



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

УТВЕРЖДАЮ
Начальник УРОПС

Фонд оценочных средств
(приложение в рабочей программе дисциплины)
**«ПРОИЗВОДСТВО ТЕПЛОВОЙ И ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ
НА ТЕПЛОВЫХ СТАНЦИЯХ»**

основной профессиональной образовательной программы магистратуры
по направлению подготовки

13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА

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
<p>ПК-5 Способен формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов</p> <p>ПК-6 Способен руководить работниками, осуществляющими безопасную эксплуатацию, проектирование, ремонт и реконструкцию теплоэнергетического оборудования</p>	<p>ПК-5.12 Демонстрирует знания технологии производства тепловой и электрической энергии на тепловых энергоустановках</p> <p>ПК-6.4 Организация работы исполнителей по обеспечению безопасной, надежной и экономичной работы энергоустановок тепловых станций</p>	<p>Производство тепловой и электрической энергии на тепловых станциях</p>	<p><u>Знать:</u> технологию производства и распределения тепловой и электрической энергии на КЭС, ТЭЦ, котельных и АЭС; основные способы удаления отложений в энергетических установках; работу вспомогательного оборудования электростанций; режимы работы котлов, турбин и блоков в целом; работу электростанций с поперечными связями.</p> <p><u>Уметь:</u> выполнять тепловые, гидравлические и аэродинамические расчеты барабанных и прямоточных котлов; производить тепловой и прочностной расчеты вспомогательного оборудования, подбирать оборудование для обеспечения оптимальной работы энергоблоков и ТЭС с поперечными связями.</p> <p><u>Владеть:</u> методиками определения основных технико-экономических показателей работы энергетического оборудования; способами управления режимом энергетического оборудования при производстве электрической и тепловой энергии.</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.

2.3. К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме экзамена, соответственно относятся:

- задания по контрольной работе;
- экзаменационные вопросы.

3. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

3.1. Тестовые вопросы используются для оценки освоения тем дисциплины лекционных занятий и приведены в приложении № 1. Тестирование обучающихся проводится на практических занятиях после рассмотрения на лекциях соответствующих тем.

Результаты тестирования магистрант предъявляет преподавателю.

Оценивание осуществляется по следующим критериям:

«Зачтено» – 60-100 % правильных ответов на заданные вопросы;

«Не зачтено» – менее 60 % правильных ответов.

3.2. Контрольная работа для студентов заочной формы обучения по дисциплине (см. Приложение №2) состоит из серии теплотехнических задач по тепловому расчету процессов, связанных с производством тепловой и электрической энергии.

3.3. В приложении № 3 приведены типовые контрольные вопросы и задания по лабораторным работам, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Целью лабораторного практикума является формирование умений и навыков проведения лабораторных работ по изучению устройства и эксплуатации основного (котлы и турбины) и вспомогательного оборудования ТЭС, основы деаэрации воды, изучение трубопроводов и арматуры, изучение устройства и эксплуатационных характеристик насосов и тягодутьевых машин.

3.4 Типовые задания по практическим занятиям приводятся в приложении №4.

3.5. В приложении 5 приводятся экзаменационные вопросы по дисциплине.

Система оценивания и критерии выставления оценки выполнения заданий по лабораторным и практическим занятиям представлены в таблице 2.

Текущий контроль осуществляется во время консультаций и на практических занятиях. Основная цель этой работы – углубление знаний, полученных студентами на лекциях.

Таблица 2 – Система оценивания выполнения лабораторных и практических заданий

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
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 полной системой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
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 задачи

4. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена. К экзамену допускаются студенты:

– положительно аттестованные по результатам тестирования (получившие при этой аттестации оценку «зачтено»);

4.2 В приложении № 3 приведены экзаменационные вопросы по дисциплине. Экзаменационный билет содержит два вопроса из приведенного перечня.

4.3 Экзаменационная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно») является экспертной и зависит от уровня освоения студентом тем дисциплины (наличия и сущности ошибок, допущенных студентом при ответе на экзаменационный вопрос) и выставляется в соответствии с критериями, указанными в таблице 3.

Таблица 3 – Система и критерии выставления оценки промежуточной аттестации

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
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 полной системой знаний и системным взглядом на изучаемый объект
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
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	В состоянии осуществлять систематический и научно-корректный анализ предоставленной информации, вовлекает в исследование новые релевантные поставленной

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
			релевантные задаче данные	задаче данные, предлагает новые ракурсы поставленной задачи
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 «Производство тепловой и электрической энергии на тепловых станциях» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы магистратуры по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

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

Заведующий кафедрой



В.Ф. Белей

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Вариант 1

ПКС-5: способность формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов

Индикатор достижения компетенции ПКС-5 – ПКС-5.13: демонстрирует знания технологии производства тепловой и электрической энергии на тепловых энергоустановках

Вопрос 1. Элементы барабанного котла, входящие в замкнутый циркуляционный контур. Указать правильные ответы.

- 1) барабан;
- 2) необогреваемые опускные трубы;
- 3) коллекторы экранов;
- 4) экономайзер;
- 5) обогреваемые подъемные трубы.

Вопрос 2. Абсолютным внутренним КПД турбоустановки называется ... Указать правильный ответ.

- 1) отношение располагаемого теплоперепада к теплоте, подведенной к 1 кг рабочего тела в котле q_1
- 2) отношение использованного теплоперепада к теплоте, подведенной к 1 кг рабочего тела в котле q_1
- 3) отношение использованного теплоперепада турбины к располагаемому

Вопрос 3. Оптимальный избыток воздуха в топке по минимуму тепловых потерь $\alpha_T^{\text{опт}}$ больше критического избытка воздуха $\alpha_{кр}$ при сжигании ...

Указать правильный ответ.

- 1) при сжигании природного газа;
- 2) при сжигании мазута;
- 3) при сжигании твердого топлива.

Вопрос 4. Нормативно-техническая документация по топливоиспользованию разрабатывается для следующего оборудования:

Указать правильные ответы.

- 1) для паротурбинных и газотурбинных ТЭС установленной электрической мощностью от 10 МВт и более;
- 2) котельных теплопроизводительностью от 50 Гкал/ч и выше;
- 3) для всех ПТУ, ГТУ и котельных независимо от мощности и теплопроизводительности.

Вопрос 5. Название зоны котла СКД, где по мере получения теплоты рабочее тело плавно, изменяя физические характеристики, переходит из состояния воды в состояние пара.

Указать правильный ответ.

- 1) зона перегрева;
- 2) зона парообразования;
- 3) зона фазового перехода.
- 4) экономайзерная зона.

Вопрос 6. Из перечисленных ниже устройств не имеют топок для сжигания органического топлива (ГОСТ 23172-78 Котлы стационарные. Термины и определения) следующие ...

Указать правильные ответы.

- 1) прямоточный котел;
- 2) парогенератор;
- 3) котел-утилизатор;
- 4) барабанный котел.

Вопрос 7. Нормативные характеристики работы котлоагрегатов определяются ...

Указать правильные ответы.

- 1) в результате проведения режимно-наладочных испытаний;
- 2) при отсутствии проведенных режимно-наладочных испытаний, допускается применять установленные законом индивидуальные нормативы расхода топлива (только временно);
- 3) в результате расчета характеристик котлоагрегата на четырех режимах: номинальной нагрузке, минимальной (технический минимум) и двух промежуточных нагрузках.

Вопрос 8. Расход тепловой энергии на отопление и хозяйственно-бытовые нужды зданий и сооружений, расположенных на территории котельной (административное здание, гаражи, мастерские, склады и др.) ...

Указать правильный ответ.

- 1) относится на СН котельной
- 2) не относится на СН котельной
- 3) относится на СН котельной только в отопительный период

Вопрос 9. Расчет и анализ удельных расходов топлива на ТЭС решает следующие задачи:

Указать правильные ответы.

- 1) определение реальной тепловой экономичности при существующих режимах работы
- 2) определение показателей надежности эксплуатации оборудования при существующих режимах работы
- 3) выявление резервов тепловой экономичности

Вопрос 10. Основное назначение валоповоротного устройства турбин

Указать правильные ответы.

- 1) предотвращение теплового искривления ротора при пуске турбины
- 2) предотвращение теплового искривления ротора при остывании турбины (после останова)
- 3) раскрутка ротора при его балансировке

Вопрос 11. Температура пара после промежуточного перегрева $t_{\text{пп}}$ принимается относительно температуры основного перегрева t_0

Указать правильный ответ.

1) $t_{\text{пп}} = 1,1 t_0$

2) $t_{\text{пп}} = 0,9 t_0$

3) $t_{\text{пп}} = t_0 \pm (10...20)^\circ\text{C}$

Вопрос 12. Буквы ТР в маркировке турбины означают, что это ...

Указать правильный ответ.

1) турбина с системой регенерации

2) теплофикационная турбина с регулируемым отбором

3) теплофикационная с отопительным отбором и противодавлением

Вопрос 13. Энергетическая характеристика оборудования, это ...

Указать правильный ответ.

1) комплекс зависимостей ТЭП его работы от нагрузки при оптимальных режимах работы, принятой тепловой схеме и фактических значениях внешних факторов

2) комплекс зависимостей ТЭП его работы от нагрузки при оптимальных режимах работы, принятой тепловой схеме и фиксированных значениях внешних факторов

3) комплекс зависимостей ТЭП его работы от нагрузки при оптимальных режимах работы, принятой тепловой схеме и фиксированных значениях внутренних факторов

Вопрос 14. Номинальное значение технико-экономического показателя – это ...

Указать правильный ответ.

1) значение показателя, полученное путем введения к его исходно-номинальной величине поправок на отклонение фактических значений внешних факторов от фиксированных

2) значение показателя, полученное путем введения к его нормативной величине поправок на отклонение фактических значений внешних факторов от фиксированных

3) значение показателя, полученное путем введения к его нормативной величине поправок на отклонение фактических значений внутренних факторов от фиксированных

Вопрос 15. Перед пуском котла после ремонта или длительного нахождения в резерве (более 3 суток) проверяется ...

Указать правильные ответы.

1) исправность и готовность к включению вспомогательного оборудования.

2) исправность контрольно-измерительных приборов, средств дистанционного управления арматурой и механизмами, авторегуляторов;

3) проверка устройств защиты, блокировки и средств оперативной связи осуществляется только после капитального ремонта.

4) проверяются только устройства защиты, блокировки и средства оперативной связи.

ПКС-6: руководство работниками, осуществляющими безопасную эксплуатацию, проектирование, ремонт и реконструкцию теплоэнергетического оборудования.

Индикатор достижения компетенции ПКС-6 – ПКС-6.4: организация работы исполнителей по обеспечению безопасной, надежной и экономичной работы энергоустановок тепловых станций

Вопрос 1. Самотяга уменьшает перепад полных давлений тракта в случае ...

Указать правильный ответ.

1) при движении потока вниз (конвективная шахта);

2) при движении потока вверх (дымовая труба);

3) самотяга не влияет на перепад давлений

Вопрос 2. Коэффициентом скольжения при течении влажного пара называется ...

Указать правильный ответ.

1) отношение скорости пара к скорости капель влаги

2) отношение скорости пара к скорости звука при параметрах потока

3) отношение скорости капель влаги к скорости пара

Вопрос 3. Соотношение аэродинамических сопротивлений газовоздушного тракта котлов с уравновешенной тягой и с наддувом.

Указать правильный ответ.

1) сопротивление тракта меньше в топках с наддувом;

2) сопротивление тракта меньше в топках с уравновешенной тягой;

3) сопротивление тракта приблизительно одинаково в топках с наддувом и уравновешенной тягой.

Вопрос 4. Явление возврата теплоты в многоступенчатых турбинах приводит к

Указать правильные ответы.

1) повышению температуры пара за ступенью в области перегретого пара

2) увеличению степени сухости пара за ступенью в области влажного пара

3) увеличению энтальпии пара за ступенью

Вопрос 5. Истинным паросодержанием называется ...

Указать правильный ответ.

1) доля пара в массовом расходе смеси: $x = D / G$;

2) отношение объёма пара к объёму пароводяной смеси: $\beta = V_{\text{п}} / V_{\text{см}}$;

3) доля сечения трубы, занятая паром, к общему сечению трубы: $\varphi = f_{\text{п}} / f$

Вопрос 6. Международные нормы типоразмеров паровых турбин рекомендуют выбирать температуру питательной воды на входе в котел равной

Указать правильный ответ.

1) 0,5–0,6 температуры насыщения от давления в котле

2) 0,65–0,75 температуры насыщения от давления в котле

2) 0,8–0,9 температуры насыщения от давления в котле

Вопрос 7. Термин, обозначающий неравномерность расхода среды между трубами в элементе котла, вызванную неодинаковыми гидравлическими характеристиками труб. Указать правильный ответ.

- 1) гидравлическая разверка;
- 2) опрокидывание циркуляции;
- 3) гидравлический свободный уровень.

Вопрос 8. Номинальный удельный расход топлива (УРТ) на отпуск электроэнергии (теплоты) – это ... Указать правильный ответ.

- 1) максимально возможный теоретический УРТ при оптимальных условиях работы станции
- 2) реально достижимый УРТ при фактических условиях работы станции
- 3) минимальный УРТ при номинальных условиях работы станции

Вопрос 9. Развитие эрозионного износа лопаток включает ... Указать правильные ответы.

- 1) инкубационный период
- 2) период разрушения лопатки
- 3) период интенсивной эрозии
- 4) период замедленного темпа эрозии

Вопрос 10. Нормативный удельный расход топлива (УРТ) на отпуск электроэнергии (теплоты) – это ... Указать правильный ответ.

- 1) минимально допустимая технически обоснованная мера потребления топлива при фактических режимах работы оборудования и фиксированных значениях внешних факторов в отчетном периоде
- 2) максимально допустимая мера потребления топлива при плановых режимах работы оборудования и фиксированных значениях внешних факторов
- 3) максимально допустимая технически обоснованная мера потребления топлива при фактических режимах работы оборудования и фактических значениях внешних факторов в отчетном периоде

Вопрос 11. Исходно-номинальное значение технико-экономического показателя – это ... Указать правильный ответ.

- 1) значение показателя, определенное по действующим нормативным энергетическим характеристикам при фиксированных значениях внешних факторов
- 2) значение показателя, определенное по действующим нормативным энергетическим характеристикам при фактических значениях внешних факторов
- 3) значение показателя, определенное по штатным приборам оборудования при номинальной нагрузке

Вопрос 12. Номинальное значение технико-экономического показателя – это ... Указать правильный ответ.

- 1) значение показателя, полученное путем введения к его исходно-номинальной величине поправок на отклонение фактических значений внешних факторов от фиксированных

- | |
|---|
| 2) значение показателя, полученное путем введения к его нормативной величине поправок на отклонение фактических значений внешних факторов от фиксированных |
| 3) значение показателя, полученное путем введения к его нормативной величине поправок на отклонение фактических значений внутренних факторов от фиксированных |

Вопрос 13. Пересмотр нормативно-технической документации (НТД) по топливоиспользованию производится в случаях ...

Указать правильные ответы.

- | |
|---|
| 1) при истечении срока действия существующей НТД |
| 2) при вступлении в силу новых правил эксплуатации электростанций и сетей |
| 3) при переводе котлов на сжигание другого вида топлива |
| 4) при переводе турбин с конденсацией пара на работу в режиме ухудшенного вакуума |

Вопрос 14. Энергетические характеристики паровых турбин формируются по методу ...

Указать правильный ответ.

- | |
|-------------------------------|
| 1) по эксергетическому методу |
| 2) по энтропийному методу |
| 3) по физическому методу |
| 4) по экономическому методу |

Вопрос 15. Элементы барабанного котла, входящие в замкнутый циркуляционный контур.

Указать правильные ответы.

- | |
|-----------------------------------|
| 1) барабан; |
| 2) необогреваемые опускные трубы; |
| 3) коллекторы экранов; |
| 4) экономайзер; |
| 5) обогреваемые подъемные трубы. |

Вариант 3

ПКС-5: способность формулировать задания на разработку проектных решений, связанных с модернизацией технологического оборудования, мероприятиями по улучшению эксплуатационных характеристик, повышению экологической безопасности, экономии ресурсов

Индикатор достижения компетенции ПКС-5 – ПКС-5.13: демонстрирует знания технологии производства тепловой и электрической энергии на тепловых энергоустановках

Вопрос 1. Перед пуском котла после ремонта или длительного нахождения в резерве (более 3 суток) проверяется ...

Указать правильные ответы.

- | |
|---|
| 1) исправность и готовность к включению вспомогательного оборудования. |
| 2) исправность контрольно-измерительных приборов, средств дистанционного управления арматурой и механизмами, авторегуляторов; |
| 3) проверка устройств защиты, блокировки и средств оперативной связи осуществляется только после капитального ремонта. |
| 4) проверяются только устройства защиты, блокировки и средства оперативной связи. |

Вопрос 2. При осуществлении промежуточного перегрева пара в цикле паросиловой установки цикла Ренкина решаются задачи ...

Указать правильные ответы.

- 1) уменьшение влажности пара в последних ступенях турбины, что способствует снижению эрозии лопаток и снижению потерь от влажности.
- 2) повышение термический КПД цикла
- 3) повышение КПД котла

Вопрос 3. Время вентиляции топки и газоходов, включая рециркуляционные, парового котла.

Указать правильные ответы.

- 1) не менее 10 минут перед пуском котла из холодного состояния;
- 2) не менее 5 минут из любого состояния;
- 3) из горячего состояния – не менее 10 минут, но не более 15 минут.

Вопрос 4. Коэффициентом скольжения при течении влажного пара называется ...

Указать правильный ответ.

- 1) отношение скорости пара к скорости капель влаги
- 2) отношение скорости пара к скорости звука при параметрах потока
- 3) отношение скорости капель влаги к скорости пара

Вопрос 5. Влияние давление пара после турбины на термический КПД идеального цикла Ренкина.

Указать правильный ответ.

- 1) при увеличении давления КПД возрастает
- 2) КПД возрастает при уменьшении давления после турбины
- 3) изменение давления после турбины не влияет на КПД

Вопрос 6. Меры, предпринимаемые для защиты трубчатых воздухоподогревателей от низкотемпературной (сернокислотной) коррозии.

Указать правильные ответы.

- 1) подогрев поступающего холодного воздуха перед воздухоподогревателем в паровых калориферах;
- 2) повышение температуры дымовых газов перед последней ступенью воздухоподогревателя за счёт байпасирования водяного экономайзера по питательной воде;
- 3) рециркуляция части горячего воздуха на вход ТВП.

Вопрос 7. Принципы, заложенные в основу регулирования температуры перегрева пара в котлах высокого давления.

Указать правильные ответы.

- 1) в барабанных котлах размер поверхности пароперегревателя устанавливают такой, чтобы при нагрузке $0,5D_{ном}$ без каких-либо воздействий обеспечить номинальный перегрев пара ;
- 2) в барабанных котлах при нагрузках выше $0,7D_{ном}$ излишний перегрев пара снимается в пароохладителях;

3) в прямоточных котлах поддержание номинальной температуры обеспечивается изменением соотношения Вк/Гп.в. при расчётных поверхностях нагрева радиационных и конвективных перегревателей.

ПКС-6: руководство работниками, осуществляющими безопасную эксплуатацию, проектирование, ремонт и реконструкцию теплоэнергетического оборудования.

Индикатор достижения компетенции ПКС-6 – ПКС-6.4: организация работы исполнителей по обеспечению безопасной, надёжной и экономичной работы энергоустановок тепловых станций

Вопрос 8. Нормативно-техническая документация по топливоиспользованию разрабатывается для следующего оборудования:

Указать правильные ответы.

- 1) для паротурбинных и газотурбинных ТЭС установленной электрической мощностью от 10 МВт и более;
- 2) для всех ПГУ, ГТУ и котельных независимо от мощности и теплопроизводительности.
- 3) котельных теплопроизводительностью от 50 Гкал/ч и выше;

Вопрос 9. Расчет и анализ удельных расходов топлива на ТЭС решает следующие задачи:

Указать правильные ответы.

- 1) определение показателей надёжности эксплуатации оборудования при существующих режимах работы
- 2) определение реальной тепловой экономичности при существующих режимах работы
- 3) выявление резервов тепловой экономичности

Вопрос 10. К внутренним факторам относятся ...

Указать правильные ответы.

- 1) начальные параметры пара (давление и температура)
- 2) температура и количество возвращаемого с производства конденсата
- 3) конечное давление в конденсаторе
- 4) избыток воздуха в уходящих газах
- 5) температура охлаждающей воды для ТЭС, работающих без градирен

Вопрос 11. Парораспределение на паровых турбинах может быть ...

Указать правильные ответы.

- 1) сопловым
- 2) свободным
- 3) дроссельным
- 4) скользящего давления
- 5) обводным

Вопрос 12. Различие в понятиях «котёл» и «котельная установка».

Указать правильный ответ.

- 1) в паровом котле, в отличие от котельной установки, может отсутствовать экономайзер

2) котельная установка включает в себя паровой котёл и соответствующее вспомогательное оборудование

3) котельная установка – стационарно смонтированный котёл, а собственно паровой котел может быть в транспортабельном исполнении

Вопрос 13. Вид теплообмена с газовой стороны, преобладающий во вторичном перегревателе пара.

Указать правильный ответ.

1) теплообмен излучением (радиационный);

2) теплообмен теплопроводностью;

3) конвективный теплообмен.

Вопрос 14. Стационарные паровые котлы, в соответствии с (ГОСТ 23172-78), относящиеся к котлам среднего давления.

Указать правильный ответ.

1) давлением от 1 МПа до 4 МПа;

2) давлением от 1 МПа до 10 МПа;

3) давлением от 4 МПа до 10 МПа.

Вопрос 15. Из перечисленных ниже устройств не имеют топок для сжигания органического топлива (ГОСТ 23172-78 Котлы стационарные. Термины и определения) следующие ...

Указать правильные ответы.

1) прямоточный котел;

2) парогенератор;

3) котел-утилизатор;

4) барабанный котел.

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ К КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЕ

В рамках контрольного задания нужно решить следующие задачи:

Задача №1.

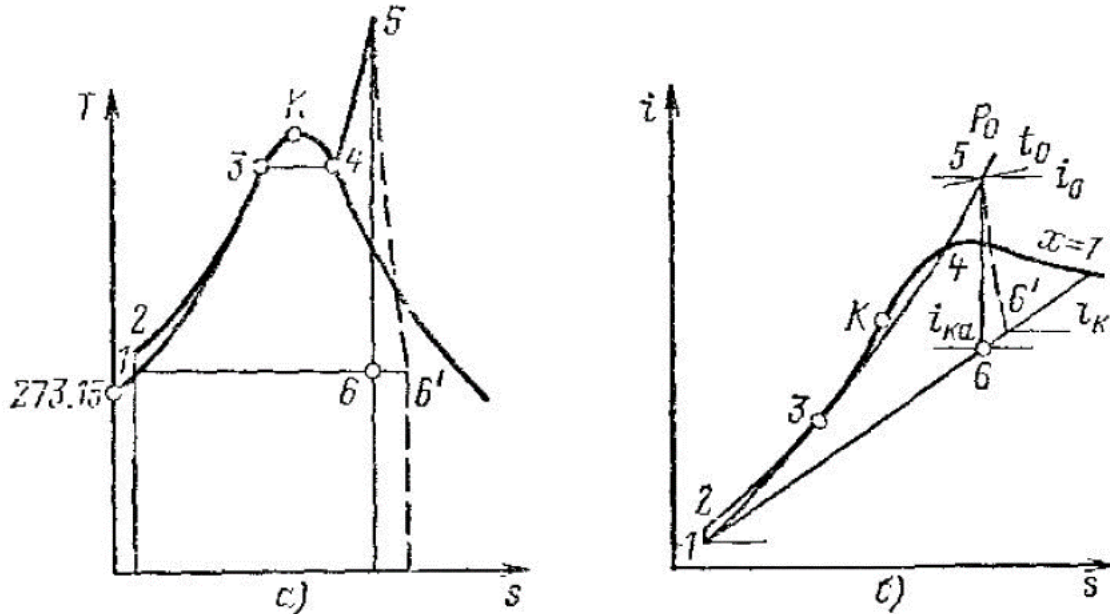


Рис. 1. Процесс расширения пара в турбине в $T-s$ и $h-s$ диаграммах

Определить термический КПД цикла Ренкина (рис. 1) при начальных параметрах пара $p_0 = 12,7$ МПа; $t_0 = 550^\circ\text{C}$.

Давление в конденсаторе $p_k = 4$ кПа

КПД определить с учетом и без учета затрат энергии на привод питательного насоса. Сделать вывод.

Пояснение к задаче:

Термический КПД цикла Ренкина с учетом затрат на привод питательного насоса выражается формулой

$$\eta_t = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \frac{i_0 - i_{ка} - \Delta i_{\text{пн.а}}}{i_0 - i_{\text{вк}} - \Delta i_{\text{пн.а}}}$$

Термический КПД цикла Ренкина без учета затрат на привод питательного насоса выражается формулой

$$\eta_t = \frac{i_0 - i_{ка}}{i_0 - i_{\text{вк}}}$$

где, $i_{ка}$ – энтальпия пара, поступающего в конденсатор, при адиабатном процессе;

$i_{\text{вк}}$ – энтальпия конденсата при давлении p_k и отсутствии переохлаждения;

$\Delta i_{\text{пн.а}}$ – работа, затраченная на повышение давления воды при адиабатном процессе в расчете на 1 кг.

Задача №2.

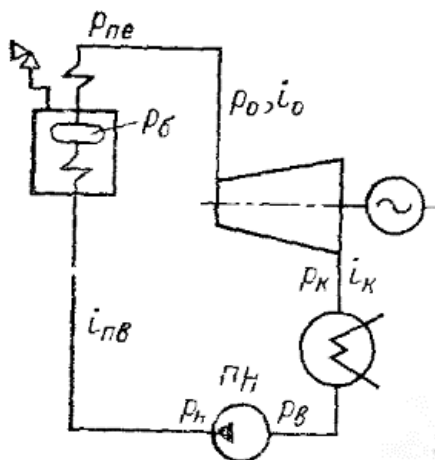


Рис. 2. Схема паросиловой установки

Определить внутренний абсолютный КПД турбоустановки, работающей по циклу Ренкина (рис. 2), при тех же начальных параметрах, как в задаче 1, приняв относительный внутренний КПД $\eta_{oi}=0,8$ и повышение давления в питательном насосе $\Delta p_n = p_n - p_e = 18$ МПа.

Адиабатный (гидравлический) коэффициент насоса принять $\eta_{ан} = 0,75$.

Пояснение к задаче:

$$\eta_{i_абс} = \frac{i_0 - i_{кд} - \Delta i_{пн}}{i_0 - i_{вк} - \Delta i_{пн}}$$

где $\Delta i_{пн}$ – работа, затраченная на повышение давления воды при действительном процессе в расчете на 1 кг;

где, $i_{кд}$ – энтальпия пара, поступающего в конденсатор, при действительном процессе;

Задача №3.

Определить внутренний абсолютный КПД турбоустановки, работающей по циклу Ренкина, при повышении начальных параметров

от $p_{01}=8,8$ МПа, $t_{01}=500^\circ\text{C}$

до $p_{02}=13$ МПа, $t_{02}=560^\circ\text{C}$

с учетом и без учета затрат на привод питательного насоса.

Давление в конденсаторе $p_k=3,5$ кПа.

Принять КПД турбины $\eta_{oi} = 0,8$.

Адиабатный (гидравлический) КПД насоса принять $\eta_{ан} = 0,75$.

Сопоставить исходные значения КПД и КПД после повышения параметров. Сделать вывод.

Задача №4.

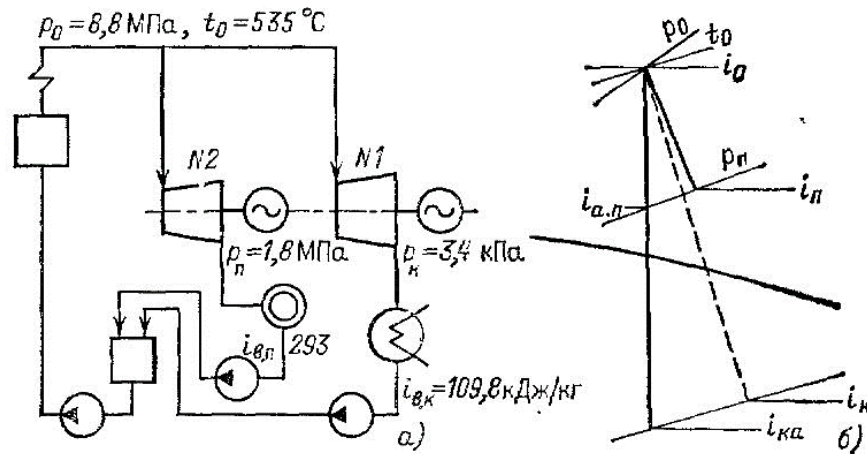


Рис. 3. К задаче №4:

а) упрощенная схема паросиловой установки ТЭЦ.

б) процесс расширения пара в турбинах в *i-s* диаграмме

На ТЭЦ установлены две турбины при начальных параметрах

$$p_0 = 8,8 \text{ МПа}; \quad t_0 = 535^\circ\text{С}.$$

КПД механический и генератора $\eta_m = 0,995$; $\eta_g = 0,99$

КПД котельной установки и теплового потока $\eta_{ку} = 0,9$; $\eta_{тп} = 0,98$

Теплота сгорания условного топлива $Q_{yt} = 29300 \text{ кДж/кг}$

Турбина №1 конденсационная $N_{э-1} = 100 \text{ МВт}$, работающая по циклу Ренкина

с $p_k = 3,5 \text{ кПа}$; $\eta_{oi-1} = 0,82$

Турбина №2 – при тех же начальных параметрах и $\eta_{oi-2} = 0,75$

с противодавлением $p_n = 1,8 \text{ МПа}$ и отпуском пара $D_{пр} = 70 \text{ кг/с}$.

Определить:

1. Количество теплоты, отпускаемой внешним потребителям, принимая, что конденсат от потребителей возвращается полностью с температурой $t_{ок} = 70^\circ\text{С}$.
2. Мощность турбины с противодавлением.
3. Суммарную мощность и часовую выработку электроэнергии при полной нагрузке турбин №1 и №2.
4. Полный часовой расход топлива на ТЭЦ.
5. Удельный расход условного топлива на выработанный 1кВт·ч:
 - на конденсационную выработку;
 - на теплофикационную выработку;
 - на комбинированную выработку.

Примечание: при расчете удельного расхода условного топлива производить разделение расходов на тепловое потребление и электроэнергию по физическому методу.

ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

Лабораторная работа №1

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ, ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПУСКА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОДОТРУБНОГО ПАРОВОГО КОТЛА СРЕДНЕГО ДАВЛЕНИЯ (КОМПЬЮТЕРНЫЙ ТРЕНАЖЁР)

Задание: произвести подготовку парового котла к пуску. Произвести пуск парового котла и изменение его нагрузки. Произвести останов парового котла.

Контрольные вопросы:

1. Объяснить устройство и принцип работы водотрубного парового котла.
2. Устройство и принцип работы горелки для сжигания жидкого топлива.
3. Порядок пуска и останова котла.
4. Щит управления питанием котла: управление оборудованием, сигнализация и блокировки.
5. Щит управления горением в котле: управление оборудованием, сигнализация и блокировки.
6. Регулирование уровня воды, давления в котле, принцип работы предохранительных клапанов.

Лабораторная работа №2

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ, ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПУСКА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПАРОВОГО КОТЛА Е-35-40 И КОТЛА С ПРИНУДИТЕЛЬНОЙ ЦИРКУЛЯЦИЕЙ ТИПА ЛА-МОНТ (ТЭЦ-1)

Задание: на основании производственной инструкции изучить последовательность операций по пуску котла из холодного состояния (подготовительные операции, розжиг растопочной горелки, выход на номинальные параметры пара, подключение к общестанционному коллектору).

Контрольные вопросы:

1. Схематически начертить и описать устройство парового котла Е-35-40.
2. Схематически начертить и описать устройство парового котла Ла-Монт.
3. Исходное состояние тепловой схемы и предварительные операции по подготовке к пуску паровых котлов.
4. Порядок операций и длительность вентиляции топки котла из горячего и холодного состояния.
5. Порядок розжига горелок, работающих на газовом топливе. Техника безопасности при розжиге горелок.
6. Перечислить случаи, когда котел должен быть остановлен немедленно действием защит или оперативным персоналом.
7. Перечислить случаи, когда котел должен быть остановлен по решению главного инженера.

Лабораторная работа №3

ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ, ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ПУСКА И ЭКСПЛУАТАЦИИ ТУРБОГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ПТ-60-90/13 (ТРЕНАЖЕР)

Задание: произвести подготовку к пуску турбогенераторной установки ПТ-60-90/13. Произвести пуск и нагружение турбогенераторной установки ПТ-60-90/13. Изменить режим работы турбогенераторной установки ПТ-60-90/13 по рекомендациям преподавателя. Произвести останов установки ПТ-60-90/13.

Контрольные вопросы:

1. Изобразить структурную схему установки ПТ-60-90/13.
2. Привести основные электрические и тепловые параметры ПТ-60-90/13., удельные расходы топлива в конденсационном и теплофикационном режимах.
3. Схематически начертить тракт ПНД установки ПТ-60-90/13.
4. Схематически начертить тракт ПВД установки ПТ-60-90/13.
5. Схематически начертить схему уплотнений установки ПТ-60-90/13.
6. Схематически начертить схему системы смазки установки ПТ-60-90/13

Лабораторная работа №4

ТЕПЛООБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ СМЕШИВАЮЩЕГО ТИПА

Задание: на базе компьютерной программы «Тепловой расчет регенеративного подогревателя низкого давления смешивающего типа» изучить устройство, схему движения сред. Произвести варианты расчеты и определить влияние конструктивных и режимных параметров на тепловосприятие подогревателя и величину нагрева конденсата по отсекам.

Контрольные вопросы:

1. Конструктивные схемы смешивающих подогревателей низкого давления.
2. Каково основное условие эффективной работы подогревателей смешивающего типа?
3. Какие уравнения лежат в основе теплового расчета смешивающих подогревателей?
4. Изобразить схематически установку подогревателей низкого давления смешивающего типа блока К-300-240.
5. Достоинства и недостатки смешивающих подогревателей по сравнению с поверхностными?

Лабораторная работа №5

ТЕПЛООБМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ТИПА

Задание: на базе компьютерной программы «Тепловой расчет регенеративного подогревателя высокого давления» изучить устройство, схему движения сред, температурный график. Произвести варианты расчеты и изучить влияние конструктивных и режимных параметров на тепловосприятие ПВД и на вид температурного графика.

Контрольные вопросы:

1. Какие зоны передачи теплоты можно выделить в поверхностных регенеративных подогревателях?
2. Как заводы-изготовители маркируют регенеративные подогреватели в соответствии с требованиями ОСТ 108.271.17-76. Расшифровать маркировку подогревателей ПН-400-26-7-1; ПН-800-29-7-1А; ПНС-800-1.0-2 и ПВ-1600-380;
3. Изобразить конструктивную схему подогревателя низкого давления ПН-400-26-2-IV;

4. Зависимость недогрева воды от содержания воздуха в подогревателе;
5. По какому принципу используются поверхностные и смешивающие подогреватели в комбинированных схемах регенерации?
6. Изобразить схему движения теплообменивающихся сред (воды и пара) в ПВД.

Лабораторная работа №6

ДЕАЭРАЦИЯ ВОДЫ НА ТЭС. ТИПЫ И КОНСТРУКЦИИ ДЕАЭРАТОРОВ. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДЕАЭРАТОРОВ

Задание: на базе электронного ресурса «Энциклопедия энергетики» изучить устройство, принцип действия, схему включения и особенности эксплуатации деаэраторов атмосферных, вакуумных и повышенного давления.

Контрольные вопросы:

1. Перечислить функции деаэраторов на ТЭС.
2. Классификация деаэраторов в зависимости от рабочего давления в них.
3. Условия эффективной деаэрации воды.
4. Классификация деаэраторов по способу создания поверхности контакта фаз, их достоинства и недостатки.
5. Принципиальная схема и конструктивные особенности колонки струйно-барботажного деаэратора ДП-2000.

Лабораторная работа №7

КОНСТРУКЦИИ И ОБСЛУЖИВАНИЕ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ ТЭС

Задание: на базе электронного ресурса «Энциклопедия энергетики» изучить устройство, принцип действия, схему включения и особенности эксплуатации теплообменных аппаратов различного назначения (регенеративные, сетевые, мазутные подогреватели, конденсаторы).

Контрольные вопросы:

1. Общие требования к конструкции теплообменных аппаратов. Какую арматуру и garnитуру должны иметь теплообменные аппараты?
2. Порядок пуска в работу теплообменного аппарата.
3. Порядок вывода теплообменного аппарата в ремонт.
4. Порядок чистки трубных досок конденсатора при работающей турбине?
5. Эксплуатационный контроль чистоты поверхностей нагрева теплообменного аппарата.

Лабораторная работа №8

ТИПЫ НАСОСОВ ПРИМЕНЯЕМЫХ НА ТЭС. ХАРАКТЕРИСТИКИ НАСОСОВ

Задание: на базе тренажера насосного оборудования изучить напорные характеристики насосов, последовательное и параллельное включение насосов, работу насосов на сеть с переменным сопротивлением.

Контрольные вопросы:

1. Назовите примеры насосов объемного и динамического типов. В каких местах тепловой схемы ТЭС они применяются и почему?
2. Как называется устройство, состоящее из насоса, двигателя, соединительной муфты (или вариатора частоты вращения) и измерительных приборов?
3. Из произведения каких трех частных КПД выражается коэффициент полезного действия насоса $\eta_n = \eta_g \cdot \eta_{об} \cdot \eta_{мех}$?
4. Изобразить стабильную и нестабильную напорные характеристики лопастного насоса. Объяснить особенности работы насосов с соответствующими характеристиками.

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

1. При испытании конденсационной турбины малой мощности, работающей без отборов пара, были измерены мощность на зажимах генератора $P_{\text{Э}}$, расход пара G , параметры свежего пара p_0, t_0 , давление в конденсаторе p_k (исходные данные выдаются индивидуально).

Необходимо найти:

- удельный расход теплоты $q_{\text{э}}$ и удельный расход пара $d_{\text{э}}$ на турбину;
- относительный электрический КПД турбоагрегата $\eta_{\text{оэ}}$;
- абсолютный электрический КПД турбоустановки $\eta_{\text{э}}$.

2. Определить теоретический (термический) КПД турбинных циклов при различных параметрах пара:

- при начальных параметрах пара p_0, t_0 (перегретый пар) и давлении в конденсаторе p_k ;
- при начальном давлении p_0 , сухой насыщенный пар, давлении в конденсаторе p_k ;
- при начальных параметрах пара p_0, t_0 (перегретый пар); с промежуточным перегревом пара с параметрами $p_{\text{ин}}, t_{\text{ин}}$ и давлении в конденсаторе p_k ;
- при начальном давлении p_0 , сухой насыщенный пар с внешней сепарацией и промежуточным перегревом свежим паром и давлении в конденсаторе p_k .

3. На ТЭЦ установлены две турбины при одинаковых начальных параметрах

p_0 и t_0 .

Известны КПД механический $\eta_{\text{м}}$ и генератора $\eta_{\text{г}}$

Известны КПД котельной установки $\eta_{\text{кы}}$ и теплового потока $\eta_{\text{тп}}$

Турбина №1 конденсационная с электрической мощностью $N_{\text{э}_1}$, работающая по циклу Ренкина с известным давлением в конденсаторе p_k и относительным внутренним КПД η_{oi_1}

Турбина №2 – при тех же начальных параметрах и известным η_{oi_2}

с противодавлением $p_{\text{п}}$ и отпуском пара потребителю $D_{\text{пр}}$.

Необходимо определить:

1. Количество теплоты, отпускаемой внешним потребителям, принимая, что конденсат от потребителей возвращается полностью с температурой $t_{\text{ок}} = 70^\circ\text{C}$.
2. Мощность турбины с противодавлением.
3. Суммарную мощность и часовую выработку электроэнергии при полной нагрузке турбин №1 и №2.
4. Полный часовой расход топлива на ТЭЦ.

5. Удельный расход условного топлива на выработанный 1кВт·ч:

- на конденсационную выработку;
- на теплофикационную выработку;
- на комбинированную выработку.

Приложение № 5

**ВОПРОСЫ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ (ЭКЗАМЕН) ПО
ДИСЦИПЛИНЕ**

1. Марки жидкого топлива, применяемого на ТЭС и отопительных котельных, их краткая характеристика (элементарный состав, технологические характеристики, область применения, и особенности транспортировки и подготовки к сжиганию).

2. Основные технологические характеристики жидкого топлива, влияющие на особенности хранения, транспортировки и сжигания жидкого топлива.

3. Топочные устройства для сжигания жидкого топлива. Применяемые типы форсунок. Способы регулирования расхода топлива, применяемые на форсунках.

4. Классификация твердого топлива в зависимости от теплоты сгорания, выхода летучих, а также крупности кусков при сортировке. Краткая характеристика видов твердого топлива (элементарный состав, технологические характеристики, область применения, особенности транспортировки и подготовки к сжиганию).

5. Топочные устройства для сжигания твердого топлива слоевым способом. Их область применения, основные технические характеристики и принципиальные схемы.

6. Пылеугольные топки энергетических котлов. Их область применения, основные технические характеристики и принципиальные схемы.

7. Виды газового топлива, применяемого на ТЭС и РТС, и их краткая характеристика.

8. Классификация котлоагрегатов. Основные технические характеристики паровых и водогрейных котлов.

9. Водотрубные паровые котлы среднего давления малой мощности. Классификация, область применения, преимущества и недостатки, устройство и принцип работы, основные технические характеристики.

10. Стальные водогрейные котлы. Классификация, область применения, преимущества и недостатки, устройство и принцип работы, основные технические характеристики, циркуляционные схемы.

11. Утилизационные паровые и водогрейные котлы (классификация УК, область применения, преимущества и недостатки, устройство и принцип работы). Применяемые схемы утилизации. Основные технические характеристики. Способы регулирования производительности.

12. Высоконапорные и низконапорные паропроизводящие установки (типы ВНПУ и ННПУ, принципиальные схемы их работы, область применения, основные технические характеристики, преимущества и недостатки).

13. Основные элементы, вспомогательные механизмы и обслуживающие системы котельной установки.

14. Определение количества воздуха и продуктов сгорания твердого, жидкого и газообразного топлива по данным его элементарного состава. Коэффициент избытка воздуха.

15. Расчет энтальпий продуктов сгорания органического топлива. J-t – диаграмма продуктов сгорания.

16. Назначение продувки парового котла. Виды продувки и схема ее использования. Уравнение солевого баланса парового котла. Расчет продувки по данным химического анализа котловой и добавочной воды.

17. Источники загрязнения пара. Капельный унос и факторы, влияющие на него.

18. Паросепарационные устройства паровых котлов, (классификация, принципиальные схемы, область применения и способы установки, преимущества и недостатки). Основные технические характеристики паросепарационных устройств. Ступенчатое испарение.

19. Гидродинамика барботажного слоя. Весовой и действительный уровни воды в котле и связь их между собой. Истинное паросодержание барботажного слоя.

20. Прямоточные энергетические котлы сверхкритического давления (классификация, область применения, устройство и принцип работы, основные технические характеристики).

21. Тепловой баланс котельной установки. Составляющие потерь тепла в котельной установке и факторы, влияющие на их величину. Полезная тепловая мощность парового и водогрейного котла. Определение расхода топлива. КПД-брутто и КПД-нетто котельной установки. Составляющие расхода тепла на собственные нужды.

22. Барабанные энергетические котлы среднего, высокого, сверхвысокого давления (классификация, область применения, устройство и принцип работы, основные технические характеристики).

23. Теплообмен в топке. Конструктивный и поверочный расчет топки котла.

24. Теплообмен в конвективных поверхностях нагрева. Конструктивный расчет конвективных поверхностей. Поверочный расчет фестона.

25. Теплообмен в пароперегревателе. Конструктивный и поверочный расчет пароперегревателя.

26. Теплообмен в водяном экономайзере. Конструктивный и поверочный расчет экономайзера.

27. Теплообмен в рекуперативном воздухоподогревателе. Конструктивный и поверочный расчет воздухоподогревателя.

28. Пароперегреватели паровых котлов (классификация, назначение, конструкция и особенности работы). Применяемые способы регулирования температуры перегретого пара.

29. Водяные экономайзеры паровых котлов (классификация, назначение, конструкция и особенности работы). Применяемые способы регулирования температуры питательной воды.

30. Воздухоподогреватели (классификация, назначение, конструкции, особенности работы и технические характеристики). Способы регулирования температуры горячего воздуха.

31. Газовые горелки паровых и водогрейных котлов. Классификация. Устройство и принцип работы. Область применения. Способы установки. Основные технические характеристики. Преимущества и недостатки.

32. Основные элементы топчного устройства для сжигания газа и жидкого топлива. Типы применяемых воздухонаправляющих аппаратов их схемы и характеристика.

33. Пылеугольные горелки паровых и водогрейных котлов. Классификация. Устройство и принцип работы. Область применения. Способы установки. Основные технические характеристики. Преимущества и недостатки.

34. Стали применяемые в котлостроении. Расчет на прочность конструктивных элементов котельной установки (на примере проектируемого котла).

35. Расчет сопротивлений воздушного и газового тракта (на примере проектируемого котла). Расчет дымовой трубы. Выбор вентилятора и дымососа.

36. Понятие о естественной циркуляции. Условия работы испарительных труб. Кратность, движущий и полезный напор циркуляции.

37. Определение высоты парообразующего и экономайзерного участка испарительных труб. Расчет энтальпии воды в барабане котла.

38. Оценка надёжности естественной циркуляции. Застой и опрокидывание циркуляции и причины их вызывающие. Полная циркуляционная характеристика контура.

39. Расчет гидравлического сопротивления подъёмных и опускных труб. Определение тепловосприятлий рядов труб.

40. Определение полезного напора и материального баланса естественной циркуляции конвективно-испарительного пучка труб.

41. Классификация вспомогательного оборудования по назначению, принципу действия.
42. Типы регенеративных подогревателей, их конструкции.
43. Схема движения сред в ПВД отсеки конденсации, охлаждения пара дренажа.
44. Защита ПВД, устройство принцип работы, применяемая арматура.
45. Основы теплового и гидравлического расчета регенеративных подогревателей.
46. Температурный график ПВД.
47. Конструкция, устройство ПНД. Меры защиты турбины от заброса воды в нее.
48. Сетевые подогреватели их типы, обозначение, устройство.
49. Водогрейные котлы, типы, устройство, принцип работы.
50. Назначение водогрейных котлов, основные принципы их подбора.
51. Типы деаэраторов, их назначение, расчет теплообмена в деаэраторах.
52. Конструкции струйно-барботажных деаэраторов, основные требования к ним.
53. Испарители, паропреобразователи: типы, конструкции, назначение, принцип работы.
54. Водный режим испарителей.
55. Тепло-гидравлический расчет испарителей
56. Основные принципы расчета стационарных теплообменников на прочность.
57. Категории трубопроводов. Определения – рабочего, условного давления, требования по выбору металла труб. Расчет трубопроводов на прочность.
58. Напряжения от самокомпенсации температурных удлинений. Реперы перемещений их устройство, назначение.
59. Классификация трубопроводной арматуры по назначению и конструкции.
60. Устройство РОУ, БРОУ назначение. Принцип работы.
61. Типы насосов. Характеристики насосов по назначению и принципу действия.
62. Конструктивные типы лопастных насосов. Состав насосного агрегата и его основные параметры. Потребляемая мощность.
63. Стабильные и нестабильные напорные характеристики, помпаж. Защита от кавитации.
64. Режимы работы насосов. Способы регулирования производительности.
65. Совместная работа насосов при параллельном и последовательном включении.
66. Выбор типа провода питательных насосов. Конструкции питательных насосов и приводных турбин.
67. Редукторы и гидромуфты. Приводные турбины. конструкции конденсатных, бустерных, сетевых и циркуляционных насосов.

68. Тягодутьевые механизмы. Требования. Типы, конструкции и маркировка. Аэродинамические характеристики.
69. Режимы работы тягодутьевых машин, их выбор, мощность привода и КПД.
70. Способы регулирования производительности и кривые сброса мощности.
71. Параллельная работа. Акустические характеристики. Конструкции дутьевых вентиляторов одностороннего и двустороннего всасывания.
72. Конструкции дымососов центробежного и осевого типов и их характеристики. Дымососы газовой циркуляции.
73. Типы золоуловителей. Конструкции: механических, мокрых и электрофильтров. Устройство батарейного циклона.
74. Мокрый золоуловитель – скруббер и ограничения применимости. Устройство электрофильтра.
75. Коронирующие и осадительные электроды. Способы повышения эффективности. Питание и расход электроэнергии.
76. Регенеративные подогреватели – типы, конструкции, основы их теплового и гидравлического расчета.
77. Типы деаэраторов расчет теплообмена в деаэраторах.
78. Типы и конструкции испарителей.
79. Тепло-гидравлический расчет испарителей.
80. Расчет теплообменников на прочность.
81. Типы, характеристики насосов. Режимы работы насосов.
82. Тягодутьевые механизмы, их аэродинамические характеристики, режимы работы.
83. Типы золоуловителей, их конструкция.