



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)
«ТУРБИНЫ ТЕПЛОВЫХ И АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ»

основной профессиональной образовательной программы бакалавриата
по направлению подготовки

13.03.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА
Профиль программы
«ТЕПЛОВЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ»

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>ПКС-12 Способность выполнять расчеты теплоэнергетического оборудования по типовым методикам в соответствии с техническим заданием</p>	<p>ПКС-12.2 Выполнение тепловых расчетов турбин тепловых и атомных электростанций по типовым методикам в соответствии с техническим заданием</p>	<p>Турбины тепловых и атомных электростанций</p>	<p><u>Знать:</u> - принципы работы, технические характеристики и конструктивные особенности элементов и узлов энергетических турбомашин; - методы расчетов элементов, узлов и всего турбоагрегата в целом; - основные направления научно-технического прогресса в использовании турбин ТЭС и АЭС; - методы конструирования и проектирования элементов и узлов турбомашин. <u>Уметь:</u> - произвести тепловой и прочностной расчеты энергетических турбомашин; - определять количественные значения технико-экономических показателей ПТУ и ГТУ; - читать и составлять тепловые схемы ТЭС, диаграммы режимов конденсационных и теплофикационных турбоагрегатов. <u>Владеть:</u> - навыками выполнения инженерных расчетов элементов и узлов турбомашин; - навыками работы с конструкторской документацией, технической документацией и справочниками</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 по отдельным темам;
 - задания по практическим занятиям;
 - задания и контрольные вопросы по лабораторным работам.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в формах защиты курсового проекта и экзамена, соответственно относятся:

- задание и контрольные вопросы по курсовому проекту;
- вопросы к экзамену.

3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

3.1. Тестовые задания 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. Тестирование обучающихся проводится на практических занятиях после рассмотрения на лекциях соответствующих тем.

Положительная оценка («отлично», «хорошо» или «удовлетворительно») выставляется в зависимости от наличия и количества ошибок. Система и критерии выставления оценки представлены в таблице 2.

3.2 В приложении №2 приведены типовые задания по практическим занятиям, представляющих собой расчеты термодинамических процессов в турбине, работу турбин в составе турбинных установок ТЭС и АЭС.

По практическим работам в целом выставляется экспертная оценка по пятибалльной шкале – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Критерии выставления оценки представлены в таблице 2.

3.3 В приложении № 3 приведены типовые задания и контрольные вопросы по лабораторным работам. Целью лабораторного практикума является формирование умений и

навыков проведения лабораторных работ по изучению устройства и эксплуатации турбин и турбинных установок; режимов пуска турбин из различных температурных состояний; режимов отпуска тепла потребителям; режимов нормального и аварийного останова турбин; работы турбин на переменных нагрузках и влияния таких режимов на технико-экономические показатели турбоустановки.

Оценка результатов выполнения задания по каждой лабораторной работе производится на основании ответов студента на контрольные вопросы по тематике лабораторной работы. Студент, самостоятельно выполнивший задание и продемонстрировавший знание устройства, принципов работы, режимов работы турбоустановки, получает по лабораторной работе оценку «зачтено».

По лабораторному практикуму в целом выставляется экспертная оценка по пятибалльной шкале – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Критерии выставления оценки представлены в таблице 2.

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

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Выполнение курсового проекта по дисциплине «Турбины тепловых и атомных электростанций» является завершающим этапом ее изучения. Работе над проектом должно предшествовать глубокое изучение теории, конструкции и режимов эксплуатации стационарных турбин.

В качестве темы для курсового проекта студенту предлагается проектирование конденсационной паровой турбины достаточно высокой мощности. Учитывая отсутствие опыта у студентов в проектировании этих установок, студентам рекомендуется использовать методические пособия.

Выбор варианта задания производится преподавателем из числа перечисленных в методических указаниях, либо выдается индивидуально каждому студенту. В качестве объекта проектирования выбирается конденсационный турбоагрегат мощностью 100-750 МВт. В состав курсового проекта входят:

Раздел 1. Предварительное определение расходов пара.

Раздел 2. Предварительное построение процесса расширения в турбоагрегате в i-s

диаграмме.

Раздел 3. Расчет тепловой схемы и определение расчетного расхода пара.

Раздел 4. Определение числа ступеней заданного цилиндра турбоагрегата.

Раздел 5. Детальный расчет ступеней заданного цилиндра турбоагрегата.

Раздел 6. Конструктивное оформление цилиндра турбоагрегата (продольный разрез) и одного из узлов цилиндра.

В состав проекта включается пояснительная записка и три листа чертежей – продольный разрез цилиндра (формат А1), чертеж узла цилиндра (формат А2) и тепловая схема турбоагрегата (формат А1).

Масштаб чертежа продольного разреза цилиндра не должен превышать 1:10. В отдельных случаях, когда не удастся соблюсти этот масштаб, рекомендуется либо увеличить формат чертежа, либо при масштабе 1:20 на всех свободных полях дать изображение наиболее ответственных узлов в масштабе от 1:1 до 1:2. Графическая часть проекта и пояснительная записка должны отвечать требованиям стандартов ЕСКД.

К расчетам прилагаются все необходимые рисунки и изображения процессов в диаграммах $i-s$, которые необходимо выполнять в соответствующем масштабе на миллиметровой бумаге и сопровождать поясняющими подписями и обозначениями.

Перечень типовых вопросов для защиты курсового проекта приведен в приложении № 4. По результатам защиты курсового проекта выставляется экспертная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно»), которая учитывается при промежуточной аттестации по дисциплине (на экзамене). Критерии выставления оценки приведены в таблице 2.

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

- получившие зачет по результатам тестирования;
- получившим положительную оценку за задания по темам практических занятий;
- получившие положительную оценку по результатам лабораторного практикума;
- получившие положительную оценку по курсовому проекту.

4.3 В приложении № 5 приведены экзаменационные вопросы по дисциплине. Экзаменационный билет содержит два вопроса из приведенного перечня.

4.4 Экзаменационная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно») является экспертной, зависит от уровня освоения студентом тем дисциплины (наличия и сущности ошибок, допущенных студентом при ответе на

экзаменационные вопросы) и выставляется 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 Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«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
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,

Система оценок Критерий	2	3	4	5
	0-40%	41-60%	61-80 %	81-100 %
	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«отлично»
	«не зачтено»	«зачтено»		
				предлагает новые ракурсы поставленной задачи
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 «Турбины тепловых и атомных электростанций» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (профиль «Тепловые электрические станции»).

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

Заведующий кафедрой



В.Ф. Белей

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

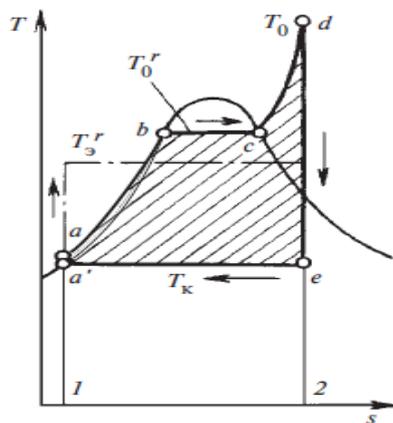
Вариант 1

ПКС-12: способность выполнять расчеты теплоэнергетического оборудования по типовым методикам в соответствии с техническим заданием

Индикатор достижения компетенции ПКС-12: ПКС-12.2 – выполнение тепловых расчетов турбин тепловых и атомных электростанций по типовым методикам в соответствии с техническим заданием.

Вопрос 1. Разница энтальпий между точками d-e в процессе расширения пара в турбине называется ...

Указать правильный ответ



Идеальный цикл теплосиловой установки (цикл Ренкина) в T - s -диаграмме

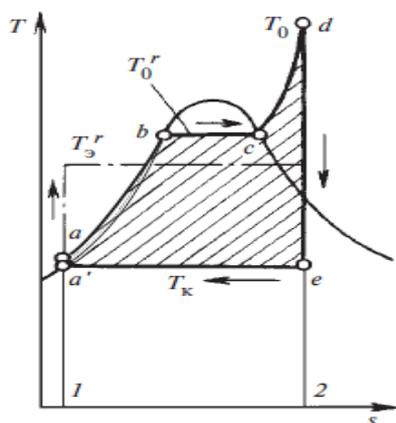
1) использованный теплоперепад

2) располагаемый теплоперепад

3) действительная работа расширения пара

Вопрос 2. Площадь заштрихованной фигуры, изображенной на рисунке, определяет ...

Указать правильный ответ.



Идеальный цикл теплосиловой установки (цикл Ренкина) в T - s -диаграмме

1) количество подведенной к циклу теплоты q_1

2) количество отведенной теплоты q_2

3) полезную теоретическую работу L , осуществляемую 1 кг пара

Вопрос 3. Влияние давления пара перед турбиной на термический КПД идеального цикла Ренкина.

Указать правильный ответ.

1) при увеличении давления КПД возрастает

2) КПД возрастает при уменьшении давления перед турбиной

3) изменение давления перед турбиной не влияет на КПД

Вопрос 4. Влияние давления 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 5. Влияние температуры пара перед турбиной на термический КПД идеального цикла Ренкина.

Указать правильный ответ.

1) при увеличении температуры КПД возрастает

2) КПД возрастает при уменьшении температуры перед турбиной

3) изменение температуры перед турбиной не влияет на КПД

Вопрос 6. 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 7. Регенеративный подогрев питательной воды до температуры насыщения при давлении в котле не осуществляется, потому что ...

Указать правильный ответ.

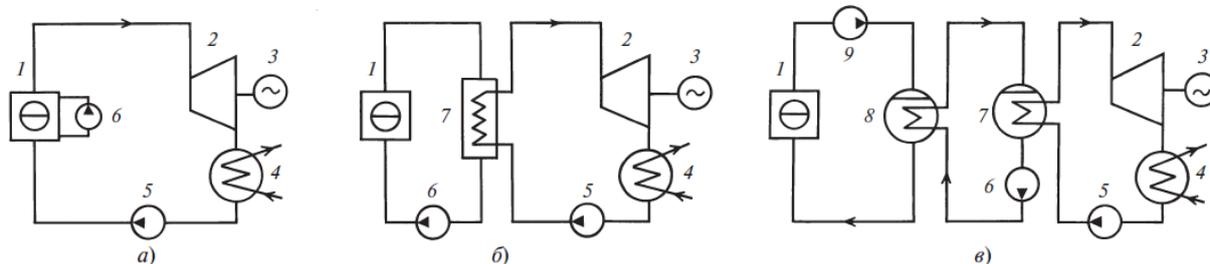
1) это приведет к снижению термического КПД турбоустановки.

2) это приведет к снижению КПД котла.

3) это приведет к снижению выработки электроэнергии на тепловом потреблении.

Вопрос 8. радиоактивный пар поступает в турбину, изображенную на тепловой схеме ...

Указать правильный ответ.



1) вариант а)

2) вариант б)

3) вариант в)

Вопрос 9. В качестве теплоносителя первого контура реактора на быстрых нейтронах используется...

Указать правильные ответы.

1) вода

2) свинец

3) натрий

4) эвтектика свинец-висмут

Вопрос 10. Конфузорным называется течение в канале ...

Указать правильный ответ.

1) когда скорость потока увеличивается в направлении потока

2) когда скорость потока уменьшается в направлении потока

3) течение в расширяющемся канале

Вопрос 11. Давление в каналах рабочей активной решетки ...

Указать правильный ответ.

1) увеличивается

2) не изменяется

3) уменьшается

Вопрос 12. Относительным лопаточным КПД турбинной ступени называется ...

Указать правильный ответ.

1) отношение теплоперепада на рабочих лопатках к теплоперепаду ступени

2) отношение мощности, развиваемой на рабочих лопатках, к располагаемой мощности ступени

3) отношение абсолютной скорости пара на выходе рабочих лопаток к скорости на выходе сопловых лопаток

Вопрос 13. Внутренним относительным КПД турбинной ступени называется ...

Указать правильный ответ.

1) отношение теплоперепада на сопловых лопатках к теплоперепаду ступени

2) отношение полезной мощности, развиваемой ступенью на роторе, к располагаемой мощности ступени

3) отношение абсолютной скорости пара на выходе рабочих лопаток к скорости на выходе сопловых лопаток

Вопрос 14. Степенью реактивности турбинной ступени называется ...

Указать правильный ответ.

1) отношение располагаемого теплоперепада рабочих лопаток к сумме располагаемых теплоперепадов сопловых и рабочих лопаток

2) отношение мощности, развиваемой на рабочих лопатках, к располагаемой мощности ступени

3) отношение абсолютной скорости пара на выходе рабочих лопаток к скорости на выходе сопловых лопаток

Вопрос 15. Парораспределение на паровых турбинах может быть ...

Указать правильные ответы.

1) сопловым

2) свободным

3) дроссельным

4) скользящего давления

5) обводным

Вопрос 16. Главные масляные насосы турбины исполняются ...

Указать правильный ответ.

1) центробежными с электроприводом

2) объемными с приводом от вала турбины

3) центробежными с турбоприводом

Вопрос 17. 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 18. Термическим КПД идеальной установки называется ...

Указать правильный ответ.

1) отношение теоретической работы к подведенной теплоте

2) отношение действительной работы к подведенной теплоте

3) отношение отведенной теплоты к подведенной

Вопрос 19. Относительным внутренним КПД турбины называется ...

Указать правильный ответ.

1) отношение располагаемого теплоперепада к теплоте, подведенной к 1 кг рабочего тела в котле

2) отношение использованного теплоперепада к теплоте, подведенной к 1 кг рабочего тела в котле

3) отношение использованного теплоперепада турбины к располагаемому

<p><i>Вопрос 20. Абсолютным внутренним КПД турбоустановки называется ... Указать правильный ответ.</i></p>
<p>1) отношение располагаемого теплоперепада к теплоте, подведенной к 1 кг рабочего тела в котле q_1</p>
<p>2) отношение использованного теплоперепада к теплоте, подведенной к 1 кг рабочего тела в котле q_1</p>
<p>3) отношение использованного теплоперепада турбины к располагаемому</p>

<p><i>Вопрос 21. Формула абсолютного электрического КПД турбоустановки ... Указать правильный ответ.</i></p>
<p>1) $\eta_{э} = \eta_i \eta_{oi} \eta_m \eta_{э,э}$</p>
<p>2) $\eta_{э} = \eta_i \eta_i \eta_m \eta_{э,э}$</p>
<p>3) $\eta_{э} = \eta_i \eta_{о,э} \eta_m \eta_{э,э}$</p>

<p><i>Вопрос 22. Температура пара после промежуточного перегрева $t_{\text{пн}}$ принимается относительно температуры основного перегрева t_0 Указать правильный ответ.</i></p>
<p>1) $t_{\text{пн}} = 1,1 t_0$</p>
<p>2) $t_{\text{пн}} = 0,9 t_0$</p>
<p>3) $t_{\text{пн}} = t_0 \pm (10...20)^\circ\text{C}$</p>

<p><i>Вопрос 23. Конденсат пара после турбины, протекающий на участке от деаэратора до котла, называется ... Указать правильный ответ.</i></p>
<p>1) основной конденсат</p>
<p>2) питательная вода</p>
<p>3) котловая вода</p>

<p><i>Вопрос 24. Буквы ТР в маркировке турбины означают, что это ... Указать правильный ответ.</i></p>
<p>1) турбина с системой регенерации</p>
<p>2) теплофикационная турбина с регулируемым отбором</p>
<p>3) теплофикационная с отопительным отбором и противодавлением</p>

<p><i>Вопрос 25. С промежуточным перегревом работают конденсационные турбины мощностью ... Указать правильный ответ.</i></p>
<p>1) свыше 150 МВт</p>
<p>2) свыше 300 МВт</p>
<p>3) свыше 500 МВт</p>

<p><i>Вопрос 26. Номинальная мощность – это наибольшая мощность, которую турбина должна развивать ... Указать правильный ответ.</i></p>

- | |
|--|
| 1) длительное время при номинальных значениях всех других основных параметрах |
| 2) при чистой проточной части и отсутствии отборов пара для внешних потребителей |
| 3) при чистой проточной части и номинальном расходе топлива на котел |

Вопрос 27. Максимальная мощность – это наибольшая мощность, которую турбина должна длительно развивать ...

Указать правильный ответ.

- | |
|--|
| 1) при номинальных значениях всех других основных параметрах |
| 2) при чистой проточной части и отсутствии отборов пара для внешних потребителей |
| 3) при чистой проточной части и номинальном расходе топлива на котел |

Вопрос 28. Диффузорным называется течение в канале ...

Указать правильный ответ.

- | |
|---|
| 1) когда скорость потока увеличивается в направлении потока |
| 2) когда скорость потока уменьшается в направлении потока |
| 3) течение в сужающемся канале |

Вопрос 29. Критической скоростью потока $c_{кр}$ называется ...

Указать правильный ответ.

- | |
|--|
| 1) скорость газа при течении в канале с критическим давлением на входе |
| 2) скорость газа при течении в канале с критическим давлением на выходе |
| 3) скорость газа в том сечении, где скорость потока равна местной скорости звука |

Вопрос 30. Число Маха характеризует ...

Указать правильный ответ.

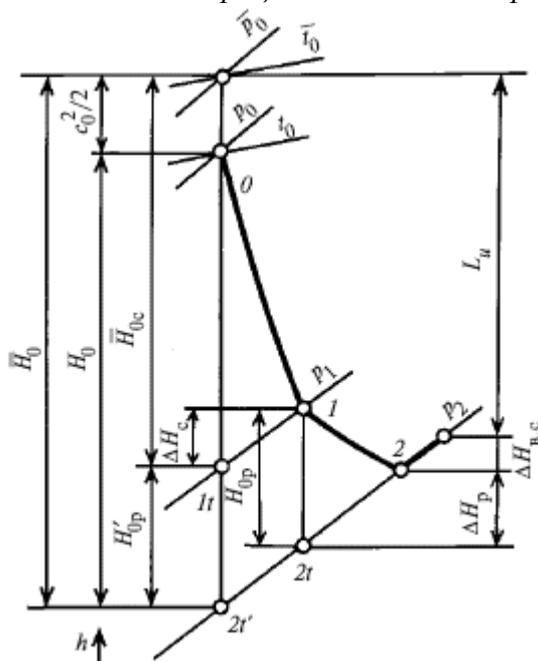
- | |
|--|
| 1) отношение скорости потока в данном сечении к критической скорости потока $c / c_{кр}$ |
| 2) отношение скорости потока к скорости звука в данном сечении c / a |
| 3) отношение скорости потока к фиктивной скорости $c / c_{ф}$ |

Вариант 2

ПКС-12: способность выполнять расчеты теплоэнергетического оборудования по типовым методикам в соответствии с техническим заданием

Индикатор достижения компетенции ПКС-12: ПКС-12.2 – выполнение тепловых расчетов турбин тепловых и атомных электростанций по типовым методикам в соответствии с техническим заданием.

Вопрос 1. Формулы расчета теоретической скорости потока c_{1t} на выходе из сопл турбинной ступени в соответствии с процессом течения пара в h - s диаграмме:



Указать правильные ответы.

1) $c_{1t} = \sqrt{2(h_0 - h_{1t}) + c_0^2}$

2) $c_{1t} = 2\sqrt{(h_0 - h_{1t}) + 2c_0^2}$

3) $c_{1t} = \sqrt{2\bar{H}_{0c}}$

Вопрос 2. Формула расчета действительной скорости истечения из сопл.

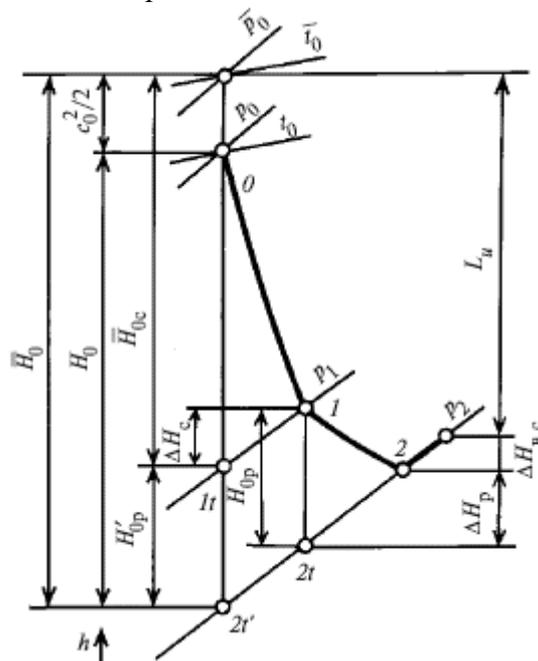
Указать правильный ответ.

1) $c_1 = c_{1t} / \varphi$

2) $c_1 = c_{1t} \cdot \varphi$

3) $c_1 = \varphi \sqrt{2c_{1t}}$

Вопрос 3. Формула расчета степени реактивности ступени ρ в соответствии с процессом течения пара в $h-s$ диаграмме



Указать правильные ответы.

1) $\rho = \frac{H_{0p}}{\bar{H}_{0c} + H_{0p}}$

2) $\rho \approx \frac{H_{0p}}{\bar{H}_0}$

3) $\rho = \frac{H_{0p}}{H_0 + H_{0p}}$

Вопрос 4. Относительным лопаточным КПД турбинной ступени называется ...

Указать правильный ответ.

- 1) отношение мощности, развиваемой на сопловых лопатках, к располагаемой мощности ступени
- 2) отношение теплоперепада на рабочих лопатках, к располагаемому теплоперепаду ступени
- 3) отношение мощности, развиваемой на рабочих лопатках, к располагаемой мощности ступени

Вопрос 5. Коэффициентом расхода решетки называется ...

Указать правильный ответ.

- 1) отношение действительного массового расхода через решетку к теоретическому
- 2) отношение теоретического массового расхода через решетку к действительному
- 3) отношение действительной скорости потока через решетку к теоретической

Вопрос 6. 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 7. Верностью турбинной решетки θ называется ...
Указать правильный ответ.*

- | |
|---|
| 1) отношение среднего диаметра ступени к высоте лопатки |
| 2) отношение внешнего диаметра ступени к высоте лопатки |
| 3) отношение высоты лопатки к среднему диаметру ступени |

*Вопрос 8. 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 9. Развитие эрозионного износа лопаток включает ...
Указать правильные ответы.*

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

*Вопрос 10. Способы сепарации влаги в турбине подразделяются на ...
Указать правильные ответы.*

- | |
|---|
| 1) периферийную сепарацию в ступени |
| 2) внутриканальную сепарацию |
| 3) внешнюю сепарацию в выносных сепарационных устройствах |

*Вопрос 11. Составляющие осевого усилия, действующие на ротор турбины
Указать правильные ответы.*

- | |
|--|
| 1) осевое усилие от профильной части рабочих лопаток |
| 2) осевое усилие от кольцевой части полотна диска, расположенной между корневым диаметром и диаметром ротора под диафрагменным уплотнением |
| 3) осевое усилие на уступ ротора между диаметрами соседних диафрагменных уплотнений |
| 4) осевое усилие на выступы уплотнений |

*Вопрос 12. Задачей системы смазки паровой турбины является надежная подача необходимого количества масла к подшипникам для того, чтобы ...
Указать правильные ответы.*

- | |
|--|
| 1) уменьшить потери мощности на трение в подшипниках |
| 2) предотвратить износ поверхностей трения |
| 3) отвести теплоту, выделяющуюся при трении |
| 4) отвести теплоту, передаваемую от горячих частей турбины |

Вопрос 13. 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
- 3) 0,8–0,9 температуры насыщения от давления в котле

Вопрос 14. Безразмерная скорость потока λ определяется как

Указать правильный ответ.

- 1) отношение скорости потока в данном сечении к критической скорости потока
- 2) отношение скорости потока в данном сечении к скорости от параметров торможения
- 3) отношение скорости потока в данном сечении к скорости звука

Вопрос 15. Профильные потери энергии в турбинных решетках условно разделяют на ...

Указать правильные ответы.

- 1) потери трения
- 2) кромочные потери
- 3) концевые потери
- 4) волновые потери

Вопрос 16. Влияние давления пара перед турбиной на термический КПД идеального цикла Ренкина.

Указать правильный ответ.

- 1) при увеличении давления КПД возрастает
- 2) КПД возрастает при уменьшении давления перед турбиной
- 3) изменение давления перед турбиной не влияет на КПД

Вопрос 17. 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 18. Влияние температуры пара перед турбиной на термический КПД идеального цикла Ренкина.

Указать правильный ответ.

- 1) при увеличении температуры КПД возрастает
- 2) КПД возрастает при уменьшении температуры перед турбиной
- 3) изменение температуры перед турбиной не влияет на КПД

Вопрос 19. 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 20. Регенеративный подогрев питательной воды до температуры насыщения при давлении в котле не осуществляется, потому что ...

Указать правильный ответ.

1) это приведет к снижению термического КПД турбоустановки.

2) это приведет к снижению КПД котла.

3) это приведет к снижению выработки электроэнергии на тепловом потреблении.

Вопрос 21. В качестве теплоносителя первого контура реактора на быстрых нейтронах используется...

Указать правильные ответы.

1) вода

2) свинец

3) натрий

4) эвтектика свинец-висмут

Вопрос 22. Конфузорным называется течение в канале ...

Указать правильный ответ.

1) когда скорость потока увеличивается в направлении потока

2) когда скорость потока уменьшается в направлении потока

3) течение в расширяющемся канале

Вопрос 23. Давление в каналах рабочей активной решетки ...

Указать правильный ответ.

1) увеличивается

2) не изменяется

3) уменьшается

Вопрос 24. Относительным лопаточным КПД турбинной ступени называется ...

Указать правильный ответ.

1) отношение теплоперепада на рабочих лопатках к теплоперепаду ступени

2) отношение мощности, развиваемой на рабочих лопатках, к располагаемой мощности ступени

3) отношение абсолютной скорости пара на выходе рабочих лопаток к скорости на выходе сопловых лопаток

Вопрос 25. Внутренним относительным КПД турбинной ступени называется ...

Указать правильный ответ.

1) отношение теплоперепада на сопловых лопатках к теплоперепаду ступени

2) отношение полезной мощности, развиваемой ступенью на роторе, к располагаемой мощности ступени

3) отношение абсолютной скорости пара на выходе рабочих лопаток к скорости на выходе сопловых лопаток

Вопрос 26. Степенью реактивности турбинной ступени называется ...

Указать правильный ответ.

1) отношение располагаемого теплоперепада рабочих лопаток к сумме располагаемых теплоперепадов сопловых и рабочих лопаток
2) отношение мощности, развиваемой на рабочих лопатках, к располагаемой мощности ступени
3) отношение абсолютной скорости пара на выходе рабочих лопаток к скорости на выходе сопловых лопаток

<i>Вопрос 27. Парораспределение на паровых турбинах может быть ... Указать правильные ответы.</i>
1) сопловым
2) свободным
3) дроссельным
4) скользящего давления
5) обводным

<i>Вопрос 28. Главные масляные насосы турбины исполняются ... Указать правильный ответ.</i>
1) центробежными с электроприводом
2) объемными с приводом от вала турбины
3) центробежными с турбоприводом

<i>Вопрос 29. Основное назначение валоповоротного устройства турбин Указать правильные ответы.</i>
1) предотвращение теплового искривления ротора при пуске турбины
2) предотвращение теплового искривления ротора при остывании турбины (после останова)
3) раскрутка ротора при его балансировке

<i>Вопрос 30. Термическим КПД идеальной установки называется ... Указать правильный ответ.</i>
1) отношение теоретической работы к подведенной теплоте
2) отношение действительной работы к подведенной теплоте
3) отношение отведенной теплоты к подведенной

Вариант 3

ПКС-12: способность выполнять расчеты теплоэнергетического оборудования по типовым методикам в соответствии с техническим заданием

Индикатор достижения компетенции ПКС-12: ПКС-12.2 – выполнение тепловых расчетов турбин тепловых и атомных электростанций по типовым методикам в соответствии с техническим заданием.

<i>Вопрос 1. Влияние температуры пара перед турбиной на термический КПД идеального цикла Ренкина. Указать правильный ответ.</i>
1) при увеличении температуры КПД возрастает
2) КПД возрастает при уменьшении температуры перед турбиной

3) изменение температуры перед турбиной не влияет на КПД

Вопрос 2. Конфузорным называется течение в канале ...

Указать правильный ответ.

1) когда скорость потока увеличивается в направлении потока

2) когда скорость потока уменьшается в направлении потока

3) течение в расширяющемся канале

Вопрос 3. Давление в каналах рабочей активной решетки ...

Указать правильный ответ.

1) увеличивается

2) не изменяется

3) уменьшается

Вопрос 4. Относительным лопаточным КПД турбинной ступени называется ...

Указать правильный ответ.

1) отношение теплоперепада на рабочих лопатках к теплоперепаду ступени

2) отношение мощности, развиваемой на рабочих лопатках, к располагаемой мощности ступени

3) отношение абсолютной скорости пара на выходе рабочих лопаток к скорости на выходе сопловых лопаток

Вопрос 5. Внутренним относительным КПД турбинной ступени называется ...

Указать правильный ответ.

1) отношение теплоперепада на сопловых лопатках к теплоперепаду ступени

2) отношение полезной мощности, развиваемой ступенью на роторе, к располагаемой мощности ступени

3) отношение абсолютной скорости пара на выходе рабочих лопаток к скорости на выходе сопловых лопаток

Вопрос 6. Влияние давления пара перед турбиной на термический КПД идеального цикла Ренкина.

Указать правильный ответ.

1) при увеличении давления КПД возрастает

2) КПД возрастает при уменьшении давления перед турбиной

3) изменение давления перед турбиной не влияет на КПД

Вопрос 7. 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 8. Степенью реактивности турбинной ступени называется ...

Указать правильный ответ.

1) отношение располагаемого теплоперепада рабочих лопаток к сумме располагаемых теплоперепадов сопловых и рабочих лопаток

2) отношение мощности, развиваемой на рабочих лопатках, к располагаемой мощности ступени

3) отношение абсолютной скорости пара на выходе рабочих лопаток к скорости на выходе сопловых лопаток

Вопрос 9. Парораспределение на паровых турбинах может быть ...

Указать правильные ответы.

1) сопловым

2) свободным

3) дроссельным

4) скользящего давления

5) обводным

Вопрос 10. Главные масляные насосы турбины исполняются ...

Указать правильный ответ.

1) центробежными с электроприводом

2) объемными с приводом от вала турбины

3) центробежными с турбоприводом

Вопрос 11. 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 12. Термическим КПД идеальной установки называется ...

Указать правильный ответ.

1) отношение теоретической работы к подведенной теплоте

2) отношение действительной работы к подведенной теплоте

3) отношение отведенной теплоты к подведенной

Вопрос 13. 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 14. Регенеративный подогрев питательной воды до температуры насыщения при давлении в котле не осуществляется, потому что ...

Указать правильный ответ.

1) это приведет к снижению термического КПД турбоустановки.

2) это приведет к снижению КПД котла.

3) это приведет к снижению выработки электроэнергии на тепловом потреблении.

Вопрос 15. Конденсат пара после турбины, протекающий на участке от деаэратора до котла, называется ...

Указать правильный ответ.

- 1) основной конденсат
- 2) питательная вода
- 3) котловая вода

Вопрос 16. 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 17. С промежуточным перегревом работают конденсационные турбины мощностью ...

Указать правильный ответ.

- 1) свыше 150 МВт
- 2) свыше 300 МВт
- 3) свыше 500 МВт

Вопрос 18. Номинальная мощность – это наибольшая мощность, которую турбина должна развивать ...

Указать правильный ответ.

- 1) длительное время при номинальных значениях всех других основных параметрах
- 2) при чистой проточной части и отсутствии отборов пара для внешних потребителей
- 3) при чистой проточной части и номинальном расходе топлива на котел

Вопрос 19. Максимальная мощность – это наибольшая мощность, которую турбина должна длительно развивать ...

Указать правильный ответ.

- 1) при номинальных значениях всех других основных параметрах
- 2) при чистой проточной части и отсутствии отборов пара для внешних потребителей
- 3) при чистой проточной части и номинальном расходе топлива на котел

Вопрос 20. Диффузорным называется течение в канале ...

Указать правильный ответ.

- 1) когда скорость потока увеличивается в направлении потока
- 2) когда скорость потока уменьшается в направлении потока
- 3) течение в сужающемся канале

Вопрос 21. Относительным внутренним КПД турбины называется ...

Указать правильный ответ.

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

*Вопрос 22. 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 23. Критической скоростью потока $c_{кр}$ называется ...

Указать правильный ответ.

1) скорость газа при течении в канале с критическим давлением на входе

2) скорость газа при течении в канале с критическим давлением на выходе

3) скорость газа в том сечении, где скорость потока равна местной скорости звука

Вопрос 24. Число Маха характеризует ...

Указать правильный ответ.

1) отношение скорости потока в данном сечении к критической скорости потока $c / c_{кр}$

2) отношение скорости потока к скорости звука в данном сечении c / a

3) отношение скорости потока к фиктивной скорости $c / c_{ф}$

Вопрос 25. Формула расчета действительной скорости истечения из сопл.

Указать правильный ответ.

1) $c_1 = c_{1t} / \varphi$

2) $c_1 = c_{1t} \cdot \varphi$

3) $c_1 = \varphi \sqrt{2c_{1t}}$

Вопрос 26. Относительным лопаточным КПД турбинной ступени называется ...

Указать правильный ответ.

1) отношение мощности, развиваемой на сопловых лопатках, к располагаемой мощности ступени

2) отношение теплоперепада на рабочих лопатках, к располагаемому теплоперепаду ступени

3) отношение мощности, развиваемой на рабочих лопатках, к располагаемой мощности ступени

Вопрос 27. Коэффициентом расхода решетки называется ...

Указать правильный ответ.

1) отношение действительного массового расхода через решетку к теоретическому

2) отношение теоретического массового расхода через решетку к действительному

3) отношение действительной скорости потока через решетку к теоретической

Вопрос 28. 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 29. Верностью турбинной решетки θ называется ...

Указать правильный ответ.

1) отношение среднего диаметра ступени к высоте лопатки

2) отношение внешнего диаметра ступени к высоте лопатки

3) отношение высоты лопатки к среднему диаметру ступени

Вопрос 30. Развитие эрозионного износа лопаток включает ...

Указать правильные ответы.

1) инкубационный период

2) период интенсивной эрозии

3) период замедленного темпа эрозии

4) период разрушения лопатки

Приложение № 2

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Задание 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_3 и удельный расход пара d_3 на турбину;
- относительный электрический КПД турбоагрегата $\eta_{\text{оэ}}$;
- абсолютный электрический КПД турбоустановки η_3 .

Задание 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 $p_{\text{мн}}, t_{\text{мн}}$ 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 .

Задание 3. Определить параметры изоэнтропного торможения – давление \bar{p}_0 и температуру \bar{T}_0 перед сопловой решеткой промежуточной ступени газовой турбины, если известны статические параметры газа перед решеткой:

- давление p_0 , температура T_0 ;
- скорость газа c_0 .

Принять $k = 1,312$; $R = 289,7$ Дж/(кг*К).

Задание 4. Определить выходную площадь рабочей решетки F_2 первой регулируемой ступени паровой турбины при заданных параметрах:

- параметры перегретого пара перед решеткой p_1 , энтальпия h_1 ;
- давление за решеткой p_2 ;

- относительная скорость входа в решетку w_1 ;
- расход пара G .

Задание 5. Параметры пара перед первой нерегулируемой ступенью турбины К-300-240 составляют:

- давление перегретого пара $\bar{p}_0 = p_0$;
- температура перегретого пара $\bar{t}_0 = t_0$;
- давление пара за ступенью p_2 ;
- отношение скоростей u / c_ϕ ;
- степень реактивности ρ ;
- углы выхода потока из решеток α_1 и β_2 ;
- коэффициенты скорости φ и ψ .

Построить треугольники скоростей и определить относительный лопаточный КПД $\eta_{о.л.}$. Найти мощность на лопатках $P_{о.л.}$, если известен расход пара G .

ТИПОВЫЕ ЗАДАНИЯ И КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПО ЛАБОРАТОРНЫМ РАБОТАМ

Лабораторная работа №1,2. Устройство и эксплуатация турбогенераторной установки ПТ-60-90/13

Задание: изучить устройство, принципиальную тепловую схему, порядок подготовки к пуску и пуск турбогенераторной 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. Изобразить схему уплотнений установки ПТ-60-90/13.
6. Изобразить схему системы смазки установки ПТ-60-90/13

Лабораторная работа №3,4. Последовательность пуска 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.

Контрольные вопросы:

1. Изобразить принципиальную схему установки ПТ-60-90/13.
2. Описать пуск турбины ПТ-60-90/13 из горячего состояния.
3. Описать пуск турбины ПТ-60-90/13 из холодного состояния.
4. Описать пуск турбины ПТ-60-90/13 на скользящем давлении.
5. Изобразить схематически валоповоротное устройство установки ПТ-60-90/13.

Лабораторная работа №5,6. Пуск, останов, изменение режима работы турбогенераторной установки ПТ-60-90/13 (тренажер)

Задание: произвести пуск и нагружение турбогенераторной установки ПТ-60-90/13. Изменить режим работы турбогенераторной установки изменением электрической нагрузки, нагрузки производственного и теплофикационного отборов. Проследить за изменением

технико-экономических параметров турбины от режима работы. Произвести останов установки ПТ-60-90/13.

Контрольные вопросы:

1. Изобразить принципиальную схему установки ПТ-60-90/13.
2. Прохождение максимума электрической нагрузки турбиной ПТ-60-90/13.
3. Описать нормальный останов турбины ПТ-60-90/13 в ремонт.
4. Описать случаи и порядок аварийного останова турбины ПТ-60-90/13 со срывом вакуума.
5. Привести основные технико-экономические показатели турбоустановки, их зависимость от режима работы турбоустановки.
6. Использование теплофикационных турбин для покрытия электрического графика нагрузки.

Лабораторная работа №7,8. Изменение режима работы турбогенераторной установки ПТ-60-90/13 (тренажер), аварийный останов турбины

Задание: произвести пуск и нагружение турбогенераторной установки ПТ-60-90/13. Изменить режим работы турбогенераторной установки изменением тепловой и электрической нагрузки. Проследить за изменением технико-экономических параметров турбины от режима работы. Произвести аварийные остановки турбины со срывом и без срыва вакуума.

Контрольные вопросы:

1. Порядок подготовки к пуску турбины после ремонта.
2. Порядок синхронизации и включения генератора в сеть. Режим самосинхронизации.
2. Скорость прогрева турбины, способы ее безопасного увеличения. Скорость набора электрической нагрузки.
3. Случаи аварийного останова турбины со срывом и без срыва вакуума.
4. Технология прохождения минимума электрических нагрузок. Обеспечение допустимого температурного режима турбины в моторном режиме.
5. Привести основные технико-экономические показатели турбоустановки, их зависимость от режима работы турбоустановки.
6. Режим ограничения тепловых потребителей в аварийных режимах.

Приложение № 4

ТИПОВЫЕ ВОПРОСОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1. Из каких основных элементов состоит паротурбинная установка?
2. Каким образом влияют начальные и конечные параметры пара на экономичность ПТУ?
3. С какой целью в ПТУ применяется регенеративный подогрев питательной воды?
4. В чем главное отличие реактивного принципа от активного?
5. За счет чего получается силовое воздействие потока на рабочие лопатки в активной и реактивной ступенях?
6. Из каких основных деталей и узлов состоит паровая турбина?
7. Расшифруйте марку турбины прототипа.
8. В чем основные конструктивные отличия активных турбин от реактивных?
9. Перечислите типы крепления рабочих и направляющих лопаток.
10. Какие типы опорных и упорных подшипников применяют на паровых турбинах?
11. Изобразите схему системы отсоса и укупорки в концевых уплотнениях турбины.
12. В каких случаях в турбинах применяют дисковые или барабанные роторы?
13. С какой целью выполняют двухпоточные цилиндры турбин?
14. Что такое предельная расширительная способность косога среза?
15. Как зависит форма сопла от противодействия?
16. Почему сходящиеся сопла в турбинах более предпочтительны, чем расширяющиеся?
17. При каких условиях течение рабочего тела в сопле будет изоэнтропийным?
18. Какие потери имеются в соплах и как они учитываются?
19. Что такое скоростные коэффициенты сопловых и рабочих решеток?
20. Какие усилия действуют на рабочие лопатки при обтекании их потоком?
21. Сформулируйте определения относительно лопаточного и внутреннего КПД. Какие потери они учитывают?
22. Какие лопатки называются относительно высокими? Назовите способы их профилирования.
23. Каково влияние высоты лопаток на КПД?
24. Как влияет влажность пара на КПД ступени?
25. Какими путями можно снизить потерю энергии от влажности пара?
26. Объясните принцип действия лабиринтового уплотнения.

27. Перечислите преимущества многоступенчатой турбины по сравнению с одноступенчатой.
28. Почему все турбины ТЭС и АЭС выполняются многоступенчатыми?
29. От каких параметров зависит предельная мощность однопоточной конденсационной турбины?
30. В чем заключаются особенности расчета первых ступеней высокого давления?
31. В чем заключается физический смысл коэффициента возвращенной теплоты?
32. Каким образом оказывает влияние число ступеней турбины на экономичность турбины?

Приложение № 5

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

1. Роль паровых турбин в стационарной энергетике.
2. Современный уровень технико-экономических показателей и перспективы развития ПТУ.
3. Тепловой цикл ПТУ. Влияние начальных и конечных параметров на КПД цикла ПТУ.
4. Способы повышения КПД цикла ПТУ.
5. Тепловые схемы турбинных установок АЭС.
6. Промежуточная сепарация и перегрев пара в турбинах АЭС.
7. Расширение рабочей среды в косом срезе сопла. Предельная расширительная способность косого среза.
8. Работа сужающихся сопел при изменении начального и конечного давления.
9. Особенности работы расширяющихся сопел при изменении давления за соплом.
10. Действительный процесс расширения в соплах и рабочих лопатках. Потери энергии в сопловых и рабочих лопатках.
11. Преобразование энергии в рабочих решетках. Треугольники скоростей.
12. Ступени с относительно длинными лопатками. Профилирование лопаток.
13. Многоступенчатые турбины и их преимущества. Коэффициент возврата теплоты.
14. Особенности конструкции активных и реактивных многоступенчатых турбин.
15. Основы проектирования паровых турбин.
16. Особенности проектирования регулирующих ступеней турбин.
17. Особенности проектирования первых нерегулируемых ступеней ЦВД.
18. Предельная мощность одноступенчатой конденсационной турбины.
19. Потери, связанные с парциальностью.
20. Сравнение ступеней активного и реактивного типов.
21. Относительный внутренний КПД. Внутренняя мощность.
22. Основное уравнение теории истечения из сопел. Полные параметры. Процесс расширения активной и реактивной ступени в i -s диаграмме.
23. Внутренние потери и способы их уменьшения.
24. Относительный лопаточный КПД. Зависимость его от соотношения (U/C_ϕ) .
25. Оптимальные условия работы реактивной ступени. Оптимальные треугольники скоростей.

26. Оптимальные условия работы активной ступени. Оптимальные треугольники скоростей.
27. Турбины со ступенями скорости. Область их применения.
28. Использование выходной энергии в многоступенчатых турбинах.
29. Дроссельное, сопловое и обводное парораспределение.
30. Распределение давления при переменном пропуске пара.
31. Особенности проектирования турбин АЭС.
32. Турбины с промежуточным регулируемым отбором пара.
33. Выбор способа парораспределения. Метод регулирования скользящими параметрами.
34. Влияние отклонения начального давления на мощность и надежность турбин.
35. Влияние температуры перегретого пара на мощность и надежность турбин.
36. Влияние конечного давления пара на мощность и надежность турбин.
37. Турбины с противодавлением и регулируемым отбором пара.
38. Турбины с противодавлением.
39. Работа турбинной ступени на нерасчетном режиме.
40. Турбины с двумя отопительными отборами.
41. Регенеративный подогрев питательной воды.
42. Конденсационные установки. Тепловые процессы в конденсаторе. Тепловой баланс конденсатора. Воздушная и гидравлическая плотность конденсатора.
43. Тепловой расчет конденсатора.
44. Основы эксплуатации конденсационных установок.
45. Профильные и концевые потери в турбинной ступени.
46. Потери от утечек в турбинной ступени.
47. Потери от влажности пара.
48. Потери от трения и вентиляции.
49. ПТУ с промежуточным перегревом пара.
50. Регенеративный нагрев питательной воды.
51. Комбинированная выработка тепловой и электрической энергии