16 ч/сут. и $220 \cdot 16 = 3520$ ч/год.

Таблица П.1

Среднесуточные температуры наружного воздуха, °С	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	+8
Продолжительность периода состояния, ч	18	47	172	418	905	1734	3033	4920

Задание 2.

Сетевой подогреватель теплофикационной установки ТЭЦ должен подогревать воду в количестве $G = 288$ кг/с от $t_1 = 70$ °С до $t_2 = 116$ °С паром $P = 0,245$ МПа ($\tau_i = 126,8$ °С). Требуется выбрать пароводяной сетевой вертикальный подогреватель типа ПСВ. Коэффициент загрязнения

поверхности нагрева $\beta = 0,8$.

Задание 3.

Определить тепловые потери 1 м подающего и обратного трубопроводов тепловой сети, наружный диаметр труб $d = 273$ мм, трубы проложены бесканально в грунте на глубине $h = 1,8$ м, расстояние между осями труб $b = 520$ мм.

Температура воды в падающем трубопроводе $\tau_1 = 150$ °С, в обратном трубопроводе $\tau_2 = 70$ °С. Температура грунта на глубине заложения труб $t_0 = 2$ °С, коэффициент теплопроводности изоляции $\lambda_u = 0,116$ Вт/(м·К), толщина изоляции на падающем трубопроводе $\delta_1 = 70$ мм, на обратном $\delta_2 = 40$ мм. Теплопроводность грунта $\lambda_{gp} = 1,75$ Вт/(м·К).

Задание 4.

Решить задачу 3 для случая прокладки изолированных трубопроводов в непроходном канале с промежуточной стенкой и расстояние между осями труб $b = 600$ мм. Ячейка непроходного канала для каждой из труб имеет форму квадрата с внутренними размерами 600×600 мм.

Коэффициенты теплоотдачи от поверхности изоляции к воздуху и от воздуха к внутренним стенкам канала $\alpha_n = \alpha_{ст} = 12$ Вт/(м·К). При расчете коэффициенты теплопроводности стенок канала и грунта принять равными: $\lambda_{gp} = \lambda_{ст}$.

Задание 5.

Определить тепловые потери 1 м паропровода диаметром $d/d_B = 273/259$ мм, проложенного на открытом воздухе с температурой $t_0 = 10$ °С. Средняя скорость движения воздуха $w = 5$ м/с. По паропроводу подается насыщенный пар с температурой $\tau = 150$ °С. Тепловая изоляция паропровода толщиной $\delta_u = 80$ мм, ее коэффициент теплопроводности $\lambda_u = 0,1$ Вт/(м·К). Коэффициент теплоотдачи от пара к стенке трубы $\alpha_{\epsilon} = 10000$ Вт/(м²·К). Коэффициент лучеиспускания поверхности изоляции $\epsilon_n = 5$ Вт/(м²·К⁴). Коэффициент теплопроводности стенки стального паропровода $\lambda_{mp} = 58$ Вт/(м·К).

Определить также тепловые потери паропровода при его длине $l = 500$ м и количество выпадающего конденсата.

Приложение № 5

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, КОТОРЫЕ ПРИ
НЕОБХОДИМОСТИ МОГУТ БЫТЬ ИСПОЛЬЗОВАНЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ
АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Современные тенденции развития энергетики. Геополитическое распределение потребителей энергии. Прогноз развития мировой энергетики.
2. Основные задачи «Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2030 года. Прогноз развития цен на основные энергоносители до 2030 г. Прогнозы развития экономии энергии, генерирующих мощностей и потребности в топливе и инвестициях.
3. Виды потребления энергии и графики нагрузок ЭС.
4. Типы ТЭС и основное оборудование устанавливаемое на них. Преимущества и недостатки ТЭС. Перспективы развития ТЭС.
5. Принципиальные тепловые схемы КЭС, АЭС и ТЭЦ. Сравнение тепловой схемы ТЭС и АЭС.
6. Состав теплового хозяйства и требования к ТЭС.
7. КПД нетто и КПД брутто ЭС по отпуску эл. энергии. Связь между ними. Термический КПД нетто и термический КПД брутто цикла Ренкина.
8. Основные составляющие абсолютного КПД брутто ЭС. Их расчет и влияние на абсолютный КПД брутто ЭС.
9. Абсолютный электрический КПД турбоустановки. Его составляющие. Теоретическая, внутренняя, эффективная и электрическая мощность турбоустановки.
10. Определение абсолютного и удельного расходов пара на турбоустановку КЭС.
11. Определение абсолютных и удельных расхода тепла на турбоустановку КЭС.
12. Фактические, номинальные и нормативные удельные расходы условного топлива. Графики удельных расходов условного топлива. Расчет экономии топлива на ТЭС.
13. Энергетические показатели АЭС и их определение. Преимущества и недостатки АЭС по сравнению с ТЭС.
14. Расходы теплоты и КПД ТЭЦ. Расход пара на теплофикационную турбину. Коэффициент недовыработки мощности паром теплофикационного отбора. Энергетическое уравнение турбоагрегата.
15. Принципиальные тепловые схемы ТЭЦ с турбинами типа Т и Р. Мощность турбоустановки с турбинами типа Т и Р. Отпуск тепла потребителю Q_t . Связь $N_э$ и Q_t . Удельная выработка электроэнергии на тепловом потреблении и факторы, влияющие на нее.
16. Определение расходов тепла и КПД по производству эл. энергии теплофикационным

и конденсационным путем. Коэффициент ценности теплоты пара отбора. Сопоставление КПД турбоустановок типа Т и типа К.

17. Полный КПД ТЭЦ и теплофикационной турбоустановки. Абсолютный электрический КПД теплофикационной турбоустановки. Их зависимость от доли отбора пара. Абсолютные и удельные расходы топлива на выработку тепла и электроэнергии на ТЭЦ.

18. Расходы пара, топлива и тепла при комбинированном и раздельном производстве электрической и тепловой энергии на ТЭЦ и станции с раздельными установками.

19. Начальные параметры пара. Их влияние на экономичность и надежность ТЭС. Зависимость тепловой экономичности КЭС от P_0, T_0 . Влияние P_0, T_0 на термический и внутренний относительный КПД.

20. Влияние P_0, T_0 и давления пара теплофикационного отбора ТЭЦ на удельную выработку электроэнергии на тепловом потреблении и тепловую экономичность ТЭЦ. Сопряженные начальные параметры пара.

21. Схема турбоустановки АЭС с СПП. Параметры пара на АЭС с реактором ВВЭР1000, ВВЭР440 и РБМК1000.

22. Промежуточный перегрев пара на $P_{пп}, T_{пп}$ ТЭС и АЭС. Преимущества и недостатки. Удельный расход пара и КПД турбоустановки с промежуточным перегревом. Термодинамическая целесообразность выбора оптимальных $P_{пп}, T_{пп}$. Термический КПД цикла с промежуточным перегревом и его зависимость от $P_{пп}, T_{пп}$. Оптимальные значения $P_{пп}, T_{пп}$ для КЭС с одной и двумя ступенями промежуточным перегрева.

23. Схемы и способы промежуточного перегрева пара. Их преимущества и недостатки. Области применения.

24. Особенности промежуточного перегрева пара на ТЭЦ. Выбор $P_{пп}, T_{пп}$ на ТЭЦ.

25. Выбор технико-экономических параметров пара перед турбиной. Стоимостная характеристика сталей применяемых в теплоэнергетике. Факторы влияющие на P_0, T_0 . Зависимость удельного расхода тепла на турбоустановку от удельных капиталовложений. Целесообразность повышения P_0, T_0 .

26. Конечное давление пара за турбиной типа К и его влияние на термический КПД. Факторы, влияющие на оптимальную экономическую величину P_2 .

27. Энергетическая эффективность регенерат. подогрева питательной воды. Преимущества и недостатки. Термический КПД регенеративного цикла. КЭС. Применяемые схемы и типы подогревателей. КПД турбоустановки с регенерацией и его зависимость от доли

отбора пара на регенерацию. Энтальпия подогретой питательной воды. Абсолютный и относительный прирост КПД турбоустановки с регенерацией.

28. Расход пара на турбину с регенеративным отбором. Коэффициент недовыработки мощности паром регенеративного отбора.

29. Экономически наиболее выгодная температура питательной воды.

30. Одно-, двух- и трёхконтурные схемы утилизационных ПГУ. Область их применения. Основные технические характеристики. Одно- и двухвальные утилизационные ПГУ. Преимущества и недостатки ПГУ и тенденции их развития.

31. Балансовые уравнения пара и воды на КЭС и ТЭС с открытой и закрытой схемами отпуска тепла. Требования к качеству добавочной воды. Виды продувки котла, их назначение. Использование продувки в тепловой схеме ТЭС. Определение величины продувки котла на практике по данным хим. анализа, а также по уравнению солевого баланса парового котла. Расчет расширителя продувки по его балансовым уравнениям.

32. Выбор технико-экономических параметров пара перед турбиной. Стоимостная характеристика сталей применяемых в теплоэнергетике. Факторы влияющие на P_0 , T_0 . Зависимость удельного расхода тепла на турбоустановку от удельных капиталовложений. Целесообразность повышения P_0 , T_0

33. Внутренние и внешние потери теплоносителя. Методы восполнения потерь пара и воды на ТЭС. Область их применения. Преимущества и недостатки. Выбор способа получения добавочной воды на ТЭС.

34. Паропреобразователи, назначение и область их применения. Схема отпуска тепла на ТЭС через паропреобразователь.

35. Термическая дистилляция, как одна из основных операций по деминерализации воды (расход энергии, технологические возможности, область применения, принцип деминерализации. Основные типы испарительных установок и их сравнительная характеристика (принципиальные схемы, технические характеристики, преимущества и недостатки).

36. Расход тепла на испарение в одноступенчатом испарителе. Методы повышения тепловой экономичности испарительных установок. Схемы питания многоступенчатых испарителей кипящего типа.

37. Способы включения одноступенчатых и многоступенчатых ИУ в тепловые схемы КЭС и ТЭС. Тепловая экономичность ТЭС с работающими ИУ.

38. Испарительные установки кипящего типа (принципиальные схемы, область применения, технические характеристики, преимущества и недостатки).

39. Испарительные установки пленочного типа (принципиальные схемы, область применения, технические характеристики, преимущества и недостатки).

40. Испарительные установки мгновенного вскипания (принципиальные схемы, область применения, технические характеристики, преимущества и недостатки).

41. Парогазовые установки, применяемые на ТЭС. Типы схем ПГУ. Основные технические характеристики. Преимущества и недостатки. Область применения.

42. Газовые примеси воды и их влияние на работу теплоэнергетического оборудования. Факторы влияющие на скорость десорбции газа из воды. Термическая деаэрация воды на ТЭС. Типы, устройство, принцип работы и область применения термических деаэраторов на ТЭС и РТС. Устройство деаэрационной колонки. Тепловая схема деаэратора. Способы включения деаэраторов в тепловую схему ТЭС.

43. Способы отпуска тепла потребителям от ТЭС. Классификация и схемы систем централизованного теплоснабжения и систем горячего водоснабжения. Принцип работы, преимущества и недостатки. Область применения.

44. Способы регулирования отпуска теплоты на ТЭС Область их применения. Количественный, качественный и комбинированный методы регулирования отпуска теплоты. Температурные графики регулирования отопительной, вентиляционной нагрузки, ГВС и суммарного отпуска воды в теплосети. Графики распределения температуры сетевой воды и тепловой нагрузки между основными и пиковыми подогревателями. Коэффициент теплофикации.

45. Режимы работы теплофикационной установки ТЭЦ. Отпуск технологического пара на ТЭЦ. Коэффициент теплофикации по технологическому пару.

46. Типы применяемых ЦН, определение необходимого напора и мощности ЦН обратной системы водоснабжения.

47. Система водоснабжения с градирнями. Устройство, принцип работы и типы применяемых градирен. Их основные технические характеристики.

48. Выбор оптимальных параметров регенеративного подогрева на КЭС.

49. Особенности регенеративного подогрева воды на КЭС с промежуточным перегревом пара и теплоэлектроцентралях.

50. Принципиальная и полная развернутая тепловая схема ТЭС (АЭС) и её блоков (ПРТС). Требования к ПРТС. Оборудование, изображаемое на ней. Особенности ПРТС ТЭС с поперечными связями.

51. Расширение и модернизация действующих ТЭС. Схемы с пристройкой и надстройкой основного оборудования. Определение относительного прироста КПД ТЭС после её

модернизации.

52. Источники и системы технического водоснабжения ТЭС. Область их применения, преимущества и недостатки. Определение основных параметров системы циркуляционного водоснабжения ТЭС.

53. Стабилизационная обработка циркуляционной воды на ТЭС. Мероприятия по очистке трубок конденсатора от отложений. Схемы ступенчатой конденсации пара.

54. Особенности организации прямоточной системы технического водоснабжения ТЭС. Типы применяемых циркуляционных насосов (ЦН), определение необходимого напора и мощности ЦН.

55. Особенности организации оборотных систем технического водоснабжения ТЭС. Область их применения, преимущества и недостатки. Схема водоёма-охладителя. Факторы влияющие на совершенство работы водоема-охладителя ТЭС. Основные его технические характеристики.

56. Обоснование выбора площадок для строительства ТЭС и АЭС. Принципы размещения оборудования ЭС. Генеральный план ЭС. Экономические показатели компоновки генплана ЭС.

57. Компоновка главного корпуса (ГК) ЭС. Общая характеристика компоновки ГК ЭС и требования к ней. Основные типы компоновки турбинного и котельного оборудования ЭС.

58. Особенности компоновки ГК пылеугольных и газомазутных ТЭС. Компоновка ГК АЭС.

59. Выбор мощности ЭС и единичной мощности энергоблока. Выбор состава основного оборудования ТЭС блочной и секционной компоновки. Принципиальная схема ТЭЦ с турбинами типа ПТ, Р и Т.

60. Выбор вспомогательного оборудования турбинных и котельных установок.

61. Технические характеристики и область применения ГТУ на ТЭС. Схема и изображение цикла ГТУ с регенерацией. Основные технические характеристики ГТУ с регенерацией. Термический и электрический КПД регенеративного цикла ГТУ.