МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе
_____ / О.В. Юсупова
"_____" _____ 20___ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.02.08 «Теплогенерирующие установки»

Код и направление подготовки (специальность)	08.03.01 Строительство
Направленность (профиль)	Теплогазоснабжение и вентиляция
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очно-Заочная
Год начала подготовки	2024
Институт / факультет	Факультет инженерных систем и природоохранного строительства (ФИСПОС)
Выпускающая кафедра	Кафедра "Теплогазоснабжение и вентиляция"
Кафедра-разработчик	Кафедра "Теплогазоснабжение и вентиляция"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	252 / 7
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет, Экзамен

Самара 2024

Б1.В.02.08 «Теплогенерирующие установки»

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) **08.03.01 Строительство**, утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от № 481 от 31.05.2017 и соответствующего учебного плана.

Разработчик РПД:

Профессор, доктор технических наук, доцент	А.Г Салов
(должность, степень, ученое звание)	(ФИО)

Заведующий кафедрой	Д.В. Зеленцов, кандидат технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)

СОГЛАСОВАНО:

Председатель методического совета факультета / института (или учебно-методической комиссии)	Д.И Тараканов, кандидат технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)
Руководитель образовательной программы	Д.В. Зеленцов, кандидат технических наук, доцент
	(ФИО, степень, ученое звание)

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы 4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы 7
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся 8
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам), с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий 9
4.1 Содержание лекционных занятий 9
4.2 Содержание лабораторных занятий 12
4.3 Содержание практических занятий 12
4.4. Содержание самостоятельной работы 14
5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю) 15
6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения 16
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем 16
8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) 17
9. Методические материалы 17
10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) 19

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-1 Способность выполнять работы по проектированию систем теплогазоснабжения и вентиляции	ПК-1.1 Составление перечня исходных данных для проектирования систем теплогазоснабжения и вентиляции	Владеть методикой проверки соответствия проектного решения заданию на проектирование
			Знать перечень исходных данных для проектирования систем теплогазоснабжения и вентиляции
			Уметь выбирать исходные данные для проекта систем теплогазоснабжения и вентиляции
		ПК-1.2 Применение нормативно-технических документов, устанавливающих требования к проектным решениям систем теплогазоснабжения и вентиляции	Знать нормативно-технические документы, устанавливающие требования к проектным решениям систем теплогазоснабжения и вентиляции
			Уметь выбирать нормативно-технические документы, устанавливающие требования к проектным решения систем теплогазоснабжения и вентиляции
		ПК-1.3 Соблюдение основных требований к проектным решениям систем теплогазоснабжения и вентиляции	Владеть методикой выбора варианта проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции
			Знать основные требования к проектным решениям систем теплогазоснабжения и вентиляции
			Уметь составлять план согласования и прохождения экспертизы проектной документации

		ПК-1.4 Обоснование основных проектных решений по повышению энергетической эффективности систем теплогазоснабжения и вентиляции	Знать основные проектные решения по повышению энергетической эффективности систем теплогазоснабжения и вентиляции
			Уметь выбирать варианты проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции
		ПК-1.5 Соблюдение правил оформления проектной документации	Знать правила оформления проектной документации
			Уметь оформлять проектную документации; выполнять нормоконтроль оформления проектной документации
		ПК-1.6 Соблюдение требований нормативно-технической документации, направленных на обеспечение формирования безбарьерной среды для лиц с ограниченными возможностями здоровья	Владеть методикой проверки соответствия проектного решения требованиям нормативно-технической документации, включая выполнение требований, обеспечивающих формирование безбарьерной среды для лиц с ограниченными возможностями здоровья
			Знать требования нормативно-технической документации, направленных на обеспечение формирования безбарьерной среды для лиц с ограниченными возможностями здоровья
	ПК-2 Способность выполнять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции	ПК-2.1 Применение нормативно-технических документов, устанавливающих требования к расчетному обоснованию проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции	Знать нормативно-технические документы, устанавливающие требования к расчетному обоснованию проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции

			Уметь выбирать нормативно-технические документов, устанавливающие требования к расчетному обоснованию проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции; представлять и защищать результаты работ по разработке проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции
		ПК-2.2 Определение основных параметров инженерных систем и оборудования систем теплогазоснабжения и вентиляции	Владеть методикой приближенного определения стоимости проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции
			Знать основные параметры инженерных систем и оборудования систем теплогазоснабжения и вентиляции
			Уметь определять основные параметры инженерных систем и оборудования систем теплогазоснабжения и вентиляции; составлять расчетные схемы систем теплогазоснабжения и вентиляции
		ПК-2.3 Определение основных характеристик безопасности систем теплогазоснабжения и вентиляции	Владеть методикой оценки основных характеристик безопасности систем теплогазоснабжения и вентиляции
			Знать основные характеристики безопасности систем теплогазоснабжения и вентиляции
			Уметь выполнять расчеты основных характеристик безопасности систем теплогазоснабжения и вентиляции
		ПК-2.4 Определение основных характеристик энергоэффективности систем теплогазоснабжения и вентиляции	Владеть методикой оценки основных характеристик энергоэффективности систем теплогазоснабжения и вентиляции
			Знать основные характеристики энергоэффективности систем теплогазоснабжения и вентиляции

			Уметь выполнять расчеты основных характеристик энергоэффективности объектов систем теплогазоснабжения и вентиляции
		ПК-2.5 Определение основных технико-экономических показателей проектных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции	Владеть методикой оценки основных технико-экономических показателей проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции
			Знать основные технико-экономические показатели проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции
			Уметь определять стоимость проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции по приближенным методикам; выполнять оценку основных технико-экономических показателей проектного решения теплогазоснабжения и вентиляции

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы: **часть, формируемая участниками образовательных отношений**

Код компетенции	Предшествующие дисциплины	Параллельно осваиваемые дисциплины	Последующие дисциплины
ПК-1		Автономное теплоснабжение; Вентиляция; Отопление; Практико-ориентированный проект; Теплоснабжение; Учебная практика: ознакомительная практика; Химия воздуха	Вентиляция; Водный режим источников тепла; Газоснабжение; Газоснабжение промышленных предприятий различного назначения; Кондиционирование воздуха и холодоснабжение; Охрана воздушного бассейна; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Практико-ориентированный проект; Производственная практика: исполнительская практика ; Производственная практика: преддипломная практика; Теплоснабжение

ПК-2	Основы обеспечения микроклимата зданий; Строительная теплофизика; Теоретические основы теплотехники	Вентиляция; Отопление; Практико-ориентированный проект; Теплоснабжение	Автоматизация систем теплогазоснабжения и вентиляции; Вентиляция; Газоснабжение; Кондиционирование воздуха и холодоснабжение; Надежность систем теплогазоснабжения и вентиляции; Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы; Практико-ориентированный проект; Производственная практика: преддипломная практика; Теплоснабжение; Энергосбережение в системах теплогазоснабжения и вентиляции; Энергосбережение источников тепла

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Вид учебной работы	Всего часов / часов в электронной форме	6 семестр часов / часов в электронной форме	7 семестр часов / часов в электронной форме
Аудиторная контактная работа (всего), в том числе:	52	28	24
Лабораторные работы	8	8	0
Лекции	22	10	12
Практические занятия	22	10	12
Внеаудиторная контактная работа, КСР	7	3	4
Самостоятельная работа (всего), в том числе:	175	77	98
выполнение курсовых проектов	60	60	0
подготовка к зачету	7	7	0
подготовка к лабораторным работам	10	10	0
выполнение курсовых работ	90	0	90
подготовка к экзамену	8	0	8
Контроль	18	0	18
Итого: час	252	108	144
Итого: з.е.	7	3	4

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам),

с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ раздела	Наименование раздела дисциплины	Виды учебной нагрузки и их трудоемкость, часы				
		ЛЗ	ЛР	ПЗ	СРС	Всего часов
1	Место и роль теплогенерирующих установок.	0	0	0	12	12
2	Топливно-энергетические ресурсы и топливно-энергетический баланс в России.	2	0	2	13	17
3	Тепловой баланс и КПД котельного агрегата.	2	0	2	13	17
4	Теплообмен в котельном агрегате.	2	0	2	13	17
5	Компоновка и тепловой расчет парового котла	2	0	2	13	17
6	Паровые и водогрейные котлы на органическом топливе.	2	8	2	13	25
7	Тепловые схемы отопительных котельных.	2	0	2	16	20
8	Топливное хозяйство котельных.	2	0	2	16	20
9	Аэродинамический расчёт.	2	0	2	16	20
10	Автоматизация и тепловой контроль процессов производства тепловой энергии.	2	0	2	16	20
10	Основы проектирования котельных.	2	0	2	18	22
10	Охрана окружающей среды.	2	0	2	16	20
	КСР	0	0	0	0	7
	Контроль	0	0	0	0	18
	Итого	22	8	22	175	252

4.1 Содержание лекционных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лекции	Содержание лекции (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
6 семестр				
1	Топливно-энергетические ресурсы и топливно-энергетический баланс в России.	Баланс топливно-энергетических ресурсов в России, тенденции его развития. Расчётные характеристики твердого, жидкого и газообразного топлива. Основные определения. Понятие условного топлива.	Изучение баланса топливно-энергетических ресурсов в России. Состав органического топлива, его характеристик. Назначение понятия условного топлива.	2

2	Тепловой баланс и КПД котельного агрегата.	Общее уравнение теплового баланса. Полезно использованное тепло в котлоагрегате, его КПД.	Понятие общего уравнения теплового баланса. Физический смысл тепловых потерь в котельном агрегате и соотношения по расчёту или определению этих потерь. Понятие к. п. д. котла, его физический смысл. Понятия располагаемое и полезно использованное тепло. Потеря тепла с уходящими газами. Потеря тепла от химической неполноты сгорания. Потеря тепла от механической неполноты сгорания. Потеря тепла от наружного охлаждения. Потеря тепла с физическим теплом шлаков.	2
3	Теплообмен в котельном агрегате.	Теплообмен в топочной камере. Расчет теплообмена излучением в топочной камере. Излучательная способность факела. Теплообмен в полурадиацонных и конвективных поверхностях нагрева	Изучение теплообмена в топочной камере, зависимостей для расчета теплообмена излучением, неравномерности теплового поля в топочной камере. Тепловые характеристики настенных экранов. Неравномерность температурного поля в топке. Понятия радиационного, полурадиацонного и конвективного теплообменов. Лучистый и конвективный теплообмен в газоходах котла. Выбор оптимальных скоростей газов и рабочей среды в конвективных поверхностях нагрева.	2
4	Компоновка и тепловой расчет парового котла	Компоновка теплогенерирующей установки в котельном отделении. Общая компоновка парового котла. Компоновка топочной камеры. Компоновка конвективных поверхностей нагрева	Изучение компоновки тепло-генерирующей установки в котельном отделении, общей компоновки парового котла, топочной камеры, компоновки конвективных поверхностей нагрева. Общие положения о тепловом расчете котла. Понятия теоретически необходимого количества воздуха, коэффициента избытка воздуха в топке, присосов воздуха по газоходам котла.	2
5	Паровые и водогрейные котлы на органическом топливе.	Классификация паровых котлов. Котлы с естественной и принудительной циркуляцией. Общие вопросы гидродинамики. Схемы компоновок Водогрейные котлы.	Изучение классификации паровых котлов по производительности, параметрам пара. Схемы компоновок. Водогрейные котлы. Компоновка низкотемпературных конвективных поверхностей нагрева паровых и водогрейных котлов. Изучение конструкции топочных устройств и способов сжигания органического топлива, горелочных устройства для факельного сжигания пылевидного твердого топлива, форсунок для распыла жидкого топлива.	2
			Итого за семестр:	**10**
7 семестр				

6	Тепловые схемы отопительных котельных.	Назначение, общие принципы построения, цель и методика расчёта тепловой схемы производственной и отопительных котельных с паровыми котлами, водогрейными, с комбинированной схемой производства пара и горячей воды.	Изучение общих принципов построения, цели и методики расчёта тепловой схемы производственной и отопительной котельных с паровыми и водогрейными котлами, с комбинированной схемой производства пара и горячей воды. Порядок расчёта и выбора основного и вспомогательного оборудования котельной. Изучение направлений повышения эффективности выработки тепловой энергии. Изучение тепловых схем теплогенерирующих установок для децентрализованного и индивидуального теплоснабжения с автоматизированными отечественными и зарубежными котлами.	2
7	Топливное хозяйство котельных.	Топливное хозяйство котельных на твердом топливе. Мазутное хозяйство котельных. Газовое хозяйство котельных.	Изучение принятых схем подготовки твердого топлива к сжиганию и используемого для этого специального оборудования. Изучение принятых систем шлакозолоудаления. Шлакоотвалы. Используемое оборудование. Изучение мазутных хозяйств котельных. Мазутохранилищ, Используемого оборудования. Назначения ГРУ. Газопроводы тепловых предприятий	2
8	Аэродинамический расчёт.	Основные принципы аэродинамического расчёта газовоздушного тракта котельной. Выбор типоразмера дымовой трубы. Расчёт и выбор тягодутьевых устройств.	Назначение аэродинамического расчёта газовоздушного тракта котельной, дымовой трубы. Выбор типоразмера дымовой трубы. Понятия тягодутьевых устройств. Порядок выбора тягодутьевых устройств.	2
9	Автоматизация и тепловой контроль процессов производства тепловой энергии.	Основные принципы аэродинамического расчёта газовоздушного тракта котельной. Выбор типоразмера дымовой трубы. Расчёт и выбор тягодутьевых устройств.	Назначение аэродинамического расчёта газовоздушного тракта котельной, дымовой трубы. Выбор типоразмера дымовой трубы. Понятия тягодутьевых устройств. Порядок выбора тягодутьевых устройств.	2
10	Основы проектирования котельных.	Компоновка оборудования в здании котельной. Строительные конструкции, внутренние габариты здания котельной и принципы размещения в нем основного и вспомогательного оборудования.	Понятия компоновок главного здания энергетического предприятия. Описания строительных конструкций, внутренних габаритов здания котельной и принципов размещения в нем основного и вспомогательного оборудования.	2
11	Охрана окружающей среды.	Источники вредных выбросов в атмосферу. Нормируемые ПВД и ПДК вредных веществ в окружающем воздухе.	Изучение вредных выбросов при работе энергетического оборудования. Нормируемые ПВД и ПДК вредных веществ в окружающем воздухе. Порядок расчёта дымовой трубы по условиям нормального рассеивания в атмосфере вредных веществ. Изучение способов улавливания твердых частиц из продуктов сгорания. Пути снижения образования вредных выбросов. Методики оценки экологического ущерба от вредных выбросов котельных.	2
			Итого за семестр:	**12**
			Итого:	**22**

4.2 Содержание лабораторных занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема лабораторного занятия	Содержание лабораторного занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
6 семестр				
1	Паровые и водогрейные котлы на органическом топливе.	Конструкция и принцип работы водогрейных котлов.	Изучение конструкции и принципа работы водогрейных котлов Принципиальное отличие паровых котлов от водогрейных.	2
2	Паровые и водогрейные котлы на органическом топливе.	Паровые котлы малой и средней производительности.	Изучение пароводяного и газового тракта котла	2
3	Паровые и водогрейные котлы на органическом топливе.	Устройство и принцип работы паровых котлов	Изучение устройства и принципа работы паровых котлов серии ДКВР. Назначение отдельных элементов котла.	2
4	Паровые и водогрейные котлы на органическом топливе.	Основное и вспомогательное оборудование	Знакомство со вспомогательным оборудованием котельной спорткомплекса	2
			Итого за семестр:	**8**
			Итого:	**8**

4.3 Содержание практических занятий

№ занятия	Наименование раздела	Тема практического занятия	Содержание практического занятия (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов / часов в электронной форме
6 семестр				
1	Топливно-энергетические ресурсы и топливно-энергетический баланс в России.	Расчёт объёмов продуктов сгорания, объёмных долей трех-атомных газов	Для заданного преподавателем состава сжигаемого топлива и типа котла проводится расчёт объёмов продуктов сгорания, объёмных долей трехатомных газов	2
2	Тепловой баланс и КПД котельного агрегата.	Тепловой баланс котельного агрегата, определение расхода топлива, к. п. д. Расчёт энтальпий продуктов сгорания.	Проведение расчета теплового баланса котельного агрегата, определение расхода топлива. Определение и расчет тепловых потерь котельного агрегата, расчет к. п. д. котла. Расчёт энтальпий продуктов сгорания	2

3	Теплообмен в котельном агрегате.	Расчёт теплообмена в топке котла, первом конвективном пучке и втором конвективном пучке	Расчет теплообмена в топке котла, расчет температуры на выходе из топки котла. Проведение расчёта теплообмена в первом конвективном пучке. Расчет температуры продуктов сгорания на выходе из первого котельного пучка. Проведение расчёта теплообмена во втором конвективном пучке. Расчет температуры продуктов сгорания на выходе из второго котельного пучка.	2
4	Компоновка и тепловой расчет парового котла	Расчёт теплообмена в водяном экономайзере. Расчёт невязки баланса котла.	Расчёт невязки баланса котла. Проверка всего теплового расчета котла с целью получения допустимой величины невязки.	2
5	Паровые и водогрейные котлы на органическом топливе.	Конструкция парового котла, схема циркуляции в нём. Расчёт теплообмена в водяном экономайзере. Расчёт невязки баланса котла.	Изучение конструкции котла, его элементов, схемы циркуляции пароводяной смеси по учебному пособию. Проведение расчёта теплообмена в водяном экономайзере. Определение поверхности нагрева водяного экономайзера. Компоновка водяного экономайзера.	2
			Итого за семестр:	**10**
7 семестр				
6	Тепловые схемы отопительных котельных.	Определение ориентировочной расчётной паропроизводительности котельной, количества и типа устанавливаемых парогенераторов.	Изучение принципиальных тепловых схем котельных. По заданным тепловым нагрузкам и типа парового котла выбирается тепловая схема котельной. Рассчитывается паропроизводительность, определяется количество устанавливаемых парогенераторов.	2
7	Топливное хозяйство котельных.	Расчёт объёмов продуктов сгорания, объёмных долей трех-атомных газов	Для заданного преподавателем состава сжигаемого топлива и типа котла проводится расчёт объёмов продуктов сгорания, объёмных долей трехатомных газов	2
8	Аэродинамический расчёт.	Аэродинамический расчёт газо-воздушного тракта котельной.	Проведение аэродинамического расчёта газо-воздушного тракта котельной. Проведение аэродинамического расчёта дымовой трубы. Выбор типа дымовой трубы и её высоты	2
9	Автоматизация и тепловой контроль процессов производства тепловой энергии.	Контрольно-измерительные приборы для контроля производства тепловой энергии. Системы автоматизации процессов генерации пара котельными агрегатами	Подбор систем контроля производства тепловой энергии. Описание параметров работы котла, которые в процессе работы котла в стационарном режиме поддерживаются автоматически. Локальные системы регулирования котельного агрегата.	2
10	Основы проектирования котельных.	Классификация котельных установок. Основы теплового расчёта котельных установок	Изучение конструкций котельных установок, видов тепловых расчетов и порядка проведения этих расчетов. Проведение расчета производительности сетевых и подпиточных насосов. Их выбор	2
11	Охрана окружающей среды.	Установка дополнительного теплоутилизационного оборудования в тепловой схеме котельной для повышения энергоэффективности производства тепловой энергии.	Анализ режимов работы питательных насосов, поиск направлений повышения энергоэффективности производства тепловой энергии. Анализ режимов работы подпиточных насосов, поиск направлений повышения энергоэффективности производства тепловой энергии.	2
			Итого за семестр:	**12**
			Итого:	**22**

4.4. Содержание самостоятельной работы

Наименование раздела	Вид самостоятельной работы	Содержание самостоятельной работы (перечень дидактических единиц: рассматриваемых подтем, вопросов)	Количество часов
6 семестр			
Место и роль теплогенерирующих установок.	выполнение курсового проекта, подготовка к лабораторным работам, подготовка к зачету	Развитие конструкций котельных агрегатов	12
Топливно-энергетические ресурсы и топливно-энергетический баланс в России.	выполнение курсового проекта, подготовка к лабораторным работам, подготовка к зачету	Топочные устройства для сжигания топлив	13
Тепловой баланс и КПД котельного агрегата.	выполнение курсового проекта, подготовка к лабораторным работам, подготовка к зачету	Составление баланса котла, определение к. п. д. котла	13
Теплообмен в котельном агрегате.	выполнение курсового проекта, подготовка к лабораторным работам, подготовка к зачету	Расчёт теплообмена в топке котла Расчёт теплообмена в первом конвективном пучке	13
Компоновка и тепловой расчет парового котла	выполнение курсового проекта, подготовка к лабораторным работам, подготовка к зачету	Принципы компоновки поверхностей парового котла. Распределение тепловосприятия между поверхностями нагрева. Расчёт теплообмена во втором конвективном пучке Расчёт теплообмена в экономайзере.	13
Паровые и водогрейные котлы на органическом топливе.	выполнение курсового проекта, подготовка к лабораторным работам, подготовка к зачету	Расчёт невязки баланса. Графическая часть.	13
		Итого за семестр:	**77**

7 семестр			
Тепловые схемы отопительных котельных.	выполнение курсовой работы, подготовка к экзамену	Выполнение курсовой работы, подготовка к экзамену	16
Топливное хозяйство котельных.	выполнение курсовой работы, подготовка к экзамену	Изучение топливного хозяйства котельных. Сбор исходных данных	16
Аэродинамический расчёт.	выполнение курсовой работы, подготовка к экзамену	Аэродинамический расчет газовоздушного тракта котельной и дымовой трубы	16
Автоматизация и тепловой контроль процессов производства тепловой энергии.	выполнение курсовой работы, подготовка к экзамену	Расчёт тепловой схемы котельной	16
Основы проектирования котельных.	выполнение курсовой работы, подготовка к экзамену	Выбор вспомогательного оборудования котельной	18
Охрана окружающей среды.	выполнение курсовой работы, подготовка к экзамену	Графическая часть. Расположение и расчет дымовой трубы согласно требованиям ООС	16
		Итого за семестр:	**98**
		Итого:	**175**

5. Перечень учебной литературы и учебно-методического обеспечения по дисциплине (модулю)

№ п/п	Библиографическое описание	Ресурс НТБ СамГТУ (ЭБС СамГТУ, IPRbooks и т.д.)
Основная литература		
1	Минкина, С.А. Тепловой и аэродинамический расчетык отельных агрегатов : учебное пособие / С. А. Минкина; Самарский государственный технический университет, Самарский государственный архитектурно-строительный университет.- Самара, 2013.- 104 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||4950	Электронный ресурс
2	Минкина, Светлана Абрамовна Тепловой и аэродинамический расчеты котельных агрегатов : учеб. пособие [Текст] / Самар. гос. архитектур.-строит. ун-т (СГАСУ), Каф. теплогазоснабжения и вентиляции.- Самара, СГАСУ, 2013.- 104 с.	Электронный ресурс
3	Салов, А.Г. Компоновка и тепловой расчет поверхностей нагрева барабанного котла ТП-230 : учеб. пособие / А. Г. Салов; Самар.гос.техн.ун-т .- 2-е изд..- Самара, 2017.- 72 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||2824	Электронный ресурс

4	Салов, А.Г. Компоновка и тепловой расчет поверхностей нагрева барабанного котла ТП-230 : учеб. пособие / А. Г. Салов; Самар.гос.техн.ун-т.- Самара, 2012.- 71 с.	Электронный ресурс
5	Салов, А.Г. Проектирование отопительно-производственной котельной : учеб. пособие / А. Г. Салов, А. А. Цынаева; Самар.гос.техн.ун-т, Теплогазоснабжение и вентиляция .- 2-е изд..- Самара, 2017.- 80 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||2828	Электронный ресурс
6	Салов, А.Г. Теплогенерирующие установки: конструкция, принцип работы котлов типа Е(ДЕ) и тепловой расчет котла Е(ДЕ)-10-14ГМ : учеб. пособие / А. Г. Салов, А. А. Гаврилова; Самар.гос.техн.ун-т, Теплогазоснабжение и вентиляция .- 2-е изд..- Самара, 2017.- 86 с..- Режим доступа: https://elib.samgtu.ru/getinfo?uid=els_samgtu||elib||2827	Электронный ресурс
Дополнительная литература		
7	Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов : Обязательны для всех министерств, ведомств, предприятий, орг. (независимо от форм собственности) и граждан:Утв.Госгортехнадзором 28.05.93 / [Редколл.:Н.А.Хапонен,А.К.Зыков,П.А.Антикайн].- М., ПИО ОБТ, 2000.- 203 с.	Электронный ресурс

Доступ обучающихся к ЭР НТБ СамГТУ (elib.samgtu.ru) осуществляется посредством электронной информационной образовательной среды университета и сайта НТБ СамГТУ по логину и паролю.

6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения

При проведении лекционных занятий используется мультимедийное оборудование.

Организовано взаимодействие обучающегося и преподавателя с использованием электронной ин-формационной образовательной среды университета.

№ п/п	Наименование	Производитель	Способ распространения
1	Adobe Reader	Adobe Systems Incorporated (Зарубежный)	Свободно распространяемое
2	Autodesk AutoCAD	Autodesk (Зарубежный)	Лицензионное
3	Microsoft Office	Microsoft (Зарубежный)	Лицензионное
4	КОМПАС-3D	КОМПАС (Отечественный)	Лицензионное

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

№ п/п	Наименование	Краткое описание	Режим доступа
1	Консультант плюс	http://www.consultant.ru	Ресурсы открытого доступа

2	Научная электронная библиотека	http://elibrary.ru/	Ресурсы открытого доступа
3	Научная электронная библиотека «Киберлениника»	https://cyberleninka.ru	Ресурсы открытого доступа
4	Сайты научно – технической библиотеки ФГБОУ СамГТУ	http://lib.sumgtu.ru/	Ресурсы открытого доступа

8. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Лекционные занятия

Аудитории для лекционных занятий укомплектованы мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории (наборы демонстрационного оборудования (проектор, экран, компьютер / ноутбук), учебно-наглядные, учебно-методические пособия, тематические иллюстрации.

Практические занятия

Аудиториидля практических занятий укомплектованы специализированной мебелью итехническими средствами обучения (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Лабораторные занятия

Для лабораторных занятий используется аудитория № 15, оснащенная следующим оборудованием: Действующими котлами, макетами, лабораторными установками.

Самостоятельная работа

Помещения для самостоятельной работыоснащены компьютерной техникой с возможностьюподключения к сети «Интернет» и доступом к электроннойинформационно-образовательной среде СамГТУ:

- читальный зал НТБ СамГТУ (ауд. 200 корпус №8; ауд. 125корпус № 1; ауд. 41, 31, 34, 35 Главный корпус библиотеки; ауд. 83а, 414, 416, 0209 12 корпус; ауд. 401 корпус №10).

9. Методические материалы

Методические рекомендации при работе на лекции

До лекции студент должен просмотреть учебно-методическую и научную литературу по теме лекции с тем, чтобы иметь представление о проблемах, которые будут разбираться в лекции.

Перед началом лекции обучающимся сообщается тема лекции, план, вопросы, подлежащие рассмотрению, доводятся основные литературные источники. Весь учебный материал, сообщаемый преподавателем, должен не просто прослушиваться. Он должен быть активно воспринят, т.е. услышан, осмыслен, понят, зафиксирован на бумаге и закреплен в памяти. Приступая к слушанию нового учебного материала, полезно мысленно установить его связь с ранее изученным. Следя за техникой чтения лекции (акцент на существенном, повышение тона, изменение ритма, пауза и т.п.), необходимо вслед за преподавателем уметь выделять основные категории, законы и определять их содержание, проблемы, предполагать их возможные решения, доказательства и выводы. Осуществляя такую работу, можно значительно облегчить себе понимание учебного материала, его конспектирование и дальнейшее изучение.

Конспектирование лекции позволяет обработать, систематизировать и лучше сохранить полученную информацию с тем, чтобы в будущем можно было восстановить в памяти основные, содержательные моменты. Типичная ошибка, совершаемая обучающимся, дословное конспектирование речи преподавателя. Как правило, при записи «слово в слово» не остается времени на обдумывание, анализ и синтез информации. Отбирая нужную информацию, главные мысли, проблемы, решения и

выводы, необходимо сокращать текст, строить его таким образом, чтобы потом можно было легко в нем разобраться. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых можно будет делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. С окончанием лекции работа над конспектом не может считаться завершенной. Нужно еще восстановить отдельные места, проверить, все ли понятно, уточнить что-то на консультации и т.п. с тем, чтобы конспект мог быть использован в процессе подготовки к практическим занятиям, зачету, экзамену. Конспект лекции – незаменимый учебный документ, необходимый для самостоятельной работы.

Методические рекомендации при подготовке и работе на практическом занятии

Практические занятия по дисциплине проводятся в целях выработки практических умений и приобретения навыков в решении профессиональных задач.

Рекомендуется следующая схема подготовки к практическому занятию:

1. ознакомление с планом практического занятия, который отражает содержание предложенной темы;
2. проработка конспекта лекции;
3. чтение рекомендованной литературы;
4. подготовка ответов на вопросы плана практического занятия;
5. выполнение тестовых заданий, задач и др.

Подготовка обучающегося к практическому занятию производится по вопросам, разработанным для каждой темы практических занятий и (или) лекций. В процессе подготовки к практическим занятиям, необходимо обратить особое внимание на самостоятельное изучение рекомендованной литературы.

Работа студентов во время практического занятия осуществляется на основе заданий, которые выдаются обучающимся в начале или во время занятия. На практических занятиях приветствуется активное участие в обсуждении конкретных ситуаций, способность на основе полученных знаний находить наиболее эффективные решения поставленных проблем, уметь находить полезный дополнительный материал по тематике занятий. Обучающимся необходимо обращать внимание на основные понятия, алгоритмы, определять практическую значимость рассматриваемых вопросов. На практических занятиях обучающиеся должны уметь выполнить расчет по заданным параметрам или выработать определенные решения по обозначенной проблеме. Задания могут быть групповые и индивидуальные. В зависимости от сложности предлагаемых заданий, целей занятия, общей подготовки обучающихся преподаватель может подсказать обучающимся алгоритм решения или первое действие, или указать общее направление рассуждений. Полученные результаты обсуждаются с позиций их адекватности или эффективности в рассмотренной ситуации.

Методические рекомендации при работе на лабораторном занятии

Проведение лабораторной работы делится на две условные части: теоретическую и практическую.

Необходимыми структурными элементами занятия являются проведение лабораторной работы, проверка усвоенного материала, включающая обсуждение теоретических основ выполняемой работы.

Перед лабораторной работой, как правило, проводится технико-теоретический инструктаж по использованию необходимого оборудования. Преподаватель корректирует деятельность обучающегося в процессе выполнения работы (при необходимости). После завершения лабораторной работы подводятся итоги, обсуждаются результаты деятельности.

Возможны следующие формы организации лабораторных работ: фронтальная, групповая и индивидуальная. При фронтальной форме выполняется одна и та же работа (при этом возможны различные варианты заданий). При групповой форме работа выполняется группой (командой). При индивидуальной форме обучающимися выполняются индивидуальные работы.

По каждой лабораторной работе имеются методические указания по их выполнению, включающие необходимый теоретический и практический материал, содержащие элементы и последовательную инструкцию по проведению выбранной работы, индивидуальные варианты заданий, требования и форму отчётности по данной работе.

Методические рекомендации по выполнению самостоятельной работы

Организация самостоятельной работы обучающихся ориентируется на активные методы овладения знаниями, развитие творческих способностей, переход от поточного к индивидуализированному обучению с учетом потребностей и возможностей обучающегося.

Самостоятельная работа с учебниками, учебными пособиями, научной, справочной литературой, материалами периодических изданий и Интернета является наиболее эффективным методом получения дополнительных знаний, позволяет значительно активизировать процесс овладения информацией, способствует более глубокому усвоению изучаемого материала. Все новые понятия по изучаемой теме необходимо выучить наизусть и внести в глоссарий, который целесообразно вести с самого начала изучения курса.

Самостоятельная работа реализуется:

- непосредственно в процессе аудиторных занятий;
- на лекциях, практических занятиях;
- в контакте с преподавателем вне рамок расписания;
- на консультациях по учебным вопросам, в ходе творческих контактов, при ликвидации задолженностей, при выполнении индивидуальных заданий и т.д.;
- в библиотеке, дома, на кафедре при выполнении обучающимся учебных и практических задач.

Эффективным средством осуществления обучающимся самостоятельной работы является электронная информационно-образовательная среда университета, которая обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин (модулей), практик, к изданиям электронных библиотечных систем.

10. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств представлен в приложении № 1.

Приложение 1 к рабочей программе дисциплины
Б1.В.02.08 «Теплогенерирующие установки»

Фонд оценочных средств
по дисциплине
Б1.В.02.08 «Теплогенерирующие установки»

Код и направление подготовки (специальность)	08.03.01 Строительство
Направленность (профиль)	Теплогазоснабжение и вентиляция
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	Очно-Заочная
Год начала подготовки	2024
Институт / факультет	Факультет инженерных систем и природоохранного строительства (ФИСПОС)
Выпускающая кафедра	Кафедра "Теплогазоснабжение и вентиляция"
Кафедра-разработчик	Кафедра "Теплогазоснабжение и вентиляция"
Объем дисциплины, ч. / з.е.	252 / 7
Форма контроля (промежуточная аттестация)	Зачет, Экзамен

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (знать, уметь, владеть, соотнесенные с индикаторами достижения компетенции)
Профессиональные компетенции			
Не предусмотрено	ПК-1 Способность выполнять работы по проектированию систем теплогазоснабжения и вентиляции	ПК-1.1 Составление перечня исходных данных для проектирования систем теплогазоснабжения и вентиляции	Владеть методикой проверки соответствия проектного решения заданию на проектирование
			Знать перечень исходных данных для проектирования систем теплогазоснабжения и вентиляции
			Уметь выбирать исходные данные для проекта систем теплогазоснабжения и вентиляции
		ПК-1.2 Применение нормативно-технических документов, устанавливающих требования к проектным решениям систем теплогазоснабжения и вентиляции	Знать нормативно-технические документы, устанавливающие требования к проектным решениям систем теплогазоснабжения и вентиляции
			Уметь выбирать нормативно-технические документы, устанавливающие требования к проектным решения систем теплогазоснабжения и вентиляции
		ПК-1.3 Соблюдение основных требований к проектным решениям систем теплогазоснабжения и вентиляции	Владеть методикой выбора варианта проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции
			Знать основные требования к проектным решениям систем теплогазоснабжения и вентиляции
			Уметь составлять план согласования и прохождения экспертизы проектной документации

		ПК-1.4 Обоснование основных проектных решений по повышению энергетической эффективности систем теплогазоснабжения и вентиляции	Знать основные проектные решения по повышению энергетической эффективности систем теплогазоснабжения и вентиляции
			Уметь выбирать варианты проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции
		ПК-1.5 Соблюдение правил оформления проектной документации	Знать правила оформления проектной документации
			Уметь оформлять проектную документации; выполнять нормоконтроль оформления проектной документации
		ПК-1.6 Соблюдение требований нормативно-технической документации, направленных на обеспечение формирования безбарьерной среды для лиц с ограниченными возможностями здоровья	Владеть методикой проверки соответствия проектного решения требованиям нормативно-технической документации, включая выполнение требований, обеспечивающих формирование безбарьерной среды для лиц с ограниченными возможностями здоровья
			Знать требования нормативно-технической документации, направленных на обеспечение формирования безбарьерной среды для лиц с ограниченными возможностями здоровья
	ПК-2 Способность выполнять обоснование проектных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции	ПК-2.1 Применение нормативно-технических документов, устанавливающих требования к расчетному обоснованию проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции	Знать нормативно-технические документы, устанавливающие требования к расчетному обоснованию проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции

			Уметь выбирать нормативно-технические документов, устанавливающие требования к расчетному обоснованию проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции; представлять и защищать результаты работ по разработке проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции
		ПК-2.2 Определение основных параметров инженерных систем и оборудования систем теплогазоснабжения и вентиляции	Владеть методикой приближенного определения стоимости проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции
			Знать основные параметры инженерных систем и оборудования систем теплогазоснабжения и вентиляции
			Уметь определять основные параметры инженерных систем и оборудования систем теплогазоснабжения и вентиляции; составлять расчетные схемы систем теплогазоснабжения и вентиляции
		ПК-2.3 Определение основных характеристик безопасности систем теплогазоснабжения и вентиляции	Владеть методикой оценки основных характеристик безопасности систем теплогазоснабжения и вентиляции
			Знать основные характеристики безопасности систем теплогазоснабжения и вентиляции
			Уметь выполнять расчеты основных характеристик безопасности систем теплогазоснабжения и вентиляции
		ПК-2.4 Определение основных характеристик энергоэффективности систем теплогазоснабжения и вентиляции	Владеть методикой оценки основных характеристик энергоэффективности систем теплогазоснабжения и вентиляции
			Знать основные характеристики энергоэффективности систем теплогазоснабжения и вентиляции

			Уметь выполнять расчеты основных характеристик энергоэффективности объектов систем теплогазоснабжения и вентиляции
		ПК-2.5 Определение основных технико-экономических показателей проектных решений систем теплогазоснабжения и вентиляции	Владеть методикой оценки основных технико-экономических показателей проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции
			Знать основные технико-экономические показатели проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции
			Уметь определять стоимость проектного решения систем теплогазоснабжения и вентиляции по приближенным методикам; выполнять оценку основных технико-экономических показателей проектного решения теплогазоснабжения и вентиляции

Матрица соответствия оценочных средств запланированным результатам обучения

5 семестр

Код и индикатор достижения компетенции	Разделы							
	Место и роль теплогенерирующих установок	Топливно-энергетические ресурсы и топливно-энергетический баланс в России	Основы горения органического топлива	Тепловой баланс и КПД котельного агрегата	Теплообмен в котельном агрегате	Компоновка и тепловой расчет парового котла	Паровые и водогрейные котлы на органическом топливе	Водный режим паровых и водогрейных котлов
	Наименование оценочного средства	Наименование оценочного средства	Наименование оценочного средства	Наименование оценочного средства	Наименование оценочного средства	Наименование оценочного средства	Наименование оценочного средства	Наименование оценочного средства
	Отчет по ЛР КП Вопросы к зачету	Отчет по ЛР КП Вопросы к зачету	Отчет по ЛР КП Вопросы к зачету	Отчет по ЛР КП Вопросы к зачету	Отчет по ЛР КП Вопросы к зачету	Отчет по ЛР КП Вопросы к зачету	Отчет по ЛР КП Вопросы к зачету	Отчет по ЛР КП Вопросы к зачету
ПК -1	+	+	+	+	+	+	+	+
ПК -2	+	+	+	+	+	+	+	+

6 семестр

Код и индикатор достижения компетенции	Разделы					
	Тепловые схемы отопительных котельных.	Топливное хозяйство котельных	Аэродинамический расчёт	Автоматизация и тепловой контроль процессов производства тепловой энергии	Основы проектирования котельных	Охрана окружающей среды
	Наименование оценочного средства	Наименование оценочного средства	Наименование оценочного средства	Наименование оценочного средства	Наименование оценочного средства	Наименование оценочного средства
	КР Вопросы к экзамену	КР Вопросы к экзамену	КР Вопросы к экзамену	КР Вопросы к экзамену	КР Вопросы к экзамену	КР Вопросы к экзамену
ПК -1	+	+	+	+	+	+
ПК -2	+	+	+	+	+	+

Наименование оценочного средства	Состав оценочного средства	Критерии оценки
Отчёт по лабораторным работам	1. Конспект по лабораторной работе 2. Проведение эксперимента и обработка опытных данных 3. Ответ на контрольные вопросы	1. Конспект по лабораторной работе – 25% 2. Проведение эксперимента и обработка опытных данных – 50% 3. Ответ на контрольные вопросы – 25% балл Максимум 100%
Выполнение курсового проекта	Курсовой проект на тему «Тепловой расчёт парового котла ДЕ 10-14ГМ.»: 1. Пояснительная записка -20-30 листов А4 2. Графическая часть – 1 лист А1, 1 лист А3	1. Пояснительная записка – 25-50 % 2. Графическая часть – 25-50 % Максимум 100%
Сдача зачета	1. Ответ на теоретический вопрос (2 вопроса в билете)	1. Ответ на теоретический вопрос – 0-25% Максимум 100%
Выполнение курсовой работы	Курсовая работа на тему «Проектирование производственно-отопительной котельной с котлами типа ДЕ.»: 1. Пояснительная записка -20-30 листов А4 2. Графическая часть – 2 листа А1	1. Пояснительная записка – 25-50 % 2. Графическая часть – 25-50 % Максимум 100%
Сдача экзамена	1. Решение задачи (1 задача в билете) 2. Ответ на теоретический вопрос (2 вопроса в билете)	1. Решение задачи – 0-50 % 2. Ответ на теоретический вопрос – 0-25% Максимум 100%

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие процесс формирования компетенций в ходе освоения образовательной программы

Формы текущего контроля успеваемости
Образец задачи «Расчёт теплового баланса котла»

Тепловой баланс котельного агрегата

Составление теплового баланса котельного агрегата заключается в установлении равенства между поступившим в агрегат количеством тепла, называемым располагаемым теплом, и суммой полезно использованного тепла и тепловых потерь. На основании теплового баланса вычисляются КПД котла и необходимый расход топлива.

Располагаемое тепло Q_p^p на 1 м^3 газообразного топлива, кДж/м^3, для котла ДЕ 10-14ГМ определяется по формуле:

$$Q_p^p = Q_н^c \cdot 10^3 = 36{,}48 \cdot 10^3 = 36480\ кДж/м^3.$$

Расчёт потерь тепла с уходящими газами

Потеря тепла с уходящими газами $q_2\ \%$, определяется по формуле:

$$q_2 = \frac{(H_{ух} - \alpha_{ух} H^0_{х.в.})(100 - q_4)}{Q^р_р},$$

где $H_{ух}$ – энтальпия уходящих газов, кДж/м^3, при соответствующем коэффициенте избытка воздуха $\alpha_{ух} = 1{,}35.$

Температуру уходящих газов принимаем равной $t_{ух} = 125°C$ по таблице П4.

Энтальпию уходящих газов определяем по таблице

$H_{ух} = 2433$ кДж/м^3.

Энтальпия теоретически необходимого количества холодного воздуха, кДж/м^3, определяется по таблице 4.3:

$H^{о}_{хв} = 388{,}97$ кДж/м^3.

q_4 – потеря тепла от механической неполноты сгорания, равна нулю для газообразного топлива.

Потеря тепла с уходящими газами

$$q_2 = \frac{(2433 - 1{,}35 \cdot 388{,}97)(100 - 1)}{36480} = 5{,}23\ \%$$

Расчёт потерь тепла от химической неполноты сгорания и наружного охлаждения

Для газообразного топлива потеря теплоты от химической неполноты сгорания q_3, %, принимаем равной 0,3% по таблице П5.

Потерю теплоты от наружного охлаждения $q_5\%$ для номинальной нагрузке котла определяем по рисунку П1,

$q_5 = 1.7\%.$

Коэффициент полезного действия котла

Коэффициент полезного действия котла определяется по формуле:

$$\eta_к = 100 - (q_1 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6);$$

$$\eta_к = 100 - (5{,}23 + 0{,}3 + 0 + 1{,}7 + 0) = 92{,}77\ \%.$$

Коэффициент сохранения тепла φ находится по формуле:

$$\varphi = 1 - \frac{q_5}{\eta_к + q_5} = 1 - \frac{1{,}7}{92{,}77 + 1{,}7} = 0{,}982.$$

Расход топлива

Расход топлива *B*, кг/с, подаваемого в топочную камеру парового котла определяем по формуле (5-19) [26]; (3.14) [28].

$$\mathrm{B} = \frac{D_{н.п}(h_{н.п.} - h_{п.в.}) + D_{пр}(h_{кип} - h_{п.в.})}{Q_p^p \cdot \eta_к},$$

где $D_{нп} = D_{ном}$ – количество выработанного насыщенного пара, $2{,}78$ кг/с, отданного помимо пароперегревателя с энтальпией $\mathrm{h}_{н.п.}$;

$\mathrm{h}_{н.п.}$ – энтальпия насыщенного пара, кДж/кг, определяемая по давлению в барабане котла по таблице П6.

$$\mathrm{h}_{н.п.} = 2788{,}3 \text{ кДж/кг};$$

$\mathrm{h}_{кип}$ – энтальпия котловой воды, определяется по таблице П6 при давлении в барабане котла,

$$\mathrm{h}_{кип} = 830{,}1 \text{ кДж/кг};$$

$\mathrm{h}_{п.в.}$ – энтальпия питательной воды на входе в водяной экономайзер, определяется по таблице П7 при температуре 100 °С,

$$\mathrm{h}_{п.в.} = 420{,}1 \text{ кДж/кг};$$

$\mathrm{D}_{пр}$ – расход воды на продувку котла, кг/с, определяется по соотношению:

$$D_{пр} = 0{,}11 \cdot \rho \cdot \mathrm{D}_{нп} = 0{,}01 \cdot 5 \cdot 2{,}78 = 0{,}139 \text{ кг/с},$$

где $p = 5\%$ – непрерывная продувка котла (по заданию).

Рассчитываем расход топлива на котёл.

$$B = \frac{2{,}78(2788{,}3 - 420{,}1) + 0{,}139(830{,}1 - 420{,}1)}{36479 \cdot 0{,}9277} = 0{,}196 \text{ м}^3/\text{с}$$

Образец отчета по лабораторной работе №2 «Паровые котлы малой и средней производительности. Устройство и принцип работы паровых котлов серии Е(ДЕ)

Цель работы: Изучить конструкцию и принцип действия котлов типа Е(ДЕ). Их технические характеристики и назначение.

Паровой котёл представляет собой системы поверхностей нагрева для производства пара из непрерывно поступающей в него воды за счёт использования тепловой энергии, выделившейся при сжигании топлива подаваемого в топку вместе с необходимым количеством воздуха.

Котельным агрегатом называется паровой котёл, включающий в себя топку и парообразующие поверхности нагрева, пароперегреватель, водяной экономайзер, воздухоподогреватель совместно с примыкающими к ним паропроводами, водопроводами, воздуховодами и газоходами и установленной на них арматурой.

Паровой, двухбарабанный, вертикально-водотрубный котёл с естественной циркуляцией типа Е (ДЕ), предназначен для выработки насыщенного пара с температурой 194^{0}С и перегретого с температурой 225^{0}С, с рабочим давлением пара 1,37 Мпа, имеет несколько типоразмеров, отличающихся между собой номинальной производительностью 4;6,5;10;16;25 т/ч. Котлы обеспечивают тепловой энергией потребности технологических нужд, отопления, вентиляции, горячего водоснабжения.

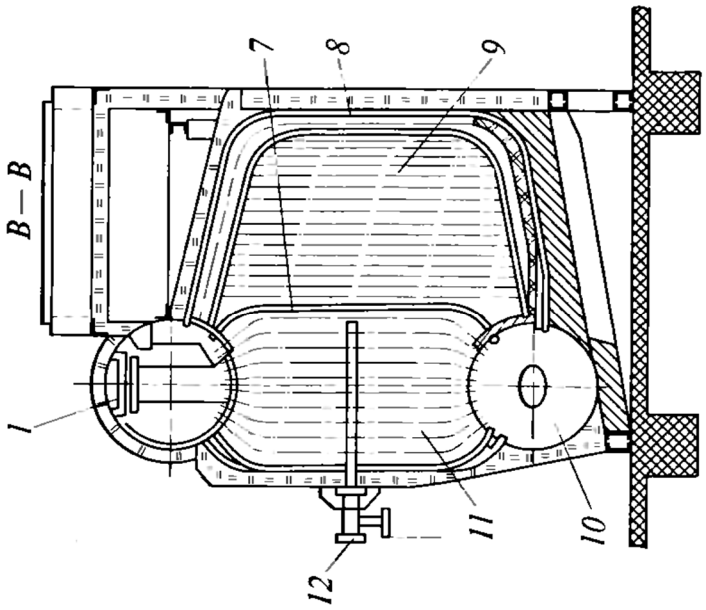
Котлы этого типа маркируются следующим образом:

- котел Е(ДЕ) - 4,6 – 14 или котел Е(ДЕ) - 10 – 14. Каждая буква и цифра имеют свое конкретное значение:
- Е– означает, что котел имеет естественную циркуляцию пароводяной смеси в парообразующих поверхностях нагрева;
- ДЕ- означает, что котел имеет Д-образную компоновку в которой топка расположена справа от конвективного пучка и разрез котла напоминает букву D;
- первая цифра в обозначении соответствует производительности котла в тоннах в час – 4,6 т/ч.;
- вторая цифра – определяет величину давления в барабане котла в кг/см^2.

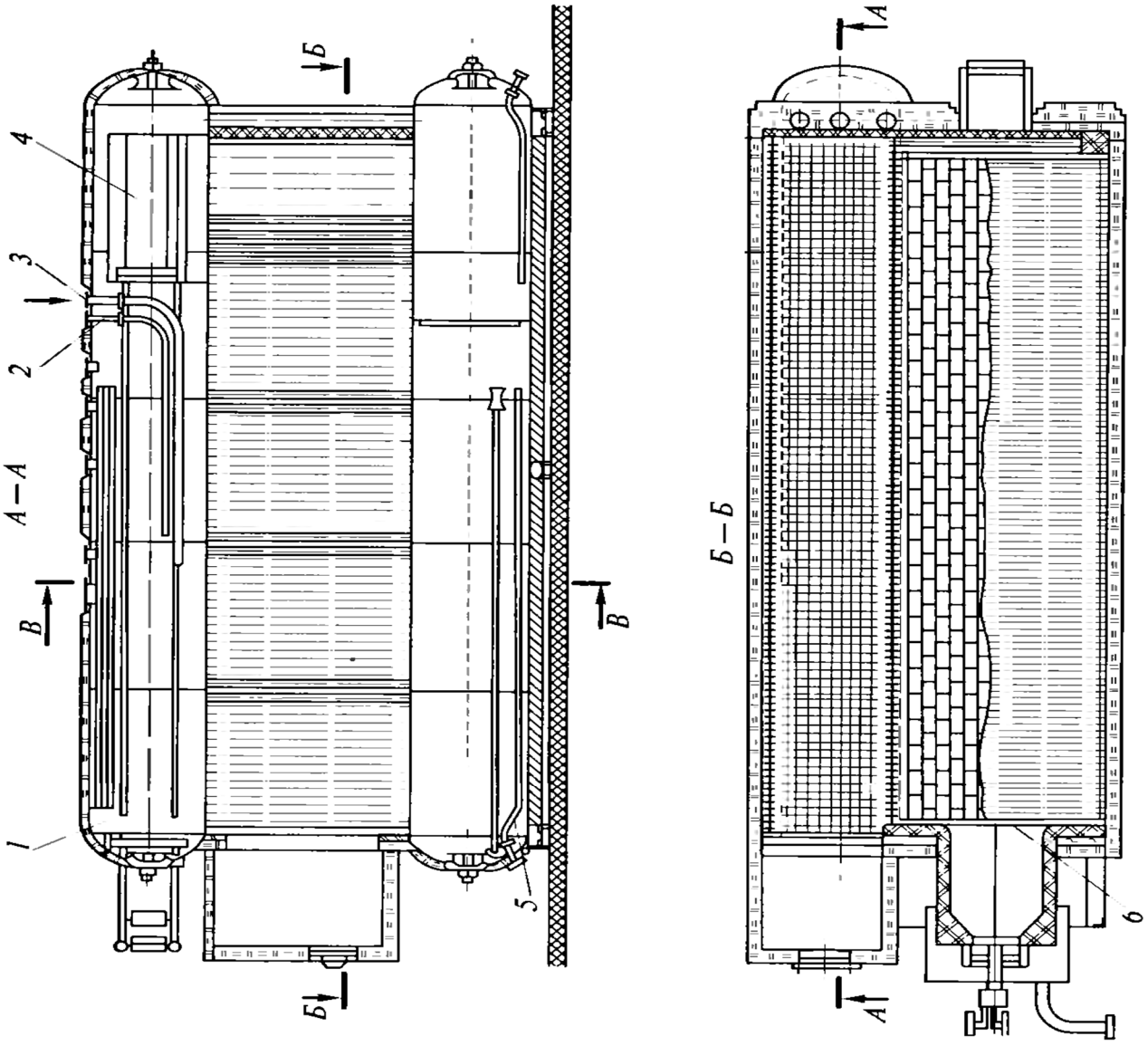
Три проекции разреза котла приведены на рисунке 1

Основными элементами котла являются:

- верхний и нижний барабаны котла;
- топка котла;
- горелочное устройство;
- парообразующие поверхности, расположенные в топке котла;



ис. 1. Паровой котел ДЕ-10-14 ГМ
- верхний барабан;
– трубопровод для
осфатирования; 3 – трубопровод
ля подвода питательной воды;
– солевой отсон барабана;
– труба для продувки;
– горелка;
– газоплотная перегородка;
– правый экран;
– топочная камера;
0 – нижний барабан;
11 – конвективный пучек;
2 – устройство для обдувки.



- парообразующие поверхности нагрева в виде конвективных пучков, расположенные между барабанами.

Верхний, нижний барабаны, а также все поверхности нагрева котла – фронтовой и задний экраны, правый боковой экран образующий также под и потолок топочной камеры, конвективные 1 и 2 пучки образуют параллельные контуры естественной циркуляции, в которых нагрев воды до температуры насыщения, парообразование и движение пароводяной смеси за счет разности плотности воды и пароводяной смеси.

В барабане котла пароводяная смесь разделяется на пар и воду, вода попадает в паровой объём верхнего барабана. Пар после его промывки забирается из барабана и отправляется либо промышленным потребителям тепловой энергии в виде промышленного пара, либо на сетевую установку для получения тепловой энергии в виде горячей воды на нужды отопления, вентиляции, кондиционирования и горячего водоснабжения.

Для получения тепловой энергии, необходимой для производства пара служит топочная камера, расположенная справа от котла. Тепловая энергия в камере выделяется за счёт сжигания органического топлива в ней. Таким топливом в этом типе котла может быть природный газ или мазут.

Образовавшиеся при горении топлива продукты горения имеют температуру на выходе из топки порядка 1100-1200$^{)}$С.

За счет теплообмена продуктом сгорания с парообразующими поверхностями нагрева в них происходит парообразование.

Процесс парообразования происходит также и в конвективных пучках.

Продукты сгорания после топочной камеры попадают в конвективные пучки, проходя через которые отдают свою тепловую энергию пароводяной смеси через стенки котельных пучков, охлаждаются и покидают котел. Для повышения экономичности работы котлов на выходе из котла обычно предусматривают установку водяного экономайзера.

В водяном экономайзере продукты сгорания понижают свою температуру до 120-140^{0}С, нагревая питательную воду, которая потом направляется в барабан котла для его подпитки.

При такой схеме работы котла его коэффициент полезного действия достигает 91-92,5%.

Горелочные устройства котла служат для приготовления воздушно-топливной смеси, которая при попадании в зону высоких температур эффективно бы сгорала в топочном объеме котла с наименьшими потерями тепла от неполного сгорания топлива.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Для чего служит паровой котёл?
2. Дайте расшифровку обозначения котла Е(ДЕ)-10-14.
3. Перечислите основные элементы котла и их назначение.
4. Для чего служит топочная камера котла?
5. Объясните назначение горелочных устройств.
6. Поясните, как работает контур естественной циркуляции.
7. За счет каких процессов происходит образование пара в парообразующих поверхностях нагрева.

Формы промежуточной аттестации

Вопросы к зачету:

1. Место и роль ТГУ в промышленности и коммунальном хозяйстве. Котельные как источники теплоснабжения.
2. Комбинированная и раздельная выработка тепловой энергии.
3. Теплогенерирующая установка, назначение её элементов.
4. Циркуляция воды в котле. Схемы контура циркуляции.
5. Топливно-энергетические ресурсы и топливно - энергетический баланс в РФ.
6. Органическое топливо, классификация, происхождение, состав и свойства.
7. Горение топлива. Диффузионный и кинетический процессы горения.
8. Горение твердого топлива.
9. Горение жидкого топлива.
10. Горение газообразного топлива.
11. Общее уравнение теплового баланса.
12. Потеря тепла с уходящими газами.
13. Потеря тепла от химической неполноты сгорания.
14. Потеря тепла от механической неполноты сгорания.
15. Потеря тепла от наружного охлаждения.
16. Потеря тепла с физическим теплом шлаков.
17. Полезно использованное тепло в котлоагрегате, его КПД.
18. Расчет теплообмена излучением в топочной камере.

19. Излучательная способность факела.
20. Теплообмен в топке
21. Теплообмен в конвективных пучках, основные уравнения.
22. Теплообмен в водяном экономайзере. Основные уравнения.
23. Поверочный тепловой расчет котельного агрегата.
24. Конструктивный тепловой расчёт котельного агрегата.
25. Классификация паровых и водогрейных котлов.
26. Паровые котлы, конструкция, принцип действия.
27. Водогрейные котлы, конструкция, принцип работы.
28. Слоевое сжигание твердого топлива.
29. Камерные копки.
30. Сжигание твердого топлива в камерных топках
31. Форсунки для сжигания мазута.
32. Газовые горелки.

Образец задания к курсовому проекту по дисциплине «Теплогенерирующие установки»

Тема курсового проекта: Тепловой расчёт парового котла ДЕ 10-14ГМ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Провести поверочно-конструктивный тепловой расчет парового котла ДЕ-10-14ГМ, служащего для выработки насыщенного пара.

Варианты заданий на выполнение поверочно-конструктивного теплового расчета котла приведены в таблице «Состав газообразного топлива»

Характеристика котла ДЕ-10-14ГМ.

1. Номинальная паровая производительность $D_{ном} = 10 \text{ т/ч} = 2{,}78 \text{ кг/с};$
2. Температура питательной воды $t_{пв} = 100^{\circ} C;$
3. Давление питательной воды $p_{пв} = 1{,}5 \text{ МПа};$
4. Топливо - природный газ.

Характеристики топлива:

$$CH_4 = 98{,}6\% \cdot C_2H_6 = 0{,}5\% \cdot C_3H_8 = 0{,}4\% \cdot C_4H_{10} = 0{,}2\% \cdot C_5H_{12} =$$

$$= 0{,}1\% \cdot CO_2 = 0{,}1\% \cdot N_2 = 0.1\%$$

5. Низшая теплота сгорания $Q_{\text{Н}}^{C} = 36{,}479 \text{ МДж/м}^3$
6. Процент продувки 5 %.
7. Топка имеет металлическую наружную обшивку.

Состав газообразного топлива

Варианты	CH_4	C_2H_6	C_3H_8	C_4H_{10}	C_5H_{12}	CO_2	H_2S	N_2 и редкие газы	Плот. по возд.	$Q_{\text{р}}^{H}$ КДж/нм^3	$T_{п.в.}$	% непрер. продув.
1	88,1	1,5	0,6	0,2	0,06	0,04	-	9,5	0,637	33238	90	5
2	84,8	3,6	1,0	0,5	0,05	0,05	-	10,0	0,63	33250	103	8
3.	75,4	5.0	1,7	1,3	1,2	0,8	0,6	14,0	0,669	34560	78	5
4	71,9	4,8	1,6	0,8	-	0,5	0,4	20,0	0,71	28335	103	10
5	82,7	1,4	0,6	0,3	-	0,9	0,1	14,0	0,647	31560	103	10
6	81,8	5,5	1,6	0,5	0,8	0,2	0,1	9,5	0,701	36273	103	5
7	67,7	2,0	0,2	0,1	0,1	1,2	0,7	28,0	0,698	26210	90	8
8	77,2	5,0	0,5	0,4	-	0,5	0,4	16,0	0,663	31970	78	8
9	52,9	4,0	1,2	0,6	0,8	0,2	0,3	40,0	0,778	24734	103	10
10	80,2	5,5	1,7	1,2	0,2	0,1	0,1	11,0	0,626	35273	78	8
11	58,8	7,0	1,2	0,8	0,2	-	-	32,0	0,747	27930	78	5

12	95,1	2,3	0,7	0,4	0,8	0,2	-	0,5	0,597	37992	78	10
13	89,7	3,0	2,0	0,8	0,5	1,0	-	3,0	0,63	37740	103	7
14	98,5	0,3	0,1	След.	След.	След.	-	1,1	0,585	35626	90	8
15	96,8	1,2	0,5	-	0,1	0,1	-	1,8	0,578	36127	78	5
16	85	0,5	3,0	0,2	-	0,11	-	4,0	0,7	33922	90	10
17	96	0,2	0,1	0,1	-	0,1	-	0,5	0,58	34790	103	10
18	90	4,0	1,1	1,0	-	1,3	0,1	4,0	0,6	35596	103	10
19	97	1,3	0,1	0,5	-	0,5	0,1	2,0	0,6	36373	78	8
20	92,9	5,9	0,5	-	0,5	0,1	-	0,1	0,595	38386	90	5
21	88	6,0	2,2	1,2	1,8	0,3	-	0,5	0,663	41780	103	10
22	98,6	0,5	0,4	0,2	0,1	0,1	-	0,1	0,564	36479	90	5

СОСТАВ РАБОТЫ

а) расчетно-пояснительная записка:

1. Исходные данные
2. Расчет объемов продуктов сгорания, объемных долей трехатомных газов
3. Тепловой баланс котельного агрегата и определение расхода топлива
4. Расчет теплообмена в топке
5. Тепловой расчет 1-го конвективного пучка
6. Тепловой расчет 2-го конвективного пучка
7. Тепловой расчет водяного экономайзера
8. Компоновка водяного экономайзера
9. Расчет невязки баланса котла

б) графическая часть:

1. Компоновка водяного экономайзера
2. Разрезы котла

Объем – один лист формата А1 и один лист формата А3

ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ К КП

1) для чего предназначены теплогенерирующие установки?
2) что является рабочим телом в паровых котлах?
3) чем отличаются паровые котлы от водогрейных котлов?
4) что такое тягодутьевые устройства?
5) для чего служит верхний барабан котла?

ОФОРМЛЕНИЕ РАБОТЫ

Работа включает в себя графическую часть и пояснительную записку.

Графическая часть выполняется на листах формата А3 (420×297 мм) или А1 (594×841 мм) и включает в себя компоновку водяного экономайзера и разрезы котла

Пояснительная записка выполняется на листах формата А4 (210×297 мм) и включает в себя титульный лист с указанием шифра, принятые исходные данные, расчеты и пояснения согласно приведенному выше порядку выполнения работы.

Листы пояснительной записки и графической части следует «сшить» вместе и в таком виде сдать на проверку в установленном порядке.

6 семестр

Вопросы к экзамену.

1. Физико-химические характеристики исходной, водопроводной, питательной, котловой и подпиточной вод.
2. Понятия общей, постоянной и временной жёсткостей воды.
3. Сухой остаток химически очищенной, котловой и питательной вод.
4. Непрерывная и периодическая продувки. Их назначение.
5. Назначение паропромывочных устройств котлов, Их конструкция.

6. Ступенчатое испарение. Внутрикотловая обработка воды.
7. Атмосферная и вакуумная дегазация воды.
8. Способы очистки воды. Ионообменные водоподготовительные установки.
9. Na-катионирование.
10. H-катионирование.
11. Обратный осмос.
12. Расчёт и подбор оборудования водоподготовки.
13. Тепловые схемы котельных. Принципиальные, развернутые, монтажные.
14. Тепловая схема паровой котельной для открытой системы теплоснабжения.
15. Тепловая схема паровой котельной для закрытой системы теплоснабжения.
16. Тепловая схема водогрейной котельной.
17. Расчет поверхностных подогревателей.
18. Расчёт смешивающих подогревателей.
19. Топливное хозяйство котельной на твердом топливе.
20. Топливное хозяйство котельной на жидком топливе.
21. Назначение аэродинамического расчёта. Основные принципы аэродинамического расчёта.
22. Расчёт и подбор оборудования для тепловой схемы котельной.
23. Газоснабжение котельных.
24. Назначение дымовых труб.
25. Расчёт дымовой трубы.
26. Определение сопротивления газового тракта.
27. Определение сопротивления воздушного тракта.
28. Дымососы и вентиляторы, их подбор.
29. Расчёт и подбор золоулавителей.
30. Строительные конструкции здания котельной.
31. Принципы размещения основного и вспомогательного оборудования в здании котельной.
32. Источники вредных примесей в атмосферу.
33. Пути снижения образования вредных примесей.
34. Сетевая установка. Её назначение.

Типовой экзаменационный билет (билеты прилагаются).

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Самарский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

Кафедра *Теплогазоснабжение и вентиляция*

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

по дисциплине (модулю) *Теплогенерирующие установки*

Код направления подготовки (специальности)08.03.01 Факультет ИСПОС Семестр 7

1. Физико-химические характеристики исходной, водопроводной, питательной, котловой и подпиточной вод.
2. Расчет поверхностных подогревателей.

Составил *Салов А.Г.* Утверждаю:
Заведующий кафедрой

Дата (число, месяц, год) *Дата (число, месяц, год)*

Образец задания к курсовой работе по дисциплине «Теплогенерирующие установки»

Тема курсовой работы: Проектирование производственно-отопительной котельной с котлами типа ДЕ.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Исходные данные для примера выполнения курсового проекта по проектированию производственно-отопительной котельной

1. Запроектировать производственно-отопительную котельную с паровыми котлами DE-25-14ГМ, имеющими паропроизводительность $Д_{КОТ.}$ = ___ т/час = ___ кг/с и давление насыщенного пара ___ кгс/см ^{2} = ___ МПа.
2. Производственно-отопительная котельная имеет следующие тепловые нагрузки:
   - производственная нагрузка $Q_{ПР.} = ___\ МВт$;
   - теплофикационная нагрузка на отопление и вентиляцию $Q_{ТЕП.+В.} = ___\ МВт$;
   - расчётная нагрузка горячего водоснабжения $Q_{ГВС.} = ___\ МВт$.
3. Система горячего водоснабжения открытая.
4. График работы тепловой сети:
   - температура сетевой воды в подающем трубопроводе $t_{С1} = ___^{\circ} C$;
   - температура сетевой воды в обратном трубопроводе $t_{С2} = ___^{\circ} C$.
5. Топливо – газ.
6. Давление технологического пара - $P_{П} = ___\ МПа$.
7. Температура конденсата, возвращаемого с производства $t_{К} = ___^{\circ} C$.
8. Количество конденсата, возвращаемого с производства $\alpha_{К} = ___\ \%$.
9. Температура питательной воды на входе в котлы $t_{П.В.} = ___^{\circ} C$.

10. Процент непрерывной продувки котлов $p = ___\,\%$.

11. Котельная располагается в городском районе, имеющим девяти этажные жилые строения на расстоянии менее 200 метров от места расположения котельной.

Варианты заданий на курсовой проект

Варианты	Тип котла	Давление технологического пара МПа	Темпер. пит. Воды ^{0}С	Процент непр. прод.	Топливо	Произв. нагрузка МВт	Теплоф. нагрузка Отоп/ГВС МВт	Возврат конд. с произ. $\alpha_К$,%	Темпер. конденсата с произ.
1	ДЕ-4-14ГМ	1,0	100	7	Прир. газ	4	10/1,0	35	40
2	ДЕ-4-14ГМ	1,0	95	5	Прир. газ	5	12/1,2	50	55
3	ДЕ-6,5-14ГМ	0,9	100	10	Прир. газ	7	14/1,5	60	40
4	ДЕ-6,5-14ГМ	0,9	97	6	Прир. газ	8	15/2,0	40	60
5	ДЕ-10-14ГМ	0,8	102	10	Прир. газ	17	18/1,7	20	45
6	ДЕ-10-14ГМ	0,7	95	8	Прир. газ	20	20/2,0	60	50
7	ДЕ-16-14ГМ	0,5	100	10	Прир. газ	25	15/1,7	70	55
8	ДЕ-16-14ГМ	0,8	104	7	Прир. газ	30	20/1,8	40	60
9	ДЕ-25-14ГМ	1,0	98	5	Прир. газ	35	40/4,4	80	30
10	ДЕ-25-14ГМ	1,0	95	8	Прир. газ	30	15/2,0	60	70
11	ДЕ-6,5-14ГМ	0,9	102	10	Прир. газ	10	16/1,3	45	55
12	ДЕ-6,5-14ГМ	0,9	99	7	Прир. газ	12	14/1,5	40	60
13	ДЕ-10-14ГМ	0,8	100	5	Прир. газ	15	23/3,5	60	65
14	ДЕ-10-14ГМ	0,8	95	9	Прир. газ	17	20/2,2	30	35
15	ДЕ-10-14ГМ	0,8	104	4	Прир. газ	19	19/2,3	60	50
16	ДЕ-16-14ГМ	0,8	94	10	Прир. газ	22	20/4,1	40	50
17	ДЕ-16-14ГМ	0,8	96	6	Прир. газ	23	22/3,0	50	40
18	ДЕ-16-14ГМ	0,8	100	9	Прир. газ	26	18/1,5	55	50
19	ДЕ-16-14ГМ	0,8	98	5	Прир. газ	28	21/2,3	60	55
20	ДЕ-25-14ГМ	1,0	104	10	Прир. газ	35	21/3,0	40	50
21	ДЕ-25-14ГМ	1,0	98	6	Прир. газ	32	25/2,1	50	40
22	ДЕ-25-14ГМ	1,0	96	9	Прир. газ	34	28/3,5	45	60

В вариантах 1-12 котельные проектируются для промышленных поселков городского типа с пяти этажной жилой застройкой на расстоянии менее 200 метров от места расположения котельной.

В вариантах 13-22 котельные проектируются для районов городов с девяти этажной жилой застройкой на расстоянии менее 200 метров от места расположения котельной

СОСТАВ РАБОТЫ

а) расчетно-пояснительная записка:

1. Описание и расчет выбранной тепловой схемы
2. Расчет количества котлов, проектируемых в котельной
3. Аэродинамический расчет газовоздушного тракта
4. Расчет высоты дымовой трубы
5. Выбор вспомогательного оборудования котельной

б) графическая часть:

1. компоновка котельной с необходимым оборудованием (план, разрезы)
2. принципиальная тепловая схема котельной

Объем – два листа формата А1

ТИПОВЫЕ ВОПРОСЫ К КР

1) что называется производственно-отопительной котельной?
2) назначение производственной котельной?
3) чем отличается открытая система теплоснабжения от закрытой системы теплоснабжения
4) назначение сепаратора непрерывной продувки в тепловой схеме котельной?
5) принцип работы сепаратора непрерывной продувки?
6) назначение деаэратора в тепловой схеме котельной?

ОФОРМЛЕНИЕ РАБОТЫ

Работа включает в себя графическую часть и пояснительную записку.

Графическая часть выполняется на листах формата А1 (594×841 мм) и включает в себя компоновку котельной и принципиальную тепловую схему котельной.

Пояснительная записка выполняется на листах формата А4 (210×297 мм) и включает в себя титульный лист с указанием шифра, принятые исходные данные, расчеты и пояснения согласно приведенному выше порядку выполнения работы.

Листы пояснительной записки и графической части следует «сшить» вместе и в таком виде сдать на проверку в установленном порядке.

Регламент проведения экзамена

Экзамен проводится в устной форме (очно) в указанную в ЛК СамГТУ дату и время.

Оценка определяется на основании полноты ответов на вопросы к экзамену (по билетам). Билет состоит из двух вопросов и задачи (см. список ниже), назначаемых в случайном порядке перед началом экзамена. Время на подготовку — 30 минут.

Вопросы к экзамену

1. Физико-химические характеристики исходной, водопроводной, питательной, котловой и подпиточной вод.
2. Понятия общей, постоянной и временной жёсткостей воды.
3. Сухой остаток химически очищенной, котловой и питательной вод.
4. Непрерывная и периодическая продувки. Их назначение.
5. Назначение паропромывочных устройств котлов, Их конструкция.
6. Ступенчатое испарение. Внутрикотловая обработка воды.
7. Атмосферная и вакуумная дегазация воды.
8. Способы очистки воды. Ионообменные водоподготовительные установки.
9. Na-катионирование.
10. H-катионирование.
11. Обратный осмос.
12. Расчёт и подбор оборудования водоподготовки.
13. Тепловые схемы котельных. Принципиальные, развернутые, монтажные.
14. Тепловая схема паровой котельной для открытой системы теплоснабжения.
15. Тепловая схема паровой котельной для закрытой системы теплоснабжения.
16. Тепловая схема водогрейной котельной.
17. Расчет поверхностных подогревателей.
18. Расчёт смешивающих подогревателей.
19. Топливное хозяйство котельной на твердом топливе.
20. Топливное хозяйство котельной на жидком топливе.
21. Назначение аэродинамического расчёта. Основные принципы аэродинамического расчёта.
22. Расчёт и подбор оборудования для тепловой схемы котельной.
23. Газоснабжение котельных.
24. Назначение дымовых труб.
25. Расчёт дымовой трубы.

26. Определение сопротивления газового тракта.
27. Определение сопротивления воздушного тракта.
28. Дымососы и вентиляторы, их подбор.
29. Расчёт и подбор золоулавителей.
30. Строительные конструкции здания котельной.
31. Принципы размещения основного и вспомогательного оборудования в здании котельной.
32. Источники вредных примесей в атмосферу.
33. Пути снижения образования вредных примесей.
34. Сетевая установка. Её назначение.

Дополнительное расписание для ликвидации задолженностей

Регламент проведения зачета

Зачет проводится в тестовой форме(очно) в указанную в ЛК СамГТУ дату и время. Оценка определяется на основании полноты ответов на вопросы к зачету (по билетам). Билет состоит из двух вопросов (см. список ниже), назначаемых в случайном порядке перед началом зачета. Время на подготовку — 30 минут.

Вопросы к зачету

1. Место и роль ТГУ в промышленности и коммунальном хозяйстве. Котельные как источники теплоснабжения.
2. Комбинированная и раздельная выработка тепловой энергии.
3. Теплогенерирующая установка, назначение её элементов.
4. Циркуляция воды в котле. Схемы контура циркуляции.
5. Топливно-энергетические ресурсы и топливно - энергетический баланс в РФ.
6. Органическое топливо, классификация, происхождение, состав и свойства.
7. Горение топлива. Диффузионный и кинетический процессы горения.
8. Горение твердого топлива.
9. Горение жидкого топлива.
10. Горение газообразного топлива.
11. Общее уравнение теплового баланса.
12. Потеря тепла с уходящими газами.
13. Потеря тепла от химической неполноты сгорания.
14. Потеря тепла от механической неполноты сгорания.
15. Потеря тепла от наружного охлаждения.
16. Потеря тепла с физическим теплом шлаков.
17. Полезно использованное тепло в котлоагрегате, его КПД.
18. Расчет теплообмена излучением в топочной камере.
19. Излучательная способность факела.
20. Теплообмен в топке
21. Теплообмен в конвективных пучках, основные уравнения.
22. Теплообмен в водяном экономайзере. Основные уравнения.
23. Поверочный тепловой расчет котельного агрегата.
24. Конструктивный тепловой расчёт котельного агрегата.
25. Классификация паровых и водогрейных котлов.
26. Паровые котлы, конструкция, принцип действия.
27. Водогрейные котлы, конструкция, принцип работы.

28. Слоевое сжигание твердого топлива.
29. Камерные копки.
30. Сжигание твердого топлива в камерных топках
31. Форсунки для сжигания мазута.
32. Газовые горелки.

Дополнительное расписание для ликвидации задолженностей