

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Нововоронежский политехнический институт –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(НВПИ НИЯУ МИФИ)

УТВЕРЖДЕН:

Педагогическим советом

«17» марта 2023г., протокол № 550

**ФОНД
ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

«Турбомашины»

Направление подготовки: 14.03.01. Ядерная энергетика и теплофизика

Наименование образовательной программы: Эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт оборудования АЭС

Уровень образования: бакалавриат

Форма обучения: очная

Нововоронеж 2023 г.

Паспорт

фонда оценочных средств по дисциплине «Турбомашины»

1. Модели контролируемых компетенций:

Оценочные средства для текущего контроля направлены на проверку знаний и умений студентов, являющихся основой формирования у обучающихся компетенции:

ПК-14, Способен участвовать в испытаниях и определении работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования

ПК-18 – Способен участвовать в демонтаже, ремонте, проверке, монтаже, наладки оборудования, проведения входного контроля поступившего оборудования

В результате изучения дисциплины студент должен иметь представление о современном состоянии и тенденциях развития атомной энергетики, роли АЭС в топливно-энергетическом балансе.

Согласно Рабочему учебному плану направления, в формировании данных компетенций участвуют дисциплины и виды практик:

ПК-14

Тепломассобмен

Насосы, вентиляторы, компрессоры

Вспомогательное оборудование АЭС

Испытание и наладка энергетического оборудования

Экспериментальные методы исследований на АЭС

Технологические системы АЭС

Эксплуатация АЭС

Эксплуатация турбомашин АЭС

Учебная практика (ознакомительная)

Учебная практика (технологическая)

Производственная практика (эксплуатационная)

Производственная практика (преддипломная)

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

ПК-18

Физика ядерных реакторов

Теплообменные аппараты и парогенераторы

Тепломассобмен

Техническое диагностирование технологического оборудования

Испытание и наладка энергетического оборудования
 Экспериментальные методы исследований на АЭС
 Учебная практика (ознакомительная)
 Учебная практика (технологическая)
 Производственная практика (эксплуатационная)
 Производственная практика (преддипломная)
 Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

В результате освоения дисциплины студенты должны:

Знать:

З1- методы проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования;

З2- демонтаж, ремонт, проверку, монтаж, наладку оборудования

Уметь:

У1- применять методы проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования;

У2- проводить входной контроль поступившего оборудования

Владеть:

В1- навыками проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования;

В1- навыками демонтажа, ремонта, проверки, монтажа, наладки

– оборудования, проведения входного контроля поступившего оборудования.

Соотнесение знаний, умений и навыков с компетенциями приведено в таблице:

Индекс компетенции	Проектируемые результаты освоения дисциплины «Насосы, вентиляторы, компрессоры» и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки
	Знания (З)	Умения (У)	Навыки (В)	
ПК-14	З.1	У.1	В.1	УО, Т.
ПК-18	З.2	У.2	В.2	

Формой аттестации по дисциплине «Турбомашины» являются: экзамен в 6 семестре.

2. Программа оценивания контролируемой компетенции:

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			текущий	рубежный
1	Введение. Место турбины и турбоустановки в энергоблоке АЭС	ПК-14; ПК-18	УО	УО
2	Принципиальное устройство и расчет паровой турбины	ПК-14; ПК-18	УО	Т
3	Конструкция деталей и узлов паровых турбин	ПК-14; ПК-18	УО	УО
4	Системы смазки, регулирования и защиты	ПК-14; ПК-18	УО	Т
5	Конструкции паровых турбин для эл. станций	ПК-14; ПК-18	УО	Т
6	Основы эксплуатации паровых турбин	ПК-14; ПК-18	УО	Т

Оценка выставляется преподавателем с учетом всех представленных студентами работ по дисциплине в течение семестра.

Формулировка результата	Показатели освоения результата	Средства оценки	Формируемые компетенции
В результате освоения дисциплины студент должен знать			
– 31- методы проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования	- принципы работы турбогенератора; - параметры режимов работы.	УО	ПК-14
32- демонтаж, ремонт, проверку, монтаж, наладку оборудования	- принципы работы, парогенератора и турбогенератора; - параметры режимов работы.	УО	ПК-18
В результате освоения дисциплины студент должен уметь			
У1- применять методы проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования	-назначение, требования и принципы работы ТМО; - параметры режимов работы.	УО	ПК-14
У2- проводить входной контроль поступившего оборудования	-назначение, требования и	УО	ПК-18

	принципы парогенератора, турбины и конденсатора; - параметры режимов работы.		
В результате освоения дисциплины студент должен владеть			
В1- навыками проведения испытаний и определения работоспособности установленного и ремонтируемого оборудования	-назначение, требования и принципы работы турбины; - параметры режимов работы.	УО	ПК-14
В1- навыками демонтажа, ремонта, проверки, монтажа, наладки	-назначение, требования и принципы работы турбины; - параметры режимов работы.	УО	ПК-18

Перечень оценочных средств

Собеседование (устный опрос)	Средство контроля, рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
Тест	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося.	Фонд тестовых заданий

3. Оценочные средства.

3.1. Устный опрос (в форме собеседования).

Устный опрос по дисциплине проводится в форме собеседования. Собеседование проводится с каждым студентом индивидуально. Преподаватель задает вопросы из приведенного ниже списка вопросов. По результатам опроса студента производится оценка его ответов и выставляется количество баллов.

Раздел №1.

1. Что представляет собой паротурбинный агрегат?
2. Чем отличаются паропроизводящие установки на ТЭС и АЭС?
3. Почему тепловой цикл электростанции выполняется замкнутым?
4. Чем отличается блочная компоновка электростанции от неблочной?
5. Назовите отличия одноконтурной АЭС от двухконтурной. Какие типы энергетических реакторов используются на них?
6. Что такое параметры состояния? Назовите параметры состояния для воды, сухого насыщенного и перегретого пара.
7. Что такое энтальпия?
8. В чем состоит первый закон термодинамики? Как он реализуется при расширении пара в турбине?
9. Для чего используются T,s - и h,s -диаграммы?
10. В чем состоит второй закон термодинамики?

Критерии оценки (максимальное количество баллов – 10 баллов):

- 10 баллов – при ответе на 10 вопросов без ошибок;
- 9 баллов – при ответе на 10 вопросов с незначительными неточностями;
- 8 баллов – при ответе на 9 вопросов без ошибок;
- 7 баллов – при ответе на 9 вопросов с незначительными неточностями;
- 6 баллов – при ответе на 8 вопросов без ошибок;
- 5 баллов – при ответе на 8 с незначительными неточностями;
- 4 баллов – при ответе на 7 вопросов без ошибок;
- 3 баллов – при ответе на 7 вопросов с незначительными неточностями;
- 2 баллов – при ответе на 6 вопросов;

- 1 баллов – при ответе на 5 вопросов;
0 баллов – при ответе на 4 вопроса и менее;

Раздел №2.

1. Какова температура воды и пара при работе деаэратора, давление в котором 0,7 МПа?
2. Что такое критические параметры пара?
3. Что такое удельная теплота парообразования?
4. Назовите параметры, определяющие состояние влажного, сухого насыщенного и перегретого пара.
5. Почему промежуточный паровой перегрев пара на АЭС не приводит к повышению термического КПД цикла? Повышает ли он относительный внутренний КПД турбины?
6. В чем преимущества регенеративного цикла Ренкина?
7. В паропроводе протекает пар с давлением 3,4 МПа и температурой 350 °С. Какой пар протекает по паропроводу?
8. Как будет изменяться в трубе скорость протекающего пара при наличии сил трения?
9. Запишите уравнения неразрывности для выходных сечений сопловой и рабочей решеток ступени и объясните их смысл.
10. Запишите уравнение первого закона термодинамики для потока пара.

Критерии оценки (максимальное количество баллов – 10 баллов):

- 10 баллов – при ответе на 10 вопросов без ошибок;
9 баллов – при ответе на 10 вопросов с незначительными неточностями;
8 баллов – при ответе на 9 вопросов без ошибок;
7 баллов – при ответе на 9 вопросов с незначительными неточностями;
6 баллов – при ответе на 8 вопросов без ошибок;
5 баллов – при ответе на 8 с незначительными неточностями;
4 баллов – при ответе на 7 вопросов без ошибок;
3 баллов – при ответе на 7 вопросов с незначительными неточностями;
2 баллов – при ответе на 6 вопросов;
1 баллов – при ответе на 5 вопросов;
0 баллов – при ответе на 4 вопроса и менее;

3.2. Тесты

Тест 1

СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ТЕСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

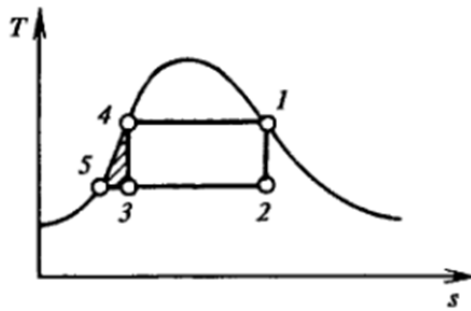
Тематическая структура

Содержание тестовых материалов

1. Задание {{ 1 }} ТЗ № 1

Цикл Карно для влажного пара изображен в Т, S-диаграмме. Какой процесс представлен линией 4-1.

Варианты ответов: 1) адиабатное сжатие; 2) испарение воды в котле; 3) адиабатное расширение пара в турбине; 4) частичная конденсация пара в конденсаторе.

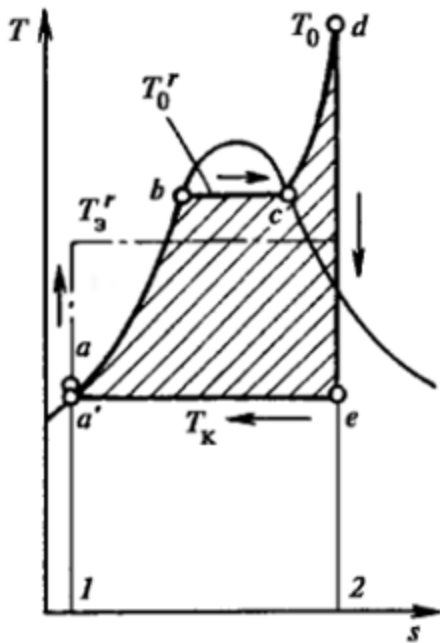


Правильные варианты ответа: испарение воды в котле; испарение воды; испарение; 2); 2);

2. Задание {{ 2 }} ТЗ № 2

Идеальный цикл Ренкина для теплосиловой установки. Какой процесс отображен линией d-e?

1) процесс адиабатного сжатия; 2) процесс нагрева воды в котле; 3) испарение воды в котле; 4) перегрев пара; 5) расширение пара в турбине; 6) конденсация пара.



Правильные варианты ответа: 5; 5); расширение пара в турбине; расширение пара;

3. Задание {{ 3 }} ТЗ № 3

Какая формула представлена в задании?

$$\eta_t = \frac{L}{q_1} = \frac{(h_0 - h_{kt}) - (h_{\text{п.в.}} - h'_k)}{h_0 - h_{\text{п.в.}}}$$

- Абсолютный, или термический, КПД идеальной установки
- Относительный внутренний КПД турбины:
- Абсолютный внутренний КПД турбоустановки
- Относительный эффективный КПД турбины

4. Задание {{ 4 }} ТЗ № 4

Указать нужную формулу.

Абсолютный внутренний КПД турбоустановки:

$$\eta_t = \frac{L}{q_1} = \frac{(h_0 - h_{kt}) - (h_{\text{II.В.}} - h'_k)}{h_0 - h_{\text{II.В.}}}$$

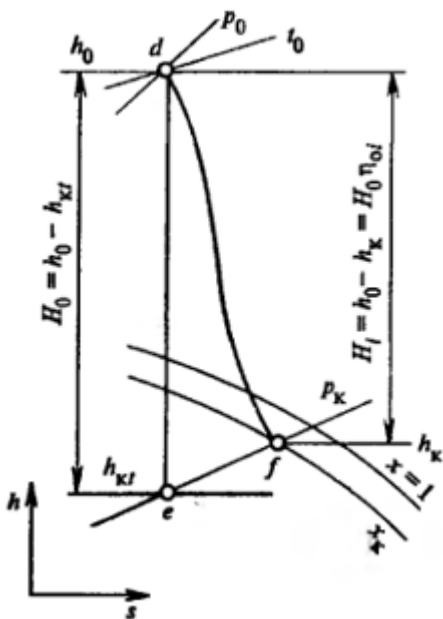
$$\eta_{oi} = H_i / H_0$$

$$\eta_i = \frac{H_i}{q_i} = \frac{H_i}{h_0 - h'_k} = \frac{H_0 H_i}{(h_0 - h'_k) H_0} = \eta_t \eta_{oi}$$

$$\eta_i = \frac{L_T G}{q_1 G} = \frac{N_i}{Q}$$

5. Задание {{ 5 }} ТЗ № 5

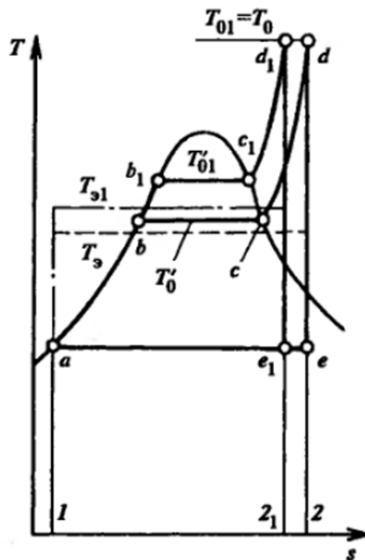
Процесс расширения пара в турбине в h,s-диаграмме. Что такое Но?



Правильные варианты ответа: располагаемый теплоперепад; теплоперепад;

6. Задание {{ 6 }} ТЗ № 6

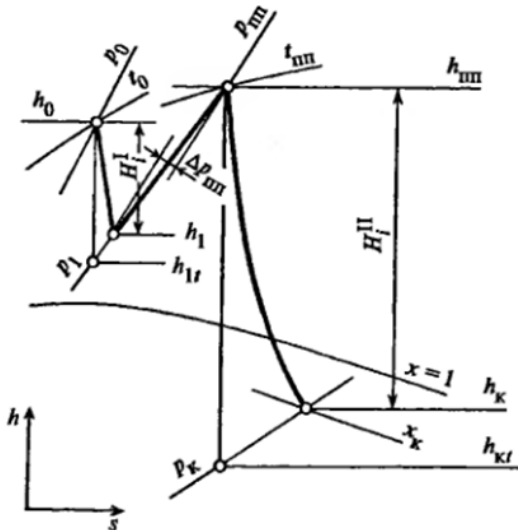
Что представлено на диаграмме?



- Сравнение идеальных циклов с разными давлениями пара
- Сравнение идеальных циклов с разными начальными температурами пара
- Сравнение идеальных циклов с разными конечными давлениями пара
- Сравнение идеальных тепловых циклов для турбин конденсационной и с противодавлением

7. Задание {{ 7 }} ТЗ № 7

Для какой турбины представлен процесс расширения пара в h, s -диаграмме.



- турбины с промежуточным перегревом пара
- турбины с противодавлением
- турбины конденсационной

8. Задание {{ 8 }} ТЗ № 8

Как обозначается вектор относительной скорости потока на выходе из рабочей лопатки?

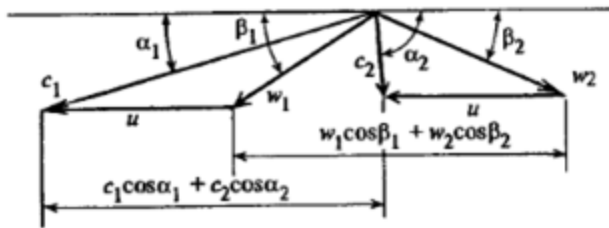


Рис. 2.10. Треугольники скоростей для потока пара (газа) в турбинной ступени

- c1
- c2
- w1
- w2

9. Задание {{ 9 }} ТЗ № 9

Геометрические характеристики сопловых решеток:

- шаг решетки t1
- горло O1
- хорда профиля b1

- расстояние между соседними профилями
- минимальный размер канала на выходе из решетки
- расстояние между наиболее удаленными точками профиля
- расстояние по перпендикуляру к фронту решетки
- отношение длины дуги L, занятой соплами, ко всей длине окружности с диаметром, равным среднему диаметру решетки

ширина решетки B1

степень парциальности e

10. Задание {{ 10 }} ТЗ № 10

Указать соответствие газодинамических характеристик решетки турбинной ступени

Коэффициент потерь энергии

сопловой решетки

$$\zeta_c = \frac{\Delta H_c}{\bar{h}_0 - h_{1t}}$$

и рабочей решетки

$$\zeta_p = \frac{\Delta H_p}{\bar{h}_{1w} - h_{2t}}$$

Коэффициент расхода

$$\mu = G/G_t$$

Угол выхода потока из решетки

для сопловой решетки

$$\sin \alpha_1 \approx \sin \alpha_{1\sigma} = O_1/t_1;$$

для рабочей решетки

$$\sin \beta_2 \approx \sin \beta_{2\sigma} = O_2/t_2;$$

11. Задание {{ 11 }} ТЗ № 11

Электрическая мощность и КПД.

КПД электрического генератора

Электрический КПД турбоагрегата

Абсолютный электрический КПД турбоустановки

- Отношение мощности на зажимах электрического генератора Ne к эффективной мощности Ne
- Отношение электрической мощности генератора к теоретической мощности идеальной турбины
- Произведение абсолютного (термического) КПД на относительный электрический

12. Задание {{ 12 }} ТЗ № 12

Электрическая мощность и КПД
 КПД электрического генератора

$$\eta_{\text{Э.Г.}} = N_{\text{э}} / N_e$$

Электрический КПД турбоагрегата

$$\eta_{\text{о.э}} = \frac{N_{\text{э}}}{N_0} = \frac{N_{\text{э}} N_e}{N_0 N_e} = \eta_{\text{о.е}} \eta_{\text{Э.Г.}} =$$

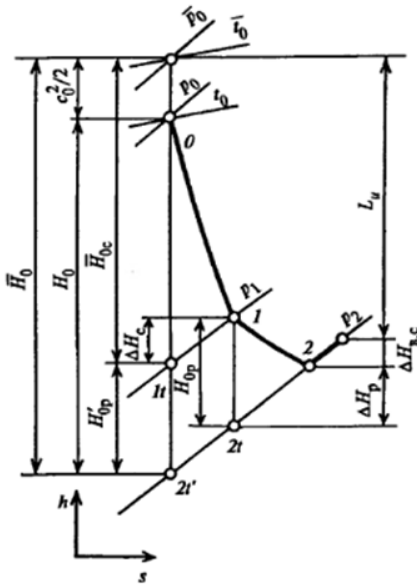
$$= \eta_{\text{Э.Г.}} \eta_{\text{oi}} \eta_{\text{М}}$$

Абсолютный электрический КПД турбоустановки

$$\eta_{\text{э}} = \eta_{\text{о.э}} \eta_t = \eta_t \eta_{\text{oi}} \eta_{\text{М}} \eta_{\text{Э.Г.}}$$

13. Задание {{ 13 }} ТЗ № 13

Какой линией изображается теоретический процесс расширения пара в рабочих лопатках?



- 0 - 1
- 0 - 1t
- 1 - 2
- 1 - 2t
- 0 - 2t'

Тест 2

СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ТЕСТОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Тематическая структура

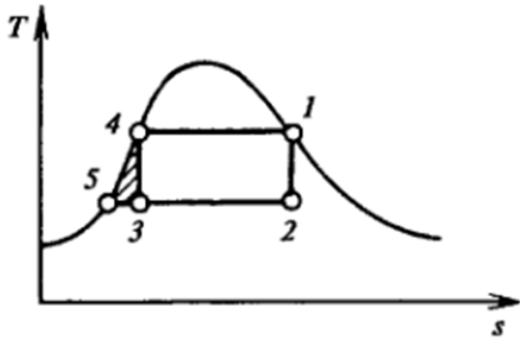
Содержание тестовых материалов

1. Задание {{ 1 }} ТЗ № 1

Цикл Карно для влажного пара

изображен в T, S-диаграмме. Какой процесс представлен линией 4-1.

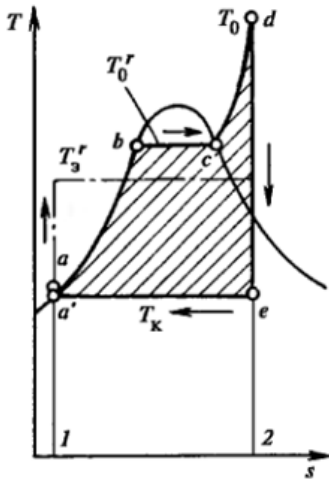
Варианты ответов: 1) адиабатное сжатие; 2) испарение воды в котле; 3) адиабатное расширение пара в турбине; 4) частичная конденсация пара в конденсаторе.



Правильные варианты ответа: испарение воды в котле; испарение воды; испарение; 2); 2;

2. Задание {{ 2 }} ТЗ № 2

Идеальный цикл Ренкина для теплосиловой установки. Какой процесс отображен линией d-e?
 1) процесс адиабатного сжатия; 2) процесс нагрева воды в котле; 3) испарение воды в котле; 4) перегрев пара; 5) расширение пара в турбине; 6) конденсация пара.



Правильные варианты ответа: 5; 5); расширение пара в турбине; расширение пара;

3. Задание {{ 3 }} ТЗ № 3

Какая формула представлена в задании?

$$\eta_t = \frac{L}{q_1} = \frac{(h_0 - h_{kt}) - (h_{\text{п.в.}} - h'_k)}{h_0 - h_{\text{п.в.}}}$$

- Абсолютный, или термический, КПД идеальной установки
- Относительный внутренний КПД турбины:
- Абсолютный внутренний КПД турбоустановки
- Относительный эффективный КПД турбины

4. Задание {{ 4 }} ТЗ № 4

Указать нужную формулу.

Абсолютный внутренний КПД турбоустановки:

$$\eta_t = \frac{L}{q_1} = \frac{(h_0 - h_{kt}) - (h_{\text{II.B.}} - h'_k)}{h_0 - h_{\text{II.B.}}}$$

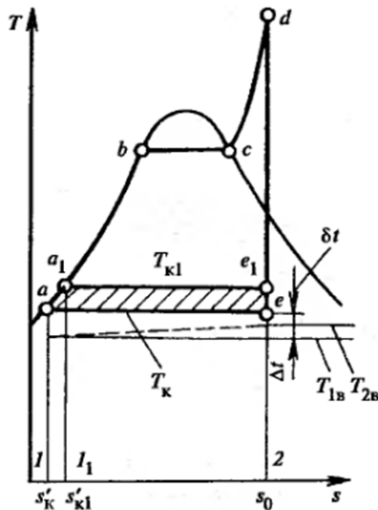
$$\eta_{oi} = H_i / H_0$$

$$\eta_i = \frac{H_i}{q_i} = \frac{H_i}{h_0 - h'_k} = \frac{H_0 H_i}{(h_0 - h'_k) H_0} = \eta_t \eta_{oi}$$

$$\eta_i = \frac{L_T G}{q_1 G} = \frac{N_i}{Q}$$

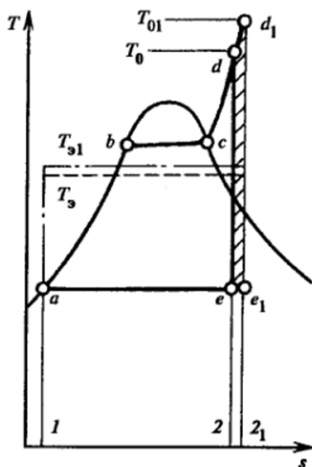
5. Задание {{ 5 }} ТЗ № 5

Процесс расширения пара в турбине в h,s -диаграмме. Что такое Но?



10. Задание {{ 16 }} ТЗ № 16

Выбрать правильное название диаграммы

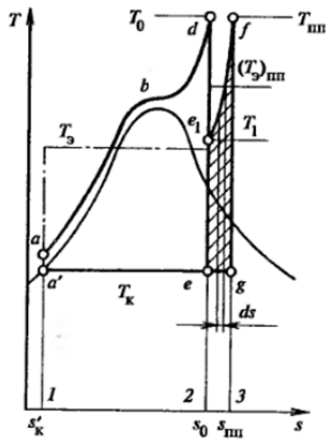


- Сравнение идеальных циклов с разными начальными температурами пара
- Сравнение идеальных циклов с разными начальными давлениями пара

- Сравнение идеальных циклов с разными конечными давлениями пара
- Сравнение идеальных тепловых циклов для турбин конденсационной и с противодавлением

11. Задание {{ 17 }} ТЗ № 17

Какой идеальный тепловой цикл представлен на диаграмме?



- с промежуточным перегревом пара
- для турбин конденсационной и с противодавлением
- регенеративный цикл
- с разными конечными давлениями пара
- с разными начальными температурами пара

12. Задание {{ 11 }} ТЗ № 11

Электрическая мощность и КПД.

Указать соответствие

КПД электрического генератора

Отношение мощности на зажимах электрического генератора N_z к эффективной мощности N_e

Электрический КПД турбоагрегата

Отношение электрической мощности генератора к теоретической мощности идеальной турбины

Абсолютный электрический КПД турбоустановки

Произведение абсолютного (термического) КПД на относительный электрический

13. Задание {{ 12 }} ТЗ № 12

Электрическая мощность и КПД

КПД электрического генератора

$$\eta_{\text{э.г.}} = N_z / N_e$$

Электрический КПД турбоагрегата

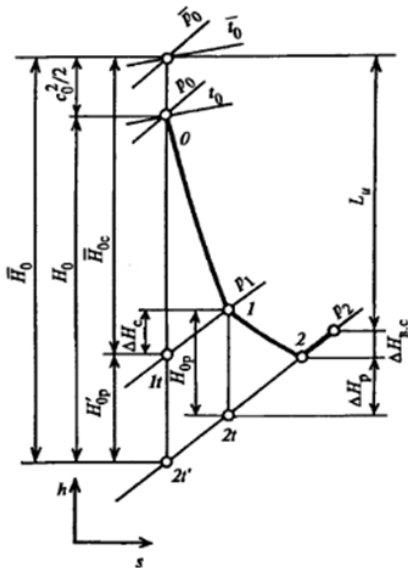
$$\eta_{\text{о.э.}} = \frac{N_z}{N_0} = \frac{N_z N_e}{N_0 N_e} = \eta_{\text{о.т.}} \eta_{\text{э.г.}} = \eta_{\text{э.г.}} \eta_{\text{oi}} \eta_{\text{м}}$$

Абсолютный электрический КПД турбоустановки

$$\eta_z = \eta_{\text{о.э.}} \eta_t = \eta_t \eta_{\text{oi}} \eta_{\text{м}} \eta_{\text{э.г.}}$$

14. Задание {{ 13 }} ТЗ № 13

Какой линией изображается теоретический процесс расширения пара в рабочих лопатках?



- 0 - 1
- 0 - 1t
- 1 - 2
- 1 - 2t
- 0 - 2t'

3.3. Задания для проведения экзамена.

Экзамен по дисциплине «Турбомашины» проводится в письменной и устной форме. Подготовка осуществляется по приведенным ниже вопросам.

Вопросы к экзамену (1 часть)

1. Что представляет собой паротурбинный агрегат?
2. Чем отличаются паропроизводящие установки на ТЭС и АЭС?
3. Почему тепловой цикл электростанции выполняют замкнутым?
4. Чем отличается блочная компоновка электростанции от неблочной?
5. Назовите отличия одноконтурной АЭС от двухконтурной. Какие типы энергетических реакторов используются на них?
6. Что такое параметры состояния? Назовите параметры состояния для воды, сухого насыщенного и перегретого пара.
7. Что такое энтальпия?
8. В чем состоит первый закон термодинамики? Как он реализуется при расширении пара в турбине?
9. Для чего используются T,s- и h,s -диаграммы?
10. В чем состоит второй закон термодинамики?
11. Какова температура воды и пара при работе деаэратора, давление в котором 0,7 МПа?
12. Что такое критические параметры пара?
13. Что такое удельная теплота парообразования?
14. Назовите параметры, определяющие состояние влажного, сухого насыщенного и перегретого пара.

15. Почему промежуточный паровой перегрев пара на АЭС не приводит к повышению термического КПД цикла? Повышает ли он относительный внутренний КПД турбины?
16. В чем преимущества регенеративного цикла Ренкина?
17. В паропроводе протекает пар с давлением 3,4 МПа и температурой 350 °С. Какой пар протекает по паропроводу?
18. Как будет изменяться в трубе скорость протекающего пара при наличии сил трения?
19. Запишите уравнения неразрывности для выходных сечений сопловой и рабочей решеток ступени и объясните их смысл.
20. Запишите уравнение первого закона термодинамики для потока пара.
21. Что такое степень реакции ступени?
22. Для чего строят треугольники скоростей?
23. Перечислите потери, которые учитывает относительный лопаточный КПД ступени. Как связаны эти потери с коэффициентами скорости?
24. Какая основная характеристика решетки определяет величину коэффициентов ϕ и ψ ?
25. Какая характеристика турбинной ступени определяет ее экономичность?
26. Активная и реактивная ступени выполнены на оптимальные отношения χ_{ϕ} , одинаковый диаметр и частоты вращения. Какая из ступеней перерабатывает больший теплоперепад?
27. Какими потерями отличаются относительные внутренний и лопаточный КПД?
28. Активная и реактивная ступени имеют одинаковые размеры, частоту вращения и начальные и конечные параметры. В какой из ступеней надбандажные протечки больше, если конструкция уплотнений одинакова?
29. Как изменится протечка пара через диафрагменное уплотнение после ремонта, если зазор уменьшен с 2,5 до 1,2 мм?
30. При модернизации диафрагменного уплотнения число гребешков увеличено с четырех до восьми. Как это скажется на протечке пара?
31. Каковы преимущества и недостатки двухвенечных ступеней?
32. Как и почему изменяется давление в зазоре между сопловой и рабочей решетками?
33. Объясните работу разгрузочного «поршня».
34. Какие конструктивные меры используются для уменьшения осевых усилий в турбине?
35. Почему турбины выполняют много ступенчатыми?
36. Объясните появление потерь при впуске и выходе пара в многоступенчатой турбине.
37. В чем состоит целесообразность повышения единичной мощности турбоагрегата?
38. Что ограничивает единичную мощность турбоагрегата?
39. Почему турбины выполняются много цилиндровыми?
40. Что определяет количество ЦНД в турбине?

41. Почему применение титановых сплавов позволяет увеличить мощность турбоагрегата?

42. Почему для турбин АЭС применяют частоту вращения 25 с^{-1} , а для турбин ТЭС — нет?

43. Как работает концевое уплотнение турбины?

44. Почему в турбине возникают осевые усилия?

Вопросы к экзамену (2часть).

1. К каким последствиям приводит ползучесть материала?
 2. Чем отличается усталость от ползучести и статической прочности?
 3. В чем разница в условиях работы рабочих лопаток первой и последней ступеней турбин с конденсацией пара?
 4. Какие элементы разгружают заплечики в хвостовых соединениях Т-образного и грибовидного типов?
 5. Каково назначение бандажа?
 6. Почему на лопатках последних ступеней не устанавливают накладные лопаточные бандажи?
 7. В чем разница в назначении демпферных и паяных бандажей?
 8. Перечислите функции цельнофрезерованного бандажа рабочих лопаток последних ступеней турбины.
 9. Почему вильчатые хвосты делают с большим числом вилок, а грибовидные — с большим числом опорных поверхностей?
 10. Какого типа хвостовое соединение наиболее удобно для замены рабочих лопаток в условиях электростанции?
 11. Почему рабочие лопатки регулирующих ступеней выполняют с хордой, большей чем у многих последующих ступеней?
 12. В чем разница в условиях работы регулирующей и последующих ступеней турбины?
 13. Можно ли для уменьшения эрозии лопаток последних ступеней турбин одноконтурных АЭС использовать стеллитовые накладки?
 14. Назовите типы соединительных муфт, используемых для валопроводов турбоагрегатов.
 15. В чем преимущества и недостатки соединительных муфт различного типа?
 16. Каковы требования к сборке муфт?
 17. В чем преимущества и недостатки двухстенных корпусов перед одностенными?
 18. В чем состоит главный принцип установки внутреннего корпуса во внешнем при двухстенной конструкции; как он реализуется?
 19. Почему корпуса ЦНД выполняют сварными, а не литыми?
 20. В чем преимущества двухстенных корпусов ЦНД?
 21. Какие меры применяются при изготовлении корпусных деталей турбин АЭС для уменьшения щелевой эрозии?
 22. Почему для корпусных деталей турбин АЭС избегают применять чугун?

23. В чем преимущества и недостатки использования обойм?
24. Каков принцип установки диафрагм в корпусе турбины?
25. Как диафрагмы устанавливаются в обойме или в корпусе турбины?
26. Перечислите основные требования к уплотнениям.
27. Как в опорном подшипнике изменяется положение оси расточки вкладыша?
28. Перечислите требования, предъявляемые к опорным подшипникам.
29. Для какой цели во вкладыше выполняют баббитовую заливку?
30. Назовите типы применяемых опорных подшипников, их преимущества и недостатки.
31. Что такое виброустойчивость и демпфирующая способность опорного подшипника?
32. В чем преимущества сегментных опорных подшипников?
33. Каково назначение сферической опоры вкладыша опорного подшипника?
34. Что такое гидроподъем роторов и для чего он используется?
35. Какова роль упорного подшипника в турбине?
36. Какова роль баббитовой заливки упорных сегментов упорного подшипника?
37. Чем определяется осевая сила, действующая на упорный сегмент?
38. Что такое разбег в подшипнике и из каких соображений он выбирается?
39. Что такое осевой сдвиг ротора и как его предупреждают?
40. В чем преимущество слоеных упорных сегментов?
41. С помощью каких деталей устанавливаются осевые зазоры в проточной части турбины?
42. Какова роль опорной сферической поверхности вкладыша в упорном подшипнике?
43. Какими конструктивными мерами выравниваются усилия на отдельные сегменты упорного подшипника?
44. Назовите типы используемых корпусов подшипников паровых турбин.
45. В чем преимущества встроенных подшипников, для каких цилиндров их используют и почему?
46. Для каких цилиндров и почему используют выносные корпуса подшипников?
47. Каким образом корпус выносного подшипника соединяется с корпусом турбины?
48. Для какой цели корпус подшипника снабжают уплотнением?
49. Каково назначение прижимных скоб и как они устанавливаются?
50. В чем преимущества приставных подшипников перед встроенными?
51. Назовите типы фундаментов, используемых под турбоагрегаты.
52. Каково основное требование к фундаменту турбоагрегата?
53. Назовите основные элементы рамного фундамента.
54. В чем разница в установке корпусов ЦВД и ЦНД?
55. Как турбина устанавливается на фундаменте?
56. Что такое фиксункт турбины?

57. Для чего необходимо валоповоротное устройство в турбине и когда оно используется?
58. Из каких соображений выбирают места расположения фиксунктов?
59. Какие основные требования предъявляются к системам смазки паровых турбин?
60. Что такое инжектор и для чего он применяется в системе смазки турбины?
61. Какие агрегаты обеспечивают надежную работу системы масло снабжения?
62. Нужны ли аварийные масляные бачки в системах смазки с главным масляным насосом, расположенным на валу турбины?
63. Чем определяются размеры масляного бака?
64. Почему масло из подшипников сливается в верхние слои масляного бака, а из системы регулирования — под уровень масла?
65. С какой целью масляный бак снабжается эксгаустерами?
66. Почему в масляный бак сливают нагретое масло, а не охлаждают его предварительно в маслоохладителях?
67. Какие функции в системе смазки выполняет реле давления?
68. Для чего турбина снабжается системой автоматического регулирования?
69. Нарисуйте простейшую схему автоматического управления.
70. Что изображает статическая характеристика системы регулирования?
71. Может ли статическая характеристика иметь горизонтальные участки? Почему в областях малых и максимальных нагрузок ее делают более крутой?
72. Определите возможный диапазон самопроизвольных колебаний нагрузки для турбины мощностью 120 МВт со степенью неравномерности 4,5 % и степенью нечувствительности 0,2%.
73. Какие функции выполняет механизм управления турбиной? Как он влияет на статическую характеристику регулирования?
74. В чем преимущества гидравлических связей перед рычажными?
75. В чем основное отличие гидродинамических систем регулирования турбины от других систем?
76. Как должна работать система регулирования при отключении генератора от сети?
77. В чем отличия в работе гидравлической и электрогидравлической систем регулирования?
78. В чем преимущества быстроходного бесшарнирного регулятора частоты вращения перед тихоходным?
79. Какие требования предъявляются к регулирующим клапанам?
80. Зачем в турбине предусматриваются автоматические системы защиты?

Критерии оценки экзамена.

«Отлично» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все

предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

«Очень хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения большинства из них оценено числом баллов, близким к максимальному.

«Хорошо» - теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

«Удовлетворительно»- теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

«Посредственно» - теоретическое содержание курса освоено частично, некоторые практические навыки работы не сформированы, многие предусмотренные программой обучения учебные задания не выполнены, либо качество выполнения некоторых из них оценено числом баллов, близким к минимальному.

«Неудовлетворительно» - теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.