Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович
Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет
Дата подписания: 17.09.2024 11:50:49
Уникальный программный ключ:
528682d78e671e566ab07f01fe1ba2172f715d12

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова»

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
_____ / Абдразаков Ф.К./
«26» августа 2019 г.

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Дисциплина	**ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ЭНЕРГОСИСТЕМ**
Направление подготовки	**13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника**
Направленность (профиль)	**Энергообеспечение предприятий**
Квалификация выпускника	**Магистр**
Нормативный срок обучения	**2 года**
Форма обучения	**очная**
Кафедра-разработчик	**Строительство, теплогазоснабжение и энергообеспечение**
Ведущий преподаватель	**Попов И.Н., доцент**

Разработчик: доцент, Попов И.Н. _____ (подпись)

Саратов 2019

Содержание

1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП ……..... 3

2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания …… 4

3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.....…….. 8

4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы их формирования ……..... 19

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП

В результате изучения дисциплины «Эксплуатация теплоэнергетического оборудования и энергосистем» обучающиеся, в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 28 февраля 2018 г. № 146, формируют следующие компетенции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Формирование компетенций в процессе изучения дисциплины «Эксплуатация теплоэнергетического оборудования и энергосистем»

Компетенция		Индикаторы достижения компетенций	Этапы формирования компетенции в процессе освоения ОПОП (семестр)	Виды занятий для формирования компетенции	Оценочные средства для оценки уровня сформированности компетенции
Код	Наименование				
1	2	3	4	5	6
ПК-2	способен обеспечивать промышленную безопасность при вводе в эксплуатацию, эксплуатации, реконструкции, капитальном ремонта, техническом перевооружении и консервации энергетического оборудования, работающего под избыточным давлением	ПК-2.1 Осуществляет текущую эксплуатацию, вывод в резерв и консервацию энергетического оборудования с соблюдением норм безопасности.	2 семестр	Лекции/ практические занятия/ лабораторные занятия	типовой расчет/ лабораторная работа/ рубежный контроль (опрос)/ экзамен

Примечание:
Компетенция ПК-2 – также формируется в ходе освоения дисциплины Промышленная безопасность; Пуск, наладка и ремонт теплоэнергетического оборудования и энергосистем, а также в ходе прохождения эксплуатационной практики и подготовки к процедуре защиты и процедуры защиты выпускной квалификационной работы.

2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Перечень оценочных материалов

Таблица 2

№ п/п	Наименование оценочного материала	Краткая характеристика оценочного материала	Представление оценочного средства в ОМ
1	типовой расчет	метод, который позволяет выявить уровень знаний, умений и способностей, путем анализа качества выполнения обучающимися ряда специальных заданий, применением методов, освоенных на лекциях	перечень типовых расчетов по темам практических занятий
2	лабораторная работа	средство, направленное на изучение практического хода тех или иных процессов, исследование явления в рамках заданной темы, с сопоставлением полученных результатов с теоретическими концепциями, осуществление интерпретации полученных результатов, оценивание применимости полученных результатов на практике	перечень тем лабораторных занятий
3	рубежный контроль (опрос)	средство контроля, которое позволяет поэтапно оценить степень восприятия учебного материала и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, дисциплины.	вопросы по темам дисциплины: – перечень вопросов по разделам; - перечень вопросов для самостоятельной работы
4	экзамен	позволяет оценить степень восприятия учебного материала дисциплины	перечень вопросов и задач для промежуточной аттестации

Программа оценивания контролируемой дисциплины

Таблица 3

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
1.	Неравномерность электрических и тепловых нагрузок и их покрытие	ПК-2	Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
2.	Режимы работы теплофикационных энергоблоков	ПК-2	Типовой расчет Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
3.	Режимы работы энергоблоков с паротурбинной (ПТУ), газотурбинной (ГТУ) и парогазовой турбинной установкой (ПГТУ)	ПК-2	Типовой расчет Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
4.	Эксплуатационный диапазон нагрузок теплоэнергетического оборудования	ПК-2	Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
5.	Способы получения дополнительной мощности за счет режимных мероприятий турбины и котельного агрегата (парогенератора)	ПК-2	Типовой расчет Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
6.	Маневренность конденсационных и теплофикационных энергоблоков	ПК-2	Типовой расчет Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
7.	Способы регулирования нагрузки энергоблоков	ПК-2	Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
8.	Эффективность работы оборудования энергоблока	ПК-2	Типовой расчет Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
9.	Затраты и потери топлива на этапах разгружения, нагружения, нахождения в состоянии резерва	ПК-2	Типовой расчет Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
10.	Эксплуатационные режимы теплогенерирующих установок	ПК-2	Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
11.	Управление режимами паровых и водогрейных котлов	ПК-2	Типовой расчет Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
12.	Распределение нагрузки между агрегатами	ПК-2	Типовой расчет Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
13.	Стационарные и переменные режимы котельного агрегата	ПК-2	Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)

№ п/п	Контролируемые разделы (темы дисциплины)	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	2	3	4
14.	Оптимизация затрат энергоресурсов на поддержание режима котельного агрегата	ПК-2	Типовой расчет Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
15.	Исследование способов регулирования производительности центробежного вентилятора	ПК-2	Лабораторная работа Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
16.	Эксплуатация систем теплоснабжения	ПК-2	Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
17.	Гидравлический и тепловой режим систем теплоснабжения.	ПК-2	Типовой расчет Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
18.	Исследования режимов скоростного кожухотрубного водо-водяного теплообменного аппарата	ПК-2	Лабораторная работа Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
19.	Регулирование режимов работы системы теплоснабжения	ПК-2	Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
20.	Методы качественного регулирования отпуска теплоты в источниках теплоснабжения	ПК-2	Типовой расчет Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
21.	Исследование гидравлического режима в системах водяного теплоснабжения	ПК-2	Лабораторная работа Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
22.	Защита оборудования системы теплоснабжения	ПК-2	Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
23.	Поверочные расчёты теплоэнергетического оборудования	ПК-2	Типовой расчет Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
24.	Исследование совместной работы центробежных насосов	ПК-2	Лабораторная работа Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
25.	Надежность теплоэнергетического оборудования и систем	ПК-2	Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
26.	Изучение методики диагностирования основных элементов паровых и водогрейных котлов	ПК-2	Лабораторная работа Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)
27.	Коррозионно-эрозионный износ элементов теплоэнергетического оборудования	ПК-2	Типовой расчет Рубежный контроль (опрос) Экзамен (аттестация)

Описание показателей и критериев оценивания компетенций по дисциплине «Эксплуатация теплоэнергетического оборудования и энергосистем» на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 4

Код компетенции, этапы освоения компетенции	Планируемые результаты обучения	Показатели и критерии оценивания результатов обучения			
		ниже порогового уровня (неудовлетворительно)	пороговый уровень (удовлетворительно)	продвинутый уровень (хорошо)	высокий уровень (отлично)
1	2	3	4	5	6
ПК-2 2 семестр	ПК-2.1 Осуществляет текущую эксплуатацию, вывод в резерв и консервацию энергетического оборудования с соблюдением норм безопасности.	обучающийся не знает эксплуатационные характеристики энергетического оборудования; не владеет методиками контроля параметров работы оборудования энергосистем, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой дисциплины заданий не выполнено	обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала	обучающийся демонстрирует знание материала, не допускает существенных неточностей; в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение методиками контроля параметров работы оборудования энергосистем	обучающийся демонстрирует знание эксплуатационных характеристик энергетического оборудования; успешное и системное владение навыками контроля параметров работы оборудования энергосистем, ведения расчетов и определения параметрами режимных карт работы оборудования; обосновывает мероприятия по регулированию; хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

3.1. Входной контроль

Примерный перечень вопросов

1. Теплоемкость вещества. Теплоносители.
2. Теплопроводность, коэффициент теплопередачи.
3. Температурное поле и температурный градиент.
4. Механизм переноса теплоты теплопроводностью. Закон Фурье.
5. Механизм переноса теплоты конвекцией. Закон Ньютона-Рихмана.
6. Физическую сущность коэффициента теплоотдачи.
7. Коэффициент теплоотдачи при свободной и вынужденной конвекции.
8. Тепловой поток. Определение, размерность и направление.
9. Сформулируйте понятие энтальпия.
10. Термодинамическая работа. Сущность энтропии.

3.2 Типовой расчет

Тематика типовых расчетов устанавливается в соответствии с рабочей программой дисциплины «Эксплуатация теплоэнергетического оборудования и энергосистем», рабочим учебным планом по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

На практических занятиях выполняются следующие типовые расчеты:

1. Определение экономии топлива на ТЭЦ за счет комбинированной выработки
2. Определение эффективности надстройки паротурбинных газотурбинными установками
3. Определение величины дополнительной мощности за счет режимных мероприятий турбины
4. Определение параметров турбоустановки по диаграмме режимов
5. Определение эффективности использования промежуточного перегрева пара
6. Определение затрат и потерь топлива при разгружении или выводе оборудования в резерв.
7. Определение влияния водного режима на характеристики котлоагрегата.
8. Определение оптимального распределения нагрузки между параллельно работающими КА.
9. Определение затрат энергоресурсов на поддержание режима тягодутьевого тракта котельного агрегата
10. Расчёт гидравлического режима открытых и закрытых систем теплоснабжения.
11. Расчёт и построение повышенного скорректированного графика.
12. Расчет на прочность дефектных элементов теплоэнергетического оборудования.

13. Расчет остаточного ресурса трубопровода и предельного давления теплоносителя.

Задание на выполнение типового расчета выдается преподавателем для каждого обучающегося из перечня вариантов соответствующего типового расчета.

Пример типового расчета:

Определить часовую экономию топлива на ТЭЦ за счет комбинированной выработки на базе отпуска теплоты из отборов турбины.

Для условий варианта определяем параметры работы ТЭЦ:

ТЭЦ номинальной электрической мощностью $N_н$=180 МВт, работает при коэффициентах полезного действия:

- котельной установки $\eta_{ку}$=0,9;
- электромеханический $\eta_{эм}$=0,97;
-теплового потока; $\eta_{тп}$=0,98;
- электрический на конденсационной выработке $\eta^{э}_{конд} = 0{,}31$.

ТЭЦ работает в энергосистеме, где удельный расход топлива в среднем составляет $b^{ср}_{кэс} = 0{,}34$ кг/(кВт·ч).

Экономию топлива можно определить по выражению:

$$В_{эк} = Э(b_{кэс} - b_{комб}) + Q(b_{кот} - b_{тэц}),$$

где Э, Q – выработку электрической энергии и тепла;

$b_{кэс}, b_{комб}$ – удельный расход условного топлива на выработку электрической энергии на ТЭЦ; $b_{кот}, b_{тэц}$ – удельный расход условного топлива на выработку тепла в котельной и на ТЭЦ.

Экономия топлива, получаемая при выработке тепла на ТЭЦ (второе слагаемое), представляет значительную величину только при сравнении с небольшими местными котельными, в которых КПД ниже, чем котлов ТЭЦ. При сравнении же с современными крупными районными котельными, КПД которых примерно такой же, как и котельных ТЭЦ, второе слагаемое мало и им обычно пренебрегают.

Экономия тепла у потребителей не приводит к экономии топлива на ТЭЦ. Причина в том, что вырабатывать электроэнергию экономически выгодно всегда, даже когда тепло не нужно потребителям. Поэтому ТЭЦ всегда вырабатывает максимально возможное количество электроэнергии, сбрасывая лишний пар в градирню или лишнее тепло, содержащееся в дымовых газах газовой турбины сразу в атмосферу, помимо котла-утилизатора.

Методика определение экономии топлива за счет комбинированной выработки

Для определения экономии топлива за счет комбинированной выработки необходимо отталкиваться от изменения удельных расходов топлива на ТЭЦ в конденсационном и комбинированном режиме:

$$b_{конд} = \frac{0{,}123}{\eta_{конд}}, \ \frac{кг}{кВт·ч} \qquad (1)$$

$$b_{\text{комб}} = \frac{0{,}123}{\eta_{\text{ку}} \cdot \eta_{\text{тп}} \cdot \eta_{\text{эм}}}, \ \frac{\text{кг}}{\text{кВт·ч}} \qquad (2)$$

Далее по формуле Л.А. Мелентьева находят экономию топлива в энергосистеме от комбинированной выработки:

$$\Delta b_{\text{эк}} = (b_{\text{кэс}} - b_{\text{комб}}) \cdot \text{Э}_{\text{комб}} - \left(b_{\text{конд}} - b_{\text{кэс}}\right) \cdot \text{Э}_{\text{конд}} \qquad (3)$$

где $b_{\text{конд}}; b_{\text{комб}}$ – удельный расход топлива при конденсационной и комбинированной выработке, соответственно, кг/(кВт·ч); $\text{Э}_{\text{комб}}$; $\text{Э}_{\text{конд}}$ – комбинированная и конденсационная выработка электроэнергии, кВт · ч

Часовую выработку электроэнергии на ТЭЦ определяем исходя из использования установленной мощности ТЭЦ в энергосистеме, учитывая условие: $\text{Э}_{\text{конд}} = \text{Э}_{\text{комб}}$.

Экономия часового расхода топлива приведет к годовой экономии затрат:

$$\Delta \text{З} = \Delta \text{В}_{\text{эк}} \cdot \text{Т}_{\text{эф}} \cdot \text{Ц}_{\text{т}} \qquad (4)$$

где $\text{Т}_{\text{эф}}$ – условная “эффективная” годовая кампания ТЭЦ (наработка пересчитанная на работу с номинальной электрической мощностью и отпуском тепловой энергии), час/год.

$\text{Ц}_{\text{т}}$ – стоимости топлива в условном эквиваленте, $\frac{\text{руб}}{\text{т у.т.}}$

Порядок выполнения работы

Находим часовую конденсационную выработку электроэнергии на ТЭЦ. По условиям задачи она составляет установленную долю от номинальной выработки электроэнергии на ТЭЦ.

$\text{Э}_{\text{конд}} = \text{Э}_{\text{комб}} = 10^3 N_{\text{н}} \cdot \bar{N} \cdot \tau, \qquad \text{кВт} \cdot \text{ч}$

где $N_{\text{н}}$ – номинальная электрическая мощность, МВт; $\bar{N}$ – относительная величина нагрузки станции.

$\text{Э}_{\text{конд}} = \text{Э}_{\text{комб}} = 10^3 \cdot 180 \cdot 0{,}5 \cdot 1 = 90 \cdot 10^3$ кВт · ч

Находим удельные расходы топлива на ТЭЦ в конденсационном и комбинированном режиме по формулам (1) и (2):

$$b_{\text{конд}} = \frac{0{,}123}{\eta_{\text{конд}}} = \frac{0{,}123}{0{,}31} = 0{,}397 \ \frac{\text{кг}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$$

$$b_{\text{комб}} = \frac{0{,}123}{\eta_{\text{ку}} \cdot \eta_{\text{тп}} \cdot \eta_{\text{эм}}} = \frac{0{,}123}{0{,}89 \cdot 0{,}99 \cdot 0{,}98} = 0{,}142 \frac{\text{кг}}{\text{кВт} \cdot \text{ч}}$$

Далее по формуле (3) находим экономию топлива в энергосистеме от комбинированной выработки:

$\Delta b_{\text{эк}} = (b_{\text{кэс}} - b_{\text{комб}}) \cdot \text{Э}_{\text{комб}} - \left(b_{\text{конд}} - b_{\text{кэс}}\right) \cdot \text{Э}_{\text{конд}} = (0{,}34 - 0{,}142) \cdot 30 \cdot 10^3 - (0{,}397 - 0{,}34) \cdot 90 \cdot 10^3 = 12{,}69 \cdot 10^3 \frac{\text{к}}{\text{ч}}$.

Приняв стоимость твердого топлива в условном эквиваленте $\text{Ц}_{\text{т}} = 1500 \div 2000 \ \frac{\text{руб}}{\text{т у.т.}}$, экономия часового расхода приведет к значительной годовой экономии затрат.

При годовой кампании ТЭЦ $T_{эф} = 7000 \frac{ч}{год}$. годовая экономия затрат (4) составит:

$$\Delta З = 12{,}69 \cdot 7000 \cdot (1500 \div 2000) = 133{,}3 \div 177{,}7 \frac{млн \cdot руб}{год}$$

Сделать выводы о часовой и годовой экономии топлива за счет комбинированной выработки для условий заданного варианта.

3.3. Лабораторная работа

Тематика лабораторных занятий устанавливается в соответствии с рабочей программой дисциплины «Эксплуатация теплоэнергетического оборудования и энергосистем», рабочим учебным планом по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Темы лабораторных работ соответствуют рабочей программе дисциплины (модуля) и выполняются в соответствии с Методическими указаниями по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Эксплуатация теплоэнергетического оборудования и энергосистем».

Перечень тем лабораторных занятий:

1. Исследование способов регулирования производительности центробежного вентилятора.
2. Исследования режимов скоростного кожухотрубного водо-водяного теплообменного аппарата.
3. Исследование гидравлического режима в системах водяного теплоснабжения.
4. Исследование совместной работы центробежных насосов.
5. Изучение методики диагностирования основных элементов паровых и водогрейных котлов.

3.4. Рубежный контроль

Вопросы рубежного контроля № 1

Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Графики электрических нагрузок энергосистем, электростанций и энергоблоков. Для чего необходимы. Чем обусловлена неравномерность нагрузки.
2. Суточный и годовой графики тепловой нагрузки. Теплофикационные энергоблоки и их энергетические храктеристики.
3. Режимы эксплуатации энергоблоков КЭС, ТЭЦ, АЭС. Мобильность энергоблоков.
4. Сброс и подхват нагрузки. Использование аккумулирующей способности котла для подхвата нагрузки.
5. Работа основного и вспомогательного оборудования на частичных нагрузках. Ограничения по параметрам и возможные аварийные ситуации.

6. Влияние способа парораспределения и регулирования начальных параметров на эффективность работы паровой турбины.

7. Способы получения дополнительной мощности на конденсационных энергоблоках за счет режимных мероприятий.

8. Способы прохождения провалов нагрузки. Разгружение энергоблоков. Малопаровые режимы. Моторный режим и режим горячего вращающегося резерва. Преимущества и недостатки.

9. Допустимые и оптимальные скорости изменения нагрузки при остановах, пусках, нагружении и разгружении.

10. Затраты и потери топлива на этапах разгружения, нагружения, нахождения в состоянии резерва, в переходных и нестационарных режимах.

11. Особенности эксплуатации оборудования ТЭЦ. Теплофикационные и конденсационные режимы.

12. Распределение тепловой и электрической нагрузки между турбо- и котлоагрегатами ТЭЦ при однотипном и разнотипном оборудовании.

13. Последовательность операций запуска паровой турбины. Пусковые схемы и маневрирование паровой турбины.

14. Остановочные режимы паровой турбины. Плановые и аварийные остановы блоков. Схемы расхолаживания оборудования.

15. Температурные напряжения в металле элементов энергоблока в пусковых режимах и связанные с ними ограничения. Допустимые скорости прогрева и расхолаживания оборудования.

16. Работа теплофикационной турбины по тепловому графику при различных уровнях тепловой нагрузки и изменении температуры наружного воздуха.

17. Влияние изменения параметров котельного агрегата на экономичность и надежность эксплуатации паротурбинных установок. Влияние загрязнений конденсатора на экономичность блока.

18. Последовательность операций запуска и маневрирования турбины газотурбинной установки. Время выхода на номинальный режим работы.

19. Управление режимами паровых и водогрейных котлов. Влияние водного, воздушного и газового режимов на характеристики котлоагрегата.

20. Топочный режим котельного агрегата. Изменение производительности и параметров топочного режима.

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Коэффициенты неравномерности графиков нагрузки.

2. Использование установленной мощности станций.

3. Особенности получения и построения энергетических характеристик теплофикационного оборудования.

4. Эксплуатационные режимы, определяющие маневренность энергоблоков.

5. Условия переключений и отключений по уровню мощности.

6. Перегрузочная способность котельного агрегата и паротурбинной установки.

7. Аварийные режимы энергоблоков. Плановые и аварийные остановы блоков.

8. Расхолаживание оборудования. Схемы расхолаживания (под нагрузкой, низкопотенциальным паром, воздухом) и их эффективность.

9. Виды резервного состояния энергоустановки.

10. Работа вспомогательного оборудования тепловой турбины в переменных режимах. Аварийное отключение, отказы в работе.

11. Загрязнение конденсатора. Способы очистки. Влияние загрязнений конденсатора на экономичность блока.

12. Котельная установка как элемент тепловой электростанции и как самостоятельная теплогенерирующая установка.

13. Аварийные режимы эксплуатации котлов. Технология и режим аварийного останова котлов.

14. Работа вспомогательного оборудования котла в нормальных условиях, контроль за их работой, аварийное отключение.

15. Перегрузочная способность котельного агрегата и паротурбинной установки.

Вопросы рубежного контроля № 2

Вопросы, рассматриваемые на аудиторных занятиях

1. Режимы работы теплогенерирующих установок. Характеристики и общие требования к режимам работы котельного агрегата.

2. Выбор оптимального состава оборудования котельной. Методы распределения нагрузки между агрегатами.

3. Режимная наладка котельного агрегата. Управляющие и контрольные параметры для составления режимной карты котла.

4. Способы регулирования силы тяги в зависимости от требуемой нагрузки котельного агрегата.

5. Система гибкого регулирования производительности вентиляторов и поддержание их КПД.

6. Влияние отложений на внутренних и внешних поверхностях нагрева на работу котельного агрегата и вспомогательного оборудования.

7. Роль предохранительных и взрывных клапанов при эксплуатации котельных агрегатов.

8. Режимы эксплуатации системы теплоснабжения. Обеспечение температурных параметров в переменных режимах эксплуатации.

9. Гидравлический и тепловой режим открытых систем теплоснабжения. Регулирование по повышенному температурному графику.

10. Гидравлический и тепловой режим закрытых систем теплоснабжения. Скорректированный температурный график регулирования.

11. Эксплуатационные показатели теплообменных аппаратов (водоподогревателей). Нарушение режимов работы и их причины.

12. Изменение гидравлических характеристик циркуляционных насосов в период эксплуатации. Причины и способы предупреждения.

13. Параллельное и последовательное включение насосов в системе. Оптимизация энергозатрат на поддержание гидравлического режима.

14. Показатели, определяющие надежность систем теплоснабжения. Оценка надежности теплопроводов.

15. Оценка экономически целесообразного срока службы теплопровода с учетом фактора надежности.

16. Коррозионный износ теплопроводов систем теплоснабжения. Определение остаточного ресурса теплотрассы.

17. Выполнение переключений, включение, отключение участков сети системы теплоснабжения.

18. Защита оборудования системы теплоснабжения от недопустимых изменений давлений в переходных и послеаварийных гидравлических режимах.

19. Механические нагрузки на элементы тепловой сети. Особенности эксплуатации паропроводов систем теплоснабжения. Контроль состояния.

20. Контроль эксплуатационных характеристик теплоизоляционных материалов. Оперативный контроль влажности изоляции.

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Водный режим паровых котлов. Понятие и режим продувки паровых котлов.

2. Элементы пароводяного тракта, условия и режимы их работы.

3. Принцип действия и эффективность работы деаэрационных установок источников теплоснабжения.

4. Область применения пароводяных теплообменных аппаратов.

5. Гидравлический режим тепловых сетей и пьезометрический график.

6. Гидравлическое сопротивление теплообменного аппарата и его связь с режимными параметрами.

7. Эксплуатация арматуры системы теплоснабжения.

8. Требования к устройству предохранительных клапанов котельного агрегата.

9. Природа гидравлических ударов и последствия их развития в тепловых сетях.

10. Порядок пуска паропровода тепловой сети.

11. Влияние увлажнения теплоизоляции на теплопотери в тепловой сети.

12. Защита тепловой сети от агрессивности внешней среды.

13. Способы контроля увлажнения теплоизоляции трубопроводов тепловой сети.

3.6. Промежуточная аттестация

Контроль за освоением дисциплины «Эксплуатация теплоэнергетического оборудования и энергосистем» и оценка уровня сформированности компетенций обучающегося по дисциплине (модулю) производится путем прохождения выходного контроля в виде экзамена, который проводится в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника.

Вопросы, выносимые на экзамен

1. Режимы эксплуатации энергоблоков КЭС, ТЭЦ, АЭС. Мобильность энергоблоков.
2. Сброс и подхват нагрузки. Использование аккумулирующей способности котла для подхвата нагрузки.
3. Работа основного и вспомогательного оборудования на частичных нагрузках. Ограничения по параметрам и возможные аварийные ситуации.
4. Допустимые и оптимальные скорости изменения нагрузки при остановах, пусках, нагружении и разгружении.
5. Затраты и потери топлива на этапах разгружения, нагружения, нахождения в состоянии резерва, в переходных и нестационарных режимах.
6. Особенности эксплуатации оборудования ТЭЦ. Теплофикационные и конденсационные режимы.
7. Последовательность операций запуска паровой турбины. Пусковые схемы и маневрирование паровой турбины.
8. Остановочные режимы паровой турбины. Плановые и аварийные остановы блоков. Схемы расхолаживания оборудования.
9. Аварийные режимы. Аварийные режимы котлов. Аварийные режимы турбин. Аварийные ситуации на вспомогательном оборудовании.
10. Температурные напряжения в металле элементов энергоблока в пусковых режимах и связанные с ними ограничения. Допустимые скорости прогрева и расхолаживания оборудования.
11. Работа теплофикационной турбины по тепловому графику при различных уровнях тепловой нагрузки и изменении температуры наружного воздуха.
12. Влияние изменения параметров котельного агрегата на экономичность и надежность эксплуатации паротурбинных установок. Влияние загрязнений конденсатора на экономичность блока.
13. Последовательность операций запуска и маневрирования турбины газотурбинной установки. Время выхода на номинальный режим работы.
14. Управление режимами паровых и водогрейных котлов. Влияние водного, воздушного и газового режимов на характеристики котлоагрегата.
15. Топочный режим котельного агрегата. Изменение производительности и параметров топочного режима.
16. Роль предохранительных и взрывных клапанов при эксплуатации котельных агрегатов. Требования к устройству и параметрам.
17. Принцип действия и эффективность работы деаэрационных установок источников теплоснабжения.
18. Влияние отложений на внутренних и внешних поверхностях нагрева на работу котельного агрегата и вспомогательного оборудования.
19. Эксплуатационные показатели теплообменных аппаратов (водоподогревателей). Контроль параметров водо-водяного и паро-водяного аппарата. Нарушение режимов работы и их причины.
20. Центробежные вентиляторы воздухоподачи и дымососы. Способы регулирования силы тяги в зависимости от требуемой нагрузки котельного агрегата.

21. Режимная наладка котельного агрегата. Управляющие и контрольные параметры для составления режимной карты котла.

22. Режимы эксплуатации системы теплоснабжения. Обеспечение температурных параметров в переменных режимах эксплуатации.

23. Изменение гидравлических характеристик циркуляционных насосов в период эксплуатации. Причины и способы предупреждения.

24. Показатели, определяющие надежность систем теплоснабжения. Оценка надежности теплопроводов.

25. Оценка экономически целесообразного срока службы теплопровода с учетом фактора надежности.

26. Коррозионный износ теплопроводов систем теплоснабжения. Определение остаточного ресурса теплотрассы.

27. Эксплуатация арматуры системы теплоснабжения. Выполнение переключений, включение, отключение участков сети.

28. Защита оборудования системы теплоснабжения от недопустимых изменений давлений в переходных и послеаварийных гидравлических режимах.

29. Механические нагрузки на элементы тепловой сети. Особенности эксплуатации паропроводов систем теплоснабжения. Контроль состояния.

30. Контроль эксплуатационных характеристик теплоизоляционных материалов. Оперативный контроль влажности изоляции.

Образец экзаменационного билета

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова»

Кафедра «Строительство, теплогазоснабжение и энергообеспечение»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине «Эксплуатация теплотехнического, теплоэнергетического и теплотехнологического оборудования»

1. Затраты и потери топлива на этапах разгружения, нагружения, нахождения в состоянии резерва, в переходных и нестационарных режимах.
2. Показатели, определяющие надежность систем теплоснабжения. Оценка надежности теплопроводов.
3. Измерения уходящих газов в газоходах котла, работающего на природном газе, показали снижение КПД по отношению к данным режимной карты, а также присутствие в составе отходящих газов СО на уровне 0,6 ppm. Наладчиком было выполнено регулирование соотношения газ-воздух, обеспечившее исчезновение следов СО, но повлекшее к дальнейшему снижению КПД. Определить причину и порядок действий наладчика для корректировки режима.

___._____.2019 г.

Зав. кафедрой _____ Ф.К. Абдразаков

4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

4.1 Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Контроль результатов обучения обучающихся, этапов и уровня формирования компетенций по дисциплине «Эксплуатация теплоэнергетического оборудования и энергосистем» осуществляется через проведение входного, текущего, рубежных и выходного контролей (включая контроль самостоятельной работы).

Формы текущего, промежуточного и итогового контроля, и заданий для текущего контроля разрабатываются исходя из специфики дисциплины.

4.2 Критерии оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Описание шкалы оценивания достижения компетенций по дисциплине приведено в таблице 5.

Таблица 5

Уровень освоения компетен-ции	Отметка по пятибалльной системе (промежуточная аттестация)	Описание
высокий	«отлично»	Обучающийся обнаружил всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоил основную литературу и знаком с дополнительной литературой, рекомендованной программой. Как правило, обучающийся проявляет творческие способности в понимании, изложении и использовании материала
базовый	«хорошо»	Обучающийся обнаружил полное знание учебного материала, успешно выполняет предусмотренные в программе задания, усвоил основную литературу, рекомендованную в программе
пороговый	«удовлетвори-тельно»	Обучающийся обнаружил знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляется с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знаком с основной литературой, рекомендованной программой, допустил погрешности в ответе на экзамене и при выполнении экзаменационных заданий, но обладает необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя
–	«неудовлетвори-тельно»	Обучающийся обнаружил пробелы в знаниях основного учебного материала, допустил принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий, не может продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании образовательной организации без дополнительных занятий

4.2.1. Критерии оценки устного ответа при входном контроле

При ответе на вопрос обучающийся демонстрирует:

знания: теплотехнические процессы в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях; принципы функционирования источников и систем теплоснабжения предприятий;

умения: определять параметры систем энергообеспечения; выполнять теплотехнические расчеты; работать с нормативной документацией в энергетике.

Критерии оценки

отлично	- демонстрирует глубокие знания базового материала; - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно излагает материал, не затрудняясь с ответом; - самостоятельно обобщает и излагает материал базовых дисциплин, не допуская ошибок
хорошо	- демонстрирует достаточные знания базового материала; - грамотно и по существу излагает пройденный материал, не допускает существенных неточностей при ответе на вопрос; - самостоятельно обобщает и излагает материал базовых дисциплин, не допуская существенных ошибок
удовлетворительно	- излагает основной базовый материал, но не знает отдельных деталей; - допускает неточности, некорректные формулировки, нарушает последовательность в изложении материала;
неудовлетворительно	- не знает значительной части программного материала базовых дисциплин (модулей); - допускает грубые ошибки при изложении программного материала базовых дисциплин (модулей)

4.2.2. Критерии оценки при текущем контроле

Критерии оценки при текущем контроле позволяют систематически отслеживать ход формирования компетенций обучающегося во время аудиторных занятий (практическое занятие; лабораторное занятие), путем оценки готовности применять теоретические положения при выполнении типовых расчетов по отдельным темам (разделам) дисциплины; выполнять лабораторные работы в заданной последовательности, используя необходимое оборудование, представлять отчет и делать развернутые и обоснованные выводы.

Критерии оценки при выполнении типовых расчетов

При выполнении типовых расчетов обучающийся демонстрирует:

знания: последовательность проведения расчетов с целью получения результатов, наиболее близких к требуемым;

умения: грамотно обосновывать принятые в ходе расчета решения;

владение навыками: применения теоретических положений при выполнении расчета.

Критерии оценки выполнения типовых расчетов

отлично	в процессе выполнения типового расчета обучающийся не допустил существенных неточностей в расчетах, грамотно обосновал принятые решения, правильно применил теоретические положения при выполнении расчета
хорошо	в процессе выполнения типового расчета обучающийся не допустил существенных неточностей в расчетах, не смог грамотно обосновать принятые решения, правильно применил теоретические положения при выполнении расчета
удовлетворительно	в процессе выполнения типового расчета обучающийся допустил неточности в расчетах, не оказывающие значительного влияния на конечный результат, не смог грамотно обосновать принятые решения, не правильно применил теоретические положения при выполнении расчета
неудовлетворительно	в процессе выполнения типового расчета обучающийся допустил существенные неточности в расчетах, не смог грамотно обосновать принятые решения, не смог правильно применить теоретические положения при выполнении расчета

Критерии оценки выполнения лабораторных работ

При выполнении лабораторных работ обучающийся демонстрирует:

знания: последовательности проведения опытов и измерений;

умения: представлять полученные результаты в виде отчета, формулировать развернутые и обоснованные выводы;

владение навыками: подбора и подготовки необходимого оборудования и инструмента, проведения измерений, анализа погрешностей.

Критерии оценки выполнения лабораторных работ

отлично	обучающийся выполнил работу в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности проведения опытов и измерений; самостоятельно и рационально выбрал и подготовил для опыта необходимое оборудование, все опыты провел в условиях и режимах, обеспечивающих получение результатов и выводов с наибольшей точностью; в представленном отчете правильно и аккуратно выполнил все записи, таблицы, рисунки, чертежи, графики, вычисления и сделал выводы; правильно выполнил анализ погрешностей; соблюдал требования безопасности труда.
хорошо	опыт проводился в условиях, не обеспечивающих достаточной точности измерении, было допущено два-три недочета, или не более одной негрубой ошибки и одного недочета.
удовлетворительно	работа выполнена не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы, или если в ходе проведения опыта и измерений были допущены не существенные ошибки, опыт проводился в нерациональных условиях, что привело к получению результатов с большей погрешностью, в отчете были допущены в общей сложности не более двух ошибок (в записях единиц, измерениях, в вычислениях, графиках, таблицах, схемах, анализе погрешностей и т. д.), не принципиального для данной работы характера, но повлиявших на результат выполнения.
неудовлетворительно	работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов, опыты, измерения, вычисления, наблюдения производились неправильно.

4.2.3 Критерии оценки устного ответа при рубежном контроле

При ответе на вопрос обучающийся демонстрирует:
знания: эксплуатационных характеристик котельных агрегатов, паротурбинных установок и вспомогательного оборудования энергосистем;
умения: определять режим работы оборудования, выполнять контрольные измерения; вести расчет и определение параметров режимных карт работы оборудования; обосновывать мероприятия по регулированию;
владение навыками: методиками контроля параметров работы оборудования энергосистем и определения его состояния.

Критерии оценки устного ответа

отлично	- демонстрирует глубокие знания материала пройденных тем (разделов) дисциплины (модуля); - исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно излагает материал, не затрудняясь с ответом; - самостоятельно обобщает и излагает материал, не допуская ошибок; - свободно оперирует основными теоретическими положениями по проблематике излагаемого материала.
хорошо	- демонстрирует достаточные знания пройденного материала; - грамотно и по существу излагает пройденный материал, не допускает существенных неточностей при ответе на вопрос; - самостоятельно обобщает и излагает материал, не допуская существенных ошибок
удовлетворительно	- излагает основной пройденный материал, но не знает отдельных деталей; - допускает неточности, некорректные формулировки, нарушает последовательность в изложении материала;
неудовлетворительно	- не знает значительной части программного материала пройденных тем (разделов) дисциплины (модуля); - допускает грубые ошибки при изложении программного материала; - с большими затруднениями решает ситуационные и практические задачи.

4.2.4 Критерии оценки устного ответа при промежуточной аттестации

При ответе на вопрос обучающийся демонстрирует:
знания: эксплуатационных характеристик котельных агрегатов, паротурбинных установок и вспомогательного оборудования энергосистем;
умения: определять режим работы оборудования, выполнять контрольные измерения; вести расчет и определение параметров режимных карт работы оборудования; обосновывать мероприятия по регулированию;
владение навыками: методиками контроля параметров работы оборудования энергосистем и определения его состояния.

Критерии оценки

отлично	– обучающийся демонстрирует знание эксплуатационных характеристик энергетического оборудования; методики ведения

	расчетов и определения параметров режимных карт работы оборудования; обосновывает мероприятия по регулированию, исчерпывающе и последовательно, четко и логично излагает материал, хорошо ориентируется в материале, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий; – уверенно умеет выполнять расчеты режимных параметров теплоэнергетического оборудования; проводить обоснование мероприятий по их регулированию в соответствии с требуемыми энергетическими характеристиками; – успешное и системное владение навыками контроля параметров работы оборудования энергосистем.
хорошо	– знание материала, не допускает существенных неточностей; – в целом успешно, но не уверенно умеет проводить расчеты режимных параметров теплоэнергетического оборудования и определять задачи регулированию в соответствии с требуемыми энергетическими характеристиками; – в целом успешное, но содержащее отдельные пробелы или сопровождающееся отдельными ошибками владение навыками контроля параметров работы оборудования энергосистем.
удовлетворительно	– обучающийся демонстрирует знания только основного материала, но не знает деталей, допускает неточности, допускает неточности в формулировках, нарушает логическую последовательность в изложении программного материала; – в целом успешное, но не системное умение проводить расчеты режимных параметров теплоэнергетического оборудования и определять направление их корректировки в соответствии с требуемыми энергетическими характеристиками; – в целом успешное, но не системное владение методиками контроля параметров работы оборудования энергосистем, сопровождающееся отдельными ошибками.
неудовлетворительно	– обучающийся не знает эксплуатационных характеристик энергетического оборудования; методики определения режимных параметров оборудования и способов их регулирования, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено; – не умеет проводить тепловые расчеты режимных параметров теплоэнергетического оборудования, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство заданий, предусмотренных программой дисциплины, не выполнено; – обучающийся не владеет навыками контроля параметров работы оборудования энергосистем, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями выполняет самостоятельную работу, большинство предусмотренных программой дисциплины не выполнено.

Разработчик: доцент, Попов И.Н. (подпись)