Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Министерство науки, высшего образования и инноваций Кыргызской Республики

Межгосударственная образовательная организация высшего образования Кыргызско-Российский Славянский университет имени первого Президента Российской Федерации Б.Н. Ельцина

Высшая школа Природопользования, мехатроники и транспорта

Фонд

оценочных средств

по дисциплине «**Теплоэнергетические установки**»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки 13.03.02 - РФ, 640200 - КР ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Квалификация

бакалавр

2026 г.

Фонд оценочных средств предназначен для контроля знаний обучающихся по направлению Электроэнергетика и электротехника бакалавриата КРСУ в соответствии с ФГОС 3++ по дисциплине *Теплоэнергетические установки*

Фонд оценочных средств рассмотрен и утвержден на заседании

Высшей школы Природопользования, мехатроники и транспорта

протокол № 1 от "02"сентября 2026 г.

Руководитель подразделения _____ Алсеитов МирланТилегенович
наименование кафедры *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:
К.т.н., доцент _____ Каплина Татьяна Юрьевна
должность *подпись* *расшифровка подписи*

Ст. преп. _____ Гудкова Оксана Григорьевна
должность *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:
Заместитель директора по образовательной деятельности Политехнического института
_____ Комарцов Никита Михайлович
личная подпись *расшифровка подписи*

---

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Вопросы для проверки уровня обученности ЗНАТЬ:
1. Техническая термодинамика. Основные понятия и определения.
2. Термодинамическая система.
3. Термодинамические параметры состояния.
4. Уравнение состояния и термодинамический процесс.
5. Теплота и работа.
6. Внутренняя энергия.
7. Первый закон термодинамики.
8. Теплоемкость газа.
9. Универсальное управление состояние идеального газа.
10. Смесь идеальных газов.
11. Основные положения второго закона термодинамики.
12. Энтропия.
13. Цикл и теоремы Карно.
14. Метод исследования термодинамических процессов.
15. Изопроцессы идеального газа.
16. Первый закон термодинамики для потока.
17. Свойства реальных газов.
18. Уравнения состояния реального газа.

19. Понятия о водяном паре.
20. Классификация паровых турбин и их маркировка.
21. Принцип работы и конструкции паровой турбины.
22. Определение к.п.д. турбины, удельных расходов пара и тепла.
23. Конденсатор: назначение и его тепловой баланс, кратность циркуляции.
24. Уравнение материального и теплового баланса деаэратора.
25. Уравнения теплового баланса рекуперативных подогревателей поверхностного типа.
26. Техническое водоснабжение, схема и назначение элементов схемы.

Вопросы для проверки уровня обученности УМЕТЬ
1. Характеристики влажного воздуха.
2. Циклы паротурбинных установок.
3. Циклы двигателей внутреннего сгорания.
4. Циклы газотурбинных установок.
5. Основные понятия и определения теплопроводности.
6. Температурное поле. Уравнение теплопроводности.
7. Факторы, влияющие на конвективный теплообмен.
8. Критериальные уравнения конвективного теплообмена.
9. Расчетные формулы конвективного теплообмена.
10. Общие сведения о тепловом излучении.
11. Основные законы теплоизлучения Закон Планка.
12. Закон смещения Вина.
13. Закон Стефана-Больцмана.
14. Закон Кирхгофа.
15. Закон Ламберта.
16. Теплопередача через плоскую стенку.
17. Теплопередача через цилиндрическую стенку.
18. Типы теплообменных аппаратов.
19. Расчет теплообменных аппаратов.
20. Состав топлива.
21. Характеристика топлива.
22. Моторные топлива для поршневых двигателей внутреннего сгорания.
23. Котельный агрегат и его элементы.
24. Вспомогательное оборудование котельной установки.
25. Тепловой баланс котельного агрегата.
26. Топочные устройства.
27. Сжигание топлива.
28. Теплотехнические показатели работы топок.
29. Физический процесс горения топлива.
30. Определение теоретического и действительного расхода воздуха на горение топлива.

Вопросы для проверки уровня обученности ВЛАДЕТЬ
1. Количество продуктов сгорания топлива.
2. Объёмный компрессор.
3. Многоступенчатый поршневой компрессор.
4. Лопаточный компрессор.
5. Осевой компрессор.
6. Токсичные газы продуктов сгорания.
7. Углеводороды.
8. Воздействия токсичных газов.
9. Последствия парникового эффекта.
10. Анализом технологических схем производства электрической энергии.
11. Анализом технологических схем производства тепловой энергии.
12. Анализом технологических схем производства энергии на пылеугольной электростанции.
13. Анализом тепловых схем производства энергии на одноконтурных конденсационных атомных электростанциях (АЭС).
14. Анализом тепловых схем производства энергии на двухконтурных конденсационных атомных электростанциях (АЭС).
15. Анализом тепловых схем производства энергии на трехконтурных конденсационных атомных электростанциях (АЭС).
16. Регулировать суточный отпуск тепла в системах теплоснабжения.
17. Регулировать отпуск сезонного тепла в системах теплоснабжения.
18. Регулировать газоснабжение.
19. Регулировать газоснабжение городов природным газом.
20. Регулировать газоснабжение промышленных предприятий природным газом.
21. Регулировать газоснабжение городов искусственным газом.
22. Регулировать газоснабжение промышленных предприятий искусственным газом.
23. Знаниями о технологических характеристиках различных видов топлива.
24. Знаниями о эффективности сжигания топлива.
25. Знаниями о видах топлива.
26. Знаниями о химическом составе энергетических топлив и теплоте их горения -высшая, низшая, условная.

27. Знаниями о технических характеристиках и их воздействие на условие сжигания топлива и рабочие характеристики поверхности котла.
28. Знаниями о влияние химического состава топлива на выброс вредных веществ в окружающую среду.
29. Знаниями о способах сжигания твердого топлива.
30. Знаниями о основных характеристиках топок.
31. Знаниями о системах пылеприготовления.
32. Знаниями о принципах действия турбины.
33. Знаниями о турбинных установках ТЭС.
34. Знаниями о турбинных установках АЭС.

5.2. Темы курсовых работ (проектов)

Расчетно-графическое задание (Приложение 1)

5.3. Фонд оценочных средств

Темы рефератов, презентаций:
1. Принципы работы и состав оборудования современных ТЭС.
2. Принципы работы и состав оборудования современных АЭС.
3. Схемы отпуска технологического пара на нужды производственного потребителя.
4. Очистка сточных вод тепловых электростанций.
5. Водо-химические режимы тепловых электростанций.
6. Химические и термические методы обработки воды на ТЭС.
7. Эксплуатация водонагревательных установок электростанций.
8. Водный режим и химический контроль на ТЭС.
9. Современные котельные установки и парогенераторы теплоэнергетических установок.
10. Защита атмосферы от выбросов ТЭС.
11. Режимы работы и эксплуатации ТЭС.
12. Контроль загазованности атмосферы выбросами ТЭС.
13. Трубопроводы тепловых станций.
14. Паропроводы тепловых станций.
15. Пылегазовоздухопроводы для тепловых станций.
16. Кондиционирование и вентиляция.
17. Маслонаполненное оборудование тепловых станций.
18. Газотурбинные установки. Проектирование, эксплуатация.
19. Теплообменные установки.
20. Сушильные установки.
21. Холодильные установки.
22. Работа современной тепловой электростанции в условиях энергорынка.
23. Тепловые процессы и конструкции турбин.
24. Паровые турбины.
25. Топливное хозяйство электростанций.
26. Теплофикация и тепловые сети.
27. Основы проектирования тепловых станций.

5.4. Перечень видов оценочных средств

Рефераты
Шкала оценивания (Приложение 2)

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1		Утепление жилища: научно-популярная литература	М.: Вече 2004
Л1.2	Брюханов О.Н., Шевченко С.Н.	Тепломассообмен: учебное пособие	М.: Издательство АСВ 2005
Л1.3	Луканин В.Н., Шатров М.Г., Камфер Г.М., Луканин В.Н.	Теплотехника: учебник для вузов	М.: Высшая школа 2005

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.1	Богословский В.Н., Сканави В.Н.	Отопление: учебник для вузов	Москва: Стройиздат 1991
Л2.2	Филимоненко Л.А.	Теплотехнический расчет наружных ограждающих конструкций зданий: учебное пособие	Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ 2010

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л2.3	Плыкин В.Д.	Нетрадиционные возобновляемые источники энергии: учебное пособие	Ижевск: Изд-во "Удмуртский университет" 2013

6.3. Перечень информационных и образовательных технологий	
6.3.1 Компетентностно-ориентированные образовательные технологии	
6.3.1.1	Традиционные образовательные технологии -лекции, практика, СРС
6.3.1.2	Инновационные технологии- интерактивная доска
6.3.1.3	Информационные технологии:компьютерные программы Microsoft Word и Excel, AutoCad
6.3.2 Перечень информационных справочных систем и программного обеспечения	
6.3.2.1	Internet-ресурсы:
6.3.2.2	http://e-le.lcg.tpu.ru/public/URS_iep8/index.html
6.3.2.3	сайт НПП «ТестЭлектро» http://testelektro.ru/

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
7.1	аудитория «Компьютерного моделирования» 3/401. Общее количество посадочных мест – 26, из них:
7.2	за персональным компьютером (ПК) – 14;
7.3	за столами - 12 . Мультимедийный комплекс: ПК -14, интернет, Wi Fi.
7.4	Использование слайдов.
7.5	
7.6	ауд.3/401. Общее количество посадочных мест – 26, из них:
7.7	за персональным компьютером (ПК) – 14;
7.8	за столами - 12 . Мультимедийный комплекс: ПК -14, интернет, Wi Fi.
7.9	ауд.3/402 – Лаборатория Электротехники и Электроники. Общее количество посадочных мест – 46, из них:
7.10	за столами – 28;
7.11	за стендами – 18.
7.12	Комплект учебно-лабораторного оборудования (УП5929) «Теоретические основы электротехники и основы электроники» (компьютерное исполнение) количество – 4 шт., год выпуска – 2019, . Мультимедийный комплекс: видеопроектор, ноутбук, экран, интернет, Wi Fi.
7.13	
7.14	ауд.3/403 – Лаборатория Электроники и измерительной техники. Общее количество посадочных мест – 54, из них:
7.15	за столами – 36;
7.16	за стендами – 18.
7.17	Универсальный стенд, разработан учебно вспомогательным персоналом кафедры НВИЭ – 9 шт.
7.18	Комплект учебно-лабораторного оборудования (УП5929): «Теоретические основы электротехники и основы электроники» (компьютерное исполнение) количество – 4 шт., год выпуска – 2019.
7.19	Мультимедийный комплекс: видеопроектор, ноутбук, экран, интернет, Wi Fi.

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Методические рекомендации (Приложение 3) Технологическая карта (Приложение 4).

Приложение 1

Расчетное графическое задание (РГЗ)

Темы на повторения и закрепления лекционного материала:

1. Термодинамическая система и ее состояние
2. Основные понятия и определения
3. Параметры состояния системы и уравнение состояния
4. Уравнение состояния идеального газа
5. Термодинамический процесс. Равновесные, неравновесные и квазиравновесные термодинамические процессы.
6. Теплоемкость и факторы на неё влияющие
7. Газовые смеси
8. Первый закон термодинамики. Термодинамические процессы в газах
9. Внутренняя энергия системы.
10. Первый закон термодинамики
11. Работа и теплота
12. Энтальпия
13. Задачи и методы исследования термодинамических процессов
14. Изохорный процесс
15. Изобарный процесс
16. Изотермический процесс
17. Адиабатный процесс
18. Политропные процессы
19. Анализ политропных процессов
20. Второй закон термодинамики
21. Обратимые и необратимые процессы
22. Круговые процессы (циклы)
23. Формулировка второго закона термодинамики
24. Термический КПД цикла тепловой машины
25. Цикл Карно и теоремы Карно
26. Приведенная теплота и неравенство Клазиуса
27. Энтропия и ее свойства
28. T, s – координаты
29. Изображение основных обратимых термодинамических процессов с идеальным газом в T, s-координатах
30. Основные уравнения термодинамики газового потока
31. Основные допущения
32. Уравнение неразрывности
33. Уравнение сохранения энергии
34. Обобщенное уравнение Бернулли
35. Параметры адиабатно заторможенного потока
36. Уравнение сохранения энергии в параметрах заторможенного потока
37. Критические параметры потока. Приведенная скорость
38. Газодинамические функции
39. Разгон и торможение газового потока
40. Изменение полной температуры и полного давления в газовом потоке
41. Особенности разгона и торможения газового потока при различных воздействиях
42. Закономерности изменения параметров идеального газа при энергоизолированном течении в канале
43. Форма канала, необходимая для разгона или торможения газового потока
44. Идеальное течение газа в соплах. Основные понятия
45. Идеальное течение газа в суживающемся сопле
46. Идеальное течение газа в сопле Лаваля
47. Идеальные циклы тепловых двигателей
48. Термодинамический метод исследования циклов тепловых двигателей
49. Цикл газотурбинных двигателей – цикл Брайтона

50. Циклы ГТД со ступенчатым подводом теплоты
51. Цикл Брайтона с регенерацией теплоты
52. Циклы поршневых двигателей
53. Цикл Отто
54. Цикл Дизеля
55. Топливо.
56. Газообразное топливо.
57. Твердое топливо.
58. Жидкое топливо.
59. Марки бензина.
60. Марки дизельного топлива.
61. Марки мазута.
62. Теплота сгорания топлива. Условное топливо.
63. Расчет воздуха, необходимого для сжигания топлива, и объема продуктов сгорания.
64. Основы теплообмена.
65. Теплопроводность однослойной плоской стенки.
66. Теплопроводность стенки трубы.
67. Теплообмен теплоотдачей.
68. Теплопередача через плоскую стенку.
69. Теплопередача через стенку трубы.
70. Лучистый теплообмен.
71. Лучистый теплообмен между телами.
72. Тепловое оборудование
73. Паровые котлы.
74. Поршневые компрессоры
75. Холодильные установки.

Техническая термодинамика.
Контрольное задание № 1

Во всех трех контрольных заданиях номер варианта выбирается по последней цифре шифра зачетной книжке. Смотрите также вопросы.
Задача 1. Определить массу газа, находящегося в резервуаре объемом V. Известно, что давление газа в резервуаре, определенное по манометру, составляет ризб, а температура газа t. Барометрическое давление ратм.

Таблица 1
Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
V, м3	100	100	200	300	300	400	400	500	500	500
t, °C	10	20	20	20	20	20	30	30	30	10
ризб, кг/см2	15	10	5	20	10	5	10	5	20	20
ратм, мм Hg	740	740	740	740	760	760	760	760	760	760
природа газа	кислород	кислород	азот	азот	воздух	воздух	воздух	воздух	воздух	воздух

Вопрос выбирается по предпоследней цифре шифра зачетной книжке.
0. Почему при сжатии в цилиндре ДВС повышается давление рабочей смеси или воздуха (процессы 1-2)?
1. Почему при сгорании топлива в цилиндрах ДВС повышается давление газов?
2. Почему падает давление в цилиндрах ДВС в процессе расширения продуктов сгорания?
3. Пользуясь рекомендованной литературой опишите принцип образования рабочей смеси в карбюраторе ДВС.
4. Изобразите схему форсунки дизеля и опишите принцип ее действия.
5. Изобразите схему плунжерной пары топливного насоса дизеля и опишите принцип ее действия.
6. Опишите схему системы жидкостного охлаждения ДВС.
7. Опишите схему системы смазки ДВС.
8. Опишите упрощенную систему зажигания карбюраторных ДВС.
9. Опишите один тип механизма газораспределения ДВС.

Топливо.

Контрольное задание № 2
Определить коэффициент избытка воздуха α, если в дымовых газах установлено наличие O2, CO и N2 в объемных процентах, указанных в табл. 6.1.

Таблица 2

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
O2, %	6	7	8	9	10	11	12	13	12	11
CO, %	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	1	2	2	1	2
N2, %	79	80	81	80	81	79	78	79	80	80

СРС

Контрольные вопросы к заданию № 2
Пользуясь рекомендованной литературой, ответить на один вопрос (по предпоследней цифре шифра).
0. На какие марки делятся бурые угли, антрациты и каменные угли по размеру кусков?
1. Каким физико-химическим характеристикам, кроме цетанового числа и вязкости, должно удовлетворять дизельное топливо?
2. Как определяют при испытании парового котла числовое значение Q1?
3. Как определяют при испытании парового котла числовое значение Q2?
4. Как определяют при испытании парового котла числовое значение Q3?
5. Как определяют при испытании парового котла числовое значение Q4?
6. Опишите устройство экономайзера (водоподогревателя) парового котла?
7. Какие типы слоевых топок применяют в промышленных паровых котлах?
8. Опишите две схемы дробилок, применяемых для подготовки топлива на топливных складах промышленных котельных?
9. Опишите упрощенную схему очистки питательной воды паровых котлов от солей жесткости.

Основы теплообмена. Определение температуры поверхности стены
Контрольное задание № 3
Задача 1. Комнатный воздух, имеющий температуру t1 и относительную влажность ϕ1, омывает поверхность стены и остывает вблизи стены до температуры ее поверхности t2. При какой температуре поверхности стены начнется конденсация

водяных паров воздуха и на поверхность выпадет роса? Температура и относительная влажность воздуха заданы в табл. 9.3. См. с. 73 – Влажный воздух.

Таблица 9.3

Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t1, °C	25	25	25	25	20	20	20	20	20	20
ϕ1, %	20	30	40	50	60	20	30	40	50	60

Приложение 2

Шкала оценивания практических заданий (текущий контроль)

Оцениваются в процентах от выполненных и защищенных работ согласно инструкциям по их выполнению.

85-100 % – выполнены, подготовлены отчеты и защищены все работы;

75-84 % – выполнены и подготовлены отчеты по всем работам, не защищена одна лабораторная работа;

60-74 % – выполнены и подготовлены отчеты по всем работам, не защищены две работы;

0-59 %– выполнено менее 50% лабораторных работ и подготовлены отчеты по этим работам, нет отчетов.

Шкала оценивания презентации / реферата (рубежный контроль)

№	Наименование показателя	Отметка (в %)
1	Во вступлении четко сформулированы основные цели и задачи, соответствующие теме презентации, которые заинтересовывают слушателей.	85 - 100
2	Деление текста презентации на вступительную, основную часть, выводы и (или) заключение.	
3	В основной части логично, связно и полно доказываются поставленные задачи.	
4	Выводы, логично вытекающее из содержания основной части.	
5	Заключение лаконично и четко подводит итог презентации.	
6	Правильно (уместно и достаточно) используются разнообразные средства связи.	
7	Все требования, предъявляемые к заданию выполнены.	
8	При защите презентации демонстрирует полное понимание проблемы и для выражения своих мыслей использует современные понятия и аргументы.	
1	Во введении четко сформулирован тезис, соответствующий теме презентации, в известной мере выполнена задача заинтересовать слушателей	75 – 84
2	В основной части логично, связно, но не достаточно полно доказывается выдвинутый тезис	
3	Заключение содержит выводы, логично вытекающее из содержания основной части	
4	Уместно используются разнообразные средства связи	

5	При защите презентации демонстрирует понимание проблемы и для выражения своих мыслей не пользуется упрощенно-примитивным языком.	
1	Во введении тезис сформулирован не четко и не вполне соответствует теме реферата	60 - 74
2	В основной части выдвинутый тезис доказывается недостаточно логично (убедительно) и последовательно	
3	Заключенные выводы не полностью соответствуют содержанию основной части	
4	Недостаточно или, наоборот, избыточно используются разнообразные средства связи	
5	При защите презентации демонстрирует не полное понимание проблемы и язык работы в целом не соответствует уровню 4 курса	
1	Во введении тезис отсутствует или не соответствует теме презентации	40 - 59
2	Деление текста на введение, основную часть и заключение	
3	В основной части нет логичного последовательного раскрытия темы	
4	Выводы не вытекают из основной части	
5	Средства связи не обеспечивают связность изложения материала	
6	Отсутствует деление текста на введение, основную часть и заключение	
7	При защите презентации демонстрирует полное непонимание проблемы и язык работы можно оценить, как «примитивный».	
1	Работа написана не по теме	менее 58

Шкала оценивания устного опроса (промежуточный контроль – «ЗНАТЬ»)

При оценке устных ответов на проверку уровня обученности ЗНАТЬ учитываются следующие критерии:

1. Знание основных процессов изучаемой предметной области, глубина и полнота раскрытия вопроса.
2. Владение терминологическим аппаратом и использование его при ответе.
3. Умение объяснить сущность явлений, событий, процессов, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы.
4. Владение монологической речью, логичность и последовательность ответа, умение отвечать на поставленные вопросы, выражать свое мнение по обсуждаемой проблеме.

Отметкой **(16-20 баллов)** оценивается ответ, который показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность явлений, процессов, событий,

делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа.

Отметкой **(10-15 баллов)** оценивается ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

Отметкой **(5-10 баллов)** оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа.

Отметкой **(1-4 баллов)** оценивается ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа.

- 85-100 баллов - Демонстрирует полное понимание проблемы. Все требования,
- предъявляемые к заданию выполнены.
- 70-84 балла - Демонстрирует значительное понимание проблемы. Все требования,
- предъявляемые к заданию выполнены.
- 60-69 - Демонстрирует частичное понимание проблемы. Большинство
- требований, предъявляемых к заданию выполнены.
- 31-60 баллов - Демонстрирует небольшое понимание проблемы. Многие требования, выполнены в неполном объёме или не выполнены.
- 0-30 баллов - Демонстрирует непонимание проблемы или нет ответа и даже не было попытки решить задачу.

Критерии оценивания устного ответа на практическом занятии

Развернутый ответ студента должен представлять собой связное, логически последовательное сообщение на заданную тему, показывать его умение применять определения, правила в конкретных случаях.

Критерии оценивания:

1) полноту и правильность ответа;

2) степень осознанности, понимания изученного;

3) языковое оформление ответа.

Оценка «отлично» (5) ставится, если:

1) студент полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий;

2) обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные;

3) излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

«Хорошо» – студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «Отлично», но допускает 1–2 ошибки, которые сам же исправляет, и 1–2 недочета в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

«Удовлетворительно» – студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но:
1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил;
2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.
Оценка «не удовлетворительно» ставится, если студент обнаруживает незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал. Оценка «не удовлетворительно» отмечает такие недостатки в подготовке, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

Приложение 3

Методические рекомендации

Теплоэнергетические установки

В теплоэнергетике одним из обязательных конструкторских документов является тепловая схема. Тепловая схема представляет собой условное графическое изображение основного и вспомогательного оборудования, объединяемого линиями трубопроводов для рабочего тела. Различают принципиальную, развернутую и рабочую или монтажную тепловые схемы.

В принципиальной тепловой схеме указывают условно лишь главное оборудование (котлоагрегаты, подогреватели, деаэраторы, насосы) и трубопроводы, не размещая арматуры, вспомогательных устройств и второстепенных трубопроводов и не уточняя количества и расположения оборудования.

Развернутая тепловая схема содержит все количество устанавливаемого оборудования, а также все коммуникации – трубопроводы, соединяющие оборудование с помещаемой на них запорной и регулирующей арматурой. Так как объединение в развернутой тепловой схеме всех элементов и оборудования котельной из-за их большого числа затруднительно, эту схему разделяют на части по технологическому процессу.

Рабочую или монтажную тепловую схему выполняют в ортогональном, а отдельные сложные узлы в аксонометрическом изображении с указанием отметок расположения трубопроводов, их наклона, арматуры, креплений, размеров и т.д. Общие правила выполнения схем устанавливает ГОСТ 2.701-84. ЕСКД. Схемы.

Виды и типы. Общие требования к выполнению. Схемы выполняются компактно, но без ущерба для ясности и удобства их чтения. Графические изображения элементов и линии связей между ними располагают таким образом, чтобы обеспечить наилучшее представление о структуре изделия и взаимодействии его составных частей. Линии связи, соединяющие функциональные части изделия, должны иметь наименьшее количество изломов и пересечений. Они должны состоять из горизонтальных и вертикальных участков.

Схемы выполняют без соблюдения масштаба. Действительное пространственное расположение составных частей установки не учитывают. Для пояснения каких-либо особенностей схемы можно вводить дополнительные к установленным стандартам сведения и поясняющие надписи, не шифруя их.

Для изображения на схемах различных элементов и устройств применяют условные графические обозначения, установленные стандартами. Все размеры условных графических изображений, указанные в стандартах, допускается пропорционально изменять. Можно применять другие графические изображения: прямоугольники произвольных размеров, содержащие пояснительный текст; внешние очертания частей изделий (в том числе аксонометрические изображения); схематические разрезы.

Графические обозначения выполняют линиями той же толщины, что и линии связи. Нестандартные условные графические обозначения на схемах должны быть пояснены. Если на один элемент стандартами установлено несколько допустимых изображений, следует выбрать один из вариантов обозначения и применять его во всех схемах одного типа, входящих в комплект документации на изделие. Если необходимо указать, какая рабочая среда и в каком агрегатном состоянии находится на каждом участке схемы, применяют различные графические обозначения для линий связи, приводимые в справочной литературе. Однако, в схемах соединений трубопроводы всегда изображают сплошными основными линиями независимо от рабочей среды.

1. Тепловые схемы котельных с водогрейными котлами

Для того чтобы тепловые схемы котельных с водогрейными котлами легко читались, рекомендуется следующий порядок изображения оборудования на них. На верхней правой части листа размещают водогрейные котлы, а на левой – деаэраторы, ниже котлоагрегатов размещают рециркуляционные и еще ниже сетевые насосы, а под деаэраторами – теплообменники (подогреватели), баки деаэрированной и рабочей воды, подпиточные насосы, насосы сырой воды, дренажные баки и продувочный колодец.

Работа отопительной котельной осуществляется следующим образом. Вода из обратной линии тепловых сетей с небольшим напором поступает на всасывание сетевого насоса. Туда же подводится вода от подпиточного насоса, компенсирующая утечки воды в тепловых сетях. На всасывание насоса подается и горячая вода, тепло которой частично использовано в теплообменниках и для подогрева, соответственно, химически очищенной и сырой воды. Для

обеспечения заданной (из условий предупреждения коррозии) температуры воды, перед котлом, в трубопровод (за сетевым насосом) подают при помощи рециркуляционного насоса необходимое количество горячей воды, вышедшей из водогрейного котла. Линию, по которой подают горячую воду, называют рециркуляционной. При всех режимах работы тепловой сети, кроме максимально-зимнего, часть воды из обратной линии после сетевого насоса, минуя котел, подают по перепускной линии в подающую магистраль, где она, смешавшись с горячей водой из котла, обеспечивает заданную расчетную температуру в подающей магистрали тепловых сетей. Вода, предназначенная для восполнения утечек в тепловых сетях, предварительно подается насосом сырой воды в подогреватель сырой воды, где она подогревается до температуры 18–20 ºС и затем направляется на химводоочистку. Химически очищенная вода подогревается в теплообменниках и деаэрируется в деаэраторе. Воду для подпитки тепловых сетей из бака деаэрированной воды забирает подпиточный насос и подает в обратную линию.

Основной целью расчета любой тепловой схемы котельной является выбор основного и вспомогательного оборудования с определением исходных данных для последующих технико-экономических расчетов.

Надежность и экономичность водогрейных котлов зависит от постоянства расхода воды через них, который не должен снижаться относительно установленного заводом-изготовителем. Во избежание низкотемпературной и сернокислотной коррозии конвективных поверхностей нагрева температура воды на входе в котел при сжигании топлив, не содержащих серу, должна быть не менее 60ºС, малосернистых топлив не менее 70 ºС и высокосернистых топлив не менее 110ºС. Для повышения температуры воды на входе в водогрейный котел при температурах воды ниже указанных устанавливается рециркуляционный насос.

В котельных с водогрейными котлами часто устанавливаются вакуумные деаэраторы. Но они требуют при эксплуатации тщательного надзора, поэтому предпочитают устанавливать деаэраторы атмосферного типа.

Сильное влияние на оборудование котельной с водогрейными агрегатами оказывает система горячего водоснабжения – закрытая или открытая. Открытой называется система, в которой теплоноситель – горячая вода – частично или полностью используется потребителем. В закрытых системах нагрев воды на горячее водоснабжение осуществляется прямой отопительной водой в местных теплообменниках. При открытой системе горячего водоснабжения количество воды, идущее на подпитку тепловых сетей, заметно возрастает и может достигать 20% расхода воды через тепловые сети. Т.е. количество воды, которое необходимо подготовить на химводоочистке, при открытой системе горячего водоснабжения возрастает в несколько раз по сравнению с закрытой.

Так как расходы воды при открытой системе неравномерны, то для выравнивания суточного графика нагрузок на горячее водоснабжение и уменьшения расчетной производительности оборудования водоподготовки устанавливаются баки-аккумуляторы для деаэрированной воды. Из них в часы максимума потребления горячая вода подпиточными насосами подается на всасывание сетевых насосов.

Качество подготовки воды для подпитки открытой системы теплоснабжения должно быть значительно выше качества воды для подпитки закрытой системы, т.к. к воде горячего водоснабжения предъявляются такие же требования, как к питьевой водопроводной воде.

2. Тепловые схемы котельных с паровыми котлами

Отпуск пара технологическим потребителям часто производится от производственных котельных, в которых вырабатывается насыщенный или слабо перегретый пар с давлением до 1,4 или 2,4 МПа. Пар используется технологическими потребителями и в небольшом количестве – на приготовление горячей воды, направляемой в систему теплоснабжения. Приготовление горячей воды производится в сетевых подогревателях, устанавливаемых в котельной.

Принципиальная тепловая схема производственной котельной с отпуском небольшого количества теплоты на нужды отопления, вентиляции и горячего водоснабжения в закрытую систему теплоснабжения:

Насос сырой воды подает воду в охладитель продувочной воды, где она нагревается за счет теплоты продувочной воды. Затем сырая вода подогревается до 20–30 °С в пароводяном подогревателе сырой воды и направляется на химводоочистку. Химически очищенная вода направляется в охладитель деаэрированной воды и подогревается до определенной температуры. Дальнейший подогрев химически очищенной воды осуществляется в подогревателе паром. Перед поступлением в головку деаэратора часть химически очищенной воды проходит через охладитель выпара деаэратора. Подогрев сетевой воды производится паром в последовательно включенных

двух сетевых подогревателях. Конденсат от всех подогревателей направляется в головку деаэратора, в которую также поступает конденсат, возвращаемый внешними потребителями пара.

Подогрев воды в атмосферном деаэраторе производится паром от котлов и паром из расширителя непрерывной продувки, в котором котловая вода частично испаряется вследствие снижения давления. Продувочная вода после использования в охладителе непрерывной продувки сбрасывается в продувочный колодец (барботер).

Деаэрированная вода с температурой около 104 °С питательным насосом подается в паровые котлы. Подпиточная вода для системы теплоснабжения забирается из того же деаэратора, охлаждаясь в охладителе подпиточной воды до 70 °С перед поступлением к подпиточному насосу. Использование общего деаэратора для приготовления питательной и подпиточной воды возможно только для закрытых систем теплоснабжения ввиду малого расхода подпиточной воды в них. В открытых системах теплоснабжения расход подпиточной воды значителен, поэтому в котельной следует устанавливать два деаэратора: один для приготовления питательной воды, другой – подпиточной воды. В котельных с паровыми котлами, как правило, устанавливаются деаэраторы атмосферного типа.

Для технологических потребителей, использующих пар более низкого давления по сравнению с вырабатываемым котлоагрегатами, и для подогревателей собственных нужд в тепловых схемах котельных предусматривается редукционная установка для снижения давления пара (РУ) или редукционно-охладительная установка для снижения давления и температуры пара (РОУ).

Расчет тепловой схемы котельной с паровыми котлами выполняется для трех режимов: максимально-зимнего, наиболее холодного месяца и летнего. В основе расчета тепловой схемы котельной с паровыми котлами, лежит решение уравнений теплового и материального балансов, составляемых для каждого элемента схемы. Вид уравнения теплового баланса зависит от количества участвующих в теплообмене сред, их фазовогосостояния и происходящих фазовых превращений.

Приложение 4

Технологическая карта дисциплины

Теплоэнергетические установки

Название модулей дисциплины согласно РПД	Контроль	Форма контроля	зачетный минимум	зачетный максимум	график контроля
Модуль 1					
Модуль 1. Общие сведения о теплоэнергетических установках.	Текущий контроль	Активность, посещаемость	2	3	3
	Рубежный контроль	РГЗ, доклады с презентациями	11	20	
Модуль 2					
Модуль 2. Энергетическое топливо. Горение топлива.	Текущий контроль	Активность, посещаемость	2	3	7
	Рубежный контроль	РГЗ, защиты презентаций, отчетов по лабораторным работам.	11	20	
Модуль 3					
Модуль 3. Теплоэнергетические установки.	Текущий контроль	Активность, посещаемость	2	4	10
	Рубежный контроль	РГЗ, защиты презентаций, отчетов по лабораторным работам.	12	20	
ВСЕГО за семестр			40	70	
Промежуточный контроль (Зачет с оценкой)			20	30	
Семестровый рейтинг по дисциплине			60	100	